

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000678-01

공동자원화시설의 규모 다변화 및 에너지화시설 접목 방안 연구

2014. 07. 31

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 『공동자원화시설의 규모 다변화 및 에너지화시설 접목 방안 연구』 용역의 최종 보고서로 제출합니다.

2013년 07월 31일

한경대학교 산학협력단장

책임연구원 : 윤영만 교수(한경대학교)

연 구 원 : 손석현 이사((주)디엔아이씨)

연구보조원 : 오승용 연구원(한경대학교)

홍종미 연구원(한경대학교)

<요 약>

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

1.1.1 연구배경

- 최근 도시민의 귀농이 확산되고, 농촌 환경 자원의 보존가치에 대한 관심이 증가하면서 축산활동에서 발생하는 축산악취가 정주권역과 농촌 환경자원에 주요한 문제로 부각되고 있음
- 이로 인해 많은 지자체에서는 신규로 설치하는 축사에 대해서는 주거지역과 일정한 거리제한을 두는 조례를 지정하여 주거 지역 인근에 축사의 신규설치를 원천적으로 제한하고 있는 상황임
- 축산악취로 인한 문제는 축사의 설치제한 뿐만이 아니라 악취의 원인물질인 가축분뇨를 처리하는 모든 시설에까지 영향을 미쳐, 가축분뇨 처리 시설의 입지와 부지확보에도 심각한 영향을 미치고 있음
- 특히 농식품부는 2010년 가축분뇨 에너지화 시범사업을 시작으로 가축분뇨 에너지자원화 사업을 정책적으로 추진하고 있으나 지역주민의 민원발생, 사업자의 사업비 재원 확보의 어려움으로 시설설치에 많은 어려움이 있음, 따라서 가축분뇨에 대한 부정적인 인식은 가축분뇨 공동자원화 사업의 지연을 초래하고 나아가 가축분뇨를 적정하게 처리하고자 하는 정부의 다양한 정책사업 추진의 장애가 되고 있어 효율적인 정책사업 추진을 위한 대응방안의 마련이 요구
- 공동자원화 시설 규모 다변화는 축산농가 내의 소규모 부지에 공동자원화 시설을 설치·추진한다는 점에서 70 톤/일 규모 이상의 대형 공동자원화 시설을 추진하면서 나타나는 민원 및 부지확보 문제를 해결한다는 측면에서 공동자원화 확대 및 활성화 할 수 있는 장점이 있음,
- 특히 가축분뇨 에너지화 사업은 기존 운전 중인 공동자원화(액비화) 시설에 바이오가스화 시설을 설치·도입하는 사업을 추진하여 사업 추진상 민원문제를 해소하는 방안이 필요

1.1.2 연구목적

- 본 연구는 가축분뇨 자원화 촉진 및 에너지화 활성화를 위하여 지역별 특성에 맞는 공동자원화시설의 규모를 검토하고 기존 운영 중인 공동자원화 퇴·액비시설과 에너지화 시설을 연계하여 융복합 창조산업으로 육성하는 방안을 마련하는데 있음

1.2 연구 내용 및 방법

(표 1-1) 주요 연구 내용 및 방법

과업 구분	연구 내용 및 방법
○ 양돈, 한우 등 축산규모 및 농업 여건에 따른 공동자원화 시설의 규모 검토	<ul style="list-style-type: none"> ● 공동자원화 시설 수요 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 전국 시군단위 축산규모 조사 - 전국 시군단위 가축분뇨 처리 현황 조사 - 전국 시군단위 가축분뇨 처리시설 현황 조사 - 가축분뇨 자원화 조직체 운영 현황 조사 - 시군 지역단위 공동자원화시설 수요 분석 ● 퇴·액비화 시설 규모화 방안 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 규모별 퇴·액비화 시설 유지관리비 산출 - 규모별 퇴·액비화 시설 도입 경제성 분석
○ 기존 공동자원화 퇴액비시설에 에너지시설 연계 방안 및 적정사업비 검토	<ul style="list-style-type: none"> ● 기존 공동자원화(퇴·액비·에너지화) 공법 조사 ● 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 모델 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 공동자원화 시설 설치·운전 현황 분석 - 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 수요 분석 - 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형 도출 - 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 물질 및 에너지 수지 검토 ● 공동자원화 연계 에너지화 시설 규모별 적정사업비 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 가축분뇨 에너지화 시설 도입 기본 모델 도출 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 가축분뇨 에너지화 시설 실시설계 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 가축분뇨 에너지화 시설 물량산출 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 적정사업비 도출
○ 공동자원화 에너지화시설에서 생산되는 폐열의 활용 방안 검토	<ul style="list-style-type: none"> ● 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 에너지 추산 ● 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 활용 모델 도출 ● 폐열 활용 모델별 시설 요건 검토

- 본 연구는 ①양돈, 한우 등 축산규모 및 농업 여건에 따른 공동자원화 시설의 규모 검토, ② 기존 공동자원화 퇴·액비시설에 에너지시설 연계 방안 및 적정사업비 검토, ③ 공동자원화 에너지화시설에서 생산되는 폐열의 활용 방안 검토를 주요 과업 내용으로 하고 있으며, 본 과업을 달성하기 위하여 (표 1-1)과 같이 연구를 수행하였음

1.3 기대효과

- 전국 시군단위 가축분뇨 처리 및 시설 현황 파악을 통해 합리적인 정책 사업 추진의 근거자료를 확보
- 지역단위 공동자원화 시설 규모 및 수요분석을 통해 향후 가축분뇨 공동자원화 시설 보급 계획 수립에 활용
- 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설의 적정사업비 도출을 통해 정책 예산의 합리적인 지출 근거를 마련
- 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설 도입으로 민원발생 경감 및 가축분뇨 에너지화 촉진 유도

2. 공동자원화 시설 규모 다변화

2.1 자원화 시설 규모별 설치비 검토

- 본 연구에서는 축산농가 및 공동자원화 시설 설치를 추진하는 사업주체가 충분한 정보제공을 받는다는 취지에서 농촌진흥청에서 실시하는 “가축분뇨 처리시설 및 관련기술 평가”결과를 조사·분석하여 가축분뇨 자원화 방법별, 시설 처리용량별 시설 설치비 및 톤당 처리비를 정리하고, 정보공개 자료로부터 소규모 공동자원화 시설 설치비의 경제성을 검토하였음
- 퇴비화, 액비화, 퇴액비화 자원화 시설을 포괄하여 검토한 공동자원화 시설 규모별 사업비는 20, 30 톤/일의 소규모 시설로 추진하는 경우 적정성이 인정되며, 40 톤/일 이상의 시설로 추진하는 경우 사업비의 투자적정성이 없는 것으로 평가되었음

- 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 시설용량과 시설 설치비간의 상관관계는 시설용량이 증가할수록 사업비는 20 톤/일 규모 1.2억 원에서 100 톤/일 규모 23.3 억 원까지 증가하였으나 100 톤/일 규모 기준 시설 설치비도 5.9 억 원에서 23.3 억 원으로 지속적으로 증가 경향을 보였으며, 100 톤/일 시설용량 기준 대비 시설용량별 설치비 비율에서도 20 톤/일 규모에서 25.3%를 나타내고 시설용량의 증가와 함께 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었음
- 이는 기존에 농가형 소규모 액비화 시설의 경우 단순히 액비생산에만 집중하여 별도의 악취방지시설을 설치하지 않는 사업 특성과 가축분뇨의 액비화 과정에서 소량으로 발생하는 고형물의 처리를 위해 별도의 퇴비화 시설을 구비하지 않는 기술 특성에서 기인하는 것으로 판단됨
- 따라서, 액비화 방식의 소규모 공동자원화 사업을 추진하는 경우에는 사업비의 적정성을 유지하기 위해서 액비화 및 저장시설 이외에 악취방지 시설, 고형물 퇴비화 시설, 방역시설 등의 설치를 의무화하여 가축분뇨 처리와 관련한 환경성을 향상시키는 방향으로 설비투자를 유도하고, 이를 통해 사업비의 적정성을 유지시키는 방안이 바람직 할 것으로 판단 됨

(표 2-1) 자원화시설(퇴비, 액비, 퇴액비) 용량별 시설설치비 추산

시설용량 (톤/일)	설치비 (10억 원)	100 톤/일 규모 환산 설치비 (10억 원)	100 톤/일 시설용량 기준 설치비 비율 ¹ (%)
20	0.29	1.45	54.3
30	0.73	2.42	90.6
40	1.12	2.81	105.2
50	1.48	2.96	110.9
60	1.80	3.00	112.4
70	2.07	2.96	110.9
80	2.31	2.89	108.2
90	2.51	2.79	104.5
100	2.67	2.67	100.0

주1 : 시설용량 100 톤/일의 시설 설치비를 기준으로 나타낸 비율

(표 2-2) 자원화시설(액비, 퇴액비) 용량별 시설설치비 추산

시설용량(톤/일)	설치비(10억 원)	100 톤/일 규모 환산 설치비(10억 원)	100 톤/일 시설용량 기준 설치비 비율 ¹ (%)
20	0.12	0.59	25.3
30	0.25	0.85	36.5
40	0.43	1.08	46.4
50	0.65	1.30	55.8
60	0.91	1.51	64.8
70	1.20	1.72	73.8
80	1.54	1.92	82.4
90	1.92	2.13	91.4
100	2.33	2.33	100.0

주1 : 시설용량 100 톤/일의 시설 설치비를 기준으로 나타낸 비율

2.2 퇴비화 시설 규모별 유지관리비용 검토

- 본 연구에서는 공동자원화 시설 규모 다변화시 퇴비화 시설에서 나타나는 경영성과 변동을 검토하기 위하여 시설 규모별 (30, 50, 70, 100 톤/일 규모) 퇴비화 물질수지 분석을 통해 퇴비생산량을 산출하고 산출한 퇴비 생산량을 기준으로 경영성과를 분석하고자 하였음
- 퇴비화 시설의 경우 경영비용의 상쇄가 가능한 일정 규모 이상의 퇴비제품의 생산이 보장되어야 경영수지를 유지할 수 있는 사업특성을 가지고 있어 소규모 퇴비화 시설의 경우 경영상 수익구조를 형성하기 어려운 것으로 평가됨
- 일반적으로 공동자원화 시설의 경우 연간 700,000만포 이상의 퇴비 생산이 가능하여야 경영수지를 맞출 수 있는 것으로 알려져 있으며, 따라서 공동자원화 사업을 추진하는 사업주체는 사업계획 시 퇴비생산량을 사업타당성의 가장 중요한 인자로 평가하고 있음
- 따라서 수익모델을 추구하는 퇴비화 시설의 경우 규모 다변화를 통한 소규모 공동자원화 시설의 도입은 사실상 경제성이 매우 낮은 것으로 평가 되었으며, 소규모로 공동자원화를 추진하더라도 퇴비화시설의 경우 가능한 시설 규모를 확대하는 것이 경제성 측면에서 유리한 것으로 평가됨

(표 2-3) 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지

시설규모 (톤/일)	비용 (원)	수익 (원)	경영수지 (원)
30	902,900,000	904,200,000	1,300,000
50	1,429,030,000	1,511,400,000	82,370,000
70	1,888,237,000	2,114,475,000	226,238,000
100	2,599,245,000	3,019,912,000	420,667,000

(표 2-4) 100 톤/일 기준으로 환산한 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지

시설규모 (톤/일)	100 톤/일 규모 환산 비용 (원)	100 톤/일 규모 환산 수익 (원)	100 톤/일 규모 환산 경영수지 (원)
30	3,009,667,000	3,014,000,000	4,333,000
50	2,858,060,000	3,022,800,000	164,740,000
70	2,697,481,000	3,020,679,000	323,197,000
100	2,599,245,000	3,019,912,000	420,667,000

3. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

3.1 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위

- 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제4호에서는 “자원화시설”이라 함은 퇴·액비화시설 또는 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”(이하 “신재생에너지 촉진법”이라 한다) 제2조제1호 나목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설로 규정하고 있음

(표 3-1) 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위

구분	내용
기준	- “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”(이하 “신재생에너지 촉진법”이라 한다) 제2조제1호 나목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설
범위	- 고형연료화 시설 : 가축분뇨를 건조, 성형 등의 물리학적 변환 과정, 또는 탄화 등의 열화학적 변환과정을 통해 고형연료를 만드는 시설 - 바이오가스화 시설 : 가축분뇨 미생물을 이용하여 혐기소화시켜 기체연료, 열 및 전기 에너지를 만드는 시설

3.2 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 도입 유형

- 기존 공동자원화 100 톤/일 규모 액비화 시설의 일반적인 공정 유형은 주로 양돈슬러리를 원료로 이용하고, 유입 양돈슬러리는 고액분리 후 고상은 퇴비화 하고, 액상은 액비화 공정으로 유입하며, 액비화조 및 액비저장조의 총 액비저장일수는 120일 이상으로 설치 운영하고 있음
- 유형I은 기존 100 톤/일 시설규모를 유지하는 가축분뇨 단독 혐기소화 시설로서 체류시간 30일의 혐기소화조 도입에 따라 총액비저장일수가 150일까지 증가하는 특성이 있음
- 유형II는 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키는 가축분뇨 단독 혐기소화 시설로서 체류시간 30일의 혐기소화조 도입에 따라 증가하는 체류시간 만큼 가축분뇨 유입규모를 증가시키는 것을 특징으로 하고 있음
- 유형III은 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키고, 증가하는 유입용량 만큼의 음폐수를 통합 혐기소화 하는 시설로서 유입 가축분뇨 중 70 톤/일은 혐기소화조로 유입하고 30 톤/일은 기존 액비화조로 유입하여 혐기소화 후 부족한 유기물로 인한 액비화조의 운전효율 저하를 경감시키는 것을 특징으로 함
- 유형IV는 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키고, 증가하는 유입용량 만큼의 음폐수와 유입 가축분뇨를 전량 통합 혐기소화 하는 시설로서 바이오가스 생산량을 가장 극대화 시킬 수 있는 시설 유형임
- 바이오가스화 시설의 도입 유형에 따라 발전전력량은 약 2.2배까지 차이를 나타내어 경제성 측면에서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 도입 시 시설 도입 유형의 선택과 이에 따른 경제성 있는 사업계획의 수립이 매우 중요한 것으로 나타남
- 그러므로 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 도입은 기존 유입하는 가축분뇨를 단순히 바이오가스화 시설과 연계하는 방식이 아니라 지역의 다양한 바이오매스 자원의 탐색과 확보, 이용 방안의 수립으로 바이오가스화 시설의 경제성을 극대화 시키는 방향으로

추진할 필요성이 있으며, 이를 통해 환경·에너지 관련 수익모델을 창출하여 기존 공동자원화 시설의 경영성과를 개선할 수 있는 방향으로 사업이 추진되어야 함

(표 3-2) 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 바이오가스 및 전력생산량 비교

구분	바이오매스	처리량	VS농도	VS 분해율	단위메탄 가스발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오 가스 발생량	전력 생산량 ¹
		톤/일	%	%	Nm ³ /kg -분해VS	%	Nm ³ /일	Nm ³ /일	kWh/일
유형I	양돈슬러리	100	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
유형II	양돈슬러리	130	3.2	70	0.58	65	1,689	2,598	5,380
유형III	양돈슬러리	70	3.2	70	0.58	65	909	1,399	2,897
	음폐수	30	8.0	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	100	4.6	75	0.63	64	2,215	3,472	7,055
유형IV	양돈슬러리	100	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
	음폐수	30	8.0	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	130	4.3	74	0.63	64	2,605	4,071	8,297
	양돈슬러리	91	3.2	70	0.58	65	1,182	1,819	3,766
	음폐수	39	8.0	80	0.68	63	1,697	2,694	5,406
	소계	130	4.6	75	0.64	64	2,880	4,513	9,172

주1 : 메탄저위발열량 8,560 kcal/m³ 기준, 발전효율 열량대비 32% 기준, 1 kWh는 860 kcal 적용

3.3 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 도입 사업규모 검토

- 국내 가동·설치 중인 공동자원화 시설은 2014년 1월 기준 총 89개소에서 이중 가축분뇨 에너지화 시설 도입이 가능한 액비화 시설과 규모를 검토하였음
- 70 톤/일 이상의 액비화 시설용량을 가지는 공동자원화 시설을 조사한

결과 70 톤/일 규모가 8 개소, 80 톤/일 규모가 11 개소, 90 톤/일가 17 개소, 100 톤/일 규모가 19개소로 전체 공동자원화 시설의 약 62%를 차지하고 있어, 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설을 도입하는 경우 전국적으로 충분한 대상시설이 존재하는 것으로 나타남

(표 3-3) 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 사업량

지역	총 시설수	에너지화 도입가능 시설수	시설용량규모(톤/일, %)												
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	
계 (비율)	89	78	3	8	2	3	3	8	11	17	19	2	1	1	
	(100.0)	(87.6)	(3.4)	(9.0)	(2.2)	(3.4)	(3.4)	55							(2.2)
경기	14	10		4	1				1	2	2				
강원	3	1				1									
충북	5	4	1						1	1	1				
충남	16	15	2	1	1	1	1		2	4	1	2			
전북	14	13						1	1	4	7				
전남	11	10	1				1	1	2	1	4				
경북	5	5		1				1	1	2					
경남	10	10		1		1	1	2	1	2	2				
제주	11	10						3	2	1	2		1	1	

3.4 바이오가스화 시설 도입 유형별 물질수지 검토

- 물질수지 검토에서는 원료로 유입되는 가축분뇨와 음식물류 폐기물이 기존 액비화조의 유기물 부하에 미치는 영향을 검토하고 안정적인 액비생산을 위한 혐기소화조와 액비화조의 연계성을 검토하기 위하여 유형별 물질수지 분석을 실시하였으며, 이를 위해 혐기소화의 주원료로 사용되는 양돈 슬러리, 음폐수, 음식물쓰레기의 성상기준을 설정
- 액비화조 설계에 활용하는 주요 지표로서 VS (휘발성고형물), BOD₅ (생물학적산소요구량), TN (총질소), TP (총인) 4항목을 대상으로 ① 가축분뇨, ②음식물류, ③혼합조, ④혐기소화액, ⑤고액분리후 액상 혐기소화액에 대하여 물질수지를 분석
- 다양한 바이오가스화 시설 도입 유형에 대한 물질수지 검토에서 혐기소화조의 유기물 분해효율이 안정적으로 유지되는 조건에서 기존 액비화

설비의 액비화 조건에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 기존 액비화 공동자원화 시설과의 안정적인 시설 연계가 가능한 것으로 판단됨

4. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

4.1 실시설계

4.1.1 시설의 개요

- 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설의 적정사업비 산출을 위하여 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 용량별 (70, 100, 130 m³/일 규모) 실시설계를 실시하고 실시설계 내용에 기초하여 사업비 물량을 산출

(표 4-1) 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 개요

구 분	개 요		
○사업대상구역	- 기존 공동자원화(액비 또는 퇴액비화) 시설 부지 내 또는 인근부지		
○수거대상원료	- 가축분뇨 : 양돈슬러리 - 음식물류 폐기물 : 음폐수		
○계획시설용량	70.0 m ³ /일	100.0 m ³ /일	130.0 m ³ /일
○계획수거량	양돈슬러리 49.0 m ³ /일, 음폐수 21.0 m ³ /일	양돈슬러리 70.0 m ³ /일, 음폐수 30.0 m ³ /일	양돈슬러리 100.0 m ³ /일, 음폐수 30.0 m ³ /일
○처리시설 면적	- 약 2,400m ² (약 726평)		
○계획처리방식	- 전처리 : 세목스크린 - 주처리 : 연속교반식 혐기소화조, CSTR - 소화액전처리 : 고액분리(고상 퇴비화, 액상 액비화) - 소화액처리 : 퇴액비화		
○바이오가스 저장관리	- 생물학적 탈황, 제습 및 화학적 탈황		
○에너지 이용계획	- 열병합 발전 후 발전전력 매전 - 회수열원(온수)은 혐기소화조 가온 및 소내 이용		
○소화액처리	- 기존 공동자원화 시설 유입 처리 : 퇴액비화 후 농경지 환원		
○공사기간	- 공사기간 12개월, 시운전기간 3개월		
○시설운영	- 소장 1인, 현장운영인력 1인, 분석인력 1인		

4.1.2 실시설계 기준

- 혐기소화조는 대규모화 시설에서 가장 경제적인 방안으로 평가되는 철근 콘크리트 구조물로 설계하고 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 조이 유효용량을 2,100, 3,000, 3,900 m³로 설계, 소화조의 높이는 시공성을 고려하여 7 m로 제한하였으며, 조의 직경을 조정하여 조용량을 증가시키는 방법으로 설계
- 시설용량별 실시설계 기준을 도출하였으며 바이오가스 저장조는 일일 저장시간을 2.5시간 기준으로 설계하고, 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 350, 500, 500 Nm³로 설계
- 제습장치와 발전기로 바이오가스를 송풍하는 가압송풍기는 특별한 용량 적용이 필요하지 않아 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 동일한 규격을 사용하였으며, 발전기는 발전시설의 운전 안전성을 높이기 위하여 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 각각 120kW급 2대, 200kW급 2대, 200kW급 2대를 적용
- 보조 보일러는 시운전시 또는 발전기 고장시 요구되는 장치로서 일상적인 운전상황에서는 불필요한 장비 특성을 고려하여 최소 규격으로 설계 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 각각 300,000, 350,000, 450,000 kcal/hr 규격을 적용
- 이렇게 도출한 시설 용량별 바이오가스 시설 설계 기준을 적용하여 가축 분뇨 바이오가스화 시설 관련 건축, 토목, 기계장치, 전기 도면을 작성하고 작성 도면을 기초로 물가정보지 자료, 장치 취급기업 견적요청, 토목·건축 물량산출, 기존 가축분뇨 에너지화 사업 실시설계 내역을 비교·검토하여 사업물량과 사업비를 산출

4.2 공동자원화 연계 바이오가스시설 적정사업비

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,486,000,000 원으로 산출됨

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,609,000,000 원으로 산출됨
- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,802,000,000 원으로 산출됨

(표 4-2) 시설용량별 바이오가스화 시설 총공사비 검토

구분	항목	기계	건축	전기	시운전 및 인허가	순공사비합계	부가세	총공사비	비고	
70톤/일	플랜트 공사비	재료비	1,300,132,427	542,092,323	234,617,131	47,553,239	2,124,395,120	212,439,512	2,336,834,632	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	354,572,522	35,130,502	312,528,295	823,771,865	82,377,187	906,149,052	
		경비	-	7,407,184	-	32,854,247	40,261,431	4,026,143	44,287,574	
	소계	1,421,672,973	904,072,029	269,747,633	392,935,781	2,988,428,416	298,842,842	3,287,271,258		
	송전설비	99,500,000		60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,521,172,973	904,072,029	329,747,633	413,935,781	3,168,928,416	316,892,842	3,486,000,000	십만단위반올림	
100톤/일	플랜트 공사비	재료비	1,320,132,427	595,776,097	234,617,131	47,553,239	2,198,078,894	219,807,889	2,417,886,783	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	391,256,805	35,130,502	312,528,295	860,456,148	86,045,615	946,501,763	
		경비	-	8,262,783	-	32,854,247	41,117,030	4,111,703	45,228,733	
	소계	1,441,672,973	995,295,685	269,747,633	392,935,781	3,099,652,072	309,965,207	3,409,617,279		
	송전설비	99,500,000	0	60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,541,172,973	995,295,685	329,747,633	413,935,781	3,280,152,072	328,015,207	3,609,000,000	십만단위반올림	
130톤/일	플랜트 공사비	재료비	1,320,132,427	698,985,233	234,617,131	47,553,239	2,301,288,030	230,128,803	2,531,416,833	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	461,911,329	35,130,502	312,528,295	931,110,672	93,111,067	1,024,221,739	
		경비	-	9,926,032	-	32,854,247	42,780,279	4,278,028	47,058,307	
	소계	1,441,672,973	1,170,822,594	269,747,633	392,935,781	3,275,178,981	327,517,898	3,602,696,879		
	송전설비	99,500,000	0	60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,541,172,973	1,170,822,594	329,747,633	413,935,781	3,455,678,981	345,567,898	3,802,000,000	십만단위반올림	

4.3 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 추진 방안

- 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 사업 추진 방안을 검토하면 본 적정 사업비 도출에서는 기존 공동자원화 시설에 기 설치되어 있는 고액분리 장치, 이송펌프류 등의 내역은 포함하고 있지 않은바, 사업 추진 시 기존 공동자원화 시설의 고액분리장치, 이송펌프류 등이 노후화된 경우 시설 운전의 안전성 측면에서 개보수가 요구됨
- 따라서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 추진 방안은 (표 4-3)과 같으며 안정적인 사업 추진을 위해서는 신규 바이오 가스화 시설 설치비와 함께 시설 개보수 지원을 동시에 추진하는 것이 가장 합리적인 것으로 판단됨

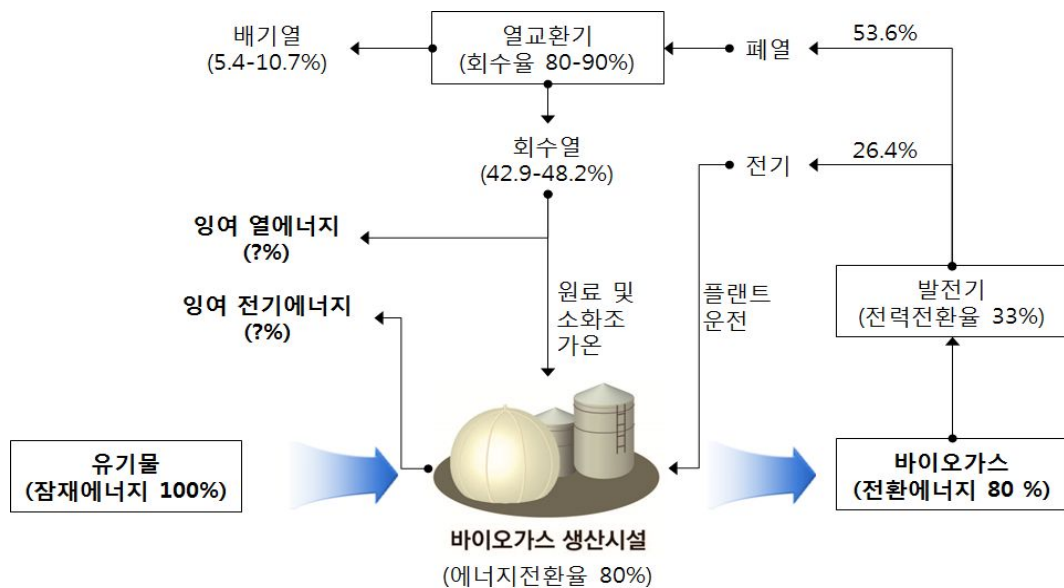
(표 4-3) 적정사업비 및 사업추진 방안

구분	검토의견		
사업 규모	- 100톤/일 미만(음폐수 30% 이상 포함)		
사업비	- 4,000,000천원 - 시설설치비 3,600,000천원 - 기업이윤+사업추진비+기타간접비 등 400,000,000천원(약 총액의10% 수준)		
사업 추진 방식	1안 에너지화 시설, 개보수비용 통합지원 방식	2안 에너지화 시설, 개보수비용 분리지원 방식	3안 에너지화시설 단독지원 방식
장점	- 시설 운전안전성 증가 - 사업추진방식 단순	- 시설 운전안전성 증가 - 사업추진방식 복잡 - 적정 개보수비용 산출 가능	- 사업추진방식 단순 - 단기간 사업확대 가능
단점	- 개보수비용 산출 기준 없음 - 초기 사업비 증가	- 초기사업비 증가	- 시설 운전안전성 감소
보완 방안	- 사업지침서에 개보수 비용 관련 분야 명시 (고액분리장치 및 주요 펌프, 액비화조 개선 등)	- 두 사업간의 정책지원 연계가 가능토록 추진	- 근래 준공설치시설 및 우수시설에 한정하여 추진

5. 가축분뇨 에너지화 시설 폐열의 활용

5.1 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 에너지 잠재량

- 발전 폐열 에너지는 원료 유기물의 잠재에너지를 100%로 가정하였을 때, 전기에너지가 약 26.4%, 회수 폐열 에너지가 약 42.9~48.2%로 실질적인 에너지 가치측면에서는 회수 폐열에너지가 전력생산 보다 더 많은 에너지 비중을 차지한다는 점에서 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 폐열 에너지의 회수·이용은 중요한 의미를 가짐



(그림 5-1) 바이오가스화 시설 에너지 전환율

- 정읍 가축분뇨 에너지화 시설은 2012년 준공·운영 중인 시설로서 시설 실태 조사 결과 정상운전 기간인 2013년 7월부터 2014년 02월까지의 운전기간 중 일평균 22.0시간의 발전기 가동을 통해 7,822 kWh/일의 전력을 생산하고, 자가소비 이외의 4,732 kWh/일의 전력을 매전하였음
- 이러한 실태 조사 결과를 바탕으로 발전 폐열 에너지를 추산한 결과 10,111 Mcal/일의 폐열 에너지가 발생하고, 이중 8,074 Mcal/일 의 폐열 에너지가 회수 가능한 것으로 평가됨
- 이러한 발전 폐열 에너지의 활용 사례가 전무한 이유는 70~90℃ 사이의 온수로 얻어지는 폐열 에너지를 활용하기 위해서는 열에너지의 수요처 까지 열손실을 최소화하면서 온수를 전달하는 배관 시설의 설치가 필요

하나 100 톤/일 규모 바이오가스 생산 시설 1개소에서 발생하는 폐열의 에너지 이용 효과와 온수배관 설치비용을 고려하면 폐열 에너지의 이용의 경제성이 매우 낮기 때문인 것으로 판단됨

- 그러므로 바이오가스화 시설 설치 목적이 인근 열에너지 수요처와 연계하여 온수 공급 중심의 사업추진이 이루어지거나, 대규모 단지화 된 바이오가스 생산시설이 아닌 상황에서 소규모 온수 관망의 구축은 매우 어려운 상황임
- 따라서 바이오가스 발전 폐열 에너지의 활용은 기본적으로 소내 활용 또는 근접 에너지 수요처 활용을 중심으로 추진할 필요가 있으며, 이를 위해서는 소내 폐열에너지를 활용하는 공정 및 시설의 설치, 근접 에너지 수요처 발굴 및 설치 등이 반드시 요구되고 있음

(표 5-1) 정읍 가축분뇨 바이오가스화 시설 폐열 발생량 추산

년월	운전시간	전력 총생산	전력 총매전	전력 총자가사용	발전 폐열량 ¹ (A)	소화조 가온 에너지 추산 ² (B)	회수가능 열량 추산 (A-B)
	시간/일	kWh/일	kWh/일	kWh/일	Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일
2013.07	23.55	8,278	5,861	2,417	10,700	1,417	9,283
2013.08	14.39	4,963	3,359	1,604	6,415	1,608	4,807
2013.09	23.80	8,392	3,974	4,419	10,848	1,798	9,050
2013.10	23.35	8,565	4,406	4,159	11,072	1,989	9,083
2013.11	22.20	8,231	4,011	4,220	10,640	2,180	8,460
2013.12	24.16	8,667	4,619	4,048	11,203	2,370	8,833
2014.01	21.58	7,387	4,312	3,075	9,548	2,561	6,987
2014.02	22.93	8,092	4,431	3,660	10,459	2,370	8,089
평균	22.00	7,822	4,372	3,450	10,111	2,037	8,074

- 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 발생하는 폐열 에너지의 에너지 가치를 평가하기 위하여 폐열에너지의 양을 경유, LPG, LNG 연료의 양으로 환산하여 계산한 결과 가장 폐열 에너지 생산이 많은 유형IV의 시설의 경우 하절기 10,288 Mcal/일의 회수 폐열 에너지는 경유 1,137 L/일, LPG 686 Nm³/일, LNG 975 Nm³/일에 상당하는 것으로 평가됨

○ 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 발생하는 폐열 에너지의 에너지 가치를 평가하기 위하여 폐열에너지의 양을 경유, LPG, LNG 연료의 양으로 환산하여 계산한 결과 가장 폐열 에너지 생산이 많은 유형IV의 시설의 경우 하절기 10,288 Mcal/일의 회수 폐열 에너지는 경유 1,137 L/일, LPG 686 Nm³/일, LNG 975 Nm³/일에 상당하는 것으로 평가됨

(표 5-2) 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스 시설 유형별 폐열 발생량 추산

구분	바이오매스	처리량 톤/일	전력 생산량 kWh/일	폐열 발생량 ¹ Mcal/일	폐열 회수율 ² %	소화조 가온에너지 ³		회수가능열량 (잉여열량)	
						동절기	하절기	동절기	하절기
						Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일
유형I	양돈슬러리	100	4,138	7,561	80	2,561	1,417	3,488	4,632
유형II	양돈슬러리	130	5,380	9,831	80	3,329	1,842	4,536	6,023
유형III	양돈슬러리	70	2,897	5,291	80	1,793	992	2,440	3,241
	음폐수	30	4,158	7,602	80	768	425	5,313	5,657
	소계	100	7,055	12,893	80	2,561	1,417	7,753	8,897
유형IV	양돈슬러리	100	4,138	7,561	80	2,561	1,417	3,488	4,632
	음폐수	30	4,158	7,602	80	768	425	5,313	5,657
	소계	130	8,297	15,163	80	3,329	1,842	8,801	10,288
	양돈슬러리	91	3,766	6,880	80	2,331	1,289	3,173	4,215
	음폐수	39	5,406	9,878	80	999	553	6,904	7,350
	소계	130	9,172	16,764	80	3,329	1,842	10,082	11,569

(표 5-3) 가축분뇨 에너지화 시설 유형별 회수 폐열의 석유류 에너지 환산량

시설 유형	잉여에너지량 (회수폐열)		경유환산량 ¹		LPG 환산량 ²		LNG 환산량 ³	
	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기
	Mcal/일	Mcal/일	L/일	L/일	Nm ³ /일	Nm ³ /일	Nm ³ /일	Nm ³ /일
유형I	3,488	4,632	385	512	233	309	331	439
유형II	4,536	6,023	501	666	302	402	430	571
유형III	7,753	8,897	857	983	517	593	735	843
유형IV	8,801	10,288	972	1,137	587	686	834	975

5.2 폐열 에너지 활용 방안

- 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 발생하는 발전 폐열 에너지는 폐열에너지 양을 고려할 때, 소외로 이송하여 이용하기 보다는 소내에서 이용하는 방안을 검토하는 것이 바람직한 것으로 판단되며, 소내 이용은 (표 5-4)에 나타낸 바와 같이 열이용 설비나 공정을 도입하여 소내 발생하는 폐기물의 처리 및 열원 소비 공정에 활용하여 에너지 효율화를 추구하는 방향으로 추진하는 것이 바람직 할 것으로 예상됨
- 소외 이용의 경우 사업추진 시 지역에너지의 개념을 확립하고 발전보다는 바이오가스를 직접 이송·이용함으로써 에너지 손실을 저감하고, 에너지 이용효율을 높이는 방향으로 사업계획을 수립할 필요가 있음

(표 5-4) 회수 폐열의 활용 방안

구분	소내 이용	소외 이용
특징	- 열이용 공정 도입을 통한 에너지 효율화 추진	- 에너지자립마을 등 지역에너지 사업화 추진
사례	- 질소, 인회수 공정 질소회수 효율 증대 및 회수물질 건조 열원 이용 - 가축분뇨 고형연료화 등 건조 열원 이용 - 고액분리 슬러지 건조 열원 이용 - 퇴비화 시설 연계 건조 퇴비화 열원 이용	- 시설채소 온실 난방에너지 이용 - 양식장 난방에너지 열원 이용 - 고추 등 농산물 건조 열원 이용 - 인근마을 주민편의시설 설치 및 난방 열원 이용
장점	- 소내 이용으로 열원 공급설비비 절감 - 효율적인 가축분뇨 자원화 공정 연계 및 유지관리비 절감 - 발전폐열 에너지 연계 신규사업 창출	- 민원해소 및 저감 - 지역단위 바이오에너지 이용 효율화
단점	- 추가 연계사업의 기획과 투자 필요	- 소외 이용으로 열원공급설비비 과다 - 바이오가스 시설 입지 특성상 에너지 수요처 신규 설치 요구

6. 결론

- 경제성 평가 결과 퇴비화, 액비화, 퇴액비화 자원화 시설을 포괄하여 검토한 공동자원화 시설 규모별 사업비는 20, 30 톤/일의 소규모 시설로 추진하는 경우 적정성이 인정되며, 40 톤/일 이상의 시설로 추진하는 경우 사업비의 투자 적정성이 없는 것으로 평가되었음
- 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 경제성을 평가한 결과 액비화 시설의 경우 100 톤/일 규모 미만의 시설에서 투자 적정성이 있는 것으로 나타났으나, 이는 기존에 농가형 소규모 액비화 시설의 경우 단순히 액비생산에만 집중하여 별도의 악취방지시설을 설치하지 않는 사업 특성과 가축분뇨의 액비화 과정에서 소량으로 발생하는 고형물의 처리를 위해 별도의 퇴비화 시설을 구비하지 않는 기술 특성에서 기인하는 것으로 판단되었음
- 따라서 액비화 방식의 소규모 공동자원화 사업을 추진하는 경우에는 사업비의 적정성을 유지하기 위해서 액비화 및 저장시설 이외에 악취방지 시설, 고형물 퇴비화 시설, 방역시설 등의 설치를 의무화하여 가축분뇨 처리와 관련한 환경성을 향상시키는 방향으로 설비투자를 유도하고, 이를 통해 사업비의 적정성을 유지시키는 방안이 바람직 할 것으로 판단 됨
- 특히 퇴비화 시설의 유지관리비용의 검토에서는 수익모델을 추구하는 퇴비화 시설의 경우 규모 다변화를 통한 소규모 공동자원화 시설의 도입은 사실상 경제성이 매우 낮은 것으로 평가되었으며, 소규모로 공동자원화를 추진하더라도 퇴비화시설의 경우 가능한 시설 규모를 확대하는 것이 경제성 측면에서 유리한 것으로 평가됨
- 기존 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입과 관련해서는 다양한 바이오가스화 시설 도입 유형별로 기존 액비화 공정의 유기물 농도 부하에 미치는 영향을 검토한 결과 혐기소화조의 유기물 분해효율이 안정적으로 유지되는 조건에서 기본 액비화 설비의 액비화 조건에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 기존 액비화 공동자원화 시설과의 안정적인 시설 연계가 가능한 것으로 판단됨

- 기존 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 적정사업비는 산출 결과 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,486,000,000 원, 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,609,000,000 원, 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,802,000,000 원으로 산출됨
- 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 사업 추진 방안을 검토하면 본 적정사업비 도출에서는 기존 공동자원화 시설에 기 설치되어 있는 고액분리장치, 이송펌프류 등의 내역은 포함하고 있지 않은바, 사업 추진 시 기존 공동자원화 시설의 고액분리장치, 이송펌프류 등이 노후화된 경우 시설 운전의 안전성 측면에서 개보수가 요구됨
- 따라서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 안정적인 사업 추진을 위해서는 신규 바이오가스화 시설 설치비와 함께 시설 개보수 지원을 동시에 추진하는 것이 가장 합리적인 것으로 판단됨

<목 차>

<요 약>	i
<목 차>	xi
<표 목 차>	xv
<그 림 목 차>	xxi

I. 서 론 1

1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	5
3. 연구 범위 및 방법	5
가. 과업 범위	5
나. 연구 내용 및 방법	5
다. 연구 추진 체계	8
라. 전문가 자문 위원회 운영	11
4. 연구의 기대효과	11
5. 보고서 구성	12

II. 가축분뇨 발생 및 처리 현황31

1. 가축분뇨 발생 및 처리 현황	13
가. 가축 사육 현황	13
나. 가축분뇨 발생 및 처리 현황	15
2. 가축분뇨 처리 시설 현황	18
가. 가축분뇨 공동자원화 시설	18
나. 가축분뇨 공공처리시설	23

다. 가축분뇨 액비유통센터	30
3. 가축분뇨 에너지화 현황	37
가. 가축분뇨 바이오매스의 중요성	37
나. 에너지화 시설 현황	38
다. 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)	4
III. 공동자원화 시설 규모 다변화	44
1. 공동자원화 시설 추진상의 문제점	44
2. 자원화 시설 규모별 시설 설치비 검토	45
가. 자원화 (퇴비, 액비, 퇴·액비) 시설 설치비 검토	45
나. 자원화 (액비, 퇴·액비) 시설 설치비용 검토	49
다. 액비화 소규모 공동처리 시설 설치비용 추산	52
3. 퇴비화 시설 규모별 유지관리비용 검토	53
가. 퇴비화 시설 (우분뇨) 유지관리비용 검토	5
IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안	76
1. 가축분뇨 에너지화 시설 개요	67
가. 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위	67
나. 가축분뇨 바이오가스화 기술	71
2. 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 도입 유형	74
가. 바이오가스화 시설 도입 시 고려사항	74
나. 신규 설치 바이오가스화 시설 내역 검토	76
다. 공동자원화 연계 가능 사업규모 검토	78
라. 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입 유형	81
3. 바이오가스화 시설 도입 유형별 공정 물질수지 검토	89

가. 물질수지 검토를 위한 원료 정상기준	89
나. 물질수지 검토를 위한 공정 설계 기준	95
다. 바이오가스화 시설 도입 유형별 물질수지 검토 결과	98
V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비	101
1. 실시설계	106
가. 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 개요	106
나. 시설용량별 바이오가스화 시설 설계 기준	107
다. 시설용량별 바이오가스화 시설 설계 기준	109
라. 시설용량별 바이오가스화 시설 실시설계 주요 도면	114
2. 바이오가스화 시설 적정 사업비	143
가. 시설용량별 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치비	143
나. 발전전력 송전 설비 비용	149
다. 시설용량별 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치비 종합 검토	151
3. 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 추진 방안	153
가. 적정사업비 및 사업추진 방안	153
나. 사업지침서 검토	154
VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용	158
1. 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 발생량	158
가. 정읍 가축분뇨 에너지화 시설 운영 사례 분석	158
나. 공동자원화 시설 연계 바이오가스화 시설 유형별 폐열 발생량 추산	160
2. 폐열 활용 방안	162
가. 회수 폐열 에너지의 가치	162
나. 국내 농업부문 에너지 소비 특성	162

다. 회수 폐열의 활용 방안	165
라. 시설채소 청정에너지 농업 연계 방안	166
VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토	I
1. 국내 가축분뇨 에너지화 관련법 체계 및 개요	171
2. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법	173
가. 시설의 정의	173
나. 원료의 유입	175
다. 시설의 설치기준	176
라. 시설의 설계, 시공, 운영	178
마. 환경영향평가	180
바. 농업진흥구역에서의 입지	183
VIII. 결론	186
<참고문헌>	8
부 록 I. 착수보고회 및 1차 자문회의	189
부 록 II. 중간보고회 및 2차 자문회의	194
부 록 III. 최종보고회 및 3차 자문회의	21
부 록 IV. 전국 공동자원화 시설 사업량 검토(액비유통센터)	27
부 록 V. 기기용량계산서	210

< 표 목 차 >

<표 I-1> 과업 내용	5
<표 I-2> 연구 내용	7
<표 I-3> 연구용역 보고회 및 자문회의 개최 현황	8
<표 I-4> 전문가 자문 그룹	11
<표 II-1> 국내 가축 사육 현황 (2012년 기준)	3· 1
<표 II-2> 축종별 가축분뇨 발생 현황 (단위 : 천톤/년)	6· 1
<표 II-3> 가축분뇨 처리 현황 (단위 : 천톤/년)	6· 1
<표 II-4> 가축분뇨 공동자원화 시설 현황(운영중, 2014. 01. 기준)	8· 1
<표 II-5> 가축분뇨 공동자원화 시설 현황(설치중, 2014. 01. 기준)	2· 2
<표 II-6> 운영·설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황 (2012. 8. 기준)	4· 2
<표 II-7> 지역별 운영 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황	5· 2
<표 II-8> 설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 (2012. 8. 기준)	9· 2
<표 II-9> 가축분뇨 액비유통센터 현황(2014. 01. 기준)	0· 3
<표 II-10> 국내 바이오매스 가용화 에너지 잠재량	7· 3
<표 II-11> 국내 유기성 폐기물 바이오가스화 시설 현황(2012년 기준)	8· 3
<표 II-12> 가축분뇨 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)	0· 4
<표 II-13> 가축분뇨 에너지화 시설 현황	1· 4
<표 II-14> 가축분뇨 에너지화 처리 현황(2012년 기준)	2· 4
<표 II-15> 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)	3· 4
<표 III-1> 자원화시설 설치비 및 처리비 사례	6· 4
<표 III-2> 자원화시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추산	9· 4
<표 III-3> 자원화시설(액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추산	2· 5
<표 III-4> 자원화시설(액비) 용량별 시설설치비 추산	3· 5
<표 III-5> 퇴비화 유입규모별 유입설계 조건	4· 5
<표 III-6> 퇴비화 시설 공통 설계 기준	5· 5
<표 III-7> 시설 규모별 퇴비 생산량	0· 6
<표 III-8> 30 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지	2· 6

<표 III-9> 50 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지	3· 6
<표 III-10> 70 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지	4· 6
<표 III-11> 100 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지	5· 6
<표 III-12> 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지	6· 6
<표 III-13> 100 톤/일 기준으로 환산한 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지	6· 6
<표 IV-1> 가축분뇨 에너지화 기술 내용 및 현황	9 6
<표 IV-2> 가축분뇨 에너지화 기술 및 기술수준	0 7
<표 IV-3> 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위	0 7
<표 IV-4> 바이오가스화 기술 분야 및 내용	3 7
<표 IV-5> 기존 공동자원화 시설 연계 바이오가스화 시설 도입시 고려사항	5 7
<표 IV-6> 기존 가축분뇨 액비화 시설 연계 방안 검토	8 7
<표 IV-7> 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 사업량	0 8
<표 IV-8> 기존 공동자원화 시설 유형	2 8
<표 IV-9> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형I	3 8
<표 IV-10> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형II	3 8
<표 IV-11> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형III	3 8
<표 IV-12> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형IV	4 8
<표 IV-13> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 공정 특성	5 8
<표 IV-14> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 사업 특성	6 8
<표 IV-15> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 바이오가스 및 전력생산량 비교	8 8
<표 IV-16> 양돈분뇨의 이화학적 특성	1 9
<표 IV-17> 돈사배출 양돈슬러리의 이화학적 특성 추산	2 9
<표 IV-18> 돈사배출 양돈슬러리의 이화학적 특성 분석 결과	2 9
<표 IV-19> 음식물쓰레기의 이화학적 특성 분석 결과	3 9
<표 IV-20> 음폐수의 이화학적 특성	4 9
<표 IV-21> 물질수지 검토를 위한 원료 성장기준	5 9
<표 IV-22> 물질수지 검토를 위한 혐기소화 효율 기준	7 9
<표 IV-23> 물질수지 검토를 위한 고액분리 효율 기준	7 9
<표 IV-24> 기존 공동자원화 시설(액비화) 유입설계 기준	8 9
<표 V-1> 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 개요	0

<표 V-2> 실시 설계 방향	7
<표 V-3> 기본 공정의 구성	8
<표 V-4> 70 m ³ /일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지	901
<표 V-5> 100 m ³ /일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지	911
<표 V-6> 130 m ³ /일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지	911
<표 V-7> 시설 용량별 바이오가스 시설 설계 기준	2
<표 V-8> 실시설계 관련 공통 기계 장치 산출 내역	3
<표 V-9> 설계 및 인허가 비용 검토 내역	4
<표 V-10> 70 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용	391
<표 V-11> 70 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)	441
<표 V-12> 100 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용	591
<표 V-13> 100 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)	641
<표 V-14> 130 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용	791
<표 V-15> 130 m ³ /일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)	841
<표 V-16> 발전전력 매전 설비 및 관련 인허가 비용 내역	9
<표 V-17> 시설용량별 바이오가스화 시설 총공사비 검토	21
<표 V-18> 적정사업비 및 사업추진 방안	4
<표 V-19> 사업 지침 관련 검토의견	71
<표 V-20> 사업 평가 관련 검토의견	71
<표 VI-1> 정읍 가축분뇨 바이오가스화 시설 폐열 발생량 추산	6
<표 VI-2> 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스 시설 유형별 폐열 발생량 추산	6
<표 VI-3> 가축분뇨 에너지화 시설 유형별 회수 폐열의 석유류 에너지 환산량	2
<표 VI-4> 농업부문 에너지원별 소비 구조 추이	4
<표 VI-5> 회수 폐열의 활용 방안	6
<표 VI-6> 시설채소 품목별 에너지 투입 추정량 (단위: L/10a, %)	861
<표 VI-7> 주요 시설 채소류 품목별 난방 에너지 수요 추산	9
<표 VI-8> 100 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스 발전 폐열 이용 에너지자립 가능 시설하우스 면적 분석	170
<표 VII-1> 국내 가축분뇨 에너지화 시설 관련 법령의 개요	2
<표 VII-2> 가축분뇨 에너지화 시설의 정의	2

<표 VII-3> 바이오에너지의 기준 및 범위	4
<표 VII-4> 가축분뇨-음식물류 폐기물의 통합소화	51
<표 VII-5> 음식물류 폐기물의 자원화 관리	61
<표 VII-6> 가축분뇨 에너지화시설의 설치 기준	71
<표 VII-7> 가축분뇨 에너지화시설의 설계·시공업자의 준수사항	119
<표 VII-8> 가축분뇨 에너지화시설의 운영 준수사항	81
<표 VII-9> 가축분뇨 에너지화 시설의 환경영향평가 대상 규정	81
<표 VII-10> 농업진흥지역의 지정	81
<표 VII-11> 농업진흥지역에서의 행위 제한	81
<표 VII-12> 농업진흥지역에서 할 수 있는 행위	81

<그림 목 차>

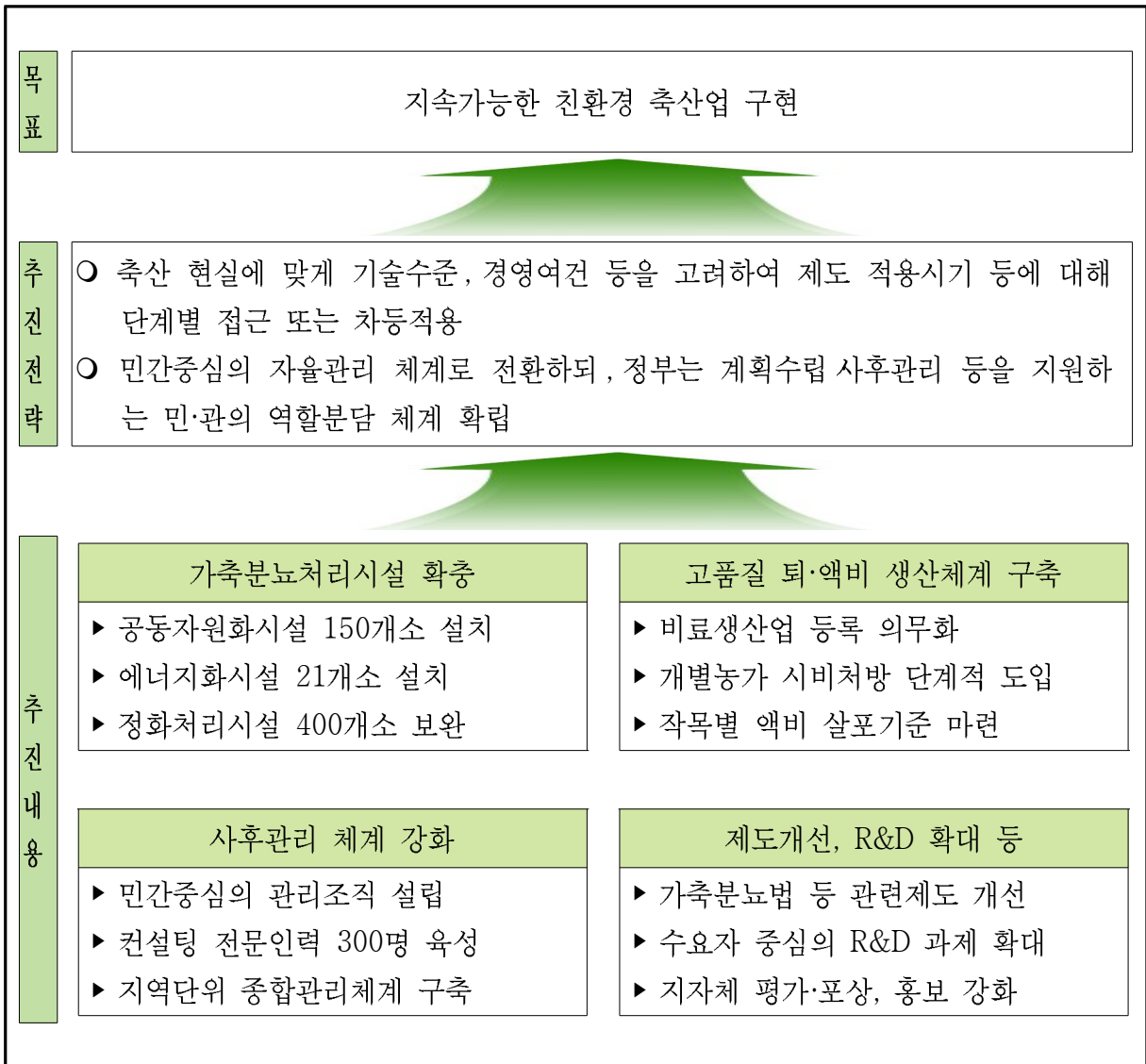
<그림 I-1> 중장기 가축분뇨 자원화 대책의 목표 및 주요내용	2
<그림 I-2> 가축분뇨 통합관리 개념의 변화	4
<그림 I-3> 연구 추진 체계	0 1
<그림 I-4> 보고서 구성	2 1
<그림 II-1> 전국 시군단위 가축 사육밀도	4 1
<그림 II-2> 전국 시군단위 가축분뇨 발생 밀도	7 1
<그림 III-1> 자원화 시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추세 분석	8 4
<그림 III-2> 자원화 시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 톤당 처리비용 추세 분석	8 4
<그림 III-3> 자원화 시설(액비·퇴액비) 용량별 시설설치비 추세 분석	0 5
<그림 III-4> 자원화 시설(액비·퇴액비) 용량별 톤당 처리비용 추세 분석	0 5
<그림 III-5> 30 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석	6· 5
<그림 III-6> 50 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석	7· 5
<그림 III-7> 70 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석	8· 5
<그림 III-8> 100 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석	9· 5
<그림 III-9> 시설 규모별 퇴비화 시설 경영비용	6· 6
<그림 IV-1> 가축분뇨 혐기소화 메커니즘	1 7
<그림 IV-2> 물질수지 검토를 위한 원료 공정 단계	6 9
<그림 IV-3> 유형I의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화)	001
<그림 IV-4> 유형II의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화)	101
<그림 IV-5> 유형III의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화)	2·0 1
<그림 IV-6> 유형III의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨-음식물쓰레기 통합 혐기소화)	0 1
<그림 IV-7> 유형IV의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화)	4 0 1
<그림 IV-8> 유형IV의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨-음식물쓰레기 통합 혐기소화)	0 1
<그림 V-1> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 도면 목록	611
<그림 V-2> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1	7·1 1
<그림 V-3> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2	8·1 1
<그림 V-4> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-3	9·1 1

<그림 V-5> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도	021
<그림 V-6> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도	121
<그림 V-7> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도	221
<그림 V-8> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도	321
<그림 V-9> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표	421
<그림 V-10> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 도면 목록	521
<그림 V-11> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1	6·2 1
<그림 V-12> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2	7·2 1
<그림 V-13> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-3	8·2 1
<그림 V-14> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도	921
<그림 V-15> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도	031
<그림 V-16> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도	131
<그림 V-17> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도	231
<그림 V-18> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표	331
<그림 V-19> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 도면 목록	431
<그림 V-20> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1	5·3 1
<그림 V-21> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2	6·3 1
<그림 V-22> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-3	7·3 1
<그림 V-23> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도	831
<그림 V-24> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도	931
<그림 V-25> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도	041
<그림 V-26> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도	141
<그림 V-27> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표	241
<그림 VI-1> 바이오가스화 시설 에너지 전환율	3
<그림 VI-2> 농업부문 용도별 에너지 소비 현황	3
<그림 VI-3> 가축분뇨 에너지화 시설 회수폐열의 시설채소하우스 연계 방안	7

I. 서 론

1. 연구 배경 및 필요성

- 2004년 농식품부와 환경부가 가축분뇨 관리 종합대책을 수립하고 지속가능한 축산 기반 구축과 수자원 보전을 위하여 자원화 중심의 가축분뇨 적정관리 대책을 수립, 2007년 기존 「오수·분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률」에서 축산폐수를 분리하여 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」을 제정하고 용어를 “축산폐수”에서 “가축분뇨”로 통일하면서 가축분뇨의 자원화 방법에 퇴·액비화 및 에너지화를 포함
- 2012년 기준 발생가축분뇨 46,489 천톤/년 중 자원화 88.7%(퇴비 81.0%, 액비 7.7%), 정화처리 9.1%(농가개별처리 4.3%, 공공처리 4.8%)로 나타나 퇴비화 처리가 대부분을 차지하고 있으며, 농식품부는 가축분뇨의 자원화 촉진을 위하여 부처 정책 사업으로 공동자원화시설 및 액비유통센터 설치 사업을 추진하고 2012년 기준 162개소의 액비유통센터와 85개소의 공동자원화 시설(6,986 톤/일 처리용량)을 설치, 가동중에 있음
- 농식품부는 2007년 이래 가축분뇨 공동자원화 시설과 액비유통센터 설치·지정을 통해 자원화 중심의 가축분뇨 처리 정책을 추진해오고 있으며, 최근에는 해양투기 금지, 사육두수 증가 등으로 공동자원화 시설을 확충하고자 하고 있음
- 특히, 농식품부는 2013년 지속가능한 친환경 축산업을 구현하기 위하여 공동자원화 중심의 가축분뇨처리시설 확충, 고품질 퇴·액비 생산체계 구축, 민간중심의 사후관리체계 강화, 관련제도의 개선을 주요 내용으로 하는 가축분뇨 중장기 대책을 수립·추진하고 있음
- “중장기 가축분뇨 자원화 대책”(2013. 4)에서는 지속가능한 축산 기반 구축을 위하여 퇴·액비의 품질관리를 강화하는 동시에 가축분뇨 퇴·액비 및 에너지 자원화 공동자원화 시설을 2017년까지 150개소로 확충할 계획임



<그림 I-1> 중장기 가축분뇨 자원화 대책의 목표 및 주요내용

자료 : 중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2013)

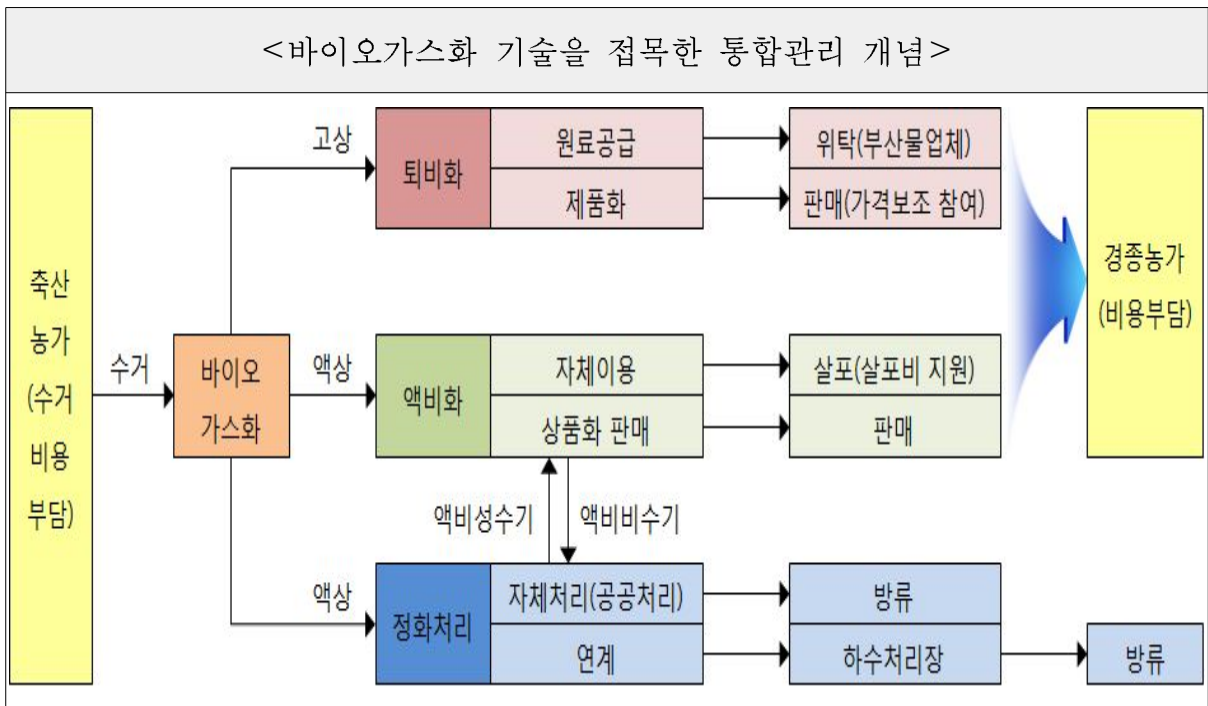
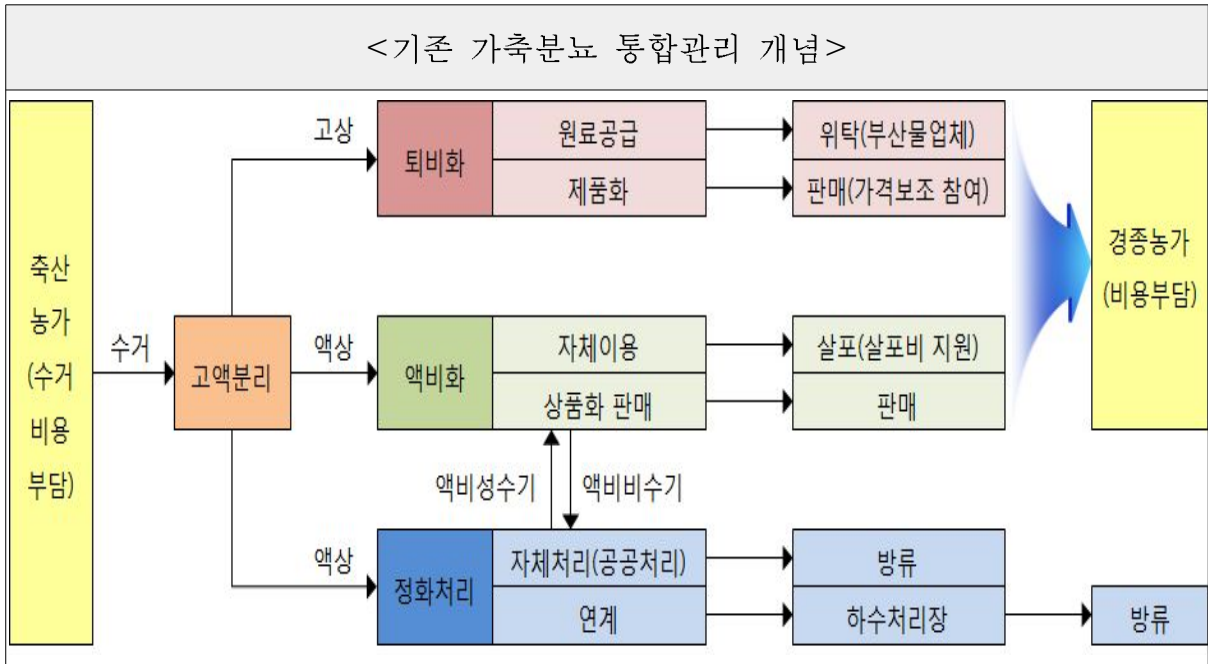
- 환경부는 “가축분뇨 관리 선진화 종합대책”(2012. 5)을 수립하고, 기존 가축분뇨 퇴·액비화 시설의 관리를 강화하면서 정화처리 중심의 가축분뇨 공공처리사업을 퇴·액비 및 에너지 자원화 중심으로 전환하고 있음
- 「중장기 가축분뇨 자원화 대책」에서는 지역별 분뇨발생량 등을 고려하여 가축분뇨처리시설을 설치하되, 친환경 농업과 연계할 수 있는 자원화시설을 중점 지원하고, 고품질 퇴·액비 생산·유통시설 확대, 노후시설 개보수, 개별농가 정화시설 보

I. 서론

완을 통해 가축분뇨 적정처리 체계 구축하여 2017년까지 공동자원화시설 및 에너지화시설 등 확충을 통해 자원화율 91%, 공동자원화율 17% 목표로 하고 있음

- 우리나라 바이오에너지 잠재량은 총 14.1 천만 Gcal/년으로, 이중 임산부산물 9.5 천만 Gcal/년 (67.9%), 농산부산물 0.6 천만 Gcal/년 (4.0%), 가축분뇨가 1.6 천만 Gcal/년 (11.4%), 도시고형폐기물이 2.4 천만 Gcal/년 (16.7%)으로 평가되고 있으며 (신재생에너지 데이터 센터, 2013), 이중 가축분뇨는 농촌부문에 발생하는 주요한 바이오에너지 자원으로 향후 농업부문 바이오에너지 개발·이용에 있어 중요한 위치를 차지하고 있음
- 가축분뇨 에너지화는 혐기소화에 의한 바이오가스화를 중심으로 2012년 기준 18 개소의 바이오가스화 시설이 운전 중에 있으며, 이들 시설은 농식품부, 환경부, 산업부가 지원하여 설치한 연구용 시설이 대부분임
- 이중 5개소는 환경부 지원 가축분뇨 공공처리시설이며, 1개소가 농식품부 지원 가축분뇨 공동자원화 시설로서 2012년 기준 연간 가축분뇨 에너지화 처리량은 약 239,671톤으로 가축분뇨 발생량 46,489 천톤의 약 0.5% 수준임
- 기존 가축분뇨 통합관리는 가축분뇨 자원화시 경제성 향상에 초점을 맞추고 있으며, 이를 위해 고액분리를 통한 고상과 액상의 분리로 경제성 있는 퇴·액비 자원화를 유도하고 있음
- 미래 가축분뇨 통합관리는 에너지화 기술을 접목하여 가축분뇨 자원화 기술을 다양화하고, 퇴·액비 자원화와 에너지 자원화를 융합하여 가축분뇨 처리를 고부가가치 산업화 유도 필요
- 농식품부는 가축분뇨 공동자원화 사업의 일환으로 2010년 가축분뇨 에너지화 시범 사업을 시작으로 가축분뇨 에너지자원화 사업을 정책적으로 추진하고 있으나 지역 주민의 민원발생, 사업비 재원 확보의 어려움으로 시설설치에 많은 어려움이 있음, 따라서 기존 운전 중인 공동자원화(액비화) 시설에 바이오가스화 시설을 설치·도입하는 사업을 추진하여 사업추진 상 민원문제를 해소하는 방안이 필요

I. 서 론



<그림 I-2> 가축분뇨 통합관리 개념의 변화

1. 서론

2. 연구 목적

- 본 연구는 가축분뇨 자원화 촉진 및 에너지화 활성화를 위하여 지역별 특성에 맞는 공동자원화시설의 규모를 검토하고 기존 운영 중인 공동자원화 퇴·액비시설과 에너지화 시설을 연계하여 융복합 창조산업으로 육성하는 방안을 마련하는데 있음

3. 연구 범위 및 방법

가. 과업 범위

- <표 I-1>과 같이 본 연구용역에서는 축산규모에 따른 공동자원화 시설의 도입 규모를 검토하고, 기존 운영 중인 공동자원화 시설에 에너지화 시설의 도입방안을 마련하는 한편, 가축분뇨 에너지화 시설에서 발생하는 폐열 에너지의 활용방안을 검토하는 것을 과업의 범위로 하고 있음

<표 I-1> 과업 내용

구분	주요 내용
과업 내용	<ul style="list-style-type: none">○ 양돈, 한우 등 축산규모 및 농업 여건에 따른 공동자원시설의 규모○ 운영 중인 공동자원화 퇴 액비시설에 에너지시설 연계 시 퇴 액비 시설의 기본 요건, 혐기소화조 규모, 발전기 용량 등 적정 사업비○ 공동자원화 에너지화시설에서 생산되는 폐열의 활용 및 적정 사업비

나. 연구 내용 및 방법

1) 연구 방법

- 본 연구는 <표 I-1>의 과업범위를 달성하기 위하여 <표 I-2>와 같이 연구내용 및 방법을 설정하여 추진
- 민원문제 및 부지확보의 어려움을 해소하고 공동자원화 활성화 측면에서 추진하는

I. 서론

공동자원화 시설의 규모 다변화를 위해서는 가축분뇨 처리시설 및 관련기술 평가 보고서(농진청, 2010~2013)의 가축분뇨 퇴비·액비·퇴액비 자원화 기술 평가 자료를 기초로 기술별 시설 설치비와 톤당 처리비를 조사·분석하여 공동자원화 시설 규모 다변화의 경제성을 검토하였음

- 또한 양돈분뇨 액비화와 관련하여 공동자원화 시설 사업수요 분석을 위하여 공동자원화 시설과 액비유통센터 등 자원화 조직체의 설치·운영 현황을 조사하고 양돈분뇨를 중심으로 시군단위 공동자원화 시설의 수요를 분석하였음
- 기존 공동자원화 시설과 연계하는 가축분뇨 에너지화 시설의 도입 방안은 기존 공동자원화 시설과 신규로 도입하는 에너지화 시설의 연계성을 검토하고, 특히 혐기소화액을 기존 액비화 시설에 연계하는 경우 나타날 수 있는 액비화조 유입부하 증가 문제를 중심으로 검토하였음
- 이를 위해 기존 공동자원화 시설과 연계하는 가축분뇨 에너지화 시설의 다양한 유형을 도출하고, 전체 공정의 물질수지를 분석함으로써 음폐수 등 부원료의 혐기소화조 유입에 따른 혐기소화액의 유기물 부하가 액비화 여건을 미치는 영향을 검토하였음
- 기존 공동자원화 시설과 연계하는 가축분뇨 에너지화 시설의 도입을 위한 적정사업비 도출을 위해서는 70, 100, 130 톤/일 유입 규모별로 가축분뇨 에너지화 시설의 실시설계를 통해 물량을 산출하고 건축, 토목, 전기, 기계, 매전설비, 인허가 등 분야별 비용내역을 정리하여 적정사업비를 세부적으로 검토하였음
- 또한 가축분뇨 에너지화 시설에서 발생하는 폐열에너지의 활용은 물질수지 분석 및 기존 가축분뇨 에너지화 시설(정읍)의 조사를 통해 100톤/일 규모 가축분뇨 에너지화 시설에서 발생하는 폐열 에너지의 양을 추산하고, 시설채소하우스 등에 연계하여 폐열 에너지를 이용하는 방안을 검토하였음

I. 서 론

<표 I-2> 연구 내용

과업 구분	연구 내용 및 방법
<p>양돈, 한우 등 축산규모 및 농업 여건에 따른 공동자원화 시설의 규모 검토</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 공동자원화 시설 수요 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 전국 시군단위 축산규모 조사 - 전국 시군단위 가축분뇨 처리 현황 조사 - 전국 시군단위 가축분뇨 처리시설 현황 조사 - 가축분뇨 자원화 조직체 운영 현황 조사 - 시군 지역단위 공동자원화시설 수요 분석 • 퇴·액비화 시설 규모화 방안 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 규모별 퇴·액비화 시설 유지관리비 산출 - 규모별 퇴·액비화 시설 도입 경제성 분석
<p>기존 공동자원화 퇴·액비시설에 에너지시설 연계 방안 및 적정사업비 검토</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 공동자원화(퇴·액비·에너지화) 공법 조사 • 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 모델 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 공동자원화 시설 설치·운전 현황 분석 - 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 수요 분석 - 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형 도출 - 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 물질 및 에너지 수지 검토 • 공동자원화 연계 에너지화 시설 규모별 적정사업비 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 가축분뇨 에너지화 시설 도입 기본 모델 도출 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 가축분뇨 에너지화 시설 실시설계 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 가축분뇨 에너지화 시설 물량산출 - 70, 100, 130톤/일 유입규모별 적정사업비 도출
<p>공동자원화 에너지화시설에서 생산되는 폐열의 활용 방안 검토</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 에너지 추산 • 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 활용 모델 도출 • 폐열 활용 모델별 시설 요건 검토

I. 서론

2) 연구용역 추진보고 및 자문회의 개최

- 본 연구에서는 과업의 성공적인 수행을 위하여 가축분뇨 관련 학계, 산업체, 연구소 등의 전문가 자문 그룹을 구성하고, 착수보고회, 중간보고회, 최종보고회에서 3차례에 걸쳐 전문가 자문회의를 개최하였음
- 전문가 자문회의에서는 주요 협의 내용으로는 가축분뇨 공동자원화 시설과 관련한 각계의 의견을 청취하고, 과제수행 방식 및 업무분담, 연구 추진 방안, 연구진행 사항, 연구결과, 과제추진의 문제점 및 개선방안 등의 내용으로 진행하였음

<표 I-3> 연구용역 보고회 및 자문회의 개최 현황

구분	일시	장소	주요협의 내용
착수보고회 및 1차 자문회의	2014. 5. 14	한경대학교 본관 2층 소회의실	<ul style="list-style-type: none"> - 과제 수행 방식 및 업무분담 - 연구계획 수정 보완 사항 검토·협의 - 본 용역과제 관련 전문가 의견 청취 - 연구용역 착수보고 및 추진 방안
중간보고회 및 2차 자문회의	2014. 6. 20	전라북도 무주군 무주덕유산 리조트	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 진행 사항 - 연구 중간결과 논의 - 과제추진상의 문제점 및 개선방안
최종보고회 및 3차 자문회의	2014. 7. 31	한경대학교 산학협력관 2층 국제회의실	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 최종결과 논의 - 과제추진상의 문제점 및 개선방안 - 최종보고서 정리 방안

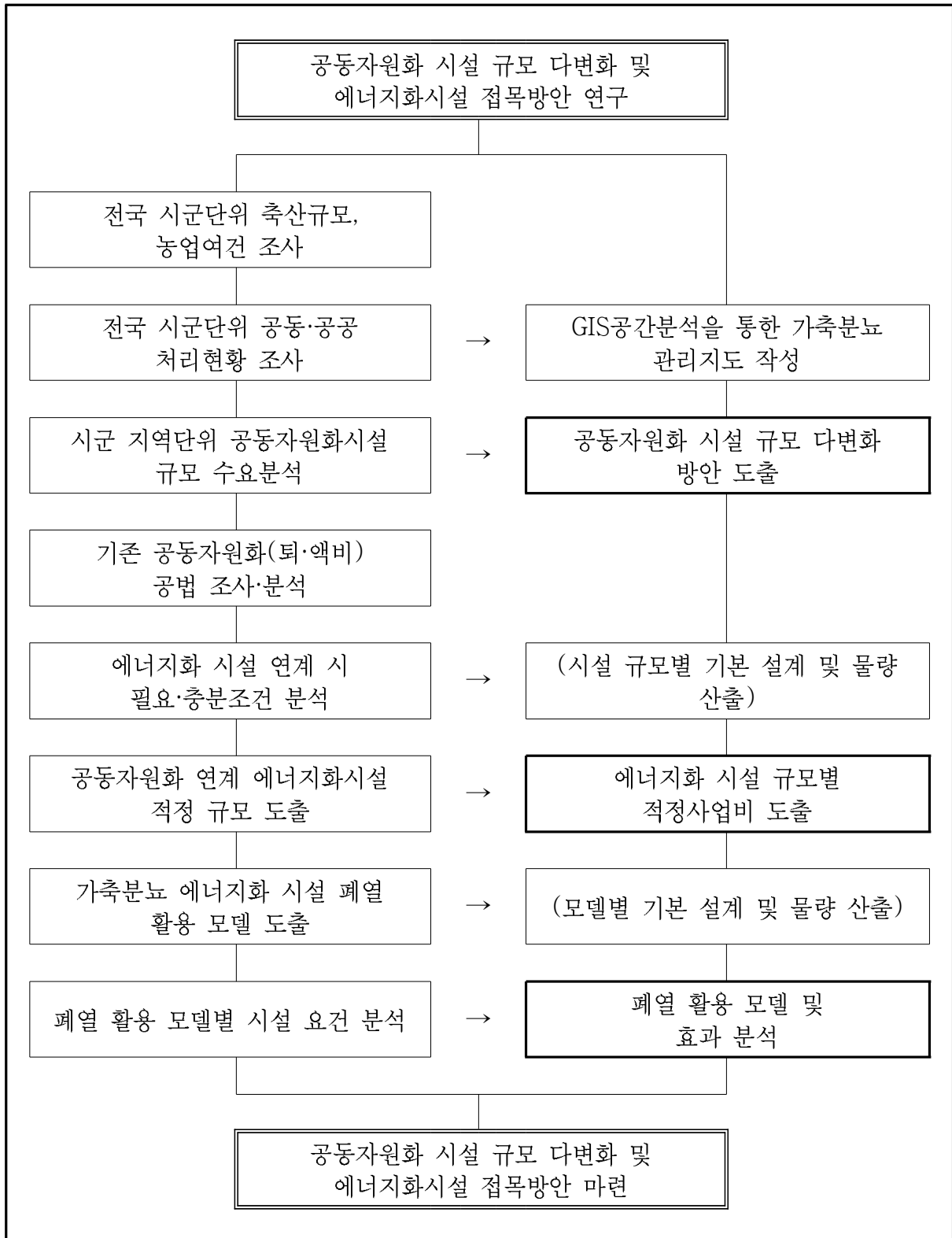
다. 연구 추진 체계

- 공동자원화 시설 규모 다변화 및 에너지화 시설 접목방안의 마련을 위해서는 객관적인 자료 조사를 기초로 합리적이고 타당성 있는 연구추진이 요구됨
- 따라서 농식품부와 환경부의 최신 정책자료 및 통계자료를 근거로 하여 국내 가축분뇨 자원화(퇴비·액비·자원화) 현황 및 가축분뇨 처리시설의 설치·운영 현황의 검토하여 연구의 기초자료로 활용

I. 서론

- 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설의 도입방안 및 적정사업비 도출을 위해서는 물질수지 분석, 실시설계도서 작성, 토목·기계·전기 등 분야별 물량산출 기법을 통해 합리적인 방법으로 연구를 추진
- 폐열 에너지의 활용 방안의 도출을 위해서는 물질수지 분석, 기존 가축분뇨에너지화 시설(정읍)의 운영실태 조사를 통해 폐열에너지의 발생량을 합리적으로 추산하여 에너지의 이용 방안을 검토함
- 특히, 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설의 도입방안 검토에서는 에너지화 시설의 경제성에 초점을 두고 시설유형을 도출하여 에너지화 시설 도입 시 나타나는 필요 충분조건을 검토하였음
- 또한 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설의 적정사업비 도출을 위해서는 70, 100, 130 톤/일 규모별 에너지화 시설의 실시설계 도면을 구축하여 물량을 산출함으로써 적정사업비 선정을 위한 충분한 자료를 확보하는 방향으로 연구 추진

I. 서론



<그림 I-3> 연구 추진 체계

I. 서론

라. 전문가 자문 위원회 운영

- 본 연구에서는 <표 I-3>의 착수, 중간, 최종 보고회 및 자문회의에서 다음과 같이 전문가 그룹을 운영하여 전문가 자문의견을 취합하여 연구 방향과 내용을 보완 추진

<표 I-4> 전문가 자문 그룹

분 야	성 명	소 속	직 급
정 책	라창식	강원대학교	교 수
	곽정훈	국립축산과학원	연구관
	김동수	친환경 자연순환농업협회	전 무
환 경	안희권	충남대학교	교 수
	전용우	한국산업기술시험원	선임연구원
	황석환	포항공대	교 수
산 업	유영섭	(주)대우건설	책임연구원
	김영호	(주)케이이씨시스템	대표이사

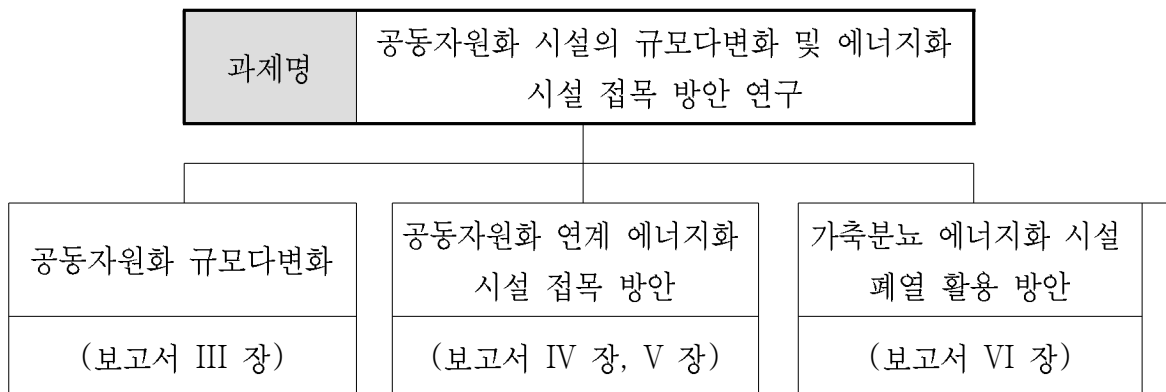
4. 연구의 기대효과

- 전국 시군단위 가축분뇨 처리 및 시설 현황 파악을 통해 합리적인 정책사업 추진의 근거자료를 확보
- 지역단위 공동자원화 시설 규모 및 수요분석을 통해 향후 가축분뇨 공동자원화 시설 보급 계획 수립에 활용
- 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설의 적정사업비 도출을 통해 정책 예산의 합리적인 지출 근거를 마련
- 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 시설 도입으로 민원발생 경감 및 가축분뇨 에너지화 촉진 유도

I. 서론

5. 보고서 구성

- 본 연구의 제목은 “공동자원화 시설의 규모다변화 및 에너지화 시설 접목 방안 연구”로서 3개의 주요 내용을 다루고 있으며, 최종 보고서는 VIII 장으로 구성하였음
- 최종보고서 I 장은 서론이고, II 장에서는 우리나라 가축분뇨 발생 및 처리에 관한 일반 현황을 정리하였으며, III 장에서는 본 연구의 주요 주제의 하나인 공동자원화 시설 규모다변화에 대한 연구 내용을 정리하였고, IV 장과 V 장에서는 본 연구의 두 번째 주제인 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설의 도입방안과 에너지화 시설의 적정사업비에 대한 연구 내용을 정리하였으며, VI 장에서는 본 연구의 세 번째 주제인 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용 방안에 대한 검토내용을 정리하였고, VII 장에서는 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입과 관련한 법규 내용을 정리하였으며, 마지막으로 VIII 장에서는 결론을 정리하였음
- 또한 본 연구과정에서 수행한 3차에 걸친 착수·중간·최종 보고회 및 전문가 자문회의 내용과 연구결과를 도출하는 과정에서 분석·작성한 에너지화 시설의 유입 규모별 기기용량계산서를 부록에 수록하였음
- 또한 본 연구에서 에너지화 시설의 적정사업비 도출을 위한 근거자료인 에너지화 시설의 유입규모별 실시설계도면 및 물량산출 내역은 최종 보고서에 필요한 부분만을 수록하고 세부 내용은 별첨 자료로 제공하고 있음



<그림 I-4> 보고서 구성

II. 가축분뇨 발생 및 처리 현황

1. 가축분뇨 발생 및 처리 현황

가. 가축 사육 현황

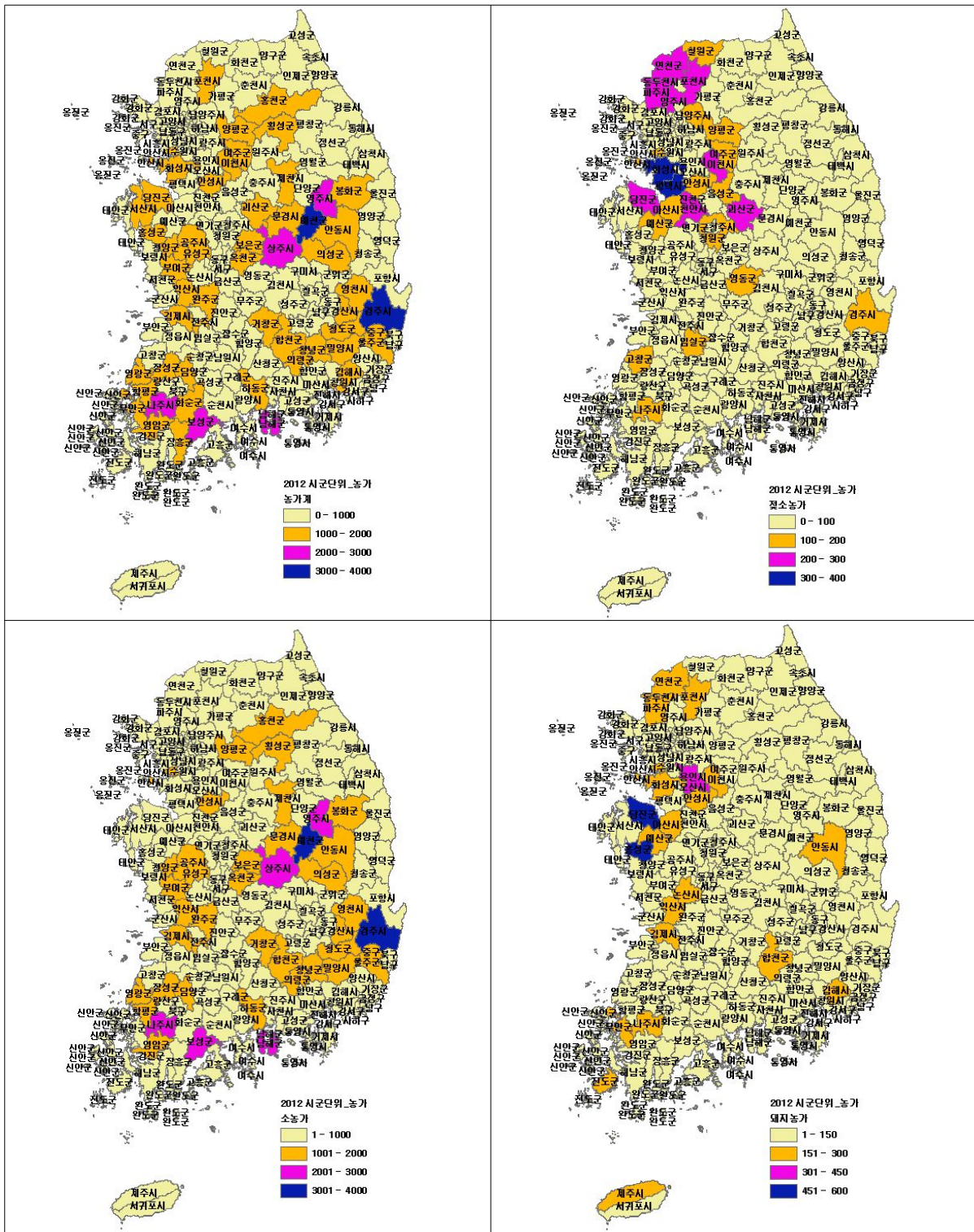
- 우리나라 가축 사육두수는 2000년대 축산업의 꾸준한 성장과 함께 지속적인 증가 추세에 있으며, 2011년 전국적인 구제역 만연으로 인해 많은 가축이 매립·처분되었으나 2014년 현재는 구제역 이전의 가축사육두수를 회복하고 있는 상황임
- 2012년 기준 국내 가축 사육 현황과 사육밀도는 <표 II-1>, <그림 II-1>과 같으며, 가축사육(젓소, 소, 돼지)은 총 132,110호 농가에서 약 14.2백만 두가 사육되고 있으며, 젓소가 약 0.5 백만 두, 소가 약 2.7 백만 두, 돼지가 약 10.6 백만 두 임

<표 II-1> 국내 가축 사육 현황 (2012년 기준)

지역	농가수(호)				마리수(두)			
	계	젓소	소	돼지	계	젓소	소	돼지
계	132,110	7,984	113,086	11,040	14,243,145	474,929	3,163,353	10,604,863
서울	7	0	6	1	312	0	242	70
부산	103	7	80	16	5,551	583	959	4,009
대구	505	22	458	25	37,330	1,749	15,082	20,499
인천	466	63	318	85	77,851	3,384	21,737	52,730
광주	341	7	314	20	11,779	539	5,757	5,483
대전	285	0	276	9	8,241	0	6,750	1,491
울산	1,592	31	1,490	71	80,885	1,748	35,561	43,576
세종	786	96	541	149	117,178	6,302	28,390	82,486
경기도	14,182	2,888	9,073	2,221	2,544,661	172,879	395,464	1,976,318
강원도	11,189	418	10,351	420	685,152	23,886	219,492	441,774
충청북도	9,749	911	8,155	683	930,224	28,334	252,156	649,734
충청남도	13,395	1,220	9,970	2,205	2,311,722	73,354	330,432	1,907,936
전라북도	10,336	621	8,633	1,082	1,658,618	46,109	342,743	1,269,766
전라남도	20,194	525	18,309	1,360	1,697,727	35,627	542,034	1,120,066
경상북도	28,465	620	26,699	1,146	2,013,818	44,345	619,007	1,350,466
경상남도	19,642	499	17,973	1,170	1,519,360	30,468	317,083	1,171,809
제주	873	56	440	377	542,736	5,622	30,464	506,650

자료 : 2012년 가축분뇨 처리통계(환경부, 2014)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사



<그림 II-1> 전국 시군단위 가축 사육밀도

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

나. 가축분뇨 발생 및 처리 현황

- 축종별 가축분뇨 발생량은 2012년 기준 46,489 천톤/년으로 이중 젃소 분뇨가 32.9%, 소 분뇨가 12.2%, 돼지 분뇨가 38.2%를 차지
- 가축분뇨 발생현황을 살펴보면 2006년 40,255 천톤/년에서 2010년 46,534 천톤까지 증가하였다가 구제역의 여파로 2011년 42,685 천톤으로 감소하였으며, 2012년에는 46,489 천톤/년으로 2010년 수준까지 회복, 전반적으로 꾸준한 증가 추세에 있음
- 2012년 기준 가축분뇨의 자원화 비중이 88.7% (퇴비화 81.0%, 액비화 7.7%)로 높게 나타나고 있으며, 이중 퇴비화가 81.0%로 대부분을 차지하고 있음, 이는 주요 가축 중 중 젃소, 소의 경우 대부분의 농가가 톱밥, 왕겨를 깔짚으로 사용하는 사육시설을 채택하고 있어 젃소, 소 사육시설에서 발생하는 가축분뇨는 대부분 퇴비화 처리에 의존하고 있는데 원인이 있음
- 가축분뇨 액비화 처리량은 2006년 3.2%에서 2012년 7.7%로 꾸준히 증가하였으며, 최근 환경부와 농식품부가 퇴·액비 자원화 처리시설 보급 정책을 수립·추진하고 있어 향후 퇴비화 처리와 함께 액비화 처리 물량도 꾸준히 증가할 것으로 예상됨
- 가축분뇨 정화처리 비중은 2012년 기준 9.1% (농가개별처리시설 4.3%, 공공처리시설 4.8%)로 농가 개별처리 시설의 정화처리는 2006년 2.2%에서 2012년 4.3%로 다소 증가 추세에 있으며, 공공처리의 경우 2006년 6.9%에서 2012년 4.8%로 다소 감소 추세에 있음
- 가축분뇨의 처리에 있어 가축분뇨 공공처리의 비중이 점차 감소하였으나, 실질적인 연간 처리시설 용량은 지속적으로 증가함, 이러한 착시효과는 가축분뇨의 발생 증가량이 공공처리 시설용량의 증가 속도를 초과하는데서 나타나는 현상임
- <그림 II-2>는 2012년 기준 전국 시군단위 가축분뇨 발생밀도를 나타내고 있으며, 가축분뇨 발생 밀집지역은 홍성, 안성, 이천 순으로 나타났으며, 젃소분뇨 발생량은 화성, 이천, 당진이 밀집지역으로 나타남

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

○ 또한 소 분뇨의 경우 안성, 무안, 정읍이 밀집지역으로 나타났고, 돼지 분뇨의 경우 홍성, 안성, 이천, 무안, 제주 지역이 밀집지역으로 나타남

<표 II-2> 축종별 가축분뇨 발생 현황 (단위 : 천톤/년)

구분	젓소	소	돼지	닭	계
발생량	15,315	5,681	17,748	6,559	46,489
(비중)	(32.9)	(12.2)	(38.2)	(14.1)	(100)

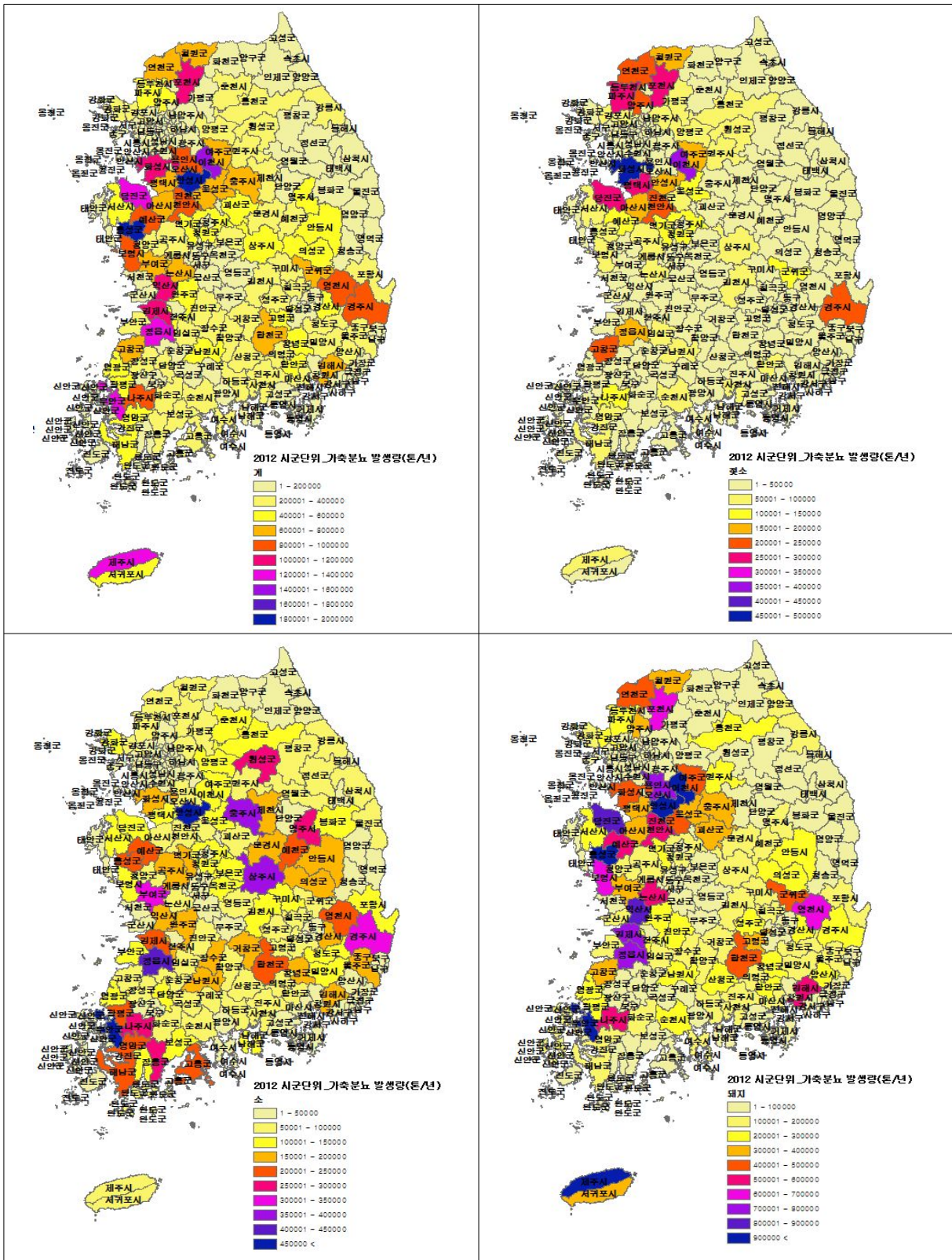
자료 : 중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2013)

<표 II-3> 가축분뇨 처리 현황 (단위 : 천톤/년)

연도	발생량	자원화			정화방류		해양 투기	기타
		소계	퇴비	액비	개별처리	공공처리장		
2006	40,255 (100)	33,298 (82.7)	31,998 (79.5)	1,300 (3.2)	870 (2.2)	2,784 (6.9)	2,607 (6.5)	696 (1.7)
2008	41,743 (100)	35,208 (84.3)	32,912 (78.8)	2,295 (5.5)	1,184 (2.8)	2,907 (7.0)	1,460 (3.5)	985 (2.4)
2010	46,534 (100)	40,286 (86.6)	37,220 (80.0)	3,066 (6.6)	1,427 (3.1)	2,727 (5.9)	1,070 (2.3)	1,024 (2.2)
2011	42,685 (100)	37,396 (87.6)	34,393 (80.6)	3,003 (7.0)	1,527 (3.6)	2,057 (4.8)	767 (1.8)	938 (2.2)
2012	46,489 (100)	41,236 (88.7)	37,656 (81.0)	3,580 (7.7)	1,999 (4.3)	2,211 (4.8)	- (0)	1,043 (2.2)

자료 : 중장기 가축분뇨 자원화 대책 (농식품부, 2013)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사



<그림 II-2> 전국 시군단위 가축분뇨 발생 밀도

2. 가축분뇨 처리 시설 현황

가. 가축분뇨 공동자원화 시설

- 가축분뇨 공동자원화 시설은 주로 가축분뇨 퇴비화·액비화 시설로서 2007년부터 농식품부가 가축분뇨의 자원화 촉진을 위해 개소당 70 톤/일 규모 이상의 가축분뇨를 퇴비, 액비, 퇴·액비, 에너지화 시설을 설치·지원하고 있음
- 농식품부는 가축분뇨 퇴비, 액비, 퇴·액비 자원화 시설은 개소당 30 억원 (국비 40, 지방비 30, 용자 30)의 지원한도에서 설치·지원하고, 에너지화 시설은 개소당 70억원 (국비 30, 지방비 30, 용자 20, 자부담 20)의 지원한도에서 설치·지원하고 있으나 지역주민의 가축분뇨 공동자원화 시설에 대한 기피와 이로 인한 민원발생으로 부지확보와 사업추진에 어려움이 있는 실정임
- 국내 가동 중인 가축분뇨 공동자원화 시설의 총 시설용량은 7,013 톤/일로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748 천톤/년(약 48,624) 톤/일)의 14.4%에 해당함
- 가축분뇨 공동자원화 시설의 처리방법별 시설용량은 퇴비화가 1,884 톤/일, 액비화가 4,949 톤/일, 정화처리가 180 톤/일로 주로 액비화를 중심으로 설치·운영 중에 있음
- 2014년 기준 설치중인 가축분뇨 공동자원화 시설은 2014년 1월 기준 전국 21개소, 시설용량 1,929 톤/일의 시설이 설치 중에 있음
- 현재까지 가동 또는 설치 중인 가축분뇨 공동자원화 시설의 총 시설용량은 8,942 톤/일로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748 천톤/년(약 48,624) 톤/일)의 18.4%에 해당하는 시설용량을 보임
- 설치 중인 21개 시설의 처리방법별 시설용량을 보면 퇴비화가 863 톤/일, 액비화가 1,066 톤/일로 기존 가동 중인 시설 대비 퇴비화 시설의 설치 비중이 증가하고 있음

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-4> 가축분뇨 공동자원화 시설 현황(운영중, 2014. 01. 기준)

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
계		68개소	7,013	1,884	4,949	180	
경기	이천	이천양돈영농	100		100		2010
	안성	협성영농조합	100	100			2009
	포천	청미원영농	100	60	40		2010
	연천	연천양돈영농	100	5	95		2009
	안성	황토영농조합	100	100			2009
	포천	포천축협	100	10	90		2011
	포천	(주)자연지기	100	70	30		2013
	김포	김포축협	100	70	30		2013
	안성	장암마을영농조합	85	85			2013
	소계	9개소	885	500	385		
강원	횡성	동횡성농협	129	129			2009
	철원	두루미영농	150	100	50		2009
	소계	2개소	279	229	50		
충북	진천	다살림영농	100	80	20		2008
	청원	청원양돈영농	100		100		2010
	제천	청풍양돈영농조합	99	19	80		2011
	괴산	괴산친환경양돈영농	99	10	89		2012
	소계	4개소	398	109	289		
충남	세종	도원진생원포크영농	120	10	110		2009
	부여	부여육종영농조합	130	26	104		2009
	홍성	농가원영농조합	120	20		100	2009
	예산	예산양돈영농조합	100	13	87		2009
	공주	하늘채(주)	120	12	108		2010
	논산	논산계룡축협	120	60	60		2010
	예산	예산양돈영농조합	100	13	87		2012
	당진	당진자연세계영농법인	100	15	85		2012

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
	당진	당진자연세계영농법인	100	60	40		2012
	홍성	홍성축협	95	10	85		2013
	보령	홍보그린텍	80	56	24		
	논산	연무양돈단지	90	10	80		2014
	청양	청양양돈액비	90	9	81		2013
	소계	13개소	1,365	314	951	100	
전북	김제	에버그린영농	100	10	90		2008
	순창	비옥토영농	100	10	80	10	2009
	남원	에코바이오영농조합	100		100		2009
	군산	익산군산축협	100		100		2011
	익산	우주원영농	130	30	100		2010
	정읍	유원영농조합	120	20	100		2010
	정읍	친환경양돈영농조합	120	20	100		2012
	김제	신흥영농조합	100	10	90		2011
	진안	고운촌영농	100	30	70		2011
	부안	남부안액비유통영농	95		95		2013
	소계	10개소	1,065	130	925	10	
전남	영광	축분액비유통	100		100		2008
	무안	대한양돈무안영농	100		100		2010
	담양	담양축협	140	60	80		2011
	나주	옥천영농조합	99	90	9		2013
	해남	해남자연순환농업센터	95	9	86		2012
	함평	토지영농조합	99		99		2011
	나주	청정환경영농	90	10	80		2012
	장성	장성자연순환농업센터	70		70		2013
	소계	8개소	793	169	624		
경북	고령	우곡양돈영농	99	10	89		2012
	군위	군위축협	99	29	70		2012

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

시도	시군명	사업주체	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년)
				퇴비	액비	정화	
	안동	안동양돈영농	100	10	90		2012
	구미	구미칠곡축협	99	69	30		
	성주	(주)이매진	95	13	82		2013
	소계	5개소	492	131	361		
경남	함양	함양친환경발효액비	100		100		2009
	거창	북부농협	110	40	70		2009
	창녕	대한양돈협회창녕지부	100	15	85		2010
	밀양	밀양양돈영농	100		100		2011
	하동	하동축협	100	20	80		2012
	합천	합천야로양돈단지	99	30	29	40	2009
	진주	청솔영농조합	70	18	52		2013
	김해	김해양돈영농	99	5	64	30	2013
	합천	합천축협	99	9	90		2013
	소계	9개소	877	137	670	70	
제주	제주	제주양돈농협	100	5	95		2008
	제주	이엠축산영농	125	5	120		2009
	제주	이호영농법인	164	10	154		2009
	서귀포	세미영농	100	30	70		2009
	서귀포	한라산영농	100	20	80		2010
	제주	제주양돈농협	100	5	95		2011
	서귀포	칠성영농조합	100	20	80		2011
	제주	이호영농법인	70	70			2014
	소계	8개소	859	165	694		

자료 : 농림축산식품부 방역관리과(2014)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-5> 가축분뇨 공동자원화 시설 현황(설치중, 2014. 01. 기준)

지역	사업주체(이름,개소)	처리용량 (톤/일)	시설용량(톤/일)			준공 (년.월)
			퇴비	액비	정화	
계	21개소	1,929	863	1,066		
경기 (5/489)	강화	강화웅진축협	70	70		
	여주	여주양돈영농조합	99	9	90	
	평택	평택축협	100	70	30	
	파주	파주연천축협	120	39	81	
	용인	옥산영농법인	100	75	25	
	소계	5개소	489	263	226	
강원 (1/70)	홍천	(주)이수농산	70	70		
	소계	1개소	70	70		
충북 (1/70)	음성	(주)충북오리	70	70		
	소계	1개소	70	70		
충남 (3/268)	부여	부여양돈영농조합	98	48	50	
	공주	(주)석계	100	70	30	
	보령	사호축산(영)	70	49	21	
	소계	3개소	368	167	101	
전북 (4/395)	정읍	대죽영농조합	100	2	98	
	완주	전주김제완주축협	95	95		
	임실	임실축협	100	10	90	
	김제	신흥영농조합	100	10	90	
	소계	4개소	395	117	278	
전남 (3/267)	무안	청수영농조합	100		100	
	장성	무지개영농조합	70	70		
	보성	들찬영농조합	97	36	61	
	소계	3개소	267	106	161	
경남 (1/70)	양산	흙마음영농조합	70		70	
	소계	1개소	70		70	
제주 (3/300)	제주	이엠축산영농	100	10	90	
	서귀포	칠성영농조합	100	30	70	
	제주	이엠축산영농	100	30	70	
	소계	3개소	300	70	230	

자료 : 농림축산식품부 방역관리과(2014)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

나. 가축분뇨 공공처리시설

- 가축분뇨의 공공처리 시설은 당초 수자원 보전을 위한 가축분뇨 유래 비점오염원 관리 측면에서 환경부가 설치·지원하는 시설임, 가축분뇨 공공처리시설은 과거 정화처리 중심으로 시설이 설치되었으나 최근에는 가축분뇨 통합관리 사업 등을 통해 퇴·액비 및 바이오가스화를 통한 자원화 시설로 전환되고 있는 추세임
- 특히, 환경부는 가축분뇨의 적정관리 및 관리체계 선진화를 위하여 “가축분뇨 관리 선진화 종합대책”(2012. 5)을 수립하고, 2020년까지 가축분뇨의 50%를 가축분뇨 공공처리시설로 유입·처리하는 정책 목표를 수립하였으며, 이를 위하여 2020년까지 자원화 중심의 공공처리시설 100개소 추진 계획을 수립하고 있음
- 2012년 기준 국내 설치·가동 중인 가축분뇨 공공처리시설 현황 및 시설용량은 <표 II-6>, <표 II-7>, <표 II-8>과 같으며, 가동 시설은 총 78개소로서 인천 2개소, 경기 17개소, 강원 5개소, 충북 5개소, 충남 9개소, 전북 10개소, 전남 10개소, 경북 9개소, 경남 8개소, 제주 2개소, 세종 1개소가 가동 중이며, 29개 시설이 설치 중에 있음
- 가축분뇨 공공처리시설의 시설용량은 2012년 기준 9,838 톤/일로 나타나고 있으며, 가축분뇨 이외에 하수 810 톤/일, 분뇨 3,347 톤/일, 음식물쓰레기 20 톤/일의 병합 처리 용량을 확보하고 있음
- 가축분뇨 공공처리시설의 처리방법별 시설용량을 검토하면 정화처리가 13,600 톤/일로 전체 공공처리시설 용량의 약 97.0%를 차지하고 있으며, 퇴·액비 자원화가 415 톤/일로 전체 시설용량의 약 3.0%를 차지하고 있음
- 가축분뇨 공공처리시설에서의 액비화는 정화처리수를 중간 배출하여 액비로 이용하는 것으로 일반적으로 생물학적 주처리 공정의 처리수를 액비로 활용하며, 액비화가 어려운 경우 인근 하수처리장에 연계처리하거나, 고도처리 후 하천에 방류하는 방식으로 운영하고 있음

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

○ 특히 최근에 설치 추진 중에 있는 29개 시설 현황을 살펴보면 설치중인 총 시설용량 3,333 톤/일 중 정화처리가 2,413 톤/일로 설치중인 시설용량의 약 72.4%를 차지하고 자원화 처리가 920 톤/일로 설치중인 시설용량의 약 27.6%를 차지하는 것으로 나타나, 최근 환경부의 가축분뇨 공공처리시설 설치 방향이 정화처리에서 자원화 중심으로 변화하고 있음을 파악할 수 있음

<표 II-6> 운영·설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황 (2012. 8. 기준)

구 분	합 계		운영중		공사중	
	개소	규모	개소	규모	개소	규모
계	105	17,348	78	14,015	29	3,333
인 천	2	1,860	1	1,780	1	80
경 기	21	3,925	18	3,285	4	640
강 원	6	950	5	870	1	80
충 북	5	745	5	640	1	105
충 남	12	2,085	9	1,605	3	480
전 북	13	2,325	10	2,080	3	295
전 남	11	1,140	10	1,060	1	70
경 북	17	1,945	9	1,135	8	810
경 남	15	1,733	8	960	7	773
제 주	2	400	2	400	-	-
세 종	1	200	1	200	-	-

자료 : 가축분뇨 공공처리시설 운영관리 카드(환경부, 2012)로부터 정리

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-7> 지역별 운영 중인 가축분뇨 공공처리 시설 현황

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
계			9,838	810	3,347	20	14,015	13,600	415		
1	경기	인천시	30		1750		1,780	1,780			연계
2	경기	강화군	30				30		30	퇴비30	단독
3	경기	남양주시	100		85		185	185			연계
4	경기	시흥시	20		140		160	160			연계
5	경기	의왕시	30				30	30			연계
6	경기	용인시	700	400	120		1,220	1,220			연계
7	경기	파주시	60			20	80	80		Gas60(병행)	연계
8	경기	파주시	200				200	200			단독
9	경기	이천시	90		40		130	130			연계
10	경기	안성시	100				100	100			연계
11	경기	화성시	70				70		70	액비70	자원
12	경기	화성시	190				190	190			연계
13	경기	광주시	100				100	100			연계
14	경기	포천시	100		20		120	120			단독
15	경기	여주군	130		20		150	150			연계
16	경기	여주군	80				80		80	액비80	자원
17	경기	연천군	150				150	150			연계
18	경기	가평군	20		120		140	140			단독
19	경기	양평군	150				150	150			연계
소계			2,350	400	2,295	20	5,065	4,885	180		
20	강원	원주시	90	260			350	350			연계
21	강원	원주시	100				100	100			연계
22	강원	홍천군	50		70		120	120			연계

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
23	강원	횡성군	100				100	100			연계
24	강원	철원군	30				30		30	액비30	자원
	강원	철원군	170				170	170			단독
소계			540	260	70		870	840	30		
25	충북	충주시	50	150			200	200			연계
26	충북	청원군	200				200	200			단독
27	충북	보은군	80				80	80			단독
28	충북	진천군	100				100	100		액비30	연계
29	충북	괴산군	60				60	60			단독
소계			490	150			640	640			
30	충남	천안시	90				90	90			연계
	충남	천안시	0		30		30		30	액비30	자원
31	충남	공주시	250				250	250			단독
32	충남	보령시	80				80	80			단독
33	충남	아산시	150		200		350	350			연계
34	충남	논산시	250				250	250			단독
35	충남	금산군	38		22		60	60			연계
36	충남	홍성군	250				250	250			단독
37	충남	예산군	150				150	150			연계
38	충남	당진군	95				95	20	75	퇴비15,액비60	단독
소계			1,353		252		1,605	1,500	105		
39	전북	익산시	700				700	700			단독
40	전북	정읍시	150		100		250	250			연계
41	전북	김제시	300				300	300		액비50	단독

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)				처리구분(톤/일)			연계 여부	
			가축분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화		자원세부
42	전북	완주군	120		50		170	170			연계
43	전북	진안군	100				100	100			단독
44	전북	무주군	50		20		70	70			연계
45	전북	장수군	50				50	50			단독
	전북	장수군	70		30		100	50	50	퇴비50	자원
46	전북	임실군	100		30		130	130			연계
47	전북	순창군	100		30		130	130			연계
48	전북	부안군	40		40		80	80			단독
소계			1,780		300		2,080	2,030	50		
49	전남	순천시	60				60	60			연계
50	전남	나주시	150				150	150			연계
51	전남	나주시	150				150	150			연계
52	전남	담양군	50		50		100	100			연계
53	전남	구례군	75		25		100	100			연계
54	전남	보성군	70				70	70			연계
55	전남	해남군	50				50		50	액비50	자원
	전남	해남군	30				30	30			연계
56	전남	영암군	70				70	70			단독
57	전남	무안군	110				110	110			연계
58	전남	함평군	130		40		170	170			연계
소계			945		115		1,060	1,010	50		
59	경북	경주시	150				150	150			연계
60	경북	김천시	70				70	70			연계
61	경북	안동시	100		140		240	240			연계

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

번호	지역	시군	시설용량(톤/일)					처리구분(톤/일)			연계 여부
			가축분뇨	하수	분뇨	음식물	계	정화	자원화	자원세부	
62	경북	영천시	100				100	100		액비10	연계
63	경북	상주시	200				200	200		액비50	단독
64	경북	문경시	70				70	70			연계
65	경북	경산시	95		85		180	180			연계
66	경북	성주군	50		30		80	80			연계
67	경북	칠곡군	45				45	45			연계
소계			880		255		1,135	1,135	-		
68	경남	사천시	40				40	40			단독
69	경남	김해시	130				130	130			단독
70	경남	밀양시	100				100	100			연계
71	경남	의령군	100		30		130	130			연계
72	경남	함안군	200				200	200			연계
73	경남	산청군	80				80	80			단독
74	경남	함양군	100		30		130	130			연계
75	경남	합천군	150				150	150			단독
소계			900		60		960	960	0		
76	제주	서귀포시	200				200	200			연계
77	제주	제주시	100				100	100			단독
	제주	제주시	100				100	100			단독
소계			400				400	400	0		
78	세종	세종시	200				200	200			단독
계소			200				200	200	-		

자료 : 가축분뇨 공공처리시설 운영관리 카드(환경부, 2012)로부터 정리

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-8> 설치 중인 가축분뇨 공공처리 시설 (2012. 8. 기준)

번호	시도명	시군명	사업기간		규모 (톤/일)	처리구분			연계여부
						정화	자원화	자원세부	
					3,333	2,413	920		
1	인천	강화군	2011	2012	80	80			단독
2	경기	이천시	2008	2012	220	220		액비30	연계
3	경기	화성시	2008	2012	150	150		액비40	연계
4	경기	화성시	2012	2014	120		120	퇴비120	-
5	경기	양주시	2010	2013	150	150			연계
6	강원	홍천군	2012	2015	80		80	Gas 80	-
7	충북	청원군	2006	2012	105	105		액비15	단독
8	충남	보령시	2012	2014	210		210	Gas 210	-
9	충남	논산시	2012	2014	120		120	Gas 120	-
10	충남	당진군	2011	2015	150	150			단독
11	전북	정읍시	2012	2014	100	100			
12	전북	김제시	2008	2012	100	100			단독
13	전북	고창군	2009	2013	95	95		퇴비15, 액비68	단독
14	전남	장성군	2009	2012	70	70			단독
15	경북	김천시	2011	2013	40		40	퇴비40	자원
16	경북	안동시	2012	2014	160		160	퇴비160	-
17	경북	영주시	2012	2014	120		120	퇴비120	-
18	경북	상주시	2008	2012	120	120			단독
19	경북	군위군	2008	2012	70	70			단독
20	경북	의성군	2009	2012	70	70			연계
21	경북	고령군	2009	2012	150	150			연계
22	경북	예천군	2010	2012	80	80		액비20	연계
23	경남	창원시	2011	2012	60	60		액비10	연계
24	경남	김해시	2009	2012	200	200			단독
25	경남	양산시	2009	2012	70		70	Gas 70, 퇴비25	연계
26	경남	창녕군	2006	2012	98	98			단독
27	경남	고성군	2011	2014	200	200		액비15	단독
28	경남	산청군	2011	2012	50	50			단독
29	경남	거창군	2008	2012	95	95			단독

자료 : 공공처리시설 운영 설치 현황 (환경부, 2011)자료로부터 재정리

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

다. 가축분뇨 액비유통센터

- 가축분뇨 액비유통센터는 지역단위로 가축분뇨 액비 유통 및 살포 장비를 갖추고 액비를 유통·살포하는 조직체로서 2014년 1월 기준 전국 156개소의 액비유통센터가 운영 중에 있음
- 전국 액비유통센터에서 설치·확보하고 있는 액비 저장조 용량은 903,250 톤으로 2012년 기준 돼지 분뇨 발생량 17,748천톤의 약 5.1%에 해당하는 용량을 보임
- 2013년도 액비살포량 1,669,535 톤/년을 고려하였을 때, 액비유통센터의 평균 액비 순환 횟수는 약 1.85회(1,669,535 톤/년(연간액비살포량)÷903,250 톤(액비화조용량))로 산출되며, 액비저장조가 연간 1.84회 순환하는 것으로 가정하면 약 9.4%에 해당하는 양돈분뇨 액비살포 능력을 확보하는 것으로 판단할 수 있음
- 액비유통센터의 살포지 확보는 약 74,324 ha이며, 우리나라 경작지 중 논 면적이 966,076 ha(2012년 기준)와 비교하면 약 논 면적의 7.4%에 해당하는 것으로 나타났으며, 2013년도 액비살포 실적은 50,091 ha로서 액비살포 확보면적 대비 67.4%를 활용하고 있는 것으로 나타남

<표 II-9> 가축분뇨 액비유통센터 현황(2014. 01. 기준)

구분		사업주체 법인명	처리능력		2013년추진실적		지원 연도
시 도	시군		저장조 용량 (톤)	살포지 확보면적 (ha)	살포량 (톤)	살포 면적 (ha)	
총계		156개소	903,250	74,324	1,669,535	50,091	
울 산	울주	덕원농장영농조합법인	10,510	788	16,000	607	2013
소계		1개소	10,510	788	16,000	607	
경 기	용인	용인축산업협동조합	10,000	340	7,700	205	2013
	평택	동처시스템	3,000	277	660	21	-
	화성	화성양돈영농조합	4,000	721	33,000	499	
	여주	여주양돈협회영농조합법인	10,000	1,383	27,675	444	2003

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	고양	고양축협	1,800	100		47	
	양주	양주축협	11,800	200	26,000	56	2008
	포천	영평영송영농조합	8,600				
	포천	한탄강순환농업영농조합	1,000				
	이천	이천양돈영농법인	3,000	196	1,800	18	2003
	이천	자연순환영농법인	800	300	4,664	104	2009
	소계	10개소	54,000	3,517	101,499	1,394	
강원	원주	원주시양돈협회영농조합법인	11,000	300	2,000	170	2010
	강릉	강동영농조합법인	400	400		259	2009
	강릉	교항양돈영농조합법인	9,800	400		74	2009
	홍천	홍천친환경양돈법인	4,800	200	5,000	65	2009
	횡성	횡성양돈회액비유통영농조합법인	8,750	599	13,000	178	2006
	철원	철원청정양돈영농조합법인	5,800	843	15,000	494	2011
	철원	(주)철원환경	1,800	603	16,000	546	
	철원	흙사랑영농조합법인	800	350	37,000	1,248	2013
	철원	(주)미래환경	600	492	12,000	410	
	철원	철원청정영농조합법인	1,200	317			
	고성	야촌위탁영농합명회사	800	225		175	2009
	고성	명파친환경유기농영농법인	900	230		90	2009
	양양	양양축산양돈영농조합법인	7,300	300	11,649	302	2008
		소계	13개소	53,950	5,259	111,649	4,011
충북	충주	충주한돈영농조합법인	14,600	500	10,000	407	2009
	보은	속리산정이품한돈영농조합법인	4,200	180	4,200	85	2007
	진천	농업법인진천액비유통센터	3,000	400	1,080	105	2012
	음성	음성양돈협회영농조합법인	10,600	860	30,000	600	2006
	소계	4개소	32,400	1,940	45,280	1,197	
충	천안	자연유기질비료영농조합법인	9,900	260	9,900	108	2009

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
남	공주	농업회사법인석계(주)	2,800	800	45,000	1,137	2010
	공주	영농조합법인계룡산한우	10,600	1,400	30,000	1,000	2011
	보령	보령농축산영농조합법인	4,200	473	2,430	110	2007
	아산	미래자원영농조합법인	400	200			2008
	아산	합명회사태성	2,250	40			2009
	서산	서산축산액비유통영농조합법인	6,800	1,100	19,000	1,100	2008
	당진	당진축산업협동조합	2,000	274	6,324	250	2003
	당진	자연순환영농조합법인	1,200	621	5,000	300	2012
	금산	인삼골유기농영농조합법인	9,900	255	8,500	172	2009
	부여	푸른들영농조합법인(전청명영농)	2,000	500	1,200	157	2009
	부여	백제고을영농조합법인	2,000	240	300	37	2011
	부여	농업회사법인두일TMR	1,215	218			2012
	서천	맥우영농조합법인	11,400	2,643		723	2008
	홍성	영농조합법인옥토로	3,200	550	6,000	250	2008
	홍성	한돈협회액비유통센터영농조합법인	4,000	200		117	2004
	예산	예산친환경자연순환농업사업단영농법인	9,000	265	6,016	265	2005
	예산	지명영농조합법인	8,400	320	11,248	363	2009
	예산	천기운영농조합법인	5,200	224		357	2011
	태안	태안양돈작목반	1,400	160	1,500	20	2009
	소계		20개소	97,865	8,100	152,418	6,466
전북	군산	익산군산축협서수공동자원화센터	15,000		3,000	160	2008
	군산	대한양돈협회군산지부	35,000			-	2003
	익산	익산군산축협	12,300	434	35,000	545	2008
	익산	익산양돈영농조합법인	10,000	193	10,000	270	2010
	익산	익산양돈퇴비유통영농조합법인	2,800	206	10,000	200	-
	익산	야베스영농조합법인	4,600	208	6,000	200	2013
	정읍	대명친환경영농조합법인	2,910	533	30,000	394	2009
	정읍	대한양돈정읍영농조합법인	20,000	490	36,600	486	2007

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	정읍	배들축산영농조합법인	700	373	5,900	350	
	정읍	하이그린영농조합법인	1,200	208	4,500	156	
	정읍	대호그린영농조합법인	8,546	352	7,600	306	2011
	정읍	농업회사법인(유)황금들녘	1,000	410	7,500	194	2009
	김제	온정산업영농	5,800		20,000	600	2009
	김제	엠지축산영농	8,700	822	20,000	416	2012
	김제	용지자연순환농업쌀작목회영농	6,200	286	10,000	206	2014
	김제	벼고을영농조합	400	200	3000	76	
	남원	에코바이오영농조합법인	21,000		8,000	282	2011
	남원	남원양돈협회영농조합법인	2,200		7,000	235	2007
	남원	남원축협	-		3,000	91	2010
	완주	친환경솔매포크영농조합법인	1,600	200	4,000	200	2012
	진안	고운촌영농조합	8,000		3,500	34	2012
	진안	상기한우영농	3,000	300			2009
	임실	임실한돈영농조합법인	-	1,276	2,700	76	-
	순창	거림영농조합	2,000	480	23,000	463	2003
	고창	미래영농조합법인	1,400	672	24,000	410	2010
	고창	농업회사법인고창군양돈퇴액비유한회사	1,000	1,007	15,000	379	2010
	부안	남부안액비유통영농법인	11,000		12,000	3,001	2012
	소계	27개소	186,356	8,650	308,300	9,730	
전남	순천	순천시친환경액비자원화영농조합법인	1,600	500	20,000	410	2009
	나주	늘푸른영농조합법인	10,000	800	28,000	800	2009
	나주	나주양돈친환경영농조합법인	13,000	1,200	3,000	81	
	광양	(영)광양친환경액비유통센터	600	317	3,000	183	2011
	담양	초계영농조합법인	2,600	1,844	12,000	609	2010
	곡성	그린농산영농조합법인	600	200	1000	30	2008
	곡성	곡성친환경액비자원영농조합법인	2,000	400	1000	80	2012
	구례	구례액비양돈영농조합법인	1,800	2,300	18,000	560	2009

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	고흥	고흥군한돈액비유통영농조합법인	1,400	2,000	19,000	1,000	2010
	고흥	유자골양돈액비영농조합법인	2,100	200	5,000	200	-
	보성	보성축분유통영농조합법인	1,500	1,135	10000	275	2009
	보성	들찬영농조합법인	5,200	1,080	14000	385	2012
	보성	영등조사료영농법인	800	63	2000	45	2009
	화순	종방양돈영농조합법인	1,200	500	5,000	319	2009
	화순	영농조합법인화순액비유통센터	8,900	460	12,000	400	2012
	장흥	진목영농조합	7,400	750	13,000	370	2007
	강진	강진양돈영농조합법인	1,600	2,000	19,000	625	2012
	해남	좋은농부들영농조합법인	5,200	820	10,000	650	
	영암	흙살림영농조합법인	400	467	7,000	250	2012
	영암	사랑채영농조합법인	5,400	200	16,000	200	2014
	영암	농업회사법인(주)영암액비유통센터	3,400	520	8,000	400	2008
	함평	흙사랑영농조합법인	2,000	657	6,000	1,989	2011
	함평	푸르메한솔영농조합법인	600	162	5,000	300	2013
	함평	함평농협친환경사업단	4,000			-	0
	무안	청수영농조합법인	1,000	414	7,000	260	2011
	무안	무안축산액비영농조합법인	1,024	1,047	20,000	597	2011
	무안	해송유통영농조합법인	1,250	700	66,000	703	2014
	무안	현화다산영농조합법인	1,000	500	17,000	480	-
	장성	성산친환경영농	5,600	600	21,000	430	2010
	장성	대영영농	1,200	250	15,000	240	2012
	소계	30개소	94,374	22,086	355,000	12,166	
경북	포항	영농조합법인포항양돈회	1,400	742	20,000	660	2004
	경주	신라육부촌영농조합법인	28,000	1,674	21,962	1,117	2009
	김천	형제농산영농조합법인	200	320	4,370	115	2007
	구미	금오산바이오포크영농조합법인	-	632	9,620	1,322	2010

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	영주	신소백산한돈영농조합법인	-	250	5,154	118	2003
	영천	양돈협회축분비료유통센터	1,200	400	9,228	193	2003
	영천	경북친환경액비유통센터영농조합법인	-	400	9,614	251	2011
	상주	삼백양돈영농조합법인	2,500	310	6,360	212	2009
	경산	농업회사법인유한회사설천농장	29,335	759	8,600	403	2008
	군위	군위양돈영농조합법인	-	310	621	55	2009
	의성	한우협회의성군지부영농조합법인	-	200	1,200	100	2011
	청도	청도양돈영농조합법인	16,000	164		-	2009
	청도	대자연영농조합법인	5,000	93		-	2011
	고령	고령한돈영농조합법인	27,600	425	37,000	448	2012
	고령	(주)목운	4,000	79	10,000	52	
	소계	15개소	115,235	6,757	143,729	5,046	
경남	창원	농업회사법인흙사랑주식회사	600	240		100	2014
	창원	대한양돈협회마산지부영농조합법인	400	250	3,000	82	2006
	진주	진주양돈영농조합법인	18,300	1,191	19,500	560	2003
	사천	사천양돈영농조합법인	6,300	374	1,300	53	2010
	사천	사천축산영농조합법인	2,400	300	1,000	40	2010
	김해	한서영농조합	1,000	632	40,000		2010
	밀양	뿌리영농조합법인	4,000	300	14,000	170	2013
	양산	흙마음영농조합	3,100	250			2009
	의령	의령한돈영농조합법인	29,200	800	16,000	560	2009
	함안	함안군가축분뇨재활용영농법인	26,000	737	19,000	367	2007
	함안	태극영농조합법인	2,400	190	8,400	195	2012
	고성	고성순환농업영농조합법인	6,200	620	8,900	178	2010
	고성	한알영농조합법인	12,000	300	6,500	129	2011
	고성	청보리액비영농조합법인	1,000	300	9,400	188	2011
	고성	일이삼액비영농조합법인	9,000	500	9,600	193	2011

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

구분		사업주체	처리능력		2013년추진실적		지원도
시도	시군	법인명	저장조용량(톤)	살포지 확보면적(ha)	살포량(톤)	살포면적(ha)	
	산청	함양산청축협	6,600	980	10,000	523	
	함양	함양친환경발효액비영농조합법인	8,310	1,177	7,800	276	2003
	거창	거창친환경액비유통센터	900	250	2,000	100	2011
	합천	합천한돈협회영농조합법인	14,800	500	19,000	311	2003
소계		19개소	152,510	9,891	195,400	4,025	
제주	제주	별드르영농조합법인	11,714	780ha	27,000	600	2004
	제주	제주선진영농조합법인	3,400	200	10,100	200	2007
	제주	구좌조천영농조합법인	4,440	759	19,000	420	2006
	제주	제주동부축산영농조합법인	7,386	1,119	23,930	400	2004
	제주	오름축산영농조합법인	4,005	109		x	2009
	제주	서부양돈영농조합법인	4,000	233	22,000	260	2010
	제주	요한영농조합법인	2,188	200	9,730	200	2010
	제주	네추럴영농조합법인	12,800	218	5,500	150	2012
	제주	성호영농조합법인	8,800	350	21,000	350	2012
	제주	신화환경영농법인	4,600	635	15,000	640	2012
	제주	송죽영농법인	5,908	329	21,000	420	2008
	제주	새별오름합자회사	13,000	280	30,000	460	2011
	서귀포	농업회사법인금강에코너지(주)	8,613	468	6,000	226	2011
	서귀포	길갈영농조합법인	3,800	377	5,000	202	
	서귀포	윤창영농조합법인	2,600	706	9,000	369	
	서귀포	서흥축산영농조합법인	900	363	7,000	199	
	서귀포	남동영농조합법인	7,896	990	9,000	353	
소계		17개소	106,050	7,336	240,260	5,449	

자료 : 농림축산식품부 방역관리과(2014)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

3. 가축분뇨 에너지화 현황

가. 가축분뇨 바이오매스의 중요성

- 신재생에너지자원 데이터센터에 따르면 최근 국내 유기성 폐자원 바이오매스의 가용화 에너지 잠재량은 <표 II-10>과 같이 총 14,025 천TOE/년으로 나타나고 있으며, 이중 가축분뇨의 에너지 잠재량은 우분, 돈분, 계분을 합하여 연간 1,596 천TOE로 국내 총 바이오매스 가용화 에너지양의 약 11.4%를 차지

<표 II-10> 국내 바이오매스 가용화 에너지 잠재량

부문별	세부자원별	잠재량 (천TOE/년)	부분합계 (천TOE/년)	비율(%)
임산 바이오매스	임목	9,536	9,536	68.0
농산 바이오매스	벼짚	324	571	4.1
	왕겨	128		
	보릿짚	19		
	콩줄기	40		
	사과전정지	60		
축산 바이오매스	우분	510	1,596	11.4
	돈분	760		
	계분	326		
도시고형폐기물	가연성	2,322	2,322	16.6
합계		14,025	14,025	100.0

자료: 신재생에너지자원데이터센터(<http://kredc.kier.re.kr/kier/>) 자료 재계산

- 그러나 국내 총 바이오매스 가용화 에너지양의 16.6%를 차지하는 도시고형폐기물은 폐타이어, 폐플라스틱 등 바이오매스가 아닌 폐기물을 포함하고 있어 가축분뇨 바이오매스는 실질적으로는 임산 바이오매스에 이어 두 번째의 가용화 에너지 비중을 차지

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

- 특히, 가축분뇨의 발생 특성상 가축 사육과정에서 가축사의 깔짚으로 이용되는 톱밥, 왕겨, 볏짚 등이 분뇨와 함께 배출되는 점을 고려하면 가축분뇨 배출물의 바이오에너지 잠재량은 훨씬 증가할 것으로 예상됨
- 따라서 가축분뇨는 농업 농촌에서 발생하는 주요한 바이오매스이면서 큰 가용화에너지 비중을 지니는 점을 고려할 때, 국내 바이오에너지 활성화를 위해서 적극적인 에너지화가 요구되고 있음

나. 에너지화 시설 현황

- 환경부에서 발표하는 “2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황”을 살펴보면 국내 바이오가스화 시설은 2012년 기준 총 57개소로 보고되고 있으며<표 II-11>, 바이오가스를 생산하는 원료별로 살펴보면 음식물쓰레기가 2개소, 음폐수가 9개소, 가축분뇨 6개소, 하수슬러지 20개소, 2종이상의 원료를 병합처리 하는 시설이 20개소로 보고되고 있음
- 병합처리시설 중 가축분뇨 병합 바이오가스화 시설은 9개소로서 가축분뇨 단독 바이오가스화 시설 6개소를 더하여 총 15개소의 가축분뇨 바이오가스화 시설이 가동중에 있음

<표 II-11> 국내 유기성 폐기물 바이오가스화 시설 현황(2012년 기준)

년도	계	음식물쓰레기	음폐수	가축분뇨	하수슬러지	병합
2009	47	2	4	4	20	17
2010	5		2	1		2
2011	4		3	1		
2012	1					1
계	57	2	9	6	20	20

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

- 가축분뇨 단독 및 병합 바이오가스화 시설의 설치 및 시설현황은 <표 II-12>, <표 II-13>과 같으며, 이중 2012년에 준공한 전북 정읍의 (유)친환경대현그린의 시설은 농식품부의 가축분뇨 에너지화 시범사업으로 추진한 시설임
- 이외의 시설은 주로 산업부의 지방보급사업, 환경부의 가축분뇨 공공처리사업, 기타 실증 연구사업으로 추진한 것임
- 환경부의 “2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황”자료를 분석하여 연간 바이오가스 생산시설로 유입·처리한 가축분뇨의 양을 조사한 결과 <표 II-14>와 같으며, 2006년 4개 시설에서 102,808톤/년이 처리되었으며, 바이오가스 생산시설 증가와 함께 2012년 15개 시설에서 239,671 톤/년의 가축분뇨가 처리된 것으로 나타남
- 2012년 바이오가스화 처리한 가축분뇨 239,671 톤/년은 2012년 가축분뇨 총발생량 46,489 천톤/년의 약 0.5%에 해당함

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-12> 가축분뇨 에너지화 시설 설치 현황(2013년 기준)

구분	운영주체	설치기관	원천기술	설치년도	사업형태	
단독 (6개소)	경기 안성 ¹	광일농장	DHM(주)	한국 (DHM(주))	2009	연구사업 ² (농식품부)
	충남 공주	공주시청	(주)쌍용건설	한국 (쌍용건설)	2001	환경부 공공처리사업 ³
	전북 무주	무주군청	(주)대우건설	한국 (대우건설)	2009	산업부 지방보급사업 ⁴
	전북 고창	농협중앙회 종돈사업소	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2010	산업부 지방보급사업
	전북 장수	장수군청	(주)대우건설	한국 (대우건설)	2011	산업부 지방보급사업
	제주 제주	(주)제주축산 바이오	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2010	산업부 지방보급사업
병합 ¹ (9개소)	경기 파주	파주시	(주)한라산업 개발	독일 (HAASE사)	2004	환경부 공공처리사업
	경기 안성 ²	한경대학교	(주)금호산업	한국 (금호산업,한경대)	2008	연구사업 (한경대학교)
	충남 청양	여양농장	(주)유니슨 하이테크	독일 (바이오가스협회)	2007	연구사업 (산업부)
	전남 보성	보성군청			2010	환경부 공공처리사업
	전남 영암	엔비오에너지(유)	(주)엔비오 코리아	독일 (NBO)	2012	민간투자설치 ⁵
	경북 구미	구미시청	-	-	1987	환경부 하수처리사업
	경남 밀양	밀양시	(주)쌍용건설	한국 (쌍용건설)	2003	환경부 공공처리사업
	경남 창녕	(주)이지바이오	(주)이지바이오	덴마크 (NIRAS사)	2008	민간투자설치
	전북 정읍	(유)친환경 대현그린	(주)립코	독일 (Weltek)	2012	농식품부 가축분뇨 에너지화사업

주1 : 병합은 2종 이상의 다른 원료를 혼입하여 처리하는 시설이다.

주2 : 연구사업은 국책연구사업의 일환으로 추진된 연구 및 실증사업에 의한 설치시설이다.

주3 : 환경부 공공처리사업은 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”에 근거하는 환경부 가축분뇨 공공처리시설 설치사업에 의한 설치시설이다.

주4 : 지경부 지방보급사업은 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”에 근거하는 지방보급사업에 의한 설치시설이다.

주5 : 민간투자설치는 개인 또는 민간기업이 자체 투자하여 설치한 시설이다.

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-13> 가축분뇨 에너지화 시설 현황

구 분	유입용량 (톤/일)	원료	소화조 용량 (m ³)	체류 기간 (일)	발전 용량 (KW)	비고	
단독	경기 안성1	20	가축분뇨 20	400	20	50	단상 ¹ , 관행 ² (중온협기소화) ³
	충남 공주	250	가축분뇨 250	1,800	15.7	30	단상, 고율 ⁴ (중온협기소화)
	전북 무주	50	가축분뇨 50	350	7	75	이상, 고율 (중온협기소화)
	전북 고창	50	가축분뇨 50	2,400	48	80	단상, 관행 (중온협기소화)
	전북 장수	150	가축분뇨 150	1,152	7	60	이상, 고율 (중온협기소화)
	제주 제주	100	가축분뇨 100	1,085	11	-	단상, 고율 (중온협기소화)
병합	경기 과주	110	가축분뇨 60, 음식쓰레기 50	1,500, 600	17, 20	500	단상, 관행 (중온협기소화)
	경기 안성2	5	가축분뇨 3.5, 음식쓰레기 1.5	150	30	30	단상, 관행 (중온협기소화)
	충남 청양	20	가축분뇨 20, 음식쓰레기(50톤/년)	1,200	60	60	단상, 관행 (중온협기소화)
	전남 보성	60	가축분뇨 52, 음식쓰레기 8	638	10.6	100	단상, 관행 (중온협기소화)
	전남 영암	5	가축분뇨 1.5, 음식쓰레기 3.5	110	14	50	단상, 고율 (중온협기소화)
	경북 구미	1,150	가축분뇨 80, 하수슬러지 1,033, 음폐수 37	21,000	30	-	단상, 관행 (중온협기소화)
	경남 밀양	200	가축분뇨 100, 음식쓰레기 20, 기타 80	4,000	25	-	단상, 고율 (중온협기소화)
	경남 창녕	100	가축분뇨 70, 음폐수 30	2,600	20	541	단상, 관행 (고온협기소화) ⁵
전북 정읍	100	가축분뇨 70, 음폐수 30	2,219	22	370	이상, 관행 (중온협기소화)	
계	2,370						

주1 : 혐기소화조에서 산발효과 메탄발효를 동시에 수행하는 혐기소화조

주2 : 완전혼합교반방식(CSTR, Continuous stirred tank reactor)의 혐기소화조

주3 : 혐기소화조의 온도조건을 35~40℃로 최적화하는 혐기소화조

주4 : 혐기소화조 유기물부하율을 약 5kg-COD/m³·day이상으로 하는 혐기소화조

주5 : 혐기소화조의 온도조건을 55~60℃로 최적화하는 혐기소화조

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

<표 II-14> 가축분뇨 에너지화 처리 현황(2012년 기준)

지역	시설명	연도별 가축분뇨 유입 처리량(톤/년)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
경기 안성1	디에이치엠(주) 바이오에너지화시설	-	-	-	600	3,361	891	1,714
충남 공주	공주 가축분뇨 공공처리시설	55,972	58,195	57,340	53,317	56,782	37,978	57,075
충남 청양	여양농장 바이오가스 플랜트	-	3,400	5,800	6,500	7,500	9,125	9,300
전남 순천	(주)정림 바이오가스 플랜트	-	-	2,190	7,300	7,300	-	-
경남 무주	가축분뇨 공공처리장	-	-	-	3,000	4,525	8,786	6,770
전북 고창	농협중앙회 바이오가스 발전소	-	-	-	-	15,000	18,250	16,420
제주 제주	가축분뇨 공공처리장	28,928	28,913	28,878	29,205	29,278	29,054	37,733
경기 파주	음식물 및 축분혼합처리시설	10,238	10,334	10,631	11,885	11,453	3,521	3,956
경기 안성2	국제축산영농조합 바이오가스 시설	-	-	1,530	1,530	1,560	1,830	1,830
충남 아산	통합형 고효율 바이오가스 시설	-	-	500	14,600	11,556	-	-
전남 순천	순천하수처리장	-	-	-	-	12,775	-	-
경남 구미	구미 하수처리장	-	-	-	31,025	35,770	29,398	31,970
경남 밀양	밀양 음식물 하수병합처리시설	7,670	5,505	5,522	5,155	6,920	5,190	4,359
경남 창녕	(주)이지바이오시스템 바이오가스 시설	-	-	4,500	23,725	24,841	22,064	27,103
전북 장수	장수군 바이오가스 열병합시설	-	-	-	-	-	23,395	25,991
정북 정읍	정읍 가축분뇨 공동자원화시설	-	-	-	-	-	-	615
전남 보성	보성군 가축분뇨 공공처리시설	-	-	-	-	11,552	11,105	14,494
전남 영암	영암 바이오가스 플랜트	-	-	-	-	134	1,113	341
소계		102,808	106,347	116,891	187,842	240,307	201,700	239,671

자료 : 2012 유기성폐자원 에너지 활용시설 현황(환경부 폐자원에너지과, 2013.11)

자료로부터 재분석

II. 국내 가축분뇨 처리현황 및 발생특성 조사

다. 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)

- 농식품부의 가축분뇨 에너지화 사업은 사업비 70억(국비 30%, 지방비 30%, 용자 20%, 자부담 20%)으로 추진, 2010년 시범사업을 실시하여 정읍, 순천, 서귀포 3개소를 선정 추진하였으며, 이중 정읍의 (유)친환경대현그린의 바이오가스화 시설이 준공·운전 중에 있음
- 이후 가축분뇨 에너지화 사업은 2011년 용인, 부여, 완주 3개소, 2012년 아산 1개소, 2013년 연천 1개소, 2014년 아산 1개소가 선정·추진 중에 있음
- 그러나 가축분뇨 에너지화 시설은 아직까지 혐오시설로 인식되고 있어 사업부지 인근 주민의 민원발생 등의 문제로 사업 지연 및 포기 등으로 인해 활성화에 어려움이 있는 상황임

<표 II-15> 가축분뇨 에너지화 사업 현황(농식품부)

년도	지역	사업주체	공법사	시설용량 (톤/일)	원천기술	바이오가스 이용	사업현황
2010	전북 정읍	(유)친환경대현그린	(주)립코	100	독일 Weltek	발전	가동 (2013년 준공)
	전남 순천	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	설치중
	제주 서귀포	농업법인 한라산바이오	나스텍 이엔씨(주)	100	한국 (주)대우건설	발전	설치중
2011	충남 부여	농업법인 내몸에 영농조합	(주)DSK 엔지니어링	100	한국 (주)DSI엔지니어링	발전	설치중
	전북 완주	김제완주축협	(주)DHM	100	한국 (주)DHM	발전	설치중
2012	충남 아산	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	설치중
2013	경기 연천	(주)엔바이로 솔루션	(주)엔바이로 솔루션	100	미국 DVO	발전	설치중
2014	충남 아산	(주)립코	(주)립코	100	한국 (주)립코	발전	설치중

III. 공동자원화 시설 규모 다변화

1. 공동자원화 시설 추진상의 문제점

- 최근 도시민의 귀농이 확산되고, 농촌 환경 자원의 보존가치에 대한 관심이 증가하면서 축산활동에서 발생하는 축산악취가 정주권역과 농촌 환경자원에 주요한 문제로 부각되고 있음
- 이로 인해 많은 지자체에서는 신규로 설치하는 축사에 대해서는 주거지역과 일정한 거리제한을 두는 조례를 지정하여 주거 지역 인근에 축사의 신규설치를 원천적으로 제한하고 있는 상황임
- 축산악취로 인한 문제는 축사의 설치제한 뿐만이 아니라 악취의 원인물질인 가축분뇨를 처리하는 모든 시설에까지 영향을 미쳐, 가축분뇨 처리시설의 입지와 부지 확보에도 심각한 영향을 미치고 있음
- 이러한 가축분뇨에 대한 문제적 인식은 가축분뇨 공동자원화 사업의 지연을 초래하고 나아가 가축분뇨를 적정하게 처리하고자하는 정부의 다양한 정책사업 추진의 장애가 되고 있어, 효율적인 정책사업 추진을 위한 대응방안의 마련이 요구되고 있는 상황임
- 따라서 공동자원화 시설 규모 다변화는 축산농가 내의 소규모 부지에 공동자원화 시설을 설치·추진한다는 점에서 70 톤/일 규모 이상의 대형 공동자원화 시설을 추진하면서 나타나는 민원 및 부지확보 문제를 해결한다는 측면에서 공동자원화 확대 및 활성화 할 수 있는 장점이 있음
- 그러나 소규모로 공동자원화 시설을 추진하는 경우 “규모의 경제” 측면에서 시설용량 당 과다한 사업비가 투입되는 정책적 비효율성의 문제가 지적될 수 있어 이에 대한 검토가 요구되고 있는 상황임

2. 자원화 시설 규모별 시설 설치비 검토

가. 자원화 (퇴비, 액비, 퇴·액비) 시설 설치비 검토

- 기존 공동자원화 시설은 일정한 지원한도 내에서 추진하였으므로 자원화 기술별로 시설 설치비가 일정한 특성이 있으나 농가단위로 설치하는 자원화 시설의 경우 시설내용의 다양성과 농가별로 시설 설치 유형이 다양하여 일정한 사업비를 산출하는 데는 큰 어려움이 있음
- 따라서 본 연구에서는 축산농가 및 공동자원화 시설 설치를 추진하는 사업주체가 충분한 정보제공을 받는다는 취지에서 농촌진흥청에서 실시하는 “가축분뇨 처리 시설 및 관련기술 평가”결과를 조사·분석하여 가축분뇨 자원화 방법별, 시설 처리용량별 시설 설치비 및 톤당 처리비를 정리하고, 정보공개 자료로부터 소규모 공동자원화 시설 설치비의 경제성을 검토하였음
- 조사·정리한 가축분뇨 자원화 방법별, 시설 처리용량별 시설 설치비 및 톤당 처리비는 <표 III-1>과 같으며, 자원화 방법은 퇴비화, 액비화, 퇴·액비화 기술이 현장에 적용되고 있으며, 시설용량은 10~100 톤/일 용량의 농가형 및 공동형 가축분뇨 자원화 시설이 보급되고 있는 것으로 나타남
- <그림 III-1>은 퇴비화, 액비화, 퇴·액비화 자원화 시설에 대한 시설용량 (톤/일)과 시설 설치비 (십억원) 간의 회귀곡선을 나타내고 있으며, <그림 III-2>는 퇴비화, 액비화, 퇴·액비화 자원화 시설에 대한 시설용량 (톤/일)과 톤당 처리비 (원/톤) 간의 회귀곡선을 나타냄
- 시설용량 (톤/일)과 시설 설치비 (십억원) 간의 회귀곡선의 R^2 은 0.6909로서 1% 유의수준에서 통계적 상관관계가 나타났으며, 회귀를 통해 도출한 회귀식 ($y = -0.0002x^2 + 0.0537x - 0.7043$)으로 시설용량별 시설 설치비의 추정이 가능하였음,

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-1> 자원화시설 설치비 및 처리비 사례

평가년도	시설	처리량 (톤/일)	시설건설비 (원)	유지관리비 (원/월)	처리비용 (원/톤)
2013	퇴·액비화	80	2,509,940,000	10,700,000	7,400
	퇴·액비화	100	3,000,000,000	15,436,000	15,000
2012	액비화	-	150,000,000	968,219	-
	퇴비화	100	2,272,000,000	30,504,167	10,029
	액비화	95	3,000,000,000	12,936,980	4,539
2011	액비화	50	900,000,000	2,647,000	1,740
	액비·정화	30	500,000,000	7,209,600	7,901
	퇴비화	55	2,051,434,000	18,954,000	11,330
	퇴비화	60	3,970,000,000	-	-
	액비화	100	2,613,600,000	29,330,433	9,643
	액비화	100	2,130,542,000	12,672,000	4,166
	액비화	35	180,000,000	1,097,112	1,031
	액비화	100	2,500,000,000	19,314,080	6,350
	퇴·액비화	100	3,000,000,000	23,724,631	7,800
	2010	액비화	10	62,000,000	1,349,940
퇴비화		100	2,900,000	5,189,589	5,190
기타 ¹	퇴비화	25	950,000,000	81,200,000	8,899
	퇴비화	50	1,500,000,000	220,300,000	15,089
	퇴·액비화	50	127,000,000	90,120,000	4,938
	퇴·액비화	25	127,000,000	26,555,001	4,850

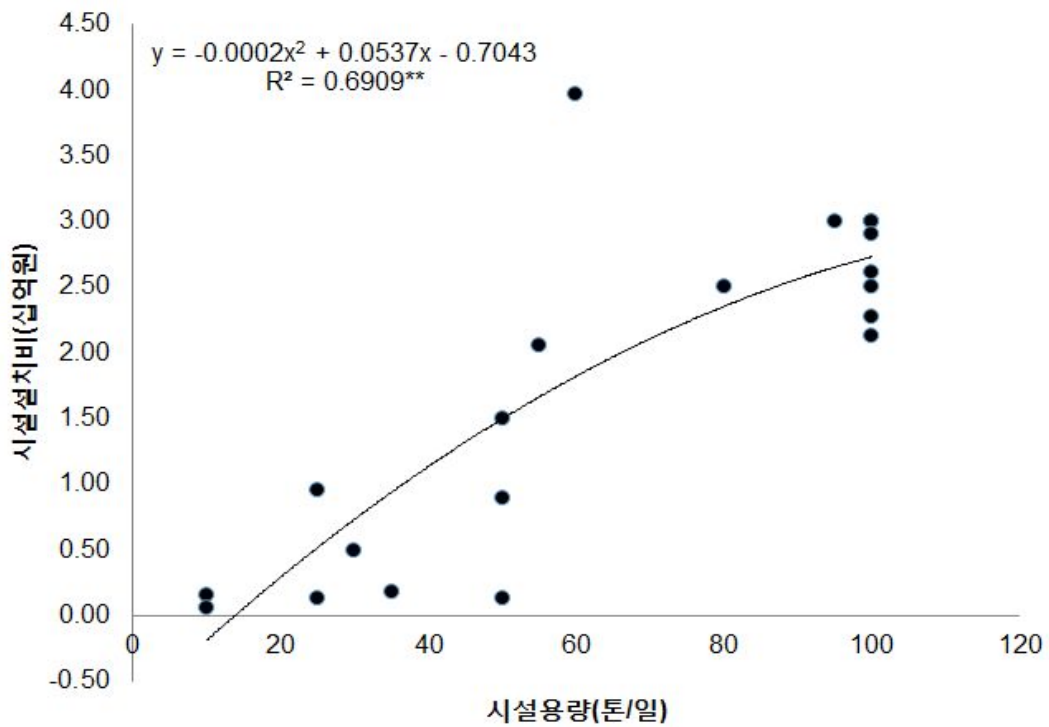
주1 : 농가 운영사례 조사 결과(한경대학교 자체 조사)

자료 : 가축분뇨 처리시설 및 관련기술 평가(농촌진흥청, 2010-2013) 자료 분석

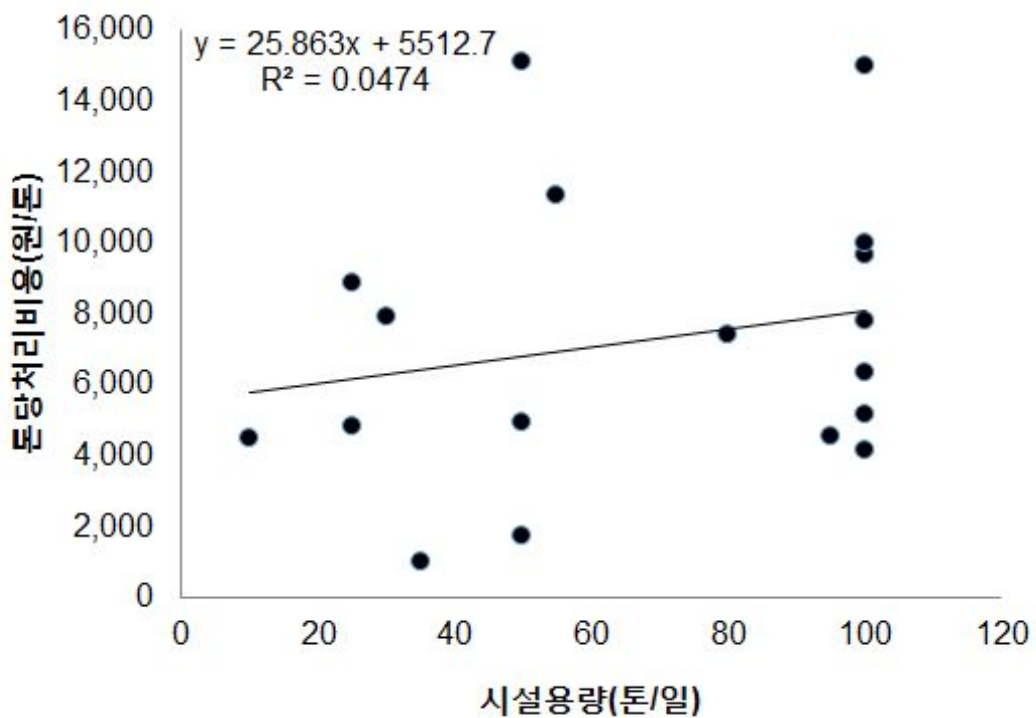
Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

- 시설용량 (톤/일)과 톤당 처리비 (원/톤) 간의 회귀곡선의 R^2 은 0.0474로서 통계적인 상관관계가 나타나지 않았으며, 가축분뇨 자원화 시설의 톤당 처리비는 시설 규모와는 상관없이 사업주체의 경영능력, 시설 현장 및 지역 특성에 따라 달리하는 것으로 판단됨
- <그림 III-1>에서 얻은 시설규모와 시설 설치비 간의 회귀식을 이용하여 도출한 시설용량별 시설 설치비는 <표 III-2>에 나타내었으며, 시설용량 20 톤/일 규모 2.9억 원에서 100 톤/일 규모 26.7 억 원으로 시설용량의 증가와 함께 시설 설치비는 증가함
- 시설 규모별 시설 설치비의 적정성을 비교하기 위하여 100 톤/일 규모로 환산한 설치비는 20 톤/일 규모 14.5 억 원에서 60 톤/일 규모 30 억 원으로 증가하다가 60 톤/일 규모 이상에서는 100 톤/일 규모 환산 설치비가 감소함
- 이는 100 톤/일 규모 자원화 시설의 설치비가 26.7 억 원이라면 20 톤/일 규모 5개를 짓는 사업비는 14.5 억 원이라는 것을 의미하며, 따라서 60 톤/일 규모의 시설을 설치하는 것이 가장 투자효율이 낫다는 것을 의미함
- 이러한 결과는 100 톤/일 시설용량 시설 설치비를 기준으로 나타낸 시설용량별 비율에서도 동일한 결과를 보이고 있으며, 100 톤/일 규모 시설 설치비를 100 %로 하였을 때, 20, 30 톤/일의 소규모 시설을 설치하는 것은 상대적으로 투자 효율이 있는 것으로 나타나고 있음
- 퇴비화, 액비화, 퇴·액비화 자원화 시설을 포괄하여 검토한 공동자원화 시설 규모별 사업비는 20, 30 톤/일의 소규모 시설로 추진하는 경우 적정성이 인정되며, 40 톤/일 이상의 시설로 추진하는 경우 사업비의 투자 적정성이 없는 것으로 평가되었음

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화



<그림 III-1> 자원화 시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추세 분석



<그림 III-2> 자원화 시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 톤당 처리비용 추세 분석

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-2> 자원화시설(퇴비, 액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추산

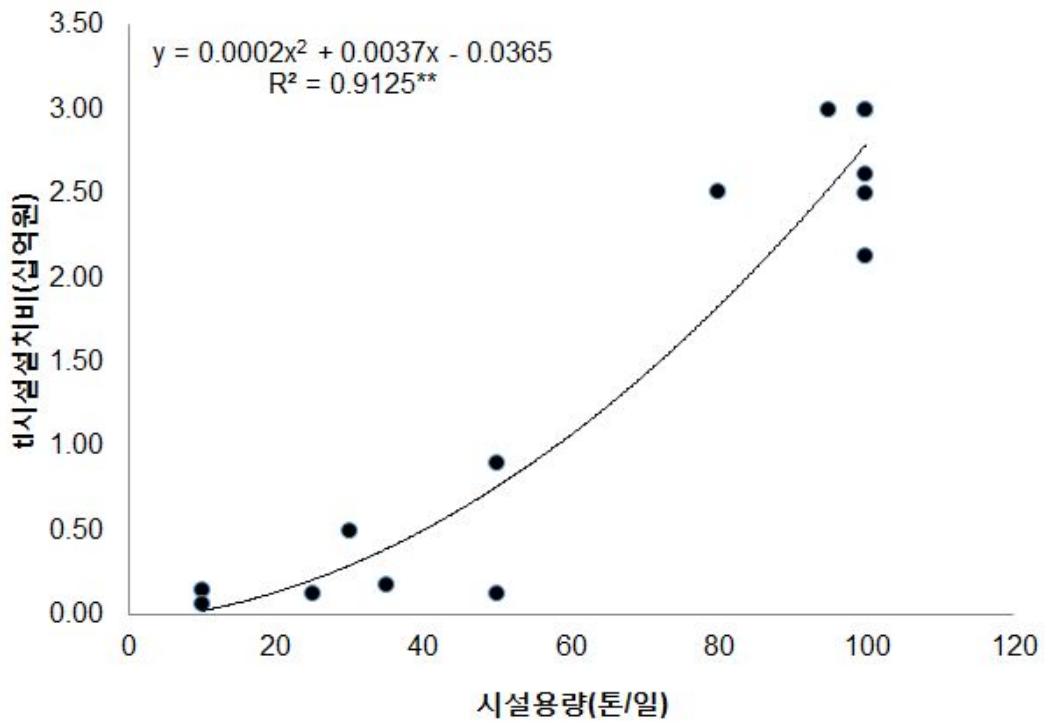
시설용량 (톤/일)	설치비 (10억 원)	100 톤/일 규모 환산 설치비 (10억 원)	100 톤/일 시설용량 기준 설치비 비율 ¹ (%)
20	0.29	1.45	54.3
30	0.73	2.42	90.6
40	1.12	2.81	105.2
50	1.48	2.96	110.9
60	1.80	3.00	112.4
70	2.07	2.96	110.9
80	2.31	2.89	108.2
90	2.51	2.79	104.5
100	2.67	2.67	100.0

주1 : 시설용량 100 톤/일의 시설 설치비를 기준으로 나타낸 비율

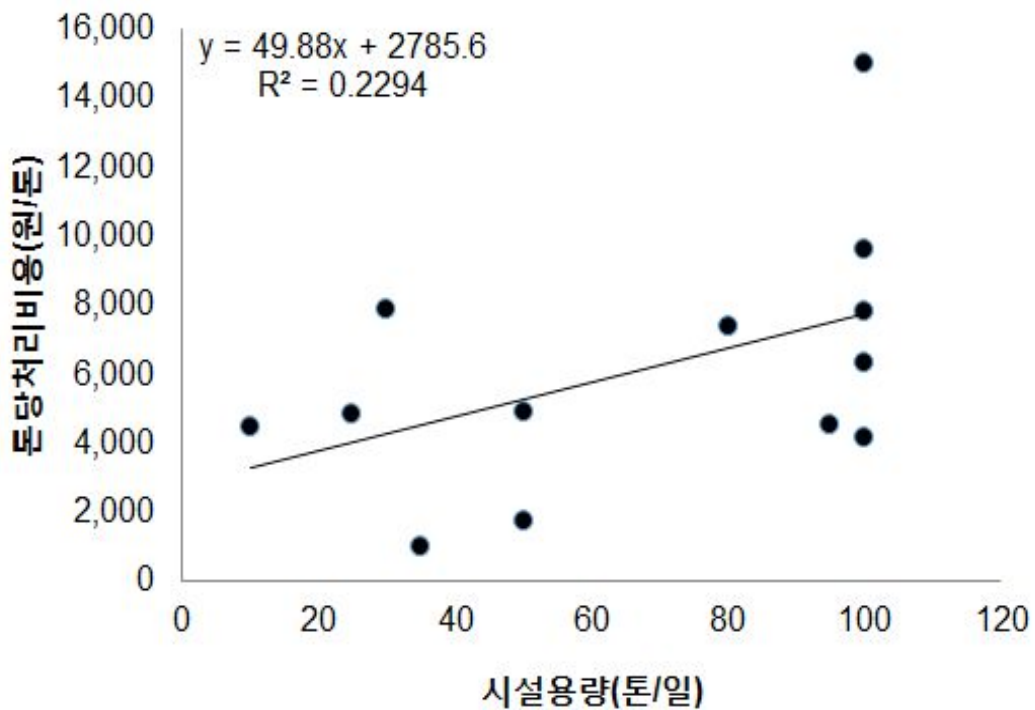
나. 자원화 (액비, 퇴·액비) 시설 설치비용 검토

- 앞에서는 자원화 시설 전체를 대상으로 회귀분석을 실시한 것으로 과거 농식품부가 사업비 지원에서 액비화 시설과 퇴비화 시설에 차등으로 지원했던 점을 고려하면 퇴비화 시설을 포함하는 경우 평가결과에서 액비화 시설에 대한 민감도가 떨어질 수 있음
- 따라서 가축분뇨 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 동일한 분석을 실시한 결과 모든 자원화 방법을 대상으로 실시한 앞의 결과와 유사한 경향을 나타내었음
- 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 시설용량과 시설 설치비간의 상관관계를 분석한 결과 <그림 III-3>과 같이 회귀곡선의 R^2 이 0.9125로 1% 유의수준에서 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 시설용량과 톤당 처리비 간의 상관관계는 통계적으로 관계가 없는 것으로 나타남

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화



<그림 III-3> 자원화 시설(액비·퇴액비) 용량별 시설설치비 추세 분석



<그림 III-4> 자원화 시설(액비·퇴액비) 용량별 톤당 처리비용 추세 분석

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

- 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 시설용량과 시설 설치비간의 상관관계는 시설용량이 증가할수록 사업비는 20 톤/일 규모 1.2억 원에서 100 톤/일 규모 23.3 억 원까지 증가하였으나 100 톤/일 규모 기준 시설 설치비도 5.9 억 원에서 23.3 억 원으로 지속적으로 증가경향을 보였으며, 100 톤/일 시설용량 기준 대비 시설용량별 설치비 비율에서도 20 톤/일 규모에서 25.3%를 나타내고 시설용량의 증가와 함께 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었음
- 이러한 결과는 전체 자원화 방법을 대상으로 분석한 시설용량과 시설 설치비간의 상관관계에서 60 톤/일 규모의 시설에서 낮은 투자효율을 나타낸 결과와는 자원화 방법 간에 특징적인 차이를 보이는 것으로 나타남
- 이러한 결과는 기존에 농가형 소규모 액비화 시설의 경우 단순히 액비생산에만 집중하여 별도의 악취방지시설을 설치하지 않는 사업 특성과 가축분뇨의 액비화 과정에서 소량으로 발생하는 고형물의 처리를 위해 별도의 퇴비화 시설을 구비하지 않는 농가형 액비화 시설의 특성에서 기인하는 것으로 판단됨
- 실제로 농가형 액비화 시설의 경우 액비생산 및 저장을 위한 설비를 중심으로 시설을 설치하고, 대규모 공동자원화 시설의 경우 액비생산 및 저장시설 이외에 악취방지시설, 고형물 퇴비화 시설을 갖추는 현장 상황에서 시설용량과 액비화 시설 설치비 간의 상관관계를 이해할 수 있음
- 액비화 중심의 시설용량과 시설 설치비 간의 상관관계 분석은 농가형 시설과 공동형 시설의 특징이 매우 상이하다는 점에서 시설용량별로 도출한 사업비를 실제 사업비로 인정하는 데는 어려움이 있음
- 그러나, 액비화 방식의 소규모 공동자원화 사업을 추진하는 경우에는 사업비의 적정성을 유지하기 위해서 액비화 및 저장시설 이외에 악취방지시설, 고형물 퇴비화 시설, 방역시설 등의 설치를 의무화하여 가축분뇨 처리와 관련한 환경성을 향상시키는 방향으로 설비투자를 유도하고, 이를 통해 사업비의 적정성을 유지시키는 방안이 바람직 할 것으로 판단됨

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-3> 자원화시설(액비, 퇴·액비) 용량별 시설설치비 추산

시설용량 (톤/일)	설치비 (10억 원)	100 톤/일 규모 환산 설치비 (10억 원)	100 톤/일 시설용량 기준 설치비 비율 ¹ (%)
20	0.12	0.59	25.3
30	0.25	0.85	36.5
40	0.43	1.08	46.4
50	0.65	1.30	55.8
60	0.91	1.51	64.8
70	1.20	1.72	73.8
80	1.54	1.92	82.4
90	1.92	2.13	91.4
100	2.33	2.33	100.0

주1 : 시설용량 100 톤/일의 시설 설치비를 기준으로 나타낸 비율

다. 액비화 소규모 공동처리 시설 설치비용 추산

- 앞에서 언급한 바와 같이 소규모 공동자원화 (액비화) 시설을 설치하는데 있어 액비화 및 액비저장시설 이외에 악취방지시설, 고형물 퇴비화 시설, 방역 및 계근시설 등의 설치를 고려하고 소규모 공동자원화 (액비화) 처리의 환경성을 향상시키는 방향으로 기존 100 톤/일 규모 공동자원화 시설의 설치비 사례에 기초하여 소규모 공동처리시설 (액비화)의 사업비를 산출한 결과 <표 III-4>와 같음
- 30 톤/일 규모 소규모 공동자원화 (액비화) 시설의 설치비는 약 1,005,000,000원으로 추산되었으며, 50 톤/일 규모 소규모 공동자원화 (액비화) 시설의 설치비는 약 1,510,000,000원으로 추산됨
- 본 소규모 공동자원화 (액비화) 시설 설치비는 기존 공동자원화 사업의 사례를 기초로 개략적으로 산출한 것으로 세부 비목별 시설 내역에 따라 다소 변동될 수 있음

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-4> 자원화시설(액비) 용량별 시설설치비 추산

항목	시설 규모		비고
	30 톤/일	50톤/일	
건축 및 토목공사	550,000,000	720,000,000	
기계설치공사	180,000,000	274,000,000	액상 : 액비화, 고상 : 퇴비화
악취방지시설공사	60,000,000	97,000,000	스크라바, 바이오필터
전기공사	35,000,000	53,000,000	
부대시설공사	45,000,000	66,000,000	소독시설 및 계근시설
기타	135,000,000	300,000,000	간접노무비, 각종 보험료, 산업안전보건관리비, 환경보전비, 기타경비, 일반관리비, 이윤, 부가가치세, 건축토목설계 및 감리비 등
계	1,005,000,000	1,510,000,000	

3. 퇴비화 시설 규모별 유지관리비용 검토

가. 퇴비화 시설 (우분뇨) 유지관리비용 검토

(1) 시설 규모별 퇴비화 물질수지 산출 기준

- 제도적으로 가축분뇨 액비화 시설은 생산되는 액비의 농경지 살포비 지원을 통해 유통·살포하고 있으나 액비제품을 판매하지는 못하고 있는 상황으로 별도의 액비 수익모델을 가지고 있지 않아 비용 중심의 자원화 시설의 경영수지를 나타냄
- 따라서 동일한 지역 및 사업 여건에서 액비화 시설의 시설용량을 다변화 하더라도 시설 유지관리비용의 변동은 크지 않은 사업 특성을 가지고 있으나 퇴비화 시설의 경우 퇴비 제품을 상품화 판매 할 수 있으므로 수익모델을 창출하여 일정 시설규모 이상에서는 수익사업으로의 전환이 가능함
- 따라서 퇴비화 시설의 경우 시설 설치비의 경제성뿐만이 아니라 시설의 경영성과 분석을 통해 퇴비화 시설의 수익구조를 분석하여 공동자원화 시설 다변화에 따른 경제성 분석 결과를 추가적으로 검토할 필요가 있음

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

- 따라서 본 연구에서는 공동자원화 시설 규모 다변화시 퇴비화 시설에서 나타나는 경영성과 변동을 검토하기 위하여 시설 규모별 퇴비화 물질수지 분석을 통해 퇴비 생산량을 산출하고 산출한 퇴비 생산량을 기준으로 경영성과를 분석하고자 하였음
- 퇴비화 시설 물질수지 분석을 위한 퇴비화 시설 유입설계 조건은 <표 III-5>와 같이 시설규모 30, 50, 70, 100 톤/일 규모 퇴비화 시설을 대상으로 물질수지를 분석하였으며, 축분과 수분조절제의 비율 선정 및 <표 III-6>의 퇴비화 시설 설계기준은 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(해설서)(농식품부, 환경부, 농협중앙회, 2009)의 내용을 기초로 하여 진행하였음
- 퇴비화 공정은 통풍식 발효조의 발효기간은 20일, 기계교반식 발효조의 발효기간은 15일, 후숙 발효조의 발효기간은 25일로 설정하여 물질수지를 분석하였으며, 퇴비화 공정에서 수분조절제의 함수율 기준은 25%, 통풍식 발효조의 발효 후 목표 함수율은 60%, 통풍식 발효조 유기물 분해율은 0.3%로 설정하고, 기계교반식 발효조의 발효 후 목표 함수율은 50%, 통풍식 발효조 유기물 분해율은 0.6%로 설정하였으며, 후숙발효조의 발효 후 목표 함수율은 50%, 통풍식 발효조 유기물 분해율은 0.06%로 설정하였음

<표 III-5> 퇴비화 유입규모별 유입설계 조건

규모(톤/일)	설계조건	비고
30	축분(30), 수분조절제(7.5)	
50	축분(50), 수분조절제(12.5)	
70	축분(70), 수분조절제(17.5)	
100	축분(100), 수분조절제(25.0)	

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

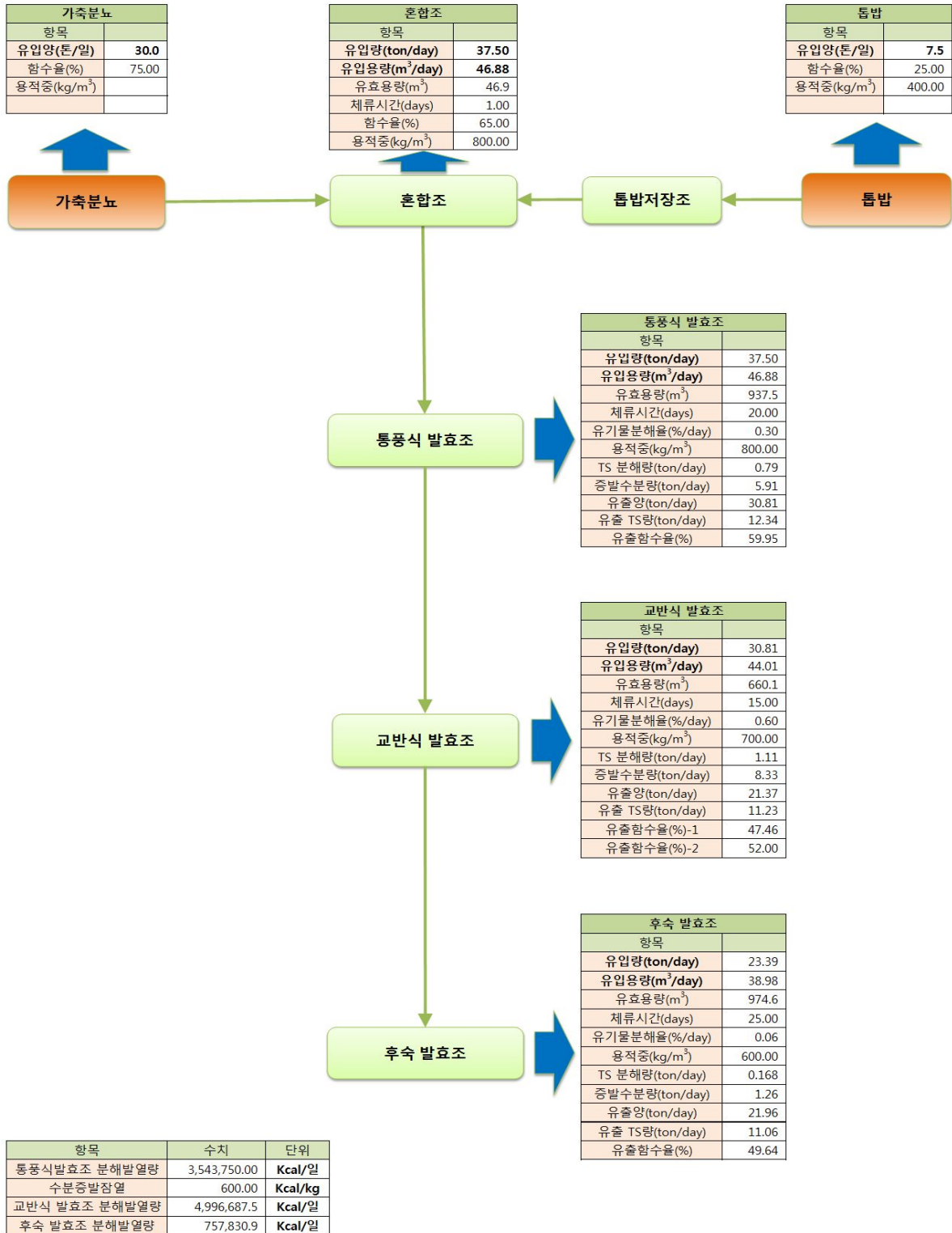
<표 III-6> 퇴비화 시설 공통 설계 기준

구분	설계조건		비고
수분조절제	톱밥의 함수율	25%	
	톱밥의 용적중	400kg/m ³	
통풍식 발효조	발효 전 용적중	800kg/m ³	
	목표 발효기간	20일	
	발효 후 목표 함수율	60%	
	발효조 분해율	0.3%	
기계교반식 발효조	발효 전 용적중	800kg/m ³	
	목표 발효기간	15일	
	발효 후 목표 함수율	50%	
	발효조 분해율	0.6%	
후숙 발효조	발효 전 용적중	600kg/m ³	
	목표 후숙기간	25일	
	후숙 후 목표 함수율	50%이하	
	발효조 분해율	0.06%	

(2) 시설 규모별 퇴비화 물질수지

- 시설 규모별 (30, 50, 70, 100 톤/일 규모) 퇴비화 공정의 물질수지 분석결과는 <그림 III-5>에서 <그림 III-8>에 나타내었으며, 물질수지 분석결과 30~100 톤/일 시설 규모별로 수분함량 약 50%의 퇴비를 21.9~73.2 톤/일 범위에서 생산할 수 있는 것으로 나타남
- 따라서 30 톤/일 규모 퇴비화 시설의 경우 연간 274,000 포, 50 톤/일 규모 퇴비화 시설의 경우 연간 458,000 포, 70 톤/일 규모 퇴비화 시설의 경우 연간 640,750 포, 100 톤/일 규모 퇴비화 시설의 경우 연간 915,000 포의 퇴비제품 생산이 가능하였음

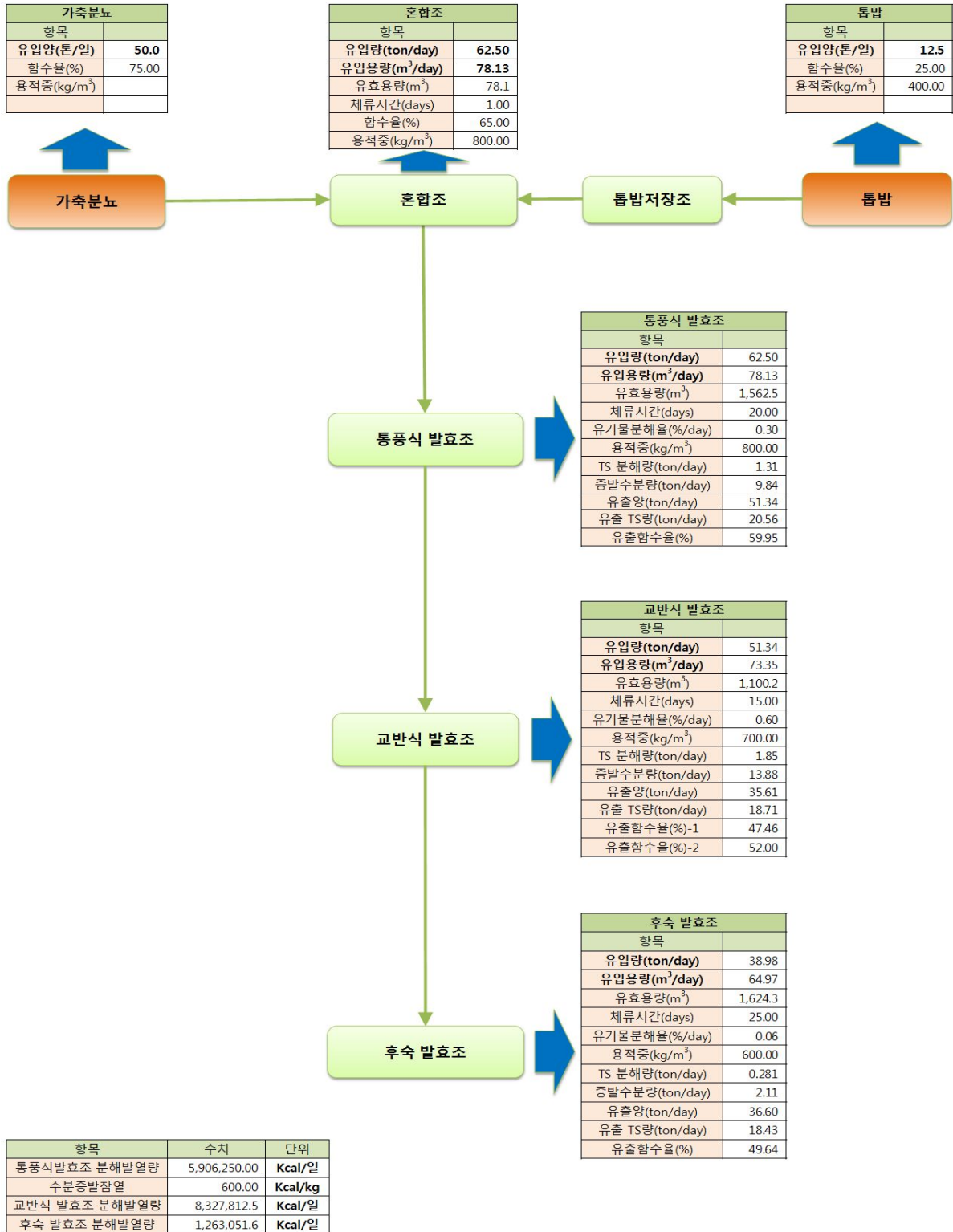
30톤/일 퇴비화물질수지



<그림 III-5> 30 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석

III. 공동자원화 시설 규모 다변화

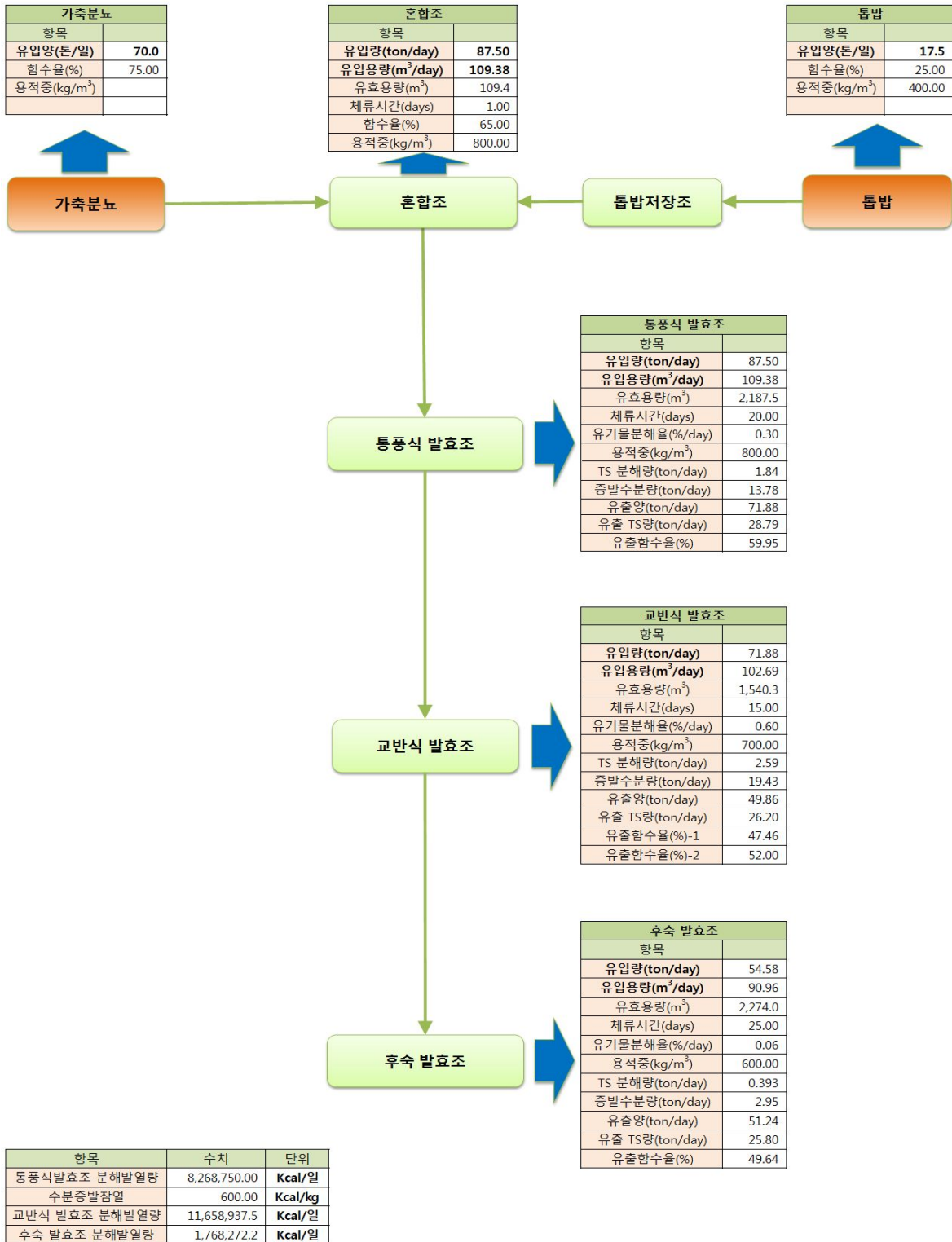
50톤/일 퇴비화물질수지



<그림 III-6> 50 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석

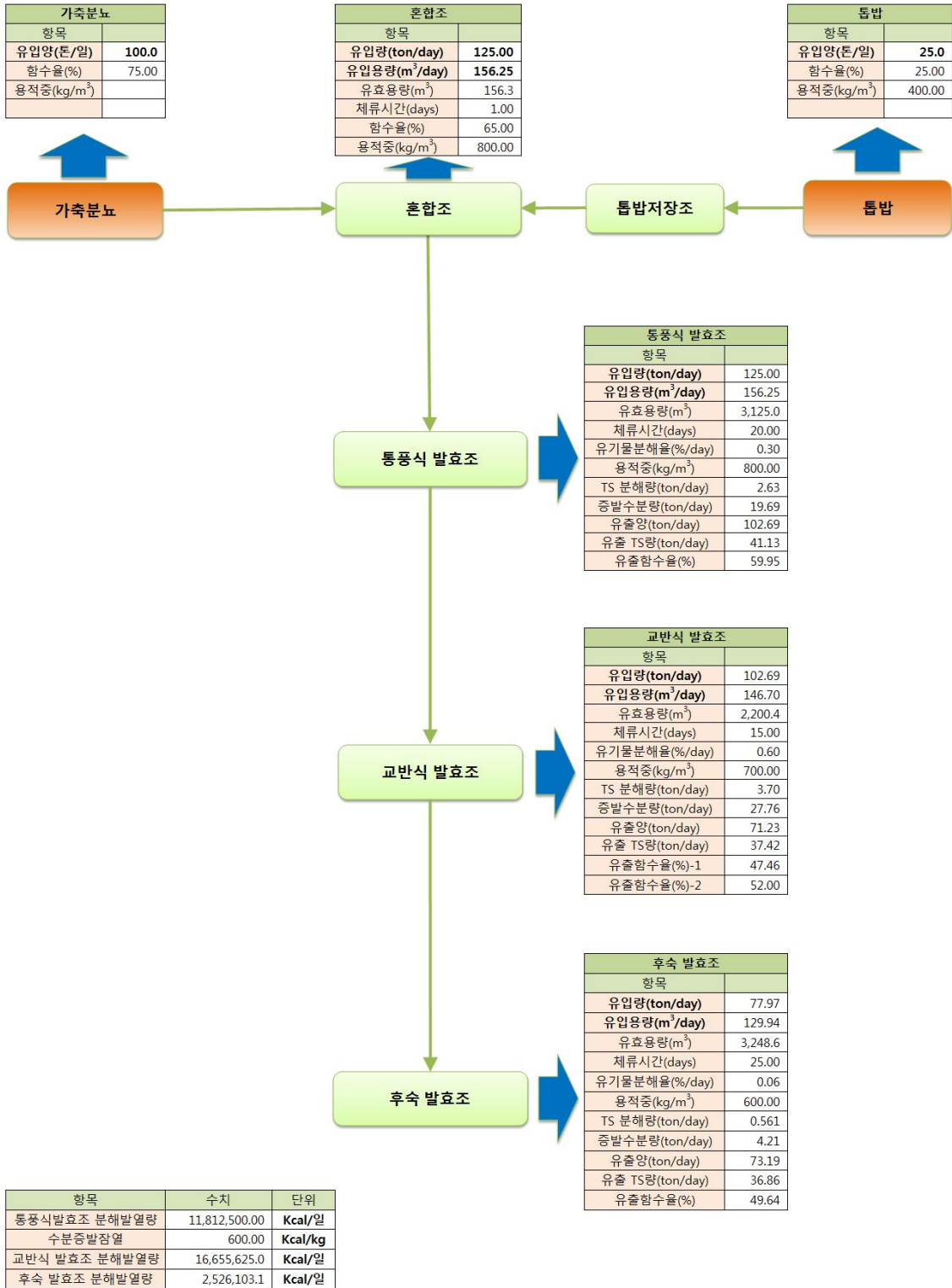
III. 공동자원화 시설 규모 다변화

70톤/일 퇴비화물질수지



<그림 III-7> 70 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석

100톤/일 퇴비화물질수지



<그림 III-8> 100 톤/일 규모 퇴비화 시설 물질수지 분석

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-7> 시설 규모별 퇴비 생산량

구분	퇴비화 시설 규모 (톤/일)				비고
	30	50	70	100	
퇴비생산량 (톤/일)	21.9	36.6	51.2	73.2	수분함량 49.64%
일퇴비생산량 (포/일)	1,096	1,832	2,563	3,660	20kg/포 기준
연간퇴비생산량 (포/년)	274,000	458,000	640,750	915,000	가동일수 250일/년 기준

(3) 시설 규모별 퇴비화 경영수지

- 시설 규모별 퇴비화 시설의 물질 수지 분석을 통해 산출한 경영수지는 <표 III-8> ~ <표 III-11>에 나타내었으며, 경영수지 분석에서 규모별 시설 설치비에 따른 분석 오차를 제거하기 위하여 감가상각비는 비용항목에서 제외하였으며, 분뇨 처리 수익은 전체 분석 시설에 대해 공통적으로 적용되는 수익으로 분석에서 제외하였음
- 시설규모별 경영비용은 시설 규모의 증가와 함께 비례적으로 증가하는 경향을 나타냈으며, 수분조절제 구입비용이 가장 큰 비중을 차지하면서 시설규모의 증가에 따라 가장 큰 비용 증가를 보임<그림 III-9>
- 시설 규모별 퇴비화 시설의 경영수지 분석에서 30 톤/일 규모 시설의 경우 연간 1,300,000 원의 수익이 발생하였으며, 시설용량이 100 톤/일 규모로 증가하는 경우 연간 420,667,000 원의 수익이 발생하는 것으로 나타남
- 시설 규모별로 나타나는 수익 발생의 차이는 소규모 시설에서 소요되는 기본 경비의 비중이 높은 반면 적은 퇴비제품 생산으로 퇴비판매 수익이 낮은데서 기인하며, 시설 규모의 증가와 함께 경영비용도 증가하나 퇴비제품 생산 및 판매 수익의 큰 증가폭으로 인하여 대형 시설에서의 경영수익이 증가하는 것으로 나타남

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

- 따라서 퇴비화 시설의 경우 경영비용의 상쇄가 가능한 일정 규모 이상의 퇴비제품의 생산이 보장되어야 경영수지를 유지할 수 있는 사업특성을 가지고 있어 소규모 퇴비화 시설의 경우 경영상 수익구조를 형성하기 어려운 것으로 평가됨
- 일반적으로 공동자원화 시설의 경우 연간 700,000만포 이상의 퇴비 생산이 가능하여야 경영수지를 맞출 수 있는 것으로 알려져 있으며, 따라서 공동자원화 사업을 추진하는 사업주체는 사업계획 시 퇴비생산량을 사업타당성의 가장 중요한 인자로 평가하고 있음
- 시설 규모별 퇴비화 시설의 경영수지 차이를 비교하기 위하여 <표 III-13>과 같이 각각의 시설 규모별 경영성과를 100 톤/일 규모 시설로 환산한 결과 30 톤/일 규모 시설을 약 3.3 개소를 설치하여 100 톤/일 규모의 가축분뇨를 퇴비화 하는 경우 연간 4,333,000 원의 수익이 발생하는 것으로 나타났으며, 이는 100 톤/일 규모 시설 1 개소를 설치하여 운영하는 경우 나타나는 경영수익 연간 420,667,000 원과 비교하여 약 10,000배의 수익 차이를 나타내는 것으로 평가됨
- 따라서 수익모델을 추구하는 퇴비화 시설의 경우 규모 다변화를 통한 소규모 공동자원화 시설의 도입은 사실상 경제성이 매우 낮은 것으로 평가되었으며, 소규모로 공동자원화를 추진하더라도 퇴비화시설의 경우 가능한 시설 규모를 확대하는 것이 경제성 측면에서 유리한 것으로 평가됨

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-8> 30 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지

구분		세 부 내 용	금액 (천원/년)
운 영 비	차량유지비	- 16톤트럭: 80L/대×1대×250일 = 20,000L/년 - 페이로더 : 80L/대×1대×250일 = 20,000L/년 - 스키로우더 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 지게차 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 정상가동시 : 65,000L/년 65,000L/년×1,700원/L = 110,500천원/년	110,500
	전력비	- 계약전력 : 500kw(농병적용) 500kw×1,150원/kw×12월/년 = 6,900천원/년 - 사용전력 : 4,000kwh 4,000kwh×250일/년×39원/kwh = 39,000 천원/년	45,900
	인건비	- 총괄관리 : 1인×5,000천원/월×12월/년 =60,000천원/년 - 시설운영 및 장비운전: 4인 × 2,500천원/월×12월/년=120,000천원/년	180,000
	원료구입비	- 톱밥:7.5톤/일×200천원/톤×250일/년=375,000천원/년 - 우분수거10천원/톤×50톤/일×250일/년=75,000천원/년 - 포장지1,096매/일×250원/매×250일/년=68,500천원/년	518,500
	시설운영비	- 관리비(인건비10%) 18,000천원/년 - 유지보수비(시설투자비0.5%) 20,000천원/년 - 측정검사비 및 기타 10,000천원/년	48,000
합 계			902,900
수 입	분뇨수거비	없음	0
	퇴비판매비	- 1,096포/일 × 250일/년 × 3,300원/포 = 904,200천원/년	904,200
합 계			904,200
시설운영 경제성	- 904,200천원/년 - 902,900천원/년=1,300천원/년(수익) (금융비용 및 감가상각비 제외)		

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-9> 50 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지

구분		세 부 내 용	금액 (천원/년)
운 영 비	차량유지비	- 16톤트럭: 80L/대×1대×250일 = 20,000L/년 - 5톤트럭: 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 페이로더 : 80L/대×2대×250일 = 40,000L/년 - 스키로우더 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 지게차 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 정상가동시 : 97,500L/년 97,500L/년×1,700원/L=165,750천원/년	165,750
	전력비	- 계약전력:600kw(농병적용) 600kw×1,150원/kw×12월/년=8,280천원/년 - 사용전력:6,000kwh 6,000kwh×250일/년×39원/kwh=58,500천원/년	66,780
	인건비	- 총괄관리 : 1인× 5,000천원/월×12월/년 =60,000천원/년 - 시설운영 및 장비운전: 7인 × 2,500천원/월×12월/년=210,000천원/년	270,000
	원료구입비	- 톱밥:12.5톤/일×200천원/톤×250일/년=625,000천원/년 - 우분수거10천원/톤×50톤/일×250일/년=125,000천원/년 - 포장지1,832매/일×250원/매×250일/년=114,500천원/년	864,500
	시설운영비	- 관리비(인건비10%) 27,000천원/년 - 유지보수비(시설투자비0.5%) 25,000천원/년 - 측정검사비 및 기타 10,000천원/년	62,000
합 계			1,429,030
수 입	분뇨수거비	없음	0
	퇴비판매비	- 1,832포/일 × 250일/년 × 3,300원 포 = 1,511,400천원/년	1,511,400
합 계			1,511,400
시설운영 경제성	- 1,511,400천원/년 - 1,429,030천원/년=82,370천원/년(수익) (금융비용 및 감가상각비 제외)		

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-10> 70 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지

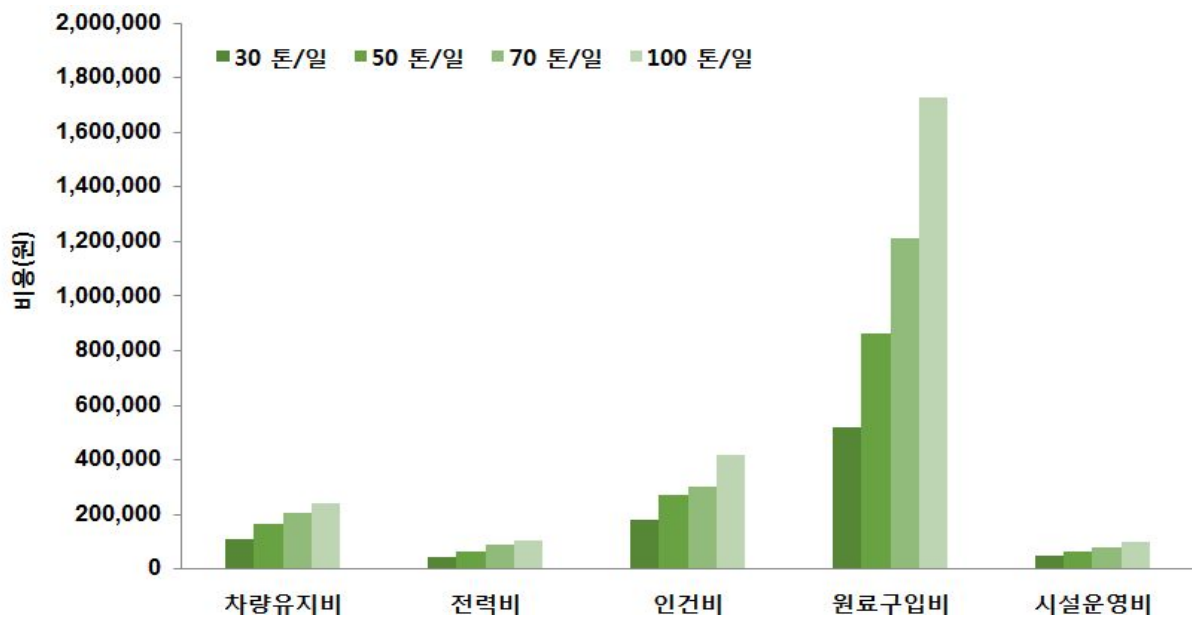
구분		세 부 내 용	금액 (천원/년)
운 영 비	차량유지비	- 25톤트럭: 100L/대×1대×250일 = 25,000L/년 - 16톤트럭: 80L/대×1대×250일 = 20,000L/년 - 5톤트럭: 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 페이로더 : 80L/대×2대×250일 = 40,000L/년 - 스키로우더 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 지게차 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 정상가동시 : 122,500L/년 122,500L/년×1,700원/L=208,250천원/년	208,250
	전력비	- 계약전력:1000kw(농병적용) 1,000kw×1,150원/kw×12월/년=13,800천원/년 - 사용전력:8,000kwh 8,000kwh×250일/년×39원/kwh=78,000천원/년	91,800
	인건비	- 총괄관리 : 1인× 5,000천원/월×12월/년 =60,000천원/년 - 시설운영 및 장비운전: 8인 × 2,500천원/월×12월/년=240,000천원/년	300,000
	원료구입비	- 톱밥:17.5톤/일×200천원/톤×250일/년=875,000천원/년 - 우분수거10천원/톤×70톤/일×250일/년=175,000천원/년 - 포장지2,563매/일×250원/매×250일/년=160,187천원/년	1,210,187
	시설운영비	- 관리비(인건비10%) 33,000천원/년 - 유지보수비(시설투자비0.5%) 35,000천원/년 - 측정검사비 및 기타 10,000천원/년	78,000
합 계			1,888,237
수 입	분뇨수거비	없음	0
	퇴비판매비	- 2,563포/일 × 250일/년 × 3,300원/포 = 2,114,475천원/년	2,114,475
합 계			2,114,475
시설운영 경제성	- 2,114,475천원/년 - 1,888,237천원/년=226,238천원/년(수익) (금융비용 및 감가상각비 제외)		

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화

<표 III-11> 100 톤/일 규모 퇴비 생산량 퇴비화 시설 경영수지

구분		세 부 내 용	금액 (천원/년)
운 영 비	차량유지비	- 25톤트럭: 100L/대×1대×250일 = 25,000L/년 - 16톤트럭: 80L/대×2대×250일 = 40,000L/년 - 5톤트럭: 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 페이로더 : 80L/대×2대×250일 = 40,000L/년 - 스키로우더 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 지게차 : 50L/대×1대×250일 = 12,500L/년 - 정상가동시:142,500L/년 142,500L/년×1,700원/L=242,250천원/년	242,250
	전력비	- 계약전력:1300kw(농병적용) 1,300kw×1,150원/kw×12월/년=15,600천원/년 - 사용전력:9,297kwh 9,297kwh×250일/년×39원/kwh=90,645천원/년	106,245
	인건비	- 총괄관리 : 1인× 5,000천원/월×12월/년 =60,000천원/년 - 시설운영 및 장비운전: 12인 × 2,500천원/월×12월/년=360,000천원/년	420,000
	원료구입비	- 톱밥:25톤/일×200천원/톤×250일/년=1,250,000천원/년 - 우분수거10천원/톤×100톤/일×250일/년=250,000천원/년 - 포장지:3,660매/일×250원/매×250일/년=228,750천원/년	1,728,750
	시설운영비	- 관리비(인건비10%) 42,000천원/년 - 유지보수비(시설투자비0.5%) 50,000천원/년 - 측정검사비 및 기타 10,000천원/년	102,000
합 계			2,599,245
수 입	분뇨수거비	-	0
	퇴비판매비	- 73.21톤/일÷20kg/포×250일/년×3,300원/포 = 3,019,912천원/년	3,019,912
합 계			3,019,912
시설운영 경제성	- 3,019,912천원/년 - 2,599,245천원/년=420,667천원/년(수익) (금융비용 및 감가상각비 제외)		

Ⅲ. 공동자원화 시설 규모 다변화



<그림 III-9> 시설 규모별 퇴비화 시설 경영비용

<표 III-12> 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지

시설규모 (톤/일)	비용 (원)	수익 (원)	경영수지 (원)
30	902,900,000	904,200,000	1,300,000
50	1,429,030,000	1,511,400,000	82,370,000
70	1,888,237,000	2,114,475,000	226,238,000
100	2,599,245,000	3,019,912,000	420,667,000

<표 III-13> 100 톤/일 기준으로 환산한 시설 규모별 퇴비화 시설 경영수지

시설규모 (톤/일)	100 톤/일 규모 환산 비용 (원)	100 톤/일 규모 환산 수익 (원)	100 톤/일 규모 환산 경영수지 (원)
30	3,009,667,000	3,014,000,000	4,333,000
50	2,858,060,000	3,022,800,000	164,740,000
70	2,697,481,000	3,020,679,000	323,197,000
100	2,599,245,000	3,019,912,000	420,667,000

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

1. 가축분뇨 에너지화 시설 개요

가. 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위

- 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제4호에서는 “자원화시설”이라 함은 퇴·액비화시설 또는 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”(이하 “신재생에너지 촉진법”이라 한다) 제2조제1호 나목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설로 규정하고 있음
- 가축분뇨는 가축종, 가축 사육사의 특성, 가축분뇨 관리 및 자원화 특성에 따라 수분함량을 달리하여 액상(liquid), 슬러리상(slurry), 고상(solid)의 다양한 성상으로 발생하고, 특히 깔짚 우사 및 돈사 등에서는 깔짚으로 사용하는 톱밥, 왕겨 등이 가축분뇨와 혼합 배출 되는 특성이 있음
- 따라서 가축분뇨를 바이오에너지로 전환하는 데는 다양한 원료 성상 특성으로 인하여 <표 IV-1>과 같이 다양한 바이오에너지 전환기술의 적용이 가능, 가축분뇨 바이오에너지 전환기술은 전환기술의 특성에 따라 물리적, 열화학적, 생물학적 변환 기술로 구분할 수 있음
- 가축분뇨의 바이오에너지 전환기술의 수준을 살펴보면, 반탄화, 수열탄화, 가스화와 같은 열화학적 변환기술과 수소발효와 같은 생물학적 변환기술은 연구 또는 실증 단계의 기술로 상용화를 위해서는 추가적인 연구·개발이 요구되는 기술들이며, 물리학적 변환에 의한 고형연료화 기술, 열화학적 변환에 의한 탄화기술, 생물학적 변환에 의한 메탄발효 기술은 상용화 수준의 기술로 사업화가 진행 중에 있는 기술임

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 따라서 가축분뇨 에너지화 시설의 기준은 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”(이하 “신재생에너지 촉진법”이라 한다) 제2조제1호 나목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설로 규정 할 수 있음
- 또한 현재 시점에서 가축분뇨 에너지화 시설의 적용 기술범위는 물리학적 변환에 의한 고형연료화 기술, 열화학적 변환에 의한 탄화기술, 생물학적 변환에 의한 메탄발효 기술로 정의할 수 있음

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-1> 가축분뇨 에너지화 기술 내용 및 현황

기술구분		기술내용	기술현황
물리학적 변환	고형연료화	- 건조, 절단, 파쇄, 성형의 과정을 통한 고형연료 생산기술	- 톱밥 등 깔짚을 포함하는 유사 배출물의 건조 성형 연료화 제품 생산 시범사업 진행 - 환경부 가축분뇨 고형연료 제품의 제도화 추진 중
	열화학 변환	①탄화	- 바이오매스를 산소공급을 차단 또는 제한해서 400~900℃정도에서 가열, 열분해에 의한 탄소 함유율이 높은 고체 생성물을 얻는 기술
②반탄화		- 바이오매스를 산소공급을 차단해서 200~300℃정도에서 탄화하기 전에 중저온으로 가열, 탈수하고 에너지 밀도와 내수성이 높은 고체 생성물을 얻는 기술	- 국외 하수슬러지 반탄화 기술은 상용화 사례가 있으나 국내 기술사례 없음
③수열탄화		- 바이오매스를 150~300℃정도의 가압수로 탈수, 탈산소, 압밀작용으로 탄화, 고밀도, 고칼로리의 고형연료를 생산하는 기술	- 하수슬러지 수열탄화 기술은 상용화 사례 있음 - 가축분뇨 수열탄화 연구개발 단계
가스화 (전력, 열이용)		- 바이오매스로부터 고온(650~1,100℃) 하에서 수증기 산소 등의 가스화제를 이용해서 가스를 발생시켜 발전과 열 생산에 이용하는 기술	- 국내 초본계 바이오매스 이용 가스화 기술 실증 단계 - 가축분뇨 이용 가스화 기술 적용 사례 없음
생물화학 변환	메탄발효 (습식, 건식)	- 바이오매스를 미생물로 혐기성 발효시켜 메탄가스를 발생시키는 기술 - 고함수 바이오매스 습식혐기소화하고, 저함수 바이오매스는 건식 또는 고상혐기소화 함	- 양돈슬러리의 습식혐기소화기술 상용화 - 우분 등 고상가축분뇨의 고상혐기소화 기술 연구·개발단계
	수소발효	- 바이오매스를 가용화해서 수소 발효시킨 후에 메탄발효를 통해 에너지와 수소를 회수하는 기술	- 국내 가축분뇨 이용 수소생산 기술 연구개발 단계

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-2> 가축분뇨 에너지화 기술 및 기술수준

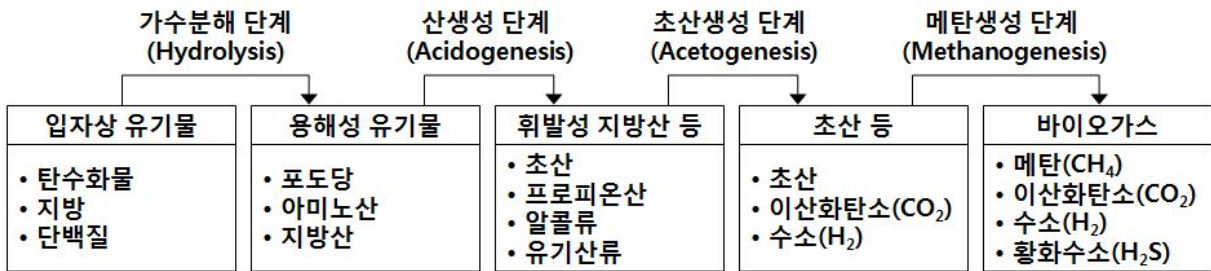
기술		제조물	기술수준			
			현재	5년후	10년후	20년후
물리학적 변환	고형연료화	칩, 펠릿 등	실용화			
열화학적 변환	고체 연료화 ①탄화 ②반탄화 ③수열탄화	고형연료	실용화			
			실증	실용화		
			실증	실용화		
	가스화	액체연료	연구	실증	실증	실용화
생물화학적 변환	메탄발효 ①습식 ②건식(고상)	가스, 열, 전기	실용화			
			연구	실증		
	수소발효	가스, 열, 전기	연구	실증	실증	실용화

<표 IV-3> 가축분뇨 에너지화 시설의 기준 및 범위

구분	내용	비고
기준	- “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”(이하 신재생에너지 촉진법)이라 한다) 제 2조제 1호 나목의 규정에 따른 바이오에너지 등으로 만드는 시설	
범위	- 고형연료화 시설 : 가축분뇨를 건조, 성형 등의 물리학적 변환 과정, 또는 탄화 등의 열화학적 변환과정을 통해 고형연료를 만드는 시설 - 바이오가스화 시설 : 가축분뇨를 미생물을 이용하여 혐기소화시켜 기체연료, 열 및 전기 에너지를 만드는 시설	

나. 가축분뇨 바이오가스화 기술

- 기존 공동자원화 시설에 연계하여 가축분뇨 에너지화 시설을 도입 방안을 도출하고자 하는 본 연구용역에서는 현재 시점에서 가축분뇨 에너지 전환기술의 기술수준 및 가축분뇨 바이오가스화 중심의 가축분뇨 에너지화 사업 현황 등을 고려하여 바이오가스화 시설을 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 대상 시설로 선정하여 검토 하고자 함
- 가축분뇨 에너지화 시설 도입기술로 선정한 가축분뇨 바이오가스화 기술은 현재 상용화 보급 중에 있는 기술로서 산소가 없는 극도의 환원상태에서 혐기미생물의 미생물화학 반응을 이용하여 유기물로부터 메탄 (CH₄) 가스를 생산하는 생물학적 메탄생산 기술 임



<그림 IV-1> 가축분뇨 혐기소화 메커니즘

- 바이오가스 생산 단계는 기능적으로 네 단계로 구분할 수 있으며<그림 III-1>, 첫 번째 단계는 입자상의 유기물에 포함되어 있는 탄수화물, 지방 단백질과 같은 고분자 유기물이 가수분해 미생물에 의해 포도당, 아미노산, 지방산과 같은 단위 화합물로 분해되는 가수분해(Hydrolysis) 단계이고, 두 번째 단계는 단위 화합물이 미생물이 이용하기에 용이한 각종 휘발성 지방산, 알콜류, 유기산류로 분해되는 산생성(Acidogenesis) 단계, 세 번째 단계는 산생성 단계의 생성물을 메탄생성균이 이용하기에 용이한 초산(Acetic acid)과 CO₂, H₂로 전환시키는 초산생성(Acetogenesis) 단계, 마지막으로 초산생성 단계의 산물을 이용하여 CH₄를 생산하는 메탄생성(Methanogenesis) 단계로 구분

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 혐기성 소화 공정은 혐기소화조 내 혐기미생물의 최적 활성 온도에 따라 저온 (Psychrophilic, 20°C 부근), 중온(Mesophilic, 35~40°C), 고온(Thermophilic, 55~60°C) 소화 공정으로 구분할 수 있으며, 소화조 유입되는 원료의 유기물 농도에 따라 습식(Wet, TS 0~10%) 건식(Dry, TS 10~20%), 고상(Solid, TS 25% 이상) 혐기소화 공정으로 구분하고 있음
- 바이오가스의 조성은 유기물의 종류, 혐기성 미생물의 활성, 생물화학적 혐기반응 조건에 따라 차이가 있으나 일반적으로 55~70%의 메탄(CH₄), 30~40%의 이산화탄소(CO₂) 그리고, 수소(H₂), 황화수소(H₂S), 암모니아(NH₃), 수분(H₂O), 각종 휘발성 지방산(Volatile Fatty Acid)으로 구성된다. 바이오가스의 주성분인 메탄은 도시가스(천연가스)의 주성분으로 메탄가스는 1 Nm³당 8,560 kcal의 저위발열량(LHV; Lower Heating Value)을 가지고 있으며, 약 65%의 메탄을 포함하는 바이오가스는 1 Nm³ 당 약 5,550 kcal의 저위발열량을 가짐
- 바이오가스 플랜트는 고농도의 유기물을 포함하는 각종 폐기물계 바이오매스를 원료로 이용하며, 이들 원료를 저장·분쇄·가용화하는 전처리 공정, 유기물로부터 바이오가스를 생산하는 혐기성 소화 공정, 바이오가스를 열 또는 전기에너지로 전환시키는 에너지 전환공정이 근간을 이루고 있음<표 IV-4>
- 바이오가스 플랜트 기술에서 원료관리와 소화액 이용기술은 직접적인 플랜트 기술에 포함되지는 않으나 원료관리 및 탐색 기술은 바이오가스 플랜트의 최적설계에 활용되고, 소화액 자원순환 기술은 최종 소화액의 안정적인 처리 방안을 확보한다는 측면에서 가축분뇨 바이오가스화 기술에서 중요한 부분을 차지함

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-4> 바이오가스화 기술 분야 및 내용

기술 구분	기술 분야	기술 내용
원료관리	원료 관리 및 탐색	·바이오매스 메탄퍼텐셜 분석 및 목록 구축 ·바이오매스 혐기소화 특성 분석
플랜트	설계 기술	·공정 개통의 구성 ·플랜트 물질 수지 및 에너지 수지 분석 ·플랜트 에너지 효율(열, 전기) 최적화 ·플랜트 에너지 생산 극대화
	전처리 기술	·이물질 선별, 분리 ·유기물 가용화 : 혐기소화효율 증대 ·유해미생물 관리 : 병원성 미생물 사멸처리(가열 처리)
	혐기소화 기술	·원료 유입부하 관리 ·시운전, 혐기미생물 관리, 소화조 안정성 유지 ·운전 모니터링 및 제어
	에너지 전환 기술	·전력변환 : 엔진발전기, 마이크로터빈, 미생물 연료전지 ·고질가스화 : 바이오가스 정제(CO ₂ 제거), 탈황
소화액 이용	자원순환기술	·비료가치 향상(액비 농축) ·소화액 위생안전성 관리 ·소화액 비료가치 관리 ·작물별 시비 체계

2. 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 도입 유형

가. 바이오가스화 시설 도입 시 고려사항

- 기존 공동자원화 시설에 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 가장 중요한 고려사항은 신규로 도입하는 바이오가스화 시설의 경제성임, 따라서 신규로 도입하는 바이오가스화 시설은 기존 공동자원화 시설과 최대한 연계하여 설치 사업비를 최소화 하고, 원료 유입계획을 최적화하여 바이오가스 생산 효율을 극대화할 필요가 있음
- 기존 시설과의 연계성을 높이고 바이오가스 생산을 극대화하는 방향에서 신규 바이오가스 시설 도입을 시설용량, 원료 유입계획, 바이오가스 이용 방법, 액비화 여건, 악취문제 등을 검토한 결과 <표 IV-5>와 같음
- 본 연구에서는 바이오가스화 시설도입을 위해 기존 공동자원화 시설의 자원화 방법을 액비화에 한정하였으며, 기존 액비화 시설에 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 혐기소화기간(약 30일)의 증가로 전체적인 유입용량이 약 25% 증가가 가능한 것으로 나타남
- 따라서 바이오가스 생산을 위한 혐기소화조의 도입으로 증가하는 시설용량 만큼은 바이오가스 생산성을 향상시키기 위해 음폐수 또는 음식물을 추가로 반입하여 통합혐기소화 하는 방향으로 시설 도입방안을 검토
- 통합혐기소화를 위한 원료 중 음식물의 경우 과봉, 과쇄, 선별, 분리 등 과도한 전처리 설비를 요구하는 특성이 있어, 음식물쓰레기 전처리를 위한 시설 내용 증가, 시설설치비 증가, 설치 후 운전비용 증가의 원인이 될 수 있음
- 따라서 본 연구에서는 과도한 전처리 설비를 요구하는 음식물쓰레기는 원료 유입 계획에서 배제하고 별도의 전처리 설비가 요구되지 않는 음폐수의 유입을 통한 통합혐기소화 방안을 채택하였음

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 바이오가스의 이용은 지금까지 열, 가스연료, 전력 등 다양한 이용방안이 있으나 실용화 및 산업화 측면을 고려할 때, 전력생산 판매가 가장 실행 가능한 방법으로 판단하고, 바이오가스 전소엔진발전예 의한 전력생산을 바이오가스 이용 방안으로 채택하였음
- 악취문제는 혐기소화조는 밀폐형으로 운전되는 만큼 악취발생요인이 없어, 음폐수 유입에 따른 저장조 및 전처리 시설에서의 악취만을 포집하여 처리하는 방안 채택

<표 IV-5> 기존 공동자원화 시설 연계 바이오가스화 시설 도입시 고려사항

항목	고려사항	대응방안
시설 용량	- 기존공동자원화 시설의 자원화 방식은 무엇인가?	- 퇴비화 시설용량과 액비화 시설용량을 구분하여 조사, 액비화 시설 유입규모를 혐기소화조 유입규모로 간주
	- 기존 공동자원화 시설의 액상 가축분뇨 유입규모는 얼마인가?	- 공동자원화 시설 액비화 시설 용량을 조사하여 혐기소화조 유입규모 설정
	- 총액비저장용량(총 액비저장기간)은 얼마로 할 것인가?	- 혐기소화조 도입으로 혐기소화조의 체류기간 약 30일 만큼 액비저장용량이 증가 - 혐기소화조 도입시 약 25% 시설유입규모 증가가 가능 - 기존시설 유입규모를 기준으로 시설용량 확대 방안을 검토
원료 유입 계획	- 바이오가스 생산량 증대를 위하여 음식물류를 통합소화 할 것인가?	- 바이오가스 생산시설의 경제성 향상을 위해 음식물류를 30%까지 통합소화 하는 방안을 채택
	- 통합소화의 원료는 무엇으로 할 것인가?	- 음식물을 통합소화하는 경우 과도한 전처리 설비비용 및 전처리과정에서 악취발생 문제 우려 - 음폐수를 처리하는 경우 전처리설비 없이 혐기소화조에 직투입이 가능 - 따라서 본 연구에서는 전처리 설비비용 절감 및 과도한 악취 발생 경감을 위해 음폐수를 직투입하는 방안을 채택

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

항목	고려사항	대응방안
	- 음식물 통합소화시 가축분뇨와 음식물의 유입계획은 어떻게 할 것인가?	- 가축분뇨와 음식물의 투입 비율은 비료공정규격 (가축분뇨발효액)에 따라 7:3으로 설정 - 기존 가축분뇨 유입 용량규모 내에서 7:3으로 투입하는 방안과 혐기소화조 도입에 따른 시설 유입용량 증가를 고려하여 7:3으로 투입하는 두 가지 방안을 검토
바이오 가스 이용	- 바이오가스는 어떻게 이용할 것인가?	- 바이오가스의 이용은 전력생산 판매, 가스생산 판매, 열 생산 판매의 방식이 있으나 기존 바이오가스화 시설은 전력생산 판매 중심으로 운영 - 현시점 바이오가스 이용기술의 실용화 및 산업화 현황을 고려하여 전력생산 판매 방안을 채택
액비화 여건	- 음식물류를 통합혐기소화하는 경우 후단 액비화 시설 유기물 부하증가로 인한 문제는 없는가?	- 바이오가스화 시설 용량 설정 및 음식물류 통합소화 유형에 따라 액비화 공정 유기물 유입부하량 검토 - 혐기소화액의 고액분리를 통해 액비화 시설 유기물 유입 부하 감소 방안 도출 - 유기물 유입부하량 증가시 액비화 공정 개선 방안 도출
악취 발생	- 음식물류 통합소화에 따른 추가 악취발생은 어떻게 해결할 것인가?	- 음식물류 유입부는 악취발생을 최소화 할 수 있는 방향으로 설계하고, 발생악취 포집 및 처리장치 반영

나. 신규 설치 바이오가스화 시설 내역 검토

- 기존 가축분뇨 액비화 공동자원화 시설과 신규로 도입하는 가축분뇨 바이오가스화 시설의 연계를 위한 시설 내역을 검토한 결과 가축분뇨 관련 원료 유입관리 부분 침사스크린 및 가축분뇨 저장조는 신규 바이오가스화 시설에 연계하여 사용이 가능
- 가축분뇨 전처리 부분의 경우 고액분리장치는 기존 시설을 연계하여 활용하되, 혐기소화액의 고액분리에 적합성과 효율성을 검토하여 시설개보수의 필요성이 있는 경우 신규 설치하는 방향으로 검토하여 시설 설치

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 액비화조와 액비저장조는 바이오가스화 시설의 도입으로 30일 이상의 체류시간을 가지는 혐기소화조가 설치되므로 액비저장기간의 제약문제는 없으나, 음폐수의 통합혐기소화로 인한 유기물 부하 증가가 액비화 효율저하 영향을 줄 수 있으므로 시설 도입 시 사전 물질수지 검토를 통해 폭기량 및 산기장치 용량 증가가 필요한 경우 개보수 실시 여부를 검토하여 시설 설치
- 악취방지시설의 경우, 악취민원 등 문제 발생 가능성을 사전에 방지하기 위하여 바이오가스화 시설 관련 악취는 별도로 관리하는 방향으로 시설 설치
- 이외 가축분뇨 및 음폐수의 통합혐기소화를 위해 요구되는 바이오가스 생산, 정제, 발전 관련 설비 등은 신규로 설치하고, 바이오가스화 시설 운전·제어 관련 전기·계측설비, 기존 공동자원화 시설과의 연결배관, 운전제어반은 별도로 분리하여 설치하는 것이 시설의 운전안전성을 향상시킬 수 있는 방안으로 판단됨

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-6> 기존 가축분뇨 액비화 시설 연계 방안 검토

구분	기존 가축분뇨 액비화 공정 내용	바이오가스화 시설 설치시 연계 방법
유입원료	- 침사스크린	- 연계 사용
	- 가축분뇨 저장조	- 연계 사용
전처리	- 고액분리장치	- 연계 사용, 기존 고액분리장치의 효율 및 노후화 정도를 고려하여 신규 설치
	- 유량 조정조	- 연계 사용, 신규로 유입하는 음폐수 유입용량을 고려하여 유량조정조 체류시간 검토 보완
액비화조	- 폭기식 액비화 반응조	- 연계 사용, 신규로 입하는 음폐수 유입용량 및 유기물 농도부하를 분석하여 액비화 폭기량 적정성 확인
액비저장조	- 액비저장조	- 연계사용
악취처리	- 악취방지시설	- 신규설치, 음식물 유입으로 인한 악취 발생 특성 차이로 신규로 악취방지시설 설치

다. 공동자원화 연계 가능 사업규모 검토

- 국내 가동·설치 중인 공동자원화 시설은 2014년 1월 기준 총 89개소로서 이중 가축분뇨 에너지화 시설 도입이 가능한 액비화 시설과 액비화 시설 규모를 검토한 결과 <표 IV-7>과 같음
- 기존 공동자원화 시설 중 액비화 공정을 채택하여 가축분뇨 액비를 생산하고 있는 시설은 78 개소로 나타나고 있으며, 액비화 시설 규모는 20 톤/일 규모에서 150 톤/일 규모까지 다양하게 나타남
- 가축분뇨 에너지화 시설의 경제성은 시설규모와 시설의 운전효율이 중요한 인자로서, 가축분뇨 에너지화 시설의 도입시에는 1차적으로 유입처리 규모를 대용량화 할 필요가 있음

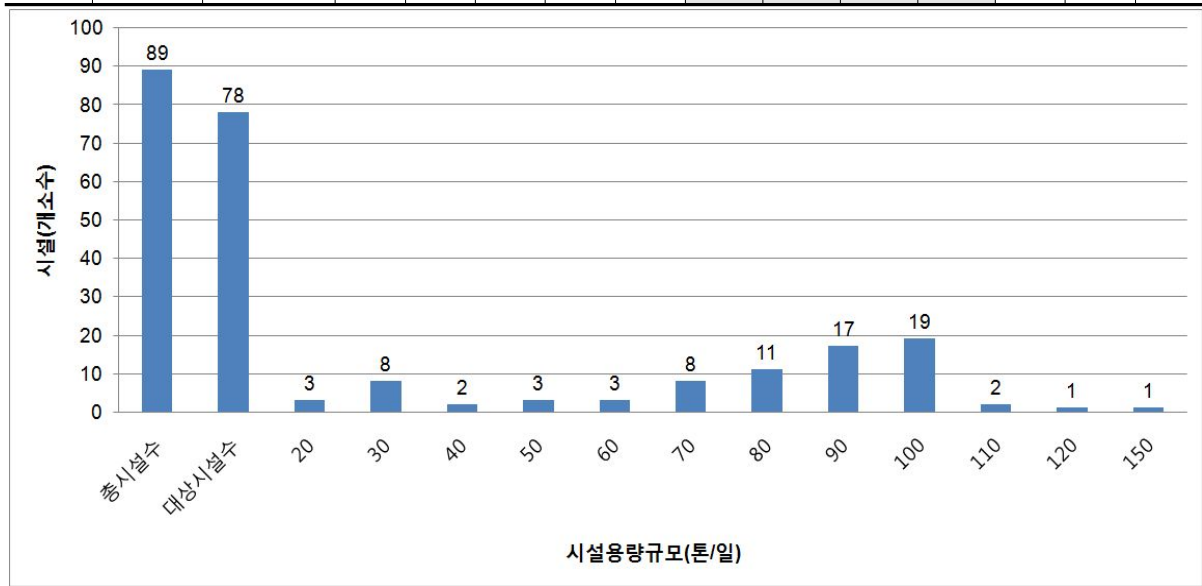
IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 따라서 70 톤/일 이상의 액비화 시설용량을 가지는 공동자원화 시설을 조사한 결과 70 톤/일 규모가 8 개소, 80 톤/일 규모가 11 개소, 90 톤/일가 17개소, 100 톤/일 규모가 19개소로 전체 공동자원화 시설의 약 62%를 차지하고 있어, 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설을 도입하는 경우 전국적으로 충분한 대상시설이 존재하는 것으로 나타남
- 100 톤/일 규모를 초과하는 공동자원화 시설은 4 개소가 존재하나 환경영향 평가 등으로 사업 추진 상 문제 발생의 소지가 있음

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-7> 기존 공동자원화 시설 연계 에너지화 사업량

지역	총 시설수	에너지화 도입가능 시설수	시설용량규모(톤/일, %)												
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	
계 (비율)	89 (100.0)	78 (87.6)	3 (3.4)	8 (9.0)	2 (2.2)	3 (3.4)	3 (3.4)	8	11	17	19	2 (2.2)	1 (1.1)	1 (1.1)	
								55							
								(9.0)	(12.4)	(19.1)	(21.3)				(61.8)
경기	14	10		4	1				1	2	2				
강원	3	1				1									
충북	5	4	1						1	1	1				
충남	16	15	2	1	1	1	1		2	4	1	2			
전북	14	13						1	1	4	7				
전남	11	10	1				1	1	2	1	4				
경북	5	5		1				1	1	2					
경남	10	10		1		1	1	2	1	2	2				
제주	11	10						3	2	1	2		1	1	



IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

라. 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입 유형

- 기존 공동자원화 100 톤/일 규모 액비화 시설의 일반적인 공정 유형은 <표 IV-8>과 같이 주로 양돈슬러리를 원료로 이용하고, 유입 양돈슬러리는 고액분리 후 고상은 퇴비화 하고, 액상은 액비화 공정으로 유입하며, 액비화조 및 액비저장조의 총 액비저장일수는 120일 이상으로 설치 운영하고 있음
- 이러한 공동자원화 액비화 시설에 가축분뇨 에너지화 시설을 연계하는 경우 <표 IV-9>에서 <표 IV-12>에 나타낸 바와 같이 네 가지 도입유형을 도출 할 수 있음
- 유형I은 기존 100 톤/일 시설규모를 유지하는 가축분뇨 단독 혐기소화 시설로서 체류시간 30일의 혐기소화조 도입에 따라 총액비저장일수가 150일까지 증가하는 특성이 있음
- 유형II는 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키는 가축분뇨 단독 혐기소화 시설로서 체류시간 30일의 혐기소화조 도입에 따라 증가하는 체류시간 만큼 가축분뇨 유입규모를 증가시키는 것을 특징으로 하고 있음
- 유형III은 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키고, 증가하는 유입용량 만큼의 음폐수를 통합 혐기소화 하는 시설로서 유입 가축분뇨 중 70 톤/일은 혐기소화조로 유입하고 30 톤/일은 기존 액비화조로 유입하여 혐기소화 후 부족한 유기물로 인한 액비화조의 운전효율 저하를 경감시키는 것을 특징으로 함
- 유형IV는 기존 100 톤/일 시설규모를 130톤/일 시설규모로 증가시키고, 증가하는 유입용량 만큼의 음폐수와 유입 가축분뇨를 전량 통합 혐기소화 하는 시설로서 바이오가스 생산량을 가장 극대화 시킬 수 있는 시설 유형임
- 기존 100 톤/일 규모 공동자원화 시설에 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 기존 액비화 시설과 신규 바이오가스 시설의 연계성과 연계 시설간의 운전 안전성이 매우 중요함

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

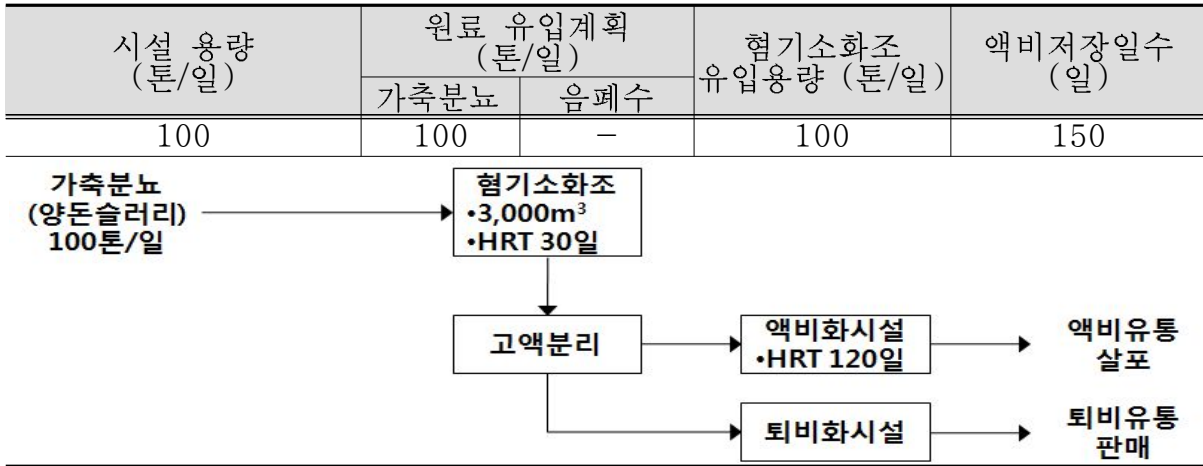
- 따라서 네 가지 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입 유형은 기존 100 톤/일 규모 공동자원화 시설에 바이오가스화 시설을 도입하는 여러 가지 도입 유형들 중에서 액비화조의 유입부하의 변동이 나타나는 시설 유형만을 선택적으로 도출한 것임
- 네 가지 가축분뇨 바이오가스 시설 도입유형의 공정 특성과 사업 특성은 <표 IV-13>과 <표 IV-14>와 같으며, 각각의 가축분뇨 바이오가스 시설 도입유형들은 서로 상이한 액비화조 유입부하를 가지면서, 기존 시설의 운전 특성과 지역여건에서 상이한 도입 특성을 나타내고 있음
- 기존 공동자원화 시설의 공통적인 공정 특성은 최소 120일 이상의 액비화 및 액비저장기간을 확보하고, 액비화조는 MLSS 8,000 mg/L, BOD 용적부하 0.8 kgBOD/m³·일, 호기성 액비화조 단위용량당 공기량 0.03 m³air/m³·min으로 설계하고 있음
- 따라서 유형I의 공정은 유효용적 3,000m³급의 혐기소화조 (HRT 30일)와 혐기소화조 도입으로 가축분뇨 체류시간이 30일 연장되고, 액비화 및 액비저장일수 150일로 연장되는 특성이 있음
- 유형II는 유효용적 3,900m³급의 혐기소화조 (HRT 30일)가 도입되고, 액비화 및 액비저장일수가 122일로 유지되는 특성이 있고, 유형III은 유효용적 3,000m³급의 혐기소화조 (HRT 30일)가 도입되고, 액비화 및 액비저장일수가 122일로 유지되고, 유형IV는 유효용적 3,900m³급 (HRT 30일)의 혐기소화조가 도입되고, 액비화 및 액비저장일수가 122일로 유지되는 것을 특징으로 하고 있음

<표 IV-8> 기존 공동자원화 시설 유형

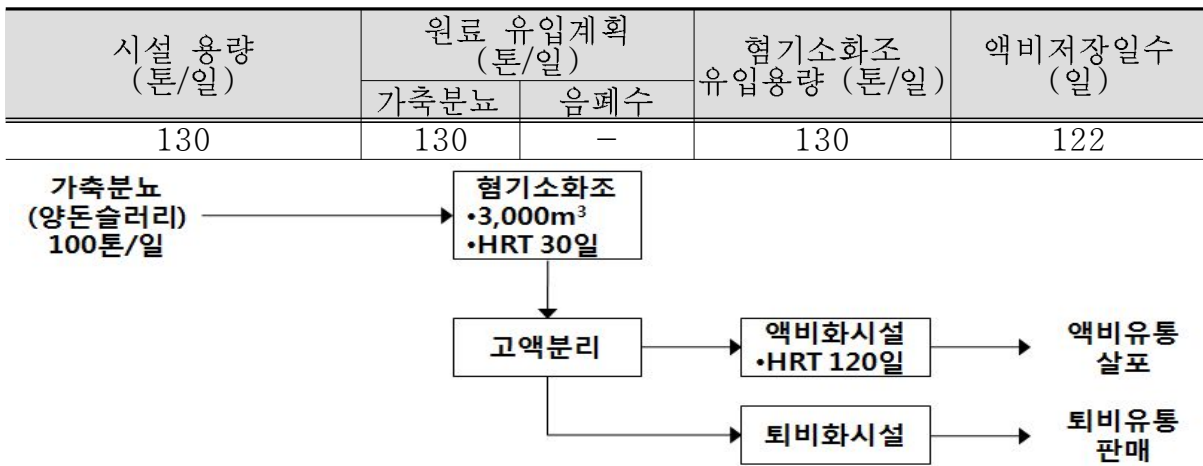
시설 용량 (톤/일)	원료 유입계획 (톤/일)		혐기소화조 유입용량 (톤/일)	액비저장일수 (일)
	가축분뇨	음폐수		
100	100	-	-	120

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

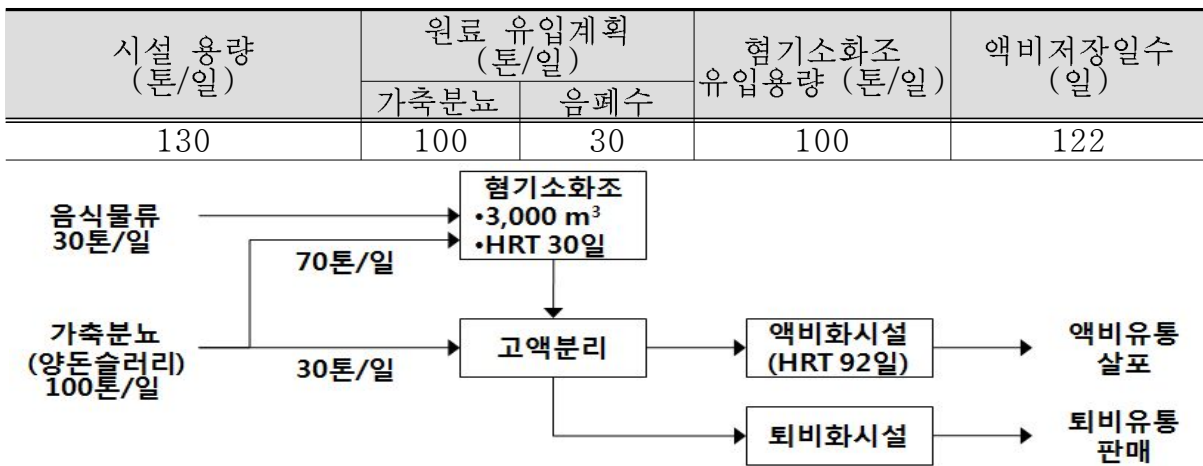
<표 IV-9> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형I



<표 IV-10> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형II



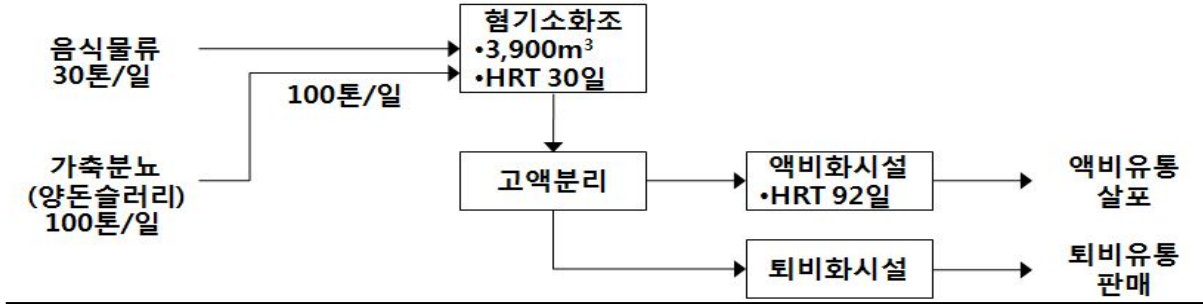
<표 IV-11> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형III



IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-12> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형IV

시설 용량 (톤/일)	원료 유입계획 (톤/일)		혐기소화조 유입용량 (톤/일)	액비저장일수 (일)
	가축분뇨	음폐수		
130	100	30	130	122



IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-13> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 공정 특성

구분	항목	시설 및 공정 특성
기존 시설	시설 특성	- 100톤/일 규모 공동자원화 퇴·액비화 시설 - 가축분뇨 유입 후 고액분리, 고상은 퇴비화 액상은 액비화
	공정 특성 ¹	- 최소 120일 이상의 액비화 및 액비저장기간을 확보 - 액비화조는 MLSS 8,000 mg/L, BOD 용적부하 0.8 kgBOD/m ³ ·일, 호기성액비화조 단위용량당 공기량 0.03 m ³ air/m ³ ·min으로 설계
유형I	시설 특성	- 기존 공동자원화 시설에 100톤/일 규모 혐기소화공정 도입 - 가축분뇨 단독혐기소화 방식 - 기존 시설용량의 변동 없이 혐기소화공정 도입
	공정 특성	- 유효용적 3,000m ³ 급 혐기소화조 설치(HRT 30일) - 혐기소화조 도입으로 가축분뇨 체류시간이 30일 연장, 액비화 및 액비저장일수 150일로 연장
유형II	시설 특성	- 기존 공동자원화 시설에 130톤/일 규모 혐기소화공정 도입 - 가축분뇨 단독혐기소화 방식 - 혐기소화조 도입으로 인한 액비화 및 액비저장일수 증가를 고려하여 시설 용량을 130톤/일로 증가
	공정 특성	- 유효용적 3,900m ³ 급 혐기소화조 설치(HRT 30일) - 액비화 및 액비저장일수 122일
유형III	시설 특성	- 기존 공동자원화 시설에 100톤/일 규모 혐기소화공정 도입 - 가축분뇨, 음식물류 통합혐기소화 방식 - 기존시설에 음식물류 30톤/일 추가 반입 처리 - 유입 가축분뇨 중 70m ³ 는 혐기소화조로 유입, 30m ³ 는 기존 액비화조로 유입 처리
	공정 특성	- 유효용적 3,000m ³ 급 혐기소화조 설치(HRT 30일) - 액비화 및 액비저장일수 122일
유형IV	시설 특성	- 기존 공동자원화 시설에 130톤/일 규모 혐기소화공정 도입 - 가축분뇨, 음식물류 통합혐기소화 방식 - 기존시설에 음식물류 30톤/일 추가 반입 처리 - 유입 가축분뇨 및 음식물류 전량을 혐기소화조로 유입 처리
	공정 특성	- 유효용적 3,900m ³ 급 혐기소화조 설치(HRT 30일) - 액비화 및 액비저장일수 122일

주1 : 가축분뇨 자원화 표준설계도(농림수산식품부, 환경부, 농협중앙회, 2009)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-14> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 사업 특성

구분	항목	사업 여건 특성
유형I	기존시설 운전특성	- 기존시설(공동자원화시설)의 각종 조의 용량 및 펌프, 배관 등 장치 용량의 검토시 유입용량의 증가가 어려운 경우 (유입용량을 증가시키는 경우 기존시설의 조와 기계장치의 교체가 요구되는 경우) - 기존시설(공동자원화시설)의 가동율 ¹ 이 낮아 유입용량의 증가가 불가능한 경우
	지역특성	- 지역여건상 바이오가스 생산의 부원료로 사용가능한 음식물류 폐기물의 확보가 어려운 지역 - 농업특성상 액비살포 농경지의 확보가 어려운 지역
유형II	기존시설 운전특성	- 기존시설(공동자원화시설)의 각종 조의 용량 및 펌프, 배관 등 장치 용량의 검토시 유입용량의 증가(30%)가 가능한 경우 (유입용량 증가시 기존시설의 조와 기계장치의 교체가 크게 요구되지 않는 경우) - 기존시설(공동자원화시설)의 가동율이 100%이상으로 유입용량의 증가가 가능한 경우
	지역특성	- 지역여건상 바이오가스 생산의 부원료로 사용가능한 음식물류 폐기물의 확보가 어려운 지역 - 농업특성상 액비살포 농경지의 확보가 가능한 지역
유형III	기존시설 운전특성	- 기존시설(공동자원화시설)의 각종 조의 용량 및 펌프, 배관 등 장치 용량의 검토시 유입용량의 증가(30%)가 가능한 경우 (유입용량 증가시 기존시설의 조와 기계장치의 교체가 크게 요구되지 않는 경우) - 기존시설(공동자원화시설)의 가동율이 낮아 안정적인 가축분뇨의 수거가 어려운 경우(기존 공동자원화 시설의 운영실태 검토를 통해 적정 혐기소화용량을 적용)
	지역특성	- 지역여건상 바이오가스 생산의 부원료로 사용가능한 음식물류 폐기물의 확보가 가능한 지역 - 농업특성상 액비살포 농경지의 확보가 가능한 지역
유형IV	기존시설 운전특성	- 기존시설(공동자원화시설)의 각종 조의 용량 및 펌프, 배관 등 장치 용량의 검토시 유입용량의 증가(30%)가 가능한 경우 (유입용량 증가시 기존시설의 조와 기계장치의 교체가 크게 요구되지 않는 경우)
	지역특성	- 지역여건상 바이오가스 생산의 부원료로 사용가능한 음식물류 폐기물의 확보가 가능한 지역 - 농업특성상 액비살포 농경지의 확보가 가능한 지역

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입유형별 바이오가스 생산 및 발전전력량을 분석한 결과 <표 IV-15>와 같이 나타났으며, 유형I의 100 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화 시설의 경우 메탄생산량은 1,299 Nm³/일로 전력생산량은 4,138 kWh/일로 나타났으며, 유형II의 130 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화 시설의 경우 메탄생산량은 1,689 Nm³/일, 전력생산량은 5,380 kWh/일로 나타남
- 유형III의 100 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 메탄생산 잠재량이 큰 음폐수의 유입으로 인해 메탄 생산량이 급격히 증가하여 메탄생산량 2,215 Nm³/일, 전력생산량은 7,055 kWh/일로 나타났으며, 시설용량이 가장 큰 유형IV의 130 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 메탄생산량 2,605 Nm³/일, 전력생산량은 8,297 kWh/일로 나타남
- 특히 유형IV의 시설에서 음폐수의 유입량을 시설용량의 30% 수준까지 확대하여 39 톤/일의 음폐수를 유입처리하는 경우 메탄생산량은 2,880 Nm³/일까지 증가하고, 전력생산량은 9,127 kWh/일까지 증가시킬 수 있는 것으로 나타남
- 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입유형별 바이오가스 생산 및 발전전력량을 분석에서 유형IV의 바이오가스화 시설은 유형I의 바이오가스화 시설과 비교하여 약 200%의 전력생산 증가가 예측되었으며, 유형IV의 바이오가스화 시설의 음폐수 유입규모를 시설용량의 30%수준까지 확대하는 유형I의 바이오가스화 시설과 비교하여 약 221%까지 발전량 증가 효과가 기대되었음
- 따라서 바이오가스화 시설의 도입 유형에 따라 발전전력량은 약 2.2배까지 차이를 나타내어 경제성 측면에서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 도입시 시설 도입 유형의 선택과 이에 따른 경제성 있는 사업계획의 수립이 매우 중요한 것으로 나타남
- 그러므로 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 도입은 기존 유입하는 가축분뇨를 단순히 바이오가스화 시설과 연계하는 방식이 아니라 지역의 다양한 바이오매스 자원의 탐색과 확보, 이용 방안의 수립으로 바이오가스화 시설

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

의 경제성을 극대화 시키는 방향으로 추진할 필요성이 있으며, 이를 통해 환경·에너지 관련 수익모델을 창출하여 기존 공동자원화 시설의 경영성과를 개선할 수 있는 방향으로 사업이 추진되어야 함

<표 IV-15> 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 바이오가스 및 전력생산량 비교

구분	바이오매스	처리량	VS농도	처리 VS량	VS 분해율	단위메탄 가스발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오 가스 발생량	전력 생산량 ¹
		톤/일	%	톤/일	%	Nm ³ /kg -분해VS	%	Nm ³ /일	Nm ³ /일	kWh/일
유형I	양돈슬러리	100	3.2	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
유형II	양돈슬러리	130	3.2	3.2	70	0.58	65	1,689	2,598	5,380
유형III	양돈슬러리	70	3.2	2.2	70	0.58	65	909	1,399	2,897
	음폐수	30	8.0	2.4	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	100	4.6	4.6	75	0.63	64	2,215	3,472	7,055
유형IV	양돈슬러리	100	3.2	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
	음폐수	30	8.0	2.4	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	130	4.3	5.6	74	0.63	64	2,605	4,071	8,297
	양돈슬러리	91	3.2	2.9	70	0.58	65	1,182	1,819	3,766
	음폐수	39	8.0	3.1	80	0.68	63	1,697	2,694	5,406
	소계	130	4.6	6.0	75	0.64	64	2,880	4,513	9,172

주1 : 메탄저위발열량 8,560 kcal/m³ 기준, 발전효율 열량대비 32% 기준, 1 kWh는 860 kcal 적용

3. 바이오가스화 시설 도입 유형별 공정 물질수지 검토

가. 물질수지 검토를 위한 원료 성상기준

(1) 양돈분뇨의 성상 특성

- 혐기소화 후 액비화 공정의 유기물 부하에 미치는 영향을 검토하기 위하여 바이오 가스화 시설 도입 유형별 물질수지 분석을 실시하였으며, 이를 위해 혐기소화의 주 원료로 사용되는 양돈 슬러리의 성상 기준을 검토
- 물질수지의 분석에서 원료의 성상기준은 가장 중요한 결정인자로서 합리적이고 타당한 양돈 슬러리의 성상기준을 설정하기 위하여 가축분뇨 발생원단위 및 오염부하로부터 양돈슬러리의 성상 기준을 도출하여 검토하고, 양돈슬러리 분석 사례 결과와 비교 검토하였음
- 2008년 국립축산과학원에서는 “가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정”연구를 진행한바 있으며, 이 연구를 통해 얻은 돼지의 성장단계별 양돈분뇨의 성상 특성은 <표 IV-16>과 같음
- 이와 같이 얻어진 양돈분뇨의 평균 발생량은 3.46 kg/두/일이었으며, BOD₅ (생물학적산소요구량) 34,878 mg/L, COD_{Mn} (화학적산소요구량) 23,825 mg/L, SS (부유성고형물) 66,034 mg/L, TN (총질소) 9,490 mg/L, TP (총인) 1,725 mg/L으로 나타남
- 이 결과를 가축분뇨 배출원단위를 활용하여 돈사 발생 양돈슬러리의 화학적 특성을 추정한 결과 <표 IV-17>과 같으며, 돈사 발생 양돈슬러리의 발생량은 5.1 kg/두/일이었으며, BOD₅ 17,849 mg/L, COD_{Mn} 12,193 mg/L, SS 33,794 mg/L, TN 4,857 mg/L, TP 883 mg/L으로 나타남
- 이러한 돈사 발생 양돈슬러리의 성상 추정결과는 한경대학교에서 자체 분석한 양돈 슬러리 이화학성 분석결과<표 IV-18>들과는 BOD₅, COD_{Mn} 항목 등에서 크게 저

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

평가되는 것으로 나타나, 본 연구에서는 실제 분석결과를 물질수지 분석의 정상기준으로 채택함

- 가축분뇨 배출원단위에 근거하는 양돈슬러리의 정상기준에서 BOD₅, COD_{Mn} 항목 등이 낮게 평가되는 것은 실제 양돈현장과 가축분뇨 배출원단위 산정의 실험설계 조건과의 차이로 인한 것으로 생각되며, 향후 양돈농가 현장 특성을 반영하는 가축분뇨 배출원단위의 재검토가 요구됨

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-16> 양돈분뇨의 이화학적 특성

구분		평균체중 (kg)	발생량 (kg/두/일)	pH	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
분뇨	성장단계								
분	자돈	23.4	0.49	6.51	79,017	78,166	187,917	9,478	2,296
	육성돈 및 비육돈	58.6	0.90	7.01	105,162	66,822	184,231	9,687	4,127
		83.2	1.07	7.23	96,050	54,560	178,058	7,365	3,969
		111.4	1.35	7.12	94,867	64,614	197,500	6,433	3,972
	임신돈	204.2	0.62	7.04	106,977	56,304	269,091	6,244	9,463
	포유돈	193.48	1.97	6.57	95,940	45,969	228,000	9,414	1,427
	평균	-	1.07	6.91	96,335	61,073	207,466	8,104	4,209
뇨	자돈	23.4	0.83	6.60	5,456	11,701	1,288	7,770	627
	육성돈 및 비육돈	58.6	1.85	6.58	8,432	7,879	1,851	11,157	736
		83.2	1.89	5.65	5,654	3,773	1,124	15,918	995
		111.4	2.02	5.94	3,970	2,381	1,737	10,658	606
	임신돈	204.2	3.92	6.56	6,248	4,932	2,752	5,307	712
	포유돈	193.48	3.84	7.70	14,424	12,228	7,540	9,850	6
	평균	-	2.39	6.50	7,364	7,149	2,715	10,110	613
계 (분+뇨)	자돈	23.4	1.33	6.57	32,516	36,100	70,036	8,341	1,237
	육성돈 및 비육돈	58.6	2.76	6.68	39,944	27,071	61,316	10,637	1,839
		83.2	2.96	5.84	38,331	22,132	65,083	12,826	2,070
		111.4	3.34	6.14	40,745	27,556	80,878	9,046	1,972
	임신돈	204.2	4.54	6.60	20,004	11,948	39,124	5,435	1,907
	포유돈	193.48	5.81	6.98	42,064	23,669	82,291	9,702	488
	평균	-	3.46	6.59	34,878	23,825	66,034	9,490	1,725

자료 : “가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정(농촌진흥청 국립축산과학원, 2008)”자료에서 재계산

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-17> 돈사배출 양돈슬러리의 이화학적 특성 추산

구분	배출원단위 ¹ (L/두/일)		pH	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
분	0.87	2.61	6.59	34,878	23,825	66,034	9,490	1,725
뇨	1.74							
세정수	2.49		6.80	0	0	0	0	0
계 (양돈 슬러리)	5.1		6.68	17,849	12,193	33,794	4,857	883

주1 : 가축분뇨 배출원단위 재산정 결과 공지(환경부 수생태보전과-869(2008. 12. 23))

<표 IV-18> 돈사배출 양돈슬러리의 이화학적 특성 분석 결과

구분	TS	VS	SS	VSS	TCOD _{Cr}	SCOD _{Cr}
	mg/L					
농도범위	32,800 ~ 68,300	20,100 ~ 47,600	16,100 ~ 49,500	11,700 ~ 25,300	48,700 ~ 72,100	23,500 ~ 40,000
평균	46,300	32,000	30,100	18,600	60,400	31,700
표준편차	17,800	15,000	15,700	6,900	14,400	10,300
구분	COD _{Mn}	BOD ₅	TN	TP	NH ₄ ⁺ -N	pH
	mg/L					
농도범위	15,800 ~ 34,300	25,500 ~ 45,700	2,200 ~ 5,200	500 ~ 1,500	2,900 ~ 4,400	7.0 ~ 8.1
평균	23,200	34,500	3,500	1,000	3,600	7.5
표준편차	9,100	9,800	1,600	500	800	0.5

자료: 한경대학교 자체분석결과

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

(2) 음식물류 폐기물의 성상특성

- 음식물류 폐기물에는 음식물쓰레기와 음식물쓰레기의 고액분리 전처리 과정에서 발생하는 액상의 음폐수가 있으며, 본 연구에서는 가축분뇨 바이오가스화 시설의 부원료로서 음폐수를 선정하여 검토하고 있음
- 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입유형별 물질수지 검토에서는 음폐수 이외에 음식물을 부원료로 활용하는 방안을 함께 검토하여 혐기소화 이후 액비화조의 유기물 부하에 미치는 영향을 파악하고자 하였음
- 음식물쓰레기의 이화학적 특성은 발생 장소와 계절 등 다양한 요인에 따라 큰 차이를 보이는 특성이 있으나, 환경대학교의 음식물쓰레기 분석 사례<표 IV-19>를 살펴보면, BOD₅ (생물학적산소요구량)는 110,000~159,500 mg/L, TN (총질소)가 2,900~4,200 mg/L, TP (총인)가 300~800 mg/L의 농도범위를 보이는 것으로 보고되고 있음

<표 IV-19> 음식물쓰레기의 이화학적 특성 분석 결과

구분	TS	VS	SS	TCOD _{Cr}	SCOD _{Cr}	BOD ₅
	mg/L					
농도범위	179,500~ 198,500	124,700~ 174,800	57,200~ 137,700	176,500~ 230,400	81,800~ 93,300	110,000~ 159,500
평균	190,000	154,300	75,000	206,100	87,300	138,300
표준편차	8,900	29,100	55,900	24,100	5,600	25,500
구분	TN	TP	NH ₄ ⁺ -N	Cl ⁻	pH	
	mg/L					
농도범위	2,900~ 4,200	300~ 800	300~ 600	4,100~ 6,000	4.1~ 4.3	
평균	3,600	500	400	5,000	4.3	
표준편차	600	300	200	1,400	0.2	

자료: 환경대학교 자체분석결과

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 음폐수의 이화학적 특성은 2011년 수도권매립지공사에서 보고한 자료에 따르면 BOD₅ (생물학적산소요구량)는 35,000~117,000 mg/L, TN (총질소)가 1,293~4,404 mg/L, TP (총인)가 226~656 mg/L의 농도범위를 보여 음식물쓰레기와 비교하여 좀 낮은 성분함량 범위를 보이는 것으로 보고되고 있음
- 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입유형별 물질수지 검토에서는 음식물쓰레기과 음폐수의 정상기준을 각각 한경대학교 분석 사례와 2011년 수도권매립지공사의 보고 자료에 근거하여 설정하였음

<표 IV-20> 음폐수의 이화학적 특성

구분	본조사			문헌조사	
	범위	평균	표준편차	범위	평균
pH	3.1 ~ 4.3	3.9	0.3	3.8 ~ 4.4	4.0
수분함량(% , W.B ¹)	88.6 ~ 94.6	90.7	1.9	88.3 ~ 91.3	90.2
강열감량(% , D.B ²)	98.3 ~ 98.9	98.6	0.3	-	-
유기물함량(% , D.B)	83.7 ~ 90.5	86.3	2.6	72.2 ~ 76.0	78.2
BOD(mg/L, W.B)	35,100 ~ 117,000	83,617	32,825	61,097 ~ 82,501	73,971
COD _{Cr} (mg/L, W.B)	100,358 ~ 183,753	141,393	27,730	136,570 ~ 160,146	148,573
SCOD _{Cr} (mg/L, W.B)	49,726 ~ 100,827	77,082	19,267	-	-
TKN(mg/L, W.B)	1,205 ~ 4,276	3,143	1,217	-	-
T-N(mg/L, W.B)	1,239 ~ 4,404	3,246	1,269	2,527 ~ 2,835	2,606
T-P(mg/L, W.B)	226 ~ 656	498	202	-	-
TS(% , W.B)	5.4 ~ 11.4	9.3	1.9	8.7 ~ 11.7	9.8
SS(mg/L, W.B)	5,614 ~ 80,540	42,653	27,460	16,385 ~ 50,984	26,265
NH ₄ ⁺ -N(mg/L, W.B)	191 ~ 495	376	142	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/L, W.B)	100 ~ 644	230	208	-	-
Na ⁺ (mg/L, W.B)	1,615 ~ 2,785	2,231	482	-	-
Cl ⁻ (mg/L, W.B)	1,890 ~ 6,224	4,021	1,426	-	-

주1 W.B : wet base, 주2 : D.B : dry base

자료 : 유기성폐기물을 이용한 바이오가스 개발 타당성보고서(수도권 매립지관리공사, 2011)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

(3) 바이오가스화 원료 정상기준

- 바이오가스화 시설 도입유형별 공정 물질수지 검토를 위한 원료들의 정상기준은 사전 검토를 통하여 <표 IV-21>과 같이 설정 하였으며, 양돈슬러리는 BOD₅ 34,500 mg/L, VS (휘발성고형물) 32,000 mg/L, TN 4,500 mg/L, NH₄⁺-N(암모니아성질소) 3,500 mg/L로 설정함
- 바이오가스화 시설의 부원료로 이용되는 음폐수와 음식물쓰레기는 각각 BOD₅ 83,000과 138,0000 mg/L, VS 80,000과 154,000 mg/L, TN 3,100과 3,600 mg/L, NH₄⁺-N 400과 400 mg/L로 설정함

<표 IV-21> 물질수지 검토를 위한 원료 정상기준

구분	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	VS (mg/L)	TN (mg/L)	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	TP (mg/L)
양돈 슬러리	34,500	60,400	23,000	32,000	4,500	3,500	1,000
음폐수	83,000	140,000	-	80,000	3,100	400	500
음식물	138,000	206,000	-	154,000	3,600	400	500

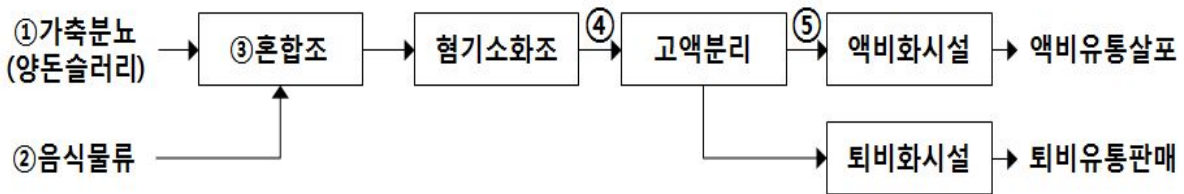
나. 물질수지 검토를 위한 공정 설계 기준

(1) 바이오가스화 공정 기준

- 바이오가스화 시설 도입유형별 공정 물질수지 검토를 위한 공정 체계는 <그림 IV-2>과 같으며, 가축분뇨와 음식물류 폐기물을 원료로 활용하고, 전처리후 혼합조에서 가축분뇨와 음식물류 폐기물이 혼합되어 혐기소화조로 유입
- 혐기소화조로 유입된 원료는 30일의 체류기간동안 바이오가스로 전환되고 남은 미분해 유기물은 배출되어 고액분리 후 액상은 액비화조로 유입되고, 고상은 퇴비화 시설로 이송하여 퇴비화 처리하는 공정임

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 본 물질수지 검토에서는 원료로 유입되는 가축분뇨와 음식물이 기존 액비화조의 유기물 부하에 미치는 영향을 검토하고 안정적인 액비생산을 위한 혐기소화조와 액비화조의 연계성을 검토하기 위하여 ① 가축분뇨, ②음식물류, ③혼합조, ④혐기소화액, ⑤고액분리후 액상 혐기소화액에 대하여 물질수지를 분석하였음
- 물질수지 분석항목은 혐기소화 및 액비화조 설계에 활용하는 주요 지표로서 VS (휘발성고형물¹⁾), BOD₅ (생물학적산소요구량), TN (총질소), TP (총인) 4항목을 추적 분석하였음



<그림 IV-2> 물질수지 검토를 위한 원료 공정 단계

(2) 공정별 효율 기준

- 바이오가스화 공정의 물질수지 분석을 위한 혐기소화공정과 고액분리공정의 효율 기준은 <표 IV-22>, <표 IV-23>과 같으며, 혐기소화효율은 한경대학교 5 m³/일 규모 양돈분뇨-음식물쓰레기 통합혐기소화 실증시설(안성 일죽 소재)의 운전효율을 기초로 작성하였으며, 후단 액비화조에 미치는 유기물 부하도를 검토한다는 측면에서 생물학적산소요구량 분해율을 가축분뇨 65%, 음식물류 70%로 보수적인 효율기준을 적용
- 고액분리 공정은 혐기소화액의 탈수능 증가 및 액비화조 운전시 고액분리 공정의 중요성을 고려하여 고형물 함수율 65%의 강한 효율 기준을 적용하였으며, 장치 사례는 원심분리장치 또는 가압필터프레스의 장치효율을 기준으로 설정하였음

1) 휘발성고형물은 105℃에서 연소되어 휘발하는 성분의 양으로서 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 황(S), 질소(N) 성분의 함량을 의미한다. 이들 휘발성고형물은 혐기소화조에서 미생물에 의해 분해되어 바이오가스로 전환되는 물질로서 혐기소화조 설계의 주요한 인자이다.

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

<표 IV-22> 물질수지 검토를 위한 혐기소화 효율 기준

항목	단위	기준	
		가축분뇨	음폐수, 음식물
BOD ₅	%	65	70
T-N	%	10	10
T-P	%	5	5
VS	%	60	65

<표 IV-23> 물질수지 검토를 위한 고액분리 효율 기준

항목	단위	기준	
고형분 함수율	%	65	
탈리액 SS	mg/L	800	
탈리액	BOD ₅	%	50
	T-N	%	90
	T-P	%	10
	VS	%	50

(3) 액비화조 유입설계 기준

- 액비화조의 유입설계 기준<표 IV-24>은 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(농식품부, 환경부, 농협중앙회, 2009)에서 제시하는 양돈분뇨 및 젓소 분뇨 액비화 시설의 유입설계 기준을 채용
- 가축분뇨 자원화시설 표준설계도의 액비화 시설 유입설계기준은 BOD를 기준으로 젓소분뇨(혼합식)의 경우 10,000 mg/L, 양돈분뇨(분리식)의 경우 11,000 mg/L, 양돈분뇨(혼합식)의 경우 22,000 mg/L로 설정하고 있음
- 이는 우리나라 공동자원화 시설 공법 선정 및 실시설계시에 액비화조의 최소 성능 기준으로 가축분뇨 자원화시설 표준설계도의 설계기준을 적용하는 점을 고려할 때, 혐기소화조와 기존 액비화 시설을 연계하는 경우 기존 액비화 시설의 유기물 부하도 평가 기준으로 가축분뇨 자원화시설 표준설계도의 설계기준을 적용하는 것이 합리적임

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

- 따라서, <그림 IV-2>의 공정에서 혐기소화조 유출 혐기소화액 또는 고액분리 후 액상 혐기소화액의 유기물(BOD) 농도가 <표 IV-24>의 유입 유기물(BOD) 농도 기준을 초과하지 않는 경우 기존 액비화 시설의 보완 없이 직접적인 연계가 가능한 것으로 판단할 수 있음
- 일반적으로 국내 공동자원화 시설은 양돈분뇨(혼합식) BOD 22,000 mg/L를 기준으로 설계하고 있으므로 고액분리 혐기소화여액의 BOD 농도가 22,000 mg/L내에 유지되는 경우 바이오가스화 시설 도입시 혐기소화조와 액비화조의 안정적인 연계가 가능한 것으로 판단할 수 있음

<표 IV-24> 기존 공동자원화 시설(액비화) 유입설계 기준

구 분	혼합식(젓소분뇨)	분리식(양돈분뇨)	혼합식(양돈분뇨)
고액분리여액의 BOD농도	10,000 mg/L	11,000 mg/L	22,000 mg/L
BOD용적부하	0.8 kg-BOD/m ³ ·일	0.8 kg-BOD/m ³ ·일	0.8 kg-BOD/m ³ ·일
액비화 일수	13일	15일	30일
호기액비화조 단위용량당 공기량	0.03 m ³ air/m ³ ·min	0.03 m ³ air/m ³ ·min	0.03 m ³ air/m ³ ·min

자료 : 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(해설서)(농식품부, 환경부, 농협중앙회, 2009)

다. 바이오가스화 시설 도입 유형별 물질수지 검토 결과

- 바이오가스화 시설 도입유형별 공정 물질수지를 검토한 결과 유형I의 100 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화 시설의 경우 혐기소화액의 BOD₅가 12,075 mg/L로 평가되었으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 7,287 mg/L로 평가되어 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남
- 유형II의 130 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화 시설의 경우 유형I과 동일한 혐기소화 설계 조건을 가진다는 점에서 유형I과 동일한 물질수지 분석결과를 얻어, 혐

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안

기소화액의 BOD₅가 12,075 mg/L로 평가되었으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 7,287 mg/L로 평가되어 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남

- 유형III의 100톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 혐기소화액의 BOD₅가 15,923 mg/L로 평가되었으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 12,589 mg/L로 평가되어 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남
- 유형III의 100톤/일 규모 가축분뇨-음식물 통합 혐기소화 시설의 경우 음식물의 유기물 부하 증가로 혐기소화액의 BOD₅가 20,873 mg/L로 증가하였으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 14,853 mg/L로 평가되어 이 경우에도 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남
- 유형IV의 130톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 혐기소화액의 BOD₅가 15,035 mg/L로 평가되었으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 9,073 mg/L로 평가되어 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남
- 유형IV의 130톤/일 규모 가축분뇨-음식물 통합 혐기소화 시설의 경우 음식물의 유기물 부하 증가로 혐기소화액의 BOD₅가 18,842 mg/L로 증가하였으며, 고액분리 혐기소화여액의 BOD₅는 11,370 mg/L로 평가되어 이 경우에도 액비화조 유입 BOD₅ 농도 22,000 mg/L에 충분한 여유 부하를 가지는 것으로 나타남
- 따라서 다양한 바이오가스화 시설 도입 유형에 대한 물질수지 검토에서 혐기소화조의 유기물 분해효율이 안정적으로 유지되는 조건에서 기본 액비화 설비의 액비화 조건에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 기존 액비화 공동자원화 시설과의 안정적인 시설 연계가 가능한 것으로 판단됨

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



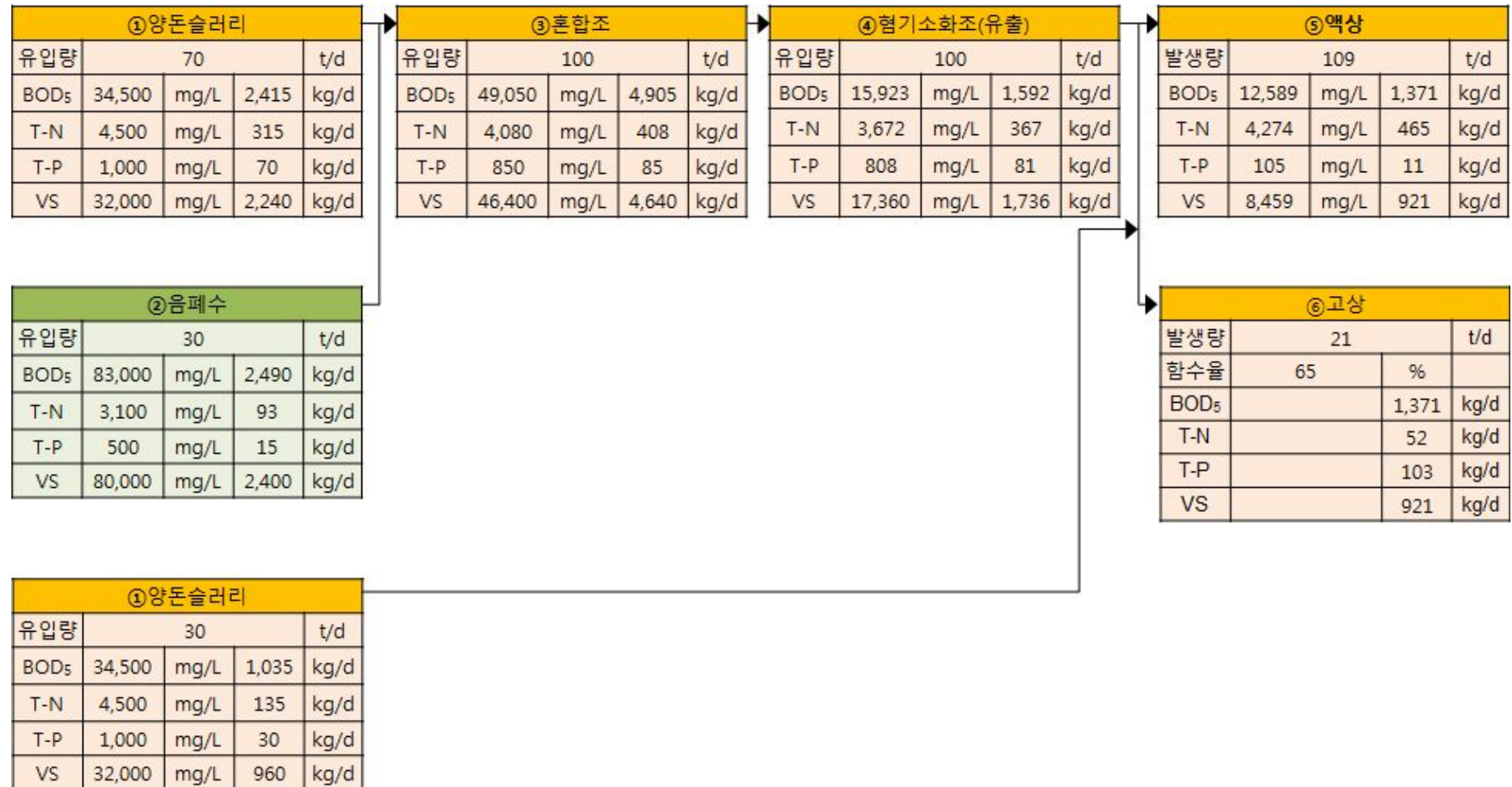
<그림 IV-3> 유형I의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



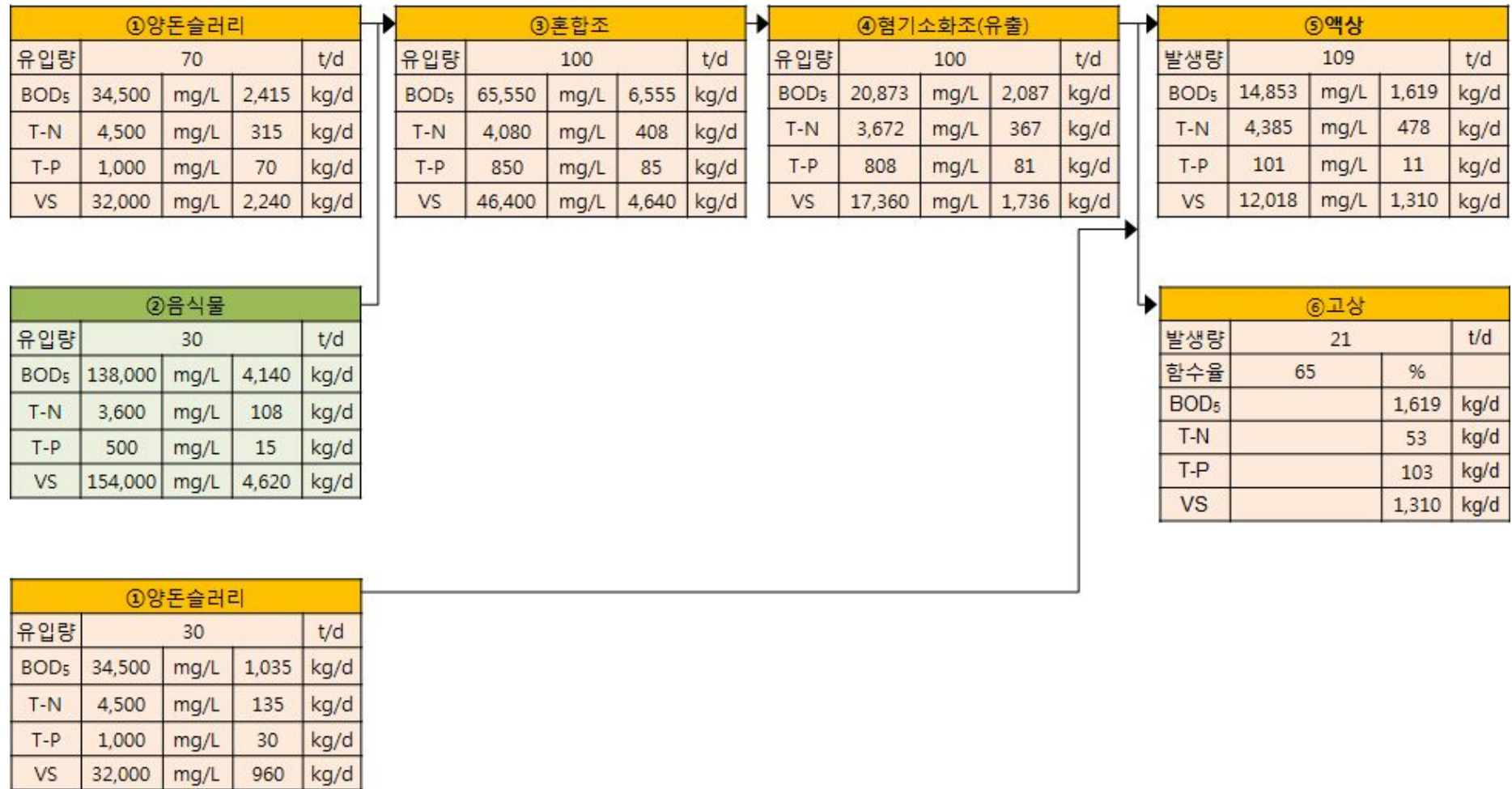
<그림 IV-4> 유형II의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨 단독 혐기소화)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



<그림 IV-5> 유형III의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



<그림 IV-6> 유형III의 물질수지도(100 톤/일 규모 가축분뇨-음식물쓰레기 통합 혐기소화)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



<그림 IV-7> 유형IV의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화)

IV. 공동자원화 연계 에너지화 시설 도입 방안



<그림 IV-8> 유형IV의 물질수지도(130 톤/일 규모 가축분뇨-음식물쓰레기 통합 혐기소화)

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

1. 실시설계

가. 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 개요

- 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설의 적정사업비 산출을 위하여 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 용량별 (70, 100, 130 m³/일 규모) 실시설계를 실시하고 실시설계 내용에 기초하여 사업비 물량을 산출
- 사업비를 산출하고자 하는 동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 사업의 내용은 <표 V-1>에 나타내었음

<표 V-1> 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 개요

구 분	개 요		
○사업대상구역	- 기존 공동자원화(액비 또는 퇴·액비화) 시설 부지내 또는 인근부지		
○수거대상원료	- 가축분뇨 : 양돈슬러리		
○계획시설용량	- 음식물류 폐기물 : 음폐수		
○계획수거량	70.0 m ³ /일	100.0 m ³ /일	130.0 m ³ /일
	양돈슬러리 49.0 m ³ /일, 음폐수 21.0 m ³ /일	양돈슬러리 70.0 m ³ /일, 음폐수 30.0 m ³ /일	양돈슬러리 100.0 m ³ /일, 음폐수 30.0 m ³ /일
○처리시설 면적	- 약 2,400m ² (약 726평)		
○계획처리방식	- 전처리 : 세목스크린		
	- 주처리 : 연속교반식 혐기소화조, CSTR		
	- 소화액전처리 : 고액분리(고상 퇴비화, 액상 액비화)		
	- 소화액처리 : 퇴·액비화		
○바이오가스 저장관리	- 생물학적 탈황, 제습 및 화학적 탈황		
○에너지 이용계획	- 열병합 발전 후 발전전력 매전		
	- 회수열원(온수)은 혐기소화조 가온 및 소내 이용		
○소화액처리	- 기존 공동자원화 시설 유입 처리 : 퇴·액비화 후 농경지 환원		
○공사기간	- 공사기간 12개월, 시운전기간 3개월		
○시설운영	- 소장 1인, 현장운영인력 1인, 분석인력 1인		

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

나. 시설용량별 바이오가스화 시설 설계 기준

- 시설용량별 바이오가스화 시설 실시설계를 위한 설계 방향은 <표 V-2>과 같으며, 시설의 경제성을 향상시키기 위하여 양돈슬러리와 음폐수의 통합 혐기소화 방식을 채택하고 공정구성, 배치, 공정내용에 있어 시설의 운전안전성을 향상시키는 방향을 실시설계를 추진
- 기본적인 공정 단계별 구성 내용은 <표 V-3>와 같음

<표 V-2> 실시 설계 방향

구분	내용	
원료	<ul style="list-style-type: none"> · 주원료 : 양돈슬러리(수분함량 약 93% 이상, 슬러리상) · 부원료 : 음폐수(수분함량 약 90% 이하, 고상) ※ 부원료는 바이오가스 생산 효율을 증진시키기 위해 상시적으로 투입·이용이 가능하도록 설계 	
공정구성	<ul style="list-style-type: none"> · 원활한 운영 및 유지관리를 고려, 안정적인 시설 운영이 가능하도록 구성 	
배치계획	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 공동자원화시설 공정배치와 효율적으로 연계되도록 설계 : 기존 공동자원화 시설의 원료조, 유량조정조, 액비화조 등 조배치와 전처리 및 고액분리장치를 효율적으로 연계 사용이 가능하도록 설계 · 기존 공동자원화 시설의 토목 건축물의 배치와 효율적으로 연계되도록 설계 : 기존 공동자원화 시설의 부지배치를 검토하여 신규 바이오가스화 시설의 토목·건축물을 효율적으로 배치 · 시공성과 운전관리를 위한 진입로, 수전지점 등 고려한 단위 공정 배치(부지내로의 진입로 설치 최소화) 	
공정	반입 및 전처리	<ul style="list-style-type: none"> · 유사시 반입물량 관리에 대처가 가능하도록 충분한 저장용량 확보 (저장·혼합조 합계 4일 이상의 공정 확보)
	혐기소화조	<ul style="list-style-type: none"> · 완전혼합형 혐기소화조(중온 38 ℃) : 축교반, 프로펠러 교반 등을 활용한 완전 혼합형 혐기소화조 설계 · 소화조는 2개 병렬로 설치하여 혐기소화조 운전안전성 향상시키는 방향으로 설계 · 소화조내 퇴적물 관리를 위한 배출 시스템 구비 · 밀폐식 구조 채택, 악취방지 고려 · 소화조내 생물탈황을 위한 구조 및 설비 반영

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

구분	내용
협기소화조 가온 및 보온	· 배관식 간접가온설비 구비 (열병합발전 회수열을 이용한 온수 순환 체계 구성) · 비상시 협기소화조 가온을 위한 바이오가스 보일러 구비 · 협기소화조 열손실 절감을 위한 보온 체계 구비
바이오가스 저장관리	· 바이오가스 저장조 2중 밀폐구조 반영 · 생물탈황, 제습, 건식탈황에 따른 바이오가스 정제장치 반영 · 열병합발전기의 내구성과 안전성을 향상시키는 방향으로 바이오가스 저장관리 공정체계 구성
발전설비	· 열병합발전(전력생산 및 온수생산)
탈취설비	· 투입구 밀폐, 저장조 등 악취포집 및 악취제거설비 설치
액비화설비	· 기존 액비화조의 유기물 부하량, 폭기공기량, 체류시간을 고려하여 부숙액비의 생산이 가능하도록 기존시설 검토 보완

<표 V-3> 기본 공정의 구성

구분	장치 및 역할	
전처리시설	·장치 : 스크린, 원료 투입 펌프 ·역할 : 이물질의 제거, 원료투입	
협기소화시설	·장치 : 협기소화조, 교반기 ·역할 : 유기물로부터 바이오가스의 생산	
가스포집 및 가스 정제	·장치 : 가스백(저장조), 탈황장치, 제습장치, 가스 안전밸브 ·기능 : 바이오가스 저장, 황화수소 수분제거, 바이오가스 안전관리	
바이오 가스 이용시설	전력 변환 ·장치 : 열병합발전(전소엔진발전기), 가스팬, 열교환기 ·역할 : 전력생산 및 폐열 회수	
소화액 처리 시설	·장치 : 기존 공동자원화 시설 체계 활용 ·역할 : 소화액의 퇴·액비화	
탈취설비	·장치 : 탈취장치(세정식 스크러버) ·역할 : 투입구, 전처리 시설, 플랜트 내 악취처리	
기타	소화조 가온시설	·장치 : 바이오가스 보일러 ·역할 : 시운전시, 동절기 소화조 가온 및 온도유지
	계측설비	·장치 : pH, 온도, 유량, 가스량, 바이오가스 측정기 ·역할 : 바이오가스 플랜트 운전 모니터링
	운전제어 설비	·장치 : 운전제어반 ·역할 : 바이오가스 플랜트 운전 제어

다. 시설용량별 바이오가스화 시설 설계 기준

(1) 시설용량별 물질수지

- 실시설계를 위하여 시설용량별 바이오가스 생산 및 발전량을 분석한 결과 <표 V-4>, <표 V-5>, <표 V-6> 과 같으며, 70 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 바이오가스 생산량이 2,430 Nm³/일, 전소엔진발전에 의한 전력생산량이 4,939 kWh/일로 나타남
- 100 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 바이오가스 생산량이 3,427 Nm³/일, 전소엔진발전에 의한 전력생산량이 7,055 kWh/일로 분석되었으며, 130 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설의 경우 바이오가스 생산량이 4,071 Nm³/일, 전소엔진발전에 의한 전력생산량이 8,297 kWh/일로 나타남
- 이러한 물질수지 분석결과를 바탕으로 <표 V-7>과 같이 실시설계 기준을 도출하여 실시설계를 실시함

<표 V-4> 70 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지

바이오 매스	처리량	VS 농도	VS 처리량	VS 분해율	메탄 발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오가스 발생량	전력 생산량
	톤/일	%	톤/일	%	Nm ³ /kg-분해VS	%	Nm ³ /일	Nm ³ /일	kWh/일
양돈 슬러리	49	3.20	1.57	70	0.58	65	637	979	2,028
음폐수	21	8.00	1.68	80	0.68	63	914	1,451	2,911
계	70	4.64	3.25	75	0.64	64	1,551	2,430	4,939

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-5> 100 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지

바이오 매스	처리량	VS 농도	VS 처리량	VS 분해율	메탄 발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오가스 발생량	전력 생산량
	톤/일	%	톤/일	%	Nm ³ /kg-분해VS	%	Nm ³ /일	Nm ³ /일	kWh/일
양돈 슬러리	70	3.20	2.24	70	0.58	65	909	1,399	2,897
음폐수	30	8.00	2.40	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
계	100	4.64	4.64	75	0.64	64	2,215	3,472	7,055

<표 V-6> 130 m³/일 규모 가축분뇨-음폐수 통합 혐기소화 시설 물질수지

바이오 매스	처리량	VS 농도	VS 처리량	VS 분해율	메탄 발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오가스 발생량	전력 생산량
	톤/일	%	톤/일	%	Nm ³ /kg-분해VS	%	Nm ³ /일	Nm ³ /일	kWh/일
양돈 슬러리	100	3.20	3.20	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
음폐수	30	8.00	2.40	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
계	130	4.31	5.60	74	0.63	64	2,605	4,071	8,297

(2) 시설 용량별 바이오가스 시설 설계 기준

- 혐기소화조는 대규모화 시설에서 가장 경제적인 방안으로 평가되는 철근 콘크리트 구조물로 설계하고 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 조의 유효용량을 2,100, 3,000, 3,900 m³로 설계, 소화조의 높이는 시공성을 고려하여 7 m로 제한하였으며, 조의 직경을 조정하여 조용량을 증가시키는 방법으로 설계
- 시설용량별 실시설계 기준은 <표 V-31>과 같으며, 바이오가스 저장조는 일일 저장 시간을 2.5시간 기준으로 설계하고, 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 350, 500, 500 Nm³로 설계

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

- 제습장치와 발전기로 바이오가스를 송풍하는 가압송풍기는 특별한 용량적용이 필요하지 않아 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 동일한 규격을 사용하였으며, 발전기는 발전시설의 운전 안전성을 높이기 위하여 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 각각 120kW급 2대, 200kW급 2대, 200kW급 2대를 적용
- 보조 보일러는 시운전시 또는 발전기 고장시 요구되는 장치로서 일상적인 운전상황에서는 불필요한 장비 특성을 고려하여 최소 규격으로 설계 시설용량 70, 100, 130 m³/일 규모별로 각각 300,000, 350,000, 450,000 kcal/hr 규격을 적용
- 이렇게 도출한 시설 용량별 바이오가스 시설 설계 기준을 적용하여 가축분뇨 바이오가스화 시설 관련 건축, 토목, 기계장치, 전기 도면을 작성하고 작성 도면을 기초로 물가정보지 자료, 장치 취급기업 견적요청, 토목·건축 물량산출, 기존 가축분뇨 에너지화 사업 실시설계 내역을 비교·검토하여 사업물량과 사업비를 산출
- 가축분뇨 시설용량별 공통 기계·장치 내역은 <표 V-32>와 같음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-7> 시설 용량별 바이오가스 시설 설계 기준

항목		70톤/일		100톤/일		130톤/일	
바이오 가스 저장조	가스발생량	2,430.0	Nm ³ /일	3,472.0	Nm ³ /일	4,071.0	Nm ³ /일
	설치수량	1.0	set	1.0	set	1.0	set
	저장시간	2.5	시간/일	2.5	시간/일	2.5	시간/일
	필요용량	253.1	Nm ³	361.7	Nm ³	424.1	Nm ³
	설계용량	350.0	Nm ³	500.0	Nm ³	500.0	Nm ³
	HRT	3.5	시간	3.5	시간	2.9	시간
	여유용량	96.9	Nm ³	138.3	Nm ³	75.9	Nm ³
제습기	설치수량	2.0	대	2.0	대	2.0	대
	용량	20,000.0	kcal/hr	20,000.0	kcal/hr	20,000.0	kcal/hr
	여유용량	-	kcal/hr	-	kcal/hr	-	kcal/hr
가압 송풍기	설치수량	2.0	1대예비	2.0	1대예비	2.0	1대예비
	필요용량	3.4	m ³ /min	4.8	m ³ /min	5.7	m ³ /min
	설치용량	10.0	m ³ /min	10.0	m ³ /min	10.0	m ³ /min
	여유용량	6.6	m ³ /min	5.2	m ³ /min	4.3	m ³ /min
바이오 가스 발전기	설치수량	2.0	대	2.0	대	2.0	대
	발전량	102.9	kW/대	147.0	kW/대	172.9	kW/대
	발전용량	120.0	kW/대	200.0	kW/대	200.0	kW/대
	여유용량	17.1	kW/대	53.0	kW/대	27.1	kW/대
보조 보일러 (0~40도)	설치수량	1.0		1.0		1.0	
	승온용량	116,667	kcal/hr	166,667	kcal/hr	216,667	kcal/hr
	열손실량	51,848	kcal/hr	67,165	kcal/hr	82,443	kcal/hr
	안전율고려	210,643	kcal/hr	292,290	kcal/hr	373,887	kcal/hr
	설치용량	300,000	kcal/hr	350,000	kcal/hr	450,000	kcal/hr
	여유용량	89,357	kcal/hr	57,710	kcal/hr	76,113	kcal/hr
협기조 규격	협기조직경	16	m	18.9	m	21.5	m
	협기조높이	7	m	7	m	7	m
	조용량	2,251	m ³	3,141	m ³	4,064	m ³
	유효용량	2,100	m ³	3,000	m ³	3,900	m ³

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-8> 실시설계 관련 공통 기계 장치 산출 내역

품 명	형식	단위	수량
음폐수 수중믹서	수중 횡형 지주식 교반기	대	1
음폐수 이송펌프	볼텍스형 수중 모터 펌프	대	2
소화조 수중믹서	수중 횡형 지주식 교반기	대	4
슬러지 이송펌프	스프리트 펌프	대	2
온수순환펌프	원심볼류트펌프	대	2
온수공급펌프	원심볼류트펌프	대	2
보조보일러 온수순환펌프	원심볼류트펌프	대	1
위터트랩	수직원통자립형	대	1
바이오가스저장조	이중 멤브레인	대	1
1,2차 제습기	Heat Exchanger	대	1
탈황장치	건식탈황	대	1
가압송풍기	링브로워	대	2
바이오 가스발전기	바이오가스발전기	대	2
보조보일러	가스보일러	대	1
축열조	입형탱크	대	1
냉각장치(제습용)	공랭식 일체형 냉각기	대	1
용수공급장치	인버터제어용부스타펌프	대	1
잉여 가스 연소기	간이식 노외용	대	1
약취제거설비	약액 세정식 흡수탑	대	1
협기조 내부 설비	내부 승온 설비	대	1

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

(3) 시설설계 및 인허가 비용 검토

- 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설 설치비 중 설계 및 인허가 비용은 <표 V-9>와 같이 토목·건축설계, 측량, 산지(농지)전용허가, 개발행위허가 등의 항목에 대하여 비용을 산출하여 정리함

<표 V-9> 설계 및 인허가 비용 검토 내역

품명	규격	수량	단위
[설계 및 인허가]			
- 토목설계비			
현황측량 및 도서작성		1	식
산지전용허가	1차, 2차	1	식
도시계획심의	1차, 2차	1	식
표고조사, 평균경사조사		1	식
산지조사서, 입목조사서		1	식
개발행위허가		1	식
산지전용 복구설계 및 완료허가		1	식
- 토목, 건축설계비			
토목	발효조, 액비저장조, 구조계산 등	1	식
건축	400 m ²	1	식
- 기계 및 설비 설계비	기본설계및실시설계	1	식

라. 시설용량별 바이오가스화 시설 실시설계 주요 도면

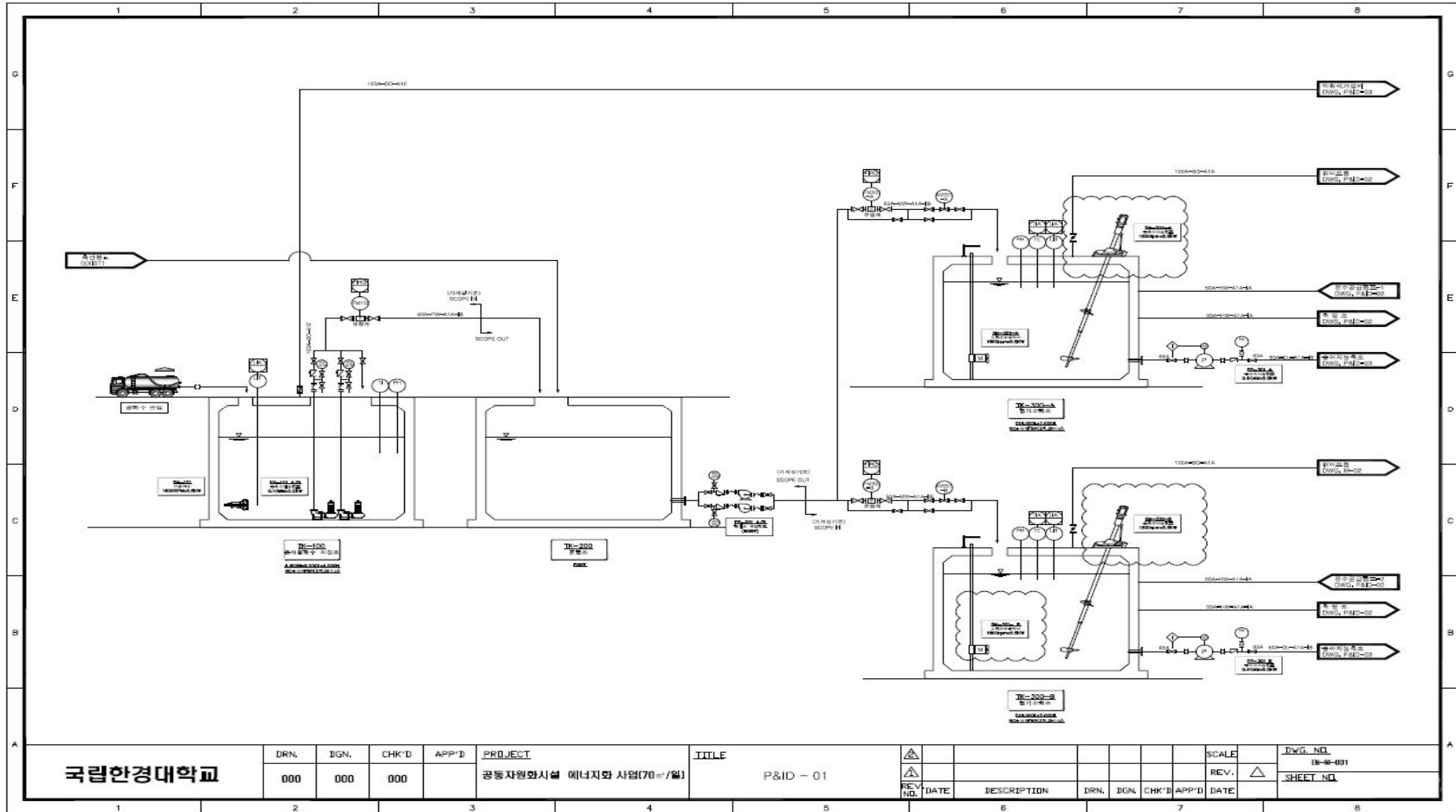
- 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 사업비 산출을 위한 실시설계 도면은 “별첨”하였으며, 실시설계 내역은 “부록”에 수록하였음, 세부적이고 자세한 실시설계 도면 내역은 “별첨”자료를 참고하기 바람
- 본 보고서에서는 시설용량별 주요도면만을 수록하여 대체적인 실시설계의 내용을 파악할 수 있도록 하였으며, 70 m³/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 도면은 <그림 V-1>에서 <그림 V-9>에 나타내었고, 100 m³/일 규모 양돈슬러리-음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

폐수 통합 혐기소화 시설 도면은 <그림 V-10>에서 <그림 V-18>에, 130 m³/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 도면은 <그림 V-19>에서 <그림 V-27>에 나타내었음

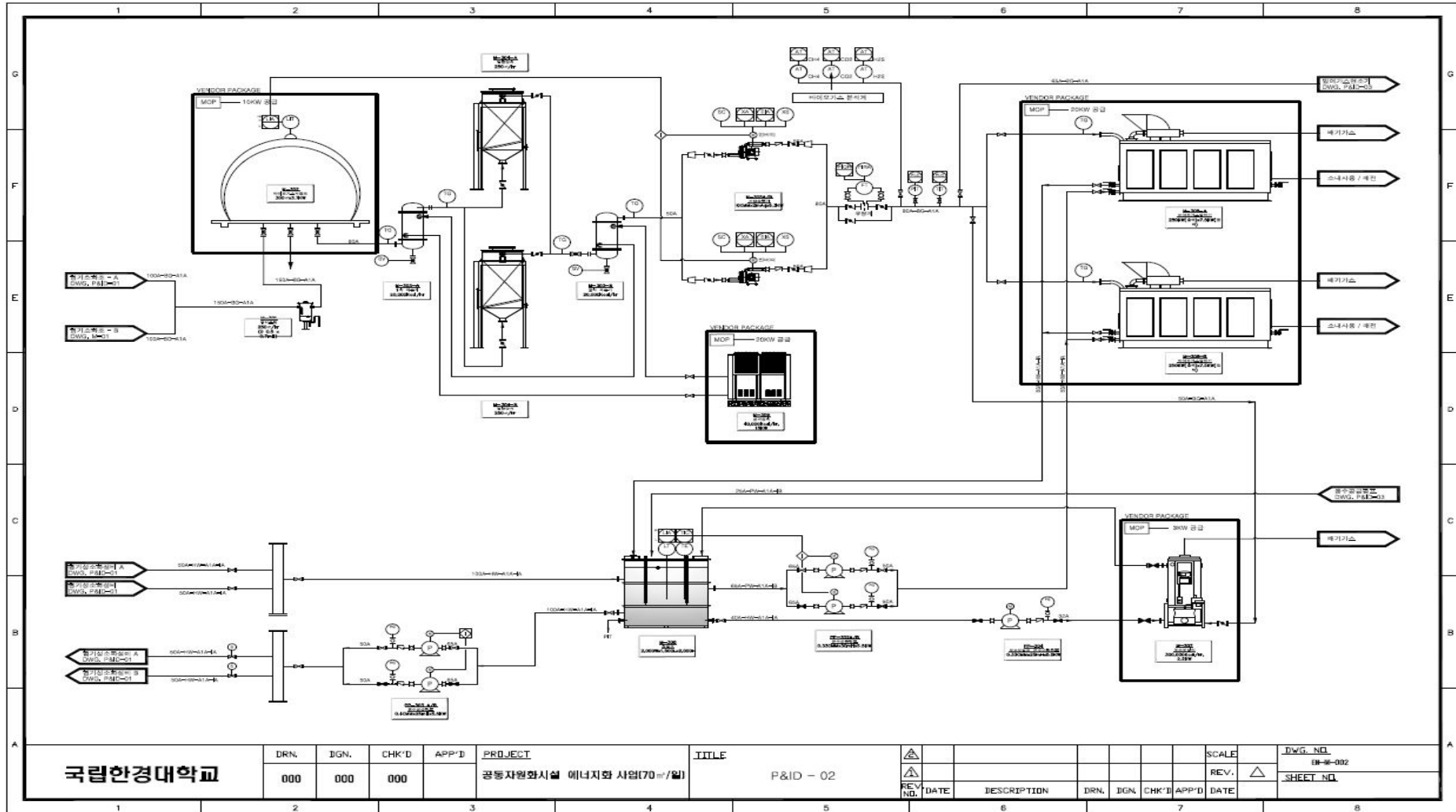
- 본 보고서에 수록한 실시설계 도면은 시설용량별로 ① 바이오가스화 시설의 도면 목록표, ② 바이오가스화 시설의 전체 공정 P&ID, ③ 바이오가스화 시설의 부지내 계획평면도, ④ 바이오가스화 시설의 건축물의 정면도, ⑤ 바이오가스화 시설의 건축물의 단면도, ⑥ 바이오가스화 시설의 건축물의 기계 장치, 악취방지설비 배치도, ⑦ 바이오가스화 시설의 기계 기구 일람표이며, 이들 내역만으로 대체적인 시설 설계 형태를 파악할 수 있음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



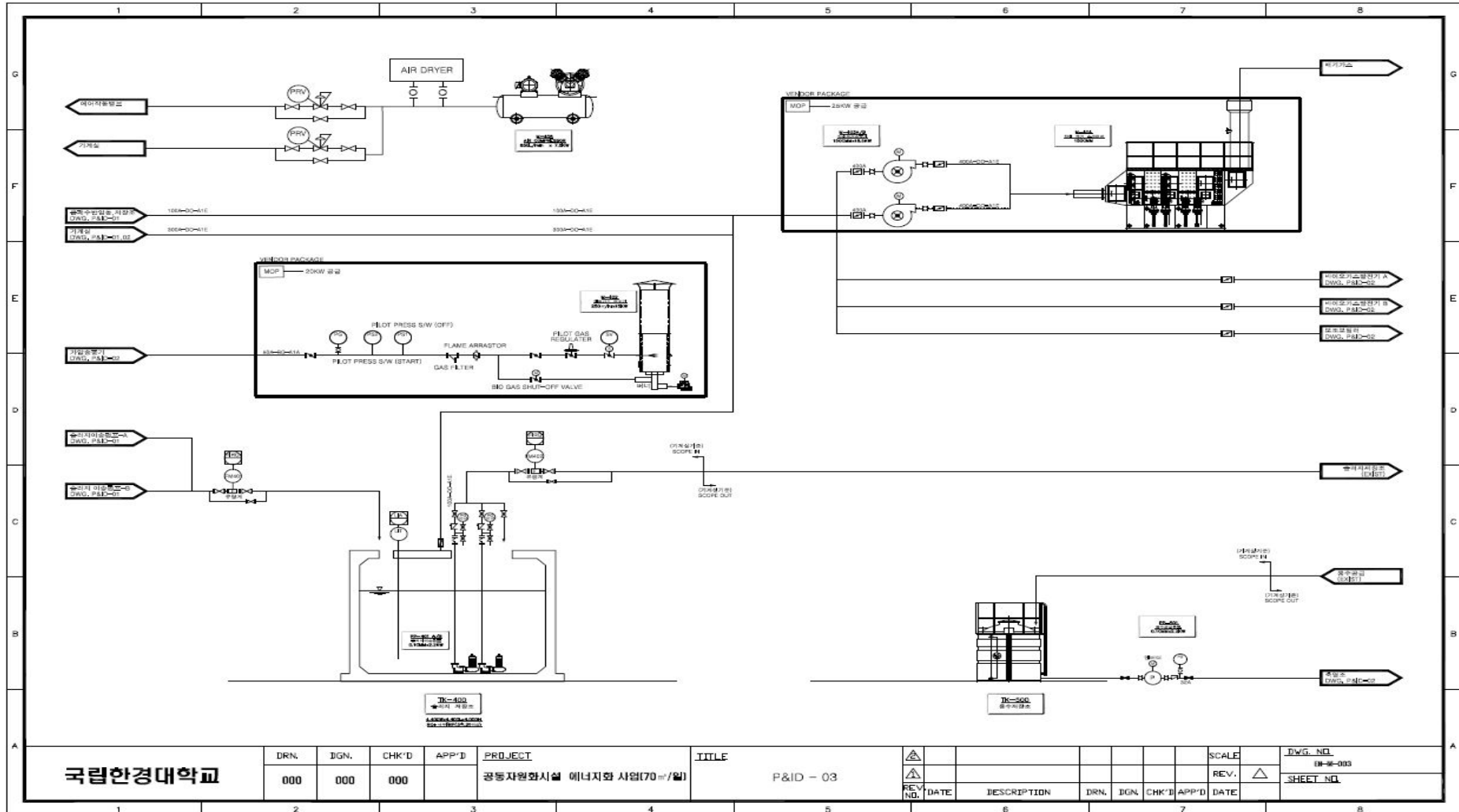
<그림 V-2> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



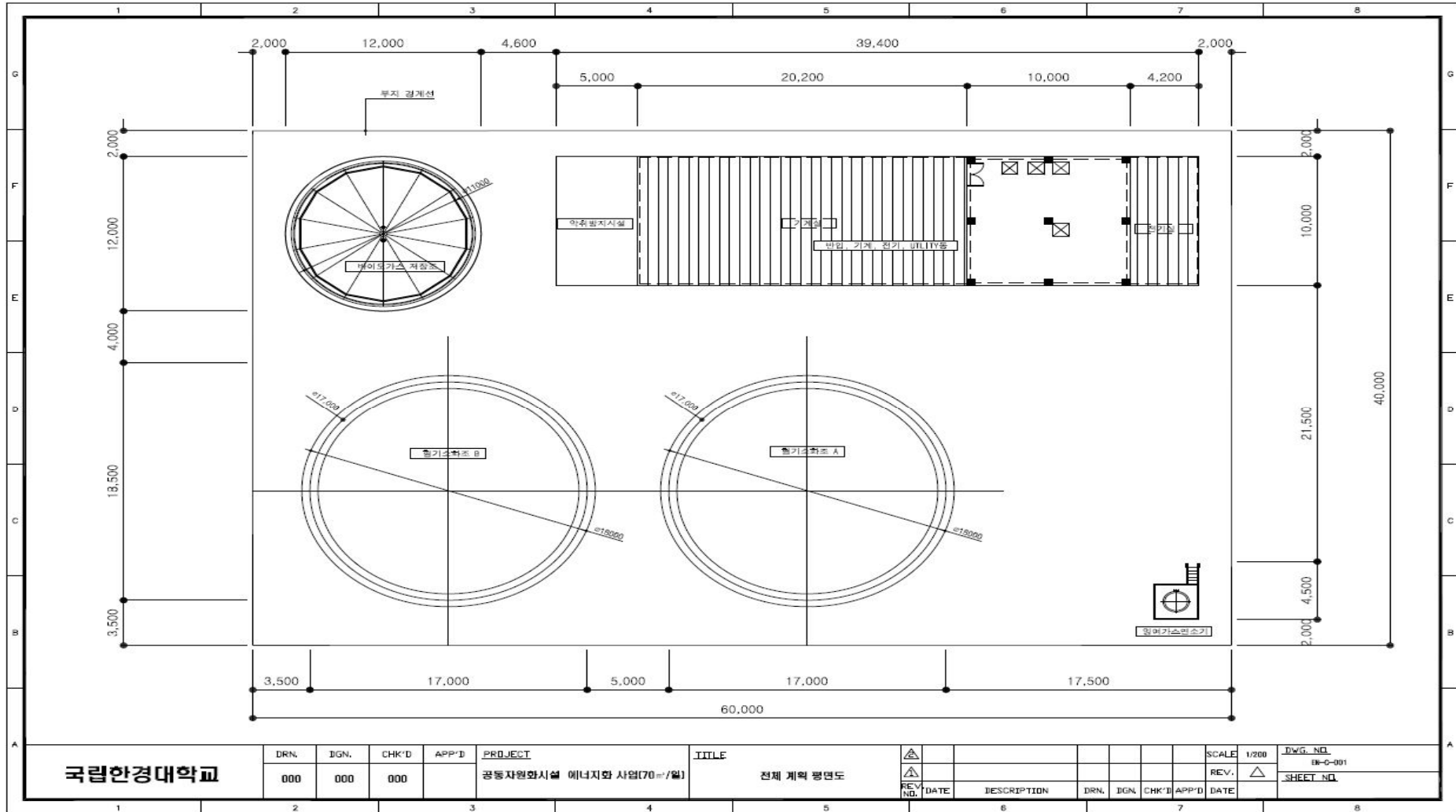
<그림 V-3> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



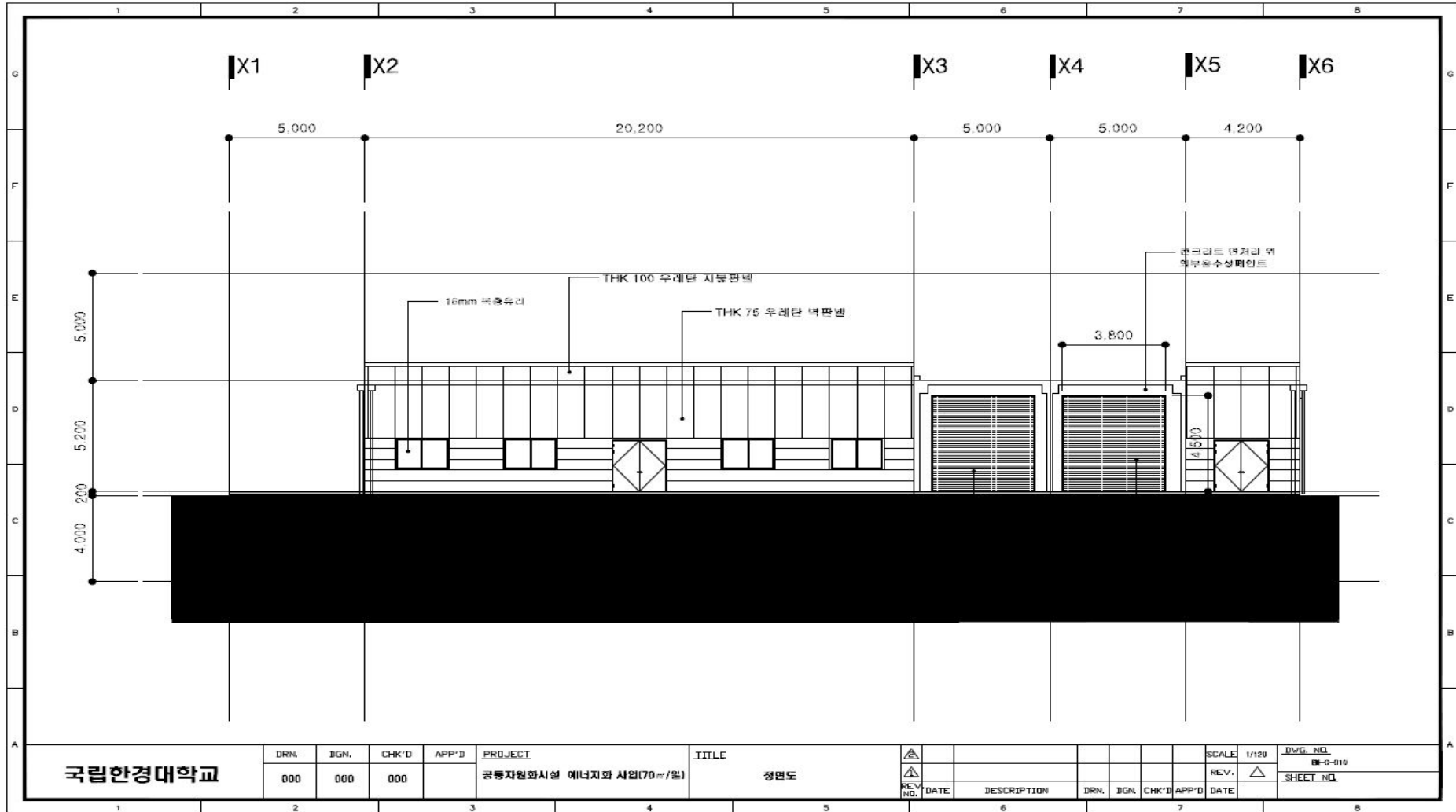
<그림 V-4> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-3

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



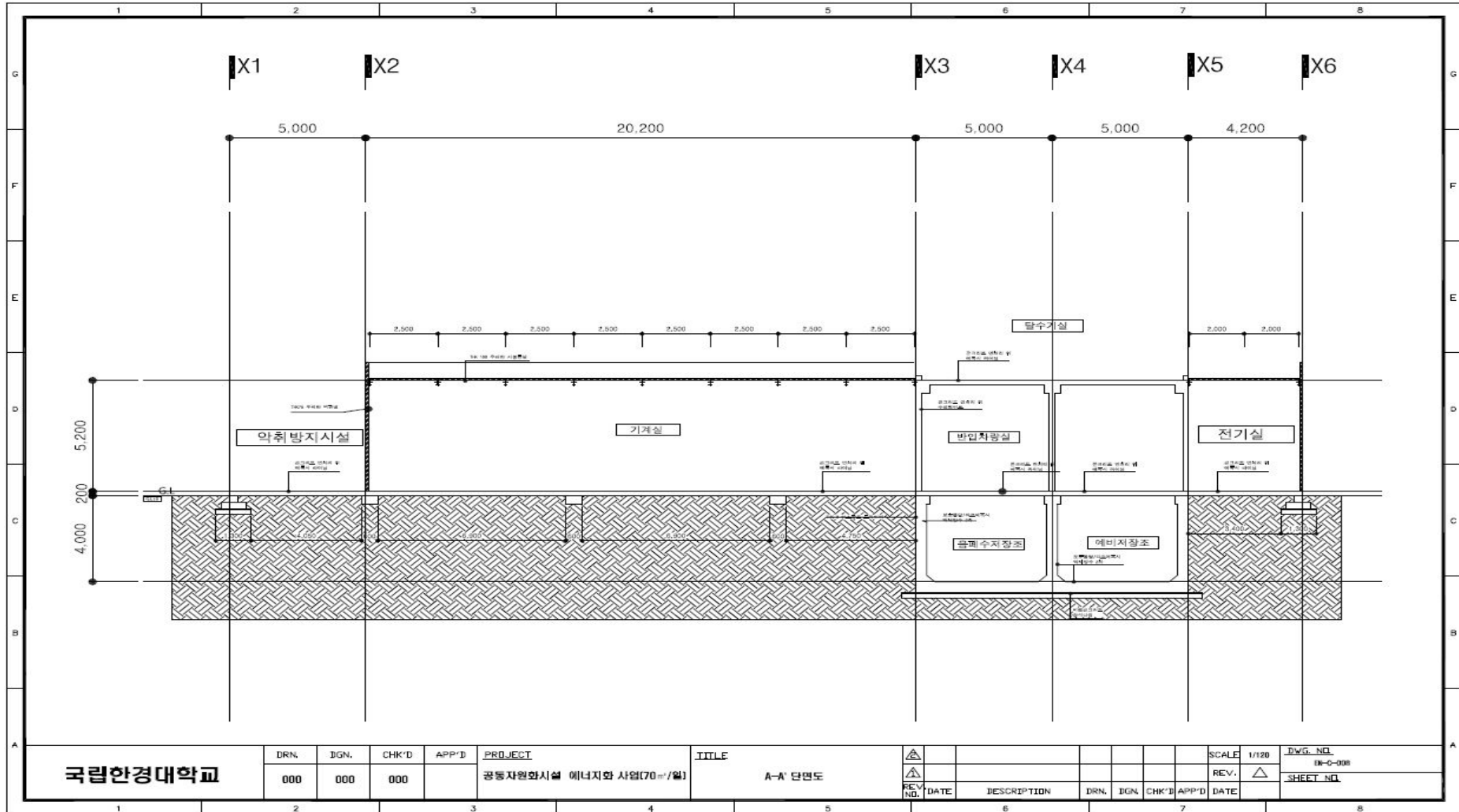
<그림 V-5> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



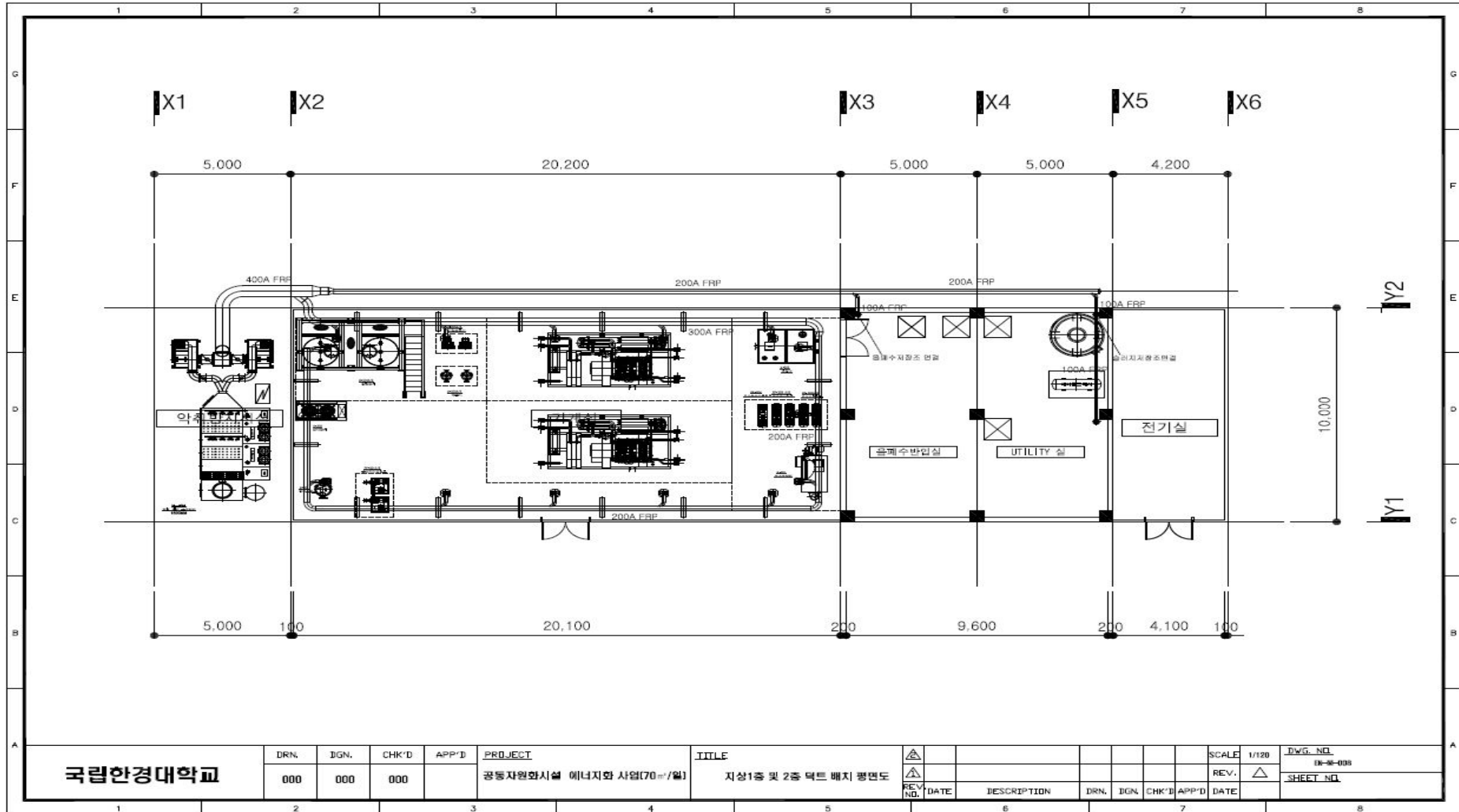
<그림 V-6> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



<그림 V-7> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



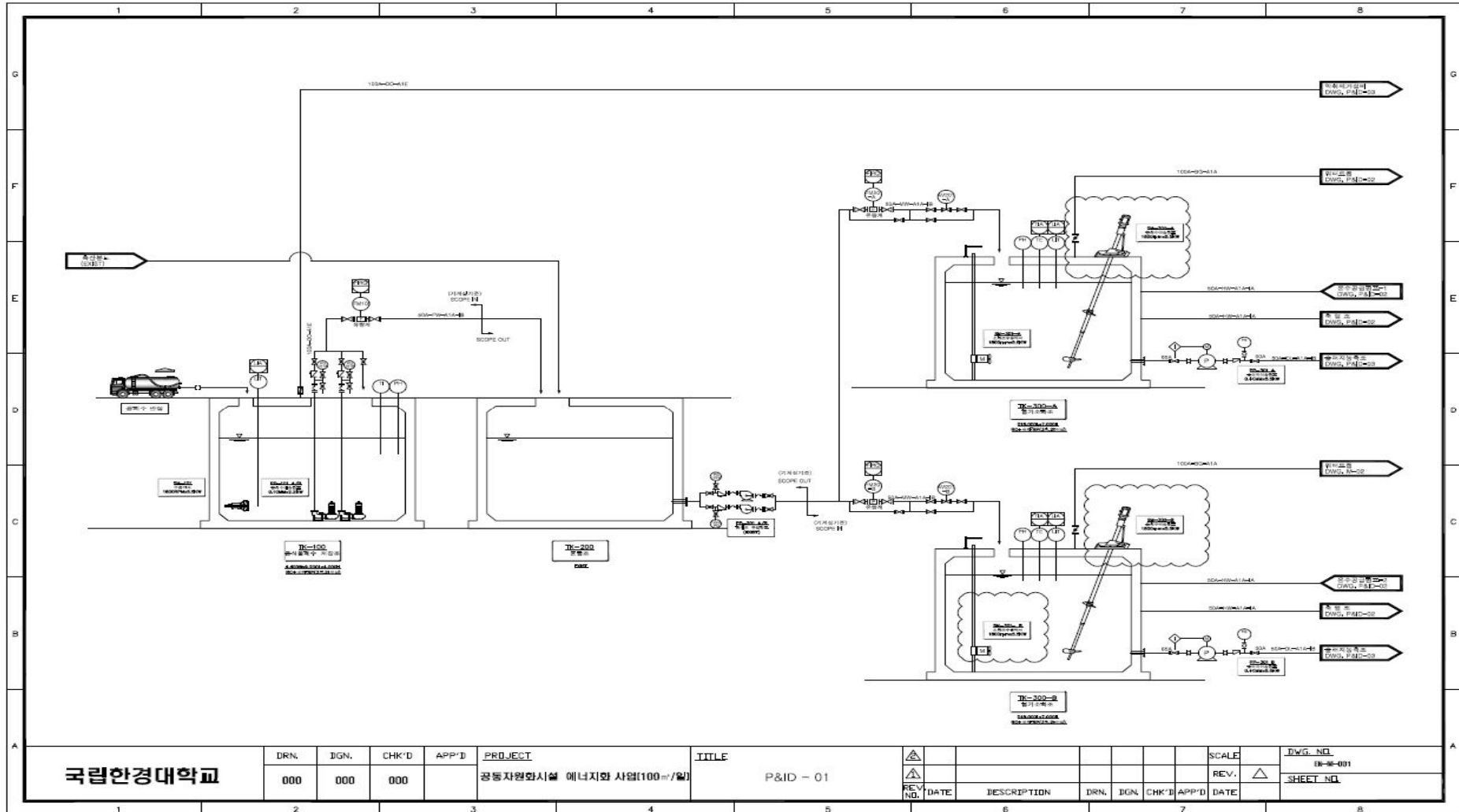
<그림 V-8> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																										
<p>기계기구 일람표</p> <p>S = NONE</p>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">기 기 번 호 (EQUIP. NO.)</th> <th style="width: 25%;">기 기 명 (EQUIP. NAME)</th> <th style="width: 10%;">수 량 (Q'TY)</th> <th style="width: 15%;">형 식 (TYPE)</th> <th style="width: 35%;">용 량 (CAPACITY)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">1. 축적수 진입 설비</td> </tr> <tr> <td>SM-101</td> <td>수출배서</td> <td>1</td> <td>수출형합저수식</td> <td>1800RFM x 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-101A/B</td> <td>음폐수이송펌프</td> <td>2</td> <td>SUB 펌프스킬프</td> <td>0.1m³/mHx2,2KW</td> </tr> <tr> <td>FM-101</td> <td>유량계</td> <td>1</td> <td>전자식</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">2. 출기설비</td> </tr> <tr> <td>FM-201A/B</td> <td>유량계</td> <td>2</td> <td>전자식</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td>AV-201A/B</td> <td>저장탱크</td> <td>2</td> <td>전자식</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td>SM-301 A/B</td> <td>소확조교반기</td> <td>2</td> <td>수출형합 저수식</td> <td>30rpm/5,5KW</td> </tr> <tr> <td>SM-302 A/B</td> <td>소확조교반기</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>30rpm/5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-301 A/B</td> <td>송리저이송펌프</td> <td>2</td> <td>스프롤</td> <td>0.4m³/mHx1.5mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>HE-301A/B</td> <td>소확조교반기</td> <td>2</td> <td>PE PIPE 소확조 내부 배관 필요형</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">3. 발전 및 발전량공급비</td> </tr> <tr> <td>M-301</td> <td>워터드럼</td> <td>1</td> <td>바이크론</td> <td>250m³/hr</td> </tr> <tr> <td>M-302</td> <td>바이오가스 저장조</td> <td>1</td> <td>다플렉스레인</td> <td>300m³, 3,7kW</td> </tr> <tr> <td>M-303 A/B</td> <td>1차 저수기 / 2차 저수기</td> <td>2</td> <td>열교환기</td> <td>20,000kcal/hr</td> </tr> <tr> <td>M-304 A/B</td> <td>발효장치</td> <td>2</td> <td>간식발효</td> <td>1,72m³/hr</td> </tr> <tr> <td>M-305 A/B</td> <td>가압 송풍기</td> <td>2</td> <td>총용모터</td> <td>10m³/mHx2,000mmHg, 6,3kW</td> </tr> <tr> <td>M-306 A/B</td> <td>바이오가스 발전기</td> <td>2</td> <td>가스엔진발전기</td> <td>120kW(총비)x7,5kW(총비)</td> </tr> <tr> <td>M-307</td> <td>모프로일러</td> <td>1</td> <td>가스프로일러</td> <td>300,000kcal/hr, 2,5kW</td> </tr> <tr> <td>M-308</td> <td>축열조</td> <td>1</td> <td>일형축열</td> <td>5m³, 2,000Wx1,500Lx2,000H</td> </tr> <tr> <td>M-309</td> <td>냉각장치</td> <td>1</td> <td>실리</td> <td>40,000kcal/hr, 15kW</td> </tr> <tr> <td>PP-301A/B</td> <td>온수 소확조</td> <td>1</td> <td>분류조</td> <td>0.33m³/mHx30mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-302A/B</td> <td>온수공급펌프-1</td> <td>2</td> <td>분류조</td> <td>0.33m³/mHx30mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-303A/B</td> <td>온수공급펌프-2</td> <td>2</td> <td>분류조</td> <td>0.4m³/mHx25mH, 5,5KW</td> </tr> </tbody> </table>				기 기 번 호 (EQUIP. NO.)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)	1. 축적수 진입 설비					SM-101	수출배서	1	수출형합저수식	1800RFM x 5,5KW	PP-101A/B	음폐수이송펌프	2	SUB 펌프스킬프	0.1m ³ /mHx2,2KW	FM-101	유량계	1	전자식	50A	2. 출기설비					FM-201A/B	유량계	2	전자식	50A	AV-201A/B	저장탱크	2	전자식	50A	SM-301 A/B	소확조교반기	2	수출형합 저수식	30rpm/5,5KW	SM-302 A/B	소확조교반기	2	-	30rpm/5,5KW	PP-301 A/B	송리저이송펌프	2	스프롤	0.4m ³ /mHx1.5mH, 5,5KW	HE-301A/B	소확조교반기	2	PE PIPE 소확조 내부 배관 필요형	50A	3. 발전 및 발전량공급비					M-301	워터드럼	1	바이크론	250m ³ /hr	M-302	바이오가스 저장조	1	다플렉스레인	300m ³ , 3,7kW	M-303 A/B	1차 저수기 / 2차 저수기	2	열교환기	20,000kcal/hr	M-304 A/B	발효장치	2	간식발효	1,72m ³ /hr	M-305 A/B	가압 송풍기	2	총용모터	10m ³ /mHx2,000mmHg, 6,3kW	M-306 A/B	바이오가스 발전기	2	가스엔진발전기	120kW(총비)x7,5kW(총비)	M-307	모프로일러	1	가스프로일러	300,000kcal/hr, 2,5kW	M-308	축열조	1	일형축열	5m ³ , 2,000Wx1,500Lx2,000H	M-309	냉각장치	1	실리	40,000kcal/hr, 15kW	PP-301A/B	온수 소확조	1	분류조	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW	PP-302A/B	온수공급펌프-1	2	분류조	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW	PP-303A/B	온수공급펌프-2	2	분류조	0.4m ³ /mHx25mH, 5,5KW	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">기 기 번 호 (EQUIP. NO.)</th> <th style="width: 25%;">기 기 명 (EQUIP. NAME)</th> <th style="width: 10%;">수 량 (Q'TY)</th> <th style="width: 15%;">형 식 (TYPE)</th> <th style="width: 35%;">용 량 (CAPACITY)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">4. 악취제거 및 기타설비</td> </tr> <tr> <td>PP-401 A/B</td> <td>송리저이송펌프</td> <td>2</td> <td>SUB 펌프스킬프</td> <td>0.1 m³/mHx2,2KW</td> </tr> <tr> <td>M-402</td> <td>일머가스 연소기</td> <td>1</td> <td>간이식 노치형</td> <td>300m³/hr, 15KW</td> </tr> <tr> <td>M-403</td> <td>악취제거 송풍기</td> <td>1</td> <td>배기형</td> <td>150m³/mHx200mmHg, 15,5kW</td> </tr> <tr> <td>M-404</td> <td>악취제거설비</td> <td>1</td> <td>악취제거식</td> <td>500m³/mH</td> </tr> <tr> <td>M-405</td> <td>AIR COMPRESSOR</td> <td>1</td> <td>공작동식</td> <td>7,3KW, 5,8m³/mH</td> </tr> <tr> <td>TK-500</td> <td>용수 저장탱크</td> <td>1</td> <td>활용형</td> <td>5m³ PE</td> </tr> <tr> <td>PP-501</td> <td>용수 공급장치</td> <td>2</td> <td>일머저 제어형 무스더 펌프</td> <td>0.1 m³/mHx30mHx1대, 2,5KW</td> </tr> </tbody> </table>				기 기 번 호 (EQUIP. NO.)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)	4. 악취제거 및 기타설비					PP-401 A/B	송리저이송펌프	2	SUB 펌프스킬프	0.1 m ³ /mHx2,2KW	M-402	일머가스 연소기	1	간이식 노치형	300m ³ /hr, 15KW	M-403	악취제거 송풍기	1	배기형	150m ³ /mHx200mmHg, 15,5kW	M-404	악취제거설비	1	악취제거식	500m ³ /mH	M-405	AIR COMPRESSOR	1	공작동식	7,3KW, 5,8m ³ /mH	TK-500	용수 저장탱크	1	활용형	5m ³ PE	PP-501	용수 공급장치	2	일머저 제어형 무스더 펌프	0.1 m ³ /mHx30mHx1대, 2,5KW
기 기 번 호 (EQUIP. NO.)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)																																																																																																																																																																													
1. 축적수 진입 설비																																																																																																																																																																																	
SM-101	수출배서	1	수출형합저수식	1800RFM x 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-101A/B	음폐수이송펌프	2	SUB 펌프스킬프	0.1m ³ /mHx2,2KW																																																																																																																																																																													
FM-101	유량계	1	전자식	50A																																																																																																																																																																													
2. 출기설비																																																																																																																																																																																	
FM-201A/B	유량계	2	전자식	50A																																																																																																																																																																													
AV-201A/B	저장탱크	2	전자식	50A																																																																																																																																																																													
SM-301 A/B	소확조교반기	2	수출형합 저수식	30rpm/5,5KW																																																																																																																																																																													
SM-302 A/B	소확조교반기	2	-	30rpm/5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-301 A/B	송리저이송펌프	2	스프롤	0.4m ³ /mHx1.5mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
HE-301A/B	소확조교반기	2	PE PIPE 소확조 내부 배관 필요형	50A																																																																																																																																																																													
3. 발전 및 발전량공급비																																																																																																																																																																																	
M-301	워터드럼	1	바이크론	250m ³ /hr																																																																																																																																																																													
M-302	바이오가스 저장조	1	다플렉스레인	300m ³ , 3,7kW																																																																																																																																																																													
M-303 A/B	1차 저수기 / 2차 저수기	2	열교환기	20,000kcal/hr																																																																																																																																																																													
M-304 A/B	발효장치	2	간식발효	1,72m ³ /hr																																																																																																																																																																													
M-305 A/B	가압 송풍기	2	총용모터	10m ³ /mHx2,000mmHg, 6,3kW																																																																																																																																																																													
M-306 A/B	바이오가스 발전기	2	가스엔진발전기	120kW(총비)x7,5kW(총비)																																																																																																																																																																													
M-307	모프로일러	1	가스프로일러	300,000kcal/hr, 2,5kW																																																																																																																																																																													
M-308	축열조	1	일형축열	5m ³ , 2,000Wx1,500Lx2,000H																																																																																																																																																																													
M-309	냉각장치	1	실리	40,000kcal/hr, 15kW																																																																																																																																																																													
PP-301A/B	온수 소확조	1	분류조	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-302A/B	온수공급펌프-1	2	분류조	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-303A/B	온수공급펌프-2	2	분류조	0.4m ³ /mHx25mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
기 기 번 호 (EQUIP. NO.)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)																																																																																																																																																																													
4. 악취제거 및 기타설비																																																																																																																																																																																	
PP-401 A/B	송리저이송펌프	2	SUB 펌프스킬프	0.1 m ³ /mHx2,2KW																																																																																																																																																																													
M-402	일머가스 연소기	1	간이식 노치형	300m ³ /hr, 15KW																																																																																																																																																																													
M-403	악취제거 송풍기	1	배기형	150m ³ /mHx200mmHg, 15,5kW																																																																																																																																																																													
M-404	악취제거설비	1	악취제거식	500m ³ /mH																																																																																																																																																																													
M-405	AIR COMPRESSOR	1	공작동식	7,3KW, 5,8m ³ /mH																																																																																																																																																																													
TK-500	용수 저장탱크	1	활용형	5m ³ PE																																																																																																																																																																													
PP-501	용수 공급장치	2	일머저 제어형 무스더 펌프	0.1 m ³ /mHx30mHx1대, 2,5KW																																																																																																																																																																													
국립한경대학교		DRN.	IGN.	CHK'D	APP'D	PROJECT	TITLE	SCALE	DWG. NO.																																																																																																																																																																								
		000	000	000		공동자원화시설 에너지화 사업(70m ³ /일)	장비명세서		DK-009																																																																																																																																																																								
								REV. △	SHEET NO.																																																																																																																																																																								
		REV. NO.	DATE	DESCRIPTION	DRN.	IGN.	CHK'D	APP'D	DATE																																																																																																																																																																								

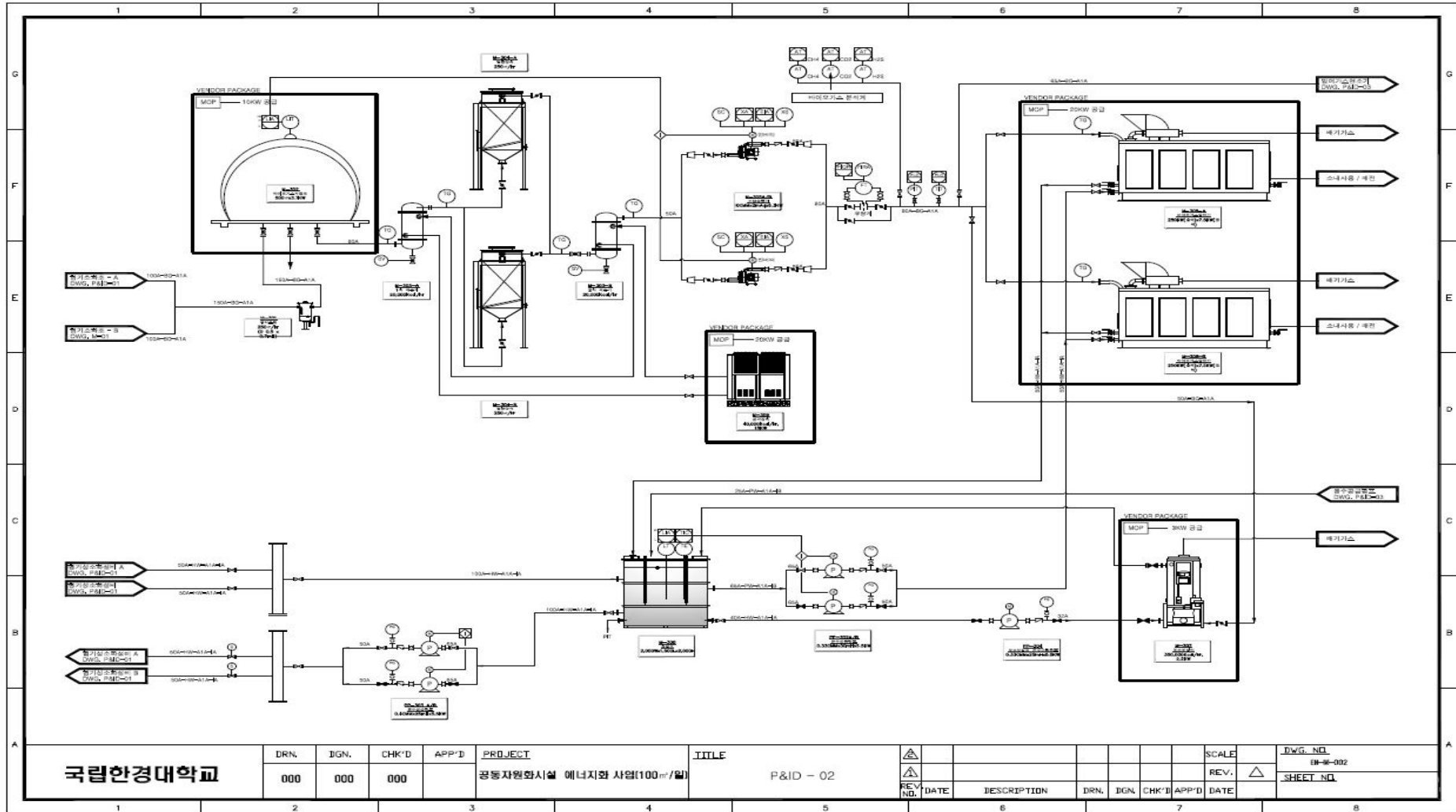
<그림 V-9> 70 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



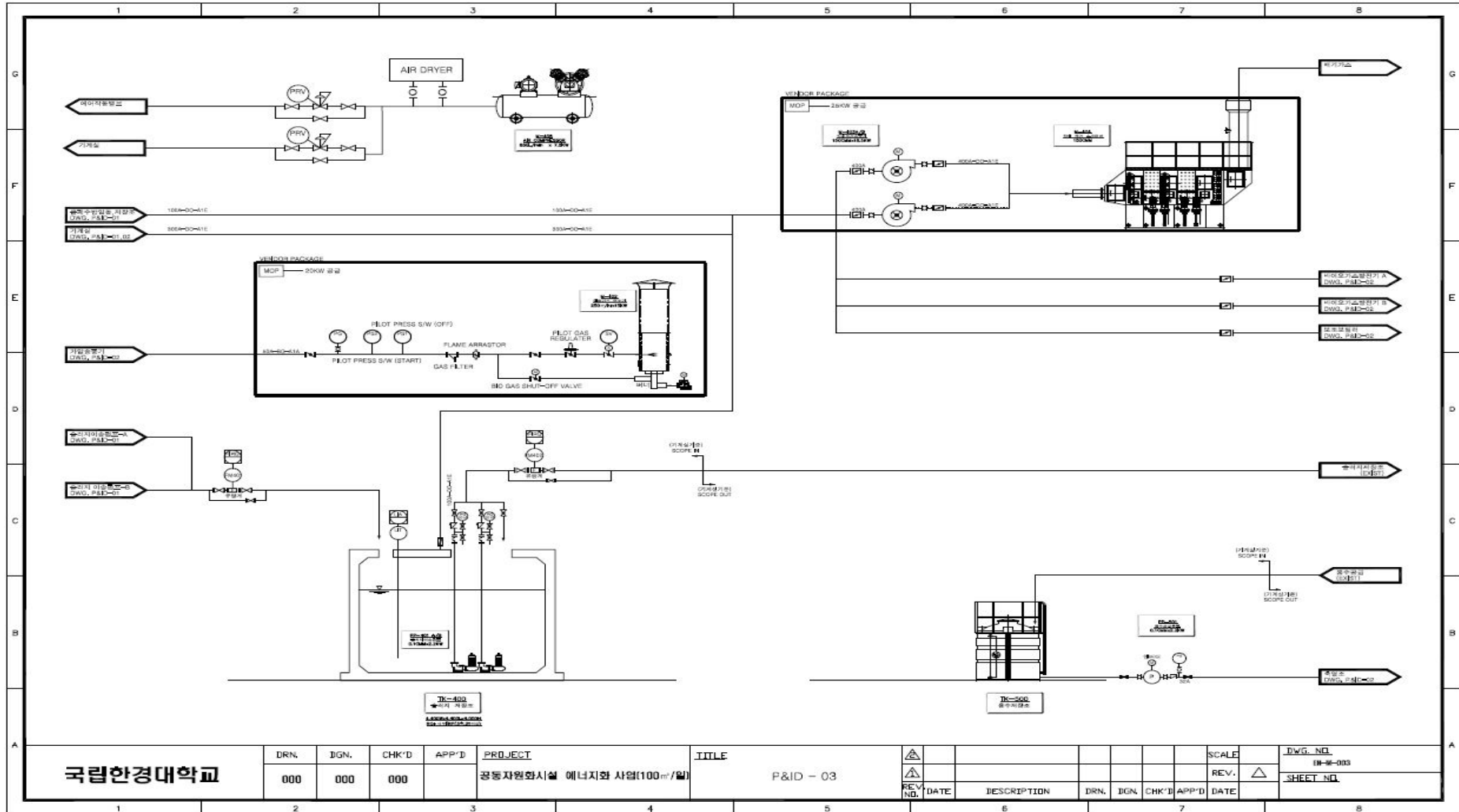
<그림 V-11> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



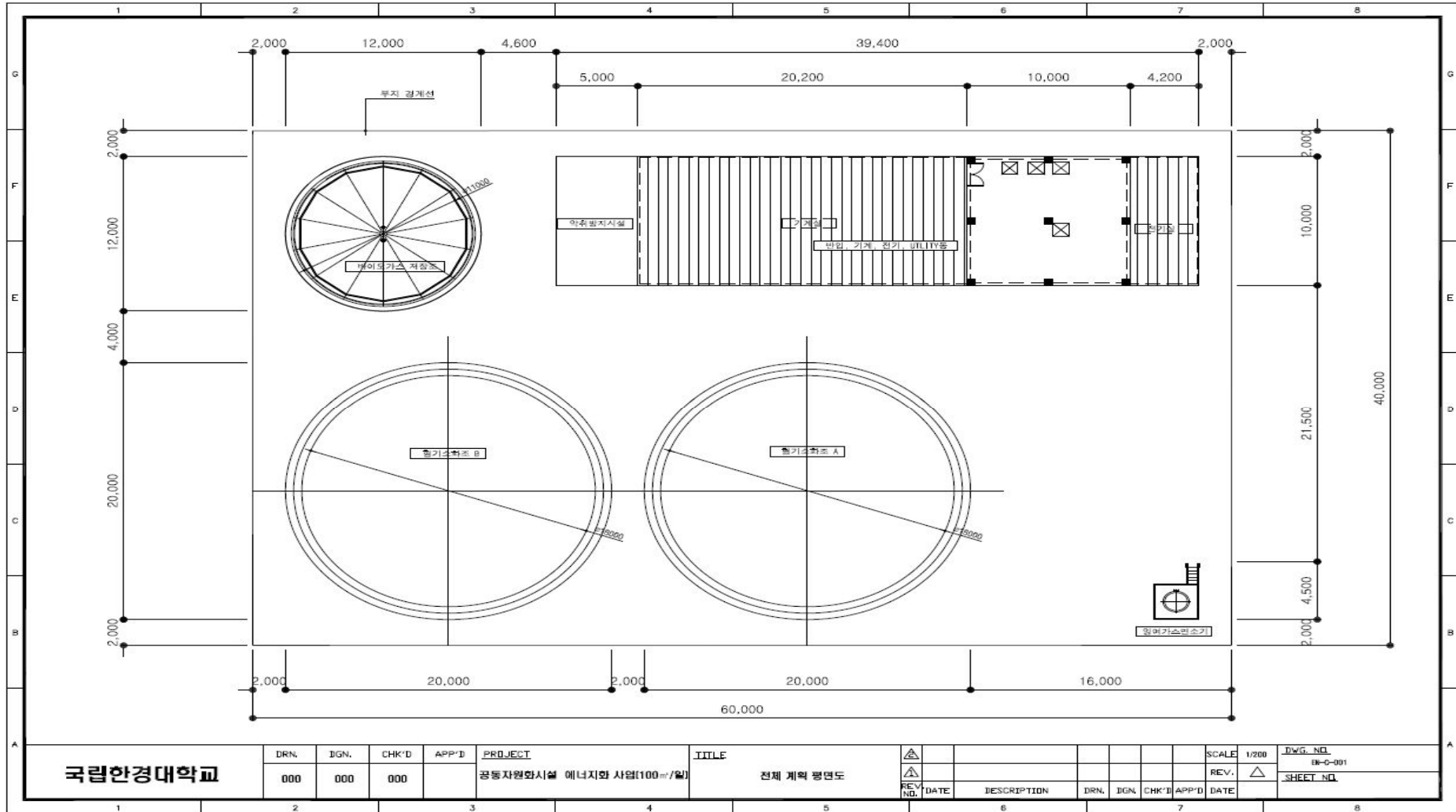
<그림 V-12> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



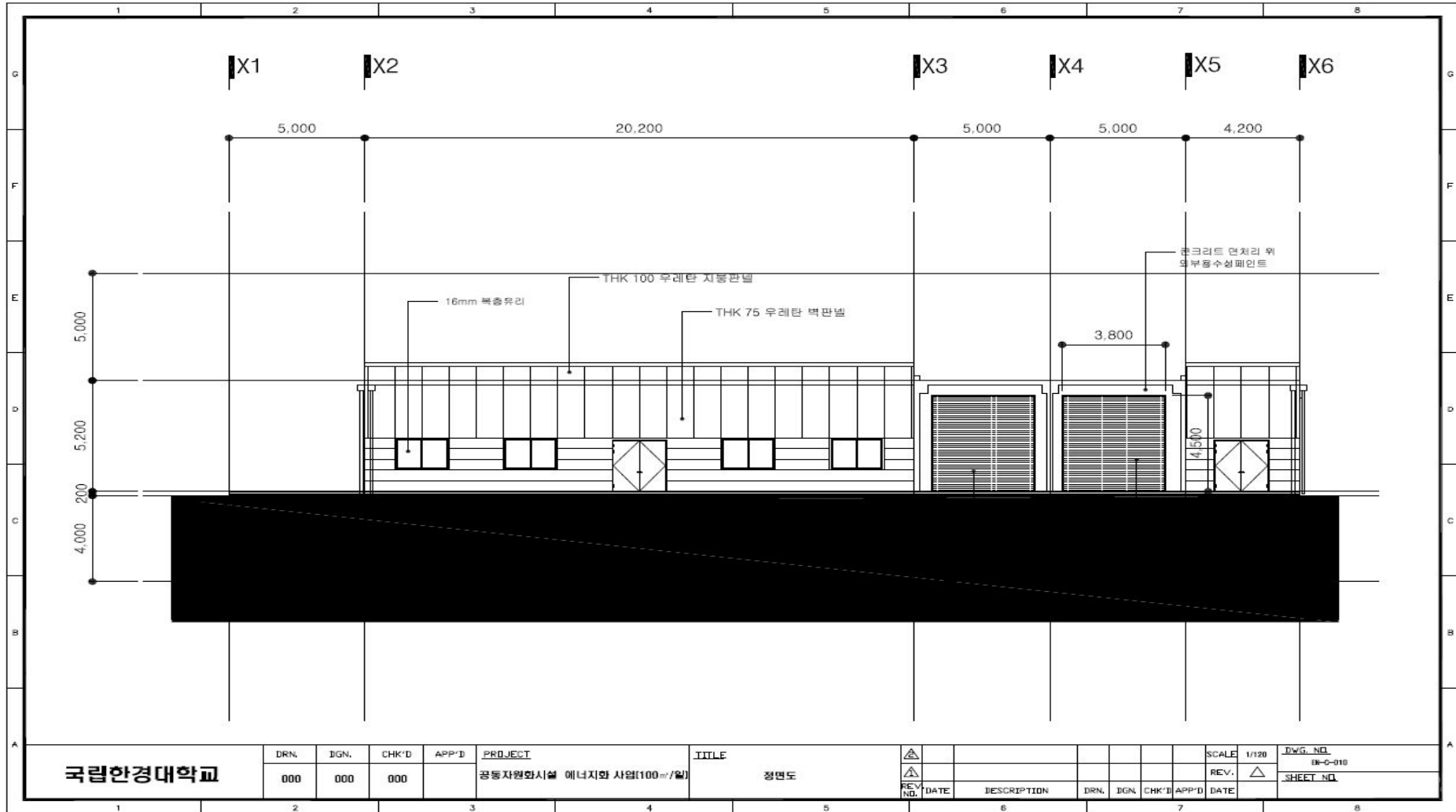
<그림 V-13> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-3

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



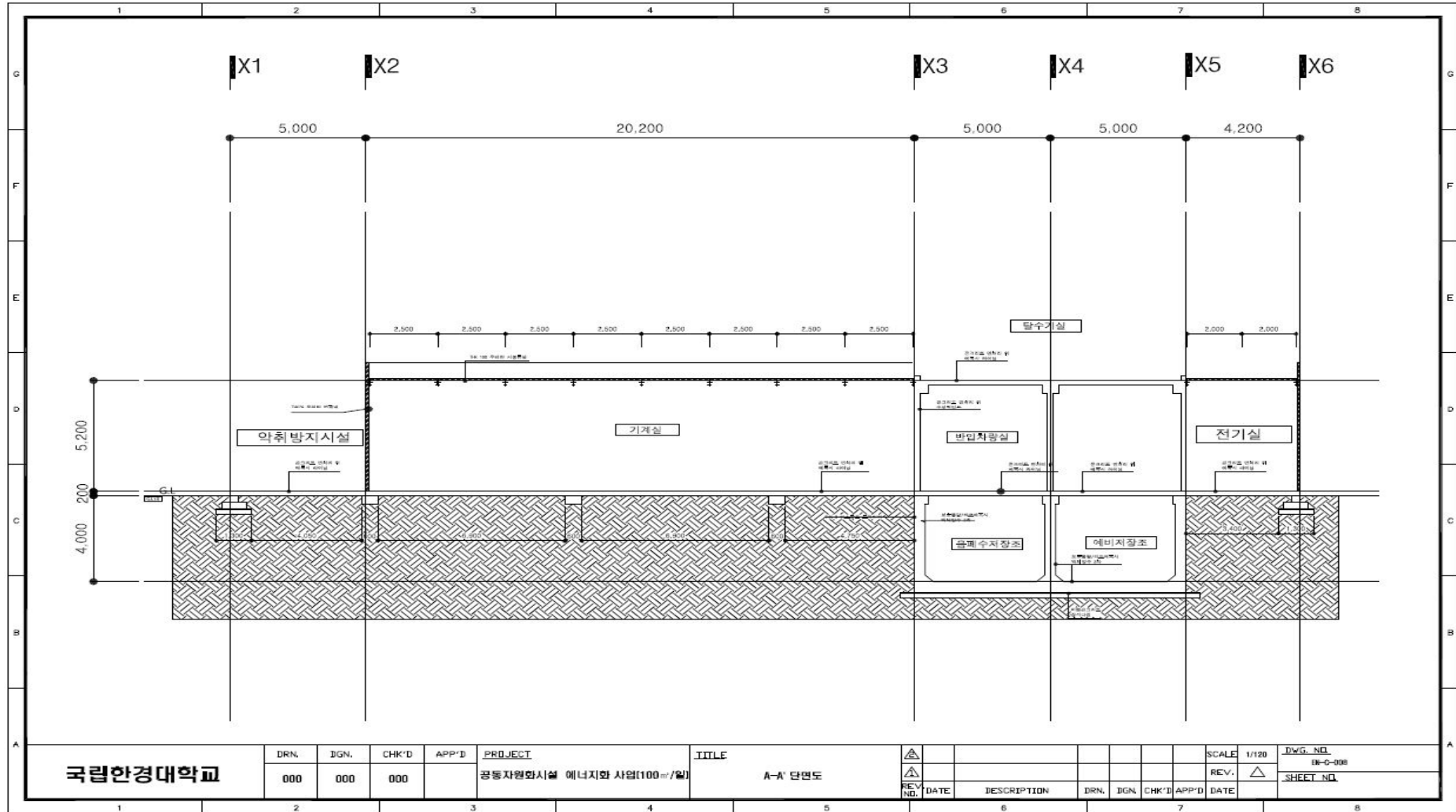
<그림 V-14> 100톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



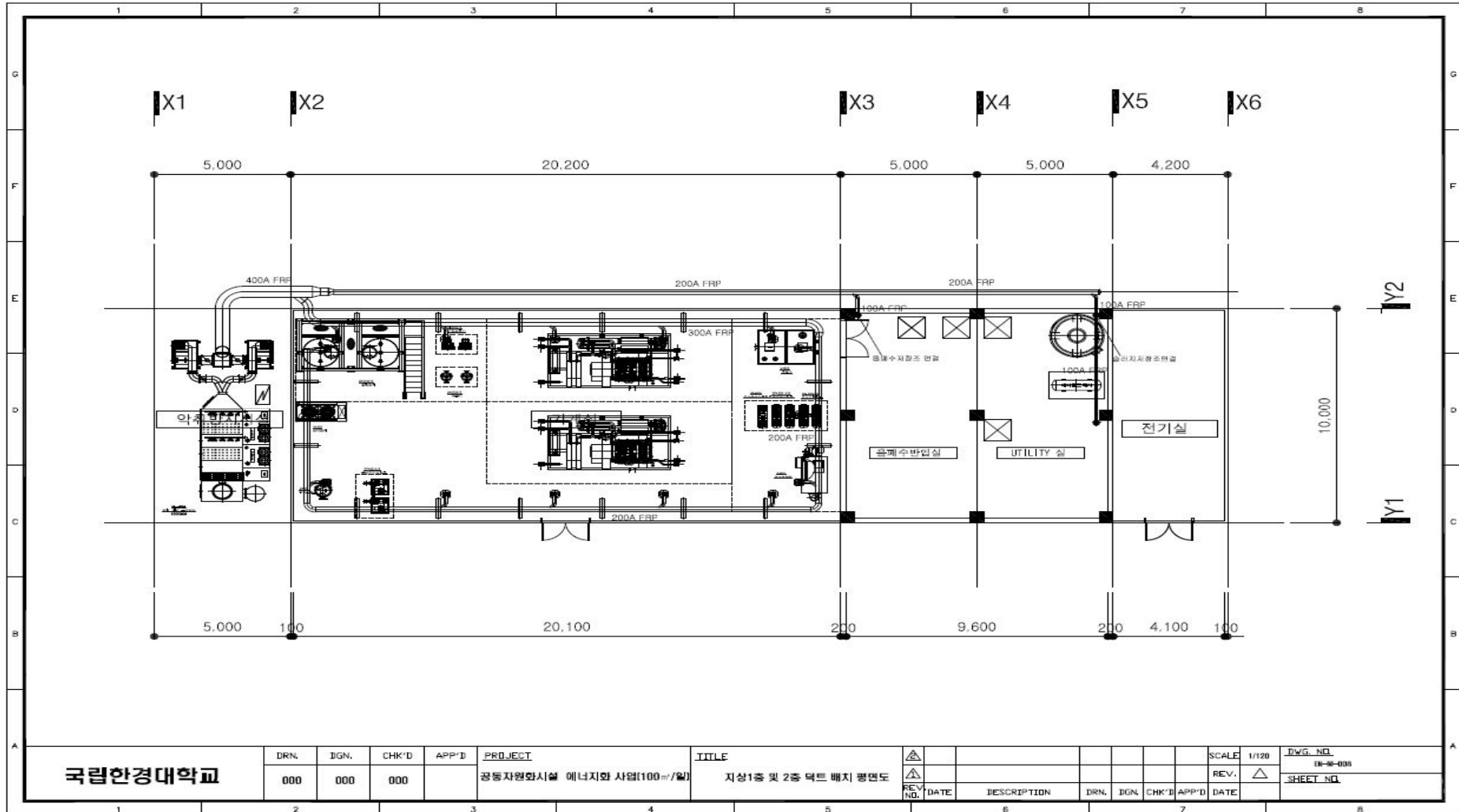
<그림 V-15> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



<그림 V-16> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



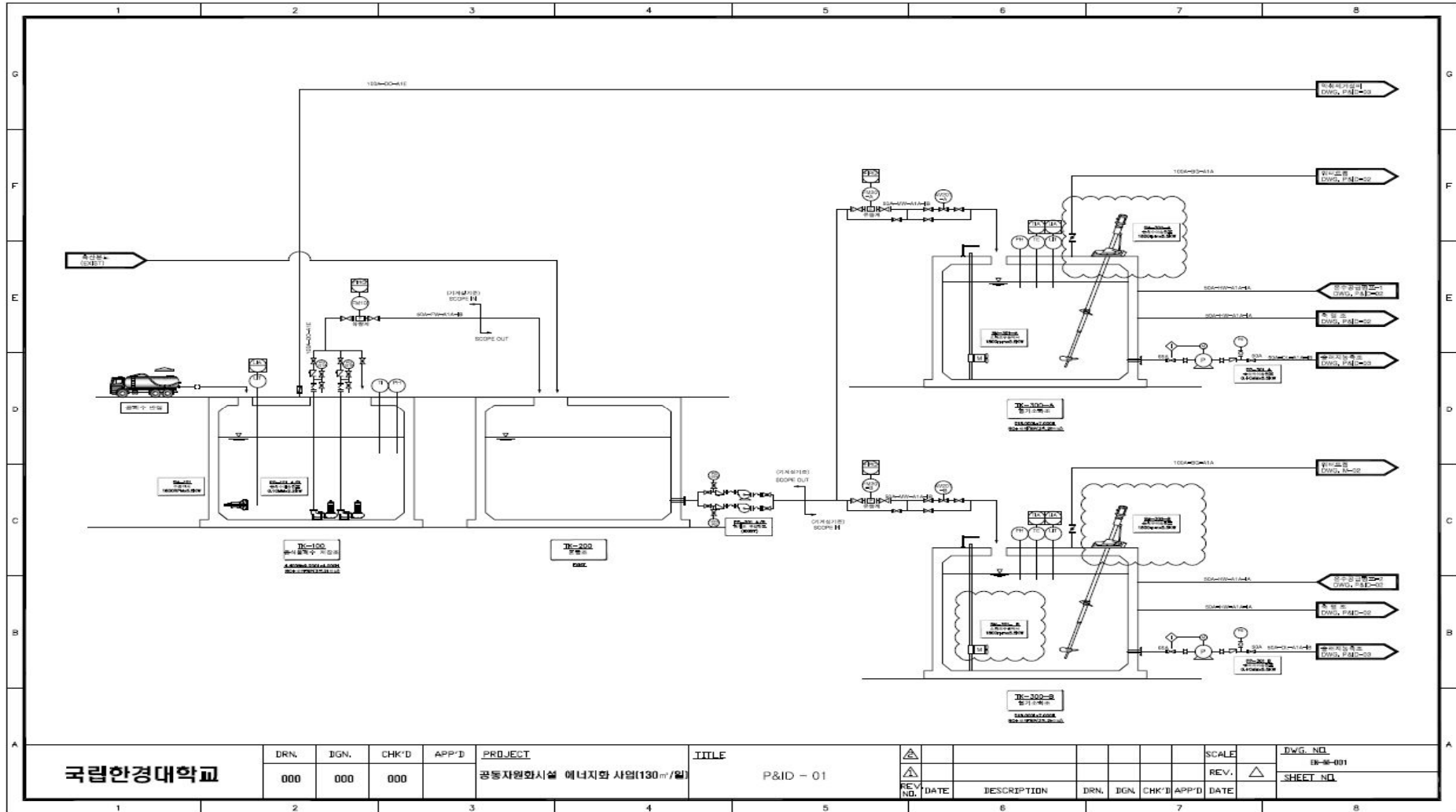
<그림 V-17> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																										
<p>기계기구 일람표</p> <p>S = NONE</p>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">기 기 번 호 (EQUIP. NO)</th> <th style="width: 25%;">기 기 명 (EQUIP. NAME)</th> <th style="width: 10%;">수 량 (Q'TY)</th> <th style="width: 15%;">형 식 (TYPE)</th> <th style="width: 35%;">용 량 (CAPACITY)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">1. 축적수 전압 설비</td> </tr> <tr> <td>SM-101</td> <td>수송배서</td> <td>1</td> <td>수송용형지주식</td> <td>1800RFM x 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-101A/B</td> <td>송배수이송펌프</td> <td>2</td> <td>SUB 펌프스 펌프</td> <td>0.1m³/mHx2,2KW</td> </tr> <tr> <td>FM-101</td> <td>유량계</td> <td>1</td> <td>전자식</td> <td>80A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">2. 송기설소축 설비</td> </tr> <tr> <td>FM-201A/B</td> <td>유량계</td> <td>2</td> <td>전자식</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td>AV-201A/B</td> <td>저장탱크</td> <td>2</td> <td>전자식</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td>SM-301 A/B</td> <td>소확조교변기</td> <td>2</td> <td>수송용형 지주식</td> <td>300pm/5,5KW</td> </tr> <tr> <td>SM-302 A/B</td> <td>소확조교변기</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>300pm/5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-301 A/B</td> <td>송배수이송펌프</td> <td>2</td> <td>스프링</td> <td>0.4m³/mHx18mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>HE-301A/B</td> <td>소확조압급급설비</td> <td>2</td> <td>PE PPE 소확조 내부 배관 열교환</td> <td>50A</td> </tr> <tr> <td colspan="5">3. 발전 및 발전공급설비</td> </tr> <tr> <td>M-301</td> <td>워터펌프</td> <td>1</td> <td>바이크론</td> <td>250m³/hr</td> </tr> <tr> <td>M-302</td> <td>바이오가스 저장조</td> <td>1</td> <td>다중벽 스테인</td> <td>500m³, 3,7KW</td> </tr> <tr> <td>M-303 A/B</td> <td>1차 세습기 / 2차 세습기</td> <td>2</td> <td>열교환기</td> <td>20,000kcal/hr</td> </tr> <tr> <td>M-304 A/B</td> <td>발효장치</td> <td>2</td> <td>간석발효</td> <td>172m³/hr</td> </tr> <tr> <td>M-305 A/B</td> <td>가압 송풍기</td> <td>2</td> <td>블로우어</td> <td>10m³/mHx2,000mmAq, 6,3KW</td> </tr> <tr> <td>M-306 A/B</td> <td>바이오가스 발전기</td> <td>2</td> <td>가스엔진 발전기</td> <td>200kW(총)x7,5kW(동력)</td> </tr> <tr> <td>M-307</td> <td>모소로일러</td> <td>1</td> <td>가스르일러</td> <td>300,000kcal/hr, 2,2KW</td> </tr> <tr> <td>M-308</td> <td>축열조</td> <td>1</td> <td>일형탱크</td> <td>5m³, 2,000Wx1,500Lx2,000H</td> </tr> <tr> <td>M-309</td> <td>냉각장치</td> <td>1</td> <td>쿨러</td> <td>40,000kcal/hr, 15kW</td> </tr> <tr> <td>PP-301A/B</td> <td>온수 소확펌프</td> <td>1</td> <td>블루프펌프</td> <td>0.33m³/mHx30mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-302A/B</td> <td>온수공급펌프-1</td> <td>2</td> <td>블루프펌프</td> <td>0.33m³/mHx30mH, 5,5KW</td> </tr> <tr> <td>PP-303A/B</td> <td>온수공급펌프-2</td> <td>2</td> <td>블루프펌프</td> <td>0.4m³/mHx30mH, 5,5KW</td> </tr> </tbody> </table>				기 기 번 호 (EQUIP. NO)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)	1. 축적수 전압 설비					SM-101	수송배서	1	수송용형지주식	1800RFM x 5,5KW	PP-101A/B	송배수이송펌프	2	SUB 펌프스 펌프	0.1m ³ /mHx2,2KW	FM-101	유량계	1	전자식	80A	2. 송기설소축 설비					FM-201A/B	유량계	2	전자식	50A	AV-201A/B	저장탱크	2	전자식	50A	SM-301 A/B	소확조교변기	2	수송용형 지주식	300pm/5,5KW	SM-302 A/B	소확조교변기	2	-	300pm/5,5KW	PP-301 A/B	송배수이송펌프	2	스프링	0.4m ³ /mHx18mH, 5,5KW	HE-301A/B	소확조압급급설비	2	PE PPE 소확조 내부 배관 열교환	50A	3. 발전 및 발전공급설비					M-301	워터펌프	1	바이크론	250m ³ /hr	M-302	바이오가스 저장조	1	다중벽 스테인	500m ³ , 3,7KW	M-303 A/B	1차 세습기 / 2차 세습기	2	열교환기	20,000kcal/hr	M-304 A/B	발효장치	2	간석발효	172m ³ /hr	M-305 A/B	가압 송풍기	2	블로우어	10m ³ /mHx2,000mmAq, 6,3KW	M-306 A/B	바이오가스 발전기	2	가스엔진 발전기	200kW(총)x7,5kW(동력)	M-307	모소로일러	1	가스르일러	300,000kcal/hr, 2,2KW	M-308	축열조	1	일형탱크	5m ³ , 2,000Wx1,500Lx2,000H	M-309	냉각장치	1	쿨러	40,000kcal/hr, 15kW	PP-301A/B	온수 소확펌프	1	블루프펌프	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW	PP-302A/B	온수공급펌프-1	2	블루프펌프	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW	PP-303A/B	온수공급펌프-2	2	블루프펌프	0.4m ³ /mHx30mH, 5,5KW	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">기 기 번 호 (EQUIP. NO)</th> <th style="width: 25%;">기 기 명 (EQUIP. NAME)</th> <th style="width: 10%;">수 량 (Q'TY)</th> <th style="width: 15%;">형 식 (TYPE)</th> <th style="width: 35%;">용 량 (CAPACITY)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">4. 악취제거 및 기타설비</td> </tr> <tr> <td>PP-401 A/B</td> <td>송배수이송펌프</td> <td>2</td> <td>SUB 펌프스 펌프</td> <td>0.1 m³/mHx2,2kW</td> </tr> <tr> <td>M-402</td> <td>일머가스 연소기</td> <td>1</td> <td>간이식 노치형</td> <td>300m³/hr, 15kW</td> </tr> <tr> <td>M-403</td> <td>악취제거 송풍기</td> <td>1</td> <td>배로형</td> <td>150m³/mHx220mmAq, 18,5kW</td> </tr> <tr> <td>M-404</td> <td>악취제거설비</td> <td>1</td> <td>악취세정식</td> <td>500m³/mH</td> </tr> <tr> <td>M-405</td> <td>AIR COMPRESSOR</td> <td>1</td> <td>공력동식</td> <td>7,3KW, 0,8m³/mH</td> </tr> <tr> <td>TK-500</td> <td>중수 저장탱크</td> <td>1</td> <td>확용형</td> <td>5m³ PE</td> </tr> <tr> <td>PP-501</td> <td>중수 공급장치</td> <td>2</td> <td>일머터 제어형 부스터 펌프</td> <td>0,1 m³/mHx30mHx18, 2,2kW</td> </tr> </tbody> </table>				기 기 번 호 (EQUIP. NO)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)	4. 악취제거 및 기타설비					PP-401 A/B	송배수이송펌프	2	SUB 펌프스 펌프	0.1 m ³ /mHx2,2kW	M-402	일머가스 연소기	1	간이식 노치형	300m ³ /hr, 15kW	M-403	악취제거 송풍기	1	배로형	150m ³ /mHx220mmAq, 18,5kW	M-404	악취제거설비	1	악취세정식	500m ³ /mH	M-405	AIR COMPRESSOR	1	공력동식	7,3KW, 0,8m ³ /mH	TK-500	중수 저장탱크	1	확용형	5m ³ PE	PP-501	중수 공급장치	2	일머터 제어형 부스터 펌프	0,1 m ³ /mHx30mHx18, 2,2kW
기 기 번 호 (EQUIP. NO)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)																																																																																																																																																																													
1. 축적수 전압 설비																																																																																																																																																																																	
SM-101	수송배서	1	수송용형지주식	1800RFM x 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-101A/B	송배수이송펌프	2	SUB 펌프스 펌프	0.1m ³ /mHx2,2KW																																																																																																																																																																													
FM-101	유량계	1	전자식	80A																																																																																																																																																																													
2. 송기설소축 설비																																																																																																																																																																																	
FM-201A/B	유량계	2	전자식	50A																																																																																																																																																																													
AV-201A/B	저장탱크	2	전자식	50A																																																																																																																																																																													
SM-301 A/B	소확조교변기	2	수송용형 지주식	300pm/5,5KW																																																																																																																																																																													
SM-302 A/B	소확조교변기	2	-	300pm/5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-301 A/B	송배수이송펌프	2	스프링	0.4m ³ /mHx18mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
HE-301A/B	소확조압급급설비	2	PE PPE 소확조 내부 배관 열교환	50A																																																																																																																																																																													
3. 발전 및 발전공급설비																																																																																																																																																																																	
M-301	워터펌프	1	바이크론	250m ³ /hr																																																																																																																																																																													
M-302	바이오가스 저장조	1	다중벽 스테인	500m ³ , 3,7KW																																																																																																																																																																													
M-303 A/B	1차 세습기 / 2차 세습기	2	열교환기	20,000kcal/hr																																																																																																																																																																													
M-304 A/B	발효장치	2	간석발효	172m ³ /hr																																																																																																																																																																													
M-305 A/B	가압 송풍기	2	블로우어	10m ³ /mHx2,000mmAq, 6,3KW																																																																																																																																																																													
M-306 A/B	바이오가스 발전기	2	가스엔진 발전기	200kW(총)x7,5kW(동력)																																																																																																																																																																													
M-307	모소로일러	1	가스르일러	300,000kcal/hr, 2,2KW																																																																																																																																																																													
M-308	축열조	1	일형탱크	5m ³ , 2,000Wx1,500Lx2,000H																																																																																																																																																																													
M-309	냉각장치	1	쿨러	40,000kcal/hr, 15kW																																																																																																																																																																													
PP-301A/B	온수 소확펌프	1	블루프펌프	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-302A/B	온수공급펌프-1	2	블루프펌프	0.33m ³ /mHx30mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
PP-303A/B	온수공급펌프-2	2	블루프펌프	0.4m ³ /mHx30mH, 5,5KW																																																																																																																																																																													
기 기 번 호 (EQUIP. NO)	기 기 명 (EQUIP. NAME)	수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)																																																																																																																																																																													
4. 악취제거 및 기타설비																																																																																																																																																																																	
PP-401 A/B	송배수이송펌프	2	SUB 펌프스 펌프	0.1 m ³ /mHx2,2kW																																																																																																																																																																													
M-402	일머가스 연소기	1	간이식 노치형	300m ³ /hr, 15kW																																																																																																																																																																													
M-403	악취제거 송풍기	1	배로형	150m ³ /mHx220mmAq, 18,5kW																																																																																																																																																																													
M-404	악취제거설비	1	악취세정식	500m ³ /mH																																																																																																																																																																													
M-405	AIR COMPRESSOR	1	공력동식	7,3KW, 0,8m ³ /mH																																																																																																																																																																													
TK-500	중수 저장탱크	1	확용형	5m ³ PE																																																																																																																																																																													
PP-501	중수 공급장치	2	일머터 제어형 부스터 펌프	0,1 m ³ /mHx30mHx18, 2,2kW																																																																																																																																																																													
국립한경대학교		DRN	DGN	CHK'D	APP'D	PROJECT	TITLE	SCALE	DWG. NO.																																																																																																																																																																								
		000	000	000		공동자원화시설 에너지화 사업(100m ³ /일)	장비명세서		18-08-008																																																																																																																																																																								
								REV. △	SHEET NO.																																																																																																																																																																								
		REV. NO.	DATE	DESCRIPTION	DRN	DGN	CHK'D	APP'D	DATE																																																																																																																																																																								

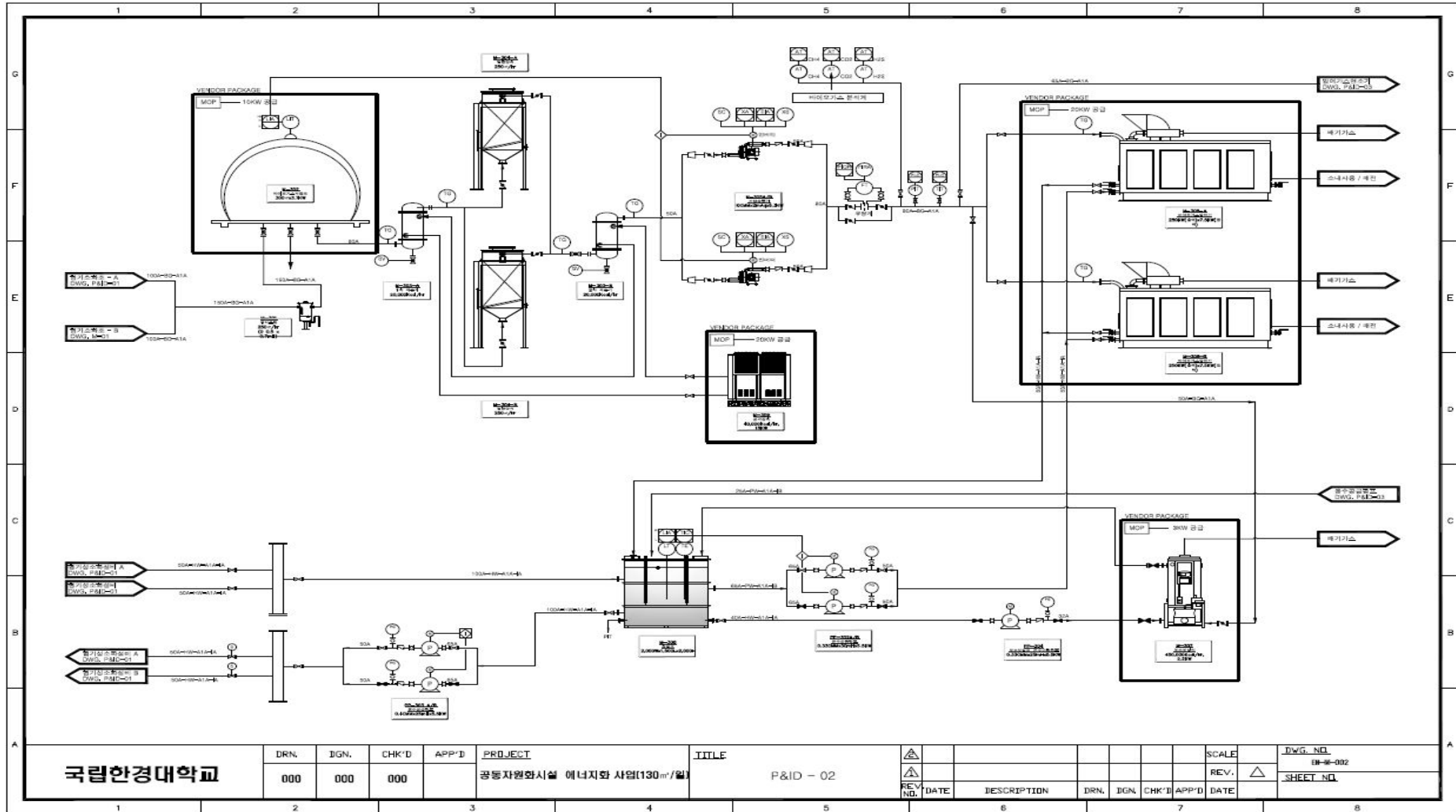
<그림 V-18> 100 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



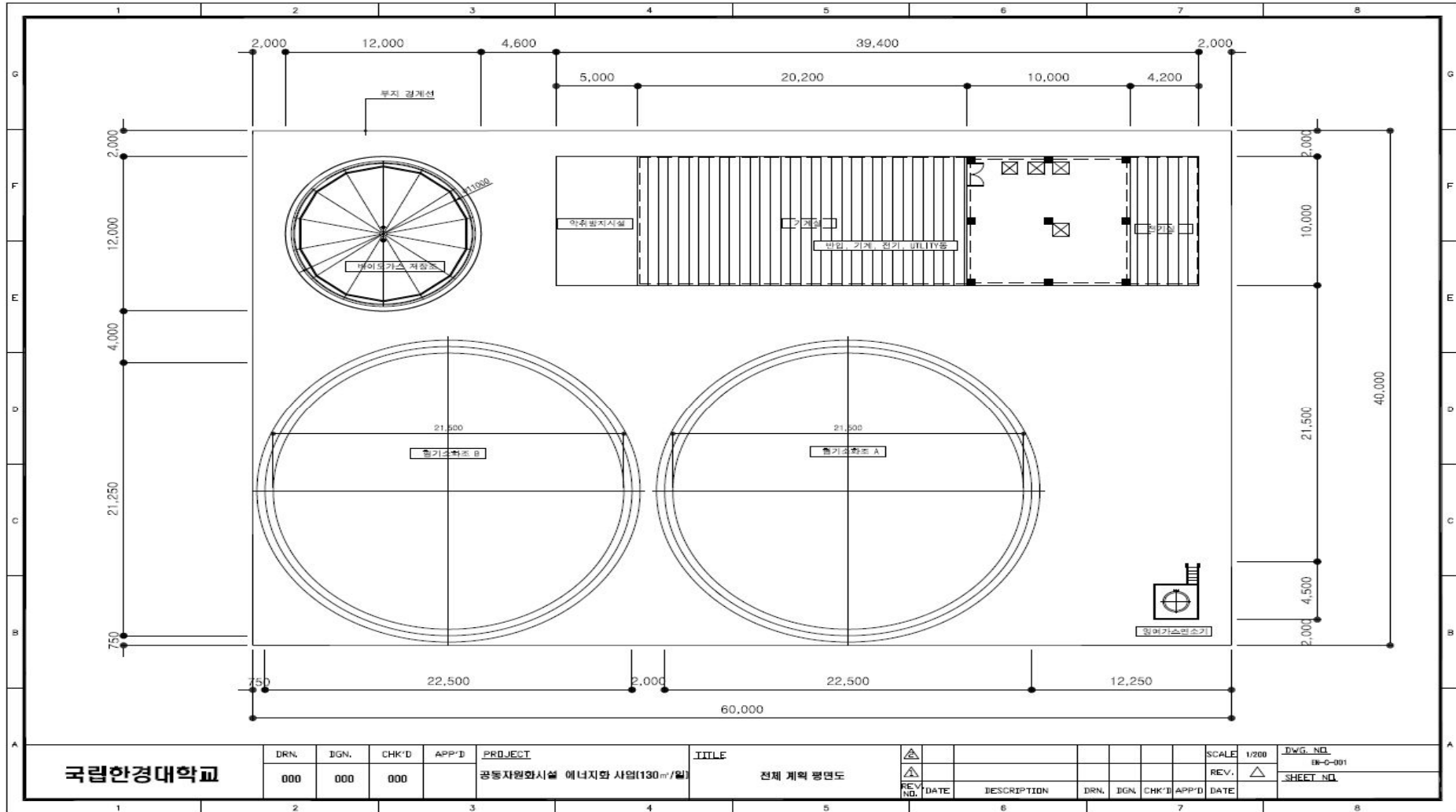
<그림 V-20> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-1

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



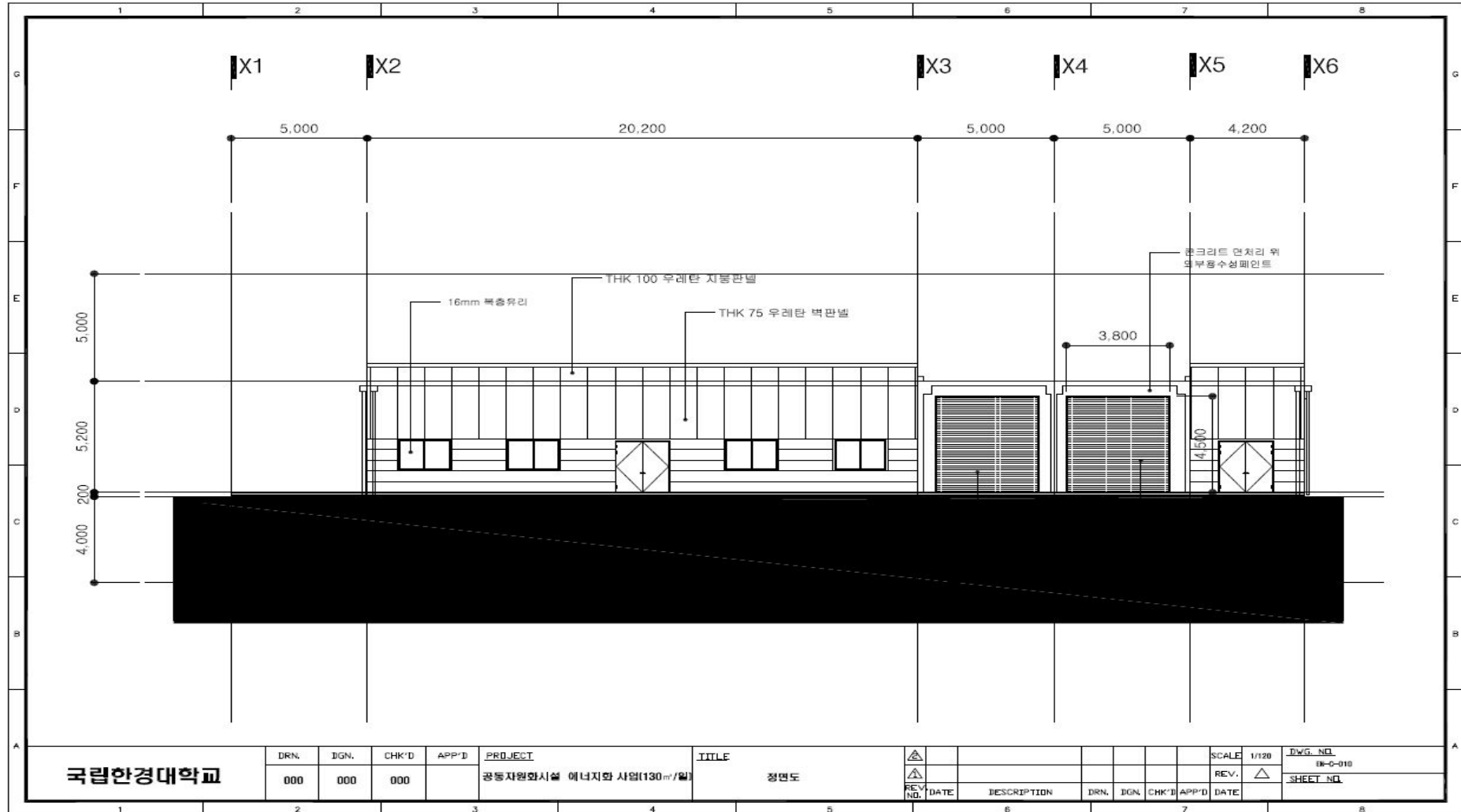
<그림 V-21> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 P&ID-2

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



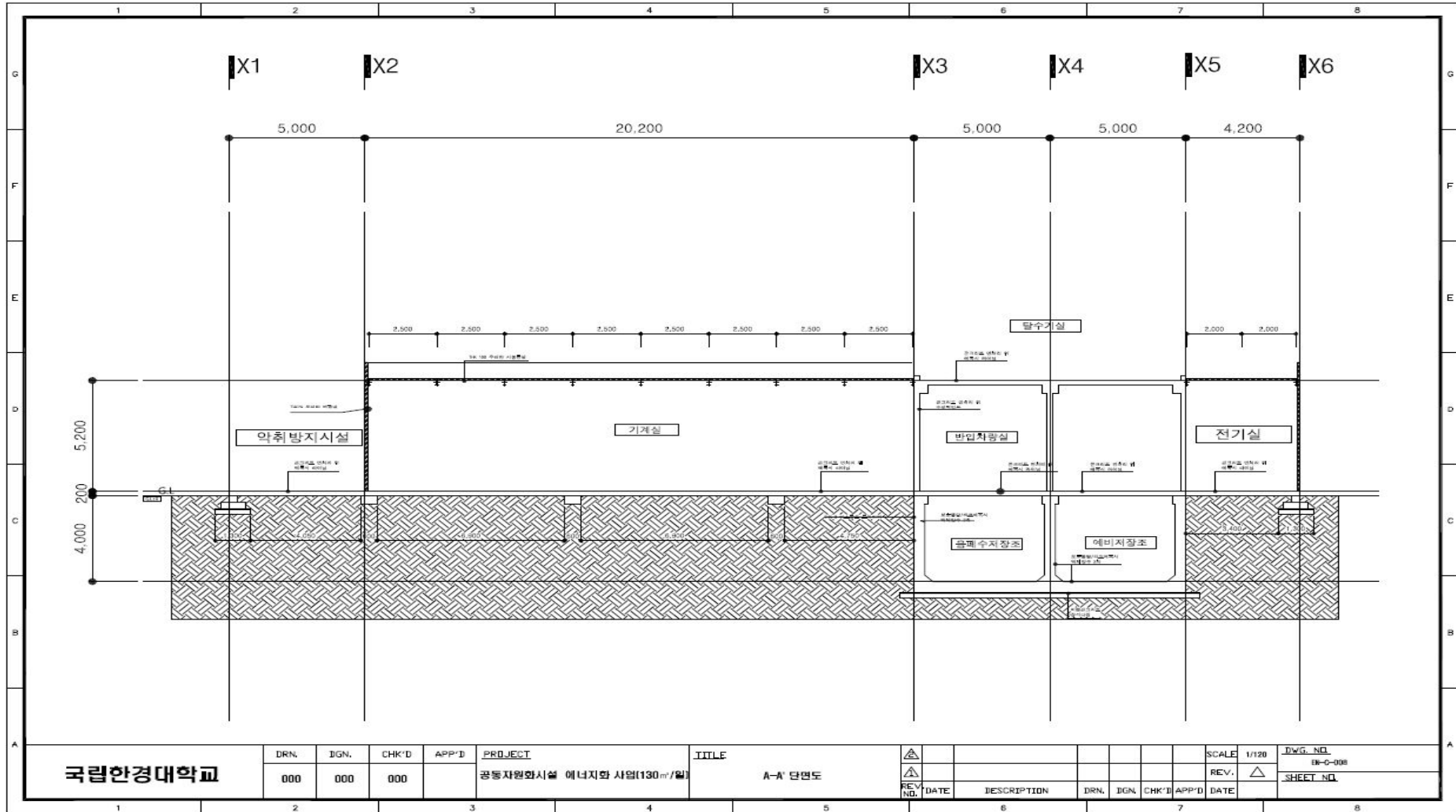
<그림 V-23> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 계획평면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



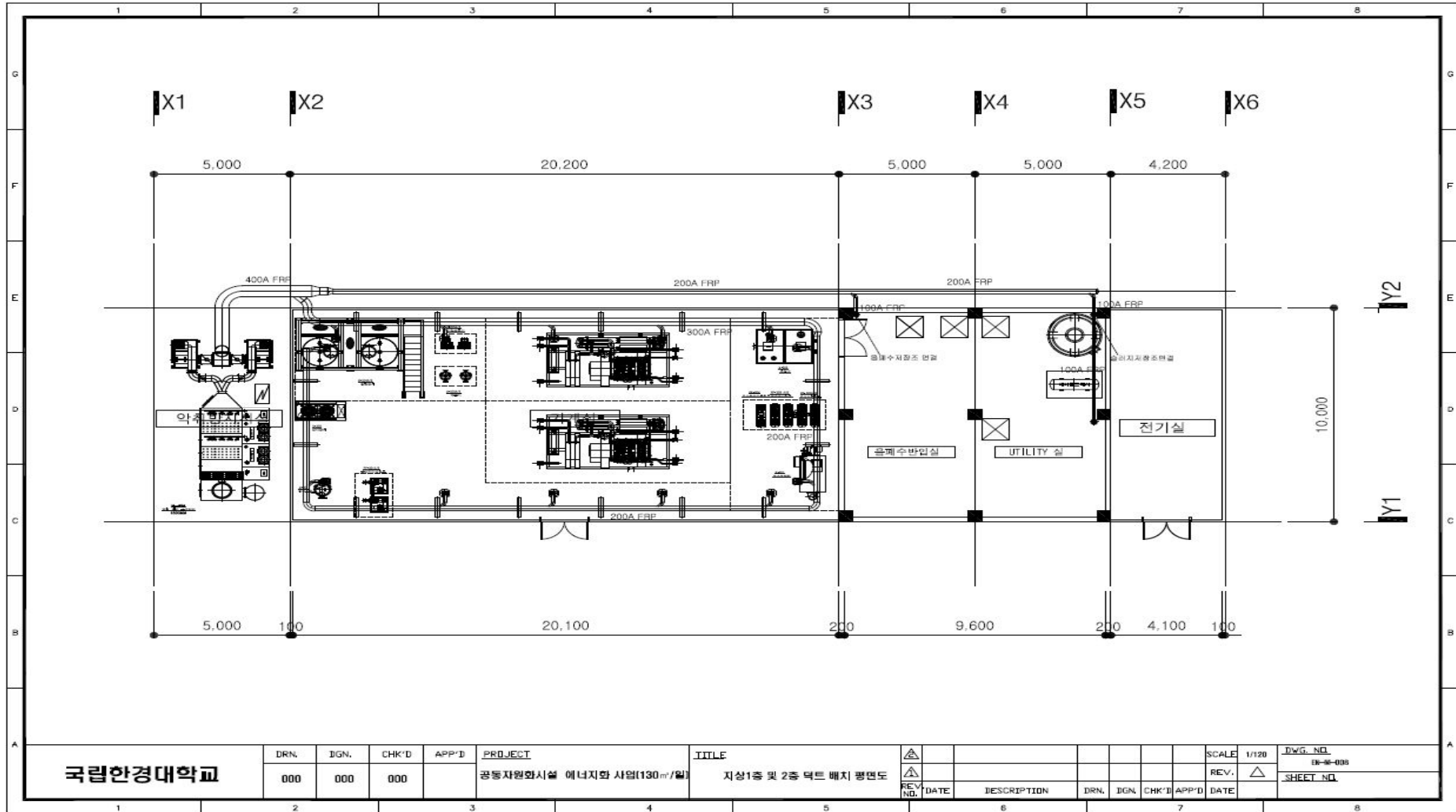
<그림 V-24> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 정면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



<그림 V-25> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 건축 단면도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비



<그림 V-26> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계장치 배치도

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

1		2		3		4		5		6		7		8	
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">■</div> 기계기구 일람표 </div> <p style="margin-left: 100px;">S = NONE</p>															
기 기 번 호 (EQUIP. NO.)		기 기 명 (EQUIP. NAME)		수 량 (Q'TY)	형 식 (TYPE)	용 량 (CAPACITY)									
1. 축적수 민업 설비															
SM-101		수송대서		1	수송용형지주식	1800RFM x 5,5KW									
PP-101A/B		송배수이송펌프		2	SUB 펌프스 펌프	0.1 m ³ /m ³ x2,2KW									
FM-101		유량계		1	전자식	80A									
2. 출기설수축 설비															
FM-201A/B		유량계		2	전자식	80A									
AV-201A/B		저장탱크		2	전자식	80A									
SM-301 A/B		소확도교반기		2	수송용형 지주식	300pm/5,5KW									
SM-302 A/B		소확도교반기		2	-	300pm/5,5KW									
PP-301 A/B		송배수이송펌프		2	스프링	0.4 m ³ /m ³ x18mH, 5,5KW									
HE-301A/B		소확도형공급설비		2	PE PPE 소확도 내부 배관 열교환	80A									
3. 발전 및 발전공급설비															
M-301		워터펌프		1	바이프로	250m ³ /hr									
M-302		바이오가스 저장조		1	다중벽 스테인	300m ³ , 3,7KW									
M-303 A/B		1차 세습기 / 2차 세습기		2	열교환기	20,000kcal/hr									
M-304 A/B		발효장치		2	간석발효	172m ³ /hr									
M-305 A/B		가압 송풍기		2	블로우어	10 m ³ /m ³ x2,000mmAq, 6,3KW									
M-306 A/B		바이오가스 발전기		2	가스엔진 발전기	200kW(총비)x7,5kW(총비)									
M-307		모조보일러		1	가스보일러	300,000kcal/hr, 2,2KW									
M-308		축열조		1	일방향	5m ³ , 2,000Wx1,500Lx2,000H									
M-309		냉각장치		1	쿨러	40,000kcal/hr, 15kW									
PP-301A/B		온수 소확도		1	블루프 펌프	0.33 m ³ /m ³ x30mH, 5,5KW									
PP-302A/B		온수공급펌프-1		2	블루프 펌프	0.33 m ³ /m ³ x30mH, 5,5KW									
PP-303A/B		온수공급펌프-2		2	블루프 펌프	0.4 m ³ /m ³ x30mH, 5,5KW									
4. 약취제거 및 기타설비															
PP-401 A/B		송배수이송펌프		2	SUB 펌프스 펌프	0.1 m ³ /m ³ x2,2KW									
M-402		일머기스 연소기		1	간이식 노치형	300m ³ /hr, 15KW									
M-403		약취제거 송풍기		1	배로형	150m ³ /m ³ x220mmAq, 18,5KW									
M-404		약취제거설비		1	약취제거설비	500m ³ /m ³									
M-405		AIR COMPRESSOR		1	공력압축	7,3KW, 0,8m ³ /m ³									
TK-500		중수 저장탱크		1	확용형	5m ³ PE									
PP-501		중수 공급장치		2	일머터 제어형 부스터 펌프	0.1 m ³ /m ³ x30mHx18, 2,2KW									

국립한경대학교		DRN.	DGN.	CHK'D	APP'D	PROJECT	TITLE					SCALE	DWG. NO.
		000	000	000		공동자원화시설 에너지화 사업(130m ³ /일)	장비명세서					REV. △	18-08-008
		REV. NO.	DATE	DESCRIPTION	DRN.	DGN.	CHK'D	APP'D	DATE			SHEET NO.	

<그림 V-27> 130 톤/일 규모 양돈슬러리-음폐수 통합 혐기소화 시설 기계기구 일람표

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

2. 바이오가스화 시설 적정 사업비

가. 시설용량별 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치비

(1) 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,287,000,000 원으로 산출됨

<표 V-10> 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용

비 목		구 분	금 액	비 고
순공사원가	재료비	직 접 재 료 비	2,124,395,120	
		간 접 재 료 비		
		소 계	2,124,395,120	
	노무비	직 접 노 무 비	823,771,865	
		간 접 노 무 비		
		소 계	823,771,865	
	경 비	기 계 경 비	40,261,431	
		기 타 경 비		
		소 계	40,261,431	
순 공사 비 계			2,988,428,416	
부 가 가 치 세			298,842,842	
총 공사 비			3,287,000,000	십만단위 절사

1. 부지매입, 부대토목, 전기(1차 인입, 건축 등 조명), 상하수도, 소방, 통신, 조경공사 등 현장조건 및 위치에 따른 비용 산정 제외
2. 토공사는 일반토사 기준(흙막이, 물푸기, 파일공사 제외), 건축 및 철근콘크리트 공사의 구조 계산은 현장조건 고려하여 계산해야 함
3. 산출공사비는 실제 투입 공사비를 기준으로 산출 함
4. 시운전, 설계 및 인허가 비용은 일반적인 사항으로 산출 함

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-11> 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)

품 명	단 위	수 량	합 계		재 료 비		노 무 비		경 비	
			단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
- 기계분야				1,421,672,973		1,300,132,427		121,540,546		
1. 기자재비	L/S	1	1,201,836,477	1,201,836,477	1,188,703,500	1,188,703,500	13,132,977	13,132,977		
2. 배관공사	L/S	1	193,006,371	193,006,371	84,598,802	84,598,802	108,407,569	108,407,569		
3. 탈취배관	L/S	1	26,830,125	26,830,125	26,830,125	26,830,125				
- 건축분야				904,072,029		542,092,323		354,572,522		7,407,184
1. 공통가설공사	L/S	1	1,196,663	1,196,663	97,113	97,113			1,099,550	1,099,550
2. 가설공사	L/S	1	78,181,059	78,181,059	10,272,903	10,272,903	67,908,156	67,908,156		
3. 토공사	L/S	1	32,837,022	32,837,022	18,079,069	18,079,069	9,282,351	9,282,351	5,475,602	5,475,602
4. 철근 콘크리트 공사	L/S	1	454,063,782	454,063,782	260,117,461	260,117,461	193,249,765	193,249,765	696,556	696,556
5. 철골공사	L/S	1	43,709,623	43,709,623	18,686,200	18,686,200	25,023,423	25,023,423		
6. 미장 및 방수, 도장 공사	L/S	1	247,429,854	247,429,854	199,949,135	199,949,135	47,475,637	47,475,637	5,082	5,082
7. 수장 및 지붕,흡통공사	L/S	1	33,967,662	33,967,662	23,763,888	23,763,888	10,073,380	10,073,380	130,394	130,394
8. 셔터 ,출입문, 창호공사	L/S	1	12,686,364	12,686,364	11,126,554	11,126,554	1,559,810	1,559,810		
- 전기분야				269,747,633		234,617,131		35,130,502		
1. 동력배선공사	L/S	1	58,304,122	58,304,122	29,429,457	29,429,457	28,874,665	28,874,665		
2. MCC PANEL 공사	L/S	1	211,443,511	211,443,511	205,187,674	205,187,674	6,255,837	6,255,837		
- 시운전, 설계 및 인허가				392,935,781		47,553,239		312,528,295		32,854,247
1. 종합시운전	L/S	1	77,935,781	77,935,781	47,553,239	47,553,239	27,528,295	27,528,295	2,854,247	2,854,247
2. 설계 및 인허가	L/S	1	315,000,000	315,000,000			285,000,000	285,000,000	30,000,000	30,000,000
[합 계]				2,988,428,416		2,124,395,120		823,771,865		40,261,431

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

(2) 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,409,000,000 원으로 산출됨

<표 V-12> 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용

비 목		구 분	금 액	비 고	
순공사원가	재료비	직 접 재 료 비	2,198,078,894		
		간 접 재 료 비			
		소 계	2,198,078,894		
	노무비	직 접 노 무 비	860,456,148		
		간 접 노 무 비			
		소 계	860,456,148		
	경 비	기 계 경 비	41,117,030		
		기 타 경 비			
		소 계	41,117,030		
	순 공 사 비 계			3,099,652,072	
	부 가 가 치 세			309,965,207	
	총 공 사 비			3,409,000,000	십만단위 절사

1. 부지매입, 부대토목, 전기(1차 인입, 건축 등 조명), 상하수도, 소방, 통신, 조경공사 등 현장조건 및 위치에 따른 비용 산정 제외
2. 토공사는 일반토사 기준(흙막이, 물푸기, 파일공사 제외), 건축 및 철근콘크리트 공사의 구조 계산은 현장조건 고려하여 계산해야 함
3. 산출공사비는 실제 투입 공사비를 기준으로 산출 함
4. 시운전, 설계 및 인허가 비용은 일반적인 사항으로 산출 함

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-13> 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)

품 명	단 위	수 량	합 계		재 료 비		노 무 비		경 비	
			단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
- 기계분야				1,441,672,973		1,320,132,427		121,540,546		
1. 기자재비	L/S	1	1,221,836,477	1,221,836,477	1,208,703,500	1,208,703,500	13,132,977	13,132,977		
2. 배관공사	L/S	1	193,006,371	193,006,371	84,598,802	84,598,802	108,407,569	108,407,569		
3. 탈취배관	L/S	1	26,830,125	26,830,125	26,830,125	26,830,125				
- 건축분야				995,295,685		595,776,097		391,256,805		8,262,783
1. 공동가설공사	L/S	1	1,196,663	1,196,663	97,113	97,113			1,099,550	1,099,550
2. 가설공사	L/S	1	89,038,334	89,038,334	11,770,963	11,770,963	77,267,371	77,267,371		
3. 토공사	L/S	1	37,534,899	37,534,899	20,697,836	20,697,836	10,595,395	10,595,395	6,241,668	6,241,668
4. 철근 콘크리트 공사	L/S	1	507,868,653	507,868,653	292,235,586	292,235,586	214,848,045	214,848,045	785,022	785,022
5. 철골공사	L/S	1	43,709,623	43,709,623	18,686,200	18,686,200	25,023,423	25,023,423		
6. 미장 및 방수, 도장 공사	L/S	1	269,293,487	269,293,487	217,397,957	217,397,957	51,889,381	51,889,381	6,149	6,149
7. 수장 및 지붕,흡통공사	L/S	1	33,967,662	33,967,662	23,763,888	23,763,888	10,073,380	10,073,380	130,394	130,394
8. 셔터 ,출입문, 창호공사	L/S	1	12,686,364	12,686,364	11,126,554	11,126,554	1,559,810	1,559,810		
- 전기분야				269,747,633		234,617,131		35,130,502		
1. 동력배선공사	L/S	1	58,304,122	58,304,122	29,429,457	29,429,457	28,874,665	28,874,665		
2. MCC PANEL 공사	L/S	1	211,443,511	211,443,511	205,187,674	205,187,674	6,255,837	6,255,837		
- 시운전, 설계 및 인허가				392,935,781		47,553,239		312,528,295		32,854,247
1. 종합시운전	L/S	1	77,935,781	77,935,781	47,553,239	47,553,239	27,528,295	27,528,295	2,854,247	2,854,247
2. 설계 및 인허가	L/S	1	315,000,000	315,000,000			285,000,000	285,000,000	30,000,000	30,000,000
[합 계]				3,099,652,072		2,198,078,894		860,456,148		41,117,030

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

(3) 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 도입을 위한 적정사업비 산출 결과 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,602,000,000 원으로 산출됨

<표 V-14> 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 산출공사비용

비 목		구 분	금 액	비 고	
순공사원가	재료비	직 접 재 료 비	2,301,288,030		
		간 접 재 료 비			
		소 계	2,301,288,030		
	노무비	직 접 노 무 비	931,110,672		
		간 접 노 무 비			
		소 계	931,110,672		
	경 비	기 계 경 비	42,780,279		
		기 타 경 비			
		소 계	42,780,279		
	순 공 사 비 계			3,275,178,981	
	부 가 가 치 세			327,517,898	
	총 공 사 비			3,602,000,000	십만단위 절사

1. 부지매입, 부대토목, 전기(1차 인입, 건축 등 조명), 상하수도, 소방, 통신, 조경공사 등 현장조건 및 위치에 따른 비용 산정 제외
2. 토공사는 일반토사 기준(흙막이, 물푸기, 파일공사 제외), 건축 및 철근콘크리트 공사의 구조 계산은 현장조건 고려하여 계산해야 함
3. 산출공사비는 실제 투입 공사비를 기준으로 산출 함
4. 시운전, 설계 및 인허가 비용은 일반적인 사항으로 산출 함

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-15> 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설 공종별 집계표 (순공사비계)

품 명	단 위	수 량	합 계		재 료 비		노 무 비		경 비	
			단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
- 기계분야				1,441,672,973		1,320,132,427		121,540,546		
1. 기자재비	L/S	1	1,221,836,477	1,221,836,477	1,208,703,500	1,208,703,500	13,132,977	13,132,977		
2. 배관공사	L/S	1	193,006,371	193,006,371	84,598,802	84,598,802	108,407,569	108,407,569		
3. 탈취배관	L/S	1	26,830,125	26,830,125	26,830,125	26,830,125				
- 건축분야				1,170,822,594		698,985,233		461,911,329		9,926,032
1. 공통가설공사	L/S	1	1,196,663	1,196,663	97,113	97,113			1,099,550	1,099,550
2. 가설공사	L/S	1	110,237,852	110,237,852	14,708,413	14,708,413	95,529,439	95,529,439		
3. 토공사	L/S	1	46,738,996	46,738,996	25,851,359	25,851,359	13,156,560	13,156,560	7,731,077	7,731,077
4. 철근 콘크리트 공사	L/S	1	611,430,065	611,430,065	354,371,292	354,371,292	256,102,082	256,102,082	956,691	956,691
5. 철골공사	L/S	1	43,709,623	43,709,623	18,686,200	18,686,200	25,023,423	25,023,423		
6. 미장 및 방수, 도장 공사	L/S	1	310,855,369	310,855,369	250,380,414	250,380,414	60,466,635	60,466,635	8,320	8,320
7. 수장 및 지붕,흡통공사	L/S	1	33,967,662	33,967,662	23,763,888	23,763,888	10,073,380	10,073,380	130,394	130,394
8. 셔터, 출입문, 창호공사	L/S	1	12,686,364	12,686,364	11,126,554	11,126,554	1,559,810	1,559,810		
- 전기분야				269,747,633		234,617,131		35,130,502		
1. 동력배선공사	L/S	1	58,304,122	58,304,122	29,429,457	29,429,457	28,874,665	28,874,665		
2. MCC PANEL 공사	L/S	1	211,443,511	211,443,511	205,187,674	205,187,674	6,255,837	6,255,837		
- 시운전, 설계 및 인허가				392,935,781		47,553,239		312,528,295		32,854,247
1. 종합시운전	L/S	1	77,935,781	77,935,781	47,553,239	47,553,239	27,528,295	27,528,295	2,854,247	2,854,247
2. 설계 및 인허가	L/S	1	315,000,000	315,000,000			285,000,000	285,000,000	30,000,000	30,000,000
[합 계]				3,275,178,981		2,301,288,030		931,110,672		42,780,279

나. 발전전력 송전 설비 비용

- 지금까지는 가축분뇨와 음폐수를 이용하는 바이오가스 생산 시설 및 바이오가스 이용 발전 체계에 관한 설계 및 비용 내역을 조사 분석하였으며, 여기서는 생산된 바이오가스 발전 전력의 판매를 위해 요구되는 송전(매전) 설비 설치비용을 검토하였음
- 송전설비는 한국전력공사에서 운영하는 송·배전용 전기설비 이용 규정에 따라 설치 운영하고 있으며, 송전설비의 설치 및 한전 전력망 연계·접속을 위해서는 설비 설치 내역, 연계·접속지점 등에 대하여 사용전 검사를 통해 확인 후 가동함
- 70, 100, 130 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설의 전력생산용량은 각각 4,939, 7,055, 8,297 kWh/일로 24시간 발전기를 가동하는 경우 시간당 206, 294, 346 kW급의 발전이 가능하나, 본 연구에서는 70 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설은 발전 용량 240 kW급 발전용량으로 설계하고, 100, 130 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설은 400 kW급 발전용량으로 설계 함
- 따라서 송전설비의 설치비의 검토는 송전 설비업체에 400 kW급 송전설비 견적 요청을 통해 검토하였으며, 발전 용량에 차이는 있으나 70, 100, 130 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설에 대하여 동일한 견적가격을 적용함
- 검토한 송전설비 설치비는 송전용 기계·전기 설비, 전기공사비, 인허가 및 검사비로 나누어 검토하였으며, 총 송전설비 설치비<표 V-39>는 180,500,000 원으로 삼출됨
- 여기서 송전선로 전기공사비용은 바이오가스 발전시설에서 한전의 전력망과 연계·접속하는 지점까지의 전기선로 비용으로 두 지점과의 거리에 비례하는 특성이 있어 정확한 비용산정에는 어려움이 있으나 기존 거리를 기준으로 산정하였음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-16> 발전전력 매전 설비 및 관련 인허가 비용 내역

구분	품 명	규격	수량	단위	단가	금액	비고
송전 설비	HV-1		1	면	6,820,000	6,820,000	
	HV-2		1	면	12,250,000	12,250,000	
	HV-3		1	면	24,550,000	24,550,000	
	TR-1		1	면	25,730,000	25,730,000	
	LV-1		1	면	11,340,000	11,340,000	
	LV-R		1	면	6,910,000	6,910,000	
	설치비		1	식	2,800,000	2,800,000	
	운임비		1	식	800,000	800,000	
	접지(E1, E2, E3)	보통토사기준	1	식	4,500,000	4,500,000	
	기초패드	10,200×5,000mm	1	식	2,000,000	2,000,000	
	안전휀스	PVC능형망-2M	1	식	1,800,000	1,800,000	
전기 공사비	송전선로	초고압송전	1	식	60,000,000	60,000,000	송전선로의 거리에 비례(50m기준)
인허가 및 검사비 등	인허가비용	한전, 안전공사	1	식	3,000,000	3,000,000	
	설계 및 감리비	1개월	1	식	6,000,000	6,000,000	
	사용전검사 등		1	식	12,000,000	12,000,000	
합계					180,500,000		

자료 : 400kW급 송전설비 견적가격 참조(경기 안양 소재 송전설비 기업)

다. 시설용량별 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치비 종합 검토

- 시설용량별 가축분뇨 바이오가스화 시설 총설치비는 바이오가스 플랜트 공사비에 발전전력 송전 설비 비용을 종합하여 <표 V-40>에 나타내었음
- 70 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설의 순공사비는 기계·건축·전기·시운전 및 인허가 비용을 합하여 3,168,928,416 원이며, 여기에 부가가치세 10%를 합하면 약 3,486,000,000 원으로 산출되었음
- 100 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설의 순공사비는 기계·건축·전기·시운전 및 인허가 비용을 합하여 3,280,152,072 원이며, 여기에 부가가치세 10%를 합하면 약 3,609,000,000 원으로 산출되었음
- 또한 130 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설의 순공사비는 기계·건축·전기·시운전 및 인허가 비용을 합하여 3,455,678,981 원이며, 여기에 부가가치세 10%를 합하면 약 3,802,000,000 원으로 산출되었음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-17> 시설용량별 바이오가스화 시설 총공사비 검토

구분	항목	기계	건축	전기	시운전 및 인허가	순공사비합계	부가세	총공사비	비고	
70톤실	플랜트 공사비	재료비	1,300,132,427	542,092,323	234,617,131	47,553,239	2,124,395,120	212,439,512	2,336,834,632	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	354,572,522	35,130,502	312,528,295	823,771,865	82,377,187	906,149,052	
		경비	-	7,407,184	-	32,854,247	40,261,431	4,026,143	44,287,574	
	소계	1,421,672,973	904,072,029	269,747,633	392,935,781	2,988,428,416	298,842,842	3,287,271,258		
	송전설비	99,500,000		60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,521,172,973	904,072,029	329,747,633	413,935,781	3,168,928,416	316,892,842	3,486,000,000	십만단위반올림	
100톤실	플랜트 공사비	재료비	1,320,132,427	595,776,097	234,617,131	47,553,239	2,198,078,894	219,807,889	2,417,886,783	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	391,256,805	35,130,502	312,528,295	860,456,148	86,045,615	946,501,763	
		경비	-	8,262,783	-	32,854,247	41,117,030	4,111,703	45,228,733	
	소계	1,441,672,973	995,295,685	269,747,633	392,935,781	3,099,652,072	309,965,207	3,409,617,279		
	송전설비	99,500,000	0	60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,541,172,973	995,295,685	329,747,633	413,935,781	3,280,152,072	328,015,207	3,609,000,000	십만단위반올림	
130톤실	플랜트 공사비	재료비	1,320,132,427	698,985,233	234,617,131	47,553,239	2,301,288,030	230,128,803	2,531,416,833	물량산출 기준
		노무비	121,540,546	461,911,329	35,130,502	312,528,295	931,110,672	93,111,067	1,024,221,739	
		경비	-	9,926,032	-	32,854,247	42,780,279	4,278,028	47,058,307	
	소계	1,441,672,973	1,170,822,594	269,747,633	392,935,781	3,275,178,981	327,517,898	3,602,696,879		
	송전설비	99,500,000	0	60,000,000	21,000,000	180,500,000	18,050,000	198,550,000	400kW 설비 기준	
	계	1,541,172,973	1,170,822,594	329,747,633	413,935,781	3,455,678,981	345,567,898	3,802,000,000	십만단위반올림	

3. 공동자원화 연계 바이오가스화 시설 추진 방안

가. 적정사업비 및 사업추진 방안

- 본 연구에서는 기존 공동자원화 시설에 연계하는 가축분뇨 에너지화 시설의 도입을 위해 신규 가축분뇨 에너지화 시설의 설치비를 검토하였으며, 가축분뇨 에너지화 시설 설치비는 70 톤/일 규모의 경우 3,486,000,000 원, 100 톤/일 규모의 경우 3,609,000,000 원, 130 톤/일 규모의 경우 3,802,000,000 원으로 나타남
- 신규로 도입하는 가축분뇨 에너지화 시설은 기존 공동자원화 시설과 연계한다는 측면에서 기존 공동자원화 시설에 설치·구비하고 있는 고액분리장치, 전처리 분야 일부 이송펌프류 등은 신규로 도입하는 가축분뇨 에너지화 시설내역에서 제외하고 있음
- 그러나 기존 공동자원화 시설의 가동연수와 시설노후화의 정도에 따라서 신규로 도입하는 가축분뇨 에너지화 시설의 설치시 고액분리장치, 전처리 분야 일부 이송펌프류, 액비화 시설의 부로워 및 산기관 등의 개보수가 요구되는 경우가 있음
- 이러한 경우 신규로 설치하는 가축분뇨 바이오가스화 시설의 운전 안전성을 향상시키기 위해서는 기존 시설의 개보수의 필요성이 있으며, 특히 기존시설의 개보수 사항은 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설 설치시 반드시 검토·고려되어야 하는 사항임
- 따라서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 추진 방안을 세 가지로 검토<표 V-41>하였으며, 기존 시설의 개보수 및 예산 현황을 고려하여 ① 에너지화 시설, 개보수비용 통합지원 방식, ② 에너지화 시설, 개보수비용 분리지원 방식, ③ 에너지화시설 단독지원 방식으로 검토함
- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 안정적인 사업 추진을 위해서는 신규 바이오가스화 시설 설치비와 함께 시설 개보수 지원을 동시에 추진하는 것이 가장 합리적인 것으로 판단됨

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-18> 적정사업비 및 사업추진 방안

구분	검토의견		
사업 규모	- 100톤/일 미만(음식물 30% 이상 포함)		
사업비	- 4,000,000천원 - 시설설치비 3,600,000천원 - 기업이윤+사업추진비+기타간접비 등 400,000,000천원(약 총액의10% 수준)		
사업 추진 방식	에너지화 시설, 개보수비용 통합지원 방식	에너지화 시설, 개보수비용 분리지원 방식	에너지화시설 단독지원 방식
장점	- 시설의 운전안전성 증가 - 사업추진방식 단순	- 시설의 운전안전성 증가 - 사업추진방식 복잡 - 적정 개보수비용 산출 가능	- 사업추진방식 단순 - 단기간 사업 확대 가능
단점	- 개보수비용 산정 어려움 - 초기 사업비 증가	- 초기사업비 증가	- 시설의 운전안전성 감소
보완 방안	- 사업지침서에 개보수비용 관련 분야 명시 (교액 분리장치 및 주요 펌프, 액비화조 개선 등)	- 두 사업간의 정책지원 연계가 가능토록 추진	- 근래 준공설치시설 및 우수시설에 한정하여 추진

나. 사업지침서 검토

- 본 연구에서는 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 합리적인 추진을 위하여 기존 가축분뇨 에너지화 사업 지침서를 검토하고, 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업 추진상 보완내용을 정리하였음
- 기존 가축분뇨 에너지화 사업과 달리 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오 가스화 사업 기존 시설과의 연계성이 매우 중요함, 따라서 사업 대상자 및 지역의

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

선정 시에는 반드시 기존 공동자원화 시설의 공정개통, 운영실태, 운전현황, 물질수지, 노후화 장비 및 시설 등에 대한 정보를 제공하도록 명시할 필요가 있음

- 이러한 기존 공동자원화 시설 관련 정보는 사업계획수립의 적정성과 합리성을 평가하는 주요한 요소임과 동시에 신규 바이오가스화 시설 설치와 함께 요구되는 시설 개보수 비용의 적정성을 평가하는 주요 지표가 됨
- 또한 가축분뇨 바이오가스화 시설은 에너지를 생산하여 전력 판매 등을 통해 수익을 목적으로 하는 사업으로 신규로 도입하는 바이오가스화 시설의 경제성을 향상시킬 수 있는 방향으로 사업지침을 제시하는 것이 바람직함
- 특히 바이오가스화 시설의 경제성의 주요 인자는 바이오가스 생산량으로서 바이오가스 생산량을 증진하기 위해서는 원료유입시 메탄생산 잠재량이 큰 원료를 사용하도록 권장할 필요가 있음
- 본 연구에서 음식물류 폐기물의 통합소화시 액비화 시설의 유입부하에 미치는 영향을 검토한 결과 30% 수준의 음식물류 폐기물의 추가 투입은 기존 액비화 시설의 유입부하에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 평가된 바, 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업에서는 음식물류 폐기물의 30% 유입을 권장하도록 지침에 명시할 필요가 있음
- 그러나 음식물류 폐기물의 추가투입으로 인한 시설 유입용량 증가로 신규 가축분뇨 에너지화 사업의 환경영향평가가 필요하게 되는 경우가 있으며, 사업의 조기 추진을 위하여 환경영향 평가를 거치지 않고 신규 바이오가스화 사업을 추진하고자 하는 경우 기존 시설용량의 15%까지는 환경영향 평가 없이 신규 바이오가스화 사업의 추진이 가능함
- 따라서 사업대상자는 기존 시설의 용량과 인근 지역에서의 음식물류 폐기물 조달 여건을 검토하여 가능한 음식물류 폐기물의 통합소화 시설의 형태로 사업계획을 수립하도록 규정할 필요가 있음

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

- 또한 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업은 기존 공동자원화 시설의 구성 및 운영 실태가 신규 바이오가스화 시설의 운전 안전성에 큰 영향을 미치므로 평가 및 사업 관리 단계에서 현장 방문조사 단계를 삽입하여 기본 및 실시설계가 안정적으로 진행 될 수 있도록 유도할 필요가 있음
- 즉, 기존 가축분뇨 에너지화 사업의 컨설팅 단계는 4단계 컨설팅 (기본 및 실시설계→시공단계→시운전단계→시설운전 및 평가)을 단계적으로 실시하도록 하고 있으나, 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업에서는 5단계 컨설팅 (현장방문조사→기본 및 실시설계→시공단계→시운전단계→시설운전 및 평가)을 실시하도록 사업지침서의 보완이 필요
- 이와 함께 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 선정시 선정 평가와 관련하여 고려하여야 할 사항을 검토하면 <표 V-43>과 같으며, 앞에서 서술한 바와 같이 신규로 설치하는 가축분뇨 바이오가스화 시설의 운전안전성을 향상시키기 위하여 기존 공동자원화 시설의 공정 및 운전 현황 자료를 반영하도록 기본계획평가 사항을 수정·보완 필요
- 또한 사업 선정시 제출하는 공법 및 기본설계 제안서에 기존 공동자원화 시설에 관한 사항 (시설의 개요, 운전실태 및 가동현황, 시설 운영 효율에 대한 자체 평가 의견, 공정개통도, 물질수지도, 조용량 등 시설세부사항, 기계장비(탈수기, 펌프류 등) 내역 등)을 반드시 기술하도록 하여 공법·기술 평가위원이 기술적으로 기존시설과의 연계성을 충분히 검토할 수 있도록 유도 필요

V. 공동자원화 연계 에너지화 시설 적정 사업비

<표 V-19> 사업 지침 관련 검토의견

구분	검토의견
사업대상자 및 지역	<ul style="list-style-type: none"> - 사업부지 특성 제한 : 임지, 경사지, 연약지반 지역 등 추가사업비 소요 지역 제외(추가사업비를 자체부담하는 경우에 한하여 참여 인정), 사업추진시 신규부지에 대한 지반 조사 및 측량보고서 제출의무 부여 - 기존 공동자원화 설비 정보제공 의무 부여 : 공정개통, 운영실태, 운전현황, 물질수지, 노후화 장비 및 시설 등
시설용량 및 유입계획	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 가축분뇨 70톤/일 이상으로 규정하고 있으나 공동자원화 시설 경제성 향상 및 사업지원 효과 극대화를 위해 100톤/일 미만, 30%이상 음식물류 포함 명시
컨설팅 단계 보완	<ul style="list-style-type: none"> - 현 4단계 컨설팅(기본 및 실시설계→시공단계→시운전단계→시설운전 및 평가)에서 기존 공동자원화 시설 연계성 향성을 위한 기본 및 실시설계 부분의 컨설팅 기능을 강화 - 5단계 컨설팅(안) : 현장방문조사→기본 및 실시설계→시공단계→시운전단계→시설운전 및 평가 - 현장방문조사 내용 : 시설공정개통확인, 저류조 등 용량확인, 기계장치의 노후화 정도 확인, 신규부지 입지 확인(사업주체는 정보 및 자료 준비)

<표 V-20> 사업 평가 관련 검토의견

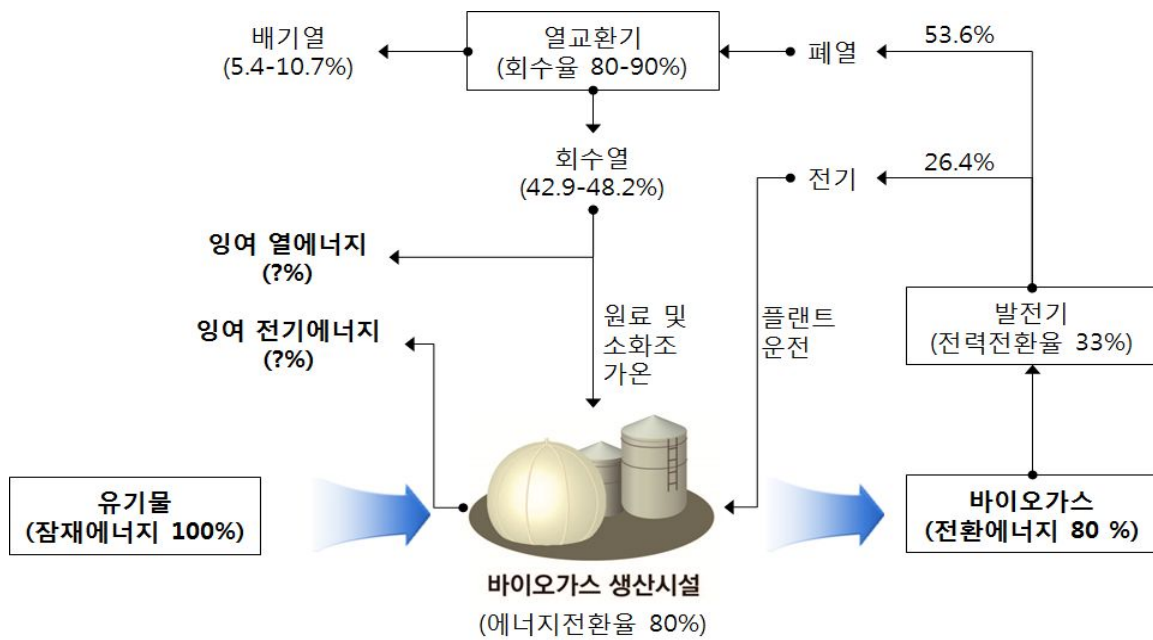
구분	검토의견
기본계획 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 항목 추가 : 기존 공동자원화 시설의 운전 및 조직체 운영의 적정성 - 첨부 반영할 사항 : 해당 공동자원화 시설에 대한 2년간의 운전자료 차동율 확인 가능하도록, 해당 공동자원화 시설의 실시 설계 도서 제출
공법 및 기본설계 제안서	<ul style="list-style-type: none"> - 사업계획서에 기존 공동자원화 시설에 관한 사항 추가 (시설의 개요, 운전실태 및 가동현황, 시설 운영 효율에 대한 자체 평가 의견, 공정개통도, 물질수지도, 조용량 등 시설세부사항, 기계장비(탈수기, 펌프류 등) 내역 등)

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

1. 가축분뇨 에너지화 시설 폐열 발생량

가. 정읍 가축분뇨 에너지화 시설 운영 사례 분석

- 발전 폐열 에너지는 <그림 VI-1>에 나타난 바와 같이 원료 유기물의 잠재에너지를 100%로 가정하였을 때, 전기에너지가 약 26.4%, 회수 폐열 에너지가 약 42.9~48.2%로 실질적인 에너지 가치측면에서는 회수 폐열에너지가 전력생산 보다 더 많은 에너지 비중을 차지한다는 점에서 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 폐열 에너지의 회수·이용은 중요한 의미를 가짐



<그림 VI-1> 바이오가스화 시설 에너지 전환율

- 정읍 가축분뇨 에너지화 시설은 2012년 준공·운영 중인 시설로서 시설 실태 조사 결과 정상운전 기간인 2013년 7월부터 2014년 02월까지의 운전기간 중 일평균 22.0 시간의 발전기 가동을 통해 7,822 kWh/일의 전력을 생산하고, 자가소비 이외의 4,732 kWh/일의 전력을 매전하였음

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

- 이러한 실태 조사 결과를 바탕으로 발전 폐열 에너지를 추산한 결과 10,111 Mcal/일의 폐열 에너지가 발생하고, 이중 8,074 Mcal/일 의 폐열 에너지가 회수 가능한 것으로 평가됨
- 현재 정읍 가축분뇨 에너지화 시설에서는 소화조 가온이외의 폐열 에너지의 활용 체계를 갖추고 있지 않아 발전 폐열에너지를 전량 폐기하고 있는 상황임, 또한 국내에 운전 중인 다른 바이오가스화 시설의 발전 폐열에너지도 비슷한 상황으로 발전 폐열 에너지의 활용 사례는 전무한 실정임
- 이러한 발전 폐열 에너지의 활용 사례가 전무한 이유는 70~90℃ 사이의 온수로 얻어지는 폐열 에너지를 활용하기 위해서는 열에너지의 수요처까지 열손실을 최소화하면서 온수를 전달하는 배관 시설의 설치가 필요하나 100 톤/일 규모 바이오가스 생산 시설 1개소에서 발생하는 폐열의 에너지 이용 효과와 온수배관 설치비용을 고려하면 폐열 에너지의 이용의 경제성이 매우 낮기 때문인 것으로 판단됨
- 그러므로 바이오가스화 시설 설치 목적이 인근 열에너지 수요처와 연계하여 온수 공급 중심의 사업추진이 이루어지거나, 대규모 단지화 된 바이오가스 생산시설이 아닌 상황에서 소규모 온수 관망의 구축은 매우 어려운 상황임
- 따라서 바이오가스 발전 폐열 에너지의 활용은 기본적으로 소내 활용 또는 근접 에너지 수요처 활용을 중심으로 추진할 필요가 있으며, 이를 위해서는 소내 폐열에너지를 활용하는 공정 및 시설의 설치, 근접 에너지 수요처 발굴 및 설치 등이 반드시 요구되고 있음

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

<표 VI-1> 정읍 가축분뇨 바이오가스화 시설 폐열 발생량 추산

년월	운전시간	전력 총생산	전력 총매전	전력 총자가사용	발전 폐열량 ¹ (A)	소화조 가온 에너지 추산 ² (B)	회수가능 열량 추산 (A-B)
	시간/일	kWh/일	kWh/일	kWh/일	Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일
2013.07	23.55	8,278	5,861	2,417	10,700	1,417	9,283
2013.08	14.39	4,963	3,359	1,604	6,415	1,608	4,807
2013.09	23.80	8,392	3,974	4,419	10,848	1,798	9,050
2013.10	23.35	8,565	4,406	4,159	11,072	1,989	9,083
2013.11	22.20	8,231	4,011	4,220	10,640	2,180	8,460
2013.12	24.16	8,667	4,619	4,048	11,203	2,370	8,833
2014.01	21.58	7,387	4,312	3,075	9,548	2,561	6,987
2014.02	22.93	8,092	4,431	3,660	10,459	2,370	8,089
평균	22.00	7,822	4,372	3,450	10,111	2,037	8,074

주1 : 1kWh는 860kcal 기준, 발전효율 33%, 발전기 열회수 기준 80% 적용

주2 : 경기 안성지역 사례 기준(콘크리트 50cm 벽체, 단열재 10cm 구조 혐기소화조, 중온 (38℃) 혐기소화, 평균기온 동절기 -4℃, 하절기 25℃; 양돈슬러리 온도 동절기 15℃, 하절기 25℃; 음폐수 온도 동절기 15℃, 하절기 25℃)

자료 : 정읍시 가축분뇨 에너지화 시설 운영 자료 조사·분석

나. 공동자원화 시설 연계 바이오가스화 시설 유형별 폐열 발생량 추산

- 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설에서의 폐열 에너지 발생량을 추정하면 유형I의 경우 동절기 3,488 Mcal/일, 하절기 4,632 Mcal/일의 폐열 에너지 회수가 가능한 것으로 나타났으며, 시설 유형별로 바이오가스 생산량 증가와 함께 폐열 에너지 회수량도 증가하여 유형IV의 양돈슬러리-음식물 통합혐기소화시설의 경우 동절기 10,082 Mcal/일, 하절기 11,569 Mcal/일의 폐열 에너지 회수가 가능한 것으로 예측되고 있음

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

<표 VI-2> 공동자원화 연계 가축분뇨 바이오가스 시설 유형별 폐열 발생량 추산

구분	바이오매스	처리량	전력 생산량	폐열 발생량 ¹	폐열 회수율 ²	소화조 가온에너지 ³		회수가능열량 (잉여열량)	
						동절기	하절기	동절기	하절기
		톤/일	kWh/일	Mcal/일	%	Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일	Mcal/일
유형I	양돈슬러리	100	4,138	7,561	80	2,561	1,417	3,488	4,632
유형II	양돈슬러리	130	5,380	9,831	80	3,329	1,842	4,536	6,023
유형III	양돈슬러리	70	2,897	5,291	80	1,793	992	2,440	3,241
	음폐수	30	4,158	7,602	80	768	425	5,313	5,657
	소계	100	7,055	12,893	80	2,561	1,417	7,753	8,897
유형IV	양돈슬러리	100	4,138	7,561	80	2,561	1,417	3,488	4,632
	음폐수	30	4,158	7,602	80	768	425	5,313	5,657
	소계	130	8,297	15,163	80	3,329	1,842	8,801	10,288
	양돈슬러리	91	3,766	6,880	80	2,331	1,289	3,173	4,215
	음폐수	39	5,406	9,878	80	999	553	6,904	7,350
	소계	130	9,172	16,764	80	3,329	1,842	10,082	11,569

주1 : 메탄저위발열량 8,560 kcal/m³ 기준

주2 : 발전기 동체 열교환 및 배기열 회수 기준

주3 : 경기 안성지역 사례 기준(콘크리트 50cm 벽체, 단열재 10cm 구조 혐기소화조, 중온 (38℃)혐기소화, 평균기온 동절기 -4℃, 하절기 25℃; 양돈슬러리 온도 동절기 15℃, 하절기 25℃; 음폐수 온도 동절기 15℃, 하절기 25℃)

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

2. 폐열 활용 방안

가. 회수 폐열 에너지의 가치

- 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 발생하는 폐열 에너지의 에너지 가치를 평가하기 위하여 폐열에너지의 양을 경유, LPG, LNG 연료의 양으로 환산하여 계산한 결과 가장 폐열 에너지 생산이 많은 유형IV의 시설의 경우 하절기 10,288 Mcal/일의 회수 폐열 에너지는 경유 1,137 L/일, LPG 686 Nm³/일, LNG 975 Nm³/일에 상당하는 것으로 평가됨

<표 VI-3> 가축분뇨 에너지화 시설 유형별 회수 폐열의 석유류 에너지 환산량

시설 유형	잉여에너지량 (회수폐열)		경유환산량 ¹		LPG 환산량 ²		LNG 환산량 ³	
	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기
	Mcal/일	Mcal/일	L/일	L/일	Nm ³ /일	Nm ³ /일	Nm ³ /일	Nm ³ /일
유형I	3,488	4,632	385	512	233	309	331	439
유형II	4,536	6,023	501	666	302	402	430	571
유형III	7,753	8,897	857	983	517	593	735	843
유형IV	8,801	10,288	972	1,137	587	686	834	975

주1 : 경유 고위발열량 9,050 kcal/L, LPG 고위발열량 15,000 kcal/Nm³, LNG 고위발열량 10,550 kcal/Nm³ 적용

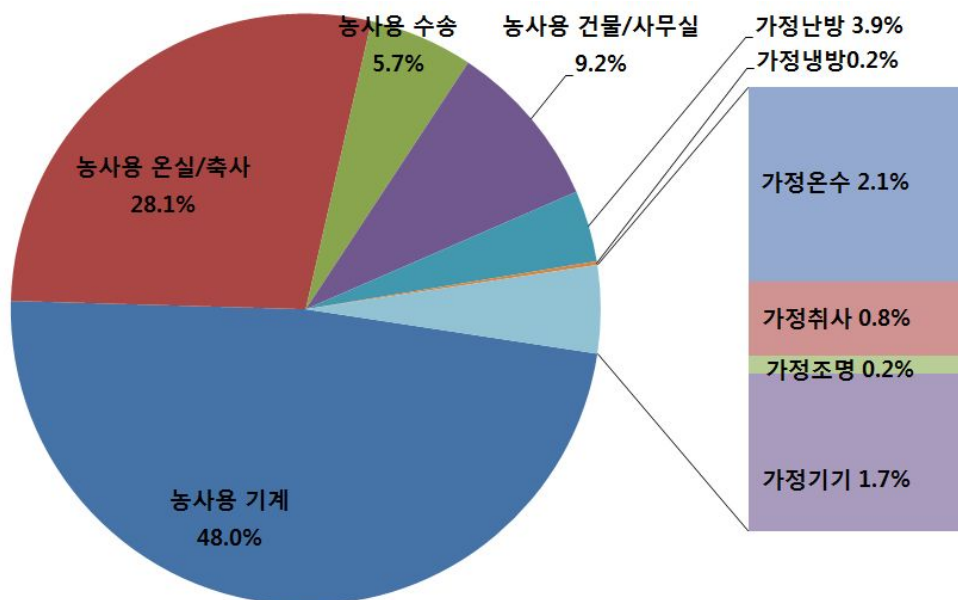
나. 국내 농업부문 에너지 소비 특성

- 가축분뇨 바이오가스 발전 폐열 에너지의 활용방안을 검토하기 위하여 우리나라 농업부문의 용도별 에너지 소비구조를 조사한 결과 <그림 VI-2>와 같으며, 농업·농촌 부문에서 소비되는 에너지 중 농사용이 91.1%, 농가용이 8.9% 소비되는 것으로 나타남
- 세부적으로 농사용 에너지의 경우 주로 농사용 기계 연료가 48.0%를 차지하고 다음으로 농사용 온실, 축사의 난방 에너지가 28.1%, 농사용 건물, 사무실의 에너지로

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

9.2%가 소비되고 있으며, 농가용 에너지의 경우 많은 양이 가정 난방용 (3.9%)으로 소비되고 다음으로 가정 온수용 (2.1%) 및 가정기기용 (1.7%)으로 소비되고 있음

- 가축분뇨 바이오가스 발전 폐열 에너지는 온수의 형태로 생산되는 에너지로서 우리나라 농업·농촌 부문의 에너지 소비 특성을 볼 때, 농사용 온실 및 축사의 가온 에너지, 가정난방용 에너지로의 활용이 가능할 것으로 판단됨
- 그러나 가정난방용 에너지의 수요가 매우 협소한 점과 가축분뇨 에너지화 시설이 주민 민원 등으로 인하여 농가주택으로부터 충분한 이격 거리를 가지는 입지특성을 볼 때, 가정난방용 에너지 이용 보다는 농업시설 등의 에너지로 활용하는 방안이 더욱 현실적인 방안으로 판단됨



<그림 VI-2> 농업부문 용도별 에너지 소비 현황

자료 : 농촌경제연구원, 2010.

- 또한 <표 VI-4>의 농업부문 에너지원별 소비추이를 보면, 경종의 경우 석유류에 의존 비율이 높은 반면 축산의 경우 전력의 의존 비율이 급격히 증가하고 있어 축산에서의 축사난방 등의 에너지를 주로 전기에너지를 사용하는 것으로 나타남

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

- 축산에서의 전기에너지 의존도 증가는 화석연료로부터 생산한 전력을 다시 가운데 너지로 사용하는 가장 비효율적인 에너지 소비 형태로서 이에 대한 개선이 시급한 실정임
- 따라서 가축분뇨 바이오가스 발전 폐열 에너지의 이용은 에너지 이용의 합리성 측면에서 살펴볼 때, 축사의 난방에너지로 활용하는 것이 왜곡된 축산의 에너지 소비 구조를 개선하는 가장 효율적인 방안으로 나타남

<표 VI-4> 농업부문 에너지원별 소비 구조 추이

구분	연도	경종	축산	임수산물	농림어업 서비스	농림수산업 계
석탄류	1995	13.2	2.0	0.5	-	3.3
	2000	5.7	0.8	0.2	-	1.7
	2005	6.2	5.3	0.5	-	3.6
	2007	12.6	10.2	1.0	-	6.5
석유류	1995	72.2	81.3	98.1	59.7	88.7
	2000	82.1	86.3	97.7	68.6	90.5
	2005	85.7	38.8	94.3	75.8	84.4
	2007	76.4	26.5	91.3	64.0	78.5
전력	1995	14.5	16.8	1.3	40.3	7.9
	2000	11.7	12.8	1.8	30.0	7.4
	2005	7.4	55.8	4.2	23.1	11.2
	2007	9.7	63.8	5.9	34.0	13.5
도시가스	1995	0.1	-	-	-	-
	2000	0.6	-	0.3	1.3	0.4
	2005	0.7	-	1.0	1.1	0.8
	2007	1.4	-	1.8	2.0	1.5

자료 : 농촌경제연구원, 2011.

다. 회수 폐열의 활용 방안

- 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 발생하는 발전 폐열 에너지는 폐열에너지 양을 고려할 때, 소외로 이송하여 이용하기 보다는 소내에서 이용하는 방안을 검토하는 것이 바람직한 것으로 판단되며, 소내 이용은 (표 VI-5)에 나타낸 바와 같이 열이용 설비나 공정을 도입하여 소내 발생하는 폐기물의 처리 및 열원 소비공정에 활용하여 에너지 효율화를 추구하는 방향으로 추진하는 것이 바람직 할 것으로 예상된다
- 소외 이용의 경우 사업추진시 지역에너지의 개념을 확립하고 발전보다는 바이오가스를 직접 이송·이용함으로써 에너지 손실을 저감하고, 에너지 이용효율을 높이는 방향으로 사업계획을 수립할 필요가 있음

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

<표 VI-5> 회수 폐열의 활용 방안

구분	소내 이용	소외 이용
특징	- 열이용 공정 도입을 통한 에너지 효율화 추진	- 에너지자립마을 등 지역에너지 사업화 추진
사례	- 질소, 인회수 공정 질소회수 효율 증대 및 회수물질 건조 열원 이용 - 가축분뇨 고형연료화 등 건조 열원 이용 - 고액분리 슬러지 건조 열원 이용 - 퇴비화 시설 연계 건조 퇴비화 열원 이용	- 시설채소 온실 난방에너지 이용 - 양식장 난방에너지 열원 이용 - 고추 등 농산물 건조 열원 이용 - 인근마을 주민편의시설 설치 및 난방 열원 이용
장점	- 소내 이용으로 열원 공급설비비 절감 - 효율적인 가축분뇨 자원화 공정 연계 및 유지관리비 절감 - 발전 폐열 에너지 연계 신규사업 창출	- 민원해소 및 저감 - 지역단위 바이오에너지 이용 효율화
단점	- 추가 연계사업의 기획과 투자 필요	- 소외 이용으로 열원공급설비비 과다 - 바이오가스 시설 입지 특성상 에너지 수요처 신규 설치 요구

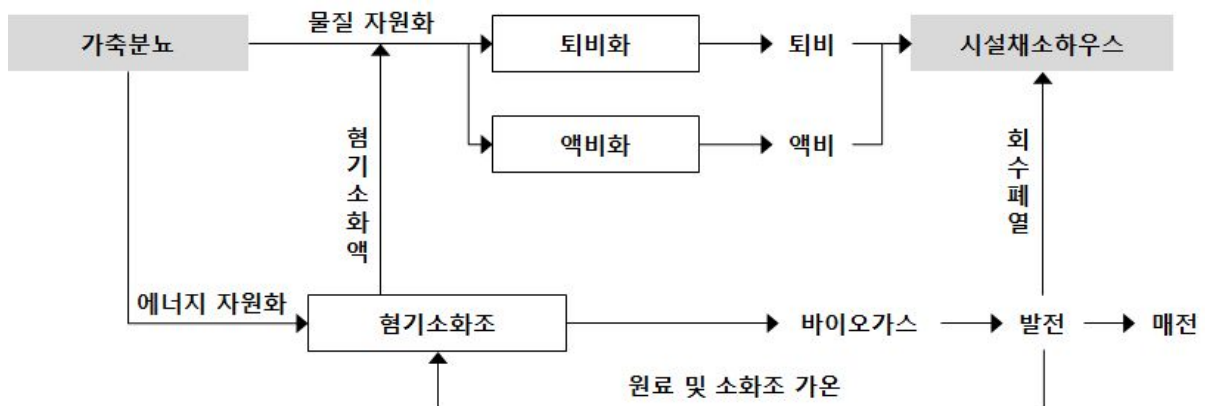
라. 시설채소 청정에너지 농업 연계 방안

- 청정에너지 농업이란 농업생산 활동에 소비되는 에너지의 이용효율을 향상시켜 농업용 에너지를 절약하거나 기존 화석연료를 신재생에너지로 대체하는 농업을 말함
- 앞에서 살펴본 바와 같이 농업·농촌에서 소비되는 에너지의 90%이상이 농업용 에너지로 소비되는 특성을 고려할 때 청정에너지 농업은 가축분뇨 발전 폐열 에너지의 활용을 위한 주요한 수요처가 될 수 있음
- 가축분뇨 에너지화 시설의 발전 폐열 에너지의 효율적인 활용은 열공급설비 측면에서 보면 소외 이용보다는 소내 이용이 효율적인 방안이나 여기서는 폐열 에너지 활용을 위한 에너지 수요처로 가축분뇨 에너지화 사업의 추진시 시설 내 또는 인

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

근에 시설채소 하우스를 설치·도입하는 방안으로 청정에너지 농업과의 연계방안을 검토하고자 함

- <그림 VI-3>은 가축분뇨 에너지화 시설과 시설채소 하우스의 청정에너지 농업 연계 방안 체계를 나타내고 있으며, 가축분뇨 혐기소화 이후 퇴·액비 등 비료자원의 활용과 함께 회수 폐열 에너지의 이용 체계를 나타내고 있음, 이러한 청정에너지 농업 체계는 동절기 난방에너지만을 대체할 수 있고 하절기 폐열 에너지의 활용이 어렵다는 단점이 있으나 시설채소의 에너지 수요 기간이 부분적인 난방을 요구하는 10월부터 다음해 4월 정도까지라는 점에서 연간 6개월 정도의 폐열 에너지 수요를 확보할 수 있는 특성이 있음



<그림 VI-3> 가축분뇨 에너지화 시설 회수폐열의 시설채소하우스 연계 방안

- 시설채소 하우스의 에너지 수요는 지역별, 작물별, 작형별로 영향을 받으며, 따라서 시설채소 하우스와 폐열 에너지 수요를 연계하는 경우 에너지 수지 분석을 통한 세심한 설계가 필요함
- 시설채소 하우스의 에너지 수요에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 작물과 작형으로 작물의 경우 난지성 작물의 경우 에너지 수요가 증가하고, 작형의 경우 가장 추운 시기인 12월과 1월을 재배기간에 포함하는 축성재배의 경우 에너지 수요가 큼
- <표 VI-6>은 주요 작물별, 작형별 석유류 에너지 투입 현황자료를 나타내고 있으며, 본 자료를 근거로 난방에너지 수요를 분석하면 <표 VI-7>과 같이 나타남, 따라서 가축분뇨 에너지화 시설의 폐열 에너지 발생은 일정한 반면 시설채소 하우스의

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

에너지 수요는 작물별, 작형별로 큰 폭의 차이를 보여 가축분뇨 에너지화 시설 개소당 연계 가능한 시설채소 하우스의 면적은 <표 VI-8>과 같음

<표 VI-6> 시설채소 품목별 에너지 투입 추정량 (단위: L/10a, %)

작물(작형)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	연평균증감률
무	35.9	28.4	21.8	28.4	27.0	28.1	28.1	-4.0
배추	40.1	16.5	29.1	22.7	23.6	28.9	28.9	-5.3
고추	5,506.1	4,443.9	4,591.3	4,933.9	4,893.0	4,319.9	3,331.4	-8.0
수박(반축성)	40.2	38.0	38.2	40.1	49.9	30.2	34.9	-2.3
참외	87.8	79.5	99.0	89.6	75.1	79.7	76.9	-2.2
딸기(반축성)	174.8	106.1	99.6	105.7	73.0	112.9	203.0	2.5
딸기(축성)	272.9	164.1	147.5	317.1	212.5	200.2	240.6	-2.1
토마토(축성)	2,656.4	3,002.7	4,080.2	3,518.0	3,008.2	3,462.3	2,939.8	1.7
토마토(반축성)	1,518.9	1,676.2	964.6	975.6	1,302.0	1,457.6	1,190.5	-4.0
오이(반축성)	2,711.3	3,211.6	3,277.3	2,644.5	2,387.8	1,971.7	1,569.7	-8.7
오이(축성)	7,621.6	6,929.3	6,310.2	7,070.5	6,906.3	6,180.9	5,440.1	-5.5
방울토마토	4,476.5	4,461.6	4,743.5	4,253.7	4,448.3	3,281.3	3,404.9	-4.5
호박	1,144.2	1,331.2	1,416.0	2,010.1	1,391.2	1,152.9	1,158.6	0.2
상추(치마)	146.4	178.9	93.4	188.4	118.0	89.0	88.3	-8.1
부추	38.0	36.2	157.7	142.0	206.8	138.5	149.1	25.6
시금치	39.4	42.1	24.5	7.8	20.4	20.1	16.8	-13.2

자료: 서동균, 2011, “농촌 및 농업부문 에너지원별 이용실태”, 농촌진흥청 기술경영과.

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

<표 VI-7> 주요 시설 채소류 품목별 난방 에너지 수요 추산

작물(작형)	시설 채소 에너지 수요 추산(2009년 기준)			
	연평균 석유류량 (L/10a/년)	연평균 열량 (kcal/10a/년)	일최소 수요량 (kcal/10a/일)	일최대 수요량 (kcal/일/10a)
무	28	254,305	1,413	4,238
배추	29	261,545	1,453	4,359
고추	3,331	30,149,170	167,495	502,486
수박(반축성)	35	315,845	1,755	5,264
참외	77	695,945	3,866	11,599
딸기(반축성)	203	1,837,150	10,206	30,619
딸기(축성)	241	2,177,430	12,097	36,291
토마토(축성)	2,940	26,605,190	147,807	443,420
토마토(반축성)	1,191	10,774,025	59,856	179,567
오이(반축성)	1,570	14,205,785	78,921	236,763
오이(축성)	5,440	49,232,905	273,516	820,548
방울토마토	3,405	30,814,345	171,191	513,572
호박	1,159	10,485,330	58,252	174,756
상추(치마)	88	799,115	4,440	13,319
부추	149	1,349,355	7,496	22,489
시금치	17	152,040	845	2,534

자료: 서동균(2011), “농촌 및 농업부문 에너지원별 이용실태”에서 재계산

- 본 연구에서는 산출한 가축분뇨 에너지화 시설 개소당 연계 가능한 시설채소 하우스의 면적은 시설채소 하우스의 에너지 수요를 가축분뇨 에너지화 시설의 폐열 에너지로 자립한다는 가정에서 산출한 것으로 시설채소하우스에 별도의 난방시설을 두고 바이오가스화 시설의 폐열 에너지를 동시에 활용하는 경우 가축분뇨 에너지화 시설 개소당 연계 가능한 시설채소 하우스의 면적은 증가할 수 있음
- 즉, 바이오가스화 시설 폐열 에너지를 청정에너지 농업과 연계하는 것은 시설채소 하우스 연계 시 사업계획의 수립 형태에 따라 다양한 실행계획의 수립이 가능하며, 이러한 개별적인 요소를 고려하여 시설채소 하우스 연계 모델을 제시하는 데는 한계가 있으므로 본 연구에서는 작물별, 작형별 시설채소 하우스 에너지 자립을 기준으로 청정에너지 연계 방안을 제시하고자 함

VI. 가축분뇨 에너지화 시설 생산 폐열의 활용

<표 VI-8> 100 톤/일 규모 가축분뇨 바이오가스 발전 폐열 이용 에너지자립 가능 시설하
우스 면적 분석

작물(작형)	재배면적 (ha)
고추	0.18
수박(반축성)	16.72
참외	7.59
딸기(반축성)	2.87
딸기(축성)	2.43
토마토(축성)	0.20
토마토(반축성)	0.49
오이(반축성)	0.37
오이(축성)	0.11
방울토마토	0.17
호박	0.50
상추(치마)	6.61
부추	3.91

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

1. 국내 가축분뇨 에너지화 관련법 체계 및 개요

- 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 사업을 추진하는데 관련된 법률을 검토하였으며, 검토 대상 관련 법률의 법령과 내용은 <표 VII-1>과 같음
- 관련 법규 검토에서 우선 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 에너지화 시설의 정의를 검토하였으며, 원료의 유입에 있어 음식물류 폐기물의 투입 및 이용 관련 근거를 검토하였음
- 또한 바이오가스화 시설의 시설기준과, 시설운영자의 준수사항 등을 검토·확인하였으며, 신규 가축분뇨 바이오가스화 시설의 유입용량 설정에 영향을 주는 환경영향 평가 관련 사항을 검토하였음
- 신규 바이오가스화 시설에 음식물류 폐기물의 추가 투입하는 경우 나타날 수 있는 시설의 입지 또는 부지 특성에 따른 제한사항을 검토하기 위하여 농지법 관련 사항 등을 검토하였음

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-1> 국내 가축분뇨 에너지화 시설 관련 법령의 개요

구분	법령	비고
시설의 정의	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)	공동자원화 연계 혐기소화시설의 정의
	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제2조제2호바목	바이오에너지의 기준 및 범위
원료의 유입	비료공정규격설정 및 지정 별표 5] 보통비료 및 부산물비료 원료	가축분뇨 및 음식물쓰레기 유입 처리 근거
	폐기물관리법 시행규칙 제10조 폐기물관리법 시행령 제5조관련	음식물쓰레기의 폐기물처리시설 외의 장소에서 처리방법
시설기준	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제10조관련	가축분뇨 바이오가스화시설의 설치기준
시설운영자 준수사항	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제32조관련	가축분뇨 관련 영업자의 준수사항 등
시설설계·시공업자의 준수사항	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제38조관련	처리시설 설계·시공업자의 준수사항 등
인허가 (환경영향 평가)	환경영향평가법 시행령 제31조2항 및 제47조2항관련	환경영향평가 대상 및 범위 등
농업진흥 구역 입지	농지법 제28조	농업진흥지역의 지정 사항
	농지법 제32조	용도구역에서의 행위 제한 사항
	농지법시행령 제29조	농업진흥구역에서 할 수 있는 행위 사항

2. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법

가. 시설의 정의

1) 가축분뇨 바이오가스화 시설의 정의

- 가축분뇨 에너지화 시설의 정의는 「가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제4항에 근거하여 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조 제2호 바목에 따른 바이오에너지로 만드는 시설로 정의하고 있음

<표 VII-2> 가축분뇨 에너지화 시설의 정의

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제2조(정의)

1. "가축"이란 소·돼지·말·닭, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사육동물을 말한다.
2. "가축분뇨"란 가축이 배설하는 분(糞)·요(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·요에 섞인 것을 말한다.
3. "배출시설"이란 가축의 사육으로 인하여 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사·운동장, 그 밖에 환경부령으로 정하는 것을 말한다.
4. "자원화시설"이란 가축분뇨를 퇴비·액비 또는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 바이오에너지로 만드는 (이하 "자원화"라 한다) 시설을 말한다.
5. "퇴비"(堆肥)란 가축분뇨를 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질 중 액비를 제외한 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.
6. "액비"(液肥)란 가축분뇨를 액체 상태로 발효시켜 만든 비료성분이 있는 물질로서 농림축산식품부령으로 정하는 기준에 적합한 것을 말한다.
7. "정화시설"(淨化施設)이란 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령으로 정하는 방법에 따라 정화(이하 "정화"라 한다)하는 시설을 말한다.
8. "처리시설"이란 가축분뇨를 자원화 또는 정화(이하 "처리"라 한다)하는 자원화시설 또는 정화시설을 말한다.

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

2) 가축분뇨 이용 바이오에너지의 기준 및 범위

- 가축분뇨를 이용하여 만드는 바이오에너지란 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 시행령 제2조 관련 “별표1”의 바이오에너지 등의 기준 및 범위에서 규정하고 있으며, 여기서 바이오에너지란 “생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료”로 규정함
- 바이오에너지의 범위에서는 “1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스”, “4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료”로 규정하고 있어 가축분뇨를 이용한 바이오에너지는 실질적으로 혐기소화를 통해 생산하는 바이오가스와 건조·성형을 거쳐 생산하는 “고체연료”가 가축분뇨를 이용하는 바이오에너지의 범위에 속함

<표 VII-3> 바이오에너지의 기준 및 범위

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제2조제2호바목, 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 제2조 관련 [별표 1] 바이오에너지 등의 기준 및 범위					
에너지원의 종류	기준 및 범위				
바이오 에너지	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">기준</td> <td> 1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">범위</td> <td> 1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료 </td> </tr> </table>	기준	1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다.	범위	1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료
기준	1. 생물유기체를 변환시켜 얻어지는 기체, 액체 또는 고체의 연료 2. 제1호의 연료를 연소 또는 변환시켜 얻어지는 에너지 ※ 제1호 또는 제2호의 에너지가 신·재생에너지가 아닌 석유제품 등과 혼합된 경우에는 생물유기체로부터 생산된 부분만을 바이오에너지로 본다.				
범위	1. 생물유기체를 변환시킨 바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 2. 쓰레기매립장의 유기성폐기물을 변환시킨 매립지가스 3. 동물·식물의 유지(油脂)를 변환시킨 바이오디젤 4. 생물유기체를 변환시킨 펄프, 목재칩, 펠릿 및 목탄 등의 고체연료				

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

나. 원료의 유입

1) 음식물쓰레기 유입처리

- 가축분뇨 바이오가스화 시설에 음식물류 폐기물의 유입은 「비료공정규격설정 및 지정」 “별표5”의 “보통비료 및 부산물비료의 원료”에서 제7항 가축분뇨발효액에서 규정하고 있음
- 이는 가축분뇨 바이오가스화 시설의 바이오가스 생산 효율을 증진시키기 위하여 가축분뇨발효액의 공정규격에 농림부산물류 및 음식물류 폐기물을 포함시켜 바이오가스 생산 이후 혐기소화액의 액비이용을 가능하게 한 규정임

<표 VII-4> 가축분뇨-음식물류 폐기물의 통합소화

비료공정규격설정 및 지정 [별표 5] 보통비료 및 부산물비료 원료		
비료의 종류	원료종류	비 고
07.가축분뇨 발효액	가축분뇨 또는 퇴비에 사용가능한 원료 중 농림부산물류 및 음식물류폐기물	농림부산물류 또는 음식물류폐기물은 혐기성소화시설(바이오가스 생산시설)에서 생산할 경우에만 30 %이내에서 사용하여야 한다.

2) 음식물쓰레기 폐기물 관리

- 음식물류 폐기물은 환경부의 폐기물관리법에 따라 관리되는 폐기물로서 가정에서 배출되는 음식물류 폐기물과 식당 등 사업장에서 배출되는 음식물류 폐기물이 있음
- 이들 음식물류 폐기물은 「폐기물관리법」 제10조에서 사료화·퇴비화·소멸화 등의 방법으로 재활용하는 경우 폐기물처리시설 외의 장소에서 처리가 가능하도록하고 있으며, 「폐기물관리법」 시행령 제52조 관련 “별표3”의 “폐기물처리시설의 종류”에서는 재활용시설에 혐기성 분해시설을 포함하고 있어 가축분뇨 바이오가스화 시설에서 음식물류 폐기물의 처리가 가능한 상황임

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-5> 음식물류 폐기물의 자원화 관리

폐기물관리법 시행규칙 제10조 폐기물처리시설 외의 장소에서의 폐기물처리

폐기물관리법 시행령 제7조제1항제5호 단서에서 환경부령으로 정하는 바에 따라 폐기물을 생활환경 보전상 지장이 없는 방법으로 적정하게 처리하는 경우 반 다음 각 호의 경우를 말한다.

- 1의2. 법 제17조에 따른 사업장폐기물배출자(이하 "사업장폐기물배출자"라 한다)가 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 방법으로 스스로 재활용하는 경우
 - 가. 동·식물성 잔재물, 유기성 오니, 음식물류 폐기물, 왕겨 또는 쌀겨를 자신의 농경지 퇴비나 자신의 가축 먹이로 사용
 4. 폐기물을 사료화·퇴비화·소멸화의 방법으로 재활용하는 경우로서 영 별표 3제 5호(가목1)부터 4)까지 및 같은 호 다목1)에 따른 규모 미만의 시설에서 재활용하는 경우. 다만, 음식물류 폐기물의 경우에는 해당 시설의 재활용과정을 거쳐 배출수와 함께 배출되는 고형물의 무게가 유입되는 고형물 무게의 100분의 20 미만인 경우로 한정한다.

※ 폐기물관리법 시행령 제5조관련 [별표 3] 폐기물처리시설의 종류

3. 재활용시설

다. 생물학적 재활용시설

- 1) 1일 재활용능력이 100kg 이상인 다음의 시설

가) 소멸화 시설

나) 사료화 시설(건조에 의한 사료화 시설을 포함한다)

다) 퇴비화 시설(건조에 의한 퇴비화 시설, 지렁이분변토 생산시설 및 생석회 처리 시설을 포함한다)

라) 동애등에분변토 생산시설

마) 부숙토(腐熟土) 생산시설

- 2) 호기성·혐기성 분해시설

- 3) 버섯재배시설

다. 시설의 설치기준

- 가축분뇨 바이오가스화 시설의 설치시 설치기준은 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 시행규칙 제10조 관련 “별표2”의 “가축분뇨 처리시설의 설치기준”에서 규정하고 있음<표 VII-6>

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-6> 가축분뇨 에너지화시설의 설치 기준

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제10조관련

[별표 2] 가축분뇨 처리시설의 설치기준

1. 공통기준

- 가. 구조물은 토압, 수압, 자체중량, 그 밖에 무게에 견딜 수 있는 구조이어야 하고 부식되거나 변형되지 아니하는 재료를 사용하여야 한다.
- 나. 처리시설의 천장, 바닥 및 벽은 물 또는 가축분뇨 등이 스며들거나 흘러나오지 아니하도록 방수재료로 만들거나 방수재를 사용하여야 한다.
- 다. 가축분뇨 및 생산된 퇴비·액비를 저장·보관할 때에는 가축분뇨 및 퇴비 액비가 빗물·지표수로 유출되지 아니하도록 비가림시설이나 유출방지턱 등 필요한 설비를 설치하여야 하고, 가축사육과정 중 운동장을 설치하는 경우에는 가축분뇨가 밖으로 유출되지 않도록 가축분뇨 유출방지턱 등 필요한 설비를 설치하여야 한다.
- 라. 가축분뇨를 용이하게 투입할 수 있는 구조로 설치하여야 하며, 점검, 보수 및 오니·스컴·찌꺼기의 청소를 쉽고 안전하게 할 수 있는 구조이어야 한다.
- 마. 펌프 등 기계류는 계속하여 가동될 수 있는 내구성이 있는 구조로 하되 소음과 진동을 방지할 수 있어야 한다.
- 바. 가축분뇨의 배관은 튼튼하고 내구력을 가진 구조이어야 하며, 처리과정 중 막힘, 역류 및 누수를 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
- 사. 가스배출장치는 이물질이 유입되지 아니하고 발생가스가 충분히 배출될 수 있도록 설치하여야 한다.
- 아. 악취가 날 우려가 있는 부분은 밀폐하거나 악취를 방지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다만, 약품 등을 이용하여 악취를 제거할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 자. 가축분뇨의 유입량이 증감되어도 처리시설에는 일정량이 유입되어 처리기능에 지장을 주지 아니하는 구조로 설치하여야 한다(생물학적 처리방법, 물리·화학적 처리방법의 경우에만 해당한다).

4. 바이오가스화 시설

가. 혐기성 생물학적 처리시설 설치 시 다음의 요건을 갖추어야 한다.

- 1) 분해가 이루어질 수 있도록 적절한 체류시간을 확보할 수 있는 용량과 구조를 갖추어야 한다.
- 2) 가스, 소화슬러지 등의 배출설비를 갖추어야 한다.
- 3) 소화조 내의 혐기성미생물이 활성화되도록 온도를 일정하게 유지하는 시설과 온도

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제10조관련

[별표 2] 가축분뇨 처리시설의 설치기준

등에 대한 모니터링 설비를 갖추어야 하고, 필요시 가스 생성 등을 검지할 수 있어야 한다.

4) 소화조 내부에서 가축분뇨와 미생물이 혼합될 수 있는 구조이어야 한다.

5) 소화조 내부 수면에 발생하는 스킴을 제어할 수 있고 소화조 하부에 퇴적물이 누적되지 않거나 주기적으로 퇴적물을 제거할 수 있는 구조이어야 한다.

나. 처리시설의 주변 또는 지하 등으로 가축분뇨 또는 소화액이 유출되지 않도록 하여야 한다.

다. 소화액 또는 소화슬러지는 적절한 처리를 거쳐 액비 또는 퇴비로 재활용하거나 정화 처리하여야 한다.

라. 해당 시설에서 생성된 가스를 에너지로 활용하는 경우 해당 설비는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」에 따른 바이오가스 설비 기준을 따른다.

라. 시설의 설계, 시공, 운영

1) 시설의 설계, 시공

○ 가축분뇨 바이오가스화 시설의 설계·시공 시에는 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 시행규칙 제36조 관련 “별표 10”의 “처리시설 설계·시공업자의 준수사항”에서 규정하고 있으며 해당시설을 3개월 이상 시운전 하도록 하는 것을 특징으로 하고 있음<표 VII-7>

○ 특히, 처리시설의 설계·시공 등 영업에 관련된 각종 도면 및 서류를 3년 이상 보관하도록 규정하고 있음

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-7> 가축분뇨 에너지화시설의 설계·시공업자의 준수사항

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제36조관련

[별표 10] 처리시설 설계·시공업자의 준수사항

1. 처리시설 설계·시공업 등록증을 영업소의 사무실에 게시하여야 한다.
2. 도급받은 공사에 대하여 직접 설계하여야 하며 설계의 하도급을 주어서는 아니 된다.
3. 도급받은 공사의 전부를 하도급하여서는 아니 되며, 하도급하려면 「건설산업기본법」에 따른 해당 업종의 건설업자에게 하도급하여야 한다.
4. 처리시설의 설계·시공업을 성실하게 하여야 하며, 도급받은 공사의 일부를 하도급하였을 때에는 부실하게 시공되지 아니하도록 감독을 철저히 하여야 한다.
5. 해당 시설의 설계·시공을 마치면 운전요령에 대한 교육과 함께 시운전을 3개월 이상 하여 시설이 적정하게 운영되도록 하여야 하고, 운전요령에 관한 책자를 소유자 또는 관리자에게 내주어야 한다.
6. 설계·시공된 처리시설이 정상적으로 유지 관리될 수 있도록 그 시설의 소유자 또는 관리자의 기술자문에 협조하는 등 사후관리에 최선을 다하여야 한다.
7. 처리시설의 설계·시공 등 영업에 관련된 각종 도면 및 서류를 3년 이상 보관하여야 한다.
8. 펌프 등 기계부분은 1년 이상 품질이 보증되는 제품을 사용하여야 한다.

2) 시설의 운영

- 가축분뇨 처리시설의 운영상 가축분뇨 관련 영업자의 준수사항은 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 시행규칙 제32조 관련 “별표9”의 “가축분뇨관련영업자의 준수사항”에서 규정하고 있으며 가축분뇨시설관리업자는 처리시설의 가동상태를 주 1회 이상 점검하고, 처리시설을 정상적으로 가동하여야 하며, 시설의 설치 기준 등을 지키기 위하여 시설을 개선할 필요가 있으면 지체 없이 조치하도록 규정하고 있음

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-8> 가축분뇨 에너지화시설의 운영 준수사항

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제32조관련

[별표 9] 가축분뇨관련영업자의 준수사항

1. 가축분뇨의 수집·운반을 의뢰받으면 거부하여서는 아니 된다.
2. 법 제28조제3항에 따라 붙여진 허가조건을 지켜야 한다.
3. 가축분뇨의 수집 및 가축분뇨 처리시설의 관리일지를 각각 작성하고, 수수료의 징수내 용 등 영업과 관련된 서류를 3년 이상 보존하여야 한다.
4. 영업자의 상호, 영업 소재지, 전화번호 등이 변경되면 지역신문, 방송 또는 엽서 등을 이용하여 주민에게 알리고 가축분뇨의 수집 및 가축분뇨처리시설의 관리를 위탁하는 자에게 불편을 주지 아니하도록 하여야 한다.
5. 가축분뇨시설관리업자는 처리시설의 가동상태를 주 1회 이상 점검하고, 처리시설을 정상적으로 가동하여야 하며, 방류수수질기준 및 시설의 설치기준 등을 지키기 위하여 시설을 개선할 필요가 있으면 지체 없이 시설의 소유자 또는 관리자에게 시설을 개선 하도록 필요한 조치를 하여야 한다.

마. 환경영향평가

- 가축분뇨 에너지화 시설 관련 환경영향평가의 대상, 범위 등은 「환경영향평가법」 시행령 제31조 2항 및 제47조 제2항 관련 “별표3”의 “환경영향평가 대상사업의 구체적인 종류, 범위 및 협의 요청시기”에서 규정하고 있으며, 가축분뇨 처리시설 은 100 m³/일 규모 이상의 유입용량을 가지는 경우 환경영향 평가를 받도록 하고 있음
- 「환경영향평가법」에서는 기존 평가 대상규모 미만인 사업이 동일 영향권역에서 사업계획의 변경 또는 신규 승인 등으로 사업규모가 평가 대상규모에 이르거나 해당 사업의 규모와 신규로 승인 등이 되는 사업의 규모와의 합이 환경영향평가 대상규모 이상이 되는 경우 환경영향평가를 실시하도록 하고 있어 기존공동자원화 시설이 100 m³/일 규모 미만의 시설에서 신규 바이오가스화 시설의 도입으로 합계 시설용량이 100 m³/일 규모 이상의 시설이 되는 경우 환경영향평가를 실시하여 합

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

<표 VII-9> 가축분뇨 에너지화 시설의 환경영향평가 대상 규정

환경영향평가법 시행령 제31조2항 및 제47조제2항관련 [별표 3] 환경영향평가 대상사업의 구체적인 종류, 범위 및 협의 요청시기		
대상	환경영향평가 대상사업의 종류 및 범위	협의요청시기
15. 폐기물 처리시설 분뇨처리시설 및 가축분뇨 처리 시설의 설치	<p>나. 다음의 어느 하나에 해당하는 시설로서 처리용량이 1일 10예제 공급미터 이상인 것. 다만, 「하수도법」 제2조제9호에 따른 공공하수처리시설로 분뇨 또는 가축분뇨를 유입처리하는 처리시설은 제외한다.</p> <p>2) 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제8호 또는 제9호에 따른 처리시설 또는 공공처리시설</p>	<p>「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제12조, 제24조, 제27조 또는 제28조에 따른 처리시설 설치허가 전, 공공처리시설 설치승인 전, 가축분뇨의 재활용 신고 전 또는 가축분뇨처리업의 허가 전</p>

비고

1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업은 환경영향평가를 하여야 하는 사업으로 본다.
 - 가. 다른 법령에 따라 승인등을 받은 것으로 의제되는 사업으로서 위 표에 따른 환경영향평가대상사업에 해당하는 사업
 - 나. 다른 법령에서 이 법에 따른 환경영향평가를 하도록 규정하고 있는 사업으로서 위 표에 따른 사업범위에 해당하는 사업
2. 대상사업의 범위 중 사업의 규모는 평가서 제출시기 또는 협의 요청시기란 중 승인등을 받으려는 사업의 규모를 말한다.
3. 하나의 사업이 둘 이상의 대상사업의 범위에 해당하는 경우 평가서 제출시기 또는 협의 요청시기는 가장 먼저 승인 등을 받으려는 시기로 한다.
4. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업은 그 사업 전체에 대하여 환경영향평가를 하여야 한다.
 - 가. 같은 사업자가 동일 영향권역에서 같은 종류의 사업을 하는 경우로서 각 사업 규모의 합이 평가 대상규모에 이른 경우(위 표 제17호마목의 골재채취예정지는 제외하고, 위 표 제3호다목 및 라목의 송전선로건설사업, 제5호의 도로건설사업, 제7호의 철도건설사업의 경우에는 준공된 사업은 제외한다)
 - 나. 사업의 승인 등을 할 당시에 평가대상사업에 해당되나 평가 대상규모 미만이어서 환경영향평가를 하지 않은 사업이 동일 영향권역에서 사업계획의 변경으로 그 사업 규모가 평가 대상규모에 이르거나, 그 사업규모와 신규로 승인 등이 된 사업규모의 합이 평가 대상규모에 이른 경우
 - 다. 해당 사업의 승인 등이 이루어진 후 위 표의 개정으로 새로 환경영향평가대상사업에 해당하게 된 사업이 다음의 어느 하나에 해당하는 경우
 - 1) 위 표의 개정 당시 평가 대상규모 미만인 사업이 동일 영향권역에서 사업계획의 변경 또는 신규 승인 등으로 사업규모가 평가 대상규모에 이르거나 해당 사업의 규모와 신규로 승인 등이 되는 사업의 규모와의 합이 환경영향평가 대상규모 이상이 되는 경우
 - 2) 위 표의 개정 당시에 새로 추가된 환경영향평가대상사업의 평가 대상규모 이상인 사업이 동일 영향권역에서 사업계획의 변경 또는 신규 승인 등으로 해당 사업의 승인 등을 받을 당시 보다 15퍼센트 이상 그 규모가 증가되거나 증가되는 사업의 규모가 평가 대상규모 이상인 경우

VII. 국내 가축분뇨 에너지화 관련 법규 검토

- 또한 새로 추가된 환경영향평가대상사업의 평가 대상규모 이상인 사업이 동일 영향권역에서 사업계획의 변경 또는 신규 승인 등으로 해당 사업의 승인 등을 받을 당시 보다 15퍼센트 이상 그 규모가 증가되거나 증가되는 사업의 규모가 평가 대상규모 이상인 경우에 환경영향 평가를 실시하도록 하고 있어, 실질적으로 기존 환경영향평가를 통해 승인을 받은 공동자원화 시설의 경우 신규 바이오가스화 시설의 도입으로 유입물량이 기존 유입규모 대비 15% 미만으로 증가하는 경우에는 환경영향 평가를 실시하지 않아도 되는 것으로 검토 됨
- 따라서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 시설의 경제성을 향상시키는 방법은 첫째 환경영향평가의 대상시설 규모 이상이 되더라도 신규 가축분뇨 바이오가스화 시설의 도입에서 유입규모를 크게 계획하는 것이 가장 시설의 경제성을 향상시키는 방법이며, 둘째 사업의 조기추진을 위해 환경영향평가를 회피하려는 경우에는 100 m³/일 규모 범위에서 가능한 유입규모를 최대화 하는 유입계획의 수립이 요구됨
- 특히 바이오가스화 시설은 기본적으로 가축분뇨로부터 생산한 바이오가스를 전력 또는 연료로 판매하는 상업시설로서 인식되는 측면에서 보면 바이오가스화 시설의 운영 수익을 극대화 하는 방향으로 시설계획이 수립되어야함, 그러므로 사업의 추진상 환경영향평가의 대상 시설의 범위에 해당되더라도 향후 시설 운영수익의 증대를 위해 시설의 유입규모를 증가시키는 것이 가장 바람직한 사업 추진 방식으로 판단됨

바. 농업진흥구역에서의 입지

1) 농업진흥지역

- 농업진흥지역의 지정은 「농지법」 제28조 “농업진흥지역의 지정”에서 시·도지사가 농지를 효율적으로 이용하고 보전하기 위하여 지정하도록 규정하고 있으며, 농업진흥지역으로 지정된 구역 안에서는 농업 생산 또는 농지 개량과 직접적으로 관련되지 않는 행위는 제한<표 VII-11>되고 있음
- 농업진흥지역에서 가능한 토지 이용행위는 「농지법」 제32조 “용도구역에서의 행위제한”에서 규정하고 있으며, 「농지법」 제32조 제1항 제3호에서는 농업인 주택, 어업인 주택이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 농업용 시설, 축산업용 시설 또는 어업용 시설의 설치가 가능하도록 규정하고 있음
- 또 「농지법」 시행령 제29조의 “농업진흥구역에서 할 수 있는 행위”에서는 농지법」 제32조 제1항 제3호의 축산업용 시설을 세부적으로 정의하고 제5항 제6호에서 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제8호의 처리시설을 축산업용 시설로 정의하고 있어 가축분뇨 자원화 시설의 입지가 가능함

<표 VII-10> 농업진흥지역의 지정

농지법 제28조 농업진흥지역의 지정
① 시·도지사는 농지를 효율적으로 이용하고 보전하기 위하여 농업진흥지역을 지정한다.
② 제1항에 따른 농업진흥지역은 다음 각 호의 용도구역으로 구분하여 지정할 수 있다.
1. 농업진흥구역: 농업의 진흥을 도모하여야 하는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지역으로서 농림축산식품부장관이 정하는 규모로 농지가 집단화되어 농업 목적으로 이용할 필요가 있는 지역
가. 농지조성사업 또는 농업기반정비사업이 시행되었거나 시행 중인 지역으로서 농업용으로 이용하고 있거나 이용할 토지가 집단화되어 있는 지역
나. 가목에 해당하는 지역 외의 지역으로서 농업용으로 이용하고 있는 토지가 집단화되어 있는 지역

<표 VII-11> 농업진흥지역에서의 행위 제한

농지법 제32조 용도구역에서의 행위 제한
<p>① 농업진흥구역에서는 농업 생산 또는 농지 개량과 직접적으로 관련되지 아니한 토지이용행위를 할 수 없다. 다만, 다음 각 호의 토지이용행위는 그러하지 아니하다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대통령령으로 정하는 농수산물(농산물·임산물·축산물·수산물을 말한다. 이하 같다)의 가공·처리 시설의 설치 및 농수산업(농업·임업·축산업·수산업을 말한다. 이하 같다) 관련 시험·연구 시설의 설치 2. 어린이놀이터, 마을회관, 그 밖에 대통령령으로 정하는 농업인의 공동생활에 필요한 편의 시설 및 이용 시설의 설치 3. 농업인 주택, 어업인 주택이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 농업용 시설, 축산업용 시설 또는 어업용 시설의 설치 4. 국방·군사 시설의 설치 5. 하천, 제방, 그 밖에 이에 준하는 국토 보존 시설의 설치 6. 문화재의 보수·복원 이전, 매장 문화재의 발굴, 비석이나 기념탑, 그 밖에 이와 비슷한 공작물의 설치 7. 도로, 철도, 그 밖에 대통령령으로 정하는 공공시설의 설치 8. 지하자원 개발을 위한 탐사 또는 지하광물 채광(採鑛)과 광석의 선별 및 적치(積置)를 위한 장소로 사용하는 행위 9. 농어촌 소득원 개발 등 농어촌 발전에 필요한 시설로서 대통령령으로 정하는 시설의 설치 <p>② 농업보호구역에서는 다음 각 호 외의 토지이용행위를 할 수 없다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제1항 각 호에 따른 토지이용행위 2. 농업인 소득 증대에 필요한 시설로서 대통령령으로 정하는 건축물 공작물, 그 밖의 시설의 설치 3. 농업인의 생활 여건을 개선하기 위하여 필요한 시설로서 대통령령으로 정하는 건축물·공작물, 그 밖의 시설의 설치 <p>③ 농업진흥지역 지정 당시 관계 법령에 따라 인가 허가 또는 승인 등을 받거나 신고하고 설치한 기존의 건축물·공작물과 그 밖의 시설에 대하여는 제 1항과 제 2항의 행위 제한 규정을 적용하지 아니한다.</p> <p>④ 농업진흥지역 지정 당시 관계 법령에 따라 다음 각 호의 행위에 대하여 인가·허가·승인 등을 받거나 신고하고 공사 또는 사업을 시행 중인 자(관계 법령에 따라 인가·허가·승인 등을 받거나 신고할 필요가 없는 경우에는 시행 중인 공사 또는 사업에 착수한 자를 말한다)는 그 공사 또는 사업에 대하여만 제 1항과 제 2항의 행위 제한 규정을 적용하지 아니한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건축물의 건축 2. 공작물이나 그 밖의 시설의 설치 3. 토지의 형질변경 4. 그 밖에 제1호부터 제3호까지의 행위에 준하는 행위

<표 VII-12> 농업진흥지역에서 할 수 있는 행위

농지법 시행령 제29조 농업진흥구역에서 할 수 있는 행위
<p>③ 법 제32조제1항제2호에서 "그 밖에 대통령령으로 정하는 농업인의 공동생활에 필요한 편의 시설 및 이용 시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 농업인이 공동으로 운영하고 사용하는 창고·작업장·농기계수리시설·퇴비장 2. 경로당·어린이집·유치원 등 노유자(老幼者)시설, 정자, 보건지소 및 보건진료소 3. 농업인이 공동으로 운영하고 사용하는 일반목욕장 구관장 운동시설 마을공동주차장 마을공동취수장 및 마을공동농산어촌체험시설 4. 국가·지방자치단체 또는 농업생산자단체가 농업인으로 하여금 사용하게 할 목적으로 설치하는 일반목욕장·운동시설·구관장 및 농기계 보관시설 <p>⑤ 법 제32조제1항제3호에서 "그 밖에 대통령령으로 정하는 농업용 시설, 축산업용 시설 또는 어업용 시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다. 다만, 제 1호 및 제 4호의 시설은 자기의 농업 또는 축산업의 경영의 근거가 되는 농지축사 등이 있는 시·구·읍·면 또는 이에 연결한 시·구·읍·면 지역에 설치하는 경우에 한한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 농업인 또는 농업법인이 자기가 생산한 농산물을 건조·보관하기 위하여 설치하는 시설 2. 야생동물의 인공사육시설. 다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 야생동물의 인공사육 시설은 제외한다. 3. 「건축법」에 따른 건축허가 또는 건축신고의 대상 시설이 아닌 간이양축시설 4. 농업인 또는 농업법인이 농업 또는 축산업을 영위하거나 자기가 생산한 농산물을 처리하는데 필요한 농업용 또는 축산업용시설로서 농림축산식품부령으로 정하는 시설 5. 부지의 총면적이 1만제곱미터 미만인 양어장 양식장, 그 밖에 농림축산식품부령으로 정하는 어업용 시설 6. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조 제8호의 처리시설 <p>⑦ 법 제32조제1항제9호에서 "농어촌 발전에 필요한 시설로서 대통령령으로 정하는 시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 삭제 <2012.7.10.> 2. 국내에서 생산되는 농산물을 집하·예냉(豫冷)·저장·선별 또는 포장하는 산지유통시설로서 그 부지의 총면적이 3만제곱미터 미만인 시설 3. 부지의 총면적이 3천제곱미터 미만인 농업기계수리시설 4. 부지의 총면적이 3천제곱미터 (지방자치단체 또는 농업생산자단체가 설치하는 경우에는 환제곱미터) 미만인 남은 음식물이나 농수산물의 부산물을 이용한 유기질비료 또는 사료의 제조시설

VIII. 결론

- 연구결과, 공동자원화 시설 규모 다변화는 축산농가 내의 소규모 부지에 공동자원화 시설을 설치·추진한다는 점에서 70 톤/일 규모 이상의 대형 공동자원화 시설을 추진하면서 나타나는 민원 및 부지확보 문제를 해결한다는 측면에서 공동자원화 확대 및 활성화 할 수 있는 장점이 있으나 소규모로 공동자원화 시설을 추진하는 경우 “규모의 경제” 측면에서 시설용량 당 과다한 사업비가 투입되는 정책적 비효율성의 문제가 지적될 수 있어 이에 대한 검토가 요구되고 있는 상황임
- 경제성 평가 결과 퇴비화, 액비화, 퇴액비화 자원화 시설을 포괄하여 검토한 공동자원화 시설 규모별 사업비는 20, 30 톤/일의 소규모 시설로 추진하는 경우 적정성이 인정되며, 40 톤/일 이상의 시설로 추진하는 경우 사업비의 투자 적정성이 없는 것으로 평가되었음
- 자원화 방법 중 액비화, 퇴·액비화 방법만을 대상으로 경제성을 평가한 결과 액비화 시설의 경우 100 톤/일 규모 미만의 시설에서 투자 적정성이 있는 것으로 나타났으나, 이는 기존에 농가형 소규모 액비화 시설의 경우 단순히 액비생산에만 집중하여 별도의 악취방지시설을 설치하지 않는 사업 특성과 가축분뇨의 액비화 과정에서 소량으로 발생하는 고형물의 처리를 위해 별도의 퇴비화 시설을 구비하지 않는 기술 특성에서 기인하는 것으로 판단되었음
- 따라서 액비화 방식의 소규모 공동자원화 사업을 추진하는 경우에는 사업비의 적정성을 유지하기 위해서 액비화 및 저장시설 이외에 악취방지시설, 고형물 퇴비화 시설, 방역시설 등의 설치를 의무화하여 가축분뇨 처리와 관련한 환경성을 향상시키는 방향으로 설비투자를 유도하고, 이를 통해 사업비의 적정성을 유지시키는 방안이 바람직 할 것으로 판단됨
- 특히 퇴비화 시설의 유지관리비용의 검토에서는 30 톤/일 규모 시설을 약 3.3 개소를 설치하여 100 톤/일 규모의 가축분뇨를 퇴비화 하는 경우 연간 4,333,000 원의 수익이 발생하는 것으로 나타났으며, 이는 100 톤/일 규모 시설 1 개소를 설치하여

운영하는 경우 나타나는 경영수익 연간 420,667,000 원과 비교하여 약 10,000배의 수익 차이를 나타내는 것으로 평가됨

- 따라서 수익모델을 추구하는 퇴비화 시설의 경우 규모 다변화를 통한 소규모 공동자원화 시설의 도입은 사실상 경제성이 매우 낮은 것으로 평가되었으며, 소규모로 공동자원화를 추진하더라도 퇴비화시설의 경우 가능한 시설 규모를 확대하는 것이 경제성 측면에서 유리한 것으로 평가됨
- 기존 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입과 관련해서는 다양한 바이오가스화 시설 도입 유형별로 기존 액비화 공정의 유기물 농도 부하에 미치는 영향을 검토한 결과 혐기소화조의 유기물 분해효율이 안정적으로 유지되는 조건에서 기본 액비화 설비의 액비화 조건에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 기존 액비화 공동자원화 시설과의 안정적인 시설 연계가 가능한 것으로 판단됨
- 기존 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 시설 도입 적정사업비는 산출 결과 70 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,486,000,000 원, 100 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,609,000,000 원, 130 m³/일 규모 가축분뇨 바이오가스화 시설을 도입하는 경우 총공사비는 3,802,000,000 원으로 산출됨
- 공동자원화 연계 가축분뇨 에너지화 사업 추진 방안을 검토하면 본 적정사업비 도출에서는 기존 공동자원화 시설에 기 설치되어 있는 고액분리장치, 이송펌프류 등의 내역은 포함하고 있지 않은바, 사업 추진시 기존 공동자원화 시설의 고액분리장치, 이송펌프류 등이 노후화된 경우 시설 운전의 안전성 측면에서 개보수가 요구됨
- 따라서 기존 공동자원화 시설 연계 가축분뇨 바이오가스화 사업의 안정적인 사업 추진을 위해서는 신규 바이오가스화 시설 설치비와 함께 시설 개보수 지원을 동시에 추진하는 것이 가장 합리적인 것으로 판단됨

<참고문헌>

- 노경상 등. 2010. 「우리나라 바이오매스 이용 실태에 관한 기초조사 보고서」. (사)한국축산경제연구원
- 농림축산식품부. 2009. 「조사료 이용 수급계획」.
- 농식품부. 2013. 「중장기 가축분뇨 자원화 대책」.
- 농식품부, 환경부, 농협중앙회. 2009. 가축분뇨 자원화시설 표준설계도(해설서)
- 산업통상자원부. 2009. 「신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2009-2030)」.
- 에너지관리공단 신·재생에너지센터. 2013. 「2012년 신·재생에너지 보급통계」.
- 한국에너지기술평가원. 2012. 「2011년도 에너지R&D 통계 자료집」.
- 한국농촌경제연구원. 2007. 「농업부문 바이오매스 이용활성화를 위한 정책방향과 전략(2/2차 연도)」.
- 한국농촌경제연구원. 2010. 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차 연도)」.
- 한국농촌경제연구원. 2011. 「농업부문 에너지 수급 전망과 청정에너지 농업시스템 구축방안(2/2차 연도)」.
- 환경부. 2011. 「2010 폐기물자원화 에너지 통계·자료집(1권 유기성폐자원 에너지 활용시설)」.
- 환경부. 2012. 「가축분뇨 관리 선진화 종합대책」
- 환경부. 2013. 「가축분뇨 고형연료 제품의 품질 및 등급기준 마련 연구」.

부 록 I. 착수보고회 및 1차 자문회의

1. 착수보고회 및 1차 자문회의 개요

- 일시 : 2014. 05. 14(목), 15:00 ~ 18:00
- 장소 : 한경대학교 본관 2층 소회의실
- 참석자

기관	참석자	비고
농림축산식품부	천행수 주무관	용역발주기관
한경대학교	김태완 교수	용역수행기관
	윤영만 교수	
	오승용 연구원	
	홍종미 연구원	
고등기술연구원	김호 수석연구원	
디앤아이씨(주)	손석현 이사	
강원대학교	라창식 교수	
친환경 자연순환농업협회	김동수 전무	자문위원
KEC SYSTEM(주)	김영호 대표	

○ 일정

시 간	내 용	비 고
15:00~15:20	- 개회 및 참석자 소개	한경대학교 윤영만 교수
15:20~15:30	- 인사말씀	한경대학교 김태완 교수
		농림축산식품부 천행수 주무관
15:30~16:10	- 착수보고	한경대 윤영만 교수
16:10~17:10	- 자문 및 질의·응답	자문위원 및 연구진
17:10~17:30	- 총평 및 폐회	

2. 검토 및 자문의견

○ 라창식 교수(강원대학교)

- 연구기간에 비해 하고자하는 연구내용의 범위는 너무 넓어 연구기간동안 모두 수행 할 수 없을 듯함
- 정책적으로 반영하기 위한 핵심 부분을 깊이 있게 연구하여 방안을 제시하고 그 외 자를 조사연구는 내용을 축소·조정하는 것이 바람직함
- 에너지 시설연계 규모 및 적정 사업비 도출시 변수를 다양하게 두지 말고 실용성 및 현장 적용성을 고려하여 기존 공동자원화 시설의 양분수용총량을 기준으로 하여 연구를 진행하고 실 시설과 연계한 시뮬레이션 수행이 바람직함
- 현재 운영중에 있는 공동자원화 시설별 실제 연계 에너지화 시설 규모와 사업비를 도출하고 제시하는 것이 정책적 활용성이 높음

○ 김동수 전무(친환경 자연순환농업협회)

- 공동자원화시설의 규모 다변화에 대한 부분을 다룰 필요가 있음
- 현재 공동자원화시설 규모를 기준으로 하고, 작은 또는 큰 규모 공동자원화 시설에 대한 경제성등의 해석을 통해 유형별 적정사업비 및 적정규모를 제시하여야함
- 연구내용의 범위가 너무 커서 정책적으로 활용하고자 하는 포인트에 초점을 맞춰 집중하는 것이 필요함
- 에너지화 플랜트는 규모 경제성을 평가하여 규모를 설정하는 것이 바람직함
- 목표를 분명히 하여 에너지화가 목적인지 자원화량이 목적인지에 대한 기준을 정하고 접근할 필요성이 있음
- 이 경우 자원화중 액비 자원이용이 우선되어야 하는 과제임을 유의해야 할

것으로 사료됨

- 기존 시설의 가장 효율적으로 운영되기 위한 적정규모를 기준으로 적정 사업비를 산정하는 것이 바람직함

○ 김영호 대표(KEC SYSTEM)

- 사업 활성화의 입장에서는 사업시 자부담 및 용자, 지방비 등의 현실적인 문제의 개선이 필요한 상황임

○ 천행수 주무관(농림축산식품부)

- 이 용역의 목적은 플랜트가 안정적으로 운영되기 위한 스펙으로 하여 적정 사업비를 도출하는것에 있음.
- 연구계획서에 제사한 연구내용의 범위가 너무 많은 것은 인지하고 있으며, 추후 협의를 통하여 선택과 집중을 범위를 협의해야 할 것으로 사료됨

○ 김호 수석연구원(고등기술연구원)

- 연구범위나 연구내용이 짧은 연구기간동안 수행하기에 어렵다는 것을 인지하고 있고, 각 지역마다 적정 규모 및 사업비가 설정되면 그 수준에 맞는 설계가 진행되는 것임
- 연구기간동안 약 80개소의 각각의 공동자원화시설에 접목되는 혐기소화플랜트를 각각 설계하는 것은 불가능 하며, 실용성 및 활용성 측면에 어긋남.
- 기본에 충실한 혐기소화 플랜트를 기준으로 적정 사업비를 산정하고 이에 공동자원화시설의 개보수 및 설계의 스펙은 사업선정당시 심사 또는 제시하는 것이 바람직함
- 적정 사업비를 도출하기 위해서는 전기, 기계, 토목 분야 등으로 나뉘어 생각

할수 있으며 각 제품 또는 자재들의 종류 및 등급이 있고, 종류 및 등급별 성능 및 가격 차이는 많이 나기 때문에 일정 스펙기준을 정하여 사업비를 산정하는 것이 바람직함

3. 향후 추진 일정

- 오늘의 회의결과를 토대로 용역수행의 기본 범위를 재조정하고, 기본(안)을 도출하여 농림축산식품부와 협의 후 결정
- 중간 및 최종 보고회는 6월 중순과 7월 중순에 진행

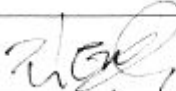
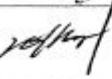


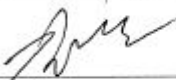

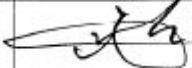

※ 착수보고회 및 1차 자문위원회 진행 사진



※ 착수보고회 참가자 명부

회의 참가자 명부

□ 참가자 현황

번호	소속	성명	서명	비고
1	환경대	김태환		
2	농식품부 방역관리과	최형우		
3	강원대학교	라창석		
4	전라남도농업기술원	김희주		
5	(주)케이이씨시스템	김영호		
6	(주)디앤에이씨	손익현		
4	농림기술연구원	김호		
8	환경대학	윤영민		
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

부 록 II. 중간보고회 및 2차 자문회의

1. 중간보고회 및 2차 자문회의 개요

- 일시 : 2014. 06. 20(금) 09:00~11:00
- 장소 : 전라북도 무주군 무주덕유산리조트 카니발3 회의실
- 참석자

기관	참석자	비고
농림축산식품부	박홍식 팀장	용역발주기관
	천행수 주무관	
환경대학교	운영만 교수	용역수행기관
	오승용 연구원	
	홍종미 연구원	
충남대학교	안희권 교수	자문위원
국립축산과학원	곽정훈 연구관	
강원대학교	라창식 교수	
친환경 자연순환농업협회	김동수 전무	

○ 일정

시 간	내 용	비 고
2014. 06. 19	2014 가축분뇨 공동자원화 사업 활성화 워크샵	농림축산식품부, 농협중앙회
2014. 06. 20 09:00~09:10	- 인사말씀	운영만 교수
		박홍식 팀장
09:10~10:00	- 중간보고	환경대 운영만 교수
10:00~11:30	- 자문 및 질의·응답	자문위원 및 연구진
11:30~12:00	- 총평 및 폐회	

2. 검토 및 자문의견

○ 라창식 교수(강원대학교)

- 용역기간이 너무 짧아 연구내용을 확대하기 어려우나 “공동자원화 시설 규모 다변화” 방안 제시시 규모별 적정 설치(퇴·액비 포함) 및 기본설계도 포함하는 것이 바람직함
- 공동 자원화시설로의 연계안 마련시 음폐수 유입에 따른 부하량 증가 분석을 위한 물질수지 분석결과 외 “만약 문제 발생시의 시나리오”를 추가로 산정하여 검토하는 것이 용역의 완성도를 높이는 방향임
- 특히 유입수에 음폐수가 포함된다면, 액비살포시 농가의 액비선호도 등의 사회적요인에 대응하여 액비의 염분농도 등을 함께 고려해야 될 것으로 판단됨
- 중간보고결과 기존 공동자원화 시설에 바이오가스화 시설 연계시 문제가 없는 것으로 나타나고 있는데, 액비화시설의 유입부하가 초과하는 문제 상황을 고려하여 추가 검토가 필요할 것으로 판단됨
- 국내 연계가능 개소수 파악을 위해서는 공동 자원화 시설중 설계용량 대비 가동율이 낮은 액비 자원화 시설을 파악하여 실제 실험 가능 개소수를 파악하는 것이 바람직하며 음폐수/음식물 유입과 혐기소화액 유입에 따른 액비화 영향도 또한 파악하여 참고적으로 제시하는 것을 검토해 보길 바람
- 또한 액비화를 위한 탄소원 유지를 위해 액비화 공정으로의 적정 bypass 물량(양돈슬러리)을 산출하여 액비화 공정의 운영과 안정성(액비) 확보안을 마련하는 것도 고려해보길 바람
- 용역기간을 감안하여 검토가능한 부분만을 검토하여 내용에 추가하는 것이 바람직함

○ 김동수 전무(친환경 자연순환농업협회)

- 공동자원화시설 연계 혐기소화조가 100톤/일 이상이 되면 환경영향평가에 대

한 법률적 문제가 있다고 판단됨, 따라서 연구용역시 법률적 규제와 시간적, 공간적 제약에 대하여 규제개혁 등 건의가 표현되어야 할 것임

- 추후 다룰 것으로 예상되나, 공동자원화시설 규모 다변화에 대한 분야도 조속한 검토가 필요함, 다만 공동자원화시설의 경우 유입원료가 양돈분뇨의 비중이 높으므로 퇴비화시설 보다는 액비화시설에 치중함이 옳을 것임
- 전반적으로 처리량이 늘어나게 되므로 운반(반입, 반출)이 미치는 경제성의 검토가 필요함
- 지역내 공동자원화시설의 사회적, 환경적 현장특성의 조사가 검토되어야 할 것임
- 공동자원화시설 연계 혐기소화조 후단의 고액분리공정이 포함되는데 일정규모의 유입단계에서의 전처리 설비가 필요할 것으로 보임

○곽정훈 연구관(국립축산과학원)

- 공동자원화시설 연계 혐기소화조의 용량이 100톤/일을 상회하는 경우 환경영향평가를 받아야 하는 문제가 있으므로 용량에 대한 검토가 필요함
- 가축분뇨 및 음폐수를 이용하여 혐기소화 후 액비화 하는 경우 액비화조건의 재설정이 필요(유기물 대 질소비가 2:1로 높음), 혐기소화는 유기물만 분해되기 때문에 질소함량이 높아 호기성액비화가 정상적으로 진행되기 곤란할 수 있음, 따라서 세부적정 자료 제시가 필요함
- 고액분리중 필터프레스 방식을 적용하고 있으나 처리효율 및 관리가 어려울 수 있음, 고액분리 방식에 대한 재검토 필요
- 부원료 물질을 음폐수에 한정하지 말고 기타 유기성 농산폐기물 활용 가능성 검토가 필요함(비료관리법에 규정하지 말고 포괄적인 검토필요), 특히 도축폐기물등도 원료물질로 이용가능성 여부 등을 검토필요

○ 안희권 교수(충남대학교)

- 공동자원화 시설 연계 혐기소화조의 용량이 100톤/일 이상이 되면 환경영향 평가 등의 부가적인 절차가 요구되므로 현실적으로 적용가능할지의 여부를 고민해 볼 필요가 있음
- 전력생산 판매 위주의 사업보다는 공동자원화시설 전력 사용을 통해 공동자원화 시설의 전력비 부담을 완화할 수 있는 측면에서 에너지화 사업의 목표를 두는 것이 바람직 할 것임
- 기존 70톤 이하 처리시설의 경우도 자체적으로 필요한 전력은 확보 할수 있는 수준이라면 에너지화 사업 적용이 가능할 수도 있다고 봄
- 에너지화 사업비(50억) 축소 방안으로 소규모 에너지화, 자체 전력비 부담 완화 수준 시설 설치가 좋을 것 같음
- 혐기소화액의 질소성분을 효과적으로 액비화 할 수 있는 공정을 고려한 사업비 제시가 필요할 것임
- 음폐수의 지역별 발생량은 상이하기 때문에 사업화시 확보할 수 있는 음폐수의 양을 검토하여야 함

○ 천행수 주무관(농림축산식품부)

- 공동자원화시설 개보수 및 혐기소화조 설치로 인해 규모가 증가됨에 따라 원료 물질수지부터 농경지 살포시 경제성을 분석하여 적정시설 규모를 설정해야함
- 공동자원화시설에 혐기소화플랜트를 연계하는 방안은 매전보다는 자체전력 사용으로 운영비를 절감할 수 있는 모델을 제시
- 시군별 음폐수 발생량을 고려하여 기 설치시설에 음폐수 포함 혐기소화플랜트 설치시 사업비 분석을 요함

○ 운영만 교수(한경대학교)

- 본 중간보고서에서 제시한 사업유형은 기존 공동자원화 시설에 에너지화 시설의 도입 방안을 검토하기 위한 사업유형임, 따라서 에너지화 시설의 도입 방안의 검토가 완료되면 시설규모, 특성 등을 고려하여 정책사업 추진을 위한 별도의 사업유형을 제시할 것임
- 현재 100톤/일 기준으로 에너지화 시설의 실시설계를 진행하여 완료 단계에 있으며, 일 100톤급 시설의 사업비 검토가 완료되는 경우, 이 자료를 근거로 다양한 규모의 시설 도입에 대한 사업비 검토를 진행할 예정임, 그러나 연구팀의 자체의견으로는 시설규모 100톤/일 규모를 기준으로 ± 30 톤/일 규모까지는 수억원 정도의 사업비 증감요인이 발생할 뿐 큰 사업비의 영향은 없을 것으로 판단됨
- 공동자원화시설과 연계한 혐기소화조의 용량이 100톤/일 규모 이상의 경우 환경영향평가 대상인지?, 아니면 기존시설용량이 존재라고 있으므로 환경영향평가 대상이 아닌지? 관련 법규를 검토하겠음
- 특히 농업진흥지역의 경우 음폐수의 유입이 제한될 수 있다는데, 이러한 사항에 대한 법규 검토를 추가하겠음
- 각 지역별 공동자원화시설의 현장조사는 3개월의 용역기간 중에 수행하기에는 어려움이 있음, 따라서 가축분뇨 처리시설 표준설계도를 근거자료로 물질수지 등을 검토하고, 기존 공동자원화 시설의 다양성은 정책사업 추진시 사업주체가 기존 시설을 평가하여 보완하도록 하는 방향으로 사업지침서를 작성할 것임
- 용역기간이 짧아 모든 내용을 담는 것은 어려울 것으로 판단되며, 자문위원분들의 의견을 충분히 검토하고, 농림축산식품부와 협의하여 충분히 의미있는 내용으로 전달할 수 있도록 하겠음

3. 향후 추진 일정

- 중간보고 및 자문회의 결과를 토대로 용역수행에서 추가 검토 및 보완 진행하며, 에너지화사업 지침서 및 사업비 규모는 농식품부와 협의하여 조정하고, 사업지침서(안)을 도출
- 최종 보고회는 7월 중하순에 진행 예정

※ 중간보고회 및 2차 자문위원회 진행 사진








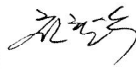
※ 중간보고회 참가자 명부

회의 참가자 명부

□ 일 시 : 2014년 6월 20일 09시 00분 ~ 12시 00분

□ 장 소 : 무주리조트 세미나실

□ 참가자 현황

번호	소속	성명	서명	비고
1	충청대학교	안희권		
2	주립부산대학교	곽정현		
3	강원대학교	라광석		
4	리안드레아대학교	김등수		
5	농림축산식품부	박홍남		
6	농림축산식품부	최항우		
4				
8				
9				
10				

부 록III. 최종보고회 및 3차 자문회의

1. 최종보고회 및 3차 자문회의 개요

- 일시 : 2014. 07. 31(목), 15:00 ~ 18:00
- 장소 : 환경대학교 제 3세미나실
- 참석자

기관	참석자	비고
농림축산식품부	천행수 주무관	용역발주기관
환경대학교	윤영만 교수	용역수행기관
	오승용 연구원	
	홍종미 연구원	
주식회사 KEC SYSTEM	김영호 대표	자문위원
국립축산과학원	곽정훈 연구관	
강원대학교	라창식 교수	
친환경 자연순환농업협회	김동수 전무	
고등기술연구원	김호 수석연구원	
한국산업기술시험원	전용우 선임연구원	
대우건설	유영섭 선임연구원	

○ 일정

시 간	내 용	비 고
09:00~09:10	- 인사말씀	윤영만 교수
		천행수 주무관
09:10~10:00	- 최종보고	환경대 윤영만 교수
10:00~11:30	- 자문 및 질의·응답	자문위원 및 연구진
11:30~12:00	- 총평 및 폐회	

2. 검토 및 자문의견

○ 김호 수석연구원(고등기술연구원)

- 퇴비화 규모별 경영실과에서 소규모 분야 수익률 저조에 대한 결과가 타당함. 단 “IRR” 용어를 다른 단어로 바꾸는 것을 제안함
- 돈분뇨+음식물쓰레기 병합 혐기소화가 수익이 높은 것을 제안하였으나 이후 고액분리 효율에 따라 액비화 설비에 영향이 큼. 따라서 액비화 연계시 반드시 고효율 고액분리가 필요하므로 이에 대한 시설비 증가 부분을 추가로 검토해야함. 만일 사업비의 제안이 있다면 시설보완사업과 연계하는 것도 고려할 필요가 있음
- 기존의 액비화 시설에서 표준설계 기준이 MLSS 8,000 mg/L를 유지하는 것이나 현실에서 2,000 mg/L 이하이기 때문에 안정화 효율이 떨어지는 문제가 큼. 따라서 MLSS를 유지할수 있도록 액비화 조에 분리막 또는 분리방법을 추가로 설치할 필요가 있음
- 기존시설 보완, 고액분리 강화, 액비화조 MLSS 고농도화는 혐기소화 추진사업과 밀접한 관계가 있으므로 별도의 보완사업보다 패키지로 묶어서 한꺼번에 진행하는 것이 타당하다고 생각됨

○ 라창식 교수(강원대학교)

- 용역기간이 너무 짧아 연구내용을 확대하기 어려우나 “공동자원화 시설 규모 다변화” 방안 제시시 규모별 적정 설치(퇴·액비 포함) 및 기본설계도 포함하는 것이 바람직함
- 현재 공동자원화시설중 액비화시설은 체류시간이 120일로 규정되고 있는데 현장의 상황 등의 검토가 필요할 것으로 판단됨
- 국내 연계가능 개소수 파악을 위해서는 공동 자원화 시설중 설계용량 대비 가동율이 낮은 액비 자원화 시설을 파악하여 실제 실험 가능 개소수를 파악

하는 것이 바람직하며 음폐수/음식물 유입과 혐기소화액 유입에 따른 액비화 영향도 또한 파악하여 참고적으로 제시하는 것을 검토해 보길 바람

- 에너지화 시설 연계시 후단의 고온 호기 부속시설 운영의 안정성, 안전성 확보방안에 대한 고민이 필요, 따라서 유형3을 기준으로한 방안 마련 및 제시가 바람직 할 것으로 판단됨

○ 김동수 전무(친환경 자연순환농업협회)

- 음식물이 일정량 포함되는 경우가 유리함은 옳다고 보는데 전국적으로 음식물 또는 음폐수를 조달할 수 있는 가능지역에 대한 검토가 필요함
- 도식적으로 현재 공동자원화와 음식물 또는 음폐수 가능지역을 중첩한 도표로 표시하면 좋을 것 같음
- 혐기처리후 C/N 비가 더욱 낮아지므로 기존 호기성 처리조는 탈질처리가 필요함. 또는 탈질공정이 있는 경우에만 지원을 할 필요가 있음

○곽정훈 연구관(국립축산과학원)

- 용역기간이 계획된 내용을 담기에는 너무 부족하다는 것은 인정함. 기존의 공동자원화 연계 혐기소화시설의 사업비에 부분에 내용이 치중되어 있으나, 추후 좀더 많은 자료를 가지고 사업화시 안정적, 안전적 운영 또는 원활한 액비화를 위한 내용을 제시하는 것을 제안함
- 액비화의 중점을 두고 내용을 정리할 것을 제안하며, 사업비 산출과정에 대한 결과와 설계도면은 지금수준으로 정리하는 것이 바람직함
- 결과중 혐기소화조에 음식물 또는 음폐수의 유입을 제안하고 있으나 음식물 또는 음폐수 유입에 따른 법적인 내용을 좀 더 보장하는 것이 옳다고 판단됨

○ 김영호 대표(KEC System)

- 일반적인 공정을 적용하여 예산 산출을 하였으나 공정의 성능향상과 안전성을 고려하면 파생되는 여러 공정이 적용되어야 하므로 추가 예산이 필요하다고 판단됨
- 현재 제시한 사업비내역은 가장 기본적인 혐기소화공정을 토대로 산출되어 있으며, 혐기소화공정의 특성 및 효율증가, 사업부지의 특성, 사업지역의 특성에 따라서 사업비가 증가될 수 있을 것으로 판단됨

○ 유영섭 선임연구원(대우건설)

- 혐기소화액의 액비화에 대한 국내 연구자료가 많지 않은 것은 인정하나 공동자원화 연계 혐기소화시설의 안정적, 안전적 운영 및 효율적인 액비생산을 위해 좀더 깊이 있는 자료가 요구됨
- 국내 공동자원화시설의 운영실태를 조사하여 결과에 반영하였으면 보다 좋은 결과를 얻을수 있었겠지만 용역의 기간상 어려움이 있다는 것을 인정함

○ 전용우 선임연구원(한국산업기술시험원)

- 음식물을 반드시 포함하도록 하는 부분은 장단점이 있음, 신중해야함
- 음식물 주목부서인 환경부의 입장고려 필요
- 음식물 포함할 경우, 폐기물관리법의 적용을 받게되며 폐기물관리법은 매우 Strict한 법으로서 동법에 따라 폐기물 처리시설로 분류되고 폐기물처리시설 관련 인허가 획득, 시설설치기준 준수, 가동개시신고 전 설치검사 합격, 이후 매년 정기검사를 받아야함. 따라서 자연스레 설치퀄리티가 높아지고 사후관리가 됨
- 매년 실시하는 공동자원화시설 점검평가결과와 연계하는 방안을 고려할 필

요가 있음. 예를 들어, 평가결과가 좋으면 개보수 통합지원을 가능하게 한다는 등의 방안이 필요함

- 사업추진방식을 자부담율에 따라 차등하는 방안도 고려할 수 있음
- 시설용량 제한을 High-Limit 로 하는 것은 적절하지 않음 용량이 커지면 사업성이 증가하는 것은 당연한 것인데, 그러므로 High-Limit 보다는 Low-Limit를 설정하는 것이 맞다고 봄

3. 향후 추진 일정

- 오늘의 회의결과를 토대로 용역수행의 추가 검토사항을 확인하고, 최종보고서(안)을 도출하여 농림축산식품부와 협의 후 결정
- 연구용역의 준공은 농림축산식품부와 협의 후 결정

※ 중간보고회 및 2차 자문위원회 진행 사진



※ 최종보고회 참가자 명부

회의 참가자 명부

□ 참가자 현황

번호	소속	성명	서명	비고
1	강원대학교	라왕석		
2	강원대학교	신승연		
3	고흥기초대학원	김근		
4	(주)케이비씨 시스템	김영호		
5	(주)디엔아이 씨	손석현		
6	KTL	전형우		
4	권광익 지성연구원	김도우		
8	동서공학	최광수		
9	한경대학교	이승동		
10	한경대학교	홍종미		
11	(주)이우건설	유영섭		
12	국립홍익대학교	곽정훈		
13				
14				
15				

부 록 IV. 전국 공동자원화 시설 사업량 검토(액비유통센터)

구분	지역	액비유통센터(13년)			계획용량규모 (톤/일)				사업량 (100톤 기준 개소)
		살포량		개소수 (개소)	50미만 (개소)	50이상 70미만 (개소)	70이상 100미만 (개소)	100이상 (개소)	
		(톤/년)	(톤/일)						
계		1,700,535	5,668	156	42	13	7	16	37
울산	울주군	16,000	53	1		○			
	소계	16,000	53	1		1			
경기도	평택시	660	2	1	○				
	고양시	-	-	1					
	용인시	7,700	26	1	○				
	포천시	-	-	2					
	이천시	6,464	22	2	○				
	화성시	33,000	110	1				○	1
	양주시	26,000	87	1			○		1
	여주군	27,675	92	1			○		1
	소계	101,499	338	10	3		2	1	3
강원도	원주시	2,000	7	1	○				
	강릉시	-	-	2					
	홍천군	5,000	17	1	○				
	횡성군	13,000	43	1	○				
	고성군	-	-	2					
	양양군	11,649	39	1	○				
	철원군	80,000	267	5				○	2
	소계	111,649	372	13	4			1	2
충청북도	충주시	10,000	33	1	○				
	보은군	4,200	14	1	○				
	진천군	1,080	4	1	○				
	음성군	30,000	100	1				○	1
	소계	45,280	151	4	3			1	1
충청남도	천안시	9,900	33	1	○				
	보령시	2,430	8	1	○				
	아산시	-	-	2					
	서산시	19,000	63	1		○			
	금산군	8,500	28	1	○				
	부여군	1,500	5	3	○				
	서천군	-	-	1					
	홍성군	6,000	20	2	○				
	예산군	17,264	58	3		○			
태안군	1,500	5	1	○					

부 록

구분	지역	액비유통센터(13년)			계획용량규모 (톤/일)				사업량 (100톤 기준 개소)
		살포량		개소수 (개소)	50미만 (개소)	50이상 70미만 (개소)	70이상 100미만 (개소)	100이상 (개소)	
		(톤/년)	(톤/일)						
	당진군	11,324	38	2	○				
	공주시	75,000	250	2	○				
	소계	152,418	508	20	8	2			
전라 북도	군산시	3,000	10	2	○				
	남원시	18,000	60	3		○			
	완주군	4,000	13	1	○				
	진안군	3,500	12	2	○				
	임실군	2,700	9	1	○				
	부안군	12,000	40	1	○				
	익산시	61,000	203	4				○	2
	정읍시	92,100	307	6				○	3
	김제시	53,000	177	4				○	2
	순창군	23,000	77	1			○		1
	고창군	39,000	130	2				○	1
	소계	311,300	1,038	27	5	1	1	4	9
	전라 남도	순천시	20,000	67	1		○		
광양시		3,000	10	1	○				
담양군		12,000	40	1	○				
곡성군		2,000	7	2	○				
구례군		18,000	60	1		○			
화순군		17,000	57	2		○			
장흥군		13,000	43	1	○				
강진군		19,000	63	1		○			
해남군		10,000	33	1	○				
함평군		11,000	37	3	○				
장성군		36,000	120	2				○	1
나주시		31,000	103	2				○	1
고흥군		24,000	80	2			○		1
보성군		26,000	87	3			○		1
영암군		31,000	103	3				○	1
무안군		110,000	367	4				○	4
소계	383,000	1,277	30	6	4	2	4	9	
경상 북도	포항시	20,000	67	1		○			
	김천시	4,370	15	1	○				
	구미시	9,620	32	1	○				
	영주시	5,154	17	1	○				
	영천시	18,842	63	2		○			
	상주시	6,360	21	1	○				
	경산시	8,600	29	1	○				

부 록

구분	지역	액비유통센터(13년)			계획용량규모 (톤/일)				사업량 (100톤 기준 개소)
		살포량		개소수 (개소)	50미만 (개소)	50이상 70미만 (개소)	70이상 100미만 (개소)	100이상 (개소)	
		(톤/년)	(톤/일)						
	군위군	621	2	1	○				
	의성군	1,200	4	1	○				
	청도군	-	-	2					
	고령군	47,000	157	2				○	1
	경주시	21,962	73	1			○		1
	소계	143,729	479	15	7	2	1	1	2
경상 남도	진주시	19,500	65	1		○			
	사천시	2,300	8	2	○				
	밀양시	14,000	47	1	○				
	양산시	-	-	1					
	창원시	3,000	10	2	○				
	의령군	16,000	53	1		○			
	산청군	10,000	33	1	○				
	함양군	7,800	26	1	○				
	거창군	2,000	7	1	○				
	합천군	19,000	63	1		○			
	김해시	40,000	133	1				○	1
	함안군	27,400	91	2			○		1
	고성군	34,400	115	4				○	1
소계	195,400	651	19	6	3	1	2	3	
제주도	제주시	204,260	681	12				○	7
	서귀포시	36,000	120	5				○	1
	소계	240,260	801	17				2	8

부 록 V. 기기용량계산서

가축분뇨 에너지화 시설(70톤/일)

기기용량계산서

2014. 7

국립 환경대학교

부 록

1. 반입 및 전처리설비

1.1 음폐수저장조 (TK-100)

● 설계조건

음폐수 반입량(V) : 21m³/일
 저장일수(d) : 3일
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형 콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 9,200L x 4,000H
용 량	m ³	161

● 설계조건

형식 : 수중 프로펠러형 교반기
 수량 : 1대
 조규격 : 4.4 m(W) × 9.2 m(L) × 4.0 m(H) = 161m³
 회전수 : 1,750rpm
 공급전원 : AC 380V × 3 Phase × 60Hz
 모터형식 : 3상 유도전동기
 교반할 액체의 종류 : 음폐수
 교반할 액체의 온도 : 0℃ ~ 35±2℃

● 한계 침전 유속(침강 속도)

1) 침전유속 검토조건

조 체적 : V = 128m³
 음폐수 입자경 : d = 2.1mm

- 슬러지 입자의 비중량 : $r_s = 1,050 \text{ kgf/m}^3$
- 액체의 점도 : $u = 0.9 \text{ Cp}$ ($1\text{Cp} = 10.2 \times 10^{-5} \text{ kgf/m}^3 \cdot \text{s}$)
- 액체의 비중량 : $r = 1,000 \text{ kgf/m}^3$

2) 한계 침전 유속 계산(침강속도)

$$V_s = \frac{d^2(r_s - r)}{18 \times u} = \frac{0.0021^2 \times (1,050 - 1,000)}{18 \times 0.9 \times (10.2 \times 10^{-5})} = 0.13 \text{ m/s}$$

3) 상기와 같이 한계 침전유속은 0.13m/s이므로, 슬러리가 침전되지 않기 위해서는 수중교반 시 최소 유속은 0.13m/s이상 이어야 함.

● 교반기의 동력계산

1) 설계조건

- 액체의 종류 : 음폐수
- 조 용량(V) : $4.4 \text{ m(W)} \times 9.2 \text{ m(L)} \times 4.0 \text{ m(H)} = 161 \text{ m}^3$
- 비중(r) : 1 kgf/cm^3
- 유속 : 0.13 m/s 이상

2) 설계 계산

$$\square P_0 = \frac{W \times M}{1,000 \times N} = 1.536 \text{ kW}$$

W : 저류용량당 교반동력 - 12 W/m^3

M : 저류용량 - 128 m^3

N : 교반기대수 - 1대

PO : 소요교반동력밀도

$$P = P_0 \times \text{여유율}(20\%) = 1.843 \text{ kW}$$

상기식에 의하여 계산하고 혼합대상물의 점도 등 성상을 감안하여 여유율을 적용, 3.7kW급의 수중교반기를 선정하여 감속기에 의한 속도제어 및 출력제어 제품을 사용할 예정임

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중횡형 지주식
수 량	대	1대
조 용 량	m ³	161
동 력	kW	3.7 (공급자 제시)

1.2 음폐수 이송펌프 (PP-101)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 21m³/일
- 운전대수(n) : 1대
- 운전시간(T) : 8시간/일
- 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{21 \times 1.2}{1 \times 8 \times 60} = 0.044\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL_2 - WL_1 = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m)

Q : 토출량 = 0.0017m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

2 혐기성 발효 설비

2.1 혐기성소화설비 (TK-300)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	혐기성 소화설비
수 량	대	2
용 량	m ³	1,195
부속 설비	-	교반기, 계측설비

2.2 소화조교반기 (SM-301 A/B)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중횡형 지주식
수 량	대	2대
조 용 량	m ³	1,195
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.3 슬러지 이송펌프 (PP-301 A/B)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 70m³/일
 운전대수(n) : 1대(1)
 운전시간(T) : 5시간/일

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i}{n \times T} = \frac{70}{1 \times 5 \times 60} = 0.23\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146\sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.4m³/분

V : 유 속 = 2.0 ~ 2.5 m/s

$$D = 146\sqrt{0.4/(2.0\sim 2.5)} = 58.4 \sim 65.2\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 6\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 50 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 6.114\text{m}$$

L : 총배관상당길이(50m)

부 록

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 6.114 = 12.114\text{m}$

이송물질이 소화액이므로 손실 수두를 보정하여 15m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.4 \times 15}{0.4} \times 1.1 = 2.52\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.4m³/분)

H : 전양정 (15m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	스프리트펌프
수 량	대	2(1)
용 량	m ³ /분, 전양정	0.4, 15mH
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.4 슬러지저장조 (M-301)

● 설계조건

슬러지 반입량(V) : 70m³/일
 저장일수(d) : 10시간
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 4,400L × 4,000H
용 량	m ³	77.44

2.5 음폐수 이송펌프 (PP-501)

● 설계조건

처리량(Qi) : 21m³/일
 운전대수(n) : 1대
 운전시간(T) : 24시간/일
 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{21 \times 1.2}{1 \times 24 \times 60} = 0.018\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = W_{L2} - W_{L1} = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m), Q : 토출량 = 0.0017m³/s, C : 배관조도계수 (100), D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW), s : 유체의 비중 (1.03), Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m), p : 전동기 여유율 (1.1), η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

3 발전 및 열원공급설비

3.1 워터트랩 (M-301)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통 자립형
수 량	대	1
용 량	m ³ /hr	250
규 격	m	Ø0.5 X 0.7H

3.2 바이오가스 저장조 (M-302)

● 설계조건

가스발생량(Qi) : 92.7m³/시간 (2,225m³/일)

설치조수(n) : 1조

저장시간(T) : 2.5시간/일

● 용량계산

1) 조당 필요용량 계산 (Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times T}{n} = \frac{92.7 \times 2.5}{1} = 231.7 \text{Nm}^3$$

2) 적용용량(V)

∴ 바이오가스 저장조 용량은 231.7m³ < 300m³ 로 적정

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	멤브레인
수 량	조	1
용 량	m ³	300
재 질	-	폴리에스테르 + 특수 코팅

3.3 1,2차제습기 (M-303)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	Heat exchanger
수 량	대	2
용 량	kcal/hr	20,000
규 격	m	Ø0.27 X 1.7H

3.4 탈황장치 (M-304)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	건식탈황
수 량	대	2(1대 예비)
규 격	m ³ /hr	250
재 질	-	STS 304

3.5 가압 송풍기 (M-305 A/B)

● 설계조건

- 가스발생량(Qi) : 2,251Nm³/일
- 설치대수(n) : 2(1)대
- 운전시간(T) : 24시간/일
- 여유율(a) : 2(잉여가스 연소기 용량)

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times a}{n \times T} = \frac{2,251 \times 2}{1 \times 24 \times 60} = 3.2 \text{Nm}^3/\text{min 이상}$$

2) 적용용량(V)

바이오가스 공급 송풍기의 용량은 공급자 제시사항에 따라 10m³/min로 적용한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	링 블로어
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min	10, 2,000mmH ₂ O
예상 동력	kW	6.3 (공급자 제시)

3.6 바이오가스 발전기 (M-306)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	바이오가스 발전기
수 량	대	2
용 량	kW	120
예상 동력	kW	7.5 (공급자 제시)

3.7 보조보일러 (M-307)

● 설계조건

바이오가스 플랜트 축분 유입 온도

항목	평균기온											
	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월
월평균 온도	-1.5	4.9	11.7	18.5	22.9	25.2	26.5	19.5	13.2	5.5	-3.2	-2.0

소화조 가온조건

품 목	기 호	값	단 위	비 고
1일 혼합액 유입량	q	70	m ³ /일	
유입 혼합액 온도	T1	5.75	℃	
발효조 온도	T2	38	℃	
혼합액 비열	Cp	1	-	
가온열량	Hb	2,257,500	kcal/일	
산출식	Hb=q×Cp×(T1-T2)×1,000			

◆ 바이오가스 발전기 정상운전시

1) 혐기성소화조 가온열량

$$Hb = q \times Cp \times (T1 - T2) \times 1,000 = 94,062 \text{kcal/시간}$$

2) 혐기성소화조 열손실량

$$Qb = \alpha \times A \times \Delta T \times 860 \times n / 1000 = 2,225 \text{kcal/시간}$$

열관류율(α) : 0.5W/m² · 시간 · ℃

발효조 전체표면적(A) : 1507.2m²

발효조 내부온도(TD) : 38℃

대기온도(TA) : -3.2℃(연평균 최저온도)

발효조수(n) : 2조

3) 교환열량

$$= \text{가온열량} + \text{열손실} = (Hb + Qb) \times a \times \eta = 127,099 \text{kcal/시간}$$

여유율(a) : 1.1

열교환효율(η) : 0.8

◆ 혐기성소화조 운전시 적정용량

1) 1일 운전시간 필요용량

$$\text{혐기성소화조} = 127,099 \text{kcal/시간}$$

2) 발전기 열량

$$2,225 \text{m}^3/\text{일} \times 5,500 \text{kcal/Nm}^3 \times 50.5\% (\text{발전기 열효율}) = 6,118,750 \text{kcal/일} (254,947 \text{kcal/시간})$$

3) 적용용량

바이오가스발전기에서 발생하는 폐열의 열량은 254,947kcal/시간이므로 발효조 운전 시 필요용량 84,733kcal/시간보다 큼으로 적정

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	가스보일러
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	300,000
예상 동력	kW	4

3.8 온수 순환펌프 (PP-302 A/B)

● 설계조건

공급량(Qi) : 600m³/일

설치대수(n) : 2대

운전시간(T) : 24시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	600	20	0.33	0.0055	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획순환량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.5}{2\text{대}} \right] = 0.25\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.33m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.33m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.33/(2.0 \sim 3.0))} = 48.4 \sim 59.3\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = W_{L2} - W_{L1} = 10\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0055^{1.85} \times 200.0 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 16.9\text{m}$$

L : 총배관상당길이(200.0m)

Q : 토출량 = 0.0055m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 16.9 = 22.9\text{m}$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 30m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.33 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.2\text{kW}$$

부 록

P : 전동기 출력 (kW), s : 유체의 비중 (1), Q : 유량 (0.33m³/분)
 H : 전양정 (30m), p : 전동기 여유율 (1.2), η : Pump의 효율 (0.6)
 ∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	블류트 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /min, Head	0.33, 30mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

3.9 축열조 (M-308)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	입형탱크
수 량	대	1
규 격	m	2W X 1.5L X 2H
재 질	-	공급자 표준

3.10 온수 공급펌프-1 (PP-303A/B)

● 설계조건

공급량(Qi) : 504m³/일
 설치대수(n) : 1대(1대 예비)
 운전시간(T) : 20시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	504	21	0.35	0.006	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획공급량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.35}{1\text{대}} \right] = 0.35\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.4m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.4/(2.0 \sim 3.0))} = 53.31 \sim 65.3\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 100A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (H_a)

$$H_a = WL2 - WL1 = 10m$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 900.0 \div (100^{1.85} \times 0.1^{4.87}) = 13.5m$$

L : 총배관상당길이(300.0m)

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.1m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 10 + 13.5 = 23.5m$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.40 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.9kW$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1)

Q : 유량 (0.40m³/분)

H : 전양정 (30m)

p : 전동기 여유율 (1.2)

η : Pump의 효율 (0.6)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	블류트 펌프
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min, Head	0.4, 25mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

부 록

3.11 냉각장치 (M-309)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	공랭식 일체형 냉각기
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	40,000
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)

4 악취제거 및 기타설비

4.1 용수 공급장치 (TK-500)

● 설계조건

용수 사용량(V) : 5m³/일

저장일수(d) : 1시간

수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통형 PE탱크
수 량	대	1
규 격	mm	ID 1,800 × 2,300H
용 량	m ³	5

4.2 용수 공급 펌프 (PP-501)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	인버터 제어형 부스터 펌프
수 량	식	1
용 량	m ³ /min, Head	0.1, 30mH
예상 동력	kW	1.18 (공급자 제시)

4.3 잉여가스연소기 (M-402)

● 설계조건

바이오가스 발생량(V1) : 94m³/hr (2,251 m³/일)

잉여가스연소기 가스사용량(Q) : 250 m³/hr

설치대수(n) : 1 기

운전시간(T) : 비상시

바이오가스 발생량 94m³ < 바이오가스 연소량 250m³

∴ 충분한 여유율을 가짐.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	간이식 노외용
수 량	식	1
용 량	m ³ /시간	250
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)
재 질	-	STS304

4.3 악취제거 송풍기 (M-403A/B)

● 설계조건

송풍유량(Qi) : 150m³/분

가동대수(n) : 1대

운전시간(T) : 24시간/일

● 용량계산

1) 적용용량

$$\begin{aligned} \text{압력손실 } (\Delta P) &= \text{덕트}(150 \text{ mmAq}) + \text{탈취설비}(200 \text{ mmAq}) + \text{기타}(50 \text{ mmAq}) \\ &= 400\text{mmAq} \end{aligned}$$

부 록

2) 소요동력

$$L = \frac{Q \times \Delta P \times p}{6,120 \times \eta} = \frac{150 \times 450 \times 1.1}{6,120 \times 0.6} = 18\text{kW}$$

∴ 악취흡입송풍기는 18.5 kW 로 선정한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	터보팬
수 량	대	1
용 량	m ³ /min	500, 500mmAq
동 력	kW	18.5 (공급자 제시)

4.4 악취제거설비 (M-404 A/B)

● 설계조건

가스량(Q) : 150m³/min

유입 온 도 : 25℃

오염물질의 종류 : 악 취

수 량 : 1 SET

● 탈취용량계산

1) 필요용량 계산

세부시설	탈취용적	환기기준	탈취풍량
음폐수저장조	4.4mW×9.2mL x 2set = 80.96m ³	수면적 × 15m ³ /m ² ·시간	16.2m ³ /분
기계실	10mW×20mL×5mH = 1,000m ³	유효용량 × 4회/hr	66m ³ /분
반입실	10mW×10mL×5mH = 500m ³	유효용량 × 4회/hr	33m ³ /분
합 계	총 115.2m ³ , 여유율 고려 150m ³ /분		

2) 적용용량

악취제거설비의 용량은 150m³/분으로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식 수 량 용 량 재 질	- 대 CMM -	약액 세정식 흡수탑 1 150 FRP, SS400

가축분뇨 에너지화 시설(100톤/일)

기기용량계산서

2014. 7

국립 한경대학교

1 반입 및 전처리설비

1.1 음폐수저장조 (TK-100)

● 설계조건

음폐수 반입량(V) : 30m³/일
 저장일수(d) : 3일
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형 콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 9,200L x 4,000H
용 량	m ³	161

● 설계조건

형식 : 수중 프로펠러형 교반기
 수량 : 1대
 조규격 : 4.4 m(W) × 9.2 m(L) × 4.0 m(H) = 161m³
 회전수 : 1,750rpm
 공급전원 : AC 380V × 3 Phase × 60Hz
 모터형식 : 3상 유도전동기
 교반할 액체의 종류 : 음폐수
 교반할 액체의 온도 : 0℃ ~ 35±2℃

● 한계 침전 유속(침강 속도)

1) 침전유속 검토조건

조 체적 : V = 128m³
 음폐수 입자경 : d = 2.1mm

- 슬러지 입자의 비중량 : $r_s = 1,050 \text{ kgf/m}^3$
- 액체의 점도 : $u = 0.9 \text{ Cp}$ ($1\text{Cp} = 10.2 \times 10^{-5} \text{ kgf/m}^3$)
- 액체의 비중량 : $r = 1,000 \text{ kgf/m}^3$

2) 한계 침전 유속 계산(침강속도)

$$V_s = \frac{d^2(r_s - r)}{18 \times u} = \frac{0.0021^2 \times (1,050 - 1,000)}{18 \times 0.9 \times (10.2 \times 10^{-5})} = 0.13 \text{ m/s}$$

3) 상기와 같이 한계 침전유속은 0.13m/s이므로, 슬러리가 침전되지 않기 위해서는 수중교반 시 최소 유속은 0.13m/s이상 이어야 함.

● 교반기의 동력계산

1) 설계조건

- 액체의 종류 : 음폐수
- 조 용량(V) : $4.4 \text{ m(W)} \times 9.2 \text{ m(L)} \times 4.0 \text{ m(H)} = 161 \text{ m}^3$
- 비중(r) : 1 kgf/cm^3
- 유속 : 0.13 m/s 이상

2) 설계 계산

$$\square P_0 = \frac{W \times M}{1,000 \times N} = 1.536 \text{ kW}$$

W : 저류용량당 교반동력 - 12 W/m^3

M : 저류용량 - 128 m^3

N : 교반기대수 - 1대

PO : 소요교반동력밀도

$$P = P_0 \times \text{여유율}(20\%) = 1.843 \text{ kW}$$

상기식에 의하여 계산하고 혼합대상물의 점도 등 성상을 감안하여 여유율을 적용, 3.7kW급의 수중교반기를 선정하여 감속기에 의한 속도제어 및 출력제어 제품을 사용할 예정이다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중횡형 지주식
수 량	대	1대
조 용 량	m ³	161
동 력	kW	3.7 (공급자 제시)

1.2 음폐수 이송펌프 (PP-101)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 30m³/일
- 운전대수(n) : 1대
- 운전시간(T) : 8시간/일
- 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{30 \times 1.2}{1 \times 8 \times 60} = 0.075 \text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m)

Q : 토출량 = 0.0017m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

2 혐기성 발효 설비

2.1 혐기성소화설비 (TK-300)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	혐기성 소화설비
수 량	대	2
용 량	m ³	1,513
부속 설비	-	교반기, 계측설비

2.2 소화조교반기 (SM-301 A/B)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중회형 지주식
수 량	대	2대
조 용 량	m ³	1,513
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.3 슬러지 이송펌프 (PP-301 A/B)

● 설계조건

처리량(Qi) : 100m³/일

운전대수(n) : 1대(1)

운전시간(T) : 5시간/일

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i}{n \times T} = \frac{100}{1 \times 5 \times 60} = 0.33\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.4m³/분

V : 유 속 = 2.0 ~ 2.5 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.4/(2.0 \sim 2.5)} = 58.4 \sim 65.2\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 6\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 50 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 6.114\text{m}$$

L : 총배관상당길이(50m)

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 6.114 = 12.114\text{m}$

이송물질이 소화액이므로 손실 수두를 보정하여 15m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.4 \times 15}{0.4} \times 1.1 = 2.77\text{kW}$$

- P : 전동기 출력 (kW)
- s : 유체의 비중 (1.03)
- Q : 유량 (0.4m³/분)
- H : 전양정 (15m)
- p : 전동기 여유율 (1.1)
- η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	스프리트펌프
수 량	대	2(1)
용 량	m ³ /분, 전양정	0.4, 15mH
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.4 슬러지저장조 (M-301)

● 설계조건

- 슬러지 반입량(V) : 100m³/일
- 저장일수(d) : 10시간
- 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 4,400L x 4,000H
용 량	m ³	77.44

2.5 음폐수 이송펌프 (PP-501)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 30m³/일
- 운전대수(n) : 1대
- 운전시간(T) : 24시간/일
- 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{30 \times 1.2}{1 \times 24 \times 60} = 0.025\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL_2 - WL_1 = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m)

Q : 토출량 = 0.0017m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

3 발전 및 열원공급설비

3.1 워터트랩 (M-301)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통 자립형
수 량	대	1
용 량	m ³ /hr	250
규 격	m	∅0.5 X 0.7H

3.2 바이오가스 저장조 (M-302)

● 설계조건

가스발생량(Qi) : 132.4m³/시간 (3,178m³/일)

설치조수(n) : 1조

저장시간(T) : 2.5시간/일

● 용량계산

1) 조당 필요용량 계산 (Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times T}{n} = \frac{132.4 \times 2.5}{1} = 331.1 \text{Nm}^3$$

부 록

2) 적용용량(V)

∴ 바이오가스 저장조 용량은 $231.7\text{m}^3 < 500\text{m}^3$ 로 적정

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	멤브레인
수 량	조	1
용 량	m^3	500
재 질	-	폴리에스테르 + 특수 코팅

3.3 1,2차제습기 (M-303)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	Heat exchanger
수 량	대	2
용 량	kcal/hr	20,000
규 격	m	$\varnothing 0.27 \times 1.7\text{H}$

3.4 탈황장치 (M-304)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	건식탈황
수 량	대	2(1대 예비)
규 격	m^3/hr	250
재 질	-	STS 304

3.5 가압 송풍기 (M-305 A/B)

◆ 설계조건

- 가스발생량(Qi) : 3,178Nm³/일
- 설치대수(n) : 2(1)대
- 운전시간(T) : 24시간/일
- 여유율(a) : 2(잉여가스 연소기 용량)

◆ 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times a}{n \times T} = \frac{3,178 \times 2}{1 \times 24 \times 60} = 4.42 \text{Nm}^3/\text{min 이상}$$

2) 적용용량(V)

바이오가스 공급 송풍기의 용량은 공급자 제시사항에 따라 10m³/min로 적용한다.

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	링 블로어
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min	10, 2,000mmH ₂ O
예상 동력	kW	6.3 (공급자 제시)

3.6 바이오가스 발전기 (M-306)

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	바이오가스 발전기
수 량	대	2
용 량	kW	200
예상 동력	kW	7.5 (공급자 제시)

3.7 보조보일러 (M-307)

● 설계조건

바이오가스 플랜트 축분 유입 온도

항목	평균기온(°C)											
	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월
월평균 온도	-1.5	4.9	11.7	18.5	22.9	25.2	26.5	19.5	13.2	5.5	-3.2	-2.0

소화조 가온조건

품 목	기 호	값	단 위	비 고
1일 혼합액 유입량	q	100	m ³ /일	
유입 혼합액 온도	T1	5.75	°C	
발효조 온도	T2	38	°C	
혼합액 비열	Cp	1	-	
가온열량	Hb	3,225,000	kcal/일	
산출식	Hb=q×Cp×(T1-T2)×1,000			

● 바이오가스 발전기 정상운전시

1) 혐기성소화조 가온열량

$$Hb = q \times Cp \times (T1 - T2) \times 1,000 = 134,375 \text{kcal/시간}$$

2) 혐기성소화조 열손실량

$$Qb = \alpha \times A \times \Delta T \times 860 \times n / 1000 = 2,670 \text{kcal/시간}$$

열관류율(α) : 0.5W/m² · 시간 · °C

발효조 전체표면적(A) : 1808.6m²

발효조 내부온도(TD) : 38°C

대기온도(TA) : -3.2°C(연평균 최저온도)

발효조수(n) : 2조

3) 교환열량

$$= \text{가온열량} + \text{열손실} = (Hb + Qb) \times a \times \eta = 180,899 \text{kcal/시간}$$

부 록

여유율(a) : 1.1
 열교환효율(η) : 0.8

● 혐기성소화조 운전시 적정용량

1) 1일 운전시간 필요용량

혐기성소화조 = 180,899kcal/시간

2) 발전기 열량

$3,178\text{m}^3/\text{일} \times 5,500\text{kcal}/\text{Nm}^3 \times 50.5\%(\text{발전기 열효율}) = 8,826,895\text{kcal}/\text{일} (367,787\text{kcal}/\text{시간})$

3) 적용용량

바이오가스발전기에서 발생하는 폐열의 열량은 367,787kcal/시간이므로 발효조 운전 시 필요용량 188,437kcal/시간보다 큼으로 적정

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	가스보일러
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	300,000
예상 동력	kW	4

3.8 온수 순환펌프 (PP-302 A/B)

● 설계조건

공급량(Qi) : 600m³/일

설치대수(n) : 2대

운전시간(T) : 24시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	600	20	0.33	0.0055	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획순환량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.5}{2\text{대}} \right] = 0.25\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.33m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.33m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.33/(2.0 \sim 3.0))} = 48.4 \sim 59.3\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (H_a)

$$H_a = WL_2 - WL_1 = 10\text{m}$$

(2) 손실양정 (H_f)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0055^{1.85} \times 200.0 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 16.9\text{m}$$

L : 총배관상당길이(200.0m)

부 록

Q : 토출량 = 0.0055m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 16.9 = 22.9\text{m}$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 30m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.33 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.2\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1)

Q : 유량 (0.33m³/분)

H : 전양정 (30m)

p : 전동기 여유율 (1.2)

η : Pump의 효율 (0.6)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼류트 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /min, Head	0.33, 30mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

3.9 축열조 (M-308)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	입형탱크
수 량	대	1
규 격	m	2W X 1.5L X 2H
재 질	-	공급자 표준

3.10 온수 공급펌프-1 (PP-303A/B)

● 설계조건

- 공급량(Qi) : 504m³/일
 설치대수(n) : 1대(1대 예비)
 운전시간(T) : 20시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	504	21	0.35	0.006	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획공급량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.35}{1\text{대}} \right] = 0.35\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.4m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.4/(2.0 \sim 3.0))} = 53.31 \sim 65.3\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 100A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = W_{L2} - W_{L1} = 10\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 900.0 \div (100^{1.85} \times 0.1^{4.87}) = 13.5\text{m}$$

L : 총배관상당길이(300.0m)

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.1m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 10 + 13.5 = 23.5\text{m}$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.40 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.9\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW), s : 유체의 비중 (1), Q : 유량 (0.40m³/분)

H : 전양정 (30m), p : 전동기 여유율 (1.2), η : Pump의 효율 (0.6)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼류트 펌프
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min, Head	0.4, 25mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

3.11 냉각장치 (M-309)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	공랭식 일체형 냉각기
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	40,000
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)

4 약취제거 및 기타설비

4.1 용수 공급장치 (TK-500)

● 설계조건

용수 사용량(V) : 5m³/일

저장일수(d) : 1시간

수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통형 PE탱크
수 량	대	1
규 격	mm	ID 1,800 × 2,300H
용 량	m ³	5

4.2 용수 공급 펌프 (PP-501)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	인버터 제어형 부스터 펌프
수 량	식	1
용 량	m ³ /min, Head	0.1, 30mH
예상 동력	kW	1.18 (공급자 제시)

4.3 잉여가스연소기 (M-402)

● 설계조건

바이오가스 발생량(V1) : 132.45m³/hr (3,178 m³/일)

잉여가스연소기 가스사용량(Q) : 250 m³/hr

설치대수(n) : 1 기

운전시간(T) : 비상시

바이오가스 발생량 132.45m³ < 바이오가스 연소량 250m³

∴ 충분한 여유율을 가짐.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	간이식 노외용
수 량	식	1
용 량	m ³ /시간	250
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)
재 질	-	STS304

4.3 악취제거 송풍기 (M-403A/B)

● 설계조건

송풍유량(Qi) : 150m³/분

가동대수(n) : 1대

운전시간(T) : 24시간/일

부 록

● 용량계산

1) 적용용량

$$\begin{aligned} \text{압력손실 } (\Delta P) &= \text{덕트}(150 \text{ mmAq}) + \text{탈취설비}(200 \text{ mmAq}) + \text{기타}(50 \text{ mmAq}) \\ &= 400 \text{ mmAq} \end{aligned}$$

2) 소요동력

$$L = \frac{Q \times \Delta P \times p}{6,120 \times \eta} = \frac{150 \times 450 \times 1.1}{6,120 \times 0.6} = 18 \text{ kW}$$

∴ 악취흡입송풍기는 18.5 kW 로 선정한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	터보팬
수 량	대	1
용 량	m ³ /min	500, 500mmAq
동 력	kW	18.5 (공급자 제시)

4.4 악취제거설비 (M-404 A/B)

● 설계조건

가스량(Q) : 150m³/min

유입 온도 : 25℃

오염물질의 종류 : 악취

수량 : 1 SET

부 록

● 탈취용량계산

1) 필요용량 계산

세부시설	탈취용적	환기기준	탈취풍량
음폐수저장조	$4.4\text{mW} \times 9.2\text{mL} \times 2\text{set} = 80.96\text{m}^3$	수면적 $\times 15\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{시간}$	16.2 $\text{m}^3/\text{분}$
기계실	$10\text{mW} \times 20\text{mL} \times 5\text{mH} = 1,000\text{m}^3$	유효용량 $\times 4\text{회/hr}$	66 $\text{m}^3/\text{분}$
반입실	$10\text{mW} \times 10\text{mL} \times 5\text{mH} = 500\text{m}^3$	유효용량 $\times 4\text{회/hr}$	33 $\text{m}^3/\text{분}$
합 계	총 115.2 m^3 , 여유율 고려 150 $\text{m}^3/\text{분}$		

2) 적용용량

악취제거설비의 용량은 150 $\text{m}^3/\text{분}$ 으로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	약액 세정식 흡수탑
수 량	대	1
용 량	CMM	150
재 질	-	FRP, SS400

가축분뇨 에너지화 시설(130톤/일)

기기용량계산서

2014. 7

국립 한경대학교

부 록

1. 반입 및 전처리설비

1.1 음폐수저장조 (TK-100)

● 설계조건

음폐수 반입량(V) : 30m³/일
 저장일수(d) : 3일
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형 콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 9,200L x 4,000H
용 량	m ³	161

● 설계조건

형식 : 수중 프로펠러형 교반기
 수량 : 1대
 조규격 : 4.4 m(W) × 9.2 m(L) × 4.0 m(H) = 161m³
 회전수 : 1,750rpm
 공급전원 : AC 380V × 3 Phase × 60Hz
 모터형식 : 3상 유도전동기
 교반할 액체의 종류 : 음폐수
 교반할 액체의 온도 : 0℃ ~ 35±2℃

● 한계 침전 유속(침강 속도)

1) 침전유속 검토조건

조 체적 : V = 128m³
 음폐수 입자경 : d = 2.1mm

- 슬러지 입자의 비중량 : $r_s = 1,050 \text{ kgf/m}^3$
- 액체의 점도 : $u = 0.9 C_p (1C_p = 10.2 \times 10^{-5} \text{ kgf/m}^3)$
- 액체의 비중량 : $r = 1,000 \text{ kgf/m}^3$

2) 한계 침전 유속 계산(침강속도)

$$V_s = \frac{d^2(r_s - r)}{18 \times u} = \frac{0.0021^2 \times (1,050 - 1,000)}{18 \times 0.9 \times (10.2 \times 10^{-5})} = 0.13 \text{ m/s}$$

3) 상기와 같이 한계 침전유속은 0.13m/s이므로, 슬러리가 침전되지 않기 위해서는 수중교반 시 최소 유속은 0.13m/s이상 이어야 함.

● 교반기의 동력계산

1) 설계조건

- 액체의 종류 : 음폐수
- 조 용량(V) : $4.4 \text{ m(W)} \times 9.2 \text{ m(L)} \times 4.0 \text{ m(H)} = 161 \text{ m}^3$
- 비중(r) : 1 kgf/cm^3
- 유속 : 0.13 m/s 이상

2) 설계 계산

$$\square P_0 = \frac{W \times M}{1,000 \times N} = 1.536 \text{ kW}$$

W : 저류용량당 교반동력 - 12 W/m^3

M : 저류용량 - 128 m^3

N : 교반기대수 - 1대

PO : 소요교반동력밀도

$$P = P_0 \times \text{여유율}(20\%) = 1.843 \text{ kW}$$

상기식에 의하여 계산하고 혼합대상물의 점도 등 성상을 감안하여 여유율을 적용, 3.7kW급의 수중교반기를 선정하여 감속기에 의한 속도제어 및 출력제어 제품을 사용할 예정이다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중횡형 지주식
수 량	대	1대
조 용 량	m ³	161
동 력	kW	3.7 (공급자 제시)

1.2 음폐수 이송펌프 (PP-101)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 30m³/일
- 운전대수(n) : 1대
- 운전시간(T) : 8시간/일
- 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{30 \times 1.2}{1 \times 8 \times 60} = 0.075 \text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m)

Q : 토출량 = 0.0017m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

2 혐기성 발효 설비

2.1 혐기성소화설비 (TK-300)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	혐기성 소화설비
수 량	대	2
용 량	m ³	2,159
부속 설비	-	교반기, 계측설비

2.2 소화조교반기 (SM-301 A/B)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수중횡형 지주식
수 량	대	2대
조 용 량	m ³	1,513
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.3 슬러지 이송펌프 (PP-301 A/B)

● 설계조건

- 처리량(Qi) : 130m³/일
- 운전대수(n) : 1대(1)
- 운전시간(T) : 5시간/일

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i}{n \times T} = \frac{130}{1 \times 5 \times 60} = 0.34\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 관경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146\sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.4m³/분

V : 유 속 = 2.0 ~ 2.5 m/s

$$D = 146\sqrt{0.4/(2.0\sim 2.5)} = 58.4 \sim 65.2\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 6\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 50 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 6.114\text{m}$$

L : 총배관상당길이(50m)

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 6.114 = 12.114\text{m}$

이송물질이 소화액이므로 손실 수두를 보정하여 15m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.4 \times 15}{0.4} \times 1.1 = 2.52\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.4m³/분)

H : 전양정 (15m)

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	스프르트펌프
수 량	대	2(1)
용 량	m ³ /분, 전양정	0.4, 15mH
동 력	kW	5.5 (공급자 제시)

2.4 슬러지저장조 (M-301)

● 설계조건

슬러지 반입량(V) : 130m³/일
 저장일수(d) : 10시간
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	각형콘크리트 구조물
수 량	대	1
규 격	mm	4,400W x 4,400L × 4,000H
용 량	m ³	77.44

2.5 음폐수 이송펌프 (PP-501)

● 설계조건

처리량(Qi) : 30m³/일
 운전대수(n) : 1대
 운전시간(T) : 24시간/일
 여유율(p) : 1.2

● 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times p}{n \times T} = \frac{30 \times 1.2}{1 \times 24 \times 60} = 0.025\text{m}^3/\text{분 이상}$$

2) 적용용량

펌프의 용량은 0.1m³/분으로 한다.

3) 환경계산

가) 펌프 토출구경

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

D : 펌프의 관경 (mm)

Q : 토출량 = 0.1m³/분

V : 유 속 = 1 ~ 2 m/s

$$D = 146 \sqrt{0.1/(1.5 \sim 2)} = 32.6 \sim 37.9\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 50A 배관으로 한다.

나) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = WL2 - WL1 = 15\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0017^{1.85} \times 100 \div (100^{1.85} \times 0.05^{4.87}) = 3.47\text{m}$$

L : 총배관상당길이(100m)

Q : 토출량 = 0.0017m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.05m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 15 + 3.47 = 18.47\text{m}$

이송물질이 음폐수이므로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1.03 \times 0.1 \times 25}{0.4} \times 1.1 = 1.154\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1.03)

Q : 유량 (0.1m³/분)

H : 전양정 (25m)

부 록

p : 전동기 여유율 (1.1)

η : Pump의 효율 (0.4)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 2.2kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼텍스 형 수중 모터 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /분, 전양정	0.1, 25mH
동 력	kW	2.2 (공급자 제시)

3 발전 및 열원공급설비

3.1 워터트랩 (M-301)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통 자립형
수 량	대	1
용 량	m ³ /hr	250
규 격	m	∅0.5 X 0.7H

3.2 바이오가스 저장조 (M-302)

● 설계조건

가스발생량(Qi) : 156.6m³/시간 (3,757m³/일)

설치조수(n) : 1조

저장시간(T) : 2.5시간/일

부 록

● 용량계산

1) 조당 필요용량 계산 (Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times T}{n} = \frac{156.6 \times 2.5}{1} = 391.5 \text{Nm}^3$$

2) 적용용량(V)

∴ 바이오가스 저장조 용량은 231.7m³ < 500m³ 로 적정

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	멤브레인
수 량	조	1
용 량	m ³	500
재 질	-	폴리에스테르 + 특수 코팅

3.3 1,2차제습기 (M-303)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	Heat exchanger
수 량	대	2
용 량	kcal/hr	20,000
규 격	m	∅0.27 X 1.7H

3.4 탈황장치 (M-304)

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	건식탈황
수 량	대	2(1대 예비)
규 격	m ³ /hr	250
재 질	-	STS 304

3.5 가압 송풍기 (M-305 A/B)

◆ 설계조건

- 가스발생량(Qi) : 3,756Nm³/일
- 설치대수(n) : 2(1)대
- 운전시간(T) : 24시간/일
- 여유율(a) : 2(잉여가스 연소기 용량)

◆ 용량계산

1) 필요용량 계산(Qn)

$$Q_n = \frac{Q_i \times a}{n \times T} = \frac{3,756 \times 2}{1 \times 24 \times 60} = 5.216 \text{Nm}^3/\text{min 이상}$$

2) 적용용량(V)

바이오가스 공급 송풍기의 용량은 공급자 제시사항에 따라 10m³/min로 적용한다.

◆ 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	링 블로어
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min	10, 2,000mmH ₂ O
예상 동력	kW	6.3 (공급자 제시)

3.6 바이오가스 발전기 (M-306)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	바이오가스 발전기
수 량	대	2
용 량	kW	200
예상 동력	kW	7.5 (공급자 제시)

3.7 보조보일러 (M-307)

● 설계조건

바이오가스 플랜트 축분 유입 온도

항목	평균기온(°C)											
	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월
월평균 온도	-1.5	4.9	11.7	18.5	22.9	25.2	26.5	19.5	13.2	5.5	-3.2	-2.0

소화조 가온조건

품 목	기 호	값	단 위	비 고
1일 혼합액 유입량	q	130	m ³ /일	
유입 혼합액 온도	T1	5.75	°C	
발효조 온도	T2	38	°C	
혼합액 비열	Cp	1	-	
가온열량	Hb	4,192,500	kcal/일	
산출식	Hb=q×Cp×(T1-T2)×1,000			

● 바이오가스 발전기 정상운전시

1) 혐기성소화조 가온열량

$$H_b = q \times C_p \times (T_1 - T_2) \times 1,000 = 174,688 \text{kcal/시간}$$

2) 혐기성소화조 열손실량

$$Q_b = \alpha \times A \times \Delta T \times 860 \times n / 1000 = 3,539 \text{kcal/시간}$$

열관류율(α)	: $0.5\text{W/m}^2 \cdot \text{시간} \cdot ^\circ\text{C}$
발효조 전체표면적(A)	: $2,396.6\text{m}^2$
발효조 내부온도(TD)	: 38°C
대기온도(TA)	: -3.2°C (연평균 최저온도)
발효조수(n)	: 2조

3) 교환열량

$$= \text{가온열량} + \text{열손실} = (\text{Hb} + \text{Qb}) \times a \times \eta = 235,260\text{kcal/시간}$$

여유율(a) : 1.1

열교환효율(η) : 0.8

● 혐기성소화조 운전시 적정용량

1) 1일 운전시간 필요용량

$$\text{혐기성소화조} = 235,260\text{kcal/시간}$$

2) 발전기 열량

$$3,756\text{m}^3/\text{일} \times 5,500\text{kcal/Nm}^3 \times 50.5\%(\text{발전기 열효율}) = 10,432,290\text{kcal/일} (434,678\text{kcal/시간})$$

3) 적용용량

바이오가스발전기에서 발생하는 폐열의 열량은 $434,678\text{kcal/시간}$ 이므로 발효조 운전 시 필요용량 $245,062\text{kcal/시간}$ 보다 큼으로 적정

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	가스보일러
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	300,000
예상 동력	kW	4

3.8 온수 순환펌프 (PP-302 A/B)

● 설계조건

공급량(Qi) : 600m³/일
 설치대수(n) : 2대
 운전시간(T) : 24시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	600	20	0.33	0.0055	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획순환량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.5}{2\text{대}} \right] = 0.25\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.33m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.33m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.33 / (2.0 \sim 3.0))} = 48.4 \sim 59.3 \text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 65A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (Ha)

$$H_a = \text{WL2} - \text{WL1} = 10\text{m}$$

(2) 손실양정 (Hf)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0055^{1.85} \times 200.0 \div (100^{1.85} \times 0.065^{4.87}) = 16.9\text{m}$$

L : 총배관상당길이(200.0m)

Q : 토출량 = 0.0055m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.065m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 6 + 16.9 = 22.9\text{m}$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 30m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.33 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.2\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW)

s : 유체의 비중 (1)

Q : 유량 (0.33m³/분)

H : 전양정 (30m)

p : 전동기 여유율 (1.2)

η : Pump의 효율 (0.6)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	볼류트 펌프
수 량	대	2
용 량	m ³ /min, Head	0.33, 30mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

3.9 축열조 (M-308)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	입형탱크
수 량	대	1
규 격	m	2W X 1.5L X 2H
재 질	-	공급자 표준

3.10 온수 공급펌프-1 (PP-303A/B)

● 설계조건

- 공급량(Qi) : 504m³/일
- 설치대수(n) : 1대(1대 예비)
- 운전시간(T) : 20시간/일

● 용량계산

1) 계획공급량

구분	m ³ /일	m ³ /시간	m ³ /분	m ³ /sec	비고
공급량	504	21	0.35	0.006	-

2) 펌프용량결정

$$Q = \left[\frac{Q_i}{N} \right] \text{ 여기서}$$

Q : 펌프용량 (m³/분)

Q_i : 계획공급량 (m³/분)

N : 펌프계획대수 (대)

$$= \left[\frac{0.35}{1\text{대}} \right] = 0.35\text{m}^3/\text{분}$$

∴ 펌프의 용량은 0.4m³/분으로 한다.

3) 구경결정

$$D = 146 \sqrt{(Q/V)}$$

Q : 유 량 (0.4m³/분)

V : 유 속 (1.0 ~ 3.0m/s)

$$D = 146 \sqrt{(0.4/(2.0 \sim 3.0))} = 53.31 \sim 65.3\text{mm}$$

∴ 펌프의 토출구경은 100A로 한다.

4) 펌프양정결정

$$H = \text{실양정} + \text{손실양정} + \text{여유양정}$$

가) 펌프의 전양정(H)

(1) 실양정 (H_a)

$$H_a = \text{WL2} - \text{WL1} = 10\text{m}$$

(2) 손실양정 (H_f)

$$H_f = 10.666 \times Q^{1.85} \times L \div (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

$$H_f = 10.666 \times 0.0067^{1.85} \times 900.0 \div (100^{1.85} \times 0.1^{4.87}) = 13.5\text{m}$$

L : 총배관상당길이(300.0m)

Q : 토출량 = 0.0067m³/s

C : 배관조도계수 (100)

D : 배관경 (0.1m)

(3) 전양정 : $H_a + H_f = 10 + 13.5 = 23.5\text{m}$

이송물질이 온수용 공정수로 손실 수두를 보정하여 25m로 한다.

(4) 소요동력

$$P = 0.163 \frac{s \times Q \times H}{\eta} \times p = 0.163 \times \frac{1 \times 0.40 \times 30}{0.6} \times 1.2 = 3.9\text{kW}$$

P : 전동기 출력 (kW), s : 유체의 비중 (1), Q : 유량 (0.40m³/분),

H : 전양정 (30m), p : 전동기 여유율 (1.2), η : Pump의 효율 (0.6)

∴ Pump의 전동기 출력은 공급자 제시사항에 따라 5.5kW로 한다.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	블류트 펌프
수 량	대	2(1대 예비)
용 량	m ³ /min, Head	0.4, 25mH
예상 동력	kW	5.5 (공급자 제시)

3.11 냉각장치 (M-309)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	공랭식 일체형 냉각기
수 량	대	1
용 량	kcal/hr	40,000
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)

4 악취제거 및 기타설비

4.1 용수 공급장치 (TK-500)

● 설계조건

용수 사용량(V) : 5m³/일
 저장일수(d) : 1시간
 수량(n) : 1조

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	수직원통형 PE탱크
수 량	대	1
규 격	mm	ID 1,800 × 2,300H
용 량	m ³	5

4.2 용수 공급 펌프 (PP-501)

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	인버터 제어형 부스터 펌프
수 량	식	1
용 량	m ³ /min, Head	0.1, 30mH
예상 동력	kW	1.18 (공급자 제시)

4.3 잉여가스연소기 (M-402)

● 설계조건

바이오가스 발생량(V1) : 156.6m³/hr (3,756 m³/일)
 잉여가스연소기 가스사용량(Q) : 250 m³/hr
 설치대수(n) : 1 기

부 록

운전시간(T) : 비상시

바이오가스 발생량 132.45m³ < 바이오가스 연소량 250m³

∴ 충분한 여유율을 가짐.

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	간이식 노외용
수 량	식	1
용 량	m ³ /시간	250
예상 동력	kW	15 (공급자 제시)
재 질	-	STS304

4.3 악취제거 송풍기 (M-403A/B)

● 설계조건

송풍유량(Qi) : 150m³/분

가동대수(n) : 1대

운전시간(T) : 24시간/일

● 용량계산

1) 적용용량

$$\begin{aligned} \text{압력손실 } (\Delta P) &= \text{덕트}(150 \text{ mmAq}) + \text{탈취설비}(200 \text{ mmAq}) + \text{기타}(50 \text{ mmAq}) \\ &= 400\text{mmAq} \end{aligned}$$

2) 소요동력

$$L = \frac{Q \times \Delta P \times p}{6,120 \times \eta} = \frac{150 \times 450 \times 1.1}{6,120 \times 0.6} = 18\text{kW}$$

∴ 악취흡입송풍기는 18.5 kW 로 선정한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	터보팬
수 량	대	1
용 량	m ³ /min	500, 500mmAq
동 력	kW	18.5 (공급자 제시)

4.4 악취제거설비 (M-404 A/B)

● 설계조건

가스량(Q) : 150m³/min

유입 온 도 : 25℃

오염물질의 종류 : 악 취

수 량 : 1 SET

● 탈취용량계산

1) 필요용량 계산

세부시설	탈취용적	환기기준	탈취풍량
음폐수저장조	4.4mW×9.2mL x 2set = 80.96m ³	수면적 × 15m ³ /m ² ·시간	16.2m ³ /분
기계실	10mW×20mL×5mH = 1,000m ³	유효용량 × 4회/hr	66m ³ /분
반입실	10mW×10mL×5mH = 500m ³	유효용량 × 4회/hr	33m ³ /분
합 계	총 115.2m ³ , 여유율 고려 150m ³ /분		

2) 적용용량

악취제거설비의 용량은 150m³/분으로 한다.

부 록

● 제원

항 목	단 위	사 양
형 식	-	약액 세정식 흡수탑
수 량	대	1
용 량	CMM	150
재 질	-	FRP, SS400