최 종
연구보고서

복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발

Development of a Boiler Production System Utilizing Plastic-Film Housing

연 구 기 관

(주)지엔

여수농업기술센터

순천대학교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 10 월 14 일

주관연구기관명 : (주)지엔
총괄연구책임자 : 위태욱
연 구 원 : 김 근
연 구 원 : 김종모
연 구 원 : 김재광

협동연구기관명 : 여수농업기술센터
협동연구책임자 : 전종민
연 구 원 : 정운섭
연 구 원 : 양일영
연 구 원 : 고석영

위탁연구기관명 : 순천대학교
위탁연구책임자 : 배영환
연 구 원 : 박금주
연 구 원 : 김충배
연 구 원 : 채종윤
연 구 원 : 전대수
연 구 원 : 조중현

이 페이지는 공백임

요 약 문

Ⅰ. 제 목

복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

70~80년대만 해도 육계사업은 부업으로 인식되었으나 90년대 이후에는 완전한 전업형태의 사업으로 전환되었다. 그러나 계사시설의 현대화가 30~40% 수준에 머물고 있어 원가상승뿐만 아니라 성적불량의 원인이 되고 있다. 이러한 계사시설의 낙후성은 향후 육계사업 발전의 가장 큰 걸림돌로 작용할 것으로 판단된다(유, 2003).

우리나라 육계사의 형태는 크게 측벽에 윈치 커튼을 설치한 유창(open-sided)계사와 보온덮개를 덮은 간이 계사가 대부분이며, 근래에 인위적으로 환경조절이 가능한 무창(windowless)계사가 보급되고 있는 실정이다. 우리나라의 육계 계사는 95% 이상이 보온덮개형 간이 계사형태를 취하고 있는데 그 이유는 건축비가 저렴하고 불경기시 위험부담이 적으며 이동설치가 편리하고 까다로운 건축허가를 피할 수 있다는 장점들을 가지고 있기 때문이다(장, 1994).

우리나라의 기후는 여름철에는 고온다습하고 겨울철에는 저온, 건조한 특성을 가지고 있어 양계 선진국인 구라파 기후와는 많은 차이가 있으며 이러한 차이로 인하여 우리나라의 계사의 환기 방식은 구라파 형태를 그대로 도입하여 이용하였을 때 혹서 및 혹한에 대한 스트레스가 매우 큰 문제점으로 대두되고 있다. 그러므로 우리나라에서는 우리 기후 특성에 맞는 환기 방식이 개발되어야 한다. 그러

나 아쉽게도 지금까지 우리에게 맞는 환기 방식이 소개되지 못하여 심지어는 한 마을에서도 각각 다른 환기 방식을 이용하면서 고통을 호소하는 사례가 많았다(최, 2004).

더욱이 국가 경제의 어려움에 따라 불안 심리가 고조되어 육계 농민들이 시설 투자에 대한 의욕을 보이지 않고 있는 실정이며 또한 새롭게 도입되는 자동화 시설에 대한 효과 분석이 없어 열악한 사육 환경에서 육계업을 영위해오고 있다. 그러나 육계는 다른 어떤 가축보다도 성장속도가 빠르고 사료효율이 높기 때문에 환경조건에 매우 민감하다. 특히 온도, 환기, 습도, 사육밀도, 안정감, 병균의 침입 등의 환경요소에 대한 최적 환경관리가 되지 않을 경우 성장이 크게 둔화되는 경우가 많다(오 등, 1993).

일본에 대한 수출용 대형육계를 생산하거나 국내 자급용 부분육 생산용 육계를 생산하기 위해서는 보온덮개 간이계사 시설로는 사육이 불가능하며 완전계사 이상의 시설을 갖추어야 국제경쟁의 기본조건을 갖추는 것이며 시설개선을 통한 관리 노력비 절감과 최적사육환경 조성을 통하여 생산성을 향상시킬 수 있을 것이다(최, 2004).

본 연구는 무창계사와 복층 온실계사를 대상으로 육계사육환경을 비교하여 온실계사 설계의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 친환경적 복층온실 육계사를 개발 제작함.
2. 온실계사와 무창계사의 사육환경을 비교 분석하고 제어시스템을 개발함.
3. 온실계사에 적합한 사양관리 시스템을 개발함.
4. 온실계사에서 배출된 계분을 활용한 계분처리시스템을 개발함.

Ⅳ. 연구개발 결과

본 연구는 친환경적 육계사육을 위한 복층 온실계사를 설계 및 제작하였으며, 비교실험을 수행하기 위하여 대조구로서 무창계사를 제작하였다. 무창계사와 온실계사의 사육환경을 비교분석하고 사육환경 개선을 위한 환경제어 시스템을 개발하였다. 사료효율을 증대시키고 질병 억제를 위한 사양관리 시스템을 개발하였으며, 온실계사에서 발생된 계분을 효과적으로 처리하기 위한 계분퇴비화 시스템을 개발하였으며, 구체적 연구결과는 다음과 같다.

1. 복층온실계사의 설계 및 제작

복층온실 육계사의 설계 및 제작을 위한 기초연구로서 피복제 수명과 복층온실 구조를 갖기 위한 골조 제작을 분석하였다. 복층이 가능하다고 생각되는 골조의 성형과 트러스 구조 및 피복제인 불소수지 필름의 특성을 구명하고 실제 복층 구조 온실을 제작하여 햇빛에 의한 보온력과 환기량을 조건에 따라 조절 할 수 있는 성능을 실험 분석하였다. 또한 기존 무창계사와 복층온실계사를 각각 100평씩 시설하여 평당 50수씩 각 계사에 5,000수를 입식하여 무창계사와 복층온실계사의 환경을 비교 분석하였다.

1. 복층온실계사 시스템에서는 햇빛을 이용하여 보온성을 높였고 복층구조로 결로 현상이 일어나지 않았다.

2. 햇빛에 의하여 계분의 건조가 빨라 암모니아 가스 발생이 줄었고, 악취 발생이 줄어 쾌적한 환경이 조성되었다.

3. 자동조절 환기 시스템에 의해서 자연환기가 잘 유지되어 무창계사보다 복층온실계사의 육계가 활동이 많아 건강했다.

4. 무창계사의 육계보다 복층온실계사의 닭이 증체나 사료효율이 높게 나왔다. 기존의 육계사양에서는 계사 내의 조도를 낮게 하여 닭의 활동을 최대한 억제하여야 증체가 빨리 되는 것으로 인식되었으나 복층온실계사와의 비교를 통해 닭의 활동이 활발하여도 증체와는 무관하다는 결과를 보였다.

5. 무창계사보다 복층온실계사의 환경이 달라서 닭의 생육상태가 벼슬이 선홍색을 띄고 발목의 색깔이 황금색을 띄며 활동성이 매우 강하며 낮과 밤을 구분하는 등 자연 친환경적인 생육 상태를 보였다.

6. 원형 급수시스템보다 니플 급수시스템이 노동력을 절감시키며 깨끗한 급수를 할 수 있는 시스템으로 판단되었다. 또한 급수의 오염과 질병예방에도 효율이 높게 나타났다.

7. 블로워를 이용하여 계사 바닥을 건조하게 유지시키며 모세관 현상에 의한 수분 공급·차단 효과와 지온상승효과를 가져왔다.

8. 복층온실계사의 자연재해로부터 안전한 구조로 판명되었다. 2004년도 초속 45 m의 태풍 매미가 불어왔을 때에도 안전하였다.

9. 무창계사보다 복층온실계사가 세심한 관리가 더 요구되었다.

10. 햇빛에 의한 복층온실계사의 살균처리를 할 수 있어 복층온실계사는 햇빛 살균 소독을 위하여 환기창을 모두 닫았을 때 계사내부 온도가 50℃까지 상승하여 살균효과가 높게 나타났다.

2. 육계 사육환경 계측 및 제어 시스템

육계의 생육환경 및 외부 기상환경을 측정하기 위한 계측 시스템을 구성하였다. 외부 기상환경으로는 온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속, 강우량을 측정하였으며, 계사 내부의 온도, 습도, 풍속, 탄산가스 및 암모니아 가스 농도를 측정하였다. 또한 각 계사의 난방용 연료 소비량과 음수 섭취량을 측정하기 위하여 유량계를 설치하였다. 온실계사의 환경을 제어하기 위한 시스템을 구성하고 프로그램을 작성하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 동절기와 하절기의 계사 내부의 온도와 상대습도를 조사한 결과 온실계사와 무창계사의 온도는 육계사육 지침에 잘 부합되는 것으로 조사되었으나 상대습도는 불규칙한 변화를 보였다.

2. 계사 내의 가스 농도를 측정한 결과 동절기 육계 사육기간의 일평균 CO_2 가스 농도는 온실계사는 1,698 ppm이었으며, 무창계사는 2,619 ppm이었다. 하절기 육계 사육기간의 일평균 CO_2 농도는 온실계사는 1,057 ppm이었으며, 무창계사는 1,090 ppm이었다. NH_3 가스의 경우에는 하절기보다는 동절기에 가스 농도가 높았지만 충분한 환기를 통해 일평균 농도는 3 ppm 이하로 유지되었다.

3. 난방용 연료의 소비에 있어서 무창계사는 동절기에 보다 효율적인 반면, 온실계사는 하절기에 보다 효율적이 것으로 조사되었다. 온실계사의 연료 소비량은 하절기에는 무창계사의 58~92%에 해당하였으며, 동절기에는 무창계사의 133%에 해당하였다.

4. 음수 소비량 및 계사의 영상을 분석한 결과 온실계사는 밤과 낮의 광 환경이 다르기 때문에 닭들이 낮에는 활발하게 활동하고 밤에는 쉬는 행동 패턴을 보였다. 따라서 온실계사는 무창계사보다 친환경적인 육계 사육시설로 평가되었다.

3. 온실계사 사양관리 시스템 개발

본 연구에서는 무창계사와 복층온실계사를 활용하여 육계사양시험을 수행하였다. 본 연구는 2003년 6월 18일부터 2005년 6월 22일까지 3년에 걸쳐 총 5회 시험을 수행하였다. 본 연구에서는 무창계사와 복층온실계사의 육계생산성 평가와 생산지수를 평가하였다. 구체적인 결과는 다음과 같다.

1. 하절기(6월～7월)에 육계의 평균체중은 무창계사에서 2,048g과 복층온실계사에서 2,104g으로 측정되어 무창계사보다 복층온실계사가 약 56g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 그러나 동절기(2월～3월)에 각 계사별 평균체중은 무창계사에서 1,293g과 복층온실계사에서 1,258g으로 측정되어 무창계사가 복층온실계보다 약 41g정도 더 높게 나타났다.

2. 하절기(6월～7월)에 육계의 사료섭취량을 비교하여 보면, 무창계사에서 3.23kg과 복층온실계사 3.16kg으로 복층온실계사에서 섭취한 총사료량이 무창계사보다 약 70g정도 사료를 더 적게 섭취한 것으로 나타났다. 동절기(2월～3월)의 사료섭취량은 무창계사에서 1.9kg과 복층온실계사 1.8kg으로 복층온실계사에서 섭취한 총사료량이 무창계사보다 100g정도 더 적게 섭취한 것으로 나타났다.

3. 하절기(6월～7월)에 각 계사별 폐사수는 무창계사에서 112수이며, 복층온실계사 143수로 복층온실계사에서 31수가 더 많이 폐사된 것을 볼 수 있었다. 그러나, 동절기(2월～3월)의 폐사수는 무창계사에서 120수이며, 복층온실계사 57수로 복층온실계사에서 63수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었다.

4. 각 계사별 육계생산지수를 평가하여 보면, 하절기(6월～7월)의 생산지수는 무창계사 353이며, 복층온실계사에서는 379로 평가되어 복층온실계사가 약 26정도

생산성이 높은 것으로 나타났다. 동절기(2월~3월)의 생산지수는 무창계사 293이며, 복층온실계사에서는 291로 평가되어 복층온실계사가 약 2정도 생산성이 낮은 것으로 나타났다.

5. 항생제를 사용하지 않고 시험한 결과, 1차 시험에서는 사료효율이 두계사 모두 0.66으로 동일하였으며, 폐사수에서는 복층온실계사가 63수가 적게 나타났다. 2차시험에서의 사료효율은 무창계사 0.66과 복층온실계사에서 0.67로 평가되었으며, 폐사수에서는 무창계사에서 302수와 복층온실계사에서 147수로 나타나 복층온실계사에서 155수 더 적게 폐사되었다. 이와같은 결과로 보면, 두계사 모두 무항생제 사육이 가능할 것으로 판단되며, 특히 무창계사보다 복층온실계사에서 사육할시 육계의 생산성과 육성율이 높을 것으로 기대된다.

4. 계분처리 시스템 개발

복층온실계사에서 육계를 사육할 때 발생하는 계분의 발생량 및 성분분석을 수행하고, 계분을 자원으로서 활용하기 위한 퇴비화 시스템을 개발하는 는데 그 목적이 있으며, 구체적인 연구결과는 다음과 같다.

1. 계분은 하루 동안 체중의 10.5~11.5%에 해당하는 양이 발생되었으며, 계분의 평균 함수율, pH 값은 온실계사와 무창계사 간에 차이가 없었다. 그러나 전기전도 및 유기물함량은 무창계사의 경우가 높은 것으로 나타났다. 계분과 바닥재(왕겨)의 혼합물의 함수율은 온실계사는 28.0%, 무창계사는 35.4%로서, 무창계사의 경우가 7.4% 높은 것으로 나타났다. 온실계사의 경우가 낮은 이유는 온실계사의 건조효과에 기인한 것이라고 판단되었다.

2. 복층온실계사는 바닥재로서 왕겨를 사용하였으므로 계분은 바닥재인 왕겨와 혼합된 형태로 배출되었으며, 이는 수분함량, C/N 비율 등의 값이 직접 퇴비화하

기에는 적정하지 않으므로 함수율이 높은 분뇨를 혼합하여 퇴비화 할 수 있었다. 본 연구에서는 계분혼합물에 유우분을 섞어 퇴비화를 수행하였으며, 호기성 발효를 위한 적정 공기량은 0.5L/min · kgDM 으로 나타났다.

3. 계분을 호기적으로 분해할 때 정치식 발효조는 공기가 골고루 공급되지 못한 단점을 가지고 있으므로 이를 해소하기 위하여 수동으로 발효조를 뒤집어 퇴비재료를 교반할 수 있는 시스템을 개발 제작하여 교반횟수를 변화시켜 퇴비화 시험을 수행하였다.

4. 발효조의 최적발효기간(45℃ 이상)은 무교반에서 185시간, 1회/4일 교반에서는 219시간, 1회/2일 교반에서는 234시간으로 나타났으며, 병원균 사멸기간(55℃ 이상)은 무교반에서 88시간, 1회/4일 교반에서는 179시간, 1회/2일 교반에서는 200시간으로 나타났다. 이는 교반횟수가 증가함에 따라 최적발효기간과 병원균 사멸기간이 증가하여 보다 양질의 퇴비를 생산할 수 있는 것으로 분석되었다.

5. 본 연구에서 개발 제작한 계분처리용 퇴비화 시스템은 퇴비화 과정중 교반을 손쉽게 할 수 있으며, 정치식 퇴비화 시스템에 비하여 계분의 분해성능을 향상시킬 수 있는 것으로 분석되었다.

SUMMARY

Ⅰ. Title of research

Development of a Broiler Production System Utilizing Plastic-Film Housing

Ⅱ. Objective of research

The objective of this research was to develop an environment friendly plastic-film housing which can house broiler and achieve higher production efficiency and heat efficiency. This study also was intended to develop environmental control system to maintain optimum condition for broiler production and, to develop breeding management system to increase feed efficiency and broiler productivity. Manure treatment system was developed to utilize broiler manure as compost.

Ⅲ. Scope and contents of the research

1. To develop and construct environment friendly plastic film broiler housing.

2. To compare breeding environment between plastic film housing and windowless housing and to develop control system for optimum breeding condition.

3. To develop breeding management system for the plastic film broiler housing.

4. To develop broiler manure treatment system for utilizing broiler manure as compost.

Ⅳ. Summary and Conclusions

1. Development and construction of plastic film broiler housing

To design and construct plastic film housing, film life span and structure of frame were analyzed as a basic study. Dual plastic film broiler housing and traditional windowless housing of about 330 m^2 were constructed to house 5,000 broilers, respectively. The results are summarized as followings:

1. Heat containing capacity was superior in the plastic film housing than in the windowless housing and dewdrops were not generated.

2. Broiler manure on the floor was dried fast in the plastic film housing resulting in lesser ammonia emission and malodor.

3. Broilers were more lively in the plastic film housing than in the windowless housing.

4. Nipple water supply system was considered to save labor cost and to supply clean water, and to protect dirt and disease more efficiently than

circular supply system.

5. The blower could be used effectively to make the floor clean and dry and to increase the ground temperature.

6. The plastic film housing was approved safe from the natural disaster such as typhoon. The housing was safe from typhoon Maemi in 2004.

7. The plastic film housing needed more careful management than the windowless housing.

8. Sun sterilization in the plastic film housing could be conducted effectively in the condition of above 50℃ with the window closed.

2. Measurement and control of environment variable

Measuring system was constituted to measure inner breeding environment and outer weather environment such as temperature, relative humidity, solar intensity, wind direction, and wind velocity and rainfall. The inner breeding environment included temperature, relative humidity, wind velocity, CO_2 concentration and NH_3 concentration. Fuel and water consumption were measured using flow rate meter. Control system and computer program were developed to get optimum condition for broiler production. The results are as followings:

1. The temperatures of plastic film housing and windowless housing were consistent with the suggested values by previous researches whereas the relative humidity was changed irregularly.

2. Daily average CO_2 concentrations in winter were 1,698 ppm and 2,619 ppm for plastic film housing and windowless housing, while the values in summer were 1,057 ppm and 1,090 ppm, respectively. NH_3 concentration showed higher value in winter than in summer, however, the value could be maintained below 3 ppm through the enough air exchange.

3. Windowless housing was more efficient than plastic film housing in terms of fuel consumption in winter while plastic film housing was more efficient in summer. Fuel consumption for plastic film housing corresponded to 58~92% of that for windowless housing in summer while the value was 133% in winter.

4. From the analysis of water consumption and image analysis, the broilers acted lively at day time and took a rest at night time in plastic film housing. From this point, plastic film housing could be said to be more environment friendly facility than windowless housing.

3. Development of breeding and management system

We have conducted a broiler chickens performance research by using windowless housing and plastic-film housing. Our research team experimented on the subject five times for three years from June. 6, 2003 to June. 22, 2005. We have assessed the broiler chicken's production and index. The followings are the results of the research.

1. During the summer months of June and July, chickens average weight

stood at 2,048g in windowless housing and 2,104g in plastic-film housing respectively. Therefore, we witnessed that the latter weighs about 56g more than the first. On the contrary, during the winter months of February and March, chickens average weight came in at 1,293g in windowless housing and 1,258g in plastic-film housing respectively. The result showed that broiler chickens in windowless housing weighs about 41g more than those in the other one.

2. Comparing the feed intake of the two subject groups during summer months(from June through July), we noted the chickens in windowless housing consumed 3.23kg and those in plastic-film housing 3.16kg each. Thus, the latter group took 70g less feed intake than the first one. Furthermore, during winter months(from February through March), the total amount of feed intake was 1.9kg by chickens in windowless housing and 1.8kg by those in plastic-film housing respectively. So we could see that chickens in windowless housing consumed about 100g of the feed intake more than those in plastic-film housing.

3. During the summer months of June and July, the number of dead chickens was 112 of them in windowless housing and 143 in plastic-film housing. That shows thirty-one more chickens were found dead in plastic-film housing than the other group. However, during the winter months of February and March, the number of dead chickens marked 120 of them in windowless housing and 57 in plastic-film housing each. Therefore, sixty-three more chickens were able to survive in plastic-film housing than in windowless housing.

4. According to the result of broiler production index assessment, during the months of June and July the production index stood at 353 for windowless housing and 379 for plastic-film housing. That means the production in plastic-film housing is higher than the other group by about 26. During the months of February and March, the production index was 293 for windowless housing and 291 for plastic-film housing. Therefore, the plastic-film housing is lower than windowless housing by two.

5. Our team conducting the experiments without using antibiotics, for the first test, we found that the feed efficiency showed 0.66 for both subject groups, and that the number of dead chickens were 63 less in plastic-film housing than in windowless housing. For the second test, the feed efficiency marked 0.66 for windowless housing and 0.67 for plastic-film housing each. The number of dead chickens was 302 of them in windowless housing and 147 in plastic-film housing, which indicates 155 less chickens were dead in plastic-film housing than the other group.

4. Development of broiler manure treatment system

This study was performed to analyze quantity and characteristics of manure generated in the broiler housing and to develop composting system for recycling manure as fertilizer resources. The results are as followings:

1. Broiler manure corresponding to 10.5~11.5 percent of body weight was discharged a day without out any difference in moisture content and pH between the plastic film housing and windowless housing. However, electric conductivity(EC) and organic matter quantity were higher for the windowless

housing. Moisture content for the compound materials of the broiler manure and rice hulls was 28% and 35.4% for the plastic film housing and windowless housing, respectively, showing 7.4% higher for the windowless housing.

2. Moisture content of the compound materials was too low to be used as the composting materials. Compound materials from the plastic film housing was mixed with dairy manure and composted in the static pile system. Composting was performed varying the airflow rate to find out optimum airflow rate. Optimum airflow rate appeared to be 0.5 L/min · kgDM for the aerobic composting.

3. Shakeable bioreactor was developed to supply air to the composting material evenly and composting experiment was done with different shaking frequencies.

4. Optimum biodegradation period(upper 45℃) was obtained during 185, 219 and 234 hours for no shaking bioreactor, one times shaking every 4 days and one times shaking every 2 days, respectively, showing longer periods for higher shaking frequency. Bacillus destroying period(upper 55℃) was obtained during 88, 174 and 200 hours for no shaking bioreactor, one times shaking every 4 days and one times shaking every 2 days, respectively, showing longer periods for higher shaking frequency. Application of shaking bioreactor during composting could enhance the quality of final product. However, optimum shaking frequency should be determined according to the reactor size and composting materials through the further experiment.

이 페이지는 공란입니다

CONTENTS

Chapter 1 Introduction ····· 25

Chapter 2 Development and construction of plastic film broiler housing ··· 27

Section 1 Introduction ····· 27

Section 2 Plastic film housing system ····· 28

Chapter 3 Measurement and control of environment variable ····· 55

Section 1 Introduction ····· 55

Section 2 Influence of environment variables on the boiler production ·· 57

Section 3 Materials and methods ····· 62

Section 4 Results and discussion ····· 73

Chapter 4 Development of breeding and management system ····· 110

Section 1 Introduction ····· 110

Section 2 Materials and methods ····· 111

Section 3 Results and discussion ····· 116

Chapter 5 Development of broiler manure treatment system ····· 131

Section 1 Introduction ····· 131

Section 2 Materials and methods ····· 132

Section 3 Results and discussion ····· 135

References ····· 144

Appendix ····· 151

이 페이지는 공백임

목 차

요약문 ····· 3
SUMMARY ····· 11
제 1 장 서론 ····· 25

제 2 장 무창계사 및 복층온실계사 설계·제작 ····· 27
제 1 절 서언 ····· 27
제 2 절 복층온실계사의 시스템 및 결과 ····· 28
1. 복층온실계사와 무창계사의 구조 ····· 28
2. Blower를 이용한 지중가온 환기장치 ····· 31
3. 급이 시스템 ····· 36
4. 급수 시스템 ····· 36
5. 복층온실계사의 차광 시스템 ····· 39
6. 복층온실계사의 보온성 ····· 41
7. 복층온실계사의 환기 시스템 ····· 43
8. 육계사 난방 ····· 47
9. 온실계사와 무창계사의 시설비 비교 ····· 52

제 3 장 육계 사육환경 계측 및 제어 시스템 ····· 55
제 1 절 서언 ····· 55
제 2 절 사육환경이 육계의 생육에 미치는 영향 ····· 57
1. 온도 ····· 57
2. 습도 ····· 58
3. 공기 유속 ····· 58
4. 광도 ····· 59

5. 유해 가스 ····· 59
6. 먼지 및 기타 ····· 60
제 3 절 재료 및 방법 ····· 62
1. 사육환경 계측 ····· 62
2. 제어시스템의 구성 ····· 68
제 4 절 결과 및 고찰 ····· 73
1. 무창계사와 온실계사의 육계 사육환경 비교 ····· 73
2. 상업용 계사의 환경관리 현황 조사 ····· 93
3. 온실계사 제어 프로그램 ····· 96
4. 육계의 열 및 수분 발생량 조사 ····· 107

제 4 장 복층온실 계사의 사양관리 시스템 개발 ····· 110
제 1 절 서언 ····· 110
제 2 절 재료 및 방법 ····· 111
1. 육계 생산성 평가 ····· 111
2. 무항생제 사양을 통한 육계 생산성 평가 ····· 114
제 3 절 결과 및 고찰 ····· 116
1. 시험계사의 육계생산성 평가 ····· 116
2. 복층온실계사 육계 생산지수 평가 ····· 127
3. 무항생제 사양을 통한 육계생산성 평가 ····· 128

제 5 장 계분처리시스템 개발 ····· 131
제 1 절 서언 ····· 131
제 2 절 재료 및 방법 ····· 132
1. 계분 발생량 조사 ····· 132
2. 계분 및 바닥재의 성상 및 성분 분석 ····· 132
3. 계분처리 시스템 개발 ····· 133

제 3 절 결과 및 고찰 ····· 135
1. 계분 발생량 ····· 135
2. 계분의 성상 및 성분 분석 ····· 135
3. 계분처리 시스템 개발 ····· 136

참고문헌 ····· 144
부록 ····· 151

이 페이지는 공란입니다.

제 1 장 서 론

70~80년대만 해도 육계사업은 부업으로 인식되었으나 90년대 이후에는 완전한 전업형태의 사업으로 전환되었다. 그러나 계사시설의 현대화가 30~40% 수준에 머물고 있어 원가상승뿐만 아니라 성적불량의 원인이 되고 있다. 이러한 계사시설의 낙후성은 향후 육계사업 발전의 가장 큰 걸림돌로 작용할 것으로 판단된다(유, 2003).

우리나라 육계사의 형태는 크게 측벽에 윈치 커튼을 설치한 유창(open-sided)계사와 보온덮개를 덮은 간이 계사가 대부분이며, 근래에 인위적으로 환경조절이 가능한 무창(windowless)계사가 보급되고 있는 실정이다. 우리나라의 육계 계사는 95% 이상이 보온덮개형 간이 계사형태를 취하고 있는데 그 이유는 건축비가 저렴하고 불경기시 위험부담이 적으며 이동설치가 편리하고 까다로운 건축허가를 피할 수 있다는 장점들을 가지고 있기 때문이다(장, 1994).

우리나라의 기후는 여름철에는 고온다습하고 겨울철에는 저온, 건조한 특성을 가지고 있어 양계 선진국인 구라파 기후와는 많은 차이가 있으며 이러한 차이로 인하여 우리나라의 계사의 환기 방식은 구라파 형태를 그대로 도입하여 이용하였을 때 혹서 및 혹한에 대한 스트레스가 매우 큰 문제점을 가지고 있다. 그러므로 우리나라에서는 우리 기후 특성에 맞는 환기 방식이 개발되어야 한다. 그러나 아쉽게도 지금까지 우리에게 맞는 환기 방식이 소개되지 못하여 심지어는 한 마을에서도 각각 다른 환기 방식을 이용하면서 고통을 호소하는 사례가 많았다(최, 2004).

더욱이 국가 경제의 어려움에 따라 불안 심리가 고조되어 육계 농민들이 시설투자에 대한 의욕을 보이지 않고 있는 실정이며 또한 새롭게 도입되는 자동화 시설에 대한 효과 분석이 없어 열악한 사육 환경에서 육계업을 영위해오고 있다. 그러나 육계는 다른 어떤 가축보다도 성장속도가 빠르고 사료효율이 높기 때문에 환경조건에 매우 민감하다. 특히 온도, 환기, 습도, 사육밀도, 안정감, 병균의 침입

등의 환경요소에 대한 최적 환경관리가 되지 않을 경우 성장이 크게 둔화되는 경우가 많다(오 등, 1993).

일본에 대한 수출용 대형육계를 생산하거나 국내 자급용 부분육 생산용 육계를 생산하기 위해서는 보온덮개 간이계사 시설로는 사육이 불가능하며 완전계사 이상의 시설을 갖추어야 국제경쟁의 기본조건을 갖추는 것이며 시설개선을 통한 관리 노력비 절감과 최적사육환경 조성을 통하여 생산성을 향상시킬 수 있을 것이다(최, 2004).

본 연구는 무창계사와 복층 온실계사를 대상으로 육계사육환경을 비교하여 온실계사 설계의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

제 2 장 무창계사 및 복층온실계사 설계·제작

제 1 절 서언

현재 우리나라의 육계사는 보온덮개 계사, 샌드위치 판넬을 이용한 무창계사 및 우레탄폼을 이용한 측면 개방형 계사 등이 주류를 이루고 있다. 위와 같은 계사 형태는 햇빛은 완전히 차단하고 단열재를 이용하여 보온을 위주로 설계된 계사 형태이다. 특히 육계는 높은 온도의 생육 조건을 가지고 있다. 병아리 입식시 34℃의 높은 온도를 요구한다. 점차적으로 1~2일에 1℃씩 온도를 낮추어 3주령부터는 24℃-22℃의 온도로 유지 관리해야 한다. 이러한 생육 온도를 요구하고 있기 때문에 단열을 최대한 유지할 수 있는 기능에 맞추어 설계되었다. 따라서 외부의 햇빛이 전혀 계사 내부에 투과되지 못하고 있는 실정이다. 또한 육계사육 농가에서는 육계사육환경을 어둡게 하여 닭의 운동량을 최대한 줄여야 증체 및 사료 효율이 높아 사육기간을 단축시킨다는 사양관리를 하고 있다.

무엇보다 지금까지 육계사는 햇빛 차단으로 인한 태양에너지 이용 불가와 계사 내부의 햇빛 소독 효과를 가져 올 수 없어 계사 신축 후 2-3년차부터는 육계 농가의 수익성이 떨어져 국제경쟁력 또한 뒤지고 있다. 현재 소비자의 요구는 친환경적 닭고기를 선호하는 추세이다.

본 연구실험은 복층온실육계사의 구조를 보온성과 햇빛에너지 이용, 자연환기 시스템을 도입, 설계하여 육계사의 사육환경을 최대한 친환경상태로 유지할 수 있는 구조로 설계하였다. 또한 육계사의 계분을 햇빛에 의해 자연 건조될 수 있도록 하였고 온실에서의 문제점인 결로 및 결로수를 방지할 수 있는 복층단열구조로 구성하였다. 피복재는 반영구적인 새로운 소재인 불소수지 필름을 적용하여 자연친환경 구조로 설계하였다.

제 2 절 복층온실 계사의 시스템

1. 복층온실계사와 무창계사의 구조

가. 복층온실계사와 무창계사의 구성

표 2-1. 실험계사 신축 사양

구분	복층온실계사	무창계사
구조	복층온실 구조(트러스)	강판우레탄폼 무창구조 지붕5cm, 벽5cm
면적	100평(15x24M)	100평(15x24M)
난방장치	온풍난방기 100,000㎉/h 1대	온풍난방기 100,000㎉/h 1대
냉방장치	에어쿨 2대	에어쿨 2대
급수장치	니플자동급수	니플자동급수
급이장치	디스크식 자동급이시설	디스크식 자동급이시설
환기장치	자동개폐기에 의한 자연환기방식	자동 휀 토탈 환기방식
완성사진		

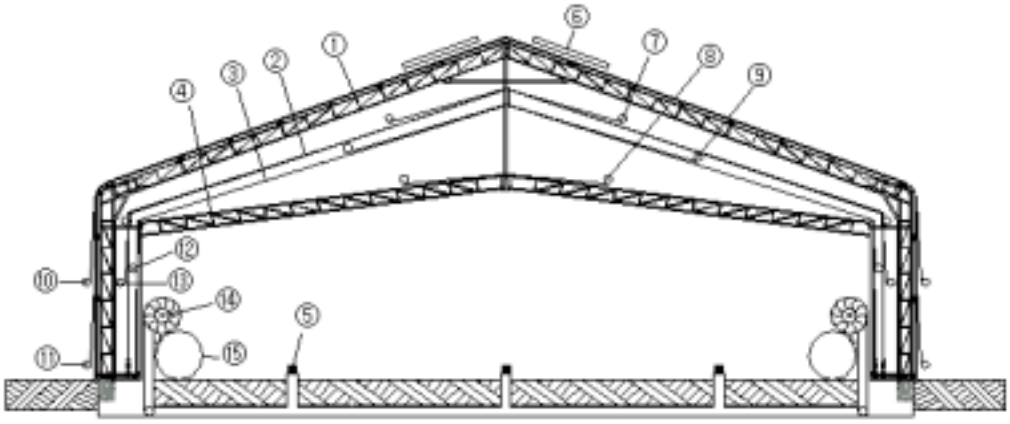


그림 2-1. 복층온실계사의 시스템 구성도

① 외부트러스 골조	⑥ 슬라이딩 천창	⑪ 측창하단 개폐파이프
② 2중 와이어	⑦ 2중 개폐파이프	⑫ 측면 3중 개폐파이프
③ 3중 와이어(차광망)	⑧ 보온덮개 개폐파이프	⑬ 측면 2중 개폐파이프
④ 내부트러스골조(보온덮개)	⑨ 3중 개폐파이프	⑭ 블로어
⑤ 지중가온 유공관	⑩ 측창 상단 개폐파이프	⑮ 난방기 닥트

- 골조구조 : 트러스구조도, 육계사의 수명을 고려하여 철자재는 아연용융도금을 적용하여 계사내에서 발생한 유해가스로부터 구조물을 보호하였다.
- 시공은 현장에서 조립하여 시공할 수 있도록 하였고 기존의 계사 또한 복층온실 구조로 리모델링 할 수 있도록 적용하였다.
- 생산성을 고려하여 표준화시켰다. (도면참조)

나. 피복재

○ 불소수지 필름

특징 : ・발군의 초내구성 (기대수명 20-25년)

・우수한 투광율(95%)

장기간 경과하여도 광투광율이 거의 변하지 않음.

・탁월한 내오염성

오염물이 거의 부착되지 않으며 부착된 오염물도 물이나 비에 의해 쉽게 제거되어 피복제 청소가 필요 없다.

・내약품성

화학적으로 안정하여 화학약품(강산, 강알카리)에 영향을 받지 않음.

・우수한 인장도, 내충격성

부드러우면서도 튼튼하고 외부 충격에 강하여 태풍, 우박 등의 자연피해가 거의 없음.

・광범위한 온도적응성

100-18℃까지 사용가능하며 난방기 굴뚝에 닿아도 변하지 않음

・유적효과

특수기술에 의한 유적제 도포로 장기간 유적효과 지속

・겨울철 폭설시 온실표면에 눈이 적설되지 않는다.

다. 피복재의 시공

불소수지 필름을 구조물에 시공하는 방법이 국내에서는 아직 초보적인 수준이다. 현재 우리나라에서 불소수지 필름을 사용한 축사는 아직 없는 상태로 이번 실험에서 처음 도입하는 시공방법이었다. 주관연구기관이 그동안 개발했던 기술과 제품을 도입시켜 설계하였다. (주)지엔이 개발한 자재는 다음과 같다.

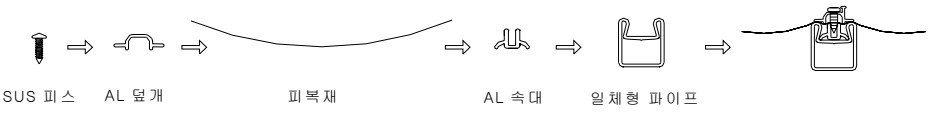


그림 2-2. 불소수지 필름 시공 방법

2. Blower를 이용한 지중가온 환기장치

현재 우리나라의 계사는 보온덮개 계사와 샌드위치 판넬을 이용한 무창계사로 시설되어 있다. 보온덮개 계사나 무창계사 모두 햇빛을 100% 차단하는 계사 형태이다. 이는 자연에너지인 햇빛을 이용할 수 없어 육계 사육에 있어 자연 친환경 사육의 조건을 위배하고 있다.

복층온실계사의 햇빛에너지 이용을 최대화시키고 계사 내부의 바닥 지면의 문제인 모세관 현상에 의한 바닥 습의 제거를 통한 친환경을 유지 할 수 있는 조건을 실현하였다. 또한 겨울철 계사 바닥의 지온을 상승시킬 수 있으며 여름철에는 지열을 통해 계사 내부의 온도를 낮출 수 있고 계사에서 발생한 유해가스인 암모니아가스(NH3) 및 탄산가스(CO2), 메탄가스(CH4) 등은 공기보다 무겁기 때문에 계사 내부의 저면에 증체된다. 육계 또한 지면 가까이에서 활동 할 수밖에 없는 상황으로 환기의 문제가 발생하면 닭의 사육 환경이 나빠 막대한 피해가 발생한다. 이러한 문제점을 Blower를 이용하여 계사 바닥에 공기를 공급해 유해가스를 배출시켜 쾌적한 생육 환경을 조성 할 수 있다.

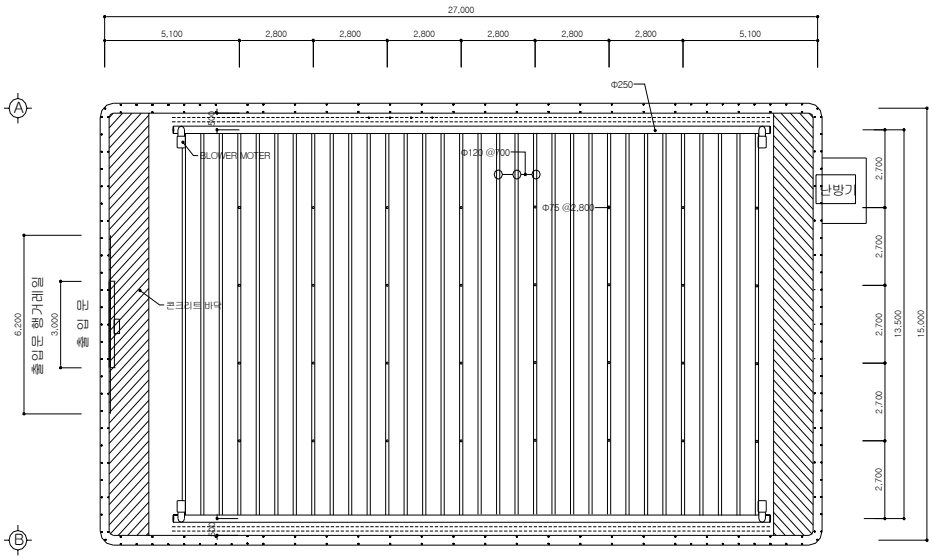


그림 2-3. BLOWER 설치 시공 평면도

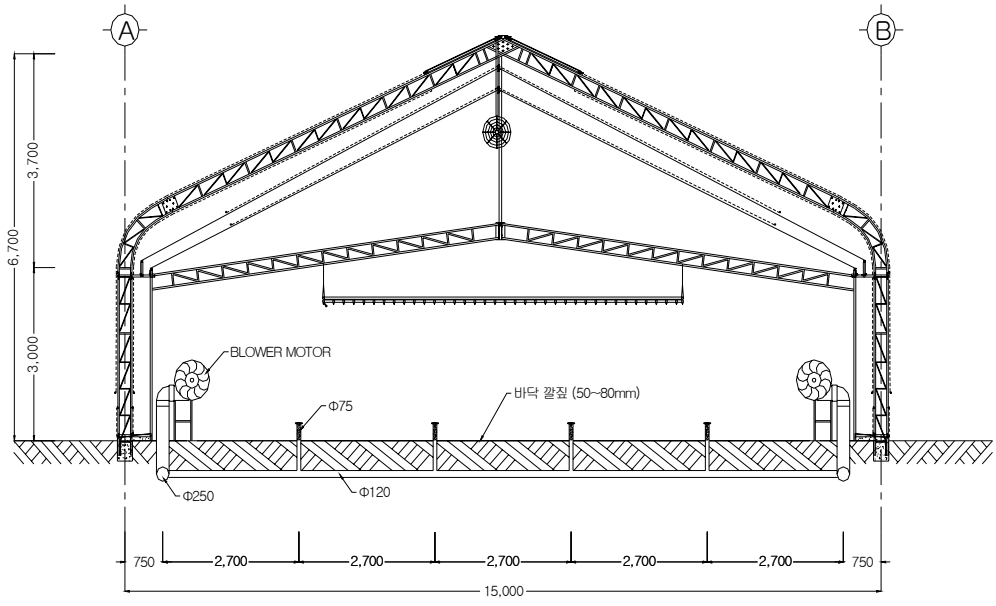


그림 2-4. BLOWER를 이용한 지중가온 환기장치

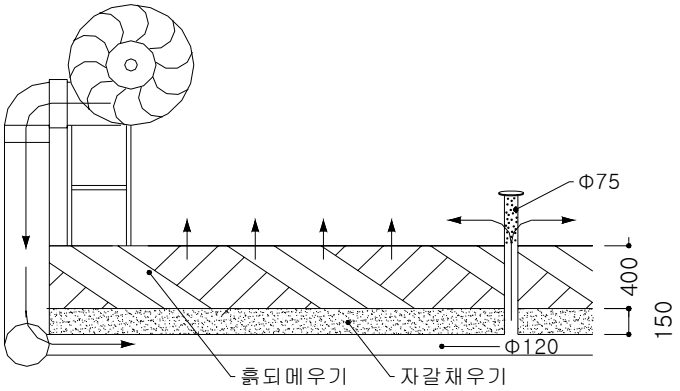


그림 2-5. 지중가온 환기장치 바닥 단면도

가. 설치방법

그림2-3과 같이 계사 바닥에 가로양방향에 Φ250 주름관을 지면 아래 50~60cm 깊이로 매설하고 양쪽 방향 Φ250 주름 유공관을 70cm 간격으로 연결하고 Φ120 주름 유공관에 270cm 간격으로 지면 30cm높이로 돌출시킨다. Φ250 주름관에 지상에서 1.5m 높이 Blower 모터를 4개 설치한다. 주름관 위에 15~20mm 자갈을 그림2-5과 같은 형태로 채우고 흙을 되메우기 한다.

나. 실험1 동계철

일반육계사 : 겨울철 육계사육시 바닥 지면 온도는 난방기 가동전 즉, 병아리 입식전 지면의 온도는 무창계사 보온덮개사는 4~5℃를 유지하며, 이는 계사를 완전 밀폐시 유지온도이고 계사를 개방시는 외기 기온이 영하 -4~5℃일때는 0℃까지 떨이진다. 이러한 상태에서 병아리를 입식시키면 34℃의 온도를 유지하여야 하기 때문에 계사 지면 온도가 4~5℃로 낮아 계사내부온도를 34℃로 유지 할 때 지면과 내부의 온도차는 29℃의 차이를 보이게 된다. 따라서 지면의 온도를 상

승시킬 때까지 가온 에너지를 계속 흡수 소비하게 된다. 따라서 에너지 비용이 많이 소요된다.

복층온실육계사 : 복층온실육계사는 겨울철 주간에는 햇빛에 의한 계사내부에 온도가 오전 9시경 24℃ 1시간 후인 10시경은 30℃로 상승한다. 오후 3시 30분까지 30℃로 유지하다 점차 낮아져 일몰직전은 24℃를 유지하다가 일몰 후에는 20℃를 유지하고 보온덮게를 이용하여 보온시는 야간에 영하 -4~5℃인 경우 10~12℃를 유지한다. 따라서 낮에 30℃의 온도가 계사 바닥에 전달되어 지온이 상승하고 야간에는 떨어진다. 즉 야간에는 지온열을 발생하여 보온효과를 가져온다. 따라서 이러한 현상을 이용 Blower를 이용한 지중 가온 환기장치를 가동하였다.

다. 가동방법

겨울철 복층온실계사의 주간시간인 오전 10시부터~오후3시30분까지 온실계사 내부의 온도가 30℃이상일 때(입식 1주일전부터) Blower모터 2마력 4대를 가동하여 온실 내부의 온도 30℃ 공기를 지면에 50~60cm 매설되어 있는 유공관에 공급시킨다. 그림과 같이 Blower모터를 가동시키면 온실 내부의 온도 30℃온도가 지중에 매설되어 있는 유공관을 통해서 지면에 분사되어 지온을 상승시킨다. 이러한 방법으로 입식 1주일전부터 가동시킨다. 단 흐리거나 구름이 낀 날씨와 야간에는 가동을 중단시킨다. 1주일 후에는 지온이 처음 가동시 12~15℃ 온도가 23℃까지 상승한다. 약 10℃ 상승하게 된다. 이때는 그림4의 ①마개를 사용한다. 그림4의 ②마개를 덮으면 유공관 입구가 막혀 Blower모터가 공급한 공기가 계사 내부로 올라오지 않고 토양 내부로 분사되어 토양내부를 건조시키고 온도를 상승시킨다.

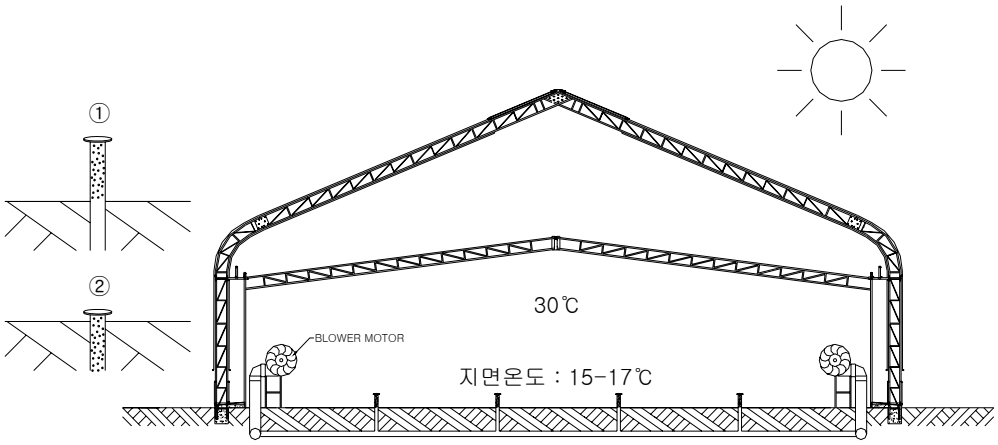


그림 2-6. 유공관 상세도

라. 육계에 미치는 효과

- 병아리 입식시 계사 바닥이 냉하여 발생하는 병아리 설사를 막을 수 있다.
- 약 20% 에너지 절감 효과를 가져온다.
- 계사 바닥이 항상 건조한 상태를 유지할 수 있다.
  따라서 깔짚이나 계분이 항상 건조하여 유해가스 발생이 줄어들어 쾌적한 생육 환경을 유지할 수 있다. 악취로 인한 민원 발생을 줄일 수 있다.
- 육성율과 사료효율이 높아진다.
- 질병예방 효과가 크다.

마. 가동시 주의사항

병아리 입식 1주일 전에는 차광시설 장치를 완전 개폐하여 햇빛이 계사 바닥에 직접 전달 될 수 있도록 한다. 햇빛에 의한 살균소독 효과와 햇빛 복사열 효과를

최대한 이용한다.

입식 3주령부터는 지상부 마개를 그림2-6의 ②에서 ①로 교체한다. 그림2-6의 ②마개는 공기가 입구를 막아 토양내부에 분사되게 하고 그림2-6의 ①은 공기를 계사로 분사시키는 역할을 한다. 입식3주부터는 닭의 분변이 많아져 가스발생이 될 수 있기 때문이다.

여름철은 계사 외기의 온도가 높아 온실계사 내부온도가 급상승한다. 따라서 겨울철과는 정반대의 계사관리가 요구된다. 특히 온실계사의 경우는 더욱더 철저한 관리가 요구된다.

바. 가동방법

- 병아리 입식 1주일 전부터 온실의 모든 환기창은 개방한다.
- 차광망과 보온덮개 차광망을 이용하여 지면을 차광하여 지온의 상승을 막는다.
- 입식 1주일전까지는 지상부 마개를 사용하여 계사 바닥의 습기를 제거한다.
- 입식 2주령부터는 그림2-6의 ①처럼 지상부 마개로 교체한다.

여름철에는 계사내부의 공기를 Blower로 지면 60cm이하의 유공관으로 불어넣어 통과시킨다. 지상 60cm에 매설된 유공관을 통해서 3~4℃ 온도가 낮아지는 효과가 나타난다.

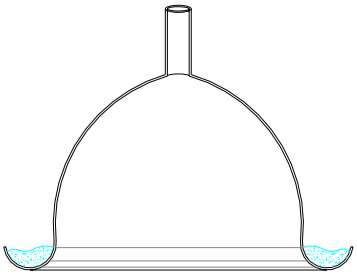
3. 급이 시스템

급이시스템은 보편적으로 디스크와이어로프 방식과 체인 방식이 있다. 우리나라 대부분은 디스크와이어로프 자동급이 시스템을 사용하고 있다. 실험 기간내에 별 어려움이 없었다.

4. 급수 시스템

실험을 통해서 급수가 닭 사육에 지대한 영향을 미친다는 것을 발견했다. 1차년도의 첫 실험사육에서는 종형 급수 시스템을 사용하였다. 이 종형 급수 시스템은 현재 우리나라 사육농가에서 많이 사용하고 있는 형태이다.

가. 종형 급수 시스템



a) 종형 급수기 단면도

b) 종형 급수기

그림 2-7. 종형 급수 시스템

○ 병아리 입식 1주일 때 급수기 위치를 지면에 완전히 닿게 해야한다. 급수기 위치와 지면에 틈이 있으면 병아리가 파고들어 급수기를 들어올리기 때문에 물이 넘쳐서 병아리 몸이 젖게 된다. 주위에 있는 병아리들이 모여들어 물에 젖어 저체온으로 죽게 된다.

○ 2주령부터는 닭이 급수기를 움직이게 되면서 급수기의 물이 넘쳐 바닥으로 흘러내려 계분에 흡수된다. 계분에 흡수된 물에 의해 암모니아가스가 발생되고 악취가 난다.

○ 급수기에 항상 물이 고여있고 급수기 1개당 110마리 닭이 사용하여 급수를 받기 때문에 급수원의 오염과 전염병 확산이 우려된다. 또한 급수통에 항상 물이 고여있기 때문에 먼지, 계분, 사료 등이 물을 오염시킨다. 이로 인해 각종 질병을 유발시킬 수 있다.

○ 이러한 문제를 방지하기 위해서 2일에 한번 청소를 지속적으로 해야한다. 즉

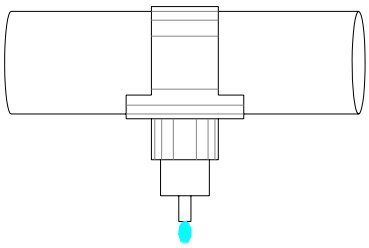
청소에 대한 노동력이 증가한다.

○ 닭 출하 후 전체를 해체하여 세척하고 소독한 후 다시 설치해야하는 번거로움과 노동력이 소요된다.

○ 급수통에 닭이 올라탈 때 급수기가 흔들리면 물이 엎질러져 계사 바닥이 침수된다.

○ 종형 급수통은 물이 항상 충만하게 채워져 있기 때문에 물부족 현상이나 급수중단 상태를 눈으로 확일 할 수 있다.

나. 닢블 급수 시스템



a) 닢블 급수기 상세도

b) 닢블 급수기

그림 2-8. 닢블 급수 시스템

○ 설치가 간편하고 종형 급수기에 비하여 설치면적이 적다.

○ 급수물이 노출되지 않기 때문에 세균 감영 위험도가 매우 낮다.

○ 누수로 인한 바닥 침수 현상이 적어 악취 및 암모니아 가스 발생을 줄일 수 있다.

○ 유지 보수가 용이하다.

○ 닢블 급수기의 높이 조절을 닭의 성장에 맞추어 세심한 관찰이 요구된다. 특히

병아리 시기에 유의해야 한다.

○ 급수모터 등의 고장으로 인한 단수시 세심한 관찰을 하지 않으면 단수 사실을 발견하기 어렵다.

○ 급수기에 닭이 올라타는 현상이 발생한다.

5. 복층온실계사의 차광 시스템

가. 서 언

복층온실계사는 햇빛을 최대한 활용한 계사구조이다. 지금까지 일반적인 계사는 햇빛을 차단하고 보온에 중점을 두어 시설되고 있었다. 또한 최대한 닭의 움직임을 방지하여 사료섭취 후 운동을 제한하여야 성장 증체율이 높아진다고 생각하고 있다. 따라서 모든 계사는 햇빛을 완전 차단하고 전기에 의한 계사 밝기를 조절하고 있다.

본 실험은 자연 상태의 닭은 햇빛을 전혀 싫어하지 않는다는 것에 착안하여 닭이 좋아하는 햇빛 조도를 실험을 통해서 얻어 차광 시스템 계사에 적용하였다.

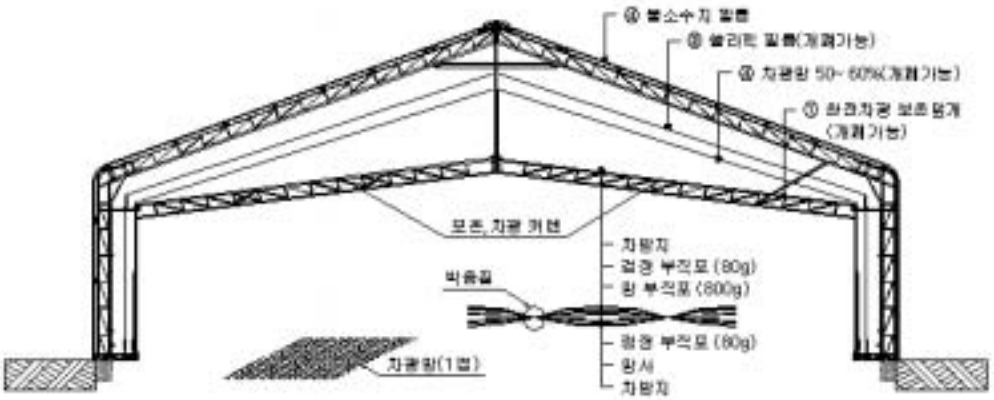


그림 2-9. 차광 시스템 구성도

그림 2-10. 복층온실계사의 차광시스템

나. 설치방법

복층온실계사의 차광시스템 설치는 자연상태의 닭을 기준으로 설정하였다. 자연상태의 닭은 동이 트면 모이 활동을 시작하여 여름철의 경우 오전 10시경에는 강한 햇빛을 피해 그늘진 곳과 숲으로 이동하여 휴식을 취하거나 먹이 활동을 한다. 따라서 강한 햇빛은 피하고 온화한 햇빛은 좋아한다는 것을 알 수 있다. 따라서 복층온실계사 내부에 빛의 강도를 오전 8~9시 시간대의 햇빛 강도에 준하여 차광 시스템을 설치하였다.

다. 실험가동 - 동계철

- 동계철은 햇빛의 강도가 낮고 일조시간이 짧다.

겨울철 낮에는 그림2-9 의 ①의 완전차광 보온덮개를 햇살이 퍼지는 오전 9시

경에 완전히 걷어올리고 오후 해지기 30분전에 닫는다.

- ②50~60%차광망은 고정시킨다.
- 쏠라릭 산광필름은 햇빛을 산란광으로 온실계사 내부에 투과시키는 역할을 한다.

라. 실험결과

- 닭이 낮과 밤을 구분하여 활동한다.
- 운동량이 많고 먹이 활동이 활발하다.
- 자주 싸운다.
- 샤워를 한다.
- 닭털이 윤이나고 깨끗하다. 눈이 맑다. 벼슬이 선명하다.
- 닭 근육이 단단하다.

마. 실험가동 - 하계철

- 그림2-9의 ①완전차광보온덮개를 병아리 입식 1주령 동안 낮과 밤 전체를 덮는다.
- 그림2-9의 ②50~60%차광을 낮과 밤 전체를 고정시킨다.
- 그림2-9의 ①을 2주령부터 햇빛 강도에 따라 개폐를 조정한다.

6. 복층온실계사의 보온성

가. 서 언

일반적으로 우리나라 계사의 보온은 계사의 구조형태에 따라 보온덮개계사, 샌드위치판넬구조계사, 방염우레탄계사 등으로 설치되고 있다. 최근에는 방염우레탄계사가 많이 신축되고 있다.

본 복층온실계사의 보온은 낮에는 태양열을 이용한 구조로 설계되고 밤에는 단열재를 이용하여 보온하는 시스템을 도입 설계하였다.

나. 불소수지 복층구조

양면을 피복하여 복층구조로 밀폐시켜 시공하였다. 복층 공간을 밀폐시켜 단열효과를 증대시켰고 겨울철 결로 및 결로수를 방지시켰다. 일반 단층 온실구조보다 30% 단열효과가 높다.

다. 2중 필름(솔라릭산란광필름) 구조

온실 내부에 피복 구조를 2중으로 설치하였고 직조필름을 사용 보온성을 높였으며, 빛을 산란시키는 기능성 필름을 도입, 시공하였다.

라. 완전차광보온덮개

겨울철 야간 온도의 보온을 고려 최고의 단열재로 구성하였다.
①차방지 필름 + ②망사 + ③부직포 100g + ④캐시미론 솜 6온스 + ⑤부직포 100g + ⑥망사 + ⑦차방지 필름의 7겹으로 구성된 보온덮개를 온실 중앙 하단부 높이 3M지점에 설치하여 온실계사 내부의 공간을 최소화시켜 난방공간을 야간에는 줄여 에너지 효율을 높였다.

마. 실험결과

무창계사와 복층온실계사의 단열지수는 별차이가 없게 나왔다. -참조(난방유 소비량 통계)

7. 복층온실계사의 환기 시스템

가. 서 언

현재 우리나라 육계사의 환경은 계사의 종류에 따라 다소 차이는 있지만 계분에서 발생한 암모니아가스(NH3) 및 탄산가스(CO2), 메탄가스(CH4) 등의 가스로 인하여 악취가 나고 파리등 유해 해충이 서식하기 좋은 환경을 제공하여 주변 인근 주택에 많은 피해를 주어 계사 신축시 주민들로부터 민원을 유발하여 신규계사를 신축하는데 어려움을 겪고 있으며 악취 공해 방지법으로 민원발생시 행정기관의 제재를 받고 있다.

무엇보다도 계사내의 환경이 나빠 육계가 각종 질병에 걸릴 확률이 높을 뿐 아니라 폐사율이 높고 사료효율과 증체율도 떨어져 농가소득 및 국제 경쟁력이 약해지는 결과를 가져오고 있다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해서 환경관리 시스템을 설계, 설치하였다.

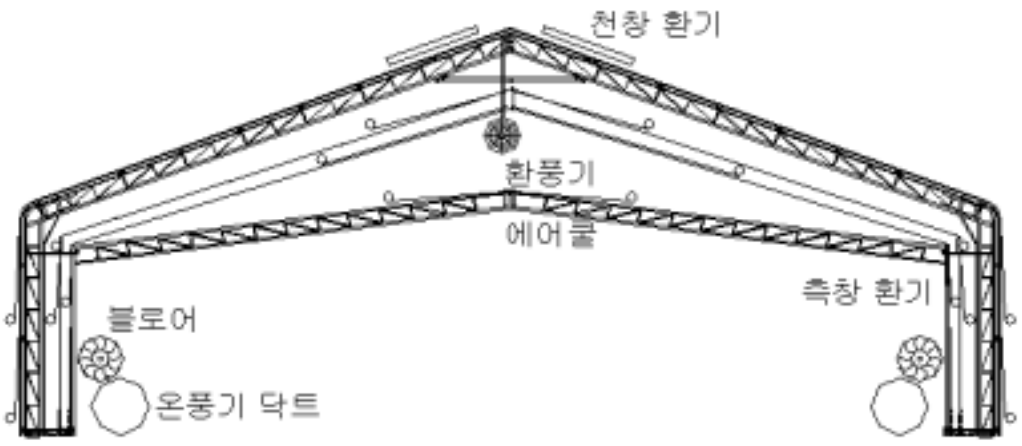


그림 2-11. 환기시스템 위치도

나. 복층온실 환경 시스템 구성

①. 천창 환기장치

②. 측창 환기장치

③. 온풍기를 이용한 환기장치

④. 환풍기를 이용한 환기장치

⑤. Blower를 이용한 환기장치

⑥. 에어쿨

⑦. 종합 제어 컨트롤 장치

다. 기존계사

- 보온덮개계사 : 환풍기와 측창윈치개폐장치에 의한 환기
  환기능력이 떨어짐
- 무창계사 : 측면 환풍기와 중앙 환풍기에 의한 자동조절장치에 의한 환풍
  비교적 원활한 환기

  복층온실계사의 환기 시스템은 계사내부의 온도, 습도, 암모니아 가스농도, 이산화탄소 농도 등을 종합 분석하여 자동 조절되는 시스템을 개발 도입하였다.

  종합제어콘트롤장치 설계 및 제작(순천대-위탁연구기관) 구성 참조

라. 천창환기장치

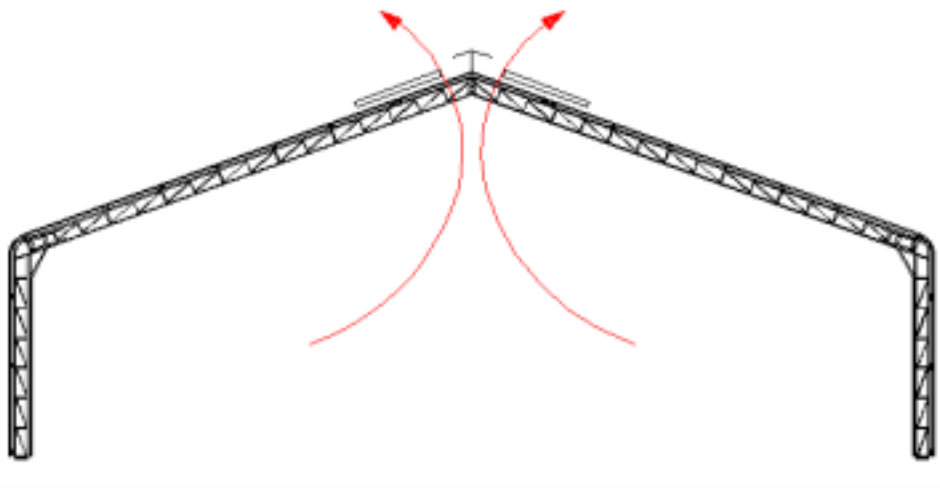


그림 2-12. 천창환기방식

온실계사의 상부의 양지붕에 슬라이드 창을 설치하여 계사 천창 곡부에 환기능력을 최대화시켰다. 슬라이드창 환기방식은 (주)지엔에서 개발한 천창방식을 설계에 도입, 적용하였다. 주동력 장치는 유압식과 랩기어 방식 두가지이다. 이방식은 고장율이 적고 바람 등에 영향을 적게 받고 환기능력이 뛰어난 장점을 가지고 있다.

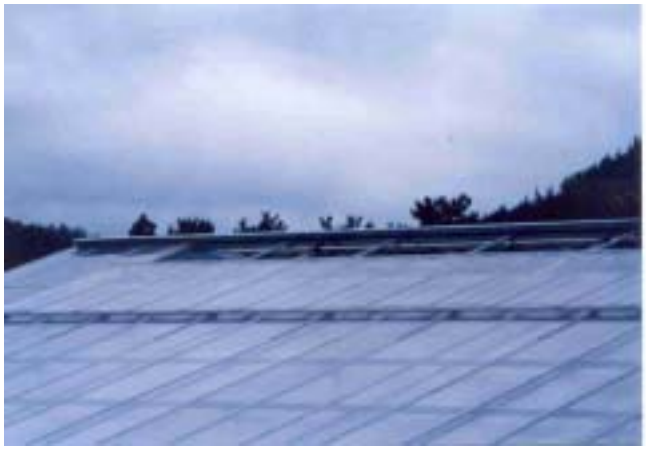


그림 2-13. 천창환기장치

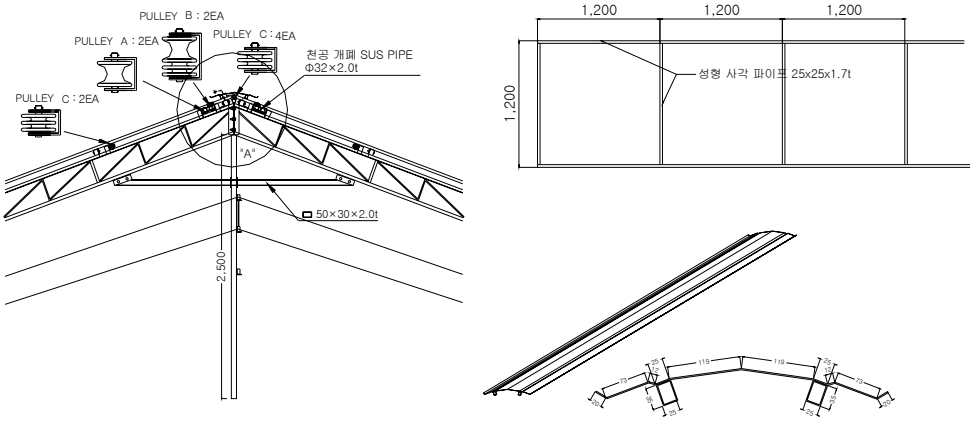


그림 2-14. 천창환기장치 부품도

마. 측창개폐장치

자동개폐기를 파이프에 의해 개폐하는 장치로 측면을 2단인 상부와 하부로 나누어 환기를 조절할 수 있게 설계되었다. 겨울철 환기시 외기의 찬바람이 직접 병아리에 닿아 피해를 주는 것을 막기 위하여 측면 상부를 개폐하고 여름철에는 측창 상부와 하부를 동시에 작동시켜 개폐되도록 한다.

그림 2-15. 측창환기장치

그림 2-16. 측창환기방식

8. 육계사 난방

가. 서 언

현재 육계사 난방은 1. 열풍기에 의한 난방 2. 가스 난방 3. 전기보일러, 전기히터 난방 4. 온풍기에 의한 난방 등이 있다. 현재 농가에서는 열풍기와 온풍난방기를 주로 사용하고 있다.

열풍기에 의한 난방은 경유를 사용한 열풍기를 연소된 가스 배출이 별도의 굴뚝없이 직접 계사 내부에 배출되기 때문에 아황산가스나 이산화탄소 등의 유해가스가 증체되어 닭 생육환경을 악화시키는 요인이 되고 있다. 이번 연구실험은 온풍난방기를 이용한 육계사 난방을 실시했다.

그림 2-17. 복층온실계사의 난방기실

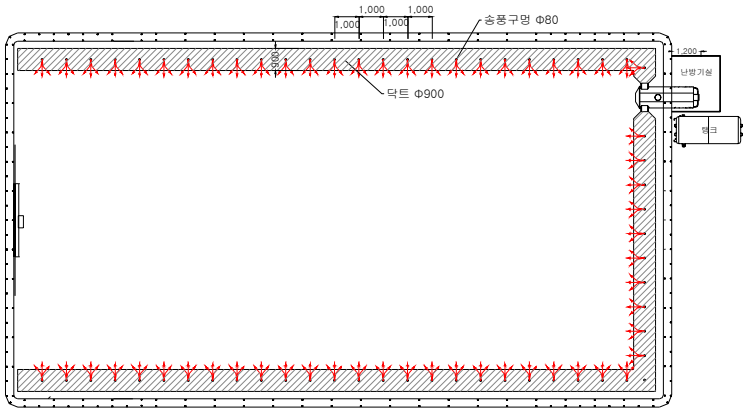


그림 2-18. 온풍난방기실 및 닥트 설치도

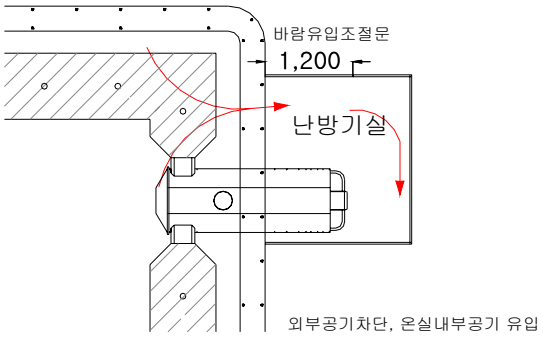
나. 설치방법

육계사에 별도의 온풍난방기 실을 설치하여 외부의 공기를 온풍난방기에 유입할 수 있도록 공간을 마련하였다. 기존 난방 방법을 온풍난방기를 계사내에 설치하여 계사내부의 온도만을 조절할 수 있도록 사용했다. 이번 연구에서는 도면과 같이 온풍난방기실을 별도로 설치하여 항상 신선한 외부 공기를 온풍난방기를 통하여 계사 내부에 유입시킬수 있도록 하였다. 따라서 계사내에 암모니아가스 등의 유해가스가 증체되었을시 외부공기를 온풍난방기를 이용하여 외부공기를 상승시켜 계사내부에 유입시켜 유해가스 농도를 낮출 수 있고 여름청 고온기에는 외부공기를 이용하여 계사내부의 온도를 낮추는 환풍기능을 발휘 할 수 있도록 하였다.

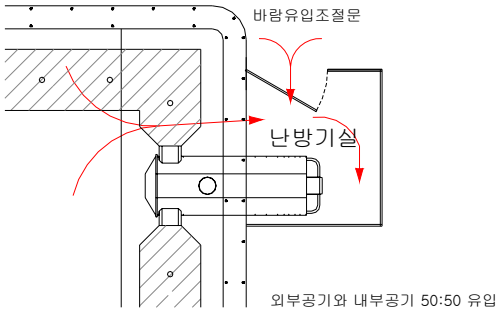
다. 온풍난방기 작동실험

입식 1주령시는 외부공기 유입을 막고 계사내부의 공기를 유입 온풍난방을 실시한다. 1주령온도는 34℃~30℃까지 유지하여야 하기 때문에 외기의 찬공기를 유

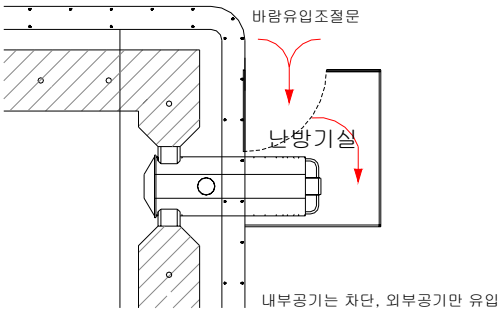
입시키면 난방효율이 떨어지고 내부에 유해가스가 없기 때문이다.



2주령이 지나면 계사내부에 유해가스 농도에 따라 외부공기를 조금씩 유입시켜 내부공기와 혼합시켜 온풍난방기 작동시마다 유입한다. 특히 겨울철은 공기조절장치를 주간과 야간에 계사내부의 온도와 가스농도를 고려하여 내부공기와 외부 공기유입비율을 잘 맞추어야 에너지 소비를 줄이고 계사 내부 환경을 쾌적하게 유지할 수 있다.



여름철 고온기는 내부공기유입을 완전히 차단하고 외부공기만을 온풍난방기로 유입하도록 공기조절장치를 그림과 같이 조절한다. 3~4주령부터는 위와 같은 방법으로 온풍난방기를 가동해 주는 것이 효과적이다.



라. 실험결과

계절에 따라 차이가 있으나 환풍 기능의 효과가 매우 뛰어나 내부의 온도를 자동조절 할 수 있었다. 특히 온풍기의 설정온도를 온풍온도와 환기온도를 설정할 수 있었다. 온풍온도 25℃, 환풍온도를 27℃로 온풍난방기에 설정해 주면 계사내부의 온도가 24℃ 되면서 온풍난방기의 버너와 휀이 작동하여 26℃가 되면 난방기 작동이 멈추고 온실계사 내부 온도가 28℃가 되면 온풍난방기가 버너는 작동시키지 않고, 휀만 작동시키면서 계사내부의 온도가 26℃가 될 때 멈추어 계사내부 환경조절이 되었다.

9. 온실계사와 무창계사의 시설비 비교

가. 온실계사

표 2-2. 복층온실계사의 평당 시설비 비교

단위 : 원

온실계사	포장규모	100평	200평	300평
	폭*길이 / 품목	15m * 24m	15m * 47m	15m * 69m
철골공사	철골	21,000,000	28,000,000	39,000,000
	설치 인건비	2,800,000	3,800,000	5,400,000
	피복	12,000,000	22,000,000	31,500,000
	피복 인건비	2,000,000	3,800,000	5,400,000
	기초(레미콘)	1,100,000	2,000,000	2,850,000
	기초 인건비	500,000	900,000	1,290,000
급이시설	급이탱크(10TON)	1,500,000	1,500,000	1,500,000
	급수라인	2,200,000	3,800,000	6,300,000
급수시설	급수탱크(1TON)	200,000	200,000	400,000
	급수라인	2,200,000	4,200,000	6,600,000
난방시설	난방기	3,300,000	4,100,000	4,800,000
환기시설	개폐기, 콘트롤	3,500,000	3,500,000	3,500,000
	에어쿨	2,000,000	4,000,000	6,000,000
보온시설	보온덮개	5,000,000	9,000,000	14,100,000
계		59,300,000	90,800,000	128,640,000

나. 무창계사

표 2-3. 무창계사의 평당 시설비 비교

단위 : 원

무창계사	포장규모	100평	200평	300평
	폭*길이 / 품목	15m * 24m	15m * 47m	15m * 69m
철골공사	철골	18,000,000	23,000,000	30,000,000
	설치 인건비	2,500,000	3,800,000	5,400,000
	외장(함석)	6,000,000	11,000,000	15,600,000
	외장 인건비	2,500,000	4,400,000	6,000,000
	기초(레미콘)	6,500,000	12,000,000	17,700,000
	기초 인건비	1,000,000	1,800,000	2,100,000
급이시설	급이탱크(10TON)	1,500,000	1,500,000	1,500,000
	급수라인	2,200,000	3,800,000	6,300,000
급수시설	급수탱크(1TON)	200,000	200,000	400,000
	급수라인	2,200,000	4,200,000	6,600,000
난방시설	난방기	3,300,000	4,100,000	4,800,000
환기시설	환풍구(굴뚝휀,측면휀)	4,200,000	8,400,000	12,600,000
	에어쿨	2,000,000	4,000,000	6,000,000
보온시설	단열재(방염)	7,000,000	12,400,000	14,100,000
계		59,100,000	94,600,000	129,100,000

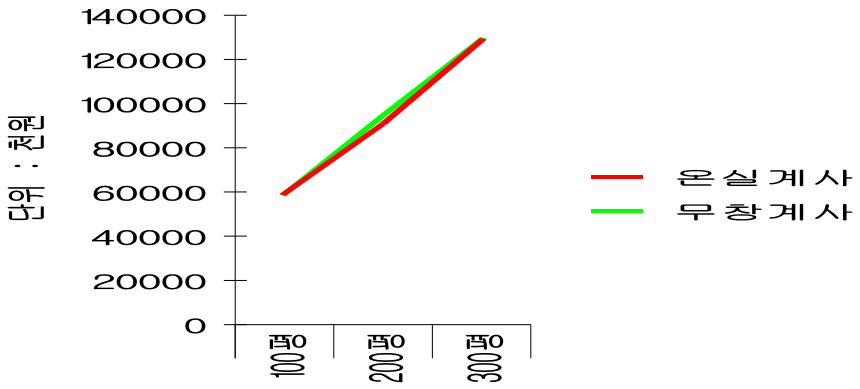


그림 2-19. 무창계사와 온실계사의 시설비 비교

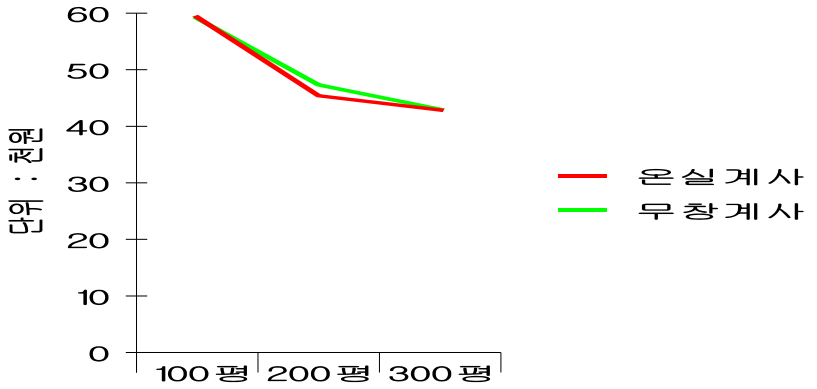


그림 2-20. 무창계사와 온실계사의 평당 시설비 비교

제 3 장 육계 사육환경 계측 및 제어 시스템

제 1 절 서 언

우리나라의 육계산업은 1960년대에 육용전용계가 도입된 이래 꾸준히 성장해 왔으며 계산물의 소비규모가 확대되고 수입 금지조치가 지속됨에 따라 국내 사육이 계속 증가하여 기술이 개발되고 사육규모도 차츰 커지고 있다(박, 1991). 1970년대 이후 지속적인 고도 경제 성장과 국민소득의 향상에 의해 닭고기의 수요는 매년 계속해서 증가해 왔다(김 등, 1999). 국민 1인당 닭고기 소비량은 1961년에 0.7 kg이었던 것이 26년 후인 1987년에는 3.2 kg으로 457%로 증가하여 같은 기간 중 국민 1인당 육류 총소비량 증가율 394%보다 높았고, 계란도 1961년에 1인당 소비량이 1.8 kg이었던 것이 1990년에는 9.1 kg으로 505%로 증가하여 닭고기와 계란의 소비량이 다른 축산물보다 증가율이 높았다(김, 1993). 육계 사육 가구수는 감소하고 있으나, 사육 마리수는 증가추세에 있다. 따라서 농가당 평균 사육 규모는 90년대 말 1만 6,162 마리인 것으로 추산되어 뚜렷한 규모의 확대 경향이 나타났다. 그러나 이러한 정도의 규모는 축산 선진국에 비하면 아직 영세한 규모이고, 농가의 규모가 영세함으로써 수익성이 저조하고 투자의 여력이 없는 실정이다(김 등, 1999).

최근에는 계의 사양관리 장치들의 자동화가 많이 진전되어 사료의 급여, 급수, 계분 제거 등에 사람의 노력이 많이 절약되어 1인당 관리수수가 많아지고 계의 사료이용 효율과 능력이 많이 향상되어 과학적인 관리를 할 수 있게 되었다. 정 등(2003)에 의하면 평상용 계사에서 70년대 초만 해도 함석 사료통을 많이 사용하다가 그 이후 비닐 사료통이 사용되었고, 80년대 중반까지 2단식 케이지가 주종을 이루다가 자동 급이기 설치가 시작되면서 3단으로 개조되었다. 자동 급이기가 처음 시도된 건은 1985년경부터 주로 호퍼 이동식이 보급되어 왔고, 또한 급수기도 수위자동조절기가 이용되다가 1982년경에 니플이 보급되기 시작하면서 지금은 보

편화되었다. 그러나 국내 기술이 아닌 외국 기술로 이루어진 모델이기 때문에 여러 가지 문제점이 야기 될 수 있는 실정이다. 육계사육 시설은 이전부터 내려오는 보온덮개 계사와 외국에서 주를 이루고 있는 무창, 유창계사가 널리 보급되어 있는 실정이다. 이러한 방식은 위생상태가 불결하고 질병의 위협을 받고 있으며, 태양열이 전혀 들어오지 않는다. 또한 기존의 온실은 내부와 외부의 기온편차로 인하여 결로현상이 발생한다.

본 연구는 이러한 점을 감안하여, 닭이 태양열을 받아 자연 환경속에서 자랄수 있도록 친환경적 복층식 온실 육계사 관리 시스템을 개발하고자 하였다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 계사 내부의 환경 변화를 계측하였으며, 이를 바탕으로 육계의 생육에 적합한 환경을 조성할 수 있는 환경 제어 시스템을 개발하였다.

제 2 절 사육환경이 육계의 생육에 미치는 영향

1. 온도

닭은 온혈동물로서 체온을 일정하게 유지하는 생리적인 능력을 가지고 있다. 그러나 이러한 생리적인 기능은 온도변화가 작은 경우에만 효과적으로 발휘되며 극단적인 온도조건으로 갈수록 온도변화에 대한 적응력이 떨어진다. 따라서 계사는 닭이 건강을 유지하며 생산성을 최대로 발휘할 수 있는 이상적인 온도를 유지해야 한다(정 등, 2003).

계사내의 온도 변화는 계의 생산성에 상당한 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다. 오(1990)는 육계의 온도관리는 육추 초기에는 32℃ 정도를 유지하다, 그 이후 1주일에 약 3℃씩 온도를 내려주어 21℃ 전후에서 폐온하는 것이 바람직하다고 보고하였다.

온도가 생산성을 좌우하는 이유는 사료섭취량의 변화 때문이다. 사료는 에너지, 단백질, 무기물, 비타민 등 체중유지와 성장에 필요한 적정량의 영양소들이 적절히 배합되어 있고 일정량을 계속 섭취해야 정상적인 활동이 이루어지게 된다. 사료섭취량을 가장 크게 좌우하는 것은 에너지 필요량이다. 환경온도가 낮으면 열 소모량이 많아 에너지가 많이 필요한데, 이에 따라 사료 섭취량이 늘고 함께 섭취되는 단백질이나 다른 영양소들은 많은 양이 허비된다. 반대로 더울 때는 체내 열 생산 에너지를 적게 섭취하기 위해 사료섭취를 줄이다 보면 성장에 꼭 필요한 단백질 등 중요한 영양소의 부족으로 증체가 저하된다(농협중앙회, 2002).

Gates 등(1993)은 일반적으로 온도가 21℃인 경우에 체내 생산열의 75% 정도가 열발산, 열전도, 대류 작용에 의해 체외로 소실되는데, 소실되는 속도는 기온이 닭의 체온과 비슷하거나 높을 때는 이런 조절기능이 크게 떨어진다고 보고하였으며, 오(1990)는 열발생량은 계의 체중과 밀접한 관계가 있다고 보고하였다.

2. 습도

계사 내 적정 습도 유지는 계에게 쾌적한 환경을 제공하는 데 필수적이나 과도한 습기는 계사에 여러 가지 악영향을 미친다. Navarotto 등(1993)과 정 등(2003)은 계사 내의 지속적인 과습은 각종 병원성 미생물의 증식이 빨라져 질병을 유발하는 요인이 되며, 계사 내 습도 부족은 탈수증 및 성장부진 등을 유발시키므로 적정습도의 유지는 절대 필요한 조건이라고 보고하였다.

닭이 생산하는 수분의 양은 체중, 사료형태, 사료성분, 대기온도, 습도 등에 따라 다른데, 계사 내 수분생성에 중요한 요인으로는 계분에서 배출되는 수분, 닭의 호흡기를 통해 배출되는 수분, 계사 내로 들어오는 공기 중에 포함된 습기 등 이다 (정등, 2003).

오(1990)는 권장 습도는 육추초기에는 65 - 70%이며, 그 이후에는 60 - 70% 정도가 적정습도라고 보고하였다. 따라서 계의 질병 방지와 계사 내의 악영향을 방지하기 위해서 상대습도가 과습되거나 저습되지 않도록 제어함이 필요하다.

3. 공기 유속

정 등(2003)은 여름철 적당한 풍속은 체감온도를 저하시켜 비육효과를 높여주며 바닥 깔짚을 말려주는 효과가 있는 반면, 겨울철 빠른 풍속은 체온감소의 우려가 있다고 보고하였다.

Timmons와 Hillman(1993)과 오(1990)는 바람이 계 체표면으로부터 열의 발산을 돕기 때문에 온도가 낮은 한냉시에는 바람의 영향이 계의 생산성을 저하시키고, 바람의 영향은 고온시와 저온시에 반대가 되고 사양관리에 있어서 여름의 바람 활용과 겨울의 바람 억제는 중요한 하나의 포인트가 된다고 보고하였다.

또한 우리나라는 고온 다습한 여름철 기후로 인하여 양계농장의 대량폐사와 생산성 저하가 빈발하고 있으므로 계사 내부에 적절한 풍속의 기류를 만들어 체감

온도를 낮추는 풍속 냉각 효과(wind chilling)를 이용하는 방법이 현실적으로 가장 간편한 고온피해 예방법이라고 보고하고 있다(농협중앙회, 2002). 따라서 계사 내부의 공기속도를 적절히 이용하면 생산성 향상에 유효하며, 여름철 빠른 풍속으로 체감온도를 낮추어 냉각효과를 거둘 수 있고, 고온 스트레스를 억제, 순간폐사를 감소시킬수 있다. 계사 내부의 온도 범위에 따른 적절한 공기 속도를 유지하는 것이 필요하다.

4. 광도

정 등(2003)에 의하면 계사 내의 광도는 육계 관리자가 작업에 지장을 받지 않을 정도인 15 lux 정도면 충분하며, 강한 불빛은 가축의 신경을 예민하게 하고, 불필요한 운동을 유발하여 비육에 지장을 준다고 보고하였다. 지금까지 실용화된 육계의 점등방법은 크게 3가지로 구분 할 수 있다. 첫 번째는 입추에서 출하 때까지 계사내부를 계속 밝게 하는 점등법으로 우리나라 육계농장에서 대부분 사용하고 있는 종야점등법이 있고, 두 번째는 하루에 여러 번 밤낮을 반복시키는 점등법인 간헐점등법, 세 번째는 초기에는 거의 자연일조 조건에서 사육하여 골격과 장기, 근육조직 간의 균형발육을 꾀하다가 점차 점등시간을 늘려 보상성장을 유도함으로써 출하기에는 다른 점등방법과 동일한 체중을 얻고자하는 점증점등법이 있다(농협중앙회, 2002).

5. 유해 가스

Morrison 등(1993)과 오(1990)는 계사 내에서 계에게 나쁜 영향을 미치는 가스에는 탄산가스, 일산화탄소, 유화수소, 암모니아가스 등이 있으며, 이들 가스는 계의 생산성을 저하시키고 일정 수준 이상을 초과하면 계의 생명을 위협하게 된다고 보고하였다.

정 등(2003)은 암모니아는 자극이 강하며, 20 ppm 이하에서는 별 지장이 없고, 허용한계는 25 ppm 이하이며, 25 ppm 이상일 때는 공기 중의 수분에 용해되어 계 등의 위치에 머물면서 각종 질병감염의 원인이 되며, 특히 기관지 점막손상 등 호흡기성 질병을 유발한다고 하였다. 또한 이산화탄소는 냄새가 없고 2,500 ppm 이하에서는 지장이 없으며, 최대 허용한계는 5,000 ppm 이하라고 하였다. 치사수준은 300,000 ppm 이며 호흡증가, 졸음, 두통, 질식, 폐사 등을 일으킨다고 보고하였다(Barber 등, 1993).

Hans(1993)와 오(1990)는 이산화탄소는 계사를 밀폐시켰을 경우 가장 먼저 문제가 되는 가스로서 농도가 증가하면서 초기에는 생리 활동을 감퇴시키고 계를 피로하게 하며 심한상태가 지속되면 치사에까지 이르게 되는데 실제로 계사 내에 10,000 ppm 이하가 되도록 해야 한다고 하였다. 일산화탄소는 계사 내에 난방을 할 경우 불완전 연소에 의해 발생하는 가스로서 색깔이나 냄새가 없기 때문에 일산화탄소의 축적을 감지하기 어렵고, 과량의 일산화탄소는 인축을 치사하게 한다고 하였다. 암모니아 가스는 관리자가 느낄 수 있는 수준은 10 ppm 정도이며, 25 ppm 이상에서는 각종 질병에 대한 저항성이 지극히 약화되고 사료섭취량의 감소에 따른 생산성 저하가 두드러지며, 50 ppm 이상에서는 상당한 정도의 생산성 저하는 물론 음수량이 증가되고 폐사율이 급증하게 된다고 보고하였다.

김 등(1999)은 암모니아는 기도 표면의 섬모를 손상시켜 박테리아가 폐에 쉽게 침투할 수 있는 환경을 마련해주며, 계의 면역계에 피해를 줄 수 있다고 보고하였다. 따라서 유해가스를 배출시키기에 적합한 환기 시스템이 필요하며, 적정 허용농도를 초과하지 않고 유지할 수 있는 환경제어 시스템이 필요하다.

6. 먼지 및 기타

김 등(1999)은 계사의 먼지는 주로 피부박편, 깃털가루, 사료먼지와 건조계분 등이며, 이 입자 중 70% 이상을 계와 사람이 흡입하게 되어 질병을 유발할 수 있다고 보고하였다. 정 등(2003)은 먼지의 총량은 동물 수에 비례하므로 무창계사의

고밀도 사육시에는 먼지를 배출시킬 수 있는 환기체계가 필요하다고 보고하였다. 또한 과다한 먼지는 호흡기 질병과 유해세균의 감염율을 높이며, 이로 인해 계의 성장을 지연시킨다고 보고하였다.

먼지에 대한 미국국가직업안전과 건강위원회(NOSH)의 호흡기준은 5 mg/m^3 이하이며, 총 노출먼지는 10 mg/m^3이다(Whyte 등, 1993). 따라서 먼지의 발생을 최소로 할 수 있는 방안이 모색되어야 하며, 적절히 환기시킬 수 있는 환경 제어 시스템이 구성되어야 한다.

제 3 절 재료 및 방법

1. 사육환경 계측

가. 실험용 계사의 사육환경

계사의 내·외부 환경요인을 측정하기 위하여 외부기상대와 이동식 센서 설치대를 설치하였다. 외부 기상은 계사 근처에 간이 기상대(그림 3.1)를 설치하여 온도, 상대습도, 일사량, 풍속, 풍향, 강우량을 측정하였으며, 계사 내의 환경은 센서 설치대(그림 3.2)에서 온도, 상대습도, 풍속, 이산화탄소와 암모니아 가스의 농도 및 연료유량을 측정하였다. 센서 설치대는 바닥으로부터 약 0.3~0.6 m 높이에 위치하도록 하였다.

그림 3-1. 외부 기상 측정용 간이 기상대

그림 3-2. 계사 내부 환경 측정용 센서

1) 데이터 수집장치

본 연구에 이용된 데이터 수집장치는 Campbell Sci.의 CR10X Datalogger이며 계사의 환경요인과 외부 환경요인을 측정한 데이터를 수집한다. 또한 수집된 데이터를 기본으로 온실계사를 제어하는데 이용되어진다. 데이터 수집기는 analog input, excitation output, pulse input, digital I/O port, analog ground(AG), power ground(G), earth terminals, 5V output, serial I/O, switched 12V 등으로 구성되어 있으며, 본 연구에서는 이러한 기능들을 적절히 이용하였다.

데이터 수집기(CR10X datalogger)는 Flash Electrically Erasable Programmable Read Only Memory(EEPROM) 128 kB와 Static Random Access Memory(SRAM) 128 kB의 메모리를 가지고 있으며, Flash EEPROM 에는 Operating system이 저장되어 있다. 또한 측정된 데이터는 SRAM인 final storage에 저장된다.

수집된 자료는 PC와 통신을 하게된다. CR10X Datalogger의 9핀 Serial

Input/Output 포트에 의해 전송이 되며, Boud rate 는 9600 bps를 이용하였다. 표 3-1은 CR10X datalogger의 제원을 나타낸 것이다.

표 3-1. CR10X 데이터 수집장치의 제원

Item	Specification
Program execution rate	Real-time up to 64 Hz
Analog input	6 difference or 12 single-ended
Analog outputs	3 switch, active only during measurement, one at a time
Resistance measurements	4- and 6-wire full bridge, 2-, 3- and 4-wire half bridges
Period averaging measurement	Duration of a specified number of cycles
Pulse counters	2 channel
Digital I/O ports	8 ports: binary input, control output, 3 ports: count switch
CPU and interface	Program storage: 160 kB, data storage : 128 kB standard

2) 환경 측정용 센서

계사의 환경을 조사하기 위하여 외부 기상과 온실계사 및 무창계사의 내부 환경을 연속적으로 측정하였다. 외부 환경은 대기의 온도와 상대습도, 풍향, 풍속, 일사량 및 강우량을 측정하였으며, 내부 환경은 각 계사의 공기 온도와 상대습도, 풍속, CO_2와 NH_3 가스의 농도를 측정하였다. 또한 연료 유량계를 사용하여 각 계사

의 난방용 경유의 소비량을 측정하였으며, 음수 유량계를 설치하여 각 계사의 음수 섭취량을 측정하였다. 각 신호는 5초 간격으로 측정하고, 2분 동안의 평균 또는 누계를 저장하였다. 또한 각 신호에 대하여 하루 24시간의 평균, 최소치 및 최대치를 저장하였다. 표 3-2는 측정에 사용된 센서의 제원을 나타낸 것이며, 그림 3-3은 간이 백엽상(radiation shield)에 장착된 온·습도 센서를, 그림 3-4는 CO_2와 NH_3 가스 센서를, 그림 3-5는 연료 유량계를 나타낸 것이다..

표 3-2. 사육환경 측정에 사용된 센서의 제원

측정 요소		메이커/모델	측정 원리	측정 범위	정확도
외부 기상	기온	Campbell Sci. HMP45C	Pt RTD	-40~60℃	±0.4℃
	상대습도		capacitance type	0~100%	±3%
	풍향	Campbell Sci. 024A	potentiometer	0~360°	±5°
	풍속	Campbell Sci. 014A	3-cup anemometer	0~45 m/s	1.5% or 0.11 m/s
	일사량	Campbell Sci. LI200SZ	silicon photovoltaic detector	-	±3%
	강우량	Campbell Sci. TE525	tipping bucket	-	±1%
계사 내부 환경	기온	Campbell Sci. HMP35C	thermistor	-35~50℃	±0.4℃
	상대습도		capacitance type	0~100%	±3%
	풍속	Solomat 129T	hot-wire	0~10 m/s	±(5% reading + 0.1 m/s)
	NH_3 농도	Vaisala AMT101	thin-film polymer sensor	0-100 ppm	±(10 ppm + 20% reading)
	CO_2 농도	Vaisala GMW22D	silicon-based Carbocap sensor	0-5,000 ppm	±(2% reading + 30 ppm)
	연료 유량	MacNaught	reed relay	2-100 l/hr	±1%
	음수 유량	MacNaught	reed relay	25-500 l/hr	±1%

그림 3-3. 온습도 센서

그림 3-4. CO_2 및 NH_3 가스 센서

그림 3-5. 난방용 연료 소비량 센서 및 연료 필터

나. 영상을 이용한 육계의 생육 특성 조사

영상을 통한 육계의 활동성 등 생육 특성을 조사하기 위하여 digital video recorder(DVR)를 이용하였다. (주)코디콤의 DVR에 조리개가 자동으로 조절되는 줌 렌즈(Asung, 5-50 mm)가 장착된 칼라 CCD 카메라(Honeywell, 모델 GC-435N24-G) 2대를 연결하였다. 카메라를 무창계사와 온실계사에 설치하여 계사간 육계의 활동성을 비교할 수 있도록 하였다. 카메라의 영상은 초당 1 프레임을 저장하였으며 하루에 3시간의 영상을 시간대별로 기록하였다. 그림 3-6은 온실계사에 설치된 CCD 카메라를 나타낸 것이다.

그림 3-6. 육계의 활동성을 조사하기 위한 CCD 카메라

다. 상업용 계사의 환경관리 현황 조사

상업용 계사의 환경관리 실태를 파악하기 위하여 육계를 사육하고 있는 농장을 방문하여 계사의 환경을 측정하였다. 사용된 센서는 본 연구에서 실험용으로 설치

한 계사의 환경 측정에 사용된 것과 같은 센서를 사용하였으며, H_2S와 CO 가스 센서를 추가로 설치하였다. 또한 대기의 온도와 상대습도를 측정하기 위하여 일본 T&D사의 모델 TR-72S 간이 온습도 기록계를 사용하여 10분 간격으로 데이터를 저장하였다.

대표적인 보온덮개 계사인 전남 여수시 소라면에 소재한 농장을 방문하여 일령 5일째에 해당하는 2003년 8월 2일부터 4일까지의 육계 사육 환경을 연속적으로 측정하였으며, 국내 최고 수준의 무창계사인 전남 나주시 공산면에 위치한 계림축산육계단지를 방문하여 일령 20일째에 해당하는 2003년 8월 9일부터 11일까지의 육계 사육 환경을 연속적으로 측정하였다. 연구 기간 중 조류독감이 큰 사회적 문제로 대두되어 상업용 계사에 매우 제한적으로만 접근할 수 있었다.

라. 육계의 열 및 수분 발생량 조사

문헌조사를 통하여 육계의 열 및 수분 발생량에 관한 자료를 수집하였다.

2. 제어 시스템의 구성

온실 환경의 제어를 위한 제어반은 두 가지 방법으로 개발하였다. 하나는 계측에 사용된 CR10X 자료수집장치의 digital output 기능을 이용하여 제어하는 프로그램 제어방식이며, 다른 하나는 기존의 온실에서 사용되는 제어반의 환기제어 부분을 수정하여 온도 뿐 아니라 CO_2 및 NH_3 가스 농도에 따라 측창이 개폐되도록 하는 방법이다. 여기에서는 CR10X를 이용한 제어장치의 구성에 대하여 설명하였다.

가. 제어반 제작

제어 시스템은 Campbell Scientific의 CR10X 데이터 로거, SDM-IO16 디지털

채널 확장기, MD485 멀티드롭 인터페이스 장치 및 개인용 컴퓨터를 이용하여 구성하였다. 그림 3-7은 계측・제어 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

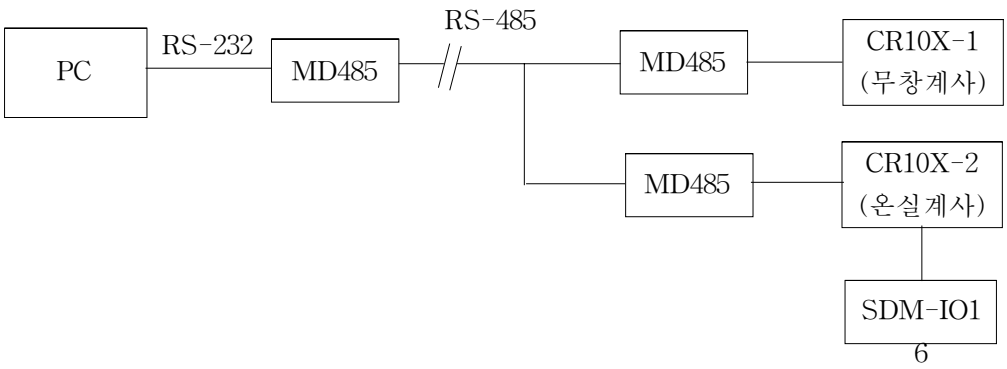


그림 3-7. 계사의 계측・제어 시스템 구성도

제어의 대상은 온실계사의 측창(6개)과 천창(4개), 난방기의 팬과 버너, 가습기의 팬과 급수밸브, 지중열교환 팬 및 전등이다. 이를 위하여 제작된 릴레이 제어 판넬은 그림 3-8과 같다. 판넬의 외부에는 수동/자동 조작을 위한 선택 스위치와 각 작동기기의 동작상태를 나타내는 파일럿 램프를 부착하였으며, 내부에는 제어를 위한 릴레이와 전자접촉기 및 driver IC 회로가 장착되어 있다.

그림 3-9부터 3-12는 제어 회로도를 나타낸 것이다. 제어대상 기기는 총 16개이며, 모터의 경우에는 우선 회전 방향을 지시한 후에 개폐할 창의 모터를 선택하도록 하였다. 회로도에서 D로 표시된 것은 데이터 로거의 디지털 출력 포트의 신호를 증폭하여 a접점으로 사용한 것이다. 수동/자동 및 모터의 회전방향 선택은 인터록 회로로 구성하였다.

가습기의 경우에는 환기(공기 교반)와 가습으로 기능을 구분하여 급수용 솔레노이드 밸브를 별도로 제어하도록 하였으며, 난방기의 경우에도 환기와 난방 기능을 구분하였으며, 난방기 자체의 타이머 회로를 이용하여 버너와 팬의 동작이 연동되도록 하였다.

그림 3-8. 온실 계사의 제어용 판넬

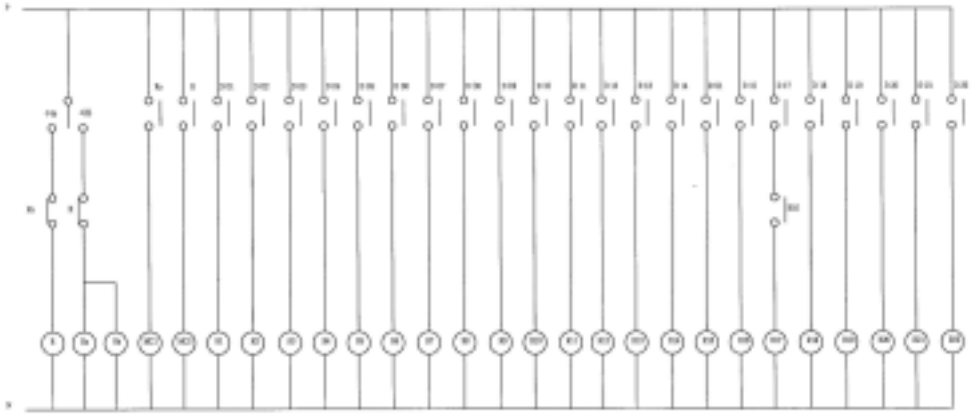


그림 3-9. 수동/자동 선택과 데이터 로거의 디지털 출력에 의한 릴레이의 제어

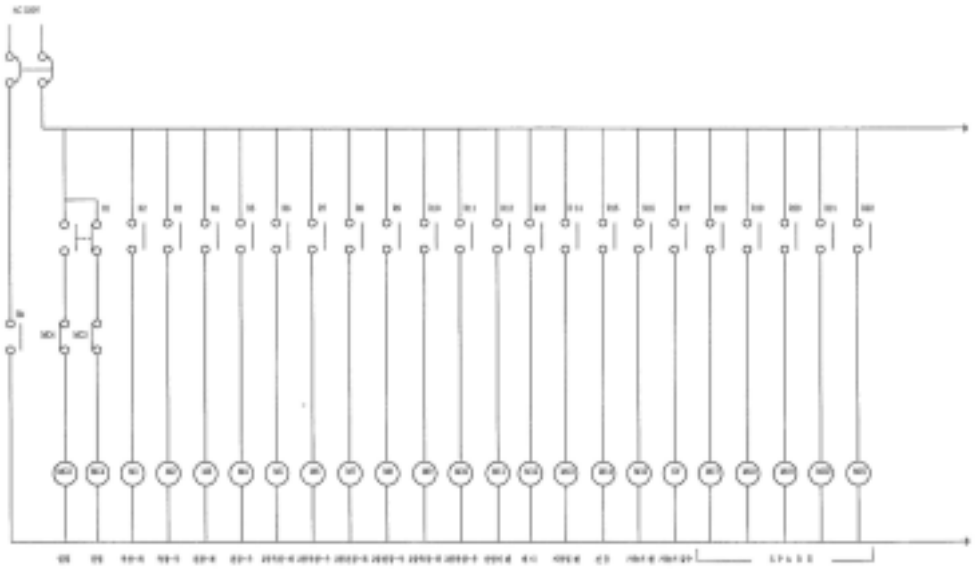


그림 3-10. 모터 제어용 릴레이 회로

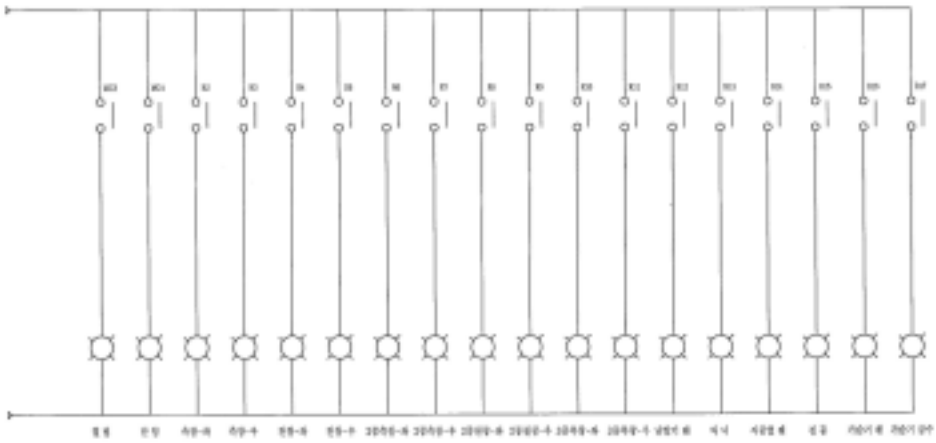


그림 3-11. 제어 판넬 전면의 파일럿 램프 회로

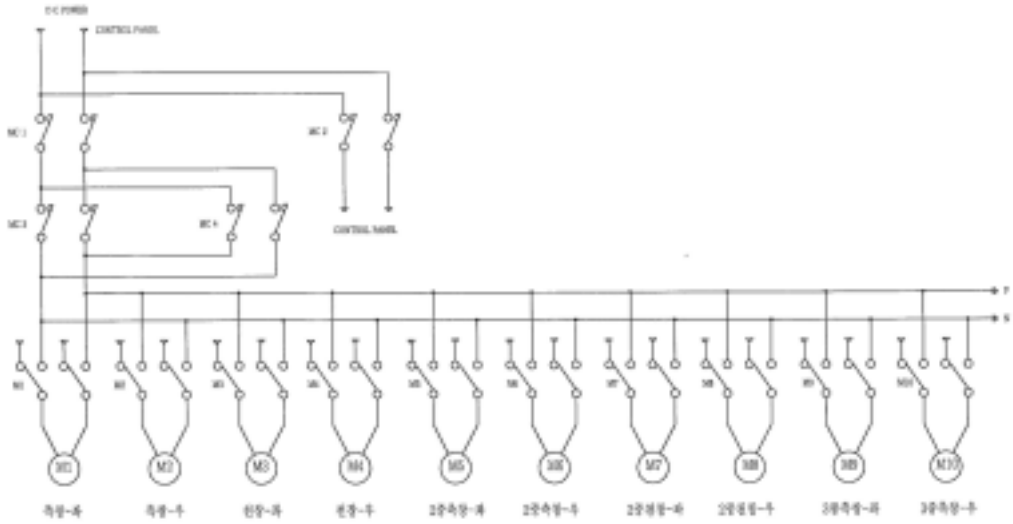


그림 3-12. 모터의 회전방향과 수동/자동 선택 회로

나. 제어 프로그램 작성

환경제어 시스템의 제어 논리는 main logic과 이에 따른 sub logic으로 구성하였다. Main logic은 계사의 환경제어에 필요한 측정값, 즉 온도, 상대습도, 풍속, 풍향, 강우량, 일사량, CO_2, NH_3 가스 농도를 센서로부터 읽어들여, 미리 설정해 놓은 설정값과 비교하여 온실 내부의 온도, 습도 및 가스농도가 적정 범위를 벗어나면 필요한 제어를 실행하게 된다. Main logic의 제어 논리는 크게 환기, 가온 및 가습으로 구성된다. 온도와 습도의 제어는 1) 고온저습인 경우, 2) 저온고습인 경우, 3) (고온)고습인 경우와 4) (저온)저습인 경우의 4가지로 구분하여 각각에 대한 sub logic을 작성하였다. 환기의 경우에는 풍속과 풍향, 일사량 및 강우 여부를 고려하여 제어 논리를 구성하였다. 현재는 모듈별 테스트를 거쳐 전체 프르그램을 Campbell Scientific의 LoggerNet SDK를 이용하여 작성하였다.

제 4 절 결과 및 고찰

1. 무창계사와 온실계사의 육계 사육환경 비교

가. 온도·습도의 변화

그림 3-13은 육계 사육기간인 동절기(2004년 2월 5일부터 3월 9일)와 하절기(2004년 5월 22일부터 6월 17일까지)의 일 평균 온도와 각 계사내부의 일평균 온도를 육계의 일령에 따라 나타낸 것이다. 계사 내부의 온도는 육계의 사양관리 지침에 잘 부합하는 것으로 나타났다.

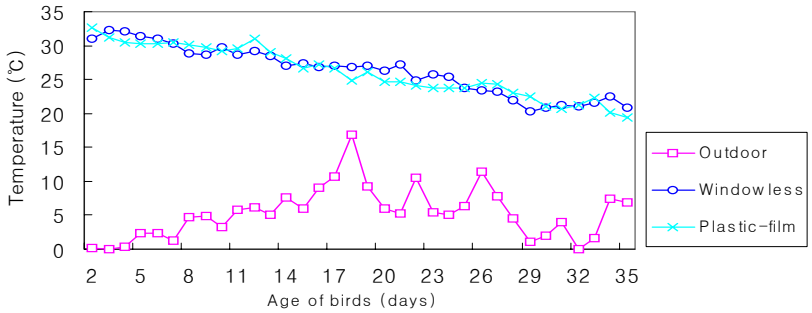
그림 3-14는 육계 사육기간인 동절기(2004년 2월 5일부터 3월 9일)와 하절기(2004년 5월 22일부터 6월 17일까지)의 일 평균 온도와 각 계사내부의 일평균 상대습도를 육계의 일령에 따라 나타낸 것이다. 사육 초기의 육추기에는 고온과 다습을 필요로 함으로 온풍 난방기을 이용하여 가온하고 증발냉각기를 이용하여 가습하여 온도와 습도를 조절하였다.

나. CO_2 및 NH_3 가스 농도 변화

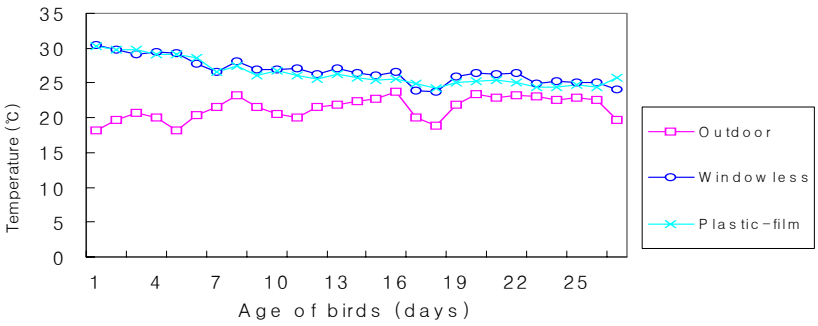
그림 3-15는 각 계사의 일 평균 CO_2 가스와 NH_3 가스의 농도를 육계의 일령에 따라 나타낸 것이다. 계사 내부의 가스 농도를 분석한 결과 하절기 때와 동절기 때의 가스 농도는 다소 차이가 있었다. 암모니아의 경우 하절기, 동절기 때 변화 폭이 미세하여 일정하지만 탄산가스의 경우는 하절기 때는 변화 폭이 크지 않지만, 동절기때는 변화 폭이 뚜렷하게 큰 차이를 보였다.

일 평균 CO_2 가스 농도는 동절기의 경우 무창계사는 2,619 ppm, 온실계사는 1,698 ppm이었으며, 하절기의 경우 무창계사는 1,090 ppm, 온실계사는 1,057 ppm이었다. 환기량이 많은 하절기에 또한 자연환기가 이루어지는 온실계사의 경우에

CO_2 가스의 농도가 동절기 보다 낮았다.

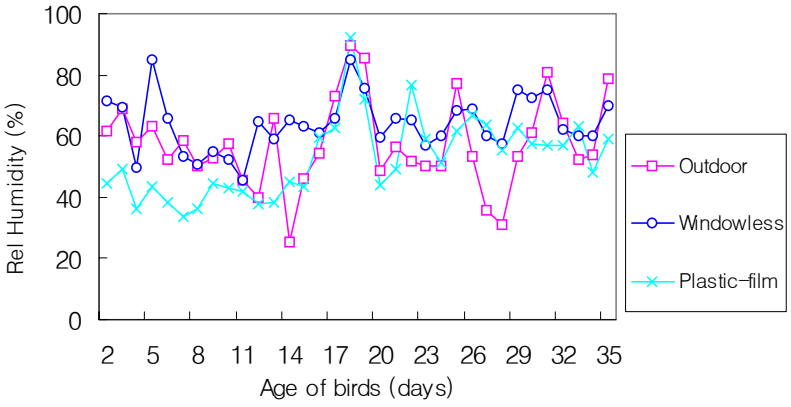


(a)Winter (Feb. 5 - Mar. 9, 2004)

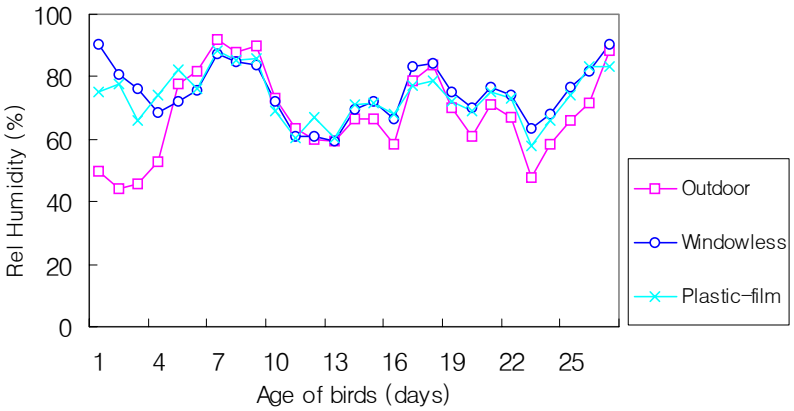


(b) Summer (May 22 - June 17, 2004)

그림 3-13. 외기와 계사 내부의 일평균 온도 변화

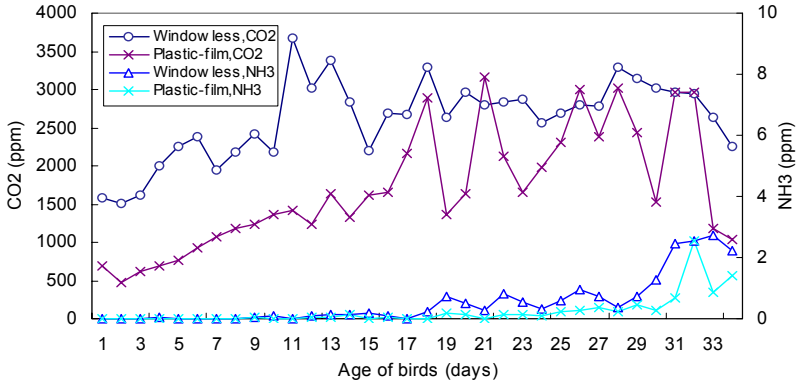


(a) Winter (Feb. 5 - Mar. 9, 2004)

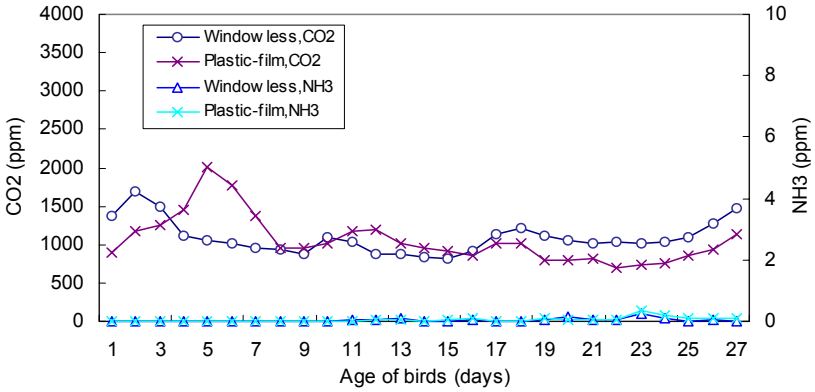


(b) Summer (May 22 - June 17, 2004)

그림 3-14. 외기와 계사 내부의 일평균 상대습도 변화



(a) Winter (Feb. 5 - Mar. 9, 2004)



(b) Summer (May 22 - June 17, 2004)

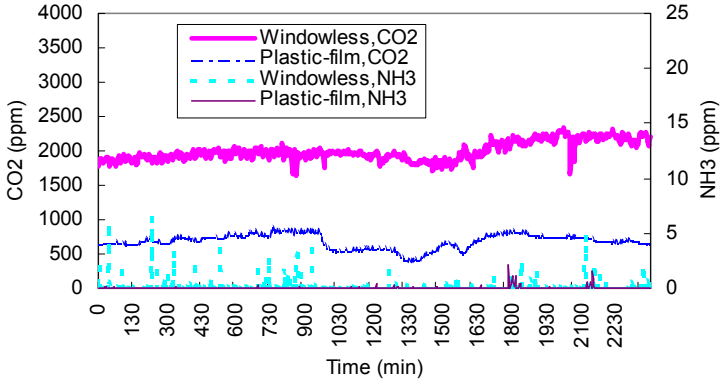
그림 3-15. 일 평균 CO_2 및 NH_3 가스 농도의 변화

NH_3 가스 농도의 경우에는 동절기에 입추 후 몇 일 동안은 닭들의 사료 섭취량이 많지 않아 배설물의 양이 그다지 증가하지 안았으며 생육 후반기에는 배설물의 양이 증가하여 농도가 증가하지만, 충분한 환기에 의해 일평균 농도는 3 ppm 이하의 낮은 값을 유지하였다. 육계사의 사육환경 기준이 CO_2경우는 10,000 ppm 이하, NH_3경우는 25 ppm 이하로 조사되었다(오, 1998). 본 연구에서는 시험 제작한 무창계사와 온실계사는 모두 환기가 양호한 것으로 평가할 수 있다.

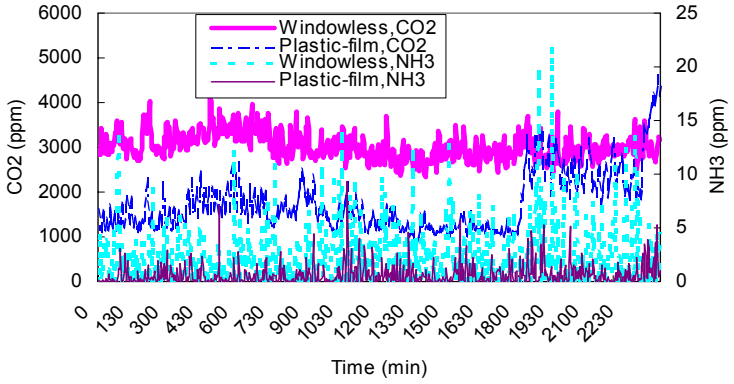
그림 3-16은 동절기 육계 사육기간인 입추 후 4일째 되는 2월 8일과 입추 후 31일째 되는 3월 6일의 CO_2 가스 및 NH_3 가스 농도의 변화를 나타낸 것이다. 입추 초기인 2월 8일의 무창계사의 CO_2 가스 농도의 평균은 1,998 ppm 이었으며, 온실계사 CO_2 가스 농도의 평균은 684 ppm 이었다. 무창계사와 온실계사 경우의 주간의 CO_2 가스 농도가 야간보다 낮았다. NH_3 가스 농도는 무창계사의 경우는 평균 0.06 ppm 이었으며, 온실계사는 평균 0 ppm으로 거의 검출되지 않았다. 출하시기인 입추 후 31일째인 3월 6일의 무창계사의 CO_2 가스 농도의 평균은 3,016 ppm 이었으며, 온실계사 CO_2 가스 농도의 평균은 1,750 ppm 이었다. NH_3 가스 농도의 경우는 무창계사의 평균은 2.11 ppm 이었으며, 온실계사의 평균은 0.56 ppm으로 매우 낮았다. 온실계사의 경우 야간의 CO_2 가스 농도 변화 폭이 주간 보다 큰 것으로 조사되었다. CO_2 가스는 닭의 호흡뿐만 아니라 온풍 난방기의 작동에 의해서도 발생한다.

그림 3-17은 하절기 육계 사육기간인 입추 후 7일째 되는 5월 28일과 입추 후 24일째 되는 6월 14일의 CO_2 가스 및 NH_3 가스 농도의 변화를 나타낸 것이다. 입추 초기인 5월 28일의 무창계사의 CO_2 가스 농도의 평균은 961.7 ppm 이였으며, 온실계사의 CO_2 가스 농도의 평균은 1,371 ppm 이였다. 하절기의 경우에 입추 초기에는 온실계사의 CO_2 가스 농도가 무창계사의 CO_2 가스 농도 보다 높았지만 2주령 부터는 환기량이 많은 자연환기로 인하여 온실계사의 CO_2 가스 농도가 낮은 것으로 나타났다. NH_3 가스 농도의 경우에는 무창계사의 평균은 0.013 ppm 이었으며, 온실계사의 평균은 0.024 ppm 이었다. 출하시기인 입추 후 24일째 되는 6월 14일의 무창계사의 CO_2 가스 농도의 평균은 1,034 ppm 이였으며, 온실계사의 CO_2

가스 농도의 평균은 762 ppm 이였다. NH_3 가스 농도의 경우에는 무창계사의 평균은 0.116 ppm 이었으며, 온실계사의 평균은 0.188 ppm 이었다. 따라서 동절기의 입추 초기와 출하시기의 CO_2 농도는 하절기 농도의 2배 정도에 달하였다. NH_3 가스 농도의 경우에는 입추 후 몇 일 동안은 닭의 사료 섭취량이 많지 않아 배설물의 양이 적지만, 후반기에는 배설물의 양이 증가하여 농도가 증가하였다.

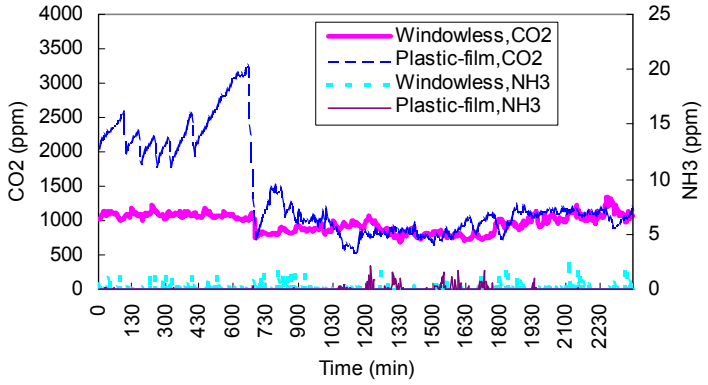


(a) Winter (Feb. 8, 2004)

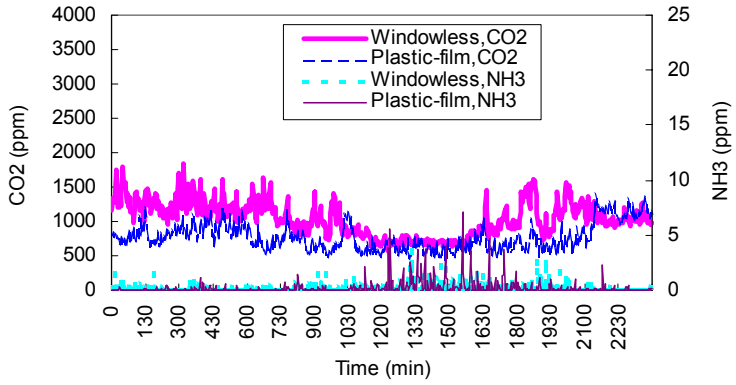


(b) Winter (Mar. 6, 2004)

그림 3-16. Daily fluctuation of CO_2 and NH_3 gas concentration



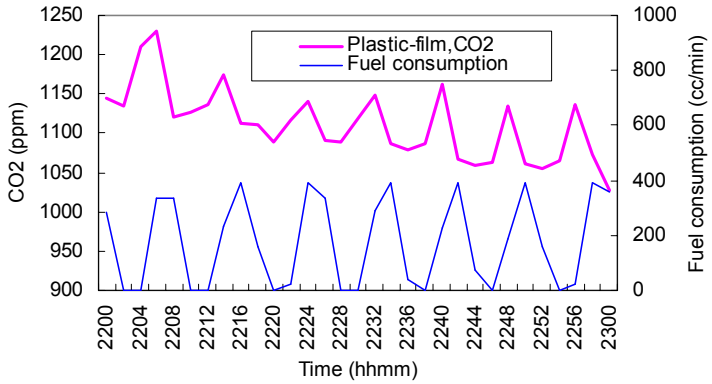
(a) Summer (May 28, 2004)



(b) Summer (June 14, 2004)

그림 3-17. Daily fluctuation of CO_2 and NH_3 gas concentrations

그림 3-18은 동절기 사육기간인 2월 10일 22시에서 23까지 1시간 동안 온풍 난방기에서 소비되는 연료의 양으로 나타낸 난방기의 작동상태에 따른 온실내 CO_2 가스 농도 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 연료 소비에 따라 CO_2 가스 농도 또한 큰 변화폭을 보임을 알 수 있다.



(Feb. 10, 2004)

그림 3-18. 난방용 연료 소비량에 따른 CO_2 가스 농도의 변화

다. 난방용 연료 소비량

그림 3-19부터 3-23까지는 5회의 육계 사육기간 동안 일령에 따른 일 평균 외기온과 계사 내부 온도 및 계사별 난방용 연료의 소비량의 변화를 나타낸 것이다. 표 3-3은 각 사육기간별로 외기 및 계사의 평균 온도와 연료 소비량의 누계를 나타낸 것으로서 외기 온도는 전체 사육기간의 평균을, 계사 온도는 상대적으로 고온의 난방이 요구되는 생육초기 15일간의 평균 온도를 표시하였다.

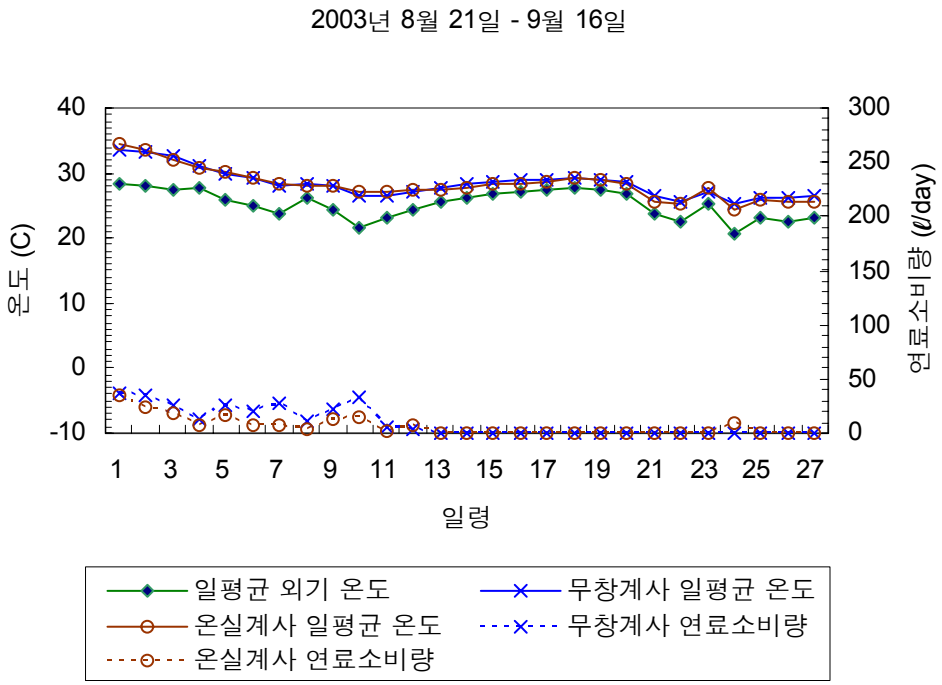


그림 3-19. 온실 내외부 온도와 난방용 연료 소비량의 변화 (2003년 하계)

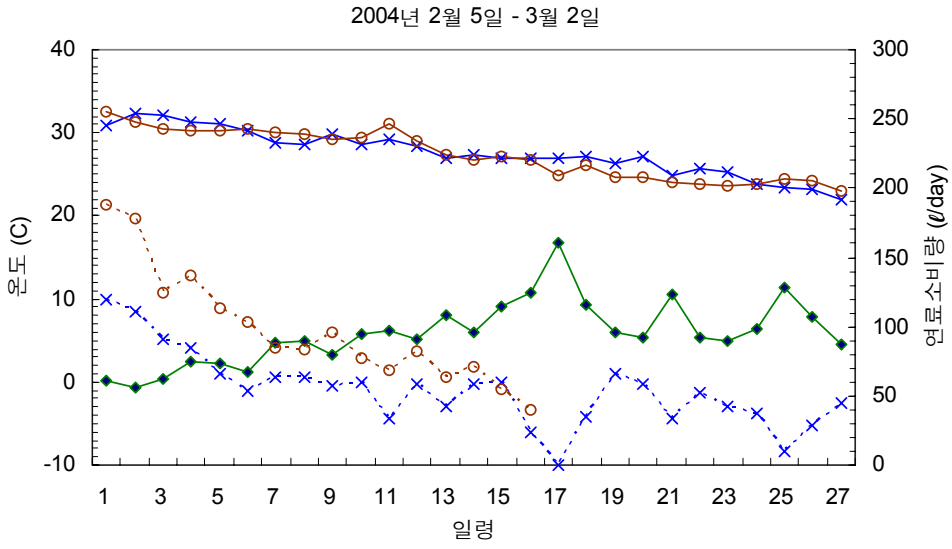


그림 3-20. 온실 내외부 온도와 난방용 연료 소비량의 변화(2004년 동계)

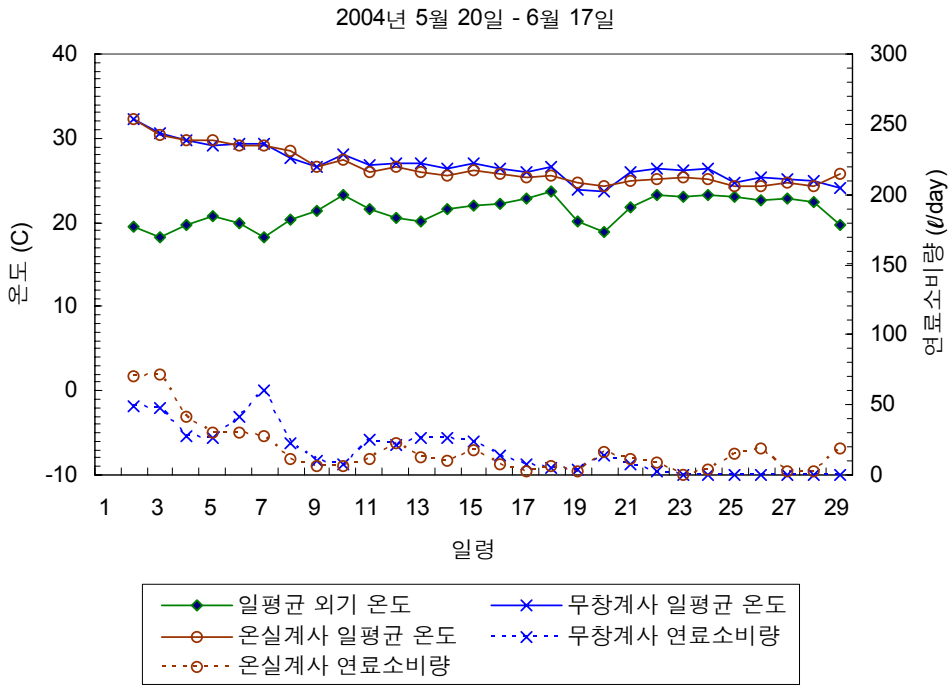


그림 3-21. 온실 내외부 온도와 난방용 연료 소비량의 변화(2004년 하계)

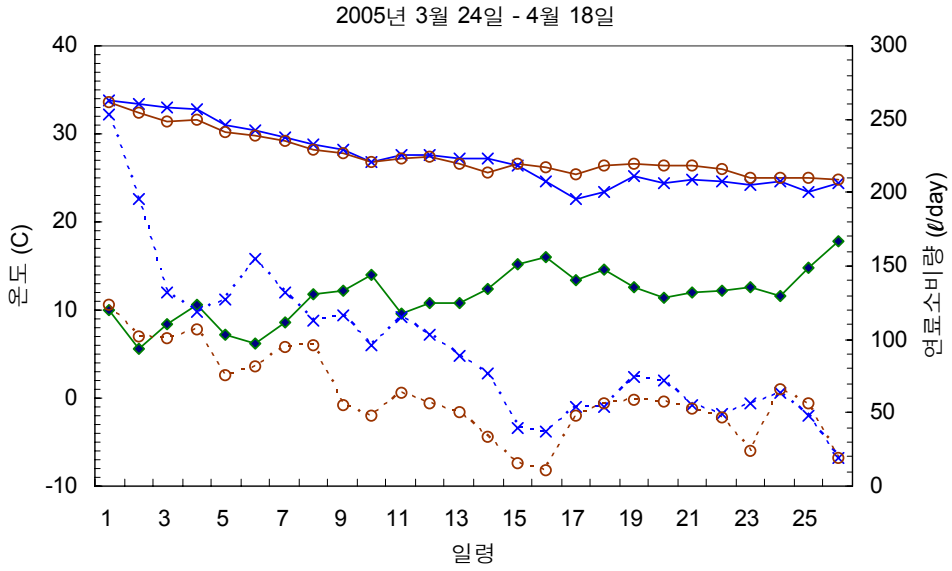


그림 3-22. 온실 내외부 온도와 난방용 연료 소비량의 변화(2005년 춘계)

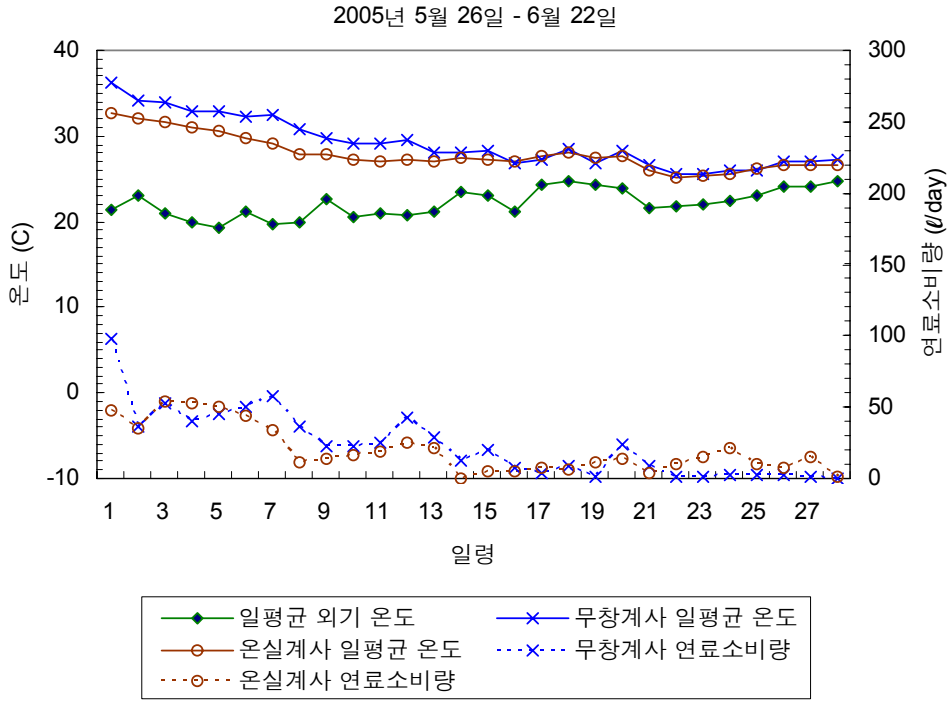


그림 3-23. 온실 내외부 온도와 난방용 연료 소비량의 변화(2005년 하계)

표 3-3. 사육기간별 난방용 연료 사용량의 누계

사육기간	외기 온도 평균	계사 온도 평균[1]		연료 소비량	
		무창계사	온실계사	무창계사	온실계사
2003. 8. 21. - 9. 16. (27일간)	25.6℃	29.3℃	29.3℃	259,867 ℓ (100)	167,126 ℓ (64, 57[3])
2004. 2. 5. - 3. 2. (27일간)	3.9℃	29.5℃	29.7℃	1,045,204 ℓ [2] (100)	1,564,060 ℓ [2] (150, 133[3])
2004. 5. 21. - 6. 17. (28일간)	20.4℃	28.6℃	28.4℃	471,822 ℓ (100)	486,521 ℓ (103, 92[3])
2005. 3. 23. - 4. 18. (26일간)	10.3℃	29.6℃	29.0℃	2,445,835 ℓ (100)	1,602,324 ℓ (66, 58[3])
2005. 5. 26. - 6. 22. (28일간)	21.2℃	31.2℃	29.1℃	655,578 ℓ (100)	555,956 ℓ (85, 75[3])

주: 1) 사육 초기 15일령까지 온도의 평균임.

2) 2월 5일부터 20일까지 16일간의 연료 소비량임.

3) 동일한 면적에 대하여 보정한 값임.

2003년 하계(8월 21일부터 9월 16일까지)의 경우 27일의 사육기간 동안 평균 외기온은 25.6℃이었으며 초기 15일 동안 무창계사와 온실계사는 평균 29.3℃로 거의 같은 온도를 유지하였다. 전체 사육기간 동안 무창계사는 259,867ℓ의 연료를 소비한 반면 온실계사는 167,126ℓ를 소비하여 온실계사의 연료소비량이 무창계사 소비량의 64%에 해당하였다.

2004년 하계(5월 21일부터 6월 17일까지)의 경우 28일의 사육기간 동안 평균 외기온은 20.4℃이었으며 초기 15일 동안 무창계사와 온실계사는 각각 평균 28.6℃와 28.4℃로 거의 같은 온도를 유지하였다. 전체 사육기간 중 무창계사는 471,822ℓ의 연료를 소비한 반면 온실계사는 486,521ℓ를 소비하여 온실계사의 연료소비량이 무창계사 소비량의 103%에 해당하였다.

한편, 2005년 하계(5월 26일부터 6월 22일까지)의 경우 28일의 사육기간 동안 평균 외기온은 21.2℃이었으며 초기 15일 동안 무창계사와 온실계사는 각각 평균 31.2℃와 29.1℃로 무창계사의 평균온도가 온실계사보다 2.1℃ 높았다. 이 기간 중 무창계사는 655,578ℓ의 연료를 소비한 반면 온실계사는 555,956ℓ를 소비하여 온실계사의 연료소비량이 무창계사 소비량의 85%에 해당하였다. 이 경우에는 무창계사의 온도를 표준 사육조건보다 높게 유지하였기 때문에 사육기간과 외기 온도 조건이 유사한 2004년도 하계에 비하여 연료 소비량이 크게 증가하였다.

2004년 동계(2월 5일부터 3월 2일까지)의 경우 27일의 사육기간 동안 평균 외기온은 3.94℃이었으며 초기 15일 동안 무창계사와 온실계사는 각각 평균 29.5℃와 29.7℃로 거의 같은 온도를 유지하였다. 이 기간 중에는 계사 작업자가 온풍 난방기에 연결된 연료 유량계의 배관을 제거하여 2월 21일부터는 유량 데이터가 손실되었다. 2월 20일까지 16일 동안 무창계사는 1,045,204ℓ의 연료를 소비한 반면 온실계사는 1,564,060ℓ를 소비하여 온실계사의 연료소비량이 무창계사 소비량의 150%에 해당하였다.

2005년 춘계(3월 23일부터 4월 18일까지)의 경우 26일의 사육기간 동안 평균 외기온은 10.3℃이었으며 초기 15일 동안 무창계사와 온실계사는 각각 평균 29.6℃

와 29.0℃로 무창계사의 평균 온도가 0.6℃ 높았다. 전체 사육기간 중 무창계사는 2,445,835ℓ의 연료를 소비한 반면 온실계사는 1,602,324ℓ를 소비하여 온실계사의 연료소비량이 무창계사 소비량의 66%에 해당하였다. 그림 3-20에서 보는 바와 같이 외기온이 낮은 동계 또는 춘계의 경우 무창계사는 바닥과 공기의 온도가 낮기 때문에 입추(병아리 입식) 준비기 및 입추 초기에 상대적으로 많은 난방 에너지가 소요되는 반면, 온실계사의 경우에는 난방을 하지 않아도 낮에는 20℃ 이상을 유지하기 때문에 초기의 난방 에너지가 적게 소요된다.

무창계사의 바닥 면적은 360 ㎡인 반면 온실계사는 405 ㎡로 온실계사의 실제 면적이 무창계사에 비해 12.5% 더 크기 때문에 이를 감안하여 동일한 360 ㎡의 면적에 대하여 비교한 값을 표 3-3에 표시하였다.

결과적으로 온실계사는 외기온이 높은 여름에 무창계사에 비해 연료 소비량이 적어 에너지 이용 측면에서 보다 효율적인 반면, 외기온이 낮은 겨울에는 무창계사가 보다 효율적임을 알 수 있다.

라. 계사에 따른 조도의 차

무창계사는 자연광이 완전히 차단된 상태에서 인공조명에 의존하므로 밤낮에 관계없이 동일한 광 환경이 조성되는 반면, 온실계사는 자연광이 계사 내부로 입사하기 때문에 시간대 별로 크게 다른 광 환경이 조성된다. 날씨가 맑았던 2003년 7월 18일 오후에 Testo 545 Lux meter를 이용하여 각 계사의 조도를 위치별로 측정하였다.

무창계사의 경우에는 인접한 4개의 전구 사이의 공간인 5.8 m × 6.5 m의 면적에서 등간격으로 25군데를 설정하여 각각 바닥으로부터 0, 30, 60 cm의 높이에서 조도를 측정하였다. 온실계사의 경우에는 온실의 중앙에서 온실의 길이 방향으로 16.8m, 폭 방향으로 5.6m의 공간에 대하여 등간격으로 21군데의 위치에서 바닥으로부터 30 cm 높이에서의 조도를 측정하였다. 또한 각 계사에서 조도 측정을 시작하기 직전과 측정 직후에 계사 외부의 조도를 측정하였다. 측정 결과는 표 3-4

에서 보는 바와 같다.

표 3-4. 계사별 조도 측정 결과

구분		무창계사			온실계사
측정 시간		14:15 - 15:48			15:50 - 16:15
외부 조도 평균 (Lux)		11,431			7,685
바닥으로부터의 거리		0	30 cm	60 cm	30 cm
계사 조도 (Lux)	평균	13.6	15.9	17.4	402
	최대	18	24	32	704
	최소	9	10	11	149
	표준편차	2.6	4.5	6.0	156

무창계사의 경우에는 바닥으로부터 0, 30, 60 cm의 높이에서 조도의 평균이 각각 13.6, 15.9, 17.4 Lux이었다. 온실계사의 경우에는 평균 조도가 402 Lux이었으며, 평균 광 투과율은 5.2%이었다. 외부의 광 조건이 같은 경우로 환산하면 바닥으로부터 30 cm의 높이에서 온실계사의 조도는 무창계사의 37.6배에 해당함을 알 수 있다.

마. 광 조건에 따른 육계의 행동

1) 음수 섭취량을 이용한 비교

2005년 춘계 사육기간인 3월 24일부터 4월 18일까지의 일평균 외기 온도, 일평균 계사 온도 및 일일 음수 섭취량을 분석하여 그림 3-24에 나타내었다. 음수 섭

취량은 계사별로 전체 육계(초기에는 계사별로 5,000수임)가 하루에 섭취한 양에 대항한다.

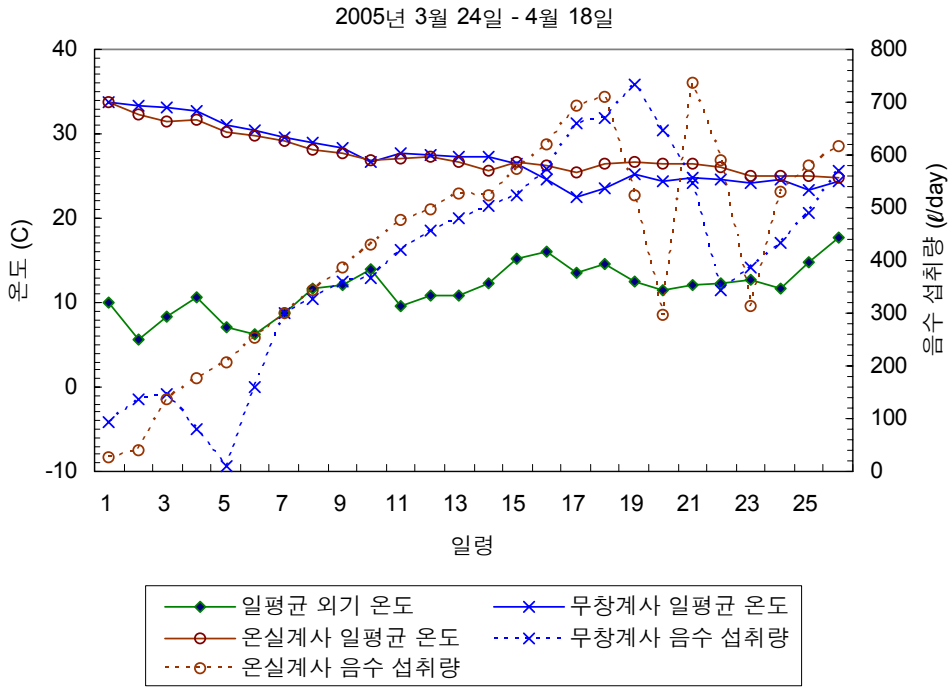


그림 3-24. 계사별 일일 음수 섭취량 비교

그림 3-5의 4일령부터 6일령까지 무창계사의 음수 섭취량이 낮은 것은 온실 관리자가 급수 라인의 밸브를 잘 못 조작하였기 때문인 것으로 판단된다. 사육 기간이 경과하여 육계의 증체가 진행됨에 따라 음수 섭취량이 증가하는 것으로 나타났다.

밤낮의 변화에 따른 육계의 음수 섭취 행태를 분석하기 위하여 생육 후기인 4월 16일과 17일의 음수 섭취량을 시간별로 분석하였다. 그림 3-25에서 보는 바와

같이 무창계사의 경우에는 음수 섭취량에 있어서 밤낮의 차이를 발견할 수 없으나 온실계사의 경우에는 그 차가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

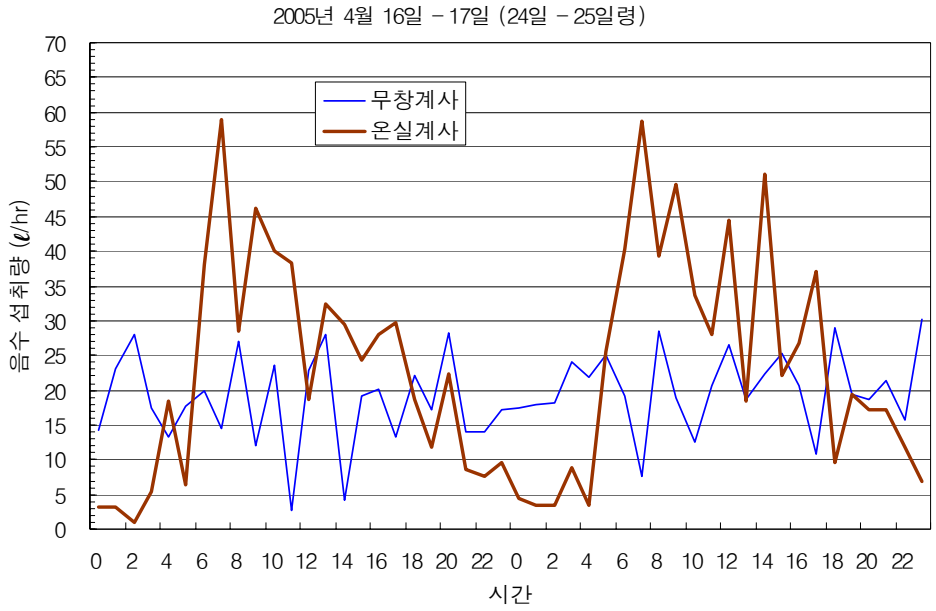


그림 3-25. 무창계사와 온실계사의 시간당 음수 섭취량

그림 3-26부터 3-28까지는 육계의 성장에 따른 계사별 음수 섭취 패턴의 변화를 나타낸 것으로서 각각 7일령, 16일령 및 24일령에 해당하는 계사별 전체 육계가 하루에 섭취한 음수량을 누적하여 나타낸 것이다. 이 세 그림에서 알 수 있듯이 무창계사에서 사육되는 육계는 음수 섭취에 있어서 밤과 낮의 차가 없으나 온실계사에서 사육되는 육계는 성장이 진행될수록 밤과 낮의 음수 섭취량의 차가 더욱 커진다. 온실계사에서는 자연광에 의해 밤과 낮이 구분되므로 육계가 밤에는 활동을 하지 않고 낮에는 활발하게 음수와 사료를 섭취한다는 것을 알 수 있다.

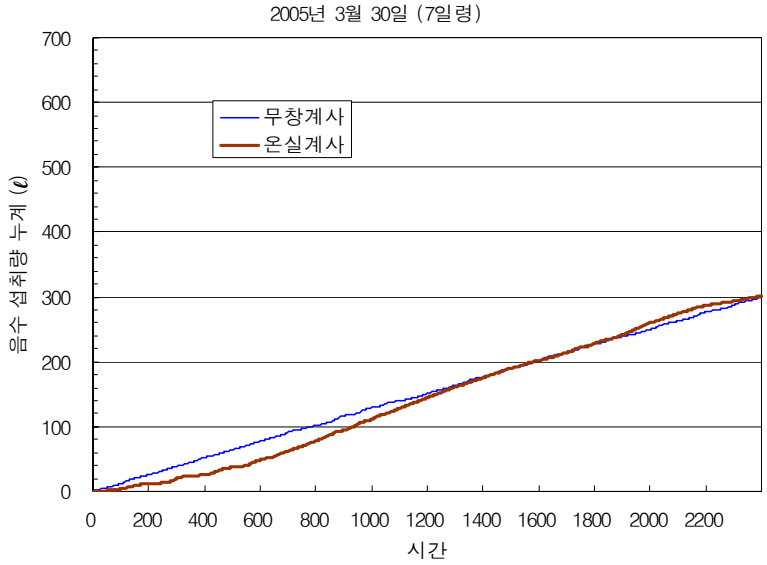


그림 3-26. 계사별 하루 음수 섭취량 누계 (7일령)

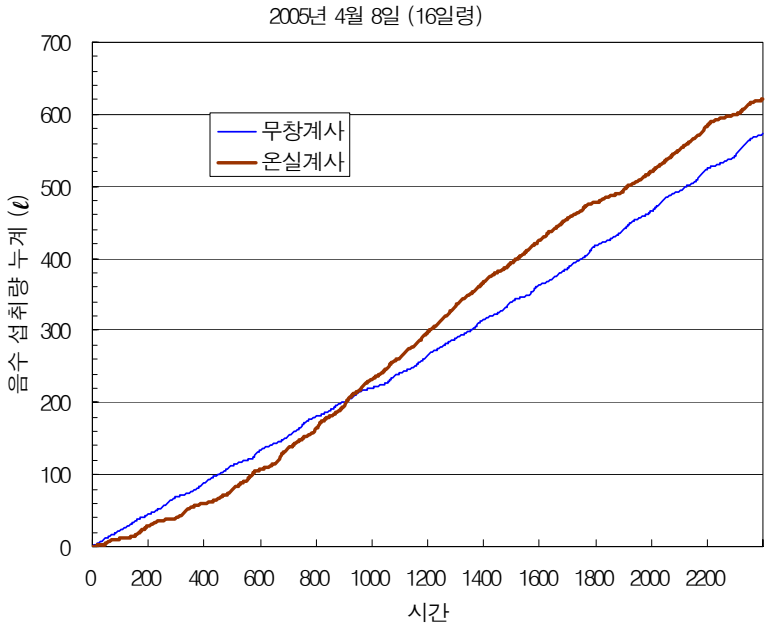


그림 3-27. 계사별 하루 음수 섭취량 누계 (16일령)

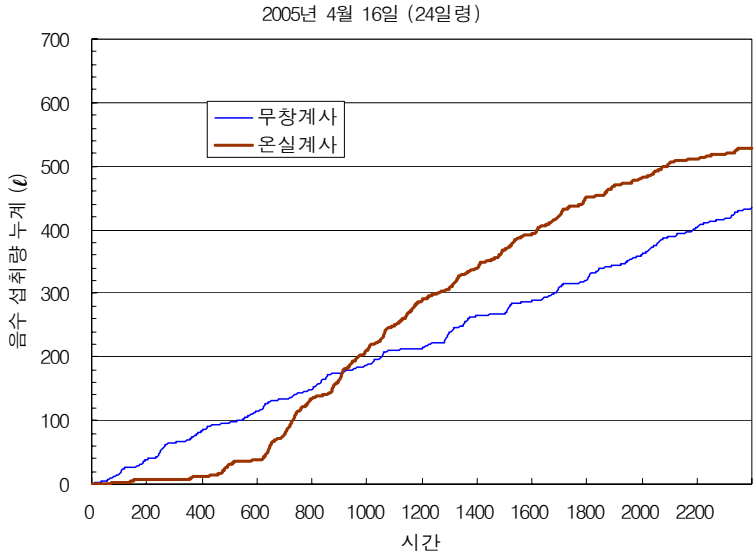


그림 3-28. 계사별 하루 음수 섭취량 누계 (24일령)

2) 계사 영상을 이용한 비교

광 환경에 따른 계사별 행동 패턴의 차를 계사 영상을 통하여 비교하였다. 온실계사에서 사육되는 육계의 행동 패턴에 서로 다른 오전 1시와 10시의 영상을 생육 기간에 따라 그림 3-29(5일령)과 그림 3-30(24일령)에 나타내었다.

그림으로부터 무창계사의 경우에는 일령과 시간에 따른 행동 패턴의 차를 발견할 수 없으나, 온실계사의 경우에는 5일령과 24일령에서 밤과 낮에 따른 음수 및 사료 섭취 패턴의 차를 발견할 수 있다. 온실계사에서 사육되는 육계의 경우에는 새벽 1시에는 음수나 사료를 섭취하는 육계의 비율이 낮은 반면 오전 10시에는 그 비율이 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 온실계사가 무창계사에 비해 보다 친환경적인 육계 사육시설이라는 것을 확인할 수 있다.

무창계사, 3월 28일 1시

온실계사, 3월 28일 1시

무창계사, 3월 28일 10시

온실계사, 3월 28일 10시

그림 3-29. 계사별 및 시간별 육계의 행동 패턴 (5일령)

무창계사, 4월 16일 1시

온실계사, 4월 16일 1시

무창계사, 4월 16일 10시

온실계사, 4월 16일 10시

그림 3-30. 계사별 및 시간별 육계의 행동 패턴 (24일령)

2. 상업용 계사의 환경관리 현황 조사

가) 보온덮개계사

그림 3-31은 2003년 8월2일부터 4일까지 여수시에 소재한 농장에서 측정한 외부 공기와 보온덮개계사 내부 공기의 온도와 상대습도를 나타낸 것이다. 8월 2일은 일령 5일째의 육추기로서 야간에 온풍기를 이용한 난방을 통하여 실내 온도를 약 32℃로 유지시키고 있는 것을 알 수 있다. 그림 3-32는 같은 기간에 대한 계사 내부 공기의 CO_2와 NH_3 가스의 농도 변화를 나타낸 것이다.

주간에는 환기에 의하여 가스의 농도가 매우 낮은 수준을 유지하지만, 야간에는 난방을 위해 환기창을 모두 닫았기 때문에 가스 농도가 매우 높아지는 것을 알 수 있다. 특히 8월 2일 밤의 경우에는 CO_2 농도가 계측기의 검출한계인 5000 ppm을 초과하여 출력이 포화된 것을 알 수 있으며, NH_3 농도 역시 40 ppm 정도까지 상승한 것을 알 수 있다. 한편 8월 3일 밤에는 CO_2와 NH_3 농도가 2일 밤보다는 상대적으로 낮아서 어느 정도 환기가 이루어 졌다는 것을 알 수 있다.

암모니아 가스는 계분으로부터 확산되며, 계사 내부에서의 허용수준은 25 ppm 이하이며, 500 ppm이상이면 치사수준에 해당한다(오, 1990). 따라서 5일령의 육추기 병아리로서 분뇨의 발생량이 상대적으로 적음에도 불구하고 암모니아 가스의 농도가 야간에 38 ppm까지 상승한 것은 환기의 필요성을 말해주는 것이라고 할 수 있다. CO_2 가스의 경우 계사 내 허용수준은 10000 ppm (1%) 이하이며, 치사수준은 30%이상이다(오, 1990). 그림으로부터 주간에 환기창을 열면 CO_2와 NH_3 가스 농도가 급격히 저하되는 것을 확인할 수 있다. 표 3-5는 환경 측정 데이터에 대한 통계치를 나타낸 것이다. 외기 온도의 최대치가 36.7℃까지 상승한 것은 간이 온습도 센서의 위치를 잘못 선정하여 태양이나 시멘트 바닥으로부터의 복사열에 의하여 센서가 가열되었기 때문인 것으로 판단된다.

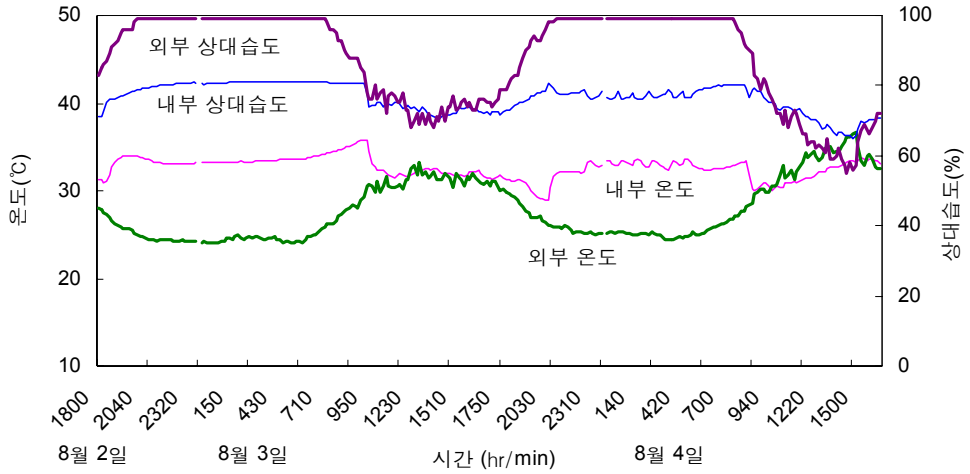


그림 3-31. 계사 내·외부의 온도와 상대습도 변화 (보온덮개계사, 야간 가온)

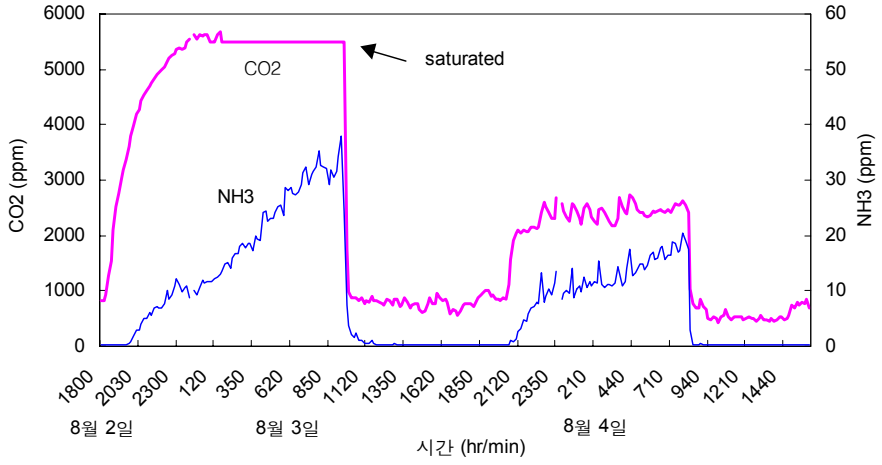


그림 3-32. 계사 내부 공기의 가스 농도 변화 (보온덮개계사, 야간 가온)

표 3-5. 여수시 소재 보온덮개 계사의 환경 통계치 (야간 가온)

	외기		계사 내부			
	온도*(℃)	상대습도 (%)	온도 (℃)	상대습도 (%)	CO_2 농도 (ppm)	NH_3 농도 (ppm)
평균	27.8	87.9	32.6	76.5	2589	8.6
최저	24.1	55.0	29.0	65.0	435	0.2
최고	36.7	99.0	35.8	80.9	5678	38.0

나) 무창계사

그림 3-33은 2003년 8월 9일부터 11일까지 나주시에서 측정한 외부 공기와 무창계사 내부 공기의 온도와 상대습도를 나타낸 것이다. 8월 9일은 일령 20일째의 육성기로서 야간에 난방을 하지 않았다. 그림 3-34는 같은 기간에 대한 계사 내부 공기의 CO_2와 NH_3가스의 농도 변화를 나타낸 것이다. 표 3-6은 환경 측정 데이터에 대한 통계치를 나타낸 것이다. 환기에 의해서 가스 농도가 육계의 사육에 적합한 수준으로 유지되고 있음을 알 수 있다.

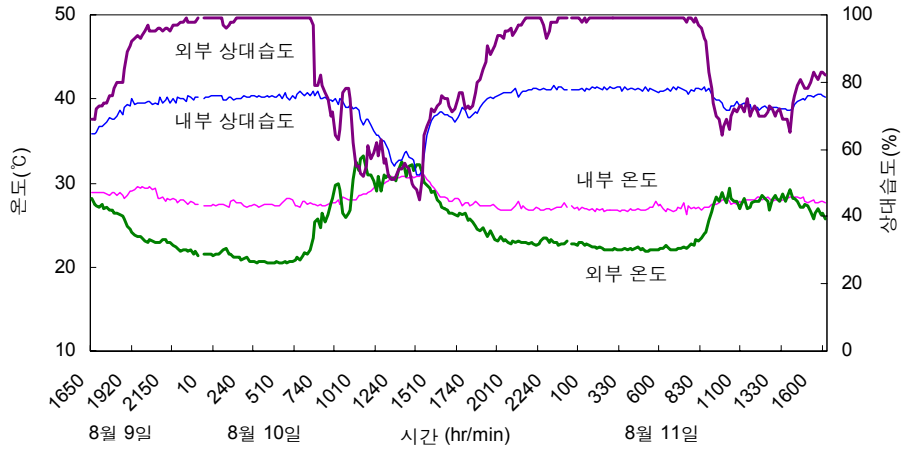


그림 3-33. 계사 내·외부의 온도와 상대습도 변화 (무창계사, 야간 무가온)

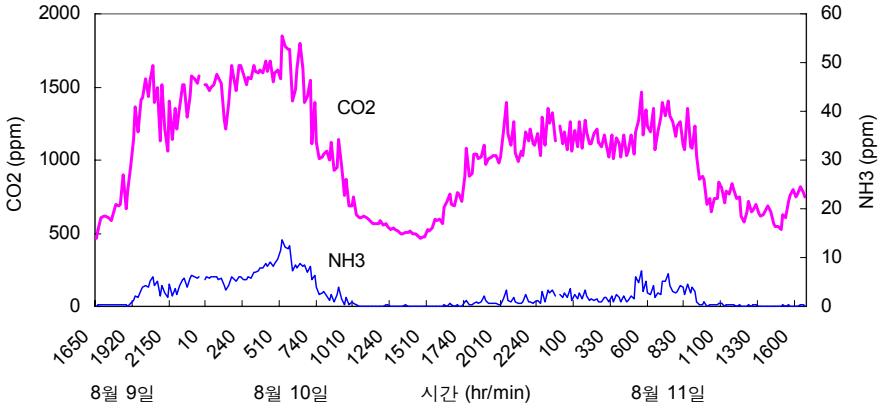


그림 3-34. 계사 내부 공기의 가스 농도 변화 (무창계사, 야간 무가온)

표 3-6. 나주시 소재 무창계사의 환경 통계치 (무가온)

	외기		계사 내부			
	온도 (℃)	상대습도 (%)	온도 (℃)	상대습도 (%)	CO_2 농도 (ppm)	NH_3 농도 (ppm)
평균	24.9	85.2	27.9	73.5	1046	2.4
최저	20.4	45.0	26.2	52.4	469	0.1
최고	33.3	99.0	31.2	79.1	1849	13.7

3. 온실계사 제어 프로그램

제어 프로그램은 온실계사 내의 환경 제어 시스템을 직접 구동시키는 Logic이며, 제어 Logic은 Main Logic과 이에 따르는 Sub Logic으로 구성되어 있다.

가. Main Logic

Main logic 부분은 계사 내의 환기와 온도, 습도 등의 제어에 필요한 환경요소, 즉 온도, 상대습도, 풍속, 풍향, 강우량, 일사량, 이산화탄소와 암모니아 가스농도를 각 센서로부터 읽어들인 입력 값들을 미리 설정해 놓은 설정 값과 비교하여 각종 제어를 실행하게 된다. 그리고 센서로부터 입력받은 실제 값들을 설정 값들과 비교하여, 가스농도, 온도, 습도가 적정 범위 내에 있으면 환기를 하거나 온도·습도를 맞추기 위한 제어가 실행되지 않고 그대로 제어 logic을 빠져 나가게 된다.

Main logic은 크게 환기부분과 온도·습도 부분으로 구성하였다. 여기서 환기는 가스 농도를 낮추기 위한 조작만을 의미하며, 온도와 습도를 제어하기 위한 환기 동작은 별도의 온도·습도 제어 부분에 포함시켰다. 온실계사 내의 환기가 온도·습도 제어보다 먼저 이루어지고, 다음 온도·습도 부분이 작동하게 된다.

환기는 암모니아와 이산화탄소 가스 농도에 한해서 이루어지며, 가스농도가 설정치 보다 높은 경우에는 Sub Logic 1(환기를 위한 Logic)이 실행된다.

온도·습도 제어는 4가지 경우로 구분하였으며, 1) 고온·저습일 때, 2) 저온·고습일 때, 3) (고온)·고습일 때, 4) (저온)·저습일 때로 구분하였다. 여기서 저온은 계사 내부의 온도가 설정치 보다 낮은 경우이며, 고온은 설정치 보다 높은 경우이다. 습도의 경우에도 마찬가지이다.

우선, 고온·저습인 경우 계사 외부의 온도가 계사 내의 온도보다 낮으면 난방기의 송풍기능을 이용하여 밖의 공기를 계사 내로 불어넣어 공기를 혼합한다. 그러나 이 조건이 만족되지 않으면 습도를 비교하게 되고, 습도가 설정 습도보다 낮으면, 미스트 냉각장치가 작동되어 습도와 온도를 맞추게 된다. 마지막으로 온도와 습도가 이 두 가지 조건에 맞지 않으면, Sub Logic 2(Cooling을 위한 Logic)가 실행된다.

저온·고습인 경우 계사 외부의 온도가 내부의 온도보다 높으면 난방기의 송풍기능을 이용하여 밖의 공기를 계사 내로 불어넣어 공기를 혼합한다. 그러나 이 조건이 만족되지 않으면 습도를 비교하게 되고, 습도가 설정 습도보다 높으면 Sub

Logic 3(Heating을 위한 Logic)이 실행된다. 단 이 경우 습도가 설정 습도보다 낮아도 Sub Logic 3(Heating을 위한 Logic)은 실행된다. 대신 습도의 경우는 (고온)·저습과 (저온)·저습인 경우에 보완 할 수가 있다.

(고온)·저습인 경우 계사 외의 습도가 설정 습도보다 낮은 경우 난방기의 송풍기능을 이용하여 계사 밖의 공기를 계사 내로 불어넣어 공기를 혼합한다.

(저온)·저습인 경우 계사 외의 습도가 설정 습도보다 높은 경우 난방기의 송풍기능을 이용하여 계사 밖의 공기를 계사 내로 불어넣어 공기를 혼합한다. 그러나 이 조건이 만족되지 않으면 미스트 냉각장치를 작동시켜 습도를 조절하게 된다.

이상의 제어에서 계사 내의 기온이 설정 최저 온도보다 낮은 경우에는 습도 에 상관없이 일단 온풍기를 작동시켜 공기를 가열하고, 온도에 영향을 작게 미치는 기기부터 작동시켰다. 또한 감온의 경우에는 온도·습도가 급변 할 수 있으므로, 풍속·일사량 등을 고려하여 Logic을 수행하였으며, 비가 오는 경우와 오지 않는 경우도 고려하였다. 그림 3-35에 Main Flow-chart를 나타내었다.

나. Sub Logic

크게 환기, 냉각, 가열로 구분할 수 있다. 각각의 작동 기기별로 순서를 두어 하나의 작동기기가 동작을 하여도 계사 내의 환경이 적정 수준에 이르지 못하면 다음 작동기기의 동작으로 넘어가게 된다.

1) Ventilation Logic

측정된 계사 내의 이산화탄소와 암모니아 가스의 농도가 설정치 보다 높을 시에는 온도·습도와 상관없이 환기 Logic이 수행되도록 하였다. 우선 측장을 절반씩 열고, 다음 비가 오는지 여부를 판단하여 비가 오는 경우에는 천창을 열지 않고, 비가 오지 않는 경우에는 천창을 열게끔 하였다. 측창과 천창이 다 열리고 나면, 마지막으로 팬을 작동시켰다.

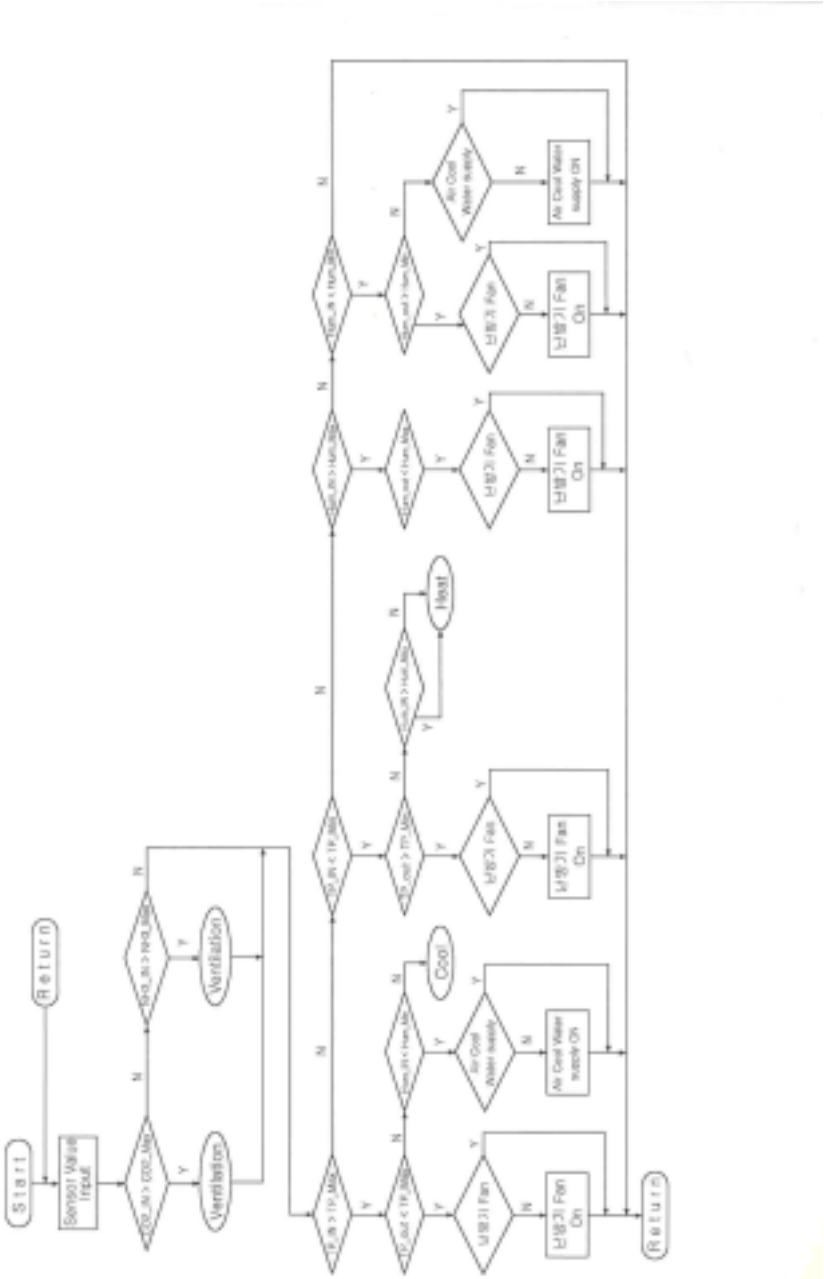


그림 3-35. Main Flow-chart

위 과정에서 측창의 경우는 1중, 2중, 3중 측창으로 구성되어 있으며, 1중 창부터 순서대로 3중창 까지 작동이 되며, 측창이 절반씩 열릴 때 일정한 시간(약 5분)이 지나도 계사내의 설정치 농도 이하로 떨어지지 않으면, 다음 창이 열리는 순서대로 Logic loop가 진행되며, 측창이 다 열렸을 경우에도 계사내의 농도가 떨어지지 않으면, 그때 천창과 팬 순서대로 제어를 행하도록 하였다. 그림 3-36은 Ventilation Flow-Chart를 나타낸 것이다.

2) Cooling Logic

Main logic에서 측정된 값들을 설정치들과 비교하여, 계사 내의 측정온도가 설정된 최고온도보다 높고, 측정된 계사 내의 습도가 설정된 최저습도보다 낮지 않은 경우라고 판단 될 때 Cooling 과정을 수행하게 된다.

감온 과정은 가열 과정과는 반대과정이며, 가열의 과정보다는 비교적 계사내의 급작스런 온도·습도 변화를 가져올 우려가 높기 때문에 가열 과정보다는 좀더 신중하게 제어 Logic을 작성하였다.

작동기기의 동작 순서는 난방기, 측창, 천창, 팬의 순서이다. 감온과정에서는 풍속과 일사량을 고려하여 제어 logic을 작성하였다. 또 비가 오는 경우 계사 내로 비가 들어오는 것을 방지하기 위하여 비가 오는 경우와 비가 오지 않는 경우에 천창의 작동여부를 판단하기 위하여 강우량도 고려하여 수행하였다.

우선, 감온과정에서는 난방기의 작동여부를 판단하여 난방기가 작동이 되고 있을 경우에는 난방기의 작동을 멈추게 된다. 다음 외부풍속을 판단하여 풍속이 창문 개폐허용 풍속 안에 들어오는 경우인지를 판단하여, 허용 범위 안에 있다고 판단이 되면, 측창을 먼저 열게 된다. 측창의 경우는 1중, 2중, 3중으로 구성되어있으며, 구성된 순서대로 절반씩 열게 된다. 측창의 작동이 완료된 후에도 계사내부의 온도가 설정치보다 높을 경우에는 천창이 작동된다.

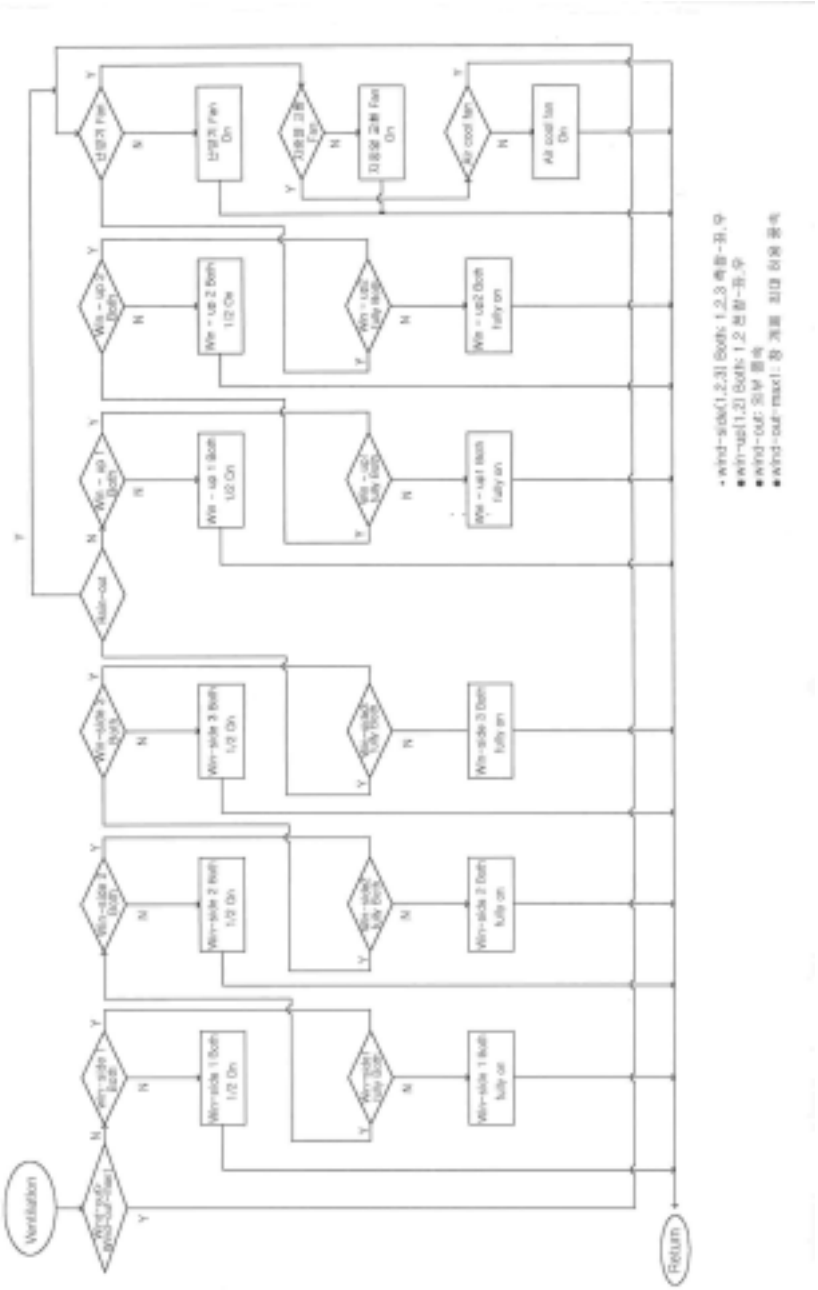


그림 3-36. Ventilation Flow-Chart

천창의 경우는 계사의 위쪽에 설치되어 있기 때문에 비가 들어올 가능성이 상당히 높고, 계에게 상당한 악영향을 미칠 가능성이 있어, 강우의 여부를 판단하여 작동이 된다. 비가 오지 않을 경우에는 측창과 마찬가지로 절반씩 작동이 된다. 또한 천창중 2중 천창의 경우에는 계사내의 보온의 효과가 있어 일사량을 고려하여 해가 뜨지 않을 경우에는 2중 천창을 작동시키지 않는다. 일사량이 온실계사 내에 미치는 영향이 온도·습도 변화에 상당한 관련이 있는 만큼 감온 과정에서도 신중하게 할 필요성이 있는 부분이다.

측창과 천창이 작동된 후에도 온실계사의 내부온도가 떨어지지 않을 경우에는 마지막으로 팬을 가동시켜 계사내의 공기를 외부공기와 희석 시켜줌으로서 좀더 효과적인 감온과정이 될 수있도록 제어 logic을 작성하였다. 그림 3-37은 Cooling flow-chart를 나타낸 것이다.

3) Heating Logic

측정된 계사 내의 온도가 설정된 계사 내의 최저온도보다 낮을 경우에는 습도에 관계없이 일단 가열을 하도록 하였다. 계사 내의 온도를 높여 줄 때에는 갑작스런 온도변화를 막기 위하여 온도에 영향을 작게 미치는 작동기기부터 작동시켰다. 작동 기기들의 작동순서는 팬, 천창, 측창, 그리고 난방기 순서대로 제어를 실행하도록 하였다. 우선 팬을 먼저 확인을 하고, 다음 천창, 측창 순서대로 실행되며, 위의 모든 작동 기기들이 작동을 했을 경우에도 계사내의 온도가 설정치 값보다 높지 않으면 마지막으로 난방기를 가동시키게 된다.

구체적인 과정을 살펴보면 Main Logic에서 가열작동여부가 판단이 되면, 먼저 온도변화에 영향을 가작 작게 미치는 팬의 작동 여부를 확인한 다음 팬이 켜져 있으면 팬의 작동을 멈추게 하여 외부의 공기가 실내로 들어오는 것을 막음으로써 보온의 효과를 낼 수 있다.

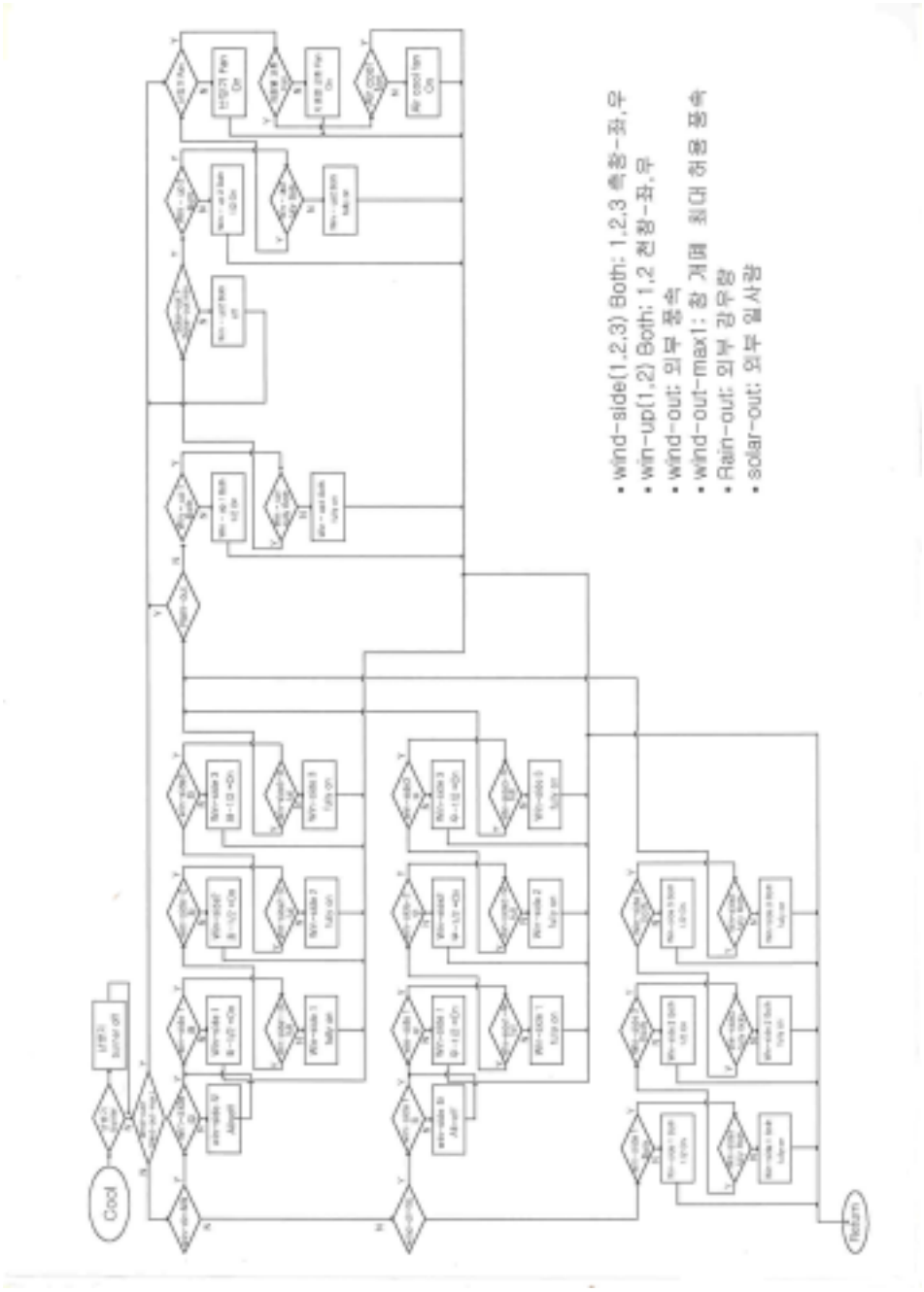


그림 3-37. Cooling Flow-Chart

팬이 작동이 완료되었을 때에도 가열을 해줄 필요가 있을 때에는 천창과 측창을 제어함으로서 가열의 효과를 얻도록 하였다. 우선, 천창이 열려져있으면 천창을 닫음으로서 보온의 효과를 얻도록 하였으며, 천창이 닫혀도 가열을 해줄 필요성이 있으면 측창마저 닫는다.

마지막으로 가열의 효과를 얻기 위해서는 난방기를 작동시키는 것이다. 난방기는 계사 내부의 온도를 높여주는 마지막 수단이며, 일반적으로 난방기의 사양과 계사 내부의 크기가 균형을 이루고 있다면, 계사 내의 최저온도 이상으로 유지시킬 수 있을 것이다. 그림 3-38은 Heating Flow-Chart를 나타낸 것이다.

다. 제어 프로그램의 내용

제어 프로그램을 비트 방식으로 작성하였다. 창(천창과 측창)과 장치기기들의 상태를 각각의 비트에 기억시켜 작동될 수 있게 하였다. 창의 경우 제어대상인 창은 천창 4개와 측창 6개로 모두 10개이며, 장치기기의 경우는 난방기의 버너와 팬, Mist 냉각장치의 팬과 밸브(솔레노이드 밸브), 지중열교환 팬, 그리고 전등이다.

창의 경우는 b_0~ b_{19}까지 총 20개를 사용하였으며, 장치기기의 경우는 b_0~ b_5까지 총 6개를 사용하였다. 표 4.3과 4.4에 각각의 제어대상에 대한 비트 설정 부분을 나타내었다.

표 3-7에서와 같이 10개의 창에 각각 2비트씩 총 20개 비트를 배정을 하였다. 예를 들어, 2비트의 값이 00인 경우에는 창이 완전히 닫힌 상태, 01인 경우에는 절반이 열린 상태, 10인 경우에는 완전히 열린 경우로 설정하였다. 표 3-8에서와 같이 창 외의 장치기기에 각각의 1비트씩 배정을 하였으며, 0인 경우는 장치기기들이 꺼진 경우이며 1인 경우는 켜진 경우로 설정하였다. 또한, 프로그램에서는 Logger Net에서 제공되는 Timer Instruction을 이용하여 창과 장치기기들의 작동여부를 시간으로 제어하였다.

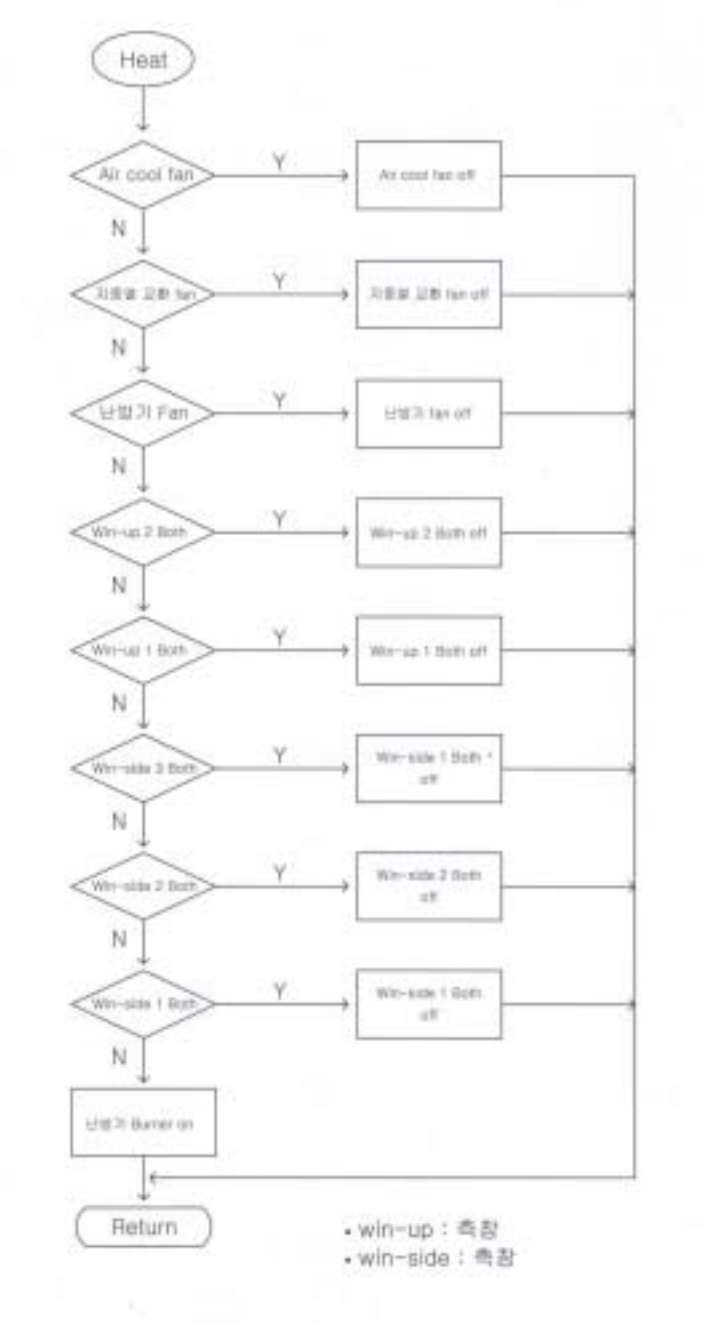


그림 3-38. Heating Flow Chart

표 3-7. 각 천창과 측창의 비트 설정

1중창				2중창				3중창	
Side		Ceiling		Side		Ceiling		Side	
Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
b_0 b_1 b_2 b_3		b_4 b_5 b_6 b_7		b_8 b_9 b_{10} b_{11}		b_{12} b_{13} b_{14} b_{15}		b_{16} b_{17} b_{18} b_{19}	
2^0 2^1 2^2 2^3		2^4 2^5 2^6 2^7		2^8 2^9 2^{10} 2^{11}		2^{12} 2^{13} 2^{14} 2^{15}		2^{16} 2^{17} 2^{18} 2^{19}	
0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0	
0 1 0 1		0 1 0 1		0 1 0 1		0 1 0 1		0 1 0 1	
1 0 1 0		1 0 1 0		1 0 1 0		1 0 1 0		1 0 1 0	

표 3-8. 각 장치의 비트 설정

Heater		Cooler		Underground heat exchange fan	Light
Burner	Fan	Fan	Valve		
b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1

계사의 경우는 온도설정이 상당히 중요하다. 따라서 온풍 난방기의 경우 닭이 입추되는 때의 온도 설정부터 닭이 출하될 때까지의 계사 내의 온도설정값이 각 일령마다 다르다. 이러한 점을 고려하여 프로그램 작성 시 다항식을 이용하여 각 일령별 설정온도를 계산하였다. 다항식은 SAS 프로그램을 이용하여 계산하였으며, 일령별 온도 설정값과 다항식에 의한 계산치의 최대 편차는 -0.499 ℃이었다.

$$Y = 33.93167 - 1.07779X + 0.05759X^2 - 0.00197X^3$$
$$+ 0.00003718X^4 - 3.1182E-7X^5$$

여기서, X = 일령 (days)

Y = 설정온도 (℃)

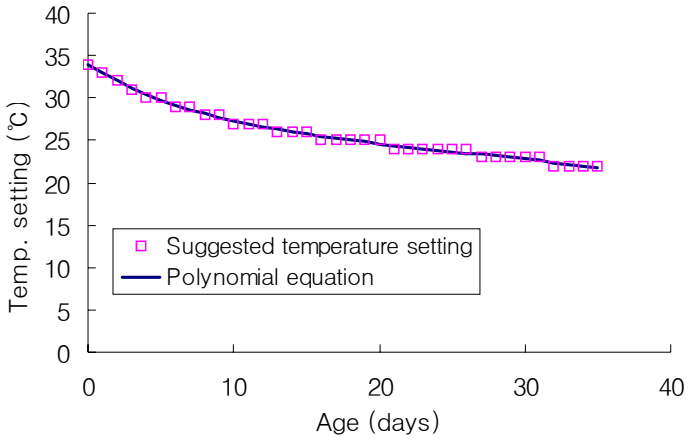


그림 3-39. 다항식을 이용한 설정온도값 계산

4. 육계의 열 및 수분 발생량 조사

Gates(1993) 등은 니플 급수기를 사용하는 터널환기 방식의 현대식 계사를 대상으로 육계의 현열 및 잠열 방생량을 추정하는 수식을 개발하였다. 아래의 수식에서 x는 육계의 일령(bird age, days)을 나타내며, Q_S와 Q_L은 각각 현열과 잠열 발생량으로서 단위는 W/kg이다. 이 데이터는 미국농공학회의 환기시설 설계를

위한 표준(ASAE EP270.5)으로 채택되어 있다.

현열 발생량

$$Q_S = 0.64074 \exp(-6519 + 2.9186x - 0.24162x^2), \quad 3 \le x \le 5$$

$$Q_S = 0.64074 \exp(1.8662 + 0.054213x - 0.00161x^2), \quad 6 \le x \le 19$$

○ 온도 15.6℃의 경우

$$Q_S = 0.64074 (38.612 - 2.6224x + 0.072047x^2 - 0.00066x^3), \quad 20 \le x \le 41$$

$$Q_S = 0.64074 \times 6.717, \quad 42 \le x \le 48$$

○ 온도 21.1℃의 경우

$$Q_S = 0.64074 (36.070 - 2.3107x + 0.058862x^2 - 0.00051x^3), \quad 20 \le x \le 39$$

$$Q_S = 0.64074 \times 5.220, \quad 40 \le x \le 48$$

○ 온도 26.7℃의 경우

$$Q_S = 0.64074 \exp(5.3611 - 0.16177x), \quad 20 \le x \le 23$$

$$Q_S = 0.64074 \times 5.0, \quad 24 \le x \le 48$$

잠열 발생량

$$Q_L = 0.64074 (-42.961 + 27.415x - 2.84344x^2), \quad 2 \le x \le 5$$

$$Q_L = 0.64074 (36.424 - 2.8998x + 0.08676x^2), \quad 6 \le x \le 15$$

$$Q_L = 0.64074 (15.812 - 0.022611x), \quad 16 \le x \le 19$$

○ 온도 15.6℃의 경우

$$Q_L = 0.64074 (22.285 - 0.78279x + 0.011503x^2 - 0.000038x^3), \quad 20 \le x \le 43$$

$$Q_L = 0.64074 \times 1,192, \quad 44 \le x \le 48$$

○ 온도 21.1℃의 경우

$Q_L = 0.64074\ (11.221 + 0.40495x - 0.02727x^2 - 0.00353x^3),\quad 20 \le x \le 43$

$Q_L = 0.64074 \times 6.278,\quad 44 \le x \le 48$

○ 온도 26.7℃의 경우

$Q_L = 0.64074\ (20.094 - 0.70318x + 0.015182x^2 - 0.000108x^3),\quad 20 \le x \le 42$

$Q_s = 0.64074 \times 9.340,\quad 43 \le x \le 48$

또한 현열과 잠열의 열평형에 관련되는 모든 인자들을 고려한 계사의 환기 시스템에 가해지는 열부하는 다음과 같이 구할 수 있다고 보고하였다.

$$Q_T = \alpha Q_L + \beta Q_S$$

여기서 $\alpha = 1.75 - 0.247 \ln x,\quad 3 \le x \le 43$

$$\beta = 1 + \frac{Q_L}{Q_S}(1 - \alpha)$$

제 4 장 복층온실 계사의 사양관리 시스템 개발

제 1 절 서 언

최근 우리나라의 육계산업은 수입닭고기의 높은 시장점유율로 소비자가 요구하는 양질의 부분육 기술이 미흡한 실정이다. 현재 육계산업은 품질경쟁력 향상으로 브랜드화 정착과 더불어 고부가가치의 가공품 개발 등으로 수입에 대응하면서 지리적으로 가까운 일본시장을 개척하여야 지속적인 발전을 기대 할 수 있을 것이다. 우리나라 육계농가들은 국내외에서 개발한 첨단기술을 빠르게 실용화하여 품질이 우수한 닭고기를 값싸게 생산함으로써 한국의 육계산업을 수출산업으로 발전시켜야 할 것이다.

현재 육계산업은 사양 및 육종기술의 발달로 매년 0.5씩 출하일령이 단축되어 왔다(Leeson과 Summers,1997). 그러나 이러한 생산성만을 고려한 사양과 육종으로 인해 육계사육시 급사증후군(SDS), 복수증과 각약증 등이 증가하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 다양한 점등사육프로그램이 연구되었다(Buckland, 1975). 실제로 어린 병아리에 8시간은 어둡게 처리하고 16시간은 밝게 처리하여 사육한 결과 림프구의 수가 현저하게 증가하였으며 림프구의 증식도도 증대되었다고 하였다(Mashaly, 1988). 이러한 결과는 현재 육계 사육방법에 있어 육계사의 개선점을 찾을수 있을 것으로 본다. 우리나라는 80년대까지는 개방계사에서 노동 집약적 사양관리방식으로 사육했으며, 90년대 접어들면서 가축관리 노동력 부족을 메우기 위해 본격적으로 무창계사라는 개념을 도입하게 되었다. 이때부터 환경제어 시설 및 축산자동화로 인하여 사육규모의 확대화를 이루어 왔다. 그러나 힘든 일, 더러운 일, 위험한 일을 기피하는 3D 현상과 효율적 작업이 어려운 양계기계의 낙후 및 자동화 시설에 대한 효율과 분석이 없어 열악한 사육환경에서 사육하고 있다(축산기술연구소, 1999).

닭은 특히 온도, 습도, 환기, 사육밀도, 안정감 및 병균의 침입등의 환경요소에

대한 최적 환경관리가 되지 않을 경우 성장이 크게 둔화되는 경우가 있다(오 등, 1998). 그러나 우리나라의 양계에 대한 육계 사육시설의 설계는 연구로서 소개정도(장, 1994)이며, 또한 무창계사에 대한 효율성분석도 황보 등(2002)에 의한 것이 유일한 실정이다. 본 연구는 기존의 무창계사 개념의 육계사와 자연광을 이용한 친환경적 복층온실계사를 설계하여 효율성분석 및 육계생산성을 비교, 검증하고자 하였다.

따라서 본 연구는 무창계사와 복층온실계사를 대상으로 육계사육시험을 통하여 육계생산성을 비교, 검증하고자 본 연구를 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 육계 생산성 평가

1) 시험장소

본 사양시험은 「전남 고흥군 대서면 안남리」소재의 신축 시험계사인 무창계사 100평과 복층온실계사 100평에서 실시하였다

그림 4-1. 시험계사 (무창계사, 복층온실계사)

2) 시험기간

본 연구의 시험기간은 2003년 6월 18일부터 2005년 6월 22일까지 3년에 걸쳐 총 5회 육계사양시험을 수행하였다.

3) 공시동물 및 사양관리

본 연구의 공시된 육계는 매회 시험시 평균체중 약 55g정도의 Ross broiler 10,000수씩를 선택하여 무창계사 및 복층온실계사에 각각 5,000수씩 공시하였다. 사양관리는 무창계사를 대조구로 하고, 복층온실계사를 시험구로 하는 2처리구의 사양시험을 수행하였으며, 각 처리구당 완전 임의적으로 5,000수씩 입추시켜, 28일~35일간 본 연구를 수행하였다. 매회 시험시 전시험기간동안 물과 사료는 자유섭취토록 하였으며, 사양시험기간동안 매 1주마다 1회씩 각 처리구별로 5구획으로 나누어, 10수씩 체중을 측정하였고, 사료의 급여량과 잔량을 조사하여 주령별 사료섭취량과 증체량을 측정하였다. 기타 사양관리는 일반 관행에 준하여 사육하였다.

4) 시험사료

본 사양시험에 사용된 시험사료의 영양성분을 표 4-1에 나타내었다. 본 시험에 사용한 사료는 국내 사료제조회사인 S사에서 판매중인 사료를 구입하여, 초기, 중기, 말기의 사육단계별로 3단계로 나누어 급여하였다.

5) 조사항목 및 조사방법

(1) 증체량

체중측정은 개시시부터 시험종료시까지 매주 일정한 시간에 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 감하여 구하였다.

(2) 사료섭취량 및 사료효율

사료섭취량은 매주 체중측정 직전에 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였

다. 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어서 구하였다.

(3) 폐사율

폐사수를 매일 조사하여 1주단위로 기록하였으며, 폐사율은 폐사수를 총 공시계수로 나누어 백분율로 나타냈다.

표 4-1. 시험사료의 영양성분

일 령	영양성분	무창계사	복층온실계사
		함 량 (%)	
5	조단백질	20.50	20.50
	조 지 방	3.00	3.00
	조 섬 유	6.00	6.00
	조 회 분	10.00	10.00
	칼 슘	0.60	0.60
	인	0.40	0.40
	메치오닌+시스틴	0.69	0.69
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00
6~25	조단백질	19.00	19.00
	조 지 방	3.00	3.00
	조 섬 유	6.00	6.00
	조 회 분	10.00	10.00
	칼 슘	0.60	0.60
	인	0.40	0.40
	메치오닌+시스틴	0.64	0.64
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00
26~35	조단백질	17.50	17.50
	조 지 방	3.00	3.00
	조 섬 유	6.00	6.00
	조 회 분	10.00	10.00
	칼 슘	0.60	0.60
	인	0.40	0.40
	메치오닌+시스틴	0.59	0.59
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00

2. 무항생제 사양을 통한 육계생산성 평가

1) 시험장소

본 사양시험은 「전남 고흥군 대서면 안남리」소재의 신축 시험계사인 무창계사 100평과 복층온실계사 100평에서 실시하였다.

2) 시험기간

본 연구의 시험기간은 2004년 2월 4일부터 2004년 3월 3일까지 4주간과 2004년 4월 19일부터 2004년 6월 16일까지 4주간동안 2회 반복시험을 수행하였다.

3) 공시동물 및 사양관리

본 연구를 위해서 공시된 육계는 매회 시험시 평균체중 약 41~44g정도의 Ross broiler 10,000수씩를 선택하여 무창계사 및 복층온실계사에 각각 5,000수씩 공시하였다. 사양관리는 무창계사를 대조구로 하고, 복층온실계사를 시험구로 하는 2처리구의 사양시험을 수행하였으며, 각 처리구당 완전 임의적으로 5,000수씩 입추시켜, 28일간 본 연구를 수행하였다. 매회 시험시 전시험기간동안 물과 사료는 자유 섭취토록 하였으며, 사양시험기간동안 매 1주마다 1회씩 각 처리구별로 5구획으로 나누어, 10수씩 체중을 측정하였고, 사료의 급여량과 잔량을 조사하여 주령별 사료섭취량과 증체량을 측정하였다. 기타 사양관리는 일반 관행에 준하여 사육하였다.

그림 4-2. 입추후 습식사료 급여

4) 시험사료

본 사양시험에 사용된 시험사료의 영양성분을 표 4-2에 나타내었다. 본 시험에 사용한 사료는 국내 사료제조회사인 S사에서 판매중인 사료를 구입하여, 초기, 중기, 말기의 사육단계별로 3단계로 나누어 급여하였다. 사료급여 방법은 무제한 급이로 하였으며, 본 사양시험에 사용된 시험사료는 항생제를 첨가하지 않았으며, 항생제 대신 복합유산균제제(*Lactobacillus acidophilus, Enterococcus faecium* 10^8 g/cfu)를 사료 kg당 1%로 첨가하였다.

표 4-2. 무항생제 시험의 시험사료 성분

일 령	영양성분	무창계사	복층온실계사	복합생균제
		함	량 (%)	
5	조단백질	20.50	20.50	사료 kg당 1% 첨가
	조 지 방	3.00	3.00	
	조 섬 유	6.00	6.00	
	조 회 분	10.00	10.00	
	칼 슘	0.60	0.60	
	인	0.40	0.40	
	메치오닌+시스틴	0.69	0.69	
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00	
6~20	조단백질	19.00	19.00	사료 kg당 1%첨가
	조 지 방	3.00	3.00	
	조 섬 유	6.00	6.00	
	조 회 분	10.00	10.00	
	칼 슘	0.60	0.60	
	인	0.40	0.40	
	메치오닌+시스틴	0.64	0.64	
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00	
21~ 시험종료시	조단백질	17.50	17.50	사료 kg당 1%첨가
	조 지 방	3.00	3.00	
	조 섬 유	6.00	6.00	
	조 회 분	10.00	10.00	
	칼 슘	0.60	0.60	
	인	0.40	0.40	
	메치오닌+시스틴	0.59	0.59	
	DE(Mcal/kg)	3.00	3.00	

5) 조사항목 및 조사방법

본 시험의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율, 폐사율 조사방법은 육계생산성 시험방법과 동일하다.

그림 4-3. 체중측정

제 3 절 결과 및 고찰

1. 시험계사의 육계생산성 평가

가. 다음의 결과는 2003년 6월~7월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 체중 및 증체량의 변화

본 시험의 주령별 체중 및 증체량은 표 4-3과 같다. 본 시험에서의 종료시 5주령 체중을 보면, 복층온실계사 2,104g, 무창계사 2,048g로 나타나, 복층온실계사가

무창계사보다 약 56g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 전시험기간동안의 육계의 총증체량은, 복층온실계사 2048.7g, 무창계사 1,991.8g으로, 복층온실계사가 무창계사보다 약 57g정도 더 높은 증체량을 보였다. 주령별 증체량의 변화를 보면, 3주령이후 시험종료시에 복층온실계사가 증체량이 높게 나타나는 경향을 보였다. 이러한 결과로 볼 때, 복층온실계사는 기존의 현장 육계사 및 무창계사에 비해 육계의 생산성을 높일수 있는 가능성이 클 것으로 기대된다. 또한 현재 우리나라 육계농가의 출하시기 및 출하체중이 35일~37일령, 체중 1,500g인데 반하여, 본 사양시험의 4주령(28일령)시에 출하체중에 다달아 육계농가의 년간 사육회전을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

표 4-3. 육계의 주령별 체중 및 증체량 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	평균체중(g)	증체량(g)	평균체중(g)	증체량(g)
0 주 령	56.2	-	55.3	-
1 주 령	154.2	98	152	96.7
2 주 령	448.3	294.1	431.2	279.2
3 주 령	851.0	402.7	867	435.8
4 주 령	1,494	643	1,516	649
5 주 령	2,048	554	2,104	588
총증체량		1,991.8		2,048.7

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

본 시험의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화는 표 4-4와 같다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 사료섭취량과 사료효율을 보면, 총사료섭취량은 복층온실계사 3.16kg, 무창계사 3.23kg으로 복층온실계사에서 약 70g정도 사료를 더 적게 섭취한 것으로 나타났으며, 사료효율에서는 복층온실계사 0.70, 무창계사가 0.66으로 복층온실계사가 사료효율이 높은 것으로 평가되었다. 주령별 사료효율의 변화를 보면, 시험 1주령과 2주령에서는 무창계사가 더 높은 사료효율을 보였으나,

3주령이후 시험종료시는 복층온실계사가 더 높게 나타나는 경향을 보였다. 본 사양시험의 증체량 및 사료효율의 결과로 볼 때, 복층온실계사의 육계생산성 증대를 기대할 수 있을 것으로 사료되며, 계속적인 사양시험을 통하여 현장적용 가능성 및 생산성 증대를 위한 심도있는 검증이 필요할 것으로 판단된다.

표 4-4. 육계의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	사료섭취량(kg)	사료효율	사료섭취량(kg)	사료효율
1 주 령	0.121	0.81	0.116	0.83
2 주 령	0.380	0.77	0.390	0.72
3 주 령	0.619	0.65	0.601	0.73
4 주 령	1.00	0.64	0.949	0.68
5 주 령	1.11	0.50	1.106	0.53
합계,평균	3.23	0.66	3.16	0.70

3) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 폐사율 비교

본 시험의 주령별 폐사수 및 폐사율은 표 4-5와 같다.

표 4-5. 육계사의 주령별 폐사수 및 폐사율 비교

주 령	무창계사	복층온실계사
	폐사수	폐사수
1 주 령	29	41
2 주 령	27	30
3 주 령	14	23
4 주 령	12	19
5 주 령	30	30
합 계	112	143
폐 사 율	2.24	2.86

복층온실계사와 무창계사의 폐사수의 조사 결과, 복층온실계사 143수, 무창계사 112수로 복층온실계사에서 31수가 더 많이 폐사된 것을 볼 수 있었으며, 주령별로는 1, 2주령 가장 많은 폐사가 나타났다. 1, 2주령시의 폐사는 병아리의 건강상태에서 기인된 것으로 보이며, 그로 인하여 폐사율 또한 복층온실계사 높게 나타난 것을 볼 수 있었다.

나. 다음의 결과는 2003년 8월~9월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 체중 및 증체량의 변화

본 시험의 주령별 체중 및 증체량은 표 4-6과 같다. 종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사 1,351g, 무창계사 1314g로 나타나, 복층온실계사가 무창계사보다 약 37g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 전시험기간동안 육계의 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,306.4g, 무창계사 1,270.8g으로, 복층온실계사가 더 높은 증체량을 보였다.

표 4-6. 육계의 주령별 체중 및 증체량 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	평균체중(g)	증체량(g)	평균체중(g)	증체량(g)
0 주 령	43.6	-	44.4	-
1 주 령	196.4	152.8	199.6	155.2
2 주 령	501.6	305.2	511.6	312
3 주 령	782.2	280.6	742.4	230.8
4 주 령	1,314.4	532.2	1,350.8	608.4
총증체량		1,270.8		1,306.4

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

본 시험의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화는 표 4-7과 같다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 사료섭취량과 사료효율을 보면, 총사료섭취량은 복층온실계사 2.10kg, 무창계사 2.04kg으로 조사되었으며, 사료효율에서는 복층온실계사 0.66, 무창계사가 0.68로 복층온실계사가 다소 낮은 결과를 보였다.

표 4-7. 육계의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	사료섭취량(kg)	사료효율	사료섭취량(kg)	사료효율
1 주 령	0.216	0.71	0.206	0.75
2 주 령	0.373	0.82	0.398	0.78
3 주 령	0.425	0.66	0.450	0.51
4 주 령	1.025	0.52	1.049	0.58
합계,평균	2.04	0.68	2.10	0.66

3) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 폐사율 비교

본 시험의 주령별 폐사수 및 폐사율은 표 4-8과 같다.

표 4-8. 육계사의 주령별 폐사수 및 폐사율 비교

주 령	무창계사	복층온실계사
	폐사수	폐사수
1 주 령	26	17
2 주 령	15	24
3 주 령	19	18
4 주 령	15	6
합 계	75	65
폐 사 율	1.5	1.3

복층온실계사와 무창계사의 폐사수의 조사 결과, 복층온실계사 65수, 무창계사 75수로 복층온실계사에서 10수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었으며, 폐사율을 평가한 결과, 복층온실계사 1.3%, 무창계사 1.5%로 복층온실계사가 무창계사보다 생존율 및 육성율이 높은 것을 볼 수 있었다.

다음의 결과는 2004년 2월~3월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 체중 및 증체량의 변화

본 시험의 주령별 체중 및 증체량은 표 4-9과 같다. 종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사 1,252g, 무창계사 1,293g로 나타나, 복층온실계사가 낮게 나타났으며, 전시험기간동안 육계의 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,208g, 무창계사 1,249g으로, 복층온실계사가 낮게 평가되었다. 사양시험시 무창계사보다 복층온실계사에서 미세먼지가 많은 것이 관찰되었다. 이는 계사관리시 무창계사보다 온도 및 습도유지에 세심한 관리가 필요할 것으로 판단된다.

표 4-9. 육계의 주령별 체중 및 증체량 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	평균체중(g)	증체량(g)	평균체중(g)	증체량(g)
0 주 령	44.0	-	44.0	-
1 주 령	153.5	109.5	157.0	113.0
2 주 령	402.5	249.0	396.5	238.5
3 주 령	752.0	349.5	772.0	375.5
4 주 령	1,293.0	541.0	1,251.5	479.5
총증체량		1,249.0		1,207.5

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

본 시험의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화는 표 4-10과 같다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 사료섭취량과 사료효율을 보면, 총사료섭취량은 복층온실계사 1.8kg, 무창계사 1.9kg으로 조사되었으며, 사료효율에서는 복층온실계사와 무창계사가 동일하게 0.66으로 평가되었다.

표 4-10. 육계의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	사료섭취량(kg)	사료효율	사료섭취량(kg)	사료효율
1 주 령	0.156	0.70	0.166	0.68
2 주 령	0.360	0.69	0.340	0.70
3 주 령	0.568	0.62	0.584	0.64
4 주 령	0.824	0.66	0.748	0.64
합계,평균	1.908	0.66	1.838	0.66

3) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 폐사율 비교

본 시험의 주령별 폐사수 및 폐사율은 표 4-11과 같다.

표 4-11. 육계사의 주령별 폐사수 및 폐사율 비교

주 령	무창계사	복층온실계사
	폐사수	폐사수
1 주 령	45	32
2 주 령	18	12
3 주 령	21	7
4 주 령	36	6
합 계	120	57
폐 사 율	2.4	1.1

복층온실계사와 무창계사의 폐사수의 조사 결과, 복층온실계사 57수, 무창계사 120수로 복층온실계사에서 63수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었으며, 폐사율을 평가한 결과, 복층온실계사 1.1%, 무창계사 2.4%로 복층온실계사가 무창계사보다 생존율 및 육성율이 높은 것을 볼 수 있었다.

라. 다음의 결과는 2004년 4월~6월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 체중 및 증체량의 변화

본 시험의 주령별 체중 및 증체량은 표 4-12와 같다. 종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사 1,234g, 무창계사 1,226g로 나타나, 복층온실계사가 무창계사보다 약 8g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 전시험기간동안 육계의 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,193g, 무창계사 1,185g으로, 복층온실계사가 더 높은 증체량을 보였다.

표 4-12. 육계의 주령별 체중 및 증체량 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	평균체중(g)	증체량(g)	평균체중(g)	증체량(g)
0 주 령	41.0	-	41.0	-
1 주 령	169.2	128.2	172.8	131.8
2 주 령	445.2	276.0	447.6	274.8
3 주 령	861.2	416.0	872.8	425.2
4 주 령	1,226.0	364.8	1,234.0	361.2
총증체량		1,185.0		1,193.0

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

본 시험의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화는 표 4-13과 같다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 사료섭취량과 사료효율을 보면, 총사료섭취량은 복층온실계사 2.10kg, 무창계사 2.02kg으로 조사되었으며, 사료효율에서는 복층온실계사 0.66과 무창계사 0.65로 복층온실계가가 다소 높은 것으로 평가되었다.

표 4-13. 육계의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	사료섭취량(kg)	사료효율	사료섭취량(kg)	사료효율
1 주 령	0.152	0.84	0.147	0.90
2 주 령	0.378	0.73	0.392	0.70
3 주 령	0.658	0.63	0.630	0.67
4 주 령	0.863	0.42	0.927	0.39
합계,평균	2.015	0.65	2.096	0.66

3) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 폐사율 비교

본 시험의 주령별 폐사수 및 폐사율은 표 4-14과 같다.

표 4-14. 육계사의 주령별 폐사수 및 폐사율 비교

주 령	무창계사	복층온실계사
	폐사수	폐사수
1 주 령	69	56
2 주 령	47	36
3 주 령	72	27
4 주 령	114	28
합 계	302	147
폐 사 율	6.04	2.94

복층온실계사와 무창계사의 폐사수의 조사 결과, 복층온실계사 147수, 무창계사 302수로 복층온실계사에서 115수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었으며, 폐사율을 평가한 결과, 복층온실계사 2.94%, 무창계사 6.04%로 복층온실계사가 무창계사보다 생존율 및 육성율이 높은 것을 볼 수 있었다.

마. 다음의 결과는 2005년 3월~4월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 체중 및 증체량의 변화

본 시험의 주령별 체중 및 증체량은 표 4-15와 같다. 종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사 1,422g, 무창계사 1,377g로 나타나, 복층온실계사가 무창계사보다 약 45g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 전시험기간동안 육계의 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,368g, 무창계사 1,322g으로, 복층온실계사가 더 높은 증체량을 보였다.

표 4-15. 육계의 주령별 체중 및 증체량 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	평균체중(g)	증체량(g)	평균체중(g)	증체량(g)
0 주 령	55.3	-	54.5	-
1 주 령	146.0	90.7	148.0	93.5
2 주 령	396.0	250.0	406.0	258.0
3 주 령	830.0	434.0	887.0	481.0
4 주 령	1,377.6	547.6	1,422.4	535.4
총증체량		1,322.3		1,367.9

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

본 시험의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화는 표 4-16과 같다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 사료섭취량과 사료효율을 보면, 총사료섭취량은 복층온실계사 1.670kg, 무창계사 1.614kg으로 조사되었으며, 사료효율에서는 복층온실계사 0.62과 무창계사 0.64로 복층온실계가가 다소 낮은 것으로 평가되었다.

표 4-16. 육계의 주령별 사료섭취량 및 사료효율 변화

주 령	무창계사		복층온실계사	
	사료섭취량(kg)	사료효율	사료섭취량(kg)	사료효율
1 주 령	0.152	0.60	0.152	0.61
2 주 령	0.276	0.90	0.318	0.81
3 주 령	0.638	0.68	0.665	0.72
4 주 령	0.548	0.38	0.535	0.34
합계,평균	1.614	0.64	1.670	0.62

3) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 폐사율 비교

본 시험의 주령별 폐사수 및 폐사율은 표 4-17과 같다.

표 4-17. 육계사의 폐사율 비교

주 령	무창계사	복층온실계사
	폐사수	폐사수
1 주 령	57	71
2 주 령	150	141
3 주 령	90	53
4 주 령	42	15
합 계	339	280
폐 사 율	6.78	5.6

복층온실계사와 무창계사의 폐사수의 조사 결과, 복층온실계사 280수, 무창계사 339수로 복층온실계사에서 165수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었으며, 폐사율을 평가한 결과, 복층온실계사 5.6%, 무창계사 6.78%로 복층온실계사가 무창계사보다 생존율 및 육성율이 높은 것을 볼 수 있었다.

2. 복층온실계사의 육계 생산지수 평가

육계생산지수는 육계 계열화 사업에서 사육농가의 생산실적을 평가하기 위하여 고안된 지표로서 성과금을 지급하는 기준이 되고 있다. 즉, 육계생산지수 = (육성율×평균체중)÷(사료요구율×출하일수)× 100으로 하여 산출한다. 이러한 생산지수는 높은 육성율과 높은 체중, 낮은 사료요구율과 적은 사육일수이면 생산지수는 커진다. 이는 병아리 폐사는 적고, 사료는 적게 먹이면서 짧은 기간동안에 높은 체중에 도달하게 할수록 높은 육계생산지수가 된다. 현재 우리나라 전국 평균 육계생산지수는 184.5로 나타나 아주 낮은 수치를 보이고 있다(농림부, 1999. 축산기술연구소, 2002). 다음의 결과는 본 연구의 사양시험을 통한 복층온실계사의 육계생산지수를 평가한 것이다.

본 시험의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산지수는 표 4-18에 나타내었다.

표 4-18. 계사별 육계생산지수 평가

항목	무창계사					복층온실계사				
	2월～3월	3월～4월	4월～6월	6월～7월	8월～9월	2월～3월	3월～4월	4월～6월	6월～7월	8월～9월
육성율, %	97	93	94	97.7	98.5	99	94	97	97.1	98.7
사육기간	28	28	28	35	28	28	28	28	35	28
평균체중,g	1,293	1,377	1,226	2,048	1,314	1,252	1,422	1,234	2,104	1,351
사료요구율	1.53	1.22	1.70	1.62	1.60	1.53	1.22	1.76	1.54	1.60
생산지수	293	375	242	353	289	291	391	243	379	298

복층온실계사와 무창계사의 육성율을 평가해 보면, 복층온실계사가 무창계사보다 1~3%정도 더 높게 나타났다. 이는 복층온실계사의 폐사율이 낮은 것에서 기인 된 것으로 보인다. 복층온실계사와 무창계사의 육계 사양시험을 통한 생산지수를 평가해 보면, 두 계사 모두 우리나라 전국 평균 육계생산지수 184.5보다 높게 평가되었으며, 복층온실계사에서 2월~3월을 제외하고는 무창계사보다 매우 높은 생산지수를 보였다. 본 시험의 결과로 볼때, 복층온실계사는 무창계사에 비해 상대적으로 육계의 육성율과 생산성이 개선되는 것으로 판단된다.

3. 무항생제 사양을 통한 육계생산성 평가

본 시험은 무항생제 청정계육 생산의 가능성을 제시하고자 시험사료에 항생제를 첨가하지 않고, 항생제 대신 복합유산균제를 이용하여 복층온실계사 및 무창계사의 육계 사양시험을 실시하였으며, 시험기간은 2004년 2월 4일부터 2004년 3월 3일까지 4주간과 2004년 4월 19일부터 2004년 6월 16일까지 4주간동안 2회 반복시험을 하였다.

1) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 육계 생산성 평가 (실험1)

다음의 결과는 2004년 2월~3월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

본 시험의 주령별 체중, 증체량, 사료효율, 폐사수를 표 4-19에 나타내었다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 시험종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사에서 1,252g, 무창계사 1,293g으로 무창계사가 복층온실계사보다 약 41g 정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,208g, 무창계사가 1,249g으로 나타나 무창계사가 복층온실계사에 비해 높은 증체량을 보였다. 주령별 증체량을 보면, 4주령 때에 현저한 차이를 보였다. 본 시험에서 각 계사별 평균사료효율은 복층온실계사와 무창계사가 동일하게 0.66으로 나타났다.

본 시험의 계사별 폐사수는 복층온실계사에서 57수, 무창계사 120수로 복층온실계사에서 63수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었다. 이와같은 결과로 보면, 항생제를 사용하지 않고 육계를 사육할 경우, 복층온실계사는 무창계사에 비해 상대적으로 육성율이 개선될 것으로 판단된다.

표 4-19. 무항생제 사육에 따른 육계의 주령별 생산성 변화

주 령	무창계사				복층온실계사			
	평균체중 (g)	증체량 (g)	사료 효율	폐사수	평균체중 (g)	증체량 (g)	사료 효율	폐사수
0 주 령	44.0	-			44.0	-		
1 주 령	153.5	109.5	0.70	45	157.0	113.0	0.68	32
2 주 령	402.5	249.0	0.69	18	396.5	238.5	0.70	12
3 주 령	752.0	349.5	0.62	21	772.0	375.5	0.64	7
4 주 령	1,293	541.0	0.66	36	1,251.5	479.5	0.64	6
합계,평균	1,293	1,249	0.66	120	1,251.5	1,207.5	0.66	57

2) 복층온실계사 및 무창계사의 주령별 육계 생산성 평가 (실험2)

다음의 결과는 2004년 4월~6월의 복층온실계사와 무창계사의 육계생산성(체중, 증체량, 사료효율, 폐사율)을 평가한 결과이다.

본 시험의 주령별 체중, 증체량, 사료효율, 폐사수를 표 4-20에 나타내었다. 본 시험에서 복층온실계사와 무창계사의 시험종료시 4주령 체중을 보면, 복층온실계사에서 1,234g, 무창계사 1,226g으로 복층온실계사가 무창계사가 보다 약 8 g정도 더 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 총증체량을 비교해 보면, 복층온실계사 1,193g, 무창계사가 1,185g으로 나타나 복층온실계사가 높은 증체량을 보였다. 본 시험에서 각 계사별 평균사료효율은 복층온실계사 0.66, 무창계사 0.65로 복층온실계사가 효율이 더 높았으며, 각 계사별 폐사수는 복층온실계사에서 147수, 무창계사 302수로 복층온실계사에서 147수가 더 적게 폐사된 것을 볼 수 있었다. 이와같은 결과로 보면, 두계사 모두 무항생제 사육이 가능할 것으로 판단되며, 특히 무창

계사보다 복층온실계사에서 사육할시 육계의 생산성과 육성율이 높을 것으로 기대된다.

표 4-20. 무항생제 사육에 따른 육계의 주령별 생산성 변화

주 령	무창계사				복층온실계사			
	평균체중 (g)	증체량 (g)	사료 효율	폐사수	평균체중 (g)	증체량 (g)	사료 효율	폐사수
0 주 령	41.0	-	-	-	41.0	-	-	-
1 주 령	169.2	128.2	0.84	69	172.8	131.8	0.90	56
2 주 령	445.2	276.0	0.73	47	447.6	274.8	0.70	36
3 주 령	861.2	416.0	0.63	72	872.8	425.2	0.67	27
4 주 령	1,226	364.8	0.42	114	1,234	361.2	0.39	28
합계,평균	1,226	1,185	0.66	302	1,234	1,193	0.67	147

제 4 장 계분처리시스템 개발

제 1 절 서 언

국내 양계농가에서 이용하는 계분처리방식은 계사의 규모에 따라 다르다. 소규모의 농가에서는 원형의 계분을 삽으로 떠내 계사 주위의 공터에서 건조하는 형태를 취한다. 이 방법은 노동력이 많이 소요되므로 일정규모 이상의 농가에서 적용하기는 쉽지 않다. 중소 규모의 농장에서는 농장 한쪽에 계분창고를 지어 계분을 창고에 넣고 장기간 저장하면서 발효시키고 있다. 발효제 등을 넣어 발효를 돕기도 하며, 비교적 적은 비용으로 장기간 저장할 수 있는 장점이 있다. 대규모 농장에서는 계분을 건조처리 할 수 있는 계분처리시스템을 이용하여 계분을 건조하여 퇴비로서 활용하고 있다.

계분은 식물에 양분을 제공하거나 지력을 높여 작물의 성장을 도와주므로 유기질비료로서 매우 귀중한 가치를 가지고 있다. 그러나 발효시키지 않은 생계분이나 태양건조 계분은 토양을 산성화시키고 지표면에 피막을 형성시켜 토질을 굳게 하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 계분을 유기질비료로서 활용하기 위해서는 충분히 발효시켜 주어야 한다(오세정, 1990). 계분의 처리를 능률적 및 경제적으로 수행하기 위해서는 계분의 처리과정에 영향을 미치는 조건을 최적의 상태로 유지하여야 한다. 계분의 퇴비화 과정은 미생물의 활동에 의하여 유기물이 무기물로 변화하는 과정이다. 미생물의 활동에 영향을 미치는 환경인자로서는 수분함량, pH, 공극률, T/C 비율 등의 재료가 갖는 요소와 재료내부의 온도, 산소량 등의 외적 작업조건에 따라 변화하는 환경요소가 있다.

본 연구는 복층온실계사에서 육계를 사육하였을 때 계분의 발생량 및 성분분석을 수행하고, 또한 이러한 계분의 성분과 퇴비화 환경요소가 계분의 분해과정에 어떻게 영향을 미치는가를 분석하며, 계분을 능률적이면서도 경제적으로 처리 및 자원화 할 수 있는 계분처리시스템을 개발하는 데 그 목적이 있다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 계분 발생량 조사

그림 4-1. 계분 수집용 케이지

온실계사와 무창계사에서 육계를 사육할 때 계분 발생량을 조사하기 위하여 각 계사 내부에 1.0×1.0×0.6 m^3 크기의 케이지 3개를 설치하고, 각 케이지에서 10마리의 육계를 사육하였다(그림 4-1). 케이지의 하부에 철판을 설치하여 배설된 계분이 철망을 통하여 철판에 수거될 수 있도록 하였다. 하루 간격으로 계분을 수거하여 중량을 측정하였다. 계분 시료는 열풍 건조기를 사용하여 105℃에서 12시간 건조하여 함수율을 측정하였다. 육계의 단위 체중(kg)당 계분발생량을 계산하기 위하여 각 케이지에서 사육하는 육계 10마리의 체중을 5일 간격으로 측정하였다.

2. 계분 및 바닥재의 성상 및 성분 분석

위의 채취방법에 의하여 채취된 계분, 그리고 계분과 바닥재의 혼합물에 대하여 함수율, pH, 전기전도도(EC) 및 유기물 함량을 측정 분석하였다. 계분과 바닥재의 혼합물은 바닥재를 이용하여 1회전 사육을 완료한 후 혼합물을 각 계사로부터 채취하여 분석하였다. 각 계사에 대하여 3반복 측정하였는데, pH와 EC는 상온에서 풍건한 시료 10 g에 증류수 50 ml를 첨가하여 30분간 진탕한 후에 4시간 경과한 후에 측정하였다. 유기물 함량은 건조된 시료 약 2 g을 550℃의 전기로에서 유기물을 2시간 휘발시킨 후 순수 무기물의 무게를 측정하여 계산하였다.

3. 계분처리 시스템 개발

계분처리시스템을 개발하기 위하여 먼저 계분의 분해특성을 분석하고 그 이후에 계분의 분해를 효과적으로 수행할 수 있는 처리시스템을 개발하였다. 계분의 분해특성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 정치식 퇴비화 시스템을 제작하여 퇴비화 시험을 수행하였다. 계분의 분해 특성에 영향을 미치는 요소로서는 계분재료의 성분과 퇴비화 환경요소로 분류하여 생각할 수 있다. 계분재료의 성분으로서 계분의 분해에 영향을 미치는 요소로서는 함수율, pH, C/N값 등이 있으며, 환경요소로서는 공기량(산소량), 재료내부의 온도 등이 있다. 재료내부의 온도는 재료의 성분과 공기량에 따라 변화하며, 재료가 주어진 값이라고 하면 공기량에 따라 조절할 수 있는 요소가 된다. 계분처리 시스템은 제작비, 운영비 등의 비용을 절감하면서 퇴비화 성능을 유지할 수 있는 수동식 교반시스템으로 개발하였다.

가. 계분의 성분과 환경인자가 계분의 분해성능에 미치는 영향분석

2차년도에는 계분처리 시스템의 개발에 필요한 기초자료를 수집하기 위하여 실험실 규모의 퇴비화 시험장치를 제작하여 계분 퇴비화 시험을 수행하였다. 실험실 규모의 계분 퇴비화 장치는 그림 4-2와 같이 3개의 발효조, 발효조에 공기 공급을 위한 컴프레서, 발효온도를 측정하기 위한 3개의 온도센서(K형 열전대), 3개의 유량계 및 발효열의 발산방지를 위한 외부 단열재 등으로 구성되었다. 발효조는 205 L의 부피를 가지며, 내경 300 mm의 플라스틱 파이프로 제작하였으며, 밑부분에서 100 mm의 높이에 철망으로 구성된 메시를 깔아 퇴비재료를 지탱하고 컴프레서로부터 들어오는 공기를 평활시킬 수 있는 공간을 만들었다. 발효조 커버의 천정부는 경사지게 하여 증발수증기가 낮은 쪽으로 흘러내려 커버의 바닥면에 저장될 수 있도록 제작하였다. 또한 발효과정에서 발생한 암모니아가스를 측정하기 위하여 발효조 상부의 비닐파이프를 통하여 배출된 암모니아가스가 붕산용액에 용해되도록 하였다. 암모니아가스가 용해되면 용해된 양에 따라서 붕산용액이 보라색으로부터 청색으로 변한다. 1일 동안 배출가스를 포집하여 변색된 붕산용액에 다

시 염산 또는 황산을 적정하여 원래의 보라색이 되는 시점에서 적정된 염산(또는 황산)의 양을 이용하여 암모니아가스의 양을 산정하였다.

발효조의 공기량은 0.2 L/min · kgDM(발효조 A), 0.5 L/min · kgDM(발효조 B), 1.1 L/min · kgDM(발효조 C)의 3 수준으로 하여 14일간 퇴비화 작업을 수행하였다.

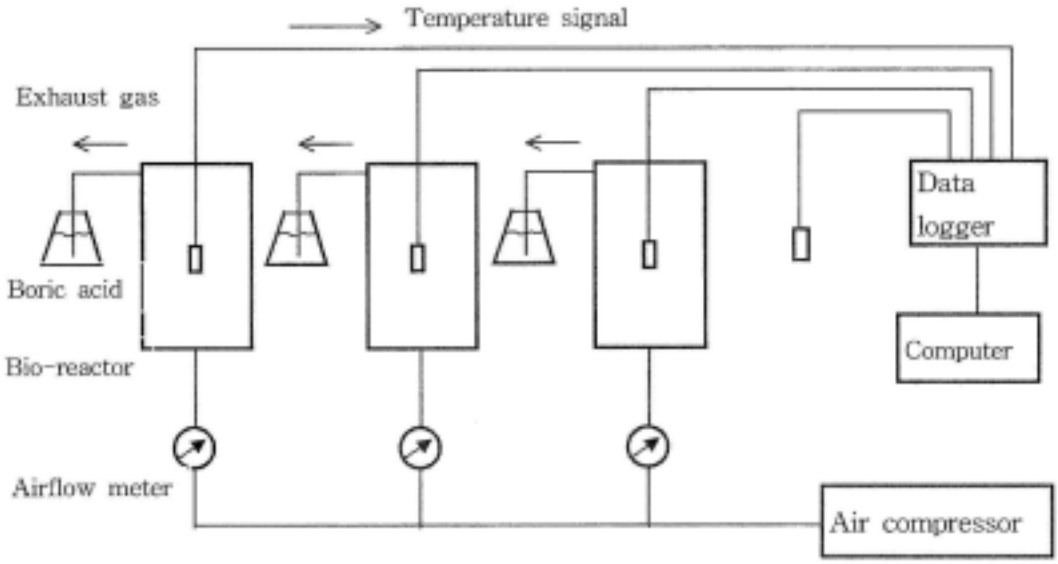


그림 4-2. 실험실 규모의 정치식 계분처리 시스템

나. 계분처리 시스템 제작시험

육계의 사육과정에서 부산물로 생성된 계분과 바닥재의 혼합물은 호기적으로 분해처리하여 퇴비로서 활용하는 방법과 건조처리하는 방법이 있다. 계분을 유기질비료로서 자원화 활용하기 위해서는 계분에 산소를 공급하여 호기적으로 처리하는 것이 바람직하다. 계분을 호기적으로 처리하기 위해서는 계분에 강제적으로 산소를 공급하는 정치식과 재료를 교반하여 산소를 공급하는 교반식이 있다. 정치식은 구조가 간단하고 공간소요면적이 적은 장점을 가지고 있는 반면 산소공급을

위한 동력이 소요되고 재료가 정치되어 있기 때문에 산소를 골고루 공급할 수 없는 단점을 가지고 있다. 교반식은 교반기를 필요로 하므로 초기 투자비가 많게 소요되고 시설하는데 넓은 면적이 요구된다. 본 연구에서는 계분을 호기적으로 처리하기 위하여 정치식과 교반식의 장점을 활용할 수 있는 구조를 갖는 퇴비화 처리 시스템을 개발 제작하여 퇴비화 시험을 수행하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 계분 발생량

표 4-1은 계분 발생량을 계사별로 정리한 것이다. 하루 동안의 계분 발생량은 체중의 10.5~11.5%에 해당하여 성계 한마리가 하루에 배설하는 분의 양은 체중의 약 10%라는 보고(김, 1999)와 비교적 잘 일치하였다.

표 4-1. 계사별 계분 발생량

	27일령		31일령	
	온실	무창	온실	무창
10수 체중 (kg)	12.98	13.54	16.03	16.63
10수 계분량 (kg/day)	1.49	1.51	1.85	1.74
체중(kg)당 계분량 (kg/kg · day)	0.115	0.112	0.115	0.105
계분 함수율 (% w.b.)	64.8	67.8	70.9	71.5
체중당 계분 건중량 (kg/kg · day)	0.040	0.036	0.033	0.030

2. 계분의 성상 및 성분 분석

10마리를 수용한 케이지로부터 수거한 계분의 평균 함수율은 온실계사는 67.5%,

무창계사는 68.6%로 큰 차이는 없었다. 계분의 pH는 온실계사는 7.83, 무창계사는 7.99로 역시 차이가 없었다. 그러나, 전기전도도(EC)는 온실계사 9.14 mS/cm, 무창계사 10.55 mS/cm로서 무창계사의 경우가 약 15% 높은 것으로 나타났다. 계분 중의 유기물 함량은 온실계사 74%, 무창계사 82%로 무창계사의 경우가 더 높은 것으로 나타났다. 계사 바닥재로서 왕겨를 사용하였으며, 계분과 바닥재의 혼합물의 함수율을 측정한 결과 온실계사는 28.0%, 무창계사는 35.4%로서, 무창계사의 경우가 7.4% 높은 것으로 나타났다. 이는 온실계사로 투과된 햇빛에 의한 건조효과에 기인한 것이라고 판단된다.

3. 계분처리 시스템 개발

가. 계분의 성분과 환경인자가 계분의 분해성능에 미치는 영향분석

1) 퇴비화 재료의 성분분석

본 연구에서는 온실계사 바닥재 혼합물을 이용하여 퇴비화 실험을 수행하였다. 온실계사에서 닭을 출하한 후 계분과 바닥재의 혼합물(이하 혼합물)을 꺼내어 수분함량, pH, EC, 밀도, C, N, C/N, 유기물농도를 측정하였다. 온실계사 혼합물의 물리화학적 성분으로서 수분함량 28.0%, 밀도 299.7 kg/m^3, 유기물 함량 82.8%, pH 7.7, EC 5.56 mS/cm, C 37.8%, N 2.0%, C/N 19.2 의 값을 가지고 있었다.

온실계사의 계분과 바닥재 혼합물의 수분함량은 18%로서 퇴비재료로서의 적정 수분함량에 크게 미치지 못하고, 혼합물의 유기물도 왕겨가 주성분인 난분해성 유기물이기 때문에 혼합물 그 상태로서는 퇴비화를 수행할 수 없었다. 따라서 혼합물에 유우분을 섞어서 퇴비화 재료를 만들었다. 혼합물, 유우분, 퇴비화 재료의 이화학적 성분은 표 4-2와 같다.

표 4-2에서와 같이 퇴비화 과정에서 재료의 수분함량은 초기의 69.6%로부터 말기의 68.2-68.7%의 값으로 미세하게 감소하였다. 수분함량이 크게 감소하지 않는

이유는 발효조를 밀폐하여 퇴비화를 수행한 관계로 증발된 수증기의 일부가 다시 응결되어 퇴비재료 속으로 떨어졌기 때문이다. 따라서 실제의 퇴비화 시스템을 제작할 경우에는 증발수증기가 밖으로 빠져나갈 수 있도록 유도관을 설치하여야 할 것으로 판단되었다. 통기량이 많은 발효조 C(68.2%)의 경우가 발효조 A(68.7%)경우보다 수분함량이 약간 많이 감소하였으나 유의적 차이는 없었다. 퇴비화 재료의 초기 pH는 7.0 이었으나 퇴비화 후 7.4-7.8로 증가하였다. 이는 퇴비재료에 포함되어 있는 유기질소가 분해되어 암모니아 또는 암모늄 이온으로 수분에 용해되었기 때문인 것으로 추정된다. 탄소는 난분해성물질로서 39.7%로부터 36.8-37.4%의 값으로 크게 변화되지 않았으나 유기질소는 3.7%로부터 1.9-3.0%로 감소하였다. 따라서 C/N의 값은 초기 12.6으로부터 16.6-17.2로 오히려 증가하였다.

표 4-2. 퇴비재료와 숙성퇴비의 이화학적 성분

		Moisture content	pH	EC	Density	C	N	C/N	O.M
		(%, wb)	(-)	(ms/cm)	(kg/m^3)	(%)	(%)	(-)	(%)
Mixture of broiler litter & rice hulls		28.0	7.7	5.56	299.7	37.8	2.0	19.2	82.8
Dairy manure		85.7	7.5	2.94	923.2	41.4	5.4	7.8	86.4
Composting material		69.6	7.0	4.15	573.3	39.7	3.7	12.6	82.7
Finished compost	Bioreactor A	68.7	7.8	3.84	540.3	36.8	2.2	16.6	80.2
	Bioreactor B	68.4	7.4	3.81	512.3	37.2	1.9	20.6	82.6
	Bioreactor C	68.2	7.4	3.18	468.2	37.4	3.0	17.2	79.8

2) 퇴비화 과정중 온도의 변화

계분처리 시스템의 개발에 필요한 기초자료를 수집하기 위하여 3개의 발효조를 제작하여 공기공급량을 변화시켜 퇴비화특성을 분석하였다. 또한 발효과정에서 발생한 암모니아가스를 측정하였다. 발효조의 공기량은 0.2 L/min · kgDM, 0.5 L/min · kgDM, 1.1 L/min · kgDM의 3 수준으로 하여 14일간 퇴비화 작업을 수행

하였다.

퇴비화 작업중 실내의 온습도와 각 발효조 내의 퇴비온도 변화는 그림 4-3과 같다. 각 데이터의 값은 센서의 출력 신호를 자료수집장치(21X, Campbell Co.)를 통하여 5초 간격으로 측정하여 컴퓨터에 모니터링 하였으며, 또한 1시간마다의 평균값을 하드디스크에 저장하였다.

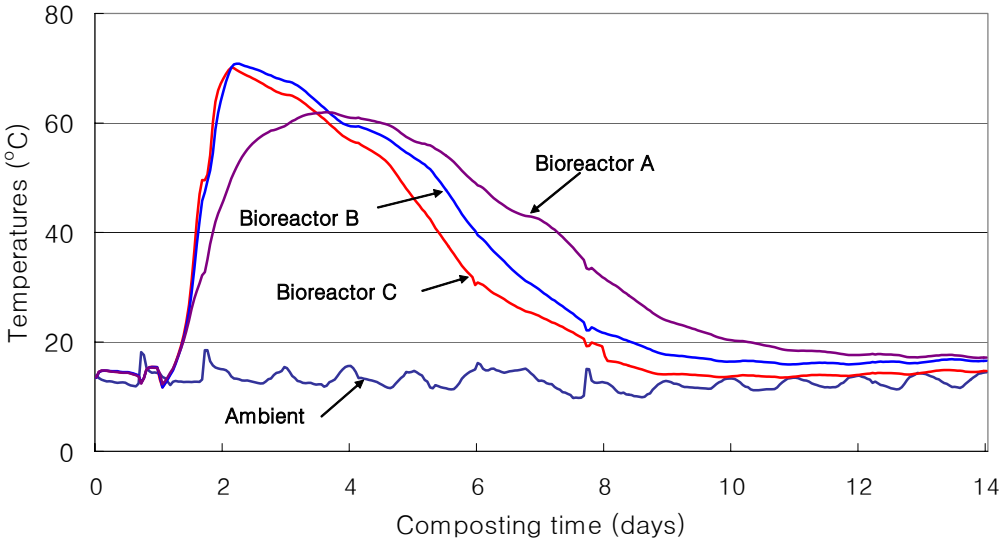


그림 4-3. 통기량별 발효조 내의 퇴비화 온도변화

퇴비화 과정중 온도는 그림 4-3에서와 같이 퇴비화 시작 27시간 후부터 실내온도와 차이가 나기 시작하여 급격히 상승하여 통기량이 가장 많은 발효조 C에서는 51시간 후 70.1℃, 발효조 B에서는 53시간 후 70.8℃까지 최고값으로 올라갔다. 통기량이 가장 적은 발효조 A는 발효조 B, C보다는 더 완만하게 증가하여 퇴비화 87시간 후 62.0℃까지 상승하였다. 발효조 B와 C는 대체적으로 비슷한 양상을 보인 반면 공기량이 0.2 L/min · kgDM인 발효조 A는 발효가 늦게 시작하여 더 오랫동안 발효를 유지하는 양상을 나타내었다. 이상의 결과 공기량 0.5 L/min · kgDM과 1.1 L/min · kgDM은 의 발효초기 온도변화가 거의 동일하게 나타난 현상은 0.5 L/min · kgDM의 값이 미생물에 필요한 공기량으로서 충분한 조건임을

나타내고 있다. 이는 기존 문헌에서 제시한 적정공기량 0.5-1.0 L/min · kgDM의 범위에 들어갔다. 공기량이 1.1 L/min · kgDM의 조건에서는 0.5 L/min · kgDM에서보다 더욱 빨리 미생물 발효가 진행되어 온도가 떨어진 현상은 낮은 온도의 유입공기에 의한 냉각효과 때문이다.

퇴비재료의 분해는 45-65℃의 범위에서 효과적으로 이루어진다. 또한 퇴비 속에 들어 있는 병원균의 사멸을 위해서는 55℃이상의 온도를 최소 3일간 유지하여야 한다(Leton and Stentiford, 1990). 45℃이상의 온도를 유지한 기간은 발효조 A에서 105(T48-153)시간, 발효조 B에서 95(T40-135)시간, 발효조 C에서 82(T39-121)시간으로서 발효조 A가 가장 길었다. 그러나 병원균 사멸에 필요한 60℃이상의 유지시간은 발효조 A는 발효조 B, C에 비하여 적으므로 병원균 사멸의 측면에서 B, C가 더 효과적이라고 판단된다.

퇴비화 온도의 변화는 퇴비화 발효정도와 병원균 사멸의 효과를 판단할 수 있는 지표로 이용될 수 있다. 위의 공기량에 따른 퇴비화 온도변화와 공기량 공급에 소요되는 에너지를 고려하면 공기량 0.5 L/min · kgDM의 경우가 가장 바람직한 것으로 판단되었다.

나. 계분의 퇴비화시스템 개발 및 성능분석

계분 퇴비화시스템은 발효조에 최적공기량을 공급하고 또한 정치식이 갖는 문제점을 보완하는 시스템으로 개발하였다. 즉, 정치식은 퇴비재료가 고정되어 있으므로 공기공급을 균일하게 공급하지 못하기 때문에 퇴비화가 불균일하게 진행되는 단점을 가지고 있다. 그러한 단점을 보완하기 위하여 퇴비화 과정중에 퇴비재료를 교반하는 방법을 채택하고 있다. 교반은 기계적 동력을 이용하여 수행된다. 이러한 방법은 제작비의 증가를 초래하고 전력비를 요구한다. 본 연구에서는 그림 4-4와 같이 발효조를 힌지점을 중심으로 360도 회전할 수 있도록 제작하여 인력으로 손쉽게 퇴비재료를 교반할 수 있도록 하였다. 발효조는 내경 600 mm, 높이 1100 mm의 원통형으로서 양쪽 측면으로부터 150 mm의 위치에 철망을 삽입하여 퇴비재료가 철망 사이의 간격 800 mm의 공간에 들어갈 수 있도록 하였다. 양쪽의

공간은 통기시 공기의 평활화를 유지하는 역할을 수행한다. 재료를 담을 수 있는 총 부피는 226 L 이지만 발효조를 뒤집어 교반을 용이하게 하기 위해서 재료를 총 부피의 3분의 2만큼(151 L) 적재하여 퇴비화 시험을 수행하였다.

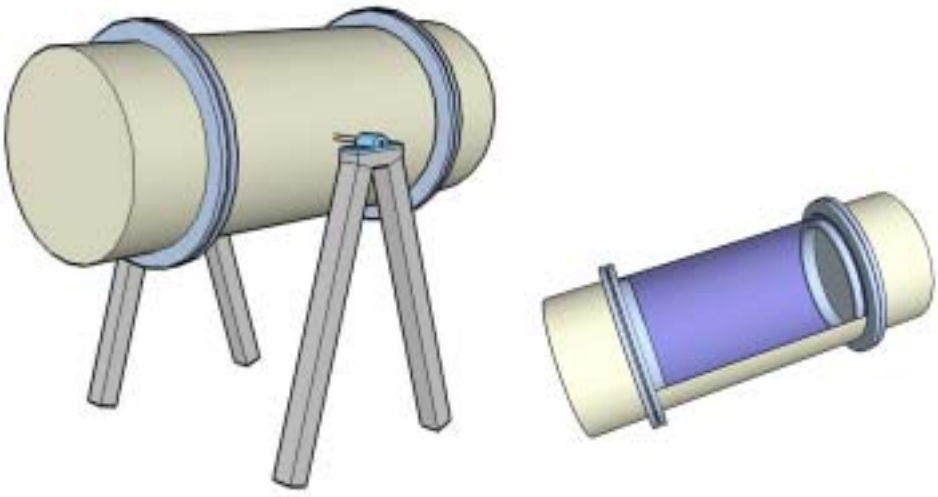


그림 4-4. 발효조의 개략도(상) 및 퇴비화 시스템(하)

퇴비화 시스템은 3조의 발효조로 구성하였으며 각각의 발효조에 에어컴프레서를 이용하여 0.5L/min · kgDA 의 공기량을 공급하였다. 발효조를 무교반, 1회/4일, 1회/2일 교반의 방법으로 퇴비화 시험을 수행하였다.

1) 퇴비화 재료의 성분분석

3차년도 실험은 2차년도와 같이 온실계사 계분과 바닥재 혼합물과 우분을 혼합하여 퇴비화 실험을 수행하였다. 퇴비화재료의 이화학적 성분은 표 4-3과 같다.

표 4-3에서와 같이 퇴비화 과정에서 재료의 수분함량은 초기의 67.4%로부터 말기의 65.1-65.5%의 값으로 미세하게 감소하였다. 교반을 1회/2일 수행한 발효조 C가 약간 더 높게 나타났으나 유의적 차이는 없었다. 퇴비화 재료의 초기 pH는 8.68 이었으나 퇴비화 후 9.37-9.50으로 증가하였다. 이는 퇴비재료에 포함되어 있는 유기질소가 분해되어 암모니아 또는 암모늄 이온으로 수분에 용해되었기 때문인 것으로 추정된다. 탄소는 난분해성물질로서 18.2%로부터 13.1-17.6%의 값으로 감소하였으나 질소는 1.10%로부터 1.00-1.27%로 변화가 거의 없었다.

표 4-3. 퇴비재료와 숙성퇴비의 이화학적 성분

Item		Moisture content	pH	EC	Density	C	N	C/N
		(%, wb)	(-)	(ms/cm)	(kg/m^3)	(%)	(%)	(-)
Initial properties		67.4	8.68	4.57	532.3	18.2	1.10	16.5
Final properties	Bioreactor A	65.2	9.44	4.31	524.7	14.8	1.11	13.5
	Bioreactor B	65.1	9.37	4.48	528.0	13.1	1.00	13.1
	Bioreactor C	65.5	9.50	4.60	527.7	17.6	1.27	13.9

2) 퇴비화 과정중 온도의 변화

계분처리 시스템의 교반효과를 분석하기 위하여 3개의 발효조를 제작하여 교반회수를 변화시켜 퇴비화특성을 분석하였다. 교반은 무교반(발효조 A), 4일에 1회 교반(발효조 B) 및 2일에 1회 교반(발효조 C)로 구분하여 시험하였다.

퇴비화 작업중 각 발효조 내의 퇴비온도 변화는 그림 4-5와 같다. 각 데이터의 값은 센서의 출력 신호를 자료수집장치(21X, Campbell Co.)를 통하여 5초 간격으로 측정하여 컴퓨터에 모니터링 하였으며, 또한 1시간마다의 평균값을 하드디스크에 저장하였다.

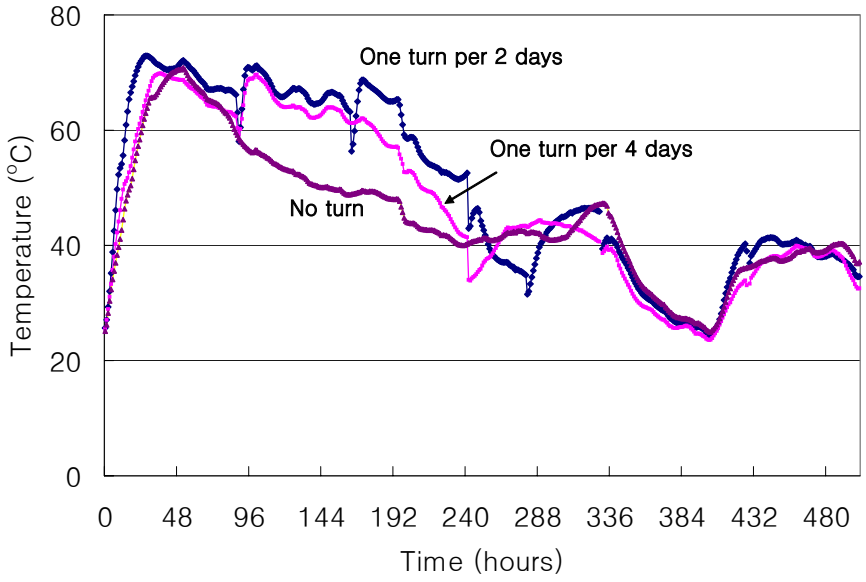


그림 4-5. 교반횟수별 발효조 내의 퇴비화 온도변화

퇴비재료의 분해는 45-65℃의 범위에서 효과적으로 이루어지며, 퇴비 속에 들어있는 병원균의 사멸을 위해서는 55-60℃이상의 온도를 최소 3일간(72시간) 유지하여야 한다. 45℃이상의 온도를 유지한 기간은 무교반의 발효조 A에서 185(T13-198)시간, 발효조 B에서 219(T10-229)시간, 발효조 C에서 234(T7-241)시간으로서 발효조 C가 가장 길었다. 따라서 효과적인 퇴비분해를 위해서는 2일 1회 이상 교반하여 주는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 또한 병원균 사멸을 위한 온도 55℃를 유지한 기간은 발효조 A에서 88(T21-109)시간, 발효조 B에서 179(T18-197)시간, 발효조 C에서 200(T12-212)시간을 유지하여 무교반에서도 병원균 사멸은 이루어졌지만 교반회수가 많을수록 병원균 사멸기간이 길게 나타나 사멸

효과가 클 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 고학균, 이대원, 최창현, 김채웅, 김재민, 권영삼. 1998. 다동온실의 복합환경 제어를 위한 시스템 개발. 생물생산시설환경. 7(1): 1-8.
2. 권오옥. 2000. 비모수적 접근에 의한 비육우 생산의 효율성 분석. 농업경영・정책연구. 27(1): 63-74.
3. 김기석 외 10인. 가금 질병 검색 및 역학조사 연구. 1995. 수의과학연구소보
4. 김동억, 조한근. 1998. PLC를 이용한 온실의 환경제어. 한국농업기계학회지. 23(6): 599-606
5. 김문기, 김계성, 권혁진. 2001. 자연환기 온실의 환기회수에 따른 포그 냉방 시스템의 냉방효과. 생물환경조절학회지. 10(1): 10-14.
6. 김우영. 1993. 양계 경영과 사육. 오성출판사. pp. 29-62, 253-264, 347-370.
7. 김정주, 문상호, 안상돈. 1999. 양계 성공적인 경영기법. 농민신문사. pp. 144-280.
8. 김지현, 김철수, 구건효, 이기명. 1994. 마이크로컴퓨터에 의한 시설재배의 자 동화에 관한 기초연구(Ⅲ). 한국농업기계학회지. 20(2): 162-172.
9. 김태균. 1995. 비모수적 접근에 의한 양돈생산성의 효율성 분석. 농업경제연구. 36(2): 91-108.
10. 노건길, 서원명. 1998. 컴퓨터에 의한 온실환경제어. 한국첨단농업시설협의회. pp. 91-180.
11. 농협중앙회. 2002. 새로운 육계사육기술. 축산기술연구소. 251 p.
12. 박경규, 서상용. 1999. 축산기계 및 시설. 문운당. pp. 1-59.
13. 박영인. 1991. 육계산업 계열체계 총정검. 한국육계산업개발협의회. pp. 7-42.
14. 방승훈, 장동일, 장홍희, 임영일. 1995. 돈사내 암모니아가스 계측시스템 개발. 한국농업기계학회지. 23(4): 359-364.
15. 서원명, 윤용철, 이종렬, 이석건. 1999. Fog system을 이용한 여름철 온실냉방. 한국농공학회지. 41(1): 60-71.

16. 손정익, 이병일. 2001. 원예작물 조직배양묘의 생육 모델링을 통한 기내 최적 환경제어시스템 개발. 농림부 농림기술개발사업 최종 연구보고서. pp. 51-66.
17. 신용광, 박민수, 송금찬. 2001. 비모수적 접근법을 이용한 양돈단지경영의 효율성 분석. 농업경영·정책연구. 28(1): 62-76.
18. 오세정. 1990. 계의 특수관리. 선진문화사. pp. 52-114.
19. 오세정. 1998. 육계사육요론(브로일러 생산기술). 선진문화사
20. 오인환, 박명수. 1991. 축사의 환경설계에 영향을 주는 요인분석. 한국농업기계학회지. 2: 53-65.
21. 이강오. 1998. 온실수조에 따른 환기율가 일사량 분포의 비교. 순천대학교 석사학위논문. 84 p.
22. 이변우, 조홍석. 1997. 시설 토마토 재배 최적환경구현을 위한 자동제어 논리 개발. 농림수산 현장애로기술개발사업 최종 연구보고서. pp. 15-18, 75-82.
23. 이상진, 1985. 고온과 닭의 생산성, 월간 양계, 7. 104-109
24. 이진우, 유용희, 이덕수. 1997. 축사시설 환경 개선 연구. 한국축산기술구소. 축산시험 연구보고서 축산기술부편. pp. 643-651.
25. 장동일. 1994. 육계 사육시설의 적정 환기시스템 설계 연구. 한국가금학회지. 21(3) : 207-217
26. 장동일, 김성래, 장홍희. 1995. 축산을 위한 환경제어 및 자동화 사양관리시스템 설계에 관한 문헌 연구. 학국축산시설환경학회지. 1(1): 21-38.
27. 장홍희. 1998. 무창돈사의 환경제어 시스템 자동화 연구. 충남대학교 박사학위논문. 162 p.
28. 정선부. 2003. 가금생산학. 선진문화사. pp. 17-25, 145-172, 274-277.
29. 정태상, 민영봉, 문경규. 2001. 퍼지제어에 의한 자연환기온실의 온도제어. 생물환경조절학회지. 10(1): 42-49.
30. 조성인, 고학균, 양길모. 2000. 퍼지논리를 이용한 저온저장고의 온도 제어 시스템 개발. 한국농업기계학회지. 25(2): 107-114.

31. 최홍림. 1999. 가변 원형사 및 실험사를 이용한 환경검증형 돈사의 설계표준화에 관한 연구. 농림부 농림기술개발사업 최종 연구보고서. pp. 112-122.
32. 최홍림. 1999. 농업시설의 환기. 대광문화사. pp. 65-95, 230-243, 323-343.
33. 최희철, 서옥석, 이덕수, 한정대, 강보석, 이상진, 김상호, 1999. 육계의 계사형태와 시설수준이 사육환경과 생산성에 미치는 영향. 축산시설환경학회지. 5(2) : 87-92
34. 축산기술연구보고서. 1999. p229
(접수일자: 2002. 7. 12 / 채택일자: 2002. 8. 21)
35. 홍순호. 1995. 식물공장의 생육환경 제어에 관한연구. 서울대학교 박사학위논문. 214 p.
36. Ahn, B. H., T. H. Kim and D. W. Ahn 1980. study on the Energy Requirement of Laying Hen. Korean journal animal science
37. Albright, L. D, A. N. Rousseay and B. L. Brockett. 1988. A mothod to quantify the suitability of mechanical ventilation to provide desired indoor conditions. In Livestock environment Ⅲ. Proceedings of the third international symposium. pp. 195-202. Toronto, Ontario, Canada, 25-27 April.
38. Andersons, D. P., C. W. Breard and R. P. Hanson. 1964. The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle Disease. Avian Deseaes 8 : 369-379
39. Barber, E. M, J. A. Dosman, C. S. Rhodes, G. I. Christison and T. S. Hurst. 1993. Carbon dioxide as an indicator of air quality in swine buildings. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 626-634. England, 6-9 July.
40. Barnes, E. M., G. C. Mead, and D. A. Barmum. 1972. The intestinal flora of the chicken in the period 2 to 6 weeks of age, with particular reference to the anaerobic bacteria. Brit. Poult. Sci. 13 : 617-622

41. Both, A. J and Ir. A. van't ooster. 1988. Natural ventilation in livestock buildings. In Livestock environment Ⅲ. Proceedings of the third international symposium. pp. 8-22. Toronto, Ontario, Canada, 25-27 April.

42. Bottcher, R. W and G. R. Baughman. 1988. Extending the zone of influence of ceiling fan using round ducts. In Livestock environment Ⅲ. Proceedings of the third international symposium. pp. 59-66. Toronto, Ontario, Canada, 25-27 April.

43. Buckland, R. B. 1975. The effect of intermittent lighting programmes on the production of market chickens and turkeys. World's Poultry S챠 31: 262-270

44. Carey, A. R, M. S. Smith, W. D. R. Daley, C. C. Ross and R. D. Cannon. 1988. Construction, Design, and Installation of a computerized control system for livestock housing - A case study. In Livestock environment Ⅲ. Proceedings of the third international symposium. pp. 255-263. Toronto, Ontario, Canada, 25-27 April.

45. Campbell Scientific, INC. 2002. CR10X Measurement and control module operator's manual. I-2 p.

46. Campbell Scientific, INC. 2003. CR23X Micrologger operator's manual. H-3 p.

47. Campbell Scientific, INC. 2003. SDM-IO16 16 Channel input/output expansion module instruction manual. B-3 p.

48. Campbell Scientific, INC. 2003. MD9 Multidrop interface instruction manual. D-1 p.

49. Dagtekin, M and Y. Yildiz. 1997. Alternative cooling systems on broiler houses in turkey condition. In Livestock environment Ⅴ. Proceedings of the fifth international symposium. pp. 386-392. Bloomington, Minnesota, 29-31 May.

50. Charles, D. R. and C. G. Payne. 1996. The influence of graded levels of atmospheric ammoniaon chickens. I. Efeects on respiration and on the performance of boilers and replacement growing stock. Brit. Poult. Sci. 7(3) : 177-187

51. Charles, D. R. and C. G. Payne. 1996. The influence of graded levels atmospheric ammoia on chickens. Ⅱ. Effects on respiration and on the performance of boilers and replacement growing stock. Brit. Poult. Sci. 7(3) :189-198

52. Cho, S. K., 1992. Effect of Addition Lonicera haponica Thunberg on Productivity and Development of Intestinal Organs in Broiler Chickens. K. J. Sci. 19(1) : 27-34

53. Dobrzanski, Z and W. Bialas. 1993. Effectivess of the flow heating system in broiler houses. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 1077-1081. England, 6-9 July.

541. Gates, R. S, D. G. Overhults and S. H. Zhang. 1993. Heat and moisture production for modern broilers. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 761-768. England, 6-9 July.

55. Han, I. K., Yun H Chiang, L. E. Harris, L. C. Kearl, P. V. Fonnesbeck. 1982. Korean table of feed composition. Korea Feed Information Center.

56. Hans, B. R. 1993. Ammonia emission from livestock buildings in denmark. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 1161-1168. England, 6-9 July.

57. J. R. Malayer, K. E. Brandt, M. L. Green, D. T. Kelly, A. L. Sutton, M. A. Diekman, 1998, Influence of manure gases on the onset of puberty of replacement gilts Animal production., 46 : 277-282

58. Leton, T. G. and E. I. Stentiford. 1990. Control of aeration in static pile

composting. Waste Manage and Res. 8(3):299-306.

59. Morrison, W. D, P. D. Pirie, S. Perkins, L. A. Braithwaite, J. H. Smith, D. Waterfall and C. M. Doucett. 1993. Gases and respirable dust in confinement buildings and response of animals to such airborne contaminants. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 734-741. England, 6-9 July.

60. Navarotto, PI, M. Guarino and E. Heinzl. 1993. Evaluation of total bacterial count as indicators of "Risk Areas" in a poultry layer house using an amperometric biosensor. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 993-996. England, 6-9 July.

61. Overhults, D. G and R. S. Gates. 1993. Energy use in tunnel ventilated broiler houses. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 339-346. England, 6-9 July.

62. Overhults, D. G and R. S. Gates. 1993. Energy requirements for operating tunnel ventilated broiler houses. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 859-865. England, 6-9 July.

63. Smith, S. M. 1988. Sensor performance in monitoring and control system for animal housing. In Livestock environment Ⅲ. Proceedings of the third international symposium. pp. 224-231. Toronto, Ontario, Canada, 25-27 April.

64. Timmons, M. B and P. E. Hillman. 1993. Partitional heat losses in heat stressed poultry as affected by wind speed. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 265-272. England, 6-9 July.

65. Valentine, H. 1964. A study of the effect of different ventilation rates on the ammonia concentrations in the atmosphere of broiler houses. Brit. Prit.

Sci. 5(2) :149-159

66. Whyte, R. T, P. A. M. Williamson and J. Lacey. 1993. Air pollutant burdens and respiratory impairment of poultry house stockmen. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 709-716. England, 6-9 July.

67. Wilson, W. O., C. F. Kelly, R. T. Lorenzen and A. E. Woodword. 1957. Effect of wind on growth of fryers after two weeks of age. Poultry Sci. 36(5) : 978-984

68. Winn, P. N. and E. F. Godfrey. 1967. The effect of humidity on growth and feed converson of broiler chickens. Int. J. Biometer. 11(1) : 39-50

69. Zhang, Y and E. M. Barber. 1993. Effect of control strategy, size of heating/ventilation equipment and controller time constant on termal responses and supplemental heat use for a livestock building. In Livestock environment Ⅳ. Proceedings of the fourth international symposium. pp. 347-355. England, 6-9 July.

부 록 I

구조계산서

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

여 백

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

PROJECT NO. : KW-05-02-0321	DEPARTMENT :

構 造 計 算 書

복 층 계 사

2003. 08

LEE GONG ARCHITECT & ENG.
TEL. 724-3900 FAX. 724-3902

REV. NO.	APPROVED BY	DATE : 2003. 8.
DESIGNED BY	CHECKED BY	
APPROVED BY		

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

1. 개 요

1.1 구조모델의 개요

MAIN TRUSS DESIGN

① 건물위치 : 전남 순천(여수)

② 건물용도 : 농가 건축물(계사)

③ 건물규모 : SAPN=15m, 3.0m BAY

④ 구조형식 : 강관성형 철골트러스조로서 지붕의 재료는 비닐로 되어 있다. 트러스의 형성은 현장 조립이 가능하도록 볼트로 연결 할 수 있도록 처리하였고 부재는 모두 아연도금처리하는 것으로 하였다. 횡력의 처리는 철골트러스가 저항하는 것으로 했고 동의 길이방향은 가로대가 트러스에 조밀하게 강접으로 연결되어 있어 라멘작용으로 저항하는 것으로 했다.(참조, 한국형 무기둥 복층온실 구조계산서)

1.2 설계규준

① 건축법, 동시행령, 동시행규칙

② 건축물 하중기준 및 해설(대한건축학회 2000)

③ 대한건축학회의 강구조계산규준(AIK-ASD83)

1.3 모델링 데이타

① 사용 프로그램 : MIDAS-Gen

② 지지 조건 : 기초 검토는 생략

③ 입출력 단위계 : 입력 = m, tonf , 출력 = m, tonf ,

④ 재질 데이터

STEEL : SS400

⑤ 기타사항

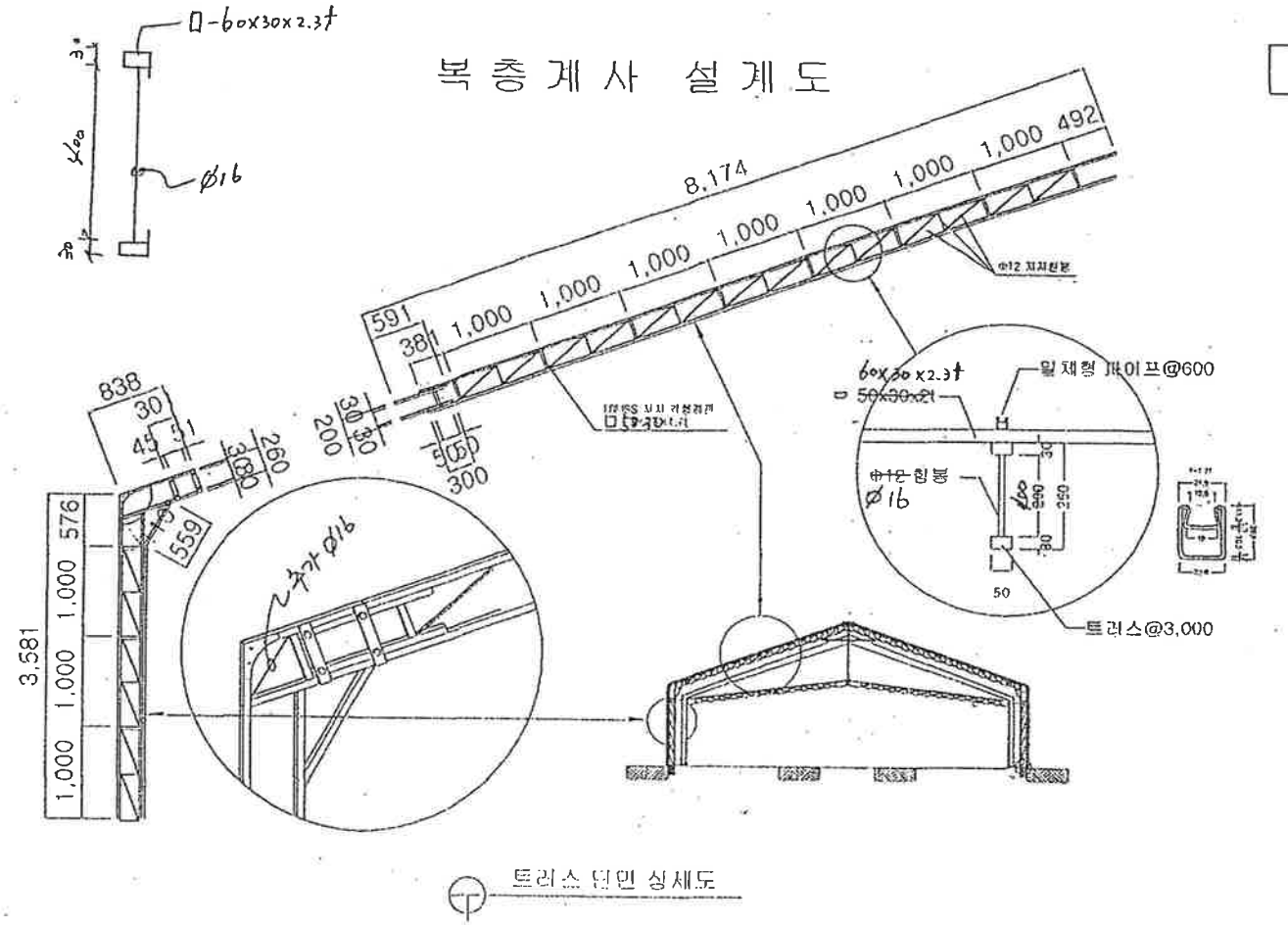
본 계산은 MAIN TRUSS에 대한 설계로서 기초에 대한 내용은 생략한다.

ⓐ 한국형 무기둥 복층온실 구조 계산서를 기초로 고정하중을 적용하였으며(적재하중은 없는 것으로 간주), 적설하중 및 풍하중은 여수지역을 기준으로 산정하였다. 따라서, 본 구조계산서에 표기된 설계하중, 재료의 강도, 적용규준을 만족하지 않을 경우 재 검토 요망.

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

복 층 계 사 설 계 도

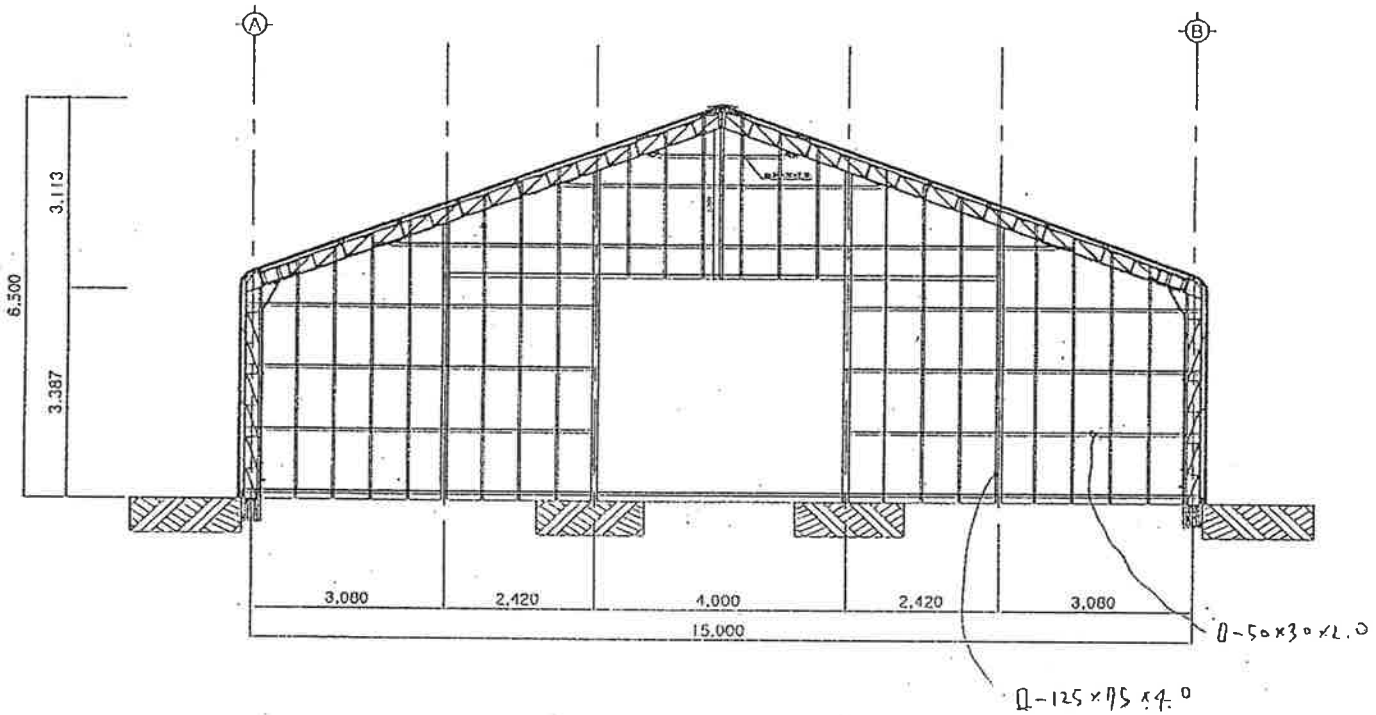
09



(주) 지 명	공사명 PROJECT NAME	WIDE-SPAN (15m) 복층비닐	설계 DESIGNED BY	지 인 설계실	제 질 DRAWN BY		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING No.	GN-HP-단동(15m)-A09
	도면명 DRAWING NAME	트러스 단면 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DESIGNED BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

01

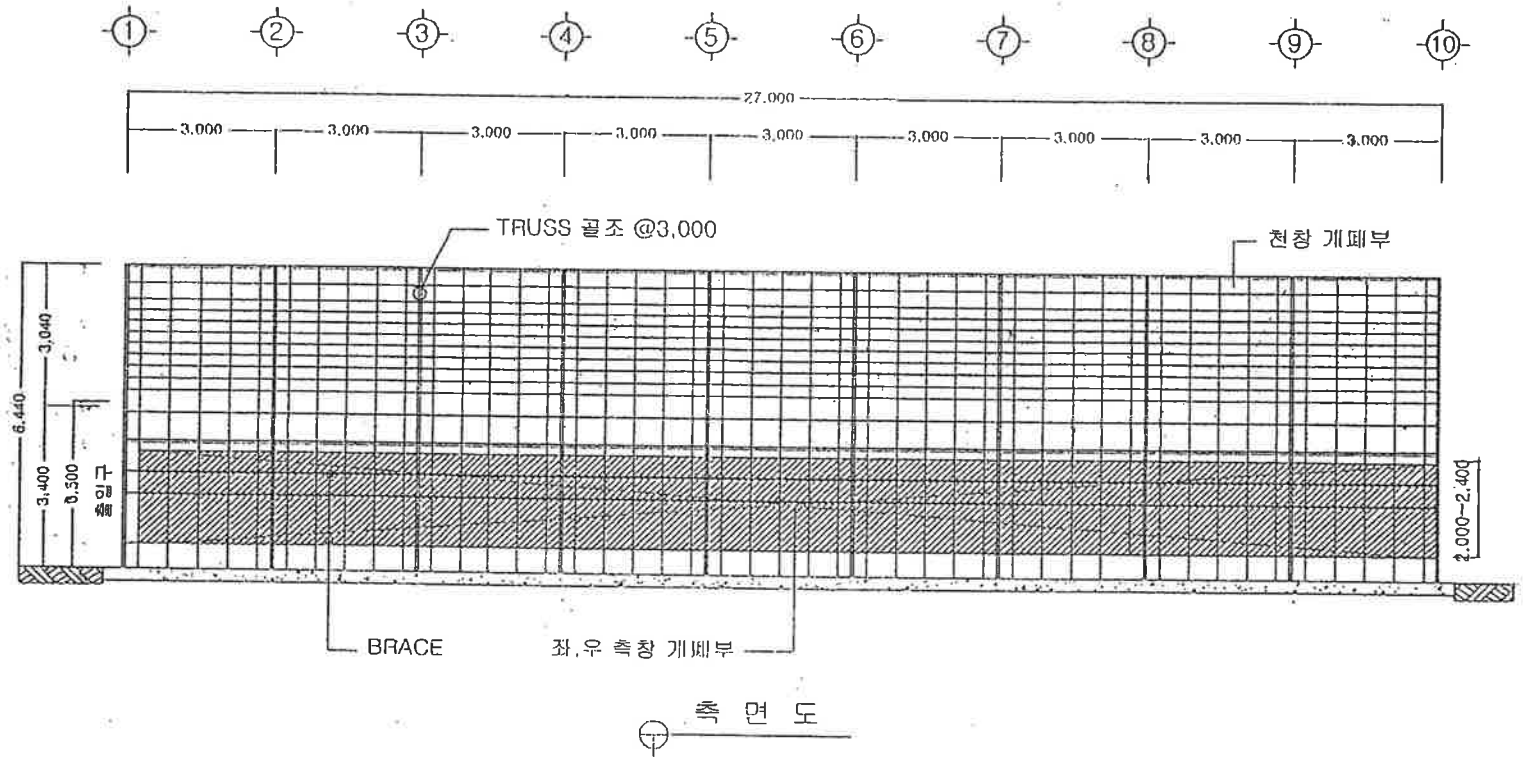


정 면 도

(주) 지 원	공사명	WIDE-SPAN (15m) 복층비복	설계	지 엔 설계실	재질		날짜	年 月 日	도면번호	GN-HP-단동-A01
	도면명	정 면 도	승인		설계지		축척	1:75	개정	

복 층 계 사 설 계 도

02

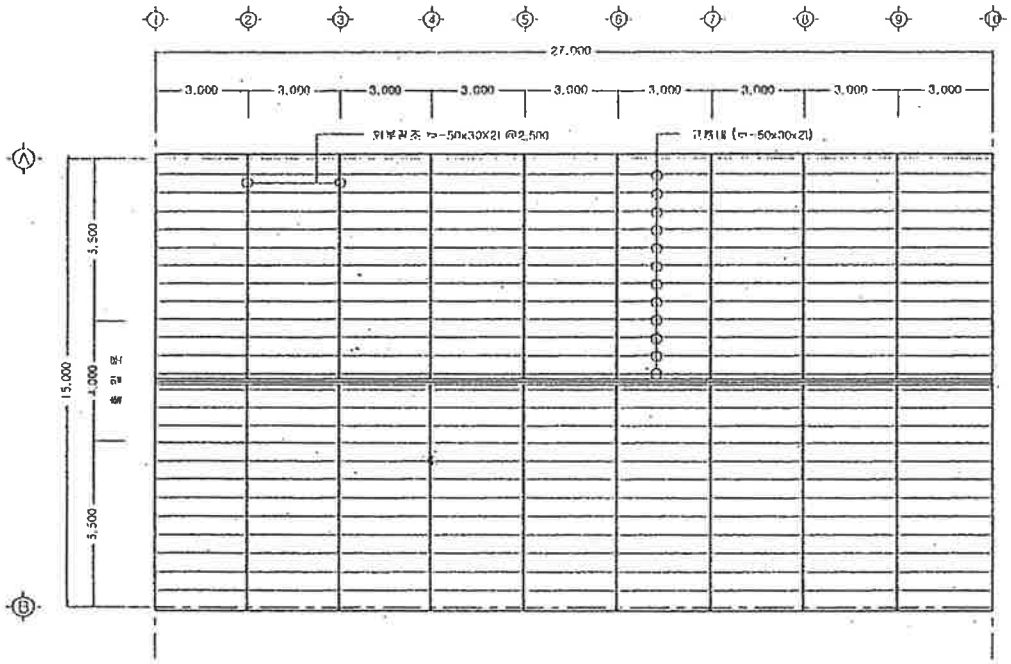


측 면 도

(주) 지 엔	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층계사	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-HP-단동(15m)-A02
	도 면 명 DRAWING TITLE	측 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DESIGNED BY		축 척 SCALE	1:120	개 정 REVISION	

03

복 층 계 사 설 계 도

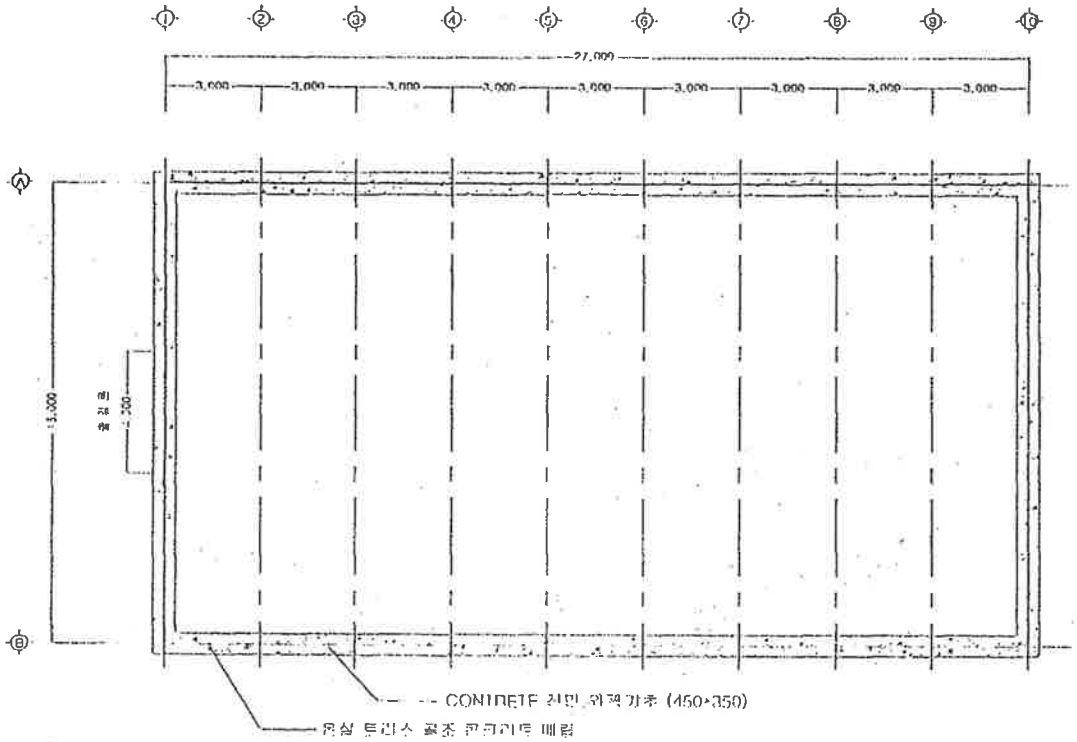


지 붕 평 면 도

(주) 지 엔	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 씨 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-HP-단동(15m)-A03
	도 면 명 DRAWING TITLE	지 붕 평 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DRAWING BY		축 척 SCALE	1:150	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

04



복층계사

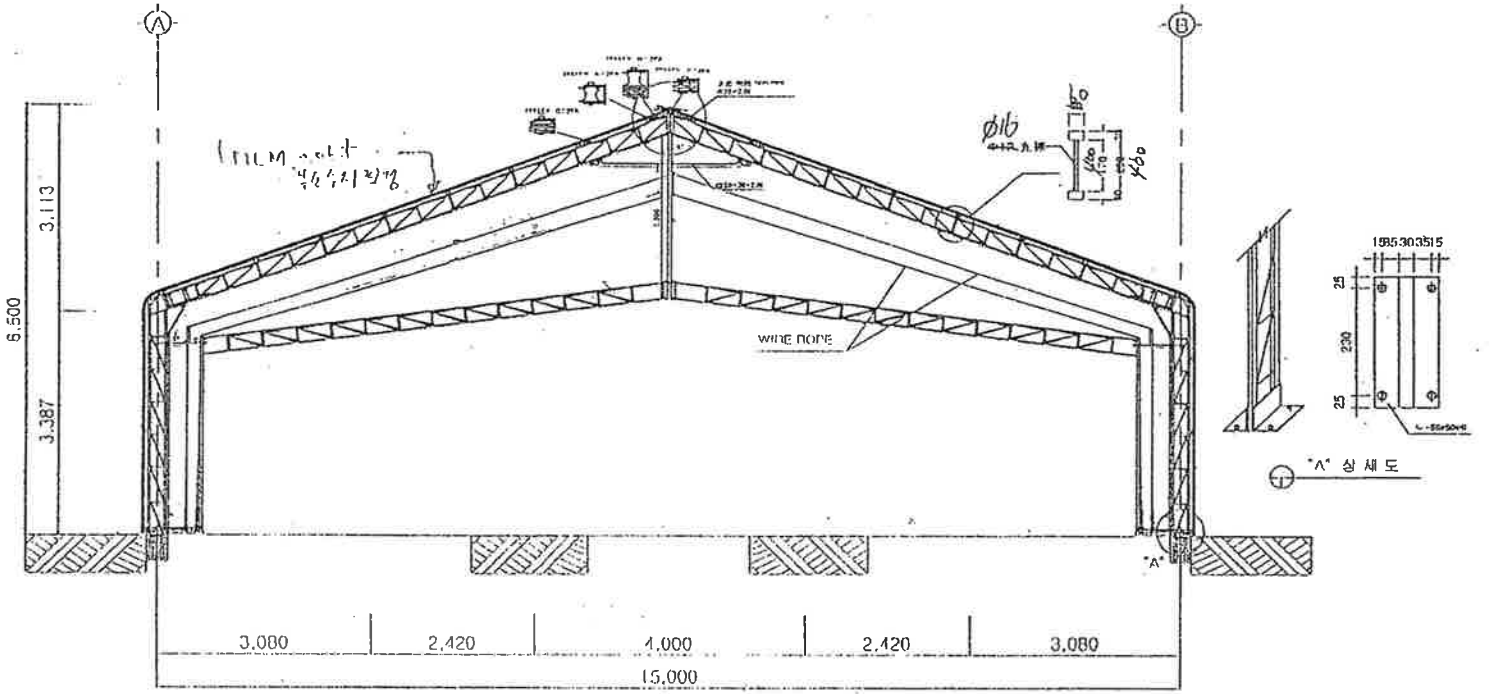
15mx27m=122평

지 반 평 면 도

(주) 지 엔	공 사 명	WIDE-SPAN (15m) 복층비복	설 계	지 엔 설계실	제 도		날 짜	년 월 일	도면번호	GN-UP-단동(15m)-A04
	도 면 명	지반평면도	승 인		실제시		축 척	1:150	개 정	

복 층 계 사 설 계 도

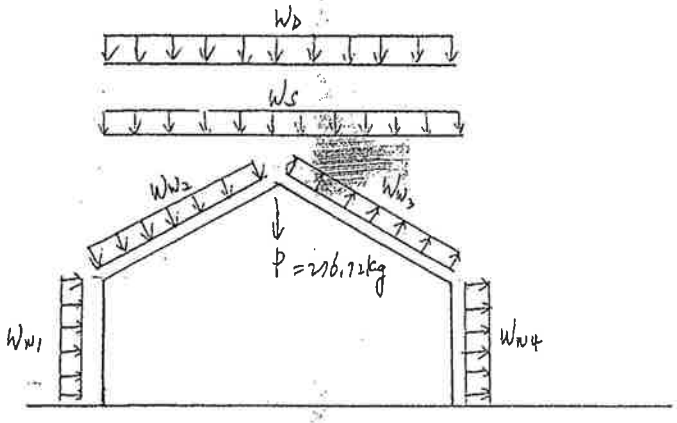
05



단 면 상 세 도

(주) 지 엔	공사명	WIDE-SPAN (15m) 복층비육	설계	지 엔 설계실	재질		날짜	년 월 일	도면번호 GN-HP-단동(15m)-A05
	도면명	단 면 상 세 도	승인		설계사		축척	1 : 75	개정

LOAD INPUT DATA



Dead Load

$W_D = 6 \times 3.0 = 18$ kg/m

Snow Load

$W_S = 28 \times 3 = 84$ kgf/m

Wind Load

$W_{W1} = 56.10 \times 3.0 = 168.31$ kg/m

$W_{W2} = 14.03 \times 3.0 = 42.09$ kg/m

$W_{W3} = 49.09 \times 3.0 = 147.27$ kg/m

$W_{W4} = 35.06 \times 3 = 105.18$ kg/m

point Load

① 상·하현재 자중 : 타원성형파이프 $\phi 37 \times \phi 23 \times 1.7t \rightarrow \phi 30 \times 1.7t$ 치환

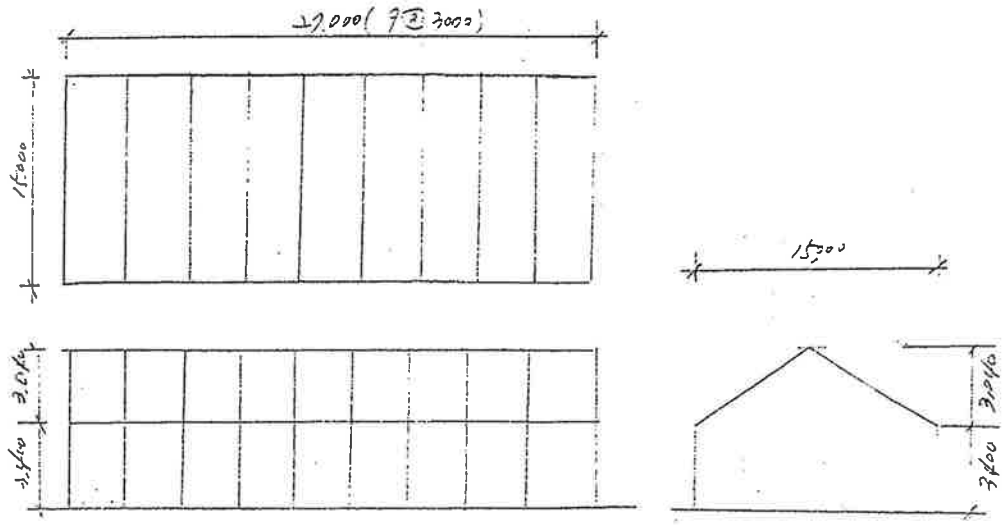
$A_s = \frac{\pi(3^2 - 2.83^2)}{4} = 0.78 cm^2 \times 15 \times 7.85 \times 2 = 183.69$ kg

② $\phi 10$ 합봉 : $A_s = 0.79 \times 15 \times 7.85 = 93.03$ kg

point Load : 276.72kg

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

WIND LOAD



1. 건축지점 주변의 지표면 상태

지역 : 전남 해안 인접장소

높이 : 1.5 ~ 10m 정도의 장애물이 산재해 있는 평지

노출도 : C

2. 하중 산정

1) 구조 골조용 설계 풍압

$$W_f = P_f A$$

$$P_f = (q_2 \cdot G_f \cdot C_{pe1} - q_1 \cdot G_f \cdot C_{pe2})$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

① 설계 속도압(q_z)

설계 속도압 $q_z = \frac{1}{2}\rho V_z^2$

여기서,

· ρ : 0.125 kgf·s²/m⁴ 적용

· 설계풍속 $V_z = V_0 \cdot K_{zr} \cdot K_{zt} \cdot I_w$

· 기본풍속 V_0 = 30 m/s 가정

· 건축물의 계수 $K_{zr} = 1.0$

· 풍속환산 계수 평탄지이므로 $K_{zt} = 1.0$

· 중요도 계수 농가 건축물이므로 $I_w = 0.81$

∴ 설계풍속 $V_z = 30 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.81 = 24.3$ m/s

$q_z = \frac{1}{2} \times 0.125 \times 24.3^2 = 36.91$ kgf/m²

② 가스트 영향계수 (G_f)

노풀도 C 지역 → 1.9

③ 외압계수 (C_{pe})

X축방향 $L/B = 15/27 = 0.56$ 이므로

$C_{pe1} = 0.8$, $C_{pe2} = -0.5$

④ 설계풍압 (X방향)

i) 풍상벽

$P_f = 36.91 \times 1.9 \times 0.8 = \underline{56.10 \text{ kgf/m}^2}$

ii) 풍하벽

$P_f = 36.91 \times 1.9 \times (-0.5) = \underline{35.06 \text{ kgf/m}^2}$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

나) 지붕 골조를 선계 풍압

$$W_f = P_f A$$

$$P_f = q_z (G_f \cdot C_{pe} - G_i C_{pi})$$

① 외압계수

$h = 4.92$, $L = 27m$ $\quad h/L = 4.92/27 = 0.18 \quad \theta \simeq 22°$

가스트 영향계수 $G_f = 1.9$, 내압가스트 계수 $G_i = 1.3$

내압계수 $C_{pi} = 0$, -0.4

i) 풍상측 지붕면 외압계수 $C_{pe1} = 0.2$

ii) 풍하측 지붕면 외압계수 $C_{pe2} = -0.7$

② 선계 풍압 (X방향)

i) 풍상측 지붕면 풍압

$$P_r = q_z (G_f C_{pe} - G_i C_{pi}) = 36.91 \times (1.9 \times 0.2 - 1.3 \times 0)$$

$$= 14.03 \ kgf/m^2$$

ii) 풍하면 지붕풍압

$$P_r = 36.91 \times \{1.9 \times (-0.7) - 1.3 \times 0\}$$

$$= 49.09 \ kgf/m^2$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

SNOW LOAD

경사 지붕 적설하중 (S_s)

$$S_s = C_s \cdot S_f = 1.0 \times 28 = 28\ kgf/m^2$$

여기서,

S_f : 평지붕 적설하중

C_s : 지붕경사도 계수 : 1.0 적용

$$S_f = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g$$

여기서,

C_b : 지붕적설하중 계수 0.7

C_e : 노출계수 : 1.0

C_t : 온도계수 : 1.0

I_s : 중요도 계수 : 0.8

S_g : 지상 적설하중 : 50 kgf/m² (여수 적용)

$$S_f = 0.7 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.8 \times 50 = 28\ kgf/m^2$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

LOAD CALCULATION (한국형 무기둥 복층온실 구조계산서)

ROOF

비 닐 (T=1mm)		1.5
TRUSS (t=1.7)	3.54/1.0	3.6
고름대	1.3/1.5	0.9
		6.0 kg/m²

2,3중 보온터널

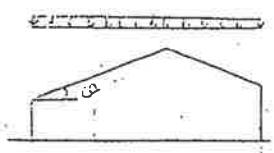
보온재	2.0
WIRE ROPE	0.5
	2.5 kg/m²

SNOW LOAD

최신적설 깊이 : 30cm

눈의 평균단위중량 : 1cm당 1.0kg/m²

지붕형상계수 : c = 0.9 (θ ≤ 20°)



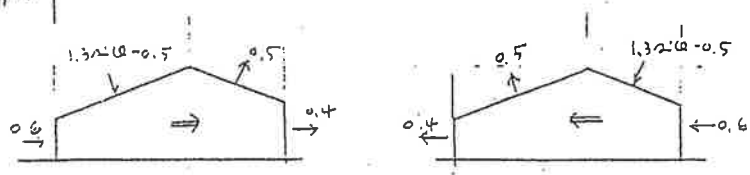
$W_s = 1.0 \times 30 \times 0.9 = 27.0$ kg/m²

WIND LOAD

설계풍속 : 40m/sec (c)

설계속도압 : $q = 0.0197 v^2 \sqrt{h} = 77.2$ kg/m²

풍력계수



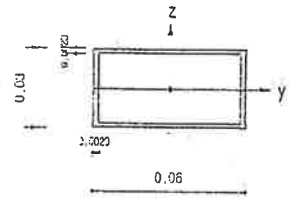
자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen **Steel Design**

Company		Project Name	
Author	PC-4	File Name	C:\...\이공건축사사무소\계사.mgb

1. Design Information

Design Code : AIK-ASD83
Unit System : tonf, m
Element No : 24
Material : SS400 (No:1)
(Fy = 24000.0, Es = 21000000)
Section Name : T1 (No:11)
(Built-up Section).
Member Length : 0.30811



2. Member Forces

Load Combination : 2 AT (I) Point
Axial Force Fxx = 1.42152
Shear Forces Fyy = 0.00000, Fzz = -0.1765
Bending Moments BMy = -0.0317, BMz = 0.00000
Moments of i-node Myyi = -0.0317, Mzzi = 0.00000
Moments of j-node Myyj = 0.01953, Mzzj = 0.00000

Depth	0.03000	Web Thick	0.00230
Flg Width	0.06000	Top F Thick	0.00230
Web Centar	0.05770	Bot.F Thick	0.00230
Area	0.00039	Asz	0.00014
Qyb	0.00050	Qzb	0.00082
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.03000	Zbar	0.01500
Syy	0.00000	Szz	0.00001
ry	0.01229	rz	0.02141

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 0.30811, Lz = 0.30811, Lb = 0.30811
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Bending Coefficient Cm = 1.00

4. Stress Checking Results

Axial Stress
Slenderness Ratio : L/r = 25.1 < 300.0 ..... O.K
ft/Ft = 3618.6/16000.0 = 0.226 < 1.000 ..... O.K

Bending Stresses
fby/Fby = 8021.7/16000.0 = 0.501 < 1.000 ..... O.K
fbz/Fbz = 0.0/16000.0 = 0.000 < 1.000 ..... O.K

Combined Stress (Tension+Bending)
Rmax = ft/Ft + fbty/Fbty + fbcz/Fbcz = 0.728 < 1.000 ..... O.K

Shear Stresses
fvy/Fvy = 0.000 < 1.000 ..... O.K
fvz/Fvz = 0.160 < 1.000 ..... O.K

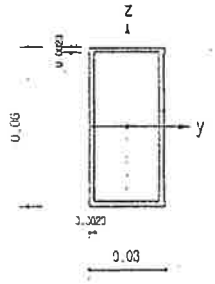
자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen — **Steel Design**

Company:		Project Name:	
Author:	PC-4	File Name:	C:\...\이공건축사사무소\계사.mgb

1. Design Information

Design Code : AIK-ASD83
Unit System : tonf, m
Element No : 14
Material : SS400 (No:1)
(Fy = 24000.0, Es = 21000000)
Section Name : C1 (No:13)
(Built-up Section).
Member Length : 0.50000



Depth	0.06000	Web Thick	0.00230
Fig Width	0.03000	Top F Thick	0.00230
Web Center	0.02770	Bot.F Thick	0.00230
Area	0.00039	Asz	0.00028
Qyb	0.00082	Qzb	0.00050
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.01500	Zbar	0.03000
Syy	0.00001	Szz	0.00000
ry	0.02141	rz	0.01229

2. Member Forces

Load Combination : 2 AT (J) Point
Axial Force Fxx = -2.1416
Shear Forces Fyy = 0.00000, Fzz = -0.0352
Bending Moments BMy = 0.01757, BMz = 0.00000
Moments of i-node Myyi = -0.0000, Mzzi = 0.00000
Moments of j-node Myyj = 0.01757, Mzzj = 0.00000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 0.50000, Lz = 0.50000, Lb = 0.50000
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Bending Coefficient Cm = 1.00

4. Stress Checking Results

Axial Stress
Slenderness Ratio : KL/r = 40.7 < 200.0 ..... O.K
fa/Fa = 5451.7/14522.1 = 0.375 < 1.000 ..... O.K

Bending Stresses
fby/Fby = 2926.9/16000.0 = 0.183 < 1.000 ..... O.K
fbz/Fbz = 0.0/16000.0 = 0.000 < 1.000 ..... O.K

Combined Stress (Compression+Bending)
Rmax = fa/Fa + fbcy/Fbcy + fbcz/Fbcz = 0.558 < 1.000 ..... O.K

Shear Stresses
fvy/Fvy = 0.000 < 1.000 ..... O.K
fvz/Fvz = 0.017 < 1.000 ..... O.K

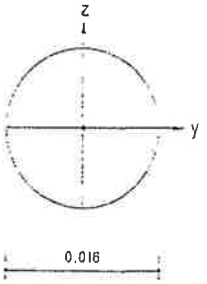
자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - **Steel Design**

Company		Project Name	
Author	PC-4	File Name	C:\...\이공건축사사무소\계산.mgb

1. Design Information

Design Code : AIK-ASD83
Unit System : tonf, m
Element No : 89
Material : SS400 (No:1)
(Fy = 24000.0, Es = 21000000)
Section Name : T3 (No:20)
(Rolled : SR 16).
Member Length : 0.56569



Outer Dia.	0.01600		
Area	0.00020	Asz	0.00018
Qyb	0.00002	Qzb	0.00002
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.00800	Zbar	0.00800
Syy	0.00000	Szz	0.00000
ry	0.00400	rz	0.00400

2. Member Forces

Load Combination : 2 AT (I) Point
Axial Force Fxx = -0.7364
Shear Forces Fyy = 0.00000, Fzz = 0.00000
Bending Moments BMy = 0.00000, BMz = 0.00000
Moments of i-node Myyi = 0.00000, Mzzi = 0.00000
Moments of j-node Myyj = 0.00000, Mzzj = 0.00000

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 0.56569, Lz = 0.56569, Lb = 0.56569
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Bending Coefficient Cm = 1.00

4. Stress Checking Results

Axial Stress
Slenderness Ratio : KL/r = 141.4 < 200.0 ..... O.K
fa/Fa = 3661.79/4784.29 = 0.765 < 1.000 ..... O.K

Bending Stresses
fby/Fby = 0.0/16000.0 = 0.000 < 1.000 ..... O.K
fbz/Fbz = 0.0/16000.0 = 0.000 < 1.000 ..... O.K

Combined Stress (Compression+Bending)
Rmax = fa/Fa+SQRT((fbcy/Fbcy)^2+(fbcz/Fbcz)^2) = 0.765 < 1.000 ..... O.K

Shear Stresses
fvy/Fvy = 0.000 < 1.000 ..... O.K
fvz/Fvz = 0.000 < 1.000 ..... O.K

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

```
+=============================================================+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software)      |
| MIDAS/Gen - Design & checking system for windows            |
+=============================================================+
| Steel Member Applicable Code Checking                       |
| Based On  AIK-ASD83, AIK-LSD97, KSCE-ASD96, AIK-CFSD98,     |
|           AISC-LRFD2K, AISC-LRFD93, AISC-ASD89,             |
|           BS5950-90, Eurocode3, CSA-S16-01,                 |
|           AISI-CFSD86, AIJ-ASD02, GBJ17-88                  |
|                                                             |
|                                          (c)1989-2003       |
+=============================================================+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd.          (MIDAS IT)   |
| MIDAS IT Development Team I                                 |
+=============================================================+
|           HomePage : www.midasIT.com                        |
|           Tel : 82-2-2142-0001,  Fax : 82-2-2142-0011       |
+=============================================================+
| MIDAS/Gen  Version 5.7.1                                    |
+=============================================================+
```

*.DEFINITION OF LOAD COMBINATIONS WITH SCALING UP FACTORS.

LCB	C	Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor)	
1	0	DL(0.667) +	WL(0.667)
2	0	DL(0.667) +	SL(0.667)

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

PROJECT TITLE :

Company		Client		
Author	PC-4	File Name	Untitled	

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

*.PROJECT :
*.UNIT SYSTEM : TONF, CM

[AIK-ASD83] CODE CHECKING SUMMARY SHEET : SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.

CHK	ELEM COM	PROP SHR	Member Name Material	Fy	LCB	Len Pa	Ly My	Lz Mz	Lb Cm	Ky Kz	fa Fa	fby FBy	fbz FBz
	24	11	T1			30.8114	30.8114	30.8114	30.8114	1.00	0.3619	0.8022	0.0000
OK	0.73	0.16	SS400	2.40000	2	1.42152	-3.1737	0.00000	1.00	1.00	1.6000	1.6000	1.6000
	14	13	C1			50.0000	50.0000	50.0000	50.0000	1.00	0.5452	0.2927	0.0000
OK	0.56	0.02	SS400	2.40000	2	-2.1416	1.75712	0.00000	1.00	1.00	1.4522	1.6000	1.6000
	89	20	T3, SR 16			56.5685	56.5685	56.5685	56.5685	1.00	0.3662	0.0000	0.0000
OK	0.77	0.00	SS400	2.40000	2	-0.7364	0.00000	0.00000	1.00	1.00	0.4784	1.6000	1.6000

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

PROJECT TITLE :

Company		Client		
Author	PC-4	File Name	Untitled	

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

```
+=============================================================+
|  MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software)     |
|  MIDAS/Gen - Design & checking system for windows           |
+=============================================================+
|  Steel Member Applicable Code Checking                      |
|  Based On  AIK-ASD83, AIK-LSD97, KSCE-ASD96, AIK-CFSD98,    |
|            AISC-LRFD2K, AISC-LRFD93, AISC-ASD89,            |
|            BS5950-90, Eurocode3, CSA-S16-01,                |
|            AISI-CFSD86, AIJ-ASD02, GBJ17-88                 |
|                                                             |
|                                          (c)1989-2003       |
+=============================================================+
|  MIDAS Information Technology Co.,Ltd.          (MIDAS IT)  |
|  MIDAS IT Development Team I                                |
+=============================================================+
|            HomePage : www.midasIT.com                       |
|            Tel : 82-2-2142-0001,  Fax : 82-2-2142-0011      |
+=============================================================+
|  MIDAS/Gen  Version 5.7.1                                   |
+=============================================================+
```

*.DEFINITION OF LOAD COMBINATIONS WITH SCALING UP FACTORS.

LCB	C	Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor)
1	0	DL(0.667) + WL(0.667)
2	0	DL(0.667) + SL(0.667)

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

*. PROJECT :
*. ELEMENT NO = 24, ELEMENT TYPE = Beam
*. LOADCOMB NO = 2, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 11
*. UNIT SYSTEM : tonf, cm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = T1
Shape = B - Section. (Built-up)
Depth = 3.000, Flg Width = 6.000, Web Center = 5.770
Web Thick = 0.230, Top F Thick = 0.230, Bot.F Thick = 0.230

Area = 3.92840e+000, Asy = 2.76000e+000, Asz = 1.38000e+000
Ybar = 3.00000e+000, Zbar = 1.50000e+000, Qyb = 4.96145e+000, Qzb = 8.16395e+000
Syy = 3.95643e+000, Szz = 6.00334e+000, Zyy = 4.56453e+000, Zzz = 7.51083e+000
Iyy = 5.93464e+000, Izz = 1.80100e+001, Iyz = 0.00000e+000
Roy = 1.22911e+000, Roz = 2.14116e+000, Rop = 0.00000e+000
J = 1.37598e+001, Cwp = 1.00000e+028

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
Ly = 3.08114e+001, Lz = 3.08114e+001, Lu = 3.08114e+001
Ky = 1.00000e+000, Kz = 1.00000e+000

*. MATERIAL PROPERTIES :
Fy = 2.40000e+000, Es = 2.10000e+003, MATERIAL NAME = SS400

*. FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :
Axial Force Fxx = 1.42152e+000
Shear Forces Fyy = 0.00000e+000, Fzz =-1.76485e-001
Bending Moments My =-3.17371e+000, Mz = 0.00000e+000
Moments of i-node Myyi =-3.17371e+000, Mzzi = 0.00000e+000
Moments of j-node Myyj = 1.95346e+000, Mzzj = 0.00000e+000

[[[*]]] CHECK AXIAL STRESS.

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/r).
-. Lambda = l/r = 25.1 < 300.0 ---> O.K.

( ). Calculate allowable tensile stress (Ft).
[AIK-ASD83 Specification 2.1.1 (2.1)]
-. Ft = Fy/1.5 = 1.600 tonf/cm^2.

( ). Calculate axial tensile stress of member (ft).
-. ft = Fxx/Area = 0.362 tonf/cm^2.

( ). Check ratio of axial stress (ft/Ft).

$$-.\ \frac{ft}{Ft} = \frac{0.362}{1.600} = 0.226 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

[[[*]]] CHECK BENDING STRESSES ABOUT MAJOR AXIS.

( ). Check width-thickness ratio of projecting flange of Box (BTR).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.1 (4.2)]
-. BTR = (B-Cw)/(2*tf) = 0.50 < 24/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Check depth-thickness ratio of flange of Box (DTRf).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.2 (4.3)]
-. DTRf = Cw/tf = 26.09 < 74/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Check depth-thickness ratio of web of Box (DTRw).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.2 (4.5)]
-. DTRw = d/tw = 11.04 < 110/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Calculate allowable bending stresses (FBCy,FBTy).
-. FBCy = Fy/1.5 = 1.600 tonf/cm^2.
-. FBTy = Fy/1.5 = 1.600 tonf/cm^2.

( ). Calculate actual bending stresses of member (fbcy,fbty).
-. fbcy = (My*Ccom)/Iyy = -0.802 tonf/cm^2.
-. fbty = (My*Cten)/Iyy = 0.802 tonf/cm^2.

( ). Check ratios of stresses (fbcy/FBCy,fbty/FBTy).

$$-.\ \frac{fbcy}{FBCy} = \frac{0.802}{1.600} = 0.501 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-.\ \frac{fbty}{FBTy} = \frac{0.802}{1.600} = 0.501 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

[[[*]]] CHECK COMBINED STRESSES.

( ). Check interaction ratio of combined stresses (Axial tension + bending).
[AIK-ASD83 Specification 3.3.2 (3.3)]

$$-.\ Rmax1 = \frac{ft}{Ft} + \frac{fbty}{FBTy} + \frac{fbcz}{FBCz} = 0.728 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

$$-.\ Rmax2 = \frac{fbcy}{FBCy} + \frac{fbcz}{FBCz} = 0.501 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

[[[*]]] CHECK SHEAR STRESSES.

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

PROJECT TITLE :

Company		Client		
Author	PC-4	File Name	Untitled	

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

( ). Calculate allowable shear stress (Fv).
[AIK-ASD83 Specification 2.1.2 (2.2)]
-. Fvy,Fvz = Fy/(1.5*SQRT[3]) = 0.924 tonf/cm^2.

( ). Calculate shear stress in local-z direction (fvz).
(LCB = 2, POS = I)
-. Applied shear force : Fzz = -0.18 tonf.
-. fvz = (Fzz*Qyb)/Iyy = 0.148 tonf/cm^2.

( ). Check ratio of shear stress (fvz/Fvz).

$$-.\ \frac{fvz}{Fvz} = \frac{0.148}{0.924} = 0.160 < 1.000 \longrightarrow O.K.$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

*. PROJECT :
*. ELEMENT NO = 14, ELEMENT TYPE = Beam
*. LOADCOMB NO = 2, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 13
*. UNIT SYSTEM : tonf, cm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = C1
Shape = 8 - Section, (Built-up)
Depth = 6.000, Flg Width = 3.000, Web Center = 2.770
Web Thick = 0.230, Top F Thick = 0.230, Bot.F Thick = 0.230

Area = 3.92840e+000, Asy = 1.38000e+000, Asz = 2.76000e+000
Ybar = 1.50000e+000, Zbar = 3.00000e+000, Qyb = 8.16395e+000, Qzb = 4.96145e+000
Syy = 6.00334e+000, Szz = 3.95643e+000, Zyy = 7.51083e+000, Zzz = 4.56453e+000
Iyy = 1.80100e+001, Izz = 5.93464e+000, Iyz = 0.00000e+000
Roy = 2.14116e+000, Roz = 1.22911e+000, Rop = 0.00000e+000
J = 1.37598e+001, Cwp = 1.00000e+028

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
Ly = 5.00000e+001, Lz = 5.00000e+001, Lu = 5.00000e+001
Ky = 1.00000e+000, Kz = 1.00000e+000

*. MATERIAL PROPERTIES :
Fy = 2.40000e+000, Es = 2.10000e+003, MATERIAL NAME = SS400

*. FORCES AND MOMENTS AT (J) POINT :
Axial Force Fxx =-2.14164e+000
Shear Forces Fyy = 0.00000e+000, Fzz =-3.52266e-002
Bending Moments My = 1.75712e+000, Mz = 0.00000e+000
Moments of i-node Myyi =-4.20662e-003, Mzzi = 0.00000e+000
Moments of j-node Myyj = 1.75712e+000, Mzzj = 0.00000e+000

[[[-]]] CHECK AXIAL STRESS.

( ). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/r).
[AIK-ASD83 Specification 6.1 (6.1)]
-. Lambda = Kl/r = 40.7 < 200.0 ---> O.K.

( ). Check width-thickness ratio of projecting flange of Box (BTR).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.1 (4.2)]
-. BTR = bf/tf = 0.50 < 24/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Check depth-thickness ratio of web of Box (DTR).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.2 (4.3)]
-. DTR = d/tw = 24.09 < 74/SQRT[Fy] ---> O.K.

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

( ). Calculate allowable compressive stress (Fc).
[AIK-ASD83 Specification 2.1.3 (2.3)]

$$\text{Lambda\_p} = \text{SQRT}\left[\frac{Pi^2*Es}{0.6*Fy}\right] = 119.97$$

-. R_Lambda = Lambda/Lambda_p < 1.0

$$\text{Fc} = \frac{(1 - 0.4*\text{R\_Lambda}^2)*Fy}{(3/2) + (2/3)*\text{R\_Lambda}^2} = 1.452 \text{ tonf/cm^2.}$$

( ). Calculate axial compressive stress of member (fc).
-. fc = Fxx/Area = -0.545 tonf/cm^2.

( ). Check ratio of axial stress (fc/Fc).

$$\frac{fc}{Fc} = \frac{0.545}{1.452} = 0.375 < 1.000 \longrightarrow \text{O.K.}$$

[[[*]]] CHECK BENDING STRESSES ABOUT MAJOR AXIS.

( ). Check width-thickness ratio of projecting flange of Box (BTR).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.1 (4.2)]
-. BTR = (B-Cw)/(2*tf) = 0.50 < 24/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Check depth-thickness ratio of flange of Box (DTRf).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.2 (4.3)]
-. DTRf = Cw/tf = 13.04 < 74/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Check depth-thickness ratio of web of Box (DTRw).
[AIK-ASD83 Specification 4.1.2 (4.5)]
-. DTRw = d/tw = 24.09 < 110/SQRT[Fy] ---> O.K.

( ). Calculate allowable bending stresses (FBCy,FBTy).
-. FBCy = Fy/1.5 = 1.600 tonf/cm^2.
-. FBTy = Fy/1.5 = 1.600 tonf/cm^2.

( ). Calculate actual bending stresses of member (fbcy,fbty).
-. fbcy = (My*Ccom)/Iyy = -0.293 tonf/cm^2.
-. fbty = (My*Cten)/Iyy = 0.293 tonf/cm^2.

( ). Check ratios of stresses (fbcy/FBCy,fbty/FBTy).

$$\frac{fbcy}{FBCy} = \frac{0.293}{1.600} = 0.183 < 1.000 \longrightarrow \text{O.K.}$$

$$\frac{fbty}{FBTy} = \frac{0.293}{1.600} = 0.183 < 1.000 \longrightarrow \text{O.K.}$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

[[[*]]] CHECK COMBINED STRESSES.

( ). Check interaction ratio of combined stresses (Axial compression + bending).
[AIK-ASD83 Specification 3.3.1 (3.1)]

$$-.\ Rmax = \frac{fc}{Fc} + \frac{fbcy}{FBCy} + \frac{fbcz}{FBCz}$$

= 0.558 < 1.000 ---> O.K.

[[[*]]] CHECK SHEAR STRESSES.

( ). Calculate allowable shear stress (Fv).
[AIK-ASD83 Specification 2.1.2 (2.2)]
-. Fvy.Fvz = Fy/(1.5*SQRT[3]) = 0.924 tonf/cm^2.

( ). Calculate shear stress in local-z direction (fvz).
(LCB = 2, POS = J)
-. Applied shear force : Fzz = -0.04 tonf.
-. fvz = (Fzz*Qyb)/Iyy = 0.016 tonf/cm^2.

( ). Check ratio of shear stress (fvz/Fvz).

$$-.\ \frac{fvz}{Fvz} = \frac{0.016}{0.924} = 0.017 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

```
*. PROJECT     :
*. ELEMENT NO =   89.  ELEMENT TYPE = Truss
*. LOADCOMB NO =    2.  MATERIAL NO =   1.  SECTION NO =  20
*. UNIT SYSTEM : tonf, cm

*. SECTION PROPERTIES : Designation = T3, SR 16
   Shape     = SR - Section. (Rolled)
   Outer Dia. =      1.600

   Area = 2.01100e+000,  Asy  = 1.80956e+000,  Asz  = 1.80956e+000
   Ybar = 8.00000e-001,  Zbar = 8.00000e-001,  Qyb  = 2.13333e-001,  Qzb  = 2.13333e-001
   Syy  = 4.02124e-001,  Szz  = 4.02124e-001,  Zyy  = 6.82667e-001,  Zzz  = 6.82667e-001
   Iyy  = 3.21699e-001,  Izz  = 3.21699e-001,  Iyz  = 0.00000e+000
   Roy  = 4.00000e-001,  Roz  = 4.00000e-001,  Rop  = 0.00000e+000
   J    = 6.43398e-001,  Cwp  = 1.00000e+028

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
   Ly   = 5.65685e+001,  Lz   = 5.65685e+001,  Lu   = 5.65685e+001
   Ky   = 1.00000e+000,  Kz   = 1.00000e+000

*. MATERIAL PROPERTIES :
   Fy   = 2.40000e+000,  Es   = 2.10000e+003,  MATERIAL NAME  = SS400


*. FORCES AND MOMENTS AT (I) POINT :
   Axial Force          Fxx  =-7.36385e-001
   Shear Forces         Fyy  = 0.00000e+000,  Fzz  = 0.00000e+000
   Bending Moments      My   = 0.00000e+000,  Mz   = 0.00000e+000
   Moments of i-node    Myyi = 0.00000e+000,  Mzzi = 0.00000e+000
   Moments of j-node    Myyj = 0.00000e+000,  Mzzj = 0.00000e+000
```

[[[*]]] CHECK AXIAL STRESS.

( ). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/r).
[AIK-ASD83 Specification 6.1 (6.1)]
-. Lambda = Kl/r = 141.4 < 200.0 ---> O.K.

( ). Calculate allowable compressive stress (Fc).
[AIK-ASD83 Specification 2.1.3 (2.4)]

$$-.\ Lambda\_p = .SQRT\left[\frac{Pi^2*Es}{0.6*Fy}\right] = 119.97$$

-. R_Lambda = Lambda/Lambda_p > 1.0

$$-.\ Fc = \frac{0.277*Fy}{R\_Lambda^2} = 0.478\ tonf/cm^2.$$

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

MIDAS/Gen - Steel Code Checking [AIK-ASD83] Version 5.7.1

( ). Calculate axial compressive stress of member (fc).
-. fc = Fxx/Area = -0.366 tonf/cm^2.

( ). Check ratio of axial stress (fc/Fc).

$$-.\ \frac{fc}{Fc} = \frac{0.366}{0.478} = 0.765 < 1.000 \longrightarrow O.K.$$

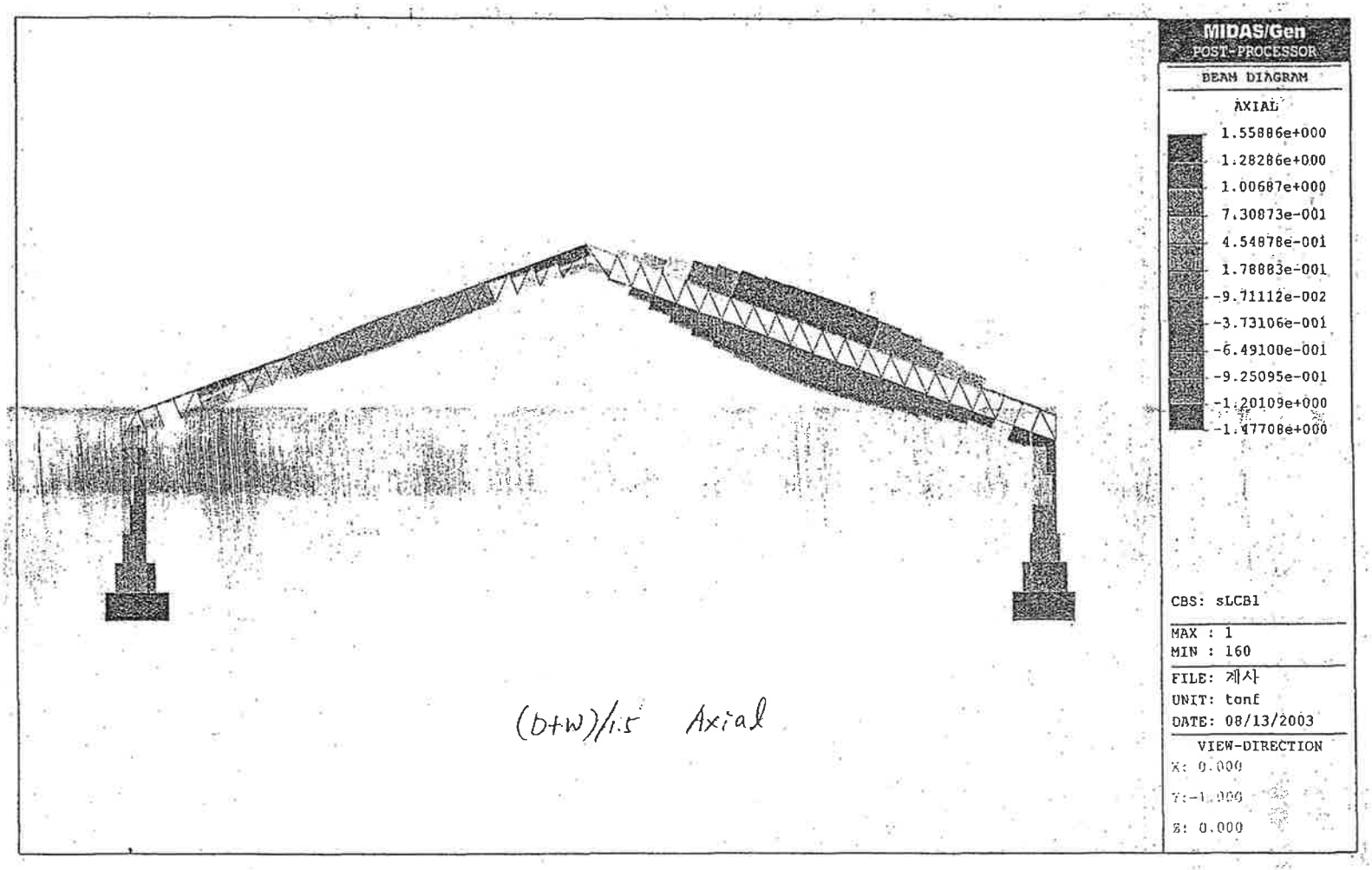
[[[*]]] CHECK COMBINED STRESSES.

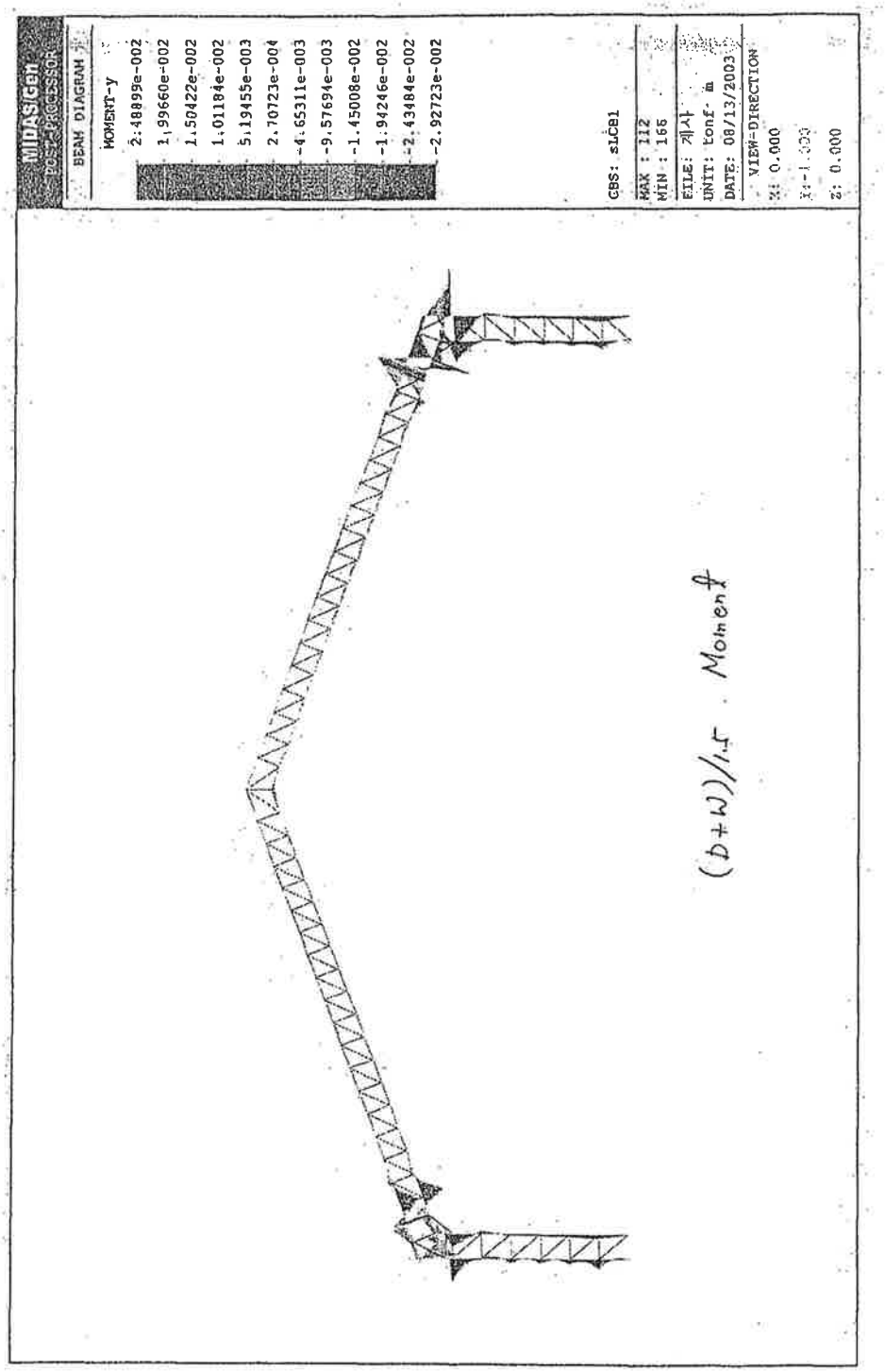
( ). Check interaction ratio of combined stresses (Axial compression + bending)
[AIK-ASD83 Specification 3.3.1 (3.1)]

$$-.\ Rmax = \frac{fc}{Fc} + SQRT\left[\left(\frac{fbcy}{FBCy}\right)^2 + \left(\frac{fbcz}{FBCz}\right)^2\right]$$

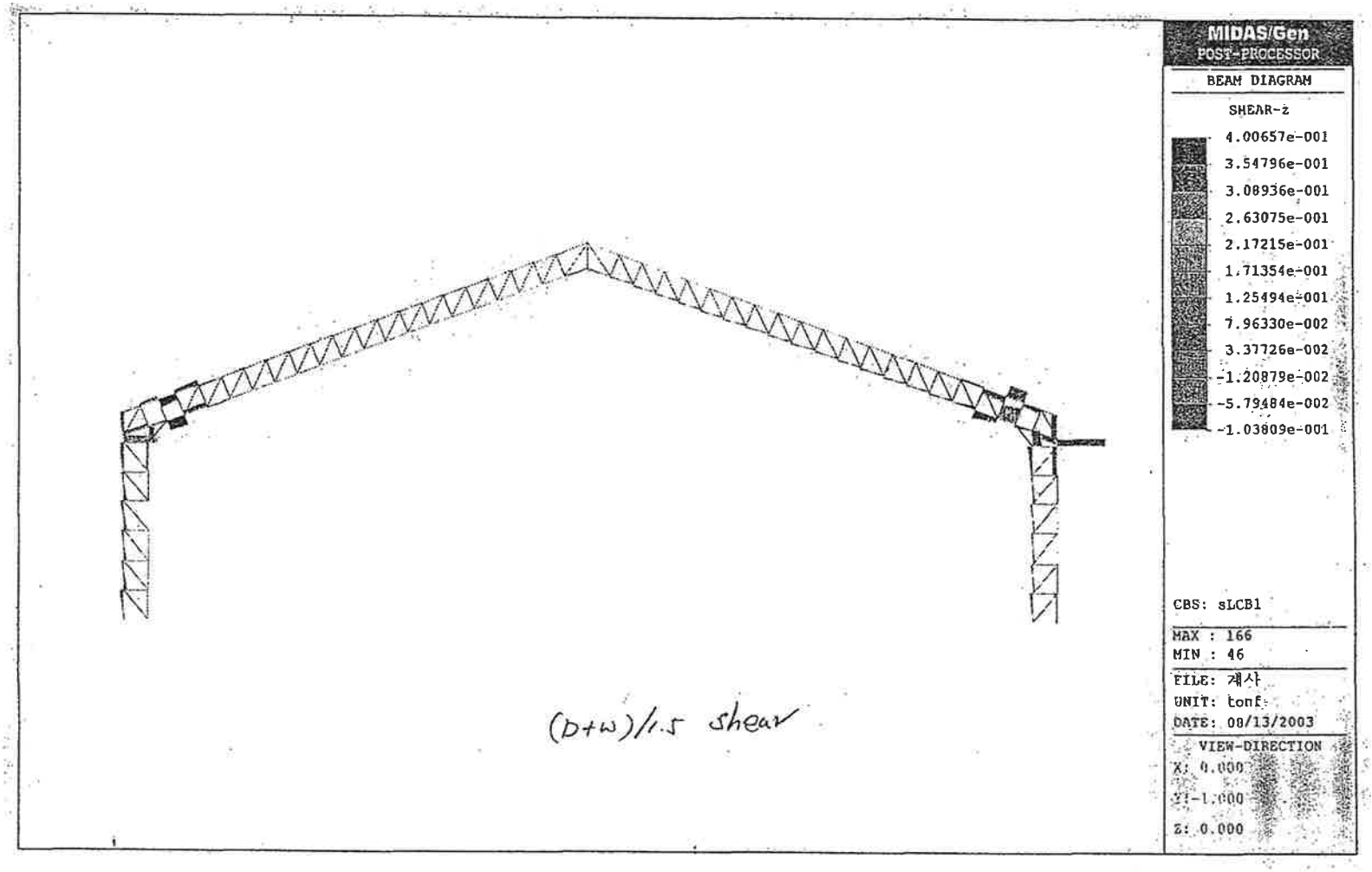
$$= 0.765 < 1.000 \longrightarrow O.K.$$

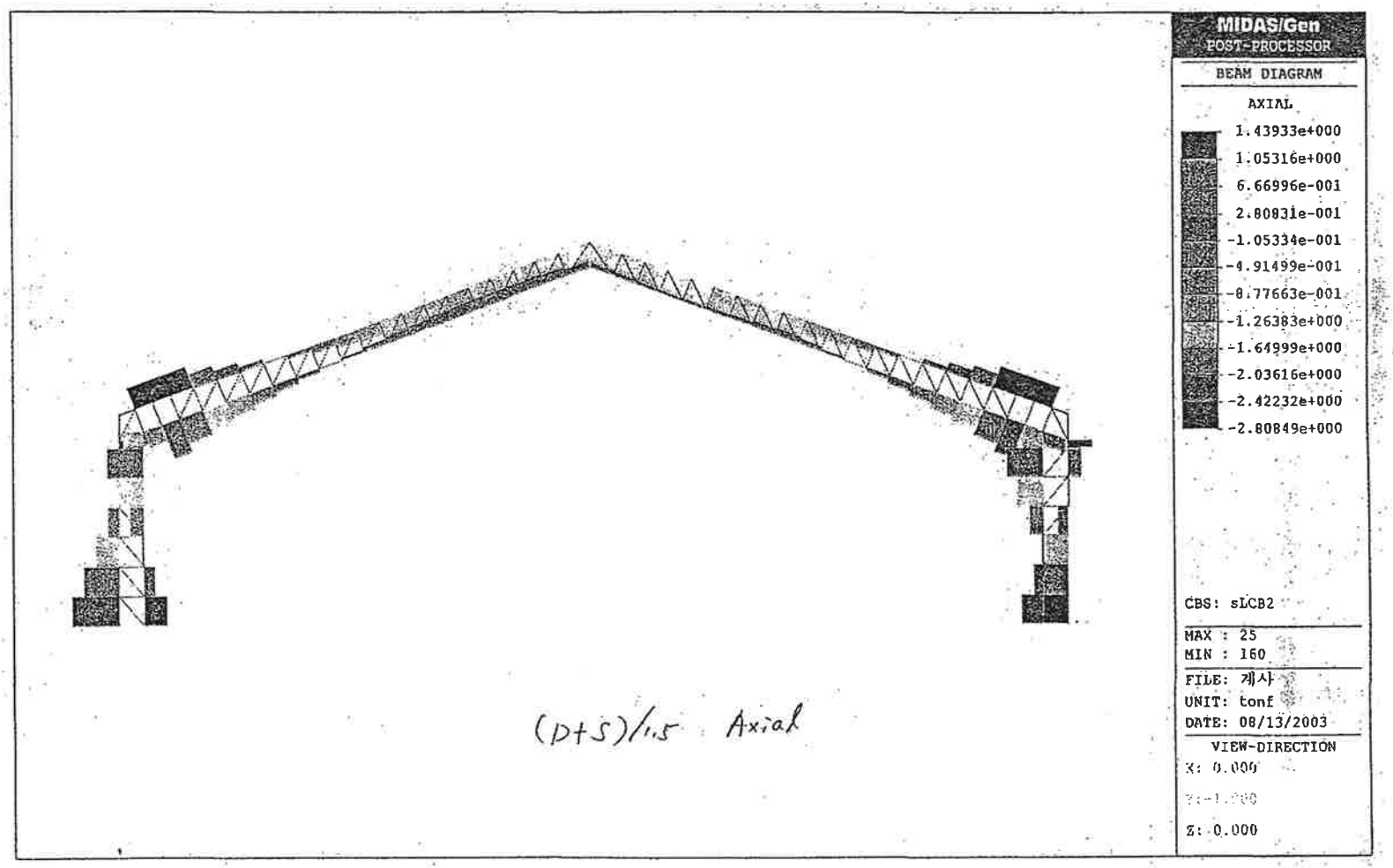
자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

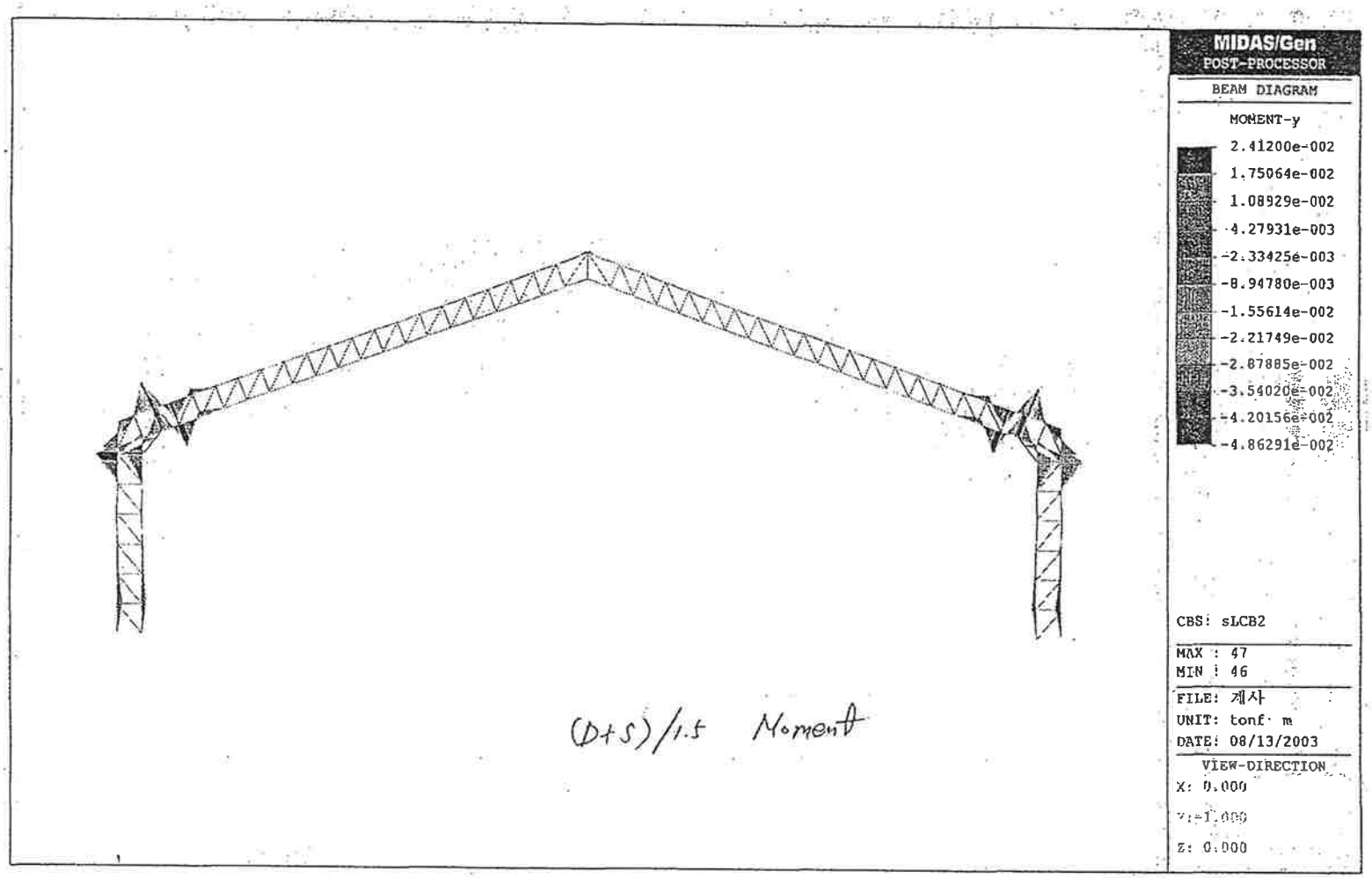

MIDAS/Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
AXIAL
1.55886e+000
1.28286e+000
1.00687e+000
7.30873e-001
4.54878e-001
1.78883e-001
-9.71112e-002
-3.73106e-001
-6.49100e-001
-9.25095e-001
-1.20109e+000
-1.47708e+000
CBS: sLCB1
MAX : 1
MIN : 160
FILE: 계사
UNIT: tonf
DATE: 08/13/2003
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y:-1.000
Z: 0.000
(D+W)/1.5 Axial

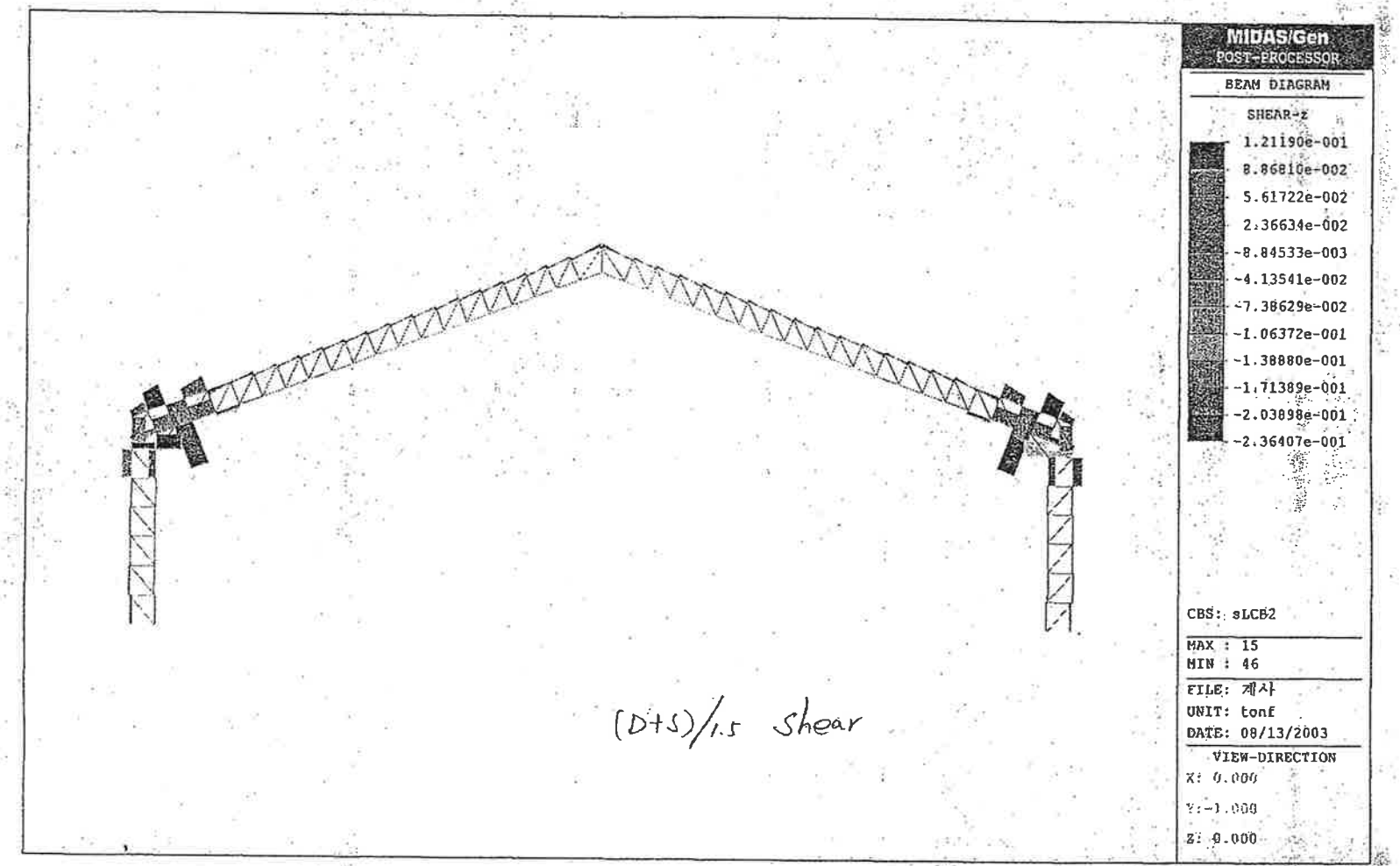


자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부


MIDAS/Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z
4.00657e-001
3.54796e-001
3.08936e-001
2.63075e-001
2.17215e-001
1.71354e-001
1.25494e-001
7.96330e-002
3.37726e-002
-1.20879e-002
-5.79484e-002
-1.03809e-001
CBS: sLCB1
MAX : 166
MIN : 46
FILE: 계사
UNIT: tonf
DATE: 08/13/2003
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y:-1.000
Z: 0.000
(D+W)/1.5 shear

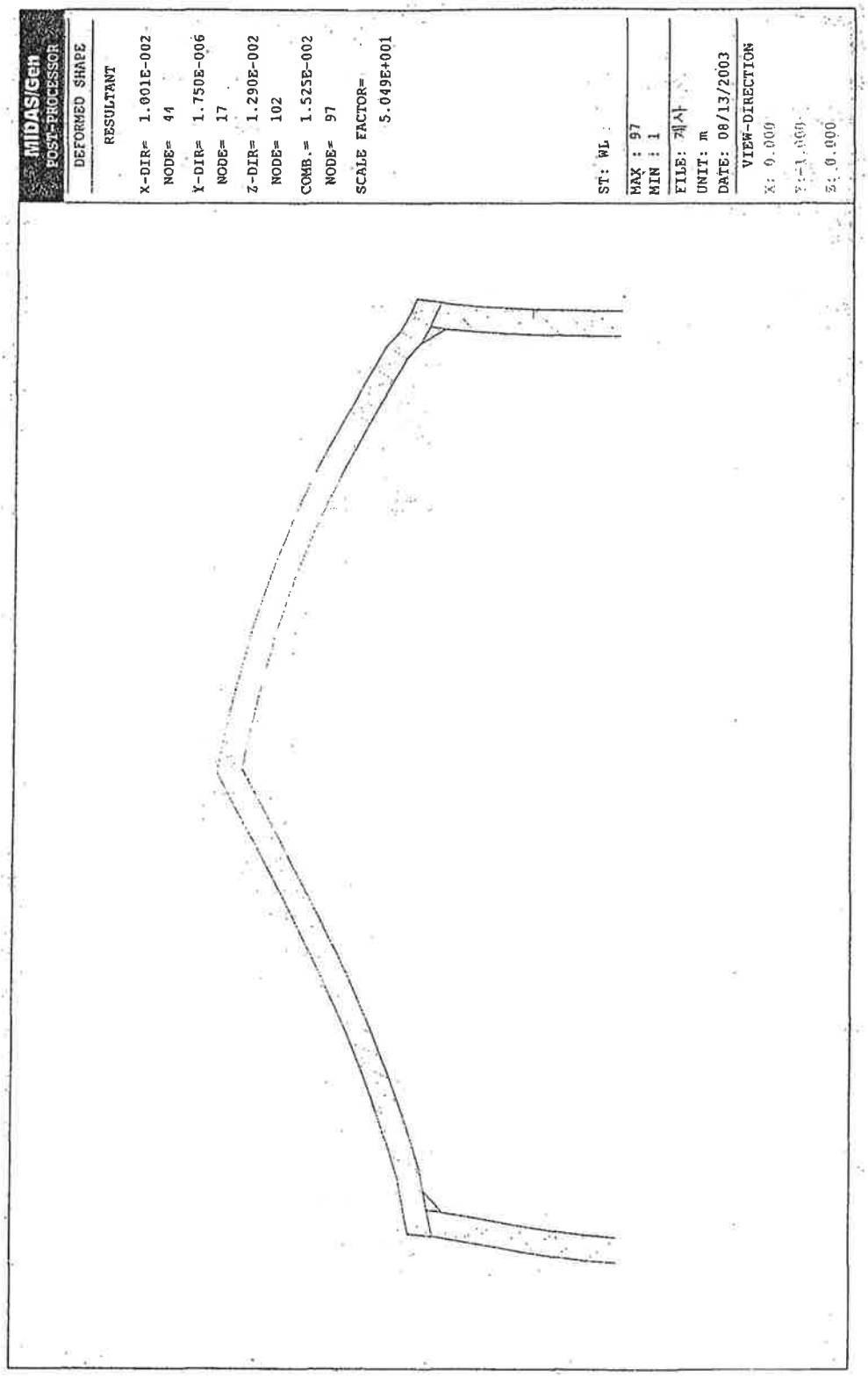

MIDAS/Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
AXIAL
1.43933e+000
1.05316e+000
6.66996e-001
2.80831e-001
-1.05334e-001
-4.91499e-001
-8.77663e-001
-1.26383e+000
-1.64999e+000
-2.03616e+000
-2.42232e+000
-2.80849e+000
CBS: sLCB2
MAX : 25
MIN : 160
FILE: 계사
UNIT: tonf
DATE: 08/13/2003
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Z: 0.000
(D+S)/1.5 Axial


MIDAS/Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y
2.41200e-002
1.75064e-002
1.08929e-002
4.27931e-003
-2.33425e-003
-8.94780e-003
-1.55614e-002
-2.21749e-002
-2.87885e-002
-3.54020e-002
-4.20156e-002
-4.86291e-002
CBS: sLCB2
MAX : 47
MIN : 46
FILE: 계사
UNIT: tonf, m
DATE: 08/13/2003
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y:-1.000
Z: 0.000
(D+S)/1.5 Moment


MIDAS/Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z
1.21190e-001
8.86810e-002
5.61722e-002
2.36634e-002
-8.84533e-003
-4.13541e-002
-7.38629e-002
-1.06372e-001
-1.38880e-001
-1.71389e-001
-2.03898e-001
-2.36407e-001
CBS: sLCB2
MAX : 15
MIN : 46
FILE: 계사
UNIT: tonf
DATE: 08/13/2003
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y:-1.000
Z: 0.000
(D+S)/1.5 Shear

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부



자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

여 백

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

부 록 Ⅱ

계사설계도

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

여 백

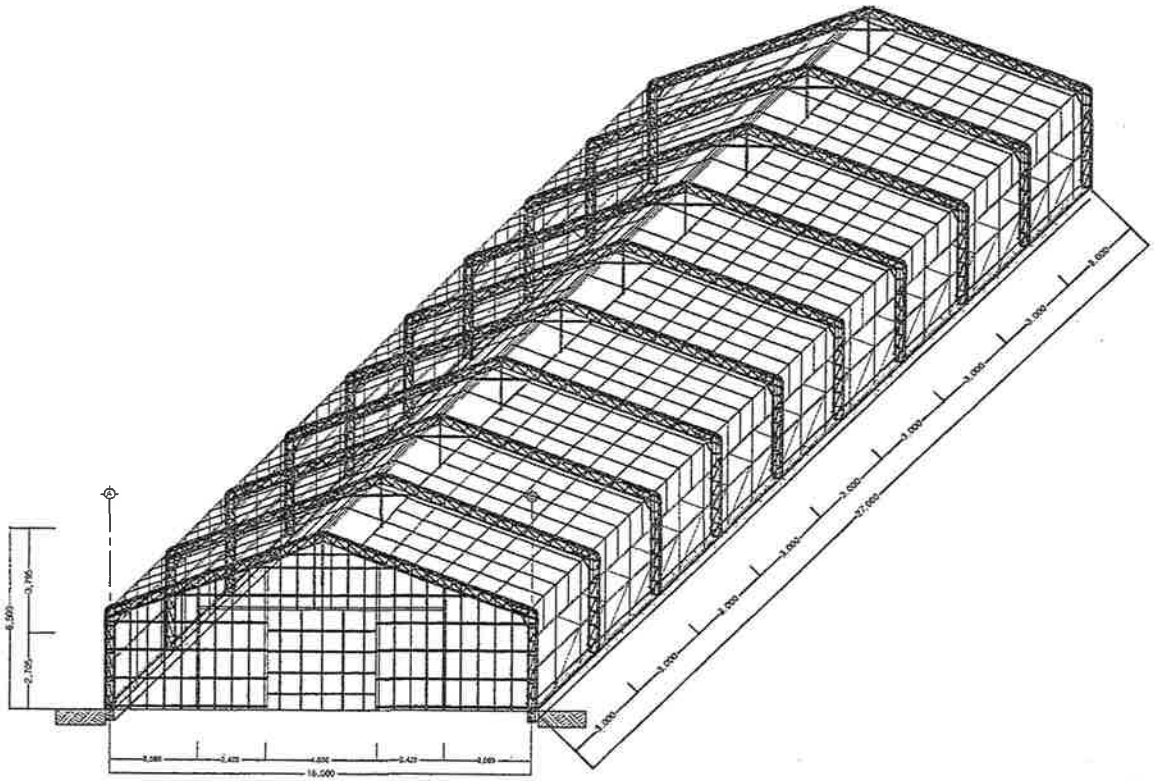
자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

복층 육계사 설계도

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

복 층 계 사 설 계 도

00

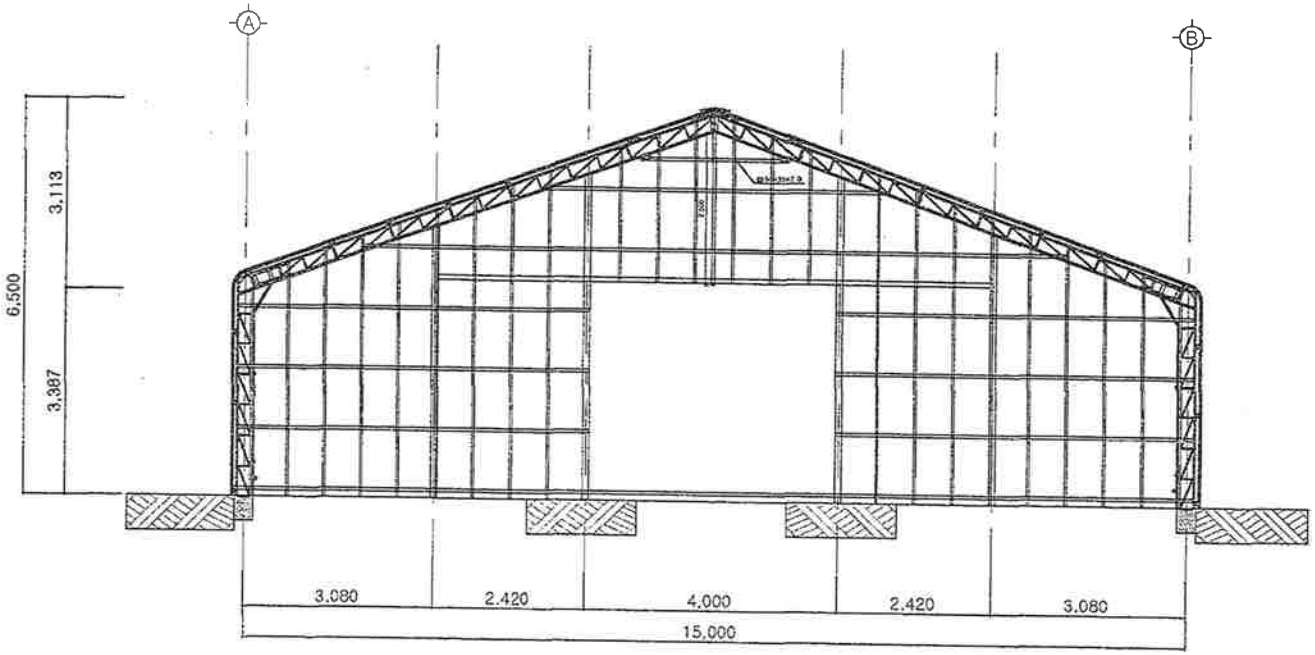


입 체 도

(주) 지 엔 GREEN NEAT CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-근동(15m)-00
	도 면 명 DRAWING TITLE	입 체 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:120	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

01

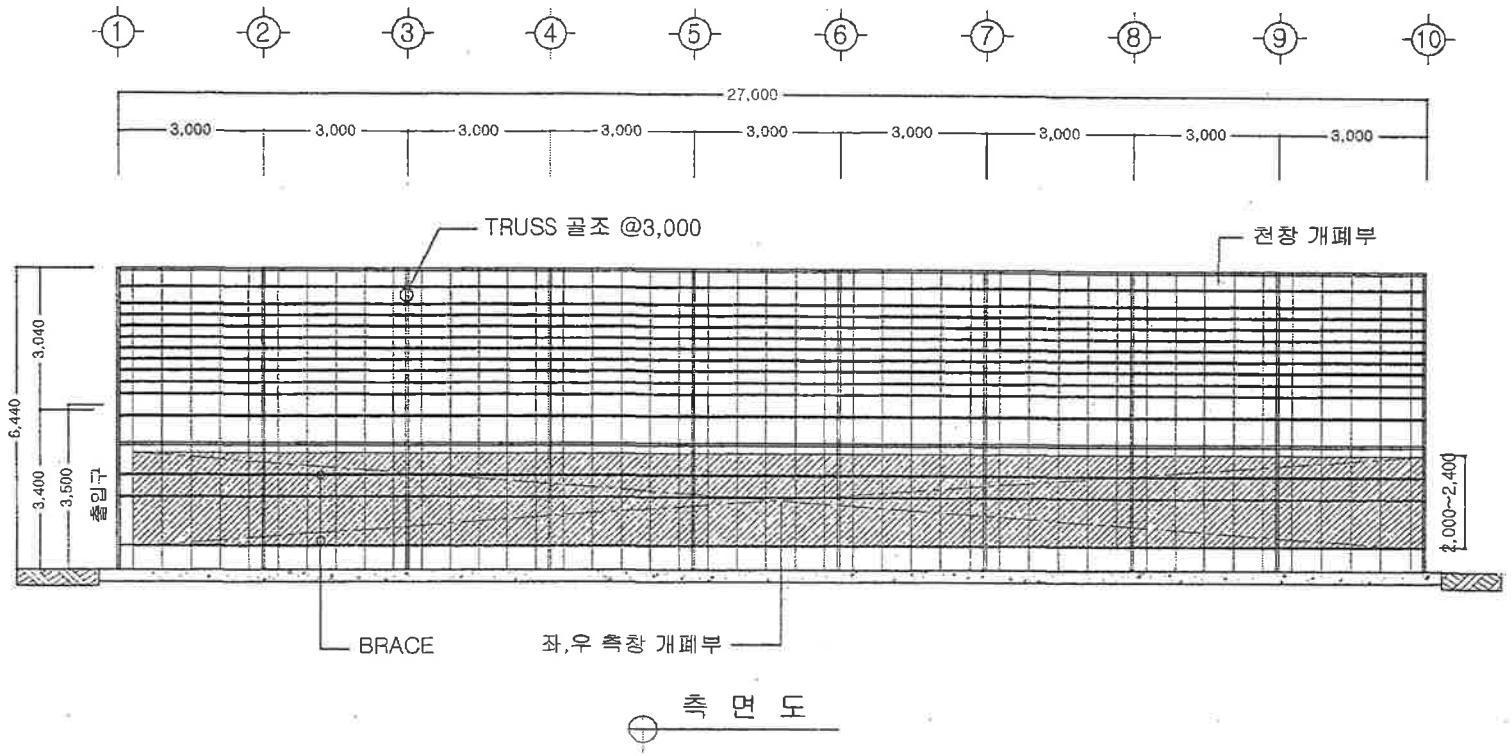


정 면 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동-01
	도면명 DRAWING TITLE	정 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

02

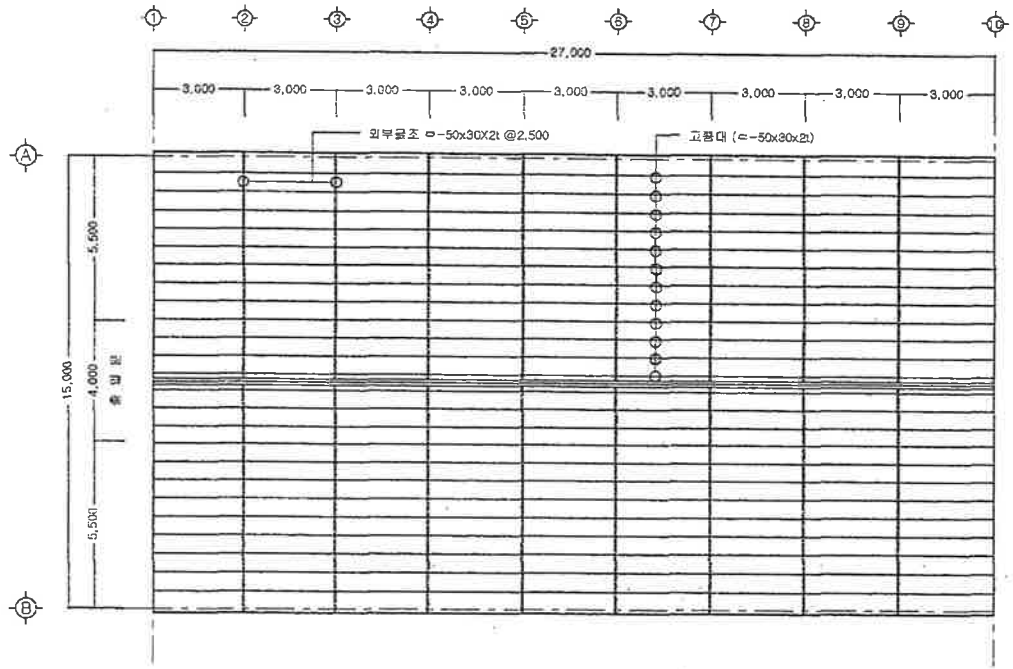


측 면 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-02
	도 면 명 DRAWING TITLE	측 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:120	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

03

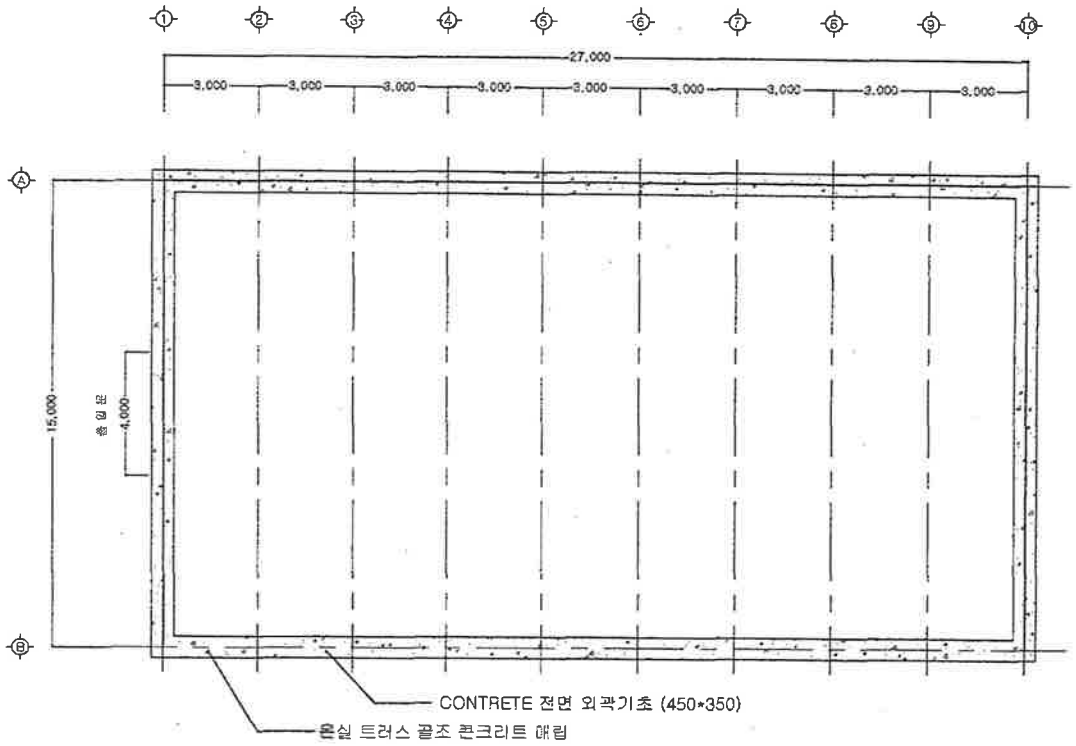


지 붕 평 면 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-03
	도 면 명 DRAWING TITLE	지 붕 평 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:150	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

04



지 반 평 면 도

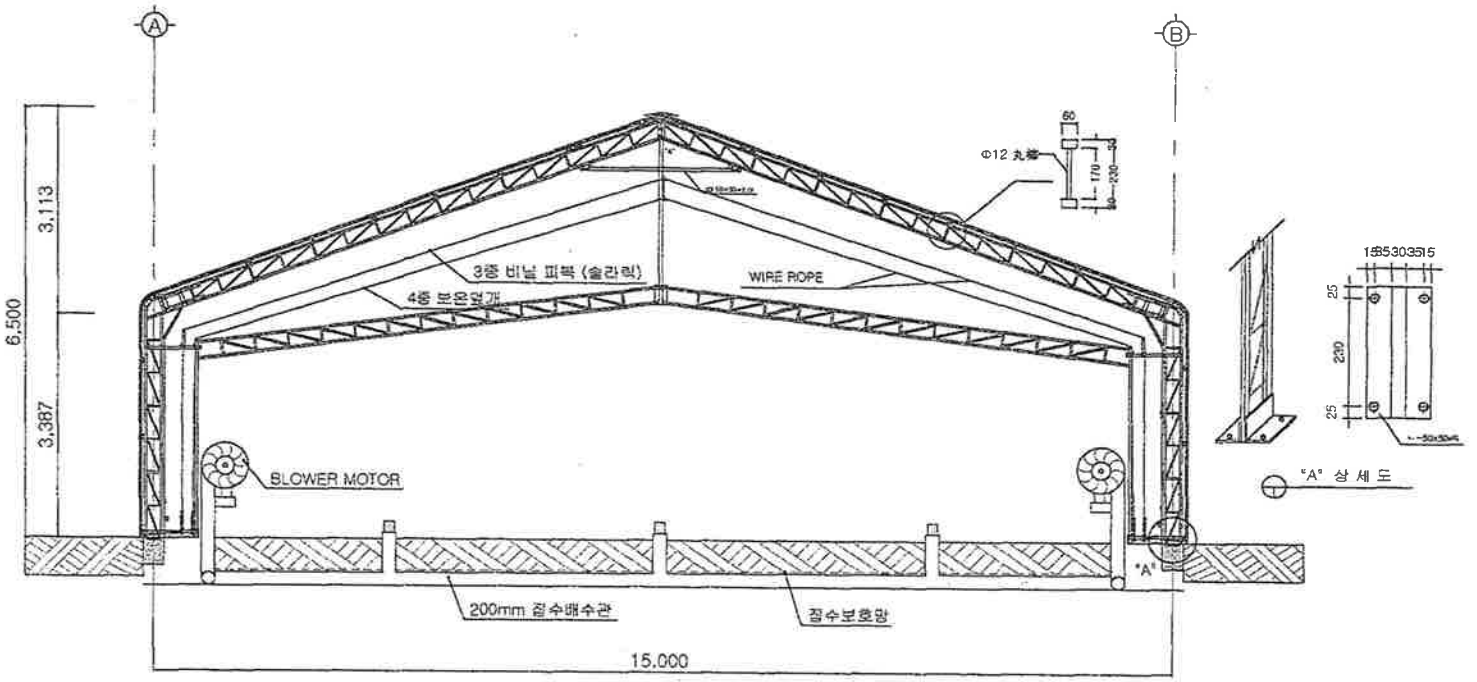
복층계사

15mx27m=122평

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층파복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-04
	도 면 명 DRAWING TITLE	지 반 평 면 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:150	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

05

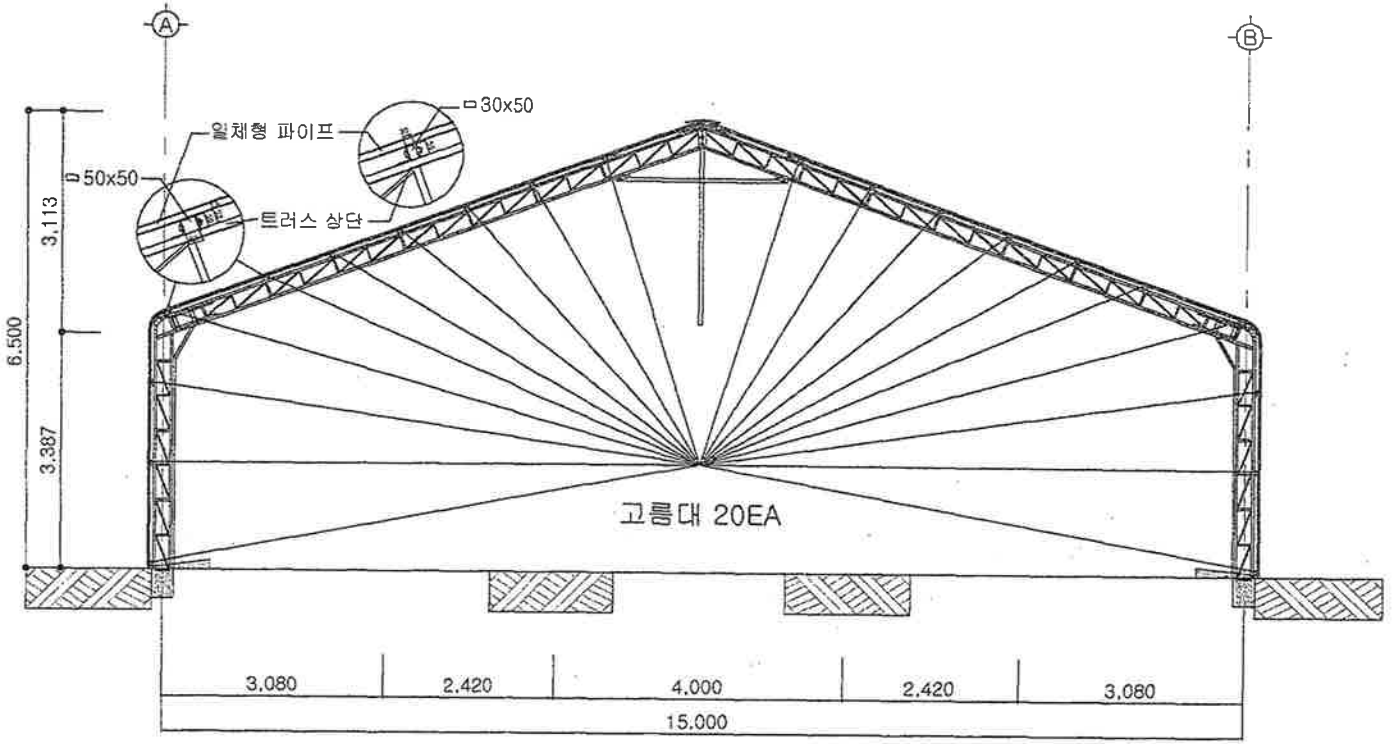


단 면 상 세 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-05
	도면명 DRAWING TITLE	단 면 상 세 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

06

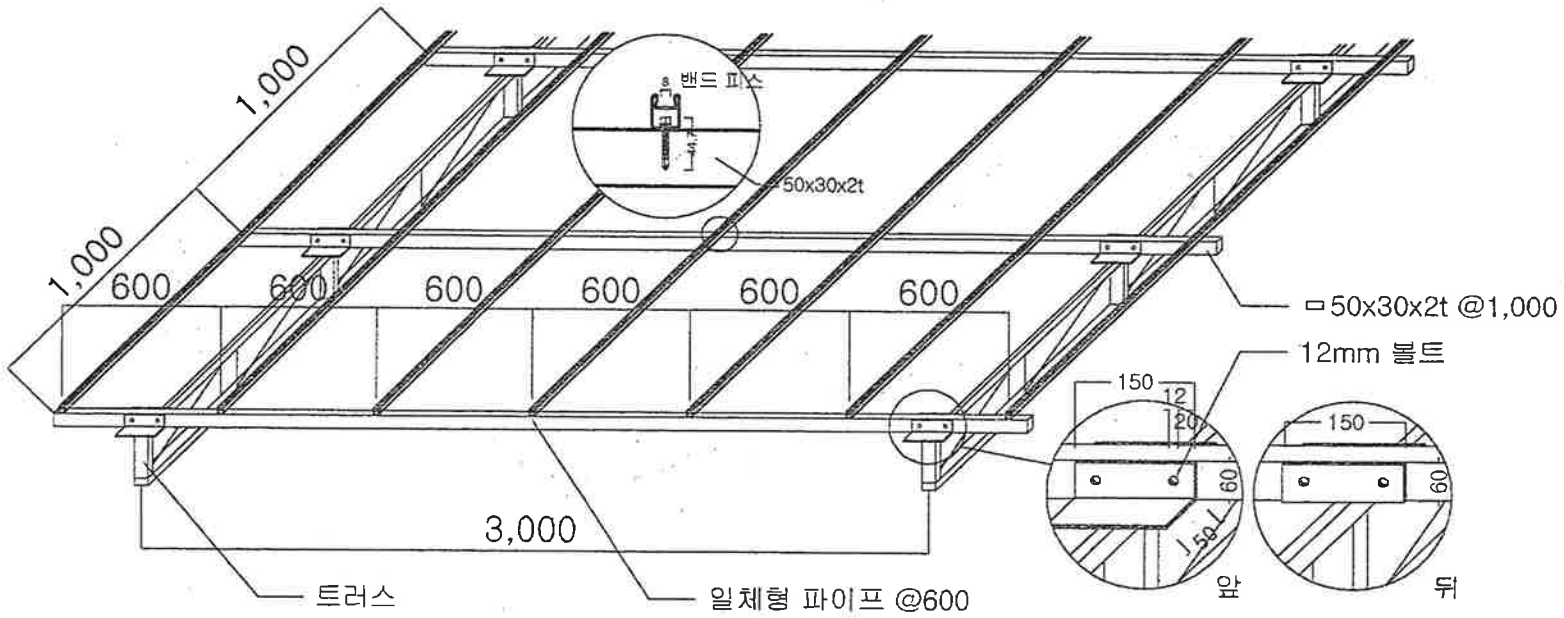


고름대 위치도

(주) 지 엔 GREEN HOST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-06
	도면명 DRAWING TITLE	고름대 위치도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

07

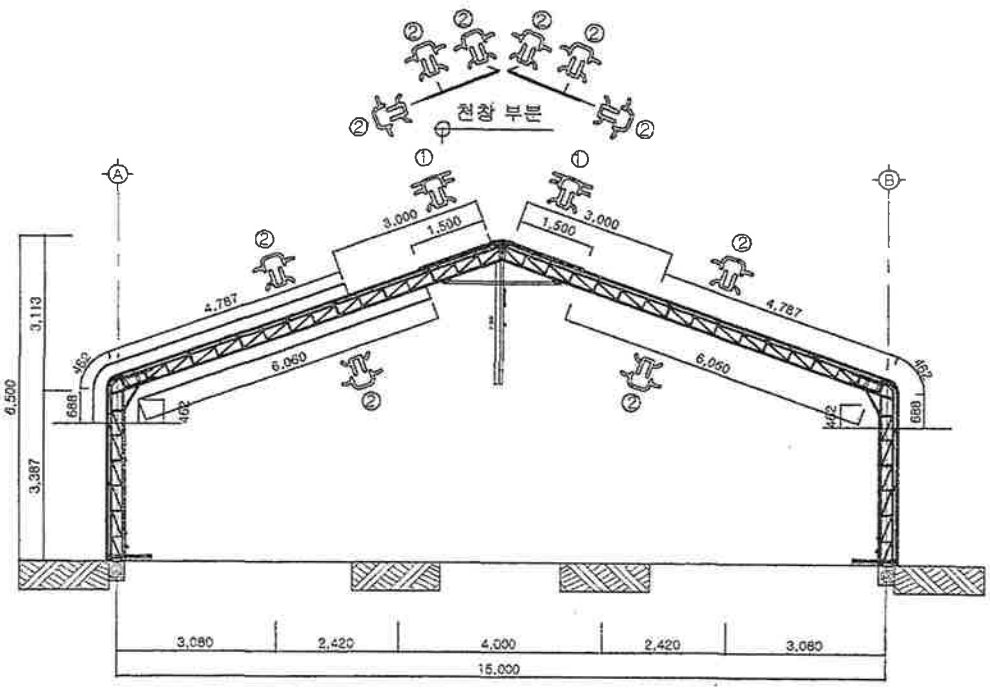


온실 골조 상세도

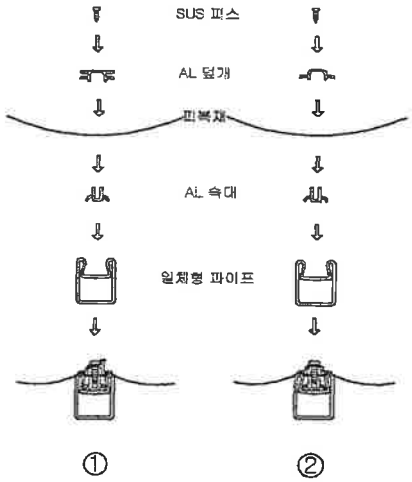
(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-07
	도 면 명 DRAWING TITLE	온실 골조 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

08



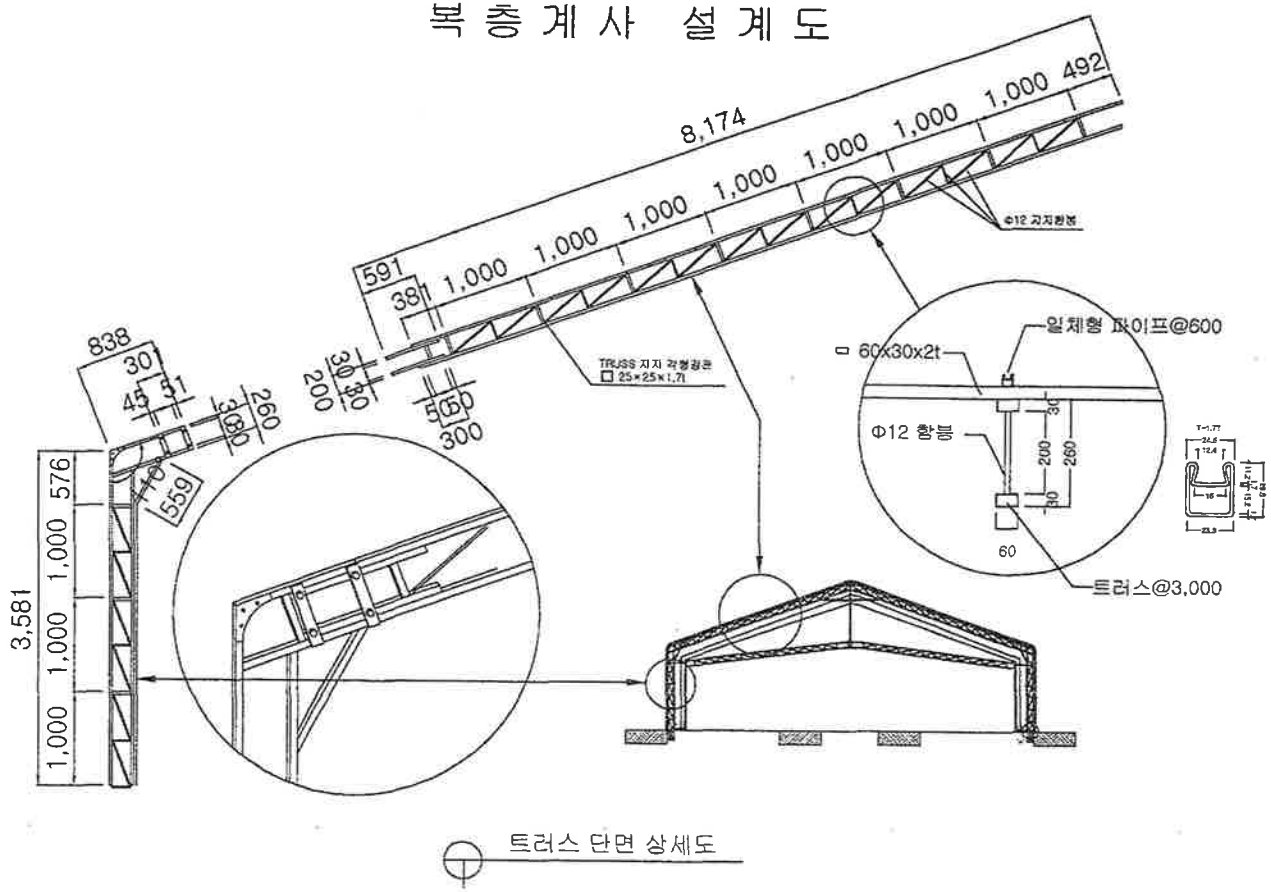
피복 고정재 조립도



(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-08
	도 면 명 DRAWING TITLE	피복 고정재 조립도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

09

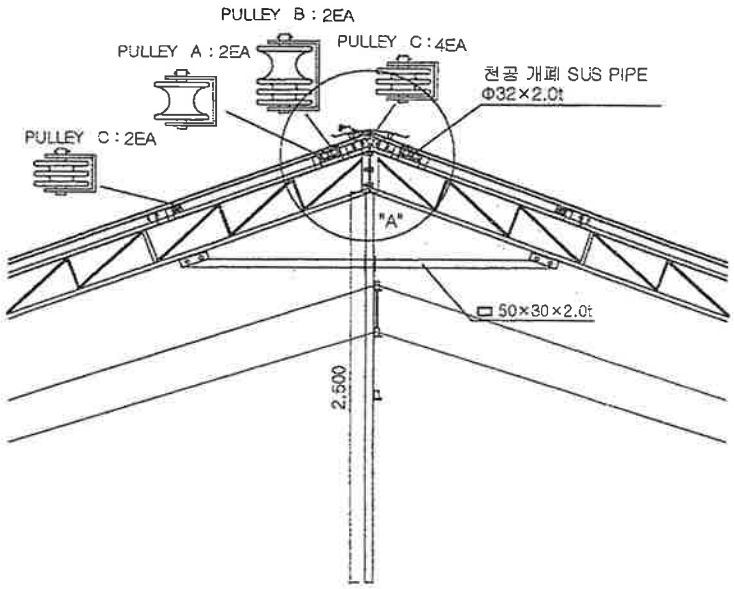


트러스 단면 상세도

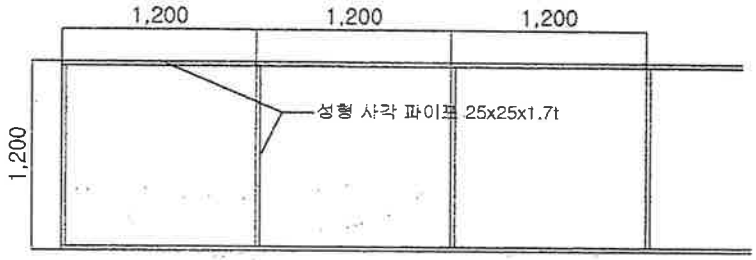
(주) 지엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-09
	도면명 DRAWING TITLE	트러스 단면 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

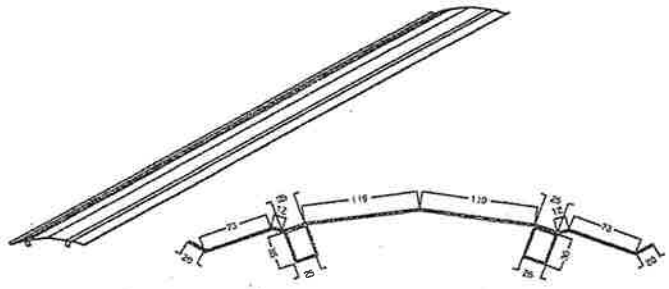
10



천창 개폐부



천창 창문틀 구조



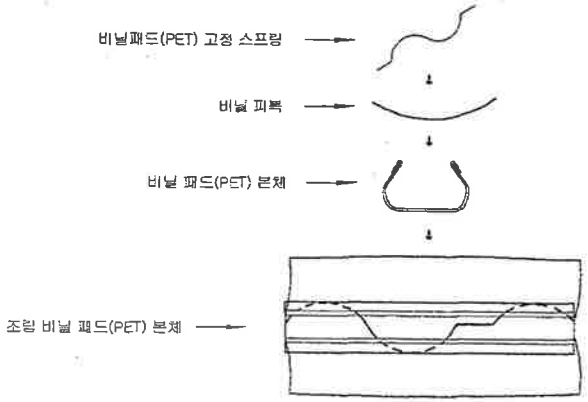
천창 홈통 구조

천창 세부 상세도

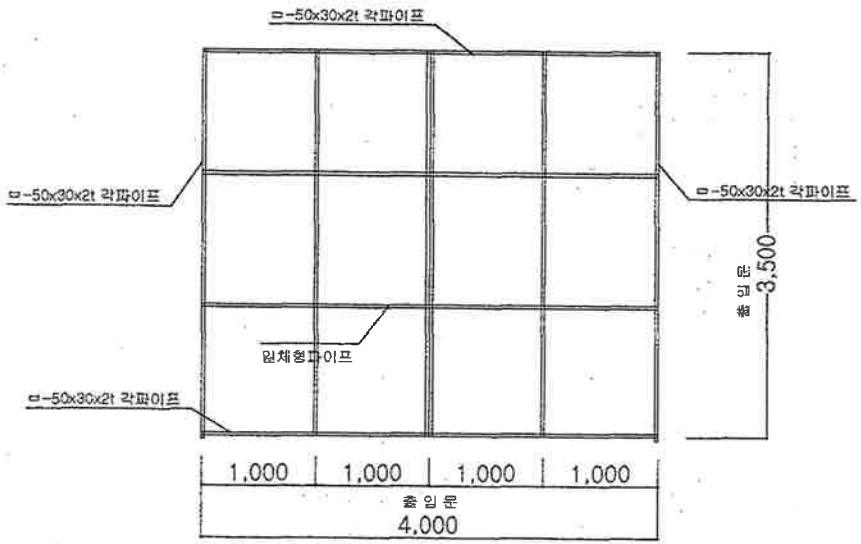
(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-10
	도 면 명 DRAWING TITLE	천창 세부 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

11



비닐패드 조립도



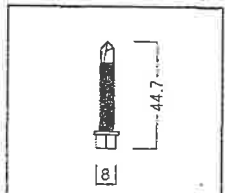
* 4면 테두리 골조 : ㅁ-50x30x2t 각파이프
* 내부 골조 : 일체형파이프

출입문 상세도

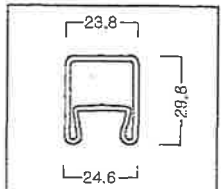
(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-11
	도 면 명 DRAWING TITLE	비닐패드, 출입문 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

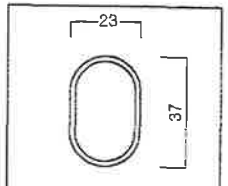
12



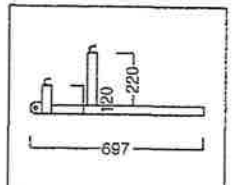
품 명	BAND PEACE
규 격	
수 량	
비 고	



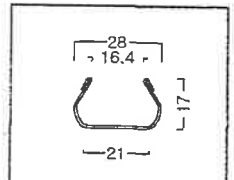
품 명	일체형 PIPE
규 격	SPHC 1.7t
수 량	
비 고	



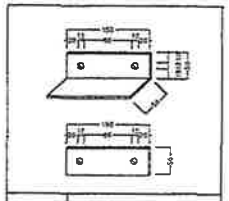
품 명	타원성형파이프
규 격	SPHC 1.7t
수 량	
비 고	



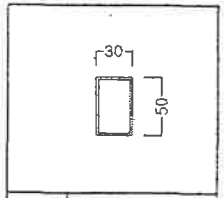
품 명	와이어 지지대
규 격	
수 량	
비 고	



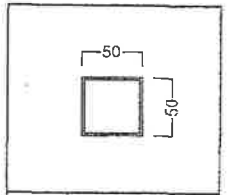
품 명	비닐 태드
규 격	CGHC 0.8t
수 량	
비 고	



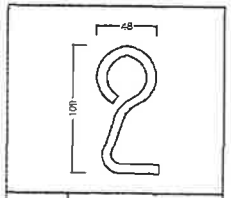
품 명	L-50x50x150x4t
규 격	
수 량	
비 고	



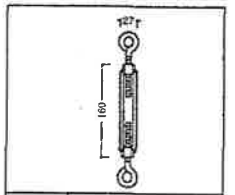
품 명	각파이프
규 격	SPHC 50x30x2t
수 량	
비 고	



품 명	각파이프
규 격	SPHC 50x50x2t
수 량	
비 고	



품 명	턴버클 연결고리
규 격	Φ8
수 량	
비 고	



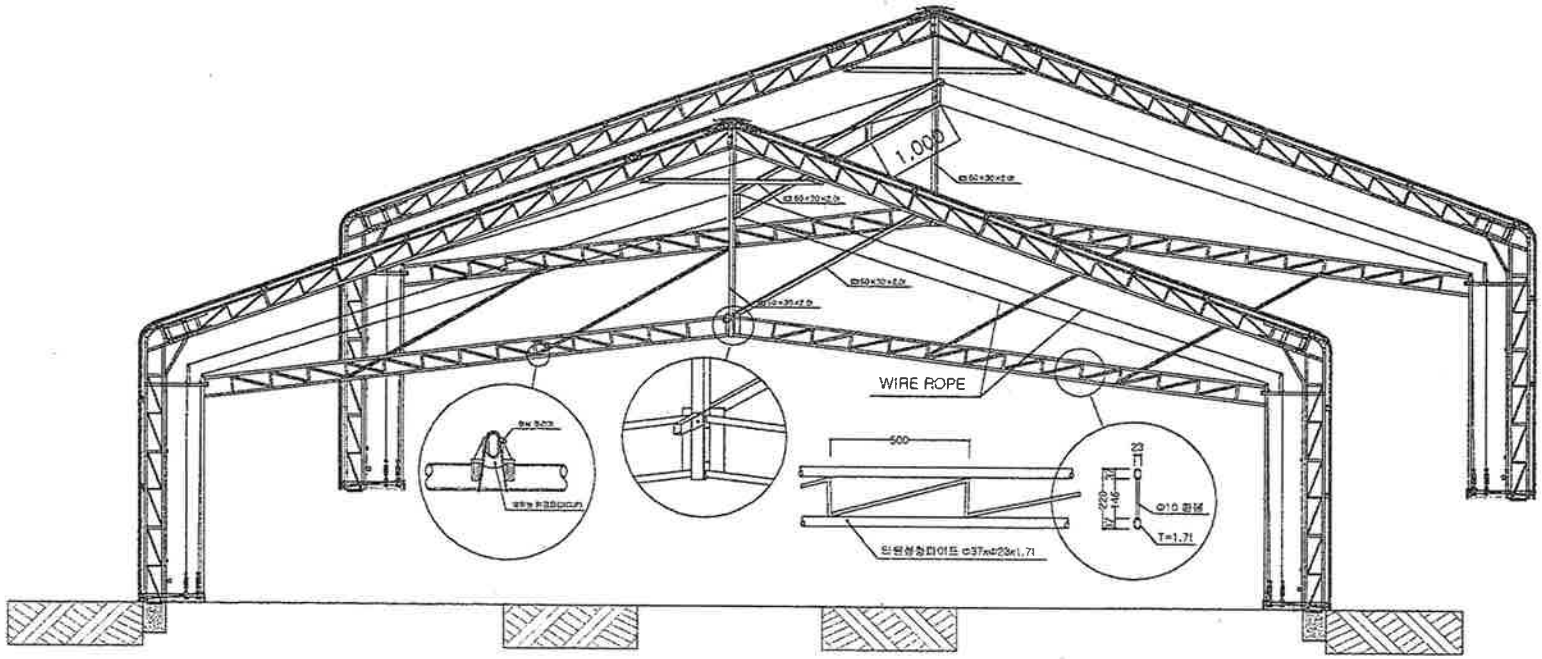
품 명	TURN-BUCKLE
규 격	Φ8
수 량	
비 고	

소부재 상세도

(주) 지 엔 GHEN NEST CO., LTD.	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재질 MATERIAL		날짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-12
	도면명 DRAWING TITLE	소부재 상세도	승인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축척 SCALE	1 : 75	개정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

13

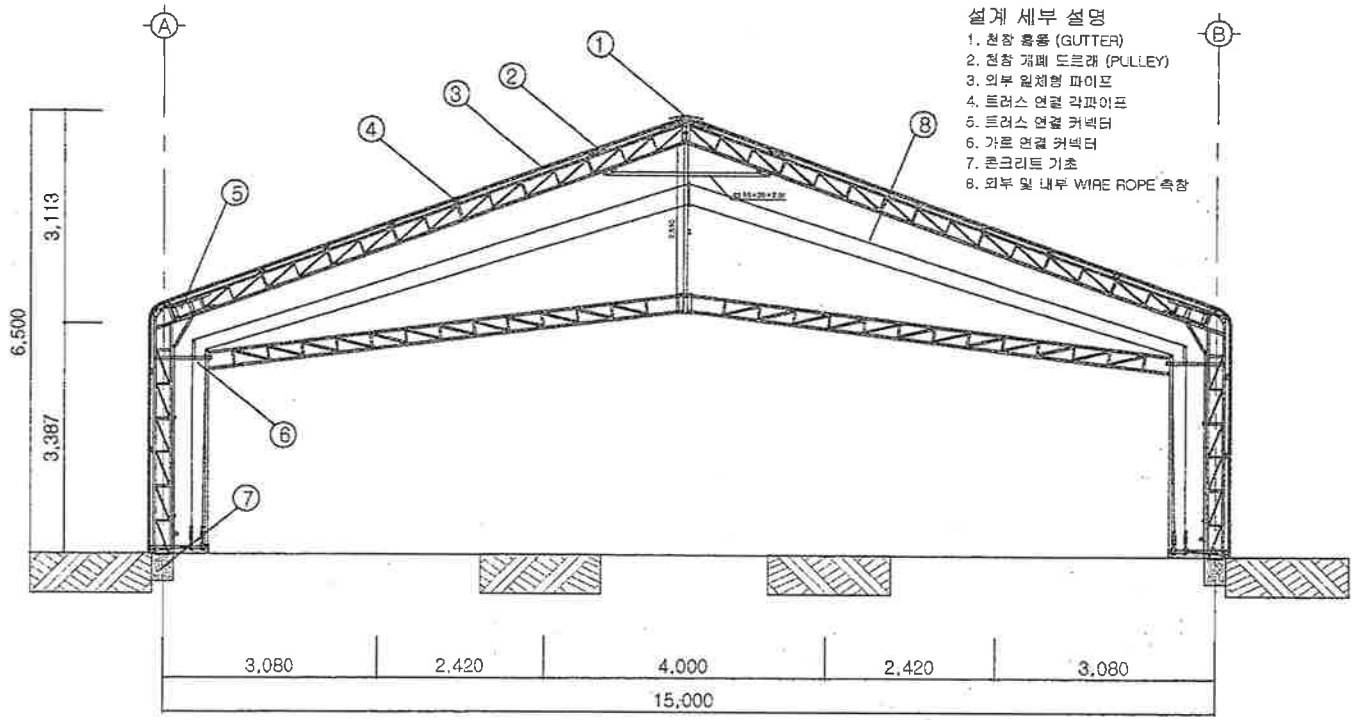


단 면 상 세 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-13
	도 면 명 DRAWING TITLE	단 면 상 세 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

14



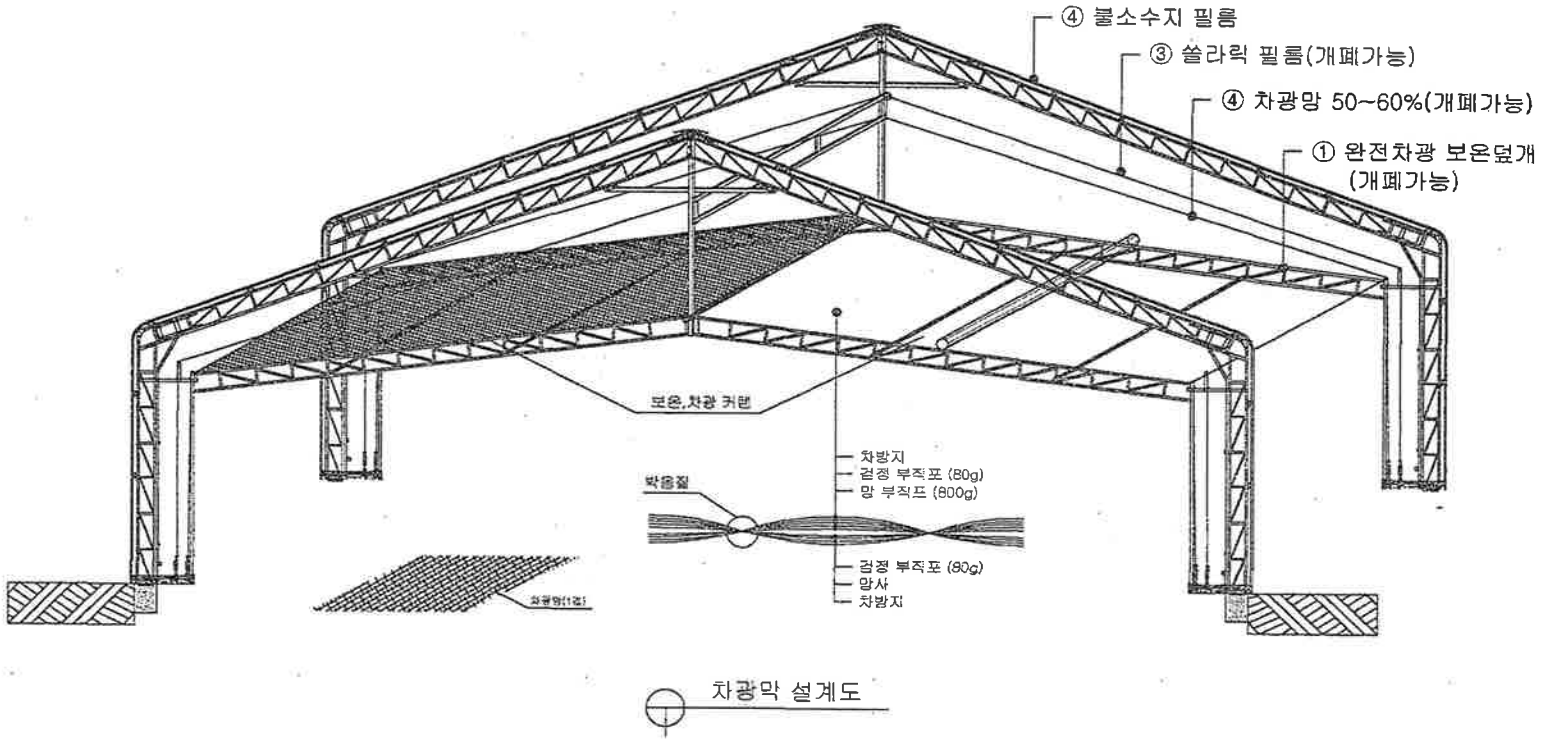
설계 세부 설명
1. 천장 홈통 (GUTTER)
2. 천장 개폐 드레퍼 (PULLEY)
3. 외부 일체형 파이프
4. 트러스 연결 각파이프
5. 트러스 연결 커넥터
6. 가로 연결 커넥터
7. 콘크리트 기초
8. 외부 및 내부 WIRE ROPE 측창

Ⓣ 설계 상세 설명도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-14
	도 면 명 DRAWING TITLE	설계 상세 설명도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

15

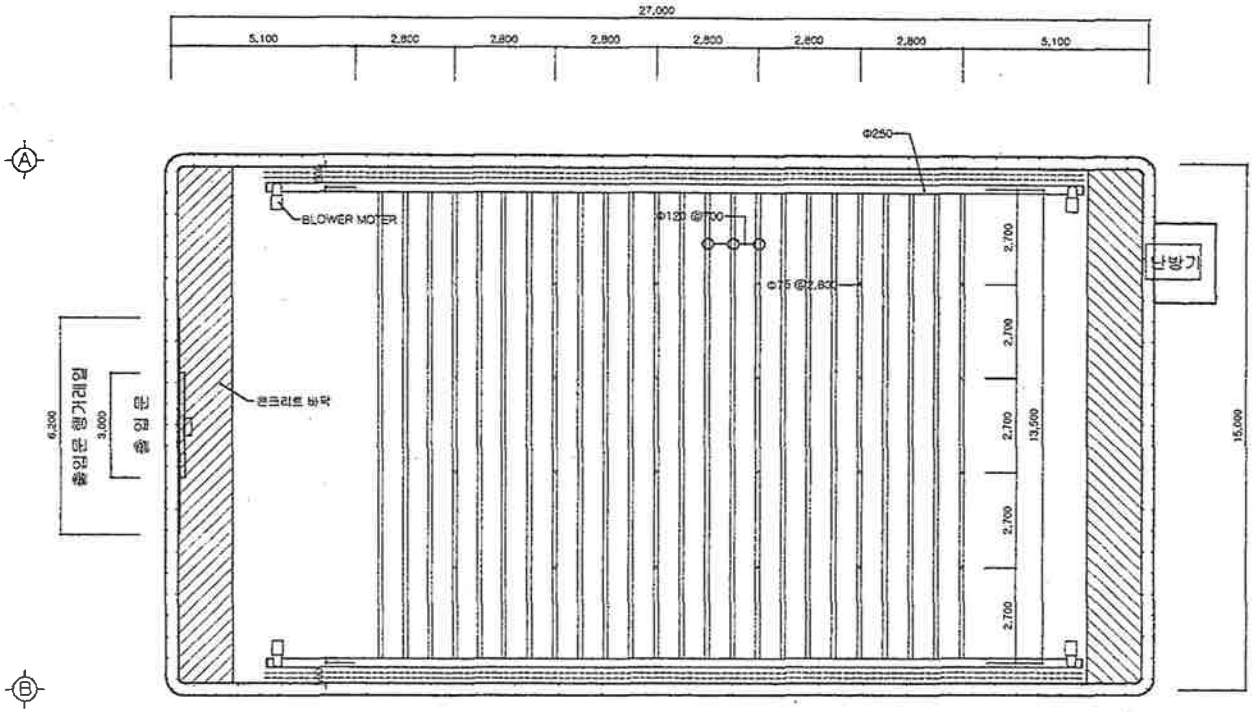


차광막 설계도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	자 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-15
	도 면 명 DRAWING TITLE	차광막 설계도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

16



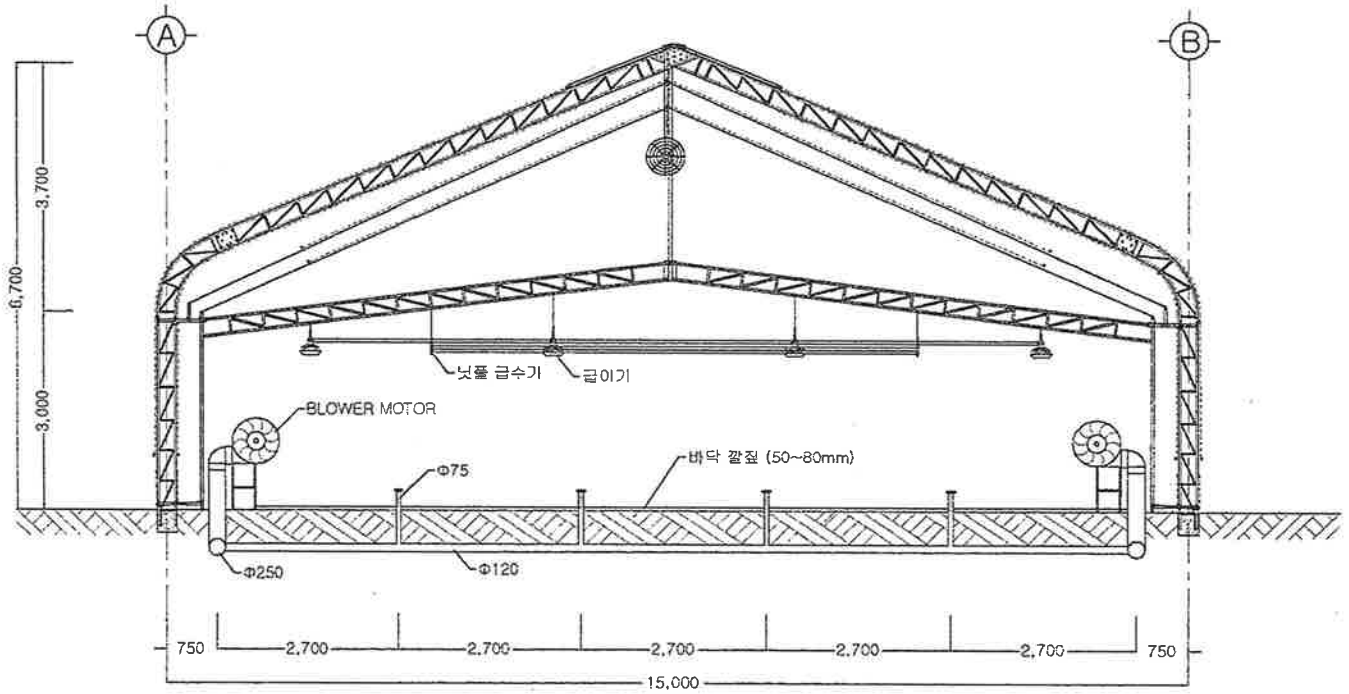
지중가온 환기시스템 배치도

1:150

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-16
	도면명 DRAWING TITLE	블로우 배치도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

17

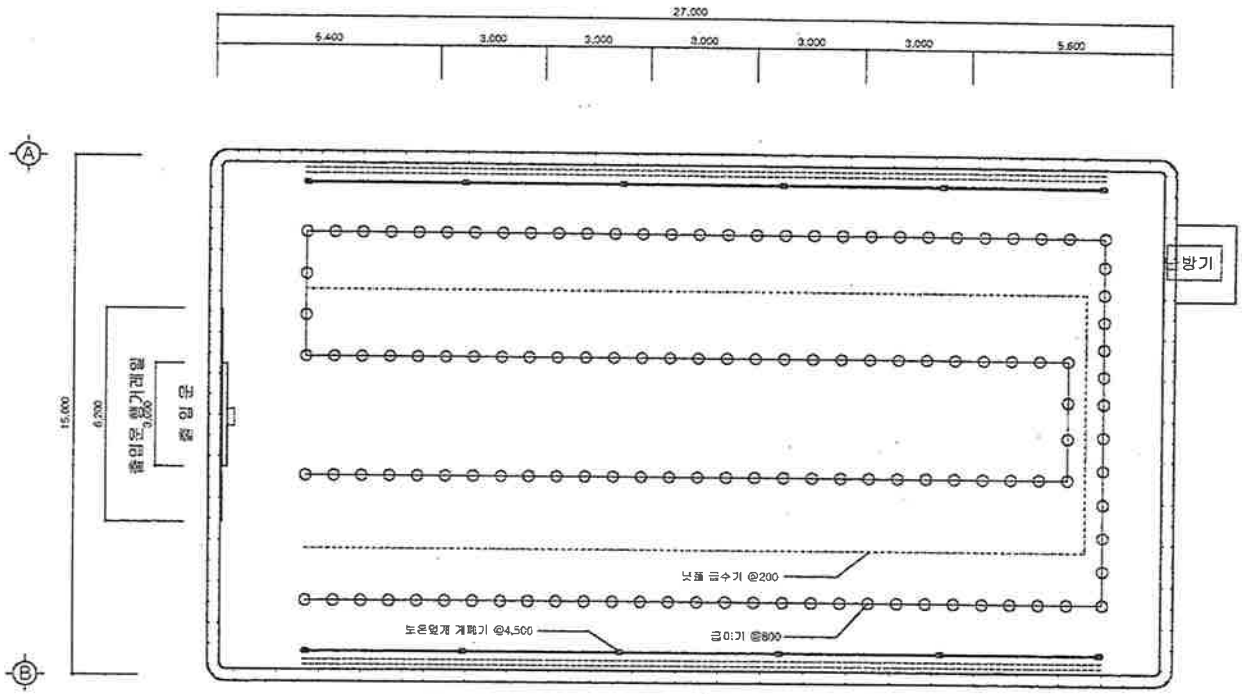


급이/급수기 단면 상세도
S=1:75

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	단동(15m) 복층 파복 온실	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	2004年 08月 05日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동-17
	도 면 명 DRAWING TITLE	급이/급수기 단면 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

18

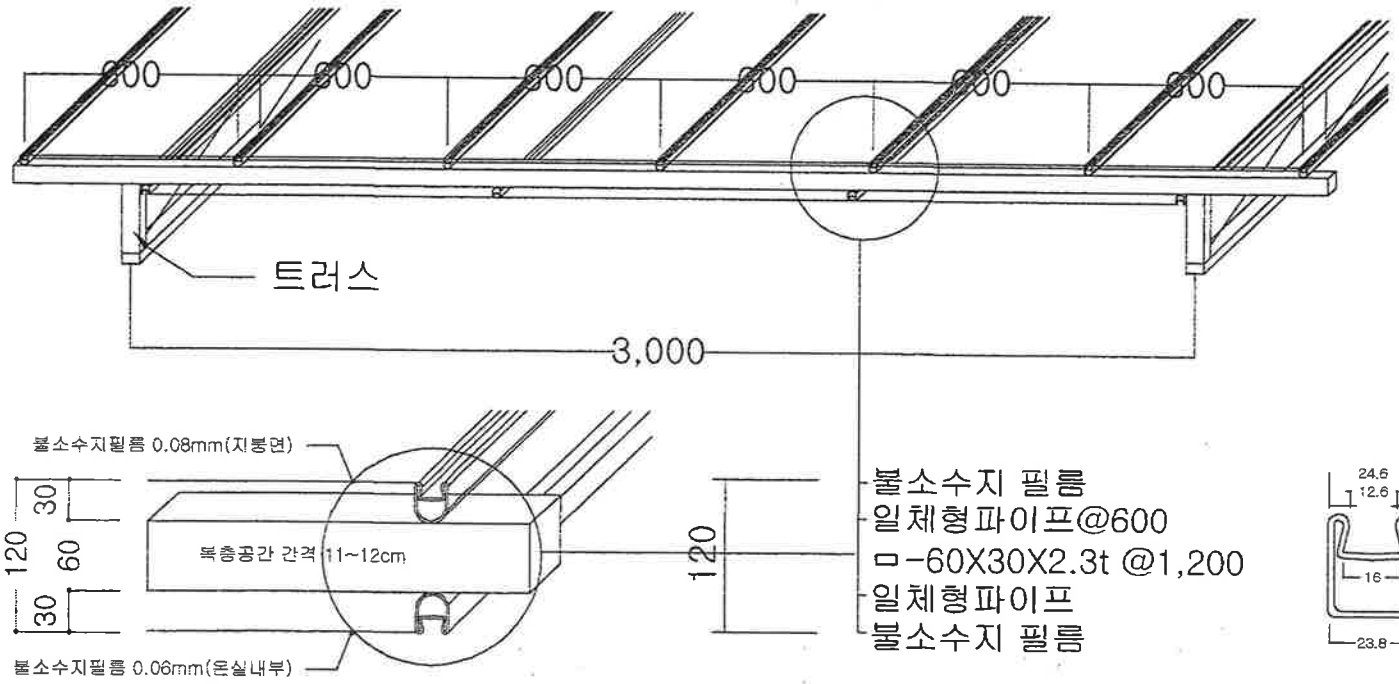


급이/급수기 배치도
1:150

(주) 지 현 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	2004年 08月 05日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-18
	도 면 명 DRAWING TITLE	급이/급수기 배치도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

복 층 계 사 설 계 도

19



복층 피복 상세도

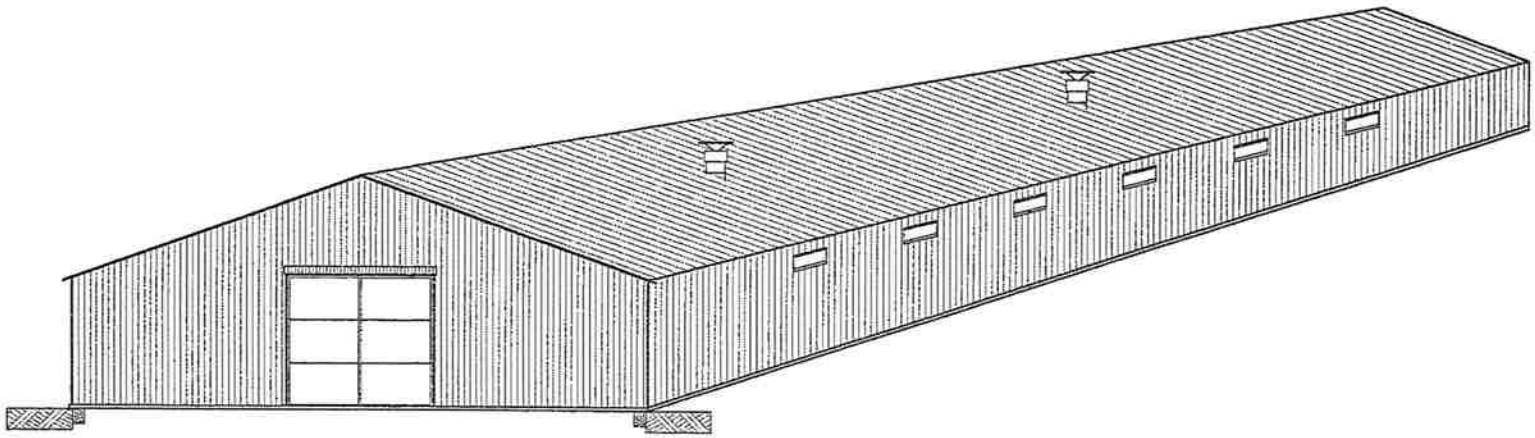
(주) 지 엔 GREEN NEST CO.,LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-19
	도면명 DRAWING TITLE	복층 피복 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

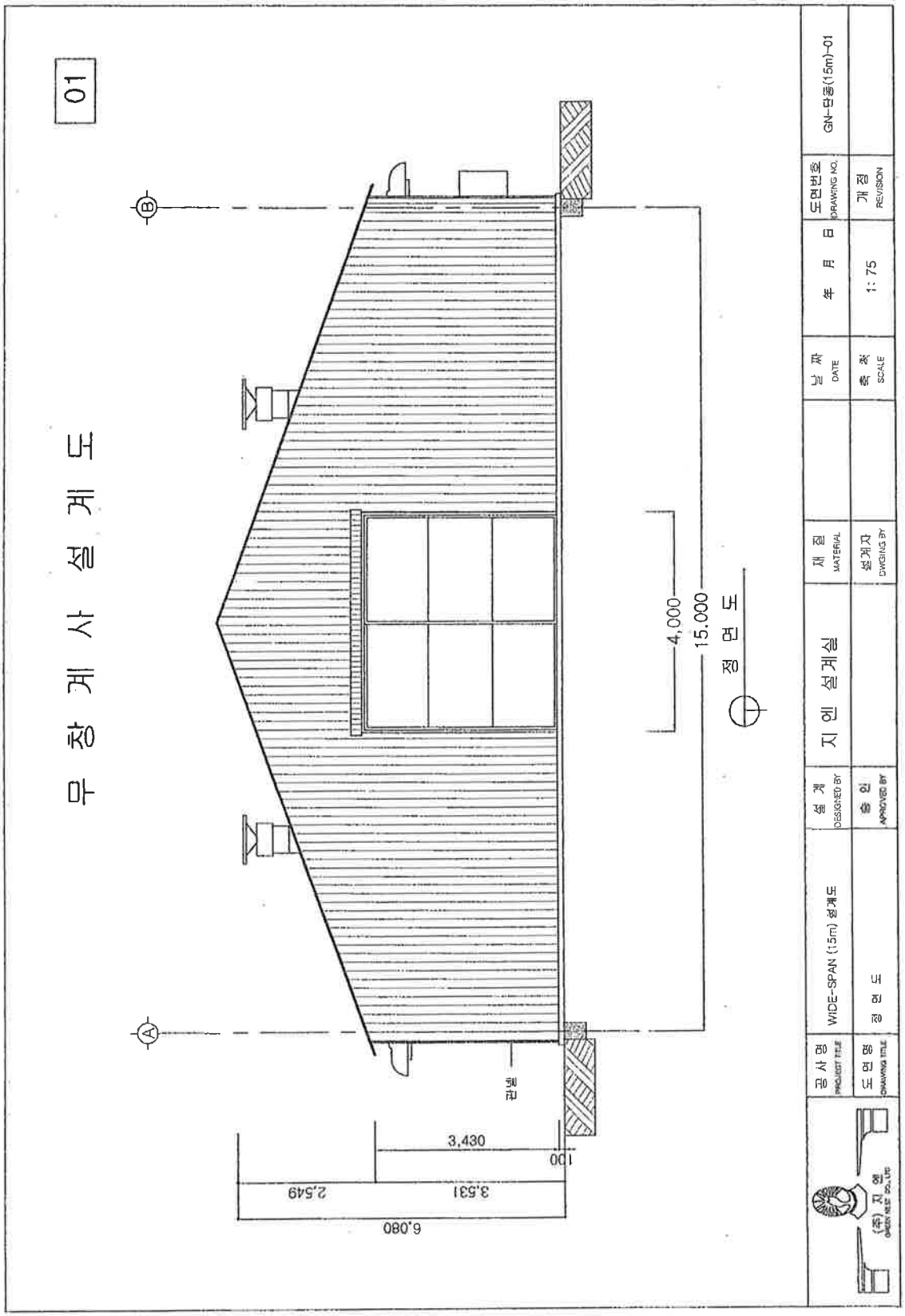
무 창 계 사 설 계 도

00



입 체 도

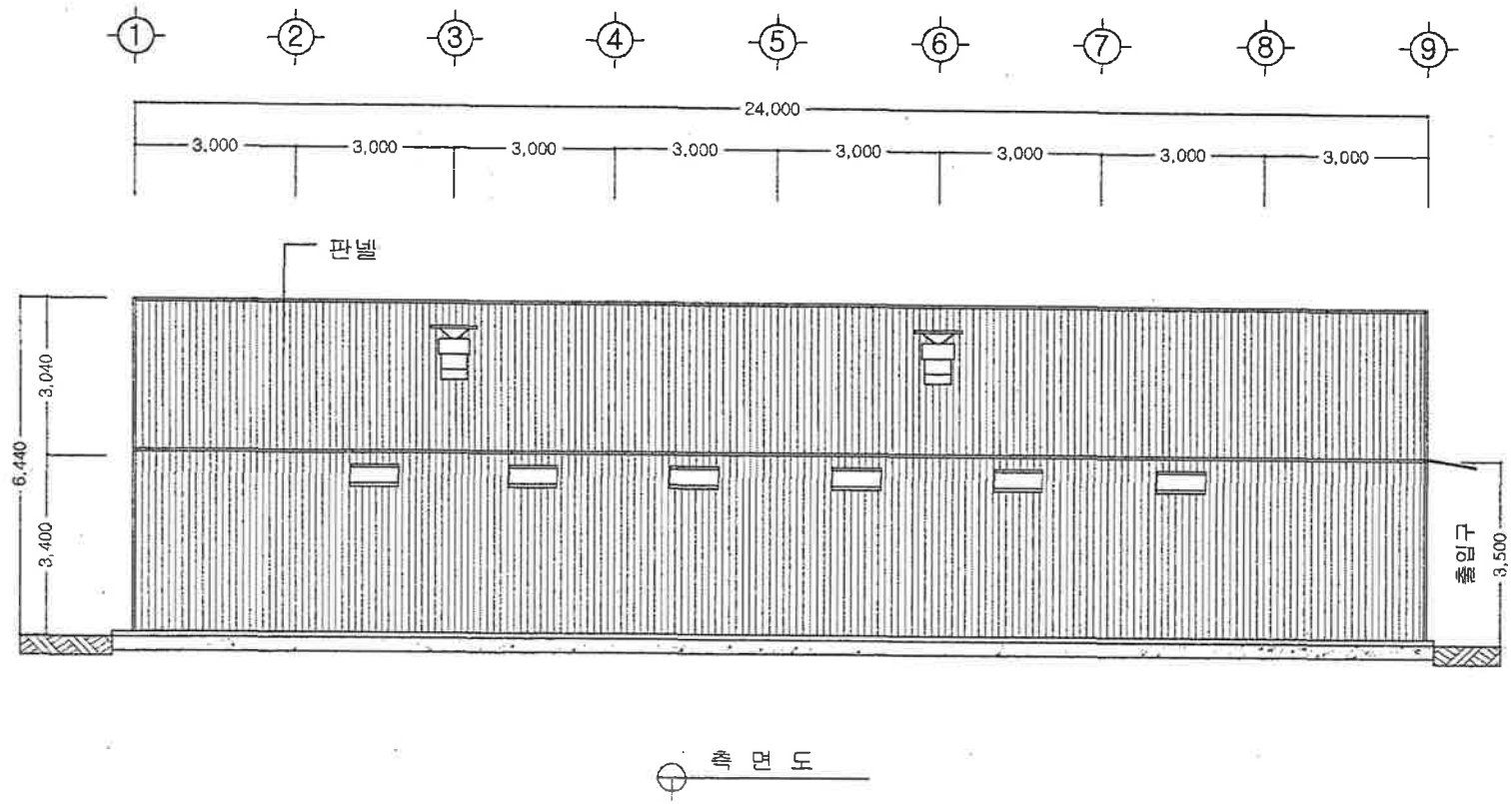
(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-00
	도면명 DRAWING TITLE	입 체 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	



자료출처 : 복층온실 육계사 이용기술 및 사양관리 시스템 개발 / 농림부

무 창 계 사 설 계 도

02

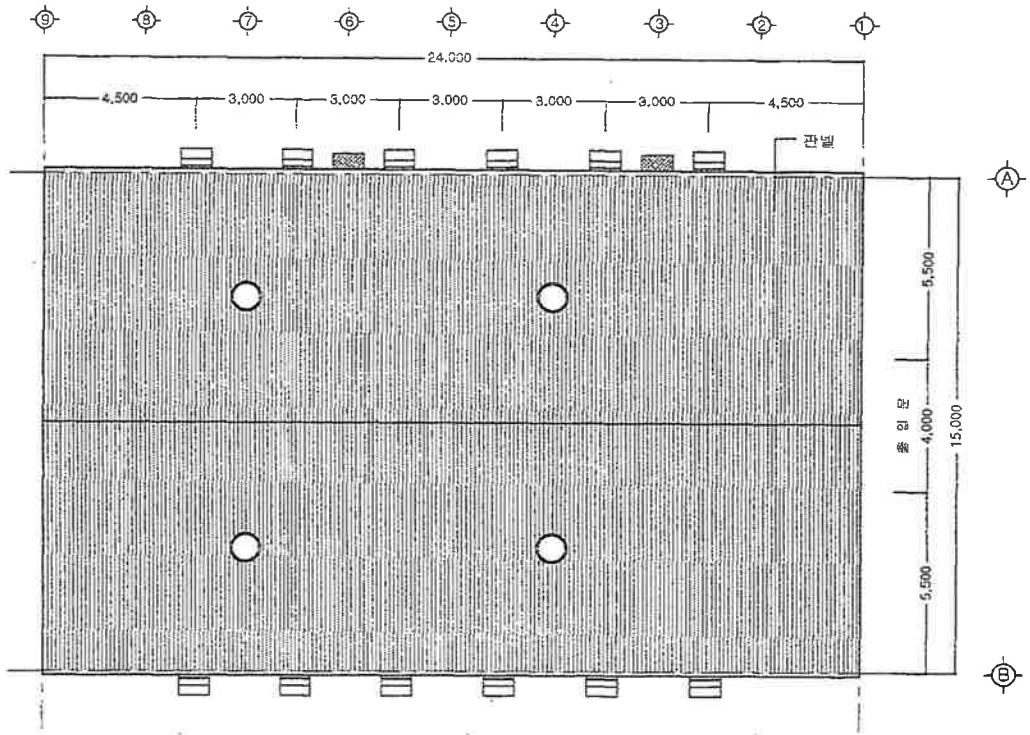


측 면 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO.,LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN 단동(15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-02
	도 면 명 DRAWING TITLE	측 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:120	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

03

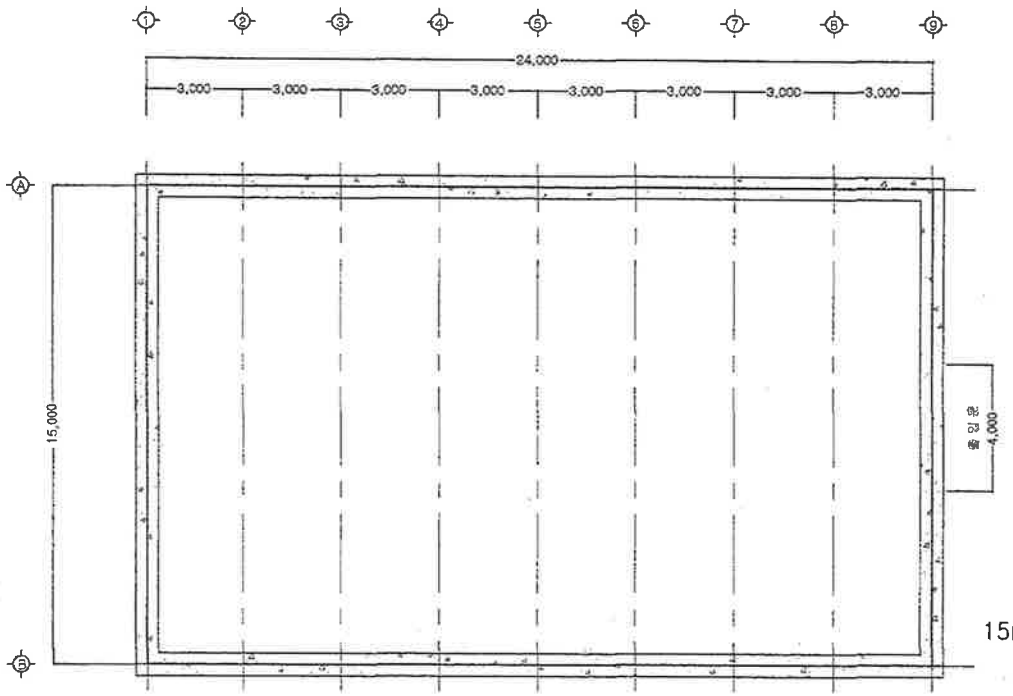


지 붕 평 면 도

(주) 지 엔 GREEN VENT CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)~03
	도 면 명 DRAWING TITLE	지 붕 평 면 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:150	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

04



무창계사

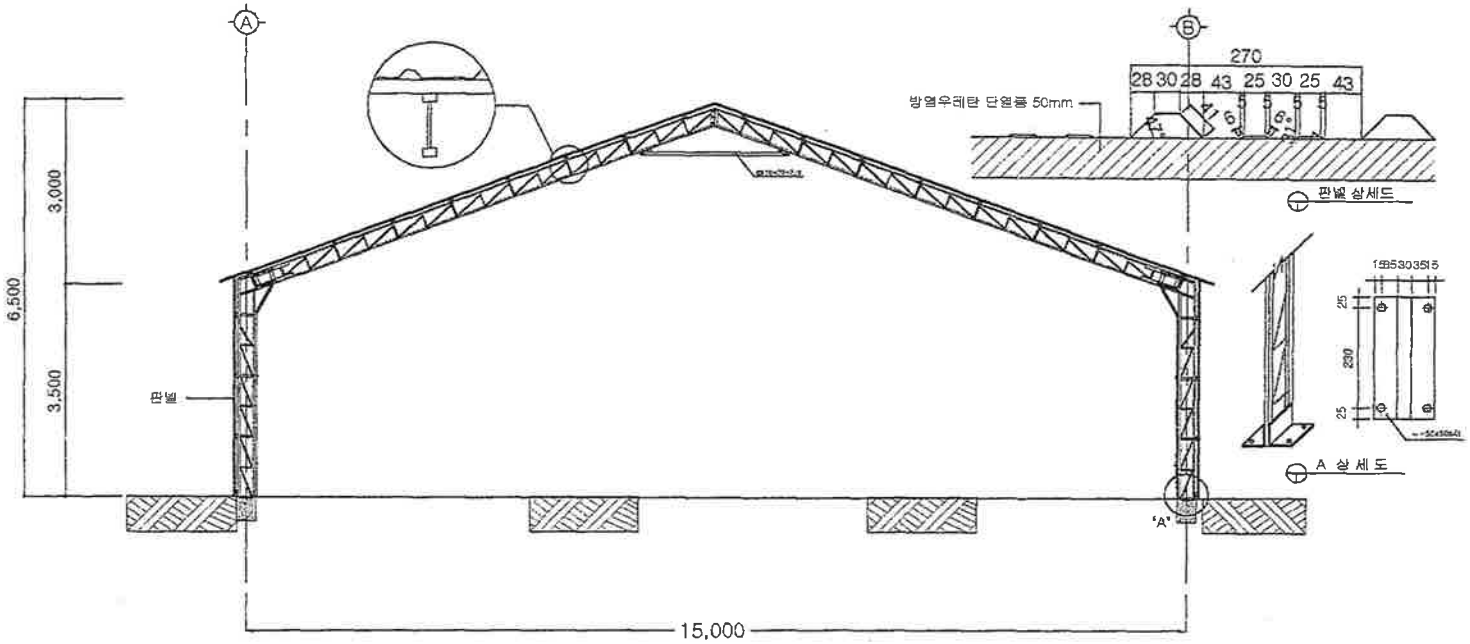
15mx27m=122평

지 반 평 면 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-04
	도면명 DRAWING TITLE	지 반 평 면 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1:150	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

05

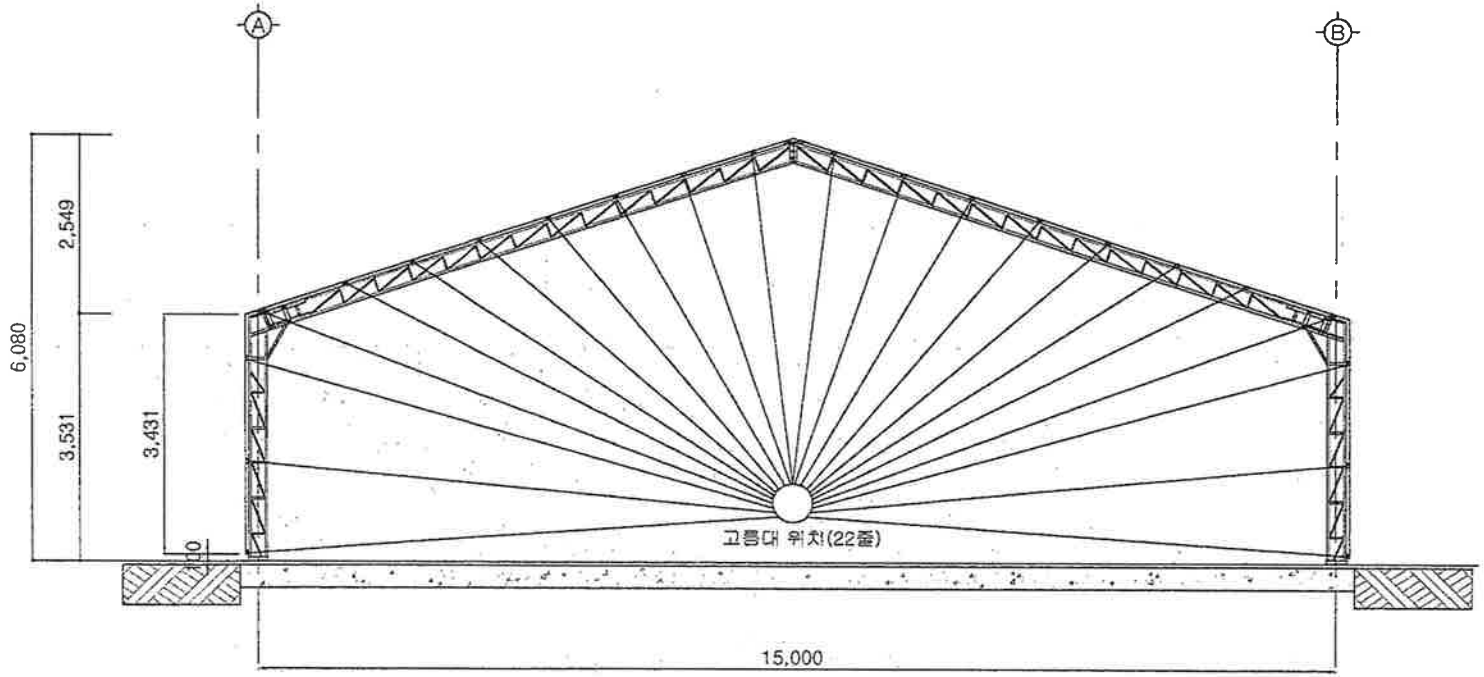


단 면 상 세 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동-05
	도면명 DRAWING TITLE	단 면 상 세 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

06

무 창 계 사 설 계 도

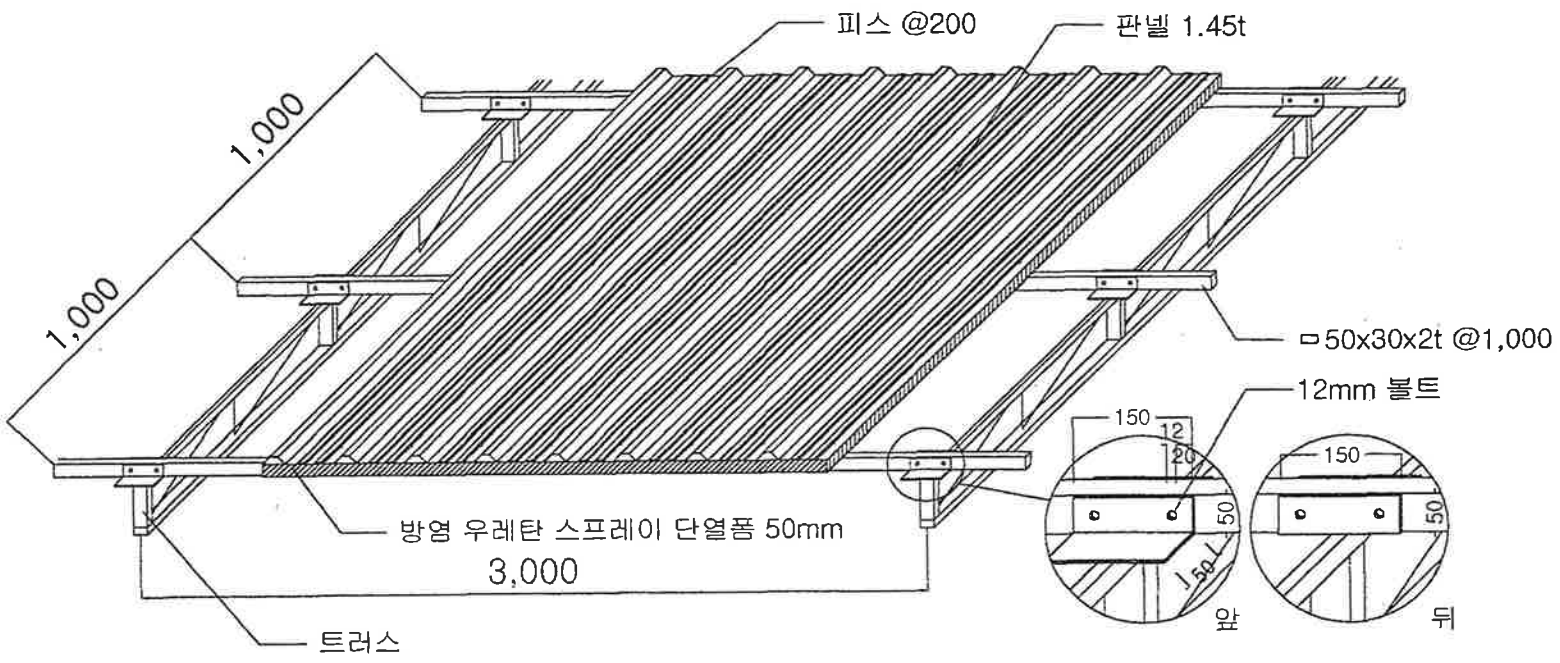


고름대 위치도

(주) 지 엔 GREEN WEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-06
	도 면 명 DRAWING TITLE	고 름 대 위 치 도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

07

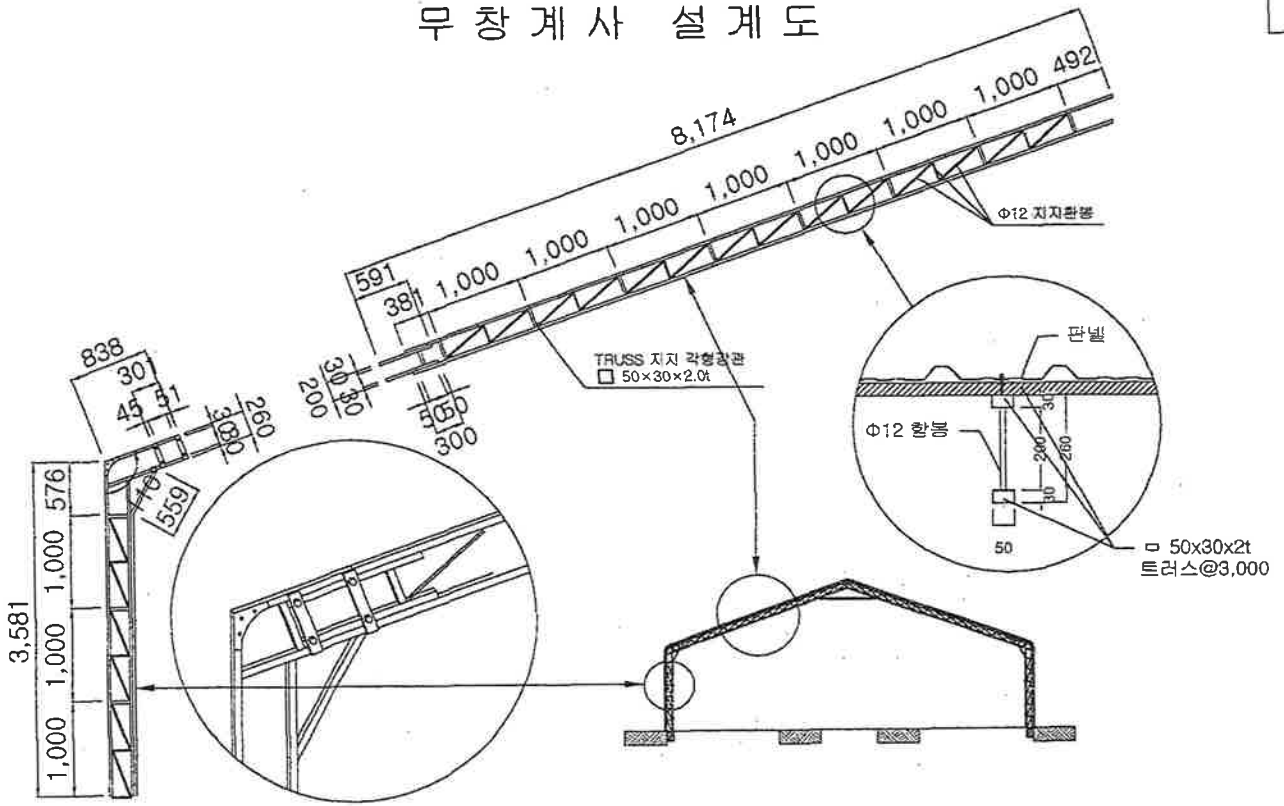


온실 골조 상세도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-07
	도 면 명 DRAWING TITLE	온실 골조 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

08

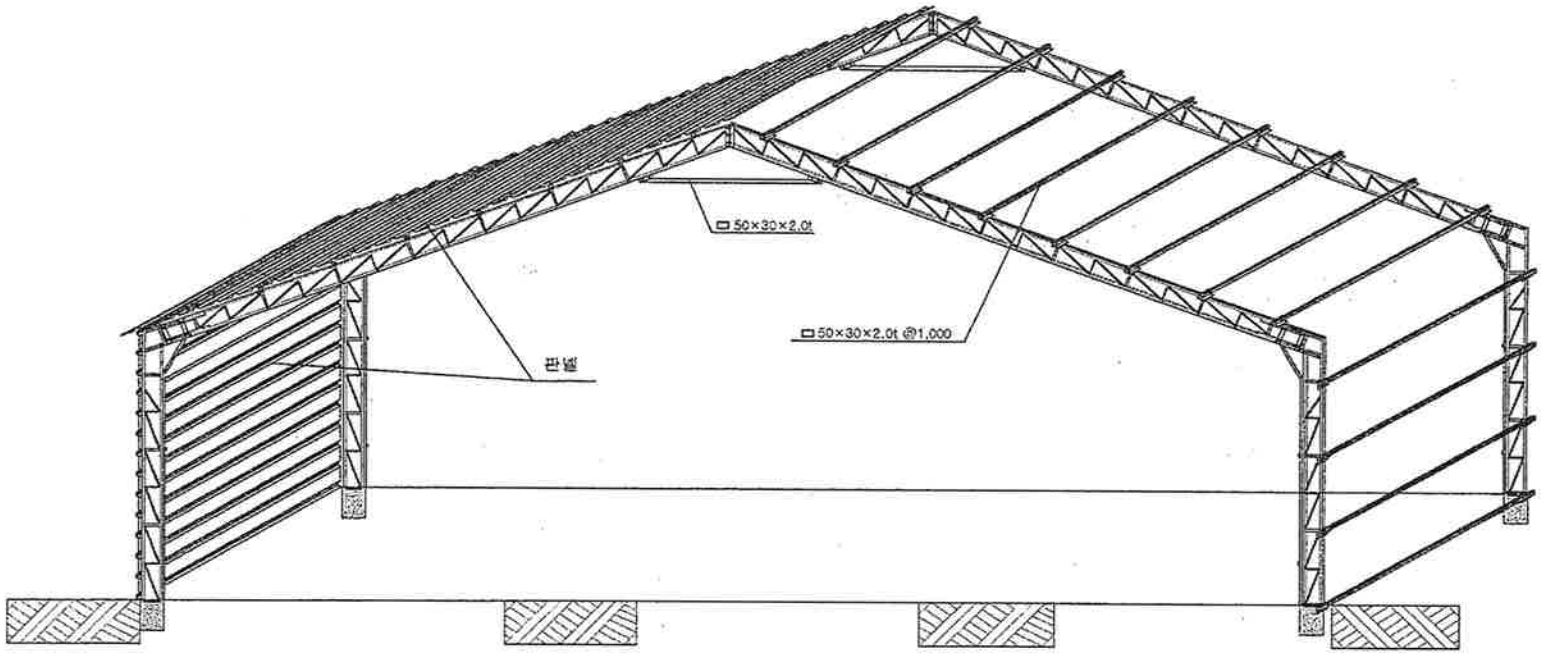


트러스 단면 상세도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-08
	도 면 명 DRAWING TITLE	트러스 단면 상세도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

09

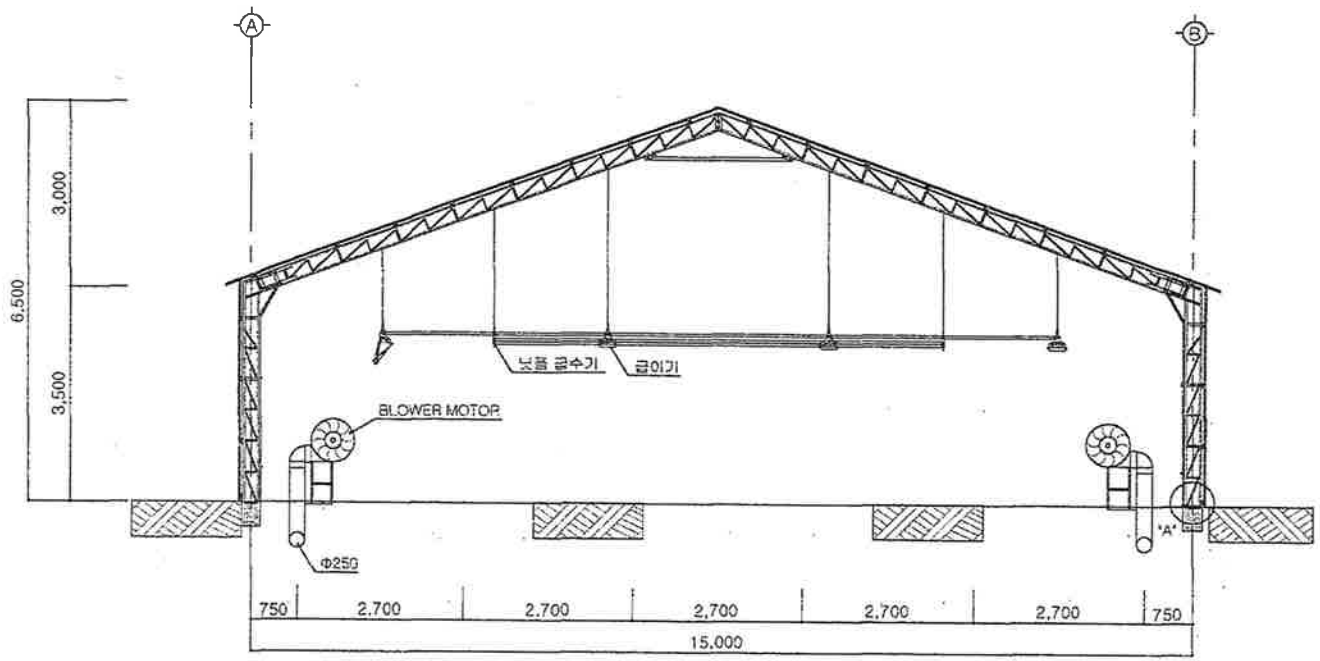


입 체 도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공사명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-09
	도면명 DRAWING TITLE	입 체 도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1 : 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

10

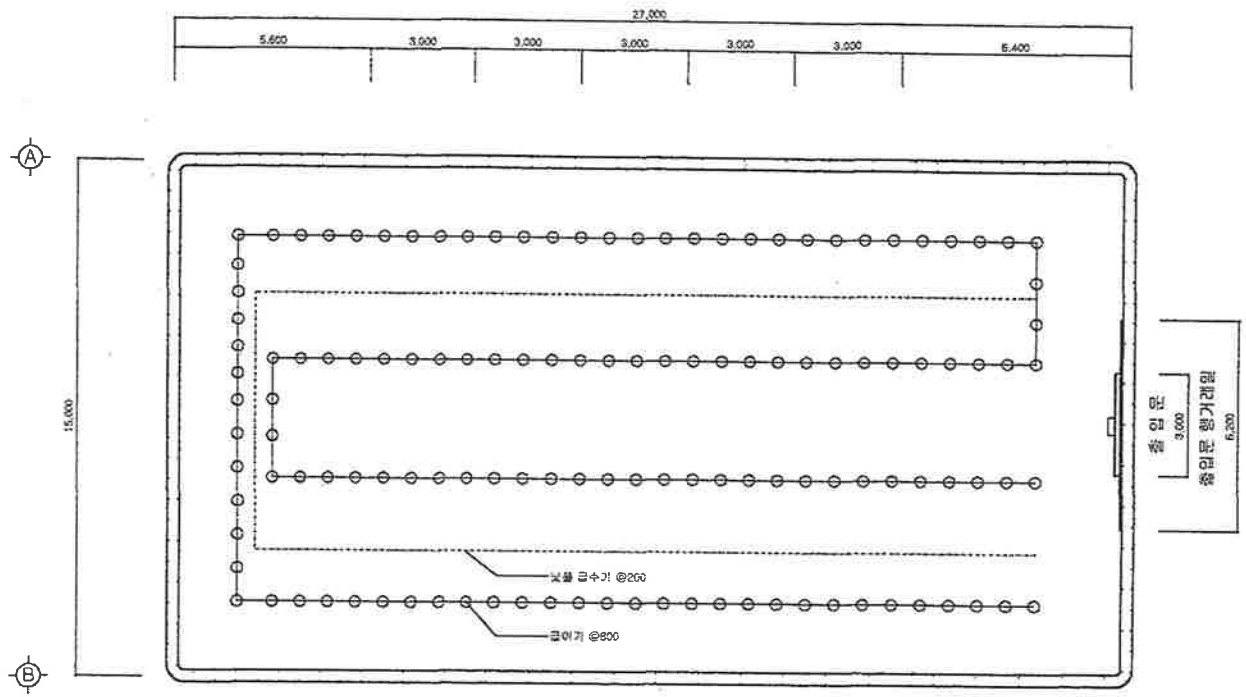


급이/급수기 단면 상세도

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 설계도	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동-10
	도 면 명 DRAWING TITLE	급이/급수기 단면 상세도	승 인 APROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	

무 창 계 사 설 계 도

11



급이/급수기 배치도
1:150

(주) 지 엔 GREEN NEST CO., LTD	공 사 명 PROJECT TITLE	WIDE-SPAN (15m) 복층피복	설 계 DESIGNED BY	지 엔 설계실	재 질 MATERIAL		날 짜 DATE	年 月 日	도면번호 DRAWING NO.	GN-단동(15m)-11
	도 면 명 DRAWING TITLE	급이/급수기 배치도	승 인 APPROVED BY		설계자 DWGING BY		축 척 SCALE	1: 75	개 정 REVISION	