

干拓工事 機械化施工에 관한 研究(Ⅱ)

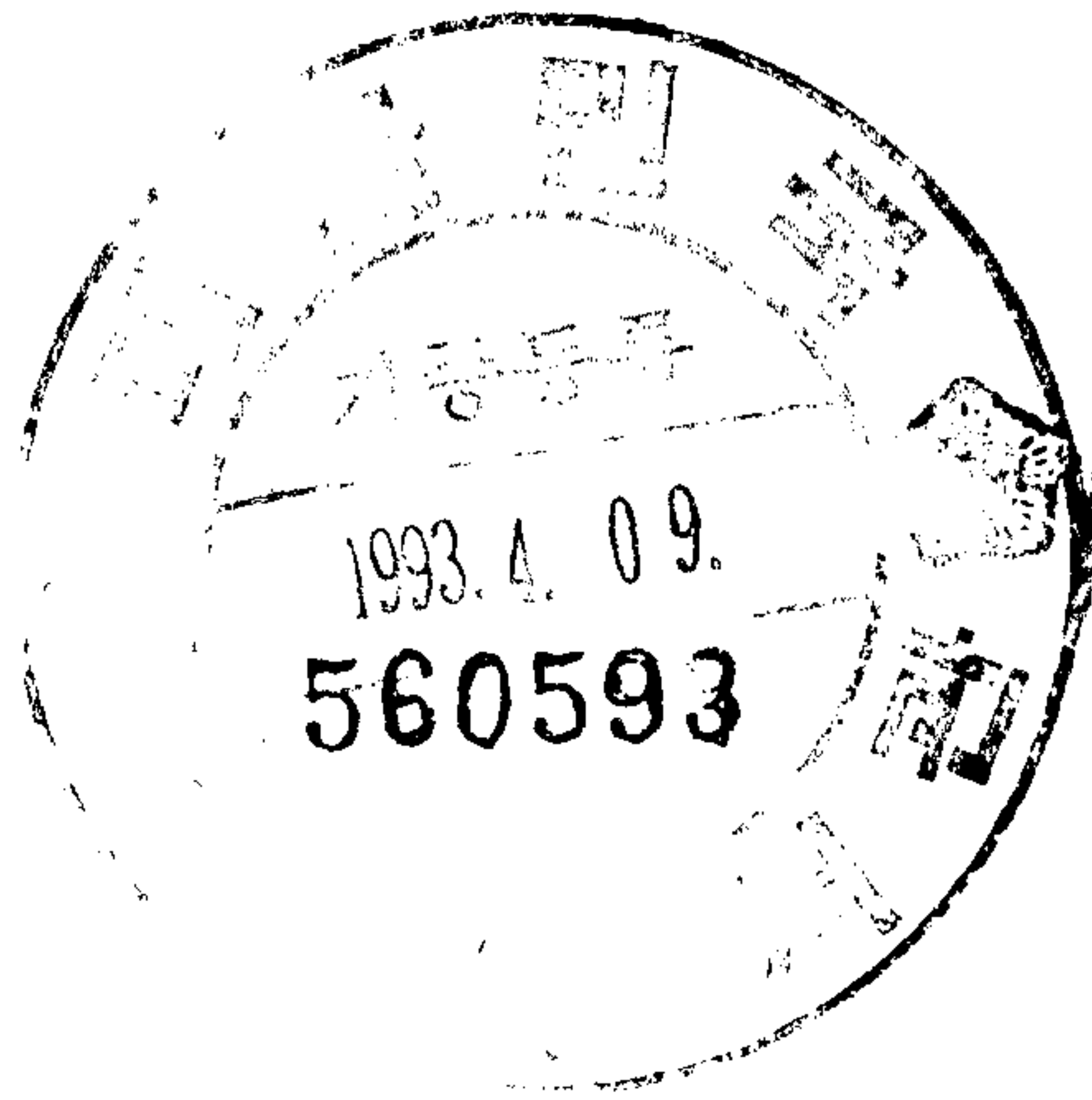
(벨트컨베이어 運搬工法 中心으로)

(Study on Mechanization in Reclaiming Tidelands
Transportation of Materials by Belt Conveyor System)

1992. 12.

農 林 水 産 部

農 漁 村 振 興 公 社



提 出 文

農林水産部 長官 貴下

本 報告書를 “干拓工事 機械化施工에 관한 研究”의 第2次年 研究
報告書로 提出합니다.

1992年 12月 日

研究機關名：農漁村振興公社

農漁村研究院

研究 室長： 申 昊 哲

責任研究員： 朴 海 成

研 究 員： 金 學 敏

要 約 文

1. 研究課題名 : 干拓工事 機械化施工에 관한 研究
(벨트 컨베이어 運搬工法 中心으로)

2. 研究期間 : 1992. 5 ~ 1993. 12(총 32개월)

3. 研究의 必要性 및 目的

급격한 都市産業의 變化로 새로운 土地수요가 急增하면서 많은 農耕地가 매년 잠식 되어가고 있다. 이런 農地를 대체 造成하고 국토를 확장하기 위하여 시행되는 干拓事業에 있어 埋立地 조성시 대토량 運搬方法의 改善이 절실히 필요하게 되었으며 또한 防潮堤 築造 및 埋立方法에 대한 工法開發이 다소 미흡하여 이에 따른 干拓工事의 기계화시공의 연구가 필요하게 되었다. 이에 본 연구에서는 干拓工事에서 土石運搬이 차지하는 비용이 전체 工事費를 좌우하고 있는 실정이므로 工事與件에 맞고 제조건을 충족시키며 經濟性, 施工性, 安定性을 고려한 土石運搬 裝備發掘과 施工條件에 맞는 적정장비의 實用化研究등 새로운공법및 新裝備를 발굴하는데 연구의 목적을 두고 있음.

4. 研究內容 및 範圍

본 연구에 관한 國內의 資料蒐集과 대규모 토석재 運搬作業 現場訪問을 통한 기술습득 및 國內의 전문가와의 광범위한 意見收斂을 통하여 工法發掘에 대한 研究

計劃을 수립하여

- 국내 干拓工事に 대한 역사적인 고찰
- 施工성과 經濟性, 安定性이 우수한 施工裝備 발굴
- 土量 運搬에 가장 적합한 Belt conveyor System工法 적용방법 연구
- 덤프트럭과 벨트 컨베이어와의 運土方法에 대한 比較研究
- Belt conveyor의 제원, 특성 및 능력조사
- 공사조건에 따른 Belt Conveyer 工法 제시
- Belt Conveyer System 설계방법 제시
- 사례지구 적용에 대한 연구

5. 研究結果 및 實用化 方案

본 研究에서는 Belt conveyor의 이론적인 특성과 능력등을 제시하고 干拓工事に 있어 埋立工事시 土石運搬方法을 덤프트럭과 Belt conveyor에 의한 방법을 비교 분석하였으며 大型土木工事に 있어서 安定性, 經濟性 및 人力節減面을 고려할 때 Belt conveyor工法이 우위에 있다고 사료되어 이 공법에 대한 집중적인 分析을 하였음.

- 埋立現場에서 작업시 예외적인 조건이 발생할 가능성이 있으므로 일정률의 수치적용은 여러가지 문제점이 발생할 여지가 많으므로 이를 사전에 충분히 고려하여야 한다.
- 일반적인 특성을 비교한 결과 施工期間, 安定性, 經濟性, 人力節減 측면에서 Belt conveyor工法이 덤프트럭에 의한 방법보다 우수한 것으로 나타났음.
- 運搬條件에 의한 비교 결과 運搬距離가 짧고 시간당 운반량이나 총 運搬土量이 많거나 공기가 짧은 경우에는 Belt conveyor工法이 우수하였음.

- 環境에 대한 영향을 비교한 결과 振動, 大氣汚染, 먼지發生의 측면에서는 전반적으로 Belt conveyor工法이 매우 유리하였음.

본 연구와 같이 앞으로 시행되는 建設工事に 각 工種, 工法 및 規模別로 이용되는 建設裝備에 대한 作業분석과 아울러 모의 實行技法을 활용하여 作業效率, 待機率, 作業활동의 산정 및 標準工期 재정립등의 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료되며 실용화 연구를 위하여 본 연구결과를 토대로 防潮堤 築造, 埋立地, 소토량 운반 적용지를 대상으로 設計方案을 제시하여 實用化로 연결시켜야 할 것으로 사료됨.

여 백

연구 목 차

제 1 장 서 론	15
제 2 장 우리나라 간척공사의 변천과정	19
제 3 장 건설기계의 일반적인 특성	25
3. 1 건설기계 개론	27
3. 2 건설기계의 종류와 구비조건	28
3. 2. 1 건설기계의 종류	28
3. 2. 2 건설기계의 구비조건	33
3. 3 건설기계 선정방법	34
3. 3. 1 적정시공장비	34
3. 3. 2 장비선정방법	35
제 4 장 Belt conveyor System.....	43
4. 1 벨트컨베이어의 개론	45
4. 1. 1 일반사항	45
4. 1. 2 운반물의 특성	47
4. 1. 3 구조 및 주요구성부분	52
4. 1. 4 벨트컨베이어의 특징	54
4. 2 벨트컨베이어의 특성	56
4. 2. 1 벨트	56
4. 2. 2 아이들러	60
4. 2. 3 동력	63
4. 2. 4 벨트 컨베이어의 부속장치	68
제 5 장 운반장비에 의한 매립방법 비교	75

5. 1 매립지 토석운반방법	77
5. 1. 1 매립방법	77
5. 1. 2 토석운반방법	81
5. 1. 3 장비의 시공계획	81
5. 2 덤프트럭에 의한 방법	82
5. 2. 1 덤프공법 개요	82
5. 2. 2 덤프공법	83
5. 3 벨트컨베이어에 의한 방법	96
5. 3. 1 벨트컨베이어의 개요	96
5. 3. 2 " 와 공사종류	103
5. 3. 3 공법의 조합	104
5. 3. 4 벨트컨베이어 계획	106
5. 3. 5 환경보전대책	111
5. 4 덤프트럭과 벨트컨베이어와의 비교 분석	111
5. 4. 1 일반적인 특성	111
5. 4. 2 운반조건에 의한 덤프와 컨베이어工法比較	112
5. 4. 3 환경에 대한 비교	127
5. 4. 4 덤프와 컨베이어와의 공사비및 공기비교	128
제 6 장 사례지구 매립방법에 따른 공사비 비교	133
6. 1 공사개요	135
6. 2 공사운용계획	137
6. 2. 1 공사계획	137
6. 4. 2 공사방법	138
6. 4. 3 장비조합	138

6. 4. 4 절토계획	138
6. 4. 5 성토계획	141
6. 4. 6 장비운용계획	143
6. 3 공사비 추정 비교	147
6. 3. 1 덤프트럭에 의한 운반비용	147
6. 3. 2 벨트컨베이어에 의한 운반비용	150
6. 3. 3 공사비 비교분석	159
제 7 장 結言 및 今後 研究方向	161
참고문헌.....	165
부 록.....	169
1. Conveyor의 種類	171
2. Bullcon System.....	209
3. 표준컨베이어 호형도.....	211

表 目 次

표 2-1	防潮堤 土石運搬 投入裝備 現況	23
표 3-1	作業種類에 따른 施工裝備	37
표 3-2	工事規模에 따른 施工裝備의 選定	38
표 3-3	適正工事費 算定을 위한 標準規格	38
표 3-4	콘支持力과 機械作業의 限界	40
표 3-5	運搬距離別 標準裝備組合	41
표 4-1	運搬物の 狀態와 安息角	48
표 4-2	미끄럼 角度와 chute의 角度	49
표 4-3	벨트에 실려진 재료의 단면적(ft ²)	58
표 4-4	컨베이어벨트의 운반능력(분당속도 100 ft에 대한 톤/시간)	59
표 4-5	컨베이어벨트의 최대속도(ft/분)	59
표 4-6	컨베이어 벨트의 허용작업인장력 및 풀리(Pully)의 직경	60
표 4-7	홈통아이들러의 최대간격	62
표 4-8	감마찰베어링을 사용한 컨베이어 벨트 아이들러의 마찰계수	63
표 4-9	Q의 대표값	64
표 4-10	빈컨베이어 벨트를 분당 100 ft로 이동시키는데 필요한 마력수	65
표 4-11	재료를 수평운반하는데 필요한 마력	66
표 4-12	운반재료를 들어올리는데 필요한 마력	67
표 4-13	풀리(Pully) 마찰손실을 극복하기 위한 축마력 퍼센트	68
표 4-14	추진풀리의 인장계수	70
표 5-1	덤프의 運搬費用	87
표 5-2	積載裝備의 作業效率	88

표 5-3	덤프의 作業效率	88
표 5-4	機種別 費用	93
표 5-5	덤프와 셔블과의 關係	93
표 5-6	트랙터 셔블의 費用	94
표 5-7	裝備의 費用	94
표 5-8	컨베이어의 種類	97
표 5-9	單位重量	102
표 5-10	最大運搬 傾斜角度	102
표 5-11	運搬物の 最大크기와 最小벨트 幅(單位 : mm)	103
표 5-12	벨트幅에 대한 斷面積	109
표 5-13	벨트幅과 速度	109
표 5-14	運搬能力	109
표 5-15	運搬土質	110
표 5-16	컨베이어의 所要動力	110
표 5-17	덤프工法과 벨트컨베이어工法の 일반적인 特性比較	112
표 5-18	對象埋立工事地の 埋立條件	113
표 5-19	運搬效率(e_2)	113
표 5-20	컨베이어의 사양	122
표 5-21	컨베이어 製作費	124
표 5-22	環境問題 比較	128
표 5-23	工事費 比較表	129
표 5-24	一般條件에 의한 컨베이어와 덤프트럭의 適否比較	129
표 5-25	工事期間에 따른 工事費 比較	131
표 6-1	工事方法에 대한 案	139

표 6-2	최적합 장비산출내역	149
표 부-1	μ_2 의 값	178
표 부-2	트롤리 컨베이어의 종류	185
표 부-3	회전 마찰계수(ff, fr)	188
표 부-4	충 만 을	201
표 부-5	대표적인 구동기구의 예	202
표 부-6	水力컨베이어용 펌프의 분류	206

그 립 목 차

그림 2-1	干拓工事의 運搬裝備 變遷過程	22
그림 3-1	各種建設機械의 種類	31
그림 3-2	工事條件에 따른 建設機械의 選定	36
그림 3-3	粒度曲線	39
그림 4-1	대표적인 컨베이어 시스템	46
그림 4-2	안식각의 측정	47
그림 4-3	平型 벨트 컨베이어	48
그림 4-4	버킷 엘리베이터용 버킷	48
그림 4-5	단면적과 안식각	48
그림 4-6	trough belt conveyor 안식각과 단면적 증가 상태	48
그림 4-7	미끄럼 각도의 측정	49
그림 4-8	screw conveyor	50
그림 4-9	flight conveyor	50
그림 4-10	벨트 컨베이어의 각부 명칭	52
그림 4-11	고무벨트의 구조	57
그림 4-12	벨트의 단면	57
그림 4-13	컨베이어 벨트에 실려진 재료의 단면적	58
그림 4-14	벨트아이들러	61
그림 4-15	아이들러 틀	62
그림 4-16	벨트추진 자동조절 트리퍼	72
그림 5-1	간척 매립지의 매립공법	79
그림 5-2	토석채취 및 운반공정의 흐름도	80

그림 5-3	小規模工事에서 덤프工法の 裝備組合	84
그림 5-4	벨트로우더를 이용한 덤프工法の 裝備組合	84
그림 5-5	大規模工事에서 덤프工法の 裝備組合	85
그림 5-6	덤프工法の 裝備組合	86
그림 5-7	D-9 型 불도우저의 모우는 距離와 모우는 能力	89
그림 5-8	D-8 型 불도우저의 集土距離와 集土能力	90
그림 5-9	D-7 型 불도우저의 모우는 距離와 모우는 能力	91
그림 5-10	631型 모우터 스크레이퍼(23.7m ²)의 모우는 距離와 能力	92
그림 5-11	덤프專用道路의 斷面	95
그림 5-12	컨베이어의 構造	97
그림 5-13	컨베이어의 종류	101
그림 5-14	벨트 컨베이어공법의 組合	106
그림 5-15	벨트 컨베이어공법의 흐름도	107
그림 5-16	벨트 컨베이어 積載斷面	108
그림 5-17	相馬工業地區 平面圖	114
그림 6-1	석문지구 평면도	136
그림 6-2	埋立工事 概略圖	137
그림 6-3	호퍼 使用時 第1區劃 土取場의 作業計劃(例)	139
그림 6-4	호퍼 使用時 第2區劃 土取場의 作業計劃(例)	140
그림 6-5	버킷 휠 엑스카베이터 使用時 제1區劃 土取場의 作業計劃(例) ...	140
그림 6-6	버킷 휠 엑스카베이터 使用時 제2區劃 土取場의 作業計劃(例) ...	141
그림 6-7	盛土地 配置(第1案)	142
그림 6-8	盛土地 配置(第2案)	142
그림 부-1	쉬프트블 벨트컨베이어	172

그림 부-2	스프레더	173
그림 부-3	트랜스퍼 벨트컨베이어	173
그림 -4	버킷 휠 굴착기	174
그림 -5	곡선 벨트컨베이어	175
그림 -6	왕복운반 컨베이어	176
그림 -7	에어프런 컨베이어	176
그림 -8	팬 컨베이어	176
그림 -9	스크레이퍼 컨베이어	179
그림 -10	플로우 컨베이어용 체인	181
그림 -11	플로우 컨베이어의 운반상태	182
그림 -12	드래그 체인 컨베이어	184
그림 -13	中, 輕荷重用 트롤리 컨베이어	185
그림 -14	重荷重用 트롤리 컨베이어	185
그림 -15	복동식 트롤리 컨베이어	186
그림 -16	슬라이딩 컨베이어	186
그림 -17	슬래트 컨베이어	186
그림 -18	어큐물레이트 컨베이어	186
그림 -19	컨베이어 운반경로가 경사진 경우	187
그림 -20	컨베이어 운반경로가 수평인 경우	187
그림 -21	토우 컨베이어	189
그림 -22	버킷 엘리베이터의 형식	190
그림 -23	버킷의 형상	191
그림 -24	피버트 버킷 컨베이어	193
그림 -25	암附 체인 엘리베이터	193

그림	-26	연직 플레이트 컨베이어	194
그림 부	-27	진동형 트레이 엘리베이터	194
그림	-28	로울러 컨베이어	196
그림	-29	후리 로울러 컨베이어	196
그림	-30	구동 로울러 컨베이어	196
그림	-31	自走 句配 選定圖表	196
그림	-32	체인구동 로울러 컨베이어	197
그림	-33	구동곡선 로울러 컨베이어	197
그림	-34	벨트구동 로울러 컨베이어	197
그림	-35	동력 전달도	198
그림	-36	라인드라이브 곡선 컨베이어	198
그림	-37	체인구동 어큐물레이트 컨베이어	199
그림	-38	체인구동 어큐물레이트 컨베이어 단면도	199
그림	-39	어큐물레이션의 기구	200
그림	-40	스크류 컨베이어	200
그림	-41	나선형 날개의 종류	200
그림	-42	수평운반 진동컨베이어	203
그림	-43	연직운반 진동컨베이어	203
그림	-44	水力 컨베이어	204
그림	-45	水力 컨베이어의 퇴적개시속도	204
그림	-46	CWM의 직관압력손실(예)	206
그림	-47	공기필름 컨베이어	207
그림	-48	진공 컨베이어	207
그림	-49	慣氣 컨베이어	208
그림	-50	공기 슬라이드	208

제 1 장 序 論

여 백

제 1 장 序 論

우리나라는 國土의 約 70%가 林野로 구성되어있고 耕地와 産業 및 生活關聯施設用地로의 可用平地가 매우 부족함에도 불구하고 急激한 都市産業 社會化로 인해 새로운 土地需要가 急增하면서 매년 約 萬餘ha의 農耕地가 他用途로 轉用되고 있다.

이렇게 줄어들고 있는 農地를 代替造成하고 新規土地需要를 受容하기 위하여 西南海岸에 賦存되어 있는 401千ha(開發對象面積基準)에 대한 開發을 서두르고 있는데 이는 全體 國土面積의 約 4%에 해당하는 막대한 面積으로서 장차 새로운 國民生活의 基盤이 될 귀중한 土地資源이 되리라 예상된다.

지금까지 실시하여 온 우리나라의 干拓事業은 고려조 高宗35年(AD 1248年)에 兵馬判官 金方慶이 安州 耳島에 축조한 이래 현재까지 總 1,786個 地區에 開畝面積은 約 96,789ha에 이르고 있으며, 지금도 大規模 干拓事業이 계속적으로 시행하고 있다. 이에 부응하여 海水의 침투를 저지하는 防潮堤의 築造와 維持運營部門, 公업단지 조성등을 위하여 매립하는 것을 中心으로 한 수많은 干拓技術開發에 관한 研究도 착실히 進行되어 왔다.

現代는 高度의 産業化社會로 나아가고 있고 建設공사에 있어서도 대부분의 工事が 과거 人力施工으로 부터 機械化施工으로, 機械化施工이 점차 無人自動시스템으로 轉換되어 가고 있으며, 이러한 高度의 施工에 사용되는 建設機械 또한 끊임없이 發展되어 가고있다.

그러나 앞으로 貴重한 土地資源이 될 干拓地開發에 따른 防潮堤 築造工事와 埋立工事を 施工함에 있어 土石운반비용이 차지하는 비율이 전체공사비에 비하여 막대하므로 공사 興件에 맞고 諸條件을 充足시키며, 經濟性, 施工性, 安定性을 確保

하고 환경피해를 최소화할 수 있는 運土裝備에 대한 基礎的인 研究가 微微하여 이에 대한 研究가 時急한 實情이다.

이에 本 研究에서는 토석 운반공법에서 집토과정부터捨土까지의 一貫作業을 위한 工法에 대하여 그간의 研究結果를 整理하면서, 既存의 덤프트럭에 의한 運搬公법을 檢討하고 앞으로 이용될 것으로 思料되는 Belt-Conveyor工法の 理論과 特性을 比較분석하여 보다 高度화된 施工을 위한 基礎資料를 提供함으로써, 우리나라 干拓事業을 비롯한 類似 大規模 建設工事發展에 微力이나마 보탬이 되고자 한다.

제 2 장 우리나라 간척공사의 변천과정

여 백

제 2 장 우리나라 干拓工事의 變遷過程

우리나라의 간척기술은 시공장비의 현대화에 힘입어 커다란 발전을 거듭하여 왔다. 1960년대 이전의 간척기술은 일제 때의 기술을 모방하여 독자적인 기술해석을 하지 못하던 시대였다. 국내의 건설장비 또한 빈약하여 운반장비는 軌條기관차및 대차, 3.0tf트럭, 손수레등에 의존했으며, 발파장비는 뇌관다이나마이트, 착공은 수굴에 불과하여 대부분의 공사는 인력에 의존하던 때였다. 따라서 건설공사장에서는 삽, 곡괭이, 정, 망치등이 필수장비로 되어 있었고, 굴착 적재작업은 거의 인력에 의존해야 했었으므로 석산에서 발파한 원석을 25kg내외의 크기로 부수어 등짐으로 대차에 상차하고 성토재는 곡괭이로 파 삽으로 퍼 싣는 비능률적인 작업방식이였다.

1960년대 들어서는 선진기술이 도입되고 간척이론이 부분적으로 정립되면서 공사재료의 운반수단도 인력시공으로 부터 동력을 이용한 시공으로 전환되었고, 이에 따라 기관차에 의한 기계화시공이 시작되었다. 이때부터 우리나라의 간척사업은 소규모의 사업으로 부터 대규모의 사업이 시행되는 전환기를 이룬 시기였다.

1970년대에는 60년대 닦아온 동진강 간척공사의 기술을 토대로 남양 아산 삼교천방조제를 완성하는 간척기술의 성숙기를 이루었으며, 이 때에는 토석운반수단으로 대형트럭이 이용되면서 작업능력이 크게 향상되었고, 시공장비도 채석장 토취장에서 채집하여 해상, 육상의 운반 및 방조제 현장까지의 작업이 비교적 일관화된 기계화시공이 시작되었다.

1980년대 이후로는 영산강 및 대호등 국제적 규모의 간척사업이 성공을 거둘 수 있을 만큼 간척기술의 발전을 거듭하였으며, 1990년 대에 이르러서는 충남 석문과 시화간척사업등 다목적 다기능을 갖춘 방조제축조까지 가능하게 되었다. 이 때부

터 시공장비도 대형화하고 조직화되어 시공능력이 월등히 향상되었고, 제반 처리 기술의 눈부신 발전으로 인해 세계적인 간척기술을 보유할 수 있게 되었다.

그림 2-1은 간척공사의 운반장비 변천과정을 나타낸다.

그림에서와 같이 1950년대까지는 우마차, 토운차등 인력시공으로 1일 최대토석 운반능력이 500m³에 지나지 않았으나, 1960년대에 들어서 기관차에 의한 기계화시공이 시작되었고 1970년대에는 남양 방조제에 처음으로 3tf급 덤프트럭을 사용하여 방조제 축조공사에 새역사의 장을 열었다. 그 후 점차 덤프트럭이 중량화되어 1990년대 현재는 20tf급 덤프트럭으로 토석재를 운반하여 1일 운반능력이 38,000m³까지 이르게 되었다.

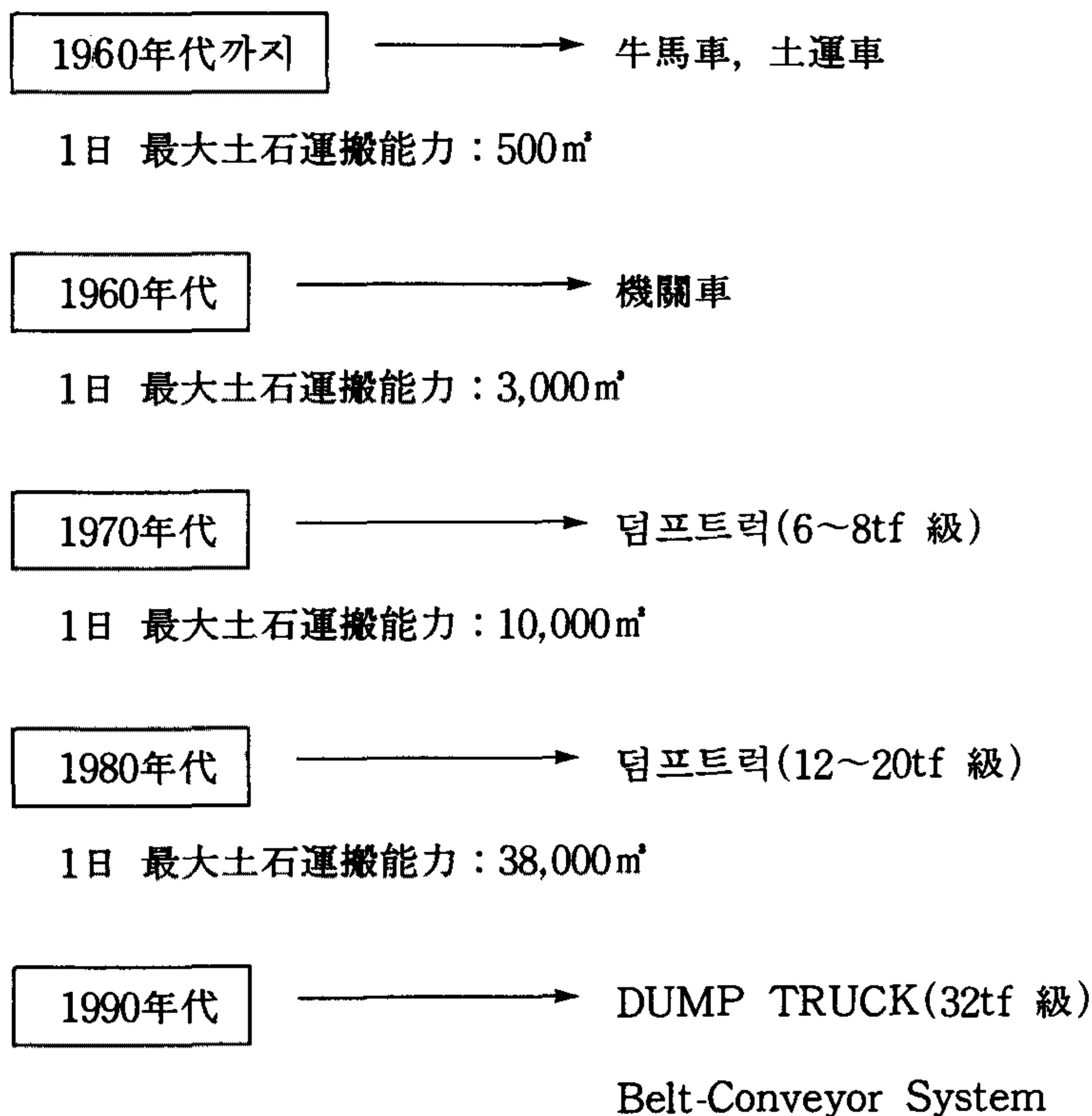


그림 2-1 干拓工事의 運搬裝備 變遷過程

<表 2-1>

防潮堤 土石運搬 投入裝備 現況

防潮提名	工事期間	開發面積	防潮堤 길이	總運搬量	1日平均 施工量	運搬裝備	備考
		(ha)	(m)	(千m ³)	(m ³)		
東 津 江	1963. 3~ 1967. 2	4,270	9,254	5,501	2,000	기관차 5~6tf 級	
牙 山	1970. 12~ 1973. 12	3,500	2,564	2,715	2,600	덤프트럭 6tf	
南 陽	1971. 4~ 1973. 12	3,650	2,060	2,236	2,500	.	
插 橋 川	1976. 12~ 1979. 11	2,830	3,360	3,072	8,240	덤프트럭 8tf	
榮 山 江 (Ⅱ)	1978. 1~ 1982. 8	10,860	4,359	5,365	8,000	덤프트럭 15tf	
大 湖	1981. 4~ 1984. 6	7,648	7,807	7,445	26,900	덤프트럭 12~15tf	
錦 江	1983. 11~ 1989. 12	3,650	1,127	2,051	7,200	덤프트럭 15tf	
海 南	1985. 2~ 1988. 2	3,021	1,874	1,041	8,300	.	
藍 浦	1985. 8~ 1986. 12	650	3,694	1,792	5,900	덤프트럭 10~23tf	
扶 士	1985. 10~ 1988.	1,260	3,474	1,733	5,710	덤프트럭 15tf	
石 門	1987. 8~ 1992.	3,740	10,600	7,950	13,700	.	
始 華	1987. 6~	17,300	12,676			.	
榮 山 江 (Ⅱ)	1988. ~	12,816	2,208	4,625	11,700	.	

여 백

제 3 장 建設機械의 일반적인 特性

여 백

제 3 장 建設機械의 일반적인 特性

3. 1 建設機械 概論

건설기계는 건설공사를 시공하는 수단으로서 이용되는 기계를 말하는데 원동기를 탑재하여 자주식이 가능한 것 부터 타장비에 의해 견인되는 작업기 까지 많은 종류가 있으며,

장비의 역사를 더듬어 보면 1765년 James Watt(영)가 증기기관차를 발명한 이래 증기기관을 원동기로 한 기관차, 굴착작업선등이 개발되었으며 1867년 Nicolaus A. Otto(독)가 4행정 내연기관을, 1881년 Dugald Clerk(영)이 2행정기관, 1889년 Rudolf Diesel(독)이 디젤기관을 발명하여 육상수송의 자동차시대가 열렸다. 이에 부응한 벨트컨베이어의 역사는 고압증기기관을 제작한 미국의 올리버 에반즈(1755~1819)가 현재의 벨트컨베이어에 가까운 "Miller's Guide"誌(1795년 필라델피아에서 발행)에 발표하였다. 이를 토대로 1886년 영국의 라이스터(G. F. Lyster)가 고무벨트 컨베이어를 제작, 운전하였으며 계속적인 연구를 거듭하여 벨트컨베이어의 형태를 완성시켰다. 그후 계속적으로 발전을 거듭하여 미국의 굿이어사(Goodyear Tire and Rubber Co.)가 1946년에 고안하여 실용화시킨 벨트폭 750mm, 길이 330m, 양정 76m의 컨베이어가 오늘날의 벨트컨베이어이다.

건설기계는 정비가 완전하고 연료, 윤활유의 보급이 충분하면 날씨에 관계없이 장기간 연속작업이 가능하며, 인력으로 불가능한 경암굴착이나 수중작업등도 가능하다.

이와같은 건설기계를 건설공사에 사용하므로 시공능률을 높이고 공사기간을 단축하여 공사비의 절감효과를 가져올 수 있기 때문에 적합한 건설기계의 선정과 합

리적인 운영은 기계화시공의 주안점이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 건설기계중 간척매립지에 있어서의 토석운반방법에 대하여 고찰하고 공사규모에 따른 건설기계의 종류와 구비조건을 살펴봄으로서 합리적인 기계화시공 및 인력절감을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

3. 2 建設機械의 種類와 具備條件

3. 2. 1 建設機械의 種類

건설기계라 함은 공사시공에 사용되는 기계를 말하며, 육상에서 작업하는 기계를 육상기계, 해상에서 작업하는 준설선, 기중기선, 토운선 등을 해상기계라 하며 착암기, 쇄석기, 공기압축기 등이 광산에서 사용되는 경우에는 광산기계라 하고 작업종류별로 분류하면 다음과 같다.

1. 작업종류별 분류

- 1) 굴착 및 운반기계- 불도우저, 스크레이퍼
- 2) 굴착기계- 파워쇼벨, 백호우, 드래그라인, 크람셀, 버킷 휠 엑스카베이터, 트랜처
- 3) 적재기계-무한궤도식 로우더, 차륜식 로우더, 레일식 로우더등
- 4) 운반기계-덤프트럭, 트럭트랙터 및 트레일러, 덤프터, 덤프-트레일러, 컨베이어, 가공삭도, 기관차 및 운반차
- 5) 기중기류-트럭크레인, 휠크레인, 무한궤도식 크레인, 케이블 크레인, 데릭크레인, 지브크레인, 타워크레인, 엘리베이터, 호이스트등
- 6) 착암기 및 터널공사용 기계-착암기, 브레이커, 드릴잠보 크로울러 드릴, 터널공사용기계

- 7) 기초공사용기계 - diesel pile해머, 진동파일드라이버, 보어링기, 어스드릴, 어스오거, 그라우트기계
- 8) 정지 및 로반용기계 - 모우터그레이더, 스타빌라이저, 골재살포기
- 9) 다짐기계 - 로드로울러, 타이어로울러, 탬핑로울러, 진동로울러, 플레이트 콤팩터, 햄머, 탬퍼등
- 10) 골재생산기계 - 쇄석기, 선별기, 골재채취기
- 11) 콘크리트기계 - 콘크리트믹서, 콘크리트 플랜트, 트럭믹서, 콘크리트 펌프 콘크리트 진동기등
- 12) 포장기계 - 아스팔트 플랜트, 아스팔트 휘니셔, 아스팔트 산포기, 콘크리트 휘니셔, 콘크리트 스프레더, 콘크리트 스크리드, 콘크리트 카터
- 13) 도로유지 및 제설기계 - 도로청소차, 라인마커, 리프트차, 스노우 플라우
- 14) 공기 압축기 - 공기압축기, 송풍기, 펌프등
- 15) 해상기계 - 드래그삭션 준설선, 펌프준설선, 그레브 준설선, 디퍼 준설선, 버킷준설선, 기중기선, 쇄석선, 항타선, 토운선, 예인선, 압선, 콘크리트 플랜트선, 양묘선등

2. 운반방법에 의한 분류

- 가. 도로이용 : 덤프트럭등의 자동차, 불도우저, 스크레이퍼, 모우터 그레이더, 로우더등의 토공기계
- 나. 철도이용 : 기관차, 트롤리에 의한 방법
- 다. 와이어로프이용 : 가공삭도, cable crane hoist 등의 엘리베이터
- 라. 벨트, 체인이용 : 벨트 컨베이어, 버킷 엘리베이터, 에프론 컨베이어

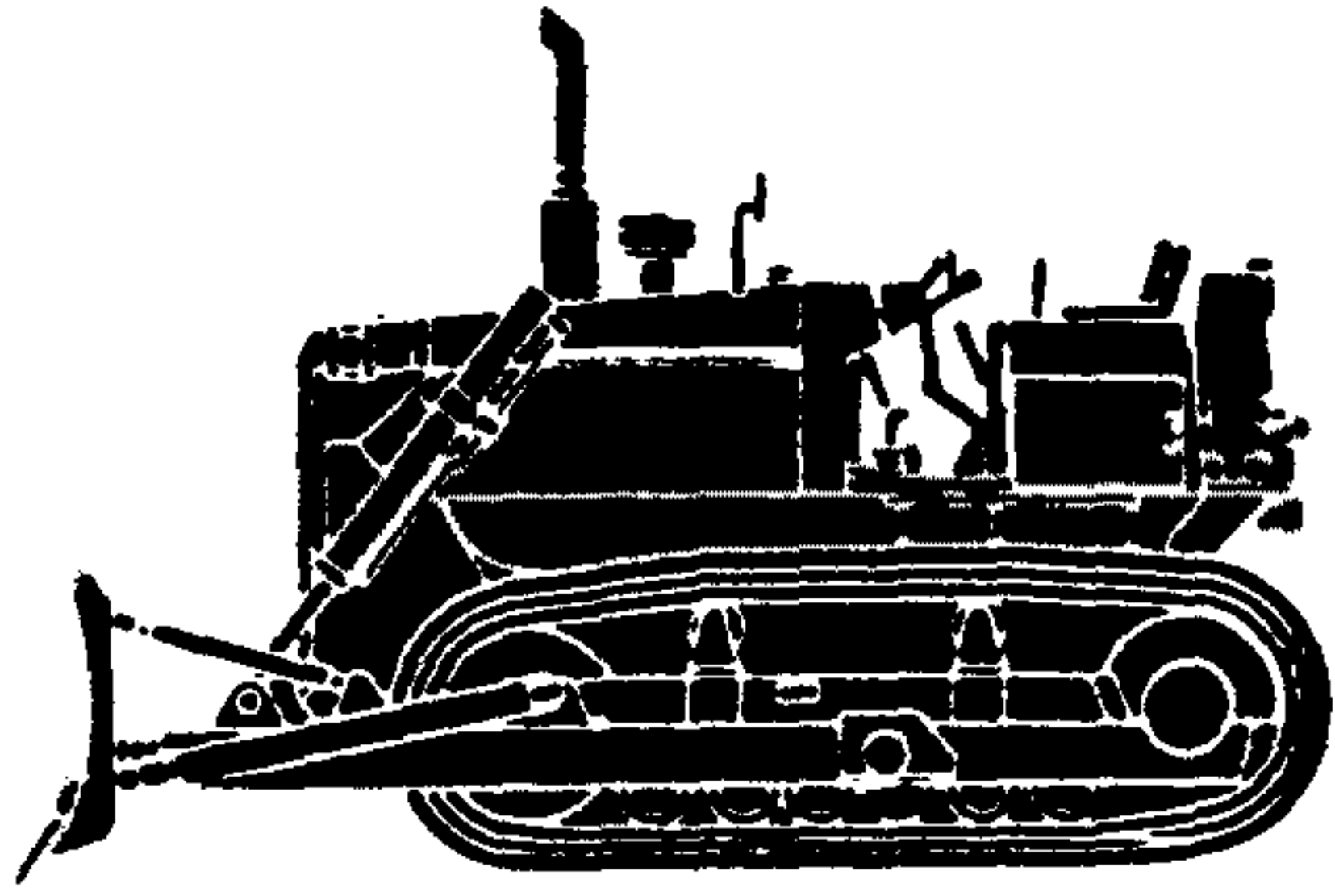
마. 관로이용 : 공기수송, 하이드로릭 컨베이어, 스크류 컨베이어, 후로우 컨베이어

바. 수로이용 : 토운선, 연락선, 화물선 등

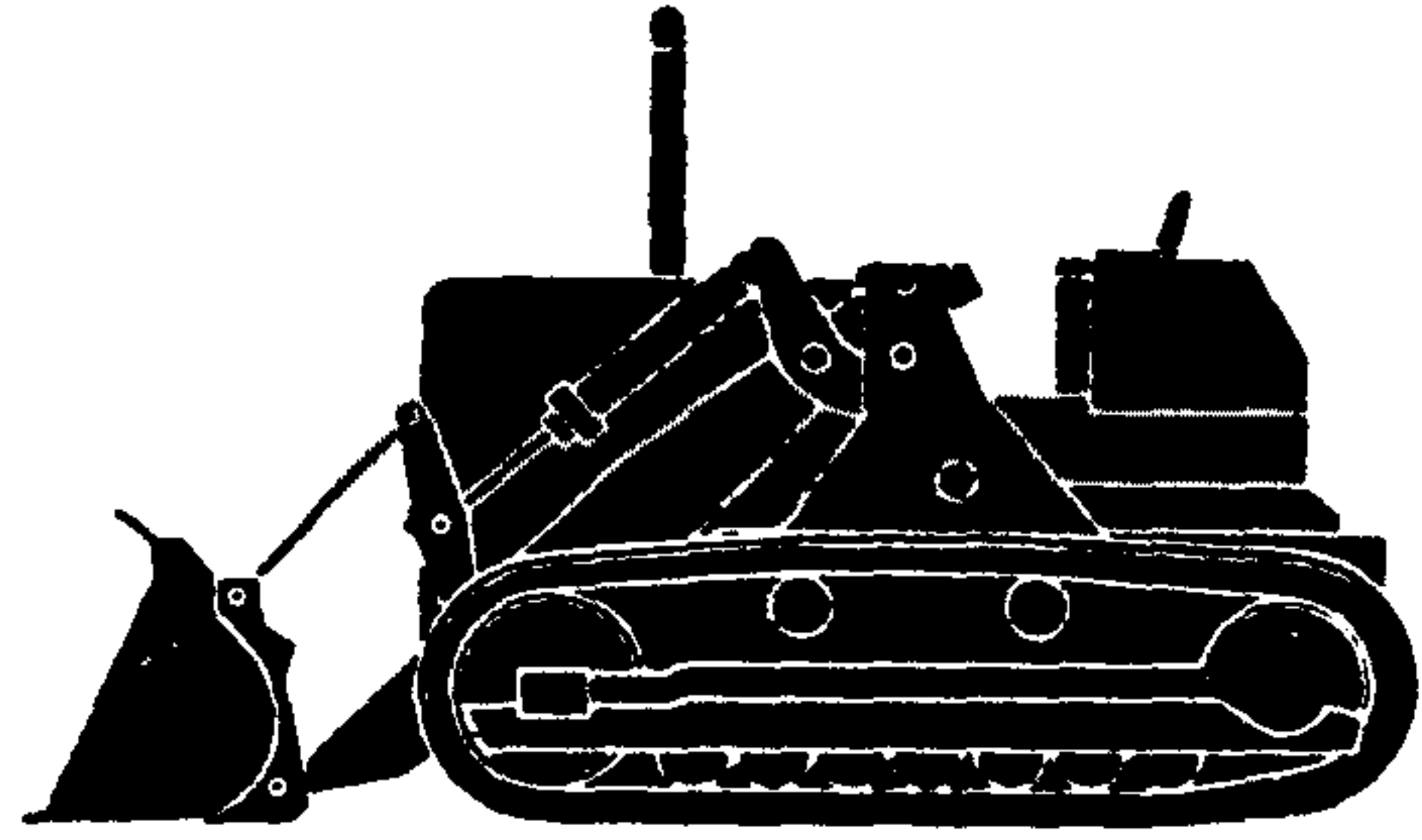
운반물, 운반거리 및 운반경로, 총운반량 및 공기 그외 기상조건, 시방서 관련공법 등 제조건을 검토하여 건설기계를 선정하여야 한다.

그림 3-1 各種建設機械의 種類

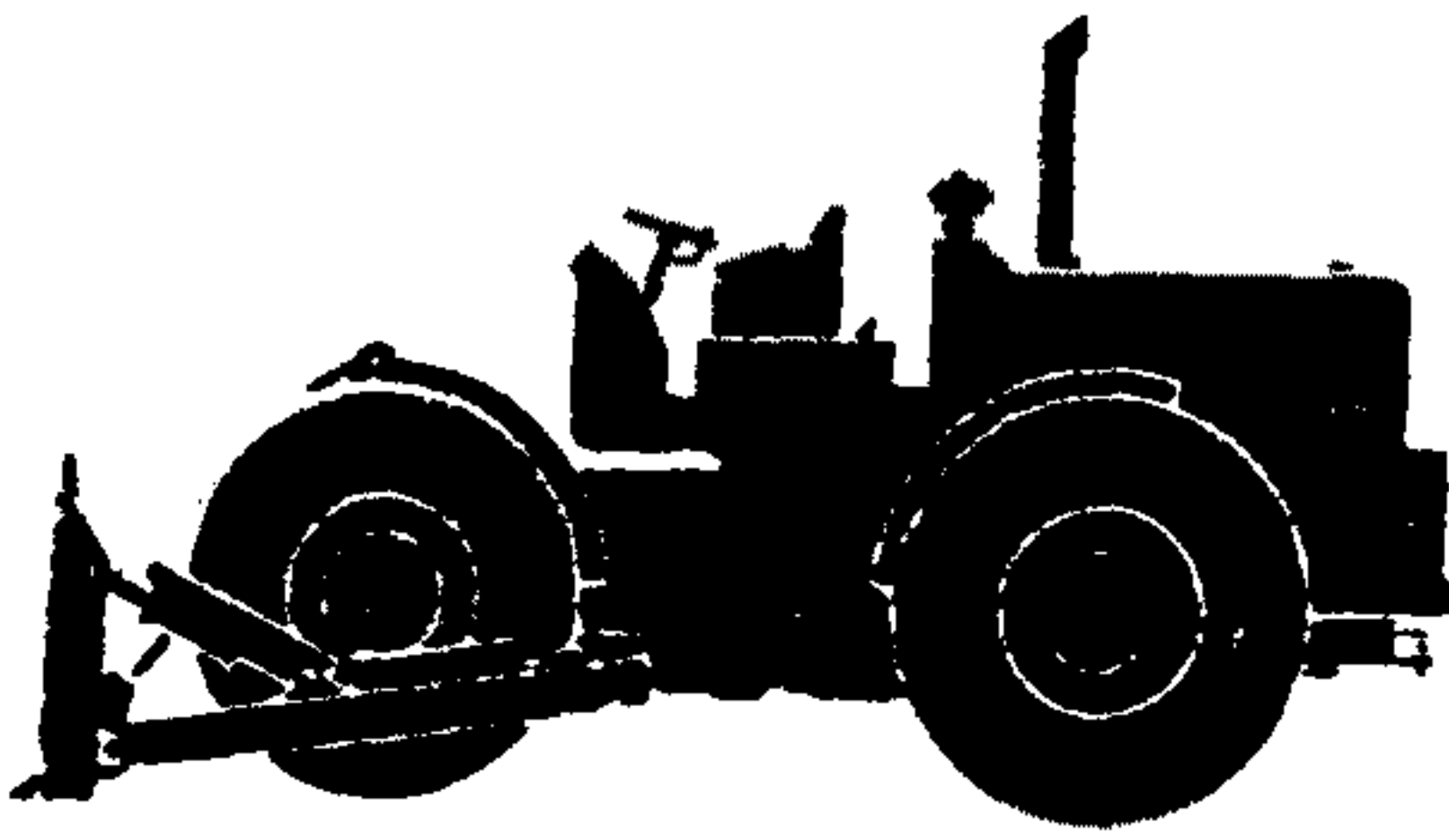
1. Tractor系 機械



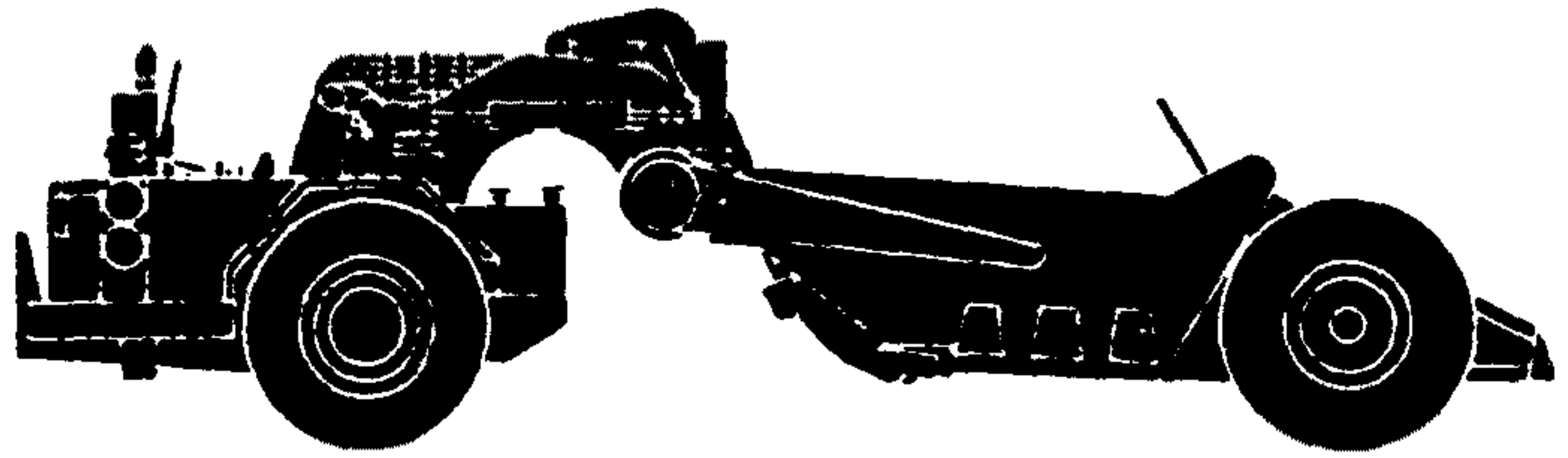
Bull dozer



Shovel dozer

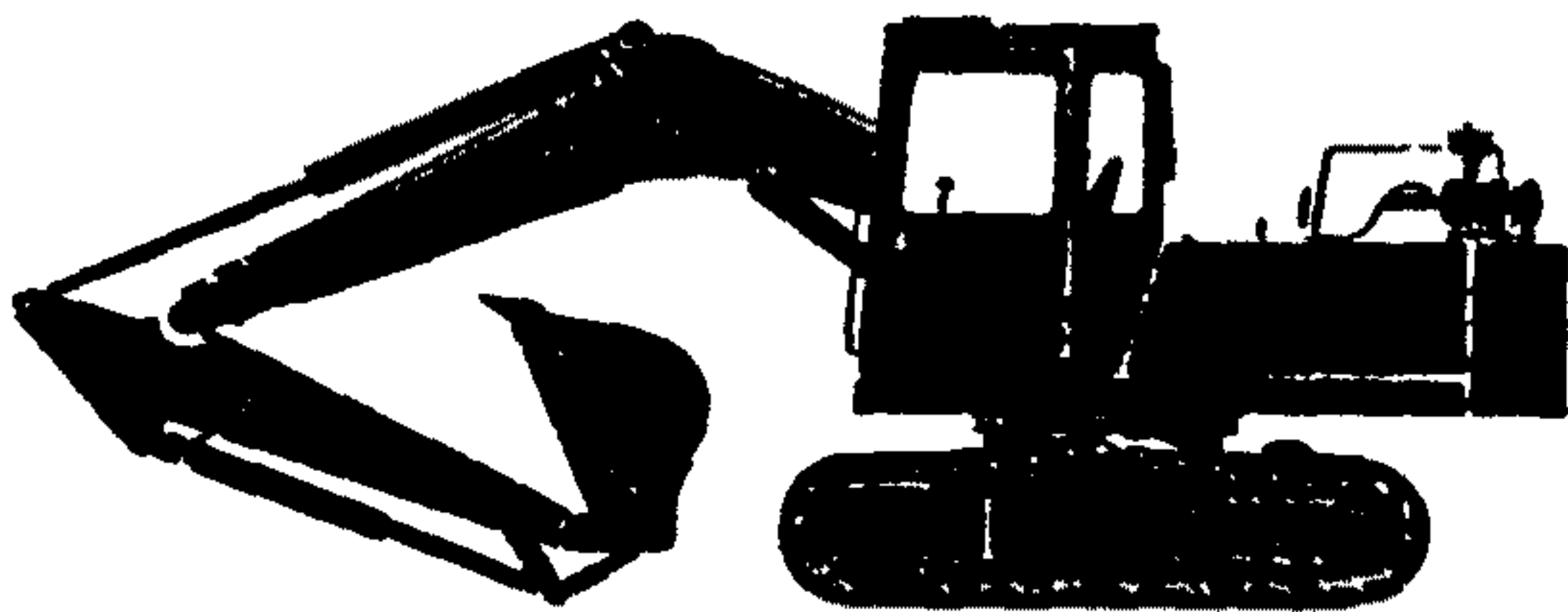


Wheel dozer

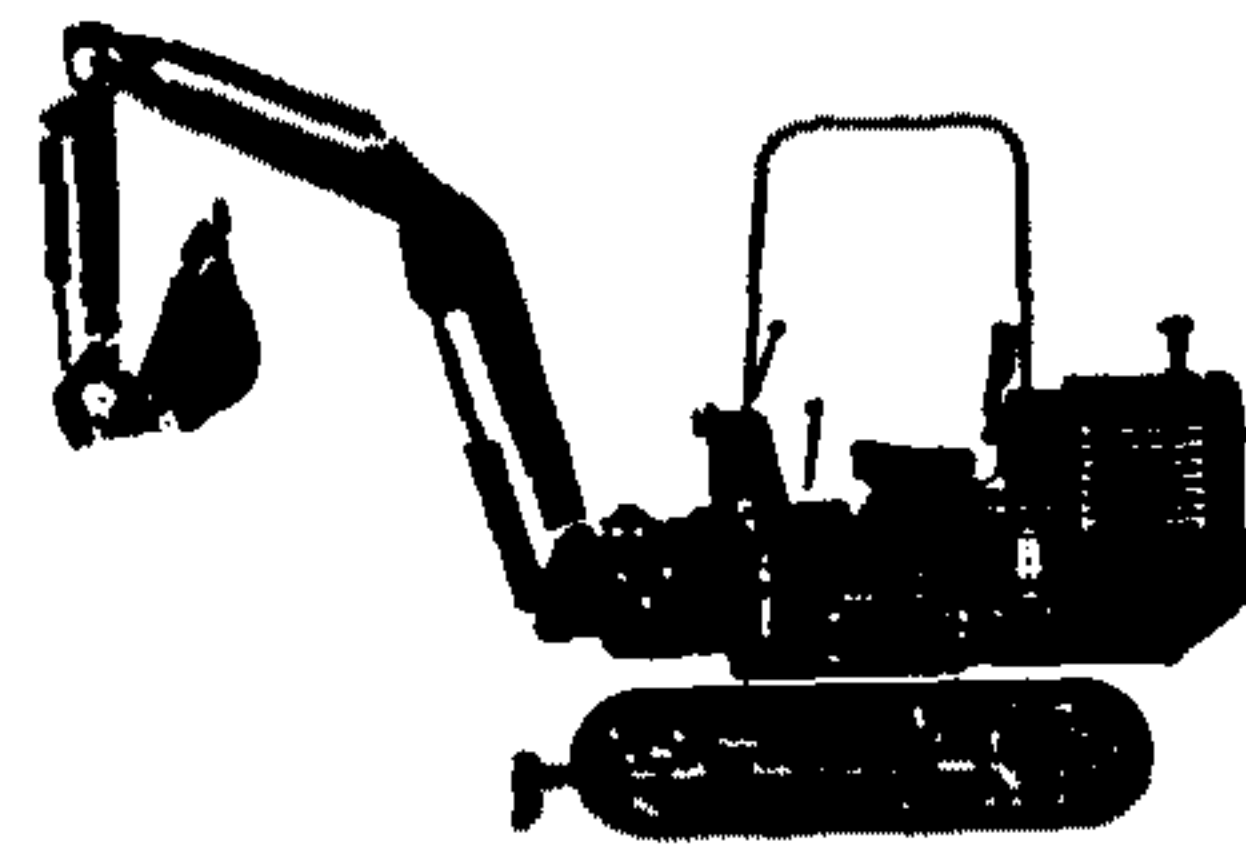


Motor Scraper

2. Shovel系 掘鑿機械

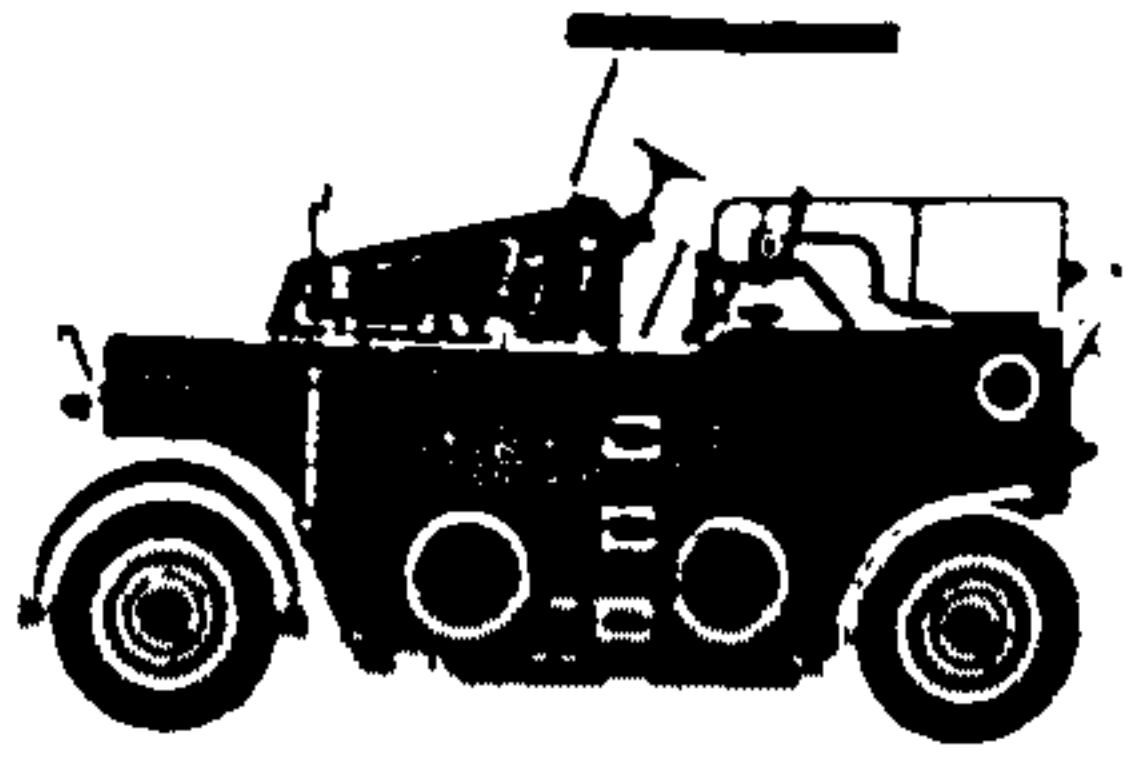


Power Shovel

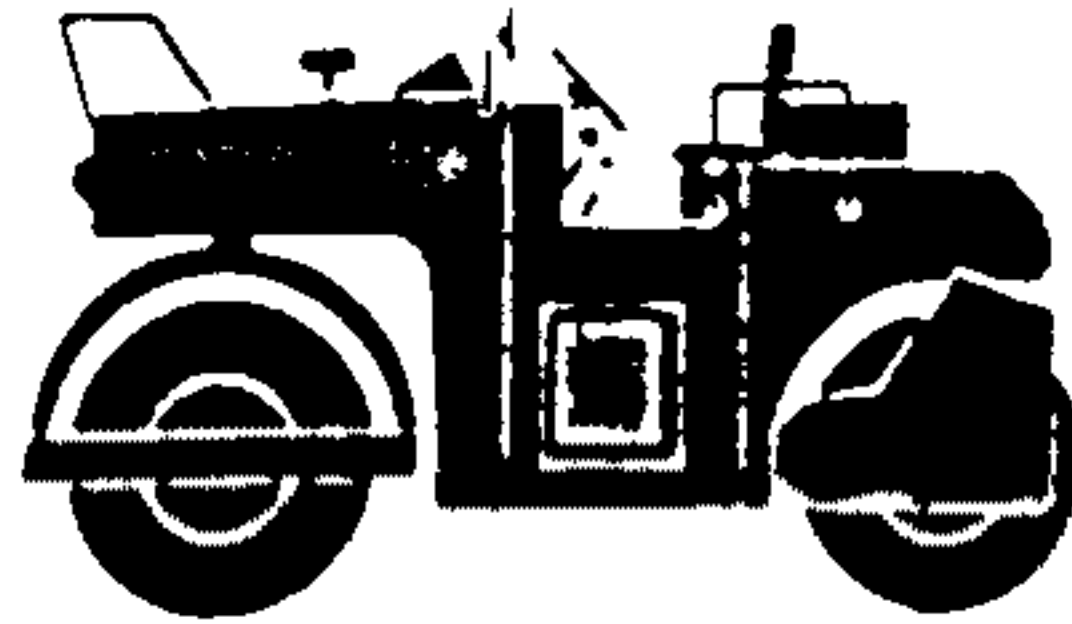


Back hoe

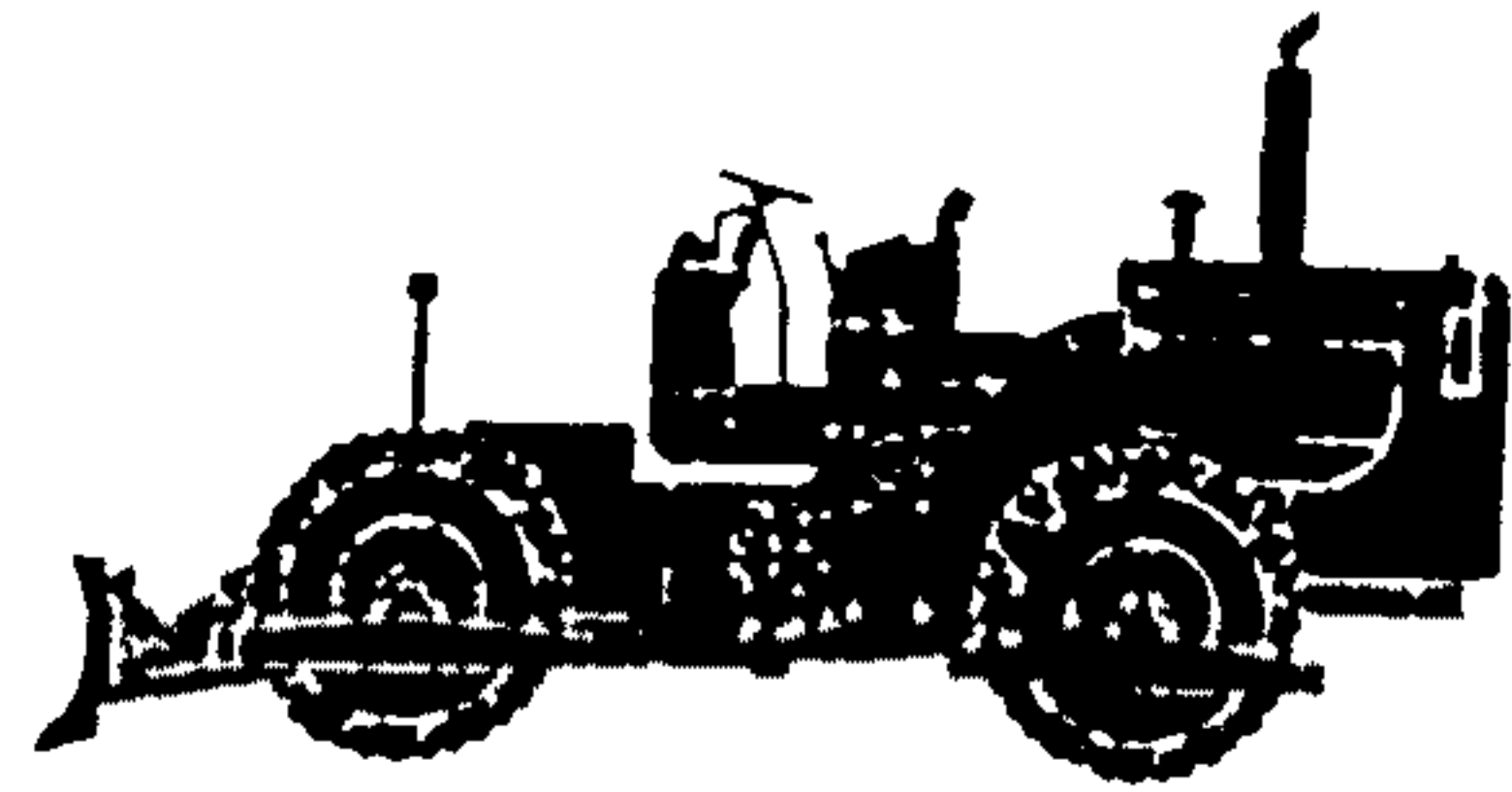
3. 다짐 機械



Tire Roller

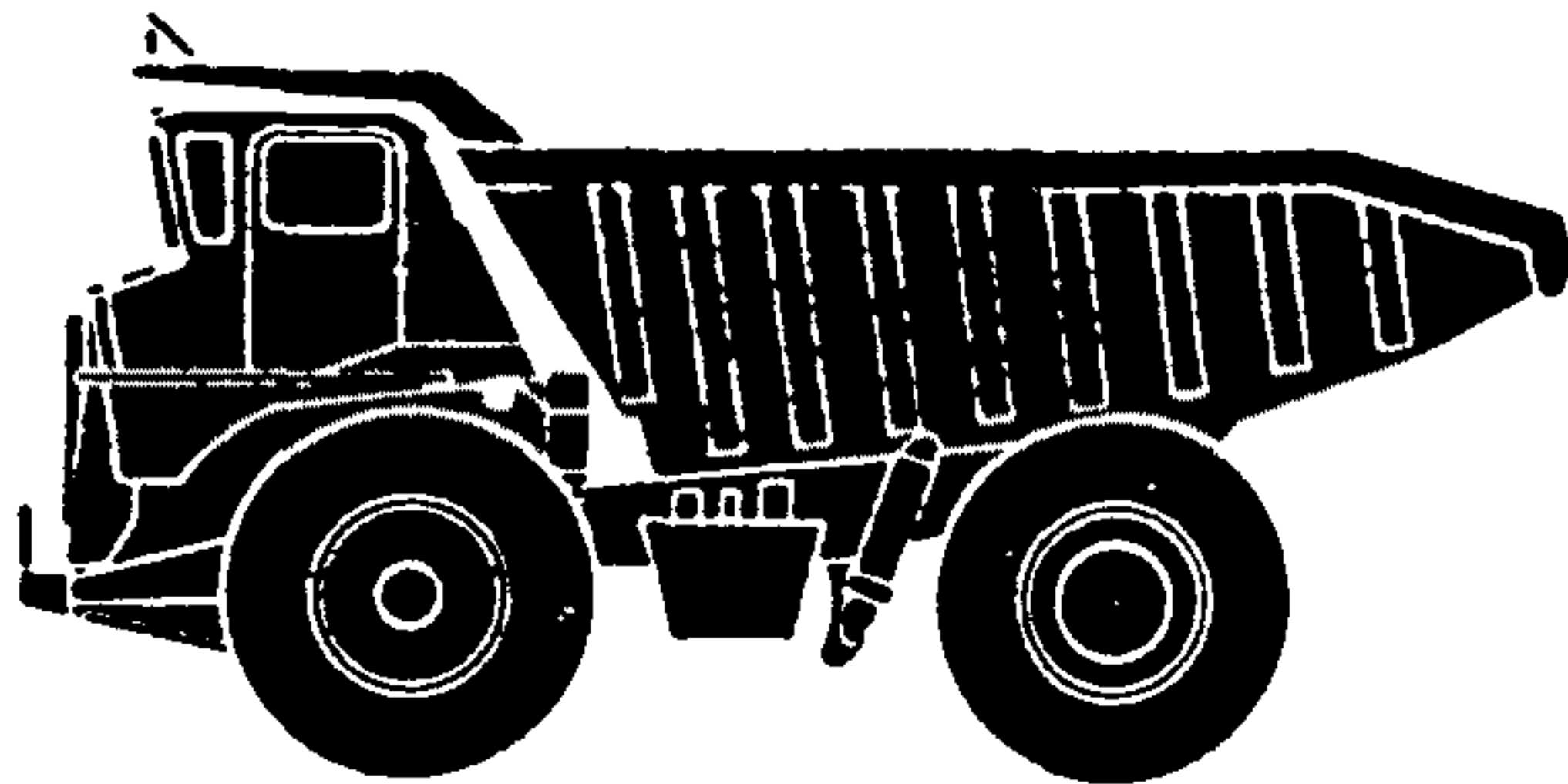


振動 Roller

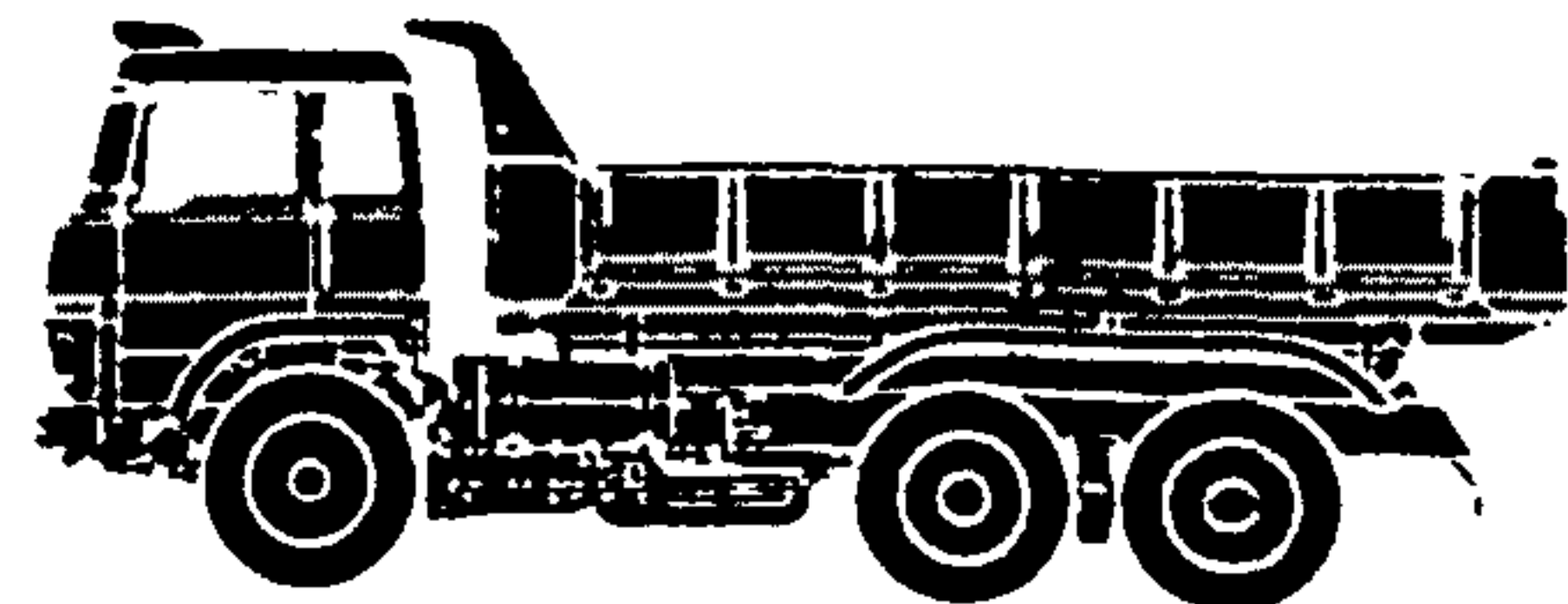


Compactor

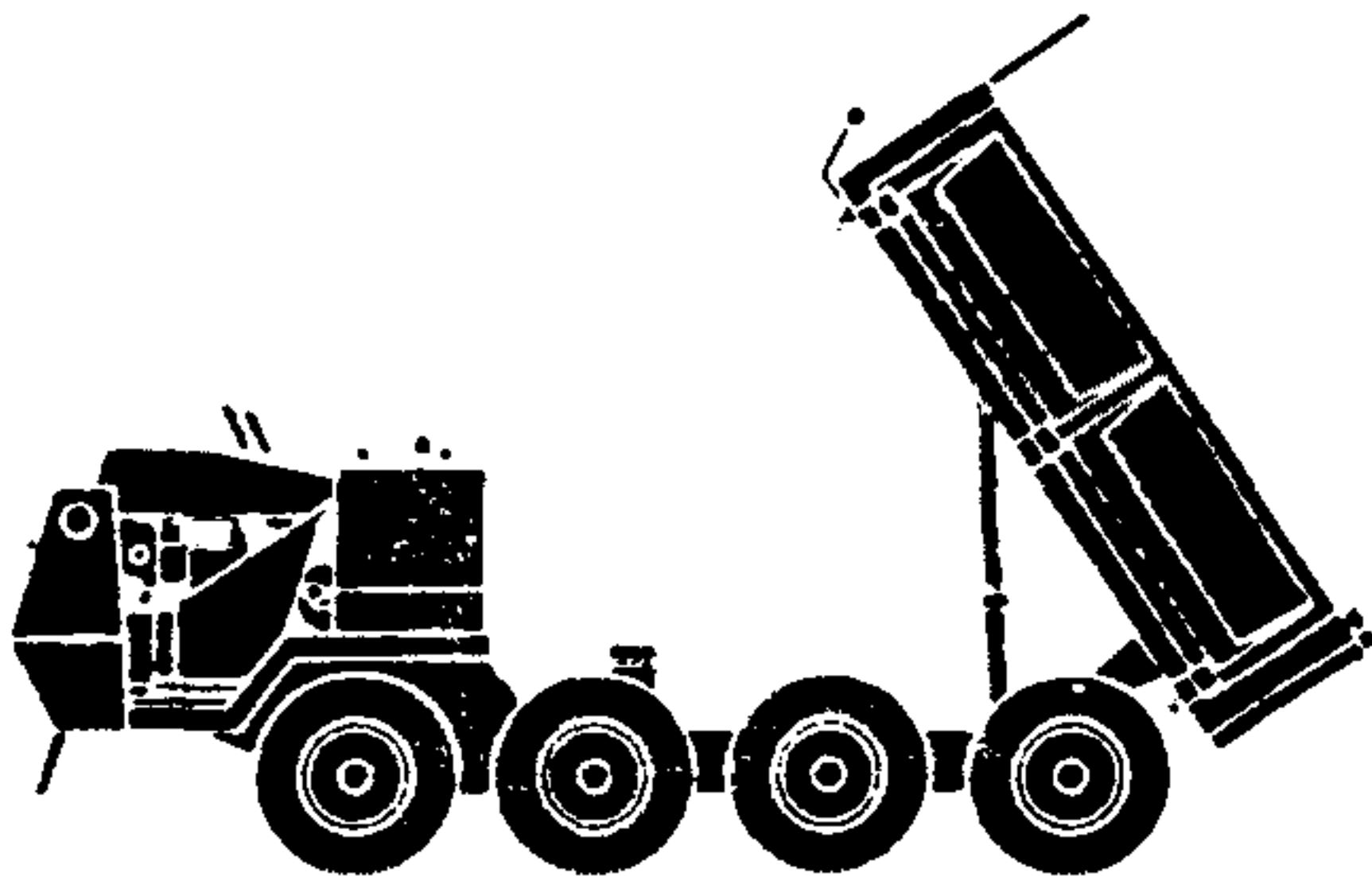
4. 運搬 機械



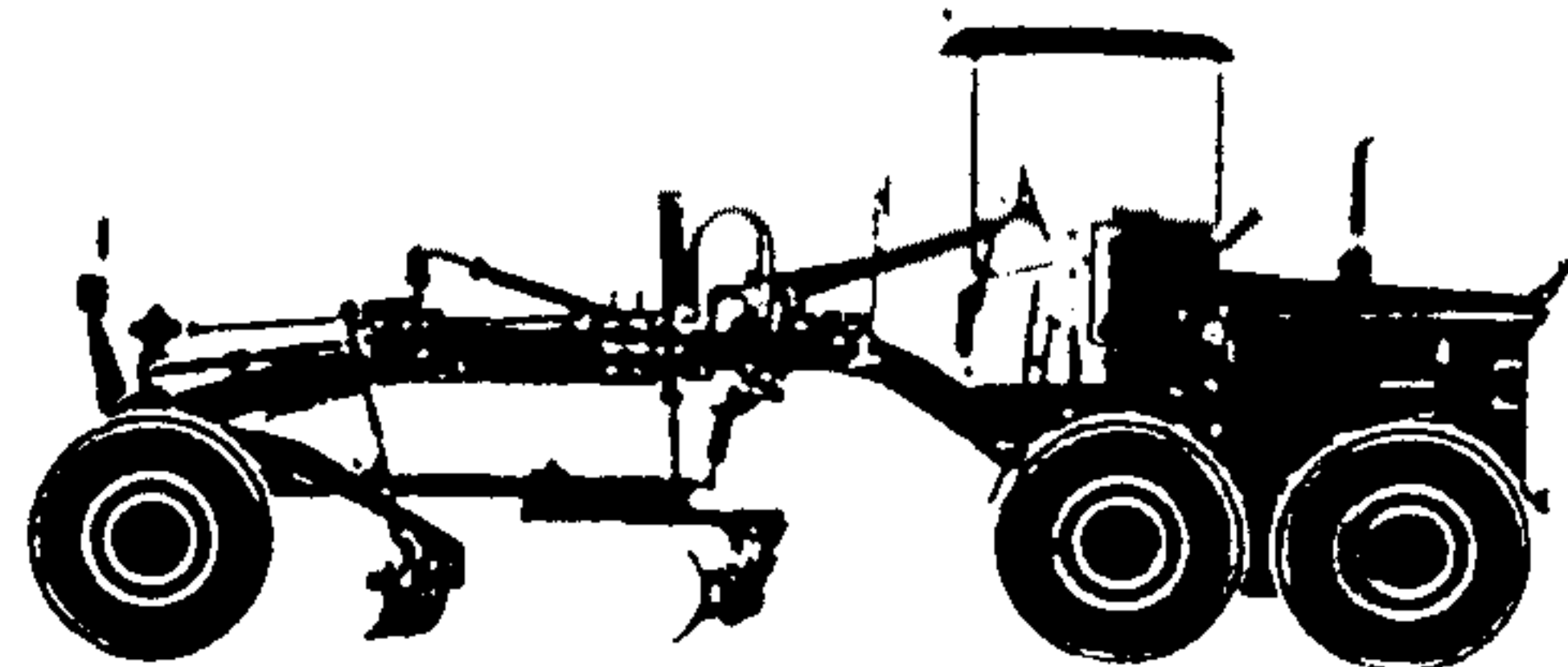
重 Dump truck



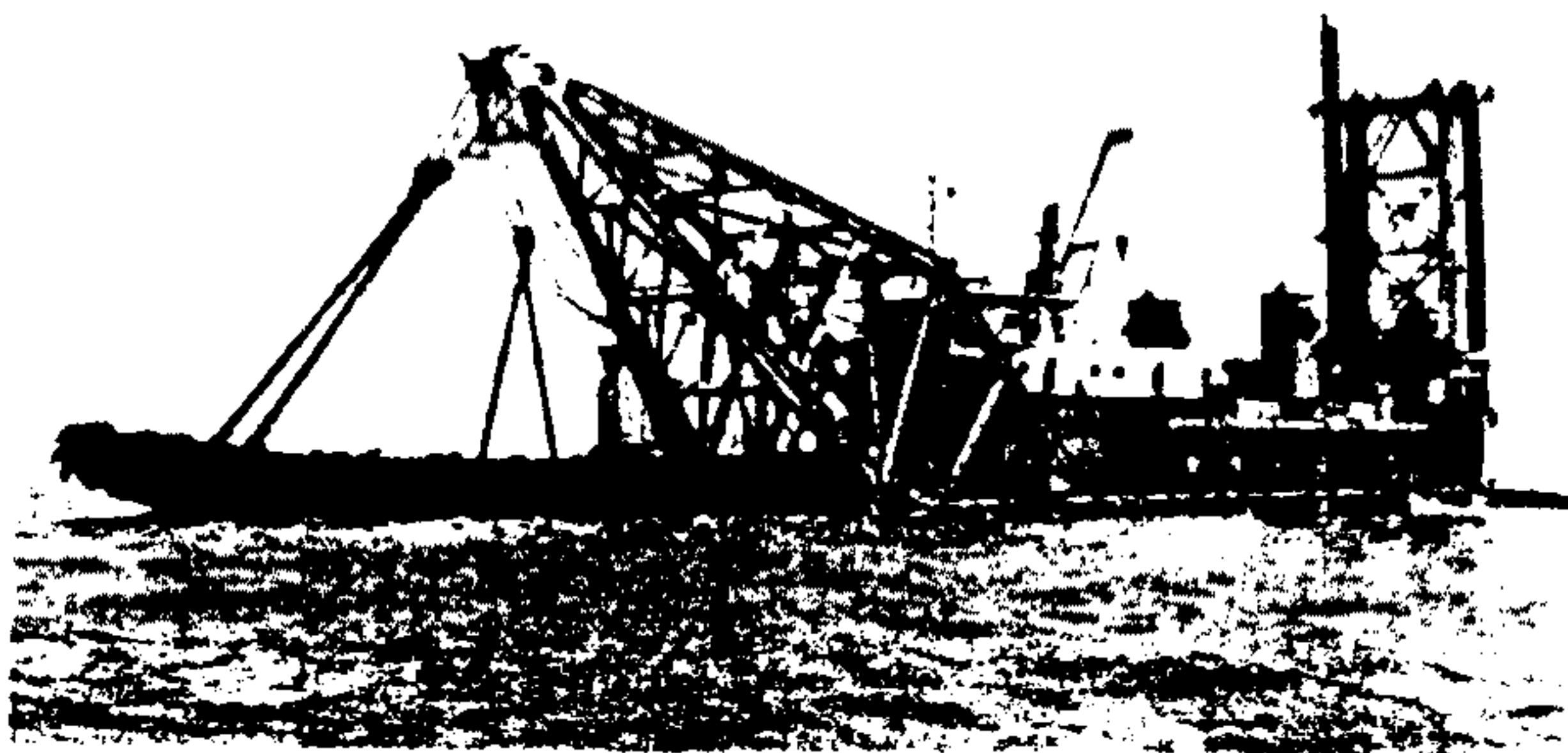
Dump truck



不整地走行車



Motor Grader



Pump dredger



水中 Bull dozer

3. 2. 2 建設機械의 具備條件

建設機械는 토사, 암석, 콘크리트, 아스팔트등의 工事用 材料를 다루기 때문에 충격과 振動등에 의한 동적인 重하중을 항상 받는 관계로 ① 내구성 ② 안정성 ③ 정비성 ④ 범용성 ⑤ 시공능력 ⑥ 신뢰성이 있어야 한다.

1. 耐久性

岩塊 또는 地面 등에 의한 충격, 荷重, 摩耗, 腐蝕, 反復應力등에 견딜 수 있어야 한다.

가. 各 部分品은 모든 충격, 하중, 진동 등에 견딜 수 있는 構造로 되어야 하고 이에 적합한 材料로 제작되어야 한다.

나. 기계의 사용이 豫想되는 제한 作業條件을 고려하여 제작되어야 한다.

다. 기계의 主要部分은 單純構造로 하여 정비 또는 수리를 간단, 용이하게 하고 熱처리에 의한 部分品の 耐摩耗性을 높여야 한다.

라. 기계各部의 점검, 주유, 조정등의 작업을 신속, 용이하게 할 수 있도록 제작되어야 한다.

마. 기계운영上으로 集中注油方式을 채택하여 이에 적합한 연료와 윤활유가 공급되도록 제작되어야 한다.

2. 安全性

取扱 및 操作이 용이하고 간단하게 운반되며 어떠한 공사현장에서도 안전하게 운전할 수 있어야 한다.

3. 整備性

어느 현장에서도 점검, 정비, 수리등을 용이하게 할 수 있고 整備 人원의 수가 적게 소요되도록 제작되어야 한다.

4. 汎用性

어떠한 작업 및 土質條件과 運轉員의 능력여하에서도 작업상의 큰 불편이 없어야 한다.

5. 施工能力

최소의 人員과 경비로 최대의 施工能力을 발휘하여 經濟性を 유지하여야 한다.

6. 信賴性

내구성, 안전성, 정비성, 범용성, 시공능력 등의 제반성능이 綜合되어 고장없이 만족하게 가동할 수 있어야 한다.

3. 3 建設機械 選定方法

3. 3. 1 適正施工裝備

工事規模를 막론하고 施工裝備의 投入比重이 높아짐에 따라 전체공사비에 차지하는 施工裝備의 費用도 점차 높아지게 되어 經濟原則에 따라 工事目的에 適合하면서도 機械費用을 最小化 할수 있는 裝備選定이 중요한 문제로 대두되었으며 같은 장비라 하더라도 성능이 각각 다르고 공사의 조건에 적합한 適正施工裝備를 선정할 必要性이 增大하였다. 어떤 裝備를 選定하여 投入할 것인가의 문제는 作業의 種類, 施工計劃 工事場의 條件등에 따라 달라지는 것이기 때문에 適正施工裝備라 하는 용어도

첫째, 工事種類에 의한 裝備로서의 效用도가 가장 높은 것으로 定義하는 경우 干拓 工事 施工者에게 덤프트럭, Belt-Conveyor, 浚渫船 등이 標準裝備가 될 것이다.

둘째, 동일한 裝備중에서도 가장 많이 사용되는 즉 活用도와 普遍도가 높은 施工裝備를 選定하는 것.

셋째, 作業種類, 工事規模등 工事現場條件에 의해 適合한 裝備를 適正裝備로 定義하

는境遇의 세가지가 있다.

위의 세가지 중 어느 경우도 가볍게 보아서는 안되며 세가지 定義가 合致되는 새로운 裝備를 발견할 때 비로소 工事目的에 가장 適合한 適正裝備로 選定되는 것이다.

이와같이 效率적인 適正裝備의 사용을 통해 工事目的에 適合하고 機械經費를 最小化하여 機械化施工에서 經濟原則의 基盤을 마련해 주어야 할 것이다.(그림 3-2참조)

3. 3. 2. 裝備 選定方法

1. 作業目的과의 適合性

土木工事 規模의 大型化와 人力作業의 代替手段으로서 施工裝備의 사용이 점차 增加趨勢에 있으며 裝備의 種類및 規格도 상당히 다양해져 가고 있다.

이와같이 종류가 다양해지고 동일한 機種이라도 形式및 規格에 따라 서로 다른 성능을 가지는 시공장비 중에서 어떤 기종과 규격의 장비를 선정할 것인가는 공사 조건과의 適合性 與否에 달려있다. 어떤 경우에는 공사조건이 시공장비 선정에 절대적인 영향을 미쳐 經濟性側面이나 普及率(保有實態)과는 거의 무관하게 특정 장비가 그 공사의 適正장비로 된다.

적정장비 선정의 가장 중요한 요소인 작업목적과의 적합성 여부를 판단하는데 고려해야 될 조건은 다음과 같다.

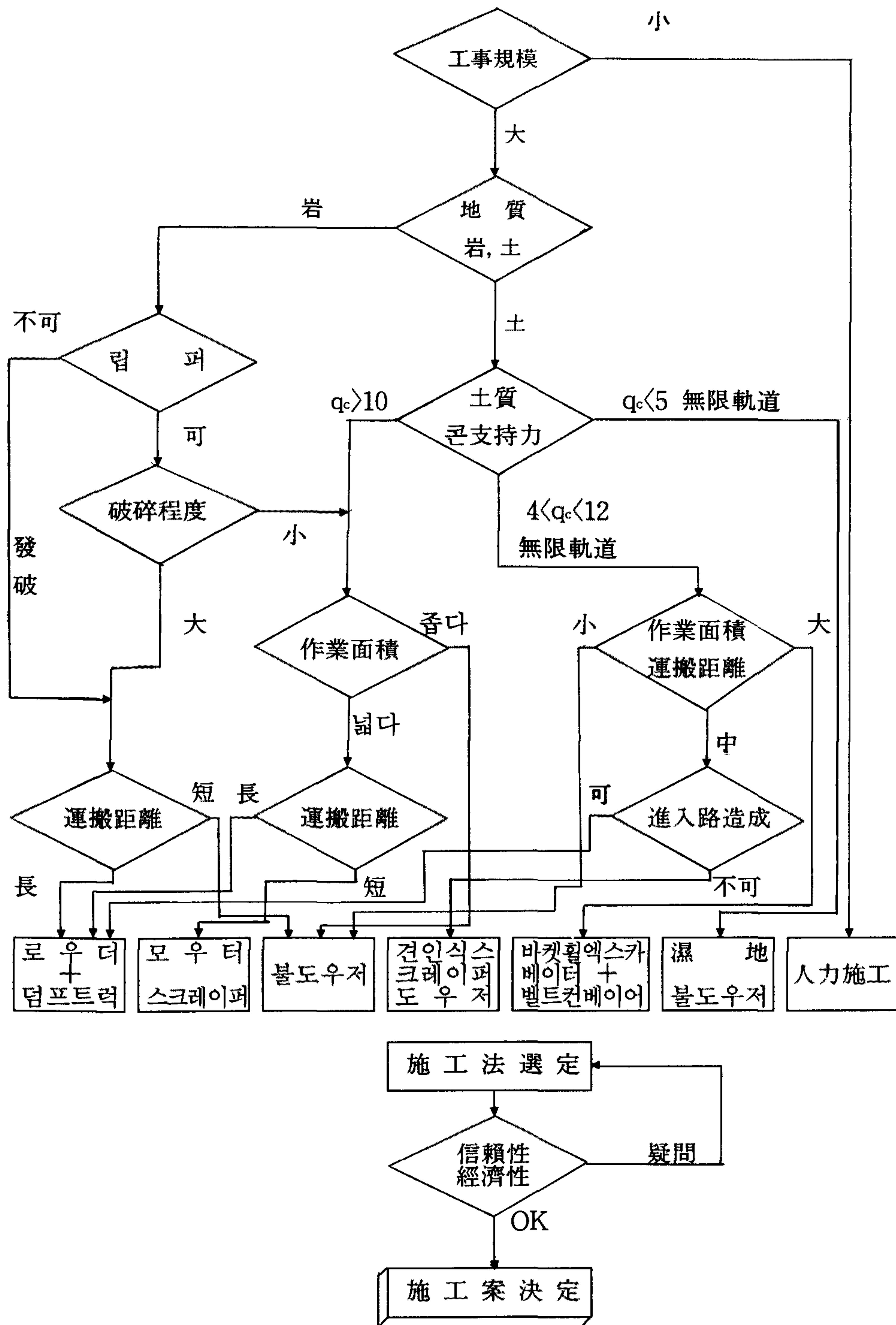


그림 3-2. 工事條件에 따른 建設機械의 選定

가. 土工作業의 種類에 따른 裝備의 選定

<表 3-1> 作業種類에 따른 施工裝備

作業種類	施工裝備種類
나 무 베 기 뿌 리 뽑 기	불도우저(레이크도우저)
흙 깎 기	불도우저, 백호우, 립퍼, 로우더, 셔블기굴착기
신 기	로우더, 버킷식 엑스카베이터, 셔블기굴착기
흙 운 깎 기 운 반	불도우저, 스크레이퍼
운 반	불도우저, 덤프트럭, 벨트컨베이어
흙 퍼 기	불도우저, 모우터 그레이더
합 수 량 조 절	살수차
다 집	로올러, 불도우저, 진동콤팩터, 래머, 탬퍼
고 르 기	불도우저, 모우터 그레이더
도 량 파 기	굴착기, 트렌처

나. 工事規模에 따른 裝備의 選定

工事의 規模에 따라 施工方法도 다르게 되므로 適正한 工事費 算定과 合理的인 施工을 위하여 大規模工事에는 大型裝備를, 中規模工事에는 中型裝備, 小規模 工事에는 小型裝備를 사용하여야 한다. 工事規模는 1年間の 作業으로 처리한 土工量으로 판단한다. 일반적으로 裝備의 容量이 클수록 單價는 적어지지만 대형장비의 경우 고장시에는 裝備의 대체가 어렵고 遊休裝備의 발생이 우려될 뿐만 아니라 運搬路, 作業場의 넓이, 交通量, 工事規模등 諸般條件에 適合치 않을 때 Cycle time이 길어지므로 時間當 作業量이 減少하여 單價가 높아질 수 있으며, 또한 小規模 工事인 경우에는 人力 施工이 機械施工보다 經濟的일 수도 있으므로 諸般事項을 고려한 충분한 檢討가 있어야 한다. 表 3-2는 工事規模에 따른 工事內容 및

施工方法등을 表로 작성한 것이며, 適正工事費 算定을 위한 標準規格에 대하여는 表 3-3에 표시하였다.

〈表 3-2〉 工事規模에 따른 施工裝備의 選定

工事規模	工事內容	施工方法
大規模工事	년간 1건당 토공량이 10만 m ³ 이상인 경우	대형 또는 전용장비에 의한 능률적인 기계화시공을 계획한다.
中規模工事	년간 1건당 토공량이 1~10만 m ³ 인 경우	중형의 전용장비에 의한 시공을 계획한다.
小規模工事	년간 1건당 토공량이 1만 m ³ 이하인 경우	소형장비 또는 인력에 의한 시공을 계획한다.

〈表 3-3〉 適正工事費 算定을 위한 標準規格

區分	小規模	中規模	大規模	備考
1. 불도저작업 유압립퍼 흙막기운반 흙모으기 다짐고르기 습지·연약지반	12톤급	19톤급 " " 12톤급	32톤급 " " 19톤급 습지용 13톤급	
2. 스크레이퍼작업	5.4~9.0m ³	11.0~18.0m ³	18.0m ³ 이상	
3. 유압식 백호우 (흙막기, 실기)	0.4m ³	0.7m ³	1.0m ³	
4. 덤프트럭 운반	8톤 이하	8~15톤	15톤이상	

다. 土質과 裝備와의 關係

土工에서 주종을 이루는 불도우저나 덤프트럭, 로우더, 셔블, 스크레이퍼는 無限軌道式, 車輪式으로 區分되어 있어 도로 이외의 軟弱地盤에서 裝備가 走行및 作業할 경우 그 地盤의 性質은 흙의 種類나 함수비, 입도등 土質力學的 성질에 따

라 영향을 많이 받게되므로 참고적으로 다음과 같이 간단하게 판단 選定하는 방법을 列擧한다.

1) 흙의 粒度曲線에 의하여 選定하는 方法

흙의 粒度分析으로 裝備의 適用性を 判定하는 方法으로서 그림3-3과 같이 표시된 4종류의 粒度曲線으로 土工作業 方法의 適用範圍를 나타낸다.

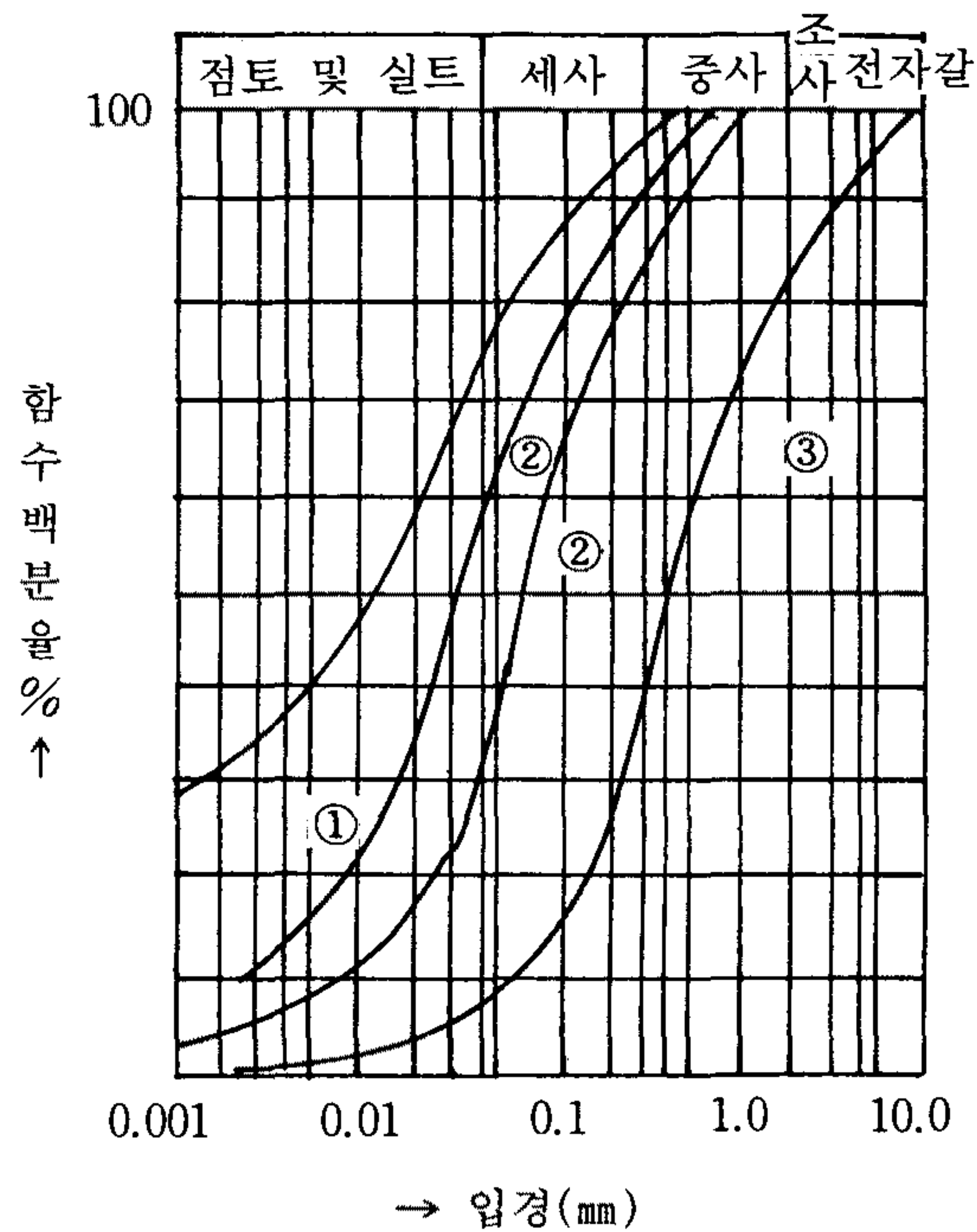


그림 3-3 粒度曲線

① 범위내는 粘土 또는 실트분이 많은 壤土로서 함수비가 많을 때에는 濕地用 불도우저가 아니면 施工이 不可能하고, ② 범위의 흙은 細砂나 실트분이 많은 土質로서 일반불도우저나 被牽引式 스크레이퍼 작업이 가능하며, ③의 범위는 양호한 흙으로 세립토를 적당히 보유하는 사질토로서 타이어 車輪式 重機인 모우터 스크레이퍼, 덤프트럭등이 충분히 작업할 수 있다.

특히 含水比에 있어서는 自然含水比가 最適含水比보다 크거나 작은 경우에는 粒

度分布만으로는 判定하기가 곤란하므로, 自然含水比 이외에 액성한계, 소성한계 및 최적함수비등의 시험결과를 종합하여 判定하여야 한다.

2) 走行路의 支持力

走行路의 支持力은 K值, CBR值 또는 콘(Cone)支持力등으로 判定하며 支持力에 따라 運搬車輛 走行性の 良否가 決定된다. 즉, 支持力이 약하면 走行速度가 나쁘고 支持力이 크면 良好하다. 여기서는 콘支持力으로 사용장비를 選定하며 다음 表의 支持力을 走行可能(作業可能)限界의 標準으로 한다.

表 3-4은 콘支持力과 機械作業의 限界를 나타낸다.

〈表 3-4〉 콘支持力과 機械作業의 限界

機 種	通過可能콘支持力	機 種	通過可能콘支持力
덤 프 트럭	15 kgf /cm ² 이상	습지용 불도우저	3~5 kgf /cm ²
모우터스크레이퍼	10~13 kgf /cm ²	습지용 버킷도우저	3~5 kgf /cm ²
견인식스크레이퍼	7~10 kgf /cm ²	초습지 불도우저	2~3 kgf /cm ²
불도우저(15~17 tf)	5~ 7 kgf /cm ²		

라. 作業場所

土木工事に 投入될 適正裝備의 選定은 作業場所에 따라 크게 달라지게 되는데 裝備選定에 考慮할 事項은 다음과 같다.

- 즉, ① 作業장소 주위환경(주택지역, 상가지역등)과 作業현장과의 관계
 ② 지상장애물(송전선, 통신선, 전주 등)의 유무
 ③ 지하매설물(상하수도, 가스배관, 전력배전선)의 유무
 ④ 야간작업의 제한을 포함하는 작업시간의 제한
 ⑤ 作業장소의 교통량

마. 運搬距離에 따른 裝備의 選定

運搬作業에 사용하는 장비는 運搬距離에 따라 달라질 수 있으며 거리에 따라

같은機種인 경우에도 공사비가 크게 달라질 수 있다. 즉, 신기裝備의 容量 및 作業 사이클과 運搬裝備의 組合방법에 따라 工事費에 차이가 있을 수 있으므로 항상 工事費를 비교한 후 裝備를 選定하여야 하며 흙작기운반의 標準은 表 3-5와 같다.

〈表 3-5〉 運搬距離別 標準裝備組合

作業區分	運搬距離	標準裝備組合
흙작기운반	평균 20m	○ 불도우저
운반	60~100m	○ 불도우저 ○ 셔블계 굴착기 + 덤프트럭 ○ 로우더 + 덤프트럭 ○ 백호우 + 덤프트럭 ○ 스크레이퍼
	100m	○ 셔블계 굴착기 + 덤프트럭 ○ 로우더 + 덤프트럭 ○ 백호우 + 덤프트럭 ○ 스크레이퍼 ○ 벨트컨베이어

運搬距離는 進入道路의 幅 및 荷重의 制限與否, 路面狀態 뿐만 아니라, 施工裝備를 輸送하는 道路 및 輸送手段까지도 고려하여야 한다.

바. 地域

地域의 傾斜 및 排水狀況 등도 고려하여 機계를 選定한다.

2. 經濟的 選定

最小費用面에서 生産규모의 變化에 따른 경제규모의 選定은 經濟性 分析의 일반적인 方法이며 이는 장비의 作業량과 이에 대한 費用인 機계를 檢査하여 平均費用의 개념인 作業單位當費用 즉 (機械經費 / 作業量)을 算出한 후 이 費用이 가장 낮은 裝備를 選定한다.

經濟的인 側面의 分析은 一般的으로 經濟業務를 決定함으로서 이루어지게 되며,

經濟業務의 決定道具(tool)로 이용되는 것이 費用의 概念이다. 경제학에서 이러한 비용을 可變費用(Variable cost)과 固定費用(Fixed cost)의 두가지로 구분되는데 여기서의 可變費用은 생산량의 증가와 더불어 증가현상을 보이는 비용을 말하며 固定費用은 생산량의 증가에 관계없이 일정 수준으로 고정되어 있는 비용을 말하는데, 이들 두 비용을 합하여 總費用(Total cost)이 된다.

3. 保有裝備에 의한 選定

保有裝備를 고려한 適正裝備의 選定은 먼저 保有裝備를 우선 사용한다는 전제하에 施工裝備를 選定하는 방법이다.

이와 같이 保有率이 높은 기계를 適正裝備로 選定함에 따라 공사규모의 대형화와 함께 기계규모의 大型化가 이루어질 경우, 새로운 適正裝備의 選定이 용이하고 실제 각 공사현장에서 큰 무리없이 활용될 수 있는 장비를 選定할 수 있다.

4. 施工技術의 變化 展望에 따른 選定

이는 앞으로의 공사시공기술의 變化展望에 따라 이에 적합한 시공장비의 수요를 감안하여 장비를 選定하는 방법이나 우리나라에서는 아직 시공장비에 대한 자체기술개발 및 이의 공급기반이 미약한 상태이므로 이러한 裝備選定이 어려운 실정이다.

이상의 選定條件을 완전히 만족시키는 施工裝備의 選定은 이상적인 것으로 現實的으로는 不可能한 것이나, 이들 조건을 최대한으로 만족시킬 수 있는 적합한 裝備를 選定함으로써 가장 효율적이고 경제적인 기계화시공을 달성하여야 한다.

제 4 장 벨트컨베이어 시스템工法

여 백

제 4 장 벨트컨베이어 시스템

4. 1 벨트컨베이어의 概論

4. 1. 1 일반사항

벨트컨베이어 시스템은 흙, 모래, 자갈, 쇠석, 원광석, 시멘트, 콘크리트 등의 재료를 운반하는데 가장 경제적이고 만족스러운 방법으로 건설현장에서 사용되고 있다.

벨트컨베이어는 비교적 빠른속도로 연속작업을 하므로 많은 작업량을 처리할 수 있다. 벨트컨베이어의 주요 구성부품은 연속벨트, 아이들러(idler), 추진장치(driving Unit), 선단 또는 말단풀리(Pully), 감는장비(take-up equipment), 지지부(Supporting structure)등이다.

단거리 운반용 컨베이어는 이동 또는 고정식으로 설치하며 수마일이 넘는 장거리 운송작업에 사용될 때는 벨트의 최대길이에 제한이 있으므로 여러개의 구간(flights)으로 나누어진다. 각 구간은 연속되는 구간에 운반재료를 전달하는 완전한 하나의 컨베이어이며 이러한 시스템은 한계경사를 초과하지 않는 범위내의 어떠한 계단상의 경사지에도 작업할 수 있다.

1. 벨트컨베이어 운반의 경제성

벨트컨베이어의 사용시 고려할 사항은 우선 이 운반방법이 신뢰성이 있고 경제적인가를 판단하여야 한다. 이를 위해 대상 운반방법들의 운반비용을 계산하여 비교검토하여야 한다.

컨베이어 시스템의 총비용은 시스템의 설치비, 시스템의 설치 및 수리를 위한 진입도로비, 유지관리비, 수리비, 연료비, 전기비, 인건비를 합계한 금액에서 공사

종료 후 시스템의 순간존가치를 뺀 금액이다. 투자액에 대한 이자, 세금 및 보험료도 포함해야 하며 시스템 설치에 사용되는 토지사용료도 계상한다. 단위운반량 당 재로운반비는 총비용을 총운반량으로 나눈 금액이다.

트럭의 재로운반비는 운반도로의 건설 및 유지보수비와 트럭가동비를 합계한 금액이며 단위재료 운반비의 계산은 컨베이어 벨트와 같다. 만일 재료의 운반시점 및 종점에서 추가처리비용이 발생하면 이 비용도 포함해야 한다.

미국의 Bull Shoals Dam 공사에서 4백 50만톤 이상의 골재를 벨트 컨베이어로 운반하였는데 1톤의 재료를 1마일 운반하는데 약 0.045달러가 소요되었다. 시공업자는 벨트컨베이어를 사용하여 트럭운반보다 약 56만달러의 공사비를 줄인 것으로 추산되었으며 그 이외에 노무비도 약 37만 5천달러나 줄일 수 있었다.

2. 대표적인 벨트컨베이어 시스템

그림 4-1은 추진풀리의 위치에 따라 분류한 네가지 풀리(Pully)시스템을 설명하며 벨트에 필요한 인장력을 유지하기 위한 감는장치도 보여준다.

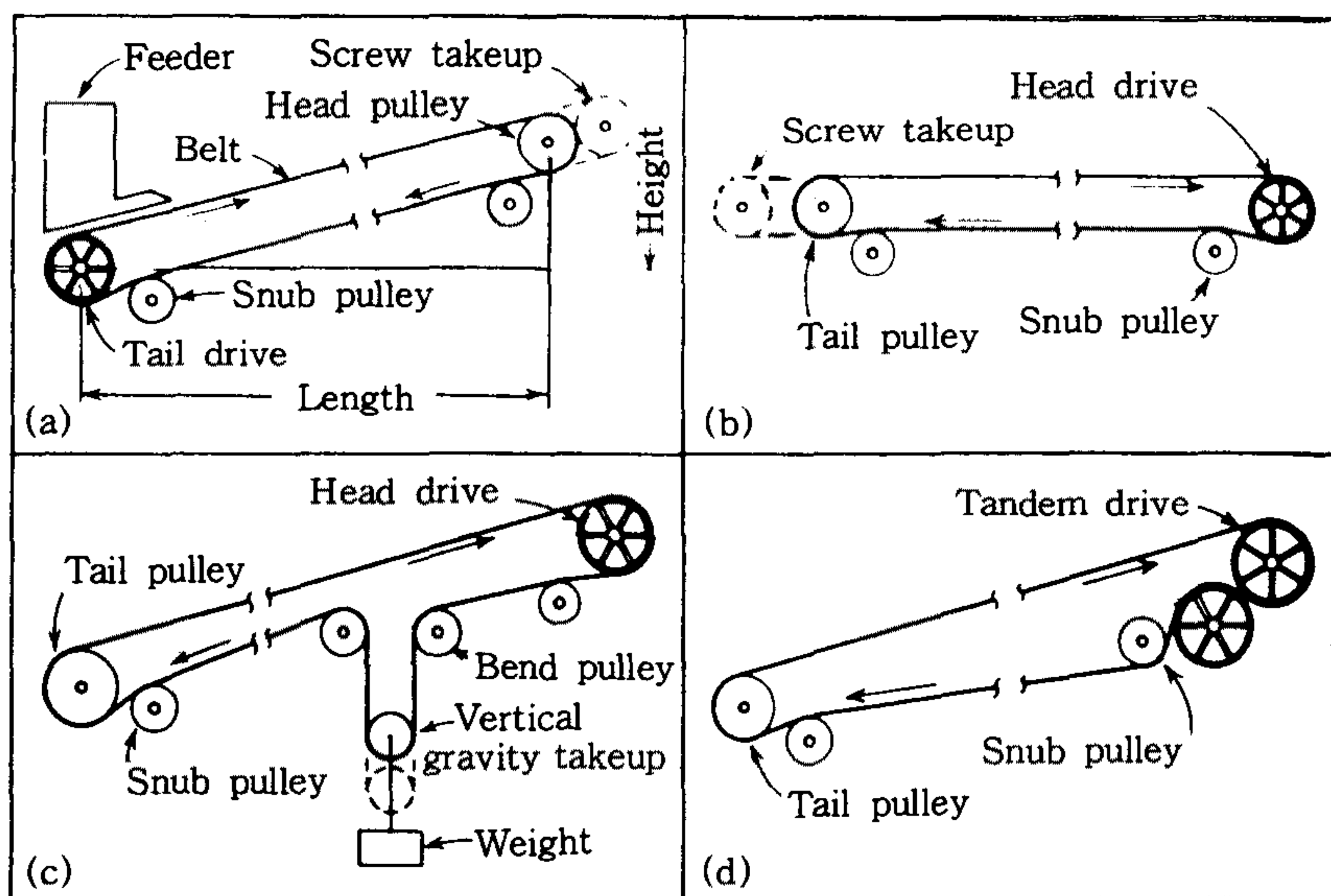


그림 4-1. 대표적인 컨베이어 시스템

4. 1. 2 運搬物の 特性

1. 運搬物の 粒度

運搬物の 粒度는 컨베이어의 종류와 치수를 결정하는 요소가 되므로 컨베이어의 설계에 있어서 되도록 자세히 運搬物の 粒度和 그 분포상태를 알아 들 필요가 있다.

가. 컨베이어의 폭과 粒度

안정된 輸送을 위해서 컨베이어의 폭은 적어도 운반재료 입경의 5배이상이 되어야하고, 크기가 고르지 못하면 적어도 가장 큰 덩어리의 2배이상 필요하다.

나. 컨베이어의 速度와 粒度

컨베이어 速度가 너무 빠르면 運搬物の 粒度가 작은 것은 날라가는 수가 있고, 또 부릴 때에는 덩어리의 운반물(토석, 코우크스 등)을 파쇄시킨다.

다. 컨베이어의 種類와 粒度

粉粒物 運搬의 경우는 粒度가 컨베이어의 種類와 形式을 決定하는 중요한 要素가 된다. 한 예로서 터널에서 100mm이상의 덩이를 포함한 土石을 垂直으로 운반하려면 continuous flow conveyor는 사용할수 없고, bucket elevator의 편이 훨씬 유리하게 된다. 또한 가루의 운반은 高速으로 輸送할 수 없으며 apron conveyor같은 것은 틈새가 있으므로 가루가 새어 나오게 되므로 使用할 수 없다.

2. 運搬物の 安息角

運搬物이 安定을 保持할 수 있는 最大傾斜를 安息角이라 부르고, 이것은 물체 서로간의 마찰에 의하여 만들어지는 것으로 생각된다.

그림 4-2에서 3각형의 높이 h 및 밑변의 直徑 d를 測定하면 쉽게 계산된다. 즉 安息角을 α 라 하면 $\tan \alpha = \frac{2h}{d}$ 그러므로 다음 式으로 구해진다.

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{2h}{d}$$

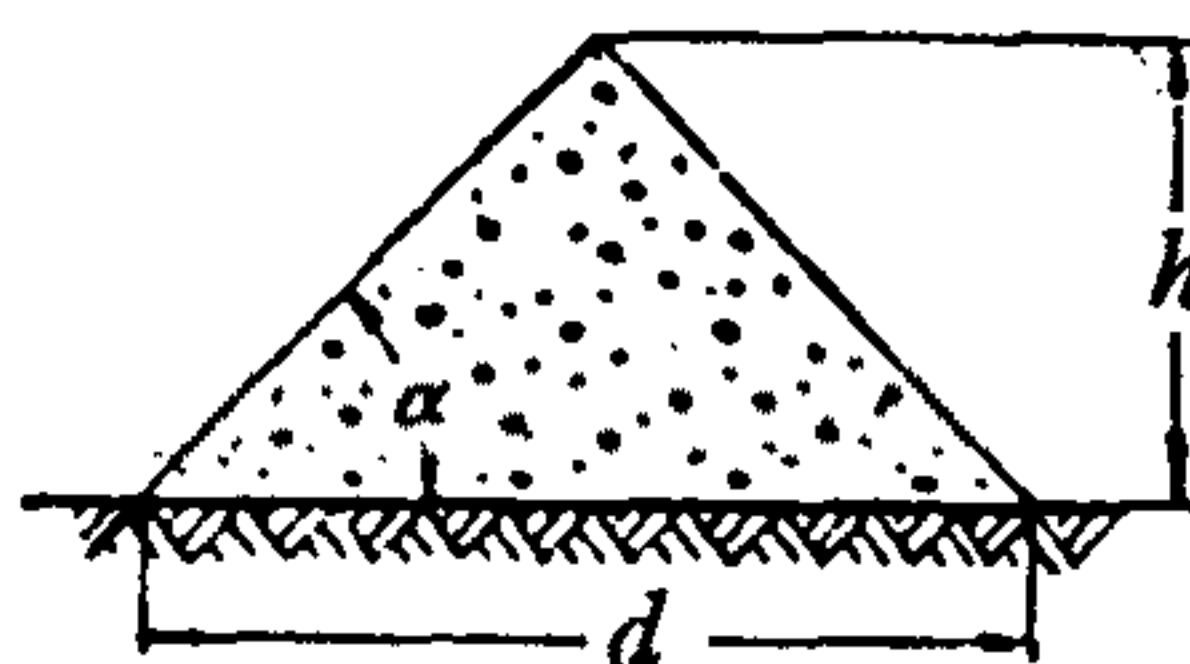


그림 4-2 安息각의 측정

표 4-1

運搬物の 状態와 安息角

種 類	狀 態	安 息 角 (α)
모 래	건 조 한 것	35°
	水 分 5 %	41°
	水 分 10 %	38°
	水 分 多 量	30°
粘 土	건 조 한 것	26°
	水 分 약 간 量	45°
	水 分 多 量	15°
시 멘 트	長 期 保 管 한 것	40°
	空 氣 含 有 한 것	10°
밀 가 루	長 期 保 管 한 것	35°
	空 氣 含 有 한 것	10°
가 루 炭	건 조 한 것	35°
	습 기 있 는 것	40°
	습 기 100 % 以上	90°

그림 4-3과 그림 4-4는 平型 벨트 컨베이어 및 bucket위의 運搬物の 斷面積이 安息角의 大小에 의하여 增減하는 것을 圖示한 것이고, 그림 4-6 은 트로프 벨트 컨베이어 위에 材料가 斷面積이 安息角(α)의 大小에 의해 增減하는 狀態를 도시한 것이다.

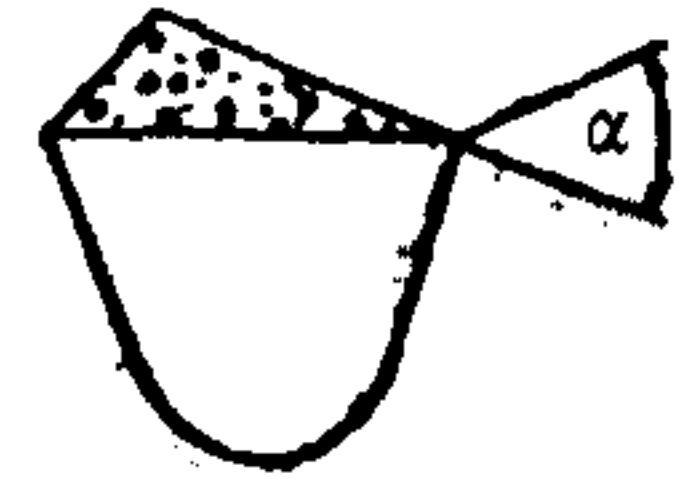


그림 4-3 平型 벨트 컨베이어

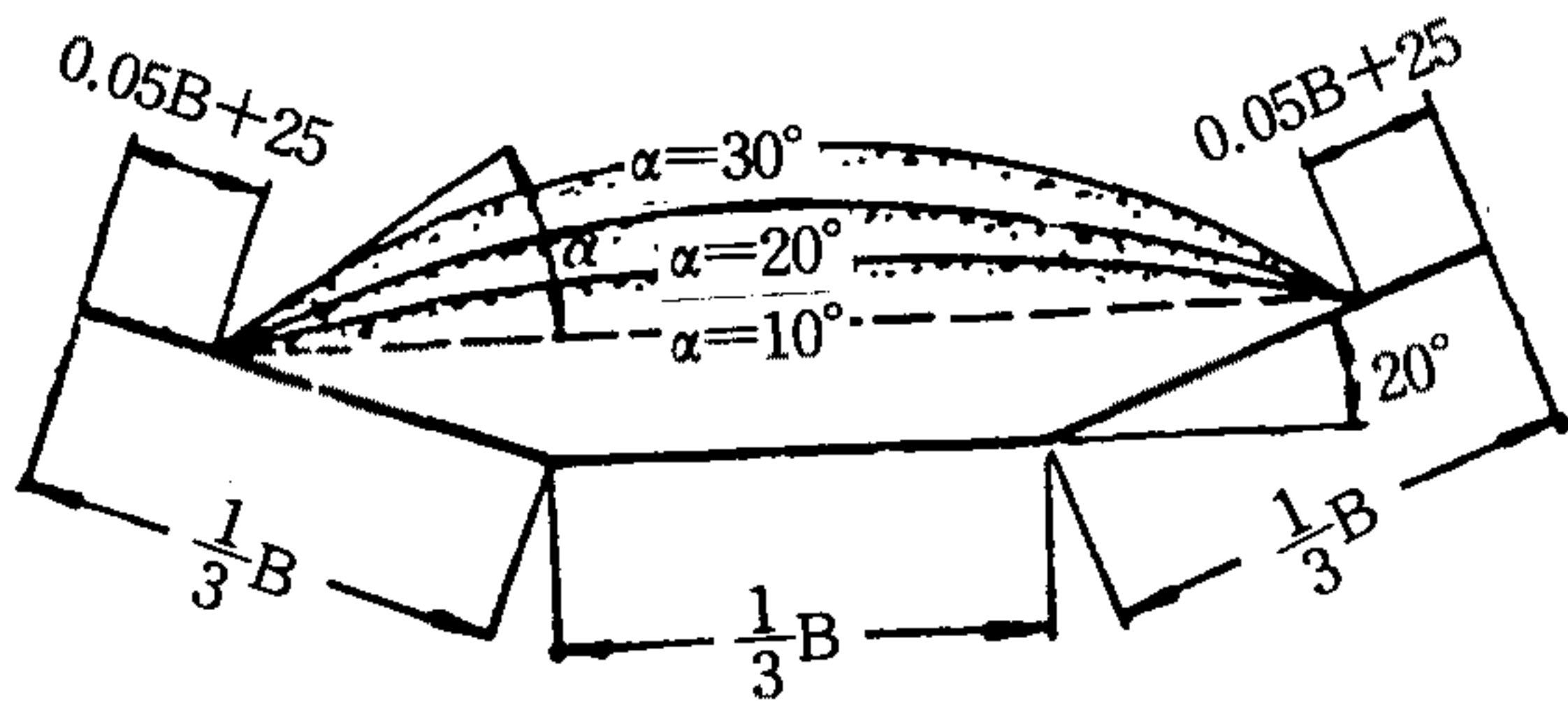


그림 4-5 단면적과 안식각

그림 4-4 버킷 엘리베이터용 버킷

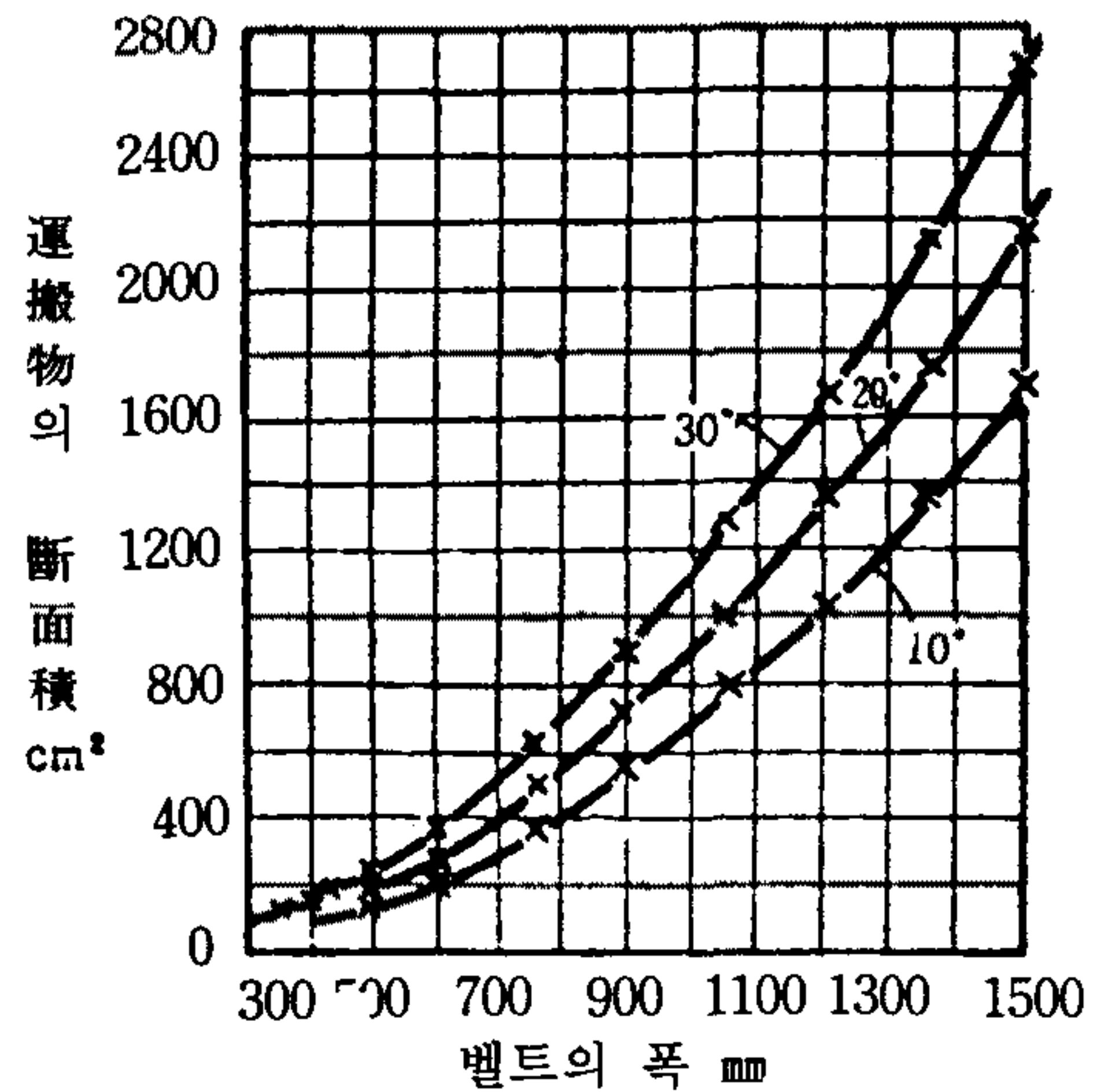


그림 4-6 trough belt conveyor 안식각과 단면적 증가 상태

3. 運搬物の 미끄럼 角度(sliding angle)

보통 鋼板과 운반물 사이의 静止摩擦角을 미끄럼 角度라 부르고, 그림 4-7에서 보는 바와 같이 材料를 실은 鋼板을 傾斜시켜 볼 때, 미끄러져 나가기 시작하는 角度로서 미끄럼 角度로 삼는다. 그림에서 미끄럼 角度를 θ 라 하면 θ 는 다음과 같이 계산된다.

$$\sin\theta = \frac{h}{l} \quad \text{또는} \quad \theta = \sin^{-1} \frac{h}{l}$$

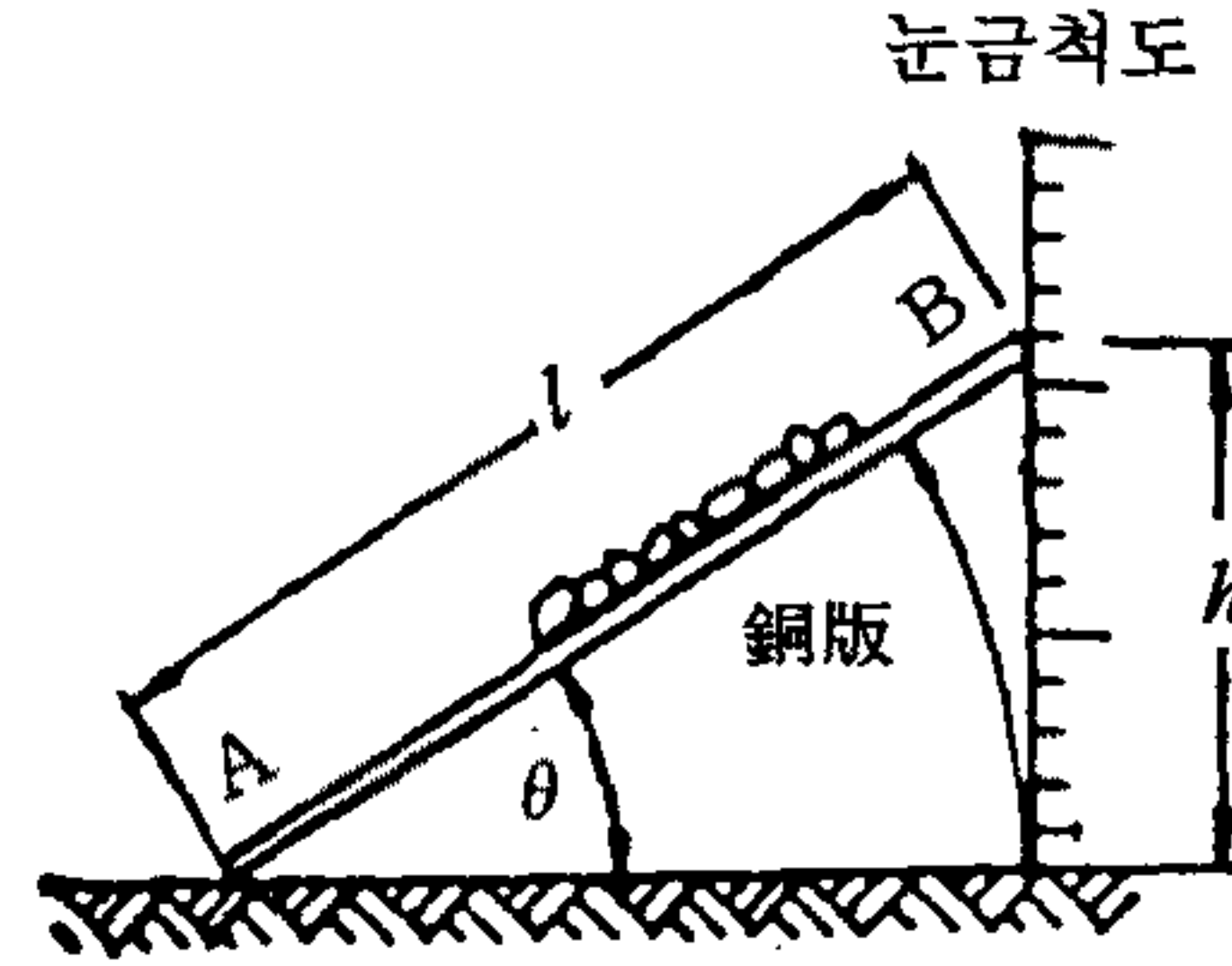


그림 4-7 미끄럼 각도의 측정

chute는 運搬物을 컨베이어에서 받아서 目的의 장소에 부리는데 사용되고, 또 컨베이어에서 運搬物을 받아서 다른 컨베이어에 연결하는 역할도 한다. 즉, chute는 運搬物을 完全히 내리는 것이 第1 目的이나 컨베이어에 충격을 주지 않고, 또 마모하지 않게 하는 역할을 하여야 한다.

chute의 角度는 여러가지 事項을 고려하여 미끄럼 角度보다 10~15°程度 크게 하여야 한다.

표 4-2 은 미끄럼 角度와 chute의 角度를 표시한다.

<표 4-2> 미끄럼 角度와 chute의 角度

운 반 물	미끄럼 角度	chute 의 角度
코 우 크 스(덩 이)	23°	35°
코 우 크 스(가 루)	33°	45°
가 루 炭	25°~45°	50°
시 멘 트	30°~38°	50°
툽 밥	25°~35°	40°
土 砂	28°	45°
	24°	40°
모 래	-	50°(乾) 60°(濕)

4. 運搬物の 特徴

가. 磨 耗 性

chute에 運搬物を 흘러 나가게 할 때, 純粹한 미끄럼마찰만이 아니고 굴림마찰을 兼한 경우가 많다. 특히 덩이 운반물의 경우에는 굴림마찰의 比率이 많다.

따라서 chute의 角度는 표 4-2 보다 작게 취해도 좋으며 컨베이어로서 운반할 때 물건을 운반 벨트위에 싣고 운반하는 belt conveyor와 물건을 운반 매개체로 하여 트로프로 미끄러져 나가면서 운반하는 screw conveyor, flight conveyor 등이 있다.

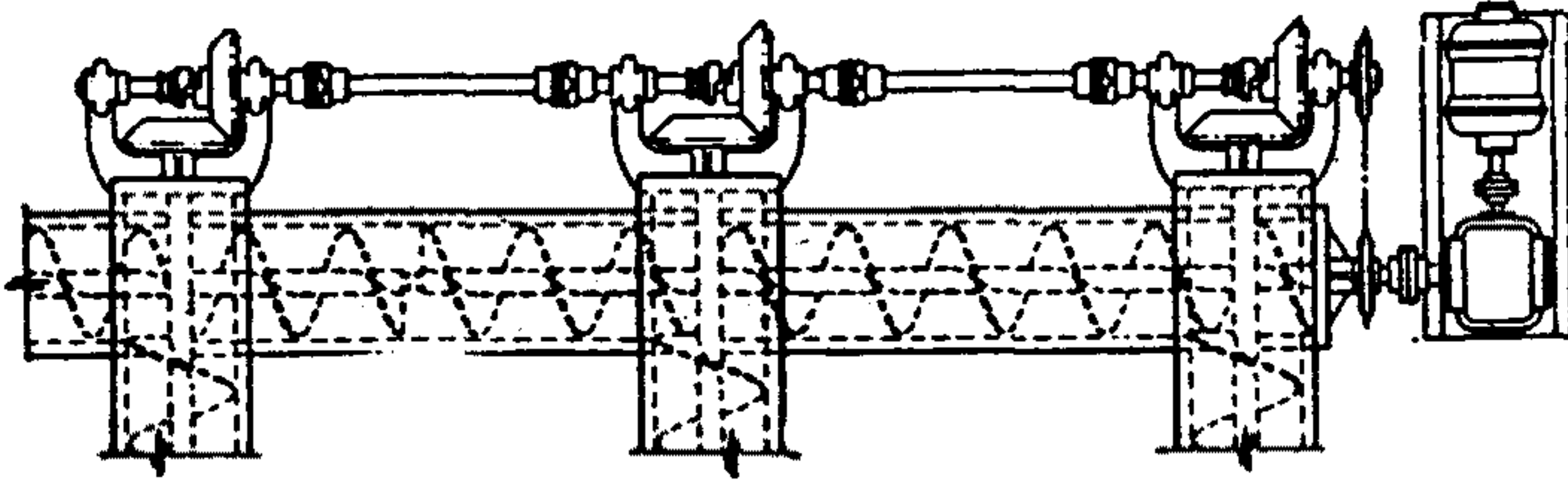


그림 4-8 screw conveyor

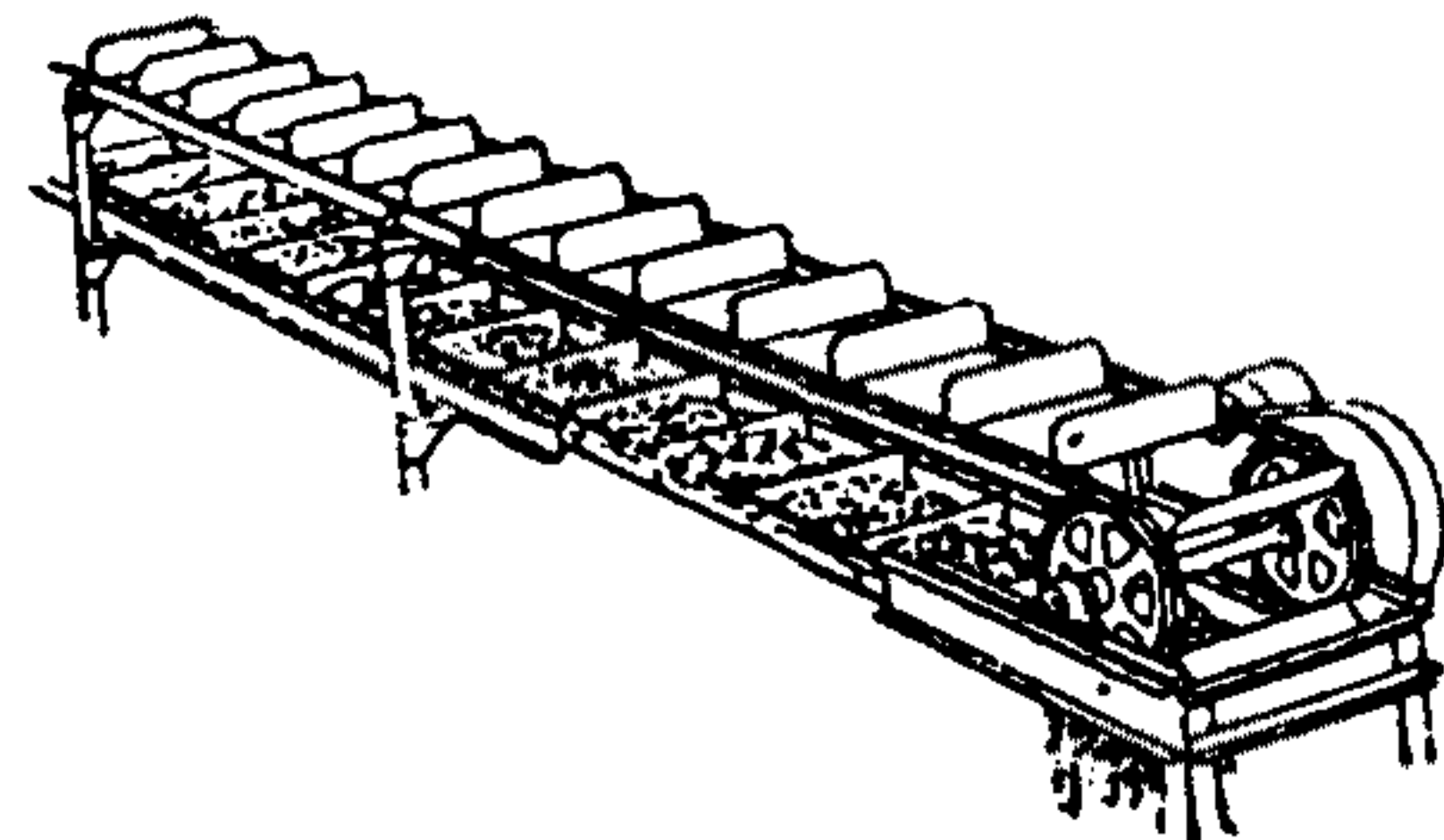


그림 4-9 flight conveyor

Belt conveyor는 運搬벨트를 支持하는 아이들러에 베어링을 사용하고 있으므로, 굴림마찰이 主이며 길이가 길고, 動力이 적게 들어 動力疲勞가 절감되고 수명이 길며 保存修理가 쉽다는 利点이 있으나, screw conveyor는 트로프와 물건사이에 摩擽力이 작용하므로 運搬距離가 짧고, 운반에 요하는 動力이 크며, 컨베이어의 수명이 짧고 保存修理가 힘든다.

나. 腐 蝕 性

金屬이 化學적 또는 전기化學적으로 침식되어 表面에서 비금속성의 부식 생성물로서 잃어가는 現象을 腐蝕性이라 말한다. 水分을 수반하는 부식을 濕蝕이라 하고, 水分을 수반하지 않는 부식을 乾蝕이라고 한다.

우리가 살고 있는 환경의 腐蝕은 보통 水分에 의하므로 wet corrosion 의 의미

로 사용될 수 있다. 따라서 鋼材 기타의 부식을 防止하려면 運搬物 含水率을 낮게 保存할 것과 부식성 운반물이 부착하지 않도록 하는 것이 매우 중요하다.

예를 들면, 벨트 컨베이어에서는 耐蝕性의 고무벨트에 접촉시키는 것은 지장이 없으나, 기타의 것에는 접촉하지 않도록 하는 것이 좋다. 또 부식성 運搬物을 운반하는 conveyor 에서는 耐蝕性이 강한 재료를 사용하여야 한다.

일반적으로 化學 反應이 速度는 温度가 높을 수록 크며, 이에 따른 反應速度는 10℃ 올라갈 때마다 2~3배 增大한다.

다. 附 着 性

附着性이라 함은 運搬物이 鋼板에 附着하는 性質을 말하며, 附着性이 크면 체인 및 버킷등에 부착하여 운반에 곤란을 초래하고, 버킷의 容積을 감소시키며 運搬能力을 低下시킨다. 또 운반 벨트의 進行도 저해할 수 있다. 가루炭 같은 것은 건조 상태에 있는 것과 水分 5%정도 함유한 것과는 附着性에 있어서 큰 차가 있다. 이것은 날씨가 좋은 때에는 순조로운 운반을 할수 있지만 비오는 날에는 荷役に 큰 곤란을 겪는 수가 있다.

라. 浮 遊 性

粉體가 粒子 사이에 空氣를 포함하여 流動하기 쉬운 性質이 되는 것을 浮遊性이라 말한다. 따라서 분체 중에 空氣를 포함하는 比率이 클수록, 또 外觀比重이 작을수록 浮遊現象을 일으키기 쉽다. 浮遊現象을 일으키면 粉體는 마치 流體와 같이 되어 약간의 경사에도 흐름이 되고, 작은 틈새에서도 噴出되어 흐름의 制御가 곤란하게 된다.

마. 늘 립 성

附着성과 비슷하나 附着性은 常壓에서 附着하는 경우지만 늘림성은 보통壓力에서는 附着되지 않지만 定壓力이 약간 높은 壓力에서 附着하는 性質을 말하는데 재료가 체인컨베이어에서 체인 스프로케트 휠(sprocket wheel)이나, 레일 등에 늘림

되면 사고발생의 原因이 된다.

바. 温度

온도가 높은 運搬物은 腐蝕性이 높고 浮遊現象을 일으켜 주위를 不潔하게 만들고, 作業環境이 나쁘게 되므로 低温이 요망된다.

4. 1. 3 구조와 주요구성부분

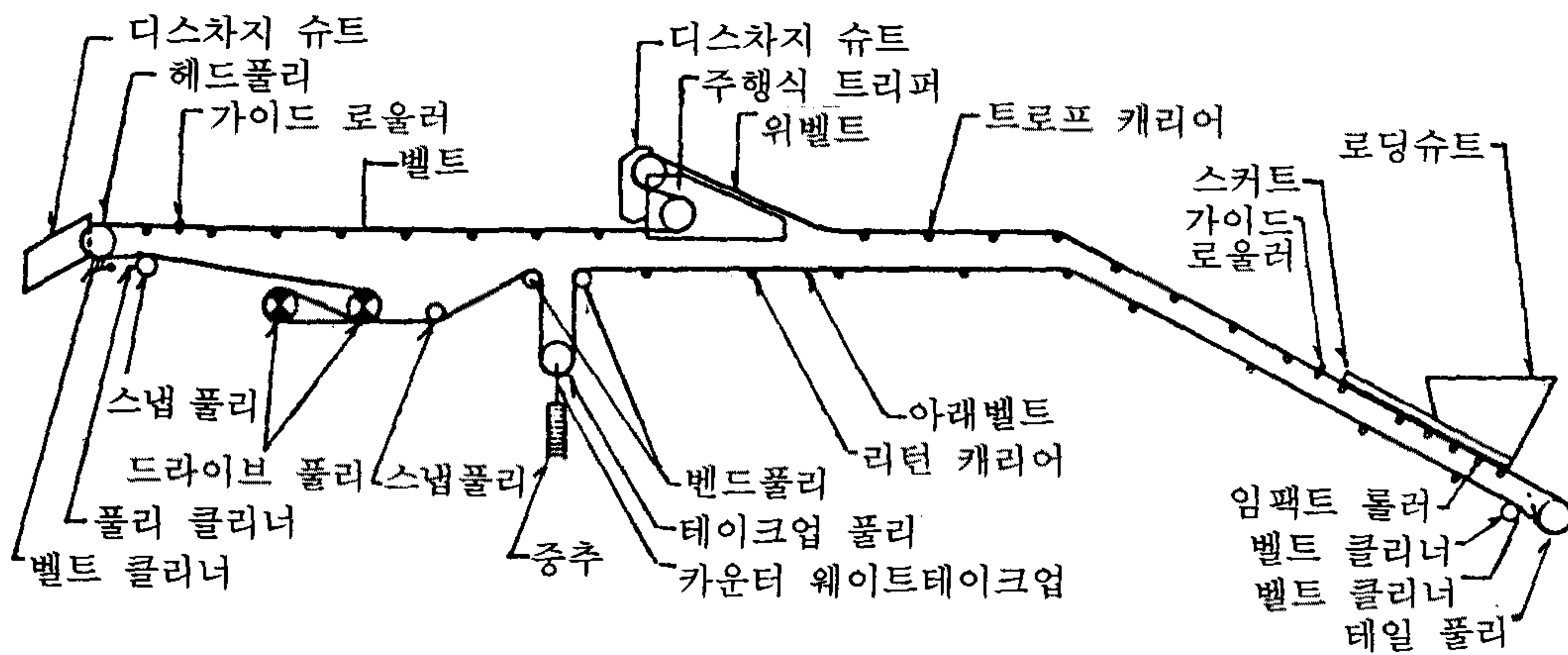


그림 4-10 벨트 컨베이어의 각부 명칭

1. 구조

가. 벨트(Belt) : 材料를 積載하여 운반하는 혁띠(傳動媒介體)

나. 아이들러(carrier) : 벨트를 支持하는 로울러로 그림에서 보는 바와 같이 上行 벨트를 지지하는 로울러를 트로프 아이들러(trough carrier), 下行 벨트를 지지하는 로울러를 리턴 아이들러(return carrier), belt가 비틀 비틀 進行하는 것을 방지하기 위하여 벨트의 양측에 配置하는 로울러를 사이드 아이들러(side carrier)라 부른다.

다. 헤드 풀리(head pulley) : 벨트를 驅動하는 풀리(드라이빙 풀리)

라. 테일 풀리(tail pulley) : 벨트의 끝 端을 지지하는 풀리

- 마. 스냅 풀리(snap pulley) : head pulley의 접촉각을 증가시키기 위하여 사용하는 풀리
- 바. 실기 호퍼(loading hopper) : 材料取入口를 말함.
- 사. 供給機(feeder) : 材料 供給裝置 즉, 벨트의 위에 운반물을 고르게 供給하는 기계 장치.
- 아. 부리는 슈우트(discharge chute) : 材料 搬出 슈우트
- 자. 트리퍼(tripper) : 벨트에 의한 運搬途中에서 재료를 부리도록한 裝置를 말하고 특히 벨트의 운반도중에서 작은규모의 것을 부리는 裝置를 스크레이퍼(scraper)라 한다.
- 차. 테이크 업(take up) : 벨트의 緊張裝置

그림 4-10의 構造는 head pulley와 tail pulley사이를 belt로 연결하고 head pulley와 감속기는 모우터에 의하여 roller chain과 sprocket wheel을 媒介物로서 회전하며 헤드풀리와 belt의 接觸摩擦에 의하여 belt를 移動시켜 그 위에 운반물을 실어서 운반하는 것이다. 따라서 belt는 동력전달과 운반물 적재의 2중 목적을 가지고 있기 때문에 belt conveyor에는 여러가지 부속 부분품을 필요로 한다.

2. 주요구성부분

- 가. screw take up은 벨트의 늘임을 조절하기 위한 장치이다.
- 나. trough carrier는 벨트의 운반물의 중량과 벨트의 중량을 받치기 위한 것으로 벨트를 원활히 이동시키기 위하여 베어링을 넣은 roller를 달고 있으며 그 설치 피치는 벨트의 폭, 운반물의 비중과 형상에 관계가 있으며 벨트의 폭은 보통 600mm에서 보통 1,400mm 전후의 값으로 취한다.
- 다. return carrier는 벨트의 무게만을 받을 뿐이므로 設置피치는 trough carrier의 설치 피치의 2배 정도로 생각하면 된다.

- 라. 스커트(skirt)는 운반물의 벨트 컨베이어 投入裝置에 設置하여 벨트 위로 운반물이 飛散하는 것을 방지하기 위한 것이다.
- 마. V형 클리너(cleaner)는 return belt상에 낙하된 운반물이 tail pulley에 말려 들어가지 않게 그 위치에서 제거시키는 역할을 한다.
- 바. 벨트 클리너는 head pulley에 설치하여 벨트에 부착한 운반물을 제거하며 깨끗이 청소하는 역할을 한다.
- 사. 드럼 클리너(drum cleaner)는 벨트 클리너에서 제거할 수 없었던 운반물이 snap pulley에 부착시켜 폴리직경에 부착 확대하여 벨트의 사행원인이 되는 것을 방지하기 위한 것으로 정기적으로 drum cleaner를 snap pulley에 접촉시켜서 폴리 표면상의 부착물을 제거한다.
- 아. frame은 벨트, 폴리, 아이들러 등을 하나의 강체로 하기 위하여 L형강 또는 ㄷ형강으로 조립하여 설치하여 헤드 폴리 부분에서는 운반물이 원심력에 의하여 앞쪽으로 방출하는데, 이때 지정장소에 정확하게 떨어뜨리게 설치하여야 한다.

4. 1. 4 벨트 컨베이어의 特徵

材料運搬에 사용되는 벨트 컨베이어는 材料의 연속적 운반, 製造工程의 단축등에 사용되고 있으나 이것은 能率의 향상, 운반 경비의 輕減, 생산성 향상에 역점을 두고 있는 만큼 그 목적, 物品의 形狀에 적용하고 長期 使用에 견디어야 한다.

1. 운반용 벨트 컨베이어의 일반적 특징

- 가. 벨트 컨베이어는 土石, 石炭, 鑛石등과 같이 粉粒物을 대량으로 또 장거리를 운반할 때 최대의 경제적 효과가 있다.
- 나. 構造가 간단하고 설비가 容易하므로 운전에 대한 신뢰도가 높고 따라서

부수 점검에 많은 인원이 필요하지 않다.

- 다. 신기와 부리기가 간단하여 차량운반과 같이 까다로운 配車나 설비가 필요없다.
- 라. 경사졌을 경우 運搬物에 따라서 다르나 粉粒物에 대하여는 입도구성을 고려하여 경사 30°정도까지는 가능하다.
- 마. 하천이나 골짜기를 횡단 할 경우 트럭이나 기차로 운반하는 것보다 간단한 다리설치로 충분하며 터널을 필요로 하는 경우에는 1/3정도의 단면으로도 가능하다.
- 바. 단점을 든다면 機動性이 없고 무거운 재료나 긴물건 운반에는 비경제적이다.

2. 벨트 컨베이어 선정조건

재료운반의 機械化, 合理化하는데 있어서는 컨베이어류의 특성, 구조, 작용, 性能은 물론 그 발달과정이나 使用實績까지도 잘 熟知하여야 하며 그 計劃시행에 있어서 컨베이어 설치 목적과 무엇이 요구되는가까지 이해하고 그 특징을 살린 機種을 選定하여야 하며 그 選定條件으로는 다음 사항에 留意하여야 한다.

- 가. 施設 : 그 시설은 臨時的인 것인가, 半永久的인 것인가, 固定式인 것인가, 또는 可搬式인 것인가 등을 면밀히 조사하여야 한다.
- 나. 運搬物 : 운반물의 性質은 컨베이어 機種選定에 더욱 큰 影響을 주는 것이며, 분립물에는 粒度構成, 겉보기比重, 摩耗性, 腐蝕性, 粘着性, 溫度 등을 파악하고 날개운반의 경우는 운반물의 크기와 重量, 型式, 그리고 온도, 부리는방법까지 조사하여야 한다.
- 다. 運搬量 : 운반량은 얼마쯤인가, 하루에 몇시간 稼動하고, 그 사이에 얼마나 운반이 가능한가, 또 한 시간당 最大, 最小 운반량을 사전 파악해

두어야 하며 고려하지 않은 경우 피크(peak) 때에는 컨베이어에서 운반 물이 넘쳐 떨어질 수도 있으며 過負荷시는 故障이 발생할 수도 있다.

라. 運搬經路 : 운반거리는 얼마쯤인가, 垂直인가, 水平인가, 오르막인가, 내리막인가 등의 條件등을 고려하여야 한다.

마. 運搬方法 : 운반 중에 작업을 할 필요가 있는가. 없는가, 운반속도는 얼마쯤이 좋은가, 連續的으로 하는가, 또는 불연속적으로 하는가 등 목적에 맞도록 하여야 한다.

바. 設置場所 : 컨베이어의 설치장소 또는 使用場所는 지상인가, 지하인가, 屋內인가, 옥외인가, 寒冷地인가, 暑熱地인가, 그 장소의 분위기에 따라서 선정한다.

사. 設備效果 : 컨베이어 設備費는 얼마나 들며, 얼마만한 이익이 생기는가, 몇년에 정도이면 償却시키면 좋은가 등을 비교, 검토하여야 한다.

4. 2 벨트컨베이어의 특성

4. 2. 1 벨트

벨트는 운반재료를 받치면서 이동하며 여러종류의 컨베이어중에서 주어진 작업을 수행하는데 가장 적합한 종류, 크기, 작업각도를 선정하여 사용한다. 벨트는 벨트에 가해지는 인장력에 저항할 수 있도록 두꺼운 직조의 천을 여러겹 합치고 각 겹의 표면은 접착제로 처리하여 일체가 되게 한다. 벨트를 보강하기 위하여 레이온, 나일론, 철선 등을 사용하기도 한다. 벨트의 장력은 사용하는 천의 겹수와 단위당 무게를 측정표시 한다. 천은 4, 6, 7, 8겹등이 있으며 무게는 106. 7cm의 폭에 91. 44cm 길이에 대하여 0.8, 0.9, 1.0, 1.2 kgf등으로 나타낸다.

벨트의 위 아래면은 충격이나 하중으로 인한 마모나 손상을 받지않도록 고무로

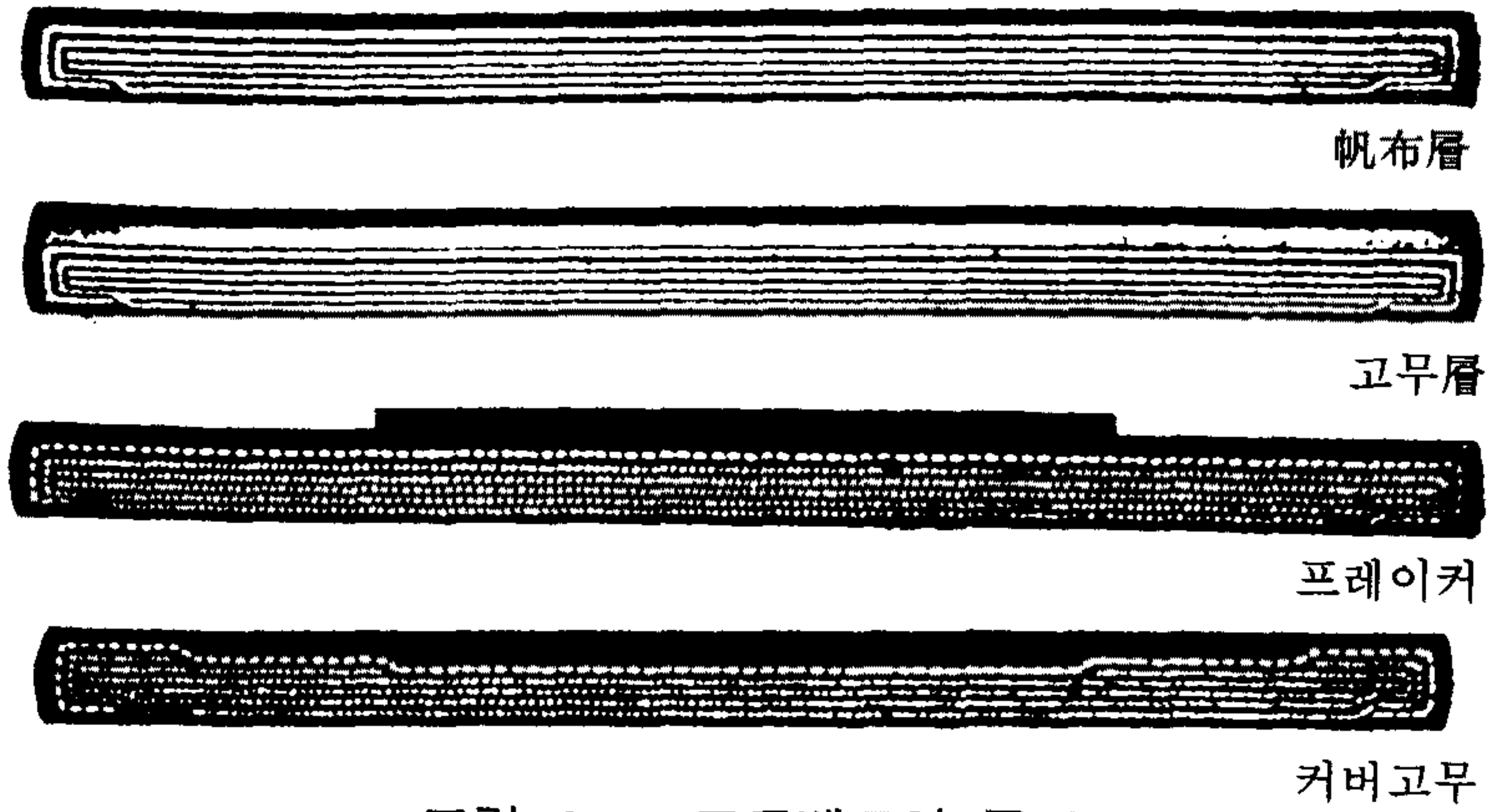
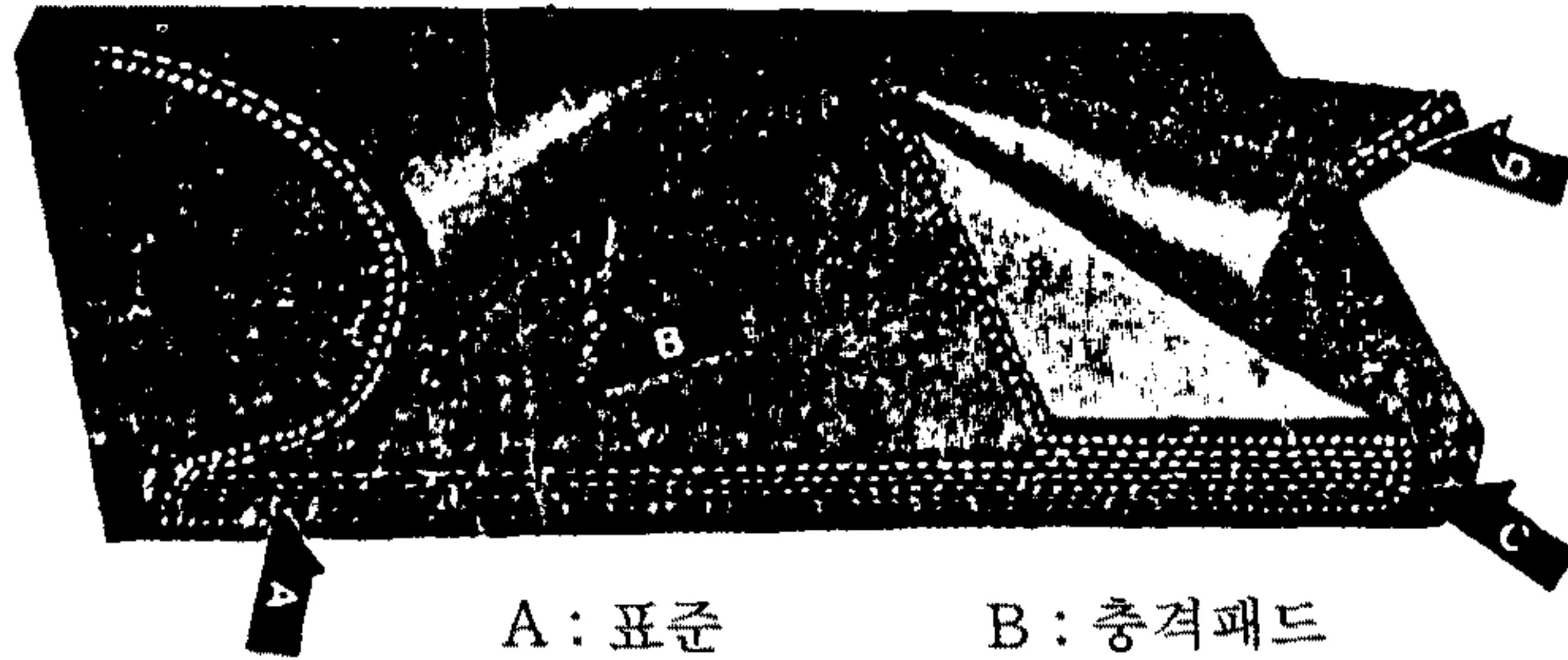


그림 4-11 고무벨트의 구조



A : 표준 B : 충격패드
C : Stepped pad D : Stepped ply

그림4-12 벨트의 단면

씩우며 그림4-11은 여러종류의 벨트단면을 보여준다. 벨트는 최대인장력을 견딜 수 있고 충분한 폭을 갖도록 선정하여야 한다.

시간당 운반재료의 무게는

$$T = \frac{60 ASW}{2,000}$$

식에서 T = 시간당 운반재료의 무게 (톤/시간)

A = 재료의 단면적 (ft²)

S = 분당 벨트의 이동속도 (ft/min)

W = 재료의 단위중량 (lb/ft³)

재료의 단면적은 벨트의 폭, 길이, 재료의 안식각, 재료의 적재범위에 따라 정해진다.

그림4-13은 재료의 단면적이 벨트의 폭과 안식각에 따라 변하는 것을 나타낸다.

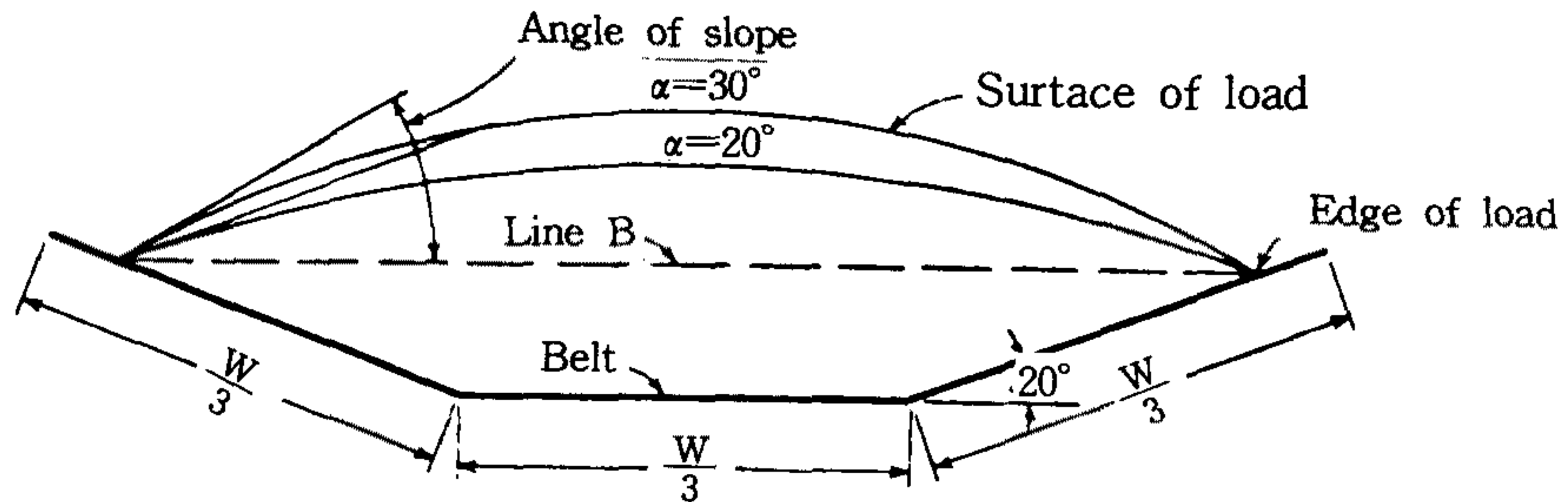


그림4-13 컨베이어 벨트에 실려진 재료의 단면적

그림에서는 홈을 만드는 아이들러(idler)가 수평에서 20°각도로 설치되었다. 운반도중 재료가 옆으로 흘러넘치지 않도록 벨트의 양단에서 안쪽으로 0.05W+1인치 떨어져서 재료를 싣는다. 재료의 표면을 원호로 생각하여 표 4-3에서 여러가지 벨트폭과 재하 조건에 대한 재료의 단면적을 찾아볼 수 있다.

<표 4-3> 벨트에 실려진 재료의 단면적 (ft²)

벨트 폭 (in)	0.05W + 1 in	수평면 이하의 재료면적	안식각에 따른 상부면적			안식각에 따른 총재료면적		
			10	20	30	10	20	30
16	1.8	0.072	0.029	0.059	0.090	0.101	0.131	0.162
18	1.9	0.096	0.038	0.078	0.118	0.134	0.174	0.214
20	2.0	0.122	0.048	0.098	0.150	0.170	0.220	0.272
24	2.2	0.185	0.072	0.146	0.225	0.257	0.331	0.410
30	2.5	0.303	0.118	0.238	0.365	0.421	0.541	0.668
36	2.8	0.450	0.174	0.351	0.540	0.624	0.801	0.990
42	3.1	0.627	0.241	0.488	0.749	0.868	1.115	1.376
48	3.4	0.833	0.321	0.649	0.992	1.154	1.482	1.825
54	3.7	1.068	0.408	0.826	1.264	1.476	1.894	2.332
60	4.0	1.333	0.510	1.027	1.575	1.843	2.360	2.908

위표의 재료 단면적은 재하조건이 표와 다르면 값이 달라질 수 있으며 여분의 면적은 그림 4-13의 B선위의 면적을 나타낸다.

벨트의 폭이 42인치, 분당운반속도 100ft, 재료의 단위중량이 100lb/ft³인 모래의 운반능력은

$$T = \frac{60 \times 11.5 \times 100 \times 100}{2,000} = 334.5 \text{톤/시간 이 된다.}$$

이 벨트의 이동속도를 변경하여 운반하면 운반량은 334.5톤/시간을 위 계산에 사용한 속도와 변경한 속도의 비를 곱하여 구한다. 표 4-4는 운반속도가 분당 100ft인 컨베이어벨트의 개략적인 운반량을 표시하였다 표 4-5는 벨트폭별, 운반재료별, 컨베이어벨트의 최대운반속도이다.

<표 4-4> 컨베이어벨트의 운반능력(분당속도 100ft에 대한 톤/시간)

재료폭 (in)	최대재료(in)		재료의 단위중량 (lb/ft ³)								
	치수	비분류	30	50	90	100	125	150	160	180	200
14	2	2½	9	15	28	31	39	46	49	56	62
16	2½	3	13	21	38	42	52	63	67	75	83
18	3	4	16	27	48	54	67	81	86	97	107
20	3½	5	20	33	60	67	83	100	107	120	133
24	4½	8	30	50	90	100	125	150	160	180	200
30	7	14	47	79	142	158	197	236	252	284	315
36	9	18	70	117	210	234	292	351	374	421	467
42	11	20	100	167	300	333	417	500	534	600	667
48	14	24	138	230	414	460	575	690	736	828	920
54	15	28	178	297	534	593	741	890	948	1,070	1,190
60	16	30	222	369	664	738	922	1,110	1,180	1,330	1,148

<표 4-5> 컨베이어 벨트의 최대속도(ft/분)

처리재료의 종류 및 조건	벨트의 폭(in)										
	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60
분류되지 않는 석탄 자갈, 돌, 재, 원광석 등	300	300	350	350	400	450	500	550	600	600	600
분류된 석탄, 코오크 등	250	250	250	300	300	350	350	400	400	400	400
습윤 또는 건조한 모래	400	400	500	600	600	700	800	800	800	800	800
부순 코오크, 슬래그 또는 미립어 거친재료	250	250	300	400	400	500	500	500	500	500	500
큰덩어리의 원광석, 바위, 슬래그 또는 크고표면이 거친재료	...	...	...	...	350	350	400	400	400	400	400

표 4-6은 벨트의 두께와 폭별 허용인장력 및 풀리(Pully)의 직경을 나타낸다.

〈표 4-6〉 컨베이어 벨트의 허용작업인장력 및 풀리(Pully)의 직경

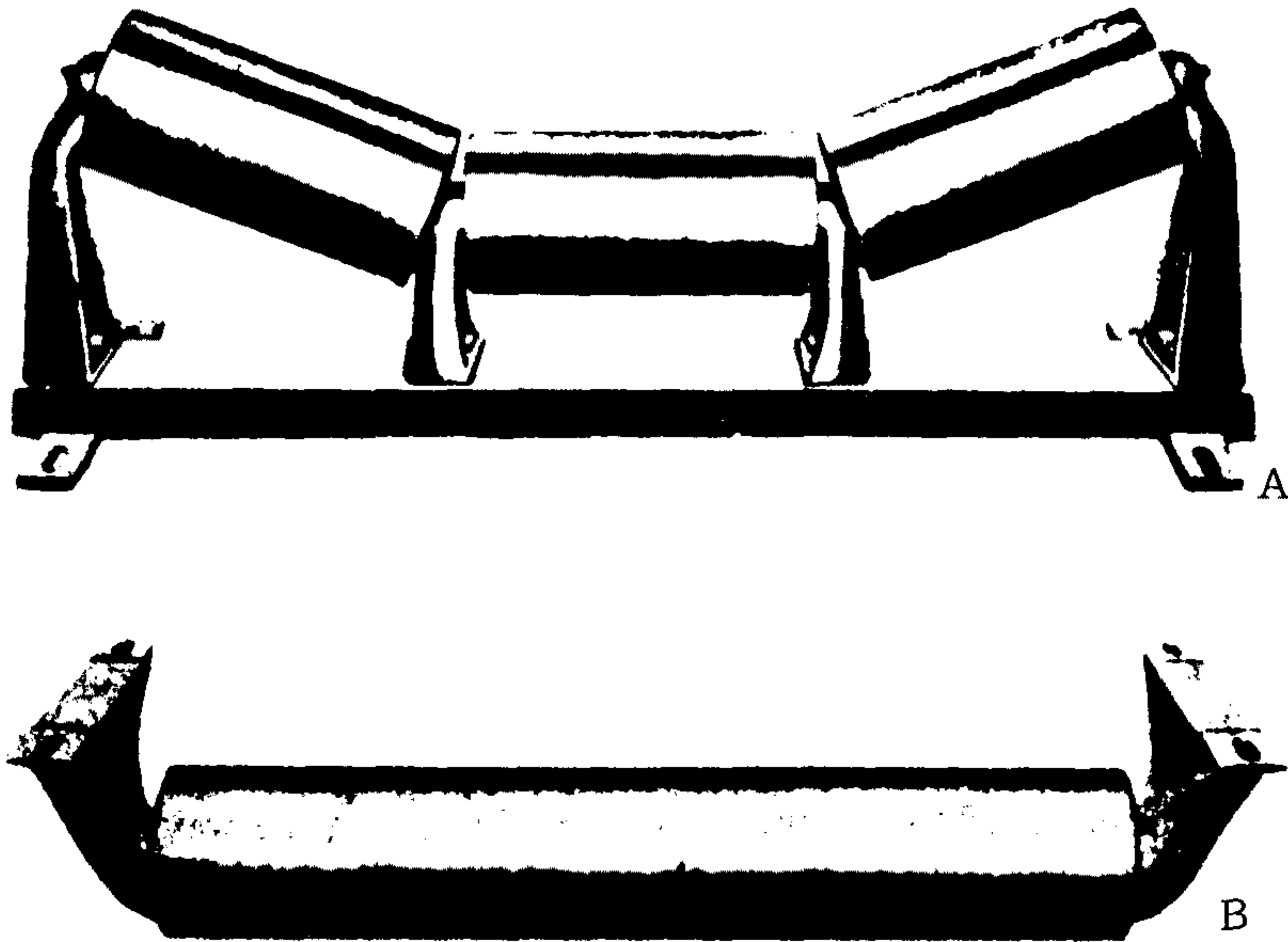
접수	접당 부온스	벨트폭 (in)						풀리 (Pully)의 직경 (in)				
		16	18	20	24	30	36	42	48	선단 추진 트립	말단 감속 완출	만곡
3	32	1,440	1,620	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16	12	12
3	36	.....	.....	1,800	2,160	.....	.....	.....	.....	20	16	12
3	42	.....	.....	2,200	2,640	3,300	.....	.....	.....	20	16	12
3	48	.....	.....	.....	3,840	.....	.....	.....	.....	24	20	16
4	28	1,600	1,800	2,000	2,400	3,000	.....	.....	.....	20	16	12
4	32	1,920	2,160	2,400	2,880	3,600	4,320	.....	.....	20	16	12
4	36	.....	.....	2,600	3,120	3,900	4,680	.....	.....	24	20	16
4	42	.....	.....	.....	.....	4,800	5,760	6,720	.....	24	20	20
4	48	.....	.....	.....	.....	6,450	7,750	9,020	.....	30	24	20
5	28	2,000	2,250	2,500	3,000	3,750	4,500	.....	.....	24	20	16
5	32	.....	2,700	3,000	3,480	4,500	5,400	.....	.....	24	20	16
5	36	.....	.....	3,400	4,080	5,100	6,120	7,140	.....	30	24	20
5	42	.....	.....	.....	.....	6,600	7,920	9,240	10,560	30	24	20
5	48	.....	.....	.....	.....	8,700	10,400	12,180	13,920	36	30	24
6	28	.....	.....	3,000	3,600	4,500	5,400	.....	.....	30	24	20
6	32	.....	.....	.....	4,320	5,400	6,480	7,560	.....	30	24	20
6	36	.....	.....	.....	.....	6,300	7,560	8,820	10,080	36	30	24
6	42	.....	.....	.....	.....	.....	9,720	11,340	12,900	36	30	24
6	48	.....	.....	.....	.....	.....	13,000	15,120	17,300	42	36	30
7	28	.....	.....	.....	.....	5,250	6,300	.....	.....	36	30	24
7	32	.....	.....	.....	.....	6,300	7,560	8,820	10,080	36	30	24
7	36	.....	.....	.....	.....	.....	8,820	10,300	11,780	42	36	30
7	42	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13,200	15,140	42	36	30
7	48	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17,640	20,180	48	42	36
8	32	.....	.....	.....	.....	.....	8,640	10,080	11,520	42	30	24
8	36	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11,760	13,450	48	42	30
8	42	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	17,300	48	42	30
8	48	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	23,050	54	48	42
9	32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11,340	12,900	48	36	30
9	36	.....	.....	.....	.....	.....	.....	13,200	15,140	54	48	36

4. 2. 2. 아이들러(Idler)

아이들러는 벨트 컨베이어를 지지하고 운반을 위한 홈을 만들어 주며 돌아오는 벨트는 편편하게 해준다. 홈통아이들러의 주요부품은 로울러, 브래킷(bracket)과 기초판 등이다. 아이들러는 주로 감마찰베어링(antifriction bearing)을 쓰며 주기적으로 고압그리스(grease)로 주유한다. 로울러는 강관이나 주철관으로 만들며 경우에 따라 고무로 덮어 충격에 손상을 받지 않도록 한다. 로울러의 직경은 4,

5, 6, 7인치를 사용하며 직경이 큰 로울러일수록 마찰이 적어지며, 운반재료가 큰 덩이를 포함할 경우에 벨트를 잘 보호한다.

그림 4-14는 운반 및 회송아이들러를 보여준다.



A : 무거운 재료 운반용 홈통아이들러
B : 회송아이들러

그림 4-14 벨트아이들러

1. 아이들러의 간격

아이들러 사이에 적재된 벨트가 과도하게 늘어지지 않도록 간격을 정하여야 하며 표 4-7에서와 같이 최대간격은 벨트의 폭과 재료의 중량에 따라 변한다.

회송벨트에는 재료가 실리지 않으므로 아이들러의 간격을 10ft정도까지 넓게 할 수 있다.

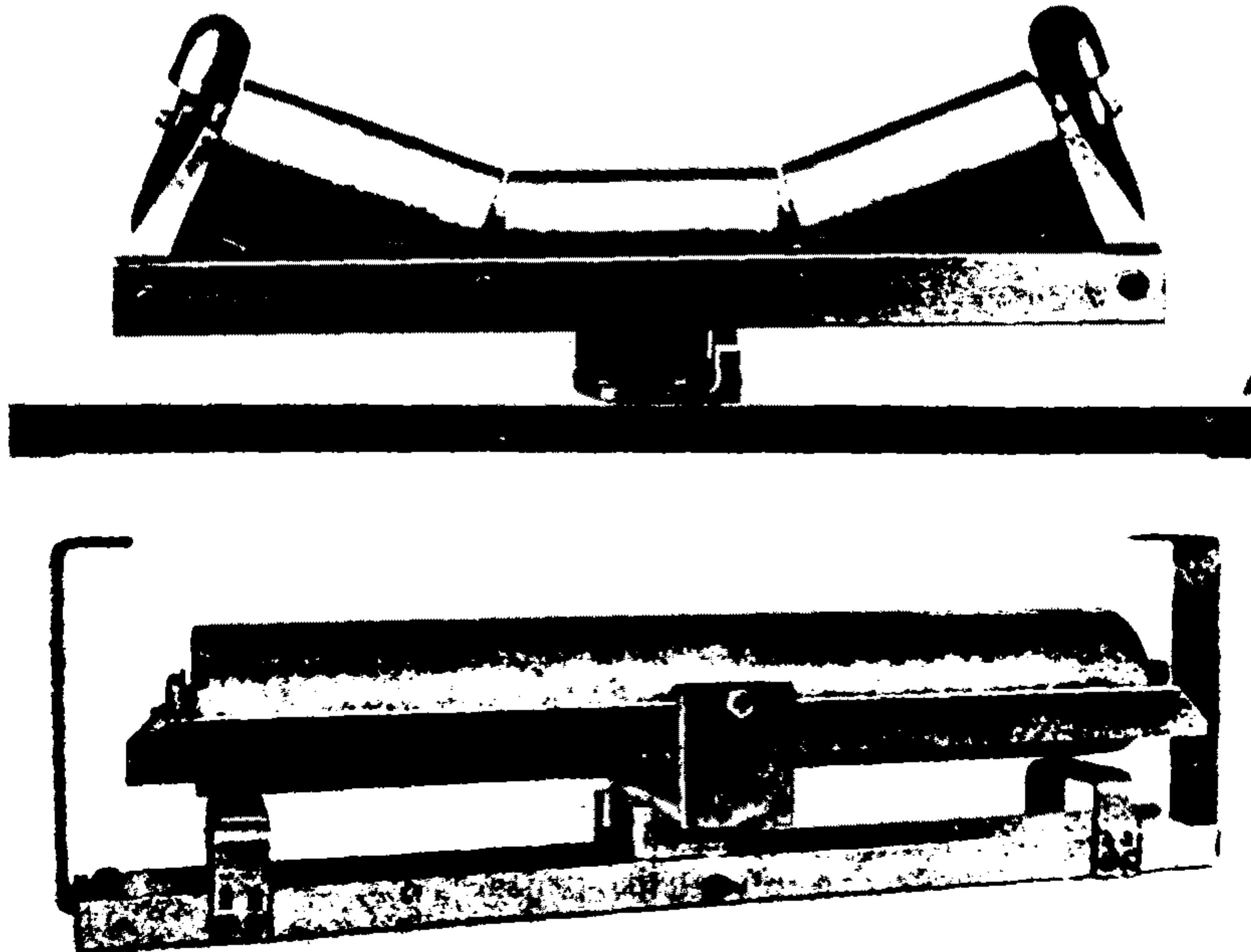
<표 4-7>

흙통아이들러의 최대간격

벨트 폭 (in)	재료의 단위중량 (lb/ft ³)		
	30-70	70-120	120-150
14	5ft 6in	5ft 0in	4ft 9in
16	5ft 6in	5ft 0in	4ft 9in
18	5ft 6in	5ft 0in	4ft 9in
20	5ft 6in	5ft 0in	4ft 9in
24	5ft 6in	5ft 0in	4ft 9in
30	5ft 0in	4ft 6in	4ft 3in
36	5ft 0in	4ft 6in	4ft 3in
42	4ft 6in	4ft 0in	3ft 9in
48	4ft 0in	3ft 3in	3ft 0in
24	4ft 0in	2ft 9in	2ft 6in
60	4ft 0in	2ft 3in	2ft 0in

2. 아이들러의 조정

컨베이어 벨트가 흙통아이들러의 중앙에 정확하게 위치시키기가 매우 어려우며 교정이 힘들 경우 그림 4-15와 같이 50~60ft간격으로 아이들러틀을 설치한다.



A : 양면의 흙통아이들러 B : 회송아이들러

그림 4-15 아이들러 틀

3. 아이들러의 마찰

벨트 컨베이어 작업에 필요한 동력은 아이들러의 종류와 형식, 베어링의 종류, 부품의 중량, 벨트중량, 적재된 재료의 중량등에 따라 다르며 표4-8은 감마찰베어링을 사용한 경우의 대표적인 마찰계수를 나타낸다. 아이들러 제작자는 회송아이들러의 부품중량에 관한 자료를 공급한다.

〈표 4-8〉 감마찰베어링을 사용한 컨베이어 벨트 아이들러의 마찰계수

아이들러 풀리(Pully)의 직경(in)	마찰계수
4	0.0375
5	0.036
6	0.030
7	0.025

4. 2. 3 동력

1. 벨트컨베이어 작업을 위한 동력

재료를 실은 벨트컨베이어 작업에 필요한 동력은 다음에 필요한 동력을 합한 값이다.

- 1) 벨트가 아이들러 위를 움직이는데 필요한 동력
- 2) 수평으로 재료를 운반하는데 필요한 동력
- 3) 재료를 수직으로 들어올리거나 내리는데 필요한 동력
- 4) 모든 풀리(Pully)를 필요한 방향으로 돌리는데 필요한 동력
- 5) 손실보전용 동력
- 6) 트리퍼를 사용할 경우의 필요한 동력

다음은 위에서 예를 든 컨베이어시스템의 작업에 소요되는 동력을 비교적 정확하게 결정하는 방법을 설명한다.

2. 빈 벨트를 움직이는데 필요한 동력

아이들러 위를 빈 벨트가 움직이는데 필요한 동력은 아이들러 베어링, 아이들러 의직경 및 간격, 벨트의 길이, 중량 및 속도에 따라 다르며 다음식으로 계산한다.

$$E = LSCQ$$

식에서 E = 에너지 (ft-Ib/min)

L = 컨베이어 길이 (ft)

S = 벨트속도 (ft/min)

C = 아이들러 마찰계수 (표 4-8)

Q = 컨베이어 피트당 이동부품의 중량

위 식을 33,000으로 나누어 소요마력을 계산할 수 있다.

$$P = \frac{LSCQ}{33,000}$$

Q의 대표치는 표4-9에서 찾으며 더 정확한 값이 필요하면 해당컨베이어의 설계 값에 따라 결정한다.

<표 4-9>

Q의 대표값

벨트폭	직경 5인치 풀리(Pully), 강풀리				벨트 중량 (Ib/ ft)	컨베이어 중량 (Ib/ft)			
	운 반		회 송			아이들러			
	부품중량 (Ib)	간격	부품중량 (Ib)	간격		운반	회송	벨트	Q Ib/ft
14	18	5'0"	9	10'0"	2.8	3.6	0.9	5.6	10.1
16	20	5'0"	11	10'0"	3.3	4.0	1.1	6.6	11.7
18	22	5'0"	12	10'0"	4.1	4.4	1.2	8.2	13.8
20	24	5'0"	14	10'0"	4.6	4.8	1.4	9.2	15.4
24	26	5'0"	17	10'0"	7.0	5.2	1.7	14.0	20.9
30	31	4'6"	21	10'0"	8.5	6.9	2.1	17.0	26.0
36	36	4'6"	25	10'0"	11.3	8.0	2.5	22.6	33.1
42	40	4'0"	29	10'0"	17.0	10.0	2.9	34.0	46.0
48	45	3'3"	34	10'0"	23.8	13.8	3.4	47.6	64.8
54	74	2'9"	54	10'0"	29.2	26.9	5.4	73.2	105.5
60	80	2'3"	60	10'0"	32.5	35.6	6.0	74.0	115.6

표 4-10은 빈 벨트를 움직이는데 소요되는 마력수의 대표값이며 이때 아이들러

<표 4-10> 빈컨베이어 벨트를 분당 100ft로 이동시키는데 필요한 마력수

컨베이어 길이 (ft)	벨트 폭 (in)										
	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60
50	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11	0.14	0.18	0.25	0.35	0.54	0.63
100	0.11	0.13	0.15	0.17	0.23	0.28	0.36	0.51	0.70	1.14	1.25
150	0.16	0.19	0.22	0.25	0.34	0.42	0.53	0.76	1.05	1.71	1.88
200	0.22	0.25	0.30	0.33	0.45	0.56	0.71	1.01	1.40	2.28	2.50
250	0.27	0.32	0.37	0.42	0.56	0.70	0.89	1.27	1.75	2.85	3.13
300	0.33	0.38	0.45	0.50	0.68	0.84	1.07	1.52	2.10	3.42	3.76
400			0.60	0.66	0.90	1.12	1.43	2.03	2.80	4.56	5.01
500				0.83	1.13	1.40	1.79	2.53	3.50	5.70	6.26
600				1.00	1.35	1.68	2.14	3.04	4.20	6.84	7.51
800					1.80	2.25	2.86	4.05	5.60	9.12	10.00
1,000					2.26	2.81	3.57	5.07	7.00	11.40	12.50
1,200						3.37	4.29	6.08	8.40	13.70	15.00
1,400						3.93	5.00	7.09	9.80	16.00	17.50
1,600						4.49	5.72	8.10	11.20	18.30	20.10
1,800						5.05	6.43	9.12	12.60	20.50	22.60
2,000						5.62	7.15	10.10	14.00	22.80	24.90
2,200							7.86	11.10	15.40	25.10	27.60
2,400							8.58	12.20	16.80	27.40	30.10
2,600							9.29	13.20	18.20	29.60	32.60
2,800								10.00	14.20	19.60	31.90
3,000								10.70	15.20	21.00	34.20
										34.20	37.60

직경은 5인치, 감마찰베어링을 사용하였으며 벨트폭은 표 4-9의 치수를 사용하였다.

3. 실린 벨트를 움직이는데 필요한 동력

벨트위의 재료를 수평으로 운반하는데 필요한 동력은 다음식으로 구하며 앞식의 Q가 벨트의 ft위에 실린 재료의 중량인 W로 대치되었다.

$$P = \frac{LSCW}{33,000}$$

이 식에서 시간당 이동중량을 아래와 같이 톤으로 나타낼 수 있다.

$$T = \frac{60SW}{2,000} = \frac{3SW}{100}$$

다시 정리하면

$$SW = \frac{100 T}{3}$$

위의 식에서 T = 시간당 운반재료의 중량(톤)

SW = 분당 운반재료의 무게(파운드)

60SW = 시간당 이동한 재료의 무게(파운드)

식에서 SW의 값을 대입하여 수평운반에 필요한 마력을 구하면

$$P = \frac{100LCT}{3 \times 33,000} = \frac{LCT}{990}$$

표 4-11은 재료의 수평운반에 소요되는 동력을 마력으로 표시한 것이며 5인치 아이들러 대신 6인치 아이들러를 사용하면 표의 값에서 17%를 줄여 계산한다.

<표 4-11> 재료를 수평운반하는데 필요한 동력

컨베이어 길이 (ft)	재료의 중량 (톤/시간)													
	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1,000
50	0.09	0.18	0.27	0.36	0.46	0.55	0.64	0.73	0.91	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8
100	0.18	0.36	0.55	0.74	0.91	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6
150	0.27	0.55	0.82	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	4.9	5.5
200	0.36	0.73	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.6	4.4	5.1	5.8	6.6	7.3
250	0.46	0.91	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.6	5.5	6.4	7.3	8.2	9.1
300	0.55	1.1	1.6	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	10.9
400	0.73	1.5	2.2	2.9	3.6	4.4	5.1	5.8	7.3	8.7	10.2	11.6	13.1	14.6
500	0.91	1.8	2.7	3.6	4.6	5.5	6.4	7.3	9.1	10.9	12.7	14.5	16.4	18.2
600	1.10	2.1	3.2	4.2	5.3	6.4	7.4	8.5	10.6	12.7	14.8	17.0	19.1	21.0
800	1.40	2.7	4.1	5.5	6.8	8.2	9.5	10.8	13.7	16.4	19.1	22.0	25.0	27.0
1,000	1.70	3.3	5.0	6.7	8.3	10.0	11.7	13.3	16.7	20.0	23.0	27.0	30.0	33.0
1,200	2.0	3.9	5.9	7.9	9.8	11.8	13.8	15.7	19.8	24.0	28.0	32.0	36.0	39.0
1,400	2.3	4.5	6.8	9.1	11.4	13.7	15.9	18.1	23.0	27.0	32.0	36.0	41.0	45.0
1,600	2.6	5.2	7.7	10.3	12.9	15.5	18	21	26	31	36	41	46	52
1,800	2.9	5.8	8.7	11.5	14.4	17.3	20	23	28	35	40	46	52	58
2,000	3.2	6.4	9.6	12.7	15.9	19.1	22	25	32	38	45	51	57	64
2,200	3.5	7.0	10.5	13.9	17.4	21.0	24	28	35	42	49	56	63	70
2,400	3.9	7.6	11.4	15.2	18.9	23.0	27	30	38	46	53	61	68	76
2,600	4.1	8.2	12.3	16.4	20.0	25.0	29	33	41	49	57	65	74	82
2,800	4.4	8.8	13.2	17.6	22.0	26.0	31	35	44	53	62	70	79	88
3,000	4.7	9.4	14.1	18.8	23.0	28.0	33	37	47	56	66	85	85	94

4. 경사 컨베이어의 재료운반에 필요한 능력

경사컨베이어로 재료를 위쪽으로 운반할때 동력은 수평운반에 필요한 동력과 표 고차이 만큼 위로 들어올리는데 필요한 동력으로 나누어 생각할 수 있으며 수평운반에 필요한 동력은 앞 식 $P = LCT/990$ 으로 구할 수 있고 수직으로 들어올리는

데 필요한 동력은 다음 식으로 구한다.

$$\frac{100T}{3} = \text{분당 운반재료의 중량(Ib)}$$

$$\frac{100TH}{3} = \text{분당 소요에너지(ft-Ib)}$$

위 식을 마력으로 바꾸기 위해 33,000으로 나누면

$$P = \frac{100TH}{3 \times 33,000} = \frac{TH}{990} \quad \begin{array}{l} \text{식에서 H = 표고차(ft)} \\ \text{T = 시간당 운반재료의 중량(ton)} \end{array}$$

경사 컨베이어벨트가 위쪽으로 작업하면 동력을 반드시 외부에서 공급해 주어야 하고 아래 쪽으로 작업하면 운반재료의 중량이 벨트에 동력으로 전달된다. 표 4-12는 재료를 들어올리는데 필요한 마력을 나타낸다.

<표 4-12> 운반재료를 들어올리는데 필요한 마력

표고차 (ft)	재료의중량(톤/시간)											
	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	800	1000
5	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	5.1
10	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.1	6.1	8.1	10.0
15	0.8	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	5.3	6.1	7.6	9.1	12.0	15.0
20	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	10.0	12.0	16.0	20.0
25	1.3	2.5	3.8	5.1	6.3	7.6	8.8	10.0	13.0	15.0	20.0	25.0
30	1.5	3.0	4.5	6.1	7.6	9.1	11.0	12.0	15.0	18.0	24.0	30.0
40	2.0	4.0	6.1	8.1	10.0	12.0	14.0	16.0	20.0	24.0	32.0	40.0
50	2.5	5.1	7.6	10.0	13.0	15.0	18.0	20.0	25.0	30.0	40.0	51.0
75	3.8	7.6	11.0	15.0	19.0	23.0	27.0	30.0	38.0	45.0	61.0	76.0
100	5.1	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	51.0	61.0	81.0	101
125	6.3	13.0	19.0	25.0	32.0	38.0	44.0	51.0	63.0	76.0	101	126
150	7.6	15.0	23.0	30.0	38.0	45.0	53.0	61.0	76.0	91.0	121	152
200	10.0	20.0	30.0	40.0	51.0	61.0	71.0	81.0	101	121	162	202
300	15.0	30.0	45.0	61.0	76.0	91.0	106	121	152	185	242	303
400	20.0	40.0	61.0	81.0	101	121	141	162	202	242	323	404
500	25.0	51.0	76.0	101	126	151	177	202	252	303	404	505

5. 풀리(Pully)를 회전시키는데 필요한 동력

벨트컨베이어 시스템은 여러개의 풀리(Pully)를 포함하여 풀리의 주위에서 벨트의 방향을 바꾼다. 각 풀리의 샤프트에서 베어링의 마찰로 동력이 손실된다. 풀리

를 회전시키는데 필요한 동력은 벨트의 인장력, 풀리와 샤프트의 무게, 베어링의 종류에 따라 다르다. 각 풀리의 마찰계수를 비교적 정확하게 계산할 수 있으므로 풀리의 마찰손실을 보전하기 위한 추가동력도 계산할 수 있다. 표 4-13은 선단추진 베릿메탈 베어링을 모든 풀리에 사용한 풀리의 마찰손실을 보전하기 위하여 전달된 동력을 퍼센트로 나타 내었다.

〈표 4-13〉 풀리(Pully) 마찰손실을 극복하기 위한 축마력 퍼센트

컨베이어 길이 (ft)	컨베이어 경사 (%)				
	0	2-10	10-19	19-29	29-36
20	112	93	53	35	28
30	76	63	36	25	19
50	45	38	22	15	13
75	30	25	15	12	9
100	22	19	11	8	7
150	15	14	9	7	6
200	14	11	8	6	5
250	12	10	7	5	5
300	11	8	6	5	4
400	9	6	5	4	4
500	7	6	5	4	3
600	6	5	4	3	3
700	5	4	4	3	3
800	4	4	3	3	3
1,000	4	4	3		3
2,000	4	4	3		
3,000	4	3	3		

4. 2. 4 벨트컨베이어의 부속장치

1. 추진장비

벨트 컨베이어는 시점, 종점 또는 중간풀리(Pully)를 통하여 추진되며 벨트를 전진시키는 데 큰힘이 필요하며 풀리의 수를 늘리고 벨트와의 접촉면을 크게하기 위하여 병렬로 배치한다. 풀리와 벨트간의 마찰을 고려하여 평활면 또는 표면을 거칠게 한풀리를 사용한다. 동력은 전기, 개소린 혹은 디젤모우터를 사용하며 모

우터와 추진풀리사이에 적정용량의 기어, 체인드라이브 또는 벨트드라이브등의 감속기를 설치한다.

벨트 컨베이어를 작동하는데 필요한 동력계산에 감속기에 의한 동력손실을 고려하여야 하며 감속기의 종류에 따라 5~10%정도의 손실이 발생한다. 샤프트와 베어링 사이의 마찰계수는 약 0.10을 사용한다.

추진풀리(Pully)에서 벨트로 동력이 전달되면 유효추진력은 벨트에 전달된 동력으로 팽팽한쪽 벨트의 인장력에서 느슨한쪽 벨트의 인장력을 뺀값이며 파운드 단위로 나타낸다.

$$T_e = T_1 - T_2$$

식에서 T_e = 풀리(Pully)와 벨트사이의 유효인장력 또는 추진력

T_1 = 팽팽한쪽 벨트의 인장력

T_2 = 느슨한쪽 벨트의 인장력

고무벨트와 강 또는 주철 풀리사이의 마찰계수는 약 0.25이며 벨트의 표면이 거칠게 처리된 경우에는 마찰계수가 0.35까지 증가한다.

동력이 풀리에서 벨트로 전달될 때 느슨한쪽 벨트의 인장력은 풀리와 벨트사이에서 미끄럼현상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

정해진 직경과 속도로 작업하는 추진풀리에서 벨트에 전달해야 할 유효인장력은 다음 식으로 계산한다.

$$P = \frac{\pi D T_e N}{33,000}$$

식에서, P = 벨트에 전달되는 동력(마력)

D = 풀리(Pully)의 직경(ft)

T_e = 풀리(Pully)와 벨트사이의 유효동력

N = 회전수

위 식은 다음식으로 바꾸어 쓸 수 있다.

$$T_e = \frac{33,000}{\pi D N} P$$

T_1 과 T_e 의 비는 풀리의 인장계수로 설명되며 이 계수는 풀리의 표면상태와 벨트와 풀리의 접촉각에 따라 달라진다. 표 4-14에서 단일풀리와 병렬풀리의 인장계수를 보여 주며

〈표 4-14〉 추진풀리의 인장계수

접촉각(°)	평활풀리(Pully)	
	단 일 풀 리	거친표면풀리
200	1.72	1.42
210	1.70	1.40
215	1.65	1.38
220	1.62	1.35
240	1.54	1.30
	병 렬 풀 리	
360	1.26	1.13
380	1.23	1.11
400	1.21	1.10
450	1.18	1.09
500	1.14	1.06

다음 식으로 계산한다.

$$F = \frac{T_1}{T_e} \quad \text{식에서, } F = \text{풀리(Pully)의 인장계수}$$

풀리와 벨트의 접촉각이 210°인 경우의 유효인장력 T_e 가 3,000파운드이면 팽팽한쪽 벨트의 최소인장력은 표 4-14에서 계산할 수 있으며 풀리표면이 평활한 경우는 $F = 1.70$ 이다.

$$T_1 = F T_e = 1.70 \times 3,000 = 51,000 \text{ Ib}$$

거친표면을 가진 풀리의 F 값은 1.40으로

$$T_1 = 1.40 \times 3,000 = 4,200 \text{ Ib}$$

이 경우 T_1 , T_2 및 T_e 의 최소값은 다음과 같다.

구 분	평활면 풀리(Pully)	거친면 풀리(Pully)
T ₁	5,100 IB	4,200 IB
T _e	3,000 IB	3,000 IB
T ₂	2,100 IB	1,200 IB

위 표와 같이 거친표면 풀리를 사용하면 벨트를 추진시키는 인장력이 감소하므로 가볍고 싼 벨트를 사용할 수도 있다.

2. 컨베이어벨트의 감는 장치(Conveyor-belt Take-ups)

컨베이어 벨트가 작업을 시작하면 벨트가 늘어지는 경향이 있으므로 이를 조정하는 방법이 필요하며 스크류로 감거나 선단 또는 말단 풀리의 이동으로 길이를 조절한다.

이 방법은 길이가 짧은 벨트의 조정에 유효하게 사용하며 다른방법은 풀리의 중량으로 돌아가는 벨트를 눌러주어 길이에 상관없이 균일한 인장력을 유지시키는 것이며 긴 벨트의 경우에도 사용한다.

3. 제어장치(Holdbacks)

컨베이어벨트가 경사지에서 작업할때 동력전달이 중지될 때 벨트가 뒤로 밀리는 것을 방지할 수 있는 제어장치가 필요하다. 이러한 제어장치는 수직방향으로 회전시켜 반대방향으로 움직이는 것을 방지하는 기계장치이다. 제어장치는 자동이어야 하며 로울러, 라쳇(ratchet), 디퍼렌셜 밴드 브레이크(Differential band brake)등이 이용된다.

제어장치는 빈벨트와 재료의 수평이동, 풀리의 회전, 트리퍼 작업, 추진손실을 보전하기 위한 동력의 합력을 저항할 수 있어야 한다. 벨트컨베이어가 낮은쪽으로 움직이면 재료의 중량이 벨트를 전진시키는 힘으로 작용하며 만일 이 힘이 마찰저

항을 초과하면 벨트의 속도조절 브레이크를 설치해야 한다. 이러한 어려움을 피하기 위하여 전기모우터나 발전기를 사용한다. 빈벨트로 작업을 시작할때 이 장치는 작업을 추진하기 위한 모우터로 작용하며 재료의 무게가 컨베이어 시스템에 발생하는 모든 저항보다 크게 되면 벨트속도를 조절하기 위한 작용을 한다.

4. 재료공급장치(Feeders)

일정한 량의 재료를 일정한 속도로 운반하기 위하여 컨베이어 벨트에 재료공급장치가 필요하며 이 장치로는 직접 벨트위에 재료를 붓거나 벨트에 재료가 떨어지면서 가해지는 충격을 줄이기 위하여 슈트를 사용하는 방법등이 있다. 여러가지의 재료공급장치는 서로 장단점이 있으나 그중에 흔히 쓰이는 장치는

- 에이프런(Apron)
- 왕복장치(Reciprocation)
- 회전베인(Rotary Vane)
- 회전 플라우(Rotary Plow)

에이프런 공급기는 일반적으로 호퍼의 게이트로 재료의 공급량이 조절된다. 이 공급기는 편편한 고무로 씌운 이동벨트나 두개의 이동체인으로 연결되는 여러개의 넓은 철판으로 구성되며 호퍼 아래에서 재료를 이동시키면서 컨베이어 벨트의 수급기로 재료를 내보낸다. 벨트로 된 에이프런 공급기는 비교적 작은크기의 재료를 처리하는데 적합하며 부서지기 쉬운 큰 돌덩어리를 포함한 재료는 철판으로 된 공급기가 벨트형보다 더 편리하다.

왕복재료공급기는 호퍼 아래에 놓여진 철판으로 구성되며 이 철판이 편심추진으로 왕복효과를 발생하여 재료를 컨베이어 벨트로 이동시키는 작업을 한다.

회전베인 공급기는 수평샤프트에 장착된 베인으로 구성되며 재료가 위쪽 경사면으로 흘러나오면서 회전베인으로 컨베이어에 정해진 양을 공급한다. 공급량은 회전베인의 속도로 조절한다.

로터리플라우 공급기는 수직샤프트에 장착된 플라우나 베인등으로 구성되며 이 플라우들이 수평판위를 회전하여 재료를 내보낸다. 재료의 공급량은 플라우의 회전속도에 좌우된다.

5. 트리퍼(Tripper)

재료가 벨트의 끝에 도달하기 전에 벨트컨베이어로 부터 이동시켜야 할 때는 트리퍼를 설치하여야 하며 트리퍼는 재료가 반드시 한 풀리 위를 통과하고 다른 풀리아래를 통과하도록 한 한쌍의 풀리로 만들어 진다. 벨트가 위쪽 풀리위를 지날 때 보조호퍼나 슈트를 통하여 재료가 배출된다. 트리퍼는 고정식 또는 이동식이 있으며 이동식은 손으로 조작하는 크랭크로 분리모우터 또는 컨베이어 벨트로 작동된다.

트리퍼가 컨베이어 위에 설치되면 트리퍼를 운전하기 위한 동력이 추가로 필요하다.

그림 4-16 은 벨트추진 자동조절 트리퍼이다.

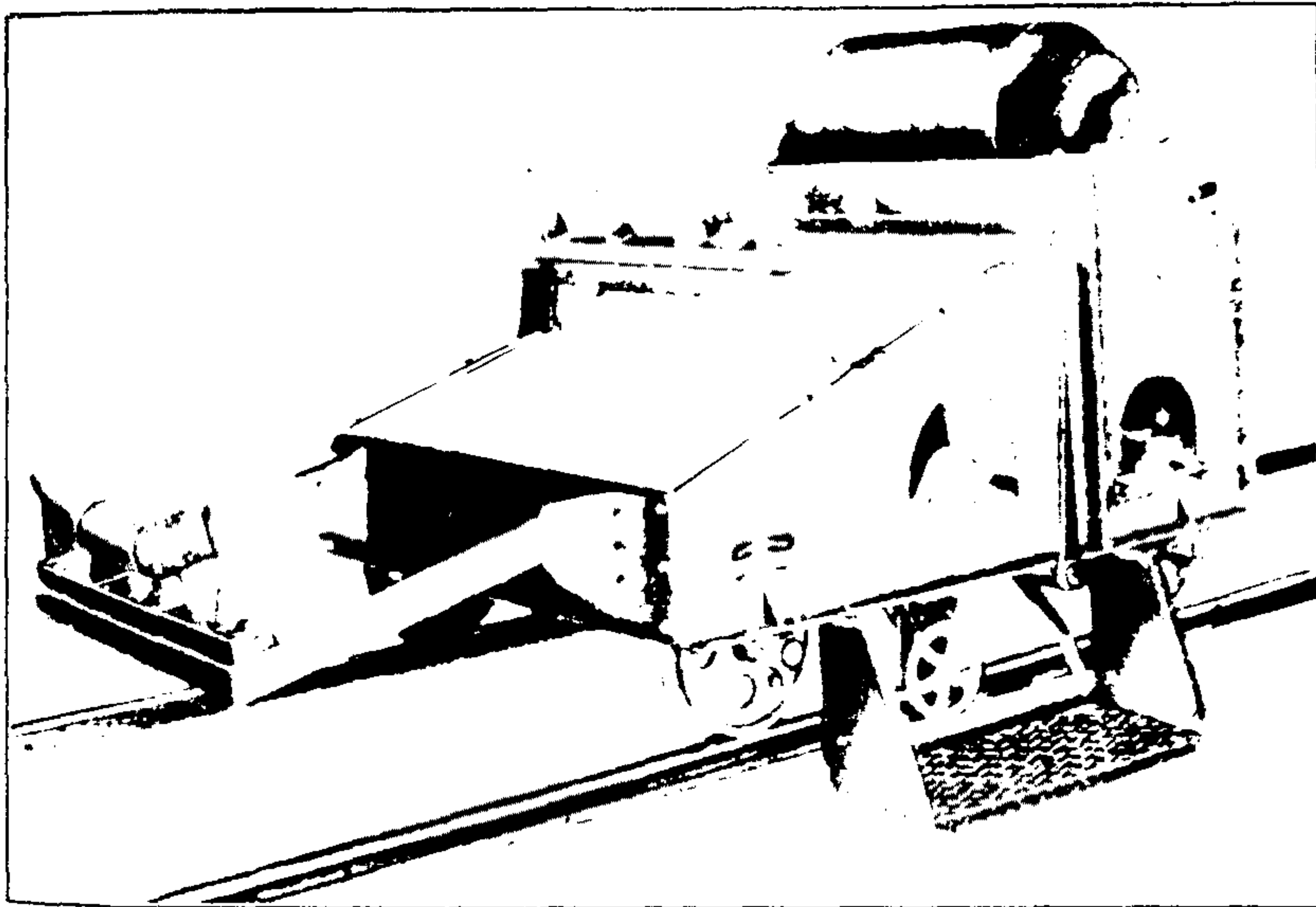


그림 4-16 벨트추진 자동조절 트리퍼

여 백

제 5 장 운반장비에 의한 매립방법 비교

여 백

제 5 장 運搬裝備에 의한 埋立方法 比較

5. 1 埋立地 土石運搬方法

5. 1. 1 埋立方法

1. 作業形態의 分類

干拓埋立地에 있어서 적절한 土石運搬方法을 摸索하기 위해서는 施工裝備의 合理的인 組合이 필수적이다. 施工장비의 組合을 合理化하기 위해서는 建設工事의 機械化에 隨伴하여 作業이 어떻게 기능적으로 分業되고 어떠한 作業形態로 分類될 수 있는가를 檢討하여 이에 對處할 수 있는 裝備組合을 계획하여야 한다.

一般的으로 作業의 機械化에서 가장 效率的인 形態는 Conveyor System이 되며 近來의 移動式裝備 및 組立式裝備의 발달에 의하여 作業을 直列로 分割하여 數機種의 裝備가 分業으로 施工하는 Conveyor System이 많다. 또 기계의 組合作業은 主作業과 從屬(補助)作業으로 구분하여 施工하는 것이 일반적이다.

가. Feed 방법에 따른 Conveyor System

Conveyor System은 Feed방법에 따라 다음과 같이 구분된다.

Conveyor System Ribbon Feed : Belt 또는 Bucket Conveyor 作業등

Batch Feed : Dump Truck

Ribbon Feed작업은 機械의 運轉速度에 의하여 施工速度(3 m/h)가 즉시 결정되고 Batch作業은 Batch용량을 Cycle Time으로 나눈 값에 의하여 施工速度가 결정된다.

나. 主作業과 從屬作業

機械化施工에 있어서는 주기적으로 Conveyor System 을 사용하는 경우가 많으

며 이때 기계작업은 일반적으로 主作業과 從屬作業으로 구분된다.

예를들면 1대의 로우더와 수대의 덤프트럭을 組合하여 施工하는 경우 로우더에 의한 싣기는 主作業이고, 덤프트럭에 의한 운반은 從屬作業이다.

즉 로우더의 용량에 의하여 덤프트럭의 용량과 대수가 결정되며 또한 작업중에 로우더가 고장으로 停止되면 덤프트럭도 작업을 中止하여야 하므로 로우더에 의한 싣기가 主作業이 되는 것이다.

2. 裝備組合의 合理的인 計劃

施工裝備의 效率적인 組合을 위하여 各 工程의 所要時間을 一元化할 필요가 있으며 그러기 위하여는 各 工程의 施工能力을 均等化하여야 하나 組合作業時에는 일반적으로 分業工程數의 증가에 따라 작업효율이 比例하여 低下되므로 이를 考慮한 裝備의 效率적인 組合이 필요하게 된다.

따라서 合理的인 組合을 計劃하기 위하여는 組合作業 中の 主作業(主工程)을 명확히 選定하고 主作業을 중심으로 各 從屬作業의 施工速度를 檢討하되 다음의 순서에 따라 계획하는 것으로 한다.

가. 主作業을 選定한다.

나. 組合作業에서 要求되고 있는 正常施工速度에 適合하도록 主作業의 正常施工速度를 決定한다.

다. 主作業의 正常施工速度를 확보하기 위하여 그 最大施工速度를 결정하고 이에 適合한 主作業用 裝備를 選定한다.

라. 主作業과 관련된 各 從屬作業(工程)의 正常施工速度를 主作業의 最大施工速度와 同一하게 하거나 약간 크게 決定한다.

마. 組合作業이 Ribbon Feed로 부터 Batch Feed 작업 또한 그 반대인 경우에도 工程의 變化가 있을 때에는 반드시 작업의 遲延을 防止하기 위

한 安全裝置로서 적당한 규모의 저장파일(Pile) 또는 빈(Bin)을 설비할 필요가 있다.

예를 들면 Rock Crush → Belt-Conveyor → Asphalt Plant의 작업공정에서 세골재의 貯藏施設을 하여 아스팔트플랜트의 混合材 生産에 支障이 없도록 設備하는 경우등이다.

3. 매립방법

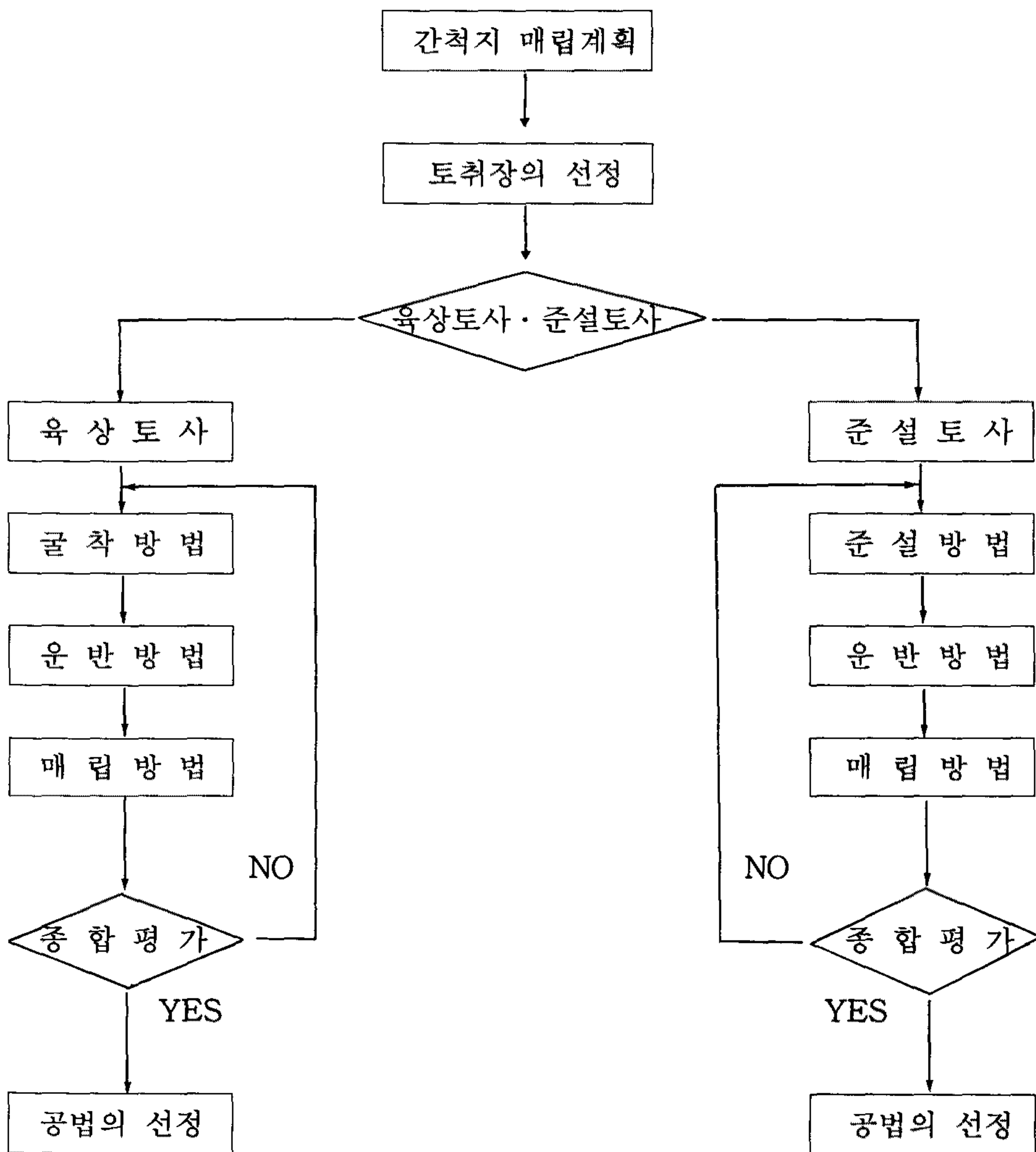


그림 5-1 간척 매립지의 매립공법

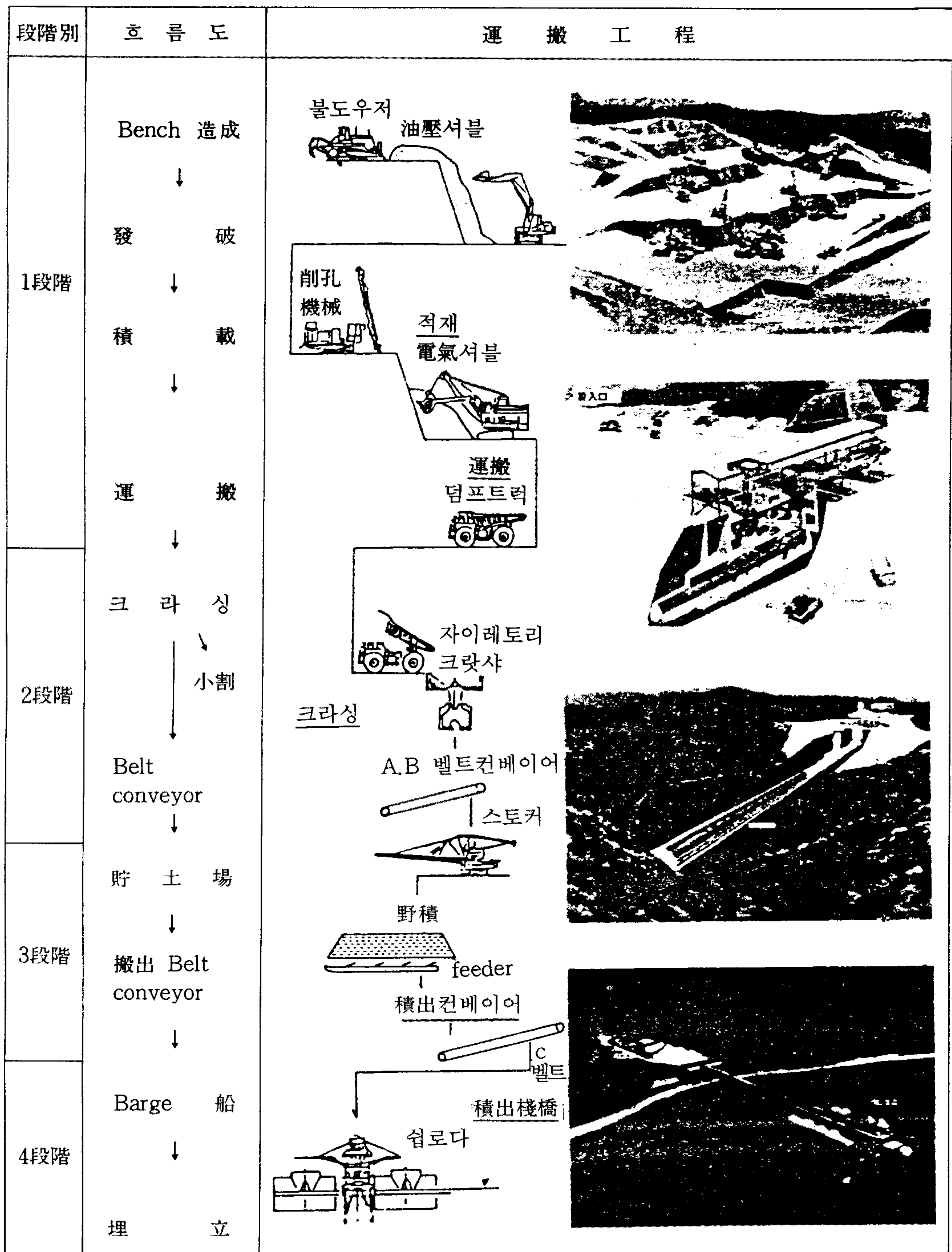


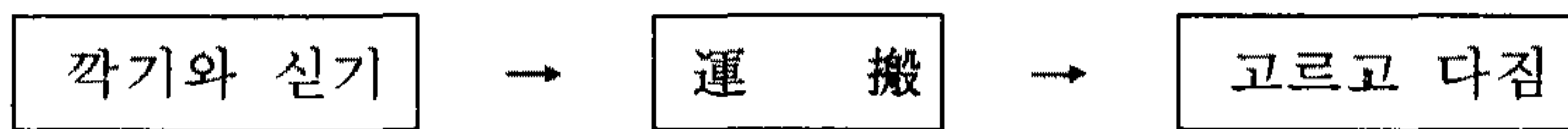
그림 5-2 土石採取 및 運搬工程의 흐름도

5. 1. 2 土石運搬方法

1. 土砂

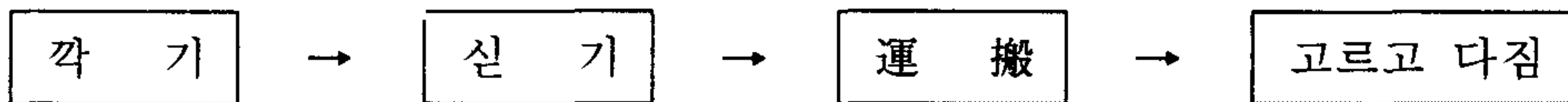
土砂 運搬의 경우 아래와 같이 1.0m³의 油壓式 백호우를 이용하여 깎기와 싣기를 한 후 15tf 덤프트럭으로 運搬하고 자주식 양족식 로울러를 이용하여 고르기와 다짐을 하는 方法과 또 다른 方法으로 32tf 도우저로 깎기를 한 후 5m³容량의 타이어 로우더로 싣고, 15tf 덤프트럭을 이용 運搬한 후 자주식 양족식 로울러를 이용하여 고르기와 다짐을 하는 方法등이 있다.

○ 백호우-덤프트럭 運搬



油壓式 백호우 1.0m³ 15tf 덤프트럭 자주식 양족식 로울러 19tf

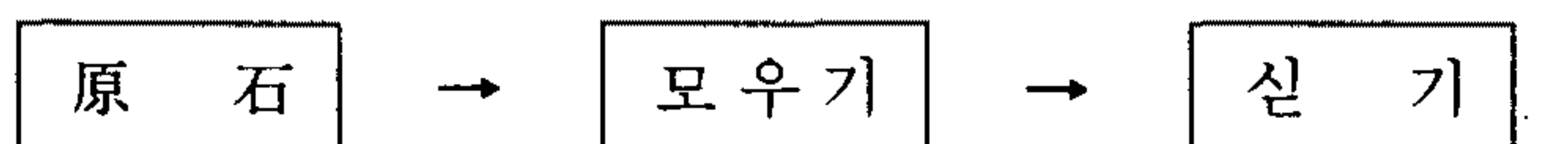
○ 도우저-로우더-덤프트럭運搬



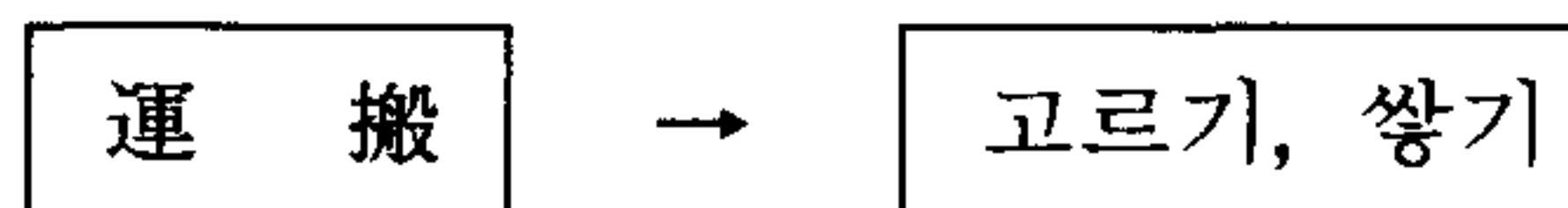
32tf 도우저 5.0m³타이어 로우더 15tf 덤프트럭 자주식 양족식 로울러 19tf

2. 捨石

捨石 運搬의 境遇 代表的인 方法을 다음과 같이 表示하였다.



컴프레서 17m³/분 油壓式백호우 油壓式백호우
크로울러 드릴 1.0m³ 1.0m³



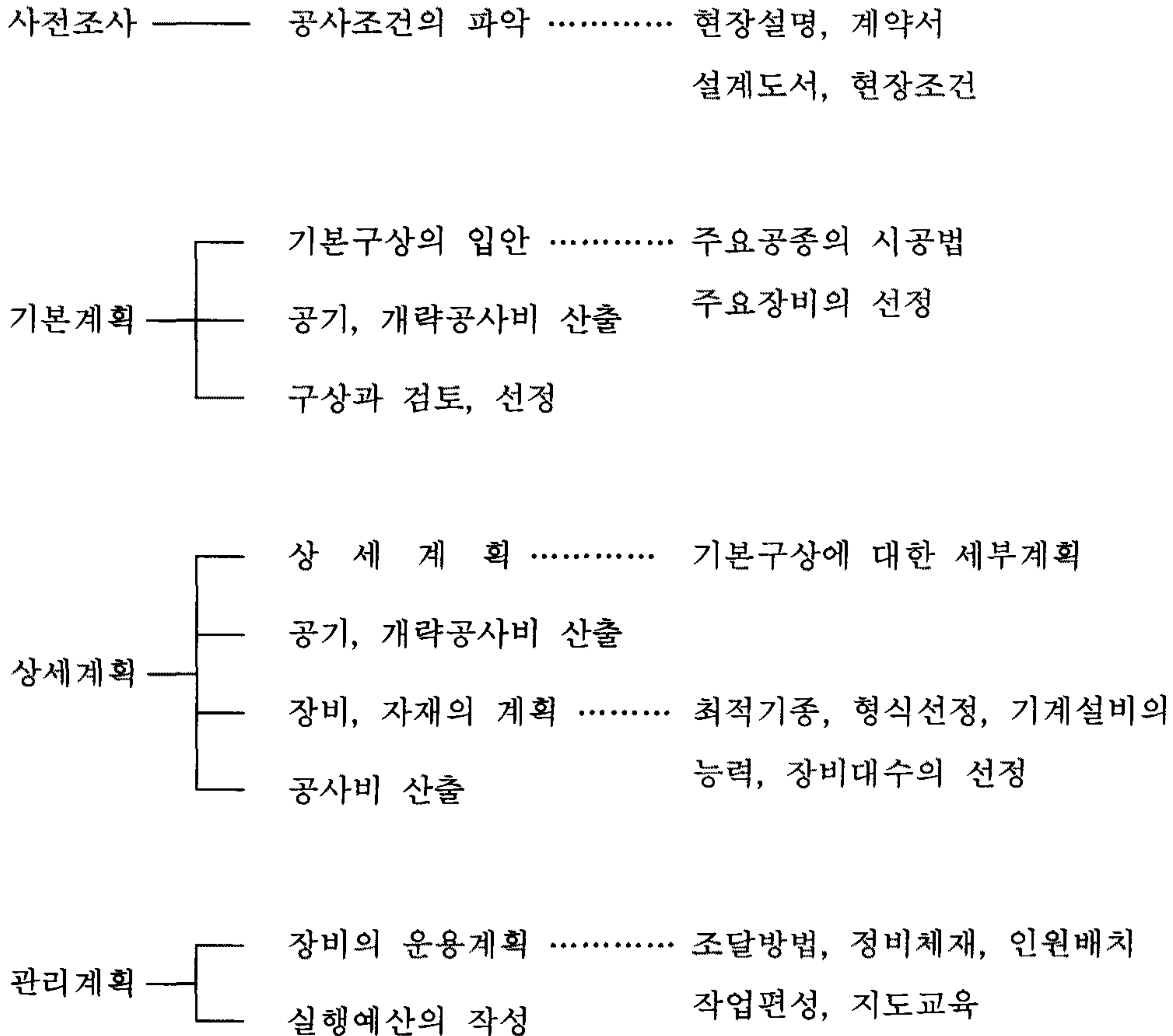
15tf 덤프트럭 32tf 도우저
10tf 크레인

5. 1. 3 裝備의 施工計劃

공사를 시공할 경우 설계에 맞는 구조물을 정확, 안전, 경제적으로 공기내에 완

성하기 위하여 주로 면밀한 사전조사에 기초를 두고 적절한 시공계획을 수립하는 것이 가장 중요하다. 건설기계의 운영관리면을 중심으로한 시공계획수립 순서는 다음과 같다.

1. 시공계획순서



5. 2 덤프트럭에 의한 方法

5. 2. 1 덤프工法의 概要

흙의 운반을 주로하는 埋立工事에서 오늘날까지 가장 많이 이용되고 있는 것은

덤프트럭에 의한 工法이다. 이 工法은 機動性이 좋고, 中小規模의 埋立工事に 가장 편리하며, 운반도로는 일반도로와 고속도로가 주로 사용되나, 특별한 경우에는 工事專用道路를 신설하여 사용하기도 한다. 또한 機動性이 우수하여 공사완료와 동시에 타 현장으로의 轉換이 용이하다. 따라서 이제까지 中小規模의 埋立工事に 많이 이용되어 왔으나, 공사규모가 점점 大型化하고 環境問題등이 대두되면서 덤프工法은 여러가지 한계점을 드러내고 있다.

여기에서 덤프工法이란 덤프트럭에 의한 운반을 칭하며 그 내용은 工法의 概要, 이에 관련된 흙작기, 흙모으기, 실기, 운반, 펴고르기, 다지기까지를 포함한다.

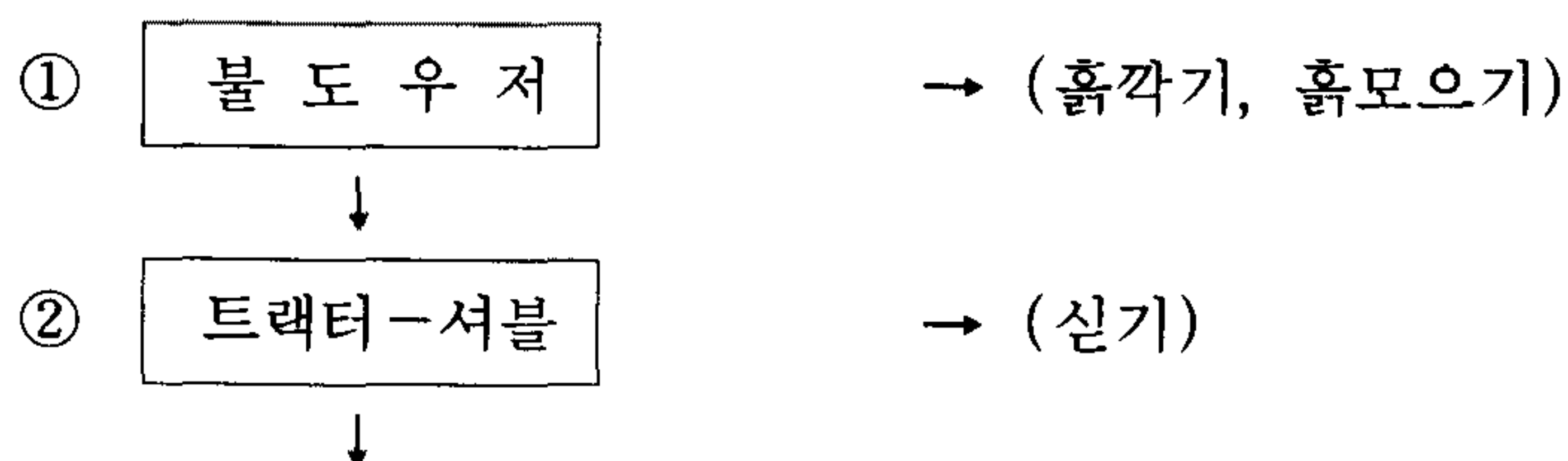
本 연구에서는 현재 가장 많이 이용되고 있는 덤프工法의 기본을 서술하고 흙작기 흙모으기, 실기에 필요한 工程과 사용되는 裝備에 대하여 살펴봄으로서 벨트컨베이어의 상대적 우수성을 客觀化 하고자 한다.

5. 2. 2 덤프工法

토취 埋立工事に 있어서 그 작업내용은 흙작기, 흙모으기, 실기, 운반, 펴고르기 다지기의 6段階로 大別할 수 있으며, 준비단계로서 나무베기, 뿌리뽑기 및 表土處理 測量, 砂防, 沈砂池등의 工事を 들 수있다.

덤프工法은 덤프트럭을 運搬主體로 하여 흙작기, 흙모으기, 실기, 펴고르기, 다지기까지의 一貫된 工程을 계획적으로 행할 수 있으며, 소규모 공사의 경우 흙작기에서 다지기까지의 裝備組합을 Flow-chart로 나타내면 그림 5-3과 같다.

여기서 다지기는 덤프의 運搬過程에 행하는 것으로 한다.



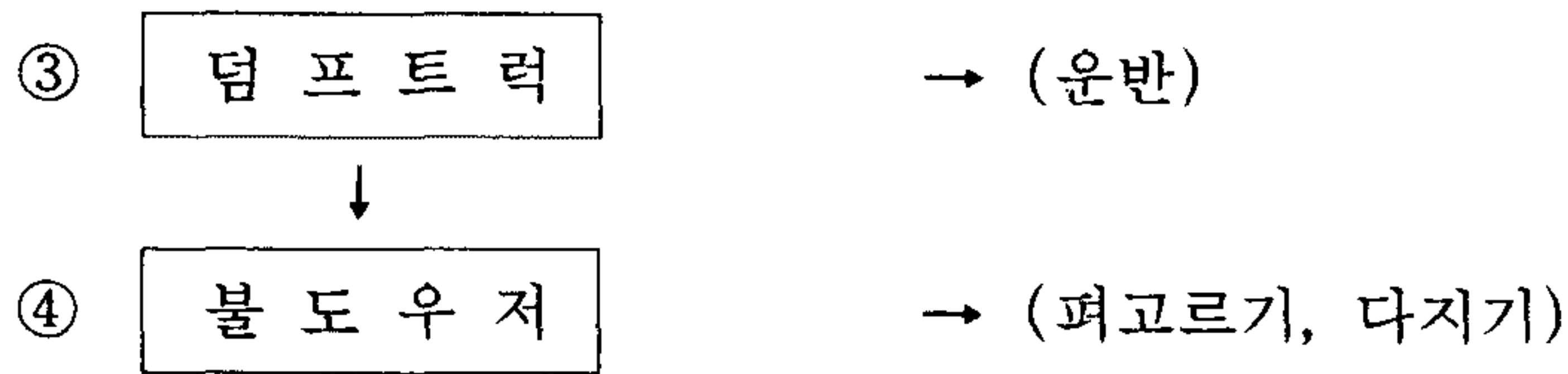


그림 5-3 小規模工事에서 덤프工法の 裝備組合

그림 5-4는 그림 5-3의 裝備組合에서 트랙터셔블 대신 호퍼를 붙인 벨트로우더를 이용한 것으로 土取場의 地形 및 土量에 따라 결정하는 것으로 하였다.

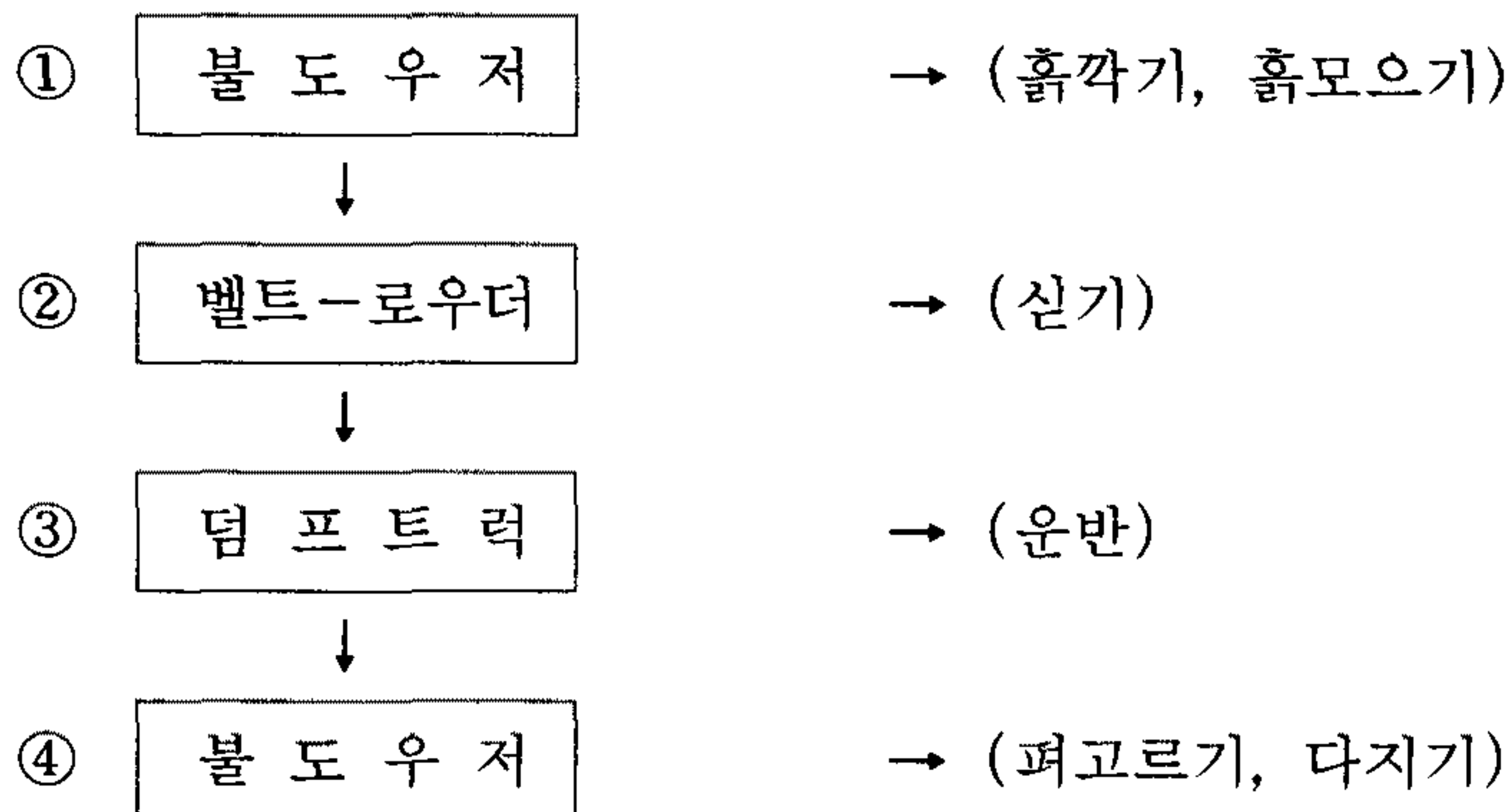


그림 5-4 벨트로우더를 이용한 덤프工法の 裝備組合

또한 그림 5-5, 그림 5-6는 대규모공사에서 덤프工法の 裝備組合을 표시한 것으로 貯藏場을 설치할 경우 덤프트럭의 싣기작업을 연속화하는 것을 목표로 하기 때문에 덤프트럭과의 사이클타임을 調整하는 方式이다.

이와같은 組合은 貯藏場을 필요로 하므로 土取場에서 埋立現場까지의 운반과정에 벨트 컨베이어를 사용하는 것이 일반적이며, 덤프는 埋立現場까지 運搬作業을 한다.



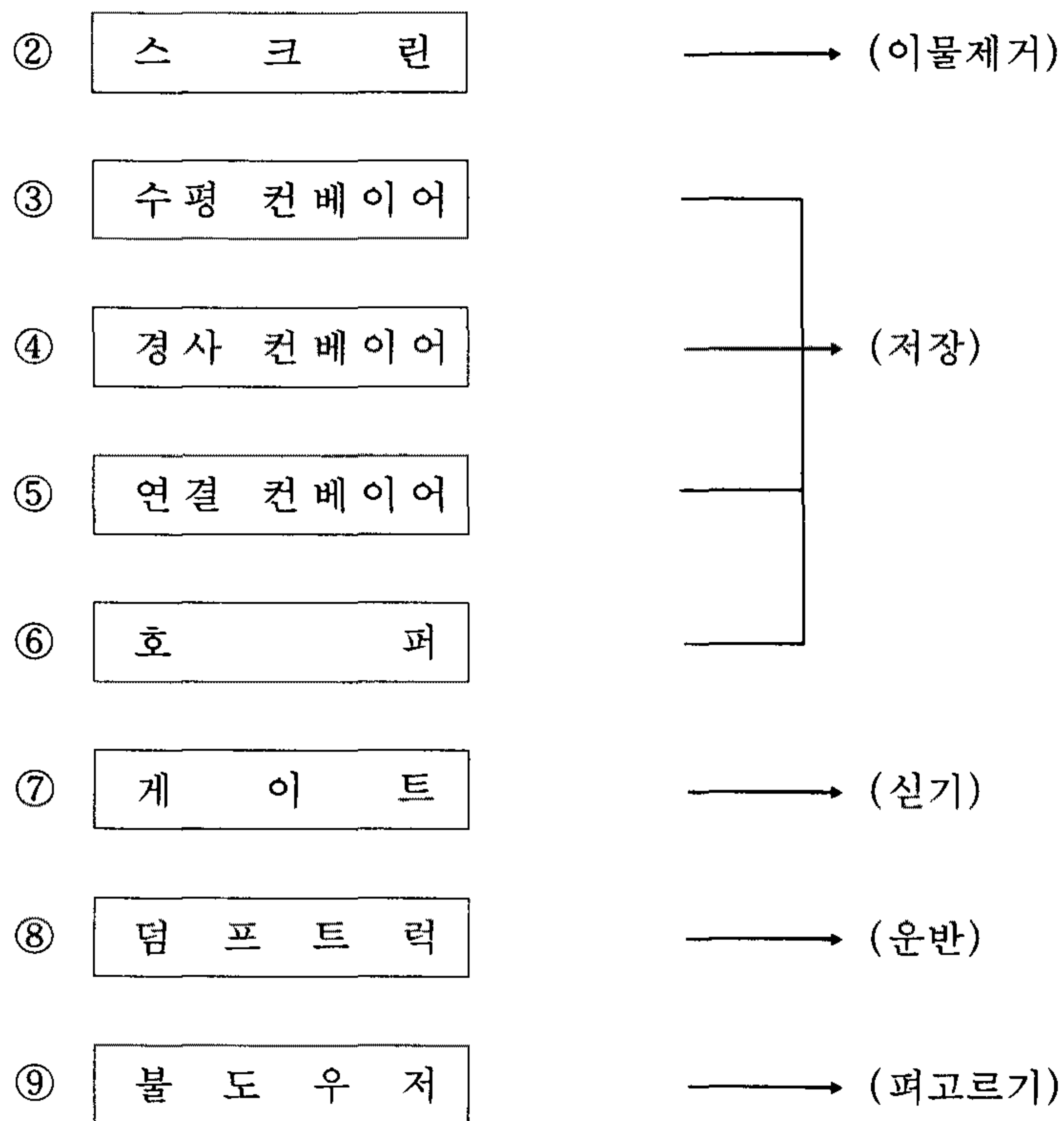


그림 5-5 大規模工事에서 덤프工法の 裝備組合

1. 덤프와 費用

덤프는 일반적으로 싣기중량에 따라 4, 8, 11, 15, 32tf 트럭이 사용되며 토목공사에 있어서는 11tf型이 가장 많이 이용되고, 大型工事에는 32tf이 주로 사용된다.

이하 本 研究를 遂行하면서 덤프트럭과 Belt Conveyor 工法과의 비교 분석시 사용된 자료는 日本 相馬工業團地 埋立工事에 실제 시공된 예를 根據로 한 것이며, 國內에 比較檢討할 만한 施工例가 없어 부득이 日本資料를 이용한 것임을 밝혀둔다.

여기에서 사용된 換率은 1991年 10月 現在 100円에 대하여 550원의 換率을 適用, 換算하였다.

- ① 모우터 스크레이퍼
- ② 그리즐리-바
- ③ 수평 컨베이어
- ④ 경사 컨베이어
- ⑤ 연결 컨베이어
- ⑥ 스톡 호퍼
- ⑦ gate
- ⑧ Dumptruck

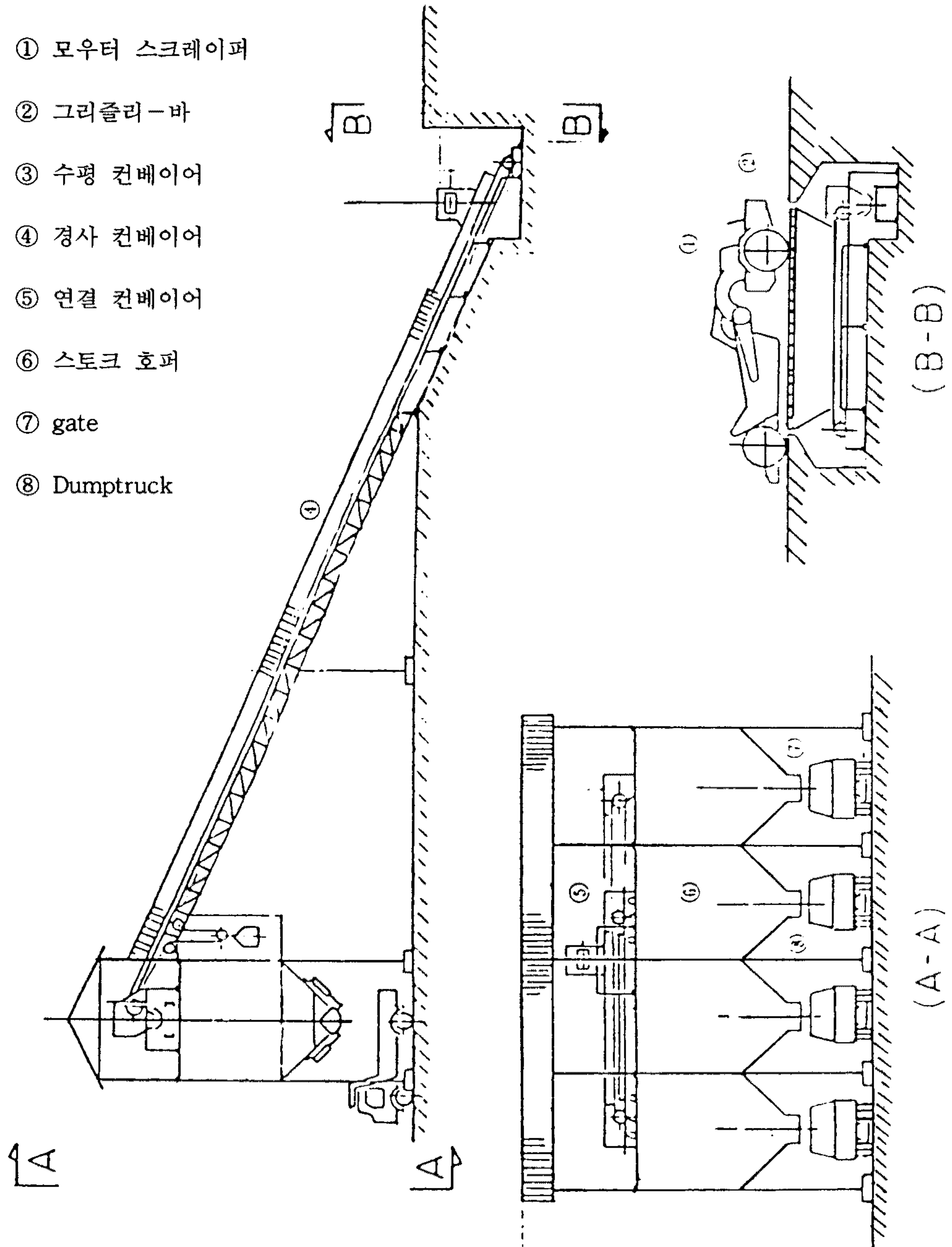


그림 5-6 덤프工法の 裝備組合

A, B, C 의 土取場으로 부터 토취하여 D 매립지로의 운반경로와 거리를 덤프 트럭과 Belt Conveyor의 경우로 표시하였다.

A,B,C 土取場의 물량은 각각 4,360,000, 5,560,000, 7,860,000m³로 총 17,780,000m³에 이르며 土取場사이의 거리 및 土取場과 매립지구와의 거리는 그림에 표시한 바와 같다.

表 5-1 은 덤프의 運搬費를 나타낸 것으로 表에서 費用單價는 作業者의 勞務費, 燃料費, 償却費, 修繕費등이 모두 포함된 것이다.

〈表 5-1〉 덤프의 運搬費用

機 鐘	單 價(원/h)
11 tf급	19,250 ~ 22,000
15 tf급	23,650 ~ 26,400
32 tf급	41,250 ~ 44,000

2. 덤프運搬싸이클

덤프運搬計劃의 경우 運搬싸이클은 道路의 狀況에 따라 크게 달라지는데, 一般 道路를 이용할 때 그 시간대를 考慮하여 算定한 값을 택하되 根據算定이 不可能한 경우는 제외하였다.

한 사이클의 작업시간은 싣기장소에 덤프를 놓고 싣기시작할 때까지의 시간, 싣는시간, 시트를 썩우고 벗기는 시간, 走行時間, 捨土位置에 덤프를 대는 時間, 待機時間등을 포함한다. 덤프에 흙을 싣는 積載裝備의 작업효율은 토질과 싣기방법 (트랙터 셔블 또는 호퍼게이트)에 따라 변화하며 덤프의 작업효율은 運轉員의 熟練度, 車間距離 및 道路構造에 따라 변화하는데 각각의 효율을 表로 나타내면 表 5-2와 表 5-3과 같다.

아래 表에서 A, B, C 는 運轉員의 등급을 표시한 것으로 A는 經歷 15年以上, B는 8年以上, C는 3年以上으로 하였다.

〈表 5-2〉

積載裝備의 作業效率

호퍼 게이트				트랙터 서블			
굳은흙	일반흙	습한흙	암섞인흙	굳은흙	일반흙	습한흙	암섞인흙
0.95	0.90	0.75	0.65	0.96	0.92	0.70	0.55

〈表 5-3〉

덤프의 作業效率

道 路			運 轉 員			車 間 距 離(m)			
직선도로	경사도로	곡선도로	A	B	C	15	25	35	40이상
0.97	0.87	0.80	0.96	0.90	0.82	0.76	0.80	0.84	0.96

3. 흙막기. 흙모으기. 실기

土取場에서 흙을 구하는 경우 흙막기, 흙모으기 및 실기의 3가지 작업으로 나눈다. 通常, 埋立用 一般土砂의 경우 흙막기와 흙모으기를 같은 裝備로 하기 때문에 本稿에서는 흙막기 흙모으기를 한 작업으로 구분했다.

가. 흙막기 및 흙모으기

흙막기 및 흙모으기의 경우 그 作業效率은 土質에 따라 크게 좌우되며 또한 흙모으기의 效率은 距離와 使用裝備에 따라 크게 달라진다. 일반적으로 畚이 적은 土質에 사용되는 裝備는 불도우저, 모우터 스크레이퍼이며 다음에 각각의 機能에 대하여 略述해 보았다.

1) 불도우저

불도우저는 土工工事に 있어서 가장 많이 사용되는 것으로 土質에 대해서도 그 汎用性이 다양하고 지형에 대한 適應力이 우수하다. 단 集土距離가 길 경우 集土 效率이 극히 저하되는 단점이 있다.

일반적으로 많이 이용되는 불도우저의 形式은 D-9형, D-8형, D-7형이며 각 형

식의 모우는距離와 모우는能力과의 관계는 그림 5-7, 그림 5-8, 그림 5-9와 같다

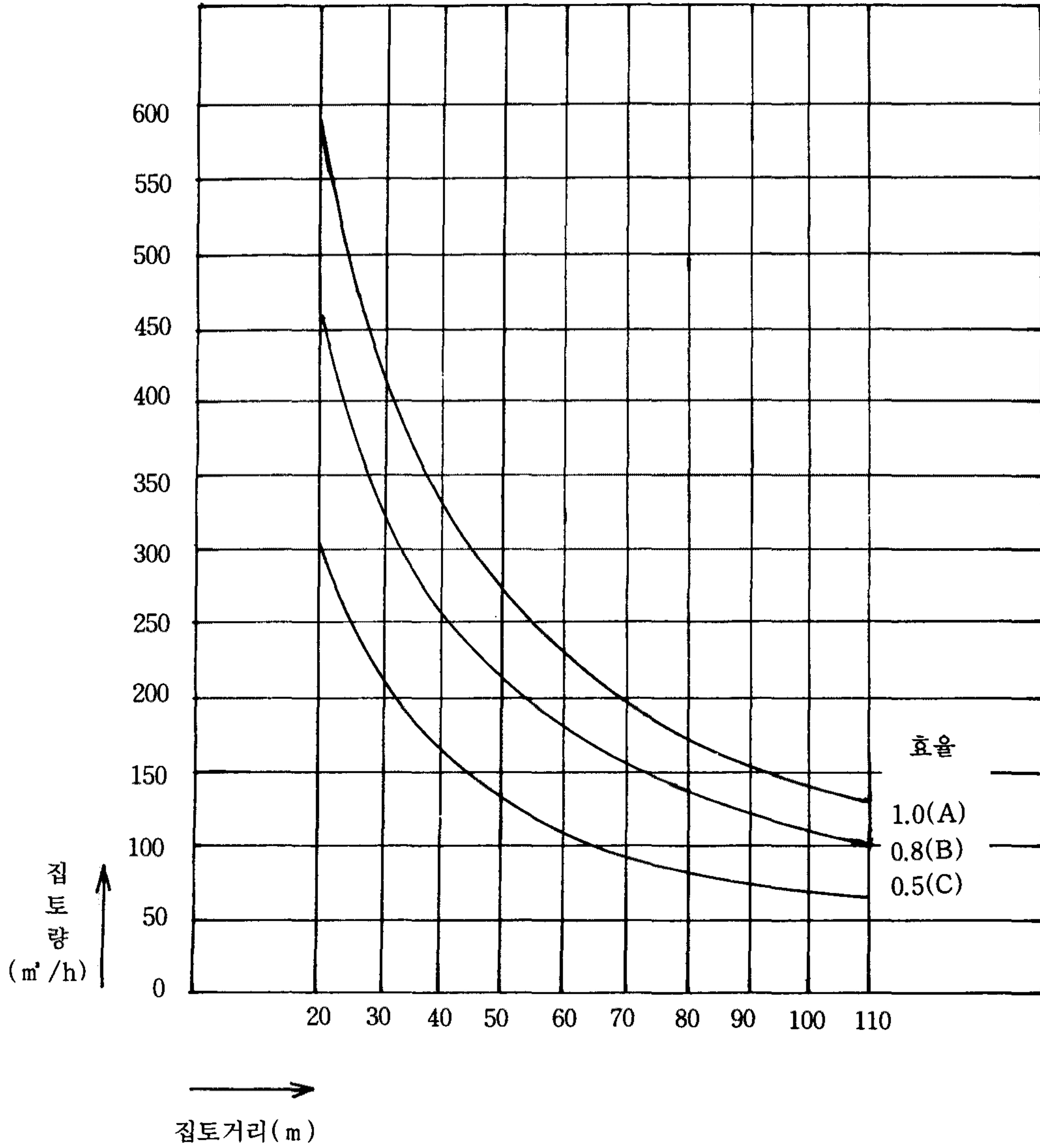


그림 5-7 D-9 型 불도우저의 모우는距離와 모우는能力

* A, B, C의 能力差는 土質에 따른 것임.

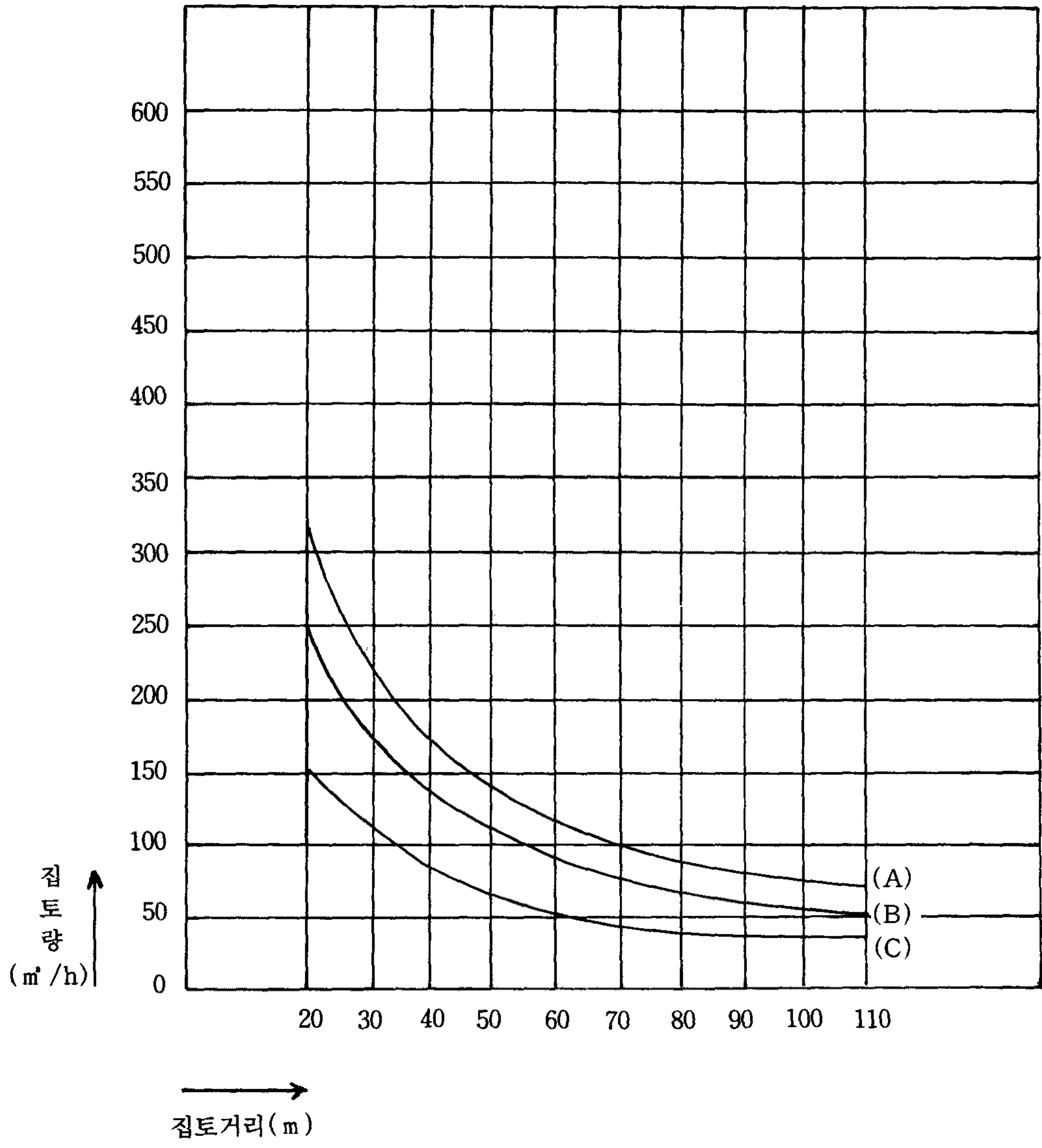


그림 5-8 D-8 型 불도우저의 集土距離와 集土能力

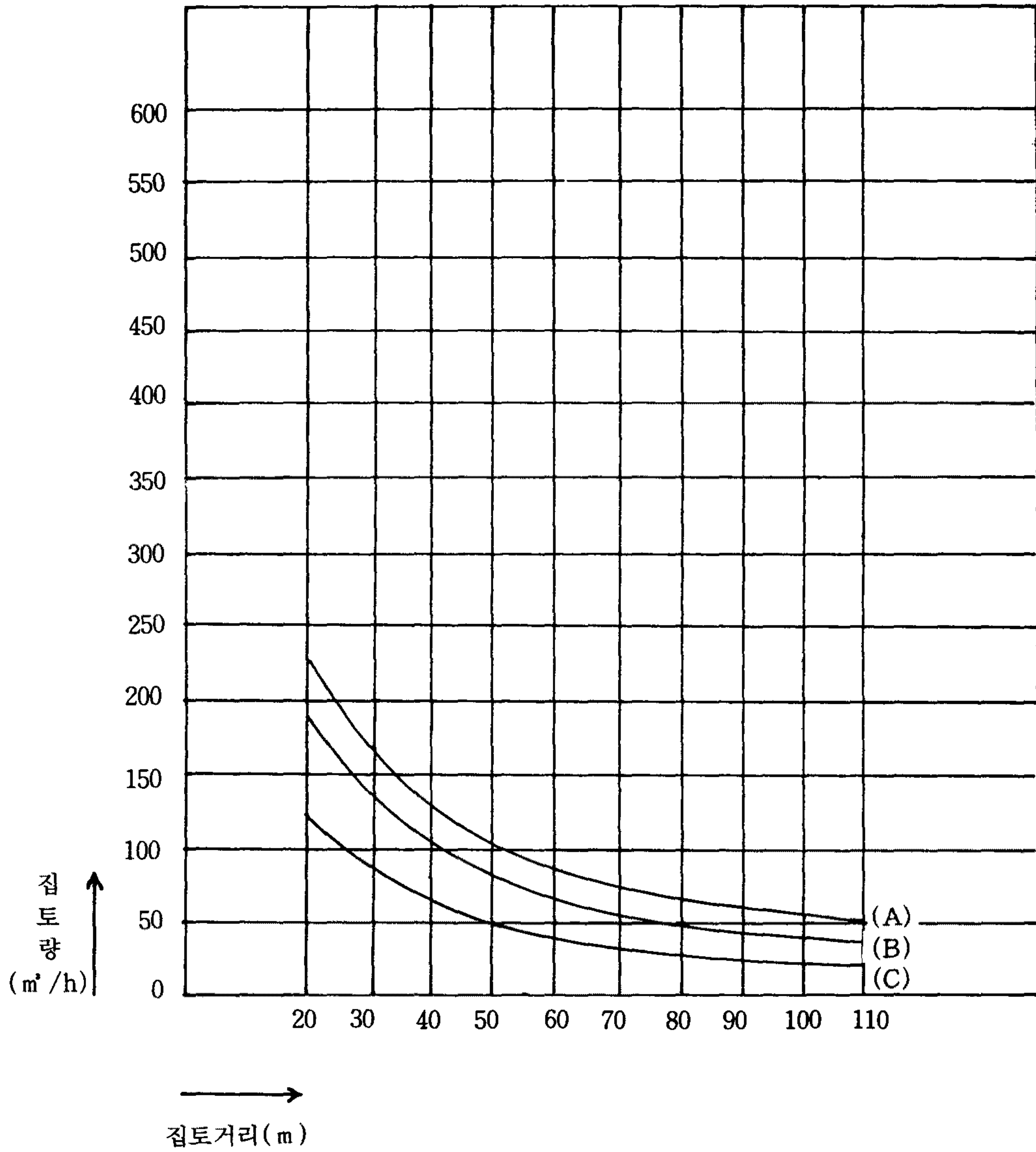


그림 5-9 D-7 型 불도우저의 모우는距離와 모우는能力

나) 모우터 스크레이퍼

모우터 스크레이퍼는 중거리 흙모으기에 적합하고, 500m~2000m의 범위내에서 사용된다. 그림 5-10에 모우터 스크레이퍼의 모우는距離와 모우는能力을 표시했으며, 그림에서 效率 ㉠, ㉡, ㉢는 道路, 土質 및 運轉員의 熟練度에 따라 변화한다.

다) 裝備의 費用

裝備의 費用을 검토할 때는 1시간당 單價로 검토하는 방법과 土量 1m³당 機種別單價로 검토하는 방법등이 있다.

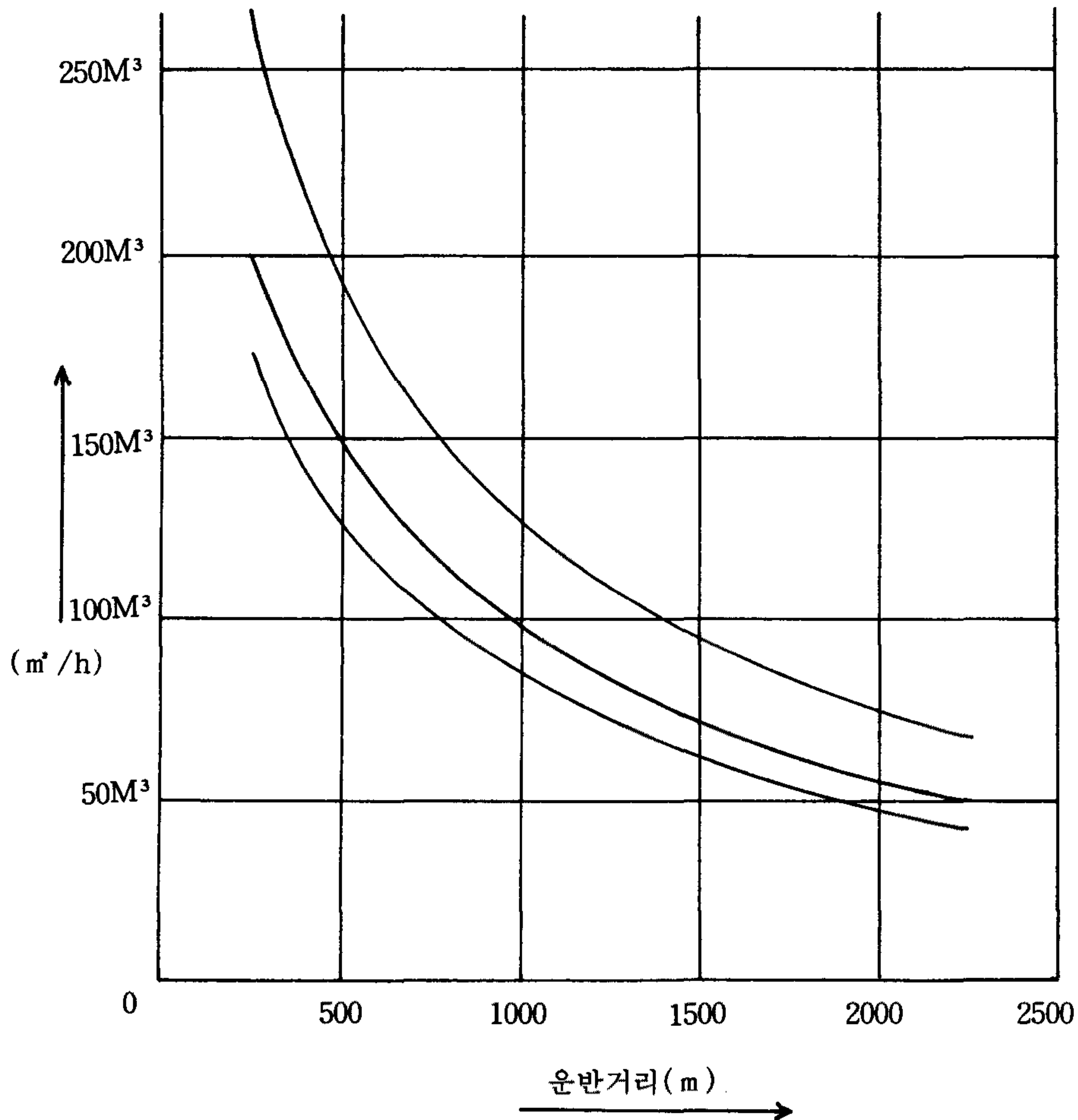


그림 5-10 631 型 모우터 스크레이퍼(23.7m³)의 모우는 距離와 能力

흙깎기, 흙모으기 공사에 있어서 1m³당 單價를 算出하는 경우에는 原地盤의 形狀, 土質, 氣象條件, 勞務管理等 각종 조건에 따라 변동이 크기 때문에 本稿에서는 제외 하였다. 表 5-4는 機種別 時間當 單價를 나타낸 것이다.

〈表 5-4〉 機種別 費用

기 명	불 도 우 저			모우터 스크레이퍼			
	D - 7	D - 8	D - 9	621	624	631	637
원/시간	30,250	47,850	74,250	52,250	57,750	67,100	84,150
	34,100	49,500	79,750	55,000	60,500	70,400	89,100

2) 실기

실기는 스톡용 호퍼에서 게이트를 이용하는 경우와 트랙터 셔블에 의하는 2가지 방법이 있는데 스톡용 호퍼를 사용하는 경우는 특별한 경우이고 本稿에서는 일반적으로 사용되는 트랙터 셔블에 대해서만 記述한다.

가) 트랙터 셔블의 能力

덤프에 재료를 실을 트랙터셔블의 버킷용량은 덤프의 크기에 맞게 選定하여야 한다.

表 5-5는 덤프와 셔블과의 關係를 나타낸 것이다.

〈表 5-5〉 덤프와 셔블과의 關係

덤프의 크기(tf)	셔블의 버킷용량(m ³)	능 력 (m ³ /h)
4	1 ~ 2	60 ~ 120
8	1 ~ 2	60 ~ 120
11	3	180
15	4.6	280
32	5 ~ 7.6	300 ~ 450

나) 트랙터 셔블의 費用

트랙터 셔블의 費用을 버킷容量別로 區分하면 表 5-6과 같다.

〈表 5-6〉 트랙터 셔블의 費用

버킷 용량(m ³ 급)	단 가 (원/시간)
1	20,900 ~ 22,000
2	29,150 ~ 31,900
3	41,800 ~ 44,000
4.6	65,500 ~ 66,000
7.6	93,500 ~ 99,000

3) 進入道路

흙막기作業場으로 연결되는 進入道路의 길이는 幹線道路로 부터 작업장까지 거리가 되므로 道路의 補修, 管理費用도 積載費用에 포함하여야 한다.

가) 進入道路 整備

進入路 整備를 위해 일반적으로 사용되는 裝備는 모우터 그레이더와 撒水車이며, 裝備의 費用은 表 5-7과 같다.

〈表 5-7〉 裝備의 費用

장비명(형식)	비용 (원/시간)
모우터 그레이더(16G) (삼날길이 4.8m)	41,250 ~ 44,000
살수차 (8ton)	22,000 ~ 24,750

나) 道路 補修費

일반적으로 進入路의 補修費는 地盤與件에 따라 다르다. 軟弱地盤에는 쇄석과 울석(栗石)등을 깔아야 하며, 지반이 좋은 경우에는 모우터 그레이더로 표면고르기 작업이 가능하다.

다) 덤프운搬 專用道路

덤프운반의 경우에는 덤프專用道路가 필요하다. 이 경우 往復 2車線의 架設道路가 일반적이며 그림 5-11에 그 斷面을 나타내었다.

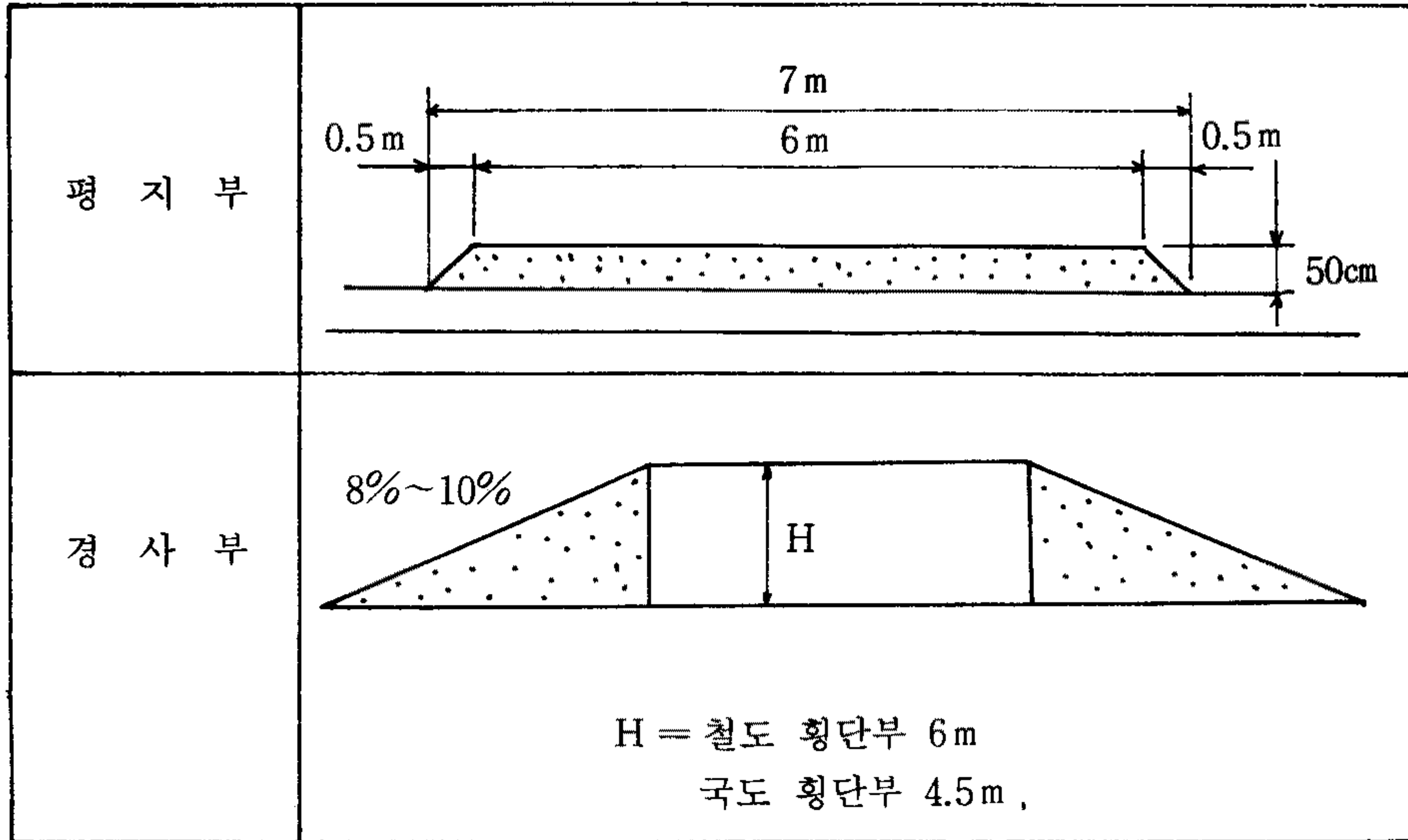


그림 5-11 덤프專用道路의 斷面

이 專用道路의 設置費는 環境等 諸般 與件에 따라 다르지만 平均費用은 다음과 같다.

- ① 평지부 성토비(50cm) 440,000(원 / m)
포장비(20cm) 110,000(원 / m)
- ② 횡단 고가부 스펠 10m 825,000 ~ 1,650,000(원 / m)
스펠 20m 1,100,000 ~ 2,200,000(원 / m)

橫斷 고가부는 地耐力에 따라 말뚝의 길이, 本數가 다르게 되며 이에 따른 費用도 크게 변화한다.

5. 3. Belt-Conveyor에 의한 方法

5. 3. 1 벨트컨베이어의 概要

컨베이어는 石炭, 鑛石, 시멘트, 곡물, 석회석, 土砂등과 상자, 포대등의 포장물을 연속적으로 운반하는 기계장치이다. 일반적으로 Belt Conveyor에 의한 운반은 작업의 안전성은 물론 운반속도와 량을 증가시키고 作業能率을 높혀 매우 經濟的이다.

산업이 大量生産方式으로 轉換함에 따라 鑛業, 鐵鋼, 가스, 시멘트, 化學工業 등의 原料, 반제품, 제품의 運搬工程은 거의 컨베이어에 의해 이루어지고 있다.

本稿에서 다룰 벨트 컨베이어는 컨베이어중 가장 널리 사용되고 있는 運搬裝備로서 그 構造와 사용목적에 따라 종류가 매우 다양하다.

벨트 컨베이어는 水平運搬, 傾斜運搬, 垂直運搬用으로 널리 사용되고 제조공장에서의 연계작업시 작업대, 공장내 하역운반기계 또는 기계부품과 상자와 같은 포장물의 운반등 여러가지 용도로 사용되고 있지만 특히 石灰石, 鑛石, 石礫 등을 대량으로 동일 路線上을 운반할 때 가장 큰 經濟的효과를 발휘하는 運搬機械이다.

한편 移動 벨트 컨베이어는 소규모나 단기간의 공사, 중장비의 可動이 어려운 장소에서의 공사, 建築工事, 토석운반공사, 쇄석장, 아스팔트의 각 플랜트, 大工事의 補助的運搬과 콘크리트의 運搬 등에 폭넓게 이용되고 있다.

1. 벨트 컨베이어의 特徵

일반적인 특징으로 다음과 같은 점을 들 수 있다.

- 1) 土砂,鑛石 등의 大量 또는 長距離 運搬時 가장 經濟的이다.
- 2) 構造가 간단하여 設備가 용이하다. 운전에 대한 신뢰도가 높으며 補修點檢이 용이하다.

- 3) 싣기와 부리기 작업이 쉽고 차량운반에 의한 裝備組合 또는 設備施設 등이 불필요하다.
- 4) 傾斜에 따른 制限을 받지만 흙이나 骨材의 운반에 대해서는 粒度에 따라 30°정도까지 가능하다.
- 5) 河川과 溪谷을 지나는 경우 간단한 다리로 통과시키고 터널을 필요로 하는 경우에도 일반운반로의 1/3 정도 단면으로 충분하다.
- 6) 機動性이 적고 무거운 재료나 긴 물건의 운반에는 적합하지 않다.

그림 5-12와 表 5-8은 컨베이어의 構造와 種類를 나타낸 것이다.

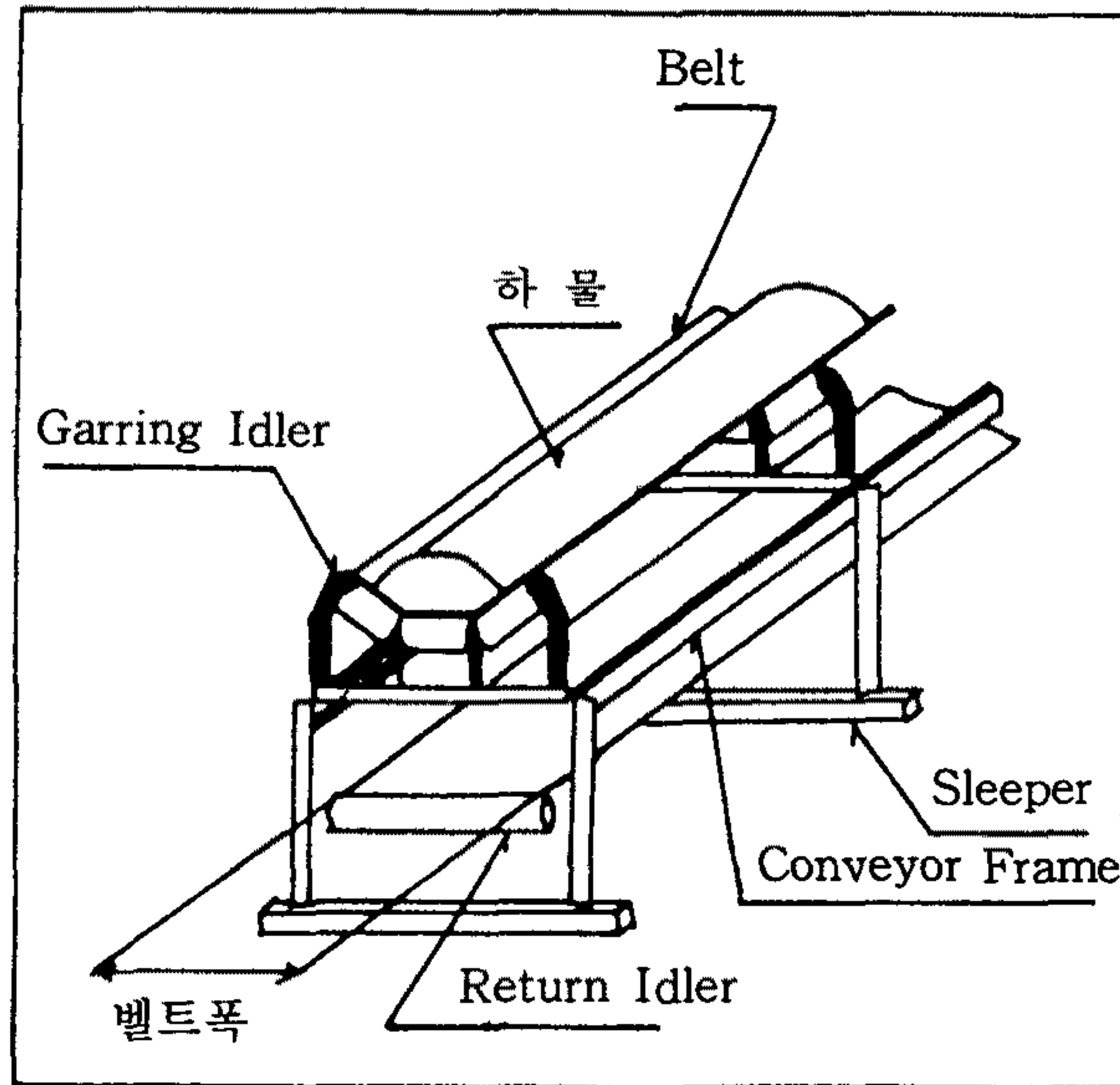


그림 5-12 컨베이어의 構造

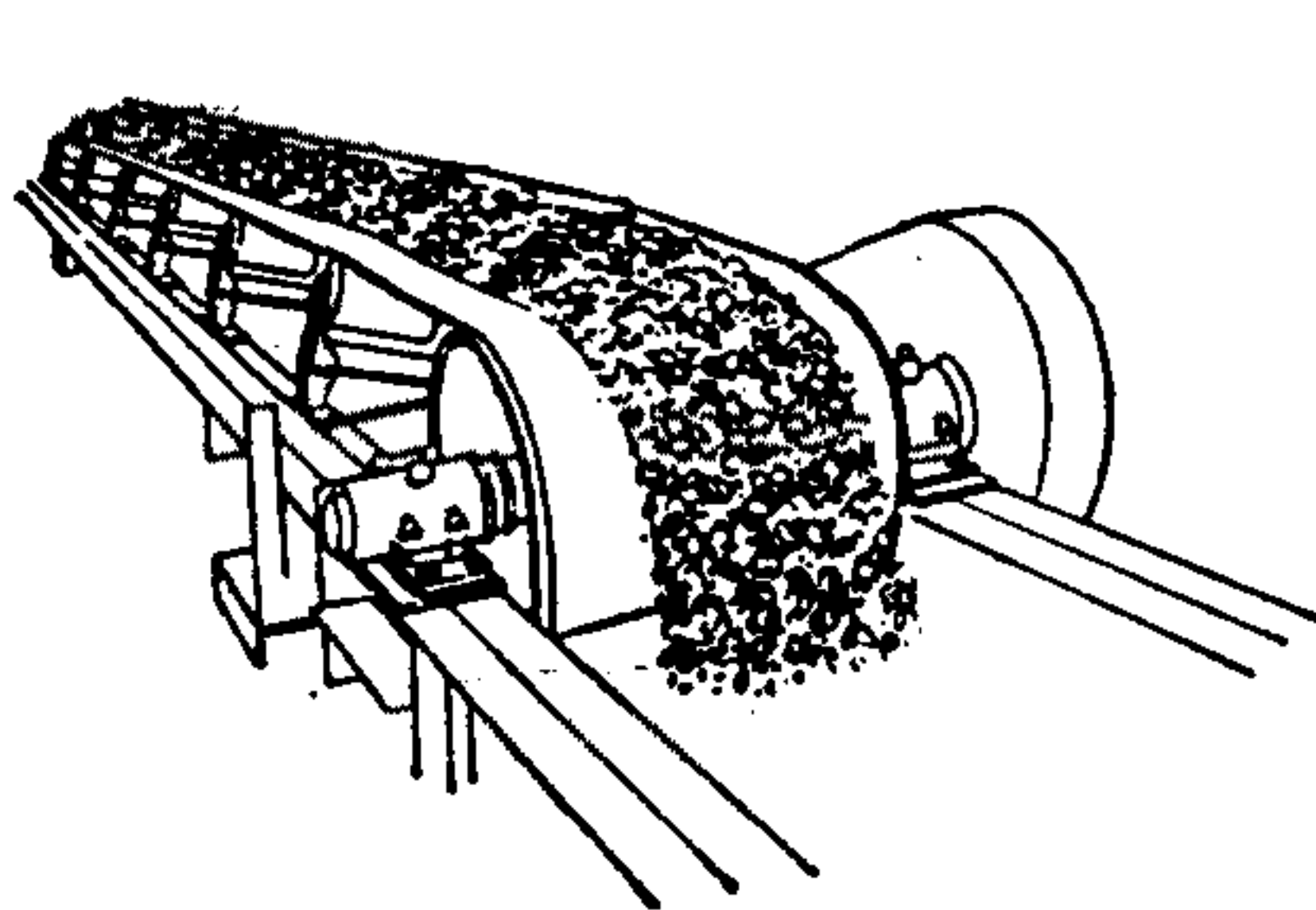
<表 5-8> 컨베이어의 種類

各 稱	種 類
1. 벨트 컨베이어 (Belt conveyer)	고무 벨트 컨베이어 강철 벨트 컨베이어 철망 벨트 컨베이어

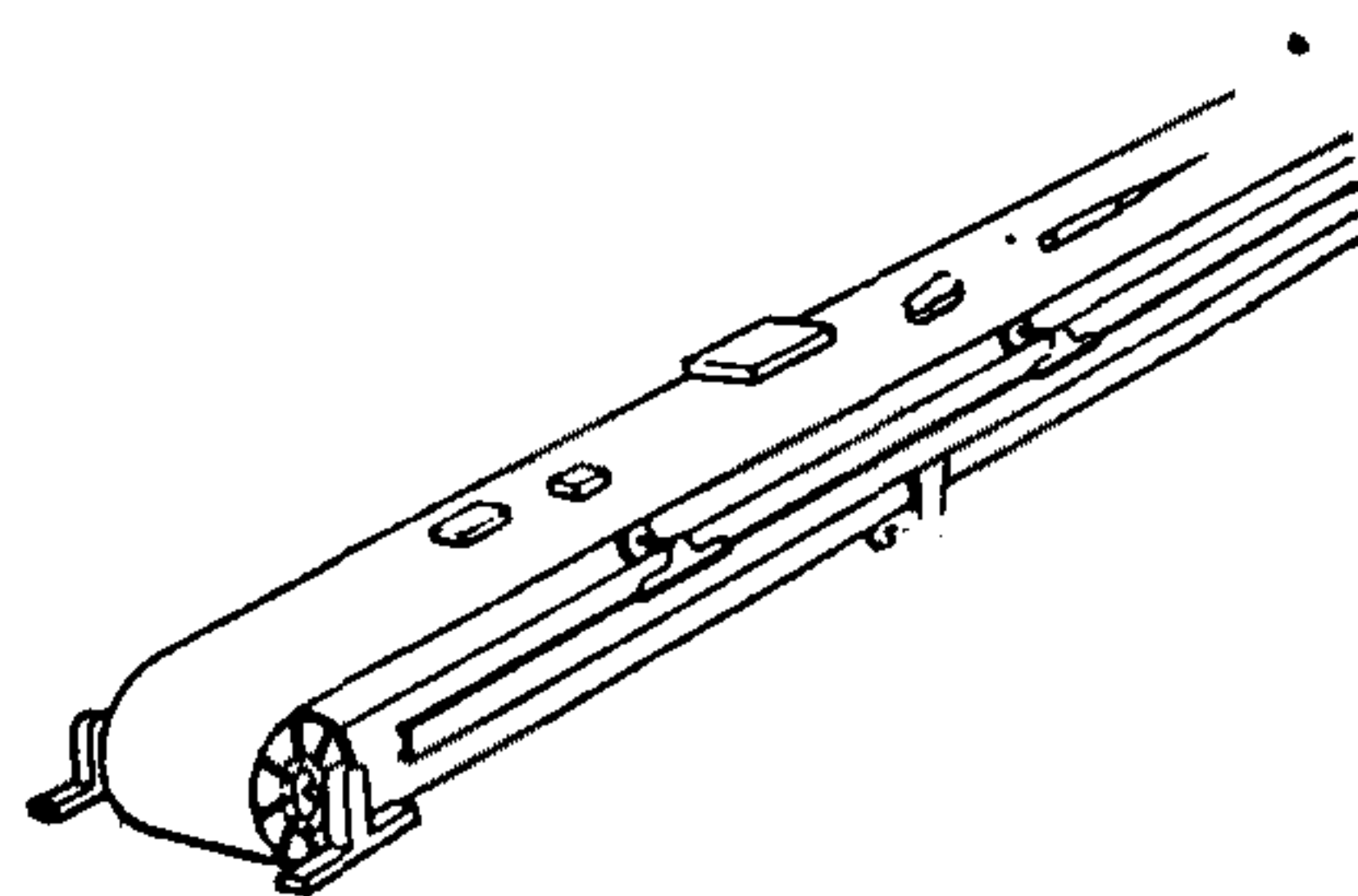
2. 체인 컨베이어 (Chain conveyor)	스래트 컨베이어 에프론 컨베이어 팬 컨베이어 피보트 버킷 컨베이어 트롤리 컨베이어 토우 컨베이어 프랫 톱 컨베이어 드래 체인 컨베이어 스크레이퍼 컨베이어 철망 체인 컨베이어
3. 로울러 컨베이어 (roller conveyor)	普通 로울러 컨베이어 驅動式 로울러 컨베이어 휠 컨베이어
4. 나사 컨베이어 (screw conveyor)	보통 나사 컨베이어 커트 플라이트 나사 컨베이어 리본 나사 컨베이어 파들 나사 컨베이어
5. 연속흐름 컨베이어 (continuous flow conveyor)	연속 흐름 컨베이어
6. 振動 컨베이어 (vibration conveyor)	機械式 진동 컨베이어 電氣式 컨베이어
7. 流體 컨베이어 (fluid conveyor)	空氣 컨베이어 水力 컨베이어
8. 엘리베이터 (elevator)	버킷 컨베이어 암 컨베이어 트레이 컨베이어

表 5-9, 表 5-10, 表 5-11은 Belt-Conveyor 운반물의 종류에 따른 單位重量, 最大運搬 傾斜角度, 運搬物의 最大크기와 最大 벨트 幅을 나타낸 것이다.

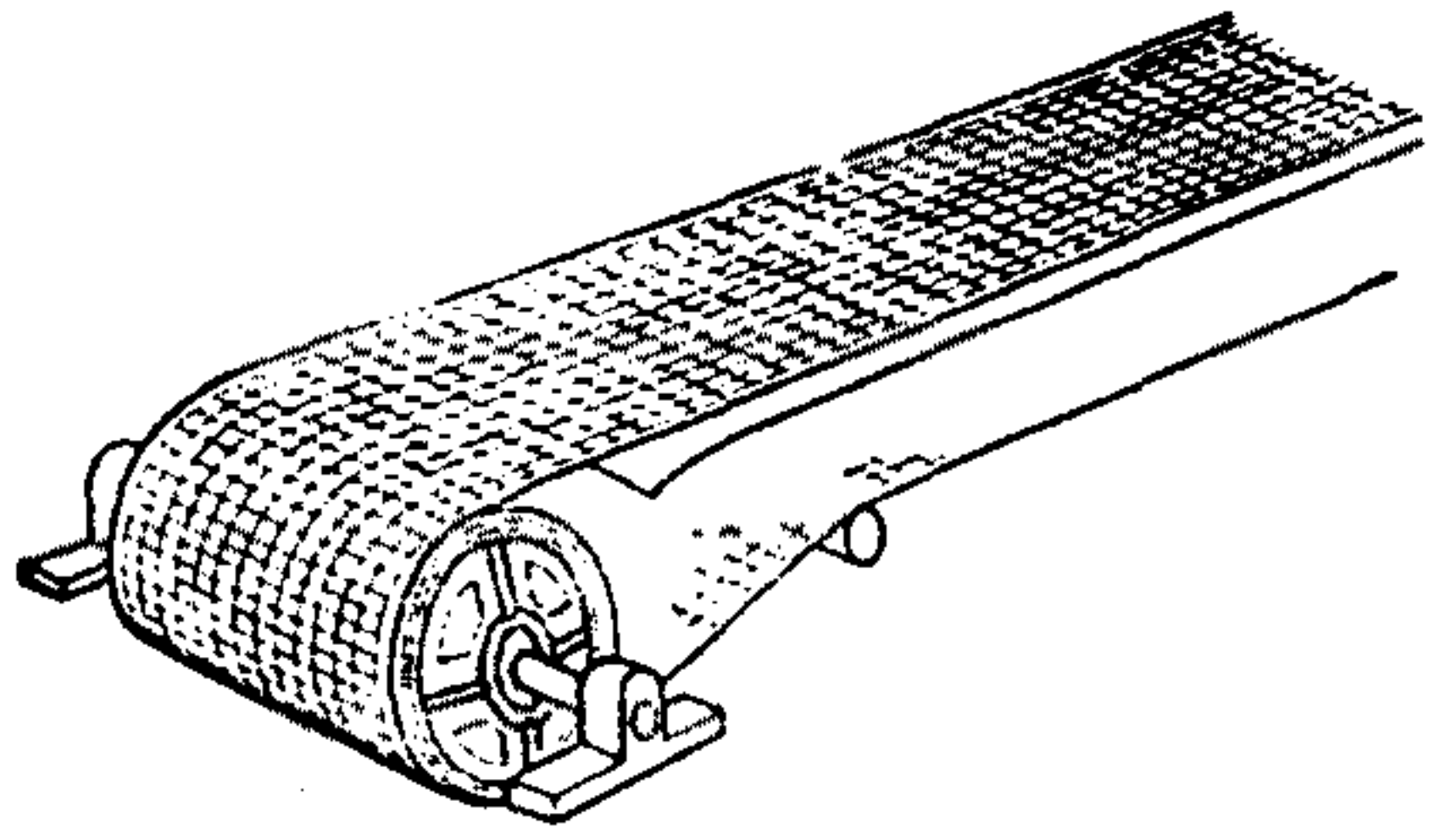
1. 벨트 컨베이어



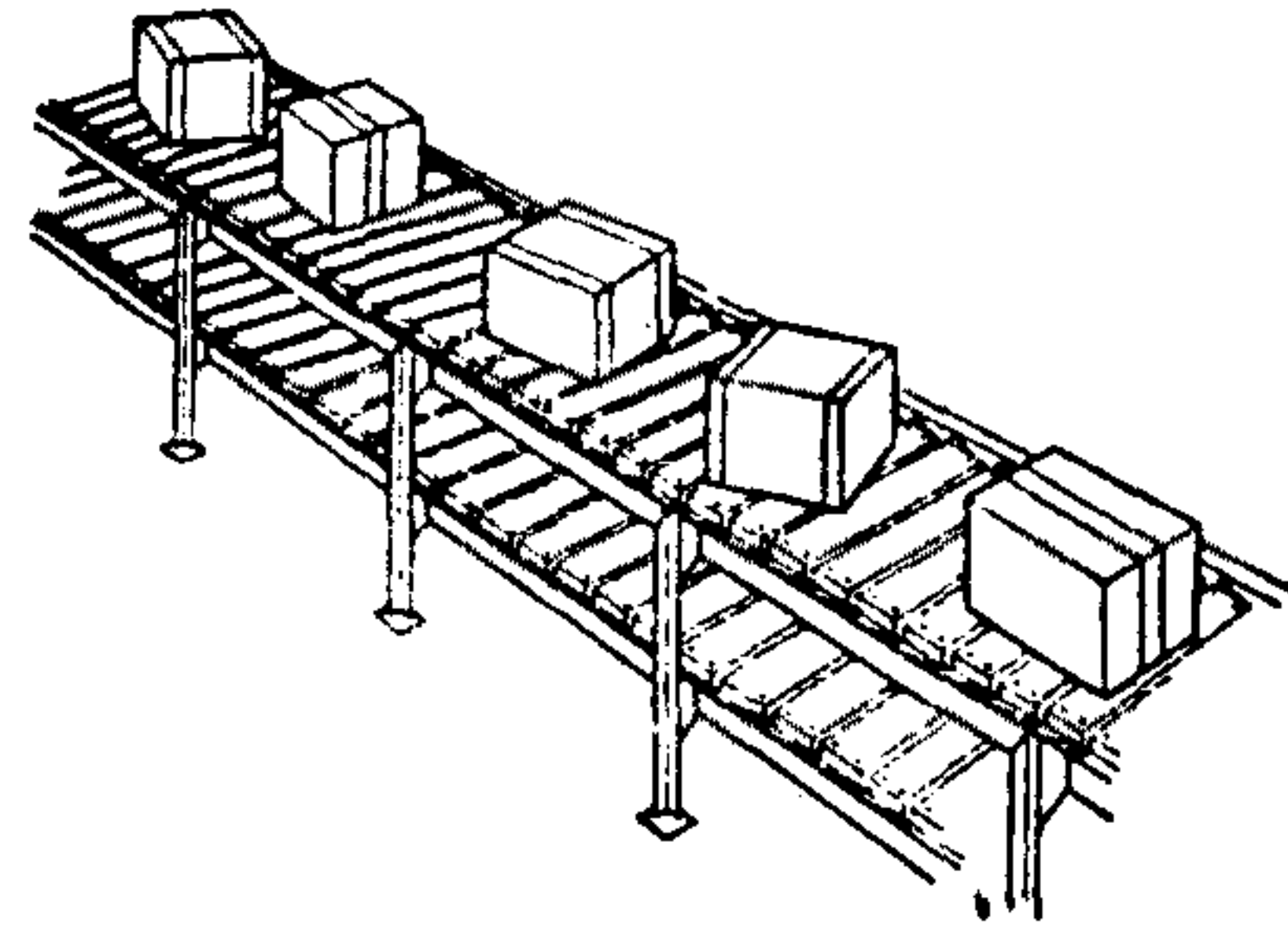
고무벨트 컨베이어



강철 벨트 컨베이어

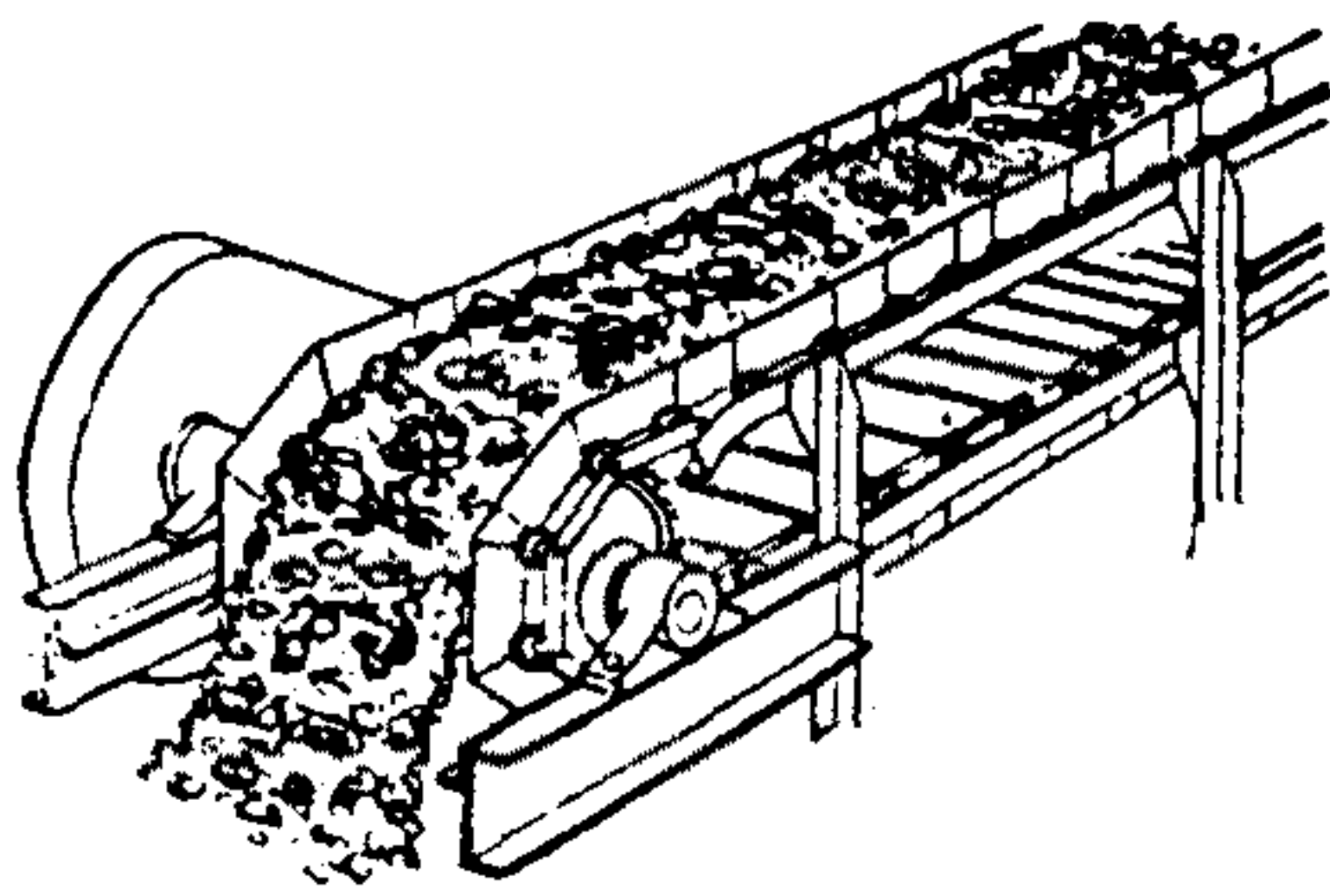


철망 벨트 컨베이어

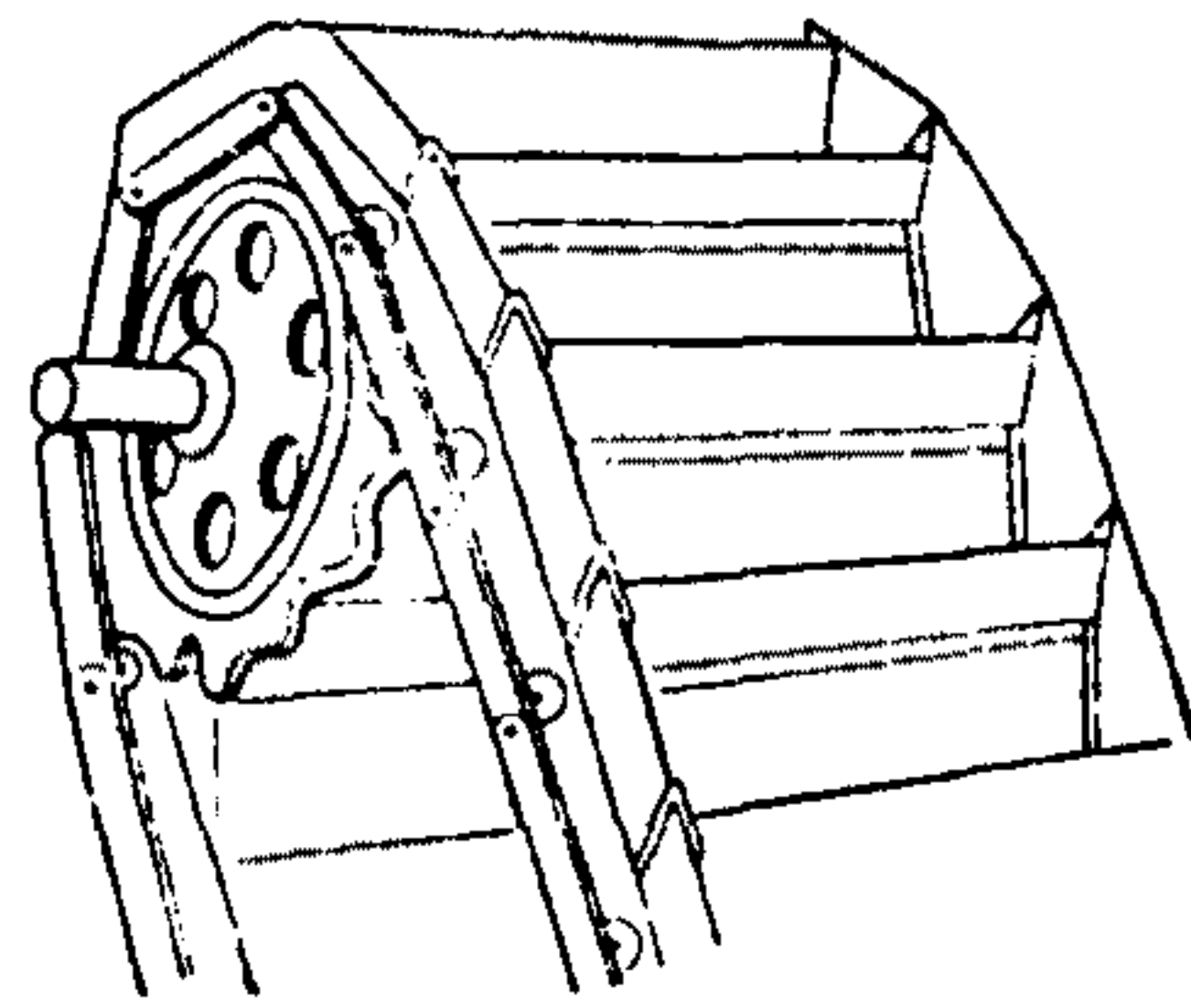


슬레이트 벨트 컨베이어

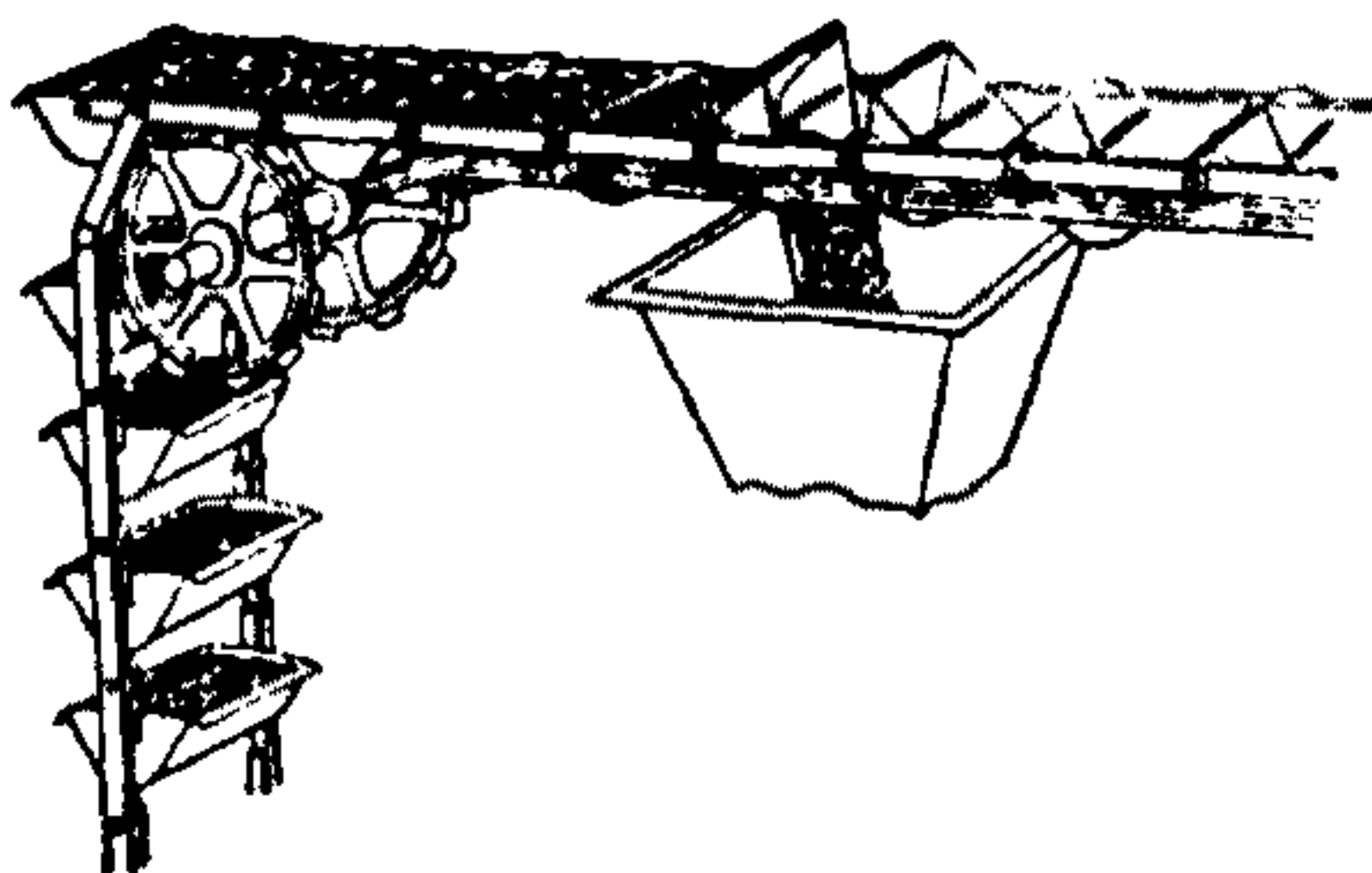
2. 체인 컨베이어



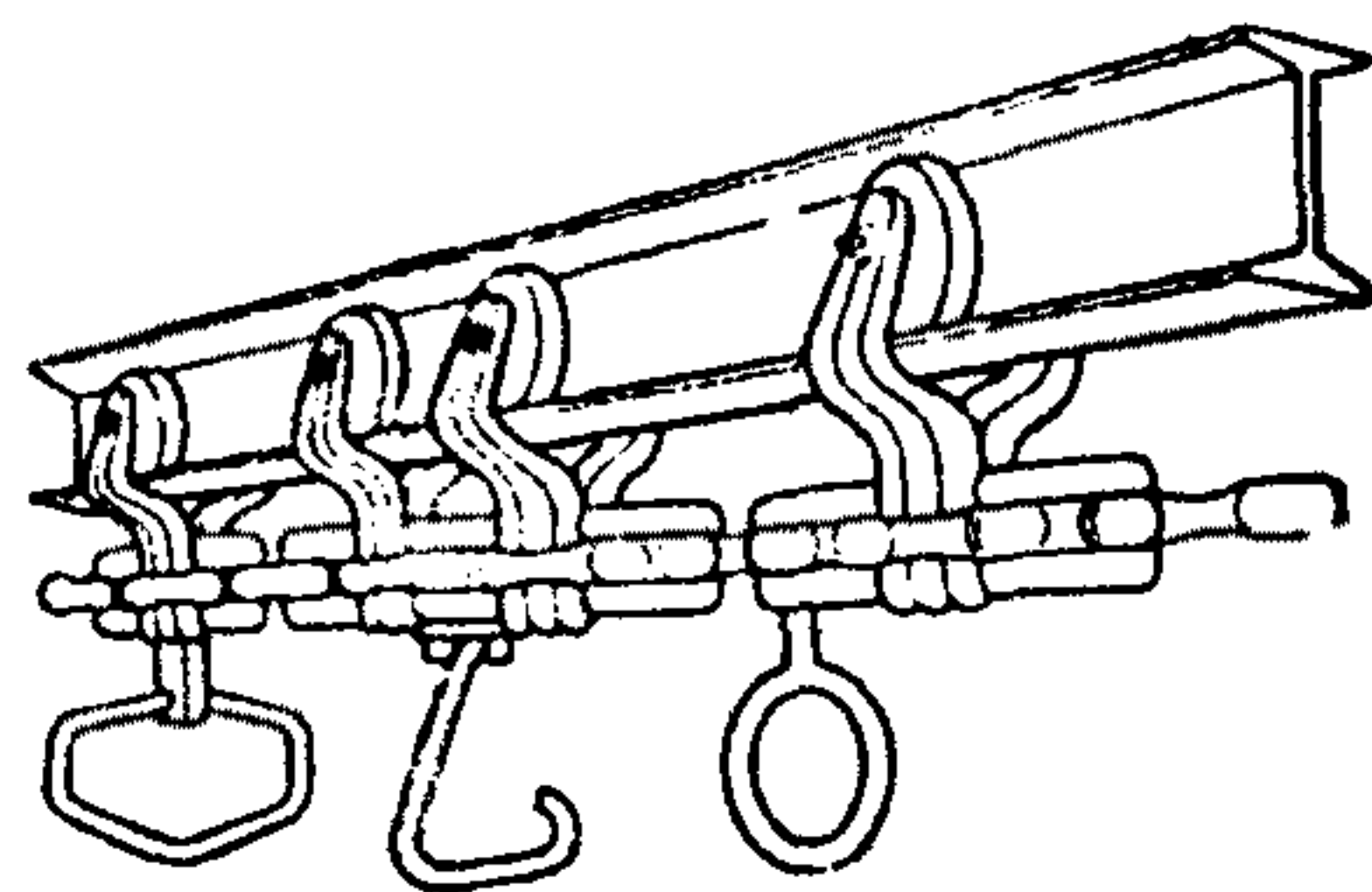
에프론 컨베이어



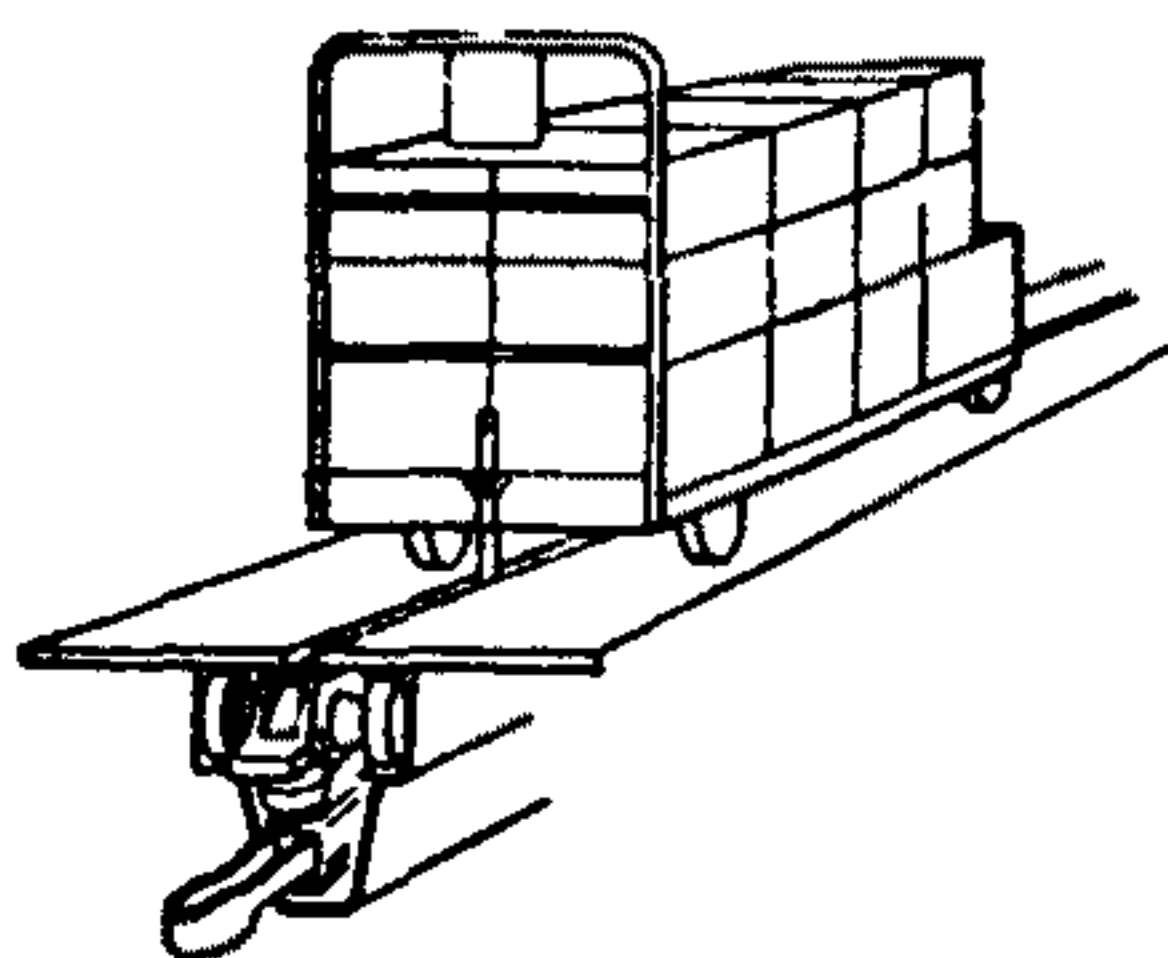
팬 컨베이어



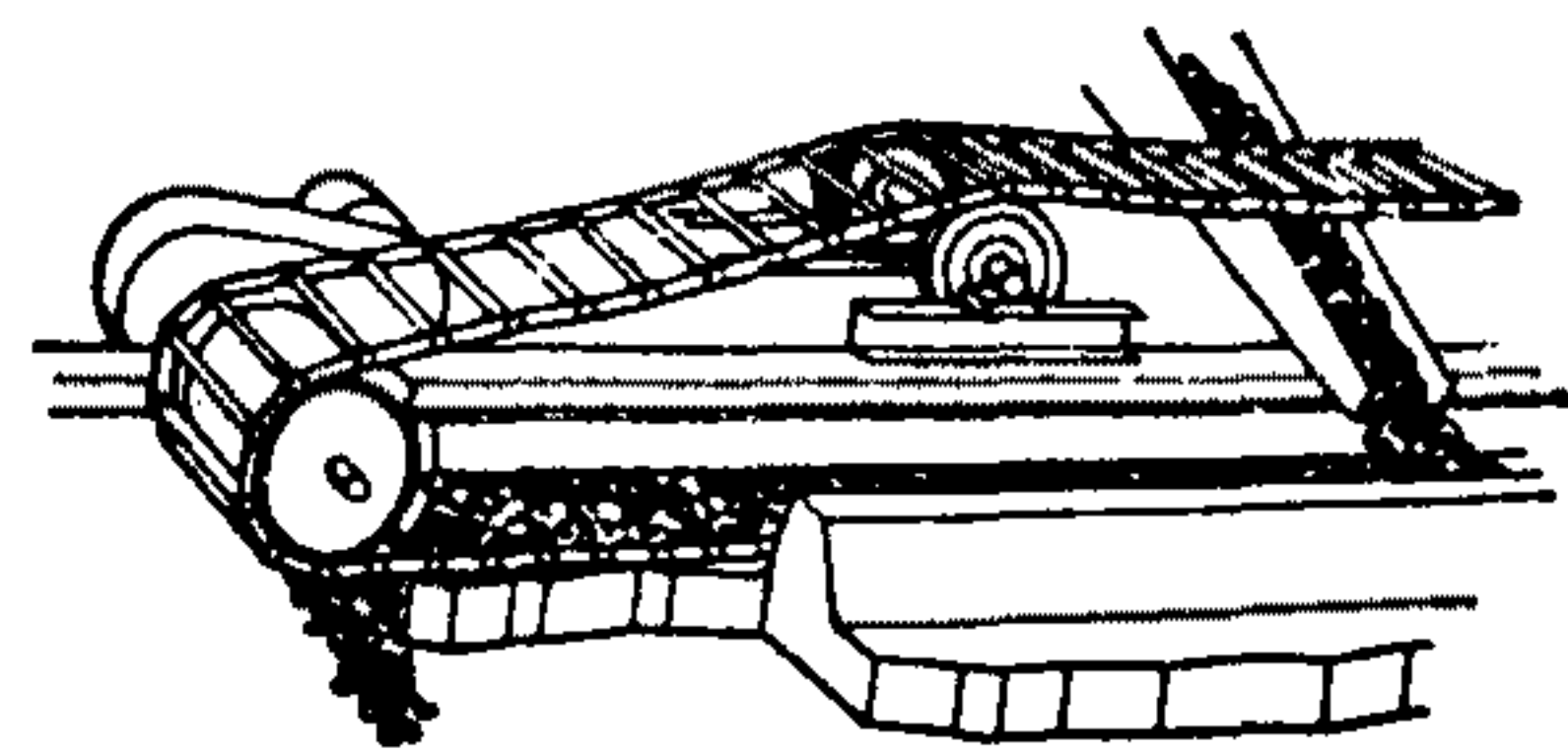
피보트 버킷 컨베이어



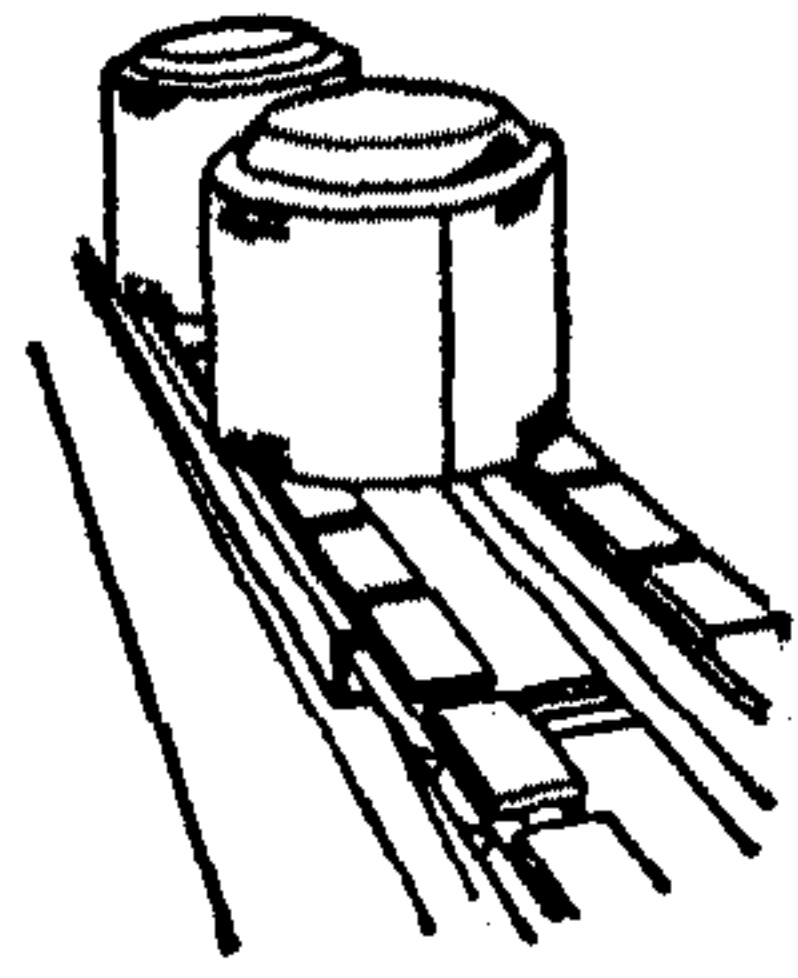
트롤리 컨베이어



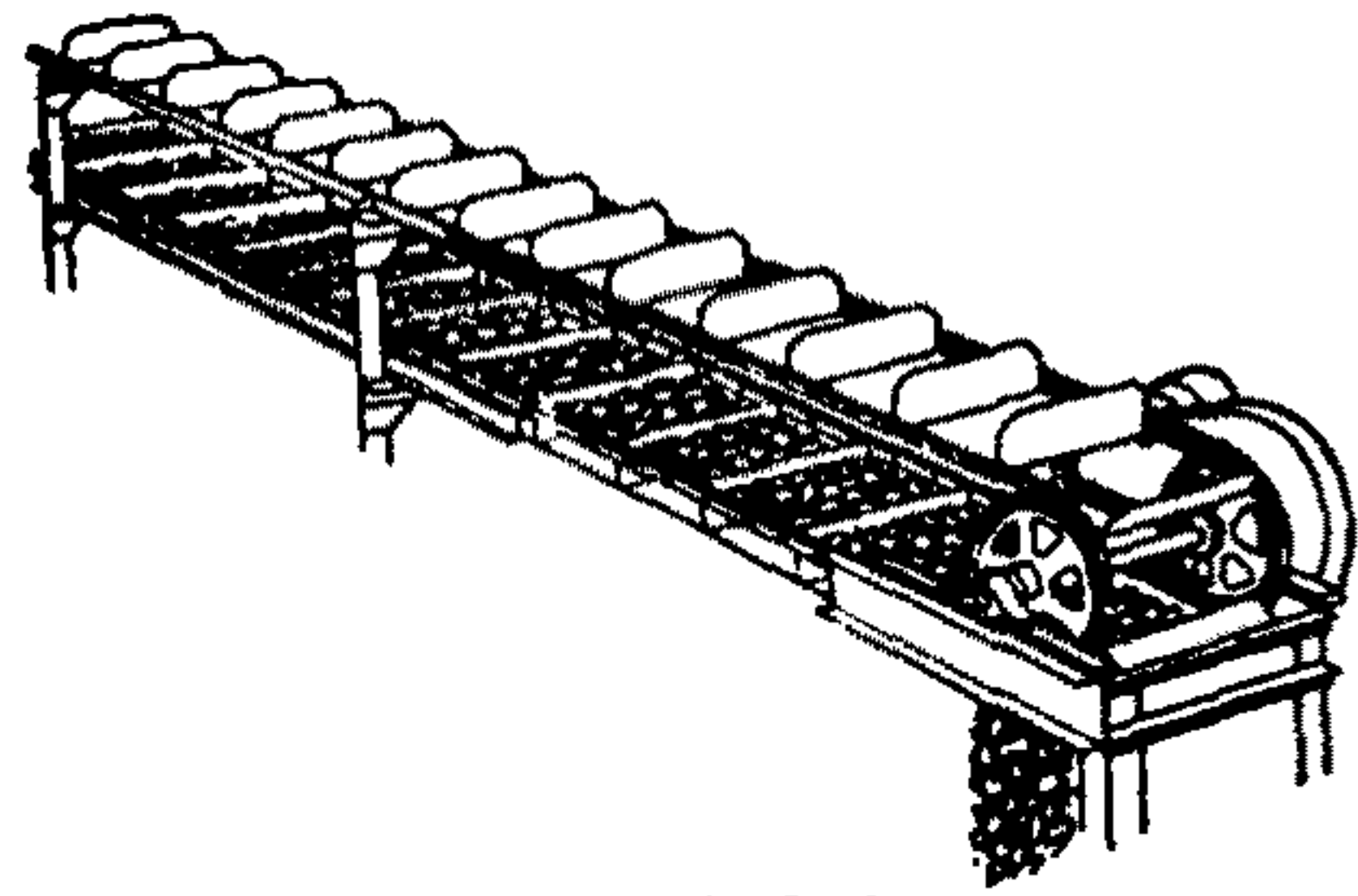
토우 컨베이어



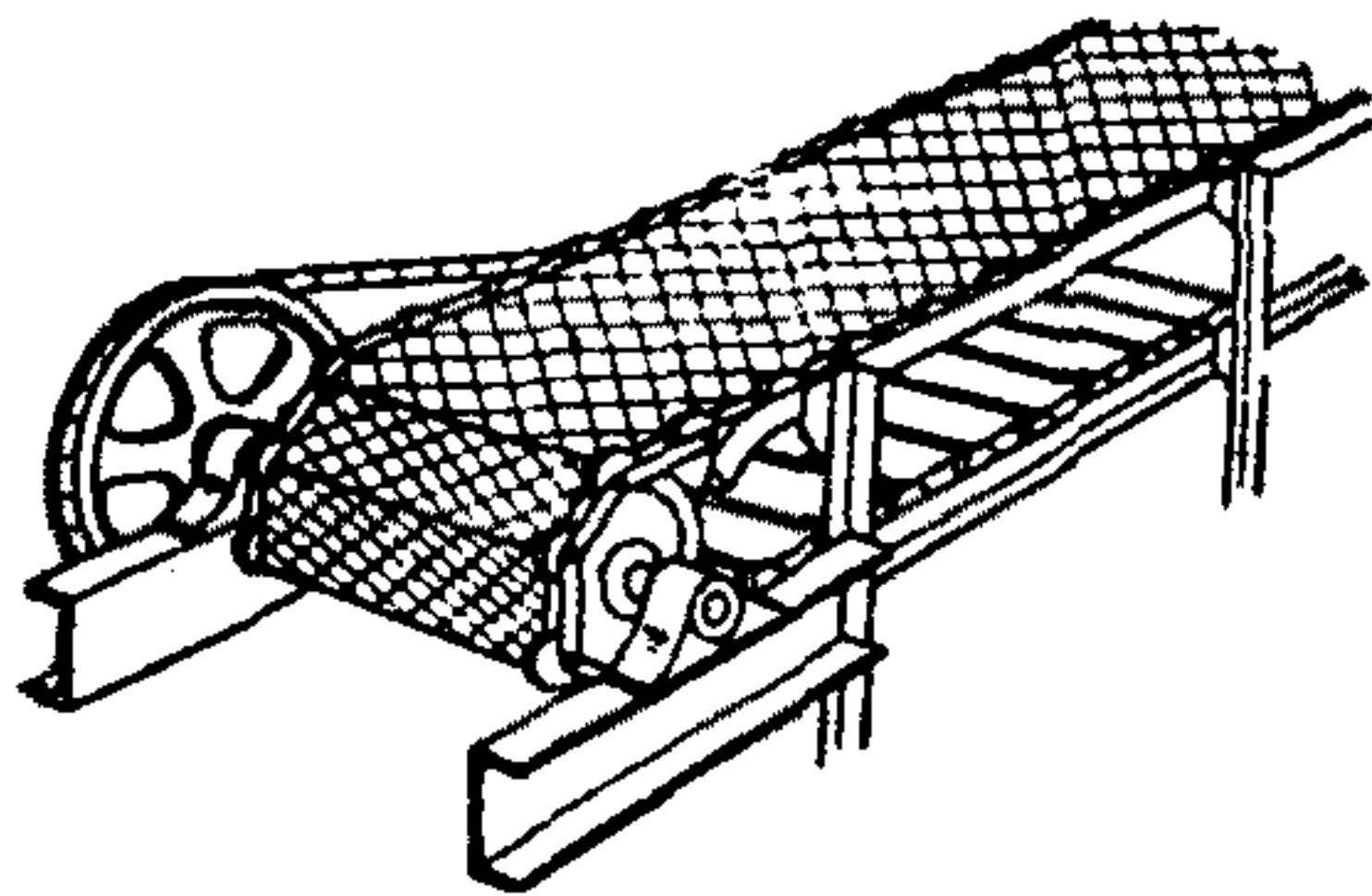
드래그 체인 컨베이어



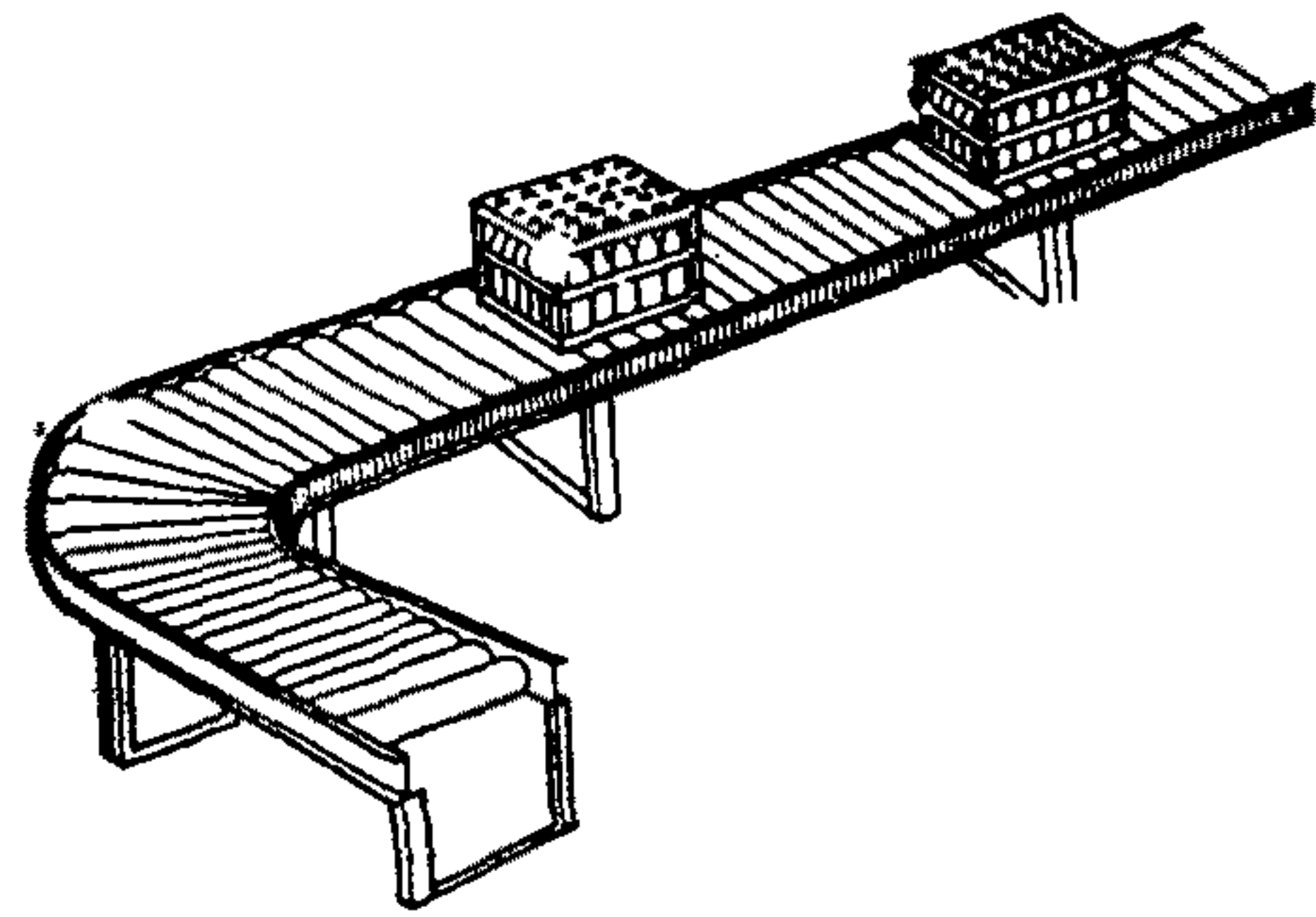
플랫 톱 컨베이어



스크레이퍼 컨베이어

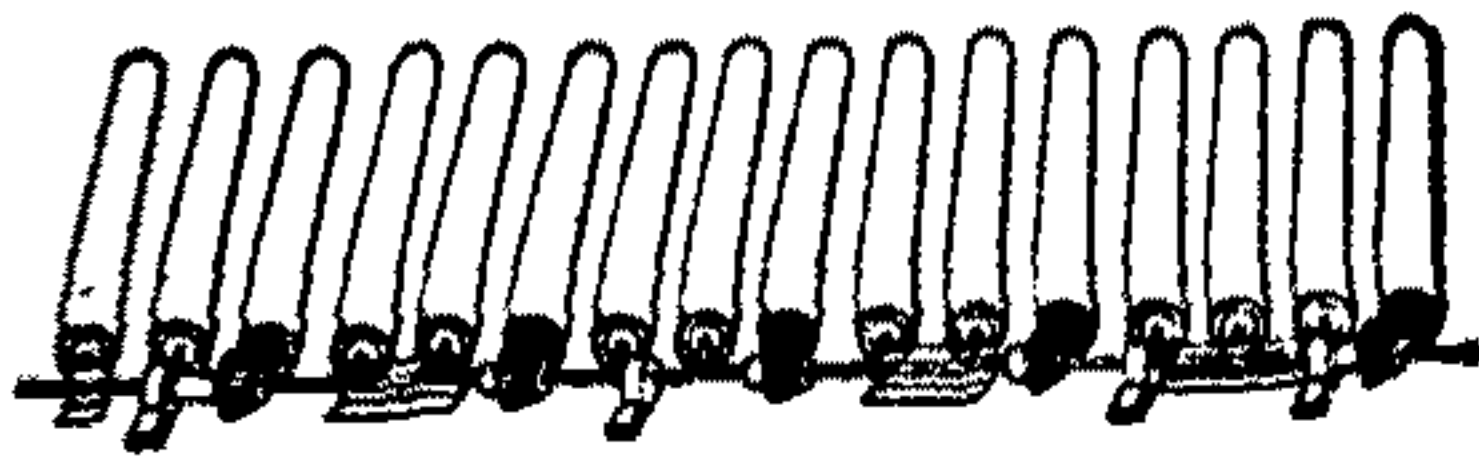


철망 체인 컨베이어



보통 로울러 컨베이어

3. 로울러 컨베이어

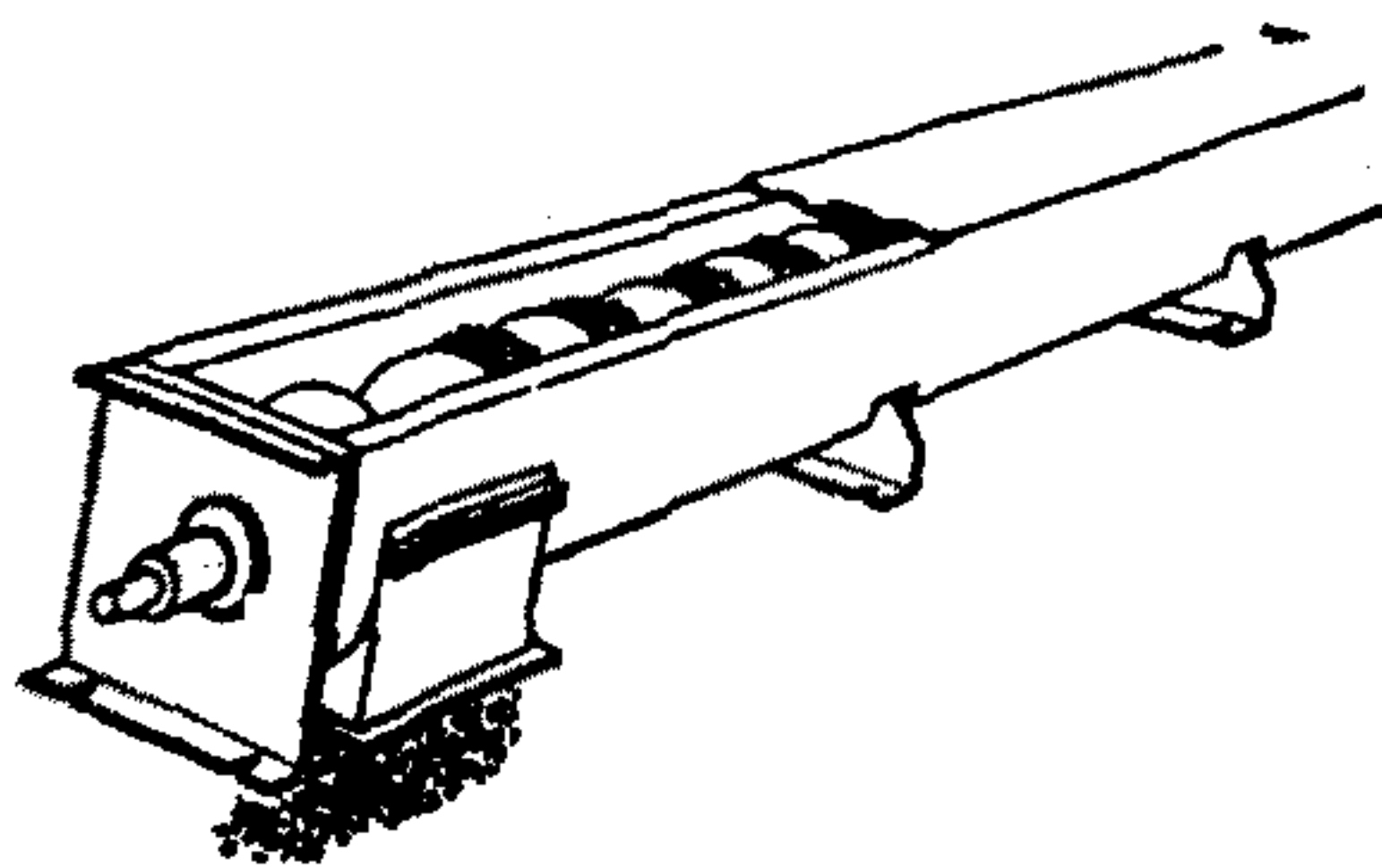


구동식 로울러 컨베이어



휠 컨베이어

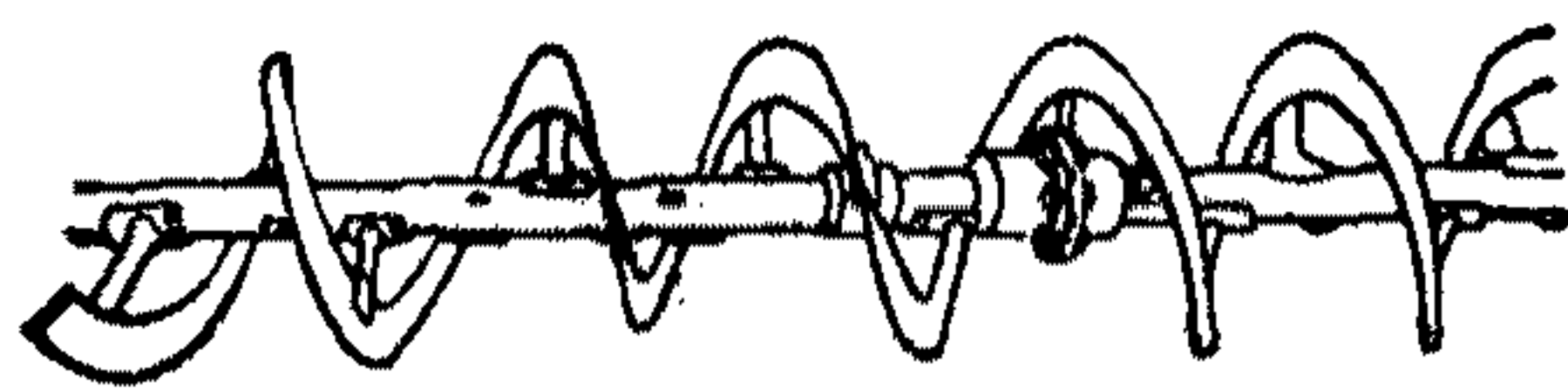
4. 나사 컨베이어



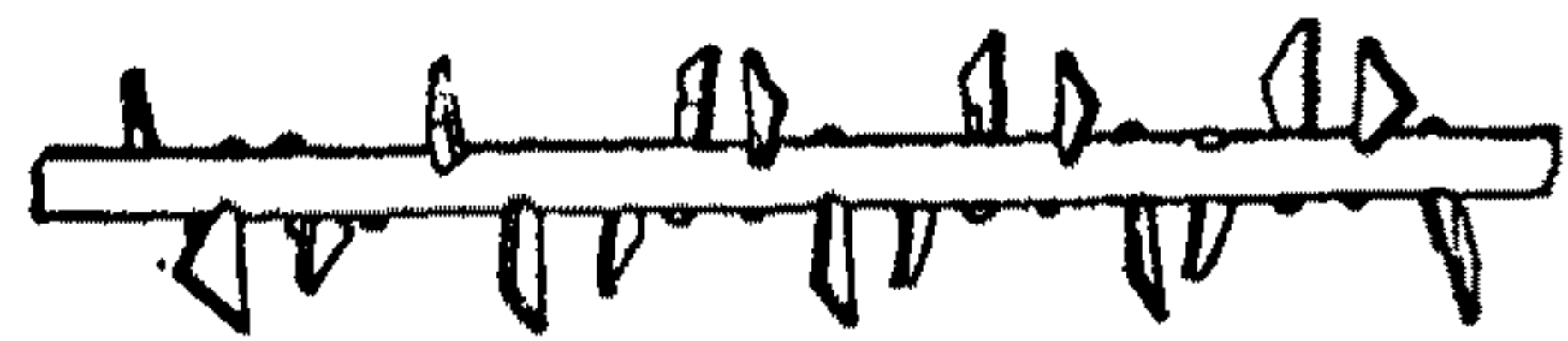
보통 나사 컨베이어



컷트 플라이트 나사 컨베이어

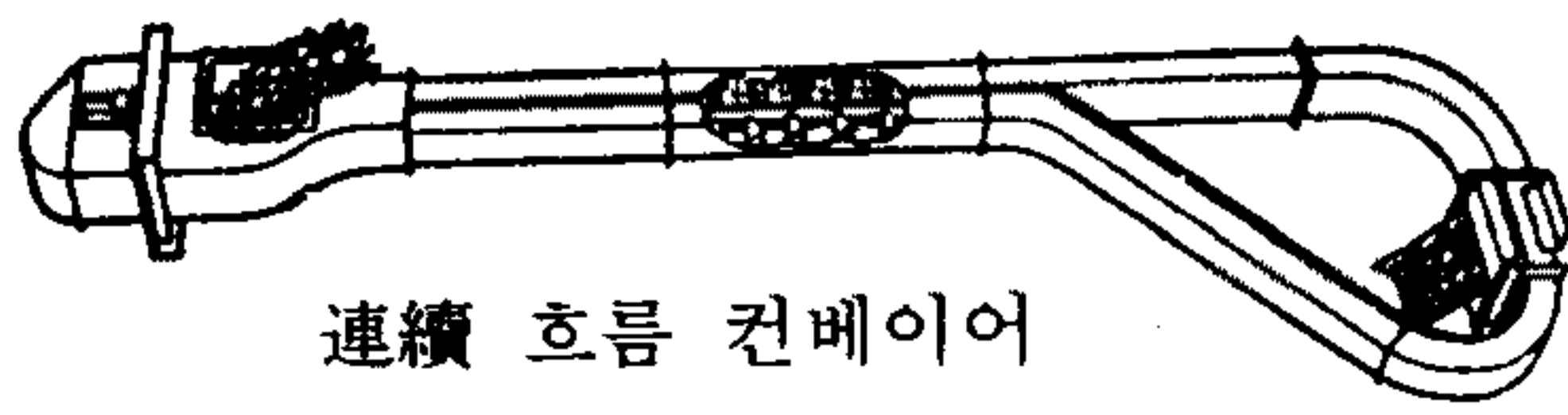


리본 나사 컨베이어



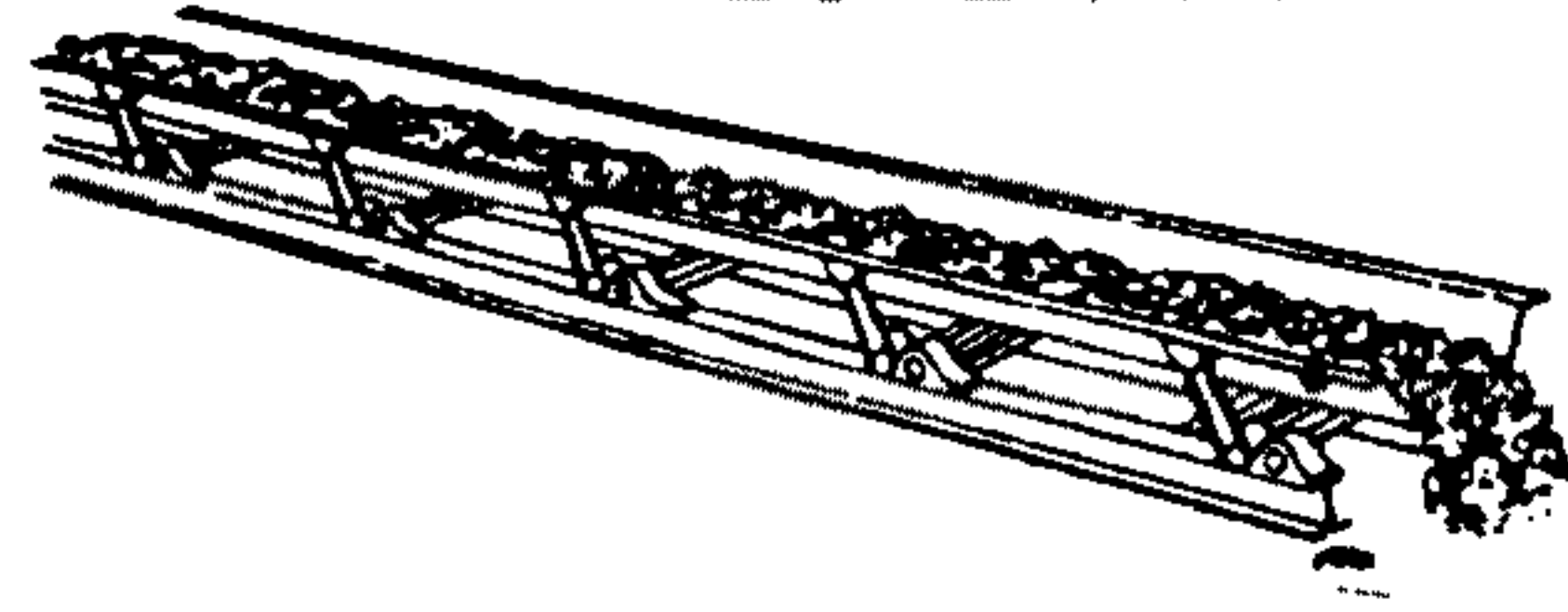
파들 나사 컨베이어

5. 연속 흐름 컨베이어

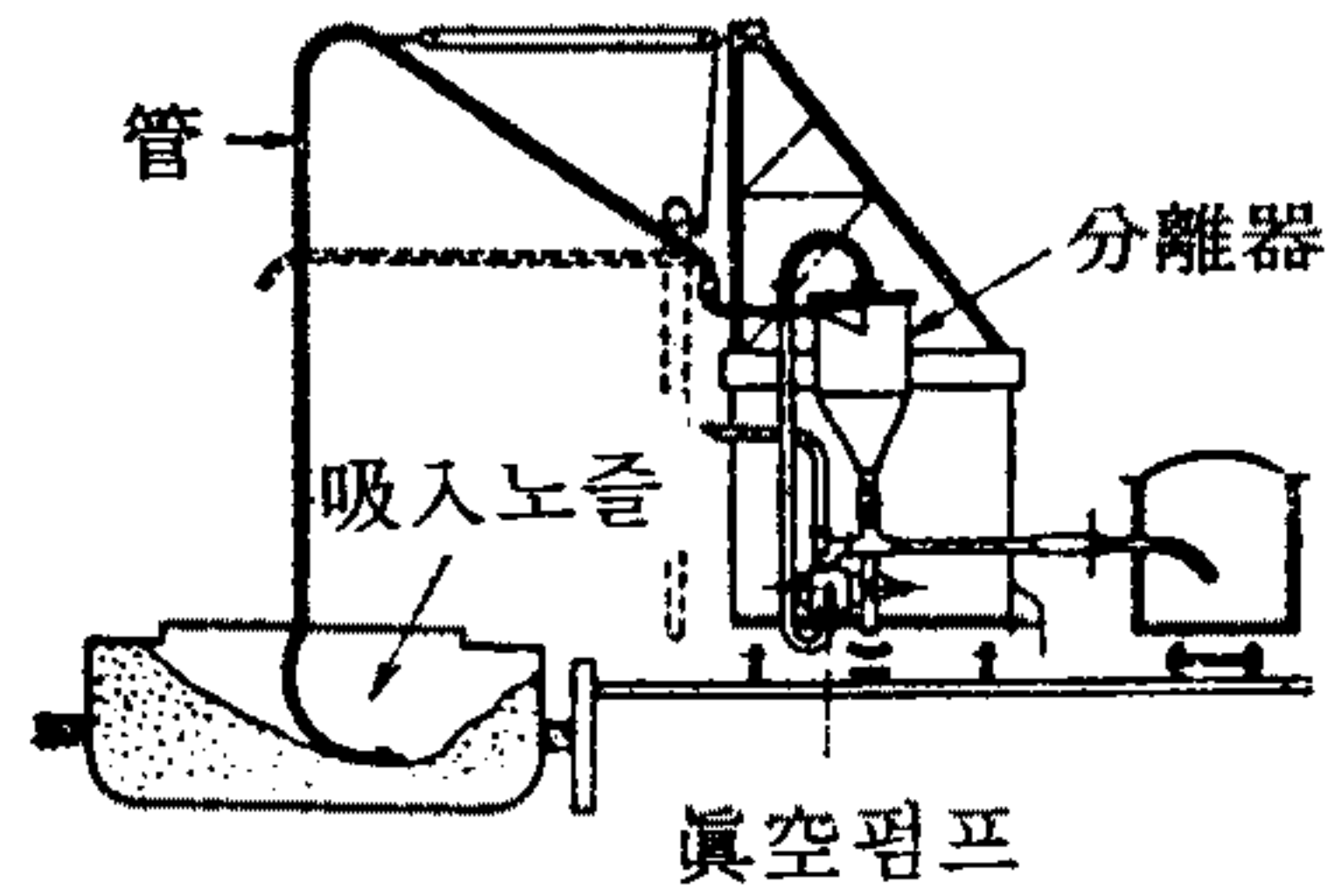


連續 흐름 컨베이어

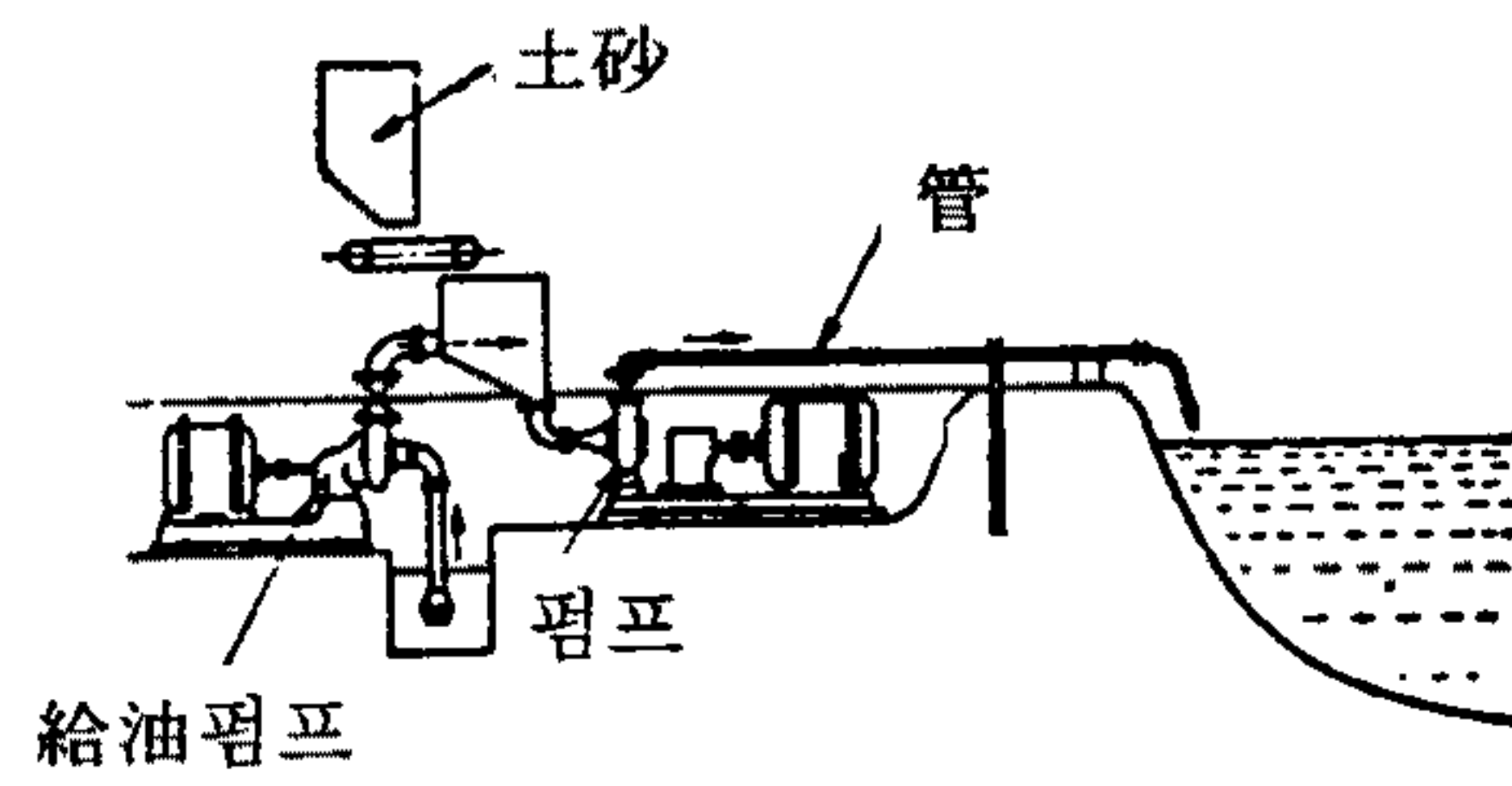
6. 진동 컨베이어



7. 유체 컨베이어

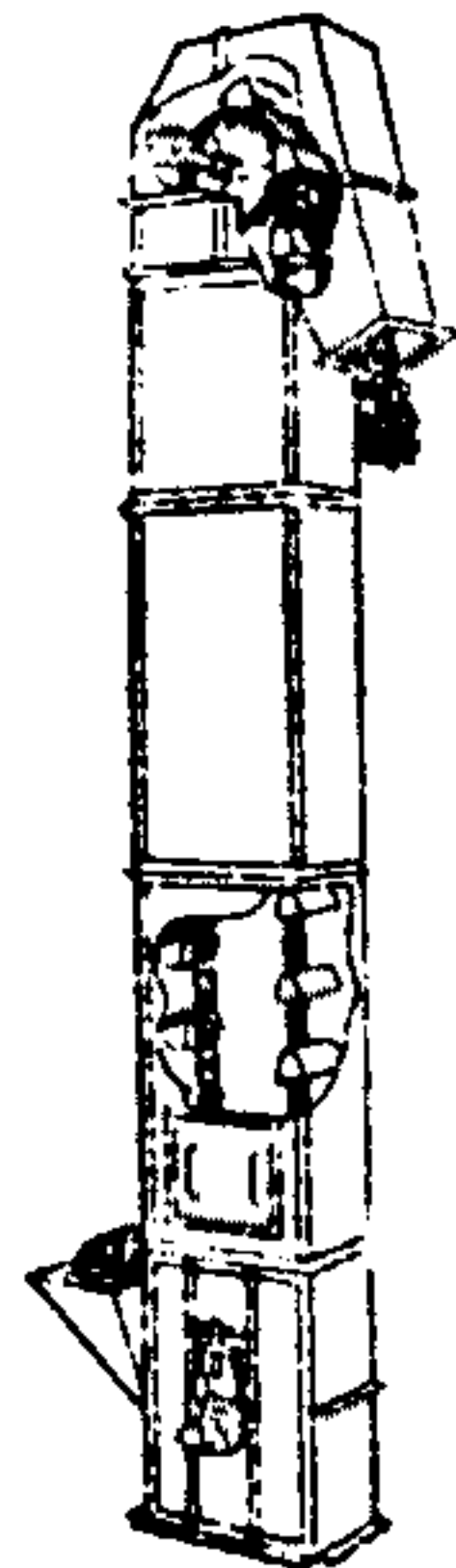


振動 컨베이어

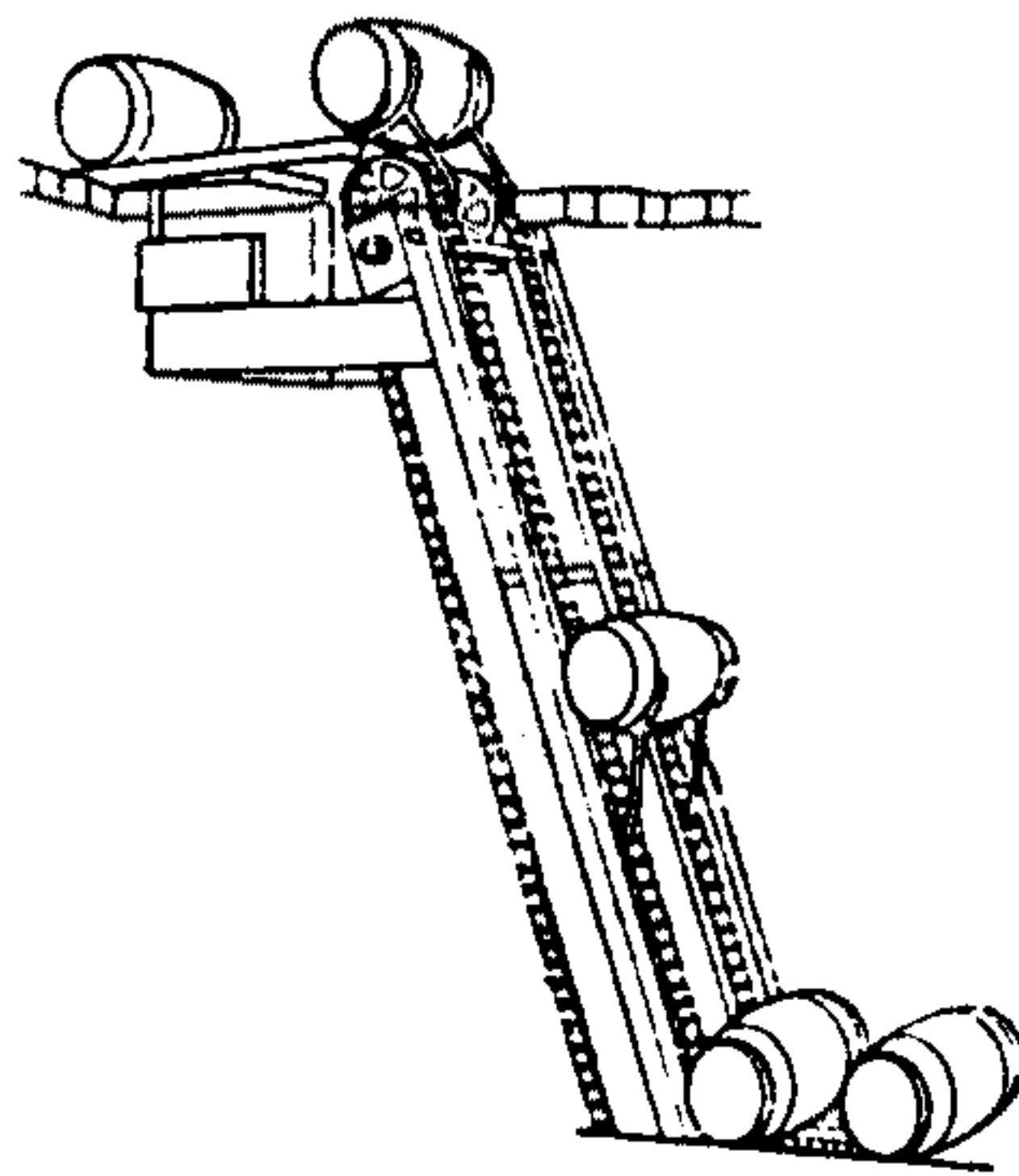


水力 컨베이어

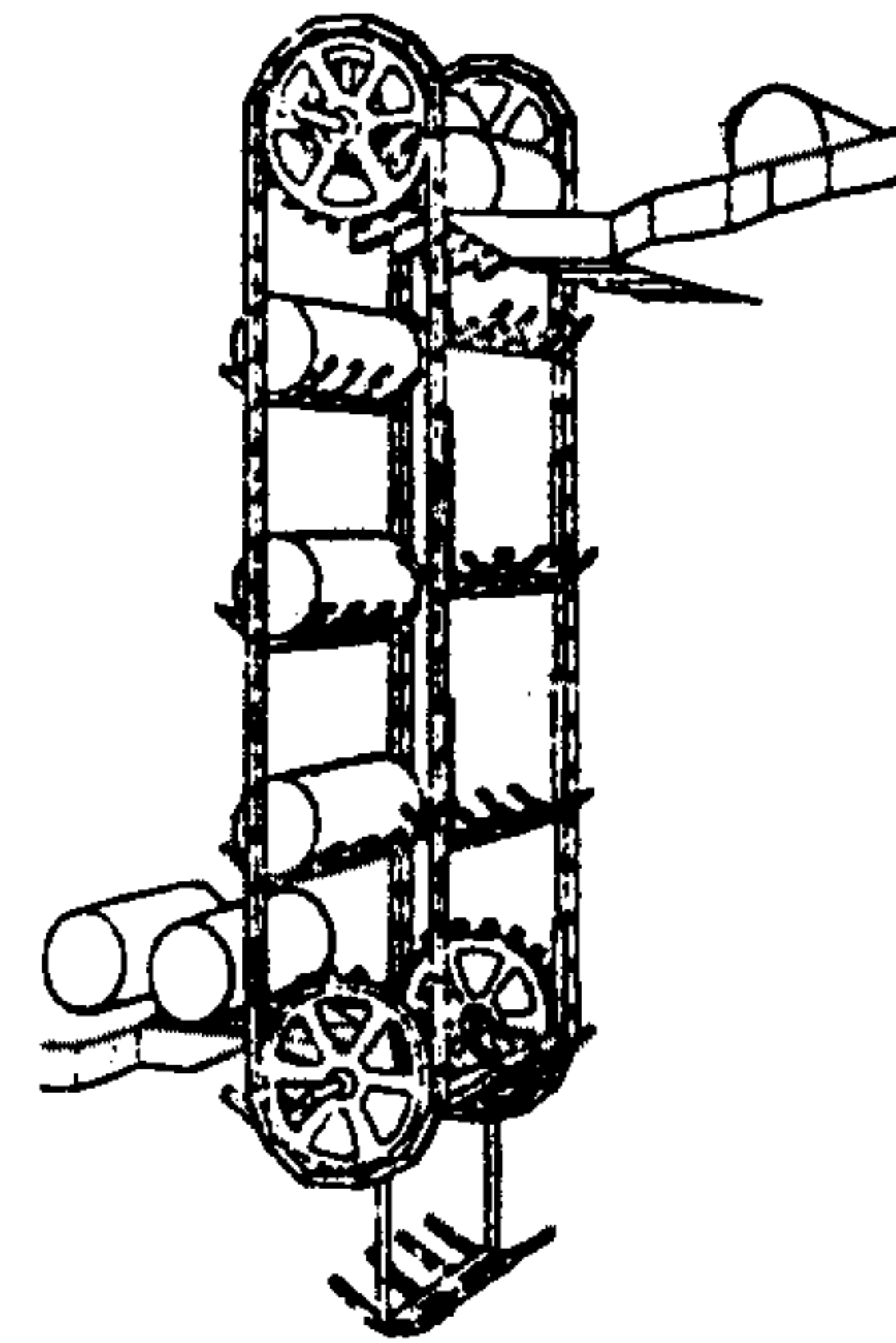
8. 엘리베이터



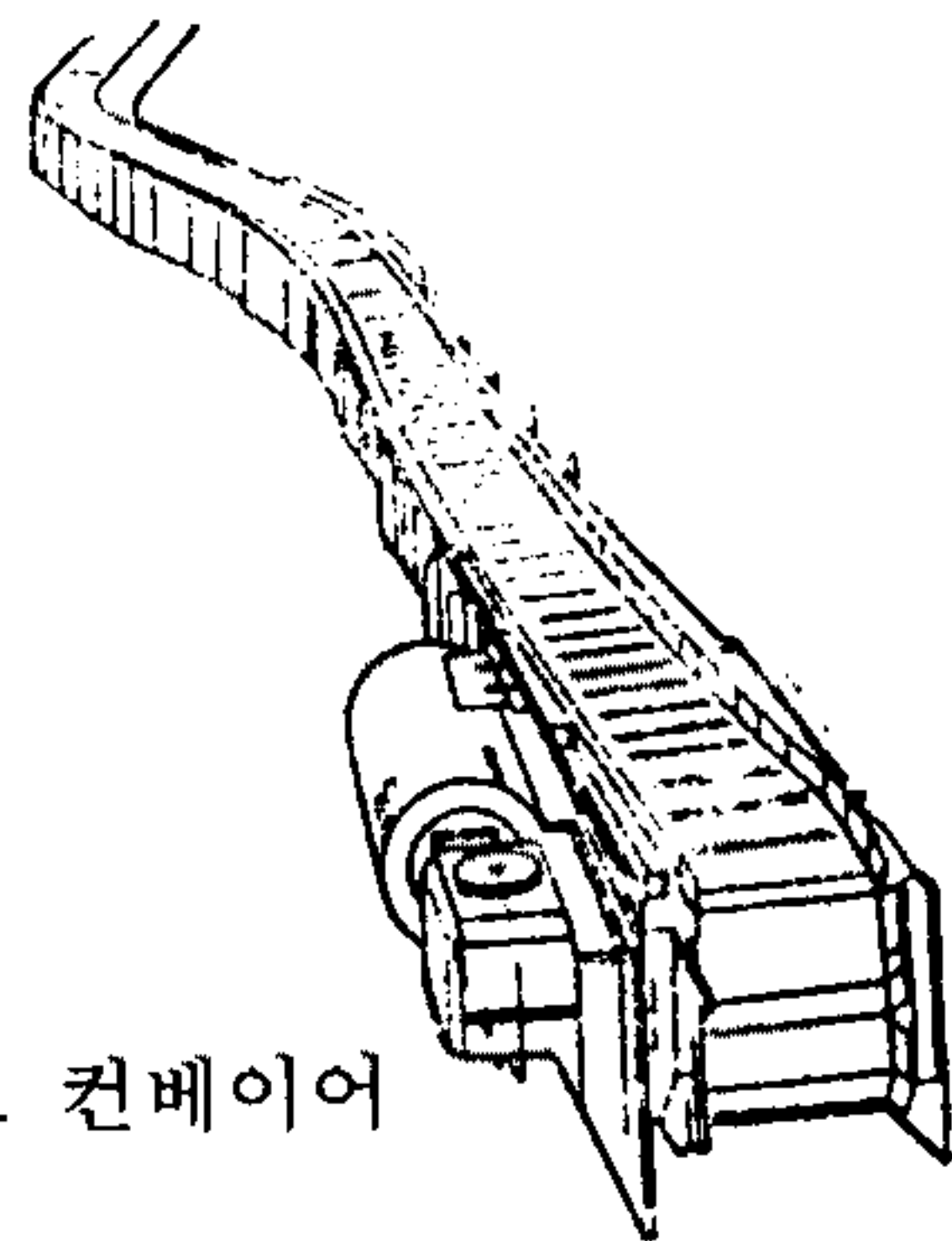
버킷 엘리베이터



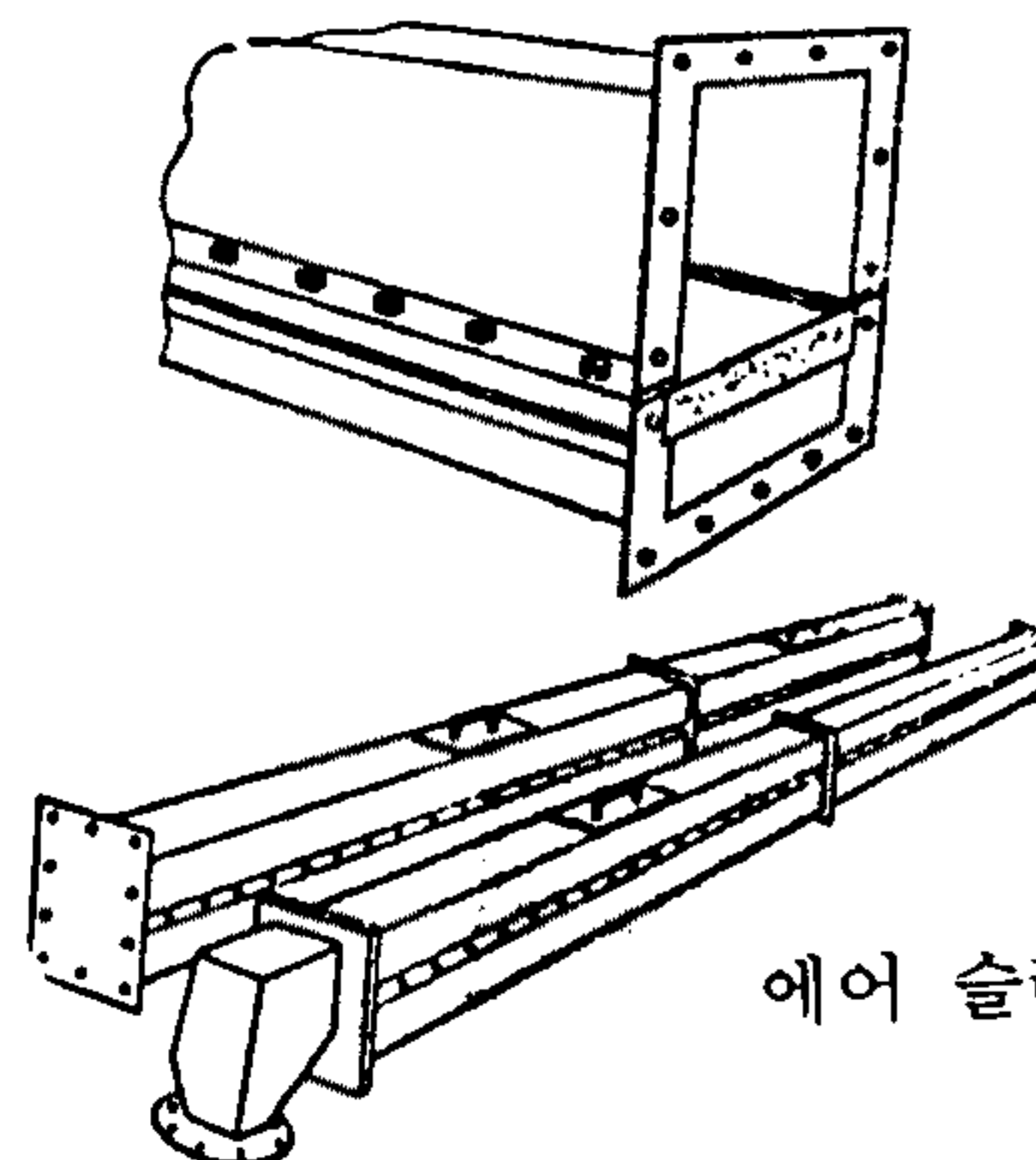
암(Arm) 엘리베이터



트레이 엘리베이터



체인보드 컨베이어



에어 슬라이드

그림 5-13 컨베이어의 종류

<表 5-9>

單位重量

운반물의 종류	단위중량(t/m ³)	운반물의 종류	단위중량(t/m ³)
흙		자갈	1.7 ~ 2.0
마른 흙	1.6	쇄석	1.2 ~ 1.9
습한 흙	21.	석탄암(덩어리)	1.6
모래	1.4	시멘트	1.4 ~ 1.6
마른 모래	1.6		
자연 모래	2.0		
습한 모래			

<表 5-10>

最大運搬 傾斜角度

운반물	최대경사각도(%)	운반물	최대경사각도(%)
흙		돌가루	22
마른 흙	20	점토	
습한 흙	22	마른덩어리	15
모래	15	습한덩어리	18
마른 모래	20	마른 가루	22
자연 모래		쇄회석	
습한 모래	10	덩어리	20
자갈	15	가루	23
둥근 자갈	20	시멘트(마른)	12
보통 자갈	18	콘크리트	15
쇄석	20	(슬럼프 150mm)	
균일모양		콘크리트	25
불균일모양		(슬럼프 100mm)	

〈表 5-11〉 運搬物の 最大크기와 最小벨트 幅(單位 : mm)

덩어리의 직경	100	150	200	250	300	400	500
최소벨트폭	400	500	600	750	900	1,050	1,200

5. 3. 2. 벨트컨베이어와 工事種類

벨트 컨베이어를 이용 가능한 工事는 다음과 같다.

1. 土石채취 및 捨土工事

공사의 目的, 地形, 土質에 따라 방법은 다르지만 각기를 제외하고 컨베이어를 이용하여 모으기, 싣기, 부리기를 할 수 있다.

2. 土石運搬工事

埋立用 土石의 目標地點까지 운반을 컨베이어를 주장비로 사용하여 많은 양을 안전하고 經濟的으로 운반할 수 있다.

3. 埋立工事

바다, 늪, 골짜기 등을 土石으로 埋立하는 경우의 설비로서 토석재료를 운반하여 埋立地區를 메우는데 컨베이어를 사용할 수 있다. 연속공법을 택하면 기능을 최대한 발휘할 수 있다.

4. 宅地造成工事

컨베이어를 사용하여 宅地를 造成하는 경우, 그 면적의 大小 및 지형에 따라 다르지만 造成面積 20만 m² 以上, 地區內 盛土量 100萬 m³ 以上의 경우에는 工事費面에서 有利하다.

5. 댐 工事

댐 工事に 사용되는 컨베이어는 과거 주로 콘크리트용 骨材輸送에 사용되어 왔으나 아치댐, 록필댐 등의 흙이나 암의 운반과 중력댐공사의 현장타설 콘크리트 수송에도 컨베이어를 사용하고 있다.

5. 3. 3. 工法の 組合

1. 土取工事

덤프트럭 → 호퍼 → 피이더 → 크랏셔 → 연락 컨베이어 → 간선 컨베이어

2. 土石運搬工事

흙모으기 → 貯藏컨베이어 → 野積場 → 피이더 → 搬出컨베이어 → 幹線 컨베이어 →
쉽 로우더 → 土運船
→ 撒土컨베이어

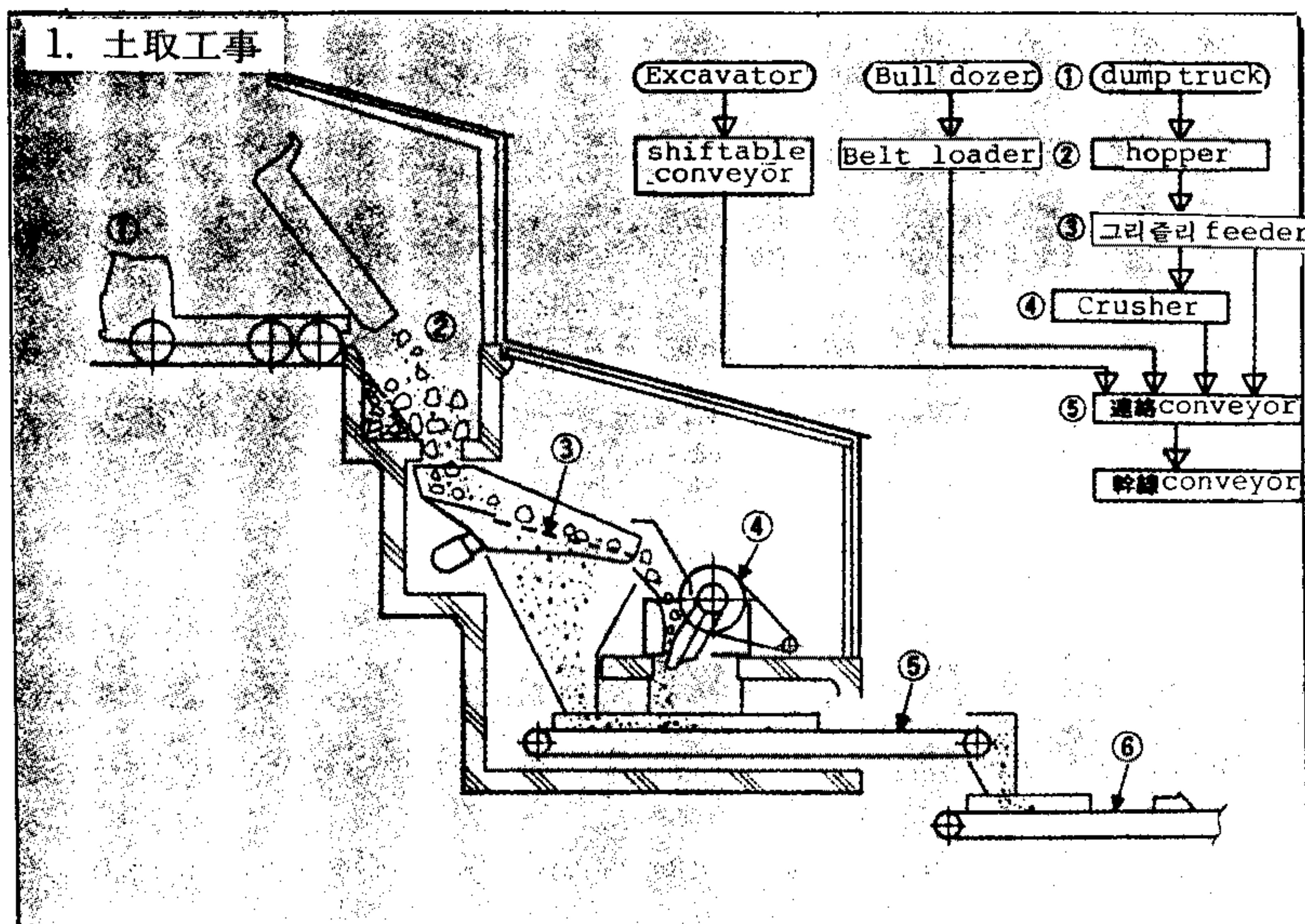
3. 埋立工事

運搬 → Auto Shift 컨베이어 → Tripper & Auto Shift 컨베이어 → 스프레더
運搬 → 라인 컨베이어 → Shiftal 컨베이어 → 스프레더

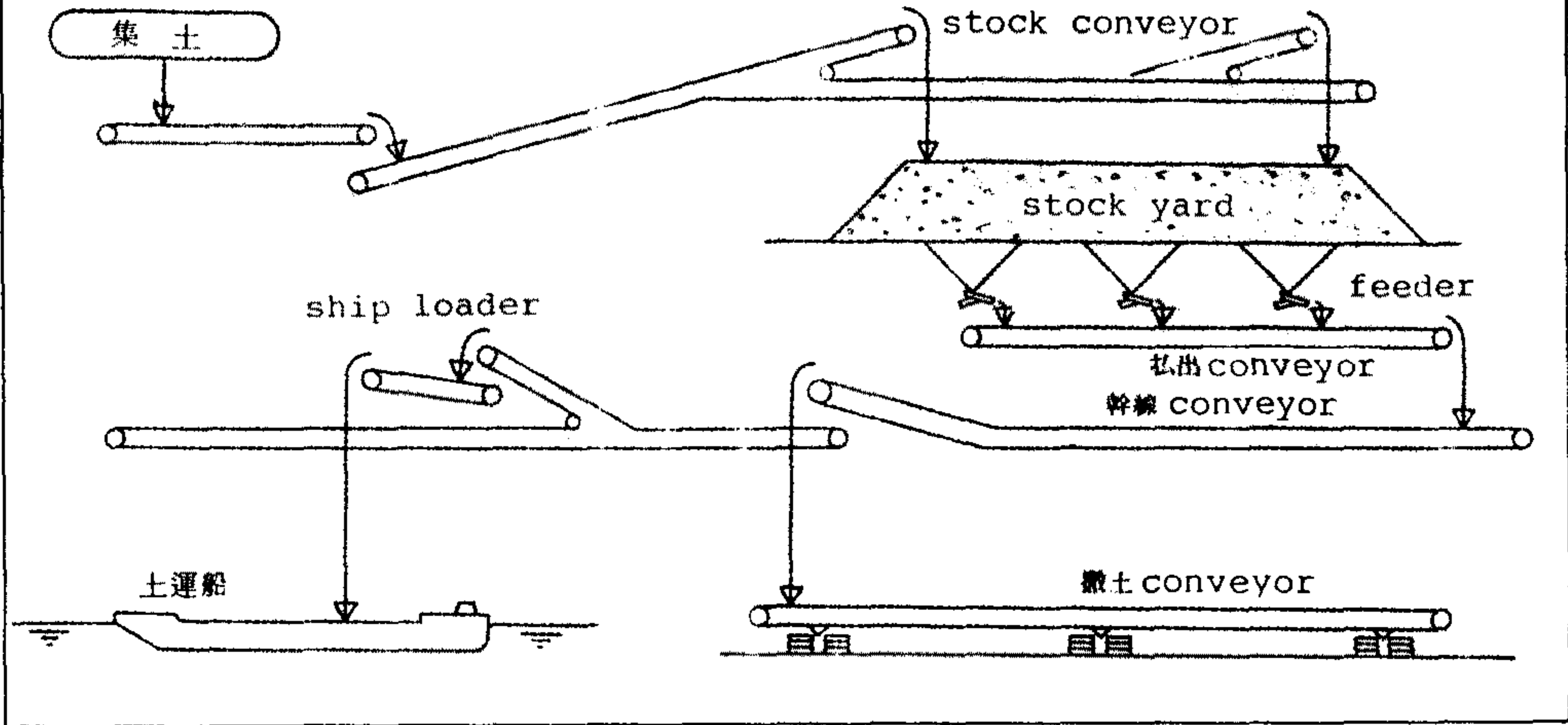
4. 댐工事

배치 플랜트 → 배치 호퍼 → 스킵 호퍼 → 스윙 컨베이어 → 호퍼카 → 트리퍼 →
웁 컨베이어 → 콘크리트 타설

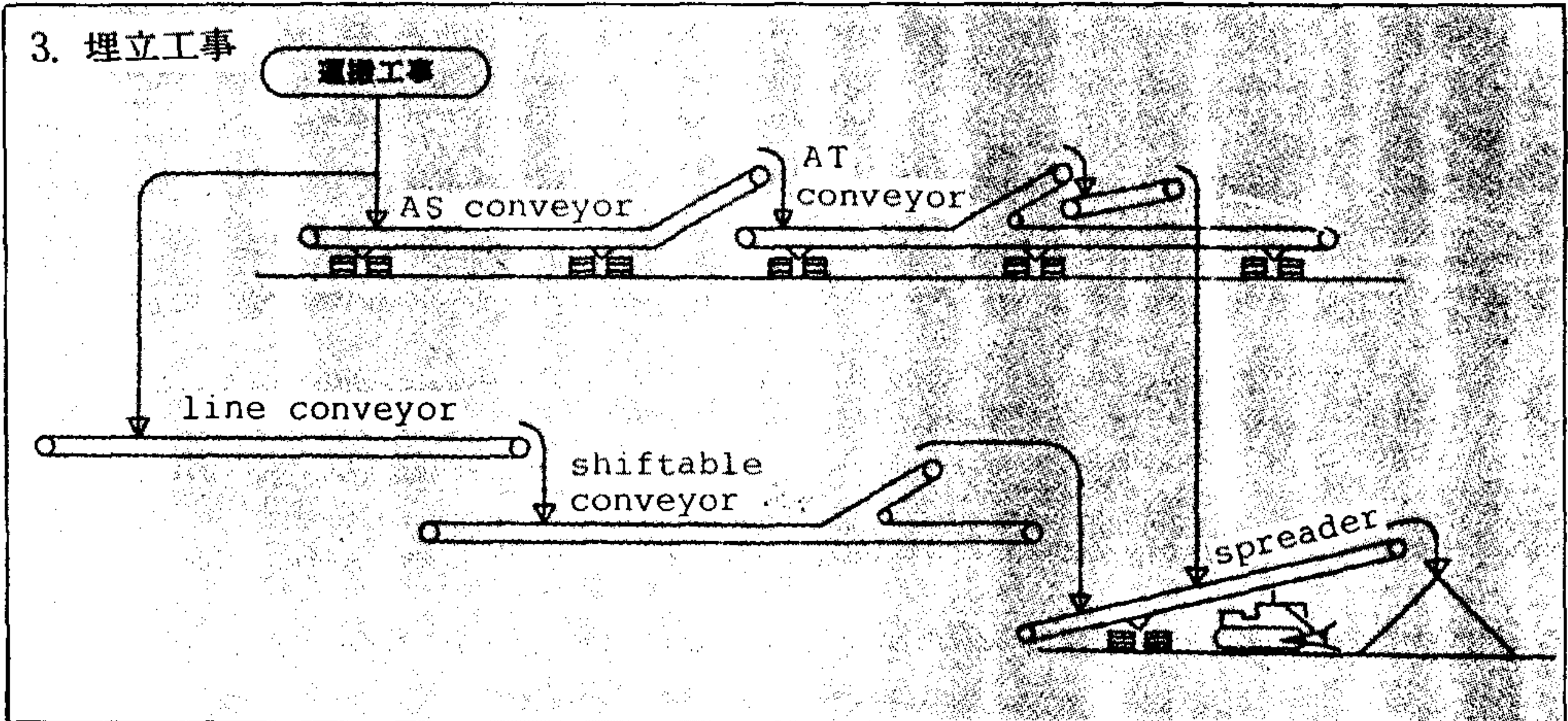
5. 骨材破碎工場



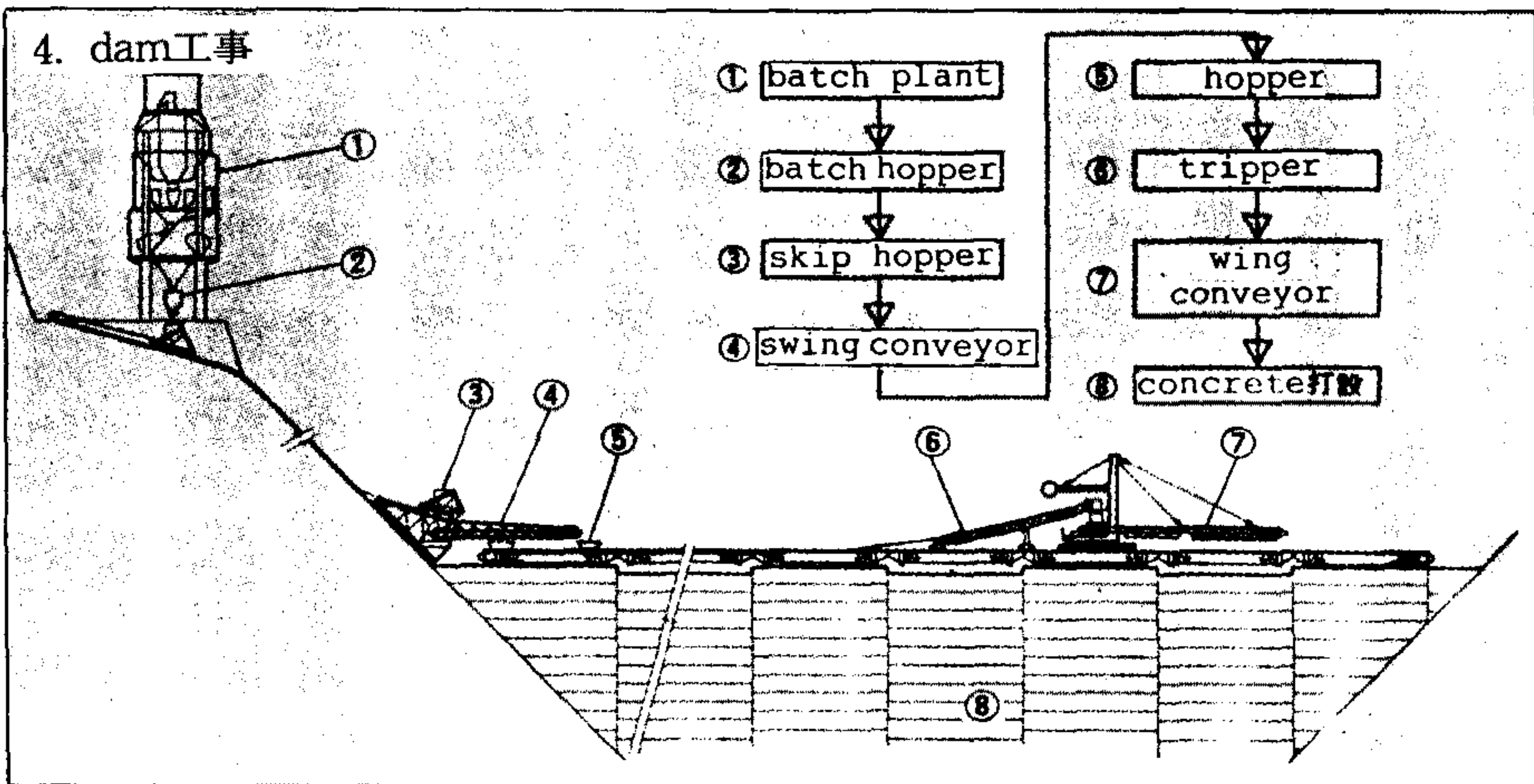
2. 土砂運搬工事



3. 埋立工事



4. dam工事



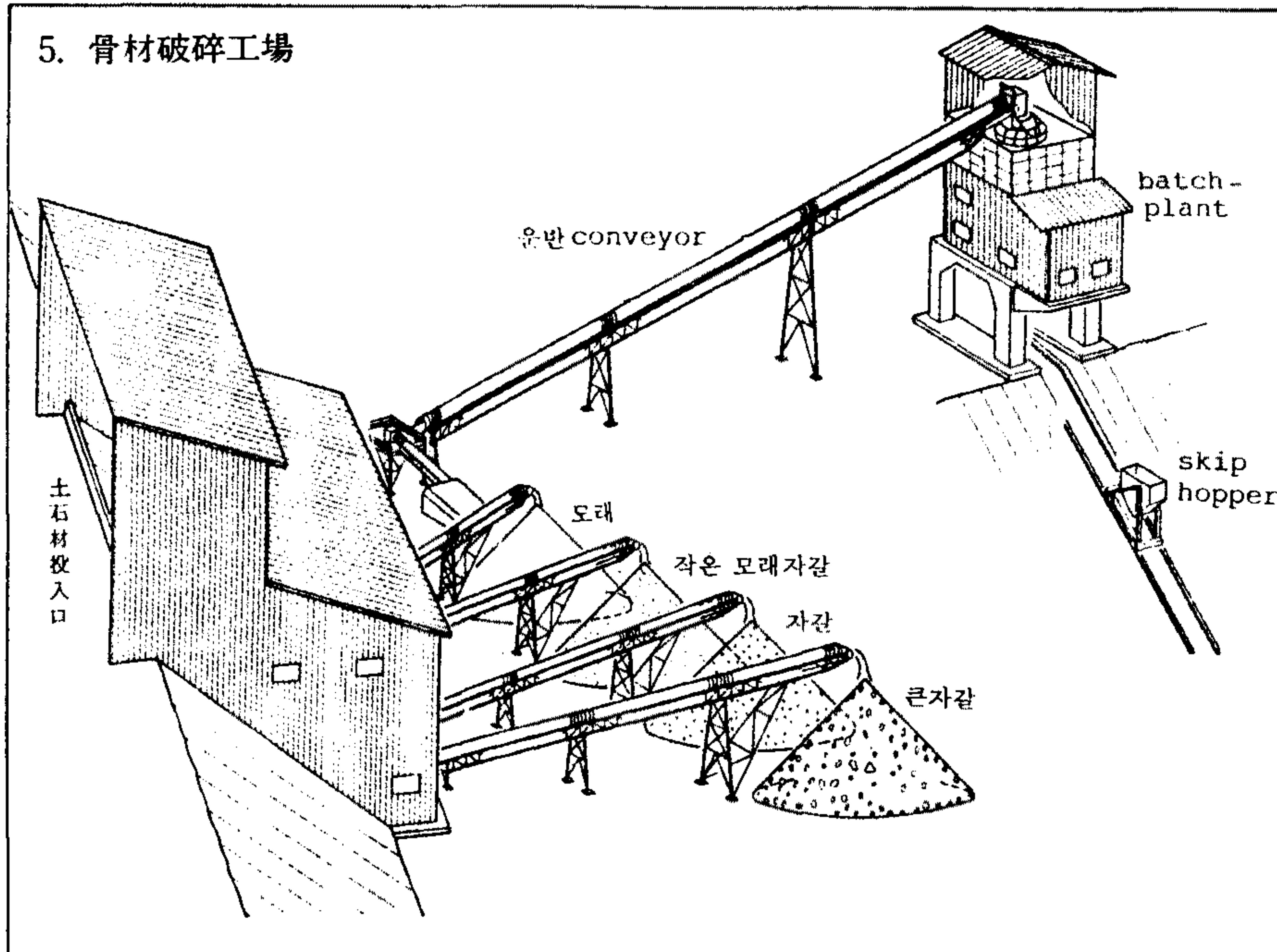


그림 5-14 벨트컨베이어工法の 組合

5. 3. 4. 벨트컨베이어 計劃

土木工事の 運搬部分을 컨베이어로 시공하는 경우는 공사의 조건과 이에 대응하는 컨베이어의 사양을 選定하여야 한다.

1. 工事條件

공사 시공조건에 주된 내용은 總土量, 工期, 運搬距離, 運搬土砂의 性質, 運搬目的 등이 있다.

가. 總土量

工사에서 淸급해야 할 總土量에 따라 經濟的인 belt Conveyor의 計劃이 樹立된다.

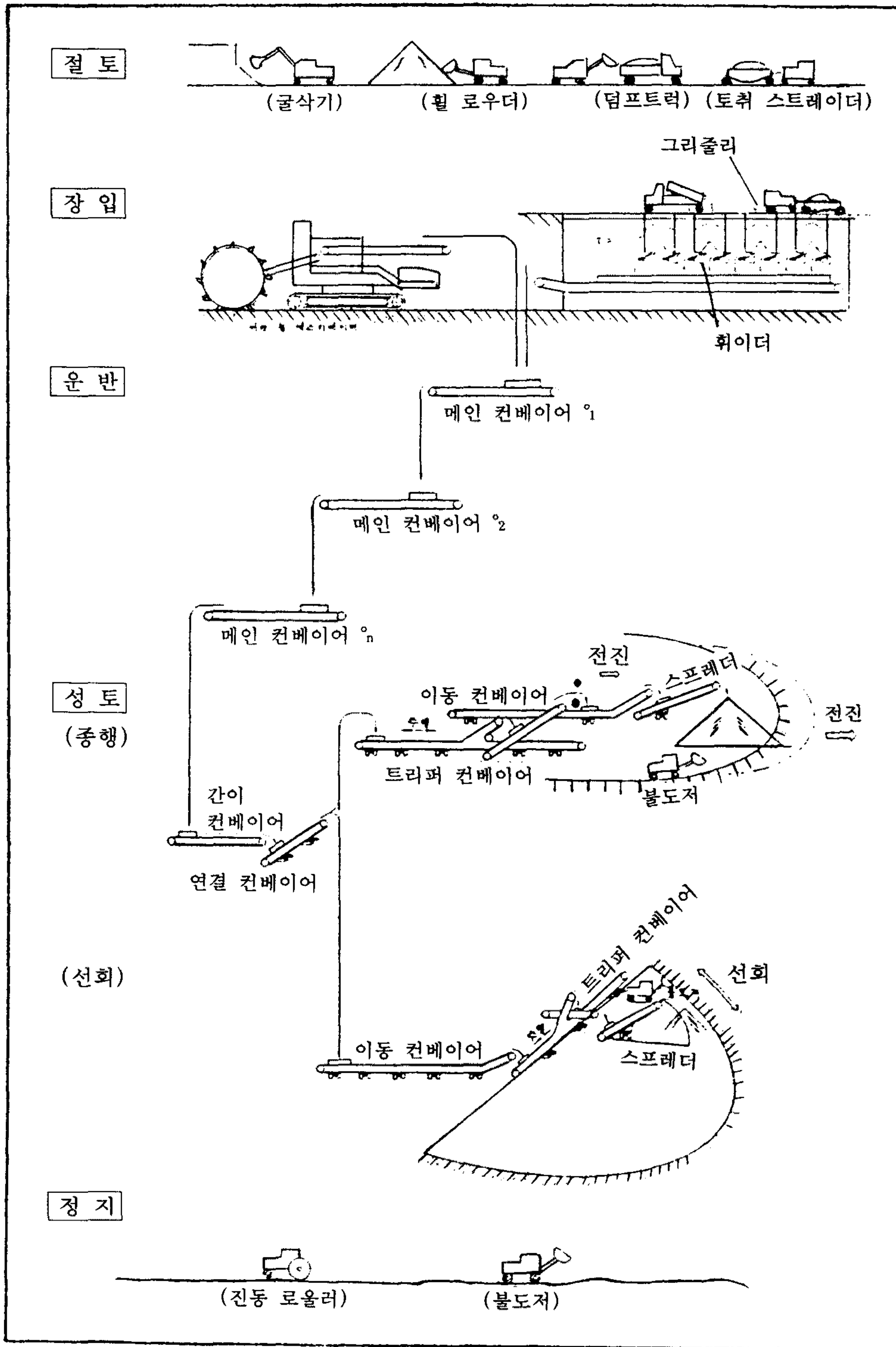


그림 5-15 벨트컨베이어공법의 흐름도

나. 工 期

總土量을 契約期間內에 運搬하기 위하여 年間 可動日數 및 1日 可動時間을 결정하고 Belt-Conveyor 시스템의 종류와 규모를 결정한다.

다. 運搬距離

地形을 고려하여 컨베이어의 路線을 설정하여 운반거리를 정하며 설정된 노선에서 컨베이어의 거리, 높이 및 형상을 결정한다.

라. 運搬土石

土石의 性質은 變化率과 안식각으로 나타난다. 또 岩을 포함한 경우는 그 최대치수와 혼입비율이 고려된다. 운반재료의 종류에 따라 컨베이어의 허용작업기울기를 결정하여야 한다.

마. 運搬目的

捨土, 埋立, 싣기 등의 목적을 파악하는 것은 컨베이어를 계획 수립하는데 중요하다.

2. 컨베이어 計劃

工事條件을 前述한 여러가지 工事內容, 運搬距離, 運搬材料등을 고려하여 가장 적절한 시스템으로 결정하며 컨베이어의 사양은 아래의 순서에 따라 결정한다.

가. 運搬能力

컨베이어의 運搬能力은 싣기단면적과 벨트 속도에 의해 구한다.

싣기단면적은 모래, 자갈, 粘土, 岩등 운반물의 종류에 따라 다르다. 벨트폭에 대한 斷面積은 表 5-12와 같다.

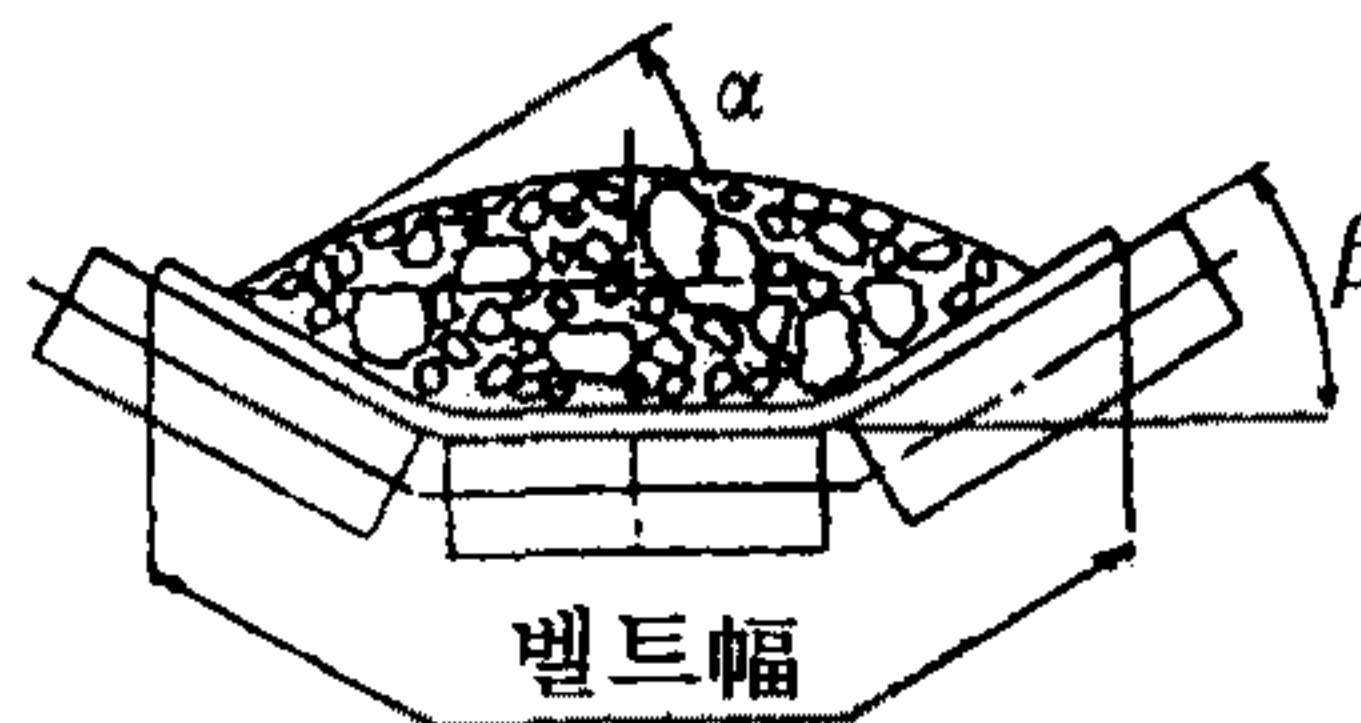


그림 5-16 벨트컨베이어 積載斷面

〈表 5-12〉

벨트폭에 대한 斷面積

트라프 각도 β	벨트폭 mm	적재각도 α			
		5°	10°	15°	20°
30°	900	0.06383	0.07131	0.07865	0.08607
	1,200	0.11775	0.13146	0.14492	0.15852
35°	900	0.07047	0.07749	0.08438	0.09135
	1,200	0.12995	0.14281	0.15545	0.16821
	1,400	0.17953	0.19737	0.21478	0.23238
	1,600	0.23734	0.26072	0.28368	0.30689
40°	1,200	0.14012	0.15206	0.16378	0.17563
	1,400	0.19365	0.21011	0.22627	0.24260
	1,600	0.25584	0.27753	0.29883	0.32036

土砂를 運搬하는 컨베이어의 벨트폭과 速度의 關係를 表示하면 表 5-13과 같다.

〈表 5-13〉

벨트폭과 速度

벨트폭(mm)	900	1200	1400	1600
속 도(m/min)	150~210	180~240	220~280	220~300

土砂를 運搬하는 컨베이어의 標準運搬能力을 表示하면 表5-14와 같다. 폭에 대한 벨트속도는 재료의 最大粒徑을 150mm로 하여 결정한 것이다.

〈表 5-14〉

運搬能力

벨트폭(mm)	900	1200	1400	1600
속 도(m/min)	180	200	250	250
트라프각도(°)	35	35	40	40
능력(m ³ /h)	800	1700	3000	4000

* 運搬能力은 積載效率 82%, 積載角度 20°로 하였다.

나. 運搬材料의 種類

흙工事의 경우 흙이나 岩의 種類가 각기 다르므로 그 種類에 따라 單位重量과

積載角度 및 허용운반기울기가 다르다. 이것을 표시하면 表 5-15와 같다.

〈表 5-15〉 運搬土質

종 류	土	粘土	砂	砂礫	軟岩	硬岩
단위중량 (t/m ³)	1.10~ 1.30	1.20~ 1.40	1.40~ 1.50	1.50~ 1.60	1.20~ 1.60	1.40~ 1.70
허용기울기	16°	12°	14°	12°	16°	14°
심각각도	20°	10°	15°	10°	20°	15°

다. 所要動力

所要動力은 運搬量 $Q(t/m^3 \times h \times \text{單位重量 } t/m^3)$ 와 運搬距離 및 運搬 높이에 의해 결정한다. 컨베이어가 수평인 경우의 운반량과 운반거리 및 운반높이에 대한 所要動力을 表 5-16에 나타내었다. 表에서 運搬距離의 所要動力과 운반높이의 所要動力을 합하면 컨베이어의 所要動力을 얻는다.

〈表 5-16〉 컨베이어의 所要動力

區 分	運 搬 量					
	500	800	1,000	1,700	3,000	4,000
運搬距離(m)	所 要 動 力(kW)					
250	28	45	45	91	159	211
500	50	87	97	162	284	378
750	72	117	139	234	409	545
1,000	94	153	182	306	535	712
1,500	138	224	267	449	768	1,046
運搬높이(m)	所 要 動 力(kW)					
5	12	19	24	40	71	95
10	24	39	47	80	142	190
15	36	58	71	120	214	285
20	47	77	95	160	285	380
25	59	96	119	200	356	475

5. 3. 5. 環境保全對策

1. 大氣汚染 및 騒音防止對策

벨트 컨베이어는 덮개를 덮어 粉塵 및 騒音を 防止한다. 파쇄 플랜트에서의 防塵, 防音 대책으로서 플랜트 위에 지붕을 설치함과 동시에 粉塵發生 장소에는 撒水裝置를 설치하며, 地區內는 適正 撒水車로 撒水하여 粉塵發生을 防止한다.

2. 振動防止對策

파쇄 플랜트에서 발생하는 振動은 방진 스프링으로 輕減시키고 發破시 振動은 합리적인 계획을 세워 최소한의 化약량으로 최대의 효과를 얻을수 있도록 하여 振動을 輕감시킨다.

3. 水質汚濁防止對策

土取場에서 강우시 중기작업으로 발생하는 탁수는 정도에 따라 방지대책이 결정될 수 있으며 심한 경우는 地區에 설치된 藥品投入設備에 의해 藥品을 沈澱池에 注入하여 흙재료를 沈澱시킨 후 浮遊物은 放流시킨다.

4. 交通安全對策

交通監視員을 要所에 배치하여 감시함과 동시에 공사 차량의 속도를 제한한다.

5. 4 Dump Truck과 Belt Conveyor와의 比較分析

5. 4. 1 一般的인 特性

本 研究에서는 덤프 工法과 比較를 위하여 과거 정치식컨베이어를 이용하여 단순히 토사를 운반하는 시스템과는 다른 土取場과 埋立場에 自動變換 컨베이어를 組合하고 集土부터 捨土까지의 과정을 컨베이어로 작업하는 새로운 구상의 시스템

을 이용하였다.

비교내용은 가급적 實情에 가깝게 實際地區를 모델로 하였다. 表 5-17은 덤프工法과 벨트컨베이어工法の 일반적인 특성을 비교한 것이다.

〈表 5-17〉 덤프工法과 벨트컨베이어工法の 일반적인 특성비교

Belt Conveyer	Dump Truck
○ 短期施工 벨트폭의 增大, 高速化로 大容量輸送이 容易하여 埋立, 盛土期間의 大幅 短縮	트럭에 의한 運搬시는 機能工 및 輸送道路 확보등에 한계가 있음.
○ 人力節減 運轉操作의 自動化 및 整備容易로 적은 人員으로 運用	트럭 1대당 運轉者 및 補助要員이 필요하며 일정한 整備要員이 별도로 요구됨
○ 低 公 害 벨트에 積載되어 運搬됨으로 騒音, 粉塵發生이 적음.	騒音, 振動, 排氣가스, 道路損傷, 粉塵發生 등으로 環境公害 및 民願誘發.
○ 經 濟 的 短期施工 및 인력절감으로 經濟的이며, 컨베이어에 의한 連續運搬으로 거리가 멀수록 效率的이고 효과가 큼.	트럭단위로 운송을 하므로 연속성이 없어 盛土, 埋立作業이 非效率的이며, 運搬距離가 멀수록 非經濟的임.
컨베이어의 設置期間(3-4개월)이 필요하므로 早期作業이 어려움.	○ 早期着工 容易 工事着工과 同時에 트럭을 이용한 작업이 가능함.
全 시스템의 自動化로 故障發生時 全 設備가 運轉停止되므로 核心部의 여유 부품 확보가 필요함.	○ 故障對處 容易 트럭單位의 運轉으로 故障時 全體作業에 影響을 미치지 않음.

5. 4. 2 운반조건에 의한 덤프와 컨베이어工法比較

1. 덤프工法

가. 對象地區 埋立工事의 條件과 實可動時間

비교 검토할 매립조건은 表 5-18에 나타냈으며 ㉠ ㉡ ㉢의 3지구에서 토취하여

㉔지구에 매립하도록 하는 것이다.

〈表 5-18〉 對象埋立工事地の 埋立條件

구 분	조 건
총 토량	17,780,000 m ³
지구별 토취량	
㉔ 지구	4,360,000 m ³
㉕ 지구	5,560,000 m ³
㉖ 지구	7,860,000 m ³
공사기간	5 년
토 질	암이 적은 일반山土
흙의 단위중량	1.6ton/m ³
년간 실가동일수	250일
1일 실가동시간	10시간
공기내 실가동시간	12,500시간
시간당 운반량	1,422 m ³ /h
시간당 운반톤수	2,280t/h

所要臺數 산출은 계산된 대수를 切上하여 산정하였고 사용덤프를 11tf형으로 선정
정한 것은 利用臺數가 가장 많고 현지업자를 대상으로 한 것이며, 效率面을 고려
한다면 大型덤프를 사용하는 것이 바람직하다.

나. 運搬사이클

對象地區 埋立工事에서 덤프실키는 트랙터 쇼벨을 사용하는 것으로 하였다.

- 실키效率 : 토사는 암이 적은 일반산토로 e_1 은 0.92

- 運搬效率 : e_2 는 다음의 表 5-19 와 같다.

〈表 5-19〉 運搬效率(e_2)

구 분	㉔ 지구	㉕ 지구	㉖ 지구
도 로	0.89	0.76	0.87
운 전 원	0.90	0.90	0.90
차간거리	0.95	0.95	0.95
e_2	0.76	0.65	0.74

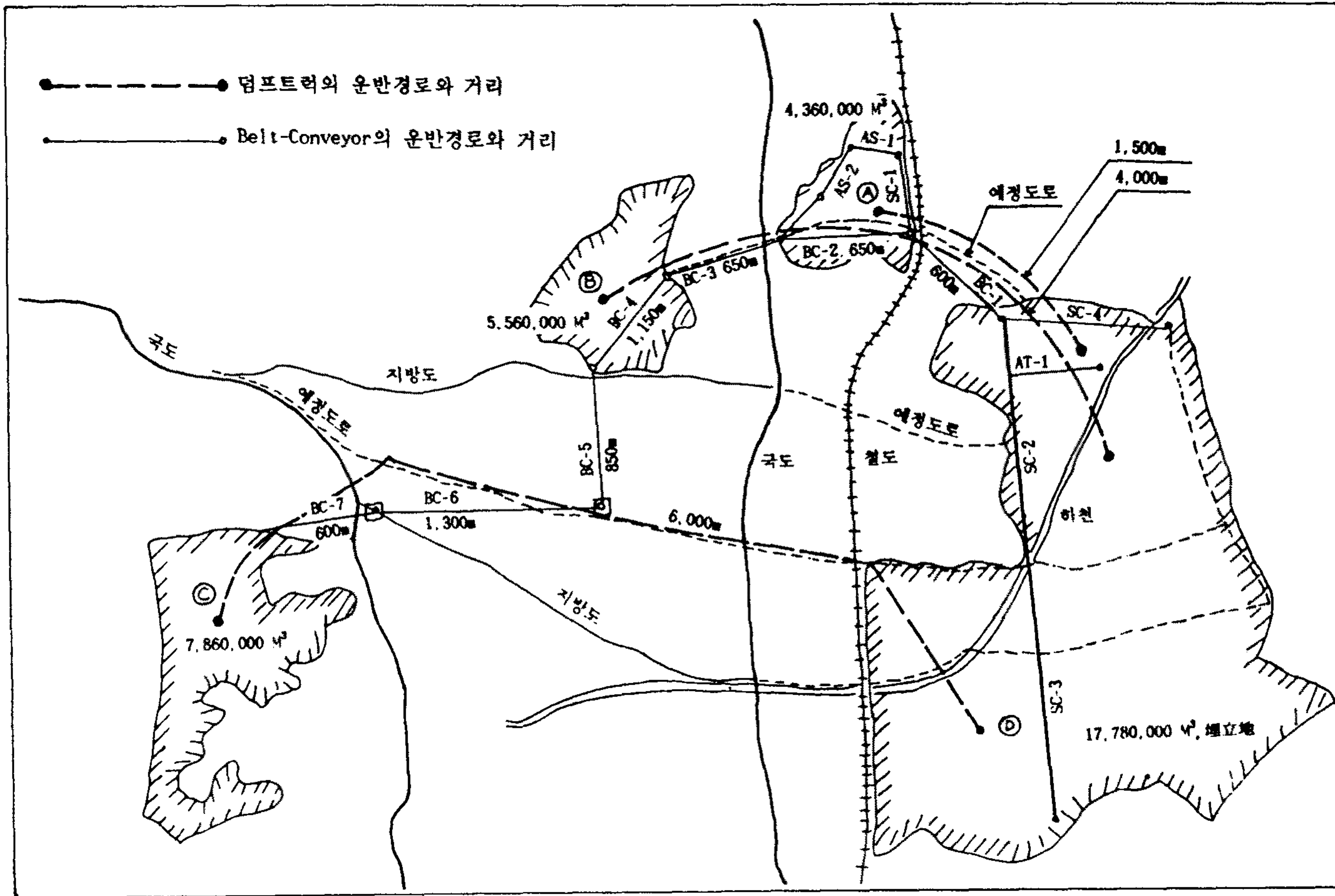


그림 5-17 相 · 工業地區 平面圖

다. 덤프運搬費用

덤프의 運搬費用은 식 5-1에 의하며 식에 의해 구한 地區別 運搬費用은 다음과 같다.

$$M = \frac{Y \times G \times g}{d \times Se} \quad \text{-----} \quad (5-1)$$

여기에서 M : 운반비용(원)

Y : 덤프의 시간당사용료(원 /h)

G : 운반 총물량(m³)

g : 흙의 단위중량(tf / m³)

d : 덤프의 적재중량(tf)

Se : 운반 Cycle(회 /h)

㉠ 지구 $\frac{19,250 \times 4,360,000 \text{ m}^3}{6.88 \times 2.85} = 4,280,397,000 \text{ 원}$

㉡ 지구 $\frac{19,250 \times 5,560,000 \text{ m}^3}{6.88 \times 1.35} = 11,523,474,000 \text{ 원}$

㉢ 지구 $\frac{19,250 \times 7,860,000 \text{ m}^3}{6.88 \times 1.13} = 19,461,970,000 \text{ 원}$

덤프 운반비 합계 35,265,841,000원

(m³당 단가 1,983.46원)

라. 덤프의 車間距離와 間隔時間(秒)

1) 車間距離(m)

덤프의 차간거리는 식 5-2로 구하며 식에 의하여 계산된 지구별 차간거리는 다음과 같다.

$$L = \frac{V \times d \times 1000}{C} \quad \text{-----} \quad (5-2)$$

여기에서, L : 덤프의 차간거리(sec)

V : 덤프의 평균운전속도(km/h)

C : 운반능력(tf/h)

$$\text{㉠ 지구 } \frac{21 \times 11(t) \times 1,000(t/m)}{2,280(t/m)} = 101 \text{ m}$$

$$\text{㉢ 지구 } \frac{22 \times 11(t) \times 1,000(t/m)}{2,280} = 106.1 \text{ m}$$

$$\text{㉡ 지구 } \frac{22 \times 11(t) \times 1,000(t/m)}{2,280} = 106.1 \text{ m}$$

2) 間隔時間(秒)

덤프의 간격시간은 식 5-3으로 구하며, 이 식에 의해 계산된 간격시간은 아래와 같다.

$$t = \frac{d \times 3600}{C} \text{-----}(5-3)$$

여기에서, t : 덤프의 간격시간(sec)

$$\text{㉠ ㉢ ㉡ 지구 } \frac{11 \times 3,600}{2,280} = 17.4(\text{초})$$

3) 1日 덤프通過臺數(往復)

덤프의 왕복통과대수는 식 5-4로 구하며, 식에 의해 계산된 1일 덤프통과대수는 다음과 같다.

$$N = \frac{C \times T \times 2}{d} \text{-----}(5-4)$$

여기에서, N : 덤프의 왕복통과대수(台)

T : 덤프의 1일 운전시간(h)

$$\frac{2,280 \times 10 \times 2}{11} = 4,145 \text{ 대/일}$$

專用道路를 사용한다 하여도 농촌지구의 경우 1일 10시간 4,000대가 넘으면 이로 인하여 교통에 지장을 초래한다.

마. 흙막기 및 흙모으기

工事期間을 5년으로 할 경우 흙막기 및 흙모으기 능력은 1,422m³/h 이다.

불도우저 D-9형을 사용하여 진입로 정비시 흙모으기 거리를 40m로 하면 그림 5-4에 의해 集土能力은 250m³/h가 된다.

1) 불도우저(D-9) 所要臺數

불도우저의 소요대수는 식 5-5와 같으며 식에 의해 구한 불도우저의 소요대수는 다음과 같다.

$$n = \frac{C}{d \times e_1 \times e_2} \quad \text{----- (5-5)}$$

여기에서, C : 운반능력(m³/h)

d : 사용덤프의 적재중량(tf)

e₁ : 작업효율

e₂ : 운전원 기능효율

작업효율 : 0.7

운전원 기능효율 : 0.85

$$\text{소요대수 } n = \frac{1,422}{250 \times 0.7 \times 0.85} = 9.56 \rightarrow 10 \text{ 臺}$$

2) 흙막기 흙모으기費

현장예비비 : 10%

불도우저 비용 : 78,650원 /h

$$78,650 \times 12,500 \times 10 \times 1.10 = 10,780,000,000 \text{ 圓}$$

$$\text{m}^3 \text{ 單價} = \frac{10,780,000,000}{17,780,000} = 606.30 \text{ 圓 / m}^3$$

마. 실기

덤프실기는 트랙터-셔블에 의한다.

1) 셔블臺數와 費用

사용셔블은 11tf 덤프에 대하여 3m³급의 트랙터 셔블을 사용한다. 트랙터 셔블

의 소요대수는 식 5-6에 의해 구하며 이 식으로 계산된 셔블대수는 아래와 같다.

$$n = \frac{c \times t \times g}{60 \times d \times e} \quad \text{----- (5-6)}$$

여기에서, n : 셔블의 소요대수(台)

c : 덩프운반소요능력(m³/h)

t : 사용덩프의 적재시간(min)

d : 사용덩프의 적재중량(tf)

g : 토사의 단위중량(tf/m³)

e : 적재효율 0.65~0.75

$$n = \frac{1,422 \times 2.5 \times 1.6}{60 \times 11 \times 0.7} = 12.3 \rightarrow 13 \text{台}$$

또한 셔블 실기비용은 식 5-7에 의해 구하며, 식 5-7에 의해 구한 실기 비용은 아래와 같다.

$$my = \frac{n \times m \times T}{W} \quad \text{----- (5-7)}$$

여기에서, my : 적재비용(원/m³)

m : 셔블의 시간당사용료(원/h)

T : 총 실가동시간(h)

W : 적재 총토량(m³)

$$42,900 \text{원} \times 13 \times 12,500 = 6,971,250,000 \text{원}$$

$$m^3 \text{단가} = \frac{6,971,250,000}{17,780,000} = 392.00 \text{원} / m^3$$

2) 進入道路의 整備費

進入道路의 整備費는 식 5-8에 의해 구하며, 이식에 의하여 구한 정비비는 다음과 같다. 단, 모우터 그레이더 1대, 살수차 1대는 항상 사용하는 것으로 한다.

$$C_w = M \times T \text{ ----- (5-8)}$$

여기에서, C_w : 진입도로비용(원)

M : 장비의 시간당사용료(원 /h)

T : 총 실가동시간(h)

모우터 그레이더 $41,250\text{원} \times 12,500 = 515,625,000\text{원}$

살 수 차 $22,000\text{원} \times 12,500 = 275,000,000\text{원}$

$$\text{m}^2 \text{ 단가} = \frac{515,625,000 + 275,000,000}{17,780,000} = 4,447\text{원} / \text{m}^2$$

3) 進入道路의 補修費

진입도로의 보수비는 식 5-9와 같으며, 이 식에 의해 구한 진입도로이 보수비는 다음과 같다.

$$C_m = L \times m \text{ ----- (5-9)}$$

여기에서, C_m : 노반보수비(원)

L : 진입도로 총연장(m)

m : 유지관리비용 (원 /m)

㉠ 지구 : 진입도로의 길이 4,500 m

㉡ 지구 : 진입도로의 길이 4,500 m

㉢ 지구 : 진입도로의 길이 6,500 m

15,000 m

1m 당 보수비를 16,500원으로 하면

$$16,500\text{원} \times 15,000 = 247,500,000\text{원}$$

4) 실기費 總計

트랙터 셔블 6,971,250,000원

모우터 그레이더 515,625,000원

살 수 차	275,000,000원
진입로 보수비	247,500,000원
소 계	8,009,375,000원
잡비(20%)	1,601,875,000원
합 계	9,611,250,000원

$$\text{m}^2 \text{ 단가} = \frac{9,611,250,000}{17,780,000} = 540.50 \text{원}(\text{m}^2)$$

사. 工事用道路

㉠ 지구	800 m
㉡ 지구	700 m
㉢ 지구	3,800 m

도로의 길이(合計)5,300 m

왕복 2차선 도로폭 7m, 유효폭 6m

1m 당 공사비를 550,000원으로 하면

1) 平地 專用道路費

$$550,000 \text{원} \times 5,300 \text{m} = 2,915,000,000 \text{원}$$

2) 鐵道 橫斷 2個所

$$\text{스팬 } 20\text{m} \text{ 단가} \quad 1,650,000 \text{원} / \text{m}^2$$

$$1,650,000 \text{원} \times 7\text{m} \times 20\text{m} = 231,000,000 \text{원}$$

$$231,000,000 \text{원} \times 2 \text{개소} = 462,000,000 \text{원}$$

3) 國道 橫斷 3個所

$$\text{스팬 } 10\text{m} \text{ 단가} \quad 1,100,000 \text{원} / \text{m}^2$$

$$1,100,000 \text{원} \times 7\text{m} \times 20\text{m} = 154,000,000 \text{원}$$

$$154,000,000 \text{원} \times 3 \text{개소} = 462,000,000 \text{원}$$

4) 傾斜道路部分

경사	10%
철도 횡단부	2,520 m ² 2개소
단가	8,250원 / m ²
8,250원 × 2,520m ² × 2개소 = 41,580,000원	
국도 횡단부	1,417m ² 3개소
8,250원 × 1,417m ² × 3개소 = 35,070,000원	

5) 專用道路 總計

평지 도로비	2,915,000,000원
철도 횡단비	462,000,000원
국도 횡단비	462,000,000원
경사도로비(철도)	41,580,000원
경사도로비(국도)	35,070,000원
<hr/>	
총 계	3,915,650,000원

아. 덤프의 펴고르기 및 다짐

덤프운반의 경우 펴고르기는 불도우저로 하고 그 다짐작업은 총토량의 10%정도로 한다.

$$\text{다짐작업량} = \frac{17,780,000 \times 0.1}{12,500} = 142 \text{ m}^3 / \text{h}$$

D-7형 불도우저를 사용할 경우 효율 50%로 하면 소요대수는 다음과 같이 산출한다.

그림 5-7에서

$$\text{소요대수 } n = \frac{142}{130 \times 0.5} = 2.18 \rightarrow 3 \text{ 台 (정지용 포함)}$$

펴고르기 비용은

$$33,000\text{원} \times 3 \times 12,500 = 1,237,500,000\text{원}$$

$$\text{현장예비비 } 15\% = 185,625,000\text{원}$$

$$\text{計} \quad 1,423,125,000\text{원}$$

$$\text{m}^3 \text{ 단가} = \frac{1,423,125,000}{17,780,000} \doteq 80\text{원} / \text{m}^3$$

(단, 다짐은 덤프운반 과정에서 이루어 지므로 비용발생이 없음)

2. 컨베이어 工法

가. 컨베이어 路線과 사양

컨베이어는 다음과 같은 3가지 목적으로 이용되는데

- 1) 土取用 컨베이어
- 2) 運搬用 컨베이어
- 3) 埋立用 컨베이어이며 그 사양을 나타내면 表 5-20과 같다.

<表 5-20>

컨베이어의 사양

벨트폭 1,200 mm
능력 2,500 tf/h

目的區分	機 器	길이 (m)	機械높이 (m)	動力(kW)	備 考
土 取	SC - 1	500	3.6 ~ 1.6	180	
	AS - 1	300	4.0 ~ 1.7	150	
	AS - 2	300	4.0 ~ 1.7	150	
運 搬	BC - 1	600	6.0 ~ 1.6	264	鐵道 橫斷
	BC - 2	650	3.6 ~ 1.6	220	
	BC - 3	650	4.5 ~ 1.6	264	鐵道 橫斷
	BC - 4	1,150	3.6 ~ 1.6	370	
	BC - 5	850	4.5 ~ 3.5	300	
	BC - 6	1,300	4.5	440	防音 構造
	BC - 7	600	4.5 ~ 1.6	220	防音 構造
埋 立	SC - 2	1,500	3.6 ~ 1.6	440	
	SC - 3	1,500	3.6 ~ 1.6	440	
	SC - 4	1,000	3.6 ~ 1.6	320	
	AT - 1	500	3.0 ~ 1.6	180	
積 載	벨트로우더	15 * 2	6.0	150	2대 自走式
埋 立	트리퍼 스프레더	20	8.0	75	2대 Wing式
				127	1대 自走式
合 計				4,290	

나. 컨베이어의 흙작기 및 모으기

컨베이어공법에 있어서 흙작기 및 모으기는 사용장비나 集土거리가 덤프工法의 경우와 같다.

흙작기, 흙모으기비 10,780,000,000원

m³ 단가 606.30원 / m³

다. 실기

컨베이어 공법의 경우 실기는 모으기 또는 다짐시 사용되는 불도우저를 벨트 로우더 대신 사용하고 보조장비로 백호우를, 컨베이어 로선정지를 위하여 불도우저를 사용한다.

실기비 백호우 25,850원×3台×12,500 = 969,375,000원

불도우저(D-7) 33,000원×1台×12,500 = 412,500,000원

異物除去費 5,500원×6台×12,500 = 412,500,000원

합 계 1,794,375,000원

$$m^3 \text{ 단가} = \frac{1,794,375,000}{17,780,000} = 100.92(\text{원/h})$$

라. 컨베이어 運搬

컨베이어 運搬費用 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 컨베이어의 設備費인데 운전소음을 고려하여야 하고, 벨트폭을 넓게 하면 운전속도는 낮아진다.

또, 가설 컨베이어는 비교적 장기간의 운전 및 보수에 최소의 인원으로 작업하는 구조로 하였다.

1) 컨베이어 設備費

컨베이어의 設備費는 表 5-21과 같다.

2) 電氣設備

㉠ ㉢ ㉣ 의 3지구까지 연결되는 전원설비는 포함하지 않았다.

1식 2,255,000,000원

3) 設置費, 撤去費

설치비는 제작비의 17%, 철거비는 8% 로 하였다.

설치비 $17,611,000,000 \times 0.17 = 2,993,870,000$ 원

철거비 $17,611,000,000 \times 0.08 = 1,408,880,000$ 원

합 계 4,402,750,000원

<表 5-21> 컨베이어 製作費

機 器	길 이(m)	製 作 費(원)
SC - 1	500	550,000,000
AS - 1	300	742,500,000
AS - 2	300	742,500,000
BC - 1	600	990,000,000
BC - 2	650	715,000,000
BC - 3	650	1,072,500,000
BC - 4	1,150	676,500,000
BC - 5	850	1,237,500,000
BC - 6	1,300	2,497,000,000
BC - 7	600	1,089,000,000
SC - 2	1,500	1,485,000,000
SC - 3	1,500	1,485,000,000
SC - 4	1,000	1,045,000,000
AT - 1	500	1,375,000,000
벨트-로우더	2대	880,000,000
트 리 퍼	2대	478,500,000
스 프 레 더	1대	550,000,000
	합 계	17,611,000,000

4) 電力費

전력비는 컨베이어의 가동시간을 대상으로 산정한 것이다. 따라서 지구에 따라 운전시간이 달라 효율을 0.9로 하였다.

埋立場	$66(\text{원/kWh}) \times 892\text{kW} \times 12,500\text{h} \times 0.9 = 662,310,000\text{원}$
㉠ 지구	$66(\text{원/kWh}) \times 504\text{kW} \times 3,065\text{h} \times 0.9 = 91,759,000\text{원}$
㉡ 지구	$66(\text{원/kWh}) \times 724\text{kW} \times 3,912\text{h} \times 0.9 = 168,238,000\text{원}$
㉢ 지구	<u>$66(\text{원/kWh}) \times 2,582\text{kW} \times 5,523\text{h} \times 0.9 = 847,067,000\text{원}$</u>
합 계	1,769,374,000원

5) 運轉, 補修, 移設費

① 運轉費

기술자	2人, 기능공 4人
운전원	3人, 잡 공 12人
기술자	$22,000,000\text{원} \times 2 \times 5 = 220,000,000\text{원}$
기능공	$15,400,000\text{원} \times 4 \times 5 = 308,000,000\text{원}$
운전원	$13,200,000\text{원} \times 3 \times 5 = 198,000,000\text{원}$
잡 공	<u>$10,450,000\text{원} \times 12 \times 5 = 627,000,000\text{원}$</u>
합 계	1,353,000,000원

② 補修費

보수비는 제작비의 2.5%로 하였다.

$$17,611,000,000\text{원} \times 0.025 = 440,275,000\text{원}$$

③ 移設費

이설회수	土取場	㉠ 지구 2회
		㉡ 지구 2회
		㉢ 지구 3회
	매립지	㉣ 지구
이설운반	㉠지구 → ㉡지구	1회
	㉡지구 → ㉢지구	1회

이설에 필요한 노무비는 운전요원의 비용에 포함하고, 수평이동은 불도우저를 이용 한 것으로 하였다.

중기비용	크레인 (20tf)	$27,500(\text{원/h}) \times 20 =$	550,000원
벨트엔트리스	비용 1개소	$137,500(\text{원/h}) \times 30 =$	4,125,000원
이설운반비	트럭 (11tf)	$16,500 \times 20 \times 60 =$	19,800,000원
	합 계		24,475,000원

④ 運轉, 補修 移設費 總計

운전비	1,353,000,000원
보수비	440,275,000원
이설비	<u>24,475,000원</u>
합 계	1,817,750,000원

6) 컨베이어 基礎工事費

1m²에 247,500원으로 항타비는 포함하지 않았음.

$$247,000\text{원} \times 822(\text{m}^2) = 203,445,000\text{원}$$

7) 컨베이어 路線 土木費

1m²에 1,650원으로 한다.

$$1,650\text{원} \times 12,000(\text{m}^2) = 19,800,000\text{원}$$

8) 諸雜費

제잡비는 지방에 따라 다르며 일반적으로 産災費, 勞務費, 一般管理費, 特別地域管理費, 通信費, 安全管理費, 旅費交通費, 其他 諸雜費를 포함하며 제잡비의 합계는 다음과 같다.

합 계 1,925,000,000 원

마. 脣고르기, 다짐

脣고르기는 D-7형 불도우저 2대로 하였다.

$$\text{불도우저(D-7)} = \frac{33,000(\text{원/h}) \times 2 \times 12,500}{0.65} = 1,269,230,000\text{원}$$

$$1,269,230,000 / 17,780,000 = 71.39\text{원/m}^2$$

$$\therefore \text{m}^2\text{당 단가} = 71.39\text{원}$$

바. 假設備

가설비는 사무소, 숙소, 주방설비, 통신설비, 위생설비, 노무대책설비등 1식으로 하고 건물은 임대로 한다.

사무소

매립지	$60\text{m}^2 \times 8,250 \times 60 = 29,700,000\text{원}$
土取場	$15\text{m}^2 \times 8,250 \times 60 = 7,425,000\text{원}$
숙소(30人)	$150\text{m}^2 \times 7,150 \times 60 = 64,350,000\text{원}$
	소 계 101,475,000원
기타설비 1식	28,875,000원
	합 계 130,350,000원

사. 管理費

일반관리비, 본사, 지사경비, 기타 관리비

6,939,493,000원

5. 4. 3. 環境에 대한 比較

大量土砂를 運搬하는 경우 道路環境面에서 市街地로 운반할 수 없으므로 村落을 대상으로 環境問題를 다루면 덤프의 경우 騒音, 振動, 먼지發生, 排氣가스에 의한 大氣汚染이 深刻한 것으로 나타났으며, 그 結果는 表 5-22와 같다.

騒音에 있어서는 數值dB(A)로 나타낸 예를 보면 農村의 田園地域은 dB(A)가 35~45 道路에는 55~60인 反面에 大都市 道路는 70~80에 달한다.

〈表 5-22〉

環境問題 比較

項 目	Belt Conveyor	Dump Truck
騒 音 (10m 距離)	(非防音構造) 中間부분 55~65 dB(A) 動力부분 80~85 " (防音構造) 中間부분 45~50 " 動力부분 60~65 "	8~11tf 빈 차 70~85 dB(A) 신기차 75~90 dB(A)
振 動 (10m 距離)	問題點 없음	速度(km/h) (20) 22~24 dB (30) 58~60 " (50) 60~75 " 道路地盤에 큰 影響을 줌.
大氣汚染 (排氣가스)	없 음	있음 - Dump truck通過台數에 따라 다름.
먼지發生	問題點 없음	타이어와 道路面과의 사이에 상당히 發生

* 위 表는 日本 相馬工業團地 매립공사를 실제예로 든 것이다.

또, 振動에 있어서도 45dB 以下는 人體에는 느낄 수 없을 程度이다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 덤프工法은 1일 덤프의 통과대수가 많으면 여러 가지 환경문제를 야기시키기 때문에 취급토량에 한계가 있다고 본다.

5. 4. 4. 덤프와 컨베이어의 工事費 및 工期比較

1. 工事費 比較

덤프工法과 벨트컨베이어工法の 공사비 비교 결과는 表 5-23와 같으며, 총공사비에서 벨트컨베이어工法이 덤프工法에 비해 약 30%정도 공사비가 작아 경제적인 면에서 우수한 것으로 나타났다. 表 5-24은 일반적인 운반조건에서 덤프工法과 벨트 컨베이어 工法과의 적부를 비교한 결과이다.

<表 5-23>

工事費 比較表

덤프 공법		컨베이어 공법	
1. 덤프운반		1. 컨베이어 운반	
㉠ 지구	4,280,397,000		
㉡ 지구	11,523,474,000		
㉢ 지구	19,461,970,000		
소계	35,265,841,000 (1,983.46원/㎡)	30,004,119,000 (1,687.52원/㎡)	
2. 흙깎기 흙모으기비		2. 흙깎기 흙모으기비	
	10,780,000,000 (606.30원/㎡)	10,780,000,000 (606.30원/㎡)	
3. 실기비		3. 실기비	
	9,611,250,000 (540.50원/㎡)	1,794,375,000 (100.92원/㎡)	
4. 전용도로비		4. -	
	3,915,650,000		
5. 펴고르기. 다짐		5. 펴고르기. 다짐	
	1,413,125,000 (80.00원/㎡)	1,269,230,000 (71.39원/㎡)	
6. 나무제거비 -		6. 나무제거비	
	1,674,640,000	1,674,640,000	
7. 뿌리뽑기비		7. 뿌리뽑기비	
	304,480,000	608,960,000	
8. 가설비		8. 가설비	
	82,500,000	130,350,000	
9. 관리비(15%)		9. 관리비(15%)	
	9,458,623,000	6,939,493,000	
합 계	72,506,109,000	합 계	53,201,167,000

<表 5-24>

一般條件에 의한 컨베이어와 덤프트럭의 適否比較

운 반 조 건	Conveyor	Dump truck
운반거리가 짧고 시간당 운반량이 많을 경우	○	△
운반거리가 길고 시간당 운반량이 적은 경우	△	○
운반 총토량이 많고 공기가 짧은 경우	○	△
운반 총토량이 적고 공기가 긴 경우	△	○
소음, 진동 등의 환경조건을 고려하는 경우	○	×
철도·도로 등 횡단을 필요하는 곳이 많거나, 교통체증이 예상되는 경우	○	×
산악지대 또는 급경사의 공사용 도로 건설이 곤란한 경우	○	△
운반물이 土石으로 혼입된 큰 덩어리인 경우	△	○

註) ○ : 적정한 경우 △ : 어느 경우에 국한하여 가능한 경우
 × : 부적정한 경우

表 5-24 에서 운반조건의 구체적인 내용을 기술하면 다음과 같다.

가. 運搬距離

운반거리는 총운반토량과의 관계에서 결정되는 것으로서 한지점을 목표로 작업할 때, 1년에 100만 m^3 에 1km, 200만 m^3 에 2km, 300만 m^3 에 3km이내가 가격면에서 컨베이어를 사용하는 적정거리이다.

나. 運搬土量

운반량은 1시간당 500 m^3 이상을 대량으로 보고 500 m^3 미만은 소량으로 본다.

다. 運搬總土量

총토량은 원지반을 기준으로 100만 m^3 이상을 대량으로 보고 100만 m^3 미만은 소량으로 본다.

라. 環境條件

환경조건은 소음, 진동, 먼지발생등 3가지의 현상을 대상으로 하여 소음은 60혼(horn), 진동은 65데시벨, 먼지는 10mg/N m^3 가 일반적인 허용한계로 되어있다.

마. 運搬傾斜

경사는 운반기종에 따라 한계가 있는 컨베이어의 경우 약 13~16°(23~28%)이하, 덤프트럭의 경우 약 4~5°(7~9%)이하를 기준으로 하여 도로등을 계획하는 것으로 한다.

바. 運搬物

운반물의 최대크기는 혼입비율에 따라 다르지만 컨베이어의 경우 혼입비율을 10~15%로 하고, 최대크기는 벨트폭의 1/3, 최대 500mm이다. 따라서, 그것을 초과하는 큰 크기의 혼입물을 막기 위하여 컨베이어의 투입구에서 깨는방법을 택할 필요가 있다.

2. 工事期間에 대한 比較

埋立工事의 工期는 일반적으로 土石運搬能力에 따라 결정된다. 본 연구에서의

검토조건은 공기를 5년으로 하였으나, 이것을 2년에서 10년정도로 나누어 토량 17,780,000m³를 대상으로 表 5-25에서 비교하였다.

〈表 5-25〉 工事期間에 따른 工事費 比較

(토량 17,780,000 m³)

공사 기간 (년)	2 년		3 년		5 년		8 년		10 년	
	B/C	D/T	B/C	D/T	B/C	D/T	B/C	D/T	B/C	D/T
능력 (tf/h)	5,700		3,800		2,280		1,422		1,140	
벨트 폭 (mm)	1,600		1,400		1,200		1,050		900	
벨트 속도 (m/min)	250		220		180		180		180	
동력 (kW)	9,780		6,520		4,290		2,430		1,960	
통과 대수	7,600 (대/일)		6,920 (대/일)		4,160 (대/일)		2,600 (대/일)		2,080 (대/일)	
간격 시간 (초)	9.5		10.4		17.4		27.8		34.7	
덤프 크기 (tf)	15		11		11		11		11	
총공사비 (百萬元)	51,970 -		52,349 -		53,202		55,264		57,761	
					72,166		77,055		79,233	
㎡당 단가 (원)	2,923 -		2,950 -		2,992		3,108		3,249	
					4,059		4,161		4,235	

* B/C : Belt Conveyor

D/T : Dump Truck

단, 工事費에는 物價上昇率이 加算되지 않았다.

여 백

제 6 장 사례지구 매립방법에 따른 공사비 비교

여 백

제 6 장 事例地區埋立方法에 따른 工事費比較

6. 1 工事概要

本 研究에서는 Belt conveyor System 工法の 實用化 研究을 위해 우리公社가 현재 工事を 전담하고 있는 石門 干拓開發地區內에 工團造成을 위한 埋立 예정지 로 計劃中인 石門國家工團 開發事業地區를 연구대상 모델지구로 選定하여 既存의 덤프트럭에 의한 運搬方法과 Belt Conveyor System에 의한 工法을 比較分析하였다. 사전에 相關기관과 協의를 한후 검토하여야 했으나 어디까지나 본 내용은 연구를 목적으로 한 것이고 또, 금번 조사된 data는 연구자 나름대로의 분석치이므로 실제설계와 상이할 수도 있다.

本 모델지구의 開發事業은 약 5개년간 忠南 唐津郡 石門面 三峰里와 成山里일대 약 1,000 ha를 埋立하는 사업으로 매립용 토석을 제공하는 土取場은 주택단지로 造成하고 성토지는 公단부지를 開發하는 등 國土를 최대한으로 이용하고 활용키 위한 事業으로 總 運搬될 土量은 약 7,000만m³에 이르는 방대한 事業이다.

事業名	石門國家工團 開發事業	
位 置	忠南 唐津郡 石門面 三峰里, 城山里 일원	
開發施行期間	約 5 個年	
土地利用計劃	開發面積	1,184 ha
	工業團地	1,066 ha
	住居團地	118 ha
團地造成計劃	平均埋立高	+5. 25 m
	埋立土量	70,880,000 m ³

西南海岸干拓地開發事業
 SOUTH-WEST COASTAL TIDE LAND DEVELOPMENT PROJECT
 石門地區事業計劃平面圖
 SOK MUN PROJECT

1000 0 1000 2000 3000 4000

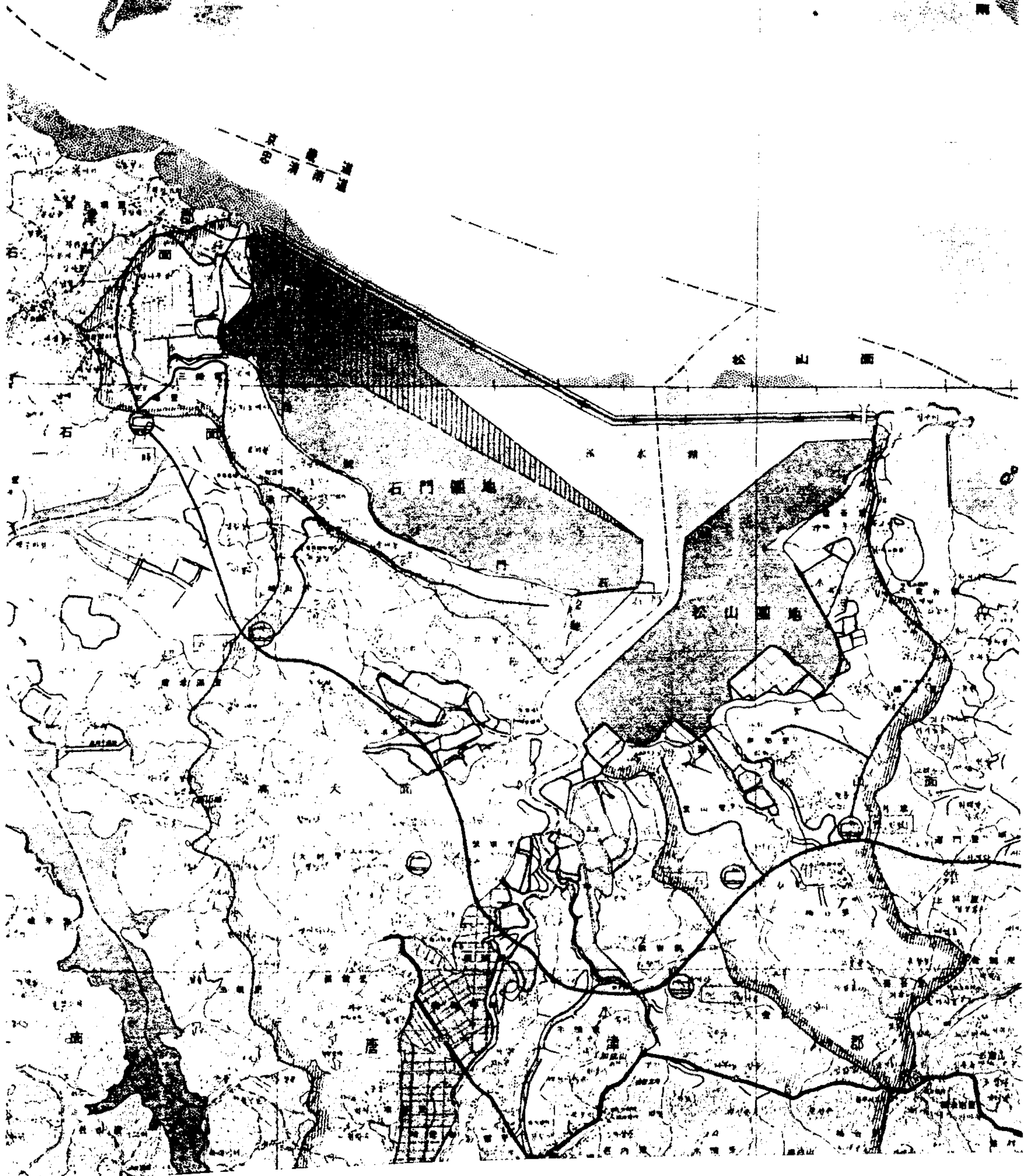


그림 6-1 石門地區 平面圖

年平均氣溫	11. 6 ℃ (29. 2 ~ -5. 8 ℃)	
年平均降雨量	1,219. 7 mm	
年平均風速	2. 34 m/sec	
主 方 向	N. W	
運 搬 工 法	運搬距離	平均 6 km
	現行工法	덤프 트럭
	研究檢討工法	Belt-Conveyor工法

6. 2 工事運用計劃

6. 2. 1 工事計劃

工事의 概略圖는 그림 6-2과 같으며 그림에서 보듯이 切土 및 盛土地를 1, 2구획 나누어 운용하고, 여기에서 1구획 성토지는 #1 土取場에서 토사를 공급하며, 2구획성토지는 #2 土取場에서 토사를 運搬供給하는 것으로 계획하였다.

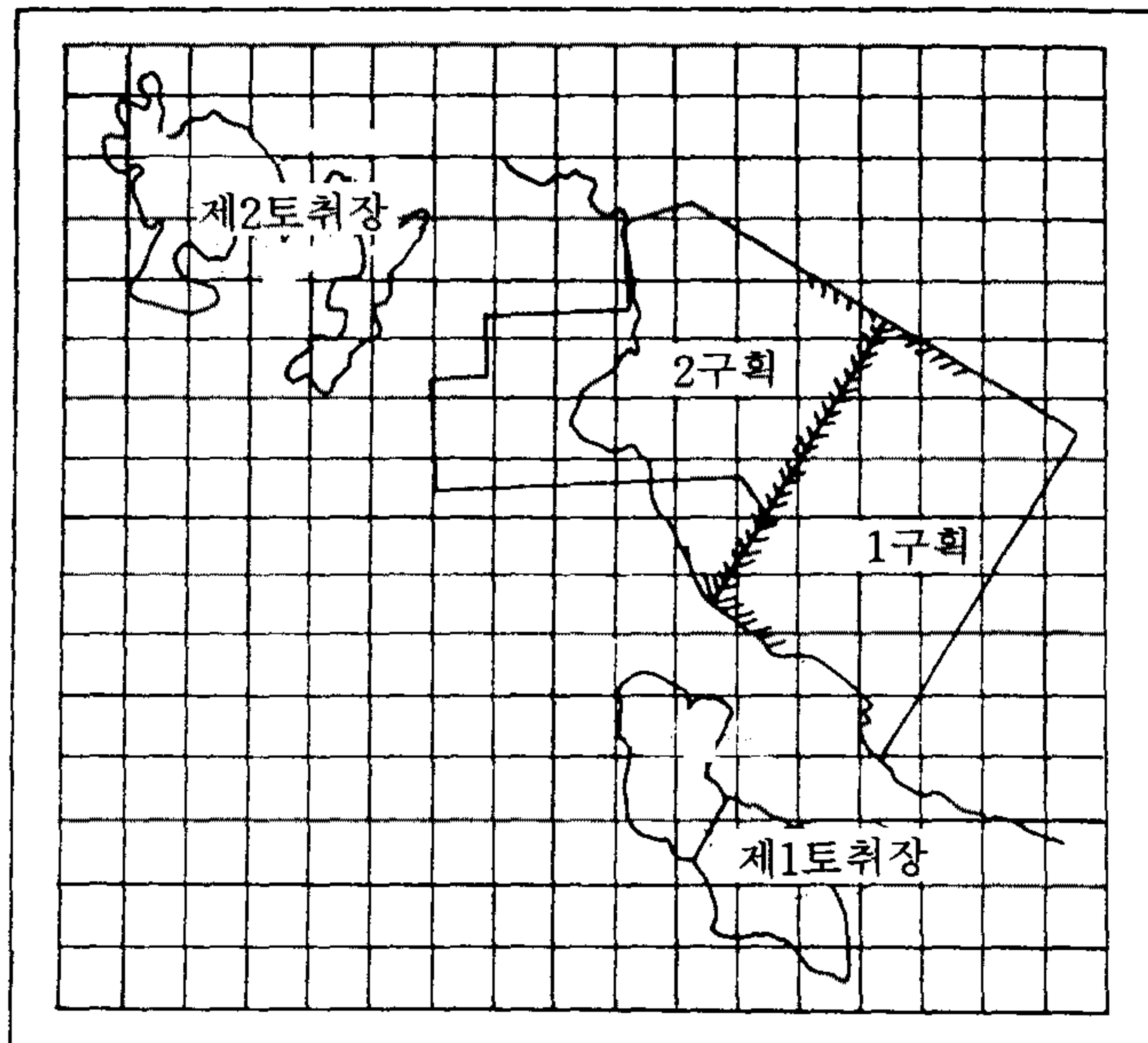


그림 6-2 埋立工事 概略圖

6. 2. 2 工事方法

1. 제 1안

제1구획에 컨베이어 설비 1 set, 제 2 구획에 컨베이어 설비 1 set를 별도로 동시에 투입 작업하는 것으로 하였다.

가. 1-1안 : #1 土取場에 버킷 휠 엑스카베이터를 사용하고 #2 土取場에 호퍼를 사용한다.

나. 1-2안 : #1, #2 土取場에 호퍼를 사용한다.

다. 1-3안 : #1, #2 土取場에 버킷 휠 엑스카베이터를 사용한다.

2. 제 2안

제1구획에 컨베이어 2 set를 동시 투입 작업하고, 공사 완료 후 제2구획에 컨베이어 설비 2 set를 이설하여 작업하는 것으로 계획하였다.

가. 2-1안 : 호퍼를 사용한다.

나. 2-2안 : 버킷 휠 엑스카베이터를 사용한다.

제1안과 제2안 등의 공사방법에 대하여 表 6-2에 표시하였다.

6. 2. 3 裝備 組合

신기에서 성토까지의 작업을 각 컨베이어 시스템을 이용하여 一貫作業을 행하는 것으로 계획하였다.

6. 2. 4 切土計劃

前述한대로 土取場은 2개구획으로 나누어 설비를 2 set 운용하는 것으로 하였고, 運送裝備의 移動經路를 곡선화시켜 장비의 운용을 원활히 하기 위하여 호퍼를

〈表 6-1〉

工事方法에 대한 案

방 법	컨베이어 설치수		투 입 방 법	
	제 1 구획	제 2 구획	제 1 구획	제 2 구획
1-1 안	1 set	1 set	버킷 휠 엑스카베이터	호퍼
1-2 안			호 퍼	호 퍼
1-3 안			버킷 휠 엑스카베이터	버킷 휠 엑스카베이터
2-1 안	2 set	2 set (이설사용)	호 퍼	호 퍼
2-2 안			버킷 휠 엑스카베이터	버킷 휠 엑스카베이터

사용할 때에는 土取場의 입구를 흠각기하여 작업장을 만들고 그 안에 별도 철골로 호퍼 및 그리즐리 바를 설치운용한다.

그림 6-3와 그림 6-4는 호퍼 설치 사용시의 土取場 作業計劃 例를 나타낸 것이다.

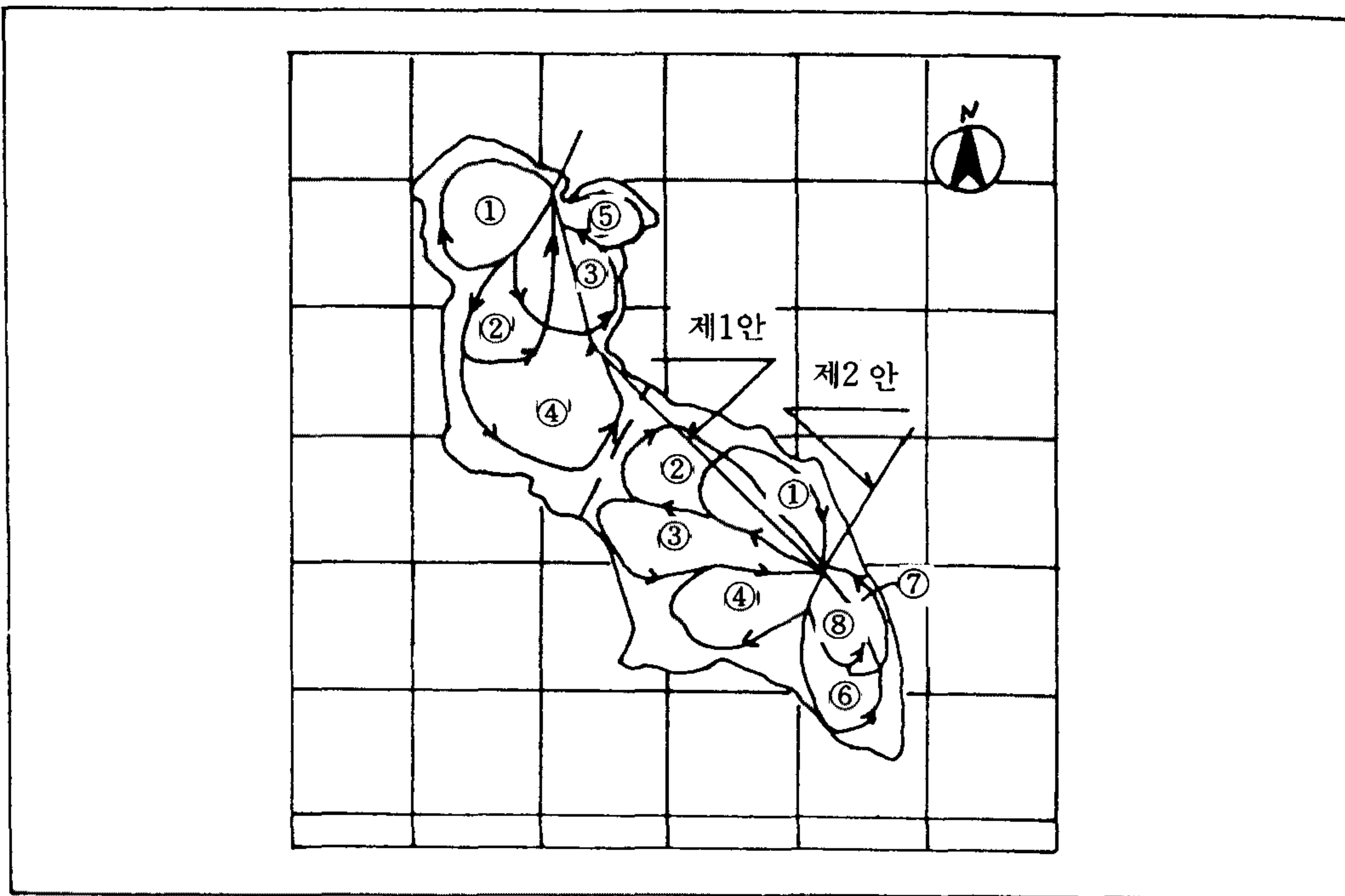


그림 6-3 호퍼 使用時 第1區劃 土取場의 作業計劃 (例)

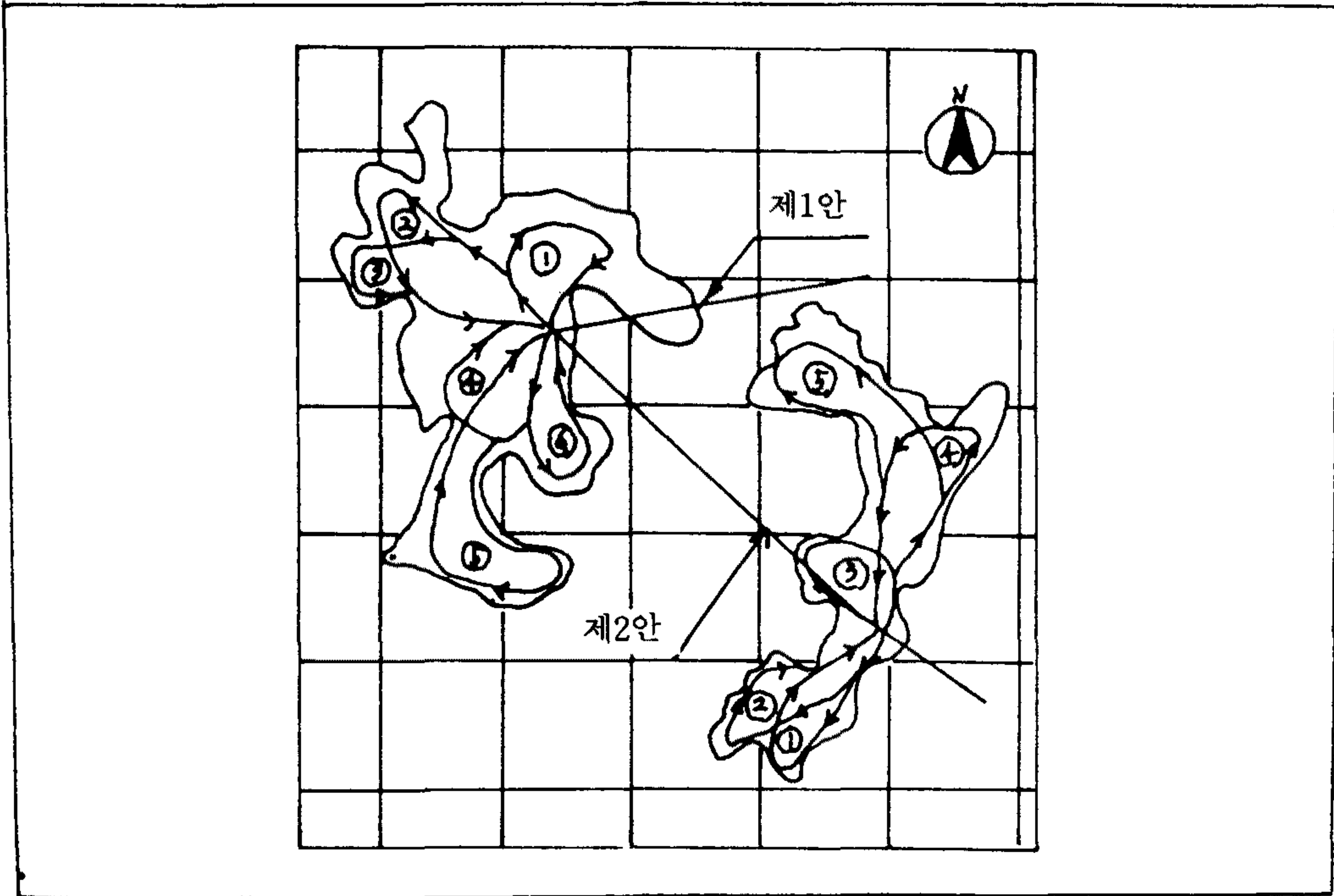


그림 6-4 호퍼 使用時 第 2區劃 土取場의 作業計劃 (例)

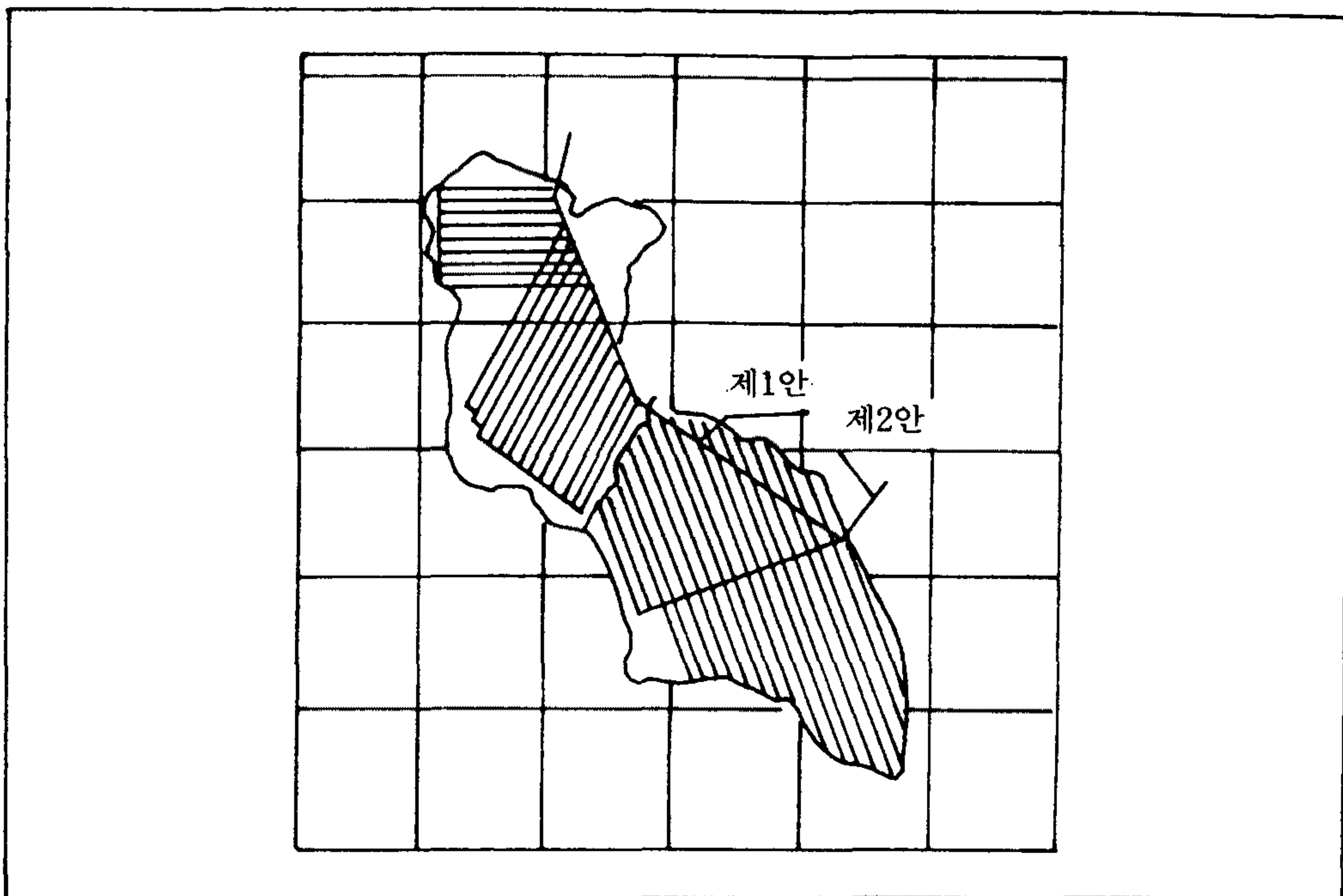


그림 6-5 버킷 휠 엑스카베이터 使用時 第 1區劃 土取場의 作業計劃 (例)

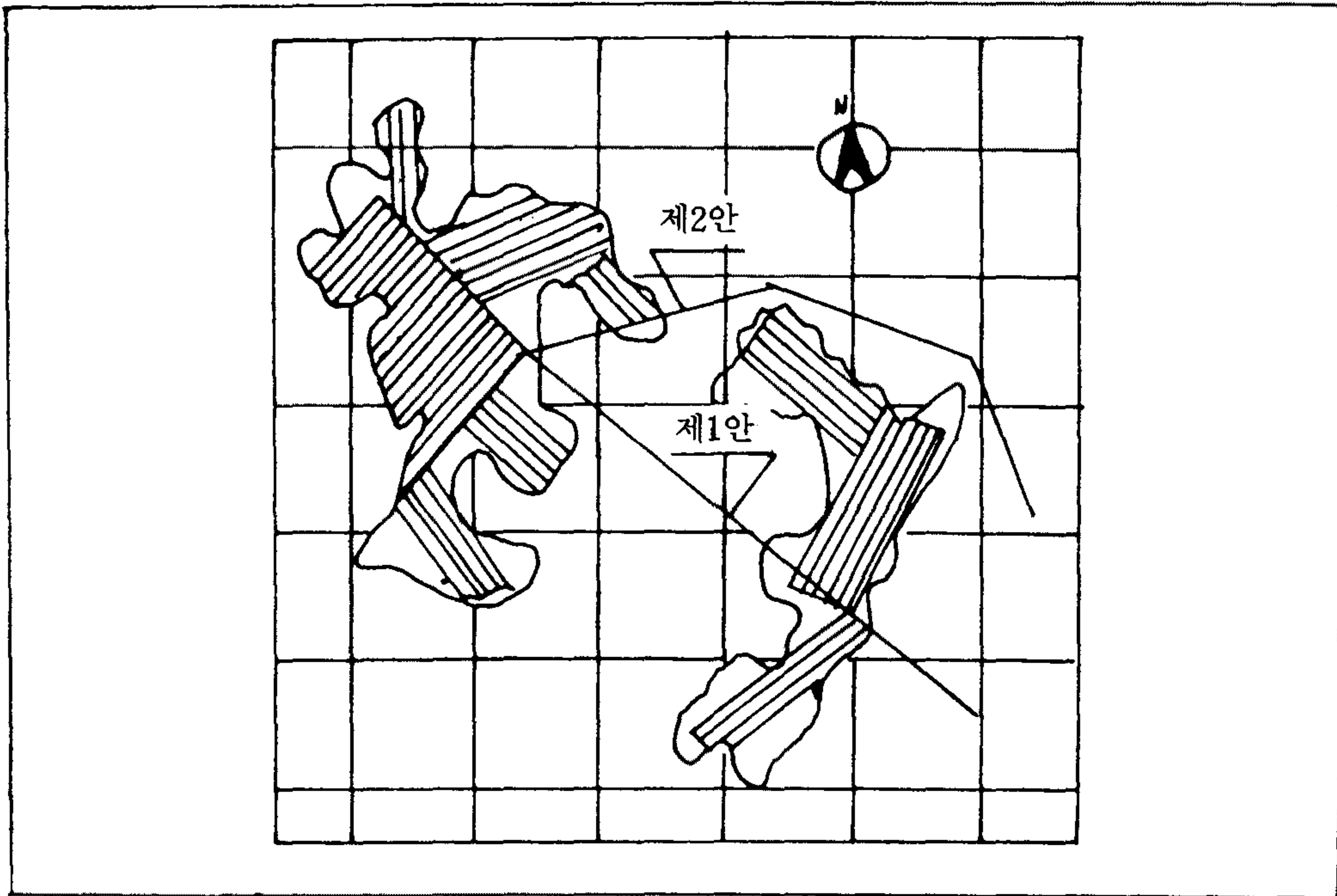


그림 6-6 버킷 휠 엑스카베이터 使用時 第 2區劃 土取場의 作業計劃 (例)

또한 버킷 휠 엑스카베이터를 사용할때에는 土取場內 간이 컨베이어, 연결 컨베이어, 버킷 휠 엑스카베이터를 조합 작업한다. 이 방식은 계단식으로 작업하면 장비의 효율을 높이는 것으로 조사되었다.

그림 6-5와 그림 6-6은 버킷 휠 엑스카베이터 사용시 土取場의 作業計劃 例를 나타낸 것이다.

6. 2. 5 盛土計劃

성토계획은 성토지를 2개구획 약 20개 블록(1개 구획당 약 10개 블록)으로 분리하여 컨베이어 2set를 설치하여 순차적으로 성토하는 것으로 계획하였다.

總 盛土期間은 약 4년 1개월이 소요되는 것으로 조사되었다. 성토지배치에 대하여 그림 6-7과 그림 6-8에 각기 1안, 2안으로 표시하였다.

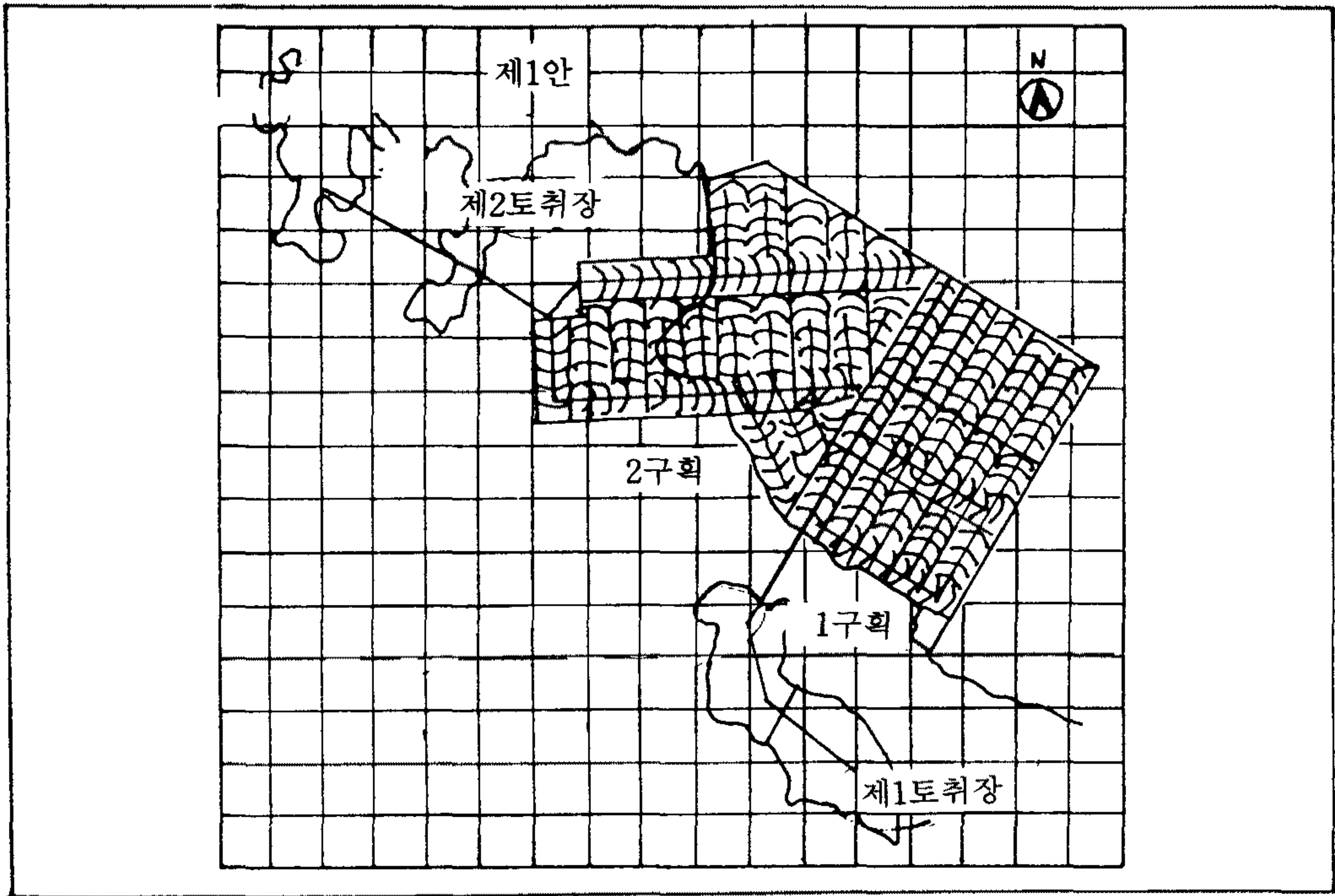


그림 6-7 盛土地 配置 (第 1 案)

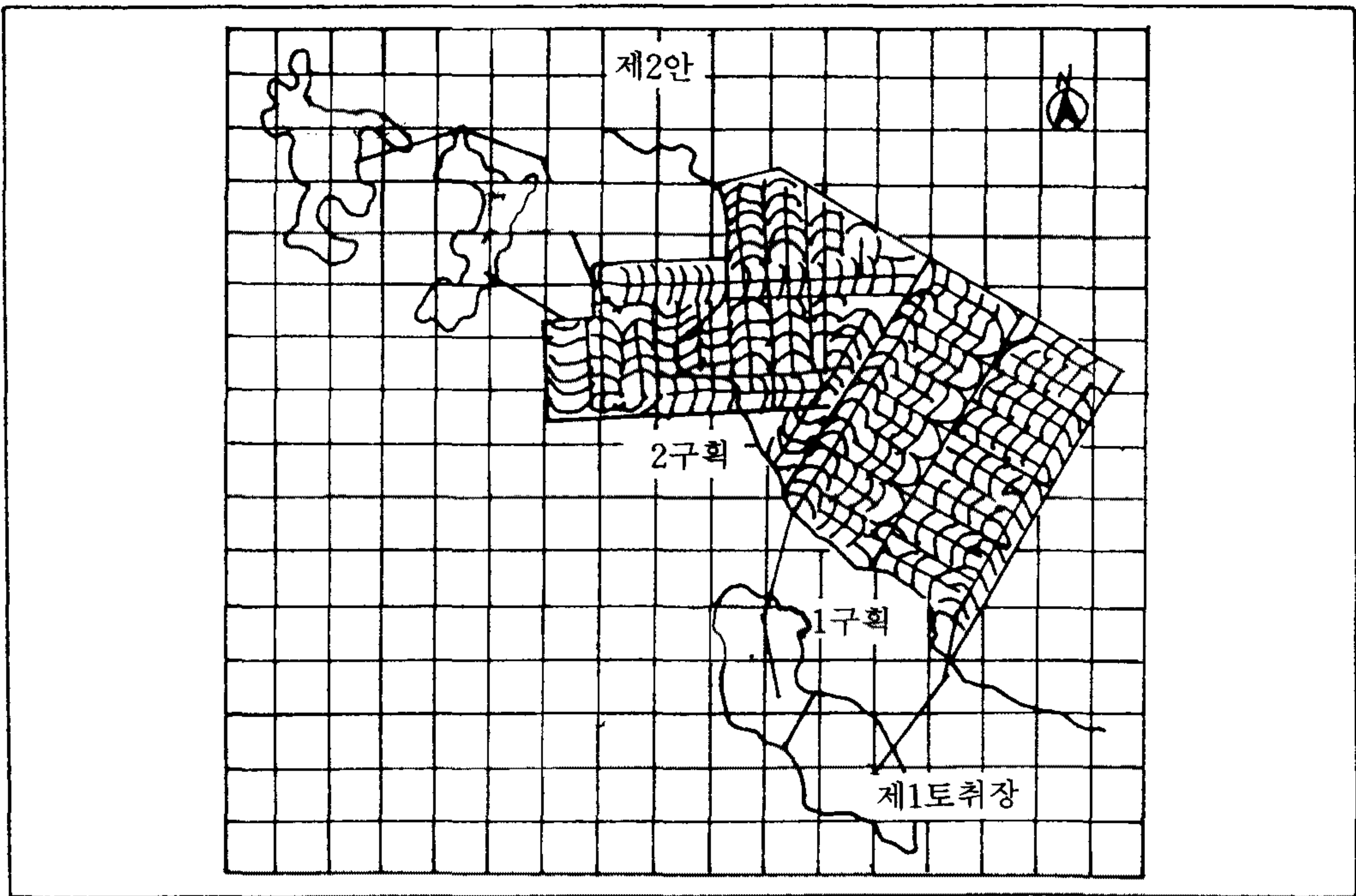
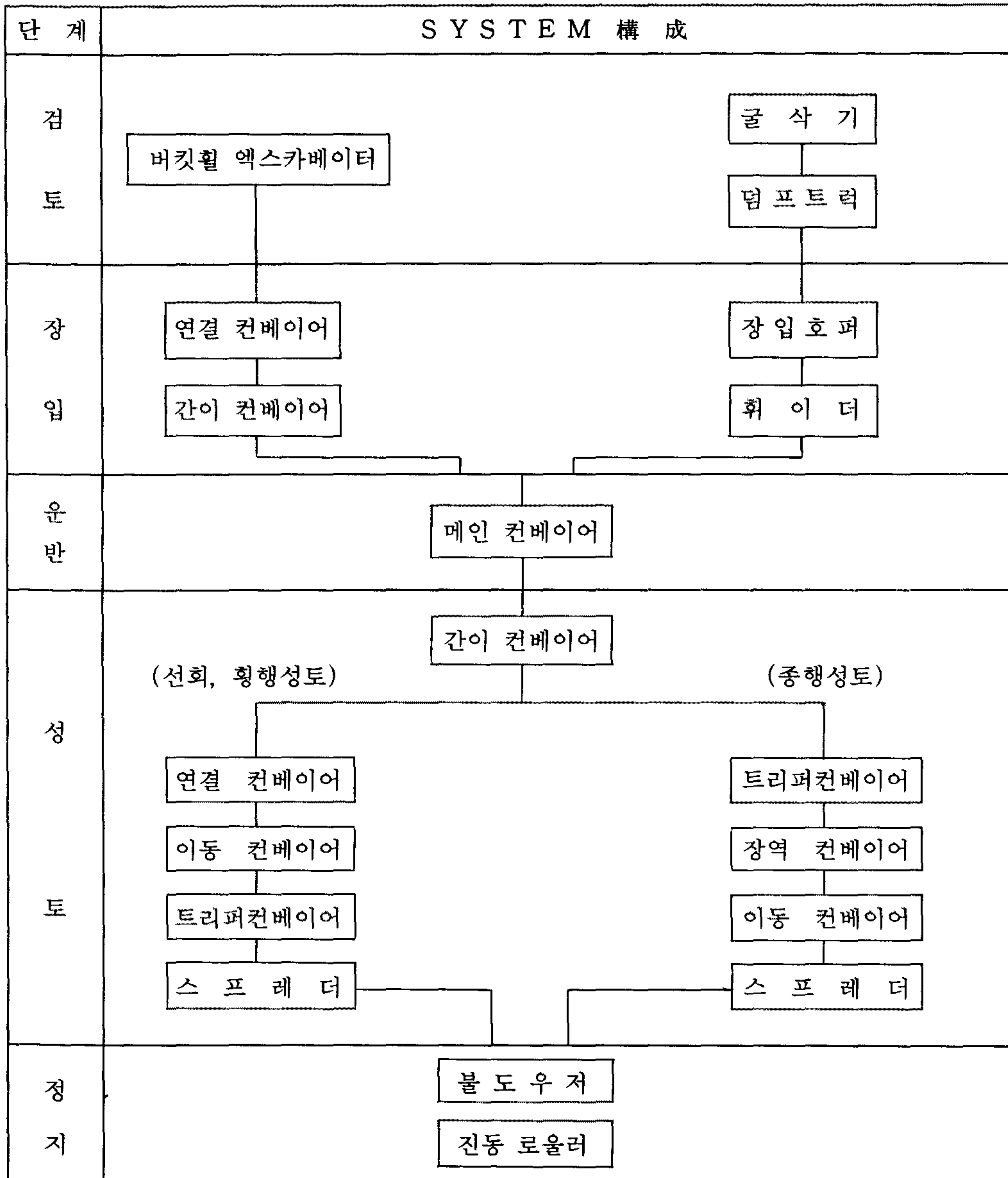


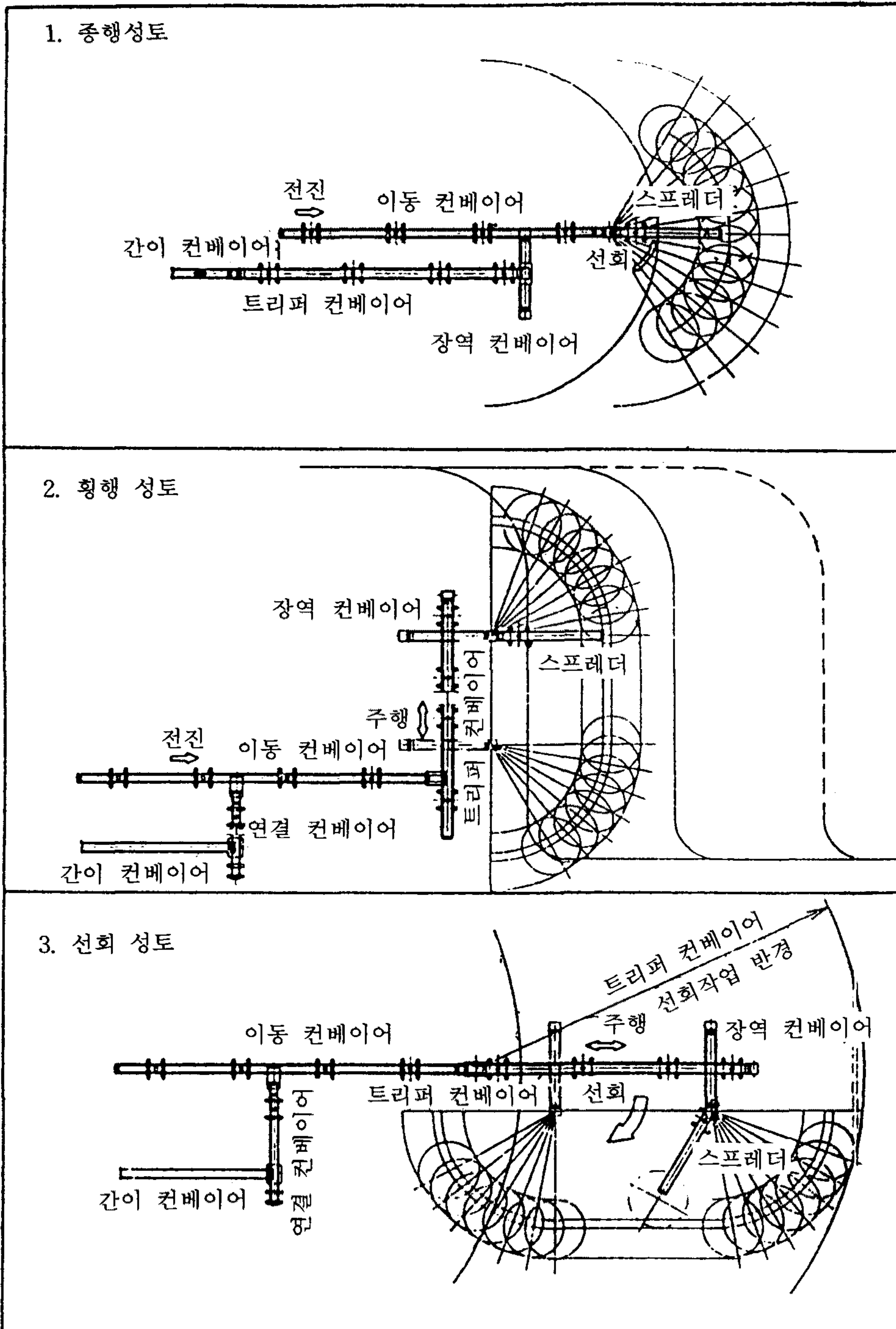
그림 6-8 盛土地 配置 (第 2 案)

6. 2. 6 裝備運用計劃

1. System 構成



2. 埋立 方法









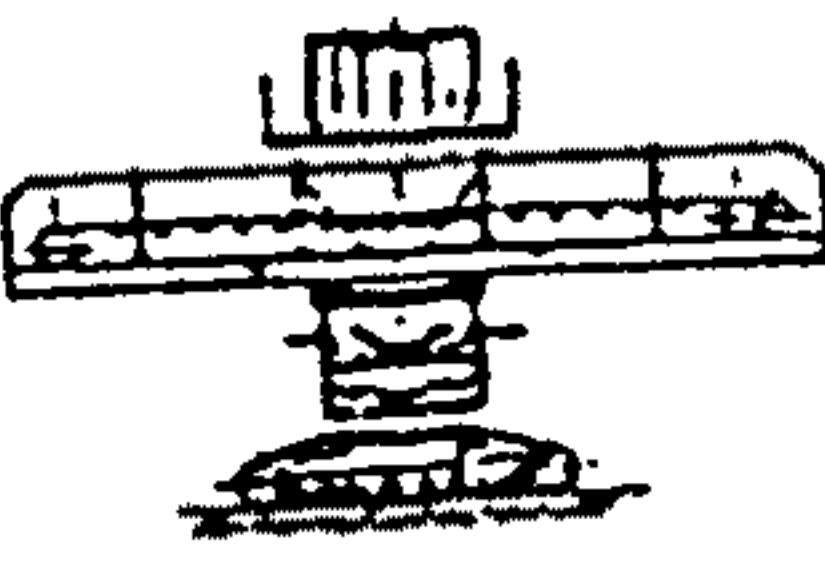



3. 設備 사양 및 裝備內容

가. 主要設備사양

단 계	설 비 명	설 비 사 양	수 량
절 토	버켓휠엑스카베이터	1700m ³ /H, BW 1400	3 대
	연결 컨베이어	9000Tf/H (5000m ³ /H, BW 1600	3 대
	벨트 컨베이어	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1800	6 대
	굴삭기	2m ³	25 대
	휠로우더	5m ³	5 대
	덤프트럭	20 Tf(12m ³)	60 대
장 입	블도우저	5 대	5 대
	그리즐리바	5000W×7000L	1 LOT
	호퍼	50m ³	1 LOT
	진동 휘이더	450 T/H용	1 LOT
운 반	벨트 스케일	9000 T/H	2 대
	메인 컨베이어	9000 T/H	1 LOT
성 토	간이 컨베이어	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1400	1 LOT
	연결 컨베이어	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1400	2 대
	이동 컨베이어	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1400	2 대
	트리퍼 컨베이어	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1600	2 대
	스프레더	9000T/H (5000m ³ /H, BW 1600	2 대
정 지	블도우저		30 대
	진동 로울러		2 대
전 기	급전 설비		1 식
	제어 설비		1 식
	감시 설비	ITV	8 대
토 목 건축	토목 공사		1 식
	운전실 겸 사무실	조립식 건물	1 식
	정비실	조립식 건물	1 식

나. 裝備 內容

명 칭	장 비 형 상	작 업 내 용	설 명
모 우 터 스크레이퍼		토사 채취 및 운반	덤프트럭에 비해 토사 채취 및 부리는 시간을 단축 시킬 수 있음.
블 도 우 저		견고한 지반 굴착 및 평토	견고한 지반의 토사 굴착 작 업 및 성토지의 스프레더에서 방출된 토사의 평토작업 수행
진 동 로 울 러		성토지다짐	정지 작업시 사용됨.
버 키 트 휠 엑스카베이터		토사채취 및 운송	자체 주행하여 토사를 버킷으 로 굴착하는 장치임
벨트 컨베이어		토 사 운 송	설치 및 이설이 쉽도록 제작 된 설비로서 단기간내 많은 토사의 운송을 가능케 함.
연결 컨베이어		토 사 운 송	자체 주행이 가능하므로 빠른 시간내 컨베이어와 컨베이어 의 연결을 원활하게 수행함.
이동 컨베이어		토 사 운 송	자체 주행이 가능하며 컨베이 어 연속작업 기간을 연장시키 고 종행 작업을 가능케 함.
트리퍼 컨 베 이 어		토 사 운 송	자체 주행이 가능하므로 이동 이 용이하고, 반출을 용이하 게 함.
트리퍼 및 장역 컨베이어		토 사 운 송	트리퍼 컨베이어 상에 장착되 어서 주행을 하며 스프레더 및 이동 컨베이어에 토사를 적재시킴.
스 프 레 더		토사 운송 및 반출	성토지에 토사를 반출시키는 장비로서 자체주행 및 선회작 업이 가능함.

6. 3 工事費 推定 比較

6. 3. 1 덤프트럭에 의한 運搬費用

1. 投入裝備 機種

-Bull dozer : 32tf

-Dump truck : 20tf

-Loader : 50m³

-Back hoe : 2m³

2. 投入裝備 所要台數 算出

가. 백호우(m³)

-시간당 작업량

$$\frac{70,880,000 \text{ m}^3}{5 \text{ 년} \times 12 \text{ 월} \times 23 \text{ 일} \times 8 \text{ h}} = 6,420 \text{ m}^3 / \text{h}$$

-백호우 소요대수

$$\frac{3,600. \text{ q. k. f. E}}{C_m} = \frac{3,600 \times 2.0 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.85}{21} = 210 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$6,420 \div 210 = 30.57 \text{ 대}$$

∴ 31대 소요

나. 덤프트럭 (20tf)

운반거리 L = 6 km

$$\gamma_t = 1,800 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$Q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times 1.25 = \frac{20,000}{1,800} \times 1.25 = 13.89 \text{ m}^3$$

$$n = \frac{QT}{qk} = \frac{13.89}{2 \times 0.9} = 7.7 \text{ 회} / \text{대}$$

$$t_1(\text{적재시간}) = \frac{Cms.n}{60ES} = \frac{2.1 \times 7.7}{60 \times 0.85} = 3.17\text{분}$$

$$t_2(\text{운반시간}) = \frac{2(\text{왕복}) \times 6.0\text{km} \times 60(\text{분으로 계산})}{20} = 6\text{분}$$

$$t_3(\text{적재대기시간}) + t_4(\text{부리는 시간}) = 1.22\text{분}$$

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 3.17 + 36 + 1.22 = 40.39\text{분} \dots\dots\dots 1\text{대 왕복시간}$$

$$\frac{60 \times 13.89 \times 0.8 \times 0.9}{40.39} = 14.86\text{m}^3/\text{h}(\text{시간당 덤프 1 대의 작업량})$$

$$70,880,000\text{m}^3 \div 5 \div 12 \div 23 \div 8 \div 14.86 = 432\text{대}$$

∴ 1일 432대의 덤프트럭 소요

3. 運搬費用 算出

※ 토취장에서 매립지까지의 운반비용만을 적용한 것임.

<장비조합>

도우저(32tf) + Loader(5m³) + 덤프(20tf)

<운반거리>

L = 6 km

상기조건을 만족시키는 단가는 표 6-2(농진공 '92설계단가임)에서 2,142원임

토취(절취)에서 집토장까지의 비용 : 370원

집토에서 매립장까지의 비용 : 2,142원

토취에서 매립장까지의 비용 : 2,512원

※ 총 운반비용은

$$70,880,000\text{m}^3 \times 2,512\text{원} = 178,050\text{百萬元}$$

4. 덤프트럭 운반시 장단점 비교

가. 장점

<표 6-2>

최적합 장비 산출 내역

자 료 명 : 순성토

사용장비 : 도져 32t + 로우더 + 덤프

로 우 더	덤프	1.0 KM	3.0 KM	5.0 KM	6.0 KM	8.0 KM	10.0 KM
1.34 M ³	+ 6.0 TON	1,055	1,827	2,597	2,982	3,747	4,518
	+ 8.0 TON	1,011	1,674	2,335	2,667	3,329	3,990
	+ 10.5 TON	987	1,575	2,162	2,455	3,043	3,631
	+ 15.0 TON	1,026	1,578	2,129	2,404	2,957	3,509
	+ 20.0 TON	1,078	1,610	2,142	2,409	2,939	3,473
	+ 32.0 TON	987	1,416	1,845	2,058	2,486	2,915
1.72 M ³	+ 6.0 TON	1,018	1,786	2,555	2,940	3,709	4,479
	+ 8.0 TON	967	1,630	2,291	2,625	3,288	3,944
	+ 10.5 TON	940	1,528	2,114	2,410	2,994	3,583
	+ 15.0 TON	962	1,514	2,066	2,341	2,893	3,447
	+ 20.0 TON	1,003	1,534	2,068	2,333	2,867	3,398
	+ 32.0 TON	1,008	1,436	1,864	2,078	2,507	2,935
2.29 M ³	+ 6.0 TON	971	1,741	2,508	2,897	3,660	4,430
	+ 8.0 TON	916	1,579	2,242	2,573	3,237	3,896
	+ 10.5 TON	889	1,477	2,065	2,357	2,946	3,530
	+ 15.0 TON	900	1,452	2,003	2,279	2,829	3,384
	+ 20.0 TON	927	1,460	1,993	2,259	2,789	3,325
	+ 32.0 TON	913	1,342	1,770	1,985	2,413	2,841
2.87 M ³	+ 6.0 TON	939	1,711	2,481	2,866	3,636	4,402
	+ 8.0 TON	884	1,546	2,209	2,539	3,204	3,862
	+ 10.5 TON	851	1,439	2,027	2,320	2,907	3,495
	+ 15.0 TON	855	1,406	1,959	2,235	2,786	3,337
	+ 20.0 TON	874	1,407	1,940	2,204	2,737	3,271
	+ 32.0 TON	854	1,282	1,710	1,925	2,354	2,782
3.50 M ³	+ 6.0 TON	923	1,690	2,462	2,847	3,620	4,379
	+ 8.0 TON	863	1,527	2,189	2,518	3,183	3,845
	+ 10.5 TON	827	1,416	2,003	2,295	2,885	3,469
	+ 15.0 TON	830	1,383	1,933	2,210	2,762	3,313
	+ 20.0 TON	843	1,375	1,908	2,172	2,705	3,239
	+ 32.0 TON	813	1,240	1,669	1,883	2,312	2,740
5.00 M ³	+ 6.0 TON	911	1,679	2,450	2,834	3,603	4,367
	+ 8.0 TON	849	1,511	2,173	2,503	3,168	3,829
	+ 10.5 TON	812	1,398	1,985	2,279	2,868	3,453
	+ 15.0 TON	805	1,356	1,908	2,183	2,735	3,286
	+ 20.0 TON	811	1,343	1,875	2,142	2,674	3,206
	+ 32.0 TON	772	1,199	1,628	1,842	2,271	2,698

- 기동성
- 호환성
- 구득용이
- 다짐효과

나. 단점

- 분진 및 소음등으로 인한 대기오염 심각
- 중차량 통과에 따른 민원 야기
- 덤프트럭 20tf 초과시 도로구조령의 한계 초과
- 공사전용도로 신설, 도로확폭 및 도로유지보수
- 연약지반 통과시 과다 침하 우려
- 소요인력 확보 지남(운전원, 정비공등)
- 주차장 확보
- 운전비용이 많이 듦

6. 3. 2 Belt conveyor에 의한 운반비용

1. 개요

본 공사 계획은 방조제로 축조된 지구내 약 1,000ha를 공업단지조성등의 목적으로 앞으로 5년간 조성하는 것을 목표로 2개소의 토취장에서 토취하여 Belt Conveyor System 에 의해 매립토를 계획하였으며, 토석운반방법은 셔블, 엑스카베이터 덤프공법에 의해 그리즐리를 거쳐 큰 Sige는 조크랏셔로 파쇄하여 그리즐리 통과분과 같이 운반하는 것으로 하였다.

2. 기본설계조건

- 매립총면적 : 1,000ha
- 운반토석량추정 : 토 사 65%

⑤ 設計費 (計劃 및 製作)	1,319,500千원
⑥ 豫備品 (5年分)	1,316,250千원
⑦ 其他	36,462,725千원
◦ 工場(포장)~FOB	1,943,500 /
◦ 海上운임	988,650 /
◦ 通關, 輸送	371,800 /
◦ 設置費	4,902,300 /
◦ 電力費(5年使用費)	3,537,625 /
◦ 운전, 보수 및 이설공사	24,718,850 /
제 1 토취장 총운반비용 :	63,813,425千원
2) 제 2 토취장(35,440,000m ³)	
① 파쇄설비	3,014,050千원
(그리즐리 설비, 에프론 피이더, 블레이드 피이더, 죠 크랏셔)	
② 幹線 Conveyor	2,429,050千원
③ Bullcon System	15,009,800千원
④ 電氣制御設備	7,114,250千원
⑤ 設計費	1,319,500千원
⑥ 豫備品 (5年分)	1,316,250千원
⑦ 其他	34,530,925千원
◦ 工場(포장) ~ FOB	2,208,050 /
◦ 海上운임	1,117,350 /
◦ 通關, 輸送	418,600 /
◦ 設置費	5,522,400 /
◦ 電力費(5年使用費)	3,578,575 /

○ 운전, 보수 및 이설공사 21,685,950 원

제 2 토취장 총운반비용 : 64,733,825천원

3) 총 합계

제 1 토취장 63,813,425천원

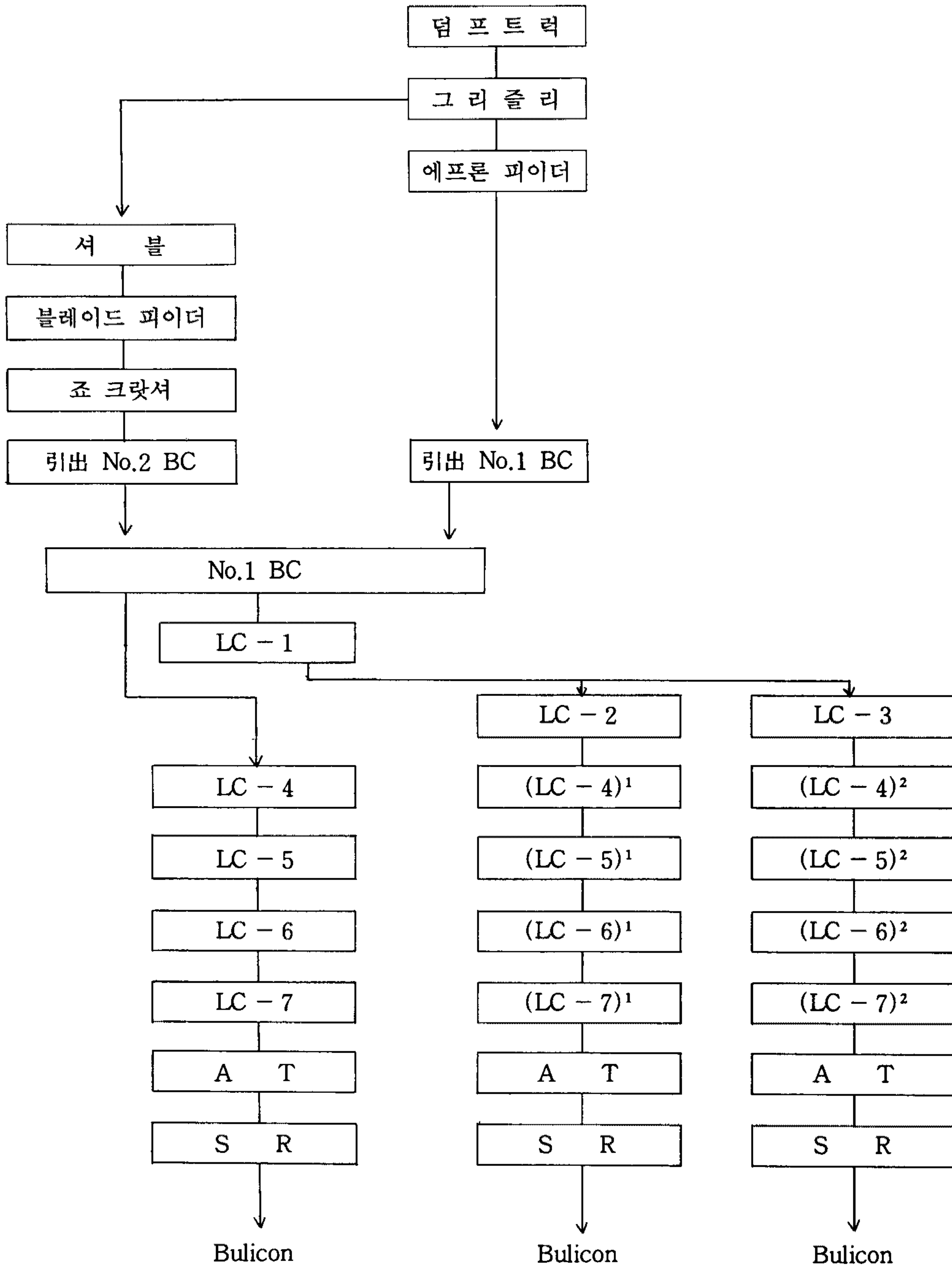
제 2 토취장 64,733,825천원

토목기초공사 5,300,000천원

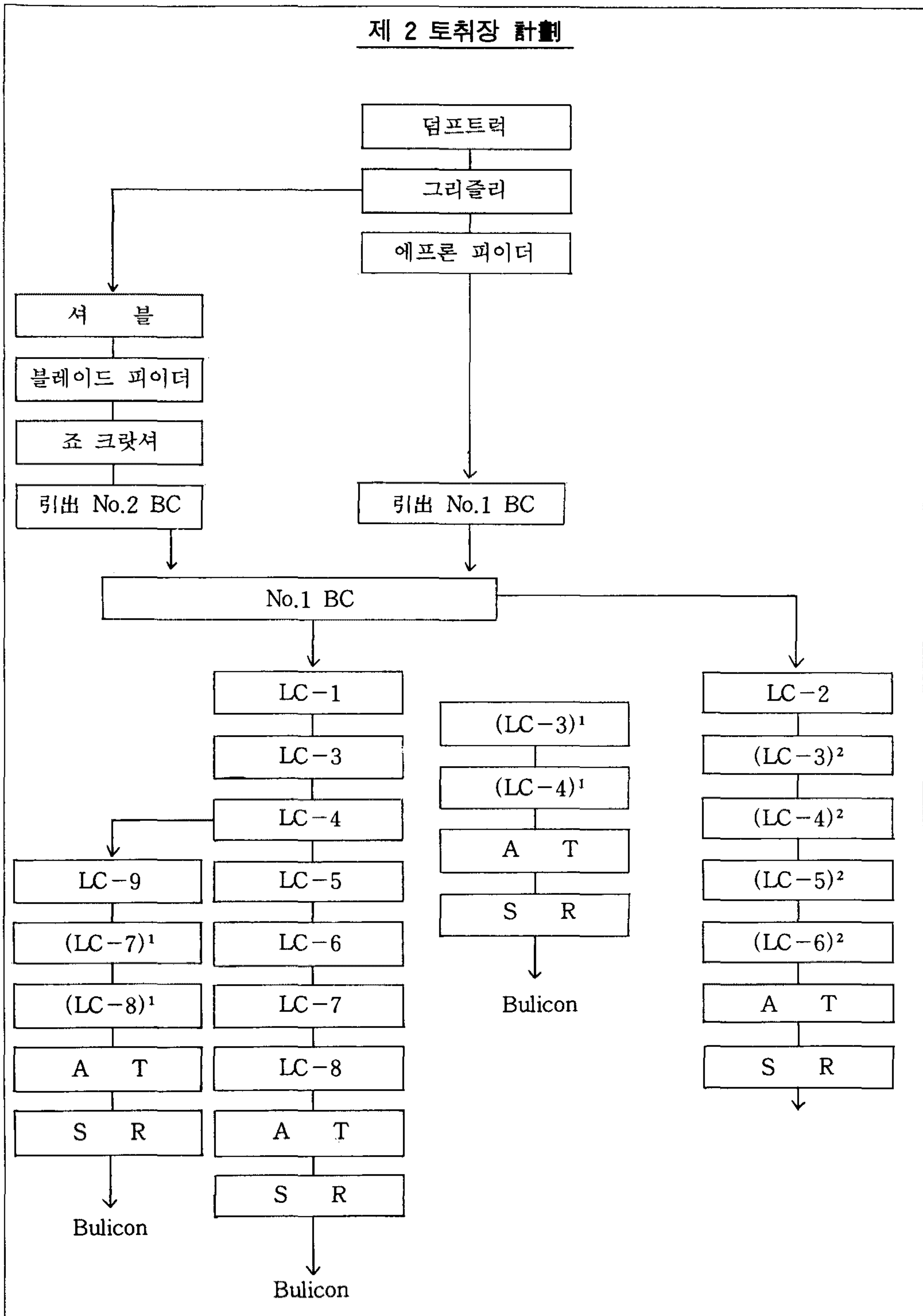
계 133,847,250천원

※ m²당 단가로 환산하면 1,889원

제 1 토취장 계획



제 2 토취장 計劃



제 1 土取場 設備 計劃

機 名	臺數	能 力 Qt _f /h	벨트폭 mm	速 度 V _m /min	길이 L m	揚 程 H m	動 力 kw×臺數	벨트 사양
그 리 즐 리	3							
에프론 피이더	6	1,500						
블레이드 피이더	2	400						
조 크 랫 셔	2	400						
引出 NO.1 BC	1	5,000	1,600	190	166	0	150×1	250×4×12×8
引出 NO.2 BC	1	1,000	1,600	100	160	10.0	75×1	250×4×12×8
NO.1 BC	1	5,000	1,400	250	920	3.8	300×2	ST1300×10×7
LC - 1	1	5,000	1,400	250	510	3.8	200×2	ST1100×10×7
LC - 2	1	5,000	1,400	250	510	3.8	200×2	ST1100×10×7
LC - 3	1	5,000	1,400	250	540	3.8	200×2	ST1100×10×7
LC - 4	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 5	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 6	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 7	1	5,000	1,400	250	380	3.8	185×2	ST1100×10×7
A T	1	5,000	1,400	250	210	5.6	185×2	ST1100×10×7
A T W	1	5,000	1,600	250	10	0	75×1	250×4×12×8
S R	1	5,000	1,600	250	25	6.0	185×1	250×4×12×8

제 2 土取場 設備 計劃

機 名	臺數	能 力 Q tf/h	벨트폭 mm	速 度 V m/min	길이 L m	揚 程 H m	動 力 kw×臺數	벨트사양
그 리 즐 리	3							
에프론 피이더	6	1,500						
블레이드 피이더	2	400						
쥬 크 랫 셔	2	400						
리 出 NO.1	1	5,000	1,600	190	166	0	150×1	250×4×12×8
리 出 NO.2	1	1,000	1,600	100	160	10.0	75×1	250×4×12×8
NO.1 BC	1	5,000	1,400	250	700	3.8	350×2	ST1100×10×7
LC - 1	1	5,000	1,400	250	800	3.8	300×2	ST1300×10×7
LC - 2	1	5,000	1,400	250	330	3.8	300×2	ST1100×10×7
LC - 3	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 4	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 5	1	5,000	1,400	250	440	3.8	185×2	ST1100×10×7
LC - 6	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 7	1	5,000	1,400	250	680	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 8	1	5,000	1,400	250	240	3.8	250×2	ST1100×10×7
LC - 9	1	5,000	1,400	250	740	3.8	250×2	ST1100×10×7
A T	1	5,000	1,400	250	210	5.6	185×2	ST1100×10×7
A T W	1	5,000	1,600	250	10	0	75×1	250×4×12×8
S R	1	5,000	1,600	250	25	6.0	185×1	250×4×12×8

6. 3. 3 工事費 比較 分析

본 사례지구(석문)의 매립방법에 따른 공사비중 순수한 토석운반 비용만을 추산 비교한 결과 덤프트럭에 의한 기존방법으로서는 약 1,780억원이 소요되나, Belt conveyor System 공법 적용시 덤프공법의 약 75%선인 1,340억이 들어 약 440억 원의 공사비 절감효과가 기대된다.

이 공법의 공사비추정에 있어서는 국내에 실제 설계, 시행된 지구를 찾지 못하여 日本의 NIPPON Conveyor사와 포항제철의 Belt conveyor시설을 전담한 삼성중공업의 도움을 얻어 공동으로 연구하여 계산한 것으로서 현지 실시설계와는 차이가 있을수 있으며 본 비교는 Belt conveyor System 실용화를 위한 산출근거로서 인용된 자료임을 밝혀두면서 본 System을 국내에서 제작 설치할 경우에는 더 많은 효과를 기대할 수 있다고 본다.

공사비 산출에서 용지매수 및 보상비는 제외시켰으며 덤프공법 적용시 5년동안에 1일 432대의 덤프트럭 소요됨을 고려하여 볼때 현실성이 없는 것으로 판단되었으며 Belt conveyor System 공법 적용만이 한정된 공사기간에 공사를 완료할 수 있는 최적의 공법이라고 사료되며 m³당 운반단가는 다음과 같음.

덤프트럭에 의한 m ³ 당 단가	2,512원(100%)
Belt conveyor System에 의한 단가	1,880원(75%)
절감단가	623원(25%)

여 백

제 7 장 結言 및 今後 研究方向

여 백

제 7 장 結言 및 今後研究方向

本 研究에서는 埋立工事に 있어 建設機械의 效率的인 使用을 위해 덤프트럭工法과 Belt-Conveyor工法을 比較 分析하였으며, 앞으로 Belt-Conveyor工法이 埋立工事を 비롯한 大型土木工事中서 安定性, 經濟性 및 人력절감면을 고려할 때 優位에 있다고 思料되어 이 工法에 대한 集中的인 分析과 그 問題點을 提示하였다.

本 研究를 遂行함에 있어 建設工事の 工種別, 工法別 및 規模別 各種 建設機械의 適定組合을 比較 判斷하여야 했으나 그 業務의 尙大함과 對象現場의 選定에 어려움이 많아 本 稿에서는 現在 가장 많이 사용되고 있는 덤프트럭과 Belt-Conveyor에 의한 埋立工法을 比較 分析하였으며, 이에 따른 結果는 다음과 같다.

1. 埋立現場에서 공사 중 예측하지 못한 사건들이 일어날 可能性이 많으므로 일 정율의 數値에 의해 裝備의 適定組合을 導出하는 경우 여러가지 問題點 發生에 대하여 考慮하여야 한다.
2. 一般的인 特性을 比較한 結果 施工期間, 安定性, 經濟性, 人力節減 側面에서 Belt-Conveyor工法이 덤프트럭工法보다 優秀한 것으로 나타났다.
3. 運搬條件에 의한 比較 結果, 運搬距離가 짧고 時間當 運搬量이나 總 運搬土 量이 많거나 工期가 짧은 경우에는 Belt-Conveyor工法이 優秀하였으며 위의 條件과 反對일 경우 오히려 덤프트럭工法이 有利하였다.
4. 環境에 대한 影響을 比較한 結果 振動, 大氣汚染, 먼지發生의 側面에서는 Belt-Conveyor工法이 有利하나 Belt-Conveyor가 非防音構造일 때 動力部分에서 약간 騒音이 크고 防音構造를 採擇하였을 때는 全般的으로 騒音이 작았다.

5. 石門地區의 埋立工事에서 Belt-Conveyor 工法이 덤프트럭 工法보다 約 25%의 工事費가 節減되는 것으로 推定되었다.

本 研究와 같이 앞으로 施行되는 建設工事에도 各 工種, 工法 및 規模別로 利用 建設裝備에 대한 作業分析과 아울러 模擬實驗技法을 活用하여 作業效率, 待機率, 作業活動의 算定 및 標準工期再定立등의 持續的인 研究가 必要할 것으로 思料되며, 今後의 研究計劃은 本 研究결과를 토대로 하여 우리 實務者가 設計地區에 運搬方法에 대한 判斷 基礎資料가 될수 있는 設計方案 提示와 防潮堤 築造工事와 소규모 埋立 地區에 Belt-Conveyor System 적용 方案을 提示하여 實用化를 위한 實質的인 研究를 隨行할 計劃임.

參 考 文 獻

1. 金亨洙, “土木施工學”, 創知社, 1988.
2. 盧在植外 7人, “大氣污染”, 綠苑出版社, 1986.
3. 農漁村振興公社, “干拓工事 運土裝備에 관한 研究”, 農林水産部 農漁村振興公社 1991.
4. 農漁村振興公社, “標準單價表” 農漁村振興公社 1992.
5. 農漁村振興公社, “干拓施工裝備 新技術紹介”, 農漁村振興公社, 1991.
6. 農業振興公社, “施工機械” 農業振興公社 1981.
7. 大韓住宅公社, “機械化 土工裝備組合施工의 最適單價算出方案”, 大韓住宅公社 1988.
8. 大韓重機協會, “國產重機諸元表”, 大韓重機協會, 1990.
9. 朴德雄, “國產掘削機의 掘鑿性能提高에 관한 研究”, 漢陽大學校 産業大學院 1988.
10. 釜山直轄市 “海上新都市 土地利用綜合計劃報告書” 釜山直轄市 1992.
11. 安在淑, “韓國農地開發史”, 暁石先生 華甲紀念出版 奉呈推進委員會, 1989.
12. 林迎春, 李鍾模, 申東壽 “干拓工學”, 韓國農村環境開發研究所, 1982.
13. 全仁植, 張達淳, 鄭榮和, “土木施工學”, 建設研究社, 1982.
14. 全仁植, “土木施工管理”, 建設研究社, 1975.
15. 全仁植, “建設機械化 施工法”, 建設研究社, 1977.
16. 鄭善謨, 黃炳九, “運搬荷役機械”, 東明社, 1990.
17. 鄭一錄, “騒音 振動理論斗 實務”, 綠苑出版社, 1988.
18. 趙泰龍 “土木施工法 解說”, 鄉書閣, 1988.
19. 秦柄益監修, “建設重機”, 英文社, 1978.

20. 崔大鉉, “新벨트컨베이어의 計劃과 管理”, 省安堂, 1991.
21. 土木工法事典 編輯委員會, “最新 土木工法 事典”, 建設文化社, 1981.
22. 韓國建設技術研究院, “建設機械損料算定方法 改善方案에 관한 研究”, 韓國建設技術研究院, 1990.
23. 韓國建設技術研究院, “建設機械 適正組合에 관한 研究”, 韓國建設技術研究院 1988.
24. 韓國土地開發公社, “建設機械 實務便覽”, 韓國土地開發公社, 1981.
25. 韓國土地開發公社, “海岸埋立에 관한 研究” 韓國土地開發公社 1991.
26. 韓元彬, “建設機械斗 施工法”, 建設文化社, 1986.
27. 黃垠外 7人 “土木施工學” 半島出版社 1990.
28. 雙龍洋灰, “92年度 機械標準품셈” 雙龍洋灰(株) 1992.
29. 加藤三重次, “建設機械”, 技報堂出版株式會社, 1972.
30. 建設機械と土質編纂委員會, “建設機械と土質”, 日本工業出版(株), 1976.
31. 杜山昇, “建設機械と土の諸問題”, 鹿島出版會, 1982.
32. 原田實, 橫田依早稱, “建設工事における 騒音, 振動, 粉しんの 防止對策”, 鹿島出版會, 1979.
33. 伊丹康夫, 伊藤忠男, 高間 勉, 森 田實, 鷲森喜重, “建設機械と施工” (株)コロナ社, 1980
34. 伊丹康夫, 高間 勉, “建設機械” (株)コロナ社, 1984
35. 伊丹康夫, “建設機械の管理と施工”, 財團法人 建設物價調查會, 1989.
36. 日本建設機械化協會, “建設機械と施工法”, 技報堂出版株式會社, 1990.
37. 日本建設機械化協會, “建設機械化の40年”, 日本建設機械化協會, 1989.
38. 日本建設機械化協會, “日本建設機械便覽”, 日本建設機械化協會, 1989.
39. 日本 機械學會 “機械工學便覽(運搬機械)”, 日本機械學會 1989

40. 竹田策三, “建設機械”, 森北出版株式會社, 1988.
41. 眞島仰太郎, “理論と計算 ヘルト ユンヘヤ”, 工學圖書株式會社, 1986.
42. 津雲孝世, 岡部卓 “建設機械” の 運用管理 山海堂 1978.
43. 最新土木工法事典編集委員會 “最新土木工法辭典” (株)産業調査會 出版部 1983.
44. 平野陽三 “海洋土木施工” (柱)産業調査會 出版部 1983.
45. 皇 昭治郎, “建設機械學”, 鹿島出版會, 1987.
46. Caterpillar, “Performance Handbook” Edition 21 CATERPILLAR 1990.
47. Frank Harris, “Ground Engineering Equipment and Methods”,
Hill Book Company, 1983.
48. Nippon Conveyor, “Summarized experience of Nippon Conveyor” Nippon
Conveyor Co., LTD 1991.
49. Nippon Conveyor, “recent progress of our Conveyors” Nippon Conveyor
Co. , LTD 1991.
50. Robert L. Pevrifooy, William B. Ledbetter, “Construction Planning,
Equipment & Methods”, Fourth Edition. McGraw-Hill International Edi-
tions, 1985.

여 백

附 錄

1. conveyor의 種類
2. Bellcon System
3. 표준 Conveyor 호형도

여 백

부록 1. 컨베이어의 種類

컨베이어는 그 운반방식에 따라 수평식, 경사식, 수평과 경사의 조합식등으로 나뉘어지고 설비장소에 따라 고정식, 이동식으로 나누는데 컨베이어는 벨트 컨베이어, 체인 컨베이어, 엘리베이팅 컨베이어, 로울러 컨베이어, 스크류 컨베이어, 진동 컨베이어등이 있으며 운반설비 및 용도에 따라 형식을 다양화할 수 있다. 그리고 傳動 媒介體인 운반벨트로서는 고무벨트, 鐵板, 木板, 체인 및 나사등이 사용되고 있다. 컨베이어의 종류는 다음과 같다.

1.1 벨트 컨베이어(Belt conveyer)

1. 고정식 벨트컨베이어

일반적으로 벨트컨베이어는 지상에 설치된 콘크리트기초 또는 건물바닥 슬래브에 기초 볼트로 고정하여 풀리(pulley)에 의해 구동되며 동 방법에 따라 1개 풀리에 의하여 구동되는 단일구동과 복수 풀리로 구동되는 복수구동이 있다.

길이가 긴 컨베이어는 그 선단부 및 말단부에 복수구동풀리를 설치해서 벨트에 발생하는 구동장력을 분산시켜 벨트의 최대장력을 줄여 가급적 강도가 낮은 벨트를 사용할수 있게 하여 설치비를 저감하도록 계획하는 것이 좋다.

하향경사 컨베이어의 무부하 운전에서는 (+)동력이지만 운반물 적재를 시작하면 동력이 서서히 감소하여 영(zero)으로 되고, 쏠길이에 적재된 상태에서는 (-)동력으로 되는 경우가 있다.

전동기는 일반적으로 3상유도전동기를 사용하고 (-)동력시는 자동적으로 제동운전으로 변환되어 발전된 전력은 逆送시키며 보통 대형의 하향 컨베이어의 경우 정지시의 제동은 전기제동과 기계제동을 병용하며, 구동풀리는 말단부분에 설치한다.

벨트컨베이어의 중간부 프레임은 지상설치형과 架空설치형이 있으며, 주거지역을 통과할 경우는 외부를 방음재로 차단하고 방음형 로울러등을 사용하여 운전에 의한 소음을 적게 한다.

방음형 로울러는 보통 로울러보다 발생음이 약 10dB저하되며, 발생음 에너지는 약 1/10로 된다.

2. 이동형 벨트컨베이어(movable belt conveyor)

가. 쉬프트블 벨트컨베이어(shiftable belt conveyor)

이 컨베이어는 주로 토사채굴 및 매립공사용으로 사용되며, 컨베이어 전체를 횡방향으로 이동 가능한 구조로 되어 있는데 그림 1과 같이 선단부 중간부 및 말단부의 각부 프레임은 각각 유니트(unit)로서 분해되고 활같이 휘어서 이동에 유리한 형상으로 되어 있다.



이들 유니트는 종방향의 레일에 접속시켜 이 레일을 특수한 이동장치로서 횡방향으로 인장하여 이동시킬 수 있다. 일반적으로 이 컨베이어의 이동거리는 50m 정도인데 벨트컨베이어 길이 1,000m 정도에 50m 옆으로 이동시키는데 필요한 시간은 보통 8~12시간 정도이다.

나. 스프레더(spreader)

스프레더는 컨베이어로 매립지까지 운반된 토사를 매립장소에 투입하기 위한 장

비로서 이동용 로울러 위에 반입용 컨베이어와 반출용 컨베이어가 설치된 것인데 통상 각각의 컨베이어는 그림 2와 같이 크롤러 중간부를 중심으로 선회할 수 있는 구조로 되어 있다.

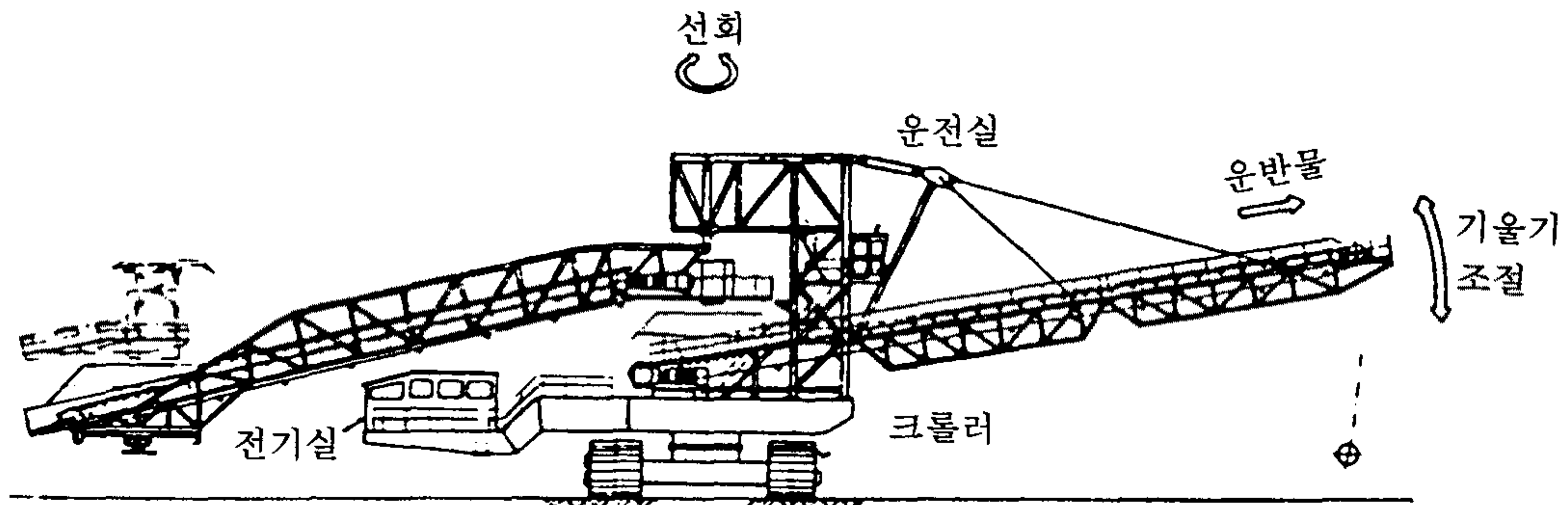


그림 2 스프레더

일반적으로 토사반출부분은 배출토의 쌓는 높이가 높을수록 붕괴되기 쉬우므로 반출용 컨베이어의 붐(boom)을 가급적 길게 해야 한다.

다. 트랜스퍼 벨트컨베이어(transfer belt conveyor)

이 컨베이어는 그림 3과 같이 크롤러 위에起伏 및 선회가능한 컨베이어를 설치한 것인데, 크롤러에 의하여 자유롭게 이동할 수 있다. 이것은 토사채굴장에서 그림 4와 같은 버킷휠굴착기(bucket wheel excavator)와 쉬푸터블 벨트컨베이어 간의 연결에 사용되며, 매립장에서는 쉬푸터블 벨트컨베이어의 트리퍼(tripper)와 스프레더간의 연결에 사용된다.

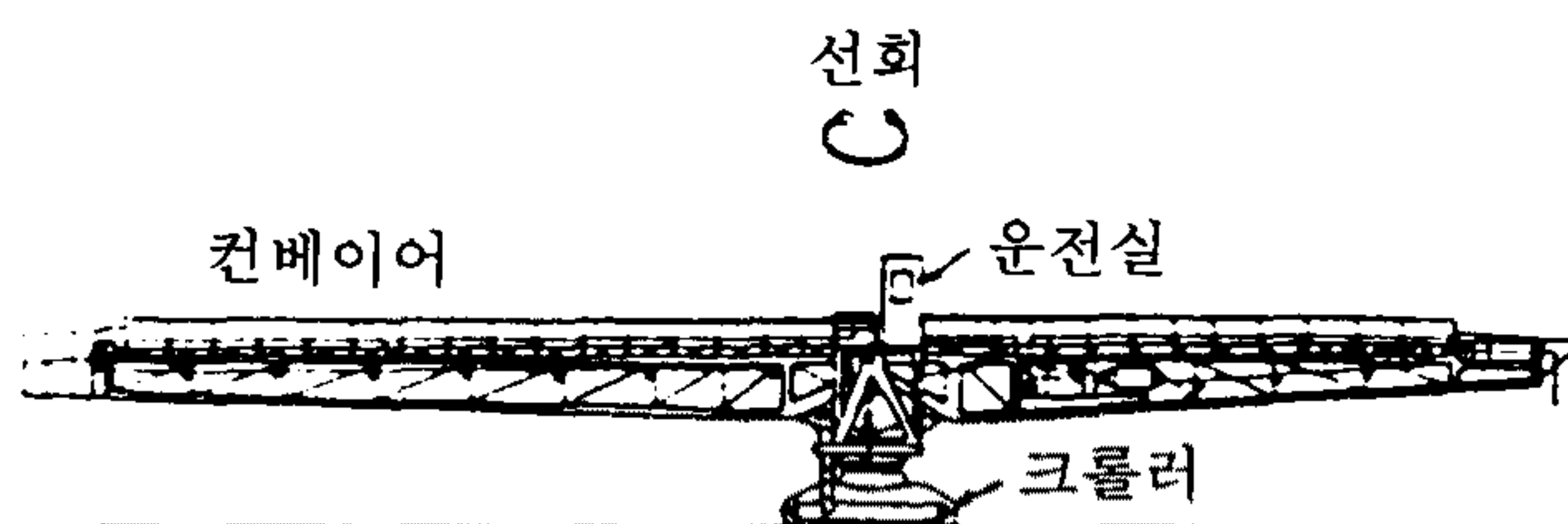


그림 3 트랜스퍼 벨트컨베이어

일반적으로 1대의 크롤러 위에 길이 30m정도의 컨베이어를 설치한 것이 많이 사용되고 있으며, 특수한 경우는 컨베이어를 2대의 크롤러로 지지하고 그 길이는 100m 이상의 것도 사용되고 있다.

라. 포터블 벨트컨베이어(portable belt conveyor)

포터블 벨트컨베이어는 일반적으로 폭 350mm, 전동기는 1kW정도의 모터풀리로 구동되며, 부스러기 형태와 큰 덩어리 형태의 운반용이 있다.

길이는 7m 또는 10m로서 휘발유기관을 동력으로 하는 것도 있으며, 중량은 250kgf 정도로 간단히 이동시킬 수 있다.

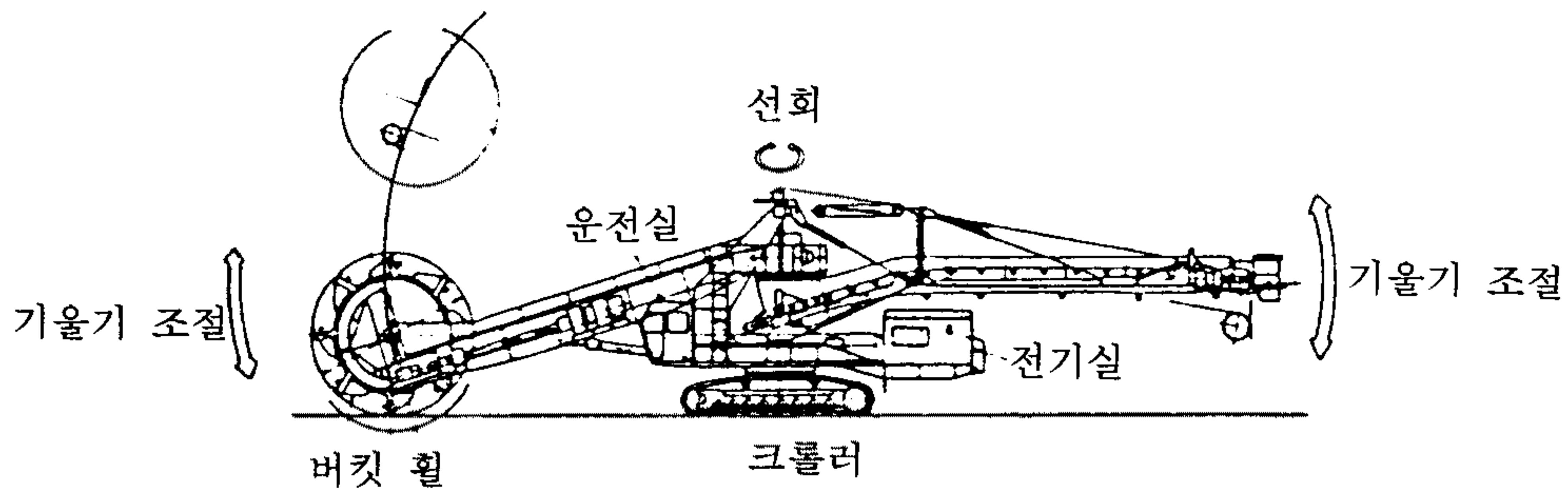


그림 4 버킷휠 굴착기

3. 특수 벨트컨베이어

가. 파이프 벨트컨베이어(pipe belt conveyor)

파이프 벨트컨베이어의 벨트 형상은 운반물 투입부가 트로푸狀으로 되어 있으며, 벨트 주행에 따라 파이프狀으로 되어 운반물을 감아싸서 운반하고 배출부에서는 보통의 벨트컨베이어와 같이 평면상으로 된다.

또한 歸路(return)측 벨트도 운반시와 같이 파이프狀으로 되어 주행하며, 벨트 주행중 운반물이 바람에 의해 飛散되거나 넘치는 것을 방지할 수 있다.

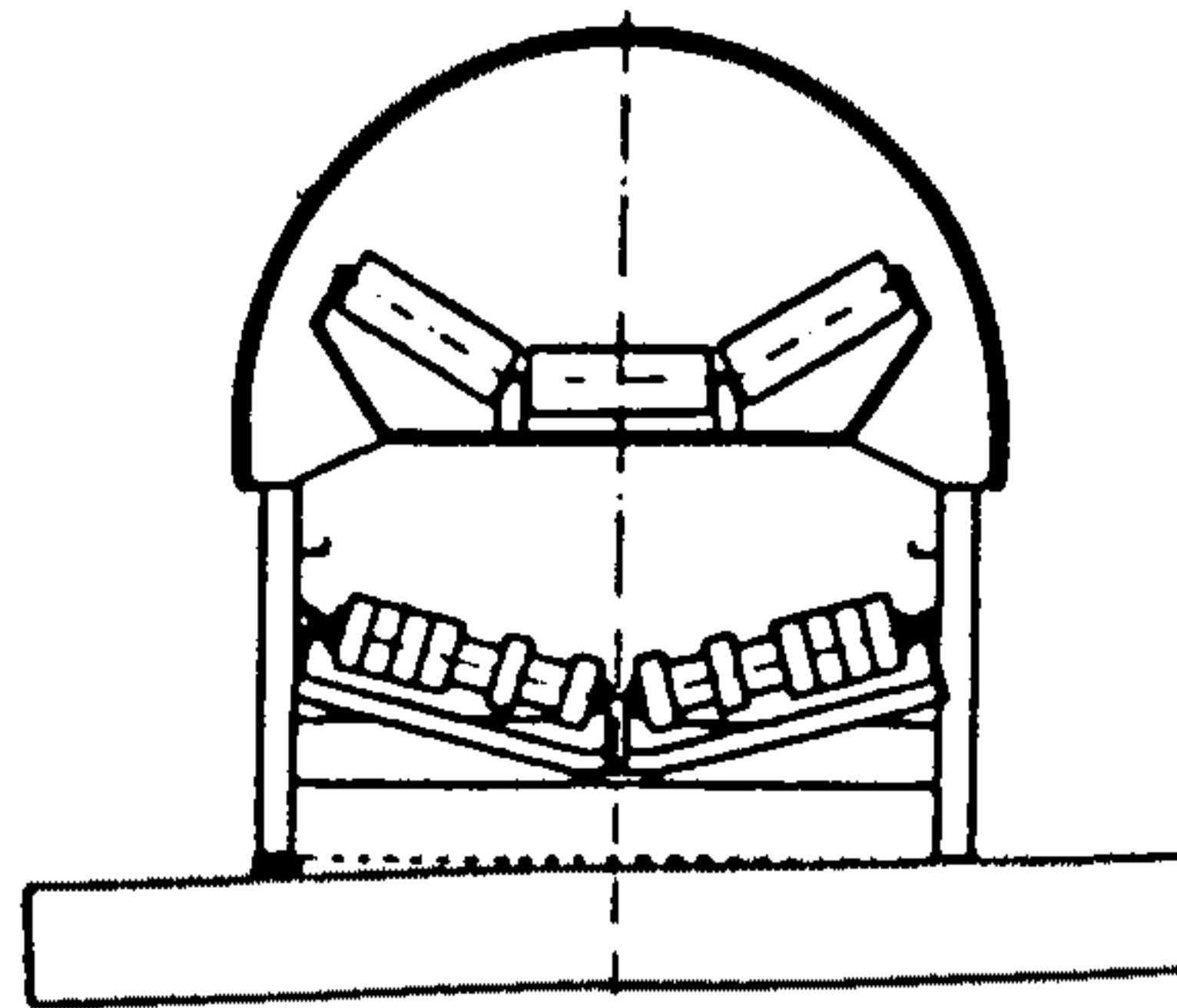
벨트가 파이프狀이므로 평면방향 및 종단방향으로 적절한 반경의 곡선운반이 가능하며 경사운반도 운반물과 벨트 내면 간의 마찰이 증대하여 23° 정도의 각도까

지 운반할수 있다.

나. 곡선 벨트컨베이어(curved belt conveyer)

보통 벨트컨베이어는 직선으로 설치되어 있으나, 곡선 벨트컨베이어는 보통 트로푸狀의 벨트형상으로서 曲線狀으로 설치하여 안정된 운전을 할 수 있도록 고려된 컨베이어이다.

이 컨베이어의 곡선부분은 그림 5와 같이 운반측 및 리턴(return)側 모두 벨트를 트로푸形으로 되어 있으며, 곡선의 외측으로 경사져 있다. 곡선부분은 벨트장력에 의하여 항상 곡선 내측으로 치우치는 힘이 작용하지만 로울러가 곡선 외측으로 경사졌기 때문에 벨트 및 운반물의 중량에 의하여 외측으로 힘이 작용한다.



커브내측 커브외측

그림 5 곡선 벨트 컨베이어

이 내외향력을 조화시켜, 벨트의 蛇行범위를 허용치 내에 들도록 곡선반경을 설정한다. 일반적으로 벨트 장력이 크고 장력변동이 클수록 허용곡선반경은 커진다. 일반적으로 곡선반경은 500~2,000m 정도이다.

다. 왕복운반 벨트컨베이어

보통 컨베이어는 상측 벨트에만 운반물을 적재하고 운전하지만 이 컨베이어는 그림 6과 같이 하측 벨트에도 운반물을 적재하여 왕복 운반하게 되어 있다.

예를 들면 공장과 船積場 간에 설치된 벨트 컨베이어는 상측 벨트로 제품을 공

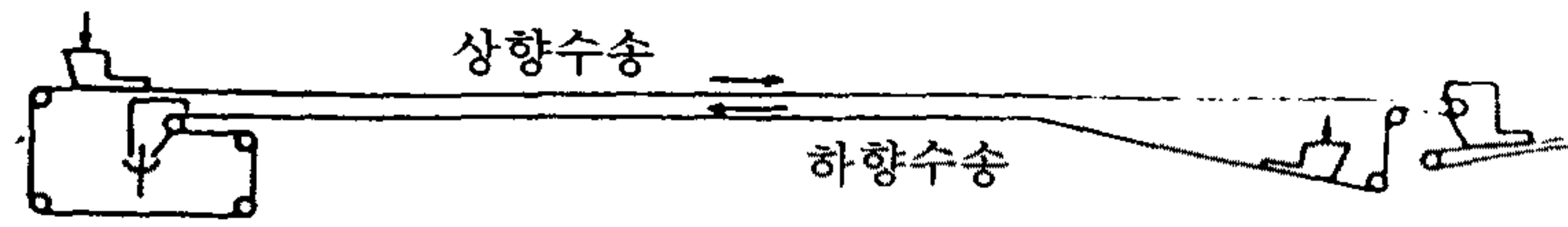


그림 6 왕복운반 컨베이어

장에서 선적설비까지 운반하고 하측 벨트로 석탄등을 배에서 공장까지 운반해야 할 경우에 적합하다.

이 왕복운반 벨트컨베이어는 벨트 양면이 운반물로 접촉되기 때문에 특히 구동 풀리면과 접하는 벨트면의 淸淨에 주의해야 한다.

1.2 체인 컨베이어(chain conveyor)

1. 에이프런 및 팬 컨베이어(apron and pan conveyor)

에이프런 및 팬 컨베이어는 광석, 석회석 및 클링커등의 塊狀物, 마모성 및 온도가 있는 운반물에 적합하다. 2조의 체인 사이에 설치된 에이프런 또는 팬은 운반물이 넘치는 것을 방지하기 위하여 인접한 저판의 양단 및 측판을 적당한 간격을 두고 중첩시켜 연속적으로 설치되어 있다.

그림 7과 같이 운반면이 평판형태인 것을 에이프런, 그림 8과 같이 남비형태의 것을 팬 컨베이어라 부른다.

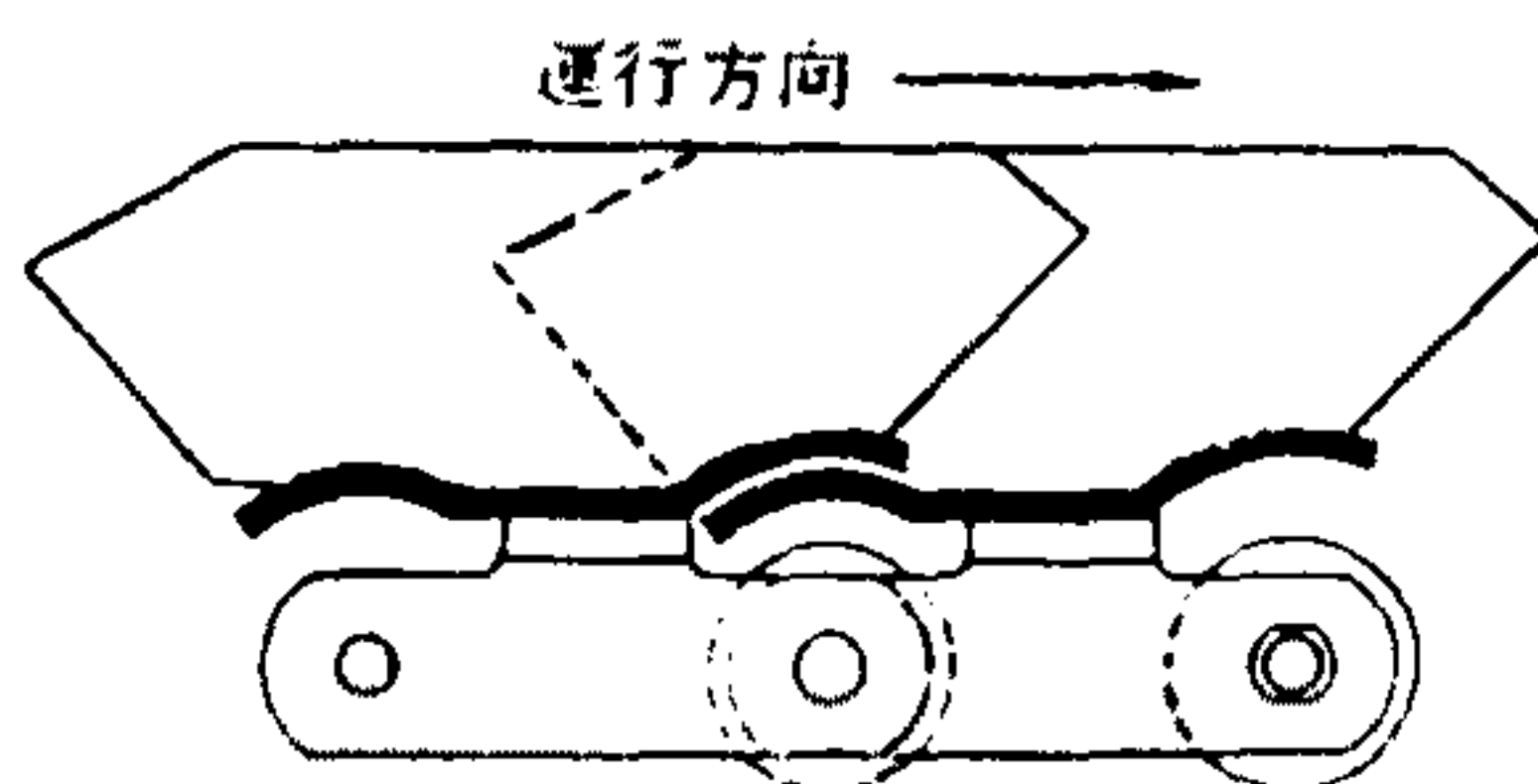


그림 7 에프론 컨베이어

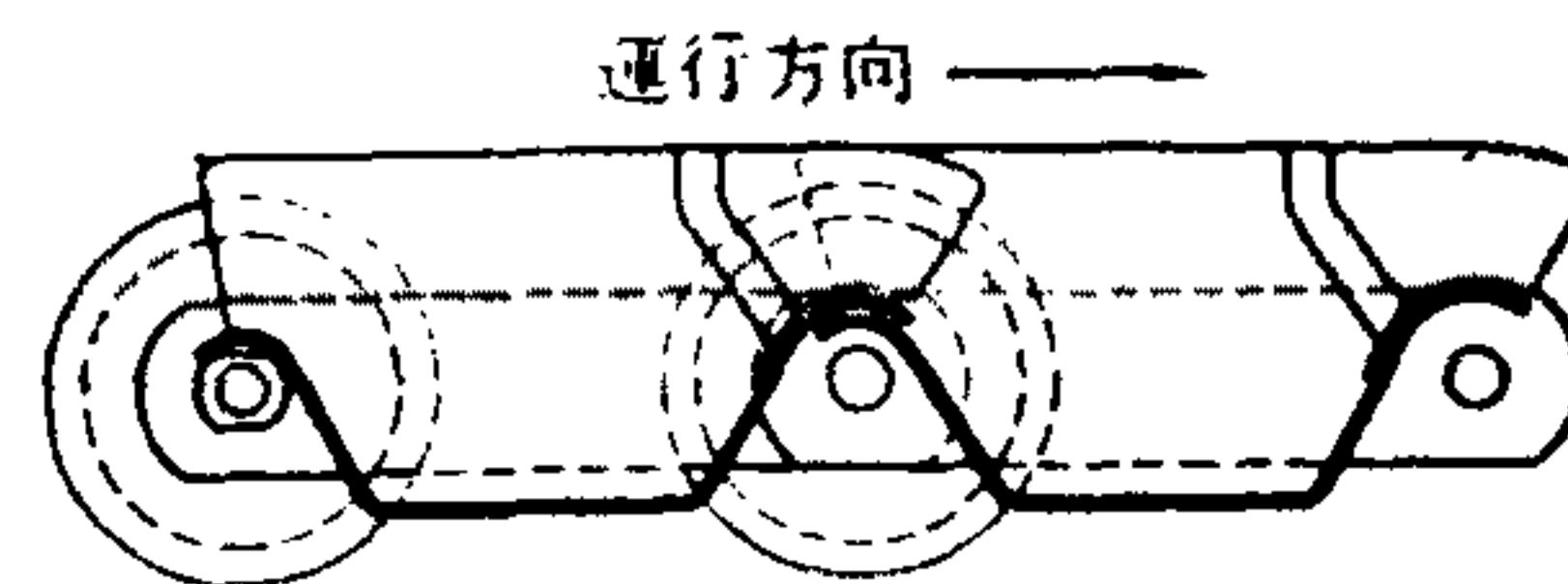


그림 8 팬컨베이어

에이프런 컨베이어에는 수평~30° 정도의 경사에 사용되며, 30~60°의 경사각에서는 팬 컨베이어가 사용된다. 또한 특수한 형태의 팬을 사용하면 연직운반도 가능하다.

운반속도는 비교적 저속으로 20m/min 이하의 것이 많으며, 운반능력은 다음 식으로 구한다.

$$Q_t = 60Av\gamma \dots\dots\dots(1)$$

여기서, Q_t : 운반능력(tf/h)

A : 평균 적재단면적(m²)

v : 컨베이어 속도(m/min)

γ : 운반물의 단위중량(tf/m³)

A값은 에이프런 컨베이어 및 고정스커트(skirt)가 없는 것에 대해서는 $A = BH$, 고정스커트가 있는 팬 컨베이어에 대해서는 $A = 0.75BH$ 로 한다. B는 운반물의 적재폭, H는 운반물의 평균높이이다. 체인의 장력은 다음과 같이 3항으로 나누어 계산한다.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \dots\dots\dots(2)$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \mu_1 \ell (W_g + 2.5W_c) \\ P_2 &= \mu_2 \ell_1 \\ P_3 &= W_g h \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

여기서, P : 체인의 장력(kgf)

P_1 : 운반물 및 컨베이어 운행부의 레일 위의 마찰저항(kgf)

P_2 : 운반물과 스커트 간의 마찰저항(kgf)

P_3 : 운반물의 揚程에 의한 힘(kgf)

μ_1 : 체인의 주행마찰속도(0.1~0.14)

ℓ : 컨베이어의 길이(m)

W_g : 운반물의 중량(kgf)

W_c : 체인을 포함하는 컨베이어 移行部の 중량(kgf)

μ_2 : 운반물과 스키트 간의 마찰저항(kgf/m) <표-1 참조>

ℓ_1 : 스키트의 길이(m)

h : 체인의 양정고(m), 하향운반의 경우는 (-)값으로 한다.

<표-1> μ_2 의 값

운반물의 종류	적재 높이 (mm)				
	300	400	450	600	750
석 탄	9	13.5	19.5	33	52.5
코 우 크 스	4.5	7.5	10.5	18	30
석 회 석	12	18	30	45	60
목 재 chip	4.5	6	9	12	15

체인의 최대장력은 다음 식으로 계산한다.

$$T_1 = P + T_2 \pm T_3 \dots\dots\dots(4)$$

여기서, T_1 : 체인의 최대장력(kgf)

P : 체인의 장력(kgf)

T_2 : 테이크업의 장력($T_2 = 0.1P$)

T_3 : 체인을 포함한 컨베이어 운행부의 경사장력($T_3 = Wch$)

소요동력, L (kW) 은 다음 식으로 구한다.

$$L = \frac{Pv}{6120} = \frac{1}{6120} v\{\mu_1 \ell (W_g + 2.5W_c) + \mu_2 \ell \pm Wgh\} \dots\dots(5)$$

전동기의 동력결정에는 감속기 등의 동력전달기구 전체의 효율을 고려해야 한다.

2. 스크레이퍼 컨베이어(scraper conveyor)

스크레이퍼 컨베이어는 그림 9와 같이 1조 또는 2조의 체인에 일정 간격으로

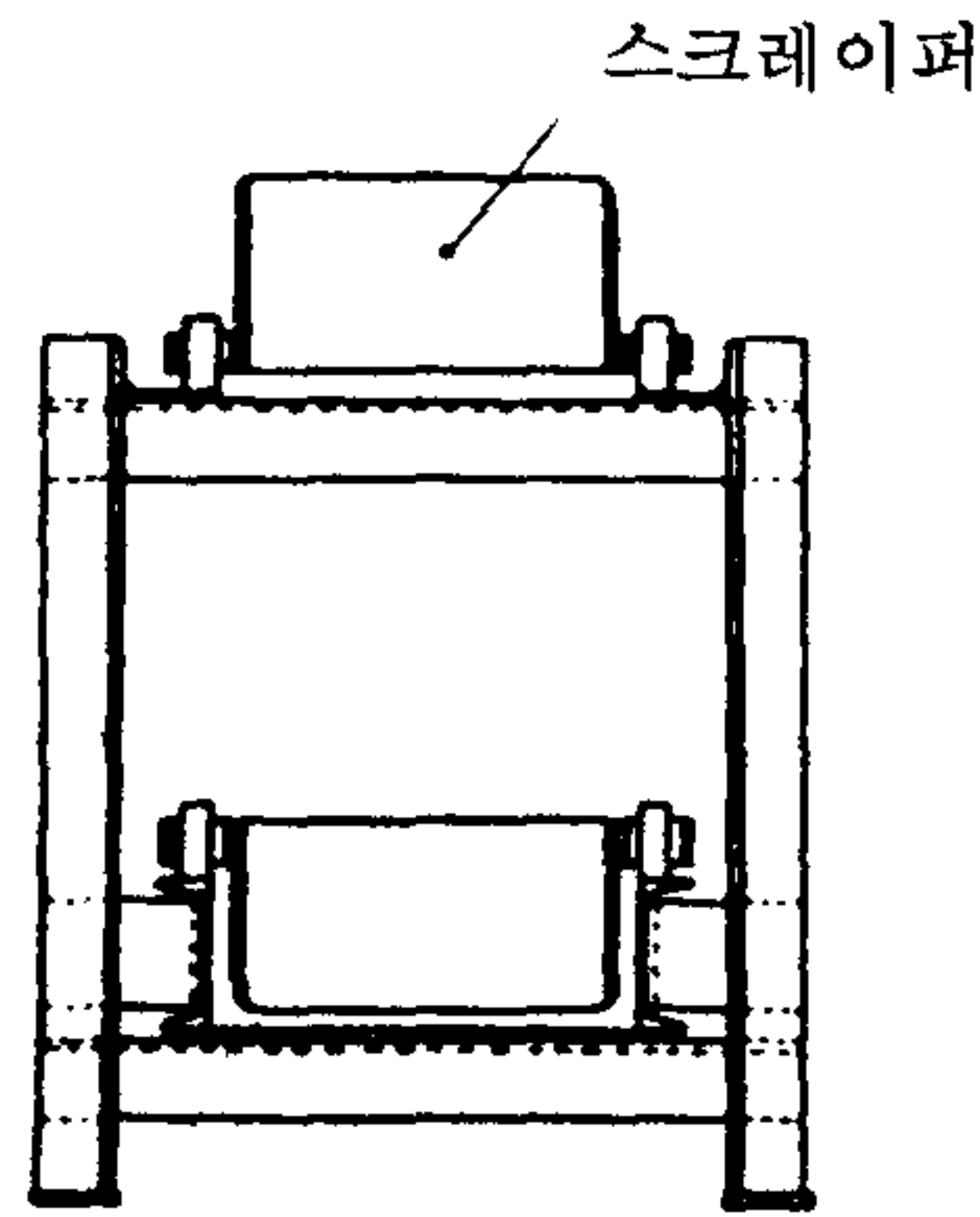


그림 9 스크레이퍼 컨베이어

설치한 스크레이퍼로 운반물을 긁어 모아 운반하는 체인컨베이어로서 후라이드 컨베이어라고도 한다.

이 컨베이어는 석탄, 코우크스, 燒却炭, 사료, 벼 및 콩 등의 塊狀에서 粉粒體까지 비교적 광범위한 운반물의 운반이 가능한데 운반의 원리상, 마모성, 점착성이 있는 운반물의 파쇄, 흘림등을 방지해야 할 운반물에 대해서는 재질, 형상 및 機構에 대한 연구가 필요하며, 소비동력도 크므로 대용량의 운반에는 별로 적합하지 않다.

스크레이퍼는 일반적으로 강판제이며, 파쇄, 부착 및 부식 등의 조건에 따라서는 플라스틱제도 사용할 수 있다. 스크레이퍼 설치간격은 운반량과 밀접한 관계가 있으며, 운반물의 유동성과 컨베이어의 경사각에 따라서 결정되는데 0.1~0.6m의 것이 많다.

컨베이어 경사각이 20°이상이면 운반효율이 크게 저하되므로 일반적으로 수평~10° 정도의 경사각이 사용되며, 운반속도도 마모나 파쇄 등을 고려하여 20m/min 이하로 하는 것이 좋다.

운반능력은 다음 식으로 구한다.

$$Q_t = 60A v \rho \gamma \dots\dots\dots(6)$$

여기서, Q_t : 운반능력(tf/h)

A : 운반 측 트로푸의 단면적(m^2)

v : 컨베이어 속도(m/min)

ρ : 트로프의 용적효율(경사각 20° 정도까지는 60~80%)

γ : 운반물의 단위중량(tf/ m^3)

체인의 장력은 다음 식으로 계산한다.

$$\begin{aligned}
 T_1 &= (Wg\mu_1 + 2.1Wc\mu_2) \ell + (Wg - 0.1Wc)h \\
 T_2 &= Wc(V + \mu_2 \ell) \\
 P &= T_1 + T_2
 \end{aligned}
 \quad \dots\dots\dots(7)$$

여기서, T_1 : 운반측 장력(kgf)

Wg : 운반물의 중량(kgf/m)

μ_1 : 운반물과 트로프 간의 마찰계수(0.3~0.7)

Wc : 스크레이퍼에 설치된 체인의 중량(kgf/m)

μ_2 : 체인과 레일 간 마찰계수(0.1~0.2) 또는 스크레이퍼와 트로프 간의 마찰계수(0.2~0.6)

ℓ : 컨베이어의 길이(m)

h : 컨베이어의 揚程(m)

T_2 : 歸路側 장력(kgf)

P : 유효장력(kgf)

T_2 가 $(V + \mu_2 \ell) < 0$ 일때는 $T_2 = 0$ 로 하면 좋으며, 테이크업 장력은 필요에 따라 附加하는데 유효장력에는 영향을 주지 않는다.

소요동력, L (kW)은 다음 식으로 계산한다.

$$L = Pv / 6120 \quad \dots\dots\dots(8)$$

원동기의 동력결정시는 감속기등의 동력전달기구 전체의 효율을 고려해야 한다.

3. 플로우 컨베이어(flow conveyor)

플로우 컨베이어는 곡물, 시멘트 및 소석회 등의 습기가 적은 粉, 粒狀物을 船艙까지 운반하거나 공장내 공정간 이동에 사용된다. 케이싱 내에 투입된 운반물은 먼저 체인과 그의 날개에 의하여 케이싱 저부에 접한 부분부터 이동이 시작된다. 이때 체인의 빈 공간에 들어 있는 운반물과의 사이에 전단력이 작용하여 곧 체인 위에 있는 운반물도 움직여 나온다. 플로우 컨베이어는 이전단력 즉, 내부마찰저항을 이용하여 운반하는 것으로서 스크레이퍼 컨베이어와는 운반원리가 다른 컨베이어이다.

체인에 달린 날개의 형상은 운반물의 성상 및 운반경로에 따라서 결정되며, 그 대표적인 형상은 그림 10과 같다. 이 그림에서 (a)는 수평운반용, (b)는 수평순환용, (c)는 경사 및 연직운반용이다.

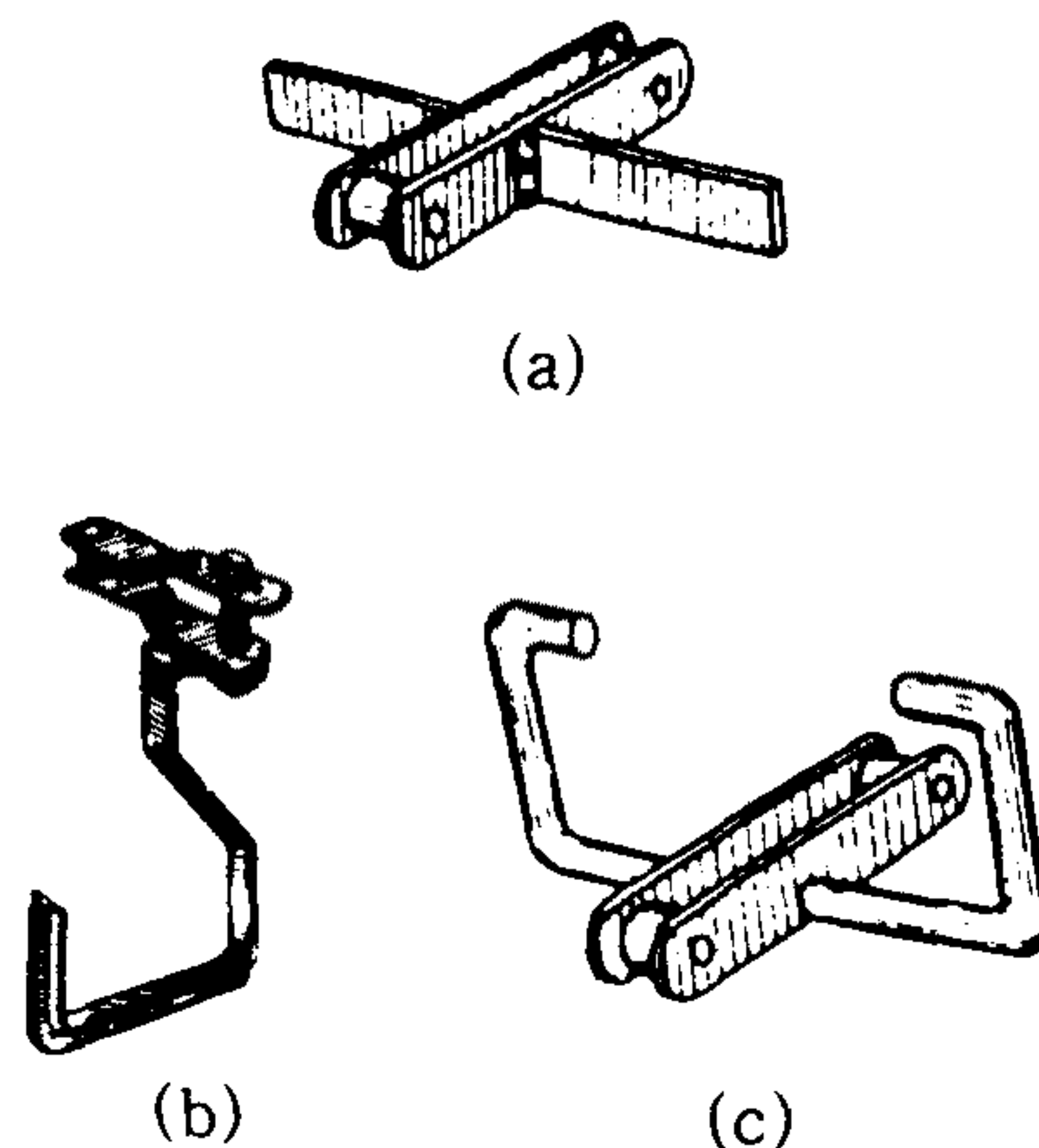


그림 10 플로우 컨베이어용 체인

이 컨베이어는 그림11과 같이 밀폐된 케이싱 내에서 운반물을 운반하므로 케이싱 외부로 운반물이 飛散되지 않고 운반용적당 機體단면적이 매우 적으며, 수평, 경사 및 연직등을 조합시켜 자유롭게 운반경로를 취할수 있고 운반물을 싣고 부리는 위치의 제약도 적어 간단하다.

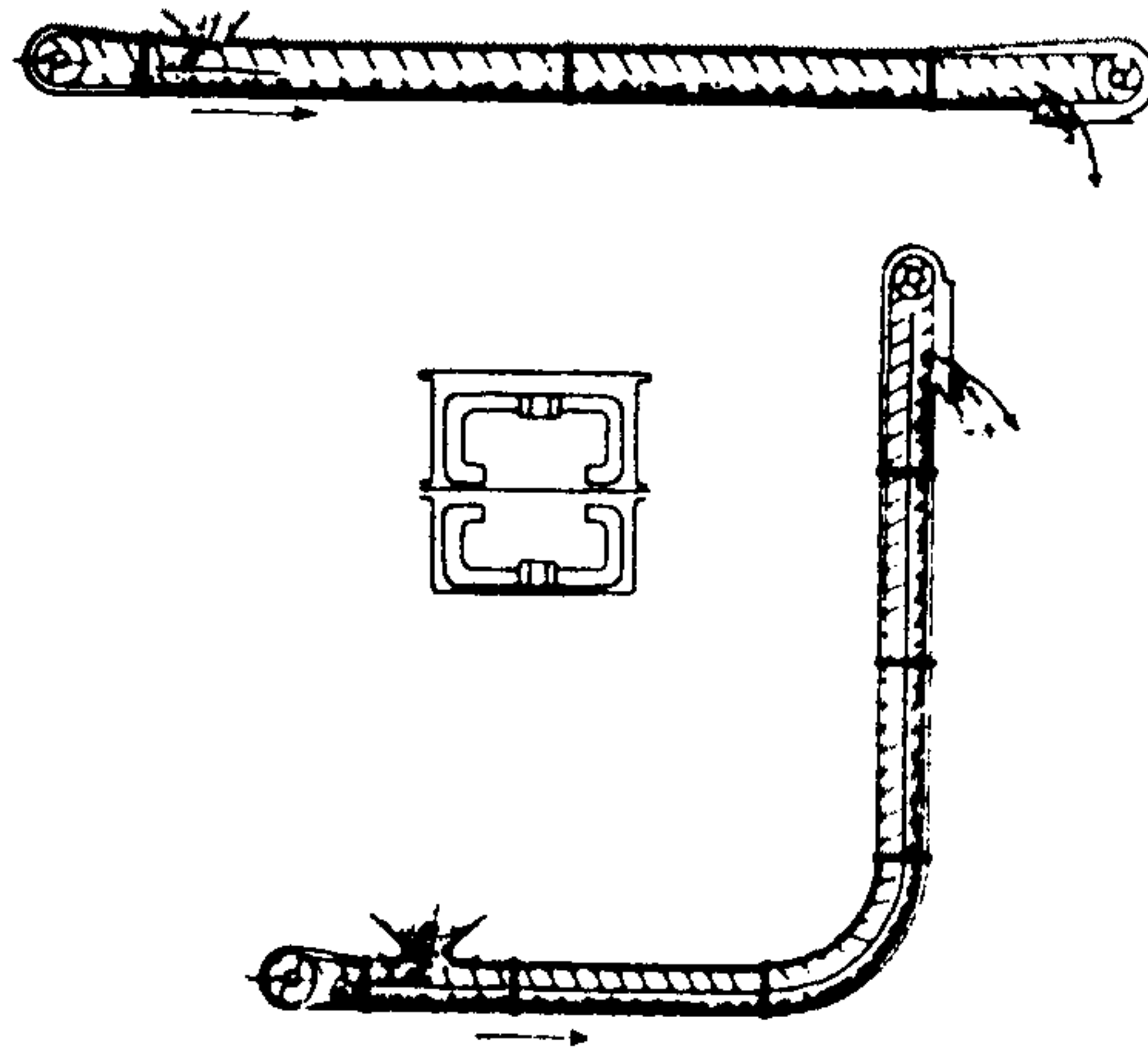


그림 11 플로우 컨베이어의 운반상태

케이싱은 일반적으로 강판제이므로 운반물의 마모성이 보통 시멘트 정도까지는 적용이 가능하며, 그 이상의 마모성과 부식성이 있는 것에 대해서는 재질 및 구조 등의 연구가 필요하다.

체인은 탄소강 및 합금강을 주체로 만들어지며 재질 및 열처리 방법에 따라 내마모성, 내부식성 및 내열성 등의 조건에도 비교적 광범위하게 이용할 수 있다. 단, 운반중의 체인은 항상 운반물 중에 묻혀 있으므로 운반물의 조건에 따라서는 에이프런 또는 팬 컨베이어 등의 용기 컨베이어를 사용하는 것이 유리한 경우도 있다.

플로우 컨베이어로 운반되는 층 두께는 일반적으로 케이싱의 內幅과 같다고 보며 운반단면적은 (내폭) × (내폭)이고 효율이 100%이다. 밀(小麥)과 같은 粒體는 100%를 넘는 경우도 있으며, 시멘트와 같은 粉體는 80% 정도가 한계이다.

운반효율은 운반물의 성상 외에 체인속도에 따라 다르며, 일반적으로 체인속도가 30m/min 정도에서 운반물과의 속도차는 별문제가 없으나, 100m/min 정도가 되면 케이싱 측벽주위에서 발생하는 低速層의 영향이 크게 되어 체인과 운반물의 속도차가 크게 증가한다. 또한 컨베이어의 상향경사도 체인과 운반물 간에 속도차

가 생기는 요인이며 5°를 넘으면 그 영향이 현저하게 나타나므로 체인의 날개형상 및 케이싱 구조의 연구가 필요하다.

운반속도는 밀의 경우에는 40~80m/min, 시멘트는 20~40m/min, 마모성이 큰 코우크스 등은 10m/min이하로 하며, 운반능력은 다음 식으로 계산한다.

$$Q_t = 60A v \rho \gamma \quad \dots\dots\dots(9)$$

여기서, Q_t : 운반능력(tf/h)

A : 운반단면적(케이싱의 내폭 × 내폭, m²)

v : 컨베이어 속도(m/min)

ρ : 운반효율

γ : 운반물의 단위중량(tf/m³)

수평 및 경사형 컨베이어의 체인 장력은 다음 식으로 계산한다.

$$\begin{aligned} T_1 &= (Wg\mu_1 + 2.1Wc\mu_2) \ell + (Wg - 0.1Wc)h \\ T_2 &= Wc(V + \mu_2 \ell) \\ P &= T_1 + T_2 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(10)$$

여기서, T_1 : 운반측장력(kgf)

Wg : 운반물의 중량(kgf/m)

μ_1 : 운반물과 케이싱 간의 마찰계수(0.3~0.7)

Wc : 날개 붙힌 체인의 중량(kgf/m)

μ_2 : 체인과 케이싱 간에 운반물이 介在된 상태에서 체인의 마찰계수(0.2~0.6)

ℓ : 컨베이어의 길이(m)

h : 컨베이어의 揚程(m)

T_2 : 歸路側 장력(kgf)

P : 유효장력(kgf)

T_2 가 $(V + \mu_2 \ell) < 0$ 일때는 $T_2 = 0$ 로 하면 좋으며, 감는장치(take-up)의 장력은 필요에 따라 附加하지만 유효장력에는 영향을 주지 않는다.

소요동력, L 의 계산방법은 스크레이퍼 컨베이어와 같다.

4. 드래그 체인 컨베이어(drag chain conveyor)

드래그 체인 컨베이어는 트로프 중에 체인을 가동시켜 운반물을 체인으로 억지로 끌면서 운반하는 가장 간단한 운반원리의 컨베이어이며, 트로프 체인 컨베이어라고도 한다.

이 컨베이어는 석탄, 석회석, 소석회, 목재chip 및 톱밥 등의 마모성이 적은 운반물의 운반에 사용되며 체인은 항상 트로프 저면과 미끄러져 움직이므로 운반물의 마모성이 없어도 트로프와 체인의 마모는 다른 체인 컨베이어에 비하여 크며, 또한 소요동력도 많다. (그림12 참조).

운반속도는 일반적으로 10~30m/min 정도이다.

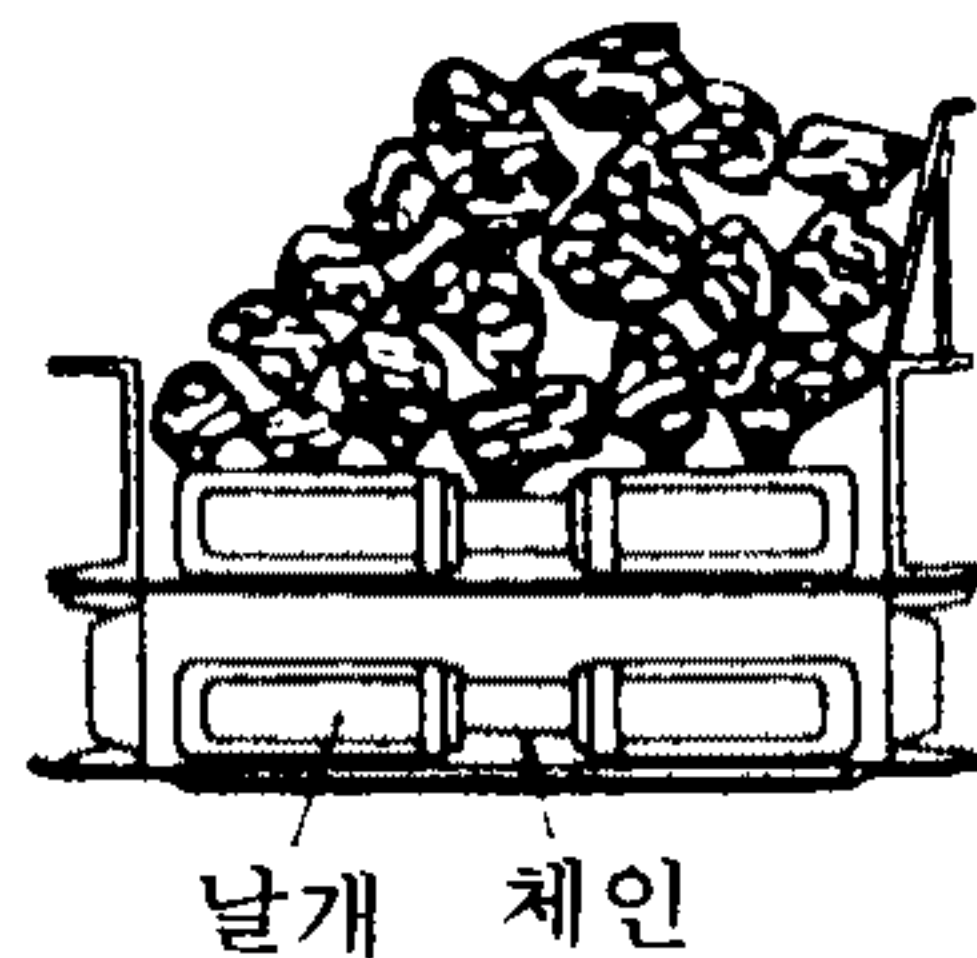


그림 12 드래그체인 컨베이어

5. 트롤리 컨베이어(trolley conveyor)

트롤리 컨베이어는 오버헤드 컨베이어라고도 하며, 운반물을 매달아 올려 건물 천정을 주행하는 컨베이어이다. 운반경로가 3차원인 것이 큰 특징이며, 공장, 창고에서 부품,제품의 공구간의 운반, 일시 보관용으로서 또는 연속塗裝라인으로서 사용된다.

운반물의 중량에 따라서 中·輕荷重用과 重荷重用으로 구조가 다르며, 표-2은

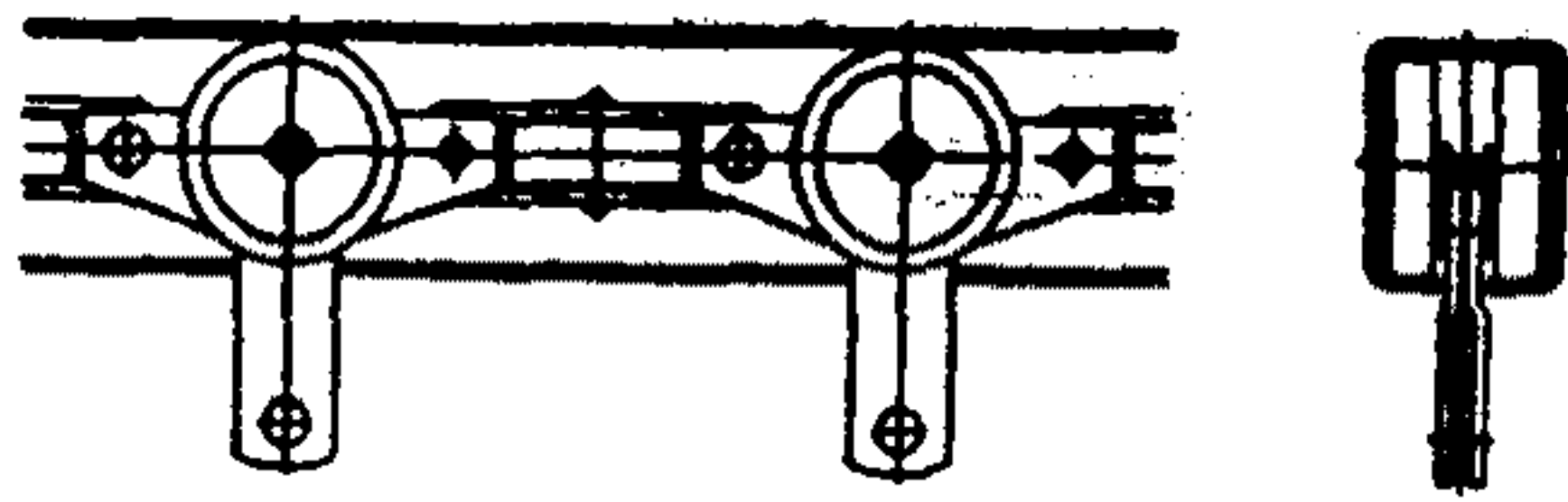


그림 13 中·輕荷重用 트롤리 컨베이어

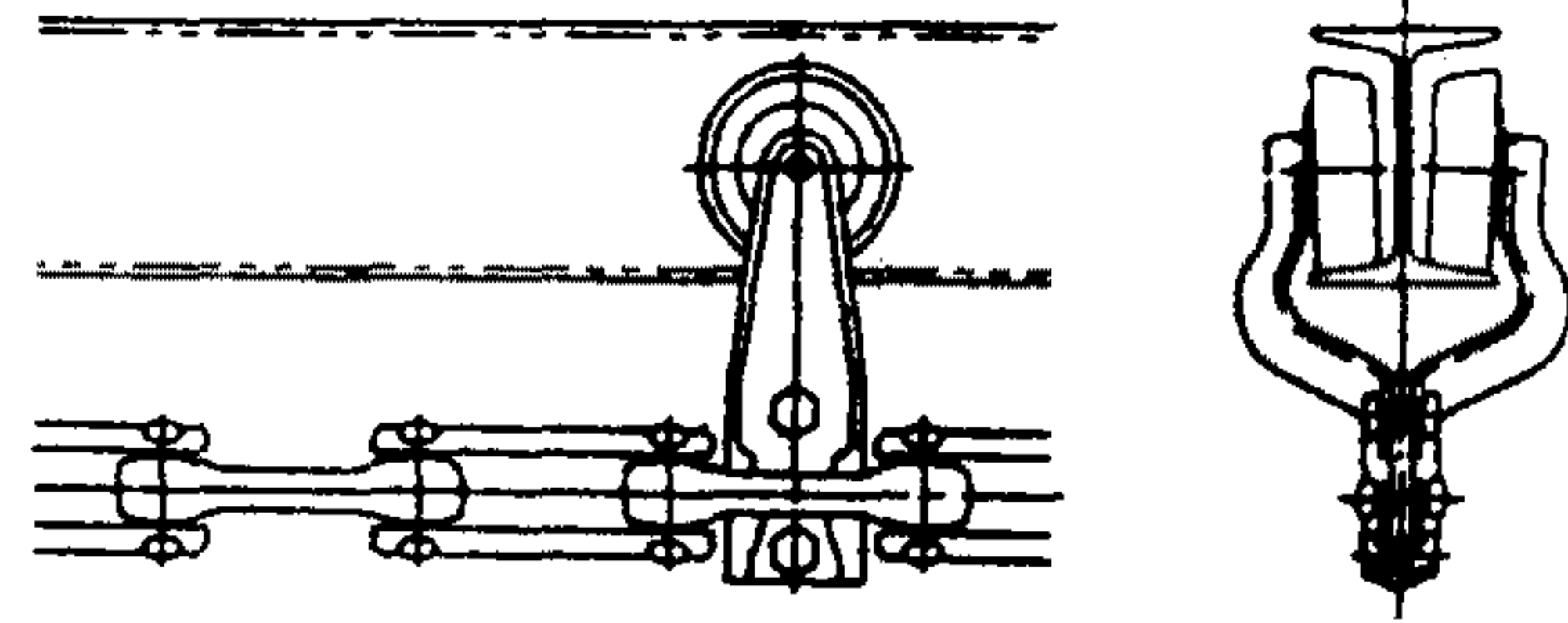


그림 14 荷重用 트롤리 컨베이어

이 컨베이어의 종류, 그림13 및 그림14는 그 구조를 나타내었다. 컨베이어의 속도는 보통 15m/min 이하로 사용된다.

〈표-2〉 트롤리 컨베이어의 종류

구 분	달아 맨 하중 (kgf)		체 인	레 일
	단일고리(hanger)	二重고리(hanger)		
中·輕 荷重用	10~60	20~120	일반적체인	BOX 形레일
重荷重用	100~800	200~1,600	리벳없는체인	1形레일

운반물을 달아매는 고리간격은 최소 체인 자체간격의 2배이다. 塗裝라인등 高温에 사용될 경우는 耐熱그리스(grease)를 사용 또는 자동급유장치에 의한 윤활이 필요하며 이렇게 하면 230°까지 견딜 수 있다. 운반능력은 다음 식으로 계산한다.

$$Q_t = 60 \frac{v}{p} \dots\dots\dots(11)$$

여기서, Q_t : 운반능력(個/h)

v : 속도(m/min)

p : 운반물을 달아 매는 간격(m)

트롤리 컨베이어의 응용으로서 고리(hanger)부와 체인의 벗김을 自由自在로 한 것이 있는데 이를 복동식 트롤리라고 하며, 그 구조는 그림 15와 같다.

이 컨베이어의 특징은 체인과 캐리어(carrier)를 분리하여 캐리어만을 정지시켜 滯留할수 있고 또한 다른 컨베이어 라인 캐리어를 승계 가능하게 되어 작업공정에 따른 복잡한 컨베이어 라인의 구축이 가능하다.

6. 슬라이딩 컨베이어, 슬래트 컨베이어, 아큐물레이트 컨베이어

2조 이상의 컨베이어 체인을 각각 병렬로 배치하고 주행하는 체인 위에 직접 운반물을 올려 놓는 컨베이어를 슬라이딩 컨베이어(sliding conveyor), 체인에 붙힌 강판, 樹脂 및 목재슬래트를 설치하고 그 위에 운반물을 올려놓는 것을 슬래트 컨베이어(slat conveyor)라 하며, 그 구조 단면은 그림 16 및 그림 17과 같다.

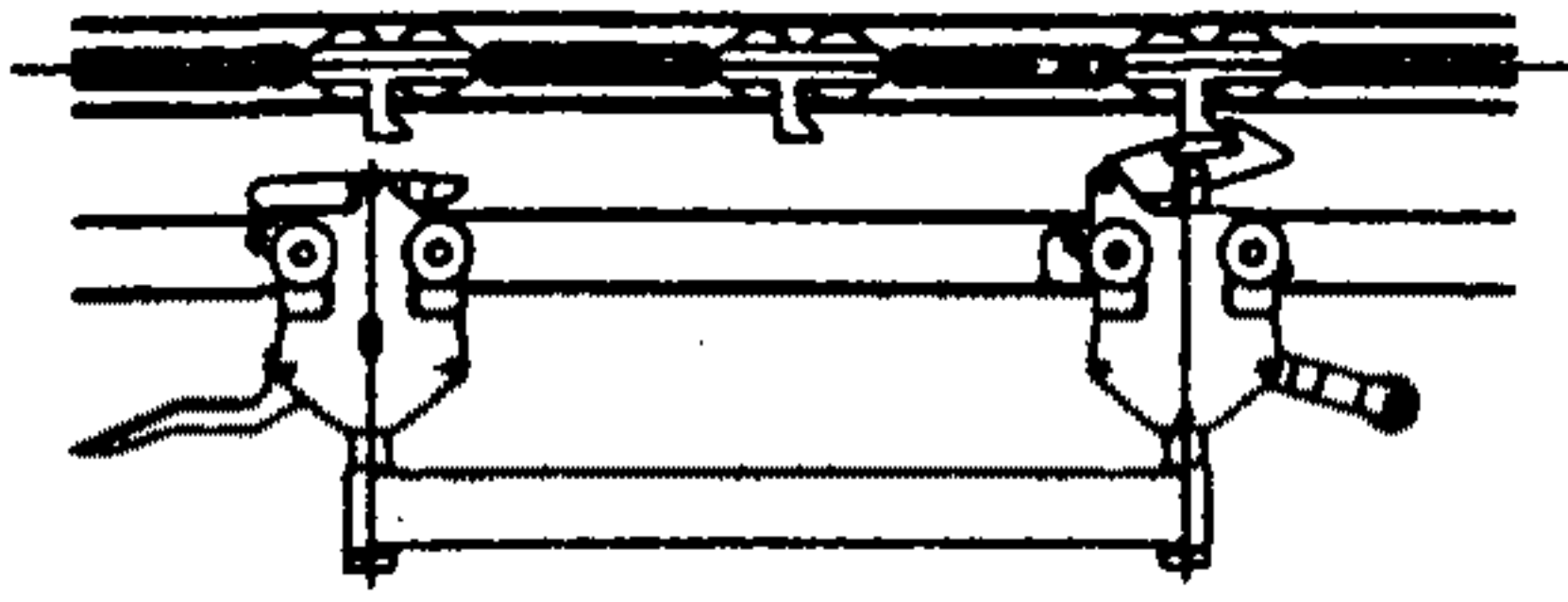


그림 15 복동식 트롤리 컨베이어

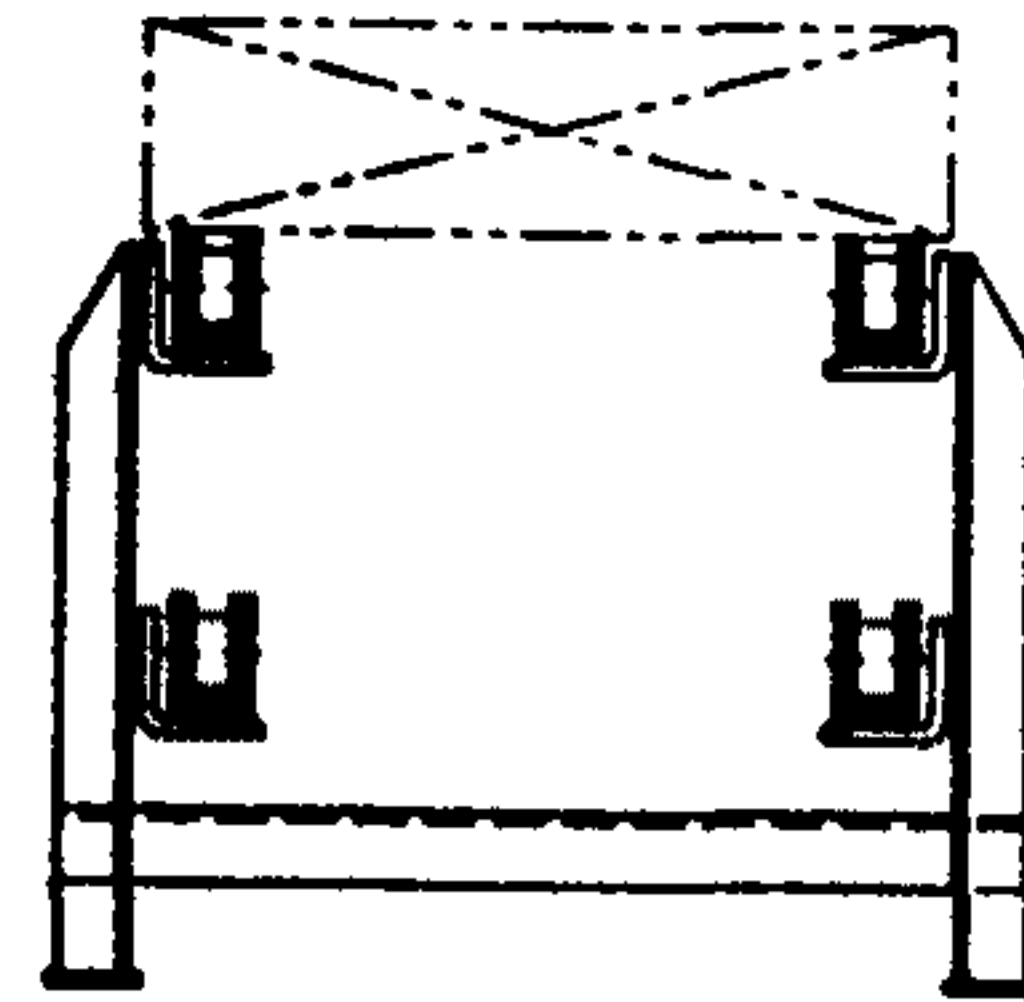


그림 16 슬라이딩 컨베이어

그림 18의 어큐물레이트 컨베이어(accumulate conveyor)는 컨베이어를 정지시키는 것이 아니고 컨베이어 위에 운반물을 滯留시키는 것이 가능한 컨베이어로 구조적으로는 상부 로울러 위에 체인을 사용하여 스톱퍼의 개폐로서 운반물의 운반 시작과 정지를 한다.

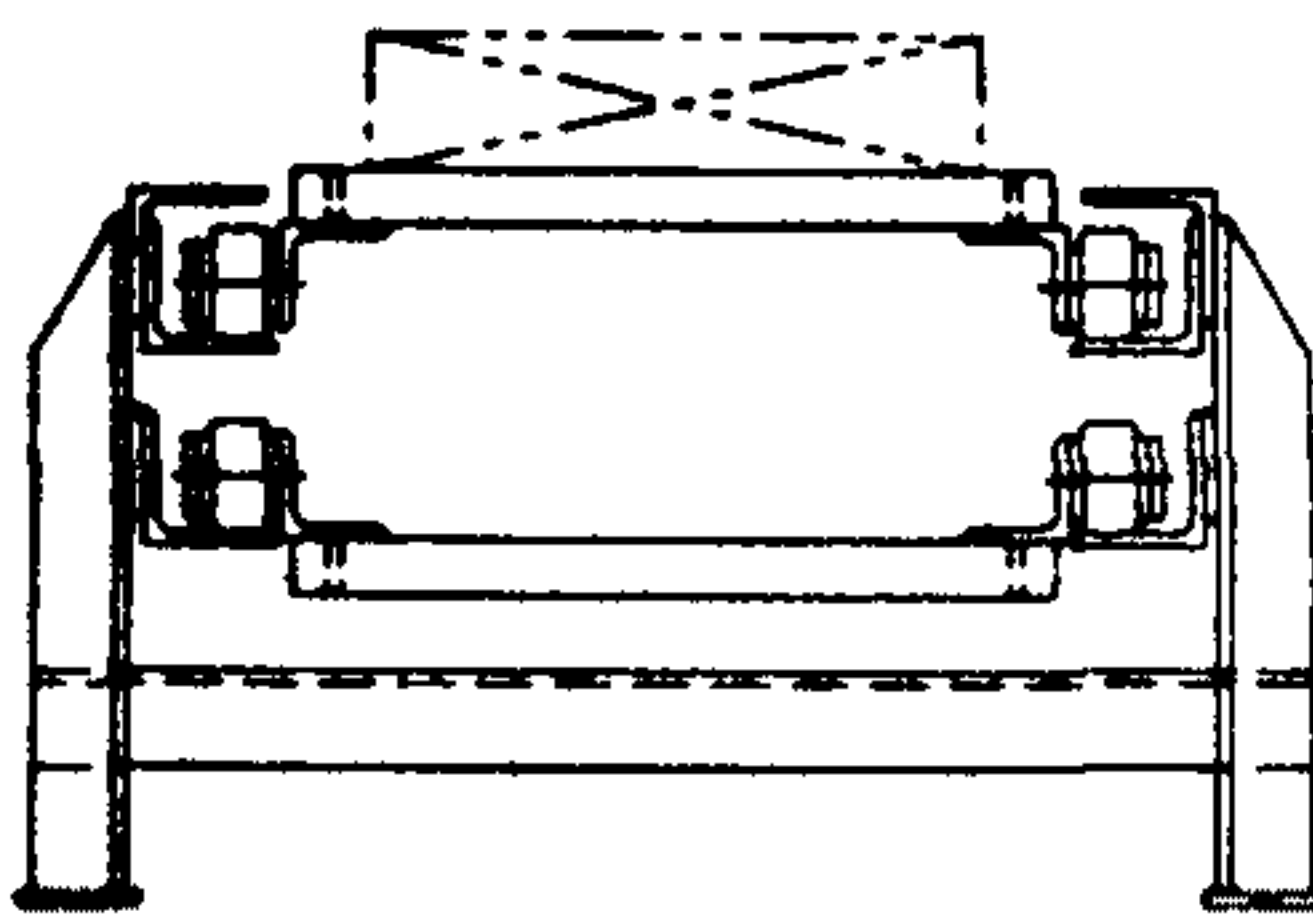


그림 17 슬래트 컨베이어

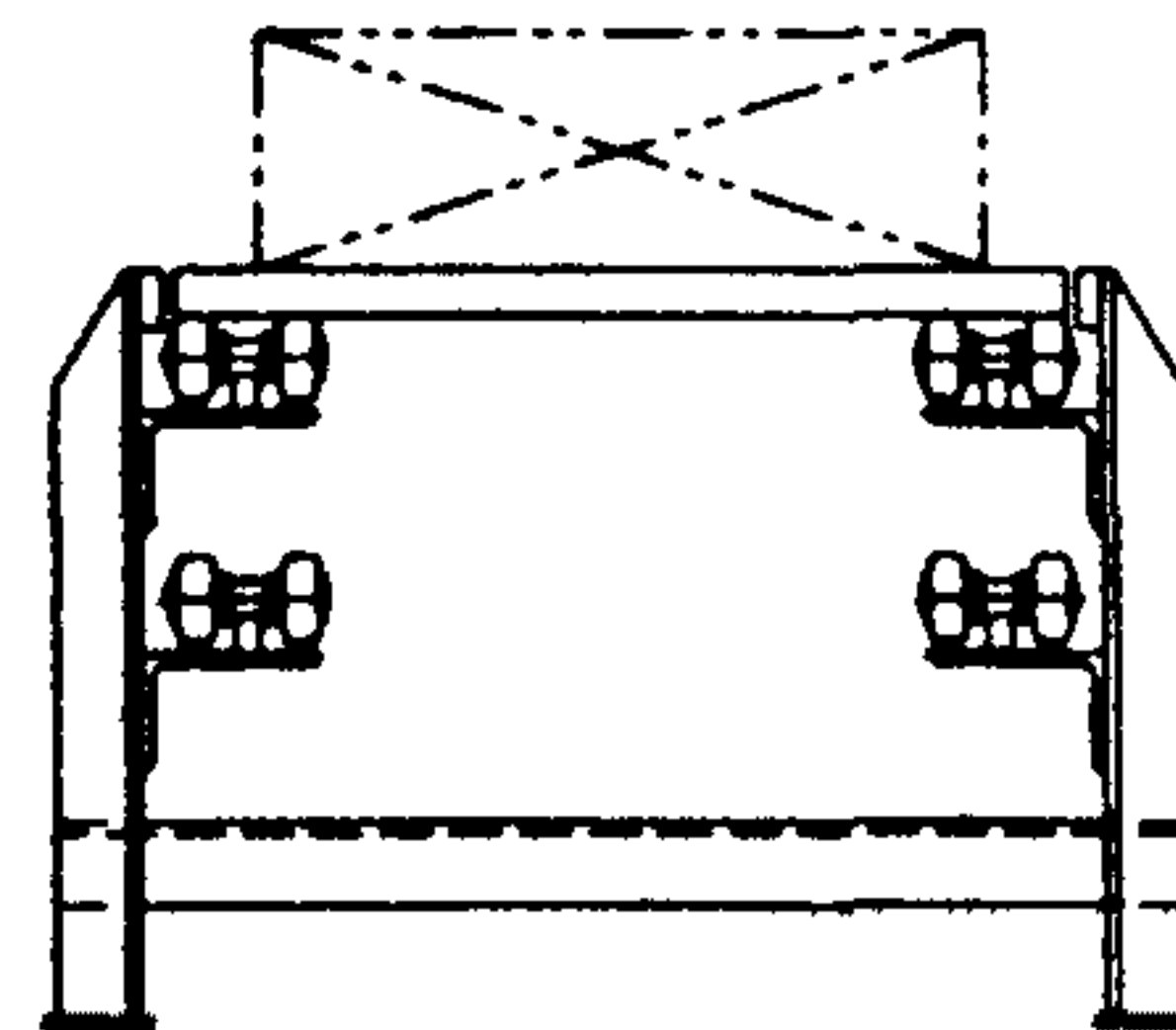


그림 18 어큐물레이트 컨베이어

컨베이어 라인의 分岐, 합류부에서의 待機用으로 이용되고 조립라인의 작업위치에서 일시 정지용으로 또, 스톡 컨베이어로서 널리 이용된다.

컨베이어 설계에 있어서는 운반물의 형상, 중량, 운반경로, 거리 및 운반능력 등을 고려하여 컨베이어의 형식, 체인형식, 프레임구조, 속도 및 구동부의 사양을 결정하며, 경제성을 고려하여 컨베이어의 分割도 검토할 필요가 있다.

운반능력은 다음 식으로 구하며, 운반속도는 보통 30m/min 이하로 한다.

$$Q = 60 \frac{V}{P} = 60 \frac{V}{(\ell + a)} \dots\dots\dots(12)$$

여기서, Q : 운반능력(個/h)

v : 운반속도(m/min)

ℓ : 운반물의 길이(m)

α : 운반물의 틈(m)

p : 운반물의 간격(m)

슬래트 컨베이어는 20~30° 정도의 경사 경로에도 운반이 가능하며, 운반물의 형상, 重心위치등의 검토와 슬래트의 구조(움푹 패인 정도, 선반, 패드 등)를 고려해야 한다.

체인을 선정할 경우는 운반물의 중량, 크기로 부터 체인롤러의 許容負荷, 부착물의 허용부하 및 다음에 나타낸 장력계산식에 의하여 구해지는 장력과 체인 破斷강도의 관계로 부터 결정된다.

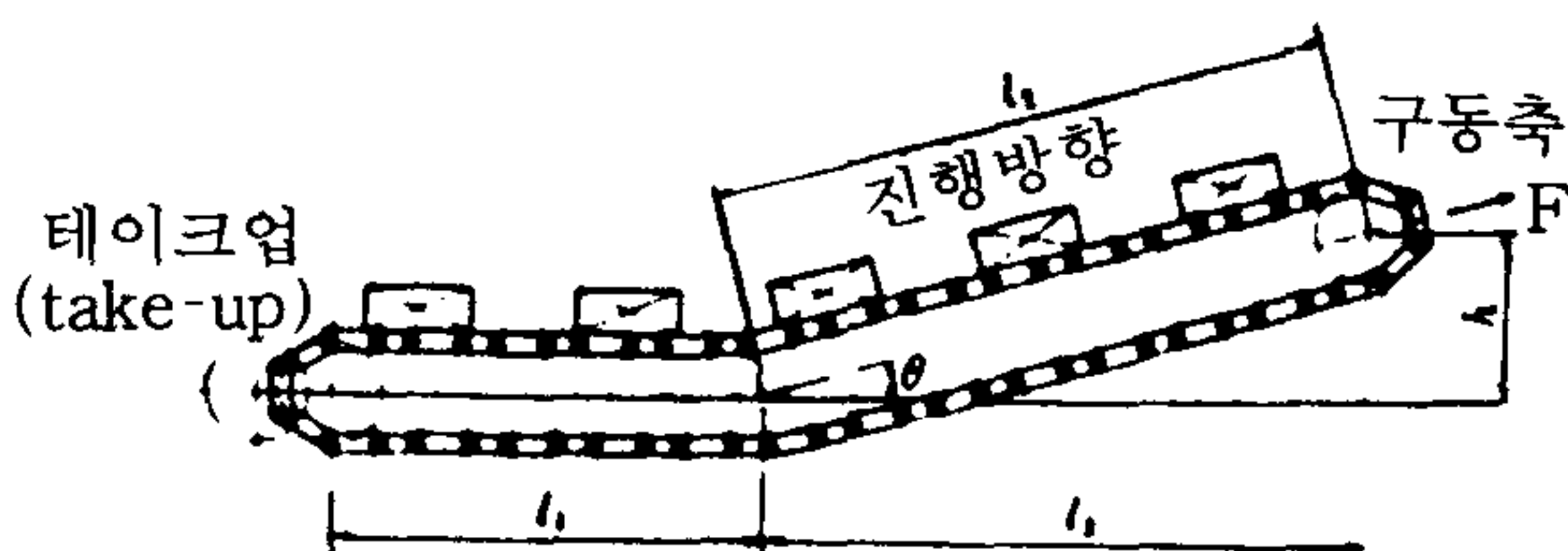


그림 19 컨베이어 운반경로가 경사진 경우

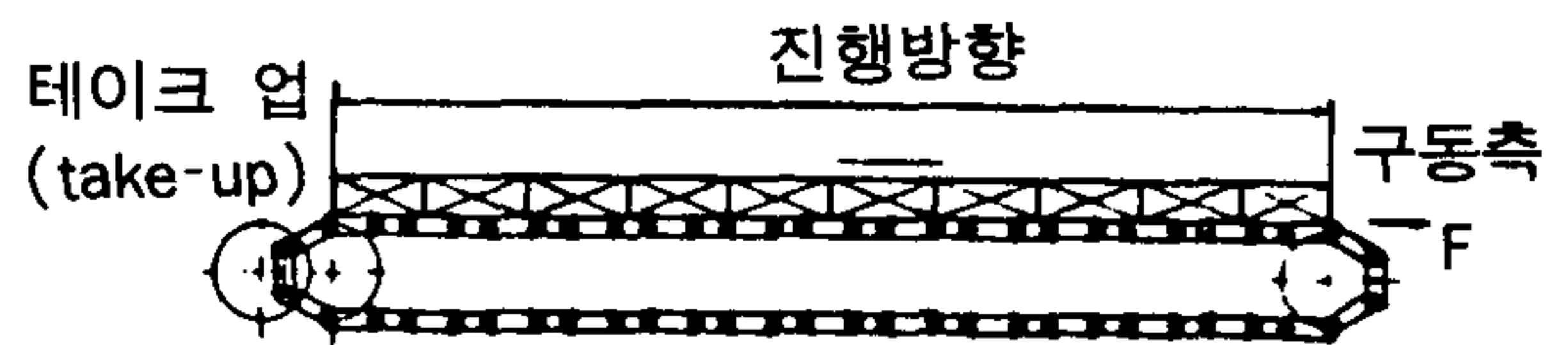


그림 20 컨베이어 운반경로가 수평인 경우

破斷강도에 대해서는 보통7~10의 안전율을 보며 체인의 쉘및 강도는 생산자의 제품 안내책자를 참고하기 바란다. 체인의 장력계산식은 다음 식으로 구한다.

$$F = (W + 2.1G)fr \ell_1 + (W + G) (fr \ell_2 \cos\theta + \ell_2 \sin\theta) + 1.1G(fr \ell_2 \cos\theta - \ell_2 \sin\theta) \dots\dots\dots(13)$$

단, $fr \ell_2 \cos\theta - \ell_2 \sin\theta < 0$ 일 경우는 제3항을 0로 하며, 또는

$$F = (W + 2.1G) fr \ell_1 + (W + G) (h + fr \ell_3) + 1.1G (fr \ell_3 - h) \dots\dots(14)$$

단, $fr \ell_3 - h < 0$ 일 경우는 제3항을 0로 한다.

$$F = [W(fr + ff) + 2.1G \frac{1}{2} (fr + ff) \ell] \dots\dots\dots(15)$$

여기서, F : 체인에 작용하는 최대장력(kgf)

G : 운반부의 중량(kgf/m), 체인 및 버킷 등을 포함한다.

W : 운반물의 중량(kgf/m)

h : 스프로켓의 연직방향 중심거리(m)

ℓ : 스프로켓의 수평방향 중심거리(m)

ℓ_1, ℓ_2 : 운반거리(스프로켓 중심거리) m

fr : 체인과 유도레일 사이의 회전마찰계수

ff : 상부 로울러와 운반물 사이의 회전마찰계수 (표-3참조)

〈표-3〉 회전 마찰계수(ff, fr)

로울러 구분	운할 없음	운할 있음
대형로울러(fn)	0.12	0.08
소형로울러(fr)	0.21	0.14
상부로울러(ff)	0.09	0.06

체인의 속도는 다음식으로 구한다.

$$V = \frac{pzn}{1,000} \dots\dots\dots(16)$$

여기서, V : 체인의 속도(m/min)

p : 체인의 간격(mm)

z : 스프로킷 작용齒數

n : 스프로킷 매분 회전수

작용 齒數는 실제로 체인에 걸리는 스프로킷의 齒數를 말하며, 二重間隔체인을 사용할 경우는 스프로킷 齒數의 1/2로 한다.

7. 토우 컨베이어(toe conveyor)

토우 컨베이어는 운반물을 臺車에 적재시키고 이 臺車를 견인하는 컨베이어이다.

보통은 체인을 바닥에 설치된 레일 내를 주행시켜 체인에 附屬된 토크(torque)와 臺車측에 설치된 토우핀을 장착하여 臺車를 所要 위치까지 견인한다.

토우핀의 着脫은 수동과 자동 모두 가능하며, 또한 운반경로도 루프(loop)는 물론 분기, 합류라인의 구성 및 라인 위의 臺車 滯留도 가능하다.

그 구조는 그림 21과 같으며, 운반능력, 체인의 장력계산 등은 트롤리 컨베이어와 같다.

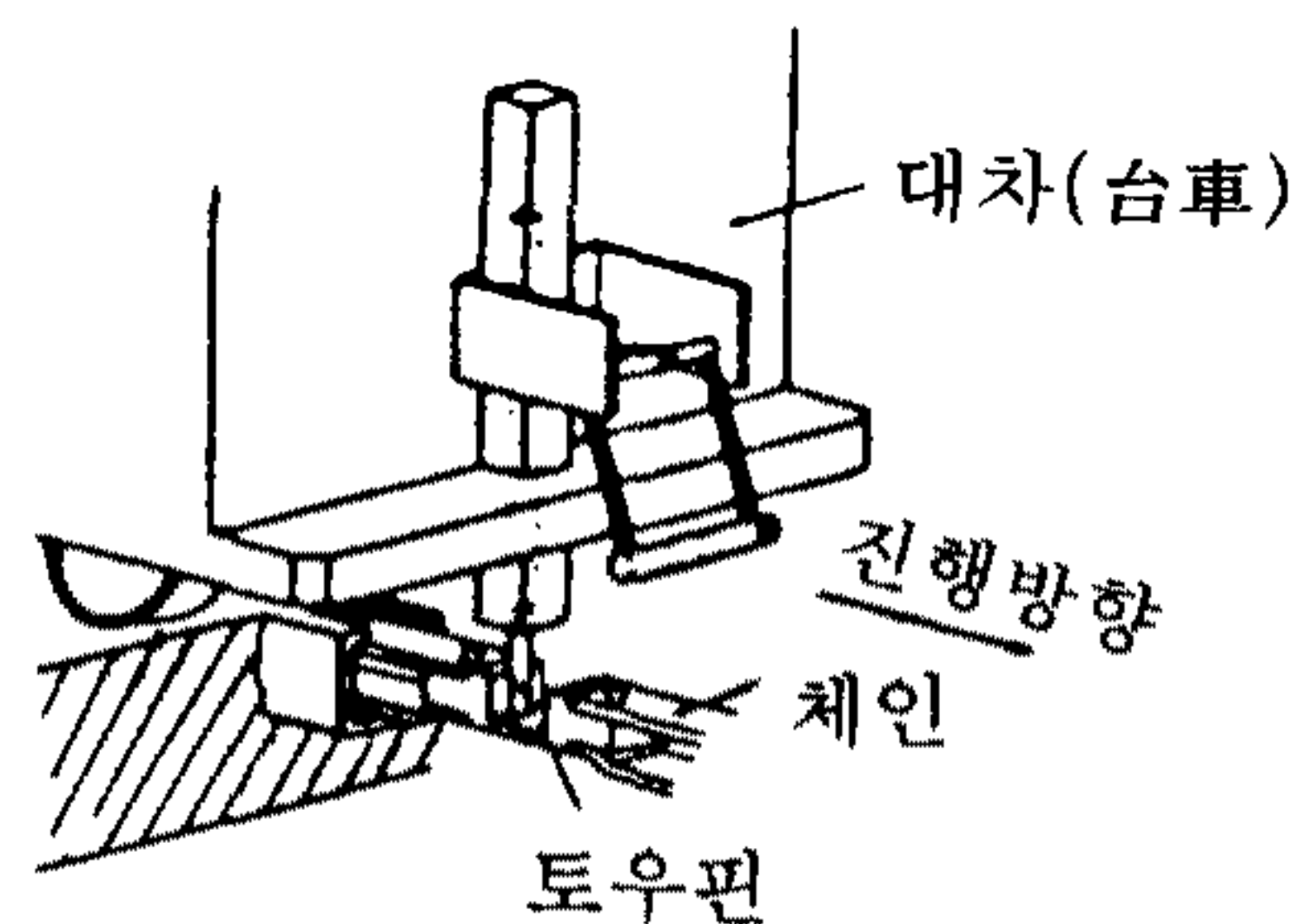


그림 21 토우 컨베이어

1.3 엘리베이팅 컨베이어(elevating conveyor)

1. 버킷 엘리베이터(bucket elevator)

버킷 엘리베이터는 하부에서 운반물을 버킷으로 떠올려서 상부로 배출하는 컨베이어로서 상부에는 구동장치가, 하부에는 감는장치가 설치되어 있는데, 설치각도는 연직인 것이 대부분이며, 경사도가 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 인 것도 있다.

이 엘리베이터의 대표적인 형식은 그림 22과 같으며, 여기서 (a)는 체인식 유도배출형 버킷 엘리베이터로서 상단에서 배출된 운반물은 그 앞의 버킷배면을 슈트(chute)로 하여 배출구로 유도되는 형식의 범용적인 엘리베이터이다.

한편 그림 22(b)는 벨트식 원심배출형 버킷 엘리베이터로서 상부에서 버킷을 구동축 주위로 회전할 때의 원심력을 이용하여 운반물을 배출시킨다. 곡물과 시멘

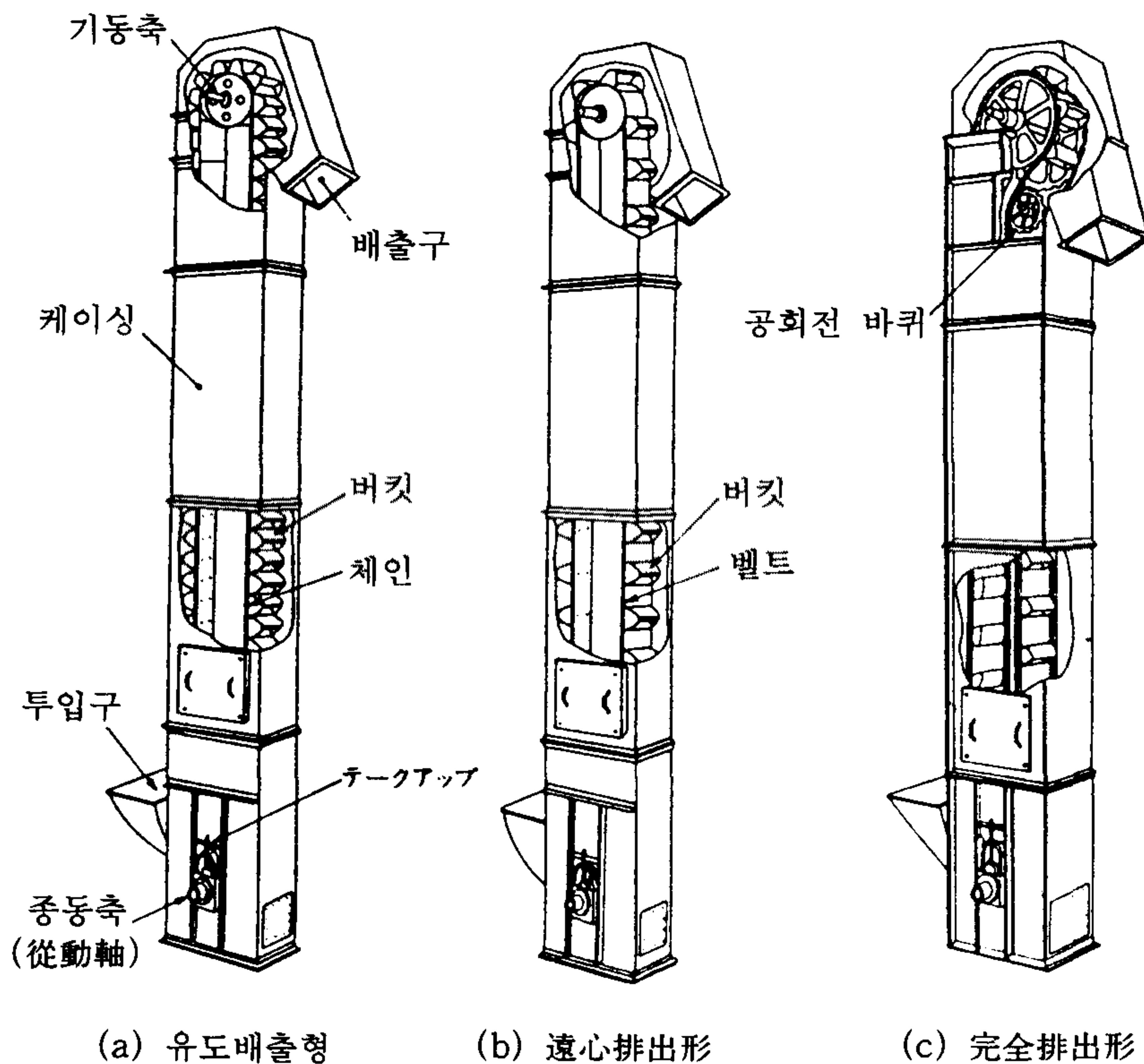


그림 22 버킷엘리베이터의 形式

트와 같은 부착성이 없는 운반물의 대수송에 적합하다.

그림 (c)는 체인식 완전배출형 버킷 엘리베이터로서 버킷을 체인의 일정 간격에 두고 설치되어 있어 구동축 하부의 아이들러(idler)를 이용하여 버킷을 反轉시키는 기구에 의해 부착하기 쉬운 운반물을 배출시킨다.

버킷의 형상은 버킷 엘리베이터의 형식 또는 운반물의 성상에 따라 사용방법이 다르지만 그 대표적인 것은 형식은 그림 23과 같다.

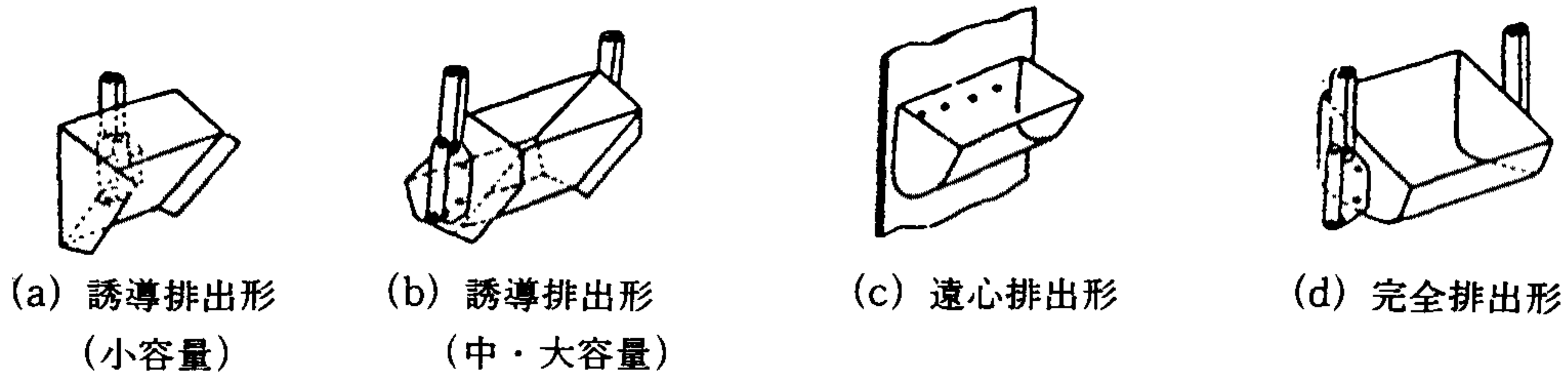


그림 23 버킷의 形狀

체인을 사용하는 버킷 엘리베이터의 속도는 일반적으로 10~100m/min이지만, 유도배출형은 30m/min정도를 많이 사용하고 있다. 최근 이 종류의 버킷 엘리베이터의 고속도화가 추진되고 있으며, 고속에 적합한 체인을 사용하는 유도배출형은 40~90m/min의 것이 실용화되고 있다.

벨트를 사용하는 버킷 엘리베이터는 체인식에 비하여 原理적으로 고속에 적합하며, 시멘트, 곡물운반용으로 200~300m/min의 것이 일반적으로 사용되고 있다.

또한 이 종류의 엘리베이터는 원심배출형이기 때문에 구동폴리 지름에 맞는 속도를 선택해야 한다. 앞의 운반물에 대해서는 다음 식의 속도로 운반하는 것이 타당하다.

$$V = (150 \sim 200) \sqrt{D} \dots\dots\dots (17)$$

여기서, V : 버킷속도(m/min)

D : 구동폴리의 지름(m)

또한, 버킷 엘리베이터의 운반량은 다음 식으로 계산한다.

$$Q_t = 60\phi\nu\gamma u / p_b \dots\dots\dots(18)$$

Q_t : 버킷 엘리베이터의 운반량(tf/h)

ϕ : 버킷의 적재율(유도배출형 : 0.6~0.9, 원심배출형 : 0.7정도)

ν : 버킷 1개당 용적(m^3)

γ : 운반물의 단위중량(tf/ m^3)

u : 버킷속도(m/h)

p_b : 버킷간격(m)

운반대의 최대장력, 유효장력 및 소요동력은 다음 식으로 구한다.

$$\begin{aligned} T_1 &= (w_1 + w_2) \ell + w_2 \ell_0 \\ P &= w_2 (\ell + \ell_0) \\ L &= 1.1 p u / 6120 \end{aligned} \dots\dots\dots(19)$$

여기서, T_1 : 운반대의 최대장력(kgf)

w_1 : 운반대 및 버킷의 중량(kgf/m)

w_2 : 운반물의 중량(kgf/m)

ℓ : 엘리베이터의 상하차 중심거리(m)

ℓ_0 : 중심거리 수정치(m)

(ℓ_0 는 체인식 유도형 : 3정도, 벨트식 원심형 : 5~10정도)

p : 유효장력(kgf)

L : 소요동력(kW)

2. 피버트 버킷 컨베이어(pivoted bucket conveyor)

이 컨베이어는 그림 24와 같이 軸에 붙힌 버킷이 2조의 체인으로 접속시켜 버킷은 그 축주위를 회전할 수 있게 하기 위하여 자중에 의하여 항상 상향으로 되도록 기구를 설치하고 있으며, 수평운반 경로상의 임의 장소에 설치된 버킷반전장치에 의해 버킷을 반전시켜 운반물을 배출한다.

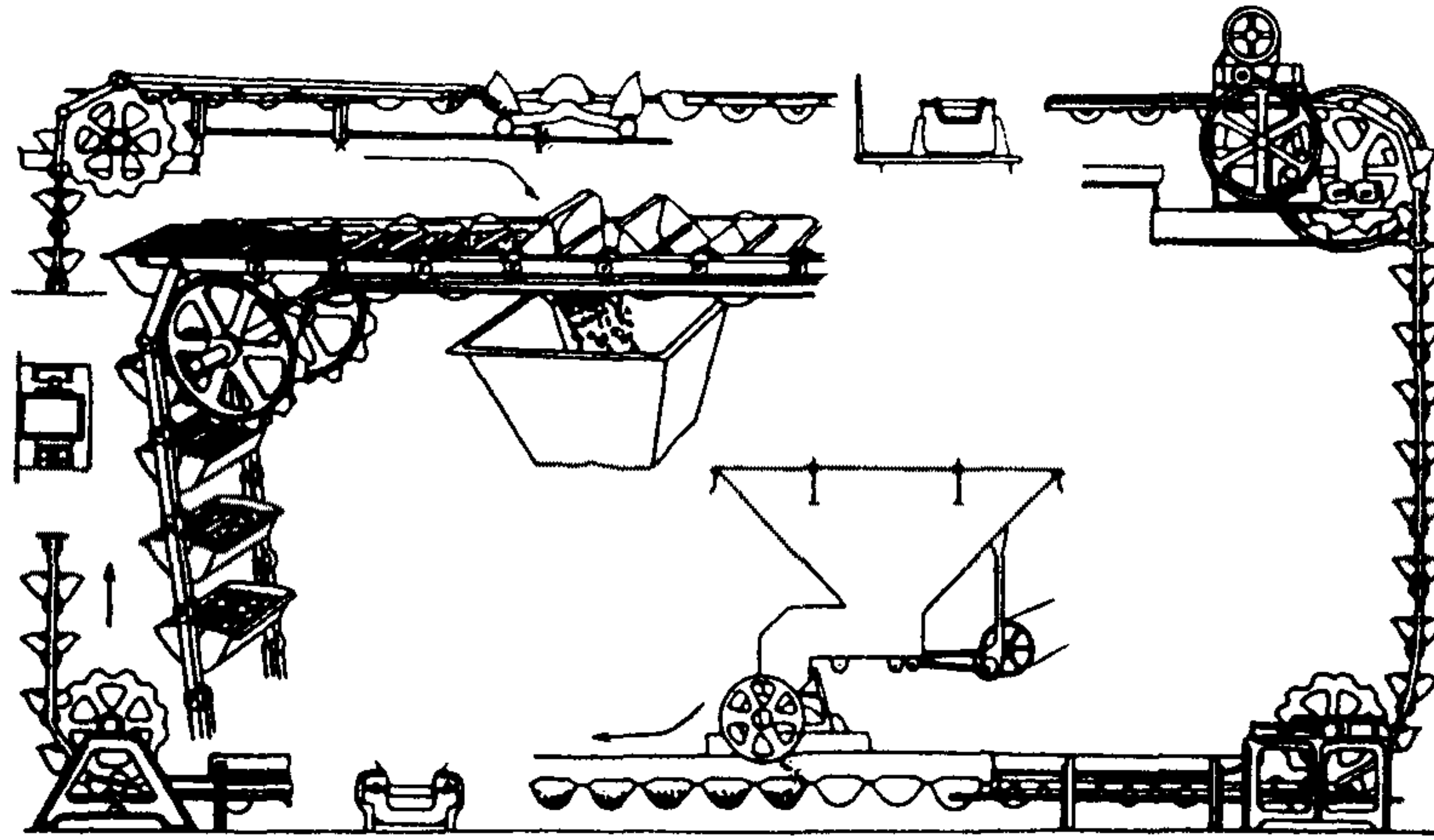


그림 24 피벗 버킷 컨베이어

3. 암附 체인 엘리베이터(chain elevator with arms)

이 엘리베이터는 그림 25와 같이 하중에 적합한 암을 2조의 체인에 일정 간격으로 설치한 것인데 등근 나무통 또는 통나무통 원통형 운반물에 사용하는 경우가 많다.

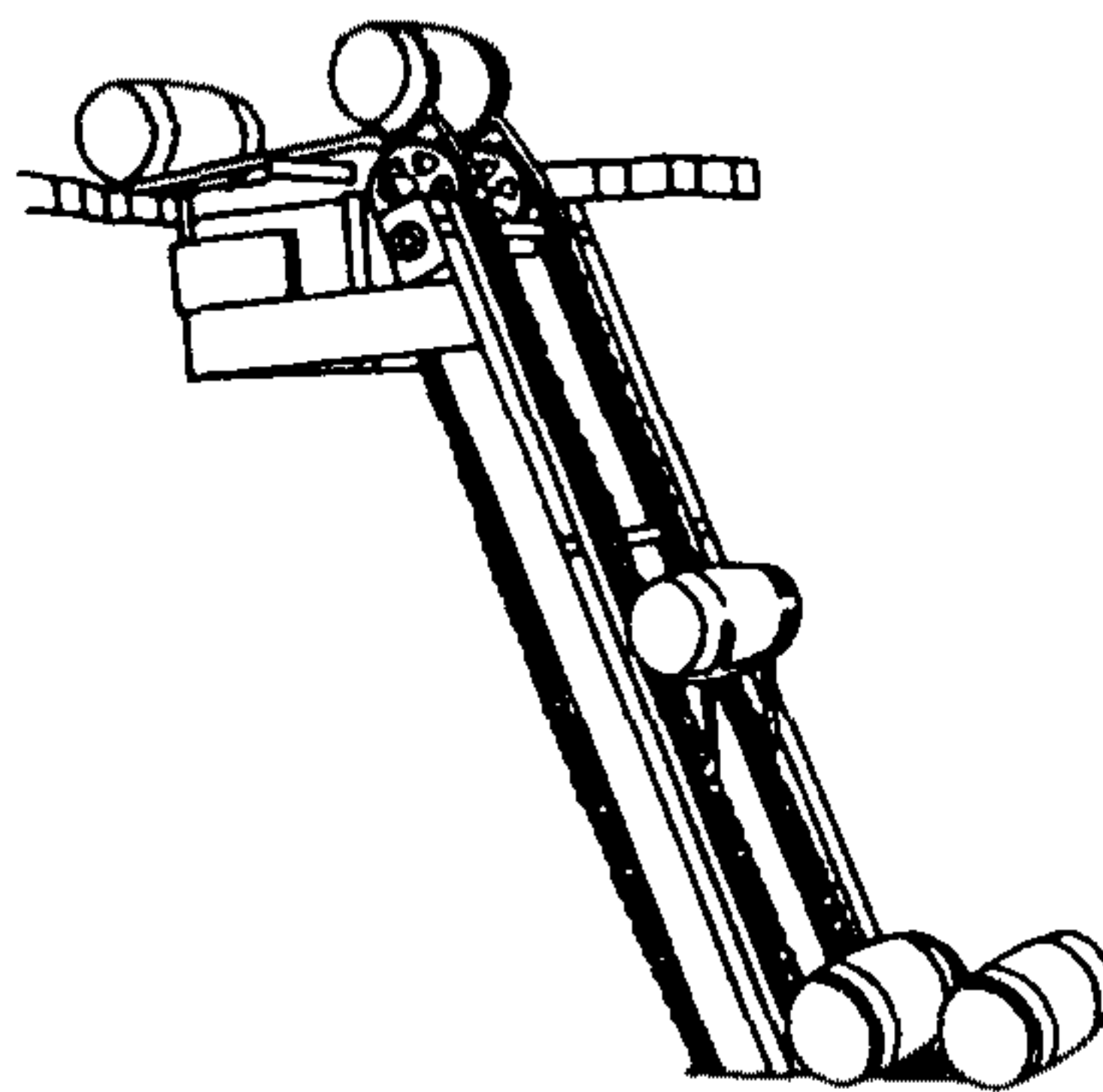


그림 25 암(arm)附 체인 엘리베이터

형상 및 크기가 어느 정도 제한된 범위에서 거의 일정한 대상물 외에는 사용할 수 없으나 구조가 간단하므로 컨베이어 單一體로서 손쉽게 사용할 수 있다.

4. 수직 플레이트 컨베이어(vertical articulated plat-form conveyer)

이 컨베이어는 그림 26과 같이 2조 2계열의 체인으로 슬로트를 접합하여 슬로트 위에 옮겨실은 운반물을 수평운반에서 그대로 수평상태를 유지하면서 연직수송으로 옮겨지고 다시 수평방향으로 운반, 배출하는 것인데 多層의 昇降운반도 가능하다.

이 컨베이어로 운반할 수 있는 것은 상자 또는 포대등 모두 운반가능한 범용성을 구비하고 있으며, 운반물의 중량은 몇kgf에서 몇 tf까지 넓은 범위의 중량을 운반할 수 있고 운반능력은 5~20개 /min 정도이다.

5. 진동형 트레이 엘리베이터(suspended swing tray elevator)

이 엘리베이터는 그림 27과 같이 운반물을 실은 트레이 또는 포오크를 1조 또는 2조의 체인으로 핀 접합하고 중력으로 항상 수직방향을 유지하면서 순환시켜 운반하는 것인데 여러층에서 투입과 배출을 동시에 할 수 있는 것이 특징이다.

台車의 취급과 상자, 원통형 운반물도 다룰 수 있으며 운반물의 성상에 따라 트

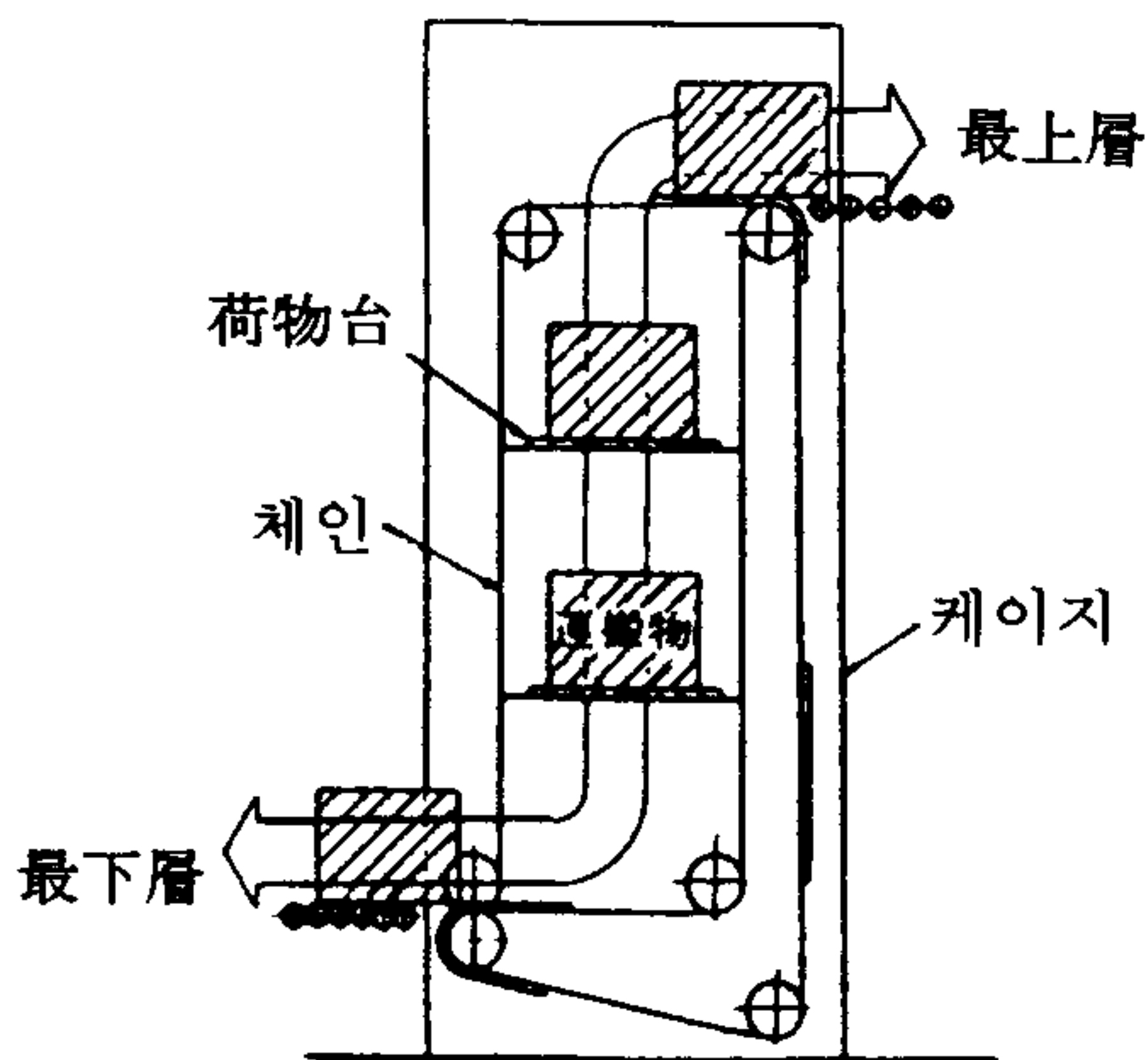


그림 26 연직 플레이트 컨베이어

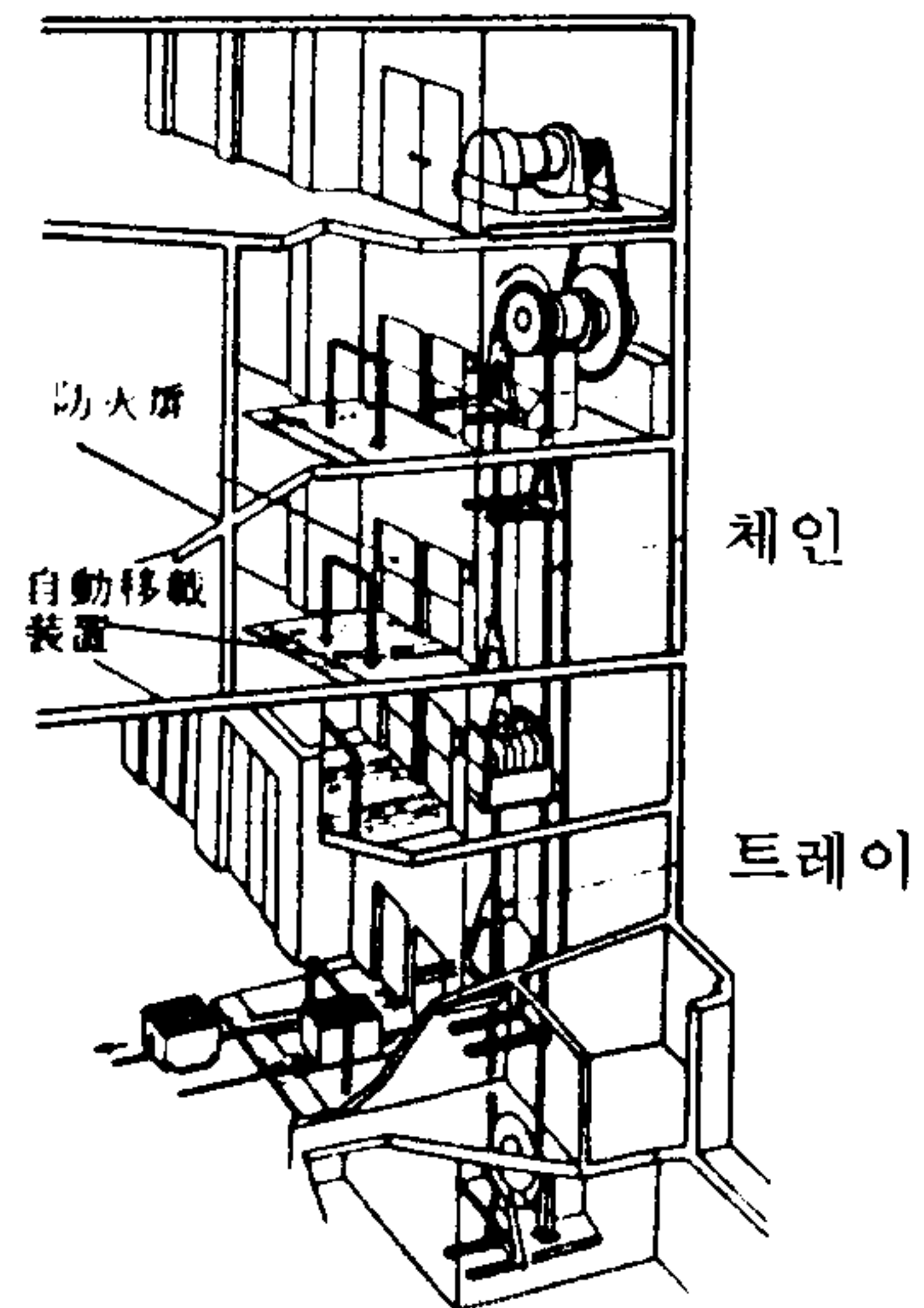


그림 27 振動形트레이 엘리베이터

레이 및 포오크를 결정한다.

운반물이 한정된 전용운반 성격을 가졌기 때문에 운반 설비의 한 기종으로서 추가시켜 사용되는 경우가 많다.

6. 기타

3~5항의 컨베이어는 모두 순환식의 큰 덩어리 형태의 운반물용 엘리베이팅 컨베이어이며, 이 외에는 승강 왕복하는 케이지(cage)에 슬로트 컨베이어 또는 로울러 컨베이어등의 독립된 운반장치를 내장한 것이 많이 이용된다. 운반물의 반입을 확인하고 케이지를 승강시켜 운반할 층에 도착, 정지시킨 후 반출하는 것으로 순환식에 비하여 능력이 낮으나 운반물에 적합한 컨베이어를 자유 자재로 설계하여 탑재할 수 있으므로 용도가 다양하다.

또한 순환식, 왕복식 모두 이용되고 컨베이어 벨트에 달린 운반기구에 시간을 맞추어 운반물을 공급할 필요가 있으며 작업원이 시간을 확인하여 공급하는 경우 외에 자동화 시스템의 경우는 자동적재장치로서 운반기구의 주기를 고려한 종합적인 제어시스템을 필요로 한다. 또한 수직운반이므로 각종 안전장치 즉, 전동기 過負荷감지, 負荷異常감지, 낙하감지, 안전개폐확인 감지장치등을 구비하고 항상 안전한 운전상황을 확인 감시해야 한다.

수직운반 컨베이어는 비교적 장치가 대규모로 되기 쉬우므로 설계시부터 면밀히 검토를 해야 한다. 더욱이 각층의 슬래브바닥을 통과할 경우는 防火用 셔터, 매연 감지기 등의 器機를 의무적으로 설치해야 한다.

1.4 로울러 컨베이어(roller conveyor)

이 컨베이어는 그림 28과 같이 굴림의 원리를 응용한 간단한 컨베이어로서 로울러를 중앙에 양측으로 로울러 지지프레임을 배치한 구조이다.

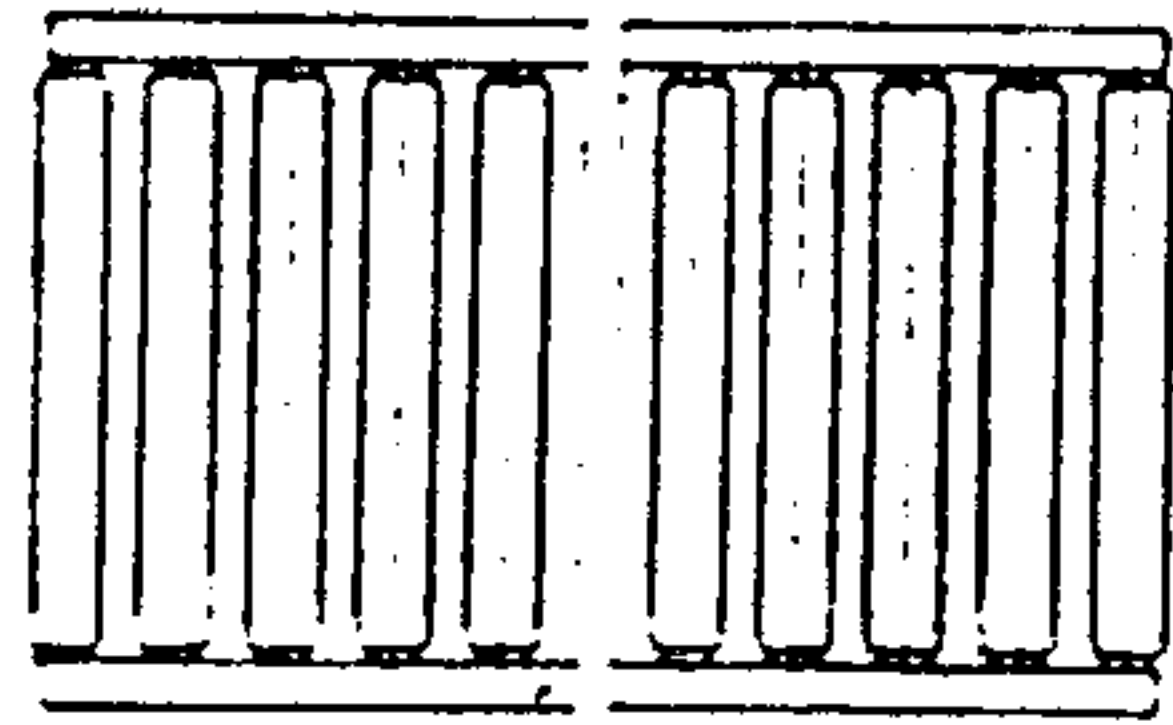


그림 28 로울러 컨베이어

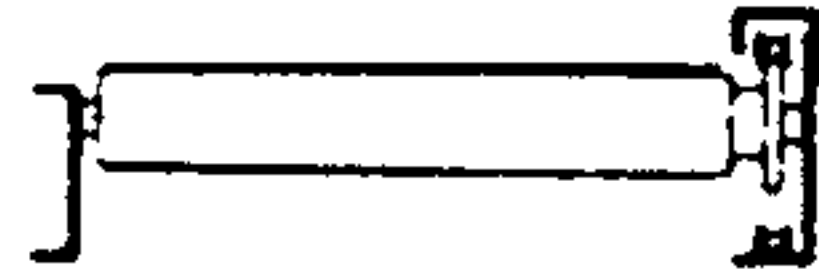


그림 29 후리 로울러 컨베이어

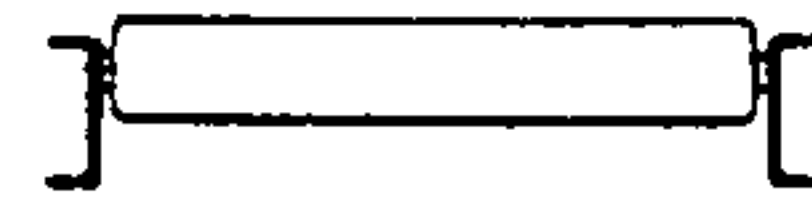


그림 30 驅動 로울러 컨베이어

로울러 컨베이어는 그림 29와 같은 후리 로울러 컨베이어(free roller conveyor)와 그림 30과 같은 구동 로울러 컨베이어(live roller conveyor)가 있다.

수평으로 설치하면 적은 힘으로 운반물을 운반할 수 있고, 약간 경사지면 자중에 의하여 운반물이 自走된다. 自走되는 경사는 운반물의 재질, 중량 및 저면의 상태 등에 따라서 다르며, 대략의 목표는 그림 31과 같다.

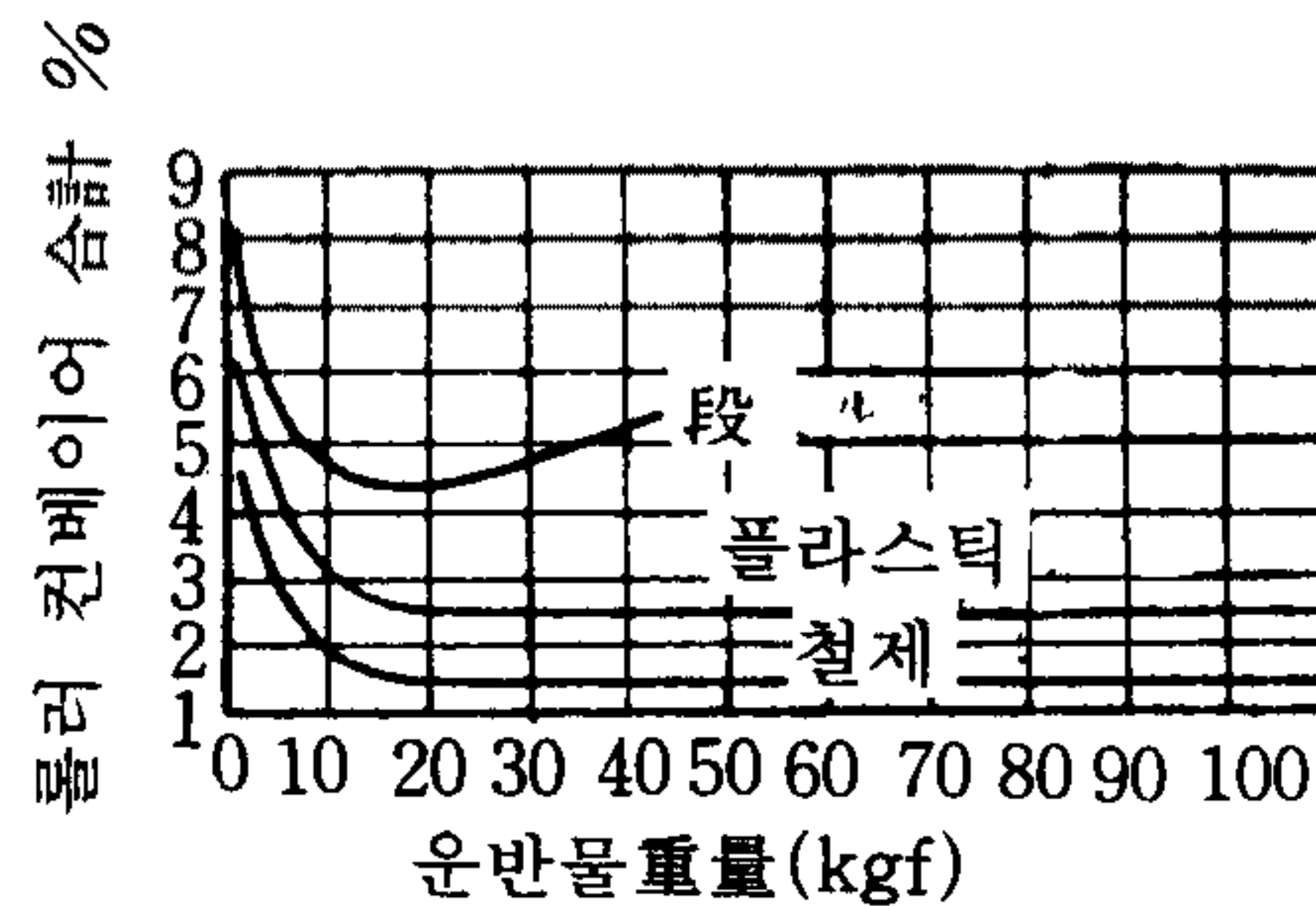


그림 31 自走 勾配選定 圖表 자주 구배 선정도표

구동로울러 컨베이어에는 구동 동력원에 따라 구조가 다르다. 로울러 구동원에 체인을 이용한 체인구동 로울러 컨베이어, 벨트를 이용한 벨트구동 로울러 컨베이어, 라인 샤프트(line shaft)로 부터 동근 벨트로 구동하는 라인드라이브 로울러 컨베이어가 있다.

체인구동 로울러 컨베이어에는 그림 32와 같이 각 로울러의 한쪽 端部에 스프로켓(sprocket)을 붙혀 체인을 회전할 수 있도록 로울러를 회전시키는 구조로서 스프

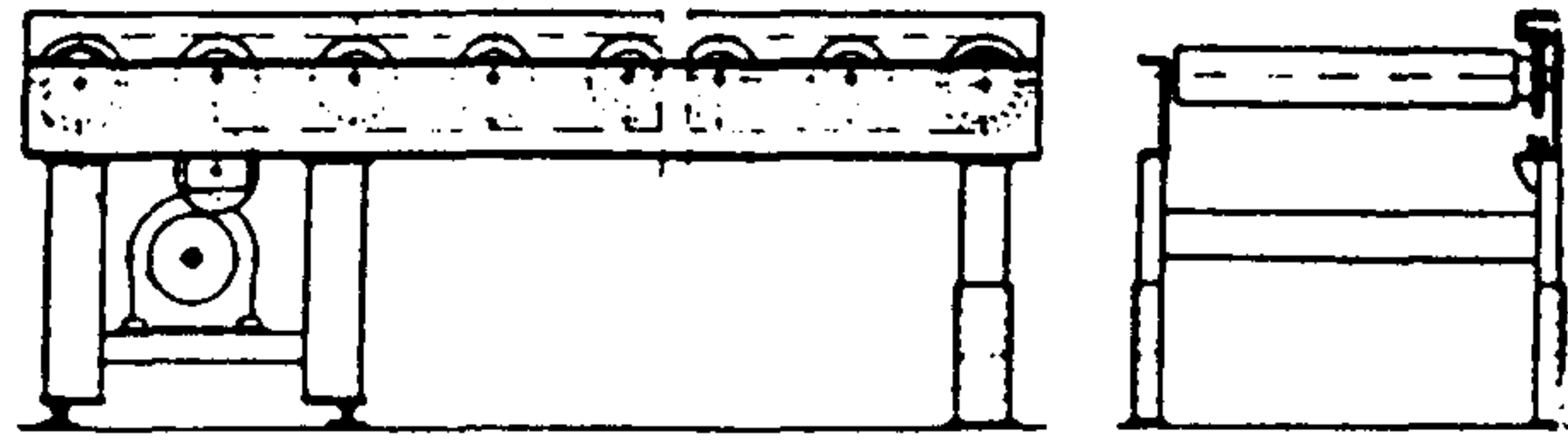


그림 32 체인 驅動 로울러 컨베이어

로켓의 齒로 로울러를 회전시키므로 구동력에 강력한 특징이 있다.

그림 33은 곡선체인을 사용한 구동곡선 로울러 컨베이어이다.

벨트구동 로울러 컨베이어는 그림 34와 같이 로울러의 下面에 벨트를 주행시켜 벨트를 지지하고 있는 프레스 로울러를 위쪽으로 들어 올려 상부 로울러를 회전시키는 구조로서 벨트를 사용하므로 운전소음이 적고 고속운송이 가능하며, 길이가 긴 컨베이어에 적합하다.

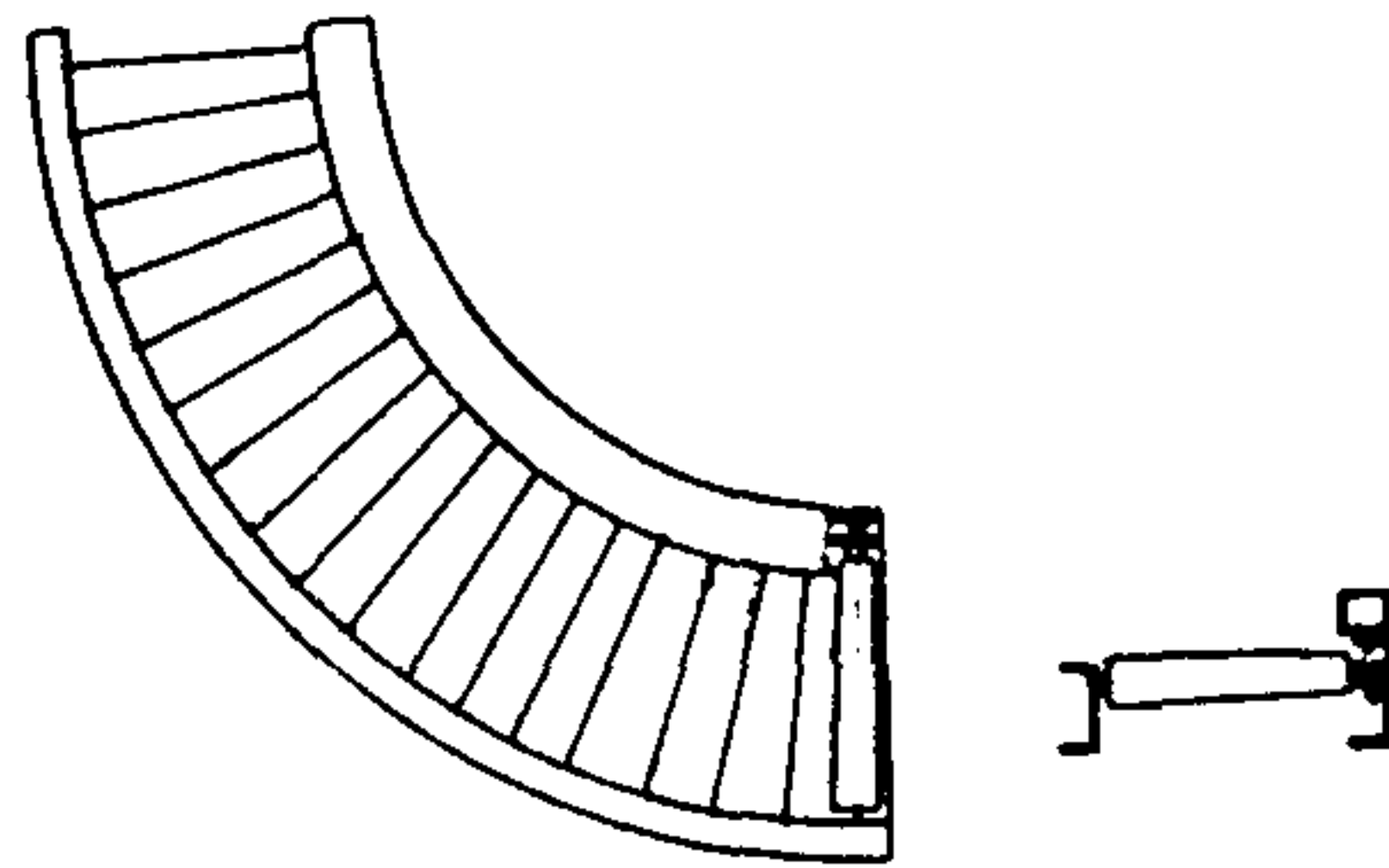


그림 33 驅動곡선 로울러 컨베이어

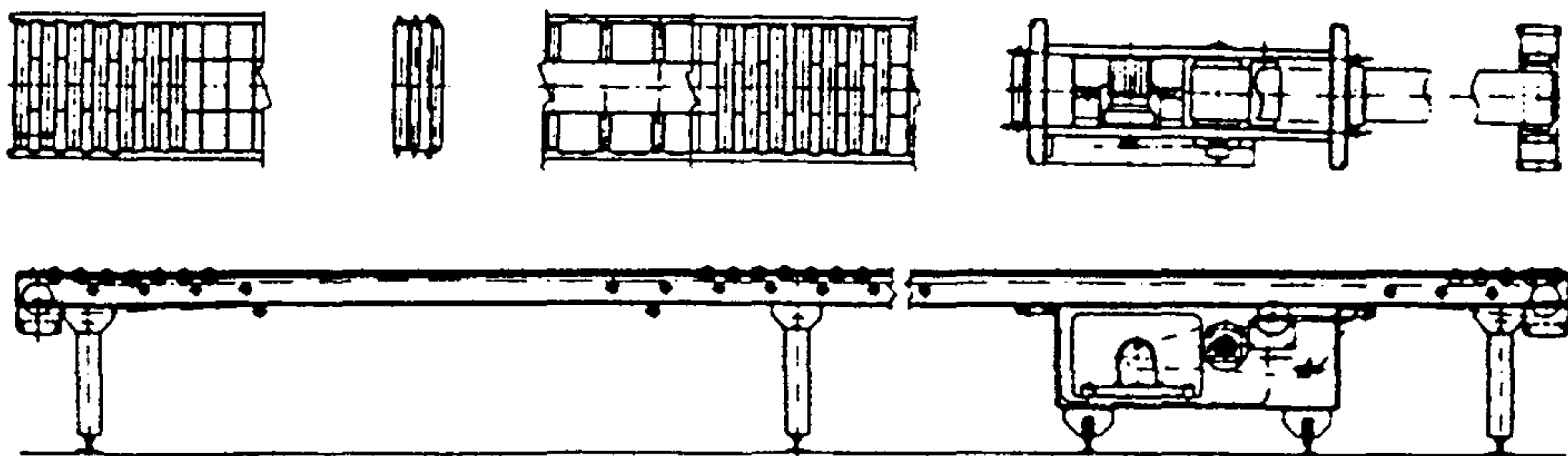


그림 34 벨트구동 로울러 컨베이어

전동기 소요동력은 다음식으로 계산한다.

$$N = 2.52 \times 10^4 (0.05w_1 + L\{0.05w_2 + 0.08W\}) + 0.008V \dots\dots\dots(20)$$

여기서, N : 전동기 소요동력(kW)

w_1 : 컨베이어 길이에 영향이 없는 운동부 중량(kgf)

w_2 : 컨베이어 길이에 영향을 주는 운동부 중량(kgf)

W : 단위길이당 운반물의 중량(kgf /m)

V : 운반속도(m /min)

라인드라이브 로울러 컨베이어는 그림 35와 같이 로울러 下面의 컨베이어 프레임에 따라서 구동축을 배치하고 이 축에 樹指 아이들러를 설치하여 아이들러와 로울러 사이를 둥근 벨트로 連動되는 구조로 되어 있다.

라인드라이브 곡선 컨베이어는 그림 36과 같이 구동축은 축이음으로 연결하고, 직선과 곡선을 1대의 전동기로 구동하는 것이 큰 장점이다.

벨트구동 로울러 컨베이어, 라인 드라이브 로울러 컨베이어에서는 컨베이어 위에 운반물을 일시 저장할 수 있으며, 컨베이어 위에 스톱퍼(stopper)를 설치, 운반물을 일시 정지시키면 벨트와 로울러가 미끄러져서 로울러는 회전하지 않는다.

또, 라인드라이브 로울러에서는 축과 아이들러 사이가 미끄러져 로울러는 회전하지않고 운반물은 스톱퍼에 접하여 반송되지 않는다. 그러나 보통 로울러에는 회전하는 힘이 가해진다.

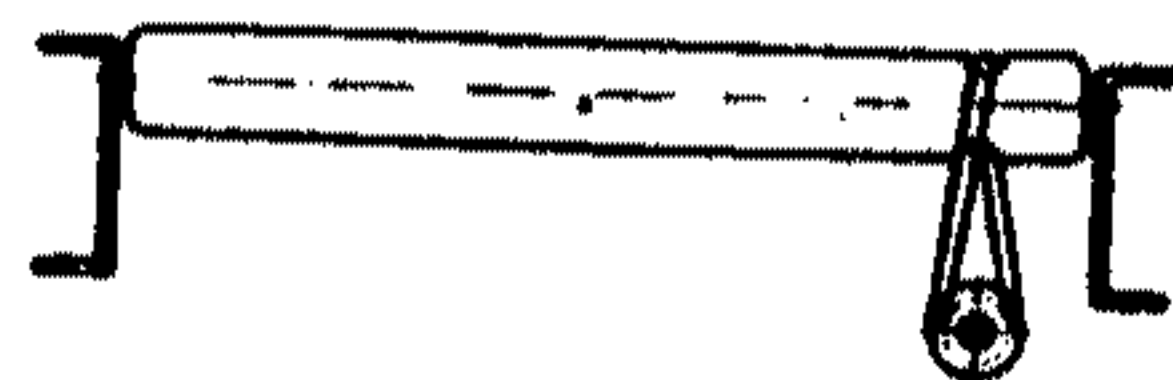


그림 35 동력전달도

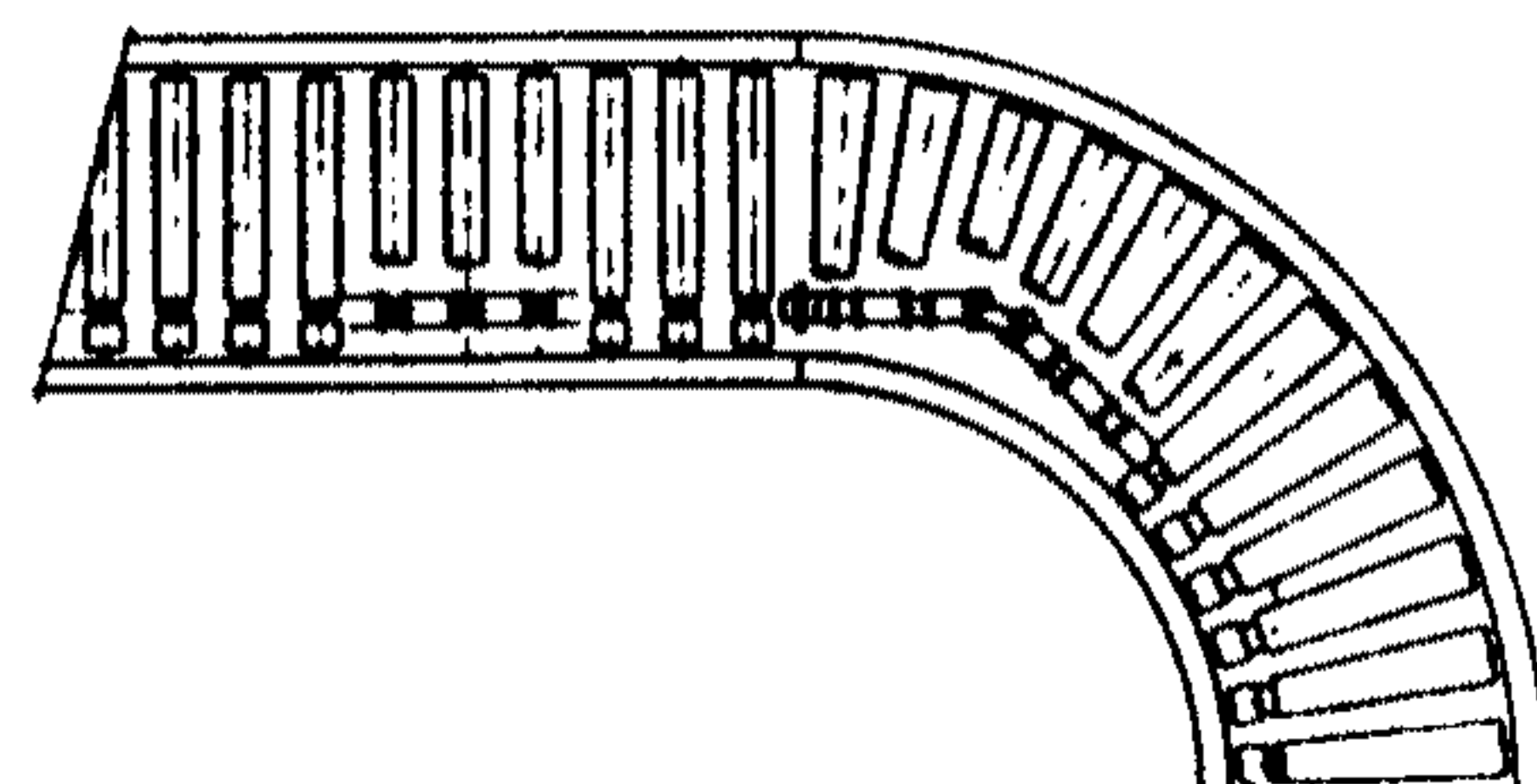


그림 36 라인드라이브 곡선 컨베이어

이와 같이 컨베이어 위에 운반물을 일시 저장할 수 있는 컨베이어를 어큐물레이트 컨베이어라 하는데 컨베이어 위에 일시 저장할 때 운반물이 진행방향으로 나가려는 힘을 라인프레셔라 부르고, 라인프레셔가 적은 편리한 컨베이어를 목적으로 하는 어큐물레이트 컨베이어가 개발되고 있다.

어큐물레이트 컨베이어는 로울러 구동원에 벨트 라인드라이브, 체인을 이용하는 구조인데 가장 확실히 라인프레셔를 없애는 방법에는 운반물의 중량을 이용하여 센서를 작동시켜 상류 로울러를 풀리로 하여 라인프레셔를 작게 하는 방법이 있다.

그림 37은 체인구동방식에 의한 어큐물레이트 컨베이어인데 그 구동은 그림 38과 같이 로울러 사이에 휠을 설치하고 이 측면에 스프로킷을 고착하여 체인을 주행시킨다.

휠은 공기식 작동장치(actuator)에 의하여 상하로 움직이며, 보통 휠을 상승시켜 로울러를 회전시키는데, 그림 39와 같이 센싱 로울러의 작동에 의하여 밸브가 작동하고 유니트마다 통합된 휠을 하강시켜 로울러가 자유로 된다.

이 방식은 공기를 이용한 어큐물레이트 컨베이어이며, 운반물의 중량은 0.5kgf 까지 작동하는 특징이 있으며 공기제어로 작동이 확실하므로 여러종류의 운반물도 운반이 가능하다.

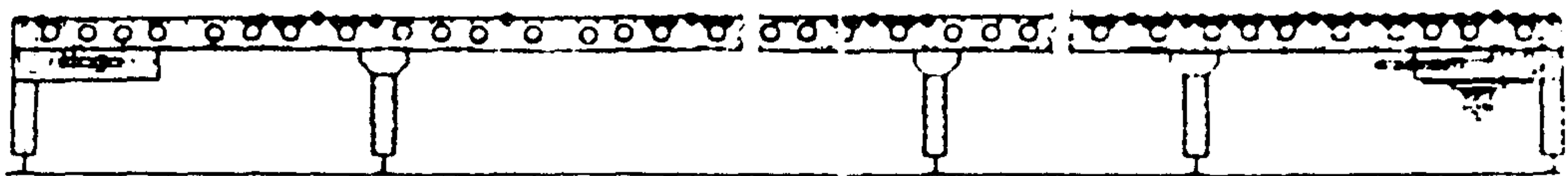


그림 37 체인 驅動 어큐물레이트 컨베이어

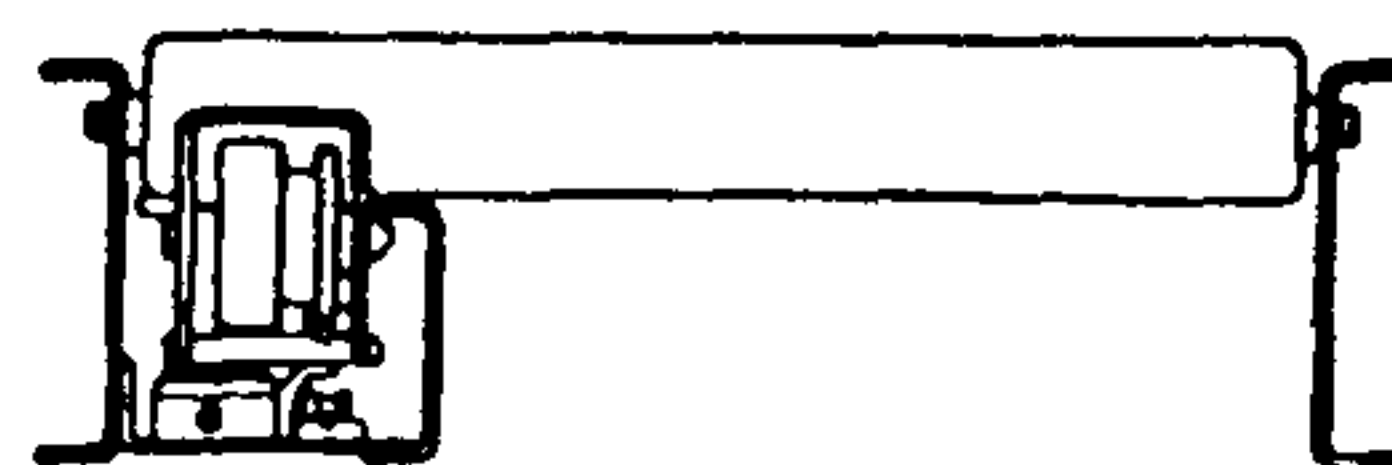


그림 38 체인 驅動 어큐물레이트 컨베이어 단면도

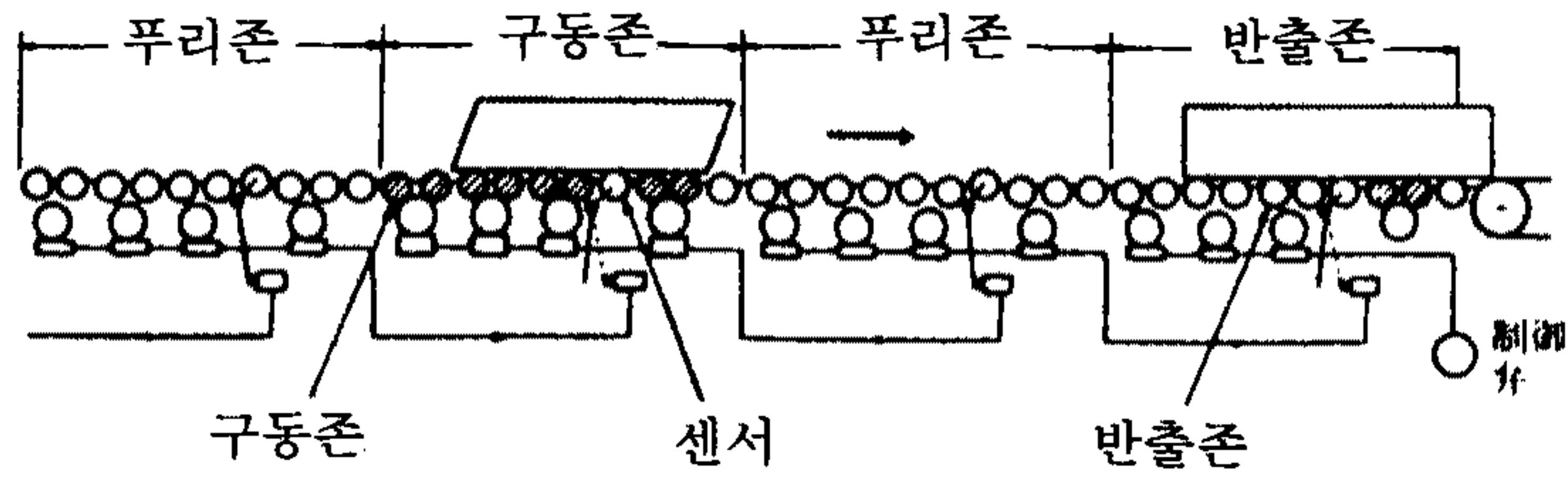


그림 39 어큐뮬레이션의 기구

1.5 스크루 컨베이어(screw conveyor)

이 컨베이어는 그림 40과 같이 반원형 단면을 가진 트로프 중에 나선형 날개가 달린 축을 회전시켜 운반물에 축방향 추진력을 가하여 운반하는 것으로 곡물류, 사료, 粉炭 등 마모성이 적은 粉粒體에 적합하며, 트로프와 나선형 날개에 내마모성 재료를 사용하면 시멘트, 모래, 석회석 등의 마모성이 있는 가루~덩어리의 것도 운반할 수 있다.

대표적인 나선형 날개는 그림 41과 같으며, 여기서 (a)는 곡물류, 사료, 시멘트 및 가루탄용, (b)는 모래, 자갈 (크기 25mm이하)등의 비중이 큰 운반물용, (c)는 아스팔트, 糖蜜등의 반유동성 물체의 운반에 사용된다.

스크루 컨베이어는 보통 수평에서 30° 정도의 상향경사에 사용되고 있는데 트로프를 원통형으로 하여 수평형의 몇배 정도의 회전수로 하여 수직으로 운반할 수 있으며, 운반능력은 다음식으로 구할 수 있다.

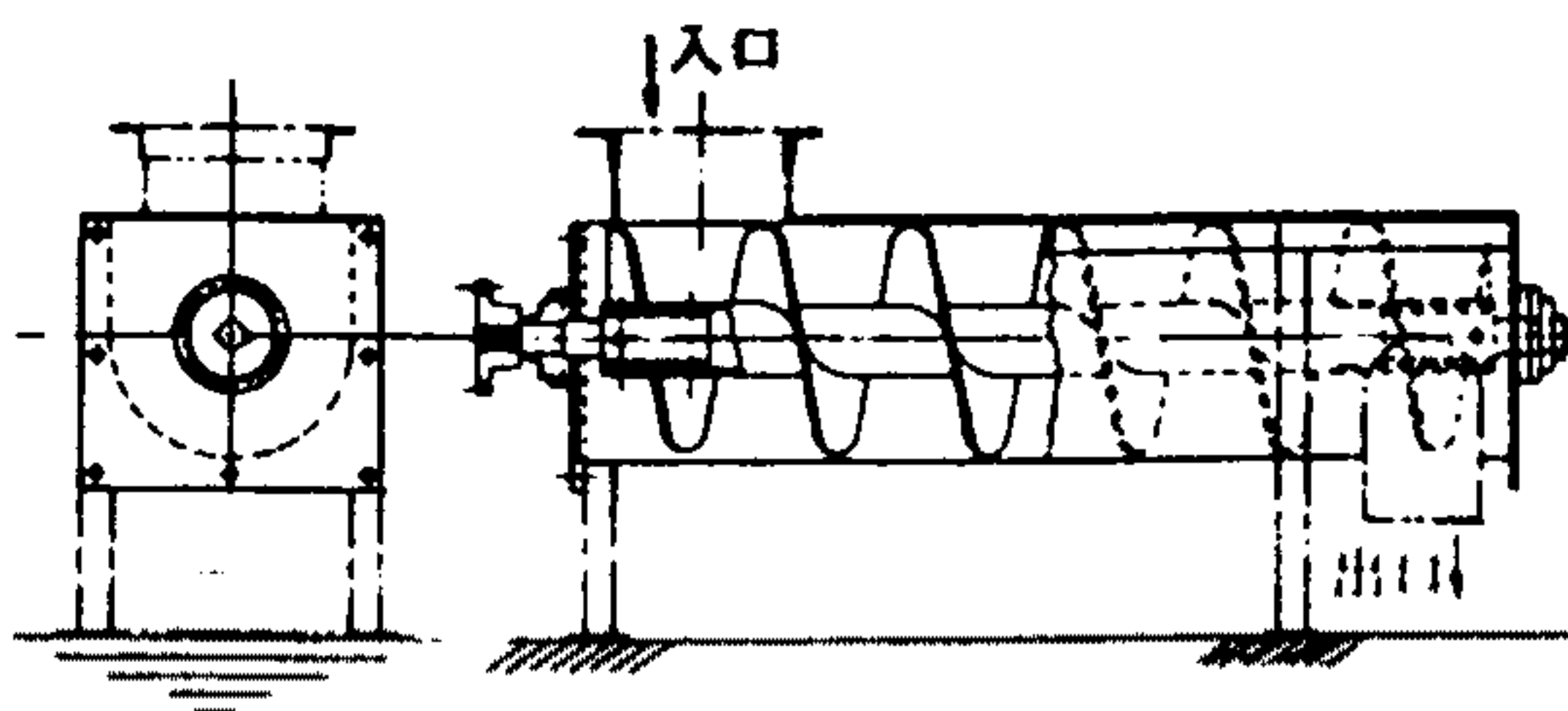


그림 40 스크루 컨베이어

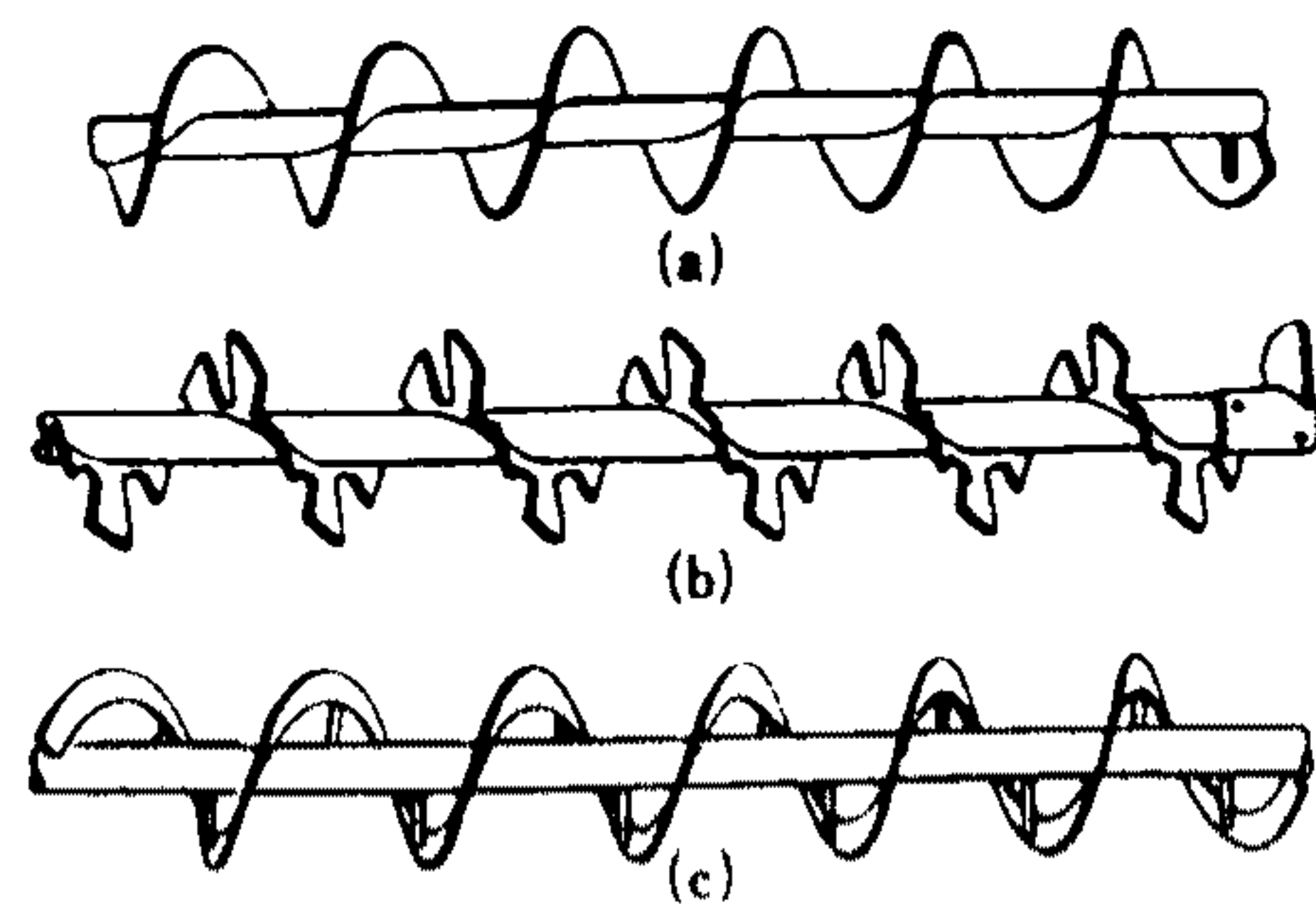


그림 41 나선형 날개의 종류

1.6 진동컨베이어(vibration conveyor)

진동컨베이어는 철광석, 석탄, 砂糖 및 화학약품 등의 粉粒體는 물론 볼트, 너트 등의 소부품, 주물공장에서 鑄型 분해 직후의 100~600kgf되는 고온물의 운반까지 폭넓게 사용된다. 용도에 따라서는 개방형, 밀폐형, 2중 트로프구조, 수냉자켓구조 등이 있다.

한편 이 컨베이어의 특징은 ① 고온재료의 운반가능, ② 운반과정중 체분류, 탈수, 건조, 냉각 및 整列 등의 2차 조작 가능, ③ 밀폐구조 가능, ④ 중간에 탬퍼를 설치, 소요 위치에 재료분류 가능, ⑤ 운반면 재질의 자유 선택가능 등의 특징이 있다.

이것은 1질량 강제진동계, 2질량 共振진동계로서 많은 구동기구가 있으며, 대표적인 것이 표-5 이다.

〈표-5〉 대표적인 구동기구의 예

구 동 기 구	진 동 수(min^{-1})	진동폭(mm)
구동모우터	750~1,800	3~15
편심 추	600~1,200	10~18
편심 추 共振	1,000~1,100	6~6.5
편심 크랭크	500~650	12~18
電磁 진동	3,000~3,600	0.8~1.8

일반적인 진동컨베이어는 하향경사에서 수평까지 사용되나, 상향경사의 운반도 가능하며, 특수용도로서 약 10° 까지 사용된다. 그림 42는 수평운반 진동컨베이어, 그림 43은 수직운반 진동컨베이어의 예이다.

또, 진동모우터식, 편심추 共振式 및 電磁진동식은 진동 피이더(feeder)의 구동부로서 많이 이용되며, 특히 電磁진동식은 高振動數, 小振幅의 특징에서 小物部品の 整列 공급용 패스(pass)피이더의 구동부로서도 사용된다.

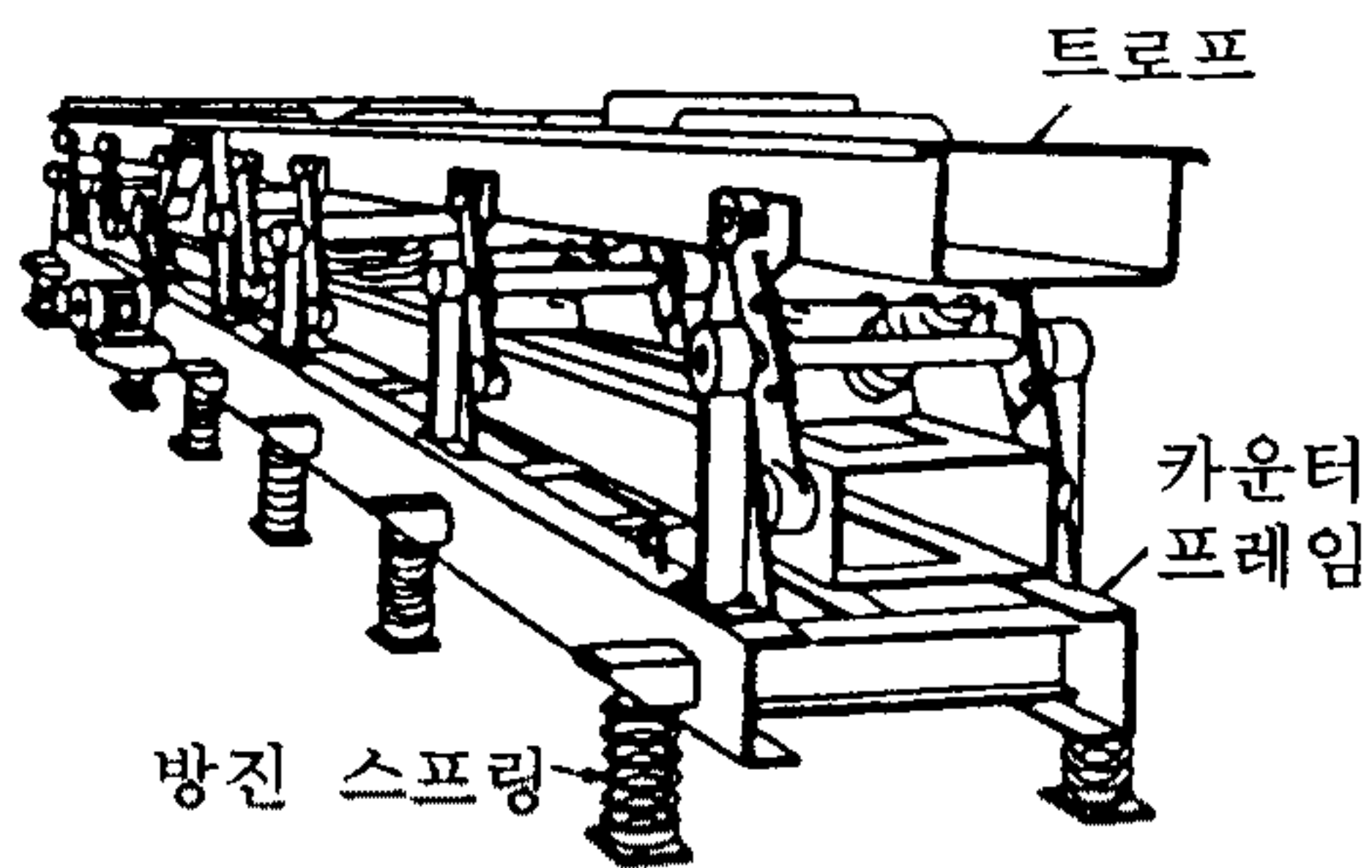


그림 42 수평운반 진동 컨베이어

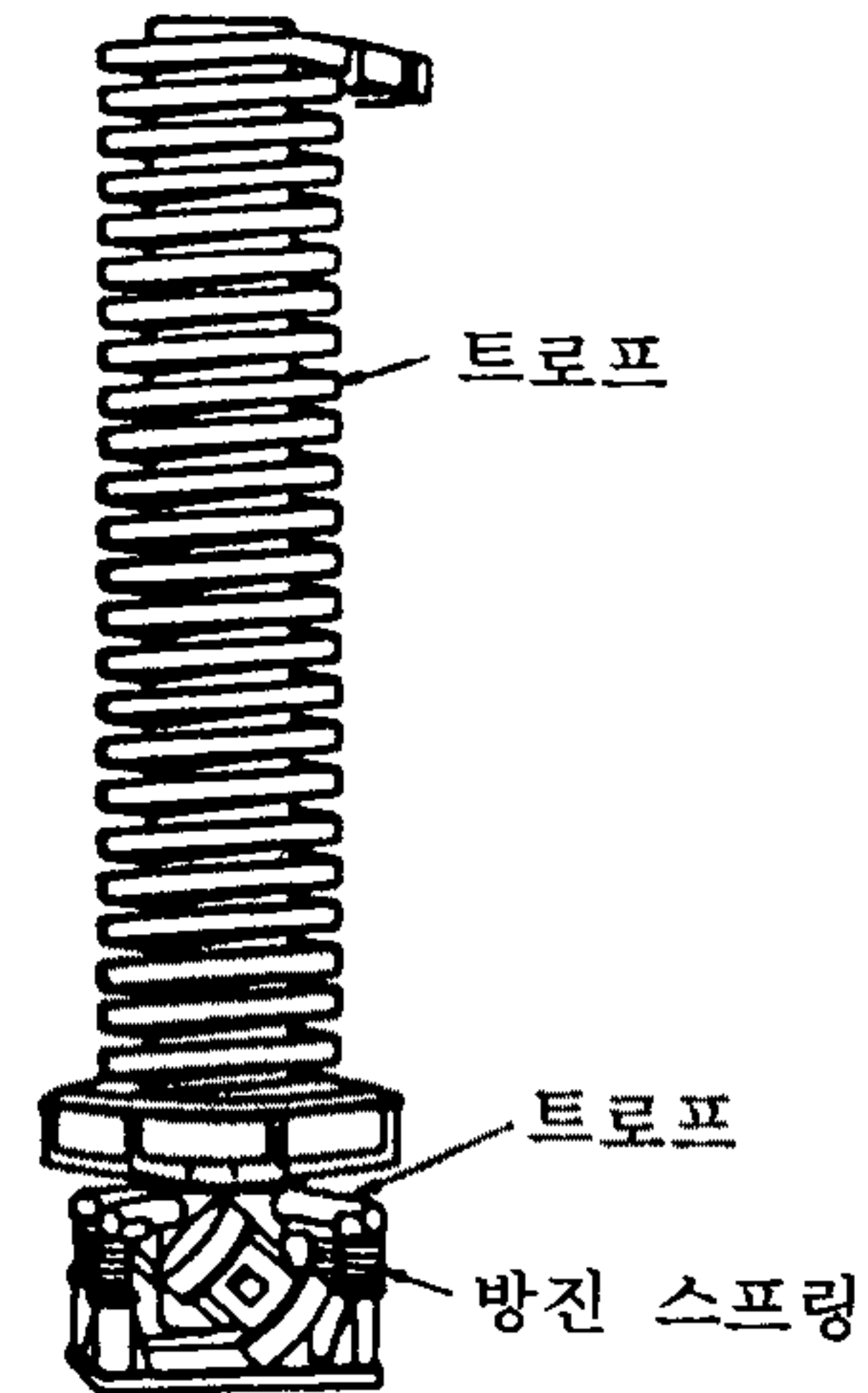


그림 43 연직운반 진동 컨베이어

振動機器는 단순한 컨베이어, 피이더로서의 용도외에 진동스크린, 탈수기, 진동 유동층 건조냉각기, 진동포장기, 셰이크아웃 머신(shake out machine), 패스피이더 등에도 사용되고 있다.

1.7 水力컨베이어(hydraulic conveyor)

수력 컨베이어는 석탄, 광석, 모래 및 석회석 등의 운반물을 물 등의 유체와 혼합하여 管内를 통하여 운반하는 것을 말하며, 이 컨베이어는 일반적으로 펌프, 운반물 투입부를 제외하고는 가동부가 전혀 없는 管路만을 통하여 먼곳으로 운반할 수 있으므로 설치, 보수가 용이하고 또한 운반경로를 자유로히 선정할 수 있는 특징이 있다.

이 컨베이어는 입경 2mm 이상의 입자를 많이 포함하는 粗粒운반과 0.2mm이하의 微粒운반으로 크게 나눌 수 있다. 전자는 전처리가 간단하므로 토사수송과 광석採掘에 따라 운반에 사용되는 경우가 많으며, 소요동력과 관마찰이 크므로 몇 km의 단거리 파이프라인에 사용되고 있다.

한편 후자는 前後의 처리가 복잡하지만 소요동력과 관마찰이 적으므로 몇백 km에 이르는 장거리 파이프라인에 사용되고 있으며, 그림 44는 석탄의 장거리 운반의 예를 나타낸 것이다.

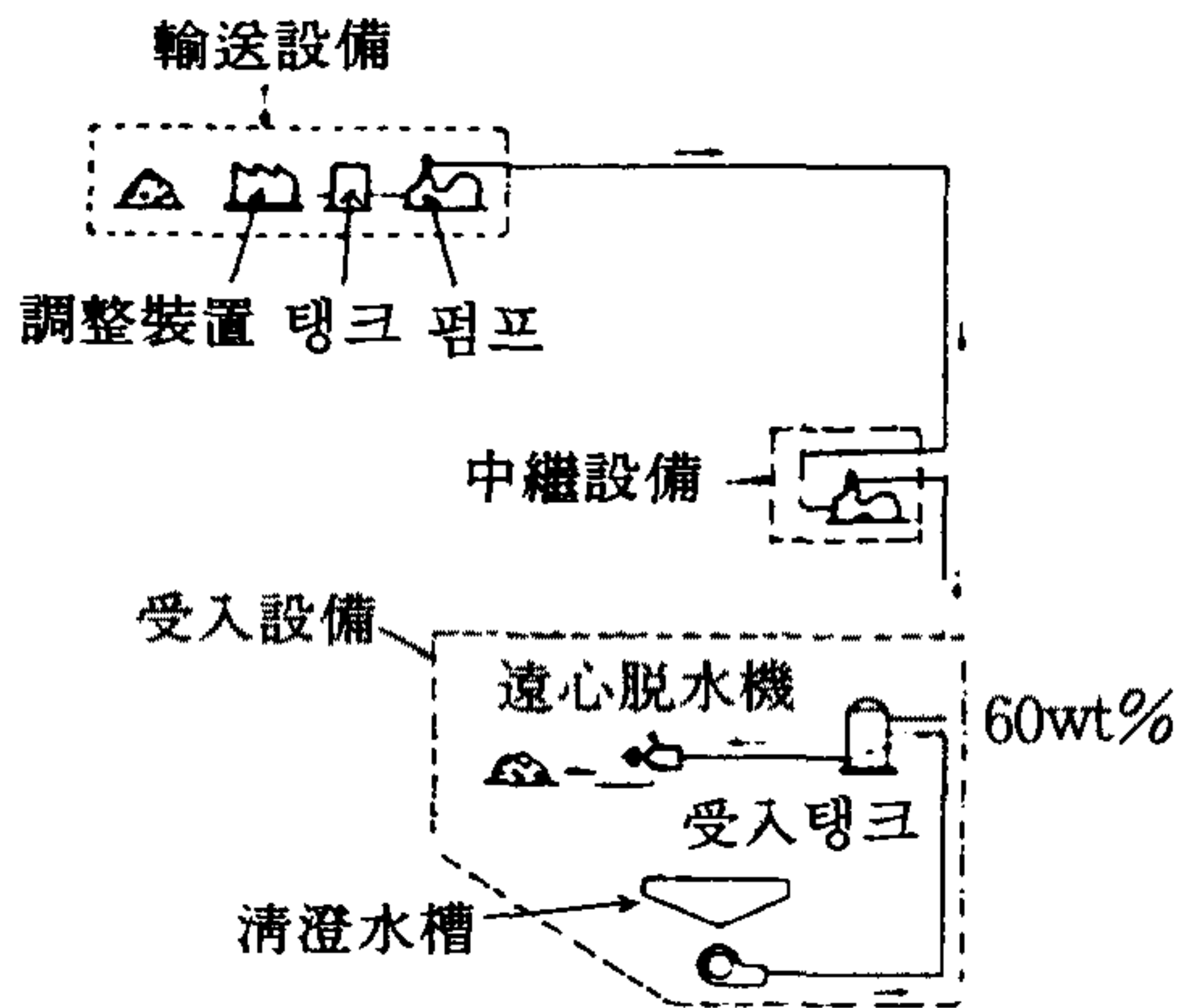


그림 44 水力 컨베이어

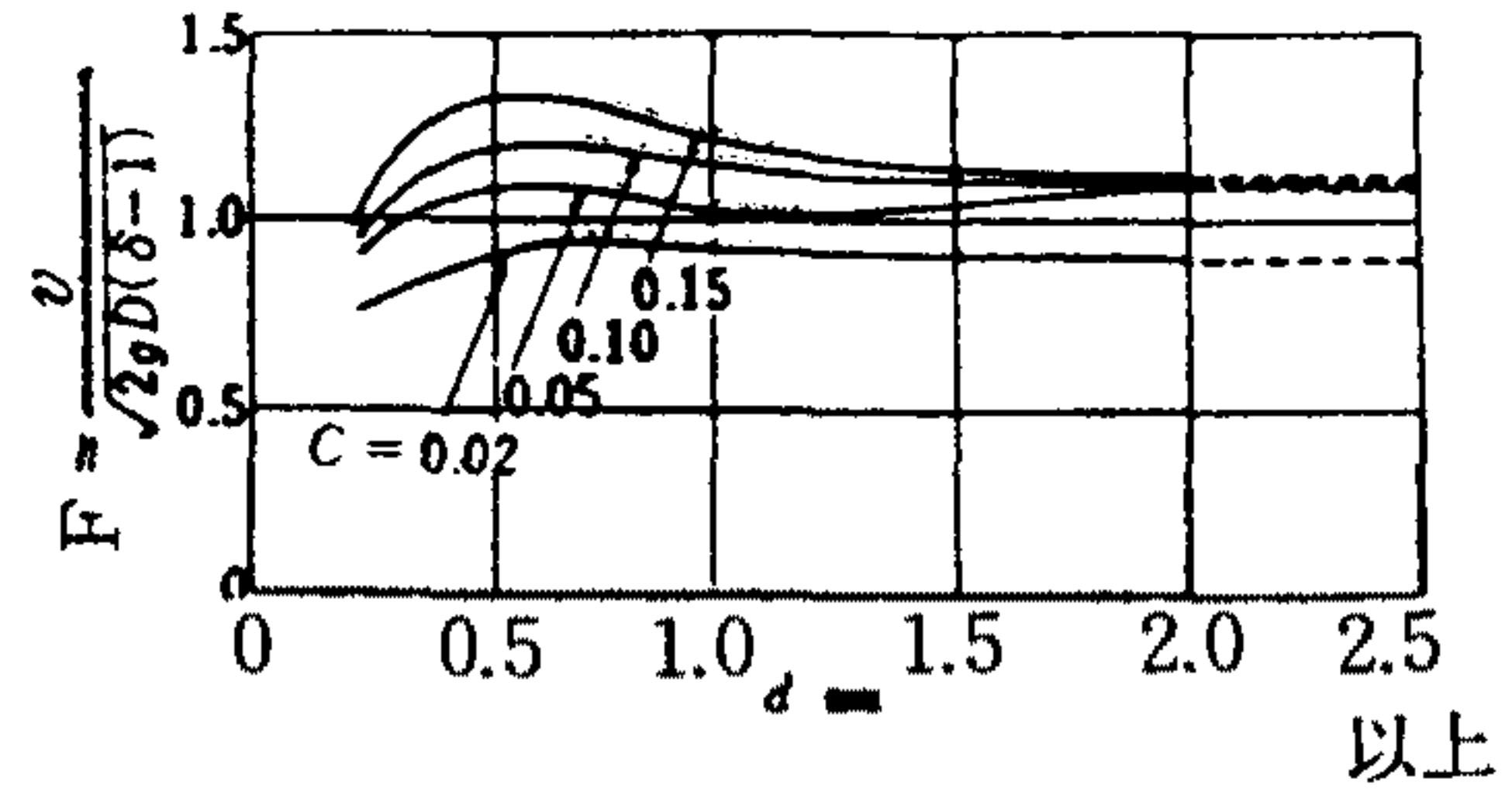


그림 45 水力 컨베이어의 堆積開始速度

0.15~0.2mm 이상의 입자를 운반할 경우의 유속은 그림 45와 같이 固形物 퇴적 개시속도 보다 10~20% 많게 하면 안전하며, 퇴적개시속도는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$v = F\sqrt{(2gD(\delta - 1))} \dots\dots\dots(23)$$

여기서, v : 고형물 퇴적개시속도(m/s)

F : 고형물 퇴적개시 속도계수(그림 45참조)

g : 중력가속도(m/s²)

D : 관체 내경(m)

δ : 고형물의 비중

50 μ m 이하의 微粉을 함유하는 빙감유체(bingham fluid)로 간주되는 混相流에서는 유속을 層流에 가까운 亂流域으로 하는 것이 경제적이다.

운반물의 최대입경은 관 폐쇄를 방지하기 위하여 관내경의 1/3~1/5 이하로

해야 하며, 운반방법은 펌프, 밸브통과성, 관의 마모와 동력을 포함한 종합적인 검토를 해야 한다. 운반량은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$Q = T / 60 C \rho \dots\dots\dots(24)$$

여기서, Q : 混相流의 운반량(m³/s)

T : 固形物의 운반량(tf/h)

C : 混相流의 체적농도(토출 混相液속에 차지하는 固形物 體積의 비율로 2mm이상의 粗粒의 경우 0.15~0.30, 微粒의 경우 0.2~0.5)

ρ : 고형물의 단위중량(tf/m³)

소요압력은 주로 管路저항만을 고려하면 좋으며, 소요동력은 운반량 Q 및 소요압력 P로 부터 구할 수 있다. 관마모에 대해서는 운반물의 형상, 硬度 및 입도분포등과 濃度, 유속, 관지름 및 배관조건등의 流送條件이 복잡하게 관련되어 일반성 있고 定量的인 상관관계를 도출하기 곤란하므로 각각의 조건에서 각기 가진 마모량을 나타내는 경우가 많다.

일반적으로 수평관에서는 관저부에 최대마모가 생기며, 만곡부에서는 관외주벽에 최대의 마모를 일으킨다. 만곡부의 곡선지름은 7D 이상이 좋으며, 운반물의 유속조건에 따라서는 라이닝관(예를 들면 폴리우레탄 라이닝)의 선택을 검토할 필요가 있다.

표-6은 水力컨베이어용 펌프를 분류한 것으로 물 이외의 유체를 이용한 예로 석탄과 기름을 혼합한 COM(coal oil mixture) 연료가 있다.

또한 최근 특히 연구 실용화 되어 온 것으로서는 종래의 석탄운반에서 문제가 된 탈수 공정이 불필요한 CWM(coal water mixture)도 있다.

CWM은 일반적으로 塑性 유체로서 그림 46은 定常流送時의 압력손실의 실험자료를 나타낸 것이다.

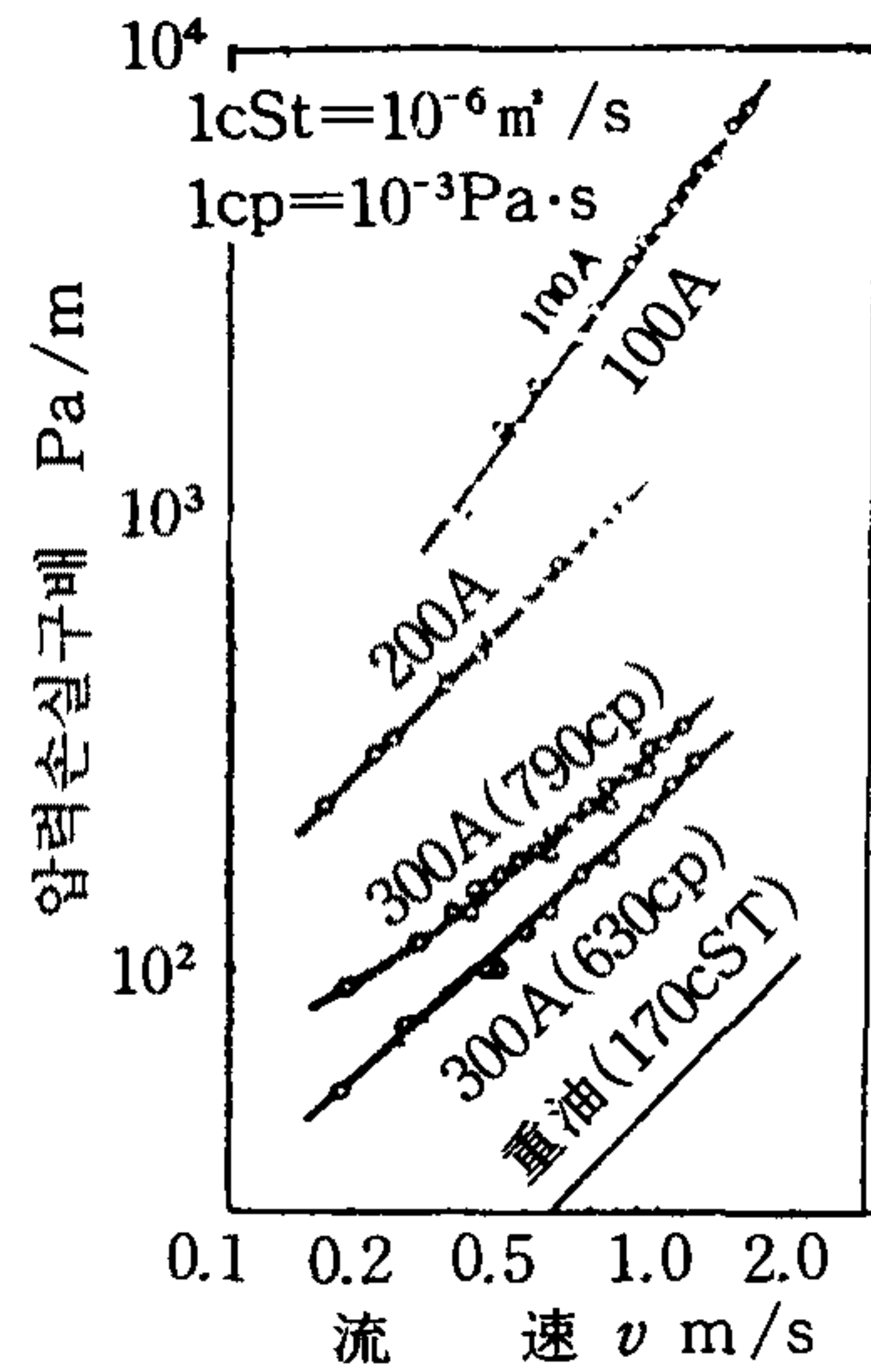


그림 46 CWM의 직관압력손실(예)

<표-6> 水力컨베이어용 펌프의 분류

분 류	개 략 사 용 범 위 (上 限)		
	운반량(m ³ /min)	토출압력(Pa)	운반물 최대입경(mm)
過 券 펌 프	50	500,000	50
왕 복 펌 프	5	15,000,000	2
하이드로 호이스트	50	15,000,000	50

1.8 공기필름 컨베이어

공기필름 컨베이어는 그림 47과 같이 공기실 속에 2,000~3,000Pa(200~300Aq) [보통은 mmHg가 아니고 Aq를 사용한다. 1mmAq = 0.07355Hg]의 저압 압축공기를 불어넣어 평탄한 운반 테이블면에 開口된 오리피스(orifice)로부터 나오는 空氣에 의해 운반물과의 사이에 空氣모을 만들어 마찰을 크게 경감시켜 운반물을 용이하고 원활하게 이동할 수 있도록 한 것이다.

운반물의 바닥은 평탄하게 해야 하고, 테이블面은 금속판, 수지판, 판유리 또는 플라스틱판 등에 상처를 주는 운반물을 취급할 경우는 표면에 특수 起毛布를 피복

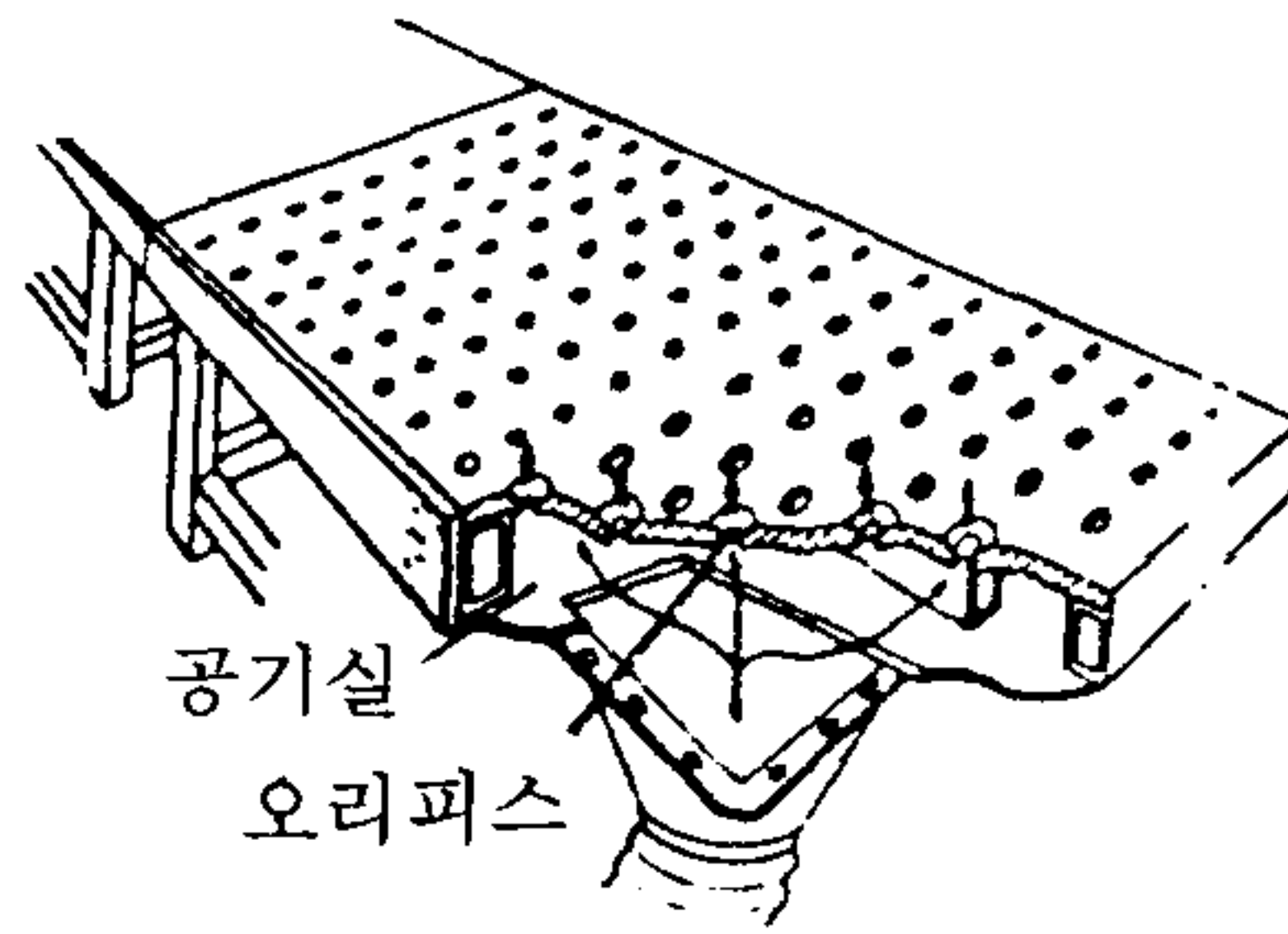


그림 47 공기필름 컨베이어

한 테이블이 적합하다.

형성된 공기막의 두께는 공기압, 공기량 및 운반물의 면적당 중량 등에 의하여 결정되며, 테이블과 운반물 간의 마찰계수는 이 공기막의 두께와 운반물 바닥의 平面度 및 剛性등에 따라서 다르며, 보통 1/100, 판유리 같은 것은 1/1,000以下로도 할 수 있다.

테이블 위로 운반물을 운반하는 방법으로서는 테이블 윗면에 폭이 좁은 벨트를 2~5열로 설치, 구동하여 推力을 받는 방법, 테이블 위쪽 또는 옆쪽에 푸셔(push-her)를 별도 배치하여 운반물에 추력을 주는 방법이 있다.

그림 48과 같은 진공 컨베이어는 공기실에 2,000~3,000Pa(200~500 mmAq)의 負壓을 유지하여 공기의 흡인력으로 운반을 흡착하여 운반하는 것이므로 판유리의 제조가공 공정에서 로울러 컨베이어 및 공기필름 컨베이어 등과 복합적으로 조합시켜 운반물을 운반, 分岐 및 옮겨 실는데 이용된다.

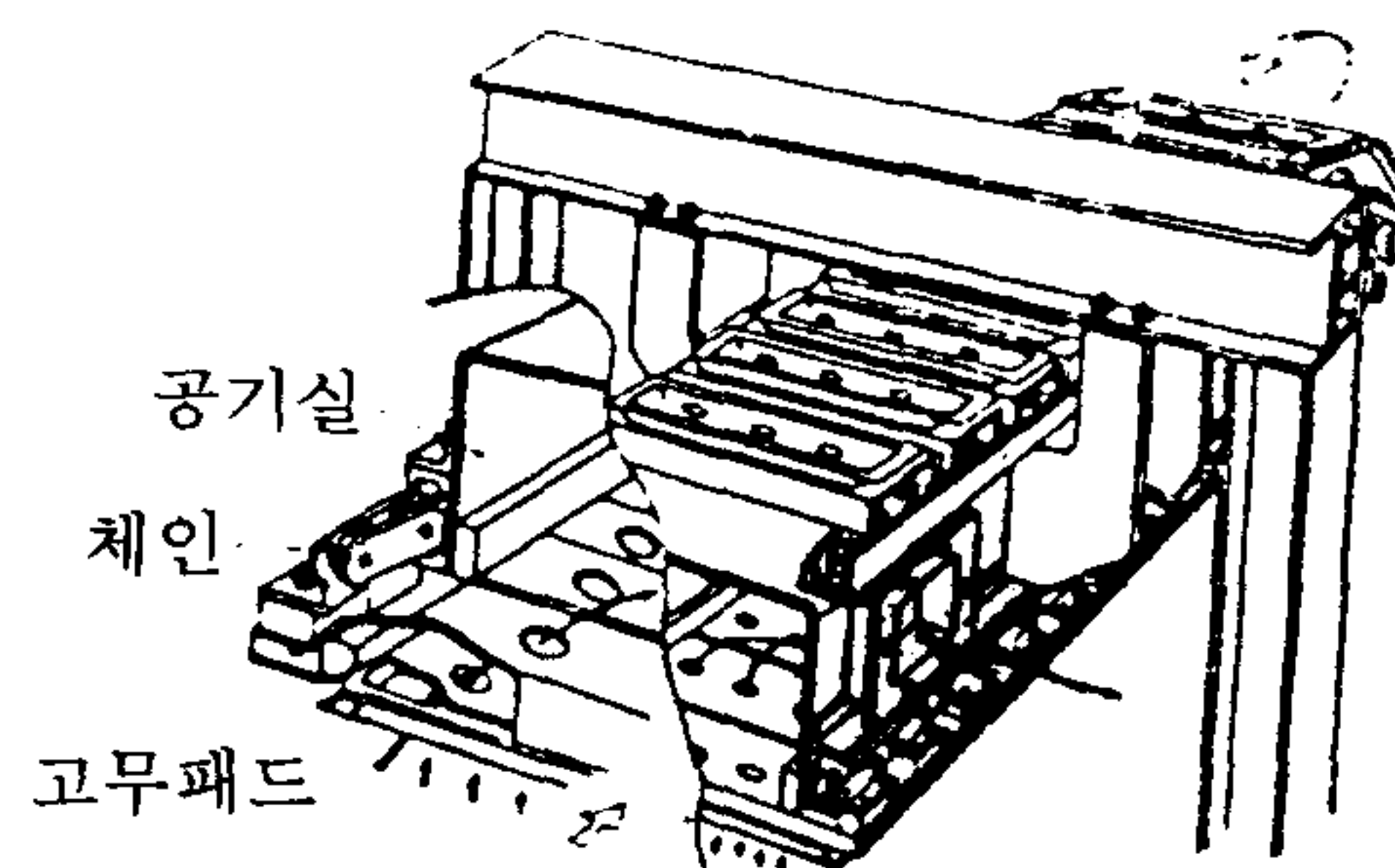


그림 48 진공 컨베이어

그림 48은 2조의 체인에 고무패드(pad)가 달린 슬래트를 설치하여 연속 운반하는 형식으로, 吸氣口를 열린 벨트를 사용하는 식이다. 운반물의 保持力은 공기실의 부압 압력과 흡착면적을 곱하여 구하며, 낙하를 방지하기 위하여 3~4배의 안전율을 고려해야 한다.

또 제작시에는 공기가 새지 않도록 각부의 氣密性에 주의를 하고 동시에 설계시에도 그 손실효율을 고려해야 한다.

그림 49와 같은 噴氣 컨베이어는 공기를 진행방향으로 開口된 오리피스스로 분출시켜 덕트(duct)위에 운반물을 운반하므로 輕量의 紙器, 알루미늄 강통의 운반 또는 칩, 粒體의 건조, 냉각장치에 부분적으로 이용되고 있다.

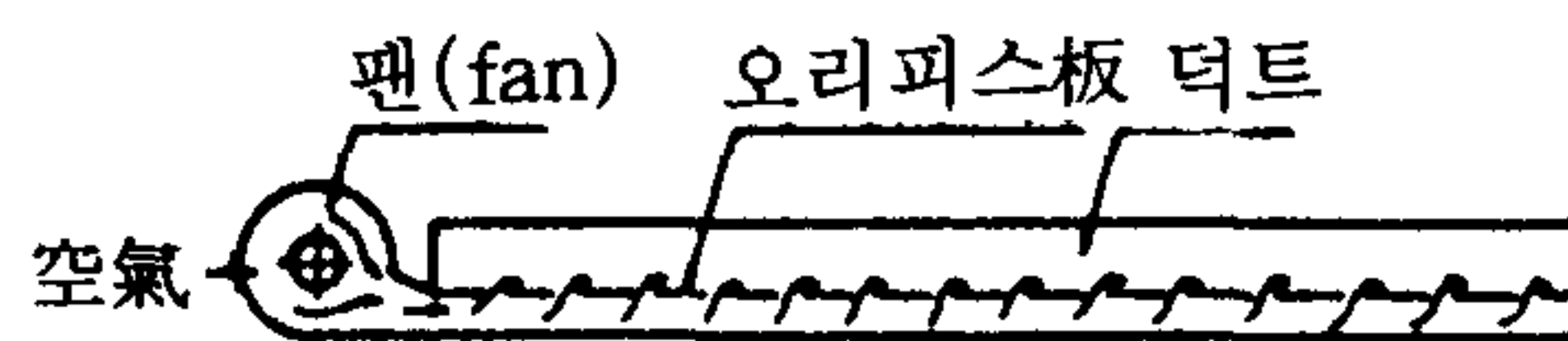


그림 49 噴氣 컨베이어

그림 50과 같은 공기 슬라이드는 약간 하향구배의 덕트를 캔버스로 상하에 간막이를 하여 아래쪽에 3,000~5,000Pa(300~500mmAq)의 저압 압축공기를 통과시켜 윗쪽에 공급한 粉粒體를 유동화하여 자중에 의해 흐르도록 한 것이다.

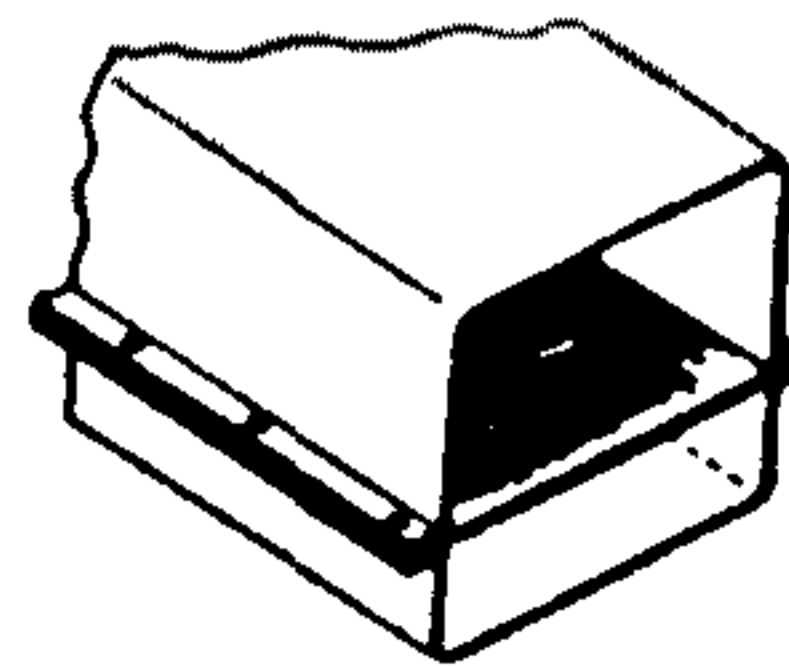


그림 50 空氣 슬라이드

이 컨베이어는 구조가 간단하여 시멘트, 알루미늄 등의 유동화하기 쉬운 微粉을 비교적 단거리에 운반하는데 적합하다.

부록 2. Bullcon System(低公害 連續土工工法)

연속토공공법의 Bullcon System은 대량토취, 대형매립등 공사의 대토량 이동에 쓰이는 새로 개발된 공법으로서 굴착, 집토, 펴고르기, 다짐은 불도우저로, 운반 撤出하는 것은 컨베이어에 의하는 이 두가지 기능을 가장 효율적으로 발휘시키는 것에 중점을 둔 공법이다.

예를 들면 매립의 경우 불도우저에 대해서는 그 압토거리를 효율이 가장 좋은 10m 정도로 유지하는 것으로 하고 컨베이어는 항상 오토 쉬프트식 연속운반을 행하는 공법이다.

과거의 컨베이어에 대한 개념은 고정식으로서 사용되는 것으로만 알고 있지만, 이 Bullcon System은 횡형, 종형, 旋回, 斜行등 어느 방향에도 자주 이동시키면서 작업하는 것을 본 시스템의 특징이라 할 수 있다.

○ Bullcon System 의 특징

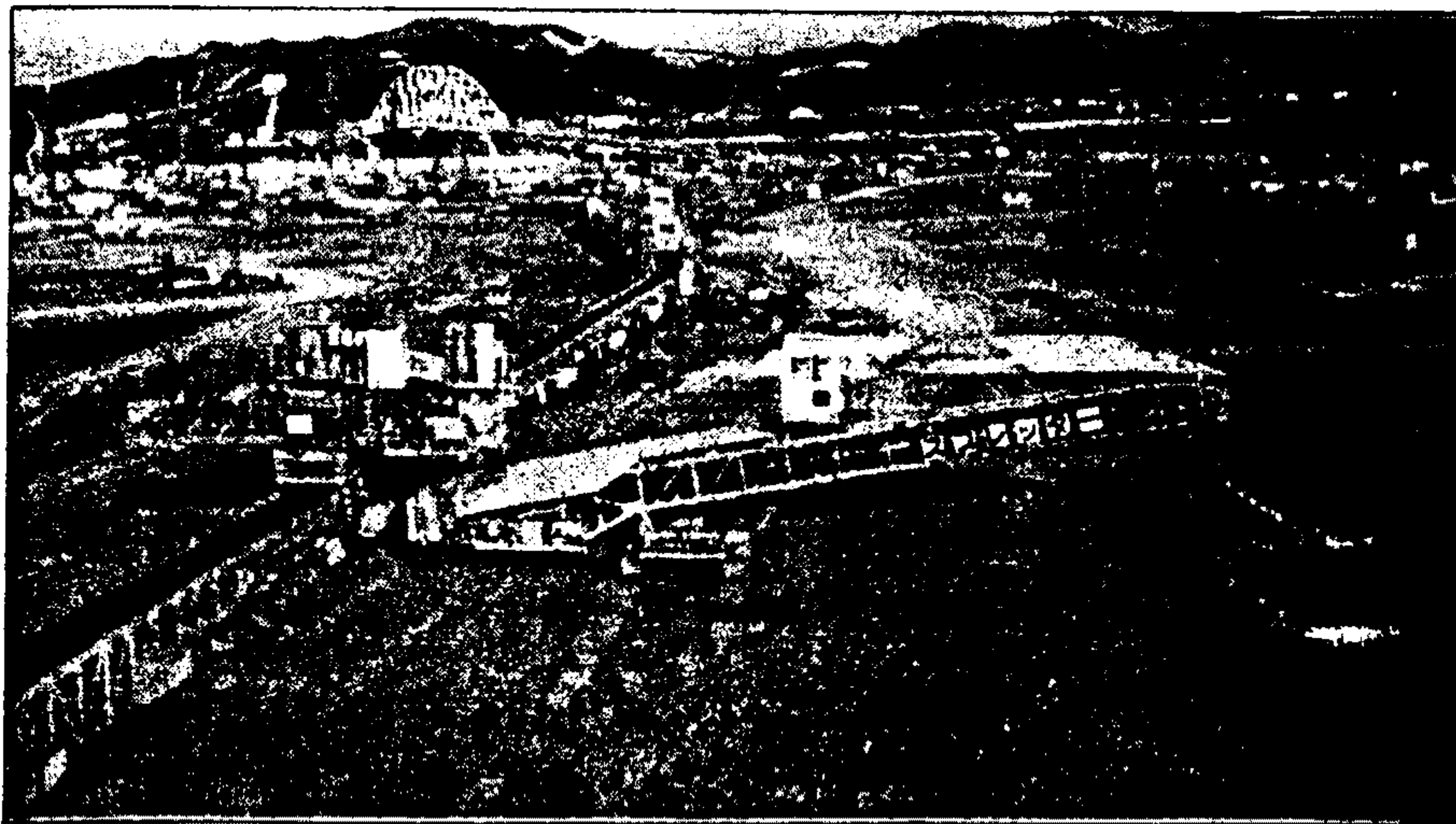
토취, 운반, 撤出을 보다 효율화 시킴으로서 토목공사의 공기면에서 크게 진척할 수 있다. 본 시스템의 주된 특징은

1. 토량이 많은 경우는 공사비절감 효과가 크고, 공사기간도 단축되어 경제적인 시공이 될 수 있다.
2. 운전조작은 전자동으로서 숙련된 operator가 필요없어 시스템 전체가 인력 절감화 되어 있다.
3. 컨베이어에 의한 운반은 덤프트럭 운반에 비하여 소음, 진동, 배기gas가 없고 환경을 파괴하지 않는다.
4. 본 시스템은 토공공사를 대상으로 하기 때문에 전체가 단일화 되고 타현장으로의 전용이 용이하다.

이상과 같이 工事期間, 工事費, 環境등 현재 직면하고 있는 문제에 대처하기 위하여 새로히 개발된 것이 Bullcon System이다.

○ 오토 쉬프트 컨베이어 AT형은

- 매립지에서의 撒土專用機械로서 매립진척에 따라 좌우로 움직이고 旋回하면서 장치된 워그 트리퍼에 스프레더를 결합하여 매립을 한다.
- 일정간격으로 크로울러를 배치하고, 토사운반을 하면서도 좌우 및 부채꼴 모양 등으로 움직임을 자동적으로 하고 연속적으로 매립한다.
- 작업단의 높이조정과 이동이 필요한 때는 크로울러를 선회시켜 종형, 斜行 등의 이동방향을 자유자재로 선택할 수 있기 때문에 自走이동이 용이하다.
- 매립깊이가 얇은 해안지대등의 매립지에서는 매립속도가 빠르지만 특히 이 경우에는 오토 시프트 방식의 본 장비는 그 기동성을 충분히 발휘 가능하고 공기단축과 공비절감을 실현시킨다.

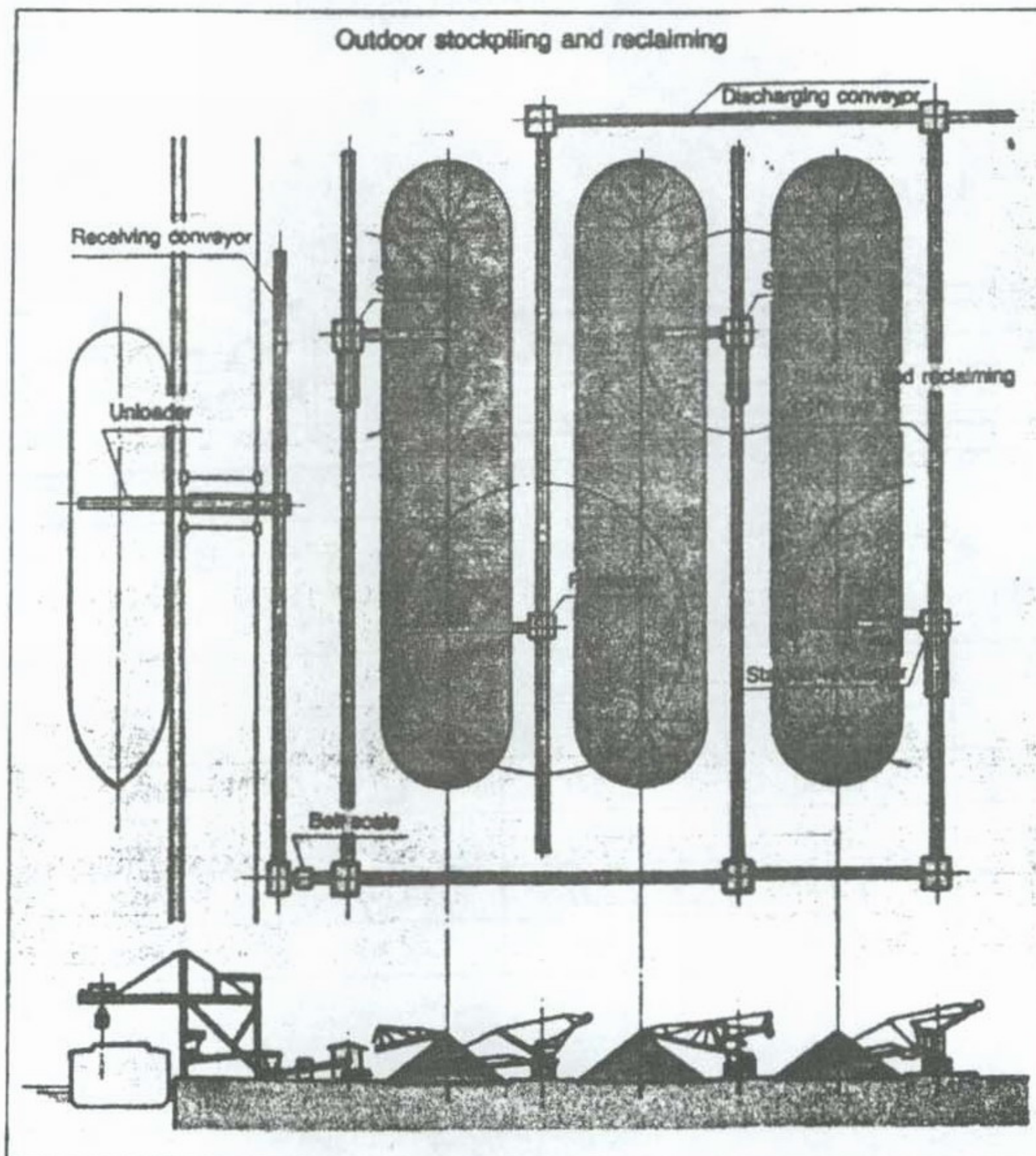


부록 3. 표준 컨베이어 호형도

토석운반용의 컨베이어는 토사의 운반량, 혼입된 토석의 최대치수등에 따라 표준 컨베이어의 벨트폭을 900mm~1200mm, 1400mm 및 1600mm의 4종류로 되어 있다.

표준형 라인 컨베이어는 1대로 최대길이 1000m까지 이용할 수 있으며, 또 운반량은 1000m³/hr에서 4000m³/hr까지 운반한다.

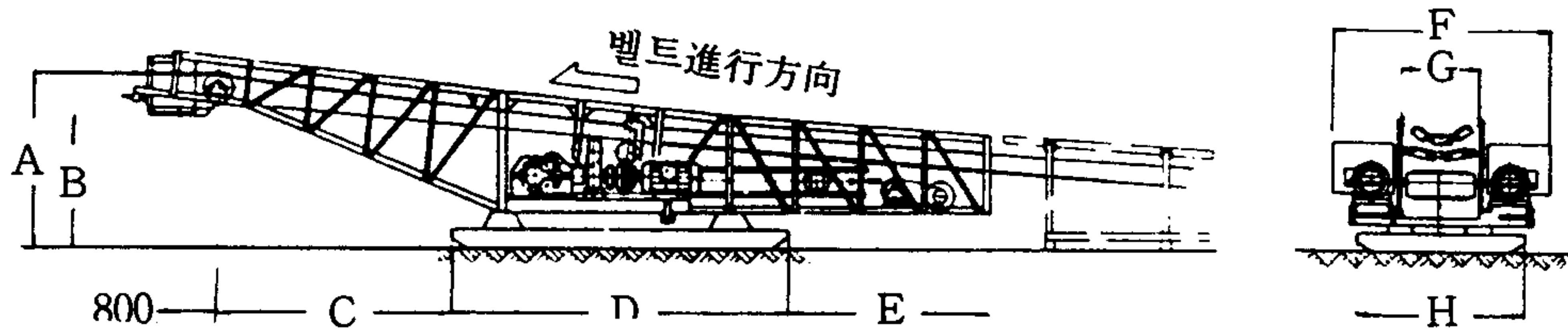
표준컨베이어는土工현장에서 공사의 진척에 따라 배치변경을 자유로히 하는 토공전용 장비로 설계, 제작된 것이기 때문에 동력부, 중간부, 델부의 각부를 벨트쪽에 단일화 시키고 있다.



標準型 line Convegor

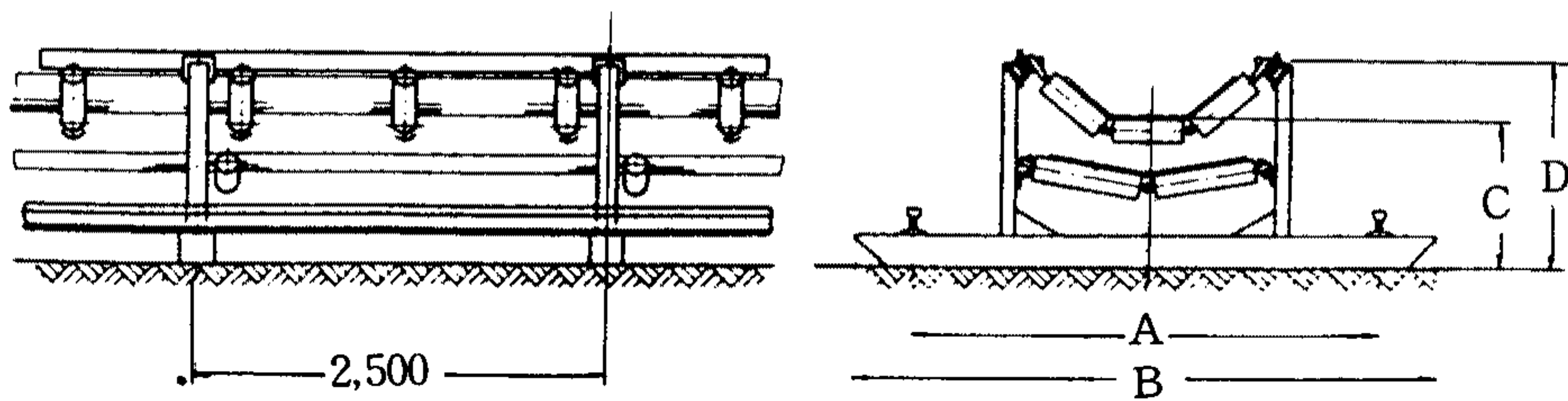
표준컨베이어

第 1圖 驅動部



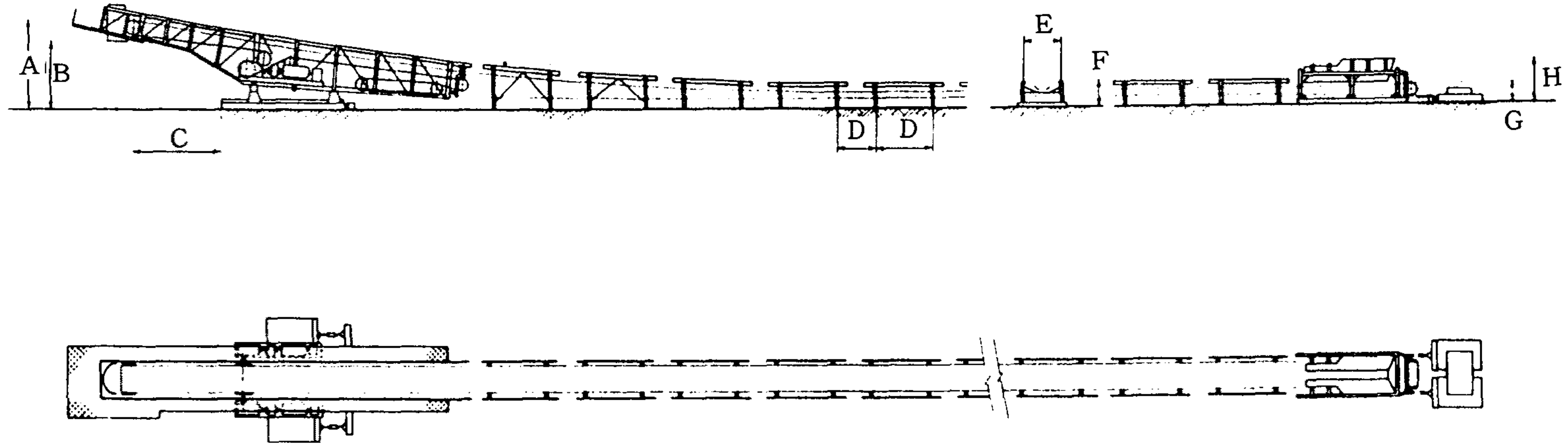
형	능력 (tf/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	치 수 (mm)							
				A	B	C	D	E	F	G	H
SA-7000	7,000	1,600	280	4,080	3,180	5,500	7,500	5,000	5,900	2,100	3,950
SA-5000	5,000	1,400	260	4,080	3,180	5,500	7,500	5,000	5,200	1,900	3,750
SA-3000	3,000	1,200	240	3,640	2,740	5,000	7,000	4,500	4,600	1,650	3,500
SA-1500	1,500	900	210	3,600	2,700	5,000	7,000	4,500	4,000	1,350	3,200

第 2圖 中間部



형	벨트 폭 (mm)	치 수 (mm)			
		A	B	C	D
SA-7000	1,600	3,250	3,950	1,050	1,570
SA-5000	1,400	3,050	3,750	1,050	1,520
SA-3000	1,200	2,800	3,500	900	1,310
SA-1500	900	2,500	3,200	850	1,200

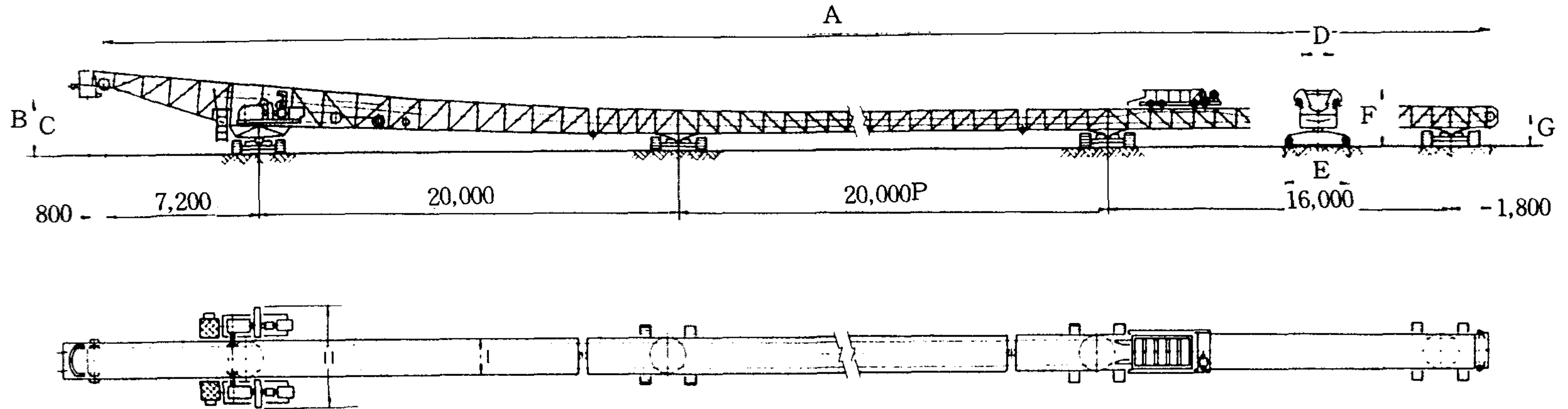
第 3圖 LC라인 컨베이어



- 213 -

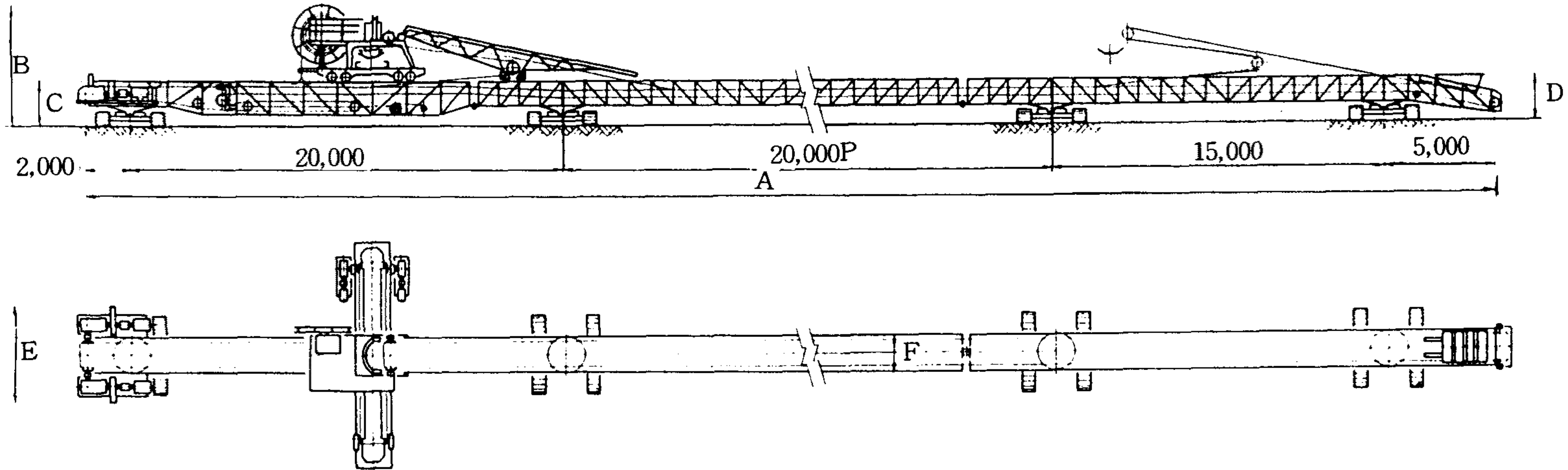
형	능력 (tf/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	치 수 (mm)							
				A	B	C	D	E	F	G	H
LC-7000	7,000	1,600	280	5,000	4,200	5,000	2,500	2,100	1,570	1,050	2,600
LC-5000	5,000	1,400	260	4,750	4,000	4,600	2,500	1,900	1,520	1,050	2,400
LC-3000	3,000	1,200	240	4,300	3,700	4,000	2,500	1,650	1,310	900	2,200
LC-1500	1,500	900	210	3,800	3,200	4,000	2,500	1,350	1,200	850	2,000

第 4圖 AS 컨베이어(오토 슈프트 컨베이어)



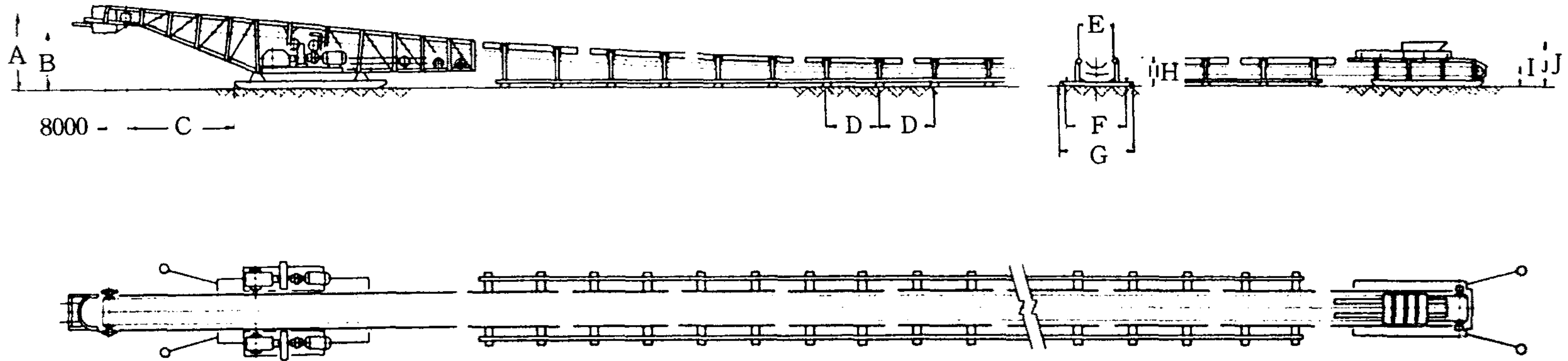
형	능력 (t/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	동력 (KW)	길이 (m)	호퍼 주행범위 (m)	치 수 (mm)								
							A	B	C	D	E	F	G	H	I
AS-7029	7,000	1,600	280	630	290	250	290,000	6,200	5,200	1,800	5,200	4,000	2,500	6,200	2,300
AS-7020	7,000	1,600	280	510	200	160	200,000	6,200	5,200	1,800	5,200	4,000	2,500	6,200	2,300
AS-5026	5,000	1,400	260	410	260	220	260,000	6,000	5,000	1,600	5,000	3,850	2,400	6,000	2,100
AS-5017	5,000	1,400	260	320	170	130	170,000	6,000	5,000	1,600	5,000	3,850	2,400	6,000	2,100
AS-3020	3,000	1,200	240	260	200	160	200,000	5,500	4,500	1,400	4,500	3,500	2,100	5,800	1,900
AS-3014	3,000	1,200	240	210	140	100	140,000	5,500	4,500	1,400	4,500	3,500	2,100	5,800	1,900
AS-1520	1,500	900	210	145	200	160	200,000	4,500	3,800	1,100	3,500	3,000	1,800	5,400	1,500
AS-1514	1,500	900	210	120	140	100	140,000	4,500	3,800	1,100	3,500	3,000	1,800	5,400	1,500

第 5圖 AT 컨베이어(트리퍼 부 오토 슈프트 컨베이어)



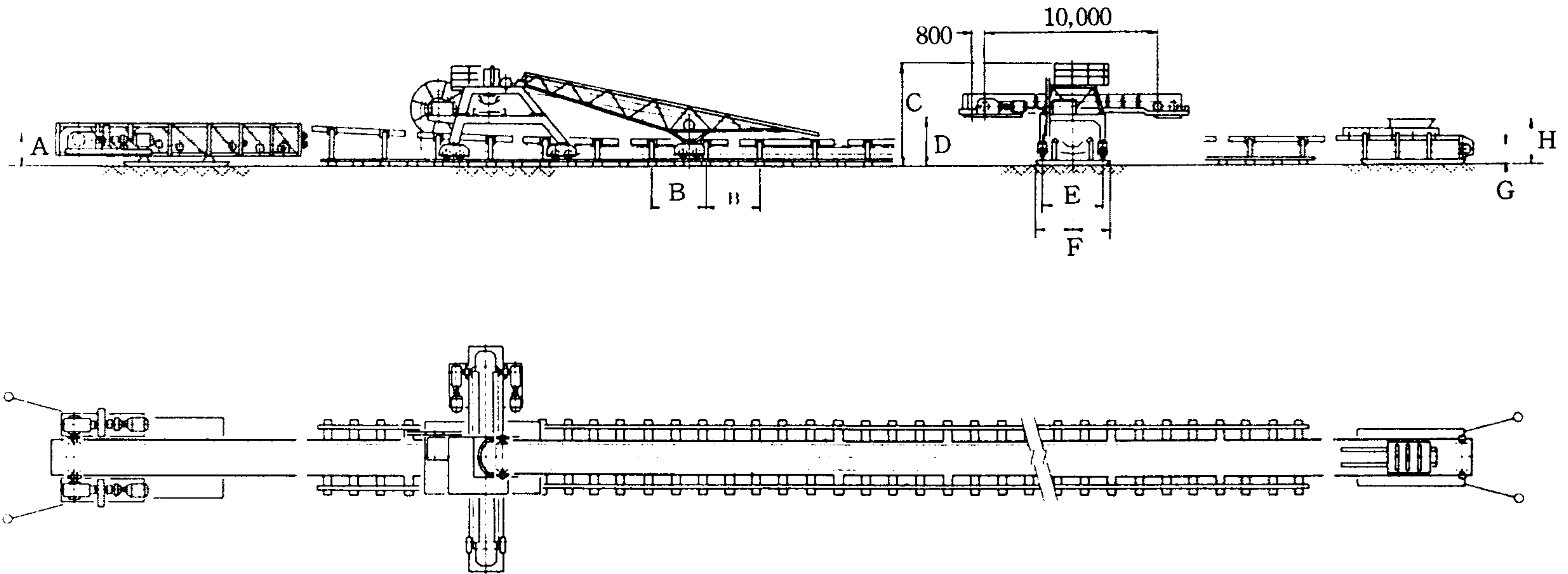
형	능력 (tf/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	동력 (KW)	길이 (m)	트리퍼 주행범위 (m)	치 수 (mm)					
							A	B	C	D	E	F
AT-7031	7,000	1,600	280	860	310	270	311,000	8,400	2,500	3,500	5,500	2,300
AT-7021	7,000	1,600	280	680	210	170	211,000	8,400	2,500	3,500	5,000	2,300
AT-5027	5,000	1,400	260	560	270	230	271,000	8,200	2,400	3,300	4,500	2,100
AT-5019	5,000	1,400	260	440	190	150	191,000	8,200	2,400	3,300	4,500	2,100
AT-3021	3,000	1,200	240	330	210	170	211,000	8,000	2,200	3,000	4,200	1,900
AT-3015	3,000	1,200	240	280	150	110	151,000	8,000	2,200	3,000	4,000	1,900
AT-1521	1,500	900	210	210	210	170	211,000	7,600	1,900	2,500	3,600	1,500
AT-1515	1,500	900	210	180	150	110	151,000	7,600	1,900	2,500	3,600	1,500

第 6圖 SA 쉬프탈 컨베이어



형	능력 (tf/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	치 수 (mm)									
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
SA-7000	7,000	1,600	280	5,000	4,200	5,000	2,500	2,100	3,250	3,950	1,570	1,050	2,600
SA-5000	5,000	1,400	260	4,750	4,000	4,600	2,500	1,900	3,050	3,750	1,520	1,050	2,400
SA-3000	3,000	1,200	240	4,300	3,700	4,000	2,500	1,650	2,800	3,500	1,310	900	2,200
SA-1500	1,500	900	210	3,800	3,200	4,000	2,500	1,350	2,500	3,200	1,200	850	2,000

第 7圖 SB 슈프탈 컨베이어

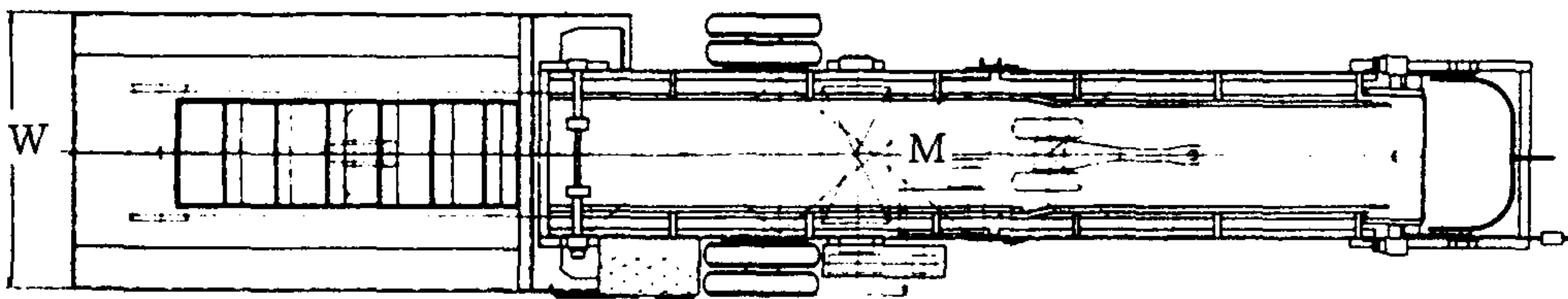
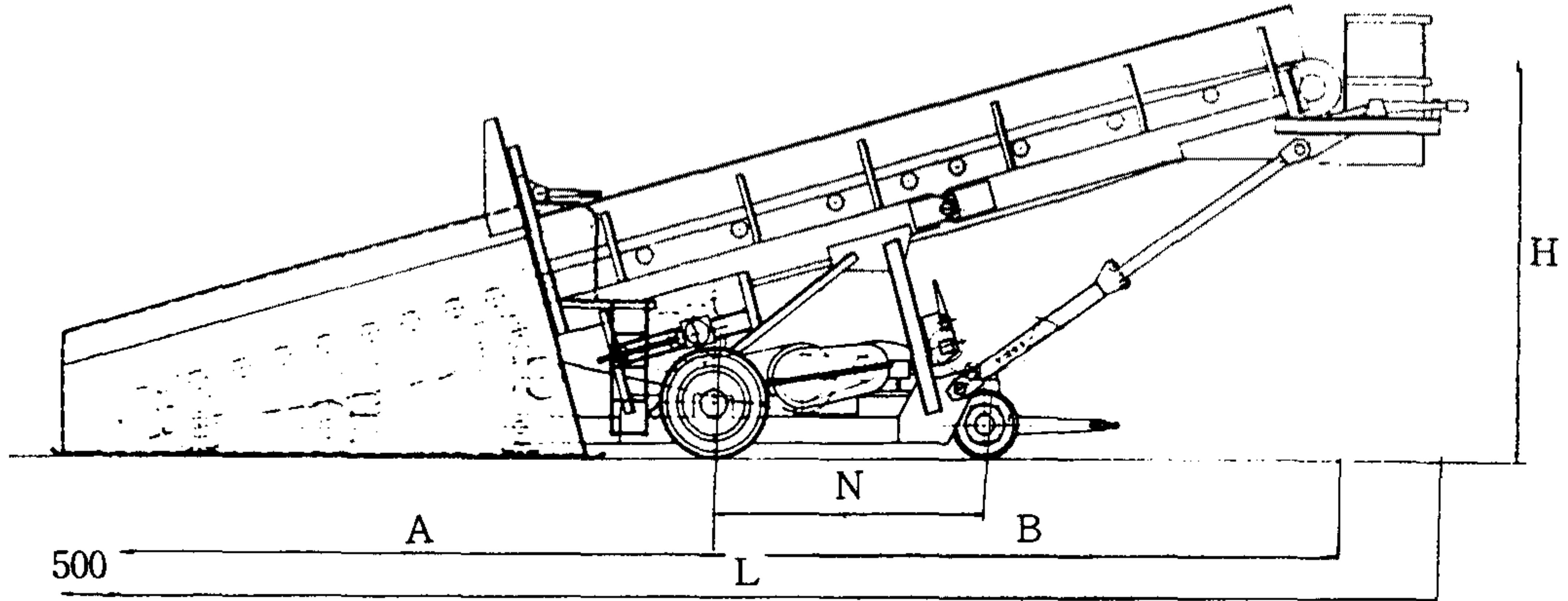


- 217 -

형	능력 (tf/h)	벨트 폭 (mm)	벨트 속도 (m/min)	트리퍼 주행 속도 (m)	치 수 (mm)							
					A	B	C	D	E	F	G	H
SB-7000	7,000	1,600	280	8	1,880	2,500	8,400	4,200	3,250	3,950	1,050	2,600
SB-5000	5,000	1,400	260	8	1,880	2,500	8,200	4,000	3,050	3,750	1,050	2,400
SB-3000	3,000	1,200	240	8	1,590	2,500	8,000	3,700	2,800	3,500	900	2,200
SB-1500	1,500	900	210	8	1,450	2,500	7,600	3,200	2,500	3,200	850	2,200

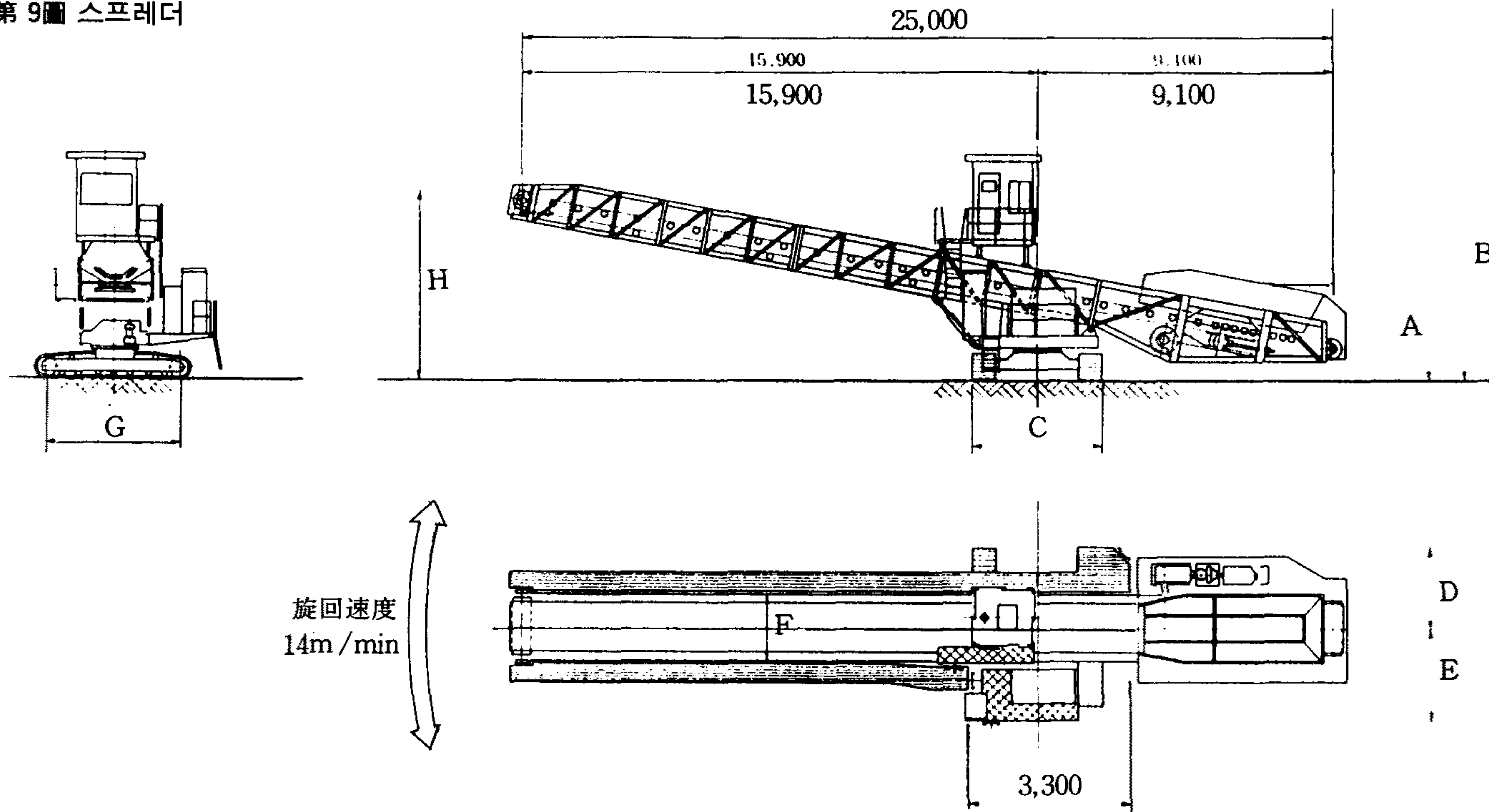
第 8圖 벨트 로우더

벨트 로더는 불도우저와 오토 시프트 컨베이어를 연결하는 로더로서 불도저에 의한 견인 이동식이며, 토사는 불도저에 의해 공급을 받는 형식이다.

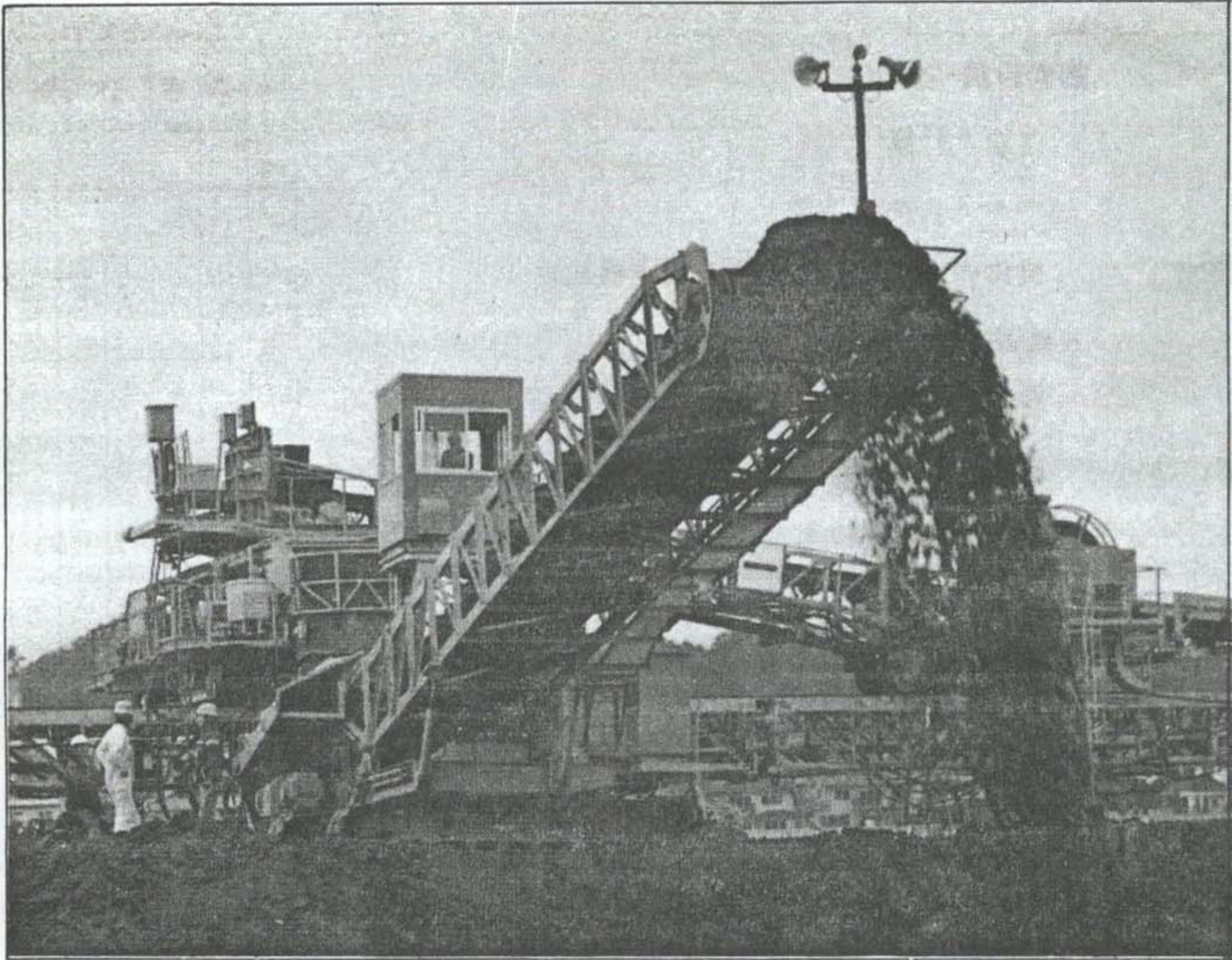


형	능력 (tf/h)	벨트폭 (mm)	속도 (m/min)	전동기 (KW)	치 수 (mm)						
					L	A	B	H	W	M	N
BT-3600	3,600	1,600	140	132	14,500	6,500	6,500	4,000	3,250	3,100	2,700
BT-2700	2,700	1,400	140	90	13,500	6,000	6,000	3,800	2,900	2,750	2,600
BT-1900	1,900	1,200	140	75	13,500	6,000	6,000	3,800	2,650	2,400	2,500
BT-1000	1,000	900	140	45	12,500	5,500	5,500	3,200	2,350	2,200	2,300

第 9圖 스프레더



형	능력 (tf/h)	벨트 폭 (mm)	벨트 속도 (m/min)	주행속도 (m/min)	부양속도 (m/min)	동 력 (KW)	주행선 회동력 (KW)	치 수 (mm)							
								A	B	C	D	E	F	G	H
SR-7000	7,000	1,800	200	8	4	220	75	3,200	7,700	4,300	2,650	3,200	2,300	4,660	6,200
SR-5000	5,000	1,600	200	8	4	150	55	3,000	7,500	4,010	2,550	3,020	2,100	4,200	6,000
SR-3000	3,000	1,400	160	8	4	90	45	2,900	7,400	4,010	2,450	1,920	1,900	4,200	5,800
SR-1500	1,500	1,200	120	8	4	55	37	2,700	7,200	3,300	2,350	1,800	1,650	3,690	5,600



土砂撒布用 스프레더

토사 撒布用 스프레더는 오토 시프트 콘베이어 AT형의 撒土효율을 보다 높이고, 불도자의 지균 작업을 용이하게 하기 위하여 균일하게 撒土를 하여야 하기 때문에, 오토 시프트 콘베이어 AT형의 워그 트리퍼로 운동하고 선회 자주식으로 매립을 하는 것이다.