

버력처리 기계 / 운반기계



조 현
쌍용건설(주)
토목기술부/부장

3. 운반기계

3.1 개요

타이어(tire) 방식에서는 덤프트럭에 의한 운반이 일반적이다. 덤프트럭은 일반 덤프트럭이 주로 사용되지만, 시공 연장, 유지 관리 및 배기가스에 의한 터널내 환경을 고려하여, 대형 갱내용 덤프트럭을 사용하거나, 막장면의 버력을 후방(300~400m지점)에 일단 가져치한 후 2차 반출하는 방식도 많이 사용되고 있다.

또한 소단면으로 연장이 짧은(200m 이하) 경우, 적재와 운반을 1대로 하는 로드 홀 덤프트럭(Load whole dump truck)도 사용되고 있다.

타이어 방식의 부속 설비는 터널 내에서는 방향을 전환하는 턴테이블(turn-table), 터널밖에서는 타이어 세척기가 있다. 최근 보조 바퀴를 이용하여 회전이 가능한 덤프트럭도 있지만, 그다지 많이 보급되지 않았고, 철도 터널에서는 턴테이블을 사용하는 경우도 있다.

레일(rail) 방식으로는 전차와 강차, 셔틀카(shuttle-car)에 의한 운반이 활용되고 있으며, 레일방식의 부속 설

비에는 체리피커(cherry-picker), 카시프터(car-shifter), 유압 전도기(轉倒機), 레일포인트(rail-point) 등이 있다. 이 밖에 벨트컨베이어(belt-conveyor), 캡슐(capsule) 수송 등이 있다.

캡슐 수송은, 굴착 버력 등의 반송물(搬送物)을 반송용 캡슐에 채우고, 덕트(duct)내의 공기압에 의하여 반송하는 것으로, 전자동 컨트롤되는 새로운 시스템이다.

3.2 종류와 구조

1) 타이어(tire)식 버력 운반차

(1) 일반 덤프트럭(dump truck)

일반 덤프트럭은, 트랙터 쇼벨(tractor shovel) 또는 파워 쇼벨(power shovel)과 조합하여 대단면 터널 공사에서 이용된다.

터널내에서 일반 덤프트럭을 사용할 경우 발생하는 큰 문제점은 디젤 엔진기관의 배기에 대한 것으로, 인체에 유해한 성분을 제거하기 위해서 배기가스의 희석, 여과, 물세척, 유해 가스의 화학적 결합, 완전 연소등 여러 가지

대책이 있으며, 이 중에서 현재 충분한 효과가 기대되는 것은 환기에 의한 희석 처리이다.

(2) 갱내용 덤프트럭

최근 복선 철도터널, 도로 터널의 공사 또는 지하 발전소 등, 지하 구조물의 공사가 대형화 되어, 대량의 버력을 단시간 내에 반출할 필요가 있다. 이 경우, 보통 다수의 덤프트럭을 갱내에 반입하면 갱내 작업 환경을 악화시키게 되므로 대형공사에 적합한 구조의 갱내용 덤프트럭이 개발되고 있다.

갱내용 덤프트럭은 버력 운반 작업에 내구성을 발휘하며 어려운 조건 하에서도 충분한 내구성을 갖는 전문구동의 off the load의 덤프트럭으로, 회전 반경이 작고 갱내 작업이 용이한 크로스 시트(cross sheet) 또는 트윈 스티어링(twin steering)과 강력한 등판 성능과 브레이크 기구를 가지고 있을 뿐 만 아니라, 배기 대책으로서 배출

유해 가스의 농도가 낮은 공냉 2단(空冷二段) 연소 디젤엔진을 장착하거나, 별도의 배기처리장치를 병설하는 등의 대책을 가지고 있다. 20~30t 규모의 갱내 전용 덤프트럭(사진 1 참조)이 많이 이용되고 있다.

최근 NATM의 발전으로 인해 터널 굴착 단면이 대형화됨에 따라, 일부에서는 30t급 이상의 대규모 덤프트럭도 이용된다.

(3) 컨테이너(container)식 덤프트럭

버력의 가거치 방식은 막장의 버력을 막장후방 200~400m 지점에 가거치한 후, 버력반출 작업이외의 시간대에 터널 밖으로 2차 반출하는 방법이다.

이 컨테이너식 덤프트럭은 캐리어(carrier) 부분과 베셀(bessel) 부분을 용이하게 탈부착 할 수 있는 분절(articulated)식 덤프트럭이다. 구동 방식은 전문만 트레일러(trailer)인 방식과 후륜 구동의 형식이 있다. (사진 2) (그림 1) 참조

(4) 배기 가스 처리 장치

현재 사용되고 있는 주된 배기가스 처리장치는 촉매방식, 스크러버 탱크(scrubber tank)방식, 세라믹(ceramic)방식이 있다. 최근 특수한 연료 필터(filter)가 개발되어 사전에 유황이나 질소 등의 유해 성분을 감소시키는 장치도 있지만 역시 주로 사용되는 것은 위에서 언급한 3개의 방식이다.

① 촉매 방식

디젤엔진에서 배출된 유해 가스인 CO, HC, NO₂ 를 백

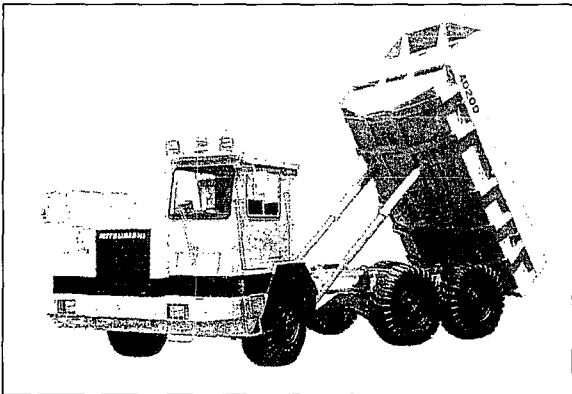


사진 1. 갱내용 덤프트럭

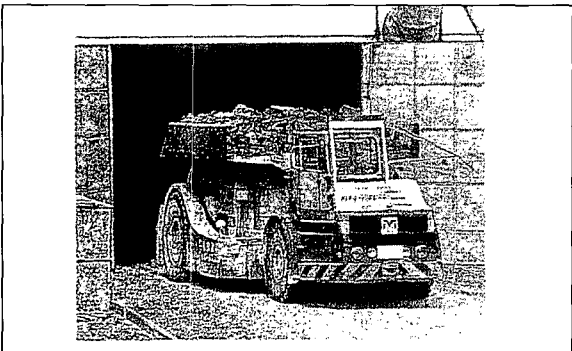


사진 2. 컨테이너식 덤프트럭

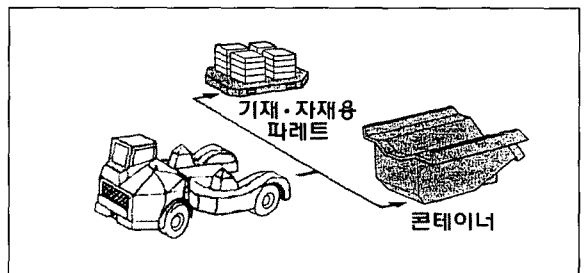


그림 1. 개념도

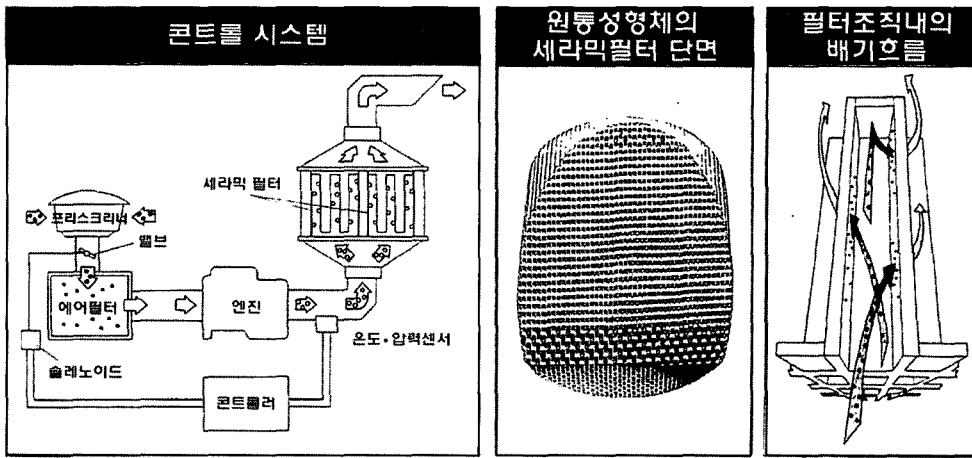


그림 2. 세라믹필터(ceramic filter) 개념도

금이나 팔라듐(palladium)등의 촉매를 이용하여 산화시켜서 저감하는 방법이다. 질소 산화물중 NO₂의 저감에는 활성화 이산화망간을 주성분으로 하는 촉매가 사용되며, 이것이 현재 가장 많이 이용되고 있다.

② 스크리버 탱크 방식

이 방식은 칸막이가 있는 물탱크의 아래부분에 배기가스를 유입시켜, 탄소(carbon), 미연소 가스, 유해 성분을 물과의 접촉을 통해 제거하는 방식이다. 탱크용적이 한정되어 있어 지속적인 물의 보급이 필요하다.

③ 세라믹 방식

주로 탄소제거가 목적으로, 배기가스가 세라믹의 미세조직을 통과함에 따라 검은 연기와 유해 가스를 제거한다. 세라믹 필터 기능을 이용하는 방식으로, 최근에 대형 적재기 또는 대형 덤프트럭에 사용되고 있다. 그림 2에 개념도를 나타낸다.

(5) 트럭 턴테이블(truck turn-table)

최근 터널공사의 버력처리 작업에 덤프트럭을 많이 이

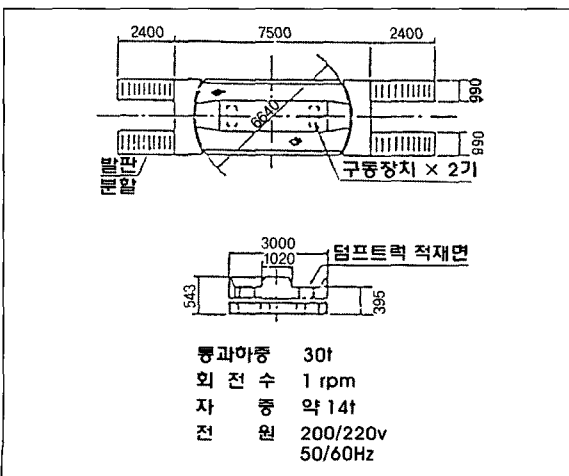


그림 3. 트럭 턴테이블(truck turn-table)

종류	4.5 m ³ 트럭믹서용
최대회전하중	30 t
최대통과하중	30 t
최대회전반경	3,050 mm
전동기출력	2.2 kw*4P*1/120
조작방법	버튼식
전원	AC200/220V
테이블 Roller	ISB SW 225
테이블 회전수	1.0 rpm
승강 높이	376 mm

용하고 있지만, 트럭 턴테이블(그림 3 참조)은 터널 내에서는 물론, 좁은 공간에서 안전하고 능률적인 방향 전환을 목적으로 한 기기 설비이다.

트럭 턴테이블(truck turn-table) 구조 및 장점은 다음과 같다.

- ① 본체는 상부 회전 프레임(frame)으로 이루어진 사각형 상자 모양으로 폭이나 길이는 트럭에 맞추며, 높이가 노반으로부터 400mm이하로 이격되어 있기 때문에 승강용 발판은 간이식이다.
- ② 구동용 전동기와 선회장치가 본체에 내장되어 있기 때문에 토사나 물 등이 들어오지 않는다,
- ③ 시동 장치는 운전자가 트럭에서 내려오지 않고 프레임(frame) 양측의 누름버튼 스위치로 간단하게 조작할 수 있다.
- ④ 회전 프레임은 360° 선회 가능하고 리미트 스위치(limit switch)에 의해 정위치 정지가 가능하다.
- ⑤ 선회시간이 매우 짧고 안전성도 높다.

2) 레일(rail)식 버력 운반차

(1) 강차의 종류와 구조

강차는 상차와 대차가 분리된 것, 힌지(hinge) 결합된 것, 상차와 대차가 일체형 인 것이 있으며 이는 각각 다음과 같이 분류된다.

(i) 상차와 대차가 분리된 강차

- 양중식 강차
 - 양중식 강차
 - 바닥 개폐형 강차
 - 바닥 개폐형(반자동식) 강차

(ii) 상차와 대차가 힌지(hinge)로 결합된 강차

- 횡전(橫轉)식 강차
 - 수동식 강차
 - 유압식 강차
 - 에어(air)식 강차
 - 그란비형 강차
 - 호이스트(hoist)식 강차
 - 타워(tower)식 강차

(iii) 일체형 강차 상자형 강차

현재 일반적으로 많이 사용되는 강차의 구조는 대체로 다음과 같다.

① 수동식 강차

수동식 강차(사진 3 참조)는 소규모 공사용으로서 가장 일반적으로 사용되며, 수동으로 상차를 45° 경사시키면 동시에 링크(link)기구에 의해 문이 열려 버력을 배출시키며, 통상 1~3 m³의 것이 사용된다. 또, 실드(shield) 공사용(유동성이 비교적 높은 버력의 운반)으로서 문의 개폐부에 누설 방지를 위해 패킹(packings)을 부착한 것이 사용되며, 이것에는 문에 잠금장치가 설치되어 있다.

② 유압식 강차

유압식 강차는 대규모 공사용으로 가장 많이 사용되며, 별도 설치된 유압식 전도 장치에 의해 버력을 배출하는

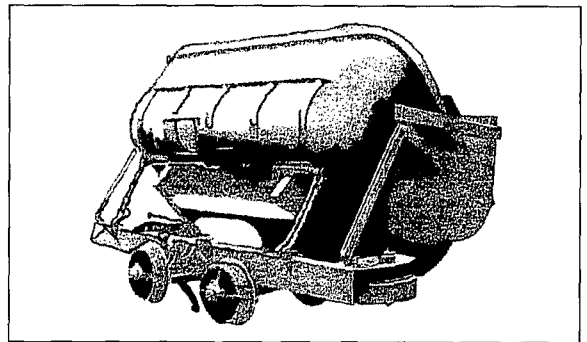


사진 3. 수동식 강차

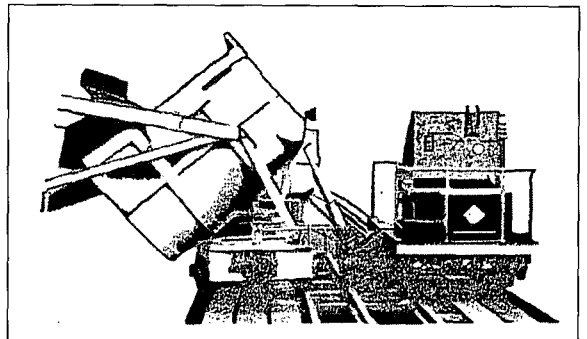


사진 4. 유압식 강차

것으로 4.5~6.0 m³까지 터널의 크기에 맞는 사이즈가 있다. 또, 사토장이 협소하여 전도 장치를 붙일 장소가 없는 경우는 유압 탑재형 횡전차를 사용해 버력을 배출한다. (사진 4 참조)

이러한 강차는 터널단면, 버력 배출방법 등을 고려하여 적절한 사이즈, 기종을 선정하지만, 주로 실드공사에는 각종 양중식 강차, 패킹부착 수동식 강차, 산악 터널에는 수동식 강차, 유압식 강차 등이 사용된다.

(2) 셔틀카(shuttle car)의 구조

셔틀카는 소단면 터널공사 시 여러 궤도의 설치가 적절하지 않은 장소에서 대량의 버력을 연속적으로 한번에 적재하고, 운반하는 것을 목적으로 하는 버력 운반차이다. 이 기계는 바닥면에 체인 컨베이어(chain conveyor)가 있고, 상자의 적재깊이까지 실은 버력을 순차적으로 뒤쪽으로 이동시켜 가득 적재한 후, 갱외 또는 갱내의 사토장에서 적재시와 마찬가지로 바닥면의 컨베이어를 구동시켜, 하부의 방출구로부터 전량을 배출하는 구조로 되어 있다. 또한 셔틀카를 2량, 3량으로 연결하여 대체작업 없이 발파에 의한 버력을 1회에 반출하는 타입인 셔틀 트레인(suttle train)도 있다.

셔틀카의 장점은 다음과 같다.

- ① 강차의 대체에 의한 시간손실이 없고, 대량의 폐석을 체인 컨베이어에 의하여 연속적으로 실을 수 있기 때문에, 적재기계로서의 능력도 최대한으로 발휘할 수 있다. 또 경사식 셔틀카(사진 5 참조)는 “버력용”으로서도 활용할 수 있다.
- ② 1발파분의 버력을 한번에 적재하기 때문에 체리피커(cherry picker), 카시프터(car shifter)등의 갱내 설비나 그것을 설치하기 위한 여굴이 필요 없고, 또 자력으로 배출하기 때문에 사토장에는 부대설비가 필요 없다.
- ③ 에어모터(air motor)는 전동기에 의하여 구동하고, 운전 조작이 간단하기 때문에 1명의 작업원으로도 적재, 운반, 배출의 작업을 할 수 있다.

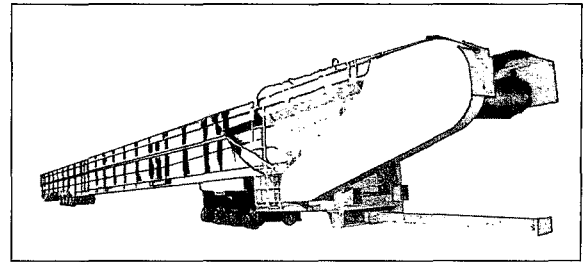


사진 5. 셔틀카

- ④ 막장, 갱도에 있어서 강차의 대체가 필요하지 않기 때문에, 갱내의 운행관리가 용이하다.

(3) 벙커 트레인(bunker train)의 구조

벙커 트레인은 셔틀카와 동일한 목적으로 사용되는 운반차로, 적재차, 일련의 중간차, 배출차 및 구동차로 이루어져 있으며, 각 차 사이의 연결부에는 격벽이 없고, 측판과 바닥판으로 연결되어 있으며 상하 좌우의 굴곡이 자유로운 장대 차량이다.

연결한 차량의 저부에 체인 컨베이어가 있고, 구동차에 설치되어 있는 에어 모터(air motor)에 의해 체인 컨베이어를 구동한다. 버력의 적재, 배출은 셔틀카와 동일하지만 차 길이를 계획 운반양에 맞춰 증감시킬 수 있기 때문에 능률이 좋고, 곡선 구간의 통과도 용이하게 할 수 있는 장점이 있다. 단, 곡선부에 있어서 버력의 적재, 배출은 곤란하다.

- (4) 에이프론 트레인(apron train)은 중간차의 전체 길이가 짧기 때문에, 직선부에서는 물론 곡선부에서도 버력의 적재, 배출이 가능하다.

버력의 적재, 배출의 방법은 벙커 트레인과 동일하지만, 컨베이어(conveyor)에는 팬 컨베이어(pan conveyor)를 사용하고 있다.

3) 기관차

(1) 축전지 기관차의 종류와 구조

축전지 기관차(사진 6 참조)의 종류는 공칭 중량, 운전

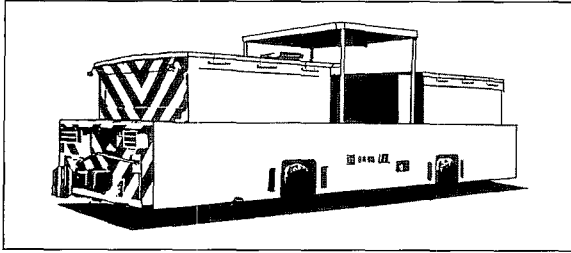


사진 6. 축전지 기관차

석의 위치, 궤도, 제어 방식 등에 의하여 구분된다.

① 공칭 중량(公稱重量)

공칭 중량은 운전정비 중량의 기준 등급(rank)을 나타내는 것으로, 최대 견인력과 크기가 결정 된다. 공칭 중량의 구분은, 2t, 4t, 6t, 8t, 10t, 12t의 기종이 표준이지만, 최근 실드공사에서는 2t 미만의 소형 축전지 기관차의 사용이 증가하고 있으며, 대단면 터널이나 급구배의 터널에

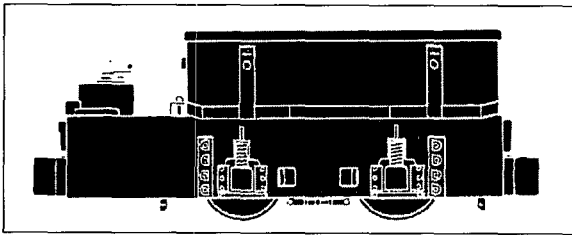


그림 4. 단(端) 운전석형

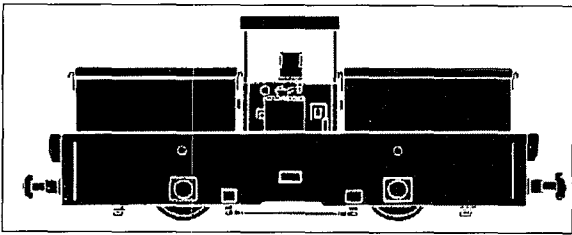


그림 5. 중앙 운전석형

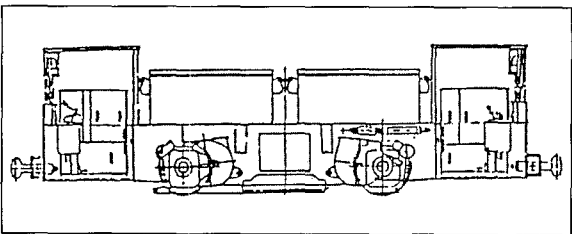


그림 6. 양단 운전석형

서 사용되는 15t 등급도 있다.

② 운전석의 위치

운전석은 그 위치에 따라 단(端)운전석형과 중앙 운전석형의 2종류로, 상용화 되지않은 양단 운전석형도 있다.(그림 4~6 참조)

단운전석형은 차체의 한쪽 끝에 운전석이 있는 형식으로, 공칭 중량 6t이하가 대부분이다. 중앙 운전석형은 차체 중앙부에 운전석을 갖는 형식으로 공칭 중량 6t이상인 대부분이며, 운전석의 양측에 축전지가 있기 때문에 균형이 잘 잡히는 반면에 전방 시야는 단운전석형에 비해 약간 뒤떨어진다. 양단 운전석형은 좌석 배치가 양쪽으로 되어 있어 진행 방향 정면 방향으로 운전 조작을 하므로 앞쪽의 전망이 좋으며, 한 방향의 운전석을 견인 운전시 좌석으로 이용하거나 구급용으로 이용할 수 있다.

③ 궤간(軌間)

궤간은, 508mm, 610mm, 762mm, 914mm 의 4 종류가 표준이지만, 공칭 중량과 궤간의 대비는 표 1을 참조

표 1. 축전지 기관차가 공칭 중량과 궤간

공칭 중량(t)	운전석의 위치	궤 간(mm)
2	단	508
		610
		762(차폭넓음)
4	단	508
		610
		762
6	단	610
		762
	중앙	610
		762
8	중앙	610
		762
		914(차폭좁음)
10	중앙	610
		762
		914(차폭좁음)
12	중앙	610
		762
		914(차폭좁음)

해야 한다.

궤간은 터널단면, 터널내 구조물, 선로간격, 견인된 강차에 의하여 결정되지만 궤간을 바꾸는 경우는 백 게이지를 기준으로 하고 바퀴를 (바퀴)축에 압입하기 위해 대규모 개조 공사를 필요로 하는 경우도 있다.

6t 이상의 중량 운전석형 축전지 기관차에는 610mm/762mm, 762mm/914mm에 대한 궤간 변경을 할 때 차축을 교환하지 않고 간단하게 할 수 있는 구조가 많다. 또한, 갱내 사용 조건에 의해 표준 차체폭 이상에, 궤간 610mm 구조를 차폭에 특별히 끼우는 방식도 제조되고 있다.

(2) 궤도의 종류와 침목

① 궤도의 종류

닛폰공업(日本工業) 규격의 궤도(레일)는 1m에 해당하는 중량을 기준으로 하여 경 레일과 보통 레일로 나뉘진다. 종류는 6kg부터 60kg 까지 있지만, 터널에서 사용되는 것은 주로 22kg부터 37kg 까지로, 라이닝 거푸집용은 30kg부터 50kg을 사용하고 있다.

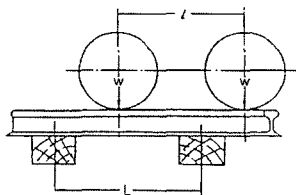
② 침목

터널에서 사용하는 침목은 대부분 목재이다. 레일 사이즈를 결정했다면 레일을 설치하기 위해 침목의 간격을 산출하고 사용 수량을 구한다.

계산식은 다음과 같다.

$$W = \frac{4Z\sigma}{L} \quad \text{단 } 2/3l \geq L$$

W = 1 개의 바퀴에서 받는 하중(kg)
 L = 침목의 간격 (cm)
 σ = 레일의 안전 사용 능력 (kgf/cm²)



(안전계수 8~10, 800 kgf/cm²)

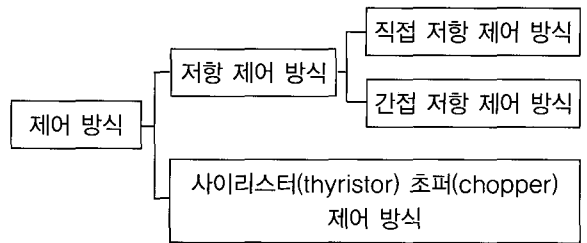
Z = 레일의 단면 계수 (cm²)

l = 바퀴간격 (cm)

(3) 제어 방식

제어 장치는 기관차를 발진시켜 일정 속도로 가속하고 주행시키기 위한 장치로 그 제어 방식은 표 2 와 같이 분류된다.

표 2. 제어 방식의 분류



기관차를 시동시키는 경우 주전동기의 회전속도가 낮을 때 직접 모든 전압을 걸면, 급격 하게 큰 전류가 흘러 바퀴를 공회전시키거나 주전동기에 손상을 입히기 때문에, 적당량의 전류가 흐르도록 하기 위해 저항기를 이용하여 제어하는 것이 저항 제어 방식이고, 반도체를 이용하여 초퍼(chopper)에 의하여 전류를 제어하는 것이 초퍼(chopper) 제어 방식이다.

① 직접 저항 제어 방식

직접 저항 제어 방식은 드럼(drum)형 직접 제어기(controller)와 시동 저항기를 구비하고, 운전자가 조작하는 제어기 핸들에 의하여 주회로에 직접 들어가고, 또는 직병렬로 바꾸는 것으로 가장 간단한 방식이지만, 소모되는 제어기 접촉부의 보수에 번거로움이 있다.

② 간접 저항 제어 방식

간접 저항 제어 방식은, 직접 저항 제어 방식의 직접 제어를 간접 제어기와 전자 접촉기로 대체하여 주회로에 들어가는 것과 변경을 전자 접촉기로 하는 방식으로, 단순한 조작에 의하여 확실하게 작동하고 점점의 소모와 보수의 번거로움이 상당히 줄어든다.

이러한 제어 방법에 의한 기관차는 발전 브레이크 기구를 갖는 것이 많다. 발전 브레이크의 열에너지 방산용으로는 주 전동기의 시동 저항기가 겸용되고 있기 때문에,

그 열용량이 제약받기 때문에 발전 브레이크는 단시간 사용의 비상 브레이크로 이용할 수 없지만, 특별히 대용량의 저항기를 탑재하고도 속도 억제용 브레이크로서 사용할 수 있는 것도 만들어지고 있다.

③ 사이리스터 초퍼(thyristor chopper) 제어 방식

사이리스터 초퍼 제어 방식은 전력용 실리콘(silicon) 정류소자에 제어 게이트(gate)가 붙은 장치(사이리스터)를 이용하여, 이 게이트(gate)에 펄스(pulse)신호를 주고 전기 회로를 자동 제어하는 방식으로 저항 제어 방식과 비교할 때, 다음과 같은 장점이 있다.

- (a)시동 및 서행 운전과 주회로 제어에 저항을 이용하지 않기 때문에 전력 손실이 거의 없다.
- (b)시동부터 일반 주행까지는 노치응답(notch response)제어, 즉 무단제어이므로 주회로 전류의 맥동율이 현저하게 감소하고, 무충격 시동을 할 수 있다. 게다가 기관차의 점착 성능을 한계까지 유효하게 이용할 수 있기 때문에, 높은 가속 성능을 기대할 수 있다.
- (c)주회로 전류의 차단이 사이리스터에 의한 무접점 스위치(switch)로 행해진다. 따라서 아크 응답(arc response) 차단을 할 수 있고, 전기적, 기계적인 소모 부분이 없고, 주회로의 보수가 간단하다.
- (d)제어 장치는 주체가 사이리스터이기 때문에, 소형 경량으로 콤팩트(compact)한 구조를 갖는다.
- (e)전자 회로에 의해 모두가 구성돼있기 때문에 주회로 제어의 응답 속도가 극히 빠르다.
- (f)운전자는 주회로의 전류치를 선정(운전 속도치를 설정)하여 노치를 넣는 것만으로, 기관차가 순조롭게 가속되어 자동적으로 설정된 운전 속도가 되므로, 운전 조작에 많은 연습이 필요 없다.

4) 레일(rail)식 운반차의 부대설비

전도기(轉倒機), 카 시프터(car shifter), 체리 피커(cherry picker) 등의 설비를 말한다.

(1) 강차 전도 장치

강차 전도 장치는 강차의 기종에 따라 선택되지만, 크게 나뉘보면 유압식 및 공기식 전도 장치, 그란비행 강차용 가이드 레일(guide rail), 상자 모양 강차 등이 있으며, 이 중 토목 공사에서는 주로 유압식 전도 장치가 사용되고 있다.

① 유압식 전도 장치

유압식 전도 장치에는 버력 사토장의 상황에 따라 다양한 형식이 있으며 다음과 같이 분류된다.

A. 고정식

전도할 때는 강차를 전도 장치의 바로 옆까지 기관차로 견인·정차시켜 전도 장치를 조작하여 강차를 회전시킨다.(그림 7 참조)

표준형고정식

가격은 저가이지만, 실린더(cylinder)가 레일의 하부에 있기 때문에 피트(pit)를 필요로 한다.

3단형고정식

표준형보다 비싸지만, 부품 전부가 레일면 위에 있기 때문에 피트가 불필요하고 설치하기 쉽다.

격납식

등3선(等三線)에 깔린 레일의 사이에 설치되어, 통상은 차량에 방해가 되지 않도록 레일 아래면에 격납시켜, 버력 배출시만 실린더가 세트(set)된다. 설치장소가 좁은 곳에서는 유리하지만, 가격은 고정식 가운데에서 가장 고가이다.

B. 자주식

전도할 때는 사토장에 정착한 1편성의 강차에 대하여 전도 장치 탑재차를 강차의 바로 옆까지 주행조작하여 강차를 넘어뜨리고, 순차적으로 이 동작을 반복한다.(그림 8 참조)

표준형자주식

전도할 때의 안정성은 높지만, 전도장치가 자주(自走)하는 구간에 3개의 레일이 필요하다.

소형 자주식

공간이 좁은 곳에 사용된다.

암(arm)형 자주식

다른 곳의 전용(轉用)을 고려하여 개발한 암(arm)식 댐퍼(damper)로 많이 이용되고 있다.

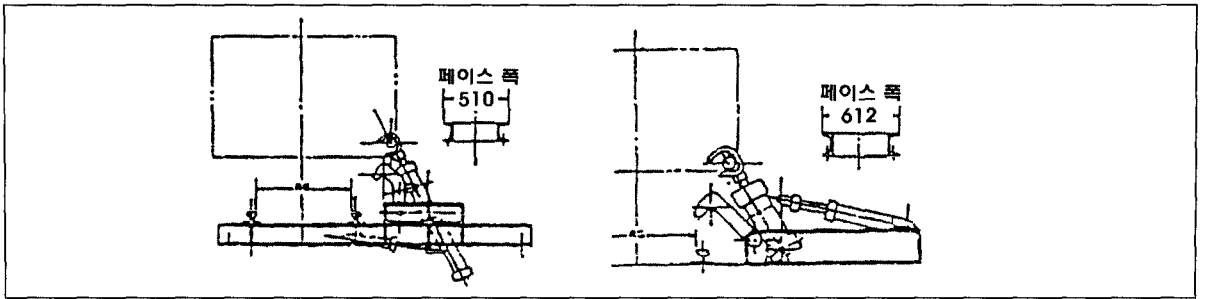


그림 7. 유압식 전도 장치(고정식)

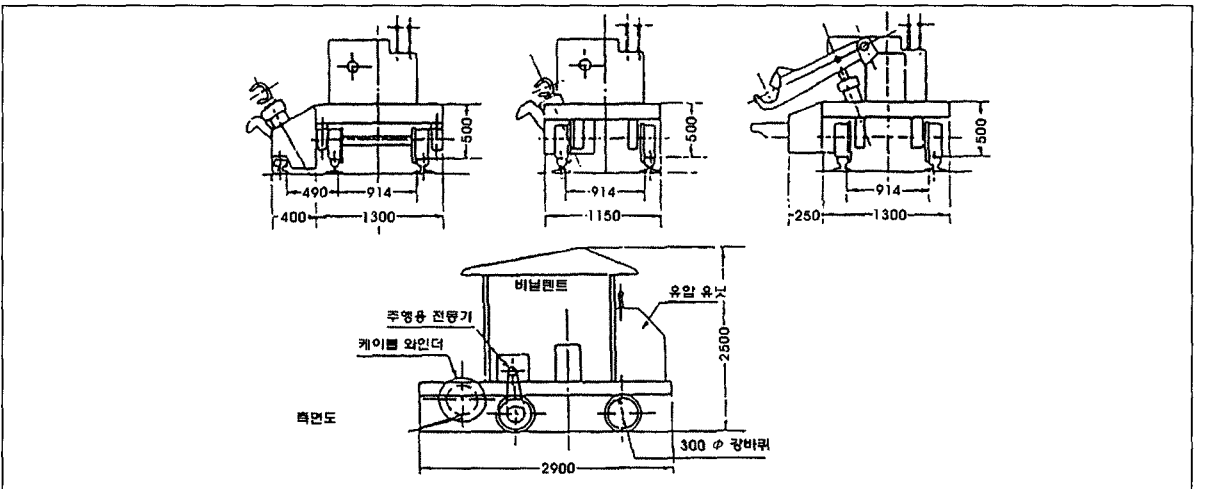


그림 8. 유압식 전도 장치(자주식)

② 공기식 전도 장치

공기식 전도 장치는 강차에 에어 실린더(air cylinder)가 내장되어 있고 사토장에 공기관을 배치하여 압축 공기에 의한 공기압으로 강차가 횡전(橫轉)·복원되는 것으로 대용량의 강차에도 용이하게 사용할 수 있다. 이 밖에 강차의 상자와 대차 사이에 에어백을 설치하고 공기압으로 백을 팽창시키고 상차를 횡전시키는 방식도 있다.

③ 그란비형 강차용 가이드 레일(guide rail)

이 가이드 레일은 낙타(camel) 백 형태이고, 그란비형 강차의 하부에 설치한 바퀴가 가이드 레일에 따라 전동하면서 자동적으로 강차를 넘어지게 하는 것이다. 전도 효율이 상당히 양호하고 가격도 저가이지만, 강차의 가격이 약간 높아지고 견인하는 기관차도 다른 전도 장치에 비해 큰 견인력을 필요로 한다.

④ 치플러

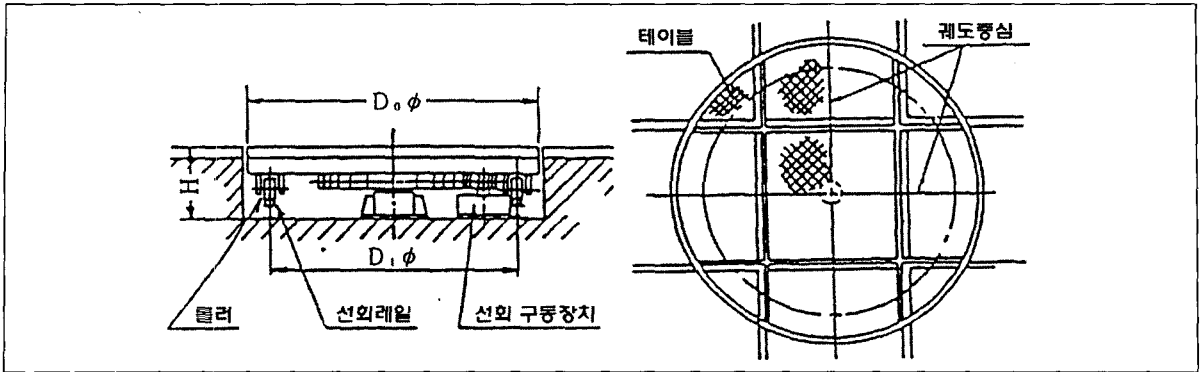
치플러는 고정식 상자 모양 강차나 환저형(丸底形) 강차의 버력 배출에 사용하는 것으로, 암(arm)식과 회전식이 있고 용량이 큰 경우에는 회전식이 일반적으로 쓰인다. 암(arm)식은 180° 회전하고 배출 후에는 역전 복귀하는 방식이고, 회전식은 1회전으로 버력을 배출하는 방법이다.

(2) 강차 교환 장치

터널안에서 강차를 교환하기 위한 체리 피커(cherry picker), 카 시프터(car shifter)가 사용된다.

(3) 궤도용 턴테이블(turn table)

궤도용 턴테이블(그림 9 참조)은 터널안에서 강차의 방



적재 하중 t	테이블 직경 D _o mm	선회 속도 rpm	전동기 출력 kW	롤러 직경 mm	롤러 개수	선회레일 직경 D ₁ mm	피트 깊이 H mm
5	3000	1	1.5	200	6	2500	750
10	3000	1	1.5	200	6	2500	750
15	4000	1	2.2	250	6	3300	900
20	4000	1	2.2	250	6	3300	900

그림 9. 궤도용 턴테이블(turn table)

향을 바꾸고 싶을 때 사용되는 턴테이블이다. 적재하중 1t 부터 20t 용이 있고 5t 미만은, 수동으로 선회할 수 있다. 5t 이상은 전동식(90~360° 선회가능)과 유압식(90° +α 선회가능)이 있다.

3.3 기계선정과 적응기종

1) 타이어(tire)식 버력 운반차

타이어(tire)식 버력운반은 레일식에 비해 갱구 설비가 작고, 터널구배에 의한 제한이 적어 시공성에 있어도, 고속화 및 에너지 절약이 가능하다. 시공 조건에 따라 보통 덤프트럭, 갱내용 덤프트럭, 컨테이너방식 덤프트럭을 구분하여 사용하여야 한다.

덤프트럭 선정에 있어서는, 다음 시공 조건을 검토할 필요가 있다.

(1) 일반도로를 주행하는 경우

막장부터 사토장까지 일반도로로 주행한다면 보통 덤프트럭이 일반적이다.

(2) 터널단면

갱내의 차량 한계, 회전, 회전장의 설치, 턴테이블의 유무에 따라 사용 기종이 제한된다. 특히, 시공 도중에 단면 분할 변경의 가능성, 풍관, 안전통로 등 가설물과의 관계도 고려하여야 한다.

(3) 주행로 교량의 최대 하중

주행시에 교량, 잔교 그 밖에 매설물이 있는 경우는 강도 검토가 필요하다.

(4) 주행시의 구배, 곡선 반경

주행시의 구배, 거리, 실차, 공차 등과 주행 토크 속도를 검토할 필요가 있다. 일반적으로는 견인타입, 싱글구동, 트윈 차동장치(differential gear) 등에 차이가 있다.

(5) 적재기

적재와 덤프트럭의 관계는 주로 적재시의 베셀(bessel)의 높이가 중요하며 덤프트럭과 적재기, 대기하고 있는 덤프트럭의 상호 관계를 체크할 필요가 있다.

(6) 시공연장

장대터널에서는 버력반출 시간이 시공 사이클에 큰 비중을 차지하고 있다. 시공 속도를 일정하게 유지하기 위해서는 시공 연장이 길어짐에 따라 덤프트럭을 증가해야 한다. 이와 같은 조건하에서는 갱내 덤프트럭을 채용하거나, 막장 버력을 막장 후방 200~400m 지점에 가거치 하고 버력반출 작업 이외의 시간대에 갱외로 반출하는 컨테이너 방식을 사용하는 경우가 많다. 컨테이너용량에도 종류가 많으므로 1500m 이상의 터널에 대해서는 별도로 검토할 필요가 있다.

(7) 덤프트럭의 사용 대수

① 버력반출 직송 방식

직송 방식의 경우는 전부 갱내작업으로, 적체 방식의 경우는 1차 운반(갱내~적체장소)은 직송 방식에 준하고, 2차 운반(적체장소~사토장)은 일반적인 운반공으로 적산한다.

(a) 덤프트럭의 작업 능력

「건설성 토목 공사 적산 기준」- 토목 공사 적산 연구회 편

덤프트럭 운전 1 시간당 버력반출량은 다음과 같다.

$$Q_t = \frac{60 \times qt \times Et}{Cmt} \quad (m^3/h)$$

Q_t : 덤프트럭 운전 1 시간당 운반토량(지반토량(土量)) (m^3/h)

qt : 덤프트럭 의 적재토량(지반토량(土量)) (m^3)

qt 는 다음에 있는 표를 표준으로 한다. 단, 지반 대부분이 토사인 경우는 별도 고려한다.

표 3. 적재토량(qt)

굴착구분	B · C	D
적재토량	4.0 m^3	4.5 m^3

※덤프트럭은 11t 차량이라고 간주함.

Et : 작업 계수 (표준 $Et = 0.9$)

Cmt : 덤프트럭의 사이클타임 (min)

$$Cmt = Cm1 + Cm2$$

$$Cm1 = \left(\frac{qt}{qs}\right) \times \frac{Cms}{60 \times Es} = \frac{60 \times qt}{Qs}$$

$$Cm2 = 60 \times \left(\frac{L}{V} + \frac{L1}{V1} + \frac{t}{60}\right)$$

Q_s : 버력적재 기계의 운전 1시간당 작업량(m^3/h , 지반토량)

qs : 버력적재 작업 1사이클당 적재량(m^3 , 지반토량)

Cms : 버력적재 작업 1사이클당 소요시간(sec)

Es : 작업효율

L : 갱내 가중 평균 운반 거리(왕복)···(km)

$L1$: 갱외 운반 거리(왕복)···(km)

V : 평균 갱내 운반 속도

$V1$: 평균 갱외 운반 속도(표준 $V1 = 12km/h$)

(또한, 편도 운반 거리가 1,000m 이상의 경우는 별도 고려한다.)

t : 사토 시간 및 갱내 대기 시간 (표준 $t = 3$ min)

평균 갱내 운반 속도는 다음에 있는 표를 표준으로 한다.

표 4. 평균 갱내 운반 속도 km/h

평균갱내운반거리 (m)	$L < 600$	$L \geq 600$
평균갱내운반속도	8	10

(b) 덤프트럭의 사용 대수

덤프트럭의 사용 대수(nt)는 아래식과 같다.

$$nt = \frac{Qs}{Qt} \quad (\text{대} / 1 \text{ 사이클}(\text{cycle}))$$

nt : 굴착 1사이클당 덤프트럭 사용대수(대/1사이클)

Qs : 트랙터 쇼벨(shovel) 운전 1 시간당 작업양(지반토량 m^3/h)

Qt : 덤프트럭 운전 1 시간당 운반 토량(지반토량 m^3/h)

덤프트럭의 사용 대수는 소수 제1자리를 사사오입하여



정수로 고정한다.

또한, 사용 대수가 1대 이하의 경우는 1대로 한다.

(c) 덤프트럭의 운전시간

굴착 1사이클당 덤프트럭의 운전시간(Td)은 다음식과 같다.

$$Td = \frac{60 \cdot Q_0}{Q_s} \times nt \quad (\text{min} / 1 \text{ 사이클})$$

Td : 굴착 1사이클당 덤프트럭의 운전시간(min/1사이클)

Q₀ : 1발파 굴착량 (지반토량 m³/h)

Q_s : 트랙터 쇼벨(shovel) 운전 1 시간당 작업양(지반토량 m³/h)

nt : 굴착 1사이클당 덤프트럭 사용대수 (대/1 사이클)

② 버력운반 가져치 방식

베셀(bessel) 방식의 산정식 (메이커(maker) 자료)

(a) 버력처리 능력의 산정

베셀 1기당 적재 소요 시간 (Cm₁)

$$Cm_1 = \frac{60 \times Q_2 \cdot \alpha / L}{Q_1}$$

Cm₁ : 베셀 1기당 적재 소요 시간 (분)

Q₂ : 베셀 용량 (12m³)

α : 적재 효율 (0.9)

L : 변화율 (경암 = 1.7, 연암 = 1.6)

$$Q_2 = \frac{3600 \times Q_1 \times \alpha / L \times E}{Cm_2}$$

Q₂ : 버력적재기 작업 능력 (m³/h)

Q₁ : 버킷(bucket) 용량 (3.0 m³)

α : 적재 효율 (0.9)

E : 작업 효율 (0.8)

Cm₂ : 적재작업 사이클당의 소요 시간(sec)

(b) 필요 베셀 수

$$n = \frac{A_2 \times B \times L}{Q_2 \times \alpha}$$

n : 베셀 수(대)

A₂ : 굴착단면적 (m²)

B : 1발파진행장 (m)

L : 변화율 (경암 = 1.7, 연암 = 1.6)

Q₂ : 베셀 용량(12m³)

α : 적재효율 0.8 (베셀용량이 버킷양의 정수배로 되지 않기 위한 적재 손실)

(c) 베셀 반출에 필요한 시간

$$n = \frac{A_2 \times B \times L}{Q_2 \times \alpha}$$

n : 베셀 수(대)

A₂ : 굴착단면적 (m²)

B : 1발파진행장 (m)

L : 변화율 (경암 = 1.7, 연암 = 1.6)

Q₂ : 베셀 용량(12m³)

α : 적재효율 0.8 (베셀용량이 버킷양의 정수배로 되지 않기 위한 적재 손실)

V : 속도

$$Cm = \frac{2 \times \ell \cdot 60}{V} + \beta$$

실차	2020km/h
공차	15km/h

Cm : 베셀 반출에 필요한 시간 (분)

ℓ : 베셀 가배치 거리 (140m)

V : 반출기 속도 (km/h)

β : 예비 로스타임 (1.0~1.5분)

2) 레일식 버력 운반차

레일방식의 운반용 기기는 기관차, 강차(버력 광차), 셔틀카 등의 버력 운반차와 기자재 운반 대차 및 이들의 부대기기 설비이다.

레일방식 채용의 조건은 다음과 같다.

- ① 소단면으로 시공 연장이 긴 경우(선진도갱, 측벽도 갱, 물빼기 도갱)
- ② 지반 불량에 의하여 주행노반을 관리할 수 없는 경우 레일방식 설비의 검토에 대해서는 다음 검토가 필요하다.
- ③ 광차 교대 방법과 포인트(point)
- ④ 적재기와의 조합
- ⑤ 차량 한계와 안전 통로, 환기 덕트
- ⑥ 운반차량과 궤도커브

(1) 기관차

① 궤간과 차량 한계

지질, 설계단면, 연장에 의해 터널 굴착공법이 선정되면 굴착 단면이 결정된다. 이 굴착 단면에 의하여 궤도 운반을 위한 궤도의 부설방법(단선, 복선, 등3선)과 궤간을 선정하지 않으면 안된다. 굴착 단면에 대한 궤간은 차량 한계와 측벽과의 간격에 의하여 결정되지만, 일반적으로는 다음식에 의하여 산정된다. 측벽과의 간격은 야스에(安衛)칙 제 205조에 600mm 이상으로 되어 있다.

$$\text{단선의 경우} : G = \frac{B}{2} - S \tag{1}$$

$$\text{등3선의 경우} : G = \frac{1}{2} \left(\frac{B}{2} - S \right) \tag{2}$$

여기서, G : 단면 폭 B(mm)에 대한 최대 궤간(mm)

S : 측벽과의 간격 (mm)

또, 등3선의 경우는 서로의 차량 간격에 의하여 다음과 같이 차량폭이 제한되기 때문에주의가 필요하다.

$$W = 2 \left(\frac{L}{2} - \frac{T}{2} - C \right) \tag{3}$$

여기서, W : 차량 제한 폭 (mm)

L : 궤도 중심 간격 = 2(G+R) (mm)

G : 단면 폭 B(mm)에 대한 최대 궤간 (mm)

R : 사용 레일의 두부(頭部)폭 (mm)

T : 차량 간격 (mm)

C : 바퀴와 레일의 유폭(遊幅) = 7~10 (mm)

② 기관차의 크기

궤간이 정해지면 이것과 차량한계로부터 적용 가능한 기관차의 크기가 결정된다. 즉, 공칭중량이 결정되지만 식(4), (5)에 따라 최대 견인력과 피견인차 중량을 구하지 않으면 안된다. 또, 굴착 단면이 크고, 차량 한계에 여유가 있는 경우는 이것의 역산에 의하여 기관차의 크기를 구하는 경우도 있다.

③ 최대 견인력과 피견인차 중량

기관차의 견인력이란 열차의 운전에 필요로 한 힘이고, 열차 저항의 총합과 평형을 이루는 힘이지만, 선로 조건에 따라 열차 저항을 각각 고려하지 않으면 안된다. 또, 시동 시에는 가속 저항을 고려할 필요가 있다. 즉 기관차는 피견인차 중량에 대하여 최악조건에서 시동하고, 가속할 수 있는 것, 원동기가 과부하가 되지 않는 조건을 만족해야만 한다. 역으로 기관차의 사양이 결정되어 있다면, 그 조건을 만족하는 피견인차 중량을 선택할 필요가 있다.

(a) 최대 견인력

최대 견인력은 원동기의 출력 및 기관차의 점착 중량에 의하여 정해지지만 통상 후자에 의하여 제한을 받는 것이 많다. 이 경우의 최대 견인력은 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$T_m = Wl \mu \tag{4}$$

여기서, T_m : 최대견인력 (kg)

Wl : 기관차 중량(운전정비) (t)

μ : 점착계수

표 5. 점착계수

레일면의상태	점착계수	
	보통의 경우	모래를 뿌린 경우
건조 / 청소	0.25 ~ 0.28	0.3 ~ 0.35
얇게 젖어 있는	0.15 ~ 0.18	0.2 ~ 0.22
궤내	0.18 ~ 0.2	0.22 ~ 0.25

점착계수란 최대 견인력과 동륵상(動輪上) 중량의 비를 말하며 그 수치는 레일면의 상태 및 제어 방법에 따라 다

르고, 또 속도의 상승에 따라 감소한다. 표 5에 나타내는 계수는 이런 종류의 기관차의 특수성을 고려하여 일반적으로 사용되고 있는 수치를 나타낸 것이다. 또한, 축전지 기관차의 초퍼(chopper) 제어식을 사용한 경우는 실적에 의하면 모래를 뿌린 경우와 거의 일치하고 있다. 통상, 터널 공사의 경우에는 0.17 또 초퍼 제어 방식을 채용한 경우에는 0.20 정도의 값이 일반적으로 사용된다.

(b) 피견인차 중량

기관차가 가속하면서 견인할 수 있는 피견인차 중량은, 다음 식으로 구한다.

$$Wt = \frac{T - Wl (rr + rg + rta)}{rr + rg + rta} \quad (5)$$

여기서, Wt : 피견인차 중량 (t)

Wl : 기관차 중량(운전 정비) (t)

T : 견인력 (kg)

rr : 주행저항 (kg/t)

평베어링일때 약 7~10 kg/t

코로(kolo)갈리(Butros Butros Ghali)

베어링일때 약 5 kg/t

rg : 경사저항 (kg/t)

경사 1%에 대해 ± 1 kg/t

(+는 상행경사, -는 하행구배경사)

rta : 기관차의 가속 저항 (kg/t)

가속도 0.3 km/h/sec로서 9.3 kg/t

rta : 피견인차의 가속저항 (kg/t)

가속도 0.3 km/h/sec로서 9.0 kg/t

(c) 열차의 시동조건

정차중의 열차가 시동하기 위해서는 다음 조건의 성립을 필요로 한다.

$$Wl = \frac{Tm - Wl(rs + rg) - Wc \cdot rc}{rs + rg} \quad (6)$$

여기서, Wl : 기관차중량 (운전정비) (t)

Wt : 피견인차 중량 (t)

T : 견인력 (kg)

rs : 출발 저항 (kg/t)

평베어링일때 약 10~15 kg/t

코로(kolo)갈리(Butros Butros Ghali)

베어링일때 약 8 kg/t

rg : 경사저항 (kg/t)

Wc : 곡선상에 있는 차량의 중량 (t)

rc : 곡선 저항

$$rc = \frac{1,000 \times \mu f (G + L)}{2 \times r} \quad (7)$$

μf : 마찰 계수(0.2~0.25)

바퀴 플랜지부와 레일 내면 수직부

G : 궤간(m)

L : 고정축 거리(m)

r : 곡선 반경(m)

(비고) 출발 저항은 베어링의 종류 외 기온, 레일의 상태에 따라 다르지만 여기에서는 위에서 언급한 예로 하였다.

(d) 열차의 가속 조건

시동한 열차가 가속하기 위해서는 다음의 조건이 성립하여야 한다.

$$T > R \quad (8)$$

$$R = Wl (rr + rg) + Wt (rr + rg) + Wc \cdot rc \quad (9)$$

여기서, T : 견인력 (kg)

R : 열차 저항 (kg)

Wl : 기관차중량(운전 정비) (t)

Wt : 피견인차 중량 (t)

rr : 주행 저항 (kg/t)

rg : 경사 저항 (kg/t)

Wc : 곡선상에 있는 차량의 중량 (t)

rc : 곡선 저항 (kg/t)

열차는 견인력 T 와 열차저항 R 과의 차이에 의해 가속되지만 이 때의 가속도는 다음 식으로 표현된다.

$$a = \frac{T-R}{31WI+30Wt} \quad (10)$$

여기서, a : 가속도 (km/h/sec)

T : 견인력 (kg)

R : 열차저항 (kg)

WI : 기관차중량 (운전장비) (t)

Wt : 피견인차 중량 (t)

(비고)

㉠ 위에서 말한 견인력 T는 기관차의 기종에 따라 다르고 저항제어식 축전지 기관차의 경우에는 노치(notch) 곡선도의 각 노치간의 평균 견인력 또는, 표 5에 있어서 점착 계수의 「보통의 경우」의 하한치를 이용하여 구한다. 디젤엔진 기관차의 경우는 점착 계수 중 「모래를 뿌린 경우」의 하한치로 구하고 초퍼(chopper) 제어식 축전지 기관차의 경우에는 전류치에 대응한 견인력에 10% 여유를 준 값 또는 「모래를 뿌린 경우」의 점착 계수 하한치로부터 판단하는 것이 좋다.

㉡ 열차 저항중 주행저항은 베어링의 종류, 열차의 속도, 차량의 구조, 레일의 상태에 따라 다르지만, 공사용 기관차로 견인한 경우는 일반적으로 저속이고 또 구조에 의해 구별하는 것이 곤란하기 때문에 기재된 수치로 한다.

㉢ 가속도의 계산식에서 정수 31, 의 정수 30에는 기관차 및 피견인차의 회전부분의 관성을 직진으로 환산하기 위해 관성계수가 포함되어 있다. 그 관성계수는 각각 차량의 구조에 따라 다르지만, 기관차에 대해서는 약10%, 피견인차에 관해서는 약 5% 증가한다.

원동기의 견인력은 회전속도가 증가함에 따라 감소한다. 따라서 열차의 가속도는 열차 속도가 증가함에 따라 작아지지만, 공사용 기관차가 규격 속도에 이를 때까지의 평균 시동 가속도는 0.3~0.5 km/h/s 정도가 보통이다.

시동 가속도가 작은 경우, 바꾸어 말하면 견인력에 대하여 피견인차 중량이 과대할 때는 원동기를 과부하 상태에서 장시간 사용하는 것이 되기 때문에 원동기 출력에 대해서도 검토할 필요가 있다.

④ 브레이크

열차의 운전을 시작하는 동시에 이것을 원하는 위치에 정지시키기 위해, 또는 필요한 속도를 제어하기 위해, 또는 긴급한 경우에 급정차시키기 위해 브레이크를 사용한다. 즉 브레이크 장치는 열차 운전의 중요한 장치로 차량 또는 열차에 큰 저항력을 가하여 단시간, 단거리에 정지시키는 것이다. 이 브레이크 장치에 의하여 추가된 저항력을 브레이크력이라고 부른다.

(a)브레이크력

브레이크력(어림셈)은 다음식으로 구한다.

$$F=P \cdot fm=Wl \cdot y \cdot fm \dots\dots\dots (11)$$

여기서, F : 브레이크력 (kg)

P : 제륜자압부력(制輪子押付力) (kg)

fm : 주철제(鑄鐵製)제륜자와 바퀴사이의 마찰 계수

Wl : 기관차 중량(운전정비) (t)

y : 기관차의 브레이크

$$(y = \frac{P}{Wl} : \text{동력 브레이크의 경우} = 100 \%)$$

주철제 제륜자와 바퀴의 평균 마찰 계수(fm)를 나타내면 표 6과 같다.

표 6. 주철제 제륜자와 바퀴의 평균 마찰 계수 (fm)

브레이크 가속도 바퀴재질 (km/h)	0	5	10	15	20	25	30
타이어강	0.32	0.282	0.255	0.235	0.219	0.205	0.193
철강	0.32	0.276	0.235	0.209	0.185	0.174	0.171

또, 급구배용이나 비상브레이크용으로 사용되고 있는 트럭 브레이크는 기관차의 점착 중량에 제약없이 큰 브레이크력을 갖기 때문에 제동거리의 단축을 도모할 수



있다. 트럭 브레이크를 사용하는 경우의 브레이크력은 식(11)의 F에 트럭 브레이크력(표 7 참조)를 더하여 계산한다.

표 7. 트럭 브레이크력의 예 단위 : kg

회사명	공칭중량				
	4t	6t	8t	10t	12t
일본차량제조	520	500	1,050	1,200	1,200
동지(東芝)	-	500	500	1,300	1,300

(b)브레이크거리

브레이크거리는 계산상과 실제거리를 구별해서 생각해야 된다. 즉 브레이크를 조작할 때 마다 똑같이 할 수 없기 때문에 공주(空走)거리의 차이가 발생함에 따라 브레이크 거리도 달라진다. 그러나 일반적으로 브레이크 거리는 브레이크력, 운전속도, 공주시간, 피견인차 중량 및 열차 저항 등에 의해 결정되며, 다음식으로 계산한다.

$$S = \frac{V_o \cdot t_o}{3.6} + \frac{(31Wl + 30Wt)V_o}{7.2(Fm + R)} \dots\dots\dots(12)$$

여기서, S : 브레이크 거리 (m)

V_o : 브레이크 초속도 (km/h)

t_o : 공주시간 (sec)

일반적으로 1.5~2 sec

Wl : 기관차 중량(운전장비) (t)

Wt : 피견인차 중량 (t)

fm : 평균 브레이크력 (kg)

$$fm = P \cdot fm = Wly \cdot fm \dots\dots\dots(13)$$

R : 열차 저항 (kg)

또한, 트럭 브레이크를 사용하는 경우에는 식(13)의 예 표 8.7의 브레이크력을 더하여 계산한다.

(c)브레이크 시간

브레이크 시간은, 일반적으로 공주시간 1~2초를 포함하고 다음 식으로 표시된다.

$$t = t_o + \frac{V_o}{\beta} + \dots\dots\dots(14)$$

여기서, t : 브레이크 시간 (sec)

t_o : 공주시간 (sec)

V_o : 브레이크 초속도 (km/h)

β : 감속도 (km/h/sec)

$$\beta = \frac{Fm + R}{31Wl + 30Wt} \dots\dots\dots(15)$$

여기서, t : 평균 브레이크력 (kg)

t_o : 열차저항 (kg)

V_o : 기관차중량 (운전장비) (t)

β : 피견인차중량 (t)

⑤ 일반적으로 사용되는 피견인차 중량

피견인차 중량은 위에서 언급한 것처럼 기관차의 시동, 가속, 브레이크 및 원동기의 출력에 의하여 제한된다. 지금까지의 예에 의하면, 피견인차 중량은 평탄선(平坦線)에서 기관차 중량의 10배 정도인 경우가 많다.

⑥ 브레이크 거리와 견인 중량의 산출 모노그램(monogram)

궤내에 있어 하행 실차의 경우, 기관차가 팽차 또는 다른 차량을, 제한속도를 초과하지 않고 견인 운전하고, 그리고 필요에 따라 안전하고, 확실하게 정지하기 위해서는, 제한속도, 기관차 지중, 경사, 제륵자와 차량과의 마찰 계수, 바퀴와 레일의 점착 계수를 고려하여 브레이크 거리, 견인 중량을 정한다.

그림 10은 브레이크 거리와 견인 중량을 간단하게 산출하도록 작성한 모노그램(monogram)의 일례이다. 이 그림을 예제로 나타내면 다음과 같다.

[예제 1] 자중 8t의 기관차가 하향구배 15%에서 브레이크 초속도 10km/h일때, 브레이크 거리 25m 안에서 정지하려면 몇 t의 견인이 가능한가?

(1)모노그램 (C)로부터 브레이크 초속도 10km/h와 브레이크거리 25m와 만나는 점을 구한다.

(2)그 교점을 통과하는 평행선과 모노그램 (B)에서 하향 구배 15%의 교점을 구하여, 이 점을 통과하는 수직선과 모노그램상의 기관차 자중 8t와의 교점을 구한다.

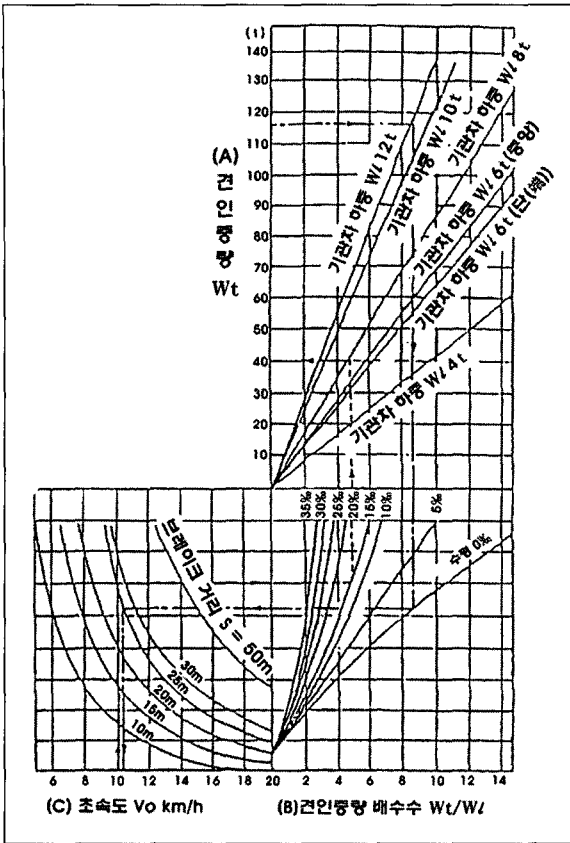


그림 10. 브레이크 거리와 견인 중량 산출 모노그램

(3) 그 교점을 통과한 평행선과 중축과의 교점이 견인 중량 40t이 된다.

[예제 2] 12t 기관차가 수평 구간에서 견인 중량 116t으로 주행할 경우, 브레이크 거리 25m 이내에 정지할 수 있는 열차 속도는 몇 km/h 인가?

- (1) 모노그램으로부터 견인 중량 116t와 기관차 자중 12t의 교점을 구한다.
- (2) 그 교점을 통과한 수직선과 모노그램 (B)의 수평 0%의 교점을 구하여, 또한 이점을 통과한 평행선과 모노그램 (C)의 브레이크 거리 25m와의 교점을 구한다.
- (3) 그 교점을 통과한 수직선과 횡축과의 교점, 즉 브레이크 초속도 $V_0 = 10.4$ km/h가 필요하다.

⑦ 축전지 기관차의 1충전당 운행 횟수

축전지 기관차는 그 탑재 전지의 용량에 의하여 작동량이 제약된다. 1회의 충전에 의하여 사용할 수 있는 열차의 운행 회수 N 은 전지 용량, 노선의 상황, 운전의 숙련도에 따라 다르기 때문에 간단하게 산출하기 곤란하지만, 식 (18)로 개략적 계산을 할 수 있다. 단, 실차, 공차 각각에 관하여 계산한다.

$$P = \frac{\{Wl(rr+rg)+Wt(rr+rg)+Wc \cdot rc\}L}{367K} \times \psi \dots\dots (16)$$

$$Q = C \cdot V \dots\dots\dots (17)$$

$$N = \frac{Q - Q\alpha}{P} \times 0.8 \times \eta \dots\dots\dots (18)$$

- 여기서, P : 소비 전력량 (Wh)
 L : 주행 거리 (m)
 Wl : 기관차중량 (운전정비) (t)
 Wt : 피견인차 중량 (t)
 rr : 주행저항 (kg/t)
 rg : 경사저항 (kg/t)
 Wc : 곡선상에 있는 차량의 중량 (t)
 rc : 곡선 저항 (kg/t)

$$rc = \frac{1,000 \times \mu(G+l)}{2 \times r} \dots\dots\dots (19)$$

- μ : 마찰 계수 (0.2~0.25)
 G : 궤간 (m)
 l : 고정축거리 (m)
 r : 곡선 반경 (m)
 K : 주 전동기 효율, 전도 효율, 레일의 조건에 의한 계수 0.7
 Q : 축전지 전력량 (Wh)
 $Q\alpha$: 보조기의 소비 전력량(Wh), 통상은 축전지 용량 C 의 10~15 %
 C : 축전지 용량 (Ah/5hr)



V : 축전지 전압 (단전지 $2V \times$ 전지갯수)(V)
 N : 운행 횟수
 Ψ : 출발 및 가속시의 소비 전력을 고려한 계수
 저항 제어식 ...1.3~2.0, 초퍼(chopper) 제
 어식 ...1.1
 367 : $1Wh = 367.3 \text{ kgm} \approx 367 \text{ kgm}$
 0.8 : 축전지의 수명을 고려한 방전 깊이라고
 한다.

η : 방전율에 의한 전기량 계수
 5시간 방전율로 사용한 경우에는, = 1.0 이
 지만, 단시간 방전율로 사용한 경우는 표 -
 2.2.8을 참조한다.

⑧ 포인트(point)설비

사용된 포인트(point)의 종류는, 다음 그림과 같다.(그
 림 - 2.2.11 참조)

표 8. 방전율과 전기량 계수

방전율(h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
전기량계수(η)	0.06	0.75	0.85	0.95	1.0	1.04	1.07	1.09	1.10	1.10

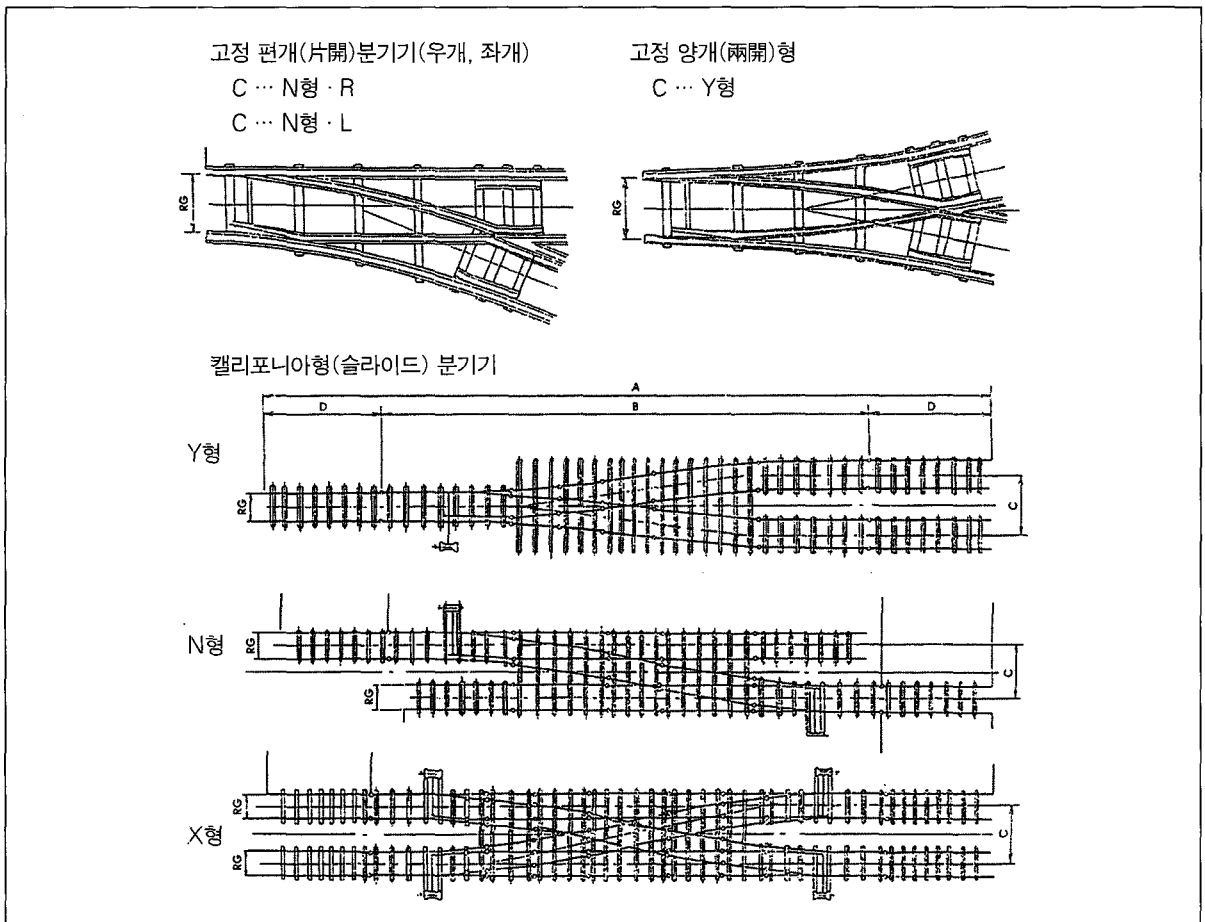


그림 11. 포인트의 종류

3.4 사양일람표

(1) 보통 덩크 트럭 1 / 4

회 사 명	형 식	승 차 정 원 인	최 대 적 재 량 t	차 량 중 량 t	차 량 중 량 t	차 량 중 량 t	크기				등 판 능 력 tanθ	최 소 회 전 반 경 m	연진		荷 승				타이어사이즈		
							진 장 mm	진 폭 mm	진 고 mm	축 거 mm			최 저 상 고 mm	출 배 기 량 cc	최 대 출 력 PS	평균 적재 중량 m ³	내측크기		전 륜	후 륜	
	FP415FD	3	8.0	7.20	15.4	6,845	2,490	3,200	3,700	250	0.54	6.3	16,031	300	5.2	4,500	2,200	535	44	11.1-20-16PR	11.1-20-16PR
	FP418FD	3	8.0	6.80	15.0	6,495	2,490	3,200	3,700	250	0.39	6.3	11,149	225	5.2	4,000	2,200	600	44	11.1-20-16PR	11.1-20-16PR
	FU415JD	3	11.0	8.53	19.7	7,555	2,480	3,195	4,690	235	0.44	6.6	16,031	300	7.0	5,100	2,200	650	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FV413JD	3	10.5	8.94	19.6	7,555	2,480	3,195	4,510	250	0.41	6.9	14,886	290	7.1	5,100	2,200	625	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FV415JD	3	10.5	9.0	19.7	7,555	2,480	3,195	4,510	250	0.43	6.9	16,031	300	7.1	5,100	2,200	625	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FV416JD	3	10.5	9.08	19.7	7,605	2,480	3,195	4,510	250	0.58	6.9	16,752	335	6.9	5,100	2,200	625	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FV419JD	3	10.5	9.08	19.7	7,605	2,480	3,195	4,510	250	0.61	6.9	17,732	355	7.0	5,100	2,200	625	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FV411JD	3	10.5	9.17	19.8	7,605	2,480	3,265	4,510	250	0.49	6.9	20,089	375	7.0	5,100	2,200	625	46	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	FK615DD	3	4.0	3.67	7.84	5,790	2,200	2,445	3,190	185	0.42	5.1	6,557	160	2.5	3,400	2,060	370	48	7.50-16-14PR	7.50-16-14PR
	FK617DD	3	4.0	3.68	7.85	5,790	2,200	2,445	3,190	185	0.52	5.1	7,545	190	2.5	3,400	2,060	370	48	7.50-16-14PR	7.50-16-14PR
	FE516BC	3	2.0	2.38	4.55	4,690	1,695	1,990	2,500	155	0.47	5.1	3,567	110	1.5	3,100	1,600	320	45	6.50-10-12PR	6.50-10-12PR
	FE516BD	3	2.0	2.46	4.63	4,690	1,695	1,990	2,500	190	0.30	5.1	3,567	110	1.5	3,100	1,600	320	46	6.50-10-10PR	6.50-10-10PR
	FE517BC	3	2.0	2.40	4.57	4,690	1,695	1,990	2,500	155	0.55	5.1	4,214	130	1.5	3,100	1,600	320	47	6.50-10-12PR	6.50-10-12PR
	FE517BD	3	2.0	2.49	4.66	4,690	1,695	1,990	2,500	190	0.47	5.1	4,214	130	1.5	3,100	1,600	320	46	6.50-10-10PR	6.50-10-10PR
	FE518BD	3	2.0	2.51	4.68	4,690	1,695	1,990	2,500	190	0.57	5.1	4,561	140	1.5	3,100	1,600	320	46	6.50-10-10PR	6.50-10-10PR
	FG537BD	3	2.0	2.93	5.10	4,885	1,880	2,370	2,530	200	0.44	5.9	4,214	130	1.3	3,100	1,750	255	44	7.00-16-10PR	7.00-16-10PR
	FG538BD	3	2.0	2.91	5.08	4,885	1,880	2,370	2,530	200	0.44	5.9	4,561	140	1.3	3,100	1,750	255	44	7.00-16-10PR	7.00-16-10PR

(1) 보통 덩크 트럭 2/4

회 사 명	형 식	승 차 정 원 인	승 차 적 재 량 t	차 량 중 량 t	차 량 총 중 량 t	크기					등 판 능 력 $\tan \theta$	최 소 회 전 반 경 m	엔진		荷 重				타이어사이즈		
						전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	축 거 mm	최 저 지 상 고 mm			총 배 기 량 cc	최 대 출 력 PS	평균 적 재 중 량 m^3	길이 mm	폭 mm	높이 mm	최대 경사 각도 °	전륜	후륜
이 스 즈 자 동 차	CXM80KID (2A)	2	11.0	8.78	19.89	7,495	2,490	3,090	4,635	240	0.35	6.4	15,201	285	6.6	5,100	2,200	590	50	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXM81KID (2A)	2	10.75	8.97	19.83	7,545	2,490	3,090	4,635	240	0.41	6.4	19,001	325	6.6	5,100	2,200	590	50	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ80KID (2A)	2	10.5	9.22	19.83	7,605	2,490	3,140	4,535	245	0.38	6.6	15,201	285	6.6	5,100	2,200	590	50	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (5A)	2	9.75	9.93	19.79	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.46	6.6	19,001	325	6.0	5,100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (5A)	2	9.75	9.96	19.82	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	22,801	360	6.0	5,100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (5A)	2	9.25	10.32	19.68	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	22,801	385	6.0	5,100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (5A)	2	9.25	10.36	19.72	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.58	6.6	22,801	420	6.0	5,100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (5A)	2	9.0	10.61	19.72	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.64	6.6	19,001	450	6.0	5,100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (6A)	2	9.25	10.41	19.77	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.46	6.6	19,001	325	5.6	5,100	2,200	500	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (6A)	2	9.25	10.44	19.80	7,655	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	22,801	360	5.6	5,100	2,200	500	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (6A)	2	9.0	10.80	19.91	7,685	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	22,801	385	5.6	5,100	2,200	500	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (6A)	2	8.75	10.84	19.70	7,685	2,490	3,200	4,535	245	0.58	6.6	22,801	420	5.6	5,100	2,200	500	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (6A)	2	8.5	11.09	19.70	7,685	2,490	3,200	4,535	245	0.64	6.6	19,001	450	5.6	5,100	2,200	500	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (7A)	2	10.0	9.66	19.7	7,755	2,490	3,200	4,535	245	0.46	6.6	19,001	325	6.0	5,300	2,200	520	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ81KID (7A)	2	10.0	9.69	19.80	7,755	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	19,001	360	6.0	5,300	2,200	520	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
	CXZ82KID (7A)	2	9.75	10.04	19.90	7,75	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	12PEI	385	6.0	5,300	2,200	520	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR
CXZ82KID (7A)	2	9.5	10.08	19.69	7,785	2,490	3,200	4,535	245	0.58	6.6	12PEI	420	6.0	5,300	2,200	520	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
CXZ82KID (7A)	2	9.25	10.33	19.69	7,785	2,490	3,200	4,535	245	0.64	6.6	12PEI	450	6.0	5,300	2,200	520	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	

(1) 보통 덩크 트럭 3/4

회 사 명	형 식	승 차 정 원 인	최 대 적 재 량 t	차 량 중 량 t	차 량 중 량 t	차 량 중 량 t	크기				등 판 능 력 tan θ	최 소 회 전 반 경 m	엔진		荷 송				타이어사이즈		후 륜		
							전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	축 거 mm			최 저 지 상 고 mm	총 배 기 량 cc	최 대 출 력 PS	평균 적재 중량 m ³	길이 mm	폭 mm	높이 mm	최대 경사 각도 °		전 륜	후 륜
	CXM81KID (9A)	2	10.0	9.63	19.74	7.655	2,490	3,200	4,535	245	0.46	6.6	19,001	325	6.0	5.100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
	CXM81KID (9A)	2	10.0	9.66	19.77	7.655	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	19,001	360	6.0	5.100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
	CXZ82KID (9A)	2	9.75	10.02	19.88	7.685	2,490	3,200	4,535	245	0.55	6.6	22,801	385	6.0	5.100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
	CXZ82KID (9A)	2	9.75	10.06	19.92	7.685	2,490	3,200	4,535	245	0.58	6.6	22,801	420	6.0	5.100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
	CXZ82KID (9A)	2	9.5	10.30	19.91	7.655	2,490	3,200	4,535	245	0.64	6.6	22,801	450	6.0	5.100	2,200	540	53	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	10.00-20-14PR	
	U-NKR63ED-6EXD5	3	2.0	2.48	4.645	4.690	1,695	1,970	2,490	145	0.53	4.7	3,636	100	1.5	3.100	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5	195/70R15.5	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.48	4.645	4.690	1,695	1,970	2,490	145	0.53	4.7	3,636	100	1.5	3.100	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5	195/70R15.5	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.55	4.715	4.690	1,695	1,950	2,490	145	0.55	4.7	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5	195/70R15.5	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.55	4.715	4.690	1,695	1,950	2,490	145	0.55	4.7	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5	195/70R15.5	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.62	4.785	4.690	1,695	1,950	2,490	145	0.56	4.7	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5	195/70R15.5	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.52	4.685	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.48	5.5	3,636	100	1.4	2.820	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.59	4.755	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.56	5.5	4,334	135	1.4	2.820	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.52	4.685	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.48	5.5	3,636	100	1.5	3.100	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.59	4.755	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.56	5.5	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.65	4.815	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.57	5.5	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	2.0	2.59	4.755	4.690	1,695	1,990	2,490	200	0.56	5.5	4,334	135	1.5	3.100	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10	7.00-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	3.5	3.14	6.805	5.090	2,090	2,285	2,765	225	0.34	5.2	4,334	135	2.3	3.300	1,950	370	60	7.50-16-10	7.50-16-10	7.50-16-10	
	U-NKR63ED-6EXD6	3	3.5	3.34	7.005	5.090	2,090	2,285	2,765	210	0.45	5.2	4,751	160	2.3	3.300	1,950	370	60	7.50-16-12	7.50-16-12	7.50-16-12	



(1) 보통 덩크 트럭 4/4

회 사 명	형 식	승 차 정 원 인	최 대 적 재 량 t	차 량 중 량 t	차 량 총 중 량 t	크기				등 판 능 려 $\tan \theta$	최 소 회 진 반 경 m	엔진		하 승			타이어사이즈				
						전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	축 거 mm			최 저 지 상 고 mm	총 배 기 량 cc	최 대 출 력 PS	평 균 적 재 중 량 m^3	내 측 크기	내 측 크기	내 측 크기	최 대 경 사 각 도 °	전 륜	후 륜
이 스 지 자 통 처	U-NKR63ED-6EXK5	3	2.0	2.67	4.835	4,690	1,695	1,970	2,490	145	0.50	4.7	3,636	100	1.5	3,050	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5
	U-NKR66ED-6EXK6	3	2.0	2.74	4.950	4,690	1,695	1,950	2,490	145	0.56	4.7	4,334	135	1.5	3,050	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5
	U-NKR66ED-6EXDYT	3	2.0	2.78	4.945	4,690	1,695	1,950	2,490	145	0.57	4.7	4,334	135	1.5	3,050	1,600	320	55	195/70R15.5	195/70R15.5
	U-NKR66ED-5EMXX4	3	2.0	2.71	4.875	4,690	1,695	1,990	2,490	200	0.54	5.5	4,334	135	1.5	3,050	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10
	U-NKR63ED-5EMXX5	3	2.0	2.70	4.865	4,690	1,695	1,990	2,490	200	0.45	5.5	3,636	100	1.5	3,050	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10
	U-NKR66ED-5EMXX5	3	2.0	2.77	4.935	4,690	1,695	1,990	2,490	200	0.53	5.5	4,334	135	1.5	3,050	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10
	U-NKR66ED-5EMXX5T	3	2.0	2.83	4.995	4,690	1,695	1,990	2,490	200	0.59	5.5	4,334	135	1.5	3,050	1,600	320	60	7.00-16-10	7.00-16-10
	U-NPR66GDR-5LXDY	3	3.5	3.42	7.085	5,090	2,090	2,385	2,765	225	0.34	5.2	4,334	135	2.3	3,300	1,950	370	60	7.00-16-10	7.00-16-10
	U-NPR70GDR-5LYDY	3	3.5	3.62	7.285	5,090	2,090	2,385	2,765	210	0.45	5.2	4,751	160	2.3	3,300	1,950	370	60	7.00-16-12	7.00-16-12
	KC-FRR30D2D	3	3.790	3.790	7.705	5,850	2,200	2,480	3,250	180	0.67	5.3	8,226	210	2.4	3,400	2,060	355	60	7.50-16-14PR	7.50-16-14PR
	U-NPR32CID	3	3.790	3.620	7.785	5,360	2,180	2,380	2,870	185	0.51	4.8	7,127	195	2.5	3,400	2,045	370	60	7.50-16-14PR	7.50-16-14PR

(2) 갯내용 덩프 트럭 1/3

회 사 명	형 식	적 제 중 량 t	적재 허용 산적 m³	차 량 하 중 t	전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	베셀 (vessel) 높이 mm	최고 덩프 높이 mm	Dumping time sec	등 관 능 력 tarφ	엔 진 출 력 ps/rpm	선회반경		베기 기스 처리	비 고
													외 측 mm	내 측 mm		
히 타 지 건 기	A20	18.5	13.6	15.5	10,044	2,490	3,090	2,450	7,000	19	0.33	204/2,200	7,500	-	물 머플러	별보裂
	A25c	22.5	13.5	17.77	9,677	2,790	3,200	2,720	5,000	15	0.2	259/2,400	7,850	4,250	-	별보裂
	A30	27	16.5	20.9	10,200	2,980	3,410	2,830	6,494	14	0.3	291/2,200	8,070	4,020	-	별보裂
	A35	32	19.0	25.3	10,670	3,200	3,600	2,870	7,495	15	0.3	335/2,050	8,680	4,300	-	별보裂
미 쏘 이 조 신 아 임 코	ME985-T15	13.6	7.6	12.6	6,740	2,140	2,250	1,980	4,065	10	0.32	185/2,300	5,010	2,700	축대방식	별보裂
	ME985-T20	20	11.9	17	8,930	2,470	2,730	2,210	5,140	14	0.32	231/2,300	6,400	3,350	축대방식	별보裂
	T20-III	20	12.0	17.3	8,280	2,490	3,000	2,390	5,680	15	0.42	231/2,300	6,700	3,330	축대방식	별보裂
	T25	23	12.0	18	8,280	2,490	3,000	2,390	5,140	15	0.4	231/2,300	6,700	3,300	축대방식	별보裂
	ME985-T30	30	1.6	26.5	9,500	2,900	3,300	3,000	6,350	14	0.32	440/2,100	7,500	3,650	축대방식	별보裂
	T250	25	17.0	27	9,650	2,600	3,300	2,850	6,430	14	0.6	440/2,100	7,350	4,040	축대방식	별보裂
	T35	35	21.0	30.7	9,670	2,980	3,300	2,990	6,570	14	0.31	406/2,100	7,630	3,840	축대방식	별보裂
	T40	37	23.0	31.2	9,670	2,980	3,440	3,140	6,650	14	0.29	406/2,100	7,630	3,840	축대방식	별보裂

(2) 갯내용 덩프 트럭 2/3

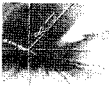
회 사 명	형 식	적 재 중 량 t	적재 하 용 산적 m³	차 량 하 중 t	전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	배셀 높이 mm (vessel)	최고 덩프 높이 mm	Dumping time sec	등 판 능 력 tanβ	엔 진 출 력 ps/rpm	선화반경		배기 가스 처리 고 m³
													외 측 mm	내 측 mm	
신케이 플러 미쯔 비시	D25D	23	14	20.4	8,755	3,000	3,335	2,630	5,345	-	-	264/2,200	7,600	-	-
	D30D	27	17.2	22.5	8,880	3,300	3,400	2,850	5,460	12	-	289/2,200	7,700	-	-
	D40D	36	22.4	28.6	9,765	3,480	3,555	3,200	5,490	-	-	390/2,100	7,500	-	-
	D250D	22.8	13.0	17.3	9,620	2,750	3,215	2,590	6,220	-	-	217/2,600	7,400	-	-
	D300D	27	16.5	20.95	9,875	2,885	3,280	2,660	6,425	-	-	289/2,200	7,500	-	-
	D350D	32	22.5	25.1	9,950	3,000	3,335	2,925	6,520	12	-	289/2,200	7,700	-	-
	D400D	36	23.5	28.1	10,630	3,300	3,555	2,980	6,595	-	-	390/2,100	7,900	-	-
	KBC 마시나리	GHA300	30	20	18.7	9,200	2,950	3,460	2,700	-	-	0.4	243/2,200	7,620	-

갯내용 덩프 트럭 3/3

회 사 명	형 식	적 재 중 량 t	적재 하 용 산적 m³	차 량 하 중 t	전 장 mm	전 폭 mm	전 고 mm	배셀 높이 mm (vessel)	최고 덩프 높이 mm	Dumping time sec	등 판 능 력 tanβ	엔 진 출 력 ps/rpm	선화반경		배기 가스 처리 고 m³
													외 측 mm	내 측 mm	
동양 운반기	TW20	23.7	12	21.95	8,970	3,300	3,680	3,570	3,820	-	0.3	228/2,200	8,000	-	-
미쯔와 운수	K300-38	38	18	26.5	10,340	3,200	3,530	3,600	5,930	20	0.26	300/2,200	9,400	4,765	물 머풀러
	K300A-38	38	18	26.8	10,340	3,200	3,530	3,600	5,930	20	0.26	300/2,200	9,400	4,765	물 머풀러
	K400A-60	60	40	40	11,950	4,030	3,700	4,800	9,295	20	0.28	410/2,200	10,090	5,000	물 머풀러
미쯔비시 중공	AD200	26	16	19.5	8,750	3,200	3,260	3,105	5,255	26	-	260/2,200	7,800	3,800	세라믹

(3) 유압식 構轉 鋼車

회 사 명	용량 (m ³)	외경 크기 (mm)		합체 크기 (mm)		축간거리 (mm)	치륜 직경 (mm)	궤간 (mm)	중량 (kg)
		전 장 mm	전 장 mm	전 장 mm	전 장 mm				
成和 機工	4.5	4,390	1,400	1,621	3,700	1,250	1,030	914	3,100
	6	4,940	1,500	1,636	4,258	1,358	1,040	914	4,000
大坂 車輦	2	2,800	1,200	1,300	2,150	1,110	870	762	1,300
	3	3,300	1,400	1,500	2,550	1,288	960	762	2,400
岩崎 重工	4.5	4,400	1,400	1,605	3,650	1,288	985	762/914	3,200
	6	4,500	1,700	1,662	3,650	1,570	1,040	914	4,000
大坂 車輦	8.0	5,200	1,700	1,800	4,400	1,570	1,170	914	4,300
	10	6,200	1,800	1,800	5,500	1,570	1,190	914	6,500
大坂 車輦	12	6,400	1,800	2,200	5,700	1,660	1,420	914	8,000
	15	7,200	2,000	2,300	6,052	1,850	1,430	914	12,000
岩崎 重工	3	3,600	1,400	1,350	2,800	1,291	850	762	1,700
	4.5	4,100	1,400	1,500	3,350	1,291	950	762/914	2,600
大坂 車輦	6	4,500	1,700	1,650	3,650	1,573	1,040	914	3,700
	8	5,000	1,700	1,900	4,100	1,573	1,270	914/1,067	4,300
大坂 車輦	10	6,500	1,700	1,900	5,550	1,573	1,180	914/1,067	6,000



(4) 그린비형 鋼車 (단위 mm)

회	용량	합체	합체	합체 폭	車輪直徑	연결	全高	축간	연결	全幅	轉輪直徑	중량
사	間	길이	길이	합체 폭	車輪直徑	높이	全高	거리	중심길이	全幅	轉輪直徑	(kg)
명	(m³)	길이	길이	합체 폭	車輪直徑	높이	全高	거리	중심길이	全幅	轉輪直徑	(kg)
大阪 車輛	2	762	2,300	635	330	350	1,250	1,000	3,000	1,300	200	1,700
	3	762	2,500	900	380	380	1,500	1,200	3,000	1,500	200	3,800
	4	762	2,650	1,140	380	320	1,700	1,200	3,600	1,500	200	3,900
	5	914	3,200	800	510	500	1,700	1,500	3,500	2,100	300	4,200
	1	508	1,800	635	250	265	1,000	700	2,300	1,000	-	830
岩崎 重工	1	610	1,800	635	250	265	1,000	700	2,300	1,000	-	830
	1.5	610	2,100	723	300	320	1,150	900	2,700	1,090	-	1,000
	2	610	2,500	723	300	320	1,150	900	3,100	1,200	-	1,100
	2	762	2,500	723	300	320	1,150	900	3,100	1,200	-	1,100
	3	762	2,800	850	300	325	1,350	1,200	3,600	1,400	-	1,800
	4.5	762	3,350	950	380	325	1,500	1,500	4,100	1,400	-	2,700
豊平 製鋼	4.5	914	3,350	950	380	325	1,500	1,500	4,100	1,400	-	2,700
	6	914	3,650	1,040	380	325	1,650	1,600	4,500	1,700	-	3,800
	0.6	508	950	-	250	215	980	600	1,420	-	-	610
	0.8	508	1,210	-	250	215	980	600	1,730	-	-	780
	1.0	508	1,600	-	300	320	1,070	650	2,200	-	-	890
	1.0	610	1,600	-	320	320	1,080	760	2,200	-	-	930
	2.0	610	2,200	-	300	320	1,205	800	2,810	-	-	1,650
	2.0	762	2,300	-	320	390	1,190	900	2,900	-	-	1,950
	3.0	762	2,370	-	360	320	1,420	1,000	3,060	-	-	2,300
	3.0	762	2,500	-	380	390	1,350	1,200	3,000	-	-	2,250
4.0	762	3,100	-	420	390	1,530	1,200	3,670	-	-	2,950	
4.0	914	3,200	-	380	390	1,500	1,300	3,500	-	-	2,800	
5.0	762	3,320	-	420	420	1,550	1,500	4,450	-	-	3,500	
5.0	914	3,200	-	510	510	1,700	1,400	4,500	-	-	3,650	

(5) 셔틀카(shuttle car) 1/2

회 사 명	형식	용량 (m³)	conveyor speed (m/min)	동력		軌間 (mm)	全長 (mm)	全幅 (mm)	全高 (mm)	최소회진 반경(m)	중량 (t)	비고
				電動(kw)	空動(PS)							
虎乃門 建設機械	90B	9	-	11×2	20	762 or 914	11,200	1,640	1,660	19	11.3	重運可
	115B	11.5	-	11×2	20	762 or 914	11,200	1,640	1,860	19	11.7	重運可
	90C	9	-	11×2	20	762 or 914	11,200	1,600	1,860	29	11.3	重運可
	115C	11.5	-	11×2	20	762 or 914	11,200	1,600	2,050	29	11.7	重運可
	140C	14	-	17×2	-	762 or 914	11,200	1,600	2,250	29	12	重運可
大阪 車輛	S-2008	8	2	15	-	310	16,045	1,360	1,515	46	15	重運可
	S-2010	10	2	15	-	310	17,845	1,400	1,500	53	17	
	S-2012	12	2	15	-	310	21,495	1,400	1,500	60	19	
	S-2014	14	1.8	15	-	310	23,000	1,460	1,600	57	20	
	S-2015	15	1.8	15	-	310	23,855	1,460	1,560	54	20	
	S-2018	18	2	18.5	-	762	27,000	1,480	1,600	70	23	
	S-4020	20	2	18.5	-	762	26,100	1,480	1,830	77	25	
	S-4021	21	2	22	-	762	27,390	1,480	1,830	90	26	
	S-4022	22	1.7	22	-	762	27,340	1,470	1,800	90	26	
	S-4024	24	2	30	-	762	30,100	1,500	1,800	100	28	
	S-4028	28	2	30	-	762	30,100	1,500	1,950	100	29	
	T-08	8	3	22	-	762	12,400	1,600	1,850	40	12.5	重運可
T-12	12	3	22	-	762	12,400	1,600	2,050	40	13.0	重運可	



(5) 셔틀카(shuttle car) 2/2

회 사 명	형식	용량 (m ³)	conveyor speed (m/min)	동력		軌間 (mm)	全長 (mm)	全幅 (mm)	全高 (mm)	최소회전 반경(m)	중량 (t)	비고
				電動(kw)	空動(PS)							
차 신 공 업	SC-10	10	2	15	13	762	16,500	1300	1,550	40	14.5	
	SC-15	15	2	18	13	762	22,000	1300	1,550	60	19	
	SC-20	20	2	22	18	762/914	25,000	1500	1,660	60	28	
	SC-24	24	2	30	18	762/914	29,750	1500	1,720	60	32	
	SC-28	28	1.2	30	18	762/914	32,900	1560	1,650	100	36	
豐 平 製 鐵	TSL-10	10	3.5	11~18.5	18	762/914	14,000	1,500	1,600	50	15.5	
	TSL-15	15	3.5	11~18.5	18	762/914	19,400	1,500	1,600	50	18.5	
	TSH-15	15	3.5	11~18.5	18	762/914	15,400	1,500	1,900	50	17	
	TSL-20	20	3.5	11~18.5	18	762/914	24,400	1,500	1,600	50	22.5	
	TSH-20	20	3.5	11~18.5	18	762/914	19,400	1,500	1,900	100	19	
	TSL-25	25	3	18.5	-	762/914	29,400	1,500	1,600	100	28	
	TSH-25	25	3	18.5	-	762/914	24,200	1,500	1,800	100	24	
	TSL-30	30	2.6	18.5~22	-	762/914	36,300	1,500	1,600	100	38	
TSH-30	30	2.6	18.5~22	-	762/914	29,800	1,500	1,800	100	33		
	TSH-35	35	2.6	18.5~22	-	762/914	33,800	1,500	1,600	100	37	

(6) 트레너 Loader

회 사 명	형식	운송능력 (t/h)	벨트 폭 (mm)	속도 (m/min)	출력 (kw)	적용강차 (m ³ ×대)
기 후 공 업	GT-600	150	600	60	7.5	4.5×5
	GT-750	230	750	60	11	4.5×6
	GT-900	350	900	60	15	6.0×5
	GT-1050	400	1,050	60	22	6.0×5
	GT-1200	500	1,200	60	30	6.0×6

(7) 배터리(축전지) 기관차

회 사 명	公稱 질량	운전석 위치	軸間 (mm)	1시간 定格				최대 견인력 kg	속전지 용량	제어 방식	주요 크기 (mm)						브레이크	
				주 전동기		속도 (km/h)	견인력 kg				전압	전고	전폭	전장	연결기	차륜 지름		차륜 두께
				출력×개수	전입													
						全長	全幅				全高	軸距	높이	차륜	차륜			
도 시 바	6t	단	610·762	11kw×2	90V	5.5	1,400	516	초파	3,800	1,200	1,350	1,400	320	660	105	油壓手 油壓手	
	8t	단	610·762	11kw×2	90V	5.5	1,400	624	초파	3,800	1,200	1,380	1,400	320	660	105		
	6t	중앙	762·914	18kw×2	180V	9.2	1,400	301	초파	4,200	1,340	1,350	2,000	320	660	105	回生油壓電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手	
	8t	중앙	762·914	18kw×2	180V	9.2	1,400	389	초파	4,200	1,340	1,350	2,000	320	660	105		
	10t	중앙	762·914	26kw×2	180V	8.1	2,300	430	초파	4,700	1,440	1,390	2,300	320	660	105		
	12t	중앙	762·914	26kw×2	180V	8.1	2,300	516	초파	4,700	1,440	1,390	2,300	320	660	105		
	16t	중앙	914	38kw×2	220V	8.9	3,100	650	초파	5,200	1,450	1,580	2,400	320	760	105		
	16t	양단	914	38kw×2	220V	8.9	3,100	650	초파	6,000	1,450	1,580	2,400	320	760	105		
		4t	단	610·762	5.5kw×2	96V	6.0	630	301	직접	3,510	1,120	1,365	1,000	320	508	90	電磁手 回生電磁手
		6t	단	610·762	25kw×1	192V	8.0	1,050	258	직접	3,700	1,150	1,450	1,300	320	560	105	
		6t	중앙	610·762	13kw×2	180V	8.0	1,050	258	직접	3,800	1,150	1,432	1,600	320	560	105	回生電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手 回生油壓電磁手
		8t	중앙	762·914	16kw×2	180V	8.0	1,400	344	직접	4,100	1,375	1,457	1,700	320	610	105	
10t		중앙	762·914	25kw×2	180V	10.0	1,750	430	초파	4,500	1,450	1,520	1,900	320	610	105		
12t		중앙	762·914	28.5kw×2	180V	10.0	2,100	516	초파	4,500	1,450	1,520	1,900	320	610	105		