

Portable Crushing Plant에 관하여

雙龍洋灰工業株式會社
東海工場 礦山部 採礦課長 代理

金 成 範

1. 序 言

운반에 있어서 Continuously Transport System은 運搬費 切減의 중요한 要素가된다. 石炭과 같은 Soft material 운반은 이미 오래 전부터 Bucket wheel-Excavator 등에 의하여 Continuously transport system을 채택하여 운반능률을 향상시키고 원가를 절감하여 왔다. 그러나 石灰石과 같이 發破에 의하여 採掘되는 Hard material에 대하여서는 Conveyer에 의한 大塊의 운반이 기술적으로 또는 경제적으로 불가능하여 可能한 限 大容量의 積載運搬機 즉 Rock shovel, Traxcavater, Dump truck 또는 trailer에 의한 discontinuously transport system이 그대로 채용되어 왔고 지금도 대부분의 石灰石 礦山에서 이 system이 계속되고있다.

그러나 積載 運搬 수단의 大容量化에 의한 능력의 향상에도 불구하고 Continuously transport system의 採擇 문제는 꾸준히 연구되어 왔으며, 종래의 短期 土木工事 현장에서 骨材生産용으로 제작된 portable crusher를 더욱 개발하여 최근에는 石灰石 광산에서도 Continuously transport system을 채택할 수 있게 되었다.

유럽에서는 1956년 독일에서 처음으로 이러한 portable crushing plant가 石灰石 광산에서 채택된 이래 Esch, Krupp 및 Weserhütte 등 기계 제작소에서 더욱 연구 개발하여 1969년에는 총 24개소에 10,000 ton/hr 조쇄규모(粗碎規模)의 portable crusher가 유럽의 露天礦山에 보급되었다. 특히 이중 8개 시설이 1969년에 설치되어 최근 이 portable crusher의 보급률이 급증하고 있음을 보여 주고 있다.

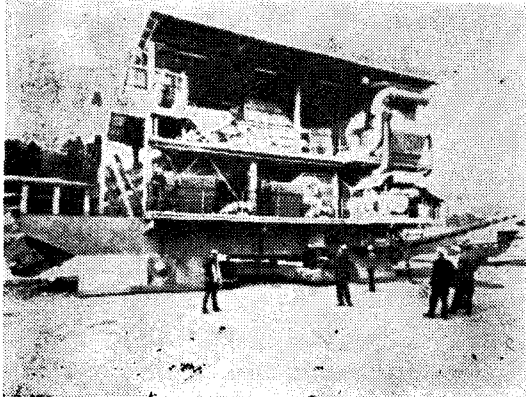


그림 1 : Krupp製 Double Hammer Crusher.
Jura portlant Cement Co. Oberreg 광산.

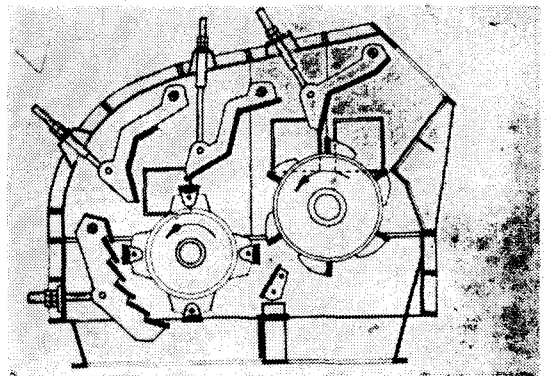


그림 2 : Hazemag Compound Crusher
frangey work.

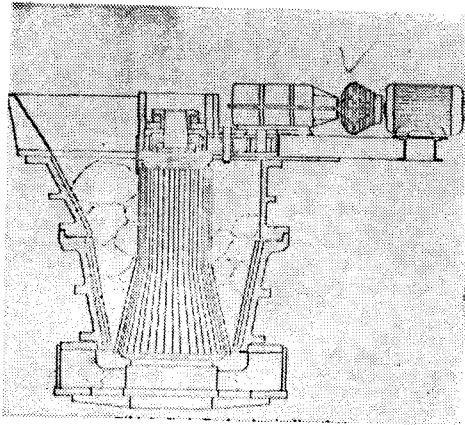


그림 3. Esch 製 Gyratory Crusher

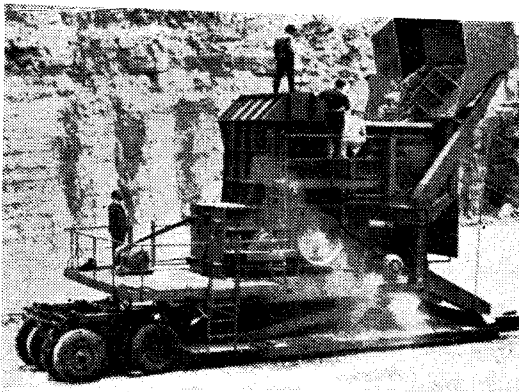
2. Portable Crushing Plant

이러한 portable crusher 는 그 製作會社와 사용장소에 따라 各樣의 type 이 있으나 stationary crusher 와 같이 Jaw-Hammer, 및 Gyratory

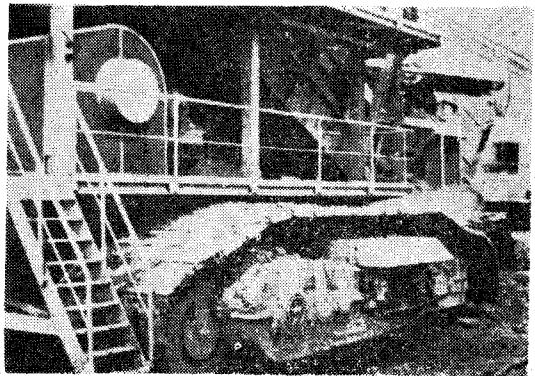
Crusher 가 대부분이다.

이동장치로는 wheel 또는 track 에 의한 방법이 動作面에서 원활하여 주로 채용되고 있으며 (그림 4-a, b), Guide Rail 이나 궤도상을 이동하는 것도 있고(그림 4-c) Weserhütte 에서는 그 외에 steerable walking mechanism 을 (그림 4-d) 채용한 것도 있다. steerable walking 의 stride sequence 는 그림에서와 같다.

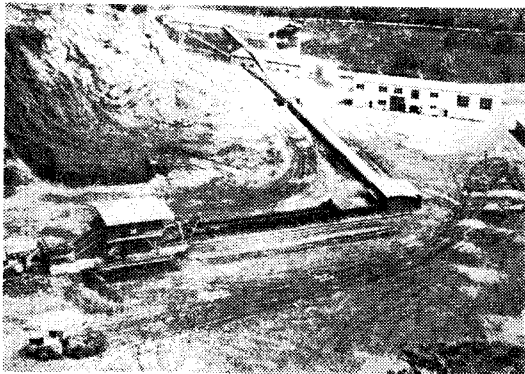
- 즉, ① horizontal stride cylinder 가 들어 올려진 walker-plate 를 앞으로 밀면,
 ② Vertical lifting Cylinder 가 plant 를 들어 올린다.
 ③ 이 상태에서 horizontal stride Cylinder 가 원하는 方向으로 1 stride 밀어 준다.
 ④ 1 stride 完全히 進行後 Vertical Lifting Cylinder 가 다시 plant 를 base plate 上에 내려



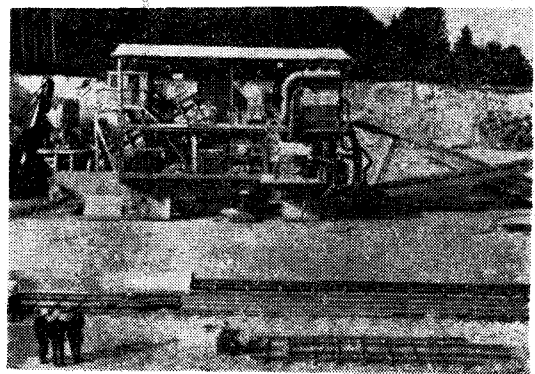
4-a wheel 에 의한 것.



4-b track 에 의한 것.



4-c 궤도에 의한 것.



4-d steerable system

그림 4 Portable crusher 의 walking 장치

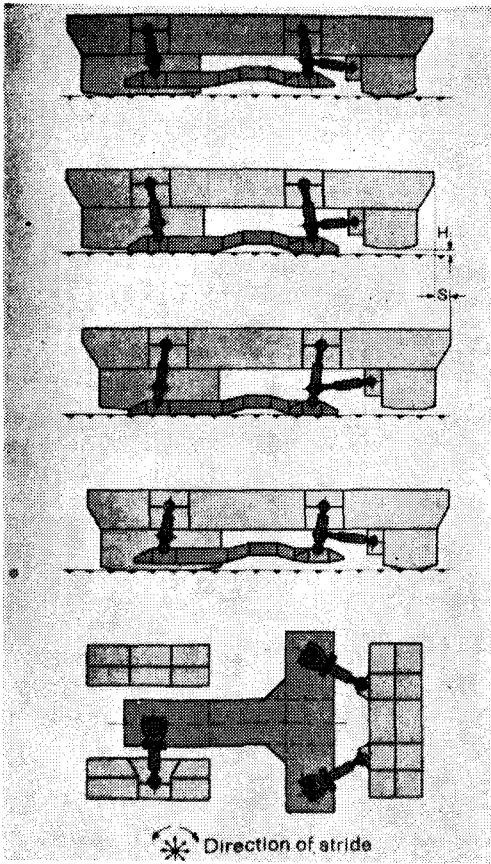


그림 5 Steerable Walking System의 Stride Sequence

놓으면서 walker plate 를 들어 올린다.

Feeding 장치로서는 Apron Feeder 가 일반적 이나(그림 4-c) Belt 로 Feeding 하는 예도 있다. 北이태리의 Amiantifera Co.에 설치된 Esch 製 Crusher 는 Belt 上部의 feeding Hopper 에 積載되는 동안 Belt 가 정지 하고 있다가 Hopper 에 積載가 完全히 끝나면 自動的으로 Hopper 下部의 Gate 가 열리면서 Belt 도 동시에 가동하여

광석이 Belt 上에 큰 충격 없이 옮겨져 Feeding 되며 Feeding 이 完全히 끝나면 Hopper gate 가 다시 닫히고 Belt 는 정지 하게된다. 또 Dyckerhof Cement Co. 의 Flösheim 광산에서는 特別한 장치 없이 두꺼운 Belt 를 그대로 사용하고 있다.

이와같이 portable crushing plant 에서도 feeding 설비를 갖추는 것이 일반적인 예였으나 이를 갖추지 않고 Scraper 나 Hydraulic operated charge Bucket 또는 Rock shovel 이나 기타 Loader 에 의하여 직접 crusher 에 급광 되는 경우도 많다(그림 4-a 및 그림 6-a, b)

3. Portable crushing plant 의 설치

portable crushing plant 는 發破위험 구역 밖 에 Shiftable Belt conveyer 를 설치하고 이를 Crushing plant 의 slewing conveyer 와 연결하

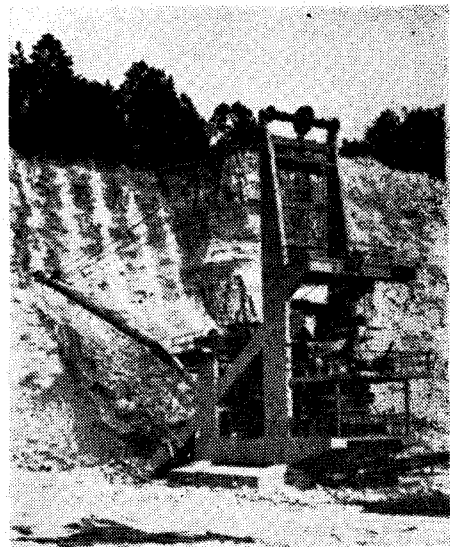


그림 6-b Scraper 에 의한 직접급광

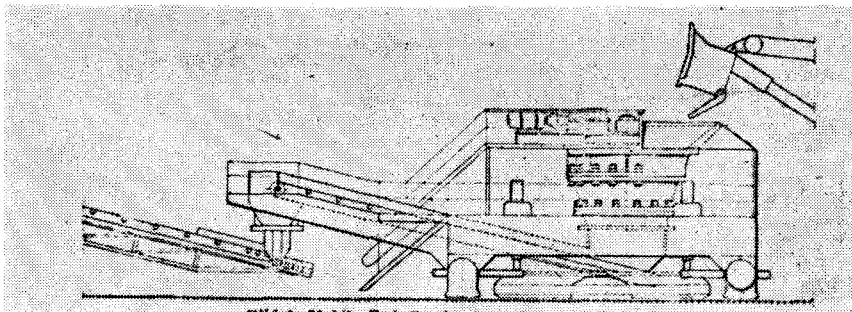


그림 6-a Shovel 에 의한 직접 급광

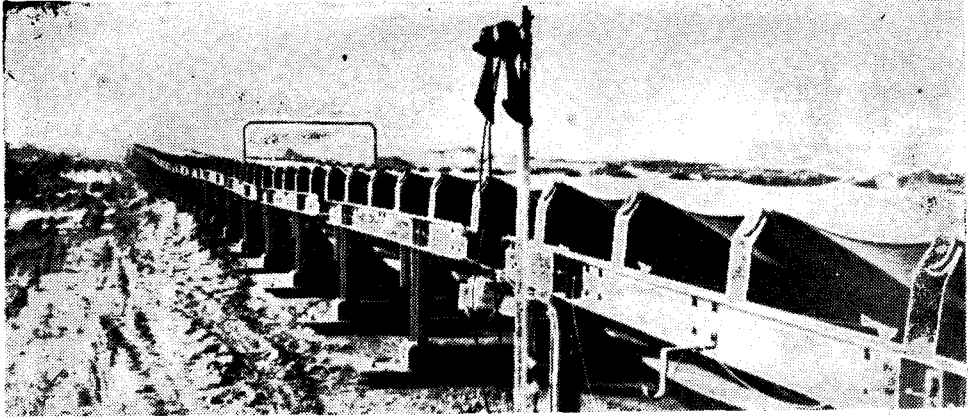


그림 7. Shiftable Belt Conveyor

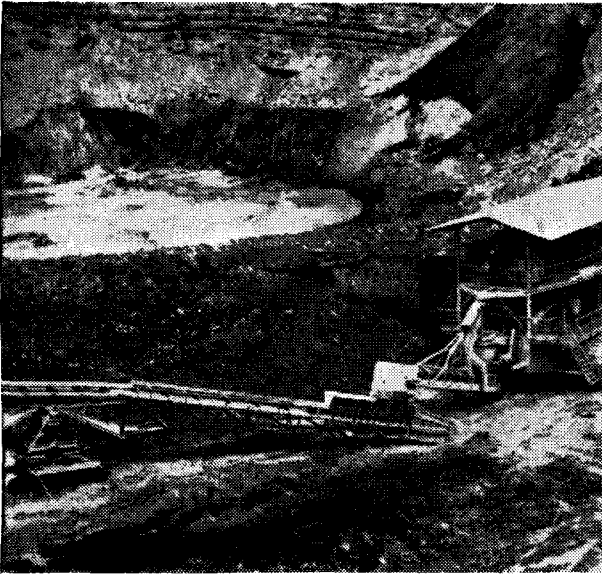


그림 8. Self-propelled crawler-mounted conveyor.

여 주는 연계 Belt 를 설치함으로써 幕場面에 따라 必要한 場所로 이동하면서 가동하게 된다. 중간연계 Belt 는 Self-propelled crawler-mounted Conveyor 를 사용한다.

Slewing Conveyor 의 Slewing motion 은 Hydraulic Cylinder 에 의하여 이루어지며 지면 moter driven spindle 에 의하여 고저를 調整한다.

portable crushing plant 는 多段 Bench 작업 Bench 장에서는 Bench 와 Bench 間을 이동하는데 무리가 있으므로 작업장은 Bench 의 높이가 높아지더라도 單一 Bench 를 조성하는 것이 필요하다. 그러나 Blangero 의 Asbestos 광산에서와 같이 10 個의 12 m Bench 를 發破하여 各 Bench 에서 Dozzer 에 의하여 最下部 Bench 까지 광석을 하락시키는 예도 있다.

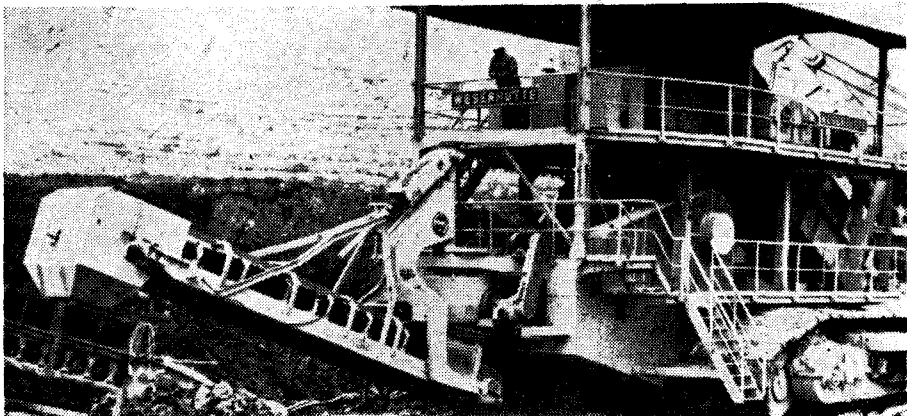


그림 9. Slewing Conveyor

4. 經濟性 檢討

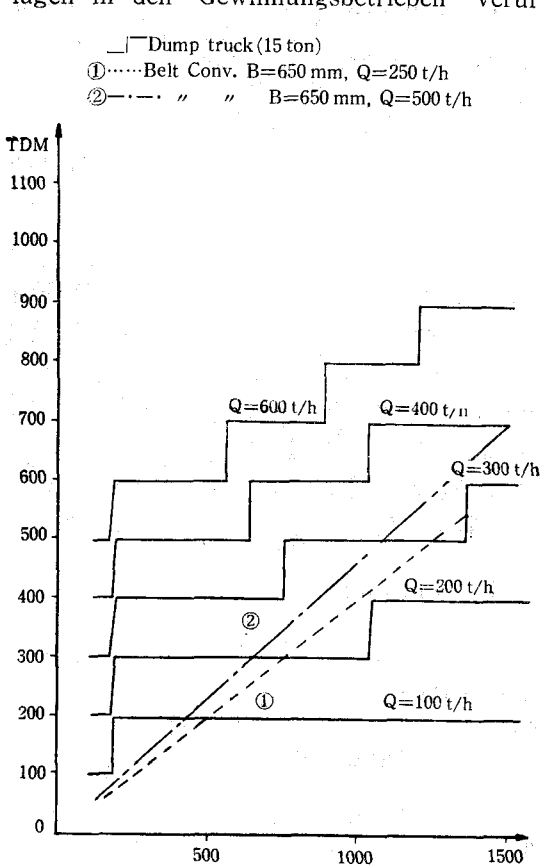
初期에 이러한 portable crushing plant와 Stationary Crushing plant에 관한 經濟性검토는 주로 Dump truck 및 Belt conveyer 운반비에 局限하여 대비하는 경향이 있었다. 1960년대 中반, 유럽의 石灰石 광산에서의 採掘費는 대략 採石部門 28%, 積재부분 24%, 運搬部門 26%, 粗碎部門 22%의 Cost 분포를 보이고 있었고 이 중 crushing plant의 型에 관계없는 採石部門의 비용을 제외한다면 積재부분 33.3%, 운반부분 36.2%, 粗碎部門 30.5%로서 運搬 Cost의 비중에 비추어 이러한 검토 경향이 그대로 인정되어 졌다.

Weiss 씨는 1966년 그의 논문 「Untersuchung der durch den Einsatz fahrbarer Vordrehanlagen in den Gewinnungsbetrieben verur-

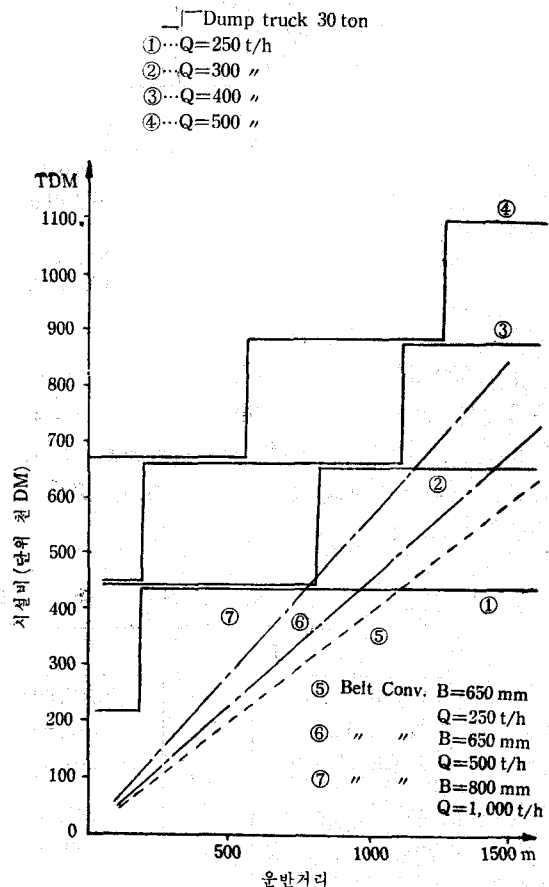
sachten Kostenänderung」(譯註: 노천광산에서 portable crushing plant를 배치 함으로써 발생하는 cost의 변화에 관하여)에서 運搬勾配 및 Dump truck과 Belt conveyer의 운반능력에 따라 各個경우의 운반비를 산출하여 portable crusher의 경제성을 검토하였다. 특히 그는 여기에서 portable crusher에 의한 능률 향상으로, 人件費의 상승에 대비하여야 한다는 점을 강조하였다.

1970년 Kochanowsky 박사는 그의 「Experience with portable crusher in the U.S.A. and Europe」에서 이러한 검토를 시설투자에게까지 확대시켜 portable crusher의 경제성에 관한 Weiss 씨의 주장을 확립시켰다.

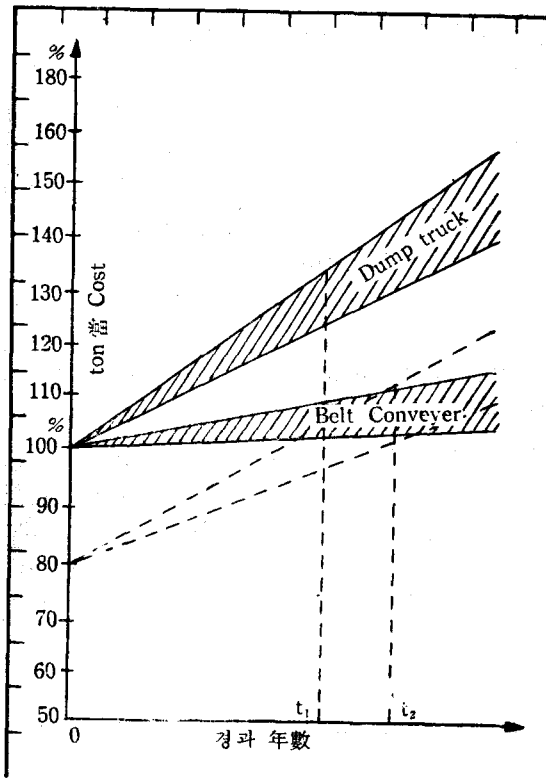
즉, Kochanowsky 박사는 35 ton dump truck과 3.8 m³ Rock shovel에 의한 적재 운반의 경



<Dia. 1> 施設費; Dump truck 운반과 Belt Conveyer 운반시의 시설비 비교 (Weiss)



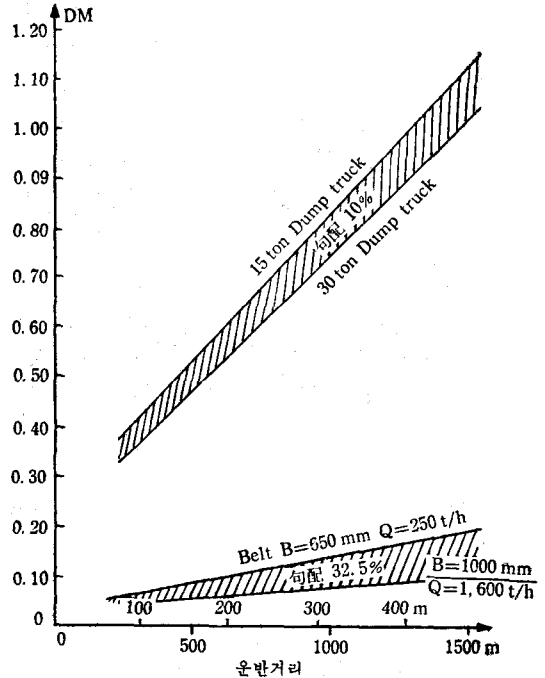
<dia. 2> 시설비; Dump truck 및 Belt Conveyer 운반시 시설비 비교 (Weiss)



<dia 3> ton 당 cost, 10% 勾配의 道路(Dump truck) 와 32.5%의 Belt Conveyor 운반시 Cost 비교 (Weiss)

* 운반거리를 表示하는 軸上의 上 부분 即, 100, 200, 300, 400 m는 Belt의 운반거리를 下部의 500, 1000, 1500 m는 도로 거리를 表示.

우와 1,200 mm 幅의 2.1 m/sec Belt conveyor 와 2대의 Loader 에 의한 積載 운반의 경우를 운반거리 및 장비가동률에 따라 장비台數 및 운반비를 산출하여 비교 검토하였다(主로 美國의 경우를 例로 하였음).



<dia 4> 인건비 상승에 따른 Dump truck 및 Belt Conveyor 운반비 상승 추세 비교 (Weiss)

단: 年間 인건비 상승률을 10%로 가정했음.

오스트리아의 Kirchdorf 광산에서는 1966年 portable crusher를 採擇한 이래 3년만의 실적을 <表-1> 및 <表-2>와 같이 발표하였다. 여기서 <I>은 Stationary crusher를 사용하여 현재의 생산량을 처리할 경우를 그 以前의 실적을 참고로 산출한 것이며, <II>는 portable crusher의 3年 半에 걸친 실적이다.

<表 1> 施 設 費 比 較 (Kirchdorf 광산)

I			II		
3.3m ³ Rock shovel	1 台	787,692 ^{DM}	2.7m ³ Loader	1 台	408,426 ^{DM}
25 ton dump truck	2 台	350,000 "	3.0 " "	1 台	
Krupp 製 double Hammer Crusher	1 台	835,246 "	Krupp portable Crushing plant		1,236,446 "
Crusher 건물		761,532 "	Belt Conveyor 및 부대 시설		306,954 "
Belt Conveyor 및 부대 시설		39,246 "	車庫		37,150 "
車庫		42,100 "			
計		2,815,822 "	計		1,988,976 ^{MD}

<表 2> 적재 운반 및 조해비 비교(Kirchdorf.)
(400,000 ton/year)

	I	II
감가상각비	424,734DM/year	347,016DM/year
인건비	91,577 "	56,144 "
재료비	94,195 "	86,517 "
연료, 동력비	50,665 "	39,261 "
計	661,171 "	528,938 "
100 ton 당	165.29	132.23

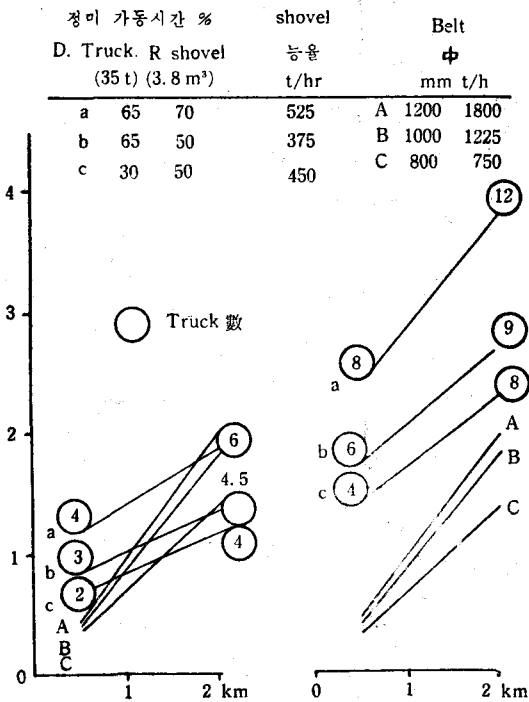
즉, Kirchdorf 광산은 portable crusher 를 채택함으로써 시설면에서 약 30%의 투자·節減 및 經常費에서 3년반동안 약 20%를 절감하여 왔다.

5. 結 言

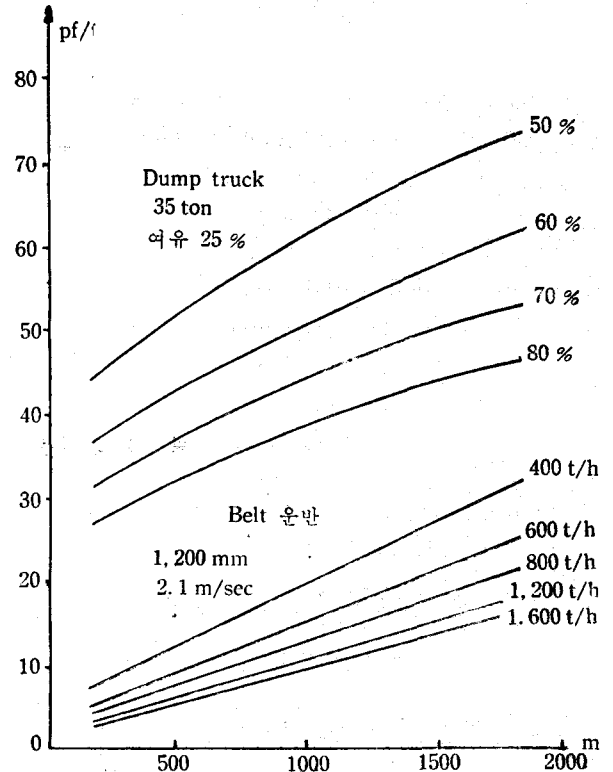
portable crushing plant는 Belt conveyer 와 연결하여 작업장에서 직접 Crushing된 material 을 연속적으로 운반될 수 있도록 함으로써 석회

석 광산에서 운반능률을 향상시켜 Cost를 절감하고 있다. 특히 西歐에서는 노동력의 부족 및 賃金의 상승으로 能率向上 문제가 심각하며 石灰石 礦山에서 portable crusher 를 채택하는 경향은 더욱 뚜렷해 질 것으로 보인다. 물론이 방법의 채택에도 여러 가지 문제점이 있다.

즉 점차로 심각하게 대두되고 있는 公害문제 로 인하여 단일 Bench 作業에 따른 發破의 大型化 및 作業安全에 관한 연구가 先行되어야 한다. 최근 국내에서도 賃金水準이 급격하게 상승되고 있는 추세에 비추어 石灰石 광산에서 採掘 運搬 作業의 能率화 문제는 세밀히 재검토되어야 할 것이다. 채굴 部門의 能率化 문제는 이미 우리나라에도 大型착암기의 보급에 의하여 충분히 개선되었고 또 그 연구 방향도 결정되었다고 볼 수 있으므로 이러한 portable crusher 의 사용이 石灰石 礦山에 보편화 되는 경우에 대비하여 지금부터 이 System의 채택에 관한 연구가 시작되어야 할 줄 안다. (28페이지에 계속)



<dia. 5> Dump Truck 및 Belt conveyer 운반시설 비 비교.



<dia 6> 운반거리와 Dump truck의 가동률 및 Belt의 시간당 운반량에 따른 운반 Cost 비교.