

# 굴진작업을 위한 유압식 로카쇼벨 설계기법연구

## A Study on a hydraulic rocker shovel design method for the digging works

\*노종호<sup>1</sup>, #박종호<sup>2</sup>, 신석신<sup>2</sup>  
 \*J. H. Noh<sup>1</sup>, #J. H. Park(jhpark@cnu.ac.kr)<sup>2</sup>, S. S. Shin<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>(주)하이드로메틱스, <sup>2</sup>충남대학교 기계공학과

Key words : Mining, Rocker shovel, Overhead loaders, Digging, Hydraulic

### 1. 서론

유압식 로카쇼벨은 석탄이 매장되어있는 지층까지 갱도를 굴진하는 과정에서 터널에 쌓인 경석을 선로 위를 주행하며 화차에 적재하는 용도로 사용된다.

국내 갱도에서 사용되는 로카쇼벨은 공압을 동력으로 이용하여 왔다. 그러나 꾸준한 자원 채취로 인해 작업장이 깊어지면서 심부화(深部化) 현상이 발생하였고, 지상의 공압 컴프레셔와 공압식 로카쇼벨과의 거리가 멀어지면서 공압 손실이 발생하였고, 공압식 로카쇼벨의 성능은 떨어지게 되었다.

따라서 공압을 대체하여 사용할 수 있는 유압식 장비의 개발이 요구되었고, 본 연구를 통해 심부화 현상을 극복한 유압식 로카쇼벨을 설계 및 제작하여 갱도 굴진 현장에서 사용하고자 한다.

### 2. 유압식 로카쇼벨 설계 목표

지하광물 생산과정은 4단계의 과정으로 Fig. 1과 같이 분류하여 도식화 할 수 있고, 각 과정별 세부 내용은 오른쪽에 설명하였고, 개발되는 장비는 갱도 굴진 과정 중에서 경사지지 않은 협소한 수평 갱도 (폭 3,000X높이 2,400 mm) 개설 작업에 투입되어 사용될 것이다.

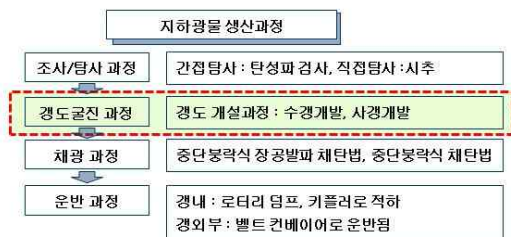


Fig. 1 Diagram of the entire mining process

Table 1 은 경석을 원활하게 처리하기위해 본 연구를 통해 개발하려는 유압식 로카쇼벨의 설계 목표를 나열한 것이다.

Table 1 Design goal

Specifications	
1. Operating speed	6.0 km/hr
2. Loading time	3.5 min or less
3. Bucket swing degree	± 30°
4. Hydraulic pressure	120 kg/cm <sup>2</sup>
5. Bucket capacity	0.3 m <sup>3</sup>
6. Size(W×L×H)	1.37×2.34×1.49 m or less

### 3. 유압식 로카쇼벨 설계

#### 3.1 장비 외형 설계

유압식 로카쇼벨은 협소한 공간에서 사용되는 장비이므로 장비의 폭과 높이가 제한을 받는다.

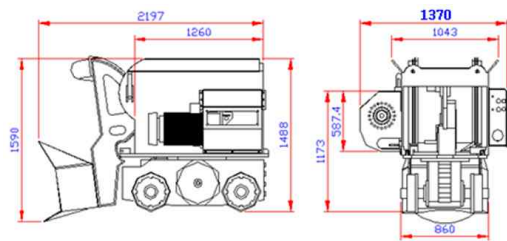


Fig. 2 Conceptual 2D design of the hydraulic rocker shovel

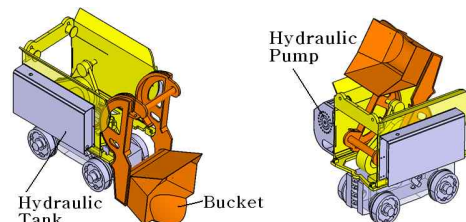


Fig. 3 Conceptual 3D design of the hydraulic rocker shovel

Fig. 2 는 개발 장비의 외형 치수를 2D로 표시한 것으로 선로 위 장비의 높이 1,490 mm, 폭 1,370 mm 이하가 되도록 설계하여 개발 목표를 달성할 수 있도록 하였다. Fig. 3에서는 로카쇼벨의 주요 부위를 3D로 나타낸 것으로 버킷을 좌우로 움직여 선로 주변에 쌓인 경석을 버킷에 적당량 담아 회전력을 이용하여 장비 뒤쪽으로 던져 화차에 적재하는 모습이다.

### 3.2 유압회로 설계

유압식 로카쇼벨에 적용된 유압제품의 회로도 를 역할별로 구분하여 Fig. 4에 표현 하였다.

전기-유압식 로카쇼벨이 원활히 작동될 수 있도록 방폭형 전기모터를 이용하여 기어펌프에서 유압을 발생시키고, 4방향 조작이 가능한 유압 조이스틱 2 개를 장비에 부착하여 작업자가 손쉽게 조작할 수 있도록 하였다.

Track & Bucket 과 Swing부로 공급된 유압은 유압 모터와 실린더에 공급되어 작동되도록 제작 하였다. Cooler system 은 전원을 공급하지 않고 Drain 되는 작동유가 Fan을 회전시키도록 하였다.

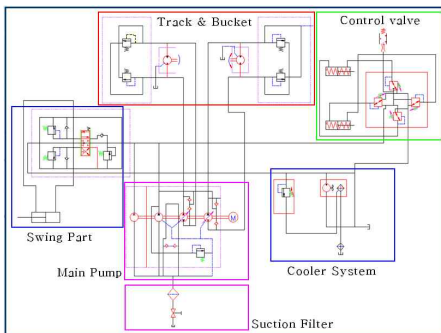


Fig. 4 Hydraulic circuit diagram of the hydraulic rocker shovel

### 3.3 동력 계산

Fig. 5는 장비를 전기-유압식으로 제작하기 위한 장비에 작용하는 동력을 계산하기 위해 가장 많은 동력이 소요되는 상태를 나타낸 것이다.

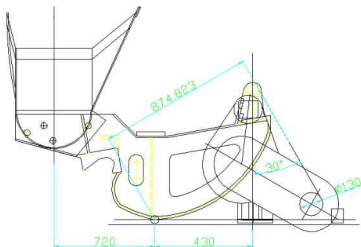


Fig. 5 The operation takes a lot of power

버킷과 링크가 광석을 적재하였을 때, 전체무게  $M_1 \approx 1,088 \text{ kg}$  이라면 이를 당기는 부분이  $M_2$  와 평행을 이루려면,

$$M_1 \times 720 = M_2 \times 875 \text{ 관계가 성립된다.}$$

따라서 체인의 길이가 1,800mm 인 버킷의 덤핑 시간을 약 2초로 가정할 경우 회전수(N)와 필요 동력(W)은

$$N = \frac{1,800 \times 60}{D \times \pi \times 2} \approx 78 \text{ rpm}$$

$$W = \frac{2\pi TN}{75 \times 60} \approx 11 \text{ Hp}$$

유압식 로카쇼벨은 작업자의 작업 능력에 따라 주행과 덤핑 작업, 좌우회전 작업을 동시에 수행할 수 있으므로 계산식보다 여유를 두어야 한다.

## 4. 결론

협소하고 심부화된 석탄 채굴용 광산에서 공압을 대체할 수 있는 유압식 로카쇼벨의 설계기법을 통해 다음과 같은 결론을 도출 할 수 있었다.

(1) 유압식 로카쇼벨의 원활한 작업을 위해서는 선로위의 장비 높이는 1,500 mm 이하가 되어야 한다. 작업자가 장비에 탑승하거나 장비 측면에서 조이스틱으로 장비를 조정하기 위해서는 1,400 mm 이하의 폭이 유지 되어야 작업이 가능하다.

(2) 작업자의 숙련도에 따라 다양한 동시작업을 할 경우 버킷의 하중이 1,088 kg이면, 동력이 11 Hp 이 되어야 한다. 다양한 동시작업에는 이보다 큰 동력을 필요로 한다.

## 후기

본 연구는 중소기업청에서 진행하는 2008년도 구매조건부신제품개발사업으로 진행되었습니다. .

## 참고문헌

1. 노중호, 박중호, 김대중, 이영기, "협소한 공간 작업을 위한 소형 복합 광산장비 설계기법연구" 한국정밀공학회지, 학술대회논문집, 149-150, 2010.
2. EIMCO T·M·D, MODEL 22 ROCKER SHOVEL LOADER
3. Atlas Copco, Electro hydraulic overhead loader LM E60, 1983-09.