

수직굴착장비 (Raise Boring Machines)



이강문
(주)경동건설 대표이사

요 지

향수직굴착용장비로는 승강굴착기(Raise Boring Machine)과 레이스크라이머(Raise Climber)로 나눌수 있다. 이장에서는 수직굴착용장비가 다수 있으나 일부장비를 간략하게 소개하며, 추후 공법에 대한 설명할 기회가 주어진다면 좀더 다양한 장비 및 공법에 대해 자세히 기술하도록 하겠다.

주요어: 승강굴착기, Reaming, Pilot Hole

1. 서론

수직굴착장비중 승강굴착기(Raise Boring Machine)는 굴착속도가 빠르고 경제적이며, 시공중 주변지반을 이완시키지 않으며 특히 굴착막장에 투입인원이 없어 안전성이 뛰어난 최신장비이며, R.C(Raise Climber)는 작업대를 이동할수 있는 레일을 굴착면을 따라 설치하여 작업막장까지 작업원이 작업대를 타고 이동하여 작업대를 발판으로 작업인원이 착암기를 이용하여 천공, 발파, 환기, 버력처리의 순으로 반복진행하면서 굴착하는 장비로 인원이 막장에 투입되어 안전성 면에서 제약이 있는 장비이다.

2. 장비소개

2.1 승강굴착기(Raise Boring Machine)

승강굴착기는 수직갱 및 사갱을 Button형 컷터(Cutter)를 장착하여 유압에 의한 Thrust와 전기모터(or 유압모터)의 Torque의 혼합으로 굴착이 이루어지며 연암부터 초경암까지 광범위하게 적용이 가능한 장비이다.

2.1.1 굴착능력

현재 전세계적으로 직경0.6m ~ 6m까지 굴착할 수 있는 장비가 개발되어 있으며, 굴착깊이는 600m이상 가능한 것으로 나타나 있다.

2.1.2 적용분야

1) 광업분야

자재 및 작업인원의 입출갱도, 환기갱도, 광체개발 및 운반갱도

2) 토목분야

양수발전소의 조압 및 수압터널, 폐기물처리시설갱도, 철도·도로·지하철의 환기구, 하수·통신·전력분기구

2.1.3 시공절차

준비공사 ▶ R.B.M 설치(상부) ▶ PILOT HOLE 천공(하향) ▶ REAMING 작업(상향) ▶ R.B.M 철수

(그림 1. 참조)

2.1.4 구성요소

수직용 전단면 굴착 장치는 3개의 주요부분으로 구성되어 있으며, 이는 수직갱 굴착 부분(Raise Drill), 기본 굴착 연동 부분(Base Drill String), 암석 절삭 부분(Rock Cutter & Reamer)으로 되어 있다. 수직갱 굴착 부분은 본체, 유압장치, 전기장치, 조정패널장치로 구성되어 있고, 기본 굴착 연동 부분은 Drill Pipe, Starter Pipe, Stabilizer로 구성되며, 암석절삭부분은 다음과 같다.

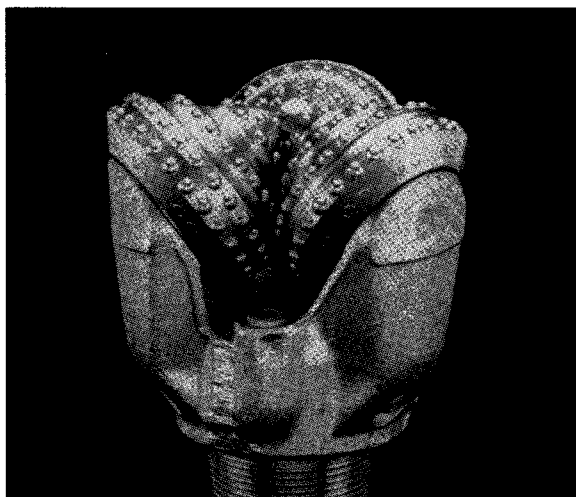


사진 1. Tri-cone Bit

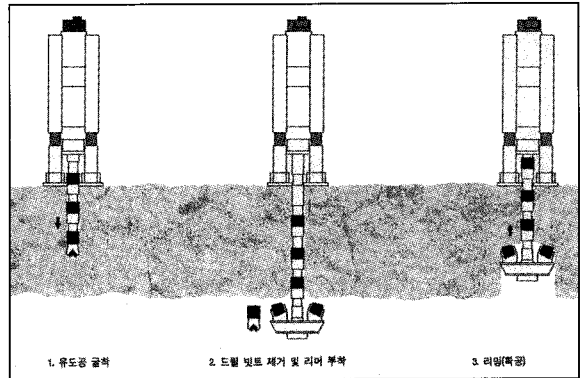


그림 1. Raise Drill Drilling Cycle

1) Tri-cone Bit

Pilot(유도공)를 굴착하기 위한 기본비트

2) Reamer Head

Pilot(유도공)굴착이 완료되면 확공하기 위한 장비로 국내에는 직경 2.4 ~ 3.05m까지 굴착할 수 있는 장비가 도입되어 있다.

3) Cutter

Reaming(확공)하기 위해 Reamer Head위에 장착하여 절삭하는 비트이다.

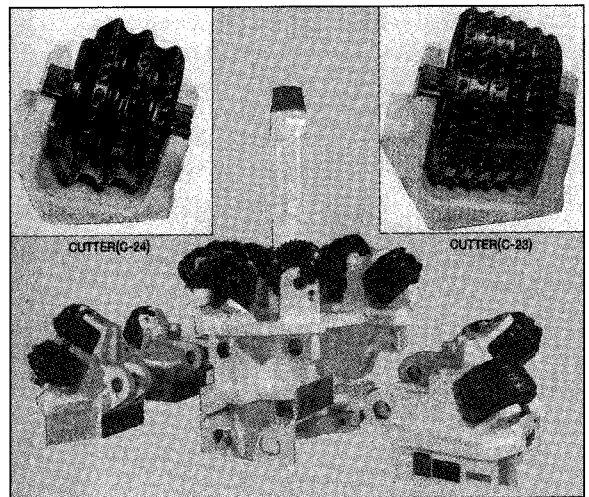


사진 2. Reamer Head

2.1.5 장비의 종류

1) Boxhole Boring

하부갱도에 장비를 설치하고 상향으로 Pilot(유도공굴착)을 한후 하부에서 상향으로 확공하는 굴착방식이다. 상부작업장이 마련되지 않아도 작업이 가능한 장점이 있으나 갱도중간에서 대괴가 빠졌을 경우 안전에 대해 결여가 되어 있다는 단점이 있다.

2) Blind Shaft Boring

일반 RBM굴착방식과는 달리 상부에서 하부갱도까지 직접전단면 굴착하는 방식이다. 단, 버력처리하는 방식이 물과 에어를 이용하는 방식의 경우 굴착면에 절리가 있거나 연약지반이 있을 경우는 적용이 어렵고, 버킷을 이용

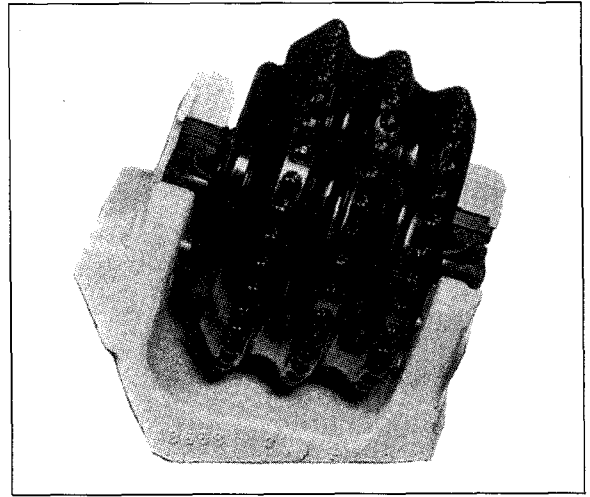


사진 3. Cutter

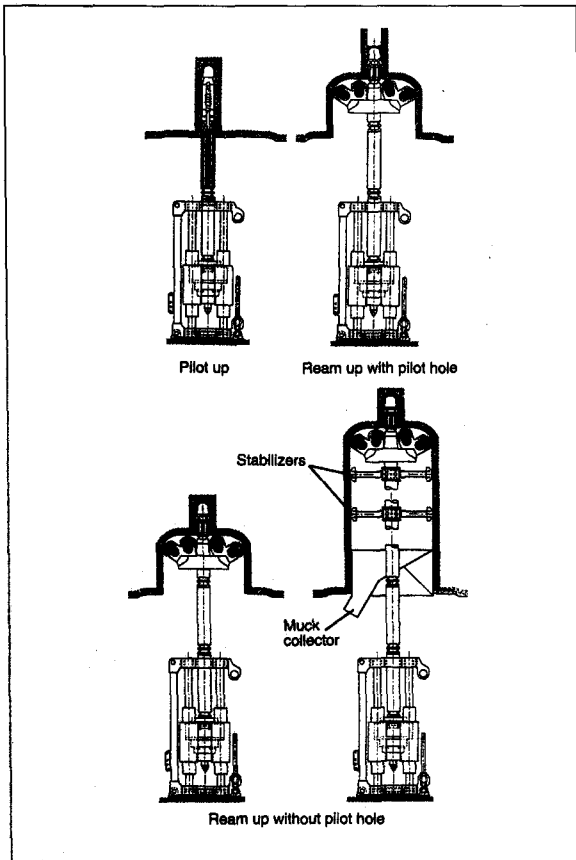


그림 2. Boxhole Boring

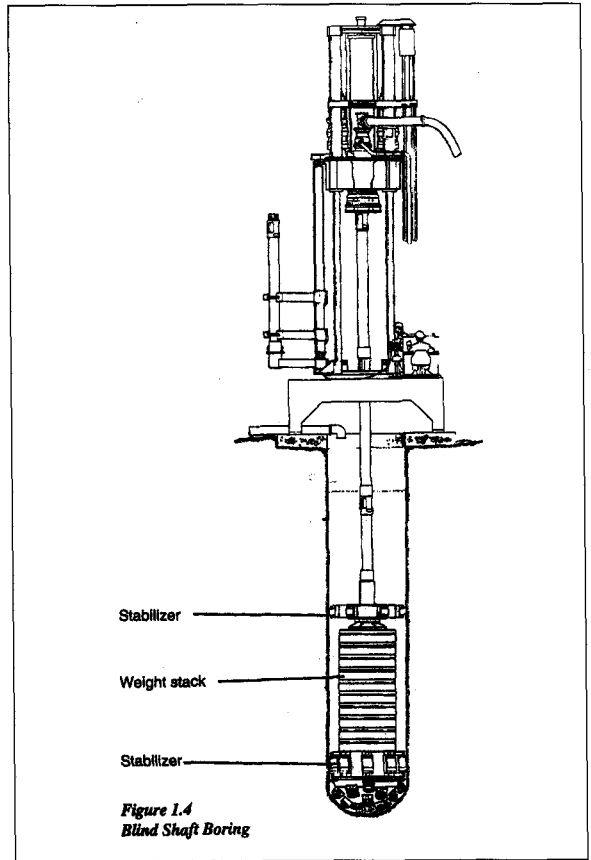


Figure 1.4
Blind Shaft Boring

그림 3. Blind Shaft Boring

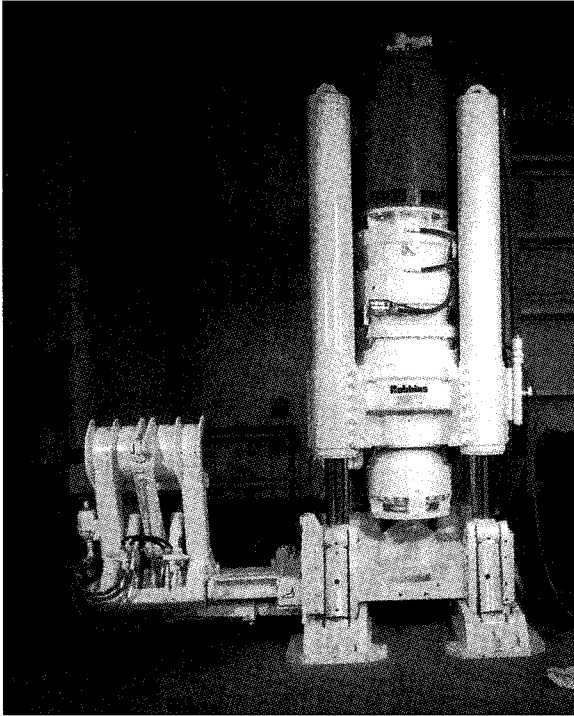


사진 4. 73RM본체

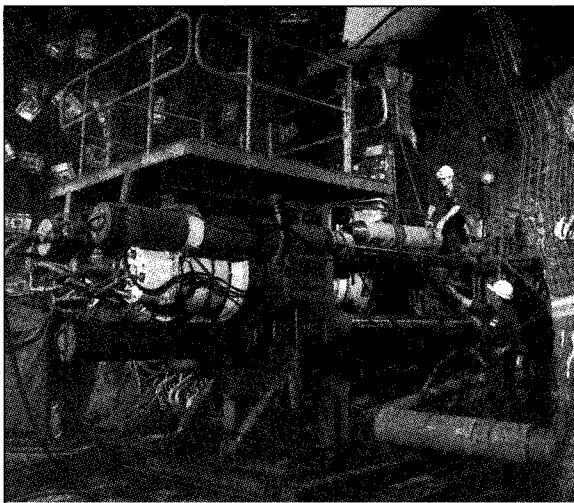


사진 5. Raise Drill Mounted in a Horizontal Position at the Leinster Nickel Mine in WA

하는 방식의 경우는 버력처리 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다.

3) Raise Boring

이공법은 현재 국내에 장비가 1980년도에 장비가 도입되어 광산통기 수직갱굴착에 사용되었으며, 현재는 건설분야에서도 도로터널, 양수발전소의 수압터널 등에 사용하고 있으며 굴착경은 2.4m~3.05m이고, 굴착능력은 500m까지이다. 또한 이 장비로는 단거리의 수평갱도굴착도 가능하다. 사진 5는 수평갱도굴착장비이다.

2.2 R.C(Raise Climber)

R.C 공법은 수직갱 및 사갱을 굴착할수 있는 장비로 작업대를 타고 막장까지 상승하여 작업대 발판위에서 착암기를 이용하여 인력으로 발파하는 장비이다.

2.2.1 굴착능력

현재 전세계적으로 직경2.4m까지 굴착할 수 있는 장비가 개발되어 있으며 그이상의 공사는 확장시켜 가능하다.

2.2.2 적용분야

1) 광업분야

자재 및 작업인원의 입출갱도, 환기갱도, 광체개발 및 운반갱도

2) 토목분야

양수발전소의 조압 및 수압터널, 폐기물처리시설갱도, 철도·도로·지하철의 환기구, 하수·통신·전력분기구

3) 시공절차

준비 공사 ▶ 작업대부착 ▶ 작업대상승 ▶ Drilling(천공) ▶ Loading(장약) ▶ Blasting(발파) ▶ Ventilation(환기) ▶ SCALING(부석제거)

2.2.4 시공상 장단점

- 연약지반에서 적용이 곤란하다.

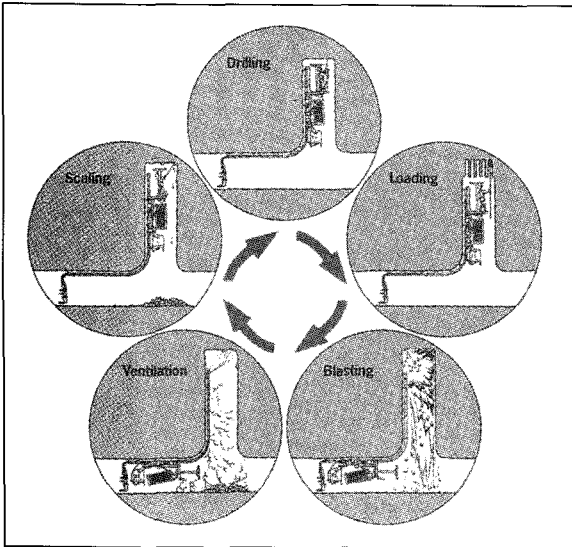


그림 4. Raise Climber 굴착 Cycle

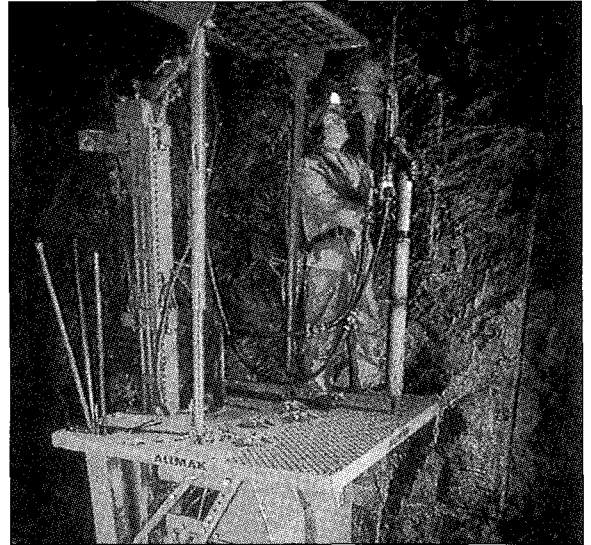


그림 5. Raise Climber 장비

- 용수발생지역에서는 측량이 어렵다.
- 발파에 의해 갱도 붕락의 위험과 안전상의 문제가 있다.
- 상부작업장이 없을시도 작업이 가능하다.

2.2.5 장비소개

그림 5는 Almak(스웨덴소재) 카다록에 게재된 Raise Climber 장비이다.

참고문헌

ROBBINS : The Raise Boring Handbook 1992
 Australian Mining 1992 May