

제4절 채탄법

1. 위경사승봉락 채탄법(Slant Chute Block Caving Method)

가. 개요

위경사승봉락 채탄법은 탄층의 위경사를 따라 탄중승강도를 개설하고 상부에서부터 블록(block)을 형성한 후 그 블록을 발파하여 탄층을 봉락(caving)시켜 승강도 바닥에 설치한 철판(trough) 위로 탄을 자연 낙하시켜 생산하는 방식이다.

탄층 부존상태가 불규칙하거나 탄폭이 빈약한 탄층 구조에서도 생산이 가능하여 창립 초기부터 1980년대까지 대부분의 광업소에 적용되어 왔다.

나. 작업 방법

(1) 갱도골격

각편에서 위경사탄중승을 설치하는 방법은 탄폭의 크기, 하반암석의 견고성, 단위블록당 광량의 많고 적음 등 채굴 여건에 따라 달라진다. 탄폭이 협소할 때는 연층 승강도에서 직접 위경사 탄승을 개설하지만 후탄층인 경우에는 크로스(Cross) 갱도를 굴진한 후 암석대에 중반갱도를 개설하고 다시 중반갱도에서 암석승을 올려 착탄시킨다.

(2) 채탄작업

착탄지점에서 탄을 따라 23° 내외의 경사로 본승을 채준하여 상부의 채굴적에 도달하면 그 탄층의 채굴에 적합한 간격으로 지승(Branch)을 개설하고 그 지승 역시 채굴적에 도달하면 적절한 간격으로 분지승(Sub-Branch)를 개설하여 마름모꼴 형태의

블록을 형성한다.

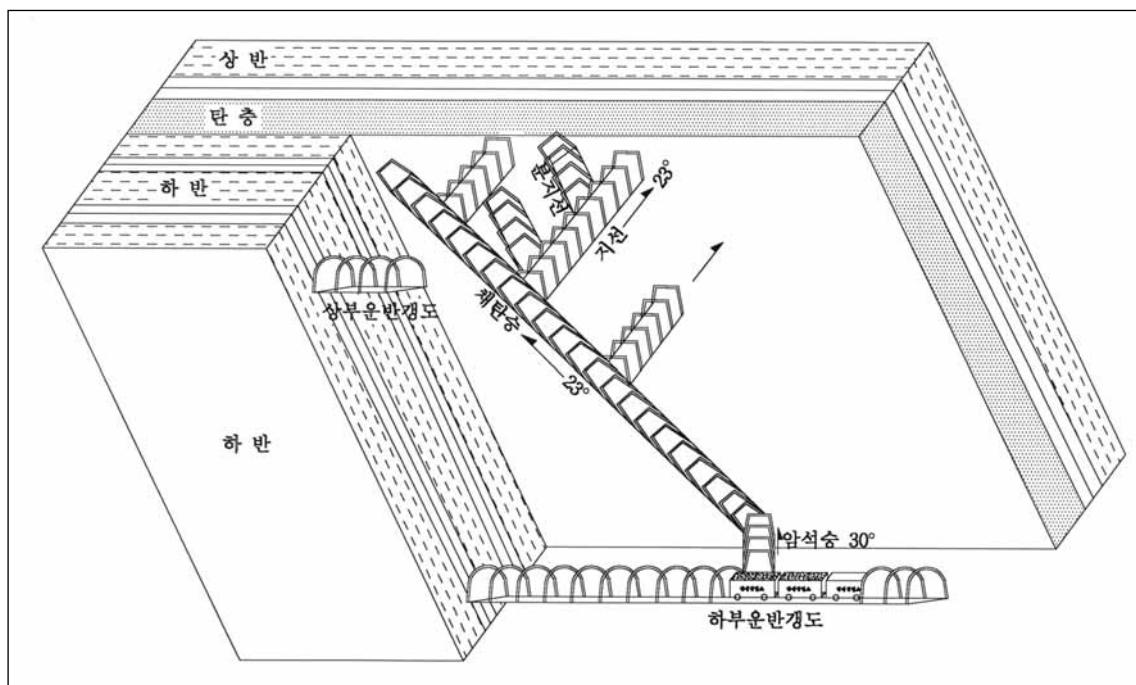
채탄작업은 최상단부터 후퇴하며 블록을 봉락시키고 아래쪽에서는 케이빙 작업이 중지되지 않도록 블록을 연속적으로 형성하는 지승 채준작업을 진행한다.

다. 장단점

모든 탄층에서 적용이 가능하고 특별한 시설이나 장비 없이 순수 인력만으로도 채탄작업이 가능하며 고도의 숙달된 기능이 필요하지 않다는 장점이 있다. 그러나 탄중승강도가 길어 개도 유지가 어렵고 개목 등 기자재 운반을 인력에 의존하므로 노동강도가 높으며, 개목 소요가 많고 봉락에 의한 재해가 많다.

또한 생산량의 기복이 커서 계획적인 생산이 곤란하며 케이빙시 경석 흔입이 많아 탄질이 저하되고 채수율이 낮아 재채굴이 불가피하다. 특히 채탄막장이 맹개도이며 통기가 불량하고 케이빙시 채굴적에서 집적수가 일시에 터져나와 대형 출수사고가 발생하는 등의 단점이 있다.

위경사승봉락 채탄법



2. 중단봉락 채탄법(Sub Level Caving Method)

가. 개요

위경사승봉락 채탄법의 문제점인 탄중승갱도 작업과 재해 위험을 줄이기 위하여 수평연층갱도로 변형시킨 채탄방법이다. 수평갱도에서 채탄작업을 하므로 노동강도가 많이 저하되고 막장운반을 기계화할 수 있는 점과 재해를 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

나. 적용 조건

탄층의 주향이 비교적 일정하여야 하고 탄폭은 2m 이상이어야 하며, 탄경사는 45° 이상이 적당하고 연질탄에 효과적이다.

다. 작업 방법

(1) 갱도골격

상하부 갱도를 관통하는 40° 내외의 암석승갱도를 개설하고 그 중간에 수직고저차 5~15m 간격으로 중단갱도를 탄층에 착탄시킨 후 최상부 중단의 착탄 지점에서 좌측과 우측으로 연층갱도를 개설한다. 암석승은 사람이 통행하고 자재를 운반하는 인도와 석탄을 운반하는 슈트(Chute)로 양분하여 중간에 지주를 시공한다.

(2) 채탄방법

연층갱도의 진행거리는 50~100m 정도로 하며 진행이 종료되면 막장에서부터 후퇴하면서 봉락시켜 채탄한다. 케이빙 작업을 시작하면 동시에 다른 한쪽에서 연층채준작업을 진행하여 생산작업이 계속 이어지도록 한다. 상부중단 생산작업이 완료되

면 직하부중단으로 이동하여 동일한 방법으로 채탄한다.

연층갱도에서의 석탄 운반은 초기에는 주로 인력에 의존하였으나 1980년 이후 체인 컨베이어를 설치하여 운반하고 암석승에서는 중력에 의해 자연낙하시킨다.

라. 장단점

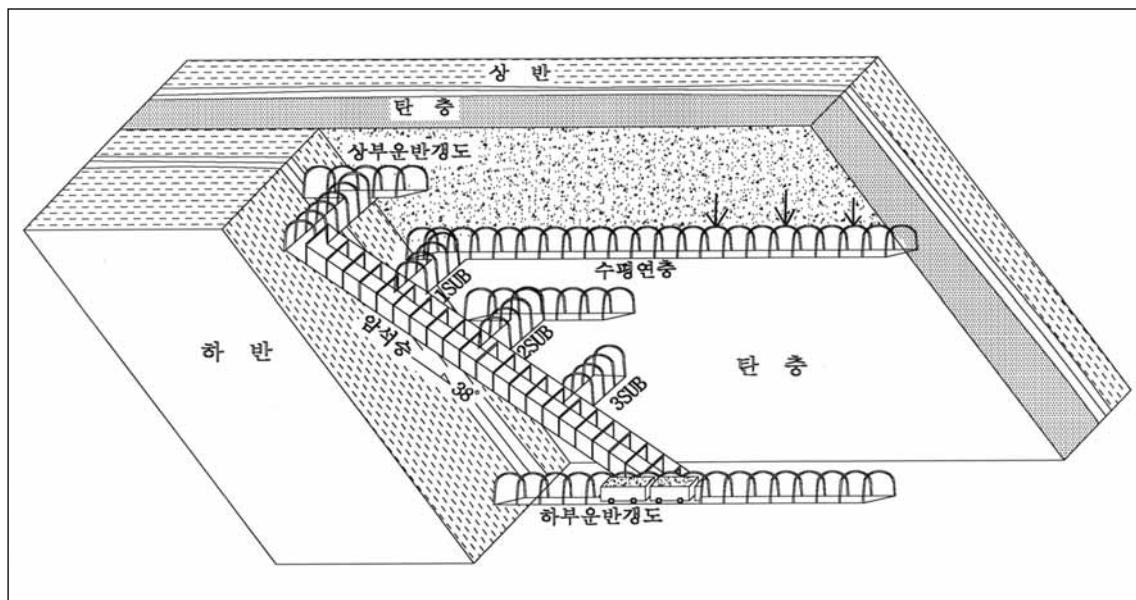
연층갱도를 수평으로 개설하므로 승갱도에 비하여 작업이 용이하고 체인 컨베이어 등 기계화가 가능하며 탄중갱도가 짧아져 갱도 유지가 수월하다. 또한 자재 운반을 기계화할 수 있고 막장통기가 개선되어 작업환경이 좋아지며 재해 감소와 대형 출수사고를 예방할 수 있는 장점이 있다.

그러나 암석에 승갱도를 개설하기 때문에 작업 준비에 많은 시간이 소요되고 비용이 증가되며 탄층이 완만하면 케이빙 효과가 감소되며 상반이 약하거나 탄폭이 너무 클 때는 탄질이 나빠지고 채수율이 떨어지는 단점이 있다.

3. 중단위경사승봉락 채탄법

(Slant Chute Block Caving Method at Sub Level)

중단봉락 채탄법



가. 개요

위경사승봉락채탄법에 있어 장거리의 탄중 승강도를 장기간 유지하는데 따른 승강도 유지상의 어려움을 해소시키고 특히 승채탄작업의 문제점을 다소 완화시키기 위하여 탄중승강도의 길이를 단축시킨 방법이다. 석탄생산의 기계화가 본격적으로 이루어진 것은 이 채탄법을 시행하면서부터이다.

암석승강도에는 쿨리 카(Coolie car)와 모노 레일(Mono rail)을 설치하여 자재 운반을 용이하게 하고 연총갱도의 지주를 철재로 대체하고 중단연총갱도에는 체인 컨베이어(Chain conveyor)를 설치하는 등으로 채탄작업이 기계화되는 전기가 되었다.

나. 적용 조건

위경사 봉락채탄이 가능한 모든 탄층에 적용할 수 있다. 그러나 암석 승강도, 중단갱도등의 굴진비가 추가로 소요되므로 평균탄폭 2.0m이하의 광량이 적은 곳에는 적용하기 곤란하다. 따라서 비교적 부광구역으로서 광량이 풍부하여 장기간 채굴할 곳에 적용함이 타당하다.

다. 작업 방법

(1) 갱도골격

중단봉락 채탄법 적용시의 갱도골격과 동일하되 중단간격을 확대하여 대략 20~25m 간격으로 한다. 연총갱도 개설도 중단봉락 채탄법의 경우와 같다. 중단봉락 채탄에서와 같이 암석승은 사람이 통행하고 자재를 운반하는 인도와 석탄을 운반하는 슈트로 양분하여 중간에 지주를 시공한다.

(2) 채탄작업

연층갱도의 진행거리는 중단봉락 채탄에서와 같이 50~100m 정도로 하고 진행이 종료되면 10m정도의 간격으로 단거리의 위경사승을 개설하여 일반적인 위경사승채 탄법과 동일한 방법으로 채탄작업을 하면서 후퇴하여 나온다.

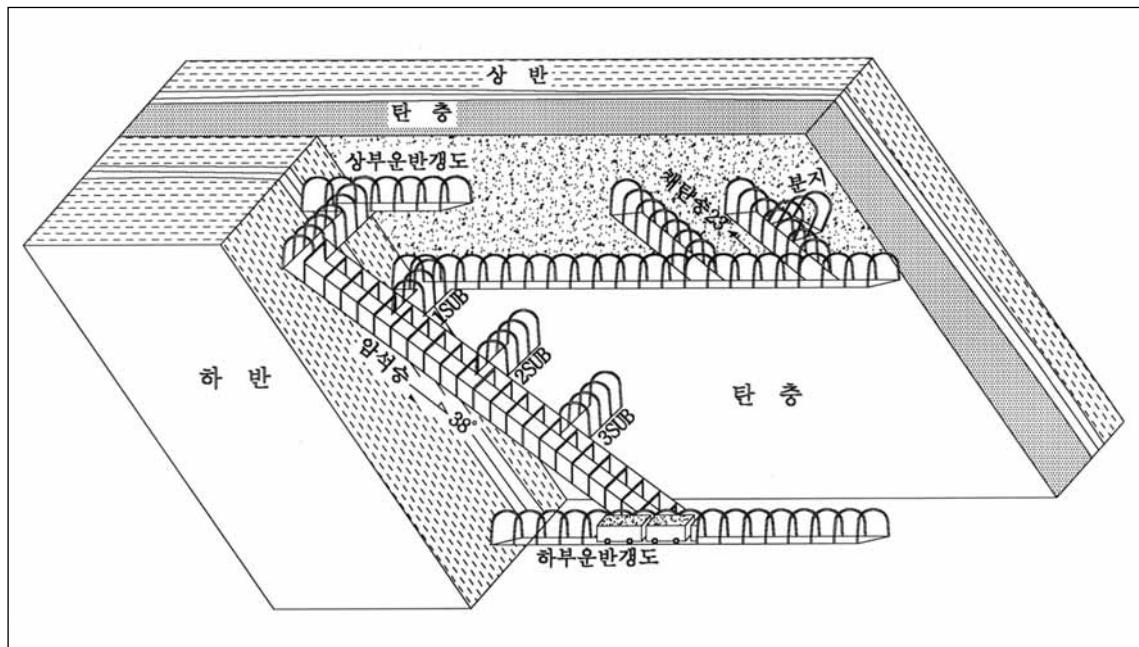
라. 장단점

위경사탄중승갱도의 길이가 크게 단축되므로 노동강도가 저하되고 탄중승갱도 유지비용이 감소되며 체인콘베이어, 모노레일등의 기계화 장비사용으로 작업능률이 향상되고 케이빙시 작업장당 생산능력이 증대된다. 또 막장통기 개선으로 작업환경이 좋아지며 재해감소와 대형 출수사고의 위험을 감소시킬 수 있다.

중단봉락 채탄법과 같이 암석승 글진에 따라 비용이 증가하는 단점이 있으나 위 경사승 채탄과 중단봉락 채탄의 장점을 최대한 활용할 수 있는 이점이 있다.

4. 수평분층 채탄법 (Top Slicing Method)

중단위경사승봉락 채탄법



가. 개요

중단붕락 채탄법에서 문제가 되었던 채수율과 탄질을 높이기 위한 채탄법으로 수 압식 지주(Hydraulic prop)와 링크 바(Link bar) 등의 장비를 사용한다. 적용 가능한 탄층이 한정되어 있고 숙련된 기술인력이 필요하며 장비 확보에 많은 투자가 소요되어 확산 적용할 수 없는 단점이 있다.

특히 화약으로 발파를 하지 않고 콜픽(Coal pick)으로 탄층을 절취하여 석탄을 생산한다.

나. 적용 조건

탄폭이 5~15m 이상인 후탄층으로 경사는 45° 이상이어야 하며 탄층연장이 120~200m까지 규칙적으로 발달하고 출수가 심하지 아니하며 협석이 포함되지 않아야 한다. 상반암석은 주로 해체시 즉시 붕괴되는 연질암석이어야 안전하다.

공사에서는 1976년 장성에서 처음 적용되어 1985년 전체 생산량의 36%까지 확대되었다. 도계와 회순의 후탄층에 시험 적용하였으나 탄층 여건이 적합치 못하여 활성화되지 못하였다.

다. 작업 방법

(1) 갱도골격

갱도골격은 중단붕락 채탄 또는 중단위경사승붕락채탄법의 경우와 동일하게 구성하되 암석층에서의 상하중단간의 고저차는 대개 15m 정도로 한다. 크로스 갱도 간격은 탄층 여건에 따라 적절히 조정하며 연약한 탄층이거나 부광대의 길이가 짧으면 이에 맞추어야 한다. 장성의 경우는 100~120m 정도로 일반의 크로스 간격보다 훨씬 축소하였다.

중단갱도를 수평으로 진행하여 착탄되면 착탄지점으로부터 $26\sim32^{\circ}$ 경사의 채탄 승을 상반 또는 하반을 따라 진행하여 채굴적에 도달한다. 이 때 채탄승의 지주는 4 배 철수로 시공한 후 중간에 지주를 세워 한쪽은 탄도로 사용하고 한쪽은 자재운반로와 인도로 사용한다.

(2) 채탄작업

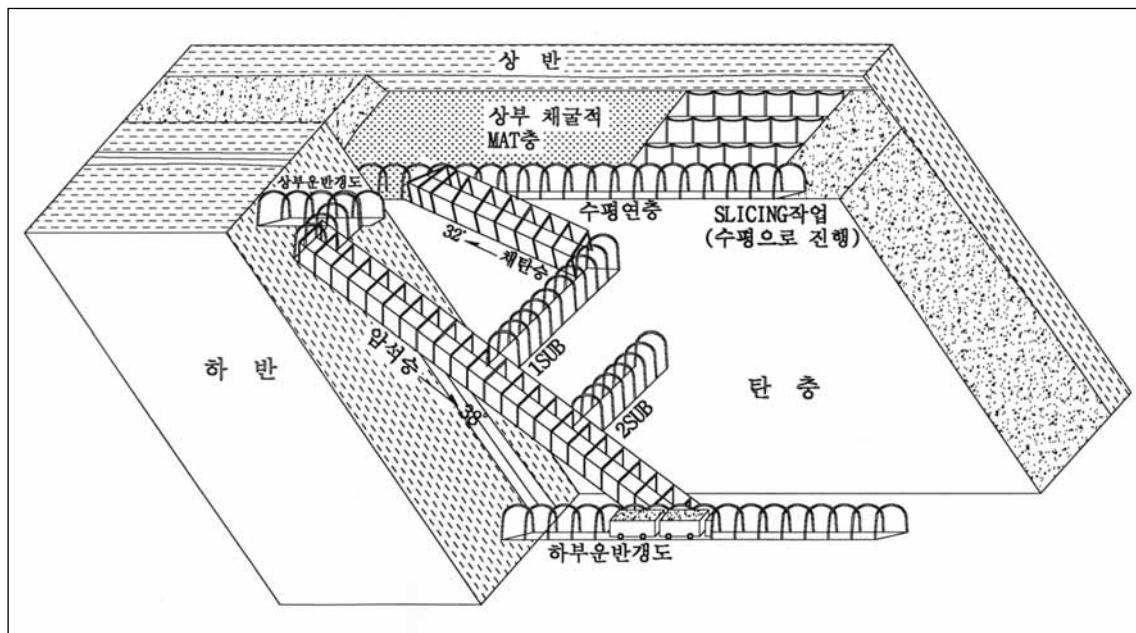
채탄층 상부에서 좌측 또는 우측으로 수평연층갱도를 진행시킨다. 좌연층이 경계 선까지 진행하면 반대편으로 우연층을 시작하고 좌연층에서는 슬라이싱(Slicing) 작업이 시작된다.

최초의 슬라이싱 작업은 연층갱도의 선단에서부터 링크바를 2개씩 연결하여 0.7m 간격으로 반대편(하반 또는 상반)으로 시공해 가며 시공이 완료되면 다시 연층 갱도에서 기 시공된 링크바에 1개씩 연결시켜 역시 반대편으로 진행한다.

슬라이싱 채굴작업은 천반부터 콜픽으로 탄을 파내고 먼저 링크바를 시공한 후 판장으로 천반을 완전히 막아준다. 그 다음 바닥까지 콜픽으로 탄을 절취하고 받침 목을 링크바와 직각 방향으로 깔고 그 위에 수압식 지주(Hydraulic prop)를 시공하여 침하지 않도록 한다.

링크바가 3열 시공되면 작업장 바닥의 탄을 수평이 되도록 정리하고 철망을 깐 후 가마니 혹은 마포를 덮어 매트(Mat) 층이 형성되도록 한다. 매트 포설작업이 완료되는 즉시 4열째 링크바를 동일한 방법으로 시공하고 후미의 수압식 지주와 링크바를 철수하여 천반을 봉라시킨다. 슬라이싱 작업은 항상 3개의 링크바 연장만큼 유지되도록 하여 천반의 압력을 조정한다.

수평분층 채탄법



운반은 채탄승에서는 스테인리스 철판(Trough)을 이용하여 자연낙하시키고, 연 층 운반은 체인 컨베이어로 운반하여 암석승 슈트에 투입한다. 또한 슬라이싱 전개에서 바닥을 경사(14° 정도)지게 하여 절취된 탄이 체인 컨베이어 없이 스테인리스 철판만으로 자유 유탄되도록 경사식으로 개선하였다.

라. 장단점

작업장의 집약으로 단위 막장당 생산량이 증대되고 슬라이싱 막장 바닥에 매트를 깔아 경석이 혼합되는 것을 차단함으로써 탄질이 향상되며 상하 슬라이스간에 남는 탄이 거의 없도록 90% 이상 채굴하므로써 재채굴이 필요없다.

또한 막장 통기가 개선되어 작업환경이 좋아지며 암석승에 모노레일 등을 설치하여 기자재 운반이 용이하다. 철재지주 시공으로 탄중갱도 붕락으로 인한 재해가 감소된다.

반면 채굴 준비작업이 많고 자재 소요가 많아 채굴비가 고가이며 숙련된 기술자가 필요하다는 단점이 있다.

5. 계단식 채탄법 (Step Mining Method)

가. 개요

장벽식 채탄법의 일종으로 상하 연층갱도를 채탄승으로 관통시키고 이 장벽면에 일정한 간격으로 여러개의 채굴계단을 형성하여 각 계단에서 동시에 채굴하는 방식으로 붕락, 낙반, 낙석등을 방지하기 위하여 채굴적을 경석으로 충전한다.

채굴계단 형성을 위하여 상하 연층갱도를 관통시키는 탄중승 시공작업은 하부 연 층에서 상부 연층을 향하여 진행한다. 그러나 나전의 경우는 탄층이 너무 연질이어서 상향승 채굴작업이 불가능하여 부득이 상부 연층에서 하부연층으로 하향굴착하여 관통시켰는 바 이는 다른 곳에서 볼 수 없는 유일한 공법이다.

나전 옥갑갱에서 적용되었으며 장성에서는 하층탄이 발달한 금천갱에서 일시 적용되었다.

나. 적용 조건

탄폭은 1.5~2.5m가 적당하며 평균 1m 이상은 되어야 한다. 주향 연장은 최소 200m 이상으로 탄층 경사는 45~55° 가 적당하다. 탄층의 상하반이 균일하고 탄폭의 변화가 적어야 하며, 탄은 탄벽면이 풀리지 않을 정도로 적당히 굳어야 한다.

다. 작업 방법

(1) 갱도골격

탄층과 평행하게 운반갱도를 굽진한 다음 상하부 각편 운반갱도에서 각각 50~100m 간격으로 크로스 갱도를 개설하여 착탄시키고 이 지점에서 상하를 연결시키는 관통갱도(탄층내)를 굽착한다.

이 관통갱도는 인도, 자재운반로, 통기갱도로, 채굴 후에는 채굴적 충전통로로 이용된다.

(2) 채탄작업

상하부 관통작업이 끝나면 채탄작업을 위하여 다음 4단계 준비작업을 해야 한다.

① 상부갱도에는 충전용 경석을 덤팅할 수 있는 시설을 하고 ② 관통갱도는 인도, 자재운반로, 충진통로로 3등분하여 칸막이를 설치한다. ③ 하부갱도에는 충전경석이 넘치지 않도록 판자로 댐을 설치한다. ④ 하부연층 진행은 막장에 탄이 떨어지는 것을 피하기 위하여 항시 4m 정도 앞서 진행하며 탄 운반을 위하여 연층에 체인 컨베이어를 설치한다.

채탄작업은 장벽면(관통갱도)에 채탄계단을 형성하는데 막장면 경사는 32° 가 적당하며, 각 계단 작업간의 거리는 8~10m로 탄층을 절삭해내는 막장면의 거리는 3.6m로 하여 여러 계단을 동시에 절삭한다. 계단 형성은 하부에서부터 시작하여 상부로 진행하지만 계단에서의 채탄작업은 상부에서 하부로 진행한다. 탄벽면의 절삭 방법은 탄의 경도에 따라 발파작업 또는 콜픽으로 한다. 채굴적은 일정한 규격의 파쇄경석을 상부의 연층갱도에서 덤팅을 하여 충전한다.

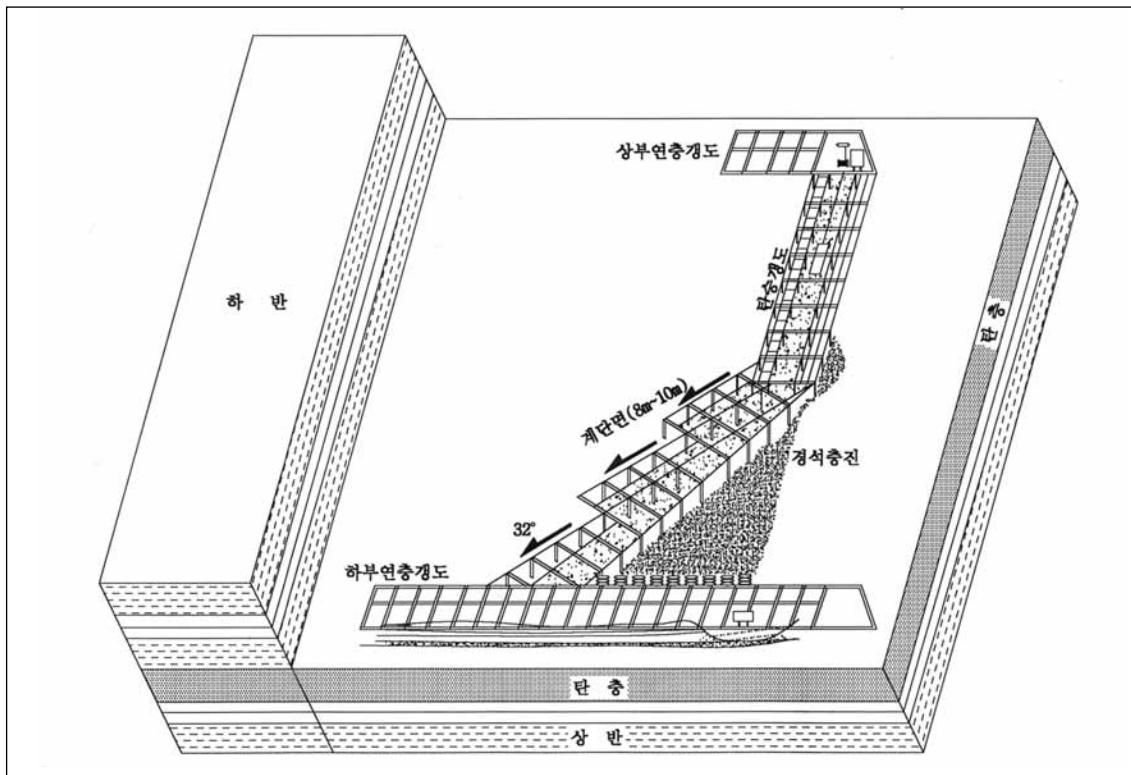
라. 장단점

작업장의 집약화로 채탄능률이 향상되고 탄층면을 완전 채굴함으로써 95% 이상의 채수율이 가능하다. 상하부 관통으로 작업환경이 개선되고 채굴적을 경석으로 충전함으로써 낙반, 봉락, 출수 등의 재해가 예방된다.

반면 생산작업 외에 추가로 채굴적의 충진에 필요한 경석의 파쇄, 운반 등에 필요한 장비와 비용이 추가로 소요되어 생산원가가 높아져 경제성이 낮으며 숙련된 기술자가 필요하다.

6. 장공발파에 의한 중단봉락 채탄법(장공발파법) (Sub Level Caving Method by Long Hole Blasting)

계단식 채탄법



가. 개요

중단연총갱도에서 위경사 탄승을 올리지 않고 연총갱도에서 직접 대구경의 장공발파로 탄총을 봉괴시켜 채탄하는 방법이다. 이 채탄법은 헝가리 메체탄광에서 적용하고 있는 고압공기발파 채탄법'을 도입하여 공사의 기술진에서 오랜 연구 끝에 우리 실정에 맞도록 개선한 것이다.

고압공기발파 채탄법은 10~15m의 장공을 천공한 후 고압공기발파기를 이용하여 공내의 탄벽에 순간적으로 고압의 공기를 방출하여 탄을 파괴시키는 방법인데 우리나라 탄총과는 물리적 성질이 서로 달라 적합치 않았다. 그래서 여러 차례의 실험 끝에 공기발파 대신 플라스틱 파이프에 함수폭약을 삽입하여 발파하는 식으로 방법을 개선하여 1991년부터 현장에 적용하게 되었다.

나. 적용 조건

탄폭은 2.1m 이상이면 가능하나 3.5~6m가 적당하다. 탄총경사는 50° 이상이어야 탄을 회수하기가 용이하며 탄의 성질은 천공 후 장약시까지 공의 봉괴가 없는 탄총이면 무난하다.

장성에서는 전 작업장에 적용하고 있으며 도계, 화순에서도 일부 적용하고 있다.

다. 채탄 방법

(1) 갱도골격

갱도골격은 기존의 중단봉락 채탄법 또는 중단위경사승봉락채탄법의 골격과 동일하다. 다만, 상하중단의 고저차를 10~15m 정도로 하여 장공발파에 의하여 탄층의 봉괴가 용이하도록 하며, 중단에서의 좌우방향으로 연총갱도를 진행시키는 방식은 종전의 방식과 같다.

중단의 착탄지점에서 탄중으로 좌우 연총갱도를 개설할 때 갱도가 고락 또는 봉락되면 장공천공작업이 불가능하게 되고 천공이 완료되었다 하더라도 공입구가 무너지게 되면 장약을 할 수 없으므로 주의해야 한다.

(2) 채탄작업

연충갱도에 장공천공기를 설치할 때에는 천공기가 움직여 천공이 비뚤어지지 않도록 완전히 고정시켜야 한다. 천공은 상부 채굴적에서 수직으로 약 2~4m 떨어진 지점까지 75m/m의 대구경으로 3~5개를 천공하며, 탄의 굳기에 따라 2.5~3m 간격으로 부채살 모양으로 천공한다.

장공천공은 천공각도, 공의 배열, 공의 길이에 따라 효율이 다르므로 연충을 개설하기 전에 탄층의 경사, 탄폭, 상하중단의 고저차, 탄의 굳기, 출수여부 등 탄층 부존 상태를 충분히 검토하여 천공하여야 한다.

장공천공이 완료되면 플라스틱 파이프에 폭약(일반적으로 함수폭약을 사용)을 삽입한 후 공내에 장전하고 마지막으로 플라스틱 파이프에는 철판 마개를 삽입하여 폭약이 밑으로 빠져나오는 것을 방지하고 발파시 폭발 압력이 탄벽에 가해지도록 한다.

라. 장단점

탄중위경사승갱도를 개설하지 아니하고 중단연충갱도에서 직접 케이빙 작업을 하게 되므로 생산량이 많아지고 채탄능률이 높아져 결과적으로 생산원가가 저하된다.

장공천공을 위하여는 연충갱도의 규격을 확대해야 하므로 작업환경이 개선되어 재해가 감소되며 출수지역에서는 장공천공기를 이용한 선진 천공으로 대형 출수사고를 예방할 수 있는 부수적 효과도 있다.

발파효율을 높이기 위하여 연충갱도를 하반측에 개설해야 하는 바 연충진행시 하반을 절취하는 경우가 많아 탄질이 저하되고 완경사와 후탄층에서는 채수율이 저하되는 등의 단점이 있다.

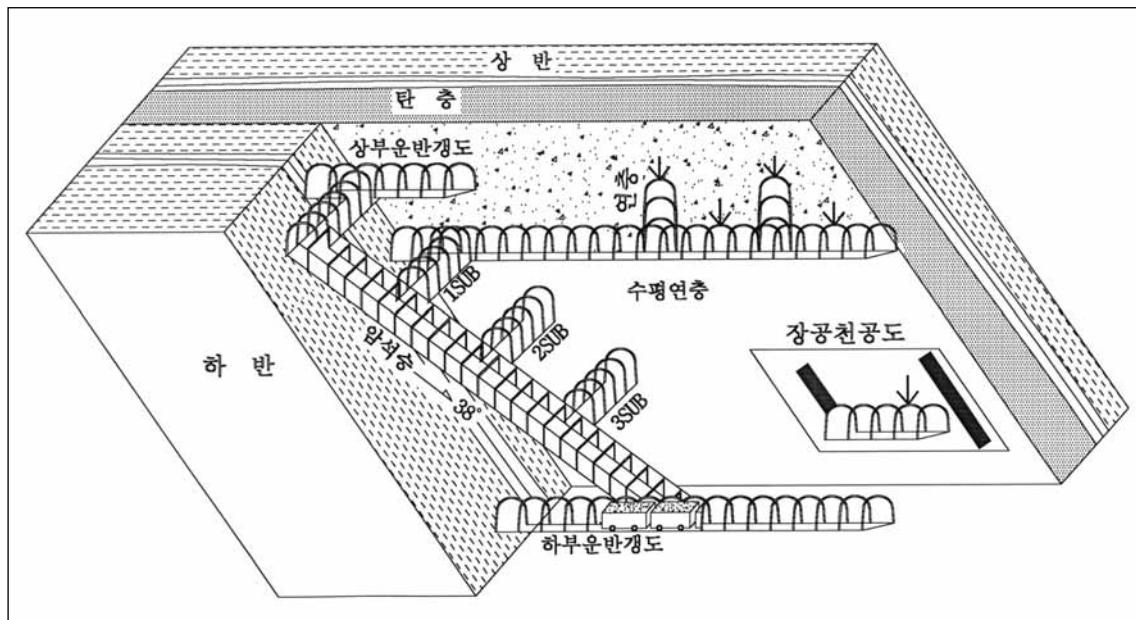
제5절 주요 장비

1. 권양기(Hoist)

가. 용도

사방과 수방에서의 석탄, 기자재, 인원 등의 운반을 위한 견인장치로, 로프 끝에 탄차 등을 연결하고 로프를 드럼에 감아 탄차를 끌어올린다. 하부개발에 착수하면서 설치되기 시작하여, 개내 작업장이 깊어지고 운반용량이 증대되면서 그 용량이 대형

장공발파에 의한 중단봉락 채탄법



화되어 왔다.

나. 설치 내역

개발 초기에는 100마력 이하의 소형 권양기가 주로 사용되었으나 일부 탄광에서는 100마력에서 250마력도 사용하였으며 특히 장성은 1940년부터 300마력 권양기를 사용하였고, 여타 탄광은 자연 배수수준 이하 심부개발이 본격화된 1960년대부터 300마력으로 대체하였다.

수갱 건설에 따라 수갱용 대형 권양기(1수갱 1200마력, 2수갱 5100마력)가 설치되었으며 사갱용 권양기도 일부 대형화하여 1989년부터 일부 사갱에는 500마력으로 대체, 현재 3개 광업소에서 5대를 사용중이다.

2000년 말 현재 공사 산하 광업소에는 장성에 35대(총 용량 8965마력), 도계에 17대(4305마력), 화순에 11대(2350마력) 등 총 63대(1만5620마력)가 설치되어 있다.

2. 선풍기(Fans)

가. 용도

갱내 작업장의 공기는 탄층에서 발생하는 유해가스, 발파에 의한 연기, 분진(탄가루) 등으로 오염되고 지열로 인해 온도가 상승하게 되어 자연상태로는 작업을 수행 할 수 없다. 이같이 오염된 작업장의 공기를 빼내고 신선한 공기를 공급하는 과정을 통기라 하며 장비로는 선풍기가 사용된다. 작업이 주로 상층부에서 이루어지던 1960년까지만 해도 자연적인 공기순환체제로도 충분하였다. 그러나 심부개발이 본격화되면서 자연 통기로는 한계가 있어 선풍기에 의한 강제 통기가 불가피해졌다.

갱내에 설치되는 선풍기는 그 기능과 역할에 따라 갱내 전체의 통기를 담당하는 주선풍기와 문제되는 일부 구역의 통기를 목적으로 한 국부선풍기로 구분된다.

나. 용량

배기갱도에 설치되는 주선풍기는 초창기에는 30~50마력 소형으로도 충분하였으나 심도가 깊어짐에 따라 1980년 이후 120마력에서 350마력으로 대형화되었다.

국부선풍기는 이동 설치가 용이하도록 3~5마력 소형이 사용되었으나 비방폭형으로 전기 스파크에 의한 가스 폭발을 일으키기도 하였다. 1970년 이후 심부화되며 유

해가스의 증가로 7.5~22.5마력의 방폭형으로 대체되었고 1980년대부터는 방폭형 3마력 국부선풍기와 에어무브(Air Move)를 사용중이다.

2000년말 현재 공사 산하 광업소에는 장성에 8대(1447마력), 도계에 6대(1028마력), 화순에 4대(640마력) 등 총 18대(3115마력)가 설치되어 있다.

3. 압축기(Air compressor)

가. 용도

석탄광산에서는 폭발 위험성이 있는 가스가 발생하기 때문에 대부분의 채굴용 장비는 압축공기로 작동된다. 또한 압축공기는 쟁내 작업장의 통기 개선을 위한 목적으로 사용된다. 압축기는 이같이 채굴장비의 동력과 작업장의 통기 개선을 위해 공급되는 압축공기를 생산하는 기계로서 쟁외에서 생산된 압축공기는 압기관을 통해 막장에 공급된다.

현재 광업소에서 소비되는 전기량의 20%가 압축공기 생산을 위해 사용할 정도로 압축공기는 매우 중요하기도 하지만 생산에 많은 비용이 소요된다.



▲ 장성 제1수갱 권양기실

나. 용량증대

개광 초기 작업장이 지반 상부에 위치하고 대부분의 작업이 인력에 의존할 때는 그 사용량이 많지 않아 대부분 100마력 이하의 압축기로 충분하였다. 다만 장성만은 1940년대에 이미 300마력 압축기를 사용하였다.

공사는 1954년부터 300마력과 400마력 압축기(미국제 Ingersoll Rand 및 일제 Joy)를 수입하여 장성, 도계, 함백에 설치하였고, 기계화 채탄이 본격적으로 추진된 1978년부터 1986년까지 총 11대의 600마력(일본제 Joy) 압축기를 도입하여 장성에 8대, 도계에 3대를 설치하였다.

또한 1983년부터 1989년까지의 기간에 전 광업소의 압축기가 국산으로 개발된 350HP 압축기로 교체 또는 증설되었고, 2000년 말 현재 장성에 18대(총용량 8300마력), 도계에 13대(5300마력), 화순에 7대(2600마력)로 총38대(16,200마력)가 설치되어 있다.

다. 압기관 개편

압축기는 쟁외에서 생산되지만 지하막장에서 사용되기 때문에 쟁도에 설치된 압기관을 통해 공급된다. 이에 따라 심부화로 공급 거리가 늘어나면서 누풍과 압력 저하 등의 문제가 발생한다.

공사는 1950년대에 파이프 연결부위에 빅토릭 조인트(Victaulic Joint)를 사용하여 공급과정에서 발생하는 누풍(漏風)을 차단하는 한편 압기관 연결작업을 간편화하였다. 또한 1970년 이후 심부화 진행으로 작업장의 온도가 올라감에 따라 특히 장성의 경우는 종전 일반 통기용과 고압 작업용으로 분리 공급하던 압축공기를 전량 고압으로 통합하고, 1980년대에는 압축기 효율향상을 위하여 주 압기관을 종전의 200mm 또는 250mm에서 300mm와 350mm로 대형화하였다.

4. 펌프(Pump)

가. 용도



▲ 선풍기

지하에서 발생하는 모든 물은 수로를 따라 한 곳에 모인 후 펌프를 이용하여 쟁외로 배출된다. 작업장의 심부화에 따라 출수량이 증가하고 물을 끌어올려야 하는 높이가 증가하여 펌프의 사용 용량도 대형화되고 있다.

나. 설치 용량

개발 초기에는 75마력 미만의 소형 펌프로도 충분하였으나 1960년을 전후하여 100마력에서 300마력까지 대형화되기 시작하였고, 장성의 경우에는 1969년 제1수갱 건설로 쟁내수를 수갱으로 집약하면서 양정(揚程)이 190m인 고압펌프 400마력 3대가 설치되었다.

1980년대부터는 출수량이 증가되면서 도계에도 400마력 펌프가 설치되었으며 1991년에는 600마력으로 더욱 대형화된 펌프가 장성(3대)과 도계(2대)에 설치되었다.

2000년 말 현재 공사 산하 광업소에는 장성 33대(총용량 9950마력), 도계 59대(1만 5500마력), 화순에 49대(1만1050마력)로 총 141대(3만6500마력)가 설치되어 있다.

5. 기관차

가. 축전차 (Battery Locomotive)

축전지에 저장된 전기를 이용하여 탄차를 견인하는 장비로 1940년경부터 사용하기 시작하였다. 주로 미국제 클레이튼(Clayton) 3톤과 5톤이 도입되었으나 1960년대에는 8톤짜리 군맨(Good Man)과 제프리(Jeffrey)가 도입되기도 하였다.

작업장의 심부화에 따라 가스 발생이 우려되어 1979년 장성에서 방폭형 축전차를 사용하기 시작한 이후 전 광업소의 축전차는 방폭형으로 교체되었다.

나. 가공선식 전기기관차 (전차: Trolley Locomotive)



▲ 미제 인가솔렌드 압축기

공중에 전선을 가설하고 이로부터 전원을 공급받아 작동하는 전기기관차로, 성능이 우수하고 비용이 저렴하며 조작이 간편한 이점이 있어 초창기에는 널리 사용되었다. 그러나 전기 스파크에 의해 불꽃이 발생하기 때문에 가스 발생이 우려되는 갑종 탄광에서는 사용할 수 없다.

1940년 처음 도입된 이래 1950년에는 와브코(Wabco) 11톤이 도입되었고 1979년 닉쥬 11톤으로 교체되었으나 현재 화재의 위험으로 쟁내에서는 사용하지 않는다.

다. 가솔린차 (Gasoline Locomotive)

유류를 연료로 사용하기 때문에 전기공급을 위한 별도의 시설이 필요치 않고 열효율도 높아 경제적이나 배기가스 발생으로 쟁내에서의 사용은 곤란하다.

개광 초기에 도입되어 주로 쟁의 운반에 이용되었으나 1970년 이후에는 사용하지 않고 있다.



▲ 축전차



▲ 전차



▲ 가솔린차

