

## 발파해체용 전색물의 정적 및 동적 압출저항에 관한 실험적 연구

조상호<sup>1)</sup>, 민형동<sup>2)</sup>, 박종호<sup>2)</sup>, 김승곤<sup>1)</sup>, 양정훈<sup>1)\*</sup>, 김학만<sup>1)</sup>, 안중량<sup>1)</sup>, 송영석<sup>2)</sup>, 진연호<sup>2)</sup>

### 1. 서론

국내 발파해체 현장에서는 발파공에 폭약을 장전한 후 전색재로서 주로 모래 또는 쇠석류를 충전하고 있는데, 이것은 밀폐에 의한 천공 내 폭약의 완폭을 유도하고 폭발에너지의 효율을 향상시키기 위함이다. 노천발파에서 전색재가 파쇄효율 및 진동저감에 미치는 영향에 관한 연구는 국내외에서 이루어진 바가 있으나, 발파해체작업에서 전색재의 종류에 따른 발파효율에 관한 실험적 연구 및 검토는 미흡하고 정량적인 평가가 이루어지지 않고 있다. (김재극, 1964; 강추원, 2000; Kojovic, 2005) 특히 구조물의 발파해체에서는 기둥 및 내력벽을 대상으로 발파가 이루어지므로 일반발파에 비하여 전색장이 짧아져 폭발에너지의 밀폐가 어렵게 되고 공발 및 비산 등의 발파공해가 발생할 가능성이 높아진다. 이러한 경우 폭발가스가 발파균열 내에 스며들지 못하여 기둥의 파쇄 및 붕괴에 영향을 미칠 수도 있다.

본 연구의 목적으로 실규모 실험에 앞서 전색재의 종류에 따른 정적 및 동적 압출 저항 실험을 실시하여 벽체와 기둥 해체에 사용되는 짧은 천공장에서 전색재가 갖는 저항성을 전색재별로 고려하여 우수한 전색재순으로 평가하고자 한다.

### 2. 실험대상 전색재

국내외의 발파해체작업에서는 백시멘트, 분상물탈, 모래, 모래와 쇠석의 혼합재 등 다양한 전색재가 을 섞은 혼합재가 전색재로 사용되고 있다. 수배용이성, 사용실적, 적용성, 시공성, 경제성 및 전색효율 등을 감안하여 부순모래, 자연사와 쇠석 혼합재, 무수축 그라우트 몰탈, 백시멘트, 우레탄 폼을 선정하였으며, 표 1에 전색재료의 항목별 평가결과를 보여주고 있다.

표 85. 전색재 항목별 평가 결과

전색재료 항목	부순모래 (SAND)	자연사+쇠석 (BSAND)	무수축 그라우트몰탈 (GM)	백시멘트 (WC)	우레탄폼 (WFOAM)
구입용이성	○	○	◇	◇	△
사용실적	○	○	△	◇	△
경사공적용성	○	○	◇	◇	○
수평공적용성	○	○	◇	◇	◇
전색편리성	○	◇	△	△	○
전색효과	◇	○	○	◇	
비 고	작업속련도 우수	쇠석의 경우, 두께6mm 적용	별도 배합과정필요 몰과 급결방수제를 혼합		강도발현 시간소요

1) 전북대학교

2) (주)한화

### 3. 전색제별 압출 저항 실험

두께가 250mm, 550mm인 내력벽과 정사각형 기둥의 전색장을 고려하여 중심에 직경  $\phi$  45mm의 원형공이 관통하고 있는 255×255×130mm, 255×255×330mm의 모르타르 블록을 제작하였으며, 5가지 전색제 별 각 3회, 정적실험과 동적실험을 고려하여 각각 30개씩 제작하였다.

#### 3.1 정적 압출 실험 및 결과

정적하중에 의한 전색제의 저항성을 평가하기 위하여 각 전색제에 대하여 3개의 공시체에 전색을 수행하였다. 그림 1은 전색제에 대한 정적압축저항성능을 평가하기 위한 실험개요도를 보여 주고 있다. 재하장치로서 수직하중 최대용량이 50ton, 수평하중 최대용량이 30ton인 만능전단시험기를 사용하였다. 수직방향의 가압판은 공시체를 고정시키고 수평방향으로 가압판으로 전색제를 가압하는 것으로 하였다. 여기서 공시체의 길이(130mm, 330mm)를 고려하여 두 종류의 열처리가압봉을 제작하였다. 수평방향으로 작용하는 하중은 로드셀을 이용하고 측정을 하였으며 전색제의 변위는 변위계를 이용하여 계측하였다. 그림 2는 계측된 전색재료 별 평균임계하중 및 관입변위량을 보여주고 있다. 임계하중은 무수축 그라우트 몰탈(GM)가 가장 높은 값을 보였으며 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합제가 높은 순으로 나타났다. 반면에 우레탄폼(WFOAM)의 경우에는 4시간 동안 경화되지 않고 가압봉에 하중이 전혀 걸리지 않았다. 우레탄 폼을 제외한 관입변위량은 무수축 그라우트 몰탈(GM)이 가장 적게 나와 높은 저항성적을 보였으며 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합제 순으로 좋은 성적을 보였다.

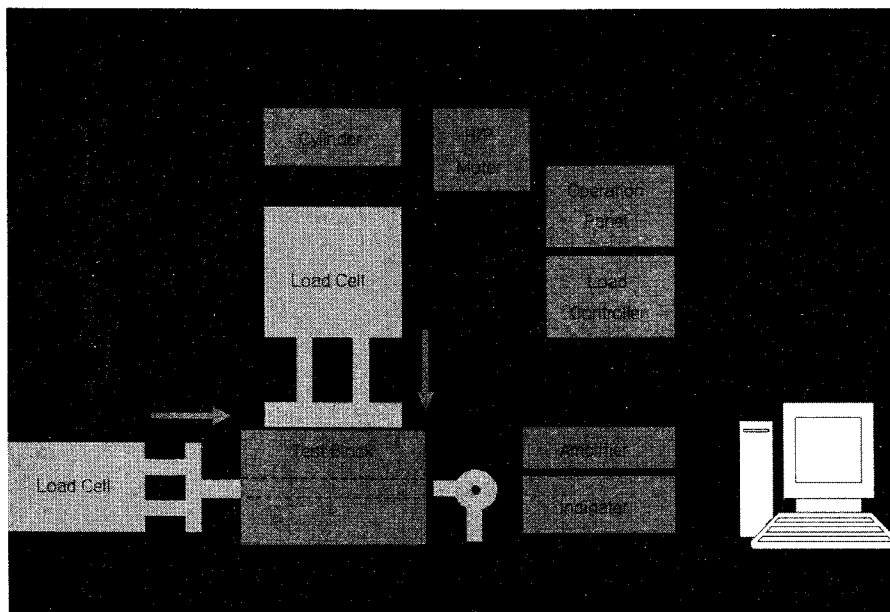


그림 86. 정적 압출 저항 실험 모식도

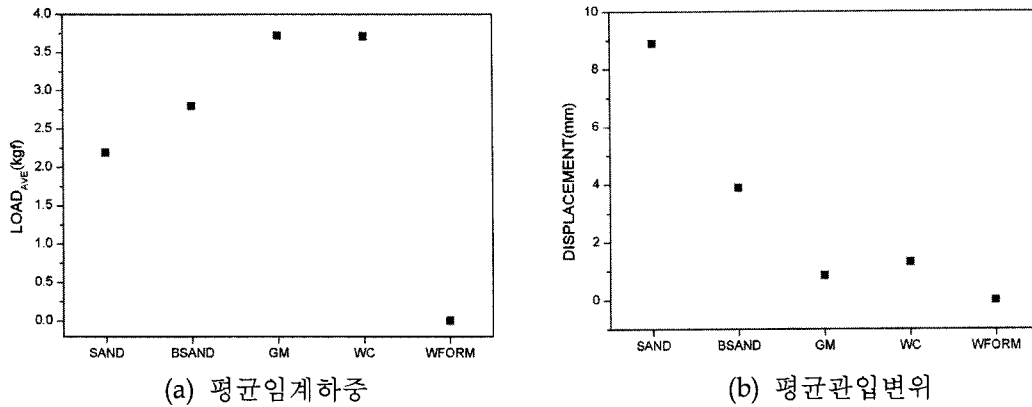


그림 87. 전색재료 별 정적 압출 실험 결과

### 3.2 동적 압출 실험 및 결과

동적하중에 대한 전색재의 압출저항성능을 평가하기 위하여 충격하중의 재하가 가능한 스플릿 홉킨스 압력바를 그림 3과 같이 개조하여, 전색재 별 각 3번씩 동적재하실험을 수행하였다. 충격하중은 입사봉의 중심에 부착된 strain-gage과 동적데이터 획득 시스템을 이용하여 평가되며 관입량은 버니어캘리퍼스를 이용하여 전색재의 관입깊이를 실측하였다. 동적하중에 대한 전색재료의 관입저항성적을 평가하기 위하여 그림3에 공시체 별 관입량을 비교하고 있다. 정적실험과 동일하게 무수축 그라우트 몰탈(GM), 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합재가 높은 관입저항성적을 보였다. 그림 4는 동적 압출 저항 실험 결과를 보여주고 있다.

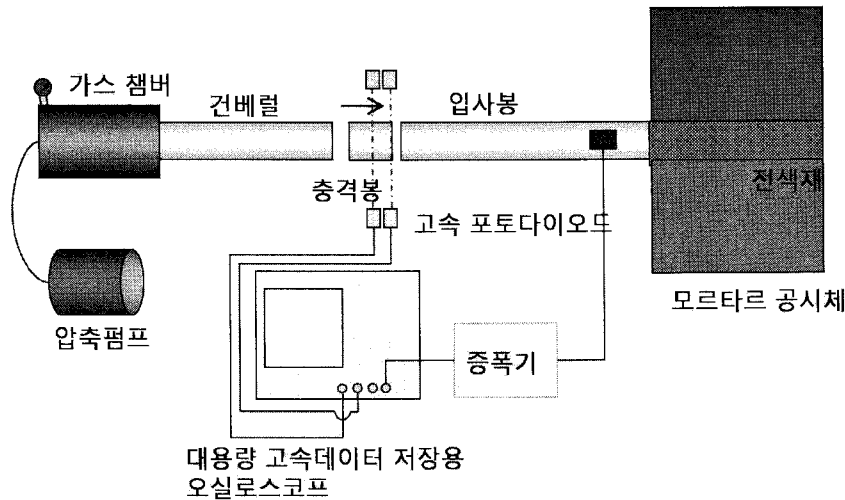


그림 88. 동적압출실험 개요도

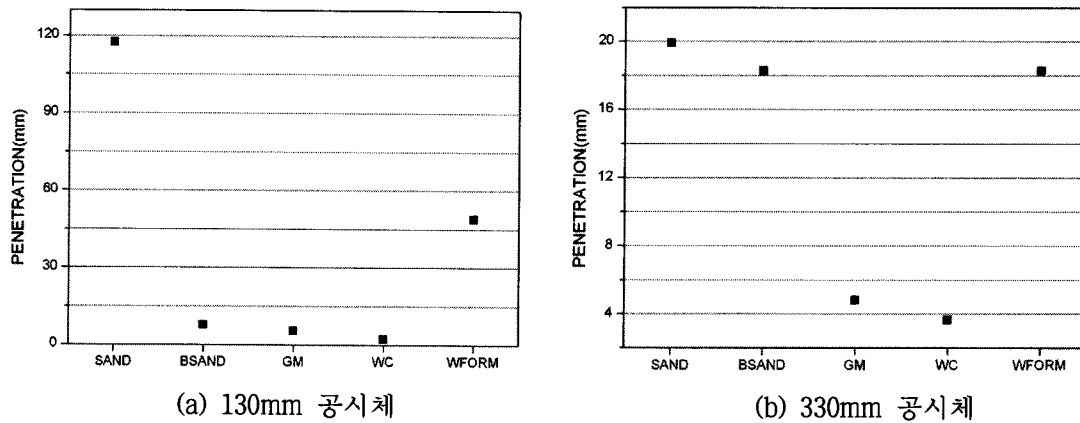


그림 89. 전색재별 동적 압출 실험 결과

#### 4. 결론

본 연구에서는 발파에 사용되는 전색재의 정적 및 동적 압출 저항성 실험을 통해 전색재 종류별로 검토를 해보았다. 본 실험으로 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 정적압출저항 실험결과, 평균입계하중은 무수축 그라우트 몰탈(GM)가 가장 높은 값을 보였으며 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합재가 높은 순으로 나타났다. 평균관입변위량은 무수축 그라우트 몰탈(GM)이 가장 적게 나와 높은 저항 성적을 보였으며 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합재 순으로 좋은 성적을 보였다.
2. 동적압출실험결과, 정적실험과 유사하게 무수축 그라우트 몰탈(GM), 백시멘트(WC), 자연사와 쇄석 혼합재가 높은 관입저항성적을 보였다

#### 참고문헌

1. 강추원, 1997, 시가지 발파에서 공저 전색물이 발파진동에 미치는 영향, 터널과 지하공간(한국암반공 학회지), Vol. 7, pp. 51~57
2. 김재극, 1964, 전색물이 암석발파에 미치는 영향, 광산학회지, 1, 77-84
3. 강추원, 2000, 건공에서 Super Tamping Material에 관한 연구, 18, pp. 11-48
4. 최미진, 조상호, 양형식, 2008, 스플릿 홉킨슨 바를 이용한 이방성 화강암의 동적파괴거동 연구, 터널과 지하공간, 18, 3, pp. 214-218
5. 조상호, 조슬기, 천대성, 신중호, 양형식, 김승곤, 충격하중을 받은 인공취성재료의 손상평가에 관한 연구, 터널과 지하공간, 18, 6, pp457-464