

수공(水孔) 발파작업시 편리한 물푸기 수동펌프와 천공방법

원 연호
Y. H. Won
I&B기술사사무소

1. 머리말

발파작업상 발파효과 및 발파공해(진동, 소음, 비석 등)에 영향을 주는 요인은 매우 많다. 일반적으로 발파효과는 다수의 요인에 의하여 영향을 받지만, 그중 일부분의 영향에 의해서도 발파효과 저하는 물론, 발파공해의 발생으로 민원의 원인이 되고 있다. 따라서 발파효과의 저하 원인 중, 수공(水孔) 발파작업에 따른 영향을 현장 시공사례를 통하여 간략히 소개하고자 한다.

수공(물이 분출되거나 물이 고인 공)에서의 발파는 물의 압력에 의하여 장약 등 메지(전색)가 제대로 되지 않아, 밀장전, 완전 전색이 이루어지지 않아 폭약이 완폭할 수 있는 요인 저해와 느슨하게된 메지로 인하여 철폭 등의 현상이 발생된다. 이와 같은 현상을 방지하고 발파작업의 안전과 편리성을 도모하기 위하여 현장에서 사용되는 간단한 물푸기 작업의 도구의 원리와 천공방법에 대하여 기술하고자 하니 발파기술자들이 상호 공유하여 안전한 발파작업을 기대한다.

2. 수공의 발파효과 저하 및 발파공해의 원인

암석 발파를 위하여 터널 작업 외의 천공작업은 주로 하향으로 천공되며, 천공 후에는 화약장전 및 전색을 실시한다. 그러나 발파조건에 의하여 지하수위 이하의 지하 터파기나 수직구 작업 시에는 항상 천공된 공에 물이 수반되며, 물(水)은 피압수 상태로 분출되거나, 건수(乾水)가 집수되어 천공작업 후 화약을 장전하기 전까지 천공된 구멍에 암분, 토사(塵)를 유입시킴으로서 천공된 공은 시간이 갈수록 이물질들을 포함한 물로 가득 찬다.

따라서 이물질을 함유한 상태와 피압수 상태에서 장약과 전색작업을 할 경우에는 폭약의 순폭성을 저해하여 발파효과를 저하시키고, 전색재(모래+흙)의 흡습으로 전색재의 마찰계수가 낮아져 철폭 및 공포현상에 의한 비석, 소음이 증가된다.

3. 수공(水孔)에서 물제거 방법

(1) 수공 물 제거 수동펌프

종래의 수공 물 제거 방법은 장약전 공기압축기(Air Compressor)의 공기(Air)를 이용하여 물을 제거하였다. 이 방법은 장비가동에 따른 작업 비의 상승을 제외하고도, 안전적인 측면에서는 과도한 압축공기의 힘으로 인하여 공(孔)의 붕괴, 물 또는 흙의 비산 등 장약작업의 불편, 비산에 대한 작업자의 안전을 초래하였다.

그러나 소개하고자 하는 발파천공용 수동펌프는 종래의 불편과 안전성이 확보되었으며 현장에서 간편히 사용할 수 있도록 현장 발파실무자(화약기사1급, 마재방, 실용신안등록)가 개발하였다.

가. 수동펌프의 원리

수동펌프는 천공 직경보다 적은 가벼운 PVC 파이프를 이용하여 파이프 하부에 체크 밸브를 설치 고정시킴으로써 물을 펴 올리기 위하여 파이프를 공내에 삽입할 때에는 체크 밸브 내의 볼(Ball)이 올라가고, 빨 때는 밸브 내의 볼이 내려와 물을 막아주는 원리이다.

또한 흡입된 물의 양을 조절하기 위하여 파이프 내에 체크밸브와 스톱퍼 사이의 거리를 7cm~20cm로 설치(7cm 미만인 경우 볼의 왕복시간이 너무 짧기 때문에 물 또는 이물질의 흡입량이 작게 되어 작업효율이 떨어지며, 20cm를 초과하는 경우는 볼의 왕복시간이 길어지게 되므로 파이프 내부로 유입된 물 등의 이물질이 다시 천공 내부로 유출)하였다.

나. 수동펌프의 구성

파이프형 수동펌프의 구성은 그림 2와 같이 'ㄱ'로 형성된 파이프의 후단부 내면에 들어갈 수 있는 철제용 파이프를 고정시키고, 철제용 파이프의 상부에는 파이프를 막을 수 있는 크기의 볼을 집어넣었으며, 물이 올라올 때 볼을 제한된 공간에 머물도록 하기 위하여 일정 간격을 두어 스톱퍼를 설치하였다.



그림 1. 수동펌프

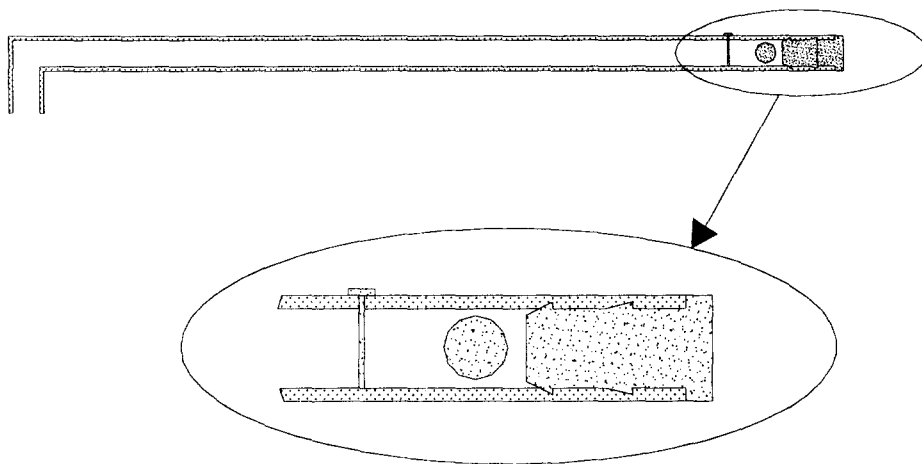


그림 2. 파이프형 구동펌프의 구성

다. 수동펌프의 작동 방법

수동펌프의 작동방법은 물이 들어있는 공내에 펌프를 삽입하여, 상하로 왕복시키게 되면, 공내의 물은 파이프 내부에 설치된 체크밸브의 원리에 의하여 물의 압력 차가 발생되어 천공 내부의 물들이 파이프를 통하여 외부로 토출된다.

라. 수동펌프의 사용효과

수공(水孔)의 물 제거 방법은 공기(Air)를 이용하거나 공기흡입 호스를 이용하는 방법 등이 있다. 그러나 이들 방법은 안전한 측면이나 협소 작업공간에서 장약작업과의 병행이 곤란하므로 작업상 불편이 따른다. 그러나 수동펌프의 사용은 한사람의 작업자에 의하여 간단히 수행할 수 있어, 종래의 불편성과 안전성이 확보되며 발파효과 및 발파공해를 저감시킬 수 있는 가장 간편한 방법이다.

(2) 피압수 상태의 물 처리

수직공 발파작업시 대수층 또는 지하수 층으로 인하여 물이 피압수 상태로 분출되는 경우가 있다. 이러한 경우 물은 어떤 형태로 펌핑을 하여도 천공된 공에 물이 고여, 장약과 전색작업에 어려움을 주며, 천공 및 장약시간이 길 때에는 물의 분출압력에 의하여 장약과 메지는 위로 뿜혀 올라가 느슨하게 되며, 이런 상태에서 발파를 할 경우도 밀장전과 완전 전색이 이루어지지 않아 폭약이 완폭할 수 있는 요인을 저해하거나 느슨한 메지로 인하여 철폐현상의 발생에 따른 소음이 증가된다.

따라서 이와 같은 발파조건에서 밀장전과 전색효과를 높이기 위하여 현장에서 가장 간편하게 할 수 있는 방법은 장약공 주위에 빈 공을 설치하는 것이다.

가. 원리

장약공 주위에 빈 공을 설치하는 원리는 간단하다. 즉, 물이 분출된 상태의 장약공을 발파효과를 높이기 위하여 폭약과 메지로서 공을 밀폐시키지만, 이미 착암기에 의해 인위적으로 천공된 장약공은 수로형성이 됨으로서 밀폐를 하였다하여도 분출된 물의 압력을 이기지 못하여 장약과 메지가 뿜히게 된다.

따라서 이와 같이 분출된 물의 압력을 저하시키기 위하여 장약공과 장약공 사이에 빈 공을 설치 빈 공으로 분출되는 물을 유도하는 원리이다.

나. 설치방법

빈 공의 설치 수량 및 크기는 분출되는 물의 량과 분출장소에 따라 다소의 차이가 있겠지만, 대략적으로 도시하면 그림 3과 같이 공과 공 사이에 빈 공을 설치하여 분출되는 물을 유도하도록 한다. 또한 설치하고자 하는 빈 공의 천공시기는 장약 전에 일반 장약공과 동시에 천공을 하여야 한다.

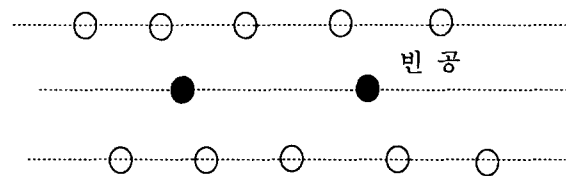


그림 3. 빈공 설치도

다. 설치효과

이와 같은 빈 공 설치시 물이 용출되는 장소면 어디든 적용이 가능하지만 특히, 터널에서 발파작업전 용수가 많을 때, 시가지의 수직구(지하철, 전력구, 통신구 등) 발파작업에 이용하면 발파효과 및 소음을 크게 저감시킬 수 있다.

3. 맺음말

발파작업상 발파효과 및 발파공해(진동, 소음, 비석 등)에 영향을 주는 요인은 매우 많지만, 수공(물이 분출되거나 물이 고인 공)에서의 발파는 물의 압력에 의하여 장약 등 메지(전색)가 제대로 되지 않아, 밀장전, 완전 전색이 이루어지지 않아 폭약이 완폭할 수 있는 저해 요인과 느슨하게된 메지로 인하여 첩포현상 등의 발생으로 발파효과 감소와 발파공해가 발생된다.

따라서 수공(水孔)에서의 발파효과와 발파공해를 저감시키기 위하여 간단한 방법으로 수동 펌프에 의한 물푸기 작업과 장약공과 장약공사이에 빈 공을 설치하는 천공방법을 소개하오니 현장 실무자 여러분께서는 이 방법을 공유하여 발파작업의 편리성과 안전성 확보를 기대한다.

※물푸기 수동펌프 : 마재방(화약류관리기사 1급)

※피압수 상태에서의 천공방법 : 원연호