

Down The Hole hammer의 공압 특성에 관한 연구 A study on pneumatic characteristics of the Down The Hole hammer

*송광현¹, #신대영¹

*C. H. Song¹, #D. Y. Shin(dyshin@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원

Key words : DTH hammer, DTH drilling, Pneumatic hammer

1. 서론

압축공기를 동력원으로 사용하는 천공장비의 일종인 DTH hammer는 자원채굴, 터널작업, 자원 탐사에 사용되고 있는 장비이다.

일반적으로 DTH 천공방식은 압축공기에 의하여 유도되는 피스톤의 타격과 Rotary head에 의한 회전운동을 이용한다. 이때 피스톤의 왕복운동에서 피스톤이 비트를 타격하는 시점의 피스톤 속도는 암반을 파손시키는 타격에너지이다. 하지만 천공 깊이가 깊어질수록 공기압 손실로 인해 타격에너지의 감소가 발생되어 천공속도 저하를 유발한다. 따라서 천공장비인 DTH hammer의 주요 성능인 타격에너지와 분당 타격수에 대한 공학적인 규명이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 DTH hammer의 공압 특성에 대한 연구를 수행하였다.

2. DTH hammer의 구조

DTH hammer는 Fig. 1과 같이 Rotary head에 장착되는 Top sub, 압축공기의 흐름을 결정하는 Check Valve와 Rigid Valve, 왕복운동을 하면서 타격을 가하는 피스톤, 암석 및 지반에 천공 작업을 가능케 하는 Button bit등으로 구성이 되어있다.

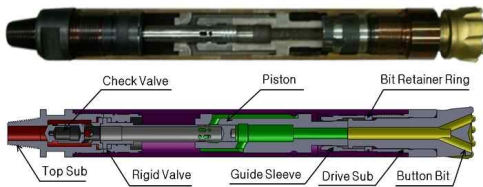


Fig. 1 Down The Hole hammer

3. DTH hammer의 작동 원리

DTH hammer는 공기 압축기에서 토출되는 압축

공기의 공압에너지는 피스톤의 운동에너지로 변환되어, 비트를 타격함으로써 천공작업이 이루어지게 된다. Fig. 2를 참고하여 구성된 부품별로 작동 과정을 분석하면 공기 압축기로부터 토출되는 압축공기는 Rotary head를 지나 Hole 1을 통해 Lower chamber에 압력을 형성하게 된다. 이때 피스톤의 단면적 A_2 에 작용하는 압력 힘으로 피스톤은 좌측으로 거동한다. 이러한 동작이 계속되어 Hole 2와 Rigid Valve가 유로를 형성하면 피스톤은 동작을 멈추게 되고 Hole 2를 통해 압축공기는 피스톤의 Upper chamber에 유입되어 고압을 형성하게 된다. 이때, Lower chamber에 형성되었던 공기압은 비트를 통해 외부로 배출이 되어 Lower chamber는 대기압 상태가 된다. 따라서 Lower chamber는 Upper chamber보다 상대적으로 저압이 형성되고 A_1 에 작용하는 압력 힘과 자중에 의해 피스톤은 우측으로 이동하여 비트를 통해 대상물에 타격에너지를 전하게 된다. 또한 천공작업에 의해 만들어진 암분은 압축기로 유도된 압축공기에 의해서 외부로 배출되는 반복 행정으로 DTH hammer는 작동이 된다.

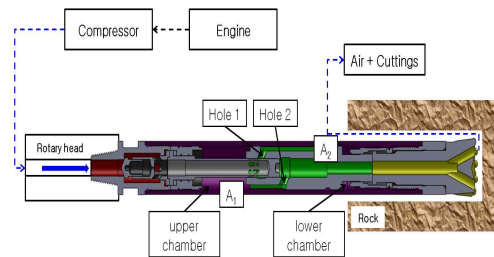


Fig. 2 Action principle of DTH hammer drilling

4. DTH hammer의 공압 해석

본 연구에서는 AMESim을 이용하여 공압 해석을 하였으며 모델링은 Fig. 3과 같다.

DTH hammer의 작동조건, 공급압력과 유량은 Table 1과 같다.

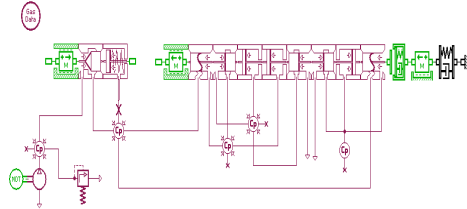


Fig. 3 Modeling of pneumatic circuit

Table 1 Operating conditions of DTH hammer

공급 압력 [Bar]	공급 유량 [cfm]
25	750

5. 해석결과

DTH hammer의 대표 성능을 규명하기 위한 공압 특성을 해석한 결과는 Fig. 4 및 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 4는 피스톤의 운동 및 타격주기를 나타내고 있다. Fig 5는 피스톤이 비트를 타격할 때 속도를 나타내며, 타격 시에 약 4[m/s] 속도감소가 일어난다. 이는 피스톤이 하강할 때 Lower chamber에서 공기의 단열압축 때문이다.

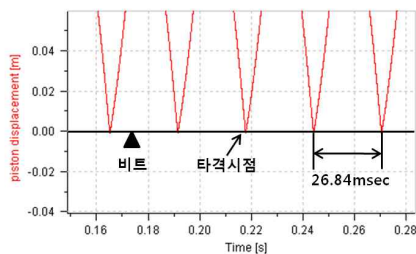
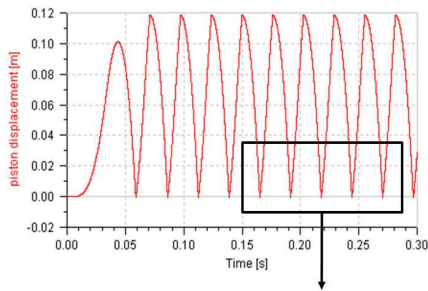


Fig. 4 Displacement of piston

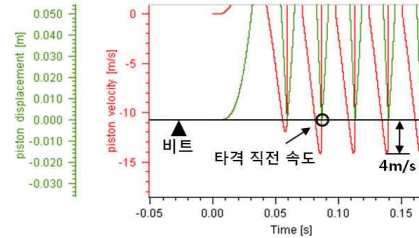


Fig. 5 Velocity of piston

공압 해석을 통해 얻은 DTH hammer의 타격주기, 타격 수, 타격 속도 및 타격에너지는 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Analysis results

타격 주기 [msec]	타격 수 [bpm]	타격 속도 [m/s]	타격에너지 [J]
26.84	2200	10.9	522.8

6. 결론

현재 국내에서 DTH Drilling 시험 장비를 구축하기 위해서는 막대한 비용과 많은 시간이 요구되기 때문에 DTH hammer의 성능규명에 있어 시험적으로 접근하기가 매우 곤란한 실정이다. 따라서 DTH hammer의 실제 치수를 측정 한 후, 이들 데이터를 공압해석 프로그램 AMESim에 적용하여 구동 특성 및 성능을 규명하였다. 해석결과 타격주기는 26.84[msec], 타격속도는 10.9[m/s]를 비롯해 주요 성능인 타격수와 타격에너지는 각각 2200[bpm] 및 522.8[J]로 예측되었다.

본 연구에서 제시한 해석 결과는 DTH hammer의 성능을 미리 예측할 수 있는 중요한 자료가 될 것이며, 향후 성능개선과 본 연구의 검증 및 타당성을 위해서는 DTH hammer에 대한 추가적인 특성 시험이 필요하다.

참고문헌

1. L. E. Chiang., D. A. Elias., "Modeling impact in down-the-hole rock drilling," International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,37, 599-613, 2000.
2. Florian M, J., Thibault Detry. and Janine Gibert. "Subsurface sediment contamination during borehole drilling with an air-actuated down the hole hammer," Journal of Contamination Hydrology ,79, 156-164, 2005.