

# Down The Hole hammer의 타격성능 최적화에 관한 연구

## A study for the impact performance optimization of the DTH hammer.

\*송광현<sup>1</sup>, #신대영<sup>1</sup>, 최성훈<sup>1</sup>, 권순오<sup>1</sup>, 권기범<sup>1</sup>, 이신욱<sup>1</sup>, 조민기<sup>1</sup>  
 \*C. H. Song<sup>1</sup>, #D. Y. Shin(dyshin@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, S. J. Choi<sup>1</sup>, S. O. Kwon<sup>1</sup>,  
 K. B. Kwon<sup>1</sup>, S. O. Lee<sup>1</sup>, M. G. Cho<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한국생산기술연구원

Key words : DTH hammer, DTH drilling, Pneumatic hammer

### 1. 서론

세계적인 광산기계산업의 지속적인 성장으로 천공장비에 대한 관심이 늘고 있으며 천공장비 중에서 고효율, 비용절감, 친환경적인 측면에서 유리한 DTH drilling에 이목이 집중되고 있다.

DTH hammer는 압축공기를 동력원으로 사용하는 천공장비의 일종으로 자원채굴, 터널작업, 건설을 위한 지표면 천공에 사용되고 있는 장비이며, 압축공기에 의하여 유도되는 피스톤의 타격과 Rotary head에 의한 회전운동을 이용한다.

현재 국내에서 천공장비 및 천공방법에 대한 연구가 진행되고 있지만 DTH drilling에 대한 연구는 미약한 수준이다. 또한 DTH Drilling의 시험장비를 구축하기 위해서는 막대한 비용과 많은 시간이 요구되기 때문에 성능규명에 있어 시험적으로 접근하기가 매우 곤란한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 DTH hammer의 구동원리를 파악 후 Down The Hole hammer의 공압특성에 관한 연구<sup>[1]</sup>에서 특성 및 성능을 규명한 결과값을 바탕으로 실험계획법에 적용하여 DTH hammer의 성능에 영향력이 있는 설계인자를 도출하고 DTH hammer의 타격 성능인 타격수와 타격에너지의 최적화에 대한 연구를 수행하였다.

### 2. 스크리닝 설계법

본 연구에서는 DTH hammer의 전체 크기는 유지하면서 변경이 용의한 설계인자를 선정하여 DTH hammer의 타격 성능인 타격수와 타격에너지에 영향력이 있는 설계인자를 찾아내기 위해 스크리닝 설계법에 이용한 설계인자는 Table 1과 같다. DTH hammer의 성능 최적화에 관한 모든 설계인자를 발굴하였고, Table 2와 같이 앞 단계의 스크리닝 설계법을 통해 타격 성능에 영향력이 있는 설계

인자의 기여율을 비교 하였다. 비교 결과 영향력의 우선순위로 B, C, F를 주요 설계인자로 확정하고 추후 선정된 설계인자를 요인배치 실험법에 적용하여 성능 최적화를 진행 하였다.

Table 1 Level of design factors.

설계인자	설계인자	수준 1	수준 2
A	하단 언더랩	51.3	59.0
B	상단 언더랩	27.9	30.9
C	설정압	22.5	25.0
D	상단 체적 [CV <sub>40</sub> ]	0.618	0.687
E	하단 체적 [CV <sub>30</sub> ]	0.286	0.318
F	행정 거리	9.0	10.0
G	top sub. 홀 직경	27.9	31.0
H	스프링 초기 압축력	1.43	1.59

Table 2 Contribution ratio of design factors.

설계인자	타격수	타격 에너지
A	-	-
B	0.76%	6.6%
C	51.9%	24.8%
D	-	-
E	-	-
F	46.0%	68.1%
G	-	-
H	-	-

### 3. 원천 요인 설계 분석

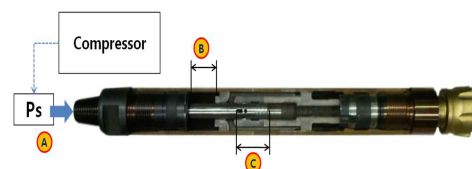


Fig. 1 Design factors of DTH hammer.

DTH hammer의 성능인 타격수와 타격에너지의 성능 최적화에 대한 설계인자로는 Fig. 1과 같이 스크리닝 설계법을 통해 얻은 설정압, 행정거리, 상단언더랩으로 선정하였다.

Table 3 Optimum level of design factors.

최적화 인자	Level of design factor			
	1	2	3	
설정압	A	22.5	25.0	27.5
행정거리	B	9.0	10.0	11.0
상단언더랩	C	27.9	30.9	34.0

#### 4. 원점요인분석 결과

##### ● 타격수

DTH hammer의 성능 타격수에 대한 설계변수의 주효과를 살펴보기 위하여 Table 4와 같이 요인실험 분석을 수행하였다.

Table 4 Analysis of variance for impact rate

타격수에 대한 분산 분석 (검정을 위해 수정된 제곱합을 사용)						
출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	106376	106376	53188	51.86	0.000
B	2	140566	140566	70283	68.52	0.000
C	2	524	524	262	0.26	0.777
오차	20	20514	20514	1026		
전체	26	267981				

S = 32.0266 R-제곱 = 92.34% R-제곱(수정) = 90.05%

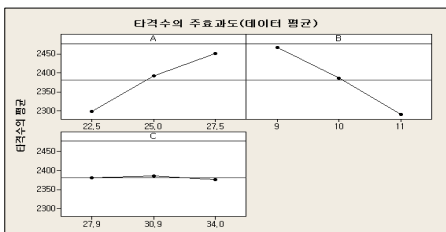


Fig. 2 Main effect plot of impact rate

Table 4의 분산분석과 Fig. 2의 주효과를 참조하여 타격수에 미치는 설계인자의 기여도를 살펴보면 유의수준 95%에서 설계인자 A, B는 각각 39.7%와 52.5%로 타격수에 영향을 미치는 반면 C는 거의 영향을 미치지 못한다. 따라서 설계변수 A와 B는 타격수에 절대적인 영향을 미치는 반면 C는 상대적으로 작은 영향을 미치고 있다.

##### ● 타격에너지

DTH hammer의 성능 타격에너지에 대한 설계변

수의 주효과를 살펴보기 위하여 Table 5와 같이 요인 실험 분석을 수행하였다.

Table 5의 분산분석과 Fig. 3의 주효과를 참조하여 타격수에 미치는 설계인자의 기여도를 살펴보면 유의수준 95%에서 설계인자 A, B는 각각 45.1%와 45.2%로 타격에너지에 영향을 미치는 반면 C는 거의 영향을 미치지 못한다.

Table 5 Analysis of variance for impact energy

타격수에 대한 분산 분석 (검정을 위해 수정된 제곱합을 사용)						
출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	29044.9	29044.9	14522.4	48.11	0.000
B	2	29119.5	29119.5	14559.7	48.23	0.000
C	2	188.7	188.7	94.3	0.31	0.735
오차	20	6037.6	6037.6	301.9		
전체	26	64390.6				

S = 17.3746 R-제곱 = 90.62% R-제곱(수정) = 87.81%

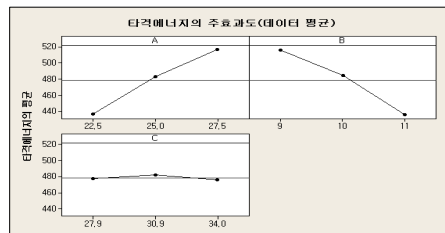


Fig. 3 Main effect plot of impact energy

#### 5. 결론

DTH hammer의 타격 성능 규명에 있어 시험적으로 접근하기가 매우 곤란한 상황이기 때문에 DTH hammer의 작동 원리 파악 후 공압해석의 결과값을 토대로 완전 요인 설계 분석을 실시해 DTH hammer의 타격 성능에 영향력이 있는 설계인자의 기여도를 확인하였다.

요인분석 시 차수를 2차로 A\*B, A\*C, B\*C에 대해 분석해 보았을 때, 모두 유의하지 않았다. 원인은 설계변수 C가 설계변수 B의 변화에 따라 종속적으로 변화기 때문에 유의하지 않았던 것으로 판단된다. 추후 설계인자 B의 독립적인 설계변수를 찾아 분석할 필요가 있다.

#### 참고문헌

1. C., H., Song., D., Y., Shin., "A study on pneumatic characteristic of the Down The Hole hammer," Proceedings of the KSPE 2010 Autumn Conference, PP 599-600, 2010