

가소성 선형 성형 폭약 국산 시제품에 의한 철골구조물 절단실험연구

Experimental Study on the Cutting Effect of Domestic Flexible Linear Shapes Chargers Steel Structures

임 한 옥* 박 근 순**
Lim, Han-Uk Park, Keun-Soon

Abstract

The demand for demolition of steel structures is recently increasing in Korea. Most of flexible linear-shaped charges(FLSC) for steel demolition are now imported from foreign countries. Some basic experiments have been studied to determine the optimum parameters of design for domestic development of FLSC. Domestic FLSC were used to check cutting of steel structures and other materials in this study. The result shows that domestic FLSC is very effective to cut steel structures.

키워드 : 발파해체, 강 구조물, 가소성 선형 폭약, 최적 설계조건
Keywords : *demolition, steel structures, flexible linear-shaped charges(FLSC),
otinum parameters of design.*

1. 서론

쾌적한 환경추구와 협소한 토지의 효율적인 활용을 위한 방법의 하나로 재개발 또는 재건축 사업이 적극 추진됨에 따라 기존 건물의 해체 작업이 증가되고 있다. 이와 같은 추세에 비추어 국내에서도 안전하고 정확한 구조물 해체에 관한 기술 개발이 요구된다. 최근에는 선진 외국에서 적용되고 있는 발파해체공업(demoiltion)이 국내에 소개되면서 관련분야의 연구 및 공법개발이 활발히 진행되고 있는 실정이다.

그러나 지금까지 발파해체공법의 대부분은 철근 콘크리트 구조물의 철거에 적용되고 있다. 따라서 여러 형태의 철골구조물로 이루어진 빌딩, 화력발전소, 제철 제강설비, 교량, 철도, 정유 등 화학설비, 폐 선박 및 해양 설비 등을 해체하기 위하여 기존의 발파해체공법을 적용하는 데는 제한이 따른다. 즉 폭약(explosives)류의 위력을 이용하여 구조물을 절단하기 위해서는 폭약류를 절단 지점에 압착, 장전하여야 되는데 철근 콘크리트와 달리 철골 구조물은 다양한 형태 즉 원형, 타원형, 사각형, 삼각형 등 여러 형태가 있기 때문에 밀착 장전이 어렵기 때문이다.

다양한 형태에 사용가능한 가소성 선형 성형폭약(可塑性 線形 成形爆藥)은 1963년 Rinehart에 의하여 최초로 사용되었고, 현재 미국, 영국, 러시아, 스웨덴 및 일본 등 선진국에서는 여러 가지 상

* 강원대학교 지구·환경공학부 교수, 공학박사

** B&T 기술사(사) 대표, 공학박사

품명으로 산업 현장에서 사용되고 있다.

한편 국내에서는 발파해체에 관한 상당한 연구가 진행 중이지만 성형 폭약을 이용한 철골구조물의 절단해체에 관한 연구는 극히 적으며, 시제품 제작이나 기초실험 등을 실시하는 초기단계라 할 수 있다. 이들 연구는 주로 화학 제조회사나 몇몇 연구소 또는 개인에 의한 연구로 연구결과가 상용화되기까지는 상당한 시일이 소요될 것으로 예상된다. 따라서 지금까지는 필요에 따라 선형 성형폭약을 진량 해외에서 수입하여 사용하고 있다. 일반적으로 외국의 제조기술은 각종 특허로 그 기술의 채택이 제한되고 있으며, 그 기술을 도입하는 데는 막대한 기술료의 지급이 불가피하기 때문에 국내에서의 제조 기술 확립이 절실히 요구된다.

그러나 2000년대에 들어 산업설비 및 발전소등 특수 구조물의 해체 필요성이 대두됨에 따라 국내에서도 이 방면의 연구가 보다 적극적으로 추진되어야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 외국 제품과는 제조기술이 부분적으로 상이하면서도 적용성이 뛰어난 국산 선형 성형 폭약을 개발하기 위한 목적으로 추진하였다. 이를 위하여 첫째 이들 폭약의 성능향상과 품질보증을 위한 설계변수 검토 및 설정에 관한 연구와 둘째 현장 적용 실험을 통하여 그 결과를 확인하였는데 본고에서는 두 번째 단계인 절단 성능실험결과를 발표하기로 한다.

2.가소성 선형성형 폭약제조를위한설계변수

선형 성형폭약(線型 成形爆藥)을 명확히 정의하기는 어려우나 먼로효과(Munroe effect)를 이용하여 폭약 아래 부분을 곡선형으로 하고 금속제 라이너(liner)를 부착하여 기폭시킴으로서 폭약의 힘을 곡선부 중앙에 집중시켜 극히 제한된 부분을 관통 또는 절단시키는 폭약이라 정의할 수 있다[2,3].

2.1 선형성형 폭약의 원리

최근 외국에서 상품화된 선형 성형 폭약의 단면은 대체로 Fig.1과 같이 외피(case of sheath or housing), 공동라이너(cavity liner), 중심부 화약(explosive core)으로 구성된다.

라이너는 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al) 등으로 만들어지며, 휨 각도(apex angle)는 성형폭약의 종류에 따라 다르지만 가소성 선형 성형 폭약

(flexible linear shaped charge)의 경우 대체로 45~90°인 것으로 보고되고 있다. 이외에도 라이너의 두께, 휨 부분에서 라이너의 형태, 정점 반경에 따라 성능에 영향을 미친다.

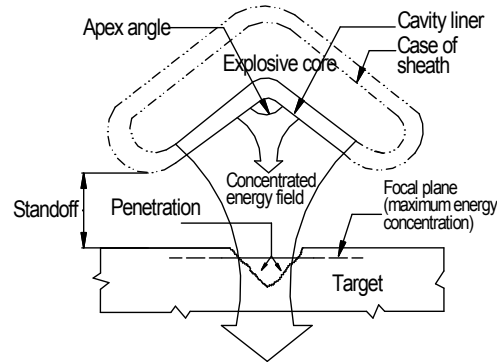


Fig. 1 Simplified shaped charge with optimum standoff for maximum target penetration.

라이너는 순간적으로 폭약에너지를 집중, 방사하는 역할을 하기 때문에 높은 밀도의 재질이 요구된다. 그리고 중심화약으로는 헥소젠(RDX), 펜트라이트(PETN), 헥소니트로스틸벤(HNS)등이 사용되는데, 기폭속도는 4,570m/sec 이상 되어야 한다 [2]. 기폭 결과 방출된 에너지가 라이너의 작용으로 집중되는 원리는 다음과 같다. 즉 성형 폭약의 밑부분에서 나온 충격파 중 수평요소는 서로 충돌되어 상쇄되지만, 수직 성분은 서로 축적되어 장약의 중심선에 집중되고 이들이 중심 축을 따라 중첩되어 압력이 극한 상태에 도달한다.

이와 같이 화약의 분해로 형성된 에너지의 집중과 라이너에서 생긴 금속 분자들의 조합으로 이루어진 고속기류(jet) 즉 충격파는 일정한 방향으로 방출되면서 목표물을 절단하는 작용을 한다. 이 때 목표물의 변형은 충격파가 전면을 통과한 후 극히 짧은 순간 즉 1μs 내에 시작된다. Fig.1은 고속기류가 완전히 형성되어 적당한 이격거리(standoff)를 유지할 때 철 구조물을 절단하는 모식도이다.

성형 폭약의 관통 작용이나 절단 능력은 여러 가지 요소에 의해 영향을 받게 되는데 그 대표적인 요소는 폭약의 종류, 라이너 재질, 이격거리, 목표물 즉 절단물의 물리적 특성을 들 수 있다.

2.2 설계변수 실험 결과

국산 선형 성형 폭약 개발을 위한 연구로 추진되었던 성형폭약의 성능향상과 품질보증을 위한 설계변수 검토 및 설정에 관한 연구는 필자들이 이미 보고한바 있다[1].

그러나 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째 주요 설계변수 및 실험조건이 동일할 때 폭약의 종류로는 폭약의 폭속이 빠르고 성형이 용이하며 마찰이나 충격에 비교적 둔감한 폭약이 선정되어야 한다. 국산화약을 기준으로 할 때 펜트라이트 및 헥소겐이 뉴에밀전보다 효과적이다. 그러나 입도가 상대적으로 굵은 헥소겐은 펜트라이트보다 부분적으로 성능이 저하됨을 확인하였다.

둘째 라이너 재질은 구리가 알루미늄이나 납보다 더욱 효과적으로 나타났다. 이와 같은 이유는 비중, 용융점, 비등점 및 탄성계수 등 금속학적 특성과 화학적 조성상 고속기류가 좁고, 깊게 형성되기 때문이다. 그리고 라이너의 오목한 각도(cavity apex)는 45°, 60°, 90°, 120°등 조건을 달리한 경우, 90°일 때 가장 절단깊이가 우세함을 알 수 있었다. 이와 같은 현상은 폭약 표면에서 직각으로 방사된 에너지가 중앙부에 누적, 집중되기 때문이다. 한편, 라이너의 적정 두께는 설계약량과 가소화에 따라 차이를 보였으며, 가소화되지 않은 펜트라이트를 사용하여 설계약량을 각각 72.5, 160, 350 및 665 g/m로 하였을 때 구리라이너의 적정 두께는 각각 0.4, 0.5, 0.8, 1.0mm이었다. 반면에 가소화된 펜트라이트일 때는 그 두께가 1.2, 1.5, 2.2, 4.2mm임을 확인하였다. 폭약의 절단 효과면에서는 가소화되지 않은 경우가 가소화된 경우보다 효과적이지만, 절단 대상 구조물의 형상에 맞추어 압착시킬 수 없는 문제가 있다.

셋째 모든 조건이 동일할 때 적정 이격거리는 폭약의 양과 라이너의 재질에 따라 차이를 보였다. 즉 가소화된 펜트라이트를 설계약량 72.5, 160, 350 및 665g/m로 하고 가소화된 구리 라이너를 사용한 경우 그 이격거리는 각각 2.4, 4.8, 8.5, 13.3mm이다.

넷째 여러 형태의 철골구조물에 효과적으로 압착시켜 절단성능을 향상시키기 위해서는 폭약의 가소화가 요구되며, 가소화제의 첨가량은 폭약중량의 10 ~ 15%가 효과적이다.

3. 구조물 절단실험

이미 발표한 연구결과를 이용하여 실제로 건설

및 산업 현장에서 주로 사용하는 몇가지 종류에 대하여 강제류 절단 실험과 특별히 제작한 철골 구조물 절단 실험을 통하여 확인하였다

3.1 국산시제품의 제조기준

연구결과를 토대로 제작한 국산 선형 성형 폭약 시제품의 주성분은 펜트라이트(PETN)이고 라이너의 재질은 구리이며 각도는 90도이었다. 또한 원형 구조물에도 부착이 용이하도록 가소화시켰으며, 절단대상물의 철판두께를 3mm, 6mm, 10mm, 15mm로 구분하여 설계 폭약량을 각각 72.5g/m, 160g/m, 350g/m, 665g/m를 적용하여 4가지 type으로 제작하였다. 실험에 사용된 성형폭약의 제원은 Table 1과 같다.

3.2 각종강재류에 대한 절단실험

건설현장에서 주로 사용하는 규격의 강재류와 콘크리트, 케이블과 파이프류, 철판과 형강류에 대한 절단 실험을 실시한 결과를 요약하면 Table 2와 같으며, 실험 결과를 사진으로 보면 Fig. 2~Fig. 6과 같다.

Table 1에 제시된 선형 성형폭약의 장약량은 다음과 같이 산정된 것이다.

Table 1에서 절단대상물의 두께 즉 $t=3, 6, 10, 15\text{mm}$ 일 때 각각 Table 내 Type 1, 2, 3, 4에 해당되는데 예를 들면 $t=3\text{mm}$ 인 철판(steel plate)을 절단시키기 위하여 장약량 72.5g/m를 선정할 경우는 다음과 같다. Table 1에서 $t=3\text{mm}$ 에 적용되는 Type 1의 가소성 성형폭약의 크기는 길이×높이×너비가 $200 \times 22 \times 29\text{mm}$ 이고 그 내부에 장약된 폭약의 크기는 $200 \times 9 \times 9\text{mm}$ 이며 그 양은 14.5g이 된다. 따라서 길이가 200mm인 14.5g을 단위환산(g/m)하면 $14.5 \times 1\text{m} / 200\text{mm} = 72.5\text{g/m}$ 가 된다. 마찬가지로 폭약량을 선정하였으며 다만 케이블과 콘크리트는 철강으로 가정하고 산정한 것이다. 절단 실험 결과 모두 완전히 절단됨을 확인 하였다. 그러나 동일한 설계약량으로 절단대상물을 절단할 경우 절단하고자 하는 형상에 따라 즉, 직선, 곡선, 원형으로 절단하는 경우, 각각 절단성능에 차이가 있으며 원형의 경우 절단성능이 가장 저하되는데 이것은 가소화된 폭약 및 라이너가 구부러짐에 따라 밀도의 다짐이 변하기 때문이라 판단된다.

또한 너관이 위치한 절단부분이 다른 절단부위에

Table 1 Dimension of shaped charge

Type		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Remarks
Shaped charge	Length (mm)	200	200	200	200	
	Height (mm)	22	26	34	56	
	Width (mm)	29	32	40	56	
Explosive	Width (W,mm)	9	13	19	27	
	Height (H,mm)	9	14	20	27	
	Height (C,mm)	4.5	7.5	10.5	13.5	
Liner	Thickness (t,mm)	0.4	0.5	0.8	1.0	
		1.2	1.5	2.2	4.2	Plasticized
	Width (E,mm)	12.7	18.4	26.9	38.2	E=e1+e2
Angle(°)		90	90	90	90	
Explosive quantity(gr)		14.5	32	70	133	L=200mm
Explosive quantity(gr/m)		72.5	160	350	665	L=1000mm

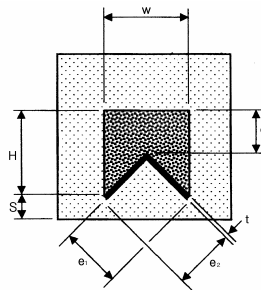


Table 2 Result of structure cuttings test

Sample No	Specimen	Physical property	Shaped charge	Quantity	Result
1	Cable	400 line $\Phi 30\text{mm}$	72.5 g/m	2	complete cutting
2	Steel plate	t = 3mm	72.5 g/m	2	complete cutting
3	Angle	100 × 75 t = 6mm	160 g/m	2	complete cutting
4	Steel pipe	$\Phi 216.5$ t = 6mm	160 g/m	2	complete cutting
5	Steel plate	t = 10mm	350 g/m	2	complete cutting
6	Spiral steel pile	$\Phi 355.6$ t = 8mm	350 g/m	2	complete cutting
7	H pile	300 × 300 10 × 15	665 g/m	2	almost complete cutting
8	Concrete	t = 150mm	665 g/m	2	complete cutting &
9	Steel structure	2.0W × 4.0L × 8.0H(m)	665 g/m	1	complete cutting

비하여 절단성능이 약간 저하되는 현상이 관찰되는데 이러한 이유는 뇌관 위치가 폭약의 초기 기폭점이므로 상대적으로 폭발 속도가 낮기 때문일 것으로 판단된다.

앵글(angle)과 H-beam과 같은 형상의 절단 대상물은 양 변이 서로 만나는 모서리 부분은 완전히 절단되지 않는 경우가 발생하는데 이러한 현상은 모서리 부분이 두께가 더 두껍고 고속기류(jet)의 방향이 바뀌는 지점이기 때문이다. 따라서 이러한 부분은 발파 해체 시 사전 절단작업이 필요할 것으로 판단된다.

설계약량이 절단대상물의 재질과 두께에 비하여 과장약인 경우 절단부위에 일부 휨 현상이 발생하게 되는데 절단 후 보수 및 정비가 목적이려면 문제가 되므로 설계약량 선정 시 세심한 검토가 필요하다.

참고로 절단성능을 극대화하기 위해서는 고속기류를 정확하게 직선으로 유지시켜야 하므로 폭약의 밀도와 다짐이 균일하고 사용하는 라이너의 밀도와 두께도 균일하여야 하며 뇌관의 기폭과 충격파의 전달에 결점이 없어야 한다. 따라서 제조공정에서의 엄격한 품질관리와 현장에서의 정확한 장약 및 사용은 대단히 중요한 것으로 판단된다.

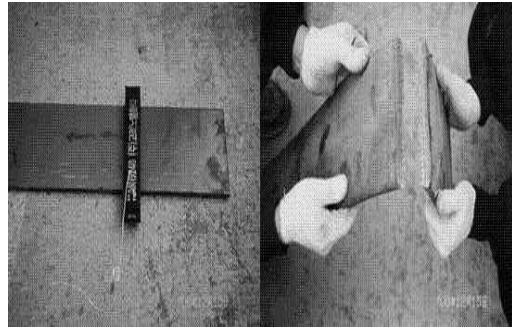


Fig. 4 Cut 10mm steel plate (explosive:350g/m)

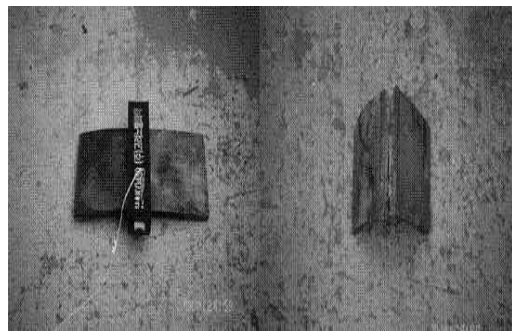


Fig. 5 Cut 15mm steel plate (explosive:665g/m)

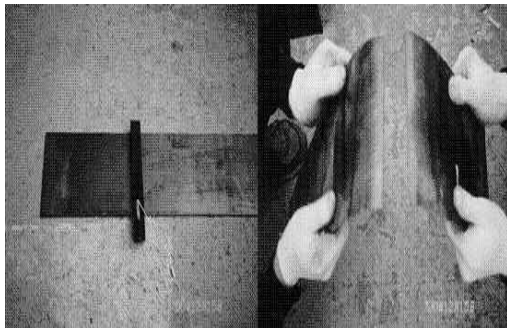


Fig. 2 Cut 3mm steel plate (explosive:72.5g/m)



Steel pipe 355.6mm t=8mm

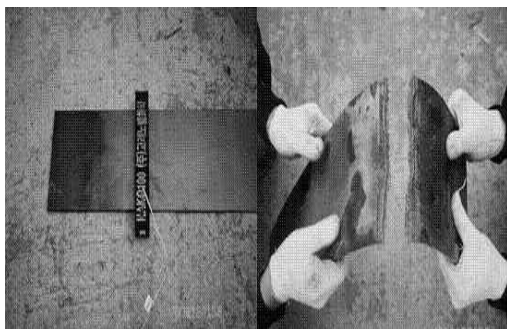


Fig. 3 Cut 6mm steel plate(explosive : 160g/m)



Steel pipe 216.5mm t=6mm



Steel plate t=10mm



H-pile 300×300×10×15mm

Fig. 6 View of cutting the specimens



Angle 10075 t=6mm



Cable 400 line ϕ 30mm

3.3 절단깊이 산정을 위한 보정계수(K)의 검토

이론적으로 연구한 결과와 각종 강재류에 대한 절단 실험 결과로부터 (1)식에 주어진 보정계수 K 값을 구해보면 Table 3과 같다[4].

$$L_p = K \cdot L_j \left(\frac{\rho_j}{\rho_T} \right)^{\frac{1}{2}} \quad : \quad (1)$$

여기서

L_p 및 L_j 는 각각 절단깊이, 라이너길이

ρ_j 및 ρ_T 는 각각 라이너 및

절단대상물의 밀도

K : 보정계수

Table 3 K-value of penetration depth equation(Cu)

Type	Quantity(g/m)	Penetration depth(L_p ,mm)	Liner length(L_j ,mm)	$(\rho_1/\rho_2)^{0.5}$	K
1	72.5	3~4	6.4	1.066	0.44~0.59
2	160	5~7	9.2	1.066	0.51~0.71
3	350	9~12	13.5	1.066	0.63~0.83
4	665	15~18	19.1	1.066	0.73~0.88

산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제24권 B호, 2004.
가소성 선형 성형 폭약 국산 시제품에 의한 칠골구조물 절단실험연구

Table 3에서 장약량(g/m)은 Table 1에서 장약량 14.5, 32, 70, 133g을 단위환산(g/m)하면 각각 72.5, 160, 350, 665g/m로 구해진다.

그리고 절단깊이는 예비실험, 설계변수실험 및 강재류 절단 실험 결과 구해진 값이며, 라이너 길이는 Table 1을 이용하여 환산된 값이다.

그 결과 Type별로 K값은 0.44~0.59에서 0.73~0.88까지이다. 이들에 관한 외국의 결과 보고가 거의 없으며 다만 러시아의 경우 원추형 성형폭약의 경우 2.0~4.0까지로 제시하고 있으나 성형폭약의 형태가 서로 다르고 또 폭약의 성능 및 제원이 서로 다르기 때문에 단순히 수치만으로 비교하기는 어려움이 있다.

3.4 철골구조물 절단해체 실증실험

(1) 철골구조물의 구성과 형상

본 실험에 사용된 철골구조물은 특수 제작된 것으로 폭이 2.0m, 길이가 4.0m, 높이가 8.0m이고 주부재는 재질이 SS41인 H-Beam(150×150×10mm(1)), 300×300×15mm(2)과 γ -앵글(90×90×6mm)로 구성되어 있으며 상·하판이 각각 40mm, 10mm 철판으로 연결된 비교적 견고한 철골구조물로서 그 형상은 Fig 7과 같다.



Fig. 7 View of the steel structure

(2) 절단해체 계획

절단해체 절차는 대상 철골구조물의 형상, 재질, 두께 등에 대한 분석, 적정 선형 성형폭약과 너관의 선정, 구조물 전도 방향 설정과 이에 대한 구조 해석 검토, 사전 취약화 부위선정과 취약화 작업, 시험발파 및 장약발파 순서로 진행되었고 주요 절단해체 계획은 다음과 같다.

① 붕괴메커니즘

붕괴 형태와 방향은 해체 대상 구조물의 주변 조건을 고려하여 결정하게 되는데, 본 실험에서는 철골구조물 주위에 여유 공간이 넓어 한쪽 방향으로 전도 붕괴 하도록 계획 하였으며 구조물 전체가 붕괴 메커니즘을 형성하여 전도하기 위해서는 각 기둥에 2 개소 이상의 소성 힌지가 형성되어야 하므로 발파 시 전도 방향쪽 4개 기둥 하단부 1.2m 구간이 절단되도록 하여 확실하게 힌지가 형성되도록 하였다.

② 사전취약화범위

본 실험에 사용된 철골구조물은 중량물 받침대로 사용되었던 구조물로서 8개 기둥을 중심으로 γ -앵글로 보강되어 있고 특히 8개 기둥 중앙에는 대형 H-Beam(300×300×15mm)으로 보강되어 있어 전도 붕괴 유도에 저항이 큰 구조적 특징을 갖고 있다. 따라서, 사전 취약화 범위는 8개 기둥을 전도 방향쪽으로 부분 절단하고 그 위에 부재는 전도 붕괴가 되도록 산소절단기를 사용하여 절단하였다.

③ 사용폭약및기폭지연시차

절단해체에 사용할 폭약의 규격은 주절단 대상 부재가 두께 10mm인 H-Beam이므로 본 연구에서 확인된 절단 성능을 기준으로 설계약량이 350g/m (70g/ea)과 665g/m (133g/ea) 두 종류를 선정하여 전도 방향 쪽 기둥에는 확실한 절단을 위하여 665g/m 을 사용하였다.

전도방향 반대쪽 기둥에는 350g/m을 사용하였고 절단부위를 밀어내기 위한 폭약(kicker charge)은 각 기둥 당 도폭선 1m (40g/m)를 사용하였다.

또한 부재 절단 후 힌지 형성에 필요한 시간을 조절하기 위하여 기폭 지연 시차를 1단계 0ms, 2단계 0+60ms, 3단계 60+100ms로 설정하였다.

(3) 사전 취약화 및 장약발파

① 사전 취약화작업

사전 취약화 범위 설정에 따른 구조해석 결과 사전 취약화 후 구조물의 안정성에 문제가 없다고 판단되어 절단부위를 정확히 표시하고 산소절단기를 사용하여 취약화 작업을 실시하였다. 이때 절단선은 비교적 직선이고 절단면은 매끄러운 수준으로 하였고 간격은 10mm 이상 되도록 하였다. 그리고 전도 방향을 고려하여 방향성을 갖도록 취약화 시켰다. 왜냐하면 절단면이 거칠고 불규칙하면 전도 붕괴의 장애요소로 작용할 수도 있기 때문이다. 또한 부재에 대한 과도한 절단부위에 대해서는 변형을 방지하기 위하여 절단면 사이에 적당한 두께의 철판조각을 끼워 넣었다. 전도 방향 쪽 사전 취약화 부위 및 형태는 Fig. 8과 같다.

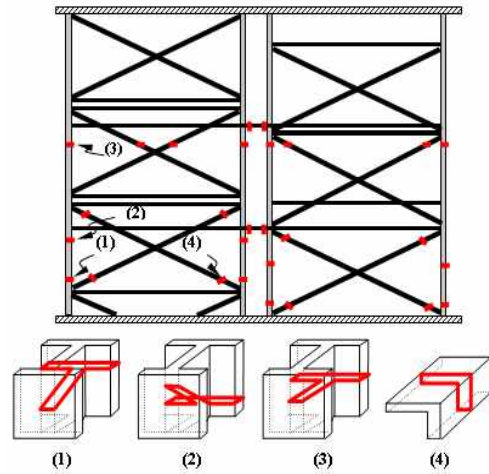


Fig. 8 Schematic of preweakening location and structures shape

② 선형 성형폭약설치

선형 성형폭약 설치 시 절단부위에 폭약이 정확히 부착되어야 하고 폭약과 뇌관은 견고하게 고정되어야 하며 부착 후 이격거리에 변화가 없어야 한다. 본 실험에서는 선형 성형폭약의 밑 부분에 강력한 양면테이프를 사용하여 부착성을 향상시켰고 추가로 각선과 고무줄을 사용하여 단단히 고정시켰다.

또한 미는 장약(kicker charge)은 청테이프를 이용 부착시켰다. 전기 뇌관은 폭약 상부에 뇌관 삽입공을 뚫고 삽입한 후 테이프를 사용하여 고정시켜 지연 시차를 갖고 먼저 기폭되는 폭약의 충격 및 진동으로 인한 이탈현상이나 접촉부위가 느슨하게 되는 것을 방지하였다. 설치된 선형 성형폭약은 전도 방향쪽 12 개소, 전도방향 반대쪽 8개소, 미는 장약은 4 개소에 설치하였고 폭약의 위치 및 설계약량은 Fig. 9와 같다.

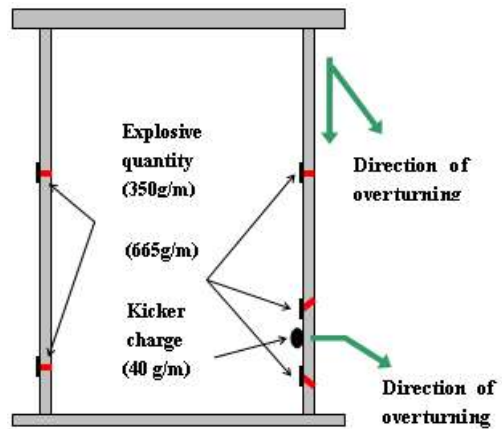


Fig. 9 Schematic of location and design quantity of explosive

③ 발파풍압 및 소음측정

본 실험에서 사용한 선형 성형폭약의 최대 지발당 장약량은 1.064kg이었으며 폭원으로부터 50m 떨어진 곳에서 발파 풍압과 소음을 측정하였다. 측정된 발파 풍압은 148(dB,L) 이상이었고 소음은 110(dB,A) 이상이였다. 이때 방호상태는 무 방호이였다.

(4) 결과분석

본 실증 실험의 주 목적은 개발된 가소성 선형 성형폭약의 철골구조물에 대한 절단능력과 현장 적용성 확인에 있으며 실증 실험을 통하여 얻어진 결과를 요약 기술하면 다음과 같다.

선형 성형폭약의 철골구조물에 대한 절단능력은 우수하게 나타났으며 이미 확인된 설계약량별 철판두께 기준을 충족하고 있을 뿐만 아니라, 각종 강재류 시험편에 대한 절단능력 결과와 비교해 볼 때 상대적으로 절단면 상태가 양호하고 절단효과

도 큰 것으로 확인되었다. 이와 같은 이유는 대부분 철골구조물 절단의 경우 절단부재가 구조적으로 고정되어 있어 폭약에너지가 효과적으로 작용하기 때문일 것이다. 절단 해체 전, 후 철골구조물의 형태는 Fig. 10과 같고 상,하부 절단부위 상태는 Fig. 11과 같다.

국산 가소성 선형 성형폭약의 현장 적용성을 폭약의 취급과 설치 측면에서 검토 해본 결과 강력한 양면테이프를 사용함으로 부착성이 우수하고 기폭뇌관 설치 시 우레탄 제질속에 설치하게 되어 견고하며 다양한 형태와 길이에 따라 휘어지고 칼로 쉽게 절단하여 사용할 수 있으므로 효과적이다. 또한 수입 선형 성형폭약에 비해 제품 가격이 저렴하여 경제적이다 할 수 있다.

본 실험을 통하여 확인된 절단성과 현장 적용성은 대체로 우수하지만 보다 나은 절단성과 현장 적용성을 확대하기 위하여 많은 실증 실험을 통하여 정확한 자료를 축적하고, 품질 개선과 철골구조물에 대한 발파해체 요소기술을 조속히 개발하여 각종 건설현장 및 산업현장에 적용하여야 할 것으로 판단된다.



(a) Cut section of upper part of structure



(b) Cut section of lower part of structure

Fig. 11 View of cut steel structure

(upside & downside)



Fig. 10 View of set(up) and overturned(down) steel structure

4. 결론

최근 국내에서도 기존 시설물의 활용도 제고 및 쾌적한 환경의 추구를 목적으로 각종 발파해체 공법의 필요성이 더욱 증가하는 추세이다.

더욱이 해체 대상물이 철근 콘크리트 구조물에서 철골 구조물에 이르기까지 다양해지기 때문에 종래의 발파 해체공법에서 더욱 발전된 철골 구조물의 절단기술이 요구된다.

철골 구조물의 효과적인 절단을 위해서는 가소성 선형 성형폭약의 개발이 필수적인 것으로 알려져 있다 그러나 국내에서는 아직껏 이에 관한 기술이 확립되지 못하여 필요에 따라 외국으로부터 고가로 수입하여 사용해 오고 있는 실정이다.

이와 같은 여건에서 국내에서도 가소성 선형 성형폭약 개발을 위한 설계변수에 관한 연구를 수행하고 그 결과를 토대로 Table 1과 같은 규격의 국산 시제품을 제조하였다.

산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제24권 B호, 2004.

가소성 선형 성형 폭약 국산 시제품에 의한 철골구조물 절단실험연구

다음으로 이를 이용하여 산업현장에서 널리 사용 되는 각종 강재류 즉 케이블, 철판, 앵글, 스틸파이프, H-파일, 콘크리트등과 SS41계질과 앵글을 주부재로 제작된 철골 구조물에 대한 절단 실험을 실시한 결과 우수한 절단효과를 확인하였다.

참고문헌

- [1] 박근순, 임한욱, “가소성 선형 성형폭약 제조를 위한 설계변수에 관한 연구”, *한국암반공학회 논문지*, 제 13권, 제3호, pp. 225-234, 2003.
- [2] R.T.Barbour, 1981, “Protechnics in Industry”, McGraw-Hill, Inc. pp. 41-72
- [3] W.P. walters sand J.A .zukas,1988, “Fundamentals of Shaped Charges”, CMC Press, Baltimore, MD. pp. 1-89
- [4] P.W.Cooper, 1989, “Explosives Engineering“, Wiley-VCH Inc. pp. 435-440