

建物解體 工法과 展望

The method and aspect of the building demolition

金 熙 昶*
Kim, Hee Chang

목 차

1. 서 언
2. 건물 해체공법의 분류
3. 건물 해체공법의 종류 및 특성
4. 건물 해체 계획 및 시공
5. 공해대책 및 폐기물 처리
6. 국내외 해체기술 동향 및 전망
7. 결 언

1. 서 언

도시재개발, 불량주택 재건축 등 재개발사업 뿐 아니라 지가상승 등으로 인한 부지의 효율적 이용 측면에서 건물의 해체가 더욱 필요하게 되어, 건물을 짓는 것 못지 않게 해체에 대한 관심이 높아지고 있다. 그럼에도 불구하고 건물 해체라고 하면, 지난날 둥근 쇳덩어리를 매달아 건물을 부수는 것이 연상되었고, 최근에 와서야 압쇄기를 이용하는 등, 건물해체 분야는 다른 분야에 비하여 낙후되어 있는 것이 현실이다.

최근에 국내 최초로 화약 발파에 의한 폭파 해체공법이 시도된 것은 시기 적절하다 할 것이다.

이에 건물 해체에 대한 일반적인 공법의 특징과 향후 개발되어질 공법에 대하여 살펴보면서 국내의 동향 및 전망을 보고자 한다.

2. 건물 해체공법의 분류

해체공법의 종류는 다양하나, 특성별로 분류하면 이해하기 쉽다. 일반적으로 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 파괴의 범위에 의한 분류

(가) 한정 파괴(국소파괴)

기둥과 벽의 태깅이나 벽의 하부절단 등 국부적인 파괴이다.(압쇄공법, 절단기에 의한 공법)

(나) 비한정 파괴

범위를 한정하기 어려운 파괴이다.(강구, 잭공법)

(2) 발생재의 형태에 의한 분류

(가) 파쇄해체

콘크리트 발생재를 작은 부스러기로 하는 해체(브레이커 공법, 압쇄공법, 강구공법, 잭공법)

(나) 부재해체

기둥, 보의 끝부분, 벽등의 주변부를 태깅기하는 해체(브레이커공법, 절단기공법)

(3) 파괴 원리에 의한 분류

해체원리에 따라 분류하는 것도 여러가지 있겠으나 다음과 같이 분류하였다.

① 기계적 충격에 의한 공법

② 유압에 의한 공법

③ 연삭(研削)에 의한 공법

④ 화약에 의한 공법

⑤ 팽창압에 의한 공법

⑥ 화염에 의한 공법

⑦ 전기에 의한 공법

⑧ 제트력에 의한 공법

⑨ 전도(轉倒)에 의한 공법

* 化工 및 窯業(技術士), (주) 소원기전 상무

⑩ 기타 공법

해체 공법의 분류를 표 2-1에 표시하였다.

<표 2-1>

해체공법의 분류

분 류		적 용 방 법
파괴 범위	한정(국소)파괴	기둥, 벽과 테뭉기, 벽 하부의 절단 등, 한정된 범위의 파괴(브레이커, 압쇄, 절단기 공법 등)
	비한정 파괴	범위를 한정하기가 어려운 파괴(강구, 잭공법 등)
콘크리트 발생 재 형태	파쇄 해체	콘크리트 발생재가 작은 부스러기 모양으로 되는 해체(브레이커, 강구, 압쇄공법, 잭공법 등)
	부재해체	기둥, 보의 선단부, 벽 등의 주변부를 테뭉기하여 해체(브레이커, 커터공법)
파괴의 원리와 방법	기계적충격에 의한 공법	수동공구, 핸드해머, 브레이커, 대형브레이커, 강구, 천공기
	유압에 의한 공법	압쇄(유압브레이커) 공법, 잭공법, 유압식 확대기
	연삭에 의한 공법	커터(Cutter) 공법
	화약에 의한 공법	고폭속 화약, 콘크리트파쇄기, 스프스브라스팅
	팽창압에 의한 공법	정적파쇄제, 고압가스파쇄법
	화염에 의한 공법	가스절단법, 화염제트(Fuel Oil Flame), 델미트법
	전기에 의한 공법	직접통전가열법, 전자유도가열법, 마이크로파법, 레이저광선법
	제트력에 의한 공법	워터제트(Water Jet), 연마제 워터제트
	전도(轉倒)공법	구축물을 테뭉기하여 다리부분을 V자형으로 절단해서 쓸어뜨림

3. 건물 해체공법의 종류 및 특성

각종 해체공법에 대한 원리, 사용기기, 방법 및 특성에 대하여 보고자 한다.

(1) 핸드브레이커 및 대형브레이커에 의한 공법

컴프레서에서 보내지는 압축공기 또는 유압에 의하여 정을 작동시켜 반복되는 타격에 의하여 콘크리트를 파쇄하는 공법이다. 이 방법은 단독으로도 사용되나 다른 공법과 병용하는 경우가 많다. 핸드브레이커는 1m³/인, 일 정도의 일량을 한다. 대형브레이커는 작업능률이 좋아서 일반적으로 20~30m³/일 정도이다. 최근에는 공기압식 대신에 유압식이 많이 이용된다. 핸드브레이커는 수동공구(짜는 끌, 대형해머)에 비하여 능률이 좋지만 소음이 많은 것이 단점이다. 공기압식의 소음 74~84폰(30m), 유압식은 70~80폰.

(2) 강구(Steel Ball)에 의한 공법

크레인의 선단에 강구를 매달고 수직 또는 수평으로 흔들어서 부재를 두들겨 부딪히게 하여, 그 충격으로 구조물을 파괴하는 해체공법이다. 주위가 넓고, 공해문제나, 안전상 특별한 문제가 없는 경우에 가능하며, 강구는 구형이 많고, 중량은 1.5t 정도이고, 3t 정도 되는 것도 있다. 작업능률이 40~50m³/일로 커서 경비가 적게드나, 소음(73~78폰), 진동(75~85dB)이 크고, 인접건물이 있으면 사용할 수 없는 단점이 있다.

이 공법의 경우는 ① 작업내 출입금지 ② 횡진 타격시에 타격실수와 크레인의 전도(轉倒)에 주의해야 한다.

공해 안전 규제 때문에 적용에 제한이 많다.

(3) 천공기에 의한 공법

천공기는 타격 및 회전 에 의하여 콘크리트에 구멍을 뚫는 기계로서, 무근 콘크리트의 천공

에 사용된다. 천공기의 종류에는 엔진 착암기 (Engine Breaker), 록드릴(Rock Drill), 싱커 (Sinker)와 코어드릴(Core Drill)이 있다. 공기식은 콤프레사가 필요하고, 유압식은 유압펌프가 필요하다.

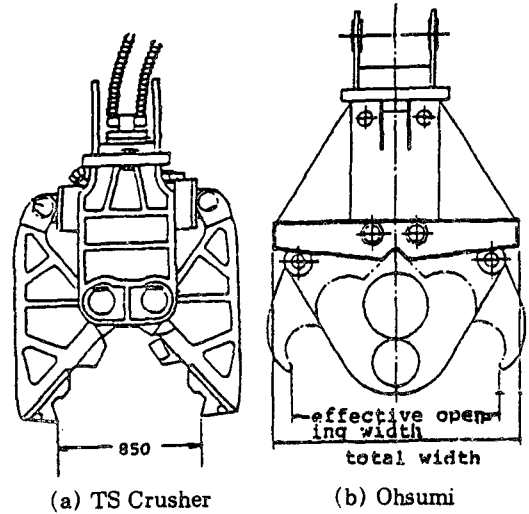
일반적으로 해체공사에는 싱커(Sinker) 천공기가 많이 사용되는데, 주로 폭파작업에 있어서, 화약이나 팽창성 파쇄제를 사용하기 위한 구멍 뚫기에 이용된다. 무근 콘크리트에서 천공속도는 20-40cm/min, 천공 깊이는 1-4m이고, 브레이크와 같이 콤프레사가 필요하고, 소음이 많고(80-82폰), 분진이 많다. 진동이 따르므로 장시간의 작업은 어렵다.

(4) 압쇄기(유압브레이커)에 의한 공법

유압력을 이용해서 콘크리트를 압쇄하는 공법인데, 그 기구는 다양하나 대별하면 세가지로 나눌 수 있다.

- ① 압쇄기 A타입 - 강한 □형의 프레임 안의 일단을 반력면(反力面)으로 하고, 대칭면에 날을 장치한 압쇄부를 유압잭에 의하여 작동하는 방법,
- ② 압쇄기 B타입 - 강한 압부(押部)를 가진 두개의 암이 유압작동에 의해서 양쪽으로 늘리는 방법
- ③ 압쇄기 C타입 - 강한 압쇄기를 가진 두개의 암이 유압작동에 의해서 양쪽의 날로 눌러부수면서 절단도 되는 방법

크레인에 의해서 매다는 현수식과 주행기(走行機)에 탑재하는 탑재식이 있다. 압쇄기는 회전이 자유롭고 철근의 절단도 가능하며 기동성 및 작업능률도 좋고(20-25m³/일), 소음진



동도 적다. 그러나 분진이 많으므로 물을 뿌릴 필요가 있다.

압쇄기(타입, 즉 hydraulic nipper type)은 영국에서 일본으로 도입되었다. 초기의 것은 부재를 무는 것 뿐이어서 무근콘크리트 정도 외에는 사용할 수 없었으나 다시 개량하여 대형화 한 것이다. 대표적인 압쇄기의 3가지 형태를 표 3-2와 그림 3-1에 나타내었다.

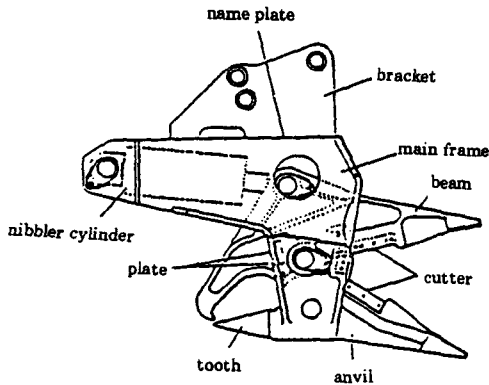
(5) 잭공법

대형의 유압잭을 슬래브와 슬래브, 혹은 보와 보 사이에 설치하고 잭의 스트로크를 유압에 의해 늘려서 상층의 보나 슬래브를 밀어 올려 해체하는 방식이다. 주의할 사항은 반력면 접촉부분을 넓게 하고, 가력부는 면적을 작게 잭을 가동시킨다. 소음, 진동이 적고, 기동성이

<표 3-2>

압쇄기의 형태

형 식	A 형	B 형		C 형
기 기 명	콘테스트러	TS Crusher	Ohsumi	Yutani nibbler
규 격	HS 23	TS-800	MR1000-2	RC 750W
제 작 사	三和機械(日)	Okada- aiyon Co., Ltd.	Takachiho Industry Ltd.	Shinko kobelco Construction Machine Co., Ltd.
개구치수(mm)	1100	800	1000	735
파쇄력(t)	230	100	137	56
중 량	4.0	2.0	2.1	1.7



(c) Yutani Nibbler mfla

3-1 압쇄기의 형태

있으며, 시공능률이 좋다.

왜벽, 바깥기둥(外柱)의 해체가 곤란하고 분진이 약간 발생한다. 해체물이 기계 위에 떨어질 우려가 있으므로 주의해야 한다.

(6) 유압식 확대기에 의한 공법(Burster with wedges)

콘크리트 부재의 적당한 곳에 지름 30~40mm 정도의 구멍을 미리 뚫고 이 구멍에 가력봉을 넣어 유압력으로 가압하여 구멍을 확대하므로써 콘크리트를 파쇄하는 공법이다.

이 공법은 천공시에만 소음이 있고 그 외에는 무진동으로 안전하나, 한번의 파쇄량이 적고, 공기(工期)가 긴 것이 단점이며, 무근콘크리트에만 가능하다.

(7) 커터(Cutter)에 의한 공법

주행(走行)과 가압(加壓)이 되는 기계의 회전원반에 특수한 다이아몬드 날을 부착하여 이의 고속 회전에 의하여 진물을 부재(部材)별로 절단 해체하는 것이다. 철근 콘크리트를 직선상으로의 절단이 가능하며, 작업성, 해체부재의 운반이 용이하고, 진동, 분진이 거의 없으나, 소음이 다소 크고(약 80~90폰, 30m) 절단날의 파손이 잘되고 가격이 비싼 것이 단점이다.

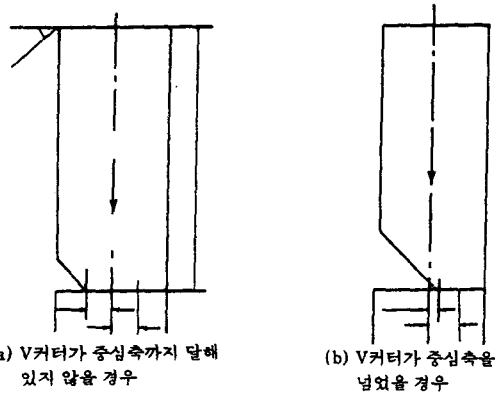
또 2차 파쇄가 필요할 수가 있다.

(8) 전도(轉倒)에 의한 공법

해체하려고 하는 구조물을 태깅기 하여, 각

부(脚部)를 V자형으로 절단하고 전도모멘트를 이용하여 전도시키는 것이다.

그림 3-2에 전도모멘트를 표시하고, [식 1]에 전도식을 나타냈다.



(a) V커터가 중심축까지 닿지 않을 경우

(b) V커터가 중심축을 넘었을 경우

$$M = y \cdot T \cos \theta - W \cdot x - R(x+l) > 0 \text{ 전도}$$

$$M = y \cdot T \cos \theta - W \cdot x - R(x+l) < 0 \text{ 자립}$$

그림 3-2 전도모멘트

$$M = y \cdot T \cdot \cos \theta - W \cdot x - R(x+l) \dots \dots \dots (1)$$

M : 전도모멘트(kg·m)

T : 와이어의 인장력(kg)

y : 각부 V커트 부분에서 와이어 작용점까지의 거리(m)

θ : 와이어와 전도부재의 재축에 대해서 각각 면과의 각도(도)

W : 전도재의 중량(kg)

x : 전도축과 중심 G를 지나는 수선과의 거리(m) (x의 +, -는 그림 3-2 참조)

R : V커트 부분의 잔존단면의 인장저항력(kg)

l : 중심 G를 지나는 수선에서 인장저항력의 작용선까지의 거리(m)

M의 값이 +의 경우는 전도되고, -의 경우는 그대로 서 있게 된다.

전도의 방법으로는 ① 자중에 의한 전도모멘트에 의한 방법과 ② 자중과 와이어의 인장력에 의해 전도시키는 방법이 있다.

전도공법은 주위에 공지가 있는 경우에 벽, 기둥, 골뚝 등의 해체에 유리하나, 소음·진동·분진의 공해가 큰 것이 단점이다. 따라서 인쇄소, 전신전화국, 변전설비, 병원 등이 가까운 경우는 진동에 주의해야 한다. 진동방지를 위해 콘크리트 부스러기, 헨타이어, 가마니 등 충격 흡수제를 설치한다. 또한 전도시 풍압에 대한 주의가 필요하고 작업원의 숙련이 요구된다.

(9) 화약에 의한 공법

화약이 폭발하면 큰 위력이 발생된다. 이 힘을 활용하여 콘크리트 구조물을 해체하는 방법이다. 이르기 위하여는 적절한 화약의 선정과 발파기술의 선택 등 종합적인 검토와 기술이 필요하다. 폭발해체에 사용되는 화약류는 표 3-1과 같고, 파괴기구는 그림 3-3과 그림 3-4와 같다.

화약에 의한 파괴는 화약이 폭발할 때 발생하는 고열 고압의 gas와 충격파에 의하여, 정적파괴론(인장 응력파괴설)과 동적파괴론(충격파 파괴설)으로 설명된다.

콘크리트파쇄기(미진동파쇄기)는 압축주응력에 의한 정적파괴가 주이고 다이내마이트는 반사인장파에 의한 동적 파괴가 주이다.

(가) 콘크리트파쇄기(미진동파쇄기)

콘크리트 구조물의 해체공사용으로 개발된

것으로 연속속도가 60m/sec로 느리며, 가스량도 50ℓ/kg으로 적다. 또 발생가스가 급속히 고체화 되어 수축하기 때문에 비석이 적은 것

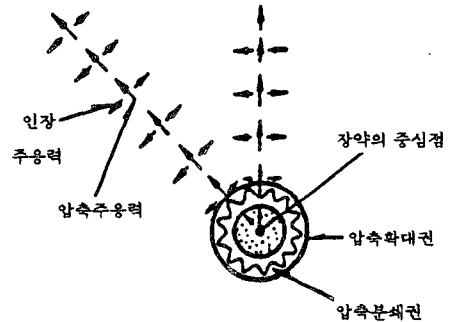


그림 3-3 정적파괴에 의한 파괴기구

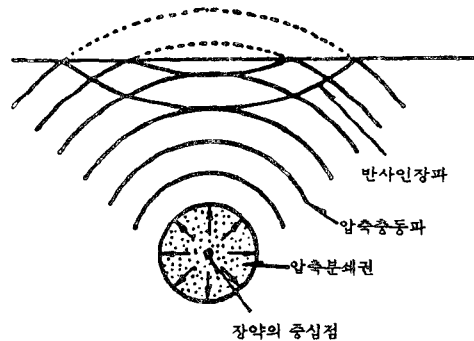


그림 3-4 동적파괴에 의한 파괴기구

<표 3-1>

폭파해체에 사용되는 화약류

구분	종 류	특 성
화약	다이내마이트	콘크리트, 암반, 폭속 5000-7000m/s, 가스비용 860ℓ/kg
	Emulsion	콘크리트, 암반, 폭속 4000-5500m/s
	Urbanite	콘크리트, 암반, 폭속 2000m/s
	Shape charge(성형장약)	동 또는 알루미늄속에 화약을 넣은 장약, 금속절단에 사용
	미진동파쇄기	콘크리트, 암반, 연속속도 60m/s, 가스비용 50ℓ/kg
뇌관	순발전기뇌관	초시지연 없이 기폭 3m/s
	DS전기뇌관	0.25초 간격으로 지연 기폭
	MS전기뇌관	25m/s로 지연 기폭
	Nonel형 비전기식뇌관	각선대신 Shock Tube내에 화약이 피복되어 있고, connector와 연결해서 단차 형성

이 특징이다. 콘크리트파쇄기는 플라스틱용기(직경 28%)에 들어 있는 약통과 이를 착화시키는 점화구로 구성되어 있다.

약통에 사용하는 화약은 크롬산염을 주로 하는 것과 브롬산염을 주로하는 것이 있다. 약통의 약량은 60그램 정도이다.

미진동파쇄기의 모양을 그림 3-5에 나타내었다.

사용방법은 점화구를 1개씩 끼운 약통을 구멍에 넣고, 급결제가 혼합된 시멘트 몰탈을 넣어 철저히 전색(Tamping)한다.(그림 3-6 참조). 장전이 완전하지 않으면 철포현상이 나타난다.

(나) 고폭속 화약

동적인 충격파를 이용하여 콘크리트를 파괴하면, 파괴효과가 큰 대신에 강력한 충격파로 해서 소음, 진동, 비석 등의 공해가 크다. 따라

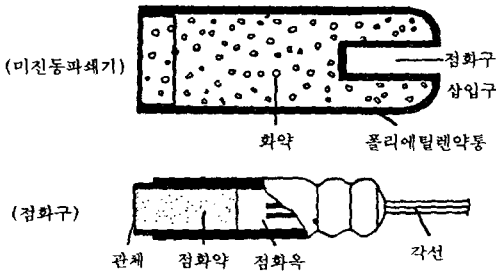


그림 3-5 미진동파쇄기의 모양

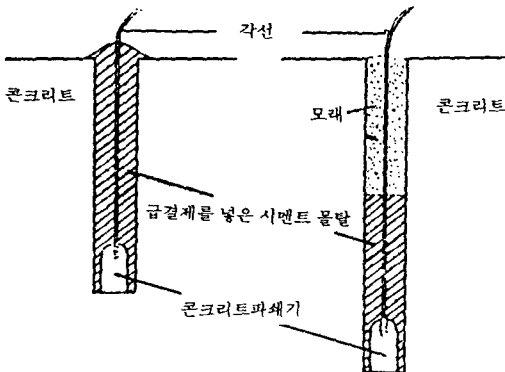


그림 3-6 미진동파쇄기(콘크리트파쇄기)의 사용방법

서 고폭속인 화약을 사용할 때에는 충분한 기술과 경험이 필요하며, 복합적인 발파기술이 요청된다.

(다) 스무스 브라스팅(Smooth Blasting)

장약공의 직경에 비해서 1/2~1/4 정도의 작은 직경의 약포경을 갖는 화약을 사용하여 장약공의 내벽과 약포사이에 공극을 만들어서, 공기의 쿠션(Cushion) 작용을 이용하여, 충격파를 흡수 완화시켜 정적파쇄효과를 일으키는 것이다. 제어발파(Controlled Blasting)에 활용이 된다.

장약공 사이에 가이드 홀(空孔)을 천공하고 이 가이드 홀의 방향으로 파괴하는 경우도 있다.(그림 3-7)

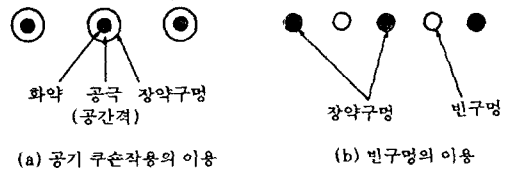


그림 3-7 스무스 블라스팅 공법

(라) 방법

화약발파 공법은 우선 시험발파를 실시한 뒤에 그 결과에 따라서 발파계획을 세우고, 총포 화약류 단속법에 따라 관리기사 지휘하에 장약, 전색, 결선, 도통시험 및 발파 등을 순서에 따라 철저히 실시하여야 한다.

이 공법은 경비가 절감되고 공기가 단속되는 장점이 있으나, 천공할 때 소음 진동이 발생하고, 발파할 때 순간이기는 하지만 많은 소음 진동이 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다.

(10) 정적파쇄제(靜的破砕劑)에 의한 공법
생석회의 수화반응에 의한 팽창압을 이용하여 콘크리트나 암석 등을 파쇄하는데 사용되는 팽창성 물질이다. 미리 천공한 구멍에 물을 적신 정적파쇄제를 채우면 10~24시간 경과하면 균열이 된다. 비산물이 없고 안전하며 소음 진동이 없는 것이 장점이지만, 철근 콘크리트는

어렵고 시간이 오래 걸리며, 콘크리트에 균열이나 흠집이 있으면 압력이 누설되어 효과가 없다. 근래에 시간을 단축시킬 수 있는 새로운 타입이 개발 중이나, 아직 실용화는 안되고 있다.

주의사항은 충전후 절대로 구멍을 보아서는 안된다.

(11) 고압가스에 의한 파쇄법

탄산가스 등 비가연성가스의 압력을 이용한 것이다. 고압가스 용기(Bomb)에 충전된 액체 가스가 온수로 가열되면 기화된다. 이 가스가 소정의 압력(약 100kg/cm²)에 달하면 밸브를 열고 천공내에 압력을 작용시켜, 콘크리트를 파쇄하는 방법이다. 천공경과 가스흐스는 스톱퍼(Stopper)로 연결한다. 천공 깊이는 화약의 경우와 같고, 천공지름은 일반적으로 40~45mm, 천공 간격은 자유 표면에 가까운 곳에서 25cm정도, 공간격은 50~80cm로 한다. 파편의 비산 방지를 위하여 브ラスト 펜스를 친다. 화재의 위험이 없고, 가스압력을 조정함에 따라 파쇄를 조절할 수 있다. 단점은 시공속도가 느리고 철근콘크리트는 파괴가 곤란하다. 9mm정도의 철근이 들어 있는 것은 가하나, 그 이상의 철근 콘크리트의 파쇄는 어렵다. 고압 가스를 취급하기 때문에 자격자가 필요하다.

(12) 가스 절단법

아세틸렌, 기타의 연소가스와 산소의 혼합가스를 이용하여, 이 열로 강재를 가열시키고, 고

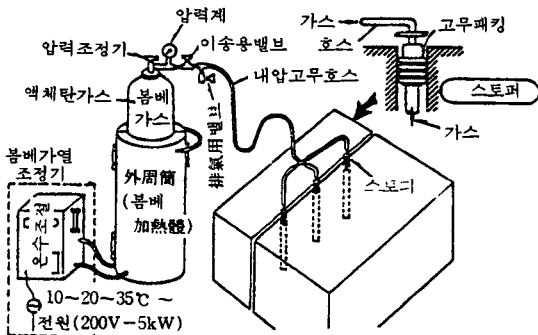


그림 3-8 고압가스 파쇄장치의 개요

압 산소를 뿜으면서 절단하는 공법이다. 강재의 절단은 비교적 빠르고 능률적이며, 무소음 무진동이나, 절단시에 생기는 강의 연소불꽃에 의한 화재나 화상의 위험이 있고, 고압가연성 가스 취급에 대한 주의가 필요하다.

(13) 화염제트(Fuel Oil Flame, Thermo Jet)공법

로켓 제트의 원리에 따른 것으로서, 초음속(마하 5~6)으로 분사하는 등유와 산소의 혼합 가스염(炎)에 의해서 얻어지는 열로(3200~3500℃) 철근콘크리트를 용융시켜 절단한다. 무진동으로 천공할 수 있으나, 100~110혼의 소음이 발생하므로 시가지에서는 사용할 수 없다. 일반적으로 건물의 해체에는 적용되어 있지 않다. 화재에 주의해야 한다.

(14) 테르미트에 의한 공법

여기서 소개하는 것은 테르믹 란스(Thermic Lance)로서 금속봉테르미트 공법이다. 이것은 철과 알루미늄의 합금봉에 의한 3000~3500℃의 고온에 의해 철근콘크리트를 용융절단하는 공법이다.(그림 3-9)

본 공법은 무소음, 무진동이며 밀집된 건물 속에서도 작업이 가능하다. 단점은 화재발생의 위험이 있고, 금속봉의 값이 비싸며, 발연량이 많으므로 지하실 등에서는 배연설비를 해야 한다.

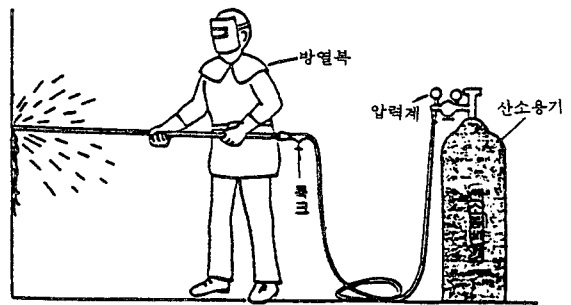


그림 3-9 천공의 상황

(15) 직접 통전가열법

철근에 직접전류(주파수 400~100HZ정도)

를 통전하여 철근의 온도를 상승시켜 주변의 콘크리트를 약화시키면서 부착력을 잃게 하는 것이다. 무소음 무진동이다.

단점은 400HZ 정도에서 큰 전류를 얻는 변압기와 주파수 증폭기가 필요하며, 미리 철근을 노출하는 작업과 2차 파쇄가 필요하다. 원자력 관련시설에 적용하는 것으로 발전되었다. (그림 3-10 참조)

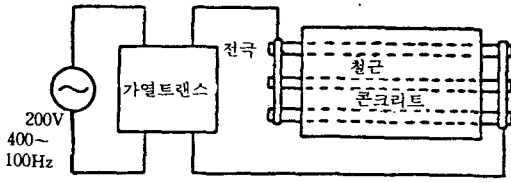
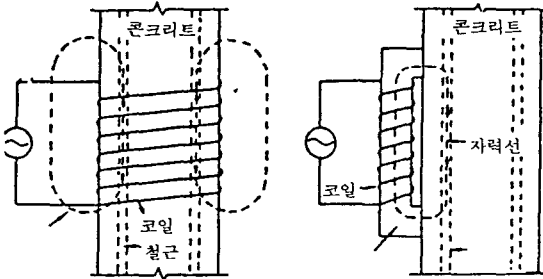


그림 3-9 직접통전가열법 접속법

(16) 전자유도 가열법

철근콘크리트의 외부에 코일(400HZ정도 이상)을 감아 전자 유도작용에 의해 가열하면, 직접통전 가열법의 경우와 같이 콘크리트의 부착력 손실과 균열이 발생된다. 외부에서 코일을 감는 방법과 전자석을 대는 방법이 있다. (그림 3-10) 참조

무소음, 무진동이며, 간접적으로 내부의 철근을 가하기 때문에 전처리가 불필요하다. 주파수 변환장치가 필요하며, 2차 파쇄가 필요하다. 현재 개발중에 있다.



(a) 외부에서 코일을 감는 방법 (b) 외부에서 전자석을 대는 방법

그림 3-10 코일의 설치 모양

(17) 마이크로파법(전자파 조사법)

전자레인지의 원리를 응용한 것이다. 즉 마이크로파를 콘크리트에 조사(照射)해서, 콘크리트속의 물분자의 분극작용을 촉진시켜 발열시킨다. 그러면 콘크리트는 발열과 함유수분의 비등에 의한 증기압력에 의해 파괴된다. 전자파 발생장치가 필요하다.

무소음, 무진동에 가깝고 전처리 할 필요가 없다. 단점으로는 전자파가 인체에 조사(照射)되면 위험하므로 누설 방지장치가 필요하다. 또한 통신시설의 잡음방지가 필요하다. 현재 개발중에 있다.

(18) 워터제트(Water Jet)법

초고압 초고속으로 분사되는 물에 의한 충격 에너지로 콘크리트를 파쇄하는 것이다. 노즐은 직경이 0.5mm 이하이다.

진동이 적고 매우 급속하게 천공 파쇄가 되나, 소음이 크고, 물 파쇄물의 비산이 있고, 고압수 분사 장치가 필요하다.

(19) 연마제 워터제트(Abrasive Water Jet)

초고압수에 연마제를 섞어 분사시켜 콘크리트를 절단하는 방법이다. 초고압수는 3000 kg/cm² 정도의 압력이 필요하고, 연마제로는 광물질, 금속재 또는 세라믹스 등을 사용한다. 본 공법은 절단기를 대상물에 접촉시키지 않고 임의의 위치(수평, 수직)에서, 그리고 수중에서도 사용할 수 있다.

일본에서는 미국으로부터 기술도입한 후 더욱 개량 발전시켜 미국에 역수출하였으며, 어느정도 실용화가 되고 있다. 그러나 타공법에 비해 시공비가 비싼 것이 단점이다.

(20) 기타 공법

전술한 방법외에도 여러가지 공법이 선진국에서 개발되어 부분적으로 사용되고 있거나 계속해서 개발되고 있다. 즉, 중공원통(中空円筒)파일에 특수한 날을 관입시켜, 국부적으로 파쇄하는 파일파쇄공법이 있으며, 실험단계에

있는 것으로는 ① 암석, 콘크리트 등과 같이 큰 유전체 손실을 갖는 물체에 한쌍의 전극을 설치하고, 여기에 고전압 고주파를 가하면 전극 사이의 물질이 국부적으로 온도 상승이 일어나, 열변형 응력으로 파쇄되는 유전체 손실공

법과 ② 레이저 광선의 고열로 용융전달하는 레이저광선(Laser Beams)공법이 있다. 그 외에 현재 개발중에 있는 것으로서 앞으로 유망한 해체 공법으로 기대되는 공법으로는 프라즈마제트에 의한 해체공법을 들 수 있다. 이것은

<표 3-2>

각종 해체공법의 시공특성, 공해특성

분류	공법	시공특성				공해특성			비고 (적용성)
		사전작업	안전성	파쇄능력	이차처리	형태	진동	분진	
주요 사용되는 공법	압쇄	잭	무고	중불	자주식 4.8t	소소	중	-	슬래브, 보에유효, 상층에는 크레인으로 달아 올림
		콘테스트럭	무고	중불	자주식 3-4.3t	소소	중	-	보, 기둥에 유효현수식, 탐재식 있음
		니브라	무고	중불	자주식 2.1t	소소	중	-	슬래브벽에 유효 니브라 W는 보, 기둥, 스텝
	커터	무고	소요	자주식 1.2t 레일식 70kg	중소	소	배수요	부재해체에 유효, 반출에 크레인요함. 2차 처리요.	
	충격에 의한 공법	브레이크	무고	소불	20-40kg	대소	대	-	테끌기, 소할용, 연속작업시간 30분 이내로 함
		대형	무고	대불	자주식 10-16t	대중	대	-	전고한 작업바닥 필요, 유압식은 소음이 적어짐
	중력	강구	무저	대불	강구 0.5-2t	중대	대	비산방지요	기초 이외는 전부에 사용가능, 크레인이 필요
전도		유저	대요	와이어 히트파라	중대	대	진동방지요	외벽, 기둥에 유효	
화약		유저	대요	-	중대	중	비산물방지요	비산물방지요, 브라스트웬스가 필요	
특별한 경우에 사용되는 공법	파쇄기	유저	대요	-	중중	중	방지요	부재 절단에 유효, 구멍 뚫기가 필요	
	테르미트	유중	-요	-	소소	소	화상방지요	무근콘크리트에 유효, RC조 일때 부재해체에 필요	
	구멍확대	유고	-요	17.5-31kg	소소	소	-	무근콘크리트에 유효, 블라스트 웬스가 필요	
	고압가스	유저	-요	-	중소	중	비산방지요	무근콘크리트에 유효, 블라스트 웬스가 필요	
	팽창성 파쇄제	유저	-요	-	소소	소	-	무근콘크리트에 유효	
검토중의 공법	전기 이용	직접통전열	유-	-요	-	소소	소	-	트랜스가 필요
		전자유도열	무-	-요	-	소소	소	-	트랜스가 필요
	마이크로파	무저	-요	-	소소	소	누방설지	통신전파, 인체등에 유해	
	물	워터제트	무저	-요	-	대소	소	배수요	

※ 불 : 불요, 요 : 필요

플라즈마 기류(기체가 고온의열을 받아 전자 이온으로 해리한 상태)에 의해 구조물을 녹여서 절단시키는 방법이다. 또한 새로운 약품을 이용하는 방법과 미생물을 응용한 구조물 해체 기술도 연구되고 있다.

(21) 해체공법의 특성비교

해체공사는 공기단축, 경제성, 안전성 및 공해방지 등 어느 것에 중점을 둘 것인가를 결정하고, 가장 적합한 공법을 선정하게 된다. 표 3-2에 각종 공법의 시공특성, 공해 특성 및 적용성을 나타내었다.

4. 건물 해체 계획 및 시공

해체공사 계획을 수립하는 데 있어 가장 중요한 것은 안전하고, 신속하게, 공해없이, 경제적으로 수행할 수 있는 적합한 공법을 선정하는 일이다. 그러나 이 모든 조건을 만족하는 공법은 없다고 해도 지나친 말이 아니다. 공해가 없고 안전한 것만 찾다가는 엄청난 경비와 시일이 요구되고, 너무 수월한 공사는 안전과 공해에 문제가 있다. 따라서 해체 대상 건물, 주변 상황, 인근의 위험방지와 제3자의 재해방지 유무 등을 사전에 충분히 고려하여, ① 무공해에 가까운 저공해 해체공법이라야 하는지, ② 공해는 그리 문제가 되지 않는지 아니면, ③ 중간 정도의 해체공법이라도 괜찮은지를 잘 검토하여, 이 환경조건에 적합한 공법을 선택하여야 할 것이다. 이러기 위하여는 각종 기기와 해체공법의 특성을 참고로 하여 공사수행 절차에 따라 계획을 입안하고 시공하는 것이 좋다. 그림 4-1에 건물 해체 계획 및 시공수행 절차를 나타내었다.

4-1. 해체공법의 계획

(1) 사전 조사

(가) 해체건물 조사

설계도를 직접 조사하는 것이 가장 좋은 방법이나, 일반적으로 설계도를 보관하는 경우가 극히 드물기 때문에 외관조사를 하거나 실측을 하고, 깎아 내어서 확인하는 방법 등으로 상세

히 파악한다. 이러한 조사에 의해서 구조, 규모, 크기, 배치, 노후도 및 콘크리트량 등을 조사한다. 표 4-1에 조사 내용을 기재한다.

<표 4-1> 해체 건물에 대한 조사, 검토항목

항 목	검 토 항 목
해체건물의 조사	① 해체건물의 장소, 규모, 크기, 배치, 노후 등을 확인 ② 도로사정, 주변의 규제 및 입지 조건을 조사
해체콘크리트의 양	① 공사기간 ② 공사비 ③ 공법의 종류
공지의 유무와 그 정도	① 공법의 종류 ② 안전대책 ③ 소음, 진동 대책

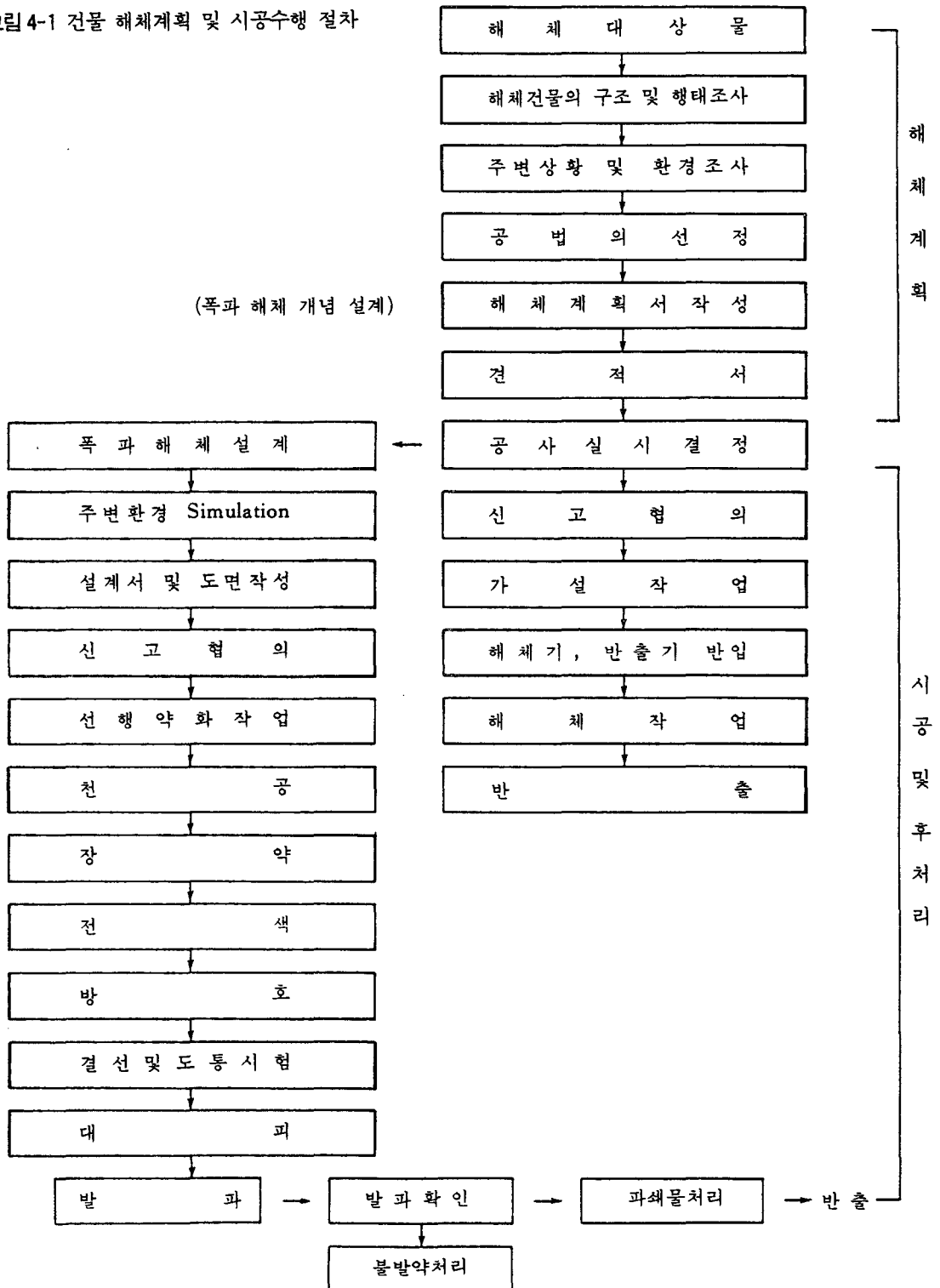
(나) 현장 주변의 상황조사

① 입지조건

해체건물 주변에 있는 건물 및 공중재해에 대한 조사를 한다.

- 학교, 보육원 등의 특정 건축물의 내용 조사
- 전신 전화국, 통신기, 인쇄기, 전자기기, 현미경 등을 보유한 특수 건축물의 유무를 조사
- 병자, 수험생 등의 조사
- 주변의 건물과 사람에 대한 보험의 필요성 조사
- 주변건물과 상점의 종류 및 내용의 조사
- ② 부지내 공지의 유무 및 넓이
- ③ 장애물의 유무
해체공사 전에 철거, 이전 또는 방호할 필요 유무
- ④ 인접도로의 폭, 부지출입구의 수 및 위치
- ⑤ 주변의 규제
공사중에 발생하는 소음, 진동, 분진 등의 문제 및 도로의 사용에 대해서 검토한다.
- ⑥ 도로 사정에 대한 조사
도로의 폭, 일방통행, 좁은 길 및 보도 차도의 구분 유무
- ⑦ 기상상황

그림 4-1 건물 해체계획 및 시공수행 절차



⑧ 안전대책

위험방지, 제3자에 대한 재해의 방지

- 작업발판의 설치 방법 및 종류와 공해 방지대책
- 비산물 또는 낙하물에 의한 재해방지 대책
- 차량의 반입, 반출에 의한 재해방지
- 발판전도에 의한 재해방지

(2) 해체공법의 선정

해체공법의 선정은 전술한 사전조사를 바탕으로 공사의 기간, 시공성, 안정성, 경제성, 공해관련 법적규제 및 주변 생활 환경 등 모든 필요 조건을 예측하여, 적절한 해체공법을 선정해야 할 것이다. 특히 건물해체공사를 수행하려면, 인근 주민의 양해 없이는 공사가 불가능한 경우가 많기 때문에 안전, 분진, 소음, 진동 등의 대책에 적합한 기기와 공법을 선정해야 할 것이다.

(3) 해체시공 계획

전항의 사전조사 결과에 따라 해체시공계획을 세운다.

(가) 해체계획

① 공법의 선정

전술한 바와 같다

② 해체순서

전술한 바와 같이 해체공법을 선정하고 작업순서에 따라 시공한다.

(나) 가설계획

공동 가설물과 공법별로 필요한 가설물이 있다. 일반적으로 검토되어야 할 공동가설물은 다음과 같다.

- ① 가설건물
- ② 출입구
- ③ 안전통로 및 출입금지 구역 선정
- ④ 조명설비
- ⑤ 연락설비
- ⑥ 환기설비
- ⑦ 살수, 방화설비
- ⑧ 흡연장소

(다) 해체재 처분계획

콘크리트조각, 강재토막, 내외장재 등의 폐재는 적절한 방법으로 처분하여야 한다.

① 해체재의 낙하방법

② 해체재의 적치장소

③ 해체재의 반출장소

(라) 안전관리 계획

철저한 안전관리 계획을 수립하여 작업자에게 안전에 대하여 철저히 주지시켜야 한다.

① 안전관리계획표

② 안전관리 조직

(4) 해체준비

주변 상황의 파악, 대관청 인허가 업무, 반입 반출로 확보 등을 수행한다.

주변 건물의 확인, 인근 주민에 대한 배려, 인근상황의 확인 등 주변 상황의 파악과 건축법에 의한 가설물의 설치 신고, 도로법에 의한 도로의 점용, 통행제한구역내에 특수차량의 출입, 화약류에 대한 신고(필요시), 공해발생에 대한 관련신고 등 해체공사에 필요한 모든 사항을 조사하여 조치한다.

4-2. 해체공사의 시공

해체공사는 예정된 공법, 공사기간 및 예산 내에서 안전하고 능률적으로 수행되어야 한다. 해체작업시의 공사수행절차는 그림 4-1의 내용과 같다.

각종 해체공법의 종류 및 특성에 따라 해체공법을 단독으로 사용하는 경우는 드물고, 대부분의 경우 2~3종류의 공법을 조합하여 사용한다.

건물을 폭파해체할 때의 파괴형태는 정(定)방향파괴와 원위치 파괴로 크게 나눌 수 있다. 정방향파괴라함은 일정한 방향으로 건물이 쏠어지는 것이고, 원위치 파괴는 그 자리로 붕괴되는 것이다. 표 4-3에 파괴형태를 나타내었다.

5. 공해대책 및 폐기물처리

5-1. 공해대책

해체공사에서 가장 큰 공해는 소음, 진동 및 분진이다. 공해대책의 기본적인 사고방식은

<표 4-3>

파괴 형태

구분	내용
정(定)방향 파괴	One Side Demolition 한쪽 방향으로 파괴
원위치 파괴	Stationary Demolition 건물의 자중에 의한 파괴
	Inside Demolition 건물의 중앙을 중심으로 구조물의 외곽방향에서 안쪽으로 파괴
	Zig-Zag Demolition 건물의 층마다 각기 다른 파쇄대가 형성되도록 파괴
	Outside Demolition 사방의 벽이 외측을 향하도록 파괴

- ① 큰 소음 진동 등을 발생하지 않는 기기공법을 채용하고,
- ② 비교적 큰 소음 진동 등을 수반하는 기기공법이 사용되는 경우는 그 억제조치를 취하는 것이다.

(1) 소음진동이 인체와 구조물에 미치는 영향

소음과 진동의 표시방법과 인체와 구조물에 미치는 감응정도는 여러가지 학설이 있으며, 방법도 여러가지이다.

소음은 데시벨(dB)로 표시하고 "폰"이라고도 한다. 진동은 dB 또는 입자속도(cm/sec)로 표시하는 것이 일반적이다. 연구기관과 학자들이 발표한 수준과 생활소음의 규제 기준범위 등을 표 5-1, 표 5-2, 표 5-3에 표시하였다.

(2) 소음방지 대책

<표 5-1> 발파진동에 따른 건물피해 및 인체에 미치는 감응

진동속도 (cm/sec)	현상
50.0	건물에 큰 피해가 일어난다.
	건물에 균열이 생긴다.
10.0	건물에 극히 가벼운 피해가 생긴다.
5.0	
1.0	(건물이 무너질 듯한 느낌을 사람이 받는다.)
0.5	인체에 심하게 느끼나 건물에는 피해가 없다.
0.2	
0.1	일반적으로 많은 사람들이 진동을 느낀다.
0.05	매우 민감한 사람이 진동을 느낀다.
0.01	인체로 느낄 수 없다.
0.005	

(한국동력자원연구소 회지)

<표 5-3> 서울지하철 진동속도 허용치

단위 : cm/sec

건물 분류	문화재	주택·아파트	상가	철근콘크리트 빌딩 및 공장
건물진동에서의 허용진동치	0.2	0.5	1.0	1.0-4.0

(가) 가장 중요한 것이 소음원 대책이다. 발생하는 원인을 찾아서 이것을 제거하도록 노력하는 것이다. 예를 들면, 엔진 배기에 소음기를 다룬 것 등이다.

<표 5-2>

생활 소음 규제 기준치(소음진동 규제법 제57조)

단위 : dB

지역	시간별 대상소음	시간별		
		조(05:00~08:00) 석(18:00~22:00)	주간(08:00~18:00)	심야(22:00~05:00)
주거지역등	공사장의 소음	65 이하	70 이하	55 이하
상업 준공업지역	공사장의 소음	70 이하	75	55

(나) 합판, 흡음판 등 방음재 또는 차음담장의 설치 각종해체기기의 소음레벨과 대

책을 표 5-4에 표시하였다.

<표 5-4>

해체 기계의 소음 레벨

단위 : dB

기 기 명	5m지점	10m지점	30m지점	방 지 대 책
불 도 저(D85A)	85	82	70	엔진 배기 머플러의 설치
브 레 인(25t)	88	83	73	
강 구	92	87	73	· 타격 방향에 주의한다. · 낙하물 밑에 깔개를 깔다.
공 기 압 식 핸드 브 레 이 커(30 kg)	97	93	80	· 방음 커버 설치 · 방음 펜스 설치
유 압 브 레 이 커 (500kg)	93	87		
콘 크 리 트 커 터	84	79	71	· 칼날에 방음 커버를 부착한다.
에 어 콤프 레 서 (PA-60)	88	79	70	· 사이렌서를 단다.

(3) 진동방지 대책

진동 대책의 기본은 소음진동 대책과 유사하다.

(가) 진동원 대책

우선 진동이 적은 공법을 선택한다.

(나) 방진 대책

방진 대책을 다각도로 세워 시행한다.

(다) 테뚫기에 의한 대책

적당한 곳에 테뚫기를 하거나 전도되는 전면의 지반위에 구손재(콘크리트부스러기, 낡은 타이어 등)를 설치해서 진동을 흡수한다. 각종 해체기기의 진동레벨과 대책을 표 5-5에 표시하였다.

(4) 분진방지 대책

- ① 분진이 적은 공법을 채용하고
- ② 분진이 외부에 비산하지 않는 분진방지 조치를 취한다는 것이 기본적인 생각이다.

분진비산 방지의 대책으로는 발생원의 밀폐화 또는 물뿌리기, 펜스(fence)의 설치 등이다.

(5) 화약발파의 경우 발파진동을 줄이는 대책

<표 5-5> 각종 해체 기기의 진동 레벨

진동레벨(dB) (수직방향)

기 기 명	5m지점	10m지점	방 지 대 책
강 구	85	78	콘크리트의 테를 끊고 사용
핸드브레이커 (30kg)	68	63	콘크리트의 테를 끊고 사용
자이언트 브레이커 (500-600kg)	70	65	콘크리트의 테를 끊고 사용
전 도	92	83	다다미, 타이야 등을 깔다.
미진동파쇄기		82	
공기압축기		63	

- ① 적당한 비장약(Specific charge)을 사용한다.
- ② 지발뇌관당장약량을 적게 한다.
- ③ 적당한 발파설계를 한다.

5-2. 폐기물처리

건물 해체시에 발생하는 폐기물은 대부분 콘크리트, 토사 및 벽돌 등의 무기광물질들이 많

고, 그 다음이 철골, 철근, 기와, 타일, 목재, 간막이, 조명 및 설비기기 등이다.

법률상으로는 일반폐기물과 특정폐기물로 나눠져 있다.

폐기물관리법에 의하면 건축물의 제거시 발생하는 폐석은 특정폐기물로 분류되어 있어 사업개시일부터 1월 이내에 발생지를 관할하는 지방환경청장에게 신고하게 되어있다. 일반폐기물도 1일 평균 300킬로그램 이상 다량 배출하는 자는 배출하는 날부터 1월 이내에 시장, 군수, 구청장에게 신고하도록 되어 있다.

해체폐기물의 처리를 위하여는

- ① 매립지의 확보
- ② 처리시설의 확보
- ③ 재생방법의 강구
- ④ 열에너지의 회수 등 다각적인 방법이 있다.

폐자재 활용의 측면에서 재생콘크리트, 재생벽돌, 재생골재 등 여러가지 방법이 개발되고 있다.

6. 국내외 해체기술 동향 및 전망

6-1. 건물해체기술 동향

(1) 외국의 경우

미국, 영국, 스웨덴은 폭파해체공법의 적용이 비교적 쉬운 국가이다. 이들 국가에는 세계적으로 대표적인 폭파해체 전문회사들이 있다. 즉 미국은 CDI와 CFWED, 영국은 CDG, 스웨덴은 Nitro Consult가 있다. 이들 국가에서는 수십년전부터 폭파해체공법을 고층빌딩해체에 적용하고 있고, 극동지역을 제외하고는 전세계적으로 폭파해체공법이 시행되고 있다.

일본에서는 콘크리트 파쇄기(CCR, SLB)가 있으나, 이것은 단위당 가격이 비싸서 활용이 많지 않고, 정적 파쇄제는 사용에 시간이 많이 걸려서(10~24시간), 현재 개량중이며, 저폭속 폭약을 사용하는 제어발파공법(Urbanite 공법)이 있으나, 그다지 사용되지 않고 있다. 이

처럼 일본에서도 폭파해체공법은 꾸준히 연구되고 여러번 시도되었으나, 안전관계에 대한 확실한 보장 때문에 관계관청의 동의를 받기 어려웠고, 또 부근 주민의 반대가 심해서, 실현이 어려웠다. 그러나, 종래의 공법에 비하여 공기(工期)의 단축과 비용의 절감이 그림 6-1과 같이 40~60이기 때문에, 건축업계로부터 강력한 요청이 계속 있었다. 마침 쓰쿠바 만국박람회가 끝나고 국제평화관(dom식, 직경 41m 높이가 23.7m)을 해체하게 되어, 이의 해체를 폭파해체공법으로 적용키로 하고, 미국 CDI에 의뢰하게 되었다. 그리하여 1986년 3월 6일에 발파를 실시하였다. 결과는 완전하게 되지 못하였으나, 이것은 폭파공법 때문이 아니라는 사실이 후에 판명되어, 통산성(通産省)도 이를 이해하고, 정식으로 이 공법에 대하여 시험을 개시할 것을 결정하여, 1987년에 전국화학류보안협회에 동경대학교공학부 야마구치(山口)교수를 회장으로 하는 도시구조물 해체용 발파 대책 검토위원회를 설치하였다. 이로서 일본에서도 폭파해체공법을 신중히 검토하게 되었다. 이렇듯 일본에서는 화약으로 한꺼번에 건물 해체한 실적이 드물다.

재래식 공법에 대하여 고찰해 보면, 구라파 보다는 일본에서 공업적으로 실용성 있게 많이 개발하였다.

즉 Breaker에 대한 예를 보면, 일본에서도 역시 1970년 경에는 Steel-ball과 impact type을 주로 사용하였다. 그러나 이것들은 소음, 진동 분진 등의 공해가 있어서 사회환경 때문에 사용할 수 없게 되었다. 1978년에 영국으로부터 Breaker의 일종인 압쇄기(nipper type)를 도입하였고, 실정에 맞게 더욱 개량 발전시켜 철근콘크리트를 물어 깰 수 있는 니브라 W(Yutani nibbler)와 W펜차로 개발하여, 현재 이의 수요가 많게 되었다. 그외에 Asahi Jacker, Ohbayshi type silent breaker, Tota type cutter 등 소음을 줄이고 작업능률을 개선한 기계를 많이 개발 사용하고 있다.

(2) 한국의 경우

현재까지의 해체시장 규모가 작아서 발전되지 못한 분야이다. 근래 서서히 관심이 쏠리고 있는 바, 최근 몇건의 구조물을 대상으로 폭파해체공법을 실시하였다. 그러나, 자본력과 기술력이 아직은 기초적인 단계라고 할 수 있다. 몇군데 회사에서 외국기술과 제휴하였거나, 하려고 하고 있지만, 아직 실적은 미미한 상태이

7. 결 언

건물해체에는 어느 공법이 좋다고 그 공법만 적용할 수 있는 것이 아니다.

건축물 해체공사에 앞서 해체대상물과 주변 환경 등에 대하여 충분히 사전조사를 한 후 가장 적절한 해체공법을 2가지 이상 복합적으로 선정하여야 할 것이다.

앞으로는 공해가 없고, 인력이 덜 들며, 가장 경제적인 공법이 절실히 요구되는 바, 기술이전을 기피하고, 기술이전을 한다해도 핵심기술은 내놓지 않으려는 외국업체에게 시장을 빼앗기기 전에 우리도 서둘러 외국정보에 접하고, 기술개발을 서둘러야 할 때라고 생각한다.

다. 최근에 실시된 폭파해체는 국내에서 최초이며, 비록 경제적 대상으로는 충분하지는 않으나 시험가치로는 커다란 효과를 얻었다.

6-2. 전 망

최근 급속한 도시화, 공공시설의 개선 정비 및 재개발 등으로 건물해체 사업이 유망업종으로 되어가고 있다. 특히 60년대 후반부터 건립된 공공주택들이 노후화 되어가고 있고, 계속해서 노후된 고층건물이 발생될 것으로 예견되어, 이의 잠재시장이 무한히 크다고 할 수 있다. 그리고 점차 해체공사는 소규모에서 대규모로 되어 갈 것이다.

한편 주민들의 공해에 대한 인식이 날로 높아져 가고, 고임금화시대로 됨에 따라, 소음진동 및 분진이 장시간 계속 되고, 인력이 많이 소요되는 재래식 공법은 점차 폭파해체공법과 레이저광선공법 및 미생물을 이용하는 공법 등의 첨단 공법이 개발되면서, 대체 되어질 것이다.

그러나, 어느 한가지 공법보다는 재래식 공법을 포함하여, 특성에 맞는 다양한 공법이 복합적으로 활용되게 될 것이다.

本學會發刊書籍

ANFO 爆劑新發破學, 東亞出版社

新火藥發破學, 機電研究社

新火藥發破學解說, 寶晉齋

서울 地下鐵工事 3,4號線發破工法(非賣品)

岩石力學, 機電研究社

岩石 力學解說 同上

智山許墳博士回甲記念集