

국내외 철거작업시 발파소음 규제에 대한 비교 연구

A Comparative Study on the Regulation of Explosive Noise in Demolition Work at Home and abroad

오기택*

Ki-Taek Oh*

Head of Department, Ministry of Safety and Management, KOREA Midland Power Co.,LTD, Seocheon, Republic of Korea

*Corresponding author: Ki-Taek Oh, ohkt530314@naver.com

ABSTRACT

Purpose: The core problem of this study is that there are no specific noise regulation standards for domestic blasting work. Currently, the domestic blasting work noise regulation standard has not been established separately, and the noise regulation standard of 80 decibels is corrected by 10 decibels to 70 decibels, which is the daily living noise standard. In contrast, many foreign countries have separate noise regulation standards specifically tailored to blasting work. Accordingly, it is intended to present international reasonable blasting noise standards by comparing domestic and foreign blasting work noise regulation standards. **Method:** This study can be inferred as a comparative analysis of domestic and foreign noise regulation standards. Data on the current noise regulation standards during domestic blasting and noise regulation standards during blasting operations in the United States, the United Kingdom, Australia, Japan, and China are collected and analyzed. **Results:** According to the study, the noise regulation value during blasting work at domestic construction sites was not separately established, so it was not properly tailored to the specific and characteristics of blasting noise. In the case of overseas, a realistic noise regulation value was established so that a safer, more efficient and eco-friendly blasting method could be applied to the noise regulation value uniformly during blasting work. **Conclusion:** In this study, it is hoped that noise regulations will be established during reasonable blasting work, as shown in domestic and international comparative studies, and will be widely adopted without interfering with the introduction of efficient, economical, and eco-friendly blasting methods by complying well with blasting safety standards.

Keywords: Demolition Work, Blasting Method, Blasting Noise Regulation

요약

연구목적: 본 연구의 핵심 문제는 국내 발파 작업에 대한 구체적인 소음규제 기준이 없다는 점이다. 현재 국내의 발파작업 소음규제 기준이 별도로 제정되지 않고 일일생활소음 기준인 70데시벨에 10데시벨 보정하여 80데시벨의 소음규제 기준을 갖고 있다. 대조적으로 많은 외국에서는 발파작업에 특별히 맞춰진 별도의 소음규제 기준을 갖고 있다. 이에 국내외 발파작업 소음규제 기준을 비교하여 국제적인 합리적 발파소음 기준을 제시하고자 한다. **연구방법:** 국내외 소음규제 기준을 비교 분석한 것으로 유추할 수 있다. 현행 국내의 발파작업시 소음규제 기준과 미국, 영국, 호주, 일본 및 중국 등의 발파작업시 소음규제 기준에 관한 데이터 수집 및 분석을 한다. **연구결과:** 국내 건설현장의 발파작업시 소음규제 값은 별도로 제정되지 않아 발파소음의 특정, 특성에 적절하게 맞춰져 있지 않은 것으로 나타났다. 해외의 경우 발파작업시 소음규제 값에 대해 생활소음 규정 등을 일률적으로 적용하는 것은 보다 안전하고 효율적이며 친환경적인 발파공법을 적용할 수 있도록 현실적인 소음규제 값을 제정하였다. **결론:** 국내외 비교 연구한 내용과 같이 합리적인 발파작업시 소음규제 값을 제정하여 발파안전 기준을 잘 준수하여 효율적이며 경제적이고 친환경적인 발파공법의 도입을 방해하지 않고 널리 채택되기를 바란다.

핵심용어: 발파소음 규제기준, 발파공법, 발파 안전관리, 철거공법

Received | 8 December, 2023

Revised | 21 December, 2023

Accepted | 22 December, 2023

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

오래된 건축물 및 구조물을 철거하고 새로운 건축물 및 구조물을 신축할 때 선행적으로 진행해야 하는 것이 바로 철거작업입니다. 본 논문에서는 철거작업 공법중 인력 철거공법, 기계식 철거공법 및 발파 철거공법 중 발파 철거작업시 발생하는 발파 소음규제 값 적정성에 대해 살펴보기로 한다. 현재 국내 발파 공법에 의한 철거 작업시 발생하는 발파 소음규제 값은 생활 소음 기준값 70 데시벨에 10 데시벨 보정하여 80 데시벨을 규제 값으로 정하고 있다. 하지만 국내 서울 및 부산 등 각 지역별 불꽃놀이에 발생하는 소음은 약 110 데시벨 ~ 120 데시벨 정도로 발파시 발생하는 소음규제 값 80 데시벨의 약 50프로 초과하여도 별도의 규제 없이 지속적으로 진행되고 있어 매우 불합리하다. 해외사례의 경우 미국, 영국, 일본 및 중국 등 국가별 발파공법에 의한 철거작업시 발파 소음규제값은 115 데시벨 ~140 데시벨로 정하고 있다. 철거작업 공법중 발파 철거공법은 몇 초의 시간에 의해 대형 건축물 및 구조물이 붕괴되어 발파공법의 안전 기준만 준수 한다면 장기간의 해체 시간이 소요되는 인력 철거공법 및 기계식 철거공법 보다 안전 하다고 할 수 있다. 발파 철거작업을 수월하고 보다 안전하게 할 수 있도록 발파 철거공법이 끊임없이 개발되고 있는데 현존하는 가장 친환경적 이면서 안전한 방법으로 발파 철거공법을 들 수 있다. 5층 이상의 고층 건축물 철거 작업시 기계식 철거공법 보다 발파 철거공법이 더 경제적 이라는 연구결과도 있다. 하지만 국내 발파소음 규제 값은 단순히 하루중의 생활소음 소음값인 70 데시벨에 지속시간으로 보정 10 데시벨을 적용하여 80 데시벨을 발파소음으로 규제하기 때문에 철거업체는 필요 이상의 소음억제 주의와 투자 때문에 철거작업에 어려움을 겪고 있어 본 연구는 국내 발파 철거작업에 적용되는 소음규제가 국제적인 발파소음 규제 값으로 전환이 시급하다는 연구 결과를 발표 하고자 한다.

본론

철거공법 종류 및 특징

이러한 각 철거공법은 프로젝트 범위, 구조 유형, 환경 고려 사항 및 비용 효율성에 따라 적절하게 적용됩니다. 안전은 모든 방법, 특히 폭발물이나 중장비와 관련된 방법에서 가장 중요한 관심사입니다. 철거공법 선택은 자재 회수가 우선인지 또는 철거를 신속하게 수행해야 하는지와 같은 특정 철거 목표에 따라 결정되는 경우가 많습니다. 또한 현지 규정과 인구 밀집 지역 또는 환경적으로 민감한 지역에 대한 철거 현장의 근접성은 철거 기술 선택에 영향을 미칠 것이다.

기계식 철거공법

Table 1. Mechanical dismantling method

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|-----------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 철 망치법 | 휴대용 또는 굴삭기 장착형 해머 | 단순함, 다재다능함, 정밀함 | 노동집약적이고 시끄러운 |
| 소형 차단기 방식 | 콘크리트 등 소형 기계식 차단기 | 세밀한 작업, 제어에 적합 | 대규모에는 효율적이지 않음 |
| 대형 차단기 방식 | 중장비에 부착된 대형 차단기 | 대규모 프로젝트에 효율적 | 심한 진동, 소음 |
| 절단공법 | 톱, 핫볼, 절단기 사용 | 깨끗한 절단, 재료 재사용 | 느리고 안전 예방 조치가 필요함 |

전도에 의한 해체공법

Table 2. Deconstruction method by conduction

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|---------|-----------------|--------------|-----------------------------|
| 전복 철거공법 | 베이스가 약해지고 밀려 나다 | 일부 구조의 경우 빠름 | 명확한 공간이 필요하며 통제할 수 없는 붕괴 위험 |

유압력에 의한 철거공법

Table 3. Dismantling method by hydraulic force

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|---------|--------------------------|--------------|--------------------|
| 유압 잭 방식 | 구조물을 들어 올리거나 이동 시키는 유압 잭 | 제어된 리프팅, 조용함 | 제한된 무게 용량, 느릴 수 있음 |
| 압쇄방법 | 분쇄용 유압 도구 | 단단한 재료에 효과적 | 느리고 중장비 필요 |

팽창압 철거공법

Table 4. Expansion pressure dismantling method

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|-------|-------------------------|----------|----------------|
| 팽창압공법 | 도구는 재료를 깨뜨릴 때 엄청난 압력 증가 | 저소음, 무진동 | 제한된 재료 적용성, 느림 |

화약 폭발력을 사용하는 철거공법

Table 5. Demolition method using gunpowder explosive power

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|------|------------------|---------------------|--------------------|
| 발파공법 | 신속한 철거를 위한 폭발물 | 대규모 철거에 효율적이며 시간 절약 | 위험하며 전문 지식과 허가가 필요 |
| 폭파공법 | 특정 요소에 대한 제어된 폭발 | 정확하고 주변 손상을 최소화 | 안전 위험, 세부 계획 필요 |

기타 철거공법

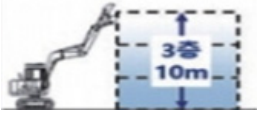

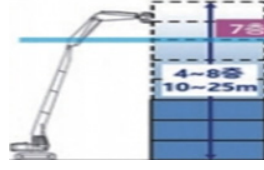
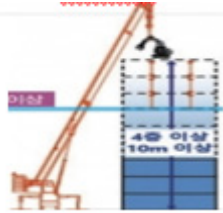
Table 6. Other dismantling methods

| 방법 | 특성 | 장점 | 단점 |
|--------|----------------|--------------|-----------------------|
| 워터젯 방식 | 절단용 고압 워터젯 | 먼지 감소, 불연성 | 폐수 생성, 청소 필요 |
| 레이저 방식 | 절단/해체용 고출력 레이저 | 정확하고 최소한의 먼지 | 높은 에너지 사용, 전문적인 안전 요구 |

비발파 철거공법의 기술한계

비발파 철거공법은 일차적으로 공동주택 기준 6층이하, 지상높이 18m 이하인 경우 대형 중장비(굴착기 530, 굴착기 480, 굴착기 400)에 의한 철거작업이 가능하고 이차적으로 공동주택 기준 7층이상, 지상높이 18m 이상인 경우에는 중장비 룬봉 암(지상높이 약 25m 까지 가능)이나 중장비를 고층 위치에 올려 Top Down 방식으로 순차적 철거 하는 기술적 한계가 있다.

Table 7. Dismantling according to the height of the building

| 건축물 높이 | 6층 또는 18m 이하 → 굴착기만으로 가능 | | 7층 또는 18m 이상 → 굴착기 & 대형장비 필요 | |
|----------|--|--|--|--|
| | 지상에서 철거 | 지상에서 성토하여 철거 | 지상에서 롱붐암으로 철거 | 장비 탑재하여 철거 |
| 철거 방식 개요 |  굴착기로 철거 |  지상에 성토체 조성/ 굴착기로 철거 |  지상에서 고층부는 롱붐암으로 해체 / 저층부 굴착기로 철거 |  철거 장비를 크레인 으로 양중후 한 층씩 철거 / 저층부는 지상에서 굴착기로 철거 |
| 사용 장비 | 0.8~1.0㎡급 굴착기 | 0.8~1.0㎡급 굴착기 | 0.8~1.0㎡급 굴착기 / 롱 붐암 | 0.69㎡급 이하 굴착기 탑재 / 양중 크레인 |
| 주의 사항 | 철거 잔재물 붕괴 위험 대비 | 건물의 4면 중 한면의 성토체 조성 공간과 장비 작업 공간이 충분한 경우 적용 | 해체 잔재 낙하로 인한 피해 우려 대비 철거 | 반드시 구조 안전성 검토할 것, 건물 4면 낙하물 방지망 설치 |
| 단점 | 지상 작업 공간 필요 | 지상 작업 공간 필요 | 지상의 넓은 작업 공간 필요 / 지상의 넓은 작업 공간 필요 / 롱 붐암 비용 고가(500만원/일 이상) | 잭서포트 설치 등 구조물 보강 필요 / 공사 기간이 길다 |

비발파 철거공법 및 발파 철거공법의 비교

철거공법은 크게 비발파 철거공법과 발파 철거공법으로 나뉘며 비발파 철거공법은 기계식 철거공법과 인력 철거 공법으로 구분 된다. 기계식 철거공법은 압쇄공법 및 절단공법, 전도공법 등으로 구분되며 각 공법별 특징은 아래와 같다.

Table 8. Comparison of non-baltd decomposition method and decomposition method

| 구분 | 기계식 해체공법 | | | 발파 공법 |
|--------|---|---|--|---|
| | 압쇄공법 | 절단공법 | 전도공법 | |
| 공법 개요 | 백호우 장비에 브레이커 또는 압쇄기를 장착하여 상층에서 하층으로 파쇄하면서 철거하는 공법 | 콘크리트절단기 또는 산소절단공법을 사용하여 구조물을 절단하고 크레인 사용하여 절단 부재를 인양하여 지상에서 압쇄하는 공법 | 구조물의 연결부를 끊고 큰 부재를 전도하여 철거하는 공법 | 기둥이나 내력벽 등 주요부재에 장악을 이용하여 파괴시킴으로서구조물을 불안정한 상태로 만들어 스스로 붕괴시키는 공법 |
| 현장 사진 |  |  |  |  |
| 환경적 특성 | 절단 공법에 비해 분진이 다소 발생하나 압쇄기를 사용하여 소음·진동 발생이 미미함. | 소음·진동·분진 등 환경적인 영향이 거의 없어 현존하는 공법 중 가장 친환경적임. | 전도 시 분진·소음이 발생. | 발파하는 순간 폭풍압·순간 소음·진동·분진이 발생 |

Table 8. Continue

| 구분 | 기계식 해체공법 | | | 발파 공법 |
|--------|--|-------------------------------------|--|--|
| | 압쇄공법 | 절단공법 | 전도공법 | |
| 작업 안정성 | 장비 작업 시 지상에서 대형굴삭기를 이용하므로 작업 안전성이 우수함. | 사전 계획에 따른 순차적 철거가 가능하며 작업 안전성이 우수함. | 절단 후 기계를 사용하여 절단된 구조물들을 지정된 지역으로 인양함. 낙하 사고에 주의해야 함. | 주요 지점 천공에 의한 발파 철거로 구조적 안전성 유리하고 안전사고 감소 |

발파 해체공법의 필요성

발파공법은 건물, 다리, 댐, 도로, 철도 등의 구조물을 철거하거나 토사를 파내기 위해 폭발물을 사용하는 공법입니다. 주로 대규모의 구조물 철거나 암반 파쇄에 활용 된다.

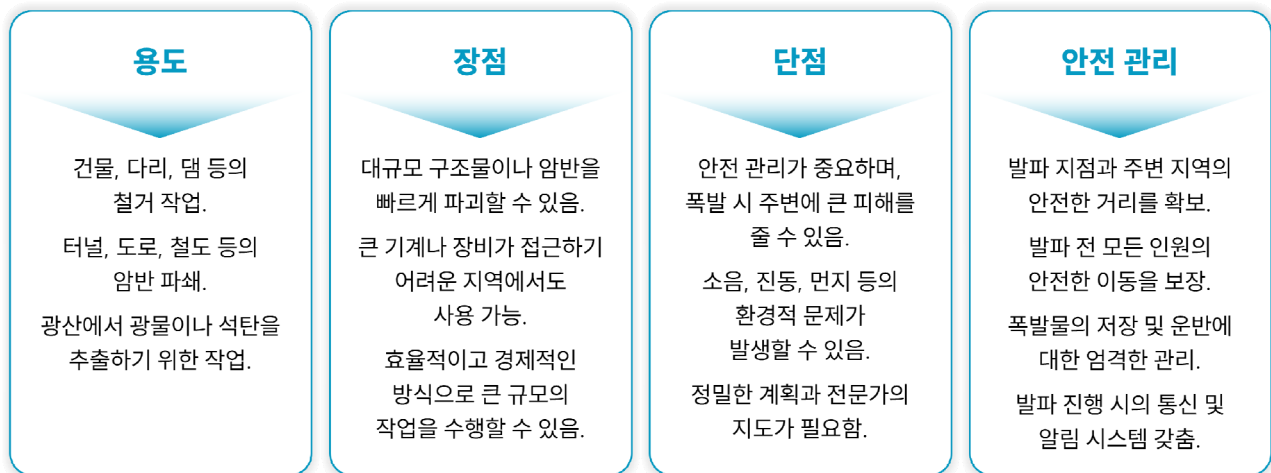


Fig. 1. The advantages and disadvantages of the blast dismantling method

발파공법은 전문가의 지도와 계획 하에 진행되어야 합니다. 잘못된 폭발 조건이나 폭발물의 사용은 큰 사고를 유발할 수 있으므로, 안전과 환경 보호를 위한 철저한 관리와 준비가 필요하다.

철골 구조물에 대한 발파 철거

원리와 방법철골 구조물의 발파 이론은 철골 구조물을 안전하게 파괴하기 위한 원리와 방법에 관한 이론 이다. 발파를 통해 철골 구조물을 파괴할 때는 특히 그 구조의 특성과 폭발물의 특성, 그리고 안전 요구 사항을 고려해야 한다. 다음은 철골 구조물 발파의 주요 이론적 측면 이다.

| | |
|----------------|--|
| 구조물의 특성 | 철골 구조물은 그 자체로 높은 강도와 뚜렷한 접합부분을 가지고 있습니다. 이러한 특성은 발파 전략의 결정에 큰 영향을 미친다. |
| 폭발물의 위치 | 철골 구조물의 주요 부재들, 특히 기둥과 빔의 연결 부위에 폭발물을 위치시키는 것이 중요합니다. 이는 구조물의 안정성을 빠르게 약화시키기 위함이다. |
| 폭발 순서 | 구조물의 안정성을 유지하면서 효율적으로 파괴하기 위해 폭발의 순서를 잘 정하는 것이 중요하다. 일반적으로 중심부에서 시작하여 외곽으로 나아가며 발파한다. |
| 폭발물의 양 | 철골의 두께, 구조물의 크기, 그리고 파괴하려는 부분에 따라 폭발물의 양을 조절해야 한다. |
| 안전 | 발파 시 주변 구조물과 인원에 피해를 주지 않도록 충분한 안전 거리를 확보해야 한다. 또한, 폭발 시 발생하는 소음, 진동 및 먼지에 대한 대책도 마련해야 한다. |
| 후속 작업 | 발파 후 철재 및 잔해의 정리는 효율적이고 안전한 방법으로 이루어져야 합니다. 철골 구조물의 발파는 전문가의 지도와 계획하에 진행되어야 한다. 발파 전에는 구조물의 상태와 특성을 정밀하게 조사하고, 적절한 폭발물과 기법을 사용하여 안전하게 작업을 수행해야 한다. |

Fig. 2. Blast demolition for steel structures

먼로-노이만 효과

1. 대전차 고폭탄은 장갑을 뚫기 위하여 먼로-노이만이 발견한 성형작약(Shaped Charge) 효과를 이용한다.
2. 성형작약이란 말 그대로 작약 즉, 고폭 화약의 모양을 성형한 것인데 그 모양을 콘모양으로 하여 폭발력을 한곳으로 집중할 수 있도록 만든 것이다.
3. 작약을 이렇게 성형하면 폭발력이 사방으로 퍼지는 일반적인 고폭탄과 달리 폭발력을 특정한 방향으로 집중시킬 수 있어 그 위력을 높일 수 있다.
4. 이러한 성형작약에 의한 폭발 집중현상을 발견한 사람들의 이름을 따서 이것을 먼로-노이만 효과라고 부른다.
5. 먼로-노이만 효과는 미국인 먼로가 발견하고 독일인 에곤 노이만이 완성한 효과로 이 때문에 미국에서는 “먼로효과” 독일에서는 “노이만효과”라고 한다. 또한, 성형 작약효과, 공중 작약효과 등으로 불린다.
6. 특히 에곤 노이만은 오목한 부분에 구리 깔대기를 대어놓을 경우 구리 깔대기가 작약폭발과 함께 쥐어 짜여져 바깥쪽으로 뒤집히며 메탈제트 송곳으로 변화, 두꺼운 철갑판도 관통할 수 있다는 사실을 발견했다.

성형작약

1. 첫 번째 사진을 보면 콘이 없는 경우 장갑판은 약간 오목하게 파인 정도이다.
2. 두 번째 사진은 작약을 콘 모양으로 성형한 것으로 약 다섯 배 정도의 깊이로 타원형으로 오목하게 파인 것을 볼 수 있다.
3. 세 번째 사진은 작약을 콘 모양으로 성형하고 그 앞에 금속재질의 라이너를 결합할 경우 메탈제트가 만들어져 장갑의 관통 깊이가 깊어지고 모양도 뾰족하게 변한 것을 알 수 있다.
4. 네 번째 사진은 장갑판으로부터 일정 거리를 떨어 뜨렸을 때 훨씬 깊이 관통하고 그 모양도 날카롭게 변한 것을 알 수 있다.

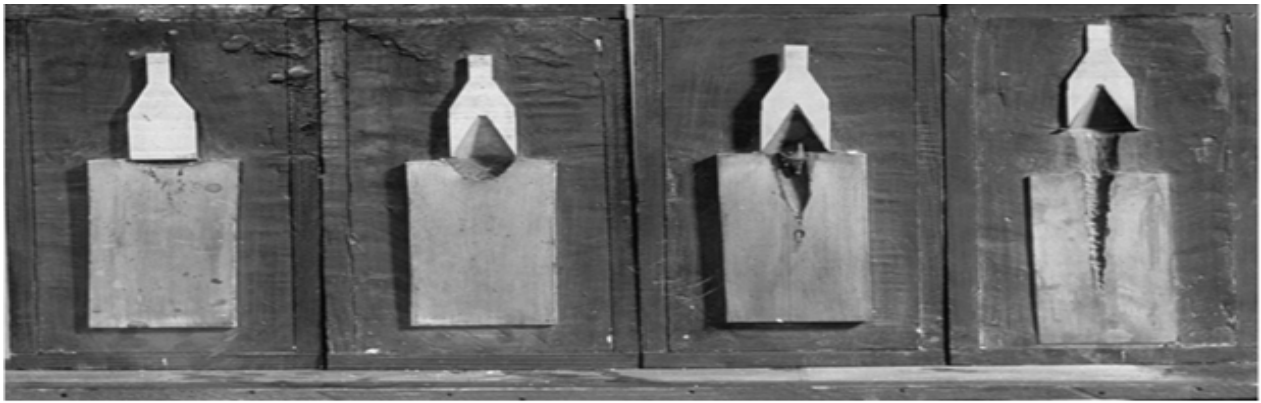


사진1

사진2

사진3

사진4

Fig. 3. The degree of penetration of the gloves according to the shape and distance of the cone

해외 발파작업시 허용소음 (dB) 기준

해외 국가별 발파시 허용소음 기준입니다. 미국 및 호주, 중국, 캐나다, 영국 등 해외 대부분 국가의 경우에는 발파작업시 허용소음 기준치가 약 120 dB ~ 140 dB 이며 호주는 115 dB 이다.

Table 9. Emission noise standard by overseas country

| 국가 | 허용범위 | 비고 |
|--|-----------------------|---------|
| 일본 (화약류단속법 시행규칙제 54조3항) | 120dB(A) | |
| 미국 (FAA) | 140dB | 충격 및 발파 |
| 미국 (The US Army Public Health Command) | 130~140dB | |
| 미국 (USBM) | 133dB(L)~120(L) | |
| 호주 (ANZEC) | 115dB(L) | |
| 호주 (Australian Standard) | 115~120dB(L) | |
| 중국 (Chinese National Standard-GB 6722-2003-Safety Regulation for Blasting) | 120dB(A), 145dB(L) 이하 | |
| 캐나다 (Provincial regulatory authorities in Canada) | 120dB(L) | |
| 영국 | 120~125dB(L) | |

국내 발파작업 소음규제 기준

1. 발파시 발생하는 진동 및 소음의 허용 기준은 소음·진동관리법 제3장의 “생활 진동 및 소음에 대한 규제 기준”에 근거하여 대상 지역, 소음원, 발생 시간대에 따라 규제 기준을 별도로 정하고 있다.
2. 생활 진동 규제 기준 (dB[V], 시행규칙 제20조의 제3항), 진동의 측정 방법과 평가 단위는 “환경분야 시험·검사 등에 관한 법률” 제61조1항제2호에 따른 환경오염공정시험 기준에서 정하는 바에 따른다.
3. 대상 지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 의한다.
4. 규제 기준치는 생활 진동의 영향이 미치는 대상 지역을 기준으로 하여 적용한다.

5. 공사장의 진동 규제 기준은 주간의 경우 특정공사의 사전 신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하 일때는 +10dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5dB을 규제 기준치에 보정한다.
6. 발파 진동의 경우 주간에 한하여 규제 기준치에 +10dB을 보정한다.

Table 10. Domestic blasting noise regulatory standards

| 시간별 대상지역 | 주간 (06:00 - 22:00) | 야간 (22:00 - 06:00) |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양 개발 진흥지구, 자연환경 보전지역, 그 밖의 지역 안에 소재한 학교·병원·공공도서관 | 65dB 이하 | 60dB 이하 |
| 그 밖의 지역 | 70dB 이하 | 65dB 이하 |

결론

철거작업은 매우 위험한 공정으로 안전사고 예방의 중요성이 매우 중요하다. 철거작업 공법으로는 크게 인력 철거공법, 기계식 철거공법 및 발파 철거공법으로 나누며 발파 철거공법 사용시 소음계측이 필요하며 환경규제 기준인 생활소음 70 데시벨에 보정 10 데시벨 적용해서 80데시벨 규제 값을 준수해야 한다. 몇 초의 시간에 의해 대형 건축물 및 구조물이 붕괴되어 발파공법의 안전기준만 준수 된다면 장시간 철거 시간이 소요되는 인력 철거공법 및 기계식 철거공법 보다 안전 하다고 할 수 있다. 그래서 현재 사용중인 발파 철거작업 보다 수월하고 안전하게 할 수 있는 방법이 끊임없이 개발되고 있으며 현존하는 철거 공법중 가장 친환경적 이면서 안전한 철거방법으로 발파 철거공법을 들 수 있다. 5층 이상의 건물은 기계식 철거 공법 보다 발파 철거공법이 더 경제적 이라는 연구 결과도 있다. 해외 국가별 표 준소음 값을 살펴 보면 미국 사례의 경우 미 광무국(USBM)의 기준은 약 120 데시벨 ~ 130 데시벨, 미 육군(US Army)의 기준은 130 데시벨 ~ 140 데시벨, 미 연방항공청(FAA)의 기준은 140 데시벨, 영국은 120 데시벨 ~ 125 데시벨, 호주는 115 데시벨 ~ 120 데시벨, 캐나다 120 데시벨 이하, 일본은 120 데시벨, 중국은 145 데시벨 이하 등 이다. 해외사례와 같이 국내의 소음규제도 합리적 조정이 필요하다. 본 연구는 국내외 소음규제 값을 비교하여 국내 발파 철거공법에 대한 소음 규제를 합리적으로 조정 하려는 노력을 하며, 이를 통해 보다 발파 철거공법 적용이 더욱 활성화 되기를 기대 한다.

References

- [1] Hanwha Corporation (2020). Find out How to Blast the Structure of Hanwha Corporation. Seoul.
- [2] Jung, M.S. (2010). "A case study of rc rahmen structure explosives demolition (Focusing demolition at Chungang Department in Daejeon City)." Explosives & Blasting, Vol. 28, No. 2, pp. 99-107.
- [3] Oh, K.T. (2023). "A study on the demolition of power plant with blasting method for the first time in Korea." Korea Disaster Information Society Academic Presentation Conference, pp. 87-88.
- [4] Oh, K.T. (2023). "A study on the regulation of blasting noise at domestic and abroad." Korea Disaster Information Society Academic Presentation Conference, pp. 89-90.
- [5] Park, H. (2016). "Case study : A case study on partial explosive demolition of a large-section turbine foundation

structure.” *Explosives & Blasting*, Vol. 34, No. 1, pp. 19-28.

- [6] Suh, Y.G. (2009). A Study on the Effect of Reinforced Concrete Structures by the Blasting Vibration. Master Thesis, Kyungnam University.