

건축물의 구조유형을 고려한 해체공사 제도 개선 방안 필요성 - 해체공사의 허가 및 신고를 기준으로 -

심유경¹ · 정재욱^{2*} · 이재현³ · 정재민⁴

¹서울과학기술대학교 안전공학과 학부과정 · ²서울과학기술대학교 안전공학과 조교수³서울과학기술대학교 안전공학과 연구교수 ·
⁴서울과학기술대학교 안전공학과 박사과정

Necessity of Improvements on Code of Practice at the Demolition Work considering Building Structure Type : Based on Demolition work of Permission and Registration

Shim, Yukyung¹, Jeong, Jaewook^{2*}, Lee, Jaehyun³, Jeong, Jaemin⁴

¹Undergraduate Student, Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

²Assistant Professor, Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

³Research Professor, Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

⁴Graduate Student, Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

Abstract : To prevent incident of demolition work the Building Management Act was implemented to manage demolition work. According to this law, buildings with the scale upper than 500m² of floor area are classified as permission to conduct the demolition work, however it may be hard to perform safety management at demolition work. In addition, the risk level of demolition work is varied with related to the structure type. So, the purpose of this study is to suggest the improvements of criteria on demolition work considering building structure types including small-scale structures such as masonry, wooden, and other structure. The research process was conducted by three steps. (I) Application of Building Management Act; (II) Analysis of demolition work by structure types; and (III) Subdivision of permission targets by building structure types. The result of this study, permission ratio was only 10% for total demolition work and 2.43% for masonry. Because the masonry, wooden, and other structure types are concentrated on a floor area of small-scale, the separate criteria of demolition work is need to prevent the accident and fatal incident. Through the results, the decision maker can be utilized (1) For the special building structure types, the criteria of enhanced safety management are applied by referring to the overseas law ; and (2) The demolition work can be considered by the criteria of separate permission in terms of structure types.

Keywords : Demolition Work, Building Management Act, Permission System, Registration System, Building Structure Type

1. 서론

최근 도시 재개발사업이나 도시정비사업, 생활환경의 변화 등으로 노후 건축물의 해체 필요성이 점차 증가하고 있다. 1980년대 중반 이후 급증한 고층아파트들이 노후화되어 재건축이 일반화되면서 해체공사의 수요는 급격히 증가하고 있다(Choi et al., 2010). 2010년부터 2018년 사이의

주택멸실현황에 따르면 전국 총 주택 멸실 수는 2010년 전국 총 주택 멸실 수 62,485건에서 2018년 기준 115,119건으로 약 1.84배 증가하였다. 아파트 멸실 수의 경우에도 2010년 7,124건에서 2018년 23,399건으로 약 3.28배 상승하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020).

해체공사의 안전관리를 원활히 하기 위한 방안으로 2020년 건축물관리법이 제정되어 일정 규모 이상의 건축물은 허가 대상으로 분류하였다(Kim et al., 2020). 건축물관리법 제 30조 건축물 해체의 허가에 따르면, 관리자가 건축물을 해체하려는 경우 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장의 허가권자에게 허가를 받아야 한다. 다만, 주요 구조부의 해체를 수반하지 아니하고 건축물의 일부를 해체하는 경우와 연면적 500m² 미만과 높이 12미터 미만, 지상층

* **Corresponding author:** Jeong, Jaewook, Department of safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

E-mail: Jaewook.jeong@seoultech.ac.kr

Received September 2, 2020: **revised** October, 5 2020

accepted October 5, 2020

과 지하층을 포함하여 3개 층 이하를 모두 만족하는 건축물은 해체공사 신고만으로도 허가를 받은 것으로 간주한다.

허가를 받으려는 자 또는 신고를 하려는 자는 건축물 해체 허가신청서 또는 신고서에 국토교통부령으로 정하는 해체계획서를 첨부하여 허가권자에게 제출해야 한다. 특히 허가를 받으려는 자는 작성된 해체계획서에 대해 안전진단전문기관 등의 검토 후 허가권자에게 제출해야 하며, 허가권자는 해체계획서에 대해 한국시설안전공단에 의뢰해 검토를 받아야 한다. 또한, 허가권자는 해체 허가를 받은 건축물에 대해 해체작업의 안전한 관리를 위하여 해체공사 감리자를 지정하여야 한다(Building Management Act, 2020).

건축물관리법상 허가 대상 건축물의 해체공사는, 시공자가 해체계획서를 작성하고 이를 사업주가 제출함으로써 해체공사에 대한 사전 검토 및 시공 단계 감리 배치를 통해 안전관리가 체계적으로 이루어질 수 있다. 그러나 우리나라 해체공사 허가기준에서는 구조물 유형을 고려하지 않고 있다. 우리나라 주거용 건축물의 70%에 해당하는 공동주택은 52.1%가 연면적 100㎡ 이상을 차지한다(Park et al., 2013)는 선행연구가 있으며 특히 조적조, 목구조와 같은 건축물은 대부분이 소규모 건축물에 집중되어 있다(Shin et al., 2019). 이에 대해 대부분이 신고대상으로 분류될 수 있는 소규모 건축물을 고려한 해체공사 관리 방안이 필요하다.

Lee and Go (2008)에 따르면 해체공사는 건축물의 구조 유형에 따라 공사의 난이도가 상이하여 사고의 위험도뿐만 아니라 공사 시 발생 가능한 재해의 종류도 다른 것으로 보고되고 있다. 해외에서는 사고 위험성이 큰 건축물에 대해 특수구조 건축물을 지정해 건축물의 규모에 관계없이 구조 전문가의 자문 또는 상주 감리자의 배치 등을 의무화하고 있다(Ahn et al., 2019).

따라서 본 연구의 목적은 해외의 특수구조 건축물 허가 제도를 참고하여 건축물의 구조 유형을 고려한 해체공사 제도 개선방안의 필요성을 제시하는 것이다. 이를 위해 해체공사 사고 사례 및 해외 해체공사 허가 제도를 분석하였다. 그 후 건축물관리법의 기준을 바탕으로 2001년부터 2018년까지의 해체공사 인허가 사례를 분석함으로써 기존의 해체 건축물을 단순히 규모로 허가와 신고 대상을 구분하는 것이 아닌 건축물의 구조 유형에 대한 검토의 필요성을 제시하고자 한다.

2. 국내 해체공사 사고 사례

산업안전보건공단에 따르면 2012년부터 2016년 사이의 일반 중대재해의 경우 2,244건의 재해에서 2,614명의 재해자가 발생하여 재해 1건당 1.16명의 재해자가 산출되었다. 한편, 철거 및 해체관련 중대재해의 경우 54건의 재해에서 95

명의 재해자가 나와 재해 1건당 1.76명의 재해자가 발생한 것으로 높게 나타났다(KOSHA, 2017). 본 연구에서는 해체공사 중 발생한 재해 사례를 파악하기 위해 과거 연구 및 산업안전보건공단의 재해 사례집을 통해 철근 콘크리트 구조, 철골조, 조적조 등의 구조에서 발생한 해체공사 사고사례를 분석하였다(Ahn et al., 2019; Cha & Kim, 2012; Ryu, 2019).

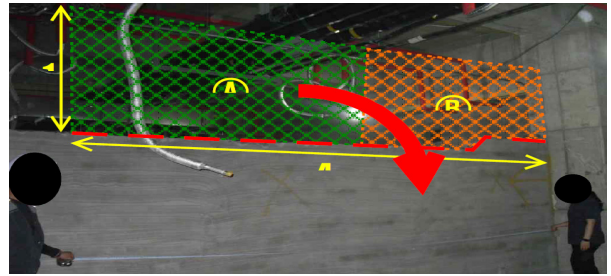


Fig. 1. Image of the fatal injury case at the demolition work in Daegu (KOSHA)

Table 1. Analysis of Accident Cases on Demolition Work

Date (yy.mm)	Region (Structure Types)	Outline (Accident type)
20.07	Daegu (Masonry)	The wall was fallen during demolition of the walls for hotel reconstruction (1 Fatality, 'Fall')
19.11	Bucheon (Masonry)	The wall was fallen during demolition of the walls for hospital expansion work (2 Fatalities, 4 Injuries, 'Fall')
19.07	Seoul (RC)	The building was collapsed due to overload (1 Fatality, 3 Injuries, 'Collapse')
18.12	Seoul (RC)	The building was collapsed during demolition of exterior wall (1 Fatality, 'Collapse')
17.01	Seoul (RC)	The equipments and workers fell down due to building collapse (2 Fatalities, 2 Injuries, 'Fall')
16.08	Jinju (Masonry)	The upper slab was collapsed due to demolition of the bearing walls (2 Fatalities, 2 Injuries, 'Collapse')
16.07	Seoul (Masonry)	The building was collapsed due to demolition of the bearing walls (1 Fatality, 'Collapse')
16.03	Seoul (Masonry)	The wall was fallen during demolition of the walls for office interior (1 Fatality, 'Fall')
15.03	Suwon (Masonry)	The wall was fallen during removal of inner wall (1 Fatality, 'Fall')
13.05	Busan (Masonry)	The wall and upper slab were collapsed during the cleaning up of waste materials (1 Fatality, 'Collapse')
12.11	Ulsan (Masonry)	The wall was collapsed while demolishing the walls using hammer (1 Fatality, 'Collapse')
11.09	Asan (Steel)	Workers fell due to damage from the roof during demolition of roof slate (2 Fatalities, 'Fall')
11.07	Seoul (RC)	Building was collapsed due to overload (2 Fatalities, 3 Injuries, 'Collapse')
09.02	Suncheon (Wooden)	Workers, who was working on the ladder, suffered fatal incident from the fall of the wall (1 Fatality, 2 Injuries, 'Fall')
08.10	Seoul (RC)	Building was collapsed due to overload (2 Fatalities, 'Collapse')

국내 해체공사 중 발생했던 사고 사례에 대해 <Table 1>과 같이 나타냈다. 특히 건축물관리법이 제정 및 시행되고 있는 2020년에도 해체공사 관련 사고가 발생하였다. 2020년 7월 30일, 대구시에서 호텔 신축현장 지하 1층에서 조적벽체 해체작업 중 벽체 일부가 이동식 비계 상부에서 작업 중이던 동료근로자 측으로 전도해 작업자 한 명이 사망하였으며, 이에 대한 재해발생 상황을 <Fig. 1>에 제시하였다.

철근 콘크리트 구조와 철골구조의 경우 작업 하중 미고려 및 작업 순서 미준수로 인한 구조물 붕괴 및 작업자 추락 재해가 대표적이었다. 그러나 목구조는 1층의 건물임에도 사다리에서 작업 중이던 근로자가 기둥과 함께 전도되어 사망하였으며, 소규모 리모델링의 대표 공종인 조적조의 경우에도 붕괴된 슬래브 및 전도된 조적벽체에 깔려 사망하는 사고는 빈번히 발생하는 실정이다(<Table 1>).

해체공사 관련 사고의 경우 건축물의 규모에 관계없이 발생하며, 건축물 구조 유형별로 일어나는 재해의 종류가 추락, 붕괴, 전도 등 다를 수 있으므로 건축물의 구조 유형을 고려해야 할 필요가 있다. 따라서 단순히 규모로 허가 및 신고 대상을 구분하는 측면에 대해서 검토가 필요하며, 특히 건축물관리법상 대부분 신고대상으로 분류되는 소규모의 조적조, 목구조 등은 별도의 안전한 해체공사 관리 방안이 필요하다고 판단되었다.

3. 해외 해체공사 허가제도 사례 분석

해체공사 관련 제도 정비가 잘 이루어진 싱가포르, 홍콩, 호주, 뉴질랜드 등의 국가들의 해체공사 관련 법령 및 제도를 분석하였다. 해당 국가에서는 규모에 관계없이 해체공사에 대한 사전허가를 의무화하고 있으며, 해체 대상 건축물의 규모의 차이가 아니라 건축물의 구조적 특성에 따라 조치 기준이 달라진다(Ahn et al., 2019).

싱가포르의 경우 건물 소유주 또는 대리인은 모든 해체작업 착수 전에 관련 허가권자의 승인을 얻어야 하며, 건설 분야 기술사를 통해 해체 전 사전조사를 수행해야 한다. 또한 안전성 측면에서 민감한 구조체는 해체공사 착수 전 전면조사를 수행해야 한다. 이러한 특수 건축물로 프리캐스트 콘크리트 구조, 프리텐션 및 포스트텐션을 포함한 프리스트레스 콘크리트 구조, 캔틸레버 구조, 철골보와 콘크리트 슬래브 등의 합성구조, 교량 등을 지정하였다. 특수 건축물의 해체 시에는 구조기술사의 자문을 받아야 하며, 상주 감리에 의해 건축물의 안전성을 항상 확인하여야 한다(Code of Practice for Demolition, 2010).

홍콩의 경우 해체공사 계획 시 해체대상 건축물의 구조조사 및 특수구조 건축물의 포함여부를 조사한다. 특수구

조 건축물은 프리캐스트 콘크리트 구조, 프리스트레스 콘크리트 구조, 캔틸레버 구조, 합성구조 및 철골구조, 외부 커튼 월, 석유보관탱크, 해상 건축물, 지하 건축물, 흙막이 구조 또는 경사면에 위치한 건축물을 포함한다. 또한 해체시공업체에 의해 기술사급 이상의 상주감리가 요구되는 특수구조 건축물에 대해 구조 형식별로 분류하여 관리한다(Code of Practice for Demolition of Buildings, 2004).

호주의 경우 모든 해체공사에 대해 사업수행자는 안전관리계획서 작성을 반드시 해야 한다. 이에 더불어 특수구조 건축물의 해체공사는 별도의 해체계획이 시공 전에 작성되어야 하며, 필요 시 전문가의 자문을 받을 수 있다. 호주의 특수 건축물에는 프리텐션 및 포스트텐션 구조, 프리캐스트 콘크리트 구조, 막구조 및 캔틸레버 구조, 화재나 재해로 인한 구조물의 내력저하, 지하, 창고, 아치, 돔, 회랑, 조적조, 굴뚝 및 첨탑, 저장탱크 등이 포함된다(Demolition Work Code of Practice, 2018). 뉴질랜드의 경우 프리캐스트 콘크리트 구조, 프리스트레스 건축물 등의 특수 건축물의 경우 구조전문가의 자문을 받아야 한다(Approved Code of Practice for Demolition, 1994).

해외에서는 공통적으로 위험성이 높은 프리캐스트 콘크리트 구조, 프리스트레스 콘크리트 구조, 합성구조 및 철골구조, 그리고 조적조 등을 특수구조 건축물로 분류하고 있다. 또한 특수구조 건축물에 대해 별도의 구조기술사의 검토 및 상주 감리자 지정, 공사 착수 전 전면적인 현장 조사 등과 같은 추가적인 조치 기준을 함께 제시하고 있다. 따라서 해외 해체공사제도 사례를 참고하였을 때 우리나라의 해체공사에 대한 허가제도 또한 규모의 차이가 아닌, 건축물의 구조유형을 고려한 기준을 재검토 해볼 필요가 있다.

4. 국내 해체공사 인허가 사례 분석

건축물의 구조유형을 고려한 해체공사의 제도 개선 방안을 제시하기 위해 2001년부터 2018년까지 국토교통부 세움터의 총 427,903건의 해체공사 관련 자료를 수집하였다. 해체범위가 불명확한 부분철거 등을 제외하고, 건축물관리법 제 30조 1항의 2에 따른 건축물 전체를 해체하는 경우에 해당하는 철거 해체공사 대상으로 하였다.

또한 해체공사의 경우 건축물의 축조보다 단기간 내에 이루어진다는 특징을 가진다(Choi et al., 2010). 서울시 강동구의 OO 주공아파트 재건축의 경우 연면적 626,232.5㎡로, 역대 최대 규모의 해체공사가 이루어졌다. OO주공 아파트의 경우 2019년 6월 10일 해체공사를 신고하여 2019년 12월 3일 착공완료로 약 176일의 기간이 소요되었다(Gangdong-gu Office, 2020).

따라서 본 연구에서는 해체공사 기간에 대한 결측치 처리를 위한 기준으로 공사기간 0일 이상, 180일 미만으로 선정하였다. 이렇게 고려한 기준을 바탕으로 2001년부터 2018년까지의 철거 해체공사 데이터 283,054건을 분석하였다.

본 연구는 아래의 3단계로 진행하였다(Fig. 2).

1단계에서는 현행 건축물관리법상 연면적 기준 500㎡에 따라 2001년부터 2018년까지의 해체공사 사례에 대해 허가 및 신고대상의 공사기간과 연면적을 분석하였다.

2단계 건축물의 구조유형 분석에서는 먼저 건축물의 구조유형을 분류하고 각 구조유형별 허가 및 신고대상의 공사건수, 평균값, 중위값, 상·하위 25%값을 분석하였다. 또한 통계분석을 수행해 공사기간 및 연면적에 따른 구조유형의 차이가 있는지를 분석하였다.

3단계에서는 건축물의 구조유형별 허가 대상의 기준을 세분화하였다. 전체 연면적 및 100㎡부터 500㎡까지 100㎡의 간격으로 연면적을 분석하여 건축물의 구조유형별 허가 및 신고대상의 비율이 유사해지는 분류 기준을 파악하였다.

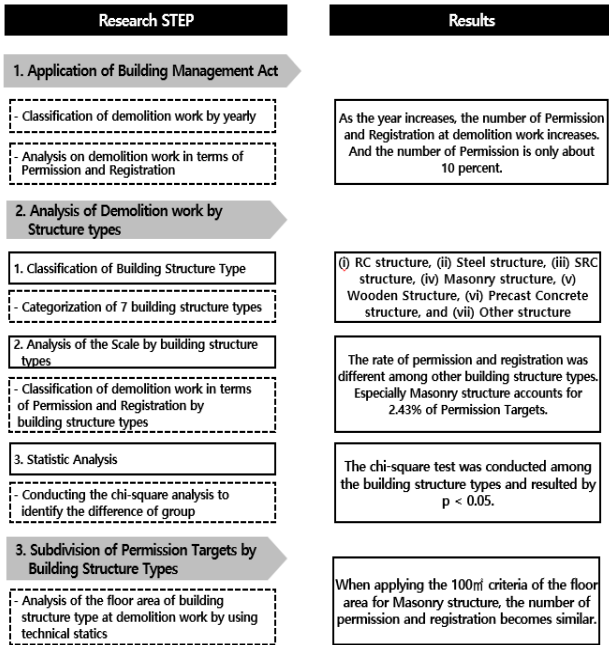


Fig. 2. Research framework

4.1 건축물관리법 기준

국토교통부 세움터의 2001년부터 2018년까지 해체공사 관련 데이터 중 철거 해체공사 283,054건을 그 대상으로, 현행 건축물관리법의 연면적 500㎡ 기준으로 허가 및 신고대상을 분석하였다. 2001년부터 2018년까지의 해체공사 실적을 분석한 결과, 2001년 4,423건에서 2018년 29,301건으로 해체공사의 공사 건수가 증가하였다. 그러나 해체공사의

공사 건수가 증가하였음에도 불구하고 건축물관리법상 허가대상의 비율은 전체 25,366건으로 신고대상 257,688건의 9.84% 수준이다(Table 2). 따라서 급증한 신고대상 건축물에 대한 해체공사 관리 방안이 필요하다.

Table 2. Present of the annual demolition work

Year	Total	Permission	Registration	Ratio of Permission
2001	4,423	288	4,135	6.96%
2002	7,534	533	7,001	7.61%
2003	5,544	600	4,944	12.14%
2004	2,666	330	2,336	14.13%
2005	2,649	471	2,178	21.63%
2006	2,659	429	2,230	19.24%
2007	4,084	651	3,433	18.96%
2008	10,519	1,025	9,494	10.80%
2009	7,846	798	7,048	11.32%
2010	11,748	1,062	10,686	9.94%
2011	18,019	1,484	16,535	8.97%
2012	17,947	1,705	16,242	10.50%
2013	25,045	1,942	23,103	8.41%
2014	28,905	2,189	26,716	8.19%
2015	37,360	2,879	34,481	8.35%
2016	34,059	2,892	31,167	9.28%
2017	32,746	2,977	29,769	10.00%
2018	29,301	3,111	26,190	11.88%
Total	283,054	25,366	257,688	9.84%

또한 (Table 3)과 같이 허가 및 신고대상 해체공사의 공사기간과 연면적 차이를 비교하기 위해 허가 및 신고대상 건축물의 공사기간 및 연면적에 대해 분석하였다.

Table 3. Analysis of permission and registration on demolition work

Classification	Construction Period (Day)		Floor Area of Building(m)	
	Permission	Registration	Permission	Registration
Number of Cases	25,366	257,688	25,366	257,688
Average	29.8	17.8	11,411.7	148.1
Top 25%	37.0	25.0	1,620.1	198.6
Median	20.0	9.0	925.3	128.5
Top 75%	8.0	3.0	652.1	69.6

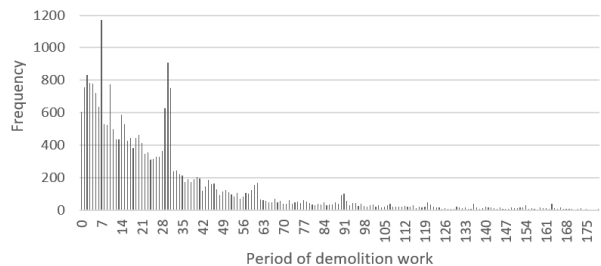


Fig. 3. Present of the period of demolition work with floor area of over 500㎡

2001년부터 2018년 사이의 18년간 수행된 해체공사 실적 분석 결과 건축물관리법상 허가대상 해체공사의 공사기간은 평균 30일로 확인된다. 하지만, <Fig. 3>처럼 대부분 단기간에 종료되는 해체공사의 특성상 소수의 장기화된 해체공사로 인한 평균 왜곡현상이 발생한다. 이에 따라 중위값을 평균 공사 기간으로 간주하였고 해체공사의 평균 공사기간은 20일로 고려하였다. 또한, 상위 및 하위 25%의 해체공사를 제외하면 전체 공사기간 50%의 해체공사가 8~37일 사이에 수행되었음을 알 수 있다. 연면적 500㎡ 미만 건축물도 평균 공사기간 9일, 전체 50%의 해체공사 기간은 3~25일 사이에 수행되었다. 따라서 해체공사 시 평균적으로 1개월 내외의 해체공사 기간이 소요된 것으로 확인할 수 있다.

해체대상 건축물 연면적의 평균적인 규모는, 소수의 대규모 아파트 단지 등의 해체공사로 인한 평균 왜곡 현상을 고려해 중위값을 평균으로 하였다. 허가 대상의 경우 건축물의 평균 규모는 925㎡, 연면적 500㎡ 미만의 건축물의 경우 128.5㎡로 나타났다. 더불어 지난 18년간 신고 된 연면적 500㎡ 미만 건축물 해체공사 중 75%가 연면적 198.6㎡ 미만의 소규모 건축물로 조사되었다. 따라서 건축물관리법상의 기준 연면적 500㎡에 대한 해체공사 허가 제도를 개선할 필요가 있다고 판단된다.

4.2 건축물의 구조유형에 따른 해체공사 분석

4.2.1 건축물의 구조유형 분류

Table 4. Classification of building structure types

Classification	Structure
Reinforced Concrete Structure	Concrete structure; Ramen structure; Reinforced concrete structure; Other concrete structure
Steel Structure	Industrial thin plate steel structure; Lightweight steel structure; Prefabricated panel structure; Single steel structure; Steel frame structure; Steel house structure; Steel pipe structure, Steel structure, Truss structure; Other steel structure
Steel Framed Reinforced Concrete Structure	Steel framed reinforced concrete structure; Other steel framed reinforced concrete structure
Masonry Structure	Block structure; Cement block structure; Earth block structure; Masonry structure; Retaining wall structure, Stone structure, Other masonry structure
Wooden Structure	Log house structure; Truss wood structure; Wood structure
Precast Concrete Structure	Precast concrete structure
Other structure	Container structure; Other structure

우리나라의 경우 일반적으로 건축물의 구조 형식에 따라 목구조, 철골구조의 가구식 구조 형식, 벽돌구조, 블록구조를 포함하는 조적식 구조 형식, 프리캐스트 구조의 조립식 구조 형식, 그리고 철근콘크리트구조와 같은 일체식

구조 형식의 4가지로 분류한다(Lee & Go., 2008). 해외 해체공사 제도에서는 붕괴, 전도 등의 위험성이 큰 프리캐스트 콘크리트 구조, 합성구조, 철골구조, 조적구조 등을 특수구조 건축물로 정의하고 있다(Approved Code of Practice for Demolition, 1994; Code of Practice for Demolition of Buildings, 2004; Code of Practice for Demolition, 2010; Demolition Work Code of Practice, 2018).

따라서 본 연구는 우리나라의 건축물의 종류와 해외의 특수구조 건축물을 참고해 건축물의 구조유형을, 철근콘크리트조와 철골조, 철골철근콘크리트조, 조적조, 목구조, 프리캐스트콘크리트조, 기타구조 총 7가지로 분류하였다(Table 4).

4.2.2 건축물의 구조유형별 규모 분석

해체공사 건축물의 구조유형에 따른 규모의 특성을 파악하기 위해 건축물관리법상 기준으로 허가 및 신고대상을 분류한 후 7가지의 건축물 구조유형별 연면적을 분석하였다. 건축물관리법에 따른 연면적 500㎡를 기준으로 허가 및 신고대상을 나눈 결과, 각 구조별로 차이는 있으나 대부분의 구조들에서 허가대상이 신고대상에 비해 훨씬 적은 것으로 나타났다(Table 5).

특히 각 구조유형별로 허가 대상의 공사 건수 비율이 뚜렷한 차이를 보인다. 철근콘크리트조의 허가건수는 전체 33,987건 중 12,701건으로 37.4%를 차지하며, 철골철근콘크리트조의 허가건수는 전체 457건 중 허가 건수 230건으로 50.3%를 차지한다. 프리캐스트콘크리트조의 허가건수는 전체 29건 중 허가 건수 15건으로 51.7%를 차지한다. 반면 철골조의 허가건수는 전체 37,592건 중 허가 건수는 6,501건으로 17.3%를 차지하고 기타구조의 허가건수는 전체 31,316건 중 허가 건수 1,938건으로 6.19%의 비율을 차지한다. 또한, 조적조의 허가건수는 전체 154,119건 중 3,749건으로 2.43%만 차지하였으며, 목구조의 허가건수는 전체 25,584건 중 232건만이 허가 건수로 분류되어 0.91%의 비율을 차지한다(Table 5).

<Table 1>에서 재해사례 연구 결과 재해가 다수 발생하였던 조적조 및 목구조와 같은 소규모 해체공사에서는 신고를 통해 해체공사가 진행되었다. 따라서, 적절한 안전관리의 어려움이 있기 때문에 현행기준에 대한 개선이 필요하다.

4.2.3 통계분석 수행

허가 및 신고 대상의 공사기간 및 연면적에 따른 건축물 구조유형에 차이점이 있는지 확인하기 위해 교차분석을 수행하였다. 교차분석(Cross Tabulation Analysis)이란, 두 범주형 자료 간에 응답을, 교차표를 통해 세부적으로 파악함과 동시에 그 차이가 어느 정도인지를 통계적으로 검증하는 분석방법이다. 교차분석에 이용되는 대표적인 검정통계량은

Table 5. Total floor area of demolition buildings

Classification	Reinforced Concrete (12.0%)		Steel (13.3%)		Steel Reinforced Concrete (0.16%)		Masonry (54.4%)	
	Permission	Registration	Permission	Registration	Permission	Registration	Permission	Registration
Number of Cases	12,701 (37.37%)	21,286 (62.63%)	6,501 (17.29%)	31,091 (82.71%)	230 (50.33%)	227 (49.67%)	3,749 (2.43%)	150,370 (97.57%)
Average(m ²)	14,013	270	19,744	178	6,619	264	9,622	150
Top 25%(m ²)	1,750	370	1,616	245	3,618	357	1,340	196
Medium(m ²)	964	261	957	148	1,486	255	764	137
Top 75%(m ²)	659	169	670	86	798	171	600	83
Classification	Wooden (9.03%)		Precast Concrete (0.01%)		Other (11.1%)			
	Permission	Registration	Permission	Registration	Permission	Registration	Permission	Registration
Number of Cases	232(0.91%)	25,352(99.09%)	15(51.72%)	14(48.28%)	1,938(6.19%)		29,378(93.81%)	
Average(m ²)	2,818	75	4,770	138	8,552		148	
Top 25%(m ²)	1,731	90	1,269	188	1,926		196	
Medium(m ²)	911	60	999	99	977		128	
Top 75%(m ²)	686	41	643	63	679		74	

카이스퀘어(χ^2)로서 이는 실제빈도와 기대빈도 간의 차이에 의해 계산된다. χ^2 값과 이에 의해 나온 유의확률(p-value)을 바탕으로 집단 간의 차이정도를 판단한다. 일반적으로 유의확률이 0.05 이상이면 유의한 차이가 없음을, 0.05보다 작으면 유의한 차이가 있음으로 간주한다(Kim., 2017).

건축물의 구조유형에 따른 해체 건축물의 공사기간 및 연면적의 차이를 분석하기 위해 교차분석을 실시한 결과 <Table 6>과 같이 유의확률이 0.00으로 도출되었음을 확인하였다. 이때 p-value 0.05보다 낮은 수준의 유의확률이 나왔기 때문에 공사기간 및 연면적에 따른 건축물의 구조유형의 차이가 있음을 확인할 수 있다. 따라서 건축물의 구조 유형이 달라짐에 따라 공사기간 및 연면적 규모의 차이가 있다. 건축물관리법상 연면적 500m²의 기준은 각 건축물의 구조유형별로 차이가 있기 때문에 각 구조별로, 특히 대부분이 소규모 건축물에 속하는 철골조, 조적조, 목구조 등의 해체시 안전관리를 위해 해당 건물을 허가대상으로 구분하여 관리할 필요가 있다.

Table 6. Result of the Chi-square test

Classification	Category	Value	Degree of freedom	Significant probability (p-value)
Period and Building Structure Types	Pearson chi-square	8,983	1,074	0.00
	Likelihood Ratio	7,357	1,074	0.00
	Linear combination	741	1	0.00
	Effective number of cases	283,054		
Floor Area and Building Structure Types	Pearson chi-square	49,837.47	6	0.00
	Likelihood Ratio	39,562.34	6	0.00
	Linear combination	26,902.34	1	0.00
	Effective number of cases	283,054		

4.3 건축물의 구조유형별에 따른 연면적 세부 분석

건축물관리법상 연면적 500m²의 기준으로 허가 및 신고대상을 분류하였을 때 공사건수가 비교적 유사했던 철골철근콘크리트조, 프리캐스트콘크리트조의 비율은 각각 50% 정도로 나타났다<Table 5>. 이에 대해 다른 구조유형의 허가 비율 제고를 위해 각 구조유형별 허가 대상의 연면적을 세분화하여 분석하였다. 연면적 100m²부터 500m²까지 100m²의 간격으로 허가 및 신고 대상 건축물의 해체공사 건수 및 평균 공사일수가 어떻게 변하는지 분석하였다<Table 7>.

철근콘크리트조는 기존의 연면적 500m²에서 100m²으로 연면적 기준을 강화할수록 허가대상 해체공사 건수가 점점 증가하면서 연면적 300m²이하가 되었을 때, 허가대상의 공사 건수가 신고대상보다 증가하였음을 확인할 수 있다. 평균 공사일수는 23일에서 16일까지 감소하였다.

철골조는 기존의 연면적 500m²에서 100m²으로 연면적 기준을 강화할수록 허가대상 해체공사 건수가 점점 증가하면서 연면적 100m²가 되었을 때, 허가대상의 공사 건수가 신고대상보다 증가하였음을 확인할 수 있다. 평균 공사일수는 17일에서 10일까지 감소하였다.

철골철근콘크리트조는 이미 연면적 500m²에서 허가대상의 공사건수가 신고대상의 공사건수를 초과한 것으로 나타났다. 연면적 100m²를 기준으로 허가공사 건수는 전체 해체공사 건수의 약 95.4%를 차지하였다. 허가대상의 평균 공사일수는 30일에서 23일로 감소하였다.

조적조는 기준 연면적 100m²에서 허가대상 해체공사 건수가 신고대상보다 증가하였음을 확인할 수 있다. 평균 공사일수는 17일에서 9일까지 감소하였다. 하지만 신고대상의 평균 공사일수는 모든 기준에서 8일로 나타났다.

목구조에서는 기준 연면적 100m²에서도 허가대상의 공사 건수가 신고대상의 공사건수보다 적은 것으로 나타났다. 연

Table 7. Demolition permit conditions on the structure type

Types	Criteria	100㎡	200㎡	300㎡	400㎡	500㎡
RC	Permission (Day)	31,748 (16.00)	26,138 (17.00)	21,128 (19.00)	16,840 (21.00)	12,701 (23.00)
	Registration (Day)	2,239 (10.00)	7,849 (10.00)	12,859 (10.00)	17,147 (11.00)	21,286 (11.00)
Steel	Permission (Day)	26,489 (10.00)	16,276 (13.00)	11,831 (14.00)	8,580 (16.00)	6,501 (17.00)
	Registration (Day)	11,073 (6.00)	21,286 (7.00)	25,731 (7.00)	28,982 (7.00)	31,061 (8.00)
SRC	Permission (Day)	436 (23.00)	375 (27.00)	327 (27.00)	266 (29.00)	230 (30.00)
	Registration (Day)	21 (11.00)	82 (10.00)	130 (10.00)	191 (11.00)	227 (11.00)
Masonry	Permission (Day)	102,867 (9.00)	36,920 (9.00)	12,451 (11.00)	5,995 (14.00)	3,749 (17.00)
	Registration (Day)	51,252 (8.00)	117,199 (8.00)	141,668 (8.00)	148,124 (8.00)	150,370 (8.00)
Wooden	Permission (Day)	5,360 (8.00)	1,085 (12.00)	526 (15.00)	313 (17.00)	232 (19.00)
	Registration (Day)	20,224 (8.00)	24,499 (8.00)	25,058 (8.00)	25,271 (8.00)	25,352 (8.00)
PC	Permission (Day)	25 (31.00)	25 (31.00)	21 (31.00)	18 (31.00)	15 (58.00)
	Registration (Day)	4 (29.00)	4 (29.00)	8 (29.50)	11 (29.00)	14 (26.50)
Others	Permission (Day)	13,934 (10.00)	6,477 (13.00)	3,668 (15.00)	2,547 (18.00)	1,938 (20.00)
	Registration (Day)	17,382 (10.00)	24,839 (9.00)	27,648 (9.00)	28,769 (9.00)	29,378 (9.00)

면적 100㎡에서의 허가건수는 전체 해체공사 건수의 21% 차지하였다. 평균 공사일수는 19일에서 8일로 감소하였다.

프리캐스트콘크리트조는 기준 연면적 500㎡부터 허가대상의 공사건수가 신고대상의 공사건수보다 많았으며 100㎡에서는 허가대상의 공사건수가 86%정도 차지하였다. 평균 공사일수는 58일에서 31일로 감소하였다.

마지막 기타구조에서는 기준 연면적 100㎡에서도 허가대상의 공사건수가 신고대상의 공사건수보다 적은 것으로 나타났다. 연면적 100㎡에서의 허가건수는 전체 해체공사 건수의 45%정도 차지하였다. 평균 공사일수는 20일에서 10일 까지 감소하였다.

5. 해체공사 제도 개선 필요사항

국토교통부 세움터의 2001년부터 2018년 사이의 해체공사 실적에 대해 분석한 결과 건축물관리법상 연면적 500㎡의 기준으로는 허가 대상의 공사 건수는 전체 해체공사 건

수 대비 10% 정도에 불과한 것으로 판단되었다. 이에 해체공사 대상 건축물의 구조유형에 따라 연면적 100㎡에서 500㎡로 세분화하여 분석한 결과 대부분의 구조물 유형에서 연면적이 작아질수록 허가대상 건수가 신고대상 건수를 초과하였다. 건축물관리법상 연면적 500㎡의 기준으로 구분하였을 때 허가 대상의 비율이 가장 높았던 철골철근콘크리트조 및 프리캐스트콘크리트조에서 허가 대상이 50% 정도임을 참고하여 분석하였다(Table. 5). 허가 대상이 전체 해체대상의 절반이상을 포함하는 연면적 기준은 철근콘크리트조 300㎡, 철골조 100㎡, 철골철근콘크리트조 500㎡, 조적조 100㎡, 목구조 100㎡ 미만, 프리캐스트콘크리트조 500㎡, 기타구조 100㎡ 미만으로 확인하였다(Table. 7).

이를 통해 조적조, 목구조 및 기타구조에서는 해체공사의 연면적이 대부분 100㎡ 이하에 집중되어 있는 것을 확인하였다. 따라서 규모에 따라 일률적으로 해체 건축물을 허가 및 신고 대상으로 관리하는 것은 해체공사 안전관리에 어려움이 있을 수 있다. 이에 따라 건축물관리법상 신고대상으로 분류되는 해체건축물의 구조유형에 대해 고려할 필요가 있다.

먼저 싱가포르, 홍콩, 호주, 뉴질랜드 등의 해외국가에서는 규모에 관계없이 해체공사에 대한 사전허가를 의무화하고 있으며, 위험성이 높은 특수구조 건축물을 별도로 정의해 규모에 관계없이 해체계획서 검토 및 현장 감리자 배치를 통한 해체공사 안전관리를 시행하고 있다. 대표적인 특수구조 건축물에는 프리캐스트콘크리트구조, 프리스트레스 콘크리트구조, 캔틸레버 구조, 철골구조, 조적구조 등이 있다.

또한 해체공사의 각 구조별 허가 대상 기준을 연면적을 세분화하여 분석하였을 때, 다른 구조물에 비해 조적조, 목구조 및 기타구조의 해체공사 연면적이 대부분 소규모에 집중되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 특히 건축물관리법상 사각지대에 있어 재해가 다수 발생하는 소규모 건축물에 대해서는 별도의 연면적 기준을 제시하여 해체공사의 안전관리를 도모하는 방안이 될 수 있다. 따라서, 해체공사의 안전관리 개선을 위해서는 1) 해외 기준을 참고하여 특수구조 건축물의 해체공사를 별도 관리하는 방안과, 2) 건축물의 구조 유형별로 규모 특성을 고려하여 해체공사 허가제도의 연면적 기준을 별도로 관리할 수 있다.

6. 결론

현재 건축물관리법에 따른 우리나라 해체공사는 규모에 따라 허가 및 신고 대상을 분류하고 있다. 하지만, 실제 국내 해체공사 중 발생한 사고의 절반 이상이 신고대상의 조적조에서 발생한다. 따라서 본 연구에서는 해외의 특수구조 건

축물 허가 제도를 참고해 건축물의 구조물 유형을 고려하여 해체공사 제도 개선의 필요성을 제시하고자 한다.

해체공사와 관련된 해외사례에서는 규모에 관계없이 해체공사에 대한 사전허가를 의무화하고 있으며, 위험성이 높은 특수구조 건축물을 별도로 정의해 관리하고 있다.

본 연구에서는 2001년부터 2018년까지의 해체공사 인허가 283,054건을 분석하였으며 총 3단계로 진행되었다. (i) 건축물관리법 기준 적용, (ii) 건축물의 구조 유형에 따른 분석, 및 (iii) 건축물의 구조유형별 허가대상 기준 세분화

건축물관리법상 규모로서 해체건축물의 허가 및 신고대상을 분류하는 것은, 18년간 해체공사 실적에 비추어봤을 때 허가 대상은 10% 정도에 불과해 실질적인 안전관리가 어려울 수 있다. 따라서 해체공사 안전관리 사항에 대해 규모로 허가대상을 구분하는 것 대신, (1) 프리캐스트콘크리트, 조적조 등의 특수 구조 건축물에 대해 해외와 같이 규모에 관계없이 강화된 안전 관리 기준을 적용 및 (2) 건축물의 구조 유형별로 규모 특성을 고려하여 해체공사 허가제도의 연면적 기준을 별도로 관리할 수 있다.

본 연구의 기여점은 (1) 과거 해체공사 실적을 토대로 건축물관리법의 일률적인 법적 기준의 한계를 제시하였다. (2) 7가지 건축물의 구조유형과 그에 따른 해체공사 허가제도의 개선 방안을 제시해 기존의 건축물관리법상 신고대상으로 분류되었던 소규모 건축물의 안전관리에 대한 필요성을 제안하였다. (3) 건축물관리법에서 해체공사에 대한 새로운 기준을 제정할 때 정책적으로 활용할 수 있는 기초자료가 될 수 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. (i) 세움터 정보 수집과정에서 해체공사 신고 건축물의 높이와 층수가 제공되지 않아 연면적만으로 분석하였다. (ii) 제한된 해체공사 사고 건수로 인해 사고 유형별 정량적 분석에 한계가 있었다.

본 연구를 토대로 향후 연구에서는 (i) 해체공사와 관련된 건축물의 높이 및 층수의 데이터를 확보하여 건축물의 연면적, 높이 및 층수를 고려한 제도 개선의 필요성을 제시할 예정이다. (ii) 해체공사 관련 전문가들과의 심층 인터뷰 등을 통하여 건축물의 구조유형별 적정 해체공사 인허가 기준 및 해체공사 제도 개정 시 예상되는 문제점 등을 제시할 예정이다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1G1A1100128).

References

- Ahn, H.S., Jeong, J.W., and Kim, W.S. (2019). "A Study on the Detailed Guidelines for Building Demolition Work." *Construction Safety Association of Korea and Korea Infrastructure Safety Corporation*, pp. 1-220.
- Approved Code of Practice for Demolition : BS 6187 (2012). <<https://gazette.govt.nz>> (Aug. 24, 2020).
- BUILDING MANAGEMENT ACT (2020). <<http://www.law.go.kr>> (Jul. 30, 2020).
- Cha, G.C., and Kim, S.G. (2012). "Analysis of Case and Cause of Collapse Incidents in Demolition Work." *Korean Structural Engineers Association*, 19(3), pp. 25-26.
- Cha, H.J., and Choi, J.S. (2007). "Evaluation of Safety Items in Building Demolition Works Utilizing AHP Method." *Journal of the Korean Architectural and Municipal Engineering Society*, JKIBC, 7(3), pp. 99-105.
- Choi, J.S., and Heo, S.T. (2009). "Development of Safety Management Manual for Deconstruction Works." *Journal of the Korea Institute of Construction Engineering and Management*. 11(6), pp. 45-53.
- Choi, J.S., Heo, S.T., Go, W.J., and Lee, H.M. (2010). "Development of Integrated Safety Management Guidelines and Applicability Validation - Focused on the Building Deconstruction Works." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. KICEM, 11(6), pp. 45-53.
- Code of Practice for Demolition work. (2015). <<https://www.legislation.gov.au>> (Aug. 22, 2020).
- Code of Practice for Demolition : SS 557 (2010). <<https://www.nlb.gov.sg>> (Aug. 22, 2020).
- Code of Practice for Demolition of Building (2004). <<https://www.bd.gov.hk>> (Aug. 22, 2020).
- Gangdong-gu Office. <<https://www.gangdong.go.kr/>>, "Dunchon Jugong Apartment Reconstruction Project."
- Kim, W.P. (2017). "Rewriting Statistical Analysis, Basic Statistical Analysis" *Wisein Company*, 2017.06., pp. 265-292.
- Kim, W.S., Ji, M.H., Choi, S.M., and Ahn, C.W. (2020). "Development Direction and Introduction of Permit System of Building Demolition Work." *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 40(1), pp. 425-425.
- KOSHA (2016). "Trapped by Wall Collapsing while Working with a Hammer to Demolition part of the Inner Wall." 2016.8.
- KOSHA (2017). "Standard Safety Work Procedure for Demolition Work."
- Lee, H.M., and Go, S.S. (2008). "A Study on the System Development for Optimum Method Selection in Demolition Works." *Journal of the Architectural*

- Institute of Korea Structure and Construction*, 24(5), pp. 193-200.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020). "The number of demolition buildings for Housing in 2010 to 2018."
- Park, J.S., Song, T.H., and Choi, D.H. (2013). "Applicable Building Range for the Introduction of the Building Separation and Dismantling System." *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, 1(3), pp. 189-196.
- Ryu, H. (2019). "Safety Management Manual for Building Demolition Work", Seoul Metropolitan Government, <<https://www.seoul.go.kr>> (Aug. 24, 2020).
- Shin, H.W., Song, C.Y., Kong, Y.T., Im, I.H., and Choie, D.H. (2019). "Support for decision-making of small-scale old building safety management." *Journal of the Korean Geographical Society*, pp. 53-54.

요약 : 해체공사의 수요증가와 사고 위험성을 고려하여 정부는 20년 건축물관리법을 시행해 해체공사의 안전관리를 개선하고자 하였다. 그러나 건축물관리법 제 30조 건축물의 해체 허가에 따른 기준은 일률적이기 때문에 규모에 따른 허가대상 건축물의 구분은 불합리할 수 있다. 또한, 해체공사는 건축물의 구조 유형에 따라 공사 난이도 및 발생 재해의 형태가 달라질 수 있기 때문에 본 연구는 건축물관리법상 신고대상에 속하는 조적조 등의 소규모 건축물의 구조 유형을 고려한 해체공사 안전관리 개선 방안을 제시하고자 한다. 본 연구의 순서는 (I) 건축물관리법 기준; (II) 건축물의 구조 유형에 따른 해체공사 분석; (III) 해체공사 허가대상 세분화 순으로 진행되었다. 연구 결과 건축물관리법상 허가대상은 과거 해체공사 실적의 10% 정도, 조적조는 2.43%에 불과하였다. 허가대상 기준을 세분화한 결과 조적조의 경우 연면적 100㎡이하일 때 허가 및 신고대상의 수가 유사해짐을 확인하였다. 이를 통해 이해관계자는 1) 해외와 같이 규모에 관계없이 특수구조 건축물에 강화된 안전관리 기준을 적용하거나, 2) 건축물의 구조 유형에 따라 해체공사 허가 대상 기준을 세분화하는 방식 등을 활용한 해체공사 안전관리를 개선할 수 있다.

키워드 : 해체공사, 건축물관리법, 허가제도, 신고제도, 구조형식
