

[제도 고찰] 구조물 해체 안전 관련 규정과 기준에 대한 고찰



김형기 조선대학교 건축공학과 교수, hyeongki@chosun.ac.kr
김태훈 조선대학교 건축공학과 부교수, thoonkim@chosun.ac.kr
조창근 조선대학교 건축공학과 교수, chocg@chosun.ac.kr

1. 서론

최근 본 저자가 근무하고 있는 지역에서 2건의 대형 건설재해가 발생하였다. 한 건물은 2021년 6월 9일 건축물 철거현장에서 발생한 빌딩 붕괴 사고였으며, 한 건물은 2022년 1월 11일 건축물 시공현장에서 발생한 붕괴 사고였다. 건축 및 토목 구조물의 시공에 있어서 세계적으로 가장 높은 수준의 기술을 보유하고 있는 우리나라에서 이러한 대형사고가 발생했다는 것에 대해 큰 충격을 받았다. 각 사고에 대한 사고조사위원회의 조사보고서에서는 이러한 사고가 후진국형 사업운영 및 현장관리로 인해 발생한 것으로 보고하고 있다. 4차산업을 부르짖고 있는 2022년에도, 재하도, 안전계획서 무시, 무단 구조변경, 콘크리트 가수 등의 너무도 오래된, 지금은 사라져야 할 단어들이 방송을 통해 흘러나오고 있다. 우리 사회에서 가장 근본적인 무언가가 흔들리고 있다는 것을 암시하는 것 같아 기술인으로서 가슴이 아팠다. 그럼에도 불구하고 우리 기술인은 권토중래의 마음으로 건설관리의 기초부터 다시 한번 고찰해야 한다. 특히 지금까지 크게 신경쓰지 않았던 건설산업의 가장 기본적인 부분부터 더욱 내실을 다져야 한다. 그렇지 않으면 업계 전체가 사회적 신뢰를 잃게 되어 정당한 노동에 정당한 댓가를 받지 못하는, 존중받지 못하는 기술자가 되어 버릴 수 있다.

본 고에서는 해체공사의 안전관리 규정 및 관련 기준에 대해 고찰하고자 한다. 신규구조물 시공에 대해서는 수많은 전문가와 신기술이 존재할 뿐 아니라 오랜 시간에 걸쳐 어느 정도 관련 기준이 잘 정비되어 있다. 따라서 기술인은 이러한 인적, 기술적, 사회적 인프라를 활용해 혼란함 없이 건축행위를 할 수 있으며, 최근의 시공상 사고는 이를 올바르게

준용하지 않았기 때문에 발생한다. 그러나 해체공사의 경우 관련 작업자 중 전문가의 수가 적을 뿐 아니라, 관련 기준 역시 애매한 경우가 있다. 특히 모든 대학에서 구조물 시공에 대해서는 매우 세밀한 부분까지 교육하고 있는 것에 반해, 해체공사에 대해서는 정규교과목을 통해 교육 받을 수 있는 곳이 한정적이다. 본 고에서는 해체공사의 규정에 전반적인 구성과 항목에 대해 우리나라와 미국, 일본 등의 사례에 대해 알아보고, 앞으로 해체공사 관련 사고를 막기 위해 사회적으로 해야 할 노력에 대해 간단히 제안하였다.

2. 해체공사의 법적근거, 안전관리계획서, 그리고 시공

〈표 1〉은 해체공사의 계획과 진행과 관련한 우리나라의 관련 법령 및 조례를 미국과 일본의 그것과 비교한 것이다. 이 표에서 나타난 것과 같이 구조물 해체와 관련된 관련 허가 및 계획서 검토, 감리 및 시공은 서로 매우 다른 법령과 조례에 산발적으로 분포되어 있으므로 관련 업무에 대한 관련 법적 근거의 파악이 어려운 부분이 있다. 구조물의 경우 해체공사를 진행함에 있어, ① 공사의 허가, ② 공사계획서 작성 및 검토, ③ 시공 및 감리, ④ 작업자 안전, ⑤ 기계, ⑥ 폐기물 처리, ⑦ 사고 후 처리에 대한 관련 법령이 존재한다.

해체 대상 건축 구조물의 선정의 경우 사회적 필요에 의해 진행되므로 공공건축물을 제외 하고는 별도의 선정규정이 없는 반면, 토목 구조물의 경우 대부분 공공관리 대상이기 때문에 “해체 구조물의 선정”이라는 절차가 필요하다. 일본 및 미국에서는 대개 토목구조물에 대한 해체 결정은 구조물 유지진단관리의 절차의 기본 원칙을 준용해, 구조적 측면 및



사용성 측면에서도 해체가 필요하다고 판단되는 구조물을 적절히 선정하는 것이 기본이다. 일본의 경우 “도로법 및 기타 부속령”에 따라 구조물의 해체를 “국토교통대신(장관)” 혹은 “지자체 의회”가 결정하도록 하고 있으며, 이 결정을 위해 “국토교통성”의 “정기점검 요령(우리나라의 구조물 정밀 안전진단과 유사)”의 결과를 준용하도록 하고 있다.

미국의 경우 대부분의 해체 관련 업무규정이 연방법(Code of Federal Regulation)을 준용하도록 하고 있는데, 흥미로운 점은 이 연방법에서 준용하는 해체공사 관련 세부규정이 민간법인인 미국해체공사협회(National Demolition Association, NDA)의 기준을 따른다는 것이다<참고문헌 1>. 이 협회는 이러한 관련 법적근거 제시 이외에도 작업자의

교육, 그리고 사고의 처리 협력 등도 함께 진행하고 있다. 이는 NDA가 미국의 대형 해체공사업체의 조합에서 시작하여 이후 다양한 연구를 통해 공익적인 측면에서도 사회적 신뢰를 받고 있기 때문이라고 판단된다. 단지 발생한 사고 및 인명피해에 대해서는 미국의 보건법인 Occupational Safety and Health Administration (OSHA)의 규정을 따르도록 하고 있는데, 이는 우리나라와 일본도 마찬가지이다<참고문헌 1>. 이 외에도 해체공사 전 안전관리 계획의 구체적인 수립이 가능한데, 현재 우리나라에서 작성되는 해체공사계획서는 해외의 사례와 비교해도 동등의 항목과 내용을 가지고 있다. 세부 내용은 ① 구조물의 개요, ② 사전조사(지하 및 지하 구조물의 상태, 본공사 전 정리방법), ③ 공사방법 및 폐기물

표 1. 우리나라와 미국, 일본의 해체공사 관련 법령 및 조례

분류	우리나라	미국	일본
건축물 해체의 허가	- 건축물관리법 제30조, 제30조의2 - 건축물관리법시행령 제21조 - 건축물관리법 시행규칙 제11조, 제 12조		- 건설업법 - 건축기준법 - 도로법/도로교통법 - 해체공사에 관한 등록등에 관한 조례
해체계획서 작성 및 사전검토	- 국토교통부고시 제2020-380호 - 건축사법 제23조 제1항(건축사) - 기술사법 제 6조 (기술사) - 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 제 28조 (안전진단전문기관)	- 24 CFR 970 - 26 CFR 1.165-3 - Demolition of buildings	(작업중 민원 관련) - 차량제한령 - 소음제어법 - 진동제어법 - 대기오염방지법
해체공사 시공/감리	- 건축물관리법 제 31, 32조 - 건축물관리법시행령 제22, 23조 - 건축물관리법 시행규칙 제12, 14, 15조		
작업자 안전	- 건설산업기본법 제 2조 제 7호 - 산업안전보건법 - 건설공사안전관리 규정/업무수행 지침 - 가설공사 표준안전 작업지침	- OSHA 1926 series - 29 CFR 1910 - ANSI/ASSE A10.6 - US Army 공병단 매뉴얼 EM 358-1-1	- 노동기준법 - 노동안전기준법/노동안전기준규칙
건설기계	- 산업안전보건법	- OSHA 1926 series - 29 CFR 1926.859	- 크레인등안전규칙
건설폐기물 처리	- 건설폐기물법 제2조 1호 - 폐기물관리법 제17조 - 산업안전보건법 제115조	- OSHA 1926 series - 40 CFR 260-264, 300-399, 700-789, 761-763	- 석면장해예방법 - 환경기본법 - 폐기물처리법 - 자원유효이용촉진법 - 건설리사이클법 - 특정건설자재에 대한 분별해체등에 관한 조례
해체 중 사고	- 건축물관리법 제46조 - 건축물관리법시행령 제32, 33, 35, 36조	- FAR 36.513 - 48 CFR 36.513 (사고방지)	- 건축업법 - 건설리사이클법 - 노동안전위생법

- CFR: Code of Federal Regulation (24 CFR: Housing and Urban Development; 26 CFP: Internal Revenue; 29 CRP 1926: Safety and Health Regulations for Construction; 29 CRP 1926.850: Demolition; 40 CRP: Protection of Environment)
- ANSI/ASSE: American National Standards Institute/American Society of Safety Engineers (A10.6: Safety Requirements for Demolition for Construction and Demolition Operations)
- OSHA: Occupational Safety and Health Administration (1926: Safety and health regulations for construction = 29 CRP 1926)

<p style="text-align: center;">Demolition Management Plan</p> <p style="text-align: center;">Prepared by _____ For _____</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Revision No.</th> <th>Revision Date</th> <th>Authority</th> <th>Changes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>10.03.2020</td> <td>LI</td> <td>First Draft</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12.03.2020</td> <td>LI</td> <td>Second Review</td> </tr> </tbody> </table> <p>PREPARED: _____ Date: 12 - 03 - 2020 Site Engineer</p> <p>ACCEPTED: _____ Date: 25 - 03 - 2020 Project Manager</p> <p style="text-align: center;">Specialist Deconstruction Services</p> <p style="text-align: center;">Industrial deconstruction contractors ■ Mine closure consulting ■ 3D Modeling Deconstruction consultants ■ Asbestos abatement Liberty Industrial Pty Ltd A.B.N. 99 147 756 487</p>		Revision No.	Revision Date	Authority	Changes	A	10.03.2020	LI	First Draft	B	12.03.2020	LI	Second Review	<p style="text-align: center;">TABLE OF CONTENTS</p> <p>1 INTRODUCTION 4</p> <p>1.1 PURPOSE 4</p> <p>1.2 REFERENCES 4</p> <p>1.3 PROJECT BRIEF 6</p> <p>2 SUMMARY SCOPE OF WORKS 7</p> <p>3 PRELIMINARY DEMOLITION ACTIVITIES 10</p> <p>3.1 UNDERGROUND ESSENTIAL SERVICES 10</p> <p>3.2 ABOVEGROUND ESSENTIAL SERVICES 11</p> <p>3.3 HAZARDOUS MATERIALS 11</p> <p>4 SITE ACCESS 11</p> <p>5 SITE ORGANISATION 13</p> <p>5.1 DEMOLITION CONTROL ZONE 13</p> <p>5.2 PERIMETER FENCING 13</p> <p>5.3 TIGER TAILS 13</p> <p>5.4 BARRICADE AND SIGNS 13</p> <p>5.5 MATERIALS PROCESSING AND STOCKPILE AREAS 13</p> <p>5.6 SKIP BIN(S) FOR STORAGE OF ASBESTOS MATERIAL 13</p> <p>5.7 FIRST AID 14</p> <p>5.8 SITE AMENITIES 14</p> <p>7 DEMOLITION METHODOLOGIES 14</p> <p>7.1 GENERAL WORK METHOD STATEMENTS 14</p> <p>7.2 DEMOLITION METHOD STATEMENTS 15</p> <p>7.3 DEMOLITION SEQUENCING 15</p> <p>7.4 MAJOR PLANT & EQUIPMENT 15</p> <p>7.5 GENERAL DEMOLITION METHODOLOGIES 15</p> <p>7.6 ASBESTOS AND HAZARDOUS REMOVAL METHODOLOGIES 16</p> <p>7.7 ON-SITE PROCESSING 16</p> <p>8 RECYCLING 16</p>	<p>9 TRANSPORTATION AND TRACKING 16</p> <p>10 REGULATORY AUTHORITY NOTIFICATION 17</p> <p>11 SAFETY AND ENVIRONMENTAL RISK CONTROL 17</p> <p>11.1 DEMOLITION RISK ASSESSMENT WORKSHOP 17</p> <p>11.2 PROTECTIVE MEASURES 17</p> <p>11.3 DIMENSIONS OF THE DEMOLITION EXCLUSION ZONE 18</p> <p>11.4 DAILY CHECK ITEMS 18</p> <p>11.4.1 Before Commencing Work 18</p> <p>11.4.2 Before Leaving Site 18</p> <p>12 ASBESTOS AIR MONITORING (WHERE FRIABLE IS PRESENT) 18</p> <p>13 NOISE & VIBRATION CONTROL 19</p> <p>14 DUST CONTROL 19</p> <p>15 PROGRAMME 19</p> <p>16 WORKING ADJACENT TO OPERATING AREAS 19</p> <p>17 WORK PERMITS 19</p> <p>18 TRAINING 19</p> <p>19 WORK AREA INSPECTION 19</p> <p>20 HEALTH AND SAFETY SYSTEM 19</p> <p>APPENDIX A – PROGRAM 21</p> <p>HANSON DEMOLITION PROGRAM_REV 07_13MARCH 2020 21</p> <p>APPENDIX B – DEMOLITION SITE MAP 22</p> <p>APPENDIX C – DEMOLITION CONTROL ZONE 23</p>
Revision No.	Revision Date	Authority	Changes												
A	10.03.2020	LI	First Draft												
B	12.03.2020	LI	Second Review												

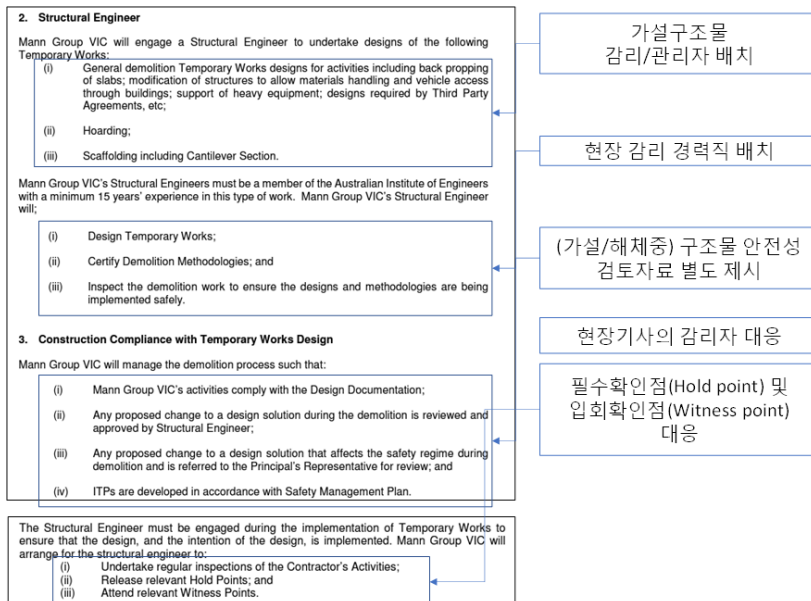
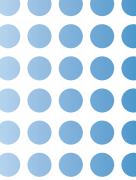


그림 1. 해외 해체공사 사례 (호주 Hanson사) <참고문헌 2>

처리계획, ④ 공사 중 안전 및 장비계획 등이다. 과도한 구체성, 즉 인원의 동선이나 복잡한 구조해석 결과 등은 포함되어 있지 않은 반면, 감리자의 역할 즉, 필수확인점(Hold point)과 입회확인점(Witness point)에 대한 준수 부분이 상당히 자세히 제시되어 있음을 알 수 있다(참고문헌 2). 이렇게 작성된 방법으로 해체공사가 진행될 때 적용되는 공법과 과정은 각 나라별로 매우 큰 차이가 존재한다. 미국은 상대적으로 국토가 넓고 구조물간의 간격이 상대적으로 넓은 편이기 때문에, 철구(wrecking ball)나 발파 해체를 사용

하는 경우가 있다. 철구의 운동에너지를 이용한 해체방법은 상대적으로 빠른 대신에 소음이 크고 낙하물의 관리가 어렵다는 한계가 있어, 구조물 간의 거리가 조밀한 다른 나라에서는 거의 사용하지 않는다. 일본은 우리나라와 유사하게 굴삭기를 이용해 해체작업을 진행하지만, 우리나라에 비해 상대적으로 소형 목조주택 해체가 많기 때문에 폐목재의 처리공정이 별도로 존재한다. 토목구조물에 있어서 콘크리트 기초 등을 화약이나 유압을 이용해 저속 무음해체하는 사례도 있다.



해체공사의 관리감독을 위해 각 나라 별로 기술자의 교육방법이 다르다. 미국의 경우 위에서 설명한 NDA에서 별도의 교육 프로그램을 분기별로 운영하고 있다. 일본은 과거에는 우리나라와 유사하게 별도의 관리자 교육이 없었으나, 지금은 “해체공사 시공기사”라는 별도의 자격증을 운영하고 있다. 자격시험의 세부과목에는 토목건축 기본지식, 해체공사 공법, 장비, 석면처리, 안전위생관리 등이 있다. 그러나 본 자격시험이 도입된 기본 취지에는 저가입찰/재하도 근절 및 폭력단 연계 근절 등의 목적이 있다. 그에 비해 우리나라는 일부 협회에서 진행중인 “해체공사 감리자교육”을 제외하고는 해체공사 실무관리자를 위한 교육과정이 없다는 한계가 있다.

3. 현실적 문제

미국과 일본, 그리고 유럽의 사례를 고려할 때 우리나라의 해체공사관련 법령과 안전계획서 등은 어느정도 정비가 진행되었다고 판단된다. 그러나 앞으로 해결해야 하는 현실적인 문제들은 다음과 같다.

- 소규모 해체공사를 진행하는 관리자의 전문적 소양 향상
- 현실적인 감리방안 제시
- 적정공사비 및 품셈의 결정
- 구조물의 현실적 상태를 고려한 안전성 검토
- 해체공사 관련 자료에 대한 아카이빙(Archiving)
- 해체공사의 안전에 대한 인센티브
- 현장 관리자와 작업자 간의 소통

3.1. 현장 관리자의 교육

먼저 소규모 현장에 대한 전문적 소양 향상이다. 상대적으로 대형 토목구조물의 해체의 경우 구조물 종류에 따라 매우 체계적인 해체 엔지니어링 및 시공기술이 존재한다. 따라서 토목구조물은 주로 동일 종류의 해체경험이 있는 업체나 전문가에 의해 시공되므로 상대적으로 안전관리가 철저한 상태에서 공사가 진행된다. 특히 2010년 서울시 문래고가도로 철거, 2020년 광주광역시 백운고가 철거 등, 교량철거는 교통통제와 함께 다수의 시민들이 현장의 공사를 실시간으로 감시하는 것과 같기 때문에 특별한 기술과 전문성이 있는 관리자가 아니면 공사의 진행이 어렵다. 그러나 작업자가 도심지에서 떨어졌거나 규모가 작은 현장의 경우 소형 비전문업체, 심지어 굴삭기 기사 1인 기업에서 해체공사를 수주해

진행하는 경우가 있다. 물론 작업관리자가 다년간의 실무경력을 보유했을 수는 있으나, 우리나라에서는 전문적인 교육과정이 없는 분야이므로 일정한 수준의 전문지식을 가지고 있다고 확증하기 어렵다. 따라서 해체공사 관리자라면 가능한 보수교육 이상의 공공 교육과정이 필요하다고 판단된다.

3.2. 현실적인 감리방안 제시

해체공사는 공사기간이 매우 짧고 관련 공사비가 싸기 때문에 현장에 상주감리를 두기 매우 어려운 한계가 있다. 대형 구조물 해체공사 현장 혹은 중요도가 높은 토목구조물 공사 현장의 경우라면 철저한 감리를 진행 할 수 있으나, 현실적으로 감리자가 ‘을’인 상황이 발생하는 것이 사실이다. 또한 중소형 건축구조물 해체공사의 경우 건축사가 감리를 담당하지만, 해체관련 전문지식이 부족한 것은 마찬가지이기 때문에 현실적으로 지자체에서 제시하는 감리 체크리스트를 확인하는 정도로 감리업무를 진행하고 있는 것으로 알고 있다. 스마트 기술의 발전으로 관련 모니터링 기술의 적용이 가능한 부분도 있으나 대도시의 공사에서 주로 사용될 것으로 예상되며 소도시에서의 활용은 어려울 것으로 판단된다. 따라서 이에 대한 전문가 집단의 논의가 필요하다.

3.3. 적정공사비 및 품셈

현재 우리나라에도 표준품셈에 해체공사의 공사비 설정에 대한 항목이 존재한다. 그러나 규모와 형식에 대한 적정 공사비 규모에 대한 가이드라인이 없기 때문에 발주처에서 적정 공사비에 대한 사전 검토가 어려운 측면이 있다. 물론 신규 구조물 시공과는 조건이 다르기 때문에 이를 일반화 할 수는 없으나, 사회적으로 납득할 만한 범위에서의 해체공사비 결정 가이드라인이 필요하다. 이는 실공사비 기반 데이터베이스의 확보가 전제되어야 할 것으로 판단된다.

3.4. 구조물의 안전성 검토 기준 정리

해체대상 구조물의 저층인 경우 보통 중장비를 구조물에 상재하지 않기 때문에 크게 문제되지 않으나, 고층인 경우는 소형 굴삭기를 상판 슬래브에 상재해야 할 수 있다. 우리나라에서 해체공사 안전계획서는 구조기술사에게 해체공사업체의 요청에 따라 작성하는 것이 현실적인 관례인데, 콘크리트 구조물의 경우 구조안전성 해석 시 해체대상 구조물의 설계기준강도를 그대로 사용하는 것이 일반적이다. 대형 건축물의 경우 일부 샘플에 대한 비파괴검사를 통해 대표강도

를 설정해 해석에 사용하기도 하지만, 이 과정을 반드시 해야 한다는 규정이 없을 뿐 아니라 어떻게 대표강도를 설정해야 하는지에 대한 가이드라인도 없다. 동시에, 구조해석 시 하중조건과 조합을 어떻게 해야 하는지에 대해서도 다양한 논쟁이 필요한 상황이다. 따라서 이에 대한 전문가 그룹의 가이드라인 제시가 필요하다. 현재 본 저자도 이에 대한 연구를 진행하고 있다.

3.5. 아카이빙

신규 구조물 시공의 경우 시공 업체나 발주처 등에서 다양한 공사를 경험하며 이에 대한 데이터베이스를 구축해 왔다. 이러한 정보들은 나름의 가공과 편집을 통해 다양한 연구자와 전문가에 의해 분석되어 일정한 목적을 가지고 이후의 기준 마련과 안전 평가 등에 활용되었다. 이러한 데이터베이스의 구축 및 분석, 활용에 대한 일련의 과정을 아카이빙이라고 한다(참고문헌 3). 해체공사의 경우 공사비가 저가이며 상대적으로 소형 민간업체가 진행해 왔다는 한계로 인해 이러한 데이터베이스의 확보가 진행되지 않았다(참고문헌 4). 그러나 최근의 해체공사 중 사고를 시발점으로 하여 현장작업영상 등을 관련 지자체에서 수집하는 노력이 시작되고 있다. 본 저자들 역시 이에 대한 데이터를 수집하고자 관련 업체와 지자체에 현장확보를 요청하고 있으나, 개인정보보호 등의 여러 가지 이유로 어려움을 겪고 있다. 관련 협회와 유관 정부부처의 협력과 노력 필요하다.

3.6. 해체공사에 대한 안전 인센티브

해체공사를 담당하는 업체의 선정은 주로 신규구조물 시공 업체에서 결정하는 것이 일반적이다. 그러나 최근의 사고에서와 같이 실제 해체공사비를 과도하게 줄이는 등의 문제를 야기할 수 있다. 비단 해체공사 뿐 아니라, 우리나라 건설공사의 대부분이 저가입찰을 기본으로 하며, 좀 더 안전한 시공에 대한 인센티브 제시가 부족한 것이 사실이다. 양질의 공사를 위해서 무조건 직접시공 여부를 판단하거나, 잘못된 부분만을 지적하는 형태 보다는 별도의 인센티브를 제시하는 방법을 고민해 볼 필요가 있다.

3.7. 현장 관리자와 작업자 간의 소통

자료 및 관련 동영상을 보면 한미일 모두 해체현장 작업자 중 비전문적인 외국인의 비중이 높은 것을 알 수 있다. 이로 인해 안전교육에 어려움을 겪고 있는 것도 사실이다. 이는

일반적인 신규구조물 시공현장에서도 유사한 상황이지만, 공사기간이 짧고 감리 체계가 명확하지 않은 해체공사에서는 더욱 심각하다. 현재는 일부 지자체를 중심으로 한 한국어 해체공사 가이드라인이 준비되어 있으나, 장기적으로는 안전을 고려할 때 현장작업자에 대한 언어적 배려역시 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 고에서는 해체공사의 법적근거, 안전관리계획서, 그리고 시공에 대한 국내외 상황에 대해 간략하게 요약하였으며, 이를 바탕으로 이후 안전한 해체공사를 위해 필요한 사회적 노력에 대한 의견을 기술하였다. 새로운 정부가 들어서며 신규 건축물 추가공급에 대한 정책적 의지를 표명하고 있는 이 때, 우리 기술인은 건설안전을 충분히 확보해야 하는 직업적 사명을 요구받고 있다. 이를 실현하기 위해서는 법령과 가이드라인 등 사회적 시스템 인프라의 재구축이 필요한 시점이다.

참고문헌

1. Diven, R. J., & Shaurette, M. (2011). Demolition: Practices, technology, and management. Purdue University Press.
2. <https://www.hanson.com.au/media/6870/hanson-blackwattle-bay-demolition-management-plan-rev-c.pdf> (cited at 2022.04.09.)
3. Datnow, A., Park, V., & Wohlstetter, P. (2007). Achieving with data. Los Angeles: University of Southern California, Center on Educational Governance.
4. 차현주, & 최종수. (2007). AHP 방법론에 의한 건축물 해체공사의 안전관리 개선사항 평가. 한국건축시공학회지, 7(3), 99-105.