

Research Paper

제주지역 공사중단 건축물의 현황조사 및 내구성 분석

Current Status and Analysis of Durability for Buildings Long Neglected after Construction Discontinuation in Jeju

한인덕¹ · 김두성² · 장명훈^{1*}

Han, In-Deok¹ · Kim, Doo-Seong² · Jang, Myunghoun^{1*}

¹Professor, Department of Architectural Engineering, Jeju National University, Jeju, Jeju, 63243, Korea

²Master, Graduate School of Industry, Jeju National University, Jeju, Jeju, 63243, Korea

*Corresponding author

Jang, Myunghoun
Tel : 82-64-754-3704
E-mail : jangmh@jejunu.ac.kr

Received : July 10, 2023

Revised : July 20, 2023

Accepted : July 24, 2023

ABSTRACT

Buildings that have been long neglected can suffer severe durability reduction due to factors such as rebar rust and concrete quality deterioration resulting from exposure to outside air. Furthermore, the issues associated with these suspended buildings, including safety accidents, social crimes, and environmental pollution, are becoming increasingly serious. This study investigates the current status of these buildings in the Jeju area, identifies the problems, and examines the durability of the structure in a specific location to assess the possibility of future use. Aesthetic surveys(visual and slope inspections) as well as non-destructive tests(compressive strength tests, neutralization tests, and rebar detection tests) were conducted to assess durability. The analysis revealed that the structure maintained satisfactory durability and the building's condition was good in comparison to the years of neglect.

Keywords : building neglected after discontinuance of construction, field survey, durability analysis, usability

1. 서론

방치건축물정비법에 따라 국토교통부에서 3년마다 실시하는 공사중단 건축물 자료 조사[1]에 따르면, 2019년 전국의 공사중단 건축물은 322곳 있으며 제주지역에는 21곳(6.5%)이 있어 전국 시·도 17지역 중 6번째로 많다. 투기과열지역 및 조정대상지역 지정 확대, 대출규제 등 금융정책, 종합부동산세 양도세 등 다주택자 세금강화, 분양가 상한제 도입 등을 공사중단의 직접적인 원인[2]이라고 할 수 있다. 장기방치된 공사중단 건축물들은 외기의 노출로 인한 철근의 녹 발생, 콘크리트의 품질 저하 등으로 건축물의 내구성이 심각하게 저하될 수 있으며[3], 관리부실로 안전사고, 사회적 범죄 발생, 환경오염 등 공사중단 건축물에 대한 심각성이 대두되고 있다.

본 연구는 제주지역의 공사중단 건축물의 현장 방문조사를 실시하여 현황과 문제점을 파악하였다. 장기간 방치로 미정비된 공사중단 건축물 14곳 현장 중 1곳을 선정하여 내구성 조사 등 건축물의 정밀안전진단을 수행하여 사용가능성에 대한 결과를 분석하였다. 내구성 조사분석을 통해 공사중단 장기방치 건축물의 사용성 제고를 높이기 위한 방법을 제안하고자 하였다. 연구의 대상은 제주도의 공사중단 장기방치 건축물 목록[1]중에서 공사중단 기간이 가장 긴 26년(1994)부터 가장 짧은 5년(2015) 이내의 건축물이며, 미정비(미완료)로 방치된 공사중단 건축물 14곳의 현장 중에서 1곳의 현장을 지정하여 외관 조사와 비파괴검사 등 내구성 확인을 위한 분석을 실시하였다.

1) 정보공개 포털시스템(www.open.go.kr)에서 제주도청에 요청한 공사중단 장기방치 건축물 목록, 2020.3.25.



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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2. 공사중단 건축물

2.1 개념

공사중단 건축물은 ‘공사중단 방치건축물’, ‘시공중단 방치건축물’, ‘미준공 방치건축물’, ‘방치건축물’, ‘미준공 건축물’, ‘공사중단 장기방치 건축물’ 등 다양한 용어로 표현되고 있다. Lee et al.[4]는 ‘미준공 방치건축물은 통념적인 의미로 건축허가를 받아 건축 중 시행사가 부도, 재산상의 다짐 등의 원인으로 더 이상 공사를 진행하지 못하고 중단된 상태의 건물’이라고 정의하고 있으며, Kim and Kim[5]는 ‘공사 중단 방치건축물이란 통상적으로 건축허가를 받아 건축 중 사업주체의 자금난 등을 이유로 건축물을 완공하지 못한 채 공사가 중단된 상태의 건축물’을 의미한다고 하였다. Kwon and Choi[2]는 ‘방치건축물이란 완공된 건축물이 미사용 되거나 공사중단 되어 미준공 된 건축물·구조물·시설물 또는 공사현장’이라고 하였다. 이처럼 다양한 정의와 개념이 사용되고 있으나 「공사중단 장기방치 건축물의 정비 등에 관한 특별조치법」은 공사중단 건축물을 「건축법」 제21조에 따라 착공신고 후 건축 또는 대수선 중인 건축물이나 「주택법」 제16조 제2항에 따라 공사착수 후 건축 또는 대수선 중인 건축물로서 제4조에 따른 실태조사를 통하여 공사를 중단한 총 기간이 2년 이상으로 확인된 것’으로 정의하고 있다.

2.2 관련 제도

공사중단 건축물 관리 관련 제도로는 안전관리에치금, 이행강제금 부과, 행정대집행 등이 있으며 공사중단 건축물의 발생 현장에 대해 장기방치로 인하여 도시미관을 저해하고 안전이 위험하다고 판단될 경우 허가권자가 법적으로 공사현장의 안전사고 방지와 주변 환경 개선하기 위한 집행 제도이다.

공사중단 건축물 정비 관련 제도로는 임대주택매입제도, 토지은행제(토지비축제도), 공사이행보증제 등이 있으며 이를 통해 기업체의 경영난으로 인하여 공사비용을 투입할 여력이 없어 공정 진행이 어려운 공사중단 건축물에 대해 관련 기관에서 매입하거나 인수할 수 있다.

2.3 선행연구 고찰

2.3.1 법·제도적 개선방안의 연구사례

Lee et al.[4]는 충청북도의 공동주택으로 연구의 중점을 두고 공사재개를 위한 정비목적의 법·제도가 부재하거나 활용여건이 부족하고 그와 관련된(민법, 건축법, 주택법) 등 종합적인 유기적 연계 체계의 구축이 시급하다고 지적하였으며, 공사중단 건축물에 대한 예방을 위하여 이행강제금 부과, 행정대집행 요건, 재원마련 등 현실적인 제도개선이 필요하다고 제시하였다.

Kim and Kim[5]는 강원도지역을 중심으로 공사중단 건축물에 대하여 행정대집행법, 안전관리에치금에 관한 문제점과 제도개선을 크게 2가지로 나누었다. 첫째, 행정대집행법에서는 자진 철거 명령 및 행정대집행을 할 수 있는 법적 근거가 미흡하다는 문제를 제기했다. 둘째, 안전관리에치금제도에서는 납부대상에서 제외되는 건축물과 예치금에 대한 활용도가 부족하다고 지적하였다. 또한, 제도개선을 위하여 방치건축물의 철거대상에 대한 선정기준에 대한 명확성과 예치금 납부대상(5,000m² 이하) 확대 방안을 제시하였다.

Choi et al.[6]는 광주광역시 남구를 중심으로 비주거용 대형 방치 건축물 3곳(남구청(구)화니백화점, 광주식자재마트(구)해태마트, 서진병원)을 한정된 연구사례로서 장기방치 건축물 주변 여건을 활성화할 수 있는 개선안을 2가지로 제시하였다. 첫째는 민관협력개발과 조세감면 혜택을 제안하였고, 둘째는 연구대상 건축물(3곳)의 입지적 특성을 반영한 대중교통중심 개발과 보행자 친화적 설계를 제안하였다.

2.3.2 재활용 방안의 연구사례

Suhr[3]는 앞서 분석한 지역 중심의 사례연구와 다르게 공사중단 건축물에 대한 공학적(내구성) 분석을 시도하여 리조트, 아파트, 오피스텔을 용도별로 반발경도시험에 의한 압축강도시험(슈미트해머법)과 육안조사를 통해 여러 가지 결과들을 도출하였다는 점에서 기술적인 연구사례의 특징을 보여주었다.

Kim[7]은 과천시 의 흥물이 된 ‘우정병원’에 대한 ‘공사중단 건축물 방치건축물 정비선도사업’에 선정되기까지 지자체(과천시), 국토교통부, LH공사가 협력하여 해결해 가는 과정을 보여주는 사례로서 ‘우정병원’이 가지고 있는 여러 가지 문제점을 제시하였고, 이를 해결하기 위해 과천시의 행정적인 절차를 보여주었다.

2.3.3 선행 연구와의 차별성

선행 연구에서는 공사중단 건축물에 대한 일부지역을 대상으로 한 선별적인 현장조사와 구조체의 내구성 분석을 위한 일부 시험만을 실시한 것으로 파악되었으나, 본 연구는 제주 전 지역을 대상으로 공사중단 건축물들에 대한 현장조사를 실시하여 실태를 파악하였고, 현장조사 중 분야별로 가장 높은 비율을 차지한 미정비로 방치된 공사중단 건축물을 선정하여 구조체의 내구성 조사를 중점적으로 실시하여 사용 가능성을 분석하였다.

3. 공사중단 건축물 현황 분석

3.1 전국 공사중단 건축물 현황

전국 공사중단 건축물은 Table 1과 같이 1 차 실태조사(2016) 결과 387곳, 2 차 실태조사(2019) 결과 322곳 현장으로 조사되었고 1차에 비해 2차에 65곳(17%) 감소 되었다[1]. 가장 많은 곳은 강원도로 1차 63곳, 2차 46곳이며 제주 지역은 1차 24곳, 2차 21곳으로 3곳 감소하였지만, 일부 지역은 최대 7곳까지 증가하였다.

Table 1. Current status by region

	Total	Seoul	Pusan	Daegu	In-cheon	Gwang-ju	Dae-jeon	Ulsan	Sejong	Gyeong-gi	Kang-won	Chung-buk	Chung-nam	Jeolla-buk	Jeolla-nam	Gyeong-buk	Gyeong-nam	Jeju
2nd	322	15	9	3	11	9	10	6	1	41	46	31	44	15	15	26	19	21
1st	387	23	15	3	15	7	9	2	1	52	63	37	56	22	16	30	12	24
+/-	-65	-8	-6		-4	+2	+1	+4		-11	-17	-6	-12	-7	-1	-4	+7	-3

3.2 제주 지역 공사중단 건축물 현황

3.2.1 위치 및 공사중단 기간

제주 지역의 공사중단 건축물이 전국에서 6번째로 많으며 35% 비율을 차지하고 있다. 현황과 문제점을 파악하기 위하여 정보공개 포털시스템에서 받은 제주지역 현황 자료를 분석한 결과 Figure 1과 같이 제주 전역에 분포되어 있는 24곳 현장에 대해 직접 방문하여 현재 상태를 조사하였다.

공사중단 건축물은 중산간 및 해안 지역에 주로 분포되어 있으며, 제주시 18곳(75%), 서귀포시 6곳(25%)이다. 용도별로는 숙박시설(8곳, 34%), 판매시설(5곳, 21%), 근린생활시설(4곳, 17%) 등이며 공동주택 2곳, 단독주택, 의료시설, 공업시설, 문화 및 집회시설, 종교시설도 각각 1곳이 있다. 공사 중단된 기간으로는 Figure 2와 같이 10년 이상 15년 미만이 50%를 차지하였다.

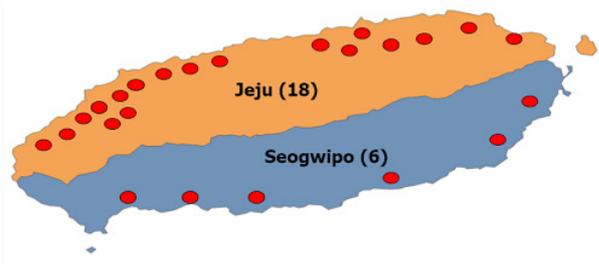


Figure 1. Locations of neglected buildings

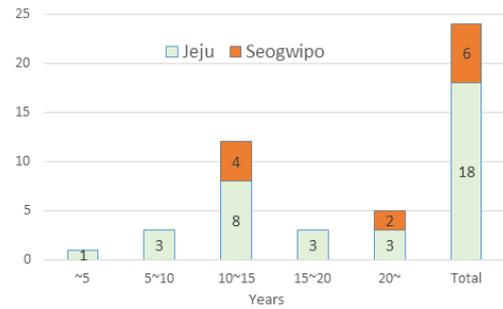


Figure 2. Duration of neglected buildings

3.2.2 현장 실태조사 및 문제점

제주지역의 24곳 공사중단 건축물에 대한 2020~2022년간 조사한 결과는 Table 2와 같이 10곳(No.1~10)은 사용승인, 용도변경, 철거 등으로 정비되었거나 해결되었지만 나머지(No.11~24)는 미정비 상태로 방치되어 있다.

서귀포시 색달동의 공사중단 건축물은 1996년에 공사중단되어 공정률이 80% 이상, 중단기간 24년 이상 된 건물로서 공사현장 입구에 현장사무실로 사용했던 녹슨 컨테이너와 건물 뒤편에는 보트가 그대로 방치되어 있고, 가시정굴들이 건물 주변을 에워싸고 있어 주변 관광지에 대한 이미지를 실추시키고 있다.

서귀포시 성산읍 건축물은 2004년에 공사가 중단되어 공정률 70%, 중단기간 16년 이상 된 공사중단 건축물로서 골조만 완성된 상태로 방치되어 있다. 건축물 주변으로 안전펜스가 설치되어 있지 않아 누구나 쉽게 공사장 안으로 진입할 수 있어 안전사고 및 탈선장소로 사용될 우려가 있다.

제주시 삼도1동 건축물은 제주시내 중심에 위치하여 외부에서 공사중단 건축물로 구분하기 어려울 정도로 외부마감인 유리벽체타일까지 부착되어 있다. 공정률 90% 이상 진행된 상태에서 내부마감만 남겨놓고 회사 부도로 인하여 공사중단 된 것으로 판단된다. 1996년에 중단되어 방치기간이 25년이 되었으며, 현재의 건물 상태는 정면 유리창 파손되어 있고, 외부 마감재의 타일이 떨어지는 등 건물의 노후화가 많이 진행되어 도심지의 공사중단 건축물로 전락하여 도시의 미관을 해치고 있다.

제주시 애월읍에 위치한 건축물은 1994년 2월 건축허가를 시작으로 공사를 진행되었으나, 1998년 IMF가 터지면서 자금난으로 인해 공정률 80%에서 중단되었다. 건물 방치기간은 25년 이상으로 곳곳에서 노후화가 진행되어 유리창은 군데군데 깨진 상태이고, 출입구 처마의 철골구조는 부식이 심하게 진행되었다. 특히 외벽의 단열재가 가장 크게 훼손되어 심각성을 더해 주고 있다.

이와 같이 공사중단 건축물이 있는 현장 일부는 출입을 제한하는 펜스가 없어 안전사고의 위험이 있으며, 쓰레기 투기 등에 따른 환경오염, 위생문제를 유발하고 도시의 미관을 해치고 있다.

Table 2. Site survey and current status

No	Site	Location(Survey date) Status	No	Site	Location(Survey date) Status
1		Saekdal, Seogwipo (2020. 7. 28) vacant after demolition	13		Gujwa, Jeju (2022. 7. 26) Suspended for 8 years

Table 2. Site survey and current status(Continued)

No	Site	Location(Survey date) Status	No	Site	Location(Survey date) Status
2		Seogwi, Seogwipo (2020. 7. 28.) Free parking lot after demolition	14		Aewol, Jeju (2021. 2. 14) Suspended for 22 years
3		Pyoseon, Seogwipo (2022. 7. 28) Approval for use	15		Seongsan, Seogwipo (2020. 7. 28) Suspended for 16 years
4		Aewol, Jeju (2022. 4. 24) Design change, newly constructed	16		Seohong, Seogwipo (2020. 7. 28) Suspended for 14 years
5		Aewol, Jeju (2022. 4. 24) Design change, approval for use	17		Aewol, Jeju (2022. 5. 4) Suspended for 16 years
6		Pyoseon, Seogwipo (2022. 7. 28) Approval for use	18		Samdo 1, Jeju (2021. 1. 30) Suspended for 25 years
7		Ido 1, Jeju (2020. 12. 14) Design change, newly constructed	19		Iho 1, Jeju (2020. 12. 14) Suspended for 8 years
8		Aewol, Jeju (2022. 4. 24) design change, newly constructed	20		Jocheon, Jeju (2020. 12. 14.) Suspended for 11 years
9		Ido 1, Jeju (2020. 12. 14) Design change, newly constructed	21		Jocheon, Jeju (2020. 12. 14) Suspended for 16 years

Table 2. Site survey and current status(Continued)

No	Site	Location(Survey date) Status	No	Site	Location(Survey date) Status
10	No Photo	Hallim, Jeju Approval for use	22		Saekdal, Seogwipo (2020. 7. 28) Suspended for 24 years
11		Gujwa, Jeju (2022. 7. 26) Suspended for 15 years	23		Hallim, Jeju (2022. 5. 22.) Suspended for 16 years
12		Gujwa, Jeju (2022. 7. 26) Suspended for 13 years	24		Hallim, Jeju (2022. 5. 22.) Suspended for 22 years

4. 공사중단 건축물 내구성 조사

4.1 조사 대상

내구성 조사 대상을 선정하기 위해 미정비 14곳을 용도, 기간, 공정률 등으로 검토하였다. 용도별로 숙박시설 8곳(34%), 기간별로 20년 이상 5곳(20%), 공정률별(골조공사 기준)로 80% 이상 4곳(16%), 규모별(연면적)로 20,000m² 이상인 2곳(9%)으로 분석되었다. 이와 같이 다수의 조건에 적합하여 I호텔을 내구성 조사 대상으로 선정하였다.

조사 대상인 I호텔은 Table 2의 14번 건축물로 제주시 애월읍에 위치하며 대지면적 18,900m², 연면적 47,000m²의 101실 규모의 중대형급 호텔로서 지상 3층과 지하 3층 구조로 이루어졌으며, 착공 시 숙박시설로 허가를 받아 진행하였으나 골조공사가 80% 정도 진행되고 중단되어 20년 이상 방치되어 미정비 상태이다. 설계도서를 구할 수 없는 상황이라 실측과 사진 등으로 Figure 3과 같이 각 층의 평면도를 개략적으로 작성하였다.

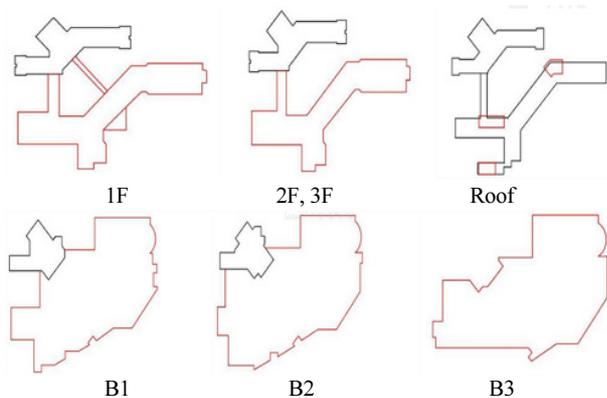


Figure 3. Floor plans

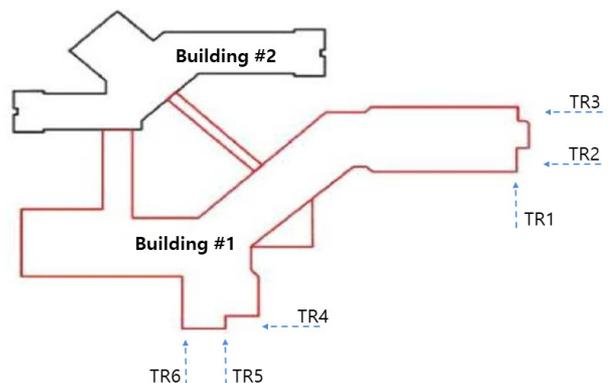


Figure 4. Investigation subject - Building #1
(TR1 ~ TR6 : positions for the slope test)

4.2 내구성 조사 방법

I호텔은 Figure 4와 같이 제1동과 제2동으로 구성되어 있으며, 제1동은 평면구조상 건축면적과 용적률이 제2동보다 규모가 크고 도로면에 위치하고 있는 대표 건물로 판단되어 조사대상으로 선정하였다. 장기간 방치되면서 노후화로 인한 콘크리트 균열, 철근 부식, 침하 등 다수의 문제점이 있을 것으로 예상되어 건축물 외관 상태 육안조사와 기울기 조사, 압축강도 시험, 탄산화 조사시험, 철근탐사시험의 내구성 분석을 실시하였다. 기둥, 보, 벽의 조사 위치는 Figure 5와 같으며 내구성 분석시험을 거쳐 도출된 결과를 바탕으로 구조체의 안전성 여부를 체크하고 건축물의 사용가능성에 대해 진단하였다.

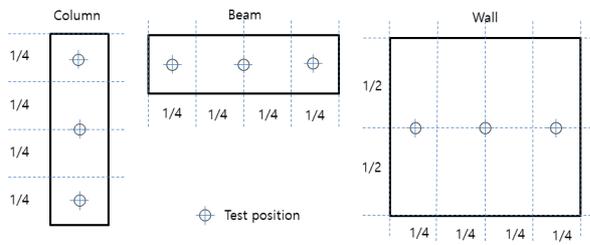


Figure 5. Test positions for column, beam and wall



Figure 6. Exterior and interior photos

4.2.1 건축물 외부 및 내부 육안 분석

건축물의 외부와 내부는 Figure 6과 같이 일부 훼손이나 노후화 흔적이 있다. 외부에는 구조체의 배부름 및 전도 상태에서 일부 기둥 배부름 현상이 있었는데 이는 콘크리트 타설 시 발생한 것을 예측된다. 부동침하 조사에서는 설계도면 부재로 인하여 측정하지 못하였으며, 구조변경 유무 관련에서는 변경이 없는 것으로 파악되었다. 철근부식 상태조사에는 구조체 여러 곳에서 철근 부식이 발생하는 것으로 나타났으며, 도장부식 상태조사에서도 출입구 철골 및 철골도장 부분이 탈락된 부위에서 철골 부식이 진행 중인 것으로 조사되었다. 정밀안전진단 판정 등급에 따른 전체적인 구조체의 외관검사 최종 결과는 종합판정 B등급으로 판정되어 정밀안전진단 실시 대상에 해당하지 않는 것으로 파악되었다.

I호텔의 내부 구조체에는 콘크리트 타설 시 시간차과로 인한 콜드 조인트(cold joint) 현상으로 보였으며, 보에서는 철근 노출로 콘크리트 박락과 재료분리 현상도 나타났다. 벽에서는 콘크리트 수축팽창으로 구조체에 균열이 발생 현상도 발견되었다. 위와 같은 문제점들은 보수공사에 해당하므로 공사재개 시 구조체의 부식처리는 철근의 녹 제거하여 방청처리하고 콜드 조인트 재처리 후 표면을 마무리 작업으로 해결이 가능할 것으로 판단된다.

4.2.2 기울기 분석

I호텔의 지상 1층 평면도 기준으로 구조체의 북측과 남측으로 두 파트로 나누었고, 기울기 측정위치는 Figure 4와 같이 본관동 북측 3곳(TR1~3)과 남측 3곳(TR4~6)으로 총 6곳을 수평기울기를 조사하였다. 건물높이는 관련자료(도면) 부재로 인하여 대략 15m 정도로 추정하였으며, 변위방향은 외부를 기준으로 하여 측정하였다.

수평기울기를 측정한 결과 변위방향 측정값에서는 외부기준으로 본관동 북측(TR3)에서 가장 작은 값(7.0)으로 조사되었으며, 본관동 남측(TR4)에서 가장 큰 값(56.0)으로 조사되었다. 기울기에서는 본관동 북측(TR3)에서 가장 작은 값(0.0005)으로 나타났으며, 본관동 남측(TR4)에서 가장 큰 값(0.0037)으로 나타났다. 그리고 수평 변위량에서는 본관동 북측(TR3)에서 가장 큰 값(2,143)으로 나타났으며, 본관동 남측(TR4)에서 가장 작은 값(268)으로 나타나 기울기 측정값과는 상반된 값을 보여주고 있다. 평가부분에서는 A가 3곳(TR2, TR3, TR5), B가 1곳(TR6), C가 1곳(TR1), D가 1곳(TR4)으로 결과를 도출할 수 있었다.

따라서 Table 3과 같이 건축물의 기울기에 대한 상태평가 기준에 의하면 평가 A(3곳)는 기울기(1/750 이내)이므로 예민한 기계기초의 위험 침하한계에 해당되며, 평가 B(1곳)은 기울기(1/500 이내)이므로 구조물의 균열 발생 한계에 해당된다. 그리고 평가 C(1곳)는 기울기(1/250 이내) 이므로 구조물의 경사도 감지에 해당되며, 평가 D(1곳)은 기울기(1/150 이내) 구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계에 해당하는 것으로 나타났다.

Table 3. Horizontal slope tests

Location	Height(A)	Value(B)	Slope(B/A)	Horizontal Displacement(A/B)	Evaluation
TR1 - North	15,000	37.0	0.0025	1/405	C
TR2 - North	15,000	10.0	0.0007	1/1,500	A
TR3 - North	15,000	7.0	0.0005	1/2,143	A
TR4 - South	15,000	56.0	0.0037	1/268	D
TR5 - South	15,000	15.0	0.0010	1/1,000	A
TR6 - South	15,000	16.0	0.0011	1/938	B

4.2.3 반발경도시험에 의한 압축강도 분석

I호텔의 압축강도시험 현장조사에는 추정압축강도를 알아보기 위하여 슈미트해머²⁾로 타격지 20개소 타격하여 조사구역별로 기둥, 보, 내력벽에서 중앙부를 기준으로 하여 측정시험을 실시하였다. 조사 1구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳과 지하 1층(기둥) 1곳으로 총 4곳을 측정하였으며, 조사 2구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하였고, 조사 3구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하여 총 10곳에 대하여 압축강도시험 조사구역별로 현장조사를 완료하였다. 그러나 지하층 조사 1, 2, 3구역 중 조사 1구역(기둥)만 제외하고는 나머지 조사구역에 대한 지하층 압축강도시험은 접근 제한 등 현장여건 문제로 측정하지 못하였다.

I호텔의 압축강도시험 결과는 Table 4와 5와 같이 기둥 중심부 기준으로 지상 1층 1구역(25.7MPa), 지상 1층 2구역(22.4MPa), 지상 1층 3구역(26.0MPa), 지하 1층 1구역(26.0MPa)에서 측정되어 평균 추정압축강도(25.0MPa)로 나타났다. 보 중심부 기준으로 지상 1층 1구역(23.5MPa), 지상 1층 2구역(22.5MPa), 지상 1층 3구역(19.8MPa)에서 측정되어 평균 추정압축강도(21.9MPa)로 파악되었다. 내력벽 중심부 기준으로 지상 1층 1구역(23.8MPa), 지상 1층 2구역(26.4MPa), 지상 1층 3구역(29.2MPa)에서 측정되어 평균 추정압축강도(26.5MPa)로 조사되었다. 따라서 기둥 평균 추정압축강도(25.0MPa),

Table 4. Estimated compressive strength for the column in 1F sector 1

Contents	Value
Measured value(20 hits)	51 + 46 + 48 + 28 + 45 + 48 + 45 + 47 + 47 + 46 + 44 + 47 + 46 + 47 + 44 + 44 + 46 + 46 + 47 + 48 = 910
Average of measured values	45.5(Error : 45.5 × 20% = 9.1, Scope of error : 36.4 ~ 54.6)
Hit average(R)	90 / 20 = 45.5(20 hits within scope of error)
Corrected rebound hardness(R ₀)	R + ΔR ₁ + ΔR ₂ + ΔR ₃ = 45.5 + 0 + 0 + 0 = 45.5
	ΔR ₁ : correction for hit angle(0 degree, ΔR ₁ = 0
	ΔR ₂ : correction for dry condition(dry 0, wet 5)
	ΔR ₃ : correction for compressive strength(10kgf/cm ² = -0.015R, 25kgf/cm ² = -0.05R)
Compressive strength	-18.4+1.3 R ₀ = 40.8MPa
Corrected coefficient of age	αn = 0.63(above 3, 000 days(8 years))
Estimated compressive strength	F × αn = 40.8 × 0.63 = 25.7MPa

2) 슈미트해머 모델: 산요 기록시 콘크리트 테스트 해머 NSR

보 평균 추정압축강도(21.9MPa), 내력벽 평균 추정압축강도(26.5MPa) 나타나 「기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령, 표1.2.3. 건설연도별 재료의 기본값」 1988~2000년 기대강도 21MPa 이상 값을 상회하는 것으로 나타나 추정압축강도는 양호한 것으로 조사되었다.

Table 5. Estimated compressive strength

(Unit:MPa)

Test position	Column	Beam	Beaing wall
1F sector 1	25.7	23.5	23.8
1F sector 2	22.4	22.5	26.4
1F sector 3	26.0	19.8	29.2
B1 sector 1	26.0	-	-
Average of estimated compressive strength	25.0	21.9	26.5

4.2.4 콘크리트의 탄산화 분석

탄산화 시험으로 콘크리트용 드릴을 사용하여 시험부재에 구멍을 천공 후 페놀프탈린 용액을 사용하여 탄산화 진행 깊이를 조사하였다. 조사 1구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳과 지하 1층(기둥) 1곳으로 총 4곳을 측정하였으며, 조사 2구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하였고, 조사 3구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하여 총 10곳에 대하여 탄산화조사시험 조사구역별로 현장조사를 완료하였다. 지하층 조사 1, 2, 3구역 중 현장여건에 의해 조사 1구역(기둥)만 측정하였다.

I호텔의 탄산화 시험 결과 주요구조부(기둥, 보, 내력벽)으로 구분하여 Table 6과 같이 탄산화조사시험 기둥 평균값, 보 평균값, 내력벽 평균값을 도출하였다. 기둥에서는 탄산화 깊이(13.76mm), 피복두께(50.75mm), 탄산화 잔여깊이(36.99mm), 속도계수(2.56), 예측수명(399년), 잔존수명(377년, 예측수명 - 방치기간(22년)), 등급(A)으로 나타났다. 보에서는 탄산화 깊이(9.09mm), 피복두께(41.33mm), 탄산화 잔여깊이(32.24mm), 속도계수(1.69), 예측수명(774년), 잔존수명(752년), 등급

Table 6. Concrete neutralization test

Test position	Depth of Neutralization (A) (mm)	Coating thickness (B) (mm)	Residual depth to neutralization (B)-(A) (mm)	coefficient of velocity $C=A/\sqrt{T}$	Estimated life expectancy $(B/C)^2$	Residual life time (Years)	Grade	
Column	1F Sector 1	16.37	56	39.63	3.04	339	317	A
	1F Sector 2	13.51	57	43.49	2.51	516	494	A
	1F Sector 3	11.6	35	23.4	2.15	264	242	B
	B1 Sector 1	13.55	55	41.45	2.52	478	456	A
	Average	13.76	50.75	36.99	2.56	399	377	A
Beam	1F Sector 1	10.53	37	26.47	1.96	358	336	B
	1F Sector 2	4.8	33	28.2	0.89	1371	1349	B
	1F Sector 3	11.94	54	42.06	2.22	593	571	A
	Average	9.09	41.33	32.24	1.69	774	752	B
Wall	1F Sector 1	8.22	49	40.78	1.53	1030	1008	A
	1F Sector 2	16.58	35	18.42	3.08	129	107	B
	1F Sector 3	9.58	35	25.42	1.78	387	365	B
	Average	11.46	39.67	28.21	2.13	515	493	B

(A)으로 파악되었다. 내력벽에서는 탄산화 깊이(11.46mm), 피복두께(39.67mm), 탄산화 잔여깊이(28.21mm), 속도계수(2.13), 예측수명(515년), 잔존수명(493년), 등급(A)으로 조사되었다.

4.2.5 철근탐사 분석

I호텔의 철근탐사시험 현장조사에는 철근탐지기 스캐너³⁾를 사용하여 시험부재에 X(수평), Y(수직) 방향으로 스캔하여 콘크리트 내부 철근의 피복두께, 배근상태를 알아보기 위하여 조사구역별로 기둥, 보, 내력벽에서 중앙부를 기준으로 하여 측정시험을 실시하였다. 조사 1구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳과 지하 1층(기둥) 1곳으로 총 4곳을 측정하였으며, 조사 2구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하였고, 조사 3구역에서는 지상 1층(기둥, 보, 내력벽) 3곳을 측정하여 총 10곳에 대하여 철근탐사시험 조사구역별로 현장조사를 완료하였다. 그러나 지하층 조사 1, 2, 3구역 중 조사 1구역(기둥)만 제외하고는 나머지 조사구역에 대한 지하층 철근탐사시험은 현장여건과 시간관계상 측정하지 못하였다.

철근탐사시험 결과는 Table 7과 같이 기둥의 피복두께는 X(수평)방향으로 기둥(46.5mm)으로 측정되었으며, Y(수직)방향으로 피복두께는 기둥(50mm)으로 조사되었다. 배근상태는 X(수평)방향에서 기둥(주근-4.75EA)으로 측정되었으며, Y(수직)방향에서 기둥(대근-@125)으로 평균적으로 조사되었다. 보에서 피복두께는 X(수평)방향으로 보(48mm)으로 측정되었으며, Y(수직)방향으로 피복두께는 보(42mm)으로 조사되었다. 배근상태는 X(수평)방향에서 보(늑근-@233)으로 측정되었으며, Y(수직)방향에서 보(주근-2.67 EA)으로 평균적으로 조사되었다. 내력벽에서 피복두께는 X(수평)방향으로 내력벽(37.67mm)으로 측정되었으며, Y(수직)방향으로 피복두께는 내력벽(39.67mm)으로 조사되었다. 배근상태는 X(수평)방향에서 내력벽(세로근-@183)으로 측정되었으며, Y(수직)방향에서 내력벽(가로근-@200)으로 평균적으로 조사되었다.

Table 7. Detecting reinforcement test

Test position	Coating thickness(mm)		Rebar		
	X(Horizontal)	Y(Vertical)	X(Horizontal)	Y(Vertical)	
Column	1F Sector 1	56	51	Main bar-3 EA	Alt bar-@200
	1F Sector 2	57	51	Main bar-7 EA	Alt bar-@100
	1F Sector 3	17	19	Main bar-4 EA	Alt bar-@100
	B1 Sector 1	56	79	Main bar-5 EA	Alt bar-@100
	Average	46.5	50	Main bar-4.75 EA	Alt bar-@125
Beam	1F Sector 1	29	37	Hoop-@200	Main bar-2 EA
	1F Sector 2	61	33	Hoop-@300	Main bar-3 EA
	1F Sector 3	54	56	Hoop-@200	Main bar-3 EA
	Average	48	42	Hoop-@233	Main bar-2.67 EA
Wall	1F Sector 1	32	35	Vertical bar-@150	Horizontal bar-@200
	1F Sector 2	37	49	Vertical bar-@200	Horizontal bar-@200
	1F Sector 3	44	35	Vertical bar-@200	Horizontal bar-@200
	Average	37.67	39.67	Vertical bar-@183	Horizontal bar-@200

4.3 내구성 조사 결과

공사중단 건축물에 대한 전수조사는 시간상, 여건상, 어려움이 있으므로 1개 현장을 선정하여 전문가와 공동으로 진행하였다. I호텔의 사용 가능성을 진단하기 위한 범위로는 조사대상구역 및 조사대상층과 조사지점 등을 지정하여 건축물 내구

3) 철근탐사 스캐너 모델: HILTI PS 200S

성 분석을 전문업체의 협조를 받아 구조체 외관조사, 구조체 기울기조사, 압축강도시험, 탄산화조사시험, 철근탐사시험 등 비파괴검사를 실시하여 다음과 같이 분석 결과를 도출하였다.

첫째, 구조체의 외부 단열재 파손이나 철골구조물 부식 및 도장 탈락, 건축물 내부 누수 및 균열 등 여러 가지 문제점들이 발생하였으나 이러한 문제점은 구조적인 부분이 아니므로 공사재개 시 보수공사를 통해 해결이 가능할 것이다.

둘째, 구조체의 기울기검사에서는 TR1, TR3에서 D, C등급으로 평가되었으나 시공성의 문제로 사료되며, 나머지(TR2, TR3, TR5, TR6)는 A, B등급으로 평가되어 수평 변위량은 양호한 것으로 조사되었다.

셋째, 압축강도시험에서는 주요구조부(기둥, 보, 내력벽)에서 「기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령, 표 1.2.3. 건설연도별 재료의 기본값」 1988~2000년 기대강도 21MPa 이상 값을 상회하는 것으로 나타나 추정압축강도는 양호한 것으로 나타났다.

넷째, 탄산화조사시험에서는 주요구조부(기둥, 보, 내력벽)의 탄산화 깊이는 평균 11.6mm이며 잔여 피복두께는 44.6mm이며 잔존수명은 평균 525년 이상 남아 있는 것으로 추정되었다.

다섯째, 철근탐사시험에서는 주요구조부(기둥, 보, 내력벽)의 철근피복두께를 X방향과 Y방향을 측정한 값은 「콘크리트 구조기준의 최소피복두께의 이상 값」을 유지하고 있는 것으로 나타나 철근의 피복두께는 양호한 것으로 확인되었다.

따라서 제주 I 호텔의 구조체가 20년 이상 지난 공사중단 건축물임에도 불구하고 건축물 내구성 분석 결과를 바탕으로 전체적인 건축물의 상태는 경과년수에 비하여 양호하다고 판단된다.

5. 결론

제주 지역의 공사중단 건축물은 24곳으로 이 중 10곳 현장은 사용승인, 용도변경, 철거 등으로 정비되었거나 해결되었지만 나머지 14곳 현장은 미정비 상태로 방치되고 있는 것으로 조사되었다. 현장실태조사 중 공사중단 건축물의 여러 문제점들을 파악하였다. 첫째, 공사중단 건축물의 대부분 공사현장에 무단침입이 가능하도록 안전펜스가 설치되어 있지 않았거나, 부분부분 파손되어 있어 안전사고에 노출되어 있었다. 둘째, 공사중단 건축물의 공사현장에 건축폐자재와 각종 쓰레기 무단투기로 인하여 환경오염의 주범이 되고 있었다. 셋째, 공사중단 건축물의 공사현장에 공사 중 사용하고 남은 건축자재는 보관상태가 불량하고 재사용이 불가능하거나 파손되어 있었다. 넷째, 장기간(20년 이상) 방치된 공사중단 건축물에서 기존 시공된 외부마감재(단열재, 타일), 창문(유리창), 철근 부식 등으로 구조체가 심하게 훼손되어 있었다.

공사중단 건축물의 재시공 또는 사용가능성을 검토하기 위하여 애월 지역에 있는 건축물을 대상으로 내구성 조사를 실시하였다. 장기간 방치되다 보니 시공업체 이해관계자의 면담, 설계도면 등 관련된 자료의 부족으로 현장 실측을 통해 대략적인 건물규모를 산정하고 측정하였다. 내구성 검토를 위해 구조체 외관, 기울기, 압축강도, 탄산화, 철근탐사의 5가지 분석을 실시하였고, 그 결과 20년 이상 지난 건축물임에도 불구하고 전체적으로 구조체는 양호한 것으로 조사되었다.

제주 지역 공사중단 건축물의 현장실태조사를 통해 발견된 문제점 해결과 내구성 검사를 통해 나타난 분석결과를 근거로 하여 공사중단 건축물에 대한 활용적 가치를 높이기 위한 방안으로 도차원에서 공사중단 건축물을 관리할 수 있는 별도 예산확보가 마련되어야 할 것이며, 그리고 공사중단 건축물의 노후화 진행방지를 위하여 조속히 공사재개를 할 수 있도록 기회를 줄 수 있는 세금감면혜택과 같은 인센티브 제도 도입 등을 제안한다.

요약

장기방치된 공사중단 건축물들은 외기의 노출로 인한 철근의 녹 발생, 콘크리트의 품질 저하 등으로 건축물의 내구성이 심각하게 저하될 수 있으며, 관리부실로 안전사고, 사회적 범피 발생, 환경오염 등 공사중단 건축물에 대한 심각성이 커지고 있다. 본 연구는 제주 지역의 공사중단 건축물의 현황을 조사하고 문제점을 파악하고, 1곳에 대해 구조체의 내구성을 조사

분석하여 사용가능성을 진단하였다. 내구성 조사를 위해 외관조사(육안조사, 기울기조사)와 비파괴검사(압축강도시험, 탄산화조사시험, 철근탐사시험)이 진행되었으며, 구조체가 내구성을 갖추고 있으며 건축물의 상태는 경과년수에 비하여 양호한 것으로 분석되었다.

키워드 : 공사중단 건축물, 현장실태조사, 내구성 분석, 사용가능성

Funding

Not applicable

Acknowledgement

This research was supported by the 2022 scientific promotion program funded by Jeju National University, and part of a master's thesis(Kim, Doo-Seong. A study on the status and actual conditions and durability of construction structures in Jeju island. 2023.02) at the Graduate School of Industry, Jeju National University.

ORCID

In-Deok Han,  <http://orcid.org/0009-0009-8202-6506>

Doo-Seong Kim,  <https://orcid.org/0009-0003-9174-8750>

Myunghoun Jang,  <http://orcid.org/0000-0003-3433-8918>

References

1. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. The 3rd basic plans to maintain buildings neglected for long period after discontinuance of construction [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2022 Dec 23 [updated 2022 Dec 23; cited 2023 Jul 10]. Available from: http://www.molit.go.kr/USR/BORD0201/m_69/DTL.jsp?mode=view&idx=251416
2. Kwon YS, Choi WH. Regulation improvement plan of incomplete and abandoned construction. *Journal of Korea Appraisal Society*. 2014 Jun;13(1):87-100.
3. Suhr MS. A study on the status and actual condition of suspended buildings in gangwon. *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*. 2019 Jun;7(2):138-44. <https://doi.org/10.14190/JRCR.2019.7.2.138>
4. Lee JW, Lee MH, Kim KJ. Preliminary Studies Geared Towards Actual Conditions and Legal and Institutional Alternatives of Abandoned and Incomplete Buildings. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 2012 Apr;28(4):169-78.
5. Kim DU, Kim GY. Analysis of the realities of buildings deserted due to the suspension of construction and their improvement implications. *Journal of The Residential Environment Institute of Korea*. 2013 Jun;11(2):189-203.
6. Choi J, Kim HR, Shin WJ. A study on actual conditions and improvement methods in non-residential large-scaled abandoned buildings - focused on the cases in Namgu, Gwangju. Center for Regional Development. Chonnam National University. 2015 Dec;47(3):133-47.
7. Kim GM. Dealing hideous objects in the city. *Journal of Public Policy*. 2016 Aug;130:37-8.