Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 20, No. 11 pp. 510-519, 2019

https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.11.510
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

효율적인 품질관리를 위한 공동주택 하자위험 분석

장호면
세명대학교 보건안전공학과(건설안전)

Assessment of Defect Risks in Apartment Projects based on the Defect Classification Framework

Ho-Myun Jang
Division of Occupational Health & Safety Engineering, Semyung University

요 약 공동주택 설계 및 시공단계에서 다양한 하자를 사전에 예방하기 위하여 다양한 방안이 모색됨에도 불구하고, 완공 이후 다양한 하자들이 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 공동주택 하자를 최소화하기 위해서는 하자 위험에 대한 패턴을 확인할 필요가 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 공동주택 공종/하자보수보증기간/하자위치/하자유형을 고려한 하자분류체계를 설정하고, 세부적인 하자위험을 분석하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 공동주택 하자분쟁사례 133건, 약 15,056개의 하자데이터를 토대로 분석을 실시하였다. 주요 분석결과를 살펴보면, 첫째, 공용부의 RC 공사와 관련된 주요 하자는 균열이며, 균열과 연계되어 있는 누수 및 표면불량 등도 하자위험이 높은 것으로 확인되었다. 둘째, 다양한 자재가 활용되고, 복합적인 공종이 이루어지는 마감공사의 특성에 따라 상대적으로 하자위험이 높은 것으로 나타났다. 셋째, 지하주차장에 대한 방수공사의 경우 오시공이나 미시공과 같이 재시공이 필요한 하자들의 위험도가 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. 이를 토대로 본 연구에서는 발생위험이 높은 하자들을 LFHS, LFLS, HFLS 영역으로 구분하여 시공단계, 입주 전단계, 유지관리단계 등에서의 하자대응방안을 모색하였다.

Abstract The aim of this study was to set a defect classification framework and evaluate the defect risks in apartment buildings For this, approximately 15,056 defect items for 133 apartment buildings were examined. As a result of the analysis, the major defect of the RC work was cracks, which were found mainly in public locations. Moreover, the RC work was found to exhibit a high defect risk of water problem and surface appearance, which are highly connected with cracks. Second, the finish work has a high defect risk because it is composed of various work types, and there are many kinds of materials and construction parts involved. Third, the major defects of the waterproof work were incorrect installation and missing tasks, which have high defect risks in the garage. This is because defects that require rework occur mainly in the underground garage. Based on these results, this study proposed countermeasures for defect risk management to be considered in the construction, handover, post-handover, and occupancy phases. These have been set in detail based on the three zones: low frequency high severity (LFHS), low frequency low severity (LFLS), and high frequency low severity (HFLS).

Keywords : Defect, Defect Classification Framework, Frequency, Severity, Risk

이 논문은 2019학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행한 연구임.
*Corresponding Author : Ho-Myun Jang(Semyung Univ.)
email: jhm560103@naver.com
Received September 17, 2019 Revised October 21, 2019
Accepted November 1, 2019 Published November 30, 2019

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내에서는 토지이용을 고도로 집약하기 위해 널리 보급된 공동주택에 대하여 쾌적하고 합당한 주거환경을 추가적으로 요구하게 되었으며 입주자 의식수준의 향상, 공동주택의 자산가치 증대 등에 관한 관심이 증가하게 되었다. 이에 따라 과거에 비해 공동주택에서 발생한 품질불량 등에 대한 하자분쟁이 증가하고 있다[1]. 이러한 하자분쟁은 입주자와 주택사업자들 간의 사전협의를 통한 원만한 합의로 해결하기 보다는 소송제기를 통하여 이를 해결하고자 하는 경향을 보여 입주와 주택사업자들 양 측에 정신적, 물질적으로 심각한 피해를 초래하는 경우가 발생하고 있다[2]. 본질적으로 건설공사는 그 건물의 완성에 장기간의 시일이 필요하며 공사자체가 여러 공종의 다양한 결합으로 복합적으로 이루어지는 특성을 가지고 있다. 이에 따라 하자가 발생할 가능성이 상당히 높을 뿐만 아니라 건축물에서 품질불량이 발생할 경우 발생한 결함 또는 하자의 발생원인을 판단하는 것은 매우 어렵다[3].

이를 해결하기 위해서는 하자 발생 형태를 체계적으로 분류하고 이를 기반으로 하자위험을 분석하는 것이 선행되어야한다. 즉 다양한 공종이 복합적으로 이루어지는 건설공사 특성 상 하자 발생을 체계적으로 분류하여 적절한 대처방안을 모색할 필요가 있다. 하지만 기존 연구들을 살펴보면 하자 발생 빈도를 공종별로 분류하는 것이 주류를 이루고 있는 한계를 가지고 있다. 실제로 하자 발생은 공종뿐만 아니라 하자보수보증기간, 하자유형, 하자가 발생하는 위치에 따라 다양한 형태로 심각한 수준도 다양하게 나타남에 따라 이를 체계화할 필요가 있다. 이에 본 논문에서는 하자보수보증기간을 기반으로 하자공종을 정리하고, 해당 하자공종에서 발생할 수 있는 하자유형과 더불어 하자위치까지도 종합적으로 고려하여 세부적인 하자위험을 산출하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 본 연구는 공동주택 하자관리의 효율성을 높이고 하자분쟁을 최소화하는데 기여하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 논문에서는 실제로 발생한 하자분쟁사례의 감정서 자료를 토대로 공동주택 하자에 대하여 하자공종/하자보수보증기간/하자유형/하자위치를 종합적으로 고려한 다차원 하자분류체계를 도출하고 하자분류체계에 각 항목에 대하여 하자빈도 및 심도를 도출하였다. 도출한 하자빈도와 하자심도를 토대로 하자위험을 최종적으로 도출하여 다차원 하자분류체계 각 항목의 하자위험도의 순위를 확인함으로써 하자발생 유형을 조사하였다. 본 논문에서는 133건의 하자분쟁사례에서 나타난 하자내역 약 15,056건을 분석에 활용하였다.

다음 Fig. 1은 본 연구의 연구방법 및 절차를 나타낸 것이다. 상기에서 언급한 바와 같이 다차원 하자분류체계를 구성하기 위하여 하자내역을 공종/하자보수보증기간/하자유형/하자위치로 구분하였다. 세부적으로 하자공종은 9가지, 하자보수보증기간은 4가지, 하자위치는 8가지, 하자유형은 9가지로 분류하였다. 이후 하자공종, 하자보수보증기간, 하자유형, 하자위치로 세분화된 다차원 하자분류체계를 구성한 후 확보한 하자내역을 토대로 각 하자분류체계 각 해당 항목에 데이터를 배분하였다. 이를 토대로 각 해당 항목에 대한 빈도 및 비용의 평균값을 도출하여 하자빈도와 하자심도를 산출한 후, 이를 종합하여 각 하자항목에 대한 하자위험을 산출하였다. 마지막으로 하자위험 수준에 따라 순위를 산정한 후, 이를 분석하여 하자 발생에 대한 패턴을 확인하고 시사점을 도출하였다.

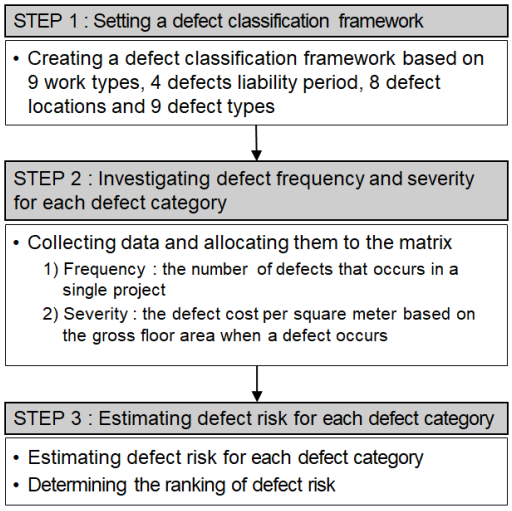

Fig. 1. Research flow

2. 이론적 고찰

2.1 하자의 개념

하자(Defect)라는 용어는 주로 건설과 관련된 분야에

서 사용되는 용어로 법률 또는 당사자가 예상하는 정상적인 상태를 흡족하지 못하는 결함이 있는 경우 즉, 기본적으로 불완전을 의미하는 법률용어이다. 다만, 공동주택관리규칙에서 '공사상 잘못으로 인한 균열, 처짐, 비틀림, 들뜸, 침하, 파손, 붕괴, 누수, 누출, 작동 또는 기능불량, 부착 또는 접지불량 및 결선불량, 고사 및 입상불량' 등으로 건축물 또는 시설물의 기능상, 미관상 또는 안전성 지장을 초래할 정도를 하자라고 정의하고 있다. 즉, 일반적인 하자의 개념은 '거래행위의 대상이 되는 물건이 관념상 가지고 있는 표준품질 또는 성능기준에 준해서 판단할 경우 결함이 인정되는 경우 즉 결함을 일컫는다.

이 중 건축물의 하자란 시공자가 완성한 건축물에 계약대로 이행되지 못한 불완전한 부분과 자재를 공급한 자가 그 계약의 내용대로 이행하지 아니한 자재의 품질, 규격, 기능상의 결함과 그 설치가 불완전한 것을 말한다. 건축물의 근본적인 성능에 대한 하자로는 구조적 하자가 있으며, 이는 기둥, 내력벽, 보, 바닥, 지붕 등의 중요 내력구조부에 발생한 결함으로 건축물이 전도되거나 전도될 우려가 있을 경우에 이른 경우를 말하며, 차음성능이나 단열성능, 내외벽체에 구조적 결함이 없는 균열, 더러움, 창호의 뒤틀림 등 구조적 하자 이외의 하자가 있다. 특별한 예로 거주자가 주관적으로 건축물에 불만이 있는 부분을 의미하는 것으로 건축물 외벽 색상이 미관상 지장을 주지 않음에도 불구하고 거주자의 선호도에 맞지 않아 불만을 느끼는 경우의 하자가 있다[4].

2.2 공동주택 하자발생 현황

공동주택 하자가 사회적 문제로 심화되자 관련 분쟁을 신속하게 해결하기 위하여 국토교통부는 2010년 10월부터 하자심사·분재조정위원회를 설치하여 운영하고 있다. 하자심사분쟁조정위원회의 설립목적은 사업주체가 건축공사를 잘못하여 공동주택의 내력구조부와 각종 시설물에서 발생하는 하자로 인한 분쟁을 신속공정하게 해결함으로써 입주자의 불편해소와 피해확산방지는 물론, 사업주체의 경영손실을 최소화하는데 있다.

다음 Table 1에서 확인할 수 있듯이 국토교통부에서 하자심사분쟁조정위원회를 운영한 2010년 10월부터 2015년 4월까지 접수한 사건은 모두 7,077사건이었고 매년 증가하고 있다.

Table 1. The status of conciliation for defect disputes[4]

(unit : cases)

Results of process		Year						Sum
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Resolution	Judgement	-	46	686	640	1,056	1,046	3,474
	Conciliation	13	80	34	58	72	478	735
Conciliation failure	Rupture	-	25	19	280	676	10	1,010
	Disobey	18	48	16	1	8	1	92
Dismiss		-	17	1	7	21	9	55
Drop		8	15	5	116	164	136	444
Pending		30	126	201	1,052	731	1,267	1,267
Sum		69	327	836	1,953	1,676	2,216	7,077

Table 2. Trends of defect disputes by work types[4]

(unit : cases)

Work type	Year						Sum	Ratio (%)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Window	126	169	1,912	2,778	1,339	1,840	8,164	17.7
Heating/ Ventilation/Air conditioning	18	49	479	266	424	53	1,289	2.8
Watering/ Drainage	62	61	1,347	1,498	720	107	3,795	8.24
Site formation	32	116	143	143	47	19	500	1.09
Communication/ Signal/Disaster prevention	13	19	29	118	30	4	213	0.46
Electric/Power	22	62	1,100	236	666	111	2,197	4.77
Gas/Fire extinguishing	13	28	39	142	119	32	373	0.81
General	20	87	718	83	416	58	1,382	3.00
RC	102	754	1,509	143	157	88	2,753	5.98
Roof/ Waterproof	52	373	650	134	1,077	71	2,357	5.12
Finishing	235	810	2,844	2,639	3,768	8,431	18,720	40.7
Landscaping	24	209	77	627	441	77	1,455	3.16
Masonry	16	81	30	15	11	1	154	0.33
Watering/ Drainage (outside)	8	9	8	9	2	4	40	0.09
Carpentry	2	10	12	3	4	3	34	0.07
Steel	0	3	4	1	5	1	14	0.03
Home network	5	1	4	0	3	3	16	0.03
Foundation	0	1	0	0	2	0	3	0.01
Structure	14	264	115	162	1,705	231	2,491	5.41
The others	7	19	13	8	27	15	89	0.19
Sum	771	3,125	11,033	9,005	10,961	11,149	46,044	100

또한 상기 Table 2에서 확인할 수 있듯이 하자심사분쟁조정위원회에 접수된 사건을 18공종별로 나누어 분석하면, 마감공사에서 18,720건(40.7%)으로 가장 많이 발생하였고, 그 다음으로 창호공사 8,164건(17.7%), 급·배수위생설비공사 8,795건(8.24%), 철근콘크리트공사

2,758건(5.98%), 내력구조부 2,491건(5.41%), 지붕 및 방수공사 2,857건(5.12%) 순으로 나타났다. 그러나 지정 및 기초공사에서는 하자분쟁율이 낮았다. 이는 마감공사의 경우 다양한 공종이 존재함에 따라 하자빈도 역시 상당히 높기 때문인 것으로 판단된다.

이를 통해, 다양한 공종에서 하자분쟁이 점차 증가하고 있음에 따라 이에 대한 하자위험 세부적으로 분석하여 효율적인 공동주택 품질관리방안을 모색할 필요가 있다.

2.3 선행연구 고찰

건설공사의 특성상 다양한 복합공종들이 연계되어 있음에 따라 하자위험을 효율적으로 관리하는 것은 매우 어렵다. 이에 따라 하자관리의 효율성을 높일 수 있는 방안이 필요하다. 이러한 관점에서 하자 발생 패턴을 체계적으로 분석하는 것이 매우 중요하다. 이에 따라 기존 문헌에서도 하자빈도나 비용 데이터를 토대로 하자 발생 패턴이나 심각도를 파악하고 있었다.

서덕석 외 1명(2007)은 실제로 발생한 공동주택 하자분쟁의 발생형태와 문제점을 조사하기 위하여 하자빈도, 원고측 감정가 대비 판결금액, 하자소송기간 등을 분석하였다[3]. 서덕석 외 6명(2010)은 공동주택을 건설하는 주택사업자 상위 4개 회사에서 기 건설한 공동주택 중 3년차 하자보수를 종결한 단지의 하자보수 종결시 투입된 보수공사비 실적자료를 토대로 실제 하자보수에 투입된 비용과 민원성 공사에 투입한 비용을 확인하여 현행 하자보수실태의 문제점을 분석하였다[5]. 고대성 외 2명(2006)은 하자 유형별 발생건수뿐만 아니라 그에 따른 하자보수비용을 산출함으로써 하자예방을 위한 시공관리가 이루어지도록 하는데 필요한 기초 자료를 제시하였다[6]. 이진응 외 2명(2015)은 하자빈단 결과보고서 자료를 근거로 전 공종별 하자실태를 조사하고, 보수비용적 측면에서 중요도가 높은 하자에 대해서 세부요인을 분석하였다[7]. 김도형(2016)은 입주자와 건설사 양측의 관점을 반영한 하자유형별 중요도 분석 방법을 제시하였다[8]. 해당 문헌들을 살펴보면 하자빈도와 비용을 중심으로 단편적인 하자분류방법을 적용하여 분석하고 있었다. 하자빈도와 비용은 하자항목에 따라 각기 다른 특성을 나타낼 수 있기 때문에 각각에 대한 분석뿐만 아니라 이를 종합적으로 고려할 수 있는 방안 모색이 필요하지만 해당 문헌들의 경우 이에 대한 고려가 부족하였다. 또한 하자발생 패턴은 하자공종뿐만 아니라 하자위치나 하자보수보증기간에 따라 다양하게 나타날 수 있음에 따라 이를 고려할 필요가 있다.

이러한 한계를 극복하고자 최근에는 다차원 하자분류체계를 구축하여 하자빈도와 비용을 종합적으로 분석한 문헌들이 존재하였다. 장호면(2018)은 하자분쟁사례를 활용하여 공동주택의 공종/위치/현상에 따른 하자분류체계를 도출하고, 이를 기반으로 하자유형별 하자위험을 평가하였다[9]. 김상현 외 1명(2018)은 하자분쟁사례를 활용하여 공종별 각 보증기간의 하자보수 빈도 및 비용을 분석하고, 이를 종합하여 공종별 각 보증기간의 하자보수 위험을 평가한 후, 하자보수보증금 산정에 대한 시사점을 도출하였다[10]. 이상훈 외 2명(2019)은 다수의 하자분쟁 사례를 활용하여 공동주택 공종/하자유형/부위에 대하여 하자 빈도 및 심각도를 고려한 중요도를 산출하였다[11]. 해당 문헌들의 경우 기존 문헌들의 한계점을 보완하였으나, 데이터 확보 부족으로 하자분류체계의 범위가 제한적인 한계를 가지고 있었다.

3. 공동주택 하자위험 분석 개요

3.1 분석사례 개요

본 논문에서는 공동주택 하자위험을 분석하기 위하여 실제로 하자 소송이 진행되었던 공동주택 소송사례 133건, 약 15,056개의 하자항목을 활용하여 분석을 실시하였다. 다음 Table 3은 본 논문에서 활용한 공동주택 133개 소송사례의 기본적인 현황이다.

먼저 연면적의 경우, 100,000m^2 이하인 경우가 분석사례 전체의 약 76%를 차지하고 있으며, 준공년도는 2001~2010년 사이가 분석 사례 전체의 약 81%를 차지하고 있다. 또한 하자빈도를 살펴보면 51~100건 사이의 하자가 발생한 사례가 전체의 약 35%를 차지하고 있으며 101~150건 사이의 하자가 발생한 사례도 전체의 약 23%를 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 마지막으로 하자비용의 경우 1억에서 5억 사이인 경우가 전체의 약 45%로 가장 높은 비율을 차지하고 있었다.

3.2 분석방법 개요

본 논문에서는 먼저 하자위험을 분석하기 위하여 하자분류체계를 설정하였다. 하자분류체계의 경우 다음 Table 4와 같이 하자공종, 하자보수보증기간, 하자위치 및 하자유형으로 세분화하여 정리하였다.

Table 3. Overview of cases

Gross floor area (1,000 m^2)	Project number		Year of completion (year)	Project number	
	Num	%		Num	%
~50	44	33.08	~1995	1	0.75
50~100	58	43.61	1996~2000	19	14.29
100~150	17	12.78	2001~2005	56	42.11
150~200	6	4.51	2006~2010	52	39.10
200~	8	6.02	2011~	5	3.76
Total	133	100	Total	133	100
Defect frequency (Num)	Project number		Defect cost (1,000,000 KRW)	Project number	
	Num	%		Num	%
~50	19	14.29	~100	3	2.26
51~100	47	35.34	100~500	61	45.86
101~150	31	23.31	500~1,000	38	28.57
151~200	24	18.05	1,000~1,500	17	12.78
201~250	9	6.77	1,500~2,000	6	4.51
250~	3	2.26	2,000~	8	6.02
Total	133	100	Total	133	100

Table 4. Classification of defects

Classification	Items			
Work type (W)	W1	RC	W6	MEP
	W2	Masonry	W7	Door and windows
	W3	Finish	W8	Furniture
	W4	Insulation	W9	Miscellaneous
	W5	Waterproof		
Defect liability period (P)	P2	2 year	P3	3 year
	P5	5 year	P10	10 year
Location (L)	L1	External wall	L5	Hall/Corridor
	L2	Roof/Rooftop	L6	Balcony
	L3	Common area	L7	Room/Entrance
	L4	Garage	L8	Bathroom/Kitchen
Defect type (D)	D1	Affected functionality	D6	Incorrect installation
	D2	Broken	D7	Missing task
	D3	Corrosion	D8	Surface appearance
	D4	Crack	D9	Water problem
	D5	Detachment		

먼저 하자공종은 RC공사(W1), 조적공사(W2), 마감공사(W3), 단열공사(W4), 방수공사(W5), MEP공사(W6), 창호공사(W7), 가구공사(W8), 잡공사(W9) 등 9가지로 분류하였다. 하자보수보증기간은 2년차(P2), 3년차(P3), 5년차(P5), 10년차(P10) 등 4가지로 분류하였다. 하자위치는 외벽(L1), 옥상/옥탑(L2), 공용공간(L3), 주차장(L4), 복도/계단실(L5), 발코니(L6), 방/현관(L7), 욕실/부엌(L8) 등 8가지로 분류하였다. 마지막으로 하자유형은 기능 저하(D1), 파손/손상(D2), 부식(D3), 균열(D4), 탈락(D5), 오시공(D6), 미시공(D7), 표면불량(D8), 누수/결로(D9) 등 9가지로 분류하였다. 이러한 분류항목을 토대로 다음 Table 5와 같이 하자분류체계를 설정하였다. Table 5에서 확인할 수 있듯이 해당 하자분류체계는 Table 4의 항목들을 활용하여 설정한 것이며, 획득한 자료를 토대로 실제로 하자내역이 존재하는 부분을 음영으로 표시하였다. 즉 음영으로 표시된 부분을 분석 범위로 설정하고 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 먼저 하자빈도와 하자심도를 조사하였다. 하자빈도의 경우 Table 5의 하자분류체계 상의 음영으로 표시된 하자항목에 대하여 하자빈도의 평균값으로 정의하였다. 하자심도는 하자빈도와 마찬가지로 음영으로 표시된 하자항목에 대하여 해당 하자 1건 당 하자비용으로 산출하였다. 또한 하자심도의 경우 사례 규모를 고려하기 위하여 연면적으로 보정하였다. 이렇게 산출된 하자심도는 결국 하자가 발생할 경우 해당 하자의 심각성을 나타내는 가중치의 역할을 담당하게 된다.

최종적으로 상기에서 도출한 하자빈도와 하자심도를 다음 Eq. (1)에 적용하여 각 하자항목에 대하여 하자위험을 산출하였다[9-11].

$$R = F \times S \tag{1}$$

Where, R denotes defect risk, F denotes defect frequency, S denotes defect severity

4. 공동주택 하자위험 평가

4.1 공동주택 하자빈도 및 심도분석

본 논문에서는 실제로 하자분쟁이 발생한 공동주택 133개 사례에 대한 하자감정서를 활용하여 15,056개의 하자항목을 확인하였다. 이를 토대로 상기에서 설정한 하자분류체계의 각 하자항목에 대한 하자빈도를 Table 6, 각 하자항목의 하자심도를 Table 7과 같이 분석하였다.

Table 6에서 확인할 수 있듯이 공종, 하자보수보증기간, 공간 및 하자유형을 종합적으로 고려하여 구성한 하자분류체계의 각 하자항목에서 RC공사(W1)-5년차(P5)-공용공간(L3)-균열(D4)이 3.812건으로 하자 발생빈도가 가장 높은 경우로 나타났다. 그 외에도 RC공사(W1)-5년차(P5)-주차장(L4)-균열(D4)이 3.188건, RC공사(W1)-10년차(P10)-공용공간(L3)-균열(D4)이 3.083건, 마감공사(W3)-2년차(P2)-공용공간(L3)-미시공(D7)이 2.759건, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-균열(D4)

이 2.308건, MEP공사(W6)-3년차(P3)-욕실/부엌(L8)-기능저하(D1)가 2.233건, MEP공사(W6)-3년차(P3)-방/현관(L7)-기능저하(D1)가 1.977건, 마감공사(W3)-2년차(P2)-방/현관(L7)-탈락(D5)이 1.932건, RC공사(W1)-10년차(P10)-복도/계단실(L5)-균열(D4)이 1.774건, RC공사(W1)-10년차(P10)-주차장(L4)-균열(D4)이 1.714건 순으로 하자빈도가 높은 것으로 확인되었다.

또한 다음 Table 7에서 확인할 수 있듯이 하자분류체계의 각 하자항목에서 방수공사(W5)-5년차(P5)-주차장(L4)-오시공(D6)이 1,033원/m^2으로 하자심도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 그 외에도 RC공사(W1)-3년차(P3)-외벽(L1)-누수/결로(D9)가 1,020원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-외벽(L1)-오시공(D6)이 959.8원/m^2, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-누수/결로(D9)가

Table 5. Defect classification framework

Work	Period	Location	Defect									Work	Period	Location	Defect								
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
W1	P3	L1			■	■	■			■	■	W4	P3	L5									■
		L2			■	■	■			■	■			L6						■			■
		L3				■		■	■	■	■			L7						■			■
		L4				■		■	■	■	■			L8						■			■
		L5				■		■	■	■	■	W5	P5	L1						■	■		■
		L6				■				■	■			L2					■	■	■		■
		L7				■					■			L3						■	■		■
		L8												L4						■	■		■
	P5	L1				■	■			■	■			L5									■
		L2				■	■			■	■			L6							■		■
		L3				■	■			■	■			L7									■
		L4				■	■	■		■	■			L8									■
		L5				■	■			■	■	W6	P3	L1	■		■		■	■	■		■
		L6				■				■	■			L2	■		■		■	■	■		■
		L7				■				■	■			L3	■		■		■	■	■		■
		L8				■								L4	■		■			■	■		■
	P10	L1			■	■	■			■	■			L5	■					■	■		
		L2			■	■	■			■	■			L6	■					■	■		■
		L3				■	■			■	■			L7	■				■	■	■		■
		L4				■	■			■	■			L8	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		L5				■	■			■	■	W7	P3	L1			■						
		L6				■				■	■			L2	■		■			■	■		
		L7				■				■	■			L3	■					■	■		
		L8				■								L4	■						■		
W2	P5	L1				■			■					L5	■		■			■	■		
		L2				■			■					L6	■					■			
		L3				■			■	■	■			L7	■		■		■	■		■	
		L4				■		■	■	■	■			L8	■				■	■			
		L5				■			■		■	W8	P2	L1									
		L6				■								L2									
		L7				■								L3									
		L8												L4									
W3	P2	L1		■		■	■	■	■	■	■			L5									
		L2		■		■	■	■	■	■	■			L6									
		L3				■	■	■	■	■	■			L7	■	■			■	■			
		L4		■		■	■	■	■	■	■			L8	■	■	■	■	■	■		■	
		L5		■		■	■	■	■	■		W9	P3	L1		■	■		■	■	■		
		L6		■		■	■	■	■	■	■			L2		■	■		■	■	■		
		L7		■		■	■	■	■	■				L3			■		■	■	■		
		L8		■		■	■	■	■	■	■			L4		■	■		■	■	■		
W4	P3	L1						■						L5		■	■		■	■	■		
		L2												L6	■		■		■		■		
		L3						■			■			L7	■	■			■		■		
		L4						■			■			L8	■		■		■	■	■		

Table 6. Frequency of defects by items

Ranking	Work type	Defect liability period	Location	Defect type	Frequency
1	RC	5 year	Common area	Crack	3.812
2	RC	5 year	Garage	Crack	3.188
3	RC	10 year	Common area	Crack	3.083
4	Finish	2 year	Common area	Missing task	2.759
5	RC	10 year	External wall	Crack	2.308
6	MEP	3 year	Bathroom/Kitchen	Affected functionality	2.233
7	MEP	3 year	Room/Entrance	Affected functionality	1.977
8	Finish	2 year	Room/Entrance	Detachment	1.932
9	RC	10 year	Hall/Corridor	Crack	1.774
10	RC	10 year	Garage	Crack	1.714
11	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Detachment	1.677
12	Door and windows	3 year	Room/Entrance	Affected functionality	1.526
13	RC	3 year	External wall	Crack	1.451
14	Finish	2 year	Hall/Corridor	Missing task	1.301
15	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Missing task	1.173
16	RC	10 year	Roof/Rooftop	Crack	1.158
17	Finish	2 year	Room/Entrance	Broken	1.120
18	RC	5 year	Balcony	Crack	1.098
19	RC	3 year	Roof/Rooftop	Crack	1.068
20	MEP	3 year	Common area	Missing task	1.015

818원/m^2, 방수공사(W5)-5년차(P5)-옥상(L2)-누수/결로(D9)가 772원/m^2, MEP공사(W6)-3년차(P3)-발코니(L6)-미시공(D7)이 747.7원/m^2, 방수공사(W5)-5년차(P5)-주차장(L4)-미시공(D7)이 747.0원/m^2, 방수공사(W5)-5년차(P5)-발코니(L6)-미시공(D7)이 659.0원/m^2, RC공사(W1)-5년차(P5)-주차장(L4)-오시공(D6)이 588.4원/m^2, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-균열(D4)이 482.4원/m^2 순으로 하자심도가 높은 것으로 확인되었다.

이를 종합하면 하자빈도와 심도에서 특징적인 패턴을 나타내는 하자항목들이 존재한다. 먼저 공종적인 측면에서 방수공사가 상대적으로 하자빈도는 낮지만 하자심도가 높은 경우인 것으로 확인되었다. 특히 지하주차장은 지하수에 의한 영향을 직접적으로 받기 때문에 방수공사가 오시공 혹은 미시공 되었을 경우 심각한 하자심도가 나타나는 것으로 확인된다. 그 외에도 발코니, 옥상 및 외벽과 같이 외부 환경과 직접적으로 면해있는 위치의 방수공사에 문제가 발생할 경우, 하자심도가 매우 높은 것으로 확인되었다. 또한 하자빈도 관점에서 외벽, 주차장, 공용공간 등에서 발생하는 구조체 균열에 의한 하자가

Table 7. Severity of defects by items

Ranking	Work type	Defect liability period	Location	Defect type	Frequency
1	Waterproof	5 year	Garage	Incorrect installation	1,033.0
2	RC	3 year	External wall	Water problem	1,020.0
3	Finish	2 year	External wall	Incorrect installation	959.8
4	RC	10 year	External wall	Water problem	818.1
5	Waterproof	5 year	Roof/Rooftop	Water problem	772.2
6	MEP	3 year	Balcony	Missing task	747.7
7	Waterproof	5 year	Garage	Missing task	747.0
8	Waterproof	5 year	Balcony	Missing task	659.0
9	RC	5 year	Garage	Incorrect installation	588.4
10	RC	10 year	External wall	Crack	482.4
11	MEP	3 year	Room/Entrance	Missing task	453.4
12	Insulation	3 year	Bathroom/Kitchen	Incorrect installation	449.2
13	RC	10 year	External wall	Surface appearance	448.4
14	Door and windows	3 year	Balcony	Incorrect installation	388.2
15	Waterproof	5 year	Roof/Rooftop	Missing task	382.8
16	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Incorrect installation	374.9
17	RC	3 year	External wall	Crack	374.9
18	Waterproof	5 year	Common area	Incorrect installation	351.8
19	Insulation	3 year	Hall/Corridor	Water problem	320.4
20	Waterproof	5 year	Roof/Rooftop	Incorrect installation	311.9

Table 8. Risk of defects by items

Ranking	Work type	Defect liability period	Location	Defect type	Frequency
1	RC	10 year	External wall	Crack	1,113.0
2	RC	5 year	Garage	Crack	775.7
3	RC	3 year	External wall	Crack	544.0
4	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Missing task	308.7
5	RC	10 year	External wall	Surface appearance	276.5
6	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Incorrect installation	248.1
7	Finish	2 year	Hall/Corridor	Missing task	210.3
8	Finish	2 year	Room/Entrance	Detachment	189.7
9	Waterproof	5 year	Garage	Missing task	185.3
10	Waterproof	5 year	Garage	Incorrect installation	178.5
11	RC	3 year	External wall	Surface appearance	143.5
12	RC	10 year	External wall	Water problem	129.2
13	Finish	2 year	Room/Entrance	Incorrect installation	127.1
14	Finish	2 year	Bathroom/Kitchen	Detachment	117.0
15	RC	3 year	External wall	Water problem	115.0
16	Finish	2 year	External wall	Incorrect installation	108.2
17	Finish	2 year	Garage	Incorrect installation	107.9
18	RC	10 year	Hall/Corridor	Crack	107.7
19	Finish	2 year	Balcony	Water problem	107.3
20	MEP	3 year	Balcony	Missing task	95.57

상대적으로 빈번하게 발생하는 것으로 확인되었다.

4.2 공동주택 하자위험 분석

상기 Eq. (1)을 통해 공동주택 하자분류체계 상의 각 하자항목에 대한 하자위험을 분석한 결과는 다음 Table 8과 같다.

하자위험을 분석한 결과, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-균열(D4)이 1,113원/m^2으로 하자위험이 가장 높은 것으로 확인되었다. 그 외에도 RC공사(W1)-5년차(P5)-주차장(L4)-균열(D4)이 775원/m^2, RC공사(W1)-3년차(P3)-외벽(L1)-균열(D4)이 544원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-욕실/부엌(L8)-미시공(D7)이 544.0원/m^2, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-표면불량(D8)이 276.5원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-욕실/부엌(L8)-오시공(D6)이 248.1원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-복도/계단실(L5)-미시공(D7)이 210원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-방/현관(L7)-탈락(D5)이 189.7원/m^2, 방수공사(W5)-5년차(P5)-주차장(L4)-미시공(D7)이 185.3원/m^2, 방수공사(W5)-5년차(P5)-주차장(L4)-오시공(D6)이 178.5원/m^2, RC공사(W1)-3년차(P3)-외벽(L1)-표면불량(D8)이 143.5원/m^2, RC공사(W1)-10년차(P10)-외벽(L1)-누수/결로(D9)이 129.2원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-방/현관(L7)-오시공(D6)이 127.1원/m^2, 마감공사(W3)-2년차(P2)-욕실/부엌(L8)-탈락(D5)이 117.0원/m^2, RC공사(W1)-3년차(P3)-외벽(L1)-누수/결로(D9)이 115.0원/m^2 순으로 하자위험이 높은 것으로 확인되었다.

이를 종합하여 다음과 같은 특징을 파악하였다. 첫 번째, RC 공사와 관련된 주요 하자는 균열이며, 주로 외벽 및 주차장과 같은 공용부에 집중되어있는 것으로 확인되었다. 게다가 외벽의 경우, 균열과 상호 연관성이 높은 누수, 표면불량의 하자위험도 상대적으로 높은 것으로 확인되었다.

두 번째, 방수공사의 주요 하자는 오시공 및 미시공으로 주차장에서 발생할 경우 하자위험이 높은 것으로 확인되었다. 이는 지하주차장의 경우, 지하수의 영향에 따라 방수공사가 매우 중요함에도 불구하고 재시공이 필요한 하자들이 주로 발생함에 따라 상대적으로 하자위험이 높은 것으로 판단된다.

세 번째, 마감공사의 주요 하자도 오시공 및 미시공으로, 공용 및 전용부 모두에서 확인되었다. 방수공사와는 상이하게 마감공사의 경우 재시공이 필요한 하자가 발생하더라도, 육안으로 확인하기 용이하여 즉각적인 대처가 가능하지만, 기본적으로 마감공사의 경우 다양한 공종으로 이루어져 있고, 자재의 종류 및 시공되는 부위도 매우 많기 때문에 하자위험이 높은 것으로 판단된다. 그 외에도 다양한 마감자재들이 시공부위에서 탈락되거나 마감표면이 불량한 경우도 하자위험이 높은 것으로 확인되었다.

다음 Fig. 2는 상기 하자위험의 순위를 기준으로 빈도와 심도에 대한 산포도를 정리한 것이다.

Fig. 2에서 확인할 수 있듯이 하자위험 순위가 가장 높은 것은 HFLS(High Frequency, Low Severity)에 위

치하고 있는 하자들인 것으로 확인되었다. 해당 하자들의 경우 공용부에 외벽에 발생한 균열하자로, 기본적으로 건물 노후화에 의해 발생할 수 있는 하자들이다. 또한 해당 하자들과 연계된 누수나 표면불량하자들이 비록 HFLS가 아닌 다른 영역에 포함되어 있지만 하자위험이 높은 것으로 나타났다. 즉, 공용부 균열 하자의 경우 연쇄적으로 다른 하자들이 발생할 수 있음에 따라 하자손실을 최소화하기 위하여 유지관리단계에서 하자 발생 초기에 즉각적인 대응이 필요하다.

두 번째로, LFHS(Low Frequency, High Severity)에 위치하고 있는 하자들의 경우는, 재시공이 필요한 하자와 누수에 의한 하자들로 구성되어 있다. 상기에서 언급한 바와 같이 공용부 누수의 경우 균열 하자와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다. 또한 재시공이 필요한 하자의 경우, 유지관리단계에서 하자대응전략을 수립하기보다는 시공단계에서의 관리/감독을 통해 하자 손실을 최소화해야한다. 또한 해당 하자들의 경우 건설회사의 부실시공에 기인하는 바, 하자보수보증기간이 지나더라도 건설업체에게 책임을 물을 수 있는 보증 계약 혹은 제도적 장치가 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 LHLS(Low Frequency, Low Severity) 영역에 해당하는 하자들을 살펴보면, 마감공사에서 발생되는 다양한 하자들이 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다. 해당 하자들의 경우, 육안으로 확인이 가능하기 때문에 입주 전 검사단계 이전에 하자 처리를 완료해야 할 것으로 판단된다.

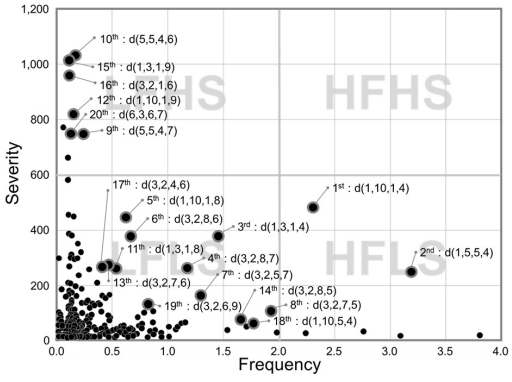

Fig. 2. Scatter chart

5. 결론

본 연구에서는 공동주택 하자분쟁의 손실을 최소화하고 하자관리 효율성을 증대하기 위하여 다양한 하자에 대한 세부적인 하자위험을 평가하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 실제 하자분쟁이 발생한 133건의 사례에 대한 하자감정서를 통해 약 15,056개 하자데이터를 확보하여 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 하자공종, 하자보수보증기간, 하자위치, 하자유형을 반영한 하자분류체계를 설정한 후 하자빈도와 하자심도를 동시에 고려한 하자위험을 산출하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 외벽 및 주차장의 구조체 균열에 의한 하자위험이 매우 높을 뿐만 아니라, 균열 하자와 누수 및 표면불량 등이 연관성이 매우 높음에 따라 이에 대한 대응방안을 모색할 필요가 있다. 둘째, 실내공간의 마감공사에 대한 하자위험이 높은 것으로 확인되었다. 실내 마감공사의 경우 거주자가 육안으로 직접 확인이 가능하며, 거주성과도 직접적으로 연결되어 있음에 따라 하자관리가 매우 중요할 것으로 판단된다. 마지막으로 지하주차장에 대한 방수공사의 경우 오시공이나 미시공과 같이 건설업체의 부주의로 발생하는 하자들의 위험도가 상대적으로 높은 것으로 확인되었다.

이를 토대로 본 연구에서는 발생위험이 높은 하자들을 대상으로 빈도와 심도를 기준으로 하자특성을 파악하여 효율적인 하자관리방안을 제안하였다.먼저 HFLS 영역의 하자들의 경우, 공용부에 외벽에 발생한 균열하자로 나타났다. 해당 하자의 경우 연쇄적으로 다른 하자들이 발생할 수 있음에 따라 하자 발생 초기에 선제적으로 대응할 필요가 있다. 다음으로 LFHS 영역의 하자들의 경우, 재시공이 필요한 것으로 나타났다. 이는 결국 시공단계에서 관리/감독을 통해 하자 손실을 최소화해야한다. 또한 하자보수보증기간 이후에도 책임을 물을 수 있는 제도적 장치가 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로 LHLS 영역의 하자들의 경우, 육안으로 확인이 가능한 마감공사에서 발생한 하자들임에 따라 입주 전 검사단계에서 확인하여 처리를 완료해야 할 것으로 판단된다.

다양한 자재가 사용되고 개별 공사들이 복합적으로 연계되어 있음에 따라 공동주택의 하자 발생 가능성을 시공단계에서 모두 제거하는 것은 현실적으로 어렵다. 이에 따라 주요 하자들의 발생 유형 및 위험도를 설정하여 효율적인 하자관리를 위한 방안이 모색할 필요가 있다. 이에 따라 세부적으로 하자위험을 도출한 본 연구는 하자관리의 효율성을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] B. S. Kim, J. M. Park, J. H. Choi, D. S. Seo, O. K. Kim, "Comparative Analysis on Repairing Cost of Lawsuit on Concrete Crack Defect in Apartment Building", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.12, No.6, pp.142-150, Nov. 2011. DOI: https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.6.142

[2] D. S. Seo, K. R. Cho, "A Study on the Direction of Defect lawsuit Solutions on Apartment Buildings from Resident's Respect", *Journal of Architectural Institute of Korea*, Vol.24, No.6, pp.119-126, Jun. 2008.

[3] D. S. Seo, S. K. Um, "A Study on Types and Problems of Defect lawsuit on Apartment Buildings", *KIEAE Journal*, Vol.7, No.6, pp.127-132, Dec. 2007.

[4] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport. defect dispute Information system [Internet]. Available From: http://59.7.251.35/com/mainFrame.do. (accessed Oct. 18, 2019)

[5] D. S. Seo, J. H. Choi, O. K. Kim, K. W. Park, J. H. Cho, J. M. Park, K. H. Kim, "A Study on use state of Defect Deposit based on Actual use data", *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, Vol.10, No.2, pp.81-88, Apr. 2010.

[6] D. S. Ko, J. H. Kim, S. Y. Lee, "An Analytic Study of Defect Occurrence Properties and Repair Cost in Apartment Building", *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, Vol.8, No.1, pp.75-82, Feb. 2006.

[7] J. E. Lee, B. Y. Kim, B. J. Jeong, "Analysis of Defect Repair Cost by Work Type based on Defect Inspection of Apartments", *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, Vol.15, No.5, pp.491-500, Oct. 2015. DOI: https://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2015.15.5.491

[8] D. H. Kim, *The Priority Analysis of Defect Type Through Tenant Preliminary Research in Apartment House*, Master's Thesis, Korea University, Seoul, Korea, pp.1-2, 2016.

[9] H. M. Jang, "Assessment of Defect Risks in Apartment projects based on the Defect Classification Framework", *Journal of Academia-Industrial Technology*, Vol.19, No.3, pp.61-68, Mar. 2018. DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.3.61

[10] S. H. Kim, J. J. Kim, "Analysis of Defect Risk by Work Types based on Warranty Liability Period in Apartments", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.19, No.4, pp.34-42, Jul. 2018. DOI: https://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2018.19.4.034

[11] S. H. Lee, J. J. Kim, S. H. Lee, "Evaluating Importance of Defects through Defect Dispute Case Study in Apartment Buildings", *Journal of Academia-Industrial Technology*, Vol.20, No.3, pp.56-64, Mar. 2019. DOI: https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.3.56

장 호 면(Ho-Myun Jang) [정회원]

- 2004년 8월 : 한양대학교 공학대학원 건설관리/건축재료(공학석사)
- 2010년 2월 : 한양대학교 일반대학원 건축관리/건축재료(공학박사)
- 2009년 12월~2012년 5월 : 한국건설안전기술협회 감사
- 2013년 2월~현재 : 세명대학교 보건안전공학과(건설안전) 교수

〈관심분야〉
건설안전, 건설관리, 건축공학, 건축시공, 건축재료