

공동주택 하자분류체계 기반 하자위험 평가

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

요약 공동주택 하자는 유지보수에 막대한 비용이 들어가게 되며, 발주자, 시공자 그리고 입주자 등에게 심각한 피해를 입힌다. 이에 따라 하자분쟁을 최소화하고 철저한 품질관리를 통한 체계적이고 효율적인 하자관리를 위한 토대를 마련할 필요가 있다. 본 연구에서는 하자분쟁사례를 활용하여 공동주택의 공종/부위/현상에 따른 하자분류체계를 도출하고, 이를 기반으로 하자유형별 하자위험을 평가할 수 있는 방안을 제시하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 경과년수 10년 이상 공동주택 하자분쟁사례 34건, 약 6000여개의 하자항목 자료를 토대로 분석을 실시하였다. 분석 결과를 정리하면, 하자분류체계는 하자 공종, 하자부위 및 하자현상으로 크게 분류한 후 세부적으로 총 157개 항목으로 세분화하였다. 하자분류체계를 토대로 하자 빈도, 하자비용 및 하자위험을 분석한 결과, RC공사 및 마감공사에 하자위험이 상당히 집중되어 있는 것으로 확인되었다. 이에 따라 이러한 하자위험에 대한 하자예방 활동이 우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구를 토대로 하자위험을 관리할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Abstract In general, defects cause a lot of maintenance costs and serious damage to various stakeholders, such as the owners, contractors or occupants of apartments. For this reason, a systematic and efficient defect management method is needed to minimize defect disputes. This paper derives a defect classification framework and proposes a defect risk assessment model for different types of defects. For this purpose, 6,000 defect items are allocated to the defect classification framework; these items are associated with 34 apartment projects over ten years old. As a result of this analysis, it was confirmed that the defect risks are concentrated in the areas of RC and finishing work. Based on these results, it is necessary to prevent the major risks of defects according to their priority. Based on this research, it is judged that further research to develop a method of managing the risks of defects may be necessary.

Keywords : Apartment, Defect classification framework, Defect cost, Defect frequency, Defect risks, Risk assessment

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라에 공동주택이 본격적으로 공급된 것은 1970년대 이후 급격한 산업화·도시화에 기인한다. 즉 도심인구집중현상에 따른 주택난이 심각해지자 정부차원에서 이에 대한 해결방안으로 매년 대량의 주택을 공급

하는 등 물량위주의 주택공급정책을 실시하였다[1]. 이에 따라 과거에는 공급자 중심의 시장이었지만, 최근에는 주택보급률이 높아지면서 수요자 중심 시장으로 공공주택 시장이 변화하고 있다.

이러한 시장 흐름에 따라 수요자의 아파트 품질 요구 수준이 높아져 기준에 적합한 아파트일지라도 수요자의 만족도가 낮아지고 아파트 결합에 따른 주택 수요자와

*Corresponding Author : Ho-Myun Jang(Semyung Univ.)

Tel: +82-43-649-1690 email: jang-h-m@hanmail.net

Received January 5, 2018

Revised February 5, 2018

Accepted March 9, 2018

Published March 31, 2018

공급자 간의 갈등을 초래하게 되는 원인이 되어 분쟁의 소지가 된다[2]. 실제로 국토교통부 하자심사·분쟁조정 위원회에 접수된 하자분쟁 사건현황을 살펴보면 2010년 69건에서 2015년 기준 2,216건으로 하자분쟁사건이 급증한 것을 확인할 수 있다.

공동주택의 건설공사는 다양한 공종이 연계되어 이루어지며, 이로 인해 예기치 못한 설계상 실수나 자재 결함 및 공사 중의 잘못이 종합적으로 중첩되어 하자가 발생하게 된다. 이러한 하자에 대한 문제점들은 유지보수에 막대한 비용이 들어가게 되며, 발주자, 시공자 그리고 입주자 등에게 물질적, 정신적 피해를 입힌다[3].

이에 따라 하자분쟁을 최소화하고 철저한 품질관리를 통한 체계적이고 효율적인 하자관리를 위한 토대를 마련할 필요가 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 하자분쟁사례를 활용하여 공동주택의 공종/부위/현상에 따른 하자분류체계를 도출하고, 이를 기반으로 하자유형별 하자위험을 평가할 수 있는 방안을 제시하여 공동주택의 품질향상에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 국내 주택유형에서 가장 많은 비중을 차지하는 공동주택을 대상으로 10년 이상인 하자분쟁사례의 법원 감정내용을 토대로 하자항목을 도출하여 효율적인 품질관리에 요구되는 하자분류체계 및 하자위험 평가방안을 제시하기 위해 다음 Fig 1과 같이 연구를 진행하였다.

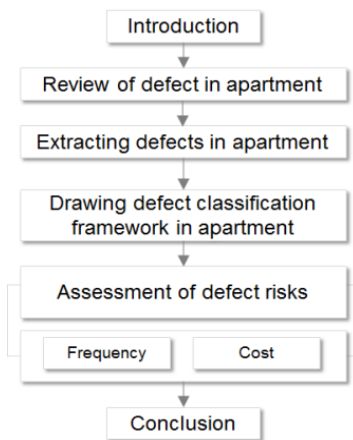


Fig. 1. Research flow

첫째, 공동주택 하자과 관련된 선행연구를 분석하여 연구동향을 파악하고 한계점 도출을 통한 본 연구의 필요성을 파악한다.

둘째, 10년 이상된 공동주택의 하자리스트를 대상으로 주된 하자발생유형을 분석하고, 이를 토대로 하자분류체계를 도출한다.

셋째, 하자분류체계를 토대로 각 항목에 대한 하자 발생빈도와 하자 발생에 따른 비용을 분석한다.

넷째, 각 항목에 대한 발생빈도 및 비용을 종합하여 각 항목별 하자발생 위험도를 평가한다.

다섯째, 최종적으로 하자발생 위험도 평가결과를 토대로 시사점 및 결론을 도출한다.

2. 이론적 고찰

2.1 하자의 개념

하자(Defect)라는 용어는 주로 건설과 관련된 분야에서 사용되는 용어로 법률 또는 당사자가 예상하는 정상적인 상태를 충족하지 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 지

장을 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·분쟁조정위원회를 설치하여 운영하고 있다. 하자심사·분쟁조정위원회의 설립목적은 사업주체가 건축공사를 잘못하여 공동주택의 내력구조부와 각종 시설물에서 발생하는 하자로 인한 분쟁을 신속·공정하게 해결함으로써 입주자의 불편해소와 피해확산방지는 물론, 사업주체의 경영손실을 최소화하는데 있다.

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

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

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

또한 Table 2에서 확인할 수 있듯이 하자심사·분쟁조정위원회에 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 종합하면, 전반적으로 하자분쟁이 점차 증가하고 다양한 공종에서 하자분쟁이 발생하고 있음에 따라 이에 대하여 세부적으로 하자위험평가를 할 수 있는 방

안을 모색할 필요가 있다.

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

Work type	Defect place						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

2.3 선행연구 고찰

본 논문에서 제안하고자 하는 하자분류체계 및 하자위험평가 관련 선행연구를 살펴보면 다양한 관점에서 연구가 진행되고 있음을 확인하였다.

먼저 하자분류체계 관련 연구들은 효율적인 하자관리를 위하여 체계적인 하자분류방안이 필요함을 언급하고 있었다. 김동희 외 2명(2007)은 입주자가 작성한 사전점검표를 근거로 하여 발생된 공동주택 하자에 대한 공종별 분석을 통해, 공동주택하자 분류체계를 제안하였다[4]. 김송화(2009)는 교육시설물의 증개축 유형에 따라 발생하는 하자를 조사하여 교육시설물 증개축의 설계 및 시공의 구성 시 하자 방지를 위한 체크리스트를 제안하였다[5]. 홍석일 외 4명(2011)은 공동주택의 준공 후 사용단계에서 조사 및 분석된 마감공사의 하자를 대상으로 하자 영향요인을 제시하고, 시공단계에서 하자예방을 위한 중점관리대상별 관리방법을 제안하였다[6]. 배성인 외 2명(2013)은 공동주택의 입주 전 발생된 마감공사의

하자를 대상으로 공중별, 시점별, 유형별로 분석하여 빈번히 발생되고 있는 하자에 영향을 주는 요인들을 제시하고, 효율적 관리를 위한 중점관리대상을 제안하였다[7]. 서유현(2017)은 하자분쟁의 효과적인 해결을 위하여 공동주택의 지붕 및 방수공사 하자 유형 분류체계를 제안하였다[8]. 하지만 마감이나 지붕 및 방수공사 등 특정 공중에 국한되어 있거나, 분류항목 자체도 부족한 것을 확인할 수 있었다.

또한 하자위험평가 관련 연구들은 사전에 하자를 최소화하기 위하여 하자위험평가가 매우 중요함을 언급하고 있었다. 서덕석 외 2명(2000)은 하자발생요인들이 상호연관될 경우 경년별로 하자의 발생이 어떻게 변화하는지를 분석하고, 경년별 하자발생예측 회귀식을 제시하여 집합주택에서 발생할 수 있는 하자의 발생빈도를 예측하였다[9]. 고대성 외 2명(2006)은 하자유형별 발생건수뿐만 아니라 그에 따른 하자보수비용을 산출해 봄으로써 경제적 측면에서 하자예방을 위한 시공관리가 이루어지도록 하는데 필요한 기초자료를 제시하였다[10]. 김법수의 4명(2011)은 현행 하자소송에서 균열관련 하자소송의 중요 쟁점의 비용적 특성을 알아보기 위하여 판례분석을 통해 균열하자와 하자보수비의 관계를 확인하였다[2]. 김병옥 외 3명(2011)은 입주후 하자보수비용 투입자료와 법에서 정한 년도별 하자보수비율과의 분석을 실시한 후, 건설업체에서 하자보수비용을 산출하는 예측방안을 제시하였다[3]. 김진현 외 1명(2012)는 사전품질확보 차원에서 준공된 공동주택 마감공사의 하자발생사례를 분석하여 거주자 만족도조사 결과와 하자손실비용의 영향도가 반영된 공동주택 마감공사 하자유형별 위험도 평가표를 제시하였다[1]. 하지만 특정 공중에 국한되어 있거나, 비용적인 관점과 빈도 관점을 단일 부분에 치우쳐서 연구가 진행되어, 종합적인 관점에서 하자위험을 평가하는데 한계가 있는 것으로 확인되었다.

이러한 관점에서 본 논문에서는 공동주택의 공중/부위/현상에 따른 체계적으로 하자를 분류하고, 이를 기반으로 종합적인 하자위험을 평가하고자 한다.

3. 공동주택 하자분류체계 도출

3.1 분석사례 개요

공동주택 하자사례 분석을 위해 선정된 공동주택은

국내 공동주택시장에서 대다수를 차지하는 민간부분 공동주택으로 한정하였다. 분석사례는 2017년 기준 10년 이상된 공동주택으로 선정하였다. 왜냐하면 국내 하자보수보증기간은 10년을 만료시점으로 하고 있기 때문에 하자분쟁이 발생하는 경우의 대다수가 10년 이내 발생할 수 있는 하자항목에 해당한다. 이에 따라 본 논문에서 자료를 획득한 법원감정서 상에서 대부분의 하자항목을 확인하기 위해서는 최소한 10년 이상된 공동주택을 대상으로 자료를 확보해야 가능하다. 이에 따라 본 논문에서는 경과년수 10년 이상 공동주택 하자분쟁사례 34건, 약 6000여개의 하자항목 자료를 토대로 분석을 실시하였다.

3.2 하자발생 유형 분류

본 논문에서는 상기에서 언급한 하자분쟁사례 34건의 6,000여개의 하자항목을 조사하여 공중, 부위, 현상을 기준으로 다음 Table 3과 같이 하자내역을 분류하였다.

Table 3. Defect items

Classification	Items			
	W1	RC	W6	Furniture
Work type	W2	Civil	W7	Finishing
	W3	Landscape	W8	General
	W4	Masonry	W9	MEP
	W5	Window	W10	The others
	P1	Inside(Bedroom, Kitchen, Entrance, Living room, Bathroom, Balcony etc.)		
Place	P2	Core & PIT(ELEV hall, Stair hall, Machinery room etc.)		
	P3	Outside(Outer wall, Rooftop etc.)		
	P4	Underground space(Underground parking lot, Tank etc.)		
	P5	The others		
Figure	F1	Crack	F5	Corrosion
	F2	Water leak	F6	Damage
	F3	Faulty	F7	The others
	F4	Unfinished construction		

공중은 RC공사(W1), 토목공사(W2), 조경공사(W3), 조적공사(W4), 창호공사(W5), 가구공사(W6), 마감공사(W7), 잡공사(W8), 설비공사(W9), 기타공사(W10)로 분류하였다. 부위는 방, 주방, 환관, 거실, 욕실, 발코니 등을 세대 내 부위(P1)로, 엘리베이터 홀, 계단실, 기계실 등을 코어 및 PIT 부위(P2)로, 외벽 및 옥상을 세대 외 부위(P3)로, 지하저수조 및 지하주차장을 지하공간(P4)

으로, 마지막으로 기타공간(P5)으로 분류하였다. 현상은 균열(F1), 기타(F2), 누수(F3), 불량(F4), 미시공(F5), 부식(F6), 파손(F7)으로 분류하였다.

이러한 하자내역 분류항목을 기초로 다음 Table 4와 같이 하자분류체계를 결정하였다. 다음 Table 4에서 확인할 수 있듯이 해당 매트릭스는 상기 다음 Table 3의 항목을 기초로 구성된 것이며, 실제 하자항목이 존재하는 부분은 음영으로 표시했다. 이에 따라 음영으로 표시된 부분을 최종 하자분류체계로 설정하고, 해당 부분에 대하여 하자위험을 평가하였다.

Table 4. Defects classification

Place	Figure	Work type									
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
P1	F1										
	F2										
	F3										
	F4										
	F5										
	F6										
	F7										
P2	F1										
	F2										
	F3										
	F4										
	F5										
	F6										
	F7										
P3	F1										
	F2										
	F3										
	F4										
	F5										
	F6										
	F7										
P4	F1										
	F2										
	F3										
	F4										
	F5										
	F6										
	F7										
P5	F1										
	F2										
	F3										
	F4										
	F5										
	F6										
	F7										

4. 공동주택 하자위험 평가

4.1 공동주택 하자빈도 분석

34개의 공동주택 하자분쟁사례의 법원감정서를 토대로 하자발생과 비용치리에 대한 기초자료를 확인하여 상기에서 도출한 하자분류체계의 하자빈도를 분석하였으며, 그 결과는 다음 Table 5와 같다.

Table 5. Frequency of defects by cells () : rank

W	P	F	Frequency	W	P	F	Frequency	W	P	F	Frequency
W1	P1	F1	5.29(5)	W5	P5	F4	0.56	W8	P4	F3	1.15
		F2	0.71			F5	0.50			F4	1.00
		F3	0.44			F7	0.65			F5	0.12
		F7	0.44			F1	0.59			F7	0.06
	P2	F1	13.35(2)	W6	P1	F2	0.44		F3	2.00	
		F2	1.18			F3 3.09(9)	F4		1.06		
		F3	0.62			F4	0.56		F5	0.56	
		F4	0.38			F5	0.56		F6	0.50	
	P3	F7	0.44	W7	P1	F7	0.44		F7	1.12	
		F1	15.59(1)			F1	0.94		F3 2.35(12)		
		F2	0.71			F2 0.47	F4		1.09		
		F3	0.91			F3 7.79(4)	F7		1.18		
		F4	0.62			F4	1.41		F2	0.47	
		F7	0.47			F5	0.56		F3	0.82	
F1		9.03(3)	F6			0.50	F4	0.56			
P4	F2	0.62	W9	P2	F7	1.79	F5	0.53			
	F3	0.44			F1	0.41	F7	1.06			
	F4	0.53			F2	0.47	P3	F3	0.59		
	F7	0.44			F3	1.56	F3	0.62			
P5	F1 3.85(6)	W10	P4	F4	1.06	F4	0.65				
	F2			0.47	F5	0.91	F7	0.65			
	F4			0.53	F7	0.41	F2 0.68				
W2	P5	F7	0.44	W7	P3	F1	0.59	P1	F3 2.38(11)		
		F1	0.94			F2	0.50		F4	1.68	
		F2	0.47			F3 2.12(14)	F5		0.53		
		F3	1.00			F4	0.53		F7	1.71	
	P5	F4	0.68		W9	P4	F5		0.50	F1	0.56
		F6	0.71				F6		0.53	F3	1.59
		F7	1.91				F7		0.53	F4	0.50
W3	P5	F3	0.50	W10	P4	F1	0.59	F6	0.82		
		F4	0.47			F3	1.59	F7	0.65		
		F7	1.79			F4	0.94	F1	0.53		
		F1	1.09			F5	0.47	F3	0.24		
W4	P1	F3	0.18	W8	P5	F7	0.68	P2	F4	0.41	
		F4	0.59			F1	0.59		F6	0.06	
		F7	0.50			F3 2.15(13)	F7		0.94		
		F1	0.82			F4	1.12		F3	0.53	
	P2	F2	0.59		W9	P1	F5	0.47	P3	F4	0.50
		F3	0.47				F6	0.44		F7	0.71
		F4	0.38				F7	1.79		F1	0.53
W5	P3	F1	0.62	W8	P2	F3 3.68(7)	P5	F3	0.50		
		F4	0.65			F4		0.53	F4	0.44	
		F1	0.59			F5		0.53	F6	0.53	
	P1	F2	0.53		W9	P3		F6	0.56	F7	0.79
		F4	0.59					F7	0.59	F1	0.35
		F5	0.56					F3	0.53	F2	0.56
		F7	0.71					F4	0.38	F3 2.06(15)	
	P2	F3	0.24		W10	P4		F7	0.41	F4	1.12
		F4	0.29					F3	0.68	F5	0.62
		F7	0.21					F4	0.68	F6	0.91
P5	F2	0.62	W11	P5	F5	0.56	F7 3.56(8)				
	F3	0.53			F6	0.50					
						F7	0.50				

공중, 부위 및 현상을 종합적으로 포함한 하자분류체계 상에서 평균 발생빈도가 가장 높은 하자항목은 RC공사의 외벽 균열로 15.59건이 확인되었다. 그 외에도 RC공사의 코어 및 PIT 균열이 13.35건, RC공사의 지하공간 균열 9.03건, 마감공사의 외벽 불량 7.79건, RC공사의 실내 부위 균열이 5.29건, RC공사의 기타 부위 균열이 3.85건, 잡공사의 실내 부위 불량 3.68건, 기타공사의 기타 부위 하자가 3.56건, 가구공사의 실내 공간 불량 하자가 3.09건, 창호공사의 실내부위 불량 2.85건, 설비공사의 기타 부위 불량 2.38건, 설비공사의 실내부위 불량 2.35건, 마감공사의 기타부위 불량 2.15건, 마감공사의 외부부위 불량 2.12건 및 기타공사의 기타 부위 불량 2.06건 순으로 하자가 확인되었다.

4.2 공동주택 하자비용 분석

상기에서 도출한 하자분류체계를 토대로 공동주택 하자비용을 분석한 결과는 다음 Table 6과 같다. 본 논문에서는 단순히 하자비용 데이터를 활용하기 보다 공동주택 규모별로 하자 물량이 상이하여 하자비용에 대한 보정이 필요할 것으로 판단되어, 각 사례의 하자비용에 공동주택 연면적을 나누어 분석을 실시하였다. 분석결과, 공중, 부위 및 현상을 종합적으로 포함한 하자분류체계 상에서 연면적당 하자비용이 가장 높은 하자항목은 RC공사의 외벽 균열로 637.16원/m²이 확인되었다. 그 외에도 마감공사의 외벽 균열로 519.01원/m², 가구공사의 실내 미설치로 513.71원/m², RC공사의 지하공간 균열로 439.56원/m², RC공사의 지하공간 누수로 436.24원/m², RC공사의 외벽 미시공으로 313.56원/m², RC공사의 외벽 누수로 302.46원/m², 창호공사의 실내 기타하자로 284.96원/m², RC공사의 실내 기타하자로 275.09원/m², 기타공사의 실내 미시공으로 260.34원/m², 마감공사의 지하공간 기타하자로 248.27원/m², 마감공사의 코어 및 PIT 공간 기타하자로 244.42원/m², 조경공사의 기타부위 미시공으로 214.46원/m², 마감공사의 코어 및 PIT 공간 미시공으로 208.46원/m², 기타공사의 외벽 미시공으로 205.93원/m² 순으로 하자비용이 확인되었다.

이를 종합하면 RC공사의 외벽 균열이 하자빈도뿐만 아니라 비용적인 측면에서 가장 높은 것으로 확인되었으며, 그 외에도 다양한 공중/부위에서 복합적인 하자현상이 확인되는바, 다양한 하자유형에 대해 철저한 시공관리와 사후단계에서의 종합적인 품질관리가 필요할 것으로 판단된다.

Table 6. Cost of defects by cells () : rank

W	P	F	Cost	W	P	F	Cost	W	P	F	Cost
W1	P1	F1	68.69	W5	P5	F4	19.90	W8	P4	F3	31.98
		F2	26.12			F5	5.77			F4	41.76
		F3	170.34			F7	20.77			F5	136.51
		F7	275.09(9)			F1	70.62			F7	68.85
	P2	F1	35.40	W6	P1	F2	161.94	W8	P5	F3	23.73
		F2	13.13			F3	51.50			F4	34.44
		F3	59.13			F4	513.71(3)			F5	2.52
		F4	50.78			F5	60.05			F6	11.52
	P3	F7	31.90	W7	P1	F7	86.33	W9	P3	F7	76.53
		F1	637.16(1)			F1	126.35			F3	41.33
		F2	302.46(7)			F2	36.82			F4	106.40
		F3	45.03			F3	94.55			F7	108.96
	P4	F4	313.56(6)	W7	P2	F4	15.08	W9	P4	F2	11.54
		F7	9.88			F5	15.50			F3	25.18
F1		439.56(4)	F6			42.52	F4			18.24	
F2		436.24(5)	F7			176.32	F5			2.47	
P5	F3	20.47	W7	P3	F1	77.11	W9	P5	F7	59.37	
	F4	53.35			F2	43.80			F3	23.90	
	F7	108.53			F3	36.24			F3	36.57	
	F1	26.55			F4	208.46(14)			F4	25.48	
W2	P5	F2	32.71	W7	P3	F5	5.83	W9	P4	F7	54.33
		F4	11.30			F7	194.14			F2	16.74
		F7	108.45			F1	519.01(2)			F3	34.76
		F1	44.99			F2	102.81			F4	51.10
W3	P5	F2	30.25	W7	P3	F3	87.35	W9	P5	F5	6.58
		F3	62.56			F4	46.04			F7	90.48
		F4	51.08			F5	39.54			F1	55.74
		F6	92.67			F6	50.22			F3	22.45
W4	P1	F7	53.83	W7	P4	F7	244.42(12)	W9	P1	F4	260.34(10)
		F3	128.66			F1	25.94			F6	26.83
		F4	214.46(13)			F3	30.99			F7	164.39
		F7	158.80			F4	85.46			F1	20.76
W5	P1	F1	42.39	W7	P5	F5	54.63	W9	P2	F3	133.12
		F3	150.92			F7	248.27(11)			F4	26.96
		F4	36.08			F1	36.84			F6	15.80
		F7	38.00			F3	28.56			F7	26.93
W6	P2	F1	12.76	W7	P5	F4	40.04	W9	P3	F3	52.63
		F2	13.27			F5	31.05			F4	205.93(15)
		F3	83.54			F6	97.38			F7	69.19
		F4	96.13			F7	58.92			F1	12.56
W7	P3	F1	72.20	W7	P1	F3	43.48	W9	P4	F3	21.46
		F1	61.84			F4	13.33			F4	90.10
		F1	6.35			F5	10.86			F6	8.43
		F2	89.91			F6	20.73			F7	46.47
W8	P1	F3	50.35	W7	P2	F7	35.56	W9	P5	F1	19.81
		F4	54.99			F3	24.91			F2	11.75
		F5	30.03			F4	51.84			F3	70.36
		F7	284.96(8)			F7	30.24			F4	32.41
W9	P2	F3	71.27	W7	P3	F3	36.56	W9	P5	F5	20.75
		F4	28.78			F4	15.31			F6	53.57
		F7	42.39			F5	23.04			F7	52.68
		F2	5.02			F6	18.26				
W10	P5	F3	17.53	W7	P3	F7	86.31				

4.3 공동주택 하자위험 분석

하자위험은 선행단계에서 각각의 정의 따라 도출된 하자유형별 발생빈도 및 하자보수 손실비용의 종합적 평가값을 근거로 산출하였다. 발생빈도를 F(Frequency)로,

하자보수비용을 C(Cost)로 정의하고 하자위험 산출식을 수학적으로 정리하면 다음 식 1과 같다.

$$\text{하자위험도}(R) = \text{빈도}(F) \times \text{비용}(C) \quad \text{식(1)}$$

식 1을 기준으로 공동주택 하자분류체계의 하자위험도를 분석한 결과는 다음 Table 7과 같다.

전체 하자유형의 하자위험도를 분석한 결과 RC공사의 외벽 균열 하자가 위험도 9,933.3으로 가장 높게 분석되었고, RC공사의 지하공간 균열 하자가 3,969.2로 위험도 2순위, 마감공사의 실내공간 불량 하자가 736.5로 위험도 3순위, RC공사의 코어 및 PIT 공간 균열 하

자가 472.6로 위험도 4순위, RC공사의 실내공간 균열 하자가 363.4로 위험도 5순위로 분석되었다. 또한 그 뒤로 높은 순위를 차지하는 하자들 역시 대부분 RC공사 및 마감공사에 집중되어 있는 것으로 확인되었다.

이는 하자에 따른 각종 분쟁 시 가장 하자위험이 높은 부분이 대부분 부위에 대한 RC공사의 균열 및 마감공사의 누수, 균열, 미시공 등임을 의미함에 따라 특히 시공 및 유지관리단계에서 해당 공종 및 부위에 대한 다양한 하자현상들을 관리할 수 있는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

Table 7. Risk of defects by cells

W	P	F	Risk	Rank	W	P	F	Risk	Rank	W	P	F	Risk	Rank	W	P	F	Risk	Rank
W1	P1	F1	363.4	5	W4	P3	F1	44.8	59	W7	P3	F6	26.6	87	W9	P2	F4	10.2	131
		F2	18.5	105		P4	F1	40.2	66			F7	129.5	24			F5	1.3	156
		F3	74.9	41		P5	F1	3.7	151			F1	15.3	113			F7	62.9	45
		F7	121.0	26			F2	47.7	55			F3	49.3	50			P3	F3	14.1
	P2	F1	472.6	4	P1	F3	143.5	22	P4		F4	80.3	39	P4	F3	22.7	92		
		F2	15.5	111		F4	32.4	80			F5	25.7	88		F4	16.6	109		
		F3	36.7	72		F5	16.8	108			F7	168.8	17		F7	35.3	77		
		F4	19.3	103		F7	202.3	13			F1	21.7	94		P5	F2	11.4	124	
	F7	14.0	117	F3	17.1	107	F3	61.4	47		F3	82.7	38						
	P3	F1	9,933.3	1	P2	F4	8.3	137	F4		44.8	58	F4	85.8		36			
		F2	214.7	12		F7	8.9	135	F5		14.6	114	F5	3.5		152			
		F3	41.0	65		F2	3.1	153	F6		42.8	61	F7	154.7	20				
		F4	194.4	14		F3	9.3	132	F7		105.5	30	F1	31.2	83				
	P4	F7	4.6	148	P5	F4	11.1	125	F3		160.0	18	F3	35.7	76				
		F1	3,969.2	2		F5	2.9	154	F4		7.1	139	F4	130.2	23				
		F2	270.5	10		F7	13.5	118	F5		5.8	145	F6	22.0	93				
		F3	9.0	134		F1	41.7	64	F6		11.6	123	F7	106.9	29				
	P5	F4	28.3	84	P1	F2	71.3	42	F7		21.0	98	P1	F1	11.0	127			
		F7	47.8	53		F3	159.1	19	F3		13.2	119		F3	31.9	81			
		F1	102.2	33		F4	287.7	8	F4		19.7	102		F4	11.1	126			
		F2	15.4	112		F5	33.6	79	F7		12.4	122		F6	0.9	157			
	W2	P5	F4	6.0	143	P2	F7	38.0	69		F3	24.9	90	P2	F7	25.3	89		
			F7	47.7	54		F1	118.8	27		F4	10.4	130		F7	27.9	85		
			F1	42.3	62		F2	17.3	106		F5	12.9	120		F3	29.9	85		
			F2	14.2	115		F3	736.5	3		F6	9.1	133		F4	103.0	31		
	W3	P5	F3	62.6	46	P1	F4	21.3	96		F7	43.2	60	P3	F1	6.7	141		
			F4	34.7	78		F5	8.7	136		F3	36.8	70		F3	10.7	128		
			F6	65.8	43		F6	21.3	97		F4	41.8	63		F4	39.6	67		
F7			102.8	32	F7		315.6	6	F5	16.4	110	F6	4.5		149				
W4	P1	F3	64.3	44	P2	F1	31.6	82	F7	4.1	150	P4	F7	36.7	71				
		F4	100.8	34		F2	20.6	100	F3	47.5	56		F1	6.9	140				
		F7	284.3	9		F3	56.5	48	F4	36.5	74		F2	6.6	142				
		F1	46.2	57		F4	221.0	11	F5	1.4	155		F3	144.9	21				
W5	P2	F3	27.2	86	P3	F5	5.3	147	F6	5.8	144	P5	F4	36.3	75				
		F4	21.3	95		F7	79.6	40	F7	85.7	37		F5	12.9	121				
		F7	19.0	104		F1	306.2	7	F3	97.1	35		F6	48.7	52				
		F1	10.5	129		F2	51.4	49	F4	116.0	28		F7	187.5	15				
W6	P2	F2	7.8	138	P1	F3	185.2	16	P1	F7	128.6	25	W10	P4	F3	10.7	128		
		F3	39.3	68		F4	24.4	91		F2	5.4	146			F4	39.6	67		
		F4	36.5	73		F5	19.8	101		F3	20.6	99			F6	4.5	149		
															F7	36.7	71		

5. 결론

본 연구는 공동주택에서 발생하는 하자의 재발방지 및 하자분쟁에 따른 시간적, 경제적 손실 최소화를 위해 시공단계부터 효율적인 하자관리를 위한 토대를 마련하고자 실제 공동주택의 하자분쟁사례를 토대로 하자위험도를 평가하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 하자분쟁 공동주택의 법원감정서를 분석하여 최근 공동주택에서 발생하는 하자유형을 파악한 결과, 하자공중, 하자부위 및 하자현상으로 크게 분류한 후 세부적으로 총 157개의 하자분류체계를 도출하였다.

둘째, 경과년수 10년 이상된 공동주택 중 하자분쟁 중인 사례를 대상으로 법원감정서를 확보하여 먼저 하자빈도를 분석하였다. 즉 RC공사의 외벽, 코어 및 PIT, 지하공간 및 기타 공간 대부분에서 균열에 따른 하자빈도가 매우 높은 것으로 확인되었다. 그 외에도 마감 등 다양한 공종에서 하자가 나타남을 확인한 바, 해당 공종의 하자유형에 대한 철저한 시공관리가 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 연면적당 하자비용을 분석한 결과, RC공사의 외벽 균열, 마감공사의 외벽 균열, 가구공사, RC공사의 지하공간 균열 및 누수 하자의 비용 손실이 매우 높은 것으로 확인되는 바, 이를 고려한 특성화된 시공관리가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

넷째, 빈도와 손실을 종합적으로 고려한 하자위험을 최종적으로 살펴보면, RC공사 및 마감공사에 하자위험이 상당히 집중되어 있는 것으로 확인되었다. 이에 따라 이러한 하자위험에 대한 하자예방 활동이 우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 사후적 관점에서 하자위험을 분석하여 시사점을 도출한데 의의가 있으나, 실질적으로 이러한 하자위험을 관리할 수 있는 방안이 필요한 바, 이에 대한 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

[1] J. H. Kim, S. S. Go "Evaluation of defective risk for the finishing work of apartment house", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 13, no. 6, pp. 63-70, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2012.13.6.063>

[2] 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, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2011.12.6.142>

- [3] B. O. Kim, Y. D. Je, H. S. Song, S. B. Lee "Prediction Model Development of Defect Repair Cost for Apartment House according to Performance Data", *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, vol. 11, no. 5, pp. 459-467, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2011.11.5.459>
- [4] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport. defect dispute Information system [Internet]. Available From: <http://59.7.251.35/com/mainFrame.do>. (accessed Dec., 5, 2017)
- [5] S. H. Kim "A Study on the Defect System Classification and Defect Prevention Check List Depending - Focusing on the Extension and Renovation Educational Facilities -", Master's Thesis, Hongik University, 2009.
- [6] S. I. Hong, C. T. Hyun, S. B. An, S. M. Ji, M. J. Son "Selection of Primary Management Objects for Defect Prevention of Apartment Finishing Works", *Journal of Architectural Institute of Korea*, vol. 27, no. 7, pp. 185-194, 2011.
- [7] S. I. Bae, U. J. Shim, Y. S. Ahn "The Study on the Selection of Primary Management Objects for Defect Prevention of Finishing Works on Apartment House", *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, vol. 15, no. 3, pp. 179-186, 2013.
- [8] Y. H. Seo "Classification of the Standard Defect Items of Roof and Waterproof Works based on the Defect Litigation Cases of Apartment Buildings", Master's Thesis, Chungbuk University, 2017.
- [9] D. S. Seo, K. I. Kang, J. Y. Kim "A Procasting Study of Defect Occurrence Raised in Apartment Housing - Focused on the Metropolitan Apartment Housing built by Public Authority -", *Journal of Architectural Institute of Korea*, vol. 16, no. 11, pp. 129-136, 2000.
- [10] 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, 2006.

장 호 먼(Ho-Myung 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