

공동주택 건축공사 하자 유형 및 원인에 관한 연구

A Study on the Types and Causes of Defects in Apartment Housing

손 승 현¹

박 재 우²

강 상 훈³

허 영 기⁴

김 대 영^{5*}

Son, Seung Hyun¹ Park, Jae Woo² Kang, Sang Hun³ Huh, Young Ki⁴ Kim, Dae Young^{5*}

Doctor's Course, Dept. of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Gyeonggi-do, Suwon, 17104, Korea ¹

Researcher, Dept. of Architectural Engineering, Pusan national University, Geumjeong-Gu, Busan, 46241, Korea ²

Doctor's Course, Dept. of Architectural Engineering, Pusan national University, Geumjeong-Gu, Busan, 46241, Korea ³

Professor, Dept. of Architectural Engineering, Pusan national University, Geumjeong-Gu, Busan, 46241, Korea ⁴

Professor, Dept. of Architectural Engineering, Pusan national University, Geumjeong-Gu, Busan, 46241, Korea ⁵

Abstract

The recent increase in lawsuits and disputes caused by defects in apartment houses has been highlighted as a social issue. To solve this problem, studies were conducted on the type of defects in apartment houses. However, the problem has not been resolved amicably. Accordingly, it was emphasized that it was necessary to lay a groundwork for research on the types of defects by type of construction work in the recently constructed apartment houses and to present countermeasures and preventive measures for defects later. Therefore, this study investigated cases of defects in apartment houses and analyzed types of defects through PMIS and defect reports. The main purpose of the research is to present the causes for major types of defects by identifying the types of defects in apartment houses and to lay the groundwork for the study of countermeasures and preventive measures for each type of defects in the future.

Keywords : apartment housing, defect, type of defects, cause of defects

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 주택산업은 급속한 도시화로 인해 수도권 지역에 인구가 집중되면서 주택부족현상이 대두되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 정부에서는 1980년대부터 주택산업에 사회적 투자를 확대해 제한된 면적 안에 많은 가구를 수용할 수 있는 공동주택을 지속적으로 공급하였다. 이를 통해 공동주택은 대표적인 주거유형으로 자리잡았으며, 2015년 인구주택 총조사에 따르면 공동주택의 비중은 74.5%를 차지하고 있다[1].

이처럼 공동주택의 공급이 활발해지면서 소비자들의 주택에 대한 인식도 단순한 주거의 공간에서 상품으로 바뀌었으며, 공동주택의 품질에 대한 기준은 과거와 비교해 높아졌다. 하자분쟁조정위원회의 Figure 1에 따르면 하자분쟁 사건 접수 현황은 2010년부터 점차 증가해 2015년부터 2019년까지 연평균 4,000건의 높은 수치를 기록하였다.

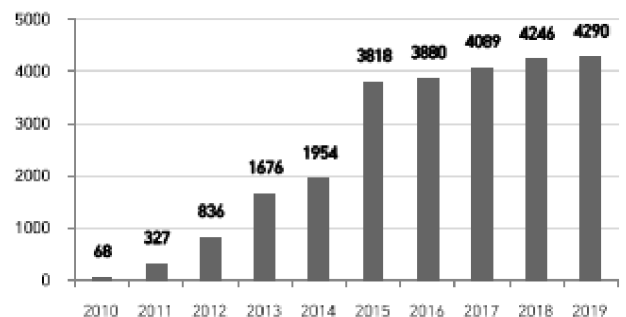


Figure 1. Status of case reception by the dispute settlement committee for defect screening [2]

Received : September 29, 2020

Revision received : October 21, 2020

Accepted : November 2, 2020

* Corresponding author : Kim, Dae-Young

[Tel: 82-51-510-7633, E-mail: dykim2017@pusan.ac.kr]

©2020 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

Table 1. Research trends in domestic

Author	Year	Topic	Main Issue
Research trends on defect types and countermeasures in apartment houses			
Lee KJ	2011	A Study on the State of Maintenance and Improvement Method in Apartment Houses -Focused on case of Apartment in Seoul and the Metropolitan Areas-	Defect frequency analysis of 17 apartment complexes in Seoul and Seoul Metropolitan Areas to find ways to manage defects centered on high-incidence industries
Choi JK	2011	The Comparison of Characteristics of Private-Built Apartment and Public Built Apartment's Defect	Analyze defects occurring in private apartments and public built apartments, identify the causes of defects in public built housing, and present defect characteristics and measures to reduce defects.
Kim SS	2017	A Study on the Prevention of Defects Considering Defect Types and Resident Complaints	Through the pre-inspection of the tenants, the defect types of each type, the satisfaction and dissatisfaction of the tenants were analyzed, and the cost of defects was investigated to suggest the importance of integration.
Research trends on defect types and causes in apartment houses			
Lee DH	2018	A Study on The Causes and The Solutions of Apartment Defects Under The Information Asymmetry	Based on the case of defect disputes, the cause of defects are identified, and the problems of apartment house sale contracts and consumer protection regulations set forth in other laws are analyzed to suggest possible countermeasures against defects.
Kang JG	2019	A Study on the Cause and Prevention of Defects in Apartment House through Case Studies	First and second defects are summarized according to the cause of the defect and a Fishbone Diagram of the major defects is prepared.
Research trends on defect priority management target in apartment houses			
Hong SI	2010	Selection of Primary Management Objects for Defect Prevention of Apartment Finishing Work	Classification of main factors of defects in apartment houses and derivation of priority management targets for each type of construction for defect prevention in the construction stage
Lee DH	2012	A study on the selection of primary management objects about defect in Life-Cycle phases of constructing Apartment house	Through case analysis, predicting the expectation of quality improvement from both suppliers and consumers by presenting management plans subject to intensive management at each stage of the life cycle
Bae SI	2013	Selection of Primary Management Objects for Defect Prevention of Apartment Finishing Work	Analysis of defects in finishing work that occurred before moving into an apartment complex by work type, time point, and type, and suggesting the causes of frequently occurring defects and proposing priority management targets

이에 따라 건설사들은 소비자들의 기대에 맞는 양질의 주택을 제공하기 위해 다양한 기술 및 자재 개발을 진행하였으나, 품질관리 부분인 질적 성장은 공동주택 시장의 양적 성장과 소비자들의 의식 성장을 따라가지 못하는 실정이다. 이렇듯 하자는 입주자에게는 다양한 불편함과 재산상의 피해를 야기하고, 건설사에게는 경제적 손실과 신뢰도 하락이라는 부정적인 영향을 끼치고 있다.

이러한 문제점에 착안해 본 연구는 공동주택에서 발생한 하자 데이터를 통해 공종별 하자 유형 빈도를 살펴보고, 분석 결과에 따른 하자 유형별 발생 원인을 제시함으로써 추후 진행할 하자 예방 방법 및 대책 연구의 기반을 마련할 것이다.

1.2 국내 문헌 고찰

공동주택 하자를 주제로 한 국내 선행 연구들은 크게 하자 유형 분류와 예방방안 및 대책에 관한 연구, 하자유형과 발생 원인에 관한 연구, 하자 중점관리대상에 관한 연구로 나누어

져 있다. 그에 대한 국내 선행 연구를 정리한 것은 Table 1과 같다.

먼저 공동주택 하자 유형 관련 문헌들을 살펴보면 Lee[3]는 서울 및 수도권에 있는 공동주택을 대상으로 하자유형을 조사하고, 이를 공종별, 경년별, 공종 및 전용부위별로 나누어 발생빈도를 분석하고 하자관리 요인을 도출했으며, 공사별 하자 발생률이 높은 공사에 대한 하자 관리방안을 제시하였다. Choi[4]는 민영 아파트와 공동임대주택에서 발생하는 하자를 조사해 공사별 하자 발생 추이를 분석하고, 그 중 하자가 가장 많이 발생한 건축공사와 세부공종에 대한 하자 유형을 민영 아파트와 공공임대주택으로 나누어 비교 분석 및 하자 특성과 저감 대책을 제시하였다. Kim[5]은 강원도 지역을 제외한 6개 권역별 입주자사전점검 하자리스트를 통해 공종별 하자 유형과 입주자 만족 및 불만족사항을 분석해 입주자의 입장에서 하자 중요도를 선정하였다. 또한, 건설회사의 중요도를 선정하기 위해 8개 공종의 협력업체에서 하자 비용을

Table 2. Research trends in the overseas

Author	Year	Topic	Main Issue
Research trends in the outside of the country			
Nuria Forcada	2014	Assessment of construction defects in residential building in Spain	By analyzing the defect occurrence trend by defect type, part, occurrence location, and subcontract, and comparing the parts, occurrence location, and subcontract according to the defect type, the related ones were defined and specific defect types were identified.
N. Ahzahar	2011	A Study of contribution factors to building failures and defects in construction industry	In order to find the factors that cause defects and failures of buildings that are frequently occurring in the Penang area and to minimize the time and cost.
Agnieszka Zaleska Jaonsson	2019	Defects in newly constructed residential Buildings: Owner's perspective	A study was conducted to determine the relationship between the types of defects suggested by Swedish cooperative directors, building characteristics, and developer/contractor company size.
Zarak K Kasi	2018	Structural defects in residential buildings: A study of Quetta, Pakistan	By examining the major structural defects of residential buildings in the Quetta region, a study was conducted to suggest measures for the maintenance of buildings to be built and the development of inspection codes.

설문을 진행해 건설회사의 입장에서 하자 중요도를 선정하였다. 이를 종합하여 최종 중요도를 분석하였고, 공종별 하자 유형 및 입주자 불만족 중요도에 따른 대책과 불만족사항에 대한 개선점을 제시하였다.

다음으로 공동주택 하자 유형 및 발생 원인에 관한 연구를 살펴보면 Kang and Yoon[6]은 특정 건설사에서 시공한 공동주택 사례를 바탕으로 하자를 조사하였으며, 가장 많이 발생한 건축공사에 대한 공종별 하자 유형을 원인과 함께 분류하였다. 그리고 발생한 하자에 대한 인과분석을 특성요인도로 나타내고 하자 요인에 대한 사전 예방책을 제시하였다. Lee[7]는 국토교통부 하자심사분쟁위원회 사례를 유형별로 조사하고 건설공사현장 담당자, 하자보수 민원 담당자, 하자 보수 공사 담당자 등 전문가의 심층 면담을 통해서 하자의 원인을 분석하고 예방방안을 분양단계, 건축단계, 관리단계로 나누어서 제시하였다.

공동주택 하자 중점관리대상 선정과 관련된 국내 연구 문헌들을 살펴보면 다음과 같다. Hong et al.[8]은 하자는 시공 과정에서의 잠재된 요인이 준공 후 사용하는 시점에서 발생하는 경우가 많다는 점에 착안하여, 선별적으로 관리해야 할 대상을 선정하여 중점적으로 관리하는 방법을 제시하였다. 이에 입주 단계의 아파트 건축마감공사를 대상으로 선정하여 하자사례를 수집하여 요인을 분석하고, 중점관리대상을 도출하며 시공단계에 적용 가능한 방안을 고찰하였다. Lee et al.[9]는 단순한 사례를 바탕으로 하자관리를 시행하는 것은 시공사의 하자보수비 예측 자료로 사용할 수 있으나 실질적인 효과는 기대하기 어려우므로 실제 상황에 더 적합한 해결책이

필요함을 고려하였다. 이에 따라 생애주기 단계별로 중점관리 대상을 선정하여 하자관리방안을 제시하고, 주택 공급자와 입주민 각각의 입장에 맞게 공급자에게는 공사원가의 감축 및 품질향상 방안과 입주민에게 주택의 직·간접적 피해를 줄이는 방안에 대해서 고찰하였다. Bae et al.[10]는 건설현장에서는 공종별로 다양한 유형의 하자가 발생하고 있고, 다양한 하자의 유형도 기존과는 다른 행태를 가지고 있으므로, 기존에 연구된 하자의 유형을 바탕으로 대안을 제시하는 것은 한계가 있음을 지적하였다. 이에 입주 전 발생한 마감공사 하자를 대상으로 공종별, 시점별, 유형별로 각각 분석하여 하자의 요인들을 분류하고 중점관리대상을 선정하여 하자관리에 효율적인 방안을 제시하였다.

그러나 하자 유형 및 원인을 주제로 한 대부분의 국내 연구의 경우, 각 공종의 하자 유형별 발생빈도를 고려하지 않고 원인을 분석하였기 때문에 공종별 하자 발생 비율이 높은 하자 유형을 파악하기 어렵고 공종별 주요 하자 원인에 대한 해결책이 부족한 현실이다.

1.3 국외 문헌 고찰

주거용 건축물을 대상으로 하자를 연구한 국외 문헌들은 하도급별 하자 유형을 조사한 연구, 하자발생 요인 및 대책을 제시한 연구, 하자 시스템의 필요성을 제시한 연구 등 다양하게 진행되었다. 그에 대한 국외 선행 연구는 Table 2와 같다.

Forcada et al.[11]는 건설회사에서 시공한 개인 주택을 대상으로 연구를 진행하였으며, 하자 유형, 부위, 발생 위치 하도급별 발생 추이를 분석하고 하자 유형에 따른 부위, 발생

위치, 하도급을 각각 비교 분석하여 구체적인 하자 유형을 제시하였다. Ahzahar et al.[12]는 인도네시아 Penang 지역에서 빈번하게 일어나고 있는 건축물의 결함과 실패를 야기하는 요인을 찾기 위해 실무자 및 자문 위원을 대상으로 설문조사를 진행하였고, 각 결함에 대한 해결 방법을 제시하였다. Jaonsson and Gunnelin[13]은 스웨덴 협동조합의 이사들을 대상으로 제시된 결함의 유형과 건물 특성, 개발자와 계약업체의 회사 규모 간 관계를 제시하기 위해 주거용 아파트에 거주하고 있는 사람들을 대상으로 설문조사를 진행했으며, 사용자와 소유주들의 지속적인 하자 시스템을 업데이트가 필요함을 제시하였다. Kasi et al.[14]는 Quetta 지역에 있는 주거용 빌딩의 주된 구조적 결함을 살펴보기 위해 실거주자를 대상으로 인터뷰를 진행했고, 앞으로 시공될 건축물들의 유지관리 및 검사코드의 발전을 위한 대책을 제시하였다.

이렇듯 국외 선행 연구의 경우 하자를 효과적으로 관리하기 위해 다양한 연구들이 진행되었다. 특히, 하자관리 코드를 활용한 유지관리 시스템의 필요성과 하자 유형 업데이트의 중요성을 언급하였다.

종합해보면, 시간이 지남에 따라 공동주택 현장에서 활용되는 공법 및 재료가 바뀌고 있으므로 이런 변화에 맞춰 하자 유형에 대한 업데이트가 이루어져야 한다. 또한 세부 공종별 주요 하자 유형의 원인을 파악하는 연구를 통해 공종별 주요 하자 유형 파악 및 원인 분석이 필요하다.

이러한 관점에서 본 연구는 최근 5년 이내 준공된 공동주택 하자 데이터를 바탕으로 공종별 하자 유형에 대한 하자 발생빈도를 분석하고, 발생빈도가 높은 하자에 대한 주요 원인을 제시해 국내 선행 연구의 한계점을 개선할 것이다.

1.4 연구의 범위 및 방법

본 연구는 준공 5년 이내의 공동주택 아파트 5개 단지를 2015.05.01.부터 2017.11.30까지 총 2년 7개월동안 프로젝트관리시스템 및 하자보고서에 등록된 69,944개의 하자를 활용하였으며, 그중 54,340건으로 하자 사례의 상당 부분을 차지하고 있는 건축공사로 범위를 제한하여 세부 공종별 하자 유형 발생 분포를 분석하였다. 공동주택 건축공사의 세부 공종별 하자 유형 및 원인을 제시하기 위해 Figure 2와 같은 과정으로 연구를 진행하였으며, 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 국내 공동주택 관련 문헌을 하자 유형과 대책, 하자 유형과 원인 그리고 증점관리대상으로 나누어 분석하고 국외 주거용 건축물 하자에 관한 연구를 분석해 연구 동향을 파악

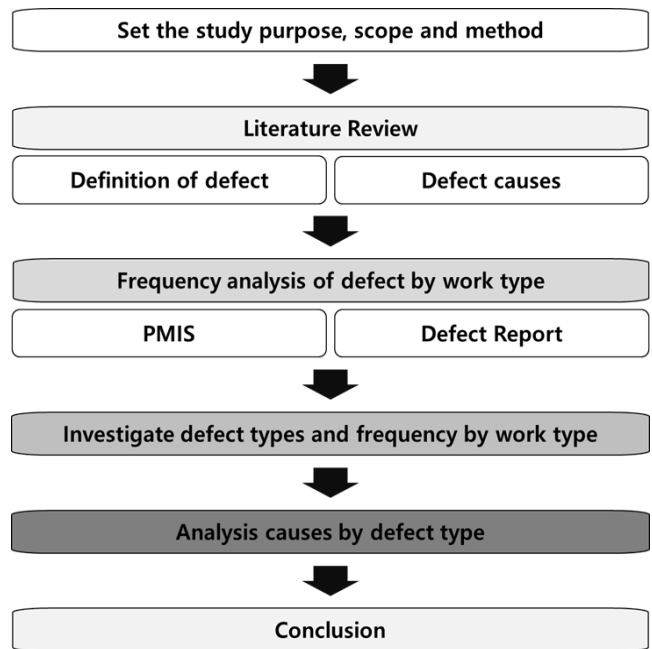


Figure 2. Research flowchart

해 본 연구의 필요성을 파악하였다.

둘째, 기존 문헌을 활용해 하자의 정의 및 발생 원인에 대해 고찰하고, 공동주택관리법에서 명시하는 하자의 정의와 공사별 하자담보책임기간을 조사하였다.

셋째, 공동주택의 프로젝트관리시스템 및 하자보고서에 등록된 하자 사례 69,944건을 바탕으로 대공종별 하자 발생빈도를 분석하였다.

넷째, 전체 하자 사례 중 54,430건을 차지하는 건축공사를 바탕으로 상위 10개 공종의 하자 유형 및 유형별 발생빈도를 분석하였다.

다섯째, 분석된 결과를 바탕으로 공종별 주요 하자 유형의 원인을 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 하자의 정의

건설공사에 있어 하자는 건축물이 설계, 시공, 감리상의 오류로 인해 품질 및 성능이 저하되고 최종적으로 사용 혹은 교환가치를 저해하는 요소를 뜻한다[15].

현행법상 하자는 공동주택관리법 제36조 제4항에서 정의되며, '공사상 잘못으로 인하여 균열·침하·파손·들뜸·누수

Table 3. Liability period of facility work(16)

Work	Sub-work	Duration
1. Finishing	Plastering, Repairing, Painting, Doping, Tile, Masonry, Indoor Furniture, Kitchen Furniture, Home Appliances	2 years
2. Outdoor water supply and sanitation	Common duct , water tank , outdoor sanitation, outdoor water supply	3 years
3. Heating, cooling, ventilation, air conditioning facility	Heat source equipment, air conditioning equipment, duct, plumbing, insulation, automatic control facility, ondol, cooling facility	
4. Supply, drainage and sanitary facilities	Water supply facility, hot water supply facility, drainage / ventilation facility, sanitary appliances installation, iron and insulation work, special facility	
5. Gas facility	Gas facility, gas storage facility	
6. Wood	Structural or ground, wood	
7. Window	Window frame and door, window hardware, window glass, curtain wall	
8. Landscaping	Planting, landscaping facility, watering and drainage, landscaping paving, landscaping subsidiary, lawn planting, sculpture	
9. Electricity and power facilities	Piping and wiring, lightning rod, power facility, water and substation facility, water and distribution, electric equipment, power generation, elevator equipment, lifting equipment, lighting equipment	
10. Renewable energy facility	Solar facility, solar facility, geothermal facility, wind power plant	
11. Information and communication	Communication & signaling equipment, TV public hearing facilities, surveillance and control equipment, home automation equipment, information & communication equipment	
12. Intelligent home network facility	Home network, home network equipment ,complex public system	
13. Fire fighting facility	Fire extinguishing facility, smoke control facility, disaster prevention facility, automation material detection facility	
14. Insulation	Insulation work of walls, ceilings floors	
15. Miscellaneous	Indoor facility (mail box, unmanned parcel delivery system, etc.), outdoor facility (fences, fences, guide facilities, etc.), metal	
16. Land	Earth, stone, retaining wall (civil retaining wall), drainage, pavement	
17. Reinforced concrete	General reinforced concrete, special concrete, precast concrete, retaining wall (building retaining wall), concrete	
18. Steel structure	General steel, steel substructure, lightweight steel	
19. Masonry	General brick, clay brick, block, stone	
20. Roof	Roof, gutter and storm pipe	
21. Waterproof	Waterproof	

등이 발생하여 건축물 또는 시설물의 안전상·기능상 또는 미관상의 지장을 초래할 정도의 결함을 말하며, 그 구체적인 범위는 대통령령으로 정한다.'라고 명시되어있다[16]. 그리고 공동주택관리법 시행령 제37조에 의해 공동주택의 구조적 안전성의 위험을 초래할 수 있는 결함 혹은 구조체의 일부 또는 전부가 붕괴되었을 경우 내력 구조부별 하자로 분류된다. 그리고 공사상 잘못으로 인해 발생한 결함이 건축물의 안전상, 기능상 또는 미관상의 지장을 초래하는 경우 시설 공사별 하자로 분류하며 각 시설 공사별 하자담보책임기간은 Table 3과 같다.

2.2 하자의 원인

건축물이 기본적으로 갖추어야 할 상태와 성질의 기준에 따라 하자의 원인은 일반적으로 설계상 하자, 시공상 하자, 유지관리상 하자로 구분된다[17]. 설계상 하자는 공동주택의 규모와 성능을 고려하지 않은 공법 및 재료 선정과 시공성 검토의 미흡과 같은 원인이 있다. 시공상 하자는 공법 및 시공 정밀성 미흡과 같은 부실시공과 자재관리 소홀 등의 원인이 있다. 유지관리상 하자는 관리조직, 관리제도, 수선 계획, 전문성 부족 등의 원인이 있다. 문헌 연구를 통한 사업 단계별 하자 대표적인 원인은 Table 4와 같다.

Table 4. Defect cause classification [9]

Type of cause	Defect cause
Defect in design	Inappropriate design drawings, disregarding interrelationships between constructions, unreasonable architectural structures, errors in internal and external finishing decisions, unreasonable construction methods, and elimination of life cycle costs
Defect in construction	Insufficient specification and performance of materials, lack of construction precision, lack of construction period, lack of expertise, inadequate construction on site conditions, failure of construction method
Defect in Maintenance	Lack of management awareness of the user, damage caused by changes in the surrounding environment, failure to conduct regular inspections, lack of management system and management organization, lack of repair plans and expertise

3. 데이터 분석

3.1 분석사례 개요

본 연구에서는 공동주택에서 발생하는 하자유형을 파악하

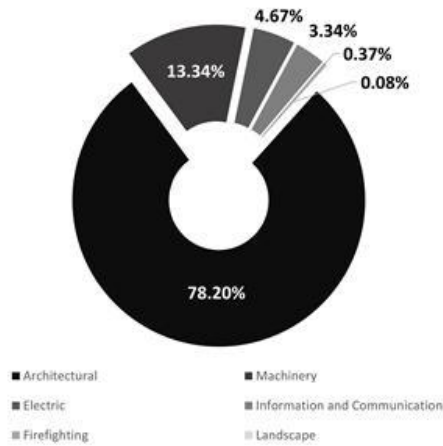


Figure 3. Frequency distribution by construction types

Table 5. Status of apartment housing under investigation

Complex	The Number of House	House Type	Scale
A Complex	511	51 m ² / 59 m ²	B1F - 29F 7 Buildings
B Complex	636	51 m ² / 59 m ²	B2F - 29F 7 Buildings
C Complex	782	74 m ² / 84 m ²	B2F - 29F 7 Buildings
D Complex	602	74 m ² / 84 m ²	B2F - 29F 7 Buildings
E Complex	768	74 m ² / 84 m ²	B2F - 29F 7 Buildings
Total	3,299		

기 위해 5개의 아파트 단지에 시공된 35개 동을 대상으로 2015.05.01.~2017.11.30. 동안 프로젝트관리시스템에 등록된 하자 및 입대의 하자보고서를 바탕으로 조사하였으며 조사대상 공동주택의 현황은 Table 5와 같다.

3.2 공사별 하자 발생 빈도 분석

조사대상 공동주택의 하자 유형에 대한 대공종을 나누어보면 건축공사, 전기공사, 정보통신공사, 기계설비공사, 소방공사 그리고 조경공사 분류되어있고, 분류된 값은 Figure 3과 같다.

대공종별 하자발생 분포도를 살펴보면 건축공사가 54,340건(78.20%), 기계설비공사가 9,272건(13.34%), 전기공사가 3,242건(4.67%), 정보통신공사가 2,319건 (3.34%), 소방공사가 257건(0.37%) 그리고 조경공사가 59건(0.08%)으로 분석되었다. 건축공사의 경우 78.2%로 다른 공사에 비해 상당히 많은 하자 발생률을 기록하고 있다.

따라서 본 연구에서는 공동주택 하자 사례에서 78.20%를 차지하고 있는 건축공사로 연구 범위를 설정하여 세부 공종별 하자 발생 분포에 대해 분석하였다.

3.3 건축공사 공종별 하자 빈도 분석

우선 건설사에서 분류한 건축공사에 포함된 공종은 총 18개이며 각 공종별 하자 접수 건수는 Table 6과 같다.

Table 6. Frequency of defects by construction work type

Rank	Sub-work	Frequency	Percentage(%)
1	PL window	8,531	15.699%
2	Tile	6,091	11.209%
3	Kitchen furniture	6,048	11.130%
4	Painting	5,370	9.882%
5	Floor	5,066	9.323%
6	Interior	4,494	8.270%
7	Wall covering	4,476	8.237%
8	Wood window	4,113	7.569%
9	Metal	3,355	6.174%
10	General furniture	3,324	6.117%
11	Stone	1,275	2.346%
12	Glass	546	1.005%
13	Bathroom furniture	545	1.003%
14	Etc	489	0.900%
15	Waterproof	259	0.477%
16	AL window	205	0.377%
17	Plaster	151	0.278%
18	Masonry	2	0.004%
Total		54,340	100%

철근콘크리트공사 및 조적공사에서 발생한 491건을 제외한 나머지 53,851건이 PL창호공사, 타일공사, 내장공사, 도장공사와 같은 마감공사에서 발생하였다.

이는 마감공사에서 발생하는 대부분의 하자는 입주자들이 직접 눈으로 확인할 수 있고 실제 거주하면서 나타나는 불편 사항으로 때문에 많이 발생하는 것으로 나타났다. 또한, 다른 공종들에 비해 상대적으로 사용량이 많아 제품의 내구성 감소로 인해 나타나는 것으로 확인되었다.

세부 공종 중 상위 10개 공종의 하자 발생빈도는 93.61%로 분석되었다. 상위 10개 공종의 발생 분포를 살펴보면 PL창호공사 8,531건(15.7%), 타일공사 6,091건(11.21%), 주방가구공사 6,048건 (11.13%), 도장공사 5,370건(9.88%), 마루공사 5,066건(9.32%), 내장공사 4,494건(8.27%), 목창호공사 4,113건(7.57%), 금속공사 3,355건(6.17%), 일반가구공사 3,324건(6.11%)으로 나타났다.

하자 사례의 대부분은 계폐불량, 오시공, 코킹불량, 시공불량으로 인해 발생하는 하자가 많았으며 이는 작업자들의 부주의 및 관리자리의 관리 소홀로 인해 발생한 것으로 분석되었다. 다음으로는 파손으로 발생한 하자가 많았으며, 이는 공정간의 간섭으로 인해 발생하는 경우가 많아 작업자들의 주의와 관리자리의 세심한 공정관리가 필요한 것으로 나타났다.

3.4 건축공사 공종별 하자 유형 빈도 분석

앞서 분석한 공종별 하자 빈도 중 상위 10개 공종이 차지하는 비율이 93.61%로 나타났다. 이를 바탕으로 각 공종의 하자 유형별 빈도 및 원인을 분석하였다.

PL창호공사에서 발생한 하자 유형은 Table 7과 같다. 개폐불량이 3,625건(42.5%)로 가장 많이 발생하였으며, 하드웨어와 잠금장치의 작동불량과 같은 하자 유형이 1,780건(20.9%)로 나타났다. 다음으로는 창호 결로 및 터닝도어 탈부착 불량과 같은 기타 하자 유형이 950건(11.1%), 창호 자체에서 발생한 결함으로 흡집 및 파손이 830건(9.7%), 창호 틀 파단이 768건(9.0%), 방충망 불량 329건(3.9%)이 발생하였다. 이러한 하자의 경우 미숙련공에 의한 시공, 자재 운반 시 부주의 그리고 자재 규격의 부적합이 주요 원인으로 분석되었다.

Table 7. Frequency of defects by PL window work

Type of defect	Frequency	Ratio
Poor opening and closing	3,625	42.5%
Poor Operation	1,780	20.9%
Other	950	11.1%
Cracks and damages	830	9.7%
Breakout of window frames	768	9.0%
Defective insect screen	329	3.9%
Gap	142	1.7%
Poor mohair and windscreen	142	1.7%
Contaminated	133	1.6%
Coking defect	126	1.5%
Poor lapping	122	1.4%
Vertical horizontal defect	101	1.2%
Poor gasket and rubber packing	91	1.1%
Gap defect	67	0.8%
MC defect	33	0.4%
Misconstruction	13	0.2%

타일공사에서 발생한 하자 유형은 Table 8과 같다. 줄눈불량이 2,115건(34.7%)로 가장 많이 발생하였으며, 타일 깨짐, 균열, 갈라짐, 탈락과 같은 파손이 1,514건(24.9%)로 많이 나타났다. 다음으로는 구배불량이 961건(15.8%), 크랙, 스크

래치, 찍힘과 같은 가벼운 흡집은 562건(9.2%)이 발생하였다. 이 같은 하자의 경우 타일붙임 시간 미준수, 양생 불량과 타공종간의 간섭이 주요 하자 원인으로 분석되었다.

Table 8. Frequency of defects by tile work

Type of defect	Frequency	Ratio
Poor joint	2,115	34.7%
Damage	1,514	24.9%
Poor gradient	961	15.8%
Crack	562	9.2%
Other	337	5.5%
Contaminated	258	4.2%
Detached	156	2.6%
Poor vertical and horizontal	94	1.5%
Interference of other works	75	1.2%

주방가구공사에서 발생한 하자 유형은 Table 9와 같다. 설치불량이 1,260건(42.5%)로 가장 많이 발생하였으며, 주방가구와 주방상판의 스크래치, 크랙, 까짐등과 같은 흡집이 1,136건(18.8%)이 나타났다. 다음으로는 개폐불량이 739건(12.2%), 래핑불량이 589건(9.7%), 개수대 악취 및 생활민원으로 발생한 하자는 502건(8.3%) 그리고 단차, 불균형, 유격 그리고 가구 처짐과 같은 수직수평 불량이 502건(8.3%) 발생하였다. 이러한 하자의 경우 후속공정 진행 시 작업자들의 부주의로 인해 기존에 설치된 가구가 훼손되고, 가구공사 작업자들의 낮은 숙련도와 자재불량이 주요 원인으로 분석되었다.

Table 9. Frequency of defects by kitchen furniture work

Type of defect	Frequency	Ratio
Poor installation	1,260	20.8%
Cracks	1,136	18.8%
Poor opening and closing	739	12.2%
Poor lapping	593	9.8%
Other	589	9.7%
Vertical horizontal defect	502	8.3%
Crack-panched kitchen plate	437	7.2%
Poor gas tight	205	3.4%
Gap	191	3.2%
Interference	178	2.9%
Damage	164	2.7%
Contaminated	54	0.9%

도장공사에서 발생한 하자 유형은 Table 10과 같다. 타공종 간섭으로 인해 발생한 기타 하자 유형이 3,174건(59.1%)로 가장 많이 발생하였으며, 도장면 불량이 768건(14.3%)로

나타났다. 다음으로는 도장면이 들뜨거나 벗겨지면서 발생하는 탈락 하자 유형이 586건(10.9%), 도장면에 발생한 크랙과 균열 같은 흠집 하자 유형이 463건(8.6%)이 발생하였다. 도장공사의 경우 대부분의 하자가 타공종간 간섭이 주된 원인이며, 작업자의 작업 숙련도 부족과 부적절한 환경에서 작업과 같은 원인에 의해 발생한 것으로 분석되었다.

Table 10. Frequency of defects by painting work

Type of defect	Frequency	Ratio
Other	3,174	59.1%
Poor painting surface	768	14.3%
Peeling off	586	10.9%
Flaw	463	8.6%
Poor finishing	164	3.1%
Contamination	109	2.0%
Misconstruction	58	1.1%
Different colors	48	0.9%

마루공사에서 발생한 하자 유형은 Table 11과 같다. 마루공사는 접착 불량 및 자재 불량으로 인해 발생하는 들뜸이 1,680건(33.2%), 스크래치, 크랙, 찌힘과 같은 흠집이 1,454건(28.7%)로 많이 발생하였다. 이외에도 코킹불량 749건(14.8%)과 파손 435건(8.6%) 순으로 하자가 발생하였다. 마루공사에서 발생한 하지는 작업자들의 숙련도 부족과 관리자들의 관리 소홀 그리고 입주민들의 관리 소홀로 인해 발생하는 것으로 분석되었다.

Table 11. Frequency of defects by floor work

Type of defect	Frequency	Ratio
Detached	1,680	33.2%
Crack	1,454	28.7%
Poor gas tight	749	14.8%
Damage	435	8.6%
Other	230	4.5%
Gap	184	3.6%
Contaminated	150	3.0%
Poor finishing	142	2.8%
Misconstruction	28	0.6%
Different colors	14	0.3%

내장공사에서 발생한 하자 유형은 Table 12와 같다. 결로 및 곰팡이 하자 유형은 1,506건(33.5%)로 가장 많이 발생하였으며, 스크래치, 긁힘과 같은 흠집 하자 유형이 706건(15.7%)로 2번째로 많이 발생하였다. 다음으로 고정불량이

425건(9.5%), 재료 불량으로 인한 생활민원이 393건(8.7%) 그리고 파손, 들뜸, 틈새, 오염과 같은 순으로 유형이 분석되었다. 내장공사에서 발생하는 하자 유형의 주요 원인은 대부분 부적절한 환경에서 시공하고, 작업자들의 부주의와 관리자들의 관리 소홀로 인해 발생한 것으로 분석되었다.

Table 12. Frequency of defects by interior work

Type of defect	Frequency	Ratio
Condensation and mold	1,506	33.5%
Crack	706	15.7%
Poor fixed	425	9.5%
Other	393	8.7%
Damage	383	8.5%
Detached	383	8.5%
Gap	230	5.1%
Misconstruction	148	3.3%
Vertical horizontal defect	114	2.5%
Poor finishing	77	1.7%
Misconstruction	68	1.5%
Nonconformity	32	0.7%
Bending	29	0.6%

도배공사에서 발생한 하자 유형은 Table 13과 같다. 처짐과 꺼짐 같은 들뜸 하자 유형이 1,366건(30.5%)로 가장 많이 발생하였으며, 벽지가 찢어지거나 벌어지는 파손 하자 유형이 651건(14.5%)로 2번째로 많이 발생하였다. 다음으로는 마감불량이 488건(10.9%), 타공종에서 발생한 결로, 곰팡이, 누수로 인해 발생한 타공종 간섭의 하자가 448건(10.0%)이 발생하였다. 도배공사의 경우 작업자의 숙련도 부족, 부적합한 재료 사용과 관리자의 관리 소홀과 타공종에서 발생하는 하자가 주요 원인으로 분석되었다.

Table 13. Frequency of defects by wall covering work

Type of defect	Frequency	Ratio
Detached	1,366	30.5%
Damage	651	14.5%
Poor finishing	488	10.9%
Interference of other works	448	10.0%
Poor surface	438	9.8%
Contaminated	329	7.4%
Poor construction	250	5.6%
Crack	202	4.5%
Other	135	3.0%
joint defect	103	2.3%
Different colors	30	0.7%
Misconstruction	24	0.5%
Nonconformity	12	0.3%

목창호공사에서 발생한 하자 유형은 Table 14와 같다. 개폐불량에서 882건(21.4%), 래핑불량이 837건(20.4%), 흠집이 636(15.5%) 그리고 작동불량이 523건(12.7%)으로 분석되었다. 목창호공사의 하자 원인도 PL창호공사와 동일하게 미숙련공에 의한 시공, 자재 운반시 부주의 그리고 자재의 규격의 부적합이 주요 원인으로 분석되었다.

Table 14. Frequency of defects by wood window work

Type of defect	Frequency	Ratio
Poor opening and closing	882	21.4%
Poor lapping	837	20.4%
Crack	636	15.5%
Poor operation	523	12.7%
Poor construction	265	6.4%
Gap	244	5.9%
Contaminated	223	5.4%
Interference	205	5.0%
Poor gas tight	78	1.9%
Damage	71	1.7%
Vertical horizontal defect	52	1.3%
Bending	35	0.9%
Other	33	0.8%
Poor fixed	29	0.7%

금속공사에서 발생한 하자 유형은 Table 15와 같다. 주요 하자 유형은 개폐불량이 1,291건(38.5%)로 가장 많이 발생했고, 시공불량이 356건(10.6%), 스크레치와 찍힘 같은 흠집이 337건(10.0%), 탈락과 들뜸 같은 고정불량 하자가 282건(8.4%) 순으로 발생하였다. 건으로 가장 많이 발생했고, 파손이 2,076건, 평활도 불량이 1,548건 순으로 발생하였으며, 이 3가지 하자 유형이 타일공사 하자 중 94.22%를 차지하고 있다. 누락의 하자 유형은 관리자들의 관리 소홀 및 작업자들의 시공 불량으로 발생한다고 분석했으며, 파손은 후속 공종의 부주의 그리고 평활도 불량은 작업자의 미숙한 숙련도로 인해 발생한 것으로 분석되었다.

마지막으로 일반가구공사에서 발생한 하자 유형은 Table 16과 같으며, 흠집이 606건(18.2%), 개폐불량이 539건(16.2%), 탈락과 부착들뜸과 같은 고정불량 하자가 375건(11.3%), 시공불량 319건(9.6%) 순으로 나타났다. 일반가구공사의 하자는 다른 공사와 달리 하자 유형별 빈도가 고르게 나타났으며, 대부분 후속공정 진행 시 작업자들의 부주의 및 작업자들의 낮은 숙련도와 같은 시공상 원인과 자재불량이 주요 원인으로 분석되었다.

Table 15. Frequency of defects by metal work

Type of defect	Frequency	Ratio
Poor opening and closing	1,291	38.5%
Poor construction	356	10.6%
Crack	337	10.0%
Poor fixed	282	8.4%
Gap	257	7.7%
Damage	135	4.0%
Other	131	3.9%
Misconstruction	114	3.4%
Bending	97	2.9%
Poor gas tight	95	2.8%
Interference	86	2.6%
Contaminated	70	2.1%
Corrosion	59	1.8%
Poor operation	45	1.3%

Table 16. Frequency of defects by general furniture work

Type of defect	Frequency	Ratio
Crack	606	18.2%
Poor opening and closing	539	16.2%
Poor fixed	375	11.3%
Poor construction	319	9.6%
Damage	266	8.0%
Misconstruction	242	7.3%
Vertical horizontal defect	158	4.8%
Poor lapping	148	4.5%
Interference	139	4.2%
Gap	99	3.0%
Poor operation	96	2.9%
Poor finish	87	2.6%
Contaminated	80	2.4%
Bending	71	2.1%
Nonconformity	38	1.1%
other	34	1.0%
Poor gas tight	27	0.8%

4. 결 론

본 연구에서는 공동주택에서 발생하는 하자의 유형 및 원인을 파악하였다. 이를 위해 본 연구에서는 공동주택 5개 단지 3,299세대의 프로젝트관리시스템에 등록된 하자 및 하자 보고서를 통해 69,544개의 하자데이터를 확보해 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

첫째, 하자를 대공종별로 나누어 분석하였을 때 건축공사

78.20%로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 건축공사 내에서 PL창호공사, 타일공사, 주방가구공사, 도장공사 같은 마감공사에서 하자가 많이 발생하였으며, 이러한 하자의 경우 입주자들이 확인하기 쉬운 요소이기 때문에 하자 발생 저감을 위한 건설사들이 세부적인 품질관리 방안을 마련할 필요가 있다.

둘째, PL창호공사, 목창호공사, 금속공사, 주방가구공사와 일반가구공사의 경우 자재 불량, 시공 불량과 관리자들의 관리 소홀이 주요 원인이며, 이를 해결하기 위해 인력 및 자재에 대한 현장 관리자들의 정확한 시공관리가 필요하다.

셋째, 타일공사, 도장공사, 마루공사, 내장공사 및 도장공사의 경우 공중 간 간섭이 하자 발생의 주된 원인으로 나타났으며, 이를 방지하기 위해 현장 관리자들의 철저한 공정관리와 인력 및 자재 배치 계획을 수립할 필요가 있다.

넷째, 본 연구는 최신 공동주택 하자 데이터를 바탕으로 발생빈도를 분석하고 건축공사 공종별 주요 하자 유형 및 원인을 제시함으로써, 건설사들의 하자관리 대책수립 및 예방방안을 제시하는 연구의 기반을 마련하고자 한다.

5. 시사점

본 연구는 최근에 준공된 공동주택을 대상으로 공종별 하자 유형에 대한 하자 발생빈도를 분석하고, 발생빈도가 높은 하자에 대한 주요 원인을 제시했다는 점에서 선행 연구와 차별성을 가지고 있다. 그러나 향후 건축공사뿐만 아니라 설비, 전기 및 정보통신 공사 등의 하자 유형에 대한 연구와 하자 원인에 대한 전문가의 관점을 반영한 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

또한, 본 연구의 결과를 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 현장 관리자와 작업자의 인터뷰 및 설문조사 데이터를 바탕으로 공종별 주요 하자 유형에 대한 예방방안 및 대책을 분석한다면 공동주택 현장에서 하자 발생의 저감을 통해 양질의 주택을 시공할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

최근 공동주택에서 발생하는 하자로 인한 소송 및 분쟁이 증가하고 있어 사회적 이슈로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위해 많은 공동주택 하자 유형에 관한 연구들이 진행되었지

만, 문제가 원만하게 해결되지 않고 있다. 최근 시공된 공동주택을 대상으로 공종별 하자 유형을 조사해 추후 하자 대책 및 예방방안을 제시하는 연구의 기반을 마련할 필요성이 강조되었다. 이에 본 연구는 프로젝트관리시스템와 하자보고서를 통해 공동주택에서 발생한 실제 하자 사례를 바탕으로 하자를 분석하였으며, 주요 목적은 공동주택의 세부공종별 하자 유형을 파악함으로써 주요 하자 유형에 대한 원인을 제시하고, 추후 하자 유형별 대책 및 예방방안 연구의 기반을 마련함에 있다.

키워드 : 공동주택, 하자, 하자 유형, 하자 원인

Funding

This work was supported by a 2-Year Research Grant of Pusan National University.

ORCID

Seung-Hyun Son, <http://orcid.org/0000-0003-1319-5586>

Jae-Woo Park, <https://orcid.org/0000-0001-7283-5056>

Sang-Hun Kang, <http://orcid.org/0000-0002-7663-8866>

Young-Ki Huh, <https://orcid.org/0000-0002-6153-8336>

Dae Young Kim, <https://orcid.org/0000-0003-3186-826X>

References

- 2015 Population and Housing Census Total Collection [Internet]. Daejeon (Korea): Korea National Statistical Office; 2015. Available from: <http://kostat.go.kr/>
- The Status of Case Reception by the Dispute Mediation Committee of the Ministry of Land [Internet]. Goyang-si (Korea): Dispute Mediation Committee of the Ministry of Land; 2019. Available from: <https://www.adc.go.kr/>.
- Lee KJ. A study on the state of maintenance and improvement method in apartment houses [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Hanyang University; 2011. 52 p.
- Choi JK. The comparison of characteristics of private-built apartment and public built apartment's defect [master's thesis]. [Korea]: Kyonggi University; 2011. 90 p.
- Kim SS. A study on the prevention of defects considering defect types and resident complaints [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Chung-ang University; 2017. 140 p.
- Kang JG, Yoon SH. A study on the cause and prevention of

-
- defects in apartment house through case studies. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*. 2019 Jun;3(2):76-87.
7. Lee DH. A study on the causes and the solutions of apartment defects under the information asymmetry [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Sejong University; 2018. 79 p.
 8. Hong SI, Hyun CT, An SB, Ji SM, Son MJ. Selection of primary management objects for defect prevention of apartment finishing works. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 2011 Jul;27(7):185-94.
 9. Lee DH, Shim UJ, Suh HS, Ahn YS. A study on the selection of primary management objects in life-cycle phases through analyzing the case of defect in constructing apartment house. *Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea*. 2012 Jun;14(2):201-8.
 10. Bae SI, Shim UJ, Ahn YS. 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*. 2013 Jun;15(3):179-86.
 11. Forcada N, Macarulla M, Gangoells M, Casals M. Assessment of construction defects in residential buildings in Spain. *Building Research & Information*. 2014 Sep;42(5):629-40. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.922266>
 12. Ahzahar N, Karim NA, Hassan SH, Eman J. A study of contribution factors to building failures and defects in construction industry. *Procedia Engineering*. 2011 Jan;20:249-55. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.162>
 13. Jonsson AZ, Gunnelin RH. Defects in newly constructed residential buildings: owners' perspective. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*. 2019 Apr;37(2):163-85. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-09-2018-0077>
 14. Kasi ZK, Mahar WA, Khan JF. Structural defects in residential buildings: a study of quetta, pakistan. In 1st International Conference on Advances in Engineering & Technology (ICAET 2018); 2018 Apr 02-03; Quetta, Pakistan. Pakistan: BUIITEMS; 2018. p. 1-16.
 15. Enforcement decree of the apartment housing management act [Internet]. Seoul: Korea Ministry of Government Legislation. 2018 - [cited 2020 Jan 19]. Available from: <http://www.law.go.kr/>
 16. Enforcement decree of the apartment housing management act [Internet]. Seoul: Korea Ministry of Government Legislation. 2018 - [cited 2020 Jan 19]. Available from: <http://www.law.go.kr/>
 17. Lim KS, Do SK. Reasonable improvement of defective liability system. [Internet]. Seoul (Korea): Construction & Economy Research Institute of Korea; 2016 Dec 12. Available from: <http://www.cerik.re.kr/report/issue/detail/1960>