

# 모듈러 공사시방서 개선방안에 관한 연구 - 방수 및 기계설비공사의 기술방안 개선을 중심으로 -

윤종식<sup>1</sup> · 신동우<sup>1</sup> · 차희성<sup>1</sup> · 김경래<sup>\*</sup>  
<sup>1</sup>아주대학교 건축공학과

## A Study on Improvement of Modular Specifications - Focused on technical specifying method in waterproof and mechanical works -

Yoon, Jongsik<sup>1</sup> · Shin, Dongwoo<sup>1</sup> · Cha, Heesung<sup>1</sup> · Kim, Kyungrai<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Architectural Engineering, Graduate School of Ajou University

**Abstract :** A modular specification is a contract document that specifies the requirements of production, transformation and installation in a modular construction. A problem of the currently used specification is that it does not guarantee the level of performance required by the modular construction and fails to accommodate unique characteristics of each construction because it widely uses the standard specification as it is. This study proposes a specification that reflects the unique feature of modular construction in order to improve the quality of modular construction. Research focuses on the leakage in waterproof and mechanical equipment because it is the area with the highest rate of defects. This study suggests ways to improve the modular specification as follows: 1) Descriptive specifying (following MasterFormat) 2) Propose leakage verification method and test clause 3) Reflect characteristic of modular construction. Proposed modifications to modular specification are reviewed by experts for validation and their opinion verifies suggested improvements as a way to secure the quality of modular construction and to promise characteristics of the modular specification. This improvement will be used for reference when writing construction project specification, which can be an important contract document, so that it could lower occurrence rate of the modular defects.

**Keywords :** Modular Specification, Modular Defect Analysis, Master Format, Specification Organization, Factory Production

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

1990년대 이후 공업화 건축(이하 모듈러 건축)이 이슈화 되면서 건설시장의 관심이 모듈러 건축에 집중되었다. 이에 따라 국가 차원에서 모듈러 산업을 육성하기 시작했고, 모듈러에 대한 R&D 또한 동시다발적으로 발생하였다. 그러나 현재 모듈러 건축의 수요는 기존 콘크리트 건축물에 비해 극히 미약한 수준이다. 초기 초기 완공과 비용절감 등 다양한 장점은 존재하나 국민인식, 디자인 등 여러 난관에 부딪혀 정부기반 시설(군막사 등) 정도에 국한되어 적용되었다(Lee, 2011).

모듈러 건축이 활성화 되지 못하는 이유에는 다양한 문제들이 산재하지만, 그 일면에는 모듈러 주택의 하자발생으로 인한 주택의 품질저하 문제가 있다. 특히 모듈러 건축의 누수 하자 발생비율은 공동주택의 누수하자 비율에 비해 7배 이상 높은 것으로 나타났으며<sup>1)</sup> 누수하자는 오염, 곰팡이 발생, 실내 공기질 오염 등 2차 피해를 발생시키는 주요 원인으로 주거환경에 큰 문제로 지적되기 때문에 누수하자의 원인을 밝히고 이를 방지하고자 하는 노력이 선행되어야 한다. 이러한 누수하자의 발생원인은 다양하게 존재하고 있으나 모듈러의 품질을 결정하는 시방서의 영향이 크게 존재한다고 판단된다.

시방서는 설계도서 중 하나로서 도면 못지않게 중요한 계약문서이다. 건설공사에서 시방서는 중요한 지침서로 공사의 품질을 결정하는 역할을 한다(Lee, 1995). 그러나 모듈러 공

\* Corresponding author: Kim, Kyungrai, Department of Architectural Engineering, Ajou University, Suwon 16499, Korea  
E-mail: kyungrai@ajou.ac.kr  
Received December 14, 2016; revised March 22, 2017  
accepted April 13, 2017

1) 모듈러 시공사례 기반 하자건수 분석결과

사시방서는 계약단계에서 사용되는 형식적인 계약도서로만 여겨지고 있으며, 실질적인 품질관리의 기준이 되지 못하고 있는 실정이다. 특히 모듈 공장제작 시방내용이 미흡하거나 잘못 작성되면 하자발생의 원인이 될 수 있다. 따라서 모듈러 생산시 품질관리에 적용할 수 있는 모듈러 공장제작 시방서 작성은 필수적이다.

이에 본 연구는 현 모듈러 공사시방서의 문제점 및 모듈러 하자 분석을 통해 모듈러 공사시방서의 문제를 구체화 하고, 이에 따른 모듈러 공사시방서를 기술(specifying)하는 방향 및 개선방안을 제안하여 모듈러 특성에 적합한 공사시방서 작성의 가이드를 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 수행 방법

본 연구의 연구범위는 모듈러 시방서 중 하자 비중이 가장 높은 방수공사, 기계설비공사 부분의 시방서 개선방안을 기술하는 것으로 한정하며, 모듈 운송, 현장설치 등에 관한 사항은 범위에서 제외한다.

연구 수행방법은 크게 4부분으로 나눈다. 첫째, 배경 및 이론 고찰부분에서는 모듈 공장제작 기존 문헌, 시방서 현황에 대한 분석을 수행한다. 둘째, 모듈러 현황을 분석하고 하자분석을 통해 시방서와 연계성을 파악해보고 그 중 가장 문제로 나타나는 공종의 문제점을 도출한다. 이 부분에서는 현재 공사시방서 등을 기반으로 분석을 수행하여 문제점에 대한 심층 분석을 통해 해결방안에 대한 아이디어를 구체화 한다. 셋째, 개선안 제시 및 검증단계로 해결 아이디어를 도출한 뒤 개선방향에 대한 Framework을 제안하고 검증한다. 마지막으로 결론 및 한계점을 제시한다. 이러한 연구의 진행과정은 Fig. 1과 같다.

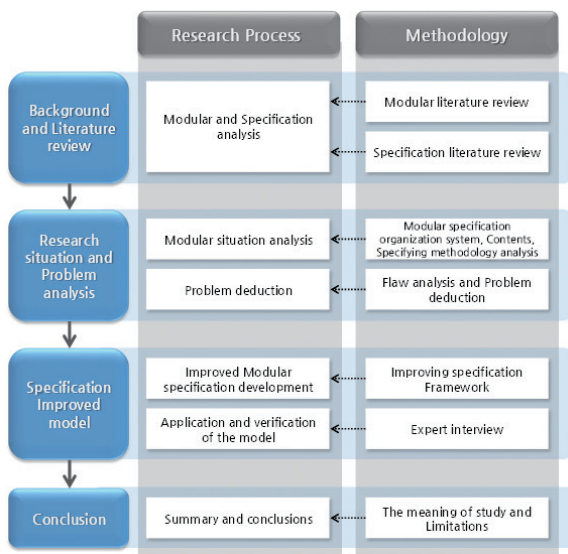


Fig. 1. Flow of research

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 모듈러 건축

모듈러 건축이란 표준화된 건축모듈을 공장 생산하여 현장에서 오직 모듈을 조립하는 공정만을 수행하는 건축기술이다(Cho, 2010). 모듈러 건축은 공기단축이 가능하고 건물의 이동 및 재사용이 가능하기 때문에 콘크리트 건축의 대안으로 떠오르고 있다. 그러나 국내의 모듈러 건축은 외국에 비해 초기단계라고 할 수 있으며, 불균일한 품질과 조립후의 하자 발생 등으로 품질이 낮은 컨테이너 박스 등을 이용한 가건물로 인식되면서 사회적 인식이 굉장히 낮아진 상태이다(Lee, 2011). 또한 공장생산 방식이기 때문에 초기 투자비가 높고 대량생산을 위해 표준화가 필요한 문제점이 존재한다.

### 2.2 시방서 개요

시방서는 일반적으로 사용재료의 재질, 품질, 치수 등 제조 및 시공상의 방법과 정도, 제품 등의 성능, 특정한 재료, 제조, 공법 등의 지정, 완성 후의 기술적 및 외관상의 요구, 일반 총칙사항이 표시된 도서이다(Ko et al., 2006). 시방서는 크게 표준시방서, 전문시방서, 공사시방서로 구분되며 건설기술진흥법 시행령 및 시행규칙에서 그 의미를 규정하고 있다.<sup>2)</sup>

본 연구에서 기술하는 모듈러 시방서의 경우 프로젝트별로 작성되는 공사시방서이다. 모듈러 공사시방서는 모듈러 프로젝트 특성을 반영할 수 있는 포맷으로 구성되어야 하며 품질관리의 기준이 되어야 한다.

### 2.3 시방서 분석방법

시방서를 바라보는 시각은 총 3가지 관점으로 나뉜다. 시방서의 체계, 분류기준, 작성방법에 의한 분석이 가능하고 3가지 방법에 대한 설명은 다음과 같다.

시방서 체계 분석의 경우 시방서의 체계(Hierarchy)분석하여 본 시방서의 위치와 역할에 대한 파악이 가능하다.

분류기준 분석의 경우 분류 체계(Section) 및 콘텐츠(Contents)에 따른 분석을 수행하여 섹션의 코드부여 방식과 섹션별로 포함하는 내용을 분석하는 방식이다.

작성방법에 따른 분석의 경우 시방서를 기술하는 방식에 대한 분석으로 총 4가지 작성방법이 있다. Reference 방식의 경우 KS등의 표준을 모아서 요구사항 기술하는 방식이고, Proprietary 방식은 제품명을 기술하는 방식이다.

2) \* 표준시방서: 발주청 또는 설계 등 용역업자가 공사시방서를 작성할 때 활용하기 위한 시공기준  
 \* 전문시방서: 발주청 또는 설계 등 용역업자가 공사시방서를 작성할 때 활용하기 위한 시공기준  
 \* 공사시방서: 공사시방서는 표준시방서 및 전문시방서를 기본으로 하여 작성하되, 공사의 특수성, 지역여건, 공사방법 등을 고려하여 기본설계 및 실시설계 도면에 구체적으로 표시할 수 없는 내용을 기술

Descriptive 방식은 제품의 요구 스펙을 프로세스 중심으로 문장을 통해 설명하는 방식이고 Performance 방식은 제품에 요구되는 성능만을 기술하는 방식이다.

### 3. 모듈러 시방서 및 하자 분석

#### 3.1 모듈러 시방서 분석

본 장에서는 모듈러 공사시방서 분석 및 모듈러 하자 분석을 통해 하자 발생과 시방서의 연관성에 대해 규명하고, 이를 모듈러 시방서 분석에 적용하여 시사점을 도출하고자 한다. 상기 시방서 분석방법에 따라 시방서의 체계 분석, 분류기준 분석, 작성방법 분석 총 3가지 방법으로 분석을 수행하였다.

첫째, 시방서의 체계는 크게 세 부분으로 구분이 가능하다. 가장 상위에 위치하는 시방서는 표준시방서로서 건축공사 표준시방서가 포함된다. 중간에 위치한 시방서는 전문시방서로서 토지주택공사 전문시방서가 있다. 가장 하위에 위치하는 시방서는 공사시방서로서 각 프로젝트별로 구체적으로 작성된 시방서이다. 모듈러 공사의 경우 공사시방서에는 모듈러 건축물의 표준시방서 및 표준품셈 작성 연구(대한건축학회), 공업화 인증에 작성되는 시방서내용이 포함된다(Fig. 2). 본 연구에서 집중적으로 분석하는 시방서가 여기에 포함된다.

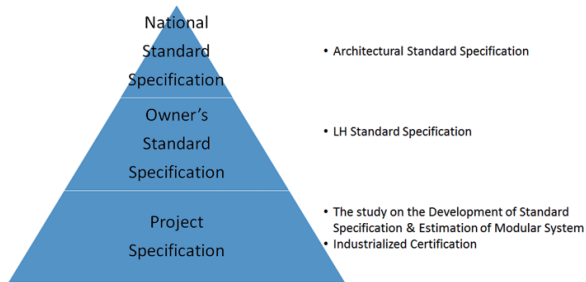


Fig. 2. Specification hierarchy

공사시방서에 위치한 모듈러 공사시방서의 연구내용은 2006년 이후로 업데이트 되어있지 않으며 이는 공사시방서 작성에 대한 추가 연구가 없었다는 것을 알 수 있다. 또한 기초연구자료의 내용에서는 표준시방서를 대부분 참조해서 작성한 것으로 나타났다. 이는 곧 모듈러 공사시방서의 중요성이 배제되었고 실질적인 품질관리의 기준 역할이 되지 못하고 있다는 것을 말한다.

둘째, 시방서 분류기준을 분석하는 방법에는 분류체계 측면에서 바라보는 방법과 시방서의 콘텐츠를 분석하는 방법으로 총 2가지 방법이 있다. 본 연구에서는 두 가지 방법을 통해 현재 모듈러 시방서를 분석하였다.

Table 1을 보면 공종은 크게 일반사항, 토공사 및 기초공사, 모듈 공장제작, 모듈 운송, 현장설치공사로 총 5개 파트로 나뉘져 있다. 또한 각 공종의 내용은 건축공사 표준시방서

의 내용을 기준으로 작성되었다. 그러나 시방서 콘텐츠의 상세한 구분이 없이 단순히 대공종에 의한 분류만 되어 있고 일반사항, 토공사 및 기초공사, 모듈 공장제작 공종에서 대부분의 내용이 건축공사표준시방서 내용과 동일하게 작성되어 있다. 즉, 포함되어있는 내용의 대다수가 건축공사표준시방서의 내용을 그대로 차용한 것으로서 모듈러의 특성이 적절하게 반영되지 못하고 있다.

Table 1. Specification system in accordance with classification criteria (source: Architectural Institute of Korea, 2011)

Specification	Division	Contents
Modular Specification	General	Most of parts defined to 01000 of Architectural standard specification
	Earth work and Foundation work	Most of parts defined to 04000 of Architectural standard specification
	Module manufacture	Most of parts defined to 06000, 19000, 21000 of Architectural standard specification
	Transport	Divided into General, module transport and specified various matters
	Installation	Specified General, preparation, module lifting, assembly

컨텐츠에 따른 분석은 다음과 같다(Table 2).

Table 2. Section and contents analysis

(source: Architectural Institute of Korea, 2011)

Division	Section	Contents		
Domestic Modular Spec	Part1 - General	Section Include	Submittals	
		Allowance	Delivery	
		Alternates	Warranty	
		Reference	Maintenance	
		Performances requirement	conditions	
	Quality assurance	Sequencing		
	Criteria	Part2 - Product	Manufacturers	
			Materials	
			Accessories	
			Mixed	
			Fabrication	
	Part3 - Execution	Source quality control		
		Examination		
		Preparation		
		Quality control		
Demonstration				
No section	General	General, Quality assurance, submittal		
	Earth work and Foundation work	General, Earth work, Foundation, Assembly		
	Module manufacture	General, Frame assembly, Plate, wall		
	Transport	General, Module transport		
	Installation	check, preparation, lifting		

시방서는 각 항목별로 섹션이 정해져야 하고 섹션별로 규정하는 바를 기술해야 한다. 마스터포맷에서 규정하는 작성 기준(Criteria)으로 살펴보면 모듈러 시방서는 섹션구분이 되어 있지 않고 기술되어있는 내용도 간략하게 표현되어 있는 실정이다. 또한 모듈러에서 중요한 공종인 공장제작, 운송, 현장설치 부분에 대한 내용이 일반사항, 모듈조립, 운반, 설치 등 정도로 간략하게 구분되어 있다.

셋째, 시방서의 작성 방법은 총 4가지 방법이 있으며 시방서 분석방법에 따라 분석을 수행하였다.

현재 국내 모듈러 시방서의 경우 건축공사표준시방서를 기준으로 작성한 참조시방내용이 대부분인 것으로 나타났다. 건축공사표준시방서에서 제시하는 기준들을 모아 모듈러 시방서에 적용하였으며, 모듈러 특성이 반영되어야 하는 모듈 운송 및 설치부분에 대한 기준은 미흡한 것으로 나타났다.

위의 분석결과를 종합해보면 모듈러 시방서의 개선방향은 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- (1) 코드분류체계 개선
- (2) 모듈러 특성에 맞는 내용 작성
- (3) division 및 section 체계 개선
- (4) 공장제작, 운송, 설치 부분의 구체화
- (5) descriptive 방식의 구체적인 시방내용 작성

즉, 현재 모듈러 공사시방서는 모듈러 건축의 특성 및 상세한 내용을 담을 작성기준과 체계가 미흡하며 품질관리의 기준으로서의 역할을 할 수 없으므로 모듈러 건축의 내용을 담을 수 있는 작성기준과 체계에 대한 보완이 필요하다.

### 3.2 모듈러 하자 분석

건설 프로젝트에서 모듈러 건축이 적용된 사례는 많지 않으나 모듈러 건축이 적용된 군숙소, 기숙사, 학교 등 4개의 프로젝트를 기반으로 준공 후 모듈러 하자발생에 대한 분석을 수행하였다.

Table 3. The result of modular flaw

Work	Number	Ratio(%)
<b>Architectural work</b>	<b>143</b>	<b>40</b>
Electrical	59	17
<b>Mechanical work</b>	<b>147</b>	<b>41</b>
Etc	8	2
Sum	357	100

하자분석 결과 건축 부분이 40%, 기계설비 부분이 41%로 전체 하자 중 80%를 차지하고 있다(Table 3). 이에 따라 건축 공사 및 기계설비 공사의 하자를 심층 분석하여 ‘하자 발생의 원인’을 규명할 필요가 있다.

Table 4. Defect analysis of architectural work

Work	Number	Ratio(%)	Contents
<b>Waterproof</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>hallway ceiling leak, living room ceiling leak etc</b>
Window	29	20	defective door lock etc
RC	13	9	poor finish, door floor off etc
Etc	81	58	crack, not working machines
Sum	143	100	-

건축부분의 하자리스트의 경우 방수공사 19건(9%), 창호공사 29건(20%), 철근콘크리트공사 13건(9%), 기타 81건(58%)로 나타났다. 단순 수치만을 가지고 판단하면 기타 하자(Etc) 부분에서 가장 높은 비율을 차지하고 있지만, 주요 내용을 고려하면 복도천정 누수, 생활실 천정 누수 등 주요하자로 분류되는 방수공사가 가장 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있다.

Table 5. Defect analysis of mechanical work

Work	Number	Ratio(%)	Contents
<b>Leakage</b>	<b>81</b>	<b>55</b>	<b>Toilet leak, Plumbing leak etc</b>
Error	34	23	Air conditioning malfunction etc
Defect	24	16	Cover uninstalled etc
Etc	8	6	Replace faucets etc
Sum	147	100	-

기계설비부분의 하자를 분석한 결과 누수 81건(55%), 작동 불량 34건(23%), 시공불량 24건(16%), 기타 8건(6%)로 나타났다. 누수의 경우 화장실 누수, 배관 누수 등 설비공사의 대다수의 하자가 누수하자이다. 그러므로 하자발생의 주요 관리공종은 방수공사 및 기계설비공사의 누수이다.

따라서 주요하자인 누수에 대한 시방내용을 모듈러 시방서에서는 어떻게 규정하고 있는지, 어떠한 문제가 있는지 파악하고 시사점을 도출하고자 한다.

### 3.3 방수공사 및 기계설비공사 시방내용에 대한 전문가 의견 수렴 및 시사점 도출

기존 모듈러 시방서에서는 방수공사에 대한 부분이 간략하게 표현되어있다. 또한 “건축공사 표준시방서를 따른다.”(Table 6) 정도의 언급만 되어 모듈러 품질관리의 기준이 되지 못하고 있다. 또한 간략히 작성되다 보니 성능검증 항목이 따로 기재되어있지 않아 품질관리 규정이 미약하다.

Table 6. Waterproof contents of modular specification

(source: Architectural Institute of Korea, 2011)

Work	Contents
Roof installation in modular unit	Comply with 14000 of National Standard Specification
Joint	Joint should be a waterproof treatment

기계설비공사의 경우에는 시방서의 체계는 잘 갖추고 있으나(Table 7) 표준시방서의 내용을 그대로 참조했기 때문에 모듈러 공법의 특성반영 및 모듈을 접합하면서 발생할 수 있는 누수점검 항목에 대한 내용을 담아내지는 못하고 있다.

Table 7. Mechanical work contents of modular specification

Work	Contents
General	Scope, standard
Product	Plumbing materials, valves
Execution	Common, pipe joining, supporting and fixing, testing and inspection

### 3.4 전문가 설문을 통한 시방서 문제점 개선안 도출

이러한 실정을 사전에 설명하고 모듈러 및 시방서 전문가 3인을 대상으로 다음과 같은 설문을 실시하였다. 현재 모듈러 시방서의 하자가 가장 높은 방수공사, 기계설비공사를 기준으로 모듈러 시방서의 문제점에 따른 개선방안을 리커트 5점 척도 설문을 통해 도출하였다.

Table 8. Priority of waterproof, mechanical work spec improvement

Improvement	Contents	
	Importance	Importance
Code classification	1.3	2.0
Content suited to modular characteristic	4.0	4.3
Division/section system improvement	1.7	1.7
Specific as to factory production/ transportation/ installation	3.7	3.7
Descriptive specifying	4.3	2.3

설문결과, 방수공사에서는 구체적인 시방내용 기술과 모듈러 특성을 반영한 시방서 내용이 가장 필요하다고 응답하였고, 기계설비공사에서는 모듈러 특성에 적합한 내용기술이 가장 높게 나타났다.

### 3.5 종합분석

시방서의 체계에 따른 모듈러 시방서의 기술 내용 분석, 모

듈러 시공하자 분석 및 전문가 설문을 통해 도출한 결론은 다음과 같다.

모듈러 시방서는 첫째, 방수공사 부분의 구체성이 부족하고 둘째, 기계설비공사의 품질관리(누수점검 등)에 대한 규정이 부족하며, 셋째, 방수공사와 기계설비공사 부분에 모듈러 공법의 특성이 반영되지 못한 문제를 가지고 있다(Fig. 3). 모듈러 공사시방서가 모듈러 특성에 맞게 합리적으로 기술되려면 위 언급한 3가지 문제들을 보완하기 위한 노력이 필요하다.

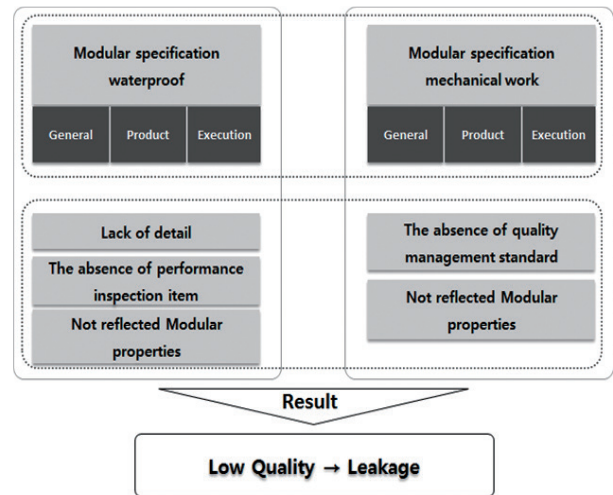


Fig. 3. Comprehensive analysis of waterproof work and mechanical work

### 3.6 개선방안 도출

앞서 언급한 3가지 문제들을 기반으로 개선방안을 다음과 같이 도출할 수 있다(Table 8).

Table 8. Improvement of modular specification

AS-IS	TO-BE
Lack of detail(waterproof)	Writing Waterproof work in detail using Descriptive specifying
Lack of Contents (mechanical work)	Writing verification methods and test, inspection
Not reflected Modular properties	Propose framework for Manufacture, Transport, Installation in accordance with their property

Table 8을 보면, 1)방수공사시방서를 descriptive 방식의 기술을 적용하여 구체적으로 작성할 것<sup>3)</sup>, 2)기계설비공사시방

3) 제품의 요구 스펙을 프로세스 중심으로 문장을 통해 설명하는 방식

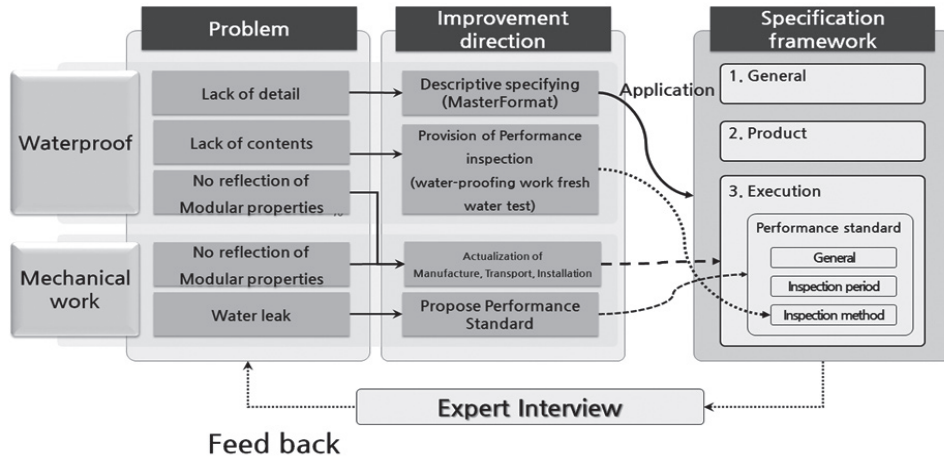


Fig. 4. Research progress and result

서는 모듈러 접합부위 누수시험방법 및 검증방법에 대한 내용을 기술할 것, 3)운송, 설치 부분에 대한 기술을 통해 모듈러 특성에 적합한 시방서를 기술할 것으로 정리된다. 이 밖에 많은 개선사항이 존재하지만, 위와 같은 3가지 개선을 통해 모듈러 품질향상에 기여할 것(누수하자를 줄일 수 있을 것)으로 판단하며, 나아가 하자 발생률을 감소시켜 모듈러 활성화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다.

## 4. 모듈러 시방서 개선안

### 4.1 모듈러 시방서 개선방안

본 장에서는 3장에서 도출한 문제점과 개선방안을 바탕으로 개선된 모듈러 시방서의 방수공사와 기계설비공사의 프레임워크를 구성하고 작성 가이드를 제시한다. 그리고 전문가 인터뷰 및 피드백을 통해 개선방향에 대한 합리성을 검증해 보고자 한다. Fig. 4는 4장에서 수행하는 연구의 과정을 나타낸다.

### 4.2 모듈러 시방서 구성체계 구축

3장에서 나타난 모듈러 시방서의 문제점을 바탕으로 방수공사와 기계설비공사의 개선된 시방서를 도출한다. 다만 상세한 기술적인 사항은 제외하고 시방서의 포맷을 제안하며, 개선방향에 따라 시방서 내용을 구성한다.

시방서의 구성은 일반사항, 재료, 시공 총 3가지 파트로 나누어 기술한다. 이는 CSI의 마스터포맷 체계를 따른 것으로 국제적으로 통용되는 시방서 체계이다.

각 항목에 포함할 내용은 건축공사 표준시방서, 토지주택공사 전문시방서, KS기준, 모듈러 품질체크리스트를 기준으로 작성한다(Fig. 5).

### 4.3 개선방안의 적용

Fig. 4의 개선방향을 중심으로 개선된 모듈러 방수시방서와 기계설비공사 시방서를 제안한다. 개선된 시방서의 주요 요지는 1)모듈러 방수공사, 기계설비공사의 내용을 구체화하는 것, 2)구체화한 시방서가 모듈러 공법의 특성에 적합하도록

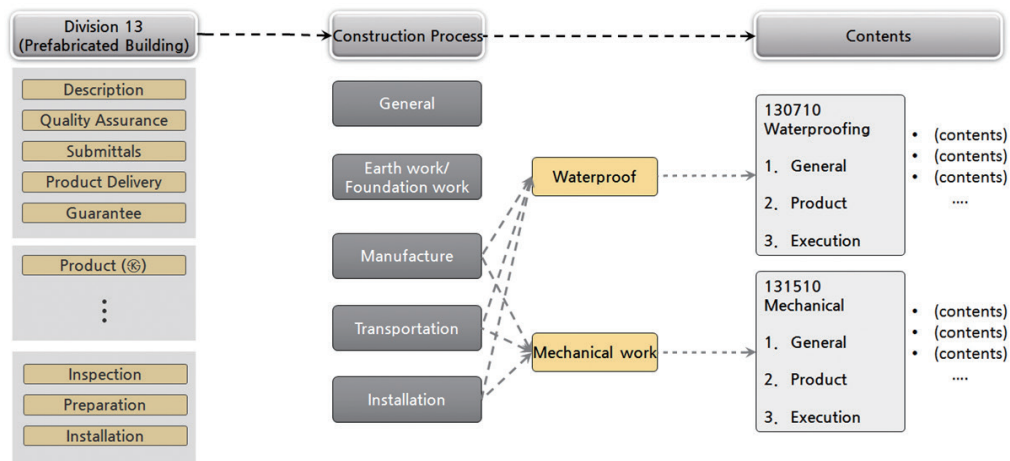


Fig. 5. Specification organization (CSI, 2014)

Step. 1

Part1: General		Source	Part2: Product		Source	Part3: Execution		Source
1.1	Section Include	Existing modular spec	2.1	Existing Material	standard spec+KS	3.1	Construction condition	Checklist + Standard spec
1.2	Related Section	standard spec	2.2	Material	standard spec+KS	3.2	Prefabrication	
1.3	Criteria	standard spec	2.3	Components	standard spec+KS	3.3	Transportation	
1.4	Terms	standard spec	2.4	Assembly	standard spec+KS	3.4	Installation	
1.5	Performance requirement	Existing modular spec	2.5	Finish	standard spec+KS	3.5	Interference	
1.6	Submittal	Existing modular spec	2.6	Tolerance	standard spec+KS	3.6	Tolerance of construction	
1.7	Quality assurance	Existing modular spec	2.7	Source quality control	standard spec+KS	3.7	Site quality control	
1.8	Transportation, storage, handling	Existing modular spec				3.8	On-site support	
1.9	Project conditions	Existing modular spec				3.9	Adjustment	
1.1	Sequence	Existing modular spec				3.1	Clearing	
1.11	Schedule	Existing modular spec				3.11	Commission	
1.12	Maintenance equipment and material	Existing modular spec				3.12	Employer Training	
						3.13	Product management	

Step. 2

General	Contents	General	Contents	General	Contents
Section Include	Waterproof construction summary and main contents technology	Existing Material	Items that list the characteristics of accessories, components, materials, or materials to match existing work in form, material, or finish.	Construction condition	Identify requirements for site conditions, review drawing documents, etc.
Related Section	Technical specifications related to waterproofing construction	Material	Describe the character of material.	Prefabrication	Describe the process assembly at the factory
Quality assurance	Includes prerequisites, grades, restrictions, and standards relating to all product and construction quality levels	Components	Describe major parts of components used in systems, production parts or types of equipment	Transportation	In addition, describe the quality tolerance during assembly
Submittal	Specify relevant documents that must be submitted by the recipient before, during, or after construction	Finish	Describe required for production and finishing materials required for construction work	Installation	Describe how to preserve quality when transport modules
Transportation, storage, handling	Specify transportation, storage and handling of products	Source quality control	Describe what should be tested or inspected at the production plant before being brought to the site, and describe the method	Interference	Describe the construction problems due to the interference between the work types
				Tolerance of construction	Description of allowable tolerances
				Site quality Control	Check for leakage by fresh water test

Step. 3

Part 1	130710 Dampproofing and Waterproofing 1. General (To be continue)	Part 2	130710 Dampproofing and Waterproofing 2. Product 2.1.1 The waterproofing material is used according to the product of each application part specified in the Specification. 2.1.2 For areas not mentioned in the Specification, it is decided with the approval of the person in charge. 2.1.3 Since the products mentioned in the Specification are for specifying the quality standards, it is possible to change them to the products that are recognized as equivalent or higher.
	Part 3		130710 Dampproofing and Waterproofing 3. Execution 3.1 Confirm construction condition Confirm construction conditions to suit the requirements of joint placement, work tolerance and other conditions affecting waterproof performance. 3.2 Prefabrication Modular construction only in areas where waterproofing works in factory manufacturing process are applied. (1) Roof Production (2) Exterior wall waterproofing (3) Interior waterproofing (toilet etc.) (4) Waterproofing work shall be carried out according to the parts mentioned in the project specifications. 3.3 Transportation 3.3.1 Be careful about module damage which may occur in the process of preparation, transportation and getting off the module. 3.4 Installation When assembling the module, check the weather to make sure that it does not interfere with the waterproofing work. In addition, it confirms the waterproof performance of module joints, window joints, etc., and prevents leakages that may occur during the installation process in advance. 3.5 Interference There should be no interference during the waterproofing work. In case of interference, waterproof quality should not be affected. 3.6 Tolerance of construction The waterproofing material must be brought to the site in sealed condition and be not exposed to external impurities. 3.7 Site quality Control 3.7.1 Fresh water test In case of roof waterproofing of the apartment, all drains should be closed during waterproofing protection layer construction, and fresh water should be filled to 75 mm depth and observed at least 72 hours to check for leaks. If a leak is found, drain the water and repair it after drying. When the repair is completed, fresh water test again in the same order as above. If there is a leaking area again, repeat the maintenance and fresh water tests until no leakage is found.

Fig. 6. Example of specification improvement (waterproof)

록 하는 것, 3)품질에 대한 검증(누수시험)에 대해 기술하는 것이다.

이에 대한 적용은 크게 3단계로 구분이 가능하고 첫째, 시방서의 구성항목을 구성하는 것(step1), 둘째, 파트별 항목별 내용에 대해 개략 기술(step2), 셋째, 구체적으로 내용을 기술하는 것(step3)이다(Fig. 6).

Fig. 6은 본 논문에서 제안하는 개선방안을 개념적으로 보여주는 그림이다. 첫 번째 단계인 시방서 구성항목에 대한 포

괄적인 고찰과 두 번째 단계에서 각 공종에 적합한 항목을 발췌, 작성, 그리고 마지막 단계에서 각 항목에 대한 구체적인 기술을 통해 하나의 공종을 대표하는 공사시방서 작성이 가능하다. 즉, 기존 모듈러 시방서에서 제시하지 않고 있는 구체적인(descriptive) 시방서작성이 가능하였고 시공부분에서 공장제작, 운송, 현장설치 항목을 기술하여 모듈러의 특성인 공장제작과 운송, 현장설치에서 발생할 수 있는 누수하지를 사전에 예방할 수 있도록 하였다. 마지막으로 이를 점검할 수

있는 성능점검 항목을 기술하여 시공 후 하자 검사를 수행하여 누수하자를 예방하도록 규정하였다.

본 논문에서 제안하는 시방서는 모듈러 공사시방서의 방수공사, 기계설비공사부분의 내용으로써 공사시방서(특기시방서)를 작성하기 위한 가이드시방서로 의미가 있다. 상기 시방서를 바탕으로 상세한 기술적 사항을 담는다면 프로젝트별(특기) 공사시방서가 완성될 수 있을 것이다.

#### 4.4 개선된 시방서의 타당성 검증

본 논문에서 제시하는 모듈러 시방서 개선방안의 타당성을 검증하기 위해 기존 3인의 전문가에 2명을 추가하여 총 5인의 모듈러 전문가를 대상으로 면담을 수행하였다. 면담의 목적은 '모듈러 특성 반영', '모듈러 시방서의 개선방향의 적정성', '모듈러 공사시방서의 체계성, 유용성', '모듈러 공사시방서의 개선방향에 관한 기타의견'을 도출하고자 함이다(Table 9). 시방서 개선방안에 대한 기대정도나 만족도를 7점 리커트 척도를 통해 각 항목에 대한 평가를 수행 하였다.

Table 9. Overview of expert interview

Division	Contents
Purpose	Reflection of modular characteristic, Improvement adequacy, Quality assurance possibilities, Other opinion
Form	Question and Answer after explanation
Response target	Modular and related professionals

Table 10. Validation of the improvement proposal

Evaluation Indicator	Average score
Reflection of modular characteristic	5.2
Improvement adequacy	5.9
Systematic	5.5
Usefulness	5.1
Quality assurance possibilities	5.0

설문의 주요 내용은 본 논문에서 제시하는 3가지 개선방안 1) 모듈러 공사시방서의 구체성, 1)모듈러의 특성을 반영(Part 3에서 구분하여 제시), 3)성능점검 항목 제시(답수, 수밀성능)으로서 이것이 적절히 반영되었는지 여부와 이에 대한 개선효과(개선방향의 적정성, 체계성, 유용성)에 대한 답변이다. 전문가 면담결과 5점 이상의 만족하는 결과를 얻었고, 구체적으로 본 연구에서 제시하는 개선방안은 기존의 섹션 구분과 포함해야하는 콘텐츠의 작성기준이 불명확하여 개략적으로 작성되어진 공사시방서를 보완할 수 있을 것이며 공사시방서의 가이드시방서가 될 수 있을 것으로 판단하였다. 기존 시방서에서는 모듈운송, 상자, 하차 등 모듈러 특성

이 누락되었지만 본 연구에서 포함시킨 내용을 기반으로 공사시방서에서는 구체적으로 작성될 수 있을 것으로 판단하였고, 성능점검 기준 등을 통해 품질향상에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라는 응답을 받았다. 또한 본 연구는 방수공사, 기계설비공사에 한정되어 작성되었지만 추가로 전 공종에 따른 시방서 작성이 필요할 것으로 판단하였다.

기타 의견으로 현 모듈러 하자 발생 원인을 분석해보면 습식공사, 현장설치공사에서 주로 하자가 발생하고 있기 때문에 향후 습식공정, 현장설치공정의 시방서를 심도 있게 다루어야 한다는 의견이 있었다. 본 연구는 방수공사, 기계설비공사에 한정하여 연구를 수행하였기 때문에 기타의견에 대한 반영은 향후 연구에서 수행되어야 할 것이다.

### 5. 결론

본 연구는 현재 연구 개발되어 있는 공사시방서가 실제적으로 쓰이지 않고 있다는 점에서 출발하였다. 시방서가 본래 설계도면에서 설명할 수 없는 기술적 사항을 설명한다는데 의의가 있으나 현재의 모듈러 시방서는 그 역할을 충분히 하지 못하고 있었고, 이에 따른 품질저하와 하자가 발생하였다. 그러므로 국내 모듈러 건축 환경에 적합하고 품질확보가 가능한 모듈러 공사 시방서 작성이 필요하고 이를 위한 개선방안이 필요하다. 그러나 모든 공종을 대상으로 작성하는 것은 현실적으로 어려우므로 하자발생률이 가장 높은 방수공사, 기계설비공사에 초점을 맞추어 모듈러 공사시방서를 제안하였다.

이 공사시방서의 구성항목은 국내외 표준시방서 및 성능시방서 등을 토대로 작성되었으며 개선된 시방서를 통해 향후 모듈러 품질개선에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 모듈러 품질에 영향을 미치는 요인은 시방서 이외에 다양하게 존재하겠지만, 계약도서로서 시방서의 역할이 점차 중요해지고 있는 건축 환경의 변화를 고려했을 때 시방서를 개선하는 것은 품질확보 및 하자발생감소에 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다.

본 연구에서 제안하는 개선방안은 향후 구체적인 전체 공사시방서를 작성할 때 참조할 수 있는 기초자료로 쓰일 수 있을 것으로 기대한다. 향후 연구과제에서는 본 연구에서 수행하지 못한 상세한 성능기준 및 기술적인 부분에 대한 기술이 추가로 필요할 것이며 남은 공종들에 대한 분석 및 기술을 통한 시방서 개발이 필요하다. 공종별로 구체적인 기술들이 어떻게 적용되고 문제점은 무엇인지에 대한 규명과, 이에 따른 집중관리 대상을 도출하여 구체적인 내용이 시방서에 반영되어야 한다. 더불어 실제 테스트베드에 적용하여 시방서에 대한 구체적인 검증과 피드백이 이루어 질 수 있다면 산업에서 적절히 쓰일 수 있는 모듈러 공사시방서가 완성될 수 있을 것이다.



## 감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 주거환경연구사업(과제번호:16RERP-B082884-03) 결과의 일부임.

## References

- Architectural Institute of Korea (2011). Korea Standard Specification, Kimoondang.
- Architectural Institute of Korea (2011). The Study on the Development of Standard Specification & Standard Estimation of Modular Systems.
- Cho, B. H., Lee, J. S., and Cha, H. S. (2010). "Development of a Modular Building System for the BOQ Using Six-sigma" *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 11(6), pp. 89-99.
- Construction Specification Institute (CSI) (2011). Construction Specifications Practice Guide.
- Construction Specification Institute (CSI) (2014). MasterFormat® Numbers & Titles.
- Ko, S. S., Kim, O. K., Kim, C. K., Kim, C. K., and Min, K. S. (2006). Construction Management, Scitech Media
- Lee, K. B., Kim, K. R., Shin, D. W., and Cha, H. S. (2011). "A Proposal for Optimizing Unit Modular System Process to Improve Efficiency in Off-site Manufacture, Transportation and On-site Installation" *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 12(6), pp. 14-19.
- Lee, K. S., and Kim, I. J. (1995). "Reformation of Specification for Quality Improvement" *Journal of the korea concrete institute*, 7(2), pp. 6-11.

---

**요약 :** 모듈러 시방서는 모듈제작, 운송, 설치에 필요한 요구사항을 기술하는 계약문서이다. 그러나 기존 모듈러 시방서의 문제점은 모듈러 공사에서 요구하는 성능수준을 보장해주지 못하고 공사별 특성을 배제한 채 건축공사 표준시방서의 내용을 그대로 차용하고 있다는 것이다. 본 연구에서는 모듈러 건축의 품질개선 방안으로 모듈러 특성에 적합한 공사시방서를 제안하였다. 연구의 범위는 하자발생이 높은 방수공사 및 기계설비공사에 한하여 진행하였다. 본 연구에서 제안하는 모듈러 시방서 개선방안은, 1) 마스터포맷에 따른 descriptive형식의 서술, 2)누수점검 및 검사 항목 반영, 3) 모듈러 특성을 고려한 시방서 내용 작성이다. 개선안을 전문가 면담을 통해 검증하였으며 이와 같은 개선방안이 모듈러 공사시방서를 보완하여 향후 모듈러 건축의 품질향상을 가져올 수 있을 것으로 평가하였다. 본 연구에서 제안하는 시방서 개선안은 전체 공사시방서 작성의 가이드가 될 수 있으며, 이를 통해 모듈러 건축의 하자발생률을 낮추는데 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다.

**키워드 :** 모듈러 시방서, 모듈러 하자분석, 마스터포맷, 시방서 체계, 공장제작

---