

# 모듈러 전문 시방서 개발을 위한 체계 구축

남성훈<sup>1</sup> · 박홍근<sup>1</sup> · 김경래\*

<sup>1</sup>아주대학교 건축공학과

## A Study on Development of Owner's Standard Specification Structure for Modular Building

Nam, Sunghoon<sup>1</sup>, Park, Honggeon<sup>1</sup>, Kim, Kyungrai\*

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

**Abstract :** Specification is an important document for securing safe construction and improving quality as well as the contract document. Currently, the specifications used in modular buildings in Korea are only the construction specification, and most of the contents are used by borrowing the standard specifications of the building, so the contents of the modular buildings can not be reflected and its contents are similar to the guideline book. The current status of domestic specification for modular buildings is affecting the quality of modular buildings. Therefore, we analyze activity through monitoring the modular process of modular buildings and analyze systematically relationship by applying IDEF modeling with analyzed activity. As result this paper proposes a structure of special specification specialized in modular building through generalization. The major classifications were divided into three stages : factory construction, transportation, and on-site installation. The specification structure was divided into 32 types of construction items from the floor slab assembly of the factory production to the joint finish of the on site installation in accordance with the opinion of experts.

**Keywords :** Owner's Standard Specifications, Modular, IDEF

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

세계 건설시장은 현장건설 방식(On Site Construction)이 가지고 있는 문제점들인 기능인력부족, 노무비상승 등으로 인한 문제점을 해결하고자 공장제작건설방식(Off Site Construction)으로 패러다임이 변화하고 있으며 이 중심에 모듈러 건축물이 있다(Kim et al., 2017). 국내에서는 2003년 9월에 완공된 최초의 모듈러 건축물인 서울 신기초등학교 모듈러 교사동 증축공사는 지상 규모로 교실 18모듈, 화장실 4모듈, 계단 4모듈을 사용하였으며, 공장제작 60일과 현장설치 30일이 소요되었다. 이를 시작으로 하여 2005년 소초급 군막사가 모듈러 공법을 적용하여 건립하였으며, 2006년에는 연면적 1000평 규모의 대대급 군막사 및 일반

오피스 용도인 방위사업청사와 포항제철소 열연서브센터 등 까지 확대 적용되었다.(Cho et al., 2007). 모듈러 건축물이 적용되기 시작하여 또한 국가의 정책적 지원으로 모듈러 건축에 대한 연구 및 시범사업이 진행되고 있다. 점차 모듈러 건축시장 규모가 확장됨에 따라 모듈러 건축물에 적용할 시방서가 필요하게 되었다. 현재 모듈러 건축물의 시방서와 관련하여 대한건축학회 (2011)의 연구를 통하여 시방서 관련 규정과 참조 시방서, 요구사항에 대하여 간단히 언급되어있으며, 표준시방서의 체계에 따른 각 공정에 대한 일반사항, 자재, 시공에 대한 서술이 없고 공정을 통합하여 기술되어 있어 미흡하다. 모듈러 공사시방서는 주요 공정을 대상으로 지침서의 형태로 짧게 서술되어 있다.

이러한 시방서의 미흡이나 오류로 인한 문제로 공사시방서를 작성하였을 경우 공중 또는 작업에 대한 누락이 발생할 수 있다. 또한, 건축공사 표준시방서의 경우 일반 건축물의 공정으로 나누어져 있기 때문에 모듈러의 특성을 반영하지 못한다. 모듈러 공법은 하나의 작업단위에서 여러 가지의 공정이 반복적으로 이루어지기 때문에 모듈러 공정의 정확한 이해와 모듈러 건축물에 대한 전체 공정을 분석한 모

\* Corresponding author: Kim, Kyungrai, Department of Architectural Engineering, Ajou University, Suwon 16499, Korea  
E-mail: kyungrai@ajou.ac.kr  
Received November 2, 2018; revised January 21, 2019  
accepted February 7, 2019

둘러 전문시방서가 필요하다. 이에 본 연구는 모듈러 공사의 특성을 반영하여 해당 공사시방서에 쉽게 적용할 수 있도록 하며 모듈러 건축물의 품질 확보를 위해 모듈러 전문 시방서 개발을 위한 체계를 제안한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위인 모듈러 건축물 전문시방서 개발범위는 모듈러 건축물의 생산체계를 기준으로 구분하여 제작, 운송, 시공을 포함한다. 본 연구의 연구 방법은 모듈러 건축물의 시방서의 문제점을 파악하기 위해 국내 시방서의 구성체계 및 모듈러 공사 시방서를 분석하고, 국외 시방서 및 문헌 조사를 수행한다. 모듈러 건축물의 프로세스를 파악하기 위해 모듈러 공장 제작 현장 모니터링 및 전문가 자문을 수행한다.

현장 모니터링은 현재 모듈러 유닛을 제작 및 설치하는 Y 업체를 대상으로 선정하였다. 모니터링 내용을 바탕으로 모듈러 건축물의 공정을 분석하여 개략적인 구성체계를 작성한다. 이를 바탕으로 IDEF 모델링을 적용하여 각 공종에 대한 연계성 파악을 통하여 누락된 작업이나 통합해야 할 공종을 분석한다.

이를 바탕으로 최종적으로 모듈러 특성을 반영한 모듈러 전문시방서의 구성체계를 제안하며, 세부적인 연구의 흐름은 <Fig. 1>과 같다.

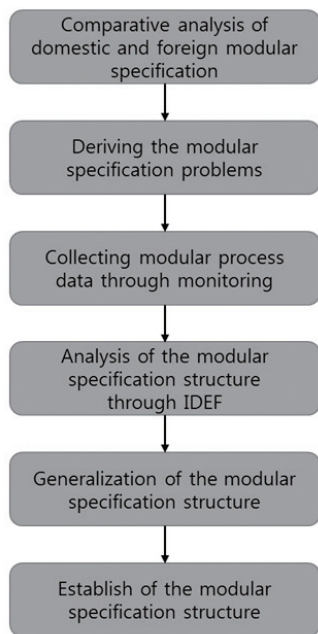


Fig. 1. Research process

## 2. 국내 · 외 시방서 체계 분석

### 2.1 국내 시방서 체계

국내의 시방서는 표준시방서, 전문시방서, 공사시방서로 분류된다. 표준시방서는 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성과 품질확보 등을 위하여 시설별로 정한 표준적인 시공기준으로서 발주처 또는 설계 등 용역업자가 공사시방서를 작성하는 경우에 활용하기 위한 시공기준이 되는 시방서이다. 구성체계는 <Table 1>과 같이 총 24개로 총칙과 23개의 공사로 구성되어 있다.

전문시방서는 시설물별 표준시방서를 기본으로 모든 공종을 대상으로 하여 특정한 공사의 시공 또는 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 종합적인 시공기준을 말하며, 공사 시방서는 공사별로 건설공사 수행을 위한 기준으로써 계약문서의 일부가 되며, 설계도면에 표시하기 곤란하거나 불편한 내용과 당해 공사의 수행을 위한 재료, 공법, 품질시험 및 검사 등 품질관리, 안전관리계획 등에 관한 사항을 기술하고, 당해 공사의 특수성, 지역여건, 공사방법 등을 고려하여 공사별, 공종별로 정하여 시행하는 시공기준을 말한다. 전문시방서와 공사시방서는 표준시방서를 바탕으로 하여 작성되기 때문에 구성체계는 표준시방서와 유사하다고 볼 수 있다.

Table 1. Standard specification structure of building construction

Code	Activity	Code	Activity
01000	General conditions	13000	Metals work
02000	Temporary work	14000	Exterior wall work
03000	Earthwork	15000	Plastering work
04000	Foundation work	16000	Ondol system (underfloor heating system)
05000	Concrete work	17000	Glass and Window work
06000	Steel structure work	18000	Painting work
07000	Masonry work	19000	Interior finishing work
08000	Stone work	20000	Landscaping
09000	Tile and Terracotta work	21000	Insulation and fire proofing work
10000	Carpentry work	22000	Special construction
11000	Dampproofing and Waterproofing work	23000	Demolition and resources recycling
12000	Roofing work	24000	Other work

국내의 시방서 체계에서 모듈러 건축물과 관련한 내용을 표준시방서와 전문시방서에서 찾아볼 수 없으며, 공사별로 작성하는 공사시방서에 한하여 모듈러 건축물과 관련한 내용이 일반시방서와 특기시방서에 기술되어 있다.

## 2.2 미국 시방서 체계에 따른 분석

초기의 시방서 체계는 급격한 신기술의 발달과 자재 공급업체와 하도급업체의 심화된 경쟁을 수용하기 어려워져서 문제가 야기 되었고, 1978년 MasterFormat이 탄생되었다. 건설기술이 발전함에 따라 Division이나 Section의 구성이 하도급이나 기능공중심에서 Material과 Product중심으로 변화하게 되고 Division이나 Section의 title도 painting에서 paint로 변화하게 되었다. 더 나아가 Division이나 Section의 구성이 work result (Product + fabrication/application/installation)중심으로 변화하게 되었다. 미국 정부(연방 및 주정부 등)에서는 시설물/공종/구조/재료별로 관련 전문기관(발주기관 · 학 · 협회 등)에서 발간한 기준(디자인 매뉴얼 및 가이드, 기술 시방서 등)의 내용을 채택하여 정부기준으로 정하고 있다. 코드체계(Numbering system)는 CSI (The Construction Specifications Institute : 미국건설시방서협회)의 MasterFormat으로 현재 북미 건설업계 전반에 걸쳐 사용되고 있는 건설 프로젝트를 구성하는 작업결과(work result), 시방서, 세부 비용정보를 위한 체계적인 분류번호와 제목으로 구성된 마스터 목록이다. MasterFormat은 5단계의 번호체계로 구성되며, 4단계(발주기관과 식별번호)와 5단계(사용자 추가정의)는 필요에 따라(optional number)사용할 수 있도록 하고 있다(한국건설기술연구원, 2011a). 2010년 3월, Eurocodes는 유럽 각국에서 발행한 기존 국가기준을 대체하여 유럽의 공공공사 조달 시방에 의무 적용하고 있으며 1989년에 EU 및 EFTA는 회원국의 건설 제품에 관한 법, 규정 및 행정 규정을 토대로 CEN에서 유럽표준을 발행하였다(Direction 89/106/EEC) (한국건설기술연구원, 2011a). 대표적으로 모듈러 공법을 많이 채택하고 있는 북미지역의 건설업계 전반에서 사용되고 있는 MasterFormat의 구성체계는 <Table 2>와 같다.

MasterFormat의 분류코드는 2자리씩 3개의 Level로 6자리 코드의 형태로 작성되어있으며, 최하위 항목별로 Part 1(일반사항), Part 2(자재), Part 3(시공)의 체계로 구성되어져 있다. Part 1(일반사항)에서는 Requirement, Submittals, Quality assurance, Guarantee등에 관한 사항을 규정하고 있으며, Part 2(자재)에서는 Framing의 구분과 각각 따라야 하는 기준등을 정의하고 있다. 마지막 Part 3(시공)에서는 Inspection, Preparation, Installation에 대한 사항을 규정하고 있다.

모듈러 관련 시방은 MasterFormat의 13번째 항목인 Special Construction에 포함되어 있으며, 하위 항목 134200 Building Modules and Components에서 <Table 3>과 같이 시설물별로 구분되어있다.

Table 2. Structure of MasterFormat

Division	Titles
DIVISION 00	Procurement and Contracting Requirements
DIVISION 01	General Requirements
DIVISION 02	Existing Conditions
DIVISION 03	Concrete
DIVISION 04	Masonry
DIVISION 05	Metals
DIVISION 06	Woods, Plastics, and Composites
DIVISION 07	Thermal and Moisture Protection
DIVISION 08	Openings
DIVISION 09	Finishes
DIVISION 10	Specialties
DIVISION 11	Equipment
DIVISION 12	Furnishings
DIVISION 13	Special Construction
DIVISION 14	Conveying Equipment
DIVISION 21	Fire Suppression
DIVISION 22	Plumbing
DIVISION 23	Heating, Ventilating, and Air-Conditioning(HVAC)
DIVISION 25	integrated Automation
DIVISION 26	Electrical
DIVISION 27	Communications
DIVISION 28	Electronic Safety and Security
DIVISION 31	Earthwork
DIVISION 32	Exterior Improvements
DIVISION 33	Utilities
DIVISION 34	Transportation
DIVISION 35	Waterway and Marine Construction
DIVISION 40	Process Interconnections
DIVISION 41	Material Processing and Handling Equipment
DIVISION 42	Process Heating, Cooling, and Drying Equipment
DIVISION 43	Process Gas and Liquid Handling, Purification, and Storage Equipment
DIVISION 44	Pollution and Waste Control Equipment
DIVISION 45	Industry-Specific Manufacturing Equipment
DIVISION 46	Water and Wastewater Equipment
DIVISION 48	Electrical Power Generation

Table 3. 13 42 00 Building modules and components

Code	Titles
13 42 13	Bathroom Unit Modules
13 42 25	Hospitality Unit Modules
13 42 33	Apartment Unit Modules
13 42 43	Dormitory Unit Modules
13 42 46	Education Unit Modules
13 42 63	Detention Cell Modules
13 42 63. 13	Precast-Concrete Detention Cell Modules
13 42 63. 16	Steel Detention Cell Modules
13 42 73	Integrated Interior Modules
13 42 73. 11	Integrated Floor Assemblies
13 42 73. 13	Integrated Wall Assemblies
13 42 73. 15	Integrated Ceiling Assemblies

### 2.3 국내 모듈러 시방서 분석

국내 모듈러 시방서에 대한 연구로 대한건축학회(2011)에서 제안한 체계는 <Table 4>와 같다. 일반사항, 토공사 및 지정공사, 모듈 공장제작, 모듈 운송 4개의 대분류로 구분하였으며, 하위분류는 주요 공정을 대상으로 주요 공사만 기술되어 있다.

Table 4. Specification system in accordance with classification criteria

(Source : Architectural Institute of Korea, 2011)

Division	Content	Division	Content
1. General	1.1 Summary	3. Module production	3.1 General conditions
	1.2 Related specification		3.2 production plan
	1.3 Definition of a term		3.3 Shop drawing
	1.4 Performance requirement		3.4 Primary member
	1.5 Required documentation		3.5 Frame assembly
	1.6 Quality Assurance		3.6 Floor slab assembly
2. Earthwork	2.1 General conditions		3.7 Interior wall and ceiling
	2.2 Excavation work		3.8 Exterior wall installation
	2.3 Foundation work		3.9 Roof module production
	2.4 On-site assembly		3.10 Module stock
4. Module transport			3.11 Module transport
		4.1 General conditions	
		4.2 Module transport	

Table 5. Construction specification of modular building

Categorize		Content
Certification report of industrialized house		<ul style="list-style-type: none"> <li>Report for Certification of industrialized house includes specification.</li> <li>The contents is divide into general conditions, earthwork and foundation work, module production, module transport, and on-site installation.</li> </ul>
OO Modular construction	General specification	<ul style="list-style-type: none"> <li>The contents is divide into General conditions, foundation and core work, module production, module transport, and on-site finishing work</li> </ul>
	particular specification	<ul style="list-style-type: none"> <li>The special requirements of substructure work and specialty of modular construction is describe.</li> </ul>

모듈러 관련 공사 시방서에 해당하는 시방서는 실제 수행한 공사 시방서와 공업화 인증을 받기 위해 제출한 공업화 인증 보고서에 기술된 시방서가 있으며, 각 시방서에 대한 내용은 <Table 5>와 같다. 공업화주택 인증보고서의 시방서 체계는 일반사항, 토공사 및 기초공사, 모듈 공장제작, 모듈 운송, 현장설치공사로 구분되어 있으며, 내용은 건축표준시방서의 내용과 전에 수행한 공사를 통한 노하우를 통합 서술하여 지침서에 가까운 시방서 형태를 띄고 있다. 최근에 완공한 OO동 모듈러 건축공사의 공사시방서는 일반시방서와 특기시방서로 구분되어 있으며, 공사시방서의 구성 체

계는 기존 공업화주택 인증보고서와 유사한 형태로 일반사항, 현장기초 및 코어공사, 모듈공장제작, 모듈운송, 현장마감공사로 구분되어 있으며, 하위 공사는 모듈러 공장제작에서 골조조립, 바닥판조립, 내벽설치, 외벽설치로 구분되어 있으며, 현장마감공사에서 모듈현장 내 양중, 현장 조립으로 구분되어 있다.

### 2.4 국내 모듈러 건축물 시방서의 문제점

국내 모듈러 시방서의 문제점은 상위 기준이라고 할 수 있는 표준시방서나 전문시방서에 모듈러 건축물에 대한 내용이 존재하지 않으며, 이와 관련한 구성체계가 없다는 것이다. 공사 시방서의 경우 공사를 수행하기 위해 모듈러 공사의 내용이 일부 작성되어 있다. 이러한 국내 현황에 따라 상위 기준인 표준시방서와 전문시방서의 체계없이 작성한 공사 시방서의 경우 내용의 미흡이나 오류로 인한 문제로 공중 또는 작업에 대한 누락이 발생할 수 있으며, 이렇게 작성한 시방서가 모듈러 주택의 하자발생에 인한 품질저하의 원인이 될 수 있다고 하였다(Yoon et al., 2017). 또한, 모듈러 건축물의 특성을 고려하지 않고 일반건축물에 적용하는 건축표준시방서의 내용을 그대로 차용하여 시방서를 작성한 경우 감리자가 정확한 감리업무를 수행하기 어렵다. 예를 들면 일반건축물 공사에서 행하는 철골공사와 모듈러 건축물에서 행하는 모듈러 유닛 조립을 비교하면 작업 내용 측면에서 철골을 기둥이나 보로 활용하여 용접 또는 볼팅을 하는 작업 내용은 동일하나, 이 외에 작업 순서, 오차 및 유의사항 등은 각기 다르기 때문이다. 따라서 감리자가 감리업무를 수행하기 위해서는 모듈러 건축물 공사에 적합한 시방서가 필요하다.

그리고 내용적인 측면에서 상위 기준 없이 작성한 시방서 내용은 관련 규정과 참조 시방서, 요구사항에 대하여 간단히 언급되어있으며, 표준시방서의 체계에 따른 각 공정에 대한 일반사항, 자재, 시공에 대한 서술이 없고 공정을 통합하여 기술되어 있어 시방서라기 보다는 지침서의 형태에 가까우며, 모듈러의 특성을 반영하여 작성하였다고 보기 어렵다.

## 3. 모듈러 프로세스 분석

2.4에서 언급한 국내 모듈러 시방서의 문제점을 해결하기 위해서는 우선 국내 모듈러 시방서를 작성하기 위한 상위 기준에서의 체계가 필요하다. 하지만 국내 표준시방서를 수정하기에는 어려움이 있기 때문에 본 논문에서 모듈러 건축물의 공사시방서의 작성에 활용하기 위한 전문시방서의 체계를 구축하고자 한다. 이를 위하여 모듈러 건축물의 프로세스에 대한 분석이 필요하다.



### 3.1 모듈러 프로세스 분석 방법

모듈러 건축물 프로세스를 크게 모듈러 공장 생산, 운송, 현장설치로 구분할 수 있다. 각각의 프로세스가 일어나는 장소가 다르기 때문에 동시에 분석을 시행할 수 없다.

따라서 프로세스별 분석 방법을 달리하였다. 모듈러 공장 생산 프로세스는 2015년 7월 8일부터 10일까지 공장을 방문하여 모니터링을 통하여 자료를 수집 및 분석하였다(Table

6). 운송 및 현장설치의 프로세스는 문헌 및 전문가 자문을 통하여 프로세스를 파악하였다.

공장제작, 운송 및 현장설치의 관계를 체계적으로 분석하기 위하여 본 연구에서는 모니터링을 통하여 수집한 자료와 문헌 및 전문가 자문을 통하여 수집한 자료를 IDEF모델링에 적용하였으며, 각 공정별 연관관계를 파악하여 누락되거나 중복이 없는 체계적인 프로세스를 도출하고자 하였다.

Table 6. Monitoring of modular factory production process

Process		Activity	Location	Material	Equipment	
P R E S T A T I O N	1 Pre_Station	Floor slab assembly	Floor steel frame workspace	Floor steel □ shaped Stud ┐ shaped angle Other metals	Forklift truck Chain block Electric torque wrench Welder	
						Floor steel frame tentative assembly
						Floor steel frame Stud installation
						Floor steel frame welding
	2 Pre_Station	Floor slab concrete pouring	Concrete pouring space	Deck plate Pipe Wire mesh Concrete	Grinder Box nailing machine Ready mixed concrete Concrete pumping vehicle Vibrator	
						Miscellaneous metals welding
						Sub truss installation
						Floor deck installation
						Floor plumbing installation
						Wire mesh installation
						Concrete pouring
	Concrete protector installation					
	3 Pre_Station	Ceiling frame assembly	Ceiling workspace	Ceiling steel □ shaped Stud OSB	Crane Welder Electric driver Grinder	
						Ceiling steel frame tentative assembly
						Ceiling sub truss assembly
						Ceiling electric pipe installation
	4 Pre_Station	Shorter side frame assembly	Shorter side frame workspace	Column & beam steel □ shaped Stud High strength bolt	Crane Electric torque wrench Welder	
						Ceiling OSB(Oriented Strand board) installation
Column and beam assembly						
Bolting						
5 Pre_Station	Structure assembly	Structure workspace	□ shaped Stud Bracing material High strength bolt	Forklift truck Crane Welder Electric torque wrench		
					Stud installation	
					Shorter side frame welding	
					Steel column tentative assembly	
6 Pre_Station	Repairing	Structure finishing work	Rust resisting paint Primer	Man lift Welder, roller		
					Repair welding	
S T A T I O N	1 Station	Continuous Line	Wall stud Window and door frame Plaster board	Electric driver Putty knife		
					Touch up painting	
					Window and door frame installation	
					Light weight steel installation	
					Marking	
					Mortar at corner	
	2 Station	Insulation installation	Continuous Line	Glass Wool		
						Gypsum board installation
	3 Station	Electric installation	Continuous Line		Electric driver	
						Putty work
						Electric pipe installation
						A/C Box installation
	4 Station	Mechanical installation	Continuous Line	Pipe	Electric driver	
						Distributing wire box installation
						Other electric device installation
						Wall embedded pipe installation
						Vertical and horizontal pipe installation
	5 Station	Exterior finish work	Continuous Line	CRC Moisture proof paper (Tyvek) Glass Wool Y.S.P	Electric driver Welder Crane	
						Radiators for heating system and air-conditioning pipe installation
						Vent pipe installation
Moisture proof paper (Tyvek) installation						
Glass wool installation						
Y.S.P installation						
5 Station	Exterior finish work	Continuous Line	CRC Moisture proof paper (Tyvek) Glass Wool Y.S.P	Electric driver Welder Crane		
					Stud tentative assembly and welding	
					Panel Installation	
					Window and door installation	

### 3.2 IDEF 모델링 개념

IDEF (Integration DEFinition)기능 모델이란, 조직이나 기업에서 수행되어지고 있거나 수행되어야 할 기능, 또는 기능과 기능간의 관계를 그림과 문자로써 표현해 놓은 것을 말한다. IDEF는 이러한 모델을 박스와 화살표로써 표현하며 각각의 박스를 계층적으로 분해 가능한 셀(Cell)로 가정하며 기본적 구성은 <Fig. 2>와 같이 IDEF 모델 다이어그램의 기본 구성은 박스형태로 표시되는 기능과 화살표로 표시되는 ICOM (Inputs, Controls, Outputs, Mechanisms)으로 구성되어 있다.

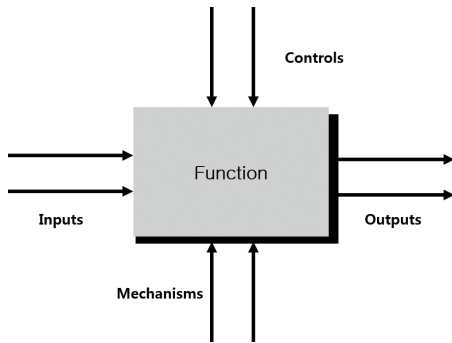


Fig. 2. IDEF conceptual diagram

### 3.3 모듈러 공정 IDEF모델링 적용 프로세스

모듈러 공정은 <Fig. 3>과 같이 공장제작, 운송, 현장설치로 구분되어 지며, 현장모니터링을 통한 모듈러 공정을 분석한 후 시방서 구성체계 및 내용을 위하여 IDEF모델링을 적용하여 Level (1)으로 나누어서 적용하였다.

#### 3.3.1 공장제작

공장제작단계는 하나의 모듈유닛을 공장에서 만드는 과정을 말하며, 유닛의 제작 발생할 수 있는 시공오차(제작오

차)가 있기 때문에 단계별 세부적인 검사가 필요하다. Level 0의 공장제작단계를 IDEF모델링을 이용하여 Level 1로 세분화 시키면 <Fig. 4>와 같다. 공정모니터링의 결과로 작업의 연속성을 확보하기 위해 Level (1)의 공종들은 바닥판 조립, 바닥판 콘크리트 타설, 천장프레임 조립, 단변부 프레임 조립, 구조체 조립, 구조체 보강, 내외장재 설치공사, 단열재 설치공사, 전기 및 배관 설치공사, 기계 및 배관 설치공사, 외부 마감공사로 이루어진다. 분석과정에서 프로세스는 다르나 동일한 작업이 연속적으로 일어나는 경우 하나의 작업으로 통합하였다. 천장프레임 조립과 단변부 프레임 조립은 메인 프로세스가 아니라 보조 프로세스에 해당하는 작업으로 구조체 조립과 별도로 계속적으로 일어나는 작업이므로 이를 기타 벽체 조립 작업으로 통합하였다.

구조체 조립과 구조체 보강 작업도 주요 작업과 부속 작업 형태로 연속적으로 수행하는 작업이므로 이를 하나로 통합하였다. 또한, 바닥판 콘크리트 타설 작업은 바닥판을 건식으로 할 경우 콘크리트 타설 작업을 수행하지 않기 때문에 바닥판 마감으로 명칭을 변경하여 적용하였다. 따라서 최종 Level (1)의 프로세스는 바닥판 조립, 바닥판 마감, 기타 벽체 조립, 구조체 조립, 내외장재 설치공사, 단열재 설치공사, 전기 및 배관 설치공사, 기계 및 배관 설치공사, 외부 마감공사이다.

시방서의 구성체계를 위해서 Level (1)의 공종이 다양한 작업내용을 포함하고 있다면 Level (2)단계로 세분화하여 실제 수행하는 작업을 도출하였다. Level (2)단계로 세분화되는 프로세스는 내외장재 설치공사, 외부 마감공사이다. 내외장재 설치공사는 수장공사에 해당하는 석고보드 설치공사와 방수공사에 해당하는 방수 및 방습공사이다. 석고보드 설치공사의 명칭이 재료사용에 제약을 가져 올 수 있기 때문에

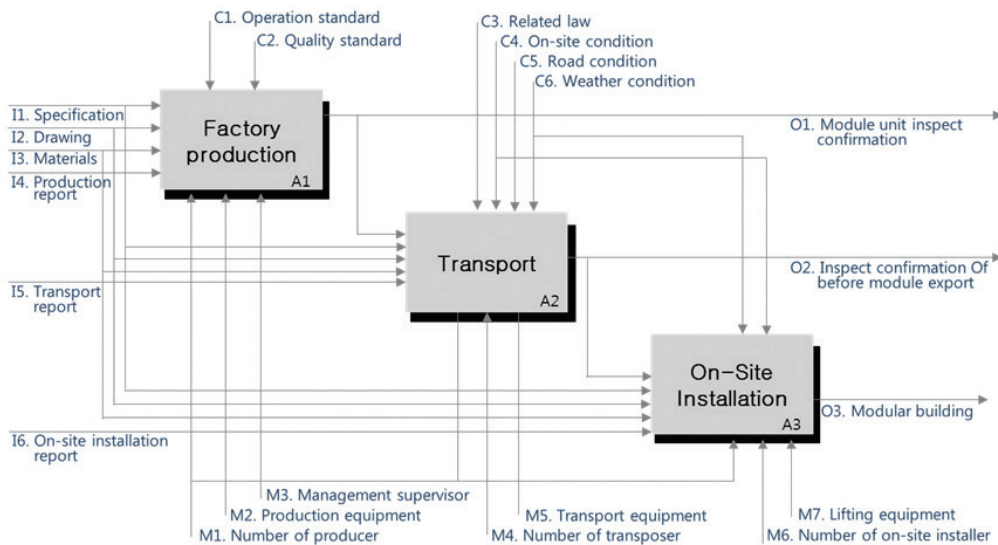


Fig. 3. IDEF of modular process (Level 0)

벽 · 천장 마감으로 변경하여 적용하였다. 외부마감공사는 외벽패널 설치, 창호 및 문 설치, 유리 설치로 구분하였다.

최종 공장제작 프로세스에서 도출한 시방서에 작용할 작업을 순서대로 나열하면 바닥판 조립, 바닥판 마감, 기타 벽체 조립, 구조체 조립, 벽 · 천장 마감, 단열재 설치공사, 방수 및 방습공사, 전기 및 배관 설치공사, 기계 및 배관 설치공사, 외벽패널 설치, 창호 및 문 설치, 유리 설치 총 12개의 작업으로 구성된다.

### 3.3.2 운송

운송단계는 모듈 유닛의 공장제작이 완료된 후 현장에서 하차까지의 범위를 말하며, 운송 중 발생할 수 있는 오차(모듈 유닛의 변형, 운송 중 마감재탈락 등)가 있기 때문에 단계별 세부적인 검사가 필요하다. Level (0)의 운송단계를 IDEF모델링을 이용하여 Level (1)으로 세분화 시키면 (Fig. 5)와 같다. Level (1)의 공종들은 포장, 상차, 운송, 하차의 단계로 나누어진다. 공장제작단계와 같이 Level (2)로 세분화시켜야 할 작업은 없다.

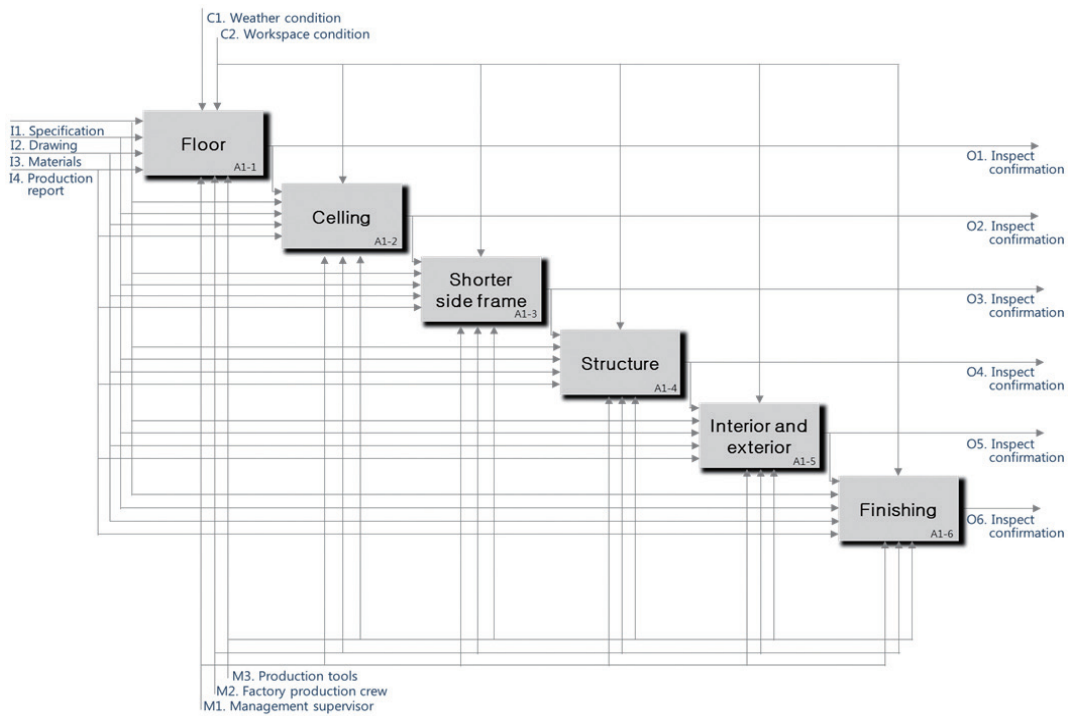


Fig. 4. Factory production (Level 1)

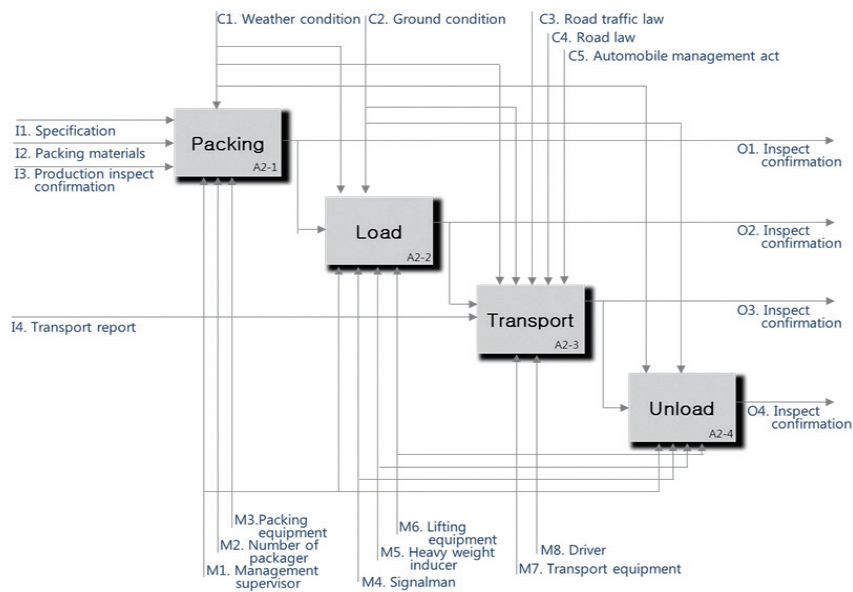


Fig. 5. Transport (Level 1)

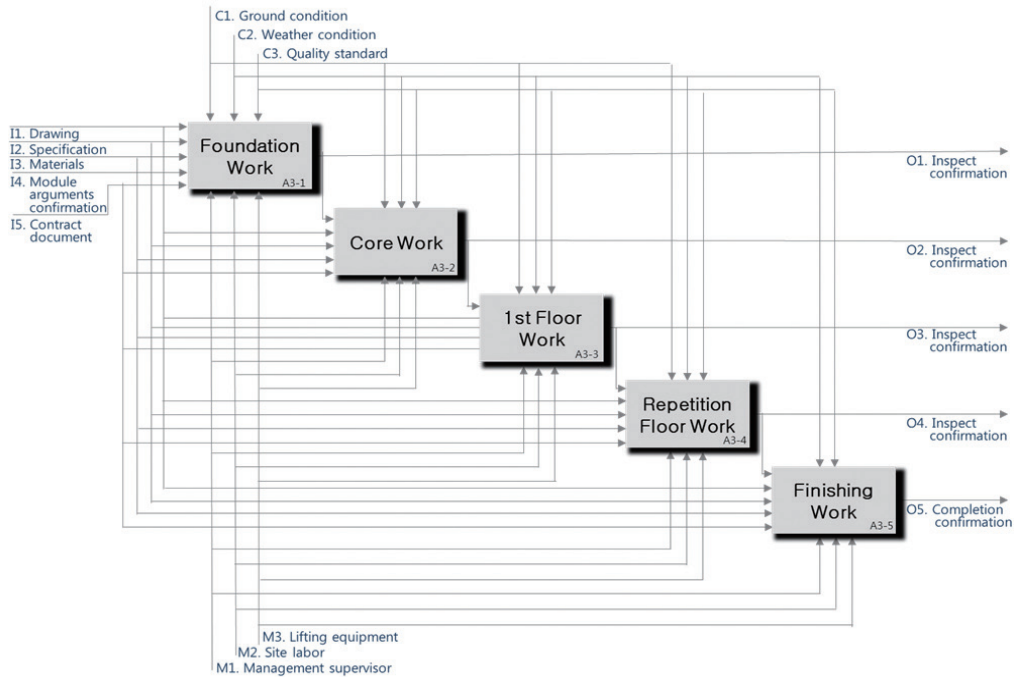


Fig. 6. On-site installation (Level 1)

### 3.3.3 현장설치

현장설치단계는 기초공사부터, 준공검사까지 현장에서 진행되는 단계를 말하며, 모듈 유닛의 설치 시 발생할 수 있는 오차(양중 모듈 유닛의 변형, 시공오차 등)가 있기 때문에 단계별 세부적인 검사가 필요하다. Level (0)의 현장설치 단계를 IDEF모델링을 이용하여 Level (1)으로 세분화 시키면 <Fig. 6>과 같다. Level (1)의 공종들은 기초공사, 코어공사, 1층 공사, 반복 층 공사, 마감공사로 나누어진다.

공장제작단계처럼 하위에 서로 다른 작업이 있을 경우 Level (2)의 소공종들로 분류해야하며, 이에 해당하는 작업은 마감공사이다. 마감 공사를 Level (2)로 세분화 하면 지붕 패널 설치, 기타 금속공사, 접합부위 마감으로 구분할 수 있다.

## 4. 시방서 구성체계 일반화

모니터링을 통하여 수집한 자료는 모니터링 당시 제작하고 있는 모듈러 유닛 타입에 따른 일부분만을 조사한 것으로 누락된 공사가 있을 수 있다. 따라서 자문 및 인터뷰를 통하여 누락된 공사에 대하여 추가 조사를 수행하였다. 이를 바탕으로 모듈러 공장제작에서 행해지는 공사에 대하여 일반화를 수행하였다.

IDEF를 통하여 1차로 연속적으로 일어나거나 동일한 작업을 수행하는 프로세스일 경우 일반화하기 위하여 통합하였다. 모듈러 공장제작에서 천장 공사와 단변부 공사의 경

우 철골 조립 공사로 작업 내용이 동일하여 기타 벽체 조립 공사로, 구조체 조립과 구조체 보강을 구조체 조립으로 통합하였으며, 이와는 별개로 운송에서 포장을 제외한 상차, 운송, 하차는 작업이 연속적으로 이루어지는 관계로 운송으로 통합하였다.

이와는 반대로 모듈러 건축물의 시공 방법에 따라 세분화하여 추가 삽입하였다. 추가 삽입한 공사는 코어공사 수행 방식에 따라 콘크리트 공사와 PC 공사로 구분하였으며, 지붕공사 방법에 따라 지붕패널을 제작하여 설치하는 공사와 현장 콘크리트 타설하는 방법으로 구분하였다. 지붕 공사를 현장 콘크리트로 타설 할 경우 지붕 방수공사가 추가적으로 동반하게 되어 현장설치 부분에 추가 삽입하였다.

누락된 공사로 시방서 구성체계에 추가 삽입한 공사는 공장제작의 경우 벽지 및 장판 붙임, 타일설치, 온돌 마감, 싱크대 및 가구설치이며, 현장설치의 경우 가설공사와 토목공사이다.

이와는 별개로 전기공사와 기계 설치공사는 발주체계에 따라 현장에서 행해질 수 있기 때문에(Nam & Kim, 2016) 모듈러 건축물의 계약 형태에 따라 전기공사와 기계공사를 공장 작업 분과 현장 작업 분으로 구분할 수 있도록 동일한 내용을 공장 제작 부분과 현장 작업부분에 각각 삽입하여 계약의 특성에 따라 공사 내용을 구분할 수 있도록 하였다.



### 5. 시방서 구성체계 제안

수집한 자료를 IDEF모델링 적용 모듈러 건축물의 프로세스를 구축하여 시방서의 기본적인 구성체계를 구축하였으며, 이를 바탕으로 누락된 공사의 삽입 또는 일반화 작업을 통하여 다음과 같이 모듈러 건축물의 시방서 구성체계를 완성하였다.

모듈러 시방서의 상위 구분은 공장제작, 운송, 현장설치이며, 이에 따른 하위 공사의 구분은 다음과 같다<Table 7>.

공장제작은 바닥판 조립, 바닥판 마감, 기타벽체 조립(천장 및 벽체), 구조체 조립, 벽·천장 마감, 단열재 설치, 방수 및 방습공사, 벽지 및 장판 붙임, 타일 설치, 온돌마감, 싱크대 및 가구 설치, 전기배관공사, 기계배관공사, 외벽 패널 설치, 창호 및 문 설치, 유리 설치 총 16개의 공사로 구성하였으며, 운송의 경우 포장 및 운송(상차, 하차 포함)으로 구성하였다.

현장설치는 가설공사, 토목공사, 기초공사, 골조공사(지하 및 지상/콘크리트 공사), PC코어공사, 모듈러 유닛 1층 공사, 모듈러 유닛 반복층 공사, 전기배관공사, 기계배관공사, 지붕패널설치, 지붕 방수공사, 지붕 콘크리트 공사, 기타 금속공사, 접합부위 마감 총 14개의 공사로 구성하였다.

Table 7. Proposal of special specification structure for modular building

Division	Section	Division	Section
Factory production	Floor slab assembly	Transport	Packing
	Floor slab finishing		Transportation
	Other walls assembly	On-site installation	Temporary work
	Structure assembly		Earth work
	Wall · Ceiling finishing		Foundation work
	Insulation installation		Structure work
	Dampproofing and Waterproofing work		PC core work
	Papering Wall and floor		Module unit installation work on 1st floor
	Tile installation		Module unit installation work on other floor
	Ondol System		Electric work
	Sink and furniture installation		Mechanical work
	Electric work		Roof panel installation
	Mechanical work		Roof waterproof work
	Exterior wall panel installation		Roof concrete work
	Window and door installation		metals work
Glass installation	Joint finish		

### 6. 검증

본 논문에서 제안한 모듈러 전문시방서 구성체계는 수행 중인 연구단을 통하여 시범사업에 적용하여 검증을 할 예정이다. 하지만 적용하기 전 전문가들의 자문의 통한 의견 제시로 최소한의 검증을 시행하였다<Table 8>.

Table 8. Expert interview

Class	Description
Objective	Verification of modular special specification
Expert	Modular production company : 1person Academy : 1person Design office : 1person
Date	2018.06.15, 2018.07.09, 2018.07.10, 2018.07.25,
Method	Expert's interview 4times (each 1hour)

모듈러 제작업체(1), 학계(1), 설계사무소(1) 관계자를 통하여 시방서 구성체계에 검증하였으며, 자문 의견은 다음과 같다. 자문을 받기 전 시방서 구성체계(초안)에 누락된 공사가 있으며, 시공방법에 따라 공사 내용이 달라 질수 있으니 이를 반영해야 한다는 의견을 개진하였다. 이러한 의견을 반영하여 '4. 시방서 구성체계 일반화'에서와 같이 초안에 누락된 공사와 현장 시공방법에 따른 공사를 전문가 의견에 따라 삽입하였다. 또한 시방서 구성체계 외 시방서에 삽입해야 하는 내용 및 공사시 주의해야 하는 사항에 대한 의견을 제시하였으며, 이를 정리를 하여 모듈러 전문 시방서에 반영하였다.

### 7. 결론

본 논문은 현 모듈러 건축물의 시방서의 구성체계가 없어서 발생하고 있는 품질관리의 문제와 공사 시방서의 미흡으로 인한 모듈러 건축물의 하자에 대한 문제점을 개선하기 위하여 모듈러 전문 시방서의 체계를 도출하였다.

최종 모듈러 전문시방서는 크게 공장제작, 운송, 현장설치 총 3가지의 대분류로 구분하였으며, 하위 구성체계는 전문가 자문의견을 반영하여 총 32가지의 공사 항목으로 구분하였다.

향후 모듈러 건축물과 같이 건설생산체계가 현장시공에서 공장제작으로 변화되고 있으며, 모듈러 시스템이 다양한 건축 사업으로 영역이 확장 될 경우 본 논문에서 제시한 구성체계를 기준으로 공사 시방서를 만들 때 공사 내용을 추가 삽입하여 적용할 수 있는 체계를 마련하였다고 할 수 있다.

모듈러 공사는 단위유닛의 대한 성능시방으로 기술해야 하나 국내 공업화주택 인정 제도에서 성능기준을 제시하고

있으며, 국내에는 분리발주로 인해서 전기 및 설비에 대한 시방이 따로 기술되어야 하는 점과 계약에 따른 공장제작과 현장설치 작업 구분에 따라 모듈러 유닛의 공장제작 비율이 달라질 수 있어 기술시방으로 작성되어야하는 점이 한계점으로 남아있다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 주거환경연구사업(과제번호:17RERP-B082884-04) 결과의 일부임

## References

- Architectural Institute of Korea (2011). The Study on the Development of Standard Specification & Standard Estimation of Modular Systems.
- Construction Specification Institute (CSI) (2011). Construction Specifications Practice Guide.
- Construction Specification Institute (CSI) (2018). MasterFormat.
- Cho, B.H., Kim, H.J., and Ko, G.H. (2007). "The State of art in the modular construction in korea," *Korean Society of Steel Construction*, 19(1), pp. 112-119.
- Kim, T.Y., Park, M.S., Lee, H.S., Suh, S.W., Lee, J.H., and Kim, S.Y. (2013). "Optimization Methodology of Modular Unit Factory Production Process Using DSM," *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 29(6), pp. 113-122.
- Kim, K.R., Kim, M.S., Mon, H., Jang, H.G., and Choi, M.S. (2017). Implementation of government contacts and improvement of management efficiency, *Korea Institute of Public Finance*, Korea.
- Korea Consturciton Standards Center (KCSC) (2016). Standard Specification.
- Korea Land and Housing Corporation (LH) (2017). LH Special Specification.
- Nam, S.H., and Kim, K.R. (2016). "Development of Project Delivery System in Public Sector for Modular Building." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(4), pp. 49-56.
- Yoon, J.S., Shin, D.W., Cha, H.S., and Kim, K.R. (2017). "A Study on Improvement of Modular Specifications - Focused on technical specifying method in waterproof and mechanical works-" *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 18(3), pp. 33-41.

---

**요약** : 시방서는 공사를 진행함에 있어서 계약의 서류뿐만 아니라 안전한 시공성의 확보와 품질을 향상시킬 수 있는 중요한 서류가 된다. 현재 국내에 모듈러 건축물에 사용하고 있는 시방서는 공사 시방서 밖에 없으며, 대부분의 내용이 건축표준시방서를 그대로 차용하여 사용하고 있어 모듈러 건축물의 작업 내용을 반영하지 못하고 있어 구성내용이 지침서에 가깝다. 국내 모듈러 건축물 시방서의 현 상황은 모듈러 건축물의 품질 저하에 영향을 미치고 있다. 따라서 모듈러 건축물의 모듈러 공정 모니터링을 통한 세부적인 프로세스 분석과 분석된 activity를 가지고 단계별 연관관계를 IDEF모델링을 적용하여 체계적으로 분석하고, 일반화를 통하여 모듈러 건축물에 특화된 전문시방서의 구성체계를 제안하고자 한다. 도출한 대분류는 크게 공장제작, 운송, 현장설치 총 3가지로 나누어지며, 하위 구성체계는 전문가 자문의견을 반영하여 공장제작의 바닥판 조립에서부터 현장설치의 접합부위 마감까지 총 32가지의 공사 항목으로 나누어지는 것으로 도출하였다.

**키워드** : 전문시방서, 모듈러, 모듈러 건축, IDEF

---