

# 오프사이트건설(Off-site Construction) 운반 시스템을 위한 핵심기능 도출 및 시스템 기능 전개도 개발

이강호<sup>1</sup> · 김민국<sup>2</sup> · 이찬식<sup>3</sup> · 구충완<sup>4</sup> · 김태완<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>인천대학교 건축학과 석사과정 · <sup>2</sup>인천대학교 건축공학과 학사과정 · <sup>3</sup>인천대학교 도시건축학부 교수 ·  
<sup>4</sup>인천대학교 도시건축학부 조교수 · <sup>5</sup>인천대학교 도시건축학부 부교수

## Towards a Transportation Support System for Off-site Construction : Identifying Key Functions and Diagramming Functional Blocks

Lee, Gangho<sup>1</sup>, Kim, Minguk<sup>2</sup>, Lee, Chansik<sup>3</sup>, Koo, Choongwan<sup>4</sup>, Kim, Taewan<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School, Incheon National University

<sup>2</sup>Undergraduate Student, Department of Architectural Engineering, Incheon National University

<sup>3</sup>Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

<sup>4</sup>Assistant Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

<sup>5</sup>Associate Professor, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University

**Abstract :** The existing construction industry is classified into industries with low productivity compared to other industries. In order to solve the decline in productivity in the construction industry, the world is focusing on off-site construction (OSC), which is about 40% more productive than existing construction methods. This high productivity is possible because the three stages of production, transport to the site, and site assembly are consistently maintained in a continuous flow. This study conducted a functional survey through literature review, preliminary field survey, questionnaire, and expert interview. The surveyed function were classified into five categories: convenience, flexibility, manageability, communication, and safety, and the functional characteristics of flexibility, manageability, and communication were high. Because of the change according to the construction progress, the production schedule of the factory, and the variety of transportation time required. Finally, A functional block diagram was developed based on the 15 functions corresponding with an average score of 4 or more in the surveyed function score result. If the OSC transport system is established through this study, It can contribute to a successful construction OSC project and increase productivity.

**Keywords :** Off-Site-Construction, Transportation, System Development View, Functional Block Diagram

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

기존 건설업은 타 산업 분야에 비해 생산성이 낮은 산업으로 분류된다. 건설업 생산성 저하를 해결하고자 전 세계적으로 기존 건설 방식보다 약 40% 생산성이 높은 오프사이트 건설(Off-Site Construction; OSC)에 대한 관심이 높아지고 있다(Jang et al., 2019). 이러한 높은 생산성이 가능한 이유

는 부재가 공장에서의 생산, 현장으로의 운반, 현장 조립 3단계에 걸쳐 연속적인 흐름으로 일관되게 관리되기 때문이다(Gary et al., 2010). 즉, OSC 프로젝트의 3단계 과정은 공급망 관리(Supply Chain Management; SCM)<sup>1)</sup>에 포함된다. 따라서 SCM 전체에 걸쳐 운반관리의 시간과 재고를 감소시키는 것은 전체 OSC의 성과에도 큰 영향을 미친다. 또한, OSC 프로젝트의 생산성, 공기 단축을 위한 JIT<sup>2)</sup>이론이 실현되기 위해서는 부재의 효율적인 물류관리가 반드시 필요하다

\* **Corresponding author:** Kim, Tae Wan, Division of Architecture and Urban Design, Incheon National University, Incheon, Korea

**E-mail:** taewkim@inu.ac.kr

**Received** November 16, 2020: **revised** January 8, 2021

**accepted** January 25, 2021

1) Supply Chain Management: 공급사슬 내 파트너들 간의 흐름을 적절히 관리하여 공급사슬 전체를 최적화하여 조달시간 단축, 재고비용 및 유통비용 절감, 고객 서비스 증대를 실현시키는 관리방법

2) Just in Time: 생산시스템 내에서 시간을 단축하고 공급 업체와 고객의 응답 시간을 줄이는 것을 목표로 하는 방법론

(Pheng et al., 2001). 공장에서 현장으로의 부재운반을 효율적으로 관리하기 위해서는 부재운반 프로세스가 공장, 운반, 건설현장의 여러 참여자들과 유기적으로 연결되어야 한다. 하지만, 현재 OSC 프로젝트에서의 부재 운반관리는 단순 정보 입력 및 조회 시스템에 의존하고 있다. 이에 따라 지리적, 시간적으로 멀리 떨어져 있는 프로젝트 참여자들은 서로의 변경되는 상황을 쉽게 공유할 수 없다. 또한, 참여자들 간에도 운반관리에 있어 중요하게 생각하는 관리기능이 달라 이러한 점을 고려한 운반 시스템을 구축할 필요가 있다.

본 연구는 성공적인 OSC 프로젝트 수행을 위한 부재 운반시스템 개발을 위해 각 참여자들이 필요로 하는 운반관련 핵심기능을 도출하고, 이러한 기능들을 제공할 수 있는 운반 시스템 기능 전개도를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 OSC의 주요 타입 중 하나인 프리캐스트콘크리트(Precast Concrete; PC) 방식을 연구대상으로 하고 있다. PC 운반관리는 모듈러 방식 등 다른 방식에 비해 비교적 많은 부재를 지속적으로 현장에 운반해야 한다는 특성이 있어 효율적인 운반 시스템 개발이 중요하다.

본 연구의 목표를 달성하기 위하여, 첫째, 물류산업에서 사용하는 일반적인 운반 시스템을 조사하고 PC 프로젝트에서의 사용가능 여부를 파악하였다. 또한, SCM, OSC, JIT, 운반관리시스템(Transportation Management System; TMS), 건설물류와 관련된 문헌 조사, PC 프로젝트 시공계획서 분석, 사전 현장답사를 통해 운반 시스템의 제공기능 목록을 도출하였다. 둘째, 공장, 운반, 현장에서 실제 운반업무에 참여하고 있는 실무자들(15인)을 선정하고 이들을 대상으로 설문문을 수행하여 제공기능들의 필요성에 대한 인식을 조사

하였다. 리커트 5점 척도 평균점수 4점 이상을 얻은 기능들은 핵심기능으로 분류하였다. 셋째, PC공사 전문가(2인) 심층 인터뷰를 통해 조사된 운반 시스템의 핵심기능들을 확인하고 이러한 기능들을 제공하기 위한 OSC 운반 시스템에 대한 의견을 수렴하였다. 넷째, 전문가 심층 인터뷰 내용을 바탕으로 운반 시스템의 핵심기능을 제공하기 위한 시스템 기능 전개도를 Functional Block Diagram (FBD) 방법을 활용하여 개발하였다. 이를 바탕으로 개발되는 PC부재 운반 시스템은 성공적인 건설 물류관리를 통한 프로젝트 성공에 기여할 수 있을 것이다.

## 2. 선행연구

### 2.1 기존 물류 운반 시스템

본 연구는 물류산업에서 사용되고 있는 여섯 가지 운반 시스템을 조사하고 이들 시스템이 OSC 프로젝트의 운반 시스템으로 활용될 수 없는 이유를 <Table 1>로 정리하였다. 타 물류산업의 운반 시스템들은 주로 다품종 대량물품을 운반매체에 적재하고 운반현황을 추적하기 위한 목적으로 구축되었다. 반면, OSC 프로젝트의 운반은 고중량의 PC 부재를 운반하기 때문에 운반 대상의 특성이 기존 물류 운반 시스템에 적용될 수 없음을 확인하였다. 더불어 운반 시스템을 구축하기 위해서는 공장의 생산일정, 건설현장의 야적장 정보, 운반매체 이용 가능성과 같은 OSC 프로젝트의 고유한 특성들이 반영될 필요가 있다. 따라서 OSC 프로젝트의 특성과 정보를 반영한 새로운 운반 시스템 구축이 필요하다.

### 2.2 PC부재 운반 관련 선행연구

PC 부재운반과 이를 지원하기 위한 시스템에 관한 연구

Table 1. Existing System

| Range                   | System                        | Purpose                                                                                                                  | Reason for unavailability                                                                                                               |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Supply Chain Management | Samsung Cello                 | Building an enterprise-wide integrated system by optimizing the distribution of goods within logistics media and pallets | It provides optimization in a special space called a pallet and does not reflect the characteristics of PC.                             |
|                         | Cargo-Planner                 | Visualizing how to load cargo onto the carrying PC, and introduce calendar functions                                     | It performs internal space calculation without reflecting the constraints for loading the PC into the trailer.                          |
|                         | SAP Transportation Management | Rebuilding cargo in the form of transport and establishing a cargo tracking system                                       | It does not reflect the conditions of the construction site, the yard, the process schedule, and the characteristics of PC              |
| Loading Planner         | Logen Cube-Master             | Calculating transportation costs when the trailer is loaded with cargo                                                   | The constraints cannot be applied to the OSC project because the characteristics of the basic loading target are different.             |
|                         | Dr Nesting 3D Simulation      | Presenting optimized loading methods for trailer space                                                                   | The space is accurately calculated using 3D, but it does not reflect conditions such as stability of PC loading and installation order. |
|                         | PackVol                       | Visualizing loads in 3D reflecting load space Constraints                                                                | It does not reflect the constraints suitable for the characteristics of the PC and the situation at the construction site.              |

가 지속적으로 수행되어 왔다. London and Singh (2013)은 건설 프로젝트의 생애주기를 고려한 통합 SCM을 목표로 Building Information Model (BIM)을 활용한 의사결정 프레임워크를 개발하였다. 하지만 건설 프로젝트의 운반에 관한 사항은 비교적 단순하게 처리되고 있어 다양한 부재 운반 상황에 대한 대처는 할 수 없다. Kwahk et al. (1998)은 PC 프로젝트 성공을 위해 다원화된 시공 관련 주체들의 협력을 위해 PC부재의 물류정보관리시스템을 구축하였다. 하지만 시스템의 주요 기능은 정보 입력과 조회의 기능으로만 구성되어 있고, PC부재의 효율적 운반을 위한 다양한 기능들을 제공하지 못한다는 한계점을 지닌다. Polat (2010)은 PC 프로젝트에서의 부재 운반을 위한 고려사항을 정리하고, 운송시 부재의 크기, 하중 제한과 같은 다양한 요소를 반영해야 함을 지적하였다. 또한, PC부재의 운송지연이 건설 프로젝트의 일정지연에 직결됨을 언급하였다. 하지만 PC 프로젝트에서 운반 시스템의 필요성을 제시하였을 뿐, 운반 시스템이 어떠한 기능을 제공해야 하는지에 대한 정의와 조사는 이루어지지 못했다. Liu et al. (2020)은 PC부재의 실시간 일정계획과 추적 정보를 바탕으로 PC부재의 운송 및 저장을

최적화하는 모델을 제시하였다. 이 연구는 원활한 현장관리를 위하여 PC부재의 도착시간, 유형, 수량을 최적화하였지만, 부재의 운반과정에서 발생할 수 있는 제약사항들과 조건들은 반영되지 않았다는 한계점이 있다. Boyd et al. (2013)은 OSC 방식을 채택하기 위해서는 PC부재의 물류 문제가 주요한 주제를 밝히고, 이를 해결하기 위해서는 운송의 제약사항, 운송비용, 파손방지, 시간 준수가 필요함을 주장하였다. 그러나 다양한 제약사항을 고려하면서 비용과 파손 등의 문제를 해결하기 위한 대처방안 혹은 운반 시스템의 제안은 이루어지지 않았다. 이러한 여러 문헌들에서 언급하고 있는 PC부재 운반 관련 고려사항은 <Table 2>와 같다.

이러한 PC운반 관련 선행연구들을 고찰하였을 때, 운반 시스템에 대한 필요성은 분명한 것으로 판단된다. 하지만 PC부재를 운반하기 위한 제약사항 조사, 정보관리, PC부재의 추적관리시스템에 초점이 맞추어져 있다는 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구가 수행하고자 하는 OSC 프로젝트 운반지원을 위한 기능조사를 통해 OSC 프로젝트 운반 시스템을 구체화, 현실화할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Requirement extraction

| Range                              | Transportation Consideration                         | (1990)<br>Dawood, N. N. & Neale, R. H. | (2000)<br>Morabito, R., Morales, S. R., & Widmer, J. A. | (2001)<br>Pheng, L. S., & Chuan, C. J. | (2002)<br>Yoon, Y. S., Lee, H. S., & Suh, S. W. | (2009)<br>Ng, S. T., Shi, J., & Fang, Y. | (2018)<br>Park, Y. S., Yeom, D. J., Kim, Y. S. | (2020)<br>Olsson, J., Larsson, T., & Quttineh, N. H. |
|------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| PC Factory                         | Transportation cost prediction                       | ●                                      |                                                         |                                        |                                                 |                                          |                                                |                                                      |
|                                    | Yard usability                                       | ●                                      | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | Related Field Process                                | ●                                      |                                                         |                                        | ●                                               | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | PC of on-site request                                | ●                                      |                                                         |                                        | ●                                               | ●                                        |                                                | ●                                                    |
|                                    | The type of part to be transported.                  |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | Trailer loading equipment availability               |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | PC factory's trailer utilization                     |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | Communication with the construction site             | ●                                      |                                                         |                                        |                                                 |                                          | ●                                              |                                                      |
| PC factory type                    | ●                                                    |                                        |                                                         |                                        |                                                 |                                          |                                                |                                                      |
| Transportation                     | Packages Size                                        |                                        | ●                                                       |                                        | ●                                               |                                          |                                                | ●                                                    |
|                                    | Usable loading area of transport trailer             |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                | ●                                                    |
|                                    | Method to load on a trailer                          |                                        |                                                         |                                        |                                                 |                                          |                                                | ●                                                    |
|                                    | Legal compliance                                     |                                        |                                                         |                                        |                                                 | ●                                        |                                                | ●                                                    |
|                                    | Prevention of PC damage                              |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 |                                          |                                                | ●                                                    |
|                                    | Reduced waiting time                                 |                                        |                                                         |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | Availability of on-site yard                         |                                        |                                                         | ●                                      | ●                                               |                                          | ●                                              |                                                      |
|                                    | Reduction of unloading time at the construction site |                                        |                                                         | ●                                      |                                                 | ●                                        | ●                                              |                                                      |
| Construction                       | Arrival of parts suitable for the process            | ●                                      | ●                                                       | ●                                      | ●                                               | ●                                        | ●                                              |                                                      |
|                                    | Construction amount on the day                       | ●                                      | ●                                                       | ●                                      | ●                                               | ●                                        |                                                | ●                                                    |
|                                    | Maintain part quality                                |                                        |                                                         | ●                                      |                                                 | ●                                        |                                                | ●                                                    |
|                                    | Situation where no PC at the site                    |                                        |                                                         |                                        |                                                 |                                          | ●                                              |                                                      |
|                                    | Unable to shed absence immediately                   |                                        |                                                         | ●                                      | ●                                               | ●                                        | ●                                              |                                                      |
|                                    | Availability of unloading equipment                  |                                        |                                                         | ●                                      | ●                                               | ●                                        |                                                |                                                      |
|                                    | Communication with PC factory                        |                                        |                                                         | ●                                      |                                                 |                                          | ●                                              |                                                      |
| Too many trailers arriving at once |                                                      |                                        | ●                                                       |                                        |                                                 | ●                                        |                                                |                                                      |

### 2.3 Functional Block Diagram

Functional Block Diagram (FBD)은 시스템 기능 전개를 표현하는 방법으로 일종의 시스템 모델링 기법이다. 각각의 블록은 시스템의 특정 기능을 나타내고 이들 간의 입력과 출력을 표현하여 시스템 기능 사이의 관계를 가시화할 수 있다는 장점이 있다. FBD를 활용하여 시스템 모델링을 개발한 선행연구는 다음과 같다.

Cho et al. (1993)는 FBD 방법을 활용하여 제조 공정 제어를 위한 자동화 시스템을 설계하였다. FBD 방법의 설계도에 따라 기능 블록과 매크로 유형 기능 블록을 5개 그룹으로 정의하고 대상 프로그램을 쉽게 구현할 수 있다고 밝혔다. Markhauser (1996)은 효율적으로 TV 시뮬레이터 시스템을 구축하기 위해 FBD 방법을 활용하여 시스템을 전개하였다. 개발된 FBD를 통해 정확하고, 빠르게 TV 시스템을 테스트할 수 있음을 보였다. Lee (1999)는 마이크로프로세서를 구현하기 위해 FBD 방법을 채택하여 시스템 구성을 제안하고 제어 신호에 따른 유기적인 데이터 흐름을 표현하였다. 시스템 설계자들과의 공통의 기능 블록구성도를 바탕으로

설계함으로써 시스템 오류와 시스템 설계의 품질을 준수할 수 있었다. Woo et al. (2011)은 프로젝트 설계 검토 과정에서 FBD 활용에 관한 연구를 수행하였으며, 시스템을 구축하고 도출된 요구사항과 시스템이 부합하는지를 연구하였다. FBD를 바탕으로 시스템 구성을 한다면 시스템 설계 변경으로 인한 불필요한 비용 절약 및 요구사항 변경에도 정확하게 기능 간의 관계와 타당성을 파악할 수 있음을 밝혔다.

따라서 FBD 방법은 새로운 시스템의 전개도를 구축하고 표현하기 위한 효과적인 방법으로 판단된다. 선행연구들의 사례를 살펴보면 설계 검토 과정인 OSC 프로젝트 운반지원 시스템을 FBD 방법으로 정확하고 유연하게 구성할 수 있을 것으로 판단된다.

## 3. OSC 운반지원시스템 기능 분석

### 3.1 운반 시스템 제공기능 목록 작성

앞서 선행연구에서 살펴본 바에 의하면 공장, 운반, 건설 현장별 참여자마다 부재운반 고려요소는 아래와 같이 서로

Table 3. Site Transport

| Level1                             | Level2                          | Detail Content                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transportation Plan                | Equipment Planning              | Trailer should be selected according to PC                                                                                                                                              |
|                                    | Accessory Equipment             | Safety chains, Dunnage etc. are changed according to PC                                                                                                                                 |
|                                    | Route Selection                 | Select the minimum transport distance according to the navigation of the transportation route                                                                                           |
|                                    | Precaution                      | Check and Secure the available Load                                                                                                                                                     |
|                                    |                                 | Identify JIT availability                                                                                                                                                               |
|                                    | Transportation Plan Check Point | Weather, Arrival time, Holiday transportation restrictions, Traffic restrictions, Daytime operation restrictions, Trailer restrictions, Raw restrictions, and weight restrictions check |
|                                    |                                 | PC size suitable for trailer                                                                                                                                                            |
|                                    |                                 | Calculate the cost of using the trailer, PC to be transported, and transportation costs                                                                                                 |
|                                    |                                 | Site support through calculation of transportation time required                                                                                                                        |
|                                    |                                 | Ensure correct time, trailer allocated to PC                                                                                                                                            |
|                                    |                                 | Accident prevention and unloading guide when entering the construction site by PC                                                                                                       |
|                                    |                                 | Prevention of damage when moving PC                                                                                                                                                     |
| Transportation check               | Equipment safety check          | Carry out inspection of trailer before transporting the PC                                                                                                                              |
|                                    | Packing material check          | Check the packaging condition (confirmation of condition and leakage)                                                                                                                   |
|                                    | Accessories check               | Check the specifications of accessories (dunnage, rope, safety chain) for each PC                                                                                                       |
|                                    |                                 | Check the fixed condition of the trailer-PC-accessory equipment                                                                                                                         |
|                                    | PC status check                 | Check the PC for damage before loading                                                                                                                                                  |
| Confirm the trailer shipment order |                                 |                                                                                                                                                                                         |
| TransportationPC                   | Transportation safety rules     | Communicate with escort vehicles to transport PC                                                                                                                                        |
|                                    |                                 | Check safety rules In case of bad weather/Trailer                                                                                                                                       |
|                                    | Route update                    | Shorten the transportation time by continuously checking the transportation route                                                                                                       |
|                                    |                                 | Transport by checking the presence or absence of road work within the transport route                                                                                                   |
|                                    | PC transition to site           | Upon arrival at the construction site, check the access path of PC                                                                                                                      |
|                                    |                                 | Taking over PC to the site manager                                                                                                                                                      |
| Inspection after Transportation    | Quality Management              | carry out a PC damage inspection, and then return ineligible and counter-plan                                                                                                           |

다름을 알 수 있다.

- PC 공장: 건설현장에서 요청하는 부재의 정확한 생산, 운반, 건설현장과의 의사소통을 고려하고, 공장 내 야적장 활용과 운반장비 활용을 고려해야 한다.
- 운반: 운반매체에 PC부재 적재가능 여부와 건설현장의 야적장 이용성, 건설현장의 하역시간 단축 등을 고려해야 한다.
- 건설현장: 공정진행을 준수할 수 있는 정확한 부재 도착, 일일 작업 계획량의 PC부재 수량, 그리고 현장 야적장의 이용 가능성을 고려해야 한다.

따라서 관련 문헌조사를 바탕으로 추출한 PC부재 운반 시 각 참여자별 고려사항들 및 PC현장 시공계획서의 운반 업무 과정<Table 3>들을 바탕으로 설문조사에 포함되는 기능들을 정의하였다. 예를 들면, 현장에서 공정에 맞추어 PC부재 운반을 공장에 요청하고, 공장에서 생산된 PC부재의 크기와 종류, 수량, 중량 등을 고려하여 운반매체를 수배하는 업무는 “PC부재에 따라 자동으로 운반매체를 선정하는 기능”으로 정의하였다. 이러한 일련의 과정을 통해 OSC 운반 시스템에서 필요한 25가지 제공기능을 도출하였고, 이후 이들을 편의성 기능 7개, 유연성 기능 7개, 관리 용이성 기능 4개, 의사소통 기능 3개, 안전성 기능 4개로 분류하였다.

편의성은 업무의 상황과 조건을 선택하는데 편리한 특성, 유연성은 사용자의 실수 혹은 상황 발생에 대처할 수 있는 특성, 관리 용이성은 PC부재를 관리하기 위한 정보를 제공하는 특성, 의사소통은 공장, 운반, 현장의 상호 의사전달을 가능하게 하는 특성, 안전성은 운반과정에서 사고가 발생하지 않도록 안전한 상태를 유지하는 특성이다. 각 특성에 부합하는 기능들은 아래와 같다.

- 편의성 기능: (1) PC부재에 따라 자동으로 운반매체를 선정하는 기능, (2) 부속 장비 변경 기능, (3) 최소 수송거리 선정기능, (4) 운반 허용도로 식별기능, (5) 부속 장비 제원 정보 제공기능, (6) 실시간 최적경로 제공기능, (7) 운반 경로의 우회로 안내 기능
- 유연성 기능: (1) JIT 여부 알림 기능, (2) 운반 소요시간 계산기능, (3) 운반 매체와 PC부재 할당 기능, (4) PC부재 이동으로 인한 파손방지 안내 기능, (5) 건설현장의 상황을 반영한 적재 방식 변경기능, (6) 건설현장의 야적장 정보를 활용한 운반사항 변경기능, (7) 운반 매체 출하 전, 관리자 확인 기능
- 관리 용이성 기능: (1) 적재 도면 생성 기능, (2) 적재 PC 정보제공 기능, (3) 운반 비용계산 기능, (4) 적재과정에서의 품질 결과 제공기능
- 의사소통 기능: (1) 건설현장 진입 동선 및 하역안내 제공 기능, (2) 생산된 부재 품질 결과 정보제공 기능, (3) 데이

터베이스 저장 및 관리자 상호 확인 기능

- 안전성 기능: (1) 운반 매체의 무게중심, 축하중 정보 제공 기능, (2) 운반 매체 결합 확인 기능, (3) 운반 매체-부재-부속 장비의 고정상태 점검 확인 기능, (4) 운반 안전 수칙 정보 제공기능

### 3.2 운반 시스템 핵심기능 도출

OSC 운반 시스템에 필요한 25가지 기능들에 대한 필요성을 확인하기 위해 설문조사를 수행하였다. 설문은 2020년 5월에서 9월까지 이루어졌으며, PC공사 경력 평균 7.5년의 전문가 15명을 선정하여 이들에게 필요성에 대한 응답을 받는 형식으로 진행하였다. 참여한 전문가 구성은 PC생산 부문 6명, 운반 부문 3명, 현장설치 부문 6명이다. 각 제공기능 별 필요성에 대한 점수는 리커트 5점 척도를 활용하여, 1점: 전혀 필요하지 않다, 2점: 필요하지 않다, 3점: 보통이다, 4점: 필요하다, 5점: 매우 필요하다고 답변 받았다.

Table 4. Survey Result

| Characteristic             | Function | Key Function | Function Ave. | Ave. | Factory | Transport | Site |
|----------------------------|----------|--------------|---------------|------|---------|-----------|------|
| Convenience (CV)           | CV1      |              | 2.78          | 3.52 | 2.83    | 2         | 3.5  |
|                            | CV2      | ●            | 4.11          |      | 4       | 4.67      | 3.67 |
|                            | CV3      |              | 3.50          |      | 3.5     | 3.67      | 3.33 |
|                            | CV4      | ●            | 4.11          |      | 3.5     | 4.67      | 4.17 |
|                            | CV5      |              | 3.61          |      | 3.83    | 3.67      | 3.33 |
|                            | CV6      |              | 2.88          |      | 3.3     | 2.33      | 3    |
|                            | CV7      |              | 3.67          |      | 3.5     | 3.67      | 3.83 |
| Respondents' average score |          |              |               |      | 3.5     | 3.52      | 3.54 |
| Flexibility (F)            | F1       |              | 3.94          | 4.16 | 3.83    | 3.67      | 4.33 |
|                            | F2       | ●            | 4.28          |      | 3.83    | 5         | 4    |
|                            | F3       | ●            | 4.34          |      | 4.17    | 4.67      | 4.17 |
|                            | F4       |              | 3.94          |      | 3.83    | 4         | 4    |
|                            | F5       | ●            | 4.05          |      | 3.5     | 4.33      | 4.33 |
|                            | F6       | ●            | 4             |      | 3.5     | 4.33      | 4.17 |
|                            | F7       | ●            | 4.56          |      | 4.5     | 5         | 4.17 |
| Respondents' average score |          |              |               |      | 3.88    | 4.42      | 4.16 |
| Manageability (M)          | M1       | ●            | 4.39          | 4.24 | 3.67    | 5         | 4.5  |
|                            | M2       | ●            | 4.5           |      | 4       | 5         | 4.5  |
|                            | M3       | ●            | 4.05          |      | 3.5     | 4.33      | 4.33 |
|                            | M4       | ●            | 4             |      | 3.5     | 4.67      | 3.83 |
| Respondents' average score |          |              |               |      | 3.67    | 4.75      | 4.29 |
| Communication (CM)         | CM1      | ●            | 4.39          | 4.43 | 3.83    | 5         | 4.33 |
|                            | CM2      | ●            | 4.28          |      | 4.33    | 4.33      | 4.17 |
|                            | CM3      | ●            | 4.61          |      | 4.17    | 5         | 4.67 |
| Respondents' average score |          |              |               |      | 4.11    | 4.78      | 4.39 |
| Safety (S)                 | S1       |              | 3.33          | 3.61 | 3.67    | 3         | 3.33 |
|                            | S2       |              | 3.61          |      | 3.83    | 3.67      | 3.33 |
|                            | S3       | ●            | 4.05          |      | 3.83    | 4.33      | 4    |
|                            | S4       |              | 3.45          |      | 3.5     | 3.67      | 3.17 |
| Respondents' average score |          |              |               |      | 3.7     | 3.67      | 3.45 |

설문조사 결과는 <Table 4>과 같다. 기능특성별 결과를 살펴보면 OSC프로젝트 참여자들은 의사소통(4.43점), 관리 용이성(4.24점), 유연성(4.16점) 순으로 높은 점수를 부여하였다. 이는 부재 생산, 운반, 조립의 과정이 일관적인 흐름으로 수행되어야 하므로, 실수를 최소화할 수 있는 유연성, PC 부재의 관리 용이성, 참여자들간의 의사전달 기능이 매우 필요함을 의미한다. 참여자별 평균 점수를 살펴보면 우선, 공장은 의사소통 특성에 높은 점수(4.11점)를 부여하였다. 이는 공장에서 PC부재 생산 및 운반과정에서 건설현장과의 의견을 좁힐 수 있어야 하고, 공장에서 2곳 이상의 건설현장 PC부재를 생산하기 때문으로 판단된다. 운반과 건설현장에서는 유연성, 관리 용이성, 의사소통 특성에 높은 점수(운반: 4.42점, 4.75점, 4.78점, 건설현장: 4.16점, 4.29점, 4.39점)를 부여하였다. 이는 운반자의 현장 도착시간의 준수, 공장에서의 파손된 부재 반환, 현장 진입동선 확인 등 공사일정 사이의 작업 간 간섭과 PC부재 품질에 크게 영향을 미칠 수 있는 실질적인 요소들이 운반자와 현장 관리자의 주요 고려사항이기 때문이라고 사료된다.

이후, OSC 운반 시스템 기능 전개도를 작성하기 위하여, 설문결과 리커트 척도 평균 4점 이상의 기능들을 핵심기능으로 선정하였다. <Table 4>의 선정된 핵심기능들(Key Functions)은 총 15개로 편의성 기능 2개, 유연성 기능 5개, 관리 용이성 기능 4개, 의사소통 기능 3개, 안전성 기능 1개를 포함한다. 핵심기능의 구체적인 내용은 <Table 5>의 내용으로 정리하면 다음과 같다.

- 편의성은 [2],[4] 기능이 선정되었다. 해당 기능은 PC 부재들을 고정하기 위한 부속품들을 자유롭게 변경하고, 적재된 PC 부재가 운반될 수 있는 이용 가능한 도로를 확인하는 기능을 필요로 하였다.
- 유연성은 [2],[3],[5],[6],[7] 기능으로 선정되었다. 건설 프로젝트에서 다양하게 조정되는 일정, PC 부재의 도착 시간, 운반되어 현장으로 들어오는 정확한 PC 부재에 대한 기능을 필요로 하였다.
- 관리 용이성은 [1],[2],[3],[4] 기능으로 선정되었다. 운반되어 들어오는 PC 부재의 상태, 운반 관련 비용 산정, PC 부재의 파손 방지에 대한 기능을 필요로 하였다.
- 의사소통은 [1],[2],[3] 기능이 선정되었다. 운반되는 현장의 진입 동선에 대한 정보, PC부재에 대한 파손 유무 결과, 주체별 운반에 대한 의사결정 방안 제공에 대한 기능을 필요로 하였다.
- 안전성은 [3] 기능으로 선정되었다. 트레일러에 PC부재가 적재되어 운반의 안전성을 위한 고정 및 고박이 적절히 이루어졌는지 확인할 수 있는 기능을 필요로 하였다.

Table 5. Key Function

| No. | Function                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CV2 | Function to automatically change safety chain, high-limits, and packaging materials according to PC                                                                                                                                                                                       |
| CV4 | Function to identify allowable roads for transporting loaded PC                                                                                                                                                                                                                           |
| F2  | Function of calculating transport time and informing the site manager of the estimated arrival time at the construction site.                                                                                                                                                             |
| F3  | Function of the administrator to ensure that the loaded PC is assigned to the correct vehicle and the correct time before the trailer is delivered to the site.                                                                                                                           |
| F5  | Function to provide information on the loading method and order of PC considering the installation sequence at the construction site                                                                                                                                                      |
| F6  | The function of reflecting the information of the construction site yard to the transport quantity and loading order of PC                                                                                                                                                                |
| F7  | Function for managers to check the order of shipments before shipping the trailers.                                                                                                                                                                                                       |
| M1  | Function to provide a checklist of considerations for the transport and loading of PC, taking into account weather, transport allowance, holiday transport restrictions, loading Method, daytime operation restrictions, cargo standards, vehicle height limits, and weight restrictions. |
| M2  | Function to provide information on PC size (Width, Height, Depth) and weight limitations when loaded into the trailer.                                                                                                                                                                    |
| M3  | Function that calculates and visualizes the cost of using the trailer, the PC to be transported, and the cost of transportation according to the distance of transport.                                                                                                                   |
| M4  | Function to prevent damage to the quality of PC by checking the package status (status, water leakage check) and the quality results.                                                                                                                                                     |
| CM1 | Function to provide drivers with information on the entry route of the construction site and consideration for loading and unloading.                                                                                                                                                     |
| CM2 | Function to check the results of the PC for damage before loading.                                                                                                                                                                                                                        |
| CM3 | Function of the site manager can check the damage and store the results (photos, videos, etc.) in the database for mutual verification.                                                                                                                                                   |
| S3  | Function of checking whether components(trailer-pc-packaging materials) are fastened enough                                                                                                                                                                                               |

### 3.3 핵심기능에 대한 전문가 피드백

도출된 핵심기능의 실질적 효용성에 대한 추가적인 전문가의 의견을 확보하고 OSC 운반 시스템 기능 전개도를 작성하는 데 중요한 점들을 파악하기 위하여 전문가 2인을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 전문가는 OSC 경험이 많은 건설현장 16년 이상 1인, 대기업 연구팀장 1인을 대상으로 수행하였다. 각 핵심기능 특성들에 대한 전문가들의 의견을 종합하면 다음과 같다.

- 유연성은 현장의 여건을 충분히 반영할 수 있고, 관리 용이성은 생산, 야적, 운반, 현장설치 완료에 따른 시공관리 준수가 가능하다. 또한, 의사소통은 각 공종별 연계성 있는 계획공정을 진행하는데 필요하므로 3가지 기능 특성들이 OSC 운반 시스템의 핵심적인 기능에 포함되어야 한다.
- 건설현장의 특수성으로 인한 시공계획 변경이 빈번히 발생하기 때문에 공장, 운반, 현장에 걸친 OSC 프로젝트 참여자 간의 의사소통이 매우 중요하다. 따라서 이러한 상황

에 대응할 수 있는 운반 시스템이 구축된다면 상당한 효과를 얻을 수 있다.

- 공장은 의사소통 교착이 빈번하고, 설치순서와 상차 순서의 혼란이 발생하므로 의사소통과 관리 용이성이 가장 필요하다.
- 운반은 운전수의 경로에 대한 경험이 많아 이를 후보 경로를 간소화시킬 수 있는 기능(편의성)이 필요하고, PC 부재의 파손과 품질에 대해서 공장과 건설현장 간의 의사소통이 필요하다. 또한, 운반 중의 진동, 충격에 의한 균열이나 하자가 나기 쉬우므로 안전성을 확보하는 것이 필요하다.
- 건설현장은 OSC 프로젝트 특성상 공장과 운반의 관리 영역까지 확장되므로 건설현장으로 들어오는 경로에 대한 의사소통과 시공계획의 변경을 대처할 수 있는 공장과 유연성을 확보하는 기능이 필요하다.

종합적으로, 전문가들은 도출된 핵심기능들의 필요성에 대해 공감하였으며, 현재 사용 중인 운반 시스템은 Microsoft Excel 프로그램을 활용하여 PC 부재들 단순 정보 조회 수준에 머무르고 있으며, 건설현장의 공정 진행사항, 야적장 공간 사용 가능과 같은 고유의 특성을 반영하지 못하고 있는 실정이었다. 또한, 건설현장의 작업 일정 변화에 따른 대응은 시스템 상의 체계적인 관리가 아닌 통화에 의한 의사소통으로 이루어지고 있음을 확인하였다. OSC 운반 시스템이 구축된다면 상당한 활용성이 기대된다는 의견을 표시하였다.

#### 4. OSC 운반 시스템 기능 전개도

앞 장에서 도출된 15가지 핵심기능들을 하나의 시스템으로 구현하기 위해 FBD 방법을 활용하여 OSC 프로젝트 운반 시스템의 기능 전개도를 개발하였다. 각 핵심기능은 입력정보와 출력정보를 가지고 있으며, PC부재의 운반 흐름에 맞춰 해당 기능을 주로 사용하는 참여자들에 맞추어 전개도를 표현하였다(Fig. 1). 참여자들로 구분하여 전개도 상의 기능을 설명하면 아래와 같다.

- 공장: F3, CM2 은 주로 공장에서 이용할 수 있는 기능으로 생산된 PC 목록, 현장 도착시간, 운반매체 수배를 활용, PC 부재의 상태를 확인 결과를 종합하여 공장의 PC부재 운반 계획을 수립한다. 공장에서는 현장과의 유연성, 운반과의 의사소통 기능을 주목하였다. 이는 공장의 생산일정과 현장 간의 다양한 조건을 만족시키고, 계획이 변경되는 상황에 대한 기능이 필요함을 나타낸다.
- 공장과 운반: CV2, M1, M3, M4은 공장과 운반의 연결 기능으로써 공장, 운반의 주체들을 대상으로 구성되었다. 공장의 F3결과와 PC 부재정보, 기상, 운행제한, 도로법규, 현장 위치, 계획 예정된 트레일러 수량이 입력되어 운반 매체에 적재된 PC부재 도면, 체크리스트, 운반 매체와 PC부

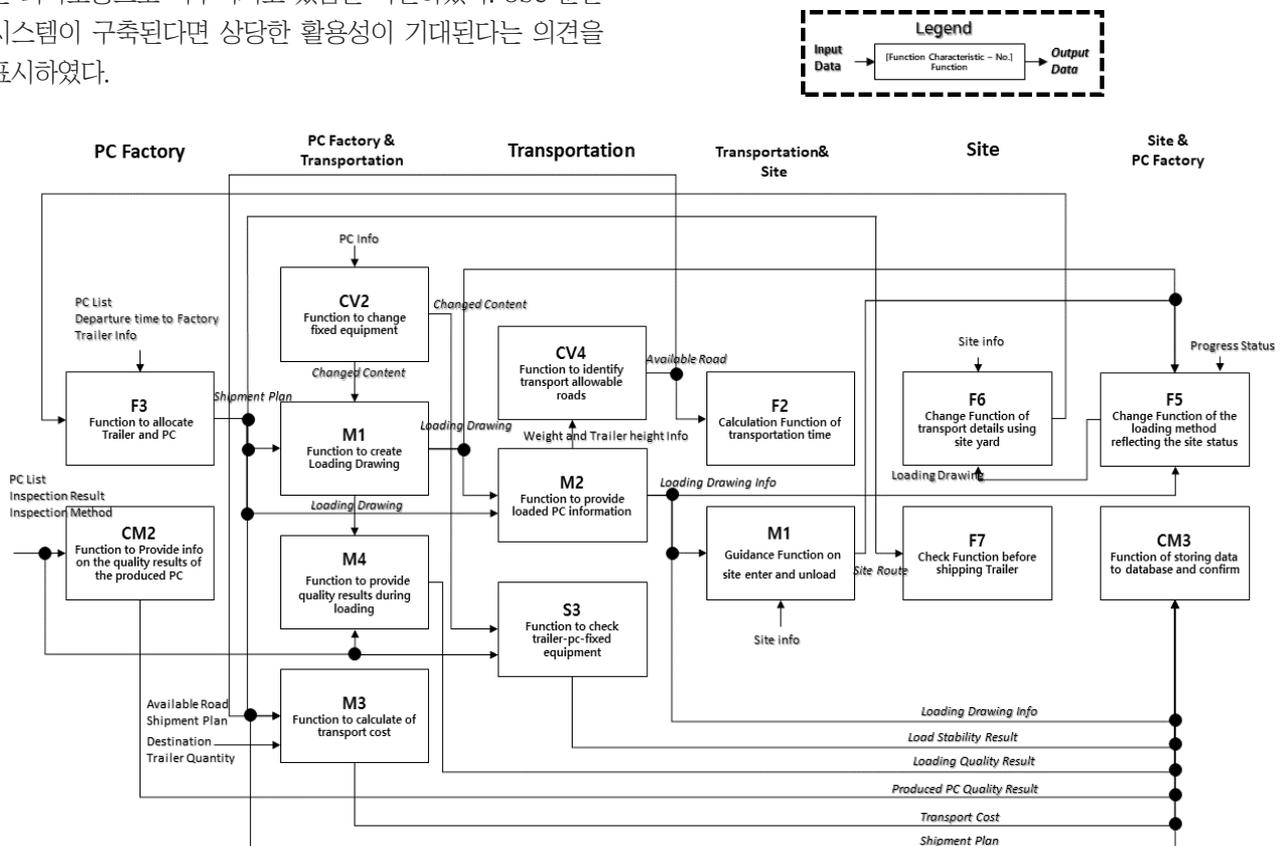


Fig. 1. Functional Block Diagram for System

재간의 고정상태, PC 운반 계획 비용을 결과로 반환한다. 공장과 운반의 기능에서는 관리가 원활히 수행될 수 있는 기능을 주목하였다. 이는 실제 운반 매체에 PC부재가 적재되므로 안전한 운반이 가능하게 지원할 수 있는 기능이 필요하고 법적 준수, 운반비용 예측과 같은 관리 업무에 도움을 줄 수 있는 기능이 필요한 것으로 판단된다.

- 운반: CV4, M2, S3은 운반에서 사용될 주요 기능이다. 적재된 PC부재의 크기와 중량에 따라 운반될 수 있는 허용도로와 운반매체의 종류가 변경될 수 있는 기능이 유효하다. 운반에서는 편의성, 관리 용이성, 안전성의 기능이 구성되어 있다. 이는 공장과 현장을 이어주는 운반에서 가장 다양한 특성이 발현되어야 원활한 운반 업무를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.
- 운반과 건설현장: F2, M1은 운반과 건설현장에서 사용될 기능이다. 운반과정에서 사고발생, 계획된 도로 이용 불가, 교통 현황에 따른 도착시간을 현장 관리자에게 전달하고, 건설현장 진입동선에 대한 내용을 운전수에게 제공하는 기능이다. 이는 운반과정 중 발생할 수 있는 예외상황에서의 유연성이 필요하고 건설현장의 진입동선에 대한 의사소통이 필요하다고 사료된다.
- 건설현장: F6, F7은 건설현장에서의 고유한 기능이다. 해당 기능들은 건설현장에서 수행되는 조립과정을 지원하기 위한 기능들로 구성된다. 설치순서에 따라 PC 부재 적재 방법을 전달하고, 출하 전 반입 부재에 대해서 파악할 수 있다면 원활한 작업흐름을 유지할 수 있다. 또한 도착된 PC부재의 품질여부에 대해서도 공장과 의사소통하는 기능으로 구성되어 성공적인 프로젝트를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.
- 건설현장과 공장: F5, CM3는 건설현장과 공장을 연결하는 기능이다. 건설현장의 야적장 정보를 공장과 공유하는 기능으로 운반된 부재들을 저장할 수 있는 공간을 식별할 수 있고, 건설현장에서의 조립과정에서도 유연하게 변경할 수 있는 기회를 제공할 수 있다고 판단된다.

〈Fig. 1〉을 적용하면 PC부재를 운반하기 위해 각 주체별 필요 기능과 연결 기능을 하나의 운반 시스템으로 구축할 수 있다. 예를 들면, 〈Fig. 1〉 F3-M1-M2-F5-F6 을 개발하면 공장에서는 생산된 PC목록, 공장에서의 출발시간, 트레일러 정보, 현장의 야적장 정보를 바탕으로 차량에 PC부재를 할당한다. 운반에서는 할당된 부재가 차량에 적재되기 전, 차량 적재 도면을 바탕으로 실제 차량의 적재 상태, 제한 정보들을 파악한다. 이후, 운반에 대한 정보를 건설현장에서 공정진행 상황, PC부재 설치순서, 적재 상태를 작업자에게 전달하여 PC부재 설치를 수행한다. 일일 작업이 수행된 이후, 변화된 야적장 정보와 다음 작업을 위한 PC부재 운반

수량, 설치순서를 공장에 전달하여 연속적인 PC부재 흐름과 설치 작업을 지원할 수 있는 운반 시스템을 제공할 수 있다.

본 연구에서는 FBD을 활용하여 OSC 프로젝트 운반 시스템 기능 전개도를 개발하였다. 공장에서는 건설현장과 의사소통, 공정을 파악하는 유연성에 대한 기능과 운반 매체의 PC부재 적재를 하는데 있어 관리 용이성을 필요로 하였다. 운반에서는 공장에서 생산된 부재를 안전하게 적재하고, 이용 가능한 도로를 식별하는 편의성과 건설 현장과의 일정 조율, 의사소통을 중요한 기능으로 판단하는 것을 알 수 있다. 건설현장에서는 직접적인 운반 업무를 수행하지 않지만 원활한 공정흐름과 작업성을 위해 공장과 운반 주체들과 지속적인 의사소통, 상황 변화에 대한 유연성을 요구하는 것으로 파악할 수 있다.

## 5. 결론

OSC 프로젝트는 건설 프로젝트의 생산성을 증대시킬 수 있는 새로운 방식으로 최근 관심이 높아지고 있다. 이는 공장, 운반, 건설현장의 참여자들이 기존에 현장생산 방식으로 수행하던 업무를 효율적으로 분담하고 일관적인 물류 흐름을 유지함으로써 가능하다. 하지만 여기에서 중추적인 역할을 담당하는 PC부재 운반은 각 참여자들의 경험과 부가적(ad-hoc) 업무수행에 의해 수행되고 있으며, 결과적으로 전체 OSC 프로젝트의 생산성 저해를 초래할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 OSC 부재운반을 지원하기 위하여 첫째, PC부재를 중심으로 운반 시스템에 필요한 15가지 핵심기능을 도출하였다. 둘째, 운반 시스템으로 구현하기 위한 시스템 기능 전개도를 FBD 방법을 이용하여 개발하였다.

각 참여자 별로 구분된 전개도 상의 핵심기능은 다음과 같다:

- (1) 공장: 운반 매체와 PC부재 할당 기능, 생산된 부재 품질 결과 정보제공 기능
- (2) 공장과 운반: 부속 장비 변경기능, 적재 도면 생성 기능, 운반 비용계산 기능, 적재과정에서의 품질 결과 제공 기능
- (3) 운반: 운반 허용도로 식별기능, 적재 PC 정보제공 기능, 운반 매체-부재-부속 장비의 고정상태 점검 확인 기능
- (4) 운반과 현장: 운반 소요시간 계산기능, 적재 도면 생성 기능
- (5) 현장: 건설현장의 야적장 정보를 활용한 운반사항 변경기능, 운반 매체 출하 전, 관리자 확인 기능
- (6) 현장과 공장: 건설현장의 상황을 반영한 적재 방식 변경기능, 데이터베이스 저장 및 관리자 상호 확인 기능

다음으로 이러한 기능들의 입력정보와 출력정보를 구성하여 OSC 운반 시스템에 필요한 기능들이 어떻게 연결되는지 FBD 방법을 통해 제시하였다. 제시된 운반 시스템 기능 전개도의 활용은 주체별 PC운반 시스템을 구축할 때, 필요한 입력 데이터와 반환하는 결과물이 주체별 각각의 운반 시스템 기능들과 연결 관계를 손쉽게 식별할 수 있도록 활용될 수 있다.

본 연구는 운반 참여자들이 공통으로 중요하게 여기는 핵심기능을 대상으로 시스템 기능 전개도를 구성하였다. 따라서 핵심기능 15가지 외에 추가적인 확장이 필요하다는 한계를 지니고 있다. 또한, 실제 시스템으로의 개발 가능성에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 이러한 추후 연구와 함께 본 연구에서 제안된 OSC 프로젝트 운반 시스템이 구현된다면 OSC 프로젝트의 작업성 향상, 일관적인 물류 흐름 유지, 생산성 향상에 상당한 기여를 이룰 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21ORPS-B158109-02)

이 논문은 인천대학교 2020년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

## References

- Boyd, N., Khalfan, M.M., and Maqsood, T. (2013). "Off-site construction of apartment buildings." *Journal of architectural engineering*, 19(1), pp. 51-57.
- Cho, Y.J., Oh, S.R., Park, J.M., Choy, I., Kim, K.B., and Lim, J. (1993). "Function Block Diagram Approach for Manufacturing Process Control Programming." *IFAC Proceedings Volumes*, 26(2), pp. 461-464.
- Dawood, N.N., and Neale, R.H. (1990). "A survey of current production planning practices in the precast concrete industry." *Construction Management and Economics*, 8(4), pp. 365-383.
- Gary Sullivan, Stephen Barthorpe, Stephen Robbins (2010). "Managing Construction Logistics" Wiley-Blackwell, pp. 17.
- Jang, J., Chen, H., Lee, C., and Kim, T. (2019). "Research Trends in Off-Site Construction Management: Review of Literature at the Operation Level." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 20(4), pp. 114-125.
- Kwahk, G.J., Sohn, J.R., Kim, K.R., Sohn, C.B., and Kim, J.J. (1998). "A Logistics Information Management System for the Prefabricated Precast Concrete Panels." *Journal Architectural Institute of Korea Structure and Construction*, 14, pp. 87-94.
- London, K., and Singh, V. (2013). "Integrated construction supply chain design and delivery solutions." *Architectural Engineering and Design Management*, 9(3), pp. 135-157.
- Liu, D., Li, X., Chen, J., and Jin, R. (2020). "Real-Time Optimization of Precast Concrete Component Transportation and Storage." *Advances in Civil Engineering*. pp. 18
- Lee, J. W., and Lee, K.H. (1999). "Microprocessor FBD Visualization." *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 26(2), pp. 36-38.
- Morabito, R., Morales, S.R., and Widmer, J.A. (2000). "Loading optimization of palletized products on trucks." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36(4), pp. 285-296.
- Markhauser, C.P. (1996). "A cost effective software for TV engineers, based on a block diagram simulation language." *IEEE transactions on consumer electronics*, 42(3), pp. 705-709.
- Ng, S.T., Shi, J., and Fang, Y. (2009). "Enhancing the logistics of construction materials through activity - based simulation approach." *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(1): pp. 91-107.
- Olsson, J., Larsson, T., and Quttineh, N.H. (2020). "Automating the planning of container loading for Atlas Copco: Coping with real-life stacking and stability constraints." *European Journal of Operational Research*, 280(3), pp. 1018-1034.
- Pheng, L.S., and Chuan, C.J. (2001). "Just-in-time management of precast concrete components." *Journal of construction engineering and management*, 127(6), pp. 494-501.
- Polat, G. (2010). "Precast concrete systems in developing vs. industrialized countries." *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1), pp. 85-94.
- Pheng, L.S., and Chuan, C.J. (2001). "Just-in-time management of precast concrete components." *Journal of construction engineering and management*, 127(6), pp. 494-501.
- Park, Y.S., Yeom, D.J., and Kim, Y.S. (2018). "Development of Material Management System for Construction on the Downtown Area." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM,19(6), pp.135-136.
- Woo, H.C., Kim, J.C., Kim, Y.M., Lee, J.C., Lee, W.D., and Chung, J.D. (2011). "A Study on the Utilization of

Functional Models in the Project Design Reviews.” The Korean Society for Railway, In Proceedings of the KSR Conference, pp. 1591-1598.

Yoon, Y.S., Lee, H.S., and Suh, S.W. (2002). “The flow of Temporary Facility Planning Information in High-rise Building Construction.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 3(1), pp. 91-96.

---

**요약 :** 기존 건설업은 타 산업 분야에 비해 생산성이 낮은 산업에 분류된다. 건설업의 생산성 저하를 해결하고자 전 세계적으로 기존 건설 방식보다 약 40% 생산성이 높은 오프사이트 건설(Off-Site Construction: OSC)에 집중하고 있다. 이러한 높은 생산성이 가능한 이유는 공장에서의 부재를 생산, 현장으로의 운반, 현장 조립 3단계를 연속적인 흐름으로 일관되게 유지하기 때문에 가능하다. 본 연구는 문헌고찰, 1차 사전 현장답사, 2차 온라인 설문, 3차 전문가 심층인터뷰를 통해서 기능조사를 수행하였다. 조사된 기능의 항목들을 편의성, 유연성, 관리 용이성, 의사소통, 안전성 5가지로 분류하였으며, 해당 기능특성에서는 유연성, 관리 용이성, 의사소통이 높은 점수를 나타내었다. 이는 건설현장의 공사 진행에 따른 변화, 공장의 생산일정, 운반 소요시간과 같은 다양성으로 인해 유연성, 관리 용이성, 의사소통이 중요한 기능특성으로 반환된 것으로 판단된다. 마지막으로 설문 조사된 기능 점수 결과에서 평균 점수 4점 이상에 해당된 기능 15개를 바탕으로 Functional Block Diagram을 구성하였다. 본 연구를 통해 OSC 운반 시스템이 구축된다면 성공적인 건설 OSC 프로젝트에 기여하고, 생산성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

**키워드 :** 오프사이트 건설, 운반, 시스템 기능 전개도, 기능 블록구성도

---