

# 수정 IPA를 활용한 해외 화공플랜트 생산성 저해요인 분석

전우근<sup>1</sup> · 이석원<sup>1</sup> · 김재준\*

<sup>1</sup>한양대학교 건축공학과

## Productivity Obstacle Factors Analysis For The Overseas Chemical Plant Utilizing The Revised IPA

Jeon, Woo-Geun<sup>1</sup> · Lee, Suk-Won<sup>1</sup> · Kim, Jae-Jun\*

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

**Abstract :** The total amount of overseas plant orders obtained by Korean construction companies in 2015 decreased by approximately 51% from the previous year. While a chemical plant sector has the highest portion of the plant orders by accounting for 63% of the plant industry, its orders also decreased by approximately 43% in the same year. Recently, plant construction companies in overseas projects have been dominating the engineering sector owing to their advanced technology, experience, and accumulated knowledge. Therefore, measures must be taken to secure the competitiveness of domestic companies in the global plant industry. Especially, productivity management is an important issue to strengthen the national competitiveness with the development of construction technology. As the productivity influences long term growth, we analyze productivity obstacle factors by using the revised IPA, a technique to measure attribute importance and performance. With the identified factors, we suggest improvement plans and measures to enhance productivity of overseas chemical plant projects. This study will help the companies to come up with medium and long term measures by discussing results and implications it provides.

**Keywords :** Overseas Chemical Plant, Obstacle Factors for the Productivity, Revised IPA

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

국내 해외건설 수주액의 약 57%로 가장 높은 비중을 차지하는 플랜트 산업 분야의 세계 시장 규모는 2015년 기준 1.1조 달러 규모로서 2008년 이후 성장세가 2%에 불과했으나, 2014년 이후 성장률이 회복세를 보이고 있으며, 2018년까지 연평균 4% 성장세가 가능할 것으로 전망하고 있다.<sup>1)</sup>

하지만, 플랜트 산업의 성장세에도 불구하고 유가하락에 따른 중동지역 건설관련 발주 프로젝트의 감소 등에 따라 국내 기업들의 해외 플랜트 건설사업 수주 어려움이 지속되고 있다 (Park & Kim, 2015). 2015년 해외 플랜트 수주액은 265억 달

리로 전년도 대비 약 51% 감소하였고 08년 이후 최저수준을 기록하였다. 또한 플랜트산업 중 약 63%로서 가장 높은 비중을 차지하는 화공플랜트의 수주액은 약 43% 감소하였다.<sup>2)</sup>

현재 미국, 일본, 유럽 등의 플랜트 건설업체는 고도의 기술력과 경험 및 축적된 노하우를 바탕으로 엔지니어링 분야에서 우위를 선점하고 있는 실정이다(Park & Kim, 2015). 또한, 전년도 대비 20%이상 절하된 유로화로 인해 유럽 건설사들의 가격경쟁력이 높아진 상황이며 석유화학, 정유 등 국내 기업들이 가격경쟁력을 바탕으로 강세를 보였던 분야까지 경쟁이 치열해질 전망이다. 그리고 과거에 비해 향상된 기술력과 저렴한 노동력을 바탕으로 하는 저가의 가격 경쟁력을 갖춘 인도, 중국 등의 후발국가 플랜트 엔지니어링업체들의 맹추격이 예상되고 있다.<sup>1)</sup> 이에 세계 플랜트 산업에서 국내 기업의 경쟁력 확보를 위한 대책이 필요하며, 건설기술력 발전을 통한 국가경쟁력 향상을 위해 생산성 관리는 매우 중요한 현안이다(Huh et al., 2014). 따라서 생산성은 경쟁력 확

\* Corresponding author: Kim, Jaejun, Department of Frontier Architectural Engineering, Hanyang University, Korea

E-mail: jikim@hanyang.ac.kr

Received October 7, 2016; revised -

accepted November 8, 2016

1) 한국수출입은행 (2015). 세계 건설시장 동향 및 시사점.

2) 해외건설종합정보서비스 (2015). <http://www.icak.or.kr>

보 등 장기적인 성장에 영향을 미치는 중요한 요소임에 따라 경쟁력 확보를 위해 생산성 향상을 위한 기초연구로서 생산성에 영향을 미치는 저해요인들을 분석한다(Lim et al., 2008). 이러한 문제 인식을 바탕으로 본 연구에서는, 잠재적인 원인을 파악하는데 용이한 수정 IPA (Importance-Performance Analysis)를 이용하고 플랜트산업 중 가장 높은 비중을 차지하고 있는 화공플랜트로 범위를 한정하여 생산성 저해요인을 분석하고자 한다. 이를 통해 생산성을 향상시킬 수 있는 요인이 무엇인가를 파악하고 생산성 향상을 위한 시사점을 제시함으로써 중·장기적인 대책을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내플랜트 건설업체가 해외 화공플랜트 건설을 수주하여 프로젝트를 수행함에 있어 발생 가능한 생산성 저해요인을 분석한다. 국내 건설사 해외 플랜트 산업분야 중 수주 비중이 가장 높은 화공플랜트로 범위를 한정하였다.

연구의 수행절차 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 선행연구 고찰을 통해 생산성 저해요인과 관련된 연구동향 파악 및 연구 방향을 설정하며 해외 화공플랜트 작업과 관련된 건설 생산성 저해요인에 대하여 조사하였다.

둘째, 선행연구를 통해 해외 화공플랜트의 생산성 저해요인을 도출하였다. 요인 선정단계에서 현업의 전문가들을 대상으로 검증하였고 이를 토대로 설문지를 작성하였다.

셋째, 해외 화공플랜트를 수행한 실무자들을 대상으로 리커트 5점 척도를 활용한 설문조사를 실시하였다.

넷째, 설문을 통해 얻어진 저해요인의 중요도 및 만족도(현장의 대응 성과도 및 현재상태)에 관한 데이터를 SPSS프로그램을 이용하여 분석하였다.

다섯째, 설문결과에 대한 신뢰도 측정 및 대응표본 t-검정을 통해 저해요인별 중요도 및 만족도에 대한 차이를 분석하였다.

여섯째, 수정IPA를 실시하였으며, 생산성 저해요인과 전반적 만족도간의 다중회귀분석을 통해 도출된 내용을 토대로 개선방안 및 대책을 제시하고 해외 화공플랜트에서의 생산성 향상을 위한 시사점을 제시하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 화공플랜트 및 생산성의 개념

화공플랜트는 원유 및 천연가스 등을 이용하여 정유, 석유화학원료(나프타, 경유) 및 그와 관련된 유도품, 가스(LNG, GTL, DME)등을 생산하기 위한 설비시설로서 프로세스 기술은 대부분 특허로 등록되어 있는 기술이며, 라이선서가 제공하는 특허 기술을 기본으로 하여 설계를 하고, 기술사양에 따라 설비시설을 제작, 시공하여 프로젝트를 진행한다. 화공플

랜트 산업의 종류는 정유플랜트, 석유화학플랜트, 가스플랜트 분야 등으로 나누어진다(Jun, 2008).

생산성은 1766년 Quesnay의 논문에서 처음으로 등장한 용어로서 1883년에 와서 Littre에 의해 생산하는 능력(faculty to produce)이라고 정의되었으며, 20세기 초에 산출과 투입의 관계라는 정확한 의미를 얻었다(Yu & Lee, 2002). 생산성은 산업의 성과를 측정할 수 있는 중요 관리요소의 하나로서 생산시스템으로부터 생산된 산출과 그 산출을 생산하기 위해 생산시스템에 제공된 투입의 관계로 정의 할 수 있으며 Fig. 1과 같다(Kim, 1994). 또한 생산성은 생산의 효율성을 나타내는 지표로서 노동생산성, 자본생산성, 원재료 생산성 등이 있다(Choi et al., 2005).

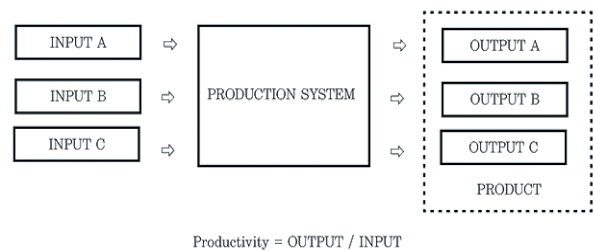


Fig. 1. Definition of productivity

생산성은 기후조건, 작업환경, 공법, 노무자의 숙련도 등에 따라 직간접적으로 영향을 받게 된다. 이렇게 생산성은 직간접적으로 영향을 줄 수 있는 많은 요인이 존재하는데 이러한 요인들을 생산성 영향요인이라고 한다. 생산성 영향요인은 생산성 값을 형성하는데 영향을 미치며, 생산성 영향요인의 종류에 따라 생산성이 향상되거나, 생산성이 저해되는데 직간접적으로 영향을 준다. 생산성 영향요인에는 크게 2가지가 있을 수 있으며 일정한 요인에 의해 생산성의 개선을 가져오는 생산성 향상요인과 생산성을 저해시키는 생산성 저해요인이 있다(Lim et al., 2008).

### 2.2 수정 IPA

IPA는 한정된 자원을 우선적으로 투입할 요인을 찾기 위한 분석 방법으로서, 경영 전략이나 마케팅 전략을 수립하기 위해 자주 쓰이는 분석기법이다(Martilla & James, 1977). 특성 요인들의 중요도와 성과수준을 측정하여 X-Y 축으로 2차 평면상에 좌표로 각 요인을 표현하는 분석방법인데 개선 우선 순위와 과잉 투자요인을 파악하는데 매우 유용하다(Duke & Persia, 1996).

하지만 IPA 기법의 활용범위가 넓어지면서 전통적 접근 방식에 대한 여러 가지 오류와 문제점이 지적되었다. 그 중에서도 가장 많이 지적되는 부분은 중요도 비율이 높게 나타나기 때문에 직접 중요도 적용방식을 변경하여 중요도와 만족도 속성 간 비대칭적이고 비선형적 문제를 극복해야 한다는 것

이다(Jeon, 2016). 그렇지 않으면 중요도의 각 속성별 만족도가 전반적 만족과 선형적 관계를 갖지 못하며, 개별속성에 따라 전반적 만족도가 다르게 나타나는 비대칭적 문제가 발생된다.

Kano et al. (1984)은 Martilla & James (1977)의 IPA가 지닌 오류를 지적하면서 이를 개선한 3가지 요인 이론을 제시하였다. 제안된 Kano의 3가지 요인은 첫째, 기본요인으로 충족되었어도 만족감을 크게 야기하지 못하나 충족되지 못하였을 경우에 불만족을 야기하는 요소로서 마땅히 충족되어야 한다고 믿는 기본적인 품질요소이다. 둘째, 매력요인으로 충족되지 못하였을 시에도 불만족을 야기하지 않으나 충족 시에는 만족을 야기하는 요인으로 고객감동의 원천이다. 셋째, 실행요인의 경우에는 고객요구사항의 충족정도와 고객만족은 비례한다는 관점이다. 기본요인과 매력요인은 전반적 만족과 비선형 및 비대칭적 관계를 갖는 반면에 실행요인은 전반적 만족과 대칭적이며 선형관계를 가진다. Kano 모델은 전통적 IPA 기법의 비대칭적 문제를 보완하였기 때문에, 학자들로부터 Kano모델과 IPA를 결합시키는 방식이 각광받았으며 Vavra (1997)는 2개의 이론을 조합하였다. Vavra (1997)는 설문문을 통한 절대적 만족도 대신에 속성만족도와 전반적 만족도의 회귀계수를 사용한 상대적 만족도를 내재적 중요도( $y$ 축)로 하여 수정 IPA에서 사용하였다. 그리고 응답자들이 직접 기입한 중요도의 속성 값을 명시적(혹은 외재적)중요도( $x$ 축)로 이용하였다(Lee, 2015). 통계적 방식을 통해 도출된 내재적 중요도는 명시적 중요도에 반해 실제로 소비자의 내재된 심리를 잘 설명한다고 하였다(Matzler & Sauerwein, 2002).

Vavra (1997)의 수정IPA는 Fig. 2과 같으며 1사분면과 3사분면은 실행요인으로서 충족수준(명시적 중요도)이 실제 고객만족(내재적 중요도)과 비례하는 영역이다. 2사분면은 매력요인으로서 불충족되어도 불만족스럽지 않지만 충족되었을 때 고객에게 큰 감동을 줄 수 있는 영역이다. 4사분면은 기본적으로 갖추어야 할 요인들로서 소비자들이 당연히 갖추어야 할 속성이라고 인식하는 영역이다(Matzler et al., 2004).

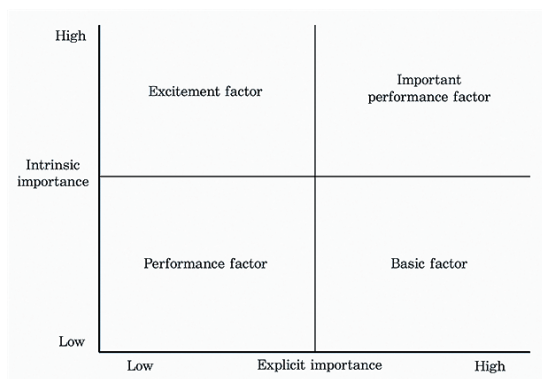


Fig. 2. Vavra's Revised IPA matrix

수정IPA는 회귀계수 산출방식으로서 각 만족도 속성 간 상대적 비율을 고려하여 전반적 만족도와 비교분석 결과를 도출하기 때문에, 회귀계수를 활용한 방식이 각 속성별 차이를 파악할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 Vavra (1997)의 수정IPA 기법을 적용하고자 한다.

## 2.3 선행연구 고찰

### 2.3.1 생산성 선행연구

생산성에 관련된 기존 연구문헌을 살펴보면 Kim (1994)은 생산성에 영향을 미치는 요인들에 대해 향상요인과 저해요인으로 분류하고 그 세부요인들을 정의하였다. Son and Lee (2002)은 건축공사의 생산성 저해요인에 대한 분류의 체계를 확립 하였고 주요요인들 도출하여 생산성 저해에 미치는 영향도를 분석하였다. Kim et al. (2011)은 델파이 기법을 활용하여 건설 생산성에 관련된 저해요인을 분류하였으며 현장 작업과 관련된 해결방안을 제시하였다. Jeong et al. (2014)는 IPA를 활용하여 현장별 건설근로자의 노동생산성 저해요인을 비교분석하였고, 이를 통해 노동생산성 향상을 위한 대책을 제시하였다. Jung (2012)은 건설근로자의 생산성 향상을 도모하기 위해 현장 건설근로자의 욕구 및 동기요인을 파악 후 요인 도출 및 중요도 분석을 통해 생산성 향상 방안을 제시하였다. Choi et al. (2005)은 건설현장의 외국인 근로자들에 대한 효율적인 관리방안을 제시하였다. 이처럼 생산성 관련 연구는 건설현장의 노동생산성 향상에 관한 연구가 다수였으며 그 또한 국내 건설 현장에만 맞추어 연구가 이루어지고 있었다.

### 2.3.2 화공플랜트 선행연구

Moon et al. (2008)는 건설사업의 공정관리 초기단계에서 개략적인 공사기간을 산정하는 체계를 제시하기 위하여, 개략 공사기간 산정 알고리즘을 개발하여 가스 플랜트 사업에 적용하였다. Choi (2004)은 세계 선진 플랜트 기업의 동향을 파악하고, 국내 플랜트산업의 경쟁력 실태분석을 통한 국내 석유화학플랜트 분야의 수출 경쟁력 제고방안을 제시하였다. Lee (2001)는 플랜트 수출의 구조분석과 확대방안에 관한 연구로서 한국과 일본의 플랜트 수출에 대한 비교분석을 통해, 국내 플랜트산업에 대한 수출 확대방안을 모색하였다. Jun (2008)은 해외플랜트 건설에 있어 터키방식에 의해 수주되어진 사례와 UAE지역에 국한하여 건설중인 화공플랜트를 중심으로 해외 프로젝트 건설 사례를 조사하여 문제점을 도출하고 개선방안을 제시하였다. Kang et al. (2012)는 해외 가스 플랜트 건설사업의 시공단계에서 고려되는 위험요인을 도출하고 영향정도에 따라 비용 변동범위를 분석하였다. 이처럼 화공플랜트에 관련된 선행연구는 해외 진출방안, 위험요인 도출에 관한 연구가 수행되었으나 사업 전반에 대한 생산

성 연구가 부족한 것으로 판단된다.

종합적으로 선행연구를 살펴보면 생산성에 관한 연구는 국내 건설 현장에만 집중되어져 있으며 해외 화공플랜트에 관한 생산성 연구가 부족하였다. 따라서 해외 화공플랜트를 대상으로 국내플랜트 건설업체가 이윤증대 및 경쟁력 확보 등을 위해 생산성 저해요인을 분석하고자 한다.

### 3. 생산성 저해요인 선정

#### 3.1 생산성 저해요인 도출 및 분류

생산성 관련한 선행연구와 해외 화공플랜트 위험요인, 해외 화공플랜트 건설 사례를 통한 문제점 등의 기존 문헌 고찰을 통해 해외 화공플랜트 생산성 저해요인 항목들을 정리하였으며 Table 1과 같다. 이러한 저해요인을 건설인력 관련 생

Table 1. Extracting factors from previous studies

	Obstacle factors for the productivity	Kim (1994)	Son and Lee (2002)	Jun (2008)	Kim et al. (2011)	Kang et al. (2012)
Construction manpower	Poor skills of the workers	●	●		●	
	Teamwork of workers				●	
	Retention degree of qualified workers	●		●	●	●
	Physical fatigue of workers	●	●		●	
	Irresponsible workers	●	●		●	
	How much the workers trust the supervisors				●	
	Lack of the training hours for the workers				●	
	Conflict between the workers		●		●	
	Qualification of supervisors	●			●	
Design management	Missing necessary information of the design planning	●	●	●	●	
	Late response to the questions about the design plan			●	●	
	Uncompleted construction from the design planning				●	
	Frequent design changes	●	●	●	●	●
	Design ignoring the constructability	●	●	●	●	
	Poor review of local regulation and technical code			●		●
Construction management	Improper construction method selection	●	●	●	●	
	Lack of recognition for the contract			●		
	Irrational working team organization	●	●		●	
	Re-built / Re-work		●		●	
	Safety accident	●	●		●	
	Delay of operation direction and approval	●	●	●	●	
	Poor communication (with cooperation, department and/or other process)	●	●	●	●	
	Use of several foreign/mixed languages in project				●	●
	Wrong work schedule		●	●	●	●
Input source	Short experience of EPCM method work			●		
	Delay of material supply	●	●	●	●	●
	Disqualified materials	●	●		●	
	Delay of the equipment supply	●	●	●	●	●
	Poor performance of equipment	●	●		●	
	Short of multiple vendors			●		
	Currency changes and increase of original price					●
Construction property and external factors	Difficulties of custom and transfer			●		
	Complaints	●	●		●	
	Poor working environment including noise, dust and vibration	●	●		●	
	Poor location condition of construction site	●	●		●	
	Cleanness of the construction site				●	
	Financial capability of the ordering body					
Poor weather condition	●	●		●		

산성 저해요인, 설계관리 관련 생산성 저해요인, 공사관리 관련 생산성 저해요인, 투입자원 관련 생산성 저해요인, 공사성격 및 공사의외적 관련 생산성 저해요인 등 5개의 상위 카테고리 분류하였다. 해당 관련 전문가의 인터뷰를 통해 도출된 저해요인 및 항목들에 대한 검토 및 보완을 행하였으며, ‘감독자의 자격 유무’ 항목을 ‘감독자의 유사 프로젝트 수행경험’으로 ‘설계도면에 필요한 정보의 누락’ 항목을 ‘시공자가 인지할 수 있는 정보로 설계도면에 반응’으로 ‘설계도서 미완성 상태 시공’ 항목을 ‘시공도면 이슈지연에 따른 공사지연’으로 ‘건설현장 내의 청결정도’항목은 ‘소음, 분진, 진동 등 열악한 작업환경’의 항목과 유사하여 삭제하였고 ‘해당 국가의 인프라’ 항목을 추가하였다.

### 3.2 생산성 저해요인 선정

수정 IPA를 실시하기 위해 최종적으로 확립된 해외 화공플랜트 생산성 저해요인의 분류체계는 Table 2와 같다. 건설인력 관련 생산성 저해요인의 문항은 9개, 설계관리 관련 생산성 저해요인은 6개, 공사관리 관련 생산성 저해요인은 10개, 투입자원 관련 생산성 저해요인은 7개, 공사성격 및 공사의외적 관련 생산성 저해요인은 6개로 총 38개이다.

Table 2. The Selected factors

	Code	Obstacle factors for the productivity
Construction manpower	A1	Poor skills of the workers
	A2	Teamwork of workers
	A3	Retention degree of qualified workers
	A4	Physical fatigue of workers
	A5	Irresponsible workers
	A6	How much the workers trust the supervisors
	A7	Lack of the training hours for the workers
	A8	Conflict between the workers
	A9	Supervisor's experience of similar project
Design management	B1	Response to the design plan with the information that the builder may recognize
	B2	Late response to the questions about the design plan
	B3	Construction delay due to the construction planning issue delay
	B4	Frequent design changes
	B5	Design ignoring the constructability
	B6	Poor review of local regulation and technical code
Construction management	C1	Improper construction method selection
	C2	Lack of recognition for the contract
	C3	Irrational working team organization
	C4	Re-built / Re-work
	C5	Safety accident
	C6	Delay of operation direction and approval
	C7	Poor communication (with cooperation, department and/or other process)
	C8	Use of several foreign/mixed languages in project
	C9	Wrong work schedule
	C10	Short experience of EPCM method work

Input source	D1	Delay of material supply
	D2	Disqualified materials
	D3	Delay of the equipment supply
	D4	Poor performance of equipment
	D5	Short of multiple vendors
	D6	Currency changes and increase of original price
	D7	Difficulties of custom and transfer
Construction property and external factors	E1	Complaints
	E2	Poor working environment including noise, dust and vibration
	E3	Poor location condition of construction site
	E4	Infrastructure of the related country
	E5	Financial capability of the ordering body
	E6	Poor weather condition

## 4. 생산성 저해요인 분석결과

### 4.1 설문분석

#### 4.1.1 설문조사 개요

수정 IPA를 실시하기 위해 앞서 선정한 해외 화공플랜트의 생산성 저해요인을 토대로 설문조사를 수행하였다. 본 연구에서 활용된 설문조사 개요는 Table 3과 같으며, 간략하게 설명하면 다음과 같다. 해외 화공플랜트 현장에서의 생산성 저해요인에 대하여 중요도-만족도를 분석하기 위해 실시하였으며 해외 화공플랜트와 관련하여 업무를 수행한 실무자들을 대상으로 하였다. 설문의 내용은 응답자에 대한 인구통계학적 사항과 해외 화공플랜트 현장에서 생산성에 저해가 되는 요인들에 대한 중요도-만족도를 측정하였다. 설문은 리커트 5점 척도를 사용하였으며 2016년 7월 4일부터 3주간 실시하였고, 총 49부의 설문지가 사용되었다.

Table 3. Summary of survey

Classification	Contents
Period of survey	2016. 7. 4 ~ 2016. 7. 22
Target	Staffs who executed the overseas chemical plant
Research method	E-mail distribution and visit return
Analysis method	Revised-IPA (5 score scale)
Survey purpose	Importance-Performance analysis on the productivity obstacle for the overseas chemical plant

설문조사와 관련된 응답자의 특성은 Table 4와 같으며, 해외 화공 플랜트 생산성과 관련된 연구의 필요성 여부를 확인한 결과 70%이상이 필요하다고 답변하였다.

Table 4. Characteristics of the survey respondent

	Classification	Respondent	Rate(%)
Gender	Male	48	98
	Female	1	2

Age	Under the age of 20	0	0
	20-30	6	12.3
	30-40	13	26.5
	40-50	18	36.7
	Over the age of 50	12	24.5
Work experience	Less than 3 years	6	12.2
	3-5	6	12.2
	5-10	16	32.7
	10-20	9	18.4
	Over 20 years	12	24.5
Necessity for the research of the productivity of the overseas chemical plant	Not at all	0	0
	Not really	0	0
	Neutral	15	30.6
	Agree	25	51
	Strongly agree	9	18.4

### 4.1.2 신뢰도 분석

설문지를 구성하고 있는 문항들의 일관성과 설문지에 의하여 얻어진 측정 자료의 신뢰성을 추정하기 위해 크론바하 알파 계수(Cronbach's alpha)를 이용하여 신뢰도 검증을 하였다. 설문조사의 신뢰성 측정방법으로 내적일관성을 확인하였으며, 일반적으로 측정 대상이 집단일 경우 Cronbach's 계수가 0.6이상이면 신뢰성이 높다고 말한다(Zeller & Caminers, 1980). 본 연구에서는 중요도 전체의 크론바하 알파계수가 0.690, 만족도 전체의 크론바하 알파계수가 0.756으로 Table 5와 같으며 설문지의 신뢰도는 확보된 것으로 판단할 수 있다.

Table 5. Results of cronbach's alpha test

Classification	Number of Item	Cronbach's Alpha
Importance	38	0.690
Performance	38	0.756

### 4.2 중요도-만족도 비교 분석

수정IPA Matrix 도출에 앞서 중요도-만족도 항목 간 통계적인 차이를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 분석결과는 Table 6과 같으며 t값은 3.894~15.629로 ±1.96보다 크고, 모든 항목에서 유의확률은 .000으로 p<0.05 보다 작으므로 통계적 유의수준에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 중요도 항목의 평균은 4.375이며, 만족도 항목의 평균은 3.565으로 중요도의 평균이 더 높게 나타났으며, 중요도 항목 중 가장 높은 점수를 차지한 것은 열악한 기후 조건(4.796)이었고 2위가 현지법규 및 기술코드 검토 미흡(4.776), 3위가 시공성을 무시한 설계(4.755)로 나타났다. 반면에 만족도 항목 중 1위는 안전사고 발생(3.857), 2위는 감독자의 유사 프로젝트 수행경험(3.837), 3위는 민원발생(3.796)으로 나타났다. 중요도와 만족도간에 가장 큰 평균의 차이를 보이는 것은 시공도면 이슈지연에 따른 공사지연

(1.347) 이었으며 가장 작은 평균의 차이를 보이는 것은 민원 발생(0.367)으로 나타났다.

Table 6. Results of paired t-test

	Code	Importance	Performance	Gap	T	P-value (p)
Construction manpower	A1	4.551	3.633	0.918	14.320	.000
	A2	4.265	3.306	0.959	9.936	.000
	A3	4.388	3.490	0.898	6.387	.000
	A4	4.000	3.286	0.714	5.774	.000
	A5	4.122	3.061	1.061	7.522	.000
	A6	4.143	3.592	0.551	6.277	.000
	A7	4.204	3.367	0.837	6.524	.000
	A8	4.286	3.735	0.551	6.655	.000
	A9	4.327	3.837	0.490	6.788	.000
Design management	B1	4.612	3.694	0.918	7.457	.000
	B2	4.673	3.755	0.918	12.045	.000
	B3	4.755	3.408	1.347	10.724	.000
	B4	4.714	3.429	1.285	12.728	.000
	B5	4.755	3.612	1.143	13.856	.000
	B6	4.776	3.571	1.205	15.629	.000
Construction management	C1	4.204	3.694	0.510	7.071	.000
	C2	4.673	3.490	1.183	9.941	.000
	C3	3.980	3.449	0.531	5.725	.000
	C4	4.408	3.408	1.000	7.867	.000
	C5	4.694	3.857	0.837	12.409	.000
	C6	4.469	3.347	1.122	8.917	.000
	C7	4.388	3.612	0.776	8.737	.000
	C8	4.000	3.592	0.408	3.894	.000
	C9	4.429	3.612	0.817	8.569	.000
	C10	4.122	3.469	0.653	4.615	.000
Input source	D1	4.633	3.571	1.062	9.939	.000
	D2	4.714	3.592	1.122	11.805	.000
	D3	4.429	3.612	0.817	8.569	.000
	D4	4.082	3.673	0.409	4.444	.000
	D5	4.224	3.755	0.469	5.655	.000
	D6	4.143	3.694	0.449	5.794	.000
	D7	4.347	3.776	0.571	6.532	.000
Construction property and external factors	E1	4.163	3.796	0.367	4.869	.000
	E2	4.061	3.571	0.490	6.294	.000
	E3	4.041	3.265	0.776	10.625	.000
	E4	4.429	3.469	0.960	7.019	.000
	E5	4.265	3.673	0.592	5.879	.000
	E6	4.796	3.714	1.082	11.268	.000
Average		4.375	3.565	0.810		

### 4.3 수정 IPA 분석

해외 화공플랜트 생산성 저해요인에 따른 수정IPA 결과는 Fig. 3과 같다.

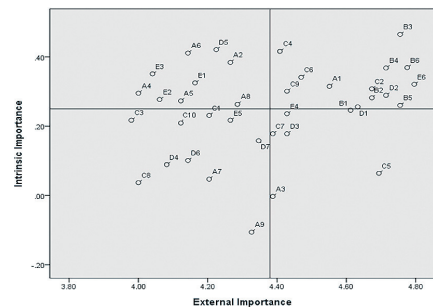


Fig. 3. Result of revised IPA matrix

수정IPA의 명시적 중요도(x축)는 생산성 저해요인 속성별 평균값으로 산출하였다. 내재적 중요도(y축)는 생산성 저해요인에 대한 각 속성별 만족과 전반적 만족에 대한 회귀계수를 산출하여 각각 적용하였고 그 결과는 Table 7과 같다. 각 중요도 값의 평균값을 수정IPA Matrix의 교점으로 삼았으며 제1사분면 실행요소(중요), 제2사분면 매력요소, 제3사분면 실행요소(비중요) 그리고 제4사분면 기본요소로 구분하여 사분면에 배치하였다.

제 1사분면의 실행요소(중요)는 열악한 기후 조건(E6), 현지법규, 기술코드 검토 미흡(B6), 시공도면 이슈지연에 따른 공사지연(B3), 시공성을 무시한 설계(B5), 잦은 설계변경(B4), 기준미달의 자재(D2), 계약적 사항에 대하여 충분한 인지 부족(C2), 설계도면 질문사항에 대한 늦은 응답(B2), 자재 조달 지연(D1), 노무자의 기능 부족(A1), 작업지시 및 승인지연(C6), 재시공 및 재작업(C4), 잘못된 작업 일정계획(C9)로 나타났다.

제 2사분면의 매력요소는 노무자들의 팀워크(A2), 작업자 상호간의 갈등(A8), 다양한 벤더 부족(D5), 민원발생(E1), 노무자들의 감독자들에 대한 신임도(A6), 노무자들의 책임감 부족(A5), 열악한 작업환경(E2), 건설현장의 불리한 입지조건(E3), 노무자의 육체적 피로(A4)로 나타났다.

제 3사분면의 실행요소(비중요)는 통관 및 운송의 어려움(D7), 감독자의 유사 프로젝트 수행경험(A9), 발주자의 재정능력(E5), 부적합한 공법선택(C1), 노무자들에게 실시하는 교육시간의 부재(A7), 환율변동 및 원가상승(D6), EPCM방식의 업무수행 경험 미흡(C10), 성능부족의 장비(D4), 불합리한 작업조 편성(C3), 프로젝트에서 여러 외래어, 혼잡어 사용(C8)로 나타났다.

제 4사분면의 기본요소는 안전사고 발생(C5), 시공자가 인지할 수 있는 정보로 설계도면에 반응(B1), 해당국가의 인프라(E4), 장비조달 지연(D3), 의사소통 미흡(협력업체, 부서, 타공중)(C7), 검증된 노무인력들의 보유정도(A3)로 나타났다.

Table 7. Outcome of the revised IPA matrix

	Code	Obstacle factors for the productivity	External Importance	Intrinsic Importance
			Mean	$\beta$
I Quadrant Important performance factor	E6	Poor weather condition	4.796	0.321
	B6	Poor review of local regulation and technical code	4.776	0.369
	B3	Construction delay due to the construction planning issue delay	4.755	0.465
	B5	Design ignoring the constructability	4.755	0.260
	B4	Frequent design changes	4.714	0.368
	D2	Disqualified materials	4.714	0.289
	C2	Lack of recognition for the contract	4.673	0.308

I Quadrant Important performance factor	B2	Late response to the questions about the design plan	4.673	0.282
	D1	Delay of material supply	4.633	0.256
	A1	Poor skills of the workers	4.551	0.315
	C6	Delay of operation direction and approval	4.469	0.341
	C4	Re-built / Re-work	4.408	0.416
	C9	Wrong work schedule	4.429	0.301
II Quadrant Excitement factor	A2	Teamwork of workers	4.265	0.384
	A8	Conflict between the workers	4.286	0.263
	D5	Short of multiple vendors	4.224	0.421
	E1	Complaints	4.163	0.325
	A6	How much the workers trust the supervisors	4.143	0.411
	A5	Irresponsible workers	4.122	0.273
	E2	Poor working environment including noise, dust and vibration	4.061	0.277
	E3	Poor location condition of construction site	4.041	0.351
	A4	Physical fatigue of workers	4.000	0.295
	D7	Difficulties of custom and transfer	4.347	0.158
III Quadrant Performance factor	A9	Supervisor's experience of similar project	4.327	-0.106
	E5	Financial capability of the ordering body	4.265	0.217
	C1	Improper construction method selection	4.204	0.231
	A7	Lack of the training hours for the workers	4.204	0.047
	D6	Currency changes and increase of original price	4.143	0.101
	C10	Short experience of EPCM method work	4.122	0.209
	D4	Poor performance of equipment	4.082	0.089
	C3	Irrational working team organization	3.980	0.217
	C8	Use of several foreign/ mixed languages in project	4.000	0.037
	C5	Safety accident	4.694	0.064
IV Quadrant Basic factor	B1	Response to the design plan with the information that the builder may recognize	4.612	0.246
	E4	Infrastructure of the related country	4.429	0.236
	D3	Delay of the equipment supply	4.429	0.178
	C7	Poor communication (with cooperation, department and/or other process)	4.388	0.178
	A3	Retention degree of qualified workers	4.388	-0.003

#### 4.4 생산성 저해요인과 전반적 만족도 회귀분석

해외 화공플랜트 생산성에 대한 전반적 만족도와 5개의 대부류(건설인력, 설계관리, 공사관리, 투입자원, 공사성적 및 공사외적)생산성 저해요인간 영향관계를 파악하기 위해 다중회귀분석을 실시하였으며 그 결과는 Table 8과 같다. 본 회귀모형의 설명력( $R^2$ )값은 .490로 나타나 적절한 것으로 판단

되었다. DW값은 1.975로 2에 근접하여 잔차간의 상관관계가 없으며 공차한계가 모두 .100 이상이고 VIF값이 2이하로 다중공선성의 문제가 없어 회귀모형이 적합한 것으로 나타났다. 회귀분석 결과 해외화공플랜트 생산성 저해요인 중 건설인력(.022), 투입자원(.008) 요인은 유의확률 .05보다 작으므로 전반적 만족도와 유의한 관계가 있음을 확인하였고 설계관리(.364), 공사관리(.083), 공사성격 및 공사외적(.172)은 전반적 만족도와 유의한 관계가 없음을 확인하였다. 표준화 계수인 베타값에 의하면 전반적 만족도에 미치는 영향의 정도는 투입자원(.336)이 건설인력(.297)보다 큼을 알 수 있다.

### 5. 결론

본 연구는 플랜트산업 중 가장 높은 비중을 차지하고 있는 해외 화공플랜트로 범위를 한정하였으며 생산성 저해요인을 바탕으로 중요도와 전반적 만족도를 비교, 분석하였다. 이를 위해 회귀계수를 활용한 Vavra (1997)의 수정IPA기법을 적용하였다. 선행문헌고찰과 설문조사를 통하여 해외 화공플랜트 생산성 저해요인 5개의 대분류, 38개의 세부요인으로 분류체계를 확립하였으며, 이를 통해 중요도-만족도 비교분석, 수정IPA분석, 생산성 저해요인과 전반적 만족도 회귀분석 등의 통계분석을 실시하였다.

연구의 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수정 IPA의 분석에 의해 Matrix상에 위치한 요인들은 모두 중요한 항목으로서 최대한 만족되어야 하며 이에 따른 적절한 대책이 이루어져야한다. 하지만 생산성에 대한 전반적 만족도와 5개의 대분류 생산성 저해요인간의 다중회귀분석결과 투입자원과 건설인력이 유의하다는 결과가 나왔다. 즉, 해외에서 건설이 이루어지는 특성상 노무자와 관련된 건설인력과 자재, 장비와 관련된 투입자원의 하부요인들이 전반적 만족도에 중요한 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다. 그러나 제한된 시간과 비용속에서 최대의 효과를 생산하기 위해 전략적인 대책수립이 필요하며 이에 따라, 건설인력과 투입자원의 하부요인들에 대하여 우선적으로 고려해야한

다고 사료된다.

둘째, 건설인력과 투입자원의 하부요인에 대해 살펴보면 건설인력들의 하부요인은 대부분 2,4사분면에 분류되어 있으며 투입자원의 하부요인은 1,3사분면에 대부분 분류되어 있다.

1사분면은 실행요소(중요)로서 중요도가 높은 만큼 만족도가 잘 이루어지는 영역이고 3사분면은 실행요소(비중요)로서 중요도가 낮은 만큼 만족도도 낮은 영역이다. 즉, 실행요소는 중요도와 만족도가 비례하는 영역이다. 따라서 투입자원과 관련된 생산성 요인에 대해 1사분면과 3사분면에 전반적으로 분류되어 있어 생산성 저해요인에 대한 관리가 잘 이루어지고 있다고 사료된다.

2사분면은 매력요소로서 불충족 되어도 불만족스럽지 않지만 충족되었을 때 생산성을 향상 시킬 수 있는 영역이며 4사분면은 기본요소로서 생산성 저해요인에 대한 만족도가 당연히 충족되어야 한다고 믿는 영역으로서 만족도가 충족되지 못했을 경우 생산성 저하가 발생할 수 있는 영역이다. 따라서 2사분면과 4사분면은 관리가 집중적으로 이루어져야 하는 영역으로서 건설인력들의 하부요인이 2사분면과 4사분면에 분포되어 있어 건설인력과 관련된 생산성 요인에 대해서는 관리가 잘 이루어지지 않고 있음을 의미한다.

이에 따라, 2사분면과 4사분면에 분류되어진 건설인력의 하부요인들에 대해 우선적으로 전략적인 대책수립이 필요하며 차선책으로 2사분면과 4사분면에 분류되어진 투입자원의 하부요인들에 대해 고려되어야 한다. 다음 차선책으로 2사분면과 4사분면에 분류되어진 다른 요인들에 대한 대책수립이 이루어져야한다고 판단된다.

셋째, 이를 토대로 종합적인 개선방안 및 대책을 살펴보면 2사분면 매력요소 영역에는 9개의 요인이 분류되었고 노무자 및 작업자간의 유대관계를 형성하여 갈등을 해소, 다양한 벤더를 개발, 벤더 프린트 체크 및 벤더관리 시스템을 개발하여 활용, 적절한 휴식제공과 노무자의 건강관리 프로그램 실시, 민원발생 예상 요인에 대한 사전검토, 작업환경 개선방안의 수립시행 및 공법선택시 작업환경에 대한 고려, 합리적인 동선계획 및 현장배치계획 등의 개선방안 및 대책이 고려되

Table 8. Regressive analysis result for the productivity obstacle factor and the overall satisfaction

Dependent variable	Independent variable	Non-standardized coefficient		Standardized coefficient	t	p	Tolerance limit	VIF
		beta	standard error	beta				
Overall satisfaction	(constant)	-3.630	1.160		-3.129	.003		
	Construction manpower	.397	.167	.297	2.380	.022	.761	1.315
	Design management	.164	.179	.108	.917	.364	.857	1.166
	Construction management	.337	.190	.213	1.778	.083	.823	1.216
	Input source	.378	.136	.336	2.775	.008	.807	1.240
	Construction property and external factors	.227	.163	.163	1.389	.172	.862	1.160

R<sup>2</sup> = .490, Adjusted R<sup>2</sup> = .431, p = .000, Durbin-Watson = 1.975



어져야 한다고 사료된다. 4사분면 기본요소 영역에는 6개의 요인이 분류되었으며 안전한 작업여건의 마련 및 안전관리 업무 별도분리, 시공경험 소유의 전문인력의 설계참여 및 검토, 정기 장비소요계획 수립 및 관리 철저, 우수협력업체 발굴, 공중세분화 지양 및 유사공종 통합관리, 노무관리계획 사전 수립 등의 개선방안 및 대책이 고려되어야 한다고 사료된다.

본 연구에서 도출된 분석 결과를 통해 향후 국내플랜트건설업체가 해외 화공플랜트 건설을 수주하여 프로젝트를 수행함에 있어 생산성 향상을 위한 기초자료로 활용되어 중·장기적인 대책을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 해외플랜트산업 전반적인 생산성 향상을 위한 실증적 분석 및 장기적인 연구가 지속되어야 할 것이다.

## References

- Choi, H. B., Shin, Y. S. and Kang, K. I. (2005). "A Study on Productivity of Foreign Labors in Domestic Apartment Construction Site - Focused on Evaluation of Productivity and Productivity Impediment Factor -." *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 5(1), pp. 75-79.
- Choi, H. S. (2004). "Strategy to Increase Competitiveness for the Export of Petrochemical Plant." Hanyang University Master's Thesis.
- Duke, C. R. and Persia, M. A. (1996). "Performance - importance analysis of escorted tour evaluations." *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 5(3), pp. 207-223.
- Huh, Y. K., Son, C. B., Lim, J. H., Ahn, Y. C. and Oh, J. H. (2014). "Analysis of Crew Productivity and Influence Factor for Reinforce Concrete Work in the Nuclear Power Plant." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 30(12), pp. 53-60.
- Jeon, Y. R. (2016). "An Analysis on Satisfaction Using Revised IPA and Destination Image." *The Journal of tourism studies*, 28(2), pp. 75-99.
- Jeong, J. H., Lee, S. W., Ahn, B. J., Jee, N. Y. and Kim, J. J. (2014). "A Comparative Analysis of Hindrance Factors to Labor Productivity in Each Construction Site Using the IPA." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(6), pp. 71-82.
- Jun, S. H. (2008). "Problem Analysis and Improvement Strategy for Overseas Plant Construction by EPC Lump-Sum Turnkey System." Chung-ang University Master's Thesis.
- Jung, Y. C. (2012). "Analyzing the importance factors affecting the productivity of workers in building construction site." Kyonggi University Master's Thesis.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. and Tsuji, S. (1984). "Attractive Quality and Must-Be Quality." *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 14(2), pp. 39-48.
- Kang, H. W., Won, Y. M., Kang, M. K. and Kim, Y. S. (2012). "An Analysis on the Probability Costs Variation Ranges of the Cost Items from the Risk Factor Model for Construction Phase of Overseas Gas Plant Projects." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 28(1), pp. 191-198.
- Kim, Y. S. (1994). "Analysis of the Factors Influencing Construction Productivity." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 10(10), pp. 267-272.
- Kim, J. Y., Choi, J. H. and Lee, S. H. (2011). "Factors Affecting the Losses of Domestic Construction Productivity and Strategies for Avoiding Them." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 27(2), pp. 113-124.
- Lim, J. I., Kim, Y. S., Kim, Y. S. and Kim, S. B. (2008). "A Process of Selecting Productivity Influencing Factors For Forecasting Construction Productivity." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KJCEM, 9(4), pp. 92-100.
- Lee, J. J. (2015). "A Study on the Cosmetic Surgery Tourism Attributes of Chinese Using a Revised IPA - focusing on Chinese living in Namkyeng region with cosmetic surgery tourism experience-." *Korea academic society of tourism management*, 29(6), pp. 201-219.
- Lee, G. B. (2001). "A Study on the plant export promotion and analysis." Yonsei University Master's Thesis.
- Martilla, J. A. and James, J. C. (1977). "Importance - Performance Analysis." *Journal of Marketing*, 41(1), pp. 77-79.
- Matzler, K. and Sauerwein, E. (2002). "The factor structure of customer satisfaction: An empirical test of the importance grid and the penalty-reward-contrast analysis." *International Journal of Service*

- Industry Management*, 13(4), pp. 314–332.
- Matzler, K., Bailom, F., Hinterhuber, H., Renzl, B. and Pichler, J. (2004). “The asymmetric relationship between attribute–level performance and overall customer satisfaction: a reconsideration of the importance – performance analysis.” *Industrial Marketing Management*, 33(4), pp. 271–277.
- MOLIT (2005). “Risk Management system construction for the improvement of productivity and profitability of overseas construction work, development research report the practical guidelines of the Web–based.” MOLIT : Korean Agency for Infrastructure Technology Advancement.
- Moon, S. W., Park, S. C. and Kwon, K. N. (2009). “Approximate Estimating of Plant Construction Duration Using a Standard Schedule Model.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 2(3), pp. 26–33.
- Park, M. S. and Kim, Y. S. (2015). “A Study on the Cost Analysis Model based on Risk Factors of the Overseas Gas Plant Construction Industry.” *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 31(3), pp. 53–62.
- Son, C. B. and Lee, D. C. (2002). “An Analysis on the Factors Decreasing Productivity of Building Construction.” *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 18(12), pp. 125–132.
- Vavra, T. G. (1997). “Improving your measurement of customer satisfaction: A guide to creating, conducting, analyzing, and reporting customer satisfaction measurement programs.” Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Yu, J. H. and Lee, H. S. (2002). “Productivity Management System for Construction Projects.” *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 18(7), pp. 103–113.
- Zeller, R. A. and Carmines, E. G. (1980). “Measurement in the social sciences: The link between theory and data.” *Includes index, Bibliography*, pp. 186–193.

---

**요약 :** 국내 해외 플랜트 수주액은 2015년 기준 전년도 대비 약 51% 감소하였고 플랜트산업 중 약 63%로서 가장 높은 비중을 차지하는 화공플랜트의 수주액은 약 43% 감소하였다. 현재 해외국가들의 플랜트 건설업체는 고도의 기술력과 경험 및 축적된 노하우를 바탕으로 엔지니어링 분야에서 우위를 선점하고 있다. 이에 세계 플랜트 산업에서 국내 기업의 경쟁력 확보를 위한 대책이 필요하며, 건설기술력 발전을 통한 국가경쟁력 향상을 위해 생산성 관리는 매우 중요한 현안이다. 또한 생산성은 장기적인 성장에 영향을 미치는 중요한 요소임에 따라 경쟁력 확보를 위해 수정 IPA를 이용하고 화공플랜트로 범위를 한정하여 생산성 저해요인을 분석하고자 한다. 이를 통해 해외 화공플랜트와 관련된 생산성 저해요인의 개선방안 및 대책을 제시한다. 그리고 생산성을 향상시킬 수 있는 요인이 무엇인가를 파악하고 생산성 향상을 위한 시사점을 제시함으로써 중·장기적인 대책을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

**키워드 :** 해외 화공플랜트, 생산성 저해요인, 수정IPA

---