

# 건설용 강재의 품질확보를 위한 건설제도 분석 연구

윤종식<sup>1</sup> · 유일한<sup>2</sup> · 김경래<sup>1</sup> · 정대운\*

<sup>1</sup>아주대학교 건축공학과 · <sup>2</sup>대한건설정책연구원 미래전략연구소

## Analysis of Construction Policy System for Quality Assurance of Construction Used Steels

Yoon, Jongsik<sup>1</sup>, Yu, Ilhan<sup>2</sup>, Kim, Kyungrai<sup>1</sup>, Jung, Daewoon\*

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

<sup>2</sup>Future Strategy Division, Korea Research Institute for Construction Policy

**Abstract :** Recently, quality problems of steel used for construction have been raised as a cause of building collapse and safety accidents. Accordingly, it becomes more important to secure quality through material management, procurement management, and construction management for construction used steels. However, the quality management for construction used steels is confined to technical production and process control. So, it does not provide a solution of various non-conforming steel products issues. Therefore, this study suggests improvements of the construction system to secure quality of the construction used steels. Through expert interviews, we identify the items for system improvement and derive the top priority items by considering utility through a structured Analytic Hierarchy Process (AHP). It also divided the respondents into enterprise and research groups to analyze differences, implications and future improvement issues and suggest a road map. It is expected that the priority items derived in this study could be useful as a basic data for making policy decisions to assure the quality of construction used steel.

**Keywords :** Quality Assurance, Construction Policy System, Improvement Quality System, Analytic Hierarchy Process (AHP), Steel for Construction

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업에서 품질관리는 전통적으로 중요한 관리 분야 중 하나였다(Wanberg et al., 2013). 더욱이 최근 들어 경주 마우나리조트 붕괴, 울산 SMP 공장 물탱크사고 등의 건축물 안전사고로 인해 건설현장의 품질관리는 지난 수십년에 비해 더 큰 이슈가 되고 있다. 안전사고의 원인은 시공, 품질, 안전 관리 등 다양한 측면에서 발생한다. 그러나 최근 일련의 안전 사고는 건설 자재관리 실패(부적합 철강자재 사용)가 원인으로 밝혀진 바 있다. 경주 마우나리조트 붕괴사건의 경우 강도미달의 저장도 강재를 사용하였고, 울산 SMP 공장 물탱크

사고의 경우 고장력 볼트 대신 일반볼트를 사용한 것이 드러났다(KISMI, 2015; Kyung, 2015). 건설자재 중 철강재는 구조부재로써, 부적합 철강재 사용은 안전사고로 직결될 위험이 있기 때문에 각별한 관리가 필요하다. 또한 철강재는 건설업체 연간 매출액의 24%가량을 차지하고 있는 만큼 중점관리가 매우 필요한 자재이다(Jung & Yu, 2016). 그럼에도 불구하고 건설현장에서는 지속적으로 각종 품질기준에 부적합한 철강재들이 유통·사용되어 안전사고가 발생하여 등 사회적 문제를 야기하고 있다(롤마크 위조, 두께가 부적합한 경우, 원산지 표시 위조 등). 부적합 철강재 사용이 건설 안전사고의 주요 원인으로 지적되고 있다는 점에서 건설용 철강재 품질관리에 대한 개선대책이 필요한 시점이다. 기존연구들의 경우 철강제품 자체의 품질을 향상시키는 방법에 초점을 맞춰 연구가 진행되었다. 그러나 롤마크 위조, 부적합 두께 철강사용과 같은 사례들은 규격 등의 생산관리, 기술개발 측면의 접근보다는 관리체계(제도) 측면의 분석 및 개선이 필요할 것이다. 특히, 건설자재(철강제품)의 품질관리체계의 개선은 단순히 현장관리 차원의 문제를 넘어서 발주, 구매/조달, 현

\* Corresponding author: Jung, Daewoon, Korea Research Institute for Construction Policy, 13F Specialty Con. Bldg., 15 Boramae-ro 5-gil, Dongjak-gu, Seoul, 07071, Korea  
E-mail: bigluck1@ricon.re.kr  
Received May 23, 2018; revised October 2, 2018  
accepted October 23, 2018

장을 아우르는 구조적인 접근이 필요하기 때문에 건설용 강재의 품질 참여자(발주자, 설계/감리자, 유통/가공업자, 시공사)측면이 모두 고려되어야 한다.

이에 본 연구의 목적은 건설용 강재의 품질과 관련된 건설제도 전반을 분석하고, 건설용 강재의 품질 참여자별로 개선이 요구되는 과제들의 우선순위측정 및 기대효용평가를 통해 건설용 강재의 품질확보 정책을 위한 기초자료를 구축하는데 있다. 이 분석결과는 향후 건설용 강재의 품질관리를 효과적으로 추진하기 위한 정책 방향 및 의사결정에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 수행 방법

본 연구는 크게 5단계로 진행된다. 첫째, 개선 주제별 품질관리의 문제점 분석을 위해 건설업체를 대상으로 현장의 철강재 사용실태와 인식을 조사한다. 이를 통해 4가지 품질개선 주제를 도출(품질개선 과제에 직접 연관되는 주제로 크게 발주자, 설계/감리자, 유통/가공업자, 시공자로 구분)한다.

생산자의 경우, 건설관련 법령이 아닌 제조관련 법령과 KS규격 등에 연관되므로 본 연구의 범위에서 제외한다. 둘째, 건설업 제도분석을 통한 품질관리 개선과제를 종합적으로 도출한다. 이때 분석 대상 법령은 건설자재의 품질관리에 대한 전반적인 규정을 담고 있는 건설산업기본법, 건설기술진흥법, 하도급법, 국가계약법, 산업안전보건법으로 한정한다. 셋째, 도출된 품질관리 개선과제를 기반으로 품질개선주체와 품질개선 중점과제를 그룹화하여 계층 구조화한다. 이때 각 주제별로 주요 개선과제를 3가지씩 선정하여 계층구조를 구성한다. 넷째, 계층구조를 다수의 전문가 설문문을 통해 쌍대비교하여 가중치를 도출한다. 주제별 가중치와 과제별 가중치를 곱한 정규화 가중치에 의해 과제별 우선순위를 도출한다. 이와 더불어 전체를 대상으로 하는 분석결과와 기업과 학계/연구계를 나누어 분석하여 각각의 시사점을 도출한다. 다섯째, 품질확보 측면에서의 효용치를 리커트 10점 척도로 평가하여 개선과제의 최종 순위와 중점 추진과제를 도출하고, 추진과제의 로드맵을 제시한다(Fig. 1).

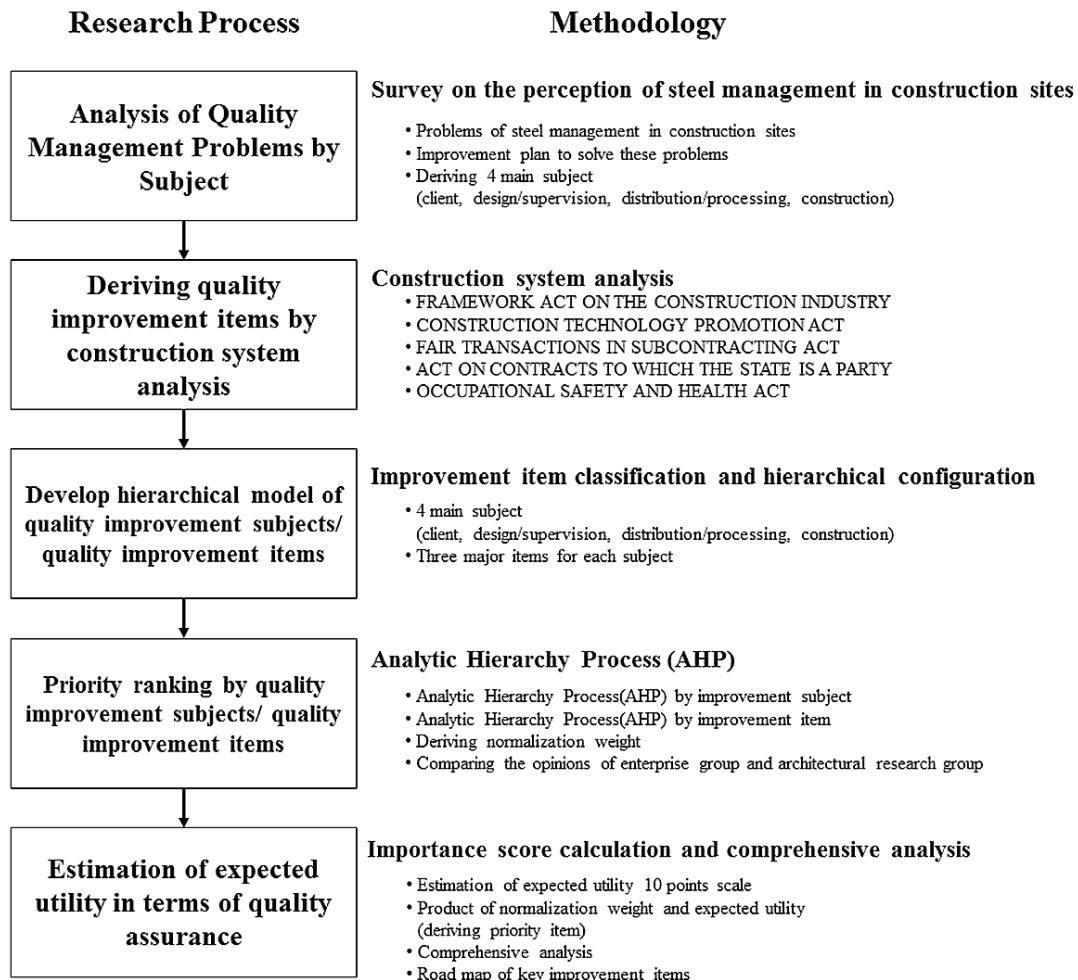


Fig. 1. Research progress

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 사회적 동향

그 동안 한국에서 발생한 부적합 철강재 사례를 살펴보면, (1) 적합한 철강재와 초저가의 부적합 철강재를 무분별하게 혼용하는 경우, (2) KS 미인증 저급 수입재를 불법 유통, (3) 롤마크 위조 및 변조, (4) 원산지를 표시하지 않거나 훼손, (5) 품질시험성적서 위변조, (6) 품질검사 성적서 위조, (7) QR 코드 조작 등 다양하게 나타나고 있다. 이러한 문제들은 구조물 안전에 중대한 영향을 미쳐 건설사고 증가로 이어질 수 있고 국민의 불안감을 심화시킬 수 있다. KOSIS (2016) 사회안전에 대한 인식도 조사에 따르면 ‘건축물 및 시설물’ 붕괴와 관련하여 응답자의 34%가 불안하다고 응답하고 있다(Fig. 2).

또한 건설기술진흥법 제54조, 시행령 제88조, 시행규칙 제48조에 의거한 건설공사 현장 등의 점검결과에 따르면 철근 및 H형강, 샌드위치패널 등 부적합 철강재 사용사례가 전체 점검현장 대비 34.6%에 이른다.<sup>1)</sup> 이와 같이 늘어나는 부적합 철강재 사용에 관한 관리방안이 시급하다.

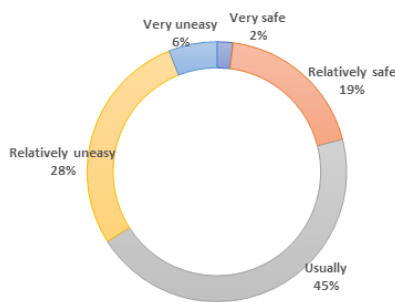


Fig. 2. Social awareness of buildings and facilities (KOSIS, 2016)

### 2.2 연구 동향

품질관련 기존의 수많은 연구가 있었으나 본 연구에서는 건설자재관리 및 품질관리에 대한 문헌을 위주로 분석하였다. Lee et al. (2004)는 건설공사의 자재관리 효율화를 위해 조달 및 양중계획 정보공유 체계를 제시하였다. 이는 낭비요소를 줄이고 생산성을 높여주는 효과를 가져 올 수 있지만 자재의 품질향상을 위한 개선방안을 제시하지는 못했다. Oh et al. (2009)의 연구에서는 자재 생산 및 제작단계, 시공단계, 유지관리단계 등에서의 자재정보 관리체계를 제안하였다. 이를 통해 생산성 향상 및 품질향상에 도움을 줄 것으로 예측했지만, 실제시스템을 구현하여 적용성을 평가하지 못한 한계가 있다. Yoon et al. (2017)의 경우 모듈러 품질개선을 위해 공사시방서의 개선방안을 제시하고 전문가 면담을 통해 검증

하였다. 모듈러 하자유형을 분석하여 모듈러 특성에 적합한 공사시방서 작성가이드를 제시한 점은 품질개선에 도움이 될 수 있지만 성능중심의 기술방식에 초점을 두었기 때문에 건설자재 관리 측면의 개선은 미약했다고 판단된다. 일부 건설자재의 유통과정의 실태 및 제도를 분석하여 개선과제를 도출한 연구도 존재한다. Jeong and Lee (2016)의 연구에서는 가설기자재 품질관리제도를 일본 제도와 비교분석하여 개선방안을 제시하였다. 생산단계, 유통 및 사용단계로 구분하여 개선방안을 합리적으로 제시했으나 전문가 등의 의견이 반영되어 평가 및 검증이 이루어지지 못한 것은 한계로 남는다. 또한 개선방안이 시장 감시 기능강화, 품질관리 기능강화 등의 포괄적인 내용을 기술되어 있어 어느 법령의 어떠한 내용을 보완해야 할지에 대한 고찰이 추가로 필요하다.

이와 같이 지속적인 품질관리, 자재관리 연구에도 불구하고 현장에서의 건설자재 품질관리는 유통/가공과정의 문제, 원자재 문제등으로 인해 개선이 미진하였다. 유통/가공 과정의 문제를 포괄하여 분석하고 대안을 제시하는 노력이 필요하다. 특히 건설용 강재관리는 단순히 기술적 개선노력과는 별개로 제도/정책적 유도가 필요하다. 그러나 기존의 연구들은 생산관리, 공정관리 측면에 초점이 맞춰져 있어 이러한 문제를 해결하기 어렵다. 이에 본 연구에서는 건설용 강재의 품질개선을 위한 방안으로 제도/정책상의 개선점을 찾고, 이를 바탕으로 우선순위 추진과제를 도출하여 건설용 강재의 품질개선에 기여하고자 한다.

## 3. 건설업 제도 분석을 통한 개선주체 및 개선과제도출

### 3.1 개선주체별 품질관리 문제점 분석

본 연구의 핵심은 건설용 철강재 사용에 연관되는 주체별 개선과제를 계층화시켜 개선과제의 중요도를 평가하고 개선 방향을 제안하는 것이다. 이에 건설용 강재의 품질관리 개선과제와 개선주체를 매칭하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 주체별 건설용 강재의 품질관리 측면의 문제점을 분석하기 위해 건설현장의 철강재 사용실태 및 인식에 관한 설문문을 수행하였다. 184개의 전문건설업체, 72개의 종합건설업체, 총 256개의 업체를 대상으로 설문서를 배포하고 담당자와 인터뷰를 통해 내용을 확인하면서 조사를 수행하였다. 업체별 1부의 설문지를 확보하였으며, 주요 질문은 건설현장에서 사용되는 철강재 관리의 문제점과 개선방안이다. 이를 토대로 주요 문제점과 개선대책을 하나의 테이블로 작성하여 각각의 과제들에 대한 개선 주체를 도출하고자 하였다. 이 문항들은 중복 응답이 가능하기 때문에 주요 문제점과 개선방안의 빈도수에서 일부 차이가 발생하였다. 우선 도출된 주

1) 국토부 현장점검(2016) 자료를 기반으로 분석

Table 1. Process for deriving improvement subjects (Revised Jung & Yu, 2016)

Major Problem	Number of responses		Improvement	Number of responses		Related stakeholder
	Frequency	%		Frequency	%	
Low-quality steel distribution	93	22.9	Strengthen management and control of steel distribution / processing	100	19.6	Requirement of distribution/processing aspect
Inadequate combination of steel materials during processing / assembly	83	20.4	Strengthen management and control of steel distribution / processing	100	19.6	
Usage of steel material that does not meet performance criteria	105	25.9	Strengthening design / supervision	89	17.5	Requirement of design/supervision aspect
Use of poor quality materials in during construction	51	12.6	Improvement efforts of construction companies	57	11.2	Requirement of construction aspect
	51	12.6	Strengthen quality inspection and quality control activities at construction sites	133	26.1	
	51	12.6	Government's high quality steel use policy	84	16.5	Requirement of client(government) aspect
	51	12.6	Strengthening penalties for the use of illegal / non-conforming steel	38	7.5	
No special problem	71	17.5	etc.	9	1.8	-
etc.	3	0.7				
Sum	406	100	Sum	510	100	

요 문제점으로는 성능 및 규격에 대한 감리 문제, 유통과정에서의 품질저하 문제, 가공 및 조립, 시공과정에서의 품질저하 문제등으로 나타났다. 이러한 문제들에 대한 개선방안으로는 가공/유통과정의 관리 감독 측면의 개선, 설계 및 감리 측면의 개선, 건설업체 등의 품질관리 시스템 개선, 정부 및 발주자 측면의 개선이 필요하다고 응답하였다. 이를 기반으로 개선 방안에 대한 내용과 활동 주체를 매칭해보면, 발주 측면의 개선(client aspect), 설계감리 측면의 개선(Design/supervision aspect), 유통/가공 측면의 개선(Distribution/processing aspect), 시공측면의 개선(Construction aspect), 총 4가지 주체로 구분이 가능하며 이들 주체를 기준으로 제도 분석이 가능하다.

### 3.2 건설업 품질관리 제도 분석

앞서 도출된 4개의 개선 주제와 관련된 건설업 품질관리 제도(시스템)를 분석하여 개선과제를 도출하였다. 건설용 강재의 품질관리 관련 제도는 크게 5가지로 건설산업기본법, 건설기술진흥법, 하도급법, 국가계약법, 산업안전보건법으로 구분된다. 이들 개선과제를 도출하는 과정은 총 3차례 철강업계, 건설업계 전문가 심층면담을 통해 도출되었다. 철강업계에서는 주요 철강사에 종사하는 관계자 1인씩을 포함하였고, 철강 연구기관 관계자 3인을 포함하여 총 6인으로 구성하였다. 이들은 모두 경력이 15년 이상으로 철강관련 전문가로 볼 수 있다. 건설업계에서는 학계 2인, 연구기관 2인으로 구성하였다. 이들의 경우 또한 대부분 경력이 15년 이상인 전문가로 구성되었다. 총 10명의 전문가 풀을 구성하여 건설관련 법령에 관하여 심층 분석하였다(Table 2).

Table 2. Expert description

Field	Participant number	Work experience	Job
steel industry	3	More than 15 years	Enterprise
	3	More than 15 years	Research institute
construction industry	2	More than 15 years	University
	1	More than 15 years	Research institute
	1	5 to 10 years	Research institute
Sum	10	-	-

1차 심층면담에서는 건설산업기본법 내 제도개선 아이템, 2차 심층면담에서는 건설기술진흥법 내 제도개선 아이템, 3차 심층면담에서는 국가계약법, 하도급법, 산업안전보건법 내 제도개선 아이템을 도출하였다. 심층면담에서 선정한 개선아이템들은 건설용 강재 관련이슈, 선행 설문에서 도출한 문제점과 개선방안을 토대로 관련 법안을 검토하고, 이를 개선하기 위해 필요한 조항을 제시하는 방식으로 도출되었다. 즉 각각의 개선아이템들은 현행 제도상에는 관련 법안이 존재하지 않거나 존재하더라도 강화·보완되어야 하는 내용들이다.

제도분석의 내용과 개선사항을 모두 자세히 담기는 지면상 어렵기 때문에 본 논문에서는 다음과 같이 개략적으로 표기하였다. 예를 들어 건설산업기본법 시행령 제25조 공사도급계약의 내용에서 '계약서에 명시할 내용으로 건설공사의 주요 부·자재의 원산지 표시 규정'이라고 할 경우, 'a1. 도급계약의 원칙에 부·자재 원산지 표기로 줄여서 정리하였다. 이와 같이 5가지 법령에서 도출한 제도개선 사항은 총 28가지로 요약된다(Table 3).

도출된 28가지 개선 아이템을 토대로 발주측면, 설계/감리 측면, 유통/가공 측면, 시공 측면에서 개선이 요구되는 사항으로 구분하여 개선과제(Item)을 정리하였다(Table 4).



Table 3. Overview of construction system analysis

Division	Number of times / date	attendants	Analysis system and improvement contents
In-depth Interviews with the Experts	Round 1 / 2017.09.	3 steel industry experts 2 construction industry experts	Deriving 7 improvement item from FRAMEWORK ACT ON THE CONSTRUCTION INDUSTRY
	Round 2 / 2017.11.	5 steel industry experts 2 construction industry experts	Deriving 12 improvement item from CONSTRUCTION TECHNOLOGY PROMOTION ACT
	Round 3 / 2018.01.	6 steel industry experts 2 construction industry experts	Deriving 9 improvement item from FAIR TRANSACTIONS IN SUBCONTRACTING ACT, ACT ON CONTRACTS TO WHICH THE STATE IS A PARTY, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT
	Sum		28 improvement item

Table 4. Analysis of construction system

Division	Client aspect (A)	Design/supervision aspect (B)	Distribution/processing aspect (C)	Construction aspect (D)
Item list <sup>2)</sup>	a1. Marking country of origin of materials in contract agreements on construction works ( $\alpha$ ) a2. Marking country of origin of materials in construction work ledger ( $\alpha$ ) a3. Marking country of origin of materials in construction sign ( $\alpha$ ) a4. Adding the use of excellent performance materials in pre-qualification for participation in tendering ( $\gamma$ ) a5. Adding the use of excellent performance materials in tendering procedure for a technical proposal ( $\gamma$ ) a6. Adding the evaluation of material price and quality(performance) appropriateness in the examination of the eligibility ( $\gamma$ ) a7. Adding the use of excellent performance materials in social responsibility assessment of the comprehensive examination on tendering ( $\gamma$ ) a8. Giving additional points in credit rating of the execution capacity of the constructor when using excellent seismic performance materials ( $\alpha$ ) a9. Cancellation and termination of contract when falsification of documents related to materials ( $\gamma$ ) a10. Restrictions on qualification for participation of dishonest business operators in tendering when falsification of documents related to materials ( $\gamma$ ) a11. Complement of the exemption regulation of defect liability by contractors ( $\alpha$ )	b1. Strengthening confirmation of the structural safety of the temporary structure (quality, specification, origin, use etc.) ( $\beta$ ) b2. Expanding scope of request for design modification when Major parts and materials are at high risk of collapse and failure ( $\epsilon$ ) b3. Strengthening evaluation criteria for quality and performance of materials during design evaluation ( $\beta$ ) b4. Appropriateness review and improvement of design service, construction management, design criteria, material selection ( $\beta$ ) b5. Improvement of supervision / CM guidelines regarding construction steel ( $\beta$ )	c1. Expanding penalties range according to the measurement of defects in construction works ( $\beta$ ) c2. Improvement of certification of steel structure factory system ( $\beta$ ) c3. Improvement of evaluation institution for vicarious execution of quality inspection system ( $\beta$ ) c4. Improvement of imported intermediate material quality system ( $\beta$ )	d1. Expanding scope of quality management plan and the quality testing plan establishment ( $\beta$ ) d2. Adding and complementing the steel management contents of general · specialized construction works ( $\alpha$ ) d3. Notation of use of major structural members when submitting the performance records of construction works ( $\alpha$ ) d4. Expanding scope of safety management plan establishment ( $\beta$ ) d5. Adding major material management plan in the safety management plan ( $\beta$ ) d6. Marking country of origin of materials in bill of quantities ( $\gamma$ ) d7. Reflecting the use of superior grade materials when designation of exemplary construction technology service business entities ( $\beta$ ) d8. Adding regulation on the use of non-conforming parts and materials in the standard form of subcontract ( $\delta$ )

### 3.3 계층분석 구조 설정

심층 분석한 28개의 개선 아이টে를 전문가들과 함께 유사한 내용끼리 묶어 각 주제별로 3가지 주요 개선과제로 도출하였다(Table 5). 예를 들어, Table 4)의 발주측면(A)에서는 Table 2)의 a1, a2, a3의 내용이 공통적으로 원산지 표시제도와 관련이 있으므로 '주요 부·자재 원산지(생산국) 및 성능 표기 의무화(A1)' 형태로 묶어서 제시할 수 있다. 또한 a4, a5, a6, a7, a8의 내용은 입·낙찰 과정에서 우수품질의 자재 사용조건을 평가에 반영하는 것으로써 '품질 및 성능이

우수한 등급의 자재사용 유도(A2)'로 묶을 수 있고, a9, a10, a11의 경우 처벌규정과 관련이 있으므로 '부적합 자재사용 및 불법 행위 처벌 강화(A3)'로 규정할 수 있다. 이와 같은 논리로 설계/감리 측면(B)에서는 자재의 규격 및 설계기준 강화(B1), 설계 및 재료 선정의 적정성 등 검토 체계화(B2), 감리 및 건설사업관리 업무지침 강화(B3)로 구분하였다. 유통/가공 측면(C)의 개선은 유통/가공업자에 대한 모니터링 및 처벌 강화(C1), 철강구조물제작 공장인증 제도의 개선(C2), 공급과정 합리화 및 동반성장 관계 구축(C3) 과제로 구분하였다. 시공 측면의 개선(D)으로는 품질시험 및 품질관리계획 작성·운영 개선(D1), 건설현장의 주요 부·자재 안전관리 강화(D2), 계약 및 입·낙찰 과정을 통한 우수건설업자 우대(D3)로 구분하였다(Table 5).

2) FRAMEWORK ACT ON THE CONSTRUCTION INDUSTRY:  $\alpha$ , CONSTRUCTION TECHNOLOGY PROMOTION ACT:  $\beta$ , ACT ON CONTRACTS TO WHICH THE STATE IS A PARTY:  $\gamma$ , FAIR TRANSACTIONS IN SUBCONTRACTING ACT:  $\delta$ , OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT:  $\epsilon$

Table 5. Hierarchical Structure

4 main subject	12 Improvement item
A. Client aspect	A1. Mandatory notation of major parts and material's country of origin
	A2. Encouraging excellent performance materials use
	A3. Enhancing punishment when using non-conforming materials and illegal activities
B. Design/supervision aspect	B1. Strengthening specifications and design standards of materials
	B2. Review appropriateness of design and material selection
	B3. Strengthening supervision / CM guidelines
C. Distribution/processing aspect	C1. Enhancing monitoring and punishment of distributors / processors
	C2. Improvement of certification of steel structure factory system
	C3. Rationalization of supply process and establishment of mutually-beneficial cooperation between contractors
D. Construction aspect	D1. Improvement of writing and operation in quality management plan and the quality testing plan
	D2. Strengthening the safety management of major parts and materials
	D3. preferring excellent construction contractor when tender and winning bid process

## 4. 전문가 AHP 분석

### 4.1 응답자 구성

상기 제시한 4대 개선주체와 개선과제의 중요도를 비교 분석 하기 위해서 전문가 AHP 설문을 수행하였다. AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법은 요인간 쌍대비교를 통해 상대적 중요도를 도출하는 기법으로 정성적인 상대적 중요도를 정량화 하는 기법이다(Satty, 1980). AHP는 상대적인 중요도를 9점 척도로 평가하여 최종 중요도를 도출하며, 의사결정기법에서부터 중요도 도출에 따른 우선순위 평가에도 다수 사용되어 유용성을 인정받고 있다(Jung, 2008; Lee et al., 2015). 전문가집단 구성은 전문분야(건축, 토목, 정책/행정, 기타), 경력기간(15년 이상, 15~10년, 10~5년, 5년 미만), 소속집단(기업, 대학, 연구기관, 기타)로 구분하여 고르게 설문조사를 실시하였다.

건축 분야 전문가를 중심으로 토목 및 정책/행정 전문가를 추가하여 건설 분야의 전반적 의견 조사하였고, 경력 15년 이상의 전문가를 중심으로 하위 5년 단위로 구분하여 신진전문가의 의견 반영이 가능하도록 구성하였다. 또한 기업과 대학/연구기관의 전문가 비율을 안분하여 실무 분야와 학계/연구계 의견을 균형 있게 반영하고자 하였다.

설문지는 총 141부를 배포하여 메일 및 직접방문의 형태로 수행하였다. 141부 중 101부의 전문가조사 설문지 회수 했으

나, 연구의 신뢰도를 위해 CR지수 0.1이하의 유효설문 75부를 대상으로 종합분석을 수행하였다(Table 6).

Table 6. Respondent overview

Field	Work experience		Job	
	Count (%)	Count (%)	Count (%)	Count (%)
Architecture	58 (77%)	More than 15 years (38 (51%))	Enterprise (38 (51%))	
Civil	8 (11%)	10 to 15 years (11 (15%))	University (20 (27%))	
Policy / Administration	3 (4%)	5 to 10 years (13 (17%))	Research institute (16 (21%))	
Etc.	6 (8%)	Less than 5 years (13 (17%))	Etc. (1 (1%))	
Sum	75 (100%)	Sum (75 (100%))	Sum (75 (100%))	

### 4.2 개선주체별 · 과제별 중요도 분석

개선주체별 9점 척도로 쌍대비교하여 분석한 결과 발주자 측면의 개선이 0.381로 가장 크게 요구되었다. 이어서 유통/가공업 측면의 개선, 시공측면 개선, 설계/감리 측면의 개선 순으로 나타났다. 기업과 학계/연구계를 나누어 비교한 결과 가중치에 일부 차이가 있었지만 순위는 동일하게 나타났다(Table 7). 이는 전반적으로 강제의 품질제도 개선의 주체가 발주자 측면에서 가장 시급하게 요구된다는 것을 의미한다. 또한 1순위와 2~4순위의 편차가 크게 나타나는 것으로 미루어 볼 때, 발주측면의 개선과제가 상대적으로 높은 중요도를 나타낼 것으로 예측할 수 있다(Fig. 3).

Table 7. Main subject pairwise comparison result

Main subject	All		Enterprise		Architectural research	
	Weight	Rank	Weight	Rank	Weight	Rank
A. Client aspect	0.381	1	0.338	1	0.425	1
B. Design/supervision aspect	0.176	4	0.173	4	0.178	4
C. Distribution/processing aspect	0.227	2	0.270	2	0.201	2
D. Construction aspect	0.216	3	0.219	3	0.196	3
Sum	1.000	-	1.000	-	1.000	-

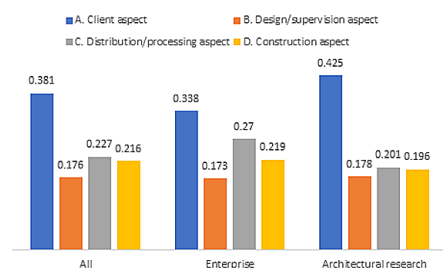


Fig. 3. Main subject pairwise comparison result

개선과제별 중요도는 개선주체별 가중치와 개선과제별 가중치의 곱으로 표현된다. 이를 정규화 가중치라고하며, AHP를 통한 12개 개선과제의 중요도평가 결과라고 할 수 있다. 전체 설문, 기업과 학계를 나누어 도출한 정규화 가중치는 다음과 같다.

Table 8. Normalization weight (all)

Main subject		12 Improvement Item		
Subject	Weight	Improvement Item (Code)	Normalization weight	Rank
A	0.381	A1	0.097	3
		A2	0.117	2
		A3	0.168	1
B	0.176	B1	0.070	7
		B2	0.063	10
		B3	0.042	12
C	0.227	C1	0.084	4
		C2	0.083	5
		C3	0.060	11
D	0.216	D1	0.082	6
		D2	0.070	7
		D3	0.064	9
Sum	1.000	-	1.000	-

전체 설문을 대상으로 하는 중요도 평가결과 부적합 자재 사용 및 불법행위 처벌 강화(A3), 품질 및 성능이 우수한 등급의 자재사용 유도(A2), 주요 부·자재 원산지 및 성능 표기 의무화(A1) 순으로 중요도가 높게 나타났다. 이는 설계/감리나 유통/가공, 시공측면보다도 발주 측면에서의 개선이 시급하다는 것을 의미하며 개선주체 가중치가 상대적으로 높게 나타났기 때문이다. 또한 유통/가공업자에 대한 모니터링 및 처벌강화(C1)가 4위로 높게 나타난 것으로 미루어 볼 때, 현

Table 9. Normalization weight (Enterprise, Architectural research)

Enterprise					Architectural research				
Main subject		12 Improvement Item			Main subject		12 Improvement Item		
Subject	Weight	Item	Normalization weight	Rank	Subject	Weight	Item	Normalization weight	Rank
A	0.338	A1	0.075	7	A	0.425	A1	0.122	3
		A2	0.102	3			A2	0.131	2
		A3	0.160	1			A3	0.172	1
B	0.173	B1	0.070	8	B	0.178	B1	0.070	6
		B2	0.067	10			B2	0.058	9
		B3	0.036	12			B3	0.049	11
C	0.27	C1	0.106	2	C	0.201	C1	0.070	6
		C2	0.088	4			C2	0.083	4
		C3	0.076	6			C3	0.049	11
D	0.219	D1	0.087	5	D	0.196	D1	0.072	5
		D2	0.069	9			D2	0.066	8
		D3	0.064	11			D3	0.058	9
Sum	1.000	-	1.000	-	Sum	1.000	-	1.000	-

재 건설용 강재의 품질확보를 위해서는 불법행위에 대한 처벌 강화 측면을 적극 고려해볼 필요가 있다(Table 8).

기업의 의견과 학계/연구계의 의견을 나누어 비교 분석한 결과, 일부 개선과제에서 중요도(가중치) 순위의 차이가 일부 발생하였다. 기업은 학계/연구계보다 'A1. 주요 부·자재 원산지 및 성능 표기 의무화'에 낮은 가중치(7순위 vs 3순위)를, 'C1. 유통/가공업자에 대한 모니터링 및 처벌 강화'와 'C3. 공급과정 합리화 및 동반성장 관계 구축'에 높은 가중치를 두는 것으로 나타났다. 이는 기업의 경우에 규제를 강화하는 방향보다는 불법 행위를 처벌하고 철강업계와 건설업계의 동반성장을 유도하는 정책개선이 중요하다고 볼 수 있다(Table 9, Fig. 4).

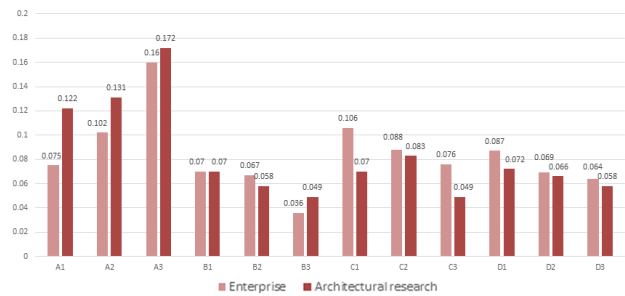


Fig. 4. Normalization weight (Enterprise, Architectural research)

## 5. 우선순위 도출 및 제도개선 로드맵

### 5.1 개선과제의 최종 우선순위 도출

상기 분석한 정규화 가중치와 함께 12개의 개선과제를 품질·안전 등의 성능향상 측면의 기대효용평가를 수행하였다. 가중치 순위는 단순히 개선과제의 중요도를 나타내기 때문에 품질·안전 등의 성능향상을 중심으로 한 평가점수 산정치를

포함하여 종합적인 평가가 이루어져야 한다. 기대효용평가는 10점 리커트 척도로 조사되었으며, 각 개선과제평가점수의 산술평균값을 적용하여 기대효용점수를 산정하였다. 가중치와 기대효용점수의 곱을 통해 최종 중요도 순위를 도출하였다(1).

$$Score_{priority} = Score_{nw} \times Score_{eu} \quad (1)$$

$Score_{priority}$  : 개선과제의 최종 중요도 점수

$Score_{nw}$  : 정규화가중치 점수

$Score_{eu}$  : 기대효용평가점수

최종 도출된 개선과제의 중요도 점수와 우선순위를 분석한 결과 일부 순위 변동이 발생하였다. 최우선 과제들의 순위는 변동이 없었으나, 품질시험 및 품질관리계획 작성·운영 측면의 개선(D1)과 설계 및 재료 선정의 적정성 등 검토 체계화(B2) 항목의 순위가 역전되어 높은 순위를 나타내었다(Table 10).

Table 10. The priority evaluation result of improvement item

Improvement Item	Normalization weight	Normalization weight rank	Average of expected utility	Priority score	Priority rank
A1	0.097	3	6.560	0.636	3
A2	0.117	2	7.133	0.835	2
A3	0.168	1	7.627	1.281	1
B1	0.070	7	7.573	0.530	7
B2	0.063	10	6.880	0.433	9
B3	0.042	12	6.120	0.257	12
C1	0.084	4	6.867	0.577	4
C2	0.083	5	6.507	0.540	6
C3	0.060	11	5.667	0.340	11
D1	0.082	6	6.627	0.543	5
D2	0.070	7	6.760	0.473	8
D3	0.064	9	6.227	0.399	10

기업과 학계/연구계를 나누어 분석한 결과, 일부 상반된 의견차이가 나타났다. 집단별 중요도 순위와는 유사하게 발생했지만, 기업은 원산지 표시 의무화 제도(A1) 보다는 유통/가공에서의 제도 강화 측면(C1)을 더 중요하게 생각하는 반면 학계/연구계는 상대적으로 원산지 표시 의무화 제도가 우선적으로 강화되어야 한다고 판단했다. 기업의 입장에서는 건설용 강재는 유통과정에서 가공되어 납품되는 경우가 많기 때문에 이를 투명하게 관리하는 것이 더 중요하다는 것이며, 학계 측면에서는 원산지 표시제도가 이슈화 되고 있는 실정에서 이를 합리적으로 보완하여 개선하는 것이 중요하다는 것을 의미한다고 볼 수 있다(Table 11). 이외 다른 순위에서는 일부 1~2순위 변동 현상이 나타났지만 대체로 유사한 흐름을 보였다(Fig. 5).

Table 11. The priority evaluation result of improvement item (enterprise vs architectural research)

Improvement Item	Enterprise		Architectural research	
	Priority score	Priority rank	Priority score	Priority rank
A1	0.499	7	0.788	3
A2	0.746	3	0.910	2
A3	1.297	1	1.227	1
B1	0.536	6	0.524	5
B2	0.474	8	0.387	9
B3	0.225	12	0.294	11
C1	0.778	2	0.446	7
C2	0.588	4	0.525	4
C3	0.458	10	0.260	12
D1	0.579	5	0.475	6
D2	0.470	9	0.442	8
D3	0.416	11	0.345	10

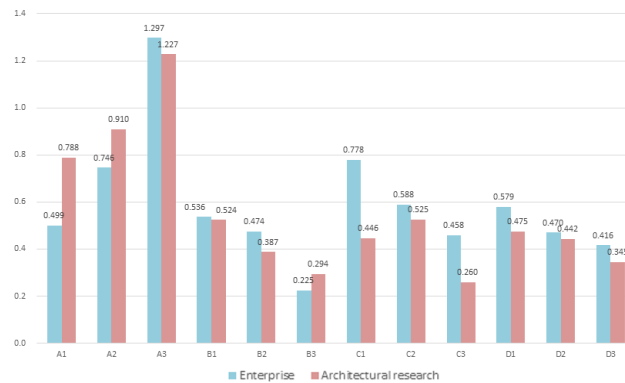


Fig. 5. The priority evaluation result of improvement item (enterprise vs architectural research)

## 5.2 우선순위 기반 제도개선 로드맵

우선순위 평가를 통해 도출한 결과는 단순히 건설용 강재의 품질확보를 위한 제도개선의 중요도를 나타낸 것이다. 이에 본 연구에서는 도출된 우선순위를 토대로 4대 개선주체별 중점 추진과제를 선정하고 ‘단기·중장기 제도개선 로드맵’과 ‘세부 개선방향’을 제시하였다. 4대 개선주체별 최소 1개 이상의 개선과제를 선정하고자 했으며, 우선순위를 고려하여 최종적으로 7개의 중점 추진 과제를 선정하였다. 선정된 개선아이템들의 세부적인 개선 내용들은 지속적인 논의가 필요하기 때문에 본 연구에서는 각 개선과제에 해당되는 법령과 개선안의 예시를 통해 제도 개선의 방향성을 제시하였다. 실제 구체적인 개선안은 다양한 대안이 공존하기 때문에 확정하지 않고 향후 과제로 남겨놓았다.

### 5.2.1 발주측면 개선과제

발주 측면(A)에서는 ‘주요 부·자재 원산지(생산국) 및 성능 표기 의무화(A1)’, ‘품질 및 성능이 우수한 등급의 자재사용 유도(A2)’, ‘부적합 자재사용 및 불법 행위 처벌 강화(A3)’를 단기과제로 선정하였다. 발주측면의 개선요구가 가장 큰



만큼 하위 개선과제들의 경우에도 1~3순위로 높은 점수를 나타내었다. 발주 측면의 제도개선과제는 건설산업기본법, 국가계약법이 연관되어 있으므로 이와 관련된 제도 개선이 요구된다. 특히 1위로 선정된 ‘부적합 자재사용 및 불법 행위 처벌 강화(A3)’조항은 처벌 규정을 넣는 것으로 공사계약일반조건 내에 부적합 자재사용 시 처벌이 가능한 규정을 추가하여 부적합 자재사용을 억제하도록 할 필요가 있다. 2순위로 선정된 ‘품질 및 성능이 우수한 등급의 자재사용 유도(A2)’의 경우 건설산업기본법 시행규칙 제23조와 관련하여 시공능력 평가 시 가점을 주는 방안 등을 통해 우수 자재사용을 위한 인센티브 정책을 고려 해볼 수 있다. 3순위로 선정된 ‘주요 부·자재 원산지(생산국) 및 성능 표기 의무화(A1)’의 경우 건설산업기본법 시행령 제25조 공사도급계약의 내용에 조항을 추가함으로써 도급계약을 하는 모든 건설공사에서 건설공사 주요 부·자재 원산지(생산국)를 표기하도록 하고, 이를 계약조건으로서 준수하도록 유도하며, 발주자는 계약이행 여부를 관리·감독 하도록 하는 방안 등을 고려해볼 수 있다.

5.2.2 설계/감리 측면 개선과제

설계/감리 측면(B)의 개선과제로는 ‘자재의 규격 및 설계 기준 강화(B1)’를 들 수 있다. 이 아이টে은 설계/감리 측면에서 최우선 중요 과제로 도출되었지만 종합순위에서 7순위가기 때문에 중장기 과제로 분류하였다. 이 개선아이টে은 건설기술진흥법과 연관되어 있다. 건설기술진흥법 제57조에 근거한 시행령 제95조(건설자재·부재의 범위) 5항은 현재 주요 철강재(철근, H형강 및 두께 6mm 이상의 강판)에 한하여 KS 제품 사용을 의무화 하도록 규정하고 있으나, 자재의 규격 및 설계기준의 강화 측면에서 중점관리대상 철강재의 범위를 넓히는 것을 고려해볼 수 있다. 예를 들어 가시설 설치 시 규격미달된 철강재가 붕괴사고의 원인이 된 점도 감안했을 때, 가시설까지 포함하는 것으로 범위를 넓히는 방안을 하나의 대안으로 검토할 수 있을 것이다.

5.2.3 유통/가공 측면 개선과제

유통/가공 측면(C)은 유통/가공업자에 대한 모니터링 및 처벌 강화(C1)와 철강구조물제작 공장인증 제도의 개선(C2)이다. 이 아이টে은 또한 건설기술진흥법과 연관성이 높다. 유통과정에서 발생하는 철강재 품질저하가 문제점 분석에서부터 크게 부각되었기 때문에 순위를 종합적으로 고려하여 이 아이টে은들은 중기 과제로 볼 수 있다. 유통/가공 과정의 모니터링 강화는 건설기술진흥법 제53조(건설공사의 부실측정) 제1항과 관련하여 적용대상범위를 넓혀 ‘건설자재·부재 공급자’를 포함하는 경우를 고려해볼 수 있다. 현행법상 고려가 되지 않던 자재의 수입, 가공, 유통업자까지 포함함으로써 유통/가공 과정에서의 철강재 품질관리 수준을 강화할 수 있을 것이다. 또한 철강구조물 인증제도의 경우 안전관리가 중요한 시설물공사 시 인증공장 제작품 사용을 유도하는 방안이 필요하다. 이와 관련된 조항은 건설기술진흥법 제57조(건설자재·부재의 품질 확보)와 직접적인 관계가 있으므로 관련 조항을 신설하는 등 철강구조물제작 인증공장을 통해 제작된 철강제품 사용을 확대하도록 유도하도록 할 필요가 있다.

5.2.4 시공 측면 개선과제

시공 측면(D)은 품질시험 및 품질관리계획 작성·운영 개선(D1)을 선정하였다. 비록 6순위에 불과하지만 시공사가 직접적인 품질활동의 주체이므로 중요한 중장기 과제중 하나로 볼 수 있다. 현행법상 건설기술진흥법 제55조, 시행령 제89조 1항, 2항에 따라 품질시험 및 관리계획이 수립되고 있다. 공사금액 및 규모에 따라 품질관리계획서 제출여부가 결정되는데, 대부분의 부적합 자재사용은 소규모 민간공사에서 주로 사용되기 쉽다는 점을 고려했을 때 소규모 공사의 자재관리 방안을 보완하도록 정책적 개선안을 제시할 필요가 있다. 상기 제시한 품질관리계획서의 적용범위를 소규모 공사까지 넓혀 관리기준을 강화할 수 있고, 소규모 공사용 품질관리계획서를 신설하여 관리 기준을 합리적으로 제시할 수도 있을 것이다. 이를 종합하여 7개 개선과제의 단기·중장기 로드맵을 단계별로 구분하여 다음과 같이 제시하였다(Fig. 6).

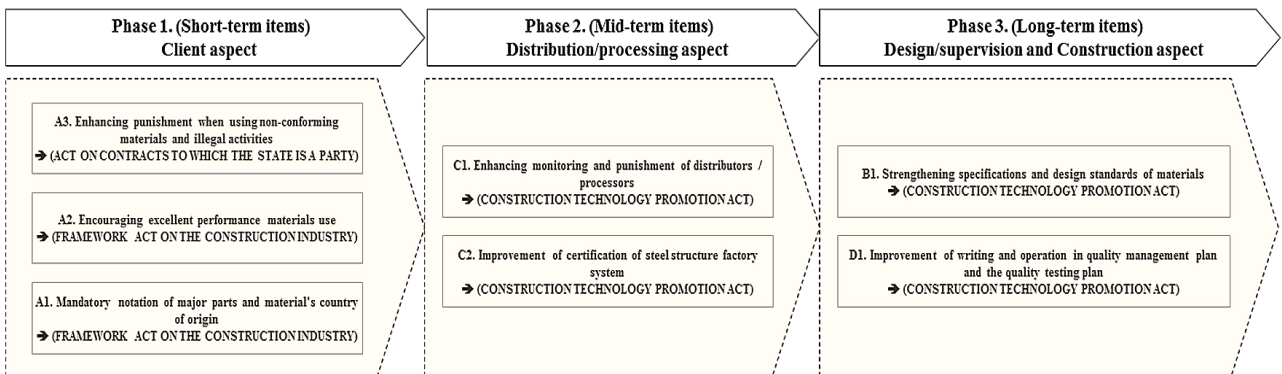


Fig. 6. The road map for key improvement items

## 6. 결론

본 연구는 건설용 강재의 품질확보를 위한 건설 정책/제도 개선 아이템들의 중요도, 우선순위를 전문가 면담, AHP 설문을 통해 도출하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

3회의 전문가 심층면담을 통해 28가지 핵심 아이템을 발굴하였고, 이를 4개의 개선주체와 12개 개선과제로 분석의 틀을 구성하였다. 설문분석에서는 건설용 철강재의 품질확보를 위한 개선과제의 중요도 및 우선순위를 평가하기 위해 전문가 집단 AHP 분석을 수행하였다. 기업, 학계, 연구계 전문가 75인의 의견을 종합하여 AHP 분석한 결과, 4대 주체중 발주자 측면이 가장 높게 나타났다(0.381). 즉, 정부와 발주자 측면의 관리 강화를 목적으로 하는 정책개발·개선이 최우선으로 수행될 필요가 있다. 또한 중요도 평가결과 부적합 자재사용 및 불법행위 처벌 강화(A3, 1순위), 유통/가공업자에 대한 모니터링 및 처벌강화(C1, 4순위) 순으로 중요도와 우선순위가 높게 나타난 것으로 미루어 볼 때, 건설용 강재의 품질확보를 정책/제도개선 측면에서 '불법행위에 대한 처벌 강화 측면'을 중점적으로 검토해볼 필요성이 있다.

기업과 학계/연구계를 나누어 분석한 결과, 품질·안전에 대한 기대효용평가가 반영된 중요도 평가에서 일부 상반된 의견이 발생하였다. 기업에서는 원산지 표시 의무화 제도(A1) 보다는 유통/가공에서의 제도 강화 측면(C1)을 더 중요하게 생각하는 반면, 학계/연구계는 상대적으로 원산지 표시 의무화 제도가 우선적으로 강화되어야 한다고 판단했다. 기업과 학계/연구계의 시각차가 존재하며 정책/제도 결정에 앞서 2그룹의 충분한 의견수렴이 필요할 것이다.

이와 더불어 우선순위 아이템을 기반으로 단기, 중기, 장기 로드맵을 제안하였다. 각 주체별로 최소 1개 이상의 최우선 개선과제들을 선정하였고, 선정된 과제들에 해당되는 법령과 개선안의 예시를 통해 제도 개선의 방향성을 제시하였다.

그러나 본 연구에서는 구체적인 개선사항을 제시하지 못한 한계점은 남아있다. 또한 도출된 과제의 중요도, 우선순위가 높다고 해서 무조건 반영될 수 있는 것은 아니다. 본 연구는 건설용 강재의 품질향상 측면에서만 고려되었기 때문에 이와는 별개로 제도개선의 필요성 및 중요도, 제도개선의 효과, 제도개선 추진의 용이성 측면에서 지속적인 검토와 논의가 필요하며, 결과적으로 정부 기관 및 유관 단체의 합의가 이루어져야 합리적으로 반영될 수 있을 것이다.

하지만 본 연구는 기존의 건설자재의 품질관리 연구가 주로 기술적 측면에 치중하여 진행되어 현재 발생하는 철강재 관리차원의 문제점들을 개선하지 못한다는 점, 이를 극복하기 위해 품질관련 제도의 종합적 분석결과와 제도개선 아이템의 중요도, 우선순위를 제시하여 정책적 의사결정의 기초

자료를 마련했다는 점에서 의의가 있다. 향후에는 우선순위 과제들을 구체화하고, 각각의 아이템 개선 대안 개발 및 시뮬레이션 하여 세부 정책 개선안을 수립하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국철강협회 연구과제(2018.2) 결과의 일부임.

## References

- Jeong, S., and Lee, H. (2016). "A Study on the Comparative Analysis of the Quality Management System of Temporary Equipment and Materials." *Journal of Architectural Institute of Korea*, 32(9), pp. 43-50.
- Jung, D., and Yu, I. (2016). "Survey on the actual condition and perception of imported steel for construction." *Construction Engineering and Management*, 17(3), pp. 43-48.
- Jung, I. (2008). "Alternative Evaluation Methodology in the Development of Environmental-friendly Residential Land using Fuzzy Inference and AHP." Thesis, Incheon University.
- Korea Institute for Structural Maintenance Inspection (KISMI) (2015). *Emergency Management for Building Public Safety Against Earthquake and Climate Change Hazards*, pp. 15-18.
- Kyung, K., Lee, M., Park, Y., Lee, E., and Kim, K. (2015). "A Brief Review on Quality Improvement of Construction Materials and Members in Construction Works." *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, 27(4), pp. 48-56.
- Lee, H., Yoon, Y., and Suh, S. (2004). "A Study on the Method of New Activity Based Cost Management Coping with Changes in the Cost Structure of Real Estate Construction Industry." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 5(1), pp. 133-139.
- Lee, J., Cho, H., Son, K., and Yoo, J. (2015). "Order of Priority Analysis of Internal Marketing Factors in Construction Company by Using AHP Method." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 16(1), pp. 44-51.

- Oh, K., Song, J., Lee, J., and Park, S. (2009). "Information Integrated Management through Life Cycle of Construction Materials in Apartment Housing." *Journal of Architectural Institute of Korea*, 25(8), pp. 175–183.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw–Hill.
- Statistics Korea. (2016). "Statistics Korea data base." <<http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>> (Nov. 15, 2016).
- Wanberg, J., Harper, C., Hallowell, M. R., and Rajendran, S. (2013). "Relationship between construction safety and quality performance." *Journal of construction engineering and management*, 139(10), 04013003.
- Yoon, J., Shin, D., Cha, H., and Kim, K. (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 :** 최근 발생한 건축물 붕괴 및 안전사고 사례의 주요 원인으로 건설용 강재의 품질문제가 꾸준히 제기되고 있다. 이에 따라 건설용 강재에 대한 자재관리, 유통관리, 시공관리를 통한 품질확보 이슈가 주요 문제로 떠오르고 있는 실정이다. 그러나 건설용 강재의 품질관리 방안은 기술적인 생산, 공정관리에 국한되어 있어 최근 발생하는 각종 부적합 철강재 관리에 대한 대안을 제시하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 건설관련 제도정책 측면에서 건설용 강재의 품질개선 방안을 제시하고자 한다. 건설용 강재관련 전문가 심층면담을 통한 제도개선 과제 아이템을 발굴하고, 이를 구조화된 AHP분석을 통해 기대효용성을 고려하여 최우선 중요과제를 도출한다. 또한 응답자를 분류하여 기업과 학계/연구계의 의견을 비교 분석하여 시각차와 시사점, 향후 개선방안에 대한 로드맵을 제시하였다. 본 연구에서 도출된 우선순위 제도개선과제들은 향후 건설용 강재의 품질향상을 위한 정책적 의사결정의 기초자료로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

**키워드 :** 품질관리, 품질제도 분석, 품질제도 개선, 계층분석과정(AHP), 건설용 강재

---