

# 한국의 현수교분야 기술수준 분석에 관한 연구

김경훈<sup>1</sup>, 이두헌\*

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 건설정책연구소

## A Study on the Technical Level Analysis of Suspension Bridge in Korea

Kyong-Hoon Kim<sup>1</sup>, Du-Heon Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Construction Policy Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

**요약** 본 연구에서는 국가의 랜드마크로써 상징적 역할뿐 아니라 물류비용 및 수송비용을 대폭 절감할 수 있는 경제적 가치측면에서 중요한 현수교 시설물을 대상으로 세부적인 기술수준 분석을 실시하고, 중점추진분야를 도출하였다. 분석결과, 한국의 현수교 분야의 기술수준은 선진국 대비 82%의 기술수준으로 도출되었으며, 세부적으로 살펴보면 재료(A) 분야에서 80.2%, 계획 및 설계(B) 분야에서 81.7%, 시공 및 유지관리(C) 분야에서 83.7%의 최고기술 선진국 대비 기술수준이 나타났다. 그리고 본 연구에서는 경제적, 사회적, 기술적 중요도를 분석하여 투자효율이 높을 것으로 판단되는 중점 추진 분야를 도출하였으며, 도출된 항목으로는 “고성능 포장재료” 기술로 나타났다.

**Abstract** This study analyzes the technical level and shows the priority technology for suspension bridges that play an iconic role as the country's landmark and contain an economic value.

Analysis results show the technical level of suspension bridge is 82 percent compared to developed countries. In detail, the technical levels of 'materials', 'planning and design', and 'construction and maintenance' are 80.2 %, 81.7%, and 83.7% respectively. This study analyzes economic, social, technical importances and presents 'high-performance packaging material' as a priority technology.

**Keywords** : Bridge Technology, Long-span Bridge, Priority Technology, Suspension Bridge, Technical Level

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경

1973년도에 일본차관사업의 일환으로 국내 최초의 현수교이자 당시 최장교량인 남해대교가 건설되었다. 당시 국내 교량기술에 대한 인프라가 부족하여 설계 및 시공의 주요 부분이 일본기술진에 의해 진행되었고, 그동안 기술의 국산화를 이루지 못하였다. 이로부터 약 20년 이후에 교량의 기능뿐만 아니라 상징성과 경관에 대한 요구가 영종대교, 광안대교 등의 현수교 건설을 촉발하게 되었고, 이러한 중규모 현수교의 설계 및 시공에는 외국기술진이 부분적으로 참여하였으나, 계획, 설계, 시공,

유지관리에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 국내기술진의 주도하에 실시되었고 이 경험을 통해 현수교 설계 및 시공 기술의 축적이 가능하게 되었다[1]. 현수교는 국가의 랜드마크(landmark)로써 상징적 역할뿐 아니라 물류비용 및 수송비용을 대폭 절감할 수 있는 것은 물론 풍부한 자원을 쉽게 이동시킬 수 있는 경제적 가치 측면에서 중요한 시설물이다. 그러나 국내 현수교 분야에 대한 기술이 세부분야별로 얼마나 축적되었는지에 대한 평가가 전무한 현실이다. 따라서 본 연구에서는 계획, 설계, 시공, 유지관리에 이르기 까지 전 과정에 걸친 국내 현수교 기술을 평가하여 현 위치를 파악하고, 핵심기술들을 도출하여 향후 기술개발 방향성을 제시하고자 한다. 이를 통

\*Corresponding Author : Du-Heon Lee(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

Tel: +82-31-910-0014 email: ldh24@kict.re.kr

Received July 10, 2015

Revised August 19, 2015

Accepted October 8, 2015

Published October 31, 2015

해 국내 현수교분야의 기술경쟁력 확보를 위한 발판을 마련하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 현시점에서 국가 상징성 및 경제적 가치 측면에서 중요한 현수교 분야에 대하여 세부기술수준 평가를 수행하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 현수교 기술 현황에 대하여 세부적으로 고찰한다. 그리고 현수교에 대한 기술분류체계를 설정하여 분석하고자 하는 기술들을 세부적으로 분류하고, 설정된 기술수준 방법론에 따라 기술수준을 분석하는 것을 본 연구의 범위로 한다.

본 연구의 분석 절차로는 기술분류체계별 가중치를 설정하여 대분류, 중분류, 소분류 각각에 해당되는 수치를 산출할 수 있도록 하며, 기술분류체계별로 경제적, 사회적, 기술적 중요도 분석을 실시하여 기술분류체계에서 어떤 세부항목의 중요도가 높은지를 분석한다. 그리고 기술분류체계의 세부 항목별로 기술수준 및 기술격차에 해당되는 값을 산출하여 한국의 기술수준을 분석한다. 마지막으로, 경제적, 사회적, 기술적 중요도가 높은 기술분류체계 항목들에 대한 기술수준을 검토하고, 향후 한국의 기술개발 방향성을 제시하고자 한다.

## 2. 현수교 현황 분석

### 2.1 현수교 개요

국내 교량은 1990년대 중반까지 강상판 상형교, 강거터교, PSC 거터교, 트러스교를 중심으로 주로 거터교가 건설되었으나, 1990년대 후반부터 내륙지역·도시지역의 개발과 턴키 발주 방식에 힘입어 아치교, 엑스트라도즈드교, 사장교, 현수교의 건설이 급격히 증가하고 있는 추세이다. 특히, 기술적인 측면에서 전산구조 해석법의 발전에 의해 복잡한 수치해석이 가능해지고 고강도 강재, 케이블 재료가 국내 생산이 가능해짐으로써 엑스트라도즈드교, 사장교, 현수교 등의 케이블교량 건설이 증가하고 있다.

최근 전 세계적으로 교량이 점점 장대화되고 있는 추세이며, 장대교량 중 현수교는 1931년 미국이 중앙경간 1,067m의 조지워싱턴교를 완성하면서 최대 경간길이를 확보할 수 있는 교량형식으로 등장하였으며, 일본은 1998년 중앙경간 1,991m의 아카시대교를 완공하며 현

수교 건설의 절정에 이르렀다. 현재 이탈리아에서는 중앙경간 3,300m의 메시나교를 시공중에 있다. 이와 같이, 현수교는 전세계적으로 경간 길이를 늘려나가고 있는 실정이며, 현재 최고의 교량기술 선진국들은 자국의 기술우위를 지속적으로 확보하기 위해서 미래 교량기술 개발에 대한 투자를 확대하고 있다[2].

### 2.2 현수교 추이분석

세계의 현수교[3] 자료를 활용하여 전 세계적으로 경간길이가 250m 이상 되는 현수교를 기준으로 1900년도부터 10년 단위로 묶어서 2010년 전까지의 현수교 시공 건수를 살펴보면 다음 Fig.1과 같다.

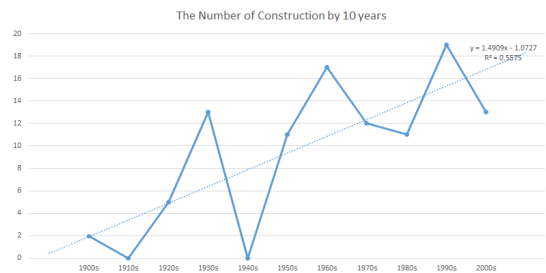


Fig. 1. The Number of Construction by 10 Years

경간길이 250m 이상되는 현수교의 시공건수가 가장 많았던 시기는 1990년~1999년(1990s)에 19건으로 가장 많이 나타났으며, 연도별 건수에 대한 회귀선을 그려 보면 설명력( $R^2$ ) 55.75%로 점차적으로 증가하는 형태를 나타냈다.

전 세계적으로 경간길이가 250m 이상 되는 현수교를 기준으로 1900년도부터 10년 단위로 묶어서 2010년 전까지의 현수교 최대 경간길이를 살펴보면 다음 Fig. 2와 같다.

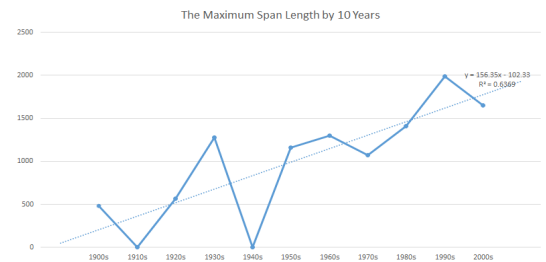


Fig. 2. The Maximum Span Length by 10 Years

경간길이 250m 이상되는 현수교의 최대 경간길이가 가장 길었던 시기는 1990년~1999년(1990s)에 1,991m로 일본의 아카시대교로 나타났다. 연도별 최대 경간길이에 대한 회귀선을 그려보면 설명력( $R^2$ ) 63.69%로 점차적으로 증가하는 형태로 나타났다. 즉, 현수교에 대한 경간길이가 전 세계적으로 증가하는 추세라고 볼 수 있으며, 2017년 완공예정인 이탈리아의 메시나교의 경우 경간길이 3,300m로 예정되어 있다. 이와 같이 현수교 분야에 있어서는 점차적으로 시공건수가 증가되며, 점점 장대화되어 가고 있는 실정이다.

**Table 1.** The Nation of the Maximum Span Length by Years

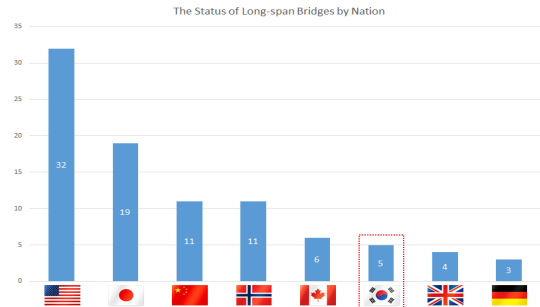
Period	Span Length (m)	Nation	Name
1900~1910	488	USA	Williamsburg Bridge
1910~1920	-	-	-
1920~1930	564	USA	Ambassador Bridge
1930~1940	1,280	USA	Golden Gate Bridge
1940~1950	-	-	-
1950~1960	1,158	USA	Mackinac Bridge
1960~1970	1,298	USA	Verrazano Narrow Bridge
1970~1980	1,074	Turkey	First Bosphorus Bridge
1980~1990	1,410	UK	Humber Bridge
1990~2000	1,991	Japan	Akashi Kaikyo Bridge
2000~2010	1,650	China	Xihoumen Bridge
2010~	3,300	Italia	Messina Straits Bridge

그리고 10년 단위로 경간길이가 가장 긴 현수교를 분석해본 결과, 1980년도 이전까지는 미국이 가장 긴 장대교량을 보유하고 있었으며, 1980년대에는 영국이, 1990년대에는 일본이 경간길이가 가장 긴 현수교를 시공한 것으로 나타났다. 2000년대에는 중국이 경간길이가 긴 현수교를 시공하였으나, 아직까지는 일본이 가장 경간길이가 긴 현수교를 보유하고 있는 실정이다. 그러나 현재 시공중인 이탈리아의 메시나교가 완공이 되면 장대교량의 순위가 변경될 것으로 분석된다[Table 1].

### 2.3 국가별 현수교 보유 현황 분석

세계의 현수교[3] 자료를 활용하여 전 세계적으로 경간길이가 250m 이상되는 현수교를 기준으로 3건 이상 보유한 국가들을 분석해본 결과, Fig. 3과 같이 미국이 32건, 일본이 19건, 중국이 11건, 노르웨이가 11건, 캐나다 6건, 한국이 5건, 영국이 4건, 독일이 3건으로 나타

다가 6건, 한국이 5건, 영국이 4건, 독일이 3건으로 나타났다.



**Fig. 3.** The Status of Long-Span(Suspension) Bridge by Nation

그리고 연도별로 현수교의 시공현황 변화를 살펴보면, Table 2와 같이 미국의 경우 1900년대 초반에, 독일과 캐나다는 1900년대 중반에, 영국, 일본, 노르웨이는 1900년대 후반에 많은 시공건수를 나타냈다. 그리고 중국과 한국은 1900년대 후반을 시작으로 2000년대에 다소 많은 시공건수를 나타냈다.

**Table 2.** The Variation of National Long-Span Bridge by Years

Nation	Before 1900	1900 ~ 1920	1920 ~ 1940	1940 ~ 1960	1960 ~ 1980	1980 ~ 2000	After 2000
USA	3	2	13	5	8	-	1
Japan	-	-	-	-	3	14	2
China	-	-	-	-	-	7	4
Norway	-	-	-	1	4	3	3
Canada	-	-	2	2	2	-	-
Korea	-	-	-	-	1	-	4
UK	-	-	-	-	3	1	-
German	-	-	-	2	1	-	-

### 2.4 국내 현수교 사례분석

한국은 1973년도에 일본차관사업의 일환으로 국내 최초의 현수교이자 당시 최장교량인 남해대교(1973, 중앙경간장  $L_c=404m$ )가 건설되었다. 국내 교량기술에 대한 인프라가 부족하여 설계 및 시공의 주요부분이 일본 기술진에 의해 진행되어 동양 최초의 유선형강상형 현수교를 건설하고도 이를 국내기술화 하지 못하였다. 이로

부터 약 20년 이후에 교량의 기능뿐만 아니라 상징성과 경관에 대한 요구가 영종대교(2000, Lc=300m), 평안대교(2002, Lc=500m)와 같은 현수교건설을 촉발하게 되었고, 이러한 중규모현수교의 설계 및 시공에는 외국기술진이 부분적으로 참여하였으나 계획, 설계, 시공, 유지관리에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 국내 기술진의 주도하에 실시되었고 이 경험을 통해 현수교 설계 및 시공기술의 축적이 가능하게 되었다. 국내 기술의 자립은 모노케이블 자정식 현수교인 소록대교(2009, Lc=250m)와 비약적인 경간장 증가로 세계적 수준의 현수교인 적금대교(2017 예정, Lc=850m)의 설계가 가능하였다. 2013년 완공된 이순신대교는 중앙경간장(Lc) 1,545m의 현수교로 설계에서부터 장비·자재·기술진에 이르기까지 현수교와 관련된 모든 분야를 국산화하는 데 성공하였다 [1]. 현재는 단등교(2015), 울산대교(2015), 제2남해대교(2016), 적금대교(2017), 새천년대교(2018) 등이 시공중에 있으며, 미국, 일본, 중국, 영국 등과 함께 한국은 현수교 기술 자립국으로 성장하고 있다. 그러나 국내 현수교 분야에 대한 기술이 세부분야별로 얼마나 축적되었는지에 대한 평가와 다른 기술선진국에 비해 기술수준이 어느 정도 되는지에 대한 평가가 전문한 현실이며, 이에 따라 본 연구에서는 계획, 설계, 시공, 유지관리에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 국내 현수교 기술을 평가하여 현 위치를 파악하고, 핵심기술들을 도출하여 향후 기술개발 방향성을 제시하고자 한다.

### 3. 조사방법 설계

#### 3.1 기술분류체계 설정

본 연구에서는 일반 국민, 정책입안자 등도 쉽게 이해할 수 있고 인지 가능한 목적물 중심의 현수교분야의 직관적인 기술수준 결과 도출이 가능한 기술분류체계를 마련하는데 주안점을 두었다. 이를 위하여 현수교분야 기술의 특성을 고려하여 학제적 분류를 지양하고 세부분야의 속성과 개발 목적을 고려하여 해당 세부분야의 전문가 등의 자문을 통해 유연한 분류체계를 구축하였다. 또한, 기존에 수행된 관련 연구[4]와 일관성 및 연속성을 유지하기 위하여 노력하였다. 본 연구에서의 분석대상이 되는 기술분류체계는 Table 3과 같이 대분류 3개, 중분류 6개, 소분류 48개로 도출되었다. 대분류 항목을 살펴보면, 재료, 계획 및 설계, 시공 및 유지관리의 3개 항목

으로 구분된다. 이후 본 연구에서는 해당 기술의 코딩화된 기호로 사용하기로 한다.

Table 3. Technology Classification System for Road Construction

Level 1	Level 2	Level 3
A. Material	A1. Material	A101. High Strength/Performance Steel
		A102. High Strength Wire
		A103. Wire Plating
		A104. Strand Production
		A105. Strand Coating
		A106. High Strength/Large Diameter Bolt Production
		A107. High Performance Concrete Production
		A108. High Performance Pavement Material
		A109. Coating/Paint
		A110. Attachments
		A111. Welding Materials
		A112. New Material Development/Application
B. Planning & Design	B1. Planning	B101. Feasibility Study
		B102. Landscape Planning
		B103. Design Methods & Standards Review
		B104. Materials Review
		B105. New Technologies & Methods Application Review
		B106. Research/Testing
	B2. Design	B201. Structural Design & Analysis
		B202. Reinforced Steel
		B203. Cable
		B204. Main Tower
		B205. Infrastructure
		B206. Foundation
C. Construction & Maintenance	C1. Construction	C101. Tower foundation
		C102. Anchorage
		C103. Steel Tower
		C104. Concrete Tower
		C105. Erection of Cable
		C106. Erection of Stiffening Girder
		C107. Appendage
	C2. Management	C201. Schedule Management
		C202. Cost Management
		C203. Quality Management
		C204. Material Management & Operation
		C205. Safety Management
		C206. Design Supervision
		C207. Construction Supervision
	C3. Maintenance	C301. Organization & Enforcement
C302. Facilities & Equipment		
C303. Management System		
C304. Measurement		
C305. Cable Management		

### 3.2 가중치 조사 설계

기술간의 가중치 설정에 있어서 많이 쓰이고 있는 Gordon 모형의 경우, 모든 기술은 장기적으로 이론적인 상한선을 가지고 있으며 성장곡선을 따라 발전한다는 가정을 기본으로 한다. 따라서 성장곡선의 형태로 증가할 경우에는 Gordon 모형을 사용하며, 기술분류별 기술과 가중치를 도출하여 기술계층(Hierarchy)별 상위 기술수준의 객관성 확보 및 정량화에 적합하다. Gordon 모형은 다음과 같은 계산식으로 산출한다[4].

$$\text{기술수준} = 100 \times (K_1 \frac{X_1}{X_2^*} + K_2 \frac{X_2}{X_2^*} + K_3 \frac{X_3}{X_3^*} + \dots + K_N \frac{X_N}{X_N^*})$$

여기서,  $K_N$  = 가중치,  $X_N$  = 모수측정치,  $X_N^*$  = 기준값

본 연구에서는 기술의 발전이 기술성장곡선을 따라 이루어진다고 가정하여, 가중치 적용을 통해 최종 기술수준을 도출하는 Gordon 점수모형을 적용하였으며, 계층(Hierarchy)화된 기술별로 기술수준을 산정하였다. Gordon 점수모형에 의한 가중치 조사를 위해 중분류 단계([Table 3]의 Level 2)의 가중치를 평가하고, 전문가별로 평가가 가능한 분야만 선택하도록 하여 소분류 단계([Table 3]의 Level 3)의 가중치를 평가하도록 하였다. 그리고 단계별 가중치의 합계가 100%가 되도록 설정하였다. 본 연구에서는 웹기반의 설문지를 설계하여 해당 전문가의 사전 동의 후 이메일을 통해 배포·회수되었다.

### 3.3 중요도 분석 설계

중요도 조사는 경제적 중요도(국내, 국외), 사회적 중요도, 기술적 중요도 3가지 항목을 평가하였다.

경제적 중요도 평가는 향후 얻을 수 있는 수익가능성 정도(수익성)과 향후 얻을 수 있는 국내·외 시장 점유 가능성(시장점유)으로 정의하여 평가하였다. 사회적 중요도 평가는 해당기술이 필수적으로 개발되어야할 사회적 요구 수준(필요성)과 해당기술이 사회적으로 시급히 구현되어야할 요구 수준(시급성)으로 정의하여 평가하였다. 그리고 기술적 중요도 평가는 해당분야에 대한 기술적으로 주요한 기술여부 정도(핵심기술)와 해당기술이 타분야 기술에 미치는 파급효과 정도(파급효과)로 정의하여 평가를 수행하였다.

본 연구에서는 IPA(Importance Performance Analysis)의 집중영역(Concentrate Here) 방식을 이용하

여 평가를 실시하였다. IPA(Importance Performance Analysis)는 대상 기술의 중요도 및 우선순위 결정을 위해 Y축 × X축의 매트릭스를 활용하여 사분면을 구성하고 1사분면에 해당되는 집중영역을 도출하는 분석방법이다[5]. 경제적 중요도 평가(X축: 수익성, Y축: 시장점유), 사회적 중요도 평가(X축: 필요성, Y축: 시급성), 기술적 중요도 평가(X축: 핵심기술, Y축: 파급효과)로 세분화할 수 있다. 1사분면인 집중영역은 X축과 Y축 모두 높은 영역으로 집중적으로 관리되어야 구간이며, 2사분면과 4사분면인 선택영역은 X축 혹은 Y축이 높은 영역으로써 필요시 전략적으로 관리되어야 하는 구간을 뜻하며, 3사분면인 기피영역은 X축과 Y축 모두 낮은 영역으로 다른 영역에 비해 관리대상에서 제외되는 구간을 의미한다.

### 3.4 기술수준 분석 설계

본 연구에서는 기술수준 조사를 위해 비교대상이 되는 국가들을 함께 평가하도록 하였으며, 현수교 분야에 있어서 기술적으로 우위를 차지하고 있는 국가들을 비교대상으로 선정하였으며, 비교대상 국가로는 미국, 일본, 영국, 독일, 한국으로 선정하여 평가를 실시하였다.

본 연구에서는 웹기반으로 설문조사를 실시하였으며, 해당 분야의 논문 및 특허 점수를 참조하여 해당 전문가가 최고 기술국을 선택하도록 설계하였다.

선택된 최고기술국의 상대적 기술수준을 100점, 기술격차를 0년차로 자동 표기하도록 하며, 최고기술국을 기준으로 나머지 국가들의 상대적 기술수준을 평가하도록 하였다. 100점은 세계 최고 수준을 의미하며, 90점대는 최고기술국과 대등한 수준, 80점대는 최고기술국에 근접한 수준, 70점대는 최고기술국에 다소 뒤쳐진 수준, 60점 미만은 아주 낮은 수준으로 상대적 기술수준 척도를 정의하여 평가하도록 하였다. 기술발전단계의 평가는 기술분야들의 최고 기술보유국과 한국의 기술발전단계를 평가해보고 현재 최고기술 보유국의 기술발전단계가 어느 정도이고, 한국은 어느 정도의 기술발전단계에 도달했는지를 분석하기 위해 수행하였다.

기술발전단계의 척도로는 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기로 구분하여 평가하도록 하였다. 도입기는 아이디어가 기술개발에 도입되는 단계, 성장기는 개발된 기술이 응용 및 상용화되어 기술가치가 상승하는 단계, 성숙기는 개발된 기술의 우수성이 높아 기술가치가 최고점에

다 다르거나 최고점을 유지하는 단계, 쇠퇴기는 기술의 우수성이 떨어져 그 가치가 하락하는 단계로 정의하여 평가하도록 하였다.

### 3.5 설문응답자 분포

본 연구의 기술수준 조사를 위한 설문대상자로는 교량분야 전문가들 중 해외 선진 국가들의 교량분야 기술 수준과의 비교가 가능한 전문가들을 대상으로 시행되었으며, 총 99명이 응답하였다. 연령별로는 50대가 47.5%, 40대가 36.4%를 차지하였다. 경력별로는 20년 이상이 61.6%로서 가장 많이 응답하였고, 소속기관별로는 민간 기업이 37.4%로 가장 높은 응답률을 보였다[Fig. 4]. 본 응답분포를 토대로 이번 전문가 인식도 조사에서 전문가 참여가 적정한 것으로 판단된다.

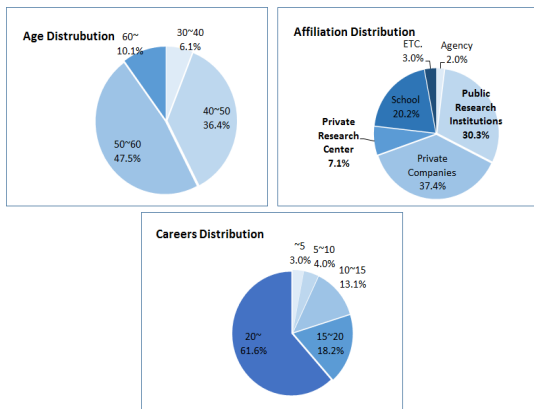


Fig. 4. Distribution of Survey Participants

중분류 단계에서의 분야별 응답자 분포를 살펴보면, 설계(B2) 분야의 경우 35명으로 가장 높은 응답을 보이고 있는 반면, 재료(A1) 분야의 참여가 상대적으로 미흡한 것으로 나타났다[Fig. 5].

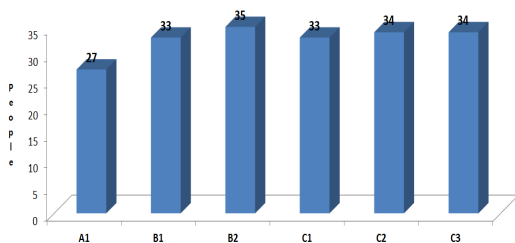


Fig. 5. Status of Survey Participants by Classification

## 4. 현수교분야 기술수준 분석 결과

### 4.1 한국의 종합 기술수준 평가 결과

경제적, 사회적, 기술적 중요도를 모두 종합한 중요도 평가 결과, 현수교 기술분류체계 소분류(level 3) 기술분야 중 ‘고강도 강선(A102)’, ‘케이블(B203)’ 등 15개 항목이 중요한 항목으로 도출되었다[Fig. 6, Fig. 7]. 경제적, 사회적, 기술적 중요도 별 IPA분석을 통해 Fig. 6에서 1사분면에 있으면 “◎”, 2사분면과 4사분면에 있으면 “○”, 3사분면에 있으면 “△”로 표기하며, 경제적, 사회적, 기술적 중요도 모두 “◎”이면, 전체 중요도에 “★”로 Fig. 7에 표기하는 방법을 통해 중요한 항목으로 선정하였다.

현수교 기술분류 소분류(Level 3) 총 48개 항목 중 미국이 33개(69%)로 최다부문 최고기술 선진국으로 조사되었으며, 일본이 14개(29%), 독일이 1개(2%) 분야에서 최고기술을 보유하고 있는 것으로 분석되었다[Fig. 7].

한국은 현수교 분야에서 최고기술 선진국 대비 82.0%의 기술수준으로 도출되었으며, 재료(A) 분야에서 80.2%, 계획 및 설계(B) 분야에서 81.7%, 시공 및 유지관리(C) 분야에서 83.7%의 기술수준으로 분석되었다. 기술수준 도출방식은 하위 기술수준(Level 3) 평가결과와 가중치를 이용하여 상위계층(Level 2 및 Level 1)의 기술수준을 도출하는 방식으로 하였다.

상대적으로 기술수준이 높은 “시공 및 유지관리(C) 분야”에서도 상부공의 콘크리트 주탑 시공(C104), 부대공의 부속물 시공(C107), 시설 및 장비(C302), 케이블 관리(C305), 관리시스템(C303) 등의 기술이 다소 높게 나타났다.

반면, 기술수준이 낮은 재료(A)에서는 신재료 개발/적용(A112), 고성능 포장재료(A108), 고강도/고성능 강재(A101), 스트랜드 피복(A105), 스트랜드 제조(A104) 등의 기술이 다소 낮게 조사되었다.

### 4.2 중점추진분야 선정 및 기술발전단계 분석

경제적, 사회적, 기술적 중요도가 모두 높은 15개의 주요 항목별 한국의 상대적 기술수준을 분석하였다. 기술수준이 80점 미만이면 “낮음”, 80점 이상 85점 미만이면 “보통”, 85점 이상이면 “높음”으로 설정하였고, 기술수준이 “낮음”으로 나타난 항목을 중점추진 1순위 분야, “보통”으로 나타난 항목을 중점추진 2순위 분야, “높음”

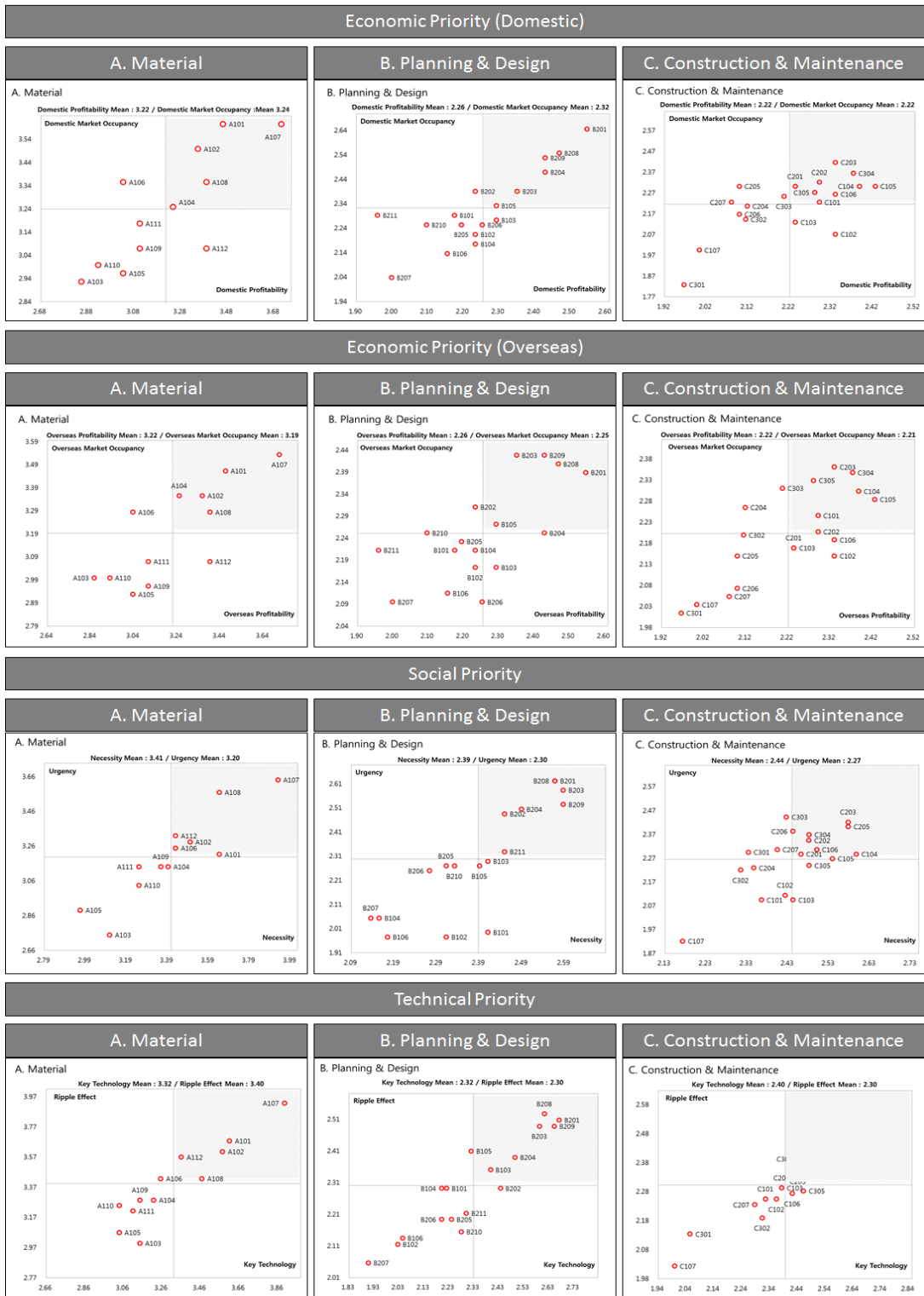


Fig. 6. The Economic, Social and Technical Priority Analysis by Classification

Level 1	Level 2	Level 3	Economic Priority (Domestic)	Economic Priority (Overseas)	Social Priority	Technical Priority	Total Priority	Technical Gap	Technical Level	Top Country
A	A1	A101	◎	◎	◎	◎	★	-3.2	76.6	USA
		A102	◎	◎	◎	◎	★	-3.0	80.5	Japan
		A103	△	△	△	△		-3.4	79.3	Japan
		A104	◎	◎	△	△		-3.1	78.6	USA
		A105	△	△	△	△		-3.2	78.1	USA
		A106	○	○	◎	○		-4.0	78.8	Japan
		A107	◎	◎	◎	◎	★	-2.6	84.0	Japan
		A108	◎	◎	◎	◎	★	-4.2	75.3	USA
		A109	△	△	△	△		-3.4	81.0	Japan
		A110	△	△	△	△		-3.4	78.4	German
		A111	△	△	△	△		-3.0	80.7	Japan
		A112	○	○	◎	◎		-4.1	75.0	USA
B	B1	B101	△	△	○	△		-3.6	81.0	USA
		B102	△	△	△	△		-3.7	83.2	USA
		B103	○	○	○	◎		-3.5	79.7	USA
		B104	△	△	△	△		-3.5	82.6	USA
		B105	◎	◎	○	○		-4.2	80.0	USA
		B106	△	△	△	△		-3.9	80.8	USA
	B2	B201	◎	◎	◎	◎	★	-5.1	77.8	USA
		B202	○	○	◎	○		-4.3	80.5	USA
		B203	◎	◎	◎	◎	★	-4.6	80.5	Japan
		B204	◎	◎	◎	◎	★	-4.0	83.5	Japan
		B205	△	△	△	△		-3.5	86.6	Japan
B206	△	△	△	△		-3.1	86.1	USA		
B207	△	△	△	△		-3.3	88.3	Japan		
B208	◎	◎	◎	◎	★	-4.2	81.5	USA		
B209	◎	◎	◎	◎	★	-4.8	80.5	Japan		
B210	△	○	△	△		-4.2	83.9	USA		
B211	△	△	◎	△		-5.6	77.4	USA		
C	C1	C101	◎	◎	△	△		-3.8	81.4	USA
		C102	○	○	△	△		-3.1	82.5	USA
		C103	○	○	○	○		-3.8	81.1	USA
		C104	◎	◎	◎	◎	★	-2.0	89.5	USA
		C105	◎	◎	◎	◎	★	-3.3	81.8	USA
		C106	◎	○	◎	○		-3.0	83.7	USA
		C107	△	△	△	△		-2.2	87.6	USA
	C2	C201	◎	◎	◎	◎	★	-4.1	81.8	USA
		C202	◎	◎	◎	◎	★	-2.8	85.1	USA
		C203	◎	◎	◎	◎	★	-3.9	82.5	USA
		C204	△	○	△	◎		-3.4	80.5	USA
		C205	○	△	◎	◎		-4.5	80.5	USA
		C206	△	△	◎	△		-6.4	72.5	USA
	C207	○	△	○	△		-4.1	79.9	USA	
	C3	C301	△	△	○	△		-3.0	84.9	USA
C302		△	△	△	△		-3.6	86.0	Japan	
C303		○	○	○	◎		-2.9	85.8	USA	
C304		◎	◎	◎	◎	★	-2.2	85.7	Japan	
C305		◎	◎	○	○		-3.1	85.8	Japan	

Fig. 7. Total Technology Level Assessment of Korea



으로 나타난 항목을 중점추진 3순위 분야로 선정하였다.

중점추진 1순위 분야를 분석해보면, “고강도/고성능 강재(A101)”, “고성능 포장재료(A108), “구조설계 및 해석(B201)”이 도출되었다[Table 4].

Table 4. Main Fields of Korea

Main Fields	Tech. Gap	Tech. Level	Relative Tech. Level	Rank
A101. High Strength / Performance Steel	-3.2	76.6	Low	1
A102. High Strength Wire	-3.0	80.5	Mid.	2
A107. High Performance Concrete Production	-2.6	84.0	Mid.	2
A108. High Performance Pavement Material	-4.2	75.3	Low	1
B201. Structural Design & Analysis	-5.1	77.8	Low	1
B203. Cable	-4.6	80.5	Mid.	2
B204. Main Tower	-4.0	83.5	Mid.	2
B208. Aerodynamic Design	-4.2	81.5	Mid.	2
B209. Seismic Design	-4.8	80.5	Mid.	2
C104. Concrete Tower	-2.0	89.5	High	3
C105. Erection of Cable	-3.3	81.8	Mid.	2
C201. Schedule Management	-4.1	81.8	Mid.	2
C202. Schedule Management	-2.8	85.1	High	3
C203. Quality Management	-3.9	82.5	Mid.	2
C304. Measurement	-2.2	85.7	High	3

중점추진 대상 분야에 대한 기술발전단계 평가 결과를 살펴보면, 현재 한국은 “고성능 포장재료(A108)” 분야가 가장 기술수준이 낮고, 도입기와 성장기 사이에 해당되는 것으로 나타나 향후 중점 투자를 통해 성숙기로 갈 수 있는 가능성이 높은 항목으로 분석된다[Fig. 8].

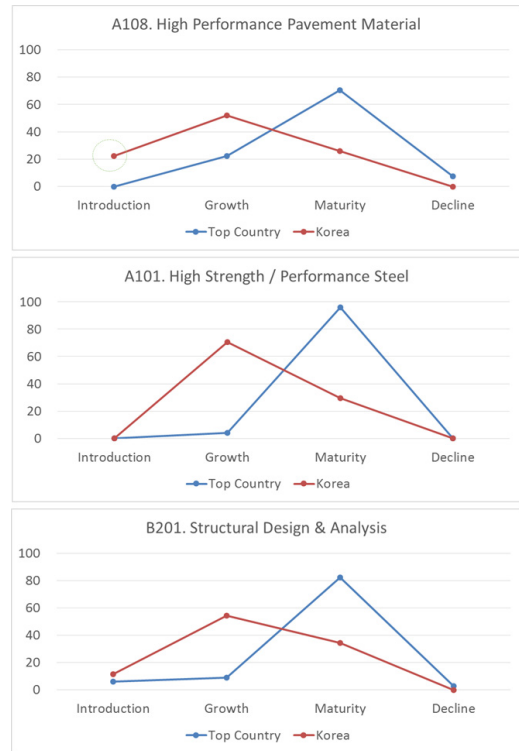


Fig. 8. Technology Development Stage

## 5. 결론

본 연구에서는 국내 현수교 분야 기술의 현 위치를 파악하고, 향후 시장을 확보하고 기술경쟁력을 제고하기 위하여 나아가야 할 방향을 제시하는 것을 목적으로 연구를 수행하였다. 이를 위해 본 연구에서는 세부적인 기술수준 분석을 실시하고, 중점 추진분야를 도출하였다.

중요도 분석결과, 경제적, 사회적, 기술적 중요도 모두 높게 나타난 항목은 “고강도 강선(A102)”, ‘케이블(B203)’ 등 15개 항목이 중요한 항목으로 도출되었다. 한국의 기술수준을 분석해본 결과, 현수교 분야에서 최고기술 선진국 대비 82.0%의 기술수준으로 도출되었으며, 세부적으로 살펴보면 재료(A) 분야에서 80.2%, 계획 및 설계(B) 분야에서 81.7%, 시공 및 유지관리(C) 분야에서 83.7%의 최고기술 선진국 대비 기술수준이 나타났다.

모든 항목에서 중요도가 높은 15개 항목에 대한 한국의 기술수준을 검토해본 결과, 현재의 기술수준이 낮아

집중적으로 투자할 경우 향후 투자효율성이 높게 나타날 중점추진분야가 3개 항목으로 도출되었다.

도출된 3개 항목 중에서도 기술발전단계 상태평가 결과, “고성능 포장재료(A108)” 기술 분야가 현재 가장 기술수준이 낮고, 도입기와 성장기 사이에 해당되는 것으로 나타났으며, 향후 중점 투자를 통해 성숙기로 갈 수 있는 가능성이 높고 발전가능성 있는 기술로 분석된다.

본 연구에서는 계획, 설계, 시공, 유지관리에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 국내 현수교 기술을 평가하여 현 위치를 파악하고자 하였으며, 핵심기술들을 도출하여 향후 기술개발 방향성을 제시하고자 하였다. 이를 통해 향후 국내 현수교분야의 기술경쟁력 확보를 위한 발전을 마련하고자 한다.

## References

- [1] Back, D., Shin S., Park, S. and Cho C., “The Design and Construction of Suspension Bridges in Korea”, *Conference of Korean Society of Civil Engineers*, pp. 17-20, 2005
- [2] Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, “Pre-planning study of ultra long-span bridge Agency”, *Research Paper*, 2007-8
- [3] Hyundai Construction (2006), “Suspension Bridges in the Word”, *Research Paper of Hyundai Construction Corporation*, 2006-01
- [4] Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, A Study on the Market Trends and Technological Level about Element Technologies of the High-rise Building, *Research Paper*, 2012
- [5] Meng, S. “The Use of Importance-Performance Analysis (IPA) in Evaluating Japan's E-government Services”, *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 6(2), pp. 17-30, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-18762011000200003>

## 김 경 훈(Kyong-Hoon Kim)

[정회원]



- 2011년 8월 : 한양대학교 일반대학원 건축공학과 (공학 박사)
- 2011년 9월 ~ 2013년 2월 : 한양대학교 건축공학과 연구교수
- 2013년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구원

<관심분야>

건설관리, 사후평가, 건설정책, 건설경제, 건설 IT

## 이 두 현(Du-Heon Lee)

[정회원]



- 1996년 2월 : 경희대학교 건축공학과 (공학사)
- 1998년 2월 : 경희대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2003년 2월 : 경희대학교 건축공학과 (박사수료)
- 1999년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

건설공사 사후평가, 건설정책, 건설기술수준