

# 국내 항만횡단 해상교량의 건설 절차 분석 및 개선방안

이윤석\* · 조익순\*\* · 박영수\*\*\* · 박진수\*\*\*\*

\*,\*\*\* 한국해양대학교 운항훈련원, \*\* 선박안전기술공단 해상안전연구센터, \*\*\*\* 한국해양대학교

## Construction Processing Analysis of Domestic Bridges Crossing Navigable Waterways and Improvements

Yun-Sok Lee\* · Ik-Soon Cho\*\* · Young-Soo Park\*\*\* · Jin-Su Park\*\*\*\*

\*,\*\*\* Training Center of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

\*\* Maritime Safety Research Center, Korea Ship Safety Technology Authority, Incheon, 406-080, Korea

\*\*\*\* Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

**요 약** : 최근 민간투자에 의한 사회기반시설 확충, 육상 도로망의 직선화 및 최적화를 위해 항만 및 주요 항로를 횡단하는 해상교량 건설이 활발히 추진되고 있다. 이러한 해상교량 건설에 있어 해상이용자의 통행 안전, 항만 운영의 효율화 및 장기 개발 등에 미치는 영향을 충분히 고려하지 않고 경제적인 측면만을 부각하여 건설되고 있다. 이로 인해 해상교량의 위치 및 규모 결정시 해상교통안전 확보를 요구하는 해상이용자와 해상교량 건설주체와 지속적인 갈등이 반복되고 있는 실정이다. 이러한 문제들의 근본적 원인은 항만의 개발·운영 및 해상교통안전 관점에서 제시된 해상교량 건설시에 필요한 교량규모 및 통행 예상 대상 선박 등에 대한 설계기준 및 절차 등이 없기 때문이다. 이에 본 연구에서는 항만별 해상교량 건설현황을 조사·분석을 통해 국내 해상교량 건설에 따른 절차상의 문제점을 우선 고찰하여 개선 방안을 제시하고자 한다.

**핵심용어** : 해상교량, 해상안전, 협의절차, 광양대교, 인천대교

**Abstract** : Recently the construction of bridges crossing navigable waterways is being promoted aiming at expanding social infrastructure and optimizing the overland routes through private investment. The construction, however, tends to focus on more the commercial requirements than the marine safety and efficient port management that it has a big risk not only to fail in ensuring the safety of ship traffic, but also to cause some severe conflicts between the parties concerned. These problems result from the lacking of standards about the design guidelines and discussing process considering the marine traffic safety when designing bridges. This research attempts to show the problems caused by bridge construction and suggest the standard discussing process through the survey and process analysis on Kwangyang Bridge and Incheon Bridge.

**Key Words** : Bridges crossing waterways, Marine safety, Construction discussing process, Kwangyang bridge, Incheon bridge

### 1. 서론

최근 국가경제발전 및 국가경쟁력 향상을 위해 지자체별로 민간투자에 의한 사회기반시설 확충을 적극 추진하고, 육상 도로망의 직선화 및 최적화를 위해 항만 및 주요 항로를 횡단하는 해상교량 건설이 활발히 추진되고 있다.

하지만 최근 우리나라에서 건설되고 있는 항만 및 주요 항로를 횡단하는 대형 해상교량의 경우, 해상이용자의 통행 안전 및 항만 운영의 효율화 및 장래 발전 등에 미치는 영향을 충분히

분석하지 않고, 육상 도로시스템의 연장선상에서 경제 원리에 입각하여 추진되는 경향이 있어, 장래 항만 발전과 해상교통안전 확보에 지장을 초래할 가능성이 크다는 지적이 대두되고 있다(정과 정, 2007).

특히 인천대교, 광양대교, 울산대교 등의 사례에서 알 수 있듯이 교량규모 결정시 이해당사자간 갈등이 반복되어 왔으며, 앞으로도 똑같은 문제가 현존하는 실정이다.

이러한 문제들의 근본적 원인은 항만의 개발과 운영 측면과 함께 해상교통안전 관점에서 제시된 해상교량 건설시에 필요한 교량규모 및 대상선박 등에 대한 명확한 설계 기준이 없기 때문이다. 본 연구에서는 세계 장대교량 현황과 국내 항만별 해상교량 건설현황의 비교·분석을 통해 국내 해상교량 건설에 따른 문제점을 도출하고, 해상교량 건설시 문제점 및 기준 수립의 필요성을 광양대교 및 인천대교의 건설계획 사례분석을 통해 제

\* 대표저자 : 종신회원, lys@hhu.ac.kr, 051-410-4204

\*\* 종신회원, ischo@kst.or.kr, 032-260-2267

\*\*\* 종신회원, youngsoo@hhu.ac.kr, 051-410-4274

\*\*\*\* 종신회원, jspark@hhu.ac.kr, 051-410-4240

시한다.

## 2. 항만횡단 해상교량 건설현황

### 2.1 세계 장대교 현황

전 세계적으로 많은 해상교량이 건설되고 있으며 특히 경간 1,000m 이상의 대표적인 장대교량을 주경간장 크기에 따라 정리하면 Table 1과 같다(四國高速 長大橋ランキング, 2008). 21세기는 장대 현수교 시대라고 할 만큼 많은 장대 현수교(C.P-Cable Suspension)가 많이 건설되었으며, 현재 세계에서 가장 긴 교량은 현수교인 일본의 Akashi Kaikyo이다.

Table 1. Ranking of long-span bridge over 1,000m

Rank	Name of bridge	Nation	Main span(m)	Completion
1	Akashi Kaikyo	Japan	1,990	1998
2	Great Belt East	Denmark	1,642	1997
3	Runyang Yangtze River Highway	China	1,490	2005
4	Humber	U.K.	1,410	1981
5	Jiangyin yangtze River	China	1,385	1999
6	Tsingma	China	1,377	1997
7	Verrazano Narrows	U.S.A.	1,298	1964
8	Golden Gate	U.S.A.	1,280	1937
9	Yangluo Yangtze River	China	1,280	2007
10	Hoga Kusten	Sweden	1,210	1997
11	Mackinac Straits	U.S.A.	1,158	1957
12	Huangbu Zhujiang	China	1,108	2007
13	Minami Bisan-seto	Japan	1,100	1988
14	Faith Sultan Mehmet (2nd Bosphorus)	Turkey	1,090	1988
15	Guizhou Balinghe	China	1,088	2007
16	Sutong Yantze River Highway	China	1,088	2008
17	Bosphorus	Turkey	1,074	1973
18	George Washington	U.S.A.	1,067	1931
19	3rd Kurushima Kaikyo	Japan	1,030	1999
20	2nd Kurushima Kaikyo	Japan	1,020	1999

Fig. 1은 현수교에 대한 주요 국가별 주경간장(Center span)의 규모를 상호 비교한 것으로, 1,000m 이상 장대교량의 기술력은 일찍부터 교량 건설 기술력을 보유한 미국이외에도 중국, 일본 등이 상당한 설계 및 시공 능력이 있는 것으로 분석된다. 또한 중국의 경우 해상교량의 건설이 활발하여 2013년까지 5개의 장대교량(현수교 3개, 사장교 2개)을 건설할 예정(四國高速 長大橋ランキング, 2008)이다.

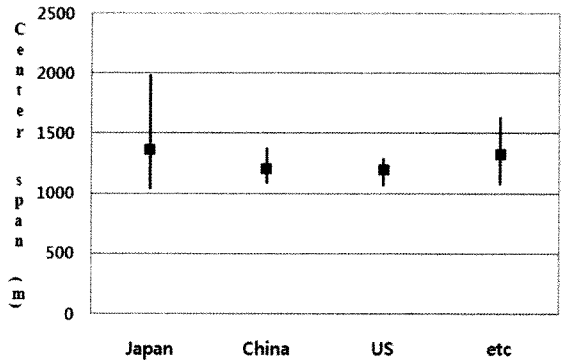


Fig. 1. National comparison of center span length.

### 2.2 국내 연륙·연도교 현황

해양시대를 맞이하여 도서지역의 기능 및 역할 증대, 육상과의 연계망 구축 사업에 따라 연륙·연도교 건설사업이 활발히 진행되고 있다. 국내 연륙교 설치현황은 2008년도 현재 24개소이며, Table 2에서 알 수 있듯이 최근 건설이 완료된 교량이 다수 존재함을 알 수 있다(국토해양통계누리, 2009).

Table 2. Status of bridge land-island

Name of bridge	length	width	completion
Gokeum	760m	13.5m	2007
Sinji	840m	11.8m	2006
2nd Jindo	484m	12.5m	2006
Byekya	325m	12.0m	2005
Samcheonpo	436m	14.5m	2003
Choji	1,200m	17.6m	2003

또한 연륙교의 경우에는 1970년도까지 2개소에 불과했으나 점차 그 수가 증가하여 2000년대에 건설 완료된 교량은 총 8개소에 이를 뿐 아니라, 현재 공사중인 교량도 다수 존재하여 세계적인 추세의 맞추어 해상교량 건설 사업이 활발하게 진행됨을 알 수 있다. 그리고 연도교는 2008년도 현재 가설 완료된 교량이 16개소에 불과하지만, 현재 섬과 섬을 연결하는 연도교 건설 사업이 전라남도 및 경상남도를 중심으로 활발히 진행되고

있다. 가장 최근으로는 2007년 한산도와 추봉도를 연결하는 추봉교가 건설완료 되었다. 특히 전라남도에는 2020년까지 큰섬지역(인구 2,500명 이상 19개 도서)에 대한 도로정비계획수립으로 신안권, 완도권, 고흥-여수권, 진도권 등 총 98개소에 대해 연륙·연도교를 계획하여 단계적으로 건설 중이다(전라남도, 2000).

2.3 국내 항만횡단 해상교량 현황

국내에서도 최근 각 지자체별로 많은 해역에서 해상교량이 건설 중이며, 그 현황을 보면 Table 3과 같다(송 등, 2007). 국내 해상교량의 경우 주경간 500m 미만인 대부분이나, 광양대교는 세계 최대 현수교 수준인 1,545m로 12,000TEU급 선박이 왕복통항 가능한 규모로 설계되었다. 주경간장이 넓을수록 선박의 통항안전성측면에서 유리하지만 지형적 특성이나 경제적 측면에서 충분한 주경간장을 확보하지 못하는 경우도 있어, 교량 설계 단계에 해상교량으로 인한 통항안전성에 문제가 발생하지 않도록 교량의 적정 위치 선정에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

Table 3. Status of bridge crossing navigable waterways

Bridge	Types	Span	Route width	Height	Target ship
Youngjong	suspension	300m	200m	35m	10,000DWT
Seohae	cable stayed	470m	300m	63m	50,000DWT
Mokpo	cable stayed	500m	300m	53m	55,000DWT
Machang	cable stayed	400m	250m	64m	30,000DWT
Incheon	cable stayed	800m	620m	70.4m	70,000DWT
Kwangyang	suspension	1,545m	1400m	75m	12,000TEU
Ulsan	suspension	1,150m	300m	60m	PCC 250m
Busan Bukhang	cable stayed	540m	340m	60m	12,000TEU
Busan Namhang	cable stayed	160m	130m	30m	3000G/T

또한 국내 해상교량의 경우 현수교에 비해 저비용인 사장교가 주류를 이루고 있고, 통항 최대선박을 단독 통항으로 계획한 교량이 절반을 차지하고 있어 통항량이 많은 경우 불가피하게 교량 하부에서 선박간 교행 통항이 제한될 수 있다. 따라서 항만 운영이나 선박의 통항 안전보다는 해상교량 건설에 있어 경제적 측면이 우선되었다는 것을 단편적으로 보여주고 있다. 특히 일부 교량의 경우 해상부의 주탑 전후해역에 만족부가 존재하여 선박의 변침이 수행되는 통항위험이 존재하는 곳에 교량이 위치하고 있어, 해양사고의 개연성이 높아 해상이용자의 철

저한 주의 통항을 요구하고 있는 실정이다.

Fig. 2는 국내 해상교량의 주경간장(주교각사이의 최대 거리) 대비 선박길이(교량 설계 당시 통항안전성 검토를 위해 사용한 선박의 최대길이)인 S/L(Span to ship's length) ratio을 비교한 것으로 교량 형태(현수교 및 사장교)가 통항 선박에 미치는 위험 여부를 쉽게 판단할 수 있다. 국내 건설될 현수교는 S/L이 선박길이 대비 3.8~4.6인 반면 사장교는 S/L이 1.2~2.2로 나타나 선박통항에 위험요소로 작용할 수 있다.

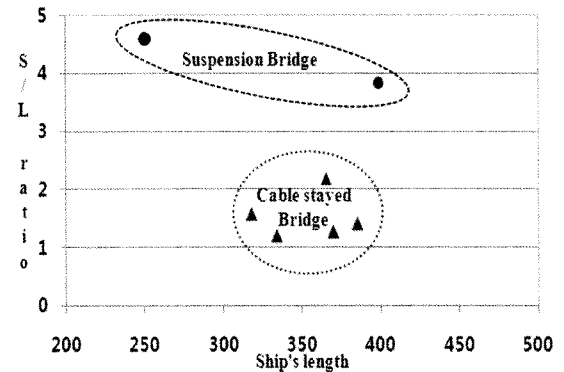


Fig. 2. Comparison of domestic bridge with S/L.

3. 국내 해상교량 건설 절차 분석

해상교량은 사회기반시설로 민간투자법상에 규정된 관련 법령에 따라 건설된다. 현행 민간투자법에 의해 해상교량을 건설할 경우 정부고시사업 및 민간제안사업으로 추진되며, 정부고시사업으로 진행되고 있는 광양대교와 민간제안사업으로 건설 중인 인천대교에 대한 사례 분석을 통해 해상교량 추진 절차상 대두된 문제점을 분석하고, 이에 대한 개선 방안을 검토하여 기술한다. 우선 교량건설과 관련하여 사회적으로 이슈화가 되었던 광양대교 및 인천대교에 대해 건설주체 및 절차에 대해 비교해 보면 Table 4와 같다. 해상교량의 경우 소유주체는 궁극적으로 정부로 귀속되지만, 운영주체, 자본투자방식, 추진절차가 등이 서로 상이함을 알 수 있다.

Table 4. Comparison of construction process

Classification	Kwangyang bridge	Incheon bridge
Operation party	Government	Private
Capital	Governmental finance	Private investment
Construction	Public business	Private company

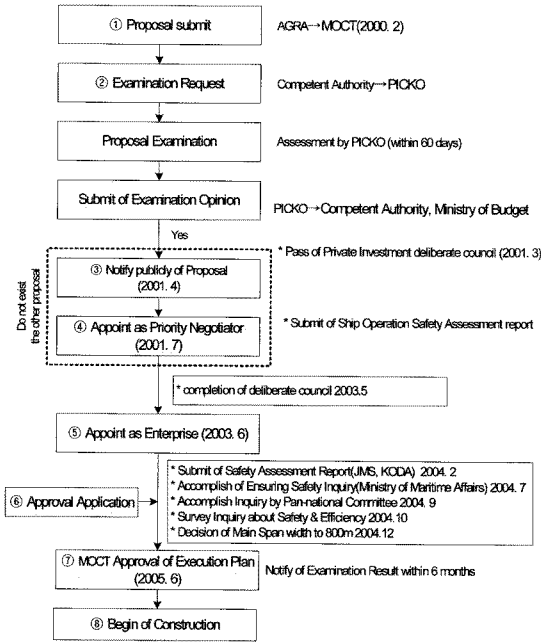


Fig. 3. Construction & adjustment procedure of Incheon Bridge.

### 3.1 인천대교 (민간제안사업)

인천대교는 민간이 운영주체로 완전민간자본방식으로 자본을 투자하는 민간제안사업이다. Fig. 3에 인천대교 추진절차 흐름도를 나타내고 있다. 해상교량의 적정성 및 통항 선박의 안전성을 검증하는 선박조종시물레이션이 주경간장에 대한 이해당사자간 의견충돌로 인해 세 차례나 수행되었으며, 사회적인 합의가 이루어지는 기간 동안 해상교량 건설 사업의 지체는 물론 이로 인한 상당한 경제적 손실 등이 야기되었다 (박 등, 2007). 인천대교 추진 절차상의 문제점을 분석하여 종합하면 다음과 같다.

- 1) 사업의 추진 초기인 민간제안자 제안서 제출단계에서부터 교량의 위치 및 규모(주경간장 및 형하고)에 대해서 사업시행자(건교부, 지·지체)와 항만시설이용자(도선사, 해상이용자 등)의 충분한 협의가 진행되지 못하고 추진되고 있다.
- 2) 제안서 제출 단계는 사업타당성과 사업비를 결정하는 중요한 단계이므로 사업타당성 단계에서부터 해상교량 위치 및 규모에 대한 적정성이 검증되어야 하고, 해상교량이 통항 선박의 안전에 미치는 해상교통 측면에서의 영향 평가와 항만운영에 대한 영향 평가가 올바르게 검토되지 못하고 있는 실정이다.
- 3) 국내 해상교량 관련 일반적인 추진 절차(단계별 협의 내용 및 절차) 및 해상교량에 대한 설계 기준(대상선박의 크기, 항로 폭, 형하고, 교량의 위치 등)의 부재로 인해 사업을 제안하는 지

자체 또는 건설주체가 해상에 대한 충분한 이해 및 특성을 고려하지 못하고 있다.

4) 표준 선박조종시물레이션 수행 방법 및 평가기준의 부재로 인해 시물레이션 결과에 대한 타당성, 신뢰성 및 통항안전성에 문제가 제기되었고, 수행조건 등에 대한 이해당사자간 의견 상충이 발생하고 있다(이 등, 2008).

5) 해상교량의 적정 규모 및 위치에 대한 문제점 제기 및 이해당사자간 분쟁 발생시 이를 중재하고 체계적으로 대처하는 국내 전문가 집단인 항행안전성 전문위원회(가칭)가 구성되지 않았다.

### 3.2 광양대교

광양대교는 정부가 운영주체로 정부재정으로 자본을 투자하는 사업이며, 총 사업비 2천억원 이상인 정부고시사업이다. 따라서 이 경우 기획예산처에 예비타당성 조사신청을 하도록 민간투자법상 규정하고 있다.

광양대교 추진절차를 나타낸 것이 Fig.4와 같으며, 추진절차상의 문제점을 분석하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) 해상교량 건설시 주경간장, 형하고, 대상선박 등에 관한 기준의 미비로 항만 및 어항설계 기준서를 바탕으로 계획하였으나, 그 설계기준이 너무 포괄적이고 미약한 관계로 항만 이용자와 갈등이 발생하였다.
- 2) 예비타당성 조사 단계에서 미래 통항선박에 대한 예측이 올바르게 수행되지 않았으며, 해상이용자 및 관계기관과의 충분한 협의가 진행되지 않았다.
- 3) 기본계획단계에서 예비타당성의 교량규모를 바탕으로 관계 기관 및 이용자와의 협의를 진행하였으나, 수용불가(교량규모 증대, 교량위치 변경) 의견이 제시되어 선박조종시물레이션을 추가로 실시하여 선박의 통항안전성 측면에서 요구되는 교량의 적정 규모를 도출하였다.
- 4) 추가 선박조종시물레이션에서 제시된 최소 주경간장 규모, 형하고 등을 제3차 광고에 반영하여, 해당 사항을 만족하는 제안업체에 평가 가산점을 부여하는 절충안이 수용되어 추진되었다.
- 5) 인천대교와 유사하게 국내 설계 기준 및 절차가 부재하여 발생한 문제점이며, 선박공학 및 해상교통공학 중심의 항행안전 전문위원회 구성의 필요성이 제기되었다.
- 6) 결국 교량규모를 증대시켰으나, 이로 인해 교량 건설비 증가 뿐 아니라 시간적으로도 손실이 발생하였다.

광양대교의 경우 인천대교와 다른 점은 선박이 통항하는 해상부에 교각이 없는 현수교로 설계되었다는 사실이며, 협의 과정에서 해상교통의 특성을 반영하는 성공적인 사례라 볼 수 있다. 이는 무엇보다도 해상안전 및 항만운영에 해상교량이 영향을 주어서는 아니 된다는 관계부서의 지속적인 노력과 함께 해상이용자의 적극적인 의지가 반영된 결과가 할 수 있다. 또한

광양대교의 사례가 본보기가 되어 민간제안사업으로 처음에는 사장교로 진행 예정이었던 울산대교가 최종적인 제3차 공고를 통해 현수교로 결정된 사실은 해상교통에 대한 사회적 중요성의 공감대가 확산되어 가고 있음을 증명하고 있다.

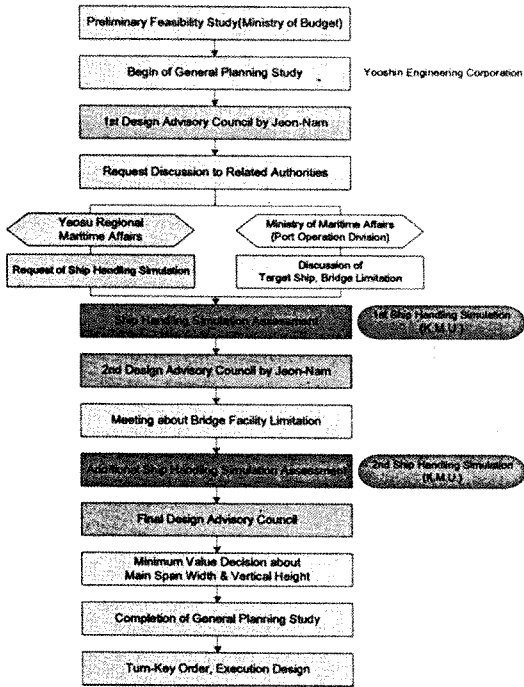


Fig. 4. Construction & adjustment procedure of Kwangyang Bridge.

### 3.3 현행 해상교량 건설 사업의 문제점

광양대교, 인천대교, 울산대교 등의 대표 사례 분석을 통해 파악된 해상교량 건설 절차상 문제점을 종합하여 정리하면 다음과 같다.

- 1) 민간투자법에 의해 건설되는 해상교량이 건설비 대비 비용 편익만을 우선적으로 분석하여 사업의 타당성을 결정함에 따라 해상교통의 특성 및 해상이용자에 대한 의견이 반영되지 못하는 제도적인 문제점이 발생된다.
- 2) 해상교량 건설 단계별(타당성조사, 기본계획, 기본/실시설계, 준공 후)로 통항 선박 및 항만 운영에 미치는 영향 평가 항목 및 협의 절차에 대한 법제화된 사항이 없어, 지자체 및 제안자가 관계기관 및 해상이용자와 충분한 협의 없이 임의로 사업을 추진하는 과정에서 문제점이 발생된다.
- 3) 해상교통 측면을 고려한 국내 해상교량 관련 세부 설계 기준(교량의 위치, 규모, 형상 등)이 없고, 해상교통의 특성을 이해하지 못하는 일반 설계회사가 해상교량을 설계함에 따라 추

진 과정에서 검토되어야 할 문제점이 과생된다.

- 4) 해상교량의 적정성 및 통항안전성을 최종적으로 검증하는 선박조종시뮬레이션의 표준안(자연환경, 시나리오, 운항자, 평가 방법 등)이 부재하여, 동일 교량에도 불구하고 시뮬레이션 수행 기관별로 각기 상이한 결과가 도출되었다(이 등, 2008).
- 5) 해상교량의 위치 및 규모에 대한 적정성 및 통항안전성을 최종적으로 평가하고, 이해당사자의 의견 절충 및 중재 등의 역할을 하는 항행안전 자문위원회의 구성이 필요하며, 해상교량 건설 사업자 평가 선정시 해상교통과 선박운항 전문가가 참여하여 안전성을 평가할 수 있는 제도적인 장치 마련이 필요하다.

## 4. 개선방안

국내 주요 해상교량의 추진 절차에 대한 현황 및 문제점을 기초로 이해당사자간 마찰을 최소화하고 원만한 사회적인 협의를 도출하기 위한 제도적인 개선방안을 제시하면 다음과 같다.

### 4.1 해상교량 건설시 협의절차에 대한 제도화

해상교량을 제안하고자 하는 사업시행자가 초기 단계에서부터 해상안전 관계기관 및 해상이용자와 충분한 협의를 거쳐 사업의 타당성을 조사하도록 하는 사회적인 제도 마련이 요구된다. 제안서 제출 및 검토단계는 사업타당성과 사업비를 결정하는 중요한 단계이므로 이 과정에서 교량규모가 결정되지 않고 사업시행자 선정 단계에서 협의가 진행될 경우 교량 규모의 증대로 인한 사업비용의 증대 및 사업 지연이 발생할 수 있다. 따라서 사업의 추진 초기인 제안서 제출 단계에서부터 교량의 위치 및 규모에 대해서 사업시행자(건교부, 지자체)와 항만시설 관리자 및 이용자(국토해양부 항만운영 및 해양안전부서, 도선사 등)간에 최소한의 상호 협의가 수행되어야 한다.

해상교량 건설 계획에 따른 원활한 협의와 상호 의견 교환을 위해 관계자(주무관청, 국토해양부, 항행안전자문위원회, 해상이용자, 시공사 등)간의 협의 내용, 협의 시기 및 주위를 결정하여 운영하는 방안을 제시하면 다음과 같다.

- 1) 해상교량 건설시 협의 절차 및 주체
  - ① 해상교량 건설 계획에 따른 타당성 조사 협의
    - 주체 : 해상교량 건설 주무관청
    - 내용 : 교량건설계획 및 타당성 보고서 개요 설명
  - ② 기본계획에 따른 교량규모 및 통항안전성 결과 협의
    - 주체 : 해상교량 건설 주무관청
    - 내용 : 해상교량 기본계획, 교량 규모 결정, 통항안전성 검증 및 안전 대책
  - ③ 기본·실시 설계에 따른 공사 단계별 통항안전성 협의
    - 주체 : 해상교량 건설 주무관청, 시공사
    - 내용 : 해상교량 실시계획, 공사 계획, 공사 단계별 통항 안전성 확보 방안 및 안전대책

- ④ 준공 후 교량 및 항만 운영, 선박 통항에 대한 협의
  - 주제 : 해상교량 건설 주무관청, 관리 및 운영 부서
  - 내용 : 해상교량 관리 및 운영 현황, 선박통항 현황 분석 및 안전대책

2) 해상교량 건설 협의 단계별 검토 사항

해상교량 건설계획에 따른 각 단계별 사업제안자 및 건설주체(주무관청)가 제시·검토해야 될 해상안전 및 항만운영 관련 주요 사항들을 정리하면 다음 표와 같다.

Table 5. Major contents of each discussing procedures

Steps	Major contents of each discussing steps
Feasibility study	1. Purpose and necessity of construction 2. Natural and port environmental survey 3. Results of marine traffic survey 4. Assessment of marine traffic congestion 5. Propriety Location and scale of bridge
Master plan	1. Decision of location and scale 2. Verification traffic safety (Ship handling simulation) 3. Measures of Improving marine traffic safety - Aids to navigation, VTS - Port management and control
Basic/Detail Design	1. Verification traffic safety under construction (Ship handling simulation) 2. Measures of Improving marine traffic safety under construction - Aids to navigation, VTS - Port management and control 3. Submit of each application
Completion	1. Management and control plan of bridge 2. Reports of traffic survey after completion

각 협의 단계별 주요 내용은 국내 해상교량과 관련하여 각 기관별로 수행된 각종 보고서에서 공통적으로 기술된 조사 항목(이 등, 2008)과 일본의 해상교량 공사(동경항 임해도로, 오사카 남항 연락교, 쿠루시마 및 메가미 대교, 혼슈시코쿠 연락교)와 관련하여 실시된 각종 안전 대책에 명시된 항목들을 종합하여 체계화한 것이다.

4.2 해상교통의 특성을 고려한 교량 설계기준의 수립

현재 해상의 각종 시설물과 관련된 규정으로는 항만법 제26조 항만시설의 기준에 의해 마련된 “항만 및 어항 설계 기준”이 널리 사용되고 있다. 특히 관련 규정의 제6편 제1장 수역시설(항로 일반, 항로 법선, 항로 폭, 항로수심, 항 입구부의 항로길이, 항로의 정온도, 방파제 근해의 항로, 박지 등) 및 제9편 제1장 임항교통시설 제7절 교량(형하고, 충돌방지공, 안전표지 등)에 해상토목 관점에서의 일반적인 사항들이 명시되어 있을 뿐

이다. 따라서 해상교통의 특성을 고려한 선박 이용자 측면에서 해상교량에 대한 일반적인 설치 위치 및 교량의 규모에 대한 설계 기준을 수립하여 제시할 필요성이 있다. 이는 앞에서도 언급한 바와 같이 일반건설 및 설계 업체의 경우 해상의 특성을 이해하지 못하는 경우가 많아 최초 설계 단계에서 교량의 위치나 규모 결정이 부적절하게 수행되는 경우가 있다. 그러므로 최소 다음과 같은 사항들에 대한 해상교량의 위치 및 설계 기준을 해상교통안전 측면을 고려하여 수립할 필요가 있다.

- 1) 해상교량의 위치 선정시 고려사항
  - ① 해상교통량이 집중되는 해역
  - ② 선박통항에 위험요소가 존재하는 곳
  - ③ 교량 인근에 하역 및 계류시설이 존재하는 곳
- 2) 해상교량의 규모 설계시 고려사항
  - ① 교량 하부의 가항 항로 폭 및 형하고(높이)
  - ② 교각과의 안전이격거리(항로 끝단과 교각과의 거리)
  - ③ 교각과 항로와의 위치 관계
  - ④ 교량 전후의 최소 직선거리
  - ⑤ 교량 관련 해상교통시설(항로표지시설, 충돌방지공 등)
  - ⑥ 교량의 등화 및 조명

4.3 “항행안전자문위원회” 구성

해상교량이 국가 경제 및 항만운영에 미치는 중요성을 고려하여 중립적인 위치에서 교량의 위치 및 규모의 적절성 및 통항 선박의 안전성을 평가하고, 건설 계획에 따른 이해당사자간 원활한 협의를 유도하기 위해서는 전문가로 구성된 자문 위원회의 운영이 필요하다. 이러한 항행안전자문위원회는 해상교통공학 및 선박공학 출신의 학계 전문가, 해상이용자, 유관기관, 항만운영 및 해상안전 관련 부서, 건설 관계자 등으로 구성될 필요가 있다. 해상교량건설과 관련된 실무 이해당사자가 건설 초기단계에서부터 참여하여 교량 설계 및 건설추진에서의 기술적인 제약 조건과 항만 운영 및 통항안전성측면에서의 문제점에 대하여 상호 정보를 교환·공유함으로써 이해의 폭을 향상시켜 합리적인 사회적 합의를 도출하는 기능을 수행하고자 하는 것이다.

4.4 표준 선박조종시물레이션 수행방법 필요

해상교량 건설이 해상교통안전 확보에 지장을 초래하는지 여부를 검토하고, 교량 규모 결정을 위해 선박조종시물레이션이 시행되고 있으나, 표준시행조건 및 기법이 확립되지 않아 동일한 해상교량임에도 불구하고 수행하는 기관마다 상이한 평가결과가 도출되고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 시물레이터 보유 기관별 특성을 비교·분석하여, 이를 바탕으로 해상교량 건설 시 수행되는 선박조종시물레이션의 수행방법·환경 조건, 선박운항자, 대상선박, 평가 방법 등에 대한 표준안을 수립할 필요성이 있다.

## 5. 결론

최근 항만 및 주요 항로를 횡단하는 해상교량 건설이 활발히 추진되고 있지만, 해상이용자의 통행 안전 및 항만의 효율적 운영과 장애발견 등에 미치는 영향을 충분히 고려하지 않고, 경제적인 측면만을 고려하여 계획함으로써 교량건설 추진 단계에서 이해당사자간의 갈등 및 공사 지연과 같은 문제점들이 발생하고 있다.

본 연구에서는 세계 장대교 현황과 국내 항만별 해상교량 건설 현황을 조사·분석하였으며, 민간투자법에 의해 건설되는 국내 주요 해상교량의 절차들을 집중적으로 검토하였다. 또한 해상교량 건설시 기준 설정의 필요성을 광양대교와 인천대교의 추진 및 협의 절차에 대한 사례분석을 통해 제시하였다. 국내 해상교량 건설 절차상 도출된 문제점에 대한 개선방안을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 이해당사자간 충분한 사전 협의 및 의견 수렴 등에 대한 협의 절차 및 단계별 협의 사항에 대한 제도 마련이 시급하다.
- 2) 교량 계획 단계에서 통행 선박의 안전과 항만 운영에 미치는 영향을 평가할 수 있는 통항안전성 관련 평가 제도의 도입 및 법제화를 검토해야 한다.
- 3) 해상교통 측면에서의 해상교량 건설 관련 국내 설계 기술 기준의 수립 및 관련 기준의 제도화가 필요하다.
- 4) 통행 및 접이안 안전성 등을 평가할 수 있는 선박조종시뮬레이션 표준안의 정립이 요구된다.
- 5) 해상교량의 위치 및 규모에 대한 적정성 및 타당성을 검토하고 자문하는 항행안전자문위원회의 구성하여 운영할 필요가 있다.

향후 해운선진국의 해상교량 건설 절차 및 기준에 대한 사례 분석을 통해 국내 실정에 적합한 설계 기준 및 절차에 대한 연구가 필요하며, 더불어 해상교량의 적정성 및 통항안전성 검증 을 위한 선박조종시뮬레이션 표준안에 대한 후속 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국토해양통계누리(2009), <http://stat.mltm.go.kr/main.jsp>
- [2] 박진수, 박영수, 조익순(2007), 해상교량 건설시 해상교통 안전 확보방안, 제22차 해양사고방지 세미나, pp. 3-25
- [3] 송재욱, 이윤석, 정민, 조익순(2007), 국내 해상교량 주요 제원분석, 한국항해항만학회 제31권 제2호 추계학술대회 논문집, pp. 266-268.

- [4] 이윤석, 조익순, 조주현, 송재욱(2008), 해상교량 관련 선박 조종시뮬레이션 분석, 한국항해항만학회, 제32권, 제5호, pp. 321-326.
- [5] 전라남도(2000), 큰섬지역 도로망 확충계획 종합보고서, pp. 3-25
- [6] 정규삼, 정태섭(2007), 국내 해상교량 건설에 따른 문제점 및 기준설정 의 필요성, 한국항해항만학회 제31권 제2호 추계학술대회논문집, pp. 263-265
- [7] 四國高速 長大橋ランキング(2008), <http://www.jb-honshi.co.jp/center/job/rank.html>

원고접수일 : 2009년 02월 19일

원고수정일 : 2009년 04월 20일 (1차)

2009년 06월 15일 (2차)

게재확정일 : 2009년 06월 18일