

국내 항만횡단 해상교량 관련 선박조종시물레이션 분석

이윤석† · 조익순* · 조주현** · 송재욱***

† 한국해양대학교 운항훈련원 교수, * 마린시물레이션센터 전임연구원, ** 한국해양대학교 대학원,
*** 한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

A Study on the Analysis of Ship Handling Simulation about Domestic Sea Bridge over the Harbor

Yun-Sok Lee† · Ik-Soon Cho* · Ju-Hyun Cho** · Chae-Uk Song***

† Professor, Training Center of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

* Senior Researcher, Marine Simulation Center, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

** Graduate School, Department of Marine Traffic Information, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

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

요 약 : 최근 국내에서는 원활한 물류 수송과 도로 이용자의 편의를 도모하기 위해 항만 및 주요 항로를 횡단하는 대형 해상교량 건설이 활발하게 추진되고 있다. 그러나 이러한 해상교량건설이 육상 도로시스템의 연장선상에서 경제 원리에 입각하여 추진된다면 이는 해상교통안전 확보에 지장을 초래할 수도 있을 것이다. 이러한 위험요소를 사전에 검증하고 통항안전성 유무를 평가하기 위하여 대표적인 방법으로 선박조종시물레이션을 채택하고 있다. 본 연구에서는 국내 전 기능 선박조종시물레이터(FMSS)를 보유하고 있는 대표 4개 기관에서 해상교량 건설과 관련하여 수행했던 통항안전성 평가 보고서를 비교·분석하여, 각 기관별 수행 방법에 대한 차이점과 문제점을 도출하고, 향후 시물레이션의 수행 및 평가 방법에 대한 표준화 필요성을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 해상교량, 해상안전, 통항안전성, 선박조종시물레이션, 표준화

Abstract : Recently the large sea bridge's construction crossing harbor and main ship's route have been propelled in the domestic so that it is active for the smoothly traffic flow of inland transportation and road user's convenience. However, it can bring about the trouble to ensure marine traffic safety if it is built that sea bridge's construction sets to an economy principle in the extension of the land road system. We're adopting Ship Handling Simulation in representative method for the influence assessment of marine traffic safety and danger elements beforehand. This research attempts to show the problems through the comparison and analysis of the reports relating to the sea bridge construction for 4 organization possessing Ship Handling Simulation. Finally, We offer the necessity of standardization on performing and assessment method of simulations.

Key words : Sea bridge, Marine traffic safety, Assessment, Ship handling simulation, Standardization

1. 서 론

최근 우리나라에서는 사회기반시설 확충의 일환으로 신 공항 건설에 따른 육상과의 연결 도로 건설, 또는 항만의 지리적인 여건으로 인해 주로 해안선을 따라 우회하던 육상 도로망의 직선화 및 최적화, 그리고 원활한 물류 수송과 도로 이용자의 편의를 도모하기 위해 항만 및 주요 항로를 횡단하는 대형 해상교량 건설(인천대교, 광양대교, 목포대교, 거가대교, 마창대교, 울산대교 등)이 활발하게 추진되고 있다. 그러나 이러한 대형 해상교량의 경우, 해상교량 하부를 통항하는 해상이용자의 안전에 대하여 충분히 고려하지 않고 육상 도로시스템의

연장선상에서 경제 원리에 입각하여 추진되는 경향이 있어, 해상교통안전 확보에 지장을 초래할 우려가 있다는 문제점이 제기되면서 이해당사자간 심한 갈등이 반복되고 있는 실정이다(정 등, 2007). 이러한 문제점들의 근본적인 원인은 해상교량 건설에 필요한 교량의 적정 위치와 규모의 설계 기준, 대상 선박의 크기, 통항안전성 검증절차 및 방법 등에 대한 국내 기준이 없기 때문으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 국내 선박조종시물레이터를 보유하고 있는 대표기관에서 해상교량 건설과 관련하여 제출한 통항안전성 평가보고서를 비교·분석하여, 기 수행된 선박조종시물레이션의 자연환경 조건, 수행방법, 시나리오, 선박 운항자,

† 교신저자 : 이윤석(중신회원), lys@hhu.ac.kr 051)410-4204

* 중신회원, ischo@hhu.ac.kr 051)410-4765

** 정회원, jhcho79@hhu.ac.kr 051)410-4989

*** 중신회원, songcu@hhu.ac.kr 051)410-4272

평가방법 등에 대한 차이점과 문제점을 도출하여 향후 시뮬레이션의 수행 및 평가 방법에 대한 표준화 필요성을 제시하고자 한다.

2. 수행기관별 선박조종시뮬레이터

해상교량 건설과 관련하여 선박조종시뮬레이션을 수행할 수 있는 대표기관으로는 한국해양대학교, 목포해양대학교, 한국해양연구원, 한국해양수산연수원 4곳이 있다. 각 기관이 보유하고 있는 선박조종시뮬레이터의 개요 및 기관별 시뮬레이터에 대한 특징은 다음과 같다.

2.1 선박조종시뮬레이터 개요

1) 선박조종시뮬레이터

가상의 공간에서 선박을 모의 조종하는 장비로써 주로 입출항 항로, 협수로, 방파제, 교량 하부 통과 및 항내에서의 선박 조종 등 선박운항자에 대한 조종훈련 및 통항안전성 관련 연구 장비로써 널리 이용되고 있다.

2) 선박조종시뮬레이터의 조건

실제 선박과 동일하게 선박 조종에 필요한 모든 장치를 갖추고 있어야 하며, 이들 장치들의 기능과 조작 방법들도 선박의 장치들과 유사해야 한다. 또한 선박조종자에게 실제 상황에서와 같은 느낌과 판단 자료를 제공하여야 하며 이를 위해서 3차원 영상 정보의 제공이 필수적이다.

2.2 일반적인 시뮬레이터 구성 및 기능

일반적인 시뮬레이터의 구성 및 기능은 크게 4가지로 다음과 같이 구성된다.

1) Instructor System

선박조종시뮬레이터는 교육 및 연구개발 진행을 위해 시나리오 작성 및 훈련사항을 감독하며 선박 모델개발 및 2차원 및 3차원 지형지물을 개발하는 기능을 담당한다.

2) 3D Visual System

시뮬레이션 교육 및 연구 개발에 현실감 있는 육상 및 해상 환경을 재현하는 기능을 제공한다.

3) Bridge System

실제 선박과 유사한 환경을 제공하기 위해 Console, 조종 Panel, Mock Up으로 구성된 모형 선교로써 선박조종자들이 직접 이곳에서 시뮬레이션 교육 및 연구 개발을 위한 선박조종을 수행하는 공간이다.

4) Debriefing System

시뮬레이션의 Briefing과 Debriefing 및 수행 결과를 재생하여 평가하는 기능을 제공한다.

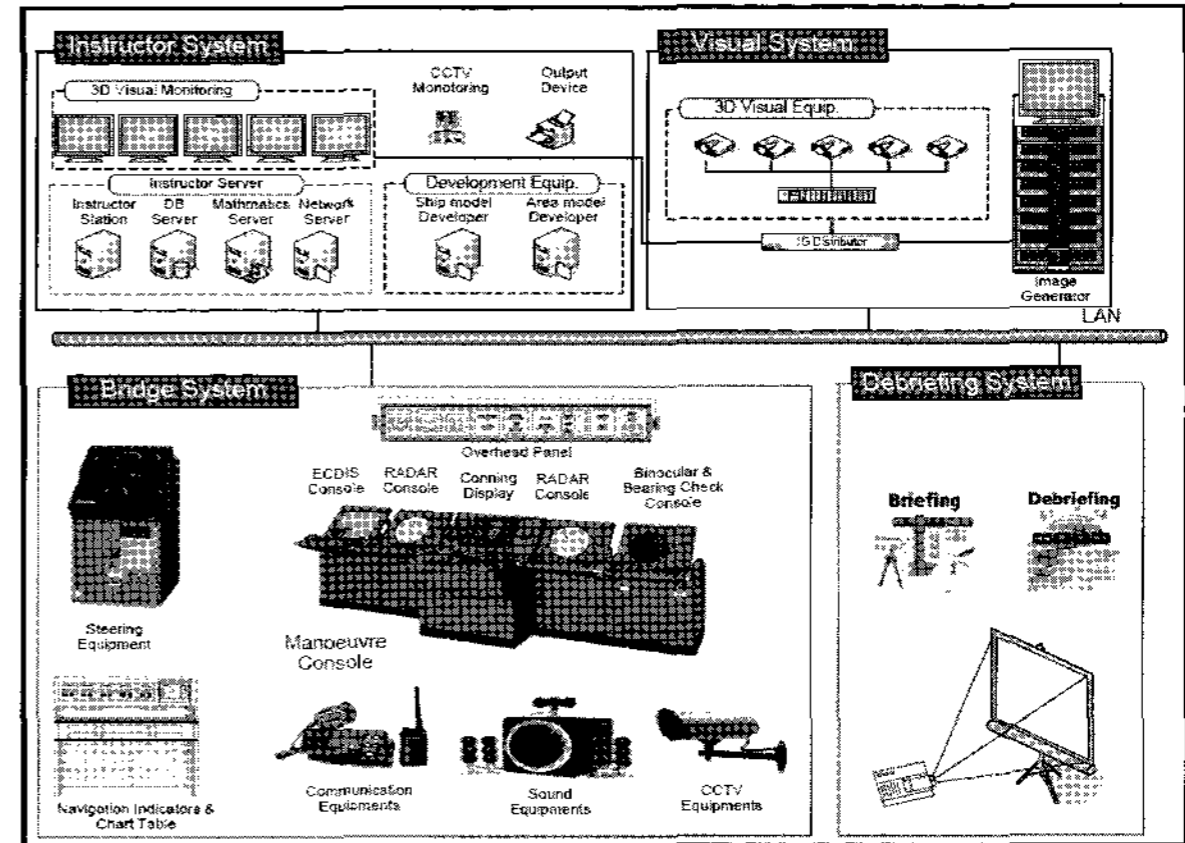


Fig. 1 Configuration of general ship handling simulator

2.3 시뮬레이터 보유 기관별 분석

- 1) 4개 기관이 보유하고 있는 선박조종시뮬레이터는 선박조종을 모의로 수행하여 통항안전성을 검증할 수 있는 최적의 장비인 FMSS(Full Mission Ship handling Simulator)급이며, 이는 IMO(국제해사기구)가 발행한 선박조종시뮬레이터의 성능 평가 지침서에서 규정한 최상급 선박조종시뮬레이터에 해당된다.
- 2) 현재 국내 FMSS를 보유·운용하고 있는 기관별 시뮬레이터에 대한 주요 사양 및 구성 특징을 분석하면 Table 1과 같다.

Table 1 Characters of Each Organization's Simulators

분류	한국해양대학교	목포해양대학교	한국해양연구원	한국해양수산연수원
제작사	Norcontrol IT	Norcontrol IT	자체 개발	STN Atlas
채널수	9채널	7채널	5채널	7채널
시야각	수평 270° × 수직 30°	수평 250° × 수직 30°	수평 225° × 수직 36°	수평 225° × 수직 22°
환경 DB	자체 제작			
선박 모델	구매 및 수정	구매 및 수정	자체 제작	구매 및 수정
선교 구성	주선교 1 소선교 1	주선교 1 소선교 4	주선교 1 소선교 2	주선교 1

3. 수행기관 별 선박조종시뮬레이션 비교

해상교량 건설에 따른 통항안전성 검증을 수행하는 선박조종시뮬레이션의 과정은 크게 수행방법과 평가방법으로 구분된다. 선박조종시뮬레이터를 보유하고 있는 각 기관별로 수행방법과 평가방법을 각각 비교·분석한다.

3.1 선박조종시뮬레이션 수행방법

선박조종시뮬레이션은 시뮬레이터의 특성에 따라 다소 실시하는 순서가 다를 수 있으나, 일반적으로 시뮬레이션의 수행 방법(자연환경 조건, 시나리오, 수행횟수)에 의한 시뮬레이

선 결과가 크게 상이할 수 있다. Table 2에 각 기관별 선박조종시뮬레이션 수행 방법을 비교·분석하여 제시한다. 수행 과정의 명칭 및 방법들은 다소 상이하지만 기본적인 큰 틀은 벗어나지 않고 있어, 4개 기관에서 수행하는 공통 요소를 정리하면 일관된 하나의 수행 방법을 정립할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2 Practice methods of ship handing simulation

	한국해양대학교	목포해양대학교	한국해양연구원	한국해양수산연수원
역환경분석	해상의 자연환경 분석	입지조건 및 자연환경 분석	자료 조사	과업의 내용검토 및 자료수집
	해상교통량 조사 분석 및 혼잡도 평가	해상 교통 환경 및 혼잡도 조사 및 분석	선박운항 안전성 평가	항구 출입 항로에서의 대형선박 통항 안전성 및 적정성 분석
데이터베이스의 개발	데이터베이스의 개발 및 구현	해상교통 환경 구현	항행환경 모델링	환경 DB 개발 및 구현
	선박모델 구매 후 개발	선박모델 구매 후 검증	대상선박 개발 및 모델링	선박모델 개발 및 연구 설계
표준조종 모델 설정	표준 시나리오 작성	환경-선박관계 모델링		
선박조종시뮬레이션	예비 시뮬레이션	선박조종 시뮬레이션 실행	배속 시뮬레이션 시나리오 작성	배속/실시간 시뮬레이션
	실제 시뮬레이션 실시		실시간 시뮬레이션	실시간 시뮬레이션
평가	제어도, 근접도, 주관적평가	제어도, 표류량, 주관적평가	충돌확률, 제어도, 난이도 평가	상대위험도, 기술통계, 주관적평가
보고서	통항안전성 평가 및 통항안전 향상 방안	선박통항 안전조건 검토 및 안전대책 수립	종합 안전성 평가 및 안전성 향상 방안 제시	종합 평가 결과 및 대안 제시

3.2 선박조종시뮬레이션 평가방법

선박조종시뮬레이터를 이용한 시뮬레이션의 결과를 어떠한 방법으로 어떻게 분석·평가하느냐에 따라 통항안전성 판별에 중대한 영향을 미친다. 현재 각 기관별로 실시하고 있는 선박조종시뮬레이션 평가방법을 비교·분석하여 제시하면 다음의 Table 3과 같다.

Table 3 Assessment methods of simulation results

분류	통항안전성 평가 방법
한국해양대학교 (KMU)	1. 제어도 평가 - 엔진 및 타각 여유제어량 - 스윙패스 분석 2. 근접도 평가 - 주요 장애물 최근접 통과거리 - 교각, 항로와의 충돌(이탈) 확률 3. 주관적평가 - 조선곤란도(접이안 안전성) - 위험도 평가(통항안전성)

목포해양대학교 (MMU)	1. 제어도 평가 - 엔진의 여유제어량 - 표류량 2. 근접도 평가 - 교각, 항로와의 충돌(이탈) 확률 3. 주관적 평가 - 선박운항자 평가
한국해양연구원 (KORDI)	1. 시간 이력 분석 - 엔진, 타각 및 표류량 2. 항적 분석 및 충돌확률 평가 3. 주관적 평가 - 선박 운항자 Debriefing 결과 분석
한국해양수산연수원 (KIMFT)	1. 기술통계량(제어도 평가) - 엔진, 타각, Yaw 변동량 및 스윙패스 2. 근접도 평가 - 교각, 등부표, 항로 최근접 통과거리 - 추리통계처리(F, P값) - 상대위험도 평가 3. 조선자의 주관적 평가

4. 동일 해상교량에 대한 각 기관별 선박조종시뮬레이션 평가 결과 분석

최근 국내에서는 많은 해상교량이 건설 중에 있으며, Table 4에 각 해상교량별 대상항만, 통항 대상선박, 시뮬레이션 수행 기관을 제시한다(송 등, 2007). 하나의 특이점으로는 목포대교, 광양대교의 경우 각 기관별로 해상교량 건설 과정상 시간적인 차이(타당성 검토, 기본설계, 실시설계)를 두고 다수의 시뮬레이션이 수행되었다는 사실이다.

Table 4 Organization of simulation for each sea bridge

해상교량	대상항만	통항선박	수행기관
영종대교	인천항	1만DWT(단독)	-
서해대교	평택항	5만DWT(단독)	KMU
거가대교	부산신항	12천TEU(왕복)	KMU
목포대교	목포항	5.5만DWT(단독)	KMU/MMU/KORDI
마창대교	마산항	3만DWT(왕복)	KMU
인천대교	인천항	7만DWT(왕복)	KIMFT & KMU 공동 수행/KORDI
광양대교	광양항	12천TEU(왕복)	KMU/MMU/KIMFT
북항대교	부산항	12천TEU(단독)	KIMFT
울산대교	울산항	5만DWT(왕복)	KMU/KORDI /KIMFT

4.1 목포대교에 대한 선박조종시뮬레이션 비교

목포대교 건설과 관련하여 수행된 선박조종시뮬레이션의 결과를 모델 선박, 항행환경, 교량의 제원, 수행횟수, 시나리오 등의 특성 등을 분석하여 정리하면 다음의 Table 5, 6과 같다.

Table 5 Comparison of each organization's simulation for Mok-po Bridge

실시조건		KMU	MMU	KORDI
모델선박	선형	55,000 DWT 일반화물선	55,000 DWT 일반화물선(자선) 30,000 DWT 일반화물선 (상대선)	55,000 DWT 일반화물선
	상태	Full loading 입출항	Full loading 입출항	Normal 입출항
항행환경	풍향	NNE	NNW, SE	전방위 (000°에서 45°간격)
	풍속	26 kts	30 kts	0-30kts (5kts 간격)
	조류	창조류 080°, 1.5kts 낙조류 330°, 1.5kts	최강창조 최강낙조	정조 최강창조 최강낙조
	시정	제한 없음	제한 없음	RTS : 시정 제한 FTS : 제한 없음
	선박운항	단독통항	상대선 결정 후 교행통항	단독통항
교량	주경간장	550m(main) 400m, 500m, 600m 검토 교량이 없는 기준항로	450m	450m, 500m

* RTS : Real Time Simulation, FTS : Fast Time Simulation

Table 6 Comparison of simulation scenario for Mok-po Bridge

구분	KMU	MMU	KORDI
수행횟수	각 시나리오별 10회 씩 (총 40회 수행)	수행 횟수에 대한 언급은 없음	RTS로 87가지 시나리오 (수행 횟수 언급 없음)
시나리오	교량건설에 따라 발생 가능한 가장 위험한 조건만을 선택하여 효율적 으로 수행함	선박간 교행 입· 출항을 포함 가능한 모든 환경 조건을 고려하여 수행함	세부적인 시나리 오의 구성으로 환 경조건에 따른 다 양한 시물레이션을 수행함
특징	세부적인 환경조건 및 교통 환경적인 측면의 고려 부족	교행조건을 부가되었으나, 세부적인 환경 조건별 시나리오 부재	해상교통 환경적인 측면에서의 고려 부족

4.2 광양대교에 대한 선박조종시물레이션 비교

광양대교 건설에 따른 통항안전성 평가(정 등, 2007)를 위한 선박조종시물레이션의 결과를 분석·비교하여 보면 다음 Table 7, 8과 같다.

Table 7 Comparison of each organization's simulation for Gwang-Yang Bridge

실시조건		KMU (타당성검토)	MMU (기본계획/설계)	KIMFT (기본계획/설계)
모델선박	선형	12천 TEU급 컨테이너선	2만 DWT 화물선, 4,400 TEU, 12천 TEU 컨테이너선	8천, 12천, 15천, 18천 TEU급 컨테이너선 5천, 2만 DWT 화물선
	풍향	N & S	NW(330°)	NW(315°)
항행환경	풍속	26kts(1차) 15kts(2차)	26kts	26kts(일반조건) 15kts(컨테이너)
	수심	해도 값(1차), 18m(2차)	해도 값 인용 (파고 1.8m)	18m(계획기준) 16.71m(12천 컨테이너선)
	대상부두	광양대교 통항	중마부두, 유보지부두 컨1단계 1부두	중마일반부두 및 관리부두
교량	주경간장	1000/1100 /1200m 의 3가지 경우	1100/1300/1350/ 1400/1450m의 5가지 경우	1100m (기본계획안) 1450m(고려)
	주교각 위치	사업제안자의 교량계획에 따른 위치	주교각(PY1, 2) 위치변동에 따른 8가지 변수로 존재	주교각(PY3) 위치변동에 따른 3가지 변수로 존재

* 주경간장: 해상 주탑 중심간의 수평적인 물리적 이격거리

Table 8 Comparison of simulation scenario for Gwang-Yang Bridge

구분	KMU	MMU	KIMFT
변수조건	주경간장: 1000m, 1100m, 1200m 시물레이션 수행	기본계획안과 기본 설계안은 주경간장 및 주교각의 위치 가 상이함. 대상부두: 중마 일반 및 관리부두	대상부두: 중마 일반 및 관리부두 대상선박: 크기별 다양한 선박 이용
시나리오	변수 조건들을 고려한 총 18가지 시나리오	변수 조건들을 고려한 총 32가지 시나리오	변수 조건들을 고려한 총 16가지 시나리오
수행횟수	시나리오별 수행 횟수 10회	기본계획안 제3안 및 기본설계안 5가 지에 대해 대상 선 박별 교행통항 각 5회씩 수행	통항 및 접·이안 관련 전체 시물레 이션 횟수 96회 수행
운항자	도선사 및 선장	시물레이션 수행 팀	6명의 선장
특징	1차 시물레이션을 통해 제기된 문제 점을 보완하여, 2차 시물레이션을 수행 함	해상교량 기본계획 안 및 기본설계안 의 변수들을 모두 고려하여 수행함	다양한 시물레이 션을 수행하여 객관 적인 평가 결과를 도출함

4.3 해상교량별 선박조종시물레이션 비교 분석 결과

각 해상교량별로 타당성설계, 기본설계 및 실시설계 과정에서 수행된 선박조종시물레이션 보고서를 비교·분석한 결과,

우선 해상교량 건설에 따른 통항안전성 검증에는 반드시 3차원 FMSS를 사용해야 된다는 인식이 확대되어 널리 활용되고 있었다. 또한 해상이용자의 의견을 최대한 반영하기 위하여 해상교량이 건설되는 해역을 자주 통항하는 선박의 선장이나 도선사 등과 같은 선박운항자를 선박조종시물레이션에 참여토록 유도하고 있었다.

그러나 목포대교 및 광양대교에 대한 선박조종시물레이션 비교 결과에서 고찰할 수 있듯이 동일한 해상교량임에도 불구하고 대상선박의 선정, 주경간장 및 주교각의 위치가 상이한 경우가 있었다. 물론 타당성 단계에서 통항안전성이 검증된 교량을 제3차 공고에 의하여 제안자가 상이할 경우 다른 형태의 교량이 제안되어 부분적으로 다른 형태의 시물레이션이 수행될 수는 있으나, 대상선박 및 평가 방법 등이 타당성 단계와 상이할 경우 시물레이션 결과에 대한 객관성 및 신뢰성에 문제가 제기될 수 있다. 이러한 원인은 선박조종시물레이션이 건설회사가 제시한 과업지시서에 의거하여 주어진 교통 환경 및 자연 환경 하에서 시물레이션을 수행하여 평가되었기 때문이다. 그러므로 같은 형태의 시물레이션이라 할지라도 수행기관마다 환경조건(바람, 조류, 수역시설 등) 및 시나리오(주간, 야간, 양방통행, 일방통행, 타선 배치 등)등이 각각 다르게 설정된다.

또한 수행기관별로 선박운항자의 선정, 시물레이션 수행 횟수 등에 상당한 차이가 발견되었다. 이러한 근본 원인은 통항안전성 검증을 위해 수행되는 선박조종시물레이션의 표준 기준이 없기 때문이며, 결과적으로 환경조건, 시나리오, 선박운항자에 따라 평가 결과가 상이하게 도출될 수 있다는 사실을 시사하고 있다. 따라서 향후 해상교량의 적절성 및 통항안전성을 올바르게 판정하고, 각 기관별로 수행되는 시물레이션 결과의 신뢰성 저하 등을 방지하기 위해서라도 시물레이션의 시행 조건, 수행 방법, 평가 기법 등에 대한 표준안 정립이 필요할 것으로 판단된다. 또한 각 기관별로 사용하고 있는 시물레이터 전문 단어, 수행방법 및 평가 등에 활용되고 있는 각종 용어들에 대한 일관성 있는 표준화 작업 또한 요구된다.

5. 선박조종시물레이션 보고서 조사결과 문제점 및 개선방안

5.1 교통량 분석 및 항로 혼잡도 평가

해상교량이 건설되는 해당 해역의 교통 특성을 평가하고 교량의 위치 및 규모에 대한 적정성을 분석하기 위해서는 해상교통조사를 기초로 교통량 분석 및 항로 혼잡도평가 등이 반드시 선행되어야 한다. 그러나 해상교량 관련 보고서를 분석한 결과 대부분의 교량이 이러한 조사 과정을 실시하지는 않고 있어, 교량의 초기 설계단계부터 문제점이 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 해상교량 건설 시에는 교량의 위치를 설계하는 타당성검토 단계에 해상교통 조사를 기초로 한 교통량 분석 및 항로 혼잡도 평가를 의무화할 필요가 있다.

5.2 해상교량 위치 및 규모 결정

해상교량의 위치 선정과 선형 결정은 해상교량 건설 사업의 적정성과 경제성을 평가하는 가장 중요한 요소이며, 또한 해상교량으로 인한 선박 통항의 지장 여부 및 항만 운영에도 영향을 미치는 가장 민감한 부분이다. 해상교량의 위치 및 선형 결정이 항만의 지리적 특성과 선박 통항 환경의 다양성으로 인해 일반적인 설계 기준 도출이 다소 곤란할 수 있으나, 적어도 해상교량의 초기 단계인 타당성 검토 단계에 해상교통조사를 기초로 결정될 수 있는 제도적인 마련이 필요하다. 그러나 국내 건설사의 해상 교통에 대한 이해도를 감안한다면, 선박의 통항안전성 확보와 항만의 효율적인 운영 차원에서 교량의 적정 위치와 규모에 대한 설계 기준을 해상이용자 측면에서 먼저 제시할 필요가 있다고 판단된다.

5.3 대상선박의 결정

교량의 규모 결정은 기본적으로 교량 하부를 통항할 대상선박에 대한 검토가 선행되어야 한다. 그러나 현재에는 대상선박의 선정이 매우 중요한 요소임에도 불구하고, 향후 통항할 최대선박이나 주력선박, 해상크레인 및 작업선 등에 대한 충분한 조사가 실시되지 않고 결정되는 경우가 많다. 따라서 해상교량의 규모 결정과 선박조종시물레이션에 활용되는 대상선박에 대한 명확한 기준 수립이 요구되며, 이러한 기준에는 해상교량의 수명과 선박의 대형화 추세 등이 반영되어야 하고, 또한 해당 항만의 장래 개발 계획, 수심 준설 및 부두 매립 계획 등을 종합적으로 분석하여 도출할 필요성이 있다.

5.4 선박조종시물레이션 자연환경 설정

한국해양대학교, 목포해양대학교, 한국해양수산연수원, 한국해양연구원 등에서 수행한 선박조종시물레이션을 비교·분석한 결과 동일한 해상교량에 대한 통항안전성 평가라 할지라도 각 기관마다 바람, 조류, 수역시설 등에 대한 자연환경 설정이 상이하였다. 따라서 해상교량에 대한 통항안전성 평가를 위해 수행되는 시물레이션 결과의 객관성, 타당성 및 신뢰성 향상을 위해서는 반드시 자연환경 조건에 대한 일관성 있는 표준안의 수립이 요구된다.

5.5 선박조종시물레이션 시나리오의 표준화

동일한 해상교량에 대한 시물레이션이라 할지라도 수행기관마다 주간, 야간, 양방통행, 일방통행, 타선 배치 등과 같은 시나리오별 요소 설정이 각기 상이하였다. 또한 각 기관별로 선박운항자 선정 및 시물레이션 수행 횟수에도 상당한 차이가 존재하였으며, 이러한 차이가 통항안전성 평가 결과에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 그러므로 시물레이션의 적절성, 과학적인 객관성 확보를 위해서는 반드시 시나리오에 대한 표준안 수립이 필요하다.

5.6 시뮬레이션 평가 기법

각 기관별로 시뮬레이션 결과를 분석하는 방법은 대부분이 제어도, 근접도 및 주관적 평가기법을 널리 이용하고 있었다. 기관별로 유사한 형태의 평가기법을 적용하고 있는 것처럼 보이나, 구체적인 안전성 판별 기준 및 종합평가 기준은 각기 다르게 나타났다. 따라서 해상교량의 적절성 및 최종적인 통항 안전성 판별에 활용되는 평가 기법에 대한 표준화가 절실히 요구된다. 이러한 표준화는 과학적이고 정량화된 기법을 기초로 FMSS 보유기관 모두가 공통적으로 활용 가능한 기법을 채택할 필요가 있다.

5.7 시뮬레이션 보고서 평가제도 및 공동 발주

선박조종시뮬레이션의 수행방법 및 평가결과에 대한 적정성 및 타당성을 검증하기 위해서는 통항안전성 보고서에 대한 평가제도 도입이 요구되며, 이러한 평가제도는 해상교통공학 및 선박공학 관련 학계 전문가와 해상안전 관련 실무 관계자 등으로 구성된 전문위원회에서 수행할 필요가 있다. 또한 시뮬레이션 결과의 객관성 및 신뢰성 확보를 위해서 적어도 기본계획 단계에서 수행되는 시뮬레이션에 대해서는 해상교량 사업을 제안하는 주체에서 비용 부담을 하더라도 사업 제안자, 해상안전 실무부서, 담당 지자체가 공동으로 발주하여 일련의 진행 과정에서 발생하는 문제점들을 상호 협의하는 체계로 전환할 필요가 있다.

- (1) 해상교량의 위치 및 형상 결정 단계인 타당성 검토에서부터 교통량 분석 및 항로 혼잡도 평가가 실시되어야 하고, 해상교량의 위치 및 규모 결정에 대한 일반적인 설계 기준의 정립이 필요하다.
- (2) 해상교량의 규모 결정과 선박조종시뮬레이션에 활용되는 대상선박에 대한 명확한 기준 수립이 요구되며, 여기에는 선박의 대형화 추세, 항만의 장래 개발, 기타 계획 등이 종합적으로 검토되어야 한다.
- (3) 선박조종시뮬레이션 수행방법에 대해서는 자연환경 조건, 교통 환경 및 시나리오 설정에 대한 일관된 표준안이 필요하며, 선박운항자 및 시행횟수 등도 구체적으로 명시할 필요가 있다.
- (4) 선박조종시뮬레이션 결과에 대한 평가기법을 표준화 하여 시뮬레이션 결과에 대한 타당성 및 신뢰성을 향상하여야 한다.
- (5) 통항안전성 결과 보고서에 대한 평가제도 도입이 요구되며, 제안자, 해상안전부서 및 지자체 등이 시뮬레이션을 공동으로 발주하는 제도적인 전환이 필요하다.

후속 연구로 해상교량 건설시 통항안전성 검증 차원에서 수행되는 선박조종시뮬레이션 관련 표준안을 제시할 예정이며, 해상이용자 측면에서 선박의 통항안전과 항만의 효율적인 운영을 위해 해상교량의 위치 및 규모에 대한 일반 설계 기준에 대한 연구를 진행할 계획이다.

6. 결 론

사회기반시설의 일환으로 건설되는 해상교량은 원활한 물류수송을 돕고 도로 이용자들의 편의를 제공하는 장점을 가지고 있지만, 설계 단계에서 해상교통의 안전측면을 충분하게 고려하지 않는다면 해상이용자에게는 항행 위험요소로 작용할 수도 있다. 해상교량이 선박의 통항안전에 미치는 영향을 평가하는 방법으로 선박조종시뮬레이션이 활용되고 있으나, 수행방법 및 평가기법 등이 명확하게 정립되어 있지 않음이 확인되었다.

본 연구는 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 표준안을 제시하고자 실시한 선행 연구로 국내 FMSS를 보유하고 있는 대표기관인 한국해양대학교, 목포해양대학교, 한국해양연구원, 한국해양수산연수원의 4곳에서 기 수행되었던 해상교량 관련 시뮬레이션 보고서를 비교·분석하였다. 이러한 고찰을 기초로 해상교량 건설에 따른 통항안전성 평가를 위해 수행되는 선박조종시뮬레이션의 문제점 및 향후 개선 방안을 요약하면 다음과 같다.

참 고 문 헌

- [1] 송재욱, 이윤석, 정민, 조익순(2007), “국내 해상교량 주요 제원분석”, 한국항해항만학회 제31권 제2호 추계학술대회 논문집, pp.266-268.
- [2] 정규삼, 정태섭(2007), “국내 해상교량 건설에 따른 문제점 및 기준설정의 필요성”, 한국항해항만학회 제31권 제2호 추계학술대회논문집, pp.263-265.
- [3] 정태권, 이동섭(2007), “선박조종시뮬레이션 근접도 평가에서 연속 분석과 목표선 분석에 관한 연구”, 한국항해항만학회 제31권 제1호, pp.1-6.

원고접수일 : 2008년 3월 21일

심사완료일 : 2008년 6월 12일

원고채택일 : 2008년 6월 20일