

# 해상교량 관련 SHS 평가기법 조사·분석

† 조익순\* · 이윤석\*\* · 조주현\*\*\*

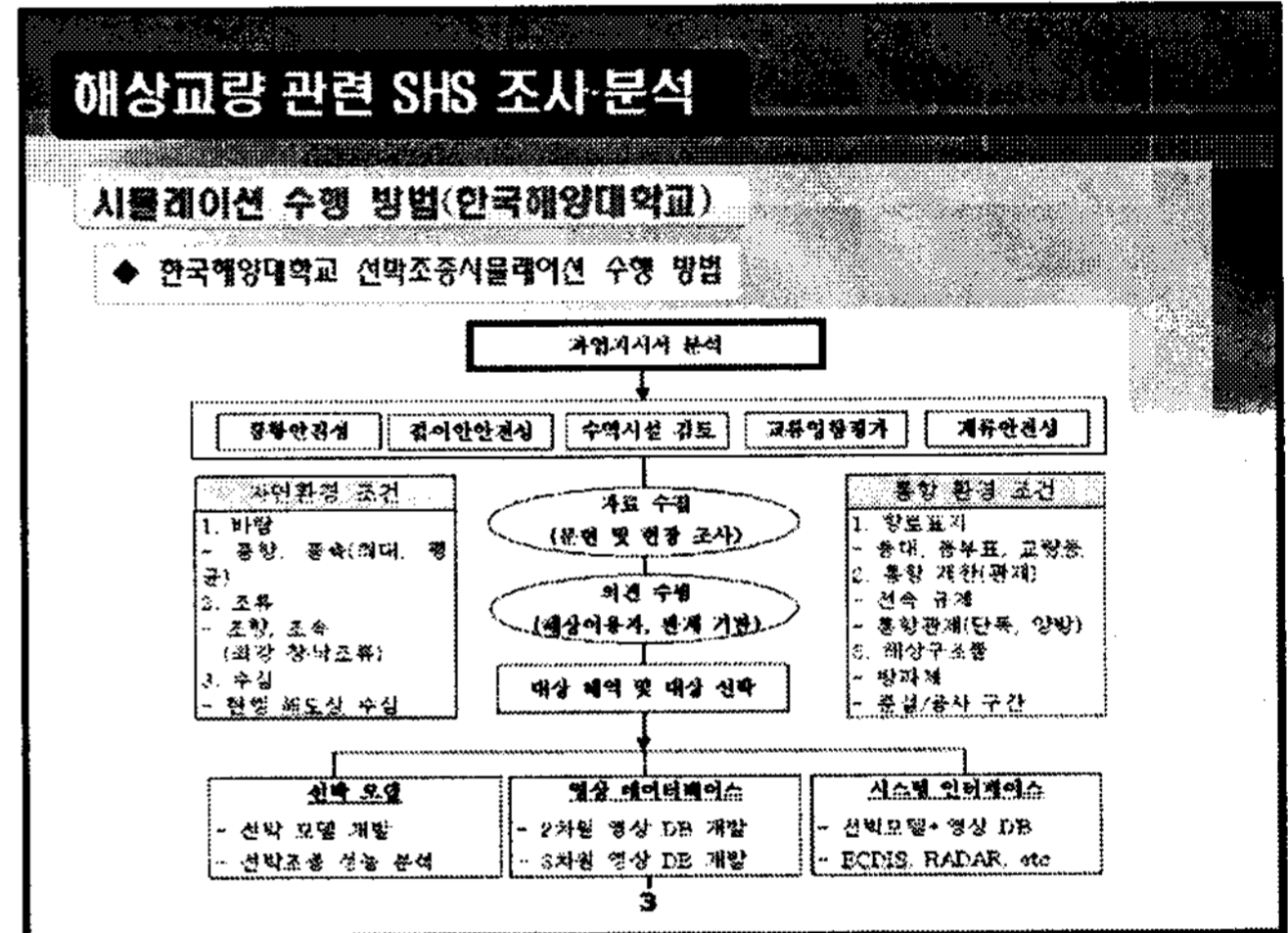
\*한국해양대학교 마린시뮬레이션센터 전임연구원, \*\*한국해양대학교 운항훈련원 조교수, \*\*\*한국해양대학교대학원 해상교통정보학과

**요약** : 최근 우리나라 여러 주요 항만에 해상교량의 건설이 진행 중이거나 계획 중에 있는데, 이들 교량의 설치 위치나 규모가 주로 경제적인 측면만을 강조하여 이루어짐으로써, 선박 통항안전에 위협을 주고 있으며, 이해 당사자 간의 갈등이 고조되고 있는 현실이다. 따라서 이 연구에서는 국내에서 해상교량 건설시 사전에 수행되어지는 SHS(Ship Handling Simulation)에 관한 수행기관별 평가기법에 대하여 조사하고 분석한다.

**핵심용어** : 해상교량, SHS(Ship Handling Simulation), 평가기법

## 해상교량 관련 SHS 평가기법 조사 및 분석

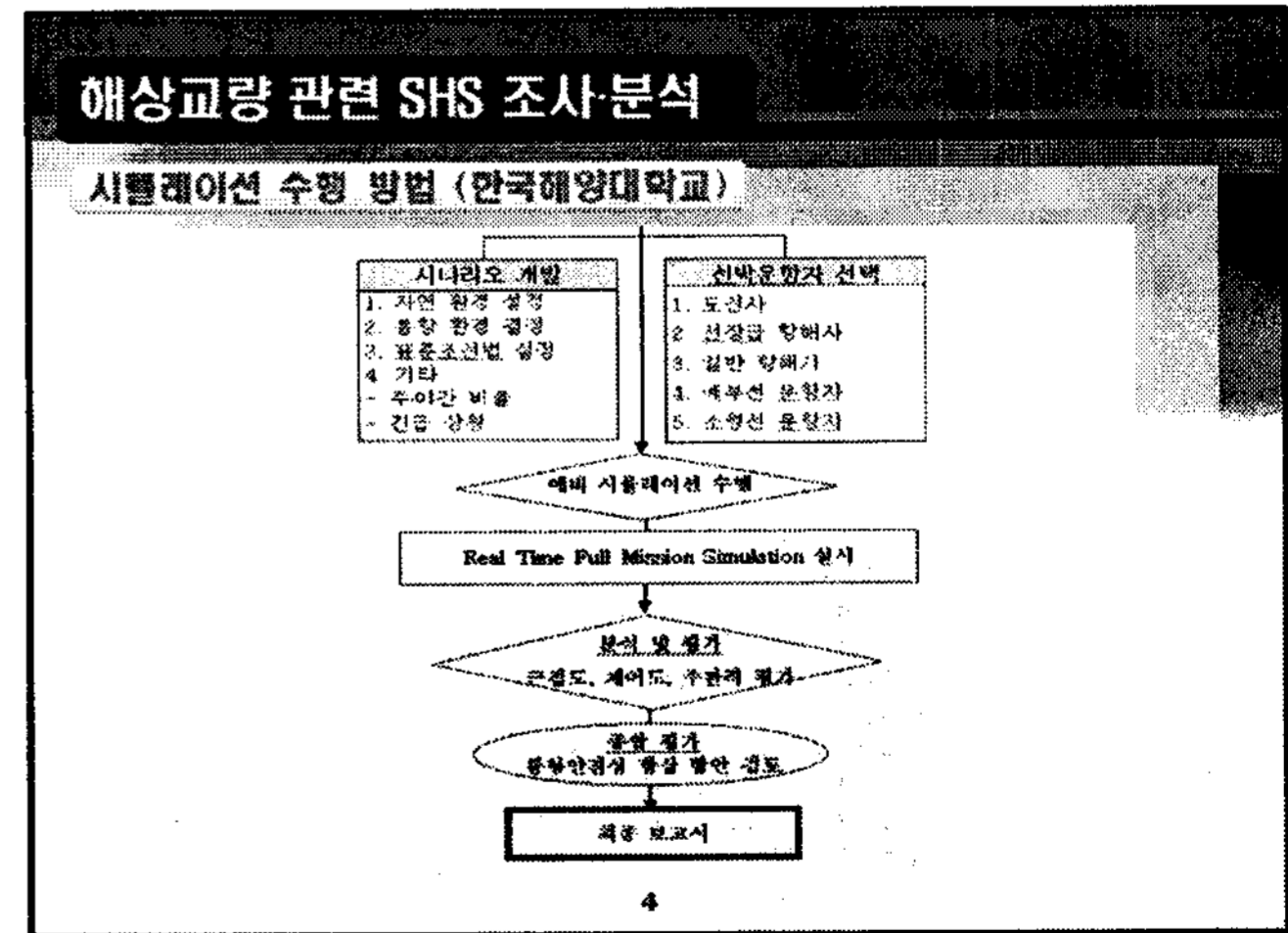
**조익순**(한국해양대학교 마린시뮬레이션센터)  
**이윤석**(한국해양대학교 운항훈련원)  
**조주현**(한국해양대학교 대학원 해상교통정보학과)



## Contents

- 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 수행방법
- 기관별 선박조종시뮬레이션 수행방법 비교표
- 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 평가방법
- 기관별 선박조종시뮬레이션 평가방법 비교표
- 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 평가기법 통일화

2



† 교신저자 : 조익순(중신회원) ischo@hhu.ac.kr  
 \*\* 중신회원, lys@hhu.ac.kr, \*\*\* jhcho79@hhu.ac.kr

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 시뮬레이션 수행 방법 (한국해양수산연수원)

◆ 한국해양수산연수원 선박조종시뮬레이션 수행 방법

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 시뮬레이션 평가 방법 1

◆ 선박조종시뮬레이션 정확도 평가

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 시뮬레이션 수행 방법 (한국해양수산연수원)

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 시뮬레이션 평가 방법 2

◆ 선박조종시뮬레이션 근접도 평가

최근접거리는 선박이 어떤 기준점 또는 기준선을 지날 때 선박의 끝과 기준점 또는 기준선과 가장 가까운 거리를 말하며, 최근접거리의 확률분포를 정규분포로 가정하고 아래의 식을 이용하여 정규분포함수의 확률변수에서 기준에 해당하는 값  $z = (\mu - \sigma) / \sigma$  을 구한다. 여기서  $\mu$ 는 선박의 끝과 기준선과의 최근접거리의 평균,  $\sigma$ 는 선박과 기준선과의 최근접거리의 표준편차를 의미한다.

$$P = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

근접도 계속의 예

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 기관별 선박조종시뮬레이션 수행방법 비교표

◆ 같은 시뮬레이션이라 해도 각 기관별 시뮬레이션 수행방법에 따라 상이할 수 있음

	한국해양연구원	한국해양수산연수원	한국해양대학교 (KOSMAR)	한국해양수산연수원
연구목적 및 평가목적	항로의 적정성 분석	항로의 적정성 분석	시리 조사	과일의 내용정보 및 자료수집
연구대상	항상 교통 교통 분석 및 교통 혼잡도 평가	항상 교통 혼잡 및 해상교량 혼잡도 조사 및 분석	선박운행안전성 평가	항로에서 대형선박의 혼잡 현상 및 적정성 분석
연구방법	항안 및 모델선박 데이터베이스의 개발	모델선박의 수역모델 설정 및 데이터베이스의 개발	항안모델링	모델선박의 수역모델링
연구결과	표준조종모델 설정	항상 거리 임계	항안-선박경계 모델링	혼잡 데이터베이스 구성, 선박모델 개발 및 연구 설계
연구결과	시나리오작성 및 RTT 시뮬레이션 실시	시나리오작성 및 조종자 선택	시나리오 작성	Fast-time 시뮬레이션 실행
연구결과	Real-time 시뮬레이션 실시	선박조종시뮬레이션 실시	태초 / 실시간 시뮬레이션	Real-time 시뮬레이션 실행
연구결과	시뮬레이션 결과 종합분석 대상역역 및 선박 안전성 검토	시뮬레이션 결과 분석 및 선박혼잡 안전조건 검토	운항안정도 분석(통행분석) 및 시뮬레이션 결과분석	시뮬레이션 결과의 종합분석 및 평가
연구결과	선박혼잡현상 평가 최종 보고서 작성 및 안전성 평가 방안 제안	선박혼잡 안전조건 검토 및 안전대책 수립	종합 안전성 평가 및 안전성 평가 방안 제시	최종보고서 작성

수행방법에 대한 기관별 차이를 보더라도, 기본적으로 큰 틀에서는 벗어나지 않고 있음을 알 수 있음.

### 해상교량 관련 SHS 조사 분석

#### 시뮬레이션 평가 방법 3

◆ 선박조종시뮬레이션 제어도 평가-1

선박의 제어도에 대한 평가는 특정수역에서의 모델 선박의 조종량의 평가로써 선박조종상의 어려움이 예상되는 수역을 대상으로 하며, 제어도는 모델선박의 사용타일, 기관사용량 그리고 Swept Path 등으로 검토한다.

swept path는 선미끝점에서 선미끝점까지의 폭을 구하여 그 값이 선폭보다 넓은 경우 외력에 의한 영향으로 조종에 곤란을 느끼게 되며 각 시나리오에서 그 넓이가 클수록 조종이 곤란한 것으로 판단할 수 있다

Swept path의 개요

## 해상교량 관련 SHS 조사분석

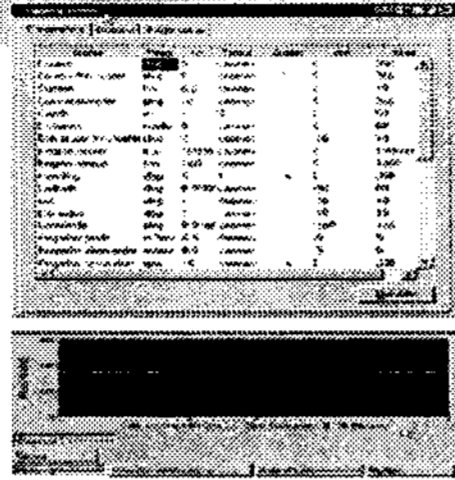
### 시뮬레이션 평가 방법 3

#### ◆ 선박조종시뮬레이션 제어도 평가-2

선박의 여유제어량은 선박을 제어하는데 이용되는 주기(主器), 타(舵), 쓰러스터(thruster) 및 메인선의 총 양에서 이용하고 남아있는 제어력의 정도를 의미한다. 타각 및 기관의 여유제어량은 다음의 식을 이용하여 산출한다.

$$\epsilon_{control} = \frac{1}{T} \int_0^T \left[ 1.0 - \frac{S(D)}{S_{MAX}} \right] dt$$

$$\epsilon_{control} = \frac{1}{T} \int_0^T \left[ 1.0 - \frac{RPM(D)}{RPM_{MAX}} \right] dt$$



Swept path의 개요

11

## 해상교량 관련 SHS 조사분석

### 기관별 선박조종시뮬레이션 평가 방법 비교표

#### ◆ 시뮬레이션 수행 결과 분석 방법에 대하여 각 기관별 분석

한국해양대학교	목포해양대학교	한국해양연구원 (KORDI)	한국해양수산연수원	Remark
선박항로도 평가 기관 항적 및 모양항로도 분석	1. 선박의 항적평가 2. 선박의 근접도 및 항로범위 (교각항로)분석	1. 궤적 분석 2. 교각 항로범위 분석	Track Plot의 검토 1.제 시뮬레이션 검토 2.항적 집중도의 검토	기본실제상황에 비해서 결과값이 있음
선박제어도 평가 Swept path 분석 연속운행시간 요구사항도 분석	선박제어도 평가 1. 선박의 여유제어량 2. 조타기 사용 3. 표류량	시간 여부분석 1. 선박운행 난이도 분석 기법에 의한 평가	특수된 상용시수의 통제거리 1.기술통계량 산출 2.주요통계 거리 3.상대위험요소 평가	시뮬레이션 수행기에 따라서 의견의 차이는 존재가능
주관적 평가 1. 조선근접도 2. 위험도 평가	선박조종자의 주관적 평가	선박운행자의 Debriefing 결과분석	조선자의 주관적 평가	주관적 평가인 점을 고려한다면 결과의 차이는 존재함

14

## 해상교량 관련 SHS 조사분석

### 시뮬레이션 평가 방법 4

#### ◆ 선박조종시뮬레이션 주관적 평가

선박 조종자는 선박을 부두에 접안 또는 이안하거나 특정 해역을 항행하는 등 선박조종 시뮬레이터의 최종 실행자이다. 또한 선박을 연결한 조종자가 제어 시스템의 내부에 포함되며, 조종자가 판단하고 제어한다는 측면에서 계량화 되지는 않는 부분이지만 조종자의 주관적 평가를 동시에 고려하여야만 한다.

이 평가의 주요 내용은 조류 및 바람 등의 외력 조건하에서 특정 해역, 특정 부두에의 접&이안 및 입&출항 조종과 관련하여 선박의 특성에 따라 개개의 조종자가 느끼는 심적 부담도, 조종의 난이도 등이 된다.

	3	2	1	0	-1	-2	-3	Rating Scale Table
조종부담도	아주 안정하다	안정하다	약간 안정하다	위험/안전 평등한	약간 위험하다	위험하다	아주 위험하다	
조종난이도	아주 쉽다	쉽다	약간 쉽다	난이도 평등한	약간 어렵다	어렵다	아주 어렵다	

12

## 해상교량 관련 SHS 조사분석

### 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 평가기법 통일화

◆ 수행방법에 대한 기관별로 비교분석한 결과 기관별 명칭은 상이함을 알 수 있으나 기본적인 큰 틀에서는 벗어나지 않고 있음을 알 수 있었음.

◆ 평가방법에 대해서도 기관별로 비교분석한 결과 크게

- ㉠ 선박의 항적에 대한 평가
- ㉡ 선박의 제어력에 대한 평가
- ㉢ 선박조종자의 주관적 평가

3가지의 평가방법으로 구분할 수 있었으며 평가결과에 대한 차이는 있을 수 있으나 방법적인 측면에서는 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있었음.

◆ 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션의 평가기법은 수행기관별로 분석한 결과 핵심적인 내용은 크게 상이하지 않음으로 향후 해상교량 건설에 필요한 사전검증의 단계로서의 그 역할을 하고 있는 SHS 평가기법은 정책적 혼란을 미연에 방지하기 위해서라도 통일화할 필요성이 있다고 사료됨.

15

## 해상교량 관련 SHS 조사분석

### 시뮬레이션 평가 방법 5

#### ◆ 선박조종시뮬레이션 난이도 분석 기법(한국해양연구원)

선박 운항 난이도는, 어떤 특정한 상황에서 출발 지점으로부터 목표 지점까지 선박이 운항하는 동안의操船의 난이도를 정량화한 것이다.操船의 난이도는 여러 가지 측면에서 검토될 수 있으나, 주로 선박의 제어 수단인 타, 예선 등의 사용 정도와 그 결과로서 나타나는 운항 궤적, 소요 시간, 표류량, 여유 제어량, 근접도 등을 정량화하여 산출하게 된다. 이러한 여러 지수들은 각각의 의미가 다르므로, 종합적인 운항 난이도는 이들 여러 지수를 종합적으로 고려하여 판단하게 된다.

$$\epsilon_p = \frac{1}{T} \left( \int_0^T \frac{|B(D)|}{S_{Max}} dt \right) \times 100 (\%)$$

Swept path의 지수

$$\epsilon_{TAC} = \frac{\sum \left( \int_0^T F_i dt \right)}{\sum (F_i)_{Max} \times (1 Hour)} \times 100 (\%)$$

예선 사용 지수

13

# Thank You !

16