

선박조종시뮬레이션 표준안 정립에 관한 연구

이윤석* · 박영수* · 조익순**

* 한국해양대학교 운항훈련원 교수, ** 한국해양대학교 마린시뮬레이션센터 전임연구원

A Study on the Standard Methods of the Ship Handling Simulation

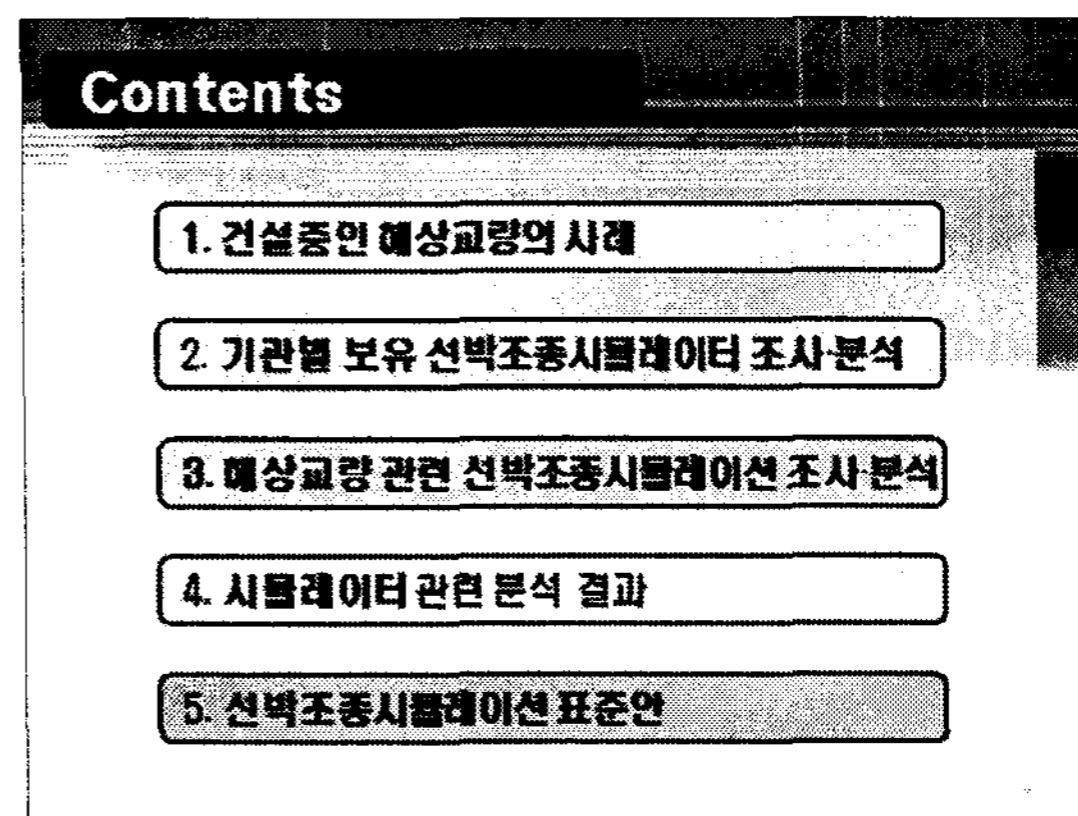
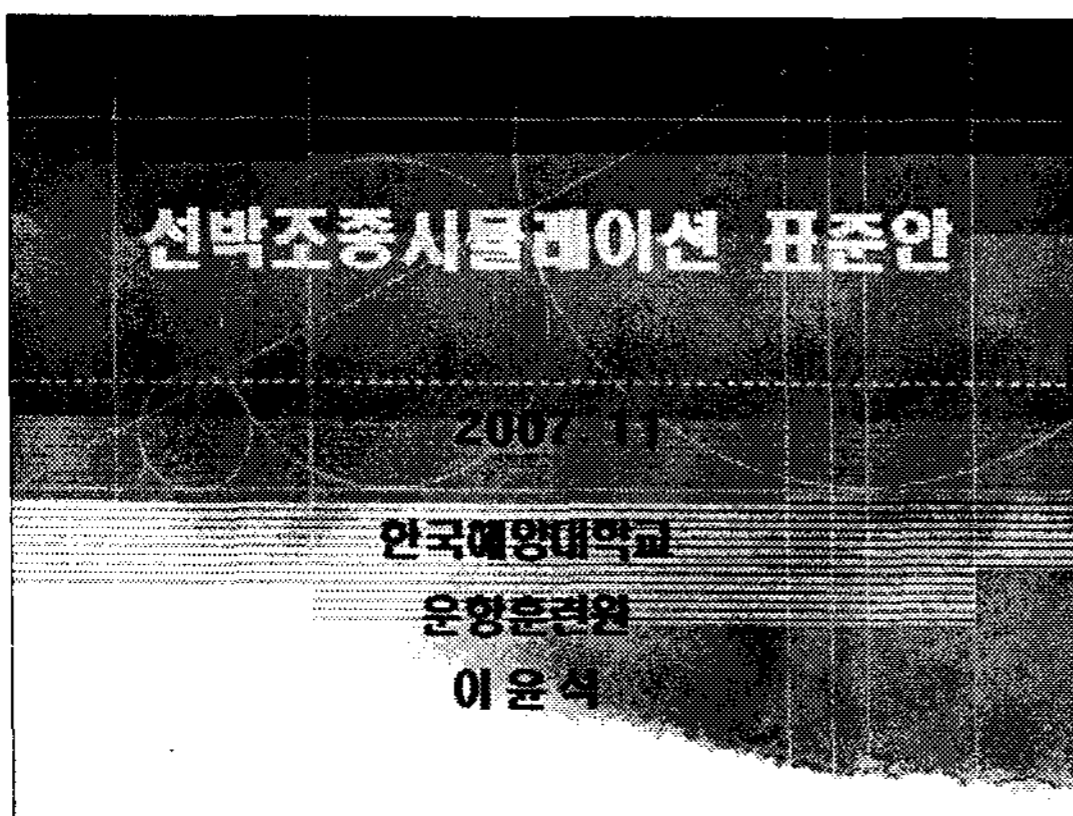
Yun-Sok, Lee* · Young-Soo, Park* · Ik-Soon, Cho**

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

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

요약 : 해상교량의 규모 결정을 위한 선박조종시뮬레이션 표준시행 조건 및 기법(대상선박 설정, 시나리오, 시행회수, 평가기법 등)을 정립함으로써 해상교량 통행 안전성을 평가하는데 정책 결정의 혼선을 최소화 할 필요가 있다. 본 연구에서는 과거 수행된 선박조종시뮬레이션 관련 보고서 분석 및 평가를 기초로 선박조종시뮬레이션 표준안에 대한 공통점을 도출하여, 국내 선박조종시뮬레이터 보유기관, 항만 이용자 및 항만 건설 관계자 등의 의견 수렴과정을 거쳐 수정 보완함으로써 선박조종시뮬레이션의 대상선박, 수행 조건, 평가기법, 시나리오 설정 등에 대한 최종 표준안을 제시한다.

핵심용어 : 해상교량, 선박조종시뮬레이션, 시나리오, 통행안전성, 표준안



* 대표저자: 중신회원, lys@hhu.ac.kr

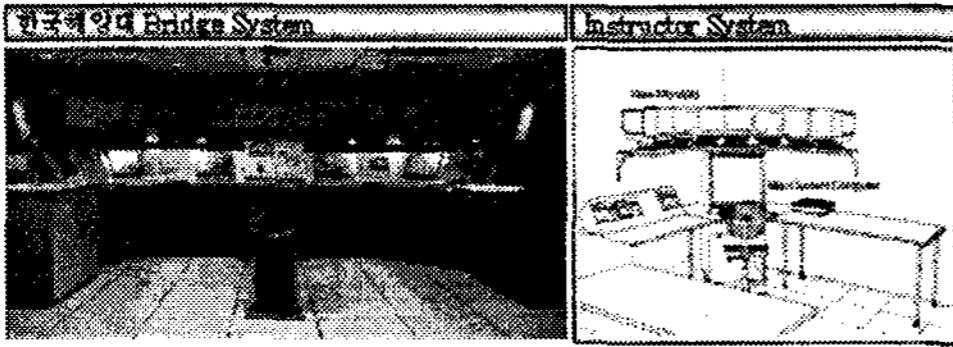
* 중신회원, youngsoo@hhu.ac.kr

** 정회원, ischo@hhu.ac.kr

2. 기관별 보유 선박조종시뮬레이터 조사 분석

선박조종시뮬레이터 개요

- ◆ 가상적 공간에서 선박을 모의 조종하는 장비
- ◆ 주로 입찰형 항로, 항수로, 방파제, 교량 학부 통과 및 항내 선박조종 등 선박 운항에 대한 조종훈련 및 통항안전성관련 연구장비로 이용



3. 해상교량 관련 선박조종시뮬레이션 조사 분석

기관별 시뮬레이션 수행 방법

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

기관명	한국해양대학교	해양수산과학기술진흥원	한국해양연구원	한국해양수산개발원
시뮬레이션 목적	항로, 교량, 방파제 등 해상교량 통과 훈련	항로, 교량, 방파제 등 해상교량 통과 훈련	항로, 교량, 방파제 등 해상교량 통과 훈련	항로, 교량, 방파제 등 해상교량 통과 훈련
시뮬레이션 방법	3차원 가상 공간에서 선박을 모의 조종	3차원 가상 공간에서 선박을 모의 조종	3차원 가상 공간에서 선박을 모의 조종	3차원 가상 공간에서 선박을 모의 조종
시뮬레이션 장비	3차원 가상 공간, 3D 그래픽, 3D 모델링, 3D 애니메이션, 3D 렌더링, 3D 텍스처링, 3D 조명, 3D 카메라, 3D 물리 엔진, 3D 소음 엔진, 3D 입체음향 엔진, 3D 입체영상 엔진, 3D 입체영상 출력 장치, 3D 입체영상 출력 케이블, 3D 입체영상 출력 모니터, 3D 입체영상 출력 헤드셋, 3D 입체영상 출력 컨트롤러, 3D 입체영상 출력 인터페이스, 3D 입체영상 출력 소프트웨어, 3D 입체영상 출력 하드웨어, 3D 입체영상 출력 시스템, 3D 입체영상 출력 플랫폼, 3D 입체영상 출력 애플리케이션, 3D 입체영상 출력 프레임워크, 3D 입체영상 출력 라이브러리, 3D 입체영상 출력 엔진, 3D 입체영상 출력 런타임, 3D 입체영상 출력 배포판, 3D 입체영상 출력 설치 프로그램, 3D 입체영상 출력 사용자 가이드, 3D 입체영상 출력 FAQ, 3D 입체영상 출력 지원 센터, 3D 입체영상 출력 커뮤니티, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객	3차원 가상 공간, 3D 그래픽, 3D 모델링, 3D 애니메이션, 3D 렌더링, 3D 텍스처링, 3D 조명, 3D 카메라, 3D 물리 엔진, 3D 소음 엔진, 3D 입체음향 엔진, 3D 입체영상 엔진, 3D 입체영상 출력 장치, 3D 입체영상 출력 케이블, 3D 입체영상 출력 모니터, 3D 입체영상 출력 헤드셋, 3D 입체영상 출력 컨트롤러, 3D 입체영상 출력 소프트웨어, 3D 입체영상 출력 하드웨어, 3D 입체영상 출력 시스템, 3D 입체영상 출력 플랫폼, 3D 입체영상 출력 애플리케이션, 3D 입체영상 출력 프레임워크, 3D 입체영상 출력 라이브러리, 3D 입체영상 출력 엔진, 3D 입체영상 출력 런타임, 3D 입체영상 출력 배포판, 3D 입체영상 출력 설치 프로그램, 3D 입체영상 출력 사용자 가이드, 3D 입체영상 출력 FAQ, 3D 입체영상 출력 지원 센터, 3D 입체영상 출력 커뮤니티, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객	3차원 가상 공간, 3D 그래픽, 3D 모델링, 3D 애니메이션, 3D 렌더링, 3D 텍스처링, 3D 조명, 3D 카메라, 3D 물리 엔진, 3D 소음 엔진, 3D 입체음향 엔진, 3D 입체영상 엔진, 3D 입체영상 출력 장치, 3D 입체영상 출력 케이블, 3D 입체영상 출력 모니터, 3D 입체영상 출력 헤드셋, 3D 입체영상 출력 컨트롤러, 3D 입체영상 출력 소프트웨어, 3D 입체영상 출력 하드웨어, 3D 입체영상 출력 시스템, 3D 입체영상 출력 플랫폼, 3D 입체영상 출력 애플리케이션, 3D 입체영상 출력 프레임워크, 3D 입체영상 출력 라이브러리, 3D 입체영상 출력 엔진, 3D 입체영상 출력 런타임, 3D 입체영상 출력 배포판, 3D 입체영상 출력 설치 프로그램, 3D 입체영상 출력 사용자 가이드, 3D 입체영상 출력 FAQ, 3D 입체영상 출력 지원 센터, 3D 입체영상 출력 커뮤니티, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객	3차원 가상 공간, 3D 그래픽, 3D 모델링, 3D 애니메이션, 3D 렌더링, 3D 텍스처링, 3D 조명, 3D 카메라, 3D 물리 엔진, 3D 소음 엔진, 3D 입체음향 엔진, 3D 입체영상 엔진, 3D 입체영상 출력 장치, 3D 입체영상 출력 케이블, 3D 입체영상 출력 모니터, 3D 입체영상 출력 헤드셋, 3D 입체영상 출력 컨트롤러, 3D 입체영상 출력 소프트웨어, 3D 입체영상 출력 하드웨어, 3D 입체영상 출력 시스템, 3D 입체영상 출력 플랫폼, 3D 입체영상 출력 애플리케이션, 3D 입체영상 출력 프레임워크, 3D 입체영상 출력 라이브러리, 3D 입체영상 출력 엔진, 3D 입체영상 출력 런타임, 3D 입체영상 출력 배포판, 3D 입체영상 출력 설치 프로그램, 3D 입체영상 출력 사용자 가이드, 3D 입체영상 출력 FAQ, 3D 입체영상 출력 지원 센터, 3D 입체영상 출력 커뮤니티, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객, 3D 입체영상 출력 파트너, 3D 입체영상 출력 공급업체, 3D 입체영상 출력 고객

4. 시뮬레이터 관련 분석 결과

1) 선박조종시뮬레이터 특성 분석

- ▶ 세계적 수준의 FMSS(Full Mission Ship-handling Simulator) 보유
 - Korea Maritime University & Korea Maritime University, 둘과 같은 선진성이 높은 고기능 시뮬레이터 보유
 - 국제적으로 공인된 IMO 수확모델을 이용한 국내 기술기반의 FMSS(한국해양연구원)
- ▶ 해상교량 통항안전성 평가시 FMSS 사용 정착
 - 3차원 영상물 통한 선박운항자의 시각적인 효과 극대화, 교각 통과 같은 장애물들에 대한 선박운항자의 심리적인 부담 해연 가능
- ▶ 시뮬레이터 구성 장비에 대한 표준화 대비
 - 구성 장비, 각종 장비 정비 및 정보시스템에 대한 표준화 필요
- ▶ 기능 및 특성은 유사하지만 사용되고 있는 용어가 통일되지 않음
 - 유사 기능명 용어 통일 필요

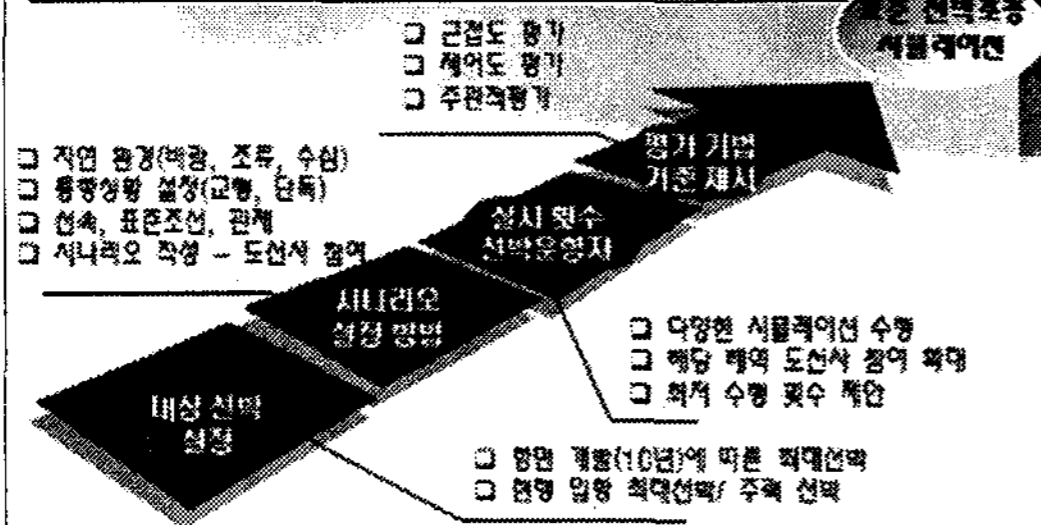
4. 시뮬레이터 관련 분석 결과

2) 선박조종시뮬레이션 보고서 평가 결과

- ▶ 각 연구 기관별 과업수행 과정, 환경 조건 및 시나리오 표준화 필요
 - 같은 교량에 대한 시뮬레이션 수행시 연구기관마다 환경조건(바람, 조류, 수역시설 등) 및 시나리오(주변, 여간, 왕복통행, 역방향통행, 타선 배치 등) 설정이 각각 상이함
 - 차연환경 및 시나리오에 대한 일관성 있는 표준안 수립이 필요
- ▶ 선박운항자 및 수행 횟수에 대한 표준화 필요
 - 각 기관별 선박운항자 선정 및 시뮬레이션 수행 횟수가 상이함
 - 선박운항자의 자격 조건 및 최소 수행 횟수에 대한 표준화 필요
- ▶ 과학적 평가 기법(근접도, 체어도, 주관적평가)에 대한 표준화 필요
 - 기관별 유사한 형태이지만 각기 다른 평가 기법이 채택되어 활용되고 있음
- ▶ 해상교량의 적절성 및 통항안전성 판정 기준 확립 필요
 - 환경조건 시나리오 선박운항자에 따라 평가 결과가 상이함
 - 해상교량의 적절성 및 통항안전성 판정 기준 부재

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

선박조종시뮬레이션 표준화에 따른 통항안전성 평가 기준 정리



5. 선박조종시뮬레이션 표준안

1) 대상 선박의 표준화

- 기준 : IMO 조종 성능 만족
- 연령 : 통항 최대 선박 또는 항만 개발 계획에 따른 통항 예상 최대 선박
- 주요 항만시설이 존재 할 경우
 - ⇒ 향후 10년 이후 출현 가능한 선박
- 항만 개발이 없는 경우
 - ⇒ 최대 통항 선박
- 해상 구조물 유무 선박 등 특수 선박의 고려

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

2) 시나리오 표준화-1

자연 및 환경 조건의 표준화

- 바람: 풍속 - 해당 항만의 입출항 한계 풍속 또는 14m/s 미만
 풍향 - 해당 항만의 선박조종에 가장 불리한 방향
- 조류: 최강성조류, 최강낙조류
- 수심: 현행 해도상의 수심 또는 준설 예정 수심(물수+10%)
- 안개: 해당 항만의 입출항 제한 한계치
- 파랑: 최근 5년간 항내 평균 파고 및 선박조종에 불리한 파랑

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

2) 시나리오 표준화-2

통행 방법 및 환경 설정 표준화

- 통행형태: 해상교량 여부에서 양방통행 조건
- 통행규제: 해당 해역의 각종 통행 규제 준수
- 시뮬레이션 시작 및 종료: 해상교량으로 인한 영향이 배제될 수 있는 충분한 위치를 선정, 초기 및 종료 선속과 정박은 일반적인 통행선박의 특성 고려 설정
- 예선시용 적수: 해당 항만 예선 운용 세척 적용
- 표준조선편: 현지 교동조사 결과 반영 또는 해상어용자 의견 반영

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

3) 선박조종시뮬레이션 선박운항자 및 시행 횟수

통행안전성 평가(교량 여부 통행 시뮬레이션)

- 선박운항자: 도선사 30% 이상
- 시행회수: 주간 입출항 각 3회, 야간 입출항 각3회, 시정제한 1회(입출항), 긴급고장 1회(입출항)

침어안전성 평가(교량 통과 후 부두 접근)

- 선박운항자: 도선사 40% 이상
- 시행회수: 주간 침어안 각 3회, 야간 침어안 각3회

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

4) 선박조종시뮬레이션 평가 기법

- 근접도 평가: 통행에 지장을 초래하는 장애물과의 최근접 통행 거리를 기초로 산출한 중립(침범)확률을 제시
 - 평가기준: 충돌확률 최소 10^{-4} 이하
- 제어도 평가: Engine & Rudder 평균 사용량과 여유제어량을 산출하여 제시
 - 평가기준: 여유제어량 30%
- 주관적 평가: 선박운항자가 심리적으로 느끼는 부담 또는 위험도를 7단계로 분류하여 의견 수렴 후 결과 제시
 - 평가기준: 위험도 -2.0

총합 평가: 침범확률 10^{-4} 만족 + 여유제어도 30% 이상 + 주관적 평가 -2.0(위험) 이하

주관적 평가 기법

선박운항자에게 시뮬레이션 종료 후 선박 조종 근관도 및 위험도 등과 관련된 설문 조사 실시

주관적 평가	Rating Scale
조종자가 느끼는 심리적 위험감 (교량 통과)	-3: 아주 위험하다 -2: 위험하다 -1: 약간 위험하다 0: 위험하지도 안전하지도 않다. +1: 약간 안전하다 +2: 안전하다 +3: 아주 안전하다
조종자가 느끼는 조종 곤란도	-3: 선박을 조종하기가 아주 어렵다 -2: 어렵다 -1: 약간 어렵다. 0: 어렵지도 쉽지도 않다. +1: 약간 쉽다 +2: 쉽다 +3: 아주 쉽다

평가 기준: 위험도 -2.0

5. 선박조종시뮬레이션 표준안

해상교량 안전성 평가 및 검증

표준화

- 해상선박
- 시뮬레이션
- 시나리오
- 평가방법