

# 제주 민군복합형 관광미항 크루즈 선박조종시물레이션

† 이동섭

† 한국해양수산연수원 운항교육팀 교수

**요약** : 2013년 11월 27일 구성된 제주 민군복합형 관광미항 크루즈 선박조종 시물레이션 시현 TF팀은 2013. 1. 17~18일 한국해양과학기술원에서 3차원 다기능 선박조종시물레이터(Full Mission Ship-Handling Simulator)을 이용하여 도선사 4명이 주, 야간 및 입선, 출선자세 접안 16개 시나리오를 가지고 시물레이션을 실시하였으며, 평가 기법은 “해사안전법”의 해상교통안전진단 시행지침(국토해양부 고시 제2012-129호(2012.3.21.)), 해상교통시스템 적정성 평가(선박조종시물레이션, 통항안전성 및 접·이안안전성 평가)를 준용하였다. 시물레이션 평가 결과 근접도에 따른 충돌[침범] 확률이  $10^{-4}$ 미만이고, 운항자[주관적] 평가의 결과가 평균 -2.0 이하로 해상교통환경 변화에 따른 통항안전성 및 접이안 안전성 확보가 가능하다고 평가되었다.

**핵심용어** : 다기능 선박조종시물레이터(Full Mission Ship-Handling Simulator), 해사안전법, 해상교통안전진단 시행지침, 근접도 평가, 제어도 평가, 운항자 주관적 평가



### 1. 시물레이션 계획

#### 대상선박 Thruster

항목	실제 선박	모델링 선박
Thruster Bow	3 × 4,352HP	Bow : 3 × 4,352HP
(Kw) X1.36 Stern	2 Fixed pods × 29,240HP, Stern : 2 추진기 × 29,240HP =HP)	2 Azipods × 29,240HP
		2 Thruster × 29,240HP

\* 원형함 면적 : 13,915㎡

#### 기타 설정

선박 운항자 판단에 의해 3,500마력급 예선 2척 사용  
 계류부두 이용방법 : 남방파제 1척 접안 상태에서 서방파제 부두 좌/우현 접안

### 1. 시물레이션 계획

- 수행기관 : 제주 민군복합형 관광미항 크루즈 선박조종 시물레이션 시현 TF팀
- 수행기간 : 2012. 11. 27. ~ 2013. 01. 31.
- 사용장비 : 한국해양과학기술원 3차원 Full Mission Ship-Handling Simulator
- 시물레이션 평가 기법 기준 : “해사안전법”의 해상교통안전진단 시행지침, 국토해양부 고시 제2012-129호(2012.3.21.), 해상교통시스템 적정성 평가(선박조종시물레이션, 통항안전성 및 접·이안안전성 평가)를 준용

- 바 렬 : 풍속 27노트, 풍향 NE(좌현접안)/SW(우현접안)
- 조 류 : 부두 완공 후 조류 수치시물레이션 결과 반영(최강 청/낙조류)
- 입항항로 : 변침각 약 30°
- 수 심 : 평균 약 15m
- 파 고 : 항외 1.5m, 항내 0.5m

### 2. 시물레이션 시나리오

주간(입항) : 8회(좌현접안4회, 우현접안4회)

No.	풍속	풍향	조류	파고	접안자세	수행 횟수
D-1	27knots	NE	최강장조	항외 1.5m 항내 0.5m	좌현접안 (임선접안)	4회
D-2		SW	최강낙조	항외 1.5m 항내 0.5m	우현접안 (출선접안)	4회

\* 시나리오의 의미는 주간상황임

야간(입항) : 8회(좌현접안4회, 우현접안4회)

No.	풍속	풍향	조류	파고	접안자세	수행 횟수
N-1	27knots	NE	최강장조	항외 1.5m 항내 0.5m	좌현접안 (임선접안)	4회
N-2		SW	최강낙조	항외 1.5m 항내 0.5m	우현접안 (출선접안)	4회

\* 시나리오의 의미는 야간상황임

† 교신처 : 중신회원 dslee@seaman.or.kr

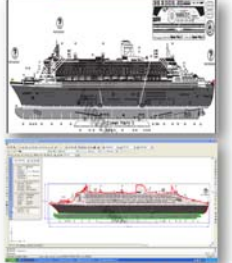
## 2. 시뮬레이션 시나리오

### 모델링 선박

#### 모델링선박



#### 선박도면



2013년도 준계역술대회 \* 자료출처 Significant Ships of 2003

한국해양수산연수원

## 3. 시뮬레이션 결과분석

### 누적향적도(좌현점안)

Case	선박	내용	바람 (knots)	조류	파고 (m)	운항 조건
D-1	15만 GT급 크루즈선	입항	NE/27	최강 창조류	항외 1.5m 항내 0.5m	주간 입항 (입선지제)



2013년도 준계역술대회

한국해양수산연수원

## 3. 시뮬레이션 결과분석

### 기술기준

- “해상교통안전진단 시행지침”, <별표 3> 안전진단항목별 기술기준 **준용**
- 3. 해상교통시스템 적정성 평가(선박조종시뮬레이션)
  - 가. 통항안전성 및 접·이안 안전성 평가
    - 1) 근접도 평가
      - 근접도 평가는 통항에 지장을 초래하는 장애물과의 최근접 통항거리를 기초로 산출한 충돌[침범]확률 및 통항 선박과의 이격거리 (최소, 평균 및 표준편차) 제시
    - 2) 제어도 평가
      - 제어도 평가는 대상선박이 사용한 타각과 엔진에 대한 평균 사용량과 여유제어량을 산출하여 제시
    - 3) 운항자(주관적) 평가
      - 선박조종 시뮬레이션을 실시한 선박운항자가 안전진단대상업무로 인하여 느끼는 심리적 부담 또는 위험도를 다음의 7단계 중에 평가하도록 하여 개인별 평가치를 평균한 값으로 제시

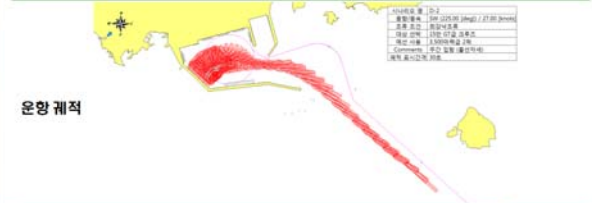
2013년도 준계역술대회

한국해양수산연수원

## 3. 시뮬레이션 결과분석

### 누적향적도(우현점안)

Case	선박	내용	바람 (knots)	조류	파고 (m)	운항 조건
D-2	15만 GT급 크루즈선	입항	SW/27	최강 낙조류	항외 1.5m 항내 0.5m	주간 입항 (출선지제)



2013년도 준계역술대회

한국해양수산연수원

## 3. 시뮬레이션 결과분석

### 운항자(주관적)평가

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
상당한 위험이 존재함	위험	약간 위험	안전하지도 위험하지도 않음	약간 안전	안전	확실한 안전이 보장됨

### 종합평가

- 이상의 3가지 평가 방법에 대한 종합 평가 제시
- ① 근접도에 따른 **충돌[침범] 확률이 10% 미만**이고, 운항자[주관적] 평가의 **결과가 평균 -2.0 이상인 경우** 해상교통환경 변화에 따른 **통항안전성 및 접이안 안전성 확보가 가능하다고 평가**한다. 다만, 위의 3가지 방법 이외에 과학적이고 객관적인 평가기법을 이용하여 안전성을 평가할 수 있는 경우는 이에 대한 타당성 있는 자료를 제시하여야 한다.
  - ② 종합평가 결과가 앞에서 기술한 **기준을 만족하지 않는 경우**(안전진단 대상사업이 직접적인 원인이 아닌 지리적인 특성이나 해상교통흐름 특성 등에 의해 기인된 결과라도 **해상교통환경 변화로 인한 통항안전성 및 접이안 안전성에 문제가 없을**을 검증할 수 있는 객관적인 입증자료 제시

2013년도 준계역술대회

한국해양수산연수원

## 3. 시뮬레이션 결과분석

### 누적향적도(좌현점안)

Case	선박	내용	바람 (knots)	조류	파고 (m)	운항 조건
N-1	15만 GT급 크루즈선	입항	NE/27	최강 창조류	항외 1.5m 항내 0.5m	야간 입항 (입선지제)



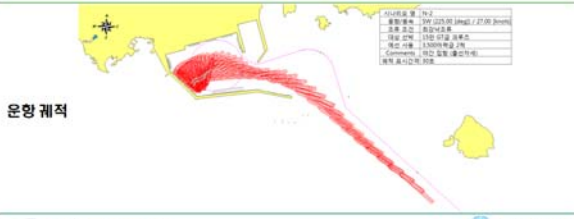
2013년도 준계역술대회

한국해양수산연수원

### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 누적항적도(우현점안)

Case	선박	내용	바람 (knots)	조류	파고 (m)	운항 조건
N-2	15만 GT급 크루즈선	입항	SW/27	최강 낙조류	항외 1.5m 항내 0.5m	야간 입항 (돌산지체)



### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 연구원 종합 의견

최악의 외력조건하에서 돌체부두가 없는 상황을 가정하여 시행

#### 입구부

- 진입속도 높고 방파제와 선박간 이격 거리 짧은 경우 최악의 외력조건하의 압류에 주의

#### 시뮬레이션과 동일현

- 항로환경 및 항로표지 필요

- 야간 조망시설 필요

#### 대형 크루즈입항 점안시

- 예선 2척 (3,500마력) 요구됨

시뮬레이션 시행 및 기술적 평가 등을 기초로 연구원은 다음과 같은 종합 의견을 제시한다.

- ① 같은 시뮬레이션 시행은 최악의 외력 조건하에서 "돌체부두"가 없는 상황을 가정하여 시행하였으므로, 향후 대형 크루즈가 입항 할 경우 최악의 외력 조건하에서는 돌체부두가 없는 조건일 경우 입구부두의 침몰로 인한 파고, 항로에 대한 안전 확보에 대한 문제가 있으므로, 최악의 외력 조건하에서는 항만에 입항할 때는 초박은 입항에 주의할 필요가 있음
- ② 시뮬레이션 조건과 동일한 항로 환경 및 항로표지가 필요한 항만 내의 야간 조망시설도 시뮬레이션 환경과 동일하게 설계 및 평가되어야 함
- ③ 대형 크루즈가 입항 할 경우 예선 2척(3,500마력)이 요구됨

연구원 인 성 수 연구원 이 총 직 책임연구원 서 동 일

### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 도선사 종합의견

시뮬레이션 시행 결과 **전반적으로 안전함 함판으로 판단됨**

단, 조선자의 주의사항은 다음과 같음  
- 최악 조건일 경우 항 입구의 압류에 주의 요함  
- 최악 조건일 경우 예선 2척의 지원이 필요함

**현재의 항만 조건하에서는 선외에 전이 문제가 없음**

적절한 야간 조명이 유지될 경우, 주·야간의 난이도 차이는 크지 않음

제1회 한국해양술대회 순계역술(시뮬레이션)시험 시뮬레이션 종합 의견

도선사 종합의견

- 시뮬레이션 시행 결과 전반적으로 안전함 함판으로 판단됨
- 단, 조선자의 주의사항은 다음과 같음  
- 최악 조건일 경우 항 입구의 압류에 주의 요함  
- 최악 조건일 경우 예선 2척의 지원이 필요함
- 현재 항만 조건하에서는 선외에 전이 문제가 없음
- 적절한 야간 조명이 유지될 경우, 주·야간의 난이도 차이는 크지 않음

### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 연구원 기술적 평가

수행한 총 16회의 선박조종시뮬레이션 시험 결과를 정리하면 다음과 같음

**모든 충돌이나 접촉과 같은 특이사항 없이 안전하게 방파제 통과 후 점안**

남방파제 끝단에서 계속한 근접도 결과 **모두 10<sup>-4</sup> 미만으로 근접도 평가기준 만족**

여유제어역이 50%이상 확보로 **평가기준 만족**

선박운항자의 주관적 평가의견 분석결과 **평균값이 -2.0 이상으로 주관적평가 기준 만족**

종합적 근접도, 제어도 및 운항자 주관적 평가기준: **만족**

선박조종시뮬레이션 시험 종합 평가

평가 및 채우기가 무리한 도선사 4인이 명세 명세서에 의거한 시험을 통해 평가된 결과, 주·야간 입항 시험을 위한 근접도, 항로에 대한 안전 확보에 대한 문제가 있으므로, 최악의 외력 조건하에서는 항만에 입항할 때는 초박은 입항에 주의할 필요가 있음

- ① 총 16회 시뮬레이션 결과 모두 충돌이나 접촉과 같은 특이사항 없이 안전하게 방파제 통과 후 점안됨
- ② 남방파제 끝단에서 계속한 근접도 결과 모두 10<sup>-4</sup> 미만으로 근접도 평가 기준을 만족함
- ③ 입항 및 항만에 입항할 때 여유제어역이 50% 이상 확보되어 안전도 평가 기준을 만족함
- ④ 선박운항자의 주관적 평가의견 분석 결과, 주·야간 입항 및 항만에 입항할 때 항로에 대한 안전 확보에 대한 문제가 있으므로, 최악의 외력 조건하에서는 항만에 입항할 때는 초박은 입항에 주의할 필요가 있음
- ⑤ 종합적 근접도, 제어도 및 운항자 주관적 평가기준: 만족

· 주관적 평가의견 분석 결과  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
· 주관적 평가의견: 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08