

# 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 (입선접안)	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 (입선접안)	4회
N-2		SW	최강낙조	항외 1.5m 항내 0.5m	우현접안 (출선접안)	4회

\* 시나리오의 의미는 야간상황임

† 교신처 : 중신회원 dslee@seaman.or.kr

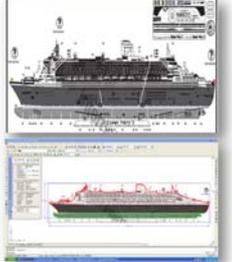
## 2. 시뮬레이션 시나리오

### 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)
  - 통항안전성 및 접·이안 안전성 평가
    - 근접도 평가
      - 근접도 평가는 통항에 지장을 초래하는 장애물과의 최근접 통항거리를 기초로 산출한 충돌[침범]확률 및 통항 선박과의 이격거리 (최소, 평균 및 표준편차) 제시
    - 제어도 평가
      - 제어도 평가는 대상선박이 사용한 타각과 엔진에 대한 평균 사용량과 여유제어량을 산출하여 제시
    - 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
- 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.
  - 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 동일한 항로 환경 및 항로표지가 필요  
- 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 조건에서 "돌체부두"가 없는 상황을 가정하여 시행하였으므로, 향후 대형 크루즈가 입항 할 경우 최악의 외력 조건하에서는 돌체부두가 없는 조건일 경우 입구부두의 길증후가 있고, 입항에 선형 선형의 길증후가 없으므로, 최악의 외력 조건하에서는 항만에 입항 할 때는 초선사는 입항에 주의할 필요가 있음
- ② 시뮬레이션 조건과 동일한 항로 환경 및 항로표지가 필요한 항만 내의 야간 조망시설도 시뮬레이션 환경과 동일한지 점검 할 필요가 있음
- ③ 대형 크루즈가 입항 할 경우 예선 2척(3,500마력)이 요구됨

연구원 일 일 수 연구원 기 총 직 책임연구원 기 일 일

*[Signatures]*

### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 도선사 종합의견

- 시뮬레이션 시행 결과  
**전반적으로 안전함 함만으로 판단됨**
- 단, 조선사의 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 한국해양수산연수원 선박조종시뮬레이션 시험  
도선사 종합 의견

도선사 종합 의견

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

유재환 이노석 양승관 김민준

*[Signatures]*

### 3. 시뮬레이션 결과분석

#### 연구원 기술적 평가

- 수행한 총 16회의 선박조종시뮬레이션 시험 결과를 정리 하면 다음과 같음
- 모든 충돌이나 접촉과 같은 특이사항 없이 안전하게 방파제 통과 후 점안**
- 남방파제 끝단에서 계속한 근접도 결과 **모두 10' 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 명세에 유익한 면과 단점 등을 파악하여 선박 조종에 가장 큰 영향을 미치는 조건을 명세하여 수 실행한 총 16회(수준 8회, 예선 8회)의 선박조종시뮬레이션 시험 결과 를 정리하면 다음과 같음.

- ① 총 16회 시뮬레이션 전체 모두 충돌이나 접촉과 같은 특이사항 없이 안전하게 방파제를 통과 후 점안됨
- ② 남방파제 끝단에서 계속한 근접도 결과 모두 10' 미만으로 근접도 평가 기준을 만족함
- ③ 입항 및 항만에 진입하여 시뮬레이션 하에서 시뮬레이션 기초로 인한 항만 여유제어역이 50% 이상 확보되어 제어도 평가 기준을 만족함
- ④ 선박운항자의 주관적 평가의견 분석 결과, 주·야간 조망 및 항만 환경의 평가결과 2.0 이상으로 주관적 평가 기준을 만족함 (주·야간 및 해-육상 상호 비교 결과, 주간보다는 야간, 입항보다는 항만 내의 평가가 높게 나타났다)

\*주관적 평가(평균): 동양만항 -0.13, 동양만항 -0.08  
주월 만항(평균): 동양만항 -0.33, 동양만항 -0.08  
\*야간 주관적 평가(평균): 동양만항 -0.36, 동양만항 -0.08  
주월 만항(평균): 동양만항 -0.33, 동양만항 -0.08  
⑤ 제1회 종합적으로 근접도, 제어도 및 운항자 주관적 평가 기준을 만족함