

# 경인아라뱃길 영종대교 및 접근항로 해상교통안전진단에 관한 연구

박 영수\* · 이 윤석\*\* · 윤 귀호\*\*\* · 문 성배\*\*\*\* · † 김 세원

\* \*\* \*\*\* 한국해양대학교 운항훈련원 교수, \*\*\*\* † 한국해양대학교 항해학부 교수

**요 약 :** 경인아라뱃길 인천터미널 및 서해갑문 접근항로와 영종대교 부근 통항안전성 검증과 보안을 위하여 북측 만곡부 수역의 확장 필요성을 위하여 선박조종시물레이션을 위주로 한 해상교통안전진단을 실시하였으며 이에 대한 해상교통 안전대책을 제시하였다.

**핵심용어 :** 경인아라뱃길, 통항안전성, 만곡부, 선박조종시물레이션, 해상교통안전진단

**경인 아라뱃길 영종대교 및 접근항로  
해상교통 안전진단에 관한 연구**

2012. 06. 21(목)

**한국해양대학교**  
박영수, 김세원, 이윤석, 윤귀호, 문성배

1. 안전진단의 개요

**1.3 진단 내용**

- 교통안전대책**
  - 전문가 의견의 수립 및 분석
  - 안전추약요소 파악 및 대책 수립
- 교통현황 평가**
  - 해상교통량 현황분석(해상교통량 추정)
  - 해상교통 혼잡도 분석
  - 선박조종시물레이션 평가
- 교통환경 조사**
  - 해상교통로물 실태조사
  - 해상교통환경 특성분석 및 해상교통부 견단
- 자료 수집/분석**
  - 대 상해역에 대한 선형연구자료 조사
  - 자연환경 조사

1. 안전진단의 개요

**1.1 안전진단의 목적 및 대상역역**

- 1. 경인아라뱃길 인천터미널 및 서해갑문 접근항로 및 영종대교 통항안전성 검증과 보안
- 2. 북측 만곡부 수역의 확폭 필요성 검증을 위한 선박조종시물레이션 수행
- 3. 해상교통안전진단 결과 제시

2. 해상교통환경 조사분석

**2.1 해상교통 환경조사**

▶ 영종대교

- 총길이 4,420m, 교량너비 35m, 주탑높이 107m, 교각 수 49개, 뿔하고 35m
- 주탑로부에 건설된 현수교는 도로·철도 병용 3차원 자정식 현수교
- 현재의 충돌방지공은 선박 2,500 G/T(약 4,200 DWT), 선속 4.3노트의 강도로 설치됨
- 최대크기(10,000 DWT)의 선박용량으로 충실설치 예정임

\* 중신회원) youngsoo@hhu.ac.kr

† 교신저자 중신회원 kimsu@hhu.ac.kr

### 3. 양로설계기준 검토

#### 3.1 양로설계 검토 대상선박 제원

구분	전장(m)	선폭(m)	흘수(m)	선속(knots)	입진대수
개념설계 선박(1250 TEU급)	120.4	15.9	4.5	13.0	1기
<b>** 컨테이너선박(10,000 DWT급)</b>	<b>135.0</b>	<b>21.0</b>	<b>7.4</b>	<b>20.0</b>	<b>1기</b>
<b>** 일반 화물선(7,500 DWT급)</b>	<b>120.0</b>	<b>20.0</b>	<b>6.5</b>	<b>10 ~ 13</b>	<b>1기</b>
자동차 운반선(7,000 GT급)	140.0	22.0	6.5	14.0	1기
해사바지선(2,250 m³ 급)	135.0	16.0	4.5	8 ~ 12	1기
해사바지선(7,500 m³ 급)	80.0	26.0	4.0	8 ~ 12	1기
한강르네상스여객선(5,000 GT급)	128.0	20.0	4.5	20.0	2기
연안여객선(2,000 GT급)	83.0	15.6	4.0	24.0	1기
요트(중형)	11.0	3.8	1.2	35.0	2기
어선(30 GT급)	20.0	5.0	2.0(깊이)	10 ~ 15	1기

✓ 시뮬레이션 대상선박 : 10,000 DWT 컨테이너선, 7,500 DWT 일반화물선

### 5. 예상교통혼잡도 평가

#### 5.1 장래 예상물동량 추정

구분	단위	예상 물동량		
		2011년	2030년	2030년
컨테이너	TEU	294,000	575,000	833,000
로켓	TON	6,325,000	7,207,000	10,009,000
물고자물량	MT	266,000	367,000	475,000
출입재	TON	487,000	532,000	570,000
여객	명	112,883	117,066	119,868

  

구분	흘수(G/T)	전장(m)	선박별 최대적재능력
컨테이너선	7,000	120.4	250 TEU
보타선	2,500	양자시 90.0, 음자시 150.0	DWT 8,000 TON
자동차선	7,000	140.0	자동차 400 대
일반화물선	4,000	120.0	DWT 8,000 TON
어선	5,000	128.0	400 명

### 3. 양로설계기준 검토

#### 3.2 양로 폭

구분	설계 기준	필요 양로 폭 (전장 135m, 선폭 21m)	결론 : 10,000 DWT 급 컨테이너선 기준으로 영종대교 주경간의 양로폭 200m 단독 동행 시에는 PIANC, 미국, 일본 및 한국의 양로설계 지침을 만족, 교행 시에는 미국의 기준만 만족함	
양북 양로	PIANC	8 ~ 15B		168 ~ 315
	미국	54 ~ 85B		1134 ~ 1785
	일본, 한국	15 ~ 20L		2025 ~ 2700
국토해양부 해상교 량 설계기준인	25L	3375		
양도 양로	PIANC	5 ~ 10B		<b>105 ~ 210</b>
	미국	28 ~ 82B	<b>58.8 ~ 1302</b>	
	일본, 한국	0.5 ~ 1.0L	<b>87.5 ~ 1350</b>	

### 5. 예상교통혼잡도 평가

#### 5.5 시간당 평균 예상교통혼잡도

선속 (kts)	상용교통량 (척/하)	1?연산교통량영역 척/하			교통 혼잡도		
		2011년	2020년	2030년	2011년	2020년	2030년
6	11.81				50.31% (59.24%)	55.11% (66.43%)	64.01% (79.78%)
8	15.75	5.94 (7.00)	6.51 (7.85)	7.56 (9.42)	37.73% (44.43%)	41.33% (49.82%)	48.01% (59.84%)
10	19.69				30.19% (35.54%)	33.06% (39.86%)	38.40% (47.87%)

✓경인 아라뱃길 접근양로는 선속이 비교적 낮은 환경에서도 최대 79.78%로 분석되어, 예상교통량으로 인한 직접적인 혼잡은 발생하지 않을 것으로 판단됨  
 ✓2020년 대비 2030년 대비 비교하면 물동량 증가로 인한 입항 선박의 척수 증가로 예상교통혼잡도가 13%(6knots의 경우) 수준 정도 증가할 것으로 분석됨

### 4. 예상교통 조사분석

#### 4.3 양적조사 분석

〈선박 항적(레이더 관측)〉

- 전체 선박의 항적을 전자해도 위에 누적 항적을 표시한 것으로 통항이 빈번한 영역의 항적이 중첩되어 있음
- 강화도 동쪽에 위치한 대영항, 경인 아라뱃길 사업지, 인천 북항 항만배후단지 예정지를 기점으로 통항하는 주요 항적패턴이 존재
- 영종대교 서쪽 통항로가 동쪽 통항로에 비해 통항이 빈번한 것을 확인

〈GICOMS 선박 항적(31일간)〉

### 6. 선박조중시뮬레이션

#### 6.2 대상선박 모델링

7,500 DWT급  
일반 화물선

+ 전장 : 120.0m  
+ 선폭 : 20.0m  
+ 흘수 : 6.5m

7000TEU(10,000 DWT급)  
컨테이너선

+ 전장 : 135.0m  
+ 선폭 : 21.0m  
+ 흘수 : 7.4m

6. 선박조중시뮬레이션

6.3 대상역역 모델링 및 시뮬레이션 조건



바 단	종향	입항 : SE 출항 : NW	조류방향과 풍향이 일치하도록 설정하였으며, 항로 변침부에서 횡방향 풍향이 작음하도록 설정
	풍속	약 27 kts	영종대교 통행시 최대 27 kts
조 류	조향	입항 : 336° 출항 : 173°	영종대교 통행시 주로 순조류 설정
	조속	입항 : 2.8 kts 강항조 출항 : 2.8 kts 강낙조	최강 항조, 낙조류의 유속을 영종대교 부근에 적용하고, 나머지 접근구역은 적절히 차감하여 적용
수 심	계곡 수심	시뮬레이션 대상선박의 통행가능 최저수심을 확보한 가항수역으로 설정. 해저전력선 구간은 DL -8.0m로 설정	

7. 전문가 의견수렴 및 결안

7.1 전문가 의견 수렴 결과

- ✓도선사의 의견은 영종대교 통항선박의 최대 선속은 약 7~8노트 정도가 적절
- ✓영종대교 부근 통항관리는 인천지방해양항만청, 관제는 경인항VTS센터에서 전담 필요
- ✓영종대교 부근에서 레이더 반사에 의한 에코반생으로 선박탐지에 어려움이 발생하므로 해소방안으로 CCTV설치 필요
- ✓영종대교 통항은 일방통행 원칙 및 추월 금지 필요
- ✓시정주의보(500m 이하) 발표시 선박통제 필요, 최대풍속 15m/s 이상의 강풍주의보 발표시 통항금지
- ✓영종대교 부근수역의 실제 조류를 관측하여 해도를 포함한 각종 자료에 활용할 필요가 있음
- ✓인천도선사회에서는 북측 만곡부 수역에 지항등 설치시까지 교차점에 등부표 설치 필요성 제기 및 영종대교와 서해감문 사이에서 대상선박의 입출항 시에 타 선박의 통항을 통제해 줄 것을 요청
- ✓가침도 입항시 예선이 만선상태의 모래바지를 견착 항해하고, 부두에서 출항시 공선상태로 선미 예인상태로 항해

6. 선박조중시뮬레이션

6.10 시뮬레이션 증압 결과 분석(기존안)

- 1) 기존안 관련 한국해대 시뮬레이터 사용의 보고서(2009년)와의 내용 차이점 분석
  - 시뮬레이터가 12년 전의 것으로 최신기준에 비하여 소프트웨어 구성 및 성능면에서 차이가 있었던 것으로 사료됨(2010년 후반기 전면 교체함)
  - 1만 DWT급 선박의 선형의 차이에서 조종성능 및 결과의 차이 발생하는 것으로 사료됨 [한국해대: 121.4 x 20.8 x 6.0 m, 해안연구원: 135.0 x 21.0 x 7.4m]
  - 제작사에 따른 모델선박의 미세한 조종성능 차이가 최강 외력상태에서 결과값에 크게 영향을 미친 것으로 판단됨
  - 입출항에 있어서 강조류(2.8노트)의 역조상태 보다는 **순조상태에서 훨씬 선박통행이 어렵고, 경인항 출항동향보다는 입항동향이 수월한 것으로 분석됨**
  - **출항시 우연적으로 심하게 압류되어 영종대교 부근 항로경계에 근접하는 상황이 발생하므로 만곡부 확폭을 통하여 출항 직선거리 확보가 필요하고, 예선을 충분히 사용하는 방안의 검토가 필요**

8. 영종대교 주변 통항안전성 향상 방안

8.1 영종대교 통항안전성 향상 방안

- ❖최악의 기상조건(바람 NW 27노트, 조류 SE 2.8노트)에서 출항시에는 예선을 영종대교의 안전통항이 확보되는 지점(직선침로 점침)까지 이용권고
- ❖모래바지선 등의 통항을 위하여 만곡부에 등부표를 설치하지 않을 시에는 출항선을 위한 도등 또는 지항등이 다니물도에 설치될 때까지 남측과 북측의 항로연장 교점에 등부표를 설치권고
- ❖통항 조종에 가장 큰 영향을 미치는 요소인 조류상황을 실시간으로 파악할 수 있도록 조류정보 전광판을 경인항 컨테이너 터미널 부근과 영종대교 부근에 설치하는 것이 안전통항에 크게 기여.
- ❖ 조류신호 전광판 설치 이전에는 조류정보를 경인항VTS센터에서 통항선박에 제공필요
- ❖최악의 기상조건에서 대상선박이 서해감문 입구에서 영종대교 부근수역 사이를 입출항할 때, 경인항VTS센터를 통하여 타 선박들의 통항통제 필요
- ❖ 북측 만곡부 부근에 등부표 NO.13(동방위표지)을 다니물도와 함께 증시선으로 활용
- ❖모래바지선들의 거침도 입출항시에 가능한 활용공간 확보 필요

6. 선박조중시뮬레이션

6.14 시뮬레이션 증압 결과 분석

- 변경안도 최악의 환경조건(풍력 27노트, 최강 순조류)에서 항로 경계쪽으로 심하게 압류될 가능성이 높으므로 **충분히 유의하여 통항하여야 함**
- **영종대교 교각 및 부근수역의 입출항에 있어서 강조류(2.8노트)의 역조상태 보다는 순조상태에서 훨씬 선박통행이 어렵고, 경인항 출항동향보다는 입항동향이 수월한 것으로 분석됨**
- 시정제한조건(시정 0.5 mile)에서 출항할 경우, 최강낙조류 상황에서 항로 변침 후 **우연적으로 심하게 압류되어 영종대교 부근 항로경계에 근접하는 상황이 발생하므로 출항을 자제하는 것이 안전통항에 도움이 되고, 순조류 1.5노트(최강조류의 50%) 이하에서 출항할 것을 권고함**
- 선박조중시뮬레이션의 운항자수 결과 분석에서는 입항시의 여유제어력이 출항시보다 높은 것으로 분석되었으며, **최악의 환경조건에서도 충분한 조타력 및 엔진 제어력을 확보할 수 있는 것으로 분석됨**
- 운항자의 주관적 운항난이도에서는 영종대교 및 부근수역에서 최악의 환경조건에서도 통항이 가능한 것으로 분석됨