

경인항 인천갑문 입출거시 예선사용기준에 관한 연구

† 김 중성, *김세원, **박영수 · 윤귀호, 김종관

† 한국해대 운항훈련원교수, *한국해대 교수, **한국해대 운항훈련원 교수, 한국해대 대학원생

요 약 : 경인 아라뱃길이 2011년 10월 개장을 앞두고 있다. 경인 아라뱃길이 시작되는 경인항 서해갑문 입출거시 예선사용기준에 대한 연구는 선박운항의 경제성 측면에서 매우 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다. 통상 선박의 크기(톤수)에 따른 예선의 소요마력 및 사용 척수는 대상선박의 크기, 모양, 접근수로, 부두시설의 위치 및 종류, 기타 환경조건 등의 영향을 받으며, 선체에 작용하는 수면상부의 풍압력과 수면하부의 유압력을 고려하여 규정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내의 예선 규정 및 대상선박에 대한 예선 조종시뮬레이션을 통하여 경인항 서해갑문 입출거시 사용되는 예선의 기준을 설정하였다.

핵심용어 : 경인 아라뱃길, 인천갑문, 예선 사용 기준, 예선 규정, 예선 조종시뮬레이션

경인항 인천갑문 출거시 예선 사용 기준

경인항 인천갑문 출거시 예선 사용 기준에 관한 연구



2011. 6.10 김 중 성, 김 종 관

경인항 인천갑문 출거시 예선 사용 기준

1. 예선의 중 소요마력 산출을 위한 전제조건

- ❖ 비람, 조류, 접근속력에 따른 풍압력 및 유압력 고려
- ❖ 안벽 전방 적당인 거리(예, 80~150m)에서 선체 정지 후 안벽과 평행하게 접근
- ❖ 선박 정방향 이동 대기속력은 최대 0.15m/s
- ❖ 비람, 조류 등 입력은 실제 계산 입력의 1.5배

$$Y = (Y_a + Y_w) \times 1.5$$
- ❖ 예선 엔진력은 11ton/1,000HP

- 풍압력
- 조류 1.0 kts
- 횡이동(접안) 유압력

경인항 인천갑문 출거시 예선 사용 기준

3. 서해갑문(출항) 예선 사용 기준

| 구 분 | 예선 사용 기준 | | |
|-----------------------|----------|----------|-----|
| | 소요마력 | 사용마력 | 척 수 |
| 컨테이너선 (250TEU급) | 1,400 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 자동자 운반선 (7,000GT급) | 1,612 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 일반화물선 (4,000GT급) | 1,318 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 컨테이너선 (1,000TEU급) | 3,388 | 1,000 마력 | 2 척 |
| | | 1,500 마력 | 1 척 |

경인항 인천갑문 출거시 예선 사용 기준

5. 서해갑문(출항) 예선 사용 기준

| 구 분 | 예선 사용 기준 | | |
|-----------------------|----------|----------|-----|
| | 소요마력 | 사용마력 | 척 수 |
| 컨테이너선 (250TEU급) | 814 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 자동자 운반선 (7,000GT급) | 1,162 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 일반화물선 (4,000GT급) | 1,004 | 1,000 마력 | 2 척 |
| 컨테이너선 (1,000TEU급) | 2,188 | 1,000 마력 | 1 척 |
| | | 1,500 마력 | 1 척 |

† 주저자 (중신회원) kjsung@hhu.ac.kr, * 교신저자 (중신회원) swkim@hhu.ac.kr

** 공동저자 (회원) youngsoo@hhu.ac.kr, captyun@hhu.ac.kr, tgj@chol.com

경인항 인천급은 출거시 예선 -국내항 예선운용

| 급 | 목적 | 목적 | 출선 | 부선 | 역선 | 관양 |
|------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| 1,000 G/T | 1,000마력 1척 | 1,000마력급 1척 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 저속 1척 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 1,000마력 퇴선 / 2,000마력 퇴선 |
| 1,500 G/T | | | | | | |
| 2,500 G/T | | | | | | |
| 3,000 G/T | 1,000마력 2척 / 2,000마력 | | | | | |
| 5,000 G/T | 1,000마력 1,500마력 각 1척 / 2,500마력 | 1,000 - 2,000마력 2척 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 저속 1척 / 용이 1척 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 |
| 6,000 G/T | | | | | | |
| 8,000 G/T | | | | | | |
| 10,000 G/T | 1,000마력 2,000마력 각 3척 / 3,000마력 | 1,000 - 2,000마력 3척 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 저속 2척 | 2,000마력급 / 4,000마력 퇴선 | 1,000마력급 / 2,000마력 퇴선 |
| 14,000 G/T | | | | | | |
| 15,000 G/T | 2,000마력 2척 / 7,000마력 | | | | | |
| 20,000 G/T | 2,000마력 2,000마력 각 1척 / 7,000마력 | | | | | |
| 30,000 G/T | | | | | | |

경인항 인천급은 출거시 예선 -국내항 예선운용

| 급 | 목적 | 출선 | 대선 | 보행 | 통계 |
|------------|--|--|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1,000 G/T | 1,000마력급, 2,000마력급 / 2,000마력 퇴선 | 1,000마력급 / 1,000 - 2,000마력 | 1,000마력급 2척 / 2,000마력 퇴선 | 1,000마력 1척 / 1,000마력 | 2,000마력 1척 / 1,000 - 2,000마력 |
| 1,500 G/T | | | | | |
| 2,500 G/T | | | | | |
| 3,000 G/T | 1,000마력급 2,000마력급 / 2,000 - 3,000마력 | | 1,000마력급 2척 / 2,000마력 퇴선 | 1,000마력 1척 / 1,000마력 | |
| 5,000 G/T | 1,000마력급 2,000마력급 / 2,000 - 3,000마력 퇴선 | 1,000마력급 2,000마력급 / 2,000 - 3,000마력 | 1,000마력급 1척 / 2,000마력 퇴선 | 2,000마력 1척 / 1,000마력 | 1,000마력급 1척 / 1,000 - 2,000마력 |
| 6,000 G/T | | | | | |
| 8,000 G/T | | | | | |
| 10,000 G/T | 1,000마력급 2,000마력급 / 2,000 - 3,000마력 퇴선 | 1,000마력급 2,000마력급 / 2,000 - 3,000마력 퇴선 | 1,000마력급 1척 / 2,000마력 퇴선 | 2,000마력 1척 / 1,000마력 | 1,000마력급 1척 / 1,000 - 2,000마력 |
| 14,000 G/T | | | | | |
| 15,000 G/T | 2,000마력 2척 / 7,000마력 | | | | |
| 20,000 G/T | 2,000마력 2,000마력 각 1척 / 7,000마력 | | | | |
| 30,000 G/T | | | | | |

경인항 인천급은 출거시 예선 사용 기준

7. 파나마 운하 예선운용 현황

DWT 30,000TON 이상

- + 갑문 진출입 : 2척
- + 운하 출입구 : 1척
- + GATUN 호수: 1척 ASSIST

DWT 30,000TON 이하

- + 갑문 진출입 : 2척
- + 게일라드 수로 : 1척

경인항 인천급은 출거시 예선 사용 기준

8.1 예선 시뮬레이션 시나리오

예선 1척 사용 시뮬레이션 시나리오

| 번호 | 입출항 | 대형선박 | TUG 사용 | 바람 (방향/풍속) | 조류 | 수령횟수 | 기타 사항 |
|----|-------|-------------------|------------|------------|----------------|------|---------------|
| 1 | 갑문 입거 | 7000GT급 자동차운반선 | 2,000마력 1척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 | 외곽의 원경조건 (부정) |
| 2 | 갑문 입거 | 8,000GT급 여객선 | 8,800마력 1척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 | - |
| 8 | 갑문 입거 | 7000GT급 자동차운반선 | 1,800마력 1척 | NW/10kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 | - |
| 4 | 갑문 입거 | 280TEU급 R/S 컨테이너선 | 1,000마력 1척 | NW/10kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 | - |
| 합계 | | | | | | 4회 | |

경인항 인천급은 출거시 예선 사용 기준

8.2 예선 시뮬레이션 시나리오

예선 2척 사용 시뮬레이션 시나리오

| 번호 | 입출항 | 대형선박 | TUG 사용 | 바람 (방향/풍속) | 조류 | 수령횟수 |
|----|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 갑문 입거 | 7000GT급 자동차운반선 | 1,000마력 2척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 2 | | | 2,000마력 1척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 8 | | | 1,800마력 1척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 4 | | | 2,000마력 1척 | NW/28kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 5 | | 8,000GT급 여객선 | 1,800마력 1척 | NW/20kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 6 | | | 1,000마력 1척 | NW/20kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 8 | | | 1,800마력 1척 | NW/20kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 |
| 7 | | | 4,000GT급 일반화물선 | 1,000마력 2척 | NW/20kts | 낙조류 (0.6knots) |
| 8 | 280TEU급 R/S 컨테이너선 | 1,800마력 2척 | NW/20kts | 낙조류 (0.6knots) | 1회 | |
| 합계 | | | | | | 5회 |

경인항 인천급은 출거시 예선 사용 기준

9.1 예선 시뮬레이션 결과

조건 7000GT급 자동차운반선 (예선1척)_2000마력

자연 조건 바람: NW/26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -3.0 (상당히 위험)

평가

1. 선속 4kts 유지하였지만 우연 충돌방지공에 충돌(10분 소요)
2. 선속을 낮춤으로서 타효가 떨어지고 예선 1척으로 상거 기상 및 조류조건에서는 선박의 자세제어 불가

9.2 예선 시뮬레이션 결과

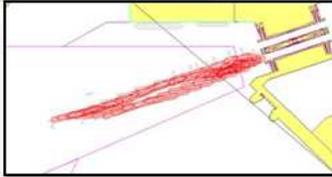
조건 7000GT급 자동차운반선 (예선2척)_1000마력

자연 조건 바람: NW/26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -2.0 (상당히 위험)

평가

1. 선속 4kts유지하였지만 우현 충돌방지공에 충돌(10분 소요)
2. 선미의 제어가 매우 어려움
3. 상기의 기상여건에서는 갑문의 전출입을 통제하는 것이 적절



9.3 예선 시뮬레이션 결과

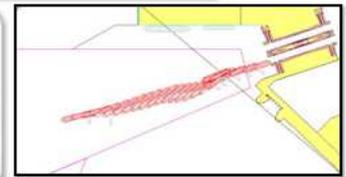
조건 5000GT급 여객선 (예선1척)_3500마력

자연 조건 바람: NW/26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -3.0 (상당히 위험)

평가

1. 선속 4kts유지하였지만 우현 충돌방지공에 충돌(10분 소요)
2. 선속을 낮춤으로서 마호가 떨어지고 예선 1척으로 상기 기상 및 조류조건에서는 선박의 자세제어 불가



9.4 예선 시뮬레이션 결과

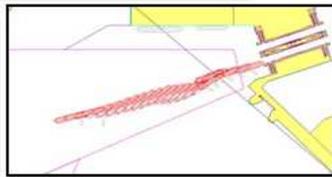
조건 5000GT급 여객선 (예선2척)_2000마력/1500마력

자연 조건 바람: NW/26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -2.0 (상당히 위험)

평가

1. 선속 4kts유지하였지만 우현 충돌방지공에 충돌(10분 소요)
2. 선체의 밀림을 제어할 수 없음
3. 상기의 기상여건에서는 갑문의 전출입을 통제하는 것이 적절



9.7 예선 시뮬레이션 결과

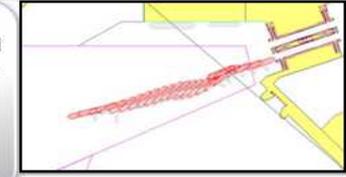
조건 4000GT급 일반화물선(예선2척)_1000마력 2척 & 1500마력 2척

자연 조건 바람: NW/20kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 1500마력 2척: +1.0 (약간 안전) / 1000마력 2척: 0(안전하지도 위험하지도 않음)

평가

1. 1000마력 예선 2척으로 진입하는 방식과, 1500마력 예선 2척으로 진입하는 방식에 대한 시뮬레이션 시행
2. 상기의 조건에서는 충분한 운항경험이 있다는 전제하에 갑문진입에 큰 문제가 없을 것으로 사료됨



10.1 예선 시뮬레이션 증합

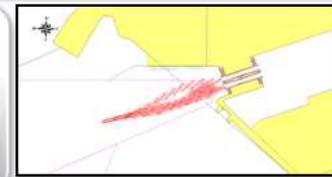
조건 예선 1척 갑문 입거 시뮬레이션

자연 조건 바람: NW/10~26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -3.0(상당히 위험)

평가

1. 접근속도 4노트로 접근하여 예선을 1척 사용하였지만 우현측의 충돌방지공에 접촉되는 사고 발생



10.2 예선 시뮬레이션 증합

조건 예선 2척 갑문 입거 시뮬레이션

자연 조건 바람: NW/10~26kts, 조류: 낙조(0.5kts)

주관적 평가 -1.4(약간 위험)

평가

1. 예선2척을 선수 선미에 사용하더라도 선체를 입거자세로 유지할 수 없었음
2. 풍력 26노트에서는 예선2척을 사용하여도 입거작업을 제한하는 것이 좋을 것으로 사료됨
3. 운항자 경험에 따라 입거제한 완화 필요

