

## 평택·당진항의 내항개발에 따른 교통혼잡도 평가에 관한 연구

국승기\* · 김세원\*\* · 김정훈\*\*\*

\* 한국해양대학교 교수, \*\* 한국해양대학교 교수, \*\*\* 한국해양대학교 시간강사

### A Study on the estimation of traffic congestion for Pyeongtaek·Dangjin port development

Seung-Gi Gug\* · Se-Won Kim\*\* · Jung-Hoon Kim\*\*\*

\* Division of Maritime Police Science, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\* Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*\* Division of Civil and Environmental System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약 :** 평택·당진항의 내항에 대한 항만형식은 1990년 '아산공업기지 항만계획 기본계획용역'에서 갑문식으로 채택되었으나, 2001년 '평택·당진항 종합개발 기본계획 정비용역'에서 갑문식으로 변경되었다. 따라서 서해대교 하부에 건설된 남측호안이 철거되어 내항을 입·출항하는 선박은 상시 통항이 가능하게 되었다. 그러나 서해대교 하부의 통항 안전성을 고려할 때 내항의 통항여건은 통항가능 최대 규모선박이 단독통항을 전제로 한 50,000 DWT급이며, 교행 가능한 선박이 30,000 DWT급 이하라는 제약을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 평택·당진항의 남측호안이 철거된 후 내항의 전망된 물동량을 처리하기 위한 연간 입·출항 선박 척수를 가정하고, 이러한 통항제한 상황에서 이들 선박들이 내항을 입·출항함으로써 발생하는 교통혼잡도를 예측하고 평가하였다. 평택·당진항의 서해대교하부 항행구간에 대한 교통혼잡도는 이를 통항하기 위해 2006년 0.005~0.011(h), 2011년 0.02~0.054(h), 그리고 2020년 0.034~0.098(h)의 평균대기시간이 소요될 것으로 예상되어 통항의 지장이 크게 발생되지 않을 것으로 판단되었다.

**핵심용어 :** 교통혼잡도, 대기행렬, 포아송분포, 단일경로-단일단계시스템

**Abstract :** The port entry system of the inner harbor in Pyeongtaek·Dangjin was planned as lock-gate in 'Master plan project on port planning in Asan industry base(1990)', but was changed to tidal harbor in 'Project maintaining Master plan for comprehensive development of Pyeongtaek·Dangjin port(2001)'. Accordingly, southern sea bank constructed under the lower part of Seohae-bridge will be removed so that inbound/outbound vessels for the inner harbor can navigate at all times. However, in the view of the safety on passing through the lower of Seohae-bridge, navigating conditions for the inner harbor will be restricted in the single-way of 50,000 DWT vessel and the two-way of vessel less than 30,000 DWT. Therefore, this study carried out the estimation of traffic congestion arising from these vessels with above restrictions after supposing annual inbound/outbound vessel's numbers for loading and unloading cargo surveyed on the inner harbor.

**Key words :** Traffic congestion, Queue, Poisson distribution, Single-channel single-phase system

## 1. 서 론

평택·당진항의 내항에 대한 항만형식은 1990년의 '아산공업기지 항만계획 기본계획용역'에서 갑문식으로 채택되었다. 그러나 2001년의 '평택(아산)항 종합개발 기본계획 정비용역'에서 갑문식으로 내항의 항만형식이 변경되었으며, 이를 위하여 기존의 서해대교 하부에 건설된 남측호안은 철거될 예정이다. 이로써 평택·당진항의 내항을 입·출항하는 선박은 갑문식으로 인한 제약이 없이 상시 통항을 할 수 있게 되었다.

그러나 평택·당진항의 내항이 갑문식으로 변경될 경우 선박 통항의 안전 및 관리 측면에서 고려해야 할 점들이 있다.

첫째, 사장교인 서해대교의 주탑하부 항로는 통과높이가 62m 이내로서 통항 가능한 선박의 규모에 제한적이다. 둘째, 교량의 주탑이 근접 배치되어 있어 항로 유효폭이 약 400m에 불과하다. 이로 인해 대형선박이 통항할 때 선박제어가 불리하며 교량의 교각과 심리적 이격거리가 짧아 불안감을 주며, 또한 만일 선박충돌이 발생할 경우에는 교량에 큰 피해를 줄 우려가 있다.

이와 같은 제약으로 교량하부를 통한 내항항로의 통항 안전성 및 관리를 고려할 때, 최대 통항 가능한 규모의 선박은 기본설계 선박조종 시뮬레이션 평가결과로서 편도통항을 원칙으로 한 50,000 DWT급 선박이었다. 그리고 30,000 DWT급

\* 대표저자 : 국승기(중신회원), cooksg@mail.hhu.ac.kr 051)410-4227

\*\* 중신회원, swkim@mail.hhu.ac.kr 051)410-4278

\*\* 중신회원, jf1999@empal.com 016-9234-8315

이하의 선박은 교행이 가능할 것으로 판단되었다. 따라서 이러한 통항원칙 하에서 선박이 통항할 경우에 내항으로 접근하는 항로 중 상대적으로 서해대교의 주탑하부 항로부분에서 병목현상이 발생할 수 있는 가능성이 있다.

본 연구에서는 평택·당진항의 남측호안이 철거된 후 내항의 전망된 물동량을 처리하기 위한 연간 입출항 선박 척수를 가정하고, 이러한 통항제약 상황에서 이들 선박들이 내항을 입·출항함으로써 발생하는 교통혼잡도를 예측하고 평가하였다.

## 2. 내항의 물동량 및 시설개발규모

평택·당진항 내항의 주요 처리화물은 양곡과 일반잡화라 계획되어 있으며, 이의 물동량 및 시설개발 규모에 대한 전망 등은 “전국 무역항 항만 기본계획”을 준용하였다. Table 1에 나타난 바와 같이 양곡화물은 대부분 수입화물로서 인천항의 기능을 평택·당진항에 대폭적으로 대체한다는 전제하에 2006년 291만톤, 2011년 491만톤 및 2020년 514만톤으로 전망되었다. 그리고 일반화물은 인천항의 기능이진 및 평택·당진항 배후공단의 활성화가 달성될 경우 2006년 1,059만톤, 2011년 1,875만톤 및 2020년 2,868만톤으로 급격한 증가가 예상되었다.

내항의 시설규모는 Table 1과 같이 2006년 5선석, 2011년 20선석 및 2020년 35선석으로 계획되어 있다. 또한 연간 표준 하역능력을 적용하여 전망된 물동량과 대비하면, 일반잡화는 내항의 하역능력대비 100% 처리되나 양곡은 2006년 41만톤, 2020년 150만톤이 미처리될 것으로 전망되었다.

Table 1 Cargo volume and scale of facility development

(unit : KT)

		구 분		2006년	2011년	2020년	
양 곡	하역 능력	화 물 량		2,905	4,909	5,140	
		현재	부 두	-	-	-	
			내항	-	-	-	
	소 계		-	-	-		
	추가	내항	5만톤×2선석	2,495 ×1	2,495 ×2	2,495 ×2	
		소 계		2,495	4,990	4,990	
		계		2,495	4,990	4,990	
	과 부 족			-410	81	-150	
	일 반 잡 화	하역 능력	화 물 량		10,585	18,747	28,680
			현재	부 두	-	-	-
내항				-	-	-	
소 계		-	-	-			
추가		내항	5만톤 ×7선석	733 ×1	770 ×2	848 ×7	
		내항	3만톤 ×10선석	659 ×3	692 ×5	763 ×10	
		내항	2만톤 ×6선석	-	603 ×2	665 ×6	
		내항	1만톤 ×3선석	-	504 ×3	555 ×3	
		내항	5천톤 ×7선석	-	374 ×6	413 ×7	
소 계		2,710	9,962	22,112			
계		2,710	9,962	22,112			
과 부 족			0	0	-8		

출처 : 해양수산부(2001)

## 3. 내항의 교통량 추정

### 3.1 연간 입항척수 산정

연간 입항척수를 산정하기 위해서는 기존 항만의 선박 규모별 교통량 실적을 이용하거나 적절한 추정식을 통해 가정할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 평택·당진항의 내항에 대한 교통량 특성을 추정할 수 있는 유사한 환경의 기존 항만 자료가 없으므로 다음과 같은 가정을 통하여 연간 입항척수를 산정하였다. 첫째, 화물종류, 선박톤급에 관계없이 각 선박은 선박 DWT대비 70%를 하역한다. 국내 해운의 1994년부터 2003년까지 입출항 선박의 연간 총 톤수(gross ton, GT)를 총 화물수송량으로 나누었을 때 그 비율은 약 40% 내외를 보였다. 평택·당진항의 내항에서 처리될 주요화물이 양곡과 일반잡화인 특성을 고려한다면 화물선의 경우 1 GT는 약 0.54 DWT 이므로 실제적으로는 선박 DWT대비 약 74%를 하역하는 것으로 설정하는 것이 적정하나 통항수요의 허용범위를 넓게 하기 위해 70%로 설정하였다(한국항만협회, 2000). 둘째, 선석규모별로 해당 톤급선박만 접안한다.

위의 가정을 바탕으로 추정된 내항의 연간 입항척수는 다음의 식 (1)과 같이 계산되었다. Table 2에 나타난 바와 같이 2006년에는 5만톤급 선박이 94척, 3만톤급 이하는 95척으로 산정되었으며, 2011년에는 각각 188척, 1,114척, 그리고 2020년에는 각각 313척, 1,718척이 예상되어 총 2,031척이 입항할 것으로 예상되었다.

$$\text{연간 입항척수} = \frac{\text{연간 해당처리물동량}}{\text{선박톤수} \times 0.7} \quad (1)$$

Table 2 Estimation on the number of inbound vessels

(unit : vessels/year)

구분	선박 DWT	2006년		2011년		2020년	
		척수 (최소*)	소계	척수 (최소*)	소계	척수 (최소*)	소계
양곡	5만톤	72(50)	94	143(100)	188	143(100)	313
	5만톤	22(15)		45(31)		170(119)	
잡화	3만톤	95(66)	95	166(116)	1,114	365(255)	1,718
	2만톤	-		88(61)		286(200)	
	1만톤	-		218(152)		239(167)	
	5천톤	-		642(449)		828(579)	
	계	189		1,302		2,031	

\* 모든 선박이 선박 DWT 100%를 하역한다고 가정할 경우

3.2 서해대교 통과 교통량 산정

서해대교를 통과하는 해상교통량은 일정기간 동안 서해대교 아래의 수로를 통과할 수 있는 선박의 최대 척수로서, 다음과 같은 가정을 전제로 계산하였다. 첫째, 서해대교 하부를 항행하는 선박의 속도는 5 knot 이내이며, 5만톤급 선박은 서해대교 하부의 횡단구간 2 mile을 우선적으로 단독 통항한다. 따라서 단독통항시간은 30분을 기본적으로 설정하였다. 둘째, 5만톤급 외의 선박 간에는 양방 통항이 가능하다. 이에 따라서 선박사이의 이격거리 및 입·출항하는 선박에 대한 통항의 안전성을 고려하여 통항가능척수를 산출하였다. 셋째, 연간 통항가능일수는 340일이다. 이는 해상상태 및 시계 불량 등을 고려하여 설정하였다. 마지막으로 연간 최대물동량은 연간 표준하역능력에 해당하는 물동량만을 고려한다. 따라서 양쪽의 경우에 2006년과 2020년에 발생하는 미처리 물량에 대한 교통량은 발생하지 않는다.

1) 대항 선박의 유형별 발생비율

서해대교를 중심으로 입항하는 선박과 출항하는 선박이 동시에 통항하는 경우인 대항 선박의 유형별 발생비율은 우선 대항선박을 유형별로 분류하고, 이에 대한 발생비율을 산정하였다. 대항선박의 유형은 서해대교를 기준으로 입항 또는 출항하는 각 기준톤급별 선박에 따라 다음과 같이 네 가지(cases)로 분류할 수 있다.

- case A : 입항 또는 출항하는 선박이 모두 5만톤급 선박인 경우
- case B : 5만톤급 입항선박과 5만톤급 미만의 출항 선박이 상호 교항할 경우
- case C : 5만톤급 미만의 입항선박과 5만톤급 출항 선박이 상호 교항할 경우
- case D : 입항 또는 출항하는 선박이 모두 5만톤급 미만의 선박인 경우

case A ( $P_A$ )와 case D ( $P_D$ )의 발생비율은 식 (2)와 같이 확률이론을 이용하여 계산되었다(강금식, 2003). 또한 case B와 C에 대한 총 발생비율( $P_{BC}$ )은 식 (3)을 통해 얻을 수 있었다. Table 3에서와 같이 2006년에는 5만톤급 두 대항선박이 통항하는 경우인 case A의 발생비율은 24.67%, case B와 C의 발생비율이 50.13%이고 3만톤급 이하인 선박이 통항하는 case D의 발생비율은 25.20%로 나타났다. 이는 해당 선석의 수에 따른 선박의 발생비율을 잘 보여주고 있다. 그러나 내항의 3만톤 이하 선석이 상대적으로 증가하는 2011년과 2020년에는 case A, case B와 C의 발생비율 그리고 case D의 발생비율이 각각 2.08%, 24.72%, 73.20% 그리고 2.37%, 26.08%, 71.5%로 3만톤급 이하의 선박이 통항하는 비중이 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

$$P_i = \left( \frac{\text{case } i \text{의 선박수}}{\text{총 선박수}} \right) \times \left( \frac{\text{case } i \text{의 선박수} - 1}{\text{총 선박수} - 1} \right) \quad (2)$$

$$P_{BC} = 1 - (P_A + P_D) \quad (3)$$

Table 3 Occurrence ratio between opposing vessels

유형	시간당 최대통항가능척수 (척/hr)	2006년	2011년	2020년
case A	2	24.67%	2.08%	2.37%
case B	3	50.13%	24.72%	26.08%
case C	3			
case D	4	25.20%	73.20%	71.55%

2) 통항가능척수

통항가능척수는 시간당 평균 최대통항가능척수를 산출하고 이를 기준으로 평상시 통항가능척수를 산정하였다. 먼저 시간당 평균 최대통항가능척수( $N_{hmax}$ )는 식 (4)와 같이 각 유형의 시간당 최대통항척수와 그 발생비율을 고려하여 산출하였다.

$$N_{hmax} = N_{Ah} \times P_A + N_{BCh} \times P_{BC} + N_{Dh} \times P_D \quad (4)$$

여기서,  $N_{ih}$ : case  $i$ (=A, BC, D)의 시간당 최대통항가능척수 평상시 통항가능척수는 실제적으로 통항 가능한 최대선박의 수를 말하며, 이를 산정하기 위하여 선박의 도착패턴이 포아송 분포를 따른다고 가정하였다. 또한 통계분포이론에 따르면, 이러한 통항가능척수가 단위 시간동안 9척을 초과하여 발생하는 경우에 선박의 도착분포는 평균이 통항가능척수이고, 표준편차는 통항가능척수의 제곱근으로 정규근사하게 된다(성, 2002). 따라서 단위시간을 3시간으로 설정하여 식 (5)와 같이 3시간 최대통항가능척수( $N_{3hmax}$ )를 계산한 후, 이에 얻어진 근사정규분포에서 95%의 값(percentile)을 평상시 3시간 통항가능척수( $N_\mu$ )로서 산정하였으며 식은 (6)과 같다. 그리고 연간 통항가능척수는 연간 통항가능일수인 340일과 평상시 3시간 통항가능척수에 12를 곱한 식 (7)로 산출하였다.

$$N_{3hmax} = 3(h) \times N_{hmax} \quad (5)$$

$$\frac{N_{3hmax} - N_\mu}{\sqrt{N_\mu}} = 1.645 \quad (6)$$

$$N_y = 340(\text{일}) \times N_\mu \times 12 \quad (7)$$

위와 같은 방법으로 산출된 평상시 3시간 통항가능척수는 Table 4와 같이 2006년 5.25척, 2011년 6.83척, 그리고 2020년 6.79척이었으며, 이로서 대략적으로 연간 각각 14,300척, 18,600척 및 18,500척이 통항 가능한 것으로 나타났다.

Table 4 The number of vessels possible to pass through the lower of Seohae-bridge

구 분	2006년	2011년	2020년
시간당 평균 최대통항가능척수(척/hr)	3.01	3.71	3.69
3시간당 최대통항가능척수(척/3hr)	9.02	11.13	11.08
평상시 3시간 통항가능척수(척/3hr)	5.25	6.83	6.79
연간 통항가능척수(척/년)	14,300	18,600	18,500

#### 4 내항의 교통혼잡도 평가

평택·당진항의 내항에 대한 교통혼잡도를 예측하기 위해서 OR분야의 다양한 계량모형에 대한 해법 알고리즘을 컴퓨터코드로 작성하고, 이를 모아놓은 OR전용 패키지인 WinQSB를 사용하였다. WinQSB는 모두 19개의 프로그램으로 구성되어 있으며, 여기서는 Queuing Analysis (QA)를 이용하여 M/G/1 시스템으로 분석되었다.

##### 4.1 교통혼잡도 평가 모형

교통혼잡도를 평가하기 위해서 내항의 교통량 추정과 서해대교를 통과하는 선박에 대한 가정을 그대로 적용하면서 다음과 같은 가정을 추가하였다. 첫째, 입출항 선박의 발생은 포아송분포를 따른다. 즉, 입출항선박의 발생시간은 지수분포를 따른다. 둘째, 대기행렬에 있는 선박에게 서비스를 제공하는 우선순위는 선착순 (first-come first-service, FCFS)을 적용한다. 셋째, 연간 내항의 총 출항 선박수는 입항 선박수와 동일하다. 넷째, 외해에서의 대기투표지의 용량은 고려하지 않는다. 다섯째, 예인선, 도선사의 숫자는 충분하여 이들을 기다리는 시간의 지체는 없다. 여섯째, 항내 소형선박(5천톤 미만)은 고려대상에서 제외한다. 마지막으로 내항내의 해당 선석이 비어있는 경우에만 입항한다.

대기행렬시스템의 성과측정은 서비스시간의 분포가 명시되지 않은 시스템으로 단순화할 수 있다. 여기서는 Kendall의 기호(Kendall's notation)를 따라서 M/G/1 시스템으로 적용하였다. 각 형태의 표기는 다음과 같다.

- M : 지수분포
- G : 일반분포

교통혼잡도를 평가하기 위한 대기행렬모형은 다음과 같은 시스템의 특성에 따라 결정되었다. 먼저 입출항 선박의 발생은 포아송분포를 따른다고 가정하였으므로 서해대교 통과전 입출항선박의 평균 도착간격(interarrival time)은 지수분포를 따른다. 그리고 서비스 시간(service time)의 분포형태는 평상시 입출항 선박의 평균 서해대교 점유시간이 적용되어 균일분포를 따른다. 또한 내항을 입출항하기 위해서는 서해대교 하부를 통과하는 항로가 유일하기 때문에 서비스경로의 수는 1이다. 따라서 본 연구에 적용된 대기행렬시스템 모형의 구조

는 단일경로-단일단계시스템(single-channel single-phase system)으로 설정되었다. 이는 입항 또는 출항하는 선박이 유일한 경로인 서해대교 하부를 한 번 통항하여 끝나는 시스템으로서 그 구조를 그림으로 표현하면 다음의 Fig. 1과 같다.

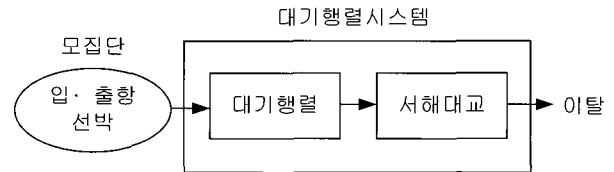


Fig. 1 Single-channel single-phase system

##### 4.2 입·출항 선박의 교통혼잡도

서해대교를 통과하여 입항 또는 출항하는 선박의 교통혼잡도는 도착시간의 평균간격, 서해대교를 통항하는 동안의 점유가능시간, 그리고 연간 통항가능척수 대비 입출항 선박의 비율을 제시하고, 최종적으로 대기행렬모형을 이용하여 산출된 평균 선박대기시간을 통해 평가되었다. 우선 교통량의 일일주기의 변동을 고려하기 위해 07:00~19:00 사이의 12시간 교통량비 측, 1일 교통량에 대한 주간비율을 처리화물의 종류 등을 고려하여 0.7로 설정하였다(박, 2001). 또한 평택항의 통항항로여건을 고려할 때, 50,000 DWT급 선박까지는 간만의 차이로 인한 제약 없이 상시 통항할 수 있는 것으로 판단하여 분석하였다.

총 입·출항하는 선박의 수( $N_T$ )는 입항하는 총 선박의 수와 출항하는 선박의 수와 동일하다고 가정되었기에 2006년 378척, 2011년 2,604척 및 2020년 4,062척이 발생될 것으로 예상되었다. 또한 설정한 주간비율에 따라 주간에 발생하는 입·출항 선박의 수는 2006년 265척, 2011년 1,823척 및 2020년 2,843척으로 예상되었다. 그리고 서해대교를 통과하기 전에 입·출항 선박의 평균도착간격( $T_a$ )은 한 선박의 도착과 다음 선박의 도착 사이의 시간을 산술평균하여 구한 것으로서 주·야간을 구분하여 다음과 같이 식 (8)로 계산되었다. 내항의 선석규모에 따른 물동량 처리의 증가로 인하여 입·출항하는 총 선박의 수가 크게 증가함으로써 주간에는 2006년 15.40(h), 2011년 2.24(h) 및 2020년 1.44(h)로 그 시간간격이 점차 상당히 짧아질 것으로 예상되었으며, 상대적으로 야간에는 주간보다는 도착시간간격이 긴 것을 확인할 수 있었다.

$$T_a(h) = \frac{340(\text{일}) \times 12(h)}{\text{총 주/야간 입출항 척수(척/년)}} \quad (8)$$

평상시 입·출항 선박의 평균 서해대교 통항점유가능시간( $T_o$ )은 식 (9)과 같이 산정되었으며 2006년에는 0.572(h)로 예상되나 이후 상대적으로 양방 통항이 가능한 3만톤 이하의 선박수가 많아져 2011년 0.439(h) 그리고 2020년에는 0.442(h)로 예상되었다.

$$T_o(h/척) = \frac{3(h)}{\text{평상시 3시간 통행가능척수}(N_{\mu})} \quad (9)$$

연간 주·야간 통행가능척수 대비 입·출항 선박의 비율은 Table 4와 Table 5의 각 해당 값을 통해 산출하였다. 이로서 장래 평택·당진항의 내항에 입·출항할 선박수요가 연간 통행가능척수를 주·야간으로 나누어 주간의 경우 2006년 3.71%, 2011년 19.60% 및 2020년 30.74% 이내로 예측되어 통행수요를 큰 지체없이 원활하게 처리할 수 있을 것으로 예상되었다. 최종적으로 대기행렬모형을 통한 교통혼잡도 평가에서는 Table 5에서와 같이 서해대교를 통과하기 위한 평균대기시간이 상대적으로 교통량이 많은 주간에서도 2006년 0.011(h), 2011년 0.054(h) 및 2020년 0.098(h)로 나타났다. 또한 전체 입·출항하는 선박중에서 대기행렬로 인해 대기하는 선박의 평균대기시간은 0.279(h), 2011년 0.273(h) 및 2020년 0.319(h)으로 나타나 서해대교로 인한 내항으로의 통행에는 지장이 발생되지 않을 것으로 판단되었다.

Table 5 The estimation of traffic congestion

구 분		2006년	2011년	2020년
총 입·출항척수 (척/년)	주간	265	1,823	2,843
	야간	113	781	1,219
	전체	378	2,604	4,062
평균도착간격 (h)	주간	15.40	2.24	1.44
	야간	36.11	5.22	3.35
평균 서해대교 통행점유가능시간(h/척)		0.572	0.439	0.442
연간 주·야간 통행가능척수 대비 입·출항 선박의 비율(%)	주간	3.71	19.60	30.74
	야간	1.58	8.40	13.18
평균 선박대기시간(h)	주간	0.011	0.054	0.098
	야간	0.005	0.020	0.034
대기행렬에서 입·출항 선박의 평균대기시간(확률)	주간	0.279 (3.71%)	0.273 (19.60%)	0.319 (30.69%)
	야간	0.291 (1.58%)	0.240 (8.41%)	0.255 (13.19%)

## 5. 결 론

본 연구에서는 평택·당진항 내항의 항만형식이 감소식으로 변경됨으로써 내항의 전망된 물동량을 처리하기 위해 입·출항하는 선박들이 서해대교 하부를 안전하게 통과해야 하는 통행의 제약 상황에서 발생하는 교통혼잡도를 예측하고 평가하였다. 예상된 총 입·출항 선박은 산정된 연간 주·야간 통행가능척수에 대비하여 2020년까지 최대 30.74% 이하로서 통행수요를 원활하게 처리할 수 있을 것으로 예상되었다. 그리고 평택·당진항의 내항에 대한 교통혼잡도를 예측하기 위한 대기행렬모형을 통해 서해대교를 통과하기 위한 평균대기시간이 상대적으로 많은 입·출항선박이 발생하는 주간의 경우 2020년에 0.098(h)로 나타났다. 또한 2020년에는 전체 입·출

항하는 선박 중에서 30.69%의 선박이 대기행렬로 인해 대기하며, 이들의 평균대기시간은 0.319(h)를 보였다. 따라서 서해대교로 인한 내항으로의 통행에는 지체가 크게 발생되지 않아 서해대교하부 항행구간의 교통혼잡도가 높지 않을 것으로 판단되었다.

본 연구에서 산출된 평균대기시간은 해상교통관제 등의 항만관리운영의 영향이 고려되지 않았으므로 실제 항만관제가 적용된다면 그 실효성을 가늠할 수 있는 기준으로 활용될 수 있다. 또한 본 연구에서는 자료의 한계로 인해 여러 가지 가정과 단순화된 모형을 통해 교통혼잡도를 예측, 평가하였으므로 추후 평택·당진항 내항의 통행여건을 구체적으로 반영한 시뮬레이션 모형을 구축하여 분석하여야 할 것이다. 그리고 기상이나 해상의 영향, 요일별, 월별 또는 계절별 교통량의 변동에 따른 교통혼잡도를 고려하는 것이 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강금식(2003), “현대통계학”, 박영사.
- [2] 광노균, 최태성(1998), “경영과학”, 다산출판사.
- [3] 박진수(2001), “해상교통공학”, 효성출판사.
- [4] 성내경(2002), “통계분포”, 자유아카데미.
- [5] 한국항만협회(1999), “항만 및 어항설계기준, 한국항만협회
- [6] 해운항만청(1990), “아산공업기지 항만계획 기본계획 용역보고서”, 해운항만청.
- [7] 해양수산부(2001), “평택(아산)항 종합개발 기본계획 정비 용역보고서”, 해양수산부.
- [8] 해양수산부(2001), “전국무역항 항만기본계획 용역보고서”, 해양수산부.
- [9] 해양수산부(2003), “부산신항 개발기본계획 용역보고서”, 해양수산부.
- [10] 해양수산부(2004), “해양수산통계연보”, 해양수산부.

원고접수일 : 2005년 5월 4일

원고채택일 : 2005년 8월 29일