

# 시계제한시 선박 출항통제규정 개선에 관한 실증적 연구 - 평택항을 중심으로 -

유상록\* · 정재용\*\*†

\* 목포해양대학교 연구원, \*\* 목포해양대학교 국제해사수송과학부

## An Empirical Study to Improve Vessel Departure Control Regulations for Restricted Visibility, Focused on Pyeongtaek Port

Sang-Lok Yoo\* · Jae-yong Jeong\*\*†

\* Researcher, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\* Division of International Maritime Transportation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**요 약 :** 본 연구는 시계제한으로 인한 선박 출항통제 해제 후 교통량이 폭주하는 것을 예방하기 위해 현 선박통제규정을 개선하고자 하였다. 평상시의 교통량과 출항통제 해제 후의 교통량을 분석하기 위해 AIS 데이터를 수집하였다. 출항통제 유무에 따른 피크시간 교통량의 차이를 확인하기 위하여 통계검정을 실시하였다. 연구결과 1만톤 미만 그룹에서는 t-test를 실시한 결과, 유의미한 교통량의 차이가 있는 것으로 나타났다. 1만톤 이상 그룹에서는 Mann-Whitney test 결과, 선박 통제 유무에 따른 교통량의 차이가 없는 것으로 나타났다. 출항통제 해제 후 1만톤 미만의 중소형 선박들은 평상시 보다 교통량이 142% 증가하여 1만톤 이상 대형선박과 동시에 출항하게 됨에 따라 교통 폭주를 야기할 것으로 분석되었다. 이러한 교통량 폭주에 따른 선박 충돌사고 개연성을 미연에 방지하고자 현 규정을 길이 160m 미만 또는 총톤수 1만톤 미만의 선박은 항해 가능하도록 개선할 것을 제안하였다.

**핵심용어 :** 시계제한, 출항통제, 교통량, 교통 폭주, 통계검정

**Abstract :** The purpose of this study is to improve the current vessel departure control regulations to prevent traffic congestion after the lifting of vessel departure controls due to restricted visibility. AIS data was collected to analyze the traffic volume of normal traffic flow and after departure control. A statistical test was conducted to confirm the difference in traffic volume at peak hours according to whether or not departure control was used. The results of the t-test showed that there was a significant difference in traffic volume among groups of less than 10,000 tons in gross tonnage. However, the Mann-Whitney test showed no difference in traffic volume regardless of vessel control. Small and medium-sized vessels of less than 10,000 tons after departure control increased in traffic volume by 142% over normal traffic, and it was concluded that traffic congestion resulted as these small and medium-sized vessels were departing at the same time as large vessels of more than 10,000 tons. In order to prevent vessel collision accidents due to traffic congestion, it is suggested that the navigability of vessels less than 160 m or less than 10,000 tons should be improved.

**Key Words :** Restricted visibility, Departure control, Traffic volume, Traffic congestion, Statistical test

### 1. 서 론

제한된 시계는 안개, 강설, 폭풍우, 모래폭풍 또는 기타 유사한 원인으로 인하여 시계가 제한된 상태를 말한다. 제한

된 시계 내에서는 상대 선박을 눈으로는 서로 볼 수 없기 때문에 레이더만으로 상대 선박의 존재와 충돌의 위험성을 확인하여야 한다.

우리나라는 시계제한시 해사안전법에 따라 시정 1,000 m 미만에는 여객선을 통제하고 있으며, 시정 500 m 미만에는 여객선 이외의 선박을 통제하고 있다. 이에 따라 우리나라 VTS 센터에서는 시정이 500 m 미만인 경우 선박운항을 통제

\* First Author : yoosangrok82@naver.com, 061-240-7175

† Corresponding Author : jjjong@mmu.ac.kr, 061-240-7175

할 수 있도록 해양경찰 훈령과 고시로 명시하고 있다.

한편 일본은 시계제한시 각 VTS 별로 선박운항통제 규정이 조금씩 다르지만, 중소형 선박은 항해가 가능하다. Tokyo Wan VTS에서는 지바, 요코하마, 도쿄항으로 분기되는 중요한 교통로인 Uraga suido traffic route에서 시정 1,000 m 미만인 경우, 길이 160 m 미만의 선박뿐만 아니라 총톤수 1만톤 미만의 위험물운반선은 항해가 가능하다(JCG, 2011e). Tokyo Wan VTS와 동일하게 Ise Wan VTS는 Irago suido traffic route에서, Osaka Wan VTS는 Akashi strait traffic route에서 시정 1,000 m 미만인 경우 길이 160 m 이상의 선박과 총톤수 1만톤 이상의 위험물운반선에 대해서만 통제하고 있다(JCG, 2011b; JCG, 2011d). Bisanseto VTS와 Kurushima VTS에서는 Tokyo Wan VTS와 Ise Wan VTS 보다는 다소 엄격한 규정이지만 시정 1,000 m에서는 위험물운반선을 제외하고는 160 m 이상의 선박은 항해가 가능하다(JCG, 2011a; JCG, 2011c).

선행연구를 살펴보면, 풍량특보에 따른 선박출항통제 규정에 관한 연구(Kim et al., 2003; Jung and Kong, 2008; Yoo and Jung, 2018)는 많이 진행된 반면 시계제한에 따른 선박출항통제 규정에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 도로교통분야에서는 시계제한시 안전속도에 관한 연구(Lim, 2007; Kim et al., 2017)와 교통특성 변화 분석 등을 다양한 연구(Kim and Lim, 2017)가 진행되었지만, 해상교통분야는 시계제한시에 따른 교통특성 변화 연구는 수행되지 않았다. 또한, 선박통제 해제 이후 교통량이 폭주하여 통항 안전에 위험을 야기할 수 있다는 정성적인 참고문헌들은 있지만(Yoo et al., 2016), 아직 정량적인 근거 자료는 없다.

본 연구는 선박 통제 유무에 따른 피크시간의 교통량 차이를 검증하기 위하여 통계 검정을 실시하여, 현 출항 통제 규정 개선의 필요성을 제시하고자 한다.

## 2. 연구 재료 및 방법

### 2.1 연구 범위

본 연구는 평택항을 사례로 시계제한으로 통제 해제 이후 교통량이 얼마나 많은지 평상시 선박교통량과 비교하였다. 특히 평택항은 장래 대형선 입항 척수가 부산신항과 광양항에 이어서 3번째로 많은 항만이 될 것으로 예측되고 있으며, 부산, 울산, 인천항보다 대형선 입항 척수가 많을 것으로 예측되고 있기 때문이다(Yoo et al., 2016). 본 연구의 범위는 Fig. 1과 같이 평택항 접근수역과 항로 구간이다.

### 2.2 연구 재료

평상시 선박 교통량의 AIS 자료 수집 기간은 2015년 3월 25~27일, 5월 26~28일, 6월 23~25일, 7월 15~17일, 12월 6

~8일 총 15일간이다. 시계제한으로 선박 통제후 출항시 교통량과의 비교를 위해 2015년 2월 9일, 11월 27일, 12월 4일 등 총 3일치 데이터를 수집하였다.

### 2.3 선박 교통량

입과도 북쪽의 항로 진입 구역에 통과선을 설정하여 1시간 단위로 총톤수별로 선박통항척수를 산출하였다. 이 중 선박통제로 인한 교통량이 평상시와 얼마나 많은지 분석하기 위해 피크시간의 통항척수를 조사하였다.

### 2.4 통계 검정

본 연구에서는 1만톤 미만과 1만톤 이상의 선박척수로 분류하였다. 이는 일본 규정에서 160 m 기준으로 보면, 항만 및 어항 설계기준에 따라 총톤수는 약 1만톤이기 때문이다. 선박 통제 유무에 따른 교통량 평균의 차이가 있는지 확인하기 위해 1만톤 미만과 1만톤 이상 각 그룹별 통계 검정을 실시하였다. 우선 Shapiro-Wilk 검정으로 데이터의 정규성 검정을 실시하였다. 정규성을 만족하는 경우에는 독립표본 T 검정을 실시하였고, 정규성 검정을 만족하지 않는 경우에는 Mann-Whitney 비모수 검정을 실시하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 선박 교통량

Table 1은 피크시간에 통항한 선박 척수를 총톤수별로 나타낸 것이다. 평상시 피크시간대에는 4~11척의 선박이 통항하고 있으며, 통제 해제 이후 피크시간에는 9~21척의 선박이 통항하는 것으로 나타났다. 특히 1만톤 미만의 중소형 선박은 평상시 피크시간에 0~8척의 선박이 통항하는 반면에, 통제 해제 이후 피크시간에는 4~15척의 선박이 통항하는 것으로 조사되었다. 1만톤 이상의 대형 선박은 평상시 피크시간에 2~4척의 선박이 통항하는 반면, 통제 해제 이후 피크시간에는 3~6척의 선박이 통항하는 것으로 조사되었다. 전반적으로 통제 해제 이후 교통량이 대형 선박뿐만 아니라 중소형 선박에서 증가한 것을 알 수 있다.

### 3.2 통계 검정

시계제한으로 인한 선박통제 후 교통량과 평상시의 교통량의 평균을 비교하기 위해 통계검정을 실시하였다. Shapiro-Wilk 검정으로 데이터의 정규성 검정을 실시한 결과, 1만톤 미만 그룹에서는 정규분포여서 모수적 방법인 독립표본 t 검정(Independent t-test)을 실시하였고, 1만톤 이상 그룹에서는 정규성을 만족하지 않아 비모수적 방법인 Mann-Whitney test을 실시하였다. 본 연구의 통계적 유의수준은  $p < .05$  수준에서 검증하였다.

Table 1. Vessel traffic volume by the gross tonnage at the peak time

condition	date	less than 100	100~500	500~3K	3K~5K	5K~7K	7K~10K	10K~20K	20K~50K	50K~100K	more than 100K	total
Normal condition	2015 Mar.25	2	1	3	1	0	1	0	2	0	1	11
	Mar.26	0	1	1	0	0	2	0	1	0	1	6
	Mar.27	3	1	0	0	0	1	0	1	1	0	7
	May.26	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5
	May.27	3	0	2	1	0	2	0	3	0	0	11
	May.28	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
	Jun.23	0	1	1	0	0	1	2	0	0	1	6
	Jun.24	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
	Jun.25	0	0	2	0	1	0	0	2	1	0	6
	Jul.15	0	0	2	0	0	1	0	1	3	0	7
	Jul.16	0	1	0	2	0	0	0	0	1	1	5
	Jul.17	3	1	2	0	0	0	1	2	0	0	9
	Dec.6	0	0	0	5	0	0	2	2	0	0	9
	Dec.7	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	5
	Dec.8	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	7
	daily average			4.0				2.9			6.9	
Restricted visibility	Feb.9	3	0	4	0	2	1	0	1	1	1	13
	Nov.27	2	1	1	0	0	0	0	5	0	0	9
	Dec.4	9	0	2	0	0	4	2	4	0	0	21
	daily average			9.7				4.7			14.4	

\* K : 1,000

Table 2는 1만톤 미만 통항척수의 통제 유무에 따른 독립 표본 t 검정(Independent t-test) 결과를 나타낸 것이다. 평상시에는 피크시간대에 평균 4.0척이 통항한 것으로 나타났으며, 시계제한으로 통제 해제 후에는 피크시간대에 평균 9.7척이 통항한 것으로 나타나 평상시 보다 교통량이 142% 증가한 것을 알 수 있다. 유의수준 0.05보다 작은 값이 나타나 귀무가설을 기각하여 피크시간의 1만톤 미만 통항척수는 선박 통제 유무에 따른 교통량의 차이가 있다는 결론을 내릴 수 있다.

Table 2. Independent T-test at less than 10,000 G/T

Condition	M(SD)	t	DF	p
Normal	4.0(2.1)	-3.210	16	.005
Restricted visibility	9.7(5.5)			

Table 3은 1만톤 이상 통항척수의 통제 유무에 따른 Mann-Whitney test 결과이다. 평상시에는 피크시간에 평균 2.9척이 통항한 것으로 나타났으며, 시계제한으로 통제 해제 후에는 피크시간에 평균 4.7척이 통항한 것으로 나타나 평상시 보다 교통량이 63% 증가한 것을 알 수 있다. 유의수준 0.05보다 큰 값이 나타나 귀무가설을 채택하여 피크시간의 1만톤 이상 통항척수는 선박 통제 유무에 따른 교통량간의 차이가 없다는 결론을 내릴 수 있다.

Table 3. Mann-Whitney test at more than 10,000 G/T

Condition	M(SD)	Mann-Whitney U	DF	p
Normal	2.9(0.7)	38.5	16	.056
Restricted visibility	4.7(1.5)			

#### 4. 토 의

Yoo et al.(2016)의 국내 주요 6개 항만의 안개 일수를 산출한 연구 결과에 따르면, 연평균 안개 일수가 높은 지역은 인천이 연평균 47일로 제일 많고, 평택항 접근수역이 42일로 나타났으며, 인천 다음으로 두 번째로 많았다. 이러한 시계제한으로 선박통제 규정에 따라 도선서비스 중단도 빈번한 실정이다. 하지만, 통제 해제 이후 중소형 선박의 교통량이 증가하여 항로상 교통량 폭주를 야기하여 충돌 위험 또한 배제할 수 없다.

Fig. 1은 2015년 12월 4일 시계제한으로 선박통제 해제 후 피크시간대인 12:30 pm의 선박 운항 모습을 샘플로 나타낸 것이다. 항해중인 선박은 속도와 침로를 반영하여 벡터를 겹쳐 표기하였다. 평택항 접근수역부터 항로상에 약 20여척 이상의 많은 선박이 동시에 항해하는 것을 볼 수 있다. 이러한 선박 간 빈번한 충돌 조우상황은 선박 운항자의 조선 부담감으로 작용할 것이다(Inoue, 2000). 또한, 해상교통환경의 위험도 평가모형을 개발하기 위한 연구에 따르면, 자연조건, 항로조건, 교통조건, 선박조건, 항행지원 등 5가지 카테고리 간 상대적 중요도를 분석한 결과 교통조건이 28.06%로 가장 큰 비중을 차지한 것으로 나타났다(Lee, 2014). 따라서 시계제한으로 통제 해제 후 폭주하는 교통조건은 선박 항행의 위험을 야기할 수 있다.

전세계 50위 항만별 물동량 처리 통계에 의하면, 2015년 기준 우리나라는 부산, 광양, 울산, 인천항 4개 항만이 상위 50위 순위에 있다. 반면, 일본은 나고야, 지바, 요코하마,

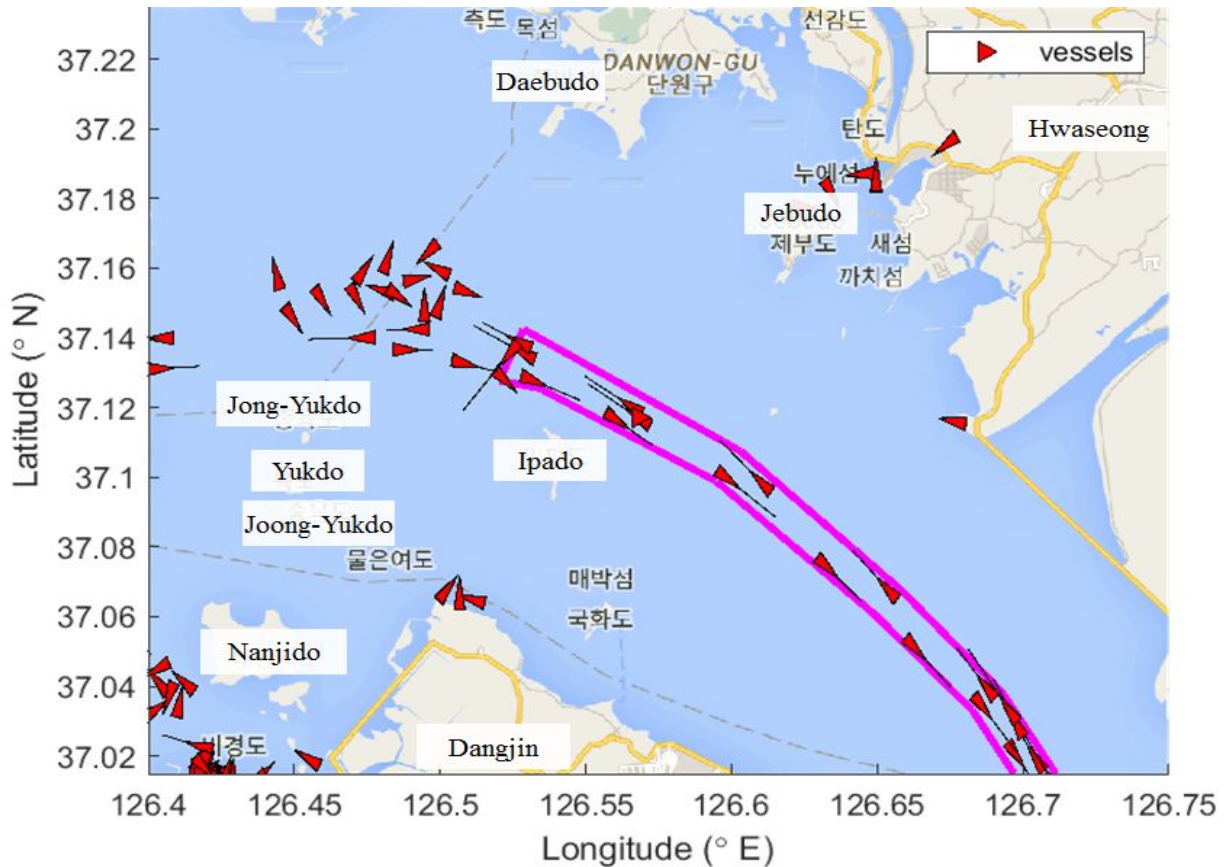


Fig. 1. Position of vessels in Pyeongtaek port 12:30 pm on December 4th 2015.

기타규슈, 고베, 도쿄, 오사카 항 등 7개 항만이 순위에 포함될 정도로 일본의 선박 교통량은 우리나라보다 훨씬 많은 것을 짐작할 수 있다(Wikipedia, 2018). 이러한 일본의 해상교통 여건에서도 시계제한시 중소형 선박의 운항은 통제하지 않고 있다. 우리나라도 일본 규정과 같이 1만톤 미만의 중소형 선박은 운항 가능하도록 개정한다면, 중소형 선박이 1만톤 이상의 대형선박과 동 시간에 입·출항하게 되는 교통 폭주 상황을 미연에 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 관련 규정 개정은 먼저 1만톤 미만 중소형 선박을 입항 또는 출항 한쪽 방향(one-way)만 항해 가능하도록 시험 적용하여 안전성이 확보된다면, 1만톤 미만 중소형 선박의 입항과 출항 양방향(two-way) 항해가 가능하도록 이뤄져야 할 것이다. 또한, 시계제한에도 1만톤 이상 대형선박의 항해 가능 여부 검토가 필요할 경우, one-way를 실시하여 안전성이 확보된 후 순차적으로 two-way를 고려해 볼 수 있을 것이다. 유사한 사례로 선박 통항량이 많은 터키의 이스탄불 해협에서 시계 1해리 이내일 경우, one-way로 항해 가능한 규정은 참고할 수 있겠다(Uluscu et al., 2009).

## 5. 결 론

본 연구는 시계제한에 따른 현 선박출항통제 규정의 개선 필요성을 정량적인 데이터로 제시하고자 하였다. 평택항을 중심으로 평상시와 시계제한으로 통제 해제 후 교통량 데이터를 비교 분석하기 위해 AIS 데이터를 수집하였다. 선박 통제 유무에 따른 피크시간의 교통량의 차이를 검증하기 위하여 통계 검정을 실시한 결과, 1만톤 미만 그룹에서는 유의미한 교통량의 차이가 있는 것으로 나타났으며, 1만톤 이상 그룹에서는 선박 통제 유무에 따른 교통량의 차이가 없는 것으로 나타났다.

따라서 1만톤 미만의 중소형 선박들이 1만톤 이상 대형선박과 동 시간에 입·출항하게 되어 교통 폭주를 야기함에 따라 선박 충돌사고의 개연성이 되므로, 길이 160m 미만 또는 총톤수 1만톤 미만의 중소형 선박은 시계제한에도 항해 가능하도록 현 규정을 개선할 것을 제언한다.

본 연구의 한계는 시계제한시 선박 교통량 데이터의 확보의 어려움으로 많은 사례를 수집하지 못한 점이 있다. 향후 타 항만에도 시계제한으로 선박 교통량의 폭주가 발생하는

지 AIS 데이터의 확보가 이뤄진다면 본 연구와의 비교 고찰이 이뤄질 수 있을 것이다. 또한 통제 해제 후 교통량 폭주가 어느 정도의 선박 조선의 부담감으로 작용하는지 평상시 교통량과 비교하여 정량적으로 제시하고자 한다.

## References

- [1] Inoue, K.(2000), Evaluation method of ship-handling difficulty for navigation in restricted and congested waterways. The Journal of Navigation, Vol. 53, No. 1, pp. 167-180.
- [2] JCG(2011a), Bisanseto Vesel Traffic Service Center - Bisan Martis User Manual, Japan Coast Guard, pp. 1-32.
- [3] JCG(2011b), Ise Wan Vesel Traffic Service Center - Ise Wan Martis User Manual, Japan Coast Guard, pp. 1-32.
- [4] JCG(2011c), Kurushima Kaikyo Vesel Traffic Service Center - Kurushima Martis User Manual, Japan Coast Guard, pp. 1-32.
- [5] JCG(2011d), Osaka Wan Vesel Traffic Service Center - Osaka Martis User Manual, Japan Coast Guard, pp. 1-32.
- [6] JCG(2011e), Tokyo Wan Vesel Traffic Service Center - Tokyo Martis User Manual, Japan Coast Guard, pp. 1-32.
- [7] Jung, C. H. and G. Y. Kong(2008), Evaluation of Seakeeping Performance for Regulation of Vessel Traffic Control, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 32, No. 10, pp. 785-791.
- [8] Kim, C. S., C. H. Jung, S. K. Kim, G. Y. Kong, D. I. Seol and Y. S. Lee(2003), Evaluation of the Ship's Navigational Safety using Dangerousness on the Korean Coast, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 9, No. 1, pp. 41-50.
- [9] Kim, S. L. and S. H. Lim(2017), An Analysis of Change in Traffic Characteristics with Fog The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol. 16, No. 4, pp. 92-106
- [10] Kim, S. L., S. K. Lee and Y. S. Kim(2017), An Analysis on Compliance of Variable Speed Limit under Foggy Conditions using Driving Simulator, The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol. 16, No. 2, pp. 116-12.
- [11] Lee, H. H.(2014), A Study on the Development of the Integrated Risk Assessment Model for the Marine Traffic Environment, Mokpo National Maritime University, Ph.D. Thesis, pp. 1-250.
- [12] Lim, C. H.(2007), A Study on the safe speed estimation on fog-bound roads, University of Seoul, Master Thesis, pp. 1-57.
- [13] Ulusçu, Ö. S., B. Özbaş, T. Altıok, I. Or and T. Yılmaz (2009), Transit vessel scheduling in the Strait of Istanbul, The Journal of Navigation, Vol. 62, No. 1, pp. 59-77.
- [14] Wikipedia(2018), List of busiest ports by cargo tonnage, [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_busiest\\_ports\\_by\\_cargo](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_busiest_ports_by_cargo), accessed by Nov.14, 2018.
- [15] Yoo, S. L. and C. Y. Jung(2018), A Suggestion on the Improvement of the Departure Control regulations of Fishing Vessels, Journal of Korean Maritime Police Science, Vol. 8, No. 3, pp. 1-13.
- [16] Yoo, S. L., D. B. Kim and J. Y. Jeong(2016), A Study on the Establishment of Specific Traffic Safety Areas at Pyeongtaek Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 22, No. 6, pp. 660-670.

---

Received : 2018. 11. 28.

Revised : 2018. 12. 11. (1st)

: 2018. 12. 24. (2nd)

Accepted : 2018. 12. 28.