

선박운항자 안전 의식에 기초한 선박통항 최소 이격거리에 관한 연구

박영수* · 정재용** · 김종성***†

*, *** 한국해양대학교 운항훈련원, ** 목포해양대학교 해상운송시스템학부

A Study on the Minimum Safety Distance between Navigation Vessels based on Vessel Operator's Safety Consciousness

Young-Soo Park* · Jae-Yong Jeong** · Jong-Sung Kim***†

*, *** Sea Training Center, Korea Maritime University, 606-791, Korea

** Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 해상에서의 선박운항자는 선박을 운항 중 장애물 혹은 타선에 대하여 적절한 이격거리를 두고 항행하고 있다. 다시 말해 시정 상태, 풍속, 조류 등에 따라 선박 전·후 거리, 좌·우현 정횡거리를 주관적인 안전 의식에 근거하여 이격하여 통항하고 있다. 현재 우리나라에서는 통항 선박 간 최소 안전이격거리 개념을 1980년대 초 외국에서 조사된 자료로 사용하고 있고, 항계 내(제한수역)와 항계 밖의 통항 선박의 안전거리가 상이함에도 불구하고 구분 없이 사용되고 있다. 또한 선박 조종학적 안전거리는 선박 전후 거리보다는 선박 측면거리가 중심이며, 선박 종류에 따라 최소 안전이격거리가 상이하지만 고려되고 있지 않은 실정이다. 따라서 이 논문에서는 상황에 따른 선박운항자의 안전 의식을 고려한 적정 이격거리를 정량화하여 해상교통안전성 평가모델의 충돌 판정 영역 개발을 위한 기초 자료로 활용하고자 하고, 우리나라에 적합한 해상교통 혼잡도 모델 개발 및 상황·선박별 해상교통관제에 필요한 가이드라인으로 이용할 수 있는 기초자료를 제공하는 데 목적이 있다. 연구 결과, 시정이 양호한 주간인 경우 선수전방 4.4L, 선미후방 3.1L, 정횡 2.6L로 기존에 사용되고 있는 최소 안전이격거리와는 차이가 있는 것으로 분석되었으며 시정 및 주야간 등과 같은 파라미터를 다양하게 고려하였다.

핵심용어 : 최소 안전 이격거리, 해상교통 혼잡도, 해상교통관제, 선박운항자, 평가 모델, 안전의식

Abstract : Vessel Operator has been navigating with subjective safe distance in accordance with night & daytime, fore & aft, port & stbd abeam and visibility situation. This safe distances may different depending on inside & outside harbor limit, current, wind and visibility situation. By now, the concept of proper safe distance between navigating vessels has been adopted in Korea, using the early 1980's foreign data. And the safe distance is being used with the same value without any consideration of inside & outside harbor and the kind of vessel. So it is necessary to evaluate or search proper distance concept based on different safe consciousness of Korean mariners. This paper aims to develop the basic model for marine traffic evaluation and the new model of marine traffic congestion. Also this paper proposes the basic control guideline of vessel traffic service center. The result of this study showed that minimum safe distance should be 4.4L forward, 3.1L aft and 2.6L abeam in case of good visibility in daytime, considering various parameters such as visibility, day and night. Some differences were found between the existing minimum safe distance and the new minimum safe distance derived from the result of this study.

Key Words : Minimum safe distance, Marine traffic congestion, Marine traffic control, Vessel operator, Evaluation model, Safety consciousness

1. 서 론

해상에서 선박운항자는 안전운항을 확보하기 위해 운항 중 자선을 중심으로 타 선박이나 장애물을 운항 당시의 시정 상황에 따른 전·후방 거리, 좌·우현 정횡거리, 주·야간에 따라 선박운항자의 주관적인 안전이격거리를 확보하고 있다.

이러한 안전이격거리는 주·야간, 시정의 상태, 기상, 바람, 조류 등의 자연 환경적인 조건과 선박운항자의 경험, 먼허 소지 상태 등의 인위적인 조건에 따라 상이할 것이다. 그리고 선박이 항계 내와 같은 제한수역(이하, '항계 내'로 표기)에 위치하고 있는지, 항계 밖에 위치하고 있는지에 따라 다를 것이며 선박의 종류에 따라서도 안전이격거리가 다를 것이다. 그러나 현재 통항 선박 간 최소 안전이격거리는 1980년대 초 외국에서 조사된 자료(박 등, 2010)를 바탕으로 사용되고 있으며 항계 내와 항계 밖의 통항 선박 간 최소 안전이격거리가 상이함에도 불구하고

* 대표저자 : 종신회원, youngsoo@hhu.ac.kr, 051-410-4204

† 교신저자 : 종신회원, kjsung@hhu.ac.kr, 051-410-4471

반영이 되어 있지 않다. 또한 선박 조종학적 측면의 안전이격거리는 주로 선박 전후방 거리보다는 선박 측면 거리에 중심을 두고 있으며(윤, 2008; Ian, 2005), 선박 종류(선박 특성)별 안전이격거리 또한 상이한 실정이다. 이러한 최소 안전이격거리는 외국인의 안전의식 및 퍼지이론 등을 이용한 연구(Hasegawa et al., 1989; Inoue et al., 1998)를 통한 결과를 이용하고 있는 실정이다. 이렇듯 상황별로 상이하고 우리 실정의 안전의식과 상이한 모델의 단점을 보완하기 위하여 우리나라 실정에 적절한 선박운항자의 안전의식을 반영한 이격거리의 도출이 필요하다.

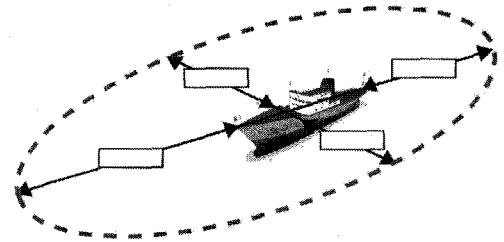


Fig. 2. Minimum vessel safety distance on the questionnaire.

2. 통항 선박 간 안전거리 도출 방안

여기서 통항 선박 간 최소 안전이격거리란 통항 선박 간의 선박운항자의 안전의식으로 허용 가능한 한계 안전이격거리를 말한다. 이 연구에서는 상황별로 상이한 안전의식을 고려한 최소 안전이격거리를 도출하기 위하여 선박운항자를 대상으로 설문조사를 실시하여 분석하고자 한다. 구체적으로 우리나라 선박운항자의 안전의식을 고려한 이격거리로 선종별 통항 선박 간 이격거리, 시정별 통항 선박 간 이격거리 및 외력(조류 및 바람)의 영향을 고려한 이격거리 모델을 작성하고자 한다. 이렇게 도출된 상황별 이격 거리를 통하여 해상교통평가모델의 충돌영역판정의 기초자료로 사용하고 우리나라에 적합한 해상교통 혼잡도 모델 적용 및 상황·선박별 해상교통관제 가이드라인으로 제시에 그 목적이 있다.

본 연구는 우리나라 선박운항자들이 생각하는 통항 선박 간 최소 안전이격거리 도출을 위하여 150명의 항해 분야 해기사를 대상으로 분석하였다.

설문지는 선박 종류, 총톤수, 전장, 선폭, 항계 내·밖을 운항하는 경우에 자선의 속력, 연령, 승선 경력, 소지면허, 직책과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 조류, 시정, 풍속에 따른 항계 내·밖에서의 타 선박 및 육지와의 최소 안전이격거리 등으로 구성하였다. 최소 안전이격거리는 Fig. 2와 같이 직접 해기사가 기입하는 형태를 취하였다.

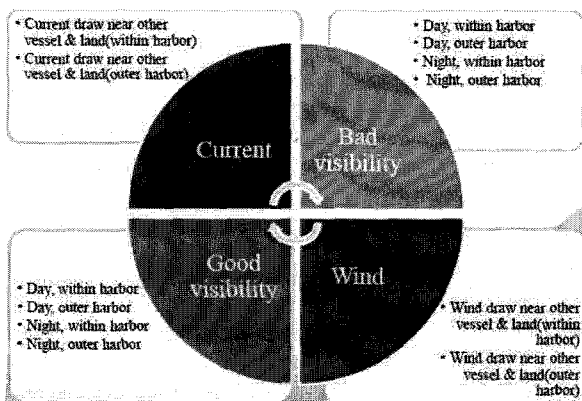


Fig. 1. Contents of research questionnaire.

3. 통항 선박 간 최소 안전이격거리 조사 분석

3.1 선박 특성 구성 비율

Fig. 3은 조사 설문에 응답한 대상자가 승선한 선박의 종류를 나타낸 것으로 유조선(39명) 26%, 기타 화물선(39명) 26%, 컨테이너선(27명) 18%, LPG/LNG(24명) 16%, 자동차전용선(13명) 8.7%, 어선(5명) 3.3%, 여객선(2명) 1.3%, 예부선(1명) 0.7%의 비율이었다. 이 중 응답자가 5명 이하의 선형에 대하여는 분석에서 제외하였다.

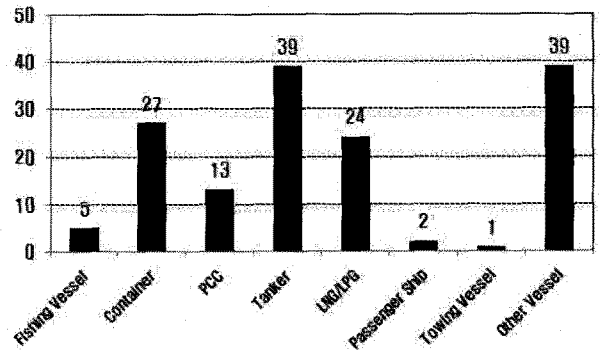


Fig. 3. Respondents' vessel types to the questionnaire.

Fig. 4는 조사된 선박의 총톤수 비율을 나타낸 것이다. 총톤수는 500톤 미만 1.3%, 500~3,000톤 이하 6.7%, 3,000~20,000톤 이하 32.7%, 20,000~100,000톤 이하 46.0%, 100,000톤 이상 13.4%로 조사되었다.

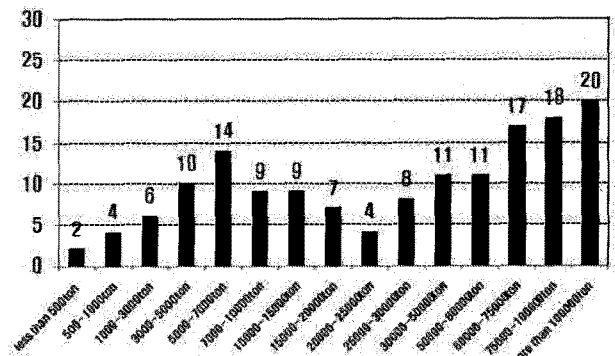
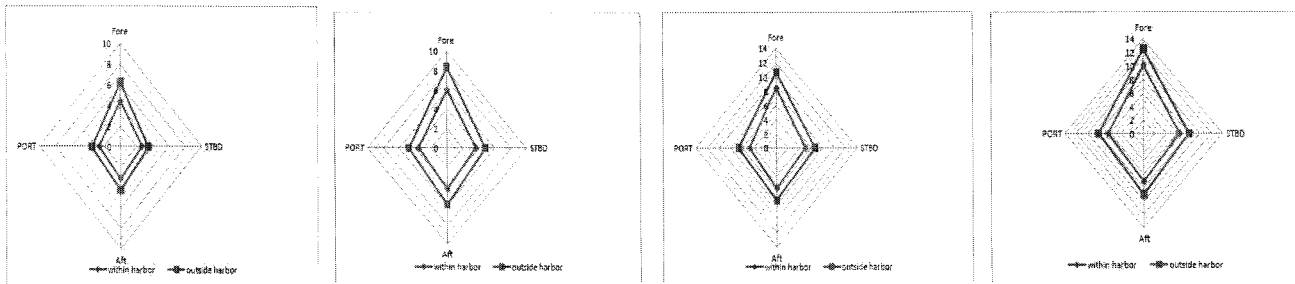


Fig. 4. Gross tonnages of respondents' vessels.

선박운항자 안전 의식에 기초한 선박통항 최소 이격거리에 관한 연구



(a) For good visibility-day (b) For good visibility-night (c) For bad visibility-day (d) For bad visibility-night
 Fig. 5. Minimum safe distances depending on visibility.

소지 면허는 상선 3급 40%(60명), 상선 2급 34%(51명), 상선 1급 18%(27명)의 순이었으며 상선 4급과 어선 3, 4급도 있었다. 또한 조사자 연령은 20세 이상~35세 미만 47.4%(97명)이 가장 높은 비율을 차지했고 승선경력은 10년 이상 29.3%(44명)이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 직책별로 보면 선장 14%(21명), 1등항해사 28.7%(43명), 2등항해사 26%(39명), 3등항해사 24.7%(37명), 기타 6.7%(10명)의 비율로 분석되었다.

3.2 최소 안전이격거리 분석 결과

이번 연구에서 분석된 자료는 SPSS통계 프로그램(Ver.12)을 이용하여 평균, 표준편차를 산출하였다. 주간 시정 양호 시의 안전이격거리는 평균과 표준편차를 제시하였으며 다른 상태에 대한 이격거리는 평균을 기준으로 하여 비교 분석하였다.

1) 시정 상태별 이격거리 변화

Fig. 5는 이번 연구에서 조사된 시정 상태별 안전이격거리를 나타낸 것이다. 시정 양호 시 주간과 야간의 경우에 선수 전방, 선미후방, 정횡의 최소 안전이격거리는 다음과 같으며 L은 선박 길이를 나타낸 것이다.

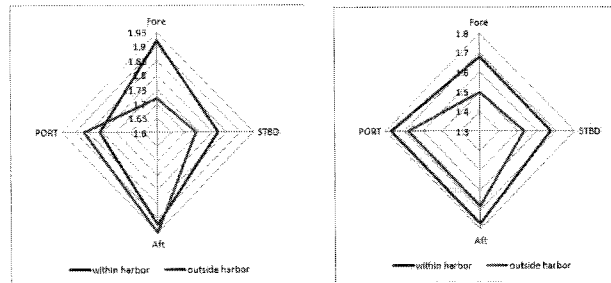
- Distance of Fore = 4.41(±1.84) L (1)
- Distance of Aft = 3.13(±1.23) L (2)
- Distance of Port-Beam = 2.62(±1.16) L (3)
- Distance of STBD-Beam = 2.61(±1.16) L (4)

지금까지 사용된 8L(전후방) × 3.2L(정횡)의 최소 안전이격거리와 비교하면 우리나라 선박운항자 의식과는 차이가 있는 것으로 조사되었다.

시정 상황이 선박운항자의 안전이격거리에 어떠한 영향을 주는 지를 알아보기 위해 항내 주간을 기준으로 계산하면, 항계 밖 주간은 1.3~1.4배, 항내 야간은 1.4배, 항계 밖 야간은 1.8~1.9배, 시정 불량 시 항내 주간은 1.8~1.9배, 항계 밖 주간은 2.4~2.5배, 항내 야간은 2.3~2.4배, 항계 밖 야간은 2.8~3.1배의 안전이격거리가 더 필요한 것으로 조사되었다.

2) 시정 양호에서 불량으로 인한 이격거리 변화

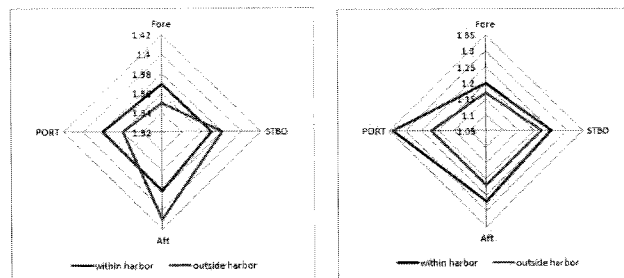
시정이 양호한 경우에서 2mile 이내의 불량한 시정으로 바뀌었을 경우 Fig. 6과 같이 항계 내 주간은 1.81~1.92배, 항계 밖 주간은 1.72~1.95배, 항계 내 야간은 1.67~1.77배, 항계 밖 야간은 1.50~1.68배의 최소 안전이격거리가 더 필요한 것으로 조사되었다. 대체로 항계 밖보다는 항계 내에 이격거리 확보율이 높았으며 주간보다는 야간에 더 많은 안전이격거리를 확보하는 것으로 조사되었다.



(a) In day from good to bad visibility (b) In night from good to bad visibility
 Fig. 6. Variation of minimum safe distances according to visibility.

3) 주간·야간 변화에 따른 이격거리 변화

Fig. 7과 같이 주간에서 야간이 되었을 경우 최소 안전거리 확보 범위의 변화 내용을 살펴보면 항계 내 시정 양호의 경우 1.20~1.34배, 항계 밖 시정 양호의 경우 1.17~1.22배의 이격거리



(a) When day turn night in good visibility (b) When day turn night in bad visibility
 Fig. 7. Variation of minimum safe distances according to day & night.

리가 더 필요한 것으로 조사되었다. 한편 시정 불량 시 항계 내 1.37~1.38배, 항계 밖은 1.35~1.41배 더 필요한 것으로 조사되어 시정양호 시보다는 시정 불량 시에 야간에 최소 안전이격거리 확보 변화율은 더욱 큰 것으로 분석되었다.

이는 주간의 시정 불량 시에 충분한 안전거리를 확보하였기 때문으로 분석되며 야간보다는 시정 불량 시에 최소 안전이격거리가 더욱 늘어나는 것으로 조사되었다.

4) 조류에 의한 이격거리 변화

Fig. 8은 조류에 의한 최소 안전이격거리 변화를 나타낸 것이다. 선박 및 육지 쪽으로 가까워지는 조류의 영향이 있는 경우에는 항내 주간을 기준으로 했을 경우 항내에는 1.9~2.2배, 항계 밖은 1.6~2.0배가 더 필요로 하는 것으로 분석되었다.

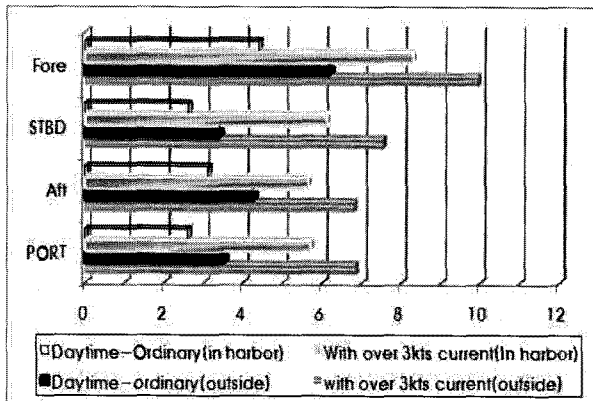


Fig. 8. Variation of minimum safe distances according to tidal current.

5) 바람에 의한 이격거리 변화

Fig. 9는 바람에 의한 최소 안전이격거리 변화를 나타낸 것이다. 타 선박 및 육지 쪽으로 가까워지는 풍속 15 노트 이상의 영향이 있는 경우에는 통상적인 경우보다 항계 내에서는 2.2~2.5배의 최소 안전이격거리, 항계 밖은 1.8~2.2배가 더 필요로 하는 것으로 분석되었다.

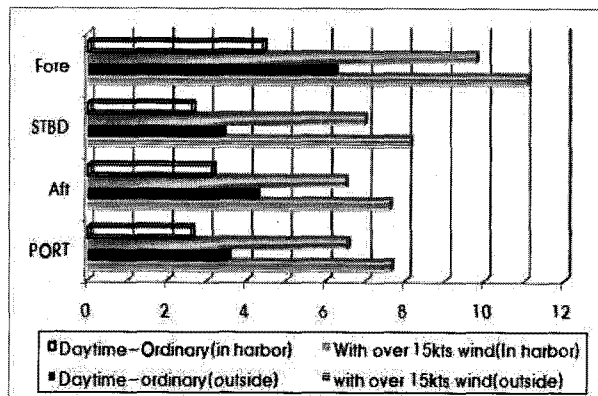


Fig. 10. Variation of minimum safe distances by wind.

6) 시정 양호 시 항계 내와 항계 외의 이격거리 변화

Table 1은 주간의 시정 양호시를 기준으로 한 항계 내·외의 최소 안전이격거리 변화율을 나타낸 것이다. 이를 살펴보면 항계 밖에서 항내 진입 시에는 주간의 경우 전방 1.8L, 우현 0.93L, 좌현 0.79L, 후방 1.14L이 감소되는 것으로 조사되었다. 야간의 경우에는 전방 2.33L, 우현 1.22L, 좌현 1.20L, 후방 1.62L이 감소되는 것으로 조사되었다. 항계 밖에서 항내로 진입 시에는 시정 양호 시 약 71~75%의 최소 안전이격거리가 줄어드는 것으로 조사되었다.

Table 1. Decrease of minimum safe distances in good visibility from outside to inside the harbor

Time	Position	Decrease
Day	Fore	1.80 L
	Aft	1.14 L
	PORT	0.79 L
	STBD	0.93 L
Night	Fore	2.33 L
	Aft	1.62 L
	PORT	1.20 L
	STBD	1.22 L

7) 시정 불량 시 항계 내와 항계 외의 이격거리 변화

Table 2는 주간의 시정 불량시를 기준으로 한 최소 안전이격거리 변화율을 나타낸 것이다. 시정 불량시를 기준으로 한 안전이격거리 변화율을 살펴보면 항계 밖에서 항내 진입 시에는 주간의 경우 정면 2.24L, 우현 1.90L, 좌현 1.60L, 후방 1.71L이 감소되는 것으로 조사되었다. 야간의 경우 정면 2.41L, 우현 1.71L, 좌현 1.71L, 후방 1.88L이 감소되는 것으로 조사되었다. 항계 밖에서 항내로 진입 시에는 시정 불량 시 주간의 경우 약 71~9%, 야간의 경우에는 약 80%의 최소 안전이격거리가 줄어드는 것으로 분석되어 시정 양호 시 변화율과 비슷하다.

Table 2. Decrease of minimum safe distances in bad visibility from outside to inside the harbor

Time	Position	Decrease
Day	Fore	2.24 L
	Aft	1.71 L
	PORT	1.60 L
	STBD	1.90 L
Night	Fore	2.41 L
	Aft	1.88 L
	PORT	1.71 L
	STBD	1.71 L

4. 선박 종류별 적정 안전거리 분석

Table 3은 선박 종류별로 안전거리를 분석하기 위하여 필요한 항목을 코드화 한 것을 보여주고 있다.

Table 3. Meanings of code for various situations

Code	Meaning	Code	Meaning
GV	Good Visibility	F	Fore
RV	Restricted Visibility	A	Aft
C	Current	S	Stbd
W	Wind	P	Port
D	Day	in	Within harbor
N	Night	out	Outside harbor

ex) GVDFin : Good visibility in day fore within harbor

4.1 시정 양호 시 선종별 이격거리 분석

Fig. 10은 주간의 시정 양호 시 항계 내 및 항계 밖의 최소 안전이격거리를 나타낸 것이다. 항계 내에서는 유조선 3.5~5.6 L, 자동차전용선 3.1~5.1L, LNG/LPG선 2.9~4.0L, 기타화물선 2.6~3.5L, 컨테이너선 약 3.4~3.9L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었고, 선박조종성능이 불량한 유조선, 자동차 전용선의 경우 최소 안전이격거리를 많이 두고 있는 것으로 조사되었다. 항계 밖 주간은 유조선은 5.6~9.3L, 자동차전용선은 4.0~5.8L, LNG/LPG선은 3.9~5.6L, 기타화물선은 3.8~5.0L, 컨테이너선은 4.1~5.2L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었고, 항계 내와 마찬가지로 선박조종성능이 불량한 유조선, 자동차 전용선의 최소 안전이격거리가 많은 것으로 조사되었다.

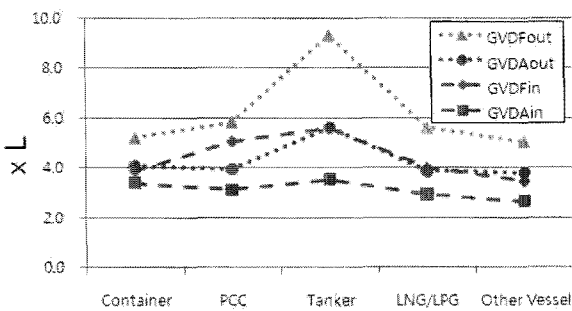


Fig. 10. Minimum safe distances in good visibility - day by ship's type.

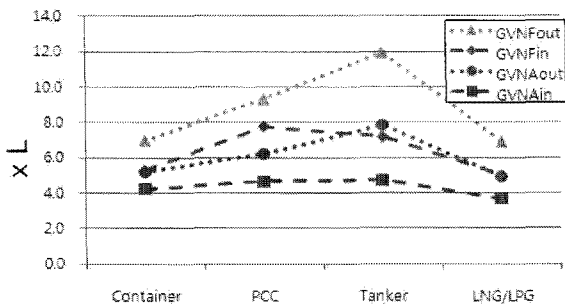


Fig. 11. Minimum safe distances in good visibility - night by ship's type.

Fig. 11은 야간의 시정 양호 시 항계 내 및 항계 밖의 최소 안전이격거리를 나타낸 것이다. 항계 내의 경우 유조선은 4.7~7.2L, 자동차전용선은 4.7~7.8L, LNG/LPG선은 3.7~5.0L, 기타화물선은 4.1~4.9L, 컨테이너선은 4.2~5.2L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었다. 항계 밖 야간의 최소 안전이격거리를 보면 유조선은 7.8~11.9L, 자동차전용선은 6.2~9.3L, LNG/LPG선은 4.9~6.9L, 기타화물선은 5.3~6.8L, 컨테이너선은 5.2~7.0L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었다.

4.2 시정 불량 시 선종별 이격거리 분석

Fig. 12는 시정 불량 시 항계 내 및 항계 밖 주간은 유조선은 약 6.0~10.0L, 자동차전용선은 5.5~11.0L, LNG/LPG선은 4.5~6.6L, 기타화물선은 6.1~7.0L, 컨테이너선은 6.3~7.7L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었다. 항계 밖의 경우는 유조선 8.9~13.4L, 자동차전용선 7.2~12.8L, LNG/LPG선 5.2~8.6L, 기타화물선 8.9~9.8L, 컨테이너선 6.8~8.8L의 최소 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었다. 시정 양호 시 주간보다 평균적으로 유조선은 2.3L, 자동차 전용선은 2.5L, LNG/LPG선은 1.65L, 기타화물선 3.25L, 컨테이너선은 2.5L 정도 최소 안전이격거리를 많이 두고 있는 것으로 조사되었다.

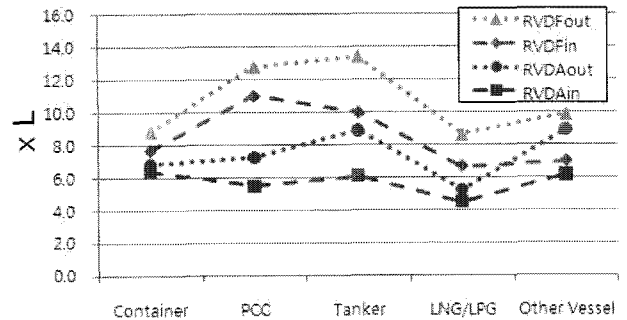


Fig. 12. Minimum safe distances in restricted visibility - day by ship's type.

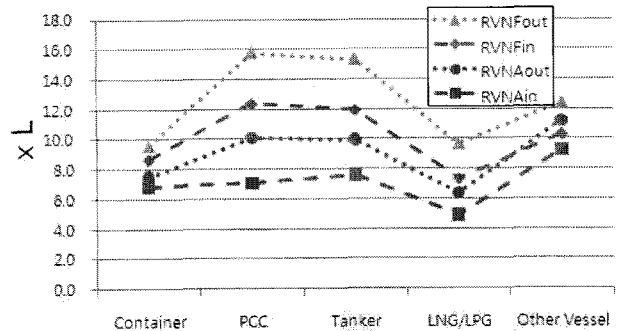


Fig. 13. Minimum safe distances in restricted visibility - night by ship's type.

시정 불량시도 마찬가지로 선박조종능력이 불량한 유조선, 자동차 전용선이 최소 안전이격거리를 많이 두고 있는 것으로 조사되었다.

Fig. 13은 시정 불량 시 야간의 항계 내 및 항계 밖 최소 안전이격거리를 나타낸 것이다. 시정 불량 시 항계 내 야간의 유조선 안전이격거리는 7.6~11.9L, 자동차전용선은 7.1~12.4L, LNG /LPG선은 4.9~7.4L, 기타화물선은 9.3~10.3L, 컨테이너선은 약 6.8~8.7L로 조사되었다. 시정 불량 시 항계 밖 야간의 유조선은 약 9.9~15.3L, 자동차전용선은 10.1~15.8L, LNG/LPG선은 6.4~9.7L, 기타화물선은 11.2~12.4L, 컨테이너선은 약 7.5~9.6L의 안전이격거리를 두는 것으로 조사되었다.

4.3 시정 양호 시에서 불량 시 이격거리 변화

Table 4는 선종별 시정이 양호한 상태에서 악화 시 최소 안전이격거리 변화율을 나타낸 것이다. 즉, 시정 양호 시에서 시정 불량 시로 해상 상황이 변화할 경우에는 기타 화물선과 자동차 전용선의 경우 최소 안전이격거리 변화율이 약 2배 이상으로 큰 것으로 분석되었다. 이는 기타 화물선 및 자동차운반선이 시정 악화 시 다른 선박보다 더욱 많은 최소 안전이격거리의 확보가 필요로 한다고 할 수 있다. 유조선의 경우에는 시정 양호 시에 넓은 범위의 최소 안전이격거리를 필요로 하기 때문에 시정 불량 시 증가율이 그렇게 높지 않았다.

Table 4. Increase of safe distances from good to bad visibility condition

Time	Side	Position	CONT	PCC	Tanker	LNG/LPG	Other Vessel
Day	In	Fore	1.97	2.17	1.78	1.66	2.01
		Aft	1.86	1.75	1.72	1.52	2.31
	Out	Fore	1.69	2.18	1.43	1.54	1.95
		Aft	1.67	1.83	1.58	1.35	2.34
Night	In	Fore	1.65	1.59	1.66	1.47	2.08
		Aft	1.62	1.52	1.61	1.34	2.26
	Out	Fore	1.38	1.69	1.28	1.41	1.84
		Aft	1.45	1.63	1.27	1.30	2.09

5. 결론

지금까지 통항 선박 간 최소 안전이격거리는 외국자료 및 연구를 이용하여 해상교통안전진단제도의 해상교통혼잡도 평가 및 해상교통 충돌영역 판정에 사용하고 있다. 하지만 이러한 최소 안전이격거리는 시정, 주·야간, 조류, 바람, 선종별로 상이할 것으로 사료되지만, 이러한 다양한 파라미터가 고려된 모델은 아직까지 찾아보기 힘들었다.

이번 연구에서는 우리나라 선박운항자의 안전의식에 입각한 통항 선박 간 최소 안전이격거리를 다양한 상황별로 도출하였다. 시정이 양호한 주간인 경우 선수전방 4.4L, 선미후방 3.1L, 정횡 2.6L로 기존에 사용되고 있는 최소 안전이격거리와는 차

이가 있는 것으로 분석되었으며 시정 및 주야간 등과 같은 파라미터를 다양하게 고려하였다. 이 연구에서 도출된 결과를 기초로 우리나라 실정에 맞는 최소 안전이격거리를 기반으로 한 해상교통안전성 평가모델의 충돌판정영역 등과 같은 기초모델로 사용할 수 있을 것이다. 또한 해상교통안전진단제도의 중요한 요소인 해상교통혼잡도의 신 모델로 적용이 가능하며, 해상교통관제센터의 관제 가이드라인으로 이용이 가능할 것으로 사료된다.

추후 연구 과제로는 레이더, AIS(Automatic Identification System) 등을 통한 실제 항적을 이용하여 통항하는 선박 간 이격거리를 산출하여 보완한다면 정확도가 더욱 높은 최소 안전이격거리 모델을 구성할 수 있다. 또한 선박조종 시뮬레이터를 이용한 검증 및 추가 설문을 통하여 보다 정도가 높은 이격거리를 제안할 수 있을 것이다.

후 기

본 논문은 국토해양부 국토해양기술연구개발사업 중 “해상교통안전성평가모델 기술개발” 사업에서 지원한 연구결과의 일부임.

참 고 문 헌

- [1] 박진수, 박영수, 이형기(2010), 해상교통공학, 한국해양대학교 해사도서출판부, p. 85.
- [2] 윤점동(2008), 선박조종의 이론과 실무, 세종출판사, pp. 204-206.
- [3] Hasegawa, K., A. Kouzok, T. Muramatsu, H. Komine and Y. Watabe(1989), Ship Auto-navigation Fuzzy Expert System(SAFES), Journal of the Society of Naval Architecture of Japan, Vol. 166, pp. 185-193.
- [4] Ian, Clark(2005), Ship Dynamics for Mariners, The Nautical Institute, pp. 199-206.
- [5] Inoue, K., M. Kubono, M. Miyasaka and D. Hara(1998), Modeling of Mariners' Perception of Safety when Being Faced with Imminent Danger(In Japanese), Journal of Japan Institute of Navigation, pp. 235-245.

원고접수일 : 2010년 10월 04일

원고수정일 : 2010년 10월 20일 (1차)

: 2010년 11월 29일 (2차)

게재확정일 : 2010년 12월 23일