

육상 제어 시 발생 가능한 지연이 선박 안전 운항에 미치는 영향

박수민* · 예병덕** · † 임정빈

*한국해양대학교 MASS Lab. 연구원

**한국해양대학교 항해학부 교수, † 한국해양대학교 항해학부 교수

요 약 : 자율 운항 선박 연구 개발을 진행함에 있어, 육 해상간 발생하는 모든 지연이 안전 운항에 위협적임을 인지하고, 추후 착수 할 연구의 방향성을 제시하려 한다.

핵심용어 : 육상 제어, 선박 지연, 충돌 위험성, 안전 운항

1. 연구 배경 및 목적

* IMO 가 규정한 자율운항 선박의 자율화 등급

연구의 배경
- IMO에서 정의한 자율운항 선박(MASS: Maritime Autonomous Surface Ship)의 4단계

Level 1
- 선원 승선 및 부분적 자율운항기능
- 자동화 및 선원의 의사결정 지원 단계

Level 2
- 선원 승선 및 원격 제어 가능
- 시스템 고장 시 선원 직접 대응

Level 3
- 선원 미승선 (또는 최소인원)
- 원격 제어, 기존 자동화 가능한 단계

Level 4
- 완전 무인 자율운항 선박

연구의 목적
- 통신 및 가시성 등에 따라 조타 지연이 있다고 가정할 때, 이것이 선박 조종에 미치는 영향을 알아보기 위한

3. 실험

실험 조건

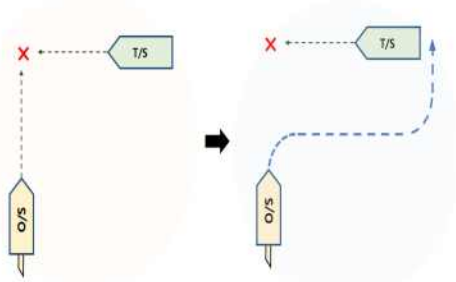
1. 실험은 콘스버그의 선박 조종 시뮬레이터를 사용
2. 운선 경력, 나이 및 성별과 무관하게 선별된 3명을 대상으로 우선 실시
3. 실험 선박은 해양대학교 실습선인 HANNARA 조호 지형
4. 사전에 참가자들이 선박의 기본 조종 특성에 대해 인지할 수 있도록 충분한 정보를 제공
(Ex: Ship's particular, Turning circle, Pilot card...)
5. 통신기 고장 상태 및 기타 모든 원인에 따른 원격상 한 지연을 하나의 Intex로 놓고, 실험 시 아플 러더(rudder order)지연으로 삼음
6. 지연이 선박운항에 독자적으로 미치는 영향을 알아보고자, 러더(rudder order) 지연을 제외한 어떠한 외력도 존재하지 않음



▲ 콘스버그 시뮬레이터

2. 연구 방법

COLREGS Rule 15 : Crossing situation (횡단 상황)
When two power-driven vessels are crossing so as to involve risk of collision, the vessel which has the other on her own starboard side shall keep out of the way and shall, if the circumstances of the case admit, avoid crossing ahead of the other vessel.



3. 실험

HANNARA

SHIP'S PARTICULARS		PROPULSION PARTICULARS				STEERING PARTICULARS	
Call Sign : JJJJ	Displacement : 2031 tons	Type of engine : Diesel	Maximum power : 6620kW (900hp)			Type of rudder : Normal	
Loading condition : loaded	Year built : 2010	Manoeuvring engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	Maximum angle : 35°	Hard-over to hard-over : 31.1 sec
Length overall : 133m	Port : 31.1 shackles	Full sea speed	1	148	100%	15.07	N/A
Starboard : 31.1 shackles	Starboard : 31.1 shackles	Full Ahead	0.8	148	80%	13.65	N/A
Breadth : 22.4 m	Starboard : 31.1 shackles	Half Ahead	0.5	148	50%	9.84	N/A
Stem : NA	Starboard : 31.1 shackles	Slow Ahead	0.25	148	25%	5.34	N/A
Bulbous bow : Yes	Starboard : 31.1 shackles	Dead Slow Ahead	0.125	148	13%	2.75	N/A
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)	Starboard : 31.1 shackles	Stop	0	148	0%	0.00	N/A
Draught aft Forward : 6.39 m/20 ft 11 in	Starboard : 31.1 shackles	Dead Slow Astern	0.125	148	13%		
	Starboard : 31.1 shackles	Slow Astern	-0.25	148	-25%		
	Starboard : 31.1 shackles	Half Astern	-0.5	148	-50%		
	Starboard : 31.1 shackles	Full Astern	-1	148	-100%		

† 교신저자 : 종신회원, jbyim@kmou.ac.kr
* 일반회원, mnho002@naver.com
** 종신회원, byea@kmou.ac.kr

3. 실험

실험 방법

1. Rudder order delay는 0.30, 60, 90초 중 4번 주어짐
2. 상황은 Crossing-situation이며, 타선의 선미로 피항 할 수 있도록 함
3. 위험 후, 안전로 000°로 "복귀하여 steady 한 시점에 실험 종료"
 *복귀: 위험로의 0.1mile 이내를 표시해 그 구역을 타 이상 벗어나지 않는 상황으로 판단
4. 제한 수로로 지정하기 위해 좌우 2mile의 경계를 있으며, 가능한 이 수로를 벗어나지 않도록 지시함



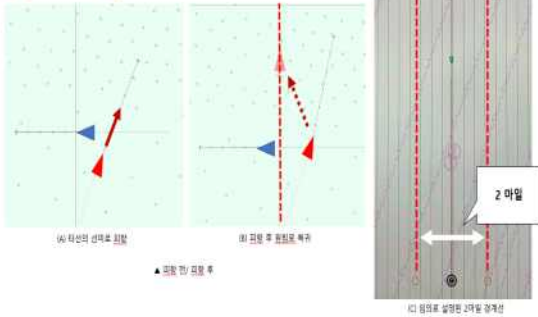
▲Participant engaging in experiment

copyright@JLAE, KNU

3. 실험

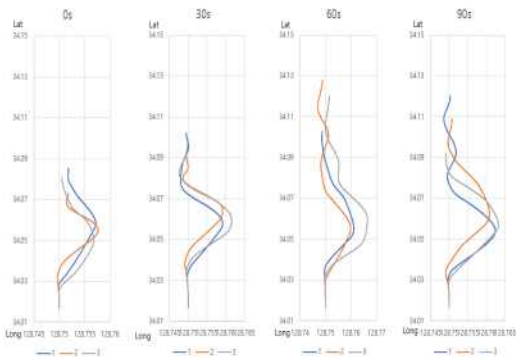


자선 타선



copyright@JLAE, KNU

4. 실험 결과



copyright@JLAE, KNU

4. 실험 결과

결과

1. 실험이 종료된 후 실험의 난도를 물어본 결과, 모든 참가자가 '있조 지언' 이 가장 어렵다고 답하였으며, 실제 항해도 이와 일치함
2. 모든 참가자가 지연 시간을 계산한 '피항역선' 뿐만 아니라 '안전로 복귀 후 ready' 가 가장 힘들었던 상황 요소라고 응답함
3. Rudder order delay 가 0~90초로 커짐에 따라 지연 항로를 건의 빈도가 감소해, 위험로 복귀 후 steady 하기까지의 시간이 상당히 오래 소요됨

분석

1. 지연 시간이 길어질수록 동행으로 복귀하는 데에 시간이 많이 소요되고 이는 지연이 발생할 경우, 선박의 항행에 매우 어렵다는 것을 의미함
2. 다른 시간에 비해 90초에서의 항역이 위험로의 가장 길고, 이를 통해 지연이 일어날수록 자신의 움직임을 예측하기 어렵고, 타선과의 피항 거리가 멀어진다라는 것을 알 수 있음

copyright@JLAE, KNU

5. 결론 및 향후 목표

결론

본 실험은 해상 상황에서 육상 제재자의 조타가 피항에 유효하다는 가정하에, 선박에 발생하는 지연이 안전운행에 미치는 영향을 알아보고자 실시된 횡단 상황(Crossing situation)에서 참가자들에게 'Rudder'만을 이용하여 피항 할 것을 지시하였고, 지연 시간에 따른 대응방법을 확인하고자 0.30, 60, 90초 단위로 지연 시간 당 1번씩 실험했으며 실험 결과, 지연이 길어질수록 자신의 항적분포가 불규칙적인 양상을 띄었음 실제 선박에서 이러한 지연이 생긴다면, 선박의 안전 운항에 상당한 차용함을 유발 것이라 사료되며, 피항 뿐만 아니라 항적분포도 저해될 것이라 여겨짐. 따라서 앞으로 지각을 지능운항선박(MASS)의 연구개발에 있어, 발생가능한 지연을 최대한 예측하여 이에 대한 대비를 세우는 것이 필요함

향후 목표

1. 정적인 환경과 도출을 위해, 추후 참가자 경험한 통한 더 많은 표본을 포함
2. rudder delay 시간에 따라 제압되는 초중 난이도를 중반의 인지하고, 중을 위험로 인식할 수 있음을 기대함

copyright@JLAE, KNU

사 사

본 논문은 2021년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 '자율운항선박 기술개발사업 (20200615)'의 연구결과입니다.