

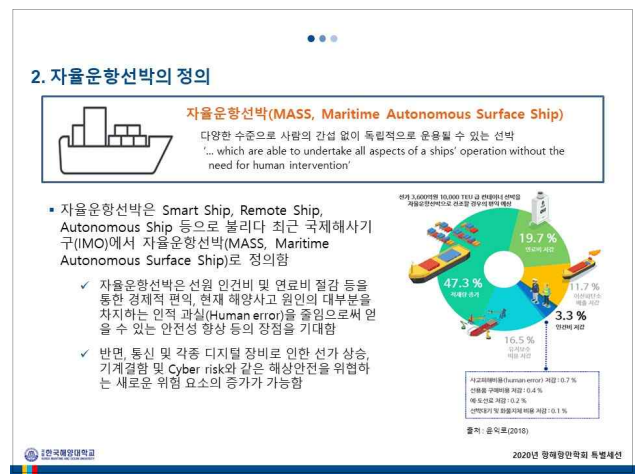
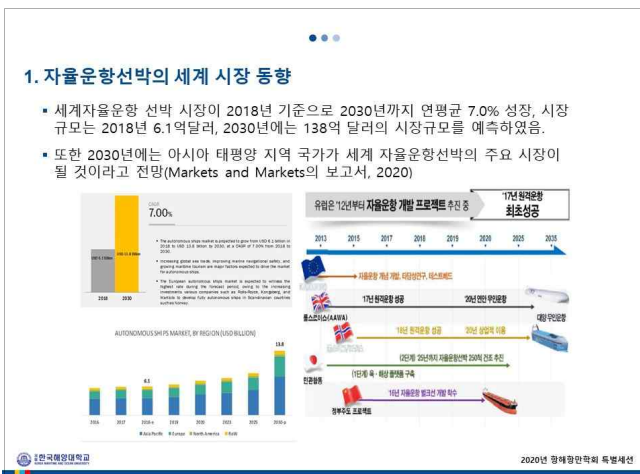
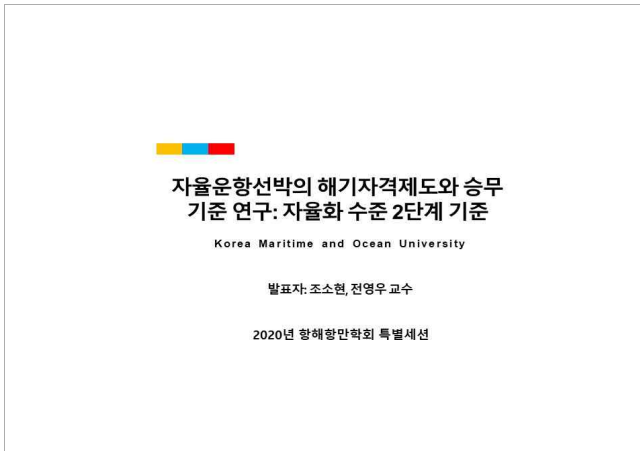
자율운항선박의 해기사격제도와 승무기준 연구: 자율화 수준 2등급 기준

조소현* · † 전영우

*한국해양대학교 해사수송과학부, † 한국대학교 해사수송과학부 교수

요 약 : 본 연구는 자율운항선박의 도입이 가시화 되고 있는 해운산업에서 선박의 자율화 수준에 따른 선원의 역할 변화와 해기사 자격에 대해 분석하고자 한다. 또한 여러 선행연구들을 중심으로 자율화 수준 2등급에서 적절한 승무 정원 유지를 위해 고려해야 되는 사항을 검토 · 분석하였다. 이를 통해 향후에 자율화 기술 발전에 따른 선박의 도입시 해기사의 배승과 역할에 대한 시사점을 제시하고자 한다.





핵심용어 : 자율운항선박, 해기사, 승무정원, 자율화 수준



† 교신저자 : jyw76@kmou.ac.kr

3. 자율운항선박의 자율화 등급

- 자율운항선박의 자율화 단계(Autonomy Level, AL)에 대한 정의는 영국선급에 의해 개발되었고, 현재 각 연구 기관이나 선급에 따라 다소 다르게 해석, 적용되기는 하나 대체로 선박설계 및 선박 운영을 다루는 '자율수준'을 의미

IMO 자율화 단계	IMO 자율화 등급	정의
1	Manual Ship	자율화된 프로세스 및 결정 지원 시스템을 갖춘 선박 
2	Remote Ship	원격제어가 가능하며 선박의 선원이 승선하는 선박 
3	Monitoring Ship	원격제어가 가능하며 선박에 선원이 승선하지 않는 선박 
4	Autonomous Ship	완전자율운항이 가능한 선박 

4. 자율운항선박의 자율화 등급에 따른 선원 역할 변화

단계	자율화 등급	정의	선원의 역할	운항주체 주체 (운항지배)
1	일부 자동화 및 의사결정지원 선박(Manual Ship)	부분적 자율운항지원 자동화 단계 및 선원의 의사결정을 지원하는 기능을 가진 선박	전통의 유인 선원들에 의한 선박 운항, 전통적 선박 운용 방법으로서 선박 통제	선장
2	선원 승선+원격제어(Remote Ship)	선원이 승선한 상태로 원격 제어 가능한 선박, 시스템 고장시 선원이 직접 대응	소수의 선원이 승선하지만 원격제어가 가능한 시점으로 선원은 자동원격제어, 정보통신, 인공지능에 대한 전문성을 갖추면서도 실무 경험이 풍부해야 함.	육상운항관리자
3	선원 미승선+원격제어(Monitoring Ship)	선원이 미승선(또는 최소인원) 상태에서 원격제어, 기관 자동화 등이 가능한 수준의 선박	선원이 승선하지 않고 육상제어에서만 선박운항을 통제하는 단계. 선원이나 해기사의 개입이 없는 육상 제어	육상운항관리자
4	완전자율선박(Autonomous Ship)	원천부터 자율운항이 가능한 선박	사람의 개입이 전혀 없이 자율운항시스템(인공지능)에 의해 운항	AI

5. 자율운항선박 시대의 해기사 자격

- Future seafarer / E-farer / Seafarer 4.0
- 미래 자율운항선박에 종사할 선원에게 요구되는 해기 지식과 기술은 아직 충분히 검토되거나 정의되지 못함
 - 자율화 기술 정도에 따라 선박 운용에 대한 예측이 가능하나 현재로는 자동화 기술의 탑재가 진행 중인 상황으로 선원의 해기 지식과 기능은 상용화된 자동화의 기술 수준에 따라 달라질 것임
 - 다만 디지털정보와 데이터 관리, 시스템 이해 능력이나 원격관리 능력 등이 새로이 요구되는 해기사의 자격 요건(요구 역량)에 포함될 필요가 있음



- 자율화 수준 2등급에서의 선박 운항은 극소수의 선원이 아닌 일부의 선원이 줄어든 상황으로 여전히 전통적인 선박의 기능과 부서(갑판부, 기관부)의 구분은 존재할 것임

5. 자율운항선박 시대의 해기사 자격

- 따라서 각 부서별의 기능은 여전히 존재하고, 해기사는 항해와 기관에 따라 업무 수행을 하되, 종전의 부원의 역할이 추가되거나 동일 부서내 타 직급의 해기사 업무가 추가적으로 부여될 수 있음
 - E-Farer 혹은 Seafarer 4.0과 같은 전통의 해기사가 아닌 새로운 해기 역량을 갖춘 자율운항 선박의 해기사 요구
 - 이를 위해 자율운항선박의 상용화로 해기사에게 요구되는 해기역량을 구분하고 이에 따른 해기사 자격 요건을 검토해야 할 것임
 - [선박직업법] 해기면허의 직종 및 등급, 해기사 면허를 위한 승무경력, 선박 직원의 최저 승무 기준 등을 자율운항선박의 등급에 따라 검토해야 함



출처: KCS(2018), 출처: kerf Erik Krolandson(2019)

6. 자율운항선박과 선박의 승무원의 증가 및 감소에 대한 이론적 고찰

자율운항선박의 도입에 따른 선원의 증감에 대한 선행 연구

저자	연구 내용
Rolls Royce (2016)	자율운항선박의 도입에도 불구하고 향후 가까운 미래에는 유인 선박이 당연히 계속 존재하고 모든 선박이 자율 운항을 하지 않으므로 결과적으로 향후 선원들의 수를 극적으로 감소시키지 않을 것으로 예상함
Kenvin Tester (2017)	선원들의 일자리는 더욱 축소될 위험에 직면하게 되고 특히 유능부원(able seaman) 또는 해기사(officer) 이외의 비숙련 인력은 불필요하게 되는 인력 구조가 형성될 가능성이 클 것으로 제언
김 경석 (2018)	자율운항선박의 도입에 따른 선원 및 일자리에 미치는 영향을 자율 수준(Autonomy level)에 따라 수요의 일자리의 질이 다를 것으로 예상, 해기사의 직업 전환이 이루어질 것으로 분석함
윤 익로 (2018)	전통적 유인선박에서 원격조종 자율운항과 완전 자율운항선박의 도입으로 해운산업에서 기존의 전통 선원의 일자리는 다소 감소, 그러나 현재와 다른 형태의 다양한 일자리가 해운산업에 창출될 것으로 분석
Max (2018)	ICS/BIMCO 보고서의 자료를 기초로 시나리오 분석을 적용, 향후 해기사의 수요 대비 공급은 정체되었기 때문에 자율운항선박의 도입 확산시에 부정적 영향보다도 긍정적 영향을 고려함, 감소되는 선원의 일자리보다 증가되는 새로운 일자리 수가 많다고 분석함

6. 자율운항선박과 선박의 승무원의 증가 및 감소에 대한 이론적 고찰

자율운항선박의 도입에 따른 선원의 증감에 대한 선행 연구

저자	연구 내용
Max (2018)	ICS/BIMCO 보고서의 자료를 기초로 시나리오 분석을 적용, 향후 해기사의 수요 대비 공급은 정체되었기 때문에 자율운항선박의 도입 확산시에 부정적 영향보다도 긍정적 영향을 고려함, 감소되는 선원의 일자리보다 증가되는 새로운 일자리 수가 많다고 분석함
전 영우 (2018)	자율운항선박의 등장과 확산 시기를 여러 변수를 고려함, 자율수준의 등급에 따라 선원의 필요 해기 능력과 육성 시기 및 육성을 위한 제도 정비 범위를 분석하였음, 자율화에 따라 선원의 수는 감소되는 방향으로 진행될 것이며 결과적으로 자율선 단계별 해기사 교육 대응 방향을 제시함
조소현 외 (2019, 2020)	시스템 다이내믹스 연구방법으로 선원의 수는 감소하지만 해운산업의 일자리는 더욱 창출될 것으로 분석하고 미래 해운산업을 위한 개선사항 제시
Ciceket al. (2019)	선원 규모는 축소되나 과학 기술의 발전으로 선박에 고도의 기계화와 자동화가 상용화된면 우수한 자격을 갖춘 인력차원의 필요성이 유발
Oksavik et al. (2020)	선원 및 선원관련 산업의 일자리는 점진적으로 축소될 것이고, 반대로 현재와 다른 형태의 일자리가 창출될 것으로 예측
Carmen Kooij (2020)	선원의 일자리는 개별 자동화에 따라 축소될 수 있다는 가정하에 이를 알고리즘 분석을 통해 선박의 업무별 선원의 일자리 축소와 크기 정도를 분석함

7. 자율운항선박의 적정 승무 정원에 대한 최신 연구(선행연구)

- Carmen Kooij(2020)는 자율화 정도에 따라 선박에 승선하는 선원의 규모(승무 정원)는 달라질 수 있다는 가정 하에 DES 분석과 선원분석알고리즘을 통해 선박의 대표적인 업무가 자동화 되었을 때 선박의 최소 승무 정원을 분석하고 시사점을 제시함
- 연구 조건
 - 연구 대상 선박: 750TEU 컨테이너 선박(짧은 항차로 연안항해를 주로 하는 선박으로 가정)
 - 연구 대상 선박의 선원: 12명의 선원 승선(갑판, 기관, 사주부)
 - ✓ 선장, 일항사, 이항사, 기관장, 일등기관사, 갑판장, 조리장, 갑판 부원 5명
 - 연구 가설: 선박의 자율화 기술수준은 선박 승무 정원에 영향을 미친다(감소영향)
 - 연구 선박의 자율화 범위: 일반적인 운항(항해)와 입출항 업무가 자동화
 - 연구 방법론: Discrete-event simulation(이산 사건 시뮬레이션, DES)을 통해 개별 직무에 대해 선원의 필요 크기 규모를 분석

7. 자율운항선박의 적정 승무 정원에 대한 최신 연구(선행연구)

선박의 자율화에 따른 선박의 승무 정원의 변화

선박 업무	선원 승무 정원		비고
	전통 유인선박	자율화 선박(2단계)	
선박 입출항시	9	2	Mooring의 자동화로 선원의 직접 개입이 거의 필요 없고 감독 수준으로 작업 가능. 다만 경비 부팀이 선원을 사용하는 것보다 더 클 수 있음
항해시	11	8	기본 당직을 수행해야 하고, 근무조건에 최소 휴식시간을 보장해야 하기 때문에 선원의 감소가 가장 적은 선박의 업무일. 자동화 탑재가 상당 수준 이뤄지더라도 여전히 선원의 직간접 개입이 가장 큰 업무일
화물 적양하시	12	12	선박이 정박하고 있지만 항해와 기관의 부서별 업무를 수행해야 함. 갑판부는 화물감독, 정박당직 수행. 기관부는 기관 기기 관리 및 필요시 연료 방커링 등 선원에 의한 업무가 정박시 가장 많이 필요한 것으로 분석됨.

출처: Carmen Kooij(2020) 인용 후 재작성

시사점

- 자율화 수준 2단계의 자율운항선박의 승무정원의 축소와 관련 시사점
 - 자율화 수준 2단계의 선박은 일부 혹은 독립적 선박 업무의 자동화가 탑재되었고, 선원과 육상운항관리자(Shore-based Control Centre)가 함께 선박 운항을 통제하는 상황임
 - 일부의 자동화된 선박의 업무로 인해 선원의 승무 정원의 규모가 대폭 줄어드는 단계는 아님
 - ✓ 승무 정원이 줄어드는 것이 인적자원의 비효율적 사용일 가능성도 존재함
 - ✓ 자동화로 기존의 승무 정원과 비교해서 10% 내지 20%의 정원 감소 효과
 - 항해 자동화에 의해 작업량과 작업부하(workload)의 감소
 - ✓ 연구 사례에는 10%의 작업부하가 감소되었음
 - ✓ 이러한 항해 자동화의 영향은 크지 않으나 작업부하 감소에 따른 선원의 피로 감소는 결과적으로 항해가 더 안전하고 잠재적 위험 비용측면에서 효과적일 수 있음



시사점

- 자율화 수준 2단계의 자율운항선박의 승무정원의 축소와 관련 시사점
 - 자율화 선박의 해기 교육의 중요성이 더 크게 부각됨
 - ✓ 전통적인 해기 교육 이수 후 자격요건을 갖추고 선박에 승선하는 기존 해기사와 달리 특성화된 자율화 선박의 교육을 받은 해기사는 갑판과 기관의 업무 경계 없이 선박을 운항 통제함
 - ✓ 예를 들어 선장이 정박시 화물 감독과 입출항 서류 관리, 및 기기 관리감독 등 기존 업무에서 추가될 가능성이 높음
 - ✓ 연구 사례에는 전통적인 유인 선박에 승선한 해기사와 자율화 선박의 교육을 받은 해기사와의 교차 업무 수행시 자율화 선박의 교육을 받은 자의 업무 수행 성과가 더 높게 측정됨



- ❖ 자율화 등급에 따른 승무정원을 완화하거나 면제하는 기준 검토 시 각 자율화 등급에 따라 자동화 탑재 범위를 고려하여 선원에 의한 운항 범위를 고려해야 함.
- ❖ 자율화 수준 2등급의 선박에서 소수의 선원에게 선박이 운항되기 때문에 작업 부하가 더 부가하거나 근로시간의 증가 되어서는 안되기 때문에 자동화 설비에 의한 운항 통제와 선원에 의한 운항 통제가 조화되어야 함
 - 자동화와 선원에 의해 통제 가능한 선박 업무의 구분 필요: 비용측면/효과측면/기술실현가능성 여부
 - 새로운 기술에 대한 투자와 선박 항해에 필요한 선원 감소 사이의 균형 필요
- ❖ 자율화 선박의 운항 및 통제하는 선원은 고급 해기 기술이 요구되며 부원보다는 해기사급의 선원이 필요함