혁신성장 2021-41

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

2021.10.21

혁신성장품목분석보고서

YouTube 요약 영상 보러가기

고효율/친환경 선박

환경오염 규제에 따른 친환경 연료 대체

요약
배경기술분석
심층기술분석
산업동향분석
주요기업분석

작성기관	NICE평가정보(주)	작 성 자	송동근 전문연구원

■ 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.

■ 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.

■ 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.

■ 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.

■ 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2124-6822)으로 연락주시기 바랍니다.

한국IR협의회

고효율/친환경 선박

IMO 규제에 따른 친환경 선박 시장의 증가

그린뉴딜	테마명	첨단제조·자동화	분야명	차세대 동력장치	산업분류	A04006
	【정책 및 투자 동향】					
	정책동향	○ IMO 선박 온실가스 배출량 감축 규제 등 친환경 관련 규제 등장 ○ 친환경 관련 규제로 인한 친환경 연료를 사용한 선박 급증 ○ 국가별 친환경 선박 기술개발 및 보급 확산을 위한 계획 수립 및 추진				
	투자동향	○ (해외) 주요국들 중심으로 온실가스 배출규제해역 지정 등 노력 지속 ○ (정부) 친환경 신시장 창출을 목표로 2030 그린쉽-K 계획 수립 「친환경선박전주기혁신기술개발사업」 예타 통과('22~'31, 총 2,540억 원)				

■ 온실가스 규제에 따른 친환경 선박의 성장

국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO)는 2050년까지 선박이 배출하는 온실가스를 감축하는 규제를 발표하였으며, 전 세계 선박 기업은 기존 화석연료를 배터리, 수소에너지, 바이오에너지 등의 친환경 연료로 전환해야 한다. 시장 참여 업체들은 친환경 연료를 사용하는 선박 개발에 역량을 집중하고 있으며, 배터리와 수소연료전지 등을 사용하는 기술을 선제적으로 개발 및 실증 완료한 상황이다.

■ 선박의 환경규제, 해운산업의 패러다임을 바꾸는 계기

조선소는 EEDI(선박에너지효율설계지수) 규제를 만족하는 선박의 건조 능력이 요구되며, 중장기적으로는 고연비, 저탄소 선박의 개발이 필요하다. 친환경 고연비 선박기술에 관한 연구 및 개발이 촉진되고 있으며, 한국 조선산업이 세계시장의 주도권을 갖기 위해서는 친환경 연료 관련 기술개발이 필수적이다. 이에 대한 정부의 다양한 정책과 지원이 확대되고 있는 전망이다.

Ⅰ. 배경기술분석

IMO의 선박 배출가스 규제에 의한 친환경 선박의 개발 및 필요성 확대

친환경 선박을 위한 LNG, 연료전지, 무탄소 연료, 수소 및 암모니아 연료 추진 선박 및 관련 기자재 기술개발의 확대가 활발히 이루어지고 있는 추세이다.

1. 산업 생태계 분석(정의, 구조 및 특징)

■ 온실가스 규제에 관한 대안 : 차세대 동력장치, 고효율 친환경 선박

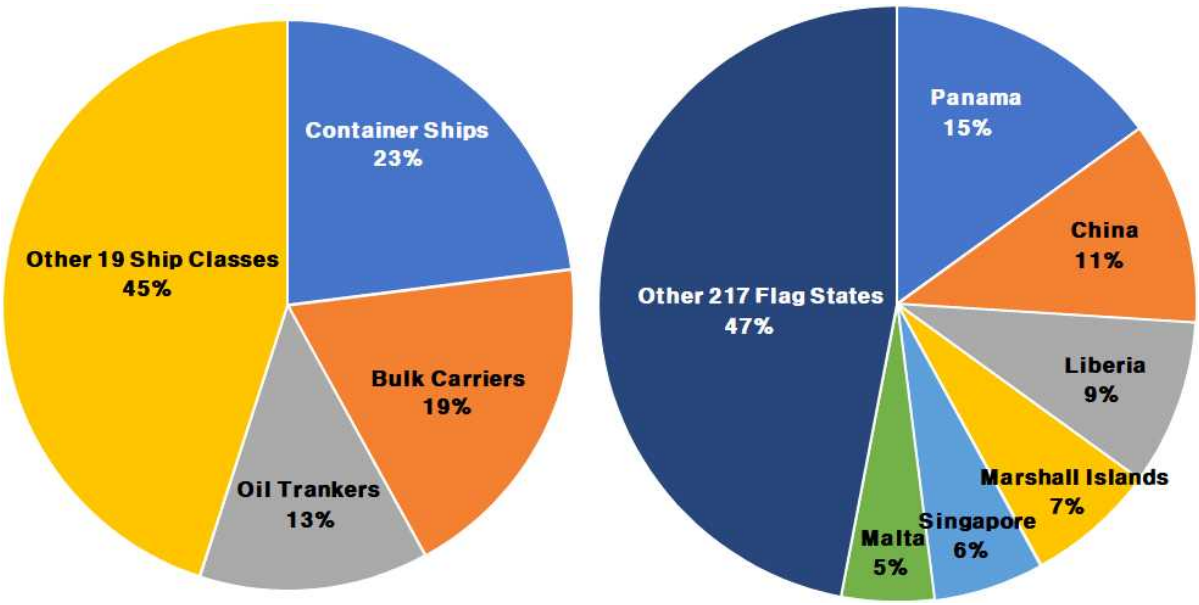
환경 문제가 심각해짐에 따라 자동차와 같은 이동 수단으로부터 배출되는 가스 등을 줄이기 위해 친환경 관련 규제 강화 및 기술개발이 이뤄졌다. 선박 또한 일반적으로 화석연료를 사용하여 미세먼지, 질소산화물, 황산화물 및 이산화탄소가 배출되고, 이러한 공해 물질은 IMO에 의해 규제되어진다. 해양환경 및 해양오염과 관련하여 국제적으로 발효된 국제협약에서 정하는 기준과 해양환경관리법에서 규정하는 내용이 다를 때에는 국제협약의 효력을 우선하며 해양환경관리법의 규정내용이 국제협약의 기준보다 강화된 기준을 포함하는 때에는 그에 따르므로 협약의 내용이 우리 국내법과의 관계에서 그 규제의 강도에 따라 효력 순위가 달라진다. 런던협약(LDC 72/96)과 MARPOL 73/78은 모두 우리 해양환경관리법에 의해 수용되고 있다.

IMO는 온실가스를 내뿜는 선박의 운항을 제한하여 황산화물이나 이산화탄소 배출량 감축을 목표로 하는 국제해양오염방지 협약 MARPOL 73/78을 개정하였고, 2020년부터 선박 연료유 내 황 함유량 기준을 3.5%에서 0.5%로 강화하고 선박 질소산화물 배출기준을 기존 대비 15% 줄이고자 한다. EU, 미국 등 주요국들은 IMO 규제에 맞춰 각종 배출규제해역 지정 등 선박 관련 환경오염 규제를 강화하고 있으며, 국내 또한 황산화물 배출규제해역을 지정하여 황 함유량 기준을 0.1%로 강화하는 등 단계적으로 대상을 확대해 나갈 전망이다.

[그림 1] 선박 배출가스 및 선종, 항로별 온실가스 배출 비율

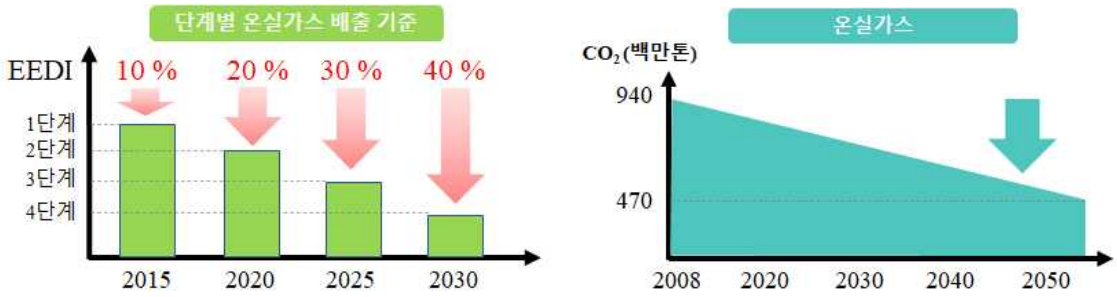
*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

[그림 2] 선박 배출가스 및 선종, 항로별 온실가스 배출 비율



*출처: ICCT(2017), NICE평가정보(주) 재구성

[그림 3] 선박 온실가스 규제 현황



*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

이에 따라, 선박으로부터 배출되는 온실가스를 절감하기 위해 청정 및 대체 에너지를 이용하거나 뛰어난 연비를 갖는 친환경 선박이 개발되고 있다. 친환경 선박의 형태는 다음과 같이 다양하다.

먼저, 연비 효율을 향상하고자 물의 저항을 적게 받는 형태로 모양을 바꾸거나, 연료를 되도록 적게 소비하며 긴 거리를 운항할 수 있도록 경제속도로 운항하는 방법 등이 있다. 다만 연비 효율 향상 방법은 온실가스 중 하나인 이산화탄소 배출량을 20% 이상 낮출 수 없어, 친환경 대체연료 사용 등의 방안이 추진되고 있다.

한편, 액화천연가스(LNG) 연료의 경우 선박용 연료로서 기반을 확보해가고 있으나, 온실가스 배출량 절감에는 큰 효과를 기대하기 어렵다. 이에 연료 배터리 및 전지, 무탄소 연료와 같은 친환경 대체연료들이 부각되고 있으며, 추가적으로 수소나 암모니아와 섞어서 연소시키는 방법으로도 변경되는 추세다. 이때 선박의 운항비용과 선박 건조 측면에서 물류비가 급격히 증가하지 않고, 경제성을 확보하도록 기술적 대안을 마련하는 것이 중요하다.

■ 폐 유리섬유강화 플라스틱(FRP) 소재 선박 재활용을 위한 방안 필요

선박으로부터 배출되는 온실가스도 환경오염의 주범이 되지만, 유리섬유강화 플라스틱(FRP) 선박 또한 환경오염을 야기한다. 2019년 말 해수부 어선 등록통계에 따라 확인된 FRP 어선 비율은 96%로 증가했다. FRP 선박은 적절한 강도를 가지고 있으며, 제작이 쉽고 제조비용이 저렴한 장점이 있다. 그러나 FRP 소재는 재활용이 어려우며, 화재에 취약해 유독가스를 일으킨다. 또한, 건조부터 폐기까지의 과정에서 환경오염을 유발하는 문제점이 있다. 특히 선박 폐기 과정은 중간 파쇄 처리와 최종 소각 및 매립 처리 과정을 거치는데, 열경화성 소재로 인해 일반 소각기로 소각되지 않아 전문업체가 필요하여 많은 비용이 소모된다. 이에 따른 대안으로 친환경 알루미늄 선박이 주목받고 있으며, 대체 소재 개발에 대한 연구 지원이 확대되고 있다.

[그림 4] FRP 선박의 예

*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

2. 주요 산업 이슈

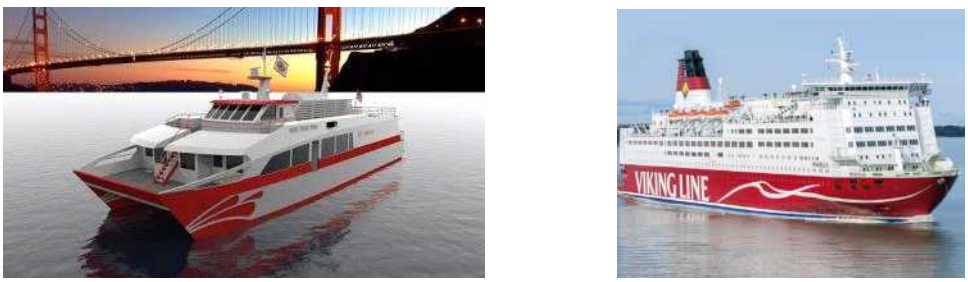
■ 규제 강화에 따른 친환경 선박으로 전환

2030 한국형 친환경 선박 추진 전략(2020)에 따르면, 전 세계 상선 중 약 5.6%인 5,753척만이 LNG 추진장치, 황산화물 저감장치 등의 친환경 기술이 적용된 것으로 파악된다. 친환경 선박으로 전환되고 있는 상선 5,753척 중 약 78%는 저감 장치가 장착되어 있고, 16%는 LNG 추진 선박, 6%는 대체연료 선박이다. 대부분의 현존선은 2020년 황산화물 규제의 대응으로 별도의 친환경 기술 없이 저유황유 사용을 채택 중이나, 중장기적 환경규제 강화 계획에 따라 수소나 암모니아를 비롯한 무탄소 선박 등 친환경 선박 기술확보를 위한 연구들이 진행 중이다.

■ 수소연료 추진 선박 기자재 기술개발

수소는 LNG와 메탄올 및 암모니아에 비해 낮은 체적 에너지 밀도를 갖고 있으며, 저장 온도 또한 낮아 이를 활용하기 위한 기술적 난이도가 높다. 또한, 국제항해에 필요한 안전기준 코드 IGF에 수소가 미등록 되어있어, 관련 법과 제도가 미비한 상황이다. 세계적으로 EU, 미국, 일본 등 선진국들의 경우 수소연료전지 선박에 많은 시간과 노력을 쏟고 있다. 영국의 경우 2013년 세계 최초로 수소를 활용한 여객선 하이드로 제너시스호를 개발했고 미국은 SF-Breeze, 노르웨이는 Fellow ship, 독일은 e4ships 등 수소연료전지 선박 개발 및 연구를 진행 중이다. 국내의 경우 2017년부터 시행된 미세먼지 무배출 선박용 고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 시스템 개발 및 실증에 따라 중기부에서 발표한 수소연료전지 선박 상용화 사업으로 잠수함에 수소연료전지를 적용한 연구개발 등이 진행 중이다.

[그림 5] 수소연료전지 선박의 예



*출처: "Feasibility of Hydrogen-Powered High Speed Ferry Proven", The Maritime Executive(2017), NICE평가정보(주) 재구성

세부적인 추진 방향으로 수소연료전지 연안선박 개발을 예로 들 수 있는데, 이는 고압 기체수소-연료전지 추진을 기반으로 700 bar 이상의 고압에서 수소로 이송되는 시스템 기술개발을 추진하고자 한다. 이외에도 MW급 수소연료전지, 연료전지 추진시스템 및 저장 공급장치의 제작, 시험, 평가 기술개발이 진행예정이며, 극저온 액화수소 저장 시스템 개발이나 대용량 연료전지 하이브리드 기술 등 세부적인 기술개발에 중점을 두고 있다.

[표 1] 수소연료 추진 선박 기자재 기술개발 로드맵

구분	내용	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
연안선박	연안선박 실증	레저용 수소 선박										
	연안용 패키지 기술개발			700 bar 고압수소 이송 시스템 개발								
				고압 기체수소-연료전지 연안선박기술								
					수소연료공급 기자재 시험평가 기술개발							
	수소 연료전지 개발 성능·평가기술 개발	친환경 수소연료 선박 연구개발 플랫폼 구축사업 (MW급 연료전지 시험·인증)										
	수소 선박 안전기술개발	수소선박 안전기준 개발										
				연료저장 및 공급시스템 안전기술개발								
국제항해선박	극저온 액화수소 연료저장 시스템 개발 및 성능평가	액체수소 탱크 열손실 최소화 핵심기술개발										
				초저온 액화가스 저장 및 운반선용 탱크 Field Test 성능검증 기술개발								
				수소추진 선박용 독립형 액화수소 연료탱크 개발								
								수소 연료탱크의 안전성 평가 및 유지관리 기술개발				
	대용량 하이브리드 추진						10MW급 연료전지-ESS하이브리드 추진시스템 개발					
	벙커링 및 기자재 시험평가 기술개발					액화수소 벙커링 기술개발						
							액화수소 벙커링 기자재 시험평가 기술					

*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 암모니아 연료 추진 선박 기자재 기술개발

수소(H_2)와 질소(N_2)를 합성하여 제조가 가능한 암모니아는 수소 기반으로 생산이 가능하여 수소의 다른 형태로 취급받는다. 상대적으로 탱크 크기가 큰 수소에 비해 우수한 저장 특성을 가지며 저장 및 이송에 있어 장점이 있으나 유독성, 부식성 등의 단점이 존재한다. 한편, 암모니아의 저인화점 발화 특성 즉, 발화점과 점화에너지는 높으나 화염속도는 낮은 특성으로 인해 다른 연료와 혼합해 대형엔진에 적용이 가능하여 국내 대형 조선소들은 글로벌 엔진제조사와 암모니아 연료를 사용한 추진선에 대한 선급 기본인증인 AIP를 획득했다. 암모니아 연료전지의 사용 방식에는 개질을 통한 수소 사용 방식과 직접 사용 방식이 있으며, 유럽에서는 암모니아 연료전지 선박에 대한 프로젝트를 진행 중이다. 하지만 국제항해에 필요한 안전기준 코드에 미등록 되어있으며, 국내 암모니아 연료 선박 규정을 부정하는 등 암모니아에 대한 현행법 제도는 미비한 상태이다.

■ 혼합연료 추진 선박 기술개발

혼합연료는 MFO(Marine Fuel Oil)나 LNG 등 기존 연료에 수소나 암모니아, 바이오 연료 등 무탄소 연료를 혼합해 만든다. 무탄소 연료 혼합비율에 따라서 CO_2가 감축 가능하고, 향후에 브릿지 기술 역할이 기대된다. 유럽이나 일본 등의 주요국가들은 HFO(Heavy Fuel Oil) 및 바이오 중유의 혼합연료를 사용하고 있다. 국내에서는 한국에너지기술연구원에서 자동차용 혼소엔진, 즉 암모니아-가솔린 제어기 및 연료 공급장치를 2013년 개발했다. LNG 운반선이나 유류 연료의 이중 연료 기관의 경우는 이미 상용화 단계로 향후 저탄소 및 무탄소 연료 혼소엔진에 대한 개발이 진행될 예정이다. 이렇듯 혼합연료의 이용이 확대되면서 이의 성능이나 신뢰성 등 안전에 대한 평가체계가 확보되어야 한다.

[표 2] 혼합연료 추진 선박 기술개발 로드맵

구분	내용	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
연안 선박	혼합연료 연안선박 상용화	중소형 선박 LNG 추진 시스템 상용화										
			혼합연료 선박 기술개발 및 상용화									
국제 항해 선박	혼합연료 추진 통합패키지	중소형 선박용 엔진의 저인화점 대체연료 분사 시스템 개발										
				혼합연료 스마트 엔진 개발								
					혼소 연료공급 모듈 개발							
	혼합연료 안전성 평가체계 및 벙커링 기술개발			혼합연료 품질 및 안전성 평가체계 개발								
						혼소연료 추진 선박 벙커링 기술개발						
	수소 혼소 가스터빈				수소 혼소연소 가스터빈 복합사이클 기술개발							
							대양항해용 혼소 선박 패키지 기술개발					

*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 에너지 효율 기술

선박 자체 내에 에너지 효율을 향상시키는 기술을 적용할 때 연료 소모량이 추가 감축되어 전체적인 온실가스 감축도 가능하다. 이에 해외에서는 선체 내 마찰 저항을 감소하거나 신소재를 활용해서 선박 중량을 경량화하는 연구들이 활발히 이뤄지고 있다. 일본의 경우 공기 윤활 시스템이나 특수 도료에 대한 연구를 진행 중이며, 노르웨이의 경우 탄소포집장치 프로젝트를 통해 CO_2 포집기술 등에 대한 프로젝트를 수행하고 있다. 국내에서도 에너지 절감기술로 컨테이너선용 공기 윤활 시스템 등을 개발하여 EEDI 규제에 적합하도록 연구 중이다.

■ 친환경 알루미늄 선박의 특성

알루미늄은 FRP와 달리 수분을 흡수하지 않아 선체 중량 증가 위험성이 낮고, 약 30~40% 정도 가벼워 연비 효율이 높다. 또한, 재활용이 가능한 친환경성 소재이다. 종래의 FRP의 대안으로 알루미늄이 사용되고 있으며 다음과 같은 장점으로 선박 소재로 더욱 주목받고 있다. 우선, 알루미늄은 외부 충격과 화재 등에 강해 안전성 확보가 가능하다. FRP의 경우 적층된 층간 균열이 발생할 때 수분을 흡수하면서 선체 중량이 증가하나, 알루미늄은 수분을 흡수하지 않아 선박 수명 단축의 문제를 해결할 수 있다. FRP보다 30~40% 가벼워 연비 효율이 높고, 변형이 쉽게 일어나지 않는다. 또한, 폐 FRP 선박의 경우 처리 과정에서 많은 환경오염이 발생하는데, 알루미늄은 재활용할 수 있기 때문에 친환경적이다.

[표 3] 선박 온실가스 저감 로드맵

구분	FRP 선박	알루미늄 선박
금액	톤당 약 1,200~1,800만 원 몰드 제작으로 초기투자비 발생하나 여러 척 제작 시 금액 하락	FRP 대비 130~150% 높은 금액 수리, 유지 및 보수 재활용 등 총비용 감안 시 금액 하락
내구성	외부 충격에 약함 (화재, 침몰 취약) 자외선 장시간 노출 시 변형	FRP 대비 내구성 높음 외부 충격에 강함
편안함	진동 및 소음 적음	진동 및 소음 다소 많음
연료비	적층 간 수분 흡수 시 선체 무게 가중으로 연료비 증가	FRP 대비 약 35% 연료 절감 효과
수리	선주 보수 및 수리 가능	용접 및 판금 수리 불법 증축/개축 어려움
미적, 외관	외관 작업 용이	미적 향상을 위한 작업 공법 개발 중
주문제작	하나의 몰드에서 한 가지 선형으로 여러 척 제작 가능	한 척씩 주문제작 가능 선주 요구에 따라 다양한 변형 가능
폐선처리	폐선처리 고비용 발생	재활용 가능(톤당 약 200만 원)

*출처: "알루미늄 선박, FRP 대체 가능할까?", 현대해양(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ LNG 선박 기자재 기술 고도화

국내 LNG 선박 건조기술 수준은 높으나, LNG 연료공급 기술 및 관련 핵심 부품들의 국산화율은 저조한 상황이다. 경제성, 법, 제도, 기술 수준 등을 고려할 시 LNG 선박 수요는 꾸준히 증가할 것으로 전망되며, 이에 따른 LNG 화물창 · 연료탱크, 카고펌프, 압축기, 재액화기 등의 핵심 부품 국산화와 메탄 슬립(LNG의 주성분이자 온실가스 중 하나인 메탄이 불완전 연서돼 대기에 방출되는 현상) 문제 해결을 위한 스마트 엔진기술 및 후처리기술 개발이 요구된다.

Ⅱ. 심층기술분석

미래 에너지 선박 산업의 변화, 선박용 수소연료전지 및 LNG의 확대

친환경 하이브리드 및 수소연료전지를 활용한 선박의 개발로 인해 연료비용 절감 및 경제적 성장 급증이 예상된다.

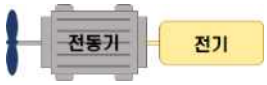
1. 핵심기술 및 개발동향

가. 핵심 요소기술

■ 친환경 선박 연료에 따른 분류

친환경 선박은 크게 5가지로 구분된다. 우선, 선박 배출의 오염물질 저감장치를 설치하여 에너지 효율을 높이는 고효율선박 방법이 있는데, 이는 크게 해양오염 저감기술과 선박 에너지 효율기술로 나눠진다. 먼저 해양오염 저감기술의 경우 선박에서 배출되는 오염물질을 저감하는 기술을 의미하며, 보통 황산화물 저감장치인 스크러버와 질소산화물 저감용 선택적 환원 촉매(Selective Catalytic Reduction, SCR), 미세먼지 저감을 위한 디젤 미립자 필터(Diesel Particulate Filter, DPF), 배기가스 재순환 장치(Exhaust Gas Recirculation, EGR), 선박평형수 처리장치(Ballast Water Management System, BWMS) 등이 있다.

[표 4] 친환경 선박

구분	정의	
오염저감·고효율선박		선박 배출 오염물질 저감장치를 설치하거나 에너지 효율기술이 적용되어 설계된 선박
친환경에너지 추진선박		아래 나열된 친환경에너지를 이용하여 추진하는 선박
전기추진선		충전 받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 선박
하이브리드 선박		연료와 전기에너지를 조합하여 동력원으로 사용하는 선박
연료전지 추진선박		수소·암모니아 등을 사용하여 발생한 전기에너지를 이용한 연료전지를 동력원으로 사용하는 선박

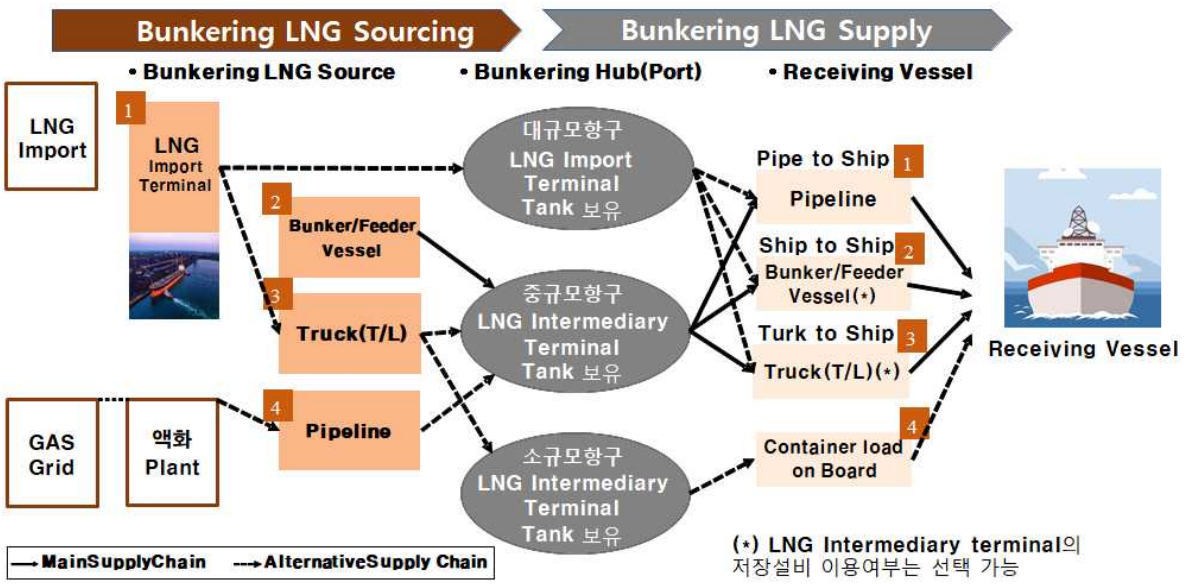
*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

다음으로 선박의 에너지 효율을 높이는 기술로 최적 선형설계기술이나 신소재 설계 기술 등이 있는데, 선형이나 에너지 절감장치(Energy Saving Device, ESD) 설계 및 고장력강, 내부식강, 경량 소재 기반 설계 기술을 의미한다. 마찰 저항을 저감하기 위해 공기 윤활이나 선체 코팅 등의 기술이 사용되며, 이외에도 추진기 설계, 운항효율 최적화 기술, 에너지 하베스팅 기술 등이 있다. 또한, 친환경 에너지를 연료로 사용하는 방식이 있는데, 일반적으로 사용되는 연료로 LNG/CNG와 LPG, 메탄올, 암모니아, 수소, 기타 혼합연료 등이 존재한다. 이 외 전기에너지를 동력원으로 사용하는 전기 추진선박과 연료를 같이 조합해 사용하는 하이브리드 선박이 있다. 마지막으로 수소 및 암모니아 등을 사용해 발생된 전기에너지를 동력원으로 사용하는 방법이 존재한다.

■ 친환경 선박 연료에 따른 분류

LNG를 선박용 연료로 주입하는 행위를 LNG 벙커링이라고 하며, 공급원 및 방식에 따라 분류될 수 있다. TTS(Truck to Ship)는 특수사양의 탱크로리에 LNG 연료를 싣고 선박에 주입하는 방법이며 주로 소규모 선박에 활용된다. STS(Ship to Ship)는 LNG 연료를 사용하는 컨테이너선이나 벌크선 옆에 벙커링 선박을 접안해 LNG를 공급하는 방법이다. PTS(Pipe to Ship)는 육상이나 해상에 설치된 파이프라인을 통해 선박에 공급되기 때문에 벙커링 속도가 빠르고 대용량 공급이 가능하다. 이는 LNG 인수기지와 인접한 항구에 정기적으로 입항해 연료를 공급받는 대형 선박에 가장 적합하며 전용 설비가 필요하다. 한편, 이동 가능한 LNG 탱크를 선박에 통째로 탑재하는 PTT(Portable Transfer Tank)는 고비용의 탱크 구매가 필수적이다. 신속성과 안정성, 경제성 등의 측면을 고려할 시 향후 STS 방식이 가장 많이 사용될 것으로 전망된다.

[그림 6] LNG 벙커링 방식 예시



*출처: "세계 주요항구별 벙커링용 LNG 가격 추정 및 시사점", 에너지포커스 제 11권 제 3호(2014), NICE평가정보(주) 재구성

■ 수소연료전지 선박 구성

수소연료전지 선박은 수소를 연료전지에 공급해 생산된 전기로 모터를 구동시켜 추진되는 선박을 말한다. 이는 크게 선박용 수소연료 저장 및 공급시스템과 수소연료전지-ESS 시스템 그리고 추진 및 제어 시스템으로 분류 가능하다.

먼저 수소연료 저장 및 공급시스템은 고압저장탱크와 액화저장탱크로 구분되는 연료탱크와 공급시스템이 있다. 고압저장탱크는 상온에서 기체수소를 30~70MPa 가압하여 저장하는 방식이며, 고압저장탱크는 0.5~1MPa 가압하여 수소를 영하 250도 이하로 액화시킨 후 저장하는 방식이다. 따라서 고압저장탱크는 주로 연료 소모가 적은 소형선박에 쓰이고 액화저장탱크는 연료 소모가 큰 중대형 선박에 주로 쓰인다. 연료공급시스템의 경우 수소 공급장치, 열교환기, 수소 기화기 등으로 구성되어 수소를 연료전지에 공급하기 위한 장치다. 이때 일정한 온도와 압력으로 수소를 공급하는 기술이 필요하다.

수소연료전지-ESS 시스템은 수소연료전지와 ESS로 구성된다. 연료전지는 화학에너지 수소연료를 전기에너지로 변환해 주는 방전장치이다. 사용온도나 작동온도에 따라 중소형 선박은 고분자 전해질형(PEMFC), 대형 선박에는 고온형 연료전지 용융탄산염(MCFC) 및 고체산화물(SOFC) 등이 주로 적용된다. 이와 같은 방식으로 변환된 전기에너지를 저장했다가 전력이 필요할 때 공급하는 장치가 필요하며, 이를 에너지저장장치 (Energy Storage System, ESS)라고 한다.

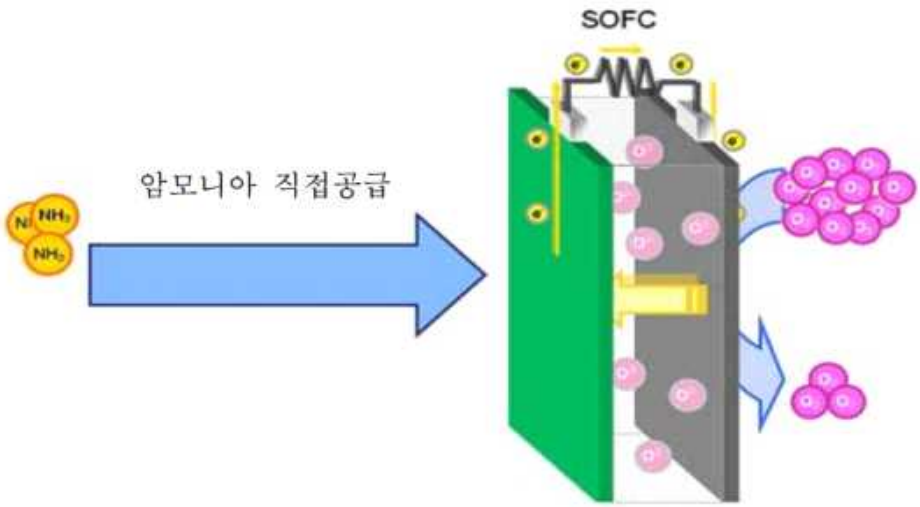
[그림 7] 수소 연료전지 선박 구성

*출처: "수소 연료전지 선박 개요 및 기술개발 동향 소개", 대한조선학회(2019), NICE평가정보(주) 재구성

■ 암모니아 연료전지 구성

암모니아 연료전지는 지르코니아 한 면에 설치된 연료 극에 암모니아 가스를 공급하면 반대측 공기 극에 공기를 공급해서 양극 사이 전력을 발생시킨다. 수소 연료전지의 경우, 고순도의 수소를 얻는 정제 등의 과정에서 많은 에너지 투입이 필요한 한계점이 존재하나, 암모니아의 경우 생산 비용이 비교적 낮고 장거리 운송 역시 용이한 장점이 있다. 또한, 기존의 일반적인 고체산화물 연료전지(SOFC)는 공급되는 가스로부터 수소를 얻기 위해 전단에 온실가스를 야기하는 가스 개질기 설치가 필요했으나, 암모니아를 채택할 시 별도의 개질기가 필요치 않아 일본 등 주요국들 중심으로 암모니아 연료전지 관련 연구개발이 진행되고 있다.

[그림 8] 암모니아 연료전지(SOFC)에 의한 전기 추진 시스템



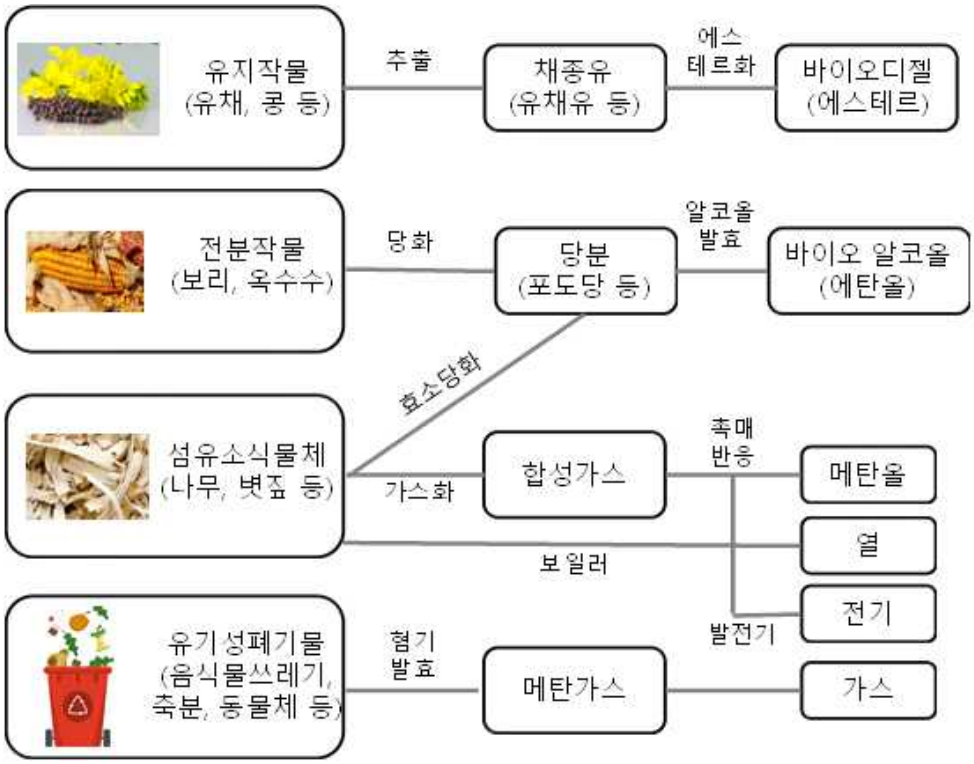
*출처: Journal of Marine Science and Engineering, 한국선급 미래연구팀(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 바이오 연료

바이오 연료는 전장과 운반 측면에서 우수한 장점을 가진 탄소중립 연료이다. 에너지 효율 및 밀도는 기존 화석연료와 거의 동일한 성질을 가지며, 이러한 유사성으로 연료 계통장치와 연료탱크를 변경하지 않고 기존에 선박에 그대로 사용할 수 있다. 비슷한 성질로는 메탄가스로 이루어져 있는 바이오 가스도 LNG 추진 선박에 바로 사용할 수 있다.

바이오 디젤과 바이오 가스는 바이오매스를 원료로 얻을 수 있다. 하지만 이러한 연료는 공장 부지가 큰 대규모 설비가 필요로 되며, 사용량이 지나치면 식량과의 경합이 유발된다. 또한, 축산분뇨, 음식물 쓰레기, 농수산 쓰레기 같은 1세대 원료는 2세대 원료로 사용할 수 있지만, 타 산업에서 발생하는 폐기물로써 원료 생산량을 증대시키기가 어려운 상황이다.

[그림 9] 바이오 연료를 생산하는 방식 [1세대/2세대]



*출처: 한국에너지공단(2021), NICE평가정보(주) 재구성

1세대인 곡물류와 2세대인 목질계 다음으로 바이오매스로 인식되는 3세대 미세조류는 이산화탄소를 생물학적으로 회수하는 특징이 있어 바이오매스로 효율적 전환이 가능하며 미세조류로 만든 바이오 연료는 '녹색 금'으로 불린다. 이러한 미세조류 기반의 바이오 연료가 에너지 수요를 만족하는 가능성을 보이나 고지질을 함유한 고효율의 미세조류에 관한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

나. 발전 방향 및 개발 트렌드

■ 특수 선박·해상 원유 시추 설비 친환경 하이브리드 선박 적용

하이브리드는 이질적인 요소가 서로 섞여 합쳐진 상태를 말하며, 최근 하이브리드가 적용된 선박이 개발되고 있다. LG화학은 노르웨이 조선사 Eidesvik의 세계 최초 친환경 하이브리드 해양 작업선인 'Viking Queen'에 배터리를 공급했다. 이와 같은 해양 작업선은 원유 시추 해상 플랜트 활동을 지원하는 선박으로, 시추작업이나 생산활동 등 다양한 해저 작업을 수행한다. 이때 활용되는 용도가 다양하여 정확하고 안전한 수송을 위해 선체를 멈춰야 하는 상황이 많아 연료소비량 낭비 및 배기가스 배출량이 많다. 따라서 배터리를 활용하여 저속운항이나 대기 시 활용할 수 있도록 했다.

리튬이온 배터리의 경우 물과 접촉할 경우 폭발 위험성 등으로 선박이나 해상에서 사용되지 않았으나, 방수, 방염, 방진 등의 기술을 확보하여 이를 가능케 했다. 결과적으로 LG화학 배터리를 탑재한 하이브리드 선박의 경우 기존보다 연료비를 18% 절감하고 환경오염 물질도 25% 감소시키는 효과를 얻었다. 하이브리드 선박의 또 다른 예로 노르웨이 선박건조 회사인 Ulstein Verft가 있다. 세계에서 가장 큰 규모의 하이브리드 선박을 건조하여 'Color Hybrid'로 불리는 선박은 약 65톤의 배터리 팩을 보유하고 있다. 해당 선박은 친환경적인 전력 공급으로 5MW의 배터리를 충전 가능하며, 대형 배터리의 경우 1시간 안에 재충전이 가능한 것으로 알려져 있다. 이러한 배터리는 난방이나 갑판 위 온실에 사용될 것으로 예상된다.

[그림 10] Viking Queen 및 Color Hybrid

*출처: "바다를 건너는 LG화학 배터리", LG케미토피아(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ 국내 순수 전기추진선

국내에서도 순수 전기추진선과 전기추진 차도선이 개발되고 있다. 마스터볼트코리아에 의해 개발 중인 환경친화적 전기추진선은 전기추진 시스템과 배터리 및 충전시스템 시운전을 진행하고 있다. 또한, 선체의 소재는 친환경 알루미늄으로 구성되어 있어 재활용이 가능하다. 최근 여객선의 한 종류로서 여객과 적재 구역에 차량 등 화물 수송도 가능한 선박인 차도선도 100% 순수 전기 연료만 사용하는 연구가 개발되고 있다. 이때 충전 시 세계최초로 이동 및 교체식 전원공급시스템을 적용하여 항구에 고전압 시설을 설치하지 않고 전기 충전이 가능하다. 차도선 건조는 2022년 건조를 완료해 2023년까지 시험 운항을 진행할 계획이다.

■ 수소연료전지를 활용한 요트 및 선박

IMO의 규제에 따라 대기 오염 절감을 위해 대체연료를 사용한 개발이 주를 이루고 있다. 그 중 수소는 온실가스 배출량이 매우 적거나 0에 가깝기 때문에 환경친화적이고 발전 효율이 가솔린 및 디젤 엔진에 비해 높아 운항 시 연료 비용 절감 효과가 크다. 대형 선박의 경우 하루 연료 비용이 막대하므로 이는 경제적 이익으로 이어진다. 이와 같은 장점으로 수소연료전지 선박에 관한 기술개발과 연구가 증가하고 있다.

미국의 경우 수소연료를 활용한 선박 개발이 활발히 진행 중이다. 2008년부터 New York Hornblower Hybrid 프로젝트를 통해서 하이브리드 여객선 도입을 추진했으며, 이후 상업적 운항을 시작했다. 최근 친환경 선박 연구기관 GGZEM(Golden Gate Zero Emission Marine)에서는 캘리포니아 대기 보전 위원회와 공동 연구를 진행하여 최대 22노트 속도로 운항 가능한 수소연료전지추진 페리 개발을 진행 중에 있다. 유럽국가들도 수소연료전지 선박에 대한 기술개발을 진행 중인데, 독일의 경우 수소연료전지 여객선 FCS Alsterwasser를 개발했으며, 네덜란드 Sinot Yacht & Architecture Design은 세계 최초로 수소연료전지를 활용한 요트 Aqua를 개발했다. 배 안에 28톤 액화 수소 탱크 2개를 장착하여 최고 17노트로 운항 가능함을 보였다. 노르웨이는 선박용 수소연료전지의 DNV-GL 선급 기본승인을 획득해 기술적 검증을 완료했으며, 최근 세계 최초로 수소연료전지를 적용한 대형 크루즈선(Viking Cruise) 건조 계획을 발표하였다.

[표 5] 수소연료전지를 활용한 기술개발 프로젝트

국가	프로젝트명	기간	규모	선종 (수용능력)	특징
미국	SF-BREEZE	2015	47만 달러	고속여객선 (150명)	선속:35노트 연료전지:2.5MW
	New York Hornblower Hybrid	2008~2011	400만 달러	페리선 (600명)	선속:10노트 연료전지:32kW
	Water-Go-Round	2019~	550만 달러	페리선 (100명)	선속:22노트 연료전지:600kW
독일	ZEMSHIPS	2006~2009	550만 유로	여객선 (100명)	선속:7.5노트 연료전지:96kW
노르웨이	Viking Cruise	2020~	-	여객선 (1400명)	선속: 7노트
네덜란드	FellowShip	2003~2010	-	특수작업선 (-)	연료전지:330kW
	NEMO H2	2009	300만 유로	여객선 (90명)	선속:8.6노트 연료전지:60kW
스코틀랜드	HySeas III	2018~2021	1,260만 유로	페리선 (120명)	연료전지:100kW

*출처: "수소연료전지선박 개요 및 기술개발 동향 소개", 대한조선학회(2019), NICE평가정보(주) 재구성

Ⅲ. 산업동향분석

세계적 규제 및 혜택 등에 따라 기술개발 및 친환경 선박 시범 운영 확대 전망

친환경 선박 시장은 빠른 속도로 성장하고 있으며, LNG 선박 시장이 성장하면서 무탄소 연료 시장 또한 더욱 확대될 전망이다.

1. 산업동향 전망

가. 산업트렌드 및 성장전망

■ 환경규제에 대응하기 위한 국가별 자체규제 시행 중

국내외로 IMO 선박 분야 환경규제에 대응하기 위해 적극적으로 국가별 자체규제를 시행 중이다. 주로 메탄올이나 수소, 암모니아 등과 같은 친환경 연료추진을 위해 기술개발과 시범적으로 선박을 운영 중이며, 보조금이나 세제 혜택 등을 통해 친환경 해운전환에 금전적인 지원이 이뤄지고 있다.

[표 6] 선박 온실가스 저감 로드맵

구분	주요 내용
EU	○ 범유럽 최대 연구개발 지원 프로그램인 'Horizon 2020*'을 통해 친환경 선박 관련 기술개발에 적극 투자 * GHG 감축을 위한 미래형 11개 선박(연료전지, 액화수소 등)에 대한 현존 기술적 수단 평가 ○ 유럽개발은행(EIB)는 '유럽연합 위원회(EC)'와 친환경 운송 투자확대를 위해 '녹색해운 보증프로그램' 운용('16~) * 대체연료 세금 면제 또는 감면, LNG 추진선 부두사용료 감면 등
미국	○ '해양환경 및 기술 지원(META, Maritime Environment & Technology Assistance)' 프로그램*을 통해 연구 지원('16~) * 수소연료전지(4.8 MW급), 내륙수로 LNG 선박, 전기추진선 등 기술개발 지원 ○ 항만 및 선박 디젤 배기가스 감축 시 인센티브 제공('06~) * ' 17년부터 해양환경규제 기준을 상회하는 기술에 대해 추가 보조금 지원
일본	○ 'I-shipping*'과 'J-ocean**' 사업을 통해 친환경 선박 기술개발 지원('16~) * 신 선형 개발 및 최적 설계 기술개발, 선박건조 및 운항 생산성 향상 연구 등 지원 ** FLNG(부유식 LNG 벙커링), LNG 기자재 등 해양산업 기술개발 지원

중국	○ 제조업 활성화를 위해 30년 계획인 ‘중국제조 2025’ 정책을 공표하고, 해양선박 산업을 10대 핵심산업 육성 중(‘15~) ＊ 10대 핵심산업에 ’ 19년 기준 약 3,000억 달러(338조 원) 투자

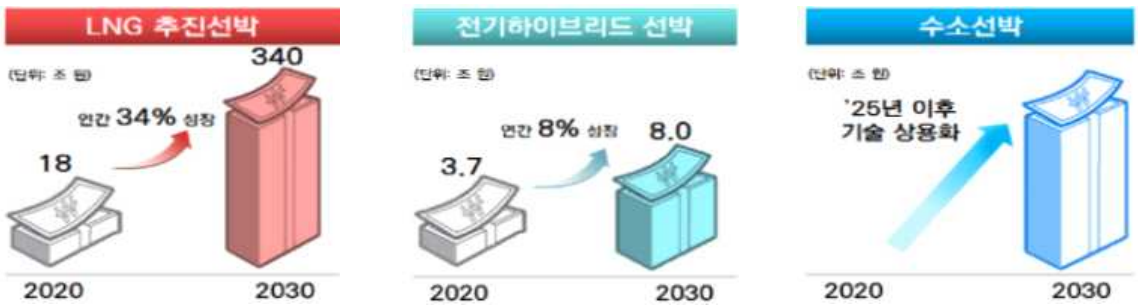
*출처: "수소연료전지선박 개요 및 기술개발 동향 소개", 대한조선학회(2019), NICE평가정보(주) 재구성

나. 국내 · 외 시장규모

■ 친환경 연료 추진 선박 시장 전망

온실가스 규제에 따라 친환경 선박으로 전환이 가속화되고 있다. 해외 선박 업체들은 미래 환경규제 대응을 위해 친환경 고효율선박으로의 전환이 가속화되고 있으며, 친환경 시장이 급성장 하는 상황이다. 노후 선박들의 퇴출이 진행되고 있어 2020년 기준 세계 해운국 평균 선령이 11.4년으로 낮아지는 추세다. 주요국가 중 미국의 평균 선령은 15.3년이며, 한국, 중국 및 그리스는 14.1, 11.8, 11.7년이다. 이로 인해 LNG 추진 선박 증가가 2025년까지 가속화될 전망이며, 2023년 무탄소 선박, 2040년에는 기존 연료 선박의 퇴출이 예상된다. 2025년까지 LNG 추진선 비중이 50% 이상이 되어 기존 연료를 사용하고 있는 선박을 추월할 것으로 예상된다. 또한, 2035년에는 무탄소 연료가 확대되어 대체됨에 따라 LNG 추진선 비중이 다시 감소할 전망이다. 이후 무탄소 연료의 상용화가 시작되며, 시장 수요가 늘어날 전망이다.

[그림 11] 친환경 연료 추진 선박 시장 전망



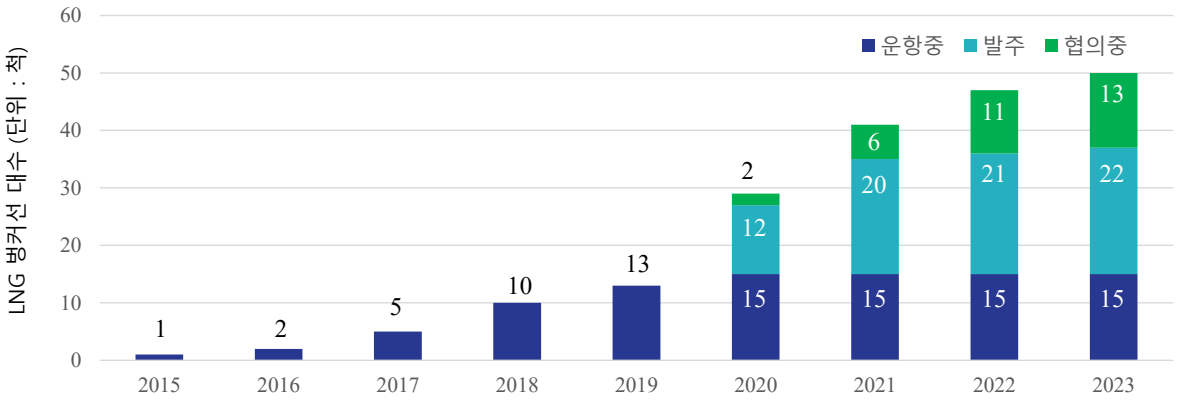
*출처: "알루미늄 선박, FRP 대체 가능할까?", 현대해양(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ 벙커링용 LNG 시장

천연가스 허브 시장 가격은 2008년 이후부터 급격히 낮아지기 시작하여 2012년 최저가를 기록했고, 2030년까지 서서히 증가할 것으로 전망된다. 중동지역의 벙커링용 LNG 원료비의 경우 LNG 수입가격이 국제유가 10% 수준에서 결정된다. 글로벌 LNG 벙커링 시장은 연평균 63.5%로 급성장할 전망이다. QYResarch Korea에서 2020년 발간한 시장 보고서에 따르면, 2020년 LNG 벙커링 시장규모 56억 달러로 추정되며 이후 급성장하여 2026년에 1,070억 8,000만 달러에 이를 것으로 전망된다.

에너지경제 연구원에 의하면 작년 2020년 기준으로 전 세계 운항 중인 LNG 벙커링선은 15척으로 파악되며, 2023년에는 약 50대에 이를 것으로 전망된다. 운영 중인 벙커링 항만 인프라는 총 78개, 건설 계획이 확정되거나 검토 중인 항만은 각각 34, 39개이다. 건설 계획이나 확정된 항만은 주로 유럽 및 아시아 지역에 포진되어 있으며, 유럽에서 벙커링 산업이 활발히 진행 중이다.

[그림 12] LNG 벙커선 현황 및 전망

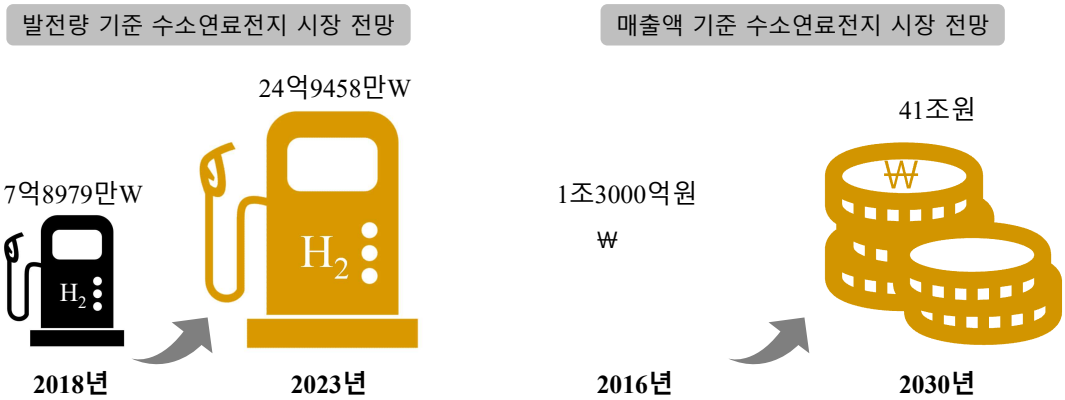


*출처: "바다에 부는 탄소중립, 2023년 LNG 벙커선 50대 전망", 지앤이타임즈(2021), NICE평가정보(주) 재구성

■ 수소연료전지 및 암모니아 선박 시장

수소연료전지 시장규모는 매년 급성장하고 있다. 한국과학기획평가원에서 2021년 발간한 보고서에 의하면 세계 수소연료전지 시장규모는 발전량 기준으로 2018년 7억 8,979만W에서 연평균 25% 성장해 2023년 24억 9,458만W에 이를 것으로 전망되며, 금액 기준으로는 2016년 1조 3,000억 원에서 2030년 41조 원 규모로 급성장할 것으로 예상된다. 수소연료전지 시장의 경우 아시아 지역이 우세하며, 국내 기업들이 주도하고 있다. 현재는 수소전기차 개발에 집중되고 있으나, 다양한 방향으로 연구개발이 지속되고 있어 활용 분야가 더욱 늘어날 것이다.

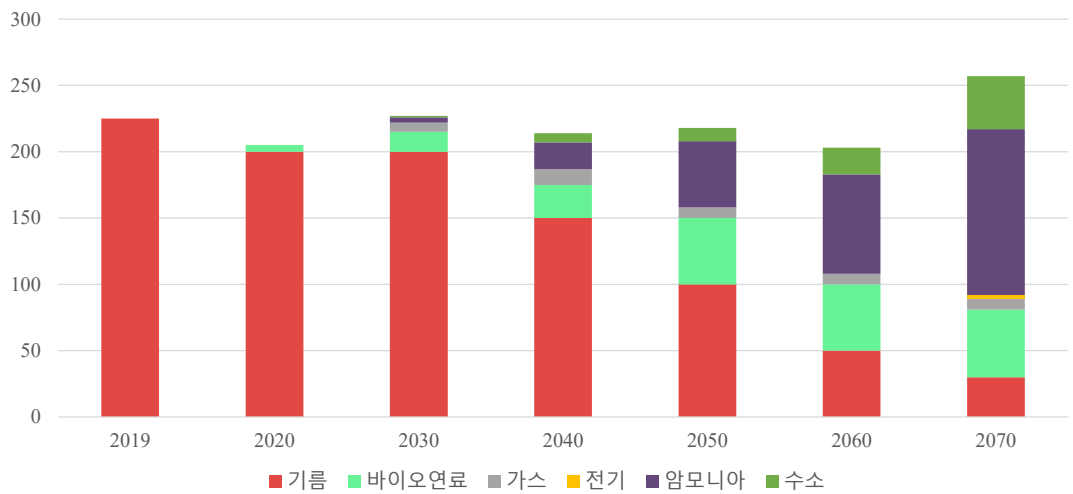
[그림 13] LNG 벙커선 현황 및 전망



*출처: "속도내는 수소경제, 수소연료전지 수요 확대 기대", 전자신문(2021), NICE평가정보(주) 재구성

특히 선박의 경우 수소 및 연료전지는 환경오염 규제에 따라 점차 증가할 것으로 전망된다. 국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)에서 2020년 발표한 보고서에 따르면 2019년 기준으로 전체 선박 연료 중 98%는 중유 및 저유황유를 비롯한 기름(화석연료)이 사용되고 있으나, 2070년에는 바이오연료, 암모니아, 수소 등이 전체 연료의 80% 이상을 차지하게 될 것으로 전망된다. 특히, 암모니아 사용 비중이 확대되어 2060년에 이르러 신조선 60% 이상이 대체될 것으로 전망되며, 차세대 에너지원은 기존에 많이 개발되고 있는 수소보다 암모니아의 비중이 더 증가할 것으로 예상된다. 그린수소 인증제도 보고서(2020)에 의하면, 세계 수소 수요량은 2025년 5,800만 톤에 도달하여 연간 3.5%씩 성장할 것으로 기대되며, 영국의 조선 및 해운 분석기관 클락슨리서치(2020)에 의하면 기존 엔진을 연료전지로 대체하기 위해 사용되는 선박용 연료전지 발주가 2050년까지 총 300GW에 이를 것으로 예상된다. 글로벌시장 예측 전문기관 IDTechEX(2020)에 의하면, 전기추진선 관련 시장규모는 2018년 8억 달러에서 2029년 124억 달러로 늘어날 것으로 기대된다.

[그림 14] 선박연료 현황 및 전망 **단위: Mtoe(석유환산톤)**



*출처: "IEA, '바이오, 암모니아, 수소, 선박연료 80% 이상 차지'…'최후의 승자는 암모니아'", 북극항로(2020), NICE평가정보(주) 재구성

Ⅳ. 주요기업분석

국내 코스닥 기업은 친환경 선박 관련 개발 진행의 가속화

국내·외 주요 선박 관련 기업들은 친환경 연료로 대체하기 위한 개발을 진행 중이며, 국내 코스닥 기업의 경우, 수소연료전지, LNG 선박 등 경쟁력을 확보하기 위해 연구개발을 지속 추진 중이다.

1. 주요업체 동향

■ 해외

[표 7] 친환경 선박 주요국 세부 연구 내용

국가	연구기관	세부 연구 내용
미국	Sandia National Laboratories, Golden gate zero Emission Marine社, 등	▪ 미국 내 최초의 수소연료전지 선박이자 세계 최초의 상용 연료전지 페리인 'Water-Go-Round' 호에 600 KW 수소연료전지 탑재 및 개발완료('19)
	Sandia National Laboratories	▪ 2.5 MW 액화수소 연료전지 추진선박 'SF-BREEZE' 호 선속 35 노트 운항 기술 타당성 검토('15)
	Statue Cruises社, Derecktor shipyards社	▪ 디젤엔진, 풍력, 태양력, 32 KW급 수소 연료전지 복합 탑재 페리선인 'New York Hornblower Hybrid' 호 상업적 운항('12)
캐나다, 스위스	ABB社(스위스), Ballard Power Systems社(캐나다)	▪ 200KW 연료전지 모듈 개발 및 선박 탑재 예정(~'20) - Horizon 2020 프레임 워크 하에 설립된 공공 민간 파트너십인 연료전지 수소 공동사업(FCH JU) 지원 ▪ 수소 연료전지 추진 솔루션을 신규 제작 선박(push boat)에 공급('19.05)
유럽	Linde Group社 Proton Motor社 (독일)	▪ 최초의 100 KW PEMFC 연료전지 여객선 'Alsterwasser' 호 제작('08) - 독일 함부르크시, Zemships(Zero emission ships) project의 일환 - 350 bar압력탱크에 50 kg 수소저장 시 약 3일간 운항 가능 - 연간 1,000 kg의 이산화황 및 70,000 kg의 탄소 배출 감소 효과
	Siemen社(독일) Powercell社(스위스) Hyon AS社 (노르웨이)	▪ 선박용 수소연료전지(PEMFC) 발전시스템 개발 완료 - 세계 최초로 노르웨이·독일 선급(DNV GL)의 기본승인(AIP) 획득('18.06) - 수소연료전지 추진 대형 크루즈선 'Viking Cruise' 건조 예정(~'20)
	DNV, Eidesvik Offshore社(노르웨이) MTU(독일) W□rtsil□社(노르웨이)	▪ 330 KW급 특수 작업용 MCFC 연료전지 선박 'FellowSHIP' 제작('09) - 노르웨이와 독일 컨소시엄의 공동 산업 프로젝트인 'FellowSHIP project'
	Bristol City Council, Bristol Hydrogen, Auriga Energy社 등 (영국)	▪영국 최초 액체수소 추진 여객선 '하이드로제네시스(Hydrogenesis)' 호 운항('13)
	Fuel Cell Boat B.V.社	▪ 6개의 수소 저장 탱크 및 60-70 KW PEMFC 탑재 여객선 개발 완료('09)

	(네덜란드)	
	Innogy社 (독일)	■ 덴마크의 연료전지 회사(SerEnergy社)에서 개발한 35 KW DMFC 탑재 'MS innogy' 호 제작완료('17) – 연료전지 발생 폐열을 메탄올 재생과정에 활용하여 40~50% 전기효율 달성
	University of St.Andrews Kongsberg Maritime AS社(노르웨이) DLR社(독일) 등	■ 100 KW PEMFC 탑재 120명 수용 가능 페리선 개발 추진('18~'21) – 선박 내 수소 저장기술 및 해양 하이브리드 전기 구동 시스템
	SENER社 (스페인)	■ 액화가스용 벙커링 용기 설계 기술 활용 BOG 시스템 연구개발 추진

*출처: 2030 한국형 친환경 선박 추진 전략, 관계부처 합동(2020), NICE평가정보(주) 재구성

■ 국내

[표 8] 친환경 선박 국내 주요업체 동향

기업명	개발/사업화 현황
삼성중공업	삼성중공업은 미래 친환경 선박 시장 선점을 위해 연료전지 적용 선박 개발을 진행 중이다. 2008년 이후 멤브레인형 LNG 화물창을 개발하여 친환경 고효율 엔진 LNG선을 건조하였다. 최근 미국 블룸에너지와 업무협약 (JDA)를 체결해 선박용 연료전지 공동개발에 박차를 가하고 있다. 2020년에는 영국 로이드 선급으로 '암모니아 추진 A-Max(아프라막스급) 탱커' 에 대한 기본인증을 획득하여 암모니아 연료공급 시스템 개발과 선박 설계를 거쳐 2024년에 상용화를 목표로 하고 있다.
현대미포조선	현대미포조선은 LPG운반선과 해양 작업지원선(PSV), COMBO VESSEL, 오픈해치 일반화물선, 주스 운반선, 냉동 컨테이너운반선, 에틸렌 가스운반선 등 고부가 특수선 시장에 진출해 수주경쟁력을 높여가고 있으며, 중형 선박 부문에서 경쟁력을 확보하고 있다. 환경규제가 강화되면서 친환경 선박 개발을 위해 해운사, 선급 등과 협력하고 있다. 2019년부터 여러 해외 기업들 영국 로이드 선급(LR), 엔진 메이커 만에너지솔루션즈(MAN Energy Solutions)과 암모니아 추진선 공동 개발 프로젝트를 통해 2025년 주력 건조 선종인 5만 톤급 PC(석유화학제품운반선)선에 암모니아 추진시스템을 적용할 계획이다.
한국조선해양	현대중공업그룹의 조선 중간 지주사로 주요 제품은 유조선, 컨테이너선, 석유화학제품운반선, LNG 선박, LNG 벙커링 선박 등의 일반상선과 드릴쉽, 반잠수식 시추리그, 해양작업지원선 등의 특수상선이 있다. 또한, 선박용 엔진 및 기계와 같이 선박에 탑재되는 핵심 기자재를 생산하고 관련 개발을 진행하고 있다. 현대중공업이 친환경 그린수소 생산을 위해 해상 플랜트 개발을 진행하면서 수소밸류체인 구축에 주목하고 있으면서 중간 지주사 한국조선해양도 친환경 선박에 관한 개발이 증가하고 있다. 최근 아시아 및 라이베리아 소재 선사와 86,000 입방 미터(㎥)급 초대형 LPG운반선 4척에 대한 건조계약을 체결했다.

한국카본	한국카본은 1984년 설립되었으며, 탄소섬유를 국내 최초로 도입하여 에폭시 레진과 같은 고분자 재료와 결합해 복합소재 산업을 선도하고 있다. 주요 사업 분야 중 하나로 LNG 연료저장 및 수송에 필수적인 부품을 제조하는 LNG 사업이 있다. LNG 초저온 보냉자재 분야를 중점으로 상상인선박기계와 LNG Tank 개발을 위해 업무협약을 체결했다. 국내외로 LNG화물창시스템에 초저온 보냉자재를 개발 및 공급하고 있으며, 환경규제에 따라 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.
대우조선해양	대우조선해양은 각종 선박과 해양플랜트, 시추선, 부유식 원유생산설비, 잠수함, 구축함 등을 건조하는 기업으로 최근 LNG 운반선에 액화천연가스를 공급하는 선박 실증 테스트를 성공했다. 또한 증발가스(BOG, Boil Off Gas) 처리기술을 개발해 특허등록까지 마쳤으며, LNG 선적작업 중 발생하는 증발가스를 완벽히 처리 가능한 메탄가스 노출 제로 기술을 적용했다. 쇄빙 LNG 운반선 및 LNG-FPSO 건조를 비롯해 LNG 관련 설비 풀라인업을 구축하고 현재까지 186척의 LNG 관련 선박을 수주했다. 향후 신규 프로젝트 등을 통해 개발을 촉진할 것으로 전망된다.
에이치에스디엔진	에이치에스디엔진은 LNG와 중유를 모두 사용 가능한 ME-GI 엔진과 가스 공급 시스템을 미국에 공급해 이중연료 상용화에 성공한 이력이 있다. 이중연료는 LNG를 주 연료로 하여 운항 경비를 대폭 낮추고 환경규제에 대응을 준비 중이다. DeINOx 탈질 시스템을 제작하고 저온촉매를 장착하여 생산하고 있다. 선택적 촉매 환원법을 사용하여 배기가스 내 질소산화물을 물과 질소로 분해하여 배출하는 친환경 장치를 개발했다.

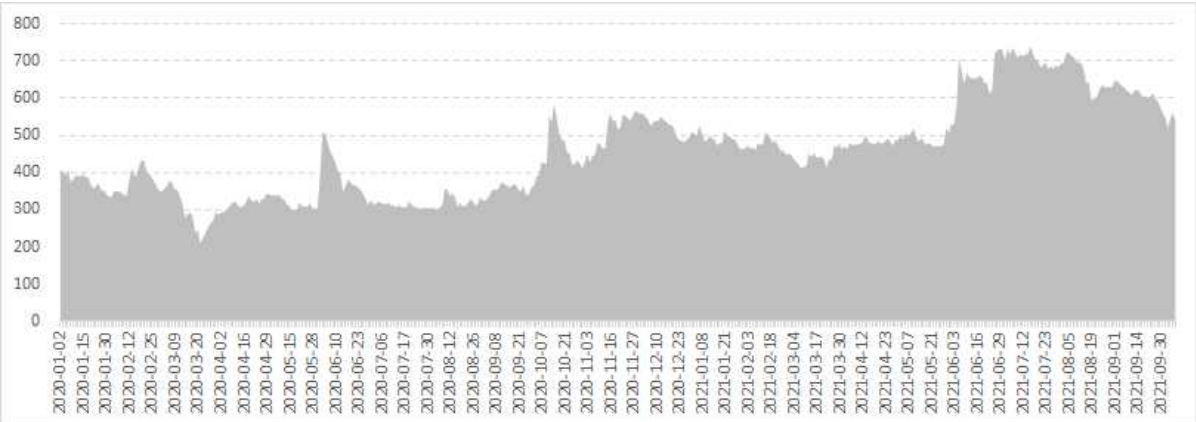
*출처: NICE평가정보(주)

2. 코스닥 기업 동향

[대창솔루션]

대창솔루션은 1953년에 설립되었으며, 선박 엔진이나 대형발전기, 해양플랜트, 풍력발전기, LNG 플랜트, 제철설비 등 에너지변환 분야에 사업을 확대하고 있다. 주요 제품으로 터빈발전소 가스터빈용 부품과 풍력터빈용 부품, 해양플랜트 Chain Wheel, Clump Weight 등이 있고, 선박 엔진 하부용 Main Bearing support 등을 생산한다. 특수강과 고급합금강을 생산할 수 있는 정련시설을 갖추고 있으며, 다양한 연구개발 과제를 진행 중이다. LNG 벙커링 핵심기술개발 및 체계구축 해양수산부에서 시행한 "100~300톤급 이하 연안 선박용 경량 저 BOR(Boil-Off Rate) LNG 저장장치 개발" 과제를 진행했으며, 최근에는 "가스 무배출 LNG 벙커링을 위한 일일 4.8톤급 BOG 처리용 분사식 액화장치 핵심기술개발 및 실증"의 주제로 연구개발을 진행 중이다.

[그림 15] 대창솔루션 주가추이(2020년~2021년 10월) 및 주요 재무현황/분석



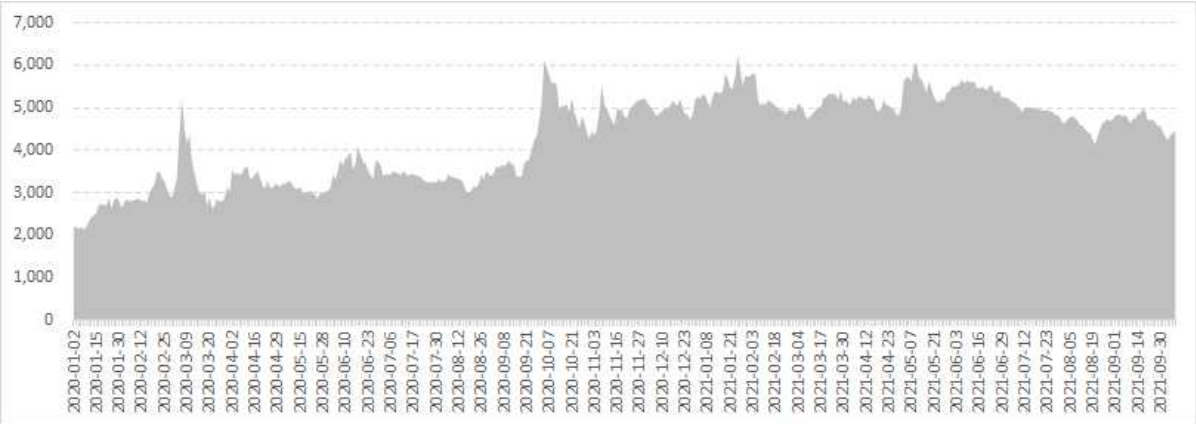
(단위: %)	2018년	2019년	2020년
매출액성장률	20.8	26.2	(27.1)
매출액영업이익률	(15.6)	1.5	(23.6)
매출액순이익률	(21.5)	(7.4)	(56.1)
부채비율	199.7	136.6	191.4
재무 분석	• 종속기업의 초저온저장탱크 수주 부진하며 전년 동기대비 매출 규모 축소 • 판관비 부담 확대에도 원가율 하락하며 영업손실 규모 전년 동기대비 축소		

*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[케이프]

케이프는 1983년 현대중공업 엔진부품 판매 대리점으로 설립된 케이프라인을 전신으로 하며 2007년 코스닥시장에 상장된 업체로, 선박 엔진용 핵심 부품인 실린더 라이너를 주요 제품으로 생산 중이다. 현대중공업, 에스티엑스중공업, 에이치에스디엔진 및 유럽, 중국, 일본 등의 엔진 전문업체에 영업활동을 수행 중이다. 환경규제에 따른 기존 선박들의 대체 수요, 신규 LNG 선박 수요 등에 따라 실린더 라이너 시장은 성장이 기대되며, 동사는 LNG 연료 추진선에 적용되는 DF 엔진용 실린더 라이너를 공급하는 등 친환경 제품군을 상용화하여 시장 변화에 대응 가능할 것으로 전망된다.

[그림 16] 케이프 주가추이(2020년~2021년 10월) 및 주요 재무현황/분석



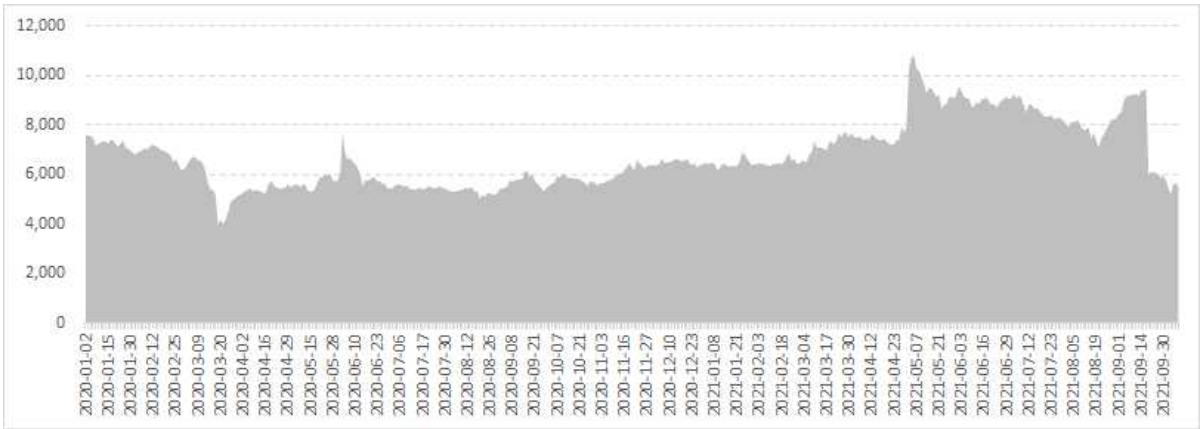
(단위: %)	2018년	2019년	2020년
매출액성장률	10.4	38.0	19.6
매출액영업이익률	5.6	4.7	6.0
매출액순이익률	1.6	2.3	2.8
부채비율	1,114.6	912.7	875.5
재무 분석	• 종속기업의 증권업 부문 수익 감소하며 전년 동기대비 매출 규모 축소 • 판관비 부담 확대에도 원가구조 개선으로 영업이익률 전년 동기대비 상승		

*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성

[한라아이엠에스]

한라아이엠에스는 1989년 설립된 업체로, 초음파 센서를 이용한 수위계, 선박용 탱크 모니터링 시스템 및 밸브 원격자동 개폐시스템, 선박평형수 처리장치 등을 주요 제품으로 생산 중이다. LNG 선박에 적용 가능한 60m³ 급 불활성 가스 생성 장비를 개발하였으며, LNG 선박용 선박평형수 처리장치인 에코가디언을 상용화하여 미국 USCG 승인을 취득하였다. 또한, LNG Carrier 및 LNG 관련 선박용 가스 안전 시스템 등을 국산화하는 등 친환경 선박 관련 기술개발을 지속 중이다.

[그림 17] 한라아이엠에스(2020년~2021년 10월) 및 주요 재무현황/분석



(단위: %)	2018년	2019년	2020년
매출액성장률	(7.0)	47.1	12.2
매출액영업이익률	(0.9)	2.5	3.9
매출액순이익률	7.6	9.0	6.1
부채비율	37.5	39.4	59.8
재무 분석	• 선박 평형수 처리장치의 수주 호조에 힘입어 전년 동기대비 매출 증가 • 원가 및 판관비 부담 확대로 영업이익률 전년 동기대비 하락		

*출처: Kisvalue, NICE평가정보(주) 재구성