

선박용 연료전지 시장 전망에 관한 연구

박 한 응†

(원고접수일 : 2010년 10월 7일, 원고수정일 : 2010년 11월 8일, 심사완료일 : 2010년 11월 16일)

A Study on the Forecast of Marine Fuel Cell Market

Han-Woong Park†

요 약 : 최근 선박은 연료절감과 배기가스 감축을 위한 고효율 친환경 동력발생장치에 대한 요구가 증대되고 있다. 이에 따라 오염물질의 배출이 매우 작고, 소음 진동이 거의 없으며, 발전효율이 높은 연료전지가 차세대 선박용 동력원으로 관심의 초점이 되고 있다. 본 연구에서는, 과거부터 현재까지의 세계 조선산업과 선박용 엔진시장의 동향을 고찰함으로써 미래의 세계 선박용 연료전지 시장을 분석해 보고자 한다. 이를 위해 연간 선박수주량 및 선박건조량을 예측함으로써 2018년까지의 연도별 총선박량을 전망한다. 또한 과거의 선박수주량과 엔진주문량을 비교, 분석함으로써 미래의 엔진주문량을 예측하고, 이를 바탕으로 연료전지 시장을 전망한다.

주제어 : 선박시장, 선박용 엔진 시장, 선박용 연료전지 시장

Abstract: Recently, various types of ships are facing with a challenge to adopt the high efficient and environment-friendly power generating systems. For the reduction of exhaust emissions, improvement of thermal efficiency, and lowering the noise and vibration levels, fuel cells are gaining the much more interests. This paper projects the future marine fuel cell market on the basis of considering the historical world shipbuilding and marine engine market. To do this, the number of total ship is, at first, obtained by forecasting the number of annual new shipbuilding orders and completions. Finally, fuel cell market is forecasted by obtaining the engine capacity for annual world total number of ships and engine orders.

Key words: Shipbuilding market, Marine engine market, Marine fuel cell market

1. 서 론

최근 연료절감을 위한 선박용 고효율 동력발생장치에 대한 요구가 증대되고 친환경적인 에너지 사용에 대한 요구로 다양한 오염물질을 배출하는 선박은 새로운 변화를 강요받고 있다. 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO)의 “2차 IMO GHG(Green house gas) 연구 2009”에 따르면, 선박이 배출하는 CO₂는 전 세계 배출량의 3.3%를 차지하고 있으며, NO_x는 10~15%, SO_x는 4~6%로, 여타 수송 설비에 비

해 상당히 많은 양의 오염물질을 배출하고 있다고 보고하고 있다(2007년 기준). 특히, 질소산화물의 경우 국제해양오염방지협약(MARPOL 73/78 Annex VI)에 따르면 모든 상선이 2016년까지 현 수준의 80%를 감축하여야 하며, 이 경우 추가적인 환경오염물 처리설비의 설치 없이 현재의 엔진 기술로는 대응이 불가능하다고 전망하고 있다. 또한 선박의 연료절감을 위해, 특히 정격부하 이하에서 에너지 효율이 높은 선박 동력원에 대한 요구가 매우 커지고 있다.

† 교신저자(해군사관학교 전기전자공학과, E-mail:hawpark@hanmail.net, Tel: 055-549-1266)

한편 연료전지는 풍력, 태양에너지의 약점인 에너지 수급상의 불균형을 가장 효과적으로 조절, 보완할 수 있는 에너지 기술로서, 응용범위가 매우 넓어 향후 에너지 시장을 주도할 수 있는 기술로 평가된다. 그리고 이산화탄소(CO₂), 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x) 및 분진 등의 배출이 없고 소음 진동이 거의 없으며, 발전효율이 높아 차세대 선박용 동력원으로 그 잠재력을 높이 평가 받고 있다. 또한 연료전지는 모듈화가 가능하므로, 건조와 합체의 복잡함을 줄일 수 있기 때문에 건조 비용 면에서 큰 장점이 있다. 따라서 기존의 동력원을 대체하는 것은 물론, 제한된 공간으로 인해 태양광발전이나 풍력발전과 같은 신재생에너지원으로는 선박의 주동력을 공급할 수 없으므로, 선박용 동력원으로는 유일한 대체에너지원이라는 평가를 받고 있다. 최근, EU, 미국 등은 정부주도하에 연료전지 발전시스템을 선박에 적용하기 위해 연구개발 및 실증사업을 진행하고 있다. 특히 EU는 최근 "e4ship"이라는 연료전지 선박 개발을 위한 대형 프로젝트를 출범시켜 다양한 선박에 연료전지를 적용하는 연구개발 및 실증 사업을 진행하고 있다.

연료전지가 적용가능한 선박으로는 비상 백업전원, 보조전력 발전, 정숙운항과 같은 특별 운전모드 전원을 비롯하여, 연안 인근의 발전시설도 포함될 수 있다. 가장 먼저 적용이 기대되는 선박으로는 수송물 자체가 연료전지의 연료로 사용될 수 있는 LNG/LPG선, 환경오염이 가장 큰 문제인 쇄빙선과 같은 특수선박, 단가가 주된 문제가 아니면서 정숙함과 청결함이 요구되는 크루즈여객선, 요트, 연안여객선 및 해군 함정 등을 들 수 있다.

따라서 본 연구에서는, 지금까지의 세계 조선산업과 선박용 엔진시장의 동향을 고찰함으로써 미래의 세계 선박용 연료전지 시장을 분석해 보고자 한다. 이를 위해 먼저 세계 경제성장률을 검토함으로써 선박 및 엔진의 시장의 기본추세를 살펴본다. 이를 바탕으로 연간 선박수주량 및 선박 건조량을 예측함으로써 2018년까지의 총선박량을 구한다. 또한 과거의 선박수주량과 엔진주문량을 비교, 분석함으로써 미래의 엔진주문량을 예측하고, 이를 바탕으로 연료전지 시장을 전망하고자 한다.

2. 선박용 연료전지 시장 전망

2-1 세계 경제 전망

선박용 연료전지 시장은 엔진시장과 직접적인 관계가 있으며, 엔진시장은 조선시장, 조선시장은 세계경제 상황에 따른 교역량 변동에 크게 의존하고 있다.

2008년부터 시작된 세계경기 침체는 각국 정부의 경기부양책에 힘입어 2010년부터 회복되고 있다. 국제통화기금(International Monetary Fund, 이하 IMF)(1)은 2010년 1월 발표한 세계경제 전망에서, 2010년의 세계 경제성장률은 3.9%가 될 것이며, 2011~14년에는 연간 4%대의 성장을 예상하고 있다. 이에 따라 2009년 11.9%나 감소했던 교역량도 2010년 2.5% 성장할 것이며, 이후에는 연간 8~9%대의 높은 성장률을 보일 것으로 전망했다. Figure 1은 IMF의 경제성장률과 교역량증가율의 실적치와 전망치를 나타낸 것으로, 두 비율은 거의 유사한 추세를 보이고 있음을 알 수 있다.

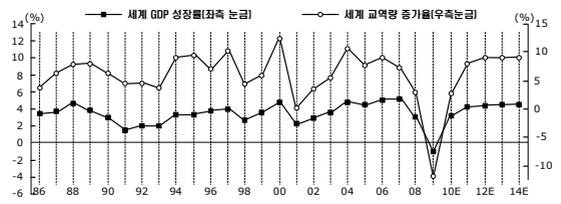


Figure 1: Historical and forecasted annual growth rates of world GDP and trade by IMF.

또한 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development, 이하 OECD)(2)는 2009년 11월 경제전망보고서에서, 2010년의 세계경제성장률을 3.4%, 2011년은 3.7%로 전망했다. 이에 따라 세계교역량도 2009년 하반기부터 회복하기 시작하여 2010~2011년 사이에 6~7% 정도 증가할 것으로 전망했다.

그러나 세계경제가 빠르게 회복됨에 따라, 이러한 전문가들은 세계 경제성장률을 계속 수정, 발표하고 있다. 즉, Table 1에 주어진 바와 같이, IMF는 2010년 4월 경제전망에서, 세계경제 성장

를을 2010년 4.2%, 2011년 4.3%로 0.3%p만큼 상향 조정했다. OECD 역시 2010년 5월 보고서를 통해 경제성장률을 2010년 4.6%, 2011년 4.5%로 수정 제시했다.

Table 1: Annual world GDP growth rate forecasts by IMF and OECD

기관	전망시기	2010 (%)	2011 (%)
IMF	2010. 1	3.9	4.0
	2010. 4	4.2	4.3
OECD	2009. 11	3.4	3.7
	2010. 5	4.6	4.5

결론적으로 세계경제는 빠르게 회복되고 있으며, 이에 따라 세계교역량도 침체를 벗어나 증가하기 시작함으로써 선박의 발주 및 건조가 늘어나는 것은 확실해 보인다.

2-2 세계 선박시장 전망

먼저 선박수주량을 예측하기 위해, 본 연구에서는 100GT 이상의 선박을 대상으로 세계적인 해운 전문 조사기관인 Lloyd's Register(이하 Lloyd)와 Clarkson Research Services(이하 Clarkson)의 자료를 이용한다. 또한 선박량을 나타내는 단위는 척수, GT, CGT, DWT 등의 단위가 있지만, 일관성 유지를 위해 두 기관의 자료가 거의 일치하는 CGT를 기준으로 분석한다.

Clarkson[3]이 2009년 3월에 발표한 자료에 따르면, 세계 경제의 성장 정도에 따라 2009~2018년까지의 향후 10년간 선박수주량은 증감을 되풀이하면서 연평균 2,890만 CGT를 기준으로 1,940~3,930만CGT의 범위가 될 것으로 예상하였다. 또한 Lloyd[4]는 2009년 12월 전망에서, 선박수주량은 2009년을 최저점으로 하여 2010년부터 서서히 증가하고, 2009~2013년의 연평균 수주량이 3,050만CGT가 될 것으로 예측하였다. 이 두 기관이 발표한 2009년 이후 전망치를 요약한 것이 **Table 2**에 주어져 있으며, 2008년까지의 수주량 실적치와 2009년 이후의 전망치를 연도별로 자세히 나타낸 것이 **Figure 2**에 주

어져 있다. 그림에서 표시(○ 또는 □) 내부를 흑색으로 채운 것은 실적치, 백색은 전망치이며, 이하 본 연구에서 제시하는 모든 그래프는 이 표시법을 채택하고 있다.

Table 2: Forecasts of world new shipbuilding order by Clarkson and Lloyd.

예측기관 (예측시점)	예측기간	구분	수주량 (백만CGT)
Clarkson (2009. 3)	'09~18년	저성장안	19.4
		기준안	28.9
		고성장안	39.3
Lloyd (2009. 12)	'09~13년	기준안	30.5

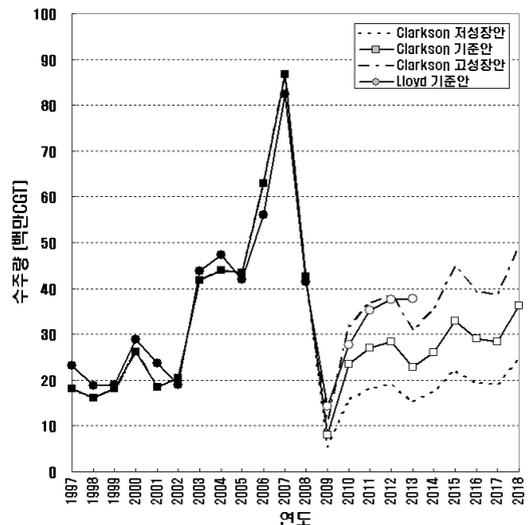


Figure 2: Historical(97~08) and forecasted(09~18) world annual new shipbuilding orders by Clarkson and Lloyd.

그림에서 알 수 있듯이, 2008년까지 두 기관의 수주량 실적치는 약간의 차이는 있지만 거의 유사한 값과 추세를 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 두 기관 모두 2009년에 수주량이 급감한 이후로 2010년부터는 다시 안정적으로 회복될 것으로 예측했다. 이는 앞서의 IMF와 OECD의 경제성장률 전망 추세와도 일치한다.

한편 Lloyd가 2010년 3월에 발표한 2009년의

수주량 실적치는 1,558만CGT였다. 또한 2010년 7월 Clarkson이 발표한 자료에 따르면, 2010년 상반기의 전 세계 선박발주량(즉, 수주량)은 1,218만CGT를 기록하여 2009년 동 기간의 377만CGT보다 3.23배 증가하여 확실한 회복세를 보였고, 특히 1사분기보다 2사분기의 월별 수주량이 더욱 증가하고 있으며, 하반기로 갈수록 이러한 추세가 이어져 3,000만CGT에 이를 것으로 예상했다. 이는 당초 Clarkson이 예측한 고성장안에 가까우며 Lloyd의 전망치를 상회한다. 그 이유로는 특히 Clarkson의 경우, 세계 경제가 침체에서 벗어나지 못하여 다소 비관적인 시기인 2009년 3월에 전망이 이루어졌기 때문이다. 이상을 요약한 것이 Table 3에 주어저 있다.

Table 3: Comparison of the historical and forecasted world annual new shipbuilding orders by Clarkson and Lloyd(unit : million CGT).

예측기관		‘09년	‘10년
Clarkson	저성장안	5.44	15.78
	기준안	8.10	23.50
	고성장안	11.01	31.96
Lloyd 기준안		14.20	27.70
실적치		15.58	30.00

따라서 본 연구에서는 2008년까지의 실적치는 Lloyd의 통계를 이용하고, 2009년 이후의 전망치는 다소 보수적인 입장을 취하여 Clarkson의 기준안과 고성장안을 각각 하한치와 상한치로 설정한다.

한편 건조량을 전망하기 위해서는 건조능력과 건조능력이동률의 수치가 필요하다. 먼저 2009년 10월 Clarkson[5]의 발표자료에 따르면, 세계의 선박건조능력은 2006~2007년의 대규모 수주로 인해 증가하여 2009년 5,350만CGT로 최대 수준을 보이다가, 이후부터는 발주량 급감으로 과잉설비가 크게 증가하여 구조조정이 이루어지면서 2014년까지 계속 감소할 것으로 전망했다. 그러나 세계경기가 안정적으로 회복된다면 건조능력 감소세는 진정되면서, 2015년 이후부터는 다소 안정적으로 회복

될 것으로 예상하고 있다. 현재 세계경제는 예상보다 빠르게 회복되고 있기 때문에, 건조능력은 Clarkson의 전망치보다 다소 높은 수준을 유지할 것으로 예상된다. 그러나 본 연구에서는 역시 보수적인 입장을 견지하여 2010~2014년까지의 건조능력전망치는 Clarkson의 자료를 그대로 사용하며, 2015~2018년 사이는 세계경제 회복을 감안하여 2014년의 전망치인 3,600만CGT보다 약간 높은 4,000만CGT로 설정한다. 이를 연도별로 상세히 나타낸 것이 Figure 3의 그래프이다.

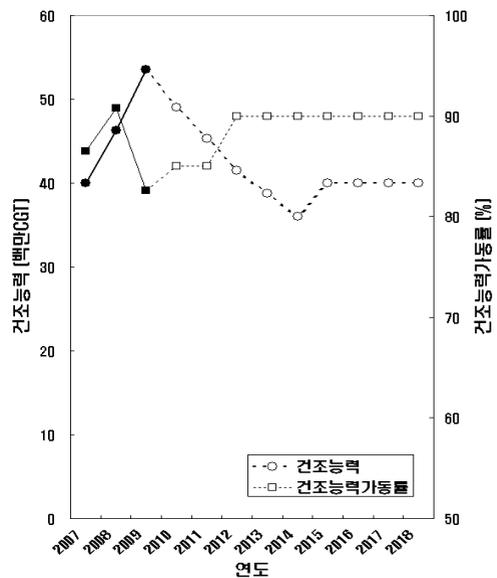


Figure 3: Historical and forecasted shipbuilding capacity and its working ratios by Clarkson.

한편 건조능력이동률은 자재공급 및 인력수급 등의 문제로 항상 100%가 되지 않는다. Clarkson의 자료에는 가동률이 2009년까지만 제시되어 있기 때문에, 본 연구에서는 Clarkson의 과거 실적치, 수주량 전망치, 인도지연 및 주문취소 등을 감안하여 2010~2011년의 가동률을 2009년과 비슷한 85%로 설정하고, 2012년 이후는 수주잔량이 적정값인 2년치 물량을 상회하고 있기 때문에 90%로 설정한다(Figure 4 참조). 이상에서 설정한 건조능력이동률 값 역시 Figure 3에 주어저 있다.

위에서 분석한 수주량, 건조능력 및 건조능력이동

를 전망치를 바탕으로 연간 건조량과 수주잔량을 구한 것이 Figure 4에 주어져 있다. 그림에서 2009~2010년의 수주량은 크게 감소하였지만 수주잔량이 많기 때문에 건조량은 오히려 2009년에 최대를 기록하였으며, 이후로는 점점 감소하고 있음을 알 수 있다.

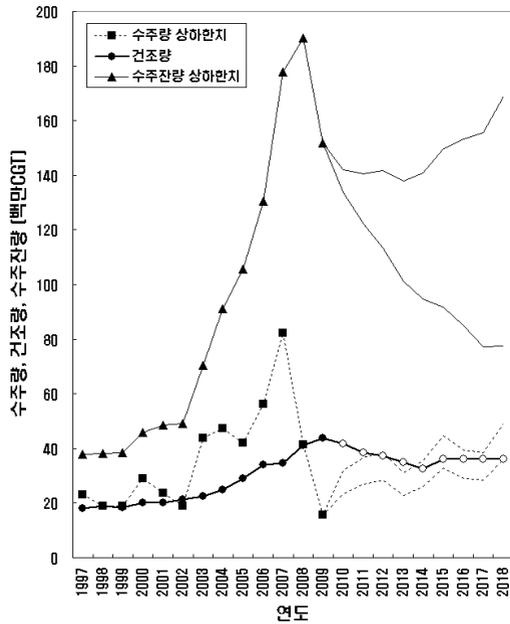


Figure 4: Historical and forecasted annual world new shipbuilding orders, completions and orderbooks.

또한 2010~2018년까지의 전망치에서, 수주량의 상·하한치에 따라 수주잔량 상한치는 1억 4,000만CGT를 상회하고 하한치는 계속 감소하여 8,000만CGT 부근에 이를 것으로 전망되었다. 통상 조선소의 적정 수주잔량은 2년치 정도이다. 따라서 건조능력 기준으로 적정 수주잔량은 8000만 CGT이지만, 상한치는 이를 훨씬 초과하고 있고, 하한치의 경우에도 적정물량을 유지할 수 있기 때문에, 연간 선박건조량은 다소 보수적으로 설정되었음을 알 수 있다.

한편 Lloyd[4]의 자료에 따르면, 아래 Figure 5에서 보듯이 지난 10년간 건조된 선박의 경우 척당 CGT 비율은 거의 큰 변화 없이 평균 약 14,000 CGT/척임을 알 수 있다.

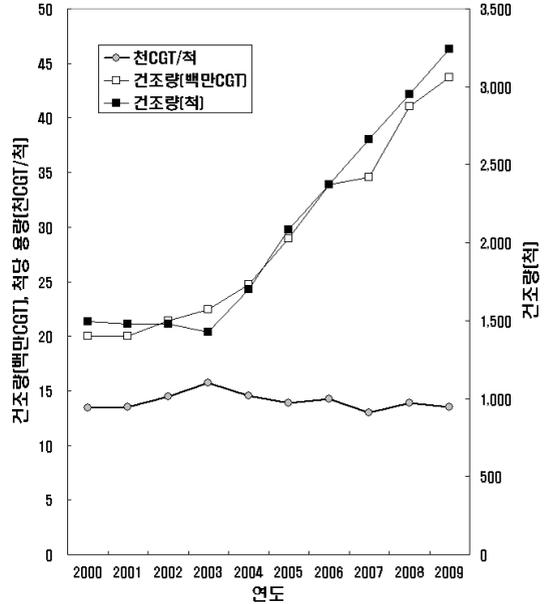


Figure 5: Volume of historical shipbuilding completion and the ratio of CGT to number of ships for past 10 years.

이 추세가 향후에도 그대로 유지된다고 가정하면 연간 건조선박수(척)를 구할 수 있으며, 따라서 연도별 총선박수를 구할 수 있다. 그 결과를 주요 연도별로 요약한 것이 Table 4에 주어져 있으며, Figure 6에 자세히 나타내었다.

그림에서 총선박수는 2009년에 100,000척을 초과한 이후 2018년에는 126,000척을 초과할 것으로 전망되었다. 여기서 한 가지 지적해 두고자 하는 점은, 2010년의 총선박수 전망치는 105,967척이지만, Lloyd가 발표한 자료에 의하면 2010년 7월 현재 세계 총 선박량은 106,183척으로서, 실제 선박수가 전망치보다 약간 더 많음을 알 수 있다. 이 역시 선박건조량 전망치를 다소 보수적으로 예측한 결과라 하겠다.

Table 4: Annual forecasts of completions and total number of ships.

연도	2010	2014	2018
총선박수(척)	105,967	116,195	126,481
건조선박수(척)	2,979	2,314	2,571

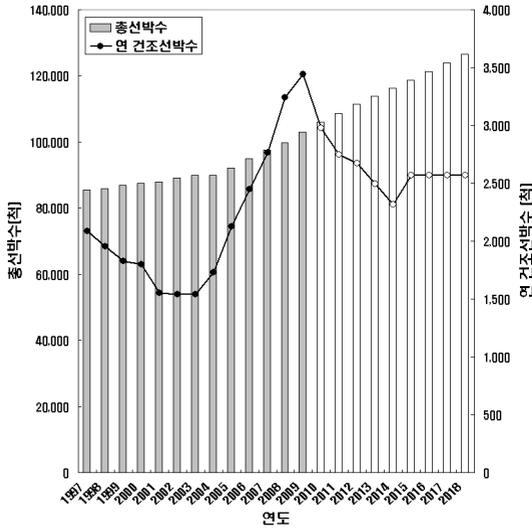


Figure 6: Historical and forecasted annual world completions and total number of ships.

2-3 세계 선박용 엔진 시장 전망

선박용 디젤엔진은 회전속도에 따라 저속엔진(대형), 중속엔진(중형), 고속엔진(소형)으로 구분할 수 있으며, 용도에 따라서는 주엔진, 보조엔진으로 분류된다. 주엔진에는 선박의 추진력을 발생시키는 2행정 저속엔진이 사용되며, 통상 1척 당 1대가 장착된다. 보조엔진은 추진과 관계 없는 발전용으로서, 4행정 중속엔진과 고속엔진이 사용되며, 통상 1척 당 대형선박은 3~4대, 중소형선박은 1~2대가 장착된다.

세계적인 산업용 엔진주문량 조사기관인 Diesel & Gas Turbine Worldwide(이하 DGTW)는 디젤엔진과 가스터빈에 대한 세계시장의 규모를 조사, 발표해 왔다. 특히 선박용 엔진의 경우, 500kW 이상의 엔진을 대상으로 사용목적에 따라 크게 추진용 주엔진, 발전용 보조엔진, 디젤-전기 추진용 엔진으로 구분하여, 연도별 엔진주문량(1997년부터 2009년까지 매년 6월부터 다음 해 5월까지의 주문량)을 발표해 왔다. Figure 7은 DGTW[6]가 발표한 자료를 토대로 엔진의 종류에 따른 연도별 엔진주문량을 그래프로 나타낸 것이다. 참고로 주어진 엔진주문량에는 새로 건조되는 선박의 엔진뿐만 아니라 기존 엔진의 교체수요도 함께 포함되어 있음을 지적해 두고자 한다.

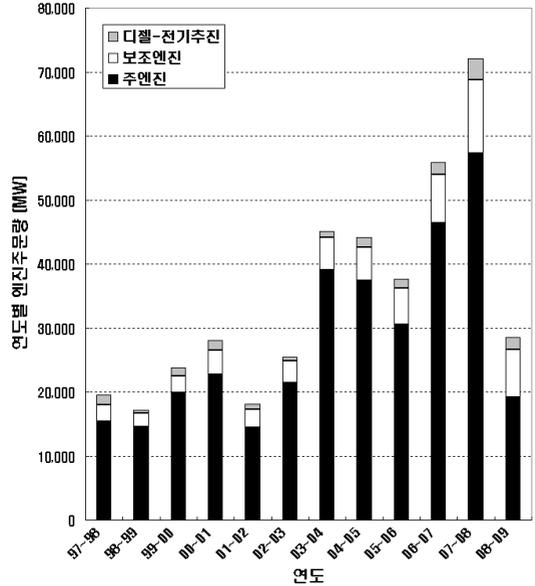


Figure 7: Historical annual world marine engine orders by types

그림으로부터 알 수 있듯이, 주엔진의 경우, 조사시점부터 각 기간별로 어느 정도의 증감은 있었지만, 연평균 14.1%씩 증가하여 주문량이 최고였던 2007~2008년의 57,236 MW를 기록하였으나, 2008~2009년에는 19,205 MW로 약 66.4% 가까이 감소하였다. 보조발전용 엔진 역시 연평균 16.2%씩 증가하여 2007~2008년에는 11,580 MW로 최고를 기록하였으나, 2008~2009년에는 7,458MW로 약 35.6% 감소하였다. 디젤-전기추진용 엔진의 경우는, 조사시점부터 증가와 감소를 반복하였지만 전체적으로는 증가하는 추세를 이어가 연평균 7.4%씩 증가하였고, 2007~2008년에 3,252MW로 최고를 기록한 뒤, 2008~2009년에는 1,809MW로 약 44.4%가 감소하였다. 그러나 이 엔진의 경우, 전체 엔진주문량에서 차지하는 비율이 아주 작기 때문에 전체 엔진의 증감추세에 거의 영향을 미치지 못한다.

엔진주문량을 예측하기 위한 직접적인 자료는 구하기 어렵다. 따라서 선박수주량이나 건조량과 비교하여 엔진주문량을 예측하는 방법이 가장 타당할 것이다. 그러나 전술한 바와 같이 엔진주문량에는 교체수요가 상당히 많이 포함되어 있기 때문에 선

박건조량과는 추세가 차이가 많이 난다. 따라서 엔진주문량을 전망하기 위해서는 선박의 수주량과 직접 비교하여 구하는 것이 가장 타당할 것으로 판단된다. 여기에는 세계 경제의 회복에 따라 엔진의 교체수요도 유사하게 증가할 것이라는 이유도 포함되어 있다. 또한 비교방법으로는 선박수주수(척)와 엔진주문수(대), 선박수주량(CGT)과 엔진주문용량(MW)의 2 가지가 있을 수 있다. 그러나 선박 1척 당 CGT의 크기가 서로 다르고 엔진 1대 당 용량도 역시 다르기 때문에, 선박수주량(백만CGT)과 엔진주문용량(GW)을 직접 비교하는 것이 가장 타당하다. 따라서 선박수주량의 과거 실적치는 Lloyd의 자료, 엔진주문량 실적치는 DGTW의 통계를 이용한다. 선박수주량 전망치를 근거로 엔진주문량을 전망한 그래프가 Figure 8에 주어졌다. 그림에서 엔진주문량은 전술한 바와 같이 당해년도 6월부터 다음 해 5월까지의 값이며, 선박수주량은 엔진주문량 기간과 다르기 때문에 가로축 상에서 괄호 안에 해당연도를 표기하였다. 그림에서 실적치는 표시 내부를 흑색으로, 전망치는 흰색으로 채웠다. 또한 디젤-전기추진용 엔진은 결국 선박의 추진용이기 때문에 주엔진에 포함시켰다.

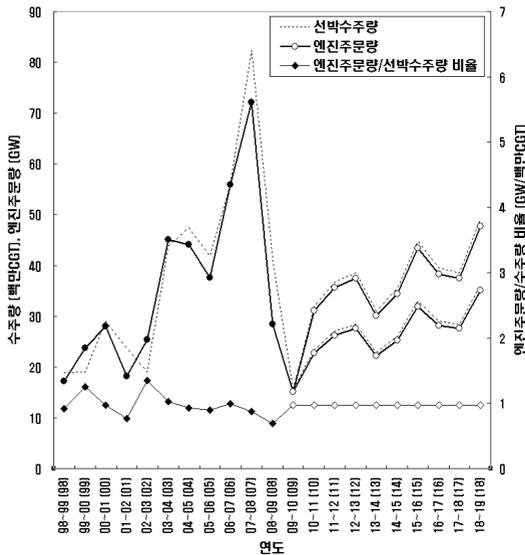


Figure 8: Comparison of historical and forecasted world annual new shipbuilding orders and marine engines.

그림에서 보듯이, 선박수주량과 엔진주문량 실적치는 매우 유사한 추세를 보이고 있으며, 엔진주문량을 선박수주량으로 나눈 비율은 0.69~1.25 GW/백만CGT임을 알 수 있다. 따라서 선박수주량 상·하한 전망치에 평균비율 0.97을 곱하여 엔진주문량의 상·하한 전망치를 나타낸 것이 역시 그림에 주어졌다. 그 결과 엔진주문량 역시 09~10년도에 최저점을 기록한 후 다시 회복하여 이후는 하한 평균 26.2, 상한평균 35.1GW가 될 것으로 전망되었다.

한편 전술한 바와 같이 통상 선박 1척 당 주엔진은 1대이며, 보조엔진은 1~4대가 장착된다. 따라서 엔진용량 산정 시 주엔진은 1대로 설정하면 되지만, 보조엔진의 경우는 이를 직접 조사하지 않는 한 구하기가 쉽지 않다. 이를 구하기 위해 미해안 경비대 연구개발센터(US Coast Guard Research and Development Center)[7]가 2000년 초에 작성한 보고서의 자료로부터 1960~1999년 기간 동안 매 10년마다 건조선박당 보조엔진수를 구한 것이 Figure 9에 주어졌다. 또한 00~09년 사이의 10년간의 값은, 99~00년부터 08~09년까지의 DGTW의 보조엔진 총 주문량(대)을 00~09년 사이의 Lloyd의 총 선박건조량(척)으로 나누어 구했다. 그 결과 보조

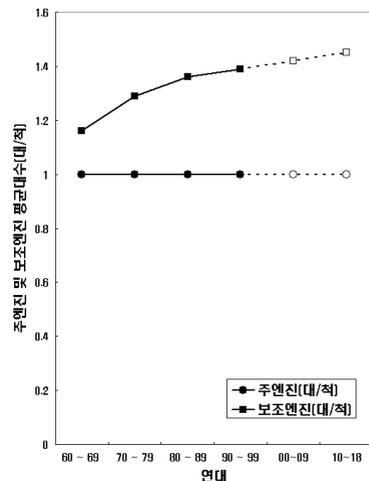


Figure 9: Historical and forecasted average number of main and auxiliary engines per ship.

엔진수는 건조선박 당 1.66대였지만, 60~99년 사이의 증가추세를 고려하고 총 보조엔진 주문량 증대나 노후화로 인한 교체수요를 감안하여 1.42대로 설정했다. 또한 향후에도 이러한 증가추세가 그대로 유지된다고 가정하여 10~18년 사이의 값은 1.45대로 설정하였다.

또한 DGTW의 자료로부터, 97~09년 사이에 해당 연도별 주엔진과 보조엔진의 평균용량을 나타낸 것이 Figure 10에 주어져 있다. 그림에서 알 수 있듯이 주엔진의 평균용량은 연도별로 변화가 매우 큰 반면, 보조엔진은 거의 일정한 경향을 나타냄을 알 수 있다. 이는 주엔진의 교체수요가 많고 용량의 차이도 많을 뿐만 아니라 연도별로 건조되는 선박의 크기가 다르기 때문인 것으로 판단된다. 97~09년의 12년 동안 주엔진의 평균용량은 3.65MW, 보조엔진은 1.19MW였으며, 주엔진과 보조엔진을 모두 합해 구한 총엔진의 평균용량은 2.80MW였다.

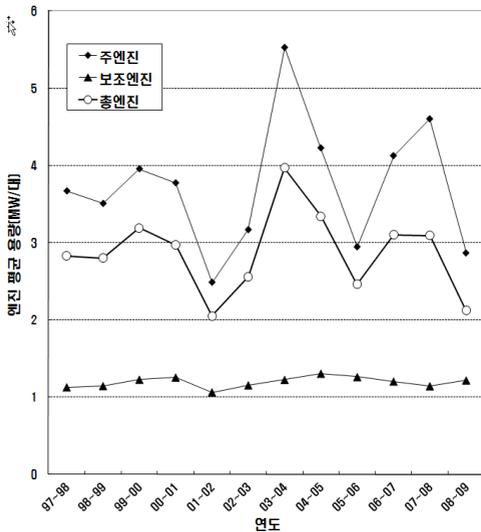


Figure 10: Average engine capacity for past 12 years.

앞서 구한 10~18년 사이의 세계 총선박수(척)에 요구되는 엔진용량을 구하기 위해, 선박 당 주엔진은 1대, 보조엔진은 1.45대로 설정하고, 주엔진 평균용량을 3.65MW, 보조엔진은 1.19MW를

적용한다. 그 결과를 보면, 세계 총선박에 필요한 엔진의 용량은 10년에는 570GW, 14년에는 625GW, 18년에는 680GW로 전망되었다. 이것을 Table 5에 요약하고 Figure 11에 나타내었다.

Table 5: Forecasts of total engine capacity for total number of ships per year.

연도	2010	2014	2018
총선박수(척)	105,967	116,195	126,481
주엔진용량(GW)	386.8	424.1	461.7
보조엔진용량(GW)	182.8	200.5	218.2
엔진 총용량(GW)	569.6	624.6	679.9

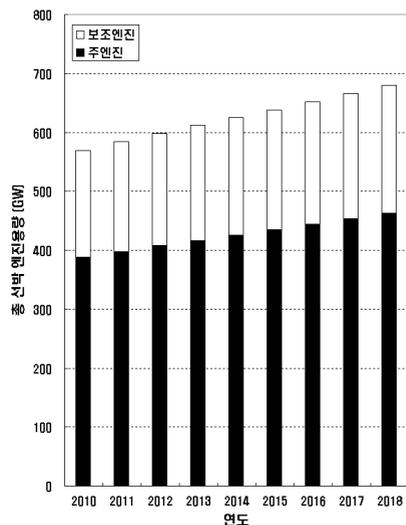


Figure 11: Forecasts of total engine capacity for total number of ships per year.

2-4 선박용 연료전지 시장 전망

선박용 엔진의 가격은 저속, 중속, 고속용에 따라 가격이 차이가 나지만, 보통 350~500 \$/kW 범위에 있다. 그러나 환경문제로 인해 기존 선박엔진에 오염물질 저감장치 설치, 추가적인 에너지 사용 및 설치공간의 부족으로 기존 시스템의 가격이 상승할 것으로 판단하고 있으며, 이를 감안할 때 디젤엔진과 비교하여 연료전지가 선박의 동력원으로 시장경쟁력을 가질 수 있는 진입 단가는 2,700~3,200\$/kW가 될 것으로 노르웨이선급협회

(Det Norske Veritas, 이하 DNV)는 예상했다.

한편 본 연구에서 대상으로 하는 선박은 100GT 이상이기 때문에 선박용으로 적용될 수 있는 연료전지는 MCFC(Molten Carbonate Fuel Cell)와 SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)이다. 2007년 연료전지 전문조사기관인 Fuel Cell Today[8]가 발표한 자료에 따르면, 2008년 말 미국 FCE(Fuel Cell Energy)사의 250kW 및 1.2MW의 분산발전용 MCFC의 시스템가격은 각각 3840, 3440\$/kW이다. 또 우리나라의 포스코 파워[9]가 목표로 하는 가격은 2010년 3,000\$/kW, 2015년 1500\$/kW이며, 장기적으로 2020년에는 800\$/kW이다. 이러한 목표단가는 기술발전 속도 및 시장진입 정도에 따라 크게 달라지기 때문에 정확한 전망을 하기가 쉽지 않은 실정이다. 또한 SOFC는 MCFC보다 기술적으로 해결되어야 할 부분이 많기 때문에 예측을 더욱 어렵게 한다. 따라서 본 연구에서는 선박용 연료전지로서 MCFC를 대상으로 하고 DNV의 연료전지 진입단가를 고려하여, 포스코파워의 가격목표를 사용한다. 따라서 적용가격은 2010년에는 3,000, 2014년은 1700, 2018년은 1000\$/kW를 적용하며, 이를 이용하여 연료전지의 잠재시장 전망치를 구한다.

앞서 구한 총선박에 대한 엔진용량과 연도별 엔진주문량을 모두 연료전지로 대체한다고 했을 때의 잠재적인 시장을 구하면 Table 6과 같다.

Table 6: Forecasts of potential marine fuel cell market.

연 도		2010	2014	2018
단가(\$/kW)		3,000	1,700	1,000
총선박 필요 엔진용량	GW	569.6	624.6	679.9
	억\$	17,088	10,618	6,799
연평균 엔진 주문량	GW	26.2 ~ 35.1		
	억\$	786~1,053	445~597	262~351

표에서 알 수 있듯이, 총선박수에 대한 잠재적인 연료전지 시장은 2010년에는 약 1조 7천억\$,

2014년은 1조 6백억\$, 2018년은 6,800억\$로 전망되었다. 또한 연간 평균 엔진주문량 전망치는 26.2~35.1GW이므로, 이에 대한 잠재적인 연료전지의 시장은 2010년에는 약 780~1,000억\$, 2014년은 440~600억\$, 2020년은 260~350억 \$로 전망되었다. 그러나 실제적으로는 연료전지의 단가가 2500 \$/kW 이하일 경우 소량이나마 시장 진입이 가능하며, 본격적인 시장진입 가격은 1000 \$/kW 이하가 될 것으로 전망하는 전문가가 대부분이다.

한편, 미국 연안경비대의 보고서[7]에 따르면, 연료전지가 선박에 적용되는 것은 수송용, 특히 자동차 분야와 거의 비슷한 시기에 채택될 것이라 예측하고 있다. 그러나 특히 수송 분야는 연료전지 시장을 예측함에 있어 분석의 기반이 되는 가정에서 이론의 여지가 많기 때문에, 연료전지 시장진입 시기에 대해 가장 논란이 큰 분야이다. 따라서 다음에서 검토하는 내용은 단지 참고로 하기 위한 것임을 밝혀둔다.

2009년 7월 미국의 한 연구소[10]에 따르면, 연료전지자동차는 2014년에 0.1% 정도로 시장을 형성하기 시작하여, 2018년에 1% 정도가 될 것이며, 2027년경을 기점으로 기하급수적으로 증가될 것으로 예측했다. 따라서 연료전지 가격을 1000\$/kW로 설정하고, 이 시나리오를 그대로 연도별 엔진주문량에 적용시키면, 실제적인 연료전지의 시장은 2014년에는 4~6천만\$, 2018년은 2.6~3.5억\$ 정도가 될 것으로 판단된다.

3. 결 론

본 연구에서는 최근 연료절감을 위한 선박용 고효율 동력발생장치에 대한 요구가 증대되고 친환경적인 에너지 사용에 대한 요구로 큰 관심을 모으고 있는 선박용 연료전지시스템의 시장규모를 전망하였다.

선박자료는 Lloyd와 Clarkson의 자료를 이용하고 엔진주문량은 DGTW의 자료를 이용하였으며, 선박수주량 전망치를 근거로 총선박수에 필요한 엔진용량과 연도별 엔진주문량을 예측하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 총 선박수는 2010년에 105,967척, 2014년에 116,195척, 2018년에 126,481척으로 전망되었다.

2) 2010~2018년 기간 동안 연간 평균 엔진주문량은 26.2~35.1GW로 전망되었다.

3) 총 선박수에 요구되는 잠재적인 연료전지 시장규모는 2010년에는 약 1조 7천억\$, 2014년에는 1조 6백억\$, 2020년에는 6800억\$였다. 또한 엔진주문량 기준으로는 2010년에 약 780~1,000억\$, 2014년에는 440~600억\$, 2020년에는 260~350억 \$였다.

4) 그러나 연료전지의 본격적인 시장진입 가격을 1000\$/kW 이하로 설정할 때, 2018년 기준으로 총선박수에 필요한 연료전지 잠재시장은 6,800억 \$, 연간 엔진주문량으로는 300억\$로 전망하는 것이 현실적이다.

한편 본 연구에서는 100GT 이하의 선박, 500kW 이하의 엔진은 제외되었다는 사실을 간과하지 않아야 한다. 실제로 소형어선, 연안여객선, 파워보트, 요트 등에 추진용 및 보조동력용으로 사용되는 소용량 엔진의 수 역시 상당한 시장을 형성하고 있기 때문에, 연료전지의 예상 시장규모는 훨씬 더 커질 것으로 판단된다.

[9] 포스코파워, “선박용 연료전지 현황과 전망”, 포스코파워 세미나 자료, 2010. 5.

[10] US Oak Ridge National Laboratory, 2009. 10.

저 자 소 개



박한웅(朴漢雄)

1983년 부산대학교 전기공학과(공학사), 1985년 부산대학교 전기공학과(공학석사), 1997년 부산대학교 전기공학과(공학박사), 1990년 - 현재 해군사관학교 공학처 전기공학과(교수). 관심분야: 메카트로닉스, 연료전지시스템, 풍력발전시스템, 수중추진시스템

참고문헌

- [1] IMF, World Economic Outlook, 2010. 4.
- [2] OECD, Economic Outlook, 2009. 11.
- [3] Clarkson Research Service, Long-term Contract Forecasts, 2009. 3.
- [4] Lloyd's Register of Shipping, World Fleet Statistics, 2010. 7.
- [5] Clarkson Research Service, 2009. 10.
- [6] Diesel & Gas Turbine Worldwide, Marine Propulsion Order Survey, 1997~2010.
- [7] US Coast Guard Research and Development Center, Marine Fuel Cell Market Analysis, 1999. 10.
- [8] Fuel Cell Today, 2008. 3.