

현존선박 대상 선박평형수처리시스템 설치 핵심기술개발

김진호 (주)한진중티엠에스

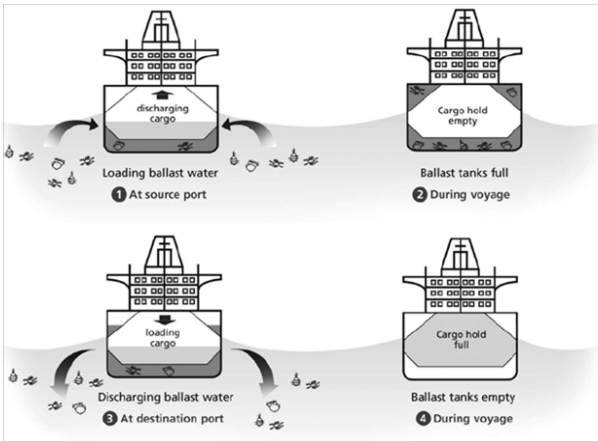


그림 1 선박 내 평형수의 교환

1. 서론

1.1 세계시장의 글로벌 리더 제품, BWTS 란 ?

BWTS(Ballast Water Treatment System, 선박평형수처리 장치)는 선박의 중경사, 횡경사, 출수, 복원성 또는 선체응력을 통제하기 위하여 선박에 싣고 있는 선박 평형수(Ballast Water) 내에 포함된 유해 수상생물과 병원균을 제거, 무해화 또는 그 유입이나 배출을 방지하기 위하여 기계적, 물리적, 화학적 및 생물학적 방법의 어느 하나 또는 이들의 복합적인 공정을 가진 장치를 통칭한다.

1.2 국제해사기구 협약

국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)에서는 유해 수생 생물과 병원균의 이동으로 발생하는 환경, 인간건강, 재산 및 자원에 대한 위험 방지 및 최소화의 필요성을 위해 2004년 선박평형수관리협약(International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments)를 채택하여 BWTS의 장착을 의무화 하였으며 세계 상선 선복량(총톤수 합계)의 35% 이상과 30개국 이상의 국가가 비준, 수락 또는 승인에 관한 유보 없이 서

명이 이루어진 날로부터 12개월 후에 발효 되므로 본 협약에 따라 BWTS 제품개발 및 관련 시장이 형성 되고 있어 현존선박 대상 선박평형수처리시스템 설치 핵심기술개발을 추진하고 있다.

2. 본론

2.1 BWTS 장비 현황

IMO 협약에 따라 세계에서 개발 및 판매되고 있는 BWTS의 기술적인 방식은 다양하나 UV조사, 전기분해, 오존분사 방식으로 대표되는 3가지 방식을 중심으로 응용기술을 접목하여 차별화하고 있는 특성을 보이고 있으며, 현재 국내업체에서 개발하여 선상 Test완료 후 형식승인 및 신조선 영업 되고 있는 BWTS 방식은 <표1>과 같다.

표 1 국내 개발 BWTS 장치별 적용기술

업체명	장치명	처리기술
테크로스	Electro-Clean™	전기분해+중화
엔케이	NK-O3 Blue-Ballast	오존분사+중화
파나시아	GloEn-Patrol™	필터+UV조사
현대중공업	EcoBallast	필터+UV조사
	HiBallast	필터+전기분해+중화
삼건세기	ARA Ballast	필터+플라즈마+ UV조사
테크윈에코	Purimar	필터+전기분해+중화
아쿠아이엔지	AquaStar™	스마트파이프+전기분해+중화
삼성중공업	Neo-Purimar	필터+전기분해+중화
STX Metal	Smart Ballast	필터+전기분해+중화
한라MS	EcoGuardian™	필터+전기분해+중화
화승R&A	HS-BALLAST	전기분해+중화
케이티마린	Marinomate	Plankill pipe+전기분해+중화
광산	BioViolet	필터+UV조사
선보공업	Bluezone™	마이크로버블+오존분사+중화

2.2 BWTS Retrofit 시장성

한국은 세계 1위의 조선강국임에도 불구하고, 주요 핵심기 자재의 경우 해외기술 의존도가 상당히 높은 편이나 BWTS의 경우, 선제적인 기술개발을 통해 기술 선도제품을 생산, 판매 하고 있으며 글로벌 리더로서의 위치를 확보하고 있을 뿐만 아니라 Cash-Cow 시장을 형성하고 있어 세계 시장에서 인정 을 받고 있는 실정이다.

전 세계적으로 BWTS장비의 IMO 승인 업체는 51개사로 아 시아 27개사(한국 13개사, 중국 7개사, 일본 6개사, 싱가포르 1 개사), 유럽 19개사(독일 6개사, 네델란드 4개사, 노르웨이 4 개사, 기타 5개사) 미국 4개사, 아프리카 1개사 정도이며,

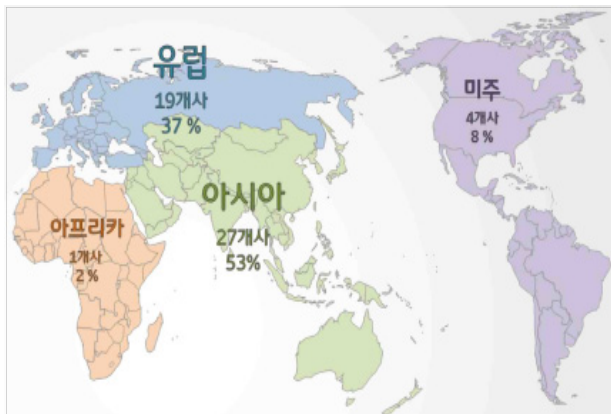


그림 2 세계 지역별 IMO BWTS 승인업체 분포

최근 3년간(2013.04.30 기준) BWTS를 장착한 선박은 1,955척으로 이중, 국내 BWTS 제조사 제품을 장착한 선박은 1,020척으로 전체 시장의 52% 이상을 차지하고 있다.

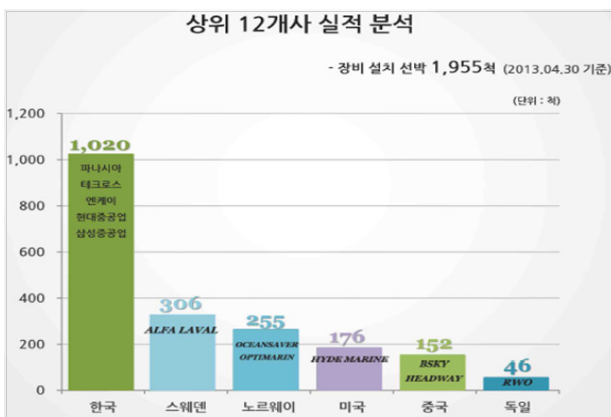


그림 3 선박평형수처리장치 선도기업 영업실적

최근 3년간 국내 BWTS 제조사는 약 7,700억원의 해외 수 주를 달성하여 연간 2,570억원의 시장수입을 확보하고 있 으며 (출처 - Class NK, 2013.07.01.), 2012년 기준 국내 3개 BWTS 제조사의 매출액은 약 1,550억원으로 연간 국내 매출 액의 70% 이상을 차지하고 있다.

이로서 국제해사기구 협약의 발효와 동시에 2009년을 적 용시점으로 규정함에 따라 현재까지 신조선박의 경우 BWTS 를 장착하여 건조되고 있으나 BWTS를 장착하지 않은 선령 5 년 이상의 대다수의 현존선의 경우 동 협약의 '현존선' 정 의에 대한 이견 및 협약 발효 조건의 불충족 등에 준하여 그 동안 BWTS 장착이 미진함에 따라 2013년 5월에 있었던 IMO MEPC65차 회의에서 현존선에 대한 정의(B-3규정) 및 협약 발효를 협의하였다.

※ Option 1 : 협약의 발효시점 이전에 건조된 선박을 모두 현존선으로 간주하며, 현존선의 선박평형수처리설비 탑재유예 기간을 5년으로 연장

※ Option B : 추가의 선언이나 기탁없이 총회결의서의 합 의사항을 준해 협약의 개정사항을 공통적으로 적용

In case that the Convention enters force at 1/1/2015.

Ships Constructed	BW Tank(m ³)	Category	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Before 2009	1500 ~ 5000	1 Existing											D2
	< 1500 > 5000	2 Existing				D1 or D2 (+)							D2
IN or After 2009	< 5000	3 New											D2
		3 Existing											D2
2009-2012	≥ 5000	4 Existing				D1 or D2 (+)							D2
		5 New											D2
IN or After 2012	≥ 5000	5 Existing											D2

(+): anniversary date of delivery of the ship

D1 : Ballast Water Exchange

D2 : Ballast Water Performan Standard

그림 4 현존선/신조선 평형수관리기준 적용시기

※ USCG 규정 : 미국해안경비대(U.S Coast Guard)의선박 평형수처리장치 규정은 IMO 규정 발효와 상관없이 2013년 12 월일부 발효될 예정.(USCG로부터 형식승인을 득한 장비를 탑재한 선박으로부터의 미국항내에 선박평형수 배출이 허용 되지만, 만약 USCG로부터 형식승인을 득하지 못한 선박평형

수처리장치가 탑재된 경우는 상기의 선박평형수처리장치 발효시기의 적용일로부터 5년간 장비 사용 허용. -단, USCG로부터 선박평형수 대체관리 장치(Alternative Management System)로 인정받은 장비 및 IMO 선박평형수관리협약의 주관 청 형식승인 기준(G8)에 만족하는 장비(여야 함.)

B-3규정의 Option 1과 증서조화제도에 따라 2021년까지 BWTS 장착대상 현존선박 대부분이 선박 정기검사 시기에 맞추어 BWTS Retrofit을 수행할 것으로 예상되고 있다.

이에 따라 2017년 이후 BWTS Retrofit 시장의 급격한 성장이 예상되며 따라서 BWTS를 장착(Retrofit) 해야 하는 대상선박의 수는 68,190척에 달할 것이며(표2), 관련 시장의 규모는 약 80조원(척당 12억원, 장치비 + 설치비)에 이를 것으로 추정되고 이중 BWTS Retrofit 관련 시장 규모는 약 40조원에 이를 것으로 전망하고 있어 BWTS 장비의 세계적 기술을 바탕으로 현 운항선의 BWTS Retrofit 시장에서 기술적 우위를 확보하기 위한 설치 핵심기술이 절실히 필요하다.

2013년 10월 기준 BWTS 협약이 36개국에서 비준하였으며 협약 발효를 위한 선복량 기준도 31%로 동 협약의 2014년 발효 및 2015년 적용이 예상되고 있다.

표 2 전 세계 BWTS 장착 대상 현존선박 통계

Sub-type	선박(대)	평형수 용량		
		<1,500m³	1,500-5,000m³	>5,000m³
Barges	574	0	0	574
Bulk Carriers	8,110	0	0	8,110
Container ship	4,724	0	0	4,724
Crude Oil Tanker	2,160	0	0	2,160
Chemical Tanker	1,474	0	0	1,474
Chemical/Oil Products Tanker	9,323	0	0	9,323
General Cargo Ship	18,187	0	16,535	1,652
Fishing Vessels	8,001	7,970	30	1
LNG Tanker	327	0	0	327
LPG Tanker	1,194	540	0	654
OSVs	2,000	1,923	0	77
Passenger(Cruise)Ship	515	0	479	36
Passenger-Passenger/Cargo	3,359	3,324	35	0
Passenger Ship	2,942	2,941	1	0
Refrigerated Cargo Ship	2,542	0	2,538	4
Ro-Ro Cargo Ship	1,873	0	1,700	173
Livestock Carrier	101	0	90	11
Vehicle Carrier	784	0	196	588
합 계	68,190	16,698	21,604	29,888

현 운항선의 BWTS Retrofit을 위한 대상선종의 척수는 Cargo Ship > PC Tanker > Bulk Carrier > Container Ship 순이며, BWTS Retrofit을 위한 BWTS의 처리용량별 분류를 보면 1,500m³/h 이하는 24.5%, 1,500m³/h ~ 5,000m³/h는 31.7%, 5,000m³/h 이상은 43.9%를 차지하고 있어 BWTS Retrofit 시장은 전 세계적으로 수리조선시장에도 큰 영향을 가져올 것이다.

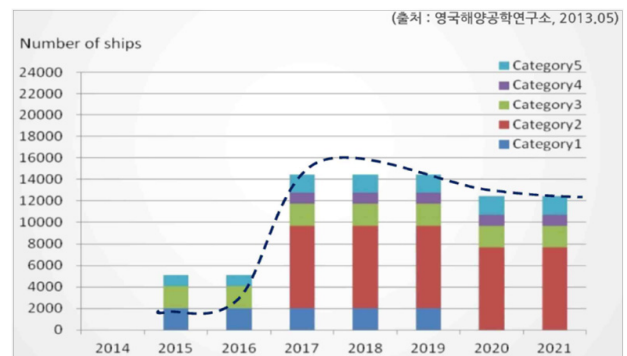


그림 5 현존선의 연도별 BWTS Retrofit 소요예상

2.3 BWTS Retrofit 기술 개요

BWTS Retrofit은 'Retrofit(없던 부품 등을 새로 장착하다)'의 사전적 의미에서도 알 수 있듯이 BWTS가 장착되어 있지 않는 현존선박에 BWTS를 장착하는 일련의 공정을 의미하는 것으로 EPC (E-Engineering(설계), P-Procurement(구매), Construction(건설))의 종합 엔지니어링 기술을 필요로 하는 분야이다.

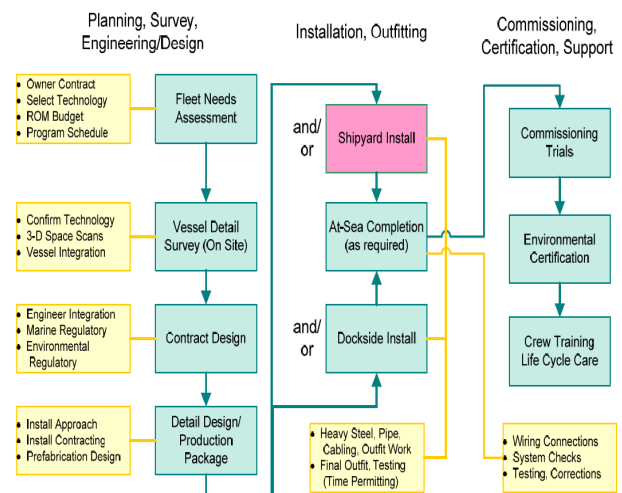


그림 6 BWTS Retrofit Process

- ▶ BWTS Retrofit 주요절차 : 계획(기술선택, 예산, 일정)검토 및 평가 → 현존선 조사(필요기술, 설치공간 확정 및 3D Scan) → 엔지니어링/설계(규정, 규제파악/위해도분석, 구조설계) → 설치상세설계 → 선거입거 → 설치공정(설치 및 재설치) → 시운전, 인증(작동, 환경 승인)
- ▶ Reverse Engineering : 설계엔지니어링을 위해 현존선의 BWTS 설치 대상 공간에 대해 3D Scanning을 통해 3차원 도면화 기술.

현존선박의 경우, 기본도면은 선박 및 선주사가 구비를 하고 있으나, 조선소에서 배의 건조에 사용되었던 상세도면 및 생산도면을 구비하고 있지는 않으며(조선소 소유), 또한, 정기 검사기간에 선박의 노후화 등의 각종 원인에 기인한 수리 등을 통해서 초기 건조 당시의 상태와는 다른 경우가 많을 뿐 아니라 운항 연수가 오래 될수록 이러한 경향은 더욱 심해 이런 이유로, BWTS Retrofit을 위해서는 대상선박의 현재 시점에서 설치 대상 공간 및 변경이 예상되는 공간에 대한 정보, 즉 도면을 만들어야 하며 이를 위해서 3D Scanning을 통한 3차원 도면화, 모델화 작업 등으로 설치 대상 공간에 대한 정보를 효율적으로 획득하기 위한 설치 핵심기술 이다.

- ▶ Retrofit Engineering : 3차원 도면화 된 현존선박의 설치 대상 공간 및 변경이 예상되는 공간을 대상으로 BWTS 장착을 위해 수행하는 설계

Reverse Engineering을 통해서 획득된 현존선의 설치 대상 공간 및 변경이 예상되는 공간을 대상으로 장착하고자 하는 BWTS의 설치 및 이로 인해서 변경되는 선박 내의 각종 기자의 재배치, 교환 및 이로 인한 선박 구조물 변경 등의 조건을 반영하여 기본설계 ~ 상세설계, 생산설계까지 수행하여야 한다.

신조선과는 달리 BWTS Retrofit은 현존선박의 정기검사기간에 수행될 것으로 예상되며, 대상선박이 임의적일 뿐만 아니라 선주의 선호도에 따라 설치하고자 하는 BWTS가 달라질 수 있다. 따라서 3D Digital MOCK-UP을 이용하여 설계 엔지니어링을 수행하고, 생산설계까지 수행하여 실제 Retrofit 작업을 수행할 수 있도록 도면화 작업이 되어야 하고, 특히 BWTS의 3D 도면화와 변경된 선박 내부 구조에 대한 구조 안정성분석, 위해도 분석을 수행해서 결과를 설계에 반영한 최적화 설계가 되어야 한다.

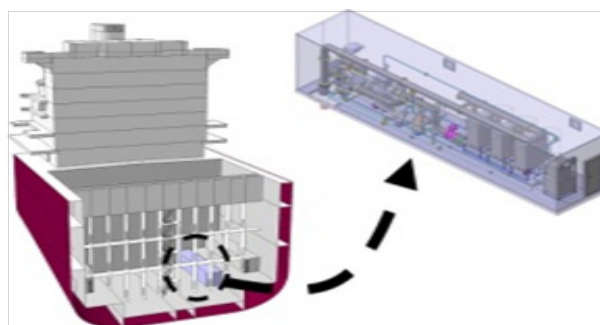


그림 7 BWTS Retrofit modeling

- ▶ Retrofit Risk Assessment : BWTS Retrofit을 위해서는 설치될 BWTS 그 자체에 대한 위해도 분석뿐만 아니라 설치될 선박 내부의 설치위치, 설치방법, 구조변경, 전원 및 규제 등 예상되는 위험에 대한 분석 및 대안 확보를 위한 분석 기술

현재 BWTS는 개발이 완료되어 장착되고 있으나, 다년간의 운용을 통해서 안정성을 분석하지는 못하고 있으며 이로 인해 현재 DNV 등의 선급에서는 BWTS에 대한 안정성 분석에 대해서 결과를 요청하고 있을 뿐만 아니라 BWTS Retrofit에서도 안정성 분석의 결과에 대한 중요성이 커질 것으로 예상된다.

Risk Assessment를 위한 HAZID의 경우, BWTS Retrofit을 위한 관련 전문가 집단의 구성을 통한 예상되는 모든 문제의 List-Up, 대상문제에 대한 위험도의 경중 분석, 각 문제에 대한 대안 마련 및 이에 대한 정보를 설계에 반영하고 HAZID를 통해서 분석된 사항을 근거로 필요시에는 해석학적, 실험적 분석을 통한 HAZOP 수행 및 설계 반영이 되어야 한다.

- ▶ Installation Process & Method of construction : 역설계 엔지니어링을 통해서 최종적으로 완성된 생산설계 결과로 실제 선박 내 BWTS를 설치하기 위한 공정 및 공법에 관한 기술

BWTS Retrofit은 신조선과는 달리, 현존선에 대해서 BWTS를 설치하는 분야로 수리조선소의 산업분야에 해당한다고 할 수 있고, 대상선박의 종류, 크기, BWTS Type에 따른 현존선박의 BWTS Retrofit을 위한 공정 일정, 필요 예산, 필요 기자의 조달 및 효율적이고 최단기간에 Installation을 마칠 수 있는 공법의 개발 필요한 것이다.

특히, 신조선과는 다른 수리조선소가 보유한 시설을 기준으로 효과적인 Installation 및 BWTS와 선박의 시운전 및 사후 서비스에 대한 방안도 함께 고려해야 한다.

3. 결론

신조선 관련 BWTS 시장은 선주가 BWTS 제품을 선택하는 방식에 취하고 있으며 이에 따라 BWTS 제품의 시장 점유율 및 BWTS 제조사의 선주대상 영업활동이 중요한 Factor로 작용하지만 이에 반하여, BWTS Retrofit 시장의 경우는 수리조선시장의 특성을 가지고 있으므로 대상선박이 정기검사의 짧은 기간을 활용하여 BWTS Retrofit을 수행할 것으로 예상됨에 따라 BWTS 제품뿐만 아니라 BWTS Retrofit 관련 EPC의 일괄계약이 이루어질 가능성이 클 것으로 예상된다.

BWTS Retrofit 설계엔지니어링 기업의 경우, 세계적으로 51개 이상이나 되는 BWTS 제품에 대해 선주의 요구사항에 맞추어 설계 엔지니어링을 수행할 수 없는 것이 현실이며 이에 따라 각 설계엔지니어링 기업은 선종별/크기별 대표 BWTS 제품을 지정, 설계엔지니어링 지침화를 마련하여 이를 통한 선주영업이 수행 되어야할 것이다.

세계시장을 석권하고 있는 국내 우수 BWTS 제품에 대한 BWTS Retrofit 엔지니어링 Reference를 조기에 축적하여 이를 통한 선주/선사 영업에서의 우위성을 확보하고 설계엔지니어링 전문회사를 통한 핵심 Retrofit관련 기술교류를 통해 BWTS Retrofit 엔지니어링 시장의 진출을 위한 발판을 마련하여야 할 것이다.

약 40조원에 이를 것으로 예상되는 BWTS Retrofit 시장에 대응하기 위한 국내의 설계엔지니어링 전문기업의 수는 절대적으로 부족한 것이 현실이므로 설계엔지니어링 전문기업과 BWTS 제조사와의 상호 보완적 동반기술개발을 통한 세계시장 동반진출의 필요성을 향상시켜야 하겠다.

참고 문헌

- 국제해사기구(IMO) "선박평형수관리협약" (2004)
- 국토해양부 "선박평형수관리법" (2007)
- (사)한국조선해양플랜트협회 '13년 조선자료집
- (사)한국선급 '기술정보지 2009027' (2009)



김진호

- 1965년생
- 1990년 부경대학교 기계공학과 졸업
- 현재 : (주)한진중티엠에스 제품개발팀 부장
- 관심분야 : 조선해양 신기술
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : jhkim11@tms2010.com

International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering (IJNAOE)

2014년 3월 발간예정인 6권 1호부터
게재료가 50만원으로 인상되었음을 알려드립니다.

Impact Factor : 0.356