

강화플라스틱선의 협동화 생산시스템 운용을 위한 표준화 연구

나승수*, 김영훈[†]*, 김근철**

목포대학교 기계선박해양공학부*
목포대학교 선박기술지원센터**

On the Standardization of FRP Ships for the Cooperative Production System

Seung-Soo Na*, Young-Hun Kim[†]* and Keun-Cheol Kim**

Dept. of Naval Architecture & Marine Engineering, Mokpo National University*
Supporting Center of Shipbuilding Technology, Mokpo National University**

Abstract

The cooperative production system was proposed as an efficient production system to reduce the ship construction cost and to enhance the competitiveness for small/medium sized shipbuilder in the previous paper. In viewpoint of cooperative production system, the specialization of the FRP ship sizes has already been accomplished to reduce the number of the hull molds by FRP shipbuilders of the Sapjin industrial complex located in Mokpo area in 2003.

There also exist lots of effective methods, as a cooperative production system, to cut down the construction cost. In this study, an effective production system in connection with the super structure and outfitting members is proposed such as the standardization of those items and specialized company which intensively produces the super structure and outfitting members at the collectivization area for cooperative work.

※Keywords: FRP(강화플라스틱), Cooperative work(협동화), Production system(생산시스템), Mall ship(소형선박), Standardization(표준화), Super structure(상부구조), Outfitting member(의장품)

1. 서언

중소형 강화플라스틱선 건조조선소들의 대외경쟁력을 강화하기 위한 방안으로 협동화 생산시스템이 제시된 바 있다(나승수 등 2003). 이미 목포권 강화플라스틱선 생산업체를 중심으로 단지조성에 의한 집적화 및 일부 협업화 생산시스템의 운용을 통해 생산성 향상, 생산원가 절감 등의 효과를 보고 있다.

특히 업체별 선형전문화를 통해 각 업체의 선체 몰드 수를 줄이고 업체간 과당경쟁을 피하며 원가 절감효과를 높이고 있다. 또한 척당 다양한 상부구조 및 각종 의장품이 탑재되므로 이들 의장품 몰드 수의 축소 및 규격화 등을 통해 의장품 관련 제반 비용을 줄일 수 있다.

본 논문에서는 강화플라스틱선의 상부구조 및 각종 의장품의 효율적인 생산방안으로 의장품류의 표준화 및 생산전문화를 제안하고자 한다. 이를 위해 상부구조 및 의장품의 표준설계안을 제시하고자 한다.

2. 국내 강화플라스틱선 생산현황

2.1 생산업체 현황

우리나라 중소조선소는 한국조선공업협동조합 회원사 기준으로 2003년 말 현재 총 123개사이다. 선박재질별로 보면, 강화플라스틱선 건조업체가 54개사(44%)로 강선업체 39개사(32%)에 비해 높은 비중을 차지하고 있어 소형선은 주로 강화플라스틱선을 위주로 건조되는 것을 알 수 있다. 그 외에 30개사는 목선 건조업체이다.

Table 1에서 보는 바와 같이 강선 조선소는 주로 부산, 통영 등 동남해안지역을 중심으로 산재되어 있으며, 강화플라스틱선 조선소는 충남, 목포, 여수 등 서남해안을 중심으로 산재되어 있다. 특히 목포와 여수지역에는 24개사(44.4%)의 강화플라스틱선 건조업체가 있어 전통적 강화플라스틱선 생산지역임을 알 수 있다.

이들 중소형 조선소의 고용인력은 2003년 말 현재 약 4,600명 수준으로 이중 54%가 상용인력으로 외주인력을 약간 상회하고 있다. 업체당 고용인

Table 1 Status of domestic medium/small-sized shipyards in the end of 2003

지 역	조 선 소 수(개사)		
	강선조선소	FRP선 조선소	계
부산지역	15(1)	5(1)	20
인천지역	5	2	7
충남, 군산지역	7	8(4)	15
목포지역	7	11	18
여수지역	6	13	19
통영지역	23(16)	4	27
마산, 진해지역	4(3)	1	5
울산, 경북지역	1	4	5
강원, 제주지역	1	6	7
계	69(30)	54(5)	123

자료 : 한국조선공업협동조합

주 : 강선조선소의 ()는 목선조선소이고 FRP선 조선소의 ()는 강선 겸업 조선소임.

력은 약 38명 수준이며, 평균매출액은 42억 2,500만원이다. 매출액 기준으로 신조 75%, 수리 23%, 기타 2%를 차지하고 있다.

2.2 강화플라스틱선 생산량

우리나라의 강화플라스틱선 생산규모는 Table 2에서 보듯이 2003년에 총 1,081척, 5,829톤을 건조하여 전년대비 척수, 톤수면에서 각각 5%, 11% 증가하였다. 이들 강화플라스틱선은 대부분 어선들이며 일부 낚시 등 레저용 선박, 관광선이 포함되어 있다. 강화플라스틱선의 척당 평균톤수는 5.4톤이며, 톤당선가는 약 1,633만원으로 부산지역이 다른 지역에 비해 상대적으로 대형어선을 건조하는데 반해 목포, 여수지역은 소형어선을 주로 건조하고 있다. 강화플라스틱선 건조업체가 집적화된 목포, 여수지역의 건조량이 건조척수, 톤수면에서 각각 65%, 55%를 차지하여 다른 지역에 비해 매우 높다.

한편 우리나라 강화플라스틱선 생산업체는 업체당 평균 20척, 108톤의 강화플라스틱선을 건조하여 17억 6,300만원의 매출을 보였다.

Table 2 Construction of FRP vessels in 2003

지역	척수	톤수 (GT)	매출액 (백만원)
부산지역	26	982	55,713
인천지역	2	4	500
충남, 군산지역	129	383	2,693
목포지역	172	1,340	7,967
여수지역	530	1,887	9,162
통영지역	46	424	4,628
마산, 진해지역	2	3	19
울산, 경북지역	119	325	8,294
강원, 제주지역	55	481	6,243
계	1,081	5,829	95,219

자료 : 한국조선공업협동조합

2.3 협동화 생산시스템의 추진현황

우리나라 소형조선소는 대외경쟁력이 부족하여 수출 보다 주로 내수에 의존하고 있다. 즉, 자본이 영세하여 생산설비가 낙후되고 설비자동화가 부족하다. 기능인력의 경험에 의한 생산기술축적으로 사내에 체계적 기술기반구축도 어려운 실정이다. 또한 우수인력의 입사기피로 기술개발은 더욱 어렵고 영업능력도 취약한 실정에 있다. 외부적으로는 어선을 중심으로 소형선 내수가 점차 감소하여 조선소간 출혈경쟁 및 선박 품질저하도 야기 시키고 있다.

이러한 구조적 취약성을 개선하고 국제경쟁력을 확보하기 위한 방안으로 협동화를 통한 생산시스템의 재구축이 제시된 바 있다. 협동화 생산시스템이란 다수의 중소기업이 일정지역에 공장을 집적화(집단화사업)하고 일부 생산설비, 후생복지시설, 창고, 환경오염방지설비 등을 공동으로 활용(공동화사업)한다. 또한 제품개발, 원자재구매, 판매활동 등을 공동으로 추진(협업화사업)하여 투자비용을 절감하고 원가절감 및 생산성 향상을 도모하는 것이다.

조선산업부문의 협동화사업 사례로는 부산 녹산 공업단지의 부산 조선기자재 협동화단지 조성과 목포 삼진산업단지의 강화플라스틱선 협동화단지 조성(신영수 2002, 나승수 등 2004)을 들 수 있다. 2002년부터 추진된 목포 삼진산업단지의 강화플라

Table 3 Cooperative work of FRP shipbuilders in Mokpo

집단화 사업	·목포 삼진산업단지 내 집단분양 ·단지 총면적: 155m x 190m(약 10,000평)
공동화 사업	·공동공장(목형공장, 몰드제작공장) ·공동시설(변전소, 공기압축기, 공업용수공급) ·공동식당 및 경비실 ·공동설계 및 교육 ·협력업체 공동화(선체의장품, 기관/전기의장)
협업화 사업	·조선소별 선종별/선형별 전문화 ·수지, 경화재 등의 원자재 공동구매 ·지역별 영업분업화

스틱선 협동화단지에는 5개 조선소, 3개 협력업체가 참여하여 Table 3과 같이 협동화사업을 시행하여 원가절감 및 생산성 향상을 통해 대외경쟁력이 향상된 것으로 나타났다.

3. 강화플라스틱선의 상부구조와 의장품 표준화

3.1 상부구조 및 의장품 몰드의 생산과정

FRP선박의 생산공정은 선체의 몰드(Mold) 제작, 선체의 적층(Overlay), 경화(Curing), 탈형(Mold-off)의 순서로 진행되며 경화된 후 탈형이 끝나면 완성된 선체를 선대에 얹어놓고 상갑판 상부구조물 등 의장품류의 의장공사(Outfitting)가 시작된다. 강화플라스틱선의 중요한 의장공사에 속하는 선실과 갑판의 몰드 제작공정은 Fig. 1과 같다.

선체몰드는 1차 블록몰드와 2차 오목몰드로 제작되지만 상부구조에 해당되는 선실 몰드는 1차로 완성되는 오목형 몰드가 사용된다. 이것은 비교적 단순한 평면과 정규곡선(원호 등)면으로 이루어지기 때문에 한 번에 제작되는 오목형 몰드를 사용하여 선실의 성형이 가능하다.

상자형의 입체 몰드를 조립하고 적층작업시 변형이 발생하지 않도록 보강재를 외부에 설치한다. 그 후 적층이 이루어질 내부 표면에 도장과 퍼팅을 행한 후에 표면연마와 겔코트의 도막작업을 하여 몰드를 제작한다. 이와 유사하게 갑판 몰드도 오목

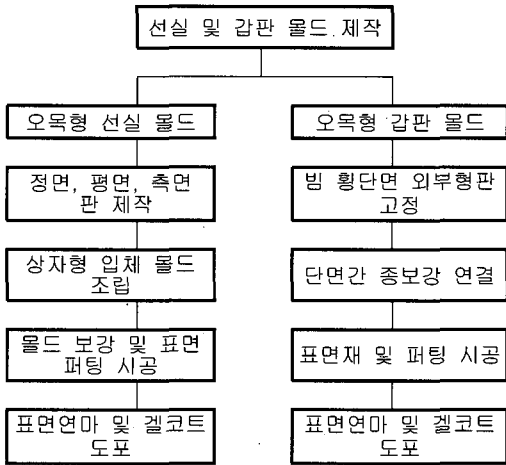


Fig. 1 Typical manufacturing process of upper deck and super structure mold

형 1차 몰드로 제작된다. 대체로 상부구조 몰드의 두께와 보강재 수는 제품의 두께 및 보강재 수에 비해 2~3배 이상 된다.

상부구조 형상이 선체 형상에 비해 복잡하여 탈형작업이 선체에 비해 비교적 어려운 작업이다. 즉, 상부구조의 상방향 탈형이 불가능한 경우 선체와 동일하게 좌우로 탈형하는 탈착방식이 이용되기도 한다.

선실과 갑판 이외에도 몰드에 의해서 제작되는 합성수지 의장품으로는 어창 및 기관실용 해치, 각종 출입문 및 문틀, 전면벽/측벽/후면벽에 부착되는 각종 크기의 창문 및 창문틀, 다양한 형태의 환기통/통풍통, 탱크류, 각종 마스트, 지붕 덮개 등을 들 수 있다.

이러한 의장품들은 선체가 비록 표준화, 단순화 되어도 각각의 조선소 및 선주의 취향에 따라 다양해 총의장품의 제작원가와 총선가를 상승시키는 주요한 요인으로 작용하고 있다. 또한 그러한 소규모의 수요에 맞추어 몰드를 제작함에 따라 제작공정의 효율성을 확보하기 어렵다. 어선에는 선실, 갑판을 포함하여 대체로 적당 15개 품목의 의장품이 있어 적어도 15개의 몰드가 요구된다.

3.2 강화플라스틱선 의장품 종류 및 특성

국내에서 건조되는 대부분의 강화플라스틱선은

Table 4 Types of FRP fishing vessels

톤수(G/T)	선 종
69.00	채낚기
39.00	채낚기, 저인망, 통발어선, 유자망
29.0, 19.0	채낚기, 통발어선, 유자망
9.77	채낚기, 통발, 연승, 유자망, 낚시배
7.93	채낚기, 통발, 연승, 유자망, 활어운반선, 낚시배
4.97	통발, 연승, 유자망, 복합어업선, 낚시배,
3.00	연승어선, 어장관리선, 낚시배,
1.00, 0.30	어장관리선, 낚시배
0.10	해태양식장관리선

어선으로 대표적인 크기별 선종을 보면 Table 4와 같다. 국내 소형어선의 종류는 30여종으로 조업해역이나 어장특성 뿐 만 아니라 조선소별 보유기술의 차이 등에 따라 선형이 달라지기 때문에 동일톤수, 동일 선종이라도 다양한 선형이 나온다. 최근 전국 FRP조선소에 산재한 선형몰드는 총 100여종이 넘는 것으로 추정된다.

이들 어선에 탑재되는 주요 합성수지 의장품으로는 선실(house), 해치(hatch), 윈도우(window), 도어(door), 천창(skylight), 하우스톱실드(house top shield), 연료유탱크(oil tank), 마스트(mast), 통풍통(ventilator), 체크글라스(checking glass) 등으로서 이들은 각 선박의 크기와 종류에 따라 모양과 크기가 정해진다.

상부구조물은 기능별로 조타실, 기관실 및 선원실로 나누어지는데 제작방식은 대부분 일체형의 몰드에서 제품을 완성한 후 위치에 따른 기능별 구획 공간을 구분한다. 상부구조물은 주로 선체처럼 횡방향의 적층방식과 격벽보강방식으로 제작된다. 상부구조물의 두께는 선급관련규정에 의거 산정되는데 대체로 선체 두께의 절반 정도 된다.

선원실이 상하 또는 길이방향으로 2개소인 경우 주로 상부는 취사용으로 하부는 휴식용으로 이용된다. 취사용 선원실의 높이는 1,800~ 2,000mm이고, 휴식용 선원실은 1,500mm 정도 유지한다. 일반적으로 최상부 갑판을 중심으로 선원실의 공간이 구획되지만 10톤 미만의 소형선인 경우, 선박 깊이가 적어 하부 선원실의 최소 높이를 확보할 수 없

어 선원실의 천장이 최상갑판 위 적정 높이로 조정된다.

선박용 창은 주로 선주의 선택사양으로 정해지며 주로 직사각형, 평행사변형 등의 형태로 제작된다. 프로펠러 체크홀의 상부 갑판 상에는 통상 해수 역류 방지용의 아크릴 판을 설치한다. 해치는 수밀의 어창용과 기관실용으로 구분된다.

3.3 상부구조 및 의장품 표준의 필요성

일반적으로 어선의 상부구조와 의장품류의 원가 비중은 실태조사 결과, 몰드비용 7%, 제품비용 10% 등 17%로 적지 않다. 그 외에 선체부분 35%, 엔진 48%를 차지하고 있다. 상부구조와 의장품의 작업일수는 척당 32일이 소요된다. 어선의 합성수지 의장품은 척당 약 15개 품목으로 69톤 이하의 선형 11개 타입에 따른 의장품의 총몰드수는 15*11=165개이다. 현실적으로 이들 몰드를 한 업체에서 보유하기에는 많은 제반비용이 든다. 개략적으로 선실 및 갑판을 포함한 의장품당 몰드 가격을 50만원(인건비 30만원, 재료비 20만원)으로 추정할 때 총 8,250만원의 의장품류 몰드비용이 발생하게 된다. 또한 이들 몰드의 적재 야드 확보 및 유지, 보수 등 많은 관리비용이 소요된다.

그러므로 상부구조 및 의장품 관련 제작비용의 절감으로 선박건조비용을 절감할 수 있다. 이에 대한 효과적인 방안으로 집적화단지 내의 전문업체에 의한 대량 생산방식이 고려될 수 있다. 전문생산체제의 효율성을 높이기 위해서는 상부구조 및 의장품의 표준화 및 규격화가 요구된다. 즉, 조선소가 각종 상부구조 및 의장품의 몰드와 제품을 직접 제작하지 않고 규격화된 제품을 전문생산업체로부터 구입하는 형태이다.

최근 강화플라스틱을 가장 많이 생산하는전남 지역을 중심으로 상부구조의 실태조사 결과 선형 크기별로 형상의 차이를 보이고 있다. 최근 제작되는 상부구조의 측면형상을 보면 Table 5에서 보는 바와 같다.

A타입과 B타입은 구조형상이 단순하여 2톤급 이하의 선박에서 주로 볼 수 있으며, 기관실 상부에 높이 900mm 정도의 조타실, 거주실 겸용의 상부구조물을 설치한다. 1톤급 이하에서는 갑판 하부

Table 5 Current types of super structures for FRP fishing vessels

A타입	B타입	C타입
D타입	E타입	F타입
G타입	비고 : 타입 명칭은 본 논문에서 편의상 분류한 것임.	

로부터 거주용 상부구조를 두고 그 상부에 조타기를 달고 조타시 비, 바람을 막는 전면부와 상부가 연결된 ㄱ형의 투명 아크릴판을 설치하기도 한다. C, D, E, F타입은 20톤 미만의 선박에서 주로 볼 수 있는 형태이다. 대체로 선주의 선호도는 C타입, D타입, E타입, F타입으로 높아지는 경향을 보이고 있다.

각 타입의 최상부에 조타실이 위치하는데 C타입과 D타입은 대체로 E타입, F타입 등에 비해 조타시각이 좋으나 조타실의 공간이 좁게 보이는 단점이 있다. 반면에 E타입과 F타입은 상대적으로 조타시각은 나쁘나 전면부 작업시각이 좋고 공간이 넓게 보이는 장점이 있다. 그러나 구조 형상 특성상 바람의 저항이 많기 때문에 속도면에서 불리하므로 대체로 저속선에 많은 타입이다.

소형선박 중에서 비교적 중간급인 10톤 내지 20톤급의 선박에서는 주로 F타입이 선주의 선호도가 높은 반면 30톤급 이상의 선박에서는 대부분 G타입의 선호도가 높다. 전반적으로 어선용 상부구조의 구조형상은 기능성 공간활용측면에서 용이한 F타입이나 G타입의 선호도가 높아지는 경향을 보이고 있다.

한편, 이들 상부구조 및 의장품의 표준화 및 단지 내 전용생산시스템의 구축에 따른 효과를 보면 다음과 같이 요약된다. 첫째, 상부구조 및 의장품을 구매하므로 몰드비용의 일부가 구입비용에 전가되어도 적어도 몰드제작비용 5%를 절감할 수 있

다. 둘째, 상부구조 및 의장품 제작기간인 32일을 줄여 총선박건조기간을 30%가량 줄일 수 있다. 또한 이들 제품을 적기에 구매함으로써 선박건조기간 및 작업량 조절이 용이하게 된다. 셋째, 상부구조 및 의장품의 몰드적재 및 유지관리 등의 야드비용이 절감된다. 넷째, 전문생산업체로부터 고품질의 제품을 공급받을 수 있다.

4. 상부구조 및 의장품 표준화 방안

4.1 상부구조의 표준화

조선소와 선주의 면담에 의하면, 상부구조형태는 선박 크기에 따라 결정되며, 이 때, 공간활용도, 구획배치 및 승선원의 이동 동선 등이 고려된다. 본 연구에서는 기존의 상부구조 몰드를 최대한 활용하면서 조선소 및 선주의 의견을 반영하여 69톤급 이하의 어선에 대해 총 15종의 상부구조를 제시하였다. 상부구조의 표준 형태 및 관련 치수는 Fig.2~Fig.8에서 보는 바와 같다.

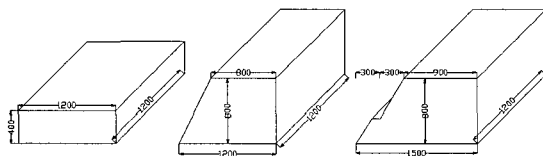


Fig. 2 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 2 GT(A/B/C types)

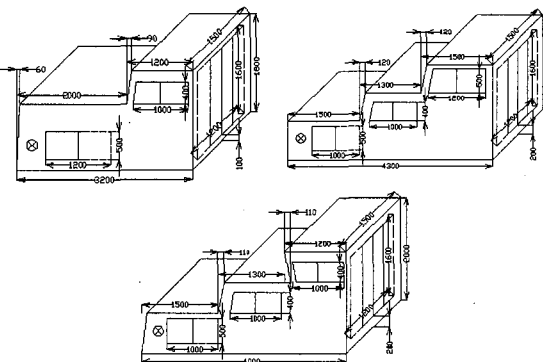


Fig. 3 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 5 GT (C/D/E types)

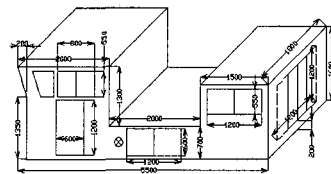
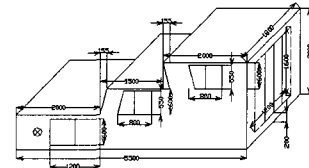
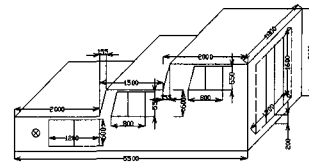


Fig. 4 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 10 GT (D/E/F types)

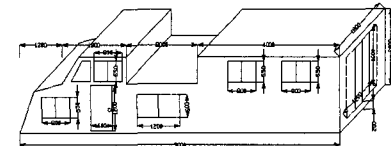
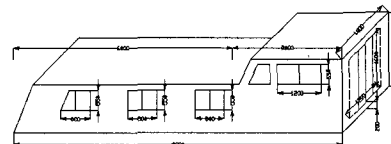


Fig. 5 Standard types of super structure proposed for for fishing/leisure boat under 10GT(C type)

10톤급은 연안에서 조업할 수 있는 최대선형이기 때문에 동 선형의 선주주문이 다른 선형에 비해 더욱 다양하여 5종류의 상부구조를 제시하였다. 이 중 3종류는 순수어업용 어선이고 2종류는 유람 및 어선경용선이다. 동 선박은 취사 및 휴식용의 공간 확보가 중요하여 다른 선형에 비해 상부구조의 규모가 대체로 크다.

한편, 이들 상부구조의 역할인 선원실, 조타실, 기관실에 대한 효과적 공간 활용을 위하여 Fig. 9 와 같이 기능별 구획배치를 제시하고자 한다. 상부 구조는 치수여하에 따라 갑판 아래 선체 공간과 연계되어 기능별 배치가 이루어진다.

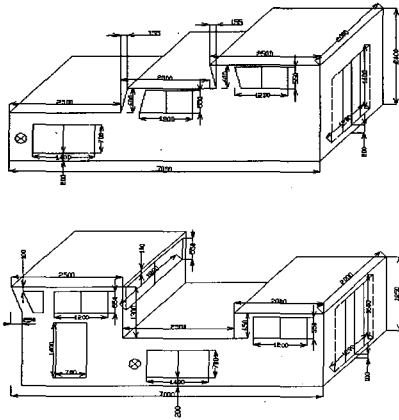


Fig. 6 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 19 GT(E/F types)

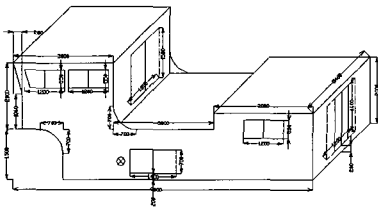


Fig. 7 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 39 GT(G type)

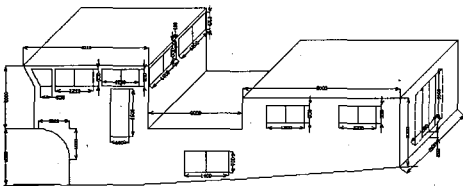


Fig. 8 Standard types of super structure proposed for fishing boat under 69 GT (G type)

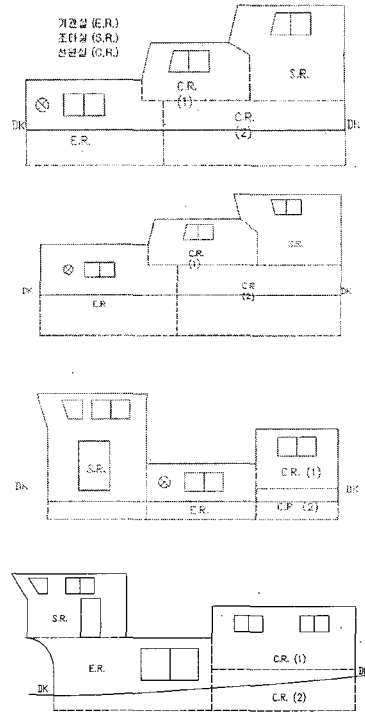


Fig. 9 Arrangements of the functional rooms for the proposed super structures

4.2 각종 의장품의 표준화

최근 건조되는 어선에 대한 각종 의장품류에 대한 제작성, 편리성 및 선주 선호도를 고려하여 표준규격으로 제시되는 함성수지형 의장품의 주요치수 및 종류는 Table 6과 Table 7과 같다.

5. 결론

본 연구에서는 선주의 선호도와 기존 몰드의 활용성을 고려하여 상부구조와 의장품의 표준규격을 제시하였다. 본 연구의 결과를 결론적으로 정리하면 다음과 같다.

첫째, 협동화 생산시스템의 효율성 제고를 위해 업체별 선형전문화와 더불어 상부구조와 각종 의장품의 표준화가 병행되어야 한다.

둘째, 각종 의장품의 표준화를 효율적으로 추진하기 위해서는 집적화단지 내에 전문생산업체에 의한 전문화가 필요하다.

Table 6 The sort and size of outfits on board under 10GT for fishing boat

구분	2톤 이하	5톤 이하	10톤 이하
Hatch (L*B*D)	350*350*80	500*500*100	700*700*150
Engine Room Hatch (L*B*D)	700*350*80	1000*500*100	1400*700*150
	800*400*80	-	1200*600*120
	1200*1000*80	1500*1200*80	1800*1500*80
	1500*100*80	-	-
Door Frame	-	500*1000	600*1200
Front Window	1000*500	1200*500	1500*550
Side Window (Square)	500*300	1000*400	1200*550
Side Window (Angled)	-	(150/350)*550	
Side Window (Fixed/Open)	-	-	500*300
Side Scuttle (Fixed)	200φ, 250φ, 300φ		
Skylight	-	1900*4000	2300*4500
House Top Shield	1400*1800	1900*2200	2300*2500
Ventilator	-	200φ, 250φ, 300φ	
Checking Glass	-	350*350	400*400
Oil Tank	-	1200*600*800	1800*800*800
Mast	250*600	400*800	500*1200

주: 평면은 가로 * 세로 기준이고 Door Frame의 문은 미닫이문임.

셋째, 의장품 전문생산체제의 구축으로 총원가대비 상부구조와 의장품류의 몰드비용 중 5%를 절감하고 이들 품목의 제작기간 32일을 줄여서 약30%의 선박 건조기간 단축효과를 얻을 수 있다. 또한 대량생산에 따른 의장품류의 품질향상효과를 얻을 수 있다.

후 기

본 논문은 2003년도 두뇌한국21(BK21)사업에 의하여 지원되었음을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- 나승수, 김영훈, 김근철, 2003, "협동화를 통한 강화플라스틱선의 생산시스템 연구", 대한조선학회

Table 7 The sort and size of outfits on board over 10GT for fishing boat

구분	19톤 이하	39톤 이하	69톤 이하
Hatch (L*B*D)	800*800*200	1000*1000*300	1200*1200*400
Engine Room Hatch (L*B*D)	1600*800*200	2000*1000*300	2400*1200*400
	400*400*80	-	600*600*120
	2000*1500*80	2400*1600*80	2600*1800*80
Door Frame	700*1400		
Front Window	800*550		
Side Window (Square)	1200*550		
Side Window (Angled)	(150/350)*550		
Side Window (Fixed/Open)	400*550		
Side Door	-	600*1500	
Side Scuttle (Opened)	200φ, 250φ, 300φ		
Skylight	2500*5000	2900*6000	3100*7000
House Top Shield	2500*3500	2900*3700	3100*4700
Ventilator	250φ, 300φ, 350φ		
Checking Glass	500*500		
Oil Tank	2400*1200*1000	3000*1500*1000	3000*1800*1000
Mast	600*2000	600*2400	800*3000

회논문집, 38권, 제 4호, pp 1-13.

- 나승수, 김영훈, 김근철, 2004, 목포 삼진지방산업단지 협동화시스템 구축, 목포시 연구보고서.
- 신영수, 2002, 협동화 사업계획서, 목포중소형FRP조선협회.



< 나 승 수 >



< 김 영 훈 >



< 김 근 철 >