

## 해외조선소탐방기

## 일본의 대형 FRP조선소 현황

해 사 기 술 연 구 소  
설계기술실 강 병 윤  
생산기술실 김 근 철

## 1. 서 언

우리나라의 FRP조선산업은 그간 정부의 지속적인 선질개량시책과 국내 석유화학공업의 발전, 해사기술연구소 및 한국어선협회의 표준선 개발보급에 따른 어민들의 인식개선, 각종 leisure산업의 발전 등에 힘입어 그간에 건조된 FRP선의 물량도 상당량에 이르렀을 뿐만 아니라, 계속적으로 수요가 증가하는 추세이며, 건조선박의 규모 또한 가일층 대형화하고 있다.

본고는 이러한 관점에서 필자들이 91년 8월 26일부터 8월 31일까지 일본 대형 FRP조선소 3사를 방문하였을 때 보고, 듣고, 느꼈던 것을 다음과 같은 항목을 중심으로 정리한 것이다.

- 1) FRP건조공정상의 자동화 현황
- 2) FRP어선의 표준화 현황
- 3) FRP선 설계 전산화 실태
- 4) 고강도 신소재의 적용실태
- 5) FRP선 기능공 양성 실태
- 6) 폐기물 처리실태
- 7) 연구개발 현황

## 2. FRP조선 관련 주요기술의 현황

조선소명 조사항목	안마(YANMAR) FRP 조선소	아이에치아이 (IHI) Craft주식회사	니산 마린 (NISSAN MARINE)
1) FRP선 건조공정 자동화	현재로는 Mat층의 적층에 Spray up법을 적용하는 정도이나, 최근 가일층 증가하고 있는 Leisure Boat의 수요에 대비하기 위하여 대책을 강구 중에 있다.	아직은 Hand lay-up법에 주로 의존하고 있으며, 자동화는 그다지 고려하지 않고 있다.	Leisure Boat에 주력하고 있으며, 선형 및 배의 크기별 척수가 한정되어 있어서 당분간은 Hand lay-up법을 유지할 계획이다.
2) FRP어선의 표준화	십이삼년 전까지는 FRP어선에 대한 표준선형이 있어 건조어민이면	건조 선종중에 어선이 접하는 비율은 극히 미미하며, 주문에 따라 그	Leisure Boat를 위주로 하고 있어 어선은 거의 취급하지 않으며, Leisure

조선소명 조사항목	얀마(YANMAR) FRP 조선소	아이에치아이(IHI) Craft주식회사	니산 마린 (NISSAN MARINE)
	세유를 사용할 수 있게 하는 것 등의 혜택이 있었다. 하지만, 지금은 FRP어선이 상당량 보급되어 있어 그러한 제도가 사라진지 오래이다.	때그때 목형간이 Mould로 제작하고 있다.	Boat의 경우 매년 2~3종의 새로운 Model을 개발하여 시장수요에 대응하고 있다.
3) FRP선 설계전산화	간단한 수식계산을 P/C로 처리하는 정도의 수준이며 강선의 N/C Program과 같은 것은 없다.	좌 동	Leisure Boat의 경우에는 아직 설계산식이 완비된 상태가 아니기 때문에, 주로 실험에 의존한다.
4) 고강도 신소재의 이용실태	설계연구부서에 연구하는 정도의 수준이며, 아직 실제 적용한 예는 없다. 샌드위치구조의 경우에는 Balsa가 주로 많이 사용된다.	학교와 연계하여 공동 연구를 행하고 있는 상태이다.	자사의 Leisure Boat의 경우 대개 속도가 약 30~35Knot로 이 정도의 속도범위에서는 고강도 신소재를 사용할 필요가 없기 때문에, 아직은 그다지 준비가 없다.
5) 기능공 양성	일본의 경우에도 FRP선 생산라인에 젊은 사람이 없어 상당히 우려하고 있는 부분이다. 새로운 사람이 입사하게 되면 작업 중에 하나씩 가르쳐 가며, 일과를 파한 후에 분임토의를 통하여 주요기술을 전수한다. 국가단위의 별도의 체계적인 교육과정은 없다.	중년 이상의 고령자가 생산라인의 대부분을 차지한다. FRP조선소 협회 주관하의 기능사 제도가 있다(엄격하게 적용되고 있지는 않은 듯한 느낌을 받음).	제품의 상당부분을 대만의 계열회사에서 제작하고, 또한 부족분은 미국산을 수입개조 판매함으로써, 이 문제는 여타 조선소에 비해 덜 심각한 인상이었다.
6) 폐기물 처리	환경법의 저촉을 받으며, 위탁자에 의뢰하여 처리하고 있는데 상당한 경비가 소요된다. 위탁자는 이들 폐기물 30cm 이하로 잘라서 매립하는 것으로 알고 있다.	좌 동	좌 동
7) 생산능력 및 연구 개발현황	설계부서에서 연구업무가 동시에 행해지고 있으며 연구결과가 바로	설계연구 인원이 약 20명이고, 전체 종업원은 250명 정도이다. 연간	기술개발부서의 총원은 12명이며, 생산은 큐우슈유등 국내소재 4개

조선소명 조사항목	안마(YANMAR) FRP 조선소	아이에치아이 (IHI) Craft주식회사	니산 마린 (NISSAN MARINE)
8) 기 타	<p>새로운 Model의 개발로 이어진다(연간 7~8척의 새로운 Model 개발). 설계부서는 60명 정도인데 이중 40명이 선박개발 업무에 종사하고, 나머지 20명은 여타 구조물의 설계작업을 행한다.</p> <p>생산규모는 매달 300톤 정도인데 그중 작업선이 약 30%이고 레저보트가 70% 정도이다. 수출선은 주로 작업선인데, 전체의 약 5% 정도이다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ QC활동은 그다지 활발하지 못한다. 총 5명의 QC요원 중 2명은 Line에 포함되어 있고 3명은 별도로 활용한다. 때때로 교육은 실시한다.</li> <li>○ Shell Mold와 Deck Mold로 제작된 두 부분을 접합하여 완성한다.</li> <li>○ 월간 약 100척 건조하며 항상 120여종의 Mold가 대기하고 있다.</li> <li>○ 선박이외에 Mariner Platform, 수중 등도 제작함.</li> </ul>	<p>7~8척의 새로운 Model을 개발하고 있다. 매달 300톤 정도의 규모로 연간 약 3500톤 생산하며, 그중 작업선이 70% 정도이고, 나머지가 레저보트이다. 거의가 내수용이며 관급선이 많다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ IHI 계열이므로 대형선에서 필요로 하는 Life Boat를 Type 별로 생산하고 있다.</li> <li>○ Plastic 완구제작 과정과 유사하게 Mold로부터 탈형된 Part들을 조립하는 공법이다.</li> <li>○ 선박이외에도 해군 함정의 Cock-pit(포실) 등도 생산.</li> </ul>	<p>조선소와 대만의 계열 회사에 행한다.</p> <p>7~8m급 레저보트를 월간 약 100척 정도 생산한다.</p> <p>연간 3종류의 새로운 Model을 개발하고 있는데, 개발에 소요되는 기간은 약 8개월 정도이다. 개발에 있어 항상 시제품을 만들어 항파시험, 고응력부의 응력계측 등을 행하고, 그 결과를 토대로 수정·보완하여 새로운 Model을 개발한다.</p>

### 3. 조선소 방문조사 및 견학내용

및 생산기술 개발" 과제와 관련된 것이었다.

일본 대형 FRP조선 3사의 방문조사는 소속연구소에서 '90년 10월1일부터 '91년 11월 30일에 걸쳐 수행한 "합성수지어선 설계

가. 안마 FRP조선소

8월 27일 오전에 안마 FRP조선소를 방문

하여 현장견학을 하였다. 우리를 안내한 사람은 고다마(兒玉)씨였는데, 처음 우리는 그가 판매부 직원이라는 사실에 비추어 기술적인 사항을 제대로 설명할 수 있을지 상당히 의아해 하고 있었다. 하지만, 이것은 나중에 서야 알게 되었지만 잘못된 기우에 불과한 것으로, 일본의 경우에는 우리나라의 영업사원과는 달리 판매부 직원도 상당기간의 현장근무가 필수이며, 고다마씨 역시 안마 조선소에 입사한 지가 12년이지만 10년동안은 현장에 품질관리 업무를 수행하였다고 한다. 그 결과 고다마씨 또한 FRP선에 대해 많은 경험과 지식을 가지고 있었으며, 우리의 질문에 아주 친절하게 답해주었다. 공장견학에 있어 인상적이었던 것은 전체 적층에서 출발하여 최종 의장품 설치까지 이어지는 라인(Line)생산체계와 그에 따라 각 조립공정별 업무의 진행도를 파악할 수 있도록 하는 공정확인서(Checking Sheet) 등이다. 그리고, 특히 크게 관심을 끌었던 것은 MAT와 수지를 자동 혼합하여 적층하는 Spray-up 기계였는데, 이를 사용함으로써 2톤급 선체를 2사람이 하루만이면 적층할 수 있다고 하였으며, 선체의외면을 미려하게 하는 데도 상당히 기여할 것으로 짐작되었다. 유감스럽게도 이 기계에 대해서는 사진을 못 찍게 하여 어쩔 수 없었으나, 개요는 대략 다음과 같다.

#### - MAT Spray-up기의 개요

- Spray-up기는 미국에서 수입하고 개조하여 사용
- String 상태의 Glass Fiber가 2줄로 Feed됨.
- 압축공기로 Spray 끝부분의 회전체를 돌리면서 Fiber를 적당한길이로 Chopping해준다.
- Spray에 연결된 여러개의 호스를 통해 압축공기, 용제, 첨가제 등이 별개로 공급되면서 Spray Nozzle 부분에서 Chopped Strand와 혼합됨.
- 작업자가 이들의 혼합비율로 조절

할 수 있도록 되어 있음.

- 적층량은 작업자의 기량에 의존하며, Digital로 표시되는 공급수지의 중량과 도포 후 두께측정기(Thickness Gauge)로 확인한다.

## 2) 아이에치아이 Craft주식회사

8월 29일 오후에 아이에치아이 Craft주식회사를 방문하였다. 이 회사는 동경에서 전철로 약 1시간반정도 떨어진 곳에 위치하고 있었으며, 아이에치아이 Group의 다른 회사들과 함께 대단위 공단을 형성하고 있었다. 우리를 맞이한 사람은 기술부 부장인 고하마씨로 우리의 한국출발에 앞서 김태배 전 강남조선 이사님께서 중개역할을 잘해두신 덕택에 쉽게 대면할 수 있었다. 하지만 그는 우리들을 상당히 경계하는 인상이었으며, 자신이 미리 마련해 둔 자료를 위주로 설명하였고, 우리가 준비한 몇가지의 질문에 대해서는 가능한 한 간단하게 대답하고는 현장을 볼 것을 제의하였다. 현장에는 아이에치아이 조선소에서 건조하는 대형선에 탑재할 계획으로 제작중이라는 Enclosed Type의 구명정으로 가득 차 있었으며, 한쪽 구석에는 목형 Mold로 제작하는 어선이 한척 눈에 띄었다. 전반적인 조선소의 배치나 설비면에서는 한국의 강남조선이나 미원 FRP조선소와 크게

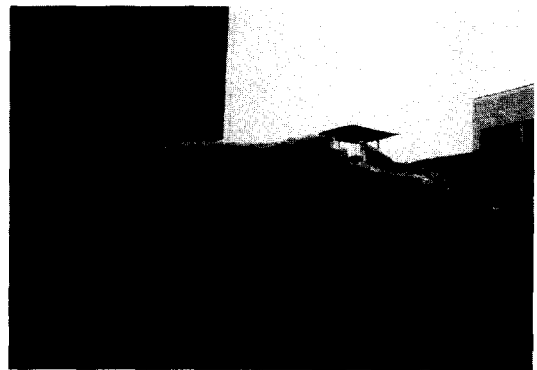


사진1. 구명정의 이중저 제작공사

다를 바 없었으나, 탈형한 선체의 외면은 훨씬 더 미려하고 의장품도 깔끔히 부착되어 있는 것이 눈에 띄었다. 이는 Line System에 의한 체계적인 공정과 대부분의 구성품을 별도의 Mold로 제작 조립함에 따른 이점으로 여겨졌다. 특히 관심을 끈 것은 구멍정 내부 갑판의 제작·조립 방법이었는데, 이는 한국에서는 한반도 본적이 없었던 공법으로, 어선이 대형화될 경우 생겨나는 이중저공법으로도 활용할 수 있을 것으로 판단되어 열심히 사진을 찍어 두었다(사진 1)

#### 나. 니산 마린 조선소

8월 30일 오전에 니산 마린사를 방문하였다. 이 회사 역시 동경으로부터 전철로 약 1시간반 정도 떨어진 곳에 위치하고 있는데, 아이에치아이사 방문시와는 달리 급행전철을 탄 것을 고려한다면 거리상으로는 아이에치아이사보다 훨씬 더 멀다. 우리가 이 회사에서 만난 사람은 기술개발부 구리하마(栗原) 부장과 야마모토(山本) 과장 이었는데, Boat 산업의 현황과 시장성, 한국의 Leisure Boat 산업 가능성 등에 대해 많이 이야기 하였는데 대개 다음과 같은 내용이었다.

- 자사의 연간 매출고는 약 200억엔 정도이며, 미국이 자가용 보유고의 약 1/10에 해당하는 Leisure Boat를 확보하고 있는데 비해 일본은 아직 자가용 보유고의 약 1/100에 지나지 않아 시장은 무한히 넓다.
- 여기에도 시장성을 장애하는 요소가 있는데, 그것은 계선장(Marina)이 부족하고, 배의 길이별로 면허제도가 있고 면허시험이 까다로운 점, 폐선처리 문제 등이라고 하였다.
- 그리고 자사는 수요충당을 위하여 상당량을 외국에서 수입하고 있는데, 어디에서 수입해 오던 비품을 국내 법규에 맞추어 재정비하여야 시판가능하다

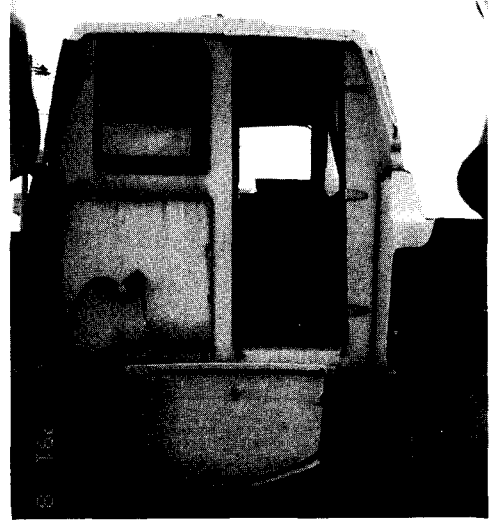


사진2. 선체중앙부의 적층구성 및 구조 방식 분석

고 한다.

상기와 같은 대화와 함께 우리가 질문한 몇가지에 대한 대답을 마치자 현장견학에 나서게 되었다. 하지만 여기서 유감스러운 것은 니산 마린의 조선소는 큐우슈우 등 전국 4곳에 흩어져 있고, 우리가 방문한 요코스카에는 기술개발부와 그에 따른 시험설비, 수입선의 정비설비 밖에 없으며, 선박을 직접 생산하는 현장을 볼 수 없다는 것이었다. 그러나 이를 상쇄하고도 남을 만큼 반가움을 준 것은 그들이 새로운 Model을 개발하기 위한 투자와 노력의 현장을 본 것인데, 이는 대개 다음과 같은 내용으로 대부분을 사진에 담아 두었다.(사진2)

- 새로운 Model의 설계가 완료되면, 시제품을 만들어 거기에 Station Line, Water Line 등을 그려넣고 항주시험을 통하여 선형보완 및 중량·중심 조정 대책 연구
- 파랑하중이 크게 와닿는 부분 및 Outbord Engine설치부와 같은 고응력부에 대해서는 Strain Gage Test를 통하여 강도 검토.

- 경쟁사의 인기 Model을 구입하여 성능을 검토해 보고, 선체중앙부를 잘라내어 적층구성, 이음방식 등 구조방식 등을 분석.

그리고 설계방식은 대개 초기에는 간단한 약산식과 경험을 토대로 주요치수 및 부재치수를 산정하고, 주요부의 FRP판에 대해서는 미리 재료시험을 통하여 강도를 확인하며, 전자계산기는 초기선형설계와 간단한 계산에만 사용될 뿐 그다지 많이 사용되지는 않는다고 하였다. 또한 Leisure Boat의 설계는 조선학적 기술도 중요하지만 미적인 관점도 이에 못지않게 중요하다고 한다.

#### 4. 결 언

세계 각국의 기술전략화로 인한 경제분위기속에서 짧은 일정으로 다녀온 출장인지라 기술적인 상세내용은 습득하기 힘들었지만, 일본의 대형 FRP조선소 3사의 방문을 통해 일본 FRP조선업의 현황을 다소나마 파악할 수 있었던 것을 무척 다행스럽게 생각하며, 우리나라 FRP조선업계에 참고될 만한 사항을 요약정리하면 다음과 같다.

- 1) 일본의 경우도 일부 대기업 조선소에서 Mat Spray-up적층과 같은 자동화가 시도되고 있을 뿐이며 현재로는 오히려 성능이 우수한 소도구의 개발, 공구 정리정돈의 철저, 체계적이고 엄격한 공정관리 등을 통한 생산성 향상에 노력하고 있다.
- 2) 일본의 FRP어선 표준화사업은 십여년 전에 거의 마무리 되었으며, 현재로는 어선은 거의 지방의 군소 FRP조선소가 주문에 의해 건조하고, 대기업 FRP조선소는 레저용 보트나 일부 특수선박의 건조에 주력하고 있다.
- 3) 레저용 보트산업의 세계시장은 무한히 넓어 수출산업으로 유망하며, 우리나라도 국민소득의 증가와 함께 멀지 않은 장래에 레저용 보트의 수용증가가 예상되는 바 이에 대한 대비가 있어야 할 것이라 판단된다.
- 4) FRP조선업에의 근로기피 현상은 일본도 마찬가지로 겪고 있는 문제이며, 이에 대해서는 해외 계열회사 확보 또는 우리 나름의 대책을 강구하여야 할 것으로 판단된다.
- 5) 우리나라는 FRP구조물의 연륜이 짧아 FRP선의 폐선을 비롯한 각종 FRP 관련 폐기물의 처리에 관해 아직은 심각하게 거론하고 있지는 않으나, 가일층 증가하는 FRP 구조물의 수요를 감안한다면 이러한 문제에 미리 대비함이 바람직 할 것이다.
- 6) 끝으로, 어느 산업도 마찬가지지만 특히 FRP는 현장기술자의 작업자세나 숙련도가 최종제품의 품질에 미치는 영향이 아주 크다는 점을 고려하고, FRP 선의 생산성 및 기술향상, 기술전수 및 문제점 해결을 위해 자체교육 또는 분임토의 등의 중요성이 강조된다.

畫 報



여름날    촬영 / 강정미

남을 사랑하는 데도 친해지지 않거든 인(仁)함이 모자라는가 반성(反省)하고,  
남을 다스리는 데도 다스려지지 않거든 지혜를 반성하라                    —명자—