

레이저용 쌍동선 선박 설계와 제작(Ⅳ)

구 현 모/선박검사기술협회 연구개발부

목 차

- | | |
|--|---------------------------------------|
| I. 레이저용 쌍동선 선박의 초기 개략도와 설계 | 5. 인테리어 배치와 구조재의 조화 |
| II. 레이저용 쌍동선의 Mould Plug 제작과정 및 제품 생산과정 | 6. 구조의 단순화와 자동화 |
| III. 타국의 레이저용 쌍동선의 승인 및 등록 절차와 방법 및 관리체계 | 7. 구조차이의 최소화 |
| IV. 레이저용 쌍동선의 구조 및 구조설계 | 8. 결 언 |
| 1. 서 언 | V. 레이저용 쌍동선의 인테리어 및 인테리어 설계 |
| 2. 쌍동형 선박의 구조 일반 | VI. 레이저용 쌍동선의 전기장치와 기관장치 |
| 3. 적중량의 계산 | VII. 레이저용 쌍동선의 안전설비 및 설치요령 |
| 4. 구조재의 결합 | VIII. 레이저용 쌍동선과 연계되는 사업 |
| | IX. 세계 유명 Boat Show의 소개와 레이저 선박산업의 현재 |
| | X. 한국 레이저선박산업의 현실과 대응 |

1. 서 언

세계적으로 레이저선박에서 가장 일반적인 선체의 재질은 아직까지 Fiberglass Reinforcement Plastic(FRP)이다. 선체의 재질이 아직까지 FRP에서 알루미늄으로 변화하지 못하는 이유는 중·소형 선박을 다량으로 제조할 때 FRP는 가장 효율적인 작업이 가능하고, 경제성이 뛰어나며, 선체의 외관에 제약이 크게 없는 재료이기 때문이다. 또한, 요즘 infusion이나 Robots를 이용한 FRP선박의 자동화 생산설비의 개발과 환경

친화적 FRP의 개발 등으로 알루미늄 선체로의 변화가 아닌 FRP 선체로 회귀하는 현상이 보이고 있다. 선체의판이나 간단한 의장품 설치의 자동화 기술을 바탕으로 FRP선박구조의 자동화 생산이라는 '숙제'가 해결된다면 FRP선박 산업은 소규모 가내 수공업적인 형태의 산업에서 대규모 공장형 산업으로의 확대발전이 예상되어 진다. 이는 세계 레이저선박 시장에서 이미 우리에게 레이저선박 산업의 수익성과 첨단기계화를 통한 독점의 과점¹⁾들을 보여주고 있다. 이제 우리에게 남겨진 '숙제'는 중·소형 선박 산업을 포기할 것인가?

1) 중형 레이저선박의 경우 SUNSEEKER와 FAIRLANE, 소형의 경우 SEARAY와 MUSTANG 및 HAINS HUNTER, 쌍동선에서는 LAGOON, SEAWIND의 독점화가 진행되고 있다.

아니면 가내 수공업적인 국내산업의 보호를 위해 국내 중·소형 선박시장을 좀더 폐쇄적으로 운영할 것인가? 마지막으로 전체적인 FRP 중·소형 산업의 조정과 첨단기술의 개발과 도입을 통해 국제무대에서 경쟁을 할 것인가? 라는 선택을 해야 한다.

2. 쌍동형 선박의 구조일반

『FRP를 이용한 구조에서 중요하게 고려되어야 하는 것은 무엇인가?』²⁾

구조는 기본적으로 최소한의 안전을 보장하기 위한 선체의 두께(강도), 보강재와 구조물의 배치와 선체가 파괴되었을 시에도 부력을 유지할 수 있는 시스템을 구축하는 것을 궁극적인 목적으로 한다. 기본적인 조건을 충족시키기 위해서 반드시 검토가 필요한 사항인 적층의 양과 각 구조물들의 결합에 대한 검토를 해 보면 첫 번째 적당한 적층의 양은 안전성 확보와 동시에 알맞은 선체중량으로 속력향상과 연료절감 및 선박의 기능향상을 할 수 있다. 두 번째는 구조재의 결합은 선박이 외부로의 충격에 파손되지 않아야 하는 구조로서의 개념과 모든 구조를 단순화 획일화하여, 안전성과 동시에 대량 생산 가능한 결합에 대한 고려가 이루어져야 한다. 상기 두 가지의 사항에 대한 외국의 사례와 적용방법에 대해 『Ⅱ. 레저용 쌍동선의 Mould Plug 제작과정 및 제품 생산과정』³⁾에서 다루었다.

위의 조건은 기본적인 조건이다. 그렇다면 이것 이외에 고려해야 하는 것이 무엇인가?

첫째, 인테리어 배치와 구조재의 조화이다. 구조재가 인테리어의 공간을 축소시키거나 인테리어의 과다한 확보가 구조의 결합을 만들지 않게

하는 것에 대한 고민이다. 이것은 의외로 간단하면서도 상당히 많은 경험과 각종 자재와 작업방법에 대한 이해를 충분히 해야 가능하다.

둘째, 공장식으로 같은 선형을 가지고, 한 Mould에 의해 생산이 된다면 건조원가를 줄일 수 있는 곳은 구조밖에 없다. 자재비와 공장 유지비, 감가상각비는 그 비용을 크게 줄이지 못하는 최소원가변동 품목이기 때문에 조선소에서 최대의 수익⁴⁾을 올리기 위해서는 초기에 설계되었던 구조를 단순화·자동화하는 공정에 대한 개발과 투자가 요구되어 진다.

셋째, 시리즈로 제작되어지는 각각의 선박구조의 차이를 최소화해야 한다. 간단한 예로서 자동차를 보면 같은 모델의 자동차가 몸체와 설비가 조금씩 다르다면 어느 고객이 그 자동차에 대한 신뢰를 가질 수 있겠는가? 마찬가지로 선박 또한 같은 모델의 선박이 조금씩 차이가 난다면 선주들 간의 비교를 통한 항의와 불만은 제품의 신뢰도 하락의 주요요인이 된다.

마지막으로, 전복과 파괴로 인하여 복원될 수 없을 정도의 손상을 입었을 시에 탈출경로 근접의 용이성과 탈출의 편의성, 선박의 상태가 어떠한 조건이든 탈출 가능해야 한다는 조건을 만족해야 한다.

위의 다섯 가지의 조건을 레저용 쌍동선에 맞추기 위해서 해외선진국에서는 어떠한 설계와 작업을 하는 지에 대해 알아보자.

3. 적층 양의 계산

적층의 방식과 적층에 사용하는 자재의 종류에 대해서는 『Ⅱ. 레저용 쌍동선의 Mould Plug 제작과정 및 제품 생산과정』⁵⁾에서 다루었고 국내의

2) 전제조건으로 one-off가 아닌 공장식 제조를 논의하는 것으로 한다.

3) 선박안전지 제12호 2003.

4) 여기서 표현하고 있는 최대의 수익은 선거를 낮춘다는 개념과는 다르다. 선체구조에서의 경제성 검토는 오직 공장식 제조에서 만 가능하고, 같은 선박에 다른 가격이 책정될 수 없으므로, 초기설계와 초기원가계산에서 계산된 원가를 줄여나가는 것은 결국 이윤의 확대로 귀결된다.

5) 선박안전지 제12호 2003.

강화플라스틱선의 선체구조기준에서 단판과 샌드 위치 판의 최소두께를 구하는 공식이 외국의 규정 간의 차이⁶⁾가 별반 없으므로 생략하기로 한다.

4. 구조재의 결합

레저용 선박의 자동화 생산 공법개발은 현대의 레저선박을 만드는 제조업체에게는 가장 중요한 사안이다. 이것은 원가의 절감과 레저선박 생산의 자동화 생산라인과 같은 생산시스템을 구축하는 것의 레저선박 제조의 경쟁력이 되어 가고 있기 때문이다. 또한, FRP산업이 인체에 끼치는 각종 질병과 산업재해에 대한 대안으로 제시되어 지고 있기 때문이기도 하다.

지난호의 「Ⅱ. 레저용 쌍동선의 Mould Plug 제작과정 및 제품 생산과정」에서 몰드를 만들기 위한 자동화 공법 중 하나를 보았다. 이번 호에서는 구조부분에서 어떻게 자동화 공법을 적용하고 개발하고 있는 지에 대하여 살펴본다. 접착물을 이용한 구조물의 결합은 오랫동안 FRP 레저선박 산업에서 연구와 개발을 시도해 왔다. 그 이유는 간단하다. Plywood와 적층을 이용한 구조는 인건비와 선체의 무게증가, 실내공간의 축소 및 레저선박 한대 당 건조시간이 길어지게 만드는 원인이 되었고, 이것을 접착제를 이용하여 결합하는 것이 FRP와 FRP를 적층하여 결합되어 지는 것과 같은 강도로써 접착할 수 있다면 위와 같은 문제를 단숨에 해결이 가능하기 때문이다.

접착제를 이용하여 구조재의 결합을 시도했던 역사를 살펴보면 80년대 중반에 약 7개의 대형 레저선박 회사가 구조물을 Polyester Putties로 접착을 시도했었다. 하지만, 이러한 공법은 많은 문제를 만들었는데, 그 첫 번째가 Putties의 경도가 높아서 작업부위가 Crack이 생기고, 해수가 유입되면서 합판이 썩는 현상과 갑판에서의 충격이

그대로 선체로 전달되어지는 과정을 통해 선박의 수명단축 문제가 발생했다. 또한, 그 당시 결합용 접착제의 단가가 비싸서 손으로 작업을 하는 것과 작업원가에서 차이가 없었다. 이러한 결합에도 불구하고 Plexus사에 의해 주도적으로 15년간의 개발을 거쳐 구조용으로만 사용이 가능한 FRP 접착제가 개발되어 있다. Plexus라는 이름을 가진 이 FRP전용 접착제는 기존의 Putties와 달리 FRP를 통한 적층식 접합보다 기계적 성능이 뛰어나고, 균열이 없으며 자체탄성을 가지고 있어서 강력갑판의 하부에 완충재를 삽입하여 결합하는 것과 같은 효과를 가지는 등의 여러 가지 장점을 가지고 있다. 선박 구조용으로 가장 널리 보급되어 있는 MA556의 기술자료를 살펴보면, 점도는 Adhesive가 180,00~220,000cP, Activator가 40,000~60,000cP이다. Adhesive와 Activator를 무게를 기준으로 9:1, 부피를 기준으로 10:1로 혼합한다. Adhesive는 흰색 Activator는 파란색으로 되어 있는데, 이는 혼합 시 완전하게 혼합이 되었는지에 대한 판단을 쉽게 하기 위함이다. 실제로 혼합기계를 이용하지 않고 막대를 이용한 혼합을 통해 적용했을 시에 완전한 강도를 얻기 힘들 수 있다. 이 MA556의 장점은 25mm정도의 구조물 간격을 완전한 강도로 채울수 있다는 것이다. MA556의 인장강도는 20MPa이며, 밀착강도는 10MPa이다.

현재 우리나라에서는 검사재의 대상선박에서의 선체결합용으로 사용한 예가 있다. 가격은 비싸다. 이러한 이유로 인건비가 높은 미국과 유럽을 중심으로 대중화가 되어 가고 있고, 호주와 뉴질랜드에서도 시장을 확대하고 있다.

작업방법을 살펴보면 Plexus는 약2시간 정도의 경화시간을 가지고 있고 -67도에서 250도에서 작업이 가능하다. 만일 Steel이나 Aluminum과 접착을 원한다면 MA300 계열로 바꾸어야 한다.

6) 계산식의 차이는 있으나 그 결과 값에 대한 오차가 미국, 유럽의 값을 100%로 봤을 때 국내의 값이 2~3%를 상회하는 값이 나왔다. 참고로 미국의 ABYC의 규정과 유럽의 ISO/TC188 Scanting 규정에 따라 계산했음.

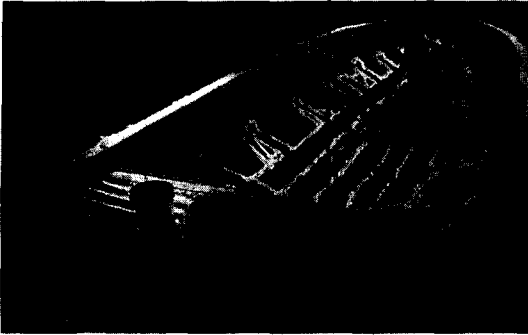


그림 1 구조용 접착제를 구조물에 맞게 살포

그림 1은 혼합기를 이용하여 작업자가 선체에 Plexus를 미리 살포해 놓는 모습입니다. 이렇게 구조물 설치를 위해서 미리 살포해 놓는 Plexus의 양은 표준치의 약 1.3~1.5배 정도로 하여서 결합 후에 구조물과 선체 단면에 생길 수 있는 공기막을 예방해야 한다.



그림 2 Jig를 이용한 Spider의 설치

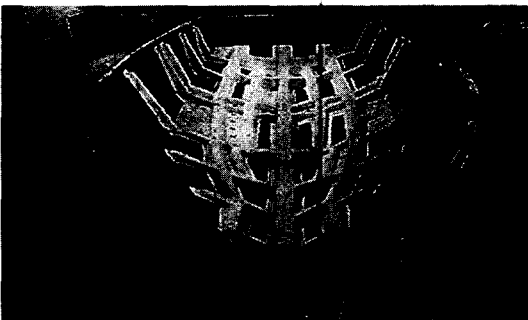


그림 3 Spider의 설치 완료

그림 2는 제품간의 오차를 최소화하고 Spider⁷⁾ 구조물을 선체에 밀착시키는 모습이다. 작업자는 Spider와 선체의 결합을 통해 도출된 Plexus를 제거하고 있다. 이때 조심해야 하는 것은 2-3시간 동안은 특별한 압력의 변화가 없이 그대로 유지되어야 한다는 것이다. 이 의미는 Spider가 안전경화가 될 때(상온에서 약2시간~3시간)까지는 그 위에 올라서거나 선체를 이동하여 압력이나 뒤틀림을 주어서는 안 된다. 위의 경우나 Gelcoat의 면과 결합하는 경우 퍼티를 사용할 때는 접착면을 반드시 Grinding가공하여 적용해야 하지만 MA500계열은 그러한 작업이 필요하지 않다. 다만 Gelcoat 단면의 Wax는 제거해야 된다.

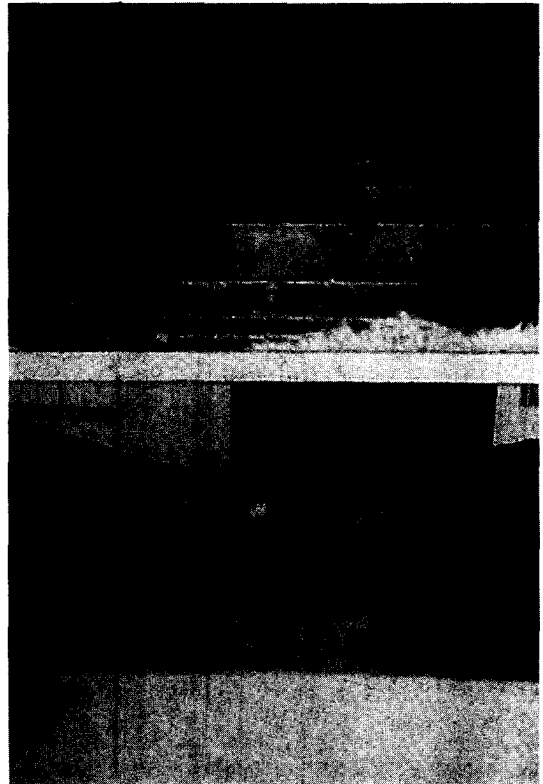


그림 4 기존의 구조방식(上)과 접착을 이용한 구조방식(下)

7) Mono Hull이나 Multi Hull에서 그림3과 같이 일체형 형식의 FRP구조를 Spider라 함.

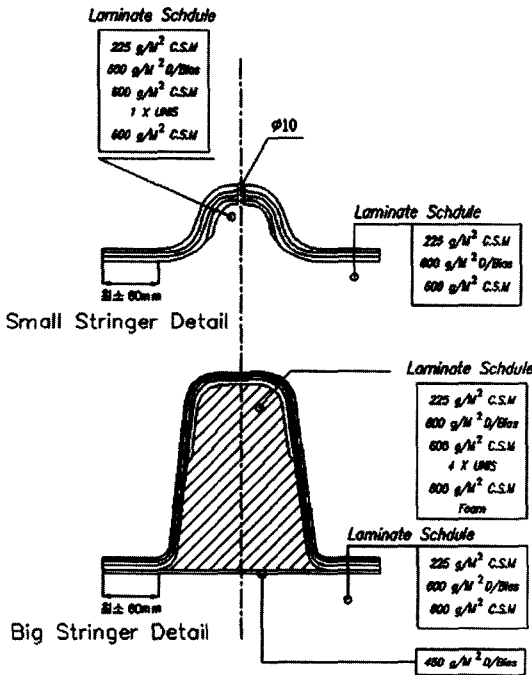


그림 5 Stringer Details

그림 4는 전통적인 방식의 FRP구조방식이다. 간단히 설명하자면 구조합판을 Template를 이용하여 절단하고, Resin Coating하고, Sending하고, 주요격벽과 강력 구조판재에 완충제 깔고, 적층하고, 그것도 3번에서 5번에 나누어서 적층을 하는 작업을 통해 이러한 구조물이 나온다. 그럼 아래 Spider를 이용한 구조물은 어떠한가? Spider Mould에 선체적층과 마찬가지로 적층을 한 후, Foam을 발포하여, 구조물 안을 채우고 탈형한 후 가장자리를 자르고, 접착제를 이용하여 선체에 붙이면 된다. 이것의 장점은 작업의 간단함과 더불어 구조재의 표면을 그대로 인테리어의 표면으로 사용이 가능하다는 점도 있다. 또한, 세일링 요트의 경우 Saildrive를 사용할 시 따로 옵션으로 판매하는 Engine Bed를 구매할 필요가 없이 Spider에 Engine Bed를 만드는 것으로 해당 경비를 절감가능하다.

그림 5는 Spider의 단면들이다. Small

Stringer의 경우 내용을 채우지 않는 상태에서 결합을 하며, 약 600mm의 간격으로 10mm정도의 구멍을 내서 Plexus가 자연스럽게 구멍을 타고 나오도록 작업해야 한다. Plexus가 접합되는 길이는 최소 60mm로 하며, 한번이나 두 번정도의 Unidirection을 종방향으로 적층해 주어야 한다. Big Stringer의 경우 Open 또는 Close Cell foam을 사용하여 공간을 채운 후 적층면의 높이와 같이 가공하고, 450 D/B를 사용하여 완전 밀폐한 후에 접합한다. 최소 2400g/m²의 적층 함유량이 Big Stringer 상단부분의 최소량이며, 그중 60%이상을 Unidirection을 사용해야 한다.

5. 인테리어 배치와 구조재의 조화

레저선박의 특징 중 가장 중요한 특징인 작은 공간에서의 최대한의 공간활용이라는 설계목표를 달성하기 위해서는 구조와 인테리어가 함께 고민되어야 한다. 이러한 이유로 레저선박의 구조설계는 구조를 먼저 설계하고, 인테리어를 하는 방식이 아닌 인테리어와 구조를 같이 담고 있고, 인테리어의 배치와 형태에 의해 구조가 결정되어진다. 또한, 기본설계와 구조설계를 한사람이 같이 함으로써 자신이 일반배치를 잡으면서, 구조에 대한 배려를 하고, 구조를 하면서, 다시 일반배치를 수정하는 작업의 반복을 거듭하게 된다. 한가지의 예를 들어보자.

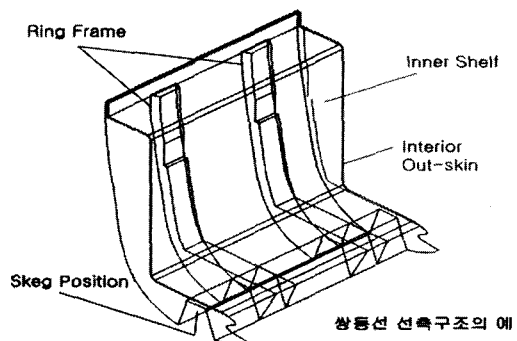


그림 6 쌍둥선의 선속구조의 예

그림 6에서 보면 구조와 인테리어가 동시에 고민된 형태를 볼 수 있다. 우선 Ring Frame의 형태를 살펴보자. 폭 자체가 넓은 것은 일반적인 단판식 구조가 아닌 FRP몰드식 구조임을 알 수 있고, 몰드식 구조라면 Inner shelf와 Storage에 따로 페인트나 인테리어 작업 없게 하여 인건비를 줄이는 것을 감안했다. 또한 선저의 구조를 바로 Floor Base로 사용하여서, 단판식 구조의 결합인 잡음과 불안감이 해소되는 물론 매번 작업을 할 때 줄자를 들어야 하는 복잡함⁸⁾을 없앨 수 있다. 두 번째로 Skeg의 형태를 살펴보면 상당히 높이가 올라와 있음을 알 수 있다. 쌍동선의 선저구조는 상당히 많은 특수보강과 강력구조가 필요하지만, 직진성을 향상시키는 Skeg와 구조를 결합하여 위와 같이 설계를 한다면 Midship 선저의 대부분에 대한 구조를 따로 고민할 필요가 없게 되며, 만일 Skeg가 암초에 부딪혀 파손이 되어도 선체에서 분리된 형태이기 때문에 침몰의 위험이 없고, 교체가 쉽다.

마지막으로 이 모든 것을 Interior Out Skin으로 덮고, 그림 6의 위 그림과 같은 형태로 완성⁹⁾이 되어진다.

다른 몇가지의 예를 실제 건조사진을 통해서 살펴보면 선측구조에서 따로 보강재를 대지 않고 저장공간 안에서 선수와 선미를 연결하는 선반을 이용하여 선체보강을 함으로써 구조에 의한 실내공간의 소비를 막을 수 있는 예나 구조에 반드시 필요한 부분에 대해 오른쪽 하단에서 보는 것과 같이 커텐걸이 보호대나 T자 선반을 만들어서 전체적인 조화가 이루어지게 하는 것에 대한 예가 있다.

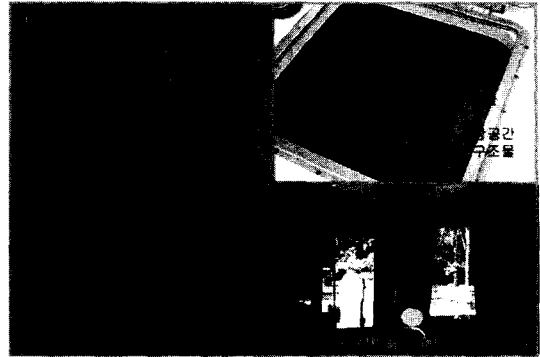


그림 7 쌍동선의 인테리어를 이용한 구조의 예

6. 구조의 단순화와 자동화

현재 국내에서는 소형선박의 선체재질을 FRP에서 알루미늄으로 대체하는 것에 대한 연구개발과 산업전반에 걸친 적용시도를 하고 있다. 이는 환경적인 측면에서 크게 환영할 만한 일이다. 재활용이 불가능하고, 작업자에게 각종 질병을 안겨주며, 사람의 손으로 처음부터 끝까지 해야 하는 Handmade에 선체에 손상이 있었을 시에 비파괴검사로는 확인이 불가능한 단점을 안고 있는 FRP가 알루미늄으로 대체되는 건 당연할 것이다. 그럼에도 불구하고 전 세계적으로 중형레저선박¹⁰⁾이 FRP에서 선체재질을 바꾸지 않는 이유는 무엇인가?

그것에 대한 가장 큰 이유 중 하나는 현재 알루미늄으로 레저선박 산업을 재편하는 것에 대한 위험성 때문이다. 알루미늄 선박의 건조형태를 보면 소형선의 경우 주물에 의해 찍어내고 대형선의 경우 강선과 같은 생산공정과 선체를 FRP에서 사용하는 것과 같은 Putty를 이용한 Fairing을 통해 생산하고 있지만, 중형선의 경우 전자에 적용하기도 후자에 적용하기도 경제성이나 생산성이

8) 이것은 물론 오작이나 오류의 가능성이 다분히 커짐으로서 잠재적 건조비 추가 요소를 항상 가지고 있다는 불안감을 갖게 한다.

9) 도면은 Hull, Construction, Interior Mould로 구성된 Triple Mould System이고, 그림5의 좌측그림은 Hull, Interior mould로 구성된 Double mould이다.

10) 소형선박과 대형레저선박은 알루미늄으로 건조하는 비중은 크게 늘어나고 있으며, 본문에서는 레저선박 중 시장이 가장 큰(ICOMIA 2001년 자료참조) 중형레저선박으로 약 20ft에서 36ft정도의 선박을 다루고 있음.

적합하지 않다는 판단에서이다. 그래서, 재활용이라는 측면에서는 전 세계적으로 재활용이 가능한 FRP 원자재의 개발¹¹⁾과 FRP의 수명연장에 대한 연구를 병행하고 있다. FRP의 재활용도는 현재 20~30%를 육박하고 있고, 유럽과 일본을 중심으로 한 FRP의 재활용 연구와 실험이 어느 정도의 진척을 이루고 있다.¹²⁾ 그렇다면 후자의 문제인 Handmade 밖에 되지 않는 이유로 경쟁력이 없고, 작업자에게 각종 질병을 안겨주는 문제는 어떻게 할 것인가? 그 문제에 대한 대담을 아주 쉽게 찾아냈다. 모든 공정을 자동화하는 것이다. 실제로 수동으로 밖에 작업이 되지 않는 전선 및 배관, 엔진거치, 인테리어를 제외한 대부분의 작업을 로봇이 수행하게 함으로써 위의 문제에 대한 대안을 갖게 되었다.

물드제작의 자동화 과정을 살펴본 두 번째 연재에 이어서 아래 그림과 같이 구조에서의 자동화 시스템 개발은 앞으로 FRP를 이용하여 자동차와 같이 전 생산을 자동화하는 방향으로 흘러가고 있다. 이러한 자동화가 발달되면 될수록 레이저선박 시장의 독점화를 야기시킬 것이다. 자동차는 가내 수공업적인 형태로 공업사에서조차 제작이 가능하다. 하지만, 아무도 하지 않는 이유는 경제성이 없기 때문이다. 가내수공업적으로 하는 작업을 통해서 품질과 가격 면에서 자동화 생산설비를 갖춘 회사와 경쟁이 불가능하기 때문이다. 레이저선박도 위와 같은 생산기술을 당신의 눈으로 보게 된다면¹³⁾ 레이저선박의 독점화에 대한 나의 의견에 '완전'은 아니더라도 '동의' 정도는 하게 될 것이다. 만일 국내 레이저선박 산업이 활성화가 되기 위한다면 레이저선박 산업에 독점자본이 진입하든지, 정부의 집중적인 지원 없이는 갈수록 시장진입이 어려워 질 것이라고 판단한다.

이러한 로봇을 이용한 FRP 선박의 자동화

생산에 대한 연구와 개발이 국내에서도 이루어져야 한다고 본다. 기술적 측면에서의 개발의 필요성으로 전 세계적으로 중·소형 레이저선박의 생산이 대량생산/자동화생산으로 변해가고 있다. 만일 컴퓨터로 제어되는 Robot 자동화생산시스템의 개발이 성공한다면 중·소형 레이저선박 건조산업의 국가경쟁력을 크게 향상되고 전체 소형선박 산업의 활성화와 자동차 산업과 같은 국제 경쟁력을 갖춘 산업의 기반 구축되어 질 것이다.

사회적인 측면으로 FRP산업이 발생시키는 암 발생과 같은 인체에 해로운 산업으로 작업자의 수급이 어려워지며, 기술인력이 자주 교체되는 경향으로 기술의 축적도가 다른 산업에 비해 떨어지기 때문에 그에 대한 대처가 요구되어지며 이러한 건조 첨단화를 통하여 고급인력의 창출과 깨끗하고 안전한 FRP어선 건조공법을 통해 고용을 증대할 수 있다.

이러한 시스템 개발이 국내에서 가능성이 있는 이유는 자동차 자동화 생산설비를 통해 이미 기술적 노하우를 가지고 있으며, KAIST를 중심으로 하는 로봇과 로봇제어프로그램 개발에 상당한 진전을 가지고 있기 때문이다.

ICOMIA의 통계자료를 통해 전 세계의 레이저선박 시장의 규모는 매년 10%이상 성장하고 있고, 무역량이 매년 증가하고 있는 추세이다. 만일 중·소형선박 제조산업에 대한 국내 산업의 발전과 미래에 대한 준비를 해야 한다면 아래 사진과 같은 로봇을 이용한 개발과 국제경쟁력을 갖춘 선형개발을 통해 세계시장에서 경쟁하는 방향으로 나아가 할 것이다.

7. 구조차이의 최소화

구조차이를 최소화 한다는 것은 결국 같은 상품으로서의 같은 품질을 유지한다는 개념이다.

11) 대표적인 FRP재활용 연구와 실험기관으로 European Composite Recycling이 있다.

12) 미국의 Seawolf라는 회사에서는 페FRP Panel을 유리섬유의 크기로 잘라서 다시 적층이 가능하게 만든 제품을 개발했고, 일본과 국내에서는 연소를 시킨 후 남은 유리섬유를 재활용하는 공법에 대한 연구가 진행되었고, 스웨덴과 영국의 경우 재활용이 가능한 Glass와 Resin 및 Epoxy를 개발했다.

13) <http://international.searay.com/index.asp?display=tech&tab=0&cid=1729&>을 보면 자세한 비디오 영상을 볼 수 있다.



그림 8 로봇의 선체결합부위 가공

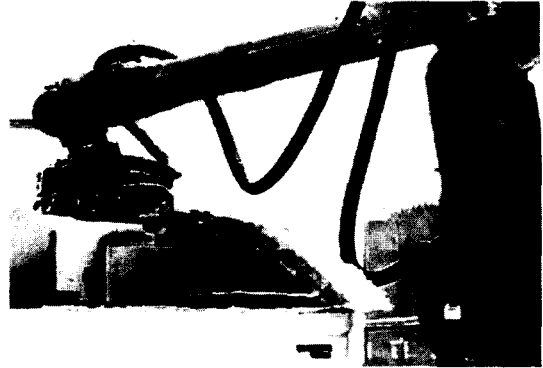


그림 9 로봇의 선체결합부위 가공

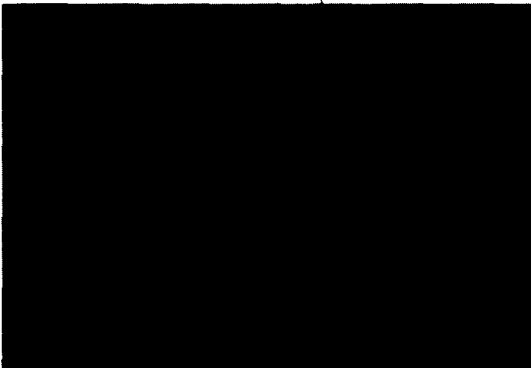


그림 10 로봇의 Stern Drive Engine 설치준비 과정



그림 11 로봇의 Engine Drive Fixed Hole 가공

해외선진국에서는 이와 같은 목적을 달성하기 위해서 그림 2와 같은 Jig를 이용한 Spider를 이용하거나 그림 8-11과 같이 로봇을 이용하고 있다. 제품을 제조할 때 새로운 구조재료나 구조의 형식이 등장한다면 다른 모델 이름으로 출시되어야 하고, 그것이 큰 변화가 아닌 단순한 기능의 추가라면 Option을 두고 기존의 고객들도 그러한 기능을 추가할 수 있게 해야 한다. 이러한 이유로 한 모델의 횡수가 지날수록 Option이 늘어가게 된다.

8. 세일링 쌍동선의 선체구조

세일링 쌍동선의 선체구조를 디자인 할 때 주의해야 하는 사항이 몇 가지 있다. 우선 원으로

Hatch가 되어있는 지점이 세일링 쌍동선에서 하중을 많이 받는 곳이다. 외국에서도 이 부분을 각지게 설계한 것이 있는데 일년정도 운항했던 요트에 가 보면 대부분 이 부분이 금이 있거나 크게 손상되어 있다. 쌍동선은 뒤틀림 하중이 가장 위험하고 많이 발생하는데, 그 하중이 바로 이 네 지점에 집중된다. 그래서 이 부분을 설계할 때는 적당한 곡선을 그리게 하는 것이 좋다. 또한, 가능하다면 특수보강과 DECK와 결합 시 추가적인 적층이 필요할 수도 있다. 두 번째는 전채선박의 선수쪽 40%가 되는 Main Bulkhead와 Back Beam부분이다. 이 부위는 8번 정도의 Unidirection glass를 적층하게 되는데, 반드시 스프링 공법을 사용해야 한다. 이는 Main Bulkhead가 선수쪽에 치우쳐져 있기 때문

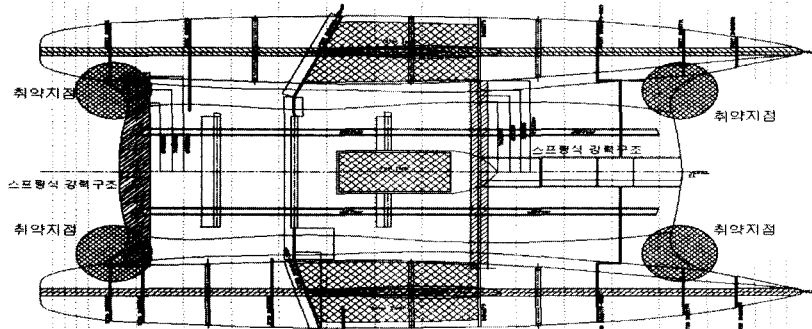


그림 12 쌍동선의 선체구조 도면

에¹⁴⁾ 선수쪽 뒤틀림 하중을 방지하고 마스트에서 받는 충격하중에 고른 분포를 만들기 위함이다. 이는 단동세일링 요트에도 비슷하게 적용해야 한다.

두 번째 주의해야 하는 것은 선체 중심의 Stiffener이다. 종과 횡으로 강력하게 보강을 해야 한다. 이는 역기와 같은 원리인데, 역기를 들면 가운데의 봉이 휘는 것과 같이 쌍동선이 하중을 받으면 Underwing이 역기처럼 휘게 되는 것이다. 이러한 것을 방지하기 위해 Underwing의 Stiffener구조는 그림 13과 같아야 한다. 이때 반드시 주의해야 할 것은 Open Cell을 사용해도 되지만 600mm 마다 방수처리를 해 줘야 한다. 선체의 정 중앙에

위치한 작은 선체모양의 홈 또한 구조적으로 사용이 가능할뿐 아니라 Fuel Tank의 기능도 할 수 있다.

9. 결 언

선박의 구조는 선박의 충돌 시 혹은 기상의 악조건 속에서 선체가 파괴되어지지 않을 최소한의 강도를 갖추는 것이다. 그러나 이것이 레저선박으로의 확대적용 되었을 때 강도와 함께 인테리어나 선저탱크 및 3차원적 공간에서의 공간활용의 기본 축이 되어야 한다. 또한, 적층작업을 제외한 대부분의 공사와 공사비 소모는 구조에서이다. 엔진 가격은 정해져 있는 것이므로 레저선박을 제조하는 중소형 조선소가 경쟁력을 가지기 위해서는 구조를 가장 싸고, 간단하게 하는 것이 경쟁력을 갖추는 방법이 될 것이고, 이러한 경쟁력은 기술의 확대 등으로 가능하게 될 것이다. 이러한 맥락에서 볼 때 FRP구조 접합체에 대한 국내 중소형 조선소의 시도와 투자는 필요하고 환영해야 할 일이다. 미국, 유럽, 호주가 높은 인건비에도 불구하고 3D업종인 레저선박의 건조에서 아직도 경쟁력을 가지고 있는 이유는 계속되어지는 연구개발을 통해 레저선박의 생산을 자동차의 생산과 같은 수준으로 하려고 하는 꾸준한 노력에 의해서다.

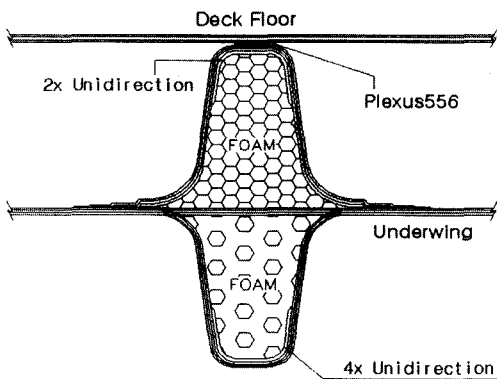


그림 13 Suffener Detail

14) 쌍동형 세일링 선박의 Mast위치는 선수 쪽 40% 이상이 좋다. 선미쪽으로 조금씩 이동 할수록 선박의 Rolling이 작아진다. 하지만 대부분 Saloon이나 Helm Station이 선수쪽으로 치우쳐져 있는 관계로 45~40%의 위치가 일반적이다.