

FRP어선 구조부재 치수계산용 전산프로그램에 대하여

해사기술연구소 설계기술실
선 임 연구원 강 병 윤
최 혁 진

1. 서 언

우리나라의 합성수지(이하 FRP)어선은 '60년대말부터 1~2톤급 소형선이 건조되기 시작한 이래로, 초기에는 기술개발의 미숙과 어민의 인식부족으로 '80년대초까지는 건조물량이 500톤 미만이었고, 적수로는 전체동력어선의 약 0.5%(462척)에 불과하였다.

그러나, 이후 수산청의 지속적인 선질개량 시책으로 어민들의 FRP어선에 대한 인식이 개선되고 그간 국내 석유화학공업이 발전되어 대부분의 원자재가 국산공급이 가능하게 되고, 해사기술연구소, 한국어선협회 등 관련기관과 일부 대학에서 표준선을 설계·개발·보급함에 힘입어 이제는 매년 FRP어선 건조물량이 급신장되어 근년에는 연간 4000~5000톤 정도가 되었고, 전체동력어선중에 약 7%(5000여척)를 차지하게 되었다. 이는 전체 어선의 약 52%가 FRP인 인접일본국에 비교한다면 아직은 상당히 낙후된 수준이지만 건조물량의 신장세는 과히 괄목할 만한 것이다.

이에따라, FRP선 조선소도 '80년대 중반 이후 급격히 늘어나 근래에는 부산근교와 충무지역, 전남 목포·완도지역, 인천지역 등지에 약 30여개의 업체가 산재되어 있고, 향후에도 FRP선 건조물량의 증가추세에 따라 계속 늘어날 전망이다.

그러나 FRP어선 설계·건조관련기술은 연료와 함께 자금력에 다소 여유가 있는 소수

몇몇 조선소를 제외하고는 전문기술자가 부족되어 목선 건조경험과 어민요구사항에 의존하는 사례가 있고, 심지어는 설계시에 필수적으로 검토되어야 할 복원성이나 추진성능, 강도특성까지도 경험 또는 개략추정에 의존함으로써 불필요하게 재료비와 건조공수가 낭비되거나, 때로는 반대로 강도나 복원성 등의 부족으로 해난사고의 위험을 초래하기도 한다. 이와같은 FRP 전문기술자의 부족현상은 근년에 국민소득의 증대로 근로자들이 FRP조선업을 기피하는 데도 이유가 있으나 근원적으로는 1986년을 기점으로 조선공업진흥법이 폐지되면서 기술력이 미흡한 중소형 FRP조선소가 갑자기 많이 생겨난데도 원인이 있다.

본고는 이러한 관점에서 FRP어선의 설계시수를 절감하고, 군소 FRP조선소의 전문인력 부족난을 다소나마 덜어줄 수 있도록 하기 위해 필자가 1990년도에 개발한 FRP어선의 구조부재치수 계산용 전산프로그램에 대하여 그 개요를 간단히 소개·정리해 보고자 한다.

개발전산프로그램은 한국어선협회의 FRP선 구조규정에 따라 주요구조부재의 기준요구치수를 계산하고, 재료역학 및 기타 이론산식을 토대로 설계된 외판, 보강재 등의 적층두께, 단면계수 등을 산정하여 FRP어선의 구조강도적인 안전도를 검증하기 위한 것이다.

개발프로그램의 특징은 중앙부외에도 배

길이방향 전구획의 부재치수를 계산·검증해 볼 수 있다는 점과, 전산기의 사용이나 FRP 선의 구조설계에 그다지 익숙치 않은 사람들도 쉽게 사용할 수 있도록 다음과 같은 점들이 고려되었다는 것이다.

1) 입력방식에 있어서 입력자료를 한꺼번에 작성, 처리하는 일괄처리시스템(Batch System)외에도, 화면상의 지시에 따라 항목별로 하나씩 문답식으로 입력하는 대화식 처리시스템(Interactive System)이 도입.

2) FRP선의 구조규정상 중앙부, 선수미 등 배길이 방향의 위치와 늑골방식에 따라 적용기준 또는 산식이 다르다는 점이 프로그램 내부적으로 고려.

3) 구조규정상의 서술적 기준과 대화식 처리 시스템에 관련된 입력방법이 화면상에 예시되는 등 사용자의 편의 도모.

4) 출력양식의 설계도서 또는 보고서 일부로의 활용가능.

2. FRP어선의 구조적 특성

FRP어선의 구조적 특성은 FRP란 재료가 Mat, Roving Cloth, Cloth 등의 유리섬유와 불포화 폴리에스테르 수지 등을 조합시킨 복합재료라는 점과, 성형과정이 선박건조과정에 포함되어 있다는 점에서 유래되는 것이 많다.

즉, 강선이나 알루미늄선은 선급칙이나 이론계산식 등을 토대로 구조부재의 치수가 정해지면 이에 적합한 규격치수의 철강재와 알루미늄재를 제강회사나 대리점 등에 구매하여 곧바로 사용하면 되는데 반해, FRP선은 이와 달리 규격재료가 시판되는 것이 아니므로 설계자가 계산된 치수에 따라 FRP판의 여러가지 구성요소재료를 정하여야 하고, 다시 적층이란 성형과정을 거쳐야만 비로소 FRP재료가 탄생된다. 간단히 말해 FRP조선소의 경우에는 강선조선소에 대해 제강·제철소가 하는 역할도 겸하는 셈이다.

그러므로, FRP선에서는 강도, 중량 및 관

련성능 등이 동일두께의 부재일지라도 요소재료의 구성, 수지 함량비, 기능공의 숙련도 적층온도 습도 등 적층조건에 따라 차이가 난다. 따라서 FRP는 여타 선박용 재료에 비해 신뢰성이 낮은 편이어서 선박설계에 통상 많이 활용되는 관련법규나 선급규칙의 경우에도 FRP선에 대해서는 그 적용범위가 50m 미만(한국선급 : 35m, 프랑스선급 : 50m)로 제한되어 있다.

이 결과, FRP선은 최근에 연륜이 오래된 일부 FRP조선 선진국에서나 관련법규 또는 선급규칙의 적용범위를 약간 초과하는 대형선박을 건조하는 사례가 있고, 아직은 대개 총톤수 150톤 미만의 연근해 어선이나 소형여객선, 고속경비정 등이 주종을 이룬다.

그러므로, FRP선은 강선에 비해 배의 길이 폭, 깊이 등의 주요치수가 어떤 일정범위 내로 한정되고, 구조배치나 중앙단면형상 등도 비교적 단순하다.

통상 FRP어선은 업종별 특성, 허가톤수규모 등에 따라 유사선 자료를 참고하여 개략적인 주요치수를 정하고, 조업방식, 구획별 적재대상자의 개수 연료 또는 청수탱크용량 중량분포상황 및 기타 어민요구사항을 고려하여 어로장비 및 주요구획이 배치되며 Mould제작의 용이성과 복원성, 능파성, 속도 성능 등의 조선공학적인 검토를 통하여 선형설계가 행해진다. 이에따라, 기존의 목선과 강선을 FRP선으로 대체 건조코져 할 때에는 선체중량의 차이를 감안하여 반드시 주요치수와 선형 등이 별도로 검토되어야 한다.

FRP어선의 구조는 기본계획 및 상기의 일반배치과정에서 이중저유무와 설치높이, 중황격벽의 위치 등을 결정하고 선체중량상의 장·단점 및 공작성, 강도상의 효율성 등을 고려하여 늑골방식을 정함으로써 그 기본방침이 확정된다. 선저는 단저구조인 경우에는 대개 종늑골방식이 많고, 이중저구조인 경우에는 횡늑골방식이 주로 활용된다. 또한, 선측과 갑판구조는 종강도, 어창용적, 선저구

조 및 타구획과의 연계성 등을 고려하여 종늑골식이나 횡늑골식 또는 종·횡혼용식중 적합한 방식이 채택된다.

그리고, 각 구조부재의 치수는 이상과 같이 구조방식과 늑골배치간격 등이 정해지고 나면 FRP어선 구조규정이나 선급규칙의 관련산식, 기타 이론계산식을 토대로 계산·검토된다. 따라서, 이러한 면은 FRP선도 여타 일반선박과 큰 차이가 없다고 볼 수 있다.

하지만, FRP선에서는 앞서 언급한 바와 같이 FRP의 재료의 성형과정과 연관하여 주어진 치수에 대한 재료설계(적층방식의 설정)가 뒤따라야 한다. 적층방식의 설정은 적정강도의 FRP가 되도록 Mat, Roving Cloth, Cloth 등 여러가지 유리섬유의 적층수와 순서를 정하고 수지함량 등을 결정하는 것으로, 통상 관련법규나 규칙상 정해진 기준의 범위내에서 구매가능 원재료의 종류와 규격, 수지함량에 따른 치수변화, 적층수에 따른 공정, 선형, 기타 실적자료 등을 참고·검토하여 정하는 예가 많고, 경우에 따라서는 재료시험결과를 토대로 정하기도 한다.

3. 프로그램의 개요와 구성

3.1 개 요

개발프로그램은 FRP어선 주요구조부재의 설계치수를 컴퓨터에 의해 신속하게 계산·검증함으로써 FRP어선의 구조설계를 효율적으로 수행하기 위한 도구로서, 부재별로 설계치 및 요구치의 계산과 함께 안전도를 검증한다. 프로그램의 개발에는 주로 한국어선협회의 FRP선 구조규정이 근간이 되었고, 다소 미흡하게 느껴졌던 부분에 한해서만 이와 내용이 대동소이한 한국선급협회(KR)의 FRP선 구조규칙이나 기타 이론 산식으로 보완하였다.

개발프로그램은 통상의 중앙단면(Midship Section)설계를 위한 전산프로그램과는 달리 중앙부외에도 선수미부, 선수미부와 중앙부

의 연결부위의 부재치수도 검증할 수 있어 계산결과를 재료배치도(Material Arrangement)의 설계에도 곧바로 활용할 수 있는 특징이 있다.

이는 일반배치도상에 나타난 늑골간격을 토대로 늑골번호와 수선간장을 정의하고, 관련기준에 맞추어 프로그램 자체적으로 중앙, 선수, 선미 등 각 구획의 경계점을 계산하고 각 구획 및 늑골방식별로 검증대상부재에 적합한 산식이 적용되도록 고려하였음을 의미한다.

개발프로그램은 각 부재의 규정상 요구치와 설계치를 거의 대부분 계산하지만, 방요재의 설계치수에 한해서는 FRP선에서 가장 널리 활용되는 사다리꼴 또는 직사각형 단면만을 대상으로 한다. 그리고, 종강도의 계산과정은 여타 일반선박과 다를 바가 없어 이미 유사 프로그램이 많이 개발되어 있으므로 요구치만 산출되도록 하였다.

3.2 구 성

프로그램의 개발에는 FORTRAN언어가 사용되었고, 전체 프로그램은 입출력의 편의와 수행상의 효율성을 고려하여 그림1과 같이 주프로그램외에도 총20개의 부프로그램으로 구성되어 있다. 그리고, 각 부프로그램의 구성에 있어서도 관련규정의 개정에 따른 수정시의 편의를 고려하여 계산과정을 가급적 모듈화시켰다. 표1은 각 모듈의 명칭과 기능명세를 나타낸 것이다.

이 중에 PARTI, BSACL, GENER는 구조부재의 치수계산과 검증에 필요되는 입력인자를 정의하고 기본적인 매개인자를 설정하는 과정이어서 프로그램의 수행을 위해서는 반드시 거치게 된다.

하지만, BOTOM, SIDES, ... 등 그 이하 부프로그램은 사용자의 선택에 의해서만 수행되며, 각 부프로그램내에는 다시 판, 거더, 늑골 등 세부부재별로 늑골방식과 부재 위치에 따라 적용산식의 Code가 정해져 있어

관련인자의 정의를 통해 여러가지 구조방식의 부재치수가 유연하고도 효율적으로 계산된다.

4. 프로그램의 입력 및 출력

4.1 입력양식

개발프로그램의 수행에 필요되는 기초자료는 사용자의 선택에 따라 일괄처리식 (Batch System) 또는 문답식 (Interactive System)으로 입력될 수 있다.

문답식 입력방식에서는 순서에 따라 입력치에 대한 해설과 입력인자의 형과 개수 등 입력요령이 그 예와 함께 화면상에 제시되어 개발프로그램의 사용지침서의 역할을 함과 동시에 전산기의 사용에 익숙치 않은 설계자 일지라도 손쉽게 사용할 수 있도록 배려되어 있다. 표2는 화면을 통해 예시되는 입력요령과 문답식 입력방식의 예를 나타낸 것이다.

일괄처리식은 개발 프로그램에 익숙한 사용자를 위하여 문답식 입력방식의 지루하고 번잡한 질의 응답과정을 피하고, 프로그램의 수행에 필요되는 기초자료를 한꺼번에 작성 처리할 수 있도록 한 것이다. 이와같은 일괄처리식 입력에서는 처음부터 소정의 양식에 맞추어 입력자료가 작성될 수도 있으나, 이미 저장된 타선박의 입력자료를 수치 변경하거나 보완하면 보다 손쉽게 만들 수 있다. 이에 따라, 개발 프로그램에는 이러한 점을 고려하여 문답식 입력과정이 완료되면 동일내용의 일괄처리식 Data File 하나가 자동적으로 생성되도록 해 두었다. 따라서, 문답식 입력과정에서 착오로 다소의 실수가 발생되어도 도중에 입력을 중지할 필요가 없으며, 최종 Data까지 완전히 입력되고 나면 그결과 생겨난 일괄처리식 Data File로 해당부분만 수정하면 곧바로 프로그램이 수행될 수 있다.

4.2 출력양식

개발 프로그램의 출력은 입력과정에 주요

모듈별로 그 부분의 출력여부를 묻는 인자를 두어 사용자가 필요로 하는 부분만 출력되도록 해두었다. 이는 설계과정에 가끔 생겨날 수 있는 설계변경에 대비하여 관련부분만 수행, 고찰할 수 있도록 하고, 프로그램의 수행상 효율성외에도 전산기 주변기기나 전산용지 등의 사용시간과 낭비를 줄일 수 있는 이점을 고려한 것이다.

또한, 출력양식은 그 자체가 FRP어선의 설계보고서나 선급제출용 서류의 일부로 곧바로 활용될 수 있도록 하기 위해 관련 규정상의 목차와 실적선 구조부재치수 계산서의 양식을 다수 참고하여 만들어졌다. 그러므로, 출력내용에는 계산결과외에도 배의 주요요목을 비롯하여 부재명, 적용구획, 관련 규정상의 산식과 서술적 기준, 설계사양 등이 다수 포함되어져 있다.

4.3 입력인자와 출력인자

주프로그램과 20개 부프로그램의 입력인자와 출력인자를 표 3에 나타내었다.

5. 적용 예

개발프로그램의 효용성을 검토해보기 위해 39톤급 어선을 대상으로 전체 주요구조부재의 치수를 검증해 보았다.

개발 프로그램의 입력작업에는 문답식의 경우에 약 40분이 필요되고, 기존 Data file을 수정 변경하니까 약 20분이 소요되었다.

계산처리와 출력작업에는 문답식은 부프로그램별로 입력작업의 완료와 동시에 수행되어 거의 시간이 소요되지 않았고, 일괄처리시에는 약 2~3초가 소요되었다. 그러나 여기에서 입력에 소요되는 시간은 설계선박의 규모, 계산항목의 종류와 개수, 전산기 사용자의 기량 등에 따라 다소간의 차이가 있을 것이라 생각된다.

표4는 개발프로그램을 통해 정리된 계산대상 39톤급 어선의 주요요목이며, 표5와 표6

은 이들 요목을 토대로 산정한 선저부재와 필러치수의 출력내용 일부를 보인 것이다.

6. 결 언

FRP어선의 구조부재치수를 컴퓨터로 신속 정확하게 검증해 볼 수 있는 전산프로그램이 소개 정리되었다.

개발프로그램은 중앙단면부의 구조부재 뿐만 아니라 길이방향 전구획에 대한 치수를 계산 검증해 볼 수 있어 중앙단면도는 물론 재료배치도의 설계에도 효율적으로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 또한 출력양식을 기존 관련규정의 목차와 구조치수계산서 양식 등을 참고하여 만들고, 출력내용에 계산 결과외에 관련산식 및 서술적 기준 등을 포함시킴으로써 출력자료가 그대로 설계보고서 또는 선급제출용 서류의 일부로 활용될 수 있을 것이라 여겨진다.

그리고, 개발프로그램은 입력자료가 사용자의 선택에 따라 문답식 방식으로 처리될 수 있어 FRP어선의 설계나 전산기의 사용에 익숙치 않은 사람들도 이 방식을 통해 단시간내에 개발프로그램의 사용에 익숙해질 수 있다.

그러므로, 개발프로그램은 군소 FRP조선소의 전문기술인력 부족난 해소와 설계시수 절감에 다소나마 도움이 될 것이며, 또한 향후 FRP선 관련 전산프로그램 개발에 요소프로그램의 일부로도 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

그리고, 본 프로그램의 개발에 적용된 한국어선협회의 FRP선 구조규정은 한국선급의 FRP선 구조규칙과 내용이 대동소이하므로 개발 프로그램은 어선외에 경비정이나 여객선등 타FRP선박의 설계에도 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

참고로 개발프로그램은 해사기술연구소의 예도 이미 관련기관에 설치되어 사용중임을 알려둔다.

〈참고문헌〉

1. 강병윤 외, "FRP어선의 구조설계 전산프로그램 개발", 한국기계연구소 연구보고서 UCE 335-1054, 1987.12.
2. 김훈철 외, "소형어선근대화에 관한 연구 (I) (II) (III)", 한국기계연구소 연구보고서 UDC 629-1, 1983.3, 1984.3, 1985.4.
3. 오병두 외, "중소형 FRP어선개발", 한국기계연구소 연구보고서 UDC 629-141, 1987.2, 1988.6.
4. 강병윤, "FRP선 현장기술 (1)-(5)", 조선조합협회보 54호 -58호, 1992.3-8.
5. 日本小型船舶工業會, "FRP製船舶の船型、構造ならび諸基準の調査研究 (I) (II)", 1977.3., 1978.3.
6. 金原勳, 竹鼻三雄, "船舶用FRP 強度問題", 日本造船學會誌, 1978.1.
7. 金原勳, 竹鼻三雄, "強化プラスチック船體 構造の設け に關する研究 (I) (II) (III)", 日本造船學會論文集, 1968.5, 1969.5, 1969.11.
8. T. Nagai and T. Hashimoto, "Design Manual of Laminates for Flat Bottom Shell Plating Panel Thickness of High Speed Boats", 西部造船學會會報, 1986.5.
9. 한국선급협회, "FRP선 구조규칙", "FRP선 구조규칙 실무지침", 1986.
10. 한국어선협회, "FRP어선 구조 및 검사 기준", 1982.12.30.PW
11. 日本海事協會, "強化プラスチック船規則", 1984.
12. DET NORSKE VERITAS, "Rules for Classification of High Speed Light Craft", 1985.
13. RINA, "Small Craft Group International Conference on Computers and Small Craft", 1984.12.
14. 舟羽誠-箸, "FRP船の建造技術", 陀社,

- 1981.
15. 日本小型船舶工業會, “FRP船 技術指導書, 設計 管理編”, 1979.3. 性および物性によらず 諸要因について”, FRP漁船, 1977.5.
16. 辻野一行, 内ヶ崎功, “FRP の成形作業” 17. 이준구 편저, “알기쉬운 MS-DOS”, 세화출판사, 1987.5.

그림 1 Software 구조도

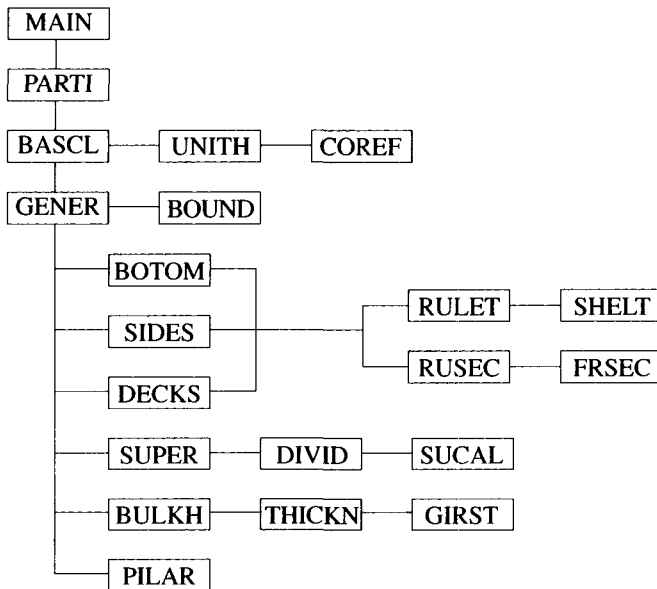


표 1 Process/Module 별 기능명세

Process/Module명	기능
MAIN	입력방식 및 계산대상 Module 설정
PARTI	계산대상 선박의 주요요목 관련정보 입력
BASCL	사용유리섬유 기재 및 수지의 특성치 입력
UNITH	사용유리섬유 단위 적층두께 계산
COREF	판두께 및 단면계수의 규정요구치에 대한 수정계수 계산
GENER	선체 종방향 구조부재 배치관련 정보입력
BOUND	선수, 중앙, 선미 등 구획경계점 산정
BOTOM	선저구조부재치수 관련 정보 입출력
SIDES	선측구조부재치수 관련 정보 입출력
DECKS	갑판구조부재치수 관련 정보 입출력
RULET	선저/선측/갑판의 규정 요구두께 계산
SHELT	선저/선측/갑판의 설계두께 계산
RUSEC	선저/선측/갑판의 보강재 단면계수 규정요구치 계산

Process/Module명	기능
FRSEC	선저/선측/갑판의 보강재 단면계수 설계치수 계산
SUPER	선루측부 외판두께 관련 정보의 입출력
DIVID	선루측부 외판두께 산정을 위한 구획설정
SUCAL	선루측부 외판두께에 대한 규정요구치 및 설계치 계산
BULKH	격벽 부재치수 관련 정보 입출력
THICKN	격벽두께에 대한 규정요구치 및 설계치 계산
GIRST	격벽 보강재 단면계수에 대한 규정요구치 및 설계치 계산
PILAR	필러치수 관련 정보의 입출력, 단면적에 대한 규정요구치 및 설계치 계산

표 2 문답식 입력의 예

*** KIND OF FRAME ***

1; Longi. Frame.
 2; Ordinary Trans. Floor.
 3; Trans. Floor for Engine Room.
 (Note) If the member is floor, the value of span & design load input "0.0".

 SPECIFICATION OF NO. 15 FRAME :

KIND OF FRAME , SPAN(m), DESIGN LOAD(m) ?

3 0.0 0.0

LAMINATION SCHEDULE (VARIETY NO., ADDRESS NO., QUANTITY, ADDRESS NO., --)?

3 1 1 2 2 4 2

DIMENSION (UPPER WIDTH (cm), LOWER WIDTH (cm), HEIGHT (cm), OVERLAP WIDTH (cm)

PROPERTY OF FILLER MATERIAL ?

5.0 5.0 25.0 5.0 0.8

INPUT PROCEDURE OF LAMINATION SCHEDULE
 FOR BOTTOM STRUCTURE.

* ADDRESS NUMBER

ADDRESS NO. 1 IS 450 MAT.
 ADDRESS NO. 2 IS 600 MAT.
 ADDRESS NO. 3 IS 570 ROVING CLOTH.
 ADDRESS NO. 4 IS 860 ROVING CLOTH.
 ADDRESS NO. 5 IS 210 CLOTH.

LAMINATION SCHEDULE BETWEEN A. P. TO FR. NO. 8 ?
 (VARIETY NO., ADDRESS NO., QUANTITY, ADDRESS NO., QUANTITY,---)

3 1 2 2 5 4 5

SPECIFICATION OF LAMINATION SCHEDULE (MAX.40 CHARACTER) ?

GC+M45+(M60+R86)*4+2*M45

Note) 상기에서 밑출친 것외에는 화면상으로 예시됨.

표 3 주요 모듈의 입·출력인자 프로그램 구분

프로그램명	구분	입력	출력
MAIN		입력 File명, 출력 File명, 계산대상 부프로그램 개수 및 부프로그램 Code.	-
PARTI		선종, 선속, 배의 주요치수, 사용기관 등 배의 주요요목	입력인자와 동일
BASCL		사용 FRP기자재의 주요특성 (수지 중량, 유리섬유 단위면적당 중량, 비중 등)	사용유리섬유 종류별 단위두께, 폭로감판하중, 굽힘강도와 인장강도에 대한 수정계수, 종강도 요구치 등
GENER		일반배치도에 늑골간격이 다른 구획의 개수 및 그 구획의 경계번호, 각 구획별 보강재 간격	계산 대상선박의 선수미부, 선수선저보강부, 중앙부 등의 규정상 경계위치
BOTOM		구조방식의 차이에 따른 구획개수 및 경계점, 구획별 보강재 간격, 이중저 구조의 유무, 구획별 적층계획, 보강재 분류 Code 및 Span, 설계치수.	각 구획별 선저외판의 두께에 대한 관련 규정상 요구치 및 설계치, 관련 계산산식 및 기타 기준, 설계사양, 안전율, 선저 거더 또는 늑판의 요구치와 설계치, 이중저 내저판의 두께, 보강재의 단면계수
SIDES & DECKS		구조방식의 차이에 따른 구획개수 및 경계점, 구획별 보강재 간격, 구획별 적층계획, 보강재의 분류 Code 및 Span, 설계치수.	각 구획별 외판두께에 대한 관련 규정상 요구치 및 설계치, 관련 계산산식 및 기타 기준, 설계사양, 안전율, 보강재의 단면계수
BULKH		계산대상 격벽의 개수 및 위치, 격벽 특성인자, 적층계획, 보강재 간격, 보강재의 단부지지조건 분류	격벽 두께 및 보강재 단면계수에 대한 관련 규정상 요구치와 설계치, 관련 계산산식 및 기타기준, 설

구 분	입 력	출 력
프로그램명	Code, 거더의 치수 및 Span	계사양, 안전율
SUPER	선루의 전후방향 점유구간, 선루내의 구조방식, 보강재간격에 따른 구획개수 및 경계점, 적층 계획	선루전후측벽 두께 및 보강재 단면 계수에 대한 관련 규정상 요구치와 설계치, 설계사양, 안전율
PILAR	계산대상 필러의 위치와 개수, 필러의 형상과 재질 분류 Code, 설계치수, 지지부의 폭 및 길이.	필러 단면적에 대한 관련 규정상 요구치와 설계치, 관련 계산식, 설계사양, 안전율

표 4 개발 프로그램을 통해 정리된 대상선박의 주요요목

PRINCIPAL PARTICULARS

CATEGORY OF SHIP : FISSING VESSEL
 GROSS TONNAGE : 39.00 ton
 LENGTH.O.A. : 23.00 m
 LENGTH.B.P. : 19.50 m
 LENGTH.RULE : 19.50 m
 BREADTH. : 5.10 m
 DEPTH : 2.25m
 DRAFT : 1.70m
 C_b : .60
 SERVICE SPEED : 10.70 knot
 BRAND & QUANTITY OF ENGINE : KWANGYANG-YANMAR 6LA * 1 EA
 PS * RPM : 450 * 1850

표 5 선저구조 부재치수 검증결과의 출력 예

@ BOTTOM STRUCTURE

-. PLATE THICKNESS

1. A. P. to Fr. NO. 3

* RULE REQUIREMENT

S= .50m, d= 2.25m, L= 19.50m, Ct= .913

t(req.) = 13.4*S*(d+0.026*L)**0.5*Ct= 9.11mm

* DESIGN VALUE

GC + M45 + (M60 + R86)*4 + 2*M45

$$t(\text{des.}) = 15.24\text{mm}$$

Therefore, Safety factor = 1.67

5. Fr. No. 29 to Fr. No.37

* RULE REQUIREMENT

The large one of the interpolation thickness and the forward strengthened thickness.

Thickness of forward strengthened part :

$$t(\text{req.}) = C * S * L * 0.5 * Ct = 11.06 \text{ mm}$$

$$C = 5.97, S = .46\text{m}, \text{Alpha} = 1.20$$

Interpolation thickness or ordinary require : 9.12mm

$$\text{So, } t(\text{req.}) = 11.06\text{mm}$$

* DESIGN VALUE

$$GC + M45 + (M60 + R86) * 4 + 2 * M45$$

$$t(\text{des.}) = 15.24\text{mm}$$

Therefore, Safety factor = 1.38

- SECTION MODULUS

1. No.15 Floor

* RULE REQUIREMENT

$$S = .46\text{m}, D = 2.25\text{m}, B = 5.10\text{m}, Cz = .833$$

$$Z(\text{req.}) = 23.1 * S * D * B ** 2 * Cz = 518.22 \text{ Cm} ** 3$$

* DESIGN VALUE

$$50t \text{ LU} + (M60 + R86) * 2 + M45$$

$$Z(\text{des.}) = 875.13 \text{ Cm} ** 3$$

Therefore, Safety factor = 1.69

표 6 필러치수 검증결과의 출력 예

@. SECTION AREA OF PILLARS

1. FR. NO. 11 PILLAR

* RULE REQUIREMENT

$$S = 2.00\text{m}, b = 2.00\text{m}, l = 2.00\text{m}, H = .77\text{t/m} ** 2$$

$$\text{Out-dia.} = 10.00\text{Cm}, \text{Thick.} = .00\text{Cm}, K = 2.89$$

$$A(\text{req.}) = 12.89 * s * b * H / (1.51 - l/K) = 48.28\text{Cm} ** 2$$

* DESIGN VALUE

$$100 * 100\text{LU} + M45, M45, R57, M45$$

$$A(\text{des.}) = 100.00\text{Cm} ** 2$$

Therefore, Safety factor = 2.07
