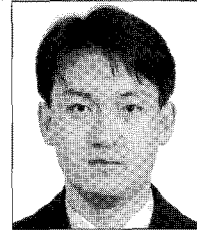


한국형 선박 초기 설계 시스템 “EzSHIP” 소개

Introduction to Korean Ship Initial Design System “EzSHIP”



노명일*

*울산대학교 조선해양공학부 조교수

선박이라는 큰 구조물의 성격상 선박 설계는 여러 단계를 거쳐 진행된다. 예컨대, 선박 설계의 초기 단계에서는 선형 설계, 구획 모델링 및 선박 계산, 구조 모델링 및 구조 해석이 수행되고, 공정 및 일정 계획 단계에서는 초기 설계의 결과로부터 물량 정보 등을 추출하여 선박의 생산 방법 및 일정 등을 결정한다. 조선용 CAD 시스템은 다양한 설계 작업들을 유기적으로 연결하여, 한번 작성된 설계 데이터를 재사용하도록 함으로써 설계 생산성을 제고시킨다. 선박의 성능 결정에 중요한 초기/기본 설계 단계를 위한 조선용 CAD 시스템 개발 업체는 현재 전 세계적으로 약 10여 개 정도이나 국내에는 거의 전무한 상태이다. 노동 집약적인 생산력을 넘어서 고도의 정보 기반 생산력을 확보함으로써만이 생산성 경쟁에서 이길 수 있는 현재의 조선 해양 산업의 현실에서 볼 때 무척 유감스러운 일이라 하겠다. 현재 우리나라의 조선 해양 산업은 중국과 수위를 다투고 있는데, 우리가 지속적으로 세계 최고의 자리를 지키기 위해서는 우리 현실에 맞는 조선용 CAD 시스템의 확보 역시 더 이상 미룰 수 없는 당면 과제가 되었다. 조선용 CAD 시스템의 확보 방법은 크게 외국 CAD 시스템을 도입하여 수정 후 사용하는 방법과 조선소 자체적으로 개발하는 방법이 있다. 후자에 의한 확보 방법은 많은 시간뿐만 아니라 다양한 첨단 기술의 통합을 필요로 한다. 예컨대 형상 모델링 기술과 3차원 그래픽 표현 기술을 조선 엔지니어링 기

술과 접목시켜야 한다. 이는 대학이나 산업체 연구소 등에서 부분적으로 시도된 바 있으나 연구의 전문성과 그 난이도로 인해 실제 조선용 CAD 시스템의 개발로는 대부분 현실화되지 못하였다. 따라서 국내 대부분의 조선소는 고가의 외국 CAD 시스템을 도입하여 각 사별로 수정하여 사용하거나 낙후된 기존 시스템에 의존하여 설계를 수행하고 있는 실정이다. 특히, 기능의 개선 또는 새로운 기능이 필요할 때 CAD 개발사의 대응이 상대적으로 늦어져 난감한 경우를 많이 겪고 있다. 그러나 최근 국내 한 업체에서 한국형 조선 CAD 시스템을 독자적으로 개발하고, 이의 도입을 국내의 조선소에서 적극 검토하는 등 반가운 소식이 들리고 있다. 이는 침체되어 있는 현재의 한국 조선 CAD 개발 시장을 자극하고 있는 한 예라 하겠다. 이에 본고에서는 (주)이지그래프가 개발한 한국형 선박 초기 설계 시스템 “EzSHIP”에 대해 간략히 소개하고자 한다. 본 시스템은 선박 형상(선형) 설계 시스템, 선박 기본 계획 시스템, 선박 구조 설계 시스템 등 크게 3개의 세부 시스템으로 구성되며 이들 각각에 대해 아래에서 상세히 설명하도록 하겠다.

1. 선형 설계 시스템 “EzHULL”

선형(hull form) 설계는 선주의 요구 조건, 즉 재화 중량(deadweight)과 계획 속도 및 기타 조건을 모두 만족시키는

동시에 유체역학적 특성이 우수하며 일반 배치(**general arrangement**)가 최적이 되도록 선박을 유선형 형상으로 다듬어 외곽 모양을 만드는 것이다. 과거에는 선형 설계가 제도판, 바텐(**batten**) 등을 이용, 전문가에 의해 수작업으로 이루어져 왔으나 지금은 CAD 시스템이 이용되고 있다. 물론 초기의 선형 설계 시스템은 제도판을 그대로 컴퓨터로 옮겨온 것과 같은 단순한 기능만을 가졌으나 현업 전문가의 요구에 의해 현재는 많은 기능을 가진 복잡한 시스템으로 발전하였다. 선형 설계 시스템 "EzHULL"이 가진 주요 기능을 간략히 소개하면 다음과 같다.

1.1 연관성(association) 기반의 교차 순정(cross fairing)

교차 순정이란 station line(정면도 상에 나타나는 선형 곡선)과 water line(평면도 상에 나타나는 선형 곡선)처럼 반드시 교차점에서 만나야 하는 두 곡선이 있을 때, 이들 중 한 곡선을 수정할 경우 다른 곡선이 함께 변해서 교차점을 유지해야 한다는 것이다. 또한 교차되는 두 선뿐만 아니라 두 선에 영향을 받는 주위의 모든 선들도 교차점을 유지하도록 변경되어야만 한다. 따라서 변화된 선들에 대해 자동

갱신(update)을 재귀적으로 수행하여 더 이상 변화되는 선이 없을 때까지 이 작업을 반복해야 한다. 이 기능은 와이어프레임 기반의 선형 설계 시스템이 갖추어야 할 가장 기본적인 기능임에도 불구하고 그 구현의 난이도로 인해 이 기능을 갖추고 있는 시스템이 전무하다. 그림 1은 연관성에 의한 교차 순정이 이루어지는 모습을 나타낸다. 설계자가 곡률을 보면서 station line "ST15" 상의 한 점을 수정하면 선들간의 연관성에 의해 water line "WL08"이 수정되는 것을 볼 수 있다. 또한, 이때 교차점 주위의 buttock line(측면도 상에 나타나는 선형 곡선)과 station line들이 함께 수정되므로, 전체적인 관점에서 곡률을 확인하면서 순정 작업을 진행할 수 있다.

1.2 와이어프레임 모델의 곡면 모델로의 자동 변환

와이어프레임 모델로 선형을 설계해 나가는 과정에서, 특히 선형 순정의 중간 단계에서 설계자가 곡면을 통해 선형을 입체적으로 파악하여 선형 순정에 반영하고자 하는 것은 선형 설계자의 중요한 요구 기능 중의 하나이다. 따라서 선형 설계의 초기 단계부터 현재 구성된 와이어프레임 모델을 즉

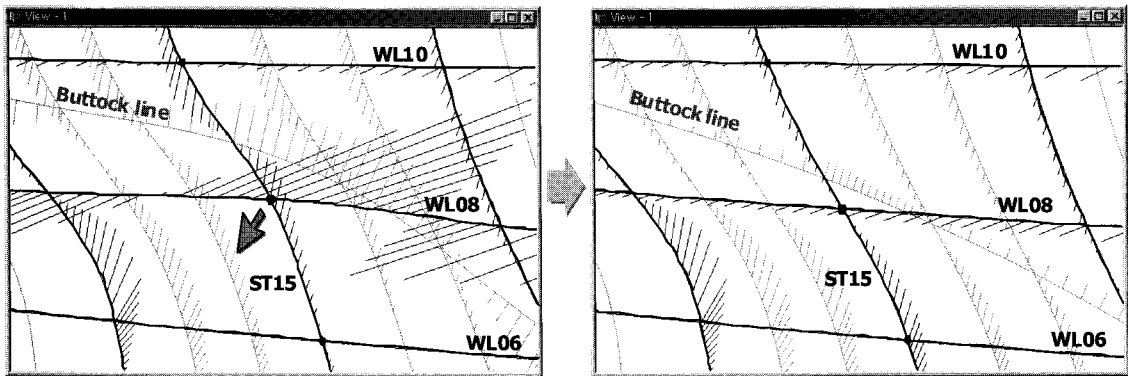
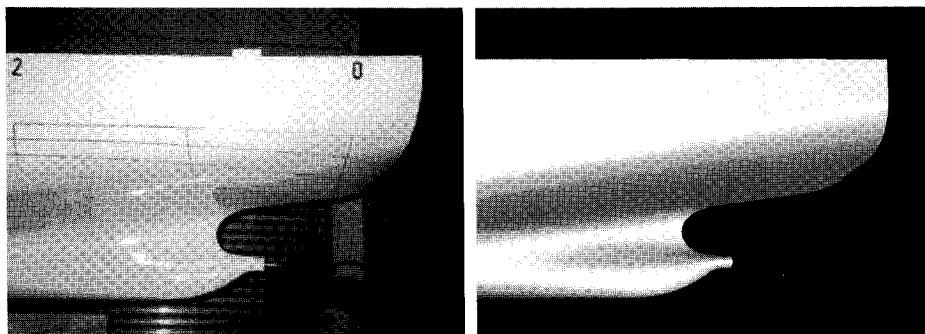


그림 1 연관성에 의한 교차 순정의 예



수조 시험용 모델

EzHULL 모델

그림 2 EzHULL에서 설계한 선형으로 제작된 수조 시험용 선형 모델

시 곡면 모델로 변환할 수 있는 기능이 필요하다. 그림 2는 본 시스템을 이용하여 설계한 선형 곡면과 그 선형으로 제작된 수조 시험용 선형 모델을 비교한 것이다. 미리 곡면 모델로 검토하면서 만든 선형과 실제 제작된 선형을 비교했을 때, 설계자의 의도가 손실 없이 반영되었음을 알 수 있다.

또한 곡면 모델은 와이어프레임 생성 및 수정 시의 올바른 점 정렬(point ordering)을 위해서도 필요하다. 기존의 와이어프레임들을 특정 평면으로 잘라 새로운 곡선을 생성하고자 할 때, 교차점들을 올바르게 정렬해서 연결해야 하는데, 복잡한 선형에 대해서도 올바른 정렬을 보장하는 것은 선형 설계 시스템이 가져야 할 기능 중의 하나이다. 본 시스템에서는 비다양체(non-manifold) 곡면 모델의 위상(topology) 정보를 이용해서 이 문제를 단순하면서도 안정적으로 해결하고 있다. 곡면 모델의 위상 정보를 이용하면 각 곡면에 속하는 교차점들의 정렬 순서를 결정할 수 있고, 이들을 곡면들의 인접 관계에 따라 연결하면 올바르게 정렬된 점들을 지나는 곡선을 계산할 수 있다(그림 3 참조).

그리고 곡면 모델은 와이어프레임 셰이딩(shading)을 가

능하게 해준다. 와이어프레임 셰이딩을 적용하면 법선 벡터(normal vector)가 설계자 눈의 방향으로 향하는 선들은 밝게, 반대 방향으로 향하는 선들은 어둡게 표현할 수 있으므로 와이어프레임 상태에서도 곡면을 보는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 즉, 선수 쪽에서 와이어프레임을 볼 때 선수 쪽의 곡선들이 밝게 표현되고 선미 쪽 선들은 어둡게 표현되므로 선수 쪽 선들의 형상을 쉽게 파악할 수 있어 순정 작업을 효율적으로 진행할 수 있다(그림 4 참조).

본 시스템은 대형 유조선(VLCC), 컨테이너선, 액화 천연가스(LNG) 운반선 등의 상선과 잠수함, 항공모함 등 특수선의 선형 설계에도 성공적으로 적용된 바 있으며 대형 유조선에 적용한 예만을 간략히 소개하면 그림 5와 같다.

2. 선박 기본 계획 시스템 “EzCOMPART”

선박 기본 계획이란 선주의 요구 사항 중 하나인 화물의 요구 용적을 만족하는 동시에, 선박에 적용되는 각종 국제 규정(MARPOL, SOLAS 등)을 만족하도록 선형의 내부를

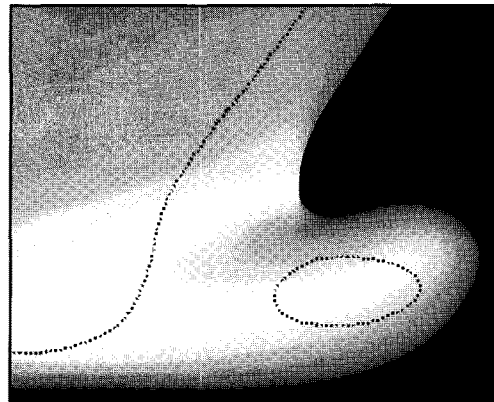
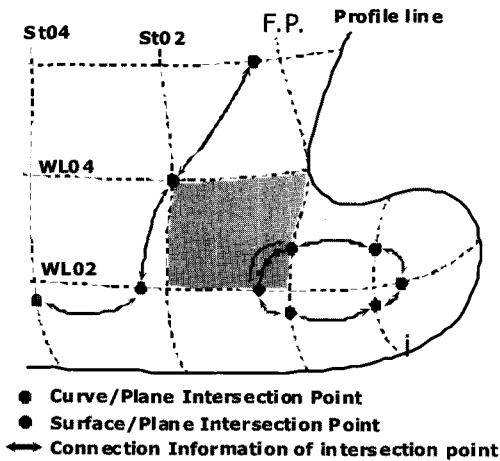


그림 3 점 정렬에 의해 올바르게 생성된 goose neck 선형의 buttock line

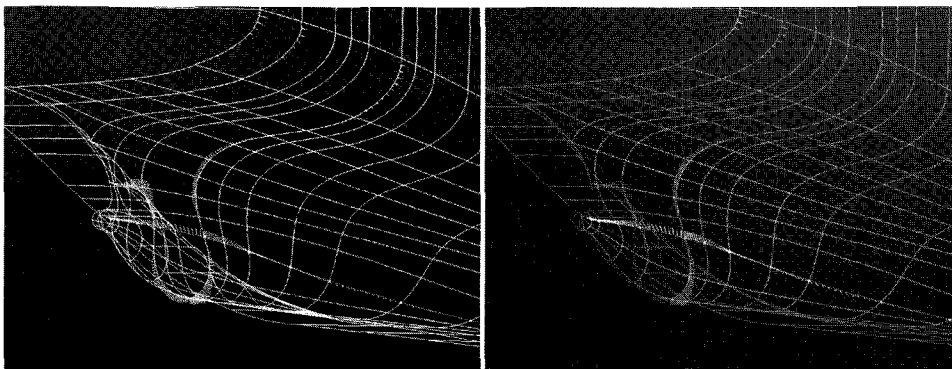


그림 4 Twin skeg 선형의 선미부에 대한 와이어프레임 셰이딩의 적용 전(좌측)과 적용 후(우측)의 모습

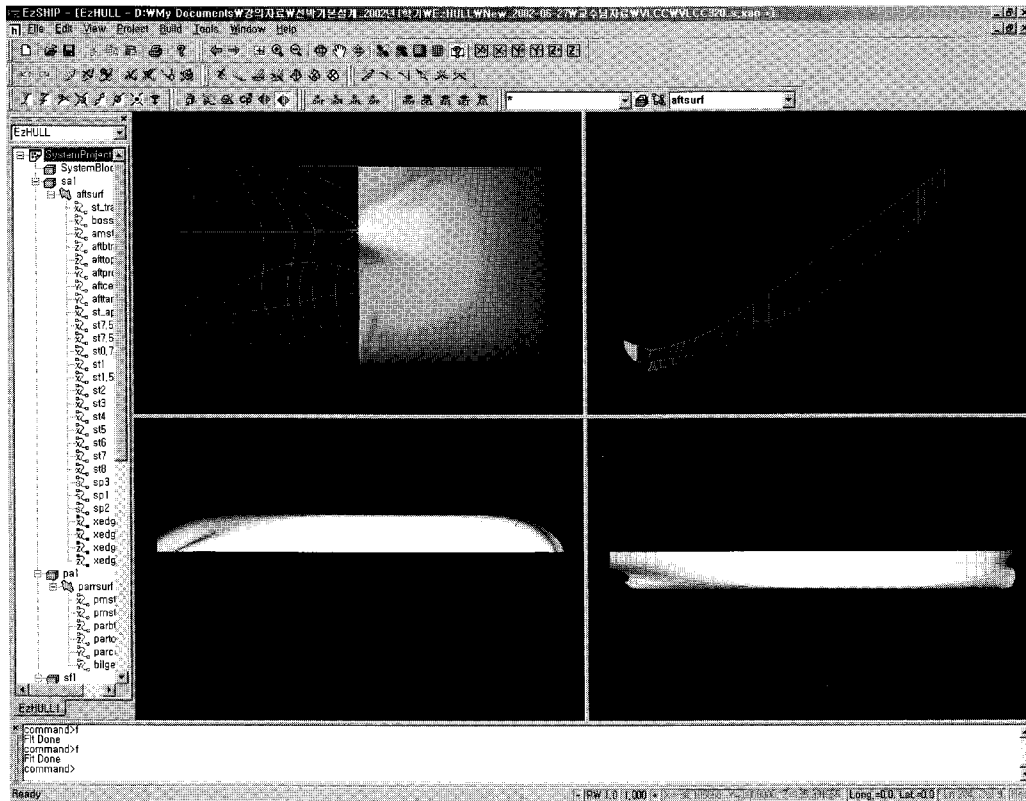


그림 5 EzHULL을 이용한 대형 유조선의 선형 설계 예

다수의 구획으로 나누고("구획 모델링"), 각 구획의 용적과 요구 사항, 규정 만족 여부 등을 확인하는 것("선박 계산")이다. 선박 기본 계획 시스템 "EzCOMPART"는 크게 구획 모델링 기능과 선박 계산 기능을 가지며 이들의 개념 및 특징을 간략히 소개하면 다음과 같다.

2.1 비다양체 모델(non-manifold model)을 이용한 직관적인 구획 모델링

선형 내부의 공간을 다수의 구획으로 나누는 작업은 복잡한 기하학적인 형상을 정의해 나가는 과정인데, 현재 일부 조선소에서 사용하고 있는 기존의 구획 모델링 시스템은 선박 내부의 형상을 가시화하는 기능이 빈약하여, 작업 형상을 주로 텍스트 파일 형식으로만 확인할 수 있어 사용자의 실수와 정확한 모델링이 이루어졌는지를 파악하기 어려웠다. 또한 기존 시스템들은 정의하고자 하는 수십 개의 구획을 개별로 정의해야 하므로 많은 시간을 필요로 하고, 두 개의 인접한 구획을 정의하기 위해서는 동일한 분할면을 중복 정의해야 하는 등 불편함을 가지고 있어 직관적인 분할면 중심의 설계가 이루어지기 어려웠다. 반면, 본 시스템은 선박 구획 모델을 표현하는데 적합한 비다양체 모델을 도입함으로써 이러한 한계점들을 해결하고자 하였다.

Region-Oriented Definition

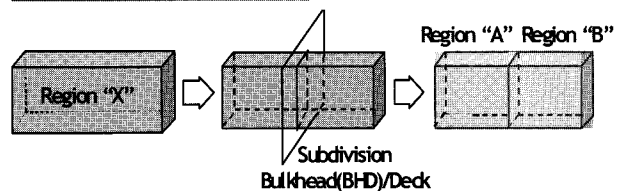


그림 6 비다양체 모델을 이용한 신개념의 구획 모델링

본 시스템은 그림 6과 같이 격벽(transverse bulkhead)이 공간(zone)을 나누는 실제 설계 시의 개념을 그대로 적용하여 직관적인 구획 모델링 기능을 제공한다. 격벽의 위치만 지정하면 격벽은 교차 계산(intersection calculation)을 통해 자동 생성되어 격벽의 중복 정의가 불필요하다.

본 시스템에서 이와 같은 구획 모델링을 가능하게 하는 것을 place 연산이라 한다. 이 연산은 어느 한 구획을 두 부분 이상으로 나누는 것으로, 이것은 격벽이 선박의 구획을 나누는 것과 같은 의미를 가진다. 분할면(격벽)은 형상의 제약이 없으며, 단순한 평면에서부터 다각형을 skinning한 다각면, 직육면체 등 기본적인 도형을 불리언(Boolean) 연산을 이용하여 만든 복잡한 도형까지도 분할면으로 사용할 수 있다. 그림 7은 이 연산을 이용하여 복잡한 선박 구획을 모델링하는 과정을 나타낸다.

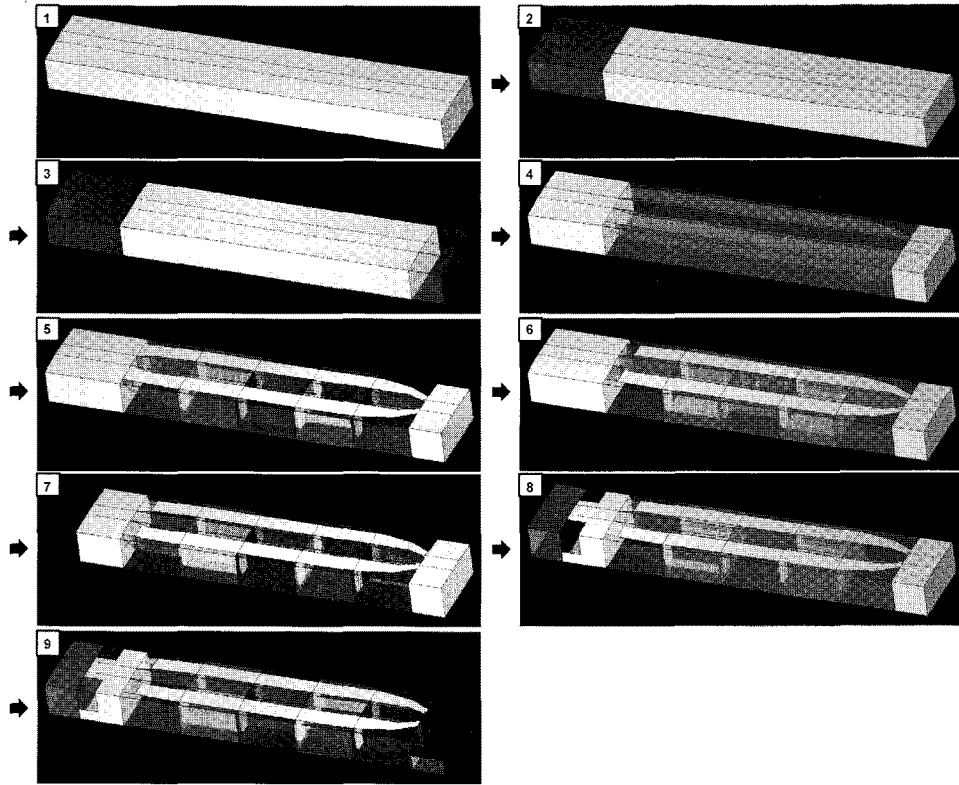


그림 7 대형 원유 운반선에 대한 구획 모델링 예

2.2 다면체 모델(polyhedron model)을 이용한 신속한 선박 계산

선박 계산은 구획 모델링이 완료된 후, 화물 용적과 국제 규약 등에 제시되어 있는 복원 성능(stability) 기준을 만족하도록 구획 모델링이 되었는가를 검증하기 위해 다양한 계산을 수행하는 것이다. 선주의 화물 용적에 대한 요구 사항을 검증하기 위해서는 구획 모델링 작업을 통해 완성된 모든 선박 구획의 용적(volumn)이 계산되어야 하며, 국제 규약 등에서

요구하는 복원 성능에 대한 기준의 만족 여부를 검토하기 위해서는 여러 적재 상태에 대한 비손상시의 복원 성능(intact stability), 손상시의 복원 성능(damage stability)을 계산하고 국제 규약 등에서 제시하는 기준을 만족하는지 검증할 수 있어야 한다.

본 시스템에서는 선박의 곡면 부위를 근사적인 평면으로 구성된 비다양체 모델(다면체, 그림 8 참조)을 이용하여 다면체 적분 방법으로 용적, 무게 중심 등을 계산한다. 이러한 계산 방법은 기존 방식이 2차원 구획 단면 정보로부터 원하는 위치에서의 값을 구하기 위해, 원하는 위치의 전과

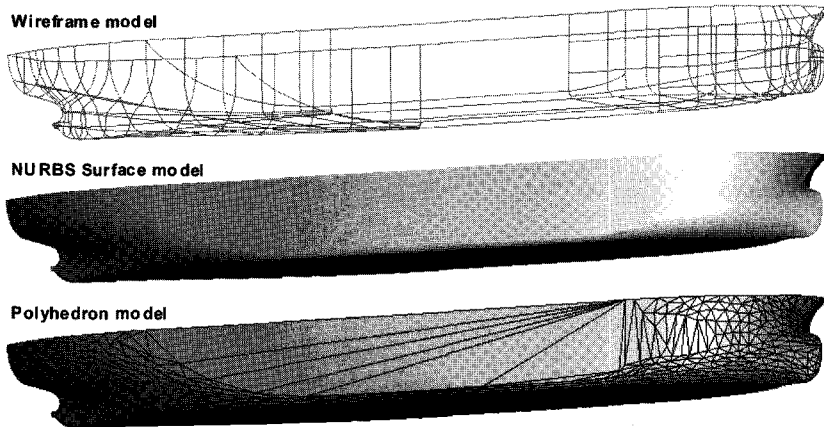


그림 8 대형 원유 운반선의 다면체 모델의 예

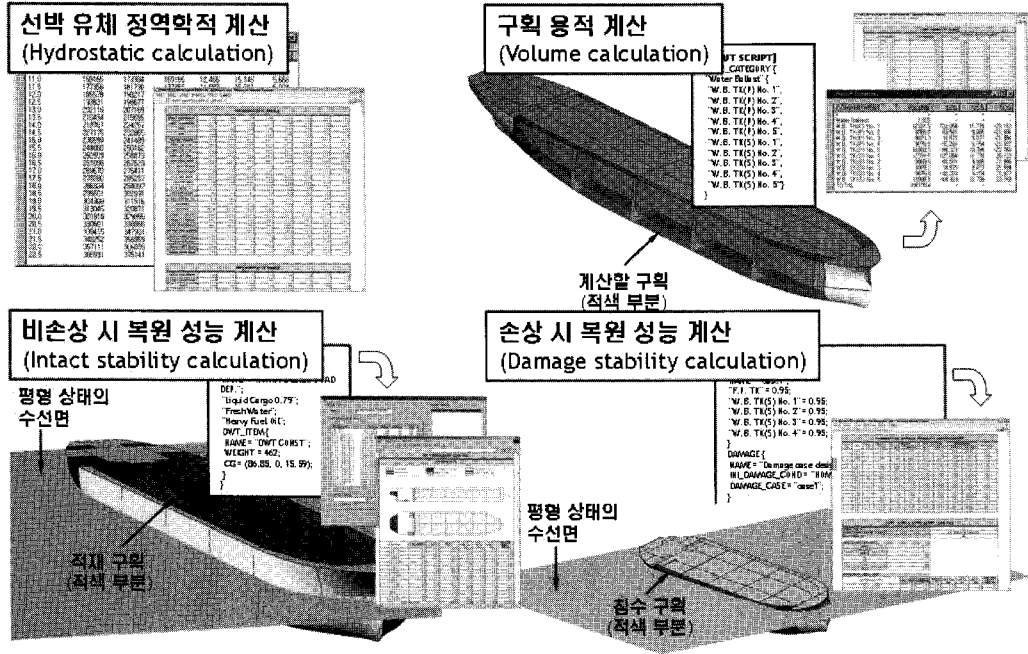


그림 9 대형 원유 운반선에 대한 선박 계산의 예

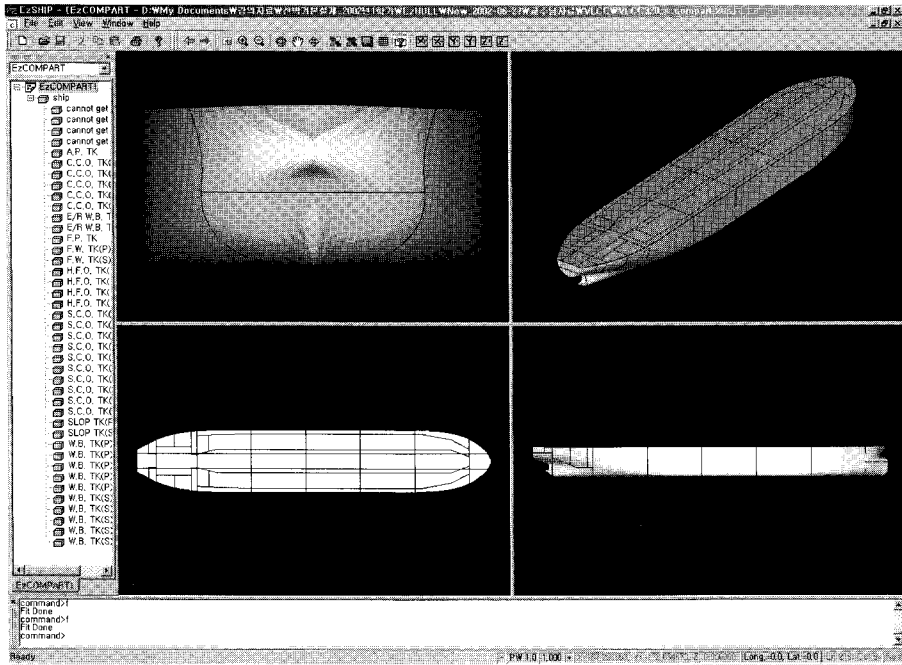


그림 10 EzCOMPART를 이용한 대형 유조선의 선박 기본 계획 예

후의 값을 보간(interpolation)하여 계산하는 것과 비교해 계산 결과의 신뢰도가 높다. 예컨대, 종경사와 횡경사가 함께 작용하여 기울어져 있는 경우와 같이 선박의 자세를 실제 3차원 형태로 계산을 해야 하는 경우에는 기존 방법으로는 허용 오차의 한계를 넘어서는 오차를 유발할 가능성이 있다. 또한 다면체로 변환하지 않고 곡면을 직접 적분하여 얻은 계산은 보다 정확한 결과를 얻을 수는 있지만, 설계자가

원하는 정도의 계산 정확도를 다면체 계산으로도 충분히 충족시킬 수 있으며, 간단한 식으로 용적과 무게 중심을 구할 수 있는 다면체에 비해, 곡면의 적분 계산은 실제 구현에 있어 복잡하고, 수많은 곡면 간 교차 계산이 필요하다는 단점이 있다. 그림 9는 선박 계산의 다양한 예를 나타낸다.

본 시스템을 이용하여 대형 유조선에 적용한 예만을 간략히 소개하면 그림 10과 같다.

3. 선박 구조 설계 시스템 “EzSTRUCT”

선박의 경우 자기 무게의 수배에 이르는 화물을 싣고 해상을 운항하게 된다. 예컨대 320,000톤의 원유를 운반할 수 있는 대형 원유 운반선(VLCC; Very Large Crude oil Carrier)의 경우, 자체 중량이 약 45,000톤 정도이니 자기 무게의 약 7배에 해당하는 화물을 싣고 다니는 것이다. 이처럼 자기 무게보다 훨씬 무거운 짐을 싣고 운항하기 위해서 선박은 구조적으로 튼튼해야 하며, 이를 위해 내부에 수십만 개의 구조 부재를 가지고 있다. 이러한 구조 부재를 설계하는 작업을 선박 구조 설계라고 한다. EzSHIP 내에서 선박 구조 설계를 위한 시스템을 EzSTRUCT라고 하며 이 시스템의 간략한 기능을 소개하면 다음과 같다.

3.1 초기/상세 구조 설계 단계의 지원

선박 구조 설계의 초기 단계에서는 제품의 치수 및 형상 등을 개략적으로 정의하고, 설계가 진행됨에 따라 상세 단계에서의 검증 작업을 통해 이를 구체화하게 된다. 본 시스템을 이용하여 설계자는, 초기 단계에서는 큰 부재 단위의 개략 모델링을, 상세 단계에서는 작은 부재 단위의 추가 상세 모델링을 수행할 수 있다(그림 11 참조).

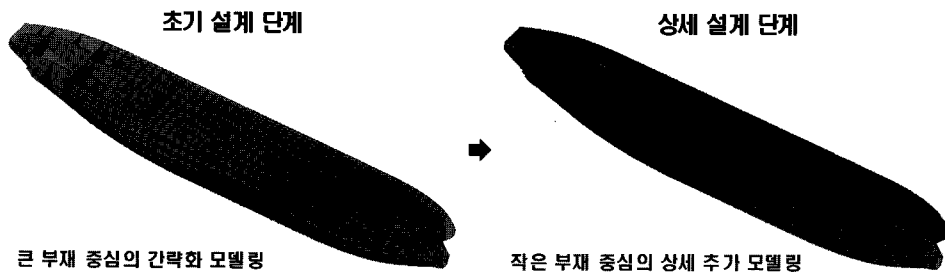


그림 11 초기/상세 설계 단계를 지원하는 모델링 개념

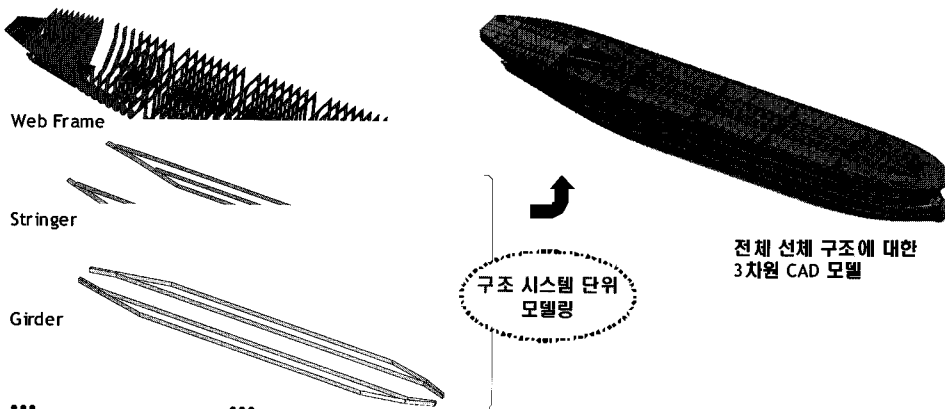


그림 12 구조 시스템 단위의 모델링 개념

3.2 구조 시스템(structure system) 단위의 모델링

기존의 조선 전용 CAD 시스템이 생산을 위한 블록 단위의 모델링 작업을 지원하는 것과는 달리 본 시스템은 웹 프레임(web frame), 거더(girder), 스트링거(stringer) 등과 같은 구조 시스템 단위의 모델링 작업을 지원함으로써 초기 단계에서 전체 선박 구조에 대한 3차원 CAD 모델의 조기 생성이 가능하며, 향후 시스템 확장을 통해 전체 선박 구조에 대한 3차원 CAD 모델을 다수의 블록으로 분할한 후 블록별 생산 모델링 작업도 가능하다. 그림 12는 본 시스템의 특징인 구조 시스템 단위의 모델링 작업의 예를 나타내고 있다.

3.3 참조(reference) 기반의 선박 구조 부재 정의

본 시스템은 설계자가 모델링을 수행하는 도구로서 스크립트 파일 기반의 사용자 인터페이스를 이용한다. 본 시스템에서 이용되는 선박 구조 모델링용 스크립트 파일은 범용 스크립트 언어인 Python을 기반으로 하며, 따라서 시스템에 맞추어진 고정된 형식만을 입력받을 수 있는 일반적인 시스템 의존의 스크립트 입력 방식에서 벗어나, 다양한 함수 정의 기능, 함수 이름 재명명(alias) 기능 등 설계자가 자유자재로 스크립트를 확장하여 사용할 수 있게 되었다. 이러한

기능을 이용할 경우 선박 구조에서 반복적으로 모델링 되어야 하는 웹 프레임, 보강재 등의 생성 스크립트를 함수화하여 파라메트릭한 설계가 가능하다. 본 시스템에서 새로운 부재를 생성하는 방법은 기존에 생성된 부재들을 참조하여, (1) 부재의 경계 형상을 직접적으로 정의하는 방법과 (2) 특정 부분을 삭제함으로써 부재의 경계 형상을 간접적으로 정의하는 방법, 그리고 (3) 다른 부재로 둘러싸인 면으로부터 부재의 경계 형상을 정의하는 방법이 있다.

3.4 다중 해상도(multiresolution) 개념의 선박 구조 모델 생성

본 시스템은 상세 모델링이 진행된 상태(hole, flange, slot 등을 포함한 모델)에서도 초기 모델 수준의 간략화 된 모델(panel, stiffener 등 가장 기본적인 구조 부재만을 포함한 모델)을 임의의 시점에 생성할 수 있다. 이러한 기능은 상세화 모델로부터 flange, slot 등과 같이 크기가 비교적 작은 상세 부재를 제외한 큰 부재만(panel 등)으로 전선 해석 모델을 생성할 때 효과적으로 활용될 수 있다. 그림 13은 본 시스템의 다중 해상도 개념을 이용한 선박 구조 모델 생성 예를 나타내고 있다

본 시스템을 이용하여 대형 유조선에 적용한 예만을 간략히 소개하면 그림 14와 같다.

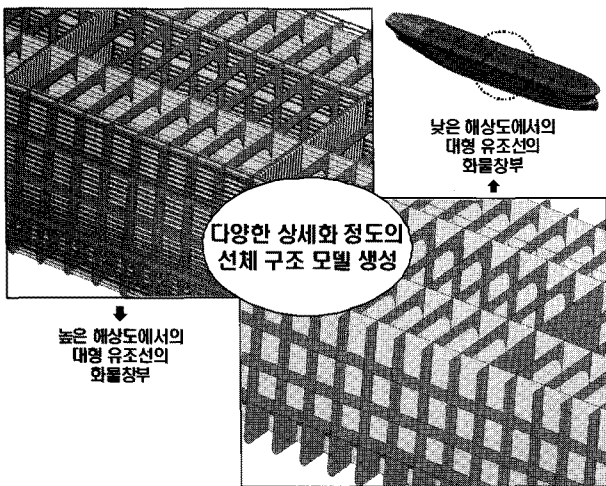


그림 13 다중 해상도 개념을 이용한 선박 구조 모델의 생성 예



그림 14 EzSTRUCT를 이용한 대형 유조선의 선박 구조 설계 예

4. 맺음말

이상과 같이 국내 독자 기술로 개발된 선박 초기 설계 시스템에 대해 간략히 살펴보았다. 물론 현재 많은 조선소에서 사용되고 있는 국외 조선 CAD 시스템에 비해 역사가 짧아 인지도 부족, 신뢰성 검증 등 넘어야 할 문제가 많이 있지만 그간 침체되어 있던 국내 조선 CAD 개발 시장을 자극하기에는 충분하리라 생각된다. 현재 선형 설계 시스템인 EzHULL의 경우 시장 점유율이 점차 증가하고 있다는 점은 본 시스템의 발전 가능성을 보여주는 것이라 하겠다. 다만, 기본 기능이 완벽하지 않은 상태에서 기존 시스템이 자리를 잡고 있는 부분(예, 상세/생산 설계 단계)에 도입을 계속 시도하기 보다는 기존 시스템이 완벽히 자리를 잡지 못한 부분(예, 초기 설계 단계)에의 도입을 계속 시도하는 것이 현명하리라 하겠다. 이를 위해, 기존 시스템의 기능 중 본 시스템이 가지고 있지 않은 기능이 있다면 신속하게 개발하여 따라가야 할 것이며, 기존 시스템이 가지고 있지 않고 현업에서 시급히 요구하고 있는 기능이 있다면 역시 신속하게 개발하여 경쟁력을 높여야 할 것이다. 시스템의 기능 개선과 현업으로부터의 새로운 기능 요구에 대한 신속한 대처가 외국 시스템에 비해 우리 시스템이 가질 수 있는 장점 중의 하나이기 때문이다. 앞으로 본 시스템과 같은 한국형 시스템의 개발 시도가 계속 이루어져 세계 최고의 조선 해양 기술을 뒷받침할 수 있는 세계 최고의 조선 CAD 시스템이 우리나라에서 개발되기를 희망해 본다.

[담당 : 노명일, 편집위원]