

선체 블록의 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션에 관한 연구

노명일*, 이규열**

A Study on the Generation of the Production Material Information of a Building Block and the Simulation of the Block Erection

Roh, M.-I.* and Lee, K.-Y.**

ABSTRACT

At the initial design stage, the generation process of the production material information of a building block and the simulation process of the block erection, which are required to perform the production planning and scheduling, have been manually performed by using 2D drawings, data of parent ships, and design experiences. To make these processes automatic, the accurate generation method of the production material information and the convenient simulation method of the block erection using the 3D CAD model, which was generated from the initial hull structural design system early developed by us, were proposed in this study. For this, a 3D CAD model for a whole hull structure was generated first, and the block division method for dividing the 3D CAD model into several building blocks was proposed. The generation method of the production material information for calculating the weight, center of gravity, painting area, joint length, etc. of a building block was proposed as well. Moreover, the simulation method of the block erection was proposed. Finally, to evaluate the efficiency of the proposed methods for the generation of the production material information and the simulation of the block erection, these methods were applied to corresponding processes of a deadweight 300,000 ton VLCC (Very Large Crude oil Carrier). As a result, it was shown that the production material information of a building block can be accurately generated and the block erection can be conveniently simulated in the initial design stage.

Key words : Production material information, Block erection, Initial design stage, Production planning and scheduling, Initial hull structural design system, Simulation

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

선박은 자동차, 항공기 등과 같이 생산 업체가 주도하는 다품종 대량 생산 방식("제품의 사양 등을 생산 업체가 내부적으로 결정")으로 만들어지는 것이 아니라 선주가 주도하는 다품종 소량 생산 방식("일괄 수주 생산 방식 - 제품의 사양 등을 제품의 구매자인 선주가 결정")으로 만들어진다. 따라서 자동차, 항공기

등은 하나의 제품을 잘 설계해 두면 동일한 제품을 동일한 생산 라인을 이용해 계속적으로 만들어 낼 수 있지만, 선박은 동일한 제품이라도 선주의 요구가 각각 다르고, 조선소의 작업 공간 즉, 도크(dock) 및 작업 일정에 따라 생산(조선에서는 건조라고 함) 방법이 모두 달라진다.

한편, 선박과 같은 거대 구조물(재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 경우, 길이는 320m, 폭은 60m, 깊이는 30m 정도임)은 자동차와 같이 한 번에 제작할 수 없다. 따라서 나수의 조립 블록(building block, 선체 블록 또는 간단히 블록이라고도 말하며 선박 건조를 위한 요소 단위라고 생각할 수 있음)들로 먼저 분할하여 각각 조립하고(재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 경우 약 200개의 블록들로 분할됨), 이 블록들

*교신저자, 학생회원, 서울대학교 조선해양공학과
**공신회원, 서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소

- 논문투고일: 2005. 07. 22

- 심사완료일: 2005. 11. 14

을 다시 여러개씩 합쳐 보다 큰 탑재 블록(erection block)들을 만들게 된다(재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 경우 약 90개의 탑재 블록들로 구성됨). 그 후 도크 내에서 이 탑재 블록들을 다시 일정한 순서로 탑재(erection, 탑재 블록들을 도크 내에서 크레인을 이용, 서로 조립 또는 용접하는 것)하여 하나의 선박을 완성하게 된다. 즉, 선박의 건조 과정은 마치 레고 블록을 조립하여 하나의 큰 제품을 만드는 것이라고 볼 수 있다. 이때, 선박의 효율적인 건조를 위해서는 각 선박을 어떻게 다수의 블록 및 탑재 블록들로 나누어 (“공정 계획”) 어떤 일정으로 도크 내에서 탑재할지 (“일정 계획”)를 결정해야 하며 이러한 작업은 조선소의 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 이루어진다.

앞서 언급하였듯이 조선소의 초기 공정 및 일정 계획 단계에서는 선박 건조를 위한 작업 방법, 작업 일시, 소요 자원의 양 등을 조선소의 제한된 조건에 맞게 결정하게 되는데, 이러한 작업을 수행하기 위해서 선박의 물량 정보가 필요하다. 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 필요로 하는 물량 정보로는 중량, 무게 중심, 도장 면적, 용접 물량 계산에 사용되는 접합 길이(joint length, 쿼부 길이라고도 함) 등이 있으며, 이러한 정보들은 임의의 작업 시점(조립 시점, 탑재 시점 등)에서 선체 블록별(조립 블록별, 탑재 블록별 등)로 제공되어야 한다. 각 조선소의 가장 중요한 재원은 도크와 블록을 탑재하기 위한 크레인이라 할 수 있다. 일반적으로 하나의 도크 내에는 동시에 여러 선박이 함께 건조되기 때문에 하나의 선박을 건조할 때 너무 많은 수의 블록으로 분할·조립 후 만들어진 탑재 블록들을 도크 내에서 탑재하게 되면 그만큼 해당 선박의 도크 점유율은 증가하게 되어 조선소의 생산성에 막대한 영향을 끼친다. 따라서 조선소에서는 블록을 탑재하는 크레인의 최대 용량을 고려하여 해당 선박을 최소한의 수의 블록들로 분할하게 된다. 이때 가장 중요한 것이 해당 블록의 비교적 정확한 중량과 블록 탑재시 크레인과의 연결을 위해 필요한 블록의 무게 중심 위치의 계산이다. 그리고 블록의 도장 면적은 블록의 도장 공정시 요구되는 도료의 양과 공수(man-hour)를 계산하는데 필요한 정보이다. 또한, 블록간 접합 길이는 해당 블록을 도크 내에서 탑재할 때 요구되는 공수를 계산하기 위해 필요하며, 블록 내부의 접합 길이는 해당 블록을 조립 공장에서 조립하기 위해 요구되는 공수를 계산하기 위해 필요하다.

공정 및 일정 계획을 위해 필요로 하는 이와 같은 블록의 중량, 무게 중심, 도장 면적, 쿼부 길이 등을 초기에 정확히 계산해내기란 그리 쉬운 일이 아니나.

현재 조선소에서는 초기 설계 단계의 2차원 도면(선도(lines), 일반 배치도(general arrangement), 중앙 횡단면도(midship section drawing), 강재 구조도(construction profile) 등)으로부터 블록 분할에 필요한 격벽(bulkhead)의 위치, 갑판(deck)의 수, 프레임(frame; 선체 구조 부재가 설치되는 기준 위치)의 간격, 보강재의 간격, 의장품의 위치 등의 정보를 얻어내고 각 조립 공장의 용량을 고려한 후, 설계선(design ship)과 가장 비슷한 기존 실적선(parent ship)의 자료 등을 이용하여 블록 분할선(block butt seam)을 정의한다(Fig. 1 참조). 그 후, 자(ruler), 계산기 등을 이용하여 블록 분할선 내에 들어오는 부재들로부터 초기 공정 및 일정 계획을 위한 블록별 물량 정보를 개략적으로 추정한다. 따라서 이러한 과정은 2차원 도면과 과거의 실적선 자료 및 설계자의 경험을 이용하여 수 계산으로 이루어지므로, 계산된 물량 정보의 정확성에 대한 신뢰도가 낮다. 하지만 이러한 과정 역시 기존 실적선이 존재하는 설계선의 경우에는 가능하다 그렇지 않은 신조선(new built ship)의 경우에는 어려운 점이 있다.

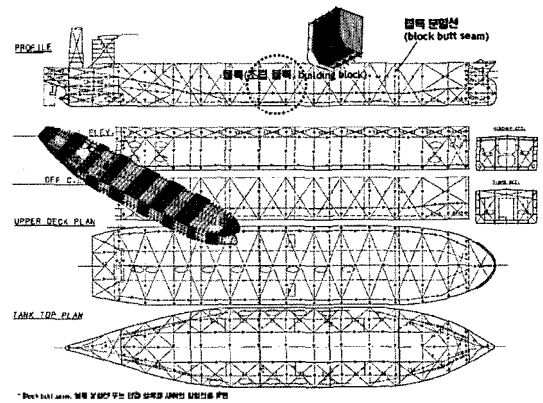


Fig. 1. 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 블록 분할도.

그런데 초기 설계 단계에서 선체 구조에 대한 3차원 CAD 모델 즉, 초기 선체 구조 모델을 확보할 수 있고, 이 초기 선체 구조 모델을 다수의 블록으로 분할할 수 있다면 각 블록을 구성하는 선체 구조 부재들로부터 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 필요로 하는 블록별 물량 정보를 정확하게 계산할 수 있다. 나아가서 해당 선박을 다양한 방법으로 다수의 블록들로 분할하고 도크 내에서 가상적으로 탑재해 볼 수 있다면 이는 최적의 공정 및 일정 계획을 수립하는데 도움이 될 것이다.

1.2 관련 연구 현황

현재 국내 조선소들이 보다 정도 높은 초기 공정 및 일정 계획의 수립 등과 같은 여러 가지의 목표 달성을 위해 초기 설계 단계부터 3차원 CAD 모델링을 수행하고 이로부터 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보 등과 같은 다양한 결과를 산출해 내려고 계획하고 있으나, 설계 개념이 구체화되지 않아 설계 변경이 빈번히 발생하는 초기 설계 단계를 효과적으로 지원할 수 있는 선체 모델링 시스템을 확보하고 있지 못하는 실정이다.

대부분의 조선소들이 현재 이용하고 있는 TRIBON⁽¹⁾이라는 조선 전용 CAD 시스템의 경우, 수십 년 전에 처음 개발된 후 그 동안 많은 조선 설계 경험이 시스템 내에 반영이 되어, 블록 분할이 이미 확정된 생산 설계 단계에서 블록 단위의 생산 모델링(선체와 외장 포함)을 수행하고 생산 도면을 산출해 내는 검증된 시스템으로 자리 매김하고 있으나, 초기 설계 단계에서 선체 구조 시스템 단위의 모델링 기능 부족, 선체 구조 부재의 생성을 위한 과도한 입력 정보 필요 등 초기 설계 단계에서의 적용에는 어려운 점이 있다. 특히, 현재 조선소에서는 초기 설계 단계에서 이미 확정된 블록 분할안을 기반으로 생산 설계 단계에 와서는 블록 단위의 CAD 모델링을 수행하고 있다. 따라서 이 시스템으로는 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 정확한 물량 정보 생성을 위해 필요한 CAD 모델을 적기에 확보하기가 어렵다.

최근 범용 CAD 시스템을 기반으로 조선 전용화를 통해 개발된 IntelliShip⁽²⁾의 경우, 최초의 목표는 초기 설계 단계부터 선체 구조 전체에 대한 3차원 CAD 모델을 생성하여 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보 등 다양한 결과를 적기에 추출하여 이용하고자 했으나, 범용 CAD 시스템의 조선 전용화로 인한 시스템의 비대화 등의 문제점으로 인해, 생성되는 3차원 CAD 모델의 크기가 상대적으로 크고 시스템의 운용에 있어서도 수행 속도가 느리다는 단점이 관련 전문가에 의해 보고되고 있다. 따라서 현재는 초기 설계 단계에서 적용되지 못하고 상세 설계 단계에서 선체 구조 시스템 단위의 CAD 모델링(선체와 외장 포함)을 위해 활용되고 있다. 따라서 이 시스템 역시 TRIBON 시스템과 마찬가지로 CAD 모델을 확보할 수 있는 시점이 초기 설계 단계 이후이므로 CAD 모델로부터 초기 공정 및 일정 계획을 위한 물량 정보를 산출해 내기가 어렵다.

이상과 같이 현재로서는 초기 설계 단계에서 선체 구조 전체에 대한 신속한 선체 모델링을 수행한 후,

초기 공정 및 일정 계획 단계에서 요구하는 다양한 물량 정보를 산출해 줄 수 있는 효과적인 선체 모델링 시스템이 존재하고 있지 않아, 이러한 문제점은 보다 정도 높은 초기 공정 및 일정 계획 수립을 목표로 하고 있는 조선소에서 하나의 걸림돌로 작용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 본 저자들에 의해 개발된 초기 선체 구조 설계 시스템을 이용하여 초기 설계 단계에서 선체 구조에 대한 3차원 CAD 모델 즉, 초기 선체 구조 모델(선체만을 포함)을 효과적으로 생성한 후, 이를 이용하여 초기 공정 및 일정 계획을 위한 블록의 물량 정보를 정확하게 생성하고, 나아가서 블록 탑재 과정을 시뮬레이션 하는 연구를 수행하였다. 즉, 본 연구에서는 초기 선체 구조 모델을 생성할 수 있었던, 본 저자들에 의해 개발된 초기 선체 구조 설계 시스템을 확장하여 초기 공정 및 일정 계획을 위한 블록의 물량 정보 생성 기능 및 블록 탑재 시뮬레이션 기능을 추가하였다.

2. 초기 선체 구조 모델의 생성

2.1 초기 설계 단계에서의 선체 모델링의 단위

선박의 초기 설계 단계에서는 생산 정보의 제공이 목적인 생산 설계 단계와는 달리 구조 강도, 건적 물량 산출 및 각종 규정(rule and regulation) 등의 요구 사항을 만족하도록 선체 구조 부재의 배치, 개략적 형상의 정의 및 치수의 결정 등 기능(function)을 중심으로 한 제품 정의 과정이 필요하며, 이에 부합되는 초기 설계 단계에서의 모델링 단위가 바로 선체 구조 시스템(structure system)이다. 초기 선체 구조에서 외판 시스템(shell system), 갑판 시스템(deck system), 거더 시스템(girder system), 스트링거 시스템(stringer system), 격벽 시스템(bulkhead system), 웹 프레임

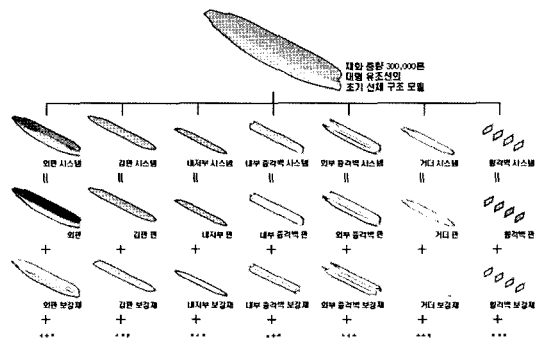


Fig. 2. 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 초기 선체 구조를 구성하는 선체 구조 시스템들의 예.

시스템(web frame system) 등이 바로 선체 구조 시스템의 예라고 할 수 있다. Fig. 2는 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 초기 선체 구조를 구성하는 선체 구조 시스템들의 예를 나타내고 있다.

그리고 하나의 선체 구조 시스템은 판(panel), 보강재(stiffener), 브라켓(bracket)과 같은 다수의 기본 부재(base hull structural part 또는 primary hull structural part)로 구성되며, 기본 부재는 접합선(seam, 접합 방법에 따라 butt seam과 fillet seam이 존재), 홀(hole), 슬롯 홀(slot hole), 플렌지(flange) 등과 같은 요소 부재(elementary hull structural part 또는 secondary hull structural part)를 포함할 수 있다. 즉, 요소 부재들을 포함하고 있는 다수의 기본 부재들이 모여 하나의 선체 구조 시스템을 구성하며, 다수의 선체 구조 시스템들이 모여 초기 선체 구조를 구성하게 된다. Fig. 3은 외판 시스템 및 외판 시스템을 구성하는 기본 부재들, 그리고 기본 부재에 포함되는 요소 부재들의 예.

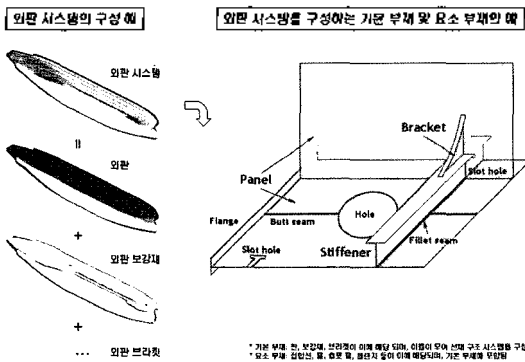


Fig. 3. 외판 시스템 및 외판 시스템을 구성하는 기본 부재들, 그리고 기본 부재에 포함되는 요소 부재들의 예.

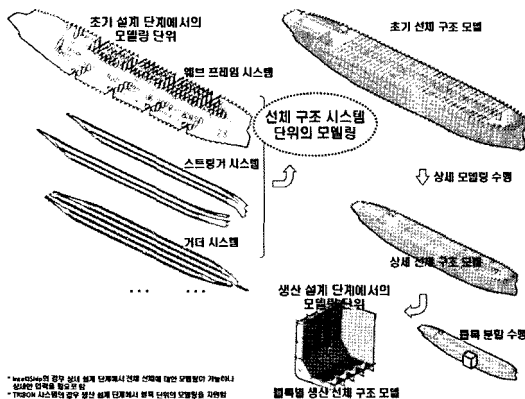


Fig. 4. 초기/상세/생산 설계 단계에서의 선체 모델링 방법 및 각 단계에서의 모델링 단위.

재에 포함되는 요소 부재들(접합선, 홀, 슬롯 홀, 플렌지)의 예를 나타낸다.

초기 설계 단계에서는 앞서 설명한 선체 구조 시스템과 같이 비교적 큰 부재를 중심으로 개략적인 선체 모델링을 수행하고, 상세 설계 단계에서는 보다 상세한 부재들의 모델링을 통해 이를 구체화하며, 생산 설계 단계에서는 확정된 블록 분할안을 기반으로 블록별 생산 모델을 생성하게 된다. 실제로 IntelliShip 시스템이 상세 설계 단계에서 선체 구조 전체에 대한 상세 모델을 생성하는데 활용되고 있고, TRIBON 시스템은 생산 설계 단계에서 블록에 대한 생산 모델을 생성하는데 활용되고 있다. 반면, 본 저자들에 의해 개발된 초기 선체 구조 설계 시스템은 초기 설계 단계에서 선체 구조의 전체에 대한 신속한 선체 모델링을 수행하여 초기 선체 구조 모델을 생성하고, 최종적으로는 상세 설계 단계 및 생산 설계 단계에서도 적용이 가능한 것을 목표로 하고 있다. Fig. 4는 초기/상세/생산 설계 단계에서의 선체 모델링 방법 및 각 단계에서의 모델링 단위를 나타낸 것이다.

2.2 구조 부재간의 연관성의 표현 방법

여기서는 초기 선체 구조 모델에서 중요한 구조 부재간의 연관성에 대해 살펴보기로 한다. 구조 부재간의 연관성이란 서로 인접하고 있는 구조 부재들간의 연결 정보를 나타낸다. 즉, 하나의 부재가 어떤 부재와 용접되는지 즉, 연결되어 있는지의 정보를 나타낸다고 볼 수 있다. 이러한 구조 부재간의 연관성 정보는 부재간의 접합선(seam)에 의해 표현될 수 있으며, 이는 선박 설계에서 다양한 용도로 이용될 수 있다. Fig. 5는 용접 물량을 계산할 때 구조 부재간 연관성이 이용되는 예를 나타내고 있다.

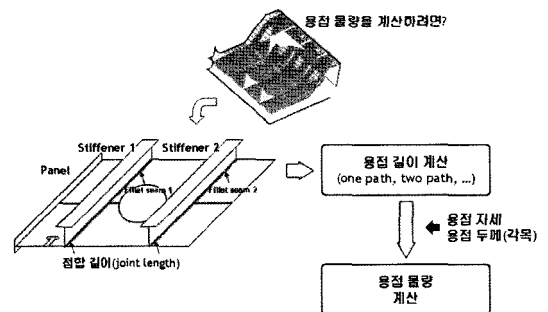


Fig. 5. 구조 부재간 연관성을 이용한 용접 물량의 계산 방법.

Fig. 5에서와 같이 선체를 구성하는 하나의 블록에 대해 용접 물량을 계산한다고 가정하자. 블록 내부에

존재하는 간단한 판 구조물에 대해 설명을 하면, 그림과 같이 하나의 판("Panel") 위에 두 개의 보강재("Stiffener 1", "Stiffener 2")가 설치되는 경우, "Panel"과 "Stiffener 1", "Panel"과 "Stiffener 2" 사이에는 각각 이들에 대한 연관성을 나타내는 "Fillet seam 1"과 "Fillet seam 2"라는 집합 정보가 생성된다. 예컨대, "Fillet seam 1"은 "Panel"과 "Stiffener 1"이 연결되어 접합된다는 정보가, "Fillet seam 2"는 "Panel"과 "Stiffener 2"가 연결되어 접합된다는 정보가 생성된다. 이때, 부재들간의 접합선에 해당되는 "Fillet seam 1", "Fillet seam 2"의 길이를 해당 부재들간의 집합 길이라고 한다. 이러한 접합선에 대해 용접을 어떻게 할 것인지(one path, two path 등)에 따라 용접 길이를 계산할 수 있다. 예컨대, 접합선을 one path 방법으로 용접한다고 가정할 경우 용접 길이는 집합 길이와 같으며, 접합선을 two path 방법으로 용접한다고 가정할 경우 용접 길이는 접합 길이의 두 배가 된다. 이와 같이 용접 방법에 의해 용접 길이를 계산한 후 용접 자세, 용접 두께(각목), 단위 길이당 용접 시간[man-hour/m] 등의 정보를 이용하여 해당 블록을 용접하는 데 소요되는 용접 물량을 계산할 수 있다. 이와 같이 용접 물량을 계산하는데 필요한 것이 집합 길이가 되며, 이러한 집합 길이는 접합선 즉, 구조 부재간의 연관성 정보로부터 생성된다.

구조 부재간의 연관성은 선체 구조 모델을 생성하거나, 모델로부터 물량 정보를 생성할 때, 또는 구조 해석 모델(structural analysis model)을 생성할 때 필요한 것이기에, 모든 조선 전용 CAD 시스템은 구조 부재간의 연관성을 표현하기 위한 나름대로의 방법을 가지고 있다. Fig. 6은 TRIBON 시스템 및 기존 연구¹⁴⁾, IntelliShip 시스템, 본 연구에서 구조 부재간의

연관성을 각각 어떻게 표현하고 있는지를 나타낸 것이다.

TRIBON 시스템 및 기존 연구에서는 판에 설치된 보강재의 리스트를 판의 속성으로 가지고 있으며, 판과 보강재 사이의 접합 길이가 필요할 때마다 판과 보강재간의 교차 계산(intersection calculation)을 통해 구하게 된다. TRIBON 시스템에서 이러한 구조 부재간 연관성의 표현 방법은 블록 분할이 이미 확정된 생산 설계 단계에서 선체와 외장이 포함된 블록별 생산 모델을 생성하고, 이로부터 선막 건조에 필요한 생산 도면을 추출해 내는 데에는 적합한 방법이며, 기존 연구들도 역시 선체 모델링에 연구 초점을 둔 것이기에 이러한 구조 부재간 연관성의 표현 방법으로도 선체 모델링을 수행하기에는 충분했을 것이라 생각된다.

IntelliShip 시스템에서는 판에 설치된 보강재의 리스트와 같은 연관성 정보를 시스템 내부의 자료 구조가 아닌 독립적인 데이터베이스 내에 테이블의 형태("relation table")로 저장하고 있다. 또한, TRIBON 시스템에서와 같이 판과 보강재 사이의 접합 길이가 필요할 때마다 판과 보강재간의 교차 계산을 통해 구하게 된다. 이러한 구조 부재간의 연관성 표현 방법은 설계 변경이 빈번하지 않은 상세 설계 단계에서, 거의 확정된 설계 정보를 데이터베이스라는 한 장소에 저장해 두려는 용도로서는 적합하리라 본다.

한편, 본 연구에서는 판과 보강재간의 연관성 즉, 집합 정보를 표현하기 위해 "접합선(seam)"이라는 객체를 도입하였다. 즉, 접합선 객체는 부재간의 접합 방법에 따라 butt seam(두 판이 그 경계에서 접합됨)과 fillet seam(하나의 판의 경계가 다른 판의 위에서 접합됨)이 존재하며, 연결되는 두개의 부재와 이들 간의 접합선에 대한 형상 정보를 속성으로서 가지고 있다. 예컨대, "Fillet seam 1"의 경우, 이것이 연결하고 있는 "Panel"과 "Stiffener 1"을 속성으로 가지고 있으며, 또한 판 위에 보강재가 설치될 때 얻어지는 교차 계산 결과 즉, 접합선에 대한 형상 정보("Curve")를 또 다른 속성으로서 가지고 있다. 따라서 판과 보강재 사이의 접합 길이가 필요할 때 추가적인 교차 계산을 수행할 필요 없이 속성으로 저장되어 있는 접합선의 형상 정보로부터 그 길이를 구하여 간단히 계산할 수 있다. 즉, 본 연구에서는 "seam"이라는 객체를 도입하여 구조 부재간의 연관성을 효과적으로 표현하고자 하였다.

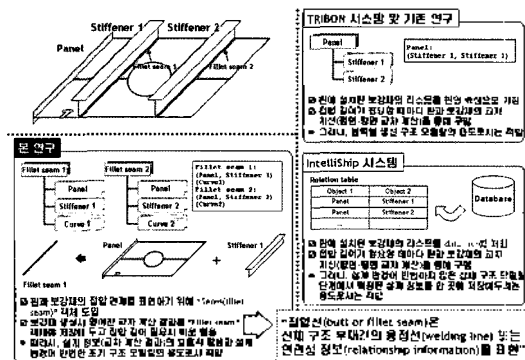


Fig. 6. TRIBON 시스템 및 기존 연구, IntelliShip 시스템 및 본 연구에서의 구조 부재간 연관성의 표현 방법.

2.3 선형 단계에서 정의된 부재의 참조에 의한 선체 모델링

설계가 확정되지 않은 초기 설계 단계에서, 선체 구

조 시스템 단위의 모델링을 신속하게 수행하기 위해서는 선행 단계에서 정의된 부재들을 참조하여 새로운 선체 구조 부재를 생성할 수 있는 방법이 필요하다. Fig. 7은 본 연구에서 대형 유조선의 초기 선체 구조에서 반복적으로 나타나는 측면 웹 프레임 판(side web frame panel)들을 선행 단계에서 정의된 부재들을 참조하여 신속하게 생성하는 예를 나타낸다.

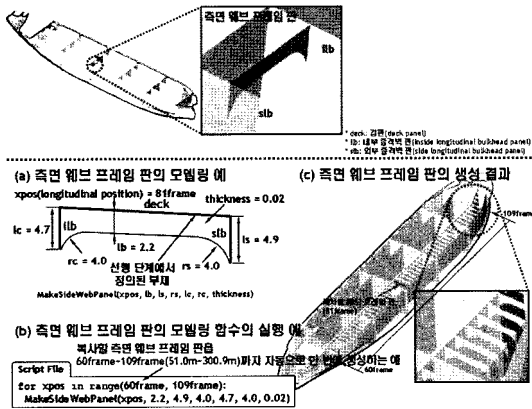


Fig. 7. 본 연구에서의 선행 단계에서 정의된 부재들을 참조하여 새로운 선체 구조 부재를 모델링 하는 방법.

Fig. 7(a)는 측면 웹 프레임 판을 모델링 하는 예를 나타내고 있다. 즉, 선행 단계에서 정의된 기존 부재인 갑판(“deck”; deck panel), 외부 종격벽 판(“slb”; side longitudinal bulkhead panel), 내부 종격벽 판(“ilb”; inside longitudinal bulkhead panel)들을 일부 참조하고, 모델링을 위한 파라미터인 측면 웹 프레임이 설치될 종방향 위치(“xpos”), 측면 웹 프레임의 형상을 나타내는 파라미터(“lb”, “ls”, “rs”, “lc”, “rc”), 측면 웹 프레임의 설계 속성을 나타내는 파라미터(“thickness”)들로서 측면 웹 프레임 판을 모델링 한 예를 나타낸다. 여기서는 이러한 측면 웹 프레임 판을 모델링 하는 기능 즉, 함수를 “MakeSideWebPanel”이라는 함수라고 가정하였다. 따라서 이 함수는 선행 단계에서 정의된 부재들(“deck”, “slb”, “ilb”)을 참조하면서 주어진 파라미터(“xpos”, “lb”, “ls”, “rs”, “lc”, “rc”, “thickness”)에 따라 해당되는 측면 웹 프레임 판을 생성한다. Fig. 7(b)는 파라미터들 중에서 측면 웹 프레임 판이 설치될 종방향 위치를 나타내는 파라미터(“xpos”)만을 변경하면서 “MakeSideWebPanel” 함수를 실행하는 예를 나타내고 있다. 즉, 그림에서 알 수 있듯이 “xpos”의 값을 60 frame(x = 51.0 m)에서 109 frame(x = 300.9 m)

까지 변화시켜 가면서 측면 웹 프레임 판을 생성하는 예이다. Fig. 7(c)는 실행한 그 결과를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이, 선체 구조는 중앙부에서 선수 또는 선미부로 갈수록 외부 종격벽 판과 내부 종격벽 판의 사이가 좁아지게 된다. 하지만, 앞서 측면 웹 프레임 판이 선행 단계에서 정의된 부재들 즉, 갑판(“deck”), 외부 종격벽 판(“slb”)과 내부 종격벽 판(“ilb”)을 참조하여 생성되도록 모델링 해 놓았으므로 선체 구조가 중앙부에서 선수 또는 선미부로 갈수록 좁아지더라도 기존 부재들의 형상을 고려하여 측면 웹 프레임 판이 한 번에 자동으로 생성된다.

이와 같이 본 연구에서는 초기 선체 구조에서 반복적으로 나타나는 부재를 선행 단계에서 정의된 부재들을 참조하여 몇 개의 파라미터를 이용해 잘 모델링을 해 두면, 파라미터의 변경을 통해 반복적으로 나타나는 부재들을 한 번에 생성할 수 있는 즉, 신속하게 초기 선체 구조를 모델링할 수 참조 기반의 모델링 기능을 가지고 있다. 그러나 기존의 TRIBON이나 IntelliShip 시스템의 경우 초기 설계 단계에서의 신속한 모델링을 위한 시스템들이 아나어서인지 위와 같은 참조 기반의 모델링 기능이 미약하다.

3. 선체 블록의 물량 정보의 생성

3.1 초기 공정 및 일정 계획 단계에서의 물량 정보의 요구 단위

앞서 언급하였듯이 초기 설계 단계에서는 선체 구조 시스템 단위의 모델링을 통해 선체 구조 전체에 대한 선체 구조 모델을 생성하게 된다. 이와 반면 초기 공정 및 일정 계획 단계에서는 블록 단위의 물량 정보를 필요로 한다. 이와 같이 초기 설계 단계에서의 모델링 단위(“선체 구조 시스템”)와 초기 공정 및 일정 계획 단계에서의 물량 정보 요구 단위(“블록”)가 서로 다르기 때문에 선체 구조 전체를 다수의 블록으로 분

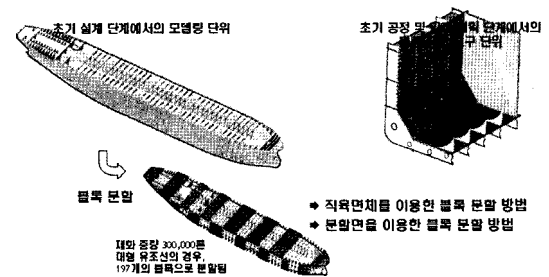


Fig. 8. 초기 공정 및 일정 계획 단계에서의 정보 요구 단위와 초기 설계 단계에서의 모델링 단위와의 차이점.

할하기 위한 블록 분할 방법이 필요하다. Fig. 8은 초기 설계 단계에서의 모델링 단위와 초기 공정 및 일정 계획 단계에서의 불량 정보 요구 단위가 서로 달라 블록 분할 방법이 필요함을 나타내고 있다.

3.2 선체 블록의 불량 정보의 생성 과정

Fig. 9는 본 연구에서 초기 선체 구조로부터 블록에 대한 불량 정보를 생성하는 전체 과정을 나타낸다.

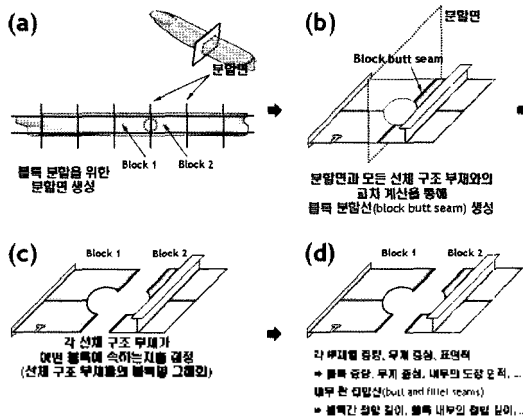


Fig. 9. 초기 선체 구조로부터 선체 블록의 불량 정보를 생성하는 과정.

그림에 나타나 있듯이 이 과정은 크게 네 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계(Fig. 9(a))에서는 초기 선체 구조를 다수의 블록들로 분할하기 위한 분할면(subdivision plane)을 생성한다. 두 번째 단계(Fig. 9(b))에서는 초기 선체 구조를 구성하는 모든 부재들과 앞 단계에서 생성한 분할면과의 교차 계산을 통해 블록 분할선을 생성한다. Fig. 9(b)는 Fig. 9(a)에 나타난 초기 선체 구조 중 판과 보강재로 이루어진 간단한 일부분을 예로 나타낸 것이다. 세 번째 단계(Fig. 9(c))에서는 블록 분할선으로 나누어진 각 선체 구조 부재가 어떤 블록에 속하는지를 결정하는, 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 과정이 수행된다. 마지막 단계(Fig. 9(d))에서는 그룹화 된 각 블록에 대해 중량, 무게 중심, 표면적, 접합 길이 등의 불량 정보를 계산한다.

한편, 블록 분할이 이미 확정된 생산 설계 단계에서 블록별 생산 모델을 생성하는 TRIBON 시스템의 경우 위에서 설명한 블록 분할 기능이 없었으며, 최근에 이를 개발했다고 발표는 했으나 자세한 내용은 아직 알려지지 않았다. 그리고 상세 설계 단계에서 선체 전체에 대한 상세 모델을 생성하는 IntelliShip 시스템의

경우 아래에서 상세히 설명하겠지만 세 번째 단계에 해당하는 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법에 비효율성이 존재한다.

블록 분할 과정의 세 번째 및 네 번째 단계에 대해 보다 상세히 설명하면 아래와 같다.

3.2.1 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 과정

본 연구에서는 구조 부재간의 연관성 정보를 최대한 이용하여 블록별로 선체 구조 부재들을 그룹화 할 수 있는 방법을 제안하였다. 2.2절에서 언급하였듯이 본 연구에서는 접합선(butt seam 또는 fillet seam)이라는 객체를 도입하였으며, 이러한 접합선의 객체 내부에 접합선이 어떠한 부재들을 연결시키고 있는지의 정보와 접합선의 형상 정보가 저장되어 있다(Fig. 6 참조). 따라서, 하나의 부재에 대해 이와 인접한 부재들을 해당 부재의 접합선으로부터 간단하게 얻어낼 수 있다. 또한, 블록 분할선(인접 블록들간의 접합선을 나타낸다고도 볼 수 있음)의 경우, 이것을 경계로 인접한 두 개의 판은 서로 다른 반대편의 블록 영역에 존재한다는 것을 알 수 있다.

이상과 같은 사항을 전제로 하여 본 연구에서 제안한, 구조 부재간의 연관성을 고려한 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법이 Fig. 10에 나타나 있다. 이 그림에 나타난 각 단계를 상세히 설명하면 다음과 같다. 첫 번째 단계(Fig. 10(a))에서는, Fig. 9(b)에서 예로든 판과 보강재로 이루어진 간단한 초기 선체 구조를 판 내부의 접합선들과 블록 분할선을 기준으로 세 부의 선체 구조 부재들로 나눈다. 이 경우 7개의 선체 구조 부재들로 나누어질 수 있음을 알 수 있다. 두 번째 단계(Fig. 10(b))에서는 7개의 선체 구조 부재들 중에서 하나를 임의로 선택하여 블록 그룹화를 위한 씨앗(secd) 부재로 이용한다. 여기서는 1번 부재가 선택되어 씨앗 부재로 이용된다고 가정하자. 세 번째 단계(Fig. 10(c))에서는 선택된 부재에 설치된 접합선들로부터 이와 인접한 부재들을 모두 검색한다. 그런데, 만약 검색된 부재들 중에서 앞서 선택된 부재와 블록 분할선을 경계로 인접한 부재의 경우는 별도로 저장해 둔다. 이 그림에서, 앞서 선택된 1번 부재와 인접한 부재들을 모두 검색하면 2, 3, 4번 부재를 얻을 수 있다. 그런데 4번 부재의 경우 1번 부재와는 블록 분할선을 경계로 인접하고 있는 부재이기 때문에 따로 저장해 둔다. 네 번째 단계(Fig. 10(d))에서는 세 번째 단계에서 검색된 부재들 중에서 하나를 임의로 선택하여 블록 그룹화를 위한 새로운 씨앗 부재로 이용한다. 여기서는 세 번째 단계에서 이미 검색된 2,

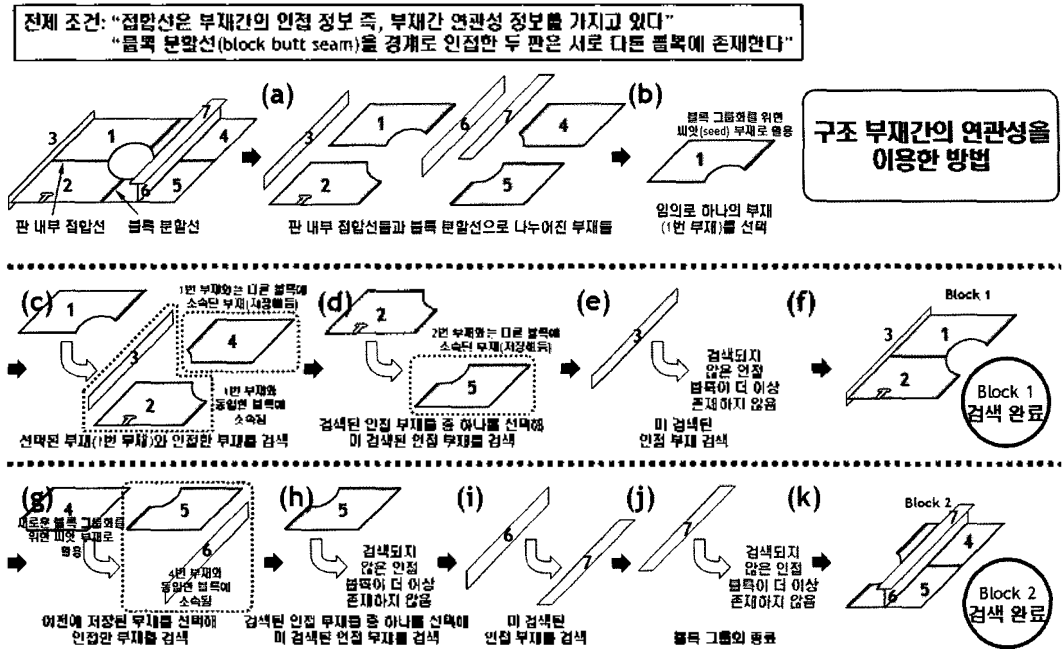


Fig. 10. 본 연구에서의 구조 부재간의 연관성을 고려한 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법.

3번 부재중에서 2번 부재가 선택되었다고 가정한다. 따라서 이 그림에서 2번 부재와 인접되어 있으면서 아직까지 검색되지 않은 부재들을 찾아보면 5번 부재를 얻을 수 있다. 그런데 5번 부재의 경우 2번 부재와는 블록 분할선을 경계로 인접하고 있는 부재이기 때문에 역시 따로 저장해 둔다. 다섯 번째 단계(Fig. 10(e))에서는 나머지 부재를 다시 블록 그룹화를 위한 새로운 씨앗 부재로 이용한다. 여기서는 3번 부재가 블록 그룹화를 위한 새로운 씨앗 부재로 선택되었다고 가정한다. 그런데 이 그림에서 3번 부재와 인접되어 있으면서 아직까지 검색되지 않은 부재들을 찾아보면 더 이상 부재들이 존재하지 않음을 알 수 있다. 여섯 번째 단계(Fig. 10(f))에서는 앞서 제일 처음 1번 부재를 씨앗 부재로 가정하여 시작한 블록 그룹화 과정을 통해 더 이상 새로운 부재들을 검색할 수 없으므로 지금까지 검색된 2, 3번 부재를 1번 부재와 동일 블록에 존재한다고 결론짓고 1, 2, 3번 부재로 구성되는 첫 번째 블록(“Block 1”)을 생성한다. 일곱 번째 단계(Fig. 10(g))에서는 앞서 따로 저장해둔 4, 5번 부재들을 가지고 두 번째 블록(“Block 2”)을 생성하기 위한 블록 그룹화 과정을 새로 시작한다. 앞서 첫 번째 블록을 생성할 때와 유사한 과정을 수행하게 되면 4, 5, 6, 7번 부재로 구성되는 두 번째 블록(“Block 2”)을 생성할 수 있다.

이상과 같이 본 연구에서 제안한 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법은 구조 부재간의 연관성 정보를 최대한 이용한다. 따라서 짧은 시간 내에 선체 구조 부재들을 정확하게 블록별로 그룹화 할 수 있다는 장점이 있다.

이와 반면에 IntelliShip 시스템은 기하학적 검사를 이용하여 선체 구조 부재들을 블록별로 그룹화 한다. Fig. 11은 판과 보강재로 이루어진 간단한 초기 선체 구조에 대해 IntelliShip 시스템에서 선체 구조 부재들을 블록별로 그룹화 하는 방법을 나타낸 것이다. 이 그림의 첫 번째 단계(Fig. 11(a))에서는 간단한 초기 선체 구조를 두 개의 블록 영역(block region; 분할면 또는 선형 곡면을 경계면으로 하는 공간을 의미)으로 나눈다. 두 번째 단계(Fig. 11(b))에서는 우선 판과 보강재로 이루어진 간단한 초기 선체 구조를 판 내부의 접합선들과 블록 분할선을 기준으로 세부의 선체 구조 부재들로 나눈다. 이 경우 7개의 선체 구조 부재들로 나누어질 수 있음을 알 수 있다. 그리고 나서 각 선체 구조 부재와 첫 번째 블록 영역(“Block region 1”)과의 기하학적 검사(point in-out 검사; 해당 선체 구조 부재가 주어진 블록 영역에 포함되는지를 검사)를 수행한 후, 두 번째 블록 영역(“Block region 2”)과의 기하학적 검사 역시 반복적으로 수행한다. 여기서, point in-out 검사¹⁶⁾는 선체 구조 부재의 무게 중

심에서 입의의 방향으로 반직선(ray)을 생성 후, 반직선과 주어진 블록 영역의 경계면들과의 교차 계산을 수행하여 그 교차점의 수에 따라 해당 선체 구조 부재가 주어진 블록 영역 안에 포함되는지(교차점의 수가 홀수) 아닌지(교차점의 수가 짝수)를 판단하는 것이다. 마지막 단계(Fig. 11(c))에서는 기하학적 검사 결과 첫 번째 블록 영역 안에 포함되는 1, 2, 3번 선체 구조 부재를 모아 첫 번째 블록 영역에 대한 블록("Block 1")을 생성하고, 두 번째 블록 영역 안에 포함되는 4, 5, 6, 7번 선체 구조 부재를 모아 두 번째 블록 영역에 대한 블록("Block 2")을 생성한다.

이상과 같이 기존의 IntelliShip 시스템은 교차 지산을 필요로 하는 기하학적 검사를 이용하여 선체 구조 부재를 블록별로 그룹화 하기 때문에 많은 시간을 필요로 하고 또한 오류 발생 가능성을 포함하고 있다.

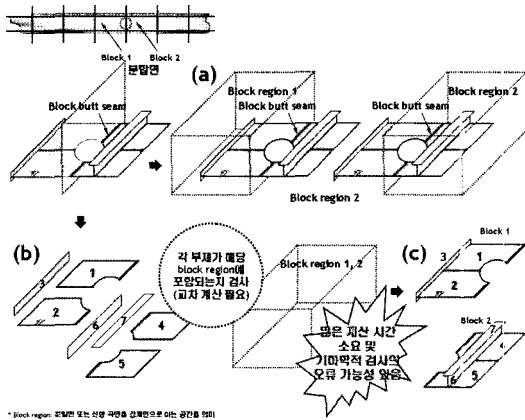


Fig. 11. 기하학적 검사를 이용한 IntelliShip 시스템에서의 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법.

3.2.2 선체 블록의 물량 정보의 생성 방법

선체 구조 부재들의 블록별 그룹화가 완료된 후 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 필요로 하는 블록별 물량 정보의 계산 방법은 다음과 같다.

① 블록의 중량

해당 블록에 포함되는 모든 선체 구조 부재들의 중량의 합을 계산한다. 이로부터 해당 블록을 크레인 이 들 수 있는지를 판단할 수 있다.

② 블록의 무게 중심

해당 블록에 포함되는 모든 선체 구조 부재들의 중량과 선박의 길이, 폭, 깊이 방향의 중량 모멘트로부터 블록의 무게 중심을 계산한다. 이로부터 블록 탑재 시 크레인과 연결을 위해 필요한 러그(lug)의 설치

위치를 결정할 수 있다.

③ 블록의 도장 면적

해당 블록에 포함되는 모든 선체 구조 부재들의 표면적(surface area)의 합을 계산한다. 이로부터 블록을 도장하기 위해 필요한 도료의 양과 도장 불량을 계산할 수 있다. 블록을 도장하기 위해 필요한 도료의 양은 단위 면적당 요구 도료의 양[ton/m²]이 주어지면 간단하게 계산할 수 있다. 또한, 단위 면적당 요구 도장 공수[man-hour/m²]가 입력으로 주어지면, 해당 블록을 도장하기 위해 필요한 공수 즉, 도장 물량을 간단하게 계산할 수 있다.

④ 블록간 집합 길이

블록의 경계에 존재하는 모든 집합선의 길이의 합을 계산한다. 즉, 해당 블록 내에 존재하는 모든 블록 분할선의 길이의 합을 계산한다. 이로부터 블록간 용접 길이와 용접 불량을 계산할 수 있다. 블록간 용접 길이는 블록의 경계에 존재하는 모든 집합선에 대해 용접 방법(one path, two path 등)이 주어지면 계산할 수 있다. 또한, 용접 자세, 용접 두께, 단위 길이당 용접 시간[man-hour/m] 등이 입력으로 주어지면, 해당 블록을 다른 블록들과 용접하기 위해 필요한 공수 즉, 탑재 불량을 간단하게 계산할 수 있다.

⑤ 블록 내부의 집합 길이

블록의 내부에 존재하는 모든 집합선의 길이의 합을 계산한다. 즉, 블록 분할선이 아닌 해당 블록 내에 존재하는 모든 집합선의 길이의 합을 계산한다. 이로부터 블록 내부의 용접 길이와 용접 불량을 계산할 수 있다. 블록 내부의 용접 길이는 블록의 내부에 존재하는 모든 집합선에 대해 용접 방법이 주어지면 계산할 수 있다. 또한, 용접 자세, 용접 두께, 단위 길이당 용접 시간 등이 입력으로 주어지면, 해당 블록을 용접하기 위해 필요한 공수 즉, 용접 물량을 간단하게 계산할 수 있다.

⑥ 블록의 크기

해당 블록에 포함되는 모든 선체 구조 부재들에 대한 위치의 최대·최소값으로부터 계산한다. 이로부터 해당 블록을 조립 및 도장할 수 있는 공장을 결정할 수 있다.

4. 블록 탑재 시뮬레이션

4.1 블록 탑재 과정의 표현

앞서 언급하였듯이 선박과 같은 거대 구조물은 자동차와 같이 한 번에 제작할 수 없기 때문에, 다수의 블록들로 먼저 분할하여 각각 조립하고, 이 블록들을

다시 여러 개씩 합쳐 보다 큰 탑재 블록들로 조립한 후, 도크 내에서 이 탑재 블록들을 다시 일정한 순서로 탑재하여 하나의 선박을 완성하게 된다. 이때, 도크 내에서의 블록 탑재 과정을 표현하기 위해서는 두 가지의 정보가 필요하다. 첫 번째는 도크 내에서 탑재되는 탑재 블록들이 어떠한 블록(조립 블록)들로부터 합쳐져 만들어지는지를 정의하는 정보이며(“탑재 블록의 구성 정보”), 두 번째는 앞서 정의된 탑재 블록들이 도크 내에서 어떠한 순서로 탑재되는지를 정의하는 정보(“탑재 블록의 탑재 순서 정보”)이다.

위와 같은 정보는 조선소의 초기 설계 단계에서 선박의 건조 방법을 결정하는 공정 계획 부서에 의해 결정되며 그 결과는 탑재 순서도(erection sequence drawing)에 표현된다. Fig. 12는 재화 중량 300,000톤 대형 유조선에 대한 탑재 블록의 구성 및 블록 탑재 순서가 상세히 나타난 탑재 순서도의 한 예를 나타낸다. 이 그림에 나타나 있듯이 탑재 순서도는 크게 다수의 원(직사각형으로 표현하는 경우도 있음)과 화살표로서 표현된다. 각각의 원은 하나의 탑재 블록에 해당하며 원 내부에는 해당 탑재 블록의 번호와 이 탑재 블록이 어떠한 블록들로서 만들어지는지를 나타내고

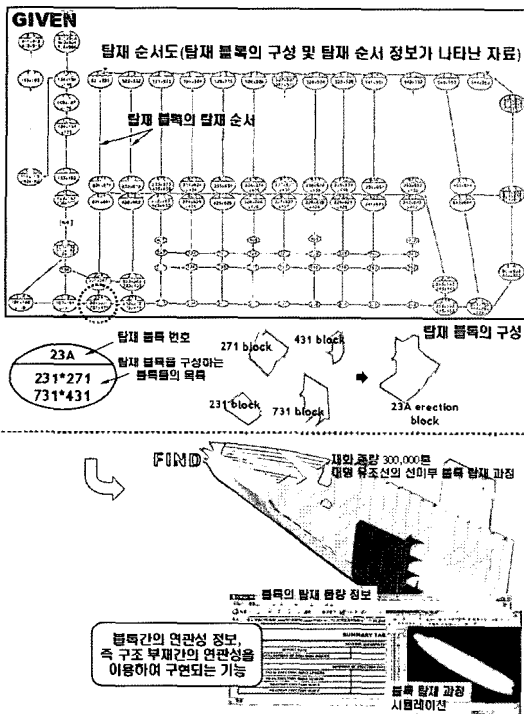


Fig. 12. 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 블록 탑재 과정의 표현 예.

있다. 그리고 화살표는 탑재 블록들 사이의 탑재 순서를 나타낸다.

본 연구에서는 이와 같은 탑재 순서도에 표현된 탑재 블록의 구성 정보와 탑재 블록의 탑재 순서 정보를 이용하여 탑재 블록들을 도크 내에서 탑재하기 위해 필요한 물량 정보(탑재시 용접해야 할 접합 길이)를 생성하고, 탑재 블록들의 탑재 순서를 디스플레이상에서 확인할 수 있는 블록 탑재 시뮬레이션 방법을 개발하였다.

4.2 블록의 탑재 물량 정보의 생성 방법

여기서는 탑재 블록들을 도크 내에서 탑재하기 위해 필요한 물량 정보 즉, 탑재 물량 정보를 간단한 예를 통해 계산하는 방법을 설명하기로 한다. Fig. 13은 탑재 블록의 구성 정보는 동일하다고 가정하였을 때 서로 다른 두 개의 탑재 블록의 탑재 순서 대안에 따라 탑재 물량 정보가 어떻게 생성되는지를 나타낸 것이다. 이때, 탑재 물량의 생성 방법에는 하나의 전체 조건이 있는데, 이는 바로 “두 탑재 블록 사이의 탑재 물량은 나중에 탑재되는 블록에 소속된다”라는 것이다.

Fig. 13(a)의 첫 번째 탑재 순서 대안(“A” 블록 탑재 → “B” 블록 탑재 → “C” 블록 탑재)에 대해 탑재 물량을 계산해 보자. “A” 블록이 탑재될 경우 아직 도크 내에는 블록이 없기 때문에 탑재 물량은 0이 된다. “B” 블록이 탑재될 경우 이미 도크 내에 탑재되어 있는 “A” 블록과의 접합 길이를 고려하면 탑재 물량은 1이 된다. 마지막으로 “C” 블록이 탑재될 경우 이미 도크 내에 탑재되어 있는 “A”, “B” 블록들과의 접합 길이를 고려하면 탑재 물량은 4가 된다. 한편, Fig. 13(b)의 두 번째 탑재 순서 대안(“B” 블록 탑재 → “C” 블록 탑재 → “A” 블록 탑재)에 대해 탑재 물량을 계산해 보자. “B” 블록이 탑재될 경우 아직 도크 내에는 블록이 없기 때문에 탑재 물량은 0이 된다. “C” 블록이 탑재될 경우 이미 도크 내에 탑

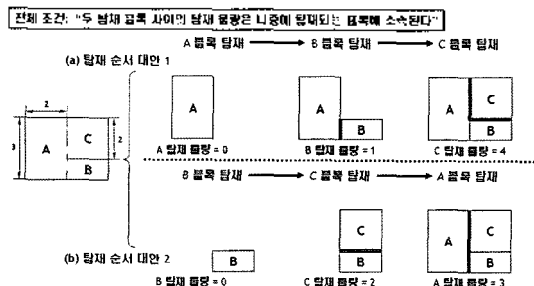


Fig. 13. 블록의 탑재 순서에 따른 블록의 탑재 물량 생성 방법.

제되어 있는 “B” 블록과의 접합 길이를 고려하면 탑재 물량은 2가 된다. 마지막으로 “A” 블록이 탑재될 경우 이미 도크 내에 탑재되어 있는 “B”, “C” 블록들과의 접합 길이를 고려하면 탑재 물량은 3이 된다.

두 개의 블록 탑재 순서 대안에 따른 탑재 물량을 비교해 보면, 일단 전체 탑재 물량의 합은 5로서 동일하다. 이는 어떠한 순서로 블록을 탑재하더라도 블록 탑재시 접합(용접)해야 할 부분은 변하지 않으므로 항상 동일한 탑재 접합 길이 즉, 탑재 물량이 나오게 된다는 것을 의미한다. 다만, 각 블록을 탑재하는 단계(탑재 이벤트라고 함)에서의 탑재 물량이 차이 날 수 있는 것이다. 따라서 어떠한 탑재 순서에 대해 각 탑재 단계의 탑재 물량의 변화(편차)가 거의 일정할 수도 있고, 그 변화가 심할 수도 있다. 그 변화가 상대적으로 작은 전자의 경우를 일반적으로 부하 평준화(load leveling)가 이루어진 블록 탑재 순서라고 한다. 그림에서 알 수 있듯이, 첫 번째 탑재 순서 대안에서는 “A”, “B”, “C” 블록이 차례로 탑재되면서 0, 1, 4라는 탑재 물량이 나왔으며, 두 번째 탑재 순서 대안에서는 “B”, “C”, “A” 블록이 차례로 탑재되면서 0, 2, 3이라는 탑재 물량이 나왔다. 따라서 이들 중 두 번째의 탑재 순서 대안이 첫 번째의 탑재 순서 대안에 비해 부하 평준화가 이루어진 블록 탑재 순서라고 할 수 있다. 이상과 같이, 블록의 탑재 순서에 따라 탑재 물량의 총 합은 같지만 각 탑재 단계에서 요구되는 탑재 물량은 차이가 날 수 있다.

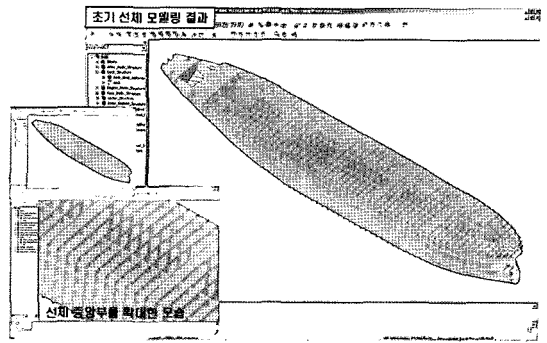


Fig. 14. 초기 선체 모델링 시스템을 이용한 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 전체 선체 구조에 대한 초기 선체 모델링 결과.

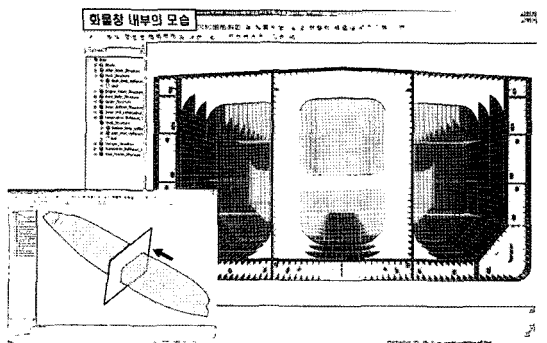


Fig. 15. 초기 선체 모델링 시스템을 이용한 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 화물창 내부에 대한 초기 선체 모델링 결과.

5. 재화 중량 300,000톤 대형 유조선에 대한 선체 블록의 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션 예

5.1 초기 선체 모델링 결과

Fig. 14, 15는 본 연구에서 확장 개발된 초기 선체 구조 설계 시스템을 이용하여 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 선체 구조 전체 및 화물창 내부에 대해 초기 선체 모델링을 수행한 결과를 각각 나타낸 것이다.

5.2 선체 블록의 물량 정보 생성 예

Fig. 16은 본 연구에서 확장 개발된 시스템을 이용하여 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 화물창 중앙부의 선저 부분을 구성하는 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보를 생성한 예를 나타낸다. 그림에 나타나 있듯이 해당 블록의 중량, 무게 중심, 도장 번 적뿐만 아니라 블록의 탑재하는데 필요한 블록간 접

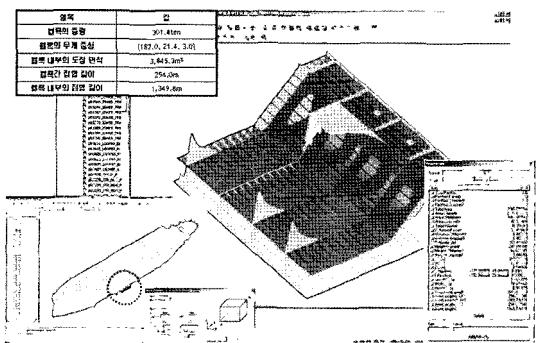


Fig. 16. 본 연구에서 확장 개발된 시스템을 이용한 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 화물창 중앙부의 선저 부분을 구성하는 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보 생성 예.

합 길이와 해당 블록을 용접하는데 필요한 블록 내부의 접합 길이 역시 본 연구를 통해 개발된 시스템을 이용하여 정확히 산출 가능하다. 그리고 Fig. 17은 다

수의 분할면들을 이용하여 이 선박의 초기 선체 구조를 다수의 블록들로 분할한 후, 각 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보를 생성한 예를 나타낸다.

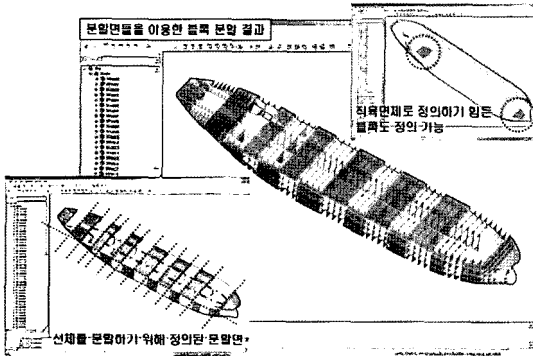


Fig. 17. 본 연구에서 확장 개발된 시스템에서 분할면은 이용, 재화 중량 300,000톤 대형 유조선의 다중 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보 생성 예.

5.3 블록 탑재 시뮬레이션 예

Fig. 18은 재화 중량 300,000톤 대형 유조선을 tandem 블록 공법을 고려하여 탑재한다고 가정하였을 때의 탑재 순서도를 나타낸다. 여기서, tandem 블록 공법이란 선박의 블록들을 선수, 선미로 나누어 탑재한 후, 각 블록 내부에 물을 채워 진수시키는 방식을 말한다. 이 그림에서는 선미부를 먼저 탑재한 후 선수부를 완성시킨다고 가정하고 이에 따라 탑재 순서도를 작성 후 블록 탑재 시뮬레이션을 수행하였다. 이 방법에 따라 탑재 블록들을 탑재하였을 경우 탑재 물량 즉, 탑재 접합 길이를 계산한 결과 14,000m가 나왔다.

Fig. 19는 Fig. 18에 나타난 탑재 순서도에 따라 탑재 블록들이 탑재되는 과정을 본 연구에서 개발된 시

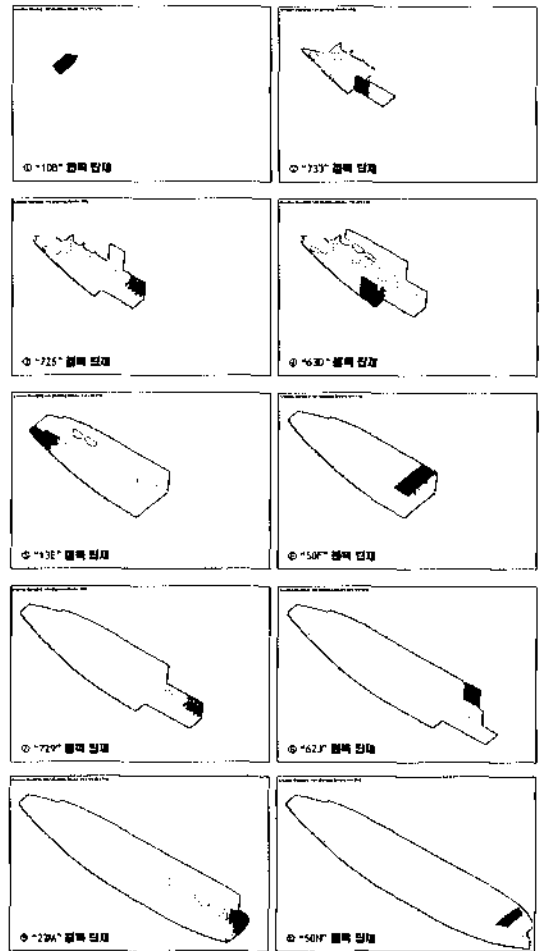


Fig. 19. Tandem 블록 공법에 따라 탑재 블록들이 탑재되는 과정.

스템으로 나타낸 결과를 나타낸다. 이 탑재 순서도에 따르면 총 89개의 탑재 블록들이 탑재되는데 여기서는 탑재 과정 중의 일부분만을 나타내었다.

물론, 여기에서는 블록 탑재 시뮬레이션에 대한 하나의 예를 나타냈지만, 탑재 블록의 구성 및 블록 탑재 순서를 변화시켜가면서 탑재시 필요한 접합 길이 나 도크 내에서의 블록 탑재 과정을 시뮬레이션 해 봄으로써 부분적이나마 최적의 공정 및 일정 계획을 수립하는데 활용할 수 있으리라 본다.

6. 결 론

조선소의 초기 설계 단계에서 공정 및 일정 계획을 수립하기 위해 필요한 블록별 물량 정보의 생성 과정과 블록 탑재의 시뮬레이션 과정은 그동안 2차원 도

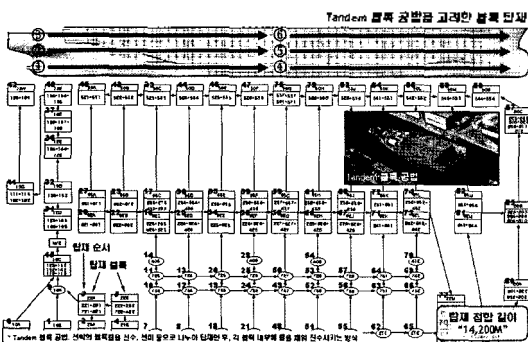


Fig. 18. Tandem 블록 공법에 의한 탑재 블록들의 탑재 순서도.

면과 과거의 실적선 데이터 및 설계자의 경험을 이용하여 수작업으로 수행되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 과정을 자동화하기 위해서 3차원 초기 선체 CAD 모델로부터 블록별 물량 정보를 정확하게 생성하고, 블록 탑재 과정을 손쉽게 시뮬레이션 하는 방법을 연구하였다. 이를 위해, 먼저 선체 구조 전체에 대한 3차원 CAD 모델을 생성하였고, 이를 구조 부재간의 연관성을 이용하여 다수의 블록으로 분할하기 위한 블록 분할 방법을 제안하였으며, 각 블록의 중량, 무게 중심, 도장 면적, 집합 길이 등을 계산하기 위한 블록별 물량 정보의 생성 방법을 개발하였다. 그리고 탑재 블록의 구성 정보, 탑재 블록의 탑재 순서가 주어졌을 때 블록 탑재 과정을 시뮬레이션 할 수 있는 방법을 개발하였다. 본 연구에서 제안 및 개발된 블록별 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션 방법을 검증하기 위하여 이를 재화 중량 300,000톤 대형 유조선에 적용해 보았다. 그 결과 초기 설계 단계에서 블록별 물량 정보의 생성 과정과 블록 탑재의 시뮬레이션 과정을 정확하고 손쉽게 수행할 수 있음을 확인하였다. 본 연구의 결과는 해당 선박을 다양한 방법으로 다수의 블록들로 분할하고 도크 내에서 가장적으로 탑재해 봄으로써 최적의 공정 및 일정 계획을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는

a) 한국 과학 재단 특정 기초 연구 과제 “피치 맵핑

기법을 이용한 2차원 선박 모델의 3차원 디지털 모델 자동 변환 기술”(과제 번호: R01-2002-000-00061-0)

b) 산업자원부 신기술 실용화 기술 개발 사업 과제 “선체 구조의 의니론적 제품 모델링 기술 기반의 생산 계획 모델 및 구조 해석 모델 자동 생성 기술 개발”(과제 번호: 10005460)

c) 서울대학교 해양시스템공학연구소

d) 서울대학교 공학연구소

e) (주)이지그라프

의 지원으로 이루어진 연구 결과의 일부임을 밝히며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. TRIBON Solutions, TRIBON System Official Homepage (<http://www.tribon.com>), 2004.
2. Intergraph Corporation, IntelliShip Official Home Page(<http://ppo.intergraph.com/marine>), 2004.
3. 노명일, 이규열, “객체 지향 초기 선체 구조 설계 시스템 개발”, 한국 CAD/CAM 학회 논문집, Vol. 10, No. 4, pp. 244-253, 2005.
4. 김용대, “관 구조물의 CAD 정보 통합을 위한 객체 지향 제품 모델링”, 박사학위논문, 충남대학교, 1994.
5. 임제선, “객체 지향 개념을 이용한 이중 선각 유조선의 모델링과 구조 해석 모델의 자동 생성에 관한 연구”, 박사학위논문, 서울대학교, 1995.
6. Schneider, P. J. and Eberly, D. H., Geometric Tools for Computer Graphics, Morgan Kaufmann Publishers, 2003.



노명일

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사
2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사
2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사
2005년~현재 서울대학교 공학연구소 선임연구원

관심분야: CAD, CAPP, CAGD, 선박 설계, 최적 설계



이규열

1971년 서울대학교 공과대학 조선공학과 학사

1975년 독일 하노버 공과대학 조선공학 석사(Dipl.-Ing.)

1982년 독일 하노버 공과대학 조선공학 박사(Dr.-Ing.)

1975년~1983년 독일 하노버 공과대학 선박설계 및 이론연구소, 주 정부 연구원

1983년~1994년 한국기계연구원 선박해양공학연구센터, 선박설계, 생산자동화 연구사업(CSDP)단장

1994년~현재 서울대학교 공과대학 조선해양공학과 교수
관심분야: CAD, CAPP, CAGD, 선박 설계, 최적 설계, 시뮬레이션, CALS