

초기 선체 구조 모델을 기반으로 한 선체 블록의 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션

노명일^{†*}, 이규열^{**}

서울대학교 조선해양공학과^{*}
서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학 연구소^{**}

Generation of the Production Material Information
of a Building Block and the Simulation of the Block Erection
Based on the Initial Hull Structural Model

Myung-Il Roh^{†*} and Kyu-Yeul Lee^{**}

Department of the Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University^{*}
Department of the Naval Architecture and Ocean Engineering, and Research Institute
of Marine Systems Engineering, Seoul National University^{**}

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 using 2D drawings, based on the data of parent ships, and subjective intuition from past experience. To make these processes automatic, the accurate generation method of the production material information and the convenient simulation method of the block erection based on the initial hull structural model(3D CAD model), were developed in this study. Here, the initial hull structural model was generated from the initial hull structural CAD system early developed by us. To evaluate the developed methods, these methods were applied to corresponding processes of a deadweight 300,000ton VLCC. 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.

※Keywords: Initial hull structural model(초기 선체 구조 모델), Production material information (물량 정보), Block erection(블록 탑재), Production planning and scheduling(공정 및 일정 계획), Initial hull structural CAD system(초기 선체 구조 CAD 시스템), Simulation(시뮬레이션)

접수일: 2005년 7월 25일, 승인일: 2005년 12월 16일

† 주저자, E-mail: myungil.roh@gmail.com

Tel: 02-880-8378

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

선박과 같은 거대 구조물은 자동차와 같이 한번에 제작할 수 없기 때문에, 다수의 조립 블록(building block, 선체 블록 또는 간단히 블록이라고도 말함)들로 먼저 분할하여 각각 조립하고, 이 블록들을 다시 여러 개씩 합쳐 보다 큰 탑재 블록(erection block)들로 조립한 후, 도크 내에서 이 탑재 블록들을 다시 일정한 순서로 탑재(erection, 탑재 블록들을 도크 내에서 크레인을 이용하여 쌓아 올리는 것)하여 하나의 선박을 완성하게 된다. 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.

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, 취부 길이라고도 말함) 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 자원은 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 위

해 필요한 블록의 무게 중심 위치의 계산이다. 한편, 탑재 블록들이 어떻게 구성되고 어떠한 순서로 도크 내에서 탑재되는지에 따라 탑재 과정 중에 소요되는 물량 및 이의 변화율이 달라진다. 따라서 탑재 물량 및 이의 변화율이 상대적으로 작도록 탑재 블록이 적절하게 구성되어 적절한 순서로 탑재되어야 한다. 이때 필요한 정보가 블록간 접합 길이이다. 그리고 블록 내부의 접합 길이는 해당 블록을 조립 공장에서 조립하기 위해 요구되는 공수를 계산하기 위해 필요하며, 블록의 도장 면적은 블록의 도장 공정시 요구되는 도료의 양과 공수(man-hour)를 계산하는데 필요한 정보이다.

공정 및 일정 계획을 위해 필요로 하는 이와 같은 블록의 중량, 무게 중심, 접합 길이, 도장 면적 등을 초기에 정확히 계산해내기란 그리 쉬운 일이 아니다. 현재 조선소에서는 초기 설계 단계의 2차원 도면(선도, 일반 배치도, 중앙 횡단면도, 강재 구조도(construction profile) 등)으로부터 블록 분할에 필요한 격벽의 위치, 갑판의 수, 프레임의 간격, 보강재의 간격, 의장품의 위치 등의 정보를 얻어내고 각 조립 공장의 용량을 고려한 후, 설계선과 가장 비슷한 기존 실적선의 자료 등을 이용하여 블록 분할선(block butt seam)을 정의한다. 그 후, 자, 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 가능하나 그렇지 않은 신조선의 경우에는 어려운 점이 있다. 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 탑재 부하

가 상대적으로 작은 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 이를 효과적으로 지원할 수 있는 선체 구조 CAD 시스템을 확보하고 있지 못하는 실정이다.

대부분의 조선소들이 현재 이용하고 있는 TRIBON이라는 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 의장 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 와서야 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 IntelliShip의 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 있다. 따라서 현재는 초기 설계 단계에서 적용되지 못하고 상세 설계 단계에서 선체 구조 시스템 단위의 CAD 모델링(선체와 의장

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.

또한, NUPAS-CAD/MATIC, FORAN 등의 경우 3차원 CAD 모델을 생성하기 위해 상세한 입력 정보를 필요로 하여 현재 초기 설계 단계에서는 적용되지 못하고 일부 중소 조선소에서 생산 설계용으로 활용되고 있다. 최근 개발된 NAPA Steel의 경우 초기 설계 단계부터 3차원 CAD 모델을 생성할 수 있다고는 하나 선박의 크기나 종류에 따라 3차원 CAD 모델을 생성하는데 장시간(100~200시간)이 소요되고, 블록을 정의하는 과정이 복잡하며(하나의 블록을 정의하기 위해 이를 둘러싸는 6개의 면을 정의해주어야 함), 블록 탑재 시뮬레이션 기능을 가지고 있지 않다(NAPA 2004).

블록 분할 및 물량 정보 생성과 관련된 연구로서 이경철(1997)은 Intergraph사의 VDS 시스템을 이용하여 살물선(bulk carrier)에 대해 선체 모델링을 수행하고 블록 분할을 거쳐 제한적인 물량 정보(중량, 무게 중심, 도장 면적)를 생성한 바 있으며, Lee et al.(2004) 역시 대형 유조선(VLCC)의 화물창부에 대해 선체 모델링을 수행하고 블록 분할을 거쳐 제한적인 물량 정보(중량, 무게 중심, 도장 면적은 계산 가능하나 접합 길이를 계산할 수 없음)를 생성한 바 있다.

한편, 블록 탑재 시뮬레이션과 관련되어 최근까지 많은 연구가 수행되었으나 이들은 모두 블록별 물량 정보를 입력으로 하여 최적 탑재 순서를 결정(이재원과 김훈주 1995, 홍윤기 등 1997, 김도현 1998)하거나 탑재 부하를 평준화하는 것(백태현 1994, 민상규 2000, 김용태 2001, 류지성 2004)이었다.

이상과 같이 현재로서는 초기 설계 단계에서 선체 구조 전체에 대한 신속한 선체 모델링을 수행하여 초기 선체 구조 모델을 생성하고, 이를 기반으로 하여 초기 공정 및 일정 계획 단계에서 요구하는 다양한 물량 정보를 산출하며, 나아가서 블록 탑재 시뮬레이션을 수행할 수 있는 효과적인

선체 구조 CAD 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 CAD 시스템(노명일 등 2003)을 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 CAD 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 선체 모델링의 단위

선박의 초기 설계 단계에서는 생산 정보의 제공이 목적인 생산 설계 단계와는 달리 구조 강도, 견적 물량 산출 및 각종 규정 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, 갑판 시스템, 거더 시스템, 스트링거 시스템, 격벽 시스템, 웨브 프레임 시스템 등이 바로 선체 구조 시스템의 예라고 할 수 있다. 그리고 하나의 선체 구조 시스템은 판(panel), 보강재(stiffener), 브라켓(bracket)과 같은 다수의 기본 부재(base hull structural part)로 구성되며, 기본 부재는 접합선(butt seam 또는 fillet seam), 홀(hole), 슬롯 홀(slot hole), 플렌지(flange) 등과 같은 요소 부재(elementary hull structural part)를 포함할 수 있다. 즉, 요소 부재들을 포함하고 있는 다수의 기본 부재들이 모여 하나의 선체 구조 시스템을 구성하며, 다수의 선

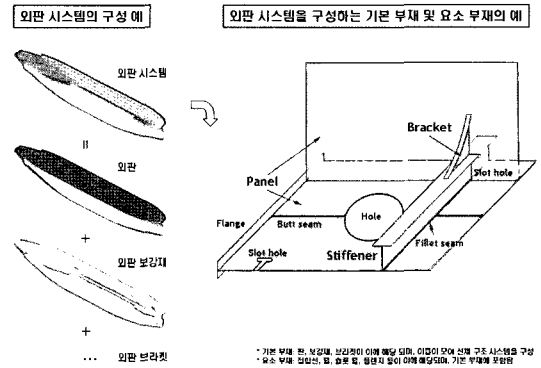


Fig. 1 Example of the base and elementary hull structural parts of the shell system

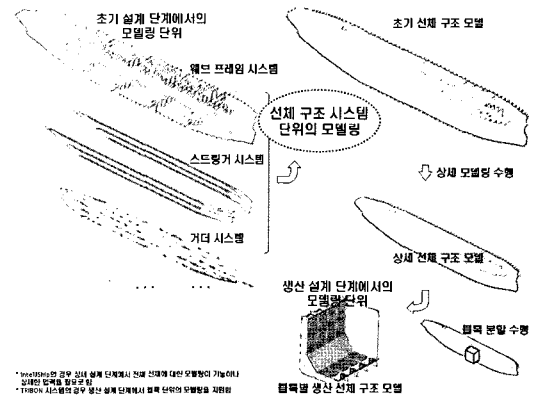


Fig. 2 Hull structural modeling methods and units at the initial, detailed, and production design stages

체 구조 시스템들이 모여 초기 선체 구조를 구성하게 된다. Fig. 1은 외판 시스템 및 외판 시스템을 구성하는 기본 부재들(판, 보강재, 브라켓), 그리고 기본 부재에 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 부재들(스칼롭(scallop), 마킹 라인(marking line), 컬러 플레이트(collar plate) 등)의 모델링을 통해 이를 구체화하며, 생산 설계 단계에서는 확정된 블록 분할안을 기반으로 생산 도면 출도를 위한 블록별 생산 모델을 생성하게 된

다. Fig. 2는 초기/상세/생산 설계 단계에서의 선체 모델링 방법 및 각 단계에서의 모델링 단위를 나타낸 것이다.

본 연구에서는 먼저 본 저자들에 의해 개발된 시스템(노명일 등 2003)을 이용하여 선체 전체에 대한 초기 선체 구조 모델(의장 제외)을 생성하였으며, 이를 기반으로 하여 선체 블록의 물량 정보 및 탑재 시뮬레이션을 수행하였다.

2.2 구조 부재간의 연관성의 표현 방법

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 접합선으로서 표현될 수 있으며, 이는 선박 설계에서 다양한 용도로 이용될 수 있다. Fig. 3은 용접 물량을 계산할 때 구조 부재간 연관성이 이용되는 예를 나타내고 있다.

Fig. 3에서와 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 접합 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 접합 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 접합 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 접합 길이가 되며, 이러한 접합 길이는 접합선 즉, 구조 부재간의 연관성 정보로부터 생성된다. 구조 부재간의 연관성은 선체 구조 모델을 생성하거나, 모델로부터 물량 정보를 생성할 때, 또는 구조 해석 모델을 생성할 때 필요한 것이기에, 모든 조선 전용 CAD 시스템은 구조 부재간의 연관성을 표현하기 위한 나름대로의 방법을 가지고 있다.

Fig. 4는 본 연구에서 기반으로 하는 초기 선체 구조 모델 내에서 구조 부재간의 연관성이 어떻게 표현되고 있는지를 나타낸 것이다. 이 그림에 나타나 있듯이, 본 연구에서 기반으로 하고 있는 초기 선체 구조 모델은 판과 보강재간의 연관성 즉, 접합 정보를 표현하기 위해 “접합선(seam)”이라는 객체를 이용한다. 즉, “seam” 객체(부재간의 접합 방법에 따라 butt seam(두 판이 그 경계에서 접함)과 fillet seam(하나의 판의 경계가 다른 판의 위에서 접함)이 존재)는 이것이 연결하고 있는 두 개의 부재와 이들간의 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(intersection calculation) 결과 즉, 접합

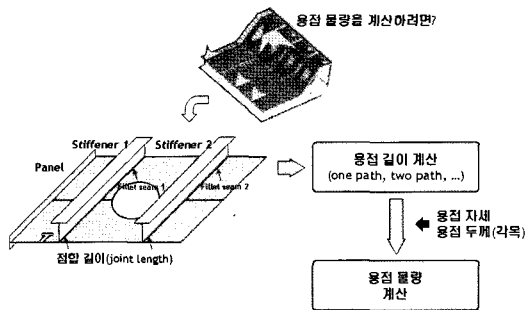


Fig. 3 Generation method of the welding material information using the relationship between the hull structural parts

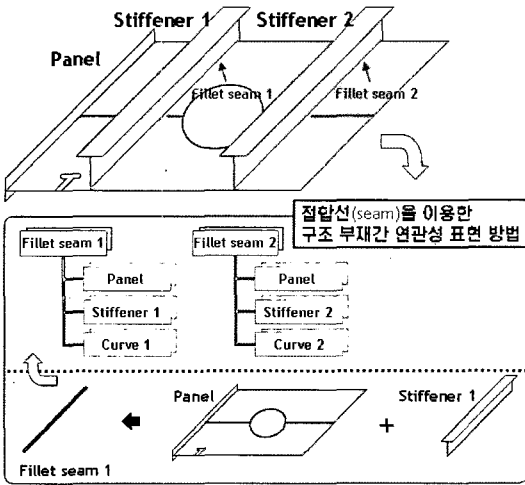


Fig. 4 Representation method of the relationship between the hull structural parts in this study

선에 대한 형상 정보("Curve 1")를 또 다른 속성으로서 가지고 있다. 따라서 특정 접합선이 어떤 부재들을 연결하고 있는지 또는 이들간의 접합 길이가 얼마인지를 알고 싶을 때 추가적인 계산을 수행할 필요 없이 속성으로 저장되어 있는 접합선의 정보로부터 간단히 알 수 있다. 이러한 표현 방법은 설계 정보(교차 계산 결과)의 효율적 활용과 설계 변경이 빈번한 초기 구조 모델링의 용도로서 적합하리라 본다.

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 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 전체를 다수의 블록으로 분할하기 위한 블록 분할 방법이 필요하다. Fig. 5는 초기 설계 단계에서의 모델

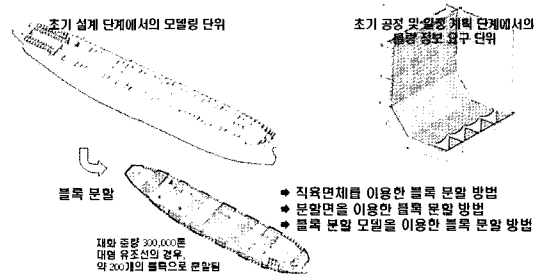


Fig. 5 Necessity of the block division method

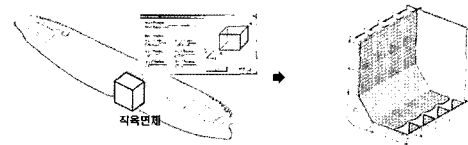


Fig. 6 Block division method using the rectangular solid

링 단위와 초기 공정 및 일정 계획 단계에서의 물량 정보 요구 단위가 서로 달라 블록 분할 방법이 필요하다는 것을 나타내고 있다.

3.2 초기 선체 구조 모델의 블록 분할 방법

전체 선체에 대한 초기 선체 구조 모델을 다수의 블록으로 분할하기 위한 일반적인 방법으로는 직육면체를 이용하는 방법과 분할면(subdivision plane)을 이용하는 방법이 있으며, 본 연구에서는 이들 외에 블록 분할 모델(block subdivision model)을 이용하는 방법을 개발하였다.

3.2.1 직육면체를 이용한 블록 분할 방법

직육면체를 이용한 블록 분할 방법은 설계자가 직육면체를 구성하기 위한 두 개의 대각 모서리 점을 정의하여 간단하게 블록을 생성할 수 있다는 장점이 있으나, 선수·선미부의 경사진 곡 블록의 경우 생성이 어렵다는 단점이 있다. 특히, 이와 같은 블록 분할 방법은 특정 위치에 존재하는 블록 하나만의 물량 정보를 생성하고 싶을 때, 해당 위치에 직육면체를 정의함으로써 다음에 설명할 분할면을 이용하는 방법에 비해 보다 편리하게 물량 정보를 생성할 수 있다. Fig. 6은 본 연구에서 개



Fig. 7 Block division method using the subdivision plane

발된 직육면체를 이용한 블록 분할 방법의 예를 나타낸다. 이 방법은 과거 Lee et al.(2004)의 연구에서 개발된 바 있다.

3.2.2 분할면을 이용한 블록 분할 방법

분할면을 이용한 블록 분할 방법은 설계자가 분할면을 구성하기 위한 원점(origin)과 법선 벡터(normal vector)를 정의(즉, x, y, z 평면을 정의)하여 간단하게 블록들을 생성할 수 있고, 직육면체를 이용한 블록 분할 방법과는 달리 선수선미부의 경사진 곡 블록 또한 간단하게 생성할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 특정 위치에 존재하는 블록 하나만의 물량 정보를 생성하고 싶을 때, 블록을 둘러싸는 분할면들을 정의해야 하는 번거로움이 있다. Fig. 7은 본 연구에서 개발된 분할면을 이용한 블록 분할 방법의 예를 나타낸다. 이 방법은 블록 분할 기능을 가지고 있는 IntelliShip이나 NAPA Steel 시스템이 채용하고 있다.

3.2.3 블록 분할 모델을 이용한 블록 분할 방법

본 연구에서는 기존의 분할면을 이용한 방법을 확장하여 블록 분할 모델을 이용한 블록 분할 방법을 개발하였다. 이 방법은 전체 선체를 일종의 커터(cutter)로 생각할 수 있는 블록 분할 모델로 잘라 다수의 블록들로 분할하는 개념이다. 여기서, 블록 분할 모델은 직육면체, 평면, 폴리라인(polyline)의 스킨링(skinning)을 통해 생성된 면 등 또는 이들간의 불리안 연산(boolean operation)을 통해 간단히 생성할 수 있다. Fig. 8은 본 연구에서 개발된 블록 분할 모델을 이용한 블록 분할 방법의 예를 나타낸다. 이방법을 이용할 경우, 블록 분할 모델을 간단히 변경함으로써

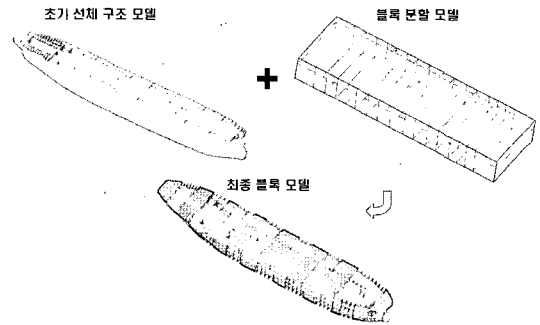


Fig. 8 Block division method using the block subdivision model

선체에 대한 새로운 블록들을 생성할 수 있다. 또한, 유사선의 경우 선체는 약간 달라도 블록 분할안은 거의 동일하기 때문에 블록 분할 모델은 그대로 두고 초기 선체 구조 모델만 변경하면 해당 선박에 대한 블록들을 생성할 수 있다. 즉, 이 방법은 초기 공정 및 일정 계획 단계의 블록 분할안의 결정 과정에 신속히 대응할 수 있으며, 잘 만들어 놓은 블록 분할 모델은 추후 유사선에 재사용할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 개념은 본 저자들에게 의해 개발된 선박 기본 계산 시스템(Lee et al. 2003)에 채용된 구획 분할 모델을 이용한 구획 모델링 개념과 동일한 것이다.

3.3 선체 블록의 물량 정보의 생성 과정

Fig. 9는 블록 분할 모델을 이용하여 전체 선체를 다수의 블록들로 분할한 후 블록별 물량 정보를 생성하는 전체적인 과정을 나타낸다. 그림에 나타나 있듯이 이 과정은 크게 네 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계(Fig. 9(a))에서는 초기 선체 구조를 다수의 블록들로 분할하기 위한 블록 분할 모델(분할면, 직육면체도 가능)을 생성한다. 블록 분할 모델을 구성하는 각 분할면은 평면일 수도 있고 꺾어진 면일 수도 있다. 두 번째 단계(Fig. 9(b))에서는 초기 선체 구조를 구성하는 모든 부재들과 앞 단계에서 생성한 각 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 분할선으

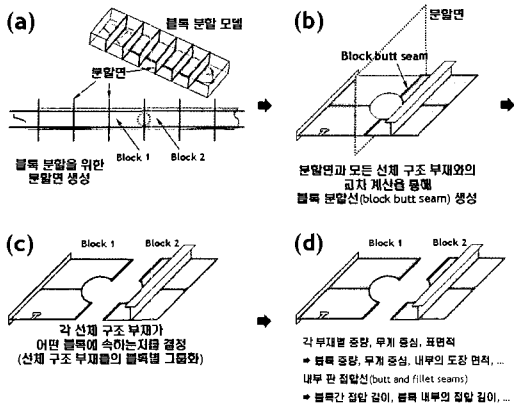


Fig. 9 Overall process of the generation method of the production material information of a building block unit

로 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 물량 정보를 계산한다.

생산 설계용 시스템인 TRIBON은 위에서 설명한 블록 분할 기능을 가지고 있지 않고, 상세 설계용 시스템인 IntelliShip은 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 방법에 비효율성이 존재하며, 초기 설계용 시스템인 NAPA Steel은 블록 정의 과정 및 블록별 그룹화 방법에 역시 비효율성이 존재한다. 본 연구의 블록 분할 과정의 세 번째 및 네 번째 과정에 대해 보다 상세히 설명하면 아래와 같다.

3.3.1 선체구조 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 초기 선체 구조 모델 내의 각 접합선은 자신이 어떠한 부재들을 연결시키고 있는지의 정보와 자신의 형상 정보를 가지고 있다(Fig. 4 참조). 따라서 하나의 부재에 대해 이와 인접한 부재들을 해당 부재의 접합선으로부터 간단하게 얻어낼 수 있다. 또한, 블록 분할선(인접 블록들간

의 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 세부의 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(seed) 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, 3번 부재중에서 2번 부재가 선택되었다고 가정한다. 따라서 이 그림에서 2번 부재와 인접되어 있으면서 아직까지 검색되지 않은 부재들을 찾아 보면 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 있으면

서 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 연구에서는 블록 분할 모델만 정의하게 되면 초기 선체 구조 모델과 블록 분할 모델과의 교차 계산을 통해 블록 분할선들을 자동적으로 생성하고, 각 블록 내에 어떠한 선체 구조 부재들이 포함되는지를 구조 부재간의 연관성 정

보를 이용하여 단 시간 내에 정확하게 계산할 수 있다.

이와 반면 기존의 IntelliShip 시스템은 분할면을 정의한 후 각 블록 내에 어떠한 선체 구조 부재들이 포함되는지를 기하학적 검사를 이용하여 계산한다. 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 분할면을 이용, 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 점합선들과 블록 분할선을 기준으로 세부의 선체 구조 부재들로 나눈다. 이 경우 7개의 선체 구조 부재들로 나누어질 수 있음을 알 수 있다. 그 후, 각 선체 구조 부재와 첫 번째 블록 영역("Block region 1")과의 기하학적 검사(point in-out 검사; 해당 선체 구조 부재가 주어진 블록

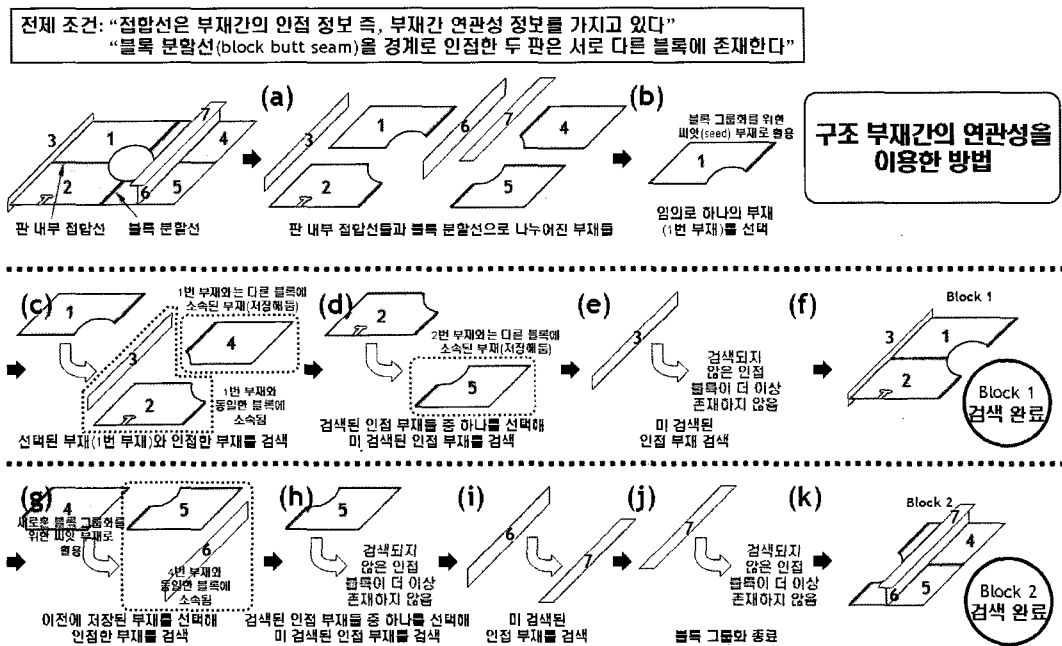


Fig. 10 Example of the grouping method of the hull structural parts using the relationship between the hull structural parts proposed in this study

영역에 포함되는지를 검사)를 수행한 후, 두 번째 블록 영역("Block region 2")과의 기하학적 검사 역시 반복적으로 수행한다. 여기서, point in-out 검사(Schneider and Eberly 2003)는 선체 구조 부재의 무게 중심에서 임의의 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 계산을 필요로 하는 기하학적 검사를 이용하여 선체 구조 부재를 블록별로 그룹화 하기 때문에 많은 시간을 필요로 하고 또한 오류 발생 가능성을 포함하고 있다.

한편, 기존의 NAPA Steel 시스템은 블록을 생성하기 위해서 먼저 각 블록의 경계면을 일일이 지정하여(직육면체 형태의 블록의 경우 6개의 면을 지정해 주어야 함) 블록 영역을 수작업으로 생

성한 후, 각 블록·영역과 모든 선체 구조 부재들과의 기하학적 검사를 수행하여 해당 블록 영역 내에 존재하는 선체 구조 부재들을 찾아내야 한다. 즉, IntelliShip 시스템은 분할면을 이용하여 각 블록 영역을 자동으로 생성하지만 NAPA Steel은 설계자가 수작업으로 생성해 주어야 한다. 다만 선체 구조 부재들의 블록별 그룹화 과정은 IntelliShip 시스템과 동일하다.

3.3.2 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 크레인이 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 탑재시 크레인과의 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 물량을 계산할 수 있다. 단, 구획별로 사용되는 도료의 종류가 다르기 때문에 각 선체 구조 부재가 어떠한 구획 내에 존재하는지를 고려해야 한다. 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 접합 길이

블록의 경계에 존재하는 모든 접합선의 길이의 합을 계산한다. 즉, 해당 블록 내에 존재하는 모든 블록 분할선의 길이의 합을 계산한다. 이로부터 블록간 용접 길이와 용접 물량을 계산할 수 있다.

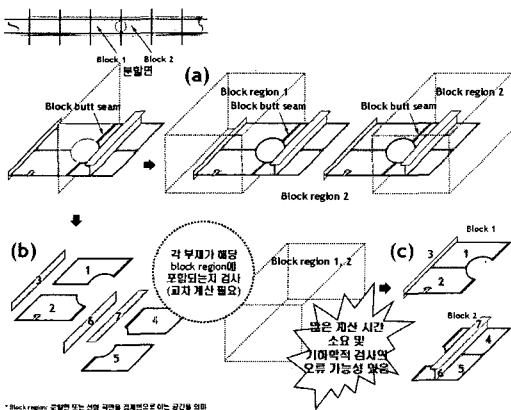


Fig. 11 Example of the grouping method of the hull structural parts using the geometric test in the IntelliShip system

블록간 용접 길이는 블록의 경계에 존재하는 모든 접합선에 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 물량을 간단하게 계산할 수 있다.

⑤ 블록 내부의 접합 길이

블록의 내부에 존재하는 모든 접합선의 길이의 합을 계산한다. 즉, 블록 분할선이 아닌 해당 블록 내에 존재하는 모든 접합선의 길이의 합을 계산한다. 이로부터 블록 내부의 용접 길이와 용접 물량을 계산할 수 있다. 블록 내부의 용접 길이는 블록의 내부에 존재하는 모든 접합선에 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 최대최소값으로부터 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 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. 이러한

정보는 조선소의 초기 설계 단계에서 선박의 건조 방법을 결정하는 부서 즉, 초기 공법 설계를 수행하는 부서에 의해 결정되며 그 결과는 탑재 순서도(erection sequence drawing)에 표현된다. Fig. 12는 재화 중량 300,000톤 대형 유조선(이하 300K VLCC)에 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 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

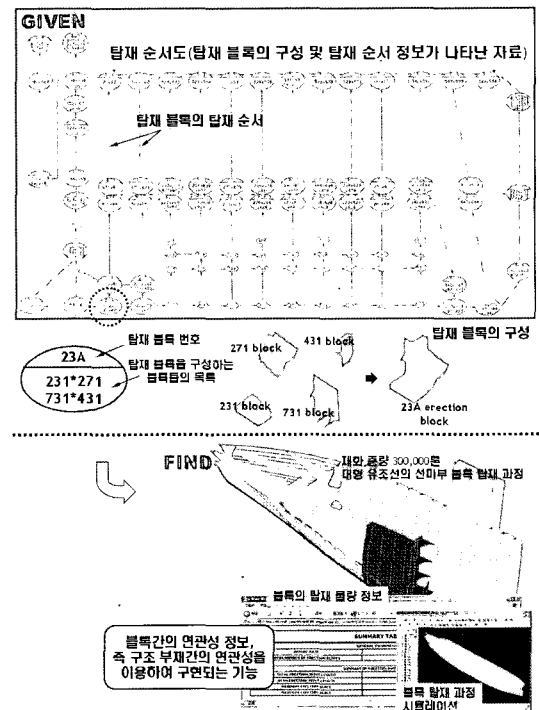


Fig. 12 Example of the representation of the process of the block erection of the 300K VLCC

접합 길이)를 생성하고, 탑재 블록들의 탑재 순서를 디스플레이 상에서 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 정보와 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 전제 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 내에

는 블록이 없기 때문에 탑재 물량은 0이 된다. “C” 블록이 탑재될 경우 이미 도크 내에 탑재되어 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 탑재 하더라도 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 적은 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 총합은 같지만 각 탑재 단계에서 요구되는 탑재 물량은 차이가 날 수 있다.

한편, Fig. 14는 탑재 블록의 탑재 순서는 동일하다고 가정하였을 때(“A” 블록 탑재 → “B” 블록 탑재 → “C” 블록 탑재) 서로 다른 두 개의 탑재 블록 구성안에 따라 탑재 물량 정보가 어떻게 생성되는지를 나타낸 것이다. 첫 번째 탑재 블록 구성안에서는 탑재 블록 “A”가 조립 블록 “a”로 구성되고, 탑재 블록 “B”가 조립 블록 “b”로 구성되며, 탑재 블록 “C”가 조립 블록 “c1”, “c2”로 구성된다. 두 번째 탑재 블록 구성안에서는 탑재 블록 “A”가 조립 블록 “a”, “b”로 구성되고, 탑재 블록 “B”가 조립 블록 “c2”로 구성되며, 탑

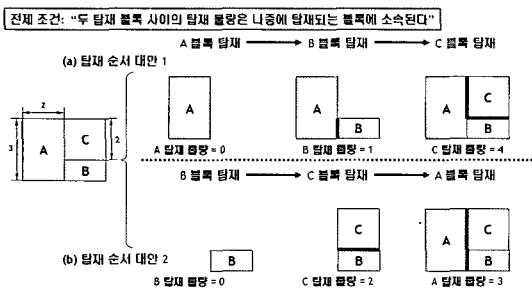


Fig. 13 Example of the generation method of the erection material information considering the erection sequence of the erection blocks

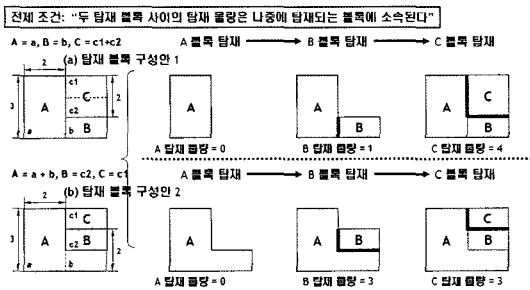


Fig. 14 Example of the generation method of the erection material information considering the composition of the erection blocks

재 블록 "C"가 조립 블록 "c1"으로 구성된다. Fig. 14(a)의 첫 번째 탑재 블록 구성안에 대해 탑재 물량을 계산해 보자. "A", "B", "C" 블록이 차례로 탑재됨에 따라 탑재 물량은 0, 1, 4가 된다. 한편, Fig. 14(b)의 두 번째 탑재 블록 구성안의 경우 탑재 물량이 0, 3, 3이 된다. 두 개의 탑재 블록 구성안에 따른 탑재 물량을 비교해 보면 전체 탑재 물량이 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 블록 탑재 순서가 고정되어 있다고 하더라도 탑재 블록을 어떻게 구성하느냐에 따라 전체 탑재 물량이 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 또한 각 블록을 탑재하는 단계에서도 탑재 물량이 차이가 나는 것을 알 수 있다.

이상과 같이 탑재 블록의 구성 정보나 탑재 순서 정보에 따라 탑재 물량 및 부하가 달라질 수 있으며, 이러한 정보를 변경해 보고 그 결과를 확인해 봄으로써 최적의 블록 탑재 전략을 수립할 수 있다.

5. 선체 블록의 물량 정보 생성 및 블록 탑재 시뮬레이션 예

5.1 초기 선체 모델링 결과

Fig. 15, 16은 본 연구에서 확장 개발된 시스템을 이용하여 생성한 300K VLCC의 초기 선체 구조 모델을 나타낸 것이다. 이 그림들에서와 같이 본 시스템을 이용, 초기 설계 단계에서 요구하는 상세화 정도의 선체 구조 모델을 한 명의 설계자가 생성하는데 약 3일이 소요되었다.

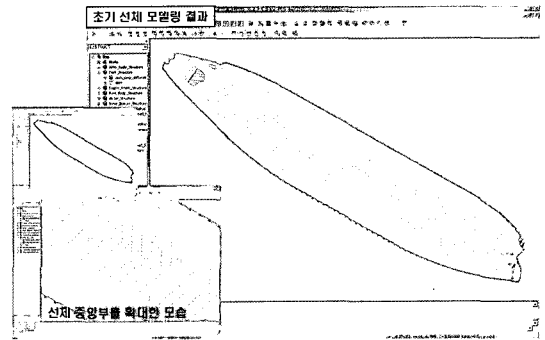


Fig. 15 Initial hull structural model of the 300K VLCC

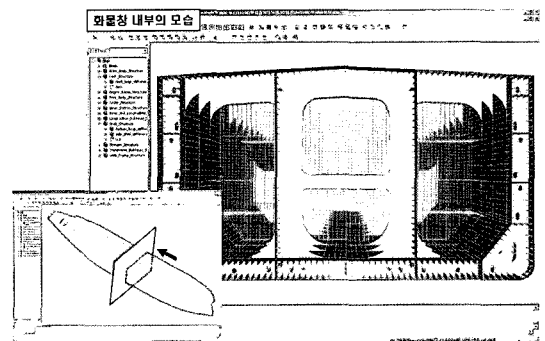


Fig. 16 Inside of the cargo hold region of the initial hull structural model of the 300K VLCC

5.2 선체 블록의 물량 정보 생성 예

Fig. 17, Table 1은 본 시스템을 이용하여 300K VLCC의 화물창 중앙부의 선체 부분을 구성하는 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보를 생성한 예를 나타낸다. 그림과 표에 나타나 있듯이 해당 블록의 중량, 무게 중심, 도장 면적뿐만 아니라 블록의 탑재하는데 필요한 블록간 접합 길이와 해당 블록을 용접하는데 필요한 블록 내부의 접합 길이 역시 산출 가능하다. 이 그림에 나타난 블록의 중량을 해당 블록에 대한 TRIBON 생산 모델(선체)과 비교했을 때 약 0.9%의 오차를 보임을 알 수 있다. 이러한 차이는 모델간 상세화 정도의 차이에 기인한다고 볼 수 있다.

그리고 Fig. 18은 블록 분할 모델을 이용하여 이 선박의 초기 선체 구조를 다수의 블록들로 분

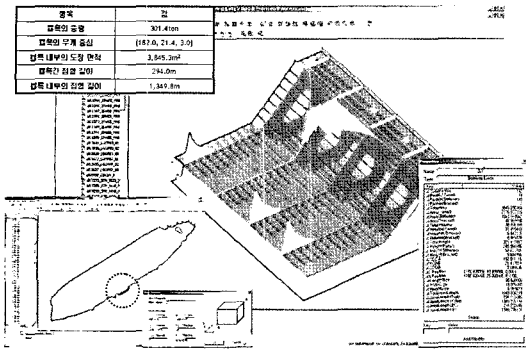


Fig. 17 Result of the generation of the production material information of a building block in the bottom region of the 300K VLCC

Table 1 Result of the generation of the production material information of a building block in the bottom region of the 300K VLCC

항목	본 연구	TRIBON 생산 모델
중량	301.4ton	304ton
무게 중심	(182.0, 21.3, 3.0)	-
내부 도장 면적	3845.3m ²	-
블록간 접합 길이	294.0m	-
내부 접합 길이	1349.8m	-

* 상기 내용중 미 기재된 부분은 해당 조선사의 생산성을 나타내는 중요한 기밀 자료라 현재 시점까지 입수가 어려웠음

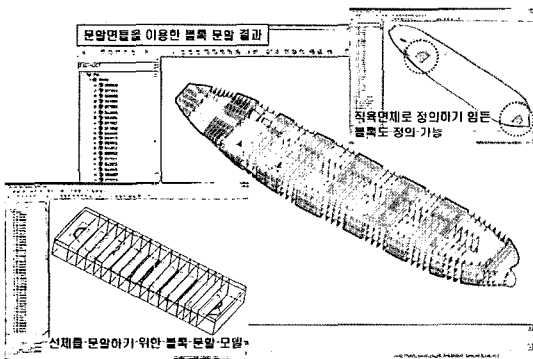


Fig. 18 Result of the generation of the production material information of building blocks using the block subdivision model of the 300K VLCC

할한 후, 각 블록의 초기 공정 및 일정 계획용 물량 정보를 생성한 예를 나타낸다.

5.3 블록 탑재 시뮬레이션 예

Fig. 19는 300K VLCC를 tandem 블록 공법을 고려하여 탑재한다고 가정하였을 때의 탑재 순서도를 나타낸다. 여기서, tandem 블록 공법이란 선박의 블록들을 선수선미로 나누어 탑재한 후 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 14,200m가 나왔다.

Fig. 20은 Fig. 19에 나타난 탑재 순서도에 따라 탑재 블록들이 탑재되는 과정을 본 시스템으로 나타난 결과를 나타낸다. 이 탑재 순서도에 따르면 총 89개의 탑재 블록들이 탑재되는데 여기서는 탑재 과정 중의 일부를 나타내었다.

6. 결론

조선소의 초기 설계 단계에서 공정 및 일정 계획을 수립하기 위해 필요한 블록별 물량 정보의 생성 과정과 블록 탑재의 시뮬레이션 과정은 그동안 2차원 도면과 과거의 실적성 데이터 및 설계자의 경험을 이용하여 수작업으로 수행되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 과정을 자동화하기 위해서

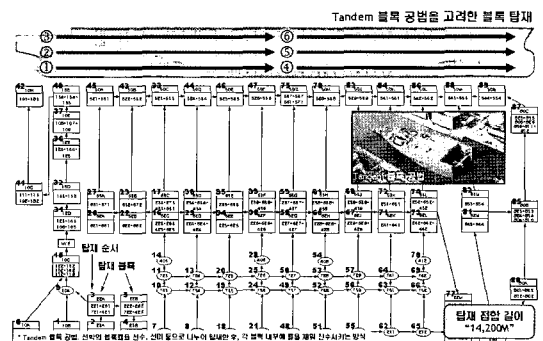


Fig. 19 Block erection scenario considering the tandem construction method

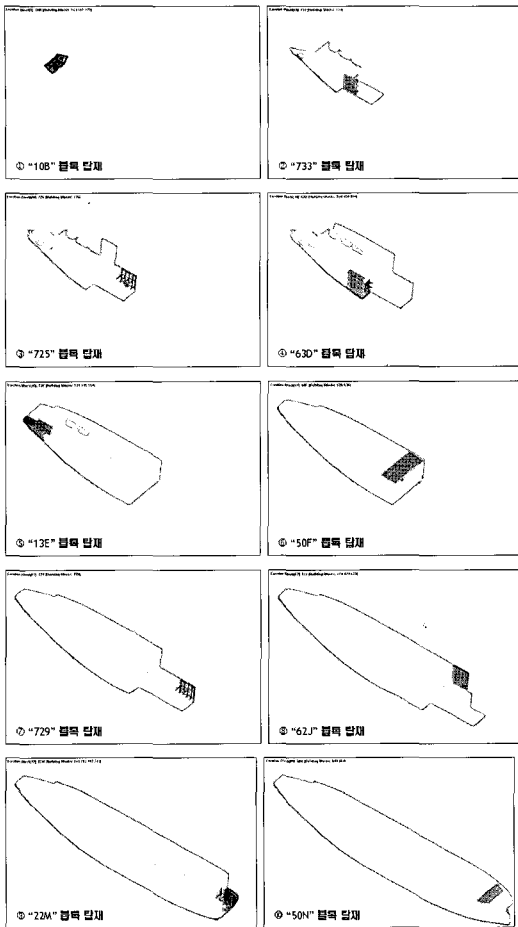


Fig. 20 Simulation of the process of the block erection according to the block erection scenario considering the tandem construction method

3차원 CAD 모델 즉, 초기 선체 구조 모델을 기반으로 블록별 물량 정보를 정확하게 생성하고, 블록 탑재 과정을 손쉽게 시뮬레이션 하는 방법을 연구하였다. 이를 위해, 먼저 선체 전체에 대한 초기 선체 구조 모델을 생성하였고, 이를 다수의 블록으로 분할하기 위한 블록 분할 방법을 개발하였으며, 각 블록의 중량, 무게 중심, 도장 면적, 접합 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 개발한 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 가상적으로 탑재해 봄으로써 최적의 공정 및 일정 계획을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는

- a) 한국 과학 재단 특정 기초 연구 과제 "피쳐 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 의미론적 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.

참 고 문 헌

- 김도현, 1998, 조선 탑재 네트워크의 자동생성에 관한 연구, 석사학위논문, 울산대학교.
- 김용태, 2001, Dock의 자원제약을 고려한 조선 탑재 Network 작성, 석사학위논문, 울산대학교.
- 노명일, 이규열, 이상욱, 임중현, 강성찬, 2003, "초기 및 상세 구조 설계 지원을 위한 선체 구조 CAD 시스템 개발," 대한조선학회 추계 학술대회, pp. 140-148.
- 류지성, 2004, 제약만족기법을 이용한 탑재네트워크의 부하평준화, 석사학위논문, 서울대학교.
- 민상규, 2000, 조선탑재일정의 부하평준화를 위한

- 유전 알고리즘, 석사학위논문, 울산대학교.
- 백태현, 1994, 부하평준화휴리스틱을 이용한 조선 탑재 일정계획 편성에 관한 연구, 석사학위논문, 울산대학교.
 - 이경철, 1997, 범용 CAD 시스템을 이용한 선체 모델링 및 블록 분할, 석사학위논문, 서울대학교.
 - 이재원, 김훈주, 1995, “유전 알고리즘을 이용한 탑재 공정과 일정 계획,” 대한조선학회 논문집, 제 32권, 제 1권, pp. 9-16.
 - 홍윤기, 정은경, 전 진, 김세영, 1997, “조선공정계획에서 탑재순서생성,” 대한산업공학회 논문집, 제 10권, 제 1호, pp. 189-207.
 - Lee, K.Y., Lee, S.U., Cho, D.Y., Roh, M.I., Kang, S.C. and Seo, J.W., 2003, “An Innovative Compartment Modeling and Ship Calculation System,” The 8th International Marine Design Conference 2003, pp. 683-694, Athens, Greece, 5-8 May.
 - Lee, K.Y., Lee, W.J., and Roh, M.I., 2004,

“Development of a Semantic Product Modeling System for Initial Hull Structure in Shipbuilding,” Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Journal, Vol. 20, No. 3, pp. 211-223.

- NAPA, 2004, NAPA Steel Technical Description, 4.29.
- Schneider, P.J. and Eberly, D.H., 2003, Geometric Tools for Computer Graphics, Morgan Kaufmann Publishers.



< 노 명 일 > < 이 규 열 >