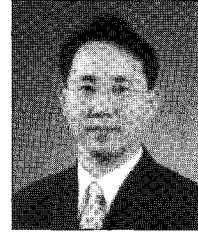


# 최근 IT 기반 선박설계 기술의 변화

## Latest Industrial Practices of Ship CAD



이 장 현\*

\* 인하대학교 조선해양공학과 부교수

### 1. 서론

선박 및 해양 구조물은 일반적으로 주문형설계생산(ETO: Engineering To Order) 전략을 택하고 있다. 따라서 주문자의 요구에 맞춰서 설계부터 생산까지를 일련의 엔지니어링 업무가 진행되고 있다. 선박은 선형 설계, 공법설계, 선체 및 의장 기본설계, 3차원 생산설계의 과정으로 진행된다. 설계 조직은 개념설계부터 생산설계까지 일관화된 설계 업무를 통해서 제품의 속성 정보를 정의한다. 1970년대부터 1980년대까지 국내 조선소는 Autodef, AutoKon, CADDs와 같은 생산정보 생성을 위한 CAD 시스템을 이용하였다. 1990년대에 국내 조선소는 TRIBON V5와 같이 Wireframe 기반의 형상 정의 및 생산정보 생성 중심의 CAD 시스템을 사용하였다. 1990년대 후반에 현대중공업(주)은 Pro-Engineer을 근간으로 조선전용 CAD 시스템(Pro-Ship)을 개발하려 하였으나 실패하였으며, 삼성중공업(주) 거제조선소는 GRAD라는 컨소시엄을 통해 GS-CAD(또는 Intelliship)라는 프로젝트 명칭의 조선용 CAD 시스템을 개발하기 시작하였으며, 현재는 상선 설계에 적용하고 있다. GS-CAD는 Intergraph사의 CAD 시스템을 근간으로 삼성중공업의 설계 특징에 부합하도록 추가 개발을 실시하였으며, 곡면 및 Solid model을 근간으로 제품 속성(형상 및 생산 정보)을 정의하

는 특징을 보이고 있다. 대우조선해양 및 STX조선해양, 한진중공업 등은 TRIBON-Mx 기반의 조선 전용 CAD를 각사의 실정에 맞도록 수정 개발하여 사용하고 있으며, 주로 곡면 모델을 확장한 3차원 형상 모델을 사용하고 있다. 그림 1은 각 조선소 별 CAD 사용 현황 및 개발 동향을 요약하고 있다.

그러나 TRIBON-Mx CAD는 곡면 모델을 근간으로 하고 있기 때문에 각 부품이 가지는 정보 추출 및 간섭 검증, 생산 정보 추출 등에 어려움을 가지고 있는 것으로 인식되었다.

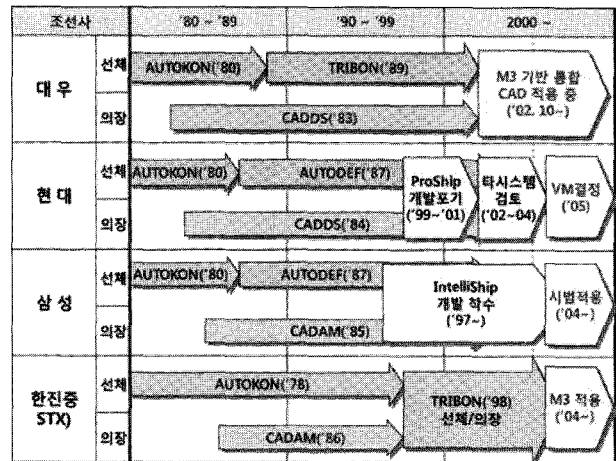


그림 1 각 조선소 별 CAD 개발 현황<sup>1)</sup>

특히, 최근에는 제품수명주기관리(PLM: Product Lifecycle Management) 기술의 필요성 및 3차원 형상 모델의 중요성이 부각되면서, 새로운 형태의 조선 CAD 시스템에 대한 요구가 증가되고 있다. 이 때문에 최근들어 현대중공업 및 대우조선해양은 새로운 세대의 CAD 개발을 시작하였거나 개발을 계획하고 있다.

본 기사는 최근에 개발되고 있는 조선 CAD를 일례로 조선 CAD가 가지는 중요한 특징과 시스템 구성, 그리고 설계 절차 관하여 예시로 하였다. 광범위한 범위를 감안하여 선체 설계 위주로 설명하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 조선 산업 IT 환경의 변화와 조선 CAD의 요구 사항

조선산업은 ETO 생산 전략을 수행하고 있으며, 국내 대형 조선소는 연간 30여척 이상의 선박을 신규로 설계하거나, 제품을 개발하고 있다. 양산 제품을 생산하는 ATO(Assemble To Order) 전략의 산업과는 달리 모든 공정과 공법을 세밀하게 계획하고 검증하는 과정에 충분한 시간적 여유를 갖지 못하고 있다. 유사한 선박일지라도 매 호선마다 설계/공법/공정이 달라지며, 설계와 생산에서 동시에 정보를 생성한다. 그리고 설계 과정에 서로 다른 종류의 Engineering 시스템이 CAD 시스템과 정보를 공유하며, 매우 많은 종류의 도면 및 자재 정보를 제공하여야 한다.

또한 거의 대부분의 선박은 블록건조공법(HBCM: Hull

Block Construction Method)을 근간으로 가공, 조립, 선형의 장 및 선형 도장, 탑재, 그리고 의장 공사를 수행한다. 이 과정을 위하여 생산 설계 및 공법 설계, 생산 일정 계획 등의 생산 관리 업무는 각 공사 별로 생산 기간의 부하 및 생산 설비의 특징을 감안하여 적절한 송선(Routing), 공법(Construction method)을 각 호선 별로 결정하여 생산 설계를 마무리하는 특징을 가지고 있다. 또한 각 설계 단계 별로 BOM이 발행되며, 각 단계 별 BOM은 필연적으로 수량의 차이를 가지고 있다.

조선 CAD는 이러한 선박 설계의 특징을 감안하여야 함은 당연하다. 최근에는 각 조선소에 구축되고 있는 전사적 자원관리(ERP: Enterprise Resource Planning) 시스템 및 제품수명주기관리(PLM: Product Lifecycle Management) 시스템과 CAD의 유기적 통합 또는 정보공유의 필요성이 증가함에 따른 새로운 형태의 CAD 시스템이 필요하게 되었다.

이러한 이유로 3차원 모델 기반의 형상 정의 기능, 대용량 데이터베이스 기반의 CADD(Computer Aided Design Database), 선체 설계 및 의장 설계의 통합, 생산 공법 시뮬레이션, 각종 생산정보/자재정보/도면정보 생성 자동화 기능, PLM 및 ERP 등과의 정보 공유, 각종 Engineering 시스템과의 Interface 기능 등이 요구되고 있다.

조선 CAD의 기능 요구사항을 몇 가지로 정리하는 것은 어렵지만, 대체로 다음과 같은 요구사항이 논의되고 있다.

#### ① 시스템 통합이 용이한 데이터 및 개발 환경

- A. CAD 이외의 시스템에서 정보를 입/출력하기 제품 정보
- B. 응용 프로그램 개발이 편리한 API 지원

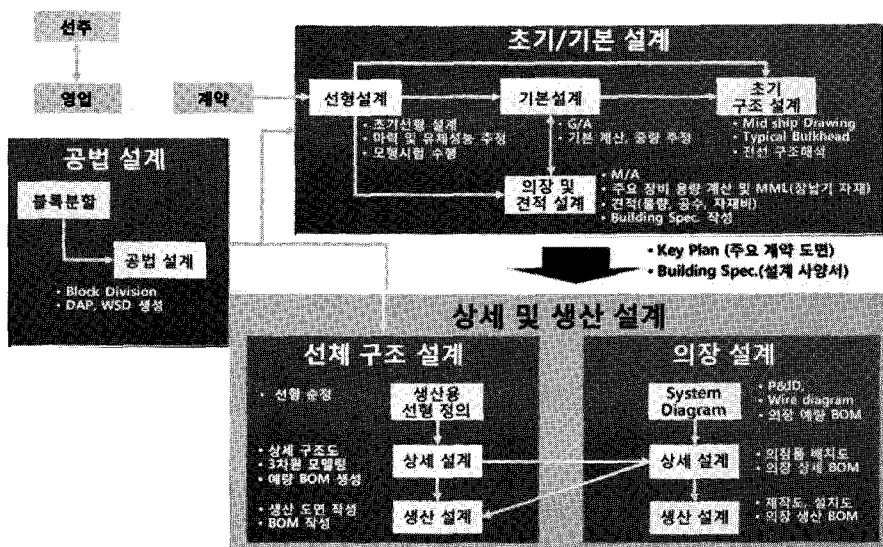


그림 2 개략적인 선박 설계 절차 및 생성 정보

- C. CAD, CAE, CAM, PLM/PDM, ERP 등 시스템과 충분한 Interface 환경
- D. STEP, IGES, DXF, XML 등 표준 또는 공용 파일 형태의 정보 교환이 가능한 데이터
- E. 준표준화 및 범용화된 운용 환경 및 개발환경의 지속적인 이용 가능.  
(예, Graphic Kernel, SW development Toolkit)
- ② 다양한 수준의 3차원 형상 모델링 환경
  - A. 2차원 도면과 3차원 모델 간의 연관 관계
  - B. Wireframe, Surface, Solid 등 다양한 수준의 3차원 모델링 환경
  - C. Digital Mock-Up 등 3차원 형상 정보를 활용하기에 편리한 모델링 정보
  - D. 블록 배치 계획, Crane 및 Lifting Lug 시뮬레이션 등에 필요한 정보 추출의 용이성
  - E. 모델링 자동화 및 모델링 정보 재활용
  - F. 도면 추출 자동화
  - G. 도면과 3차원 모델 사이의 쌍방향 update 및 정보 연계
- ③ 실적 선박의 설계 정보를 이용한 신규 제품 개발 지원
  - A. 기존의 설계 정보를 이용한 신규 제품 설계 가능
  - B. 기존의 생산 설계 정보의 재활용
  - C. 시리즈 호선의 효과적인 설계 정보 관리
- ④ 표준화된 정보
  - A. 각종 도면 및 모델링 자동화를 위한 library

- B. 국제 표준에 부합하는 표준 부품 정보
- ⑤ 조선 산업에 특화된 설계 기능
  - A. 블록 분할 기능
  - B. 선형 (Hull form)과
  - C. 외판 전개용 모듈
  - D. Nesting 기능
  - E. 곡면가공을 위한 가열선/프레스/Template 정보
  - F. 용접 및 절단 수축 여부
  - G. 가공 및 조립 도면에 필요한 정보
  - H. Pin Jig 좌표 생성
  - I. 각종 BOM 데이터 생성 기능
  - J. Hole Plan 관리 등

특히, 선체 설계에 있어서는 기본 설계, 상세 설계, 생산 설계 단계 별 정보 연계, 설계 단계 별 BOM 정산 및 비교, 다양한 블록 분할/병합 기능, Feature 또는 Pattern Library를 이용한 모델링 및 도면 작성 등이 필요하다.

### 2.2 3차원 모델 기반의 선체 설계 절차

특히, 선체 설계에 있어서는 기본 설계, 상세 설계, 생산 설계 단계 별 정보 연계, 설계 단계 별 BOM 정산 및 비교, 다양한 블록 분할/병합 기능, Feature 또는 Pattern Library를 이용한 모델링 및 도면 작성 등이 필요하다.

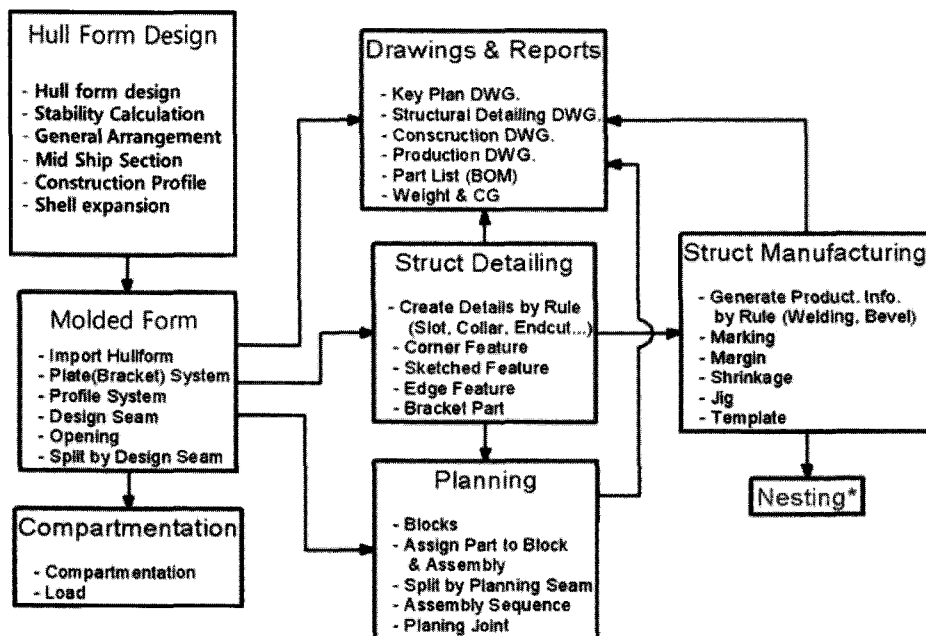


그림 3 선체 설계의 주요 과정 및 주요 정보

(1) 선형 (Hull form) 정보 입력

영업설계 또는 기본설계에서 수행하는 선형 설계는 별도의 독립된 CAD 시스템을 이용하는 것이 일반적이다. 현재 상용화된 Hull form 설계를 위한 CAD Software로는 EzHull/EzShip, TID(TRIBON Initial Design), NAPA, Paramarine, H-CAD, FORAN 등이 선형 설계 또는 선형의 곡면 모델링 기능을 지원하고 있다. 따라서 선형 설계 정보는 NURBS 곡면으로 표현되며, SAT/IGES 형태의 파일로 변환되어 조선 CAD System에서 읽어 들이는 과정이 필요하다. 아래의

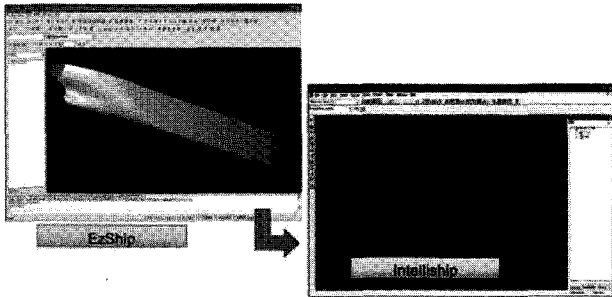


그림 4 Hull form data 호환성

그림은 EzShip 프로그램에서 생성한 Hull form 데이터가 조선 CAD에 불러들여진 것을 보이고 있다.

(2) 선체 기본 설계

선체 기본 설계는 선미 구조도, 중앙부 구조도, 선수 구조도 등 도면을 작성하는 단계이다. 이 단계의 선체의 형상 정보는 3차원 solid model 보다는 3차원 surface model이 효율적이라고 볼 수 있다. 최근에 개발된 GS-CAD(Intelliship, SM3D으로도 불리고 있음.), Aveva Marine의 선박 설계 시스템은 3차원 surface model과 2차원 구조도면 사이의 연관 관계를 통해서 3차원 모델링 후에 2차원 도면을 작성할 수 있는 단계로 발전하였다. 2차원 Sketch 도면 작성, 3D Molded Form 형태의 곡면 모델 정의, 도면 추출 단계로 이어지는 방법을 택하고 있다. 그림 5와 그림 6은 각각 곡면으로 정의된 선체 구조와 구조 도면과의 연계되어 설계할 수 있음을 설명하고 있으며, 그림 7 그리고 그림 8은 각각 구조 도면과 블록 분할 정보의 예제를 보인 것이다.

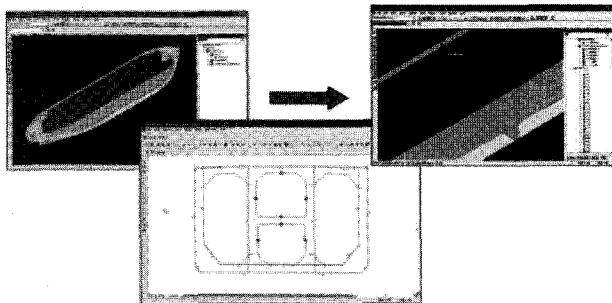


그림 5 곡면 정보 기반의 선체 구조 모델 및 2차원 구조도면과의 연관 관계

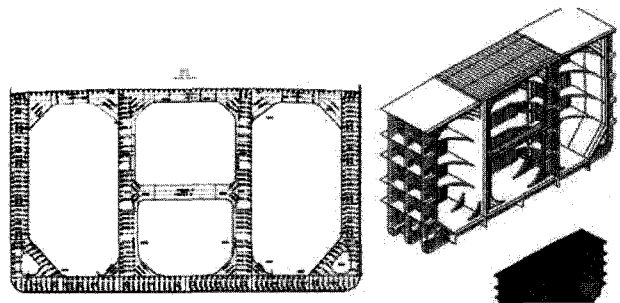


그림 7 선체 구조 도면과 모델링 예시

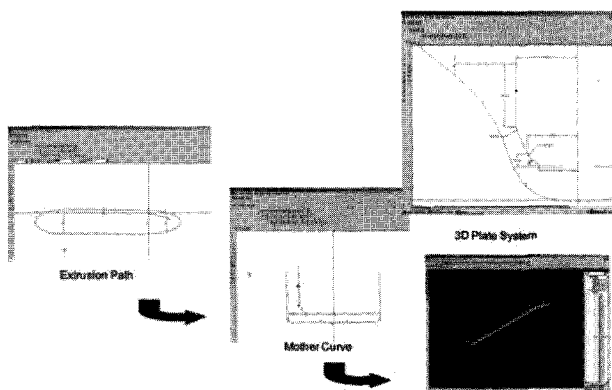


그림 6 2차원 도면과 3차원 곡면모델의 연계를 이용한 설계 정보 수정 예

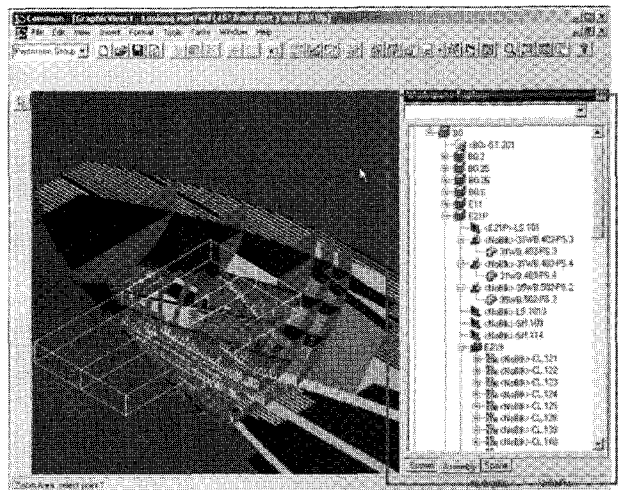
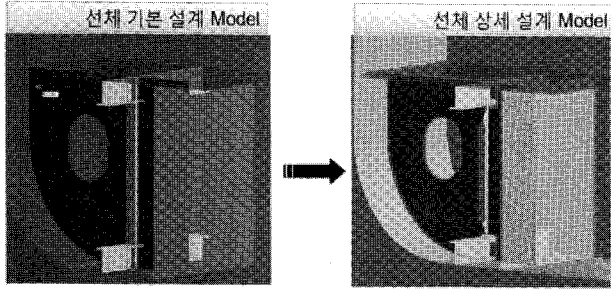


그림 8 선박 block division 화면 예시



Logical Connections at:  
 • Plate Boundaries  
 • Profile Boundaries  
 • Penetrations  
 • Parent/Child Relationships

Assembly Connections that drive the generation of:  
 • Bevels and Welds  
 • End Cuts and welds  
 • Slots and Clips/Collars

그림 9 3차원 슬리드 모델 기반의 상세 설계

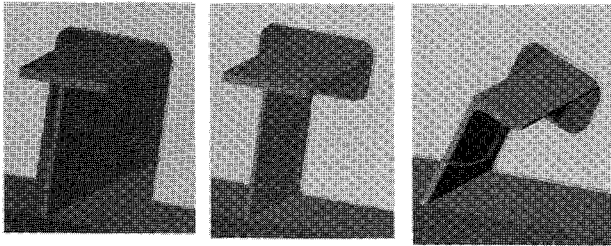


그림 10 3차원 상세 설계 단계의 Slot 형상 예시

을 바탕으로 각 부재의 두께, End Cut, Slot 등 3차원 Solid 형상을 정의하는 과정이다. 그림 9는 선체 기본설계에서 정의한 3차원 곡면 모델로부터 상세설계 모델이 정의되는 과정을 예제로 보인 것이다. 두께를 속성으로 가지는 각 부재 일지라도 기본설계 단계에서는 Molded Form으로 정의되고, 상세설계 단계에서 비로서 두께의 형상이 명확해 진다고 볼 수 있다. 그림 10은 기본 설계단계에서는 개념적으로 정의된 slot형상이 상세 설계 단계에서 명확한 형상으로 바뀌어 가는 것을 예제로 설명한 것이다.

(4) 선체 생산 설계

선체 생산설계는 3차원 상세 설계 모델을 기반으로 각종 생산 정보를 추출하는 단계이다. 따라서 각 제품 모델에 정의된 속성을 이용하여 생산 도면 등 정보를 추출하는 단계라고 할 수 있다.

본 절에서는 각종 생산 정보를 예제로서 설명하고자 한다.

그림 11은 생산 계획 단계에서 정의된 BOM기준으로 Part List 생성하는 기능을 보이고 있다.

그림 12, 그림 13, 그림 14, 그리고 그림 15은 가공도면, Pin Jig 정보, 곡면가공을 위한 template, Nesting 정보를 예제로 보이고 있다.

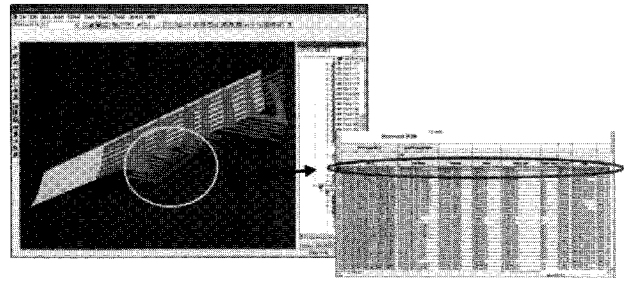


그림 11 선체 생산 모델로부터 추출한 구조 BOM 예시

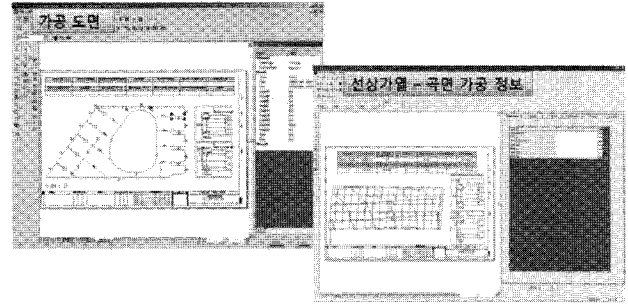


그림 12 선체 가공 도면 및 선상 가열 정보 도면

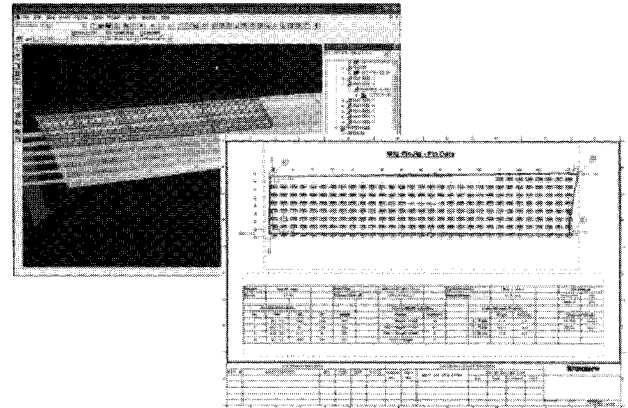


그림 13 Pin jig 정보 추출 예시

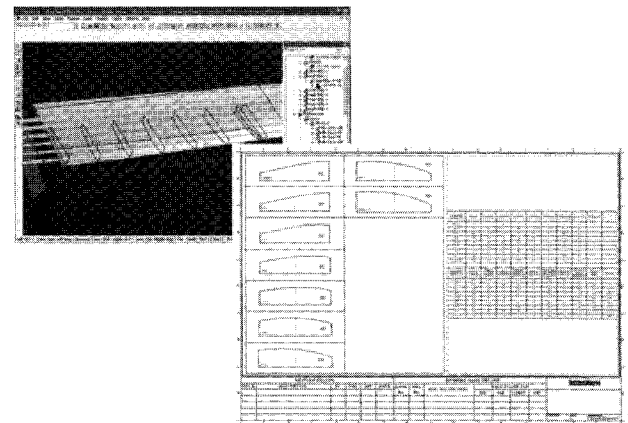


그림 14 곡면 가공을 위한 Template 예시

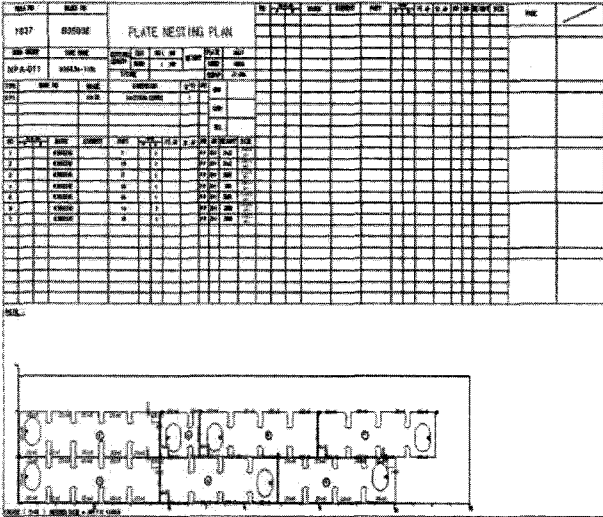


그림 15 Nesting 정보 예시

### 3. 결 론

본 기사에서는 최근에 개발되고 있는 조선 CAD의 중요한 기능적 특징을 선체 설계 예제로 설명하였다. 국내의 대형 조선소는 선박 설계를 위한 새로운 CAD 시스템을 결정해가는 과정에 있으며, 이러한 배경에는 PLM, ERP 등 정보 환경의 변화뿐만 아니라 정확한 설계 정보의 생성, 그리고 효율적인 설계 지식 정보의 재활용 등에 초점을 맞추고 있다. 이러한 변화는 진행 중에 있으며 향후 수년 이내에 새로운 단계의 진보된 조선 CAD 솔루션이 각 조선소에 적용될 것으로 예상된다.

### 참 고 문 헌

1. 한국조선기술연구조합, 현대중공업, 대우조선해양, 한진중공업, STX 조선, “조선설계 프로세스 혁신을 위한 정보시스템 기획연구사업 보고서”, 2005.
2. Intergraph Korea, “SM3D 선체 설계 기능 설명서”, 2007.

