

## 전산구조 탐방

# 현대중공업의 구조해석 시스템에 대한 소개

임 동 준\*

강 신 택\*\*

곽 원 섭\*\*\*

## 1. 서 론

현대중공업은 1972년 설립이래 조선, 해양, 엔진, 프랜트, 중전기, 중장비 등의 부문에서 각종 선박, 초대형 해양구조물, 선박 및 발전용 엔진은 물론 각종 화학·공정 프랜트, 산업용 기계, 공장 자동화설비, 산업용 로봇, 대형 발전설비, 중장비 등을 생산하는 종합중공업 회사로 성장하여 왔다.

현대중공업은 이들 품목의 설계 및 생산기술수준 제고 및 구조안전성을 확보하기 위하여 구조해석분야에 많은 인원과 비용을 투자하였으며, 그 결과 회사의 대외 경쟁력 제고에 커다란 기여를 하였다.

본고를 통하여 현대중공업의 구조해석 시스템에 대한 사용 현황과 향후 활용계획을 간략히 소개하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 현대중공업의 구조해석 시스템 현황

구조해석시스템은 일반적으로 구조물을 기하학적 형상으로 이상화하여 재질의 물성치, 작용하중

조건, 경계조건 등을 정의하는 전처리과정과 전처리과정에서 작성된 입력데이터를 이용하여 정적, 동적해석, 좌굴해석, 열전달해석 등을 수행하는 계산(processing, solving)과정, 계산된 결과를 분석 검증하는 후처리과정으로 구별되며, 현대중공업에서도 이러한 구조해석 시스템을 다양한 제품의 설계업무에 적극 활용하고 있다.

현대중공업에서 사용하고 있는 구조해석 시스템의 종류는 각 부서의 업무 특성에 따라 매우 다양하며 해석분야도 과거에는 일부 전문부서에서 선형·정적해석에만 치중하였으나, 현재는 대부분의 설계부서에서 비선형의 정적해석은 물론 동적해석, 기구운동해석, 내진해석, 최적화 해석 등을 수행하는 경우가 많아지고 있고, 구조물의 해석수요 및 활용도, 기술 수준면에서 크게 성장하고 있다.

그림 1은 현대중공업의 구조해석 시스템의 개략적 구성도이며 각 부문에서 독자적으로 구조해석 시스템을 운용하고 있으나, 대형의 프로젝트이나 구조해석 시스템이 설치되어 있지 않은 부서에서는 사내에 구축되어 있는 network을 통하여 사내구조해석 시스템을 활용하고 있다.

\* 현대중공업 중앙연구소 연구원

\*\* 현대중공업 정보기술실 부장

\*\*\* 현대중공업 정보기술실 차장

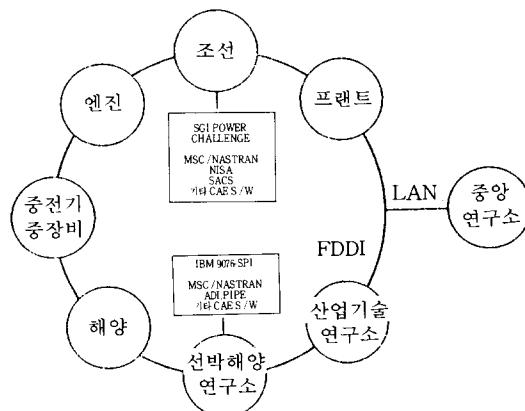


그림 1 현대중공업 구조해석 시스템 기본 구성도

## 2.2 각 부문별 구조해석 시스템의 사용 현황

### 2.2.1 선박설계해석 부문

선박의 구조해석 분야는 과거 COSMOS6을 이용하여 구조해석을 수행하였으나, 1988년 MSC / NASTRAN으로 대체되어 선박구조해석 전반에 걸쳐 사용하고 있으며 Geometric Element Method의 P-Version을 이용한 MECHANICA를 도입하여 응력집중부에 대한 상세해석을 수행하고 있다. 전후처리 프로그램은 1988년 SUN Workstation용 IRIS Pre /Postprocessor를 도입하여 수작업에 의한 입력 데이터작성을 탈피하고 현재 까지 NASTRAN의 전후처리에 사용하고 있으며 최근 MSC /NASTRAN과 직접 File처리가 가능한 MSC /PATRAN을 도입하여 이의 사용이 점차 증가하고 있는 실정이다. 또한, 미 EMRC사의 NISA II /Display III가 일부 구조물의 해석에 사용되고 있다.

선체설계시 필요한 일반적인 구조해석 이외에도 선박충돌 및 좌초로 인한 해양환경 오염을 줄이고 선박의 시설을 보호하기 위하여 대형선박의 충돌거동해석에도 구조해석 시스템을 활용하고 있으며, 선박 구조해석의 전후처리과정에서 범용 모델링프로그램을 사용할 때 선박구조의 특수성으로 인한 모델링과정의 불편함을 해소하고, 해석 과정을 단순히 하기 위하여 선종별로 선박구조해석 전용 모델링 프로그램의 개발이 진행되고 있다.

이들 구조해석 프로그램이 구동되는 환경을 살펴보면 대부분의 전후처리작업은 Workstation급의 기종에서 처리하고 Solver로서 Silicon Graphics사의 Power CHALLENGE XL Symmetric Multi Processing Server를 사용하고 있다.

### 2.2.2 엔진 및 산업기계 설계해석 부문

엔진부문은 1989년 IBM4381 Host용 CAEDS를 도입하여 수작업에 의한 입력 데이터 작성에서 탈피하여 자동 모델링 및 해석을 수행하게 되었고 1994년 Host를 IBM RS /6000 Workstation으로 다운사이징하고 각 부서의 설계업무에 적절한 소프트웨어를 탑재하여 대형엔진 및 프로펠러의 강도해석, 중형엔진 신모델 개발, 펌프강도해석, 공작기계 신모델 개발 등의 구조해석 및 설계변경, 신제품 개발에 활용하고 있다.

현재 사용되고 있는 구조해석용 소프트웨어로는 공작기계 및 중형엔진 신 모델 개발을 위해 NISA II /Display III를 사용하고 있으며, 최근 엔진구조물의 많은 부분이 복잡한 3차원의 형태를 가지고 있기 때문에 3차원 전문 CAD 소프트웨어인 SDRC의 I-DEAS를 도입하여 전후처리기로 사용하고 있고 대형엔진 부품 및 프로펠러 구조해석을 위하여 MSC /NASTRAN을 도입사용하고 있으며, 대형엔진용 핵심부품의 단조공정 해석을 위하여 미국 SFTC의 DEFORM 2D /3D 소프트웨어를 시험도입하여 사용하고 있다.

또한, 영국의 Ricardo에서 개발한 엔진성능해석 전문 소프트웨어인 WAVE와 연계하여 동사의 PISDYN을 엔진 피스톤의 동적 해석용으로 사용하고 있다.

그 밖에 산업용 로봇의 설계해석에는 동역학 해석용 소프트웨어인 ADAMS와 구조해석 소프트웨어로 MSC /NASTRAN을 연계하여 사용하고 있고 MSC /ARIES를 이들 프로그램의 전후처리 프로그램으로 사용하고 있다.

### 2.2.3 해양부문

해양구조물은 하중조건이 매우 다양하고 복잡한 설계변수가 요구되는 구조물로서 해양구조물

의 구조해석은 방대한 작업과 시간이 요구되는 일이다.

해양사업부문의 구조해석시스템은 복합 거대구조의 육상제작 및 해상운송, 설치작업과 관련하여 작업특성에 맞는 다양한 프로그램을 사용하고 있다. 우선, SACS와 GT-STRUDEL 등을 이용하여 전체구조물의 제작에 필요한 해석작업을 수행하고 SIMPLEX, CAESAR II 등을 CAD 시스템과 연계하여 바이프의 응력거동 및 재배치 작업에 적용하고 있다. 또한, process simulation 프로그램인 HYSIM과 DESIGN II에서 얻어진 결과를 이용하여 열변형 및 이에 따른 응력해석을 수행한다.

그 밖에 구조물의 load out이나 해상 운송시 안정성 해석을 위해 선박해양연구소에서 자체 개발한 CODE외에 MOSES 및 OSCAR 등의 전문 프로그램 등을 사용한다.

#### 2.2.4 프랜트 부분

프랜트 부분의 구조해석 업무 적용은 그 설비의 특성에 따른 design code규정을 만족시켜야 하는 특징이 있다.

우선, 화공설비분야는 ASME Section VIII DIV. 2에 의한 공사인 경우 Code에 규정된 응력 평가를 위해 NISA II /Display III를 사용하고 있으며, 설계해석의 시간과 비용을 절감하기 위하여 압력용기와 같은 일부설비에 대한 전용의 지적설계해석시스템개발을 추진하고 있다.

발전설비분야는 배관 기본설계에 ADPIPE와 CAESAR II를 사용하고, 철골구조물의 기본설계해석시 SACS를 사용한다.

산업기계분야는 Beam형태의 철 구조물이 주로 사용되고 있기 때문에 AISC Code에 의한 응력평가가 용이한 SACS를 사용하고 있다.

Crane과 같은 운반하역설비의 구조해석인 경우, 기구운동해석, 정적해석, 동적해석, 지진해석, 피로해석, 최적화해석등 여러 단계의 해석을 NISA II /Display III와 SACS 등을 이용하고 있다. 그러나 이를 프로그램을 사용할 때 각 해석 모듈간의 연계성이 부족하고 다양한 운동 및 하중조건에 따

른 해석이 어렵기 때문에 설계해석을 자동으로 연계할 수 있도록 Jib Crane 전용 지적설계 시스템 및 Container Crane, Overhead Crane과 유사구조물에 대한 설계해석을 자동으로 수행 할 수 있는 여러 가지 전용의 지적설계해석 시스템을 최근에 개발하여 현업에서 사용하고 있다.

수문설계 분야에서도 주로 NISA 시스템을 이용하여 구조해석을 수행하고 있으며 기본설계, 자동 모델링, 응력해석, 결과 보고서 작성 등을 일괄 수행하는 전용설계해석 시스템을 기개발하여 사용하고 있다.

송전철탑의 구조해석 분야는 기본설계와 철탑 구조의 선형·비선형 구조해석을 할 수 있는 프로그램을 자체 개발하여 업무에 적용하고 있고, 구조해석결과에서 최종 설계도면 작성 등을 일괄 처리 할 수 있는 시스템을 개발하여 활용하고 있다.

#### 2.2.5 중전기 부분

중전기 부분은 초대형 변압기 및 차단기 등의 구조해석에 NISA II /Display III를 이용하고 있으며 최근 SDRC의 I-DEAS를 도입하여 차단기의 신모델 설계에 활용하고 있다.

또한, 현대중공업에서 최근에 중점사업으로 추진하고 있는 발전기 /터빈의 설계해석을 위해 ANSYS를 도입하여 사용하고 있다.

전동기와 발전기같은 품목에 있어서는 전자기해석과 열전달 해석이 연계된 구조해석뿐만 아니라, 축-베어링시스템의 진동해석을 수행하여 제품의 수명연장과 성능을 높이고 있다.

#### 2.2.6 중장비 부분

중장비는 일반적으로 기구운동이 많이 존재하는 구조물로서 동역학 해석 전문 소프트웨어인 DADDS를 사용하여 얻어진 경계조건 및 하중조건을 NISA II /Display III와 연계하여 구조해석을 수행하고 있고, 최근에 전처리작업의 효율을 높이기 위해 Pro-Engineer를 도입하여 사용하고 있으며, 이를 통하여 장비의 구조안정성의 향상은 물론, 작업 성능향상과 작업자의 편의성을 도모하고 있다.

### 2.2.7 중앙연구소

중앙연구소는 기초기반기술을 개발하기 위하여 설립된 곳으로서 구조해석의 경우 선박해양연구소와 더불어 현대중공업의 구조해석기술 수준을 제고하는데 종추적인 역할을 담당하고 있다. 현재 주로 사용하는 구조해석 소프트웨어는 범용의 구조해석 소프트웨어로 EMRC사의 NISA II와 MSC /NASTRAN을 Solver로 사용하고 있고 전후처리 작업에는 Display III와 MSC /PATRAN, SDRC의 I-DEAS를 사용하며, 선박용 엔진의 크랭크축 단조해석을 위하여 DEFORM 2D /3D를 시험도입하여 사용하고 있다.

구조해석에 대한 업무분야는 일반적 구조해석은 물론, 기구 운동해석, 파로평가, 최적화해석, 내진해석 및 내진설계, 구조안정성평가 등이며, 각종 화공설비 및 원자력용기, 수문시스템, 선박용 엔진 등의 구조해석을 수행하고 있다.

또한, 설계자가 오류 없이 빠른 시간 내에 구조해석을 수행할 수 있도록 하기 위하여 수문설계전용의 설계시스템, Jib 크레인 전용 지적설계시스템, Container Crane 전용 설계시스템, 압력용기 지적설계 해석시스템, 해양구조물에 대한 전문가 시스템과 같은 지적설계시스템 및 전문가 시스템을 개발하여 현업부서에 설치하고 그 사용법을 설계 엔지니어에게 직접 교육하고 있다.

### 2.2.8 선박해양연구소

선박해양연구소의 구조분야에 대한 주요업무는 선박 및 해양구조물, 엔진의 구조해석과 진동소음 측정 및 해석이며, 초고속선의 개발, 선박용 엔진 개발, 선박 각부에 대한 구조 및 진동해석, 해양구조물의 구조 및 운송해석과 같은 고난도의 구조해석을 수행하고 있다. 선박해양연구소에서 현재 사용하고 있는 범용의 구조해석 프로그램으로는 IRIS, MSC /NASTARN, MSC /PATRAN, NISA II

/Display III 등이며, 해양구조물의 운송 및 안정성 해석을 위하여 OSCAR 등의 특화된 프로그램을 주로 사용한다.

## 3. 결 론

현대중공업은 세계적 규모의 종합중공업회사의 하나로서 세계시장을 주도하기 위한 기술개발에 막대한 투자를 하고 있으며, 특히 구조해석시스템의 적극적 현업활용과 기술축적을 통하여 기본설계 기술력 향상을 꾀하고 있다.

현재까지 현대중공업의 구조해석 시스템은 각 사업부문별, 각 부서별로 운영되고 있기 때문에 중복투자 되는 경우가 많이 있었고, 고가의 구조해석 시스템이 설치되어 있지 않은 부서에서는 사용하기가 어려운 점이 있었으나, 최근에는 사내에 구축되어 있는 고속의 네트워크를 이용하여 구조해석 등을 수행할 수 있도록 하므로써 전 설계 엔지니어들이 CAE도구의 사용을 일상화하고 있다.

또한, 전문설계 구조해석은 CAD/CAM 시스템과 달리, 구조해석 소프트웨어를 제대로 이해하고 적절히 활용하고 결과를 올바르게 판독하기 위해서는 구조해석에 관한 전문지식과 오랜 사용 경험이 필수적으로 요구되는 일이다. 따라서, 일반 설계자가 구조해석을 수행하여 타당한 결과를 얻기 위해서는 구조해석 담당자의 지속적인 현업경험과 보수교육이 필요하며 많은 시간이 요구되므로, 담당자의 전문 교육을 실시함은 물론, 제품별 설정에 맞는 지적설계시스템 및 전문가 시스템을 구축하여 설계 및 해석 담당자의 미숙으로 인한 오류와 해석에 소요되는 시간과 비용을 줄임으로써 대외적 경쟁우위를 지키고 제품개발기간의 단축, 생산성의 향상과, 제품성능의 고급화를 위하여 노력하고 있다. ■