

MIDAS Family Program 토목·건축분야 구조해석 및 최적설계 통합시스템



이 상 수*

1. MIDAS Center 소개

마이더스센터는 토목·건축분야 구조해석 및 최적설계 통합시스템인 MIDAS Family Program (이하 MIDAS)을 개발하고 판매하는 포스코개발(주)의 연구개발 전담 부서로서 현재 30여명의 전문 개발자와 실무 기술자들로 이루어져 있다. 마이더스센터는 1989년부터 구조해석 설계 S/W의 기술독립을 목표로 MIDAS를 개발하기 시작한 이래, 1996년 순수 국내기술로 개발된 구조해석 프로그램인 MIDAS를 국내 최초로 상용화하였으며, 지금까지 10여 년 동안 구조해석 및 설계 분야의 다양한 솔루션들을 전문적으로 연구 개발해 오고 있다. 1999년에는 이러한 기술 개발의 공로를 인정받아 대표인 이형우 소장이 과학기술부에서 수여하는 '이 달의 과학기술자상'을 수상한 바 있다. 동시에 마이더스센터는 이러한 과정에서 축적된 첨단인 구조해석 및 설계 기술을 바탕으로 고급 구조해석 및 구조설계 컨설팅을 제공하며 신 인천공항, 대전 월드컵 경기장 등을 비롯한 다수의 프로젝트에 참가하고 있기도 하다.

2. MIDAS/GENw 소개

2.1 MIDAS Family Program

The Most Intelligent Design & Analysis System을 의미하는 MIDAS는 3D 모델링과 구조해석 그리고 설계뿐만 아니라 계산서작성, 자재 목록표 산출 등의 일련의 단위 구조설계 업무의 전과정을 자동화함으로써 생산성 향상을 실현하기 위해 개발된 구조분야의 통합솔루션이다.

MIDAS는 S/W 개발자와 실무 기술자를 중심으로 관련 학계의 학자들과 업계의 실무자들의 조력으로 개발되어 왔으며 이와 같은 실무진과 개발진 그리고 학계의 협력작업을 통해 최신의 전산기술과 구조이론 그리고 축적된 실무 경험이 융합된 편리하고 실용적인 S/W로 발전되어 왔다.

이러한 노력의 결실로서, MIDAS는 1998년 CAD/CAE/CAM 분야의 전문지인 CAD&Graphics의 건축 토목 분야 구조해석 소프트웨어 기능 비교 및 사용자 만족도 조사에서 사용자 만족도 종합평가 1위에 선정된 바 있으며 현재 건축구조 분야 해석 소프트웨어 부분의 시장 점유율 1위를 기록하고 있다.(그림 1)

* 포스코개발(주) MIDAS Center 개발 2팀

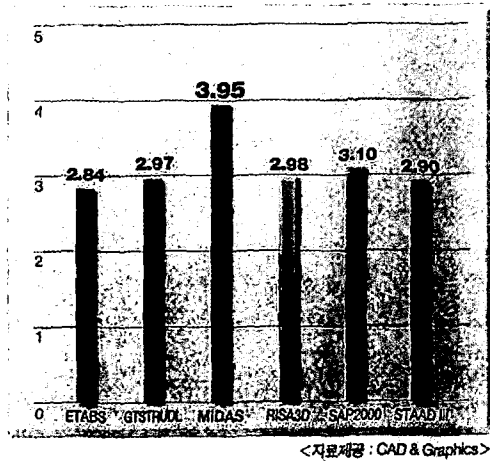


그림 1 사용자 만족도 조사결과

또한 전산구조공학회뿐만 아니라 국내 관련 전문기관의 인증을 획득하였으며, 발표이후 현재까지 상암동 2002년 월드컵 경기장, 영종도 신 인천공항, 성수대교 확장공사 등 국내외의 4천 여 주요 프로젝트에 적용되어 그 안정성과 신뢰성을 검증받아 왔다.

MIDAS Family Program의 구성은 다음과 같다.

- MIDAS/GENw - GENeral structure design system for windows : 토목 건축분야 범용 구조해석 및 최적 설계 시스템
- MIDAS/BDSw - Building design system for windows : 건물 전용 구조해석 및 최적설계 시스템
- MIDAS/SDSw - Slab & basement design system for windows: 바닥판·기초판 구조해석 및 최적설계 시스템
- MIDAS/SET - Structural engineers tools : 단위 구조설계 도움 프로그램
- MIDAS/MESH - Finite element MESH generator : 유한요소 자동생성 시스템
- MIDAS/CIVIL - CIVIL design system : 토목 구조물 전용 구조해석 및 최적설계 시스템
- MIDAS/PILE - PILE design system : 파일 기초 자동배치 및 최적설계 시스템
- MIDAS/APART - Shear wall type APARTment design system : 전단벽식 아파트 구조해석 및 최적 설계 시스템

이 중 BDSw와 SDSw는 기존의 도스용 버전을 윈도우 버전으로 업그레이드하는 작업이 이루어지고 있다.

MIDAS/MESH는 2000년 4월 출시예정이며, CIVIL/PILE/APART는 개발중이다.

2.2 MIDAS/GENw 개요

MIDAS/GENw는 그 동안 시장에서 호평을 받아왔던 MIDAS/GEN의 최신 버전으로서 GENeral structure design system for windows, 즉 윈도우 기반의 범용 구조해석 및 최적설계용 통합시스템을 뜻한다. GENw는 기존 GEN의 장점과 설계철학에 기초하여 윈도우 기반으로 변화한 PC환경에 맞추어 3년여의 개발기간을 통해 완전히 새롭게 만들어졌다.

전산 기술적 측면에서 GENw는 기존의 도스 환경을 벗어나 객체 지향적 프로그램 언어인 Visual C++과 윈도우 환경에 기반하여 개발되었다. 완전한 32비트 응용프로그램으로서 윈도우 환경의 장점과 특성을 최대한 활용하여 더 이상 특정한 하드웨어에 구애됨이 없이 윈도우가 지원하는 모든 자원을 이용할 수 있으며, 복잡한 대형 구조물의 2D/3D 모델링과 구조해석에서도 유연한 실행을 보장한다. 정교하게 설계된 직관적인 User interface와 첨단 Computer graphics 기술을 이용한 자료의 입출력, 그리고 OLE 기술을 이용한 Excel 등의 오피스 프로그램과의 연동성은 사용하기 쉬우면서도 탁월한 생산성과 편의성을 제공한다.

구조 기술적 측면에서는 실무자들이 느끼는 요구사항을 대폭 수용하여 실용적인 편의성을 갖추었으며, 최신 설계기준을 철저히 분석하여 적용함과 동시에 학계의 최신 구조 이론을 수용하여 더욱 정확하고 실질적인 결과를 산출할 수 있도록 개발되었다.

모델링에 있어서는 Auto-meshing 기능이나 Structure wizard기능 등과 같은 강력한 모델링 자동화 기능과 함께, 단면 및 기타 설계관련 데이터에 대한 다양한 데이터베이스를 구축하고 있으며, 설계에 있어서는 각종 기준에 의한 자동 검증, 최적설계 및 계산서 작성, 물량산출 기능 등

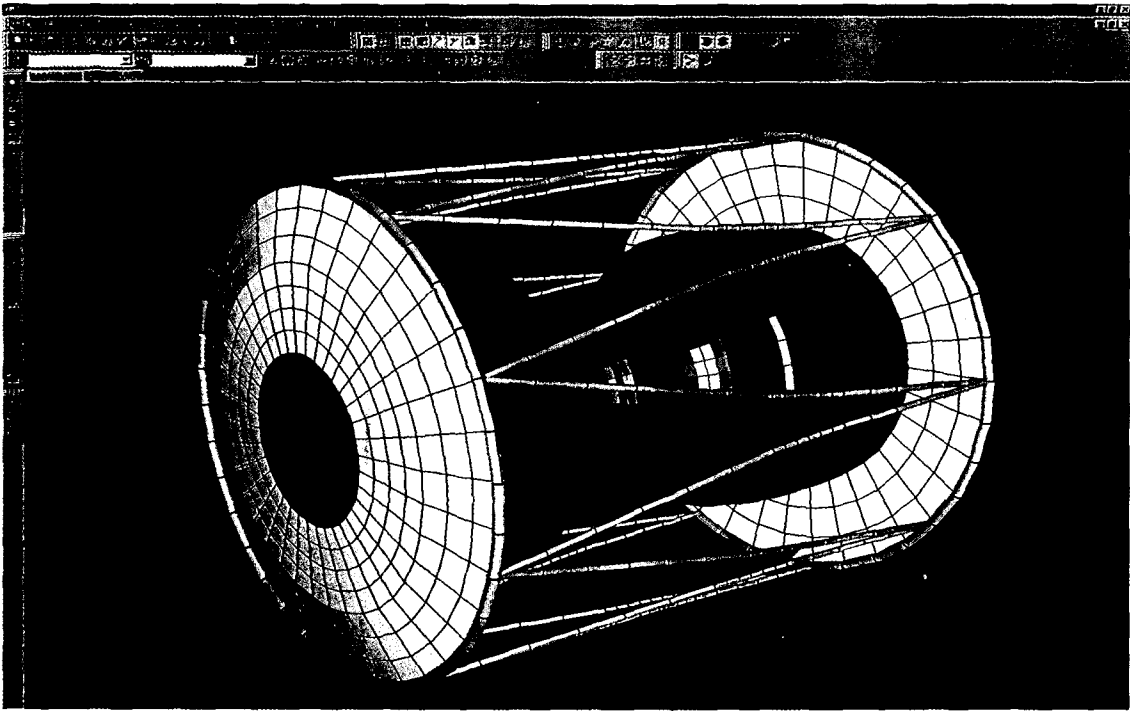


그림 2 우리나라 대표적 민속악기인 장고의 유한요소해석 모델

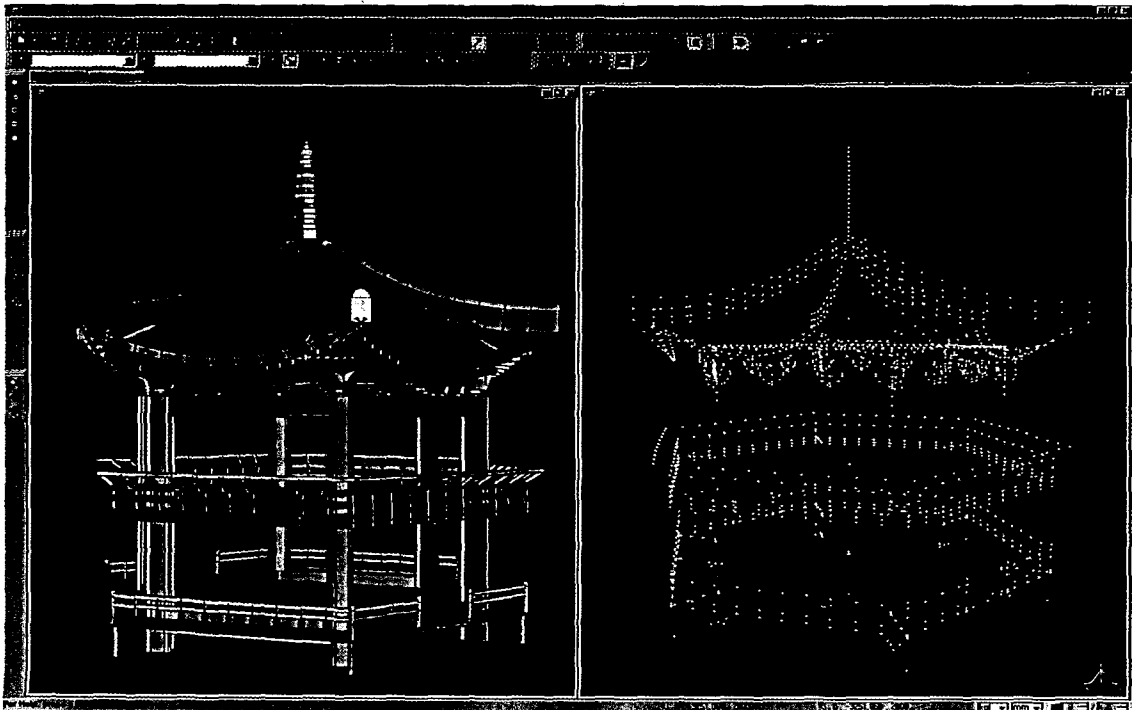


그림 3 경복궁 향원정의 구조해석 모델

과 같은 기능들을 통합하고 있다.

GENw는 다양한 유한요소 라이브러리를 바탕으로 일반적인 건축·토목 구조물에 대하여 선형 정적해석, 선형동적해석과 기하비선형해석 및 좌굴해석 등을 수행할 수 있으며, 1999년 발표된 콘크리트구조설계기준을 포함하는 국내의 제 설계 기준과 ACI, AISC등의 최신 설계기준을 내장하고 있다.

GENw의 적용분야는 교량, 댐 등의 토목구조물에서부터 일반 빌딩, 플랜트, 대공간구조물 및 철탑구조물 등의 특수구조물을 포함한다.

2.3 사용자 인터페이스 및 작업환경

2.3.1 윈도우 작업환경

GENw의 작업환경은 윈도우 환경의 모든 가능성과 장점을 최대한 활용하여, 보다 배우기 쉽고 사용하기 편리하도록 개발되었다.

사용자의 하드웨어가 지원하는 최고의 해상도 (1600×1400)와 색상수(1천 6백만 색)를 사용할 수 있으므로 정교한 입출력과 섬세한 도화처리가 가능하며, 각종 아이콘과 Tool bar를 통해 직관적이고 편리한 작업할 수 있다. 작업환경의 모든 요소들은 사용자의 작업 방식이나 취향에 따라 임의로 재 설정할 수 있고 저장될 수 있다. 각종 윈도우와 툴바를 원하는 위치에 배치시키거나 선택적으로 표시할 수 있으며, 화면상의 모든 요소에 대한 색상과 폰트의 설정도 자유롭다. 다중 윈도우를 지원하므로 한 모델에 대해 여러 시점의 동시 작업이 가능하며, 윈도우에 나타나는 모든 도화는 다양한 양식으로 저장하거나 프린트 할 수 있다.

또한 사용자는 GENw의 사용 중 언제나 사용상의 의문점이 있을 때 F1키를 눌러 관련된 도움말을 참조할 수 있으며, 각 도움말 항목은 하이퍼링크로 관련 항목끼리 연결되어 쉽게 원하는 기능에 대한 도움을 얻을 수 있다.

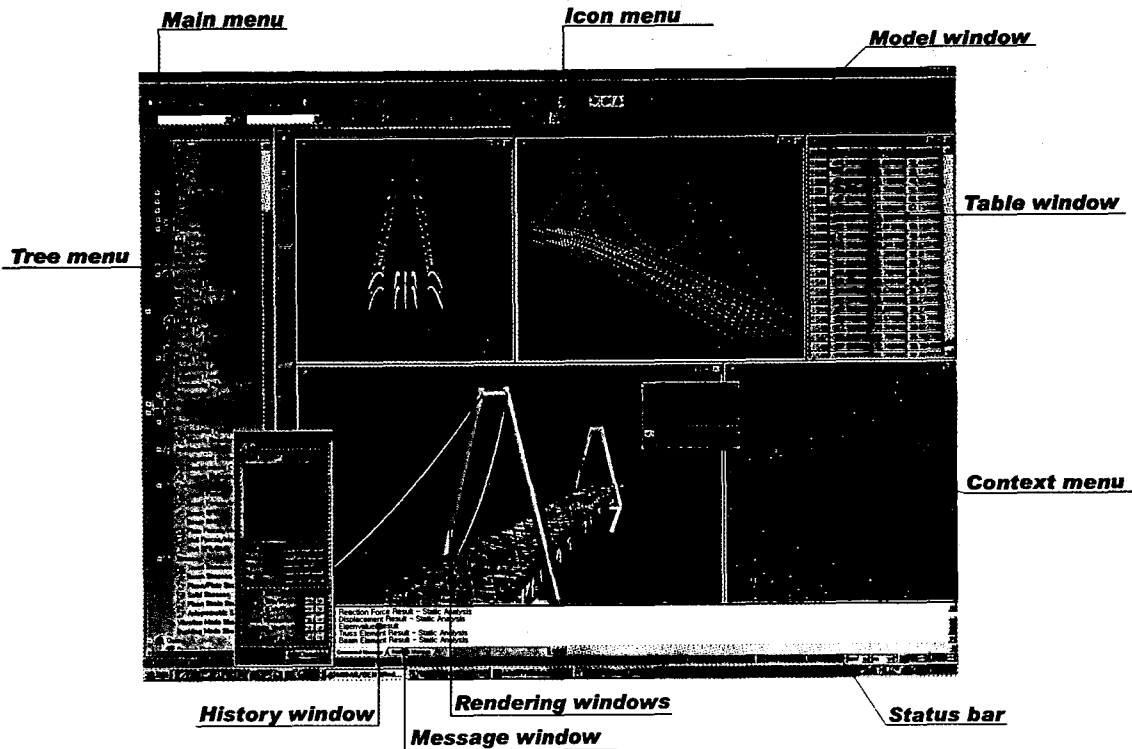


그림 4 GENw의 주화면 및 메뉴시스템

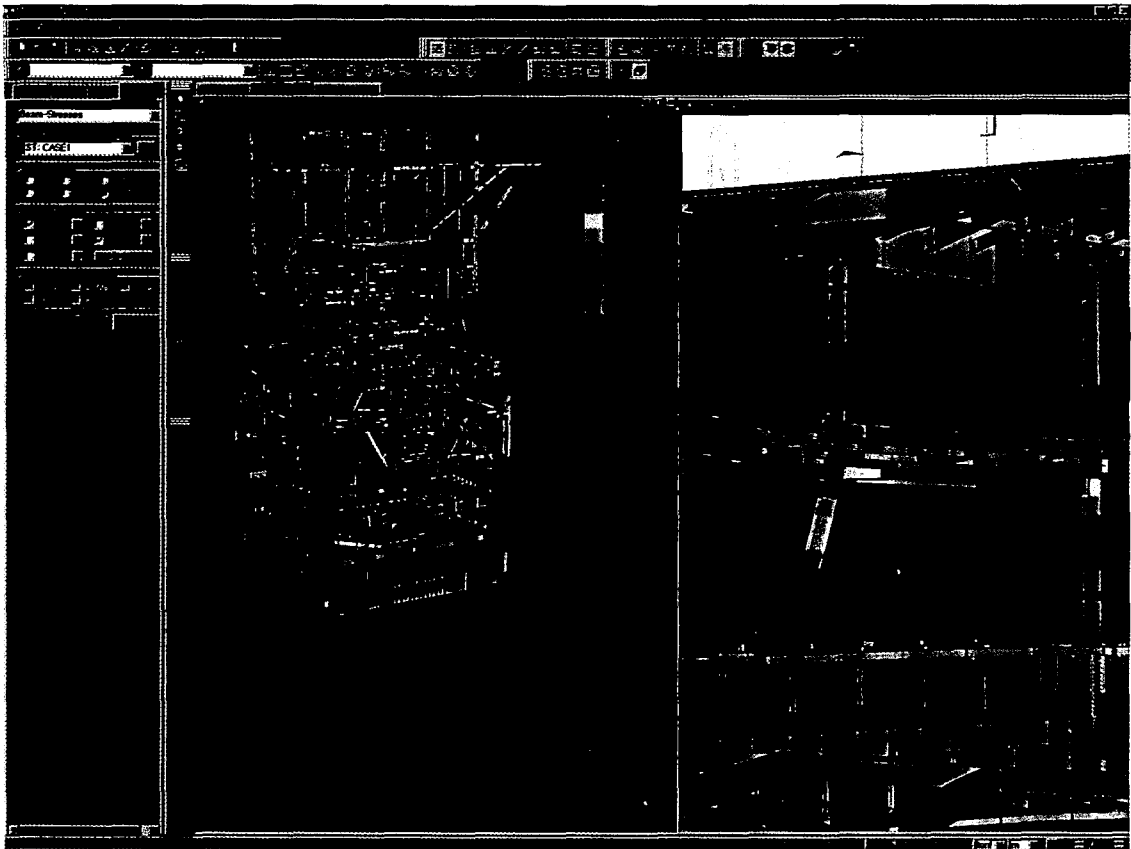


그림 5 용광로 지지구조물의 최대응력 발생부 확대화면

2.3.2 모델 표현기능

GENw는 입력된 모델과 해석 및 설계결과를 정교하고 사실적인 시각 표현으로 제공한다.

Wire frame, Shading, Hidden line removal, Shrink, Perspective 등의 기능으로 모델을 다양한 형태로 표현 할 수 있으며, 각종 View manipulation 및 Rendering 기능을 통하여 모델의 입력 상태나 해석 및 설계결과를 다양한 시각과 위치 (View angle)에서 입체적으로 정확하게 파악할 수 있다.

2.3.3 강력한 선택 및 활성화 기능

DOS용 프로그램에서는 사용자의 기억에 의존하여 정해진 규약에 따라 모델링을 하는 반면, Windows용 프로그램에서는 모든 데이터를 정해진 형식 없이 직관적으로 입력하고 모든 데이터의

입·출력 및 조회 과정이 프로그램 의존적으로 이뤄진다. 따라서 입력대상을 선택 또는 추출하거나 모델을 사용자가 원하는 시각적 형상으로 조작하는 과정이 빈번히 수반되기 때문에 이 과정을 지원하는 Selection 기능과 View manipulation 기능이 해석작업 전반에 걸쳐 대단히 중요한 비중을 차지한다.

GENw는 일반 프로그램에서 지원하는 선택 기능 뿐 아니라 Polygon, Intersect line 등의 선택기능과 Material, Section, Support 등의 각종 속성별로 분류하여 선택하는 기능을 제공하며 이와 같은 선택기능은 원하는 부분만 화면에 나타낼 수 있는 Activation 기능과 연계하여 복잡한 대규모의 모델도 빠르고 효율적으로 소화할 수 있도록 최상의 강력한 모델링 환경을 구현한다.

2.3.4 테이블 윈도우

GENw는 시각적인 모델 윈도우 외에도 Excel과 같은 Spread sheet형식의 테이블 윈도우를 제공한다. 테이블 윈도우는 작업의 전반에 걸쳐서 이용되며 모든 모델링 입력 자료와 해석 출력결과, 그리고 설계관련 자료들을 표형식으로 나타내준다.

2.3.5 모델통합 기능

GENw는 별도 파일로 작업된 모델을 한 개의 모델로 통합하는 기능을 제공한다. 이 기능은 복잡한 대규모의 모델을 동시에 여러 작업자가 모듈별로 분할하여 모델링 한 다음, 조합함으로써 한 개의 모델을 완성하는데 효과적으로 이용될 수 있다.

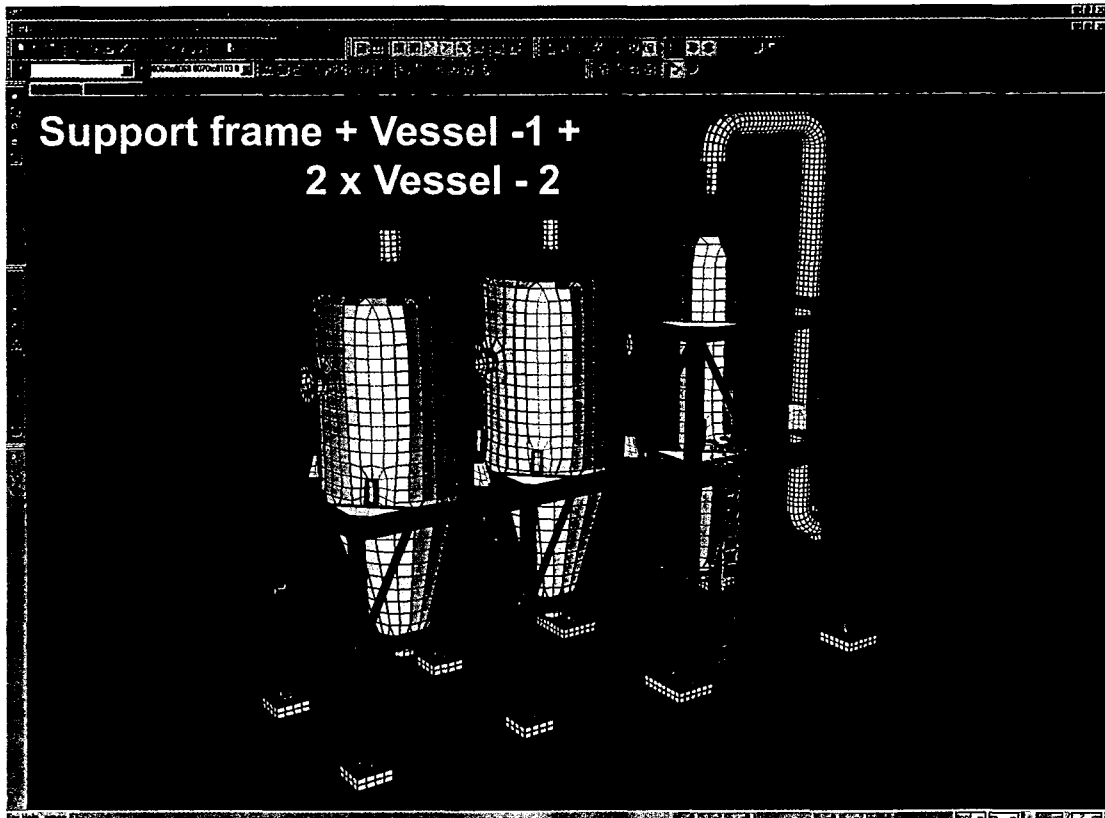
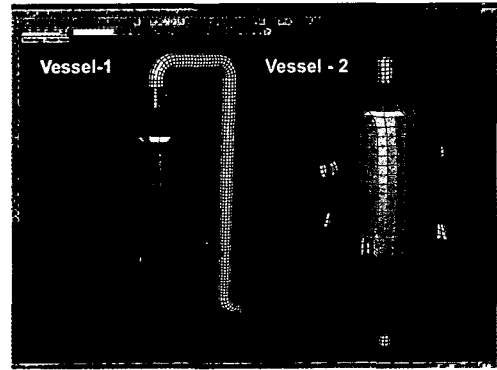
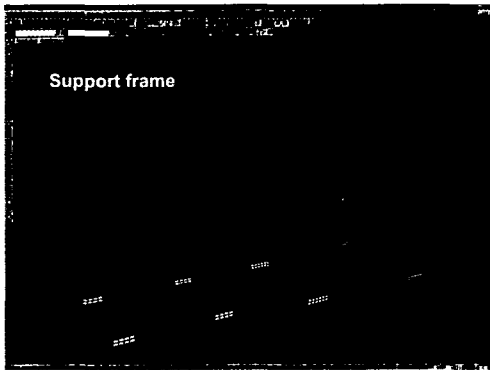


그림 6 프레임 골조와 압력용기를 모델통합 기능으로 조합한 화면

2.3.6 자유로운 단위입력 및 변환기능

GENw는 작업 상황 또는 입력데이터의 특성을 고려하여 단위계를 임의 변경하거나 여러 종류의 단위계를 조합할 수 있도록 설계되었다. 예를 들어 위치입력 단위로 'm'를 사용하다가 단면입력 시에는 'mm'로 변경할 수 있다. 그리고 입력 단계에서는 'SI' 단위계를 적용하고 출력단계에서는 'English' 단위계로 변환하여 해석 및 설계결과를 추출 할 수도 있다. 온도 단위의 경우는 별도로 지정할 필요 없이 단위계를 일치시켜서 입력하면 되며 응력이나 탄성계수 등의 단위는 사용자가 지정한 길이와 힘의 단위를 조합하여 프로그램에서 자동으로 처리된다.

2.3.7 무제한의 Undo, Redo기능

GENw는 무제한의 강력한 Undo, Redo 기능을

제공하고 있다. 입력된 모든 형태의 모델링 데이터 또는 하중데이터를 원하는 이전의 단계로 회귀시키거나 회귀된 자료를 단계별로 복구할 수 있다. 그리고 Undo/Redo list를 통해서 여러 단계의 작업을 한번에 회귀하거나 복구할 수도 있다.

2.3.8 다양한 형식의 그래프 제공

GENw의 Graph generator는 테이블 윈도우내의 자료들을 시각적으로 분석하고 검증할 수 있도록 쉬우면서도 강력한 그래프 자동생성기능을 제공한다.

2.3.9 타 S/W와의 호환기능

GENw는 CAD S/W와 DXF 파일을 통하여 기하 데이터를 상호교환 할 수 있다. 모델이 공간상

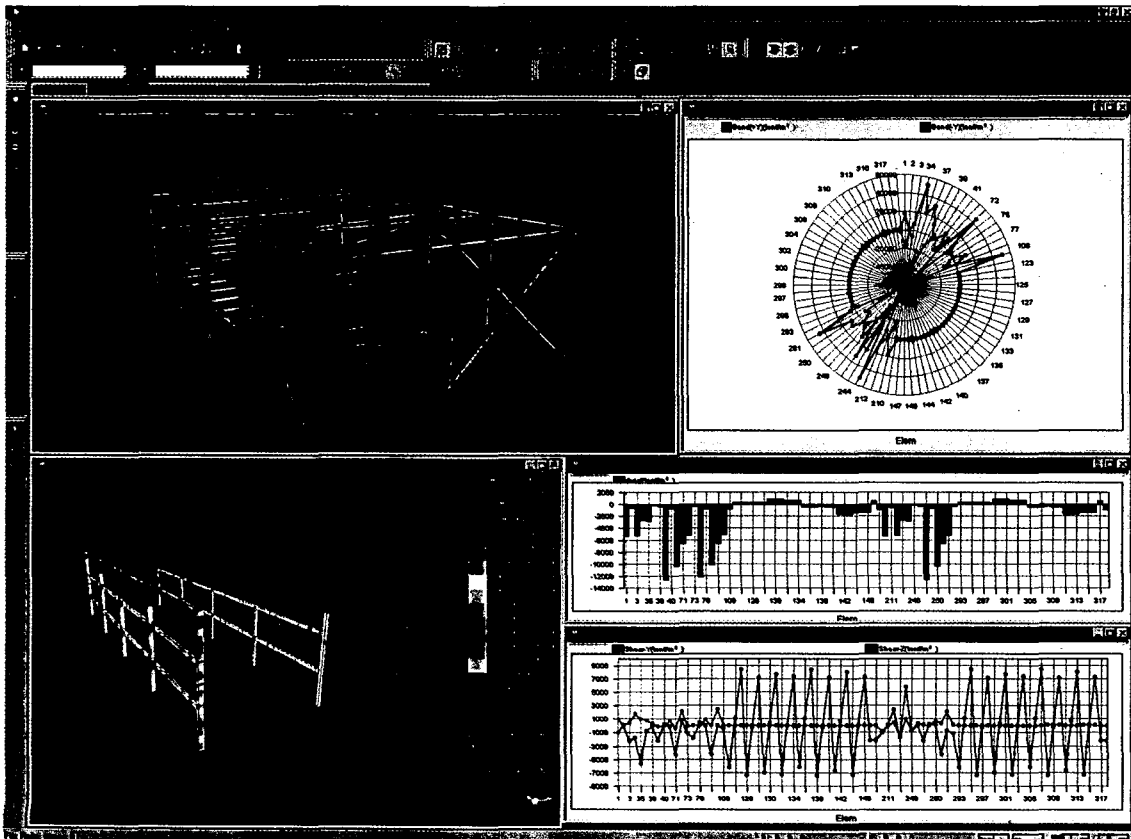


그림 7 조합응력과 부재력을 다양한 그래프 형식으로 도시한 화면

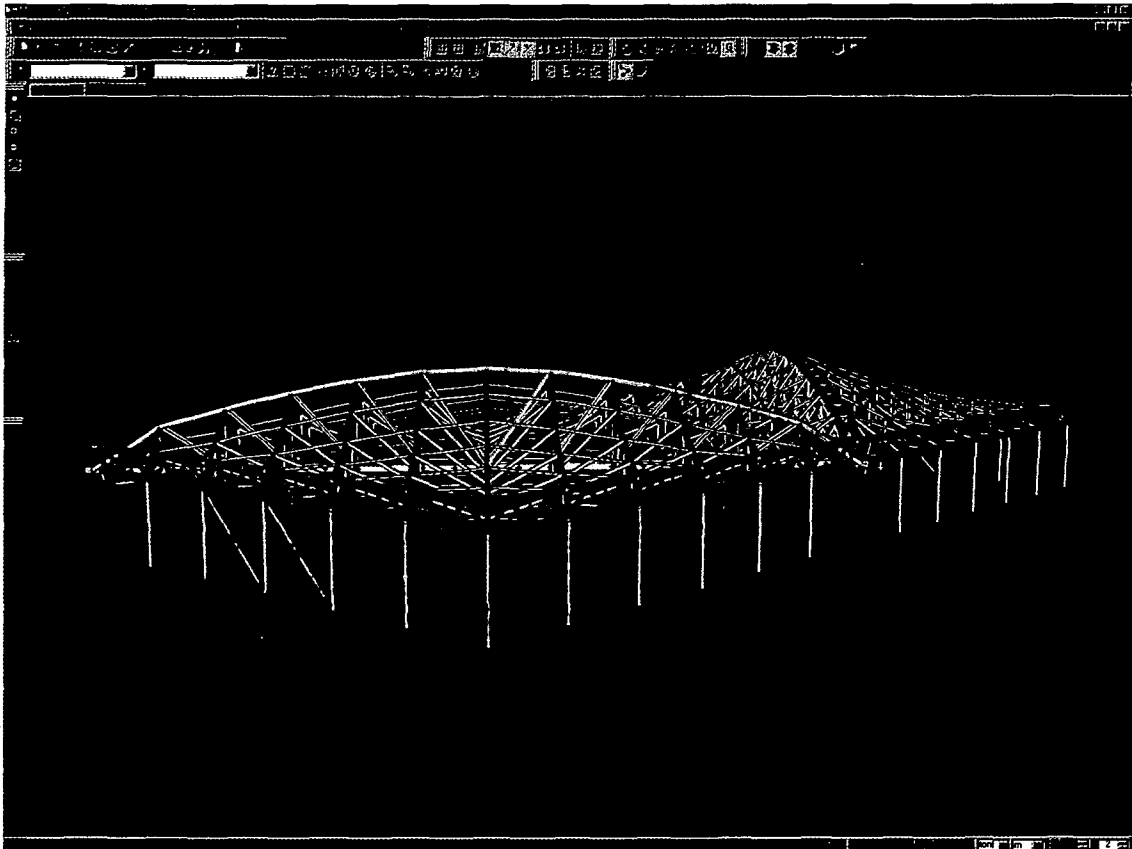


그림 8 CAD 데이터를 읽어들이어 GENw상에서 부재별로 도화처리한 화면

에 자유곡선을 포함하고 있거나 이미 CAD데이터가 있는 경우 CAD 데이터를 이용하여 쉽게 절점 및 요소 데이터를 생성할 수 있으며 GENw로 설계된 모델을 CAD로 보내서 간단히 수치데이터만 추가하여 도면화 할 수도 있다. 특히 확폭구간이 있는 강합성 곡선교와 같이 교폭이 크로소이드 곡선에 따라 변화거나 모델의 기하형상이 복잡한 경우에 CAD data import 기능을 이용하면 대단히 편리하다.

2.4 전처리

GENw의 전처리 기능(Preprocessor)은 무엇보다 입력의 편의성과 정확성을 목표로 설계되었다. 모델링은 구조물 전용으로 특화되어 다양한 편의 기능을 지원하는 자체 CAD시스템에 의해 이루어지며, 정형화된 구조 형상에 대한 각종 라이브

러리와 표준 단면 및 재질, 지진 관련 자료 등의 데이터베이스가 제공된다. 다양한 하중에 대해 직관적이고 자동화된 입력 방식을 지원하며, 구조물의 정확한 거동을 모델링하기 위한 미세한 설정이 가능하다.

2.4.1 입력 편의기능 : Grid, Snap, UCS

GENw는 복잡한 구조물의 데이터 입력시 전체 모델을 부분별로 구분하여 모델링 작업에 편리한 좌표계로 설정한 다음 모델링 할 수 있도록 사용자 좌표계(User coordinate system)를 제공하고 있다. 또한 각종 자료 입력의 편의를 위해 Point grid와 Line grid를 지원한다. 그리고 Grid snap, Node snap, Element snap 기능을 이용하여 모델링 작업을 마우스의 클릭만으로 간편하게 처리할 수 있다. Frame element의 Snap 위치를 요소의 전

체길이에 대한 비율(분수형)로 임의 입력할 수 있으며, 기존의 보요소 선상의 임의 위치에 추가로 요소를 연결할 때 이 기능을 이용하면 별도로 기존의 요소를 분할 할 필요 없이 요소분할과 요소입력이 동시에 이뤄지기 때문에 대단히 효과적이다.

2.4.2 절점 및 요소입력과 자동생성 기능

절점 및 각종 요소는 Grid, Snap, UCS, Dynamic rotation기능 등을 통해 마우스 클릭만으로 화면상에 직접 입력할 수 있으며, 사용자의 편의 또는 정확성을 위해 Excel과 같은 테이블 형식으로도 입력이 가능하다. 테이블은 Excel과 자유롭게 자료교환이 가능하므로, Excel에서 자료를 생성한 후 Copy&Paste를 통해 입력할 수 있다.

절점 뿐만 아니라 요소도 이미 생성된 절점 또

는 요소에 Translate, Rotate, Mirror, Projection, Divide, Intersect 등의 자동생성 기능을 적용함으로써 쉽게 자동생성이 가능하다. 또한 이러한 기능의 적용시 요소나 절점이 가지고 있는 기존 속성(하중조건, 경계조건 등)을 필터를 통해 선택적으로 복제하거나 복제하지 않을 수 있다. 생성된 절점 또는 요소는 테이블을 통해서 상세한 편집이 가능하다.

Extrusion기능은 저차원의 요소를 고차원으로 생성할 수 있는 강력한 기능이다. 이 기능을 사용하면 절점을 통해 선형 요소를 만들 수 있으며, 선형 요소를 판형 요소로, 판형 요소를 입체 요소로 생성시킬 수 있다. 또한 각 요소들은 같은 차원의 유사 요소로 상호 변환이 가능하다.(ex. 빔과 트러스사이의 변환, 또는 각종 판형 요소들 사이의 변환)

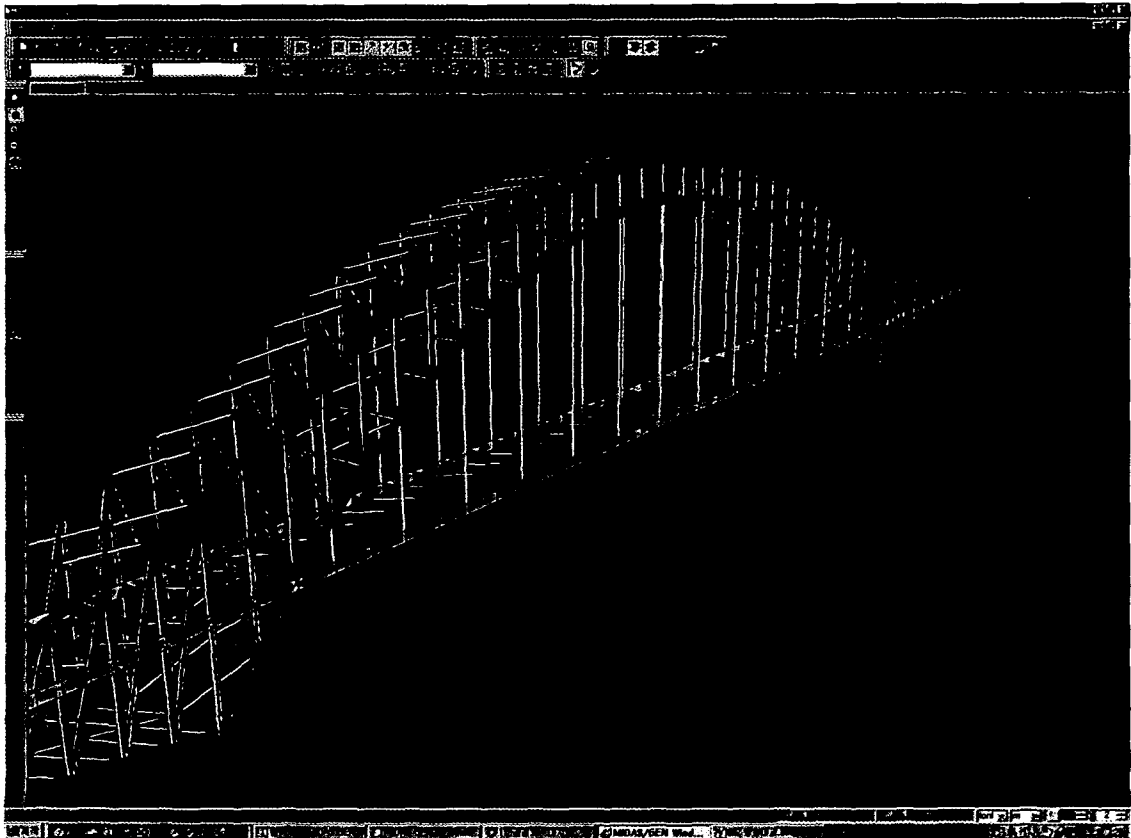


그림 9 요소자동생성 기능을 적용한 방화대교 모델

2.4.3 Structure wizard기능

Structure wizard는 정형화된 표준 구조 형식들, 즉 아치, 프레임, 트러스, 셸 및 파이프 접합부 등의 모델링을 자동화 해주는 유용한 기능으로서 실무에서 많이 사용하는 구조물의 모델링 작업을 매우 간단하게 처리할 수 있다. 기본적인 형상에 몇가지 선택사항과 크기를 입력하고 절점 구속조건, End release, 단면 및 재질 등을 설정한 후 원하는 위치에 삽입하는 것으로 작업이 끝나게 된다. 전형적인 플레이트나, 셸 모델, 파이프 접합부 등은 자체적으로 매쉬 분할이 자동으로 이루어진다.

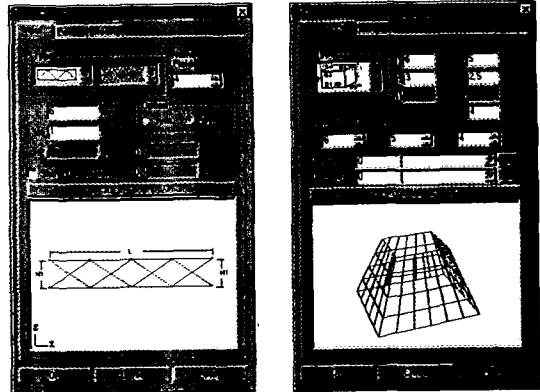


그림 10 Truss와 Shell wizard의 입력창

2.4.4 부재 단면 및 재질 입력 기능

GENw는 총 36종의 일반 및 특수단면에 대한 단면성질 자동 연산기능을 내장하고 있으며 복잡한 형상의 임의의 단면도 CAD방식의 단면 작도

기능을 이용하여 손쉽게 입력할 수 있다. SRC 단면, 변단면(Tapered section), 복합단면 등을 입력할 수 있으며 시공 과정을 통한 단면의 변화도 고려할 수 있다. KS, AISC, JIS 등의 표준단면에

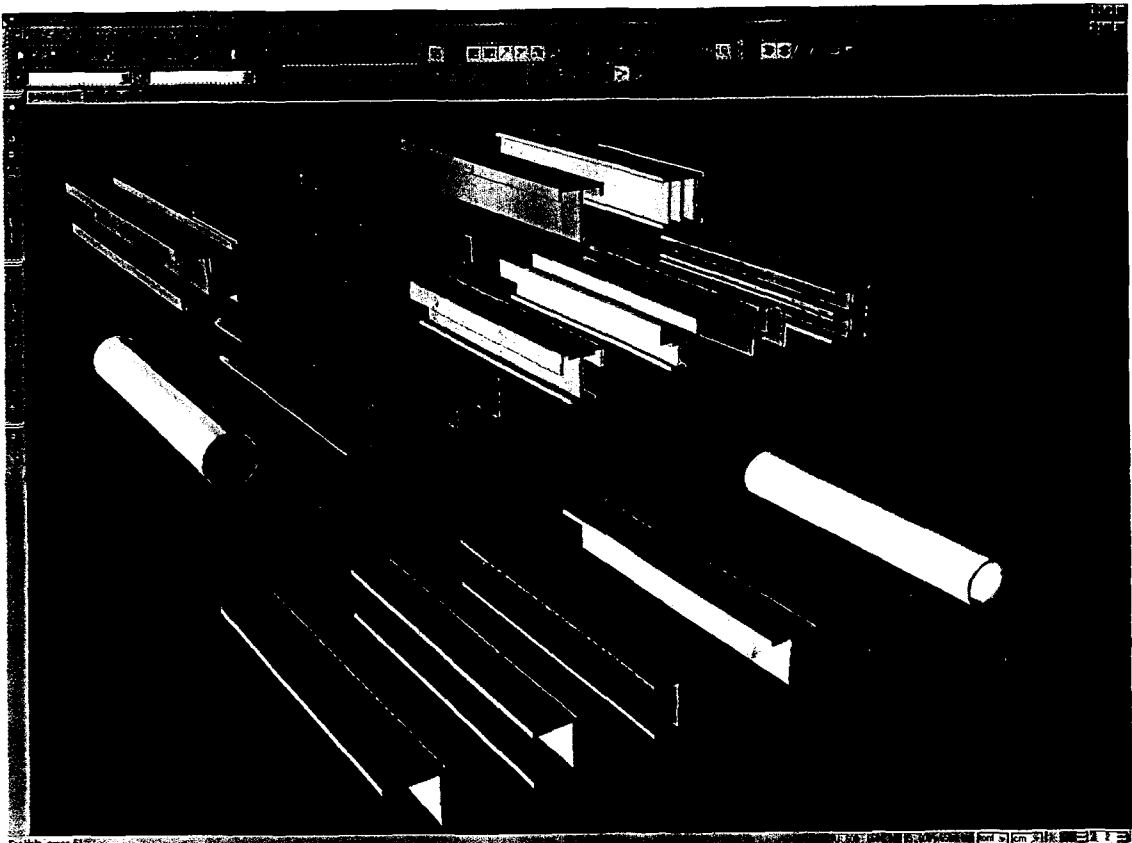


그림 11 다양한 보요소의 단면형상 화면

대한 데이터 베이스가 제공되며 유저가 DB를 추가하거나 수정할 수 있다. 재질의 경우도 강재와 콘크리트에 대한 한국, 미국, 일본, 영국 등의 표준 재질 데이터베이스가 제공되며 User가 정의한 재질도 사용할 수 있다.

2.4.5 하중 입력 기능

GENw는 실무 구조설계 과정에서 필요한 각종 하중조건을 고려할 수 있도록 절점집중하중, 요소하중, 차량이동하중, 동적하중 등의 입력·수정기능을 제공한다.

특히 임의 바닥판상의 고정하중 또는 활하중 등과 같은 단위면적당 분포하중을 해당면상의 보 요소에 선분포하중 형태로 자동재하하는 바닥판 하중 기능은 각종 구조물의 슬래브상에 작용하는 하중을 재하하는데 업무 효율성과 정확성 측면에서 탁월한 성능을 제공한다. 분포방법은 1방향 분포와 2방향 분포가 있다.

교량설계를 위해 DB 및 DL 하중을 포함하여 국내외 총 27종의 표준차량 하중이 데이터베이스에 내장되어 있으며, 영향선 또는 영향면 해석기능과 연계하여 교량설계를 위한 최적의 해석 환경을 제공한다.

유체의 압력이나 토압 등과 같이 선형으로 변하는 압력의 경우는 포텐셜하중재하 기능을 이용할 수 있으며, 온도 분포를 고려한 열응력 해석을 위해 절점온도 기능과 온도구배 하중 기능이 제공된다.

지진 또는 각종 기계 동적 하중을 입력할 수 있도록 Response spectrum, Time forcing function 기능이 제공되며, 특히 데이터베이스에 내장된 각종 지진가속도 기록, 설계용 응답 스펙트럼을 이용하여 동적내진설계를 효율적으로 수행할 수 있다.

- 절점집중하중(Forces, Moments)
- 요소하중(전체 좌표계 또는 요소 좌표계 기준 입력 가능)
 - 보하중 : 중간집중하중, 균일분포하중, 비균일분포하중
 - 바닥판하중 : 해당 영역내의 보요소와 벽요소상에 단위길이당 하중으로 자동치환 재하

- (One way/Two way distribution)
- 압력하중: Edge pressure, Surface pressure
Potential pressure(수압, 토압)
- 풍하중 : KS92, JIS87, UBC97, ANSI82
- 등가정적지진하중 : KS92, UBC91, UBC97
ATC3-06
- 온도하중 : 절점온도하중, 온도구배하중
- 차량이동하중 :
 - 한국도로교표준시방서 : DB-24, DB-18, DB-13.5, DL-24, DL-18, DL-13.5.
 - 한국표준열차하중 : L-25, L-22, L-18, L-15, S-25, S-22, S-18, S-15, HL
 - AASHTO Standard : H20-44, HS20-44, H20-44L, HS20-44L, AML
 - Caltrans Standard : P5, P7, P9, P11, P13
 - 기타철도하중 : CE80, UIC80
- 동적하중
 - Response spectrum, Time forcing function, Sinusoidal forcing function, Earthquake acceleration, Delay time 등
 - Seismic data 자동생성
 - 18종 지진가속도 기록 내장(El Centro, San Fernando, Kobe 등)
 - 6종 설계응답스펙트럼 내장(Korean, UBC, ATC, Newmark 등)
 - 주어진 지진 가속도 기록에 대해 지진응답스펙트럼 자동 연산

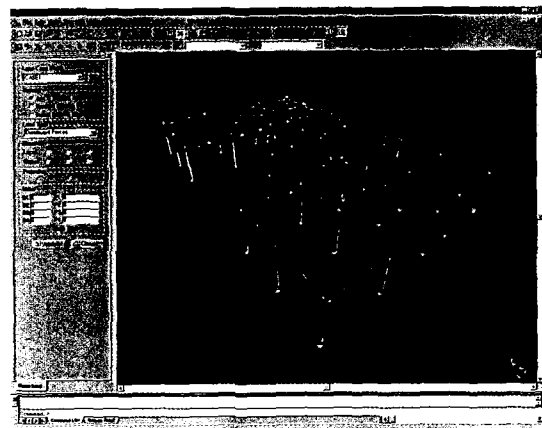


그림 12 바닥판 하중 입력 화면

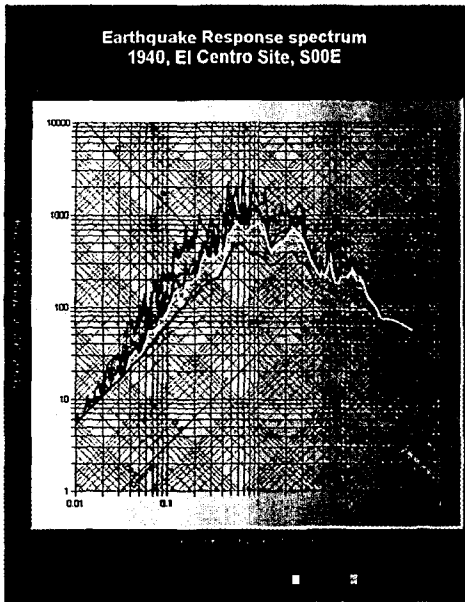


그림 13 감쇠계수별 지진응답스펙트럼

2.4.6 경계조건 및 기타 모델링 기능

GENw는 각종 경계 및 지지조건의 정확하고 효율적인 모델링을 위해 다음과 같은 다양한 옵션을 제공하고 있다.

- 보요소의 단부에 대한 Rigid end offset 및 Partial fixity : 대형 부재간의 접합부위나 Semi-rigid connection 등의 조건을 정확히 고려할 수 있다.
- 관요소의 End release : 관요소의 임의 변에 대해 면의 회전방향 강성을 해제할 수 있다.
- Panel zone 자동고려 기능: 접합부가 많은 구조물의 모델링 효율을 높일 수 있도록 한다.
- 경사지지 조건 및 지반 접촉 조건 : 지지조건은 점,선,면 지지조건을 고려할 수 있으며, 경사지지 (Inclined support)조건 역시 고려할 수 있다. 또한 지반 접촉 경계 조건과 같이 압축력만 전

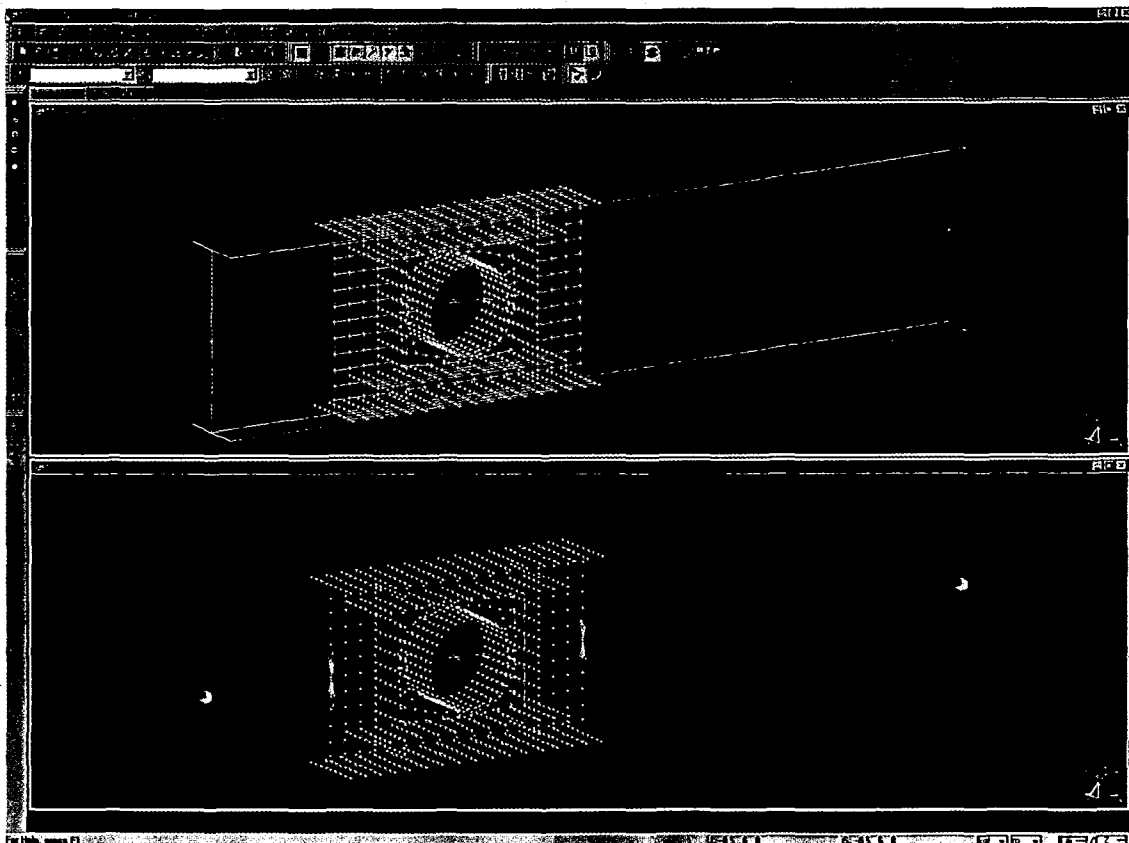


그림 14 보의 개구부 상세해석을 위해 Rigid link 기능을 적용한 화면

달할 수 있는 비선형 지지조건은 비선형 스프링 (Non-linear spring)을 통해 모델링할 수 있다.

- 지점강제변위 지정 기능 : 교량 등의 구조물에 있어서 지점침하 등에 따른 구조적 거동을 분석하거나, 특정부위의 구조적 영향에 대해 상세 모델을 이용한 정밀분석을 하고자 하는 경우, 전체 모델에 대한 해석을 수행하여 해당 부위의 변위를 상세 모델의 경계조건으로 지정하는 데 사용될 수 있다.

그밖에 GENw는 강체슬라브의 모델링을 위한 Rigid link(Rigid body, Rigid plane, Rigid translation)을 고려할 수 있으며, 동적해석을 위한 질량 입력 및 절점 질량으로의 자동치환 기능이 지원된다. 모든 데이터의 입력시에는 입력창 자체에서 수식을 사용할 수 있으므로 보다 편리하고 정확한 입력을 할 수 있다.

2.5 해석(Analysis)

2.5.1 적용가능한 유한요소 라이브러리

GENw는 다양한 유한요소를 내장하고 있다. 특히 판요소의 경우는 MITC4 알고리즘(Plate element based on Mixed Interpolation of Tensorial Components)을 이용하여 얇은 판에서부터 각종 Wall, 슬래브교의 상판, Basemat 등과 같은 두꺼운 판재에 까지 대단히 탁월한 해석결과를 산출한다.

그리고 최신의 알고리즘을 탑재한 Tapered beam element는 길이방향으로 단면의 크기가 변하는 Hunch beam 또는 교량의 주형등의 거동을 정확하게 묘사할 수 있으며 Cable element는 Small strain 조건의 사장교 또는 Sagging effect등 기하 비선형성을 수반하는 현수교의 설계에 효과적으로 적용될 수 있도록 개발되었다.

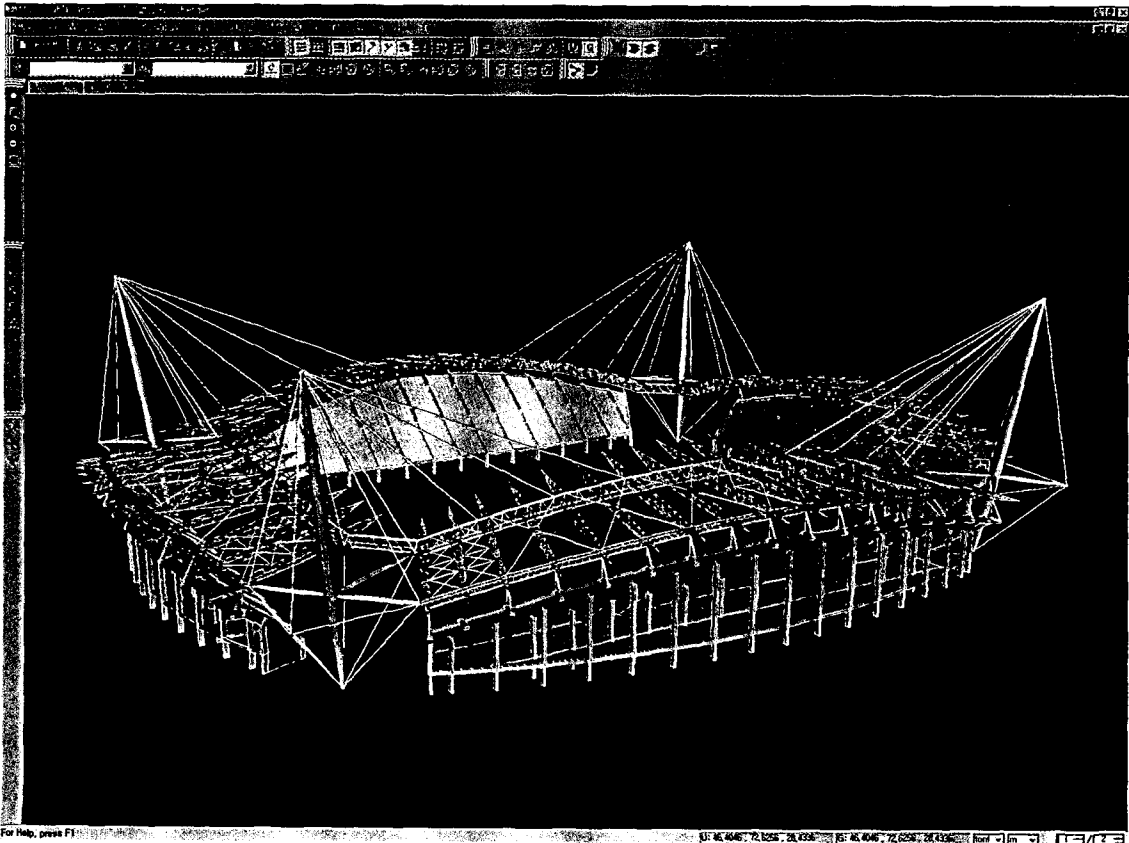


그림 15 다양한 요소가 적용된 전주월드컵구장 모델

- Compression-only
- Tension-only
- Gap
- Hook
- Cable
- Truss
- General beam
- Beam(Tapered)
- Wall(In-plane/
Out-plane bending)
- Plane stress
- Plate
- Plane strain
- Axisymmetric
- Solid element(Hexagon,
Wedge, Tetrahedron)

은 재 해석할 필요없이 추가, 삭제, 변경이 가능하다.

- Static analysis (Thermal stress analysis)
- Dynamic analysis
- Free vibration analysis (Natural frequency, Vibration mode)
- Response spectrum analysis (SRSS, CQC, ABS 등 Modal combination 후 부호재생기능 포함)
- Time history analysis(Transient dynamic analysis, Periodic dynamic analysis)
- Geometric non-linear analysis 기능(P-delta effect, Tension/Compression-only, Gap, Hook, Cable element)
- Buckling analysis (Critical buckling force, Buckling mode)

2.5.2 해석기능

GENw는 제반 구조물의 선형 및 기하비선형 정적·동적 거동에 대한 해석이 가능하다.

그리고 절점 수 및 요소 수에 대한 제한이 없으며, 정적해석 결과와 동적해석 결과를 상호 조합할 수 있다. 그리고 하중조건에 대한 조합

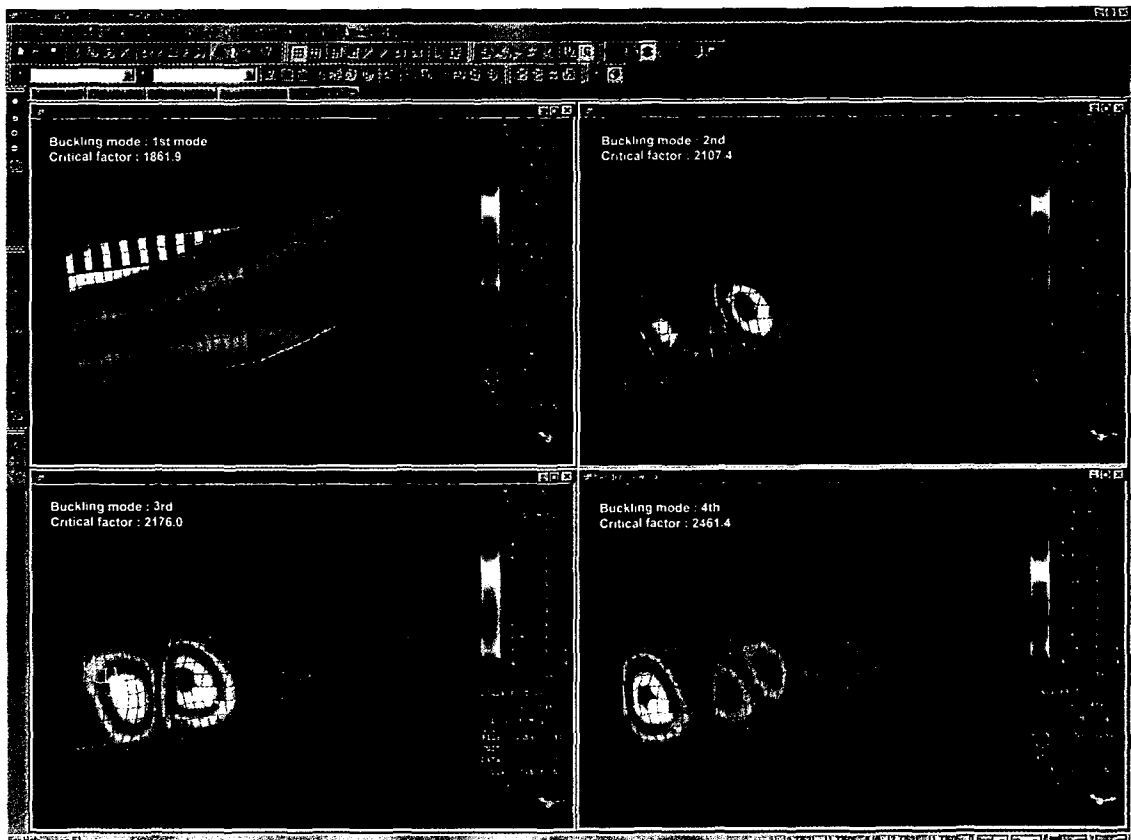


그림 16 좌굴해석 결과 : 좌굴모드, 임계 하중계수

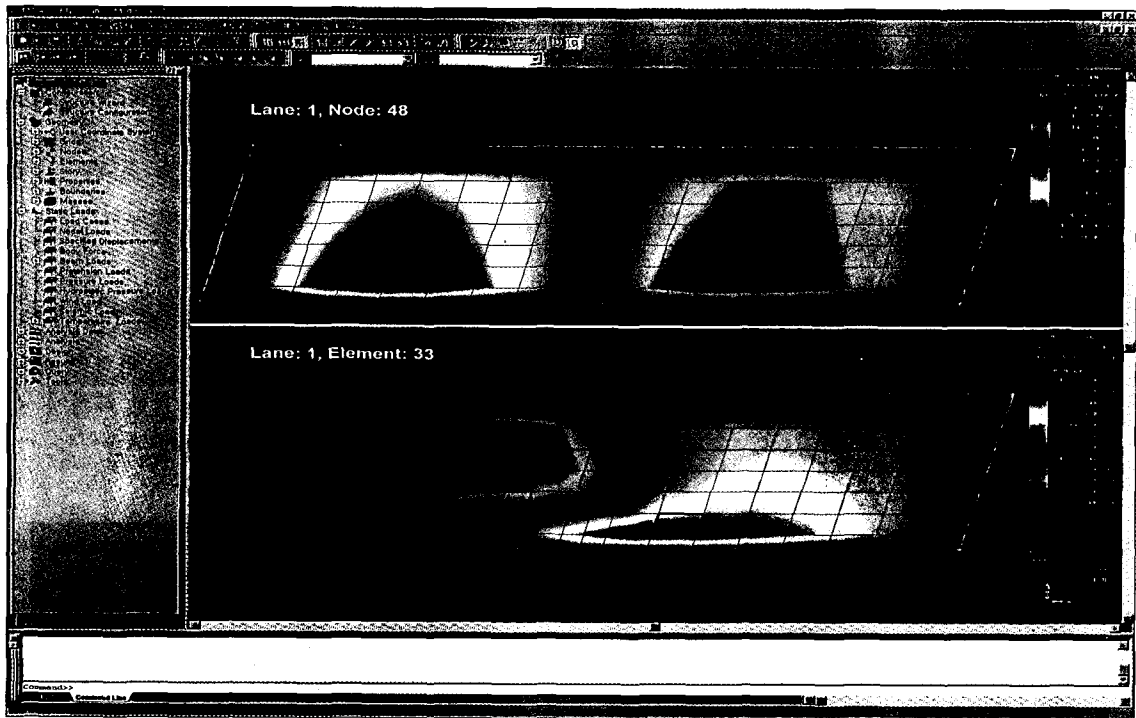


그림 17 영향면 해석 결과

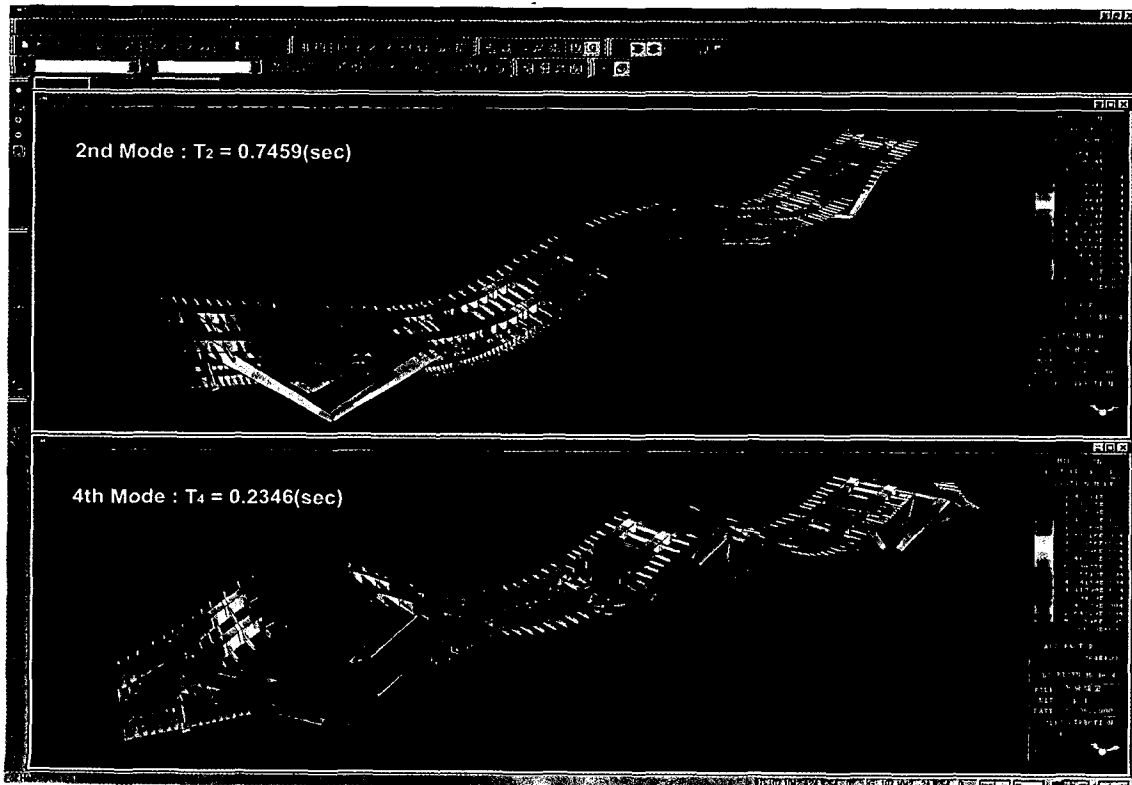


그림 18 청담대교의 내진설계를 위한 고유치해석 결과

2.5.3 기타해석기능

- 차량이동하중 해석 기능(Moving load analysis)
: 차량이동하중을 고려한 교량 구조물의 해석에 적용되며, 영향선과 영향면 해석을 수행할 수 있다.
- 시공단계별 해석 기능(Elastic shortening analysis)
: 건물구조의 시공과정을 그대로 묘사할 수 있도록 해석적으로 고려한 것으로서 초고층 건물 등의 해석에 적용하면 보다 정확하고 최적화된 결과를 얻을 수 있다.

- 지점침하조건에 대한 해석기능 : 교량구조물에 대해 침하가능 지점부에 대한 경우의 수를 고려하여 자동 해석을 수행하고 그 결과를 설계에 직접 활용할 수 있도록 출력해 준다.
- 중첩이론을 이용한 미지의 하중조건 해석 기능 : 하중중첩법(Load superpositioning method)을 사용하여 구조부재에 발생하는 부재력이나 변위 등을 임의 조정하기 위한 적정 외력을 해석하는데 사용되며, 시공단계를 고려한 해석에 대단히 효과적으로 적용될 수 있다.

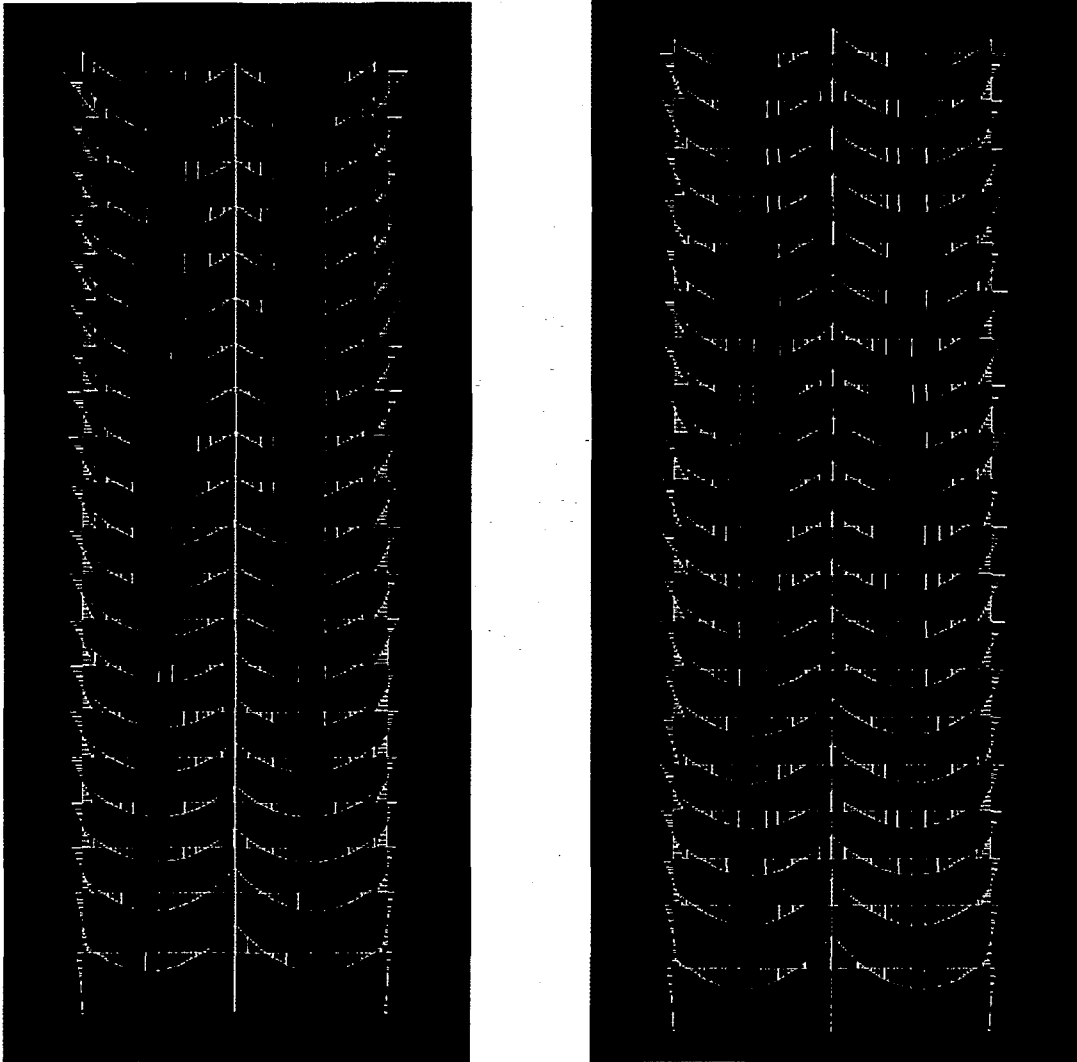


그림 19 시공단계해석 전·후를 비교한 화면

2.6 후처리

GENw의 후처리(Post-processor)는 복잡하고 방대한 해석결과로부터 사용자가 원하는 정보만을 쉽고 정확하게 선별하여 설계에 직접적으로 반영할 수 있도록 설계되었다. 해석결과의 확인은 그래픽 출력을 통한 시각적인 방식과 표나 문서형태의 출력을 통한 보고서 방식의 확인이 가능하다.

2.6.1 그래픽 출력을 통한 결과확인

GENw는 해석 및 설계과정에서 산출되는 모든 결과치를 뛰어난 그래픽 기능을 통해 직관적으로 분석, 검토할 수 있도록 다음과 같은 각종 그래픽 출력기능을 제공한다. 그리고 특정 요소 및 절점에 대한 해석결과를 수치적으로 확인하고자 할 경우에는 Search 기능을 이용할 수 있다.

- 변형도 및 수치확인기능(보요소의 양절점 사이 구간에 대한 변위 제공, Contour, 최대치 포함)

- 부재력도 및 수치확인기능(Contour, 최대치 포함)
- 판형 및 입체 요소의 응력분포 및 주응력선도 확인기능(Contour, 최대치 포함)
- 보요소의 전단력 및 휨모멘트선도 확인기능(부재력선도 및 Contour)
- 지점에 대한 반력도 및 수치 확인기능
- 변형 및 부재력 또는 응력변화과정 동적묘사 기능(AVI animation 출력)
- 각 보요소에 대한 상세해석결과 확인기능(상세 변형도, 전단력 및 휨모멘트선도, 최대응력도, 임의 단면에 대한 응력분포 Contour)
- 보 및 트러스요소의 강도검증결과에 대한 수치 및 Contour 확인기능
- 이동하중에 대한 영향선도/영향면도 및 수치확인기능(변위, 부재력, 반력)
- 이동하중에 대한 최대 정·부모멘트 등 부재력선도 확인기능
- 모드별 진동형상 및 좌굴형상의 동적묘사 기능
- 시간이력해석결과를 그래프형태로 나타내는 기능

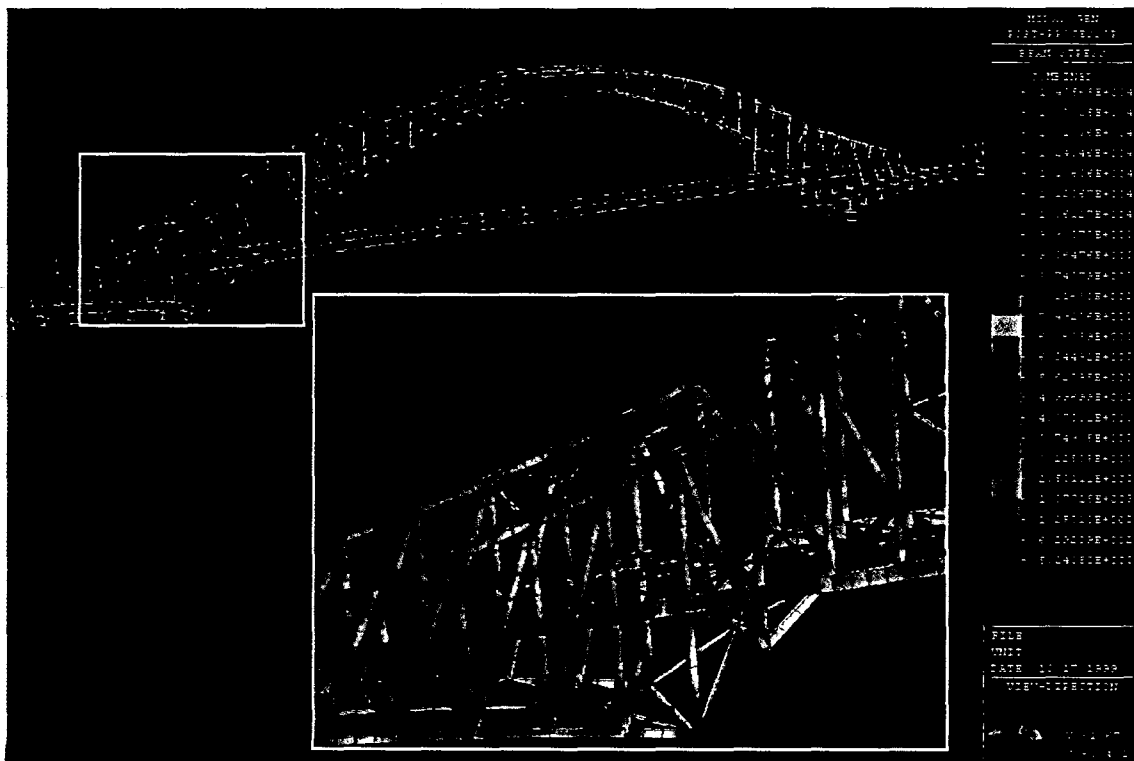


그림 20 서울, 한강 방화대교 : 사하중, 활하중과 지진하중조건에 대한 조합응력

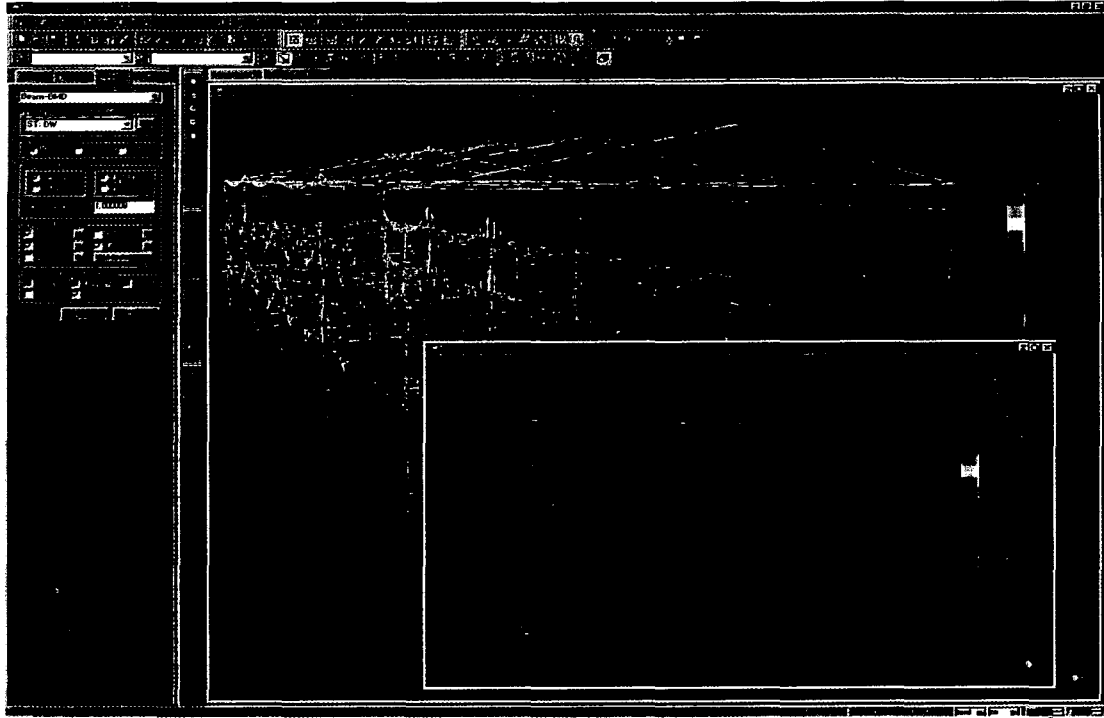


그림 21 보요소의 양절점 사이구간에 대한 변형도와 강·약축 방향 BMD를 표시한 화면

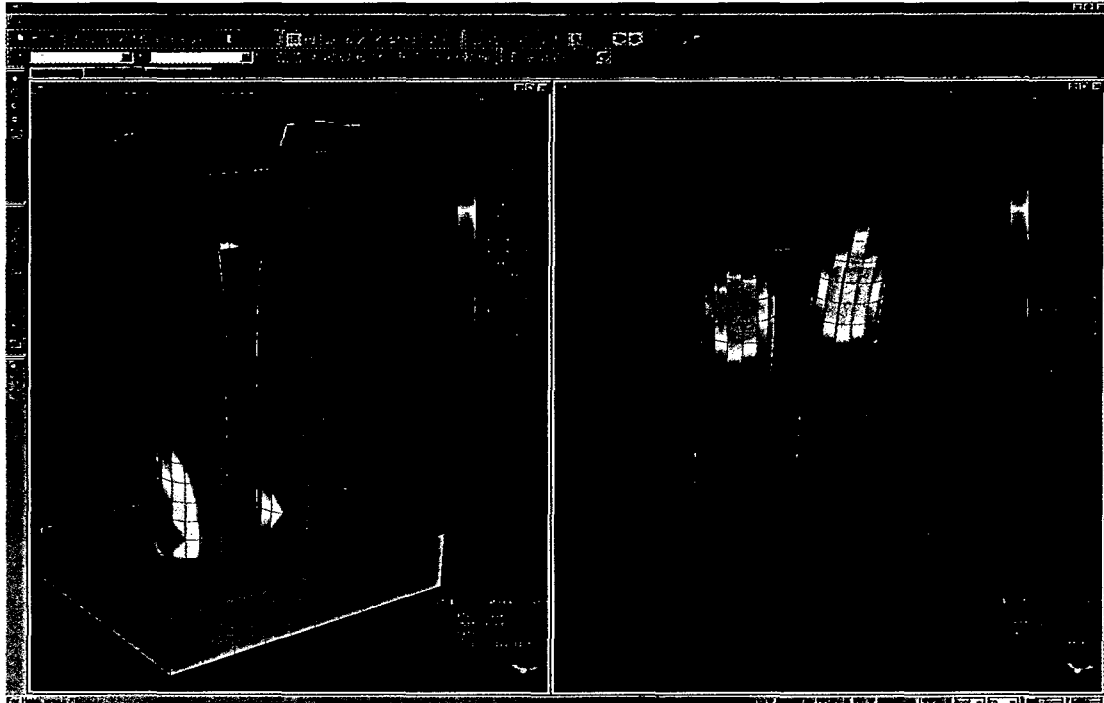


그림 22 중부내륙고속도로 교각에 대한 내진해석결과(변형도 및 주응력 Contour)

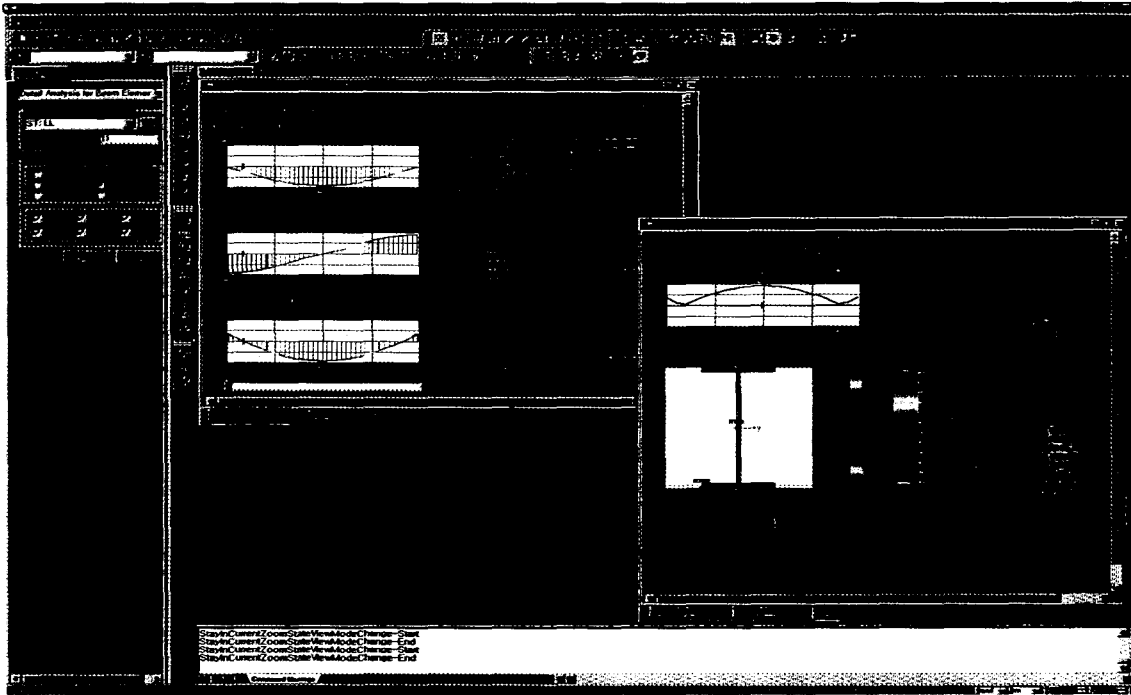


그림 23 임의 보요소에 대해 상세 변형도, 전단력선도, 휨모멘트, 임의 위치의 단면에 대한 Section stress, 보길이 방향에 대한 최대응력치 분포선도

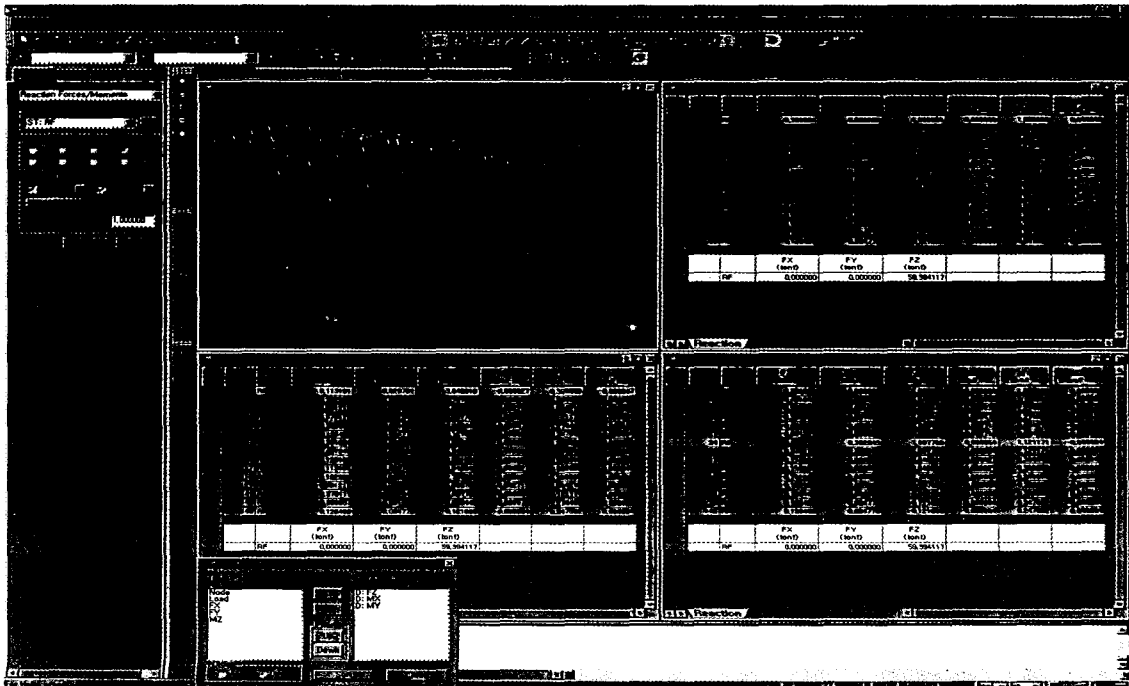


그림 24 해석결과를 테이블 형식으로 표시한 화면

2.6.2 표 및 문서 출력을 통한 결과 확인

모든 출력결과는 앞에 언급한 바 있는 테이블 윈도우를 통해 표 형태로 일목요연하게 파악할 수 있다. 테이블 윈도우는 사용자가 마음대로 원하는 형태로 설정할 수 있으며, 강력한 Filtering과 Sorting 기능을 제공하므로 쉽게 원하는 출력결과를 검색하고 출력할 수 있다. 자체적으로 최대/최소값 등 중요한 값은 강조형식으로 출력되며 사용자 임의로 원하는 값들에 대한 색상이나 출력 형태 등을 지정할 수 있어 자료의 파악이 용이하다.

보고서 형식의 문서 출력은 txt형식과 rtf형식이 가능하며, Wizard형식의 대화상자를 통해 다양한 옵션을 선택해 쉽게 미려한 형식의 보고서를 만들어 낼 수 있다.

2.7 설계

GENw는 철근, 콘크리트, SRC 등으로 구성된 보, 기둥, 브레이스, 전단벽, 베이스플레이트, 기초 및 접합부에 대한 설계를 국내의 최신 설계기준 및 AISC, ACI 등의 설계기준에 따라 수행할 수 있는 기능을 제공한다.

국내의 최신 설계기준과 각 설계기능을 설계자의 시각에서 실무중심으로 고안된 대화상자와 모델 윈도우를 통하여 최상의 설계생산성을 구현할 수 있으며 다양한 출력옵션을 통해 손쉽게 짜임새 있는 구조계산서를 자동으로 출력할 수 있다.

내장 설계 기준 및 설계기능은 다음과 같다.

2.7.1 내장기준

<철골 설계기준>

- 대한건축학회 강구조계산기준(AIK-ASD83)
- 대한건축학회 강구조 한계상태설계법(AIK-LSD97)
- 대한토목학회 도로교시방서-강교 허용응력설계법(KSCE-ASD96)
- 대한건축학회 냉간성형강 구조설계기준(AIK-CFSD99)
- 미국 강구조협회 강구조 허용응력설계법(AISC-ASD89)
- 미국 강구조협회 강구조 하중저항계수설계법

(AISC-LRFD93)

- 미국 철골철근콘크리트 합성기둥 허용응력설계법(SSRC79)

<철근콘크리트 설계기준>

- 대한건축학회 극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 설계기준(AIK-USD94)
- 대한토목학회 콘크리트표준시방서(KSCE-USD96)
- 한국콘크리트학회 콘크리트구조설계기준(KCI-USD99, 토목/건축 통합기준)
- 미국 콘크리트학회 철근콘크리트 설계기준(ACI318-89,95)

2.7.2 설계기준

- 각 설계기준에 따른 철골부재 강도검증
- 철골-철근콘크리트 합성기둥(SRC)부재 강도검증
- 설계결과 분석용 그래프 제공(부재별, 단면종류별..)
- 철골부재의 단면별 최적경량화설계 수행 및 단면성질 자동갱신
- 구조해석->강도검증->최적단면선정 과정을 자동반복하면서 철골부재 최적설계 수행
- 철골구조물 최적설계과정 및 설계경향을 확인할 수 있는 다양한 그래프 제공
- 설계된 구조물에 대한 조합응력비 별 중량분포도 및 평균안전율 그래프 제공
- 철골부재 볼트접합부 자동설계기능 (볼트수량, 이음판 및 보강판 설계결과 포함)
- 플레이트거더 강도검증
- 변단면 H-형강(Web tapered H-section) 강도검증
- 각 설계기준에 따른 철근콘크리트부재의 설계(철근량산출)
- 철근콘크리트부재(보,기둥,대각 및 전단벽부재) 설계시 변형도해석(Strain-stress analysis)과 P-M 상관도에 의한 정확한 소요철근량 자동산출
- 자동산출된 소요철근량을 기준으로 사용철근의 규격과 배근간격을 출력
- 기둥 및 대각부재 설계시 장주의 경우 모멘트 확대계수의 자동계산 및 세장효과가 고려된 설계모멘트를 적용하여 소요철근량 산출
- 전단벽부재 설계시 약축방향 세장효과를 고려한 휨모멘트 계산 및 소요철근량 산출

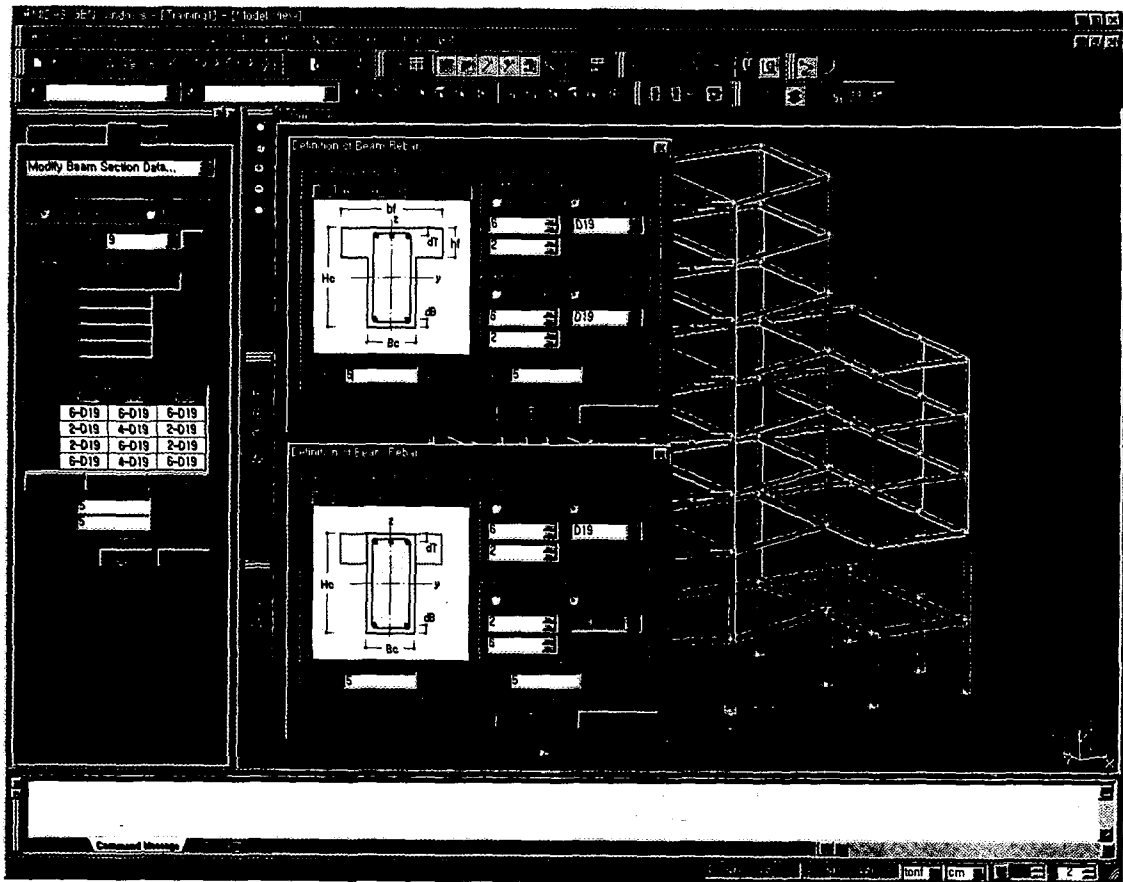


그림 27 RC 보부재의 설계화면

- 전단벽부재 설계시 단부보강철근 자동산출
- 독립기초 및 말뚝독립기초 설계
- 구조물 방향별 구조시스템(횡지지/비횡지지) 지정가능(예: X-방향 횡지지, Y-방향 비횡지지)
- 유효좌굴길이계수(K-Factor) 자동연산
- 기둥부재 설계시 기둥이 받치고 있는 바닥수에 따른 적재하중저감계수의 자동고려
- 강도검증계산서 및 각종 설계결과 요약내용 자동생성

2.8 MIDAS/MESH

MIDAS/MESH는 유한요소해석을 위한 기하학적 모델링과 요소망 생성의 전처리 작업을 쉽고 편리하게 처리할 수 있는 “판형 유한요소 자동생

성 프로그램”이다. 기존의 CAD, 전처리 프로그램들과 전혀 다른 새로운 개념의 아주 쉽고 독창적인 모델링 방식을 사용하며, 토목·건축 구조물의 상세 해석 및 기타 접합부 해석을 위한 상세 모델링 작업 시 기존의 프로그램에 비해 월등한 모델링 생산성을 구현할 수 있다.

2.8.1 모델링 기능

MIDAS/MESH는 하향식(Top-down) 모델링과 상향식(Bottom-up) 모델링 방식을 모두 지원한다. 특히, MIDA/MESH만의 독창적인 하향식 모델링 방식에서는 내장된 20여개의 다양한 기본형상 템플릿과 매개 변수 방식의 치수 입력, 그리고 모델에서의 특정 기본형상을 기준으로 하는 상대 위치 지정 방식을 사용하여 쉽고 직관적인 모델링 작업이 가능하다.

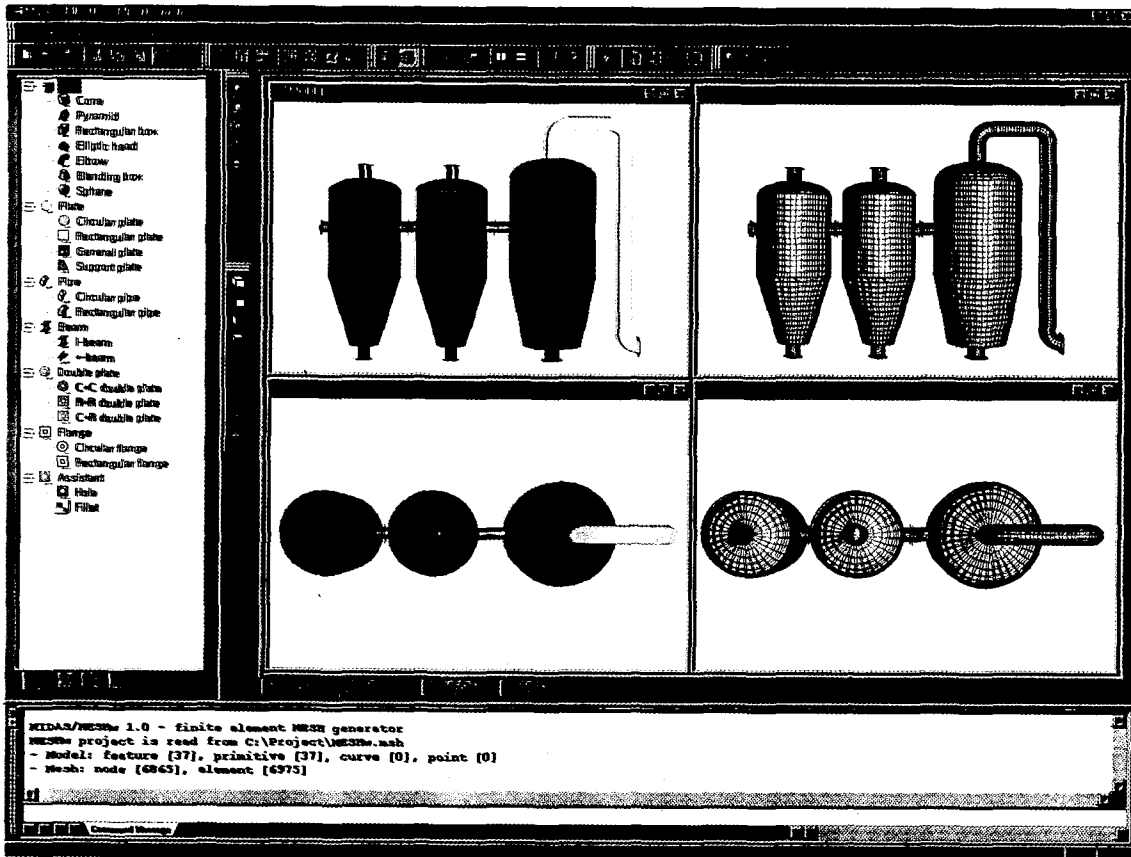


그림 28 MESH에 의한 압력용기 모델

모델링에서 가장 중요한 기능인 면과 면의 교차 연산은 모든 종류의 면에 대해 프로그램이 완전 자동으로 교차선을 계산하고, 계산된 교차선을 기준으로 각 면에서의 영역을 재 정의해주므로 사용자는 단지 마우스 클릭으로 사용하고자 하는 유효 영역만 선택하면 된다.

상향식 모델링 방식에서는 일반적인 CAD 프로그램에서 지원하는 방식을 대부분 지원하여 전역 좌표계 또는 사용자 정의 좌표계(UCS)에서 다양한 점, 선, 면 생성 기능을 사용하여 모델링 작업을 수행할 수 있다.

모델링 관련 기능으로는 기본형상, 면, 선, 점의 생성, 재정의, 이동, 병진, 회전, 선형 배열, 원형 배열, 대칭 복사, 유효 영역 재정의, 교차, 집합과 자유 곡면 생성을 위한 다양한 기하학적 연산 기능 등이 있다.

MIDAS/MESH는 자체적인 모델링 세션 파일을 지원하므로 언제든지 모델링 작업의 내용을 수정할 수 있고, 쉽게 유사한 모델들을 만들 수도 있다.

2.8.2 요소망 생성 기능

MIDAS/MESH는 최신의 알고리즘을 사용하여 완전 자동으로 요소망을 생성한다. 대상 모델과 해석의 종류에 적합한 요소망을 생성할 수 있도록 비구조화(Unstructured) 및 구조화(Structured) 요소망 생성 방식을 모두 지원하며, 사용자가 직접 수동으로 요소망을 생성하거나 수정할 수 있도록 다양한 요소망 생성, 편집 기능, 요소망 개선을 위한 클린업(Clean-up), 평활화(Smoothing) 기능, 그리고 각 요소 종류에 대한 다양한 요소 수준 검사 기능을 제공한다. 등단면체(Prismatic

Body)에 대해서는 단면에 대해 2차원 요소망을 생성한 후, 선형, 원형으로 추출(Extrusion)하여 입체 요소망(Hexahedron, Pentahedron)을 생성하는 기능도 지원한다.

요소망 관련 기능으로는 요소 크기 입력과 선분 분할 개수 지정에 의한 요소망 크기 지정, 자동 요소망 생성, 이동, 대칭 복사, 삭제, 재질/두께/단면 변경, 요소 범선 벡터 역전, 절점 동일화, 입체 요소망 추출, 평활화, 요소 수준 검사 등이 있다. 생성된 요소망은 해석을 수행하기 위하여 MIDAS/GENw, MSC/PATRAN, NASTRAN의 입력 파일 및 사용자 정의 형식의 텍스트 파일로 출력된다.

2.8.3 적용분야

MESH의 적용분야는 다음과 같습니다.

토목/건축 구조물

- APT 벽체 및 바닥, 주상복합건물의 Transfer plate 등.
- Steel box교의 Opening 부
- PC 교량의 3차원 상세 모델
- 교량의 교각, 교대 등
- 2차원 Tunnel 모델 등
- Crane runway girder 상세 모델 등

접합부 상세 설계

- Beam/Column/Brace 접합부
- 각종 개구부 상세모델
- Column Base류

산업설비

- Storage tank & hopper 류
- Pressure vessel 류
- Heat exchanger 류
- 각종 Furnace류, 등

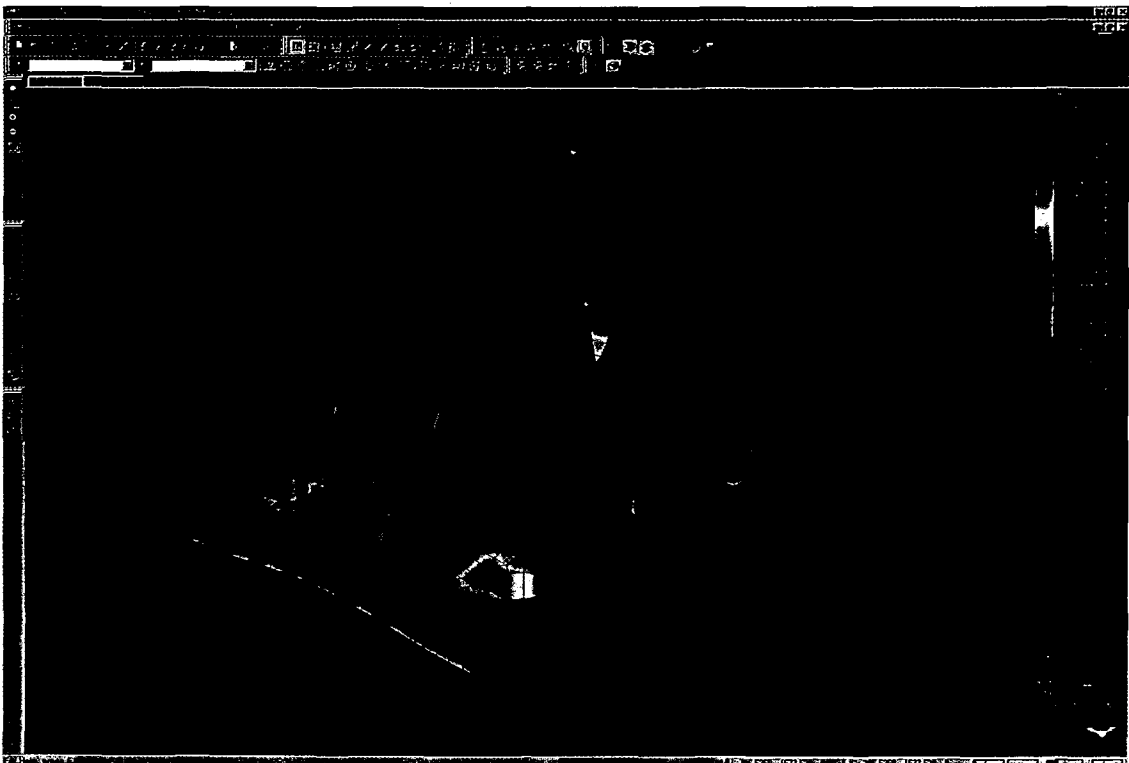


그림 29 주각부 정밀해석 결과



그림 30 접합부 정밀해석 결과

3. 고객지원 및 향후계획

3.1 고객지원체계

마이다스센터는 사용자가 마이다스를 쉽게 효율적으로 실무에 빨리 적용할 수 있도록 사용자 교육, 기술지원 및 엔지니어링 컨설팅, 홈페이지 운영, 뉴스레터 발행 등을 포함한 다양한 고객 지원 서비스를 지속적으로 제공하고 있다. 이는 타 동종 S/W들이 외국에서 개발되어 수입 달러를 통해 판매되고 있는 관계로 교육이나 기술지원이 부실해왔던 것과는 매우 차별화 되는 점이다.

- 기술지원

마이다스 센터의 기술지원은 경험이 풍부한 엔지니어와 개발자들에 의해 직접적으로 이루어지고 있다. 여기에는 S/W의 사용에 관한 문의사항 뿐만 아니라 특수한 모델링, 구조규준에 대한 이해, 해석결과에 대한 평가 등과 같은 각종 해석

및 설계에 관한 기술적인 문제들에 대한 컨설팅을 포함한다.

- 사용자 교육

마이다스의 사용자 교육은 다년간의 경험에 의한 실질적이고 체계적인 과정으로 구성되어 있다. 사용자 교육과 지원의 기본지침으로 수립된 구조기술 자격화 프로그램에 따라 교육대상의 기술수준에 부합되게 단계적인 교육목표를 설정하고, 이를 단시간에 달성할 수 있도록 교육체계를 구성하고 있으며, 년 80여 회의 사용자교육을 실시하고 있다. 사용자교육은 모두 무상으로 제공되며, 교육신청에 아무런 자격제한이 없으므로, 관심이 있으신 분은 누구나 신청할 수 있다.

- On-line service


마이다스센터는 MIDAS 사용자들에게 보다 편리하고 신속하게 관련 정보와 서비스를 제공하기 위해 전문적인 웹디자이너에 의해 개발된 홈페이지

지를 운영하고 있으며, 다음과 같은 정보와 서비스를 제공하고 있다.

- MIDAS Family Program에 관한 최신 정보 및 상세정보, 데모버전, 실무적용예제 및 최신 업데이트정보
- 각종 구조관련 기술정보
- 마이더스 사용자 교육에 대한 상세내용과 온라인 신청
- Q/A게시판, FAQ게시판 등을 통한 사용상의 문제점이나 기타 문의사항에 대한 답변

3.2 개발 및 발전 계획

- 비선형 해석 기능의 대폭적 강화

- 설계 및 도면 기능의 강화
- STEP, CIS/2 입출력 인터페이스 개발
- 해외시장 개척 

포 스 코 개 발 주 식 회 사

경기도 성남시 분당구 서현동 276-2 포스테이타 4층

MIDAS Center

- 전화 : 0342-779-2779 · 팩스 : 0342-779-2777
 - 천리안,하이텔 : MIDAS GEN
 - e-mail : midas@midascenter.com
 - URL : www.midascenter.com
 - 우) 463-050
-