

구조물 전용 구조해석 및 설계 S/W PACKAGE(MIDAS) 개발

이 형 우*

1. 개발 배경

18세기 초부터 근대수학을 기초로 발전해온 구조해석 분야는, 금세기 중반 Matrix Method 와 Displacement Method를 기본 이론으로 개발된 SAP 계열의 범용구조해석 Program이 발표됨으로써, Computer Aided Engineering의 중심적인 분야로 부상함과 동시에, Optimum Design을 전체로 한 구조물 설계에는 필수 분야로 대두되었다. 그리고 이러한 구조공학 분야 외에 유한요소법(Finite Element Method)은 Fluid Mechanics, Heat Transfer, Kinematics 등 과학기술 전반에 걸쳐 Simulation Technique의 기본 이론으로 발전되고 있다.

이와 더불어 최근 P/C 성능의 급속한 발전으로 종래에 Main Frame이나 EWS급 이상의 Computer에서만 설치, 운용이 가능했던 구조해석 S/W들이 P/C용으로 전환, 보급되고 있으며 가격 또한 저렴화되어 그 보급 속도가 가속화되고 있다.

그리고 S/W 개발 측면에서도 80년대 이전까지의 S/W들이 해석 기능 자체에 치중하여 해석 시간의 단축에 역점을 두고 개발되어 왔으나, 최근 H/W의 Data 처리 및 연산 속도의 혁신적 향상으로, CPU Time의 절감보다는 해석시 수반되는 Data의 입력(PRE) 및 해석된 결과 Data의

처리(POST) 과정 등에 소요되는 시간을 단축시켜, 해석 실무자들의 수고를 덜어주는 방향으로 개발이 진행되고 있는 추세이다.

여기서 소개하게 될 MIDAS(the Most Intelligent Design and Analysis System) Package는 기존 구조해석 S/W Package들의 사용상 불편하였던 제반 문제점을 해소하고, 단시간내에 단위 구조해석 및 설계 작업이 가능하도록 개발되었으며, 특히 최신의 Computer Graphics 기능을 도입하여 모든 Data의 입력과정(Pre-Processing)과 해석 결과 Data 처리과정(Post-Processing)을 Graphic 화면상에서 직접 처리할 수 있도록 전처리 및 후처리 기능에 중점을 두고 개발함으로써 해석 실무자라면 누구든지 쉽게 사용이 가능하도록 하였다.

MIDAS는 '90 중반 개발에 착수하여 '91.9 Version 1.0을 완료하였으며, '91.10 과학기술처에 공식 등록하고 현재 Structural Optimum Design 및 설계도면 자동 생산 기능 등을 포함한 Version 2.0을 개발 중에 있다.

2. MIDAS 개요 및 특성

MIDAS의 Source Code는 FORTRAN과 System Level 및 Graphic Control을 위해 ASSEMBLY, C-Language 등으로 되어 있으며, S/W의 특징 및 H/W의 환경은 다음과 같다.

* 제철엔지니어링(주) CAD/CAE 개발실 과장

(S/W 특징 및 H/W 환경)

MIDAS Program은 PC-DOS(MS-DOS)를 O/S로 채택하고 있는 IBM 호환기종 P/C에서 운용되며, INTEL 80386 또는 80486 CPU를 채택한 어느 System에서나 사용이 가능하다. MIDAS Package의 각 Module은 약 10000개 이상의 유한요소(Elements or Nodes)에 대하여 해석 및 도화처리가 가능하도록 개발되었으며, 이와같은 대용량의 유한요소를 처리하기 위하여 3MB의 확장메모리(Extended Memory)가 필요하다. 그리고 C.G.I(Computer Graphics Interface) Standard Format을 근간으로 개발되었기 때문에 현존하는 거의 대부분의 I/O Device(Mouse, Printer, Plotter, Graphic Board 등)의 활용이 가능하다.

MIDAS는 2-D Truss, 3-D Truss, 2-D Frame, 3-D Frame과 Membrane, Plate/Shell 등의 Element Library를 가지고 있으며, Plant 및 건축구조물의 Model 및 해석에 적합하도록 개발되었다.

MIDAS는 특히 전처리 및 후처리 기능에 역점을 두고 개발되었기 때문에 G.U.I(Graphic User Interface), Computer Graphics 등의 기능을 통하여 단시간의 교육으로 사용자가 충분히 활용이 가능하며, 3-D Model의 Hidden Line 처리와 Shading 처리 등은 타 S/W에서 보기 어려운 MIDAS의 독창적인 도화처리 기능으로써, 입력된 Model의 입체적인 형상을 사용자에게 제공함으로써 전체 구조물에 대한 외견상의 내용을 충분히 사용자에게 전달이 가능하다.

후처리 단계에서 제공되는 주요 기능은 3-D Shear Force Diagram, 3-D Bending Moment Diagram, Displacement Contour, Stress Contour, AISC Interaction Ratio Contour 및 각 Element 별로 상세한 해석 결과를 나타내는 기능 등이 있으며, 사용자가 보다 쉽게 해석 결과를 분석, 판단할 수 있도록 다양한 View Option을 제공한다. 주요 View Option으로는 Zooming, Hidden Line 처리, Shading 처리, Model의 회전, Element Shrinkage 기능, Perspective View 기능, 사용자가 선택한 범위의 Element 만을 화면에 나타내어 주는 View Range 기능 등이 있다.

그리고, MIDAS-A.C.S Module은 구조해석된

결과에 대한 Evaluation(AISC Code Checking)을 모든 Element에 대하여 자동적으로 수행하고 그 결과를 출력하도록 하여, 종래의 해석 결과에 대한 Evaluation 시간을 대폭 감축하여 해석 생산성을 혁신적으로 향상시켰다.

또한 타 해석 S/W에서는 Unit System에 대한 고려가 불충분하여 특정한 Unit System에 맞추어 모든 Data를 입력하도록 요구하고 있으나, MIDAS Package에서는 공학에서 사용되는 대부분의 Unit System을 수용하도록 하였을 뿐 아니라, 입력 Unit와 출력 Unit System을 별도로 지정하도록 하여 사용자의 불편을 최소화시켰다.

MIDAS에서는 구조물 해석 결과에 대한 최적경량화 설계의 수준을 판단할 수 있는 Bar Chart 및 Line Graph를 제공하여 부재 선정과 최적경량화에 필요한 사항을 파악할 수 있도록 하는 Module을 제공함으로써, 사용자가 구조물의 최적경량화 설계에 쉽게 접근하도록 하였다. 본 Module은 MIDAS-I.D.S로 명명되어져 있으며 MIDAS에서만 볼 수 있는 독특한 기능 중의 하나이다.

끝으로, MIDAS Program의 정확도를 검증하기 위하여 많은 예제들을 통하여 이론치와 비교 확인하였으며, 자체적으로 이미 40여 Project에 적용한 결과 종래의 유사 S/W들에 비하여 기능 및 설계·생산성 면에서 월등히 우수한 것으로 국내·외 전문가들로부터 평가받고 있다.

3. MIDAS CONFIGURATION

MIDAS는 구조해석시 수반되는 Modeling, Analysis, Evaluation, Re-design, BOM 산출, 계산서 작성 등 일련의 과정을 각 Module간 유기적 관계를 유지하면서 고안되었으며, 총 12개의 Module로 구성되어 있다.

4. MIDAS MOUDEL 별 기능

A. Input Data Preparation System(I.D.S)

본 System은 MIDAS은 전처리 단계(Pre-Processing)에 해당되며, Modeler와 Internal Editor,

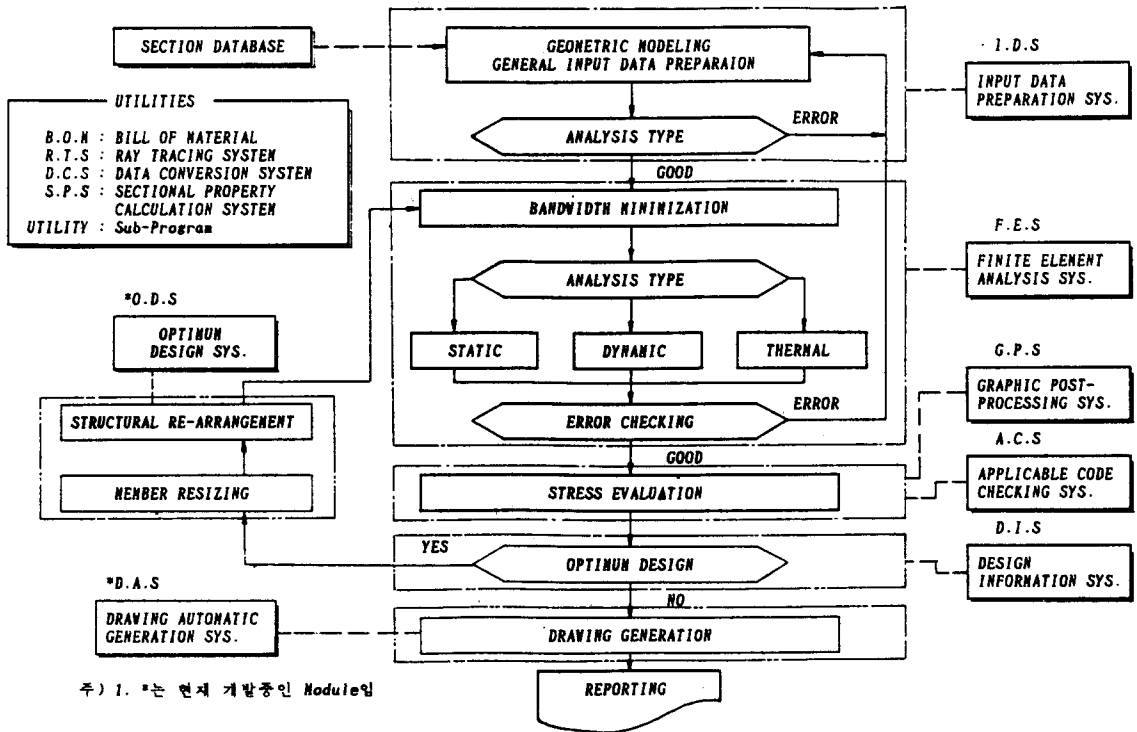


그림 1. MIDAS의 구성

Graphic Processor 등으로 구성되어 있다.

Model의 입력은 Modeling Menu의 사용 및 내부 Editor를 이용하여 직접 Key-in이 가능하며, Modeling 작업시 매 지시사항(Instruction)에 대한 수행 결과가 화면상에 도시되기 때문에 Modeling Error에 대한 즉각적인 수정 작업이 가능하다. 또한 입력된 모든 지시사항이 내부의 지정된 File 내에 저장되기 때문에, 수정이 필요한 경우에는 MIDAS의 실행을 중지할 필요없이, 내부 Editor를 호출하여 임의수정과 추가 입력이 가능하다.

그리고 기존의 Alphanumeric Input 방법 외에 Mouse를 이용하여 화면상에서 원하는 Entities의 입력, 수정, 삭제가 가능한 Graphical Input 기능을 이용하여 손쉽게 입력 작업을 수행할 수 있다.

B. Finite Element Analysis System(F.E.S)

본 System은 상기의 I.D.S로부터 입력된 각종

Data를 Free Format 혹은 주어진 Instruction Format으로 읽어들이며, 2-D 및 3-D 정적 유한요소 해석(Static Finite Element Analysis), 열 응력해석(Thermal Stress Analysis), 고유치 해석(Eigenvalue Analysis) 및 동적해석(Response Spectrum Analysis & Time History Analysis), Multi Load Case의 해석을 수행하며, 각 절점(Node)별의 변위(Displacement)와 각 요소(Element) 내부에 작용하는 하중(Force), 모멘트(Moment) 및 응력(Stress)을 산출한다.

본 F.E.S는 유한요소 해석의 일반적인 기능 외에 Plant 및 General Building Structure 해석시, 사용 빈도가 가장 많은 3-D 보요소(Beam Element)의 3rd Node(국부좌표계에서 축방향에 수직인 방향을 설정하기 위해 정의하는 절점)의 정의방법을 특별히 고안하여 사용자가 거의 불편함이 없이 입력 가능토록 하였으며, 단면 특성에 대한 Data를 기 구축된 MIDAS Database로부터 발취하여 자동 입력이 가능하다.

C. Applicable Code Checking System(A.C.S)

본 System은 AISC 1978 Edition(American Institute of Steel Construction-8th Edition) Specification 에 따라 자동적으로 Code Checking 을 수행하는 부분으로서, MIDAS-F.E.S(Finite Element Analysis System)에 의하여 구조해석된 결과(Output)를 사용하여 해석 Model에 포함된 Beam 형태의 모든 Element에 대하여 AISC Code Checking과 Interaction Ratio를 자동적으로 계산 하고 그 결과를 출력하여 준다.

MIDAS-A.C.S에서 Code Checking이 가능한 Beam Type(Section) 형태는 H-Beam, I-Beam, Channel, Angle, Rectangular Tube, Pipe 등 일반적으로 구조물에서 사용하는 대부분의 Section 류에 대하여 적용이 가능하다. 또한, F.R.P(Fiberglass Reinforced Plastic), Porcelain 등의 특수

재질에 대해서도 Checking이 가능할 뿐만 아니라, User Define Material일 경우는 User가 직접 각 Component별 허용응력(Allowable Stress)을 입력할 수도 있다.

D. Design Information System(D.I.S)

본 System은 MIDAS-A.C.S로부터 산출된 각 Material Type(Beam, Truss, Plate, Membrane) 과 각 Element별 발생응력(Computed Stress), 허용응력(Allowable Stress) 및 AISC Interaction Ratio(발생응력/허용응력) Data를 사용하여 각 Component별 AISC Interaction Stress Ratio Level 에 대한 구조물의 증량 분포도를 Bar Graph 형태로 나타낸다.

Bar Graph는 Section Property ID를 기준으로 한 것과 각 Element를 기준으로 한 것을 나타내며, 꺾은선 Graph는 각 Element에 대한 발생응력

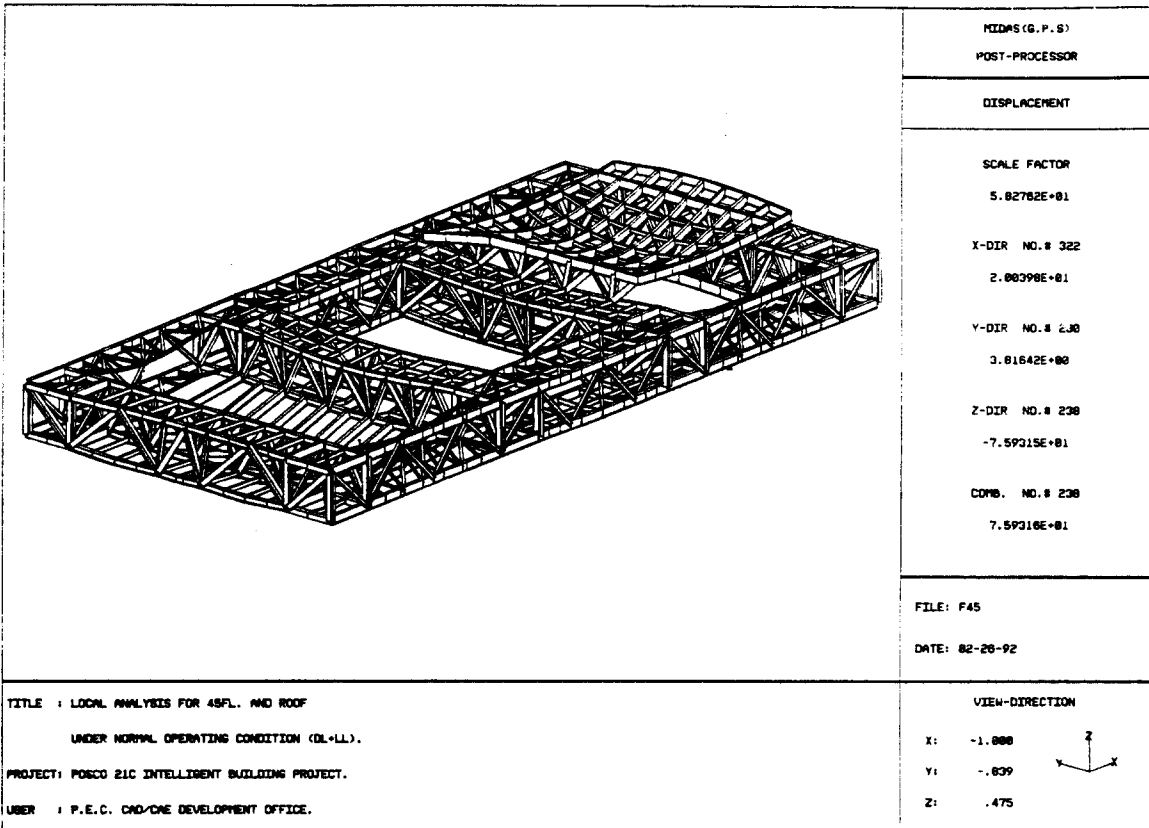


그림 2. DISPLACEMENT, DEFORMED SHAPE(HIDDEN)

(Computed Stress), 허용응력(Allowable Stress) 및 AISC Interaction Ratio를 화면상에 나타내는 후처리 기능(Post-Processor)으로서, MIDAS만이 보유하고 있는 독창적인 기능이다.

MIDAS-D.I.S를 사용하면 구조해석 실무자가 해석 결과에 대한 Evaluation을 단시간내에 마칠 수 있도록 한다.

E. Optimum Design System(O.D.S)

본 System은 F.E.S 및 A.S.C와 연계하여, 설계자가 정의한 Feasible Range 내에서 MIDAS 스스로 최적의 Size를 도출, 자동 설계하는 기능을 수행하며, 불필요하다고 판단되는 부재(Member Group)에 대해서는 Model에서 삭제시킴으로써, 수작업으로는 거의 불가능한 단계까지 최적설계를 자동 수행한다.

※ O.D.S Module은 현재 개발 완료하여 내부 검증 중에 있으며 4/4분기말경 Release될

예정이다.

F. Graphic Post-Processing System(G.P.S)

본 System은 MIDAS-F.E.S 및 MIDAS-A.C.S에 의하여 생성된 해석 결과를 이용하여 다양한 형태로 화면상에 도화처리하는 Module로서, 사용자가 해석 결과를 시각적으로 쉽게 확인할 수 있는 후처리 기능(Post-Processor)이다.

특히, 상기 기능 중 보요소(Beam Element)를 실제 형상대로 표현할 수 있는 점과 이 형상에 발생응력 및 변형형태를 등고선도(Contour)로 나타내는 기능은 특이할 만하며, 전단력 및 굽힘응력 선도를 3-D 형태로 도색 처리하여 시각적인 효과를 크게 볼 수 있다.

또한 Color Printer로 결과를 출력할 경우, 상당히 고해상도의 좋은 결과를 볼 수 있다.

G. Drawing Automatic Generation System

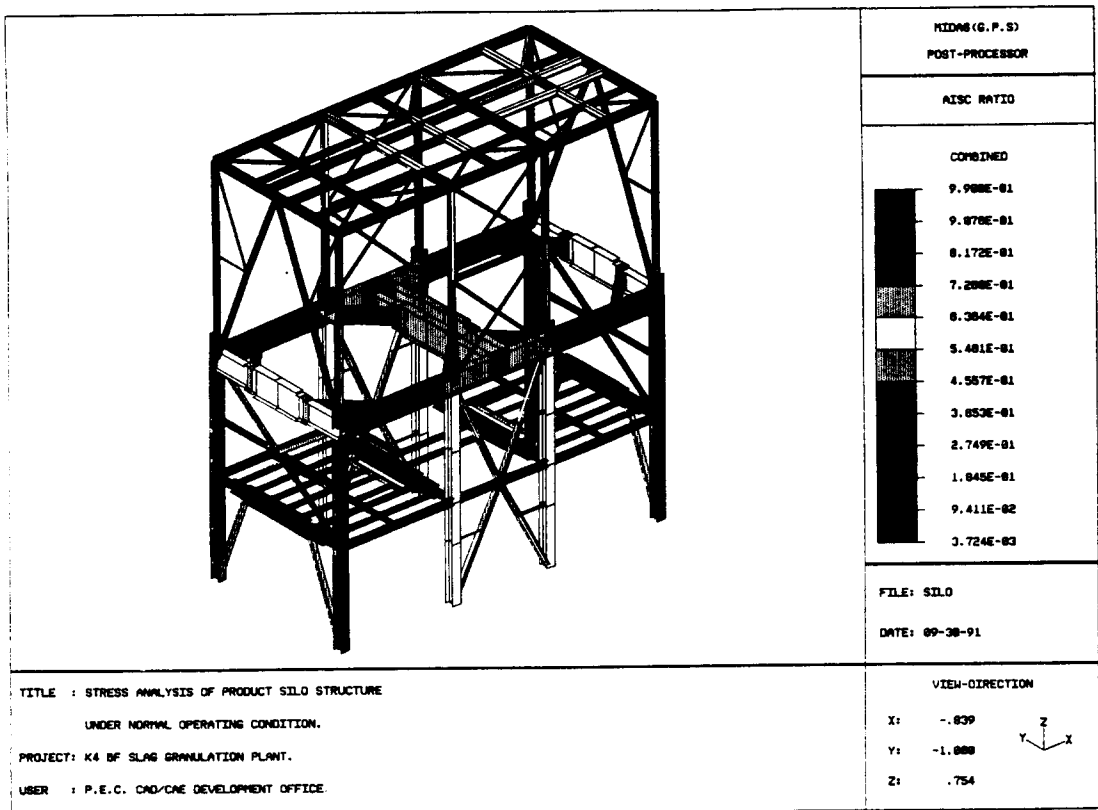


그림 3. AISC, COMBINED RATIO

(D.A.S)

MIDAS-D.A.S는 구조해석과 최적설계가 완전히 완료된 상태의 Model을 이용하여 도면을 자동 생산하는 System으로서, Model의 3-D Data를 2-D화하여 User가 원하는 View Direction에 따라 Basic Level의 Structural Drawing을 자동 생산한다.

또한 최종 Detail Drawing 작업을 위해 각종 CAD Data(DXF File, DGN File 등)로 Transfer할 예정이다.

※ D.A.S Module은 현재 주요 기능 개발 완료하여 내부 검증중에 있으며 추가 기능 개발하여 4/4분기말경 Release될 예정이다.

K. Data Conversion System(D.C.S)

본 System은 타 구조해석용 S/W와 Interface를 위해 Input Data를 변화해 주는 Module로서, 현재 보편적으로 사용되고 있는 NISA. II, SAP90, SAP6, MICAS PLUS, PAFEC 등의 S/W와 혼용이 가능하다. 이 뿐 아니라, 구조해석용 Data의 표준화, Format으로 사용되고 있는 FORTRAN Format의 Data를 제공하고 있기 때문에 거의 모든 상용화된 S/W와의 Data Interface가 가능하다.

L. Sectional Property Calculation System (S.P.S)

MIDAS-S.P.S는 MIDAS Package의 전처리(Pre-Processor) Module에 해당되며, 화면상에서 Section Menu를 사용하여 Section Data를 직접 Input할 수 있도록 되어 있으며, Sectional Property에 대한 Output이 화면상에 즉시 Graphic으로 처리되기 때문에 Input Data에 대한 검증 및 수정을 효과적으로 수행할 수 있다.

4. 향후 계획

본 MIDAS Package 중 Optimum Design System (O.D.S)와 Drawing Automatic Generation System(D.A.S)은 현재 내부 검증 및 개발 중에 있으며 '93년 상반기경 Release할 계획이다.

상기 두가지 후처리 Module이 완료되면 구조

물의 초기 개념설계부터 구조해석→최적설계→계산서 작성→도면 생산→B.O.M 산출에 이르는 구조설계의 전과정을 일괄처리할 수 있는 국내 최초의 Structural Integrated Package가 선보이게 될 것으로 예상된다.

MIDAS는 현재 국내외의 우수 관련 업체로부터 조기 판매 요청을 받고 있으며, 국내 여러 학회로부터 기능의 우수성을 인정받은 바 있다.

특히 NISA. II Family S/W를 개발하여 세계 최대의 CAE 관련 S/W 개발 회사로 알려져 있는 미국의 EMRC사로부터 MIDAS Pre/Post-processor에 대한 Source Level의 판매 요청을 받고, 현재 판매 방법 및 기술교류 범위 등에 대해 내부 협의 중에 있다.

그리고 MIDAS의 상업화를 위해 금년 말경 β -Version 수준의 Execution Module을 우수 관련 업체 및 관련 학계에 배포할 예정이며, 상기 O.D.S와 D.A.S가 완료되는 시점인 내년 2/4분기경부터 공식 판매할 계획이다.

H. Bill of Material(B.O.M)

MIDAS-B.O.M은 Modeling에 사용된 모든 부재의 자재목록표를 한 눈에 쉽게 알 수 있도록 제공해 주는 Module이다.

Material 종류별, Element 종류별, Size 별 자재 목록표를 제공하며, 특히 Built-Up Beam의 경우 Plate 두께별 목록표를 제공함으로써 물량 산출에 매우 효과적으로 활용할 수 있다.

I. Ray Tracing System(R.T.S)

MIDAS-R.T.S는 역방향 광선추적법(Backward Ray Tracing) Algorithm-역방향 광선추적법이란, 시선의 경로를 따라가다가 빛을 분산시키는 물체에 도달하면 Shading Model로 광선의 색과 밝기를 결정하는 방법-을 이용하여 대상 물체에 실제감을 더해 주고, 현실에 매우 근접한 상태로 화면에 표시하는 System으로써, 사용자가 시각적으로 쉽게 구조물의 형상을 관측할 수 있도록 하기 위한 기능이다. 이 기능은 EWS급 이상에서만 수행 가능하였으나, MIDAS-R.T.S Module이 P/C급에서도 수행 가능하게 한 MIDAS의 고유 기능이라 할 수 있다.

J. Animated View System(A.V.S)

본 System은 MIDAS-F.E.S에 의해 최종적으로 해석된 변위 결과치를 이용하여 구조물의 변형 거동을 동적으로 묘사하는 System으로서, 사용자

가 시각적으로 쉽게 구조물의 변형을 관측할 수 있도록 하는 후처리 기능(Post-Processor)이다.

특히, Eigenvalue Analysis에서 각 Mode Shape 별 특성을 한 눈에 파악할 수 있는 잇점이 있다.