

# 시스템공학연구소 보유 비선형 구조해석 S/W 소개

이 재 석\*

한국과학기술연구원(KIST) 부설 시스템공학 연구소(SERI)가 보유하여 일반 사용자들에게 공개하고 있는 구조해석 S/W(Software)로는 ABAQUS, ADINA, BOPACE-3D, DYNA-3D, MSC/NASTRAN, DIS/ADLPIPE, SAP5, KISTRAS, NONSAP, MARC 등을 들 수 있다. 이들 중 DIS/ADLPIPE, SAP5, KISTRAS, NONSAP은 CDC CYBER 960-31에 설치되어 있고 MARC는 NAS AS/XLV50에 설치되어 있으며 나머지는 CRAY-2S 슈퍼컴퓨터에 설치되어 있다.

본고에서는 이들 중에서 CRAY-2S 슈퍼컴퓨터에 설치되어 있으며 다양한 비선형 구조해석기능을 가지고 있는 ABAQUS, ADINA, MSC/NASTRAN 및 DYNA-3D에 대하여 개요, 기능 및 사용방법을 간략히 소개하고자 한다.

## 1. ABAQUS

### 가. 概要

- ABAQUS는 복잡한 비선형 문제의 해석에 주안점을 두어 개발된 범용(凡用)유한요소해석 프로그램이다.
- 이 프로그램의 특징으로는 일반적인 형상모델능력은 물론 많은 종류의 물질해석능력과 많은 종류의 현상해석능력 등을 들 수 있다.
- 이 프로그램은 다양한 비선형 문제를 쉽게 해

석할 수 있도록 만들어졌고 사용자가 이해하기 쉽게 데이터 점검기능을 지닌 단순한 입력언어를 사용하고 있다. 또한 여러 종류의 전후처리기능(Pre & Post Processor)을 갖고 있다.

### 나. 適用分野

- 자동차
- 항공우주
- 석유화학 플랜트
- 금속, 프라스틱 및 복합물질 제조
- 해저 시추
- 핵발전소 구조물의 안전도 계산 등

### 다. 解析能力

- 형상모델
  - 2-d 및 3-d 연속체, 보, shell, 트러스, 케이블, 간격(gaps) 등
- 물질모델
  - 등방성 및 이방성 탄성체, hyper-elasticity, hypo-elasticity, 금속소성, 점성소성, soil소성, 금속, 고무, 모래, 진흙, 프라스틱, 콘크리트 등
- 해석기능
  - 정적 및 동적, 선형 및 비선형 응력해석, 천이(transient) 및 정상상태(steady state) 열전달해석, 고유주파수 계산, 특성치 버클링 계산, 연계된(coupled)온도/응력해석, 연계된 seepage/응력해석, 연계된 구조/음향학적 진동해석 등

\*KIST 부설 시스템공학연구소 선임연구원, 공박

라. 前 및 後 處理裝置(Pre and Post Processor)

○ 前처리장치

ABAQUS의 전처리장치로는 CRAY-2S의 /usr /applic /abaqus 디렉터리에 설치되어 있는 abq7pre.abs와 Micro-VAX, SUN, CYBER에 있는 PATRAN을 들 수 있다.

○ 後처리장치

ABAQUS의 후처리장치로는 Micro-VAX, SUN, CYBER에 들어 있는 abqplot, PATRAN, ABAQUSPOST를 들 수 있다.

마. 使用方法

ABAQUS는 Cray2S의 /usr /applic /abaqus에 들어 있는 abq7의 셸 스크립트(shell script)를 이용하면 대화식으로 프로그램을 실행시킬 수 있다.

```
$ /usr /applic /abaqus /abq7 $1
```

위와 같이 실행시키면 \$1의 identifier에 따라 계산결과화일들이 /tmp /\$HOME\$1 디렉터리로 보내지게 된다.

참고로 /usr /applic /abaqus 디렉터리 내에 test라는 demo 입력화일이 들어 있다.

## 2. ADINA

가. 概要

○ ADINA 시스템은 선형 및 비선형 공학문제의 해석을 위한 일반목적의 유한요소해석 프로그램이다.

○ 이 시스템은 4개의 프로그램으로 구성되어 있다. 즉 변위와 응력해석을 위한 ADINA, 열전달 및 필드(field)문제를 위한 ADINA-T, 입력준비를 위한 ADINA-IN 및 해의 결과를 보여주기 위한 ADINA-PLOT이 있다.

○ ADINA는 명령어를 이용한 입력 및 데이터의 생성 기능, 광범위한 에러 검토기능, 계산결과와 선택적 출력 및 그림출력 등의 기능을 가지고 있다.

나. 適用分野

○ 토목공학, 기계공학, 핵공학, 해양공학, 항공공학 등

다. 解析能力

○ 형상모델

트러스, 보, 평면응력요소, 3D-solid, 축대칭요소, 3D-soil, 평판, shell, 파이프, 유체요소 등

○ 물질모델

등방성 및 직교 이방성 선형 탄성, 비선형 탄성, 소성, 고무, creep, 보강재가 있는 콘크리트, tensile crack, buckling 등

○ 해석기능

단순한 또는 복잡한 정력학적 해석, 주파수 해석, 진동 및 wave propagation 해석(외연적 및 내연적 시간적분, 모드 중첩, time history, response spectrum solution), 동적 및 정적 상태의 substructuring, 일반적 접촉문제(마찰효과 등), fluid-structure interaction, soil-structure interaction, 열전달 및 열응력해석 등

라. 前 및 後 處理裝置

○ 前處理裝置

ADINA와 ADINA-T의 전처리장치로는 CRAY-2S의 /usr /applic /newadina에 들어 있는 ADINA-IN이 있다.

○ 後 處理裝置

후처리장치로는 마찬가지로 ADINA-PLOT을 들 수 있다. 한편 PATRAN을 이용할 수도 있다.

마. 使用方法

/usr /applic /newadina 디렉터리의 adina, adinat, adinain, adinaplot을 이용하면 각각의 프로그램을 실행시킬 수 있다.

```
$ /usr /applic /newadina /adina
```

```
<input - filename> output - filename
```

```
$ /usr /applic /newadina /adinat
```

```
<input - filename> output - filename
```

```
$ /usr /applic /newadina /adinain
```

```
$ /usr /applic /newadina /adinaplot
```

### 3. MSC/ NASTRAN

#### 가. 概要

- MSC/NASTRAN은 대규모의 공학문제를 효율적으로 해석할 수 있는 범용유한요소해석 프로그램이다.
- MSC/NASTRAN은 구조해석문제뿐만 아니라 열전달, 공력탄성(aeroelasticity), 음향학(acoustics), 전자기학 등 다른 종류의 필드 문제도 해석이 가능하다.
- MSC/NASTRAN의 특징으로는 sparse matrix solution routine, 다단계 초월요소(multilevel superelement), 주기적 대칭(cyclic symmetry), 일반화된 dynamic reduction, 성분모드 합성(component mode synthesis) 기능 등을 들 수 있다.

#### 나. 適用分野

- 자동차, 항공우주, 토목공학, 조선, plant, 해저시추, 산업장비, 화학공학, 광학 등

#### 다. 解析能力

- 선형 정력학적 해석
- 형상과 물질에 있어서의 비선형성을 지닌 정역학 해석
- 진동 해석
- 버클링 해석
- direct & modal complex eigenvalue analysis
- random vibration analysis
- 응답 스펙트럼 해석을 포함한 direct & modal transient analysis
- 주기적 대칭(cyclic symmetry)구조의 선형 정력학 해석
- 주기적 대칭 구조의 진동해석
- 선형 및 비선형 정상(steady state) 열전달해석
- 천이(transient) 열전달해석
- 공력탄성해석
- 복합재료해석

#### 라. 前 및 後處理裝置

MSC/NASTRAN의 입력자료로 쓸 수 있는 유한요소모델을 형성하는 전처리장치로서

MSGMESH가 있다. 또한 유한요소모델을 형성하고 해석결과를 검토하는 대화식 그래픽 프로그램으로서 후처리장치인 MSC/GRASP가 있다. PATRAN을 이용하여 유한요소모델의 생성 및 해석결과와 그래픽처리를 할 수도 있다.

#### 마. 使用方法

CRAY-2S의 usr/applc/msc 디렉터리 내에 demo, nastran, rfa, system, tpl, util의 sub 디렉터리가 있다. NASTRAN을 실행시킬 수 있는 셸 스크립트는 nastran과 system에 들어 있다. 또한 데이터 파일은 demo와 tpl에 들어 있다. rfa에는 메시지 파일들이 있고 util에는 유틸리티 프로그램이 있다. NASTRAN을 실행시키기 위해서는 extension이 dat인 입력파일의 존재하여야 한다. test.dat란 데이터 파일의 존재시에 이를 실행하기 위해서는 다음과 같이 명령어를 입력하면 된다.

```
$ /usr/applc/msc/nastran.sh test
```

이때 test에 dat extension을 입력하지 않는 것에 주의해야 한다.

한편 nastran을 실행시키기 위해서는 홈 디렉터리내의 profile 파일내에 반드시 다음과 같은 내용이 들어 있어야 한다.

```
NAST-EXE=/usr/applc/msc/nastran
NAST-BAT=nastranex
NAST-INFO=/usr/applc/msc/system/.NAST-INFO
NAST-RFA=/usr/applc/msc/rfa
TMPDIR=/tmp
export NAST-EXE NAST-BAT
NAST-INFO NAST-RFA TMPDIR #host
definition
```

자신의 홈 디렉터리 내에 위의 내용이 없으면 /usr/applc/msc 디렉터리로부터 .Profile을 복사하여 사용하는 것도 한 방법이 된다.

### 4. DYNA-3D

#### 가. 概要

- DYNA-3D는 대변형(large deformation)이 있는 경우 재료의 비선형성을 고려하여 구조

의 동적반응을 해석하는 외연적(explicit) 3차원 유한요소해석 프로그램이다.

- 접촉-충돌 알고리즘은 물체의 표면에서의 마찰을 수반한 미끄러짐이나 두 부재간의 접촉 및 비접촉 특성을 계산할 수 있게 한다.
- 요소모델  
보, shell, 3D-연속체, 강체요소, spring, dashpot
- 특징
  - 다양한 형태의 접촉문제 해석 가능(sliding only, sliding with gap, tied, single surface)
  - hourglass control 기능
  - 질량, spring 및 dashpot의 첨가 기능

#### 나. 材料모델

탄성(elastic), 직교 이방성(orthotropic elastic), 운동학적/등방성 소성(kinematic/isotropic plasticity), 선형 점탄성, 고무, 온도 종속 탄·소성, 파괴를 수반하는 탄소성, 복합재료, 강체, soil, strain-rate dependent plasticity

다. 前 및 後處理裝置

- DYNA-3D의 전처리 프로그램으로는 INGRID가 있고 이것을 이용하여 sliding 데이터, 경계조건, 하중, 물성치 및 제어 변수를 입력시킬 수 있다.
- 후처리 프로그램으로는 TAURUS가 있는데, 이것을 이용하여 여러 종류의 stress contour를 그릴 수 있고 변형을 및 제한된 경계선을 따른 반력과 모우멘텀을 계산할 수 있다. 이 프로그램은 Micro-VAX 설치되어 있

다.

- 한편 MOVIE, BYU 및 PATRAN을 이용하여 DYNA-3D의 전, 후처리기능을 수행할 수도 있다.

라. 使用方法

DYNA-3D의 실행 쉘 화일은 /usr/applic/dyna3d 디렉터리에 d3dabs라는 이름으로 들어 있다.

```
$ /usr/applic/dyna3d/d3dabs
```

단, 현 디렉터리에 NAMES란 화일이 있어야 하며 이 NAMES에는 다음과 같은 내용이 있어야 한다.

```
DYNA3D I=input filename o=output filename F=HSP(blank line)
```

입력 및 출력화일의 이름은 별도의 입력이 없을 경우 XYZ123과 D3HSP로 인식된다.

이상으로 다양한 비선형 문제의 해석이 가능한 유한요소해석 S/W로서 ABAQUS, ADINA, MSC/NASTRAN 및 DYNA-3D에 대하여 간략히 소개하였다. 각 S/W들의 자세한 기능을 시스템공학연구소 CAE연구실에 비치되어 있는 사용자 지침서를 참조하기 바라며, S/W의 사용에 관한 문의처는 아래와 같다.

CRAY-2S 사용신청 : 연구개발과, 전화 042) 829-1266, 1267

CRAY-2S 및 주변기기 사용방법 : 시스템지원 1그룹, 전화 042) 829-1330, 1333

구조해석 S/W 사용방법 : CAE 연구실/구조해석 S/W 담당, 전화 042) 829-1520, 1526, 1529