

디스크형 캠의 자동설계용 CAD S/W 개발

Part II : CAD S/W 개발

손 주 리* · 신 중 호**

Development of CAD Software for Automatic Design of Disk-Typed Cams

Part II : Computer-Aided Analysis and Design Software

Joo-Ri Son · Joong-Ho-Shin***

ABSTRACT

Generally cam-follower systems consist of two elements : Cam is for rotating motion and follower for reciprocating motion. Depending on the shape of cam and type of follower, the motion of cam-follower system is determined. Thus design process and analysis process must be well defined. The design process means to find the coordinates of cam shape which can be defined the given motion of follower and the analysis process means to determine the motion curve of follower corresponding to the given cam based on the dimensions of a cam-follower system. This paper consists of two parts : One is for development of a numerical method for design and analysis of cam-follower systems, the other is for development of a CAD program and its application.

As the second part of the paper, the structure of a CAD program is introduced. Four data files are used in the program where the design process and the analysis process are carried out interactively to enhance its availability to the industrial applications. The first part of the paper presents the iterative contact method which can determine the contact points and their angles between cam and roller.

1. 서 론

본 논문은 “디스크형 캠의 자동설계용 CAD

S/W 개발”의 두번째 부분으로서 첫번째 부분인 “설계 및 해석 알고리즘 개발”에서 제시된 캠 기구의 해석과 설계 이론을 바탕으로 그 실제적인

*카드캠실 연구원

**창원대학 정밀기계공학과 조교수

소프트웨어 구현에 대해 소개하고자 한다. Cam의 형상과 Follower roller의 기하학적 접촉관계에서 접촉선을 설정하는 Interactive Contact Method를 이용하여[1, 2, 3] 설계자동화를 구축할 수 있는 CAD 시스템인 DISCAM을 개발하였다.

DISCAM 시스템은 상하운동형 Follower를 가진 모든 Disk형 Cam에 적용이 가능하고, 해석결과를 데이터와 그래프를 통해 분석할 수 있도록 하였다.

설계와 해석에 공통으로 사용할 수 있도록 요구되는 데이터를 자동적으로 file로 생성시키며, 출력부에서는 process 과정의 결과가 file에 기억되고, 기억된 자료를 근거로 그래프 또는 표로 출력시킨다. 그리고 프로그램 수행의 전 과정이 메뉴선택방식이며 대화형이다.

프로그램은 VAX-11/750 컴퓨터에서 개발되었으며, FORTRAN 77 언어를 사용하였다.

2. DISCAM 프로그램

2.1. 개요

DISCAM 프로그램은 측정된 디스크형 Cam의 형상데이터를 해석하여 Cam의 변위선도 및 운동선도를 구하는 기능과 변위선도로부터 Cam의 형상을 결정하는 기능을 갖고 있다.

각 모듈에 따라 필요한 자료를 위해 데이터 화일이 자동으로 생성되며, 그 자료에 따라 결과를 그래프나 표로 출력한다. 이 프로그램에서 생성되는 file의 이름에는 CAM(Cam의 형상정의 자료), DIS(follower의 변위자료), WRK(Process의 결과자료) 및 OUT(사용자를 위한 자료)로 구성되며, 프로그램의 수행중에 자동적으로 생성되어 설계자가 효율적으로 이용하도록 구성되어 있다.

2.2. Graphics Library

국내에서 상용되고 있는 Graphics Library에는 여러가지 종류가 있으나, 본 연구에서는 PLTOOL을 사용하였다. PLTOOL은 설계 자동화를 위한 CAD 전용 그래픽 패키지로서 기계요소

설계와 해석용 CAD S/W 개발의 응용에 뛰어나고, 그래픽 데이터를 처리할 수 있는 여러기능이 있기 때문에 컴퓨터 그래픽스 응용 프로그램에도 사용될 수 있다. PLTOOL은 그래픽 데이터를 생성하는 Plotting 루틴에 의해 실제적인 형상정의 및 문자를 생성하는 기능을 갖고 있다. Plotting 루틴은 수행하는 기능의 특성 및 복잡도 그리고 각 기능 간의 관련성에 따라 상위 계층인 고급 그래픽스 루틴과 하위 계층인 기본 그래픽스루틴으로 구성되어 있다[1].

2.3. 프로그램의 구성

DISCAM 프로그램은 크게 해석과 설계의 기능을 가진 Main Process 부분과 Output을 그래프와 표로 출력시키는 Post Process의 두 부분으로 구성되어 있다. Main Process의 해석부분에서는 주어진 Cam 형상 데이터로부터 Displacement Curve, Pressure Angle, Velocity, Acceleration을 구

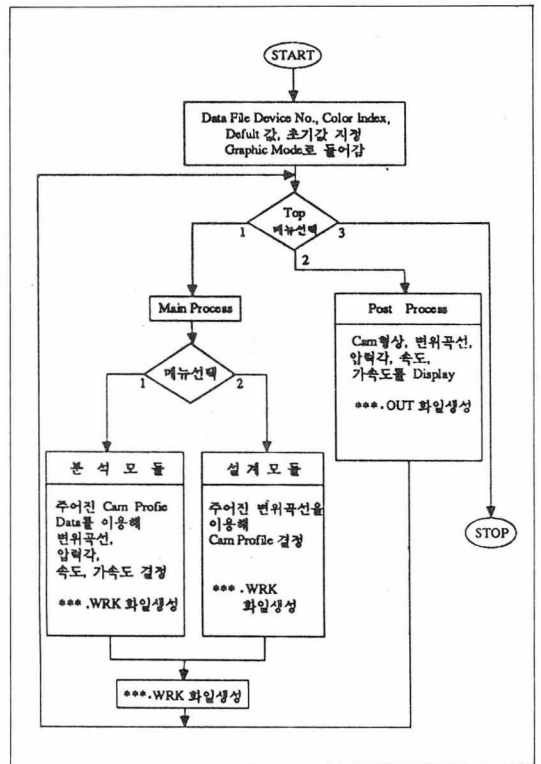


그림 1) Overall flowchart of program

한다. 설계부분에서는 역으로, 주어진 Displacement Curve로부터 새로운 Cam Profile을 결정한다. Post Process 부분은 해석된 결과를 형상화시키는 모듈로 Cam Profile을 비롯해 해석된 변위선도, 운동선도 및 압력각을 그려볼 수 있다.

이 각각의 기능들은 서로 독립적으로 수행이 가능하며, 수치데이터가 화일로 구성되어 입출력되고, 수행과정은 반복적이다. 그림 1은 프로그램의 전체적인 구성을 흐름도로 나타내고 있다.

2.4. 데이터 화일 구성

DISCAM 프로그램은 여러개의 모듈로 구성되어 있다. 이 각각의 모듈들은 서로 독립적이며, 연결이 가능하고, 서로서로의 모듈사이를 데이터 화일들이 왕래하게 된다. 사용되는 데이터 화일의 종류에는 4가지가 있으며, 그것들은 각각 고유의 extension 이름을 갖고 있다. 각각을 살펴보면 다음과 같다.

***.CAM : Cam Profile 데이터로서 해석모듈의 입력데이터로 사용되며, 설계모듈의 출력화일로 생성된다. 레코드는 다음과 같이 구성되어 있다.

	No.	SXX	SYX
5X	I5	F10.4	F10.4

***.DIS : Displacement Curve 데이터로서 설계 모듈의 입력데이터로 사용되며, 해석모듈의 출력화일로 생성된다. 레코드는 다음과 같이 구성되어 있다.

	No.	DEGREE	ZYY
5X	I5	F10.4	F10.4

***.WRK : Main Process 과정을 거치면 생성되는 화일로서 Post Process의 입력화일로 사용된다. 이 화일은 데이터의 이송만을 목적으로 하기 때문에 내부에 아무 설명도 갖지 않으며 사용자와는 직접적으로 관

계가 없다. 레코드의 구성은 다음과 같다.

Record 1

	RO	ECCENT	RADFLW	APRIME	RPM
5X	F15.6	F15.6	F15.6	F15.6	F15.6

Record 2 이후

	I	SXX	SYX	THETA	ZYY	PHI
2X	13	F15.6	F15.6	F15.6	F15.6	F15.6

VELOCT	ACCELR	TIME	LAP
F15.6	F15.6	F15.6	I3

***.OUT : Post Process 과정을 거치고 나면 생성되는 화일로서 사용자를 위한 해석값이다. 첫 페이지에는 Title 및 Prime Circle Radius, Eccentricity, Roller Raduis, Rotating Speed 값이 출력되고, 그 다음 페이지 부터는 Cam Profile의 좌표값과 기구학적 운동 성질에 대한 수치값이 출력된다. 좌표값을 나타내는 레코드와 기구학적 성질을 나타내는 레코드의 구성은 다음과 같다.

좌표값을 나타내는 레코드

I	DEG	SXX	SYX	SEG
I5	F15.4	F15.4	F15.4	F15.4

기구학적 성질을 나타내는 레코드 STAR

I	THDEG	ZYY	DEG	VELOCT	ACCELR		
I5	F15.4	F15.4	F15.4	F15.4	F15.4	4X	A1

입출력되는 데이터 화일의 이름은 프로그램 수행도중 다음의 예와 같이 받아 들인다.

ENTER INPUT FILE NAME ?> PIN31
ENTER OUTPUT FILE NAME (DIFFERENT NAME) ... ?> PINXX

여기에서 첫번째 화일명 PIN31은 입력 화일명으로만 쓰이고, 두번째 화일명은 출력되는 모든

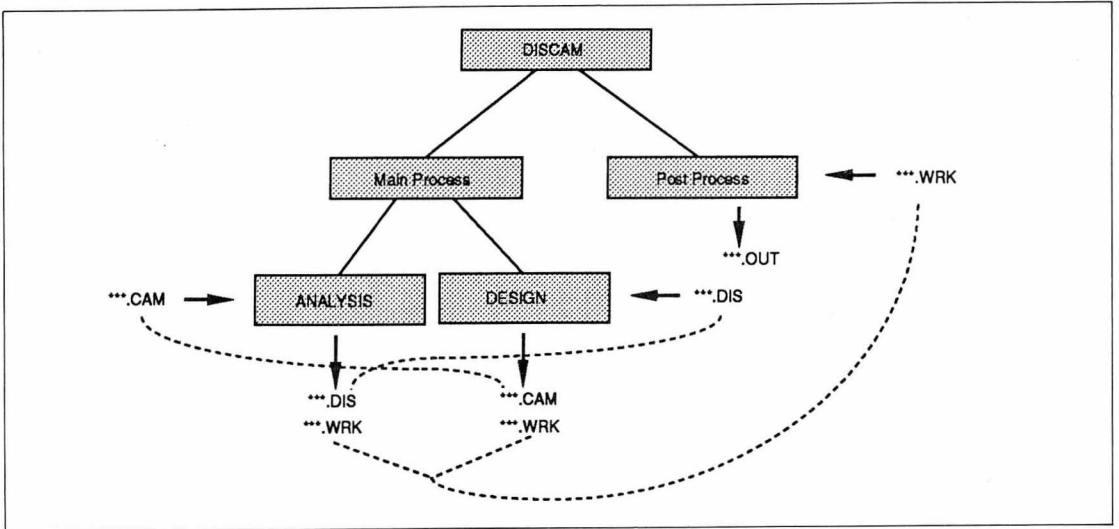


그림 2) Data files interfacing modules

화일명이 된다. 전체 프로그램 내에서의 각 데이터 화일의 입출력이 그림 2에 나타나 있다.

3. DISCAM 프로그램의 응용

3.1. 개요

본 장에서는 앞 장에서 개발된 시간 제어용 Disk형 Cam의 해석 및 설계용 소프트웨어인 DISCAM의 응용에 대해 기술한다.

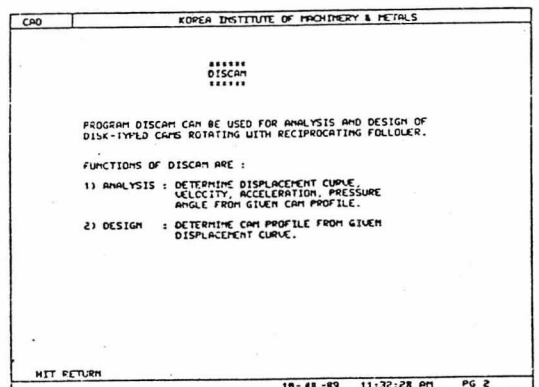
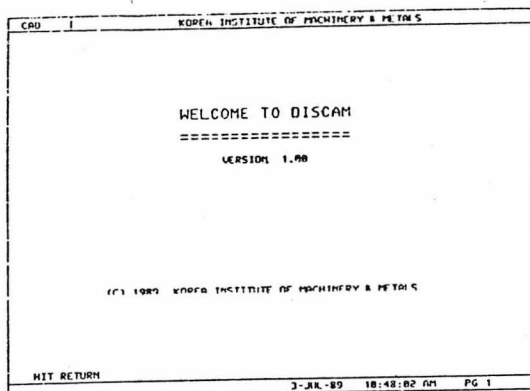
프로그램의 효능성을 검증하기 위해, Disk형 Cam의 기하학적 형상인 Cam의 표면좌표에서 Fo-

llower의 변위곡선을 추출하고, 그 반대로 Follower 변위곡선의 데이터에서 Cam의 형상을 정의한다. 즉 해석과정과 설계과정을 반복적으로 이용하여, 두 과정의 결과인 Cam의 형상정의가 일치하는가를 비교해본다.

본 장에서는 Pin이라고 명명된 Cam을 사용하여 설계와 해석과정을 수행하였다.

3.2. 응용

Pin Cam의 설계와 해석에 대한 화면출력을 그림 3에서 보여주고 있다.



```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

FUNCTIONS OF DISCAM ARE
1. FRULLS (DESIGN/ANALYSIS)
2. POST PROCESS (OUTPUT DISPLAY)
3. EXIT (RUN END)
SELECT 1-3 ..... (1) ?? 1

PROCFASSES ARE
1. ANALYSIS
2. DESIGN
3. TOP
SELECT 1-3 ..... (1) ?? 1

HIT RETURN
3-JUL-89 10:58:29 AM PG 3

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

ON ANALYZING ...

HIT RETURN
3-JUL-89 10:55:27 AM PG 2

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

ANALYSIS PROCESS
*****

INPUT DATA FILE BE *****.CAM ----- CAM PROFILE DATA
OUTPUT DATA FILE BE *****.DIS ----- DISPLACEMENT DATA FOR DESIGN
RESULTS BE WRITTEN IN *****.LWK --- ALL RESULTS FOR POST-PROCESS

ENTER INPUT FILE NAME ..... ?? PIN31
ENTER OUTPUT FILE NAME (DIFFERENT NAME) ... ?? PIN00

THE FOLLOWING FILE(S) BE USED AND GENERATED:
PIN31.CAM
PIN00.DIS
PIN00.LWK

INPUT ROTATING SPEED (PPM) ..... (2.00) ?? 2.00DE+00
INPUT ECCENTRICITY ..... (8.00) ?? 8.00DE+00
INPUT ROLLER RADIUS ..... (5.00) ?? 5.00DE+00

HIT RETURN
3-AUG-89 5:24:38 PM PG 4

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

FUNCTIONS OF DISCAM ARE
1. PROCESS (DESIGN/ANALYSIS)
2. POST PROCESS (OUTPUT DISPLAY)
3. EXIT (RUN END)
SELECT 1-3 ..... (1) ?? 1

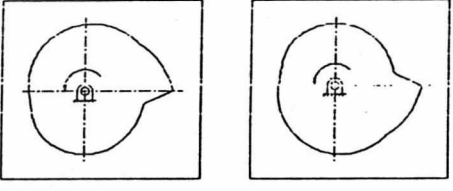
PROCFASSES ARE
1. ANALYSIS
2. DESIGN
3. TOP
SELECT 1-3 ..... (1) ?? 2

HIT RETURN
3-JUL-89 10:56:23 AM PG 8

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS



DIRECTION OF CAM ROTATION ----> COUNTERCLOCKWISE
SELECT A OR B ..... (A) ?? A

HIT RETURN
3-JUL-89 10:53:37 AM PG 5

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

DESIGN PROCESS
*****

INPUT DATA FILE BE *****.DIS ----- DISPLACEMENT DATA FOR DESIGN
OUTPUT DATA FILE BE *****.CAM ----- CAM PROFILE DATA
RESULTS BE WRITTEN IN *****.LWK --- ALL RESULTS FOR POST-PROCESS

ENTER INPUT FILE NAME ..... ?? PIN00
ENTER OUTPUT FILE NAME (DIFFERENT NAME) ... ?? PIN300

THE FOLLOWING FILE(S) BE USED AND GENERATED:
PIN00.DIS
PIN300.CAM
PIN300.LWK

INPUT ROTATING SPEED (PPM) ..... (2.00) ?? 2.00DE+00
INPUT ECCENTRICITY ..... (8.00) ?? 8.00DE+00
INPUT ROLLER RADIUS ..... (5.00) ?? 5.00DE+00
INPUT PRISM CIRCLE RADIUS ..... (80.35) ?? 8.00DE+01

HIT RETURN
3-AUG-89 5:27:51 PM PG 9

```

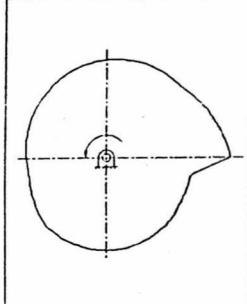
```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

*****
* CAM SHAPE PLOT *
*****

PIN31.CAM

OFFSET IS STARTING POINT.
FOR INITIAL POSITION,
ROTATION ANGLE IN DEG.
SET ANGLE .... (0.0) ?? 0.0DE+00



HIT RETURN
3-JUL-89 10:54:45 AM PG 6

```

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

ON ANALYZING ...

HIT RETURN
3-JUL-89 10:58:54 AM PG 10

```

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

FUNCTIONS OF MISCAM ARE

1. PROCESS (DESIGN ANALYSIS)
2. POST PROCESS (OUTPUT DISPLAY)
3. EXIT (RUN END)

SELECT 1-3 [1] ?? 2

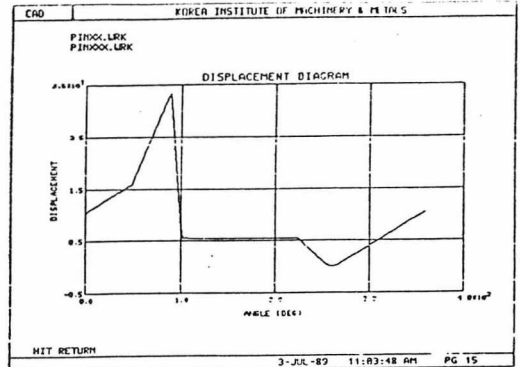
INPUT DATA SET (UP TO 2) [1] ?? 2

INPUT FILE NAME 1 ?? P1NOO

INPUT FILE NAME 2 ?? P1NOO

HIT RETURN

3-JUL-89 18:59:47 AM PG 11



CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 [1] ?? 1

HIT RETURN

3-JUL-89 11:00:36 AM PG 12

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 [1] ?? 3

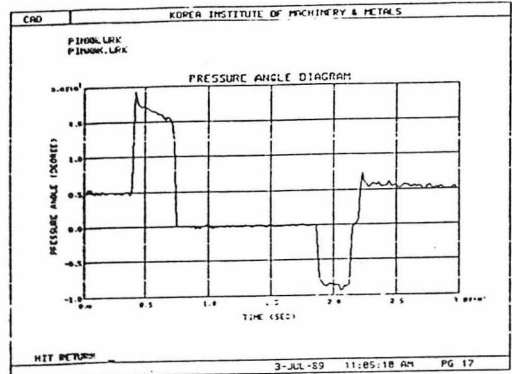
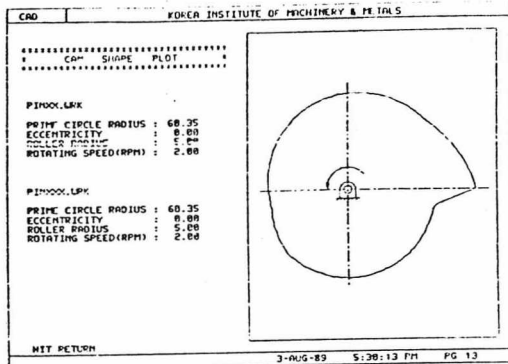
HORIZONTAL AXIS :

1. ANGLE (DEG)
2. TIME (SEC)

SELECT 1-2 [1] ?? 2

HIT RETURN

3-JUL-89 11:04:28 AM PG 16



CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 [1] ?? 2

HORIZONTAL AXIS :

1. ANGLE (DEG)
2. TIME (SEC)

SELECT 1-2 [1] ?? 1

HIT RETURN

3-JUL-89 11:02:57 AM PG 14

CAD KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 [1] ?? 4

HORIZONTAL AXIS :

1. ANGLE (DEG)
2. TIME (SEC)

SELECT 1-2 [1] ?? 1

HIT RETURN

3-JUL-89 11:14:34 AM PG 18

4. 결 론

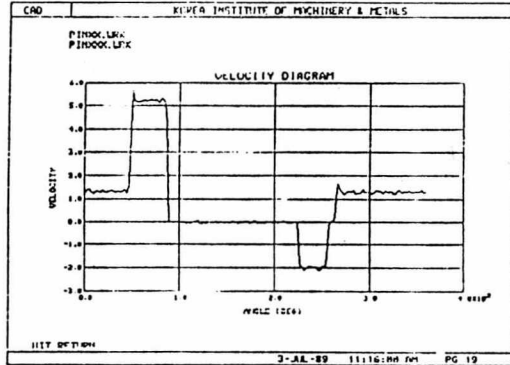
본 연구에서는 Disk형 Cam과 상하운동형 Follower 간의 알고리즘에 의해, Cam 시스템의 해석 단계와 설계단계의 설계자동화 시스템을 개발하였다. 전체 시스템은 해석모듈과 설계모듈을 포함하는 Main Process와 출력부인 Post Process로 구분된다.

해석모듈이란 Cam의 형상표면 데이터가 주어지면 요구되는 수치해석 방법에 의해 Follower의 변위곡선, 압력각, 속도, 가속도를 결정하는 단계이고, 설계모듈이란 주어진 변위곡선에서 Cam의 형상을 정의하는 단계이다. 전체 프로그램은 각각 세부모듈로 구성되어 있으며, 각 모듈들은 서로 연관성을 보유하고 있다. 이런 연관성을 유지하기 위해 Cam과 Follower roller의 접촉점에서 기하학적 관계를 설정하였는데, 접촉점을 찾기 위해 Roller 중심점들의 기울기와 접선각을 사용하였다. 접선각과 접촉점의 만족을 위해 일반적으로 10회 정도의 반복과정이 수행되는데, 설계단계에서는 반복과정없이 한번에 정확한 Cam의 형상을 정의할 수 있다.

그리고 각 단계에서 자동적으로 자료화일이 생성되어 다음단계의 입력으로 사용된다. 결과는 화면을 통해 그래프로 볼 수도 있으며 자료화일로 얻을 수도 있다. 특히 Cam의 형상표현시에는 설계단계와 해석단계에서 발생된 형상의 차이를 검증할 수 있으며, 만일 기본 자료를 수정하면 변화된 Cam의 형태를 구축할 수 있다.

『참고문헌』

1. 신중호, 손주리, 박삼진, "Time Control 원반형 Cam 시스템 개발," 최종보고서, BSI 719-1228.C, 한국기계연구소, 1989.
2. 손주리, 신중호 외2 "디스크형 캠의 설계 자동화용 CAD 프로그램 개발," 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, Vol. 16, No. 2, pp. 675~678, 1989.
3. 손주리, 신중호 외2 "반복접촉점에 의한 디스크형 캠의 설계와 해석," '89 대한 기계학회 추계 학술대회 초록집, pp. 258~261, 1989.



SCREEN OUTPUT: KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

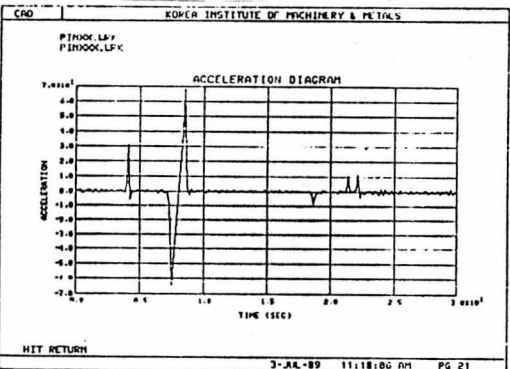
1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 (1) >> 5

HORIZONTAL AXIS :

1. ANGLE (DEG)
2. TIME (SEC)

SELECT 1-2 (1) >> 2



SCREEN OUTPUT: KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & METALS

OUTPUT DISPLAYS :

1. CAM PROFILE
2. DISPLACEMENT CURVE
3. PRESSURE ANGLE
4. VELOCITY CURVE
5. ACCELERATION CURVE
6. TOP

SELECT 1-6 (1) >> 6

P:INNOX.OUT BEING GENERATED ...
P:INNOX.OUT BEING GENERATED ...

그림 3) Screen Output of Pin Cam