บทที่ 3

## โปรแกรม"พาแทรน"

โปรแกรม"พาแทรน"เป็นโปรแกรมในการสร้างรูป(INTERACTIVE GRAPHIC PROGRAM) ซึ่งมีความสามารถในการเป็นขบวนการก่อนและหลัง(PRE AND POST PROCESSING) สำหรับการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ฯ(FEA. PROGRAM) "พาแทรน"มีความสามารถดังนี้ คือ

1. สร้าง(CREATE)รูปร่างของทางเรขาคณิต(GEOMETRY MODEL)
2. สร้าง(GENERATE) รูปร่างของไฟไนท์เอเลเมนท์(FE. MODEL) จากรูปร่างทางเรขาคณิต
3. รับข้อมูลต่างๆที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์(FEA. PROGRAM)
4. สร้างแฟ้มกลาง(NEUTRAL FILE)
5. นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาแสดงบนจอภาพ

การเข้าสู่โปรแกรม"พาแทรน" ทำได้โดย พิมพ์คำว่า

PATRAN2

ที่ PRIMOS หลังจากที่เข้าสู่ GRAPHIC MODE แล้ว

เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรม"พาแทรน" โปรแกรมจะถามถึงรหัสหมายเลขของอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งในที่นี้ ใช้จอภาพหมายเลข 1 ที่ห้อง TERMINAL ของศูนย์คอมพิวเตอร์คณะวิศวฯ จุฬาฯ เนื่องจากเป็นเครื่องเดียวที่สามารถใช้งานในลักษณะรูปภาพได้ ซึ่งใช้รหัส "4010"

หลังจากนี้ จะพบกับรายการ ดังนี้

INPUT "GO","SES","HELP",PATRAN EXECUTIVE DIRECTIVE OR "STOP"

สำหรับการใช้งานตามปกติ ให้พิมพ์ตอบว่า "GO"

โปรแกรมจะนำเข้าสู่ส่วนของข้อมูล(DATABASES) ซึ่งมีรายการให้เลือก ดังนี้

PATRAN DATA FILE ? 1.NEW 2.OLD 3.LAST

การเลือก หมายเลข "1" หมายถึง เริ่มต้นเพื่อสร้างรูป

" " "2" " ให้โปรแกรมเรียกแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่มีอยู่แล้ว ซึ่งเก็บไว้ในแฟ้มที่มีชื่อว่า PATRAN.DAT.n (n = 1,2,3...) ขึ้นมาใช้

" " "3" " ให้โปรแกรมเรียกแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่เป็นข้อมูลล่าสุด ซึ่งเก็บไว้ในแฟ้มที่มีชื่อว่า PATRAN.DAT.n (n คือ ค่าตัวเลขที่มากที่สุดที่มี)

ในที่นี้ จะกล่าวถึงการเลือกหมายเลข "1" เนื่องจาก ถ้ามีข้อมูลอยู่แล้วการเรียกขึ้นมาใช้อีก ก็ให้ทำตามขั้นตอนที่จะกล่าวถึงต่อไป ซึ่งขึ้นอยู่กับว่า ข้อมูลที่มีอยู่แล้วนั้นได้ทำถึงขั้นตอนใดแล้ว ถ้ายังไม่สมบูรณ์ ก็ให้ทำตามขั้นตอนที่เหลือต่อไป

แต่ข้อเสียของการเก็บข้อมูลในลักษณะ PATRAN.DAT.n นี้ จะต้องใช้เนื้อที่มาก จึงควรจะเก็บข้อมูลในลักษณะของแฟ้มกลาง ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

การเลือกโมด(MODE SELECTION)

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวขั้นต้นแล้ว จะพบกับตัวเลือกหลัก(MAIN SELECTION) ดังนี้

MODE? 1.GEOMETRY 2.ANALYSIS MODEL 3.ANALYSIS 4.RESULTS
5.INTERFACE 6.STOP

การเลือก หมายเลข "1" หมายถึง การเข้าสู่การสร้างรูปร่างทางเรขาคณิต

" " "2" " การเข้าสู่การสร้างรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์ และการใส่ข้อมูลต่างๆที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

" " "3" " การวิเคราะห์(ซึ่งในส่วนนี้ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากโปรแกรมสำหรับทำการวิเคราะห์ที่"พาแทรน"ต้องการนั้น ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวฯ จุฬาฯ ยังไม่มี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเลือก หมายเลข "4" หมายถึง การเข้าสู่การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

" " "5" " การเข้าสู่การอินเตอร์เฟส ซึ่งในที่นี้ จะกล่าวถึงการสร้างแฟ้มกลาง เท่านั้น

" " "6" " สิ้นสุดการทำงานใน"พาแทรน" และออกจากโปรแกรม"พาแทรน"กลับเข้าสู่PRIMOS

3.1 การสร้างรูปร่างทางเรขาคณิต

รูปร่างทางเรขาคณิตถูกสร้างขึ้นได้ด้วยจุด, เส้น, พื้นผิว และ รูปทรงตัน ใน "พาแทรน" สิ่งที่กล่าวมานี้ หมายถึง กริด (GRID), เส้น(LINE), แพทช์(PATCH), ไฮเปอร์แพทช์(HYPERPATCH) ตามลำดับ

ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปของคำสั่งเหล่านี้ คือ

ENTITY, id-list, OPTION, DATA, LIST1, LIST2

โดยที่

ENTITY คือ GRID, LINE, PATCH, HYPERPATCH

id-list คือ หมายเลขของENTITY ที่ใช้ เช่นถ้าใช้ GRID id ก็จะคือหมายเลขของ GRID

OPTION คือ ทางเลือก หรือ วิธีที่จะใช้ในการสร้าง

LIST1 " รายการที่ 1

LIST2 " " 2

3.1.1. การสร้างกริด คือ การสร้างจุดบนระบบแกนกลอโบล รูปแบบที่ใช้ในการสร้างกริด ที่ใช้บ่อย มีดังนี้

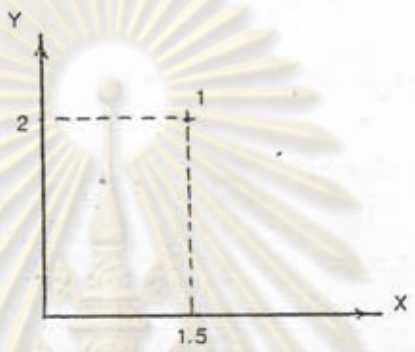
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.1.1 <u>รูปแบบ BLANK</u> คือ การสร้างจุดกริด โดยกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนทของมัน มีรูปแบบดังนี้

GR,id-list,,X/Y/Z

ตัวอย่าง เช่น GR,1,,1.5/2

หมายถึง ให้กริดหมายเลข 1 อยู่ที่ X = 1.5 และ Y = 2



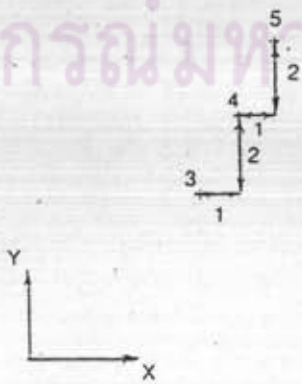

3.1.1.2 <u>รูปแบบ TRANSLATE</u> คือ การสร้างจุดกริดให้มีระยะห่างจากจุดกริดที่มีอยู่แล้ว ตามระยะที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

GR,id-list,TR,dx/dy/dz,ref. id.

ตัวอย่าง เช่น GR,2#,TR,1/2,3

หมายถึง ให้สร้างกริดอีก 2 หมายเลข โดยให้กริดแรกอยู่ห่างจากกริดที่ 3 ไปเป็นระยะ X = 1, Y = 2 และ กริดที่ 2 อยู่ห่างจากกริดแรกไปอีกเป็นระยะ X = 1, Y = 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



3.1.1.3 <u>รูปแบบ ROTATE</u> คือ การสร้างจุดกริดให้มีระยะความโค้งตามองศา(DEGREE)และแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

GR,id-list,RO,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/inc-ang,grid-id-list

ตัวอย่าง เช่น GR,8,RO,0/0/0/0/0/1/90,3

หรือ GR,8,RO,5(0)/1/90,3

หมายถึง ให้สร้างกริดหมายเลข8 อยู่ห่างจากกริดหมายเลข 3 ไป 90° โดยมีแกนหมุนคือ เส้นแกนที่ลากจากจุด (0,0,0) ไปยังจุด(0,0,1)

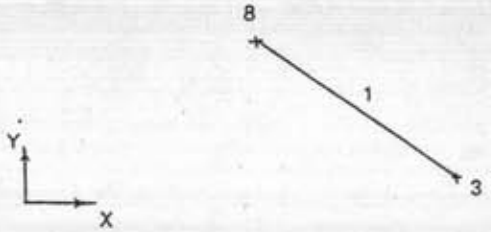
3.1.2. <u>การสร้างเส้น</u> คือการสร้างเส้นบนระบบแกนกลอโบล รูปแบบที่ใช้ในการสร้างเส้น ที่ใช้บ่อย มีดังนี้

3.1.2.1 <u>รูปแบบ 2GRIDS</u> คือ การสร้างเส้นจากกริดที่มีอยู่แล้ว 2 กริด โดยมีทิศจาก grid-id-list1 ไปยัง grid-id-list2 มีรูปแบบดังนี้

LI,id-list,2G,,grid-id-list1,grid-is-list2

ตัวอย่าง เช่น LI,1,2G,,3,8

หมายถึง สร้างเส้นหมายเลข1 จากกริด 2 กริด คือ กริดหมายเลข3 และ กริดหมายเลข8 โดยมีทิศทางของแกนโลคัลที่1 จาก กริดหมายเลข3 ไป กริดหมายเลข8



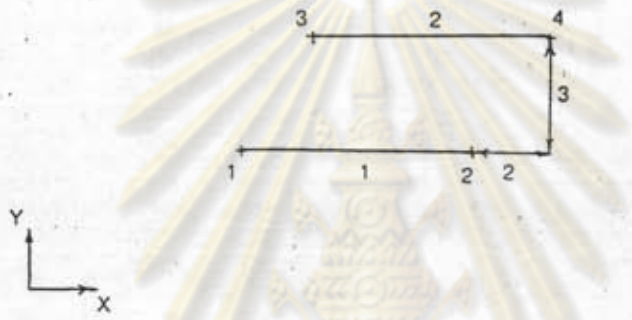

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2.2 รูปแบบ TRANSLATE คือ การสร้างเส้นให้มีระยะห่างจากเส้นที่มีอยู่แล้ว ตามระยะที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

LI,id-list,TR,dx/dy,dz,line-id-list

ตัวอย่าง เช่น LI,2,TR,2/3,1

หมายถึง สร้างเส้นหมายเลข2 ให้มีระยะห่างจากเส้นหมายเลข1 ตามแนว X = 2 และ Y = 3



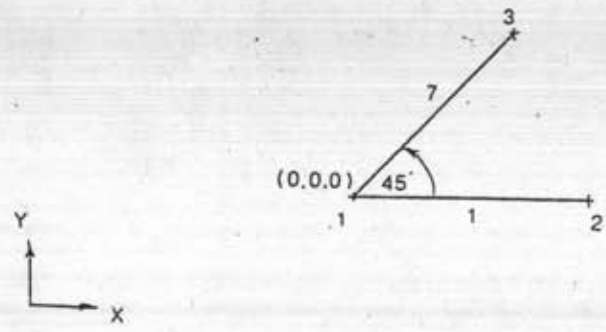

3.1.2.3 รูปแบบ ROTATE คือ การสร้างเส้นให้อยู่ในตำแหน่งองศา ตามแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

LI,id-list,RO,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/inc-ang,line-id-list

ตัวอย่าง เช่น LI,7,RO,5(0)/1/45,1

หมายถึง สร้างเส้นหมายเลข7 จากการหมุนเส้นหมายเลข1 ไปอยู่ที่มุม 45° โดยมีแกนหมุน คือแกนที่ลากจากจุด(0,0,0) ไป จุด(0,0,1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

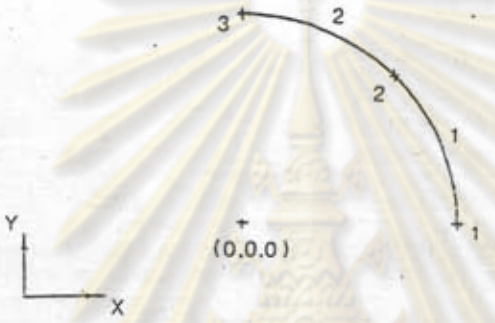


3.1.2.4 <u>รูปแบบ ARC</u> คือ การสร้างเส้นโค้งโดยการกวาดลากกริดไปเป็นมุม(องศา)และแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

LI,id-list,ARC,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/ang,grid-id-list

ตัวอย่าง เช่น LI,1/2,ARC,5(0)/1/90,1

หมายถึง สร้างเส้นหมายเลข1 และหมายเลข2 จากการกวาดลากกริดหมายเลข1 ไปเป็นมุม 90° โดยมีแกนหมุน คือ แกนที่ลากจากจุด(0,0,0) ไป จุด (0,0,1)



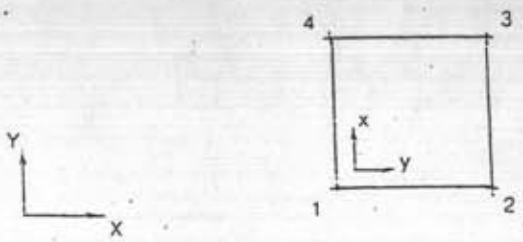

3.1.3. <u>การสร้างแพทช์</u> คือ การสร้างรูปที่มีพื้นที่เป็น 2 มิติ ดังนั้นแกนโลคัล X และ Y ก็จะเกิดขึ้น ซึ่งจะถูกเรียกว่า C1 และ C2 ตามลำดับ มีรูปแบบที่ใช้บ่อย ดังนี้

3.1.3.1 <u>รูปแบบ QUAD</u> คือ การสร้างแพทช์ โดยใช้กริดที่มีอยู่แล้ว 4 กริด มีรูปแบบดังนี้

PA,id-list,QUAD,,grid-id-list

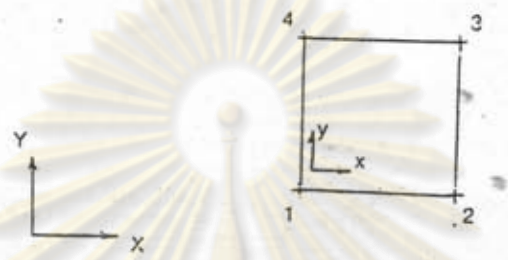
ตัวอย่าง เช่น PA,1,QUAD,,1/2/3/4

หมายถึง สร้างแพทช์หมายเลข1 เป็นรูปสี่เหลี่ยม จากกริด 1,2,3 และ4 ตามลำดับ และจะมีแกนโลคัล X มีทิศจากกริด 1 ไปกริด 4




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในทางกลับกัน ถ้าใช้ PA,1,QUAD,,1/4/3/2 จะเหมือนข้างต้น แต่จะได้แกนโลคัล X มีทิศจากกริด 1 ไปกริด 2



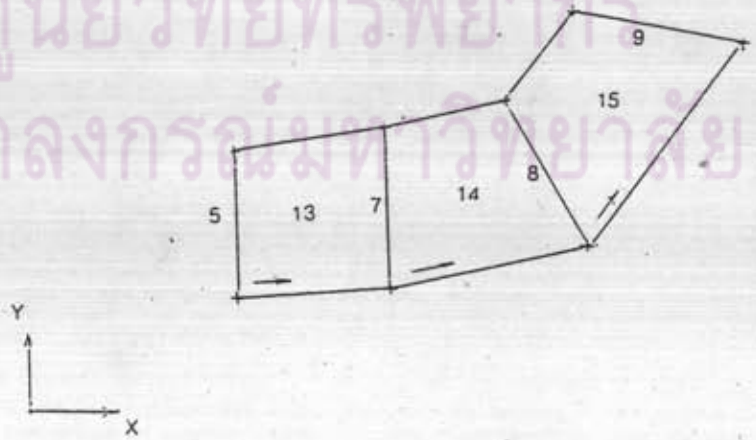

3.1.3.2 <u>รูปแบบ 2LINES</u> คือ การสร้างแพทช์ โดยใช้เส้นที่มีอยู่แล้ว 2 เส้นมีรูปแบบดังนี้

PA,id-list,2L,,base-id-list,director-line-id-list

ตัวอย่าง เช่น PA,13T15,2L,,5/7/8,7T9

หมายถึง สร้างแพทช์หมายเลข13 ถึง 15 โดยแพทช์หมายเลข 13 สร้างจากเส้น 5 ไปยังเส้น 7 ,แพทช์หมายเลข 14 สร้างจากเส้น 7 ไปยังเส้น 8 และแพทช์หมายเลข 15 สร้างจากเส้น 8 ไปยังเส้น 9 โดยแกนโลคัล X จะมีทิศทางจากกลุ่ม base-line-id-list ไปยังกลุ่ม director-line-id-list

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

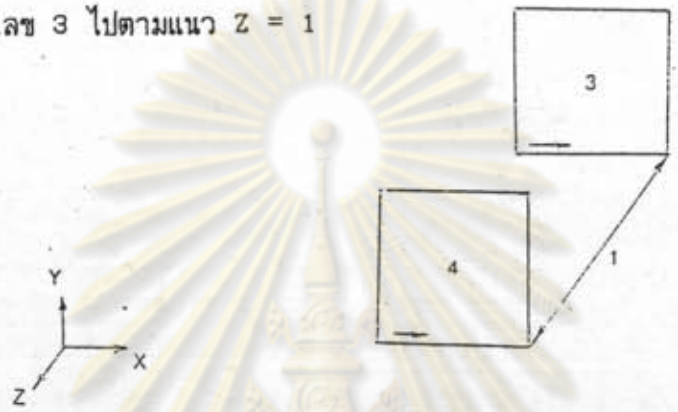


3.1.3.3 <u>รูปแบบ TRANSLATE</u> คือ การสร้างแพทช์ให้มีระยะห่างจากแพทช์ที่มีอยู่แล้ว ตามระยะที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

PA,id-list,TR,dx/dy/dz,patch-id-list

ตัวอย่าง เช่น PA,1#,TR,//1,3

หมายถึง สร้างแพทช์ที่มีหมายเลขเรียงต่อไป 1 แพทช์ ให้มีระยะห่างจากแพทช์หมายเลข 3 ไปตามแนว Z = 1

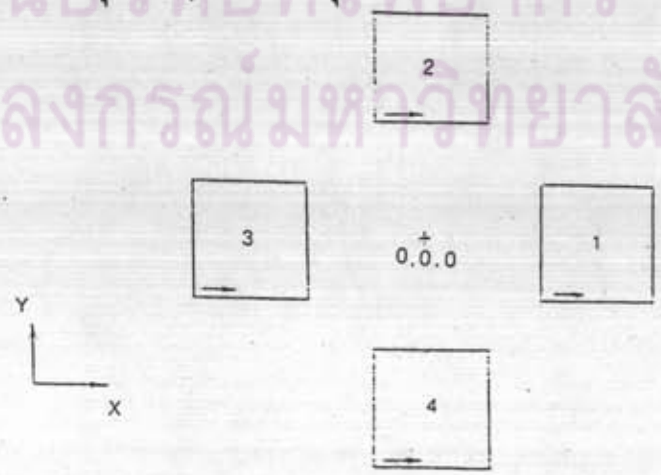



3.1.3.4 <u>รูปแบบ ROTATE</u> คือ การสร้างแพทช์ให้อยู่ในตำแหน่งองศาตามแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

PA,id-list,RO,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/inc-ang,patch-id-list

ตัวอย่าง เช่น PA,2T4,RO,5(0)/1/270,1

หมายถึง สร้างแพทช์หมายเลข 2 ให้อยู่ในตำแหน่ง 90° แพทช์หมายเลข 3 อยู่ในตำแหน่ง 180° และ แพทช์หมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่ง 270° โดยมีแกนหมุนคือ เส้นที่ลากจากจุด(0,0,0) ไปยังจุด(0,0,1)




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3.5 <u>รูปแบบ ARC</u> คือ การสร้างแพทช์โค้งโดยการกวาดเส้นไปเป็นมุม(องศา) และแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

PA,id-list,ARC,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/ang,line-id-list

ตัวอย่าง เช่น PA,1#,ARC,1/1//1/1/1/90,3

หมายถึง สร้างแพทช์ที่มีหมายเลขเรียงต่อไปจากที่มีอยู่ จากการกวาดเส้นหมายเลข 3 ไปเป็นมุม 90° โดยมีแกนหมุนคือ เส้นแกนที่ลากจากจุด(1,1,0) ไปจุด(1,1,1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

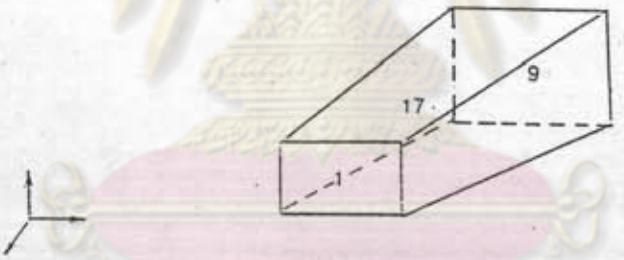
3.1.4. <u>การสร้างไฮเปอร์แพทช์</u> คือ การสร้างรูปที่มีรูปทรงเป็น 3 มิติ ดังนั้น แกนโลคัล X, Y และ Z ก็จะเกิดขึ้น ซึ่งจะถูกเรียกว่า C1, C2 และ C3 ตามลำดับ มีรูปแบบที่ใช้บ่อย ดังนี้

3.1.4.1 <u>รูปแบบ 2PATCHS</u> คือ การสร้างไฮเปอร์แพทช์จากแพทช์ที่มีอยู่แล้ว 2แพทช์ โดยที่มีทิศทางของแกนโลคัล X และ Y ตาม base-patch-id-list และแกนโลคัล Zจะเกิดจากกฎมือขวาของแกนโลคัล X และ Y แต่ถ้าการสร้างไม่เป็นไปตามกฎมือขวา โปรแกรม"พาแทรน"จะจัดการให้เป็นไปตามที่ถูกต้อง มีรูปแบบดังนี้

HP,id-list,2P,,base-patch-id-list,director-patch-id-list

ตัวอย่าง เช่น HP,17,2P,,1,9

หมายถึง สร้างไฮเปอร์แพทช์หมายเลข17 จากแพทช์หมายเลข 1 ไปยังแพทช์หมายเลข 9



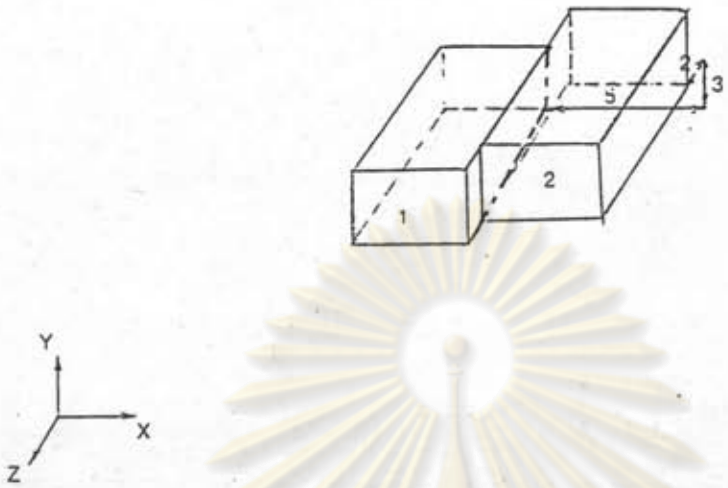

3.1.4.2 <u>รูปแบบ TRANSLATE</u> คือ การสร้างไฮเปอร์แพทช์ให้มีระยะห่างจากไฮเปอร์แพทช์ที่มีอยู่แล้ว ตามระยะที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

HP,id-list,TR,dx/dy/dz,hyperpatch-id-list

ตัวอย่าง เช่น HP,2,TR,5/3/2,1

หมายถึง สร้างไฮเปอร์แพทช์หมายเลข2 ให้มีระยะห่างจากไฮเปอร์แพทช์หมายเลข 1 ตามแนว X = 5, Y = 3 และ Z = 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



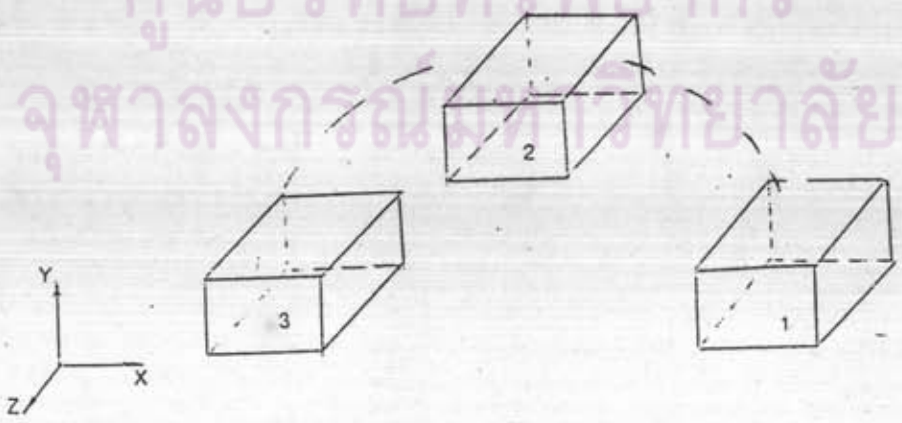

3.1.4.3 <u>รูปแบบ ROTATE</u> คือ การสร้างไฮเปอร์แพทช์ให้อยู่ในตำแหน่งองศาตามแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

HP,id-list,RO,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/inc-ang,hpat-id-list

ตัวอย่าง เช่น HP,2#,RO,5(0)/1/180,1

หมายถึง สร้างไฮเปอร์แพทช์ 2 ไฮเปอร์แพทช์ที่มีหมายเลขต่อไปจากที่มีอยู่ โดยให้ไฮเปอร์แพทช์แรกอยู่ในตำแหน่ง 90° และไฮเปอร์แพทช์ที่ 2 อยู่ในตำแหน่ง 180° โดยมีแกนหมุน คือ เส้นที่ลากจากจุด(0,0,0) ไปยังจุด(0,0,1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



3.1.4.4 <u>รูปแบบ ARC</u> คือ การสร้างไฮเปอร์แพทช์โค้ง โดยการกวาดแพทช์ไปเป็นมุม(องศา)และแกนหมุนที่กำหนด มีรูปแบบดังนี้

HP,id-list,ARC,X0/Y0/Z0/X1/Y1/Z1/ang,patch-id-list

ตัวอย่าง เช่น HP,#,ARC,////1//180,2

หมายถึง สร้างไฮเปอร์แพทช์ที่มีหมายเลขเรียงต่อไปจากที่มีอยู่ จากการกวาดแพทช์หมายเลข 2 ไปเป็นมุม 180° โดยมีแกนหมุนคือ เส้นแกนที่ลากจากจุด(0,0,0) ไปยังจุด(0,1,0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17614499X

คำสั่งในการสร้างรูปร่างทางเรขาคณิตเพิ่มเติม

เป็นคำสั่งที่อยู่ในส่วนของ OPTION มีดังนี้

- DELETE คือ การลบสิ่งที่สร้างผิดออกไป
ตัวอย่าง เช่น GR,5,DEL
หมายถึง ลบกริดหมายเลข 5 ออกไป

- SHOW คือ การให้บอกข้อมูลของ ENTITY ที่อ้างถึง
ตัวอย่าง เช่น GR,7,SHOW
หมายถึง ให้บอกตำแหน่งของกริดหมายเลข 7

- WHO คือ การสอบถามหมายเลขของ ENTITY ที่สงสัย
ตัวอย่าง เช่น PA,1@,WHO
หมายถึง เมื่อเลื่อน cursor ไปยังแพทช์นั้นแล้ว เมื่อกด enter โปรแกรมจะบอกหมายเลขของที่ถาม

- PLOT คือ การให้แสดงรูปร่างของ ENTITY ที่อ้างถึง
ตัวอย่าง เช่น HP,1,PL
หมายถึง ให้แสดงรูปร่างของไฮเปอร์แพทช์หมายเลข 1 เท่านั้น บนจอภาพ

3.1.5 <u>การใช้แฟ้ม"พาแทรน"เซสชัน</u>

สำหรับการเลือก SES เมื่อพบรายการ

INPUT GO, SES, HELP OR PATRAN EXECUTIVE DIRECTIVE

จะเป็นการให้โปรแกรม"พาแทรน"อ่านแฟ้ม"พาแทรน"เซสชันที่สร้างจาก 2ดีอินเตอร์เฟส หรือ 3ดีอินเตอร์เฟส ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2

โปรแกรมจะถามชื่อของแฟ้ม"พาแทรน"เซสชันที่ต้องการใช้ ดังนี้

PLEASE INPUT THE NAME OF THE SESSION FILE (E.G.,"MODEL.SES")

เมื่อใส่ชื่อแฟ้ม"พาแทรน"เซสชันเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะอ่านข้อมูลในแฟ้ม"พาแทรน"เซสชัน ซึ่งเป็นข้อมูลของการสร้าง กริด, เส้น, แพทช์, ไฮเปอร์แพทช์ ทั้งสิ้น และ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สร้างรูปร่างทางเรขาคณิตขึ้นบนจอภาพ เมื่อได้ข้อมูลของรูปร่างตามต้องการแล้ว จึงเข้าในส่วนของการสร้างรูปร่างของไฟไนท์เอเลเมนท์ ต่อไป

## 3.2 การสร้างรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์

การสร้างรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์ จะอยู่ในโมดที่ 2 ของตัวเลือกหลัก

```
MODE?  1.GEOMETRY  2.ANALYSIS MODEL  3.ANALYSIS  4.RESULTS
       5.INTERFACE  6.STOP
```

ซึ่งเมื่อเลือกหมายเลข "2" จะเข้าสู่ตัวเลือกใหม่ คือ

```
FEG?  1.GFEG  2.CFEG  3.EQUIV  4.DFEG  5.PFEG  6.VERIFY
      7.OPTIMIZE  8.END
```

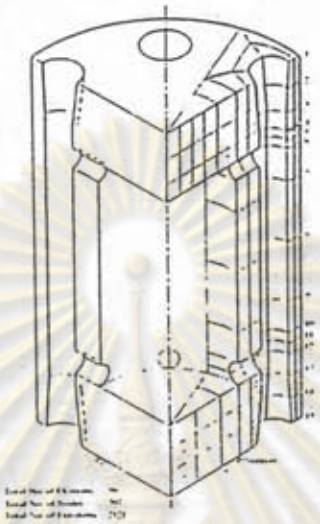
การเลือก หมายเลข "1" หมายถึง การเข้าสู่ส่วนของการสร้างโนด
" " "2" " " " เอเลเมนท์
" " "3" " " การกำจัดโนดที่ซ้อนกันออก
" " "4" " " การกำหนดแรงดัน(PRESSURE) แรง(FORCE) และ การขจัด(DISPLACEMENT) ให้แก่รูปร่างของไฟไนท์เอเลเมนท์
" " "5" " การเข้าสู่ส่วนของการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ, คุณสมบัติทางรูปร่าง
" " "6" " การเข้าสู่การตรวจสอบ
" " "7" " " การทำออฟทิไมซ์(OPTIMIZE)
" " "8" " การกลับเข้าสู่ตัวเลือกหลัก

ในทางปฏิบัติ ไม่จำเป็นจะต้องเข้าสู่ส่วนต่างๆเหล่านี้ ก็สามารถทำส่วนต่างๆเหล่านี้ได้ ถ้าสามารถจำคำสั่งในการสร้างได้

ก่อนเข้าสู่การสร้างรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์ จะกล่าวถึงความต้องการของรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์อย่างคร่าวๆ กล่าวคือ เมื่อมีรูปร่างของชิ้นงานชิ้นมาแล้ว การจะสร้างรูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์ ก็คือการแบ่งรูปร่างของชิ้นงานนั้นออกเป็น วัตถุรูปร่างเฉพาะเล็กๆที่มีรูปร่างในลักษณะเดียวกัน โดยที่ตำแหน่งของโนดจะถูกกำหนดขึ้นก่อน เพื่อเป็นขอบเขตของเอเลเมนท์ หลังจากนี้จะต้องกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ, คุณสมบัติทางรูปร่าง, กำหนดจุดยึดตรึง และภาระที่กระทำ เพื่อไปทำการวิเคราะห์ ซึ่งการแบ่งชิ้นงานออกเป็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอเลเมนท์ยิ่งมาก ยิ่งมีความแม่นยำในการคำนวนสูง แต่ใช้เวลาในการคำนวนมากตามไปด้วย



3.2.1. <u>การสร้างโนด</u> เป็นการสร้างโนดสำหรับที่มุมของเอเลเมนท์เท่านั้น การต้องการให้มีโนดที่จุดกึ่งกลางของด้าน(MIDSIDE NODE)นั้น จะเกิดขึ้นจากการเลือกใช้เอเลเมนท์ที่ถูกต้อง

รูปแบบของการสร้างโนด แบบสั้นคือ

GF,lph-id,(node-type),mesh1(/mesh2/mesh3)

โดยที่ GF คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่า ต้องการสร้างโนด

lph-id คือ หมายเลขของ เส้น,แพทช์,ไฮเปอร์แพทช์ ที่ต้องการสร้างโนด

node type คือ ชนิดของโนด ซึ่งประกอบด้วย

G คือ โครงสร้าง(STRUCTURAL NODE)

A คือ เสียง(ACOUSTIC NODE)

F คือ ของไหล(FLUID NODE)

T คือ ความร้อน(THERMAL NODE)

ซึ่งถ้าไม่มีการใส่ชนิดของโนด โปรแกรมจะถือว่าเป็นโนดชนิดโครงสร้าง ตลอด

mesh1 คือ จำนวนโนดในทิศทางตามแกนโลคัล X

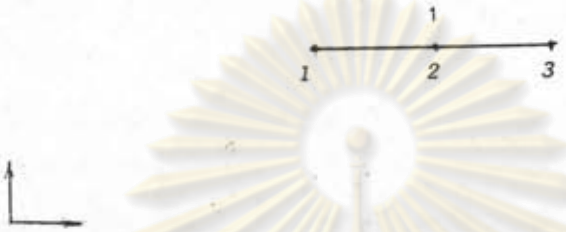
mesh2 " " " Y

mesh3 " " " Z

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

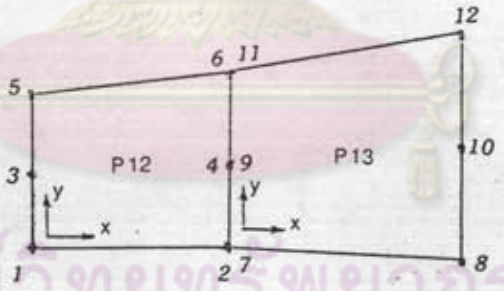
ตัวอย่าง เช่น GF,1L,,3

หมายถึง สร้างโนด 3 โนด บนเส้นหมายเลข 1




หรือ GF,P12/P13,,2/3

หมายถึง สร้างโนด 2 โนด ตามแนวแกนโลคัล X และ 3 โนดตามแนวแกนโลคัล Y บนแพทช์หมายเลข 12 และ 13




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะพบว่า มีโนดอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน คือ 2 กับ 7, 4 กับ 9 และ 6 กับ 11 ทำให้มีโนดมากเกินจำเป็น ซึ่งสามารถกำจัดออกได้ โดยวิธี EQUIVALENCE ซึ่งจะกล่าวต่อไป

3.2.2. <u>การสร้างเอเลเมนท์</u>

เอเลเมนท์จะถูกสร้างโดยการเชื่อมจุดโนดซึ่งได้ถูกสร้างไว้แล้ว ตามรูปร่างที่เหมาะสม รูปร่างของเอเลเมนท์ที่เป็นไปได้ จะปรากฏในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รูปร่างของเอเลเมนท์ใน"พาแทรน"

| ELEMENT | SHAPE | NODES |
|---|---|---|
| | BAR OR BEAM | 2 |
|  | TRI | 3 OR 6 |
| | QUAD | 4 OR 8 |
| | TET | 4 OR 10 |
| | WED | 6 OR 15 |
| | HEX | 8 OR 20 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปร่างของการสร้างเอเลเมนท์ คือ

CF,lph-id,shape/nodes/configuration(,pattern)

โดยที่

CF คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่า ต้องการสร้างเอเลเมนท์

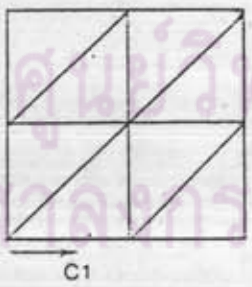
lph-id คือ หมายเลขของเส้น,แพทช์,ไฮเปอร์แพทช์ ที่ต้องการสร้างเอเลเมนท์

shape คือ รูปร่างของเอเลเมนท์ ดังตารางที่ 3.1

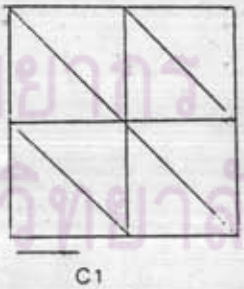
nodes " จำนวนโนดใน 1 เอเลเมนท์ ดังตารางที่ 3.1

configuration คือ รหัสที่บอกชนิดของเอเลเมนท์ที่ใช้เมื่อเอเลเมนท์มีรูปร่างเดียวกันและมีจำนวนโนดที่เท่ากัน ซึ่งต้องสอดคล้องกับโปรแกรมวิเคราะห์ฯที่ใช้ รหัสที่ใช้จะกล่าวถึงต่อไปในส่วนการใช้โปรแกรมอินเตอร์เฟสสำหรับ"แซฟ 4"

pattern คือ รูปร่างซึ่งจะถูกใช้สำหรับเอเลเมนท์ชนิด TRI เท่านั้น ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้ง "T1" และ "T2" ดังรูป




รูปแบบ T1




รูปแบบ T2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น GF,P6,,3/2

CF,P6,QUAD/8/1

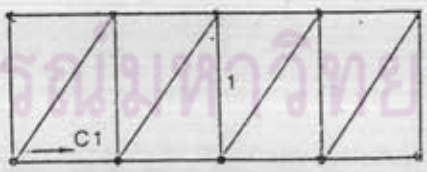
หมายถึง สร้างเอเลเมนท์ชนิดสี่เหลี่ยม(QUADRILATERAL)ที่มีโนด 8 โนด ต่อ 1 เอเลเมนท์ และมีรหัส conf. = 1 ที่แพทช์หมายเลข 6

หรือ GF,P1,,5/2

CF,P1,TRI/3/2,T1

หมายถึง สร้างเอเลเมนท์ชนิดสามเหลี่ยม(TRIANGLE) ที่มี 3 โนด ต่อ 1 เอเลเมนท์ และ รหัสconf. = 2 ที่แพทช์หมายเลข 1 โดยมีรูปแบบ แบบT1

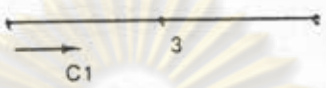
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หรือ GF,3L,,3

CF,3L,BAR/2/1

หมายถึง สร้างเอเลเมนท์ชนิดแท่ง(BAR) ที่มีโนด 2 โนด ต่อ 1 เอเลเมนท์ และมีรหัสconf. = 1 ที่เส้นหมายเลข 3




ซึ่งเมื่อกำหนดว่า สร้างเอเลเมนท์แบบ BAR แล้ว จะต้องกำหนดแกนโลคัล Y สำหรับเอเลเมนท์เหล่านั้น โดยเลือกตัวเลือก "1" จากตัวเลือกที่จะปรากฏขึ้นหลังจากการสร้างเอเลเมนท์แบบบาร์ แล้ว ดังนี้

BEAM DATA? 1.XY-PLANE 2.PIN FLAGS 3.OFFSETS 4.END

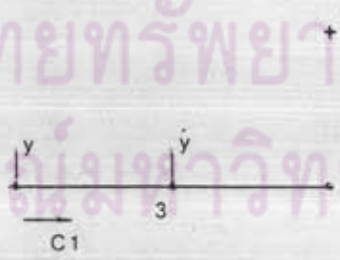
ซึ่งเมื่อเลือก XY-PLANE แล้ว จะปรากฏคำถามต่อ ดังนี้

GRID IDS OR VECTOR INPUT (G/V)?

ให้เลือก "G" หมายถึง กริด เพื่อกำหนดแกนโลคัล Y ให้กับเอเลเมนท์แบบบาร์เหล่านี้ หลังจากนี้ ให้ใส่หมายเลขของกริดที่เป็นตัวกำหนด ในขณะนี้ โปรแกรมยังไม่แสดงแกนโลคัล Y แต่เมื่อเลือกตัวเลือก "4" จาก

BEAM DATA? 1.XY-PLANE 2.PIN FLAGS 3.OFFSETS 4.END

จึงจะแสดงแกนโลคัล Y บนจอภาพ




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการเลือก "V" หมายถึง การกำหนด XY-PLANE ด้วยวิธีของเวคเตอร์ (VECTOR) ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดแกนโลคัล Y

แต่ในที่นี้ ให้ใช้วิธีกำหนดด้วยกริด ซึ่งกริดที่ใช้กำหนดจะต้องเป็นกริดที่มีโนดอยู่บนตำแหน่งโคออร์ดิเนทเดียวกัน คือ ถ้าใช้กริดที่กำหนดมีโคออร์ดิเนท คือ (1,2) จะต้องมี

โนด(1.2)อยู่ด้วย ถ้าไม่มีโนดอยู่ที่ตำแหน่งนั้น ให้สร้างโนดเพิ่มเข้าไป หลังจากที่ผ่านการออฟทิไมซ์แล้ว ดังนี้

NODE,1#,ADD

โปรแกรมจะถามว่า

HOW DO YOU WISH TO POSITION NODES?

DEVICE? 1.KEYBOARD 2.CURSOR 3.DIGITIZER

เลือกตัวเลือก "1" ซึ่งหมายถึง การป้อนข้อมูลเข้าทางคีย์บอร์ด แล้วใส่ข้อมูลเข้าเมื่อโปรแกรมถาม

INPUT X,Y,Z FOR NODE n

ดังนี้

1,2

ก็ปรากฏโนดที่มีหมายเลขเรียงต่อไปจากค่าที่มีอยู่ 1 โนด ปรากฏขึ้นบนจอ ที่ตำแหน่ง (1,2)

สาเหตุที่จะต้องกำหนด XY-PLANE ด้วยวิธีกำหนดจากกริด และที่กริดนั้นจะต้องมีโนดด้วย เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรม"แซฟ 4"ที่ใช้ และทำให้สะดวกในการสร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟส

3.2.3. <u>การทำอีควิวาเลนท์</u> เป็นการหาจุดโนดที่ร่วมกัน เมื่ออยู่บนเส้น, พื้นผิวเดียวกันของรูปร่างทางเรขาคณิต 2 ขอบเขต โดยกำจัดออกให้เหลือ 1 จุด การทำอีควิวาเลนท์ภายใน"พาแทรน"มี 2 ตัวเลือก คือ

1.TOPOLOGICAL 2.GEOMETRIC

โดยที่ TOPOLOGICAL จะมีลักษณะการทำขึ้นอยู่กับ ลักษณะและการเชื่อมของรูปร่างทางเรขาคณิต ซึ่งมักจะใช้กับขอบเขตที่มีการทับกันตลอดแนวขอบเขต แต่ GEOMETRIC จะมีลักษณะการทำขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งของจุดโนด

ในที่นี้ ให้ใช้วิธี GEOMETRIC เนื่องจากเป็นวิธีที่ใหม่กว่า, เร็วกว่า, สามารถเลือกทำที่บางส่วนของชิ้นงานได้ และให้ผลได้ดีกว่าวิธี TOPOLOGICAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4. <u>การกำหนดแรงดัน,แรง,การขจัด หรือ อุณหภูมิ</u>

รูปแบบของการกำหนด แรงดัน,แรง,การขจัด หรือ อุณหภูมิ คือ

DF,lph-id,OPTION,data(,set-id,include-list)

โดยที่

DF คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการใส่ข้อมูล แรงดัน,แรง,การขจัด หรือ อุณหภูมิ

lph-id คือ หมายเลขของเส้น,แพทช์,ไฮเปอร์แพทช์ ที่ต้องการสร้างเอเลเมนท์

OPTION คือ ทางเลือก หรือ สิ่งที่ต้องการกำหนด เช่น

PRESS สำหรับ การกำหนดแรงดัน ซึ่งแบ่งเป็น

PRESS/E แรงดันกระทำที่จุดศูนย์ถ่วงของเอเลเมนท์

PRESS/N " แต่ละโนดของเอเลเมนท์

(DEFAULT คือ PRESS/E)

FORCE สำหรับ การกำหนดแรง,โมเมนท์

DISP. " " การขจัด

TEMP. " " อุณหภูมิ ซึ่งแบ่งเป็น

TEMP/E อุณหภูมิกระทำที่จุดศูนย์ถ่วงของเอเลเมนท์

TEMP/N " แต่ละโนดของเอเลเมนท์

DATA คือ ค่าของ OPTION ที่กระทำในแต่ละดีกรีออฟฟรีดอม

set-id คือ หมายเลขของกลุ่มของค่าที่สร้างจากรูปแบบนี้

include-list คือ กลุ่มของข้อมูลเพิ่มเติมที่ต้องการให้ OPTION กระทำเฉพาะ เช่น

Fn คือ ผิวหน้าของเอเลเมนท์(FACE)

EDn " ขอบของเอเลเมนท์(EDGE)

Nn " โนดของเอเลเมนท์

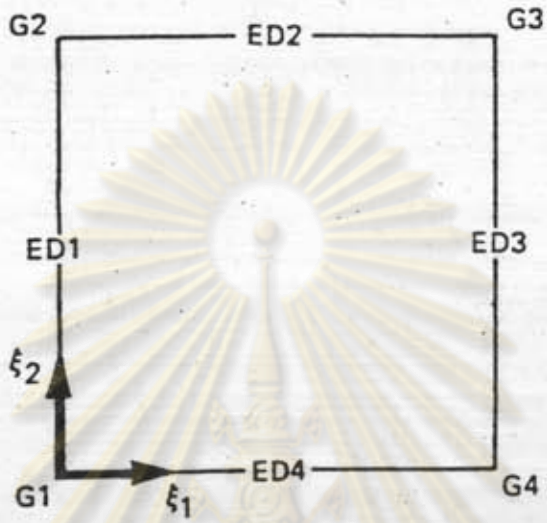
ELn " เอเลเมนท์

โดยที่ n คือ ค่าหมายเลข ดังรูปที่ 3.2

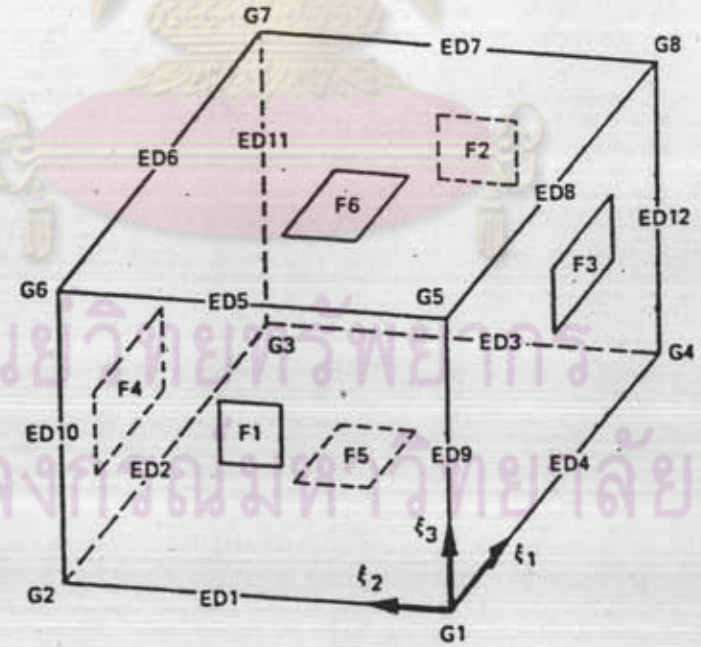
ถ้าไม่ใส่ค่าอะไรในinclude-list นี้ จะหมายถึง กระทำที่ทุกเอเลเมนท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*A. Patch*




*B. Hyperpatch*



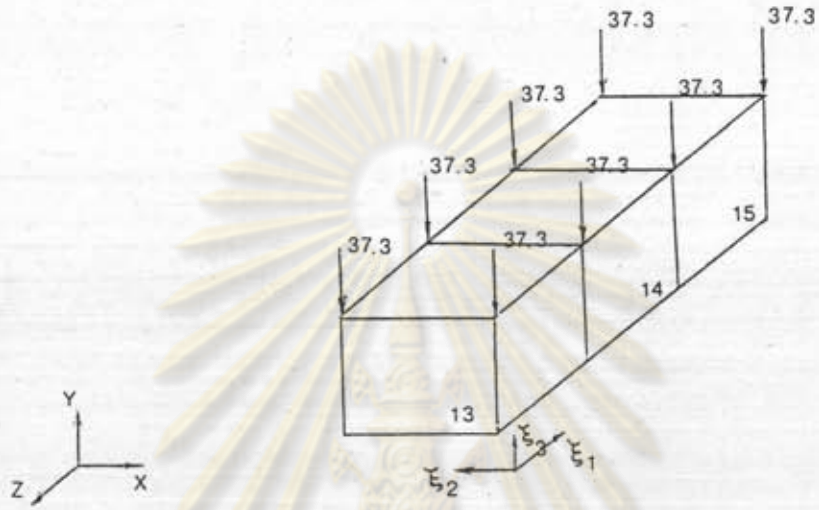

รูปที่ 3.1 รหัสพื้นผิวและขอบของเอเลเมนท์ใน"พาแทรน"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น

DF,H13T15,PRESS/N,//-37.3,1,F6

หมายถึง กำหนดให้มีแรงดันหมายเลข 1 กระทำที่โนดที่ผิวหน้าที่ 6 ของไฮเปอร์แพทช์หมายเลข 13 ถึง 15 ในทิศทางไปทางลบของแกนโลคัล Z

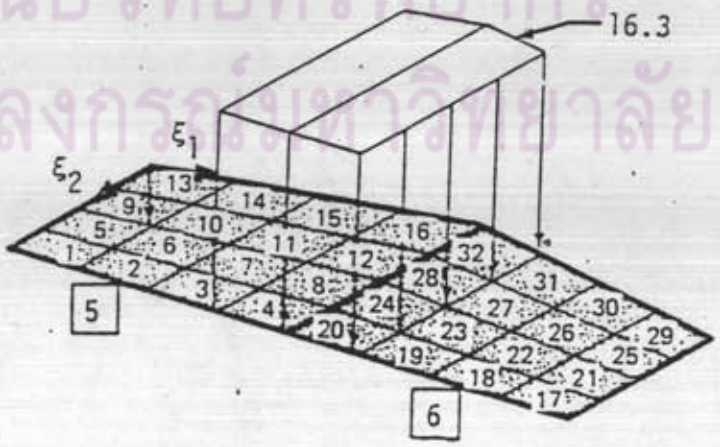



ตัวอย่าง เช่น

DF,P5/6,PRESS,//16.3,2,EL4T32B4

หมายถึง กำหนดให้มีแรงดันหมายเลข 2 กระทำที่จุดศูนย์ถ่วงของเอเลเมนท์กระทำเฉพาะที่เอเลเมนท์ที่ 4,8,12,16,20,24,28 และ 32 ของแพทช์หมายเลข 5 และ 6 ในทิศทางไปทางบวกของแกนโลคัล Z ( $\xi_3$ ในรูป)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

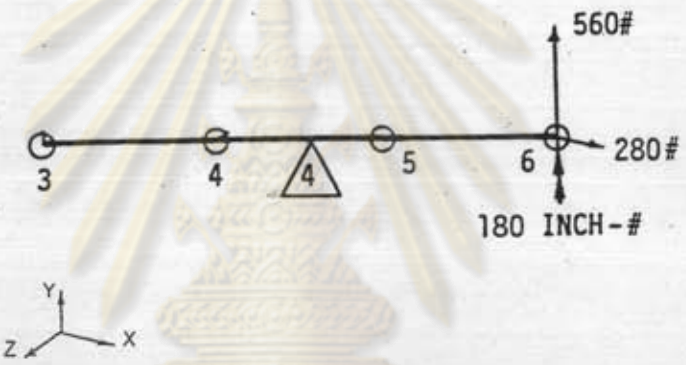


ข้อควรระวัง คือ การใช้แรงดัน ค่าที่กระทำจะกระทำที่แกนในระบบโลคัล แต่การใช้แรง,การขจัด ค่าที่กระทำจะกระทำในระบบแกนกลอโบล

ตัวอย่าง เช่น

DF,4L,FOR,280/560///180,1,N6

หมายถึง กำหนดให้มีแรงหมายเลข 1 กระทำที่โนดหมายเลข 6 ของเส้นหมายเลข 4 ในระบบแกนกลอโบล โดยกระทำที่ทิศ X = 280, ทิศ Y = 560 และโมเมนท์รอบแกน Y = 180



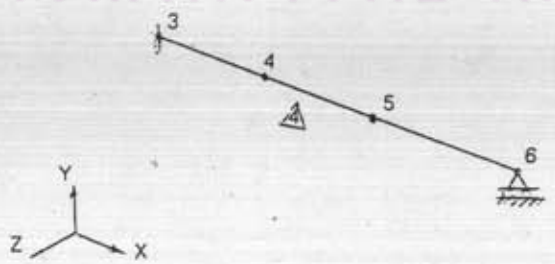

ตัวอย่าง เช่น

DF,4L,DISP,6(Ø),1,N3

และ DF,4L,DISP,/Ø,1,N6

หมายถึง กำหนดให้มีการบังคับการขจัดหมายเลข 1 โดยให้ที่โนด 3 ของเส้นหมายเลข 4 ไม่มีการขจัดในทุกทิศทาง(6 ดีกรีออฟฟรีดอม) และโนด 6 ของเส้นหมายเลข 4 ไม่มีการขจัดในแนวแกนกลอโบล Y

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตัวอย่าง เช่น

DF,P1,TEMP,212,1

หมายถึง กำหนดให้มีอุณหภูมิความร้อนหมายเลข 1 กระทำที่ทุกโนดในแพทช์หมายเลข 1 มีค่าเท่ากับ 212

คำสั่งที่เกี่ยวกับการกำหนดแรงดัน,แรง,การขจัด หรือ อุณหภูมิ เพิ่มเติม

- OPTION,n,DEL คือ รูปแบบของการลบหมายเลขของการกำหนดออกไป โดยที่ n คือ ค่าของหมายเลขของการกำหนด (set-id)

เช่น FOR,1,DEL

หมายถึง การลบการกำหนดแรงหมายเลข 1 ออกไปทั้งหมด

- DF,1ph-id,OPTION,DEL คือ รูปแบบของการลบค่าของการกำหนดที่กระทำบนเส้น,แพทช์,ไฮเปอร์แพทช์ที่กำหนดออกไป

เช่น DF,P5/6,PRESS,DEL

หมายถึง การลบการกำหนดแรงดันที่กระทำบนแพทช์หมายเลข 5 และ 6 ออกไป

- OPTION,n,PLOT คือ การให้แสดงค่าที่กำหนดในหมายเลข n นั้น บนจอภาพในลักษณะรูปภาพ โดยที่ n คือหมายเลขของค่าที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เช่น FOR,1,PL

หมายถึง แสดงทิศของแรงและค่าของแรงในกลุ่มที่ 1 ทั้งหมด

- OPTION,n,SHOW คือ การให้บอกข้อมูลของค่าที่กำหนดในหมายเลข n

เช่น TEMP,2,SHOW

หมายถึง บอกข้อมูลของอุณหภูมิในกลุ่มหมายเลข 2 ทั้งหมด

3.2.5. <u>การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ, คุณสมบัติทางรูปร่าง</u>

การกำหนดได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ และการกำหนดคุณสมบัติทางรูปร่าง

รูปแบบของการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ ในที่นี้จะกล่าวถึง 4 ประเภท คือ

3.2.5.1 ไอโซทรอปิค (ISOTROPIC)

3.2.5.2 ออโธทรอปิค (ORTHOTROPIC)

3.2.5.3 แอนนิโซทรอปิค (ANISOTROPIC) 2 มิติ

3.2.5.4 แอนนิโซทรอปิค (ANISOTROPIC) 3 มิติ

3.2.5.1 <u>แบบไอโซทรอปิค</u> ใช้กับคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นไอโซทรอปิคแบบเส้นตรง(LINEAR) และไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ(TEMPERATURE INDEPENDENT) มีรูปแบบดังนี้

PMAT,mat-id,ISO,E,G,$\nu$,$\rho$,$\alpha$

โดยที่

PMAT คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ

mat-id คือ หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

ISO คือ การบอกว่าเป็นแบบไอโซทรอปิค

E คือ ค่าโมดูลัสของการคืนตัวของวัสดุ(MODULUS OF ELASTICITY)

G " ค่าโมดูลัสเฉือน(SHEAR MODULUS)

$\nu$ " อัตราส่วนของปัวซอง

$\rho$ " ความหนาแน่นเชิงมวล

$\alpha$ " สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน(THERMAL EXPANSION COEFFICIENT)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น PMAT,1,ISO,2.05E7,,0.3

หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุหมายเลข 1 ซึ่งเป็นแบบไอโซทรอปิค โดย มีค่า E = 2.05E7 และ v = 0.3

3.2.5.2 <u>แบบออโธทรอปิค</u> ใช้กับคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นออโธทรอปิคแบบเส้นตรง(LINEAR) และไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ(TEMPERATURE INDEPENDENT) มีรูปแบบดังนี้

PMAT,mat-id,ORT,$E_{11}$,$E_{22}$,$E_{33}$,$\nu_{12}$,$\nu_{13}$,$\nu_{31}$,$\rho$,$G_{12}$,$G_{23}$,
$G_{31}$,$\alpha_1$,$\alpha_2$,$\alpha_3$,Tref

โดยที่

PMAT คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ

mat-id คือ หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

ORT คือ การบอกว่าเป็นแบบออโธทรอปิค

$E_{11}$,$E_{22}$,$E_{33}$ คือ ค่าโมดูลัสของการคืนตัวของวัสดุในทิศทางหลักของวัสดุ(MATERIAL PRINCIPAL DIRECTIONS)

$\nu_{12}$,$\nu_{23}$,$\nu_{31}$ " อัตราส่วนของป้วซอง

$\rho$ คือ ความหนาแน่นเชิงมวล

$G_{12}$,$G_{23}$,$G_{31}$ คือ ค่าโมดูลัสเฉือน(SHEAR MODULUS)

$\alpha_1$,$\alpha_2$,$\alpha_3$ " สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน

Tref คือ อุณหภูมิอ้างอิงที่ค่าความเค้นเป็นศูนย์

ตัวอย่าง เช่น PMAT,1,ORT,12.23E6,1.936E6,.922E6,.0649,
.132,.0106,,.267E6,.234E6,.265E6,.661E-6,
2.356E-6,3.906E-6

หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุหมายเลข 1 ซึ่งเป็นแบบออโธทรอปิค โดยมีค่า

$E_{11}$ = 12.23E6, $E_{22}$ = 1.936E6, $E_{33}$ = 0.922E6

$\nu_{12}$ = 0.0649, $\nu_{23}$ = 0.132, $\nu_{31}$ = 0.0106

$G_{12}$ = 0.267E6, $G_{23}$ = 0.234E6, $G_{31}$ = 0.265E6

$\alpha_1$ = 0.661E-6, $\alpha_2$ = 2.356E-6, $\alpha_3$ = 3.906E-6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.5.3 <u>แบบแอนนิโซทรอปิค 2มิติ</u> ใช้กับคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นแอนนิโซทรอปิค 2 มิติแบบเส้นตรง(LINEAR) และไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ(TEMPERATURE INDEPENDENT) มีรูปแบบดังนี้

PMAT, mat-id, ANI, $Q_{11}$, $Q_{12}$, $Q_{13}$, $Q_{22}$, $Q_{23}$, $Q_{33}$, $p$, $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_{12}$, Tref

โดยที่

PMAT คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ

mat-id คือ หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

ANI คือ การบอกว่าเป็นแบบแอนนิโซทรอปิค 2 มิติ

$Q_{ij}$ " ค่าความยืดหยุ่นในแนวแกนต่างๆ

p คือ ความหนาแน่นเชิงมวล

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{12}$ คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน

Tref คือ อุณหภูมิอ้างอิงที่ค่าความเค้นเป็นศูนย์

ค่า $Q_{ij}$ มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & Q_{13} \\ & Q_{22} & Q_{23} \\ \text{Symmetric} & & Q_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น PMAT,2,ANI,6.2E3,2(0),6.2E3,0,5.1E3, .056,2(6.5E-6),0,20

หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุหมายเลข 2 ซึ่งเป็นแบบแอนนิโซทรอปิค2 มิติ โดยมีค่า

$Q_{11}$ = 6.2E3, $Q_{12}$ = 0, $Q_{13}$ = 0

$Q_{22}$ = 6.2E3, $Q_{23}$ = 0

$Q_{33}$ = 5.1E3

$p$ = .056, $\alpha_1 = \alpha_2$ = 6.5E-6, $\alpha_{12}$ = 0, Tref = 20

3.2.5.4 <u>แบบแอนนิโซทรอปิค 3มิติ</u> ใช้กับคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นแอนนิโซทรอปิค 3 มิติแบบเส้นตรง(LINEAR) และไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ(TEMPERATURE INDEPENDENT) มีรูปแบบดังนี้

PMAT,mat-id,A3F,$S_{11}$,$S_{12}$,$S_{13}$,$S_{22}$,$S_{23}$,$S_{33}$,$S_{44}$,$S_{45}$,$S_{46}$,
$S_{55}$,$S_{56}$,$S_{66}$,$S_{14}$,$S_{15}$,$S_{16}$,$S_{24}$,$S_{25}$,$S_{26}$,$S_{34}$,$S_{35}$,$S_{36}$,
$\alpha_1$,$\alpha_2$,$\alpha_3$,$\alpha_4$,$\alpha_5$,$\alpha_6$,p,,,Tref

โดยที่

PMAT คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุ

mat-id คือ หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

A3F คือ การบอกว่าเป็นแบบแอนนิโซทรอปิค 3 มิติ

$S_{ij}$ " ค่าสัมประสิทธิ์ของเมทริกซ์ความเครียด-ความเค้น(STRAIN-STRESS MATRIX)

$\alpha_1$,$\alpha_2$,$\alpha_3$,$\alpha_4$,$\alpha_5$,$\alpha_6$ "สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน

p คือ ความหนาแน่นเชิงมวล

Tref คือ อุณหภูมิอ้างอิงที่ค่าความเค้นเป็นศูนย์

ค่า $S_{ij}$ มีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \gamma_{12} \\ \gamma_{23} \\ \gamma_{31} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} & S_{15} & S_{16} \\ & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} & S_{26} \\ & & S_{33} & S_{34} & S_{35} & S_{36} \\ & & & S_{44} & S_{45} & S_{46} \\ & & & & S_{55} & S_{56} \\ \text{Symmetric} & & & & & S_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \tau_{12} \\ \tau_{23} \\ \tau_{31} \end{Bmatrix}$$

ตัวอย่าง เช่น PMAT,1,A3F,.817E-7,-0.053E-7,-.115E-7,
.516E-7-.684E-7,10.85E-7,37.4E-7,2(0),
42.8E-7,0,37.7E-7,9(0),.661E-6,2.356E-6,
3.906E-6,3(0),.0623,,,1350

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติทางวัสดุหมายเลข 1 ซึ่งเป็นแบบแอนนิโซทรอปิค 3 มิติ โดยมีค่า

$$[S] = 10^{-7}\begin{bmatrix} 0.817 & -0.0530 & -0.115 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0530 & 0.516 & -0.684 & 0 & 0 & 0 \\ -0.115 & -0.684 & 10.85 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 37.4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 42.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 37.7 \end{bmatrix}$$

และ ค่า

$$\{\alpha\} = 10^{-6}\begin{Bmatrix} 0.661 \\ 2.356 \\ 3.906 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$p$ = 0.0623 และ Tref = 1350

การกำหนดคุณสมบัติทางรูปร่าง มีรูปแบบดังนี้

PF,lph-id,shape/node/configuration,data,set-id

โดยที่

PF คือ การบอกให้โปรแกรมรู้ว่าต้องการกำหนดคุณสมบัติทางรูปร่าง

lph-id คือ หมายเลขของเส้น,แพทช์,ไฮเปอร์แพทช์ ที่ต้องการกำหนดคุณสมบัติทางรูปร่าง

shape คือ รูปร่างของเอเลเมนท์

nodes " จำนวนโนดใน 1 เอเลเมนท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

configuration คือ รหัสที่บอกชนิดของเอเลเมนท์ที่ใช้

data คือ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางรูปร่าง ซึ่งเป็นค่าตัวเลข โดยที่ตัวเลขตัวแรก คือ mat-id ที่ใช้ แต่ตัวเลขที่ตามหลังจะหมายถึง ค่าอะไรก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้สร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟสจะกำหนด เพื่อให้สอดคล้องกับเอเลเมนท์ที่ใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในเรื่องการใช้โปรแกรมอินเตอร์เฟส

set-id คือ หมายเลขของคุณสมบัติทางรูปร่าง

การใส่ข้อมูลของคุณสมบัติทางรูปร่างให้แก่หมายเลขของเส้น, แพทช์, ไฮเปอร์แพทช์ใดนั้น จะต้องใส่ค่า shape/node/configuration ที่สอดคล้องกัน ซึ่งต้องเหมือนกับที่ได้สร้างชนิดของเอเลเมนท์ในคำสั่ง CFEG ด้วย

ตัวอย่าง เช่น

PF,P7,QUAD/4/1,2/4(1)

หมายถึง การกำหนดคุณสมบัติทางรูปร่างให้กับแพทช์หมายเลข 7 ซึ่งในแพทช์นี้ประกอบด้วยเอเลเมนท์ชนิด 4 เหลี่ยม ที่มี 4 โนด ต่อ 1 เอเลเมนท์ และมีค่า configuration = 1 โดยใช้คุณสมบัติทางวัสดุหมายเลข 2 และมีข้อมูลคือ 1 อีก 4 ค่า ซึ่งจะหมายถึงอะไรนั้น ต้องขึ้นอยู่กับผู้สร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟสจะกำหนด เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมวิเคราะห์แบบ

3.2.6. <u>การตรวจสอบ</u>

ในส่วนนี้เป็นการตรวจสอบข้อมูลทางไฟไนท์เอเลเมนท์ การตรวจสอบจะปรากฏตัวเลือก ดังนี้

VERIFY? 1.ELEMENT 2.BOUNDARIES 3.LOADS/BC
4.PROPERTIES 5.MATERIAL 6.END

ซึ่งในที่นี้เป็นการตรวจสอบเพื่อให้ผู้ใช้แน่ใจก่อนที่จะส่งข้อมูลเหล่านี้ไปทำการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.7. การทำออฟทิไมซ์

การทำออฟทิไมซ์ก็เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวนและจัดเรียงหมายเลขของโนด, เอเลเมนท์ใหม่ เพื่อให้มีรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้เวลาในระหว่างทำการคำนวนของโปรแกรมวิเคราะห์ฯ สำหรับโครงสร้างนี้ลดลง ตัวเลือกสำหรับการทำออฟทิไมซ์ มีดังนี้

OPTIMIZE? 1.REMOVE 2.COMPACT 3.BANDWIDTH
4.ELEM NUMBERING 5.WAVEFRONT 6.END

ถ้าขบวนการของการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับการเรียงลำดับของโนด ให้ใช้ตัวเลือก "1" ถึง "3" แต่ถ้าขบวนการของการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับการเรียงลำดับของเอเลเมนท์ ให้ใช้ตัวเลือก"4" หรือ "5"

ตัวเลือกหมายเลข "1" หมายถึง ลบโนดที่ไม่ถูกเอเลเมนท์อ้างอิงถึง หรือ โนดที่อยู่ลอยๆ ไม่ได้เชื่อมกับเอเลเมนท์

" "2" " กำจัดโนดที่ไม่ถูกเอเลเมนท์อ้างอิงถึง(เหมือนตัวเลือก "1") แล้วเรียงลำดับของหมายเลขโนดใหม่โดยเริ่มจาก 1

" "3" " กระทำเหมือนตัวเลือก "1"และ"2" และสร้างการเรียงลำดับของโนดใหม่ให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์

" "4" " การเรียงหมายเลขของเอเลเมนท์ใหม่ให้ต่อเนื่องโดยเริ่มจาก 1

" "5" " กระทำเหมือนตัวเลือก "1","2" และ "4" และสร้างการเรียงลำดับของเอเลเมนท์ใหม่ ให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์

" "6" " ออกจากการทำออฟทิไมซ์

การทำออฟทิไมซ์ นอกจากจะทำให้ใช้เวลาในการคำนวนลดลงแล้ว ยังเป็นผลดีต่อโปรแกรม"แซฟ 4"ด้วย เนื่องจากการทำออฟทิไมซ์จะเป็นการจัดเรียงหมายเลขใหม่ ซึ่งจะทำให้มีค่าหมายเลขเริ่มเรียงจาก 1 และมีค่าต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ทำให้เป็นการลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการที่หมายเลขของโนด, เอเลเมนท์ไม่ได้เริ่มตั้งแต่ 1 และหมายเลขไม่เรียงต่อเนื่องไป ดังนั้นจึงควรทำการออฟทิไมซ์ทุกครั้งก่อนนำไปวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การพิจารณาผลลัพธ์

การพิจารณาผลลัพธ์ในที่นี้ คือ การนำแฟ้มที่ได้จากการแปลงแฟ้มผลลัพธ์จากโปรแกรมวิเคราะห์ มาเป็นแฟ้มผลลัพธ์ที่โปรแกรม"พาแทรน"สามารถเข้าใจได้ แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

3.3.1. แฟ้มของการขจัด

3.3.2. แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่โนด

3.3.3. แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์

3.3.4. แฟ้มของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม

3.3.1. แฟ้มของการขจัด

3.3.1.1 การพิจารณาการขจัด การดูผลลัพธ์ในลักษณะของการขจัดบนจอภาพภายใน"พาแทรน"ทำได้โดยใช้รูปแบบ

RUN,DEFORM (,HARD,ONLY,D = filename)

ถ้าใช้ RUN,DEFORM จะต้องตอบชื่อแฟ้มที่จะใช้ เมื่อโปรแกรมถามว่า

INPUT NAME OF DISPLACEMENT FILE:

ซึ่งจะเป็นแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น ".ADP"

หลังจากนี้ โปรแกรมจะทำการวาดรูปของชิ้นงานเดิมก่อนเกิดการขจัดบนจอภาพด้วยเส้นประ(DASHED LINE) และวาดรูปของชิ้นงานเมื่อเกิดการขจัด ด้วยเส้นที่ต่อเนื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสั่งให้โปรแกรมทำงานดังเช่น คำสั่งข้างต้น ทำได้โดย

RUN,DEFORM,D=filename

การใช้ HARD หมายถึง การให้โปรแกรมทำการแสดงการขจัดบนจอภาพและเก็บรูปของการขจัดนั้นไว้ในแฟ้มประเภท"PATRAN.HRD.n" โดยที่ n คือ ค่าตัวเลขที่มากที่สุดที่มีใน DIRECTORY นั้น

การใช้ ONLY หมายถึง การให้แสดงรูปของการขจัดเท่านั้น ไม่ต้องแสดงรูปของโครงร่างเดิมก่อนเกิดการขจัด

หรือ สามารถพิจารณาการขจัดได้โดย เลือกหมายเลข "4" จาก

ตัวเลือก

MODE? 1.GEOMETRY 2.ANALYSIS MODEL 3.ANALYZE
4.RESULTS 5.INTERFACE 6.STOP

หลังจากนั้น จะปรากฏตัวเลือก

RESULT TYPE? 1.STRESS MODULE 2.EXTERNAL DATA
3.MODEL FEATURES 4.END

การเลือก "1" จะนำไปสู่ตัวเลือกของผลลัพธ์จาก P/STRESS MODULE ซึ่งในที่นี้ ไม่มี P/STRESS MODULE จึงไม่สามารถใช้งานได้

การเลือก "2" จะนำไปสู่การพิจารณาผลลัพธ์จากโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

" "3" จะนำไปสู่การพิจารณาลักษณะของรูปร่างของไฟไนท์เอเลเมนท์ เช่น การพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุ, คุณสมบัติทางรูปร่าง

ในที่นี้ ให้เลือก "2" ซึ่งจะพบตัวเลือกอีก คือ

RESULTS? 1.DEFORMED SHAPE 2.ELEMENT
3.DISPLACEMENTS 4.NODAL
5.VECTOR 6.END

เมื่อเลือกตัวเลือก "1" เพื่อที่จะดูรูปร่างของการขจัด โปรแกรมจะ

ถามถึงชื่อแฟ้มว่า

INPUT NAME OF DISPLACEMENT FILE:

ในกรณีนี้ให้นิมพ์ชื่อแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น ".ADP" หลังจากนี้ผู้ใช้จะพบ

ตัวเลือกต่อไป คือ

DEFPLT? 1.UNDEFORM 2.DEFORM 3.UNDEFORM(HIDDEN)
4.DEFORM(HIDDEN) 5.ANIMATE
6.ANIMATE(HIDDEN) 7.NEW CASE 8.END

การเลือกหมายเลข "1" หมายถึง การแสดงรูปร่างทางเรขาคณิตบนจอภาพ เป็นเส้นประ

" "2" " การแสดงรูปร่างทางเรขาคณิตบนจอภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

" "3" " การแสดงรูปร่างทางเรขาคณิตบนจอภาพ โดยที่จะไม่แสดงเส้นที่ถูกบัง

" "4" " การแสดงรูปร่างของการขจัดบนจอภาพ โดยที่จะไม่แสดงเส้นที่ถูกบัง และจะไม่ลบภาพก่อนที่จะแสดง

" "5" " การแสดงภาพเคลื่อนไหวของการขจัด

" "6" " การแสดงภาพเคลื่อนไหวของการขจัด โดยที่จะไม่แสดงเส้นที่ถูกบัง

" "7" " เลือกกรณีใหม่เข้ามาแสดง

เนื่องจากจอภาพ PRIME ที่ใช้อยู่ไม่มีความละเอียดพอที่จะทำภาพเคลื่อนไหวได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถทำตามตัวเลือก "5" และ "6" ได้

การแสดงรูปร่างของการขจัดบนจอภาพนั้น จะต้องถูกขยายโดยใช้ตัวประกอบของขนาด(SCALE FACTOR) เพื่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างรูปร่างก่อนเกิดการขจัดกับรูปร่างของการขจัด ดังนั้น"พาแทรน"จึงมีวิธีการขยาย โดยให้ค่าการขจัดที่มากที่สุดของชิ้นงาน เท่ากับ 1/10 (10%) ของมิติที่มากที่สุดของรูปร่างเสมอ ซึ่งค่า SFACT (ตัวประกอบของขนาด) = 0.1 แต่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่า SFACT นี้ใหม่ได้โดยใช้คำสั่ง

SET,SFACT,scale-factor

โดยที่ ค่า scale-factor คือ ค่าตัวเลขจำนวนจริง

ตัวอย่าง เช่น SET,SFACT,.2

หมายถึง ให้ค่าการขจัดถูกแสดงโดยจะมีอัตราส่วนของค่าการขจัดที่มากที่สุด เท่ากับ 1/5 (20%) ของมิติที่มากที่สุดของรูปร่าง

3.3.1.2 <u>รูปแบบภายในของแฟ้มการขจัด</u> แฟ้มการขจัดถูกบรรจุด้วยการขจัดที่ถูกคำนวนโดยโปรแกรมวิเคราะห์ฯที่แต่ละโนด โดยทั่วไปจะมี 6 คอลัมน์ โดยที่ 3 คอลัมน์แรก คือค่าการเคลื่อนที่ในแนวแกนกลอโบล x, Y และ Z ตามลำดับ และ อีก 3 คอลัมน์หลัง คือ ค่าการหมุนที่แกนกลอโบล X, Y และ Z ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบในลักษณะของฟอร์แมทเทด(FORMATTED) ของการขจัด เป็นดังนี้

ข้อมูลที่ 1 : หัวเรื่อง [โดยมีรูปแบบในลักษณะของ"ฟอร์แทรน 77"คือ (80A1)]

" 2 : จำนวนโนด, หมายเลขของโนดสูงสุด, ค่าการขจัดที่มากสุด(คิดแบบแอพโซลูท(ABSOLUTE)), หมายเลขของโนดที่เกิดการขจัดสูงสุด, จำนวนคอลัมน์ที่ตามหลังค่า NODID (โดยทั่วไป ให้เท่ากับ 6) [มีรูปแบบเป็น (2I5,E15.6,2I6)]

" 3 : หัวเรื่องย่อยที่ 1 [มีรูปแบบเป็น (80A1)]

" 4 : หัวเรื่องย่อยที่ 2 [ " (80A1)]

" 5 : NODID(1),DX(1),DY(1),DZ(1),RX(1),RY(1),RZ(1)
[มีรูปแบบเป็น (I8,(5E13.7))]

: : : : : : : :

: : : : : : : :

" N+4 : NODID(N),DX(N),DY(N),DZ(N),RX(N),RY(N),RZ(N)
[มีรูปแบบเป็น (I8,(5E13.7))]

โดยที่ NODID คือ หมายเลขของโนด

DX " การขจัดในแนวแกนกลอโบล X

DY " การขจัดในแนวแกนกลอโบล Y

DZ " การขจัดในแนวแกนกลอโบล Z

RX " การหมุนในแนวแกนกลอโบล X

RY " การหมุนในแนวแกนกลอโบล Y

RZ " การหมุนในแนวแกนกลอโบล Z

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น

```
LABEAM GLOBAL DISPLACEMENTS
   23   23   0.132704E-01     4     6
COLS 1-X, 2-Y, 3-Z, 4-THX, 5-THY, 6-THZ

      10.1488620E-02-.1090552E-010.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      20.2828136E-06-.1316199E-010.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      3-.1478205E-02-.1091785E-010.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      40.1509014E-02-.1318429E-010.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      5-.1485341E-02-.1314205E-010.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      60.4073021E-05-.8693449E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      70.1445041E-02-.8711136E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      8-.1443437E-02-.8688670E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
      90.1369200E-02-.6554933E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     10-.1366872E-02-.6559623E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     110.1040090E-05-.4553253E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     120.1245254E-02-.4574252E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     13-.1241112E-02-.4556638E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     140.1053109E-02-.2798159E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     15-.1051160E-02-.2802753E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     160.4844249E-06-.1340128E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     170.7777102E-03-.1391489E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     18-.7769818E-03-.1378202E-020.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     190.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     200.4241149E-03-.3999976E-030.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     21-.4252456E-03-.4018383E-030.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     220.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
     230.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+000.0000000E+00
0.0000000E+00
```

3.3.2. แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่โนด

3.3.2.1 การพิจารณาค่าผลลัพธ์ที่โนด ใช้เพื่อแสดงรูปร่างของความเค้น(STRESS CONTOUR PLOT) โดยที่แฟ้มนี้จะเก็บค่าความเค้นต่างๆที่แต่ละโนด การพิจารณาทำได้โดย เลือกตัวเลือก "4" จากตัวเลือกเหล่านี้

```
RESULTS?  1.DEFORMED SHAPE  2.ELEMENT  3.DISPLACEMENT
          4.NODAL  5.VECTOR  6.END
```

แล้วโปรแกรมจะถามถึงคอลัมน์ภายในแฟ้มค่าผลลัพธ์ที่โนดที่จะใช้ ดังนี้

```
ENTER COLUMN NUMBER FOR NODAL RESULTS
```

หลังจากที่ใส่ค่าของคอลัมน์ไปแล้ว โปรแกรมจะปรากฏตัวเลือก ดังนี้

```
DISPLAY?  1.CONTOURS  2.ASSIGNMENT
          3.SPECTRUM CONTROL  4.SHOW VALUES
          5.X-Y PLOT  6.END
```

ซึ่งผู้ใช้ควรเลือกหมายเลข "1" เนื่องจากให้ผลที่สะดวกและง่ายต่อการพิจารณาและจะต้องใส่ชื่อแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น ".AND" เมื่อโปรแกรมถามถึงชื่อแฟ้ม ดังนี้

```
INPUT THE RESULTS FILE NAME:
```

หลังจากนี้ จะปรากฏตัวเลือกอีก คือ

```
ASSIGNMENT?  1.AUTO  2.MANUAL  3.SEMI-AUTO
             4.CURRENT LEVELS  5.END
```

ซึ่งควรจะเลือกหมายเลข "1" คือ เป็นการให้โปรแกรมจัดการกำหนดค่าต่างๆตามอัตโนมัติ เช่น การแบ่งค่าออกเป็นกลุ่มๆสำหรับเป็นเขตของเส้นแสดงค่าความเค้น เป็นต้น แล้วจะเข้าสู่ตัวเลือกเพื่อแสดงภาพ คือ

```
PLOT OPTION?  1.CONTOUR  2.FRINGE  3.CARPET
              4.DEF  5.HARD  6.NOER
              7.PLOT  8.END
```

ตัวเลือก 6 ตัวแรกจะเป็นลักษณะคล้ายสวิทช์ปิดเปิด(TOGGLE) ซึ่งเมื่อเลือกเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏเครื่องหมาย "@" หน้าตัวเลือกนั้น และเมื่อเลือกตามต้องการแล้วจึงเลือกตัวเลือกหมายเลข "7" เพื่อแสดงรูปภาพตามลักษณะที่เลือก

ในที่นี้ จะกล่าวถึงตัวเลือก "1", "4" และ "5" จาก 6 ตัวเลือกแรกเท่านั้น เนื่องจากถูกจำกัดด้วยความสามารถจอภาพ PRIME ที่ใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเลือกหมายเลข "1" หมายถึง การแสดงรูปของความเค้นในลักษณะลายเส้นตามขนาดของค่าความเค้น

" "4" " การแสดงรูปร่างของการขจัด

" "5" " นอกจากให้แสดงบนจอภาพแล้ว ให้นำไปสร้างแฟ้มเพื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ด้วย โดยจะเก็บไว้ในแฟ้มประเภท"PATRAN.HRD.n" โดยที่ n คือ ค่าตัวเลขที่มากที่สุดที่มีใน DIRECTORY นั้น

3.3.2.2 <u>รูปแบบภายในของแฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่โนด</u> แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่โนดถูกบรรจุด้วยค่าผลลัพธ์ซึ่งถูกคำนวนโดยโปรแกรมวิเคราะห์ฯที่แต่ละโนด ซึ่งสามารถมีจำนวนคอลัมน์ได้ถึง 200 คอลัมน์ที่ต่างกันสำหรับแต่ละโนด ซึ่ง"พาแทรน"จะสามารถนำมาแสดงผลเพื่อแสดงรูปร่างของความเค้นได้ทีละ 1 คอลัมน์เท่านั้นในแต่ละครั้ง

รูปแบบในลักษณะของฟอร์แมทเทด(FORMATTED) ของค่าผลลัพธ์ที่โนด เป็นดังนี้

ข้อมูลที่ 1 : หัวเรื่อง [โดยมีรูปแบบในลักษณะของ"ฟอร์แทรน 77"คือ (80A1)]

" 2 : จำนวนโนด, หมายเลขของโนดสูงสุด, ค่าการขจัดที่มากสุด(คิดแบบแอพโซลูท(ABSOLUTE)), หมายเลขของโนดที่เกิดการขจัดสูงสุด, จำนวนคอลัมน์ที่ตามหลังค่า NODID [มีรูปแบบเป็น(2I9,E15.6,2I9)]

" 3 : หัวเรื่องย่อยที่ 1 [มีรูปแบบเป็น (80A1)]

" 4 : หัวเรื่องย่อยที่ 2 [ " (80A1)]

" 5 : NODID(1),(DATA(J),J = 1,NWIDTH) [มีรูปแบบเป็น (I8,(5E13.7))]

: : : : :

: : : : :

" N+4 : NODID(N),(DATA(J),J = 1,NWIDTH) [มีรูปแบบเป็น (I8,(5E13.7))]

โดยที่ NODID คือ หมายเลขของโนด

DATA " ค่าผลลัพธ์เรียงตามคอลัมน์ที่ผู้สร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟสกำหนดขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น

```
LABEAM NODAL RESULTS
  23   23   0.132704E-01     4     6
COLS 1-SX, 2-SY, 3-SXY, 4-SE, 5-S1, 6-S2

      10.6750000E+01-.1540025E+01-.7324879E+000.7742026E+010.6814223E+01
-.1604249E+01
      2-.4592096E-09-.2488325E+01-.1500000E+010.3597466E+010.7046680E+00
-.3192993E+01
      3-.6750000E+010.5166758E+00-.2267512E+010.8046232E+010.1166182E+01
-.7399506E+01
      4-.7229175E-08-.3431624E+01-.3035024E+010.6277751E+010.1770645E+01
-.5202269E+01
      50.6310749E-08-.1545026E+010.3502420E-010.1546217E+010.7935623E-03
-.1545820E+01
      6-.1160060E-080.1345387E+00-.2250000E+010.3899436E+010.2318275E+01
-.2183736E+01
      70.1350000E+02-.9788634E+00-.2548543E+010.1469381E+020.1393549E+02
-.1414355E+01
      8-.1350000E+020.1247941E+01-.1951457E+010.1456294E+020.1501789E+01
-.1375385E+02
      90.2700000E+02-.6895109E-01-.3468969E+010.2769418E+020.2743749E+02
-.5064393E+00
      10-.2700000E+02-.1352456E+01-.2531031E+010.2671200E+02-.1105067E+01
-.2724739E+02
      11-.1806313E-08-.5378366E+00-.3750000E+010.6517420E+010.3490712E+01
-.4028548E+01
      120.4050000E+020.1859071E+01-.3310205E+010.4001607E+020.4078152E+02
0.1577550E+01
      13-.4050000E+02-.2934744E+01-.4189795E+010.3978277E+02-.2473113E+01
-.4096163E+02
      140.6075000E+02-.4956167E+01-.4470826E+010.6384495E+020.6105281E+02
-.5258979E+01
      15-.6075000E+020.4121153E+01-.4529174E+010.6339911E+020.4435844E+01
-.6106469E+02
      16-.2081492E-08-.7555455E+00-.5250000E+010.9124601E+010.4885801E+01
-.5641347E+01
      170.8100000E+02-.1222977E+02-.4919972E+010.8816914E+020.8125892E+02
-.1248869E+02
      18-.8100000E+020.1071868E+02-.5580028E+010.8739287E+020.1105692E+02
-.8133823E+02
      19-.2140496E-080.1131263E+01-.6000000E+010.1045370E+020.6592234E+01
-.5460971E+01
      200.1080000E+030.1431540E+02-.6359202E+010.1021968E+030.1084297E+03
0.1388571E+02
      21-.1080000E+03-.1471038E+02-.5640798E+010.1019173E+03-.1437054E+02
-.1083398E+03
      220.1350000E+030.4163126E+02-.5470503E+010.1201154E+030.1353194E+03
0.4131184E+02
      23-.1350000E+03-.3936874E+02-.6529497E+010.1207809E+03-.3892498E+02
-.1354438E+03
```

3.3.3. แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์

3.3.3.1 การพิจารณาค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ จะมีลักษณะขั้นตอนคล้ายกับการพิจารณาค่าผลลัพธ์ที่โนด ใช้เพื่อแสดงรูปร่างของความเค้น(STRESS CONTOUR PLOT) โดยที่แฟ้มนี้จะเก็บค่าความเค้นต่างๆที่แต่ละเอเลเมนท์ การพิจารณาทำได้โดย เลือกตัวเลือก "2" จากตัวเลือกเหล่านี้

RESULTS? 1.DEFORMED SHAPE 2.ELEMENT 3.DISPLACEMENT
4.NODAL 5.VECTOR 6.END

แล้วจะเข้าสู่ตัวเลือกต่อไป คือ

ELEMENT RESULTS? 1.GENERAL 2.WELD 3.BEAM

การเลือก "2" และ "3" เป็นลักษณะของเอเลเมนท์เฉพาะ สำหรับเอเลเมนท์แบบบีมจะกล่าวต่อไปในแฟ้มของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม แต่เอเลเมนท์แบบเวลด์ไม่มีใช้ทั้งในโปรแกรมวิเคราะห์ฯ"แซฟ 4" และ "ลูแสส"

ในที่นี้ ให้เลือก "1" เพื่อเข้าสู่เอเลเมนท์ทั่วไป

หลังจากนี้จะต้องใส่ค่าคอลัมน์ภายในแฟ้มค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ที่จะใช้ เมื่อโปรแกรมถาม

ENTER COLUMN NUMBER FOR ELEMENT RESULTS

หลังจากที่ใส่ค่าของคอลัมน์ไปแล้ว โปรแกรมจะปรากฏตัวเลือก ดังนี้

DISPLAY? 1.CONTOURS 2.ASSIGNMENT
3.SPECTRUM CONTROL 4.SHOW VALUES
5.X-Y PLOT 6.END

ซึ่งผู้ใช้ควรเลือกหมายเลข "1" เนื่องจากให้ผลที่สะดวกและง่ายต่อการพิจารณาและจะต้องใส่ชื่อแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น ".ELE" เมื่อโปรแกรมถามถึงชื่อแฟ้ม ดังนี้

INPUT THE RESULTS FILE NAME:

หลังจากนี้ จะปรากฏตัวเลือกอีก คือ

ASSIGNMENT? 1.AUTO 2.MANUAL 3.SEMI-AUTO
4.CURRENT LEVELS 5.END

ซึ่งควรจะเลือกหมายเลข "1" คือ เป็นการให้โปรแกรมจัดการกำหนดค่าต่างๆตามอัตโนมัติ เช่น การแบ่งค่าออกเป็นกลุ่มๆสำหรับเป็นเขตของเส้นแสดงค่าความเค้น เป็นต้น แล้วจะเข้าสู่ตัวเลือกเพื่อแสดงภาพ คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PLOT OPTION? 1.CONTOUR 2.FRINGE 3.CARPET
4.DEF 5.HARD 6.NOER
7.PLOT 8.END

ตัวเลือก 6 ตัวแรกจะเป็นลักษณะคล้ายสวิทช์ปิดเปิด(TOGGLE) ซึ่งเมื่อเลือกเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏเครื่องหมาย "@" หน้าตัวเลือกนั้น และเมื่อเลือกตามต้องการแล้ว จึงเลือกตัวเลือกหมายเลข "7" เพื่อแสดงรูปภาพตามลักษณะที่เลือก

ในที่นี้ จะกล่าวถึงตัวเลือก "1", "4" และ "5" จาก 6 ตัวเลือกแรกเท่านั้น เนื่องจากถูกจำกัดด้วยความสามารถจอภาพ PRIME ที่ใช้

การเลือกหมายเลข "1" หมายถึง การแสดงรูปของความเค้นในลักษณะลายเส้นตามขนาดของค่าความเค้น

" "4" " การแสดงรูปร่างของการขจัด

" "5" " นอกจากให้แสดงบนจอภาพแล้ว ให้นำไปสร้างแฟ้มเพื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ด้วย โดยจะเก็บไว้ในแฟ้มประเภท"PATRAN.HRD.n" โดยที่ n คือ ค่าตัวเลขที่มากที่สุดที่มีใน DIRECTORY นั้น

3.3.2.2 <u>รูปแบบภายในของแฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์</u> แฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ถูกบรรจุด้วยค่าผลลัพธ์ซึ่งถูกคำนวนโดยโปรแกรมวิเคราะห์ฯที่แต่ละเอเลเมนท์ ซึ่งสามารถมีจำนวนคอลัมน์ได้ถึง 200 คอลัมน์ที่ต่างกันสำหรับแต่ละเอเลเมนท์ ซึ่ง "พาแทรน"จะสามารถนำมาแสดงผลเพื่อแสดงรูปร่างของความเค้นได้ทีละ 1 คอลัมน์เท่านั้นในแต่ละครั้ง ข้อมูลจากแฟ้มของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์จะถูกนำมาเฉลี่ยเพื่อไปเป็นค่าที่แต่ละโนดเพื่อให้สามารถสร้างรูปร่างของความเค้นได้ภายใน"พาแทรน" ดังนั้นค่าของความเค้นที่เอเลเมนท์นี้จึงควรเป็นค่าที่จุดศูนย์กลาง(สำหรับ 2 มิติ) หรือ ค่าที่จุดศูนย์ถ่วง(สำหรับ 3 มิติ)

รูปแบบในลักษณะของฟอร์แมทเทด(FORMATTED) ของค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ เป็นดังนี้

ข้อมูลที่ 1 : หัวเรื่อง [โดยมีรูปแบบในลักษณะของ"ฟอร์แทรน 77"คือ (80A1)]
" 2 : จำนวนคอลัมน์ที่ตามหลังค่า NSHAPE [มีรูปแบบเป็น(I5)]
" 3 : หัวเรื่องย่อยที่ 1 [มีรูปแบบเป็น (80A1)]
" 4 : หัวเรื่องย่อยที่ 2 [ " (80A1)]
" 5 : ID(1),NSHAPE,(DATA(J),J = 1,NWIDTH)
[มีรูปแบบเป็น (2I8,/,(6E13.7))]
: : : :
: : : :
" N+4 : ID(N),NSHAPE,(DATA(J),J = 1,NWIDTH)
[มีรูปแบบเป็น (2I8,/,(6E13.7))]

โดยที่ ID คือ หมายเลขของเอเลเมนท์
NSHAPE คือ รหัสของรูปร่าง (BAR = 2, TRI = 3, QUAD = 4,
TET = 5, PYR = 6, WEDGE = 7, HEX = 8)
DATA " ค่าผลลัพธ์เรียงตามคอลัมน์ที่ผู้สร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟส
กำหนดขึ้น

ตัวอย่าง เช่น

```
C:\THESIS>TYPE ABEAM.ELE
THIS IS THE ABEAM FOR SAP IV.
   6
COLS 1-S11, 2-S22, 3-S33, 4-S12, 5-Smax, 6-Smin
LOAD CASE NO.   1
      1       4
-.3092800E+00-.5457000E-110.0000000E+00-.6000000E+010.5847400E+01-.6156600E+01
      2       4
-.5721600E+00-.6366500E-110.0000000E+00-.4500000E+010.4223000E+01-.4795200E+01
      3       4
-.4020600E+00-.1273300E-100.0000000E+00-.3000000E+010.2805700E+01-.3207800E+01
      4       4
-.8195900E+00-.2364700E-100.0000000E+00-.1500000E+010.1145200E+01-.1964800E+01
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.4. แฟ้มของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม

3.3.4.1 การพิจารณาค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม ใช้เพื่ออธิบายเอเลเมนท์แบบ 1 มิติ ใน"พาแทรน" การพิจารณาทำได้โดย เลือกตัวเลือก "2" จากตัวเลือกเหล่านี้

RESULTS? 1.DEFORMED SHAPE 2.ELEMENT 3.DISPLACEMENT
4.NODAL 5.VECTOR 6.END

แล้วจะเข้าสู่ตัวเลือกต่อไป คือ

ELEMENT RESULTS? 1.GENERAL 2.WELD 3.BEAM

เนื่องจากในที่นี้เป็นเอเลเมนท์แบบบีม จึงเลือกหมายเลข "3" แล้วโปรแกรมจะปรากฏตัวเลือก ดังนี้

BEAM RESULTS? 1.XY PLOTS 2.DISPLAY RESULTS VALUE
3.END

เลือกหมายเลข "1" เพื่อเข้าสู่การแสดงผลในลักษณะรูปภาพ ซึ่งจะปรากฏตัวเลือก คือ

BEAM XY-PLOTS? 1.SELECT BEAMS 2.PARAMETERS
3.PLOT 4.END

ครั้งแรกจะต้องเลือก ตัวเลือก"1" เพื่อกำหนดหมายเลขเอเลเมนท์แบบบีมที่ต้องการพิจารณาผลลัพธ์ ซึ่ง"พาแทรน"จะให้ใส่หมายเลข ดังนี้

ENTER A LIST OF BEAMS TO PLOT (USE "@" FOR CURSOR)

หลังจากที่ใส่หมายเลข, เลือกเอเลเมนท์แบบบีม ให้เลือกตัวเลือก "2" จาก

BEAM XY-PLOTS? 1.SELECT BEAMS 2.PARAMETERS
3.PLOT 4.END

เพื่อใส่ค่าต่อไป ดังนี้

INPUT THE NUMBER OF PLOTS TO DISPLAY (MAX = 3)

ในที่นี้ สามารถใส่ค่า 1, 2 หรือ 3 สำหรับเป็นค่าจำนวน XY-PLOTS ที่ต้องการแสดงพร้อมกัน ต่อไปจะต้องใส่ค่าหมายเลขของคอลัมน์สำหรับแต่ละรูปของ XY-PLOTS ที่ได้กำหนดไป เมื่อปรากฏคำถาม ดังนี้

INPUT A COLUMN NUMBER FOR EACH PLOT

หลังจากนี้ โปรแกรมให้ใส่ชื่อแฟ้ม

INPUT THE BEAM RESULTS FILE NAME:

ซึ่งในที่นี้ แฟ้มประเภทเอเลเมนท์แบบบีม จะมีนามสกุลเป็น ".BEAM"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากนี้ โปรแกรมจะแสดง X-Y PLOTS บนจอภาพ

แต่เนื่องจากในทางปฏิบัติในที่นี้ เมื่อใส่ชื่อแฟ้มที่ต้องการพิจารณาผลลัพธ์ ซึ่งมีรูปแบบในหัวข้อ 4.2 แล้วจะปรากฏว่า เกิด ERROR ขึ้น ดังนี้

*RESULT FILE "(filename)" HAS A WIDTH THAT IS NOT WITHIN ITS ALLOWABLE RANGE (1-200)

และ โปรแกรมจะไม่แสดงภาพใดๆ ซึ่งทำให้ไม่สามารถพิจารณาผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีมได้

3.3.4.2 <u>รูปแบบภายในของแฟ้มของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม</u>

แฟ้มของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีมเป็นแฟ้มผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ชนิดพิเศษที่ใช้เพื่อแสดงข้อมูลที่ตำแหน่ง(STATIONS)ต่างๆตามเอเลเมนท์แบบบีม แฟ้มสามารถบรรจุค่าผลลัพธ์ที่เอเลเมนท์ได้ 20 ตำแหน่ง(STATIONS) สำหรับแต่ละบีมเอเลเมนท์ และสามารถมีจำนวนคอลัมน์ได้ถึง 200 คอลัมน์ สำหรับแต่ละตำแหน่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบในลักษณะของอันฟอร์แมทเทด(UNFORMATTED) ของค่าผลลัพธ์สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม เป็นดังนี้

ข้อมูลที่ 1 : หัวเรื่อง [โดยมีรูปแบบ (80A1)], จำนวนคอลัมน์ที่ตามหลังค่า STAT

" 2 : หัวเรื่องย่อยที่ 1

" 3 : หัวเรื่องย่อยที่ 2

" 4 : ID(1),STAT(1),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

ID(1),STAT(2),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

: : : :

: : : :

" n+3 : ID(1),STAT(n),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

" n+4 : ID(2),STAT(1),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

" n+5 : ID(2),STAT(2),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

: : : :

: : : :

" n+m+3 : ID(2),STAT(m),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

" n+m+4 : ID(N),STAT(1),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

" n+m+5 : ID(N),STAT(2),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

: : : :

: : : :

" n+m+k+3 : ID(N),STAT(k),(DATA(J),J = 1,NWIDTH)

โดยที่ ID คือ หมายเลขของเอเลเมนท์

STAT คือ ตำแหน่งของสัดส่วนตามบีม (เป็นค่าจริง ระหว่าง 0 ถึง 1)

STAT(1) มักจะเป็น 0

STAT(m),STAT(n),และSTAT(k) " 1

DATA คือ ค่าผลลัพธ์

ตัวอย่าง เช่น

```
THIS IS THE BEAMS AND PLANE STRESSES FOR SAP IV.                    ,6
COLS  1-R1, 2-R2, 3-R3, 4-M1, 5-M2, 6-M3
LOAD CASE NO.   1
  1,0, 0.200E+02,-0.627E+01, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.000E+00,-0.852E+02
  1,1,-0.200E+02, 0.627E+01, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.000E+00,-0.852E+02
  5,0,-0.400E+02, 0.622E+01, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.845E+02
  5,1, 0.400E+02,-0.622E+01, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.000E+00, 0.845E+02
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การเข้าสู่การอินเตอร์เฟส

การเข้าสู่การอินเตอร์เฟสในที่นี้ จะเน้นที่แฟ้มกลางเท่านั้น เนื่องจากในส่วนอื่นโปรแกรมไม่สามารถใช้งานได้ เพราะไม่มีโปรแกรมมารองรับอีกที ซึ่งการใช้แฟ้มกลางมีจุดประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. เก็บข้อมูลของรูปร่างทางเรขาคณิต, รูปร่างทางไฟไนท์เอเลเมนท์ และค่าต่างๆ เพื่อที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ในโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

2. เก็บข้อมูลเพื่อเรียกกลับมาใช้ เนื่องจากการเก็บข้อมูลเป็นแฟ้มกลางจะมีขนาดเล็กกว่าการเก็บข้อมูลในแฟ้มแบบ PATRAN.DAT.n มาก

หลังจากที่เลือกตัวเลือก "1" จากตัวเลือก ดังนี้

```
PROGRAM?   1.NEUTRAL   2.MSC/NASTRA   3.ANSY   4.PDA/IGES
           5.ABAQUS    6.CS/NASTRAN   7.MARC   8.END
```

แล้วจะเข้าสู่ตัวเลือก

```
NEUTRAL FILE?   1.CREATE OUTPUT   2.INPUT MODEL   3.END
```

โดยที่

ตัวเลือกหมายเลข "1" หมายถึง การสร้างแฟ้มกลาง

" "2" " การอ่านแฟ้มกลางเพื่อสร้างรูป ฯลฯ ใน"พาแทรน"

" "3" " สิ้นสุดการจัดการเกี่ยวกับแฟ้มกลาง

3.4.1. การสร้างแฟ้มกลาง

หลังจากที่เลือกตัวเลข "1" เพื่อสร้างแฟ้มกลางแล้ว จะปรากฏตัวเลือก

```
CREATE OUTPUT?  1.ENTIRE MODEL  2.ACTIVE SET  3.NAME  4.END
```

ให้เลือก "1"(รูปร่างทั้งหมด) ซึ่งหมายถึง นำข้อมูลทั้งหมดไปเก็บไว้ในแฟ้มกลาง

หลังจากที่เลือกตัวเลือกนี้แล้ว จะต้องพิมพ์หัวเรื่องเมื่อถูกถามว่า

```
INPUT TITLE CARD FOR NEUTRAL OUTPUT
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แล้วโปรแกรมจะเริ่มทำการเก็บข้อมูลลงไปในแฟ้มกลาง แต่ถ้ามีส่วนของข้อมูลของรูปร่างทางเรขาคณิต โปรแกรมจะถามว่า

DO YOU WISH TO OUTPUT PHASE I DATA? (Y/N)

ถ้าตอบ "Y" โปรแกรมจะเก็บข้อมูลของ PHASE I ซึ่งเป็นข้อมูลของรูปทางเรขาคณิตทั้งหมดลงไปในแฟ้มกลางอีก แล้วจะถูกถามอีกว่า

DO YOU WISH TO OUTPUT GFEG/CFEG TABLE? (Y/N)

ถ้าตอบ "Y" โปรแกรมจะนำเอาข้อมูลของตาราง GFEG/CFEG ไปเก็บลงในแฟ้มกลางอีก ซึ่งข้อมูลของ PHASE I และ ตาราง GFEG/CFEG นี้ จะไม่ถูกนำไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ฯ แต่การเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ เพื่อประโยชน์ในกรณีที่จะมีการแก้ไขข้อมูลของรูปภาพอีก และจะมีผลทำให้ขนาดของแฟ้มกลางใหญ่ขึ้นด้วย

การเลือก "2" เฉพาะรูปร่างเท่าที่ปรากฏบนจอภาพ(ACTIVE SET) หมายถึง นำข้อมูลทั้งหมดเท่าที่ปรากฏบนจอภาพเก็บไว้ในแฟ้มกลาง

การเลือก "3" เฉพาะชื่อ(NAME) หมายถึง นำข้อมูลทั้งหมดของชิ้นส่วนที่มีชื่อที่เจาะจงไปเก็บไว้ในแฟ้มกลาง

การเลือก "4" ออกจากการสร้างแฟ้มกลาง

3.4.2. <u>การอ่านแฟ้มกลาง</u>

เมื่อเลือกตัวเลือก "2" โปรแกรมจะถามถึงชื่อแฟ้มกลางที่ต้องการนำเข้ามาดังนี้

PLEASE ENTER NEUTRAL FILE NAME:

เมื่อใส่ชื่อแฟ้มกลางแล้ว โปรแกรมจะถามว่า

DO YOU WISH TO OFFSET ANY NEUTRAL INPUT IDS? (Y/N)

การตอบ "Y" ในที่นี้ เป็นการให้โปรแกรมทำการออฟเซทหมายเลขของข้อมูล เช่น ในกรณีที่มีข้อมูลเดิมอยู่บนจอภาพแล้ว และเรียกข้อมูลรูปภาพเข้ามารวมกันอีก ซึ่งข้อมูลรูปภาพใหม่นี้อาจจะมีหมายเลขโนด, หมายเลขเอเลเมนท์ ฯลฯ ซ้ำกัน เป็นต้น จึงต้องมีการทำออฟเซท เพื่อให้หมายเลขของข้อมูลต่างๆทั้งหมดของรูปภาพใหม่มีหมายเลขเรียงต่อไปจากหมายเลขของข้อมูลเดิม ดังนั้น จึงควรตอบ "Y" เสมอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากนั้น โปรแกรมจะถามอีกว่า

AUTOMATIC OR MANUAL? (A/M)

การเลือก "A" เพื่อให้โปรแกรมจัดการทำการออฟเซทโดยอัตโนมัติ

" "M" โปรแกรมจะให้ผู้ใช้ใส่ค่าออฟเซทของหมายเลขของข้อมูลแต่ละชนิด เช่น โนด, เอเลเมนท์, คุณสมบัติทางวัสดุ ฯลฯ

และ จะถามว่า

SHALL WE PROCEED WITH THE READING OF THIS FILE? (Y/N)

เพื่อให้โปรแกรมเริ่มอ่านแฟ้มกลาง และสร้างรูปจากข้อมูลนั้นบนจอภาพ

หลังจากนี้ ผู้ใช้สามารถทำการแก้ไขข้อมูล หรือ สร้างข้อมูลใหม่เพิ่มเติมได้ต่อไป

## 3.5 โครงสร้างของแฟ้มกลาง

ในการสร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟส เพื่อแปลงข้อมูลต่างๆที่เก็บไว้ในแฟ้มกลาง เพื่อไปเป็นข้อมูลของโปรแกรมวิเคราะห์ฯนั้น จำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างของแฟ้มกลาง เพื่อให้ทราบตำแหน่งว่า ข้อมูลใดอยู่ที่ใด แฟ้มกลางถูกแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบแฟ้มตัวอักษร (TEXT FILE) และแบบแฟ้มไบนารี(BINARY FILE) ซึ่งแฟ้มไบนารีเป็นแฟ้มที่ผู้ใช้ไม่สามารถอ่านเข้าใจได้ เนื่องจากเป็นรหัสคอมพิวเตอร์ จึงเหมาะสำหรับการเก็บข้อมูล เท่านั้น แต่แฟ้มตัวอักษรเป็นแฟ้มที่สามารถนำมาใช้เพื่อแปลงข้อมูลไปเป็นข้อมูลสำหรับโปรแกรมวิเคราะห์ฯได้ จึงแนะนำให้เก็บอยู่ในรูปแฟ้มตัวอักษรจะดีกว่า

ข้อมูลทั้งหมดภายในแฟ้มกลางจะถูกแบ่งและบรรจุอยู่ในส่วนย่อยๆ ซึ่งเรียกส่วนย่อยๆนี้ว่า"ดาตาแพคเคท"(DATA PACKETS) แต่ละดาตาแพคเคทจะถูกบรรจุด้วยข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 3.1 นี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของดาตาแพคเคทในแฟ้มกลาง

| หมายเลขของชนิดของดาตาแพคเคท (PACKET TYPE NO.) | ข้อมูลเกี่ยวกับ |
|---|---|
| <u>ดาตาแพคเคทของรูปร่างไฟไนท์เอเลเมนท์</u> | |
| 25 | หัวเรื่องของแฟ้ม (FILE TITLE) |
| 26 | ข้อมูลสรุป (SUMMARY DATA) |
| 1 | ข้อมูลของโนด (NODE DATA) |
| 2 | ข้อมูลของเอเลเมนท์ (ELEMENT DATA) |
| 3 | คุณสมบัติทางวัสดุ |
| 4 | คุณสมบัติทางรูปร่างของเอเลเมนท์ |
| 5 | กรอบโคออร์ดิเนท (COORDINATE FRAME) |
| 6 | ภาระกระจาย (DISTRIBUTED LOAD) |
| 7 | ภาระเข้มข้นที่โนด |
| 8 | การขจัดที่โนด |
| 9 | การขจัดตั้งต้นของเอเลเมนท์แบบบาร์ |
| 10 | อุณหภูมิที่โนด |
| 11 | อุณหภูมิที่เอเลเมนท์ |
| 12 | รายการของดีกรีออฟฟรีดอม (DOF. LIST) |
| 13 | ค่ากลไก (MECHANISM ENTITIES) |
| 15 | ค่าฟลักซ์ความร้อนที่โนด (NODAL HEAT FLUX) |
| 16 | ค่าฟลักซ์ความร้อนที่เอเลเมนท์ |
| 17 | การพาความร้อน (CONVECTION) |
| 18 | การแผ่รังสี (RADIATION) |
| 21 | ส่วนประกอบของชื่อ (NAMED COMPONENTS) |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของดาตาแพคเคทในแฟ้มกลาง(ต่อ)

| หมายเลขของชนิดของดาตาแพคเคท (PACKET TYPE NO.) | ข้อมูลเกี่ยวกับ |
|---|---|
| | ดาตาแพคเคทของรูปร่างทางเรขาคณิต |
| 31 | ข้อมูลของกริด (GRID DATA) |
| 32 | ข้อมูลของเส้น (LINE DATA) |
| 33 | ข้อมูลของแพทช์ (PATCH DATA) |
| 34 | ข้อมูลของไฮเปอร์แพทช์ (HYPERPATCH DATA) |
| 36 | ข้อมูลของข้อมูลเส้น (DATA-LINE DATA) |
| 37 | ข้อมูลของข้อมูลแพทช์ (DATA-PATCH DATA) |
| 38 | ข้อมูลของข้อมูลไฮเปอร์แพทช์ (DATA-HYPERPATCH DATA) |
| 39 | ข้อมูลของฟิล์ด (FIELD DATA) |
| 40 | การ์ดรายการ (LIST CARD) |
| 41 | การ์ดข้อมูล (DATA CARD) |
| | ดาตาแพคเคทของตาราง GFEG/CFEG |
| 42 | ตาราง GFEG ของเส้น (GFEG table for a line) |
| 43 | " " แพทช์ ( " " patch) |
| 44 | " " ไฮเปอร์แพทช์ (GFEG table for a hyperpatch) |
| 45 | ตาราง CFEG (CFEG table) |
| | ดาตาแพคเคทของรูปร่างโซลิดที่ตกแต่งพื้นผิวแล้ว |
| 46 | ข้อมูลพรีมิทีฟ (PRIMITIVE DATA) |
| 47 | ข้อมูลของผิวของพรีมิทีฟ (PRIMITIVE FACE DATA) |
| 99 | รหัสการสิ้นสุดแฟ้ม (END OF FILE FLAG) |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มดาตาแพคเคทในแฟ้มกลาง จะมี 4 กลุ่ม ดังนี้ คือ

1. กลุ่มดาตาแพคเคทของรูปร่างไฟไนท์เอเลเมนท์
2. " " ทางเรขาคณิต
3. " ของตาราง GFEG/CFEG
4. " รูปร่างโซลิดที่ตกแต่งพื้นผิวแล้ว

ซึ่งในการวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะในกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มดาตาแพคเคทของรูปร่างไฟไนท์เอเลเมนท์เท่านั้น เนื่องจาก ในกลุ่มนี้มีข้อมูลที่เพียงพอแล้ว สำหรับโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

ในแต่ละดาตาแพคเคทจะประกอบด้วย การ์ดหัวเรื่อง (HEADER CARD) 1 ใบ แล้วตามด้วยการ์ดข้อมูลอีกซึ่งจำนวนการ์ดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของดาตาแพคเคท

การ์ดหัวเรื่องของแต่ละดาตาแพคเคทจะถูกบรรจุด้วยข้อมูล ดังนี้

Header Card Format (I2,8I8)

| IT | ID | IV | KC | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

IT = ชนิดของดาตาแพคเคท
ID = หมายเลขเจาะจง (หมายเลข "0" หมายถึง ไม่ใช้)
IV = หมายเลขเพิ่มเติม (หมายเลข "0" หมายถึง ไม่ใช้)
KC = การนับจำนวนการ์ด (จำนวนการ์ดที่จะตามหลังการ์ดหัวเรื่องของดาตาแพคเคทชนิดนั้น)
N1 ถึง N5 = ตัวเลขจำนวนเต็มสนับสนุนที่ใช้กำหนดค่าที่จำเป็นบางค่า

ซึ่ง Format (I2,8I8) คือ รูปแบบในภาษาฟอร์แทรน หมายถึง จะประกอบด้วย เลขจำนวนเต็ม 2 หลัก 1 ค่า และเลขจำนวนเต็ม 8 หลัก อีก 8 ค่า

เนื่องจากในส่วนของกลุ่มดาตาแพคเคทของรูปร่างไฟไนท์เอเลเมนท์ที่เราสนใจนี้ มีข้อมูลมากเกินความสามารถของโปรแกรมวิเคราะห์ฯที่การวิจัยนี้นำมาพิจารณาคือ "แซฟ 4" เช่น ในส่วนของค่าความร้อนต่างๆ ทั้งการพาความร้อนและการแผ่รังสี เป็นต้น ดังนั้น ในที่นี้จะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไม่กล่าวถึงส่วนที่ไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ในโปรแกรม"แซฟ 4"

รูปแบบของดาตาแพคเคทของรูปร่างไฟไนท์เอเลเมนท์ที่จำเป็นต้องใช้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับโปรแกรมวิเคราะห์ฯ"แซฟ 4" มีดังนี้

ดาตาแพคเคทหมายเลข 25 : การ์ดหัวเรื่อง

Header Card Format (I2,8I8)

| |
|---|
| 25 ID IV KC<br><br>ID = 0 ไม่ใช้<br>IV = 0 ไม่ใช้<br>KC = 1 |

User Title Card Format (20A4)

| |
|---|
| TITLE<br><br>TITLE = หัวเรื่องที่กำหนดสามารถมีได้ไม่เกิน 80 ตัวอักษร |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น

```
25    0    0    :    0    0    0    0    0
THIS IS THE ABEAM FOR SAP IV.
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 26 : ข้อมูลสรุป

Header Card Format (I2,8I8)

| 26 | ID | IV | KC | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

ID = 0 ไม่ใช้
IV = 0 ไม่ใช้
KC = 1

N1 = จำนวนโนด
N2 = จำนวนเอเลเมนท์
N3 = จำนวนคุณสมบัติทางวัสดุ
N4 = จำนวนคุณสมบัติทางรูปร่าง
N5 = จำนวนของกรอบโคออร์ดิเนท

Summary Data Card Format (3A4,2A4,3A4)

| DATE | TIME | VERSION |
|---|---|---|

DATE = วันที่สร้างแฟ้มกลาง
TIME = เวลาที่สร้างแฟ้มกลาง
VERSION = เวอร์ชันของ"พาแทรน"ที่ใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง เช่น

```
26      0       0       1       10      4       1       1       0
24-JUN-89   10:50:59    2.1
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 01 : ข้อมูลของโนด

Header Card Format (I2,8I8)

| 1 | ID | IV | KC |
|---|---|---|---|

ID = หมายเลขของโนด

IV = 0 ไม่ใช้

KC = 2

Data Card 1 Format (3E16.9)

| X | Y | Z |
|---|---|---|

X = ค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนทในระบบคาร์ทิเซียนในแนวแกน X

Y = " " Y

Z = " " Z

Data Card 2 Format (I1,1A1,3I8,2X,6I1)

| ICF | GTYPE | NDF | CONFIG | CID | PSPC |
|---|---|---|---|---|---|

ICF = รหัสของการย่อ (CONDENSATION FLAG)

GTYPE = ชนิดของโนด

NDF = จำนวนของดีกรีออฟฟรีดอม

CONFIG = รหัสบอกชนิดของโนด

CID = กรอบโคออร์ดิเนทสำหรับการวิเคราะห์ผลลัพธ์

PSPC = รหัสของการบังคับจุดเดี่ยวให้คงที่ 6 ค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับข้อมูลในการ์ดข้อมูลที่ 2 ของดาตาแพคเคทหมายเลข 1 ทั้งหมดไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาภายในการสร้างโปรแกรมอินเตอร์เฟสสำหรับ"แซฟ 4"เลย เนื่องจากบางส่วน"แซฟ 4"ไม่สามารถนำไปใช้ได้ และบางส่วนไม่จำเป็นต้องใช้ เช่น ค่า CID ซึ่งเป็นกรอบโคออร์ดิเนทสำหรับการวิเคราะห์ผลลัพธ์ คือ ผู้ใช้สามารถกำหนดกรอบโคออร์ดิเนทในทิศทางใดๆกับระบบแกนกลอโบล ขึ้นใหม่ได้ และข้อมูลต่างๆจะอ้างอิงกับกรอบโคออร์ดิเนทใหม่นี้ ซึ่ง"แซฟ 4"ไม่มีความสามารถในการทำส่วนนี้ได้ และ ค่า GTYPE ซึ่งเป็นชนิดของโนด เนื่องจาก"แซฟ 4"เป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์โครงสร้างเท่านั้น ชนิดของโนดจึงต้องเป็นชนิด G ซึ่งหมายถึงโนดชนิดโครงสร้าง เท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติจริง ถึงแม้โนดจะเป็นชนิดอื่น เช่น ชนิด T ซึ่งหมายถึงโนดสำหรับความร้อน หรือ ชนิด F ซึ่งหมายถึงโนดสำหรับของไหล(FLUID) ก็สามารถนำมาใช้วิเคราะห์โครงสร้างได้ ถ้าที่โปรแกรมอินเตอร์เฟส ผู้สร้างไม่ได้ทำการตรวจสอบชนิดของโนดก่อนนำมาใช้ และในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์เฟสที่สร้างขึ้นภายในการวิจัยนี้ก็มิได้ทำการตรวจสอบชนิดของโนดก่อนเช่นกัน เนื่องจากใช้ร่วมกับ"แซฟ 4"ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง ดังนั้น ผู้ใช้จึงควรมีจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์โครงสร้างของชิ้นงาน

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 1 เช่น

```
 1       1       0       2       0       0       0       0       0
 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
1G       6       0       0  000000
 1       2       0       2       0       0       0       0       0
 0.000000000E+00 0.100000000E+01 0.000000000E+00
1G       6       0       0  000000
 1       3       0       2       0       0       0       0       0
 0.000000000E+00 0.100000000E+01 0.150000000E+01
1G       6       0       0  000000
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 02 : ข้อมูลของเอเลเมนท์

Header Card  Format (I2,8I8)

```
2     ID      IV      KC      N1
```

ID = หมายเลขของเอเลเมนท์

IV = รูปร่าง (2=bar, 3=tri, 4=quad, 5=tet, 7=wedge, 8=hex)

KC = 1+(NODES+9)/10+(N1+4)/5  (สำหรับ แฟ้มตัวอักษร)

N1 = จำนวนของค่าข้อมูลเพิ่มเติม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Data Card 1 Format (4I8,3E16.9)

NODES CONFIG CID CEID $\theta_1$ $\theta_2$ $\theta_3$

NODES = จำนวนโนดทั้งหมดในเอเลเมนท์นี้

CONFIG = รหัสของเอเลเมนท์

PID = หมายเลขคุณสมบัติของรูปร่าง(PROPERTY ID.)

CEID = หมายเลขของเอเลเมนท์ที่ซ้อนทับ

$\theta_1$, $\theta_2$, $\theta_3$ = มุมของวัสดุ (MATERIAL ORIENTATION ANGLES)
[สำหรับเอเลเมนท์แบบบีม ค่าเหล่านี้ คือ ค่าโคออร์ดิเนท
ของจุดในระนาบ XY (XY-PLANE) ของบีม

Data Card 2 Format (10I8)

LNODES

LNODES = โนดที่อยู่ที่มุมของเอเลเมนท์

Data Card 3 Format (6E16.9)

ADATA

ADATA = ค่าข้อมูลเพิ่มเติม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับข้อมูลในการ์ดข้อมูลที่ 3 ซึ่งเป็นค่าข้อมูลเพิ่มเติมนั้น เป็นข้อมูลของโคออร์ดิเนทของปลายของบาร์ที่มีการออฟเซทจากโนดที่ปลาย ซึ่งในที่นี้ ไม่ถูกนำมาพิจารณาเพื่อไปเป็นข้อมูลสำหรับโปรแกรมวิเคราะห์ฯ

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 2 เช่น

```
2     1     4     2     0     0     0     0     0
      4     3     1     0 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
      1     2     3     4
2     2     4     2     0     0     0     0     0
      4     3     1     0 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
      4     3     5     6
2     3     4     2     0     0     0     0     0
      4     3     1     0 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
      6     5     7     8
2     4     4     2     0     0     0     0     0
      4     3     1     0 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
      8     7     9    10
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 03 : คุณสมบัติทางวัสดุ

Header Card Format (I2,8I8)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | ID | IV | KC |

ID = หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

IV = หมายเลขของชนิดที่ใช้ (1-13)

KC = 20 (สำหรับ แพ้มตัวอักษร)

Data Card 1 Format (5E16.9)

| |
|---|
| DATA |

DATA = ค่าคงที่ของคุณสมบัติทางวัสดุ 96 ค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลขของชนิดของคุณสมบัติทางวัสดุ

1. ไอโซทรอปิค(ISOTROPIC)
2. 2ดี แอนนิโซทรอปิค(2-D ANISOTROPIC)
3. 3ดี ออร์โธทรอปิค(3-D ORTHOTROPIC)
4. ทีส ออฟชัน(TIS OPTION)
5. แทน ออฟชัน(TAN OPTION)
6. - 7. 3ดี แอนนิโซทรอปิค(3-D ANISOTROPIC)
11. ออล ออฟชัน(HAL OPTION)
12. แลม ออฟชัน(LAM OPTION)
13. มิซ ออฟชัน(MIX OPTION)

ซึ่งใน"แซฟ 4" สามารถใช้กับคุณสมบัติทางวัสดุได้เพียง 4 ชนิด เท่านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเอเลเมนท์ที่ใช้ หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุที่ใช้ คือ

1. ไอโซทรอปิค
2. 2ดี แอนนิโซทรอปิค
3. 3ดี ออร์โธทรอปิค
7. 3ดี แอนนิโซทรอปิค

ค่าคงที่ของคุณสมบัติทางวัสดุ

1 อุณหภูมิอ้างอิง (T)

2 ความหนาแน่น (RHO)

3-5 มิติของคาแรคเทอริสทิค(CHARACTERISTIC DIMENSIONS (HZ, HY, HX))

6 สัมประสิทธิ์ของแดมปิงของโครงสร้าง(STRUCTURAL DAMPING COEFFICIENT, GE)

7 ค่าความร้อนจำเพาะ(SPECIFIC HEAT, CP)

8 ออฟชัน = ค่าหมายเลขชนิดของวัสดุ

9-14 สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน 6 ค่า(6 THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS ($\alpha_{11}$, $\alpha_{22}$, $\alpha_{33}$, $\alpha_{12}$, $\alpha_{23}$, $\alpha_{31}$)

15-20 ค่าการนำความร้อน 6 ค่า(6 THERMAL CONDUCTIVITIES ($K_{11}$, $K_{12}$, $K_{13}$, $K_{22}$, $K_{23}$, $K_{33}$))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

21-26 ผลลัพธ์ของความเค้นเชิงความร้อน 2 มิติ สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 1 องศา(2D THERMAL STRESS RESULTANTS FOR 1-DEGREE TEMPERATURE RISE ($N_1$, $N_2$, $N_{12}$, $M_1$, $M_2$ $M_{12}$))

27-35 คุณสมบัติทางวัสดุเชิงวิศวกรรม 9 ค่า(9 ENGINEERING MATERIAL PROPERTIES ($E_{11}$, $E_{22}$, $E_{33}$, $\nu_{12}$, $\nu_{23}$, $\nu_{31}$, $G_{12}$, $G_{23}$, $G_{31}$))

36 0

37-57 เทอมในสทิฟเนสเมทริกซ์ของวัสดุ 21 ค่า(21 MATERIAL STIFFNESS MATRIX TERMS ($C_{11}$, $C_{12}$, $C_{13}$, $C_{22}$, $C_{23}$, $C_{33}$, $C_{44}$, $C_{45}$, $C_{46}$, $C_{55}$, $C_{56}$, $C_{66}$, $C_{14}$, $C_{15}$, $C_{16}$, $C_{24}$, $C_{25}$, $C_{26}$, $C_{34}$, $C_{35}$, $C_{36}$)

58-63 เทอมในสทิฟเนสเมทริซ์ของเมมเบรน 2 มิติ 6 ค่า(2-D MEMBRANE STIFFNESS MATRIX TERMS ($A_{11}$, $A_{22}$, $A_{33}$, $A_{12}$, $A_{13}$, $A_{23}$))

64-69 เทอมในสทิฟเนสเมทริกซ์ของเบนดิง 2 มิติ 6 ค่า(2-D BENDING STIFFNESS MATRIX TERMS ($D_{11}$, $D_{12}$, $D_{13}$, $D_{22}$, $D_{23}$, $D_{33}$))

70-78 เทอมของเมมเบรน/เบนดิง คับปลิง 2 มิติ 9 ค่า(2-D MEMBRANE/BENDING COUPING TERMS ($B_{11}$, $B_{12}$, $B_{13}$ $B_{21}$, $B_{22}$, $B_{23}$, $B_{31}$, $B_{32}$, $B_{33}$))

79-81 ค่าจำกัดของความเค้น(STRESS LIMITS) สำหรับแรงดึง (TENSION), แรงอัด(COMPRESSION) และแรงเฉือน(SHEAR) (ST, SC, SS)

82 การแผ่(EMISSIVITY)

83-96 0 (ยังไม่เจาะจง ในปัจจุบัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 3 เช่น

```
3       1       3      20       0       0       0       0       0
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.300000000E+01 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.200000000E+06 0.210000000E+06 0.220000000E+06 0.300000012E+00
0.250000000E+00 0.269999981E+00 0.768999999E+05 0.800000000E+05 0.768999999E+05
0.000000000E+00 0.254898719E+06 0.104329875E+06 0.961471247E+05 0.267415499E+06
0.982064530E+05 0.271680437E+06 0.768999999E+04 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.800000000E+04 0.000000000E+00 0.768999999E+04 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
0.000000000E+00
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 04 : คุณสมบัติทางรูปร่างของเอเลเมนท์

Header Card  Format (I2,8I8)

```
4       ID      IV      KC      N1      N2      N3      N4
```

ID = หมายเลขของคุณสมบัติทางรูปร่างของเอเลเมนท์

IV = หมายเลขของคุณสมบัติทางวัสดุ

KC = (N4+4)/5

N1 = รหัสรูปร่างของเอเลเมนท์

N2 = จำนวนโนดใน 1 เอเลเมนท์

N3 = รหัสบอกจำนวนชนิดของเอเลเมนท์(CONFIGURATION)

N4 = จำนวนข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Data Card 1 Format (5E16.9)

DATA

DATA = ข้อมูลของคุณสมบัติทางรูปร่างของเอเลเมนท์ ตามที่โปรแกรมวิเคราะห์ฯต้องการ

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 4 เช่น

```
4       1       1       1       4       4       3       5       0
0.100000000E+01 0.000000000E+00 0.100000000E+01 0.000000000E+00 0.200000000E+01
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 05 : กรอบโคออร์ดิเนท

Header Card Format (I2,8I8)

5 ID IV KC

ID = หมายเลขของกรอบโคออร์ดิเนท

IV = ชนิดของกรอบโคออร์ดิเนท

1. มุมฉาก(RECTANGULAR)
2. ทรงกระบอก(CYLINDRICAL)
3. ทรงกลม(SPHERICAL)

KC = 4 (สำหรับ แพ้มตัวอักษร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Data Card 1 to 4 Format (5E16.9)

A1 A2 A3 B1 B2 B3 C1 C2 C3 R(1,1) R(2,1) ... R(3,3)

A1, A2, A3
B1, B2 ,B3 } โคออร์ดิเนทของจุด 3 จุด เพื่อนิยามกรอบโคออร์ดิเนท
C1, C2, C3

R 3 x 3 โรเทชันเมทริกซ์(ROTATION MATRIX) เพื่อย้ายโคออร์ดิเนทจากกรอบนี้ไปยังกรอบกลอโบลมุมฉาก(GLOBAL RECTANGULAR FRAME)

ดาตาแพคเคทหมายเลข 5 ไม่ถูกนำมาใช้กับ"แซฟ 4" เนื่องจาก"แซฟ 4"ไม่มีความสามารถในการคำนวนข้อมูลที่แกนอื่นๆ นอกจากแกนกลอโบลมุมฉาก

ดาตาแพคเคทหมายเลข 06 : แรงกระจาย

Header Card Format (I2,8I8)

6 ID IV KC

ID = หมายเลขของเอเลเมนท์
IV = หมายเลขของกลุ่มของแรงกระจาย
KC = 1+(NPV+4)/5 (สำหรับ แฟ้มตัวอักษร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Data Card 1 Format (3I1,6I1,8I1,I2)

| 6 LTYPE EFLAG GFLAG ICOMP(6) NODE(8) NFE |
|---|
| LTYPE = ชนิดของแรงกระจาย (0 = เส้น, 1 = พื้นผิว)<br>EFLAG = รหัสของเอเลเมนท์ (0 หรือ 1)<br>GFLAG = รหัสของโนด (0 หรือ 1)<br>ICOMP = รหัสส่วนประกอบของภาระทั้ง 6<br>NODE = รหัสของโนดของเอเลเมนท์ 8 ค่า<br>NFE = หมายเลขขอบ(EDGE NUMBER(1-12))หรือหมายเลขของผิวหน้า(FACE NUMBER(1-6)) |

Data Card 2 to KC Format (5E16.9)

| PDATA |
|---|
| PDATA = ค่าของแรงกระจาย ที่ไม่เป็น 0 |

โดยที่ NPV = NC * (EFLAG + NN + GFLAG)

และ NC = จำนวนค่ารหัส ICOMP ที่ = 1

NN = จำนวนของค่ารหัส NODE ที่ = 1

ตัวอย่างของดาต้าแพคเคทหมายเลข 6 เช่น

```
 6       1       1       2       0       0       0       0       0
11001000000110011 4
-0.500000000E+02
 6       2       1       2       0       0       0       0       0
11001000000110011 4
-0.500000000E+02
 6       3       1       2       0       0       0       0       0
11001000000110011 4
-0.500000000E+02
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดาตาแพคเคทหมายเลข 07 : แรงที่โนด

Header Card Format (I2,8I8)

| 7 | ID | IV | KC |
|---|---|---|---|

ID = หมายเลขของโนด

IV = หมายเลขของกลุ่มของแรง

KC = 1+(NDW+4)/5 (สำหรับ แฟ้มตัวอักษร)

Data Card 1 Format (I8,6I1)

| CID | ICOMP(6) |
|---|---|

CID = หมายเลขของกรอบโคออร์ดิเนท

ICOMP = รหัสของส่วนประกอบของแรง 6 ค่า (0 หรือ 1)

Data Card 2 to KC Format (5E16.9)

| FDATA |
|---|

FDATA = ค่าของแรง ที่ไม่เป็น 0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ NDW = ผลรวมของรหัสของส่วนประกอบของแรง(ICOMP(I),I=1,6)

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 7 เช่น

```
 7     3     1     2     0     0     0     0     0
      0010000
-0.150000000E+01
 7     5     1     2     0     0     0     0     0
      0010000
-0.150000000E+01
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 08 : การขจัดที่โนด

Header Card Format (I2,8I8)

```
8      ID      IV      KC
```

ID = หมายเลขของโนด

IV = หมายเลขของกลุ่มการขจัดที่โนด

KC = 1+(NDW+4)/5 (สำหรับ แฟ้มตัวอักษร)

Data Card 1 Format (I8,6I1)

```
CID      ICOMP(6)
```

CID = หมายเลขของกรอบโคออร์ดิเนท

ICOMP = รหัสของส่วนประกอบของการขจัด 6 ค่า (0 หรือ 1)

Data Card 2 to KC Format (5E16.9)

```
FDATA
```

FDATA = ค่าของการขจัด (อาจจะเป็น 0.0 ได้)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ NDW = ผลรวมของ ICOMP(I),I=1,6

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 8 เช่น

```
8       1       1       2       0       0       0       0       0
        0111000
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
8       2       1       2       0       0       0       0       0
        0111000
0.000000000E+00 0.000000000E+00 0.000000000E+00
```

ดาตาแพคเคทหมายเลข 09 : การขจัดตั้งต้นของเอเลเมนท์แบบบาร์

Header Card Format (I2,8I8)

| |
|---|
| 9 ID IV KC<br><br>ID = หมายเลขของเอเลเมนท์แบบบาร์<br>IV = หมายเลขของกลุ่มภาระ<br>KC = 1 |

Data Card 1 Format (E16.9)

| |
|---|
| DEF<br><br>DEF = การขจัดตั้งต้น(ค่า+ สำหรับการยืด (ELONGATION)) |

เอเลเมนท์แบบบาร์ใน"แซฟ 4" ที่สามารถกำหนดการขจัดตั้งต้นได้ มีเพียงชนิดเดียว คือ บาวน์ดารีเอเลเมนท์ ซึ่งสามารถเลือกกำหนดได้แบบใดแบบหนึ่งจากการขจัด หรือ การหมุน (ROTATION) แต่ในดาตาแพคเคทหมายเลข 9 นี้ กำหนดได้เฉพาะการขจัดเท่านั้น ดังนั้นในที่นี้จึงไม่นำดาตาแพคเคทหมายเลข 9 มาใช้สำหรับ"แซฟ 4" โดยจะให้ผู้ใช้สามารถกำหนด การขจัด, การหมุน ตั้งต้นสำหรับบาวน์ดารีเอเลเมนท์ของ"แซฟ 4"ได้ในดาตาแพคเคทหมายเลข 4 เพื่อให้มีรูปแบบการกำหนด การขจัด, การหมุน ตั้งต้น ที่เหมือนกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดาตาแพคเคทหมายเลข 10 : อุณหภูมิที่โนด

Header Card Format (I2,8I8)

| |
|---|
| 10 ID IV KC<br><br>ID = หมายเลขของโนด<br>IV = หมายเลขของกลุ่มของอุณหภูมิ<br>KC = 1 |

Data Card 1 Format (E16.9)

| |
|---|
| TEMP<br><br>TEMP = ค่าอุณหภูมิ |

ตัวอย่างของดาตาแพคเคทหมายเลข 10 เช่น

```
10      1     1     1     1     0     0     0     0
 0.211999999E+03
10      2     1     1     1     0     0     0     0
 0.211999999E+03
10      3     1     1     1     0     0     0     0
 0.211999999E+03
10      4     1     1     1     0     0     0     0
 0.211999999E+03
10      5     1     1     1     0     0     0     0
 0.211999999E+03
```

ตั้งแต่ดาตาแพคเคทหมายเลข 11 ถึง 21 "แซฟ 4" ไม่มีความสามารถในการรับข้อมูลเหล่านี้ จึงไม่นำมาพิจารณาในที่นี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย