

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

การรวบรวมข้อมูลและศึกษา

4.1 การ Down Load โปรแกรม MICRO FEAP I และ STAAD III

ก) โปรแกรม MICRO FEAP I

-ลักษณะโปรแกรม MICRO FEAP I เขียนด้วยภาษา Basic แบ่งเป็น 6 modulus

P1- modulus : สำหรับ plane frame/truss/wall system

P2- modulus : สำหรับ plane grid/floor(plate) system

P3- modulus : สำหรับ plane stress/strain system

P4- modulus : สำหรับ space frame/truss/wall system

P5- modulus : สำหรับ 3D membrane/structures

P6- modulus : สำหรับ 3D shell/structures

-การ Down Load โปรแกรม MICRO FEAP I ,Version 3.3

สามารถทำได้โดย

1. copy จาก Hard disk ลงแผ่นขนาด 1.44 MB

2. copy จาก แผ่นขนาด 1.44 MB ลง Hard disk

-โปรแกรม MICRO FEAP I พัฒนาจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ในวิทยานิพนธ์

ระดับปริญญาโท ระหว่างปี 2525 – 2527 สามารถวิเคราะห์โครงสร้างแบบต่าง ๆ

ข) โปรแกรม STAAD III-ลักษณะโปรแกรม STAAD III สามารถคำนวณได้ดังนี้

:วิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบโครงข้อมุม 2 มิติและ 3 มิติ

:วิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบโครงข้อแข็ง 2 มิติและ 3 มิติ

: วิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบโครงสร้างไม้ เหล็กรูปพรรณ คอนกรีตเสริมเหล็ก และอะลูมิเนียม

: พิจารณาน้ำหนักได้ทุกกรณี เช่น น้ำหนักแบบ Moving Load , Earthquake, Temperature, ได้ถึง 500 Load Case

: พัฒนาโดยป้อนข้อมูลแบบ Graphic และ Text File ได้

การDown Load โปรแกรม STAAD III

ส่วนประกอบที่จำเป็น

1. รุ่น PC-486 สำหรับ Windows 3.11 หรือ PC Pentium สำหรับ Windows 95 / Windows NT ,
2. Ram อย่างน้อย 16 MB
3. พื้นที่ว่างของ Hard Disk อย่างน้อย 80 MB สำหรับ Full Version และ 20 MB สำหรับ Student Version
4. จอสีขนาด 14 “ ขึ้นไป ความละเอียดของภาพ 800 x 600
5. Mouse , Graphic card , Multimedia System

วิธีการติดตั้ง

- 1.เข้าไปในโปรแกรม Windows คลิกที่ปุ่ม Start แล้วคลิกไปที่ปุ่ม Program แล้วชี้ไปที่ MS – DOS Prompt
- 2.พิมพ์ cd.. เพื่อออกจาก Windows
- 3.พิมพ์ md st เพื่อสร้าง Directory ST
- 4.นำแผ่นโปรแกรมใส่เข้าไปใน Drive A
- 5.พิมพ์ a: เพื่อที่จะเปลี่ยน Drive ไปยัง Drive A
- 6.พิมพ์ copy *.* c:\st จะคัดลอกไฟล์ลงใน Drive C Directory ST
- 7.พิมพ์ c: เพื่อที่จะกลับไปยัง Drive C
- 8.พิมพ์ cd st เพื่อที่จะเข้าไปยัง Directory ST
- 9.พิมพ์ md data เพื่อสร้าง Directory DATA
- 10.พิมพ์ st เพื่อขยายไฟล์ที่ถูกบีบอัดอยู่
- 11.พิมพ์ swapdisk c:\st\data
- 12.เวลา Run ใช้ STAAD3

ข้อจำกัดของ โปรแกรม STAAD III Student Version สามารถวิเคราะห์ โครงสร้างได้

สูงสุด 500 ชั้นและ โปรแกรม STAAD III พัฒนาจาก Research Engineers, Inc. (REI)

.California, U.S.A โปรแกรม STAAD III Student Version I คือ Version 19.0a และโปรแกรม

STAAD III Full Version คือ Version 20.0 ในปี 1994

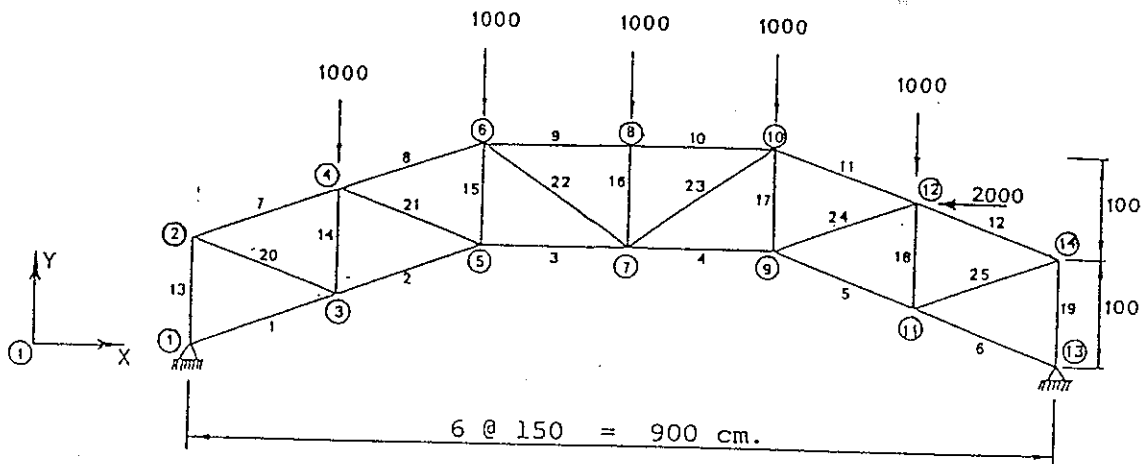
4.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม MICRO FEAP I และ STAAD III

ก. ตัวอย่างที่ 1 ของคู่มือ MICRO FEAP I

พบว่าผลการคำนวณ เทียบกับตัวอย่างถูกต้อง 100 % และให้ค่าแรงปฏิกิริยาดังนี้

ที่ Node 1 $F_x = 4620.5$ กก. และ $F_y = 2833.3$ กก.

Node 13 $F_x = -2620.5$ กก. และ $F_y = 2166.7$ กก.



$$\text{Area of chords} = 6.46 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area of webs} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$E = 2.1E6 \text{ KSC}$$

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างโครงข้อหมุน 2 มิติในคู่มือ MICRO FEAP I

MICROFEAP-P1 DATE: 03-27-2000 <EACH> P.2
 PROJECT : EX 1 FILENAME: ex1
 AUTHORITY: NARESUAN UNIVERSITY-FACULTY OF ENGG. ENGINEER: MONTREE

LOAD CASE STRESSES <2D-TRUSS SYSTEM>

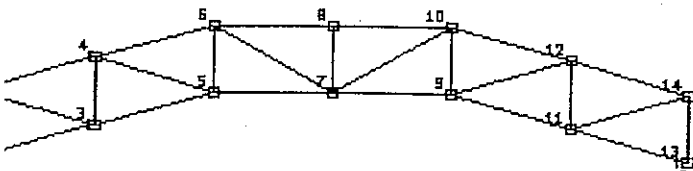
LOAD CASE 1 (Factor = 1): S

ELEM	MA	LENGTH (CM)	1-FORCE (KG)	2-FORCE (KG)	1-STRESS (KG/CM ²)	2-STRESS (KG/CM ²)
1	1	158.11	-4.8704D+03	-4.8704D+03	-7.5394D+02	-7.5394D+02
2	1	158.11	-2.8258D+03	-2.8258D+03	-4.3742D+02	-4.3742D+02
3	1	150.00	-2.2410D+03	-2.2410D+03	-3.4691D+02	-3.4691D+02
4	1	150.00	-1.2410D+03	-1.2410D+03	-1.9211D+02	-1.9211D+02
5	1	158.11	-7.1758D+02	-7.1758D+02	-1.1108D+02	-1.1108D+02
6	1	158.11	-2.7623D+03	-2.7623D+03	-4.2759D+02	-4.2759D+02
7	1	158.11	-2.0447D+03	-2.0447D+03	-3.1651D+02	-3.1651D+02
8	1	158.11	-2.5082D+03	-2.5082D+03	-3.8827D+02	-3.8827D+02
9	1	150.00	-3.6295D+03	-3.6295D+03	-5.6184D+02	-5.6184D+02
10	1	150.00	-3.6295D+03	-3.6295D+03	-5.6184D+02	-5.6184D+02
11	1	158.11	-3.5623D+03	-3.5623D+03	-5.5144D+02	-5.5144D+02
12	1	158.11	-2.0447D+03	-2.0447D+03	-3.1651D+02	-3.1651D+02
13	2	100.00	-1.2932D+03	-1.2932D+03	-3.2656D+02	-3.2656D+02
14	2	100.00	-1.2932D+03	-1.2932D+03	-3.2656D+02	-3.2656D+02
15	2	100.00	-1.0402D+03	-1.0402D+03	-2.6267D+02	-2.6267D+02
16	2	100.00	-1.0000D+03	-1.0000D+03	-2.5252D+02	-2.5252D+02
17	2	100.00	-4.0169D+01	-4.0169D+01	-1.0144D+01	-1.0144D+01
18	2	100.00	-1.2932D+03	-1.2932D+03	-3.2656D+02	-3.2656D+02
19	2	100.00	-1.2932D+03	-1.2932D+03	-3.2656D+02	-3.2656D+02
20	2	158.11	2.0447D+03	2.0447D+03	5.1633D+02	5.1633D+02
21	2	158.11	4.6353D+02	4.6353D+02	1.1705D+02	1.1705D+02
22	2	180.28	1.5023D+03	1.5023D+03	3.7937D+02	3.7937D+02
23	2	180.28	3.0046D+02	3.0046D+02	7.5874D+01	7.5874D+01
24	2	158.11	-5.9056D+02	-5.9056D+02	-1.4913D+02	-1.4913D+02
25	2	158.11	2.0447D+03	2.0447D+03	5.1633D+02	5.1633D+02

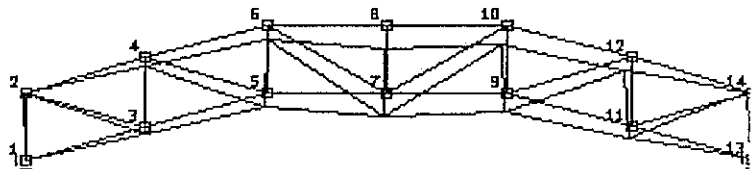
LOAD CASE DISPLACEMENTS <2D-TRUSS SYSTEM>

LOAD CASE 1 (Factor = 1): S

NODE	1-DISP (CM)	2-DISP (CM)
1	0.0000D+00	0.0000D+00
2	-1.8672D-02	-1.5550D-02
3	-1.6173D-02	-1.3099D-01
4	-1.2836D-04	-1.4654D-01
5	-1.8272D-02	-2.2884D-01
6	6.5982D-04	-2.4135D-01
7	-4.3051D-02	-3.6563D-01
8	-3.9472D-02	-3.7765D-01
9	-5.6773D-02	-2.9857D-01
10	-7.9603D-02	-2.9906D-01
11	-3.3106D-02	-2.0113D-01
12	-9.5908D-02	-2.1668D-01
13	0.0000D+00	0.0000D+00
14	-5.3986D-02	-1.5550D-02



GEOMETRY (1.1 = 4.88E+01)

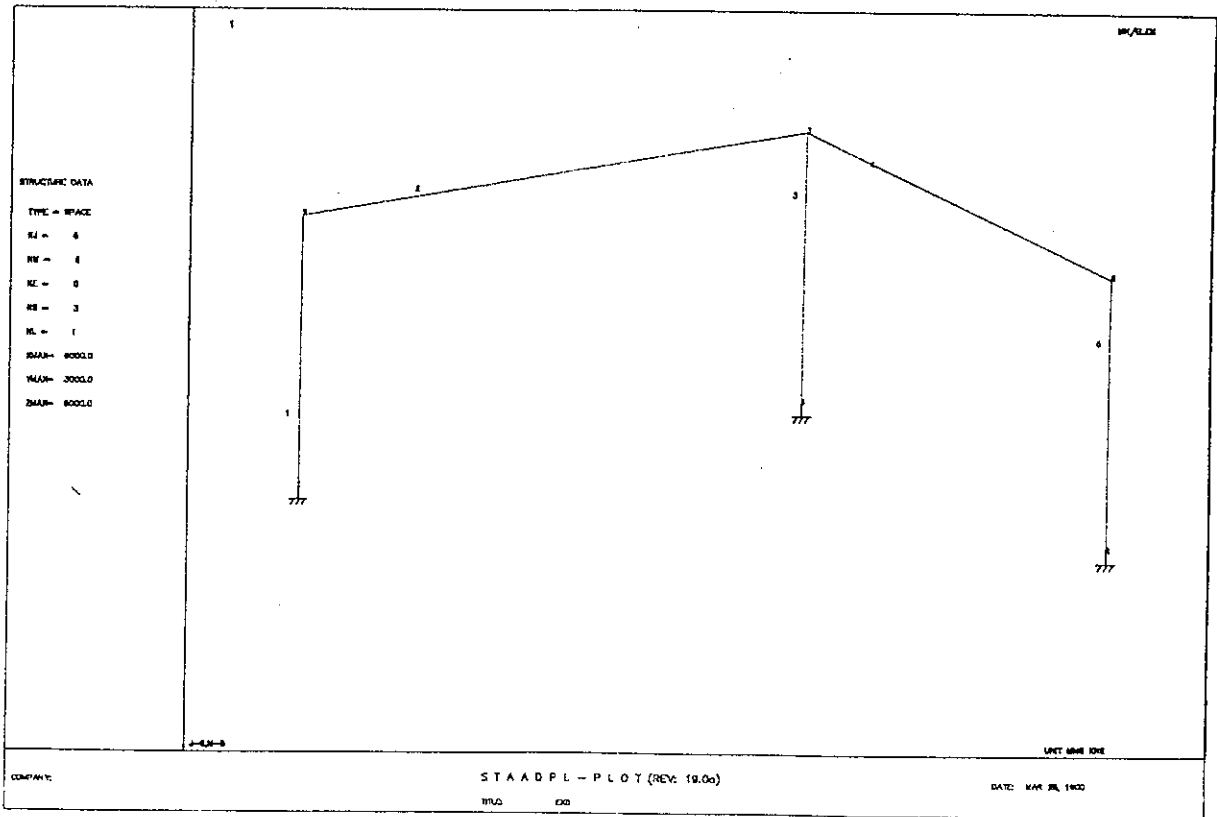


DISP.COM (1.1 = 5.35E-01)

ข. ตัวอย่างที่ 2 ของคู่มือ STAAD III

พบว่าผลการคำนวณ เทียบกับตัวอย่างถูกต้อง 100 % และให้ค่าแรงปฏิกิริยา ดังนี้

ที่ Node 1	$F_x = 0.40 \text{ KN.}$	$F_y = 4.77 \text{ KN.}$	$F_z = 0.76 \text{ KN.}$
	$M_x = 2384.37 \text{ KN.mm.}$	$M_y = -73.55 \text{ KN.mm.}$	$M_z = 13107.68 \text{ KN.mm}$
Node 4	$F_x = 0.36 \text{ KN.}$	$F_y = -9.54 \text{ KN.}$	$F_z = -0.36 \text{ KN.}$
	$M_x = 13130.67 \text{ KN.mm.}$	$M_y = 0 \text{ KN.mm}$	$M_z = 13130.66 \text{ KN.mm}$
Node 6	$F_x = -0.76 \text{ KN.}$	$F_y = -4.77 \text{ KN.}$	$F_z = -0.40 \text{ KN.}$
	$M_x = 13107.68 \text{ KN.mm.}$	$M_y = 73.55 \text{ KN.mm}$	$M_z = 2384.37 \text{ KN.mm}$



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างโครงข้อแข็ง 3 มิติในคู่มือ STAAD III

```

*****
*
*   S T A A D - I I I
*   Revision 19.0a
*   Proprietary Program of
*   RESEA 0:55:54ERS, Inc.
*   Date= MAR 28, 1900
*   Time= 0:55:51
*
*   USER ID:
*****

```

1. STAAD SPACE EX5
2. INPUT WIDTH 72
3. UNIT METER KNS
4. JOINT COORDINATES
5. 1 0. 0. 0.; 2 0. 3. 0.; 3 6. 3. 0.; 4 6. 0. 0.; 5 6. 3. 6.; 6 6. 0. 6.
6. MEMBER INCIDENCES
7. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 3 5; 5 5 6
8. UNIT MMS KNS
9. MEMBER PROPERTY AMERICAN
10. 1 TO 5 PRI AX 6450. IX 4162000. IY 124900008. IZ 124900008.
11. CONSTANTS
12. E 210. ALL
13. SUPPORTS
14. 1 4 6 FIXED
15. LOAD 1 SINKING SUPPORT
16. SUPPORT DISPLACEMENT LOAD
17. 4 FY -12.7
18. PERFORM ANALYSIS

PROBLEM STATISTICS

```

-----
NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 6/ 5/ 3
ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH = 2/ 2
TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 1, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 18
SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 216 DOUBLE PREC. WORDS
REQUIRED DISK SPACE = 12.01 MB, TOTAL EXMEM = 2.05 MB

```

```

++ PROCESSING ELEMENT STIFFNESS MATRIX.      0:55:54
++ PROCESSING GLOBAL STIFFNESS MATRIX.      0:55:54
++ PROCESSING TRIANGULAR FACTORIZATION.     0:55:54
++ CALCULATING JOINT DISPLACEMENTS.       0:55:54
++ CALCULATING MEMBER FORCES.              0:55:54

```

19. PRINT ANALYSIS RESULTS

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT LOAD X-TRANS Y-TRANS Z-TRANS X-ROTAN Y-ROTAN Z-ROTAN

1	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	1	0.23169	-0.00106	-0.02786	-0.00014	0.00050	-0.00157
3	1	0.23151	-1.26788	-0.23151	-0.00156	0.00000	-0.00156
4	1	0.00000	-1.27000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	1	0.02786	-0.00106	-0.23169	-0.00157	-0.00050	-0.00014
6	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUPPORT REACTIONS -UNIT KNS MMS STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT LOAD FORCE-X FORCE-Y FORCE-Z MOM-X MOM-Y MOM-Z

1	1	0.40	4.77	0.76	2384.37	-73.55	13107.68
4	1	0.36	-9.54	-0.36	13130.67	0.00	13130.66
6	1	-0.76	4.77	-0.40	13107.68	73.55	2384.37

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KNS MMS

MEMB LOAD JT AXIAL SHEAR-Y SHEAR-Z TORSION MOM-Y MOM-Z

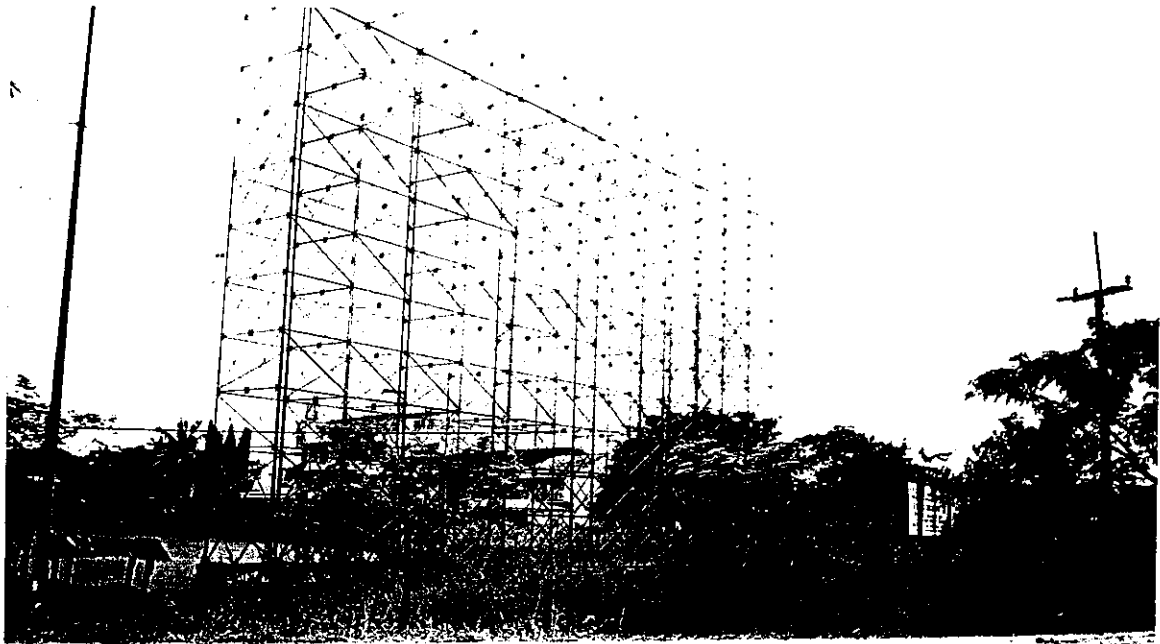
1	1	1	4.77	-0.40	0.76	-73.55	-2384.37	13107.68
		2	-4.77	0.40	-0.76	73.55	103.57	-14297.93
2	1	2	0.40	4.77	0.76	103.57	-73.55	14297.93
		3	-0.40	-4.77	-0.76	-103.57	-4488.06	14324.79
3	1	3	-9.54	-0.36	0.36	0.00	-14221.22	-14221.23
		4	9.54	0.36	-0.36	0.00	13130.67	13130.66
4	1	3	0.40	-4.77	-0.76	-103.57	4488.06	-14324.79
		5	-0.40	4.77	0.76	103.57	73.55	-14297.93
5	1	5	4.77	0.76	0.40	73.55	-14297.93	-103.57
		6	-4.77	-0.76	-0.40	-73.55	13107.68	2384.37

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

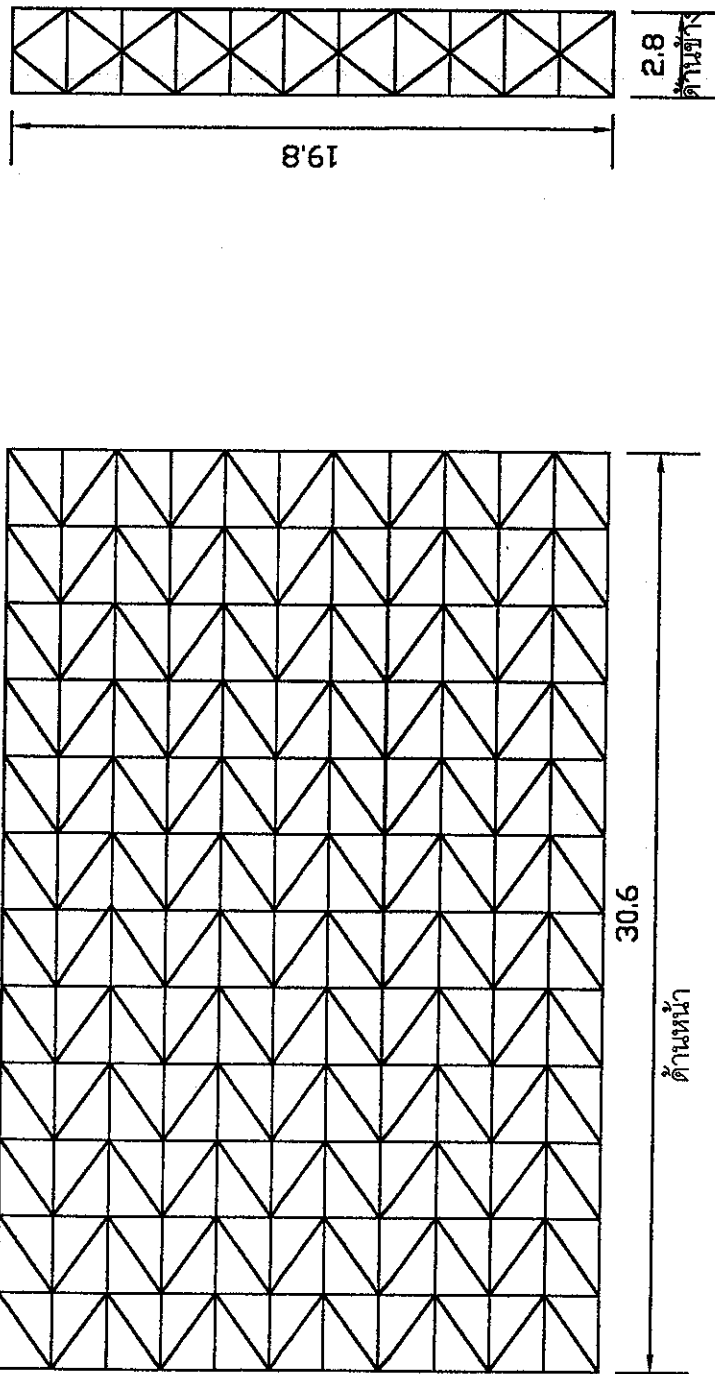
4.3 สำรวจและถ่ายภาพโครงป้ายโฆษณา ใน อ.เมือง จ.พิษณุโลก

โครงป้ายโฆษณาที่ใหญ่ ๆ จำนวน 2 โครง สำรวจวันที่ 23 มิถุนายน 2542 มีรายละเอียด ดังนี้

- ก. โครงป้ายที่หนึ่ง สถานที่ แยกต้นหว้า ต.ท่าทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ดังรูปที่ 4.3 ถึง รูปที่ 4.4 เป็นโครงเหล็ก สูง 19.8 เมตร กว้าง 2.8 เมตร ยาว 30.6 เมตร ใช้เหล็กแฉกตั้ง L75x75x6 เหล็กแฉกนอนและแนวเฉียง L 40x40x3 ต่อด้วย สลักเกลียว มีฐานรากเชื่อมด้วยคานคอนกรีต ขนาด $20 \times 20 \text{ cm}^2$ ใช้เสาเข็มขนาด $20 \times 20 \text{ cm}^2$ เป็นลักษณะ cross bracing

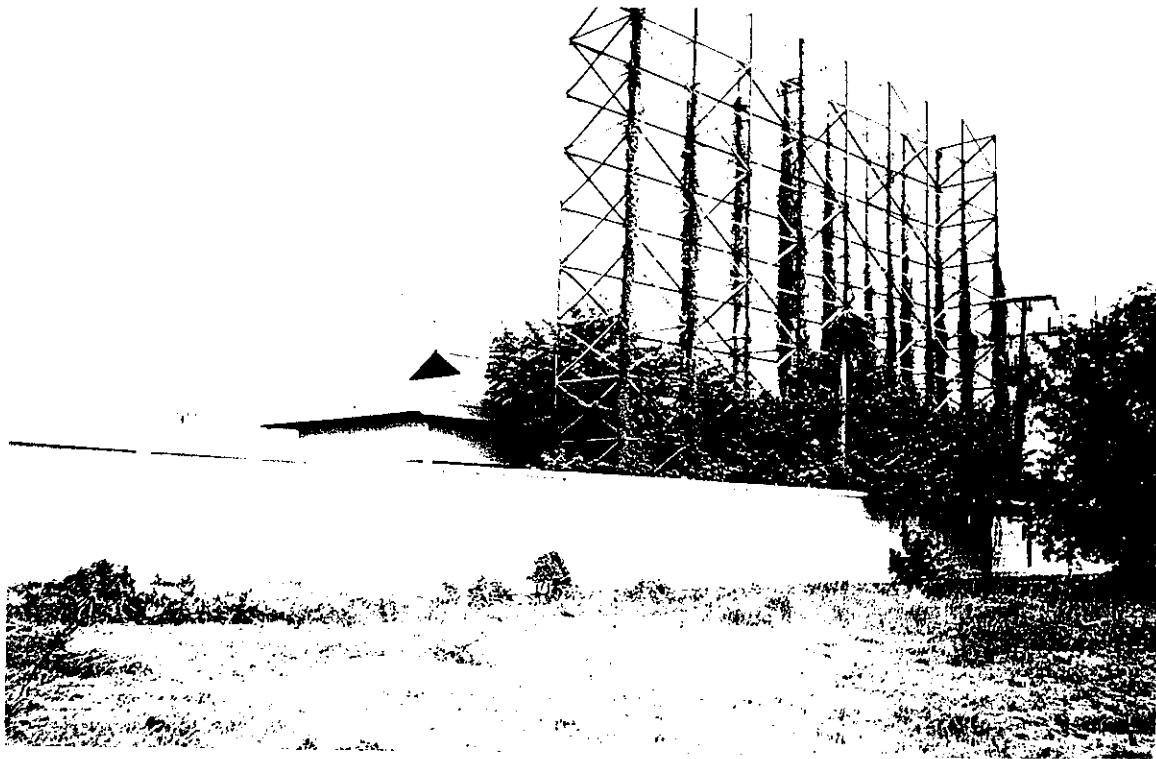


รูปที่ 4.3 โครงเหล็กป้ายโฆษณาขนาด 19.8 ม.

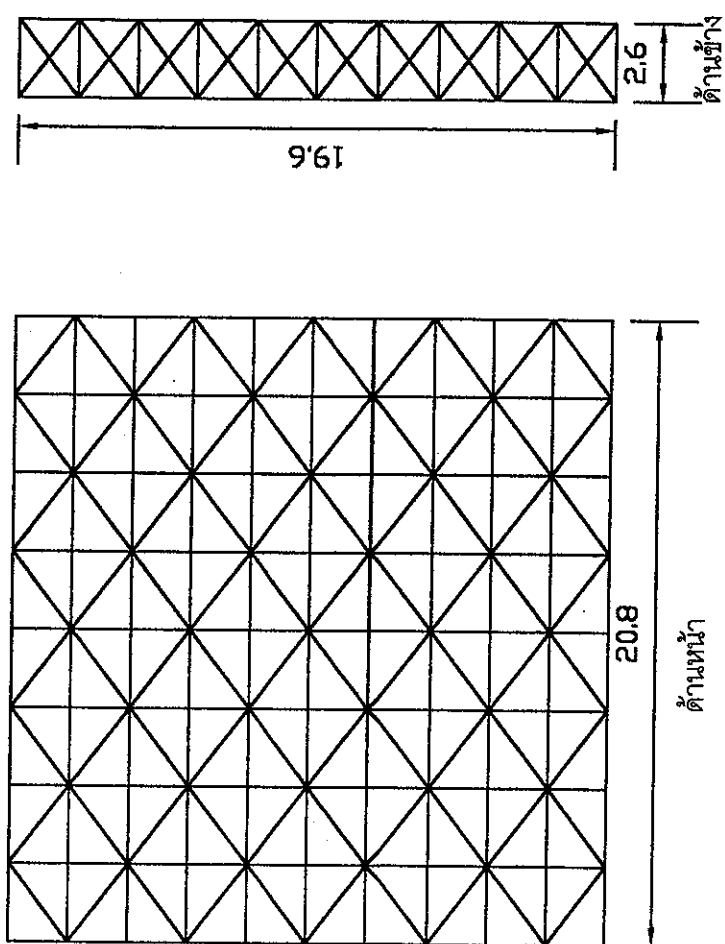


รูปที่ 4.4 โครงเหล็กป้ายโฆษณาขนาด 19.8 ม.

ข. โครงข่ายที่สอง สถานที่ แยกโรงไฟฟ้า ต.อรัญญิก อ.เมือง จ.พิษณุโลก ดังรูปที่ 4.5 ถึง รูปที่ 4.6 เป็นโครงเหล็ก สูง 19.6 เมตร กว้าง 2.6 เมตร ยาว 20.8 เมตร ใช้เหล็กแฉกตั้ง L70x70x6 เหล็กแนวนอนและแนวเฉียง L 70x70x6 ต่อด้วย รอยเชื่อม มีฐานรากเชื่อมด้วยคานคอนกรีต ขนาด 20x30 cm² ใช้เสาเข็มขนาด 25 x 25 cm² เป็นลักษณะ cross bracing



รูปที่ 4.5 โครงเหล็กโครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 19.6 ม.



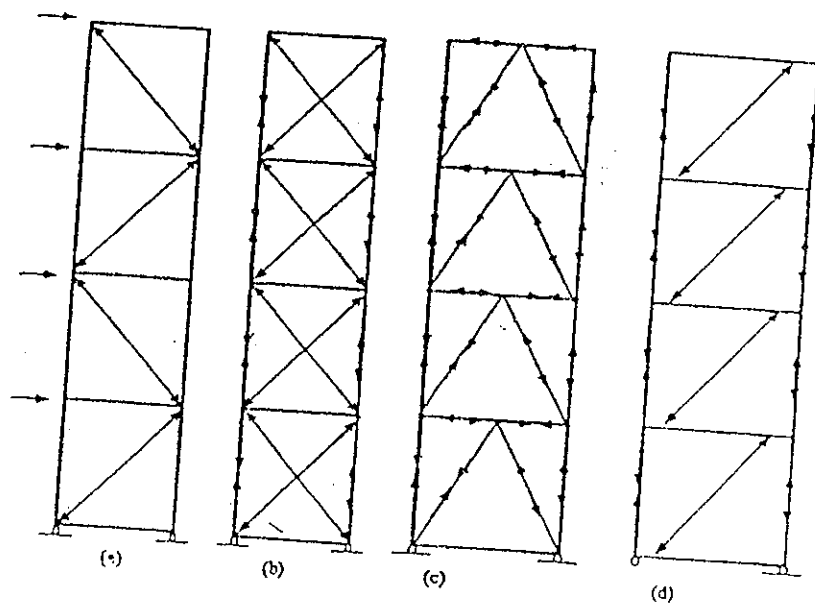
รูปที่ 4.6 โครงเหล็กป้ายโฆษณาขนาด 19.6 ม.

4.4 ลักษณะโครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 8 เมตร 18 เมตร และ 25.2 เมตร

โครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 8 เมตร เป็นแบบโครงถักสองชั้น ออกแบบเพื่อต่อเติมเป็นโครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 18 เมตรในอนาคต ลักษณะโครงถักด้านข้างเป็นแบบ crossing bracing (ดังรูปที่ 4.7 b) เพื่อการรับแรงลมทางด้านข้าง

โครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 18 เมตร เป็นแบบโครงถักสองชั้น ส่วนบนลดขนาดลงเป็นชั้นเดียวที่ระดับ 10.5 เมตร เพื่อลดน้ำหนักของโครงสร้างป้ายโฆษณา ลักษณะโครงถักด้านข้าง เป็นแบบ crossing bracing (ดังรูป 4.7 b) เพื่อการรับแรงลมทางด้านข้าง

โครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 25.2 เมตร เป็นแบบโครงถักสองชั้น ส่วนบนลดขนาดลงเป็นชั้นเดียวที่ระดับ 12.6 เมตร เพื่อลดน้ำหนักของโครงสร้างป้ายโฆษณา ลักษณะโครงถักด้านข้าง เป็นแบบ crossing bracing (ดังรูป 4.7 b) เพื่อการรับแรงลมทางด้านข้าง



รูปที่ 4.7 Bracing System (a) diagonal bracing, (b) cross – bracing, (c) K-bracing, and (d) eccentric bracing.

4.5 แรงลมกระทำตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522

หมวด 6 ข้อ 64 "ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารให้ค้ำเนื่องแรงลมด้วย หากจำเป็นต้องคำนวณและไม่มีเอกสารอ้างอิงเชื่อถือได้ให้ใช้หน่วยแรงลมดังต่อไปนี้

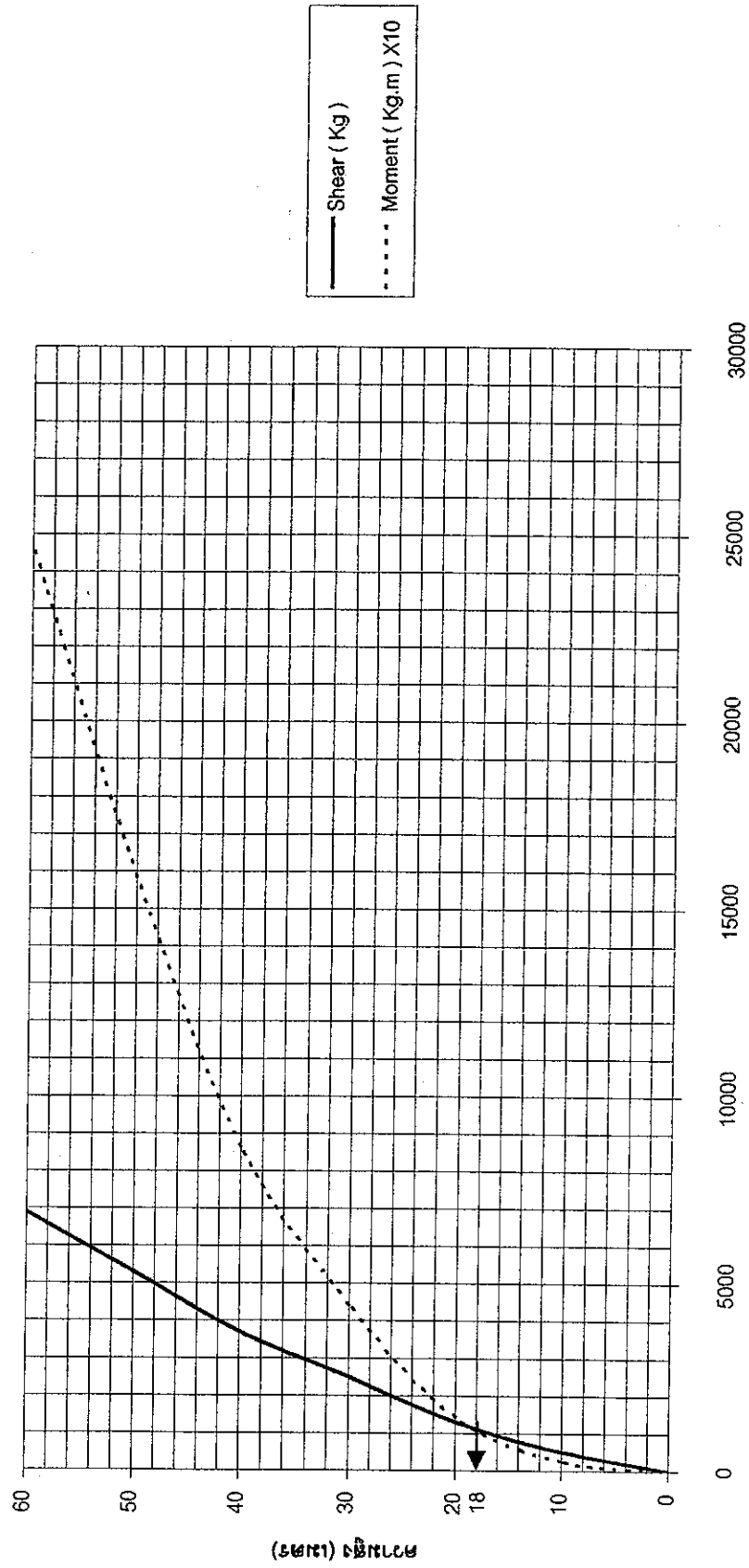
ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลม กก./ม ²
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 40 เมตร	160

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้หน่วยแรงลม เพื่อเป็นแรงกระทำต่อโครงป้ายโฆษณาดังกล่าว

จากกราฟแสดงค่าแรงเฉือนและโมเมนต์พื้นฐานจาก กราฟที่ 4.1 ของอาคารหรือโครงสร้างป้ายโฆษณาที่ระดับ ความสูงต่าง ๆ กัน อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนพื้นฐานจาก มีอัตราเพิ่มค่อนข้างสม่ำเสมอแบ่งได้เป็น 2 ช่วงคือ 0 – 20 เมตร และ 20-60 เมตร ดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงของค่าโมเมนต์ มีอัตราการเพิ่มมากกว่า 500 กก.-ม./เมตร ของความสูงที่เพิ่มขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงรัศมีน้อยที่สุดในกราฟที่ 4.1 พบว่า ที่ความสูงของอาคารหรือโครงสร้างป้ายโฆษณาระดับ 18 เมตร น่าจะประหยัดขนาดฐานรากในการต้านทานโมเมนต์ที่เกิดจากแรงลมกระทำตามเทศบัญญัตินี้

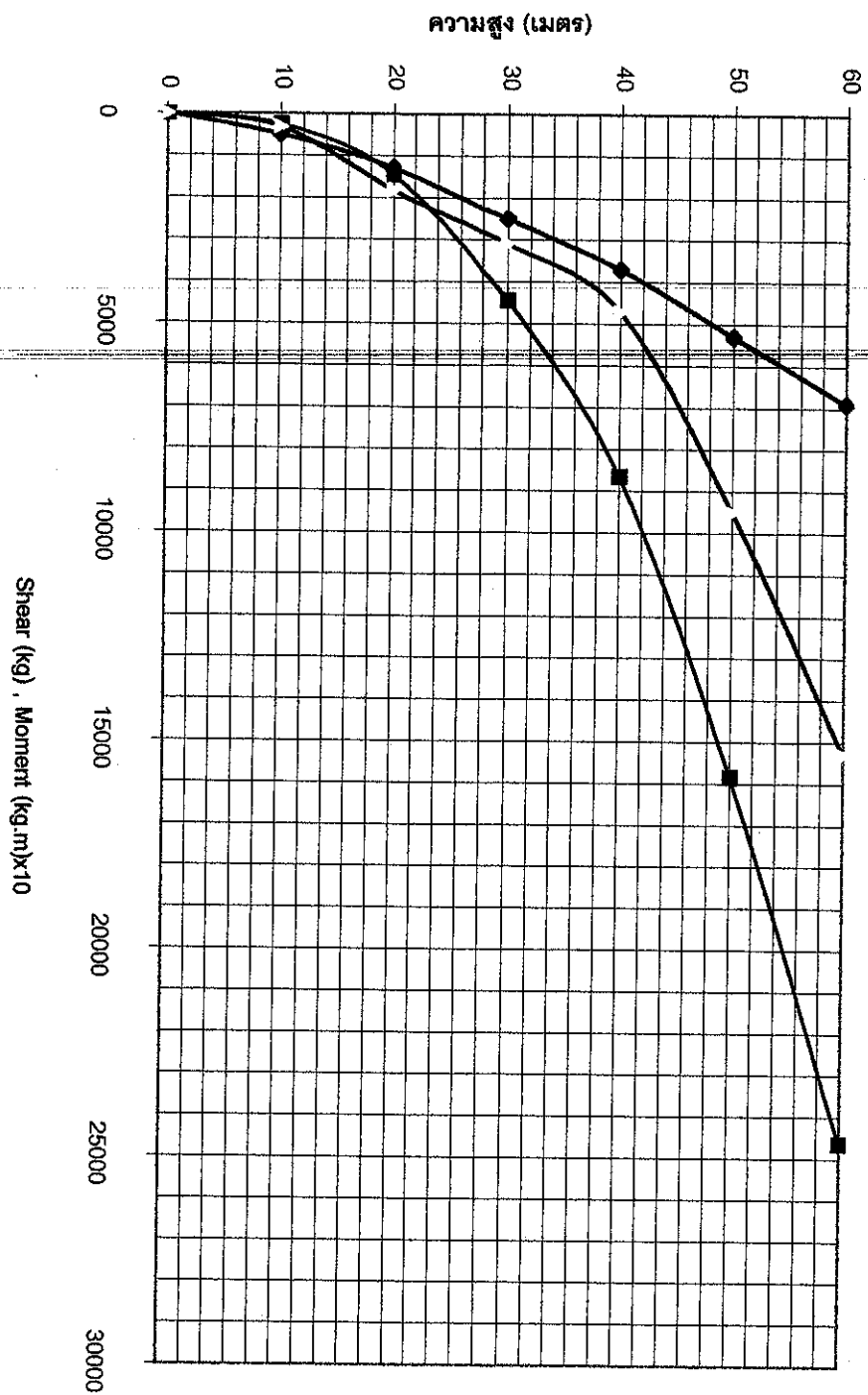
ในวิธีการคำนวณแรงลมตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 นี้พบว่า อาจให้ค่าแรงลมที่น้อยเกินไป สำหรับอาคารและโครงสร้างที่สูงมาก ๆ หรือที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งหรือชายทะเล การเปรียบเทียบค่าแรงลมที่คำนวณได้ ต่ออาคารสูง 50 เมตร พบว่า การคำนวณแรงลมตามเทศบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 นี้ ให้ค่าแรงลมน้อยกว่า ค่าที่ได้จากวิธี NBC 1990 แต่จะให้ค่าที่มากกว่า สำหรับอาคารที่มีความสูงน้อยและตั้งอยู่ในเมืองหลวง ดังนั้นค่าแรงลมกระทำตามเทศบัญญัติควบคุมอาคาร น่าจะเหมาะกับการใช้ต่อโครงป้ายโฆษณา ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยต่ำกว่า 25 เมตร

กราฟที่ 4.1 ค่าแรงเฉือนและโมเมนต์ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.



ค่าแรงเฉือนในแนวนอน กก./ม. หรือโมเมนต์ที่เกิดจากแรงลม (x 10) กก./ม.

กราฟแสดงค่า Shear และ Moment ที่เกิดจากแรงลม



◆ Shear (Kg)
 ■ Moment (Kg.m) X10 cantilever pole
 --- Moment(kg.m)x10 from Billboard

Shear (kg) , Moment (kg.m)x10

การวิเคราะห์โครงสร้าง

4.6 การถ่ายน้ำหนักของโครงสร้าง (Dead Load) ลงรอยต่อ

การวิเคราะห์โครงสร้างป้ายโฆษณาจะเป็นลักษณะการวิเคราะห์แบบโครงข้อหมุน (Truss) จากสมมุติฐานของโครงข้อหมุนจะประมาณว่า น้ำหนักหรือแรงต่าง ๆ จะกระทำลงรอยต่อ (Joint) ดังนั้นจึงต้องทำการถ่ายน้ำหนักของโครงสร้างลงรอยต่อ ของโครงสร้าง น้ำหนักของโครงสร้างเอง ได้แก่ น้ำหนักแผ่นป้ายโฆษณา

ส่วนการถ่ายน้ำหนักกระทำจากแรงลม ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 โดยวิธีแบ่งน้ำหนักกระทำตามพื้นที่ และน้ำหนักชิ้นส่วนเหล็ก (Dead Load) โดยวิธีแบ่งน้ำหนักกระทำลง Joint

ตัวอย่างที่ 3 การคำนวณน้ำหนักแผ่นป้ายโฆษณาที่กระทำลงรอยต่อโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร

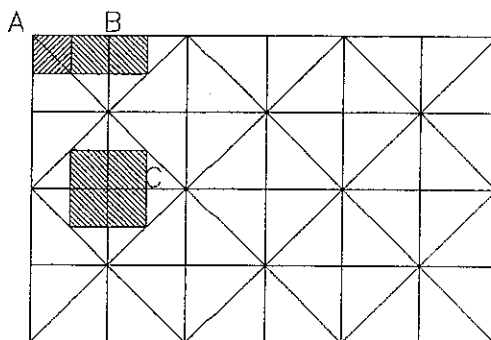
น้ำหนักไม้อัดที่ทำเป็นแผ่นป้ายโฆษณาจะเท่ากับ 30 กก./ม^2

วิธีการคำนวณแรง $P = 30 \times \text{Area}$

แรงที่กระทำที่ขอบมุมบนทั้ง 2 ข้างของป้ายโฆษณา (A) $P = 30 \times (1 \times 1) = 30 \text{ กก.}$

แรงที่กระทำที่ขอบทั้ง 3 ด้านของป้ายโฆษณา (B) $P = 30 \times (2 \times 1) = 60 \text{ กก.}$

แรงที่กระทำที่ด้านในของป้ายโฆษณา (C) $P = 30 \times (2 \times 2) = 120 \text{ กก.}$



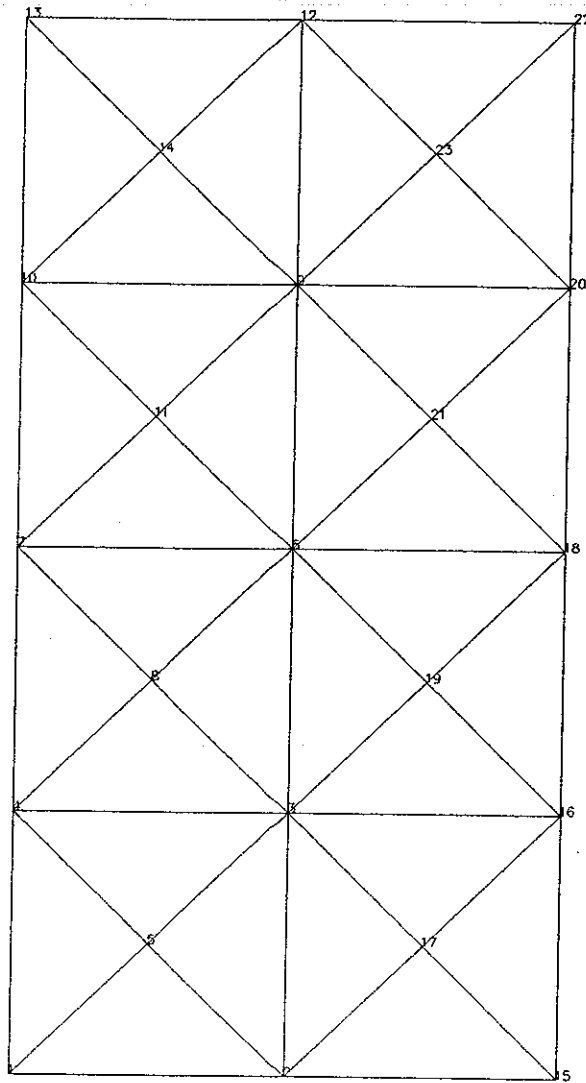
ตัวอย่างที่ 4 การถ่ายน้ำหนัก DL ของชั้นส่วนเหล็กประกอบเป็นโครงสร้างป้าย 8 ม. แบบ 2 มิติ
การถ่ายน้ำหนักเหล็กลง joint

เหล็กที่ใช้	แนวตั้ง	L 75x75x6	น้ำหนัก	6.85 kg/m
	แนวนอน	L 75x75x6	น้ำหนัก	6.85 kg/m
	แนวทะแยง	L 75x75x6	น้ำหนัก	6.85 kg/m

การถ่ายน้ำหนักของโครงป้ายโฆษณา 8 เมตร แบบ 2 มิติ (ไม่รวมเหล็กทะแยง)แสดงในรูปที่ 4.8
ซึ่งคำนวณได้จากตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรายการคำนวณการถ่ายน้ำหนัก DL โครงสร้างป้าย 8 ม.แบบ 2 มิติ

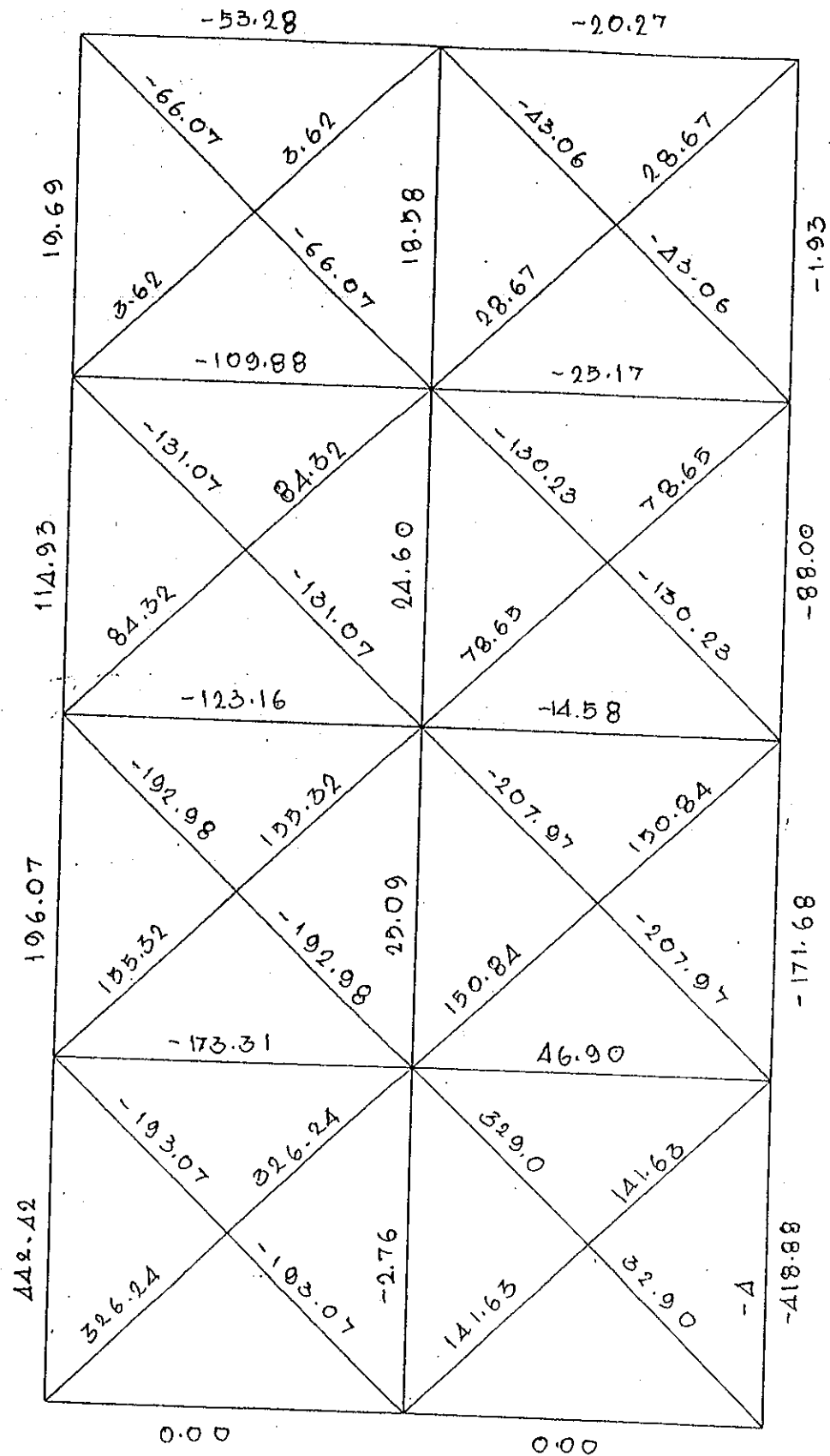
Joint ที่รับแรง	ความยาว (ม.)			น้ำหนักที่ลง joint
	แนวตั้ง	แนวนอน	แนวทะแยง	
1,15,13,22	1	1	0.707	18.54
2,12	1	2	1.414	30.24
4,10, 16,20 7,18	2	1	1.414	30.24
3,6,9	2	2	2.828	46.77
5,8,11,14, 17,19,21,23	0	0	2.828	19.37



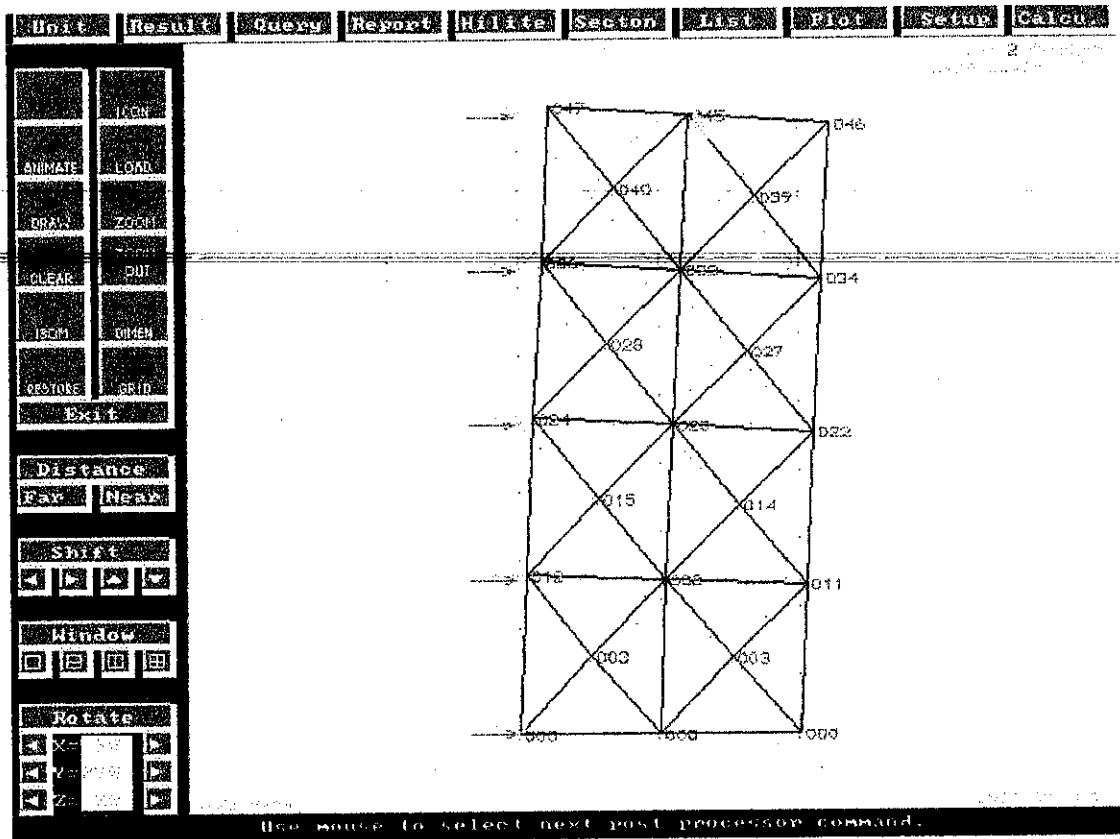
รูปที่ 4.8 หมายเลขรอยต่อโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร

4.7 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง

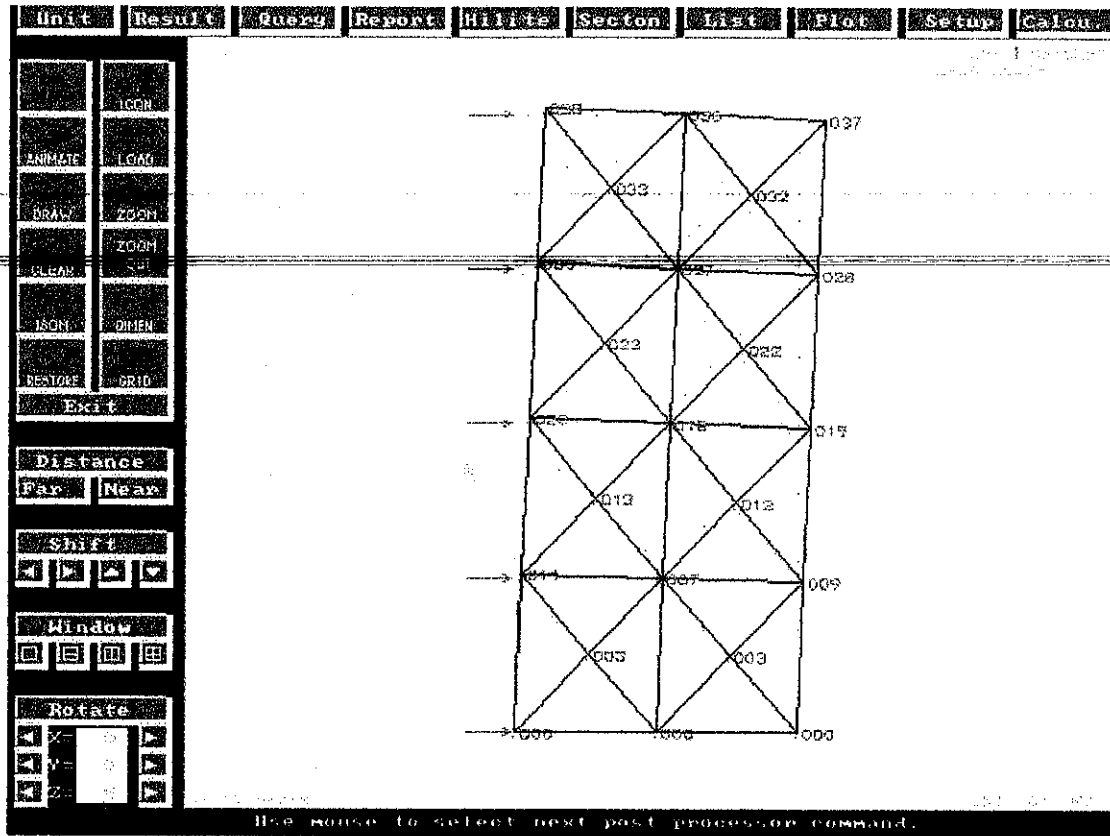
4.7.1 โครงข่ายโฆษณาขนาด 8 เมตร จะใช้โปรแกรม MICRO FEAP I และ STAAD III ในการวิเคราะห์โครงสร้าง 2 มิติ และจะใช้โปรแกรม STAAD III วิเคราะห์ในลักษณะ 3 มิติ (วิเคราะห์แรงลมกระทำ)



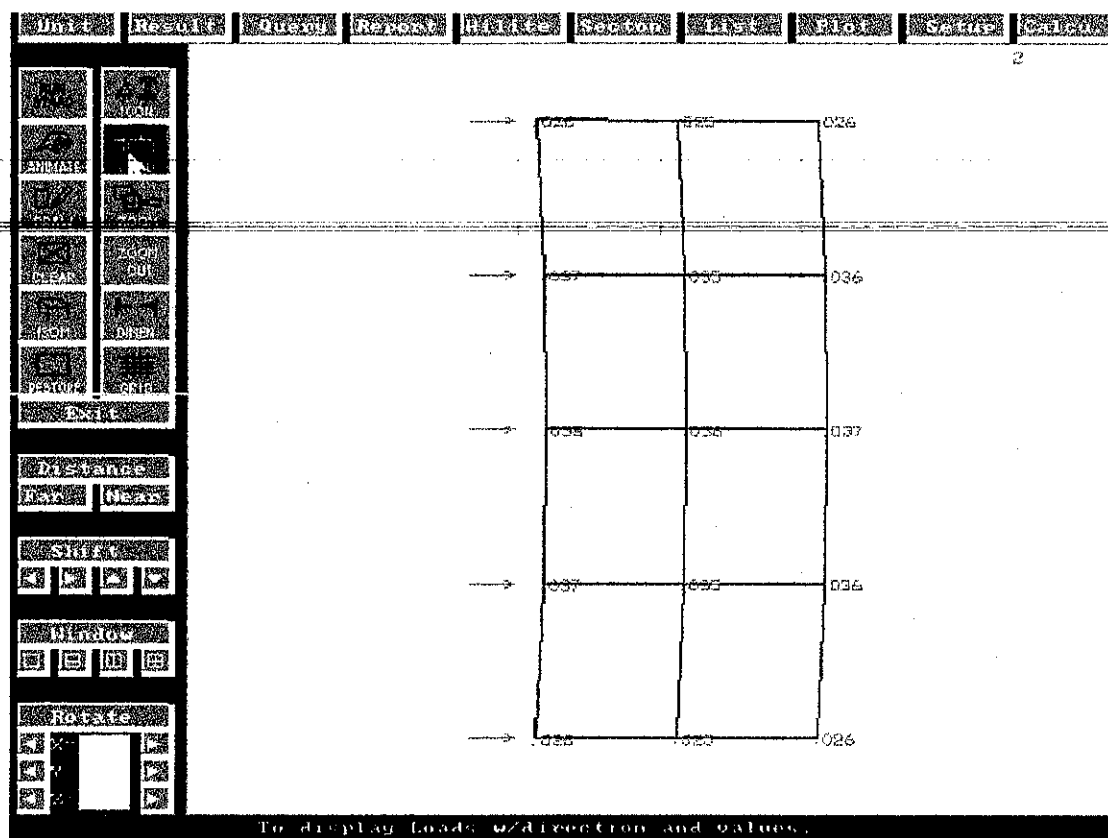
รูปที่ 4.10 ค่าแรงที่เกิดจากแรงลมในชั้นส่วน 3 มิติในโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตรด้านข้าง



รูปที่ 4.11 ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างเนื่องจากแรงลมในโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร 2 มิติ

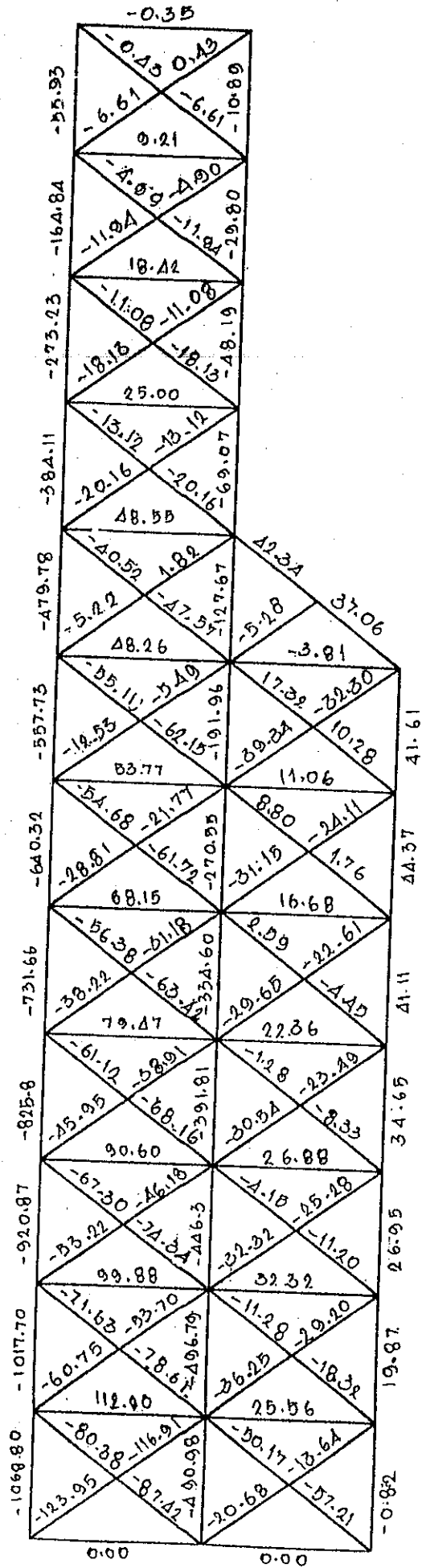


รูปที่ 4.12 ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างเนื่องจากแรงลมในโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร 3 มิติ

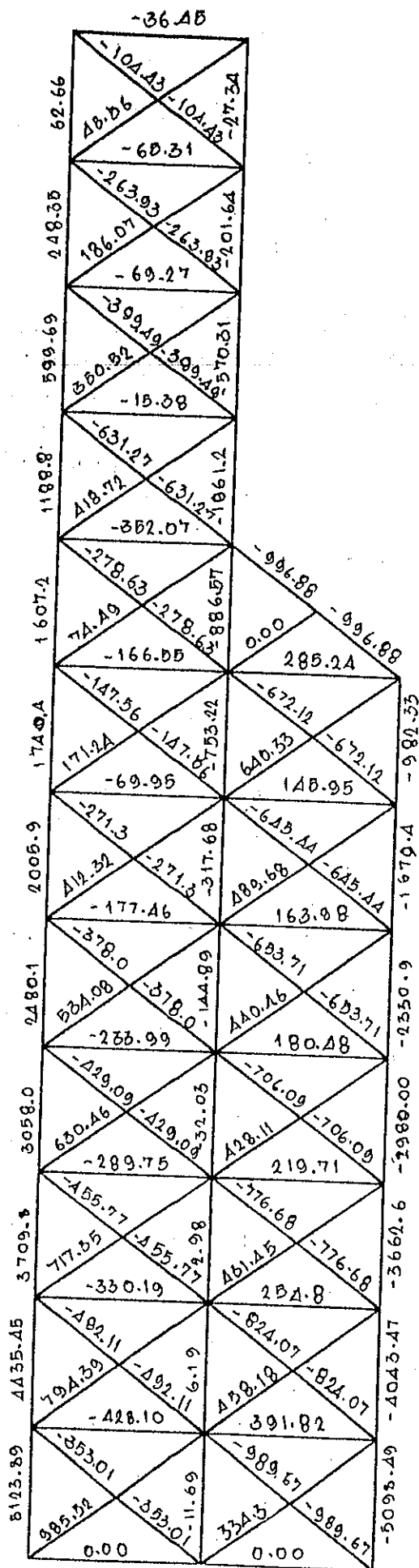


รูปที่ 4.13 ค่าการเคลื่อนตัวด้านบนเนื่องจากแรงลมในโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร 3 มิติ

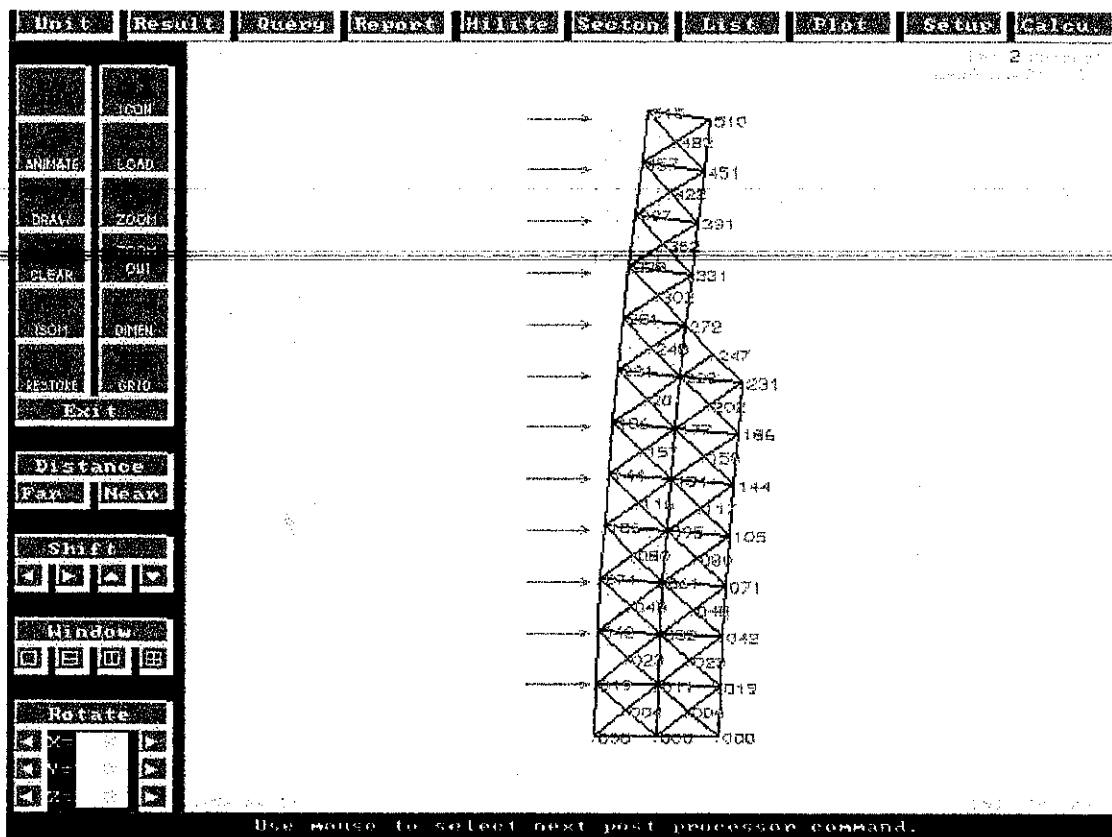
4.7.2 โครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 18 เมตรและ 25.2 เมตร จะใช้โปรแกรม MICRO FEAP I และ STAAD III ในการวิเคราะห์โครงสร้าง 2 มิติ เพราะว่าจำนวนชิ้นส่วนของโครงสร้างป้ายโฆษณาขนาด 18 เมตร และ 25.2 เมตรมีเกิน 500 ชิ้น โปรแกรม STAAD III Student Version ไม่สามารถวิเคราะห์ได้



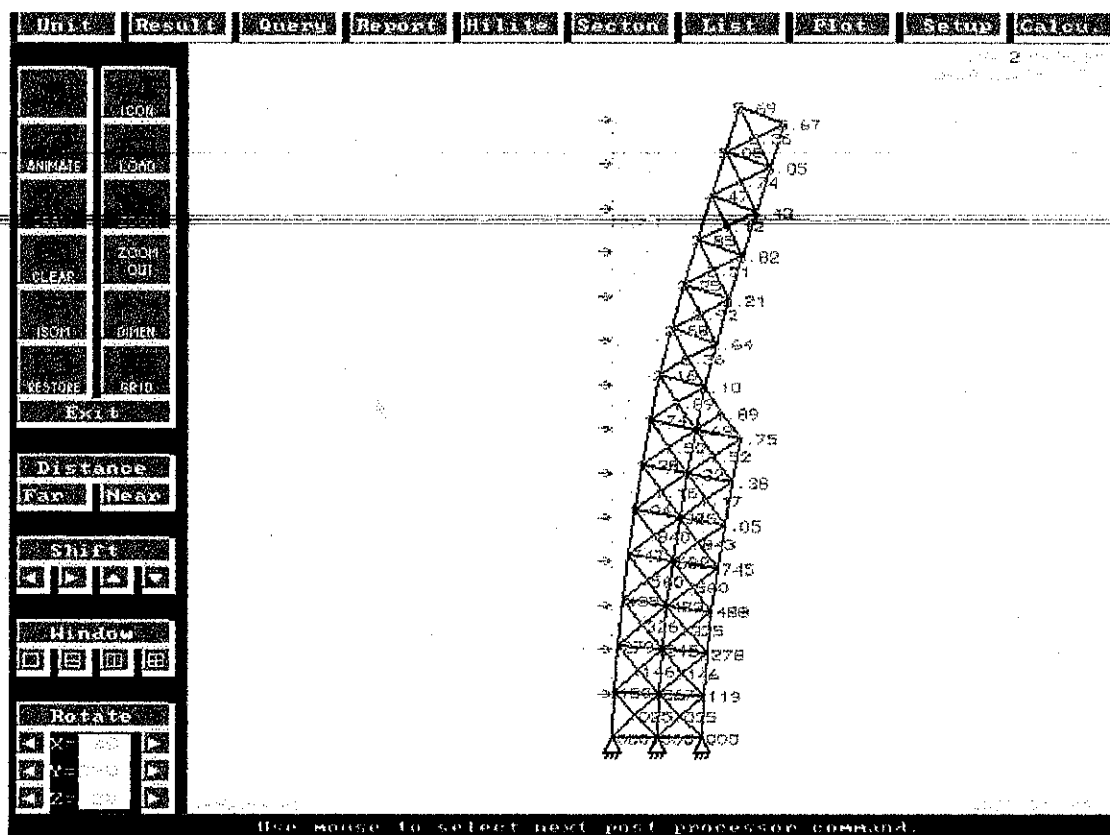
รูปที่ 4.14 ค่าแรงที่เกิดจาก DL ในชั้นส่วน 2 มิติในโครงปายโฆษณาสูง 18 เมตร



รูปที่ 4.15 ค่าแรงที่เกิดจากแรงลม ในชั้นส่วน 2 มิติในโครงป้ายโฆษณาสูง 18 เมตร



รูปที่ 4.16 ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างเนื่องจากแรงลมในโครงปายโฆษณาขนาด 18 เมตร 2 มิติ

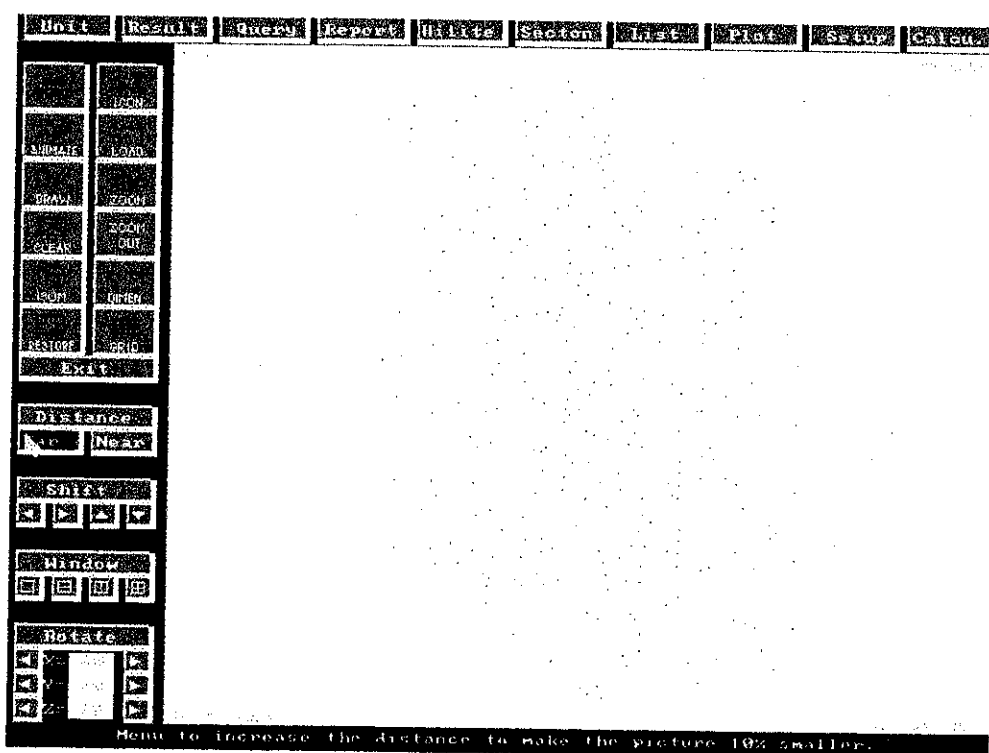


รูปที่ 4.19 ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างเนื่องจากแรงแลมในโครงป้ายโฆษณาขนาด 25.2 เมตร 2 มิติ

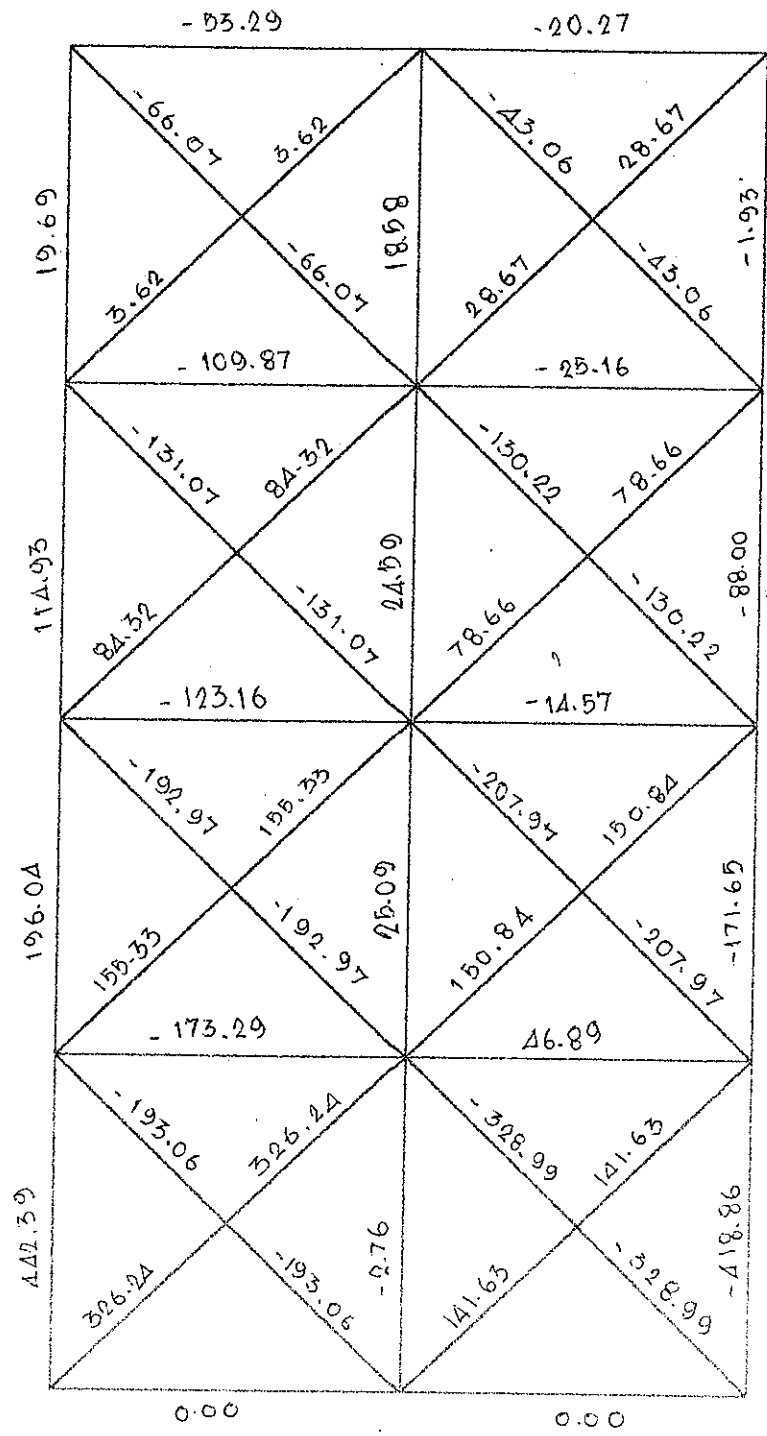
4.8 การวิเคราะห์โครงข่ายโฆษณาโดยใช้โครงข่ายแข็ง (frame element)

การวิเคราะห์โครงข่ายโฆษณาขนาด 8 เมตร 3 มิติโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบโครงข่ายแข็ง ใช้ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย 46.1 ซม^2

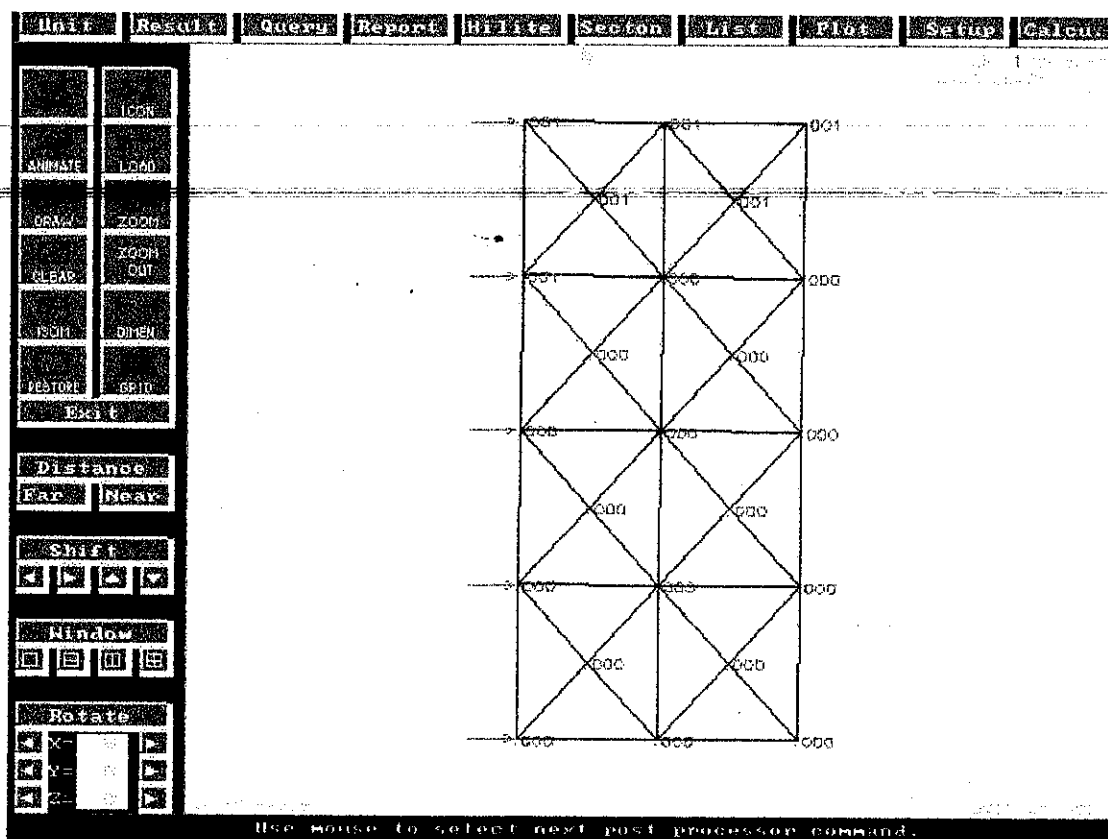
จะให้ค่าแรงใน member ที่ 64 ซึ่งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 442.39 ก.ก. และค่าระยะเคลื่อนตัวมากที่สุดเท่ากับ 0.00063 ซม.



รูปที่ 4.20 โครงข่ายโฆษณาสูง 8 เมตรแบบ 3 มิติ



รูปที่ 4.21 แรงในโครงข่ายเมฆนาวิเคราะห์แบบโครงข้อแข็ง 3 มิติ



รูปที่ 4.22 การเคลื่อนตัวของโครงป้ายโฆษณาสูง 8 เมตร 3 มิติวิเคราะห์แบบโครงข้อแข็ง

4.9 ผลการออกแบบฐานราก

ในตัวอย่างนี้ในการออกแบบฐานรากจะไม่คำนึงถึงกำลังรับของดิน เพราะยังไม่ทราบค่ากำลังของดิน ดังนั้นในการออกแบบจึงอาศัยค่ากำลังในการรับกำลังของเสาเข็ม โดยดูค่าแรงปฏิกิริยาที่คำนวณได้มาเลือกขนาดของเสาเข็มที่รับน้ำหนักได้ปลอดภัย โดยดูจากตารางที่ 2.11

ตารางที่ 4.2 ผลการออกแบบขนาดฐานราก

ก. กรณีเสาเข็มรับแรงกด

ชนิดโครงสร้าง ป้ายโฆษณา	น้ำหนักแรงกด ที่ฐานราก กก.	ชนิดของเสาเข็ม	กำลังรับแรงกด กก.
10 ม. x 8 ม.	416.62	.20x.20x15 ม.	12000-15000
30 ม. x 18 ม.	4226.87	.20x.20x15 ม.	12000-15000
30 ม. X 25.2 ม.	10560.16	.22x.22x21 ม.	25000-30000

ข. กรณีเสาเข็มรับแรงดึง

ชนิดโครงสร้าง ป้ายโฆษณา	น้ำหนักแรงดึง ที่ฐานราก กก.	ชนิดของเสาเข็ม	กำลังรับแรงดึง กก.
10 ม. x 8 ม.	1359.28	.20x.20x15 ม.	6000-7500
30 ม. x 18 ม.	5150.19	.20x.20x15 ม.	6000-7500
30 ม. X 25.2 ม.	14281.05	.22x.22x21 ม.	12500-15000

4.10 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์โครงสร้าง

เมื่อมีการวิเคราะห์โครงสร้างเสร็จแล้ว ตรวจสอบผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธี $\sum F_x = 0$
 $\sum F_y = 0$ $\sum F_z = 0$ $\sum M_x = 0$ $\sum M_y = 0$ $\sum M_z = 0$ แต่ในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบโครง
 ซ้อนนั้นจะไม่มีโมเมนต์ดังนั้นจะไม่มี การตรวจสอบโมเมนต์ อาจจะตรวจสอบที่รอยต่อและแรงที่
 ฐานรากกับแรงที่มากระทำ

ตัวอย่างที่ 5 การตรวจสอบสมมูลย์ของแรงจากการวิเคราะห์โครงป้ายโฆษณาขนาด 25.2 เมตร
 เนื่องจากแรงลมทางซ้าย WLL

$$\sum F_x = 0$$

$$\begin{aligned} \text{แรงลมที่มากระทำต่อโครงป้ายโฆษณา} &= 90+180+180+180+180+282+288+ 288 \\ &\quad +288+344+432+432+216 \\ &= 3668 \text{ กก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แรงแนวนอนที่กระทำต่อฐานราก} &= 1576.68+509.86+1581.4 \\ &= 3668 \text{ กก.} \end{aligned}$$

แรงลมที่มากระทำต่อโครงป้ายโฆษณา = แรงแนวนอนที่กระทำต่อฐานราก

$$\sum F_y = 0$$

$$\begin{aligned} \text{แรงแนวตั้งที่กระทำกับฐานราก} &= -14281.05+30.31+14250.74 \\ &= 0 \text{ กก.} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 6 การตรวจสอบแรงที่รอยต่อที่ 2 ของโครงสร้าง 25.2 เมตรเนื่องจากแรงลม

$$\sum F_x = 0$$

$$\begin{aligned} -90 &= 1721.211 \cos 41.99^\circ - 1107.249 - 352.644 \cos 41.99^\circ \\ -90 &= -90 \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\begin{aligned} 11474.708 + 1721.211 \sin 41.99^\circ &= 12862.041 - 352.644 \sin 41.99^\circ \\ 12626.1 &= 12626.1 \end{aligned}$$