เอกสารอ้างอิง

A. Harris, Robert B. "Precedence and Arrow Networking Technigue for Construction" New York: John Wiley & Sons, 1978.

B. Pilcher, Roy. "Principles of Construction Management" 2 nd. ed.London : McGraw-Hill, 1976.

C. Benson, Ben. "Critical Path Methods in Building Construction" . Englewood cliffs, New Jersy, Pretice-Hall, 1970.

D. Bennett, F. Lawrence. "Critical Path Precedence Network " : McGraw-Hill, 1977.

E. Liou, Mean-Whong. "Serial Project Planning for Housing Construction" . Thesis No. ST-83-10, AIT: 1983.

F. A.J. Weltman "A reviewof bearing pile Type ": DOE AND CIRIA PILING DEVELOPMENT GROUP REPORT PG1. PSA Civil Engineering technical No.5.

G. WEST,A.S. "Piling Practice". London, Butterworths, 1972.

ก. วิวัฒน์ แสงเทียน, มนูญ นิจโภค, วิฑูรย์ เจียรสกุล, "การจัดการงานก่อสร้าง" : สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ : พ.ศ.2527

ข. ต่อตระกูล ยมนาค ดิเรก ลาวัลย์ศิริ "การอบรมหลักสูตร Management Control Through CPM & PERT" : งานพัฒนาบุคคล กองการเจ้าหน้าที่ กรมชลประทาน: พ.ศ. 2521

ค. ชมรมวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย "เสาเข็ม" : จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, พฤศจิกายน 2524

ง. วิศาล เชาวน์ชูเวชช. "เอกสารวิชาการ สาขาวิศวกรรมโยธา โยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย". เล่มที่ 1 พ.ศ. 2524

จ. กรมทางหลวง. "จดหมายเหตุสมาคมทางหลวง" หน้า 9-12 ปีที่ 8 ฉบับที่ 5 สิงหาคม-กันยายน 2524

ตารางประกอบ

ตารางที่ 2-1 การกำหนดแผนงานเป้าหมาย

ลักษณะงานย่อย	อัตราค่าใช้จ่าย	แผนงานที่เลือกได้						แผนงานเป้าหมาย			
		เวลา	ค่าใช้จ่าย	EST		LST		เวลา	ค่าใช้จ่าย	ST	
	(บาท/วัน)	(วัน)	(บาท)	(วันที่)		(วันที่)		(วัน)	(บาท)	(วันที่)	
				ESD	EFD	LSD	LFD			SD	FD
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)		(7)	(8)	(9)	
A	500	2	1,000	0	2	0	2	2	1,000	0	2
B	200	17	3,000	2	19	2	19	17	3,400	2	19
C	3,000	3	9,000	2	5	10	13	3	9,000	8	11
D	1,000	5	5,000	2	7	8	13	5	5,000	4	9
E	2,000	6	12,000	7	13	13	19	6	12,000	13	19
F	500	2	1,000	7	9	17	19	2	1,000	11	13
G	1,000	1	1,000	19	20	19	20	1	1,000	19	20

หมายเหตุ

- ช่องที่ (2) เป็น อัตราค่าใช้จ่ายโดยทั่วๆไป
- ช่องที่ (3) (4) (5) (6) ได้จาก ขั้นตอนการวางแผนงาน และ ขั้นตอนการปรับปรุงแผนงาน
- ช่องที่ (7) ได้จากการทำตามวิธีการตั้ง ระยะเวลาการทำงานเป้าหมาย ของงานย่อย
- ช่องที่ (9) ได้จากวิธีการตั้ง เวลาเป้าหมาย ของงานย่อย

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน

ชนิดสะพานลอย		A ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 4 ทาง				B ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 4 ทาง			
ความยาวสะพาน (เมตร)		23.4	28.4	33.4	38.4	23.4	28.4	33.4	38.4
เสาเข็ม	ต้น	32-34	32-34	32-34	32-34	32-34	32-34	32-34	32-34
ขุดดิน	ม.^{3}	37-50	37-50	37-50	37-50	37-50	37-50	37-50	37-50
ไม้แบบ	ม.^{2}	92-128	92-128	92-128	92-128	92-128	92-128	92-128	92-128
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98	2.18-3.98
คอนกรีต	ม.^{3}	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8	18.4-25.8
เหล็กรูปพรรณ (ไม่รวมราวกันตก)	ตัน	26.24-27.73	29.15-30.64	31.76-33.25	35.52-37.01	22.15-23.60	24.14-25.63	26.64-28.13	28.73-30.22
พื้นที่ทาสีเหล็ก	ม.^{2}	1,365	1,526	1,688	1,850	1,365	1,526	1,688	1,850
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	60	60	60	60	60	60	60	60
ไฟฟ้า	จุด	19	20	21	22	20	21	22	23
ผ้าเนดาน	ม.^{2}	135	148	161	174	135	148	161	174
ราวกันตกเหล็กเชื่อม	ม.^{2}	145.5-154.0	155.5-164.0	165.5-174.0	175.5-184.0	145.5-154.0	155.5-164.0	165.5-174.0	175.5-184.0

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		C ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 4 ทาง				
ความยาวสะพาน (เมตร)		23.4	28.4	33.4	38.4	
เสาเข็ม	ต้น	32-34	32-34	32-34	32-34	
ขุดดิน	ม.^{3}	37-50	37-50	37-50	37-50	
ไม้แบบ	ม.^{2}	172.4-208.4	172.4-208.4	172.4-208.4	172.4-208.4	
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	5.45-7.25	5.54-7.25	5.45-7.25	5.45-7.25	
คอนกรีต	ม.^{3}	32.2-42.2	32.2-42.2	32.2-42.2	32.2-42.2	
เหล็กรูปพรรณ	ตัน	14.22	17.34	20.83	25.73	
พื้นที่ทาสีเหล็ก	ม.^{2}	645	782	920	1,058	
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	130	130	130	130	
ไฟฟ้า	จุด	7	8	9	10	
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	90	110	130	150	
ราวกันตกอลูมิเนียม	ม.^{2}	126.5	135.5	144.5	153.5	
พื้นปูเซรามิก	ม.^{2}	75.2	75.2	75.2	75.2	

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		D ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 4 ทาง							
ความยาวสะพาน (เมตร)		19.4	22.4	25.4	28.4	31.4	34.4	37.4	40.4
เสาเข็ม	ต้น	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72
ขุดดิน	ม.^{3}	19-21	19-21	19-21	19-21	19-21	19-21	19-21	19-21
ไม้แบบ	ม.^{2}	78.6-103.0	78.6-103.0	78.6-103.0	78.6-103.0	78.6-103.0	78.6-103.0	78.6-103.0	79.6-103.0
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05	1.51-2.05
คอนกรีต	ม.^{3}	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4	12.6-15.4
เหล็กรูปพรรณ (ไม่รวมราวกันตก)	ตัน	10.27	11.02	11.76	13.10	13.90	14.68	17.65	19.60
พื้นที่ทาสีเหล็ก	ม.^{2}	1,030	1,127	1,224	1,321	1,418	1,515	1,612	1,708
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	7	8	9	10	11	12	13	14
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	47	54	61	68	76	83	90	97
ราวกันตกเหล็กเชื่อม	ม.^{2}	184	190	196	202	208	214	220	226

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		E ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 4 ทาง							
ความยาวสะพาน (เมตร)		19.4	22.4	25.4	28.4	31.4	34.4	37.4	40.4
เสาเข็ม	ต้น	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72	56-72
ขุดดิน	ม.^{3}	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0	26.4-41.0
ไม้แบบ	ม.^{2}	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3	110.2-127.3
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09	1.50-2.09
คอนกรีต	ม.^{3}	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6	17.0-20.6
เหล็กรูปพรรณ (ไม่รวมราวกันตก)	ตัน/	10.27	11.02	11.76	13.10	13.90	14.68	17.65	18.60
พื้นที่ทาสีเหล็ก	ม.^{2}	1,030	1,127	1,224	1,321	1,418	1,515	1,612	1,708
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	7	8	9	10	11	12	13	14
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	47	54	61	68	76	83	90	97
ราวกันตกเหล็กเชื่อม	ม.^{2}	184	190	196	202	208	214	220	226

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		F	O (Box Girder + Box Girder) ตัวสะพาน 1 ช่วง บันได 2 ตัว Ramp 2 ตัว				G (Box Girder + I Girder) สะพาน 1 ช่วง บันได 2 ตัว Ramp 2 ตัว			
ความยาวสะพาน (เมตร)		32.0	20.0	25.0	30.0	35.0	20.0	25.0	30.0	35.0
เสาเข็ม	ต้น	40	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32	30-32
ขุดดิน	ม.^{3}	98	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4	171.4-172.4
ไม้แบบ	ม.^{2}	345	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4	525.4-543.4
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	11.40	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37	18.10-18.37
คอนกรีต	ม.^{3}	57.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6	72.2-73.6
เหล็กรูปพรรณ	ตัน	19.05	53.64-55.28	56.82-58.46	60.00-61.64	63.17-64.81	62.15- 63.79	67.45-69.10	72.76-74.40	78.10-79.7
พื้นที่ทาสีเหล็ก	ม.^{2}	618.2	1,493.45-1,564.25	1,596.42-1,667.22	1,700.00-1,776.18	1,802.34-1,873.14	1,388.3-1,459.1	1,464.93-1,535.73	1,541.6-1,612.4	1,618.3-1,689.1
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ราวกันตกเหล็กเชื่อม	ม.^{2}	152.8	279.4-284.0	289.4-294.0	299.4-304.0	309.4-314.0	279.4-284.0	289.4-294.0	299.4-304.0	309.4-314.0

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		H ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 2 ทาง					
ความยาวสะพาน (เมตร)		12	15	18	21	24	27
เสาเข็ม (เข็มเจาะ)	ต้น	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16
ขุดดิน	ม.^{3}	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0
ไม้แบบ	ม.^{2}	231.7-260.1	250.0-278.4	268.3-296.7	286.6-315	304.9-333.3	323.2-351.6
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	4.49-7.11	4.76-7.38	5.03-7.65	5.30-7.92	5.57-8.19	5.84-8.46
คอนกรีต	ม.^{3}	38.5-55.3	41.2-58.0	43.9-60.7	46.4-63.2	49.1-65.9	51.7-68.5
ราวกันตก (คอนกรีต)	ม.^{2}	71.3-84	77.3-90	83.3-96	89.3-102	95.3-108	101.3-114
ตบแต่งผิวด้วยโมเสค	ม.^{2}	42.4-61.6	42.4-61.6	42.4-61.6	42.4-61.6	42.4-61.6	42.4-61.6
ตบแต่งท้องคานสะพานด้วยGRC	ม.^{2}	26.4	33.0	39.6	46.2	52.8	59.4
ไฟฟ้า	จุด	4	4	4	4	4	4
ฝ้าเพดาน	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ราวกันตกที่เป็นคอนกรีตคิดแยกปริมาณงานออกมา ไม่ได้รวมอยู่ในไม้แบบ เหล็ก คอนกรีต

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		I ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 2 ทาง					
ความยาวสะพาน (เมตร)		12	15	18	21	24	27
เสาเข็ม (เข็มเจาะ)	ต้น	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16
ขุดดิน	ม.^{3}	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0
ไม้แบบ	ม.^{2}	230.6-259.0	241.5-270.0	258.0-286.4	274.4-302.8	290.9-319.3	307.3-335.7
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	4.55-7.17	4.73-7.36	5.00-7.63	5.28-7.91	5.56-8.18	5.83-8.46
คอนกรีต	ม.^{3}	37.5-54.3	39.1-55.9	41.3-58.1	43.3-60.1	45.5-62.3	47.6-64.4
ราวกันตก ราวเหล็กสเตนเลส	ม.^{2}	71.3-84.0	77.3-90.0	83.3-96.0	89.3-102.0	95.3-108.0	101.3-114.0
ตบแต่งผิวด้วยโมเสค	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-
ตบแต่งท้องคานสะพานด้วยGRC	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	4	4	4	4	4	4
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 2 ทาง					
ความยาวสะพาน (เมตร)		12	15	18	21	24	27
เสาเข็ม (เจาะ)	ต้น	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16	12-16
ขุดดิน	ม.^{3}	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0	31.4-59.0
ไม้แบบ	ม.^{2}	222.6-251.0	237.6-266.0	252.6-281.0	267.6-296.0	282.6-311.0	297.6-326.0
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	4.13-6.61	4.25-6.74	4.38-6.86	4.51-6.99	4.64-7.12	4.77-7.25
คอนกรีต	ม.^{3}	35.8-52.6	37.8-54.6	39.8-56.6	41.7-58.5	43.6-60.4	45.5-62.3
ราวกันตกเป็นราวเหล็กเคลือบสีอย่างดี	ม.^{2}	71.3-84.0	77.3-90.0	83.3-96.0	89.3-102.0	95.3-108.0	101.3-104.0
ตบแต่งผิวด้วยโมเสด	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-
ตบแต่งท้องคานสะพานด้วยGRC	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	4	4	4	4	4	4
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3-1 ปริมาณงานของสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดสะพานลอย		ตัวสะพาน 1 ช่วง บันไดขึ้นลง 2 ทาง			
ความยาวสะพาน (เมตร)		13.0	17.7	18.7	22.4
เสาเข็ม	ต้น	16-24	16-24	16-24	16-24
ขุดดิน	ม.^{3}	22.8-31.6	22.8-31.6	22.8-31.6	22.8-31.6
ไม้แบบ	ม.^{2}	130.5-160.5	151.2-181.2	155.6-185.6	188.4-218.4
เหล็กเสริมคอนกรีต	ตัน	4.52-5.35	4.62-5.45	4.63-5.46	4.71-5.54
คอนกรีต	ม.^{3}	36.12-39.92	38.88-42.68	39.4-43.2	42.95-46.75
ราวกันตก,ราวเหล็กเชื่อม	ม.^{2}	119.4	128.9	130.9	138.3
พื้นที่ทาสีเหล็ก (ราวกันตกอย่างเดียว)	ม.^{2}	204.3	220.2	223.6	236.2
พื้นที่ทาสีคอนกรีต	ม.^{2}	-	-	-	-
ไฟฟ้า	จุด	-	-	-	-
ผ้าเพดาน	ม.^{2}	-	-	-	-

ตารางที่ 4.1 สถิติงานก่อสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามถนน

ชนิดงาน	แรงงาน (คน)	อัตราเร็วในการทำงาน		เครื่องจักรและอุปกรณ์พิเศษที่ใช้	
		จำนวน	หน่วย	จำนวน(ชุด)	ชนิด
1. งานวางฝัง	5	14.00	วัน	-	-
2. งานเสาเข็ม					
2.1 เสาเข็มตอก					
-เสาเข็มสั้น	4	1.75	ต้น/คน-วัน	1	เครื่องตอกเสาเข็มแบบลูกตุ้ม
-เสาเข็มยาว	6	0.67	ต้น/คน-วัน	1	เครื่องตอกเสาเข็มแบบลูกตุ้ม
2.2 เสาเข็มเจาะ	4	0.50	ต้น/คน-วัน	1	เครื่องทำเสาเข็มเจาะสามเกลอ
3. งานฐานราก					
3.1 งานขุดดิน	1	4.35	ลบ.ม./คน-วัน	-	-
3.2 งานปรับพื้น	5	1.60	ฐาน/คน-วัน	-	-
3.3 งานไม้แบบ	2	8.33	ตร.ม./คน-วัน	-	-
3.4 งานผูกเหล็ก	3	24.40	ก.ก./คน-วัน	-	-
3.5 งานเทคอนกรีต	3	2.10	ลบ.ม./คน-ชม.	-	-
4. งานเสาตอม่อ					
4.1 งานไม้แบบ	5	3.23	ตร.ม./คน-วัน	-	-
4.2 งานผูกเหล็ก	4	330.00	ก.ก./คน-วัน	-	-
4.3 งานเทคอนกรีต				-	-
-หิ้วกระป๋อง	23	0.092	ลบ.ม./คน-ชม.	-	-
-ใช้รอกมือ	8	0.080	ลบ.ม./คน-ชม.	1	รอกมือ
-ใช้รถยก	5	2.00	ลบ.ม./คน-ชม.	1	รถเครนขนาด 10 ตัน
5. งานแป้นรองหัวเสา					
5.1 งานไม้แบบ	5	1.37	ตร.ม./คน-วัน	-	-
5.2 งานผูกเหล็ก	8	124.00	ก.ก./คน-วัน	-	-
5.3 งานเทคอนกรีต					
-หิ้วกระป๋อง	23	0.092	ลบ.ม./คน-ชม.	-	-
-ใช้รอกมือ	8	0.080	ลบ.ม./คน-ชม.	1	รอกมือ
-ใช้รถยก	5	2.000	ลบ.ม./คน-ชม.	1	รถเครนขนาด 10 ตัน

ตารางที่ 4.1 สถิติงานก่อสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดงาน	แรงงาน (คน)	อัตราเร็วในการทำงาน		เครื่องจักรและอุปกรณ์พิเศษที่ใช้	
		จำนวน	หน่วย	จำนวน(ชุด)	ชนิด
6. บันไดเหล็ก					
6.1 งานเชื่อมเหล็ก	3	29.00	ก.ก./คน-วัน	1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
6.2 งานทาสีเหล็ก	1	14.00	ตร.ม./คน-วัน	-	-
7. บันไดคอนกรีต					
7.1 งานไม้แบบ	6	2.33	ตร.ม./คน-วัน	-	-
7.2 งานผูกเหล็ก	8	36.00	ก.ก./คน-วัน	-	-
7.3 งานเทคอนกรีต	20	0.073	ลบ.ม./คน-วัน	-	-
8. ตัวสะพานเหล็ก					
8.1 งานเชื่อมเหล็ก	4	54.00	ก.ก./คน-วัน	1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
8.2 งานทาสี	1	14.00	ตร.ม./คน-วัน	-	-
9. ตัวสะพานคอนกรีต					
9.1 ระบบอัดแรงก่อน	-	20.00	วัน	-	หล่อสำเร็จจากโรงงาน
9.2 ระบบอัดแรงหลัง					
-งานไม้แบบ	13	3.30	ตร.ม./คน-วัน	-	-
-งานผูกเหล็ก	10	250.00	ก.ก./คน-วัน	-	-
-เทคอนกรีต	10	0.15	ลบ.ม./คน-วัน	-	
-อัดแรงคอนกรีต	3	2.00	วัน	1	เครื่องมืออัดแรงคอนกรีต
9.3 คอนกรีตทับหน้าพื้น	30	1.46	ตร.ม./คน-ชม.	-	-
10. ราวกันตก					
10.1 ราวกันตกคอนกรีต	8	1.37	ตร.ม./คน-วัน	-	-
10.2 ราวกันตกแผ่นเหล็กทึบ	3	3.00	ตร.ม./คน-วัน	1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
10.3 ราวกันตกลูกกรงเหล็ก	3	3.00	ตร.ม./คน-วัน	1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
10.4 ราวกันตกอลูมิเนียม	5	2.70	ตร.ม./คน-วัน	-	-
11. งานติดตั้งไฟฟ้า					
11.1 หลอดไฟฟ้า	5	0.66	จุด/คน-วัน	-	-
11.2 เสาไฟพร้อมดวงโคม	5	0.12	จุด/คน-วัน	-	-

ตารางที่ 4.1 สถิติงานก่อสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามถนน (ต่อ)

ชนิดงาน	แรงงาน (คน)	อัตราเร็วในการทำงาน		เครื่องจักรและอุปกรณ์พิเศษที่ใช้	
		จำนวน	หน่วย	จำนวน(ชุด)	ชนิด
12. งานอื่นๆ					
12.1 ป้ายบอกความสูง	1	3.00	ป้าย/คน-ชม.	-	-
12.2 ลบทางม้าลาย	1	2.50	ม.[a]/คน-ชม.	-	-
12.3 ตบแต่งผิวและโครงสร้างตัวสะพาน	8	3	วัน[b]	-	-
12.5 งานทำความสะอาดและปรับพื้นที่	8	7	วัน[b]	-	-

หมายเหตุ

a หมายถึง ความกว้างของถนน

b หมายถึง จำนวนวันที่ดำเนินงาน สำหรับงานก่อสร้างสะพานลอย 1 แห่ง

ตารางที่ 5-1 การประมาณค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงละพานลอยคอนกรีต

ลักษณะงานที่ซ่อมบำรุง (ละพานยาว 30 เมตร)	การประมาณค่าใช้จ่าย (บาท)	รูปแบบของละพานลอยคอนกรีต					หมายเหตุ
		H	I	J	K	L	
1. เทคอนกรีตทับหน้า	12,000	/	/	/	/	/	เครื่องหมาย " / " หมายความว่า
2. ทาสีราวกันตก	7,900	-	-	/	/	/	มีการดำเนินในงานส่วนนั้น โดย
3. ป้ายบอกความสูง	6,000	/	/	/	/	/	เสียค่าใช้จ่ายเท่ากับค่าที่ประมาณ
4. ดวงโคมไฟ	4,500	/	/	/	/	/	ขึ้น
5. ค่าดำเนินการ	11,000	/	/	/	/	/	
6. แต่งผิวโมเลด 30 ตารางเมตร 130 บาท	3,900	/	-	-	-	-	
รวม	45,300	37,400	33,500	41,400	41,400	41,400	

ตารางที่ 5-2 การคิดค่า มูลค่ารวมปัจจุบัน (Total Pressent Value) ของ
สะพานเหล็ก และสะพานคอนกรีต

(1)	(2)	(3) = (2) * 30	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
p รูปแบบของสะพานลอย	ราคาต่อเมตร (บาท)	a ราคาต่อ 30 เมตร (บาท)	b (บาท)		t (ปี)		T (ปี)	i (%)	NPV_p (บาท)
			b_1	b_2	t_1	t_2			
A	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
B	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
C	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
D	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
E	*	*	*	*	*	*	60	15	*
F	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
G	*	*	220,000	-	7	-	60	15	*
H	55,000	1,650,000	12,000	25,400	5	7	60	15	1,690,051.40
I	59,500	1,785,000	12,000	21,500	5	7	60	15	1,821,353.4
J	64,830	1,944,900	12,000	29,400	5	7	60	15	1,988,743.8
K	*	*	12,000	29,400	5	7	60	15	*
L	*	*	*	*	*	*	60	15	*

หมายเหตุ

- * ไม่มีข้อมูลเนียงนอ
- ช่อง 2 เป็นราคาค่าก่อสร้างได้จากตารางที่ ง-2
- b_1 คือค่าซ่อมบำรุงรักษาสะพานลอยแต่ละครั้งในช่วง t_1
- b_2 คือค่าซ่อมบำรุงรักษาสะพานลอยแต่ละครั้งในช่วง t_2
- ค่าซ่อมบำรุงรักษาของสะพานเหล็กได้จากงบประมาณกองก่อสร้างและบูรณะสะพาน สำนักงานโยธา กรุงเทพมหานคร สำหรับสะพานคอนกรีตได้จากการประมาณการในตารางที่ 5-1
- T อายุการใช้งานของสะพานลอย
- i อัตราดอกเบี้ย
- NPV_p คือค่า total Present Valve ของสะพานลอย รูปแบบ P

ตารางที่ 6-1 สรุปผลการดำเนินงานของผู้รับจ้าง

ลักษณะงาน	ปริมาณงาน			เวลา (วัน)			ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	หน่วย	สัญญา	ทำจริง	สัญญา	ทำจริง		สัญญา	จ่ายจริง
					ขวง	ลงมือทำ		
1. เตรียมงาน	%	100	100	14	54	13	-	31,200
2. เสาเข็มเจาะ	ต้น	30	30	30	16	16	540,000	330,000
3. ฐานราก ตอม่อ แป้นรองหัวเสา บันได								
3.1 ฐานราก								
3.1.1 ขุดดินและปรับพื้นฐานราก	ม.^{3}	46	30	-	68	8	-	2,086
3.1.2 ไม้แบบ	ม.^{2}	466	472	-	41	2	-	4,716
3.1.3 เหล็กเสริมคอนกรีต	ก.ก.	32,860	32,400	-	45	7	-	58,440
3.1.4 คอนกรีต	ม.^{3}	124.8	127.6	-	34	2	-	51,260
3.2 ตอม่อ								
3.2.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	ก.ก.	8,400	8,500	-	26	25	-	107,070
3.2.2 ไม้แบบ	ม.^{2}	96	98	-	26	3	-	13,240
3.2.3 คอนกรีต	ม.^{3}	19.2	19.2	-	24	3	-	26,400

ตารางที่ 6-1 (ต่อ)

ลักษณะงาน	ปริมาณงาน			เวลา (วัน)			ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	หน่วย	สัญญา	ทำจริง	สัญญา	ทำจริง		สัญญา	จ่ายจริง
					ช่วง	ลงมือทำ		
3.3 แป้นรองหัวเสา								
3.3.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	ก.ก.	14,840	13,400	-	16	9	-	142,500
3.3.2 ไม้แบบ	ม.^{3}	124	108	-	19	14	-	14,820
3.3.3 คอนกรีต	ม.^{3}	44.4	40	-	3	2	-	51,600
3.4 บันได								
3.4.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	ก.ก.	6,000	6,300	-	14	5	-	68,560
3.4.2 ไม้แบบ	ม.^{3}	196	206	-	27	14	-	27,600
3.4.3 คอนกรีต	ม.^{3}	25.2	25.4	-	21	3	-	36,800
รวมในหมวดที่ 3	ชุด	6	6	55	98	63	612,000	605,092
4. คานสะพาน BOX GIRDER								
4.1 ไม้แบบ	ม.^{3}	534	566	-	19	16	-	64,300
4.2 เหล็กเสริมคอนกรีต	ก.ก.	35,000	38,000	-	15	15	-	374,290
4.3 คอนกรีต	ม.^{3}	55	60.4	-	13	4	-	97,780
4.4 ระบบ POSTTENSION + BEARING PAD	ชุด	3	3	-	7	4	-	320,000
4.5 ยกคานสะพานติดตั้ง	คาน	5	5	-	1	1	-	120,000
รวมในหมวดที่ 4	คาน	5	5	78	93	27	1445000	976,370

ตารางที่ 6-1 (ต่อ)

ลักษณะงาน	ปริมาณงาน			เวลา (วัน)			ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	หน่วย	สัญญา	ทำจริง	สัญญา	ทำจริง		สัญญา	จ่ายจริง
					ช่วง	ลงมือทำ		
5. ราวเหล็กแป๊ป ไฟฟ้า ป้ายบอกความสูง งานอื่น								
5.1 ราวเหล็กแป๊ป								
5.1.1 ราวกันตกบันได	ม.^{3}	142.2	150	-	27	22	-	76,520
5.1.2 ทาสีราวกันตกบันได	ม.^{3}	134	142	-	5	5	-	11,000
5.1.3 ราวกันตกคานละพาน	ม.^{3}	234	232	-	17	11	-	104,600
5.1.4 ทาสีราวกันตกละพาน	ม.^{3}	216	212	-	12	4	-	15,280
5.2 ไฟฟ้า	จุด	14	14	-	5	4	-	280,000
5.3 ป้ายบอกความสูงและงานอื่น ๆ	ร	100	100	-	9	9	-	59,190
รวมในหมวดที่ 5	ร	100	100	46	32	46	5748741	546,550
6. ย้ายสาธารณูปโภค สาธารณสมบัติ	จุด	-	5	-	175	53	-	106,122
7. สร้างคันหิน ค.ส.ล.	ม.	150	208.4	90	18	11	42,483	45,473

ตารางที่ 6-1 (ต่อ)

ลักษณะงาน	ปริมาณงาน			เวลา (วัน)			ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	หน่วย	สัญญา	ทำจริง	สัญญา	ทำจริง		สัญญา	จ่ายจริง
					ช่วง	ลงมือทำ		
8. สร้างทางเท้าปูกระเบื้อง	ม.^{2}	50	82.5	31	30	6	28,322	36,860
9. สร้างบ่อพักท่อร้อยสายไฟใต้ดิน	บ่อ	8	8	31	39	6	67,9728	60,100
10. สร้างท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน RSC-20 100ม.	ม.	100	110	30	32	9	2279921	243,210
11. INDIRECT COST	-	-	-	-	216	216	-	154,000
12. ค่าปรับเนื่องจากงานล่าช้า วันละ 9,000บาท	-	-	-	-	6	6	-	54,000
							3538644	3188977

หมายเหตุ งานในข้อที่ 5 ค่าใช้จ่ายเกิดจาก

- ย้ายเสาไฟฟ้าแรงสูง 1 จุดฐาน C เสาไฟฟ้า 3 ต้น โคมสาธารณะ 1 จุดฐาน D ตัดต้นไม้สาธารณะทั้ง 3 ต้นฐาน A, B, C เนื่องจากเสาไฟฟ้าแรงสูงที่ย้ายจากฐาน C ไปตรงกับตำแหน่งต้นไม้สาธารณะดังนั้นจำเป็นต้องตัดต้นไม้นี้ และชำระเงินเป็นค่าทดแทนต้นไม้ที่ถูกตัดนี้ ทางผู้รับจ้างได้พยายามขอยกเว้นจำนวนดังกล่าวเป็นเวลา 175 วัน (2 ก.ย. 28 - 24 ก.พ. 28) ใช้เวลาขออนุมัติยกเว้นค่าใช้จ่ายในการย้ายเสาไฟฟ้าและดวงโคมไฟ ฐาน D นาน 150 วัน (2 ก.ย. 28 - 30 ม.ค. 29) ต้นไม้ในสาธารณะฐาน A, B, ผู้รับจ้างตัดโดยไม่ได้ขออนุญาตจากหน่วยงานที่เป็นเจ้าของ รวมเวลาทั้งหมดที่ต้องเสียไป 175 วัน (2 ก.ย. 28 - 24 ก.พ. 29) จะมีผลทำให้ลักษณะการทำงานไม่ต่อเนื่องกัน 53 วัน คือระหว่างขุดดินฐานรากจุด D

- Indirect cost ได้แก่ ค่าเช่าอาคารที่ทำการชั่วคราว (site office) ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าเงินเดือนพนักงานประจำ ค่าน้ำมันรถยนต์ และซ่อมรถยนต์ที่ใช้รับส่งคนงาน และขนวัสดุก่อสร้าง รวมทั้งค่าดำเนินการติดต่ออื่น ๆ

- งานเหมาช่วง (Subcontract) คือ งาน เสาเข็ม ระบบ Posttension ไฟฟ้า

- เวลาการแล้วเสร็จของโครงการ
  - สัญญา 207 วัน
  - แผนงาน 196 วัน
  - ทำจริง 213 วัน

ตารางที่ 6-2 เวลาและค่าใช้จ่ายของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการที่ได้จากการปรับปรุงแผนงานใหม่

ลักษณะงานที่ทำ	ที่จุดต่ำสุด		ที่จุดประมาณการทั่วไป		ที่จุดเร่งงาน			ความลาดของค่าใช้จ่าย
	TN	CN	TCE	CCE	TC	CC	(TN - TC	
A เตรียมงานแล้ววางผัง	14	35,960	161	35,960	14	35,960	-	-
B1 ทำเข็มเจาะส่วนที่ I	10	180,000	8	20,000	5	235,000	5	VAR
B2 ทำเข็มเจาะส่วนที่ II	10	180,000	8	205,000	5	235,000	5	VAR
C1 ขุดดินฐานรากส่วน I	5	600	4	675	3	750	2	75
C2 ขุดดินฐานรากส่วน II	5	600	4	685	3	750	2	75
C3 ไม้แบบฐานรากส่วนที่ I	2	1,965	2	1,965	1	1,990	1	25
C4 ไม้แบบฐานรากส่วนที่ II	2	1,965	2	1,965	1	1,990	1	25
C5 เหล็กฐานรากส่วนล่าง	9	23,864	7	25,182	7	25,182	2	659.0
C6 เหล็กฐานรากส่วนบน	9	23,864	7	25,182	7	25,182	2	659.0
C7 คอนกรีตฐานราก	1	43,940	1	43,940	1	43,940	-	-
D1 ไม้แบบเสาคอม่อส่วน I	5	6,470	4	6,594	4	6,594	1	124
D2 ไม้แบบเสาคอม่อส่วน II	5	6,470	4	6,594	4	6,594	1	124
D3 ผูกเสาเหล็กคอม่อ	19	90,150	16	91,416	14	92,260	5	422
D4 ยกเสาเหล็กคอม่อวาง	1	17,600	1	17,600	1	17,600	-	-
D5 เทคอนกรีตเสาคอม่อส่วนI	1	13,850	1	13,850	1	13,850	-	-
D6เทคอนกรีตเสาคอม่อส่วนII	1	13,850	1	13,850	1	13,850	-	-

ตารางที่ 6-2 เวลาและค่าใช้จ่ายของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการที่ได้จากการปรับปรุงแผนงานใหม่

ลักษณะงานที่ทำ	ที่จุดต่ำสุด		ที่จุดประมาณการทั่วไป		ที่จุดเร่งงาน			ความลาดชันของค่าใช้จ่าย
	TN	CN	TCE	CCE	TC	CC	TN - TC	
E1 ไม้แบบแป้นหัวเสาส่วน I	6	8,160	5	8,333	4	8,505	2	172.5
E2 ไม้แบบแป้นหัวเสาส่วน II	6	8,160	5	8,333	4	8,505	2	172.5
E3 เหล็กแป้นหัวเสาส่วน I	9	78,900	8	80,240	8	80,240	1	1,340
E4 เหล็กแป้นหัวเสาส่วนที่ II	9	78,900	8	80,240	8	80,240	1	1,340
E5 เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ I	1	28,640	1	28,640	1	28,640	-	-
E6 เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ II	1	28,640	1	28,640	1	28,640	-	-
F1 ไม้แบบบันไดส่วนที่ I	10	13,120	8	14,203	7	14,745	3	542
F2 ไม้แบบบันไดส่วนที่ II	10	13,120	8	14,203	7	14,745	3	542
F3 ผูกเหล็กบันไดส่วนที่ I	7	32,650	6	33,000	5	33,350	2	350
F4 ผูกเหล็กบันไดส่วนที่ II	7	32,650	6	33,000	5	33,350	2	350
F5 เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ I	2	17,570	2	17,570	2	17,570	-	-
F6 เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ II	2	17,570	2	17,570	2	17,570	-	-

ตารางที่ 6-2 เวลาและค่าใช้จ่ายของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการที่ได้จากการปรับปรุงแผนงานใหม่

ลักษณะงานที่ทำ	ที่จุดต่ำสุด		ที่จุดประมาณการทั่วไป		ที่จุดเร่งงาน		TN - TC	ความลาดชันของค่าใช้จ่าย
	TN	CN	TCE	CCE	TC	CC		
G1 ไม้แบบคานสะพาน AB,BC DE	7	30,335	6	30,908	5	31,480	2	572.5
G2 ไม้แบบคานสะพาน CD,EF	7	30,335	6	30,908	5	31,480	2	572.5
G3 ผูกเหล็กคานสะพาน AB, BC,DE	17	172,500	15	174,720	13	176,940	4	1,110.0
G4 ผูกเหล็กคานสะพาน CD ,EF	17	172,500	15	174,720	13	176,940	4	1,110.0
G5 เทคอนกรีตคานAB,BC,DE	2	45,150	2	45,150	2	45,150	-	-
G6 เทคอนกรีตคาน CD , EF	2	45,150	2	45,150	2	45,150	-	-
G7 ระบบ POSTTENSION คานสะพาน	5	320,000	3	336,000	3	336,000	2	8,000
G8 ยกคานสะพานติดตั้ง	1	122,680	1	122,680	1	122,680	-	-
H1 ราวกันตกบันไดส่วนที่ I	7	36,270	7	36,270	6	36,270	1	450
H2 ราวกันตกบันไดส่วนที่ II	7	36,270	7	36,270	6	36,270	1	450
H3 ราวกันตกตัวสะพาน AB, BC , DE	12	52,758	12	52,758	11	53,408	1	650

ตารางที่ 6-2 เวลาและค่าใช้จ่ายของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการที่ได้จากการปรับปรุงแผนงานใหม่

ลักษณะงานที่ทำ	ที่จุดต่ำสุด		ที่จุดประนีประนอมการทั่วไป		ที่จุดเร่งงาน		TN - TC	ความลาดของค่าใช้จ่าย
	TN	CN	TCE	CCE	TC	CC		
H4 ราวกันตกตัวละหาน CD, EF	12	52,758	12	52,758	11	53,408	1	650
H5 ทาสีราวกันตกบันไดส่วน I	3	5,190	3	5,190	2	5,550	1	360
H6 ทาสีราวกันตกบันไดส่วนII	3	5,190	3	5,190	2	5,550	1	360
H7 ทาสีราวกันตกคานละหาน AB, BC, DE	4	7,785	4	7,785	2	8,325	2	270
H8 ทาสีราวกันตกคานละหาน CD, DE	4	7,785	4	7,785	2	8,325	2	270
L ไฟฟ้า	7	280,000	7	280,000	7	280,000	-	-
M เทคอนกรีต TOPPING, พื้นละหาน	1	19,570	1	19,570	1	19,570	-	-
N เก็บงานส่วนที่เหลือ	7	30,840	7	30,840	7	30,840	-	-

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-2 เวลาและค่าใช้จ่ายของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการที่ได้จากการปรับปรุงแผนงานใหม่

ลักษณะงานที่ทำ	ที่จุดต่ำสุด		ที่จุดประมาณการทั่วไป		ที่จุดเร่งงาน		TN - TC	ความลาดของค่าใช้จ่าย
	TN	CN	TCE	CCE	TC	CC		
P1 บ่อพักท่อร้อยสายไฟฟ้า	14	53,230	12	65,174	10	67,120	4	973.0
P2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า	20	221,100	18	223,200	16	225,300	4	1,050.0
R ทำคันหิน	13	21,320	11	25,007	10	26,600	3	1,593
S ทางเท้า	8	22,340	5	26,970	5	26,970	3	1,543
รวม	131	2,800,734	114	2,394,423	103	2,372,318		

หมายเหตุ

- ส่วนที่ I หมายถึงบริเวณ A-B-C ในรูปที่ 6-1
- ส่วนที่ II หมายถึงบริเวณ D-E-F ในรูปที่ 6-1
- VAR ในช่อง ความลาดของค่าใช้จ่าย ของลักษณะงานท้าเข็มเจาะดูในตารางที่ ก-1
- TN คือ ค่าเวลาของจุดต่ำสุด (วัน)
- CN คือ ค่าใช้จ่ายของจุดต่ำสุด (บาท)
- TCE คือ ค่าเวลาของจุดประมาณการทั่วไป (วัน)
- CCE คือ ค่าใช้จ่ายของจุดประมาณการทั่วไป (บาท)
- TC คือ ค่าเวลาของจุดเร่งงาน (วัน)
- CC คือ ค่าใช้จ่ายของจุดเร่งงาน (บาท)
- ความลาดของค่าใช้จ่าย = (CC-CN)/(TN-TC) (บาท/วัน)

ตารางที่ 6-3 ค่าใช้จ่ายทางตรงของโครงการ

ที่จุดต่ำสุด				ที่จุดประมาณการทั่วไป				ที่จุดเร่งงาน			
MICC		MACC		MICC		MACC		MICC		MACC	
เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ
131	2,800,784	131	2,800,784	114	2,894,423	114	2,894,423	103	2,972,820	103	2,972,820
130	2,800,909	131	2,820,210	114	2,872,369.5	114	2,905,685	103	2,920,717	104	2,972,795
128	2,801,059	131	2,840,230	114	2,866,321	114	2,907,758	103	2,920,567	106	2,972,645
127	2,801,183	131	2,844,750	114	2,860,261	114	2,910,673	103	2,910,542	107	2,972,521
126	2,801,307	130	2,855,750	114	2,858,405	114	2,911,655.5	108	2,865,542	108	2,972,397
124	2,801,652	125	2,910,750	116	2,833,405	111	2,941,655.5	113	2,810,542	110	2,972,052
122	2,802,352	120	2,965,750	115	2,933,430	112	2,941,580.5	114	2,808,252	112	2,971,352
120	2,803,670	119	2,967,090	117	2,908,430	109	2,971,580.5	115	2,807,309	115	2,969,726
118	2,804,988	117	2,968,408	116	2,808,505	110	2,971,456.5	116	2,806,417	117	2,968,408
116	2,806,417	115	2,969,726	117	2,806,962	109	2,971,948.5	118	2,804,988	119	2,967,090
115	2,807,309	112	2,971,352	116	2,807,307	110	2,971,874.5	120	2,803,670	120	2,965,750
114	2,808,852	110	2,972,052	117	2,905,794.5	109	2,972,224.5	122	2,802,352	125	2,910,750
113	2,810,542	108	2,972,397	116	2,306,317	110	2,972,052	124	2,801,652	130	2,855,750
108	2,865,542	107	2,972,521	118	2,804,799	108	2,972,397	126	2,801,307	130	2,854,690
103	2,920,542	106	2,972,645	120	2,803,681	107	2,972,521	127	2,801,183	130	2,852,730
103	2,920,567	104	2,972,795	122	2,802,252	106	2,972,645	128	2,801,059	130	2,846,949
103	2,920,717	103	2,972,820	124	2,801,552	104	2,972,795	130	2,800,909	130	2,836,412
103	2,972,820			126	2,801,207	103	2,972,820	131	2,800,784	130	2,823,106
				127	2,801,083					131	2,821,563
				128	2,800,959					131	2,800,784
				130	2,800,809						
				131	2,800,784						

ตารางที่ 6-4 ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ

ที่จุดต่ำสุด				ที่จุดประมาณการทั่วไป				ที่จุดเร่งงาน			
MICC		MACC		MICC		MACC		MICC		MACC	
เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ	เวลาของโครงการ	ค่าใช้จ่ายของโครงการ
131	3,005,144	131	3,005,144	114	3,072,263	114	3,072,263	103	3,133,500	103	3,133,500
130	3,003,709	131	3,024,570	114	3,050,209.5	114	3,083,525	103	3,081,397	104	3,135,035
128	3,000,739	131	3,044,590	114	3,044,161	114	3,085,598	103	3,081,247	106	3,138,005
127	2,999,303	131	3,049,110	114	3,038,101	114	3,088,513	103	3,081,222	107	3,139,441
126	2,997,867	130	3,058,550	114	3,036,245	114	3,089,495.5	108	3,034,022	108	3,140,877
124	2,995,092	125	3,105,750	116	3,014,365	111	3,114,815.5	113	2,986,822	110	3,143,652
122	2,992,672	120	3,152,950	115	3,012,830	112	3,116,300.5	114	2,986,692	112	3,146,072
120	2,990,870	119	3,152,730	117	2,990,950	109	3,141,620.5	115	2,986,709	115	3,149,126
118	2,989,068	117	3,150,928	116	2,989,465	110	3,143,056.5	116	2,987,377	117	3,150,928
116	2,987,377	115	3,149,126	117	2,989,482	109	3,142,038.5	118	2,989,068	119	3,152,730
115	2,986,709	112	3,146,072	116	2,988,267	110	3,143,474.5	120	2,990,870	120	3,152,950
114	2,986,692	110	3,143,652	117	2,988,314.5	109	3,142,264.5	122	2,992,672	125	3,105,750
113	2,986,822	108	3,140,877	116	2,987,277	110	3,143,652	124	2,995,092	130	3,058,550
108	3,034,022	107	3,139,441	118	2,989,079	108	3,140,877	126	2,997,867	130	3,057,490
103	3,081,222	106	3,138,005	120	2,990,881	107	3,139,441	127	2,999,303	130	3,055,530
103	3,081,247	104	3,135,035	122	2,992,572	106	3,138,005	128	3,000,739	130	3,049,749
103	3,081,397	103	3,133,500	124	2,994,092	104	3,135,035	130	3,003,709	130	3,039,212
103	3,133,500			126	2,997,767	103	3,133,500	131	3,005,144	130	3,025,906
				127	2,999,203					131	3,025,923
				128	3,000,639					131	3,005,144
				130	3,003,609						
				131	3,005,144						

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน	(วัน)	ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
A. (15) เตรียมงานและวางผัง	%	100	14	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้ - ช่างไม้ - คนงาน	1 1 4 4	- รถกระบะ 6 ล้อ	1
B1. (25) ทำเข็มเจาะส่วนที่ I B2. (45) ทำเข็มเจาะส่วนที่ II	ต้น ต้น	15 15	10 10	Subcontractor		Subcontractor	
C1. (40) ขุดดินฐานรากและปรับพื้นฐานรากส่วนที่ I	ม.^{3}	23	5	- คนงาน	2	-	
C2. (70) ขุดดินฐานรากและปรับพื้นฐานรากส่วนที่ II	ม.^{3}	23	3	- คนงาน	4	-	
C3. (65) ไม้แบบฐานรากส่วนที่ I	ม.^{2}	25	2	- หัวหน้าช่างไม้ - ช่างไม้	1 3	-	
C4. (85) ไม้แบบฐานรากส่วนที่ II	ม.^{2}	25	1	- หัวหน้าช่างไม้ - ช่างไม้	1 4	-	
C5. (95) ผูกเหล็กฐานรากส่วนล่าง	ก.ก.	1,810	7	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก	1 1	-	
C6. (115) ผูกเหล็กฐานรากส่วนบน	ก.ก.	1,810	7	- ช่างเหล็ก - คนงาน	2 2		

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
C7. (130) เทคอนกรีตฐานราก	ม.^{3}	36.0	1	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน - ช่างปูน - คนงาน	1 1 1 4	- เครื่องจี้คอนกรีต	1
D1. (140) ไม้แบบเสาตอม่อส่วนที่ I	ม.^{2}	48.0	4	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้	1 1	-	
D2. (145) ไม้แบบเสาตอม่อส่วนที่ II	ม.^{2}	48.0	4	- ช่างไม้ - คนงาน	3 2		
D3. (10) ผูกเหล็กเสาตอม่อ	ก.ก.	8,400	19	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก - ช่างเหล็ก - คนงาน	1 1 3 6		
D4. (105) ยกเหล็กเสาตอม่อวาง	ต้น	6	1	- โฟร์แมน - คนงาน	1 10	- รถเครน 10 ตัน - รถเทเลอร์ ยาว 10 เมตร	1 1
D5. (150) เทคอนกรีตเสาตอม่อส่วนที่ I	ม.^{3}	9.6	1	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน	2 1	- เครื่องจี้คอนกรีต	1
D6. (155) เทคอนกรีตเสาตอม่อส่วนที่ II	ม.^{3}	9.6	1	- ช่างปูน - คนงาน	2 19		

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
E1. (160) ไม้แบบแป้นหัวเสาส่วนที่ I	ม.^{3}	62.0	4	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้	1 1	-	
E2. (165) ไม้แบบแป้นหัวเสาส่วนที่ II	ม.^{3}	62.0	4	- ช่างไม้ - คนงาน	4 3		
E3. (170) ผูกเหล็กแป้นหัวเสาส่วนที่ I	ก.ก.	7,420	9	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก	1 1	-	
E4. (175) ผูกเหล็กแป้นหัวเสาส่วนที่ II	ก.ก.	7,420	9	- ช่างเหล็ก - คนงาน	3 5		
E5. (180) เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ I	ม.^{3}	22.2	1	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน	2 1	- เครื่องจี้คอนกรีต	1
E6. (185) เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ II	ม.^{3}	22.2	1	- ช่างปูน - คนงาน	4 21		
F1. (190) ไม้แบบบันไดส่วนที่ I	ม.^{3}	98.0	10	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้ - ช่างไม้ - คนงาน	1 1 2 2	-	
F2. (195) ไม้แบบบันไดส่วนที่ II	ม.^{3}	98:0	8	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้ - ช่างไม้ - คนงาน	1 1 3 3		

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
F3. (200) ผูกเหล็กบันไดส่วนที่ I	ก.ก.	3,000	7	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก - ช่างเหล็ก - คนงาน	1 1 4 5	-	
F4. (205) ผูกเหล็กบันไดส่วนที่ II	ก.ก.	3,000	5	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก - ช่างเหล็ก - คนงาน	1 1 7 8	-	
F5. (210) เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ I	ม.^{3}	12.55	2	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน	1 1	-	
F6. (215) เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ II	ม.^{3}	12.55	2	- ช่างปูน - คนงาน	4 19		
G1. (30) ไม้แบบคาน AB,BC,DE	ม.^{3}	267.0	7	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างไม้	1 1	-	
G2. (55) ไม้แบบคาน CD,EF	ม.^{3}	267.0	7	- ช่างไม้ - คนงาน	7 2		
G3. (50) ผูกคานเหล็ก AB,BC,DE	ก.ก.	17,500	17	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเหล็ก	1 1	-	
G4. (80) ผูกเหล็กคาน CD,EF	ก.ก.	17,500	17	- ช่างเหล็ก - คนงาน	4 9		

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
G5. (75) เทคอนกรีตคาน AB,BC,DE G6. (90) เทคอนกรีตคาน CD,EF	ม.^{3} ม.^{3}	27.5 27.5	2 2	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน - ช่างปูน - คนงาน	1 1 2 5	- เครื่องจี้คอนกรีต	1
G7. (100) ระบบ Posttension คานสะพาน	%	100	5	Subcontractor		Subcontractor	
G8. (235) ยกคานสะพานติดตั้ง	คาน	5	1 (6 ชม.)	- โฟร์แมน - คนงาน	4 6	- รถเทเลอร์ยาว 24 เมตร - รถเครน ขนาด 45 ตัน	5 2
H1. (220) ราวกันตกบันไดส่วนที่ I H2. (225) ราวกันตกบันไดส่วนที่ II	ม.^{2} ม.^{2}	71.1 71.1	7 7	- หัวหน้าช่างเชื่อม - ช่างเชื่อม	1 2	- เครื่องเชื่อม	1
H3. (110) ราวกันตกคานสะพาน AB,BC,DE H4. (125) ราวกันตกคานสะพาน CD,EF	ม.^{2} ม.^{2}	117 117	12 12	- หัวหน้าช่างเชื่อม - ช่างเชื่อม	1 2	- เครื่องเชื่อม	1
H5. (230) ทาสีราวกันตกบันไดส่วนที่ I H6. (240) ทาสีราวกันตกบันไดส่วนที่ II	ม.^{2} ม.^{2}	1,202 1,202	3 3	- ช่างทาสี	3		
H7. (120) ทาสีราวกันตกคานสะพาน AB,BC,DE H8. (135) ทาสีราวกันตกคานสะพาน CD,EF	ม.^{2} ม.^{2}	1,803 1,803	4 4	- ช่างทาสี	3	-	

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
L (250) งานไฟฟ้า	จุด	14	7	Subcontractor		Subcontractor	
M (245) เทคอนกรีต Topping พื้นสะพาน	ม.^{3}	281.0	1	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างปูน - ช่างปูน - คนงาน	2 1 4 22	-	
N (260) เก็บงานส่วนที่เหลือ	%	100	7	- โฟร์แมน - หัวหน้าช่างเชื่อม - ช่างเชื่อม - คนงาน	1 1 2 7	- เครื่องเชื่อม	1
P1. (20) บ่อพักท่อร้อยสายไฟฟ้า	บ่อ	8	14	- โฟร์แมน - ช่างปูน - ช่างไม้ - ช่างเหล็ก - คนงาน	1 2 2 2 18	- เครื่องเจาะผิวถนนลาดยาง	1
P2. (35) ท่อร้อยสายไฟฟ้า	ม.	100	20	- โฟร์แมน - คนงาน	1 10	- เครื่องเจาะผิวถนน - เครื่องปั่นไฟ	1 1

ตารางที่ 6-5 รายละเอียดการใช้ทรัพยากรตามแผนงานที่ได้ในขั้นตอนการวางแผนงาน (ต่อ)

งานย่อย (หมายเลขแทนงาน)	ปริมาณงาน		เวลาแล้วเสร็จ (วัน)	แรงงาน		เครื่องจักร	
	หน่วย	จำนวน		ชนิดแรงงาน	จำนวน	ชนิดเครื่องจักร	จำนวน
R (60) ทำคันหิน	ม.	100	13	- โฟร์แมน - คนงาน - ช่างไม้ - ช่างเหล็ก	1 15 2 2	- เครื่องเจาะผิวถนน	1
S (255) ทำทางเท้า	ม.^{2}	50	8	- โฟร์แมน - คนงาน	1 6	- เครื่องตบดิน	1

ตารางที่ 6-6 เปรียบเทียบแผนงานที่ปรับปรุงใหม่กับผลการดำเนินงานจริง

ลักษณะงาน	เวลา (วัน)				ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	แผนงานปรับปรุงใหม่		ผลการดำเนินงานจริง		แผนงานที่ปรับปรุงใหม่	ผลการดำเนินงานจริง
	ช่วง	ลงมือทำ	ช่วง	ลงมือทำ		
1. เตรียมงานและวางผัง	14	14	54	13	35,960	31,200
2. เลาเข็มเจาะ	20	20	16	16	360,000	330,000
3. ฐานราก, ตอม่อ, แป้นหัวเสา, บันได						
3.1 ฐานราก						
3.1.1 ขุดดินและปรับพื้นฐานราก	13	8	68	8	1,350	2,306
3.1.2 ไม้แบบ	9	3	41	2	3,955	4,716
3.1.3 เหล็กเสริมคอนกรีต	15	14	45	7	50,364	58,440
3.1.4 คอนกรีต	1	1	34	2	43,940	51,260
3.2 ตอม่อ						
3.2.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	45	15	26	25	107,750	107,070
3.2.2 ไม้แบบ	8	8	26	3	13,188	13,240
3.2.3 คอนกรีต	5	2	24	3	27,700	26,400
3.3 แป้นรองหัวเสา						
3.3.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	13	13	16	9	157,800	142,500
3.3.2 ไม้แบบ	8	8	19	14	17,010	14,820
3.3.3 คอนกรีต	5	2	8	2	57,280	51,600

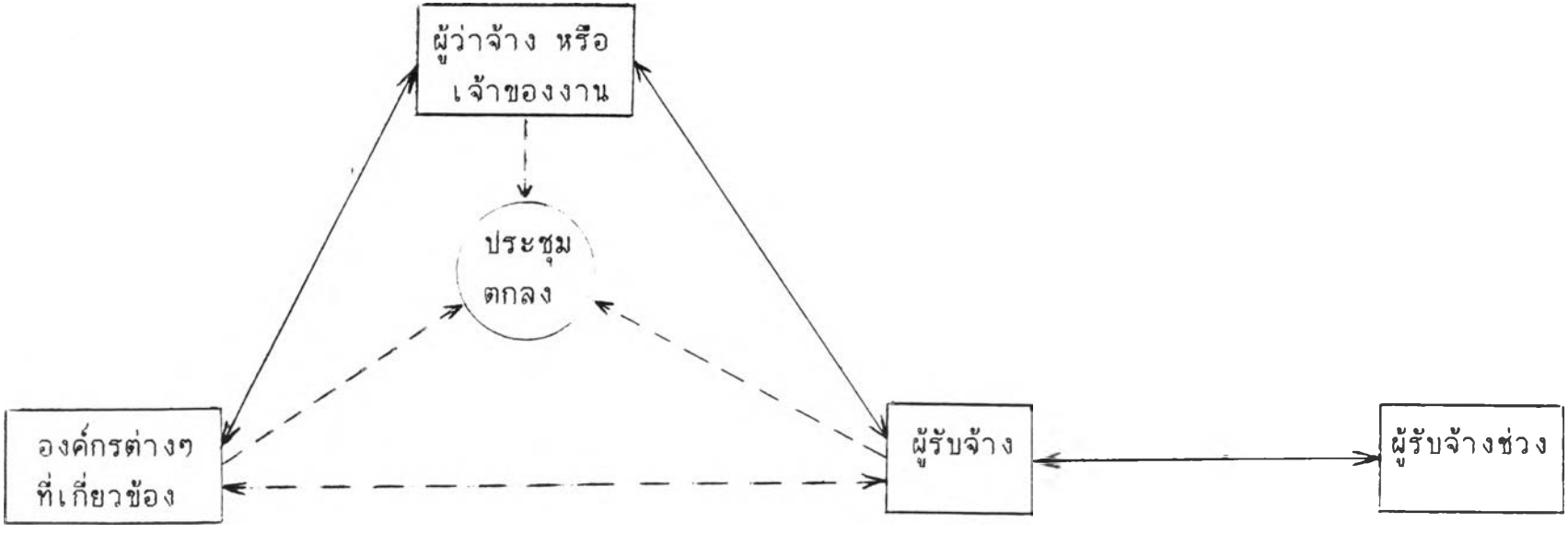
ตารางที่ 6-6 เปรียบเทียบแผนงานที่ปรับปรุงใหม่กับผลการดำเนินงานจริง (ต่อ)

ลักษณะงาน	เวลา (วัน)				ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	แผนงานปรับปรุงใหม่		ผลการดำเนินงานจริง		แผนงานที่ปรับปรุงใหม่	ผลการดำเนินงานจริง
	ช่วง	ลงมือทำ	ช่วง	ลงมือทำ		
3.4 บันได						
3.4.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	7	7	14	5	66,000	68,560
3.4.2 ไม้แบบ	12	12	27	14	27,323	27,600
3.4.3 คอนกรีต	2	2	21	3	35,140	36,800
รวมในหมวดที่ 3	90	90	98	63	608,800	605,092
4. คานละพาน Box Girder						
4.1 ไม้แบบ	14	14	19	16	60,670	64,300
4.2 เหล็กเสริมคอนกรีต	24	24	15	15	345,000	374,290
4.3 คอนกรีต	9	4	13	4	90,300	97,780
4.4 ระบบ Posttension + bearing pad	5	5	7	4	320,000	320,000
4.5 ยกคานละพานติดตั้ง	1	1	1	1	122,680	120,000
รวมในหมวดที่ 4	86	47	93	27	938,650	976,000
5. ราวเหล็กแป๊ป ไฟฟ้า ป้ายบอกความสูง งานอื่น ๆ						
5.1 ราวเหล็กแป๊ป						
5.1.1 ราวกันตกบันได	7	7	27	22	72,540	76,520
5.1.2 ทาสีราวกันตกบันได	8	6	5	5	10,380	11,000
5.1.3 ราวกันตกคานละพาน	31	24	17	11	105,516	104,600
5.1.4 ทาสีราวกันตกคานละพาน	8	8	12	4	15,570	15,280

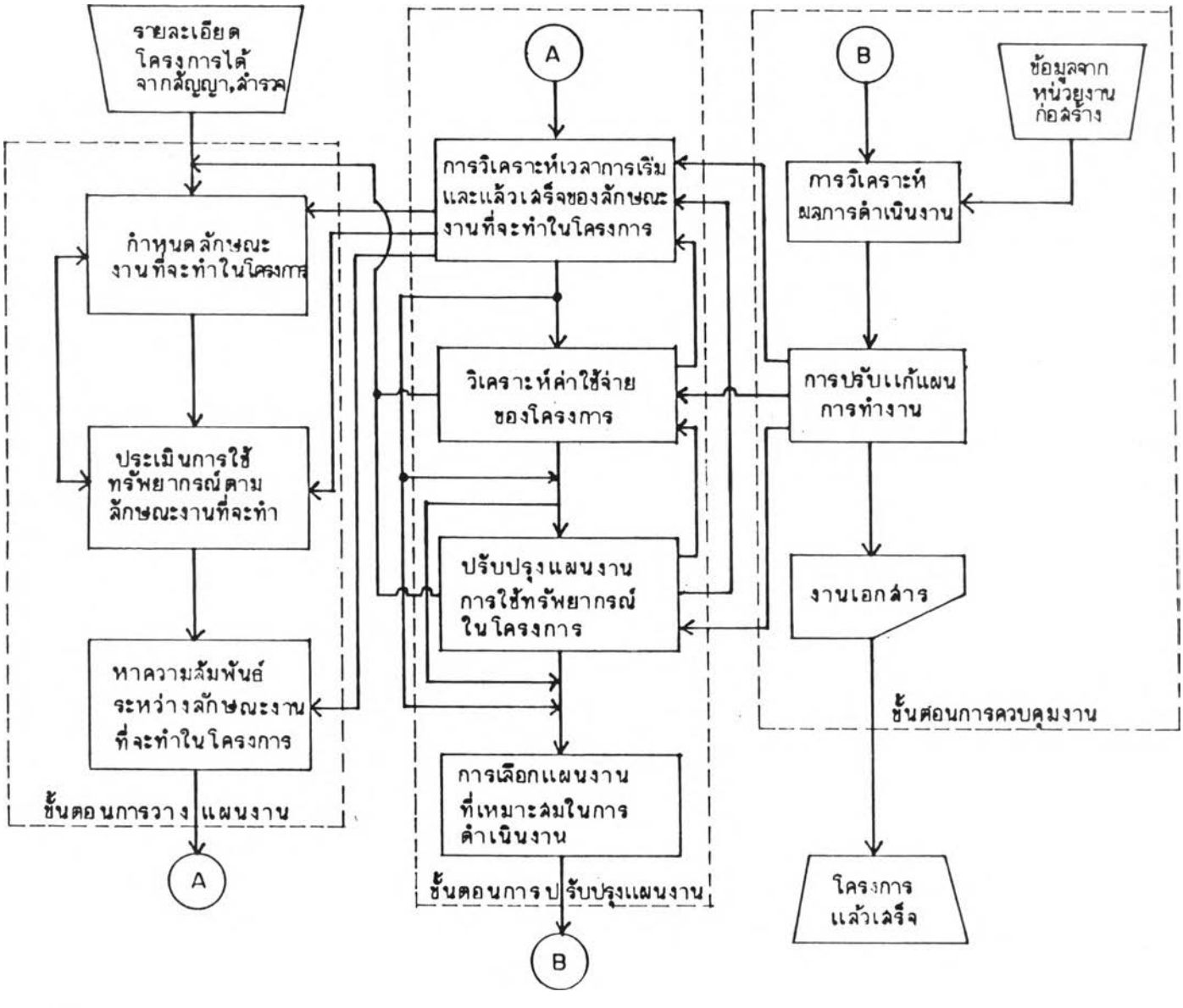
ตารางที่ 6-6 เปรียบเทียบแผนงานที่ปรับปรุงใหม่กับผลการดำเนินงานจริง

ลักษณะงาน	เวลา (วัน)				ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	แผนงานปรับปรุงใหม่		ผลการดำเนินงานจริง		แผนงานที่ปรับปรุงใหม่	ผลการดำเนินงานจริง
	ช่วง	ลงมือทำ	ช่วง	ลงมือทำ		
5.2 ไฟฟ้า	7	7	5	4	280,000	280,000
5.3 เทคอนกรีตtoppingพื้นสะพานและเก็บงานที่เหลือ	16	7	9	9	50,410	59,150
รวมในหมวดที่ 5	64	48	82	46	534,416	546,550
6. ย้ายสาธารณูปโภค สาธารณสมบัติ	-	-	295	53	-	106,122
7. สร้างคันหิน ค.ส.ล.	13	13	18	11	21,820	45,473
8. สร้างทางเท้าปูกระเบื้อง	8	8	30	6	22,340	36,960
9. สร้างบ่อพักท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน	14	14	39	6	63,230	60,100
10. สร้างท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน RSC-20 100 มม.	20	20	32	9	221,100	243,210
11. Indirect Cost	166	116	216	141	180,960	154,000
12. ค่าปรับเนื่องจากงานล่าช้า วันละ 9,000 บาท	-	-	6	6	-	54,000
รวมทั้งโครงการ	166	116	216	141	2,987,277	3,188,977

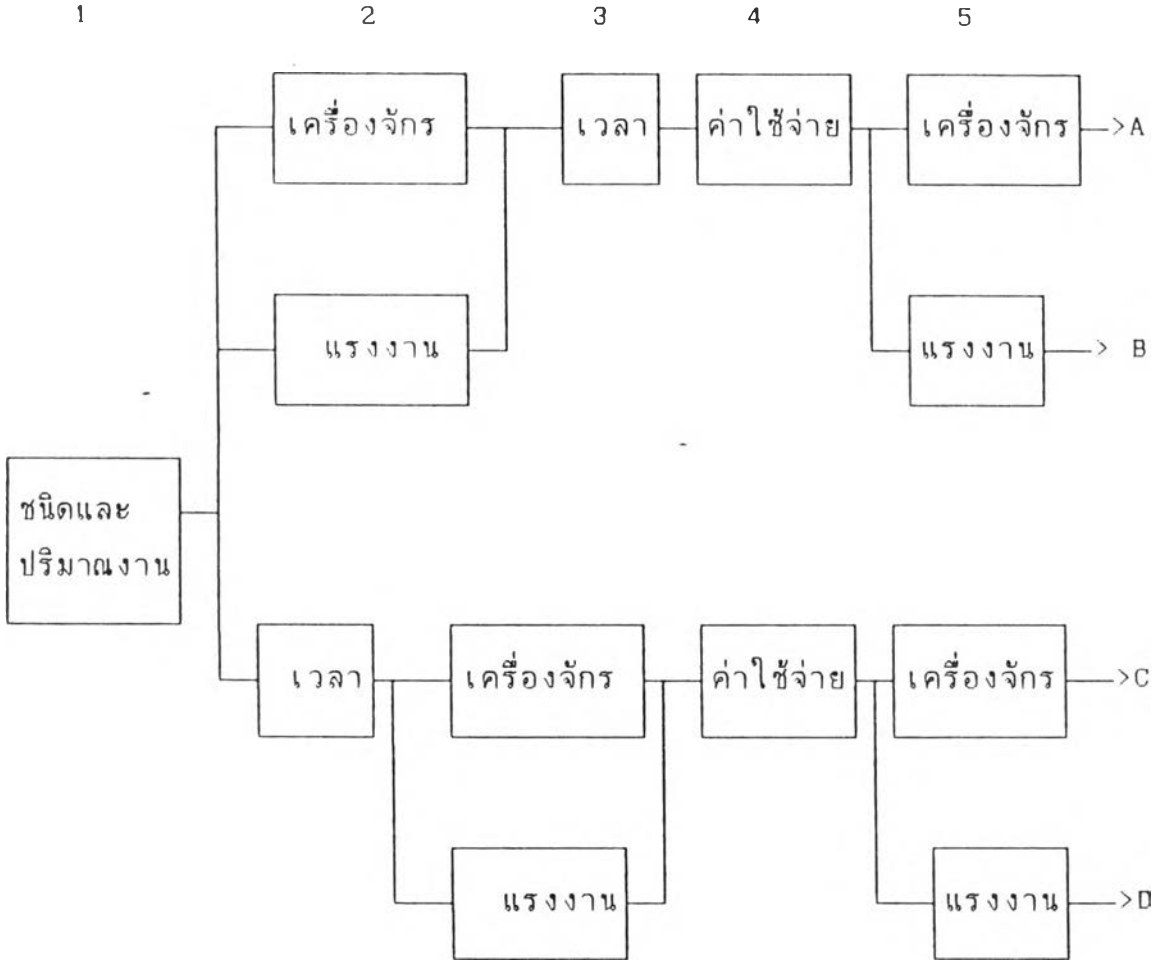
รูปภาพประกอบ



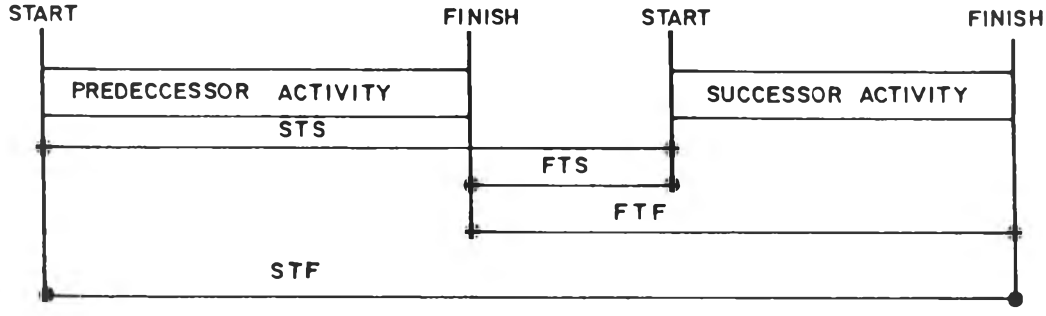
รูปที่ 2-1 แผนภาพแสดงการติดต่อระหว่าง ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และ องค์กรต่างๆ



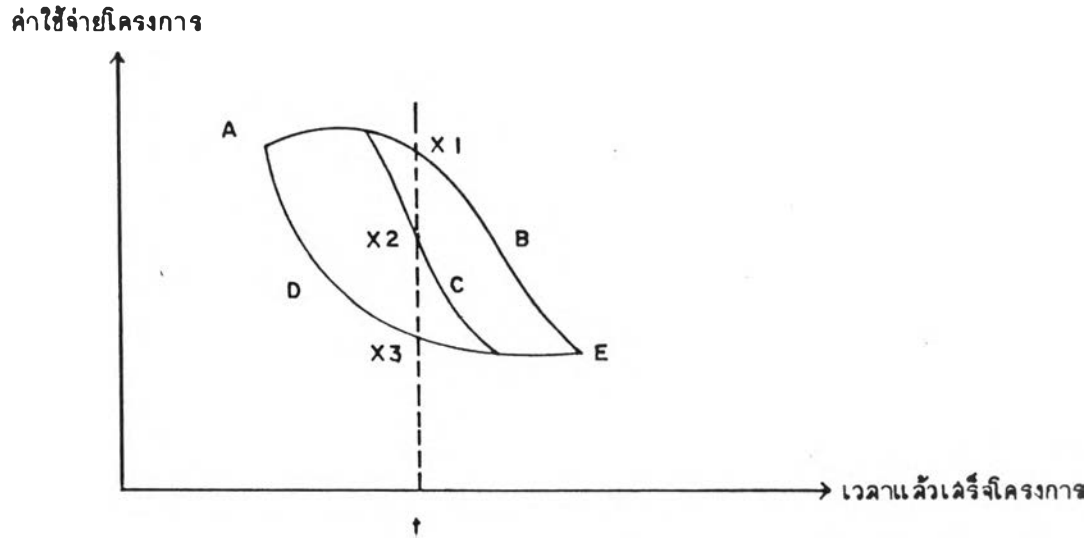
รูปที่ 2-2 แสดงรายละเอียดของระบบโครงข่าย



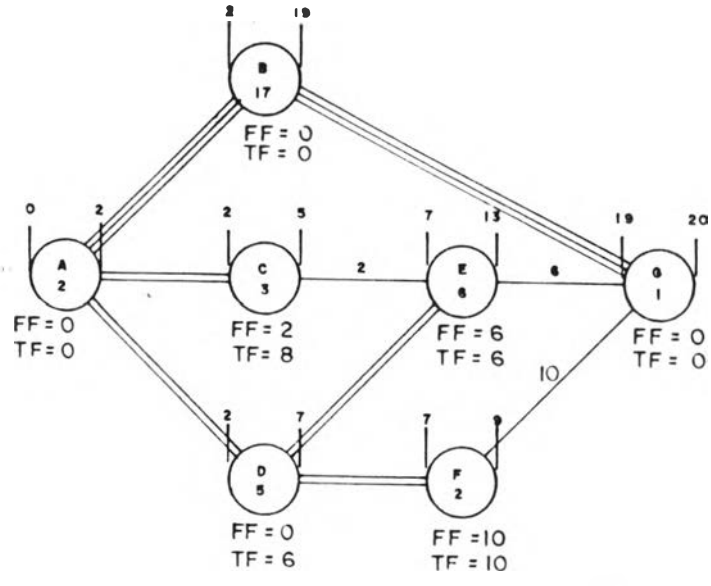
รูปที่ 2-3 แผนผังแสดงการประมาณ ปริมาณทรัพยากร ของลักษณะงานที่จะทำในโครงการ



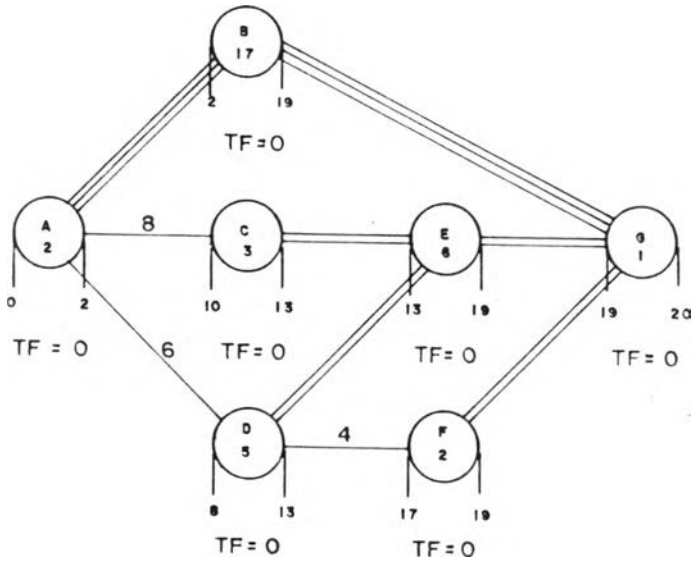
รูปที่ 2-4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ ทั้ง 4 แบบ ของงานย่อย



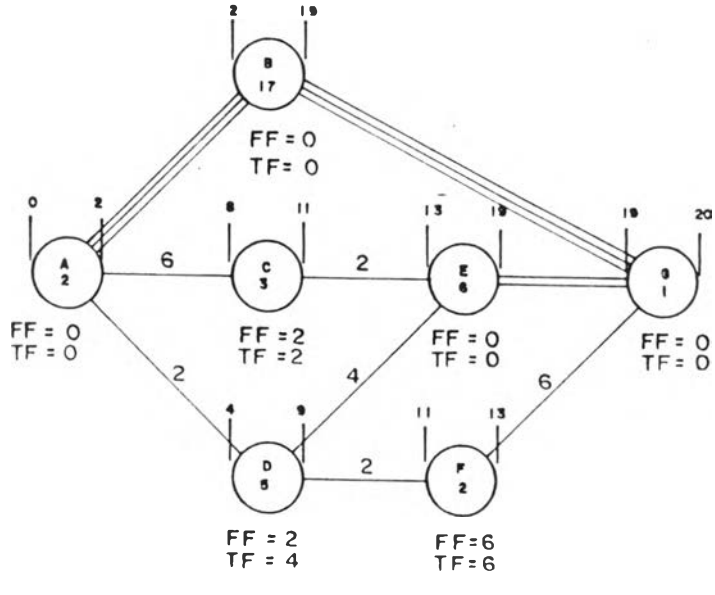
รูปที่ 2-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา กับ ค่าใช้จ่าย ของโครงการ



รูปที่ 2-6 (ก) แผนงานแสดง เวลาเริ่มเร็วที่สุด



รูปที่ 2-6 (ข) แผนงานแสดง เวลาเริ่มช้าที่สุด

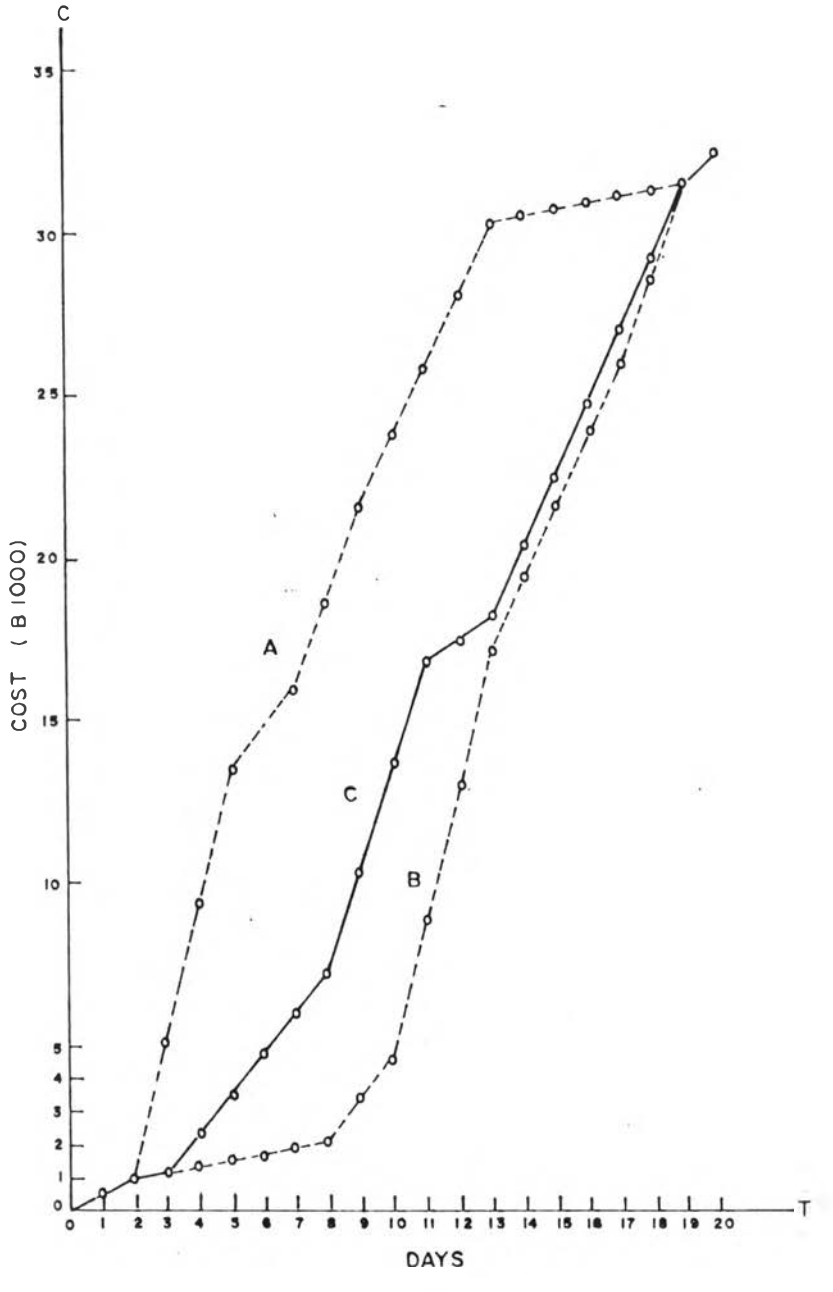


รูปที่ 2-6 (ค) แผนงานเป้าหมาย

A = แผนงานเวลาเริ่มเร็วที่สุด

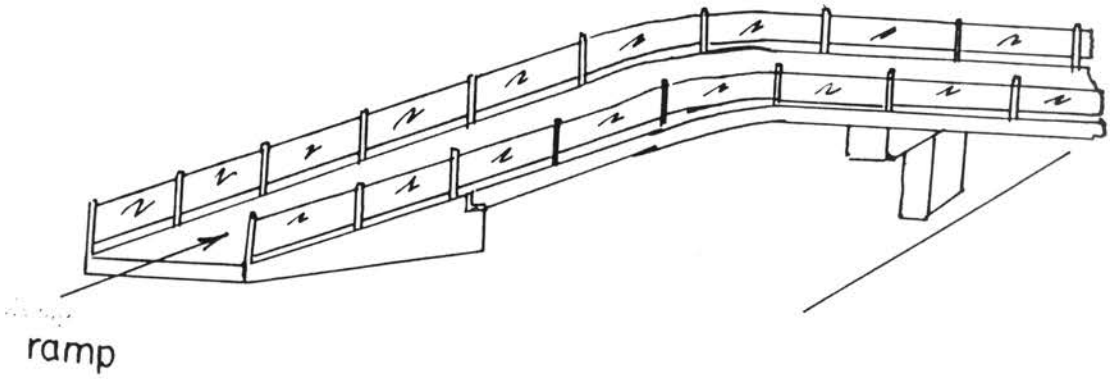
B = แผนงานเวลาเริ่มช้าที่สุด

C = แผนงานเป้าหมาย

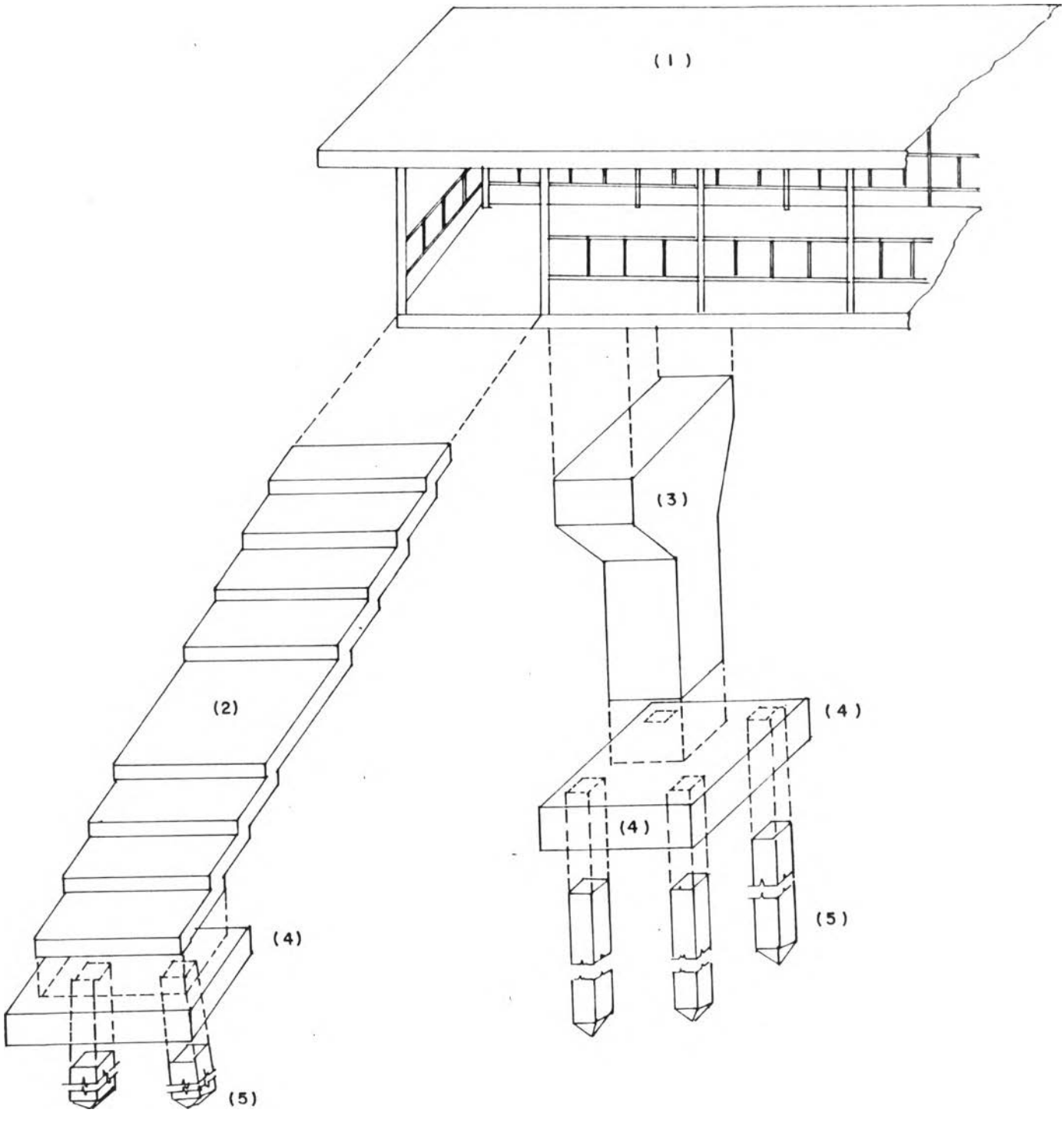


รูปที่ 2-6 (ง) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าใช้จ่ายของโครงการ กับ เวลาในการดำเนินงาน

รูปที่ 2-6 ตัวอย่างแสดงการทำ แผนงานเป้าหมาย

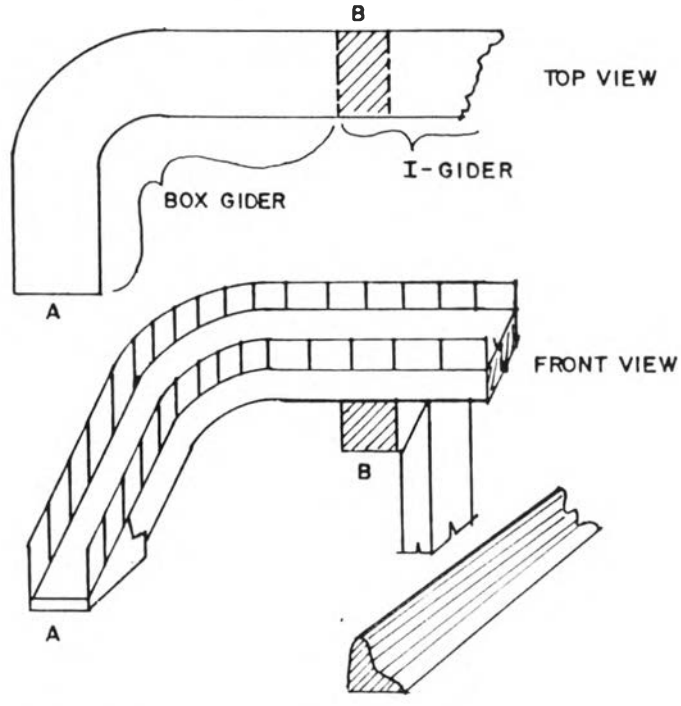


รูปที่ 3-1 ลักษณะทางขึ้นที่เป็นทางลาด (Ramp)

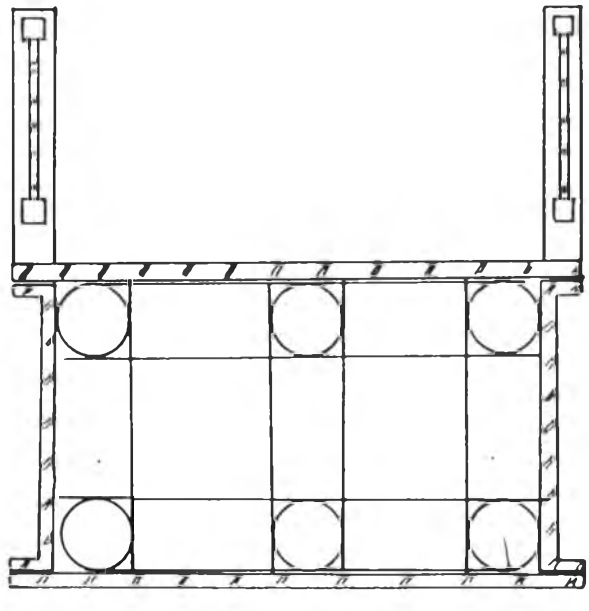


รูปที่ 3-2 ส่วนประกอบของโครงสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามถนน

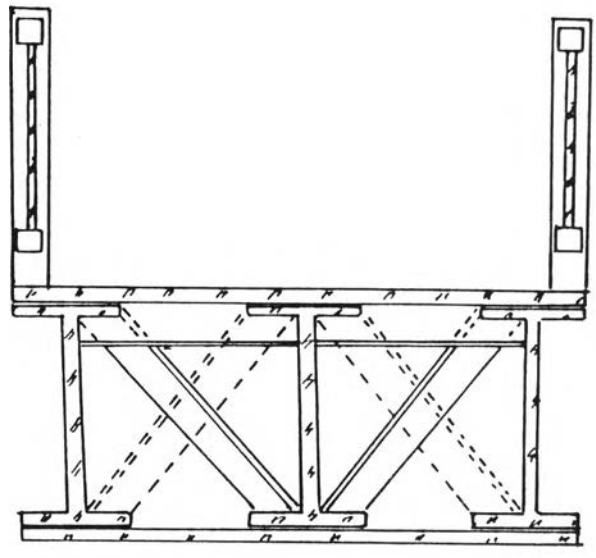
(1) ตัวสะพาน
(2) ทางขึ้นตัวสะพาน
(3) ตอม่อและแป้นหัวเสา
(4) ฐานราก
(5) เสาเข็ม



รูปที่ 3-3 แสดงส่วนที่เป็น คานหน้าตัดรูปกล่อง และ คานหน้าตัดรูปตัวไอ ของตัวสะพาน

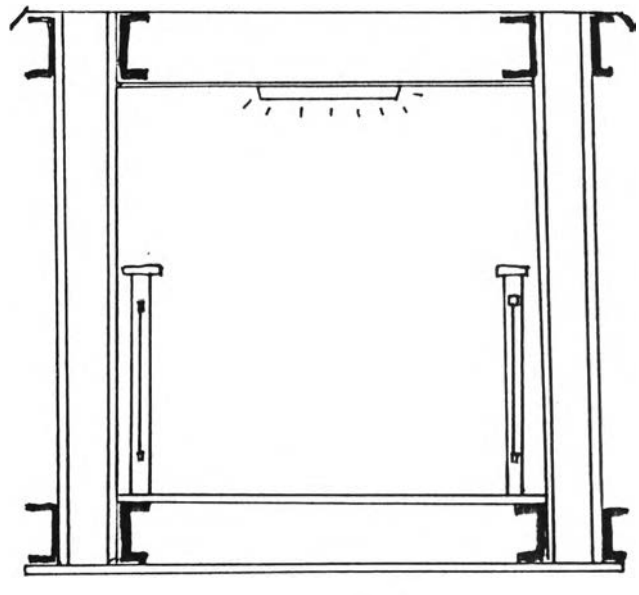


(ก) คานเหล็กรูปกล่อง



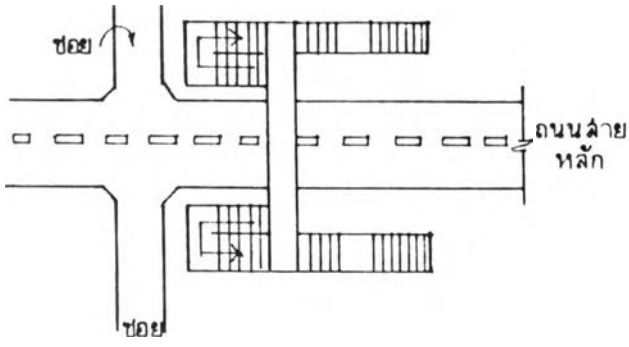
(ข) คานเหล็กรูปตัว ไอ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

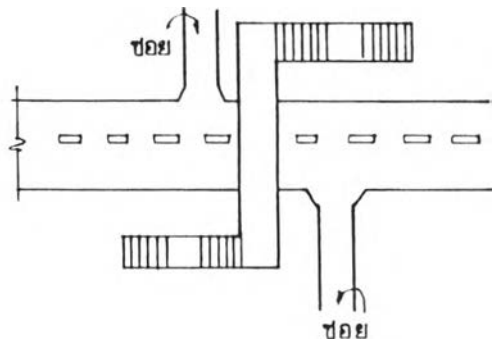


(ค) โครงถักเหล็ก

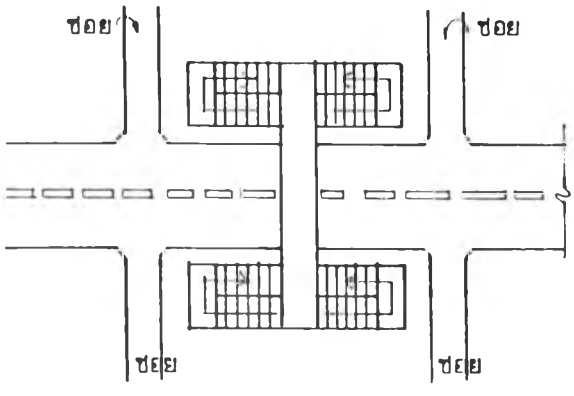
รูปที่ 3-4 การแบ่งชนิดของตัวสะพานที่เป็นเหล็ก



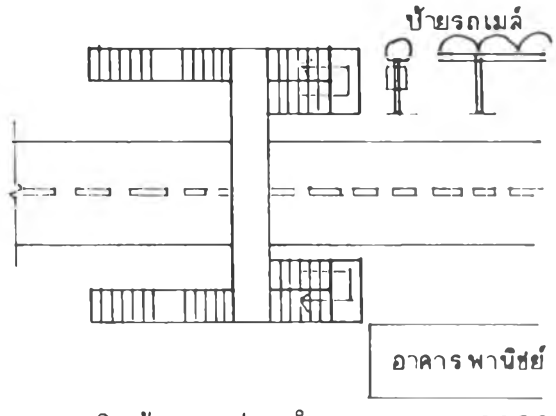
(ก) อุปสรรค ติดซอย หรือ ทางแยก



(ข) อุปสรรค ติดซอย

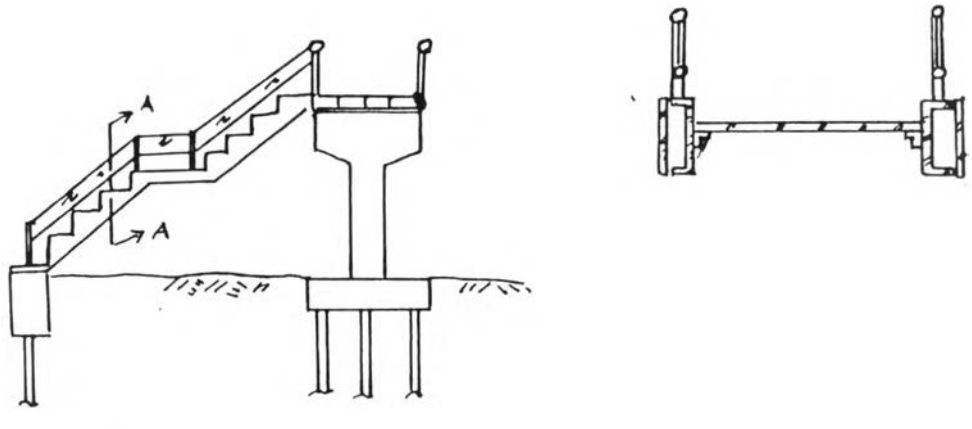


(ค) อุปสรรค ติดซอย

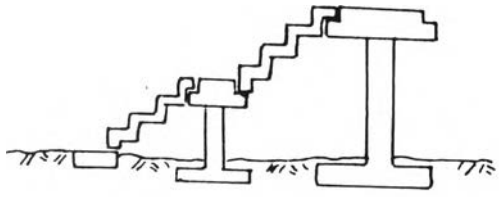


(ง) อุปสรรค ติดป้ายรถประจำทาง และ อาคาร

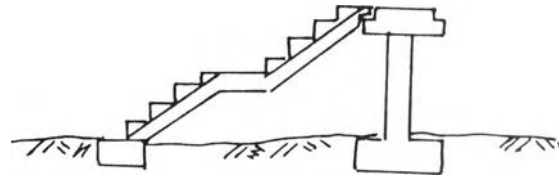
รูปที่ 3-5 รูปแสดงทางขึ้นตัวสะพานเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรค



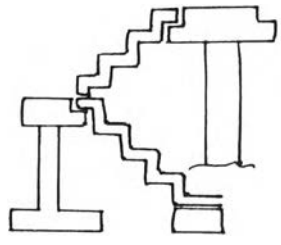
รูปที่ 3-6 แสดงส่วนประกอบโครงสร้างของบันไดเหล็ก



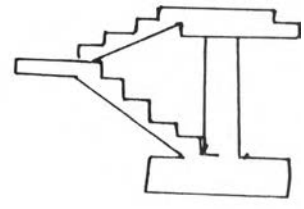
(ก) บันไดตรงมีตอม่อรับชานพักบันได



(ข) บันไดตรงไม่มีต่อรับชานพักบันได

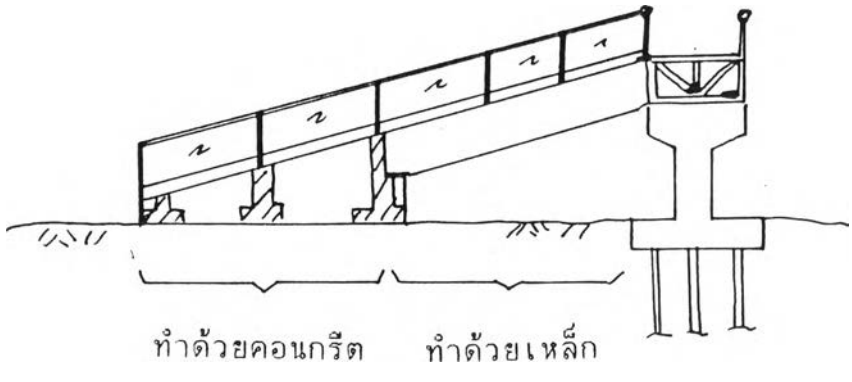


(ค) บันไดเวียนมีเสาตอม่อรับชานพักบันได

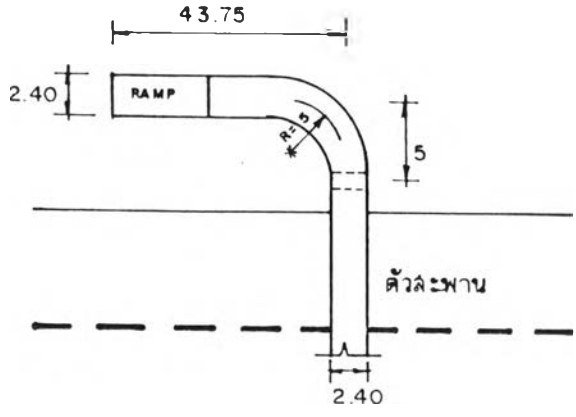


(ง) บันไดเวียนไม่มีเสาตอม่อรับชานพักบันได

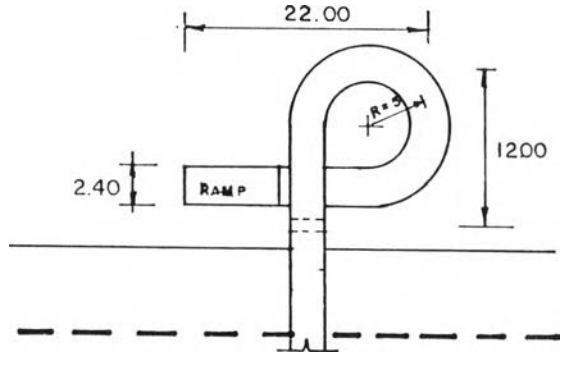
รูปที่ 3-7 แสดงรูปร่างของบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก



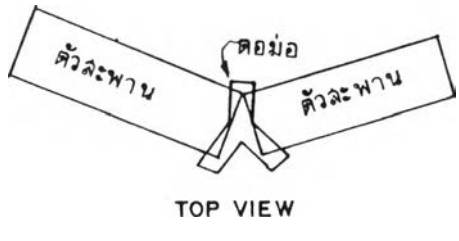
รูปที่ 3-8 แสดงลักษณะและส่วนประกอบโครงสร้างของทางลาด (Ramp)



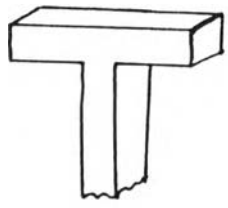
รูปที่ 3-9 ทางลาดแบบธรรมดา

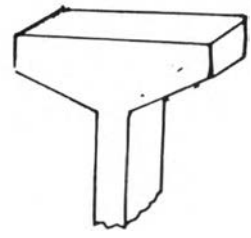


รูปที่ 3-10 ทางลาดแบบหมุนวน

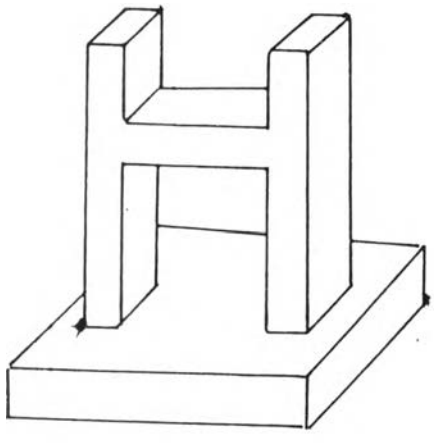


รูปที่ 3-12 เสาตอม่อ ชนิด พิเศษ ข้ามถนนพหลโยธิน บริเวณปากทางลาดพร้าว หน้าธนาคารกรุงเทพ

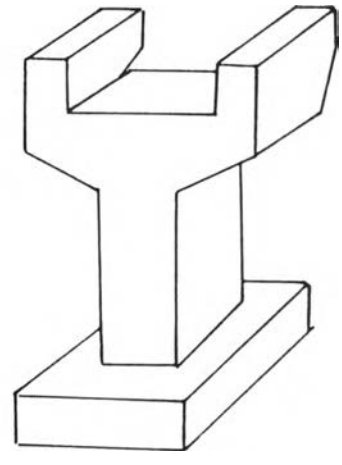




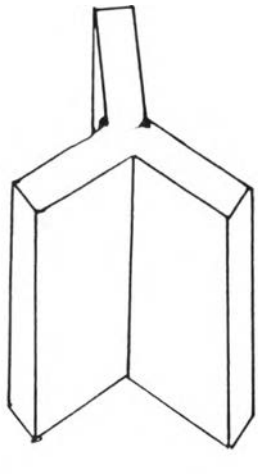
(ก) เสาตอม่อรูปตัว ที



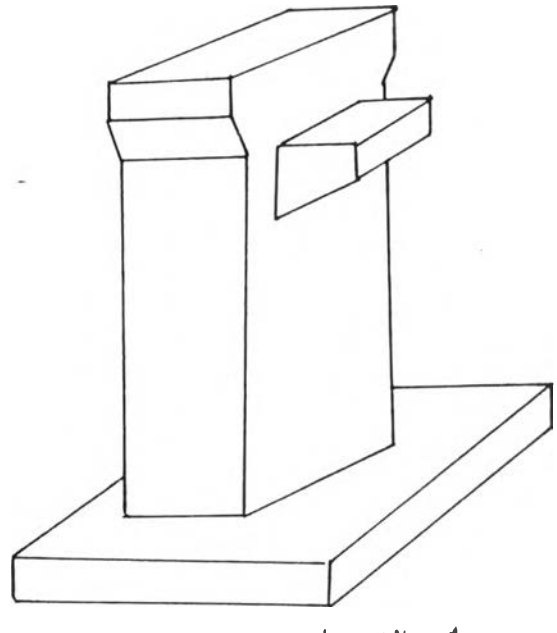
(ข) เสาตอม่อรูปตัว เอช



(ค) เสาตอม่อรูปตัว วาย

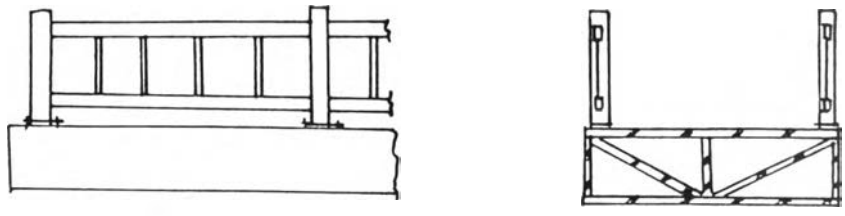


(ง) เสาตอม่อรูปแบบพิเศษ

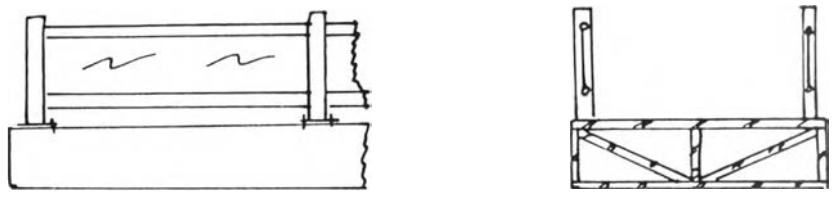


(จ) เสาตอม่อรูปตัว ไอ

รูปที่ 3-11 ลักษณะรูปร่างของเสาตอม่อ

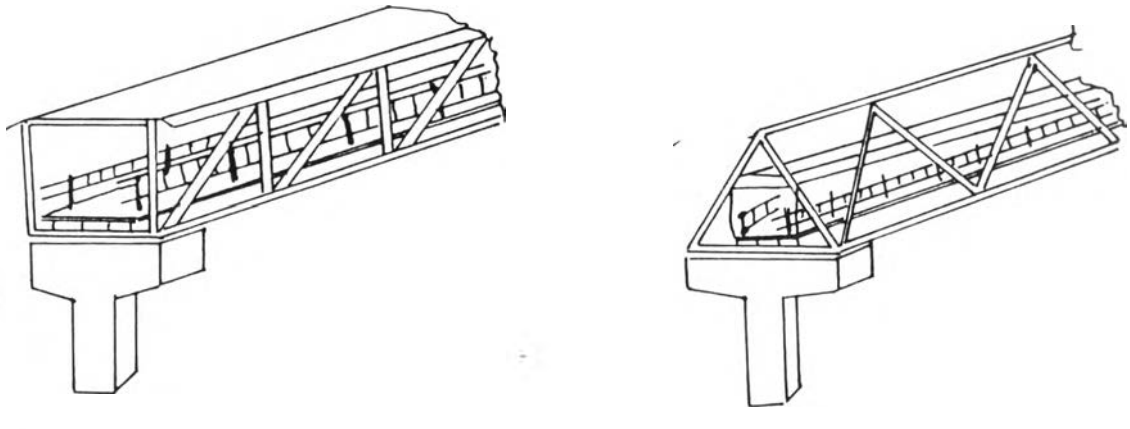


(ก) ราวกันตกทำด้วยโลหะ เช่น ท่อเหล็กกลมชุบสังกระสี อลูมีเนียม

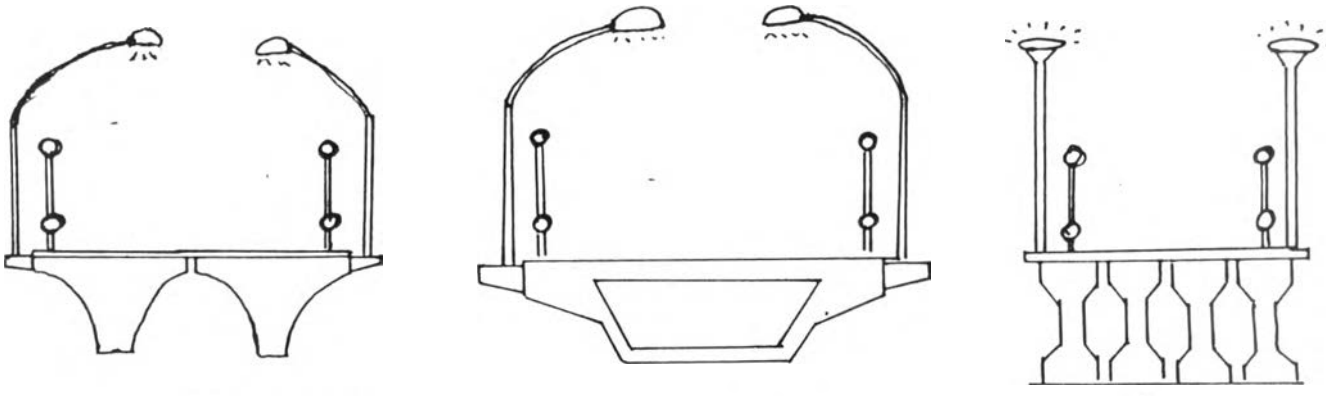


(ข) ราวกันตกทำด้วยแผ่นโลหะ เป็นราวทึบ

รูปที่ 3-13 ส่วนประกอบหลักและลักษณะของราวกันตก

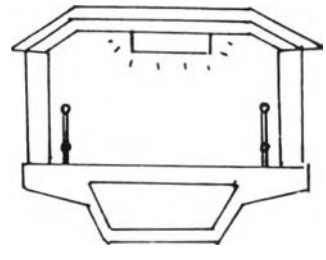


รูปที่ 3-14 แสดงลักษณะหลังคาของสะพานเหล็กที่มีตัวสะพานเป็นโครงถัก

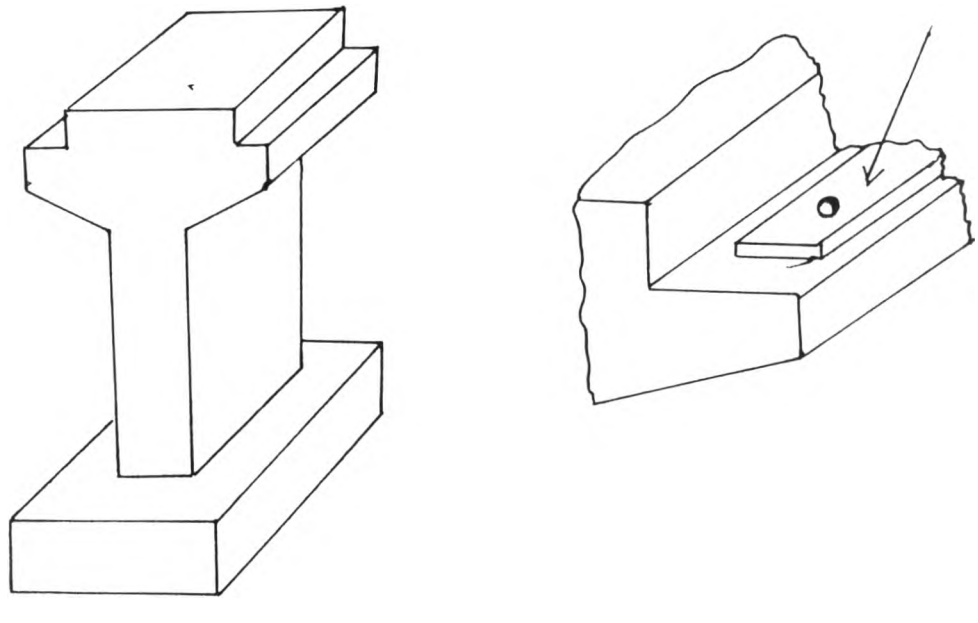


(ข) คานหน้าตัดรูปตัว ที (ก) คานหน้าตัดรูปกล่อง (ค) คานหน้าตัดรูปตัว ไอ

รูปที่ 3-15 แสดงภาพตัดตัวสะพานคอนกรีต

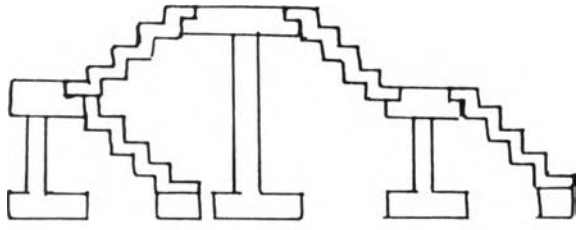


รูปที่ 3-16 รูปแสดงสะพานคอนกรีตที่มีหลังคา

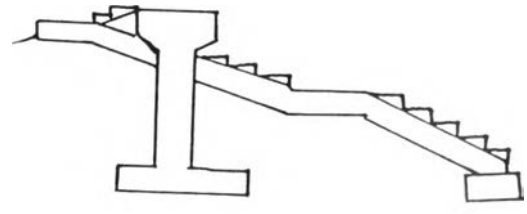


(ก) เสาตอม่อ (ข) แสดง bearing pad (ลูกศรชี้)

รูปที่ 3-17 แสดงลักษณะเสาตอม่อของสะพานคอนกรีต

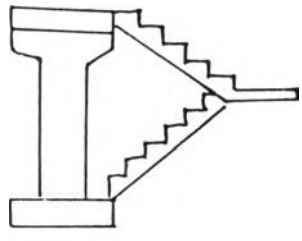


ก



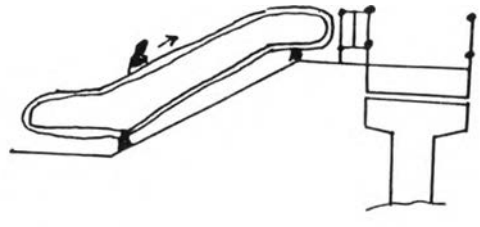
ข

ค

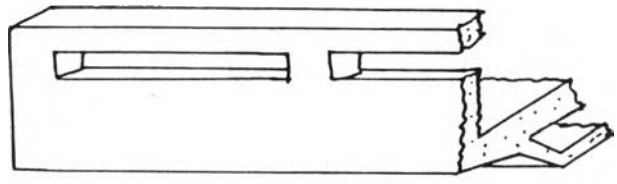


ง

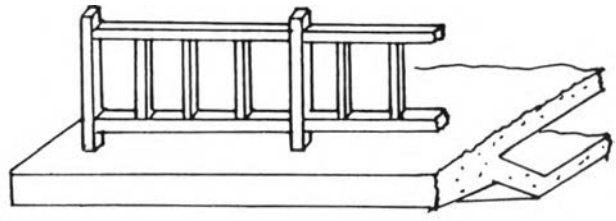
รูปที่ 3-18 แสดงลักษณะบันไดของสะพานคอนกรีต



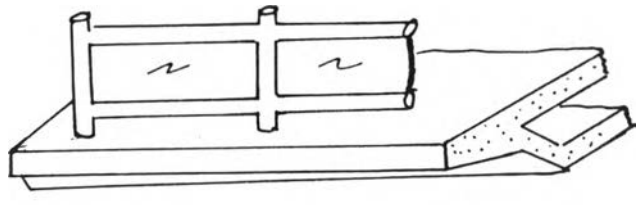
รูปที่ 3-19 รูปแสดงลักษณะของบันไดเลื่อน



(ก) ราวกันตกที่เป็นคอนกรีต

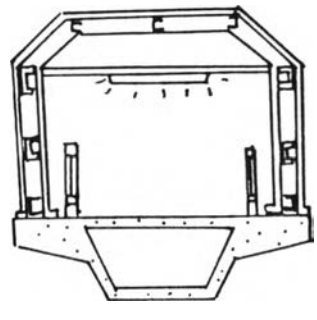


(ข) ราวกันตกเป็นเหล็กลูกกรง ทำด้วยโลหะ

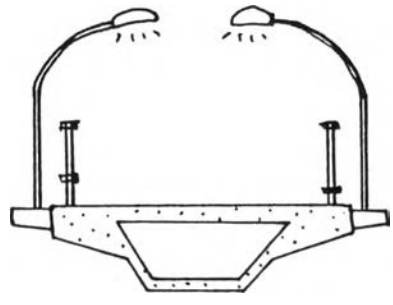


(ค) ราวกันตกเป็นแผ่นเหล็กทึบ

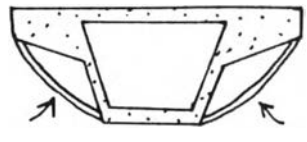
รูปที่ 3-20 ลักษณะของราวกันตกของสะพานคอนกรีต



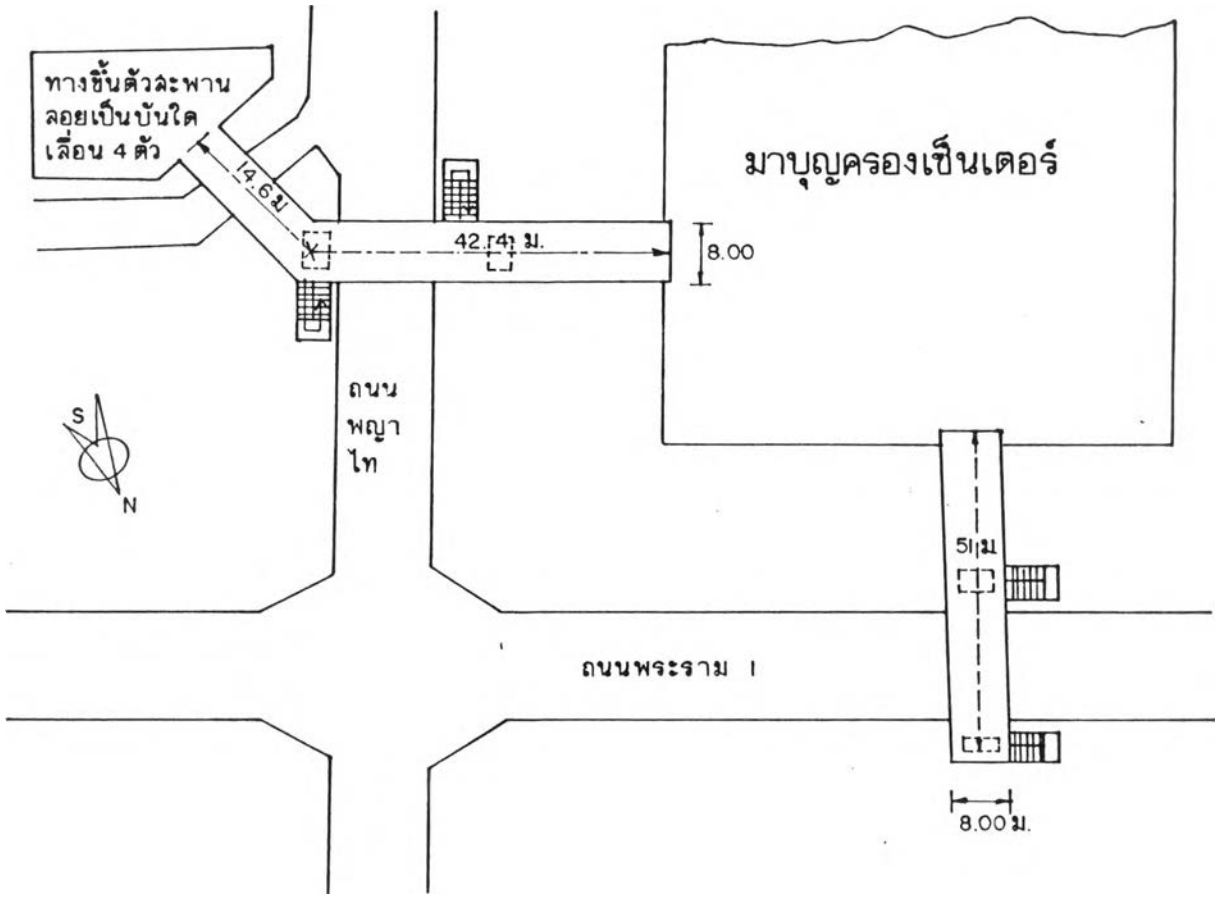
รูปที่ 3-21 ลักษณะหลังคาของสะพานคอนกรีต



รูปที่ 3-22 ลักษณะของโคมไฟฟ้า

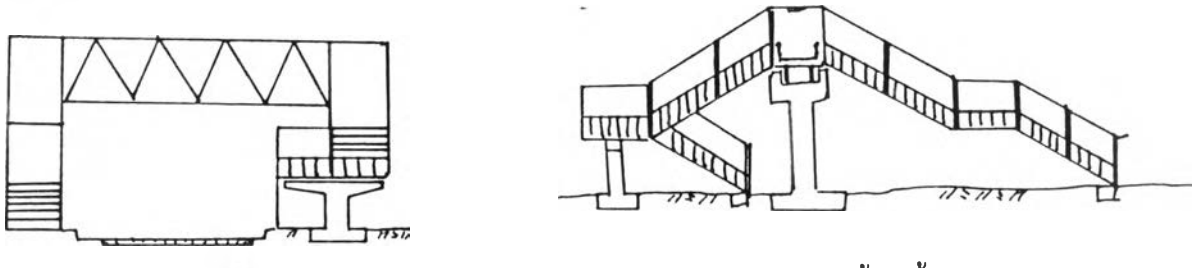


รูปที่ 3-23 การตบแต่งท้องคานสะพานคอนกรีต ด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมใยแก้ว



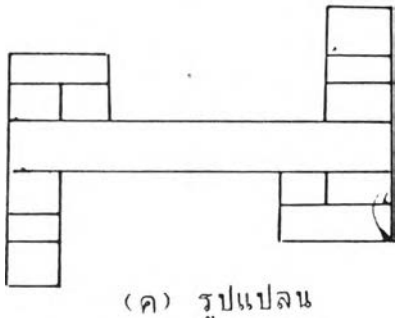
รูปที่ 3-24 แสดงตำแหน่งของสะพานลอย บริเวณห้างสรรพสินค้ามาบุญครอง เซ็นเตอร์

รูปที่ 3-25 แสดงลักษณะเสาตอม่อ สะพานลอย บริเวณห้างสรรพสินค้ามาบุญครองเซ็นเตอร์



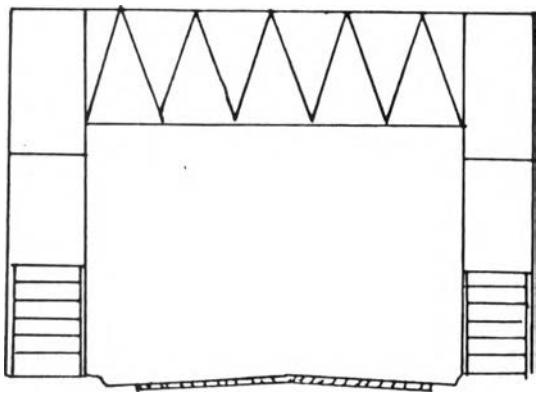
(ก) รูปด้านหน้า

(ข) รูปด้านข้าง

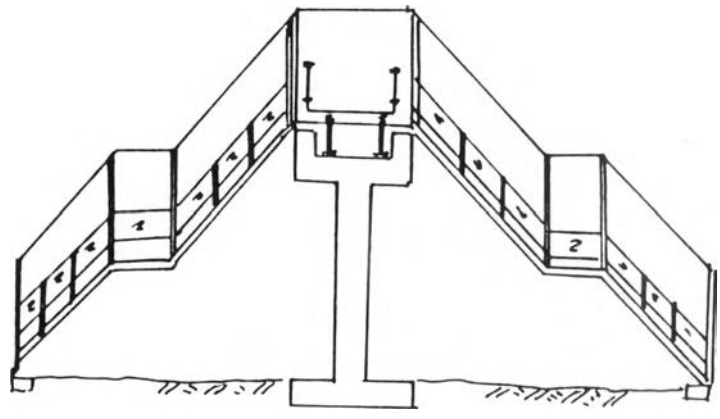


(ค) รูปแปลน

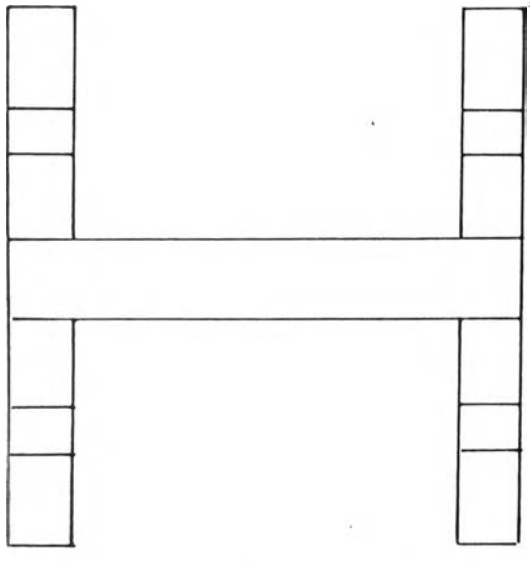
รูปที่ 3-26 รายละเอียดสะพานลอยรูปแบบ A 142



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง

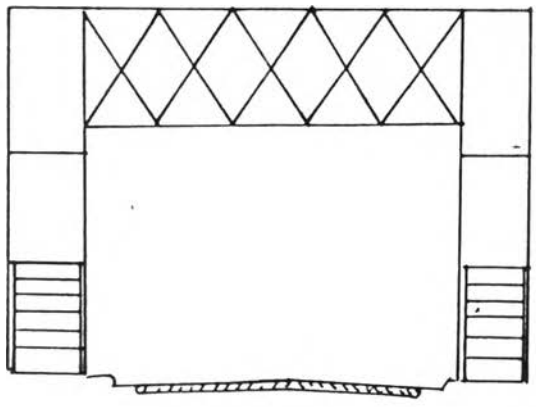


(ค) รูปแปลน

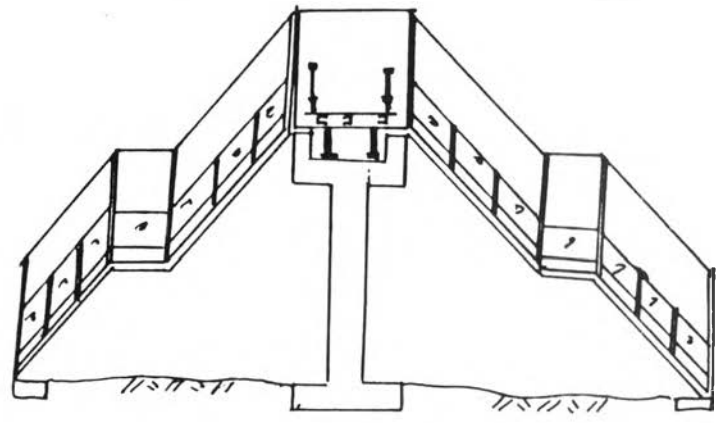
รูปที่ 3-27 รูปแบบ A

<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

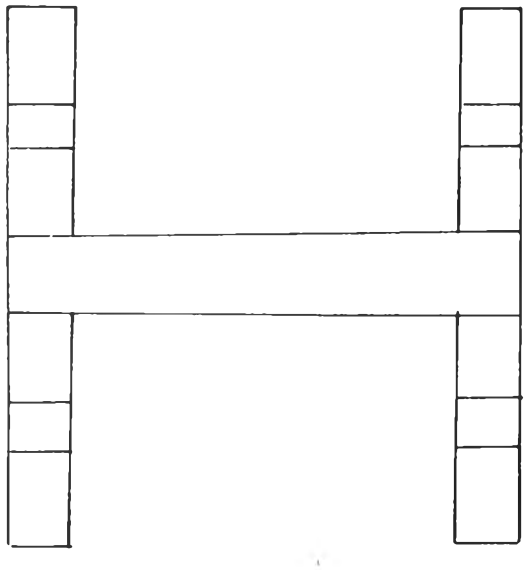
1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว วาย เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะโครงถักสามเหลี่ยม มีหลังคา
3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดเหล็ก มีหลังคา
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-28 รูปแบบ B

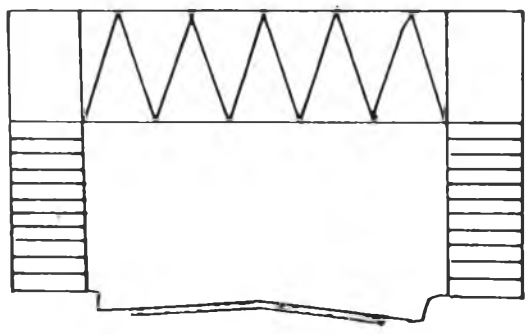
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว วาย เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

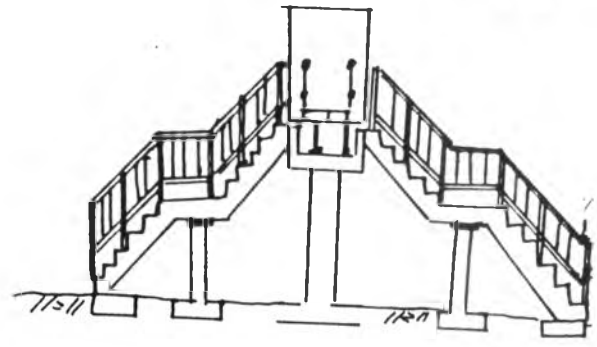
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะโครงถักรูปกากบาท มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดเหล็ก มีหลังคา

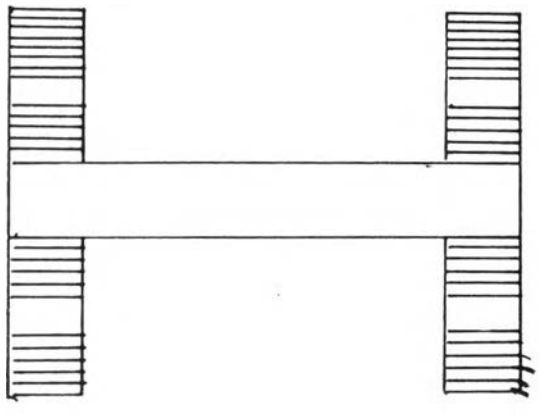
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-29 รูปแบบ C

<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ

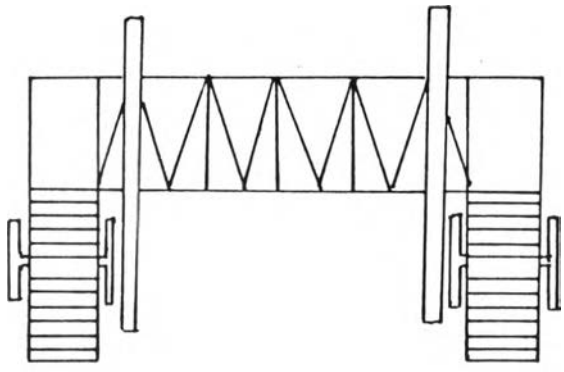
1.1 รับคานสะพาน 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว วาย เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.2 รับชานพักบันได 4 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ไอ หรือ ตัวที เป็นคอนกรีตเหล็ก

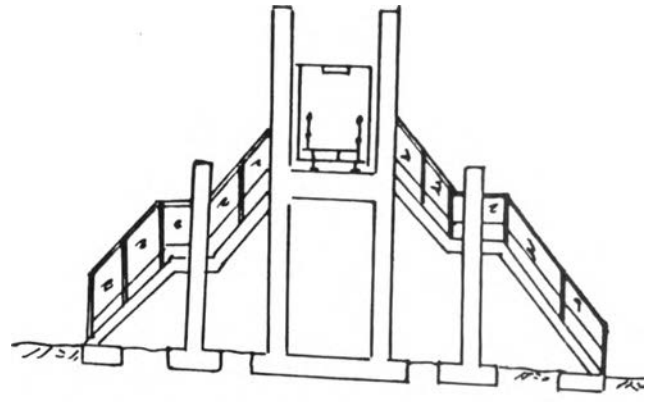
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะโครงถักสามเหลี่ยม มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา

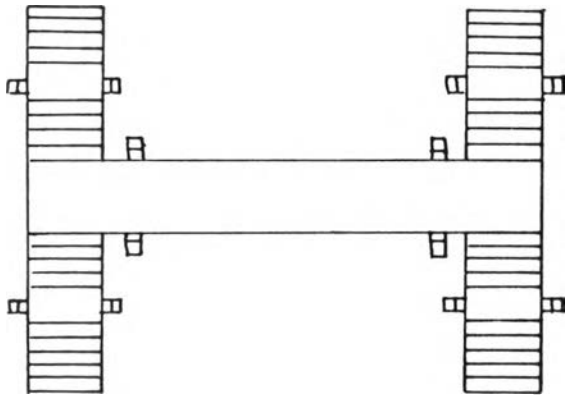
4. ราวกันตกเป็นอลูมิเนี่ยม



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-30 รูปแบบ D

<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ

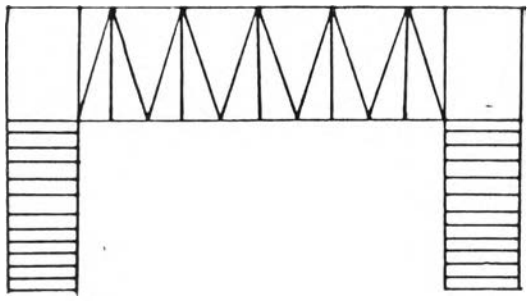
1.1 รับคานสะพาน 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว เอช เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.2 รับชานพักบันได 4 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว เอช เป็นคอนกรีตเหล็ก

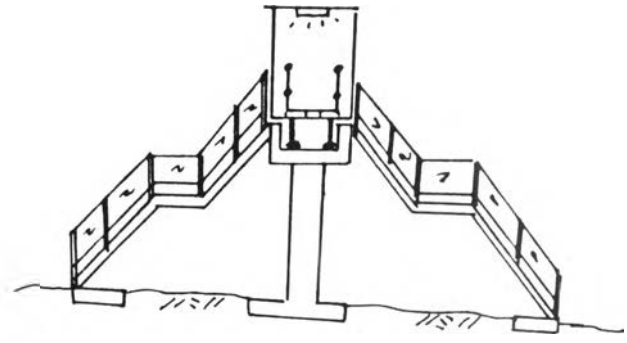
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะโครงถักสามเหลี่ยม มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดเหล็ก ไม่มีหลังคา

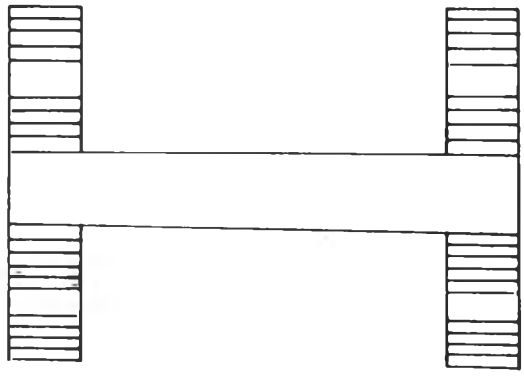
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง

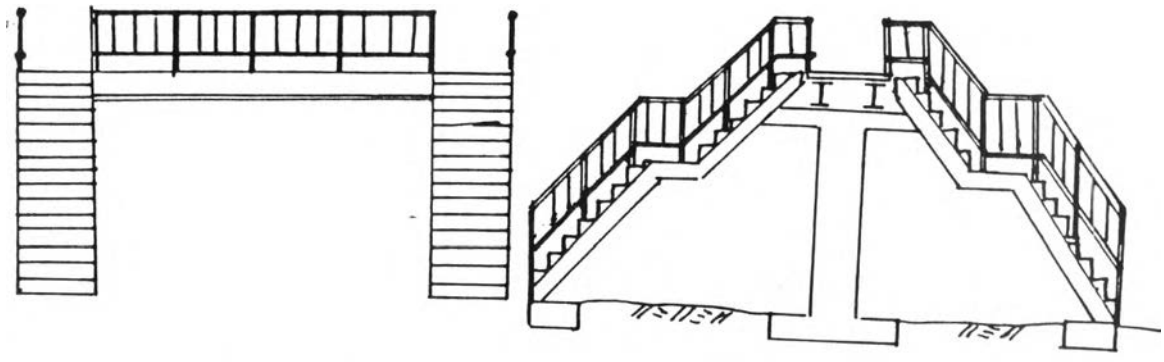


(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-31 รูปแบบ E

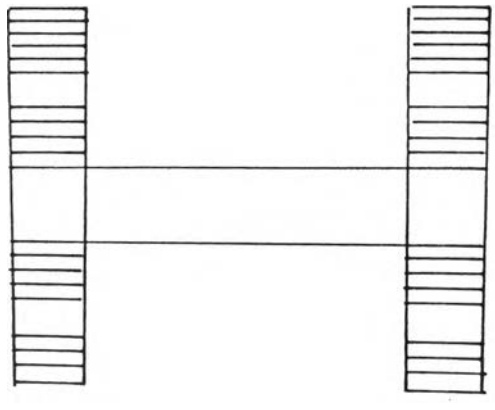
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว วาย เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะโครงถักสามเหลี่ยม มีหลังคา
3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดเหล็ก ไม่มีหลังคา
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



(ก) รูปด้านหน้า

(ข) รูปด้านข้าง

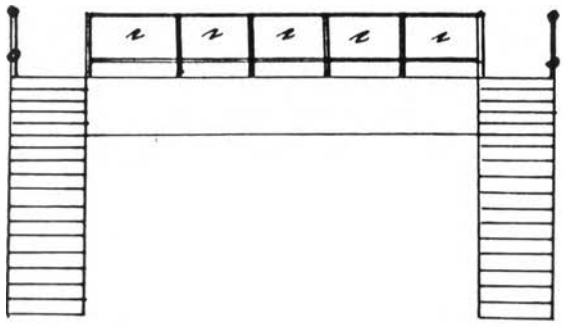


(ค) รูปแปลน

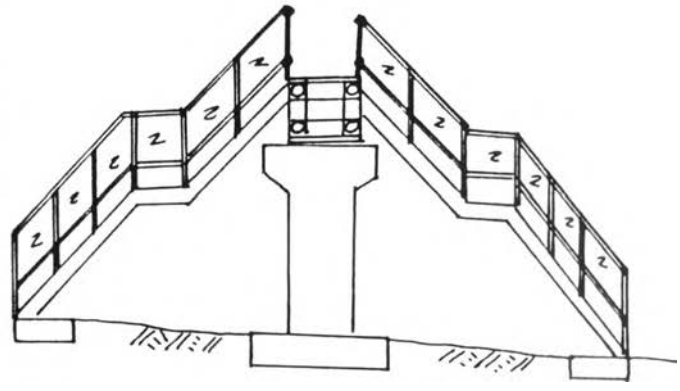
รูปที่ 3-32 รูปแบบ F

<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

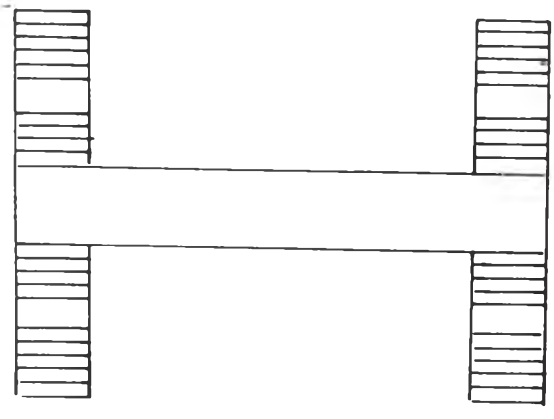
1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ที เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะคานรูปตัวไอ ไม่มีหลังคา
3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา
4. ราวกันตกเป็นลูกกรงเหล็ก



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง

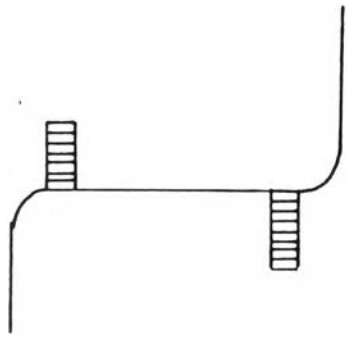


(ค) รูปแปลน

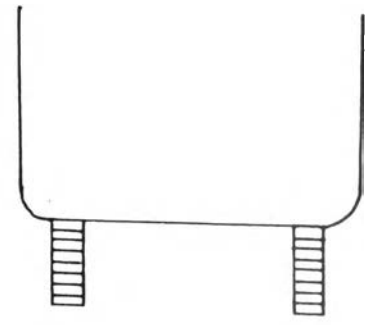
รูปที่ 3-33 รูปแบบ G

<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

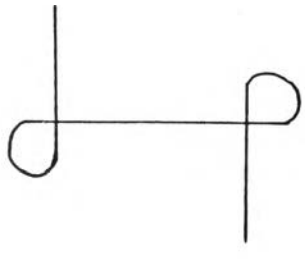
1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ที เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นเหล็กรูปประพรรณลักษณะคานเหล็กรูปกล่อง ไม่มีหลังคา
3. ทางขึ้น-ลง
   - 3.1 บันได 4 ตัว เป็นเหล็ก ไม่มีหลังคา
   - 3.2 ทางลาด (Ramp) เป็นทั้งคอนกรีต และ เหล็ก ไม่มีหลังคา รหัสที่ใช้บอกลักษณะทางลาดจะเป็นสัญลักษณ์เพิ่มขึ้นอีก 2 ตัวคือ สัญลักษณ์ตัวที่ 5 และ 6 ดังรูปที่ 3-34
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



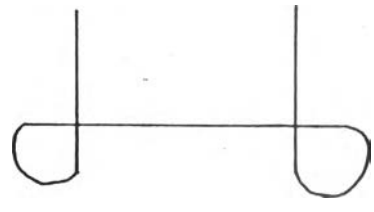
(ก) ทางลาดแบบ 1A



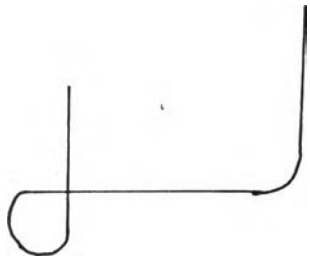
(ข) ทางลาดแบบ 2A



(ค) ทางลาดแบบ 3A

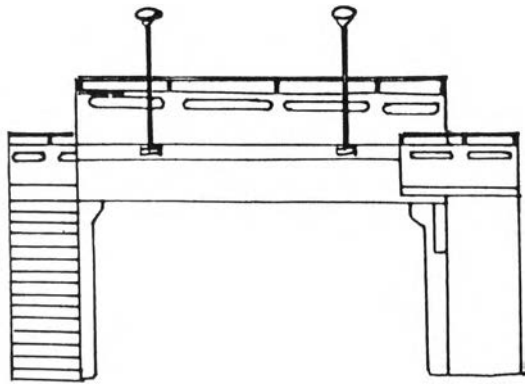


(ง) ทางลาดแบบ 4A

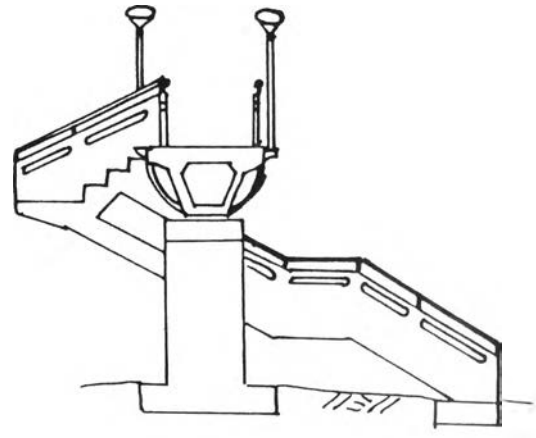


(จ) ทางลาดแบบ 5A

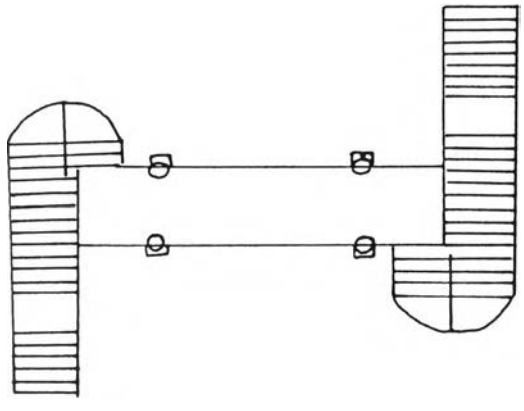
รูปที่ 3-34 ลักษณะทางลาดที่เป็นทางขึ้น-ลง สะพานรูปแบบ G



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-35 รูปแบบ H

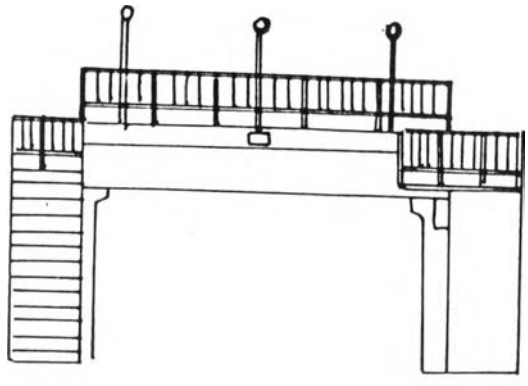
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ไอ เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ตบแต่งผิวด้วยกระเบื้องโมเสค

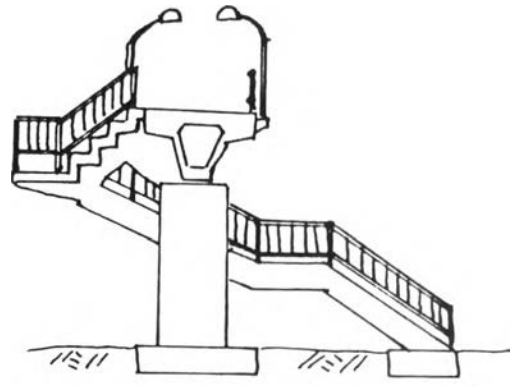
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Post-tension ลักษณะคานสะพานเป็นหน้าตัดรูปกล่อง ไม่มีหลังคา ทอ้งคานปิดด้วยแผ่นคอนดรีตเสริมใยแก้ว

3. ทางขึ้น-ลง 2 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา ราวกันตกตบแต่งผิวด้วยกระเบื้องโมเสค

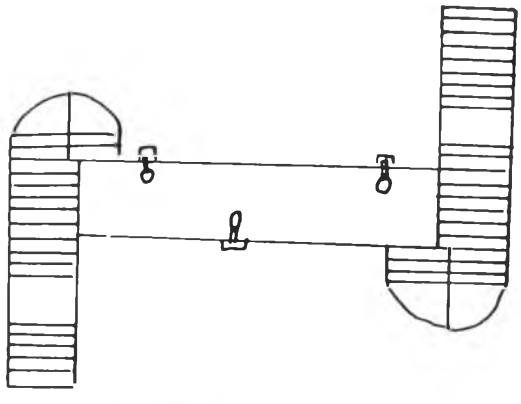
4. ราวกันตกเป็นคอนกรีต



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-36 รูปแบบ I

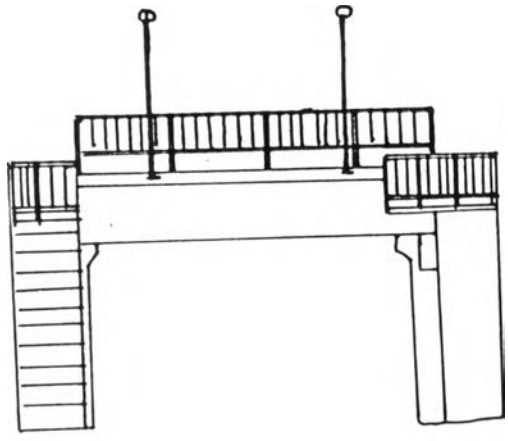
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ไอ เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

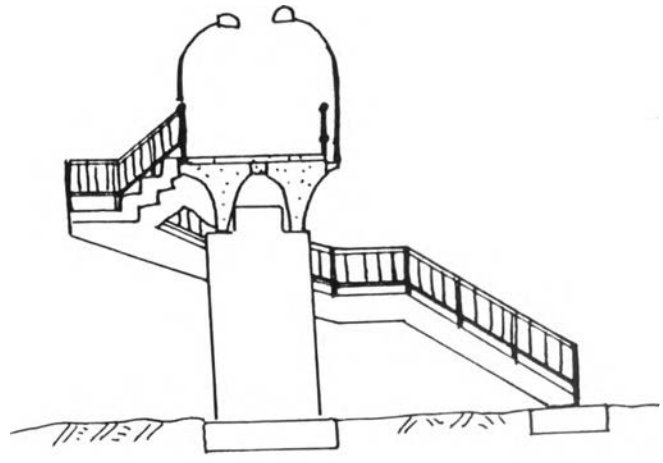
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Post-tension ลักษณะคานเป็นหน้าตัดรูปกล่อง ไม่มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 2 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา

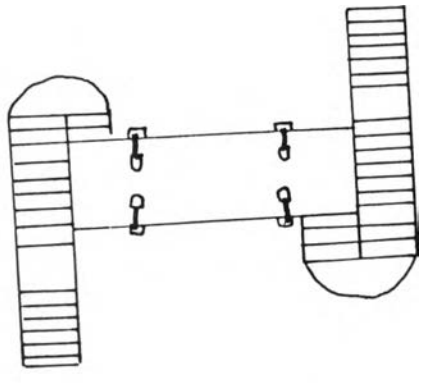
4. ราวกันตกเป็นลูกกรงเหล็กสเตนเลส



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-37 รูปแบบ J

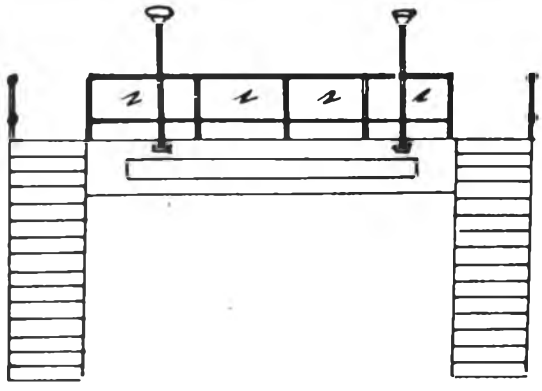
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ไอ เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

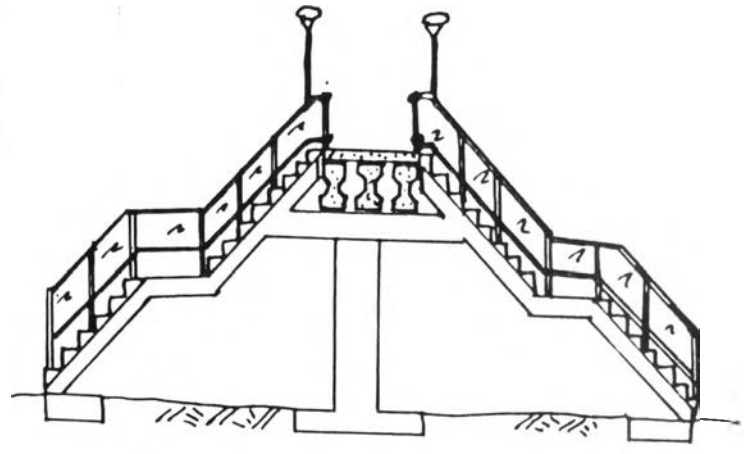
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Post-tension ลักษณะคานเป็นหน้าตัดรูปตัวที ประกอบกัน ไม่มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 2 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา

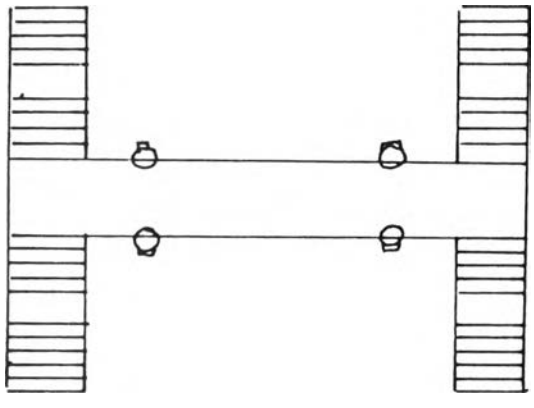
4. ราวกันตกเป็นลูกกรงเหล็กขึ้นรูป



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-38 รูปแบบ K

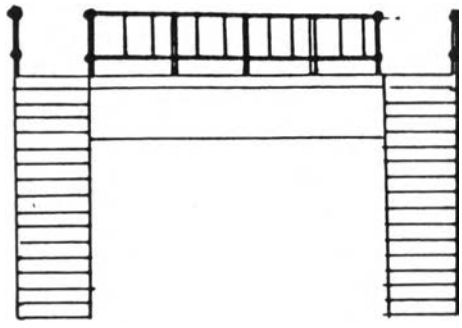
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ต้น มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ที เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

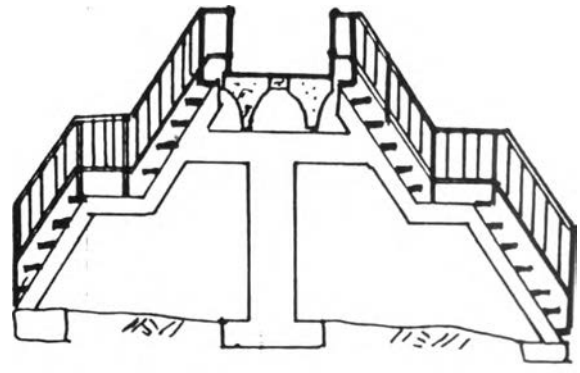
2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Pre-tension ลักษณะคานเป็นหน้าตัดรูปตัวไอ ไม่มีหลังคา

3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา

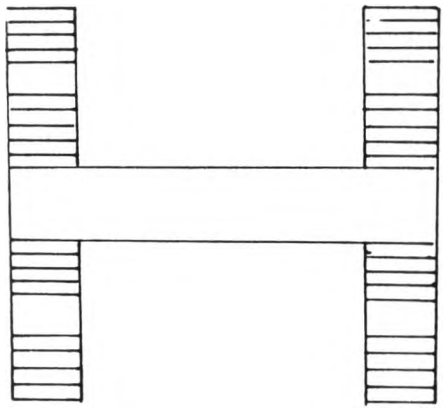
4. ราวกันตกเป็นเหล็กแผ่นทึบ



(ก) รูปด้านหน้า



(ข) รูปด้านข้าง



(ค) รูปแปลน

รูปที่ 3-39 รูปแบบ L

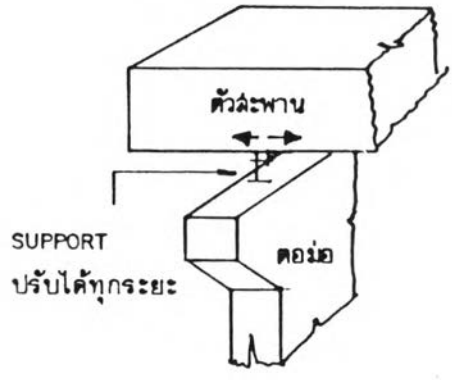
<u>รายละเอียดของโครงสร้าง</u>

1. ตอม่อ 2 ตัว มีรูปแบบเสาตอม่อรูปตัว ที เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

2. ช่วงสะพาน 1 ช่วง เป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Pre-tension ลักษณะคานเป็นหน้าตัดรูปตัวที คานสองตัวประกอบกัน ไม่มีหลังคา

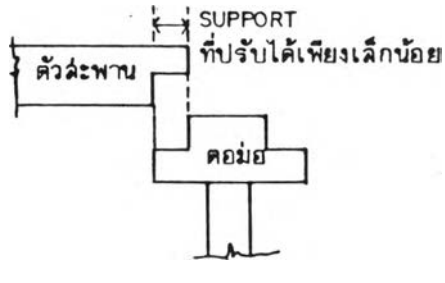
3. ทางขึ้น-ลง 4 ทาง เป็นบันไดคอนกรีต ไม่มีหลังคา

4. ราวกันตกเป็นลูกกรงเหล็ก

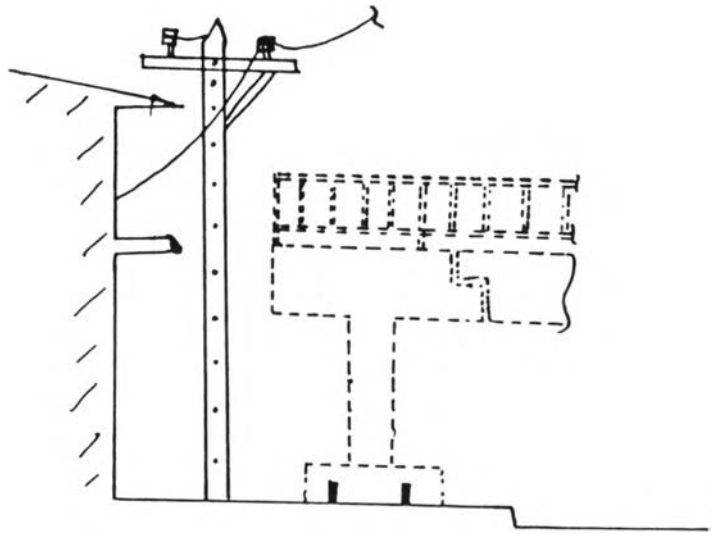


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

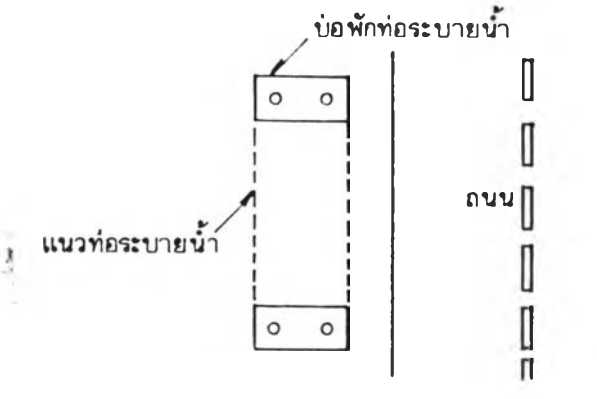
รูปที่ 3–40 แสดงระยะการปรับจุดรองรับ ของสะพานเหล็ก



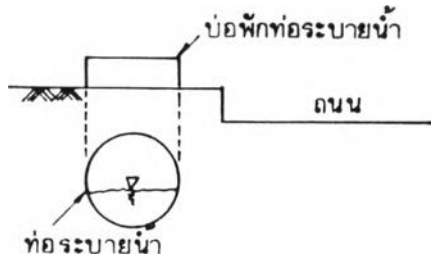
รูปที่ 3– 41 แสดงระยะการปรับจุดรองรับ ของสะพานคอนกรีต



รูปที่ 4-1 วัดขนาดโครงสร้างเพื่อตรวจสอบอุปสรรคผิวดิน ขณะวางผัง

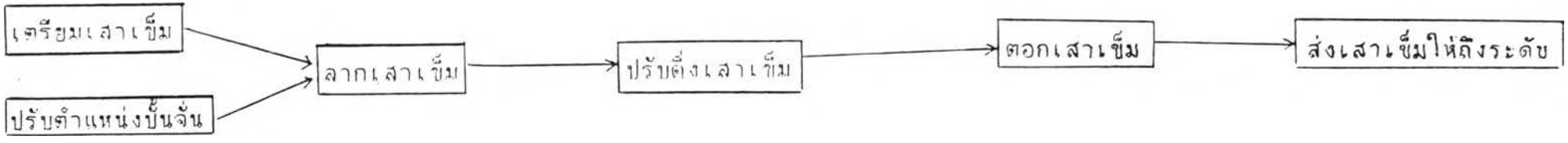


(ก) รูปแปลน

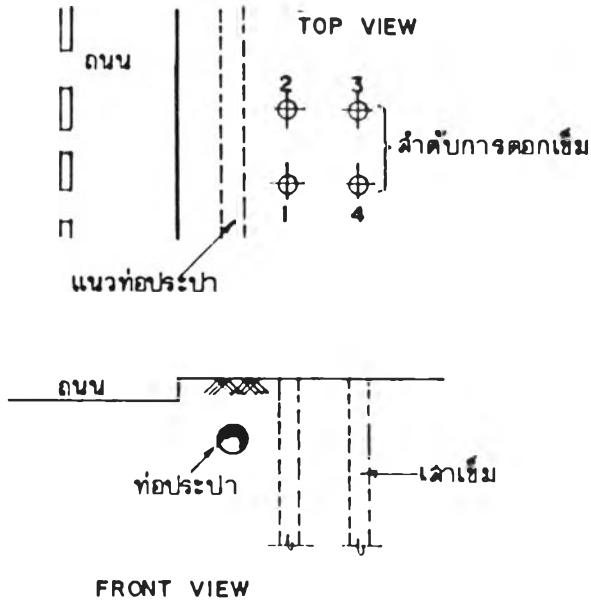


(ข) รูปด้านหน้า

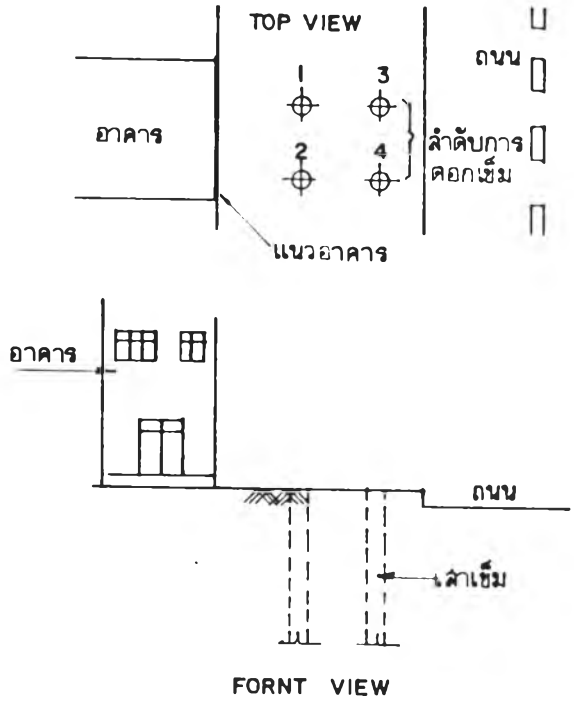
รูปที่ 4-2 การตรวจสอบอุปสรรคใต้ดินโดยวิธีสังเกตุ



รูปที่ 4-3 ขั้นตอนของงานตอกเสาเข็ม

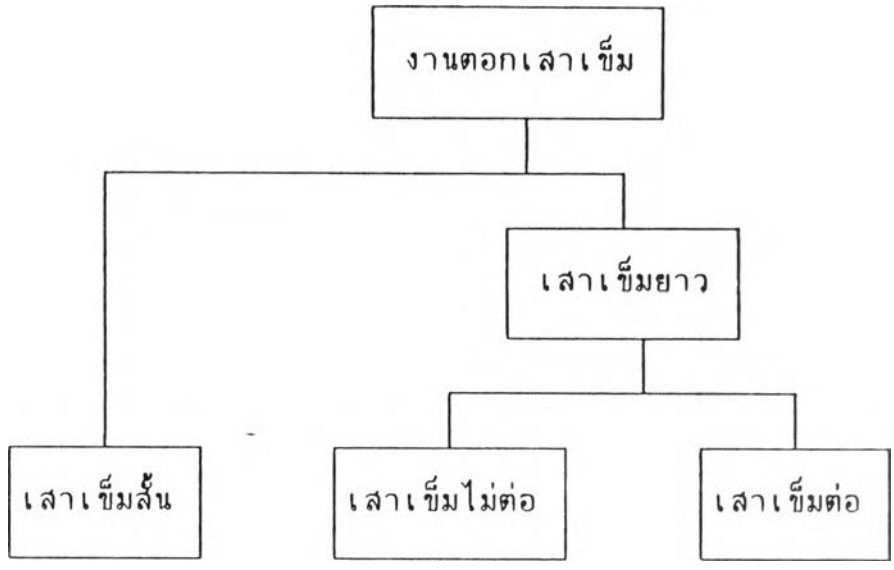


(ก) ลำดับการตอกเสาเข็ม เมื่ออยู่ใกล้ท่อน้ำประปา ท่อน้ำทิ้ง



(ข) ลำดับการตอกเสาเข็ม เมื่ออยู่ใกล้อาคาร

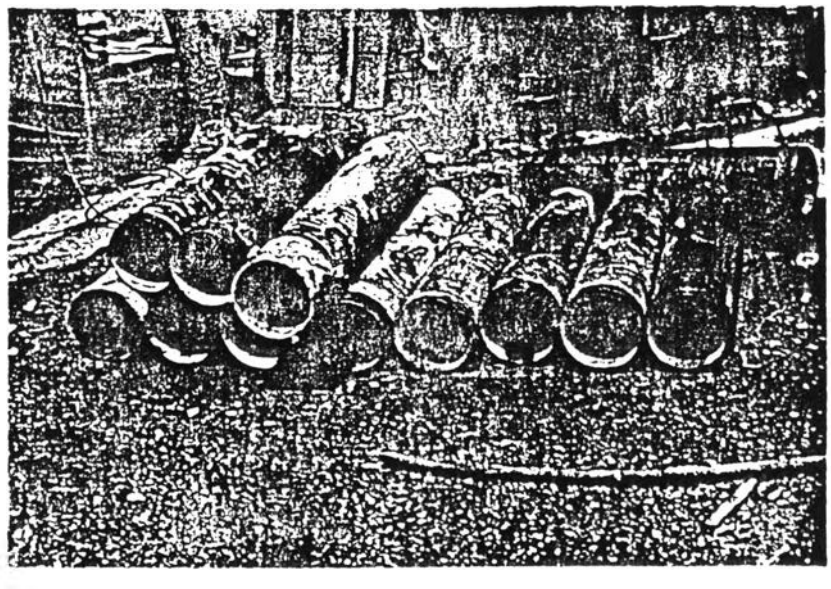
รูปที่ 4-4 ลำดับการตอกเสาเข็มของฐานรากสะพานลอยคนเดินข้ามถนน



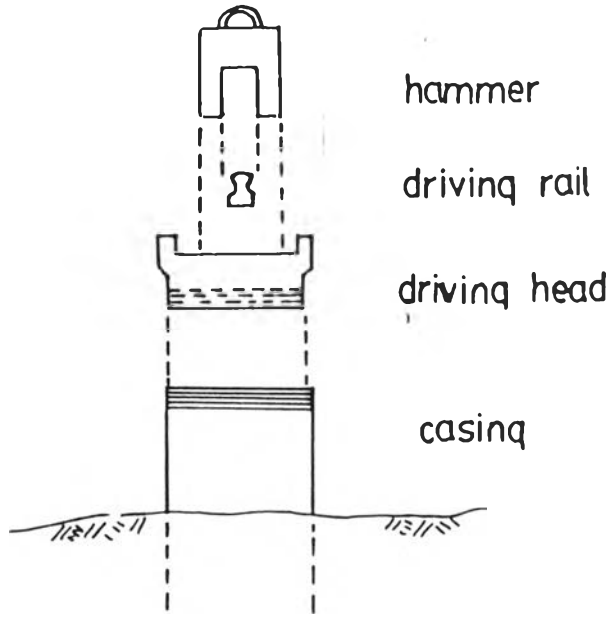
แรงงาน (คน)			
หัวหน้าช่าง	1	1	1
ผู้ช่วยช่าง	3	3	5
ปั้นจั่น			
รื้อ (วัน)	1	2	1
ประกอบ (วัน)	2	6	2
ขนวัสดุและอุปกรณ์			
เข้าในงาน (วัน)	1	1	1
อัตราเร็วในการ			
ตอกเสาเข็ม (ต้น/วัน)	7-8	4-5	3-4

รูปที่ 4-5 แสดงสถิติงานตอกเสาเข็ม ใช้อุปกรณ์การตอก 1 ชุด

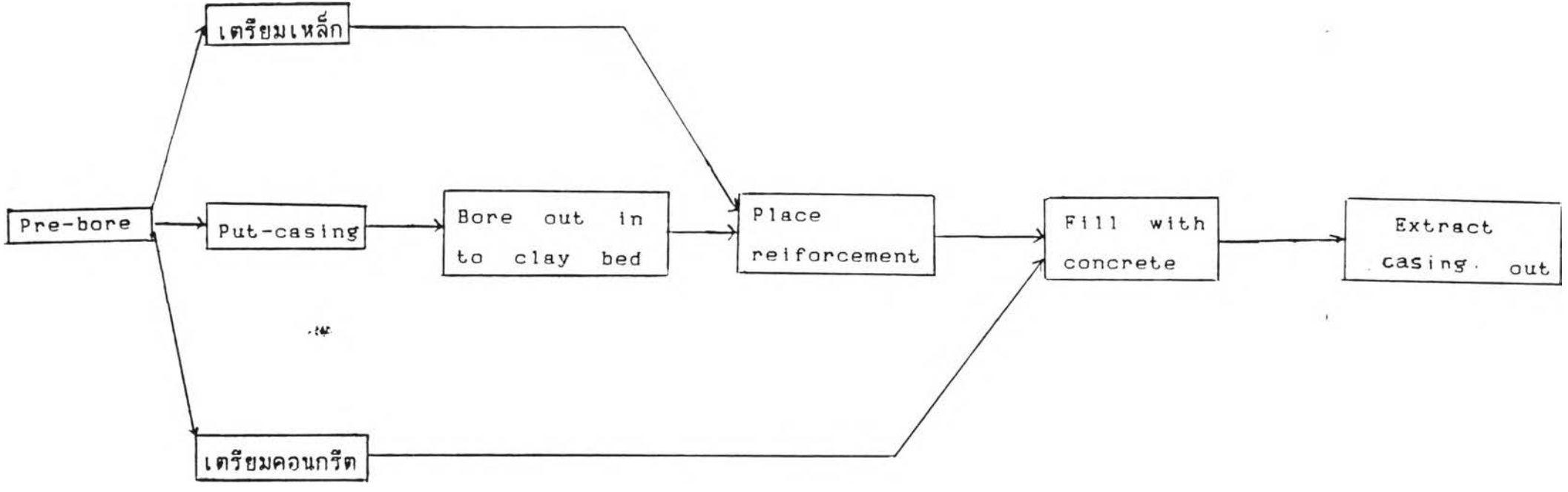
รูปที่ 4-6 อุปกรณ์เครื่องมือ สามเกลอ (Tripod rigs)



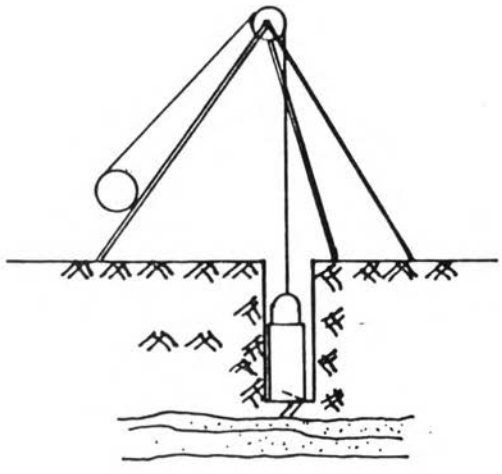
รูปที่ 4-7 ปลอกเหล็กชั่วคราวป้องกันดินพัง



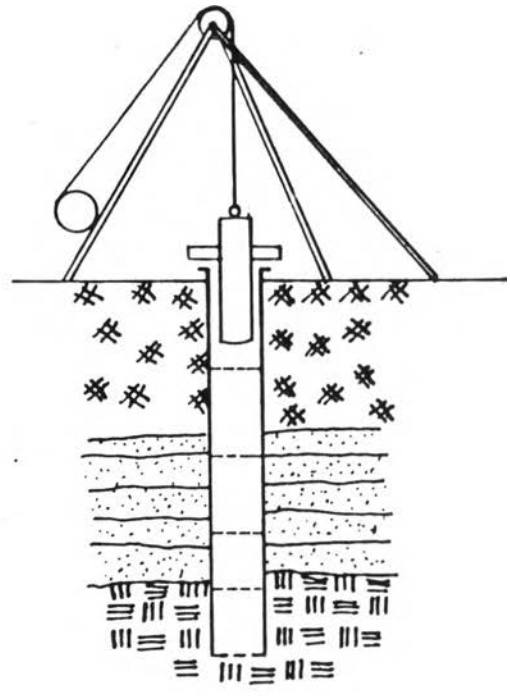
รูปที่ 4-8 แสดงลักษณะการตอกของเสาเข็มเจาะ



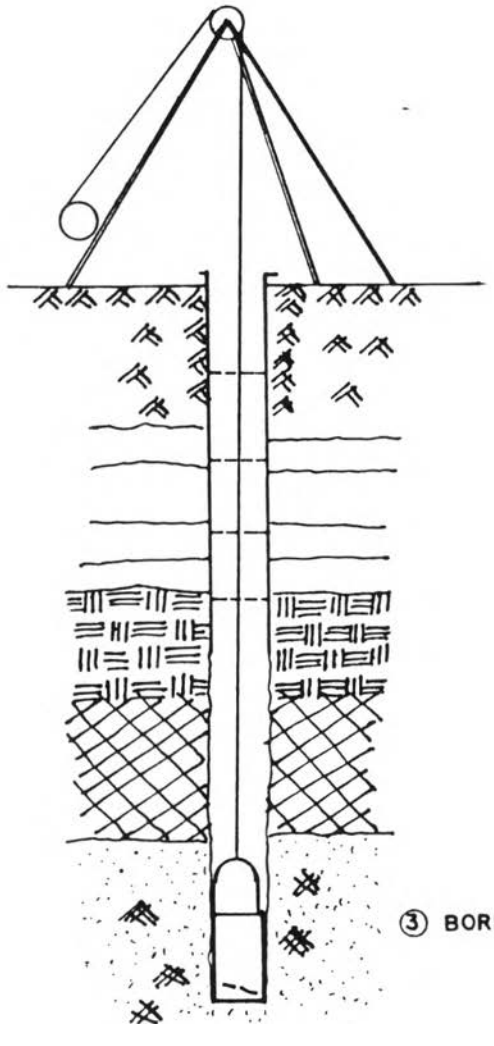
รูปที่ 4-9 ขั้นตอนการทำเสาเข็มเขียนเป็นแผนงาน



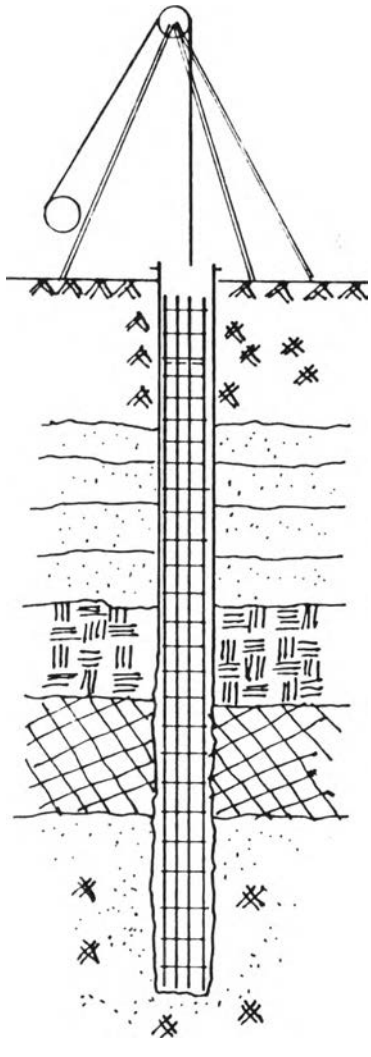
① PRE – BORE



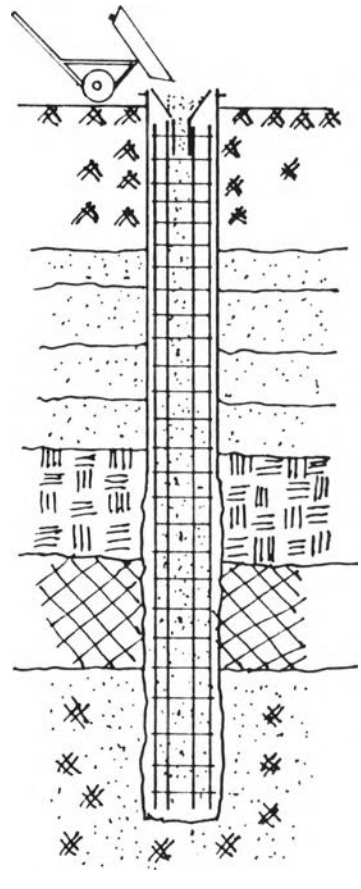
② PUT CASING IN
TO STABLE CLAY



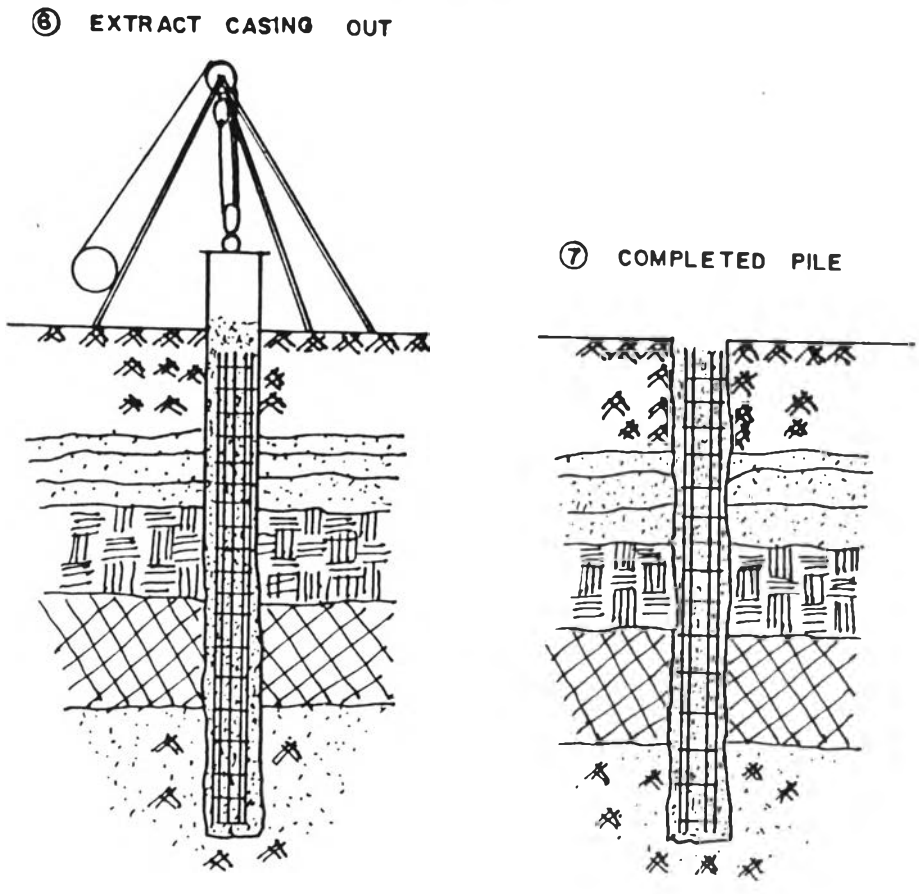
③ BORE OUT IN TO CLAY BED



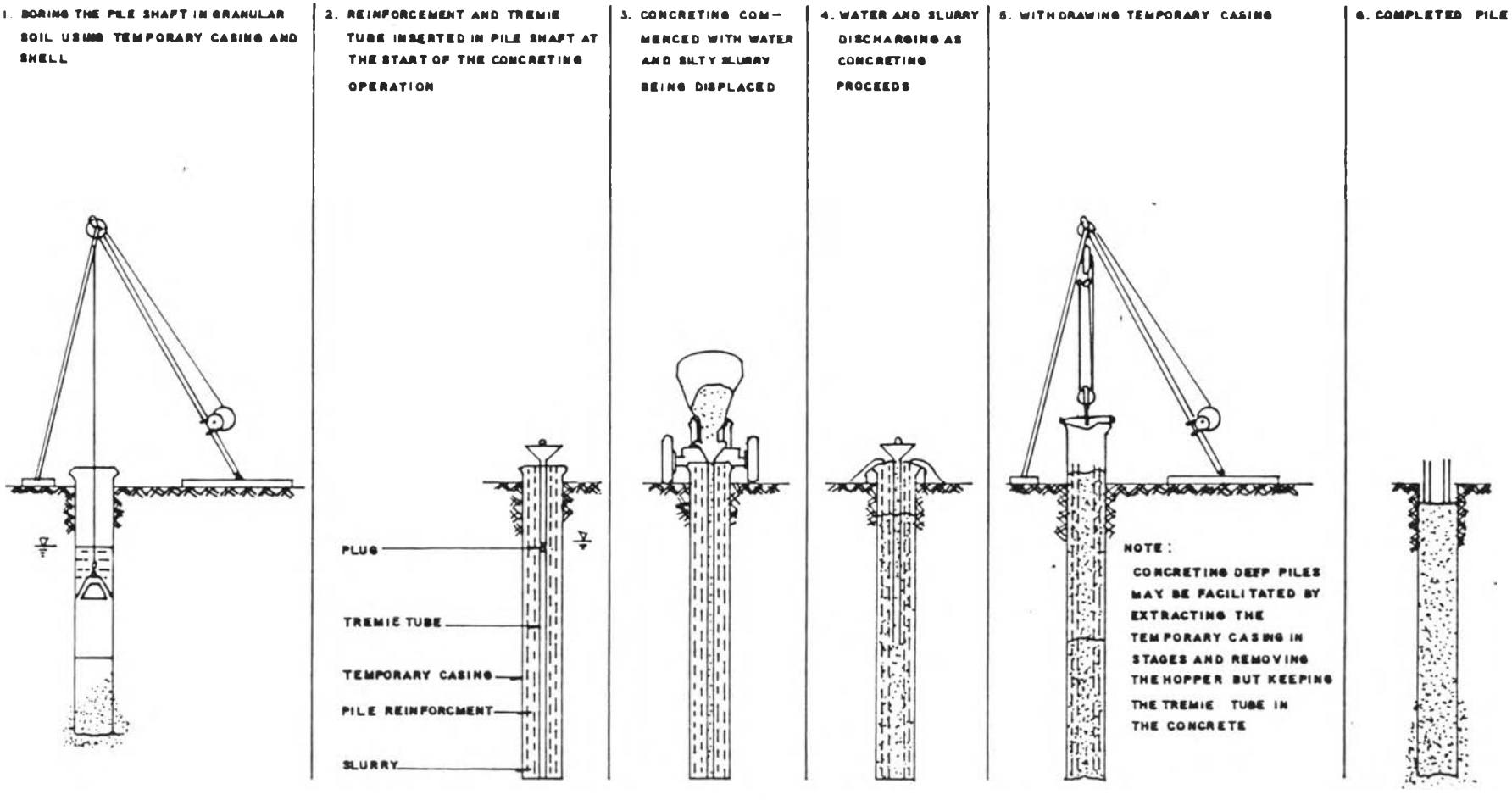
④ PLACE REINFORCEMENT



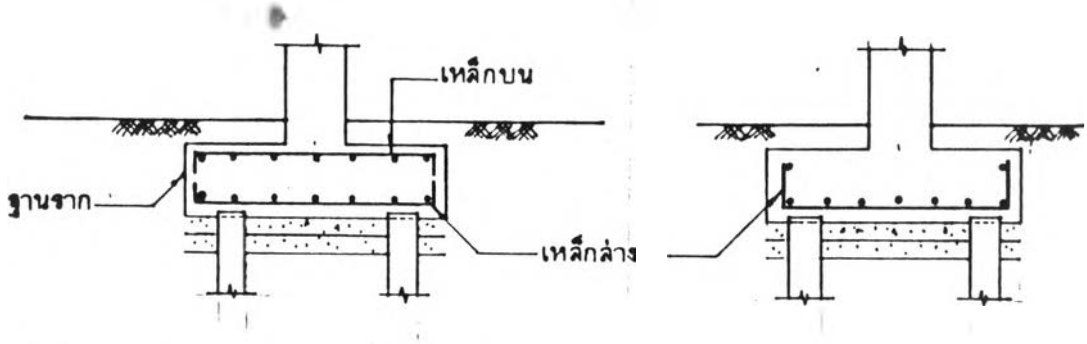
⑤ FILL WITH CONCRETE



รูปที่ 4-10 ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะ



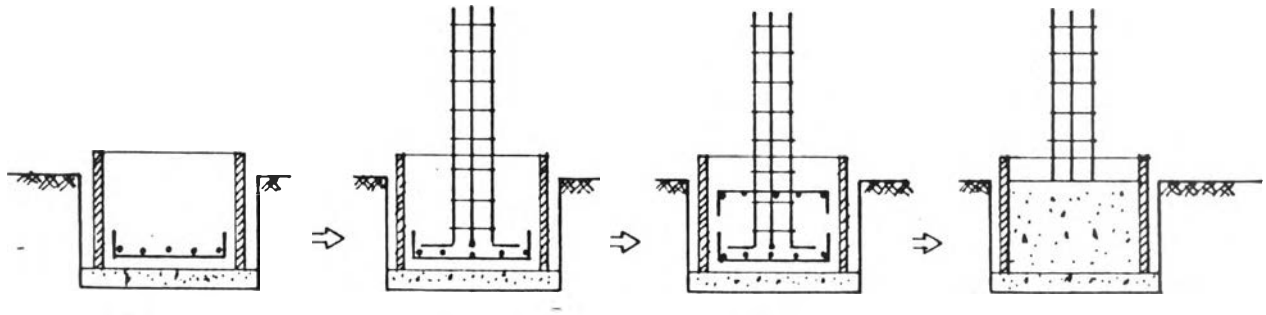
รูปที่ 4-11 การทำเสาเข็มเจาะที่ต้องเทคอนกรีตใต้ระดับน้ำ



(ก) เสริมเหล็กล่าง และ เหล็กบน (ข) เสริมเฉพาะ เหล็กล่าง

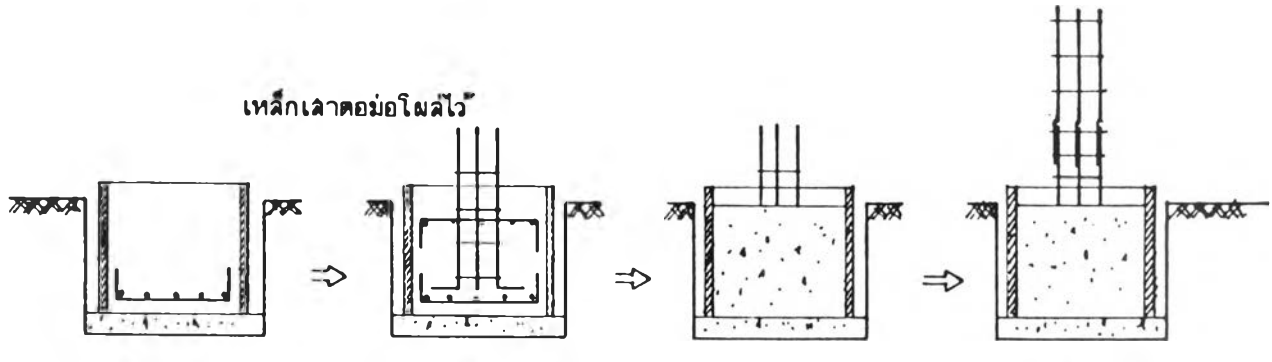
รูปที่ 4-12 แสดงการเสริมเหล็กฐานราก

(ก)



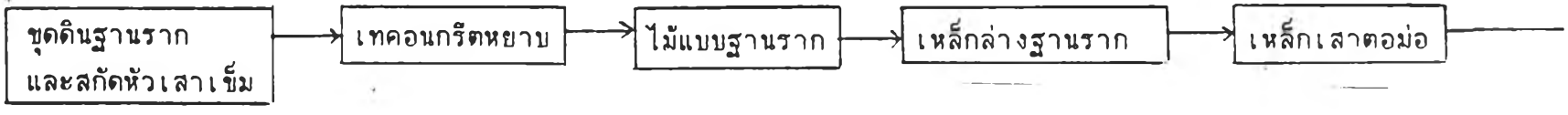
① วางเหล็กล่าง ② วางเหล็กเสาตอม่อ โดยใช้รถยกขนาด 10 ตัน ③ วางเหล็กบน ④ เทคอนกรีต

(ข)

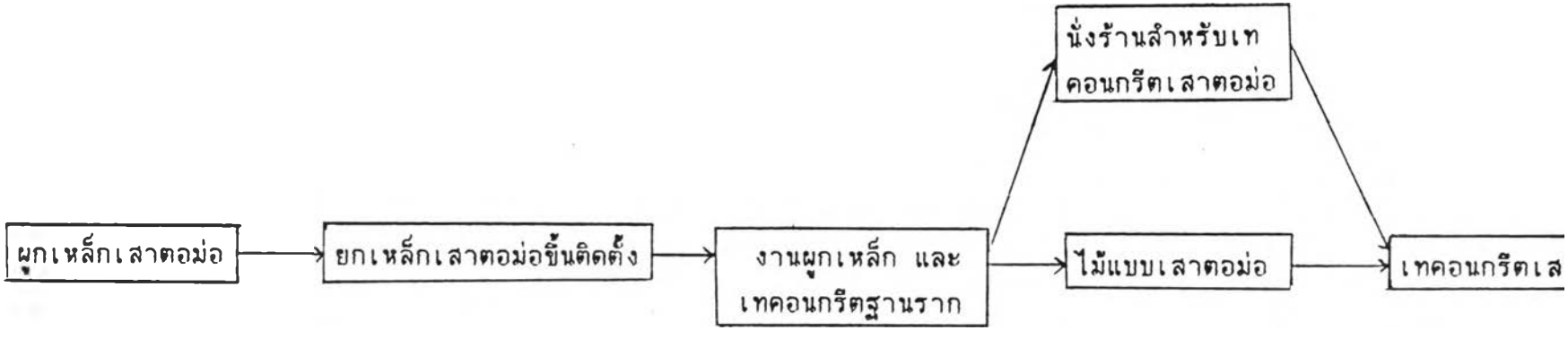


① วางเหล็กล่าง ② วางเหล็กบนพร้อม วางเหล็กเสาตอม่อให้ โผล่เหนือระดับคอนกรีต ③ เทคอนกรีต ④ ผูกเหล็กเสาตอม่อ หรือยกเหล็กเสาตอม่อ มาวางโดยใช้รถยก

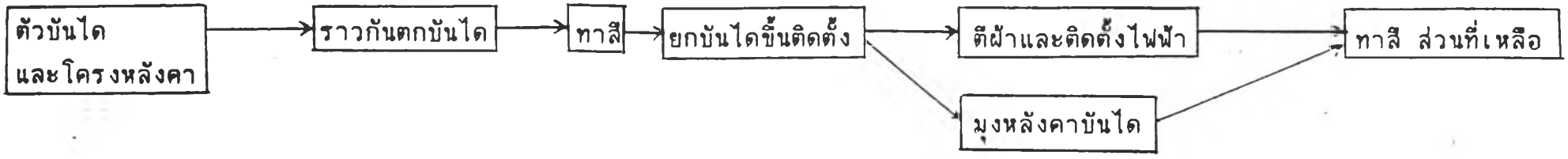
รูปที่ 4-13 แสดงวิธีการติดตั้งเหล็กบน และเหล็กล่าง ของฐานราก



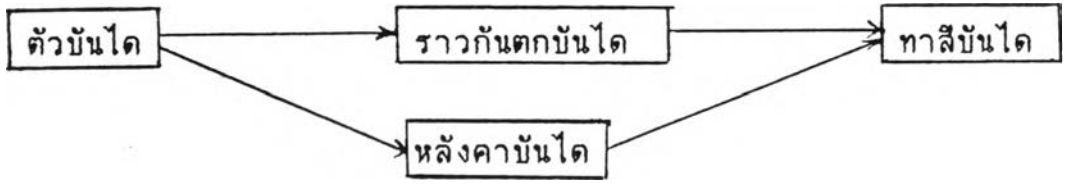
รูปที่ 4-14 แผนงานก่อสร้างฐานราก



รูปที่ 4-15 ขั้นตอนงานก่อสร้าง เสาตอม่อ และแป้นหัวเสา

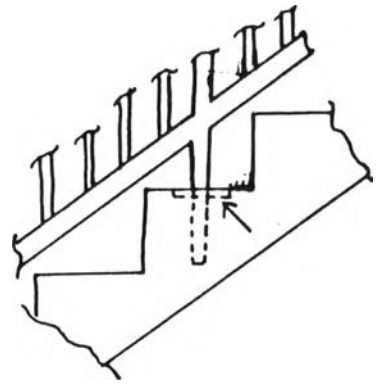


(ก) ทำบันไดเหล็กที่โรงงาน

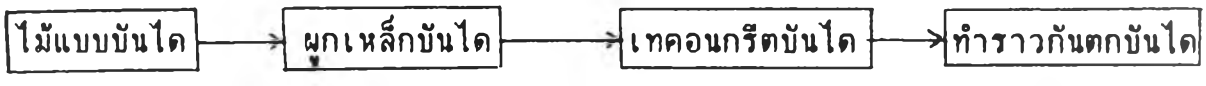


(ข) ทำบันไดเหล็ก ที่งานก่อสร้าง

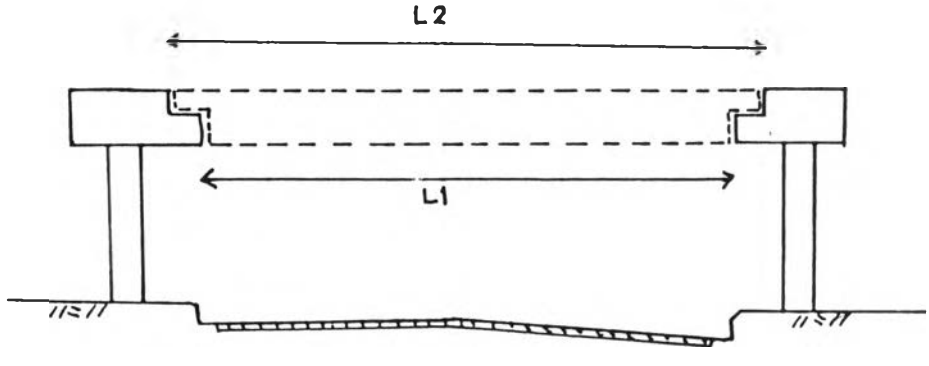
รูปที่ 4-16 ขั้นตอนงานก่อสร้างบันไดเหล็ก



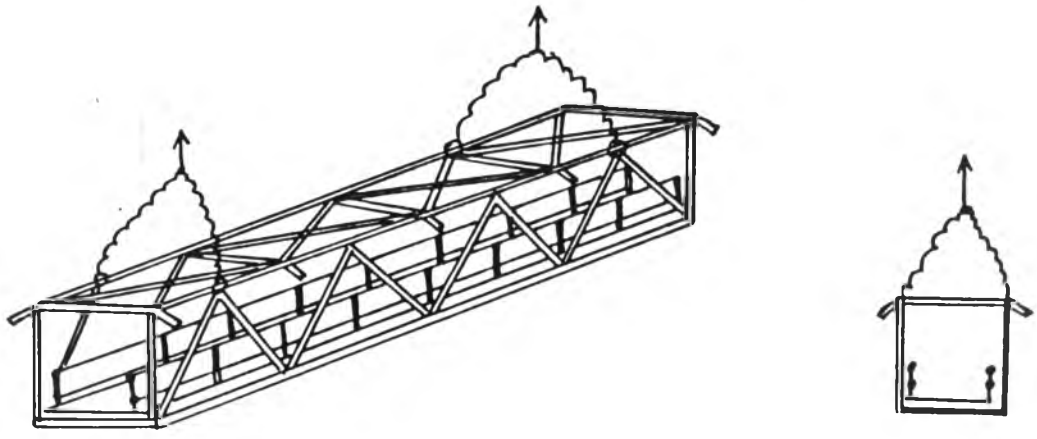
รูปที่ 4-17 แสดงตำแหน่ง แผ่นเหล็กฐานของเสาราวกันตก



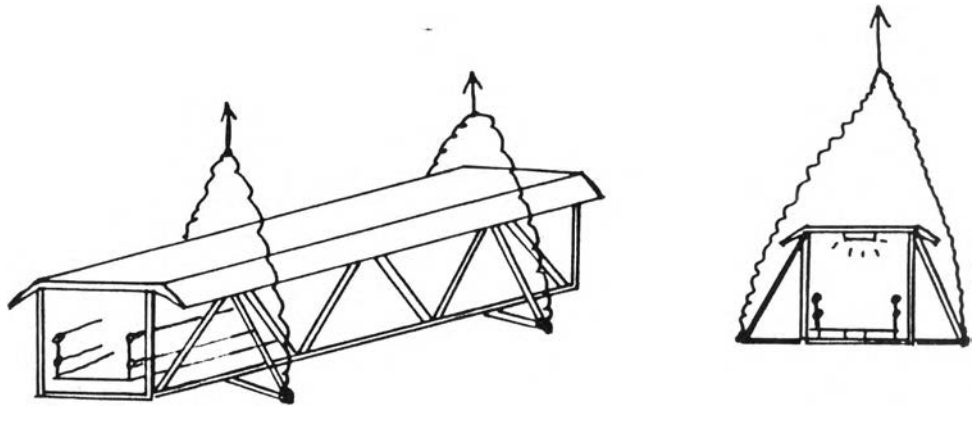
รูปที่ 4-18 ขั้นตอนงานก่อสร้างบันไดคอนกรีต



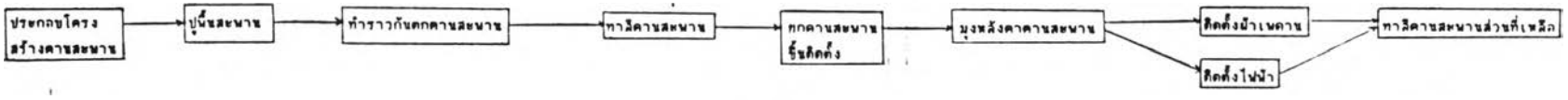
รูปที่ 4-19 ระยะที่ต้องวัดเพื่อใช้สำหรับทำงานตัวสะพาน



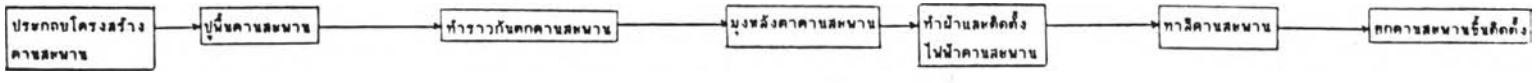
รูปที่ 4-20 การยกคานสะพานเหล็ก ทำเสร็จเฉพาะโครงสร้าง พื้น และราวกันตก



รูปที่ 4-21 การยกคานสะพานเหล็ก หลังจากทำเสร็จแล้ว

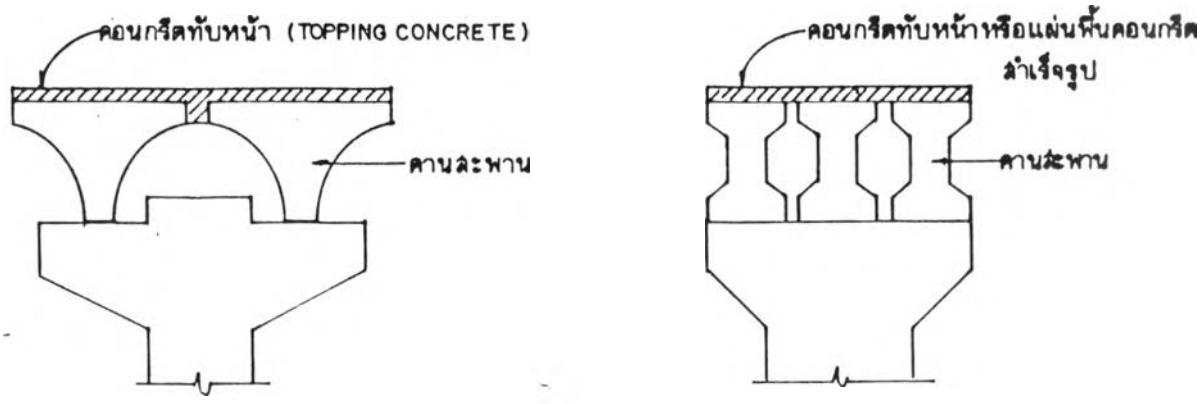


(ก) ขั้นการทำคานสะพานเหล็กโดยทั่วไป



(ข) ขั้นตอนการทำ คานสะพานเหล็ก ที่ปรับปรุงใหม่

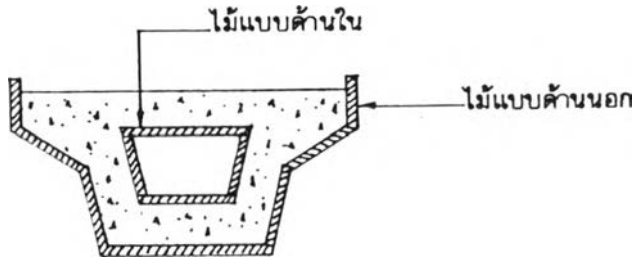
รูปที่ 4-22 ขั้นตอนการทำคานสะพานเหล็ก



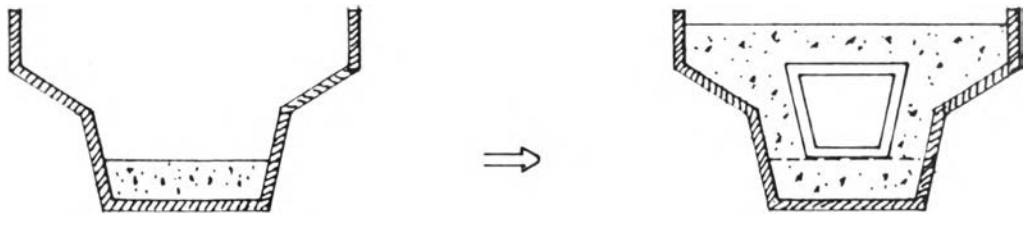
(ก) คานสะพาน รูปแบบ J L มีรูปหน้าตัดเป็น รูปตัวที 2 ตัว

(ข) คานสะพาน รูปแบบ K มีรูปหน้าตัดเป็น รูปตัวไอ 3-5 ตัว

รูปที่ 4-23 แสดงการเรียงคานสะพานคอนกรีตให้เต็มหน้าตัด



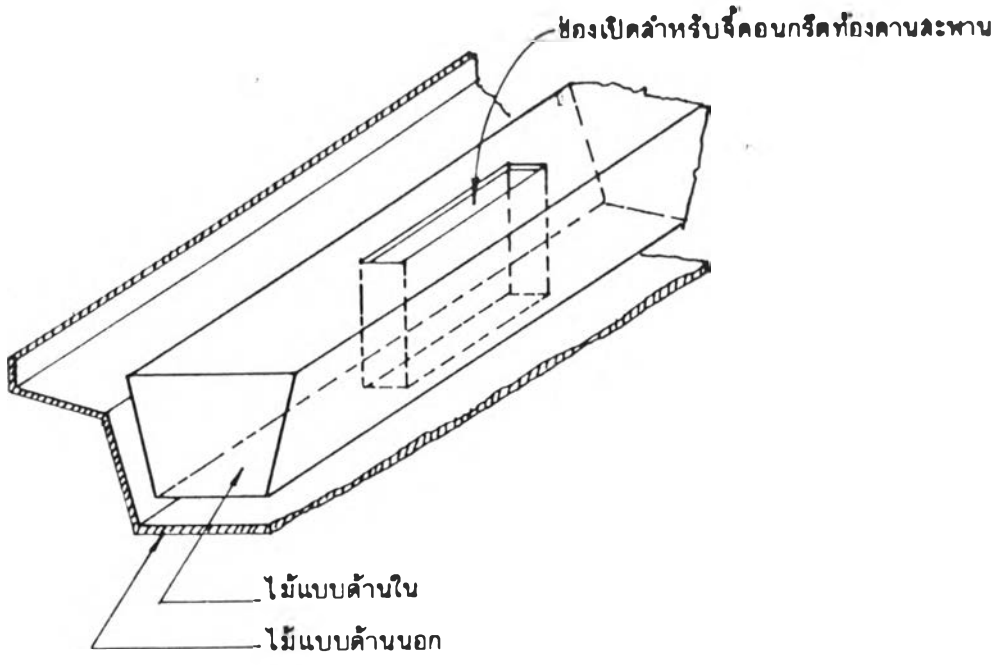
รูปที่ 4-24 แสดงไม้แบบคานสะพานคอนกรีต หน้าตัดรูปกล่อง



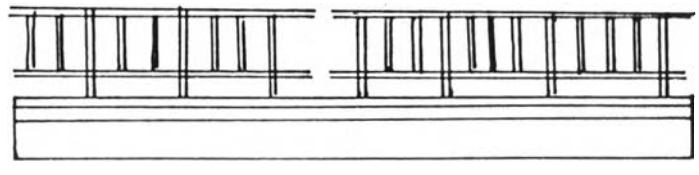
ⓐ เทคอนกรีตส่วนท้องคาน

ⓑ ตั้งไม้แบบกล่องในแล้วเทคอนกรีตส่วนที่เหลือ

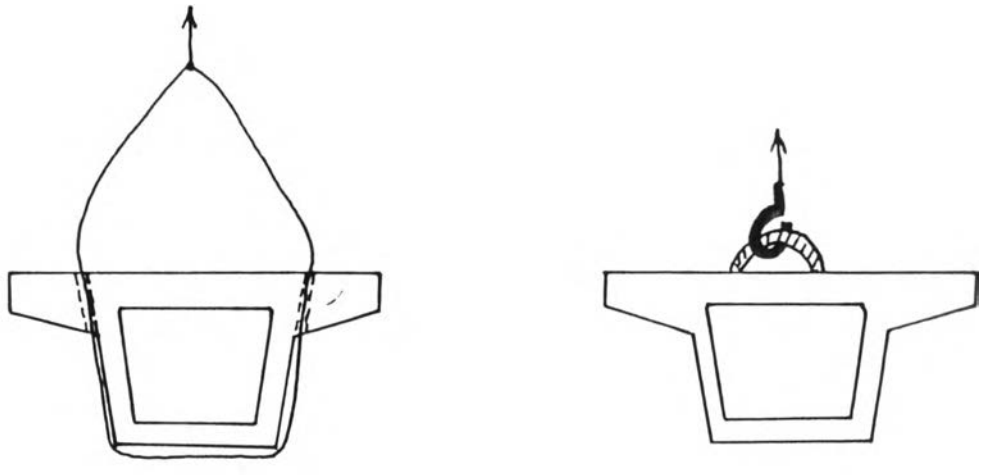
รูปที่ 4-25 แสดงการเทคอนกรีต คานสะพานคอนกรีต หน้าตัดรูปกล่อง แบบ 2 ส่วน



รูปที่ 4-26 แสดงช่องเปิด เพื่อใช้จี้คอนกรีตท้องคานสะพาน

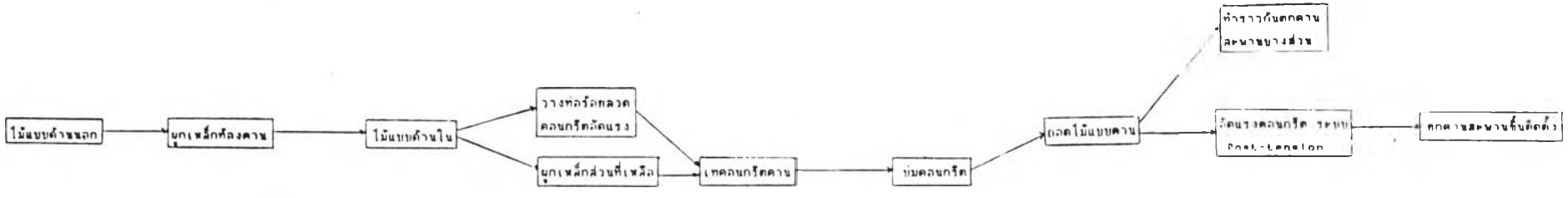


รูปที่ 4-27 ทำราวกันตกคานสะพาน โดยเว้นรอยต่อตรงกลางคาน

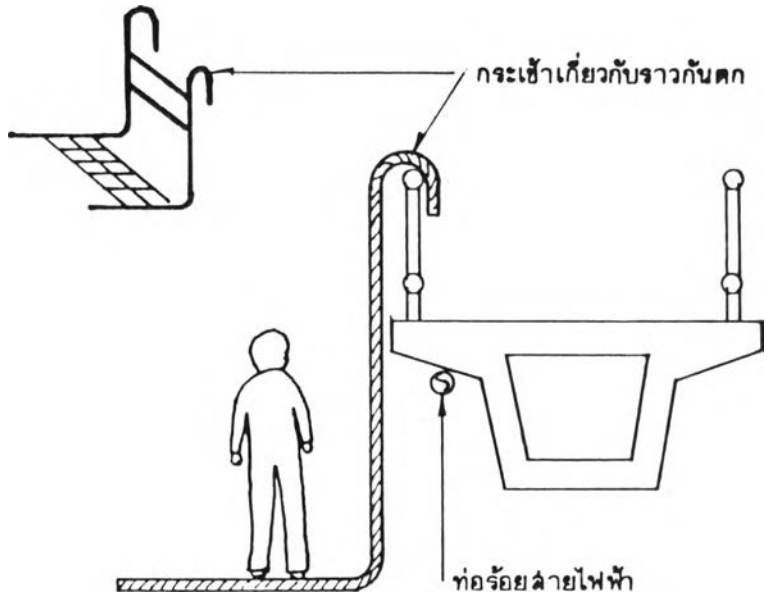


(ก) เจาะรูร้อยผ่านท้องคาน (ข) ทำหูสำหรับหิ้ว

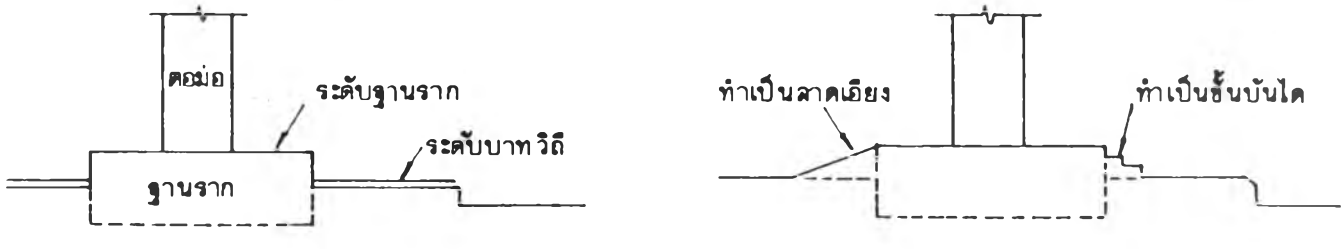
รูปที่ 4-28 จุดยกคานสะพานคอนกรีต หน้าตัดรูปกล่อง



รูปที่ 4-29 ขั้นตอนการหล่อคานสะพานคอนกรีต หน้าตัดรูปกล่อง



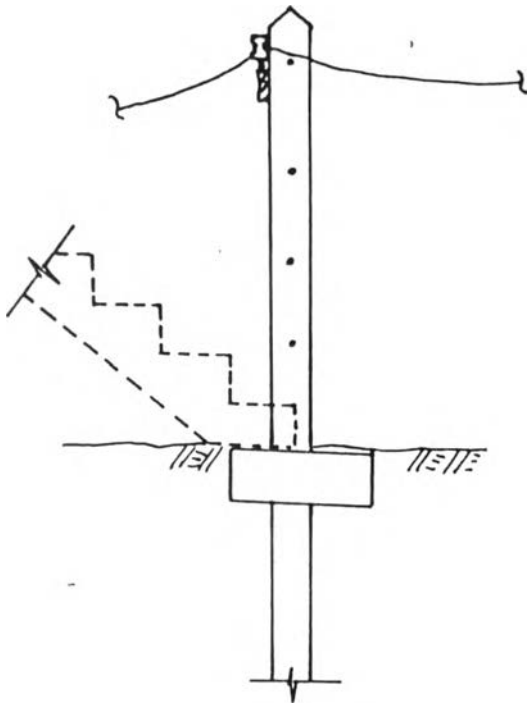
รูปที่ 4-30 การใช้กระเช้าสำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้า



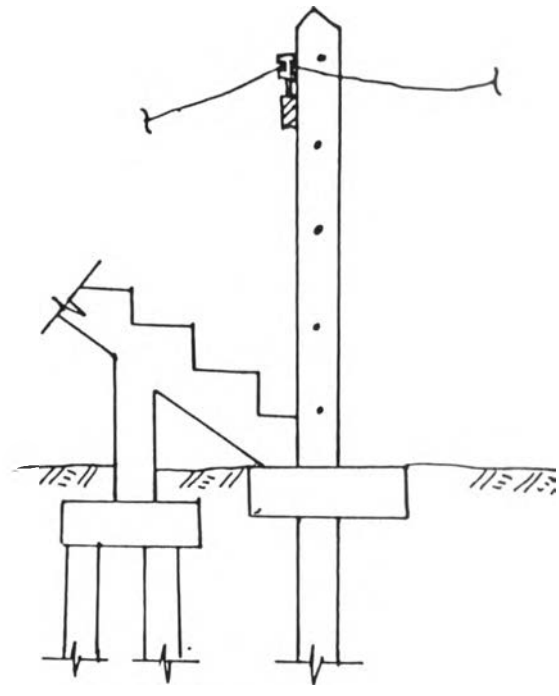
ก ระดับฐานรากต่างกับระดับบาทวิถี

ข ปรับระดับฐานรากกับระดับบาทวิถี

รูปที่ 4-31 วิธีการปรับระดับฐานรากกับระดับบาทวิถี

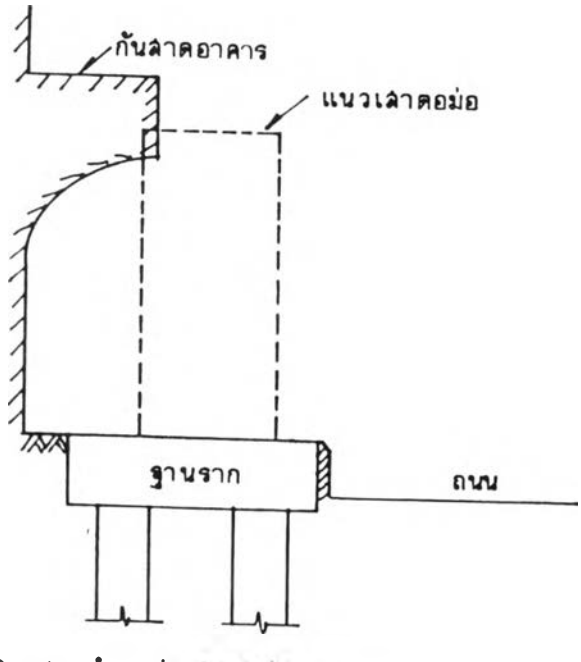


(ก) ฐานรากเชิงบันได(เส้นประ)
ตรงกับ ตำแหน่งเสาไฟฟ้า

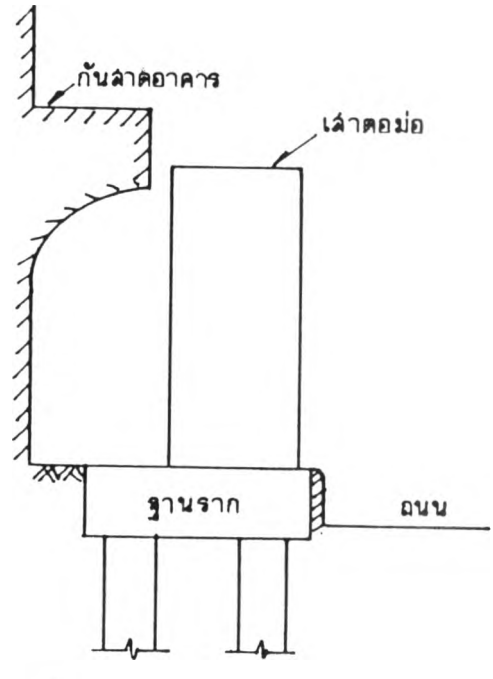


(ข) ย้ายฐานรากเชิงบันได แล้ว
ทำเสาขึ้นไปรับ บันได

รูปที่ 4-32 การแก้อุปสรรคเนื่องจากติดเสาไฟฟ้า

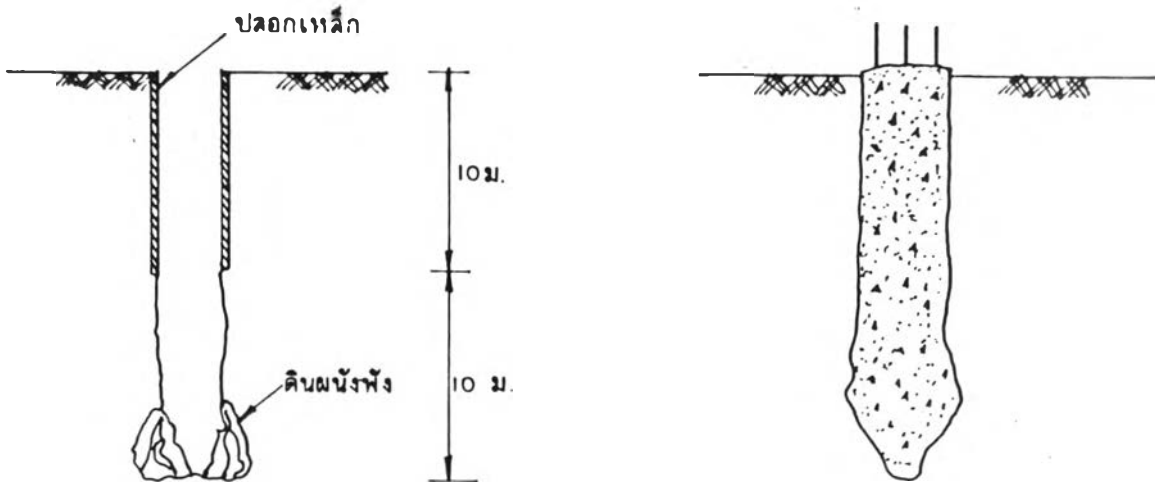


ก แสดงตำแหน่งเสาตอม่อ
ที่ติดอุปสรรค ราวกันตก



ข แสดงตำแหน่งเสาตอม่อ
หลังจากเปลี่ยนตำแหน่งใหม่

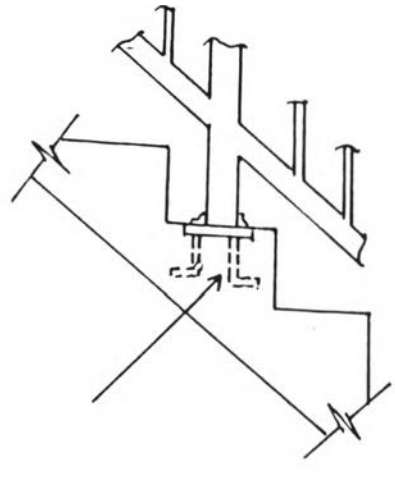
รูปที่ 4-33 เสาตอม่อ ติดอุปสรรคอาคาร



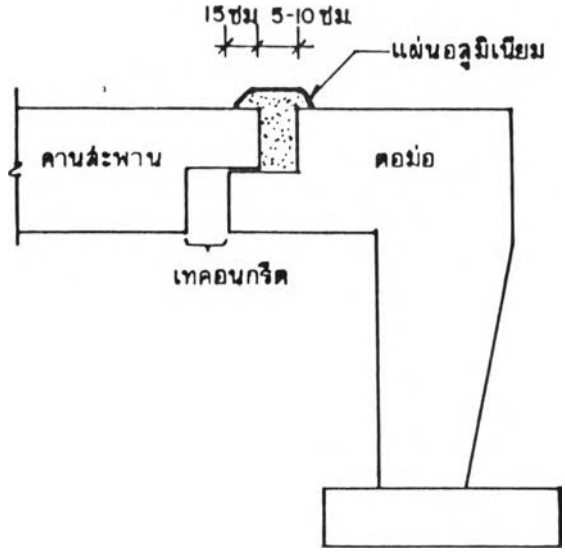
ก) ผนังดินพังที่ระดับความลึก 20 เมตร

ข) เทคอนกรีตหล่อเสาเข็มยาว 20 ม

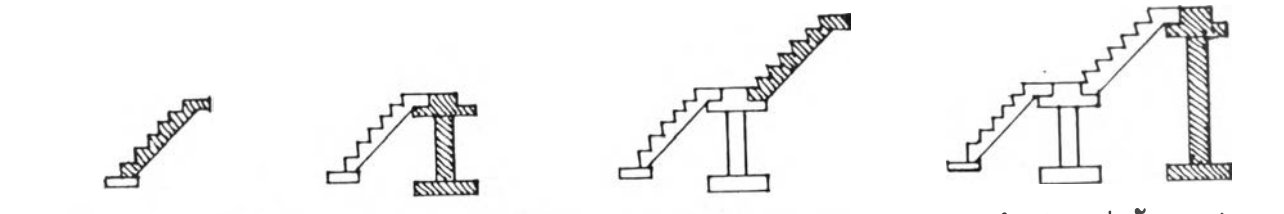
รูปที่ 4-34 แสดงผนังดินเสาเข็มเจาะพังลงในขณะขุดดิน



รูปที่ 4-35 แสดงแผ่นเหล็ก สำหรับเชื่อมติดฐานเหล็กรางกันตก



รูปที่ 4-36 แสดงรอยต่อระหว่าง คานสะพาน กับเสาตอม่อ ที่ห่างเกินไป ปรับแก้โดยใช้แผ่นอลูมิเนียมปิด

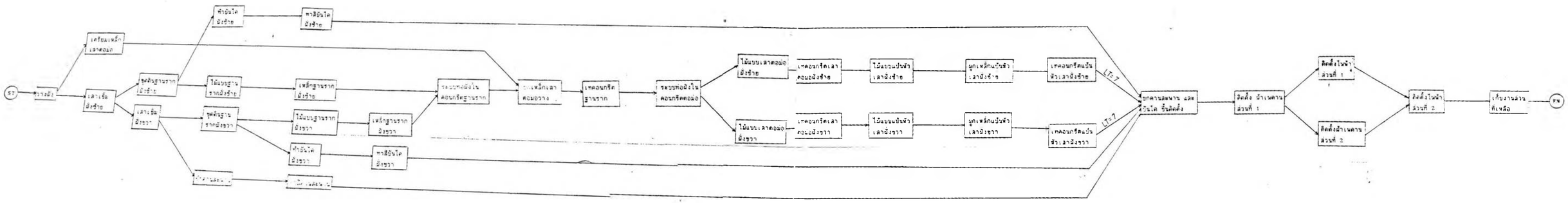


รูปที่ 4-37 ขั้นตอนการทำบันไดคอนกรีต

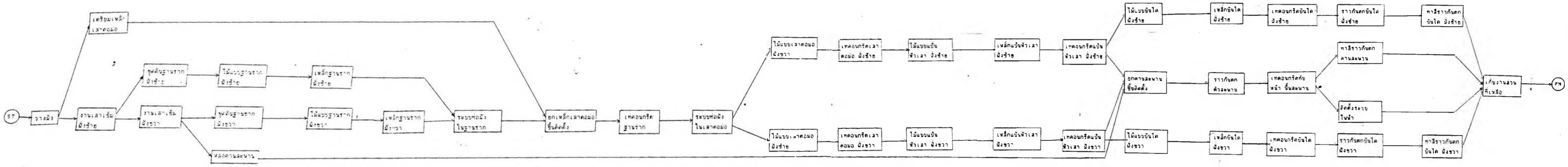
(ก) หลังคาไม่ลาดเอียงลงด้านข้าง

(ข) ทำหลังคาลาดเอียงลงด้านข้าง โดยยกระดับ อกไก่ของโครงหลังคา ให้สูงขึ้น

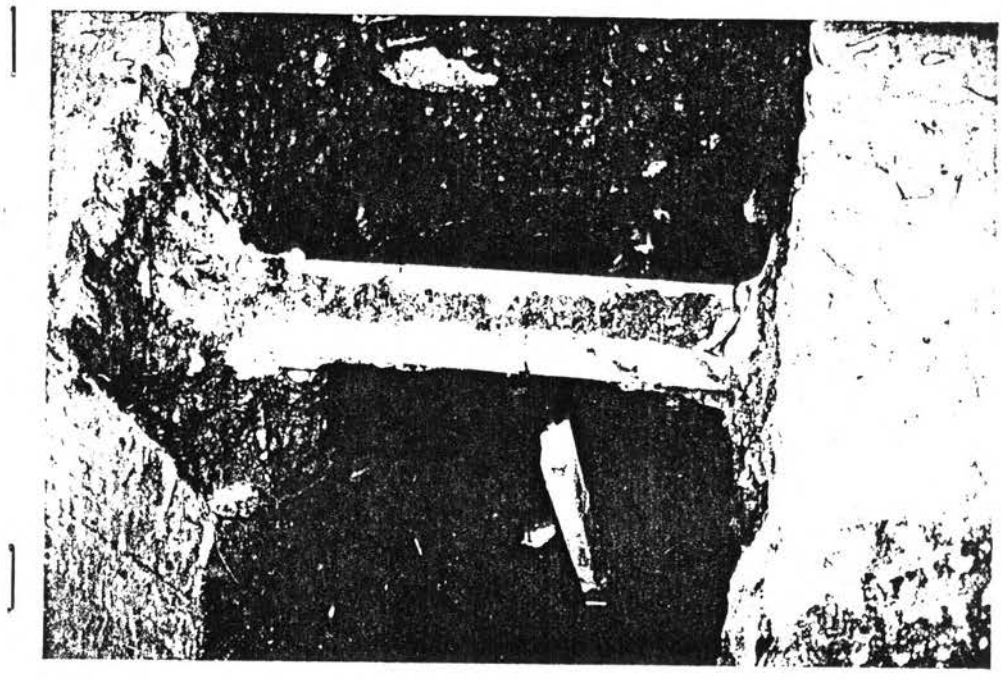
รูปที่ 4-38 หลังคาสะพานลอยที่มีความลาดเอียงด้านข้าง



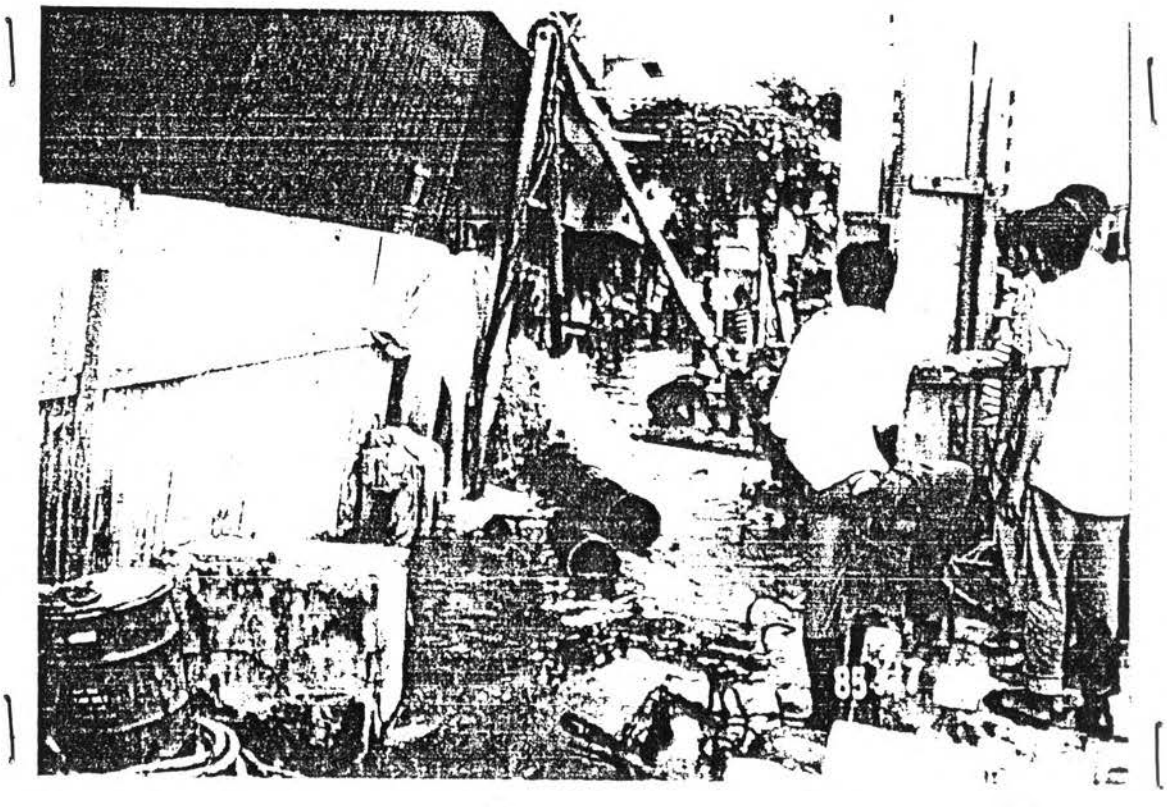
รูปที่ 4-39 แผนงานขั้นตอนงานก่อสร้าง สะพานเหล็ก



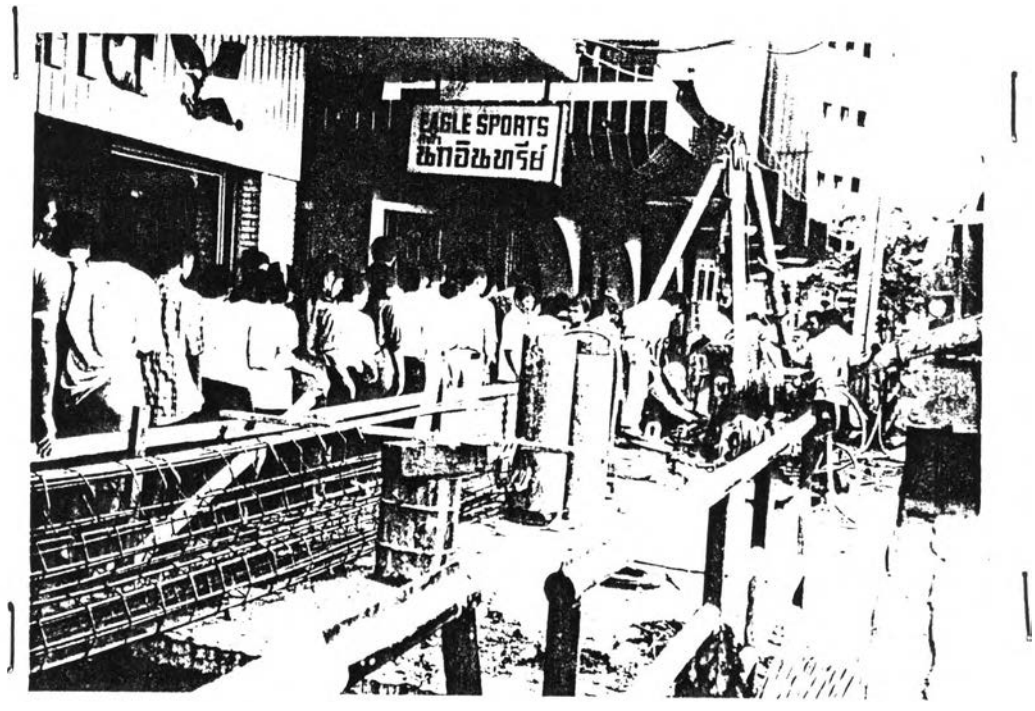
รูปที่ 4-40 แผนงานขั้นตอนงานก่อสร้างคอนกรีต



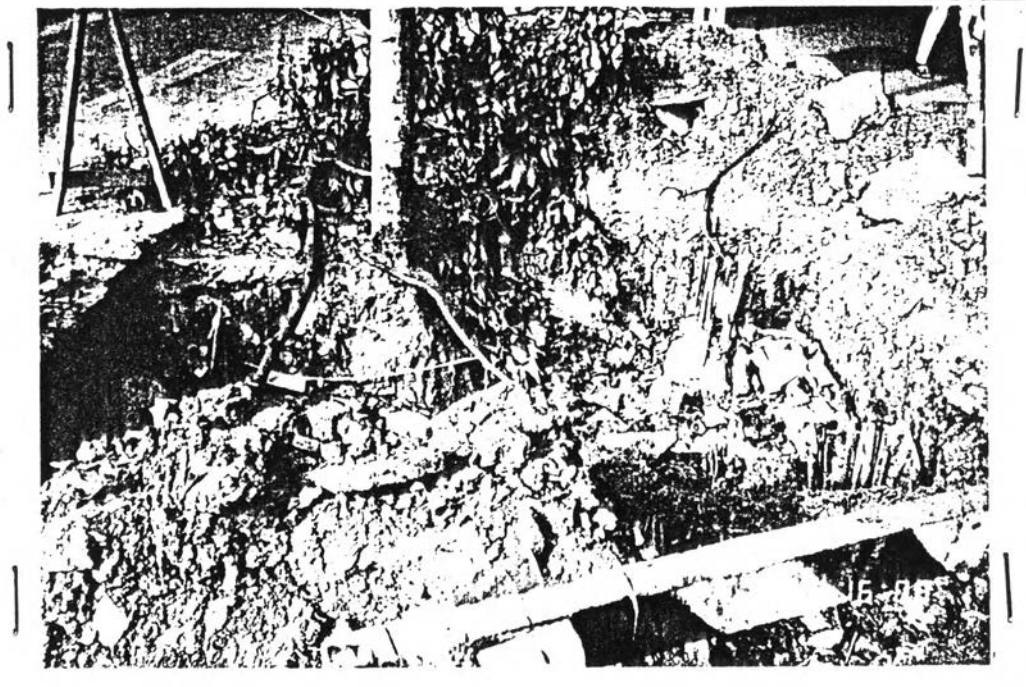
รูปที่ 4-41 จุดตำแหน่งที่จะทำเสาเข็มเจาะ ติดอุปสรรคท่อประปา



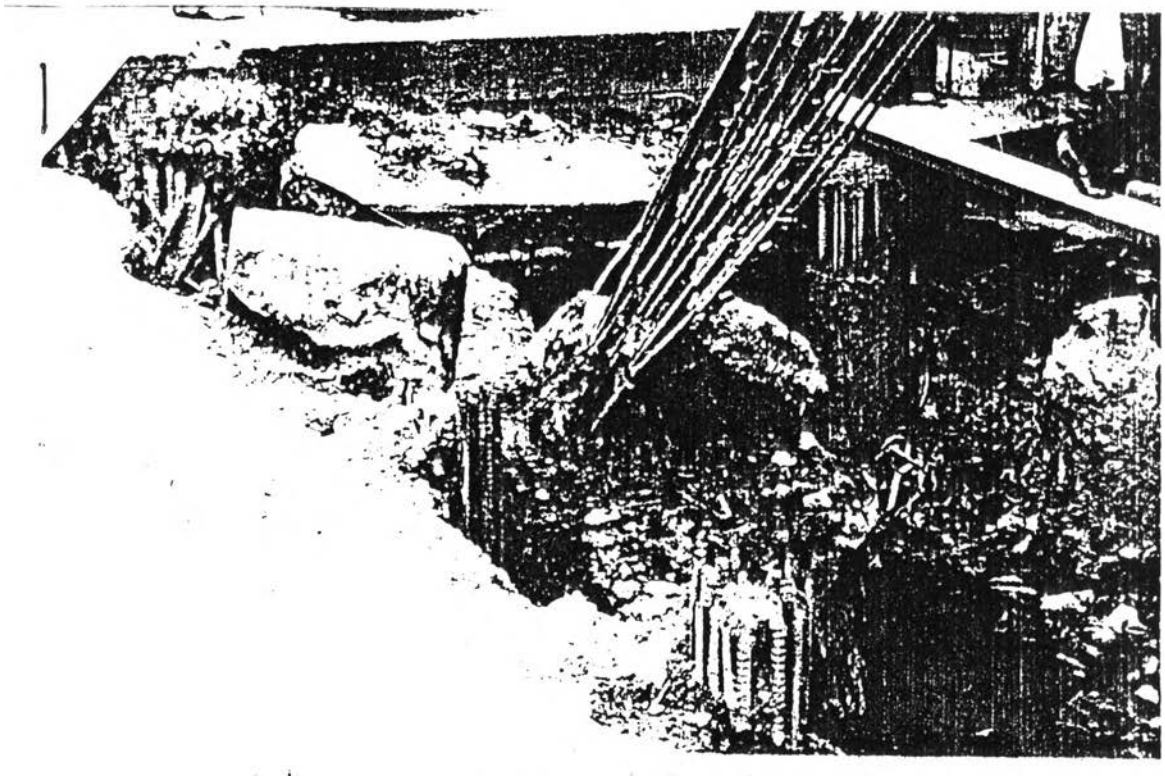
รูปที่ 4-42 ขณะทำเสาเข็มเจาะกระทบถูกท่อประปาแตก



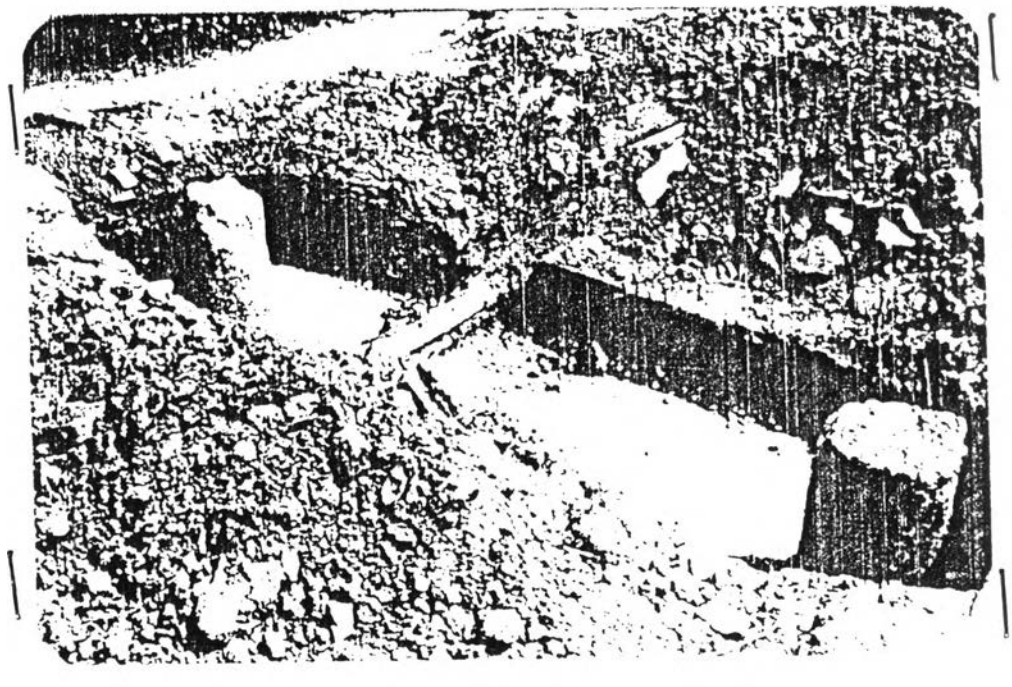
รูปที่ 4-43 การสัญจรบนบาทวิถีแออัด เนื่องจากการกองวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง



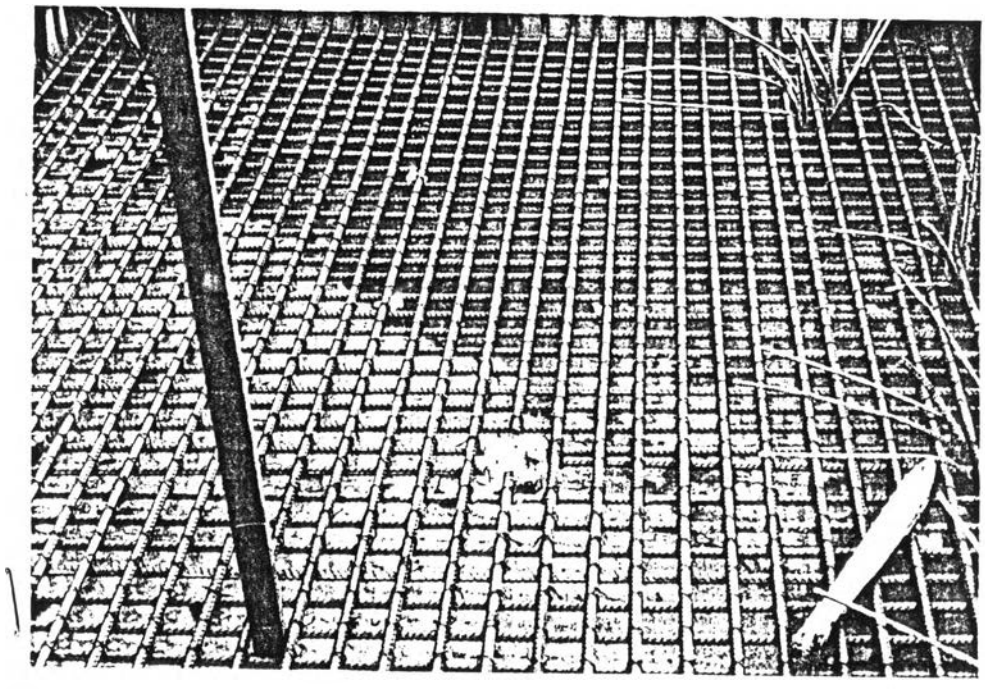
รูปที่ 4-44 เสาดวงโคมไฟฟ้า เป็นอุปสรรคต่อการทำงานฐานราก



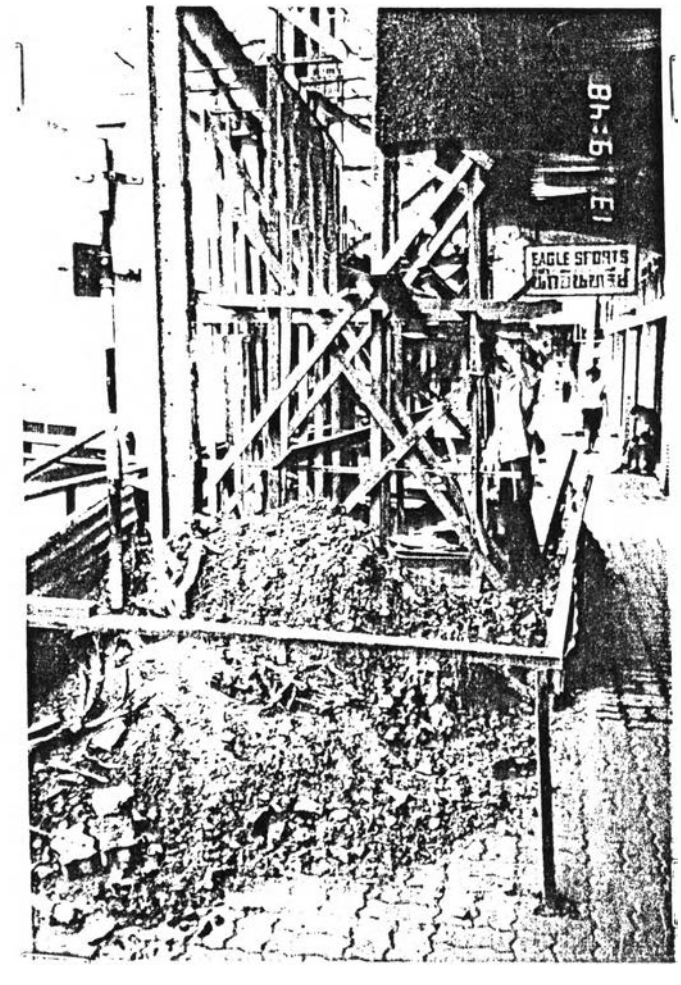
รูปที่ 4-45 สายยึดเสาไฟฟ้า เป็นอุปสรรคงานฐานราก



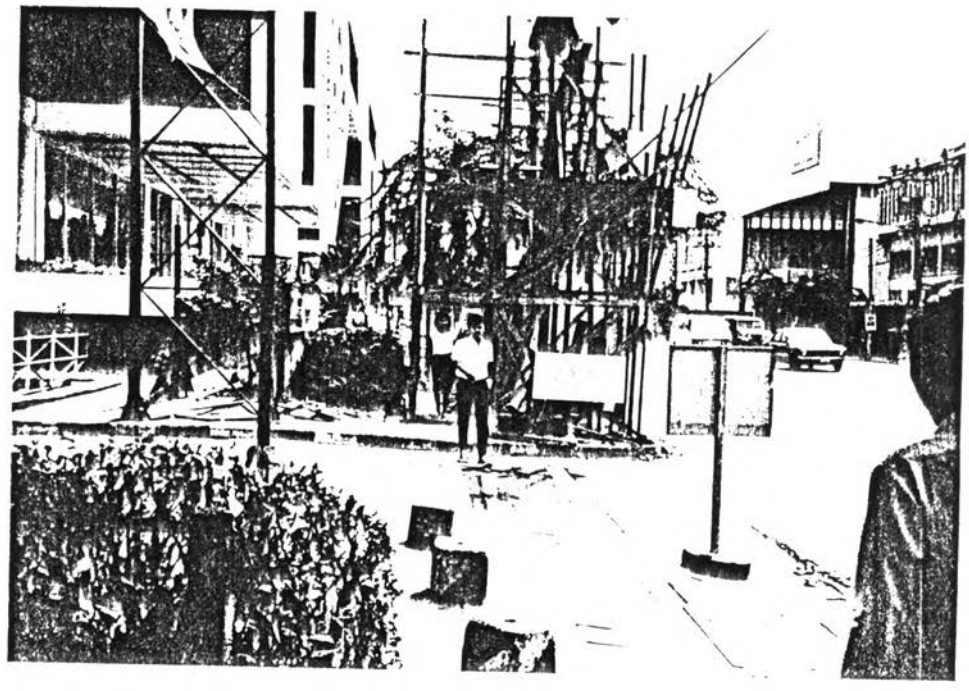
รูปที่ 4-46 ท่อร้อยสายโทรศัพท์ เป็นอุปสรรคงานฐานราก



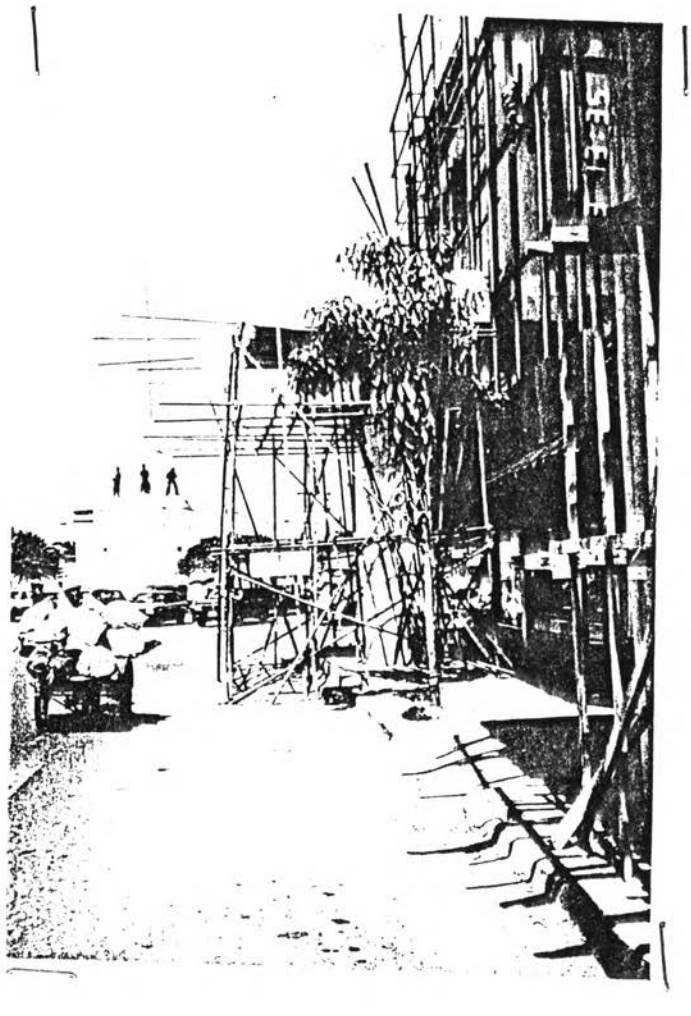
รูปที่ 4-47 ตัดเหล็กเสริมคอนกรีตฐานราก เพื่อวางท่อระบายน้ำที่ฝังในคอนกรีต



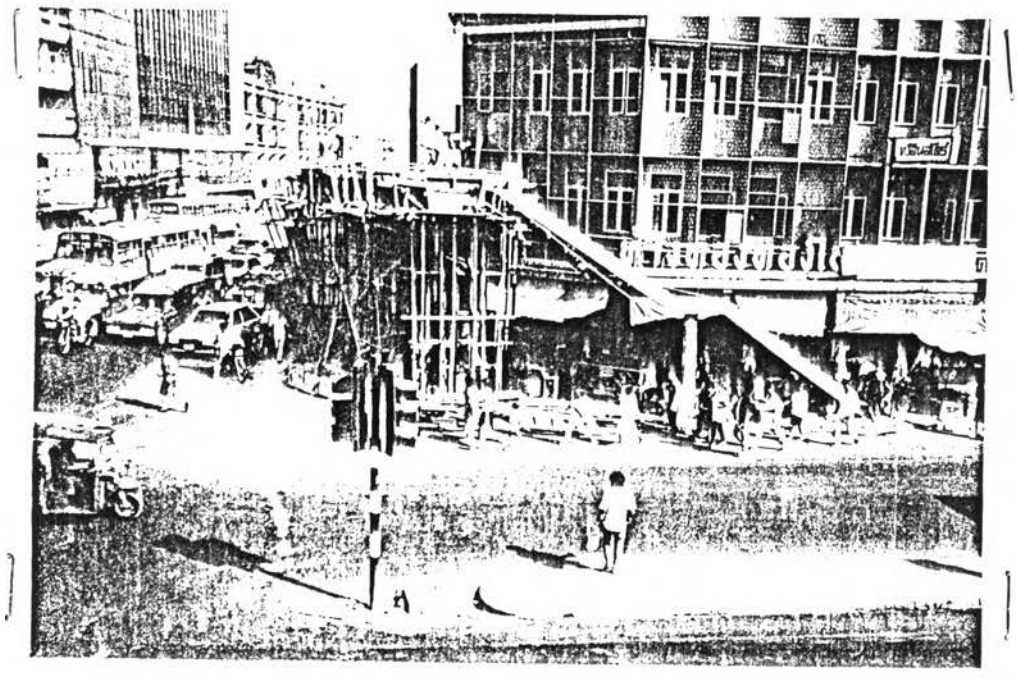
รูปที่ 4-48 ดินฐานรากที่ขุดขึ้นมาวางบนบาทวิถี



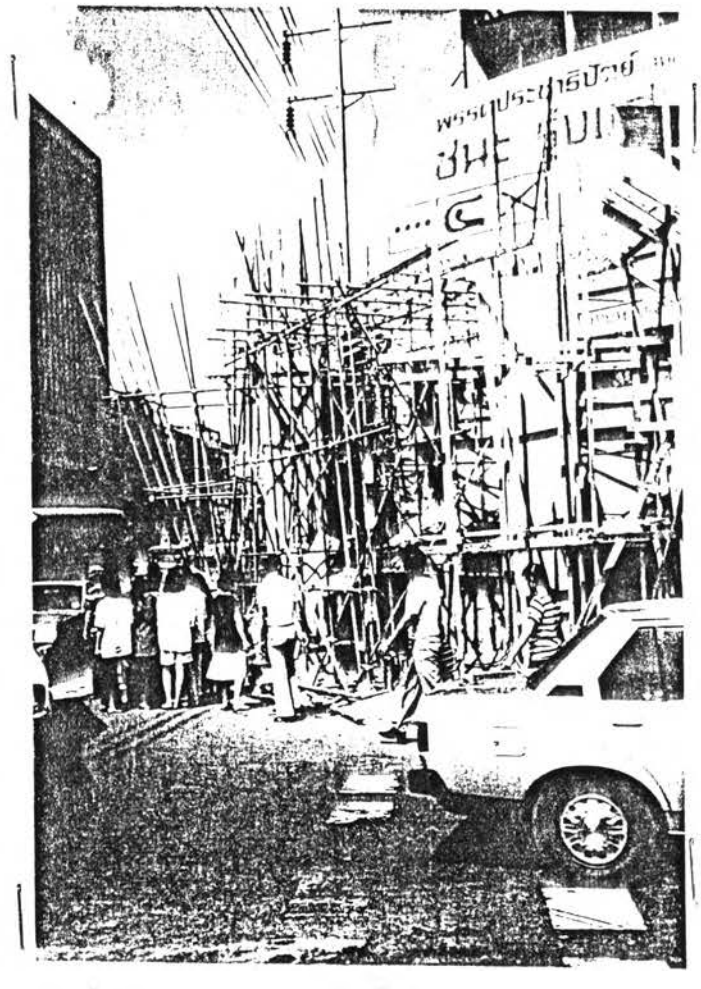
รูปที่ 4-49 การตั้งค้ำยันบันได ทำให้บาทวิถีไม่มีทางเดิน



รูปที่ 4-50 ค้ำยันแป้นหัวเสา ยื่นล้ำเข้ามาในถนน อาจเกิดอันตรายได้



รูปที่ 4-51 การตั้งไม้แบบ และกองไม้แบบ ทำให้กีดขวางทางเดิน



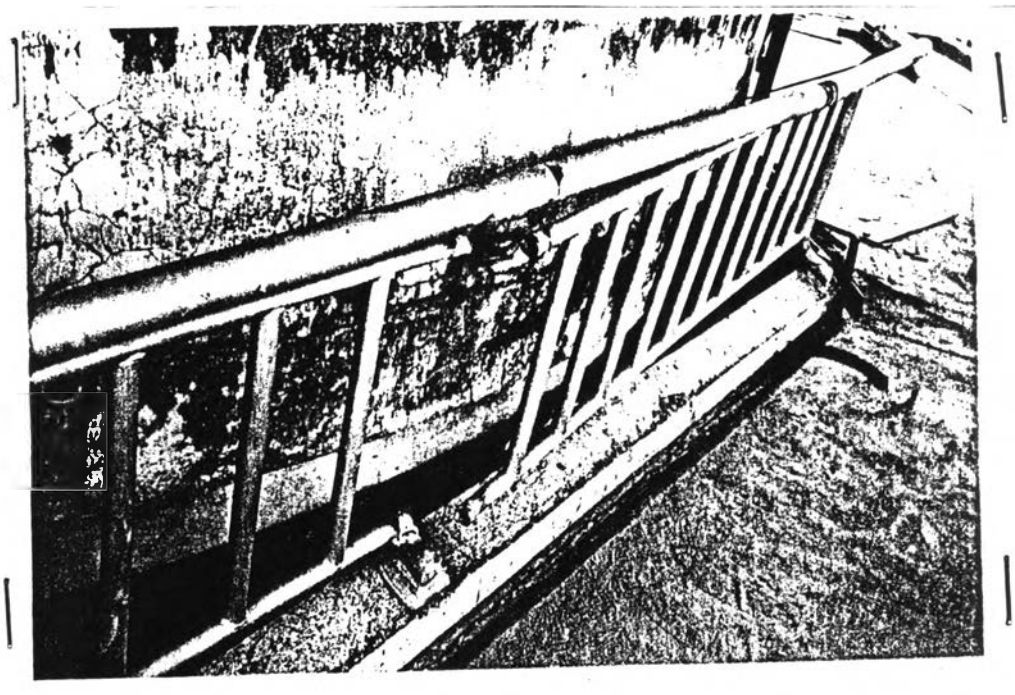
รูปที่ 4-52 ไม้แบบค้ำยันกีดขวางทางเดิน

รูปที่ 4-53 กองไม้แบบยื่นล้ำเข้าในถนน.

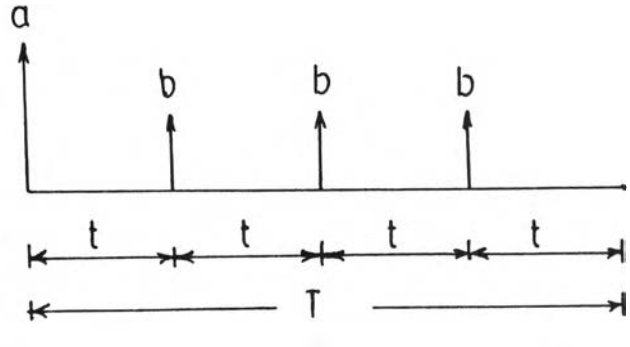
รูปที่ 4-54 การเทคอนกรีตบันไดที่กีดขวางทางเดิน

รูปที่ 4-55 กันสาดอาคาร เป็นอุปสรรคต่อการยกคานสะพาน

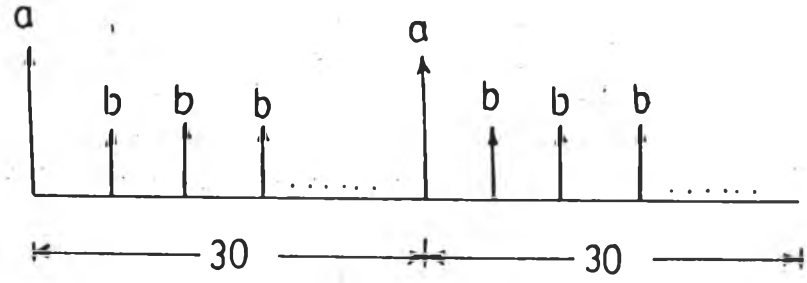
รูปที่ 4-56 ลิมฝัง แผ่นฐานราวกันตก จิงต้องสกัดเพื่อเชื่อมแผ่นฐานติดกับเหล็กเสริมคอนกรีต



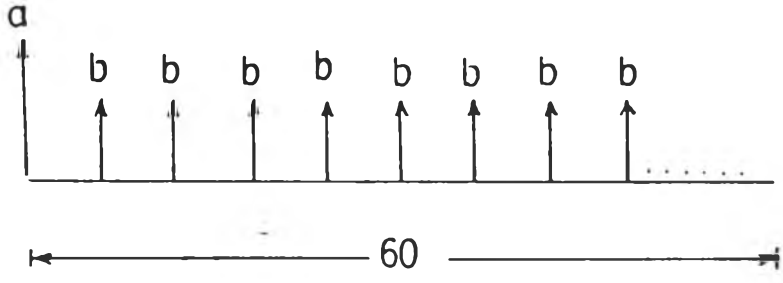
รูปที่ 4-57 ราวกันตกสะพานถูกตัดออกเพื่อให้คานสะพานวางได้



รูปที่ 5-1 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายงานก่อสร้าง และค่าซ่อมบำรุงรักษา

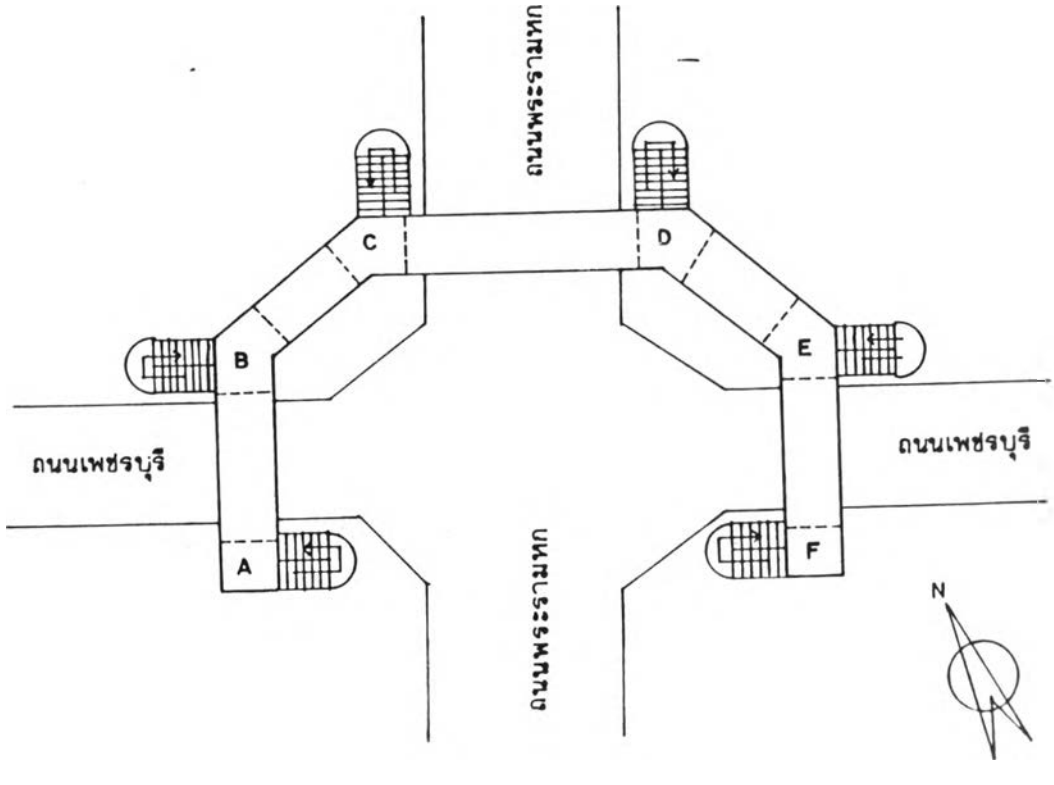


(ก) ค่าก่อสร้าง และ ค่าบำรุงรักษา ของสะพานเหล็ก

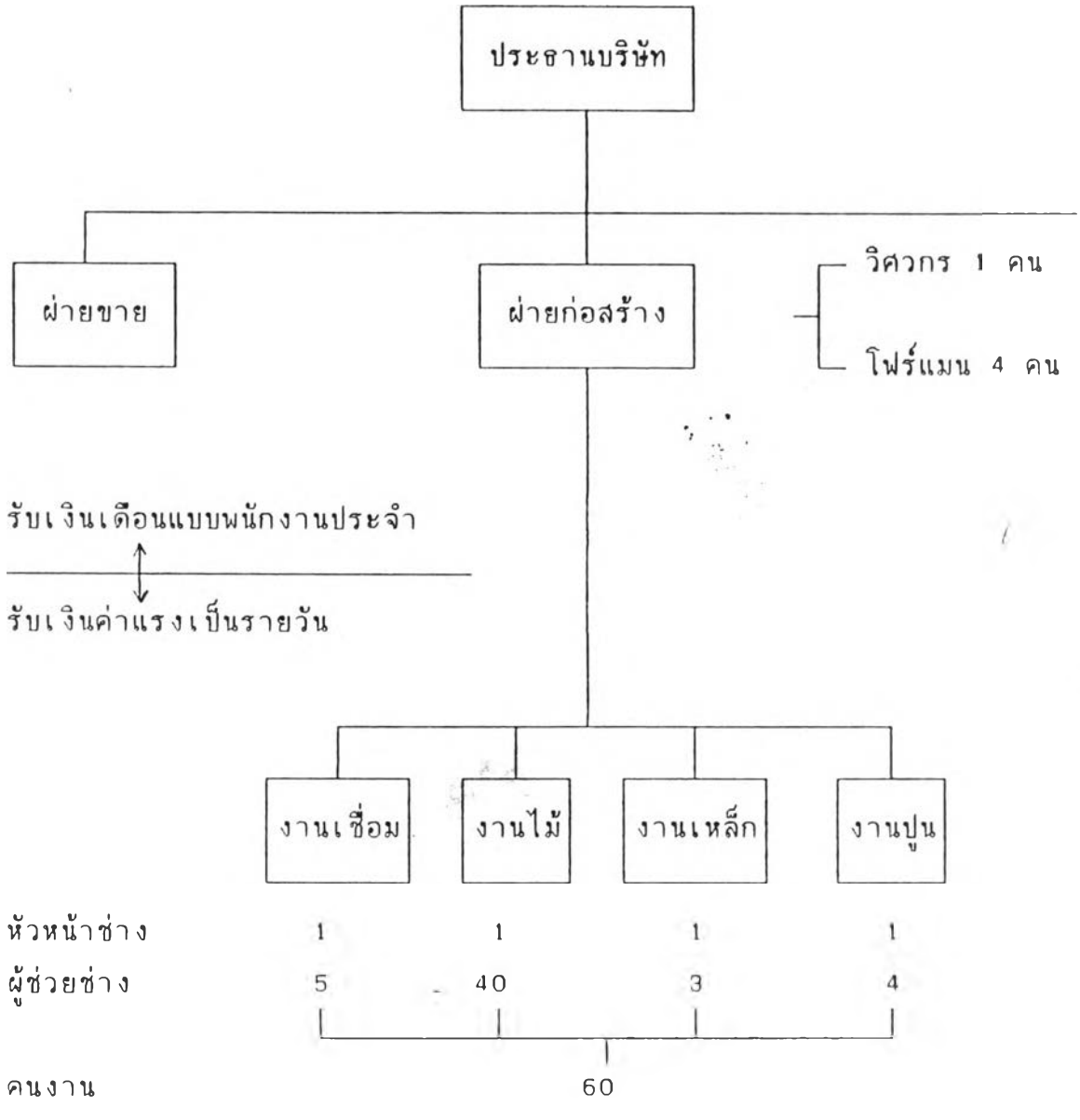


(ข) ค่าก่อสร้าง และ ค่าบำรุงรักษา ของสะพานคอนกรีต

รูปที่ 5-2 กราฟแสดงค่าก่อสร้าง และค่าซ่อมบำรุง ของสะพานเหล็ก และสะพานคอนกรีต

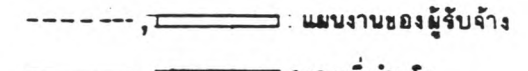


รูปที่ 6-1 แผนผังสะพานลอยคนเดินข้ามถนน บริเวณสี่แยกอุรุพงษ์



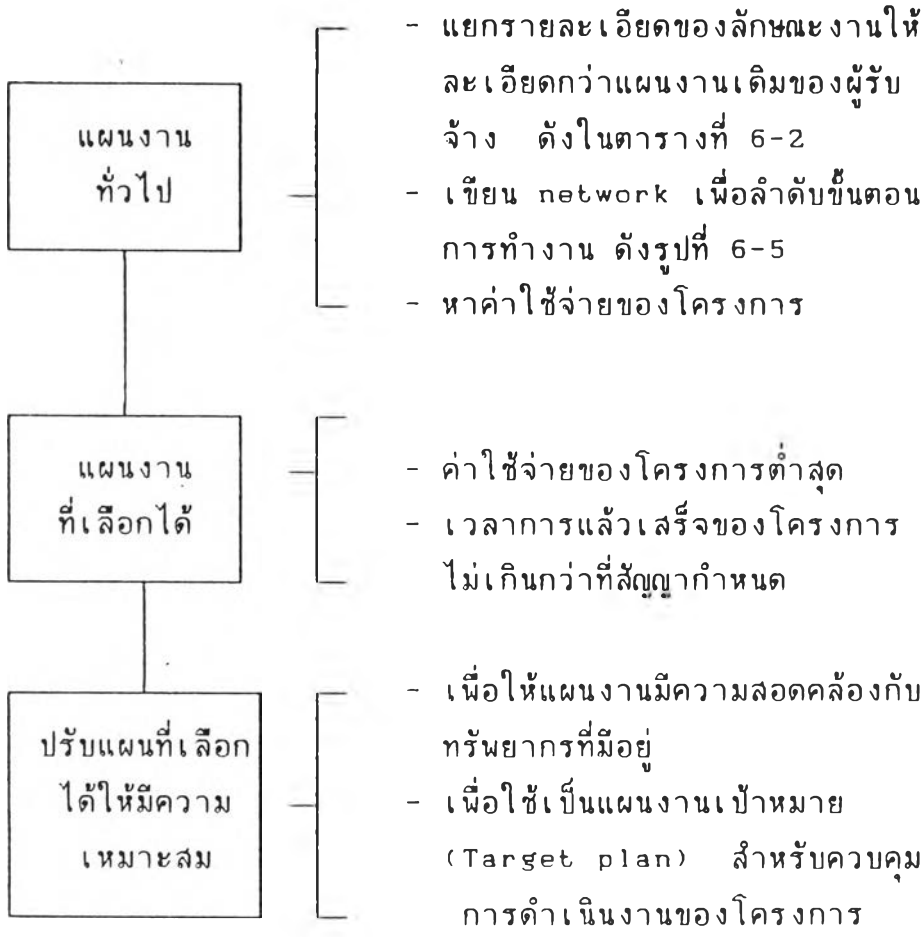
รูปที่ 6-2 แผนผังการจัดองค์กร และ กำลังคนของบริษัทผู้รับจ้าง

รูปที่ 6-3 ตารางเวลาทำงานรูปแท่ง แสดงแผนงานของผู้รับจ้าง และ งานที่ทำจริง

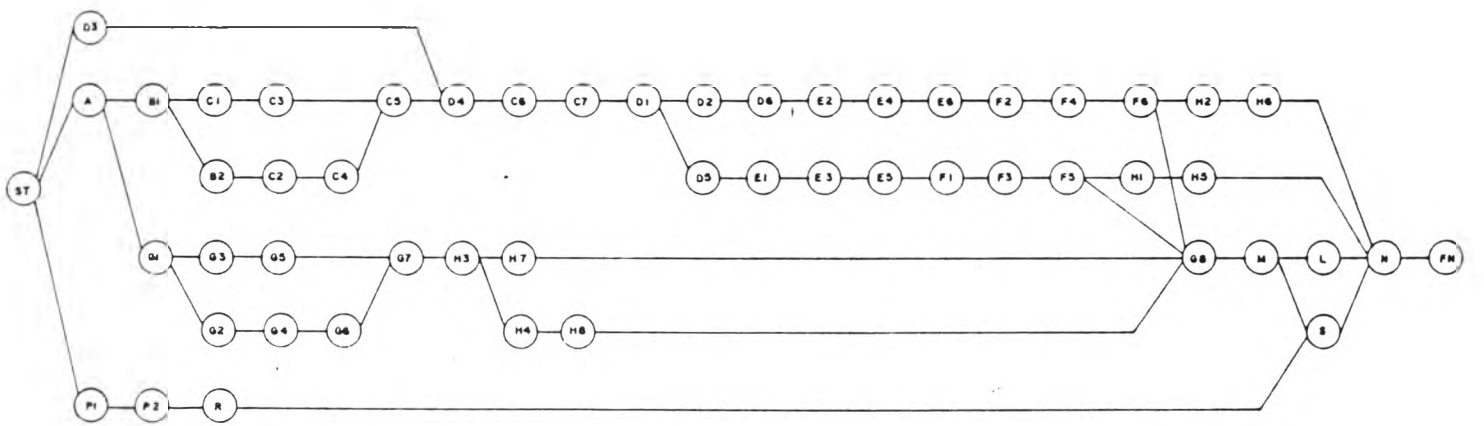


ลำดับที่	รายการ	เปอร์เซ็นต์โครงการ	เวลา																							เปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้า
			ก.ย. 28			ต.ค. 28			พ.ย. 28			ธ.ค. 28			ม.ค. 29			ก.พ. 29			มี.ค. 29			เม.ย. 29			
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
1	เตรียมงาน	0.0																								
2	สร้างสะพานลอยคนเดินข้าม																									
	2.1 เสาเข็ม	15.3																								
	2.2 ฐานราก คอม่อ CAB-BEAM บันได	17.3																								
	2.3 ติดตั้งคานสะพาน	40.8																								
	2.4 ไฟฟ้า, ราวกันตก และอื่นๆ	16.3																								
3	สร้างคันหินคลุก	1.2																								
4	สร้างทางเท้าปูกระเบื้อง	0.8																								
5	สร้างบ่อพักท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน	1.9																								
6	สร้างท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน 2302-0,100ม.	6.4																								
	รวมทั้งโครงการ	100.00																								

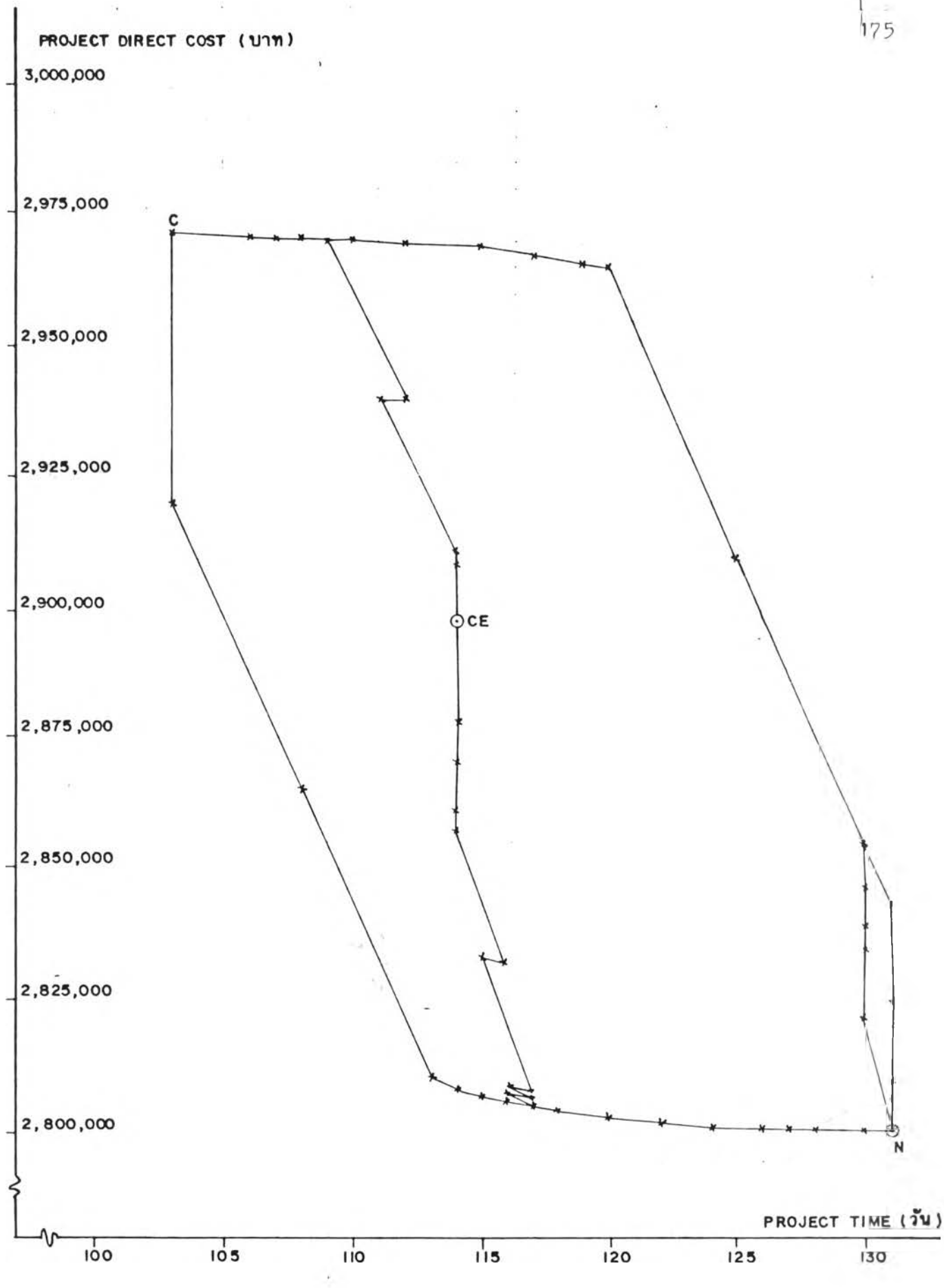
ผลงานตามแผนงาน	ผลงานในสิบวัน	0	0	0	0	0	0	11.6	12.7	12.8	7.6	7.6	9.0	6.4	6.4	10.0	4.5	4.5	4.0	2.9	0	0			
	ผลงานรวม	0	0	0	0	0	0	11.6	24.3	37.1	44.7	52.3	61.3	67.7	74.1	84.1	88.6	93.1	97.1	100	100	100			
ผลงานที่ดำเนินการได้	ผลงานในสิบวัน	0	0	0	0	0	0	5.4	8.4	1.9	0.9	1.5	2.3	10.5	12.5	26.0	8.1	1.6	2.5	1.6	0.9	12.0	3.9		
	ผลงานรวม	0	0	0	0	0	0	5.4	13.8	15.7	16.6	18.1	20.4	30.9	43.4	69.4	77.5	79.1	81.6	83.2	84.1	96.1	100		



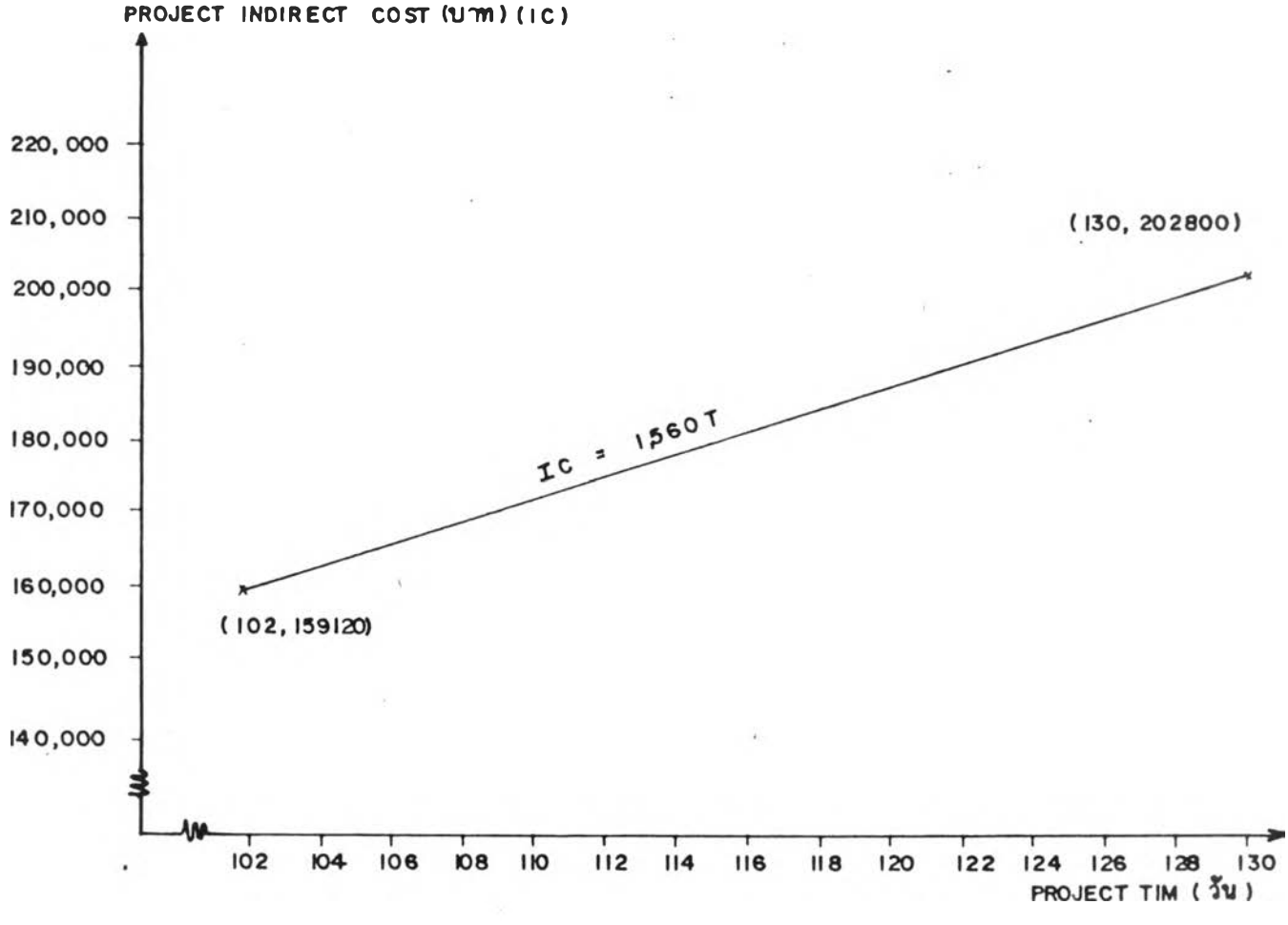
รูปที่ 6-4 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปรับปรุงแผนงาน



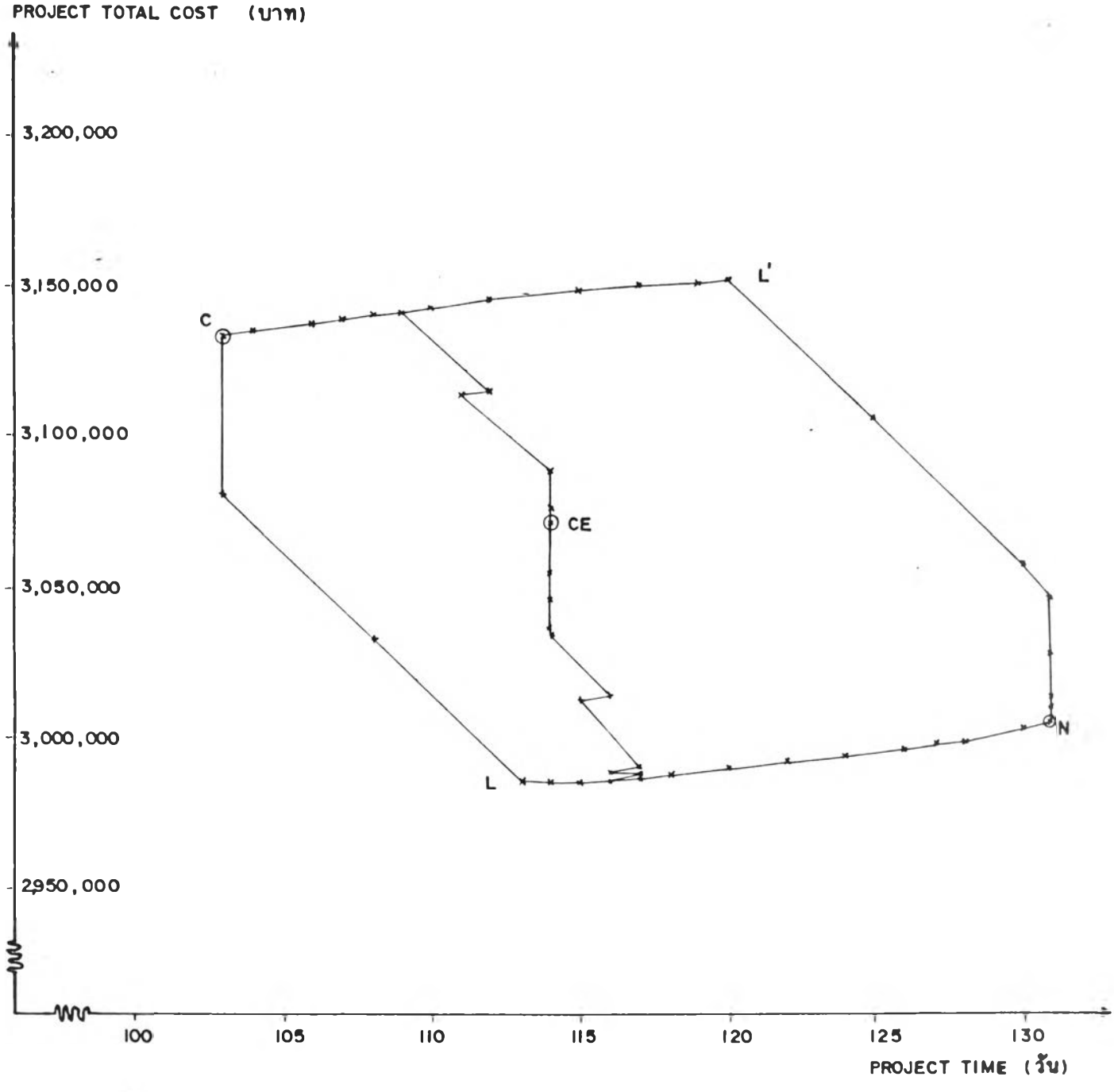
รูปที่ 6-5 วงจรกำหนดก่อน แสดงลำดับการทำงานของลักษณะงาน
ต่างๆ ในโครงการ



รูปที่ 6-6 รูปกราฟแสดง ค่าใช้จ่ายทางตรงโครงการ และเวลาการแล้วเสร็จของโครงการ



รูปที่ 6-7 กราฟแสดง ค่าใช้จ่ายทางออ้มของโครงการ กับ เวลาแล้วเสร็จของโครงการ



รูปที่ 6-8 การแสดง ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ กับ เวลาแล้วเสร็จของโครงการ

เส้นกราฟ CE-C = เส้นขอบเขตสูงสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดประมาณการทั่วไป

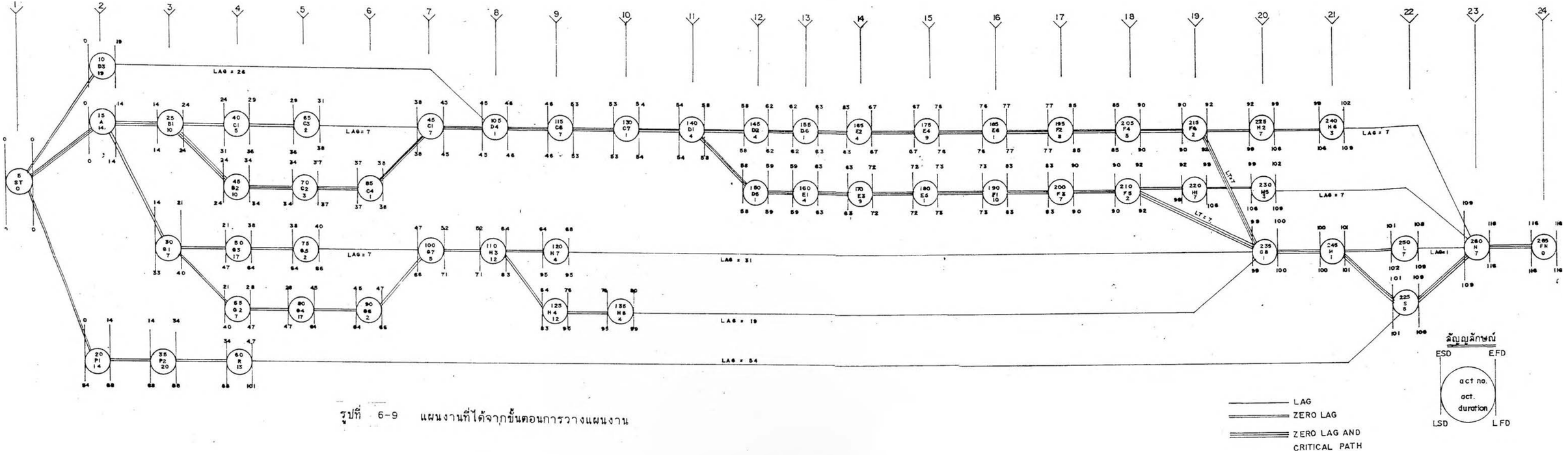
เส้นกราฟ N-L'-C = เส้นขอบเขตสูงสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดต่ำสุด

เส้นกราฟ C-L'-N = เส้นขอบเขตสูงสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดเร่งงาน

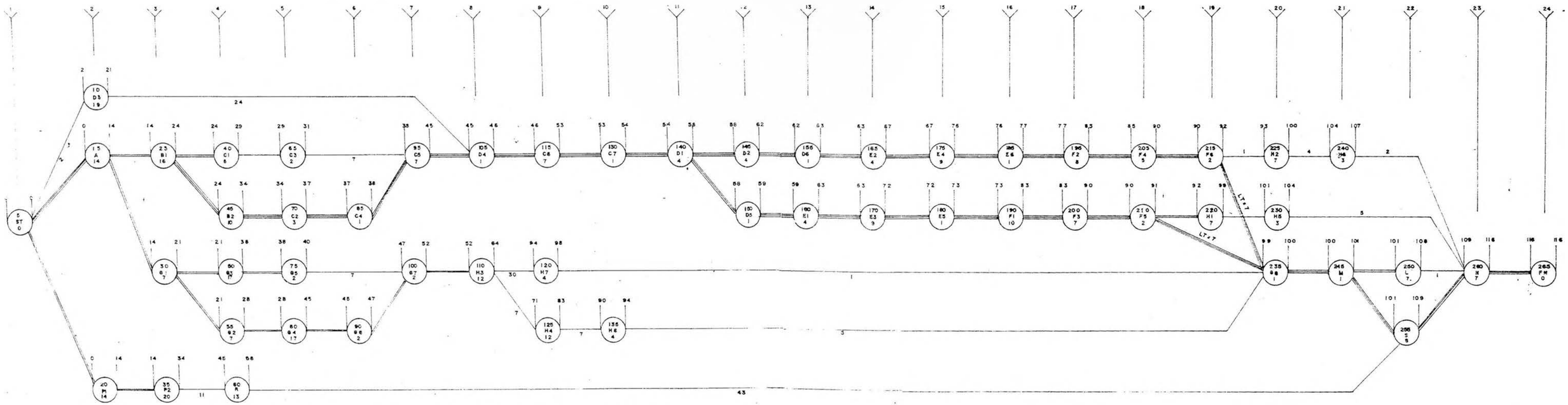
เส้นกราฟ CE-N = เส้นขอบเขตต่ำสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดประมาณการทั่วไป

เส้นกราฟ N-L-C = เส้นขอบเขตต่ำสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดต่ำสุด

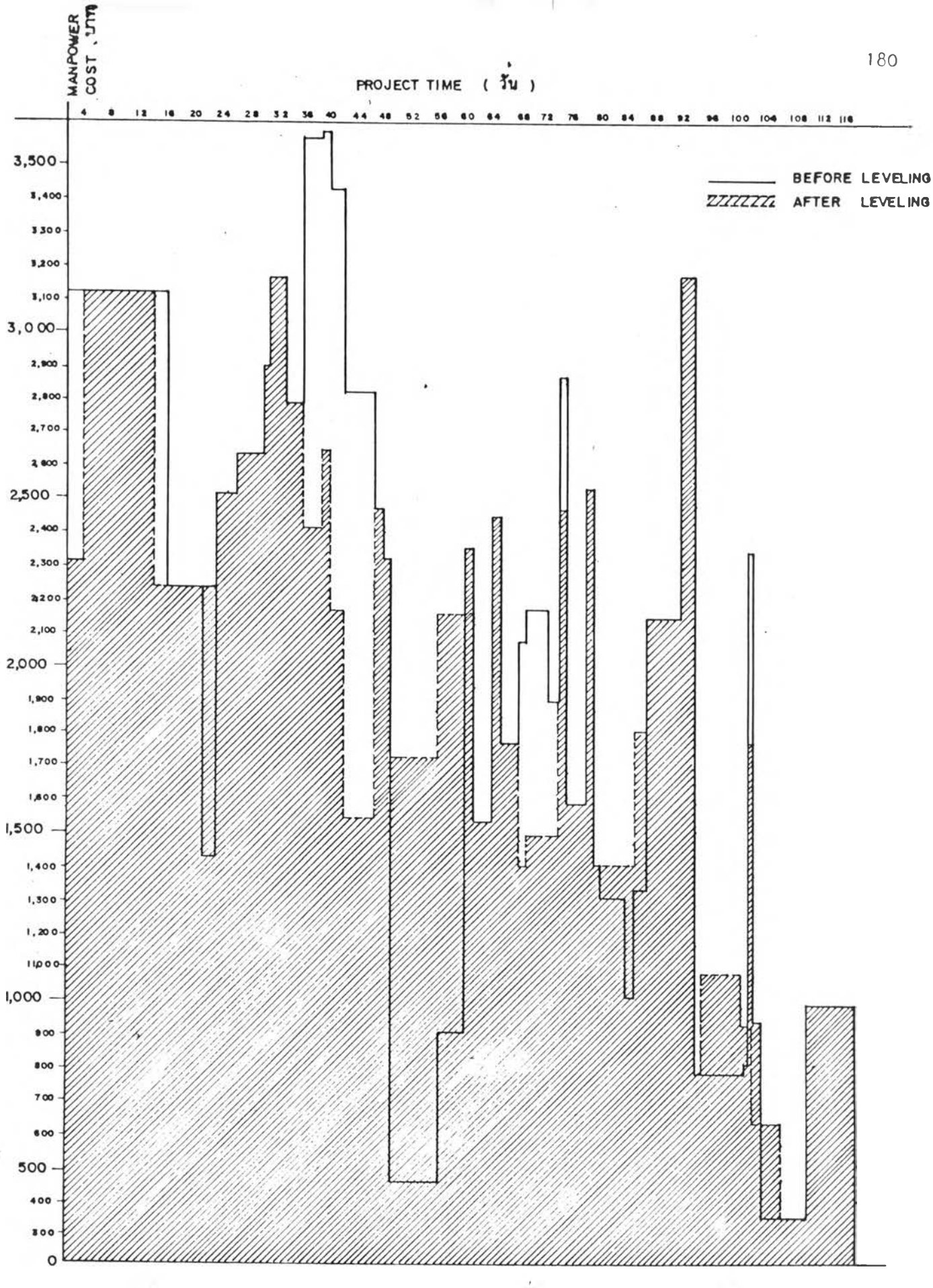
เส้นกราฟ C-L-N = เส้นขอบเขตต่ำสุดของค่าใช้จ่ายที่เริ่มจากจุดเร่งงาน



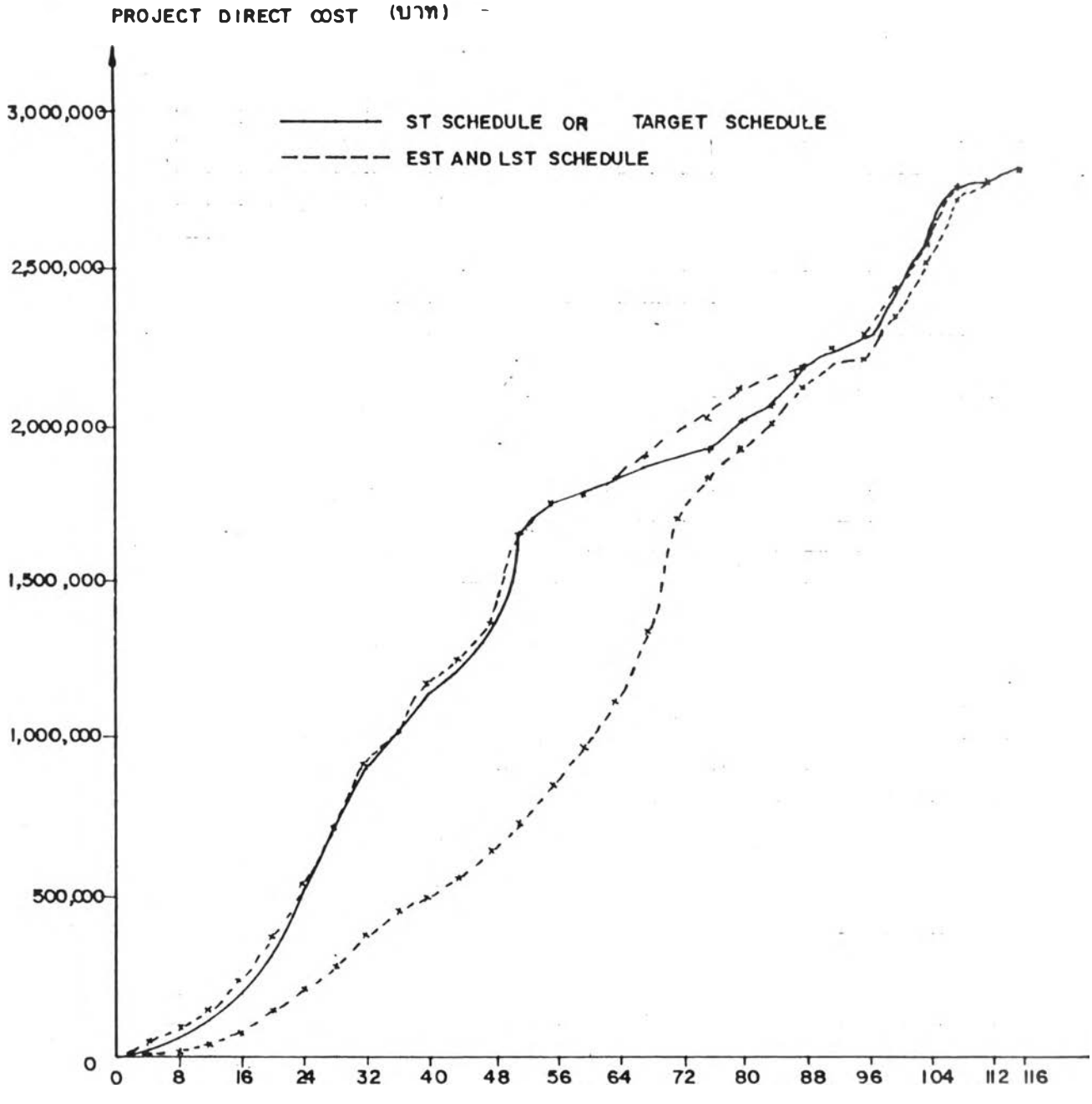
รูปที่ 6-9 แผนงานที่ได้จากขั้นตอนการวางแผนงาน



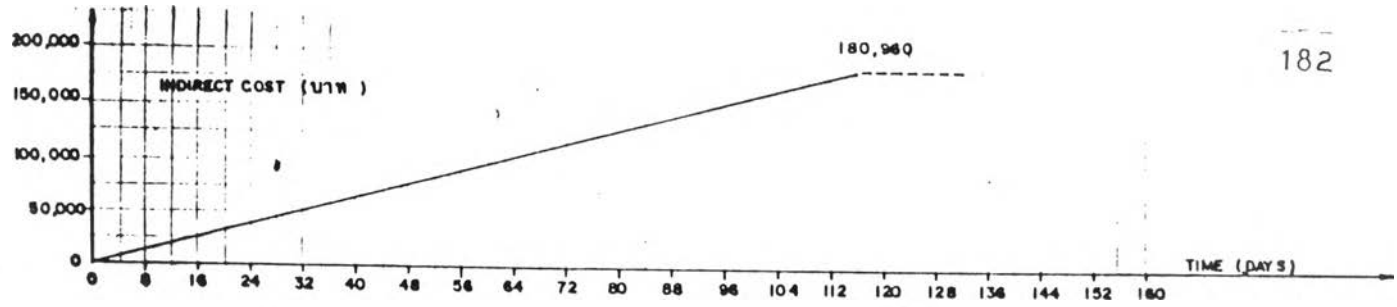
รูปที่ 6-10 แผนงานที่ผ่านการปรับระดับการใช้ทรัพยากรในโครงการ

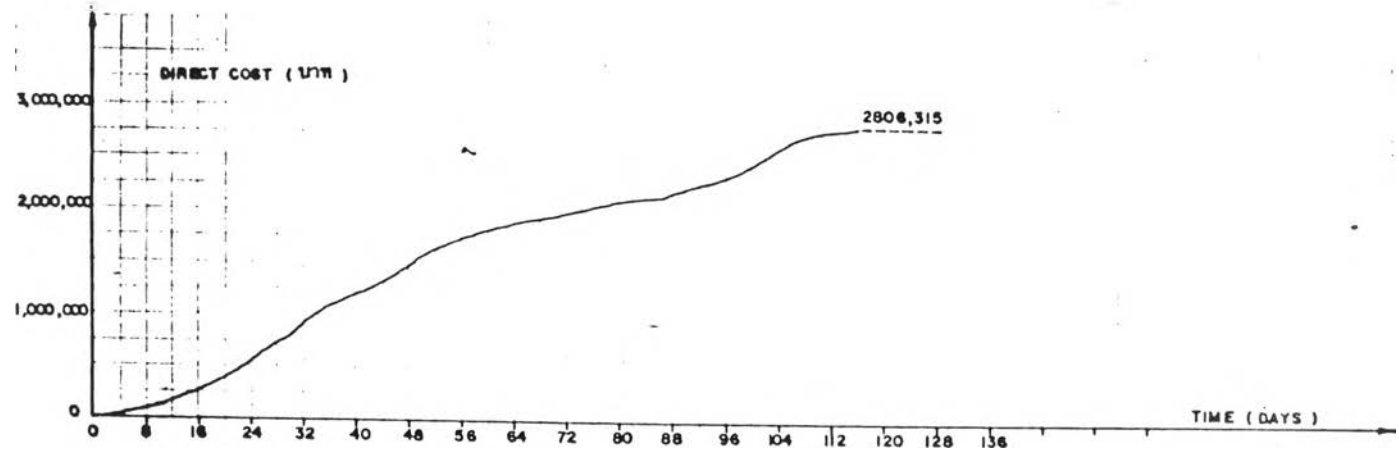


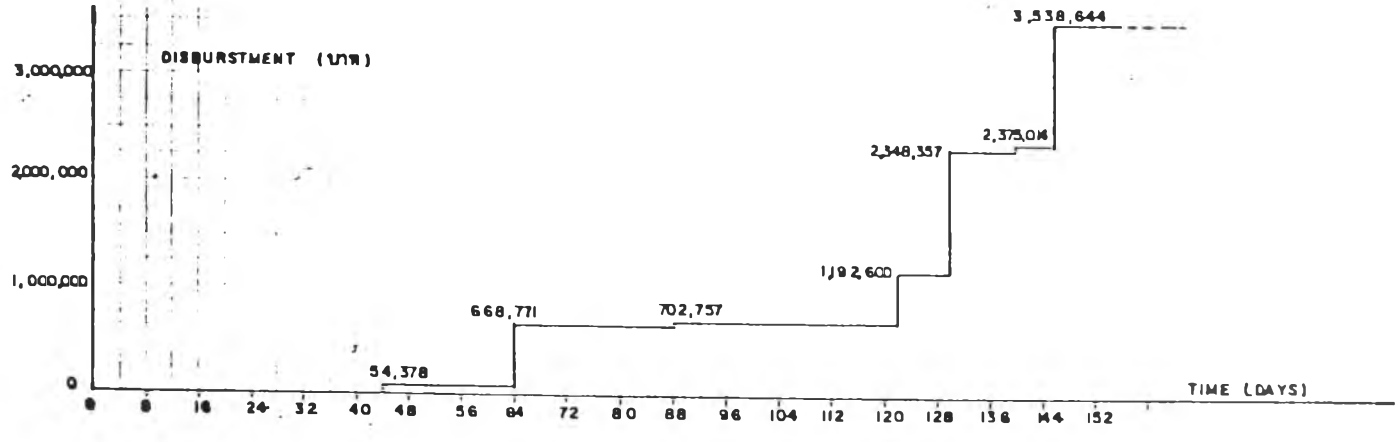
รูปที่ 6-11 แสดงปริมาณการใช้กำลังคนในแต่ละวัน ของแผนงานที่เลือกได้ กับ แผนงานที่ปรับการใช้ทรัพยากรในโครงการแล้ว

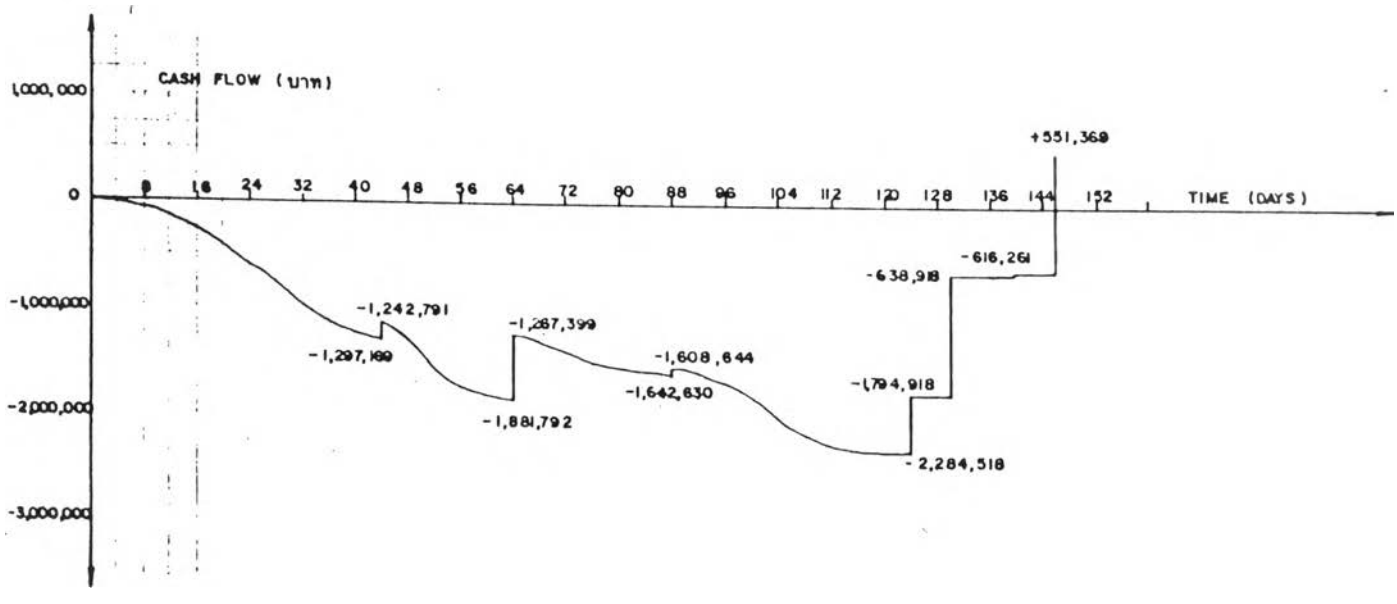


รูปที่ 6-12 เส้นกราฟรูปตัวเอส ของแผนงานก่อสร้างสะพานลอยที่จะนำไปใช้

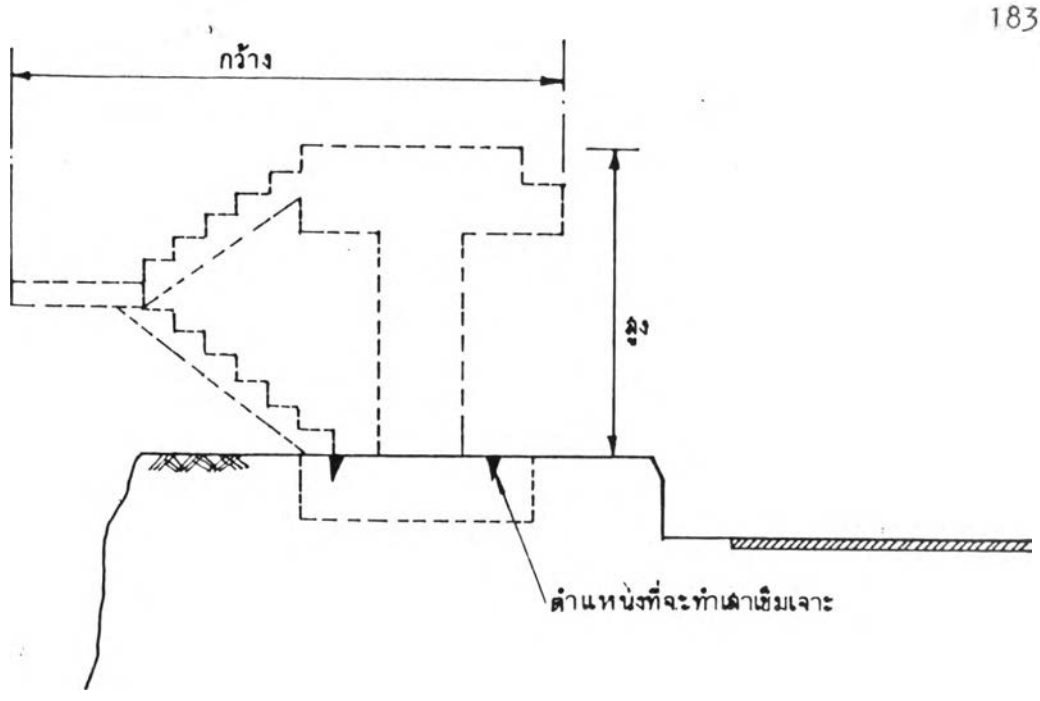




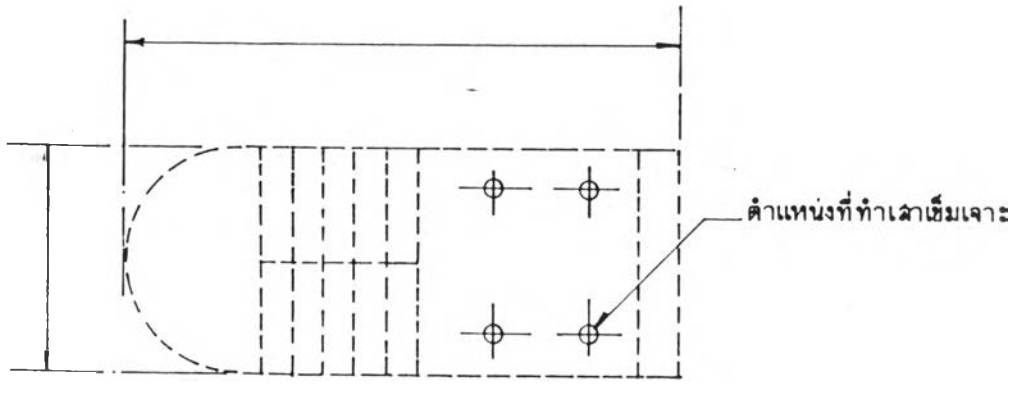




รูปที่ 6-13 แสดงปริมาณการใช้เงินในระหว่างการก่อสร้าง ของแผนงานเป้าหมาย



(ก) รูปด้านข้าง



(ข) รูปด้านบน

รูปที่ 6-14 ตัวอย่างการตรวจสอบพิกัด ขณะวางผังงานก่อสร้าง

รูปที่ 6-15 ตารางแสดงการทำงานรูปแท่ง และแสดงงานเป้าหมาย และงานที่ทำจริง

แสดงงานเป้าหมาย ——— , - - - - -

งานที่ทำจริง ▬▬▬ , ———

ลักษณะงานที่ทำ		วันที่	ก.ย. 28			ต.ค. 28			พ.ย. 28			ธ.ค. 28			ม.ค. 29			ก.พ. 29			มี.ค. 29			เม.ย. 29				เบอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าโครงการ
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	
		% โครงการ																										
A	เตรียมงานและวางผัง	0.00																										
B1	ทำเสาเข็ม ส่วนที่ I	7.65																										
B2	ทำเสาเข็มส่วนที่ II	7.65																										
C1	ขุดดินฐานรากส่วนที่ I	0.02																										
C2	ขุดดินฐานรากส่วนที่ II	0.02																										
C3	ไม้แบบฐานรากส่วนที่ I	0.06																										
C4	ไม้แบบฐานรากส่วนที่ II	0.06																										
C5	เหล็กฐานรากส่วนล่าง	0.72																										
C6	เหล็กฐานรากส่วนบน	0.72																										
C7	คอนกรีตฐานราก	1.24																										
D1	ไม้แบบเสาคอนกรีตส่วน I	0.19																										
D2	ไม้แบบเสาคอนกรีตส่วน II	0.19																										
D3	ลูกเหล็กเสาคอนกรีต	1.84																										
D4	ตะเหล็กเสาคอนกรีต	1.22																										
D5	เทคอนกรีตเสาคอนกรีตส่วนที่ I	0.39																										
D6	เทคอนกรีตเสาคอนกรีตส่วนที่ II	0.39																										
E1	ไม้แบบเป็นหัวเสาส่วนที่ I	0.24																										
E2	ไม้แบบเป็นหัวเสาส่วนที่ II	0.24																										
E3	เหล็กเป็นหัวเสาส่วนที่ I	2.24																										
E4	เหล็กเป็นหัวเสาส่วนที่ II	2.24																										
E5	เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ I	0.81																										
E6	เทคอนกรีตแป้นหัวเสาส่วนที่ II	0.81																										
F1	ไม้แบบบันไดส่วนที่ I	0.39																										
F2	ไม้แบบบันไดส่วนที่ II	0.39																										
F3	ลูกเหล็กบันไดส่วนที่ I	0.94																										
F4	ลูกเหล็กบันไดส่วนที่ II	0.94																										
F5	เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ I	0.50																										
F6	เทคอนกรีตบันไดส่วนที่ II	0.50																										
G1	ไม้แบบคานละพาน AB, BC, DE	1.32																										
G2	ไม้แบบคานละพาน CD, EF	1.32																										
G3	ลูกเหล็กคานละพาน AB, BC, DE	7.50																										
G4	ลูกเหล็กคานละพาน CD, EF	7.50																										
G5	เทคอนกรีตคาน AB, BC, DE	1.96																										
G6	เทคอนกรีตคาน CD, EF	1.96																										
G7	ระบบ POSTTENSION คานละพาน	13.91																										
G8	ยกคานละพานสัดส่วน	5.33																										
H1	ราวกันตกบันไดส่วนที่ I	1.11																										
H2	ราวกันตกบันไดส่วนที่ II	1.11																										
H3	ราวกันตกตัวละพาน AB, BC, DE	1.60																										
H4	ราวกันตกตัวละพาน CD, EF	1.60																										
H5	ทาสีราวกันตกบันไดส่วนที่ I	0.16																										
H6	ทาสีราวกันตกบันไดส่วนที่ II	0.16																										
H7	ทาสีราวกันตกคานละพาน AB, BC, DE	0.24																										
H8	ทาสีราวกันตกคานละพาน CD, DE	0.24																										
L	ไฟฟ้า	8.54																										
M	เทคอนกรีต TOPPING พื้นละพาน	0.04																										
N	เก็บงานส่วนที่เหลือ	1.80																										
P1	ปล่องท่อร้อยสายไฟฟ้า	1.90																										
P2	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	6.40																										
R	ทำดันทิน	1.20																										
S	ทางเท้า	0.80																										
	รวมทั้งโครงการ	100.00																										

แสดงงานตามแสดงงาน	แสดงงานในสัปดาห์		0	0	0	0	0	2.2	8.4	16.8	15.0	16.6	8.6	4.2	5.0	2.6	7.3	11.7	1.6	0	0	0	0	0				
	แสดงงานรวม		0	0	0	0	0	2.2	10.6	27.4	42.4	59.0	67.6	71.8	76.8	79.4	86.7	98.4	100	100	100	100	100	100				
แสดงงานที่ทำจริง	แสดงงานในสัปดาห์		0	0	0	0	0	0	5.4	8.4	1.9	0.9	1.8	2.3	10.6	12.5	26.0	8.1	1.6	2.8	1.6	0.9	12.0	3.9				
	แสดงงานรวม		0	0	0	0	0	0	5.4	13.8	15.7	16.6	18.1	20.4	30.9	43.4	69.4	77.5	79.1	81.6	83.2	84.1	96.1	100				

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก.

การประมาณค่าใช้จ่ายและเวลาการดำเนินงานของลักษณะงานต่าง ๆ ในโครงการ

ในงานประมาณการของงานก่อสร้างโดยทั่ว ๆ ไปนิยมใช้ค่าเฉลี่ยของสถิติต่าง ๆ ที่ได้เก็บรวบรวมไว้ หรือใช้ประสบการณ์ในการประมาณการค่าใช้จ่ายและเวลาการแล้วเสร็จของงานก่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่าย และเวลาการแล้วเสร็จ นี้เรียกว่า ค่าจุดประมาณการทั่วไป (Conventional Estimnate point) ใช้สัญลักษณ์ CE ถ้าต้องการให้งานต่างๆในงานก่อสร้างหนึ่งเสร็จเร็วที่สุดจะใช้เวลาเท่าใด ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการเร่งงานเท่าใด ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่าย และเวลา นี้เรียกว่า ค่าจุดเร่งงาน (Crash point) ใช้สัญลักษณ์ C ส่วนค่าใช้จ่ายต่ำสุดจะได้จากการใช้เวลาในเกณฑ์ปกติ ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าใช้จ่าย และเวลานี้เรียกว่าว่า ค่าจุดต่ำสุด (Normal point) ใช้สัญลักษณ์ N

การประมาณ ค่าที่จุด C และ N นี้จะมีความไม่แน่นอน เนื่องจากองค์ประกอบในการทำงานต่างกัน เช่น บริเวณก่อสร้าง ประสิทธิภาพแรงงาน จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามในจุด C และ N นี้พอจะเป็นแหล่งข้อมูลที่จะบอกขอบเขตของค่าใช้จ่าย และเวลา ได้อย่างมีหลักการด้วยเหตุนี้ การวางแผนงานจะใช้ค่าระหว่างจุด C กับ N ซึ่งก็คือ จุด CE เป็นจุดค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุด

การประมาณค่าของจุด C, N และ CE จะอาศัยหลักการของ เวลาและทรัพยากรของงาน (Activity Time - Resource Concept) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

<u>หลักการของ เวลา และ ทรัพยากร ของงาน</u> มี 2 หลักการดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการใช้ทรัพยากร (Resource Rate) (RR) กับ อัตราค่าใช้จ่าย (Cost Rate) (CR) ดังรูป ก-1 หมายความว่า ถ้า RR เพิ่มขึ้น 1 หน่วย CR ก็จะเพิ่ม 1 หน่วย แสดงด้วยเส้นทึบ เช่น คนงาน 1 คน จะเสียค่าใช้จ่าย 60 บาท/วัน คนงาน 2 คน จะเสียค่าใช้จ่าย 120 บาท/วัน เป็นต้น

แต่ตามความเป็นจริง การเพิ่มจำนวนคนงานมากขึ้น ก็จะต้องมีการจ้างหัวหน้างานเพื่อคอยควบคุมกลุ่มคนงาน ดังนั้น ค่าจ้างจิงเพิ่มมากกว่าปรกติ 3 คน/วัน เสียค่าแรงงาน 120 + 80 = 200 บาท/วัน แสดงด้วยเส้นประ

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา (T)

$$T \times RR \times w = W \qquad \text{----------(1)}$$

เมื่อ W = ปริมาณงานที่ต้องทำ

w = อัตราเร็วในการทำงาน

ถ้ากำหนดให้ w คงที่ดังนั้นในสมการ (1) จะมีความสัมพันธ์เป็นแบบไฮเปอร์โบล่า ตามรูปที่ ก-2 แต่ตามความเป็นจริงแล้วค่า w ไม่คงที่แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ค่าของ w จะสามารถหาได้ใกล้เคียบความเป็นจริงด้วยการประมาณการของ วิศวกรสนาม ซึ่งถ้านำไปเขียนเส้นกราฟจะได้เป็น กราฟเส้นประ

จากรูปที่ ก-1 และรูป ก-2 จะนำไปหาค่า N C CE ดังรูปที่ ก-3(3) ความสัมพันธ์เส้นกราฟ ระหว่างจุด C-CE-N สมมุติให้เป็นเส้นตรง ซึ่งมีค่าความลาดชันของค่าใช้จ่าย (cost slope) $= \frac{CC - CN}{TN - TC}$

<u>เวลา และ ค่าใช้จ่าย ของงานก่อสร้างสะพานลอยบริเวณสี่แยกอุรุพงษ์</u>

A. <u>เตรียมงาน</u>

- สำนักงานชั่วคราว = 20,000.00 บาท
- รถกระบะ 6 ล้อ ขนวัสดุ 42 เที่ยว @300 บ. = 12,600.00 บาท
- คนงาน 4 คน @60 บาท ทำงาน 14 วัน = <u>3,360.00 บาท</u>

รวม = <u>35,960.00 บาท</u>

B. <u>ทำเข็มเจาะ</u>

เป็นงานเหมาช่วง จำนวน 30 ต้น

จุด CE เครื่องมือ 1 ชุด 15 วัน ทำล่วงเวลา บางวัน 13,670 บาท/ต้น

= 410,000 บาท

จุด N เครื่องมือ 1 ชุด 20 วัน ไม่มีล่วงเวลา 12,000 บาท/ต้น
= 360,000 บาท
จุด C เครื่องมือ 2 ชุด 10 วัน ไม่มีล่วงเวลา 15,670 บาท/ต้น
= 470,000 บาท

B1 <u>เสาเข็มเจาะส่วนที่ I</u>

(15 ต้น)
CE 8 วัน, 205,000 บาท
N 10 วัน, 180,000 บาท
C 5 วัน 235,000 บาท

B2 <u>เสาเข็มเจาะส่วนที่ II</u>

(15 ต้น)
8 วัน, 205,000 บาท
10 วัน, 180,000 บาท
5 วัน, 235,000 บาท

C. <u>งานดินและงานปรับพื้นฐานราก</u>

- ความสัมพันธ์ ระหว่าง อัตราการใช้ทรัพยากร กับ อัตราค่าใช้จ่าย ดังรายละเอียดในตารางที่ ก-2

- ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา

ขุดดินฐานรากขนาด 3.10 x 2.70 x 0.9 ม. จำนวน 6 ฐาน ปริมาณดินที่ต้องขุด (W) 46.00 ลบ.ม. จำนวนคนงานที่ขุดในแต่ละฐาน จะได้ไม่เกิน 4 คน เพราะถ้าเกินกว่านี้ การทำงานจะช้า หรือมีแรงงานที่ไม่ได้ใช้ (ตารางที่ ก-3)

อัตราการทำงานขุดดินฐานราก (w) 2.2 ลบ.ม./คน-วัน

$$T \times RR \times w = W$$

$$T = W / (RR \times w)$$

$$T = 46 / (RR \times w)$$

- ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าใช้จ่าย กับ เวลา ในตารางที่ ก-4

ดังนั้น งานขุดดินและปรับพื้นฐานราก ได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

จุด N คือ แรงงาน 2 คนใช้เวลา 9.5 วันค่าใช้จ่าย 1140.00 บาท ทำจริงใช้เวลา 10 วัน ค่าใช้จ่าย 1200.00 บาท

จุด C คือ แรงงาน 4 คน ใช้เวลา 5.75 วัน ค่าใช้จ่าย 1437.50 บาท ทำจริงใช้เวลา 6 วัน ค่าใช้จ่าย 1500.00 บาท

เลือกจุด CE โดยใช้แรงงาน 3 คน ใช้เวลา 8 วัน ค่าใช้จ่าย 1440.00 บาท เพื่อให้จุด CE อยู่บนเส้นตรง C-N ปรับค่าได้ใหม่ คือ 8 วัน 1350.00 บาท

การขุดดินฐานรากและปรับพื้นฐานรากนี้ได้มีการวางแผนไว้ว่า เมื่อขุดดินและปรับพื้นฐานรากเสร็จไปแล้วประมาณ 50% เราสามารถจะทำงานอื่นได้ทันที นั่นคือ ไม่ต้องรอจนงานขุดดินและปรับพื้นฐานรากเสร็จ 100% จึงจะเริ่มทำงานต่อไปได้

ในที่นี้ได้จัดแบ่งงานขุดดินและปรับพื้นฐานรากออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ I และส่วนที่ II ซึ่งเวลาและค่าใช้จ่ายจะมีปริมาณครึ่งหนึ่งที่หาได้ดังนั้น

C1 <u>ขุดดินและปรับพื้นฐานรากส่วนที่ I</u>

จุด N	5 วัน, 600 บาท
จุด C	3 วัน, 750 บาท
จุด CE	4 วัน, 675 บาท

C2 <u>ขุดดินและปรับพื้นฐานราก ส่วนที่ II</u>

จุด N	5 วัน, 600 บาท
จุด C	3 วัน, 750 บาท
จุด CE	4 วัน, 675 บาท

และกรณีงานอื่น ๆเราจะติดในทำนองเดียวกันนี้โดยแบ่งออกเป็น ส่วนที่ I และส่วนที่ II

c. <u>ไม้แบบฐานราก</u>

จากอัตราการใช้ทรัพยากร กับ อัตราค่าใช้จ่าย ในตารางที่ ก-5 และ อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา ในตารางที่ ก-6 จะได้ดังนี้

จำนวนช่างไม้ที่ทำไม้แบบในแต่ละฐาน จะมีตั้งแต่ 2-5 คน โดยที่อัตราการทำงานเฉลี่ย 6.0 ตร.ม./คน-วัน ปริมาณไม้แบบทั้งหมด(W) = 50 ตร.ม.

$$T = W / (RR \times w)$$

$$T = 50 / (RR \times w)$$

- ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าใช้จ่ายรวม กับ เวลา ในตารางที่ ก-7

จุด C แรงงาน 5 คน ใช้เวลา 1.45 วัน ค่าใช้จ่าย 710.50 บาท
ทำจริง 2 วัน ค่าใช้จ่าย 980.00 บาท

จุด N แรงงาน 3 คน ใช้เวลา 2.1 วัน ค่าใช้จ่าย 651.00 บาท
ทำจริง 3 วัน ค่าใช้จ่าย 930.00 บาท

จุด CE แรงงาน 3 คน ใช้เวลา 3 วัน ค่าใช้จ่าย 930.00 บาท

ค่าไม้แบบ 50 ตร.ม. @ 60 บาท/ตร.ม. = 3,000.00 บาท

ค่าของ + ค่าแรง

C = 2 วัน 3980.00 บาท

N = 3 วัน 3930.00 บาท

CE = 3 วัน 3930.00 บาท

C3. <u>ไม้แบบส่วนที่ I</u>

จุด	N	1 วัน	1990	บาท
จุด	C	2 วัน	1965	บาท
จุด	CE	2 วัน	1965	บาท

C4. <u>ไม้แบบส่วนที่ II</u>

1 วัน	1990	บาท
2 วัน	1965	บาท
2 วัน	1965	บาท

ลักษณะงานต่างๆในโครงการ จะใช้วิธีการประมาณการ เช่นเดียวกัน ซึ่งจะได้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 6-2

ตารางที่ ก-1 ความลาดของค่าใช้จ่าย งานทำเสาเข็มเจาะ

		เป็นจำนวนวัน		
		5	8	10
จากจำนวนวัน	5	0	-10,000	-11,000
	8	10,000	0	-12,500
	10	11,000	12,500	0

ตารางที่ ก-2 อัตราการใช้ทรัพยากร กับ อัตราค่าใช้จ่าย ของงานดินและปรับพื้นฐานราก

แรงงาน (RR)	ค่าใช้จ่าย(บาท/วัน)	หมายเหตุ
1	60.00	ค่าแรงคนละ 60บ/วัน
2	120.00	1 วันทำ 8 ชม.
3	180.00	
4	250.00	ค่าแรงที่เพิ่มขึ้นคนที่4.5
5	320.00	คนละ 70 บาท/วัน
		(เป็นพวกทำงานมานาน)

ตารางที่ ก-3 อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา ของงานดินและปรับพื้นฐานราก

แรงงาน (RR)	อัตราเร็วในการทำงาน (w)(ลบ.ม/คน-วัน)	T (วัน)
1	2.20	20.90
2	2.42	9.50
3	2.10	7.30
4	2.00	5.75

ตารางที่ ก-4 ค่าใช้จ่าย กับ เวลา ของงานดินและปรับพื้นฐานราก

แรงงาน (RR)	อัตราค่าใช้จ่าย(CR)	เวลา (T)	ค่าใช้จ่าย(c)=CR*T
1	60.00	20.90	1,254.00
2	120.00	9.50	1,140.00
3	180.00	7.30	1,314.00
4	250.00	5.75	1,437.50

ตารางที่ ก-5 อัตราการใช้ทรัพยากร กับ อัตราค่าใช้จ่าย ของงานไม้แบบฐานราก

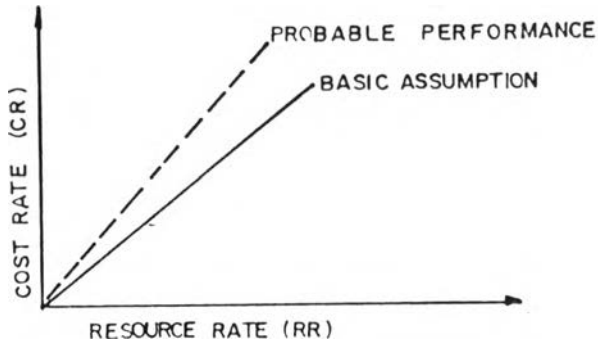
แรงงาน(RR)	อัตราค่าใช้จ่าย (CR)	หมายเหตุ
2	230	หัวหน้าช่าง 1คน ช่างไม้ 1คน
3	310	" " 1 " " 2 "
4	390	" " 1 " " 3 "
5	490	ช่างไม้คนที่ 4 ทำงานมานาน ได้อัตราค่าจ้าง 100 บาท/วัน

ตารางที่ ก-6 อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา ของงานไม้แบบฐานราก

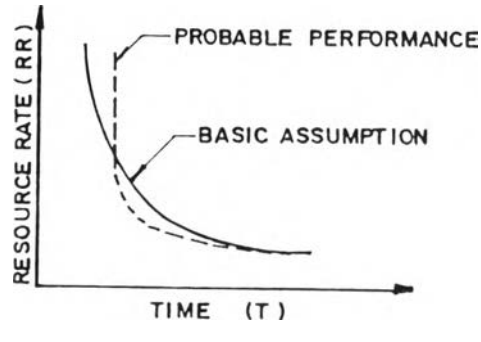
แรงงาน (RR)	อัตราเร็วในการทำงาน (w)(ตร.ม./คน-วัน)	เวลา (T)(วัน)
2	8.0	3.10
3	8.0	2.10
4	7.0	1.80
5	7.0	1.45

ตารางที่ ก-7 ค่าใช้จ่าย กับ เวลา ของงานไม้แบบฐานราก

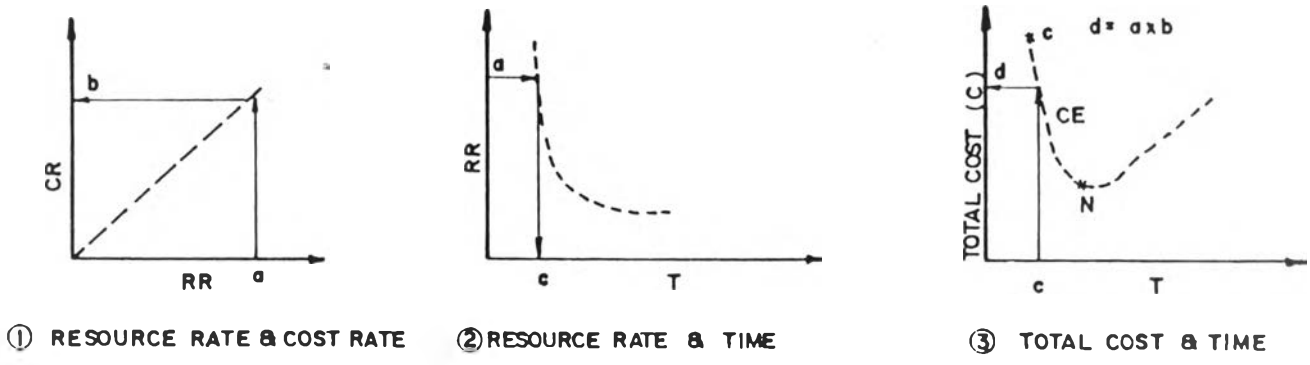
แรงงาน (RR)	อัตราค่าใช้จ่าย (CR)	เวลา (T)	ค่าใช้จ่าย(C)=CR*T
2	230.00	3.10	713.00
3	310.00	2.10	651.00
4	390.00	1.80	702.00
5	490.00	1.45	710.50



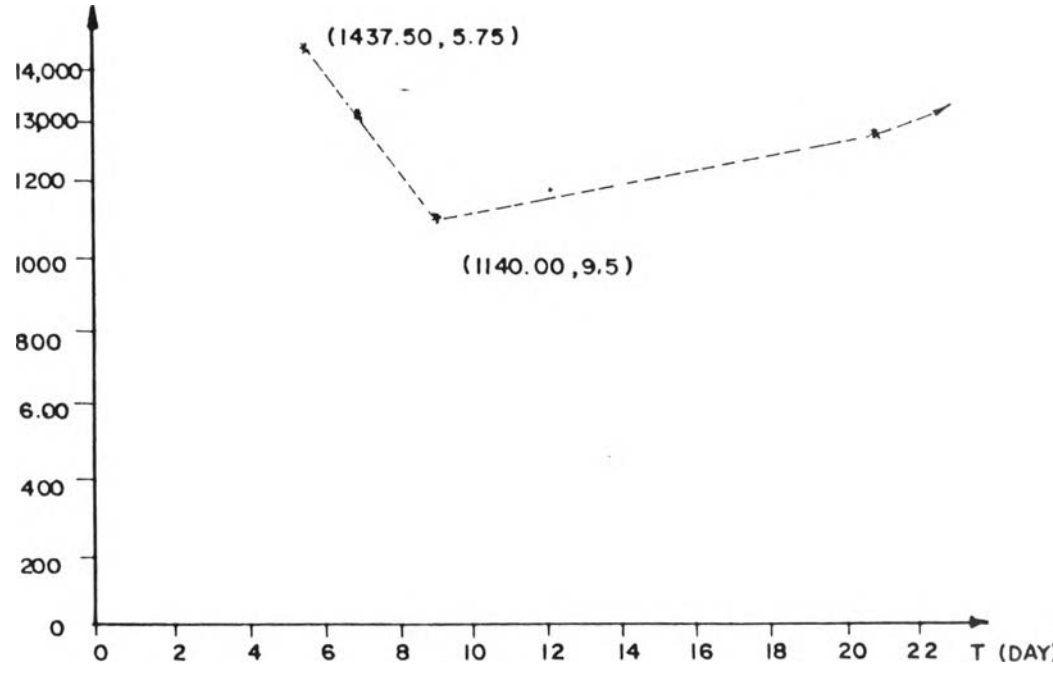
รูปที่ ก-1 ความสัมพันธ์ของ อัตราการใช้ทรัพยากร กับ อัตราค่าใช้จ่าย



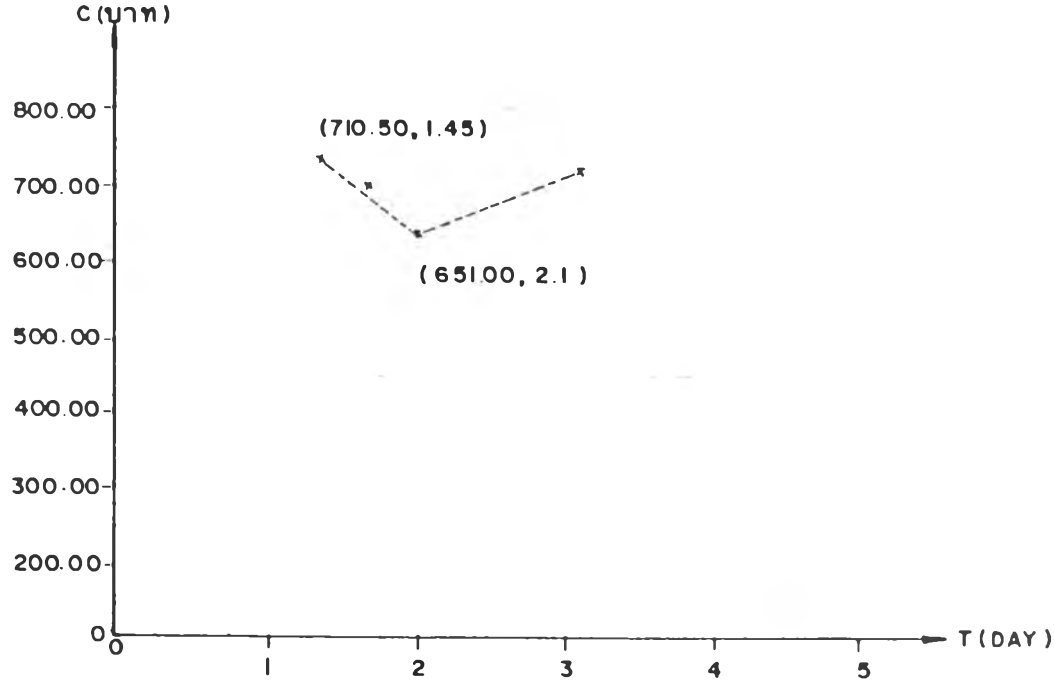
รูปที่ ก-2 ความสัมพันธ์ ระหว่าง อัตราการใช้ทรัพยากร กับ เวลา



รูปที่ ก-3 การหาจุด N, C, CE ของงานย่อย



รูปที่ ก-4 ค่าใช้จ่ายรวม กับ เวลา ของงานดิน และปรับพื้นฐานราก



รูปที่ ก-5 ค่าใช้จ่ายรวม กับ เวลา ของงานไม้แบบฐานราก

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการ

การปรับแผนงานเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงราคา และเวลาของการแล้วเสร็จ ของโครงการ การปรับนี้จะทำให้ทราบว่างานที่ทำอยู่ ควรจะเร่งหรือขยายเวลา การแล้วเสร็จอย่างไร โดยให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งโครงการต่ำที่สุด ค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง โดยทั่วไปแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost และ ค่าใช้จ่ายทางอ้อม(Indirect Cost) โดยสมมุติว่า ค่าใช้จ่ายทางอ้อม จะ เพิ่มขึ้นตามเวลาการทำงานด้วยอัตราคงที่ ในขณะที่ค่าใช้จ่ายทางตรง ไม่คงที่ ดังนั้น การทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการ จะพิจารณาเฉพาะ ค่าใช้จ่ายทางตรง เมื่อปรับได้แล้วจะนำไปรวมกับ ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ในขั้นตอนสุดท้าย ดังรายละเอียด ดังรูปที่ ข-1

<u>วิธีการปรับแผนงาน</u>

เนื่องจากลักษณะงานที่จะทำแต่ละงานในโครงข่าย ต้องมีการเร่งงานเพื่อให้โครงการแล้วเสร็จตามแผนที่วางไว้ เมื่อช่วงเวลาการแล้วเสร็จ ของลักษณะงานใดเปลี่ยนแปลง จะมีผลกระทบต่อ ลักษณะงานอื่น ๆ ในรูปที่ ข-2(1) ลักษณะงาน I เดิมมีช่วงเวลาในการแล้วเสร็จเป็น 2 วัน เมื่อเพิ่มเวลาขึ้นเป็น 3 วัน ทำให้ EFD มีค่ามากขึ้น ค่าเวลาลอยตัว ของ ลักษณะงาน I จะลดลง และมีผลกระทบต่อ ลักษณะงานอื่น ๆ ที่อยู่ถัดไปในโครงข่าย สำหรับ ESD ของ I ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะได้มีการสมมุติให้ทุกงานเริ่มที่ Early Start Time

ตัวอย่างผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการแล้วเสร็จของงานใด ๆ ที่มีในโครงข่ายมีดังนี้ ในรูปที่ ข - 2 (2) เป็น precedence network จะขยายเวลาแล้วเสร็จของงาน B สมมุติว่า จากการวิเคราะห์ตามหลักการของเวลาและทรัพยากรของงานได้ว่างาน B สามารถขยายเวลาได้ถึง 5 วัน สมมุติให้งาน B แทนด้วย งาน I ในรูปที่ ข-2 (1) ค่า EFD_I จะขยายออกไป ซึ่งจะใช้สัญญลักษณ์ " >>" ในตาราง รูปที่ ข-2 (3) ในช่อง EFD_I แถวที่ 3 และแถวที่ 4 การใส่หัวลูกศรคู่เพื่อแสดงว่า งาน B เป็นงานแรกที่เลือก จากนั้นพิจารณาค่า LAG ในช่องที่ 5 ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่า >> มีผลต่อค่า ESD_J ดังนั้น

ใส่ > ในช่อง ESD_J ในแถวเดียวกันและก็จะมีผลต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ แต่ถ้า LAG ไม่เป็น 0 แสดงว่าการเปลี่ยนช่วงเวลาแล้วเสร็จของงาน I ไม่มีผลกระทบต่องาน J ดังเช่นงาน B-F มีค่า LAG = 1 แต่ B สามารถขยายได้ถึง 5 วัน แต่ค่า LAG มีค่าเพียง 1 วัน ดังนั้น B จึงขยายได้เพียง 1 วัน (การเปลี่ยนแปลงเวลาการแล้วเสร็จของลักษณะงานใด ๆ มีค่าเท่ากับ LAG เราเรียกช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงนั้นว่า เนตเวอร์ลิมิต (Network Limit (NL))

จากรูปที่ ข-2 (2) จะได้ว่า เมื่อ B ขยายเวลาเพิ่ม 1 วัน ทำให้ ESD_C เพิ่ม 1 วัน และทำให้ EFD_D เพิ่มขึ้นอีก 1 วัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ LAG_{F-D} เพิ่มเป็น 2 วัน

การขยายเวลา B ทำให้ LAG_{B-F} ลดลงเป็น 0 แต่ไม่มีผลต่อ ESD_F

ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงเวลาการแล้วเสร็จของงานใด ๆ ในโครงข่าย จะใช้หลักการเดียวกันนี้ปรับค่าเวลาต่าง ๆ ใน โครงข่าย

<u>การหาเส้นขอบเขตต่ำสุดของค่าใช้จ่ายในโครงการ</u> (Minimum Cost Curve หรือ MICC)

ค่า MICC เป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการกับเวลาการแล้วเสร็จของโครงการที่กำหนดขึ้น เช่น โครงการสะพานลอย ก. ถ้าต้องการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ 150 วัน ค่าใช้จ่ายต่ำสุด 9,200,000 บาท หรือถ้าต้องการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ 100 วัน ค่าใช้จ่ายต่ำสุด 9,500,000 บาท เป็นต้น

ตามสมมุติฐานของการประมาณค่าใช้จ่าย และ เวลาการดำเนินงาน ได้ว่างานในโครงการจะมีค่าใช้จ่ายกับเวลา 3 จุด คือจุด C CE และ N ดังนั้น การหาค่า MICC จะหาจากจุดทั้ง 3 ดังนี้

: การหาค่า MICC จากจุด N เรียกว่า Normal Start เป็นการรวม ค่าใช้จ่าย และ เวลา ที่จุด N ของงานใน โครงข่าย ต่อจากนั้นทำการเร่งงานในสายงานวิกฤตจนหมด จากนั้นจึงไปเร่งงานที่ไม่ได้อยู่ในสายงานวิกฤต

เพื่อลดเวลาการแล้วเสร็จของโครงการ โดยที่ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ดังนั้นในการเลือกงานจากกลุ่มงานที่สามารถลดได้ จะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขทั้ง 3 ข้อดังนี้

1. งานต้องอยู่ในสายของกลุ่มงานวิกฤต และถ้าทำเร่งงานแล้ว จะต้องทำให้สายงานวิกฤตอื่น ๆ ที่มีอยู่ในโครงข่ายงานลดเวลาลงด้วย

2. งานหรือกลุ่มงานที่มี อัตราค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

3. งานหรือกลุ่มงานต้องมีเวลาเหลือพอที่จะลดได้ นั่นคือ ค่า T ต้องไม่เป็น 0

: การหาค่า MICC จากจุด C เรียกว่า Crash Start เป็นการรวมค่าใช้จ่าย และ เวลาที่จุด C ของงานใน โครงข่าย ต่อจากนั้นจะขยายเวลาการแล้วเสร็จของงานที่จะทำ เพื่อลดค่าใช้จ่ายจนถึงจุด Normal Start หลักในการเลือกงานต่าง ๆ จะมี 2 ส่วนดังนี้

1. ลดค่าใช้จ่ายของโครงการ โดยคงเวลาแล้วเสร็จของโครงการไว้ โดยเลือกงานดังนี้

1.1 งานหรือกลุ่มงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤต

1.2 งานหรือกลุ่มงานที่มีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

1.3 งานหรือกลุ่มงานๆ จะต้องสามารถขยายเวลาการแล้วเสร็จได้

2. ขยายเวลาการแล้วเสร็จพร้อมกับลดค่าใช้จ่ายของโครงการ

2.1 ลักษณะงานหรือกลุ่มลักษณะงานต่าง ๆ เป็นลักษณะงานในสายงานวิกฤต

2.2 ลักษณะงานหรือกลุ่มลักษณะงานต่าง ๆ ต้องมีความลาด

ของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

2.3 ลักษณะงานหรือกลุ่มลักษณะงานต่าง ๆ ต้องสามารถขยายเวลาการแล้วเสร็จได้

: การหาค่า MICC จากจุด CE เรียกว่า Conventional Estimate start เป็นการรวม ค่าใช้จ่าย และ เวลา ที่จุด CE ของงานต่าง ๆ ใน โครงข่าย เนื่องจากที่จุด CE นี้ที่เวลาใด ๆ ค่าใช้จ่ายจะมีมากกว่าจุด N ดังนั้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายของโครงการลงโดยการขยายเวลาการแล้วเสร็จในงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤตจนหมดแล้ว ต่อไปเลือกพวกงานที่อยู่ในสายงานวิกฤต การขยายเวลาการแล้วเสร็จของงานในสายงานวิกฤต จะทำให้ค่าใช้จ่ายของโครงการลดลง แต่เวลาการแล้วเสร็จของโครงการเพิ่มขึ้น ต่อจากนั้นจะทำการลดเวลาโครงการ โดยที่ใช้ค่าใช้จ่ายของโครงการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด การทำเช่นนี้สลับกันไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่สามารถทำการปรับได้อีก

1. การลดค่าใช้จ่ายของโครงการ โดยที่เวลาการแล้วเสร็จของโครงการไม่เปลี่ยน

1.1 งานหรือกลุ่มงานต้องไม่อยู่ในสายงานวิกฤต

1.2 งานหรือกลุ่มงานต้องมีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

1.3 งานหรือกลุ่มงานต้องสามารถขยายเวลาการแล้วเสร็จได้

2. การลดค่าใช้จ่ายโครงการ โดยที่เวลาแล้วเสร็จของโครงการเปลี่ยนแปลง

2.1 ขยายเวลาการแล้วเสร็จของงานในสายงานวิกฤต ที่มีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

2.2 ลดเวลาการแล้วเสร็จของงานในสายงานวิกฤตที่มีความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

2.3 ถ้ามีงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤตที่สามารถขยายเวลาการแล้วเสร็จได้ก็ให้ดำเนินการก่อน

2.4 ทำข้อ 2.1 สลับ ข้อ 2.2

<u>การหาเส้นขอบเขตสูงสุดของค่าใช้จ่ายในโครงการ</u> (Maximum Cost Curve หรือ MACC)

ค่า MACC เป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายสูงสุดของโครงการ กับเวลาการแล้วเสร็จของโครงการที่กำหนดขึ้น เช่น โครงการสร้างสะพานลอย ก. ถ้าต้องการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ 150 วัน ค่าใช้จ่ายสูงสุด 9,800,000 บาท หรือ ถ้าต้องการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ 100 วัน ค่าใช้จ่ายสูงสุด 1,200,000 บาท เป็นต้น

ในทำนองเดียวกันกับค่า MICC จะหาค่า MACC ได้จาก 3 จุดของงานในโครงการดังนี้

1 การหาค่า MACC จากจุด N เรียกว่า Normal Start การปรับจะใช้หลักตรงข้ามกับการหาค่า MICC ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มค่าใช้จ่ายโครงการ แต่ไม่ลดเวลาการแล้วเสร็จของโครงการ

1.1 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องเป็นลักษณะงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤต

1.2 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องมีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

1.3 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องมีเวลาพอที่จะลดเวลาการแล้วเสร็จได้

2. ลดเวลาการแล้วเสร็จโครงการ โดยค่าใช้จ่ายโครงการเพิ่มขึ้น

2.1 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ เป็นลักษณะงานที่อยู่ในสายงานวิกฤต

2.2 งานหรือกลุ่มงานต่างๆ มีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

2.3 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องสามารถลดเวลาการแล้วเสร็จได้

: การหาค่า MACC จากจุด C เรียกว่า Crash Start มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขยายเวลาการแล้วเสร็จของโครงการ โดยค่าใช้จ่ายโครงการเพิ่มขึ้น

1.1 งาน หรือ กลุ่มลักษณะงานต่าง ๆ ต้องเป็นลักษณะงานในสายงานวิกฤต

1.2 งาน หรือ กลุ่มงานต่าง ๆ มีความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยสุด

1.3 งาน หรือ กลุ่มงานต่าง ๆ ต้องมีเวลาพอที่จะขยายเวลาการแล้วเสร็จได้

2. ลด ค่าใช้จ่ายโครงการ โดยเวลาการแล้วเสร็จโครงการคงที่

2.1 งาน หรือ กลุ่มงานต่าง ๆ เป็นลักษณะงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤต

2.2 งาน หรือ กลุ่มงานต่างๆ ความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยสุด

2.3 งาน หรือ กลุ่มงานต่าง ๆ ต้องสามารถขยายเวลาการแล้วเสร็จได้

: การหาค่า MACC จากจุด CE เรียกว่า Conventional Estimate Start มี 2 ขั้นตอน

1. เพิ่มค่าใช้จ่ายโครงการโดยที่เวลาการแล้วเสร็จโครงการคงที่

1.1 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องเป็นลักษณะงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤต

1.2 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องมีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

1.3 งานหรือกลุ่มงานต่าง ๆ ต้องสามารถลดเวลาการแล้วเสร็จได้

2. เพิ่มค่าใช้จ่ายโครงการ โดยเวลาการเสร็จโครงการเปลี่ยนแปลง

2.1 ขยายเวลาแล้วเสร็จของงานในสายงายวิกฤตที่มีความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

2.2 ขยายเวลาแล้วเสร็จของงานในสายงานวิกฤตที่มีความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุด

2.3 ถ้ามีงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤตที่สามารถลดเวลาการแล้วเสร็จได้ให้ทำก่อน

2.4 ทำข้อ 2.1 สลับ ข้อ 2.2

เทคนิคในการหา ค่า MICC และ MACC จะใช้เทคนิคของ Fondahl ซึ่งจะทำเป็นรอบ ในแต่ละรอบจะประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ในแต่ละรอบจะใช้ตารางทั้งหมด 4 ตาราง และ วงจรกำหนดก่อน (precedence network)

1. ตารางแสดงค่าใช้จ่าย และเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ดังในตารางที่ ข-1

: ช่อง CY บอกจำนวนรอบที่ปรับ

: ช่อง Combination บอกว่ามีลักษณะงานใดบ้างที่เลือก

ปรับในแต่ละรอบ

: T ค่าช่วงเวลาของลักษณะงานที่สามารถจะเปลี่ยนแปลงได้

: NL คือ ค่า เนตเวอร์คลิมิต

: Days Changed เป็นค่าที่ได้จากการเลือกค่าต่ำสุดของ T และ NL

: cost slope เป็นค่าที่หาได้จากหลักการของเวลาและทรัพยากรของงาน

: cost changed = cost slope x days changed

2. ตารางแสดงการเลือกงานย่อยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการ ดังตารางที่ ข-2

: ช่อง ACT คือ ช่องลักษณะงาน จะเรียงตามค่า cost slope ปกติจะเรียงจากน้อยไปมาก

: ช่อง CP เพื่อแสดงว่าลักษณะงานใดเป็นลักษณะงาน CY ในสายงานวิกฤตที่รอบใด

: FIN CY เพื่อบอกให้รู้ว่า T = 0 ที่รอบใด

3. ตารางแสดงสายงานวิกฤต ดังในตารางที่ ข-3 เป็นตารางแสดงให้รู้ว่า เมื่อจบในแต่ละรอบ แล้วจะมีสายงานวิกฤตใดบ้าง

4. ตารางหาค่า เนตเวอร์คลิมิต (Network Limit) ในตารางที่ ข-4 เป็นตารางที่ใช้สำหรับหาค่า NL และ ค่าเวลาต่าง ๆ เมื่อเวลาการแล้วเสร็จของลักษณะงานเปลี่ยนไป

5. วงจรกำหนดก่อน (Precedence Network) ในรูปที่ ข-3 เพื่อให้ง่ายต่อการดูการเปลี่ยนแปลงสายงาน

ใน 1 รอบจะประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แต่ละรอบจะเริ่มต้นด้วยการเลือกงานที่ต้องการปรับโดยเลือกจากตารางที่ ข-2 และตารางที่ ข-3

ขั้นตอนที่ 2 ข้อมูลจากตารางที่ ข-2 นำไปเขียนลงในตารางที่ ข-1

ขั้นตอนที่ 3 หาค่า เนตเวอร์คลิมิต ในตารางที่ ข-4

ขั้นตอนที่ 4 บันทึกค่า NL ในตารางที่ ข-1 แล้วนำไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าใช้จ่ายทางตรงของโครงการ (Project direct cost) กับเวลาแล้วเสร็จของโครงการ (Project Time)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการปรับค่าต่าง ๆ ในตารางที่ ข -4

ขั้นตอนที่ 6 ทำการปรับค่าต่าง ๆ ใน วงจรกำหนดก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ทำการปรับค่าต่าง ๆ ในตารางที่ ข - 2

ขั้นตอนที่ 8 ทำการปรับค่าต่าง ๆ ในตารางที่ ข - 3

จำนวนรอบที่จะต้องทำนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขข้อจำกัดของ โครงข่าย และงานภายในโครงการ

ตารางที่ ข-1 ตารางแสดง ค่าใช้จ่าย และ เวลาแล้วเสร็จ ของโครงการ

CY	Combination				AT				NL	days changed	cost slope	cost changed	Project cost	Project days
	1	2	3	4	1	2	3	4						
0														
1														
2														
3														

ตารางที่ ข-2 ตารางแสดงการเลือกงานย่อยในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการ

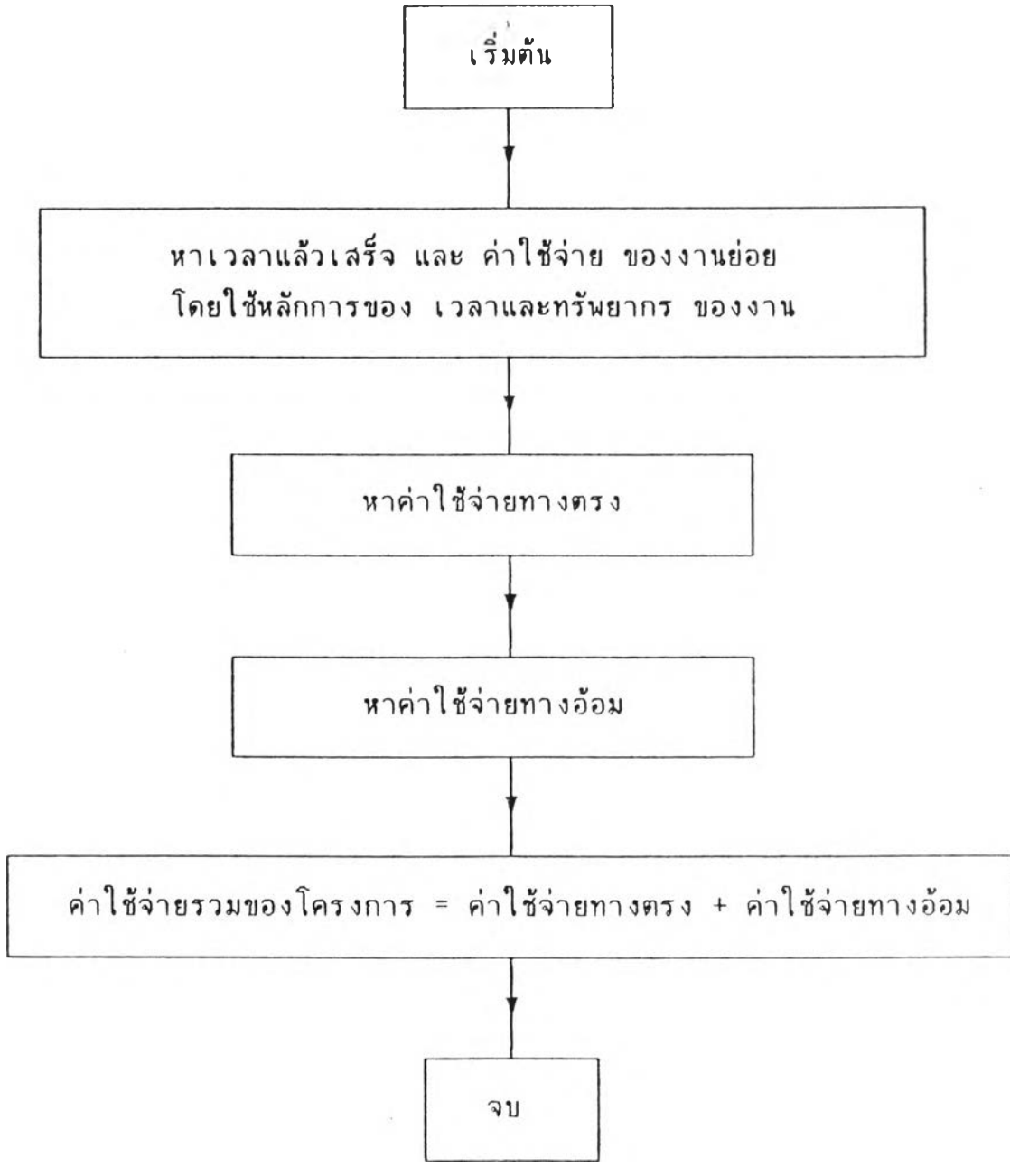
Combination Selection						ACT	cost slope	CP CY	FIN CY	T	AT	Revised T/(AT)					
cycles	5	4	3	2	1							1	2	3	4	5	cycles

ตารางที่ ข-3 ตารางแสดงสายงานวิกฤต

step number	ACT	cycles 1 2 3 4 5 . . . . .

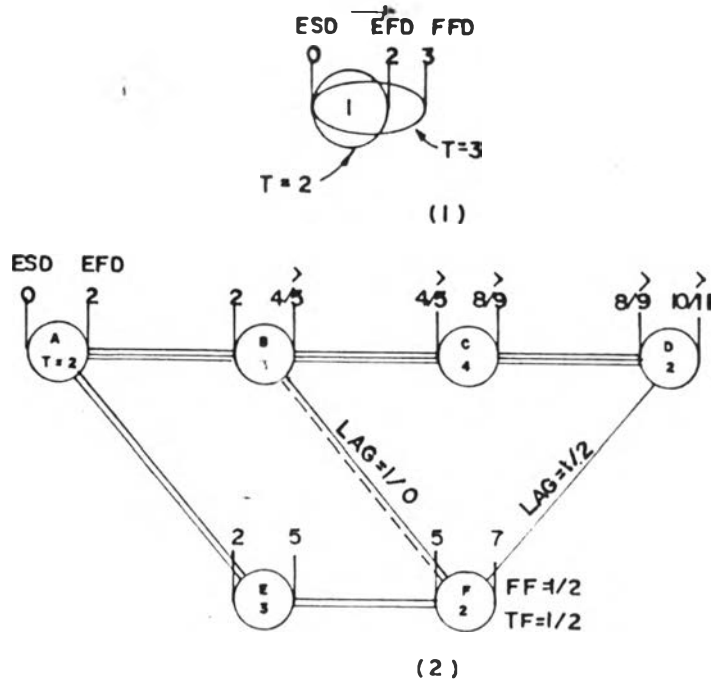
ตารางที่ ข-4 ตารางหาค่า เนตเวอร์คลิมิต (Network Limit)

cycle																
activity changed																
network limited																
days changed																
Link		I	J	LAG	I	J	LAG	I	J	LAG	I	J	LAG	I	J	LAG
I	J	EFD	ESD													



รูปที่ ข-1 แผนผังแสดงการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของโครงการ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

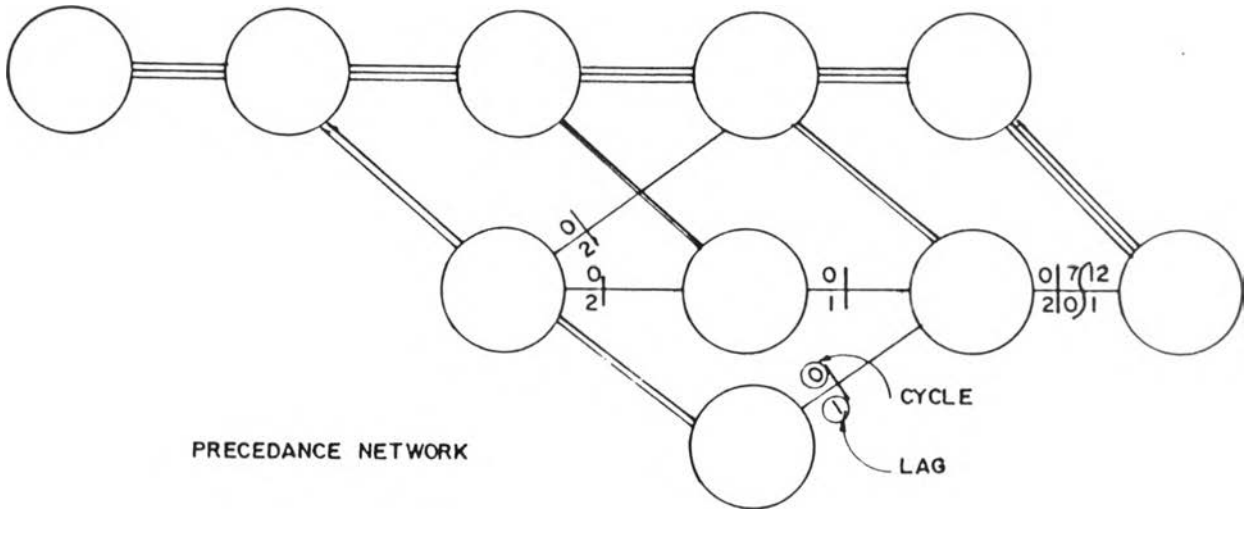


LINKS							
I ACT	J ACT	I EFD	J ESD	LAG	I EFD	J ESD	REV. LAG
A	B	2	2	0			
A	E	2	2	0			
B	C	4	4	0			
B	F	4	5	1			0
E	F	5	5	0			
C	D	8	8	0			
F	D	7	8	1			2

NETWORK LIMIT

(3)

รูปที่ ข-2 หลักการของ เนตเวอร์คลิมิต



รูปที่ ข-3 วงจรกำหนดก่อน

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค.

การปรับระดับการใช้ทรัพยากรในงานก่อสร้าง

การปรับปริมาณการใช้ทรัพยากรในงานก่อสร้างโดยใช้หลักการผลรวมโมเมนต์น้อยสุด (Minimum Moment Algorithm) ซึ่งจะทำการปรับระดับปริมาณการใช้ทรัพยากรในแต่ละช่วงเวลา ให้สม่ำเสมอ หรือเหมาะสมที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นวิธีการปรับที่ไม่ทำให้ การแล้วเสร็จของโครงการเปลี่ยนแปลง

ขั้นตอนในการปรับระดับโดยวิธีของผลรวมโมเมนต์น้อยสุด มีอยู่ทั้งหมด 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. จะนำผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน (daily resource sums) มาเขียนเป็นกราฟแท่ง ดังรูป ค-1 เพื่อจะหาว่า อัตราการใช้ทรัพยากรของงานใด ควรจะได้รับการปรับระดับ โดยพิจารณาจากค่า Improvement Factor (IF)

2. เมื่อเลือกลักษณะงานที่จะทำการปรับได้แล้วเราจะดำเนินการปรับ โดยการเลื่อนงานนั้นในทางขวาของตารางเวลาทำงานรูปแท่ง เรียกว่า Forward จะเริ่มทำตั้งแต่งานที่เลขที่ลำดับ (Step number)ท้ายสุดไล่ขึ้นมาจนถึงเลขที่ลำดับ เริ่มต้น ต่อจากนั้นจะเลื่อนงานไปทางซ้ายของตารางเวลา เรียกว่า Backward จะเริ่มทำตั้งแต่ เลขที่ลำดับ เริ่มต้นไปจนถึงเลขที่ลำดับสุดท้าย [หมายถึง เลขที่ลำดับ ใน วงจรกำหนดก่อน]

<u>การหาค่าผลรวมโมเมนต์น้อยสุด</u>

จากรูปที่ ค-1 ค่า Y_1 , Y_2 , Y_3 ,.....,Y_i ,.....,Y_n เป็นค่าผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวันที่นำมาเขียนเป็นกราฟแท่ง และสมมุติให้ {A} เป็นเซ็ทที่ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ คือ Y_1 ,Y_2 , Y_3 ,.... Y_i .... Y_n , ในช่วงเวลา n

$$\{A\} = \sum_{i=1}^{n} y_i$$

โมเมนต์รอบแกน O-O

$$Mo' = \left(\sum_{i=1}^{n} y_i^2 \right) \times 1/2$$

เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ตัดค่า 1/2 ออก

$$Mo = \sum_{i=1}^{n} y_i^2$$

ดังนั้นจะได้ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวันในอุดมคติ กำหนดไว้ว่า ค่า y_i มีค่าเท่ากันตลอดช่วง n ดังในรูปที่ ค-1 (2)

$$Mo(ideal) = \text{พ.ท.รูปสี่เหลี่ยมx ศูนย์กลางรูปห่างจากแกน 0-0}$$

$$= \left[\left(\sum y_i \right) \times n \times 1/n \right] \times \left[\left(\sum y_i \right) \times 1/n \right]$$

$$= \left(\sum y_i \right)^2 \times 1/n$$

$$RIC = Mo/Mo_{(ideal)} = n \times \left(\sum y^2 \right) / \left(\sum y_i \right)^2$$

Improvement Factor (IF)

Improvement factor ใช้ในการเลือกลักษณะงานที่มีค่า IF มากที่สุด เพื่อทำการเลื่อนลักษณะงานนั้น ผลจากการเลื่อนนี้จะทำให้ค่า Mo ลดลง นั่นคือค่า y_i ถูกปรับให้มีขนาดสม่ำเสมอ

สมมุติให้ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_m$ เป็นเซ็ทของผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน ของลักษณะงานที่จะทำการเลื่อนเขียนแทนด้วย

$$\{ X \} = \sum_{i=1}^{m} X_i$$

m คือ จำนวนวันที่ลักษณะงานจะเลื่อน

r คือ การเพิ่ม หรือลดลงของ ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน เรียกว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงทรัพยากร (daily resource rate)

และให้ $W_1, W_2, \ldots, W_n$ คือค่า ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน ของลักษณะงานที่ไม่ได้เลื่อนเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\{ W \} = \sum W_i$$

ดังนั้น โมเมนต์ ของรูปกราฟแท่งก่อนการเลื่อนงาน

$$M_1 = \sum_{i=1}^{} X_i^2 + \sum_{i=1}^{n} W_i^2$$

และหลังจากทำการเลื่อนงานแล้ว ทำให้ค่า ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวันลดลง $(X_1 - r)$ และ งานที่เลื่อนไปอยู่ในวันที่มีค่า ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน อยู่ W_1 จะทำให้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น $W_1 + r$

ดังนั้น โมเมนต์ ของรูปกราฟแท่ง หลังการเลื่อนงานจะได้

$$M_2 = \sum_{i=1}^{m} (X_i - r)^2 + \sum_{i=1}^{m} (W_i + r)^2$$

ในการเลื่อนงานนั้นเพื่อปรับระดับของผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน ให้เหมาะซึ่งจะทำให้ โมเมนต์ ลดลงดังนั้น

$$M_1 - M_2 > 0$$

$$\left[\sum_{i=1}^{m} X_i^2 + \sum_{i=1}^{m} W^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^{m} (X_i - r)^2 + \sum_{i=1}^{m} (W_i + r)^2 \right] > 0$$

$$r \times \left(\sum_{i=1}^{m} X_i - \sum_{i=1}^{m} W_i - m \times r \right) > 0$$

Improvement Factor (IF) $= r \left(\sum_{i=1}^{m} X_i - \sum_{i=1}^{m} W_i - m \times r \right)$

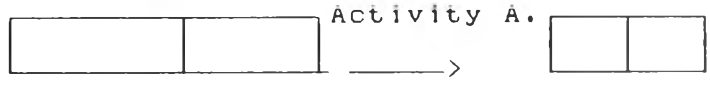
หรือ $IF = (M_1 - M_2) / 2$

$m = \min (S, T)$

S คือ ช่วงเวลาที่งานสามารถเลื่อนได้ สมมุติมีค่า 3 วัน

T คือ เวลาการแล้วเสร็จของงานที่จะทำการเลื่อน 2 วัน

ดังนั้น $m = 2$



	X_1	X_2		W_1	W_2
ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน	10	10	10	2	2
r	-4	-4		+4	+4
	6	6	10	6	6
	X_1-r	X_2-r		W_1+r	W_2+r

$$M_1 = 10^2 + 10^2 + 10^2 + 2^2 + 2^2 = 308$$

$$M_2 = 6^2 + 6^2 + 10^2 + 6^2 + 6^2 = 244$$

$$M_1 - M_2 = 308 - 244 = 64$$

$$IF(act, S) = r \times \left(\sum_{i=1}^{z} X_i - \sum_{i=1}^{z} W_i - m \times r \right)$$

$$IF(A,3) = 4 ((10+10) - (2+2) - 2x4) = 32$$

หรือ $IF(A,3) = (M_1 - M_2)/2 = (64)/2 = 32$

Back Float

จากค่า m ที่เราหาได้ว่างานใด ๆ สามารถเลื่อนไปทางขวาของตารางเวลา คือเริ่มงานช้าสุดในการปรับทรัพยากร ณ. ตำแหน่งที่งานที่เลื่อนไปอยู่จะมีช่วงเวลาที่ลักษณะงานนั้นสามารถเลื่อนมาข้างหน้า (ด้านซ้ายของตารางเวลา) ได้เช่นกันโดยไม่มีผลกระทบต่อลักษณะงานอื่น ช่วงเวลานี้เราเรียกว่า Back Float (BF) ในรูปที่ ค-2

ดังนั้นถ้าเราจะหา BF ของงาน I ซึ่งมีงานก่อนหน้า คือ งาน H ได้

$$BF_I = ESD_I - Max.EFD_H$$

$Max.EFD_H$ หมายความว่า ค่า EFD_H จะเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่ EFD_I มีค่าคงที่

เราเขียนได้ $BF_I = Min\ (ESD_I - EFD_H)$

$= Min\ Lag_{HI}$

จากรูปที่ ค-2 จะเห็นว่า ถ้างานที่ 18 เริ่มที่ค่า ESD ค่า BF_{18} จะมีค่าเป็น 0 และค่า FF_{18} จะมีค่ามากที่สุด แต่ถ้างานที่ 18 ไปอยู่ที่ LSD ค่า FF_{18} มีค่าเป็น 0 และค่า BF_{18} จะมีค่ามากที่สุด

ค่า BF นี้ทำขึ้นเพื่อหาว่า งานย่อยจะเริ่มงานได้เร็วที่สุด เมื่อใดหลังจากผ่านการปรับระดับทรัพยากร

ก่อนที่จะเริ่มการทำการปรับระดับด้วยวิธี ผลรวมโมเมนต์น้อยสุดจะต้องมีการจัดข้อมูลต่าง ๆ ให้พร้อม (ข้อ A ถึง B) ต่อจากนั้นจึงเริ่มทำการปรับได้

การจัดข้อมูล

A เขียน network และ หาเลขที่ลำดับของแต่ละงาน

B คำนวณเวลาของแต่ละงานในรูปของตารางเมตริกสัมพันธ์ (Link Matrix)

C หาค่าทรัพยากรที่ต้องการในแต่ละวันของแต่ละงานเรียกว่า ความต้องการใช้ทรัพยากร (required resource

rate) "rr"

D เขียน ตารางเวลา โดยการเขียนงานในสายงานวิกฤตก่อน แล้วจึงเขียนงานที่ไม่อยู่ในสายงานวิกฤตตาม

E รวมค่า rr ของทุก ๆ งานในแต่ละวัน เรียกค่านี้ว่า ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน เขียนไว้ด้านล่างสุดของตารางเวลา

วิธีการปรับ จะเริ่มที่งานของเลขที่ลำดับสุดท้ายของโครงข่าย

1. ตรวจสอบงานใน เลขที่ลำดับสุดท้าย

1.1 งาน ใดที่มีค่า FF เป็น 0 ให้ผ่านไป

1.2 งานใดมีความต้องการใช้ทรัพยากร เป็น 0 ให้เลื่อนงานไปเท่ากับค่า FF ของงานนั้น ๆ

1.3 สำหรับงานที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรไม่เป็น 0 ให้หาค่าFF และ IF ของแต่ละวันของงานนั้น ๆ จนกว่า FF จะเป็น 0

2. เลือกงานที่มีค่า IF มากที่สุด

2.1 ถ้าค่า IF ที่มีค่ามากที่สุด เป็นค่าติดลบ แสดงว่าทุกงานไม่ต้องมีการเลื่อนให้ทำในเลขที่ลำดับ ต่อไป และ ทำการตรวจสอบงานในข้อที่ 1 อีกครั้ง

2.2 ถ้าค่า IF ที่มีค่ามากที่สุดมีค่าเท่ากันหลาย ๆ ลักษณะงาน

(i) เลือกงานที่มีค่า "rr" มากที่สุด

(ii) ถ้าค่ายังเท่ากันให้เลือกงานที่มีค่า FF มากที่สุด

(iii) ถ้าค่ายังเท่ากันให้เลือกงานที่มีค่า LSD ช้าที่สุด

(iv) ถ้าค่ายังเท่ากันให้เลือกงานแรกใน โครงข่าย

หมายเหตุ ค่า r คือค่า rr ของงานที่เลือกได้ ในข้อ 2.2

3. การเลื่อนงาน

3.1 ถ้า IF > 0 เลื่อนงานที่เลือกไว้ โดยลบผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวัน ด้วยค่า r ของ งานนั้นในแต่ละวันที่มีการเลื่อนออกไป และในวันที่งานเลื่อนไปอยู่ จะทำให้ ผลรวมการใช้ทรัพยากรรายวันเพิ่มขึ้นด้วยปริมาณ r ของงานที่เลื่อนเข้าไป

3.2 ถ้าค่า IF ของงานในแต่ละวันที่จะเลื่อนไปมีค่าเท่ากันตลอด ให้เลือกเลื่อนลักษณะให้มากที่สุดเท่าที่จะเลื่อนได้

4. ถ้ามีการเลื่อนงานในข้อที่ 3 เกิดขึ้นต้องมีการคำนวณค่า ESD, EFD, FF และ IF ในตารางเมตริกส์สัมพันธ์

5. เริ่มต้น ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 4 อีกครั้ง จนกว่าการเลื่อนงานในเลขที่ลำดับ จะเสร็จสมบูรณ์

6. พิจารณางานในเลขที่ลำดับที่ถัด ขึ้นมาจนถึง เลขที่ลำดับ 1 โดยในแต่ละเลขที่ลำดับ จะดำเนินการตามข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 5

7. ตรวจสอบอีกครั้งโดยเริ่มที่ ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 6 จนไม่สามารถเลื่อนงานได้อีก ถึง ข้อที่ 7 นี้เราเรียกว่า "forward cycle"

8. เริ่มทำเลขที่ลำดับ 1 โดยใช้ค่า BF แทน FF เริ่มทำ ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 7 ต่อจากนั้นเริ่มเลขที่ลำดับต่อไปเรื่อย ๆ จนถึง เลขที่ลำดับสุดท้าย เราเรียกขั้นตอนนี้ว่า "Backward Cycle"

เมื่อเราทำ Backward Cycle เสร็จก็เป็นอันเสร็จการปรับระดับตามขั้นตอนของ ผลรวมโมเมนต์น้อยสุด

เนื่องจากงานก่อสร้างสะพานลอยบริเวณสี่แยกอุรุพงษ์ มีการใช้เครื่องจักรน้อย ดังนั้นการปรับระดับการใช้ทรัพยากรจะปรับเฉพาะปริมาณ แรงงาน ชนิดของแรงงานที่เลือกปรับนี้จะปรับเฉพาะพวกที่รับค่าจ้างรายวันอันได้แก่ หัวหน้าช่าง ช่างฝีมือ และคนงาน ส่วนโฟรแมนจะไม่นำมาคิดเพราะรับเงินเดือนประจำ

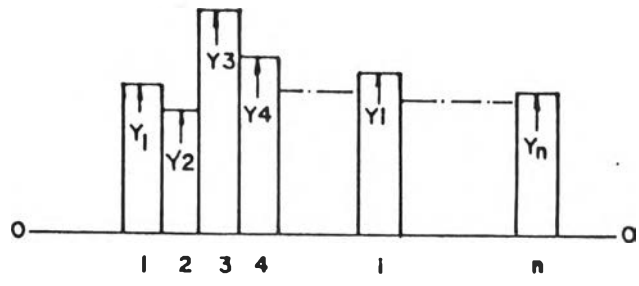
เนื่องจากระดับของแรงงานที่จะทำการปรับนี้มี 3 ระดับ คือ หัวหน้าช่าง ช่างฝีมือ และคนงาน วิธีที่นิยมกันทั่วไป คือ เปลี่ยนจำนวนแรงงานของแต่ละระดับเป็นจำนวนเงินแล้วรวมกัน ซึ่งอัตราค่าจ้างแต่ละระดับมีดังนี้

หัวหน้าช่างไม้ = 150 บาท/คน/วัน
หัวหน้าช่างเหล็ก= 150 บาท/คน/วัน
หัวหน้าช่างปูน = 150 บาท/คน/วัน
หัวหน้าช่างเชื่อม= 200 บาท/คน/วัน

ช่างไม้ = 80 บาท/คน/วัน
ช่างเหล็ก= 100 บาท/คน/วัน
ช่างปูน = 80 บาท/คน/วัน
ช่างเชื่อม= 100 บาท/คน/วัน
ช่างสี = 100 บาท/คน/วัน
คนงาน = 60 บาท/คน/วัน

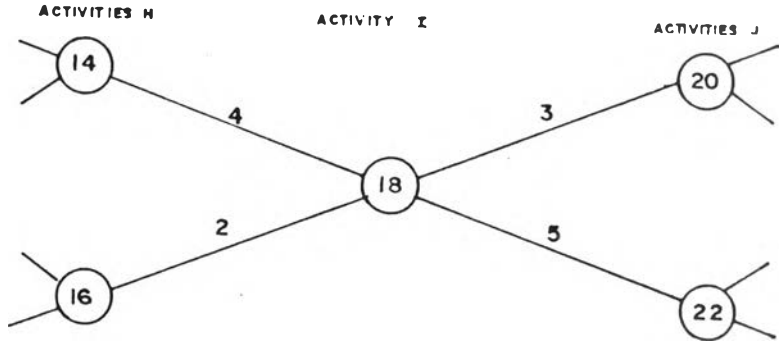
(เป็นราคาจ้างงานก่อสร้างสะพานลอยคนเดิน บริเวณสี่แยกอุรุพงษ์)

แล้วดำเนินการปรับระดับตามวิธีการของผลรวมโมเมนต์น้อยสุดจะได้ดังในรูปที่ 6-11

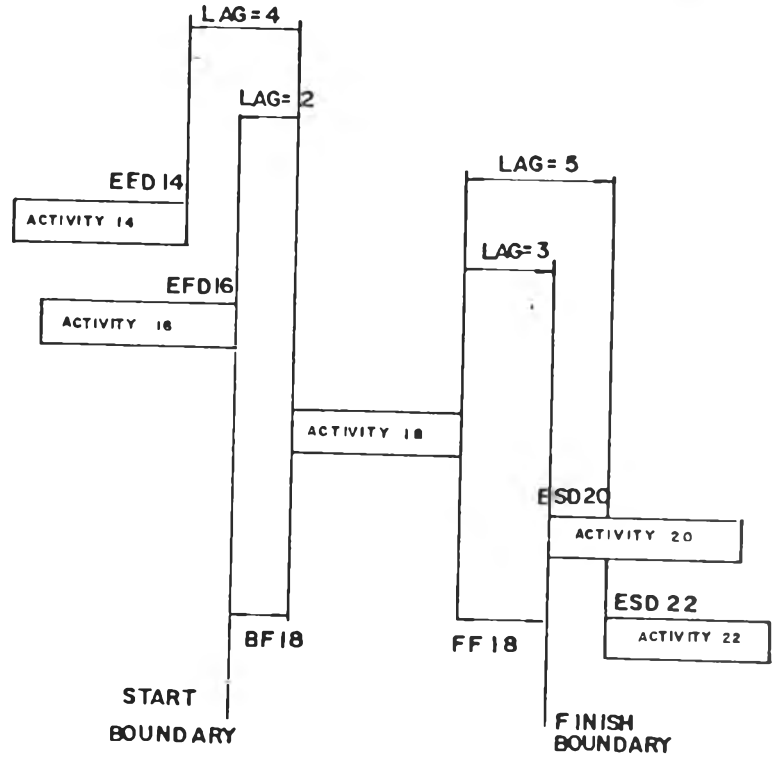


รูปที่ ค-1 การเขียน ปริมาณการ ทรัพยากรในแต่ละวัน

(a)



(b)



รูปที่ ค-2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาลอยตัวอิสระของงาน กับ ค่าเวลาลอยตัวกลับของงาน

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(1)	ถนนราชปรารภ ข้างสะพานลอยประตูน้ำ	3.00 * 18.70	281,500	2510	K140
(2)	ถนนลุมพินีวิท หน้าตลาดพระโขนง	3.00 * 27.50	500,000	2514	F140
(3)	ถนนจักรเพชร พาหุรัด	2.00 * 33.20	920,000	2516	F330[a]
(4)	ถนนสามเสน หน้า ร.ร. เซนต์คาเบรียล	3.55 * 17.00	450,000	2516	F140[a]
(5)	ถนนราชดำริ ใกล้สี่แยกราชประสงค์	2.60 * 32.90	607,000	2518	B140
(6)	ถนนศรีอยุธยา หน้า ร.ร.อำนวยศิลป์	2.40 * 24.85	980,000	2518	D140
(7)	ถนนเพชรเกษม หน้าตลาดบางแค	2.00 * 34.40	550,000	2518	A140
(8)	ถนนพระรามที่ 1 หน้าศูนย์การค้าสยาม	2.60 * 27.60	595,000	2519	B140
(9)	ถนนลุมพินีวิท ปากซอยอ่อนนุช	2.80 * 28.00	800,000	2519	D140
(10)	ถนนลุมพินีวิท ปากซอยประสานมิตร	2.85 * 27.80	490,000	2519	B140
(11)	ถนนอินทรนิทักษ์ วงเวียนใหญ่	2.30 * 25.35	650,000	2519	B140
(12)	ถนนราชปรารภ หน้าโรงแรมอินทรา	2.70 * 23.10	478,000	2520	B140
(13)	ถนนพระรามที่ 6 หน้า ร.ร.สามเสนวิทยาลัย	2.32 * 23.50	559,000	2520	B140
(14)	ถนนจรัญสนิทวงศ์ ปากซอยพณิชยการธนบุรี	2.70 * 27.40	551,000	2520	B130
(15)	ถนนพหลโยธิน ปากซอยลือชา	2.60 * 32.00	720,000	2521	A140
(16)	ถนนพหลโยธิน์ หน้า ร.พ.เปาโลเมมอเรียล	2.65 * 28.00	769,000	2521	A140
(17)	ถนนประชาธิปก หน้าโรงภาพยนต์เฉลิมสิน	2.05 * 19.00	598,000	2521	A142
(18)	ถนนเพชรบุรี บริเวณปากซอยกิ่งเพชร	2.63 * 28.00	627,000	2521	A140
(19)	ถนนเพชรบุรี หน้าโรงภาพยนต์เมโทร	2.66 * 18.10	127,900	2521	A140
(20)	ถนนเพชรบุรี หน้า ร.ร.ดอนบอสโก	2.94 * 21.20	510,000	2521	B140
(21)	ถนนดินแดง หน้าตลาดศรีวนิช(ซอยวัดตะนาว)	2.65 * 36.10	930,000	2521	A140
(22)	ถนนดินแดง หน้า ร.ร.นิบุณย์ประชาสรรค์	2.65 * 30.10	724,500	2521	A140
(23)	ถนนลุมพินีวิท ปากซอยลุมพินีวิท 103 (อุดมสุข)	2.70 * 30.10	780,000	2521	A140
(24)	ถนนลุมพินีวิท ปากซอยเอกมัย(ใกล้วัดธาตุทอง)	2.60 * 26.90	-	2521	TRUSS[a]
(25)	ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน หน้าตลาดดาวคนอง	2.65 * 35.10	864,700	2521	A140

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(26)	ถนนเพชรเกษม ปากซอยวัดจันทร์ประดิษฐาราม	2.65 * 32.20	856,000	2521	A140
(27)	ถนนกรุงเกษม หน้าโรงเรียนวัดเทพศิรินทร์	2.50 * 19.50	a	2522	B140
(28)	ถนนพระรามที่ 1 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก	2.60 * 20.00	653,300	2522	A140
(29)	ถนนพระรามที่ 4 หน้าสถานลีลาคลุมนินี	2.70 * 31.50	839,000	2522	A140
(30)	ถนนพระรามที่ 4 บริเวณปากซอยงามดูพลี	2.40 * 36.50	860,000	2522	A142
(31)	ถนนหลานหลวง หน้าบ้านมนังคศิลา	2.64 * 23.35	703,500	2522	A140
(32)	ถนนเพชรบุรี หน้าวัดดิลหงลาราม	2.64 * 27.20	758,000	2522	A140
(33)	ถนนเพชรบุรี หน้าโรงภาพยนต์เพชรรามา	2.63 * 27.00	720,000	2522	A140
(34)	ถนนเพชรบุรี หน้าโรงภาพยนต์พาราเมาท์	2.65 * 26.18	825,000	2522	A140
(35)	ถนนราชวิถี หน้า ร.ร.ดุสิตพณิชยการ	2.65 * 25.15	691,000	2522	A140
(36)	ถนนพหลโยธิน หน้าสถานีตำรวจนครบาลบางซื่อ	2.65 * 28.00	864,000	2522	A140
(37)	ถนนเพชรบุรี ปากซอยจุลดิษฐ์	3.00 * 25.00	825,000	2522	A140
(38)	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ปากซอยคุนย่วิจัย	2.64 * 26.80	720,000	2522	A142
(39)	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยวิทยาลัยกรุงเทพ	2.70 * 26.30	762,000	2522	A140
(40)	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยไผ่สิงโต	2.60 * 30.90	743,000	2522	A140
(41)	ถนนพหลโยธิน หน้าโรงเรียนสตรีวรนารถ	2.60 * 30.00	800,000	2522	A140
(42)	ถนนลาดพร้าว ปากซอยโชคชัย 4	2.60 * 18.50	720,000	2522	A140
(43)	ถนนรามคำแหง หน้า ม.ราม ด้านวัดเทพลีลา	2.60 * 28.00	37,000	2522	A140
(44)	ถนนลาดหญ้า วงเวียนใหญ่	2.64 * 26.35	840,000	2522	A140
(45)	ถนนประชาธิปก ใกล้สี่แยกบ้านแขกด้านใต้	2.60 * 36.60	915,000	2522	A140
(46)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ หน้าโรงเรียนบูรณวิทย์	2.63 * 26.60	865,000	2522	A144
(47)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ปากซอยวัดเพลง	2.63 * 26.65	740,000	2522	A140
(48)	ถนนเพชรเกษม หน้าโรงเรียนวัดนวลนรดิษ	2.65 * 27.15	848,900	2522	A140
(49)	ถนนหลานหลวง หน้าร้านนารายภัณฑ์	2.63 * 21.41	1,060,000	2523	A140
(50)	ถนนขาว หน้าวิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์	2.30 * 20.60	682,235	2523	F130

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคา ค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบ ของ สะพาน
(51)	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เชิงสะพานลอยอโศก	2.64 * 27.50	1,335,000	2523	A142
(52)	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าวัดช่องลม	2.65 * 26.75	1,098,000	2523	A140
(53)	ถนนพหลโยธิน หน้าสถานีขนส่งสายเหนือ	2.30 * 45.00	1,756,620	2523	B260
(54)	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เชิงสะพานลอยอโศก	3.00 * 29.00	1,305,000	2523	A140
(55)	ถนนรัชดาภิเษก ทางแยกถนนสุทธิสารวินิจัย	2.17 *100.10	1,804,942	2524	A340
(56)	ถนนลุมพินี หน้าห้างสรรพสินค้าไทยไดมารู	2.70 * 29.00	a	2524	A122
(57)	ถนนรามคำแหง หน้า ม.ราม ด้านอินดอร์ฯ	2.60 * 28.00	1,249,800	2524	A140
(58)	ถนนเพชรเกษม เชิงสะพานเนาวจำเนียร	2.65 * 28.00	1,115,000	2524	A140
(59)	ถนนพหลโยธิน ปากซอยอารีย์ (3 ด้าน)	2.00 * 96.00	2,700,000	2525	TRUSS
(60)	ถนนอิสรภาพ หน้า ร.ร.พณิชยการราชดำเนินฯ	2.60 * 19.04	1,000,200	2525	B122
(61)	ถนนพญาไท หน้าบริเวณที่จอดรถโรงแรมเอเชีย	3.00 * 36.00	1,803,000	2525	C144
(62)	ถนนลุมพินี บริเวณหน้าตลาดบางจาก	3.00 * 28.10	1,486,791	2526	C144
(63)	ถนนลุมพินี ปากซอย 101/1(วิชิตธรรมลาธิต)	3.00 * 30.20	1,505,000	2526	C144
(64)	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าบริษัทลหนัฬนนิบูลย์	2.75 * 29.80	1,435,000	2526	C122
(65)	ถนนรัชดาภิเษก ทางแยกวิทยาลัยครูจันทรเกษม	3.00 * 37.00	1,220,000	2526	A140
(66)	ถนนพหลโยธินและถนนกำแพงเพชรหน้าทางเข้า	2.75 * 44.50	2,679,900	2526	A260
(67)	ถนนลาดพร้าว หน้าโรงเรียนนิบูลย์อุปถัมภ์	3.00 * 27.00	1,749,500	2526	C144
(68)	ถนนลาดพร้าว หน้าโรงเรียนปานะพันธ์วิทยา	3.00 * 24.50	1,360,000	2526	C144
(69)	ถนนจรัลลนิทวงศ์ ปากซอยประชาร่วมใจ	3.00 * 28.80	1,070,000	2526	C122
(70)	ถนนจรัลลนิทวงศ์ หน้าขนส่งสายใต้	3.00 * 27.25	1,134,000	2526	C133
(71)	ถนนจรัลลนิทวงศ์ บริเวณสี่แยกบางขุนนนท์	3.00 * 28.00	1,120,000	2526	C122
(72)	ถนนลุชลวัลดี้ หน้าโรงเรียนวัดบางปะกอก	2.50 * 26.70	1,383,125	2526	C144
(73)	ถนนเพชรเกษม หน้าเขตหนองแขม	3.00 * 30.20	750,000	2526	F244
(74)	ถนนเพลินจิต ปากซอยลมคิด	2.90 * 27.40	1,300,000	2527	H122
(75)	ถนนประชาราษฎร์ ทางเข้าวัดเจตวันธรรมวาส	2.40 * 20.00	1,282,000	2527	H120

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(76)	ถนนประชาราษฎร์ 1 หน้าวัดประดู่ธรรมาธิปัตย์	2.40 * 20.00	1,215,000	2527	H122
(77)	ถนนประชาราษฎร์ หน้า ส.น.เตาปูน	2.40 * 20.00	1,191,000	2527	H120
(78)	ถนนเพชรบุรี หน้าโรงภาพยนต์ออลการ์	2.40 * 21.00	1,299,500	2527	H120
(79)	ถนนรัชดาภิเษก หน้าร.ร.ประชาราษฎร์อุปถัมภ์	2.40 * 34.00	1,692,000	2527	H220
(80)	ถนนสุขุมวิท หน้าที่ทำการเขตพระโขนง	2.40 * 29.70	1,347,000	2527	H120
(81)	ถนนสุขุมวิท ปากซอยวัดรวก(สุขุมวิท 19)	2.40 * 24.00	1,300,000	2527	H120
(82)	ถนนพหลโยธิน ปากซอยพหลโยธิน 36	2.40 * 24.00	1,411,000	2527	H120
(83)	ถนนสุขาภิบาล 1 หน้า ร.ร.บ้านบางกะปิ	6.40 * 24.00	1,390,000	2527	H120
(84)	ถนนลาดพร้าว หน้าตลาดบางกะปิ	2.40 * 26.50	1,575,000	2527	H120
(85)	สามแยกบางยี่เรือ	2.40 * 50.00	2,497,300	2527	H230
(86)	ถนนอิสรภาพ ปากซอยวัดดงมูลเหล็ก	2.40 * 15.40	1,068,000	2527	H120
(87)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ปากซอยตลาดนงษ์ทรัพย์	2.40 * 23.95	1,166,500	2527	H120
(88)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ทางเข้าวัดท่าพระ	2.40 * 23.70	1,278,000	2527	H120
(89)	ถนนเพชรเกษม ปากซอยวัดรางบัว	3.00 * 31.90	1,090,000	2527	C122
(90)	ถนนสุขสวัสดิ์ บริเวณโค้งวัดนาคนิมิตร	2.40 * 37.00	1,700,000	2527	H220
(91)	ถนนเพชรเกษม 63 ปากซอยวัดม่วง	2.40 * 36.00	1,780,000	2527	H220
(92)	ถนนรัชดาภิเษก หน้าร.ร.กุนนทีรุทธาราม	3.00 * 33.00	1,500,000	2528	A120
(93)	ถนนสุขุมวิท ปากซอยสุขุมวิท 7	2.40 * 24.00	1,300,000	2528	H120
(94)	ถนนลาดพร้าว หน้า ร.ร.บางกอกศึกษา	3.00 * 27.00	837,000	2529	A120
(95)	ถนนตากสิน ปากซอยแช่ชื่น	2.00 * 27.00	1,725,000	2527	H220
(96)	ถนนสาธร บริเวณอาบอบนวดออองเอา	2.30 * 44.80	a	2525	L244
(97)	ถนนสาธร บริเวณ ร.ร.กรุงเทพคริสเตียน	2.30 * 44.80	a	2525	L224
(98)	เชิงสะพานสมเด็จพระเจ้าตากสินถึงถนนตากสิน	2.30 * 48.50	a	2525	L344
(99)	ถนนเพชรบุรี บริเวณหน้าศูนย์การค้าเมโทร	3.00 * 27.00	1,610,000	2527	H120
(100)	ถนนพญาไท หน้ากรมปศุสัตว์	2.40 * 26.50	1,499,000	2527	H120

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(102)	ถนนพระรามที่ 1 บริเวณปากซอยเกษมสันต์	2.40 * 22.00	1,200,000	2528	H132
(103)	ถนนประชาราษฎร์ 1 บริเวณปากซอยจันทร์ลอย	2.40 * 21.00	1,158,000	2528	I122
(104)	ถนนสุนทรโกษา ใกล้ทางแยกถนนพระรามที่ 4	2.40 * 30.00	1,920,520	2528	I122
(105)	ถนนพหลโยธิน บริเวณหน้า ร.ร.บางบัว	2.40 * 27.00	1,600,000	2528	I120
(106)	ถนนประชาธิปก บริเวณโรงเรียนศึกษานารี	2.40 * 34.00	1,877,000	2528	I220
(107)	ถนนเจริญนคร บริเวณท่าน้ำคลองสาน	2.40 * 23.00	1,265,000	2528	I120
(108)	ถนนพระปิ่นเกล้าเชิงสะพานสมเด็จพระปิ่นเกล้า	2.25 * 34.10	a	2528	K244
(109)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ปากซอยจรัลสนิทวงศ์ 66	2.40 * 23.00	1,220,500	2528	I120
(110)	ถนนราชปรารภ ปากซอยวัดสะพาน	2.40 * 19.00	1,114,000	2528	I120
(111)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ปากซอยวัดเจ้ามูล	2.10 * 22.30	1,570,000	2528	I120
(112)	ถนนพระรามที่ 1 บริเวณศูนย์การค้าสยาม	2.40 * 23.00	1,274,163	2528	I120
(113)	ถนนพญาไท อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	3.50 * 27.50+ 2.50 * 44.00+ 2.00 * 9.50	2,200,000	2528	I544[d]
(114)	ถนนราชวิถีตะวันออก อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	3.50 * 22.00+ 2.50 * 57.00	2,200,000	2528	I544[d]
(115)	ถนนพหลโยธิน อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	3.50 * 25.00+ 2.50 * 38.00	2,200,000	2528	I344[d]
(116)	ถนนราชวิถีตะวันตก อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	3.50 * 22.00+ 2.50 * 38.00	1,900,000	2528	I244[d]
(117)	ถนนเพชรเกษม บริเวณวัดประยูรฉิมพลี	2.40 * 28.00	1,158,000	2528	I220
(118)	สี่แยกสะพานควาย (รูปตัว ฮู)	2.40 * 95.50	4,250,000	2528	I566[d]
(119)	ถนนอาจณรงค์ หน้าเคหชุมชนคลองเตย	2.40 * 16.00	1,145,000	2529	I120
(120)	ถนนเพชรเกษม บริเวณวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	2.40 * 35.00	1,596,900	2529	I220

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(121)	ถนนเพชรเกษม ปากซอยเพชรเกษม 51	2.40 * 35.00	1,826,000	2529	I220
(122)	ถนนรัชดาภิเษก บริเวณวัดบริวาส	2.40 * 35.00	1,754,000	2529	I220
(123)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ บริเวณวัดบางเสาธง	2.40 * 25.00	1,286,000	2529	I120
(124)	ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน วงเวียนใหญ่	2.40 * 35.00	1,754,000	2529	I220
(125)	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยลายน้ำทิพย์	2.40 * 23.00	1,449,000	2529	I120
(126)	ถนนพระรามที่ 4 บริเวณหน้าโรงแรมแมนดาริน	2.40 * 36.50	1,965,000	2529	I220
(127)	สี่แยกอุรุพงษ์ (รูปตัว ยู)	2.40 *117.00	3,247,391	2528	I560
(128)	ถนนลามเลน หน้าโรงพยาบาลวชิระ	2.40 * 16.00	1,040,000	2529	J120
(129)	ถนนประชาราษฎร์ 1 หน้า ร.ร.วัดบางโพฯ	2.40 * 19.50	1,264,000	2529	I120
(130)	ถนนลาดพร้าว ใกล้ตลาดลาดพร้าว	2.40 * 25.00	1,620,000	2529	J120
(131)	ถนนศรีอยุธยา หน้าโรงเรียนพญาไท	2.40 * 32.00	2,074,000	2529	J220
(132)	ถนนศรีอยุธยา หน้าโรงเรียนกิติคุณวิทยา	2.40 * 34.00	2,203,000	2529	J220
(133)	ถนนเจริญนคร บริเวณวัดเศวตฉัตร	2.40 * 26.00	1,685,000	2529	I120
(134)	ถนนรัชดาภิเษก บริเวณโรงเรียนลมจิดวิทยา	2.40 * 35.00	2,268,000	2529	I220
(135)	ถนนเจริญนคร บริเวณตลาดบุคคโล	2.40 * 26.00	1,686,000	2529	I120
(136)	ถนนอิสรภาพ บริเวณหน้าโรงเรียนชิโนรสวิทยา	2.40 * 17.00	1,102,000	2527	I120
(137)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ หน้าวัดเปาโรหิต	2.40 * 25.00	1,620,000	2529	I120
(138)	ถนนจรัลสนิทวงศ์ สำนักงานที่ดินจ.ธนบุรี	2.40 * 28.00	1,815,000	2529	I120
(139)	ถนนสุขุมวิท ปากซอยนานา (สุขุมวิท 3)	2.40 * 24.00	1,300,000	2527	H120
(140)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม. 8+650	2.00 * 60.20	2,930,000	2521	G200-3A
(141)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม. 9+058	2.40 * 60.20	2,930,000	2521	G220-2A
(142)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.11+380	2.40 * 26.90	3,120,000	2521	G211-5A
(143)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.12+095	2.40 * 62.20	1,200,000	2521	G200-3A
(144)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.13+060	2.40 * 60.20	2,200,000	2521	G211-5A
(145)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.17+175	2.40 * 60.60	2,200,000	2521	G222-1A

ตารางที่ ง-1 ราคาค่าก่อสร้างสะพานลอย

ลำดับที่	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด กว้าง * ยาว (ม.) (ม.)	ราคาค่าก่อสร้าง (บาท)	พ.ศ.	รูปแบบของสะพาน
(146)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.24+090	2.40 * 89.85	3,100,000	2521	D350
(147)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม. 5+850	2.40 * 60.20	3,140,774	2524	G220-2A
(148)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม. 7+425	2.40 * 60.20	3,140,774	2524	G220-2A
(149)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.10+187	2.40 * 61.50	2,816,000	2524	G200-3A
(150)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.13+706	2.40 * 66.70	2,747,939	2524	G200-3A
(151)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.15+457	2.40 * 60.20	2,945,647	2524	G220-2A
(152)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.16+462	2.40 * 60.20	2,877,724	2524	G210-5A
(153)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.18+320	2.40 * 60.20	3,150,000	2525	G210-5A
(154)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.19+810	2.40 * 60.20	3,150,000	2525	G220-1A
(155)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.21+095	2.40 * 60.20	3,150,000	2525	G220-1A
(156)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.23+100.5	2.40 *100.50	4,820,000	2527	D360
(157)	ถนนวิภาวดีรังสิต กม.25+185.5	2.40 * 36.00	1,730,000	2527	D140
(158)	ถนนลาย 302 ตอน 4กษตร-แคลาย	a	a	2527	a
(159)	ถนนงามวงศ์วาน กม.3+620 ตลาดพงเพชร	2.40 * 25.40	1,140,000	2527	D122
(160)	ถนนงามวงศวาน กม.4+785 วัดบัวขวัญ	2.40 * 25.40	1,140,000	2527	D140
(161)	ถนนลาย 306 ตอน นนทบุรี-ปากเกร็ด เรวดี	2.40 * 25.40	1,140,000	2527	D122

a = ข้อมูลมีไม่ครบ

b = เป็นสะพานเหล็กเก่าที่นำมาติดตั้งใหม่

d = เป็นสะพานลอยรูปแบบพิเศษ

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
A	A120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	A122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	
	A140	—	—	—	15.99	—	—	26.81	30.30	44.81	42.23	—	32.97	—	—	—	
	A142	—	—	—	—	—	—	31.47	25.01	48.55	—	—	—	—	—	—	
	A144	—	—	—	—	—	—	—	32.52	—	—	—	—	—	—	—	
	A260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.21	—	—	—	
	A340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.03	—	—	—	—	—	
	TOTAL	—	—	—	15.99	—	—	27.10	29.80	46.17	*	—	47.84	—	—	—	*

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
B	B122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52.53	—	—	—	—	
	B130	—	—	—	—	—	20.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B140	—	—	—	18.45	21.49	22.25	24.06	*	—	—	—	—	—	—	—	
	B260	—	—	—	—	—	—	—	—	39.04	—	—	—	—	—	—	
	TOTAL	—	—	—	18.45	21.49	22.25	24.06	*	39.04	—	52.53	—	—	—	—	*
C	C122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41.86	34.17	—	—	
	C133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41.62	—	—	—	
	C144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50.81	—	—	—	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47.35	34.17	—	—	*

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
D	D122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.88	—	—	
	D140	—	—	—	28.12	28.57	—	—	—	—	—	—	—	46.70	—	—	
	D350	—	—	—	—	—	—	34.50	—	—	—	—	—	—	—	—	
	D360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48.20	—	—	
	TOTAL	—	—	—	28.12	28.57	—	34.50	—	—	—	—	—	46.99	—	—	*
F	F140	—	18.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	F130	—	—	—	—	—	—	—	—	33.12	—	—	—	—	—	—	
	F240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.83	—	—	—	
	TOTAL	—	18.18	—	—	—	—	—	—	33.12	—	—	24.83	—	—	—	*

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
H	H120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55.78	54.68	—	
	H122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.06	—	—	
	H132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54.55	—	
	H220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51.40	—	—	
	H230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49.95	—	—	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.84	54.35	—	55.00
I	I120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.59	63.51	
	I122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.36	—	
	I220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48.95	52.78	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.56	58.07	59.50

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
J	J120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.88	
	J220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.80	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.83	64.83
K	K140	15.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	K244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	
	TOTAL	15.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	*
L	L244	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	
	L344	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	*

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530
G	G220-1A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52.33	—	—	—	—	
	G222-1A	—	—	—	—	—	—	36.55	—	—	—	—	—	—	—	—	
	G220-2A	—	—	—	—	—	—	48.67	—	—	51.09	—	—	—	—	—	
	G200-3A	—	—	—	—	—	—	41.98	—	—	45.16	—	—	—	—	—	
	G210-5A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47.80	52.33	—	—	—	—	
	G211-5A	—	—	—	—	—	—	43.22	—	—	—	—	—	—	—	—	
	TOTAL	—	—	—	—	—	—	42.60	—	—	48.54	52.33	—	—	—	—	*

ตารางที่ ง-2 ราคาค่าก่อสร้างสะพานเปรียบเทียบกับความยาวตัวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าก่อสร้าง / ความยาวสะพาน (1000 บาท / เมตร)															
		น.ด. 2510	น.ศ. 2514	น.ศ. 2516	น.ศ. 2518	น.ศ. 2519	น.ศ. 2520	น.ศ. 2521	น.ศ. 2522	น.ศ. 2523	น.ศ. 2524	น.ศ. 2525	น.ศ. 2526	น.ศ. 2527	น.ศ. 2528	น.ศ. 2529	น.ศ. 2530
พิเศษ	F140 มีหลังคา	—	—	26.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*
	F330 มีหลังคา,พื้นคอนกรีต	—	—	27.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*
	H120 มีหลังคา,ติดโมเลดตลอดตัวสะพาน	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.63	—	—	59.63
	I244 มีหลังคา,ติดโมเลดตลอดตัวสะพาน	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.06	—	56.06
	I344 เสาตอม่ออัดแรง	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34.92	—	34.92
	I544 เสาตอม่ออัดแรง	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.50	—	27.50
	I566 มีหลังคา,ตอม่ออัดแรง	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.50	—	44.50
	I560 เสาเข็มฐานราก 5 ต้น	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.76	27.76

หมายเหตุ * = มีข้อมูลทางราคาไม่พอ

ตาราง ง-3 ราคาค่าซ่อมบำรุงสะพานลอยคนเดินข้ามถนนในกรุงเทพฯ

รูปแบบ	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด (ม. * ม.)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	สร้างเสร็จ พ.ศ.	ซ่อมบำรุง พ.ศ.	ราคาค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อายุ (ปี)	ค่าซ่อมบำรุงต่อความยาว (บาท/เมตร)
B 140	ถนนพระรามที่ 1 หน้าสยามสแควร์	2.60 * 27.60	595,000	2519	2528	199,800	9	7239.13
A 140	ถนนเพชรเกษม บริเวณปากซอยวัดจันทร์ประดิษฐ์	2.60 * 32.20	456,000	2521	2528	198,500	7	6164.60
A 140	ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน ปากซอยศาลเจ้าโกบ๊อ	2.64 * 33.30	894,000	2522	2528	199,000	6	5976.00
A 140	ถนนเพชรบุรี ปากซอยกิ่งเพชร	2.63 * 28.00	627,900	2521	2528	155,000	7	5535.71
A 140	ถนนประชาธิปก ใกล้สี่แยกบ้านแขกใต้	2.60 * 36.60	915,000	2522	2528	199,000	6	5437.16
A 140	ถนนพหลโยธิน หน้าโรงพยาบาลเปาโลเมเมอเรียล	2.65 * 28.00	769,500	2521	2528	155,000	7	5535.71
A 340	ถนนรัชดาภิเษก ทางแยกสุทธิสารวินิจฉัย	2.17 *100.10	1,804,942	2524	2528	665,300	4	6646.35
A 140	ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน หน้าตลาดดาวคะนอง	2.65 * 35.10	864,700	2521	2528	199,000	7	5669.52
A 140	ถนนลาดหญ้า วงเวียนใหญ่	2.64 * 26.35	840,000	2521	2528	184,425	7	6999.05
B 130	ถนนจรัลสนิทวงศ์ ปากซอยพณิชยการธนบุรี	2.70 * 27.40	551,000	2520	2528	221,000	8	8065.69
B 140	ถนนราชดำริ สี่แยกราชประสงค์	2.60 * 27.90	607,000	2518	2528	199,000	10	7132.62
A 140	ถนนเพชรบุรี หน้าโรงภาพยนต์เมโทร	2.66 * 28.10	672,900	2521	2528	193,000	7	6868.33
A 140	ถนนดินแดง หน้าปากซอยเข้าวัดตะนาน	2.65 * 36.10	930,000	2521	2528	248,620	7	6887.00

ตารางที่ ง-3 ราคาค่าซ่อมบำรุงสะพานลอยคนเดินข้ามถนนในกรุงเทพฯ

รูปแบบ	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด (ม. * ม.)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	สร้างเสร็จ พ.ศ.	ซ่อมบำรุง พ.ศ.	ราคาค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อายุ (ปี)	ค่าซ่อมบำรุงต่อความยาว (บาท/เมตร)
A 140	ถนนดินแดง หน้าโรงเรียนนิบูลย์ประชาสรรค์	2.65 * 30.10	724,500	2521	2528	219,300	7	7285.71
A 140	ถนนพหลโยธิน ปากซอยลือชา	2.60 * 32.00	720,000	2521	2528	213,060	7	6658.13
A 140	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยวัดไผ่สิงห์โต	2.60 * 30.90	743,000	2522	2528	199,300	6	6449.84
A 144	ถนนจรัลสนิทวงศ์ หน้าโรงเรียนบูรณวิทย์	2.63 * 26.60	865,000	2522	2528	180,491	6	6785.38
A 140	ถนนเพชรเกษม ปากซอยโรงเรียนวัดนวลนรดิศ	2.65 * 27.15	848,900	2522	2528	197,700	6	7281.77
B 140	ถนนอินทรนิทักษ์ วงเวียนใหญ่	2.30 * 25.35	650,000	2519	2528	199,224	9	7858.94
A 140	ถนนพหลโยธิน หน้าสถานีตำรวจนครบาลบางซื่อ	2.65 * 28.00	864,000	2522	2528	199,224	6	7115.14
A 140	ถนนเพชรเกษม หน้าตลาดบางแค	2.00 * 34.40	550,000	2518	2528	327,000[b]	10	9505.81
A 140	ถนนสุขุมวิท ปากซอยอุดมสุข	2.70 * 30.10	780,000	2521	2528	258,000	7	8571.43
B 260	ถนนพหลโยธิน ขนส่งลาดเหนือ	2.30 * 45.00	1,756,000	2523	2528	446,010[c]	5	9911.33
A 142	ถนนประดิษฐ์ หน้าโรงภาพยนต์เฉลิมสิน	2.65 * 19.00	598,000	2521	2529	182,726	8	9617.16
A 140	ถนนหลานหลวง หน้าร้านนารายณ์ภัณฑ์	2.63 * 21.41	1,060,000	2523	2529	191,573	6	8947.83
F 140	ถนนสุขุมวิท หน้าตลาดพรชโชนง	3.00 * 27.50	500,000	2524	2528	410,000[b]	4	14909.10

ตาราง ง-3 ราคาค่าซ่อมบำรุงสะพานลอยคนเดินข้ามถนนในกรุงเทพฯ

รูปแบบ	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด (ม. * ม.)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	สร้างเสร็จ พ.ศ.	ซ่อมบำรุง พ.ศ.	ราคาค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อายุ (ปี)	ค่าซ่อมบำรุงต่อความยาว (บาท/เมตร)
A 140	ถนนรามคำแหง หน้า ม.รามคำแหง ทางเข้าวัดเทพลีลา	2.60 * 28.50	720,000	2522	2529	200,000*	7	7017.54
A 140	ถนนพระรามที่ 1 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก	2.60 * 20.00	653,300	2522	2529	200,000*	7	10,000.00
A 140	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยวิทยาลัยกรุงเทพ	2.70 * 26.30	762,000	2522	2529	200,000*	7	7604.56
A 140	ถนนพระรามที่ 4 หน้าสถานีลีลาศลุมพินี	2.70 * 31.50	839,000	2522	2529	200,000*	7	6349.21
A 140	ถนนหลานหลวง หน้าบ้านมนังคศิลา	2.64 * 23.35	703,500	2522	2529	200.000*	7	8565.31
B 140	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าโรงเรียนดอนบอสโก	2.94 * 20.20	510,000	2521	2529	200,000*	8	9901.00
A 140	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าวัดดิสหงสาราม	2.64 * 27.20	758,000	2522	2529	200,000*	7	7352.94
A 140	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าโรงภาพยนต์เพชรรามา	2.63 * 27.00	720,000	2522	2529	200,000*	7	7407.41
A 142	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เชิงสะพานลอยอโศก	2.64 * 27.50	1,335,000	2523	2529	200,000*	6	7272.73
A 140	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าวัดใหม่ช่องลม	2.65 * 26.75	1,098,000	2523	2529	200,000*	6	7476.64
B 140	ถนนสุขุมวิท ปากซอยประสานมิตร	2.85 * 27.80	490,000	2519	2529	200,000*	10	7194.25
A 140	ถนนพหลโยธิน หน้าโรงเรียนสตรีวรนาถ	2.60 * 30.00	800,000	2522	2529	200,000*	7	6666.70
A 140	ถนนลาดพร้าว ปากซอยโชคชัย 4	2.60 * 28.50	720,000	2522	2529	200,000*	7	7017.54

ตาราง ง-3 ราคาค่าซ่อมบำรุงสะพานลอยคนเ .ข้ามถนนในกรุงเทพฯ

รูปแบบ	สะพานลอยคนเดินข้ามถนน	ขนาด (ม. * ม.)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	สร้างเสร็จ พ.ศ.	ซ่อมบำรุง พ.ศ.	ราคาค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อายุ (ปี)	ค่าซ่อมบำรุงต่อความยาว (บาท/เมตร)
A 140	ถนนรามคำแหง หน้า ม.รามคำแหง ด้านอินดอร์สเตเดีย	2.60 * 28.00	1,249,800	2524	2529	200,000*	5	7142.86
A 140	ถนนเพชรเกษม เชิงสะพานเนาวจำเนียร	2.65 * 28.00	1,115,000	2524	2529	200,000*	5	7142.86
F 244	ถนนเพชรเกษม บริเวณหน้าเขตหนองแขม	3.00 * 30.20	750,000	2526	2529	200,000*	3	6666.70
F 330	ถนนจักรเพชร พาหุรัด	2.00 * 33.20	920,000	2516	2530	220,000*	14	6626.50
A 142	ถนนพระรามที่ 4 ปากซอยงามดูพลี	2.40 * 36.50	860,000	2522	2530	220,000*	8	6027.40
B 140	ถนนราชปรารภ หน้าโรงแรมอินทรา	2.70 * 23.10	478,000	2520	2530	220,000*	10	9523.77
D 140	ถนนศรีอยุธยา หน้าโรงเรียนอำนวยศิลป์	2.40 * 34.85	980,000	2518	2530	220,000*	12	6312.77
A 140	ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ หน้าวัดใหม่ช่องลม	2.65 * 26.75	1,098,000	2523	2530	220,000*	7	8224.30
A 140	ถนนราชวิถี หน้าโรงเรียนดุสิตพณิชยการ	2.65 * 25.15	691,000	2522	2530	220,000*	8	8747.52
D 140	ถนนสุขุมวิท ปากซอยอ่อนนุช (สุขุมวิท 77)	2.80 * 28.00	800,000	2519	2530	220,000*	11	7857.14
C 144	ถนนสุขุมวิท ปากซอย 101/1	3.00 * 30.20	1,505,000	2526	2530	220,000*	4	7284.77
B 122	ถนนอิสรภาพ หน้าโรงเรียนพณิชยการราชดำเนินธนบุรี	2.60 * 19.04	1,000,200	2525	2530	200,000*	5	11,554.62
A 140	ถนนจรัสสนิทวงศ์ ปากซอยวัดเพลง	2.63 * 26.65	740,000	2522	2530	220,000*	8	8255.16

a เป็นจำนวนเงินที่ประมาณว่าจะใช้ในงานซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นตอนการอนุมัติงบประมาณ

b เป็นจำนวนเงินที่ใช้ในงานซ่อมบำรุงรักษาและปรับปรุงโครงสร้างส่วนที่ชำรุดเสียหาย

c เป็นจำนวนเงินที่ใช้ในงานซ่อมบำรุงรักษาและปรับปรุงโครงสร้างโดยเสริมโครงสร้างเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการใช้งาน

ตารางที่ ง-4 ราคาค่าซ่อมบำรุงรักษาสะพานเปรียบเทียบกับความยาวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าบำรุงรักษา / ความยาวตัวสะพาน (บาท / เมตร)					หมายเหตุ
		พ.ศ. 2510-2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	ค่าเฉลี่ย	
A	A 140	—	6532.75	7479.07	8402.29		
	A 142	—	—	8230.67	6027.40		
	A 144	—	6785.38	—	—		
	A 340	—	6646.35	—	—		7,718,219 บาท
	TOTAL	—	6563.48	7568.00	7648.85	7037.29	1096.76 เมตร
B	B 130	—	8065.69	—	—		
	B 140	—	7396.71	8333.33	—		
	B 260	—	—	—	—		
	B 122	—	—	—	11554.62		1,419,024 บาท
	TOTAL	—	7566.04	8333.33	11554.62	8095.29	175.29 เมตร
C	C 144	—	—	—	7284.77		220,000 บาท
	TOTAL	—	—	—	7284.77	7284.77	30.20 เมตร

ตารางที่ ง-4 ราคาค่าซ่อมบำรุงรักษาสะพานเปรียบกับความยาวสะพาน

ชนิด	รูปแบบ	ราคาค่าบำรุงรักษา / ความยาวตัวสะพาน (บาท / เมตร)					หมายเหตุ
		พ.ศ. 2510-2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2530	ค่าเฉลี่ย	
D	D 140	—	—	—	7000.80		440.000 บาท
	TOTAL	—	—	—	7000.80	7000.80	62.85 เมตร
F	F 244	—	—	6666.70	—		
	F 330	—	—	—	6626.50		420,000 บาท
	TOTAL	—	—	6666.70	6626.50	6624.60	63.40 เมตร
TOTAL			4,682,944	3,574,299	1,960,000	7152.43	10,217,243 บาท
			696.25	471.21	260.34		1428.5 เมตร
			=6719.20	=7585.36	=7528.62		

ภาคผนวก จ

ภาคผนวก จ

การซ่อมบำรุงรักษาสะพานลอยคนเดิน

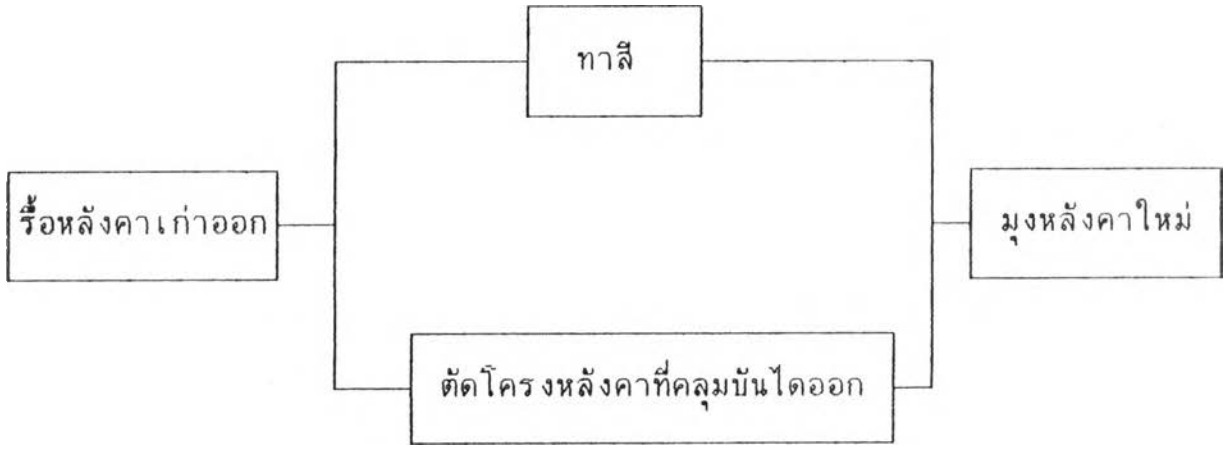
สะพานลอยคนเดินในกรุงเทพฯ จะดำเนินการซ่อมแซมบำรุงรักษาโดยสำนักงานโยธา กรุงเทพฯ ในกรณีหน่วยงานอื่นเป็นผู้ก่อสร้าง เมื่อจะต้องมอบให้ทางสำนักงานโยธาฯ ดูแลรักษา เช่น สะพานลอยที่สร้างโดยห้างสรรพสินค้ามาบุญครองเซ็นเตอร์ ห้างสรรพสินค้าพันธ์ทิพย์พลาซ่า เป็นต้น)

ในงานซ่อมบำรุงรักษาสะพานลอยคนเดินของหน่วยงานอื่น ทางสำนักงานโยธาฯ จะมีหนังสือแจ้งไปยังหน่วยงานนั้น เพื่อให้ดำเนินการซ่อมบำรุง แต่ถ้าเป็นสะพานลอยที่เอกชนมอบให้ทางสำนักงานโยธาฯ จะมีทำการสัญญาร่วมกันในการออกค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง อาจจะให้เอกชนออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด หรือทางสำนักงานโยธาฯ ออกเองทั้งหมด หรือร่วมกันรับผิดชอบ

ชนิดความเสียหาย และวิธีการซ่อมแซมสะพานลอยพอสรุปได้ดังนี้

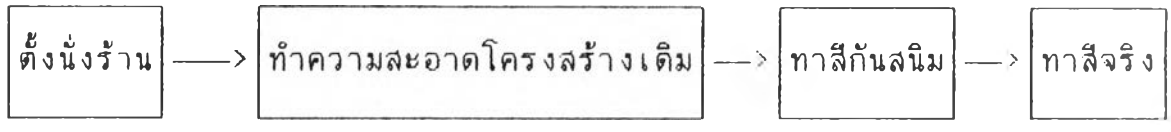
1. <u>สะพานลอยคนเดิมข้ามที่เป็นเหล็ก</u>

1.1 หลังคา เดิมใช้วัสดุที่ทำจากสังกะสี ซึ่งไม่คงทนเกิดเป็นสนิม ทำให้หลังคารั่ว ปัจจุบันการซ่อมบำรุงส่วนนี้จะใช้วิธีเปลี่ยนเป็นหลังคาที่ทำด้วยแผ่นกระเบื้อง หรืออลูมิเนียม เพราะวัสดุชนิดนี้จะคงทนต่อการผุกร่อน หลังคาในส่วนที่คลุมบันไดทางขึ้นตัวสะพานจะตัดออก ลำดับขั้นตอนการซ่อมบำรุงส่วนนี้ทำดังนี้



กำลังคนที่ทำใช้ 3-4 คน ใช้เวลา 7-8 วัน การรื้อหรือมุงหลังคาต้องใช้ตาข่ายรองใต้สะพานเพื่อไม่ให้เศษวัสดุหล่นลงบนถนนอาจจะเกิดอันตรายได้

1.2 โครงสร้างตัวสะพาน บันได สภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การผุกร่อน เนื่องจากโครงสร้างตัวสะพานเป็นเหล็ก วิธีการแก้ปัญหาการเกิดสนิมนี้ใช้วิธีทาสีโครงสร้าง สีที่ใช้ทาจะมี 2 ชนิด คือ สีกันสนิม สีจริง ก่อนทาสีต้องทำความสะอาดผิวเหล็ก ขัดสีเดิม ขุมสนิมออกให้หมด ต่อจากนั้นทาสีกันสนิม 2-3 ครั้ง ต่อจากนั้นจึงจะทางสีจริง 2-3 ครั้ง



3 คน	ขูดสี สนิมออก	200 ม^2/ คน/วัน	200 ม^2/ คน/วัน
1 วัน	3 คน	3 คน	3 คน
	2 วัน	2 วัน	2 วัน

เพราะงานส่วนนี้ใช้เวลาทำประมาณ 7-8 วัน ใช้แรงงานประมาณ 3 คน

นอกจากความเสียหายที่เกิดจากการผุกร่อนแล้ว สะพานลอยคนเดิมบางตัว สภาพโครงสร้างเดิมที่ออกแบบไว้ใช้งาน สำหรับปริมาณคนจำนวนหนึ่ง เมื่อปริมาณคนใช้สะพานมากขึ้น โครงสร้างสะพานไม่สามารถรับน้ำหนักได้ เช่น ตัวโครงสร้างสะพาน เกิด(ตัวสะพานสั่น) เมื่อรถวิ่งลอดผ่าน ดังนั้น จำเป็นต้องปรับปรุงตัวโครงสร้างสะพานโดยการเสริมบางส่วนของโครงสร้างเข้าไปเช่น คาน ตงรับพื้นสะพาน หรือส่วนอื่นเพื่อให้โครงสร้างรับน้ำหนักได้มากขึ้น เช่น สะพานลอยคนเดิมข้าม ถนนพหลโยธินข้างขนส่งหมอชิต เกิดตัวสะพานสั่นมาก แก้ไขโดยเพิ่มตงรับพื้นเข้าไปอีก ดังรูปที่ จ-1

1.3 พื้นสะพานและพื้นบันได สภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นคือการสึกกร่อนของผิวเหล็ก ปกติพื้นเหล็กจะมีลายนูน เรียกว่า แผ่นเหล็กตัวหนอนเมื่อผ่านการใช้งานนานเข้าลายนูนนี้จะสึกหายไป การซ่อมหรือป้องกันการสึกกร่อน ของผิวเหล็ก ทำได้โดยใช้วัสดุเคลือบผิวแผ่นเหล็กที่นิยมใช้คือ การเทคอนกรีตทับหน้าหนาประมาณ 3-5 ซม.หรือสารอิพ้อคซี่(Epoxy) จะเทหนา 0.80 - 0.10 ซม.

1.3.1 การเทคอนกรีตทับหน้า ธรรมดา (หนา 3-5 ซม.) จะมีวัสดุดังนี้ รูปที่ จ-2

1.3.1.1 คอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัย 240 กก./ตร.ซม. ที่ 28 วัน

1.3.1.2 ลวดตาข่ายเสริมคอนกรีตเรียกว่า เหล็กตะแกรง

1.3.2 การใช้สารผสมอิพ้อคซี่ (หนา 0.08-1.00 ซม.) รูปที่ จ-3

1.3.2.1 คอนกรีต ที่มีแรงอัดประลัย 240 กก./ตร.ซม.

1.3.2.2 สารอิพ้อคซี่ เช่น โชบอนด์ (Sho - bond) เชมมิกรีต (Chemi-cretc) ใช้ผสมให้เข้ากัน

จากนั้นจึงนำไปเท วิธีการผสมการเทจะต้องใช้ผู้ชำนาญของบริษัทผู้ขายสารอิพ้อคซี่เท่านั้น เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ วิธีการซ่อมโดยวิธีนี้เริ่มมีการทดสอบใช้ในปี พ.ศ.2528 ผลที่ปรากฏออกมา คือ ใช้ได้ดี สภาพ ทับหน้า ทนการสึกกร่อนได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา แต่ราคาค่าซ่อมคอนกรีตที่ผสมด้วยสารอิพ้อคซี่ตกราคา 1,000-3,000 บาท/ตร.ม ในขณะที่คอนกรีตทับหน้าธรรมดา ตกราคา 250-350 บาท/ตร.ม ดังนี้ปัจจุบันการเทคอนกรีตทับหน้า ธรรมดา จึงยังคงนิยมใช้

จุดที่พบการสึกกร่อนมากที่สุดที่พื้นสะพาน คือ บริเวณหัวท้าย ดังรูปที่ จ-4 ส่วนพื้นบันไดจะมีความเสียหายเท่ากันทุกส่วนโดยเฉพาะบริเวณจมูกบันได

1.4 เสาตอม่อ สภาพความเสียหายที่เกิดขึ้น จะเป็นลักษณะของความสกปรกที่เกิดขึ้นจากควันเขม่าที่จับติดเป็นคราบ รวมทั้งคราบน้ำตะไคร่น้ำในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังรวมถึงการติดป้ายโปสเตอร์ ซึ่งทำให้ตอม่อมีความสกปรกมาก การแก้ไขโดยการทำความสะอาดใหม่แล้วทาสี

1.5 ส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งได้แก่ เทปสะท้อนแสง ป้ายบอกความสูง และดวงโคมไฟฟ้า ความเสียหาย ที่เกิดส่วนมากเกิดจากการเสื่อมสภาพ

ตามการใช้งาน แต่มีบางส่วนเช่นดวงโคมไฟฟ้า บางครั้งเสียหายจากการถูกทุบทำลายของคน

2. สะพานลอยคนเดินที่เป็นคอนกรีต

สะพานลอยคนเดินข้ามถนนที่เป็นคอนกรีตเริ่มนิยมสร้างในปี พ.ศ. 2525 จนถึงปัจจุบันเนื่องจากสะพานลอยคนเดินข้ามถนนที่เป็นคอนกรีตมีข้อดีหลาย ๆ อย่างดีกว่าชนิดที่เป็นเหล็กก่อนปี พ.ศ. 2525 เคยมีการสร้างสะพานลอยคนเดินที่เป็นคอนกรีต เช่น สะพานลอยคนเดินข้ามถนนราชปรารถ บริเวณประตูน้ำ (สร้างปี พ.ศ. 2510) แต่ในช่วงนั้นค่าก่อสร้างสูงกว่าสะพานลอยเหล็กมากจึงไม่นิยม

ความเสียหายที่เกิดขึ้นจะแบ่งได้เป็น

2.1 ความเสียของผิวหน้าที่เป็นทางเดิน ได้แก่ พื้นบันได และพื้นสะพานส่วนนี้จะเป็นคอนกรีตทับหน้า ที่เทไว้กันการสึกกร่อนของเนื้อคอนกรีตของโครงสร้าง วิธีการซ่อมก็ทำเหมือนการเทคอนกรีตทับหน้า ของสะพานเหล็ก

ลักษณะความเสียหายชนิดนี้ จะเห็นได้จากพื้นผิวหน้าจะแตกหลุดล่อน ในกรณีที่พื้นผิวหน้าแตกเป็นรายงายังไม่จำเป็นต้องซ่อมแซม การซ่อมแซม้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ตรวจาสอบของกองก่อสร้างและบูรณะ สำนักงานโยธา กรุงเทพฯ

2.2 ราวกันตก

2.2.1 ราวกันตกที่เป็นคอนกรีตความเสียหายที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้

2.2.1.1 แตกปิ่นหรือ ร้าว ดังรูปที่ 5-6 วิธีการซ่อมทำโดยใช้เหล็กสกัดเป็นรอยแตกให้กว้างแล้วใช้คอนกรีตประเภทไม่หดตัว (non - shrinkage) อุดเข้าไป การซ่อมวิธีนี้ ทางหน่วยงานตามเขตต่าง ๆ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบสามารถดำเนินการซ่อมเองได้

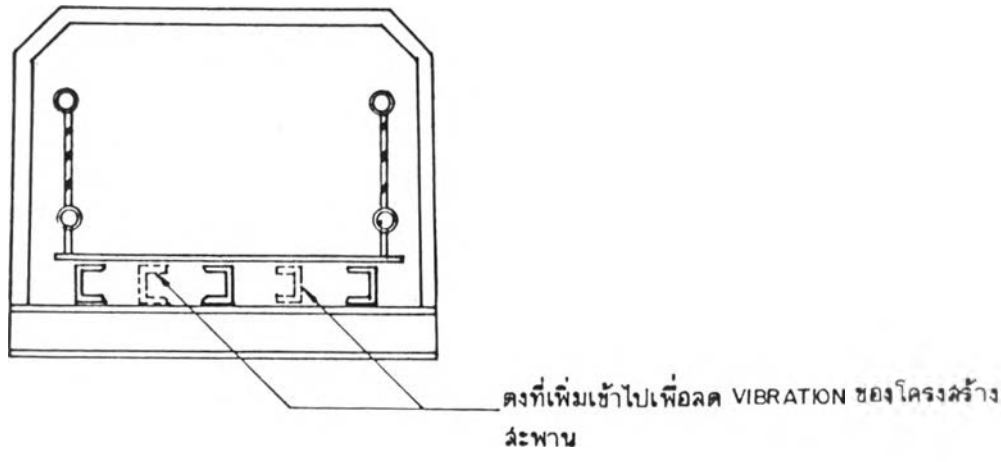
2.2.1.2 คราบสกปรก เกิดจากคราบน้ำมันแผ่นโปสเตอร์ หรือสาเหตุอื่น ๆ การซ่อมบำรุงโดยทำความสะอาด

2.2.2 ราวกันตกที่เป็นเหล็กส่วนมากจะเป็นเหล็กลูกกรง ความเสียหายที่พบส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องสีหลุดลอก การซ่อมแซมเป็นหน้าที่ของแต่ละเขต โดยไม่ต้องมีการจ้างเหมา แต่ในกรณีราวกันตกเป็นสนิมพุผังมาก จำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่ และงานซ่อมแซมนี้จะต้องใช้วิธีจ้างเหมา

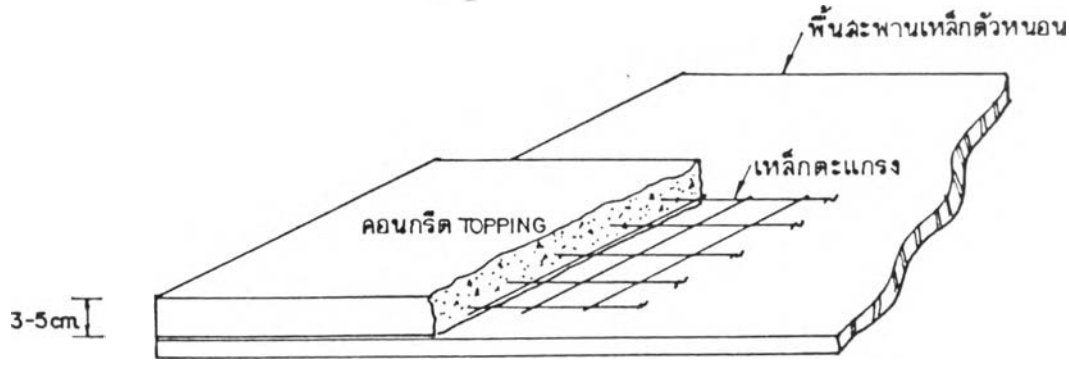
2.3 โครงสร้างตัวสะพานชำรุด เนื่องจากตัวโครงสร้างตัวสะพานคือ คานสะพานคอนกรีตอัดแรง การชำรุดถ้าชำรุดมาก ๆ เช่น เส้นลวดอัดแรงขาดเนื่องจากการผุกร่อน หรือเกิดรอย แตกร้าวจนทำให้โครงสร้างไม่สามารถรับน้ำหนักได้ การซ่อมแซมทำได้วิธีเดียวคือ หล่อคานสะพานตัวใหม่มาแทน แต่ในกรณีคานสะพานชำรุดเพียงเล็กน้อย เช่น คอนกรีตกระเทาะออกการซ่อมแซมเพียงแต่ใช้คอนกรีตประเภทไม่หดตัวอุดเข้าไป

2.4 เสาตอม่อ ถ้าสกปรกมาก ๆ อาจจะใช้สีทาทับ

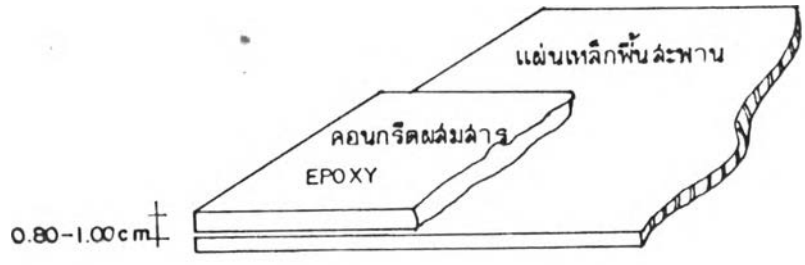
2.5 โคมไฟฟ้าบนตัวสะพาน สายไฟฟ้า ที่พบมาก คือ ดวงโคมไฟฟ้า ถูกทำลายด้วยผู้คนโดยการทุบทำลาย



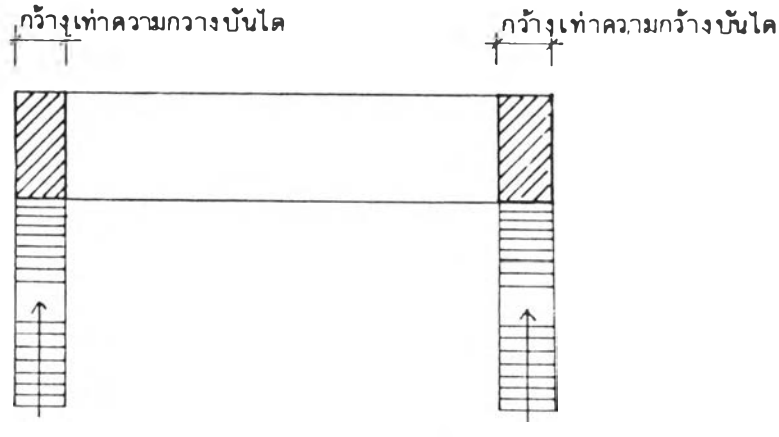
รูปที่ จ-1 แสดงตำแหน่งที่จะเสริมคานรับพื้นสะพาน



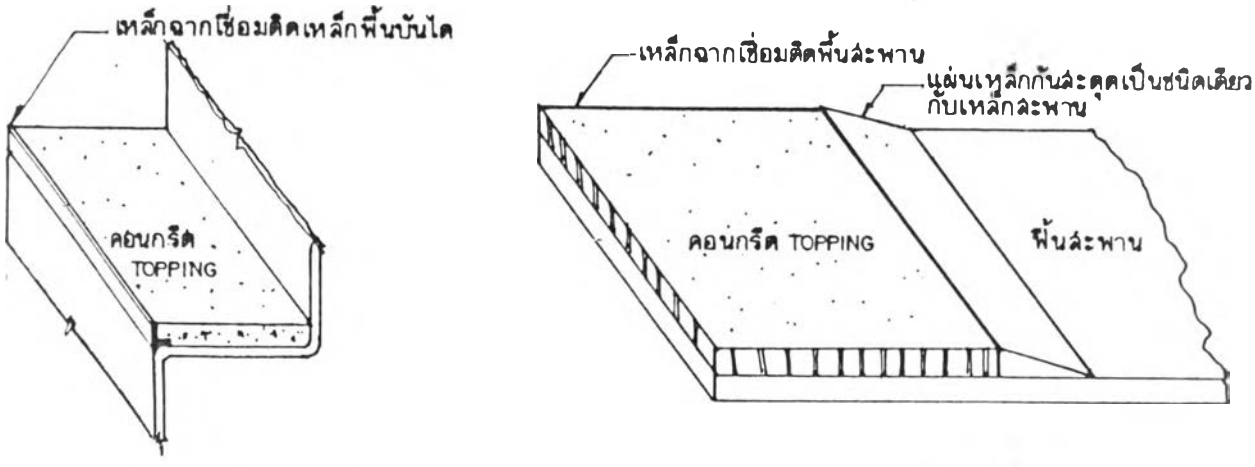
รูปที่ จ-2 ลักษณะการเทคอนกรีตทับหน้าของสะพานเหล็ก



รูปที่ จ-3 การเททับหน้าพื้นสะพานเหล็กด้วยวัสดุพิเศษ

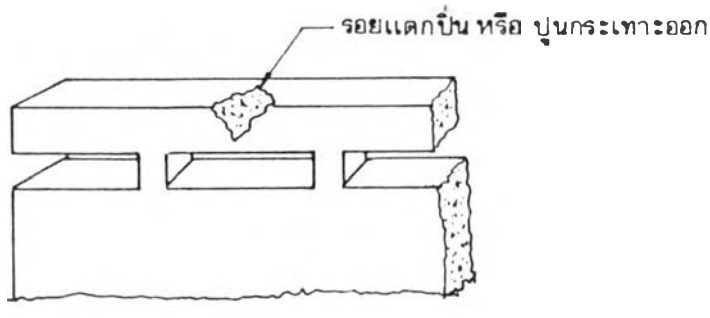


รูปที่ จ-4 แสดงตำแหน่งหัวท้ายของพื้นที่จะทำการซ่อมแซม (ส่วนที่แรงเงา)



(ก) เทคอนกรีตทับหน้า พื้นบันได (ข) เท คอนกรีตทับหน้า บริเวณพื้นสะพานหัวท้าย

รูปที่ จ-5 การทำคอนกรีตทับหน้าขั้นบันได



รูปที่ จ-6 ราวกันตกที่เป็นคอนกรีต ที่เกิดการแตกปิ่น

ประวัติผู้เขียน

นาย รุ่งโรจน์ ปิงเจริญกุล เกิดวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2504 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2527