



5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก (P) กับระยะโก่ง ( $\Delta$ )

ในการทดลองเมื่อเตรียมคานอิฐไปรับน้ำหนักกับเครื่องมือต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มบรรทุกน้ำหนักบนคาน ค่าที่อ่านจาก Dial Gages คือ ระยะโก่งที่น้ำหนักบรรทุกค่าต่าง ๆ โดยนำเอาน้ำหนักบรรทุกที่ได้ไปรวมกับน้ำหนักของคานเหล็กที่ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักแบบ Third Point Loading แล้วนำไปเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่ง เพื่อพิจารณาน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้ที่จุด Proportional Limit (P.L.) กับน้ำหนักบรรทุกที่จุดพิบัติระยะโก่ง ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 5-1 ถึง 5-3.

ตารางที่ 5-1. แสดงผลการทดลอง

รายการ	คานที่ 1	คานที่ 2	คานที่ 4
นน.บรรทุกที่จุด P.L. (กก.)	430	530	430
ระยะโก่งที่จุด P.L. (มม.)	3.00	3.58	3.32
นน.บรรทุกเมื่อเริ่มแตกראวครั้งแรก (กก.)	480	580	530
พิบัติระยะโก่ง (L/360) (มม.)	7.78	7.78	8.34

จะเห็นว่า พิกัดระยะโก่งมีความมากกว่าระยะโก่งที่จุด P.L. สำหรับคานทุกคาน ฉะนั้นน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้จะต้องควบคุมโดยระยะโก่งที่จุด P.L.

## 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงค้ำทั้งหมด (M) กับมุมเปลี่ยน ( $\theta$ )

ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 5-4 ถึงรูปที่ 5-6 ทำให้ทราบแรงค้ำทั้งหมดที่มุมเปลี่ยนใด ๆ เมื่อพิจารณาจากกราฟแล้วจะทราบว่า พิกัดของมุมเปลี่ยนซึ่งมีค่าเท่ากับ  $17.38 \times 10^{-3}$  เรเดียนมากกว่ามุมเปลี่ยนที่จุด P.L. ทุกคาน ฉะนั้น มุมเปลี่ยนที่จุด P.L. จึงเป็นค่าความคุมแรงค้ำทั้งหมดของหน้าค้ำคาน

ตารางที่ 5-2 แสดงผลการทดลอง

รายการ	คานที่ 1	คานที่ 2	คานที่ 4
แรงค้ำทั้งหมดที่จุด P.L. (กก.-ม.)	273	316	296
มุมเปลี่ยนทั้งหมดที่จุด P.L. ( $\times 10^{-3}$ เรเดียน)	9.30	10.00	9.50
พิกัดมุมเปลี่ยนทั้งหมด ( $\times 10^{-3}$ เรเดียน)	17.38	17.38	17.38
ระยะช่วงคานในการทดลอง (เมตร)	2.80	2.80	3.00
ความยาวของคาน (เมตร)	2.986	2.965	3.175
น้ำหนักของคาน (กก.)	223.4	205.8	225.5

## 5.3 ลักษณะการแตกร้าวของคานอิฐไปรงอัดแรง

การเตรียมและวิธีการบรรทุกน้ำหนักบนคานอิฐไปรงอัดแรง ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 4.2 พฤติกรรมการบรรทุกน้ำหนักแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยคานที่ 1 และ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยคานที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 1 (คานที่ 1 และ 2) เมื่อเตรียมคานอิฐโปร่งอัดแรงกับเครื่องมือต่าง ๆ เรียบร้อยก็เริ่มทดลอง โดยเพิ่มน้ำหนักบรรทุกไปตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโง่งที่จุดกึ่งกลางคาน ในช่วงเริ่มบรรทุกน้ำหนักจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงไปจนถึงจุด Proportional Limit (P.L.) ก็จะเริ่มโค้ง น้ำหนักบรรทุกที่จุด P.L. ของคานที่ 1 เท่ากับ 430 กก., คานที่ 2 เท่ากับ 530 กก. และระยะโง่งที่จุด P.L. เท่ากับ 3.0 มม., 3.58 มม. ตามลำดับ ส่วนพิคักระยะโง่งที่ยอมให้เท่ากับ 7.78 มม. ซึ่งมากกว่าระยะโง่งที่จุด P.L. เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกไปอีก คานก็จะเกิดการแตกร้าวครั้งแรกขึ้น น้ำหนักบรรทุกที่ทำให้เกิดการแตกร้าวครั้งแรกของคานที่ 1 เท่ากับ 480 กก. ส่วนคานที่ 2 เท่ากับ 580 กก. รอยแตกร้าวนี้จะเกิดตรงบริเวณกึ่งกลางของคานก่อนแล้ว ถ้าเพิ่มน้ำหนักบรรทุกไปอีก รอยแตกร้าวจะเกิดในบริเวณนั้นมากขึ้น และตรงจุดใกล้กับที่น้ำหนักบรรทุกกด ลักษณะการแตกร้าวของคานเป็นแบบ "Flexural Crack" ซึ่งรอยแตกร้าวมีแนวเป็นเส้นตั้งเกิดอยู่ในบริเวณช่วงกลางของจุดคาน้ำหนักบรรทุก ในคานที่ 1 และ 2 รอยแตกร้าวเกิดขึ้นที่เนื้อคอนกรีตโปร่ง รายละเอียดของรอยแตกร้าวแสดงไว้ในรูปที่ 5-10 ถึงรูปที่ 5-13 สำหรับคานที่ 1 และ 2 นี้ ได้บรรทุกน้ำหนักไปจนถึง 870 กก. และ 930 กก. และระยะโง่งมากที่สุดในการทดลองเท่ากับ 3.30 ซม., 3.02 ซม. ตามลำดับ ซึ่งรอยแตกร้าวขณะนั้นมีความกว้างประมาณ 2 มม. ก่อนคานจะวิบัติได้ลดน้ำหนักบรรทุกเพื่อพิจารณาลักษณะการคืบตัวของรอยแตกร้าว ในขณะที่ลดน้ำหนักบรรทุกลง รอยแตกร้าวจะค่อย ๆ ปิด แสดงว่าการคืบตัวของรอยแตกร้าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มที่ 2 (คานที่ 3) เกิดวิบัติขณะค้ำเหล็กเสริมอัดแรง ลักษณะของการวิบัติ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-16 และรูปที่ 5-17

(คานที่ 4) สำหรับคานนี้เมื่อก่ออิฐโปร่งเสร็จก็บ่มไว้ 3 วัน แล้วค้ำเหล็กเสริมอัดแรงและอุดร่องระหว่างอิฐโปร่งกับเหล็กเสริมอัดแรงด้วยปูนสอชนิด 1 : 1 บ่มต่อไปอีก 4 วัน จึงนำคานไปทดลอง ซึ่งต่างกับคานที่ 1 และคานที่ 2 ที่บ่มไว้นาน

เพื่อให้ปูนสอมีกำลังเต็มที ส่วนแผ่นเหล็กยึดของคานที่ 4 ก็ได้คำนวณออกแบบใหม่ เพื่อให้ประหยัดกว่า การเตรียมและวิธีการทดลองก็เหมือนกับคานที่ 1 และ 2 นำหนักบรรทุกและระยะโง่งที่จุด P.L. เท่ากับ 430 กก. และ 3.32 มม. ตามลำดับ ส่วนพิคักระยะโง่งเท่ากับ 8.34 มม. ซึ่งมากกว่าระยะโง่งที่จุด P.L. เช่นกัน นำหนักบรรทุกที่เกิดการแตกร้าวครั้งแรกเท่ากับ 530 กก. รอยแตกร้าวเป็นแบบ "Flexural Crack" เกิดขึ้นตรงระหว่างคอนกรีตไปรังกับปูนสอที่ก้อยึดก่อนอิฐไปรง รายละเอียดของรอยแตกร้าวแสดงไว้ในรูปที่ 5-14 ถึงรูปที่ 5-15 สำหรับคานที่ 4 โคนบรรทุกน้ำหนักไปได้ 980 กก. ระยะโง่งขณะนั้นเท่ากับ 6.1 ซม. และความกว้างของรอยแตกร้าวประมาณ 3 มม. การคืบตัวของรอยแตกร้าวก็เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

#### 5.4 ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคานอิฐไปรงอัดแรง ( $E_m$ ) จากผลการทดลอง

พิจารณาจากสมการของระยะโง่งในช่วงของพิคัยืด (Elastic Limit)

$$\text{จากสูตร} \quad \Delta = 0.0355 \frac{PL^3}{EI} \quad (\text{จากภาคผนวก ข.})$$

$$\therefore E = 0.0355 \frac{PL^3}{\Delta I}$$

ในที่นี้:

$$P = \text{น้ำหนักบรรทุก (กก.)} ; \Delta = \text{ระยะโง่ง (ซม.)}$$

$$L = \text{ความยาวของระยะช่วงคาน เท่ากับ 280 ซม. (คานที่ 1 และ 2) และ 300 ซม. (คานที่ 4)}$$

$$I = \text{โมเมนต์อินเนอร์เซีย เท่ากับ 4,510.76 (ซม.)}^4$$

$$E = \text{โมดูลัสยืดหยุ่นของคานอิฐไปรงอัดแรง (กก./ซม}^2\text{)}$$

P (กก.)	$\Delta_1$ (ซม.)	$\Delta_2$ (ซม.)	$\Delta_4$ (ซม.)	$E_m$ ( $\times 10^5$ ) (กก./ซม <sup>2</sup> )		
				คานที่ 1	คานที่ 2	คานที่ 4
81.7	0.060	0.043	0.055	2.35	3.28	3.16
181.7	0.135	0.123	0.121	1.33	2.55	3.19
231.7	0.163	0.161	0.161	2.46	2.49	3.06
331.7	0.248	0.219	0.244	2.31	2.62	2.89
431.7	0.303	0.282	0.334	2.46	2.64	2.75
ค่า $E_m$ เฉลี่ยแต่ละคาน				2.38	2.72	3.01
ค่า $E_m$ เฉลี่ยทั้งหมด				$E_m = 2.7 \times 10^5$ กก./ซม <sup>2</sup>		

ตารางที่ 5-3

ผลการทดลองของคานอิฐปริงอิฐแรง คานที่ 1

คานอิฐปริงอิฐแรง คานที่ 1 ระยะขวางคาน 2.80 เมตร				
นน.บรรทุก( $P_1$ ) กก.	ระยะโก่ง( $\Delta_1$ ) มม.	แรงค้ำจุน ( $M_1$ ) กก.-ม.	มุมเปลี่ยน ( $\phi$ ) $\times 10^{-3}$ เรเดียน	หมายเหตุ
0	0	0	0	
50	0.40	23.34	0.89	
100	0.83	46.67	1.86	
150	1.15	70.00	2.57	
200	1.43	93.34	3.19	
250	1.98	116.67	4.42	
300	2.29	140.00	5.12	
350	2.55	163.34	5.70	
400	2.83	186.67	6.33	
450	3.28	210.00	7.34	เริ่มแตกร้าว
500	3.90	233.34	8.72	
550	4.25	256.67	9.50	
600	5.34	280.00	11.95	
650	6.41	303.34	14.29	
700	9.44	326.67	21.10	
750	16.04	350.00	35.90	
800	23.40	373.34	52.35	ถดถอย Gages ออกจาก
840	33.00	392.00	73.73	อ่านจากสเกล

## ตารางที่ 5-4

ผลการทดลองของคานอิฐโปร่งอัดแรง คานที่ 2



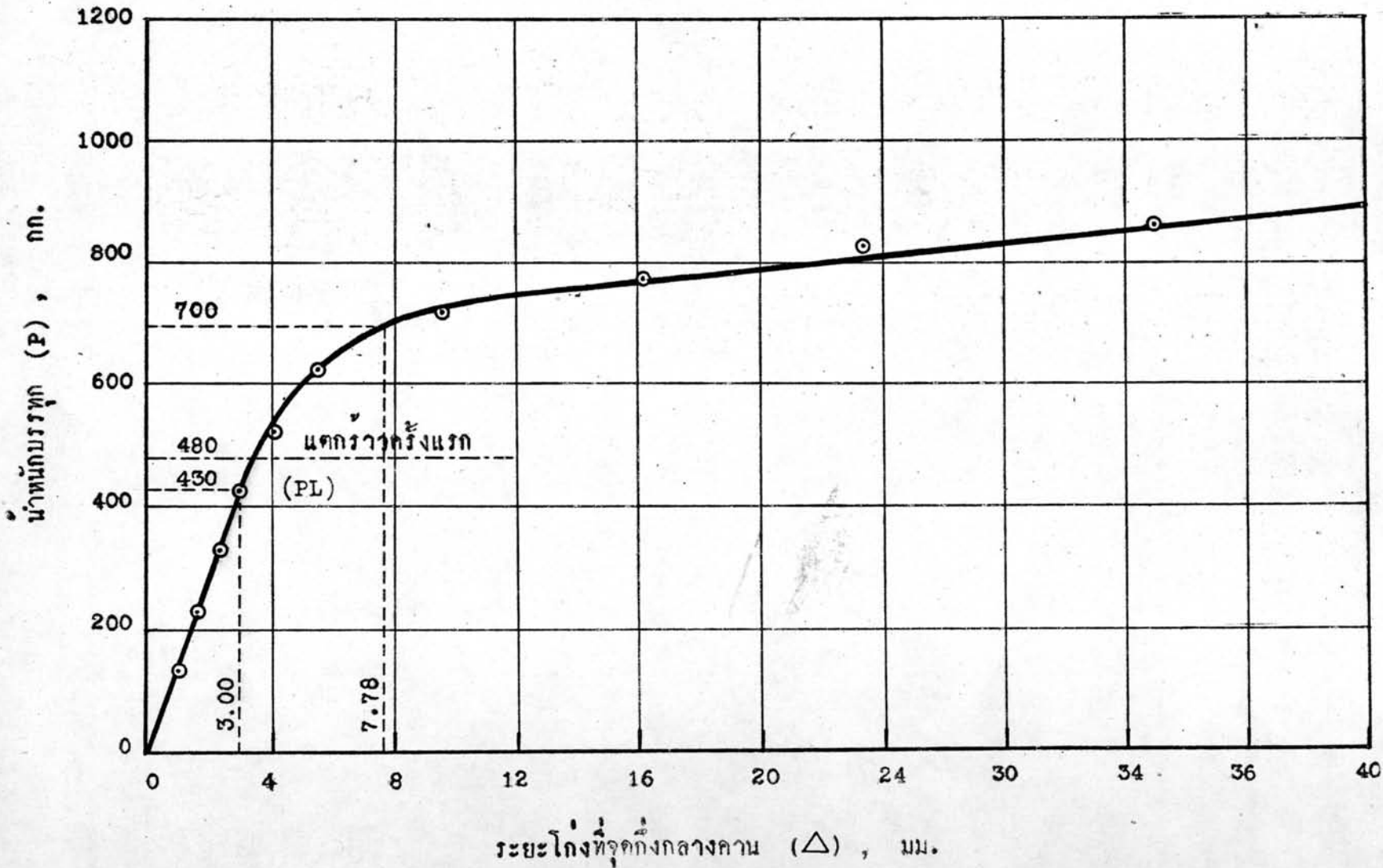
คานอิฐโปร่งอัดแรง คานที่ 2 ระยะช่วงคาน 2.80 เมตร				
นน.บรรทุก ( $P_1$ ) กก.	ระยะโก่ง ( $\Delta_1$ ) มม.	แรงค้ำจุน ( $M_1$ ) กก.-ม.	มุมเปลี่ยน ( $\theta$ ) $\times 10^{-3}$ เรเดียน	หมายเหตุ
0	0	0	0	
50	0.25	23.34	0.56	
100	0.65	46.67	1.46	
150	1.05	70.00	2.35	
200	1.43	93.34	3.20	
250	1.92	116.67	4.29	
300	2.02	140.00	4.52	
350	2.38	163.34	5.33	
400	2.64	186.67	5.91	
450	3.04	210.00	6.80	
500	3.30	233.34	7.38	
550	3.87	256.67	8.65	เริ่มแตกราว
600	4.43	280.00	9.92	
650	5.46	303.34	12.21	
700	6.44	326.67	14.41	
750	9.72	350.00	21.72	ถอด Gages ออก
800	:	:	:	
850	:	:	:	
900	30.00	420.21	67.20	อ่านจากสเกล

ตารางที่ 5-5  
ผลการทดลองของคานอิฐโปร่งอัดแรง คานที่ 4

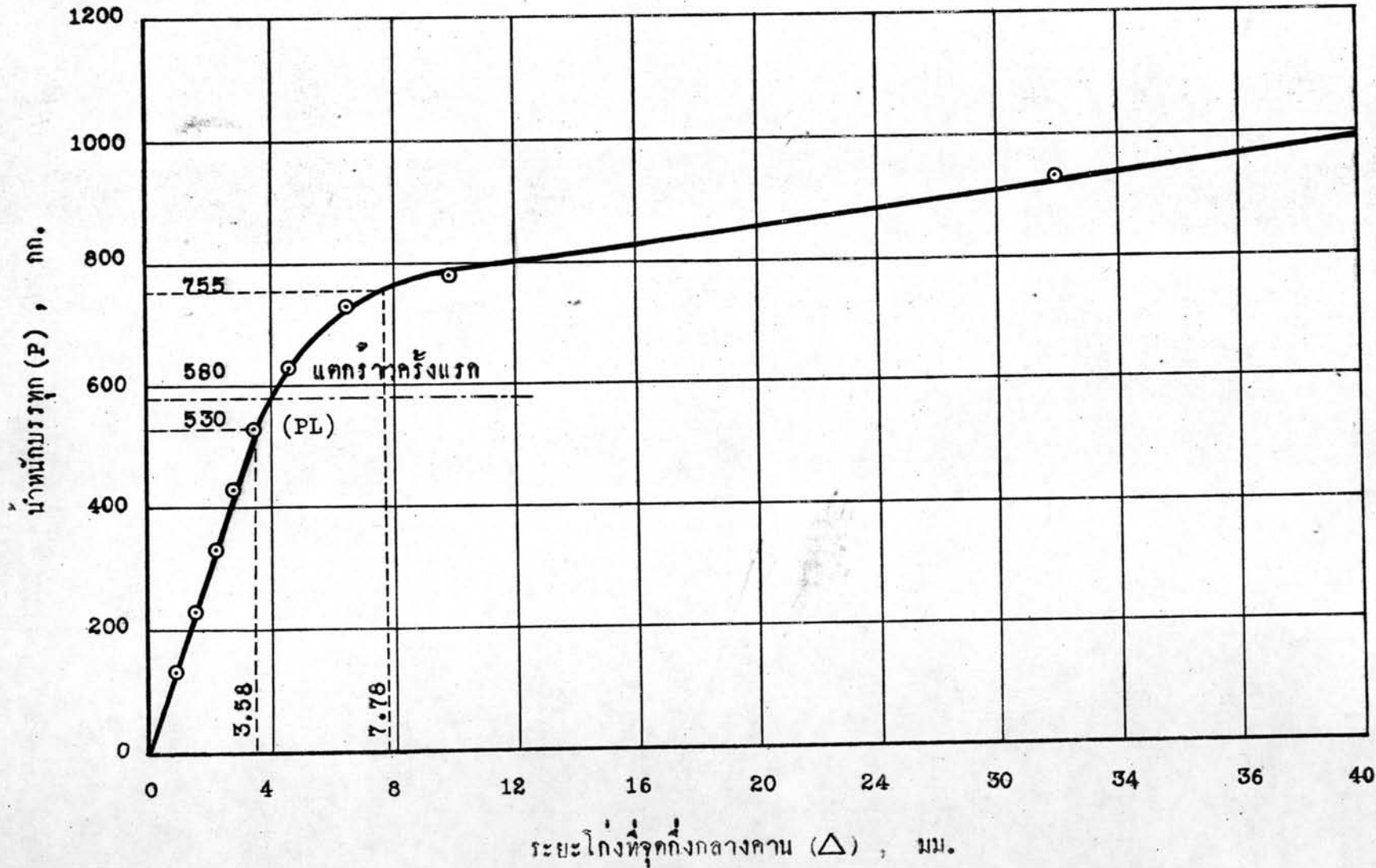
คานอิฐโปร่งอัดแรงคานที่ 4 ระยะขวางคาน 3.00 เมตร				
นน.บรรทุก ( $P_1$ ) กก.	ระยะโก่ง ( $\Delta_1$ ) มม.	แรงค้ำจุน ( $M_1$ ) กก.-ม.	มุมเปลี่ยน ( $\phi$ ) $\times 10^{-3}$ เรเดียน	หมายเหตุ
0	0	0	0	
50	0.33	25	0.69	
100	0.72	50	1.50	
150	0.99	75	2.07	
200	1.39	100	2.90	
250	1.79	125	3.74	
300	2.22	150	4.63	
350	2.68	175	5.59	
400	3.12	200	6.51	
450	3.60	225	7.52	
500	4.25	250	8.87	เริ่มแตกร้าว
550	4.96	275	10.35	
600	6.01	300	12.51	
650	8.44	325	17.61	
700	10.48	350	21.86	
750	13.47	375	28.10	
800	16.92	400	35.30	
850	20.63	425	43.12	ถอด Gages ออก
900	52.00	450	108.50	อ่านจากสเกล
950	61.00	475	127.20	" "



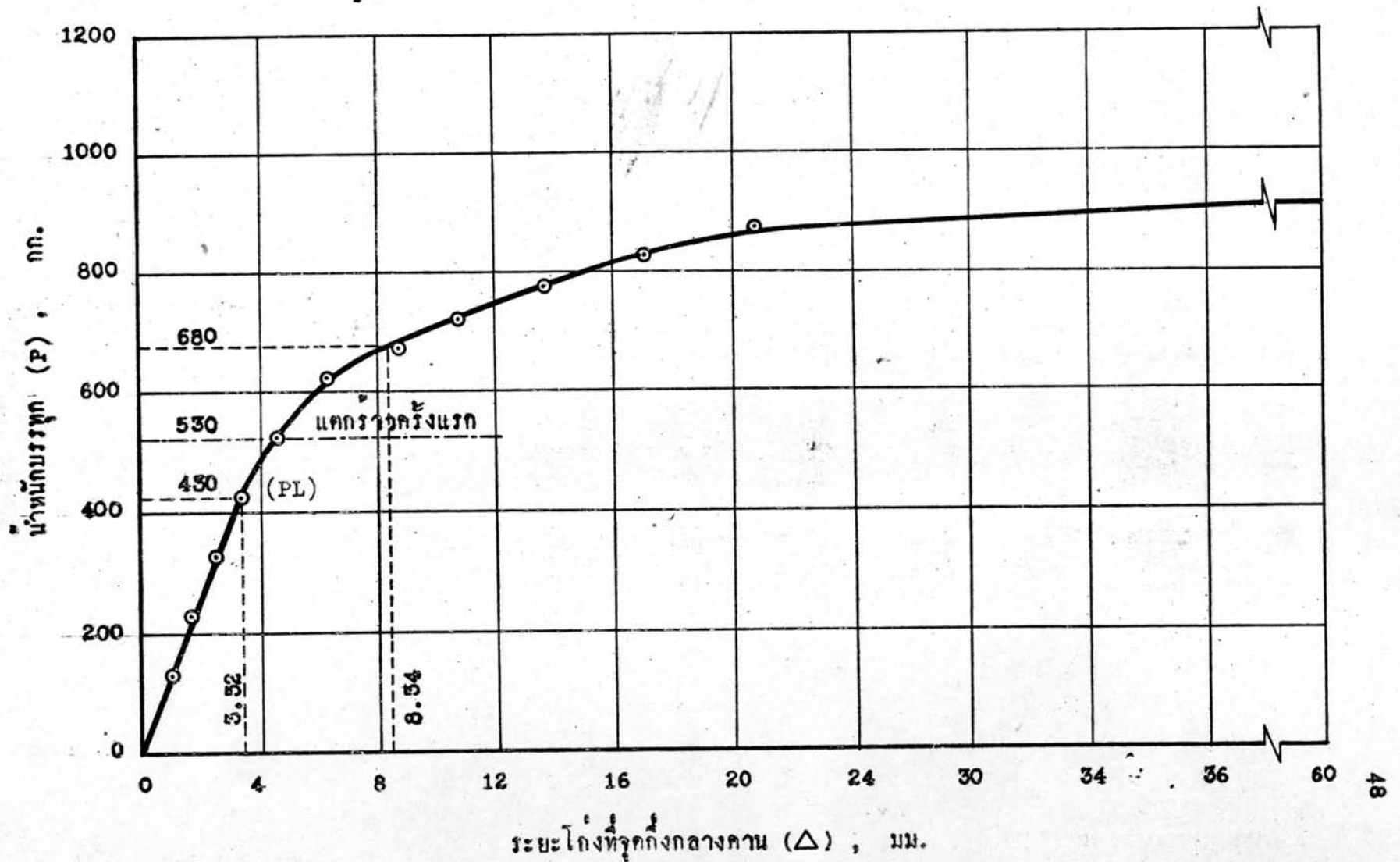
รูปที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่ง คานที่ 1.



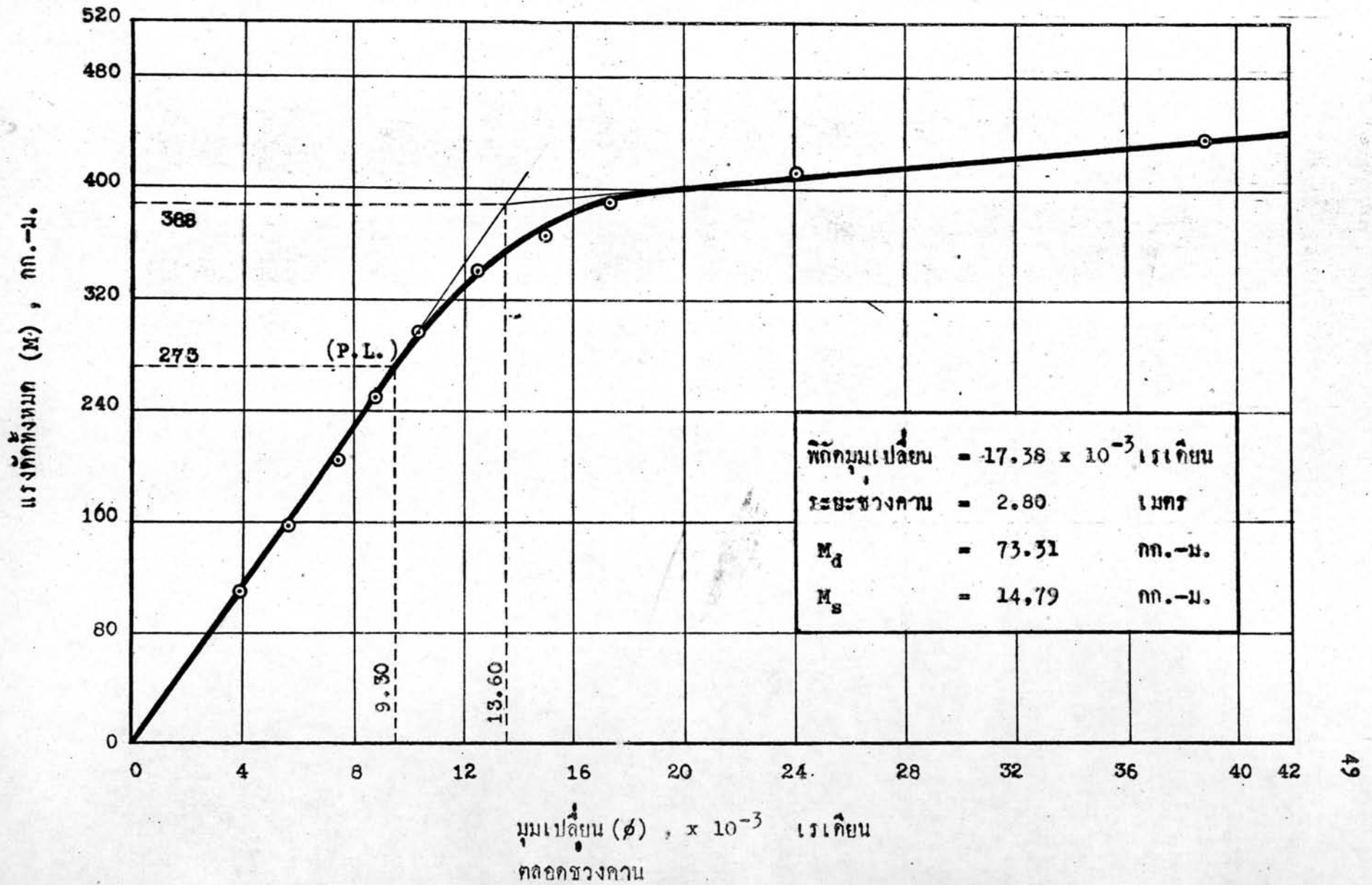
รูปที่ 5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่ง คานที่ 2



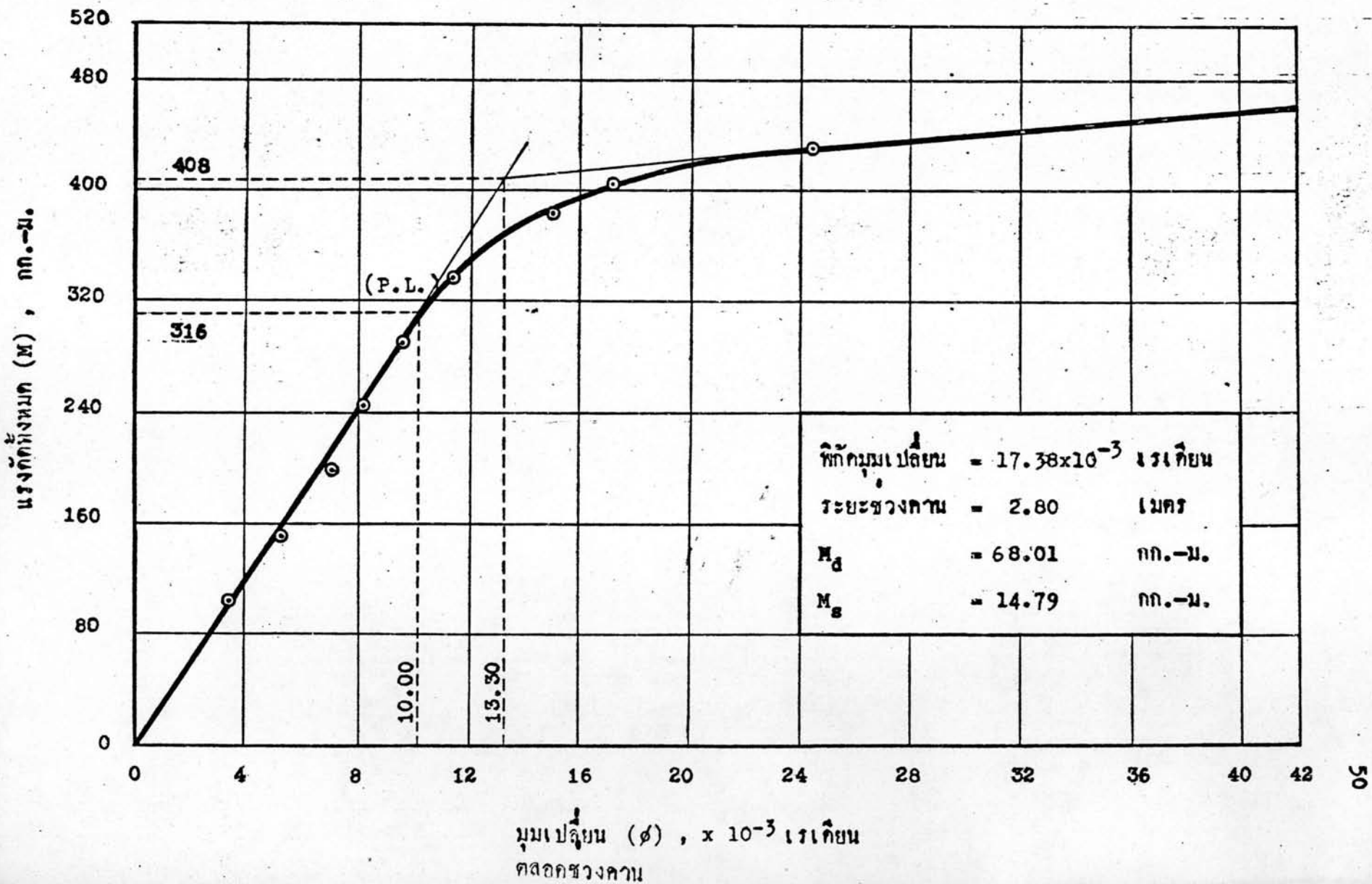
รูปที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่ง คานที่ 4



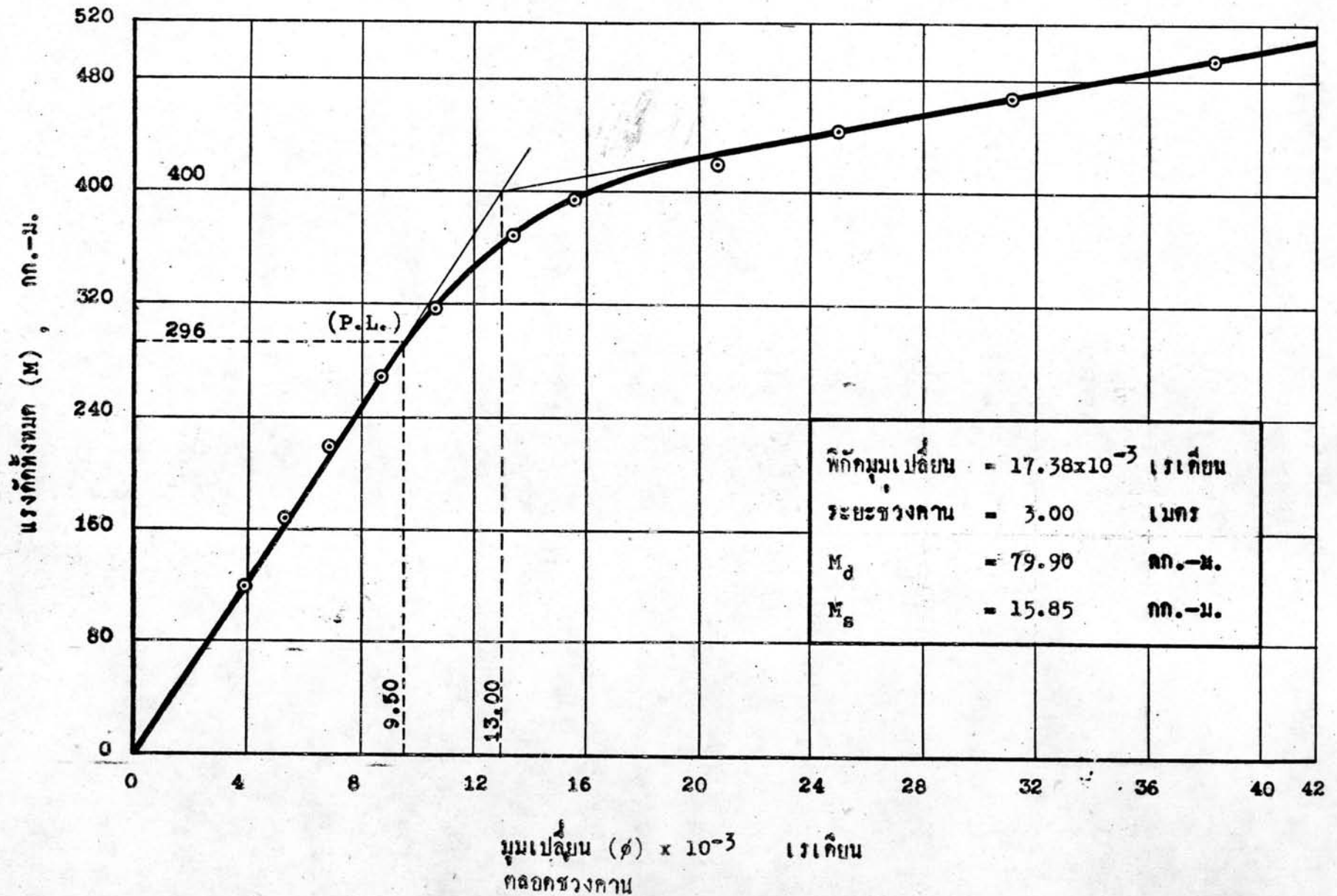
รูปที่ 5-4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกักทั้งหมดกับมุมเปลี่ยน คานที่ 1

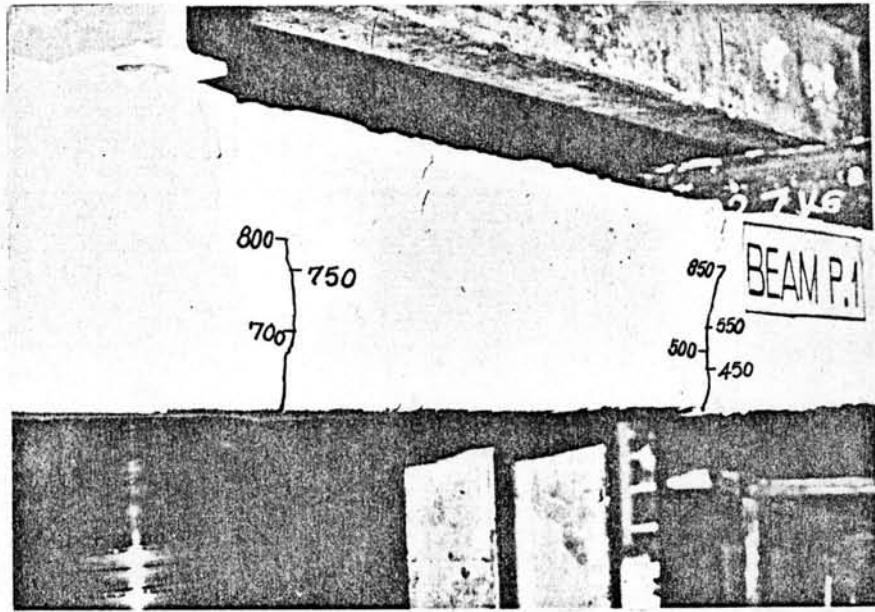


รูปที่ 5-5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกักทั้งหมดกับมุมเปลี่ยน คานที่ 2



รูปที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดทั้งหมดกับมุมเปลี่ยน คานที่ 4

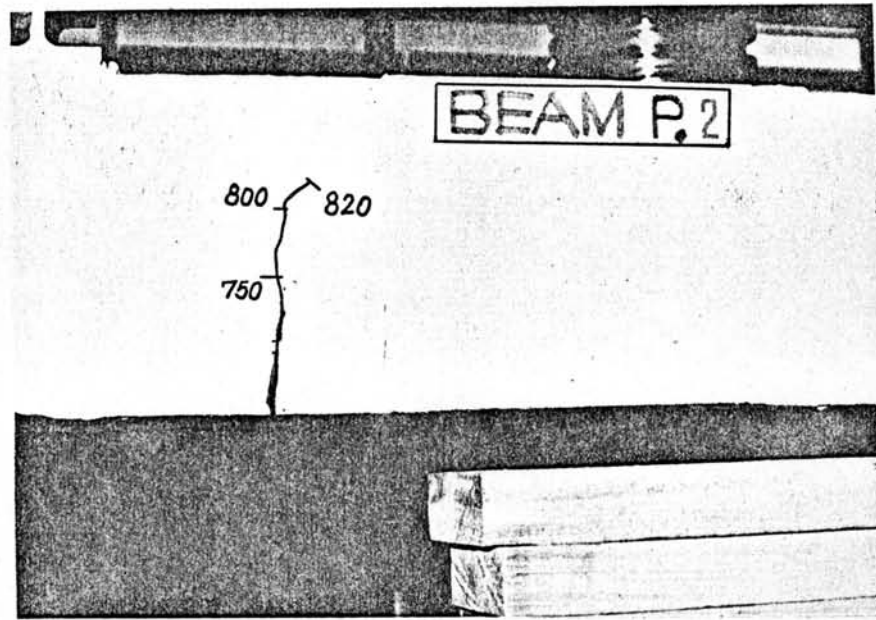




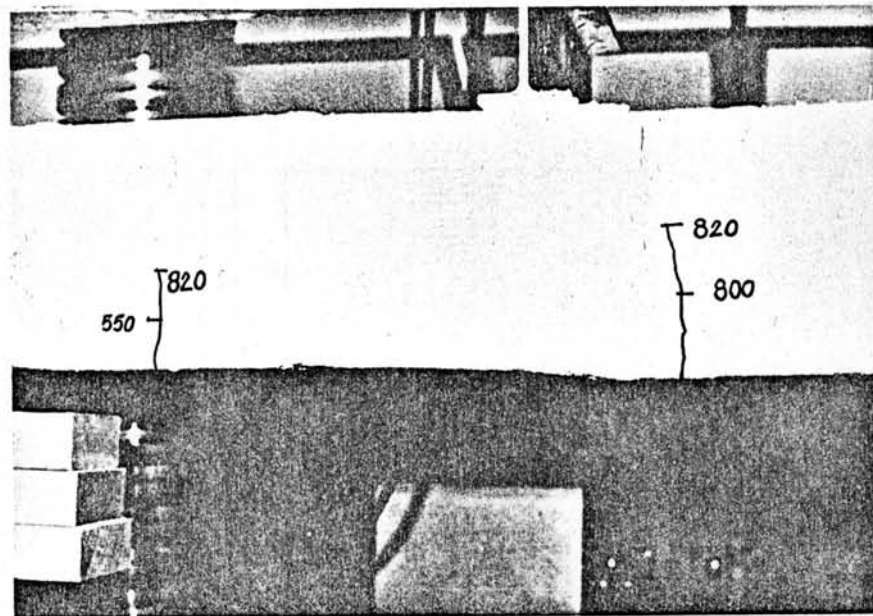
รูปที่ 5-10 (ก)



รูปที่ 5-10 (ข) แสดงรอยแตกร้าวในคานที่ 1 (คานที่ 1)

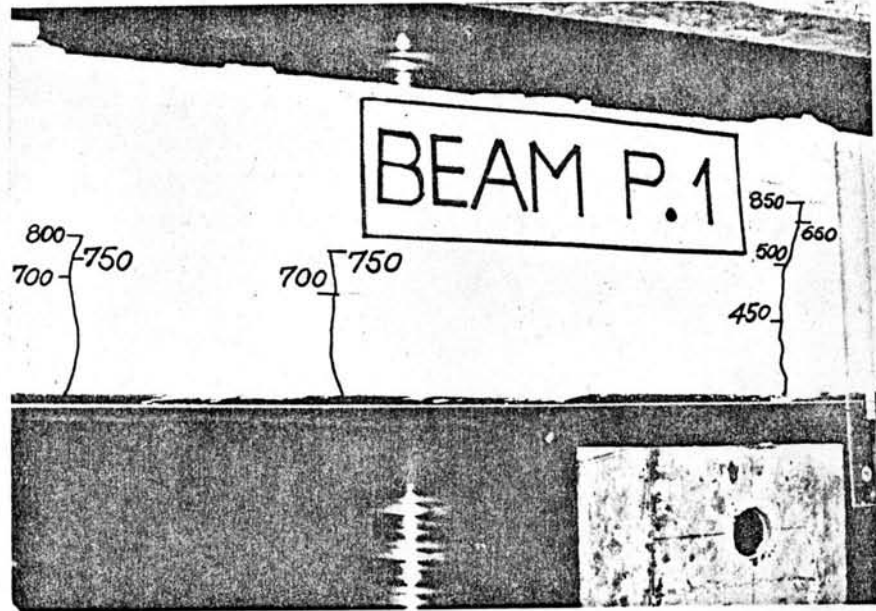


รูปที่ 5-11 (ก)

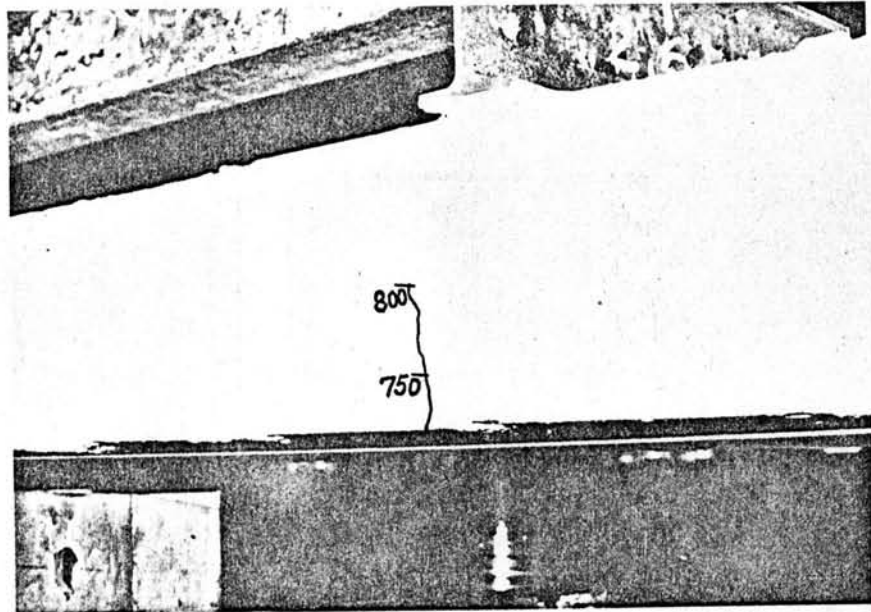


รูปที่ 5-11 (ข) แสดงรอยแตกร้าวในคานที่ 1 (คานที่ 2)

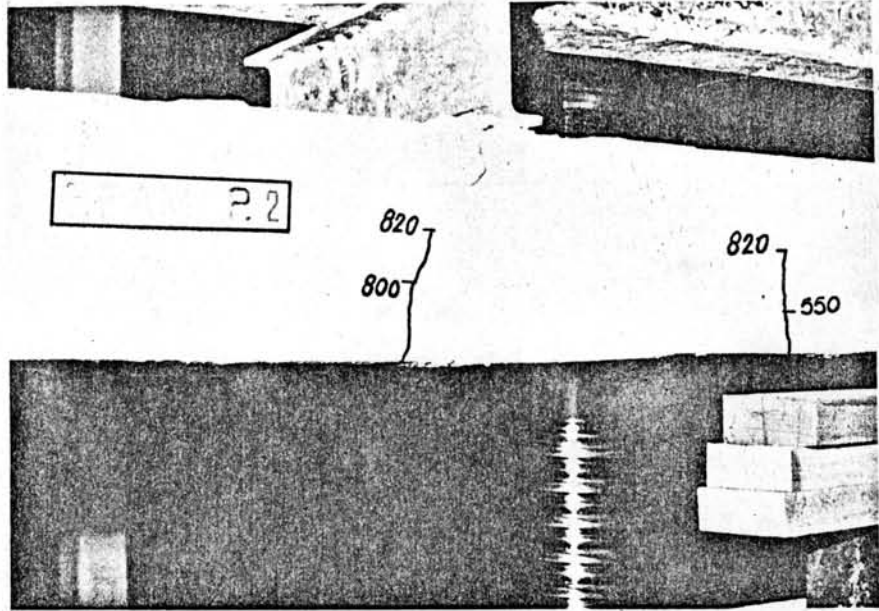




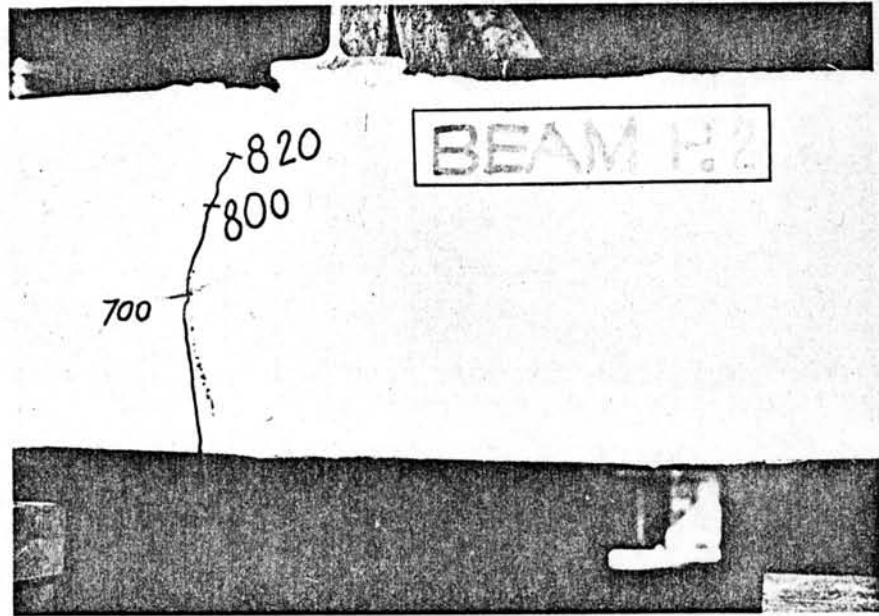
รูปที่ 5-12 (ก)



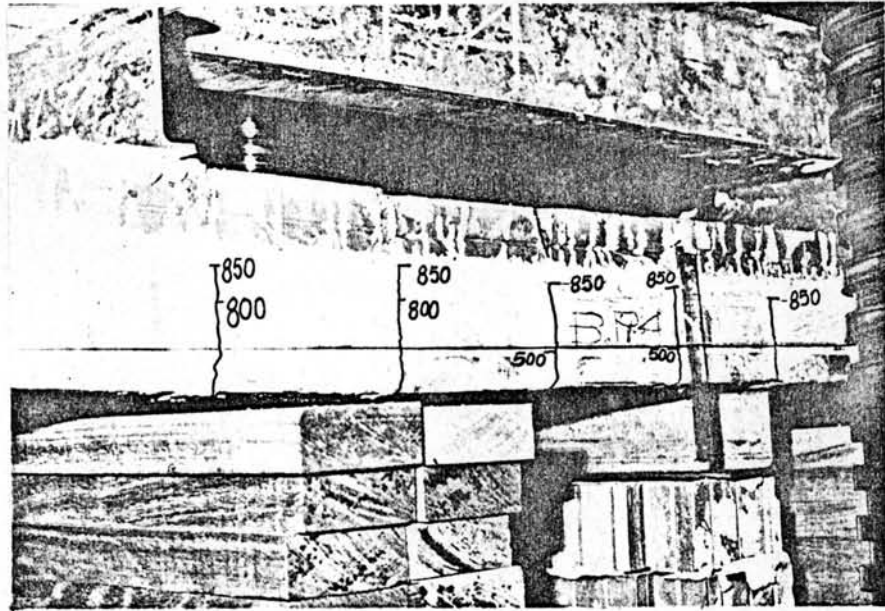
รูปที่ 5-12 (ข) แสดงรอยแตกร้าวในคานที่ 2 (คานที่ 1)



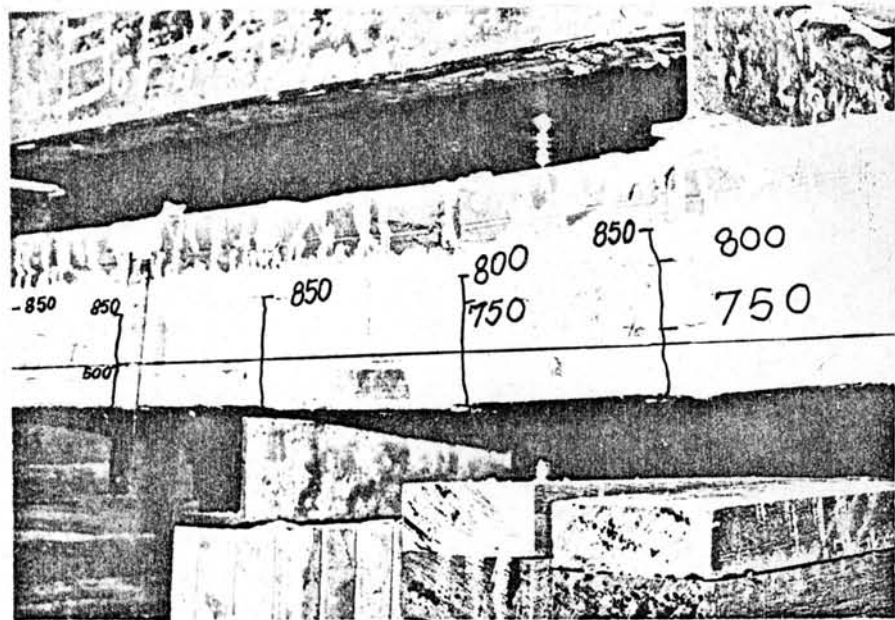
รูปที่ 5-13 (ก)



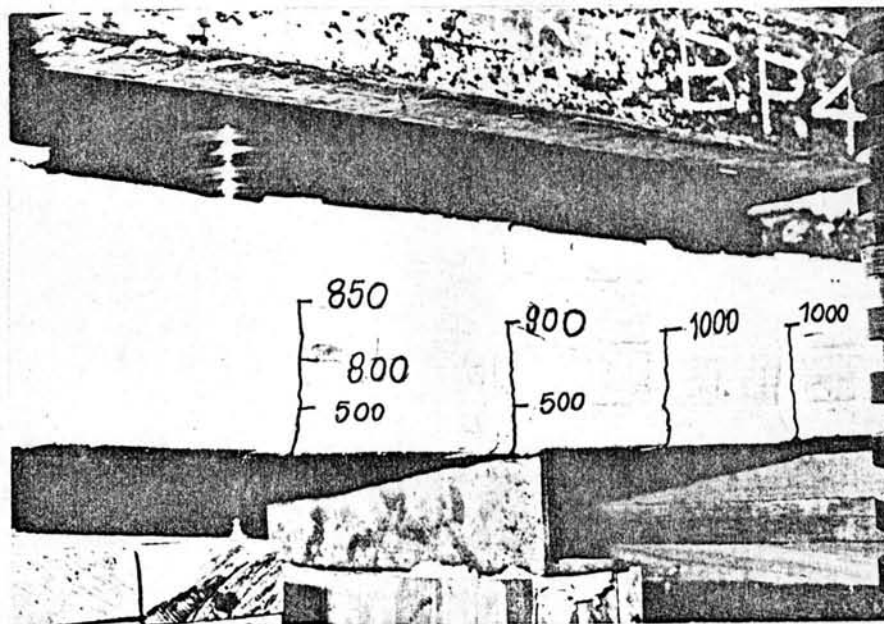
รูปที่ 5-13 (ข) แสดงรอยแตกร้าวในคานที่ 2 (คานที่ 2)



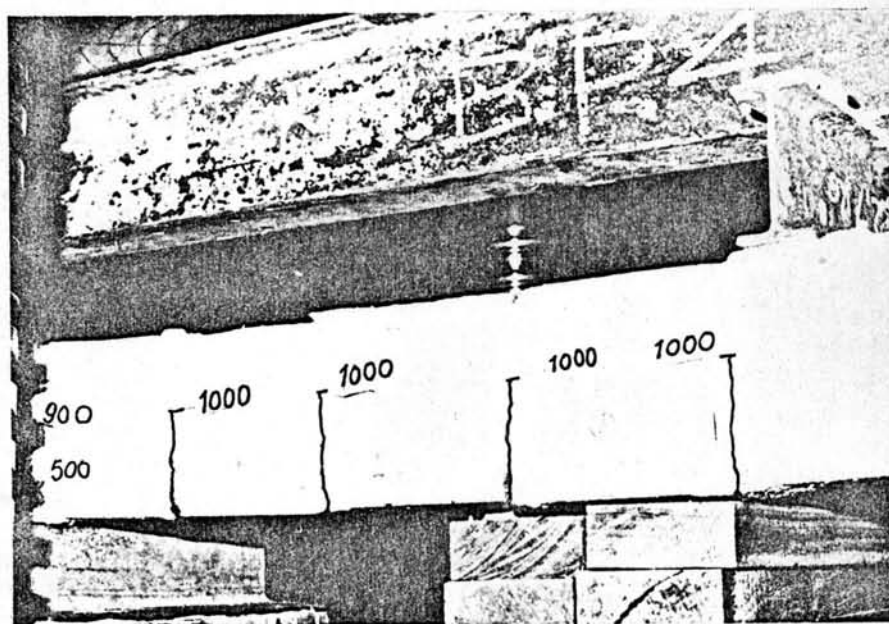
รูปที่ 5-14 (ก)



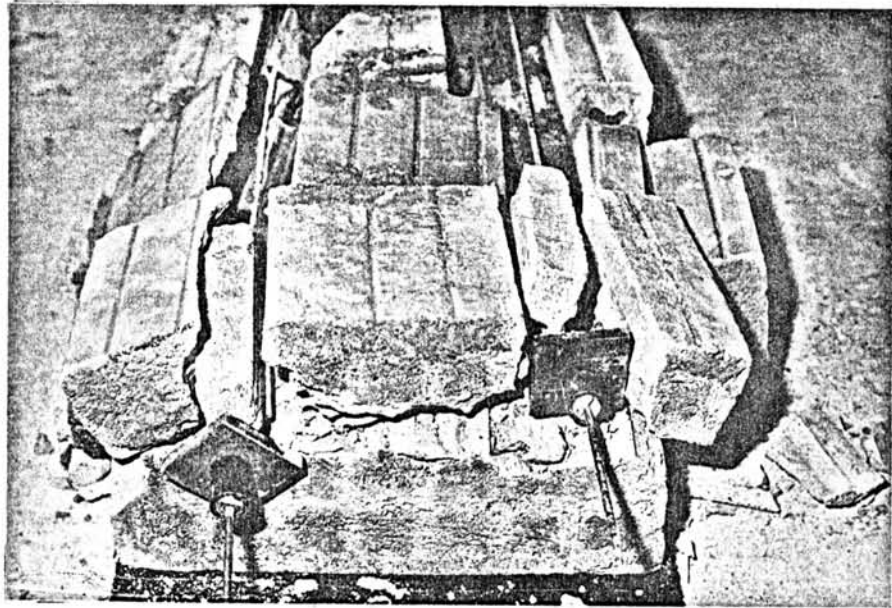
รูปที่ 5-14 (ข) แสดงรอยแตกราวในคานที่ 4 (ก้านที่ 1)



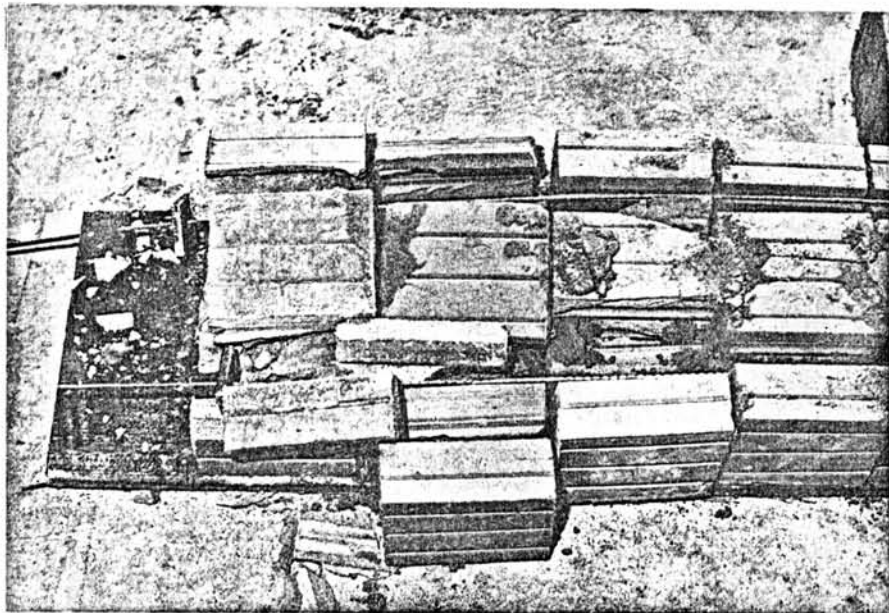
รูปที่ 5-15 (ก)



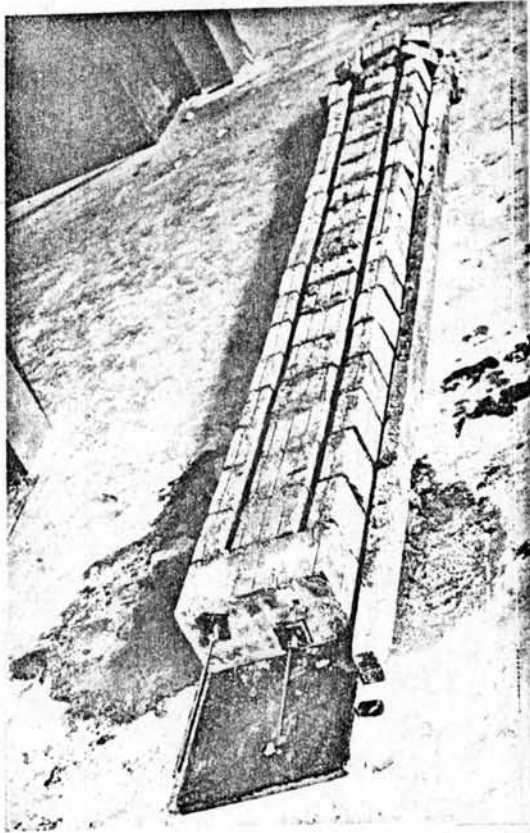
รูปที่ 5-15 (ข) แสดงรอยแตกร้าวในคานที่ 4 (คานที่ 2)



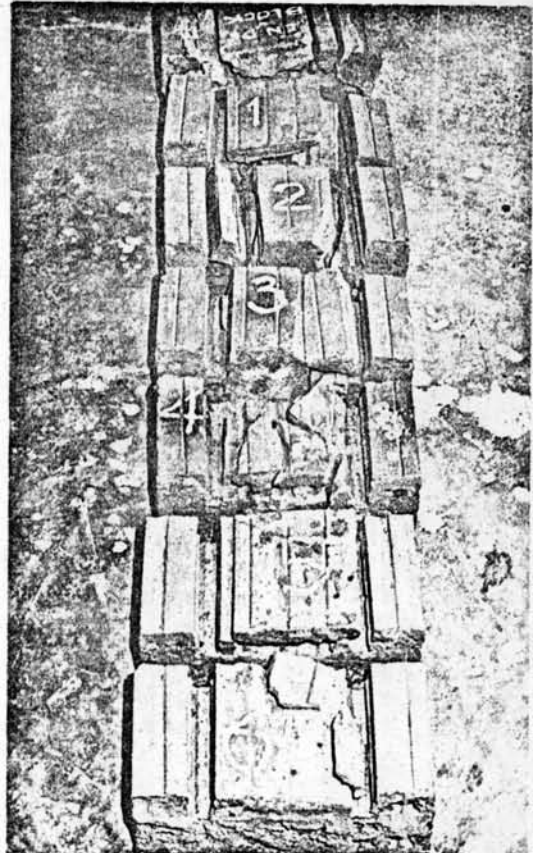
รูปที่ 5-16 (ก) แสดงการวิบัติของคานที่ 3  
ตรงบริเวณอิฐก่อนปลายสุดของคาน



รูปที่ 5-16 (ข) แสดงการวิบัติของคานที่ 3  
ของอิฐโปรงก่อนถักไป



รูปที่ 5-17 (ก)  
แสดงลักษณะวิบัติของคานที่ 3  
ลักษณะของคานอิฐโปรงในการ  
ทิ้งเหล็กเสริมอัดแรง และแบบ  
ไม้สำหรับเรียงคานอิฐโปรง



รูปที่ 5-17 (ข)  
แสดงการวิบัติของอิฐโปรง  
แต่ละก้อน จากอิฐก้อน  
ปลายสุด และอิฐโปรง  
ก้อนถัดไป ในคานที่ 3