

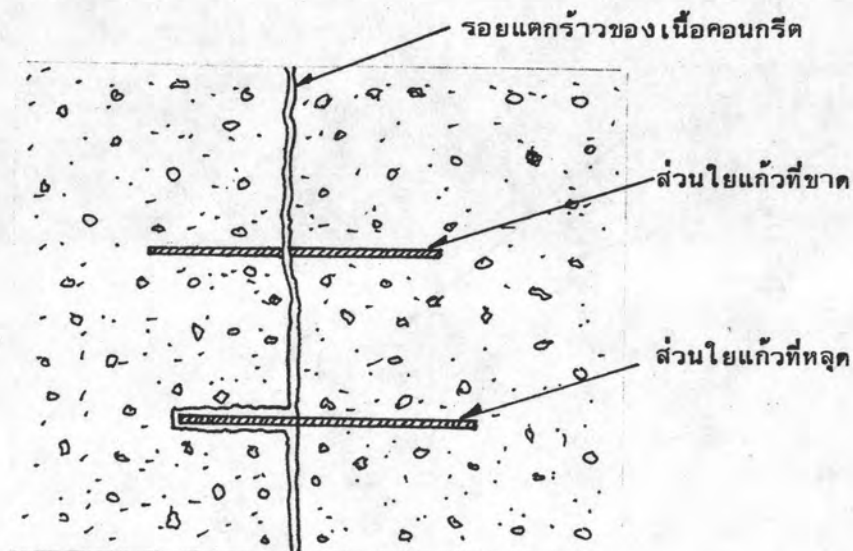
วิเคราะห์ผลการทดลอง4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดกับความเครียด

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและความเครียดของคอนกรีตเสริมใยแก้ว แสดงได้ตามรูปที่ 4.2 ก. และ 4.2 ข. จะเห็นว่าความสัมพันธ์ออกมาในลักษณะกราฟเส้นตรงในช่วงแรงอัดน้อย ๆ และจะโค้งเล็กน้อยในช่วงก่อนถึงการวิบัติ โดยการพิบัติจะเกิดในลักษณะที่คอนกรีตเสริมใยแก้วแยกตัวออกจากกันตามแนวตั้งในทิศทางที่แนวแรงอัดกระทำและอยู่ในแนวระนาบเดียวกันกับการกระจายตัวของใยแก้ว สาเหตุที่เกิดการพิบัติในลักษณะนี้เพราะการเตรียมตัวอย่างที่จะนำมาทดลองแรงอัดทำโดยวิธีการพัน ดังนั้นการกระจายตัวของใยแก้วจะมีการกระจายตัวเพียง 2 ทิศทางตามระนาบแนวนอนที่ทำการพัน ส่วนในแนวตั้งไม่มีการกระจายตัวของใยแก้วตั้งขึ้นมา เมื่อนำตัวอย่างนี้มาทำการทดลองโดยที่แนวแรงอัดอยู่ในแนวขนานกับการกระจายตัวตามแนวยาวของใยแก้ว การพิบัติจึงเกิดขึ้นในลักษณะดังกล่าว เนื่องจากการยึดเกาะตัวของคอนกรีตกับใยแก้วในระนาบนี้มีค่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแนวระนาบอื่น ๆ

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับความเครียด

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับความเครียดของคอนกรีตเสริมใยแก้ว แสดงตามรูปที่ 4.3 ก. และ 4.3 ข. จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ออกมาในลักษณะกราฟเส้นตรงในช่วงแรงดึงน้อย ๆ และจะโค้งเล็กน้อยในช่วงก่อนเกิดการวิบัติ โดยที่เมื่อพิจารณาช่วงที่ความสัมพันธ์ของกราฟออกมาในลักษณะเส้นตรง แสดงว่าในช่วงนี้เนื้อคอนกรีตเองยังไม่เกิดการแตกร้าว ดังนั้นในช่วงนี้คอนกรีตและใยแก้วจะรับแรงดึงรวมกัน แต่เมื่อแรงดึงมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุด ๆ หนึ่งคอนกรีตจะเริ่มแยกตัวออกจากกันแล้วแรงดึงจะค่อย ๆ ถ่ายให้ใยแก้วรับในช่วงนี้กราฟจะมีลักษณะโค้ง และเมื่อแรงดึงมีค่ามากขึ้นขณะการขาดจะพบว่าส่วนใหญ่ใยแก้วจะขาดออกจากกัน มีบางส่วนเท่านั้นที่ใยแก้วเกิดการหลุด เนื่องจากการยึดเกาะระหว่างใยแก้วกับเนื้อคอนกรีตมีค่าน้อย ทั้งนี้เพราะยัง เหนือรอยแตกร้าวของเนื้อคอนกรีต เกิดขึ้นใกล้ส่วนปลายของใยแก้วมากเกินไป แรงยึดเกาะระหว่างใยแก้วกับคอนกรีตจึงมีค่าไม่เพียงพอที่จะต้านทานแรงดึงได้จึงเกิดการเคลื่อนตัว

หลุดออกจากเนื้อคอนกรีต ในขณะที่ตัวใยแก้วเองในส่วนนี้ยังรับแรงไม่ถึงจุดที่จะทำให้ใยแก้วขาดได้ แต่ถ้ายอยแตกร้าวอยู่ในช่วงที่ใยแก้วมีความยาวที่ถูกยึดโดยคอนกรีตมากเพียงพอ ใยแก้วส่วนนี้ก็ถึงจุดที่จะขาดก่อนการหลุดจะเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยจากการทดลองซึ่งได้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับความเครียดตามรูปที่ 4.3ก และ 4.3ข พบว่าจุดที่ความสัมพันธ์เริ่มเปลี่ยนจากเส้นตรง เป็นเส้นโค้งนั้นจะเป็นจุดที่เนื้อคอนกรีตเริ่มแตกร้าว โดยความเครียดที่จุดนี้จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ  $317.5 \times 10^{-6}$



รูปที่ 4.1 แสดงการขาดและการหลุดของใยแก้วบริเวณที่เนื้อคอนกรีตแตกร้าวออกจากกัน

#### 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับความเครียด

เนื่องจากการทดลองตัวอย่าง R1 และ R2 สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดได้โดยให้น้ำหนักบรรทุกกระทำที่แนวกึ่งกลางระหว่างฐานตลอดความกว้างของตัวอย่างและวัดความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 4.4ก, 4.5ก และตารางที่ (3), (4) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าในช่วงน้ำหนักบรรทุกน้อย ๆ ความเครียดที่ผิวบนจะเกิดการหดตัว เข้า เป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุก ในทำนองเดียวกันที่ผิวล่างจะเกิดการยืดตัวออกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนัก เช่นกัน แต่เมื่อน้ำหนักบรรทุกเกิดมากขึ้น ความสัมพันธ์กับความเครียดด้านผิวบนคง เป็นเส้นตรงอยู่ ในขณะที่ผิวล่างความสัมพันธ์เริ่มออกมาในลักษณะ โค้ง นั่นคือแสดงว่าคอนกรีต เสริมใยแก้วในส่วนผิวบนซึ่งอยู่เหนือแนวแกนสะเทิน

ยังคงอยู่ในช่วงอีลาสติก ในขณะที่คอนกรีตที่ผิวล่างเริ่มแตกร้าวแยกออกจากกันและเริ่มมีการถ่ายแรงให้ใยแก้วรับ กล่าวคือคอนกรีตเสริมใยแก้วในส่วนผิวล่างซึ่งอยู่ใต้แนวแกนสะเทินอยู่ในช่วงอินอีลาสติกนั่นเอง ซึ่งก็สอดคล้องกับการทดลองการรับแรงอัดและการรับแรงดึงโดยที่ในช่วงที่ความเครียดที่เกิดขึ้น ความสามารถในการรับแรงอัดยังคงอยู่ในช่วงอีลาสติก แต่ความสามารถในการรับแรงดึงจะอยู่ในช่วงอินอีลาสติก ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่าการทดสอบแรงค้ำจะเริ่มเข้าสู่ช่วงอินอีลาสติก เมื่อความเครียดที่ผิวส่วนที่รับแรงดึงมีค่าประมาณ 0.00032

#### 4.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งโดยอาศัยผลการวัดความเครียดที่ผิว

การหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งโดยอาศัยผลการวัดความเครียดที่ผิวบนส่วนที่รับแรงอัดกับความเครียดที่ผิวล่างส่วนที่รับแรงดึง โดยนำความเครียดดังกล่าวมาหาหน่วยแรงค้ำภายในที่เกิดขึ้นแล้วจึงแปลงเป็นค่าของโมเมนต์ค้ำคั้น จากนั้นก็นำไปหาค่าระยะโก่งดังมีรายละเอียดดังนี้

##### 4.4.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดกับโมเมนต์ค้ำคั้น

นำค่าความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างที่วัดได้จากการทดลอง ตามรูปที่ 4.4ก และ 4.5ก มาหาค่าโมเมนต์ตรงจุดนั้น โดยอาศัยหลักว่า ลักษณะการกระจายของความเครียดและหน่วยแรงค้ำเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกันในกรณีที่ยังอยู่ในช่วงอีลาสติก ส่วนในช่วงอินอีลาสติกให้ลักษณะการกระจายของความเครียด ส่วนรับแรงอัดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับหน่วยแรงค้ำและส่วนการกระจายของความเครียดในส่วนที่รับแรงดึง เป็นไปตามทฤษฎีของ Allen<sup>(4)</sup> โดยกำหนดว่า ส่วนที่รับแรงดึงใต้แนวแกนสะเทินที่มีความเครียดน้อยกว่า 0.00032 ยังอยู่ในช่วงอีลาสติก ดังนั้นลักษณะการกระจายของความเครียดและหน่วยแรงค้ำในส่วนนี้จะ เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกัน สำหรับส่วนที่ความเครียดมากกว่า 0.00032 ถือว่าอยู่ในช่วงอินอีลาสติกซึ่งลักษณะหน่วยแรงค้ำจะมีลักษณะการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.4 (ภาคผนวก ข) จากหน่วยแรงค้ำที่ได้ก็สามารถที่จะนำมาหาค่าโมเมนต์ค้ำคั้นภายในที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงหาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดที่วัดได้กับโมเมนต์ภายในที่เกิดขึ้น เนื่องจากความเครียดดังกล่าวได้ดังตารางที่ 7 และ 8

#### 4.4.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ตัดกับระยะโก่ง

นำค่าโมเมนต์ตัดที่คำนวณได้จากข้างต้นมาหาระยะโก่งโดยที่ถ้าอยู่ในช่วงอีลาสติก ใช้ความสัมพันธ์ของสมการที่ (2.18) ส่วนในช่วงอินอีลาสติกใช้ความสัมพันธ์ของสมการที่ (2.20) โดยกำหนดให้ว่า เมื่อเนื้อคอนกรีตเสริมใยแก้วมีค่าความเครียด 0.00032 จะเกิดการแตกร้าว เป็นช่วงที่เริ่มเข้าสู่อินอีลาสติก ดังนั้นจึงถือว่าค่าโมเมนต์และน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณได้ที่จุดนี้เป็นจุดที่สูงสุดที่ยอมรับได้ จากนั้นก็นำไปหาค่าโมเมนต์อินเนอร์เซียประสิทธิผล ซึ่งก็สามารถหาค่าระยะโก่งตัวที่จุดดังกล่าวได้ ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8 และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.4ข และ 4.5ข

#### 4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งโดยอาศัยทฤษฎี

โดยกำหนดว่าคอนกรีตเสริมใยแก้วจะเริ่มเข้าสู่ช่วงอินอีลาสติกเมื่อความเครียด 0.00032 ดังนั้นเมื่อคอนกรีตเสริมใยแก้วได้รับแรงตัดแล้วยังอยู่ในช่วงอีลาสติก กล่าวคือที่ผิวล่างซึ่งอยู่ในส่วนที่รับแรงดึงยังไม่เกิดการแตกร้าว เมื่อสมมุติค่าน้ำหนักบรรทุกที่กระทำขึ้นมาแล้วนำไปแทนค่าในสมการที่ (2.18) ก็จะสามารถหาระยะโก่งตัวได้ แต่เมื่อผิวล่างเริ่มเกิดการแตกร้าวจะเป็นช่วงที่เริ่มเข้าสู่ช่วงอินอีลาสติก ดังนั้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งในช่วงอินอีลาสติกนี้เพื่อความสะดวกจึงควรหาค่า  $I_{cr}$  ก่อนโดยการสมมุติระยะที่เกิดการแตกร้าวขึ้นมาก่อน แล้วอาศัยทฤษฎีของ Allen<sup>4</sup> หาค่าโมเมนต์คัตนาค่าโมเมนต์คัตที่ได้ไปหาค่าน้ำหนักบรรทุกโดยอาศัยสมการที่ (8F) และหาค่า  $I_e$  โดยอาศัยสมการที่ (2.19) จากนั้นก็นำค่าน้ำหนักบรรทุกและ  $I_e$  ไปแทนค่าในสมการที่ (2.20) ก็จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งดังตารางที่ (9), (10) และรูปที่ 4.4ข และ 4.5ข

#### 4.6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่ง

จากความสัมพันธ์ที่แสดงในรูปที่ 4.4ข และ 4.5ข จะเห็นว่าในช่วงอีลาสติก ความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลอง ความเครียดและทฤษฎีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงอินอีลาสติก

ความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลองจะสูงกว่าค่าที่ได้จากความเครียดและทฤษฎี ซึ่งสาเหตุอาจจะเนื่องมาจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

4.6.1 การคำนวณระยะโค้งโดยใช้ค่าโมเมนต์อินเนอร์เซียประสิทธิผลที่กำหนดโดย ACI (1971)<sup>5</sup> จะให้ค่าน้อยกว่าความเป็นจริง

4.6.2 การคำนวณค่าโมเมนต์อินเนอร์เซียของหน้าตัด เมื่อเกิดการแตกร้าว ( $I_{cr}$ ) จะมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง เพราะไม่ได้นำค่าความแข็งแรงของใยแก้วส่วนที่ยึดอยู่เมื่อเนื้อคอนกรีตเกิดการแตกร้าวแล้วมาพิจารณาซึ่ง เมื่อแทนค่าในสมการที่ (2.18) ก็จะทำให้ค่าโมเมนต์อินเนอร์เซียประสิทธิผลน้อยลงไปด้วย

4.6.3 เนื่องจากในการทดลองนั้น หลังคาอาร์ชคอนกรีตเสริมใยแก้วตรงจุดที่วัดระยะโค้งจะเป็นจุดที่มีลักษณะเป็นกึ่งอีลาสติกและกึ่งอินอีลาสติก เพราะผิวบนที่รับแรงอัดเหนือแนวแกนสะเทินจะอยู่ในช่วงอีลาสติก แต่ส่วนรับแรงดึงใต้แนวแกนสะเทินอยู่ในช่วงอินอีลาสติก ส่วนตรงบริเวณอื่น ๆ ของอาร์ชเป็นอีลาสติก การคำนวณในการวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีอีลาสติกมาใช้ในการวิเคราะห์

อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่าระยะโค้งตัวที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีจะให้ค่ามากกว่าจากการทดลองจริง จึงถือได้ว่าการนำทฤษฎีดังกล่าวมาใช้ย่อมให้ความปลอดภัยในการคำนวณ

#### 4.7 ความเหนียวของอาร์ชบางโค้งรูปทรงกระบอก

ความเหนียวของอาร์ชเป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างระยะโค้งที่จุดประลัยของอาร์ชต่อระยะโค้งที่จุดแตกร้าว ซึ่งจะทำให้ทราบว่าคานจะแสดงพฤติกรรมในช่วงหลังการแตกร้าวให้เห็นได้มากเพียงไรก่อนที่จะถึงจุดพิบัติ โดยจากการทดลองนี้พบว่า ตัวอย่างทดสอบ R1 มีค่าความเหนียวของอาร์ชประมาณ 4.32 แสดงตัวอย่างทดสอบ R2 มีค่าความเหนียวของอาร์ชประมาณ 2.57 และค่าสัดส่วนการเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่จุดวิบัติกับน้ำหนักที่จุดอาร์ชเริ่มแตกร้าวพบว่า ตัวอย่างทดสอบ R1 มีค่าประมาณ 2.43 และตัวอย่างทดสอบ R2 มีค่าประมาณ 1.99

ตารางที่ 1 การทดลองหาหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เสริมใยแก้ว

ตัวอย่างที่	ขนาดหน้าตัด (ซม. <sup>2</sup> )	แรงอัดประลัย (กก.)	หน่วยแรงอัดประลัย (กก./ซม. <sup>2</sup> )	โมดูลัสยืดหยุ่น (กก./ซม. <sup>2</sup> )	ลักษณะการพบัติของคอนกรีต เสริมใยแก้ว
1	4.86x4.81	7810	334.1	21.7x10 <sup>4</sup>	เกิดการแยกตัวตามแนวระนาบ เดียวกับการ เรียง ตัวของใยแก้ว ดังแสดงในรูปที่ (3.11)
2	4.89x4.90	7250	302.6	25.0x10 <sup>4</sup>	
3	4.90x5.02	9790	398.0	26.3x10 <sup>4</sup>	
4	4.96x5.05	7910	315.8	19.2x10 <sup>4</sup>	
5	5.12x5.11	8740	334.1	20.4x10 <sup>4</sup>	
6	4.98x4.79	8870	371.8	22.2x10 <sup>4</sup>	
ค่าเฉลี่ยหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เสริมใยแก้ว		=	342.73	กก./ซม. <sup>2</sup>	
ค่าเฉลี่ยโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เสริมใยแก้ว		=	22.5x10 <sup>3</sup>	กก./ซม. <sup>2</sup>	

ตารางที่ 2 การทดลองหาหน่วยแรงดึงประลัยของคอนกรีตเสริมใยแก้ว

ตัวอย่างที่	ขนาดหน้าตัด (ซม. <sup>2</sup> )	แรงดึงประลัย (กก.)	หน่วยแรงดึงประลัย (กก./ซม. <sup>2</sup> )	โมดูลัสยืดหยุ่น (กก./ซม. <sup>2</sup> )	ลักษณะการพินิจของคอนกรีตเสริมใยแก้ว
1	1.10x5.00	356	64.73	$18.1 \times 10^4$	ขาดตรงบริเวณเหนือเกจวัดความเครียด 4.20 ซม.
2	1.00x5.10	414	81.17	$23.2 \times 10^4$	ขาดตรงบริเวณเกจวัดความเครียด
3	1.00x5.10	398	78.04	$16.9 \times 10^4$	ขาดตรงบริเวณเกจวัดความเครียด
4	1.10x5.04	428	77.20	$18.4 \times 10^4$	ขาดเหนือเกจวัดความเครียดขึ้นไป 3.70 ซม.
ค่าเฉลี่ยหน่วยแรงดึงประลัยของคอนกรีตเสริมใยแก้ว			= 75.24	กก./ซม. <sup>2</sup>	
ค่าเฉลี่ยโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเสริมใยแก้ว			= $19.15 \times 10^4$	กก./ซม. <sup>2</sup>	

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก หน่วยแรงค้ำและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ R1

นน. บรรทุก (กก)	ทฤษฎี						การทดลอง		ค่าความคลาดเคลื่อน (%)		หมายเหตุ
	H (กก)	M (กก-ซม <sup>2</sup> )	หน่วยแรงค้ำ ผิวบน (กก/ซม <sup>2</sup> )	หน่วยแรงค้ำ ผิวล่าง (กก/ซม <sup>2</sup> )	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	
20	14.90	389.20	22.34	22.34	95.9	95.9	105	100	9.49	4.28	แสดงว่าอยู่ในช่วง อีลาสติก
40	29.81	774.40	44.44	44.44	190.6	190.6	215	205	12.80	7.55	
60	44.71	1161.60	66.67	66.67	286.2	286.2	330	340	15.30	18.79	
80	59.61	1548.80	88.89	88.89	381.5	381.5	470	510			แสดงว่าอยู่ในช่วง พลาสติก
100	74.52	1436.00	111.11	111.11	476.9	476.9	650	770			

หมายเหตุ  $E = 23.2 \times 10^4$  กก/ซม<sup>2</sup>

$r = 188$

$\phi_K = 0.9239574$



ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก หน่วยแรงค้ำและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ R2

นน. บรรทุก (กก)	ทฤษฎี						การทดลอง		ค่าความคลาดเคลื่อน (%)		หมายเหตุ
	H (กก)	M (กก-ซม)	หน่วยแรงค้ำ ผิวบน (กก/ซม <sup>2</sup> )	หน่วยแรงค้ำ ผิวล่าง (กก/ซม <sup>2</sup> )	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวบน $\times 10^{-6}$	ความเครียด ผิวล่าง $\times 10^{-6}$	
25	18.63	484	14.94	14.94	64.1	64.1	60	65	6.39	1.58	แสดงว่าอยู่ในช่วง อีลาสติก
50	37.26	968	29.88	29.88	128.2	128.2	130	130	1.40	1.40	
75	55.89	1452	44.81	44.81	192.3	192.3	190	195	1.19	1.40	
100	74.52	1936	59.75	59.75	256.4	256.4	280	275	9.20	7.25	
125	93.15	2420	74.69	74.69	320.5	320.5	350	350	9.20	9.20	
150	111.77	2904	89.63	89.63	384.7	384.7	440	560			แสดงว่าอยู่ในช่วง พลาสติก

หมายเหตุ  $E = 23.2 \times 10^4$  กก/ซม<sup>2</sup>  
 $r = 188$  ซม  
 $\phi_K = 0.9239574$

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระยะโค้งในแนวตั้งตรงจุดที่น้ำหนักบรรทุกกระทำโดยทฤษฎี

กับการทดลองในช่วงอีลาสติก กรณีตัวอย่างหนา 1.32 ซม. (ตัวอย่างทดสอบ R1)

น้ำหนักบรรทุก (กก)	ระยะโค้ง (ซม)		ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	หมายเหตุ
	ทฤษฎี	การทดลอง		
20	0.158	0.160	1.27	การคำนวณใช้ค่า $E = 23.2 \times 10^4$ กก/ซม <sup>2</sup>
40	0.315	0.320	1.58	
50	0.394	0.400	1.52	
56	0.441	0.450	2.04	

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบระยะโค้งในแนวตั้งตรงจุดที่น้ำหนักบรรทุกกระทำโดยทฤษฎี

กับการทดลองในช่วงอีลาสติก กรณีตัวอย่างหนา 1.8 ซม. (ตัวอย่างทดสอบ R2)

น้ำหนักบรรทุก	ระยะโค้ง (ซม)		ค่าความคลาดเคลื่อน (%)	หมายเหตุ
	ทฤษฎี	การทดลอง		
25	0.077	0.080	3.89	การคำนวณใช้ค่า $E = 23.2 \times 10^4$ กก/ซม <sup>2</sup>
50	0.155	0.160	3.23	
75	0.232	0.245	5.60	
100	0.311	0.330	6.11	

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งโดยอาศัยผลการทดลองในการวัดความเครียด กรณีตัวอย่างหนา 1.32 ซม. (R1)

น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ผลการทดลอง		วิเคราะห์ผลการทดลอง				หมายเหตุ
	ความเครียด $\times 10^{-6}$		โมเมนต์ (M) (กก.-ซม.)	$I_e$ (ซม. <sup>4</sup> .)	ระยะโก่ง (ซม.)		
	ผิวบน	ผิวล่าง			$E = 19.15 \times 10^4$	$E = 23.2 \times 10^4$	
20	105	100	414.34	11.50	0.192	0.158	อยู่ในช่วงอีลาสติก  * จุดที่ $P_{cr}$
40	215	200	838.79	11.50	0.383	0.315	
50	275	270	1101.54	11.50	0.479	0.394	
56	317.5	317.5	1283.45	11.50	0.536	0.441	
60	330	340	1294.79	11.47	0.581	0.478	
70	400	420	1548.33	9.87	0.781	0.642	
80	470	510	1770.81	8.08	1.091	0.897	
90	550	630	1982.85	6.44	1.540	1.265	
100	650	770	2280.24	5.04	2.184	1.795	

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งโดยอาศัยผลการทดลองในการวัดความเครียด กรณีตัวอย่างหนา 1.8 ซม. (R2)

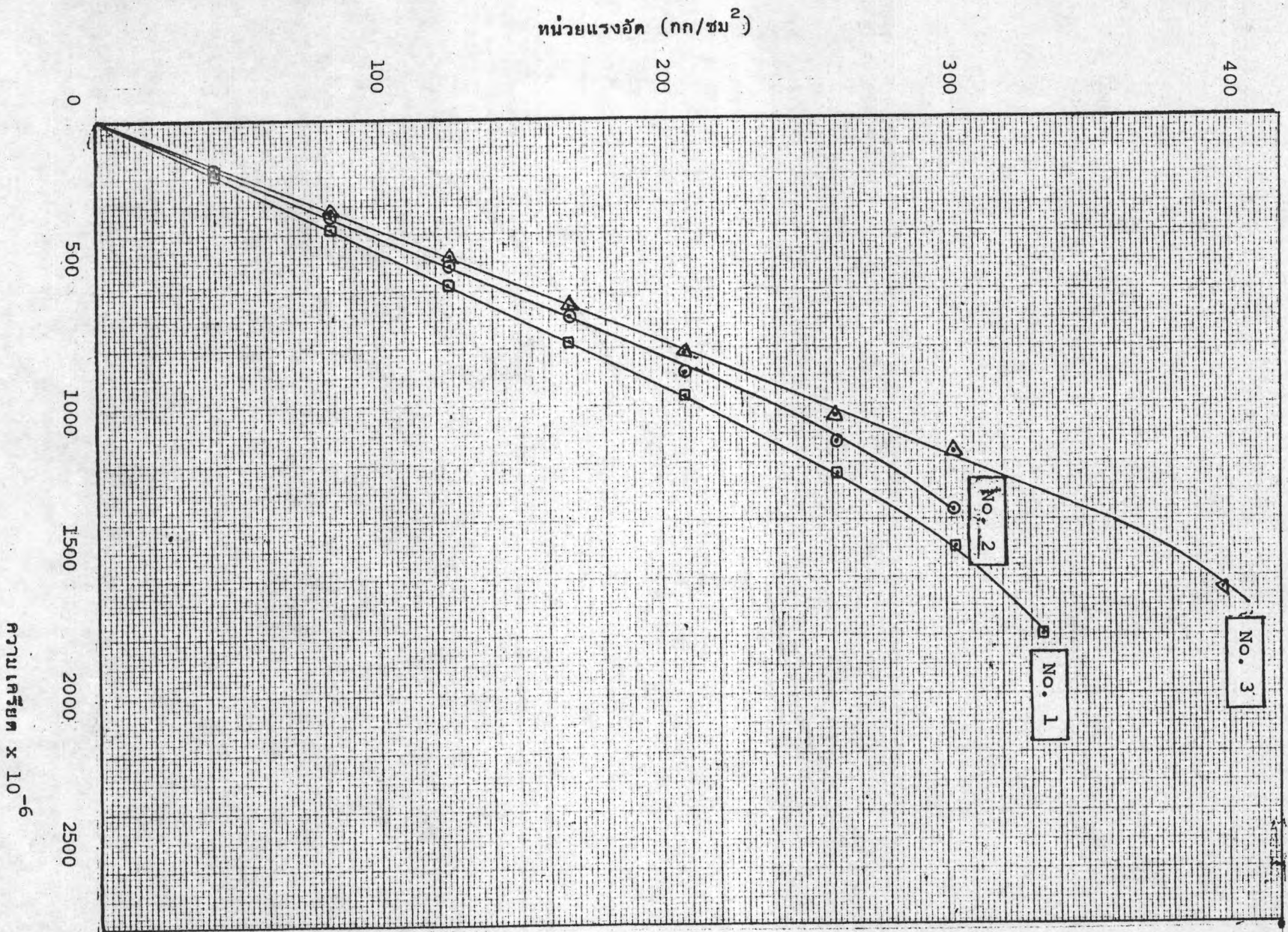
น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ผลการทดลอง		วิเคราะห์ผลการทดลอง				หมายเหตุ
	ความเครียด $\times 10^{-6}$		โมเมนต์ (M) (กก.-ซม.)	$I_e$ (ซม. <sup>4</sup> .)	ระยะโก่ง (ซม.)		
	ผิวบน	ผิวล่าง			$E = 19.15 \times 10^4$	$E = 23.2 \times 10^4$	
25	60	65	469.80	29.16	0.094	0.077	อยู่ในช่วงอีลาสติก
50	130	130	977.18	29.16	0.189	0.155	
75	205	200	1522.15	29.16	0.283	0.232	
100	280	275	2085.92	29.16	0.378	0.311	
110	317.5	317.5	2386.58	29.16	0.416	0.342	
125	350	380	2434.59	28.78	0.479	0.394	* จุดที่ $P_{cr}$
150	430	560	2560.17	26.01	0.635	0.522	อยู่ในช่วงพลาสติก
175	550	850	2875.35	19.65	0.981	0.806	
180	600	970	3039.68	16.12	1.230	1.011	

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งในช่วงอินอีลาสติกโดยอาศัยทฤษฎี กรณีตัวอย่างหนา 1.32 ซม. (R1)

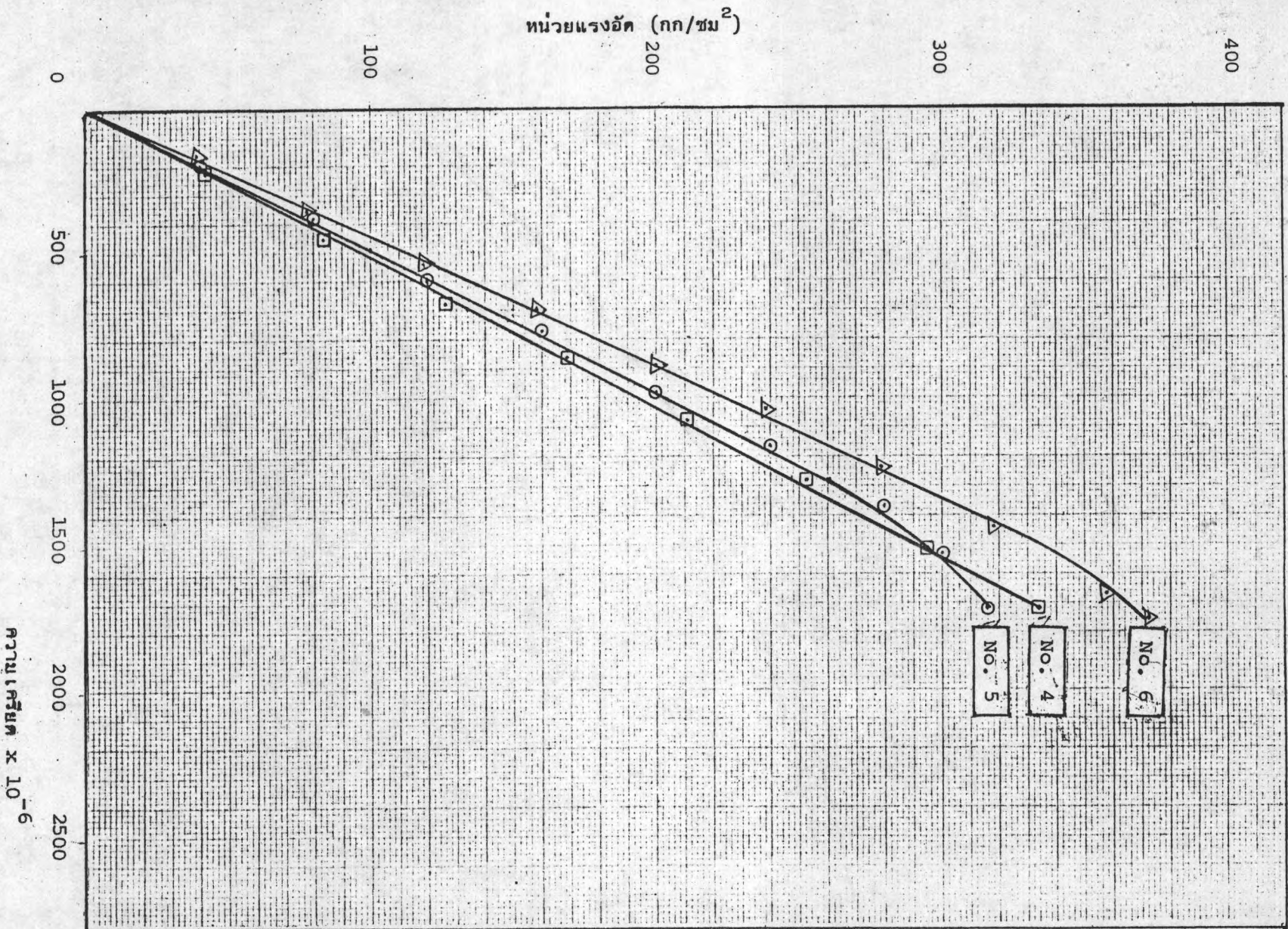
$X_0$ (ซม.)	$X_1$ (ซม.)	โมเมนต์ (M) (กก.-ซม.)	น้ำหนักบรรทุก (P) (กก.)	$I_e$ (ซม. <sup>4</sup> )	ระยะโก่ง ( $\Delta$ ) (ซม.)	หมายเหตุ
1.32	0.660	1283.45	66.29	11.50	0.524	$E = 23.2 \times 10^4$
1.22	0.656	1477.37	76.31	10.67	0.650	
1.12	0.645	1672.88	86.41	9.04	0.870	
1.02	0.626	1867.22	96.45	7.32	1.199	
0.92	0.599	2059.21	106.37	5.75	1.682	
0.82	0.565	2254.15	116.43	4.37	2.423	

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งในช่วงอินีลัสติกโดยอาศัยทฤษฎี กรณีตัวอย่างหนา 1.8 ซม. (R2)

$X_0$ (ซม.)	$X_1$ (ซม.)	โมเมนต์ (M) (กก.-ซม.)	น้ำหนักบรรทุก (P) (กก.)	$I_e$ (ซม. <sup>4</sup> )	ระยะโก่ง ( $\Delta$ ) (ซม.)	หมายเหตุ
1.80	0.900	2386.58	123.27	29.16	0.384	$E = 23.2 \times 10^4$
1.70	0.897	2649.15	136.84	27.92	0.446	
1.60	0.889	2916.39	150.74	25.23	0.543	
1.50	0.875	3182.11	164.37	22.06	0.678	
1.40	0.856	3454.65	178.44	18.81	0.863	
1.30	0.831	3720.88	192.20	15.78	1.108	
1.20	0.800	3977.64	205.46	13.07	1.430	

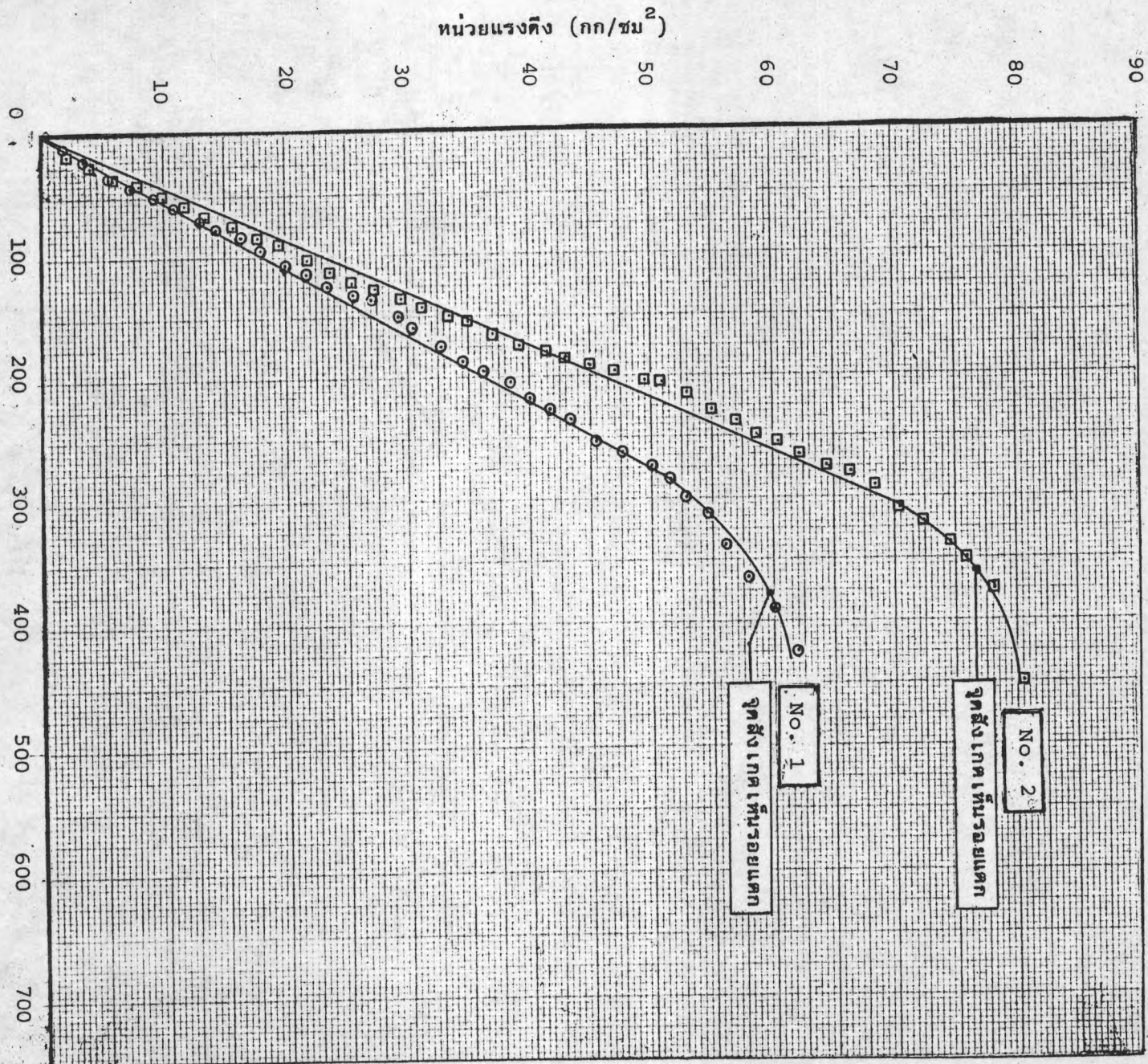


รูปที่ 4.2ก การทดลองแรงเฉือนคอนกรีตเสริมใยแก้ว



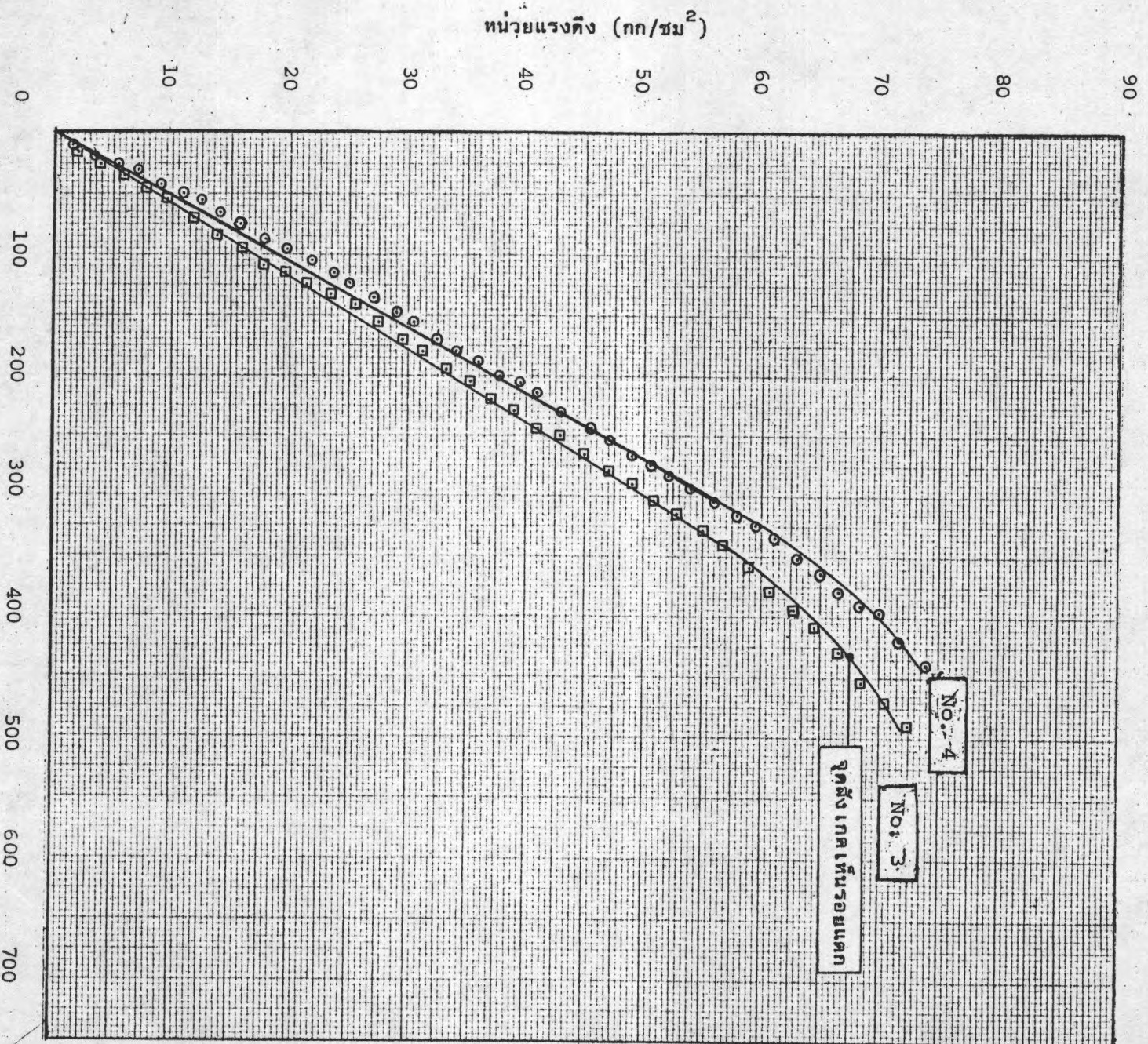
รูปที่ 4.2ข การทดลองแรงอัดคอนกรีต เสริมใยแก้ว





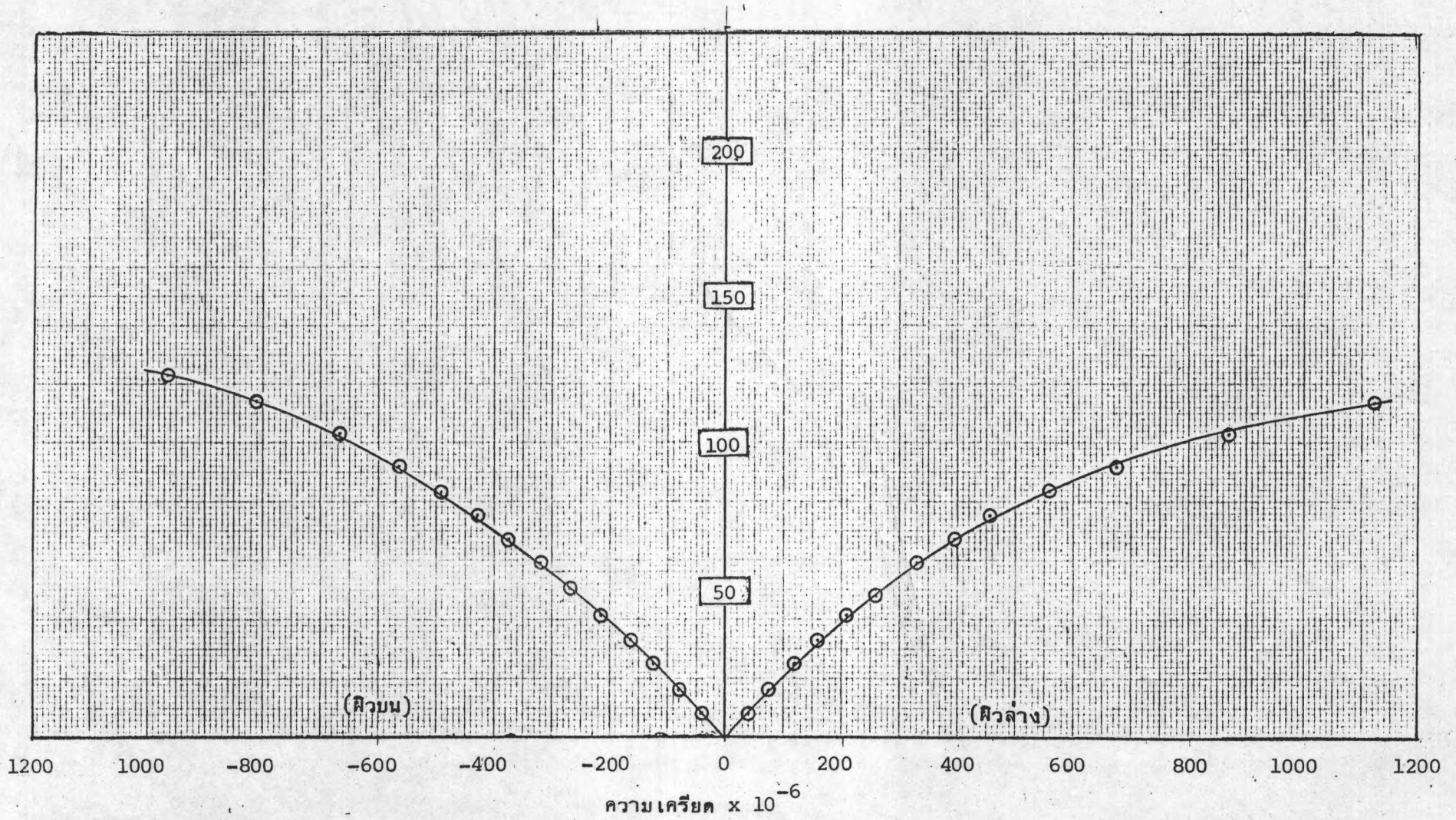
รูปที่ 4.3ก : การทดลองแรงดึงคอนกรีตเสริมใยแก้ว

ความลึก x 10<sup>-6</sup>

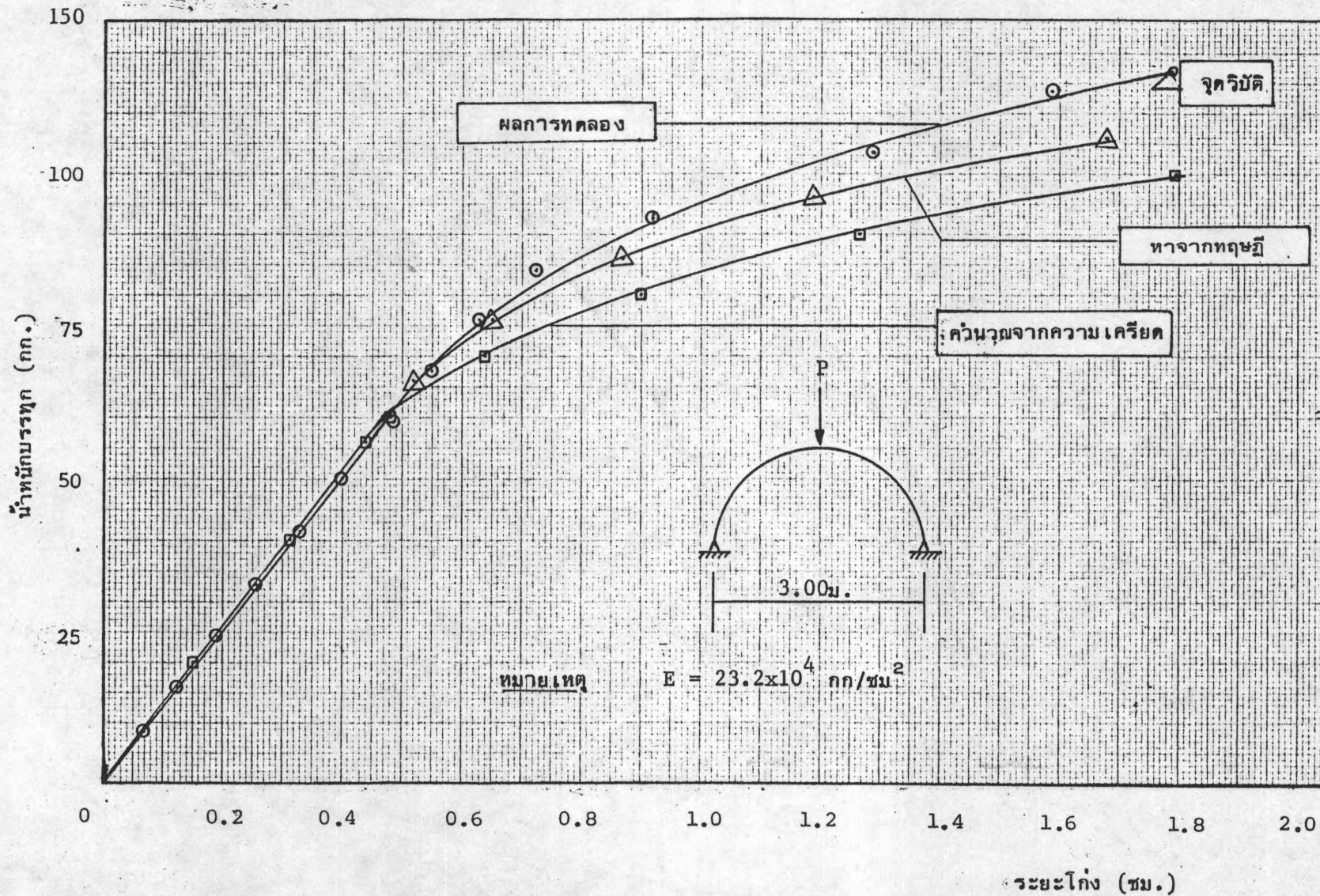


รูปที่ 4:3ข : การทดลองแรงตึงคอนกรีตเสริมใยแก้ว

น้ำหนักบรรทุก (กก.)

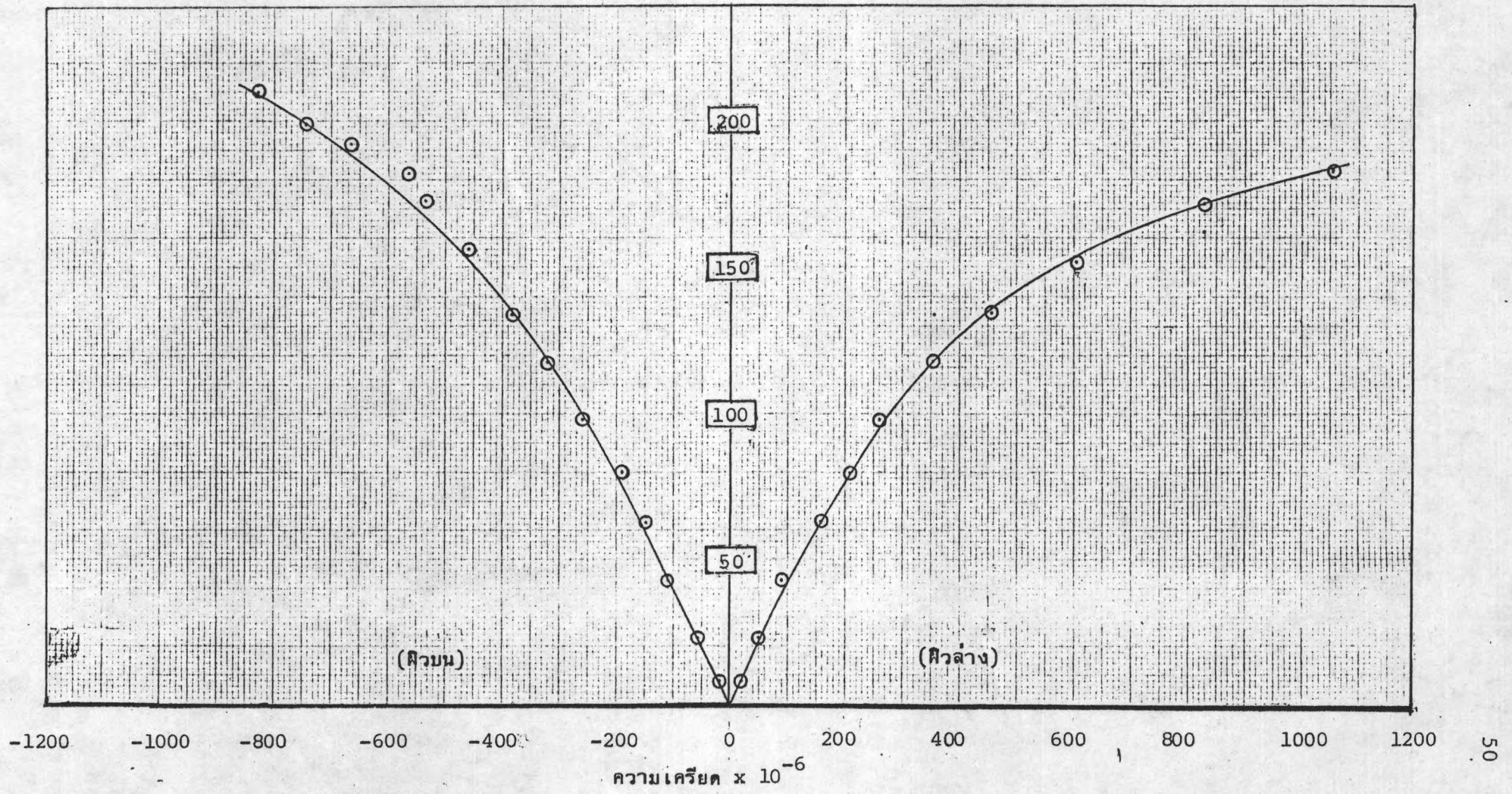


รูปที่ 4.4ก : ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเคี้ยวที่คิ้วบนและคิ้วล่างที่จุดกึ่งกลางของโครงหลังคา R1

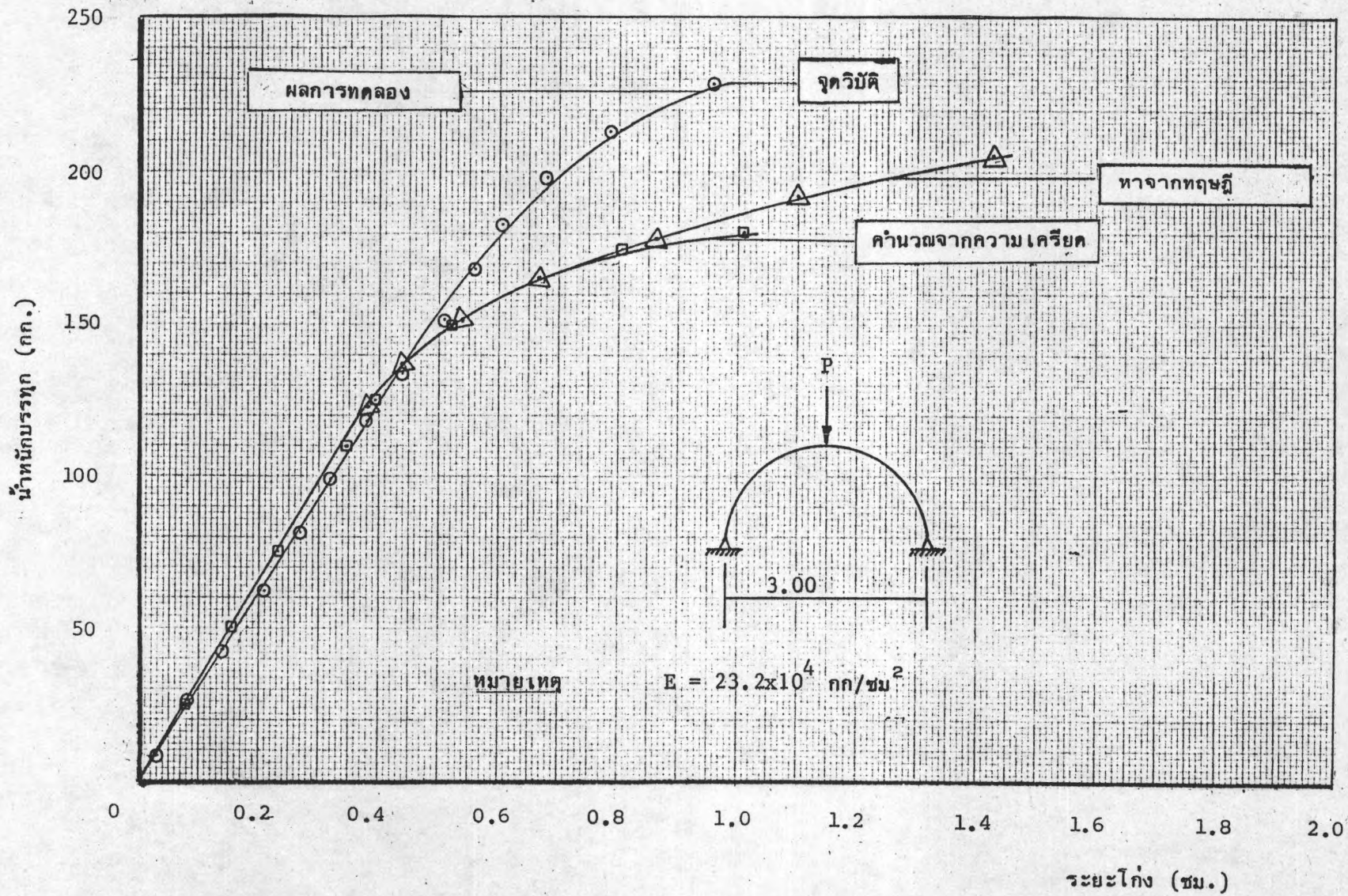


รูปที่ 4.4ข : ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งที่จุดกึ่งกลางของโครงหลังคา R1

น้ำหนักบรรทุก (กก.)

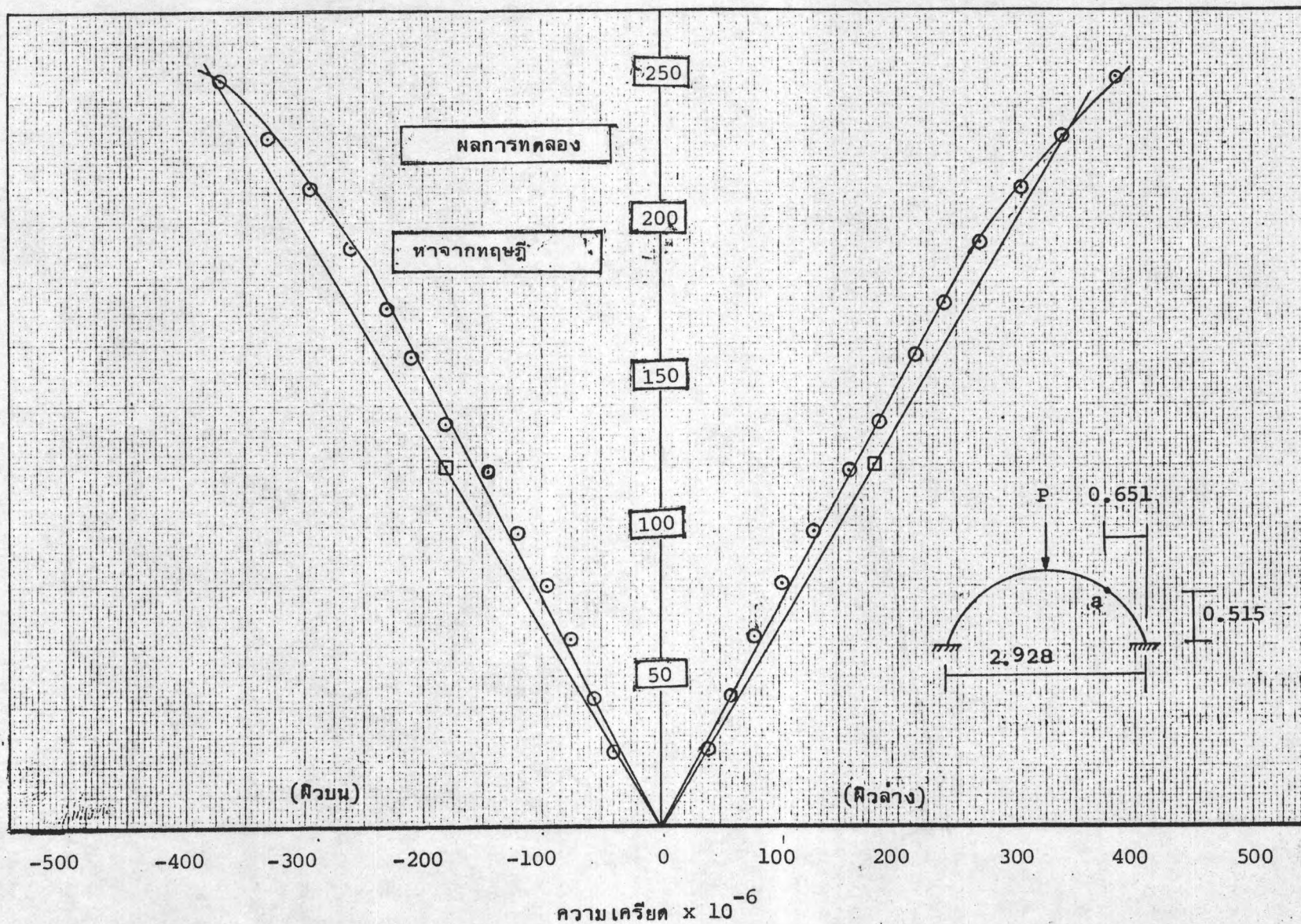


รูปที่ 4.5ก : ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเคียดที่ผิวบนและผิวล่างที่จุดกึ่งกลางของโครงห้ดงคา R2

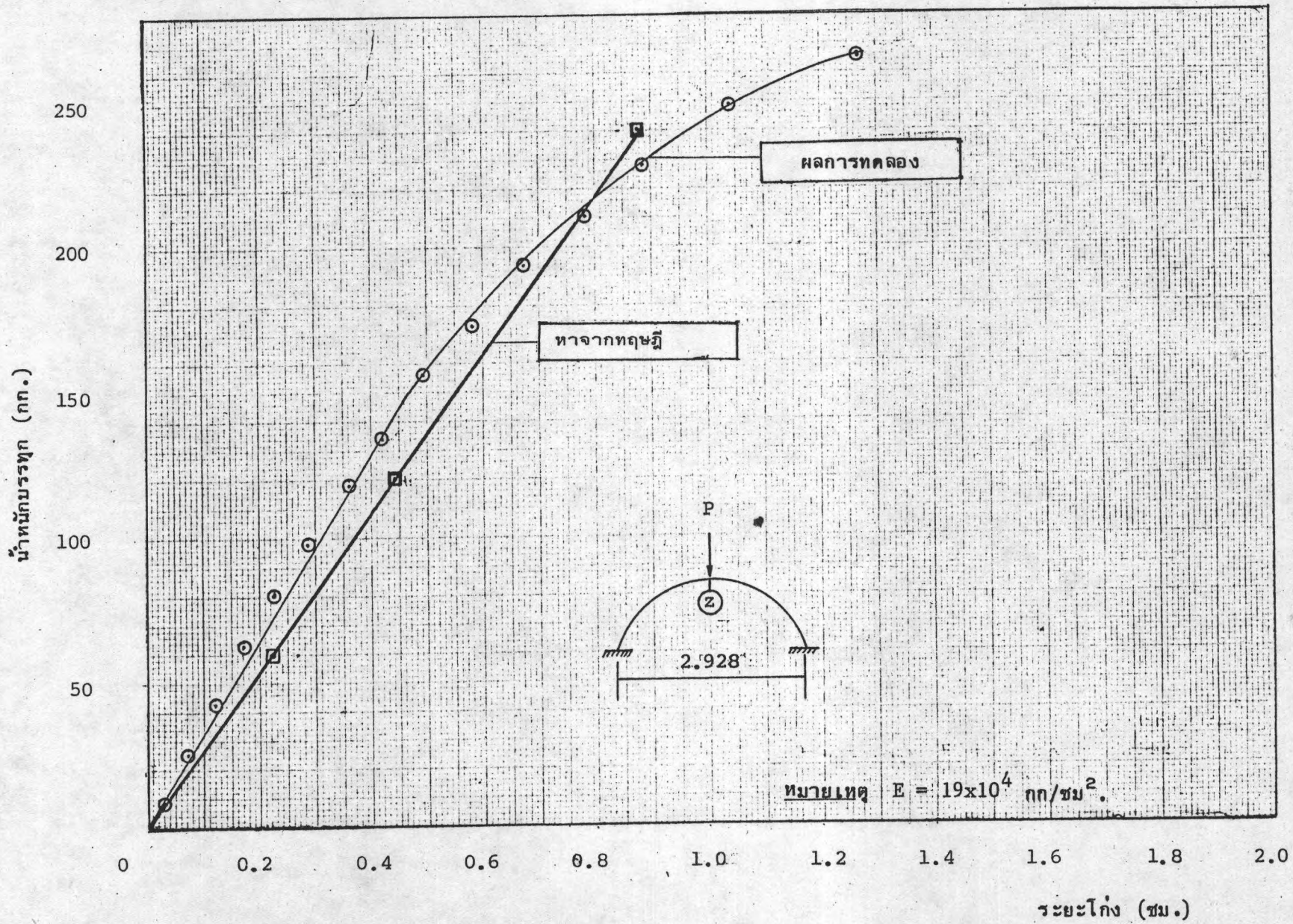


รูปที่ 4.5ข: ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวมบรรทุกกับระยะโค้งที่จุดกึ่งกลางของโครงหลังคา R2

น้ำหนักบรรทุก (กก.)

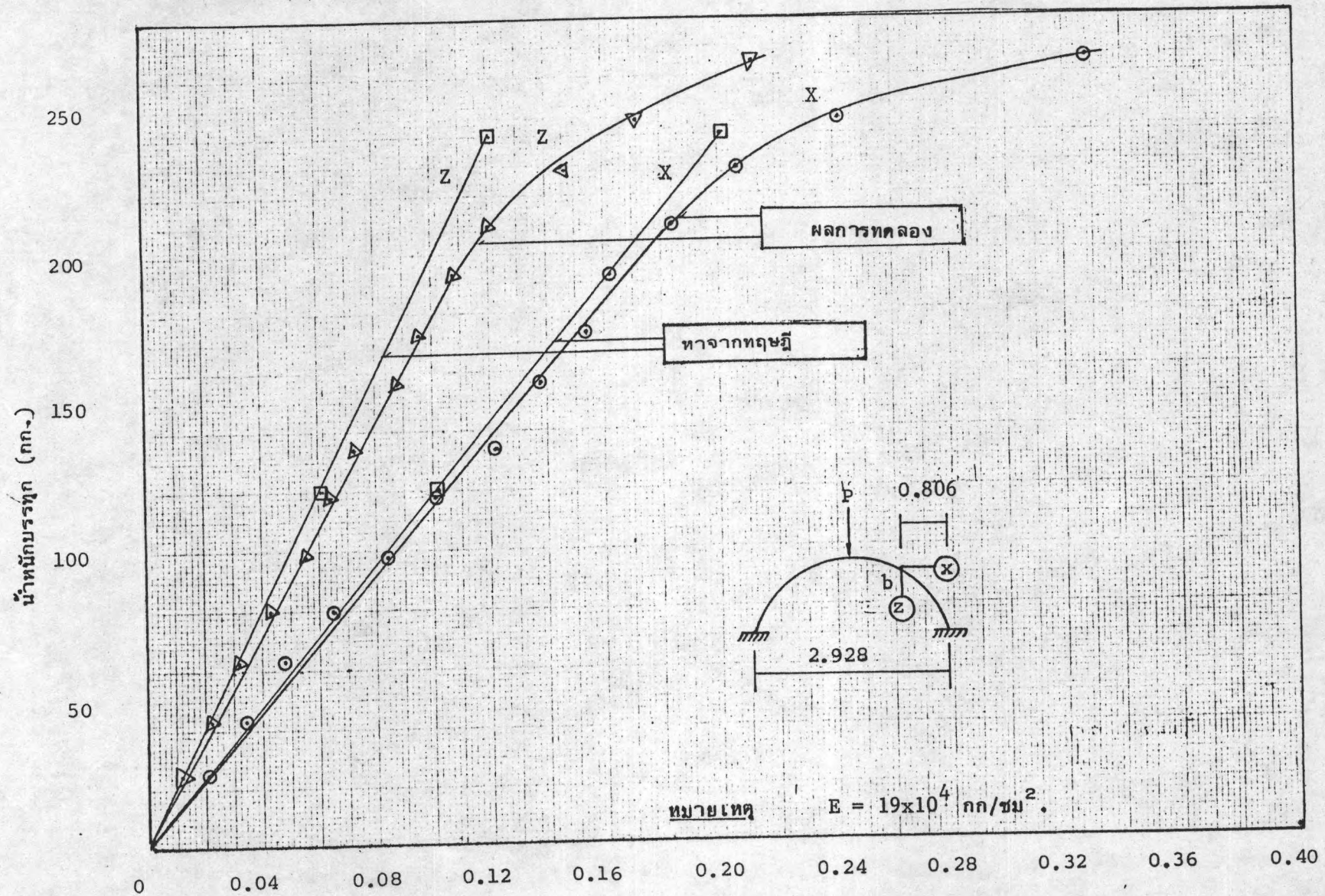


รูปที่ 4.6ก ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก กับความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างของโครงหลังคา R3. ตรงจุด a



รูปที่ 4.6บ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโค้งที่จุดกึ่งกลางของโครงหลังคา R3





รูปที่ 4.6ค ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุกับระยะโค้งของโครงหลังคา R3 . ตรงจุด b ระยะโค้ง (ซม.)