หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การจัดเตรียมตัวอย่าง กรรมวิธีการทดลองและผลการทดลองหาพฤติกรรมคอนกรีตเสริมใยแก้ว

3.1 การจัดเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 วัสดุที่ใช้เตรียมตัวอย่าง

ซีเมนต์ ใช้ซีเมนต์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement, Type I) ตราช้าง

ทราย ใช้ทรายขนาดต่ำกว่า 1 มม.

น้ำ ใช้น้ำประปา

ใยแก้ว ใช้ใยแก้วชนิดที่ทนต่อด่าง ความยาวที่ใช้ 3.5 ซม.

3.1.2 อัตราส่วนผสมที่ใช้เตรียมตัวอย่าง(1)

ทราย : ซีเมนต์	=	1:3	โดยน้ำหนัก
น้ำ : ซีเมนต์	=	0.35	โดยน้ำหนัก
ใยแก้ว	=	5 %	โดยน้ำหนักของส่วนผสมรวม

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง

1. ต้นแบบ
2. เครื่องพ่นใยแก้ว ทรายและซีเมนต์
3. ลูกกลิ้ง
4. เกรียงเหล็ก
5. แท่งเหล็กใช้ตรวจสอบความหนา
6. ตาชั่งและหลอดแก้วตวง

3.1.4 กรรมวิธีการทำแบบตัวอย่างที่จะทดสอบ

1. ทำการจัดวางต้นแบบให้อยู่ในลักษณะที่มั่นคง

2. ทำการชั่งและตวงวัดปริมาณวัสดุที่จะใช้ คือ ซีเมนต์ ทราย น้ำและใยแก้วในอัตราส่วนที่ต้องการ
3. เทซีเมนต์ ทรายและน้ำที่เตรียมไว้ลงในเครื่องพ่นซึ่งภายในมีใบพัดตีคลุกเคล้าให้ ซีเมนต์ ทรายและน้ำเข้ากัน แล้วพ่นออกมาทางหัวพ่น ส่วนใยแก้วก็จะออกมาจากหัวบนอีกหัวพ่นหนึ่ง โดยที่ใยแก้วก่อนใส่เข้าที่พ่นมีลักษณะเป็นเส้นยาวเป็นม้วน แต่เมื่อพ่นออกมาทางหัวพ่นจะถูกใบพัดมีดที่หัวพ่นตัดเป็นท่อน ๆ ยาวท่อนละ 3.5 ซม. พ่นออกมาในอัตราส่วนที่ต้องการ ดูรูปที่ 3.1 ประกอบ
4. ทำการพ่น ซีเมนต์ ทราย น้ำและใยแก้วลงบนต้นแบบ แล้วทำการบดอัดด้วยลูกกลิ้งตลอดเวลา ใช้แท่งเหล็กจิ้มวัดความหนาให้ได้ประมาณ 5 มม. ก่อนที่จะทำการพ่นทับต่อไป โดยทำเช่นนี้ทุก ๆ ชั้นความหนา 5 มม. จนกว่าจะได้ความหนาเท่าที่ต้องการ แล้วตกแต่งผิวให้เรียบด้วยลูกกลิ้งเหล็ก ดูรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4 ประกอบ
5. ทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน แล้วจึงทำการถอดแบบ
6. นำตัวอย่างที่ได้ไป บ่มในห้องควบคุมความชื้น 7 วัน แล้วบ่มต่อในที่ร่ม 10 วัน

3.1.5 ขนาดตัวอย่างที่จัดเตรียม

1. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแรงอัด ทำการพ่นคอนกรีตเสริมใยแก้วลงบนแผ่นเหล็กเรียบ ขนาดกว้าง 30x30 ซม. จนได้ความหนา 5 ซม. จากนั้นทำการบ่มแล้วเก็บตัวอย่างได้ 28 วัน แล้วทำการตัดคอนกรีตเพื่อให้ได้ลักษณะลูกบาศก์สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 5x5x5 ซม. โดยลูกบาศก์ที่ตัดออกมานี้ให้อยู่เลยขอบนอกของแผ่นคอนกรีตเสริมใยแก้วเข้าไปไม่น้อยกว่า 10 ซม. ทั้งนี้เพราะตรงบริเวณขอบของตัวอย่างที่ทำเวลาพ่นจะมีการกระจายตัวของใยแก้วไม่สม่ำเสมอ ดูรูปที่ 3.5 ประกอบ
2. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแรงดึง ทำการพ่นคอนกรีตเสริมใยแก้วลงบนแผ่นเหล็กเรียบขนาดใหญ่พอประมาณ จนได้ความหนา 1 ซม. จากนั้นทำการบ่มและเก็บตัวอย่างไว้ 28 วัน แล้วนำมาตัดขนาดตามรูปที่ 3.6

3. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองพฤติกรรมของแผ่นหลังคา เปลือกบาง รูปทรงกระบอกทำด้วยคอนกรีต เสริมใยแก้ว ทำ เป็นลักษณะทรงกลม โค้งโดยให้การจัดเรียงตัวของใยแก้วอยู่ในระนาบ เดียวกับความโค้ง ของตัวอย่างที่จัดเตรียม มีรัศมีความโค้ง 1.88 เมตร โดยสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างปลายที่ฐานรองรับมีค่า 3.00 เมตร และความกว้าง มีค่า 0.60 เมตร ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.7

3.2 <u>กรรมวิธีการทดลองหาพฤติกรรมของคอนกรีต เสริมใยแก้ว</u>

3.2.1 การทดลองแรงอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เสริมใยแก้ว

ในการทดลองแรงอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เสริมใยแก้วนั้น ทำโดย นำตัวอย่างคอนกรีต เสริมใยแก้วที่มีลักษณะ เป็นลูกบาศก์สี่ เหลี่ยมขนาด 5X5X5 ซม. มาติด เกจวัด ความ เครียดที่ผิวทางด้านข้าง ในแนวที่ความยาวของ เกจวัดอยู่ในแนวขนานกับการ เรียงตัว ของใยแก้ว แล้วต่อสายไฟของ เกจวัดความ เครียด เข้ากับ เครื่องวัดความ เครียด จากนั้น ก็นำตัวอย่างที่จะทดลอง ไปวางในตำแหน่งที่จะทำการกดของ เครื่องทดสอบแรงอัด โดยให้ แนวการ เรียงตัวของใยแก้วอยู่ในแนว เดียวกันกับแนวที่น้ำหนักกดกระทำ ทำการปรับ เครื่อง วัดความ เครียดให้อ่านค่าศูนย์ แล้วจึงทำการ เพิ่มแรงอัดโดยทำการ เพิ่มแรงอัดขึ้นครั้งละ 250 กก. และอ่านค่าความ เครียดจาก เครื่องวัดความ เครียดก่อนทุก ๆ ครั้งที่จะทำการ เพิ่ม น้ำหนักแรงอัดต่อไป ทำการทดลองโดย เพิ่มแรงอัดขึ้น เรื่อย ๆ จนถึงจุดวิบัติจึงหยุดการทด ลอง

3.2.2 การทดลองแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เสริมใยแก้ว

ในการทดลองแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เสริมใยแก้วนั้น ทำ โดยนำตัวอย่างคอนกรีต เสริมใยแก้วที่จะทำการทดลอง ซึ่งมีลักษณะและขนาดดังแสดงในรูป ที่ 3.6 มาติด เกจวัดความ เครียดที่ผิวด้านข้าง ในแนวที่ความยาวของ เกจวัดอยู่ในแนวขนาน กับการ เรียงตัวของใยแก้ว แล้วต่อสาย ไฟของ เกจวัดความ เครียด เข้ากับ เครื่องวัดความ เครียด จากนั้นก็นำตัวอย่างไปวาง ในตำแหน่งที่จะทำการดึงของ เครื่องทดลองแรงดึง โดยให้แนวการ เรียงตัวของใยแก้วอยู่ในแนว เดียวกับแนวแรงดึงของ เครื่องดึง ทำการปรับ

เครื่องวัดความเครียดให้อ่านค่าศูนย์ แล้วจึงเริ่มทำการทดลองเพิ่มแรงดึงโดยเพิ่มแรงดึงขึ้นครั้งละประมาณ 10 กก. และอ่านค่าความเครียดจากเครื่องวัดความเครียดก่อนทุก ๆ ครั้งที่จะทำการเพิ่มน้ำหนักแรงดึงต่อ ทำการทดลองโดยเพิ่มแรงดึงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดวิบัติจึงหยุดทำการทดลอง

3.2.3 การทดลองหาพฤติกรรมแผ่นหลังคาอาร์ชบางโค้งรูปทรงกระบอก

การทดลองหาพฤติกรรมของแผ่นหลังคาอาร์ชบางโค้งรูปทรงกระบอกทำด้วยคอนกรีตเสริมใยแก้ว จะทำการทดลองในลักษณะวางคว่ำโดยให้ปลายทั้งสองมีลักษณะเป็นจุดหมุน วางห่างกัน 3.00 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 หรือให้ปลายทั้งสองมีลักษณะยึดแน่นวางห่างกัน 2.928 เมตร ทำการติดเกจวัดความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างตรงบริเวณที่ต้องการทราบค่าความเครียดของโครงหลังคา โดยให้ความยาวของเจวัดความเครียดอยู่ในแนวเดียวกับความยาวของโครงแผ่นหลังคาและติดอยู่ในระนาบเดียวกับการกระจายตัวของใยแก้ว ต่อสายไฟของเกจวัดความเครียดเข้ากับเครื่องวัดความเครียด ปรับให้เครื่องวัดความเครียดอ่านค่าศูนย์ ทำการติดตั้งเกจวัดการเคลื่อนตัวเพื่อวัดการเคลื่อนตัวในแนวที่ต้องการตรงบริเวณแนวจุดกึ่งกลางของความกว้างของโครงหลังคาตามตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าการเคลื่อนตัวของโครงแผ่นหลังคา เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจึงทำการทดลองโดยนำแผ่นรองรับ แม่แรงและแหวนวัดน้ำน้ำหนัก (Proving Ring) ซึ่งทำการชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาวางลงบนโครงแผ่นหลังคาตรงแนวกึ่งกลางระหว่างฐานรองรับ โดยให้น้ำหนักบรรทุกกระทำเฉลี่ยเป็นแนวตามยาวตลอดความกว้างของโครงแผ่นหลังคา ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.10 ทำการอ่านค่าความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างของโครงหลังคาจากเครื่องวัดความเครียดรวมทั้งค่าวัดระยะการโก่งตัวจากเกจวัดการเคลื่อนตัวด้วย จากนั้นจึงเริ่มทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกให้มากขึ้นโดยใช้แม่แรงทำการเพิ่มน้ำหนักขึ้นครั้งละที่เข็มของแหวนวัดน้ำหนัก อ่านค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 8.5 กก. และอ่านค่าความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างจากเครื่องวัดความเครียดรวมทั้งอ่านค่าระยะการโก่งตัวจากเกจวัดการเคลื่อนตัวด้วยทุก ๆ ครั้งก่อนที่จะทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดวิบัติจึงหยุดทำการทดลอง

3.3 ผลการทดลองหาพฤติกรรมของคอนกรีตเสริมใยแก้ว

3.3.1 ผลการทดลองแรงอัดและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเสริมใยแก้ว

จากการทดลองแรงอัดของคอนกรีตเสริมใยแก้วจำนวน 6 ตัวอย่าง ปรากฏว่าได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและความเครียดดังแสดงในรูปที่ 4.2ก และ 4.2ข โดยได้ค่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตเสริมใยแก้วโดยเฉลี่ย 342.73 กก./ซม.^{2} และค่าเฉลี่ยโมดูลัสยืดหยุ่นโดยเฉลี่ย 22.5×10^4 กก./ซม.^{2} โดยมีลักษณะการวิบัติและรายละเอียดดังตารางที่ 1

3.3.2 ผลการทดลองแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเสริมใยแก้ว

จากการทดลองแรงดึงของคอนกรีตเสริมใยแก้วจำนวน 4 ตัวอย่าง ปรากฏว่าได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงและความเครียดดังแสดงในรูปที่ 4.3ก และ 4.3ข โดยได้ค่าหน่วยแรงดึงประลัยของคอนกรีตเสริมใยแก้วโดยเฉลี่ย 75.28 กก./ซม.^{2} และค่าโมดูลัสยืดหยุ่นโดยเฉลี่ย 19.15×10^4 กก./ซม.^{2} โดยมีลักษณะการวิบัติและรายละเอียดดังตารางที่ 2

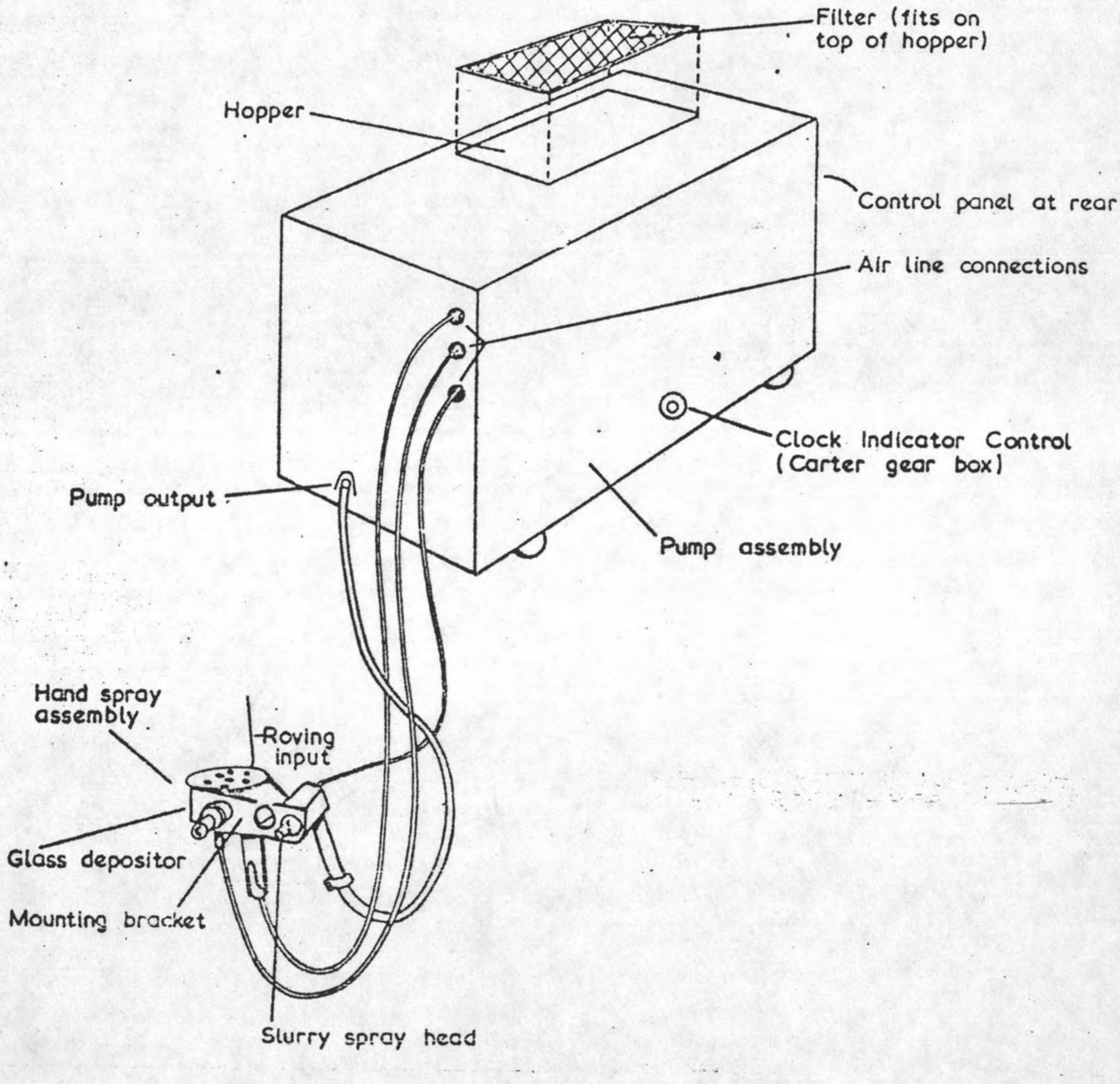
3.3.3 ผลการทดลองหาพฤติกรรมแผ่นหลังคาเปลือกบางรูปทรงกระบอก

จากผลการทดลองหาพฤติกรรมแผ่นหลังคาเปลือกบางรูปทรงกระบอกทำด้วยคอนกรีตเสริมใยแก้วจำนวน 3 ตัวอย่างทดสอบ R1, R2 และ R3

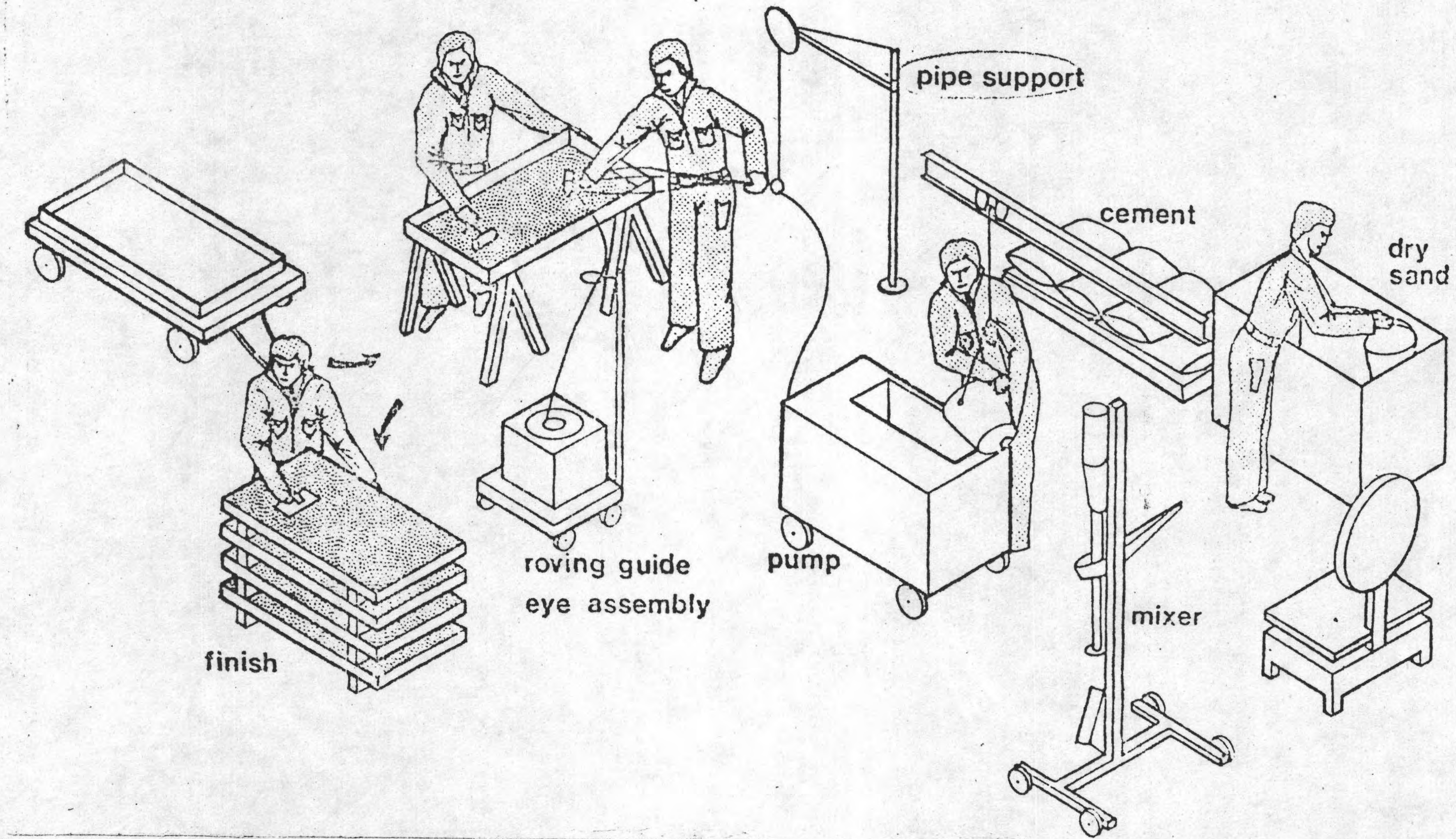
ตัวอย่างทดสอบ R1 มีลักษณะความกว้าง 0.60 เมตร ความหนา 1.32 ซม.ที่ปลายทั้งสองมีจุดรองรับเป็นแบบจุดหมุนวางห่างกัน 3.00 เมตร ปรากฏว่าสามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างตรงแนวกึ่งกลางของโครงแผ่นหลังคาที่ทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.4ก หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งตัวในแนวดิ่งตรงแนวกึ่งกลางของโครงแผ่นหลังคาที่ทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.4ข นอกจากนี้ยังพบว่ารอยแตกร้าวทางผิวด้านล่างตรงบริเวณกึ่งกลางของช่วงฐานรากหรือจุดที่น้ำหนักบรรทุกกระทำเริ่มแตกร้าวเมื่อน้ำหนักบรรทุก 87 กก. และรอยแตกร้าวค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดวิบัติเมื่อน้ำหนักบรรทุก 136 กก.

ตัวอย่างทดสอบR2มีลักษณะความกว้าง 0.60 เมตร ความหนา 1.80 ซม. ที่ปลายทั้งสองมีจุดรองรับเป็นแบบจุดหมุนวางห่างกัน 3.00 เมตร ปรากฏว่าสามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างตรงแนวกึ่งกลางของโครงแผ่นหลังคาที่ทดลอง ดังแสดงในรูปที่4.5ก หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งตัวในแนวดิ่งตรงแนวกึ่งกลางของโครงแผ่นหลังคาที่ทดลอง ดังแสดงในรูปที่4.5ข นอกจากนี้ยังพบว่ารอยแตกร้าวทางผิวด้านล่างตรงบริเวณกึ่งกลางช่วงฐานหรือจุดที่น้ำหนักบรรทุกกระทำเริ่มแตกร้าว เมื่อน้ำหนักบรรทุก 158 กก. และรอยแตกร้าวค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดวิบัติเมื่อน้ำหนักบรรทุก 228.5 กก.

ตัวอย่างทดสอบ R3 มีลักษณะความกว้าง 0.60เมตรความหนา 1.50 ซม. ที่ปลายทั้งสองมีจุดรองรับเป็นแบบจุดยึดแน่นวางห่างกัน 2.928 เมตร ปรากฏว่าสามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดที่ผิวบนและผิวล่างตรงจุดกึ่งกลางของความกว้างซึ่งห่างจากจุดยึดแน่นตามแนวแกน x มีค่า 0.651 เมตรดังแสดงในรูปที่ 4.6ก หาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งตัวในแนวดิ่งตรงแนวกึ่งกลางของแผ่นหลังคาที่ทดสอง ดังแสดงในรูปที่ 4.6ข และหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับระยะโก่งตัวตามแนวแกน x และ z ตรงจุดกึ่งกลางของความกว้างซึ่งห่างจากจุดยึดแน่นตามแนวแกน x มีค่า 0.806 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.6ค



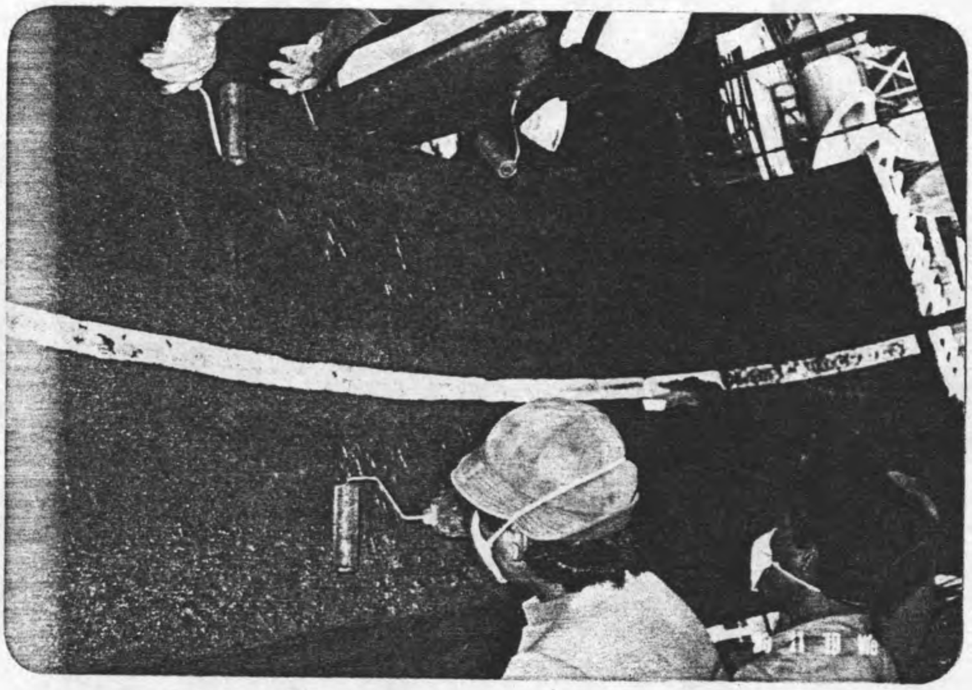
รูปที่ 3.1 เครื่องพ่นคอนกรีตเสริมใยแก้ว



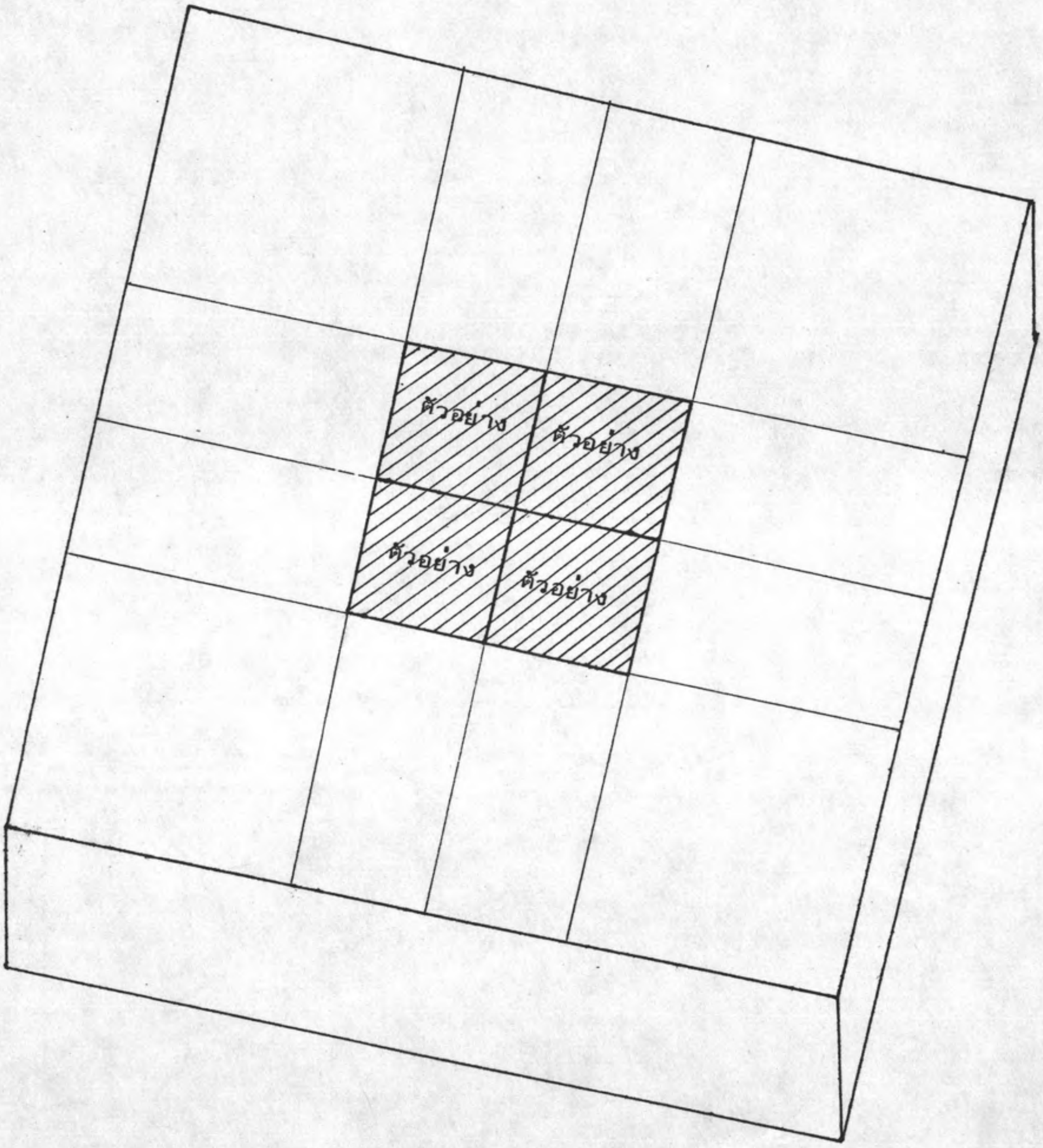
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตคอนกรีตเสริมใยแก้ว

รูปที่ 3.3 การพ่นคอนกรีตเสริมใยแก้วลงบนต้นแบบ

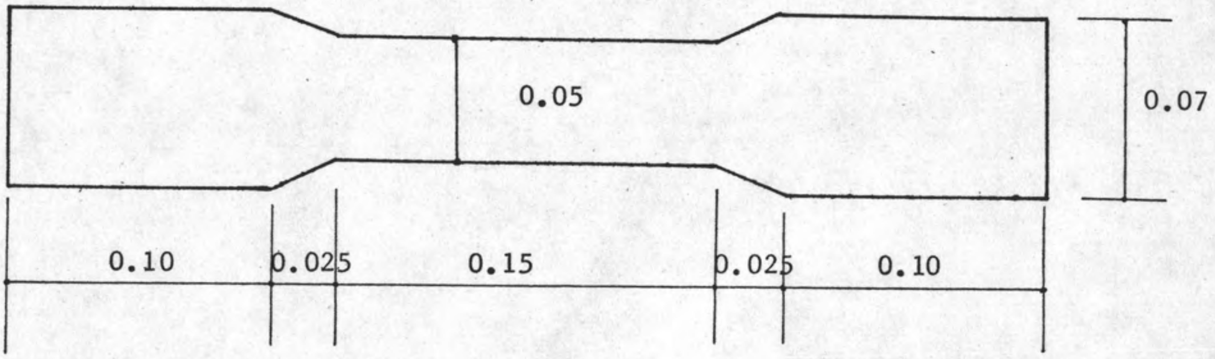
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



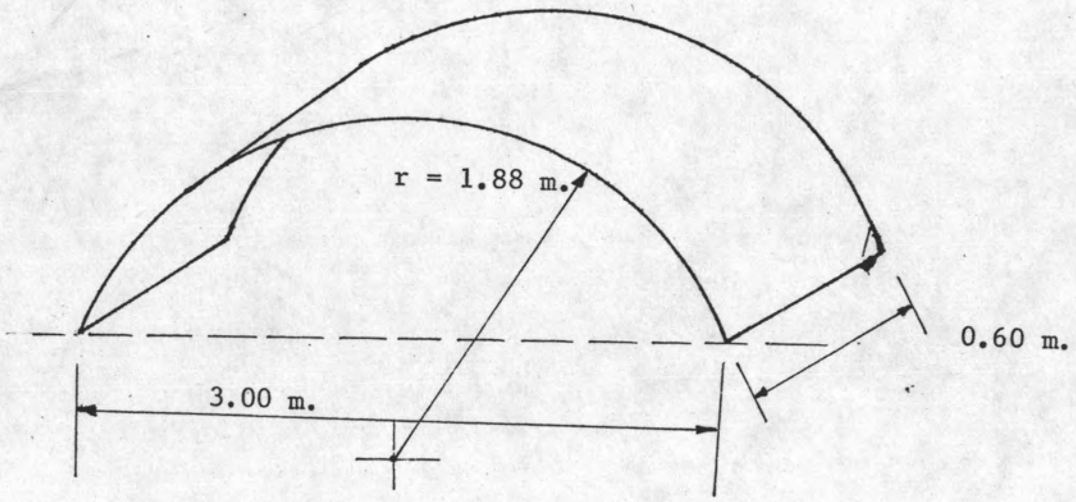
รูปที่ 3.4 การบดอัดคอนกรีตเสริมใยแก้วด้วยลูกกลิ้ง



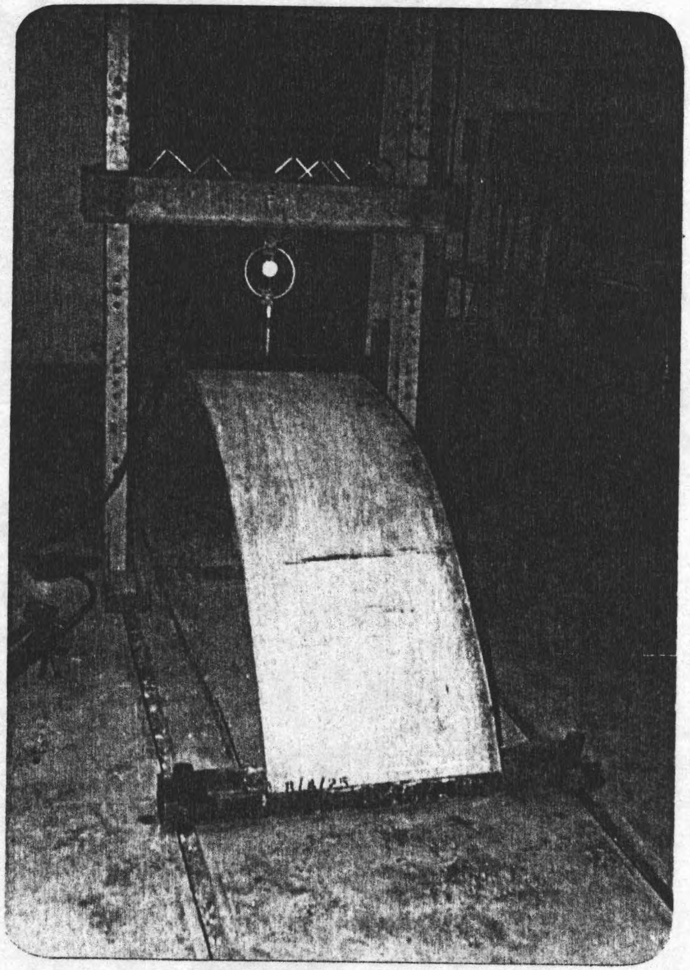
รูปที่ 3.5 แสดงการตัดตัวอย่างที่จะทำการทดลองแรงอัด



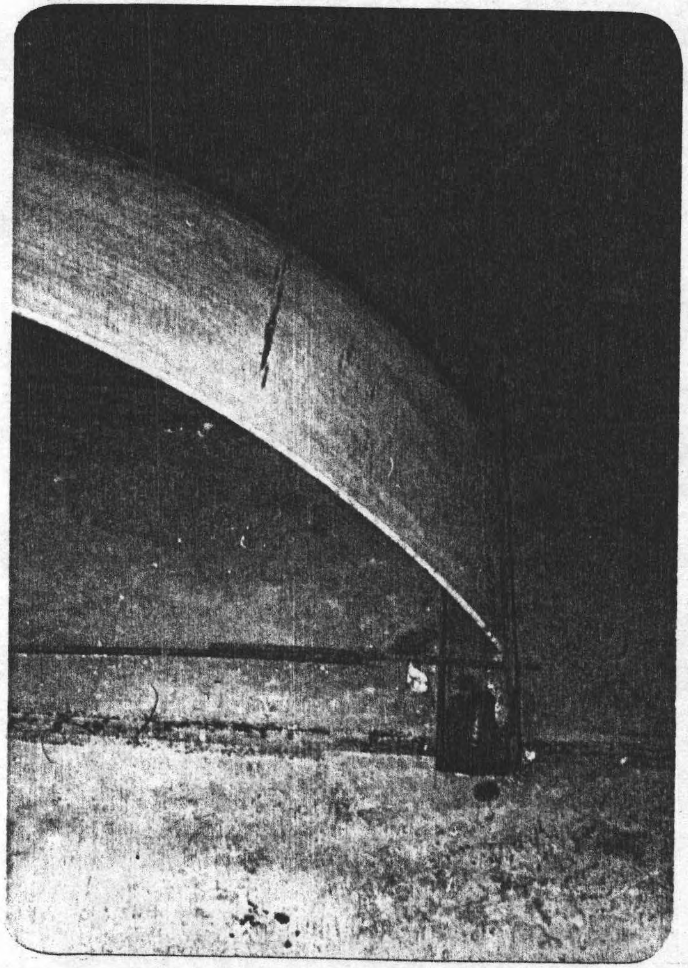
รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างสำหรับทดลองแรงดึง



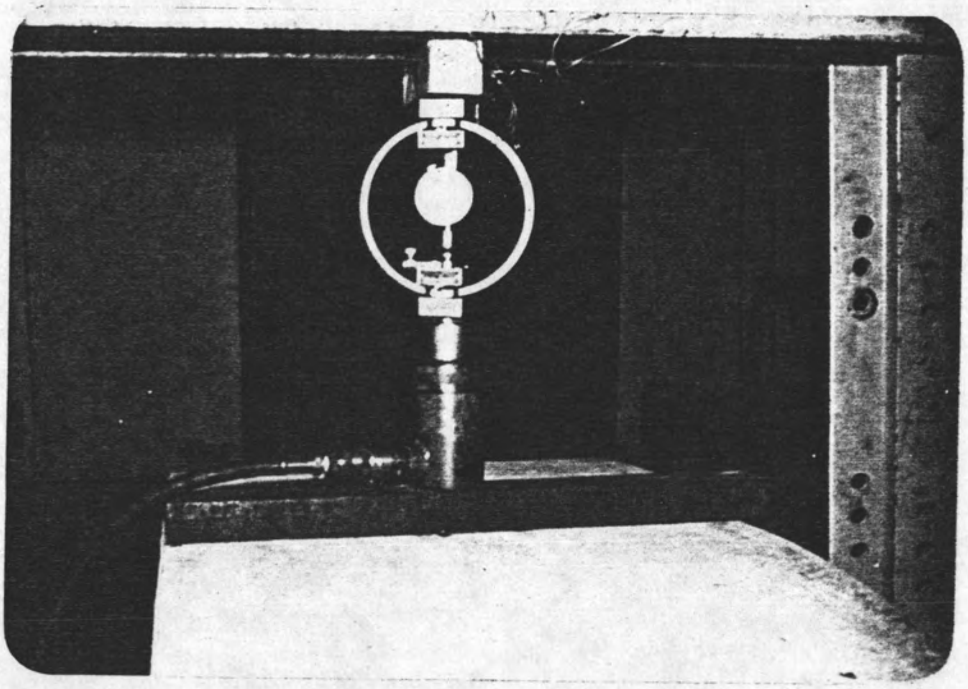
รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างแผ่นหลังคาเปลือกบางโค้งรูปทรงกระบอก



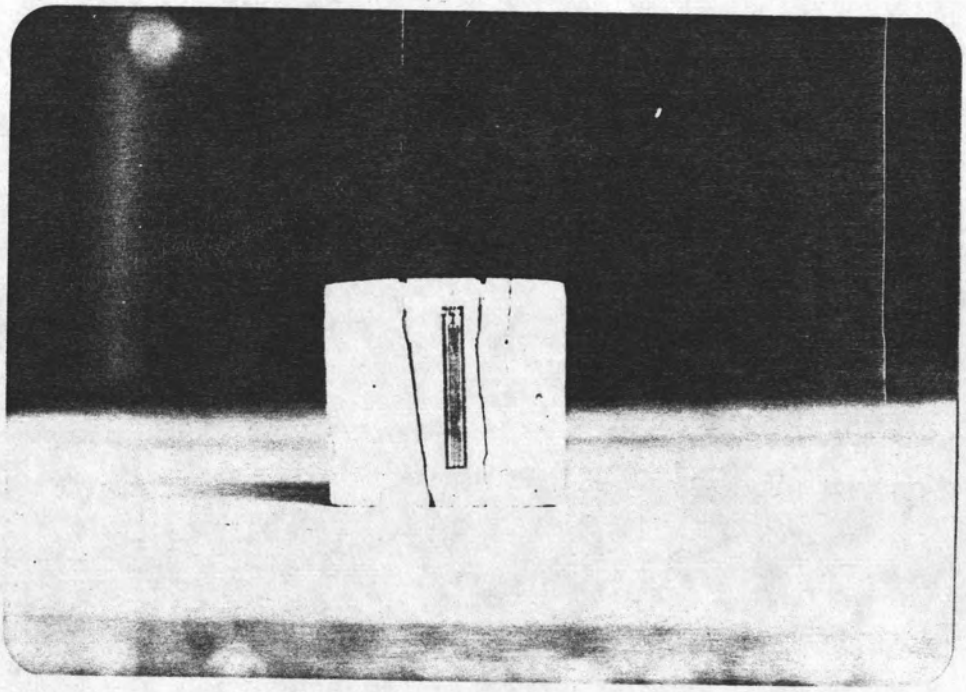
รูปที่ 3.8 การติดตั้งแผ่นหลังคาโค้งรูปทรงกระบอกเพื่อทดลอง



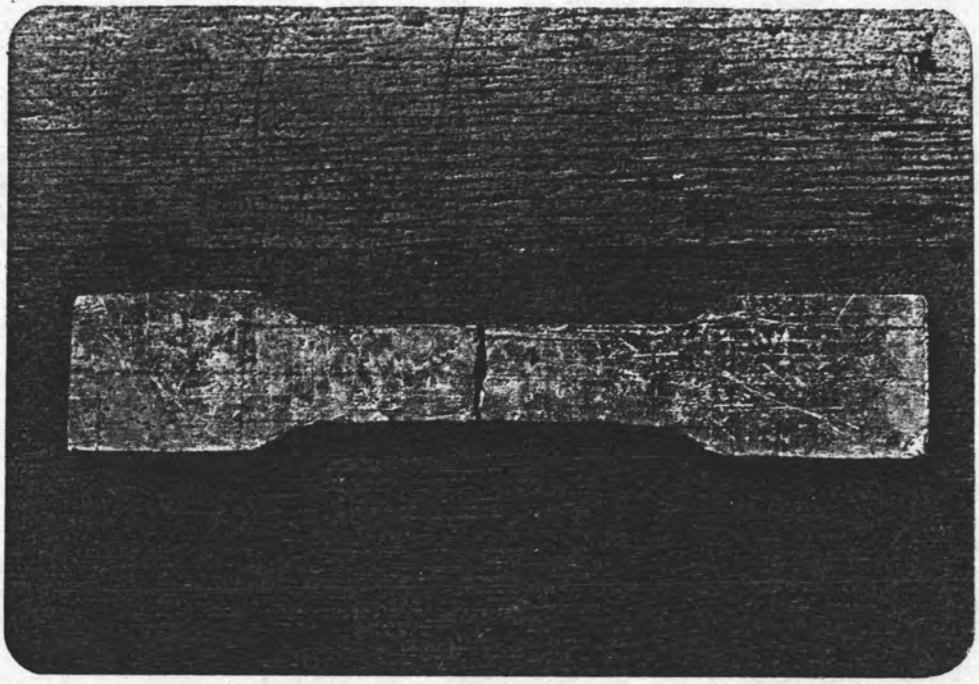
รูปที่ 3.9 แสดงฐานยึดลักษณะจุดหมุน



รูปที่ 3.10 แสดงการ เพิ่มน้ำหนักบรรทุกในการทดลองแผ่นหลังคาโค้งรูปทรงกระบอก

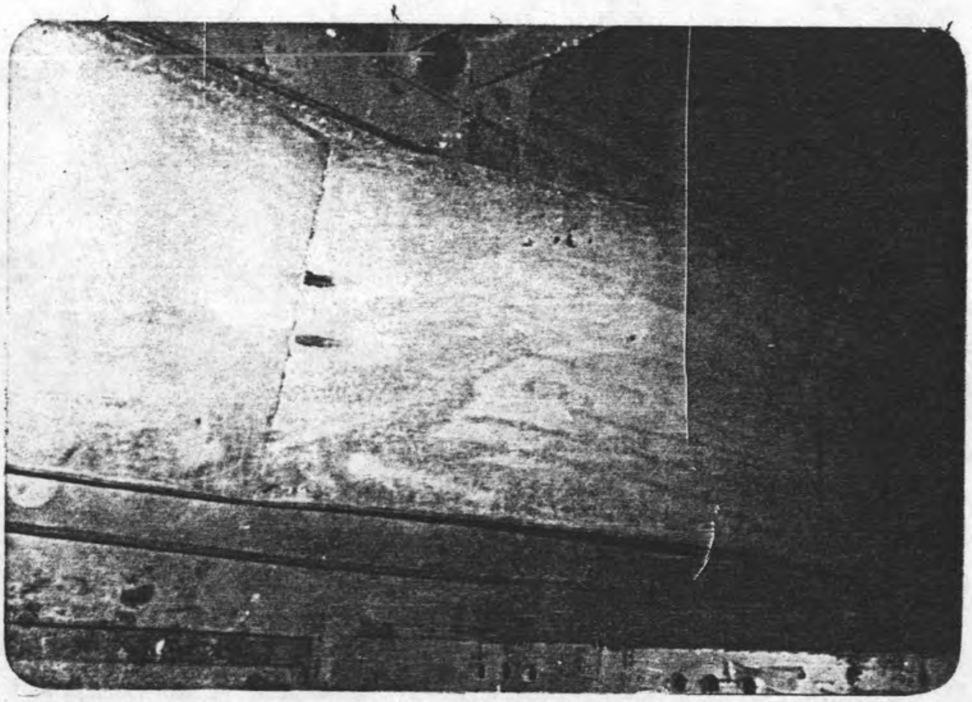


รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการพิบัติของการทดลองแรงอัด



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะการพิบัติของการทดลองแรงดึง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะการพิบัติของการทดลองแผ่นหลังคาโค้งรูปทรงกระบอก