

บทที่ 3

วัสดุและขั้นตอนการทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึง วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบหาค่าลังรับแรงดึงของมอร์ต้าซีเมนต์ที่ผสานเส้นใย และขั้นตอนการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดึงของคอนกรีตที่ผสาน

3.1 วัสดุที่ใช้สำหรับการทดสอบคอนกรีต

3.1.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ตราช้าง) ผลิตโดยบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 15-2532 น้ำหนัก/1 ถุง 50 กิโลกรัม โดยมีองค์ประกอบทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ [1]

| องค์ประกอบทางเคมี | ร้อยละโดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ |
|--|-------------------------------|
| CaO_2 | 60 - 67 |
| SiO_2 | 17 - 25 |
| Al_2O_3 | 3 - 8 |
| Fe_2O_3 | 0.5 - 6.0 |
| MgO | 0.1 - 5.5 |
| $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ | 0.5 - 1.3 |
| TiO_2 | 0.1 - 0.4 |
| P_2O_5 | 0.1 - 0.2 |
| SO_3 | 1 - 3 |

โดยปูนซีเมนต์นี้ ถูกจัดเก็บไว้ในถังพลาสติก เพื่อป้องกันความชื้น ซึ่งจะทำให้ปูนซีเมนต์แข็งและเกะกะตัวกันเป็นก้อน

3.1.2 หิน

หินที่ใช้ในการทดสอบ คือ หินปูน (Limestone) ดังแสดงในรูปที่ 3.1 มีแหล่งผลิตอยู่ที่จังหวัด กำแพงเพชร ขนาดโต๊ะของหินที่ใช้เท่ากับ 9.5 ม.ม. มีค่าความแข็งแรง ประมาณ 50-105 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าด้านหนานความสึกกร่อน ประมาณ 20 - 37% [1]

ในการเตรียมหินที่จะใช้ในการทดสอบ จะเริ่มจากการร่อนหินผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8 นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร) จากนั้น นำหินที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8 นิ้วและค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) มาถ้างด้วยน้ำสะอาด โดยถังเก็บจากสีของน้ำที่ใช้ถ้างให้มีความใสพอดีควร นำหินที่ถ้าง เครื่องแล้วมาผึ่งเผาให้แห้งและเก็บไว้ในถังพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้น

3.1.3 ทราย

ทรายที่ใช้ในการทดสอบ คือ ทรายแม่น้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยมีแหล่งผลิตอยู่ที่ จังหวัด กำแพงเพชร

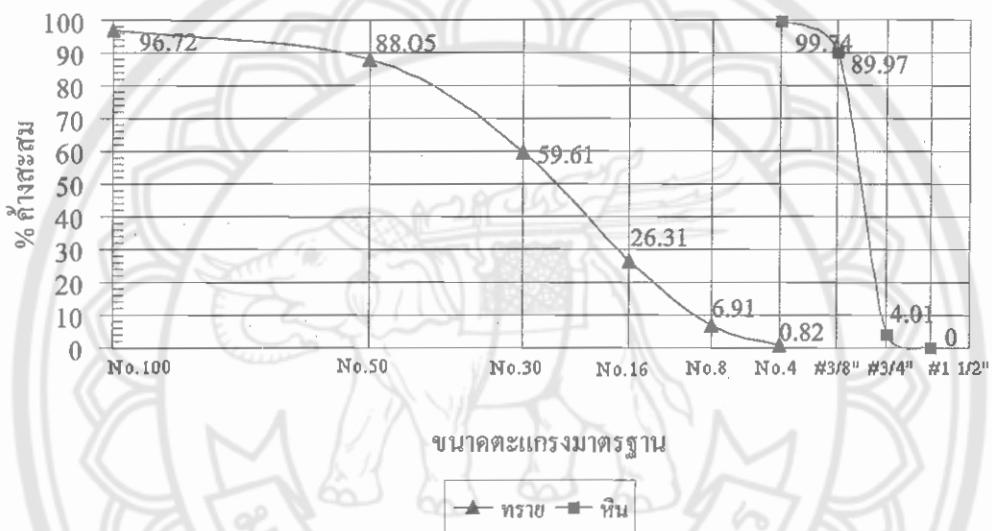


รูปที่ 3.1 หินและทรายที่ใช้ในการทดสอบ

โดยในการเตรียมทรายที่จะใช้ในการทดสอบ ทำการร่อนทรายโดยใช้ตะแกรงเบอร์ 20 (0.85 มิลลิเมตร) ร่อน นำทรายที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 40 (0.425 มิลลิเมตร) ที่จะใช้ในการทดสอบเก็บไว้ในถังพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้น

3.1.4 ขนาดค่าคงของมวลรวมที่ใช้ (Aggregate gradation)

ในการหาขนาดค่าคงของหินและทรายที่ใช้ในการศึกษา อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM C 136 และ ASTM C 33 ซึ่งเป็นการทดสอบที่เรียกว่า การวิเคราะห์หาส่วนขนาดค่าคงของมวลรวมด้วยตะแกรง (Gradation of Aggregates by Sieve Analysis) การทดสอบคำนวณการโดยร่อนหินหรือทราย ผ่านตะแกรงมาตรฐานที่มีลักษณะเป็นช่องเปิดสี่เหลี่ยม โดยใช้ตะแกรงมาตรฐานขนาด $1\frac{1}{2}$ " $3/4"$ $3/8"$ และเบอร์ 4 สำหรับการทดสอบหิน และใช้ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 8 16 30 50 และ 100 สำหรับการทดสอบทราย ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบได้ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงกราฟส่วนขนาดค่าคงของทรายและหิน

3.1.5 น้ำยาผสมคอนกรีต

จากการทดลองผสมคอนกรีตที่ผสมเส้นใยโพลิเอทิลีนในเบื้องต้น พบว่า คอนกรีตมีความเข็มเหลวจำนวนมาก ซึ่งสร้างปัญหาต่อการทำงานหรือการเทลงในแบบหล่อ ดังนั้น จึงทำให้ต้องมีการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทสารลดน้ำจามวนมาก (superplasticiser) ซึ่งสารผสมนี้ จะทำให้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตเพิ่มขึ้นในกรณีที่ใช้โดยไม่ทำการลดปริมาณน้ำในส่วนผสมลง โดยน้ำยาผสมคอนกรีตที่ใช้ในการศึกษากือ GLENIUM ACE 32 ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของ polycarboxylic ether (PCE) based สารผสมเพิ่มคังกล่าวที่เป็นผลิตภัณฑ์ บริษัท BASF (BASF (Thai) Limited)

สำหรับปริมาณน้ำยาที่ใช้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนผสม อันได้แก่ การส่งผลกระทบต่อการหน่วงการก่อตัวของคอนกรีต หรือก่อให้เกิดการแยกตัวของส่วนผสม จากการทดลองผสมพบว่าการใช้น้ำยา

ที่ปริมาณ 0.5% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบ จะได้ส่วนผสมคอนกรีตที่มีความเข้มเหลวพอเหมาะสม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้น้ำยาผสมคอนกรีตในปริมาณดังกล่าวนี้สำหรับทุกส่วนผสม



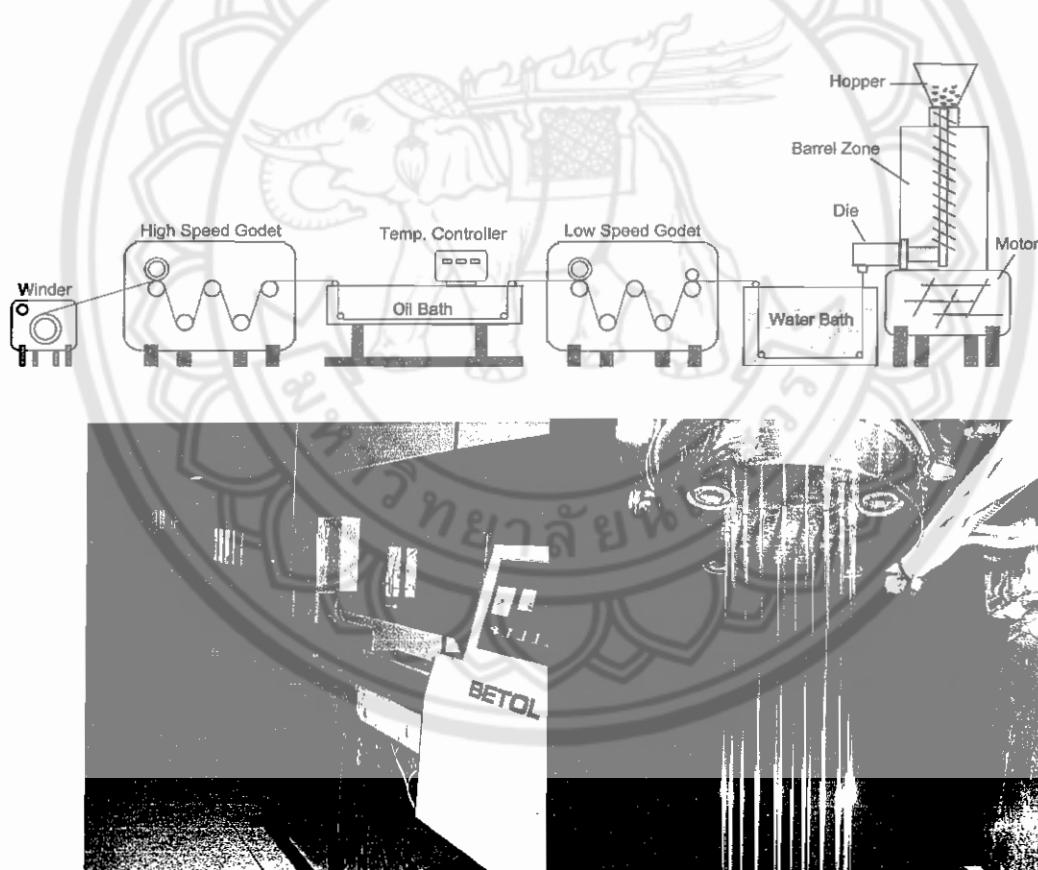
รูปที่ 3.3 น้ำยาผสมคอนกรีต GLENIUM ACE 32

3.2 เส้นใยโพลิเอทธิลีน (Polyethylene , PE)

ปัจจุบันได้มีการนำเอาเส้นใยชนิดต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีต ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้คอนกรีตซึ่งเป็นวัสดุที่มีประโยชน์แต่ไม่ค่าความหน่วงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การผสมเส้นใยยังทำให้คอนกรีตมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น ในการผสมเส้นใยนั้น เส้นใยจะถูกผสมลงในคอนกรีตในลักษณะที่เป็นเส้นสั้นและไม่ต่อเนื่อง กรรมวิธีในการผสมก็ไม่ซุ่งยากซับซ้อน เส้นใย (ในการศึกษานี้จะพิจารณาเฉพาะเส้นใยสังเคราะห์เท่านั้น) ที่มีข่ายอยู่ตามท้องตลาดในปัจจุบันมีหลายประเภทด้วยกัน ได้แก่ สตีลไฟเบอร์ กลาสไฟเบอร์ คาร์บอนไฟเบอร์ และโพลิpropylene fiber (Polypropylene fiber) และ Nylon เป็นต้น เส้นใยเหล่านี้ถูกนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีผลทำให้มีต้นทุนค่อนข้างสูง นอกจากนี้ การใช้เส้นใยก็ต้องใช้ตามสภาพที่ได้มาจากการศึกษา ไม่สามารถที่จะทำการปรับคุณสมบัติให้ได้ตามที่ต้องการจริงๆ ได้ ดังนั้น ในงานศึกษานี้ จึงเลือกใช้เส้นใยที่ผลิตมาจาก โพลิเอทธิลีน

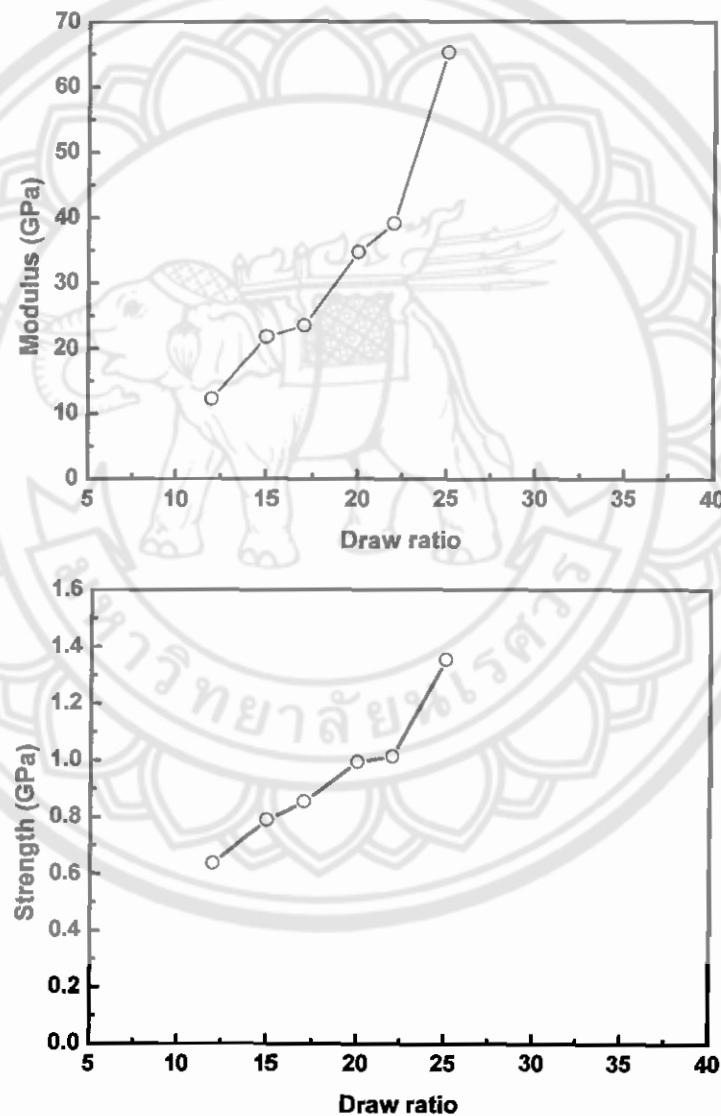
(Polyethylene) ที่หาได้ภายในประเทศไทย และกระบวนการผลิตเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย รศ.ดร.ทวีชัย อุ่นรักกิจชัย และทีมงาน จาก ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เส้นใยดังกล่าวเป็นถูกผลิตโดยกระบวนการ melt – spinning ซึ่งเป็นกระบวนการแปรรูปเม็ดโพลิเอทิลีนให้เป็นเส้นใย โดยขั้นตอนการผลิต อาจสามารถที่จะสรุปได้โดยสังเขปดังนี้ (รูปที่ 3.4) ในขั้นแรก เม็ดโพลิเอทิลีนจะถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนในขณะที่ผ่านเครื่อง extruder ซึ่งพลาสติกหลอมเหลวเหล่านี้จะถูกดันผ่านรูท่ออยู่ตรงปลายเครื่อง (คล้ายการทำนมจีน) แล้วผ่านลงสู่อ่างน้ำเย็น และเปลี่ยนสภาพเป็นเจลที่มีความสามารถในการรับแรงดึง หลังจากนั้นเส้นใยจะถูกดึงโดยใช้ระบบถูกกลึง 2 ชุด ซึ่งค่าแรงดึงสามารถปรับได้โดยการปรับความเร็วของถูกกลึงทั้งสอง

กระบวนการผลิตที่ใช้มีอุปกรณ์เทียบกับกระบวนการ Gel – spinning ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตเส้นใยโพลิเอทิลีนความแข็งแรงสูงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะมีราคาที่ถูกกว่า ไม่ต้องใช้ตัวทำละลายซึ่งไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญคือไม่ต้องพึ่งพาวัสดุดิบจากต่างประเทศ



รูปที่ 3.4 แสดงกระบวนการผลิตเส้นใยโพลิเอทิลีนด้วยวิธี melt – spinning [6]

โดยทั่วไปสมบัติของเส้นใยที่ผลิตได้ จะขึ้นอยู่กับปริมาณที่อัดออก (Draw ratio) การที่เส้นใยสามารถดึงให้ขยายมากกว่าเดิม จะมีผลทำให้มีค่าโมดูลัสและกำลังรับแรงดึงเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่อัดออกและค่าโมดูลัสและความแข็งแรงของเส้นใย แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 สำหรับเส้นใยที่ใช้ในการศึกษานี้ มีค่าปริมาณที่อัดออก โดยเฉลี่ยเท่ากับ 15 ดังนั้น จึงมีค่ากำลังรับแรงดึงโดยประมาณเท่ากับ 790 MPa. นอกจากนี้ ในกรณีผลิต สามารถผลิตเส้นใยได้ 20 เส้น พร้อมๆ กัน โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยที่ได้จะมีค่าประมาณ 115 ถึง 155 ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 135 ไมโครเมตร

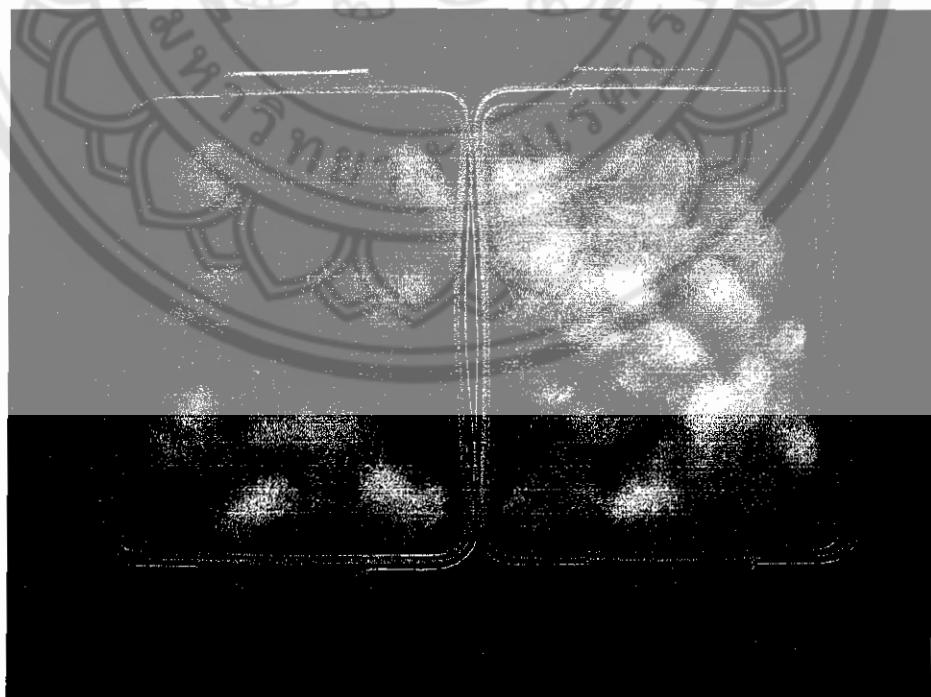


รูปที่ 3.5 กราฟแสดงค่าโมดูลัส และความแข็งแรงของเส้นใยที่ผลิตจากโพลิเอธิลีน [6]

เนื่องจากเส้นใยโพลิอีทิลีนที่ได้จะเป็นเส้นใยที่มีความยาวต่อเนื่องกัน โดยพื้นอยู่บนแกนกระดาษแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ดังนั้น ในการใช้งานจึงต้องมีการตัดเส้นใยให้มีความยาวตามที่ต้องการก่อน โดยเส้นใยที่ได้จะถูกเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 เส้นใยโพลิอีทิลีนที่ผลิตจากกระบวนการ melt – spinning [6]



รูปที่ 3.7 เส้นใยโพลิอีทิลีนที่เตรียมไว้สำหรับการทดสอบ

3.3 สัดส่วนผสมและขั้นตอนการผสมมอร์ต้าซีเมนต์และคอนกรีต

ในหัวข้อนี้จะแสดงสัดส่วนและขั้นตอนการผสมมอร์ต้าซีเมนต์และคอนกรีตสำหรับใช้ในการทดสอบพฤติกรรมรับแรงดึงและแรงดัน ซึ่งจะถูกกล่าวไว้รายละเอียดในหัวข้อต่อไป

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบมอร์ต้าซีเมนต์สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงดึง

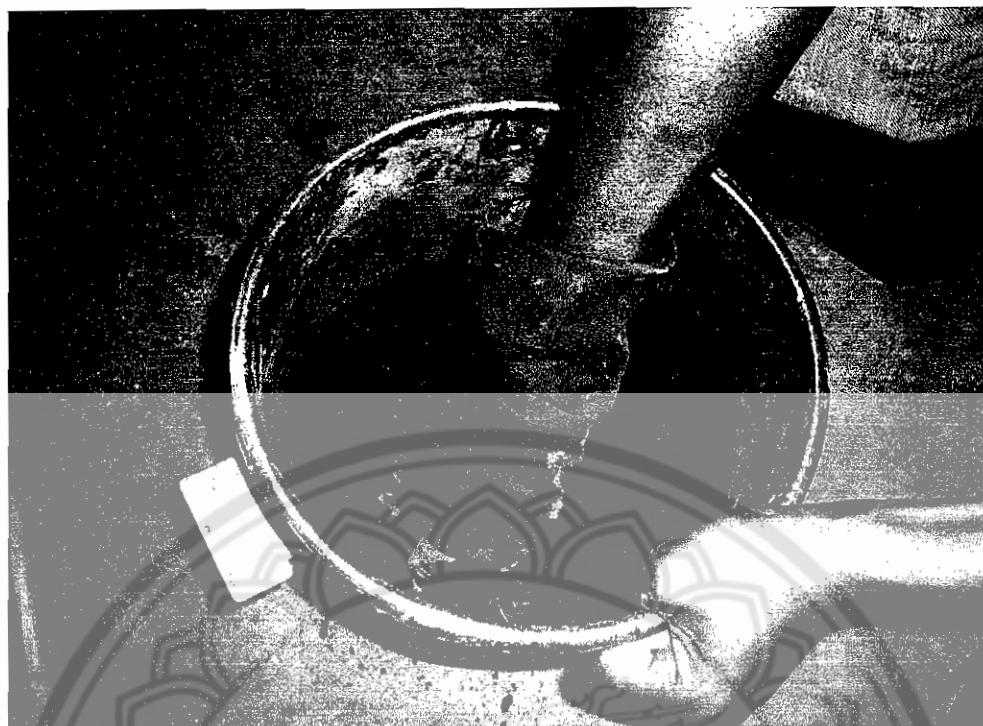
ตารางที่ 3.2 แสดงสัดส่วนผสมของมอร์ต้าซีเมนต์สำหรับการเตรียมตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงดึงที่ใช้ในการศึกษานี้ โดยรายที่ใช้ในสัดส่วนนี้อยู่ในสภาพแหน่งโดยการอบในเตาอบเป็นระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ในการผสม ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกผสมในเครื่องผสมมอร์ต้า ขนาดความจุ 4.5 ลิตร ด้วยมือ (ดังแสดงในรูปที่ 3.8) โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องทำการซับปริมาณน้ำที่จะถูกดูดซึมไปโดยมวลรวม ซึ่งค่าร้อยละการดูดซึมของหินและทรายที่ใช้ แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ภายหลังจากที่ส่วนผสมทั้งหมดถูกผสมเข้ากันดีแล้ว เส้นใยจะถูกปะรุงในอ่างผสมมอร์ต้าๆๆ โดยพยายามให้เส้นใยมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (ดังแสดงในรูปที่ 3.9) จากนั้นกีทำการผสมต่อไปเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยใช้เวลาประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมที่ได้เทลงในแบบหล่อบริเวทที่ช่อลมน้ำมันไว้แล้ว ใช้แท่งเหล็กคอมมอร์ต้าให้ทั่วแบบหล่อ โดยกด 12 ครั้ง ดังรูป 3.10 จากนั้นทำการปิดหน้าด้วยอย่างให้เรียบและทึงไว้ในห้องเก็บรักษาตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ทำการตัดแบบและนำตัวอย่างบ่มไว้ในน้ำสะอาดเป็นระยะเวลาตามที่กำหนดไว้สำหรับทดสอบกำลังรับแรงดึง

ตารางที่ 3.2 แสดงสัดส่วนผสมโดยหน่วยที่ใช้สำหรับการทดสอบหากำลังรับแรงดึงของมอร์ต้าซีเมนต์

| วัสดุ | สัดส่วนผสมโดยหน่วย | สัดส่วนผสมที่ใช้ (kg/m^3) |
|------------|--------------------|---|
| ปูนซีเมนต์ | 1 | 866.6 |
| ทราย | 1.35 | 1169.9 |
| น้ำ | 0.50 | 433.3 |

ตารางที่ 3.3 ค่าร้อยละการดูดซึมของหินและทรายในห้องปฏิบัติการ

| | |
|------------------------|-------|
| ร้อยละการดูดซึมของหิน | 1.008 |
| ร้อยละการดูดซึมของทราย | 1.01 |



รูปที่ 3.8 แสดงการผสมมอร์ต้าซีเมนต์สำหรับเตรียมตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงดึง



รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการผสมเส้นใยโพลิเอทิลีนลงไปในอ่างผสมมอร์ต้า



รูปที่ 3.10 แสดงการเทมอร์ต้าซีเมนต์ลงในแบบหล่อและใช้แท่งเหล็กในการคอมอร์ต้าทั่วแบบหล่อ

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างทดสอบคอนกรีตสำหรับการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดัด

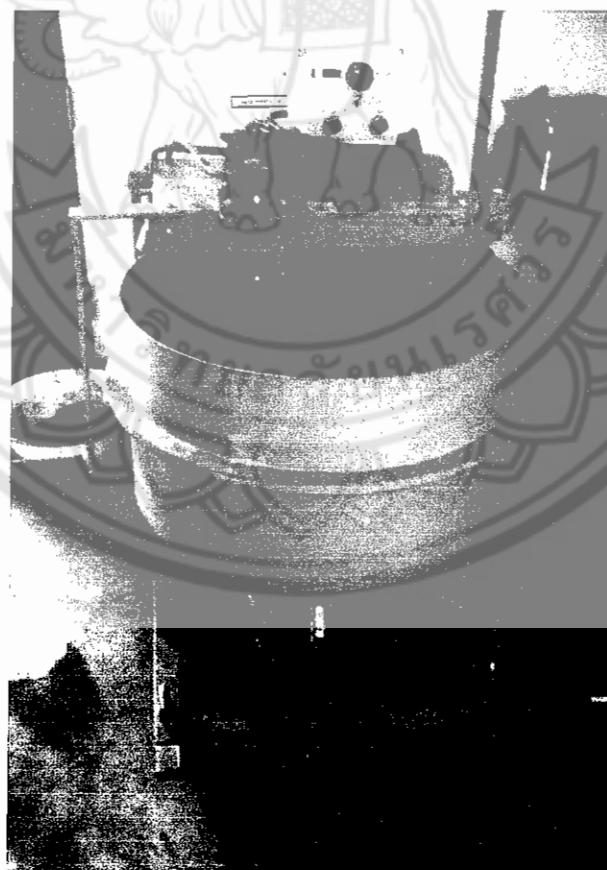
ตารางที่ 3.4 แสดงสัดส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้สำหรับการเตรียมตัวอย่างทดสอบเพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงดัดของคอนกรีต โดยมารวมที่ใช้อยู่ในสภาวะแห้งค่าวากรอบในเตาอบเป็นระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้มีการขาดเชยปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมโดยมารวมนอกจากนี้ เนื่องจากการผสมเดินไปลงในส่วนผสมมีผลทำให้ความชื้นเหลือของคอนกรีตลดลง ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงมีการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตซึ่งน้ำยาที่ใช้เป็นน้ำยาประเทกสารลดน้ำหน่วงมาก (superplasticizer) ดังที่ได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.1.5

ตัดส่วนผสมหั่นหมัดจะถูกผสมในเครื่องผสมคอนกรีตแบบห้องแบน (Pan-type concrete mixer) ที่มีขนาดความจุ 56 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ในการผสมจะทำการผสม หิน ทราย และซีเมนต์ ให้เข้ากันก่อน จากนั้นค่อยๆผสมเดินไปโดยพยายามให้เด่นไปมีการกระชายตัวกันอย่างสม่ำเสมอ เสร็จแล้วจึงค่อยๆใส่น้ำลงไปในเครื่องผสมคอนกรีต โดยน้ำที่ใช้ในการผสมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน โดยส่วนหนึ่งจะถูกผสมด้วยน้ำยาผสมคอนกรีตเป็นปริมาณร้อยละ 50 ของปริมาณที่ใช้ สำหรับน้ำยาส่วนที่เหลือจะถูกใส่ลงไปในเครื่องผสมภายหลังจากที่ทำการผสมเป็นระยะเวลาประมาณ 30 วินาที (ดังแสดงในรูปที่ 3.12) หลังจากนั้นทำการผสมขึ้นสุดท้ายต่อไปเป็นระยะเวลาประมาณ 1 นาที เมื่อผสมเสร็จแล้ว เทคอนกรีตลงในแบบหล่อคอนกรีต (แบบหล่อที่ใช้มีขนาด $35 \times 10 \times 10$ ซม.) ที่ทำจากไม้อัดคำที่ใช้ในงานก่อสร้างและโคลนนำมันไว้แล้ว

คอนกรีตที่เทลงในแบบหล่อจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ซึ่งมีความหนาเท่าๆกัน ใช้เหล็กกระถุง คอนกรีตกระถุงให้ทั่วแบบหล่อ ชั้นละ 25 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.13 จากนั้นทำการปรับผิวน้ำ ตัวอย่างทดสอบให้เรียนและเก็บไว้ในห้องเก็บรักษาตัวอย่างเป็นระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ทำการถอดแบบหล่อและนำตัวอย่างทดสอบบ่มไว้ในน้ำสะอาด จนกระทั่งมีอายุการบ่มได้ตามที่กำหนดไว้ในการศึกษา

ตารางที่ 3.4 สัดส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้สำหรับการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดัน

| วัสดุ | สัดส่วนผสมโดยน้ำหนัก | สัดส่วนผสมที่ใช้ (kg/m^3) |
|------------|----------------------|---|
| ปูนซีเมนต์ | 1 | 354.6 |
| หิน | 3 | 1063.8 |
| ทราย | 1.35 | 478.7 |
| น้ำ | 0.60 | 212.8 |



รูปที่ 3.11 แสดงเครื่องผสมคอนกรีตแบบห้องแม่น (Pan - type concrete mixer)
ขนาดความจุ 56 ลิตร



รูปที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการเห็นยาพสมコンกรีต



รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการกระทุบコンกรีตโดยใช้แท่งเหล็กกระทุบ

3.4 การทดสอบกำลังรับแรงดึงของมอร์ต้าซีเมนต์

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของเส้นใยโพลิอิทิลีนที่มีต่อสมบัติในด้านการรับแรงดึงของตัวอย่างทดสอบบริเกท ซึ่งจากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาที่ดำเนินการศึกษากับเส้นใยชนิดอื่นนั้น พบว่าการผสมเส้นใยลงในคอนกรีต มีผลทำให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงดึงเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีผลให้คอนกรีตมีค่าความหนืดแน่นที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดขนาดความกว้างของรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระแทก

การทดสอบที่ใช้ในการศึกษานี้อ้างอิงมาตรฐาน ASTM C 190 ซึ่งเป็นการทดสอบกำลังรับแรงดึงโดยใช้ตัวอย่างทดสอบบริเกท (Briquette tensile test) โดยตัวอย่างทดสอบบริเกทที่ใช้มีขนาดความยาว 7.63 ซม. (3 นิ้ว) ความกว้างของส่วนที่แคบที่สุดและความหนา มีขนาดเท่ากับ 2.54 ซม. (1 นิ้ว) (ดังแสดงในรูปที่ 3.14) ก่อนทำการทดสอบตัวอย่างทดสอบบริเกทจะต้องถูกเช็คผิวให้แห้งจากนั้นจึงนำตัวอย่างทดสอบไปติดตั้งบนเครื่องทดสอบแรงดึงมอร์ต้าซีเมนต์ การทดสอบจะทดสอบกับตัวอย่างทดสอบที่มีอายุ 7 วัน อัตราที่ใช้ในการดึงถูกกำหนดไว้เท่ากับ 1 mm./min.



รูปที่ 3.14 การทดสอบทดสอบหาค่ากำลังรับแรงดึงของมอร์ต้าซีเมนต์โดยเครื่องทดสอบกำลังดึงของมอร์ต้าซีเมนต์

สำหรับเส้นไขโพลิเอทิลีนที่ใช้นั้นเป็นเส้นไขที่มีขนาดความยาว 5 10 และ 15 ม.m. โดยผสมเส้นไขลงในคอนกรีตในสัดส่วนเท่ากับ 1% 2% และ 3% โดยปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.5) ผลที่ได้จากการทดสอบจะถูก拿来ไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างทดสอบที่ไม่ได้ทำการผสมเส้นไขต่อไป

ตารางที่ 3.5 เงื่อนไขของตัวอย่างทดสอบที่ผสมเส้นไขที่จะใช้ในการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงดึงของนอร์ต้าซีเมนต์

| ความยาวของเส้นไขในตัวอย่างทดสอบ (ม.m.) | ปริมาณเส้นไขโดยปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (%) | จำนวนตัวอย่างทดสอบ (ชิ้น) |
|--|--|---------------------------|
| 5 | 1 | 3 |
| 5 | 2 | 3 |
| 5 | 3 | 3 |
| 10 | 1 | 3 |
| 10 | 2 | 3 |
| 10 | 3 | 3 |
| 15 | 1 | 3 |
| 15 | 2 | 3 |
| 15 | 3 | 3 |

3.5 พฤติกรรมการรับแรงดัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นไข

การทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นไขมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงอิทธิพลของเส้นไขที่มีต่อพฤติกรรมการรับแรงดัด รวมถึงผลที่มีต่อค่าความหนืด (Toughness) ของคอนกรีต ซึ่งจากผลการวิจัยที่ผ่านมาซึ่งทำการศึกษากับเส้นไขประเภทอื่น พบว่า การผสมเส้นไขลงในคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีค่าความหนืดสูงกว่าเส้นไขที่ไม่ผสมเส้นไข รวมทั้งทำให้ขนาดความกว้างของรอยแตกร้าวแคบลงเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ไม่ผสมเส้นไข

เส้นไขโพลิเอทิลีนที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดความยาว 5 ม.m. สำหรับตัวอย่างทดสอบทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากเส้นไขที่มีขนาดความยาว 10 ม.m. และ 15 ม.m. จากการทดลองผสมในปริมาณที่มากกว่า 1% โดยปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ พบว่า เส้นไขจะจับตัวกันเป็นก้อน (ดังแสดงในรูปที่ 3.15) สำหรับปริมาณเส้นไขที่ใช้และจำนวนตัวอย่างทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.15 การเกะตัวกันเป็นก้อนของเส้นใยของเสื่อนไบความยาว 10 ม.ม.ปริมาณมากกว่า 1% โดยปริมาตรของคานคอนกรีต ที่ใช้ในการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดึงดักของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย

ตารางที่ 3.6 แสดงปริมาณเส้นใยและตัวอย่างทดสอบที่ใช้ในการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงดึงดัก ของคานคอนกรีต

| ความยาวของเส้นใยในตัวอย่างทดสอบ (ม.ม.) | ปริมาณเส้นใยโดยปริมาตรของคานคอนกรีต (%) | จำนวนตัวอย่างทดสอบ (ชิ้น) |
|--|---|---------------------------|
| 5 | 1 | 3 |
| 5 | 2 | 3 |

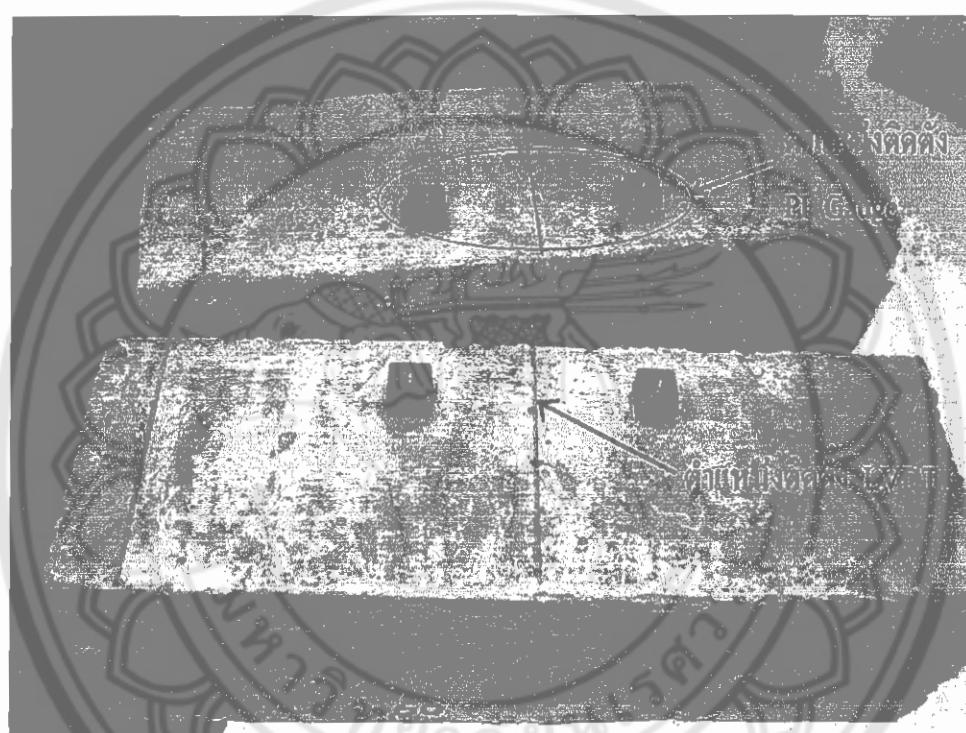
การทดสอบจะทำการทดสอบกับคานคอนกรีตขนาดความยาว 35 ซม. ความกว้าง 10 ซม. และความสูง 10 ซม. โดยทดสอบคานที่อายุ 7 วัน โดยก่อนทำการทดสอบจะต้องนำคานเข้าจากน้ำทึ่งไว้ในห้องเก็บรักษาตัวอย่างทดสอบจนกระทั่งตัวอย่างทดสอบแห้ง และทำการปรับผิวคานคอนกรีตในด้านที่จะติดตั้งเกจวัดให้เรียบ จากนั้นนำคานคอนกรีตไปชั่งน้ำหนัก วัดขนาด และทำการกำหนดตำแหน่งจุลรองรับ เกจวัดการเคลื่อนตัว (LVDT) และเกจวัดการขีดหยดตัวบนผิวคานคอนกรีต (PI Gauge) โดยใช้ปากกาเคมีลากเส้นลงบนผิวคานคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 3.16 โดยปกติแล้วในการ

TA
434
ก 4430
2551

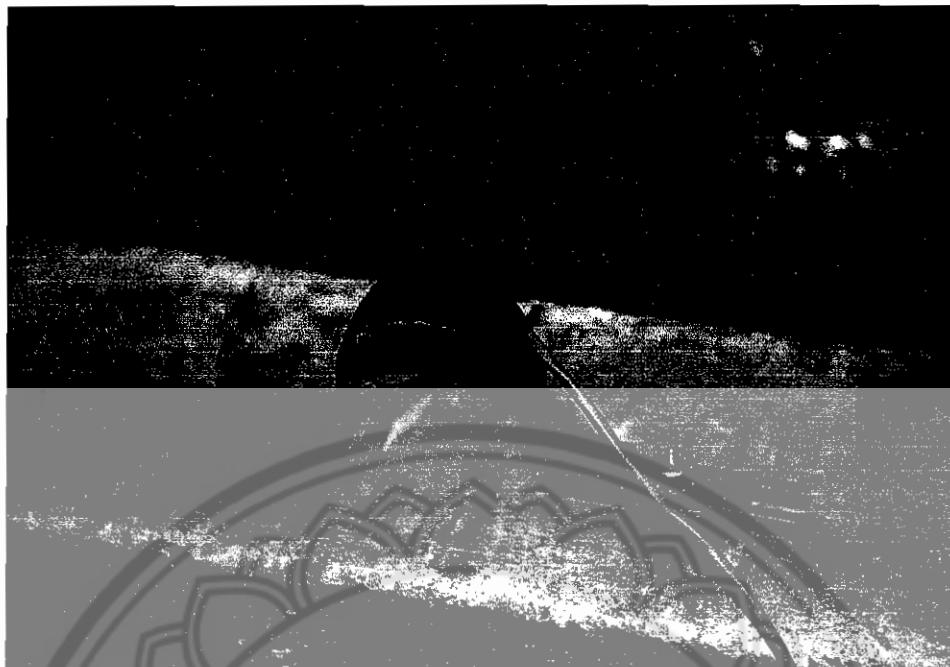


ทดสอบ การติดตั้งเกจวัดการยึดหยดตัวบันผิวคาน (PI Gauge) และเกจวัดการเคลื่อนตัว (LVDT) ที่ต้องติดตั้งบนผิวของคานคอนกรีตอย่างน้อยที่บริเวณขอบทั้ง 2 ด้านและแนวกึ่งกลางคาน ทั้งนี้เพื่อให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แต่เนื่องจากมีระยะเวลาที่จำกัดในการติดตั้งเครื่องมือ ฉ. บ. 2552 ทดสอบและการศึกษานี้เป็นการศึกษาในเบื้องต้นเท่านั้น จึงทำให้ติดตั้งเกจวัดการยึดหยดตัวบันผิวคาน (PI Gauge) เฉพาะที่บริเวณขอบด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น และติดตั้งเกจวัดการเคลื่อนตัว (LVDT) ไว้เฉพาะบริเวณตำแหน่งกึ่งกลางคาน ดังแสดงในรูปที่ 3.16 และ 3.17

1.4516114

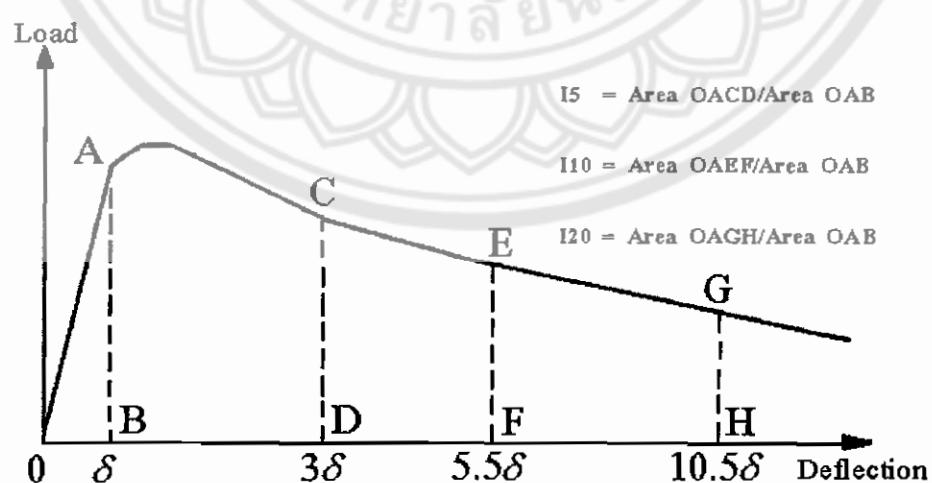


รูปที่ 3.16 คานคอนกรีตที่ทำการวัดระยะต่างๆ และติดตั้งเกจวัดการเคลื่อนตัว (LVDT) ไว้แล้ว



รูปที่ 3.17 การติดตั้งเกจวัดการบีดทดสอบพิริมาณคอนกรีต (PI Gauge) บนคานคอนกรีต

สำหรับการพิจารณาค่าความหนึ่งของคานในการศึกษานี้ จะพิจารณาจากค่าธรรมเนียมหนึ่ง (Toughness index) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวของคาน ในการศึกษานี้การคำนวณค่าความหนึ่งอ้างอิงมาตรฐาน ASTM C 1018 ซึ่งแสดงค่าธรรมเนียมหนึ่ง 3 ค่า คือ I₅ I₁₀ และ I₂₀ ซึ่งจะแทนค่าความหนึ่งของคานที่โก่งตัวขึ้นปานกลาง จนถึงมากตามลำดับ วิธีการคำนวณค่าความหนึ่งเหล่านี้ สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าการโก่งตัวของการทดสอบมาตรฐาน ASTM C 1018

สำหรับในการทดสอบ ใช้การทดสอบแบบกด 4 จุด (Four – points load test) ซึ่งรูปที่ 3.19 แสดงการติดตั้งคานและอุปกรณ์การวัดค่าบานเครื่องทดสอบ จากนั้นทำการทดสอบโดยใช้อัตราในการกดของเครื่องทดสอบเท่ากับ 0.5 mm./min . ดำเนินการทดสอบจนกระทั่งคานคอนกรีตเกิดการแตกร้าว โดยค่าการตอบสนองต่างๆจะถูกบันทึกด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (Data logger) ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบจะถูกนำมาวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป



รูปที่ 3.19 แสดงการติดตั้งคานคอนกรีตที่จะทำการทดสอบบนเครื่องมือทดสอบ