หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

เนื่องจากปัจจุบันมีวิวัฒนาการและเทคโนโลยีใหม่ในการก่อสร้าง พื้นสำเร็จได้ถูกใช้อย่างกว้างขวาง ถูกพบว่าประหยัดกว่า ราคาในการก่อสร้างลดลง การติดตั้งง่ายมาก และใช้ไม้แบบน้อยมาก พื้นคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จท้องเรียบ (Plank Slabs) เป็นหนึ่งในระบบพื้นส่วนใหญ่ที่ใช้สำหรับการก่อสร้างอาคาร มันมีน้ำหนักเบา สะดวก ประหยัดเงิน และเวลา ปกติการใช้แผ่นพื้นสำเร็จท้องเรียบ จะต้องมีทับหน้าซึ่งมีกำลังอัดน้อยกว่ากำลังของชิ้นส่วนหล่อสำเร็จ โดยตัวทับหน้าจะทำให้ชิ้นส่วนหล่อสำเร็จเกิดกริยาประกอบ (Composite) ซึ่งในขั้นตอน การก่อสร้างพื้นสำเร็จนั้น จะต้องมีการใส่ เหล็กตะแกรง หรือเหล็กอุณหภูมิ (Temperature Steel) เพื่อป้องกันการแตกร้าว อันเนื่องมาจากการหดตัวของคอนกรีตทับหน้า

ในปัจจุบันได้มีการนำไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนมาใช้ประโยชน์ ซึ่งไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน เป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งจาก สารไฮโดรคาร์บอนชื่อ โพรพีน (C_3H_6) จึงได้ถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้าง เนื่องจากมีราคาถูกเมื่อเทียบกับไฟเบอร์ชนิดอื่น ซึ่งไฟเบอร์ชนิดนี้มีคุณสมบัติคือไม่ดูดซึมน้ำ หรือทำปฏิกริยาทางเคมีกับคอนกรีต ทนทานต่อสภาพกรด-ด่างได้ดี มีน้ำหนักเบาในปัจจุบันไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน ถูกนำมาใช้งานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป หรืองานคอนกรีตกลางแจ้ง เพื่อลดการแตกร้าวบริเวณผิวหน้าของคอนกรีต สามารถลดรอยแตกร้าวอันเนื่องมาจากการหดตัว(Shrinkage) ได้ ช่วยการเสริมเหล็กกันร้าว (Temperature Steel) ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาการทำงาน และราคาการก่อสร้างอีกด้วย ซึ่งจะเห็นว่า โพลีโพรพีลีนไฟเบอร์สามารถลดรอยแตกร้าว เนื่องมาจากการหดตัวของคอนกรีตได้ ดังนั้นจึงนำเอาโพลีโพรพีลีนไฟเบอร์มาผสมกับคอนกรีต ใช้ในทับหน้าของแผ่นพื้นสำเร็จ

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

การนำเอาไฟเบอร์ มาผสมกับคอนกรีต เพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ โดยไฟเบอร์ที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด มีทั้งที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น ป่าน ปอกระเจา กากมะพร้าว ใยหิน เป็นต้น และจากการสังเคราะห์ขึ้น เช่น ใยเหล็ก คาร์บอนไฟเบอร์ ใยแก้ว โพลีโพรพีลีนไฟเบอร์ โพลีเอททีลีนไฟเบอร์ เป็นต้น โดยเหตุผลหลักสองประการในการใช้ไฟเบอร์คือ อย่างแรก เพื่อทำให้วัสดุผสมมีความแข็งแรงขึ้นกว่าเดิม และอย่างที่สองเพื่อทำให้คอนกรีตยังคงสามารถอยู่ด้วยกันภายหลังการแตกร้าวแล้ว ซึ่งไฟเบอร์ที่นำมาใช้ผสมกับคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน เช่น ความสามารถเข้ากันได้ดีกับซีเมนต์ มีราคาถูก และความคงทนของไฟเบอร์ในคอนกรีต เป็นต้น แต่ไฟเบอร์บางชนิดยังมีข้อเสีย เช่น ไฟเบอร์ใยหิน สร้างมลภาวะทางอากาศ ไฟเบอร์ที่มาจากธรรมชาติ สามารถผุพังได้ง่าย เป็นต้น

Hannant (1) แสดงคุณสมบัติของไฟเบอร์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 1.1 ซึ่งการใช้ไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน เริ่มเมื่อปี คศ.1965 โดย Goldfein (อ้างจาก 1)ในงานโครงสร้างต้านทานแรงระเบิด ต่อมาในปี 1982 ACI Committee 544.1R (2) ได้แนะนำว่าคอนกรีตเสริม ไฟเบอร์สังเคราะห์ที่ใช้กับงานทั่วไปควรมีค่า อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์อยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6 ปริมาณปูนซีเมนต์ ที่ใช้มีค่า 249 ถึง 430 กก./ลบ.ม. และปริมาณมวลละเอียดต่อมวลรวมหยาบมีค่าประมาณ 45% ถึง 60% ขนาดโตสุดไม่ควรเกิน 3/4 นิ้ว ต่อมา Ritchie และ Rahman (3) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนไฟเบอร์ลงในคอนกรีต จะมีผลให้ ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดลดลง ดังรูปที่ 1.1 Ramakrishnan และคณะ (4) ได้เปรียบเทียบค่ายุบตัวระหว่างคอนกรีตปกติ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4 กับคอนกรีตเสริมไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน ปริมาณ 0.1 - 0.3% โดยปริมาตร ไฟเบอร์ มีความยาว 10 มม. ได้ค่ายุบตัวเป็น 21, 15.2, 17.8 และ14.6 ซม. ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Barr (5) โดยเปรียบเทียบค่ายุบตัวระหว่างคอนกรีตปกติ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 กับคอนกรีตเสริมไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนปริมาณ 0.1- 0.4% โดยน้ำหนักไฟเบอร์ มีความยาว 50 มม. ได้ค่ายุบตัวเป็น 9.8, 3.8, 1.6, 0 และ 0 ซม. ตามลำดับ

สำหรับคุณสมบัติต่างๆของไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนคอนกรีตนั้น กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเสริมไฟเบอร์ ซึ่งDardare(6) พบว่าสามารถเพิ่มขึ้นได้10-20% ในช่วงปริมาณไฟเบอร์น้อยกว่า0.2% โดยปริมาตร ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกำลังอัดขึ้นอยู่กับความยาวของไฟเบอร์ และ

Balaguru(7) กล่าวว่าการเติมไฟเบอร์ประเภทโพลิเมอร์ปริมาณ0.5%โดยปริมาตร ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต ต่อมาBenaiche และ Barr (8) ทำการศึกษากำลังรับแรงดึงของคอนกรีตเสริม ไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน โดยใช้อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ ต่อทรายต่อหิน เท่ากับ 1: 1.8 : 2.8 ความยาวของไฟเบอร์ 50 มม. จำนวน 0.15-0.3 % โดยน้ำหนัก ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1.2 พบว่าได้ว่ากำลังรับแรงดึงของคอนกรีตผสม ไฟเบอร์ เพิ่มขึ้น

สำหรับกำลังรับแรงดัดของคานคอนกรีตเสริมไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน Ghosh และ Roy (9)ใช้ไฟเบอร์ขนาดความยาว 75 มม. จำนวน 1-4 กก./ลบ.ม.โดยทำการทดสอบในด้านการดัด พบว่ากำลังดัดเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณไฟเบอร์ที่เหมาะสม ประมาณ 2 - 3 กก./ลบ.ม. และHebda และคณะ(10) ได้ทำการทดสอบคานที่ผสมด้วยโพลีโพรพีลีนไฟเบอร์ ความยาวระหว่าง 5 - 30 มม. และปริมาณไฟเบอร์ระหว่าง 0.1 - 2.0 %โดยปริมาตร เพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับ กำลังดัดซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับของGhosh และRoy (11) และSoroushian และคณะ(12) ได้ทำการทดสอบหากำลังดัด ของวัสดุที่เสริมด้วย โพลีโพรพีลีนไฟเบอร์ ขนาด19 มม. ปริมาณไฟเบอร์ 0.1 % โดยปริมาตร พบว่าสามารถเพิ่มกำลังดัด 8% เมื่อเทียบกับคอนกรีตล้วน ต่อมาZiad และ Jack (13) ได้ศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตเสริม ไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน โดยใช้ไฟเบอร์ขนาดความยาว1/2 และ3/4 นิ้ว ปริมาณไฟเบอร์ 0.1 ,0.3 และ 0.5 % โดยปริมาตร พบว่าในขณะ ที่ไฟเบอร์ที่มีความยาว 3/4 มีประสิทธิภาพในด้านพฤติกรรมการดัด และความต้านทานแรงกระแทกได้ดีกว่า ไฟเบอร์ความยาว 1/2 นิ้ว ที่มีปริมาณไฟเบอร์ 0.3 %โดยปริมาตร แต่ไฟเบอร์ความยาว 1/2 นิ้ว จะมีประสิทธิภาพได้ดีกว่าความยาว 3/4 นิ้ว ที่ปริมาณไฟเบอร์ 0.5 % โดยปริมาตร

สำหรับการหดตัวเนื่องจากการสูญเสียน้ำของคอนกรีตเสริมไฟเบอร์โพพลีโพรพีลีนนั้น Zollo และคณะ(14) พบว่าการเสริมไฟเบอร์ โพลีโพรพีลีน 0.1% โดยปริมาตร จะทำให้การหดตัวลดลงประมาณ 5-7% และGrazbowski และ Shah(15) เปรียบเทียบการหดตัวเนื่องจากการสูญเสียน้ำของคอนกรีตปกติ กับคอนกรีตเสริม ไฟเบอร์โพลีโพรพีลีน 1% ได้ผลดังรูปที่ 1.2 ต่อมา Khajuria (16)ได้ทำการทดสอบการหดตัวแบบพลาสติก (Plastic Shrinkage Characteristics) ของคอนกรีตผสมโพลีโพรพีลีน ความยาว 19 มม. จำนวนปริมาณ 0.45 - 0.90 กก./ลบ.ม.(0.02 - 0.1 % โดยปริมาตร) โดยทดสอบกับพื้นภายใต้การแห้งอย่างรวดเร็ว หลังจากหล่อเสร็จ เปรียบเทียบกับพื้นที่รอยแตกที่เกิดขึ้นจากคอนกรีตล้วน พบว่า การเพิ่มปริมาณไฟเบอร์ทำช่วยให้รอยแตกลดลง ได้ 39 % เมื่อเทียบกับคอนกรีตปกติ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาทดสอบหาปริมาณที่เหมาะสมของโพลีโพรพีลีนไฟเบอร์คอนกรีต ในด้านกำลังอัด กำลังดัด กำลังดึง และค่าโมดูลัส

1.3.2 ศึกษาพฤติกรรมการดัดของแผ่นพื้นท้องเรียบหล่อสำเร็จ ที่มีไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนคอนกรีตเป็นคอนกรีตทับหน้า โดยใช้ปริมาณไฟเบอร์ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อที่ 1.3.1

1.3.3 เปรียบเทียบพฤติกรรมการดัด ระหว่างแผ่นพื้นที่มีไฟเบอร์คอนกรีต และ คอนกรีตเสริมเหล็กตะแกรง และคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กตะแกรง ในทับหน้า

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้จำกัดเฉพาะ ไฟเบอร์โพลีโพรพีลีนชนิด (Monofilament Microfiber) โดยมีขนาดความยาว 19 มม. และตัวอย่างแผ่นพื้นสำเร็จ ใช้แผ่นพื้นท้องเรียบ (Precast Prestressed Concrete Plank Slab) ที่มีการใช้งานทั่วไป โดยเลือกเฉพาะพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 36*5 ซม. ยาวทั้งหมด 280 ซม. มีช่วงทดสอบ 270 ซม.มีทับหน้าหนา 5 ซม. มีลวดอัดแรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. จำนวน 5 เส้น ทำการทดสอบภายใต้น้ำหนักบรรทุกสถิตย์ ตั้งแต่เริ่มจนถึงจุดวิบัติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย