

# การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของวัสดุผสมทราย-เรซิน

ดร. เกษม ปราบรูปตุง\*

บทคัดย่อ

ได้ทำการทดสอบความแข็งแรงดึง และความแข็งแรงอัดของวัสดุผสมทราย-เรซิน 3 อย่าง คือ ทราย-epoxyresin, ทราย-polyvinyl acetate และทราย urea-formaldehyde resins โดยใช้อัตราส่วนผสม resins ระหว่าง 3-20% โดยน้ำหนักเพื่อคุณสมบัติของวัสดุผสมเหล่านี้ว่าเหมาะจะพัฒนาต่อไปให้เป็นวัสดุก่อสร้างได้หรือไม่ ซึ่งจากผลการศึกษาอย่างน้อย 2 ใน 3 ของวัสดุผสมดังกล่าวมีคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นเหมาะที่จะพัฒนาต่อไปเป็นวัสดุก่อสร้างได้

Tests were carried out to determine tensile and compressive strengths of three types of sand-resin composites namely sand-epoxy, sand-polyvinyl acetate and sand-urea-formaldehyde resin. The ratios of resin to sand used were between 3-20% by weight and it was found that among these three composites, at least two of them had the properties worthwhile of further investigation and development for uses as construction materials.

วัสดุผสม (composite materials) เป็นวัสดุที่มนุษย์ทำขึ้นมาโดยพยายามรวมคุณสมบัติของวัสดุธรรมชาติมาผสมกันเพื่อให้ได้วัสดุใหม่ที่มีคุณสมบัติเหนือกว่าวัสดุที่ได้มาจาก

---

\* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธรรมชาติ ตัวอย่างวัสดุผสมที่มนุษย์รู้จักใช้กันมานานก็ได้แก่ คอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งอาศัยความเหนียวแรงดึงของเหล็กมาผสมกับความแข็งแรงอัดของคอนกรีต ทำให้ได้วัสดุใหม่ที่มีทั้งความแข็งแรงและความเหนียว ตัวอย่างอีกอันที่เรารู้จักกันดีและใช้กันมากก็คือวัสดุผสม Fider-glass ซึ่งวัสดุผสมอันนี้ที่จริงแล้วก็คือพลาสติกเสริมใยแก้วมีความแข็งแรงสูง แต่มีความเปราะมาก ในขณะที่พลาสติกมีความแข็งแรงต่ำแต่มีความยืดหยุ่นสูง เมื่อเอาคุณสมบัติของวัสดุที่ดี 2 อย่างมาผสมกันเราก็ได้วัสดุใหม่ที่มีทั้งความแข็งแรงความยืดหยุ่นอย่างที่เรารู้จักกัน

การทำวัสดุผสมนั้น ในบางครั้งทำขึ้นมาด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจคือคุณสมบัติของวัสดุผสมที่ได้อาจจะเป็นวัสดุเดิมอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ราคาของวัสดุใหม่ที่ได้เมื่อเทียบกับการใช้วัสดุเดิมอย่างเดียวจะต่ำกว่ากันมาก แต่คุณสมบัติทั่วไปยังใช้แทนกันได้หรืออาจจะดีกว่าเดิม บางวัสดุผสมประเภทนี้ได้แก่วัสดุผสมประเภทพลาสติก+ filler หรือ polymers + filler Polymer ที่ใช้ก็มีหลายอย่างทั้งชนิด Thermoplastic และ Thermosetting และ Filler ที่ใช้ก็มีทั้ง Organic และ Inorganic filler เปอร์เซ็นต์ของ filler ที่ใช้ก็มีตั้งแต่ 30-60% โดยน้ำหนักหรือสูงกว่า

สำหรับวัสดุผสมทราย - Resins ที่ศึกษาเป็นวัสดุผสมที่อาจจำแนกให้ให้อยู่ในประเภท polymers+filler โดย polymer ที่ใช้มี 3 อย่างคือ Polyvinyl acetate, Urea-formaldehyde และ epoxy resin polymer ตัวแรกเป็น polymer ชนิด Thermoplastic ส่วน 2 ตัวหลังเป็นชนิด Thermosetting Filler ที่ใช้คือทรายเพียงอย่างเดียวซึ่งเป็น Inorganic filler ความสนใจในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุประเภทนี้ก็เนื่องมาจากพิจารณาเห็นว่า ราคาวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันโดยทั่วไปในขณะนี้มีราคาสูงมากและจะสูงขึ้นเรื่อยๆ วัสดุบางประเภทที่เคยมีอย่างอุดมสมบูรณ์เช่น ไม้ ก็เริ่มจะร่อยหรอและมีราคาสูง เพราะฉะนั้นหากเราสามารถพัฒนาวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ หรือมีอยู่มากมายในธรรมชาติ เช่น ทราย มาทดแทนวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันอยู่ทั่วไปบางทีน่าจะเป็นประโยชน์

ในการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุผสมทราย + resins อันนี้ ครั้งแรกจะมุ่งเน้นในเรื่องความแข็งแรงดึงและความแข็งแรงอัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นสำหรับวัสดุก่อสร้างในขณะเดียว

กันก็คุณสมบัติในการใช้งาน เช่น สามารถตกตะกอนหรือย่อยตัดได้โดยง่ายหรือไม่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับวัสดุก่อสร้าง นอกจากนั้นที่พยายามศึกษาอีกตัวก็คือการดูดซึม หรือผลกระทบของความชื้นที่มีต่อคุณสมบัติข้างต้น

### วิธีการทดลอง

1. รอนทรายที่จะใช้ออกเป็น 3 grade คือ

หยาบ - ผ่าน sieve เบอร์ 20 แต่ไม่ผ่าน sieve เบอร์ 30

ปานกลาง - ผ่าน sieve เบอร์ 30 แต่ไม่ผ่าน sieve เบอร์ 45

ละเอียด - ผ่าน sieve เบอร์ 45 แต่ไม่ผ่าน sieve เบอร์ 70

2. การทำวัสดุผสม

ซึ่งทรายและ polymer ในสัดส่วนโดยน้ำหนักที่ต้องการผสมให้เข้ากันด้วยมือแล้วหลอมในแบบทดลองมาตรฐานที่ต้องการสำหรับการทดสอบความแข็งแรงดึง และความแข็งแรงอัด ตัวอย่างที่ได้อาจจะทำให้แห้งในห้องหรืออบในเตาอบแล้วแต่ชนิดของโพลีเมอร์

3. การทดสอบ

ความแข็งแรงดึงใช้เครื่อง SOILTEST

ความแข็งแรงอัดใช้เครื่อง AVERY

### ผลการทดสอบ

1. ผลกระทบของขนาดเม็ดทราย

การศึกษาผลกระทบของขนาดเม็ดทรายได้ทำสำหรับทราย + polyvinyl acetate อย่างเดียวและพบว่าขนาดเม็ดทรายมีผลกระทบต่อความแข็งแรงดึงมากพอสมควร แต่ต่อความแข็งแรงอัดน้อยมาก อย่างที่แสดงให้อยู่ในรูปที่ 1 และ 2 โดยทรายเม็ดละเอียดให้ความแข็งแรงดึงสูงกว่าทรายเม็ดหยาบเพราะฉะนั้นเมื่อใช้ polymer ตัวอื่นจึงใช้เพียงทรายเม็ดละเอียดเท่านั้น

## 2. ความแข็งแรงดึง

จากการทดลองพบว่าสำหรับวัสดุผสมทราย + polymer resins ซึ่งใช้ resins ตั้งแต่ 3-15% โดยน้ำหนัก epoxy resin ให้ค่าความแข็งแรงดึงต่ำที่สุดและสำหรับทุกวัสดุผสมความแข็งแรงดึงจะเพิ่มขึ้นกับเปอร์เซ็นต์โพลีเมอร์หรือเรซินรูปที่ 3

## 3. ความแข็งแรงอัด

จากการทดลองพบว่าความแข็งแรงอัดของทราย-epoxy สูงสุดเช่นเดิมของ urea-formaldehyde ต่ำกว่าแต่สูงกว่าของ polyvinyl acetate เล็กน้อยแต่ค่าความแข็งแรงอัดโดยส่วนรวมมีค่าสูงพอสมควรคือเกิน 2200 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป เมื่อเปอร์เซ็นต์เรซินสูงตั้งแต่ 10% ขึ้นไปรูปที่ 4

นอกจากนี้ยังได้ทดลองวัสดุทรายผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนโดยน้ำหนักของซีเมนต์ตั้งแต่ 5-20% พบว่าทั้งความแข็งแรงดึงและความแข็งแรงอัดของวัสดุทรายผสมซีเมนต์ต่ำกว่าทรายผสมเรซินมากดังที่ได้แสดงให้ดูในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

## บทวิจารณ์

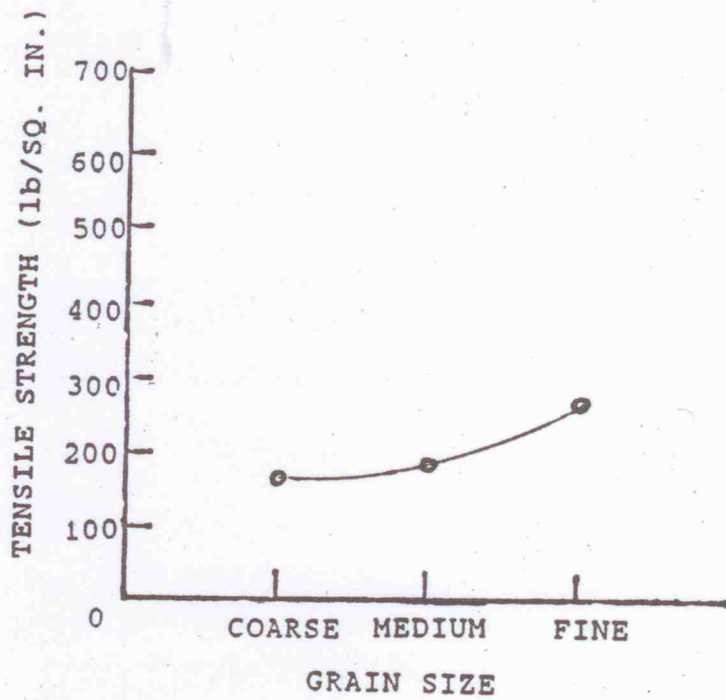
จากผลการทดลองอันนี้จะเห็นว่าการที่ทรายเม็ดเล็กเมื่อใช้ผสมกับเรซิน แล้วทำให้วัสดุที่ได้มีความแข็งแรงดึงสูงกว่าเมื่อใช้ทรายเม็ดหยาบที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่า พื้นผิวสัมผัสหรือการอัดแน่นของทรายเม็ดเล็กจะดีกว่าเม็ดใหญ่เพราะฉะนั้นพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างทรายกับกาวก็จะดีกว่าจากคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุผสมทั้ง 3 อย่าง จะเห็นว่าทราย + epoxy resins มีคุณสมบัติเชิงกลดีเยี่ยม ในขณะที่ทราย + polyvinyl acetate อยู่ในระดับกลางทั้งในแง่ความแข็งแรงดึงและความแข็งแรงอัด ส่วนทราย + urea-formaldehyde resin มีความแข็งแรงดึงค่อนข้างต่ำ ซึ่งแสดงว่ามีความเปราะสูง

เพราะฉะนั้นจากคุณสมบัติเบื้องต้น 2 อย่างนี้พอจะเห็นแล้วว่าวัสดุผสมทราย + epoxy resin และ ทราย + polyvinylacetate สามารถที่จะพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างที่ดีได้เมื่อไม่คำนึงถึงปัจจัยอื่น เช่น ราคา และการเสียคุณสมบัติของวัสดุที่ได้เนื่องมาจากความชื้น

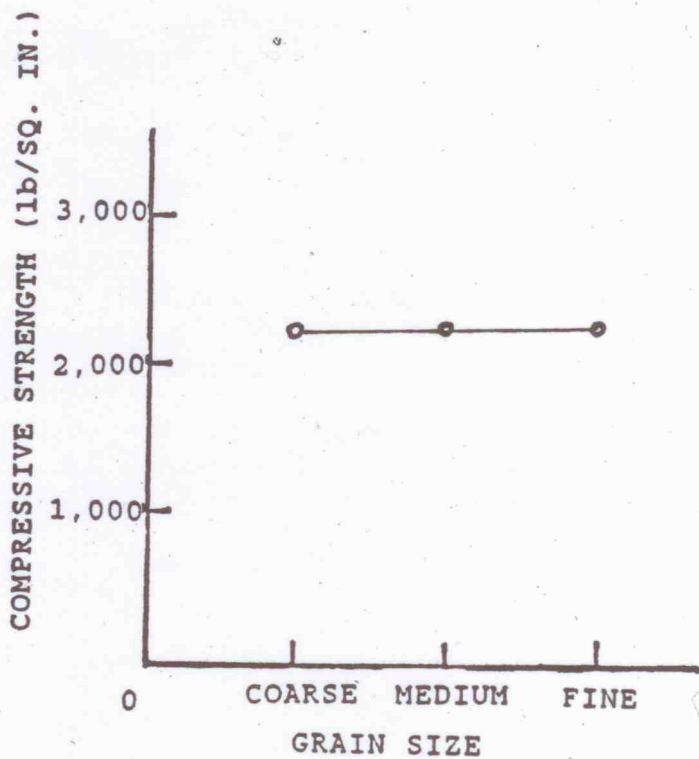
วัสดุทราย + epoxy resins ถูกใช้น้ำน้อยและยังคงรักษาความแข็งแรงถึงและ  
ความแข็งแรงอัดได้ค่อนข้างดีเมื่อผ่านการแช่กั้ววัสดุผสมนี้มีความสูงถ้าจะใช้เดี่ยว ๆ คงไม่  
เหมาะที่จะเป็นวัสดุก่อสร้างทั่วไป วัสดุผสมที่สอง คือ ทราย+polyvinyl acetate  
คุณสมบัติเชิงกลค่อนข้างดี สามารถเลื่อยได้ง่ายไม่แตกหักตอกตะปูได้สบายและราคาก็ไม่แพงซึ่ง  
เหมาะที่จะใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง แต่มีข้อเสียคือ ไม่นทนน้ำเพราะฉะนั้นถ้าใช้ในสภาพนี้ก็ใช้ได้  
เฉพาะภายใน เช่น เป็นผนังหรือเป็นฝ้าเพดาน แต่ถ้ามีการพัฒนาให้ทนน้ำและความชื้นได้ก็จะ  
สามารถใช้งานได้ด้วย

สรุป

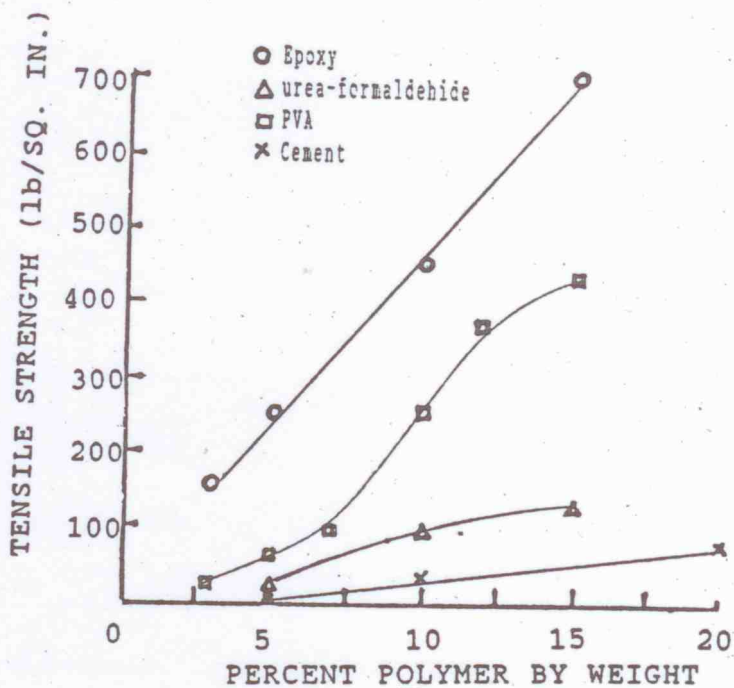
จากการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของวัสดุผสมทราย + เรซิน 3 อย่างก็พบว่า  
2 ใน 3 ของวัสดุที่ทำการศึกษา มีคุณสมบัติดีพอที่จะพัฒนาต่อไปให้เป็นวัสดุก่อสร้างได้



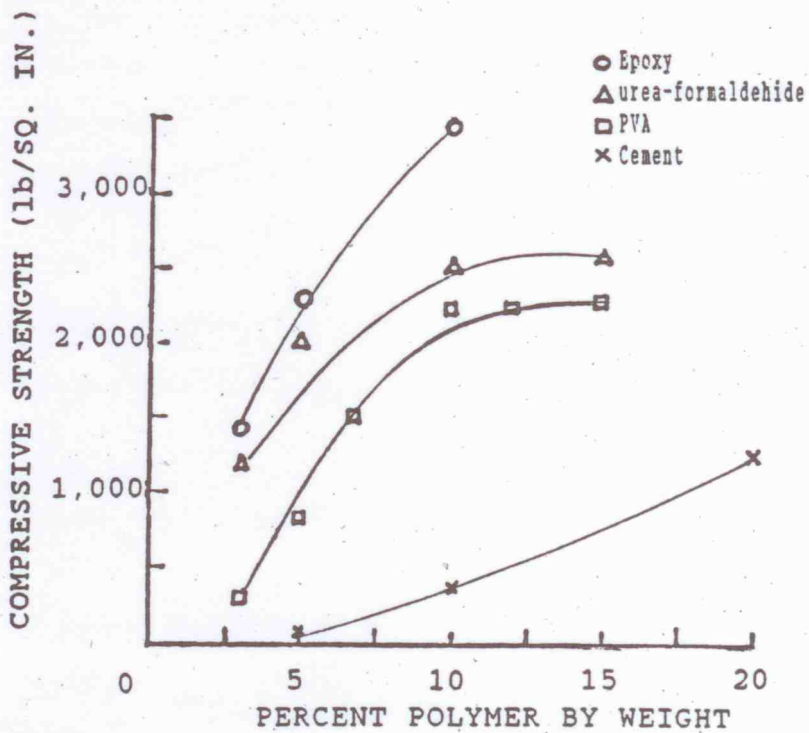
รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4