วัสดุผสม (Composite Materials)

โดย เกษม ปราบริปูตลุง

วัสดุผสมอาจจะเป็นชื่อใหม่สำหรับผู้อ่านหลายท่าน แต่ความจริงแล้วมนุษย์ได้รู้จักและใช้วัสดุผสมมาแต่โบราณกาล ถ้าหากท่านยังจำได้กระบุงที่พระร่วงเสกให้ใช้ตักน้ำได้ ก็เป็นวัสดุผสมชนิดหนึ่งคือใช้ชันทาตะกร้าหรือกระบุงที่สานด้วยไม้ไผ่ เมื่อชันแห้งกระบุงหรือตะกร้าที่สานด้วยไม้ไผ่ก็จะใช้ตักน้ำได้ ตะกร้าหรือกระบุงชนิดนี้จะมีคุณสมบัติพิเศษกว่ากระบุงหรือตะกร้าชนิดอื่น ๆ คือจะมีความเหนียว (toughness) เป็นพิเศษจะเบากว่าภาชนะชนิดที่ใช้ประโยชน์ในทางเดียวกันเช่นกระป๋องโลหะหรือสังกะสีและโดยมากแล้วจะมีน้ำหนักเบากว่าพวกที่ทำด้วยโลหะ ยุ้งข้าวของชาวนาเราเมื่อสมัยก่อนก็ใช้ประโยชน์ของวัสดุผสมอยู่มาก เป็นต้นว่าฝายุ้งใช้ไม้ไผ่สาน หรือพืชประเภทต้นหญ้าชนิดหนึ่งซึ่งมีลำเรียวเล็กสานแล้วก็ทาทับด้วยมูลวัวหรือควายผสมกับโคลนหรือดินเหนียว ซึ่งทำให้ฝาชนิดนี้ทนทานดีกว่าฝาที่ใช้ไม้ไผ่สานอย่างเดียว

วัสดุผสมสมัยใหม่ที่เรารู้จักกันดีในปัจจุบันนี้ก็ได้แก่พวกไม้อัดต่าง ๆ ที่จริงไม้อัดนี้มนุษย์รู้จักและนำมาใช้นานแล้วตั้งแต่สมัยอียิปต์โบราณ อิฐที่ทำจากฟางผสมกับดินเหนียวแล้วตากแดดให้แห้งก็เป็นวัสดุผสมอีกอย่างที่เรารู้จักและใช้มานับร้อยปี นอกจากไม้อัดวัสดุผสมที่มีชื่อมากอีกอย่างในสมัยปัจจุบันก็คือ fibre glass ซึ่งทำจากเส้นใย (fibre) ของแก้วและ polymer วัตถุจำพวกเส้นใยส่วนมากจะเป็นพวกที่มี strength สูงแต่เกือบทุกอย่างมักจะเปราะเพราะฉะนั้นในการที่เราจะใช้ประโยชน์นี้ของ strength ของพวกเส้นใยเหล่านี้เราต้องเอามาผสมกับพวก polymer หรือวัสดุอื่นซึ่งเขามีชื่อเรียกทั่วไปว่า matrix materials พวก matrix materials นี้ส่วนมากจะมี strength ต่ำกว่าพวก fibre มาก matrix อาจจะเป็นพวก polymers หรือโลหะก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม ถ้าเป็นพวก polymers ส่วนมากจะใช้งานได้เฉพาะอุณหภูมิต่ำ ๆ หากต้องการใช้งานอุณหภูมิสูงพวก

โลหะหรือพวก ceramics อาจจะถูกนำมาใช้แทนได้ วัสดุผสมที่เหมาะสำหรับอุณหภูมิสูงปัจจุบันก็มีใช้มากเหมือนกัน แต่ส่วนมากก็จะเป็นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมทำเครื่องบิน ทำจรวดหรือดาวเทียม หรือยานอวกาศเพราะวัสดุเหล่านี้ราคายังแพงอยู่

วิวัฒนาการในด้านวิทยาศาสตร์ในสมัยปัจจุบันทำให้ความต้องการวัสดุพิเศษที่มีคุณสมบัติที่วัสดุที่มีอยู่แล้วอย่างใดอย่างหนึ่งไม่สามารถที่จะตอบสนองได้ มนุษย์จึงมีความจำเป็นที่จะต้องรวมคุณสมบัติของวัสดุหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คุณสมบัติของวัสดุที่ตัวต้องการ ในระยะสิบปีที่แล้วมาได้มีการตื่นตัวในการวิจัยค้นคว้าทางวัสดุศาสตร์ โดยเฉพาะวัสดุผสมเป็นอันมาก ผลสำเร็จในการวิจัยในทางด้านนี้ช่วยให้โครงการอวกาศหลายอันสำเร็จผลไปโดยดี ตารางที่หนึ่งข้างล่างนี้ใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุกับพวกโลหะต่างๆ

ตารางที่ 1 Tensile และ Specific tensile strength ของโลหะ

โลหะ	Tensile strength * (b) kg/mm^2	Specific tensile strength (b/d) kg.
เหล็กกล้า	150	19
เหล็กอ่อน	21	3
ทองแดง	14	2
อลูมิเนียม	8	3
ทองเหลือง	28	3

ตารางที่ 2 Tensile และ specific tensile strength ของวัสดุผสมระหว่าง expoxy resins กับเส้นใยในตารางข้างขวามือ

เส้นใย	Tensile strength (b) ของวัสดุผสม	specific tensile strength (b/d) ของวัสดุผสม
แก้ว	2	100
โบรอน	94	45
เบอริลเลียม	105	63
คาร์บอน	74	48
อลูมินา	51	29

จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่าวัสดุผสมส่วนมากจะมีค่า specific strength (คือความแข็ง/ความหนาแน่น) สูงกว่าโลหะแข็งที่เรารู้จักเป็นส่วนใหญ่ แม้แต่ค่าความแข็ง (Tensile strength) อย่างเดียวก็มีความสูงพอ ๆ กันกับโลหะ หรือมากกว่า การที่วัสดุผสมมีค่า specific strength สูงกว่านี้เป็นการดีเพราะว่ามันช่วยลดค่า dead load หรือในอุตสาหกรรมการบิน ซึ่งต้องการวัสดุที่แข็งและเบา การใช้พวกวัสดุเหล่านี้ก็จะได้เปรียบการใช้พวก conventional materials.

ที่กล่าวมาผู้เขียนอาจจะเน้นประโยชน์ของวัสดุผสมทางอุตสาหกรรมการบินมากไป แต่ที่จริงแล้วประโยชน์ของวัสดุผสมนี้มีอยู่ทั่วไป fibre-glass ที่เรารู้จักกันดีนั้นเราก็ได้นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายอย่าง อุตสาหกรรมรถยนต์เองก็พยายามจะนำเอา fibre-glass มาทำตัวถังซึ่งขณะนี้ยังไม่แพร่หลายนัก แต่ต่อไปเมื่อคุณสมบัติของ fibre-glass ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นอีก รถทั่วไปอาจจะใช้ fibre-glass เป็นตัวถังก็ได้ ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นค่าใช้จ่ายในการผลิตรถยนต์จะถูก ค่าซ่อมแซมตัวถังรถเมื่อชำรุดก็จะถูกลงเพราะเราสามารถต่อ fibre-glass ได้โดยง่ายและสนิทดี

ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างวัสดุผสม ก็จะมีบทบาทไม่น้อยอย่างที่เป็นอยู่ขณะนี้ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ มีเปอร์เซ็นต์ที่เป็นวัสดุผสมอยู่สูงมากที่เดียว วัสดุผสมเหล่านี้อยู่ในรูปของไม้อัดเซลโลคริต กระดาษอัด และอื่น ๆ อีก เปอร์เซ็นต์ของวัสดุผสมที่จะใช้ในการก่อสร้างนี้นับวันจะเพิ่มขึ้น เพราะว่าไม้ซึ่งเคยเป็นส่วนประกอบสำคัญในการก่อสร้างนับวันจะร่อยหรอลงอย่างที่จะเห็นได้ชัดราคาไม้ในปัจจุบันสูงขึ้นมาก แต่ในอนาคตไม้ไม่ใช่ราคาสูงอย่างเดียวแต่จะหายากด้วย เพราะว่าประชากรโลกเพิ่มขึ้นมีละมาก ๆ และต้องการเนื้อที่ที่อยู่อาศัยและทำการเพาะปลูกมากขึ้น ต้นไม้ก็จะถูกโค่นตัดลง ปัญหาเรื่องขาดแคลนไม้นี้ประเทศเราคงจะต้องประสพในระยะเวลาที่ไม่นานนักข้างหน้านี้ หากเราขาดไม้ก็หมายความว่าอุตสาหกรรมการทำไม้อัด และกระดาษอัดก็จะต้องประสบปัญหาด้วย เพราะฉะนั้นเราควรจะเตรียมแก้ปัญหาในเรื่องนี้ ที่จริงปัญหาเรื่องขาดแคลนไม้นี้อาจจะมองเห็นได้ไม่ยากนัก แต่หากใครจะกล่าวว่าเราอาจจะขาดแคลนหิน กรวด ซึ่งใช้ในการก่อสร้างชีหลายคนอาจจะยังนึกไม่ถึง แต่ว่าในอนาคตปัญหานี้จะมีแน่เราจะหาทางแก้ไขได้อย่างไร

ตอนนี้ผู้เขียนไม่อย่างจะกล่าวถึงการแก้ปัญหา เพราะปัญหาที่ว่าเรายังไม่มี เอาแต่เพียงว่าจะมีทางไหนที่เราจะหาวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูกกว่าวัสดุก่อสร้างที่เราใช้ในปัจจุบันแต่มีคุณภาพทัดเทียมกันหรือดีกว่า ผู้เขียนพยายามคิดแล้วพบว่าหากเราสามารถใช้วัสดุประเภทชานอ้อย ก้านปอ, แกลบข้าว หรือแม้แต่ข้าวเองมาใช้ทำวัสดุก่อสร้างบางที่เราจะได้วัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพดีและมีราคาถูก ทั้งนี้เพราะว่าวัสดุ 3 อย่างแรกที่กล่าวถึงในปัจจุบันมีค่าน้อยมาก สำหรับข้าวนั้นผู้เขียนอยากจะให้เป็นแหล่งสุดท้ายเพราะเรายังใช้บริโภคกันอยู่ แต่ถึงกระนั้นก็ดีเนื่องจากว่าประเทศเราเป็นประเทศผลิตข้าว ในบางที่ตลาดข้าวหรือราคาข้าวของเราในต่างประเทศไม่ค่อยดีการหาทางอื่นก็อาจจะเป็นประโยชน์แก่เศรษฐกิจของ ประเทศชาติเป็นอันมาก สำหรับชานอ้อยเท่าที่ผู้เขียนทราบก็ยังเอาไปใช้ประโยชน์กันน้อยมาก แถวจังหวัดชลบุรีซึ่งมีโรงงานน้ำตาลเป็นอันมากคงจะเป็นแหล่งสำคัญ หากเราสามารถนำชานอ้อยมาใช้ทำวัสดุก่อสร้างได้ ในภาคอีสานเราก็มีไร่อ้อยเหมือนกันรวมทั้งโรงงานน้ำตาลขนาดเล็ก เพราะฉะนั้นชานอ้อยในภาคอีสานก็ยังพอหาได้

พูดถึงก้านปออันนี้อุดมสมบูรณ์แน่ในภาคอีสาน และขณะนี้ก็แทบจะไม่ได้ใช้ ประโยชน์อะไรเลย เพราะฉะนั้นแหล่งวัตถุดิบในภาคอีสานนี้มีมากแน่หากเราสามารถหาวิธีใช้มันให้เป็นประโยชน์ได้

แกลบเป็นวัสดุที่แทบจะไร้ค่าที่อุดมสมบูรณ์ในประเทศเราอีกอย่างหนึ่ง ที่ไหนมีโรงงานสีข้าวที่นั่นมักจะมีกองแกลบกองพะเนินเทอนทึก บางแห่งถึงขนาดจะต้องเผาทิ้ง เพราะฉะนั้นหากเราสามารถหาวิธีใช้แกลบให้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ก็คงจะช่วยเศรษกิจของชาติไม่น้อย

ทั้งสามอย่างที่กล่าวมา คือชานอ้อย ก้านปอ และแกลบท่านผู้อ่านก็คงจะพอมองเห็นได้ว่า การที่จะเอาวัสดุเหล่านี้แต่ละอย่างมาใช้โดยตรงย่อมทำไม่ได้ เพราะฉะนั้นวัสดุผสมที่ผู้เขียนกล่าวถึงในตอนต้นก็อาจจะเริ่มมีความหมาย ทั้งสามอย่างสามารถที่จะนำไปผสมกับวัสดุประเภทที่ใช้เป็น matrix ในวัสดุผสมแล้วจะเกิดเป็นวัสดุชนิดใหม่ที่อาจจะมีค่าหรือคุณประโยชน์ในการก่อสร้าง matrix materials ที่พอนึกได้ตามลำดับราคาจากต่ำไปสูงก็คงจะได้แก่พวกซิเมนต์, กาว, polymers, และ resins ต่างๆ matrix ชนิดใดจะ

เหมาะสมกับวัสดุชนิดใดนั้น เราต้องอาศัยผลการทดลอง ในทัศนะของผู้เขียนเราควรจะให้ความสนใจกับซิเมนต์ก่อน เพราะว่าเราผลิตได้เองและราคาไม่แพงนัก ส่วนอย่างอื่นที่กล่าวมาราคาโดยเฉพาะปัจจุบันค่อนข้างจะสูง

ปัญหามีอยู่ว่าเราจะใช้วัสดุพวกก้านปอ, ชานอ้อย ฯลฯ นี้ผสมกับ cement เลยได้หรือไม่ คำตอบก็คงจะเป็นว่าเป็นไปได้ยาก หรือถ้าได้คุณภาพของวัสดุผสมที่ได้จะไม่ดีหรือไม่ทนทานเพราะอย่างที่เราทราบกันดีแล้ว วัสดุเหล่านี้เหมือนไม้อย่างอื่นเมื่อถูกความชื้นจะผุพังได้ง่าย เพราะฉะนั้นในการที่เอาไปทำวัสดุผสมให้ได้ใช้งานนาน ๆ ย่อมไม่เหมาะสม วัสดุเหล่านี้จะต้องผ่านขบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนที่จะทำให้มันไม่เน่าเปื่อยได้ง่าย ๆ แล้วจึงจะใช้ทำวัสดุผสม

สำหรับก้านปอ ผู้เขียนเพิ่งได้รับเงินอุดหนุนงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยเป็นจำนวนสามหมื่นบาท เพื่อใช้ในการวิจัยและหาทางทำวัสดุก่อสร้างจากก้านปอ จากการทดสอบขั้นแรกและการประมวลผลทางทฤษฎีผู้เขียนพอจะสรุปได้สั้น ๆ ว่าหากก้านปอผ่านขบวนการ Carbonization เสียก่อนปัญหาเรื่องการผุของก้านปอจะน้อยลงหรือไม่มีเลย แล้ววัสดุผสมที่ได้รับจะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดีและมีน้ำหนักเบาสามารถใช้วัสดุผสมชนิดนี้ ทำฝาผนัง, เพดาน, พื้นหรือแม้แต่หลังคาได้ เพราะความชื้นหรือมดปลวกจะไม่เป็นอันตรายสำหรับวัสดุชนิดนี้ ส่วนความแข็ง (strength) คงจะพอ ๆ กับพวก cellocrete หรือวัสดุผสม cement/asbestos อย่างอื่น แต่ราคาของวัสดุชนิดนี้ผู้เขียนเข้าใจว่าจะต่ำกว่าพวกนั้นมากทีเดียว ตอนนี้ผู้เขียนยังไม่มีผลการทดลองที่เป็นกอบเป็นกำที่พอจะรายงานได้ แต่หากท่านผู้อ่านสนใจโปรดรออ่านความคืบหน้าในวารสารนี้ ฉบับต่อไป

หนังสืออ้างอิง

1) A.B.H. Dictz, Engineering Laminates, John Wiley and Sons, Inc., New York (1949)

2) H.W. Rauch, Sr., W.H. Sutton, and L.R. MC Creight Ceramic Fibers and Pibrous Composite Materials, Academic Press (1968)

3) J.H. Pesry, Chemical Engineers, Handbook, 4 th Editiion, Mc Graw Hill Book Company (1963)