



สถานภาพเทคโนโลยีอุตสาหกรรมพลาสติกเสริมแรง ในประเทศไทย

ดร.ดาวลีย์ วิวรรณะเดช

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ดร.พงศ์ศักดิ์ วิวรรณะเดช

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันพลาสติกเริ่มมีบทบาทต่อมวลมนุษย์มากขึ้นทุกวัน ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติเด่นของพลาสติกทางด้านความคงทนต่อสารเคมีคงทนต่อการถูกร่อนหรือเป็นสนิม มีน้ำหนักเบา สามารถออกแบบเพื่อนำไปใช้งานได้ตามต้องการ คุณภาพดีและสวยงาม อีกทั้งยังเป็นฉนวนไฟฟ้า และฉนวนความร้อนได้ดีอีกด้วย อย่างไรก็ตามพลาสติกยังมีข้อจำกัดทางด้านความแข็งแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับความร้อน

การปรับปรุงความแข็งแรงของพลาสติกให้สามารถใช้งานได้ทัดเทียมโลหะนั้น อาจทำได้ 2 แนวทางคือ การปรับปรุงโครงสร้างทางเคมีของสายโซ่พอลิเมอร์ และพัฒนาไปสู่พลาสติกชนิดใหม่ซึ่งรู้จักกันในนามของ **พลาสติกเชิงวิศวกรรม (Engineering Plastics)** ซึ่งนิยมเรียกกันย่อๆ ว่า **ENPLAS** อีกแนวทางหนึ่งคือ **การเสริมแรงด้วยวัสดุที่มีความแข็งและเหนียว** ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้วัสดุจำพวกเส้นใย (Fibers) เช่น ใยแก้ว ใยคาร์บอน และใยอะรามิด เป็นต้น เรียกพลาสติกเสริมแรงด้วยเส้นใยเหล่านี้ว่า **(Fiber Reinforced Plastics)** ซึ่งนิยมเรียกกันย่อๆ ว่า **FRP**

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ FRP

โดยทั่วไปเมื่อนำวัสดุ 2 ชนิดหรือมากกว่ามาผสมเข้าด้วยกัน จะได้วัสดุอีกประเภทหนึ่งที่มีสมบัติต่างๆ ดีขึ้น เรียกว่าวัสดุที่ได้นี้ว่า “วัสดุเชิงประกอบ (Composite Materials)” และกรณีที่เป็นวัสดุผสมระหว่างเส้นใยกับเรซินหรือพลาสติก เราจะเรียกวัสดุเชิงประกอบที่ได้ว่า “พอลิเมอร์ คอมโพสิต (Polymer Composite)” หรือ “พลาสติกเสริมแรง (Fiber Reinforced Plastic, FRP)”

องค์ประกอบ¹

พลาสติกเสริมแรงโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนผสมหลัก 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : สารเสริมแรง (Reinforcement หรือ Filler) ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งตามรูปร่างลักษณะได้เป็น 3 แบบ

- **เส้นใย (Fibers)** ตัวอย่างเช่น ใยแก้ว ใยคาร์บอน ใยอะรามิด เป็นต้น
- **ผง (Powder)** ตัวอย่างเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ดินขาว (Kaolin) เป็นต้น
- **เกล็ด (Flake หรือ Whisker)** ตัวอย่างเช่น ไมก้า เป็นต้น

ส่วนที่ 2 : พลาสติกหรือเรซิน (Plastics หรือ Resins) ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- **เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics)** เป็นพลาสติกหรือเรซินที่สามารถนำมาทำให้หลอมและขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ได้ โดยพลาสติกจะหลอมด้วยเมื่ออุณหภูมิสูง และแข็งตัวเป็นรูปผลิตภัณฑ์ตามแม่พิมพ์เมื่ออุณหภูมิลดลง ตัวอย่างพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ โพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) และไนลอน (Nylon) เป็นต้น

- **เทอร์โมเซต (Thermoset)** เป็นพลาสติกหรือเรซินที่ไม่สามารถละลายหรือหลอมเหลวได้อีก เนื่องจากแข็งตัวโดยปฏิกิริยาเคมี ตัวอย่างพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ โพลีเอสเตอร์ไม่อิ่มตัว (Unsaturated Polyester) ฟีนอลิก (Phenolic) อีพอกซี (Epoxy) และเมลามีน (Melamine) เป็นต้น แต่ที่ใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมพลาสติกเสริมแรงพื้นฐาน คือ โพลีเอสเตอร์ไม่อิ่มตัว

ส่วนที่ 3 : สารเติมแต่ง (Additives) เป็นสารที่เติมลงในพลาสติกเสริมแรง เพื่อเพิ่มสีสนให้สวยงามและมีสมบัติพิเศษตามต้องการ ตัวอย่างสารเติมแต่งที่ใช้กันแพร่หลายใน FRP ได้แก่ UV Stabilizer, Colorant, Low Profile Agent และ Thixotropic Agent เป็นต้น

เทคนิคการผลิต¹

สำหรับเทคนิคการผลิตผลิตภัณฑ์ FRP นั้น มีมากมายหลายเทคนิค แต่ละเทคนิคมีข้อดีแตกต่างกันไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การผลิตแบบใช้มือทา (Hand Lay-up)

เป็นเทคนิคการผลิตที่ง่าย ลงทุนน้อย และนิยมใช้มากที่สุด เหมาะสำหรับผู้เริ่มทำกิจการหรือผู้ประกอบการขนาดเล็ก สามารถผลิตชิ้นงานได้โดยไม่จำกัดขนาด แต่มีข้อเสียคือ จำเป็นต้องใช้ผู้ผลิตที่มีความสามารถและความชำนาญเป็นพิเศษ จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

2. การผลิตแบบใช้เครื่องพ่น (Spray-up)

เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาจากการผลิตโดยใช้มือทาเล็กน้อย สามารถผลิตชิ้นงานได้ตั้งแต่จำนวนน้อยจนกระทั่งมากถึง 1000 ชิ้น สามารถใช้ผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างค่อนข้างสลับซับซ้อนกว่าการผลิตโดยใช้มือทา และสามารถทำให้เป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic System) โดยใช้หุ่นยนต์ (Robot) หรือควบคุมโดยนิวเมติก (Pneumatic)

3. การผลิตโดยวิธีการพัน (Filament Winding)

เป็นเทคนิคที่ใช้ผลิตชิ้นงานที่กลวงภายใน เช่น ท่อหรือถัง ชิ้นงานที่ต้องรับแรงอัดสูงขณะใช้งาน เช่น ท่อส่งของเหลวที่มีแรงอัดสูง ชิ้นส่วนของจรวด (Rocket และ Missile) ท่อหรือถังน้ำยาเคมี เป็นต้น

การผลิตโดยวิธีการพันนี้จะใช้เส้นใยยาว (Continuous Strand) เคลือบด้วยเรซิน พันลงบนแม่แบบ (Mandrel) ซึ่งมีรูปร่างทรงกลมหรือทรงกระบอก โดยสามารถเรียงเส้นใยไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เพื่อให้รับแรงสูงในทิศทางนั้น แล้วนำไปอบเพื่อให้เรซินแข็งตัวเต็มที่ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง และมีปริมาณเส้นใยในเนื้อเรซินสูงสุดด้วย

4. การผลิตโดยใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)

เป็นเทคนิคที่มีจำนวนการผลิตสูงได้ชิ้นงาน

ที่มีขนาดเป็นมาตรฐานเดียวกัน สามารถทำได้ด้วยวิธีอัตโนมัติ การออกแบบชิ้นงานทำได้ด้วยความคล่องตัวจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมาก นอกจากนี้ยังสามารถรวมชิ้นโลหะต่างๆ (Metal Insert) เช่น ชิ้นส่วนของน็อตและสกรู เข้าไปในชิ้นงานขณะทำการผลิต ทำให้ประหยัดเวลาในการประกอบและชิ้นงานแลดูสวยงาม สีสนและผิวของชิ้นงานที่ผลิตด้วยระบบอัตโนมัติมีความเรียบมันทั้งสองด้าน เนื่องจากใช้แม่แบบโลหะ (Metal Mold) ซึ่งมีผิวเรียบมัน

ในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ ต้องการเวลาในการขึ้นรูปชิ้นงาน (Cycle Time) น้อยที่สุด อาจทำได้โดยใช้เทคนิค เอส เอ็ม ซี (Sheet Molding Compound, SMC) หรือ บี เอ็ม ซี (Bulk Molding Compound, BMC) โดยทำการผสมเส้นใย เรซิน และสารเติมแต่งทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นแผ่น SMC หรือเป็นก้อน BMC สำเร็จรูปพร้อมที่จะขึ้นรูปได้ทันที ซึ่งจะช่วยลดเวลาการทำงานลงได้มาก

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้กำลังเป็นที่นิยมในประเทศอุตสาหกรรม และคาดว่าจะมีแนวโน้มเป็นที่นิยมในประเทศไทยในอนาคตอันใกล้นี้ โดยเฉพาะเทคนิค BMC ซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีขนาดเล็กและรูปร่างซับซ้อน อย่างเช่นชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและโทรคมนาคม น่าจะมีศักยภาพสูงสุดในช่วง 2-3 ปีข้างหน้า

หนังสือกรุงเทพธุรกิจฉบับวันที่ 11 ธันวาคม 2538 รายงานว่ากลุ่มบริษัท สยามสตีล จำกัด มีแผนการที่จะขยายธุรกิจจากเหล็กเข้าสู่โทรคมนาคม โดยร่วมทุนกับบริษัท เอ็มเทคคอร์ปอเรชั่น จำกัด ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นบริษัทที่มีเทคโนโลยีผลิตจานดาวเทียมรายใหญ่ จัดตั้งบริษัท สยามเอ็มเทคขึ้นที่นิคมอุตสาหกรรมสยามอีสเทิร์นของกลุ่มสยามสตีล เพื่อดำเนินการผลิตจานดาวเทียมไฟเบอร์กลาสด้วย

เทคนิค BMC ป้อนให้กับกลุ่มชินวัตรในขั้นต้น และมีโครงการจะเข้าเป็นผู้แทนจัดจำหน่าย (Master Dealer) ให้กับชินวัตร และบริษัทอื่นๆ ในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นไทยสกายหรือยูทิวทีวีที่เริ่มเจาะตลาดนี้อยู่ประกอบกับทางบริษัทเล็งเห็นทิศทางการเติบโตของธุรกิจดังกล่าว โดยคาดว่าในปีนี้ไทยจะมีความต้องการใช้จานดาวเทียมประมาณ 2 แสนชุด/ปี และในอีก 5 ปีข้างหน้าไทยจะมีความต้องการใช้จานดาวเทียมสูงถึง 2 ล้านชุด/ปี

ในฐานะที่กลุ่มสยามสตีลจะเป็นผู้ผลิตจานดาวเทียมไฟเบอร์กลาสรายใหญ่ของประเทศในอนาคต ทางบริษัทจึงมีแผนที่จะลงทุนผลิตวัตถุดิบ BMC ขึ้นเอง โดยจะร่วมทุนกับบริษัท 3 ราย ซึ่งคาดว่าจะสามารถดำเนินการก่อสร้างได้ในปลายปี 2539 นี้

นอกจากเทคนิค BMC จะเหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานขนาดเล็ก รูปร่างซับซ้อนแล้ว ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียมหรือแกรนิตเทียม เป็นต้น นอกจากนี้วัตถุดิบ BMC ยังสามารถนำไปขึ้นรูปโดยการฉีดได้อีกด้วย

5. การผลิตแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)

เป็นเทคนิคการผลิตที่คล้ายการผลิตโดยใช้มือทา กล่าวคือ วางแผ่นเส้นใยพร้อมเรซินลงบนแม่แบบ วางถุงยางทับลงไป กดแผ่นยึด (Platen) ตอนบน ลงห่างจากแม่แบบพอสมควรอัดอากาศเข้าไปในถุงยาง เพื่อให้ถุงยางขยายตัวอัดใยแก้วผสมเรซินให้แนบสนิทกับแม่แบบตอนล่าง ทิ้งไว้ให้เรซินแข็งตัว จึงปล่อยอากาศออกจากถุง ยกแผ่นยึดตอนบนขึ้น แล้วถอดชิ้นงานออกจะได้ชิ้นงานที่มีผิวเรียบสองด้าน

ผลิตภัณฑ์ FRP เริ่มมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทุกปี

ขณะที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม FRP ในประเทศส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ที่แท้จริงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการผลิต มีผลให้อุตสาหกรรม FRP ในประเทศขยายตัวในลักษณะที่ขาดการควบคุมและการวางแผนที่รัดกุม ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบจำกัดและผลิตภัณฑ์บางประเภทยังมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน

เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรม FRP ในประเทศ จึงควรมีการศึกษาสถานภาพเทคโนโลยีอุตสาหกรรม FRP ในประเทศ ณ สภาวะปัจจุบัน เปรียบเทียบกับแนวโน้มการพัฒนาอุตสาหกรรม FRP ในประเทศอุตสาหกรรม อาทิ ญี่ปุ่น อเมริกา และประเทศในแถบยุโรป เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการวางแผนพัฒนากลุ่ม และ/หรือ รูปแบบผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมต่อไป

จากการศึกษาสถานภาพเทคโนโลยีอุตสาหกรรมพลาสติกเสริมแรง (FRP) ในประเทศเปรียบเทียบกับประเทศในแถบยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น²⁻⁵ พบว่าอุตสาหกรรม FRP ระดับพื้นฐาน หรือ FRP จากโพลีเอสเตอร์เรซิน ในกลุ่มประเทศดังกล่าวอยู่ในสภาวะอัมตัม ขณะที่ของไทยยังอยู่ในสภาวะกำลังพัฒนา ซึ่งจะมีแนวโน้มขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ ไปอีกระยะหนึ่ง โดยจะเน้นในกลุ่มผลิตภัณฑ์ จำพวกถังน้ำและถังบรรจุของเหลว (Tanks & Vessels) ชิ้นส่วนยานยนต์ (Automobile Parts) อุปกรณ์ในอุตสาหกรรมเคมี (Industrial Equipments) ถังบำบัด (Septic Tanks) และวัสดุก่อสร้าง (Construction Materials) ตามลำดับ ขณะที่ในสหรัฐอเมริกาน่าจะเน้นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มยานยนต์ (Transportation) และกลุ่มวัสดุก่อสร้าง (Construction Materials) ส่วนในประเทศญี่ปุ่นจะเน้นในกลุ่มอุปกรณ์เครื่องใช้ครัวเรือน (Building/Household) ดังแสดงในรูปที่ 1-3

สำหรับเทคนิคการผลิตผลิตภัณฑ์ FRP จะพบว่าทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่นเริ่มใช้เทคนิค SMC/BMC มากขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-6 ส่วนของไทยยังคงใช้เทคนิคการทาด้วยมือ (Hand Lay-up) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีผู้ประกอบการระดับเล็กค่อนข้างมากขณะที่ผู้ประกอบการระดับกลางเริ่มพัฒนาไปสู่เทคนิคการพ่น (Spray-up) ส่วนผู้ประกอบการรายใหญ่ ซึ่งยังมีไม่ถึง 10 ราย เริ่มพัฒนาไปสู่เทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งได้แก่ เทคนิค RTM (Resin Transfer Molding), CRM (Continuous Rotation Molding), SMC (Sheet Molding Compound) และ BMC (Bulk Molding Compound) เป็นต้น

จากการสอบถามผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์ FRP ประกอบกับข้อมูลจากผู้ผลิตและจำหน่ายโพลีเอสเตอร์เรซินในประเทศ พบว่าเทคนิคการผลิตผลิตภัณฑ์ FRP ที่มีแนวโน้มได้รับความนิยมในอนาคตอันใกล้ น่าจะเป็นเทคนิคการพ่น (Spray-up) และเทคนิคการพัน (Filament Winding) สำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ส่วนเทคนิค BMC สำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กแต่ปริมาณการผลิตสูง ซึ่งได้แก่ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและโทรคมนาคม เป็นต้น เนื่องจากเทคนิคเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่สูงนัก และไม่จำเป็นต้องใช้ know-how เป็นพิเศษ ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ขาดมาตรฐาน รัฐจึงควรหามาตรการในการควบคุมมาตรฐานการผลิตที่รัดกุมและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ส่งเสริมให้มีการประสานงานและกระตุ้นให้เกิดการรวมกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ FRP เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างกัน อันจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรม FRP ในประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการศึกษาด้านภาพเทคโนโลยีอุตสาหกรรมพลาสติกเสริมแรงในประเทศ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ มา ณ โอกาสนี้

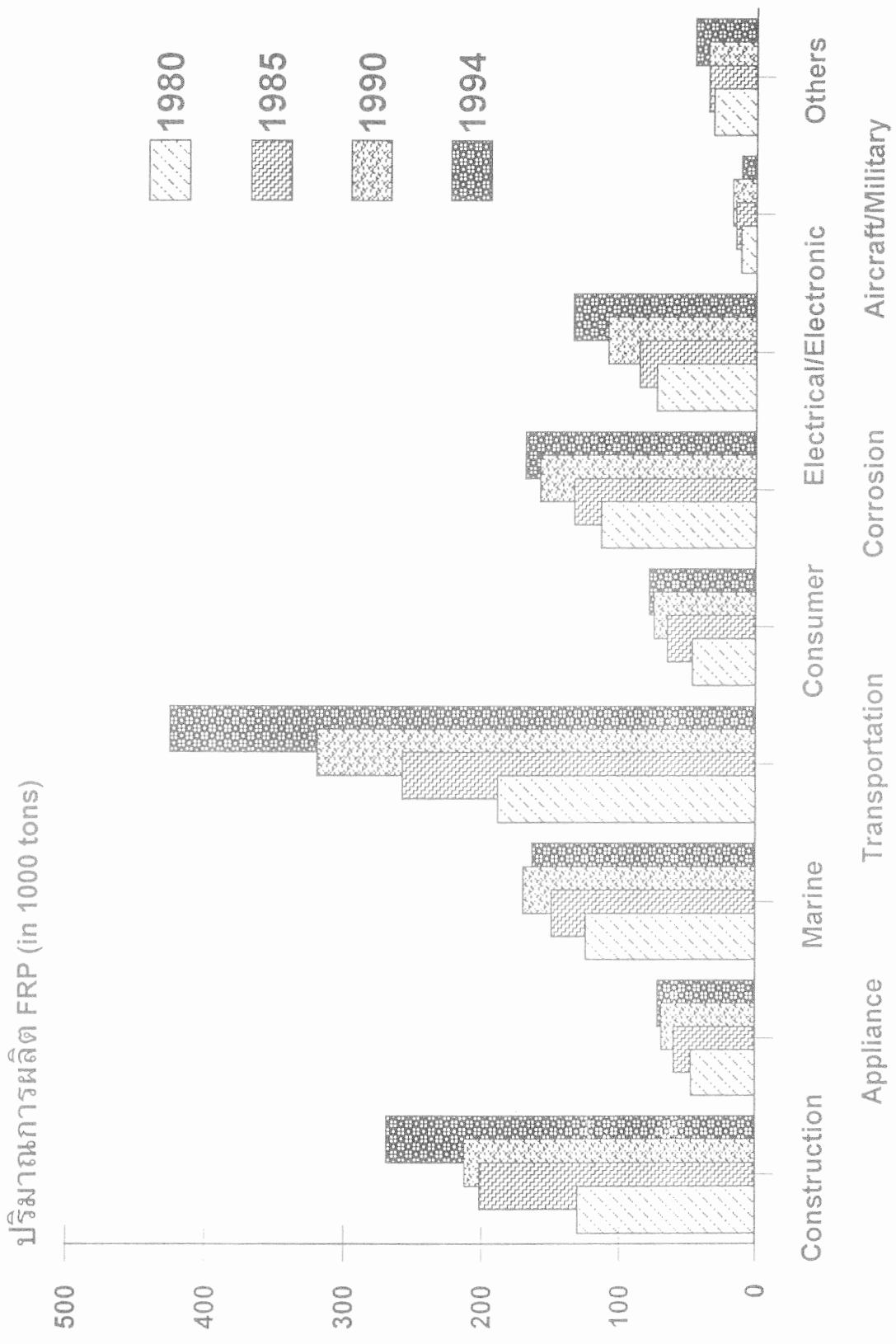
เอกสารอ้างอิง

1. พิเชิต เลี่ยมพิพัฒน์; “เอฟอาร์พี”, ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป.สัมพันธ์พาณิชย์ พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2537 หน้า 33-60
2. Siam Chemical Industry Co., Ltd.; “เอกสารประกอบการสัมมนา The 20th SCI Anniversary Semina”, October 21,1994.

3. Japanese Composites Institute; “เอกสารประกอบการสัมมนา The 50th Annual Conference”, The Society of the Plastic Industry, Inc., January 30 – February 1, 1995.

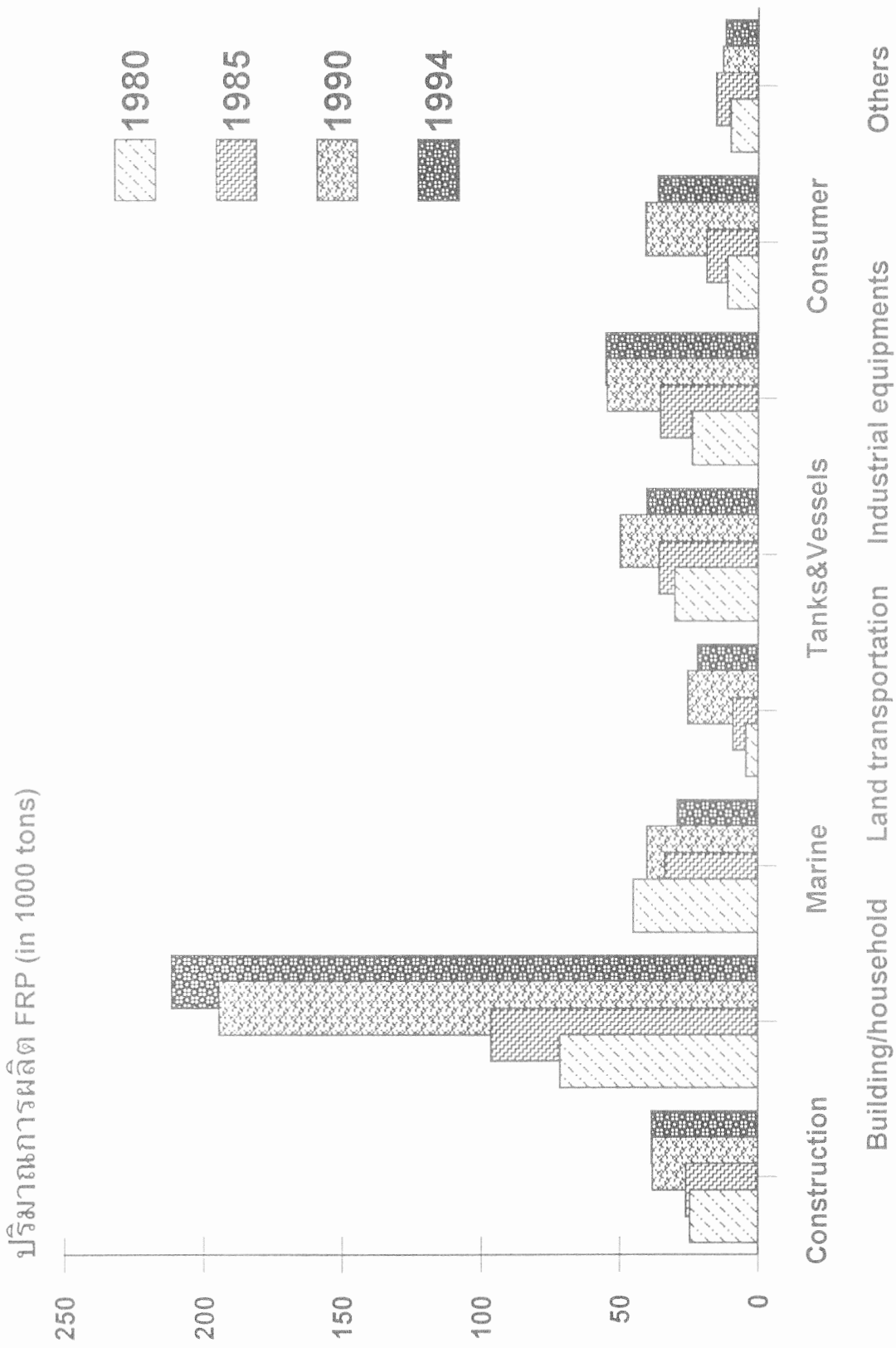
4. The Japan Reinforced Plastic Society; “JRPS News” ฉบับปี 1980 ถึงปี 1994 หน้า 6 ของแต่ละฉบับ

5. The Japan Reinforced Plastic Society; “The 40th JRPS Anniversary” September 1994.



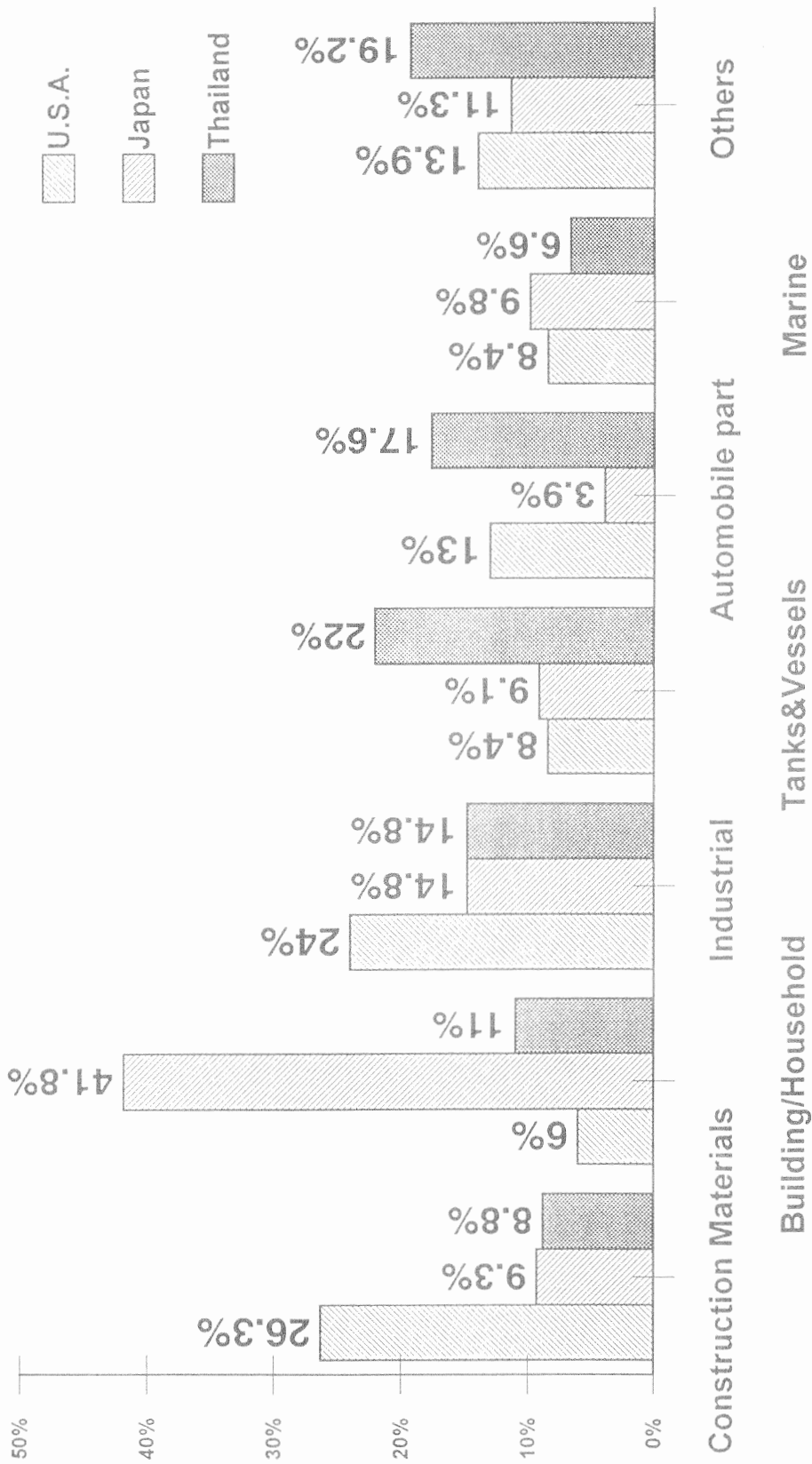
วารสารโลหะ วัสดุ และแร่ 10

รูปที่ 1 ปริมาณและสัดส่วนการผลิต FRP ใน U.S.A. แยกตามกลุ่มผลิตภัณฑ์

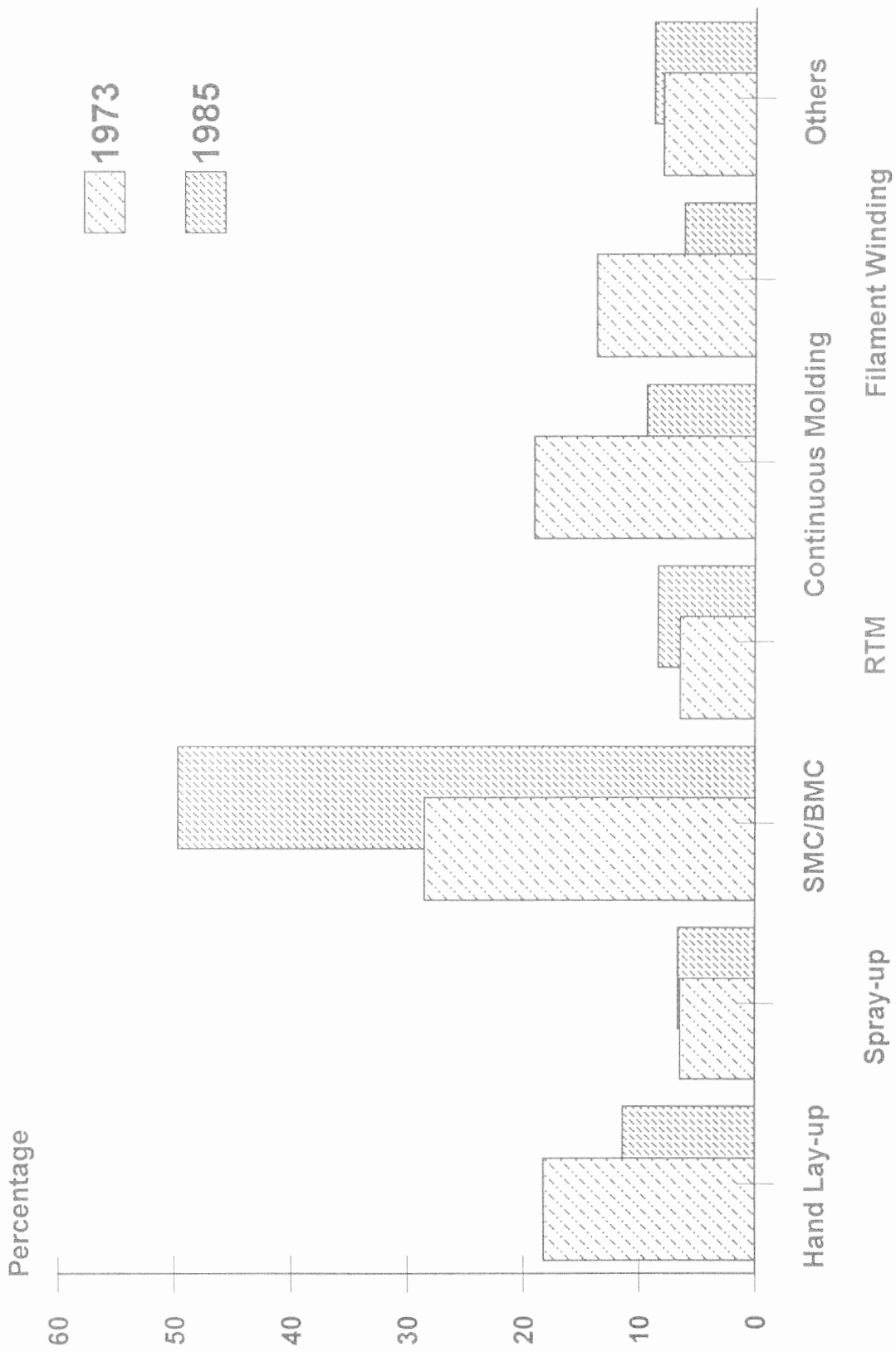


รูปที่ 2 ปริมาณและสัดส่วนการผลิต FRP ในญี่ปุ่น แยกตามกลุ่มผลิตภัณฑ์

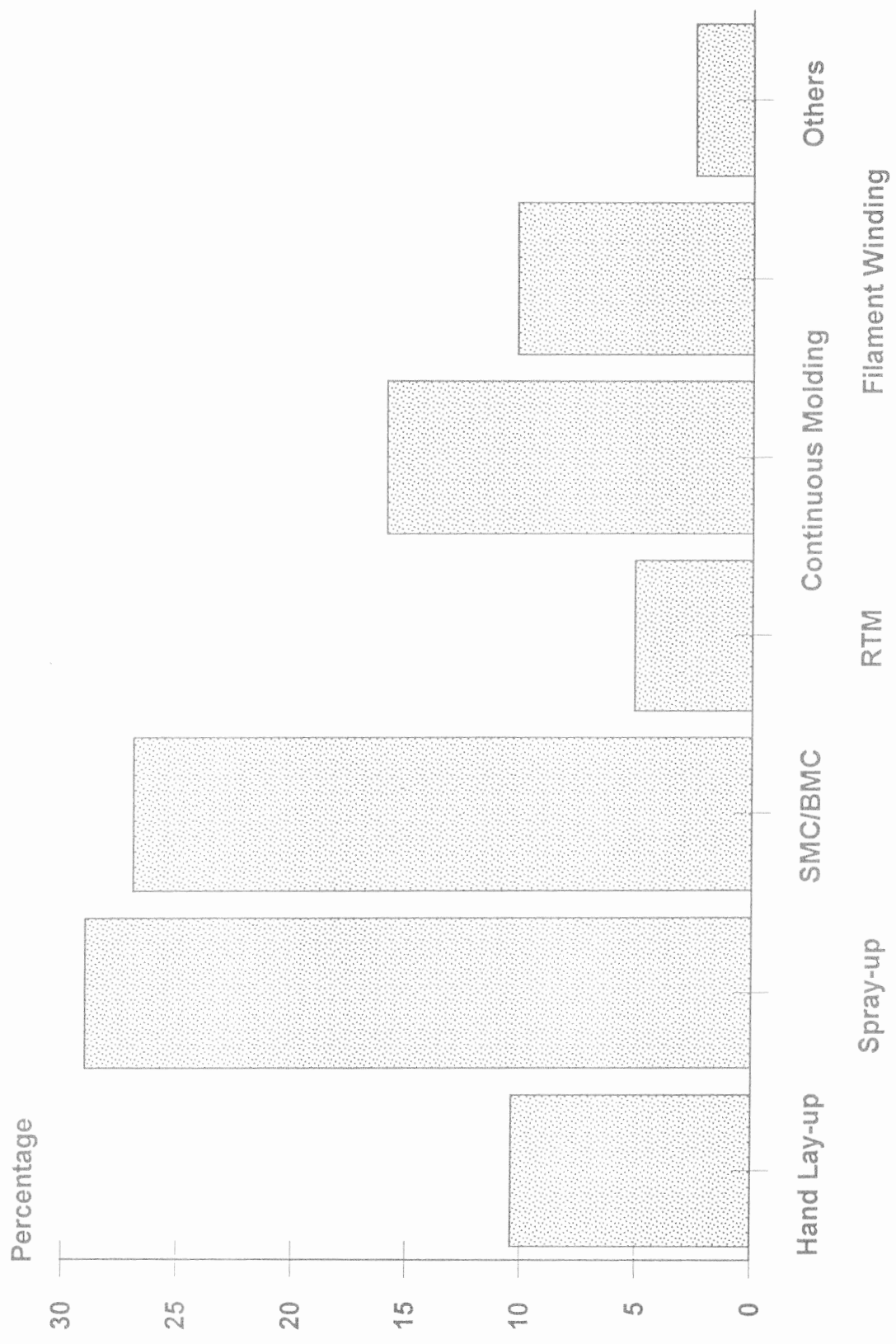
Percentage of main FRP products in 1992 of each country



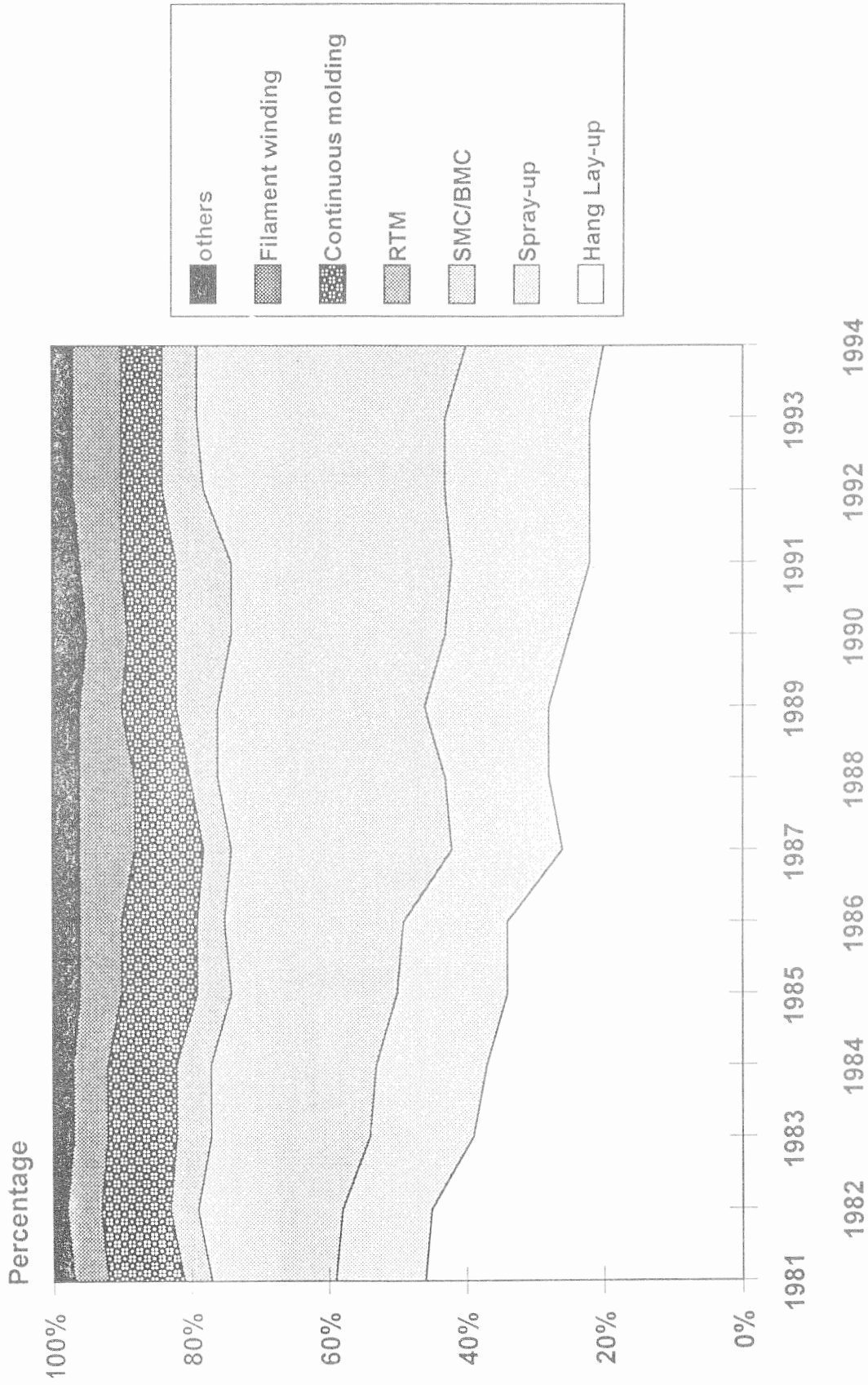
รูปที่ 3 เปรียบเทียบสัดส่วนการผลิต FRP ใน U.S.A., Japan และ Thailand แยกตามกลุ่มผลิตภัณฑ์



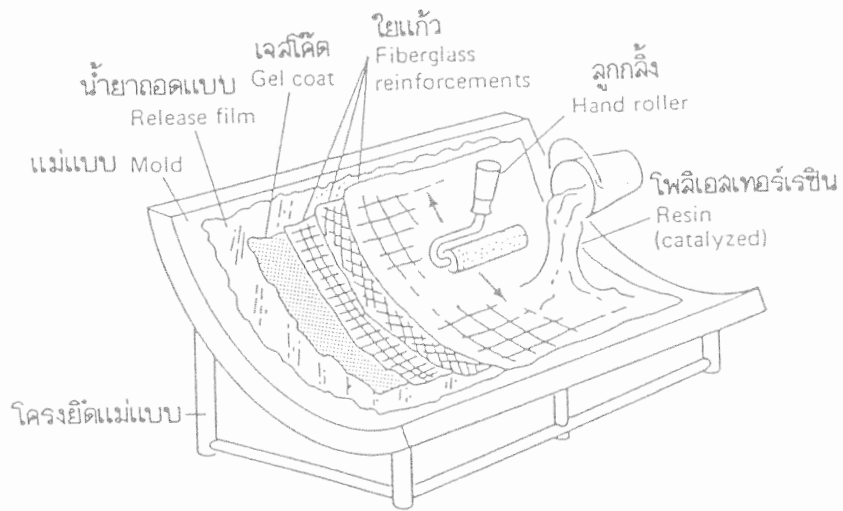
รูปที่ 4 สัดส่วนเทคนิคการผลิต FRP ในยุโรปตะวันตก



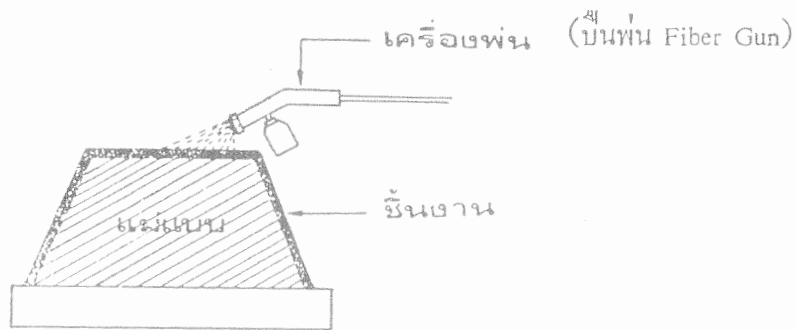
รูปที่ 5 สัดส่วนเทคนิคการผลิต FRP ในอเมริกาเหนือ (ปี 1986)



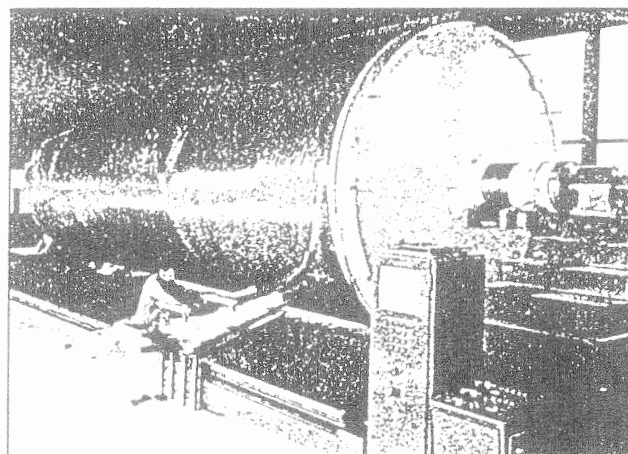
รูปที่ 6 สัดส่วนและแนวโน้มการพัฒนาเทคนิคการผลิต FRP ในญี่ปุ่นแยกตามกลุ่มผลิตภัณฑ์



เทคนิคการทำด้วยมือ (Hand Lay-up)



เทคนิคการฉีดพ่น (Spray-up)



เทคนิคการพัน (Filament Winding)