กาว[1]

Adhesive

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิจชัย จิตขจรวานิช
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
Kitchai Jitkhajornwanich, Ph.D.
Assistant Professor, Faculty of Architecture, Silpakorn University

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการรวบรวมสาระต่างๆ เพื่อแนะนำให้รู้จักกับกาว ในฐานะที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการของงานโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม เนื้อหาของบทความได้อธิบายถึงประวัติความเป็นมา ความหมาย การใช้งาน ข้อดีและข้อเสียของกาว ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กาวสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการยึดติดวัสดุต่างๆ เข้าด้วยกันได้ สำหรับความเหมาะสมในการเลือกใช้กาวนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ทั้งการคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพของกาว องค์ประกอบทางวิศวกรรมเคมี และลักษณะการใช้งาน ได้แก่ ความแข็งแรงทนทานที่ต้องการ ลักษณะการรับแรงทางวิศวกรรมของชิ้นงาน การต้านทานต่อสภาพแวดล้อม ระยะเวลาของการแข็งตัว เป็นต้น นอกจากนี้บทความนี้ได้เน้นการพิจารณากาวกับงานอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาวอีพ๊อคซีกับกาวโพลียูริเทน ซึ่งเป็นกาวที่ใช้เฉพาะสำหรับงานโครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบ Structural Sandwich Panels หรือ Structural Insulated Panels (SIPs)

---

[1] บางส่วนของบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย : **โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ระบบการก่อสร้าง Structural Sandwich Panels เพื่อใช้กับบ้านประหยัดพลังงานในประเทศไทย** (2549) โดย รองศาสตราจารย์ จรัญพัฒน์ ภูวนันท์, อาจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี, อาจารย์ ดรุณี มงคลสวัสดิ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิจชัย จิตขจรวานิช และนายกมล ภูวนันท์ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

Abstract

This paper aims to introduce the application of adhesive as an element in the process of building construction. It starts with a brief history, meaning and the advantages and disadvantages of adhesive. This shows that it can be used as an alternative bonding material. The criteria to select any kind of adhesive depend upon appropriateness of its physical qualification, its specification of components and its application namely demanded strength, bearing load, setting and curing time, resistance to extreme environment, and so on. Furthermore the paper focuses on its application in building industry, especially both epoxy and polyurethane that nowadays are manufactured in structural sandwich panels or structural insulated panels (SIPs).

บทนำ

กาวเป็นสสารชนิดหนึ่งซึ่งใช้ยึดพื้นผิว 2 ชิ้นหรือมากกว่าเข้าหากัน ส่วนมากแล้วจะเป็นการยึดติดแบบถาวร และในบางครั้งการยึดติดนี้จะสามารถรับแรงได้ การใช้กาวจึงเป็นเทคนิคหนึ่งในการยึดติดวัสดุต่างๆ เข้าด้วยกันที่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้แทนวิธีการยึดติดแบบที่เคยทำกันมา เช่น การยิงรีเวท การเชื่อม การใช้โบ๊ลท์ และการใช้เครื่องกลวิธีอื่นๆ การใช้กาวนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงและทนทานในการก่อสร้างเครื่องบินและอุตสาหกรรมไม้มานานแล้ว แต่สำหรับการใช้งานกับโครงสร้างอื่นๆ นั้นยังไม่ค่อยมีให้เห็นมากนัก

เป็นเวลากว่าศตวรรษมาแล้วที่เรารู้จักกันแต่กาวที่ทำมาจากผลิตภัณฑ์ของพันธุ์พืชและสัตว์ พวกเราใช้กาวกับการติดผิวงานประเภทกระดาษมานานแล้ว ต่อมาก็ใช้กับงานไม้ และในการก่อสร้างเครื่องบินไม้ แต่ก็พบว่ามีข้อจำกัดมากมายทั้งในเรื่องความทนทานต่อความชื้นและการเป็นเชื้อรา จนกระทั่งมีการพัฒนากาวสังเคราะห์กันขึ้นมาจึงมีการใช้กาวกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ

การพัฒนานี้ทำให้เราสามารถยึดติดวัสดุประเภทเหล็กและวัสดุอื่นๆ เข้าด้วยกันได้ กาวสังเคราะห์ชิ้นแรกที่ใช้กันมากคือ ฟีนอล ฟอร์มอลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) ซึ่งใช้ยึดติดไม้ ในช่วงราวสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 จึงได้มีการพัฒนากาวประเภทอีพ๊อคซี (Epoxy) และฟีโนลิค เรซิ่น (Phenolic Resin) ขึ้น เพื่อใช้กับโครงสร้างเหล็กในอุตสาหกรรม

การทำเครื่องบิน ตั้งแต่นั้นมากาวสังเคราะห์อื่นๆได้ถูกพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง เรารู้จักเรซิ่นสังเคราะห์มากมาย รวมทั้งยางที่มีสูตรเป็นกาวได้ด้วย ฉะนั้นการใช้กาวจึงมีความแพร่หลายมากขึ้น ครอบคลุมการใช้งานทั้งที่ไม่ต้องรับน้ำหนัก งานโครงสร้าง งานวิศวกรรมโดยทั่วไป งานเครื่องยนต์ อุตสาหกรรมรถยนต์ รองเท้า และผลิตภัณฑ์การบรรจุหีบห่อเป็นต้น

ด้วยข้อดีมากมายในการใช้กาว ซึ่งรวมถึงการประยุกต์ใช้กับงานได้หลากหลายรูปแบบและราคาที่ถูกลง ทำให้กาวได้ถูกพิจารณาเป็นวัสดุในการยึดติดที่มีความสำคัญวิธีการหนึ่ง สิ่งนี้ทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการใช้กาวอย่างมีลักษณะเฉพาะเจาะจงกับงานมากขึ้น เช่น การใช้กับงานยึดติดแผ่นเหล็กที่มีความบางมากๆ ซึ่งทำให้สามารถลดน้ำหนักของวัสดุได้ การยึดติดด้วยกาวกับแผ่นเหล็กบางๆ ได้ถูกนำมาแทนการใช้เหล็กแผ่นหนาแล้วเชื่อมติดด้วยการเชื่อมจุด หรือการยิงรีเวท แผ่นเหล็กที่บางถึง 0.05 มิลลิเมตรก็สามารถยึดติดกับวัสดุอื่นๆ ได้ด้วยกาว หรืออลูมิเนียมอัลลอยที่บางเพียง 0.35 มิลลิเมตรก็สามารถยึดติดได้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาไปสู่การคิดค้นวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่นั่นก็คือแผ่นผนังโครงสร้างที่มีไส้กลางเป็นฉนวน ทำด้วยกระดาษรังผึ้ง โครงอลูมิเนียมรังผึ้งหรือโฟมก็ยึดติดได้ด้วยกาวนั่นเอง (Morley, 2000)

ประวัติความเป็นมาของกาว

การศึกษาประวัติความเป็นมาของกาวจะพบว่ากาวชนิดแรกๆ เป็นกาวที่ได้มาจากส่วนต่างๆ ของสัตว์ เช่น เอ็น กระดูก หนัง และพัฒนาจากพันธุ์พืช ศิลปะในการใช้กาวนี้ได้แสดงให้เห็นตั้งแต่สมัยอียิปต์ โรมัน ยุคฟื้นฟูศิลปะวิทยาการ และในยุคสมัยใหม่ซึ่งล้วนแล้วแต่มีการอ้างถึงการใช้กาวทั้งสิ้น ภาพเขียนบนผนังของชาวอียิปต์และกล่องใส่ของมีค่าที่เคลือบผิว หรือหีบศพบรรจุมัมมี่ ได้แสดงให้เห็นถึงการใช้กาวในยุคต้นๆ ฉะนั้นเราอาจจะสรุปได้ว่า ชาวอียิปต์โบราณ รากเหง้าของอารยธรรมเริ่มแรก เป็นผู้ที่ริเริ่มในเทคนิคนี้ ถึงแม้ว่าหลักฐานต่างๆ จะสูญหายไปในประวัติศาสตร์แล้วก็ตาม

สำหรับโรงงานที่ผลิตกาวเป็นอุตสาหกรรมครั้งแรกในโลก ตั้งขึ้นในประเทศฮอลแลนด์ในปีคริสต์ศักราช 1690 ส่วนในอเมริกา มีโรงงานกาวครั้งแรกชื่อว่า American Glue Company ตั้งอยู่ในเมืองบอสตันในปีคริสต์ศักราช 1808 ก่อตั้งโดยนายอะลิจาห์ อัพตั้น (Elijah Upton)

เป็นที่น่าสังเกตประการหนึ่งว่า กาวที่ผลิตส่วนใหญ่จะเป็นกาวที่ทำมาจากสัตว์ และการใช้กาวเป็นอุตสาหกรรมหลักจะพบในกิจการทำเฟอร์นิเจอร์เป็นส่วนมาก หากได้พิจารณาประวัติศาสตร์ศิลปะของการผลิตเฟอร์นิเจอร์จะพบว่ามีการอ้างอิงถึงการใช้กาวอยู่เสมอ จนกระทั่งเมื่อประมาณศตวรรษที่ผ่านมา จึงมีการเริ่มใช้ยางและไพร็อคซ์ลิน ซีเมนต์ (Pyroxlin Cement) บ้าง อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีในเรื่องกาวยังมีความก้าวหน้าน้อยมาก จวบจนกระทั่งคริสต์ศตวรรษที่ 20 การพัฒนาอย่างจริงจังจึงได้เริ่มต้นขึ้นจากกาวที่มาจากธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียว จนถึงกาวที่ได้จากสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น สารโพลิเมอร์ต่างๆ (Amstock, 2001)

ข้อดีและข้อเสียของการใช้กาว

ข้อดีของการใช้กาวในการยึดติด (Shields, 1974) มีดังนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมติด ยึดติดกับวัสดุได้หลากหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการที่แตกต่างกัน ทั้งองค์ประกอบของวัสดุ ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความหนาของวัสดุ ซึ่งในบางกรณี เช่น แผ่นเหล็กบาง และแผ่นฟอยด์ ที่ไม่สามารถใช้วิธีการยึดติดวิธีอื่นได้เลย ก็จำเป็นต้องใช้กาว
2. พื้นผิวงานที่ไม่เรียบ ขรุขระ ที่ไม่สามารถใช้การยึดติดกันด้วยสกรูหรือรีเวท ก็สามารถทำให้ยึดติดกันและดูสวยงามได้ด้วยการใช้กาว
3. พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน ไม่สามารถยึดติดกันได้ด้วยวิธีอื่น ก็สามารถใช้กาวในการยึดติดได้
4. การกระจายแรงบนพื้นที่ที่ทากาวมีความสม่ำเสมอกัน มากกว่าการใช้โบ๊ลท์หรือการยิงรีเวทที่กระจายแรงเป็นจุด โดยเฉพาะกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ จะทำให้ไม่เสียความแข็งแรง ทั้งยังทำให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบาและราคาประหยัดขึ้นด้วย รวมทั้งยังทำให้สามารถทำแผ่นรังผึ้งหรือแผ่นโฟม เป็นโครงสร้างภายในของผิวแผ่นเหล็กบาง เช่นในโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Honeycomb Sandwich Panel) ได้อีกด้วย
5. การใช้กาวในการยึดติด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดแรงกระแทก และเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับชิ้นงาน
6. การใช้กาวทำให้น้ำหนักของชิ้นงานลดลง และยังไม่มีรูอีกด้วย ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
7. วัสดุที่ไม่ทนทานกับความร้อน ก็สามารถยึดติดได้ด้วยกาว

8. กาวมีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นฉนวน และเคลือบผิวป้องกันความชื้นและสารเคมีอื่นๆ ชั้นกาวสามารถเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี ทั้งยังช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสนิมกับวัสดุประเภทเหล็กได้อีกด้วย
9. การใช้กาวทำให้ชิ้นงานมีความประหยัด ทั้งในการผลิต กระบวนการในการติดตั้ง ลดค่าใช้จ่ายในวัสดุอื่นๆ ลดขั้นตอนการทำงานอื่นๆ ทั้งยังมีน้ำหนักน้อย และมีความสม่ำเสมอกันอีกด้วย

สำหรับข้อเสียของการใช้กาวในการยึดติด (Shields, 1974) มีดังนี้

1. การยึดติดด้วยกาวโดยวิธีการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆ อาจจะทำให้เกิดความแตกต่างกันของการขยายตัวระหว่างตัวกาวเองกับพื้นผิวของส่วนที่ยึดติด ซึ่งก่อให้เกิดแรงดัน ลักษณะเช่นนี้อาจทำให้รอยต่อแนวกาวมีปัญหาได้
2. ความแข็งแรงของการยึดติดที่ดีที่สุดมักจะเสียเวลาในการยึดติดที่สมบูรณ์ ไม่เหมือนกับการเชื่อมหรือการยึดติดโดยใช้เครื่องกล
3. กาวต่างประเภทกัน จะมีคุณสมบัติในการรับแรงต่างๆ แตกต่างกัน บางประเภทมีคุณสมบัติในการรับแรงดึง เช่น กาวประเภทยาง ส่วนบางประเภทสามารถรับแรงกดได้ เช่น กาวประเภทที่ใช้ความร้อนในการแข็งตัว
4. ผลในระยะยาวของการใช้กาวในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมรุนแรงมักจะหาข้อสรุปไม่ได้ว่า ผลเสียที่เกิดขึ้นเป็นเพราะอะไร ทั้งความร้อน ความเย็น ความชื้น สารเคมี รังสีแสงอาทิตย์ และการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา นอกจากนี้การใช้กาวที่ไม่สอดคล้องเหมาะสมกับผิวงาน ก็อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน
5. กาวที่ใช้น้ำยาทำละลายเป็นตัวประสานหลายชนิด สามารถติดไฟได้และยังเป็นสารพิษ
6. การรื้อโครงสร้างที่ติดด้วยกาวไปแล้ว ทำไม่ง่ายนัก เพราะฉะนั้นการซ่อมแซมจึงเป็นไปได้ยาก
7. การควบคุมกระบวนการติดตั้งอย่างเข้มงวดและการทำชิ้นงานตัวอย่าง เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง
8. ความต้องการความชำนาญพิเศษในการติดตั้งด้วยกาว เช่น การเตรียมพื้นผิว การเลือกชนิดของกาว การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของชิ้นงานในระยะยาว รวมทั้งการทำรายละเอียดต่างๆ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนมากพอสมควร

การแบ่งประเภทของกาว

การแบ่งประเภทของกาวสามารถจำแนกได้หลายวิธี ได้แก่ การพิจารณาวัสดุที่กาวนั้นจะยึดติด ซึ่งก็คือการแบ่งประเภทตามการใช้งาน ลักษณะทางกายภาพของกาวชนิดต่างๆ ลักษณะการแข็งตัวของกาว หรือการพิจารณาคุณสมบัติทางวิศวกรรม เคมี และความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน ก็ได้

ทั้งนี้ การแบ่งประเภทตามคุณสมบัติทางเคมี เป็นการแบ่งประเภทของกาวที่นิยมใช้กันมากที่สุด และเป็นการแบ่งที่สามารถกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งานต่างๆ ได้อีกมากมายด้วย แต่อาจจะทำให้ผู้ใช้งานต้องศึกษาเพิ่มเติมเสียก่อน

สำหรับบริษัทผู้ผลิตกาวแล้ว การแบ่งประเภทของกาวมักจะใช้วิธีจำแนกตามประเภทการใช้งาน และตามผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต ซึ่งก็คือการพิจารณาความแข็งแรงในการยึดติด กำลังในการรับน้ำหนัก แล้วจึงแบ่งเป็นระดับๆ ไป นอกจากนั้นแล้วยังพิจารณาเพียงแค่ขอบเขตของผลิตภัณฑ์ที่บริษัทผู้ผลิตมีจำหน่ายเท่านั้น ในบางกรณีจึงเป็นการแบ่งตามภูมิภาคที่ใช้งานที่แตกต่างกัน หรือในบางกรณี บริษัทผู้ผลิตอาจจะพิจารณาแต่เพียงคุณสมบัติทางเคมีอย่างเดียว โดยผู้นำไปใช้งานจะพิจารณาตามความเหมาะสมของตนเอง หรือศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมเคมีในอัตราส่วนการผสมผสานกันเอง ก็มี

ลักษณะทางกายภาพของกาว

ลักษณะทางกายภาพของกาว สามารถจำแนกได้ 5 ลักษณะ (Shields, 1974) ดังนี้

1. เป็นของเหลว : สูตรของกาวส่วนมากแล้วจะอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ทั้งในลักษณะที่เป็นน้ำยาตัวทำละลาย (Solvent) น้ำมันผสมกับน้ำให้กลมกลืนกันจนเป็นเมือกขาว (Emulsion หรือ Latices) หรือของเหลวข้นเหนียว (Viscous Liquid) ลักษณะทางกายภาพเช่นนี้ ทำให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้ง่าย และควบคุมความข้นเหนียวของกาวบนพื้นที่ที่ต้องการทำงานได้ด้วยตนเอง
2. เป็นแป้งเหนียว : ลักษณะทางกายภาพเช่นนี้เหมาะสำหรับงานที่มีพื้นที่ผิวเป็นช่องว่างให้ใส่กาวเป็นตัวประสานได้ และต้องไม่ห้อยตัวตกลงมา เพื่อให้กาวที่มีลักษณะเป็นแป้งเหนียวแข็งตัวก่อนจะตกลงมาเป็นก้อน
3. เป็นแผ่นฟิล์มหรือผ้าเทป : ลักษณะเช่นนี้เหมาะกับพื้นผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ การทำงานของกาวประเภทนี้จะให้ความรวดเร็ว ง่ายดาย และความเรียบเสมอกันของเส้นกาว รวมทั้งยังลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

4. เป็นผง : ลักษณะทางกายภาพของกาวที่เป็นผง จำเป็นต้องผสมกับของเหลว บางชนิดหรือต้องทำปฏิกิริยาทางเคมีด้วยความร้อนเสียก่อน จึงจะให้คุณสมบัติที่เป็นกาวได้ ซึ่งส่วนมากแล้วก็จะกลายสถานะจากผงเป็นของเหลว โดยทั่วไปแล้วกาวที่มีลักษณะเป็นผงจะสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยปกติจะสามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 1 ถึง 2 ปี หรือบางชนิดก็นานกว่านั้น
5. เป็นของแข็ง เช่น เป็นเมล็ดเล็กๆ เป็นแท่ง หรือเป็นลูกเต๋า : ลักษณะทางกายภาพเช่นนี้เหมาะสำหรับการใช้งานบางประเภท กาวในลักษณะที่เป็นของแข็ง เป็นลักษณะพื้นฐานของการทำงานที่ต้องใช้ความร้อนเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเสียก่อน จึงจะให้คุณสมบัติการเป็นตัวประสาน กาวในลักษณะนี้สามารถเก็บไว้ได้นานเช่นกัน

การทำงานของกาว

การทำงานของกาวเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการยึดติดวัสดุต่างๆ เข้าหากัน มีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน (Shields, 1974) คือ

1. กาวที่ใช้สารทำละลายเป็นพื้นฐาน เมื่อสารทำละลายระเหยไปหมดแล้ว กาวก็จะแข็งตัว กาวประเภทนี้มีทั้งกาวที่ได้จากสสารทางธรรมชาติ ได้แก่ ครั่ง (Shellac) หรือยางไม้ (Balsam) และกาวสังเคราะห์ เช่น อะคริลิค (Acrylic) ไวนิล (Vinyl) เซลลูลอย (Cellulose) สไตรีน-โพลีเมอร์ (Styrene Polymers) และอิลาสโตเมอร์ (Elastomers) ที่มีสารประเภทโพลียูริเทน (Polyurethane) โพลีโครโรพริน (Polychloroprene) และยางไนตริล (Nitrile Rubbers)
2. กาวที่ใช้อุณหภูมิทำให้แข็งตัว หรือ เทอร์โมพลาสติก โดยการให้เกิดอุณหภูมิที่ร้อน (31 – 100 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 100 องศาเซลเซียส) หรือเย็น (ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส) กาวก็จะทำปฏิกิริยาแข็งตัว ได้แก่ โพลีอามายด์ (Polyamides) โพลีเอสเตอร์ชนิดอิ่มตัว (Saturated Polyesters) โพลีอะคริเลท (Polyacrylates) และโพลีอีเทอร์ (Polyethers) กาวประเภทนี้ส่วนมากแล้วจะทำหน้าที่เป็นกาวที่ใช้สารทำละลายเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว นอกจากนี้ กาวในกลุ่มนี้ยังรวมถึงซีเมนต์อนินทรีย์ที่ผลิตโดยใช้ความร้อนสูง และเรซินบางชนิดด้วย (ซึ่งบางชนิดก็จะจัดอยู่ในกาวประเภทใช้สารเคมีทำให้แข็งตัว) อย่างไรก็ตาม กาวประเภทนี้มีข้อเสียที่สำคัญมากประการหนึ่งคือ เมื่อกาวที่แข็งตัวแล้วและเกิดความร้อนขึ้นอีกครั้ง กาวจะเหลว คลายความแข็งตัวลง ซึ่งทำให้เสียกำลังการรับน้ำหนัก และเปลี่ยนรูปร่างจากเดิมด้วย

3. กาวที่ใช้สารเคมีทำให้แข็งตัว มักจะใช้ในงานโครงสร้างที่ต้องการรับน้ำหนักมากๆ กาวประเภทนี้ ได้แก่ พวกอิลาสโตเมอร์ต่างๆ และกาวที่ใช้อุณหภูมิหรือความชื้นทำให้แข็งตัว ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีด้วย เช่น อีพ็อคซี (Epoxy) ไพโนลิค (Phenolic) โพลีเอสเตอร์ (Polyesters) โพลีอะโรมาติค (Polyaromatic) อะมิโน (Amino) และสารสังเคราะห์อื่นๆ กาวประเภทนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถเสริมความแข็งแรง ทนทาน ต่อแรงดึงได้ดี และยังทนต่อความร้อนได้สูงด้วย

การพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของกาว

การแบ่งประเภทต่างๆ ของกาวโดยพิจารณาองค์ประกอบทางเคมี (Shields, 1984) เป็นอีกระบบวิธีหนึ่งที่นิยมกันมาก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ ได้แก่ กาวที่มีวัตถุดิบที่มาจากพืชพันธุ์ต่างๆ และอวัยวะของสัตว์ เช่น หนังหรือกระดูก กาวประเภทนี้ส่วนมากแล้วใช้กับงานกระดาษ กระดาษแข็ง แผ่นฟอยด์ หรือโครงสร้างไม้อัด เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้งานในอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ กาวที่ได้จากสัตว์มักจะมีกำลังในการรับน้ำหนักได้ดีกว่ากาวที่ได้จากพืชพันธุ์ อีกทั้งยังทนต่อความชื้นได้ดีกว่าด้วย ซึ่งส่วนมากแล้วจะใช้กับงานไม้และอุตสาหกรรมไม้อัด อย่างไรก็ตามกาวประเภทนี้ไม่ทนทานต่อการเผชิญกับสภาพอากาศในระยะเวลานานๆได้
2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) ได้แก่ เรซิ่นที่มาจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ กาวประเภทนี้จะเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพเมื่อถูกความร้อน เช่น ละลายได้หรืออ่อนตัวลงได้ อีกทั้งยังยับย่นได้หากถูกแรงกดหนักๆ เพราะฉะนั้นกาวประเภทนี้จึงเหมาะกับงานที่รับน้ำหนักไม่มากและไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสภาพอากาศรุนแรง กาวประเภทนี้สามารถใช้ติดกับวัสดุประเภทไม้ พลาสติก หรือวัสดุที่มีรูพรุนได้ นอกจากนี้ยังเหมาะกับงานที่ออกแบบให้รอยต่อมีลักษณะพับได้ ซ้อนทับกันได้ หรือเป็นกาวเสริมช่วยให้แข็งตัวมากขึ้น ใช้กับงานบรรจุหีบห่อ เฟอร์นิเจอร์ งานตกแต่งภายใน และรองเท้า กาวประเภทนี้มีคุณสมบัติในการยึดติดได้ดีกว่ากาวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ของพืชและสัตว์ และมีคุณสมบัติที่ทนต่อความชื้นและการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา ตัวอย่างของกาวประเภทนี้ ได้แก่ โพลีอิไธลีน (Polyethylene) โพลีสไตรีน (Polystyrene) โพลีคาร์บอนเนท (Polycarbonates) และโพลีอามายด์ (Polyamides) เป็นต้น

3. เทอร์โมเซ็ท (Thermosets) ได้แก่ โพลีเมอร์ที่เป็นสารสังเคราะห์และเรซิ่น กาวประเภทนี้สามารถทำให้แข็งตัวด้วยการใช้ความร้อนหรือให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งแตกต่างจากกาวเทอร์โมพลาสติกตรงที่จะไม่ละลายหรืออ่อนตัวลงเมื่อถูกความร้อนอีกครั้ง กาวเทอร์โมเซ็ทบางชนิดสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่หากจะให้กระบวนการแข็งตัวรวดเร็วขึ้น ควรจะใช้ความร้อนเพื่อเร่งปฏิกิริยาและยังทำให้เพิ่มคุณสมบัติการยึดติดได้ดีขึ้นด้วย กาวประเภทนี้มีทั้งรูปแบบที่เป็นสารเคมี 2 ส่วนผสมกันเพื่อทำให้แข็งตัว หรือรูปแบบสารเคมีชนิดเดียวที่ใช้ความร้อนทำให้แข็งตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่เลือกใช้ สารเคมีที่ใช้กับกาวประเภทนี้มักจะให้ความแข็งแรงสูง ดังนั้นจึงสามารถใช้กับงานโครงสร้างบางประเภทได้ ส่วนมากการรับแรงกดจะดีมาก แต่การรับแรงดึงพอใช้ ฉะนั้นการยึดติดจึงแข็ง แต่เปราะ แตกง่าย ไม่ค่อยมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น โพลีเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบของกาวประเภทนี้ ได้แก่ อะมิโน (Amino) ฟีโนลิค (Phenolic) อีพ๊อคซี-เรซิ่น (Epoxy Resins) โพลีเอสเตอร์-เรซิ่น (Polyester Resins) เป็นต้น กาวประเภทนี้สามารถใช้ได้กับงานไม้ เหล็ก กระจก งานโครงสร้าง หากได้ผสมกับสารเคมีประเภทอิลาสโตเมอร์ ก็จะช่วยในการลดความเปราะได้บ้าง

4. อิลาสโตเมอร์ (Elastomers) ได้แก่ กาวที่ได้จากวัตถุดิบประเภทยางทั้งจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ โดยทั่วไปแล้วกาวประเภทอิลาสโตเมอร์จะมีคุณสมบัติในการรับแรงได้น้อย แต่มีความยืดหยุ่นสูงมาก ใช้กับการยึดติดผิวงานประเภทกระดาษ ผ้า หรือยาง ซึ่งไม่มีแรงกดมาก หรือมักจะใช้เป็นส่วนผสมกับกาวโพลีเมอร์ 2 ส่วน กาวประเภทนี้สามารถอ่อนตัวลงได้เช่นเดียวกับกาวเทอร์โมพลาสติกแต่จะไม่หลอมละลายจนหมด กาวประเภทนี้เป็นยาง ฉะนั้นคุณสมบัติความทนทาน การยึดติด การกันน้ำ การเคลือบผิว จึงเป็นเช่นเดียวกันกับยาง กาวอิลาสโตเมอร์ ได้แก่ ไนตริล (Nitrile) นีโอพริน (Neoprene) ยางซิลิโคน (Silicone Rubbers) และยางโพลีไอโซบิวไทลีน (Polyisobbutylene Rubbers) เป็นต้น

5. องค์ประกอบของโพลีเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ได้แก่ กาวที่ประกอบกันจากสารเคมีทั้งกาวเทอร์โมพลาสติก เทอร์โมเซ็ท และอิลาสโตเมอร์ ส่วนมากแล้ว จะเป็นการผสมกันระหว่างเรซิ่น-เทอร์โมเซ็ท และอิลาสโตเมอร์ หรือกาวเทอร์โมพลาสติกโดยส่วนผสมนั้นจะเหมาะสมกับงาน ตามความต้องการเฉพาะกิจ ดังนั้นเรซิ่นที่เพิ่มยางเข้าไป จะช่วยในการยึดติดได้ดีขึ้น และทนต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ในขณะเดียวกันก็ยังมีความยืดหยุ่นในตัวได้ดี แทนที่จะมีคุณสมบัติที่เปราะและแตกง่าย กาวประเภทนี้ยังนิยมใช้กับงานโครงสร้างผนัง 2 ชั้นอีกด้วย โดยเฉพาะ

การยึดติดวัสดุประเภทโลหะและลามิเนต กับแผ่นกระดาษรังผึ้งหรือโฟมที่เป็นฉนวนตรงกลาง กาวสังเคราะห์ที่ใช้ ได้แก่ ฟีโนลิค-โพลีไวนิล อะซิเทล (Phenolic-polyvinyl Acetal) ซึ่งสามารถรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงกดได้ดี แต่ก็มีแนวโน้มว่าจะอ่อนตัวลงเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง กาวประเภทที่มีองค์ประกอบของโพลีเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน มีทั้งในรูปแบบที่เป็นแผ่นฟิล์ม ของเหลว หรือผงกาว ซึ่งในกระบวนการยึดติดต้องใช้แรงอัดและความร้อนสูง เพื่อให้เกิดการแข็งตัว สำหรับการผสมเรซิ่น เทอร์โมเซ็ท กับกาวประเภทนี้ ก็สามารถทำให้เป็นกาวโครงสร้างที่ทนทานต่อสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้ เช่น อีพ็อคซี (Epoxy) และฟีโนลิค-เรซิ่น (Phenolic Resins)

โดยสรุปแล้ว การพิจารณาประเภทต่างๆ ของกาวสามารถจำแนกได้หลากหลายระบบวิธี ดังนั้น ในที่นี้จึงขอแสดงเป็นตารางเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทของกาว

ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ	
รูปแบบ	แป้ง กาวจากสัตว์และปลา พืชพันธุ์ต่างๆ ครั่ง ยางไม้
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลว แป้งเหนียว ของแข็ง และผง
คุณสมบัติการยึดติด	รับแรงน้อยและทนทานความชื้นไม่ดี แต่ทนต่อความร้อนและสารเคมีได้ดีพอใช้
วัสดุที่เหมาะกับการใช้ติด	กระดาษ ไม้คอร์ค วัสดุหีบห่อ ผ้า ไม้ทำเฟอร์นิเจอร์ พลาสติก และเหล็ก
การใช้งาน	งานพักอาศัยโดยทั่วไป อุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อ และการประกอบยึดติดกันอย่างง่ายๆ เร็วๆ
เทอร์โมพลาสติก	
รูปแบบ	ผลิตภัณฑ์จากเซลลูโลส (Celulose) โพลีไวนิล-อะซิเตท (Polyvinyl Acetate) โพลีไวนิล-แอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol) โพลีอะคริเลท (Polyacrylates) โพลีอีเทอร์ (Polyethers) และโอลิโอเรซิ่น (Oleoresins)
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลว แผ่นฟิล์ม และของแข็ง
คุณสมบัติการยึดติด	รับแรงดึงพอใช้ แต่รับแรงเฉือนได้ไม่ดี และพื้นผิวมีโอกาสเกิดรอยพับย่นได้ง่าย เมื่อรับน้ำหนักมากๆ ใช้กับงานได้อุณหภูมิสูงเพียง 90 ºC
วัสดุที่เหมาะกับการใช้ติด	วัสดุทั้งหลายที่ไม่มีส่วนประกอบของโลหะ ได้แก่ ไม้ พลาสติก หนัง ผ้า และกระดาษ
การใช้งาน	การยึดติดวัสดุที่รับแรงดึงและแรงกดน้อย

เทอร์โมเซ็ท	
รูปแบบ	ยูเรีย (Urea) เมลามีน ฟอร์มอลดีไฮด์ (Melamine Formaldehydes) โพลีอีสเตอร์ (Polyesters) โพลีอิมายด์ (Polyimides) อีพ๊อคไซด์ (Epoxides) และฟีโนลิค (Phenolics)
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลว แผ่นฟิล์ม แป้งเหนียว และผง
คุณสมบัติการยึดติด	รับแรงเฉือนได้ดีและต้านทานแรงกดได้ แต่รับแรงดึงไม่ดี อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง 200-250ºC
วัสดุที่เหมาะกับการใช้ติด	เหล็ก แก้ว ไม้ เครื่องเคลือบดินเผา
การใช้งาน	การยึดติดโครงสร้างที่ต้องรับแรงกดเป็นหลัก ส่วนมากใช้กับงานเหล็กและไม้
อิลาสโตเมอร์	
รูปแบบ	ยางธรรมชาติ หรือยางที่ทำจากยางที่ใช้แล้ว อะคริโล-ไนตริล-บิวทาดายน์ (Acrylo-nitrile-butadiene) โพลียูริเทน (Polyurethane) โพลีโคลโรพริน-ซิลิโคน (Polychloroprene-silicone) บิวทายล์ (Butyl) บิวทาดายน์-สไตรีน (Butadiene-styrene) และโพลีซัลฟายด์ (Polysulphide)
ลักษณะทางกายภาพ	แผ่นฟิล์ม และของเหลว
คุณสมบัติการยึดติด	รับแรงดึงได้ดีและมีความยืดหยุ่นสูง แต่รับแรงเฉือนได้ไม่ดี และไม่ต้านทานแรงกด จึงเกิดรอยพับย่นได้ อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง 80-100 ºC แต่หากเพิ่มซิลิโคนเข้าไป จะคงตัวได้สูงถึง 200 ºC
วัสดุที่เหมาะกับการใช้ติด	พลาสติก ยาง ผ้า และหนัง
การใช้งาน	ใช้กับการยึดติดที่ไม่รับแรงกด วัสดุน้ำหนักเบา และต้องการความยืดหยุ่นในระหว่างชิ้นงาน
องค์ประกอบของโพลีเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน	
รูปแบบ	ฟีโนลิ-ไนตริล (Phenolic-nitrile) ฟีโนลิค-นีโอพริน (Phenolic-neoprene) ฟีโนลิค-โพลีไวนิลอะซิเทล (Phenolic-polyvinyl Acetal) และอีพ๊อคไซด์ชนิดดัดแปลง (Modified Epoxide)
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลว แผ่นฟิล์ม และแป้งเหนียว
คุณสมบัติการยึดติด	คุณสมบัติความแข็งแรง การรับแรงต่างๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของสารเคมี 2 ชนิด แต่โดยทั่วไปแล้ว การรับแรงค่อนข้างสูงมาก และใช้ได้กับช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก รวมทั้งการทนทานต่อสารเคมีก็ดีมากด้วย
วัสดุที่เหมาะกับการ ใช้ติด	เหล็ก แก้ว เครื่องเคลือบดินเผา และงานโครงสร้าง
การใช้งาน	โครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักมาก โดยเฉพาะแรงกด รวมทั้งงานในสภาพอากาศที่รุนแรง ทั้งความร้อนและความชื้นสูง

ที่มา : Shields, J. 1974. *Adhesive Bonding. Reprinted 1975. Design Council.* Oxford: Oxford University Press, p.5.

กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

กาวที่ใช้ในวงการก่อสร้างมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ที่เป็นที่ตกลงกันในระหว่างความเห็นของผู้เชี่ยวชาญนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นกาวที่สามารถหาได้ในท้องตลาด เช่น อะนาอีโรบิค (Anaerobic) อะคริลิคชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic) ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate) อีพ๊อคซี (Epoxy) และโพลียูริเทน (Polyurethene) การแบ่งประเภทนี้จะแบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความแข็งแรงทนทานเมื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง รวมทั้งการต้านทานต่อสภาพแวดล้อม และสาระอื่นๆ กาวต่างๆ เหล่านี้ ได้แสดงโดยสรุปในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กาวที่ใช้ในงานก่อสร้าง

คุณสมบัติ	*อะนาอีโรบิค*	*อะคริลิค ชนิดดัดแปลง*	*ไซยาโน อะคริเลท*	*อีพ๊อคซี*	*โพลียูริเท*
การยึดติดกับวัสดุ	เหล็ก กระจก เทอร์โมเซ็ท	วัสดุผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน	เหล็ก พลาสติก	ส่วนมากใช้ได้	วัสดุผิวเรียบ มีรูพรุนได้
อุณหภูมิที่ใช้งาน (ºC)	-55 ถึง 149	-73 ถึง 250	-55 ถึง 79	-55 ถึง 121	-157 ถึง 79
การต้านทานแรงกระแทก	พอใช้	ดี	แย่	แย่	ดีมาก
แรงเฉือน Ksi (MPa)	2.50 (17.50)	3.70 (25.90)	2.70 (18.90)	2.20 (15.40)	2.20 (15.40)
แรงดึง piw (N/m)	10 (1750)	30 (5250)	3 (<525)	3 (<525)	80 (14000)
ใช้ความร้อนหรือการผสม	ไม่	ไม่	ไม่	ใช้	ใช้
ทนทานต่อตัวทำละลาย	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
ทนทานต่อความชื้น	ดี	ดี	แย่	ดีมาก	พอใช้
กลิ่น	อ่อน	แรง	ปานกลาง	อ่อน	อ่อน
เป็นพิษ	น้อย	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง
การติดไฟ	น้อย	มาก	น้อย	น้อย	น้อย
ช่องว่าง นิ้ว (มิลลิเมตร)	0.025 (0.635)	0.030 (0.762)	0.010 (0.254)	ไม่มี	ไม่มี

ที่มา : Amstock, Joseph S. 2001. *Handbook of Adhesives and Sealants in Construction.* New York : McGrew-Hill, p.1.19.

รายละเอียดต่างๆ ที่ให้ไว้ในตารางเป็นเพียงข้อมูลคร่าวๆ เท่านั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการใช้งานในทางปฏิบัติจำเป็นจะต้องปรึกษากับทางบริษัทผู้ผลิต เพราะว่ายังมีรายละเอียดอื่นๆ อีกมาก และยังแบ่งแยกย่อยเป็นกาวชนิดอื่นๆ อีกมากมาย อีกทั้งจะได้เลือกกาวที่ถูกต้องเหมาะสมกับผิวงานที่จะใช้ยึดติดและไม่เกิดปัญหาต่อไปในอนาคต

กาวที่ใช้สำหรับงาน Structural Sandwich Panels

ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามบริษัทผู้ผลิตกาวและตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยสำหรับกาวที่ใช้กับงานโครงสร้าง ซึ่งสามารถใช้ได้กับงาน Structural Sandwich Panels หรือ Structural Insulated Panels (SIPs) ทำให้เห็นว่าส่วนใหญ่แล้วจะใช้กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างอยู่ 2 ประเภทคือ อีพ็อคซีและโพลียูริเทน และใช้ในรูปแบบขององค์ประกอบโพลีเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ตัวอย่างของกาวได้แสดงและเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ โดยสรุปในตารางที่ 3 ในที่นี้จะเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นของกาว 4 ยี่ห้อเท่านั้น ซึ่งการศึกษาอาจจะขยายออกไปได้อีกตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือผู้ที่ต้องการผลิตชิ้นงานสำหรับ Structural Sandwich Panels ต่อไป

ตารางที่ 3 ตัวอย่างของกาวสำหรับงาน Structural Sandwich Panels

คุณสมบัติ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
Trademark ยี่ห้อ	FIXWELL[1]	3M[2]	SIKA[3]	HUNTSMAN[4]
No. หมายเลขสินค้า	No. 90 A, B	Scotch-Weld 2216 B/A	SikaForce 7750 L40	A : Daltofoam MR 40106
				B : Suprasec 2085
Raw material วัตถุดิบ	Two-part epoxy resin	Two-part epoxy resin	Two-part polyurethane (Polyaddition)	Two-part polyurethane
Part องค์ประกอบ	A : Resin	A : Modified epoxy	A : Polyols	A : Polyols
	B : Hardener	B : Modified amine	B : Isocynate	B : Isocynate
Form สถานะ	A : ของเหลว	A : ของเหลว	A : ของเหลว	A : ของเหลว
	B : ของเหลว	B : ของเหลว	B : ของเหล	B : ของเหลว
Packing ขนาดบรรจุ	A : 3.0 kg	A : 11.1-11.6 lb	A : 9, 25, 250 kg	A : 215 kg
	B : 1.5 kg	B : 10.5-11.0 lb	B : 2.5, 25, 250 kg	B : -

Colour สี	A : ขาว	A : ขาว	A : เนื้อ	A : น้ำตาลอ่อน
	B : น้ำตาล	B : เทา แทน	B : น้ำตาล โปร่งใส	B : น้ำตาล
Viscosity (CPS) ความเหนียว	A : 2,000-3,000	A : 75,000-150,000	A : 4,500	A : 560
	B : 5,000-10,000	B : 40,000-80,000	B : 200	B : 450-800
Specific gravity แรงโน้มถ่วง	A : 1.10-1.15	-	-	A : 1.11
	B : 1.00-1.04			B : 1.24
Solid การแข็งตัว	A : 100%	-	A : 100%	-
	B : 100%		B : 100%	
Blending ratio ส่วนผสมโดยน้ำหนัก	A : 2	A : 5	A : 100	A : 100
	B : 1	B : 7	B : 28	B : 150-200
Pot life	30-60 นาที (30°C)	-	35 นาที (25°C)	-
Set time เวลาแข็งตัวเริ่มต้น	2-3 ชั่วโมง (30°C)	90-120 นาที (24°C)	-	-
Cure time เวลาแข็งตัว	24 ชั่วโมง	7 วัน (24°C) 2 ชั่วโมง (66°C) 30 นาที (93°C)	8-12 ชั่วโมง	-
Shore D hardness	-	50-65 (เทา) 65-70 (แทน)	60	-
Compressive การรับแรงกด	13,000 PSI (916 KSC)	-	-	-
Tensile การรับแรงดึง	2,000 PSI (141 KSC)	-	11 N/mm^2 (23°C)	-
Overlap shear การรับแรงเฉือน	-	2,500 PSI (24°C)	9 N/mm^2 (23°C)	-
T-Peel strength การรับแรงดึง	-	25 PWI (24°C)	150 N/3cm (23°C)	-
Cleaning การทำความสะอาด	Toluene หรือ Trichloroethane	Ketone	Acetone	-
Suggested uses การใช้งานกับวัสดุ	เหล็ก พลาสติก ไม้ โลหะ และอื่น	โลหะ ไม้ พลาสติก ยาง และปูน	อลูมิเนียม เหล็ก ไม้ โฟม วัสดุสังเคราะห์	-

ที่มา : 1. Specification Sheet. 2005. *Fixwell no. 90 A, B.* Samutprakarn: Fixwell Company Limited.

2. Technical Data Sheet. 1998. *3M Scotch-Weld Epoxy Adhesive 2216 B/A Gray. 2216 B/A Tan NS.* USA: Adhesives Division 3M Center.

3. Technical Data Sheet. 2002. *SikaForce – 7750 L40.* USA: Sika Corporation.

4. Specification Sheet. 2005. *Daltofoam MR 40106 + Suprasec 2085.* Samutprakarn: Huntsman (Thailand) Limited.

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปเป็นรายละเอียดของกาวทั้ง 2 ประเภท ได้ดังนี้

1. กาวอีพ๊อคซี : ในรูปแบบองค์ประกอบ 2 ส่วนผสมกัน จะประกอบด้วยเรซิ่นและส่วนผสมซึ่งทำให้กาวแข็งตัว ส่วนใหญ่มีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลว และในบางกรณีอาจจะเป็นผง นอกจากนี้ยังสามารถผสมสีและน้ำยาต่างๆ อีกมากมาย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่นๆ ที่ต้องการ โดยเฉพาะความเหนียว ความทนทาน และคุณสมบัติการรับแรงที่มากขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว กาวชนิดนี้จะสามารถเก็บไว้ได้นาน (Shelf Life) ประมาณ 3 เดือน ถึง 1 ปี ขึ้นอยู่กับระบบการผลิต แต่หากเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำก็จะสามารถยืดอายุออกไปได้อีก เวลาใช้งาน เมื่อผสมองค์ประกอบทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกันแล้ว กาวจะแข็งตัวเริ่มต้นในเวลาที่แตกต่างกัน อาจจะเป็นเพียง 5 นาทีหรืออาจจะยาวนานถึง 4 ชั่วโมงก็เป็นได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้เวลานานในการเริ่มต้นแข็งตัว ฉะนั้นกาวชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ติดกับแผ่นวัสดุหลายๆ ชิ้นได้ หรือใช้กับระบบการผลิตที่ต้องเปิดหน้างานเป็นเวลานานๆ ได้ โดยปกติแล้วกาวชนิดนี้จะแข็งตัวเต็มที่ในเวลา 24 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง (20 – 30 องศาเซลเซียส) แต่หากมีการปรับอุณหภูมิในที่ทำงานแล้ว การแข็งตัวก็อาจจะสั้นขึ้นหรือยาวนานออกไปก็เป็นได้ กาวอีพ๊อคซีสามารถทนความร้อนได้ดีและทนความชื้นสูงได้ด้วย ฉะนั้นในเวลาแข็งตัว หากอุณหภูมิสูงขึ้น กาวก็จะแข็งตัวได้เร็วขึ้น

การรับแรงของกาวอีพ๊อคซีขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ใช้ในการทำให้แข็งตัว แต่โดยทั่วไปแล้ว พื้นผิวที่ยึดติดโดยกาวอีพ๊อคซีจะมีความแข็งแรงและทนทานได้ดีเยี่ยม ถึงแม้สภาพอากาศจะเป็นอย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงในการยึดติดอาจจะเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไปหลายปี และเมื่อสัมผัสกับน้ำมัน กรด อัลคาลาย แอลกอฮอล์ หรืออากาศร้อนเย็น แต่คุณสมบัติของกาวจะลดลงหากสัมผัสกับสารประเภทคีโทนและเอสเตอร์ รวมทั้งหากผิวงานถูกแช่น้ำนานๆ โดยเฉพาะในน้ำร้อน

เมื่อใช้เรซิ่นอีพ๊อคซีกับงานโลหะจะสามารถรับแรงเฉือนได้ประมาณ 7-50 MPa ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของส่วนผสม และการแข็งตัวด้วยความร้อนจะทำให้กาวมีประสิทธิภาพดีกว่าการแข็งตัวด้วยความเย็น ปกติแล้วการรับแรงกระแทกของกาวอีพ๊อคซีจะอยู่ในขั้นปานกลาง แต่การรับแรงดึงจะต่ำมาก ยกเว้นแต่จะมีส่วนผสมของโพลีซัลไฟด์ (Polysulphide) โพลีอามายด์ (Polyamides) หรือโพลียูริเทน (Polyurethene) เข้าไปด้วย ซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติทนแรงสั่นสะเทือน การกระแทกแรงๆ และแรงดึง แต่การเพิ่มสารเหล่านี้ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติก ก็จะทำให้การต้านทานความร้อนลดลงด้วย

นอกจากนี้ในส่วนผสมขององค์ประกอบของกาวอีพ๊อคซียังสามารถผสมกับยางไนตริล (Nitrile Rubbers) หรือไนล่อน (Nylon) ได้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติการรับแรงเฉือนและแรงดึงดีขึ้น การผสมสารเหล่านี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเรซิ่นได้ดี เพิ่มคุณสมบัติให้เหนียว ทนทาน และแข็งแรงขึ้นได้จริง

2. กาวโพลียูริเทน : องค์ประกอบ 2 ส่วนของกาวโพลียูริเทนส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยโพลี-ไฮดรอกไซ แอลกอฮอล์ – โพลอล (Poly - Hydroxy Alcohol – Polyols) และไอโซไซยาเนท (Isocyanates) ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลว เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของกาวชนิดนี้จะพบว่ามีทั้งที่เป็นเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซ็ทขึ้นอยู่กับระบบการผลิตและการใช้งาน รวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข็งตัวเริ่มต้นและการแข็งตัวเต็มที่ กาวโพลียูริเทนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ผสมกับน้ำยาทำละลาย (Solvent Based) ชนิดที่ใช้ผสมกับน้ำ (Aqueous Dispersions) และชนิดที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางปฏิกิริยาเคมี (Reaction Products) ชนิดที่สามเป็นชนิดที่ให้ความแข็งแรงมากที่สุด

กาวชนิดนี้สามารถเก็บไว้ได้นานถึงประมาณ 1 ปี ในกล่องบรรจุที่ปิดฝาสนิท เมื่อนำมาใช้งานโดยผสมองค์ประกอบทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน ณ อุณหภูมิห้อง จะใช้เวลาแข็งตัวเริ่มต้นประมาณ 1 - 6 ชั่วโมง แต่หากใช้ร่วมกับสารกระตุ้นเร่งปฏิกิริยา จะทำให้เวลาแข็งตัวเริ่มต้นลดลงเหลือเพียงไม่กี่นาที ซึ่งเป็นการทำงานที่เร็วมาก ด้วยเหตุนี้หากระบบการผลิต Structural Sandwich Panels ต้องการความรวดเร็วและใช้เวลาเปิดหน้างานน้อย ก็เหมาะมากสำหรับการใช้กาวโพลียูริเทน นอกจากนี้ยังสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส) ด้วย แต่หากสภาพแวดล้อมมีความชื้นสูงระยะเวลาการแข็งตัวก็จะใช้เวลานานเป็นหลายๆ วัน รวมทั้งคุณสมบัติการรับแรงก็อาจจะลดลงด้วย

การใช้กาวโพลียูริเทนอาจจะมีข้อเสียเปรียบอยู่บางประการ ได้แก่ ชนิดที่ไม่ใช้ตัวทำละลายจะมีความข้นเหนียวมาก ยากแก่การทำงาน ส่วนชนิดที่มีตัวทำละลายก็มักจะมีปัญหากับพื้นผิวงานที่เปียกชื้น นอกจากนี้การทำงานยังต้องการอุปกรณ์พิเศษด้วย เพราะสารประกอบอย่างไอโซไซยาเนทเป็นสารมีพิษและเป็นอันตรายต่อผิวหนังเมื่อสัมผัส

การใช้กาวโพลียูริเทนกับวัสดุต่างๆ มีข้อได้เปรียบมาก เพราะสามารถใช้ได้กับวัสดุหลากหลายชนิด โดยเฉพาะกับวัสดุที่เป็นแกนกลางที่เป็นฉนวนของ Structural

Sandwich Panels เช่น Rockwool หรือ Glasswool เป็นต้น อีกทั้งยังไม่มีปฏิกิริยาทางด้านไฟฟ้าและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีววิทยาได้ดีเยี่ยมอีกด้วย

โดยปกติการรับแรงของกาวโพลียูริเทนจะดีมากและให้การยึดติดสม่ำเสมอ รวดเร็ว ให้ความเหนียวและทนต่อการสึกกร่อน ซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของกาวชนิดนี้ การรับแรงเฉือน แรงดึง และแรงกระแทก ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ยึดติด

บทสรุป

การศึกษาเรื่องกาวในที่นี้ได้เน้นถึงคุณสมบัติเฉพาะ เพื่อใช้งานกับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยเฉพาะใช้กับงาน Structural Sandwich Panel ซึ่งกาวจะเป็นตัวประสานวัสดุแผ่นที่ใช้ประกับด้านนอกและด้านใน เช่น แผ่นโลหะ แผ่นไม้อัด แผ่นไม้อัดประสาน หรือแผ่นซีเมนต์เสริมแรง เข้ากับวัสดุแกน เช่นกระดาษรังผึ้งหรือโฟม

โดยทั่วไป ประเภทของกาวที่ใช้กับงานโครงสร้างจะต้องให้การยึดติดสูงและคุณสมบัติทางวิศวกรรมโครงสร้างที่แข็งแรง ซึ่งจะมีอยู่ในท้องตลาดอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ กาวอีพ็อคซีและกาวโพลียูริเทน กาวทั้งคู่เป็นกาวที่มีลักษณะเป็นองค์ประกอบ 2 ส่วนผสมกัน หากเป็นกาวอีพ็อคซีจะประกอบด้วยเรซิ่นและส่วนผสมให้แข็งตัว และถ้าเป็นกาวโพลียูริเทนจะประกอบด้วย Polyol และไอโซไซยาเนท องค์ประกอบทางเคมีของกาวเมื่อผสมองค์ประกอบทั้งสองเข้าด้วยกันแล้ว จะเป็นเทอร์โมเซ็ท

เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว จะพบว่ากาวทั้ง 2 ประเภทมีคุณสมบัติในการรับแรงต่างๆ ทั้งแรงกด แรงดึง และการรับแรงเฉือนได้ดีทั้งคู่ ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบของโพลีเมอร์ที่ผสมในกาวมีสารเคมีที่มีคุณสมบัติการรับแรงต่างๆ เสริมการรับแรงที่ต่างกันและเหมาะสมกับงานโครงสร้างแข็งแรงดี แต่การใช้งานจะมีความเหมาะสมที่แตกต่างกัน ซึ่งหากจะใช้ในการผลิตในระบบเชิงอุตสาหกรรมแล้ว จะเห็นว่ากาวโพลียูริเทนมีความเหมาะสมกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะว่ากาวโพลียูริเทนสามารถใช้ร่วมกับสารกระตุ้นเร่งปฏิกิริยาทำให้เวลาแข็งตัวเริ่มต้นลดลงมาก เวลาเปิดหน้างานน้อย การทำงานในระบบการผลิตโดยใช้เครื่องจักรกลจึงมีความเป็นไปได้สูง อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับวัสดุได้หลากหลายชนิด และเหมาะกับการยึดติดวัสดุแกนที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นฉนวน นอกจากนี้ ราคายังค่อนข้างถูกกว่ากาวอีพ็อคซี แต่อย่างไรก็ตาม ในระบบการผลิตจะต้องมีการควบคุมความชื้น และมีการป้องกันอันตรายจากสารที่มีพิษอย่าง ไอโซไซยาเนท (Isocyanates) ด้วย

บรรณานุกรม

Amstock, Joseph S. 2001. *Handbook of Adhesives and Sealants in Construction.* New York: McGrew-Hill.

Morley, Michael. 2000. *Building with Structural Insulated Panels (SIPs).* USA: The Taunton Press.

Shields, J. 1974. *Adhesive Bonding.* Reprinted 1975. Design Council. Oxford: Oxford University Press.

Shields, J. 1984. *Adhesives Handbook.* Third edition (Revised 1985). London: Butterworth.

Specification Sheet. 2005. *Fixwell no. 90 A, B.* Samutprakarn: Fixwell Company Limited.

Specification Sheet. 2005. *Daltofoam MR 40106 + Suprasec 2085.* Samutprakarn: Huntsman (Thailand) Limited.

Technical Data Sheet. 1998. *3M Scotch-Weld Epoxy Adhesive 2216 B/A Gray. 2216 B/A Tan NS.* USA: Adhesives Division 3M Center.

Technical Data Sheet. 2002. *SikaForce – 7750 L40.* USA: Sika Corporation.

รายชื่อผู้ที่ให้สัมภาษณ์และบริษัทที่ให้ข้อมูล

มงคล จัตกุล. บริษัท ฮันทส์แมน (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 899 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท แพรกษา สมุทรปราการ.

วัชรินทร์ บุณยฤทธิ์. บริษัท ฟิกส์เวลล์ จำกัด เลขที่ 150/13-14 ถนนเทพารักษ์ กม. 10 บางพลี สมุทรปราการ.

สุชาติ เชาวรัตน์ และพรศักดิ์ โอภาสเสรีผดุง. บริษัท ซิก้า (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 700/37 หมู่ 5 นิคมอุตสาหกรรมบางประกง 2 ถนนบางนา-ตราด กม. 57 ชลบุรี.

อังคณา จารุเจนวิทยา. บริษัท 3 เอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 236 หมู่ 4 ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร.