



การใช้วัสดุโพลีเมอร์

ในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับคอนกรีต

ดร.ชยธันว์ พรหมศร
ศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง
กรมทางหลวง

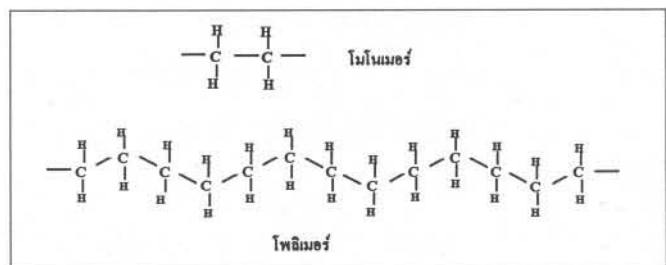
อันที่จริงแล้วถ้าพูดถึงวัสดุโพลีเมอร์นั้น ท่านผู้อ่านทุกท่านได้พบเห็นหยิบจับใช้สอยอยู่เป็นนิจในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมีผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นในชีวิตประจำวันมากมายหลายอย่าง ที่ผลิตขึ้นจากวัสดุโพลีเมอร์ เพราะไม่ว่าจะเป็นพลาสติก, ยาง, กาว, ผลิตภัณฑ์พีวีซีหรือเส้นใยสังเคราะห์ต่างๆ ล้วนแล้วแต่เป็นรูปหนึ่งของวัสดุโพลีเมอร์ด้วยกันทั้งนั้น แต่อาจจะมีท่านผู้อ่านบางท่านที่ไม่ทราบหรือทราบบ้างแต่เพียงบางส่วน เช่นเดียวกับในงานก่อสร้าง วัสดุโพลีเมอร์ได้รับความสนใจศึกษาและนำมาใช้กับงานซ่อมแซมคอนกรีตในรูปแบบต่างๆ มาเป็นเวลานานหลายปีแล้ว แต่เป็นไปได้ว่าผู้ใช้บางท่านอาจไม่ทราบว่าผลิตภัณฑ์ซ่อมแซมคอนกรีตบางชนิดที่กำลังใช้อยู่ นั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของวัสดุโพลีเมอร์ ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ดีขึ้นและสามารถเลือกใช้วัสดุโพลีเมอร์ได้ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์มากขึ้น

อะไรคือโพลีเมอร์

ก่อนที่จะกล่าวอะไรต่อไปควรที่มารู้จักกับความหมายของโพลีเมอร์เสียก่อน คำว่าโพลีเมอร์นั้นถ้าจะว่ากันตามความหมายของศัพท์ที่เป็นภาษาต่างประเทศอย่างตรงไปตรงมาก็จะมีความหมายว่า = หลายส่วน = เพราะคำว่าโพลีเมอร์นั้นตามรากศัพท์ประกอบขึ้นจาก 2 คำคือ คำว่าโพลี -(poly) ซึ่งแปลว่า หลายๆ กับคำว่า -เมอร์ (meros) ซึ่งแปลว่า ส่วน แต่หากจะกล่าวถึงความหมายทางวิชาการที่เข้าใจกันทางวิทยาศาสตร์แล้ว โพลีเมอร์หมายถึง โซ่ของโมเลกุลเดี่ยวขนาดเล็กของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อาจเรียกว่าโมโนเมอร์ (monomer) มาก

มายหลายโมเลกุลยึดเกาะกันขึ้นด้วยพันธะทางเคมี

ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเดี่ยวเหล่านั้นเข้าด้วยกันเรียกว่า ปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน (Polymerization) นอกจากนี้หากโพลีเมอร์นั้นเป็นผลมาจากโมเลกุลเดี่ยวชนิดเดียวกันมาประกอบกันขึ้นจะเรียกโพลีเมอร์นั้นว่า โฮโมโพลีเมอร์ (Homopolymer) แต่หากว่าโพลีเมอร์นั้นเป็นผลมาจากโมเลกุลเดี่ยวต่างชนิดกันจะเรียกโพลีเมอร์นั้นว่า โคโพลีเมอร์ (Copolymer)



ผังแสดงลักษณะโครงสร้างของโมโนเมอร์และโพลีเมอร์

โพลีเมอร์เกิดขึ้นได้อย่างไร

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า โพลีเมอร์เกิดขึ้นมาได้ด้วยปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน แต่ในสภาวะปกติหากไม่ทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่กระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ปฏิกิริยาดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น โดยทั่วไปหากมีความประสงค์ให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะมีวิธีกระตุ้นที่ใช้กันอยู่ 2 วิธีคือ วิธีแรก ใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา หรือที่เรียกกันว่า Thermal-catalytic polymerization ซึ่งในการทำงานต้องมีการเร่งความร้อนให้สูงขึ้นเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา กับ อีกวิธีหนึ่ง ใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาที่เรียกกันว่า Promoted-catalytic

polymerization ซึ่งวิธีนี้สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ที่อุณหภูมิปกติ โดยปราศจากการเพิ่มความร้อนใดเลย ดังนั้นวิธีหลังนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมและได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

ชนิดต่าง ๆ ของโพลีเมอร์ที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง

โพลีเมอร์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างได้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ดังนั้นในบทความจะพยายามรวบรวมและกล่าวถึงข้อดี-ข้อเสียในการใช้ตลอดจนลักษณะของงานที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ ดังจะกล่าวถึงแยกเป็นแต่ละชนิดไป โดยจะเริ่มจากวัสดุโพลีเมอร์ที่เป็นที่รู้จักดี เช่น อีพ็อกซี, โพลีเอสเตอร์, ยูรีเทน เป็นต้น

อีพ็อกซี (Epoxyes)

อีพ็อกซีเป็นวัสดุโพลีเมอร์ชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในวงการก่อสร้าง อีพ็อกซีสามารถนำไปใช้ได้ในงานหลายอย่าง แต่คุณสมบัติของอีพ็อกซีขึ้นอยู่กับสูตรการผสมของอีพ็อกซีและคุณสมบัติต่างๆ ยังอาจแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิได้อีกด้วย จุดเด่นของอีพ็อกซีได้แก่ ความสามารถในการยึดเกาะที่ดี มีการรับกำลังทั้งแรงอัดแรงดึงได้ดี อีกทั้งยังต้านทานการกัดกร่อนจากสารเคมีตลอดจนการขัดสีได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของอีพ็อกซีหลายประการที่อาจเป็นอุปสรรคในการนำมาใช้กับงานคอนกรีต เช่นว่าอีพ็อกซีมีคุณสมบัติในการขยายตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่แตกต่างจากคอนกรีตมากทำให้มีโอกาสที่จะแยกตัวจากกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการซ่อมแซมคอนกรีตบางชนิด ยิ่งไปกว่านั้นกลิ่นที่รุนแรงและทำให้เกิดอาการแพ้แก่ผู้ใช้บางคนของอีพ็อกซีก็อาจเป็นอุปสรรคได้เช่นกันกับการใช้ทำงานในที่ปิดอับ นอกจากนี้อีพ็อกซีบางสูตรผสมไม่สามารถใช้ในสภาพแวดล้อมที่ชื้นได้ ลักษณะการใช้งานของอีพ็อกซีนี้อาจพอสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. ใช้เป็นวัสดุที่เชื่อมประสาน เพื่อยึดเกาะระหว่าง
 - คอนกรีตเดิมกับคอนกรีตสด
 - คอนกรีตเดิมกับคอนกรีตเดิม เช่น กรณีที่ซ่อมอุดรอยแตกร้าว

- วัสดุอื่น เช่น โลหะกับคอนกรีต เช่นกรณีเจาะฝังนอตในคอนกรีต
2. ใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานวัสดุมวลรวมผสมในโพลีเมอร์คอนกรีต (ซึ่งตอนท้ายของบทความจะกล่าวอธิบายถึงโพลีเมอร์คอนกรีตต่อไป)

ยูรีเทน (Urethanes)

โดยมากวัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้จะเป็นที่รู้จักกันในรูปของวัสดุที่ใช้สำหรับเคลือบพื้นไม้ แต่ด้วยเหตุที่วัสดุนี้มีคุณสมบัติที่เป็นวัสดุเชื่อมประสานที่ดี ทั้งยังสามารถกันน้ำและทนทานต่อการกัดกร่อนขัดสีได้อีกด้วย จึงเหมาะที่จะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานของโพลีเมอร์คอนกรีต แต่ข้อจำกัดสำหรับยูรีเทนก็คือ มีความแปรปรวนค่อนข้างชัดเจนในคุณสมบัติเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือสัมผัสกับแสงอาทิตย์ที่มีแสงอัลตราไวโอเล็ต นอกจากนี้วัสดุชนิดนี้ติดไฟง่ายจึงอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานในบางกรณี

โพลีเอสเตอร์ (Polyesters)

วัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้เช่นเดียวกับยูรีเทนที่มักเป็นที่รู้จักกันในรูปของวัสดุที่ใช้สำหรับเคลือบพื้นไม้ แต่เนื่องจากวัสดุชนิดนี้นอกจากจะเป็นวัสดุเชื่อมประสานที่ดีแล้วยังมีความต้านทานต่อสารเคมีต่างๆ ได้ดีด้วย ยิ่งไปกว่านั้นโพลีเอสเตอร์ยังมีคุณสมบัติที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ วัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้จึงสามารถนำไปใช้ในงานได้หลายอย่าง เช่น วัสดุเชื่อมประสานสำหรับโพลีเมอร์คอนกรีต วัสดุอุดซ่อมแซมรอยเจาะรอยต่อในงานคอนกรีต วัสดุเชื่อมประสานสำหรับงานไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกเสริมเส้นใยเหล่านี้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการหดตัวของวัสดุโพลีเอสเตอร์อาจเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งต่อการใช้งานของวัสดุชนิดนี้

ยางลาร์เท็ก (Styrene Butadiene Rubber Latex)

ยางลาร์เท็กเป็นวัสดุโพลีเมอร์ชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีขาวคล้ายน้ำมัน มักนิยมใช้เพื่อเพิ่มการยึดเกาะบริเวณคอนกรีตเก่าเพื่อเชื่อมต่อกับคอนกรีตที่จะเทใหม่ เนื่องจากยางลาร์เท็กมีคุณสมบัติที่มีแรงยึดเกาะดี นอกจากนี้ยังมีการใช้ยางลาร์เท็กผสมลงในพอร์ตแลนด์ซีเมนต์เพื่อปรับเพิ่ม

คุณภาพบางประการของคอนกรีต เช่น ความต้านทานต่อการขีดสี ตลอดจนการกัดกร่อนและต้านทานต่อสารเคมีให้ดีขึ้น ทั้งยังลดความพูนและเพิ่มการรับกำลังของคอนกรีตได้อีกด้วย แต่บางครั้งอาจต้องระวังปัญหาจากการหดตัวที่สูงขึ้นและระยะเวลาการทำงานกับคอนกรีตจะเหลือน้อยลง

เมทิล เมทาไคเลต (Methyl Methacrylate)

วัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้อาจจะไม่คุ้นหูนัก โพลีเมอร์ชนิดนี้มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีความหนืดปานกลาง มีอัตราการระเหยได้รวดเร็ว มักใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานในโพลีเมอร์คอนกรีตเป็นหลัก จะมีใช้กันในส่วนอื่นก็เพียงซ่อมแซมรอยแตกหรือชุบเคลือบผิวคอนกรีตให้มีความสามารถรับแรงดึงที่ผิวได้สูงขึ้น เนื่องจากโพลีเมอร์ชนิดนี้มีกำลังที่สูงภายในเวลาที่รวดเร็ว มีความต้านทานต่อการรดและการขีดสีที่ดีมาก ทั้งยังมีความทนน้ำและการยึดเกาะที่ดีกับผิวที่แห้ง ข้อจำกัดของวัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้นั้นจะได้แก่ ราคาที่แพงมาก ทั้งยังมีกลิ่นที่รุนแรงและง่ายต่อการติดไฟ และถ้าจะให้ผลการใช้ที่ดีแล้ว ควรใช้งานในสภาพที่แห้งปราศจากความชื้น

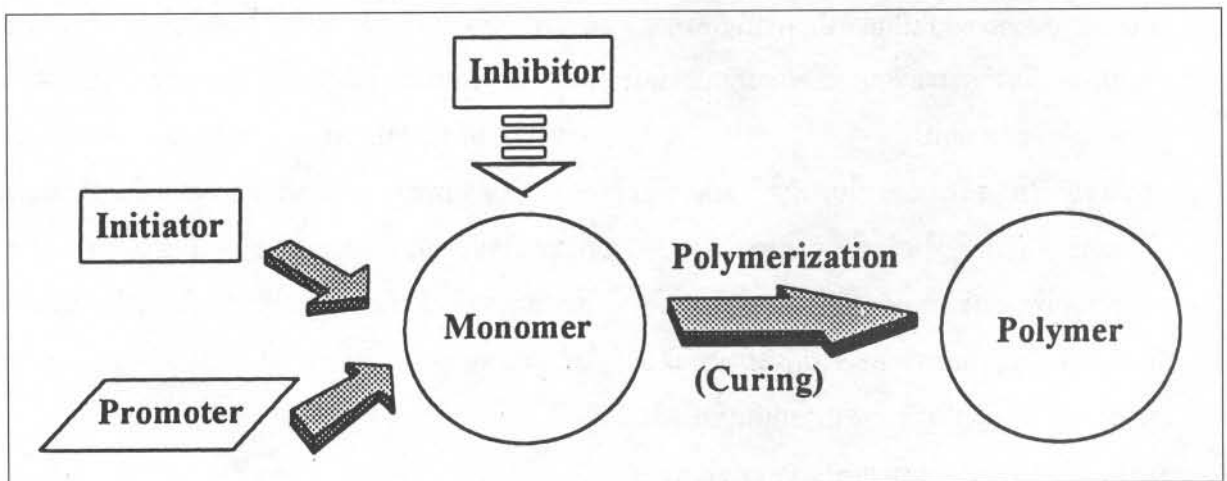
เมทาไคเลตชนิดที่มีมวลโมเลกุลสูง (High Molecular Weight Methacrylate)

วัสดุโพลีเมอร์ชนิดนี้คล้ายคลึงกับเมทิล เมทาไคเลต แต่มีลักษณะเป็นของเหลวที่มีสีเหลืองจาง มีความหนืด และมีอัตราการระเหยต่ำกว่า มักใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานในโพลีเมอร์คอนกรีตเป็นหลักเช่นเดียวกัน แต่โพลีเมอร์ชนิดนี้นักนำมาใช้

ซีลรอยแตกซ่อมแซมผิวถนนคอนกรีต เนื่องจากโพลีเมอร์ชนิดนี้มีความหนืดที่ต่ำสามารถแทรกซึมอุดรอยแตกกว้างของคอนกรีตได้ดี ทั้งยังมีกำลังรับแรงที่สูงภายในเวลาอันรวดเร็ว มีการยึดเกาะเชื่อมประสานที่ดีมาก ทั้งยังมีความต้านทานต่อการรดและการขีดสีได้ดี มีกลิ่นที่ไม่รุนแรงทั้งยังไม่ง่ายต่อการติดไฟด้วยจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุเชื่อมประสานสำหรับโพลีเมอร์คอนกรีต แต่อย่างไรก็ดียังมีข้อจำกัดที่ควรพิจารณาสำหรับโพลีเมอร์ชนิดนี้ก็คือในเรื่องของราคา ซึ่งมีราคาแพงมาก ทั้งยังต้องมีการใช้งานในสภาพที่แห้งเพื่อให้ได้คุณภาพที่ดี

โพลีเมอร์คอนกรีต (Polymer Concrete)

ในเมื่อมีการกล่าวถึงวัสดุโพลีเมอร์แล้ว ผู้เขียนจึงอยากถือโอกาสแนะนำถึงคอนกรีตพิเศษชนิดหนึ่งที่มีบทบาทมากในงานซ่อมแซมคอนกรีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานซ่อมแซมผิวถนนคอนกรีตและผิวสะพานคอนกรีต ซึ่งมีการใช้กันมาเป็นเวลานานแล้วในต่างประเทศ โดยปกติเมื่อพูดถึงคำว่า "คอนกรีต" คนส่วนใหญ่มักจะนึกว่าหมายถึงพอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต แต่แท้ที่จริงแล้วยังมีคอนกรีตอีกหลายชนิด เพราะคำว่า "คอนกรีต" นั้นหมายถึง ส่วนประกอบ 2 ส่วน ผสมกันอยู่ส่วนแรก ก็คือมวลรวมผสมที่ละเอียดเล็กกันอยู่ระหว่างมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดในสัดส่วนที่ได้รับการออกแบบเพื่อสนองประโยชน์ในการใช้งานแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ในส่วนที่ 2 นั้นจะเป็นวัสดุเชื่อมประสานให้มวลรวมผสมยึดเกาะ



ผังแสดงองค์ประกอบและกลไกการเกิดโพลีเมอร์

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของโพลิเมอร์คอนกรีตกับคุณสมบัติของพอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตปกติ

คุณสมบัติทางวิศวกรรม	พอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตปกติ		โพลิเมอร์คอนกรีต	
	ค่าที่ปรากฏจริง	อัตราส่วนเปรียบเทียบ	ค่าที่ปรากฏจริง	อัตราส่วนเปรียบเทียบ
กำลังรับแรงอัด, กก./ตร.ซม.	280-400	1	420-1,500	1.5-5.3
กำลังรับแรงดึง, กก./ตร.ซม.	20-30	1	60-120	3.0-6.0
โมดูลัสของการแตกหัก, กก./ตร.ซม.	25-45	1	75-250	3.0-10.0
โมดูลัสของความยืดหยุ่น, *10 ⁵ กก./ตร.ซม.	1.9-2.8	1	1-2.9	0.5-1.1
การดูดซึมน้ำ	-	1	-	0.05-0.2
ความต้านทานต่อการรูด	-	1	-	8.0-10.0
ความต้านทานการขจัดสี	-	1	-	5.0-10.0

กันอย่างแข็งแรง สามารถต้านทานกำลังจากภายนอกที่จะมากระทำระหว่างใช้งาน สำหรับวัสดุเชื่อมประสานดังกล่าวนี้ไม่ใช่จะมีเพียงพอร์ตแลนด์ซีเมนต์เท่านั้น อาจจะเป็นวัสดุเชื่อมประสานชนิดอื่นๆ เช่น วัสดุโพลิเมอร์ชนิดต่างๆ ซึ่งการเรียกชื่อคอนกรีตที่ได้จากวัสดุเชื่อมประสานชนิดอื่นเช่นนี้จะเรียกตามชนิดของวัสดุเชื่อมประสานชนิดนั้นๆ เช่น โพลิเมอร์คอนกรีต

ในกระบวนการผสมให้เกิดโพลิเมอร์คอนกรีตนั้น นอกเหนือจากวัสดุมวลรวมผสมแล้วในส่วนของโพลิเมอร์นั้นจะเป็นการผสมกันของสารประกอบทางเคมีหลายตัว ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันไปตามแผนผังที่แสดงในภาพประกอบ ซึ่งจะประกอบไปด้วย

- **โมโนเมอร์ (Monomer)** เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลเดี่ยวที่จะมาเชื่อมโยงยึดเกาะกันเข้าเป็นลูกโซ่เป็นโพลิเมอร์ต่อไป
- **สารเริ่มปฏิกิริยา (Initiators)** เป็นสารเคมีเติมเข้ากับโมโนเมอร์เพื่อเริ่มปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน
- **สารเร่งปฏิกิริยา (Promoters)** เป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่เติมลงในโมโนเมอร์เพื่อเร่งปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันและเพื่อให้ปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพที่มีอากาศหนาวเย็นโดยปราศจากการใช้ความร้อนช่วย

- **สารหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitors)** เป็นวัสดุที่ไม่ใช่ส่วนผสมที่จำเป็น เพียงแต่เป็นทางเลือกที่ใช้ผสมกับโมโนเมอร์เพื่อหน่วงการเกิดปฏิกิริยาในระหว่างการขนส่งหรือเก็บรักษา

สำหรับคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมโดยทั่วไปของโพลิเมอร์คอนกรีตเมื่อเปรียบเทียบกับพอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตนั้นพอจะสรุปโดยคร่าวๆ เพียงให้เห็นภาพในตารางประกอบ ซึ่งเมื่อเทียบค่าของคุณสมบัติต่างๆ ของพอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตเท่ากับ 1 แล้วจะพบว่าค่าของคุณสมบัติต่างๆ ของโพลิเมอร์คอนกรีตจะสูงกว่าอยู่โดยเฉลี่ยมากกว่า 2 เท่า เว้นแต่ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นโพลิเมอร์คอนกรีตจึงเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุสำหรับซ่อมแซมงานพอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต

ในตอนท้ายนี้ ผู้เขียนหวังว่าบทความนี้น่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างชนิดพิเศษไม่มากนักน้อย หากมีโอกาสคงจะได้นำเนื้อหาส่วนนี้ที่น่าสนใจมานำเสนอท่านผู้อ่านในโอกาสต่อไป

