

# คอนกรีตยุคใหม่ไม่ได้อะไหล่เสริม

• สำนักงานข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส



ทางเดินเท้า Sherbrook ประเทศแคนาดา ภาพโดย บริษัท Bouygues

**R**eactive Power Concrete (RPC) เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่น และความตึงสูงมาก วัสดุนี้สามารถรับแรงได้ถึง 800 เมกะปาสคาล และสามารถยึดได้เหมือนโลหะ RPC เป็นวัสดุใหม่ที่จะปฏิวัติวิธีการก่อสร้างและรูปทรงของโครงสร้างโดยไม่ต้องเสริมแรงแบบถูกกระทำ (passive reinforcing)

ทางเดินเท้าที่ Sherbrooke รัฐควิเบก ประเทศแคนาดา เปิดใช้งานเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน ปี ค.ศ. 1997 สิ่งที่จะทำให้โครงสร้างยาว 60 เมตรนี้เป็นก้าวใหม่ทาง

วิศวกรรมโยธา คือ การที่สะพานที่ทั้งสูงและเพรียวแห่งนี้ถูกผลิตไว้ก่อนล่วงหน้าเป็นเวลา 2 เดือน แล้วจึงใช้ปั้นจั่นติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง สำหรับช่วงกลางที่มีความยาว 52 เมตร มีคานด้านบนประกอบด้วยคานจำนวน 2 ตัว ขนาด 25 x 22 เซนติเมตร เทคอนกรีตทับเป็นครีบทหนา 3 เซนติเมตร แล้วใช้คานยึดตามแนวทแยงมุมจำนวน 48 ตัว (ยาว 3.80 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร) เพื่อยึดคานด้านบนกับคานด้านล่างที่ประกอบด้วยคานจำนวน 2 ตัว ขนาด 38 x 32 เซนติเมตร นอกจากความโดดเด่นของโครงสร้างใน

รูปแบบที่บางและโปร่งตา เมื่อมองจากภายนอก สะพานแห่งนี้อาจดูเหมือนว่าทำจากโลหะ เนื่องจากรูปลักษณ์ภายนอกอาจทำให้เข้าใจผิดได้ อันที่จริงทางเดินนี้ถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีตล้วนๆ โดยไม่มีเหล็กเสริมเบื้องหลังของความสำเร็จนี้คือ RPC ซึ่งเป็นคอนกรีตชนิดใหม่ ที่ได้รับการพัฒนาโดยฝ่ายวิจัยของบริษัท Bouygues

## คอนกรีตที่มีความเหนียว

คอนกรีตชนิดนี้ประกอบด้วยวัสดุที่มีความละเอียดสูงมาก อันได้แก่ ทรายชนิดที่ใช้

ผลิตแก้ว ซีเมนต์ ควอตซ์ และผงซิลิกา (Silica fume) อนุภาคขนาดใหญ่ที่สุดมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 500 ไมครอน วัสดุที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งคือเส้นใยโลหะ (ยาว 13 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 200 ไมครอน) Mr.Régis Adeline หัวหน้าทีมออกแบบของฝ่ายวิจัยบริษัท Bouygues กล่าวว่า เส้นใยโลหะที่ใช้ผลิตมาจากเหล็กคุณภาพสูง เหล็กชนิดนี้สามารถรับแรงได้ถึง 2,600 เมกะปาสคาล และเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในยางในของยางเรเดียลรถยนต์ เส้นใยโลหะนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้เพิ่มความสามารถในการต้านทานต่อแรงดึงในคอนกรีต ทั้งนี้เพื่อให้คอนกรีตชนิดใหม่นี้เป็นวัสดุเหนียวซึ่งสามารถยึดตัวได้คล้ายโลหะ

คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้มั่นใจได้ว่าคอนกรีตที่ได้จะมีความทนทานต่อความเค้นเฉือนและความเค้นดึงเฉพาะที่ ความเค้นดึงหลักๆ ในโครงสร้างจะรับโดยเคเบิลอัดแรง มีข้อสังเกตว่าคอนกรีตในยุคนั้นซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาควรมีคุณสมบัติความเหนียวไม่แพ้เหล็ก ซึ่งคุณสมบัตินี้จะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับแรงดึงได้เพิ่มขึ้นยิ่งๆ ขึ้นไป เทคนิคใหม่อีกประการที่ใช้ที่สะพาน Sherbrooke คือวิธีการอย่างง่ายในการอัดแรงในเคเบิล แต่ละเส้นใช้ลวดตีเกลียวเพียงเส้นเดียว และรูปร่างของหัวอัดแรงยังเรียบง่ายขึ้นมากเมื่อไม่ต้องมีแผ่นเหล็กเพื่อช่วยกระจายแรงไปยังคอนกรีต ทั้งนี้เพราะวัสดุ RPC สามารถทนต่อแรงอัดได้โดยตรง วัสดุชนิดนี้มีความต้านทานต่อแรงอัดได้ถึง 200 เมกะปาสคาล และสามารถเพิ่มได้ถึง 800 เมกะปาสคาล โดยเพิ่มความกดอากาศขณะที่คอนกรีตก่อตัวและบ่มด้วยความร้อนที่ 250°C ในเวลาต่อมา ในทางปฏิบัติวัสดุนี้จะมีพรุนที่ต่ำมาก มีความแข็งแรงกว่าหินใดๆ ในธรรมชาติมากกว่า 2 เท่า และที่บ่มน้ำและก๊าซต่างๆ วัสดุชนิดนี้ยังเกือบจะเทียบเท่ากับ

และยังทนต่อการคุกคามของสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น คลอไรต์ไอออน ในขณะเดียวกัน การที่ไม่มีช่องว่างคัปิลารี ทำให้คอนกรีตมีความทนทานต่อการแข็งและหลอมเหลวของน้ำในคอนกรีตเนื่องจากอุณหภูมิจึง (freeze-thaw) ได้ดียิ่ง

**การพิจารณาราคาต้องมองภาพรวม**

ในทางทฤษฎี RPC จะเป็นวัสดุที่ทำการปฏิวัติวงการก่อสร้างถ้ามีการพัฒนาแนวทางการออกแบบอาคารด้วยวัสดุนี้ ราคาเฉลี่ยของคอนกรีตชนิดนี้อยู่ที่ 5,000-6,000 ฟรังก์ฝรั่งเศสต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นราคาที่สูงมากเมื่อเทียบกับคอนกรีตทั่วไป ซึ่งมีราคา 500 ฟรังก์ฝรั่งเศสต่อลูกบาศก์เมตร และเหล็กซึ่งมีราคา 4,500 ฟรังก์ฝรั่งเศสต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม การใช้ RPC จะเป็นทางเลือกที่ดีภายใต้เงื่อนไข 2 ประการคือ การออกแบบโครงสร้างโดยใช้ศักยภาพทั้งหมดของวัสดุ ทั้งในแง่สถาปัตยกรรมและเทคนิคโดยมองภาพรวมทางเศรษฐศาสตร์ของทั้งโครงการ กล่าวคือ กระบวนการทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนแปลงตั้งแต่การออกแบบจนถึงการก่อสร้าง รวมทั้งขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้างทุกขั้นตอน ตัวอย่างเช่น การใช้ RPC ทำให้ไม่ต้องการเหล็กเสริม ช่วยให้ประหยัด ยิ่งไปกว่านั้นยังทำให้การออกแบบทำได้ง่ายขึ้น กล่าวคือ ไม่ต้องทำการคำนวณยุ่งยากและเขียนแบบการเสริมเหล็ก และยังมีผลกระทบต่อหน้างาน คือ ลดระยะเวลาของโครงการและลดค่าแรงงาน อีกทั้งโครงสร้างที่เบายังช่วยลดขนาดของฐานรากอีกด้วย

โครงสร้างที่ทำจากวัสดุ RPC ซึ่งมีความบางเพรียวและดูเด่น ยังมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าโครงสร้างคอนกรีตทั่วไป ทั้งยังมีข้อดีต่อเจ้าของ เช่น ได้พื้นที่ใช้สอยสูงสุด เพิ่มขนาดของที่จอดรถและเพิ่มจำนวนชั้นสำหรับอาคารสูง

**อาคารจริงที่สร้างแล้ว**

สิ่งก่อสร้างทั้งสองสิ่งนี้สร้างขึ้นด้วยคอนกรีตใหม่นี้ แสดงให้เห็นถึงความตื่นตัวของอุตสาหกรรมการก่อสร้างต่อวัสดุชนิดนี้ วัสดุ RPC ถูกใช้ในการซ่อมคานดาดในของเครื่องระบายความร้อนของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Cattenom ในเขต Ardennes และยังถูกใช้ในการสร้างกันสาดขนาดพื้นที่ 200 ตารางเมตรของโรงเรียนในกรุงปารีส ในตัวอย่างแรกนั้นดูเหมือนว่าความคงทนของวัสดุจะเป็นเหตุผลในการเลือกใช้ Mr.Régis Adeline อธิบายว่า โครงสร้างภายในเครื่องระบายความร้อน ต้องเผชิญกับสภาพที่รุนแรง เนื่องจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำระบายความร้อนกับอากาศ และความเค้นยังถูกเพิ่มขึ้นจากการแข็งและหลอมเหลว (freeze-thaw) ของน้ำในคอนกรีต เพราะบริเวณนี้ของประเทศฝรั่งเศสยังมีอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส การไฟฟ้าของฝรั่งเศส (EDF) ตอบรับค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นเนื่องจากการใช้วัสดุ RPC โดยเล็งเห็นถึงผลที่ได้จากความทนทานที่สูงกว่า ความถี่ของการหยุดเดินเครื่องเพื่อการซ่อมบำรุงได้ลดลงในสัดส่วนเดียวกัน สำหรับกันสาดโรงเรียนเป็นโอกาสที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติทางความสวยงามของวัสดุชนิดนี้ พื้นผิวของวัสดุ RPC แม้ไม่ต้องทำการตกแต่งก็ดูคล้ายกับคอนกรีตที่ขัดผิวมัน วิศวกรโยธายังสนใจในการนำวัสดุ RPC ทำชั้นส่วนโค้งเพื่อใช้ในการก่อสร้างอุโมงค์ใต้ดินซึ่งจะทำให้แข็งแรงและเบากว่าโครงสร้างเหล็กหล่อถึง 3 เท่า



*แปลและเรียบเรียงจาก "Removing the 'reinforcement' from reinforced concrete"*

โดย Philippe Donnaes