

มุมมองออกแบบ (Design Tip)

DT2

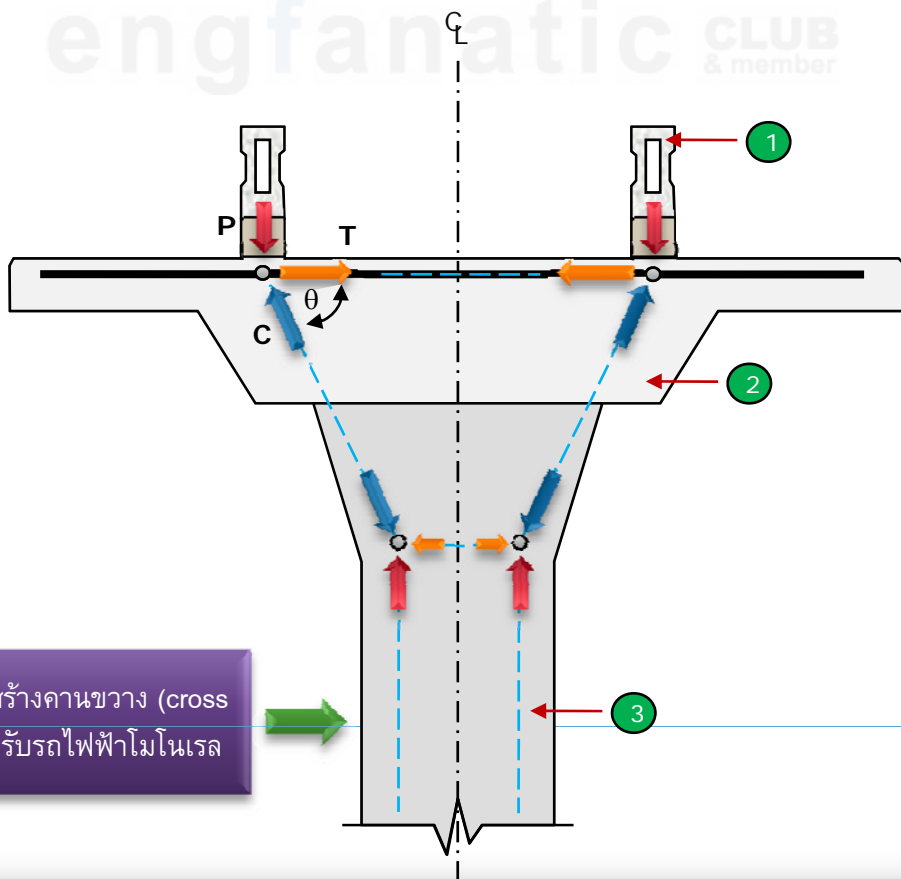


รศ.ดร.อมร พิमानมาศ

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตอนที่ 2 : เหล็กเสริมเป็ยงแรง

มูมนักออกแบบในตอนนี้ ผมขอเสนอแนวความคิดการออกแบบโครงสร้าง โดยใช้เหล็กเสริมเป็ยงแรง ขอให้ท่านผู้อ่านลองพิจารณาแบบโครงสร้างในรูป 1 ซึ่งเป็นโครงสร้างรองรับรถไฟฟ้าโมโนเรล (Monorail) ในโครงการ The Palm Jumeriah ที่ดูไบ โครงสร้างนี้ใช้สำหรับเป็นฐาน (Platform) ให้รถไฟฟ้าแล่น ตัวโครงสร้างประกอบด้วย คานรับโมโนเรล (หมายเลข 1) ซึ่งตั้งอยู่บนคานขวางรูปกล่องตัน (หมายเลข 2) ซึ่งทำหน้าที่เป็น platform ซึ่งตั้งอยู่บนเสา (หมายเลข 3) อีกที คำถามก็คือหากท่านเป็นวิศวกรออกแบบ ท่านจะออกแบบเหล็กเสริมในคานขวาง (คานเบอร์ 2) ได้อย่างไร



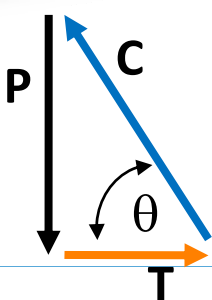
รูป 1 โครงสร้างคานขวาง (cross beam) รองรับรถไฟฟ้าโมโนเรล

ก่อนที่ท่านผู้อ่านจะไปดูเฉลยในย่อหน้าถัดไป ขอให้ท่านผู้อ่านลองคิดดูนะครับว่า ท่านจะจินตนาการแรงที่เกิดขึ้นในคานขวางได้หรือไม่ วิศวกรหลายท่านอาจจะคุ้นเคยอยู่กับการวิเคราะห์โมเมนต์และแรงเฉือน แต่ปัญหาในข้อนี้ท่านไม่สามารถวิเคราะห์หาโมเมนต์หรือแรงเฉือนในคานขวางได้เลย เพราะดูจากลักษณะของโครงสร้างแล้วคานขวางดูจะเป็นลักษณะเด่นมากกว่าเป็นคาน

บทความในตอนนี้ ผมจะขอให้ท่านผู้อ่านลืมโมเมนต์และแรงเฉือนไปชั่วคราว และ กลับมาพิจารณาคอนเซ็ปต์ที่สำคัญอีกอันหนึ่งในการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนเซ็ปต์ที่ว่านี้เรียกว่า วิธีเส้นทางการถ่ายแรง (load path method) ซึ่งเป็นการวาดเส้นทางการถ่ายแรงจากตำแหน่งที่แรงกระทำไปสู่ฐานรองรับ และใช้เหล็กเสริมในการเบี่ยงแนวแรง คอนเซ็ปต์นี้มีประโยชน์มากในการออกแบบและคำนวณปริมาณเหล็กเสริม แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าวิศวกรทั่วไปไม่ค่อยได้เป็นที่รู้จักกัน เอาละครับ ตอนนี้เรามาดูตัวอย่างกัน จากตัวอย่างในรูปที่ 1 นั้นผมขอให้ท่านผู้อ่านนึกภาพเส้นทางการถ่ายแรงเริ่มตั้งแต่จากคานโมโนเรลลงไปที่คานขวาง (คานเบอร์ 2) ลงไปจนถึงเสา จะเห็นว่าแนวแรงอัดจะต้องมีการเปลี่ยนทิศทางดังแสดงในรูปที่ 1 การเปลี่ยนทิศทางของแรงนี้จะเกิดขึ้นได้จะต้องใช้เหล็กในแนวอนดิ่งแนวแรงอัดให้เบี่ยงเข้ามาที่แนวศูนย์กลางของเสา เนื่องจากจุดแรกที่แนวแรงเริ่มเปลี่ยนทิศทางก็คือที่บริเวณผิวบนของคานขวาง จึงต้องใส่เหล็กนอนตรงตำแหน่งดังกล่าว ส่วนการคำนวณเนื้อที่เหล็กสามารถคำนวณจากสมมูลของแรง ซึ่งสามารถใช้หลักการสามเหลี่ยมของแรงได้ดังแสดงในรูป 2

ตัวอย่างการออกแบบ

ลองมาดูตัวอย่างง่าย ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการดังกล่าวมากขึ้น



จากรูป P เบี่ยงแรงที่ถ่ายมาจากโครงสร้างส่วนบนสมมูลให้ $= 330$ ต้
 $\theta = 60^\circ$ จะคำนวณ T ดังนี้

$$C \sin \theta = 330 \text{ ต้} \quad \text{ดังนั้น} \quad C = 381 \text{ ต้}$$

$$T = C \cos \theta = 190 \text{ ต้}$$

ใช้เหล็ก SD40, $f_y = 4000 \text{ ksc}$

$$A_s = T / (\phi f_y) = 190 \times 1000 / (0.9 \times 4000) = 52.8 \text{ cm}^2$$

ใช้เหล็ก 11DB25

รูป 2 สามเหลี่ยมของแรง



หลักการออกแบบเหล็กเสริมโดยวิธีนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบเหล็กในฐานรากเสาเข็ม บริเวณปลายยึด(anchorage zone) ของโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง คาน ลีค และอื่นๆอีกมากมาย โดยวิศวกรจะต้องจินตนาการเส้นทางการถ่ายแรงในโครงสร้าง ในบทความตอนต่อไป ผมจะนำเสนอตัวอย่างการใช้งานแบบอื่นๆอีก สำหรับตอนนี้คงต้องขอจบเพียงเท่านี้

พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ / ดร.อมร

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member