บทที่ 4

ตัวอย่างการวิเคราะห์ออกแบบ และ วิจารณ์

ตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างแรกเป็นคานต่อเนื่อง 4 ช่วง ยาวช่วงละ 6 เมตรดังแสดงในรูปที่ 4.1 มีน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอกระทำแบ่งออกเป็น น้ำหนักบรรทุกคงที่ 2.4 ตัน/เมตร และ น้ำหนักบรรทุกจร 1.8 ตัน/เมตร การออกแบบใช้สัดส่วนของน้ำหนัก (Load factor) เป็น 1.7 สำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ และ 2.0 สำหรับน้ำหนักบรรทุกจร ใช้คานขนาด 0.25 X 0.50 เมตร คอนกรีตมีกำลังอัดประลัย 210 กก/ซม^2 กำลังของเหล็กเสริมที่จุดคลากเป็น 3000 กก/ซม^2 สำหรับเหล็กเสริมตามยาว และ 2400 กก/ซม^2 สำหรับเหล็กเสริมรับแรงเฉือน ข้อมูลที่ป้อนให้โปรแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 4.2 ผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.3 และ 4.4

ผลที่ได้จากตัวอย่างที่ 1 จะเห็นว่า ได้กลุ่มคานรับโมเมนต์ดัด 5 กลุ่ม และ กลุ่มของแรงเฉือน 6 กลุ่ม ถ้าออกแบบโดยไม่มีการจัดกลุ่มของข้อมูลแล้วจะได้ผลการออกแบบของคานรับโมเมนต์ดัด 12 หน้าตัด และ กลุ่มของคานรับแรงเฉือน 16 หน้าตัด จะเห็นว่าผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมช่วยลดทอนจำนวนหน้าตัดลงมาได้บางส่วน แต่เนื่องจากตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างของคานต่อเนื่องเพียงไม่กี่ช่วงจึงไม่สามารถเห็นถึงข้อดีได้อย่างเด่นชัดนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15191412

ตัวอย่างที่ 2

พิจารณาโครงข้อแข็ง 6 ชั้น 3 ช่วง ไม่มีการยิดโยงทางด้านข้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.5 บนคานทุกช่วงมีน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอขนาด 5 ตัน/เมตร กระทำ การออกแบบเลือกใช้คานขนาด 0.25 X 0.50 เมตร สำหรับเสาชั้นที่ 1-3 ใช้ขนาด 0.50 X 0.50 เมตร มีเหล็กปลอกขนาด 9 มม. รัดรอบทุก ๆ ระยะห่าง 30 ซม. และเสาในชั้นที่ 4-6 ใช้ขนาด 0.30 X 0.50 เมตร มีเหล็กปลอกขนาด 6 มม. รัดรอบทุก ๆ ระยะห่าง 25 ซม. คอนกรีตมีกำลังอัดประลัย 240 กก/ซม^2 กำลังของเหล็กเสริมที่จุดคลากเป็น 3000 กก/ซม^2 สำหรับเหล็กเสริมตามยาว และ 2400 กก/ซม^2 สำหรับเหล็กเสริมรับแรงเฉือน ในการหาค่า k ของเสาสมมติให้คอนกรีตมีค่าสัมประสิทธิ์ของการคืบ (Creep factor) เท่ากับ 0.3 โมเมนต์อินเนอเชียของคานใช้เพียง 50 % ของโมเมนต์อินเนอเชียของหน้าตัดคานที่ไม่แตกร้าว (Gross section) ข้อมูลที่ป้อนให้โปรแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 4.6 ผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมโดยใช้เครื่อง AT-80286 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.7 และ 4.8

การออกแบบคานรับโมเมนต์ดัดในตัวอย่างนี้ หน้าตัดที่ใช้มีพิกัดต่ำสุดสำหรับปริมาณเหล็กเสริมรับแรงดึงเป็น 5.25 ซม^2 และพิกัดสูงสุดสำหรับปริมาณเหล็กเสริมรับแรงดึงที่ไม่ต้องเสริมเหล็กรับแรงอัดเป็น 32.72 ซม^2 การออกแบบตามแนวทางที่ใช้จะแบ่งปริมาณเหล็กเสริมรับแรงดึงเป็นช่วง ๆ ระหว่างพิกัดต่ำสุดกับพิกัดสูงสุด ทำให้ได้ปริมาณเหล็กเสริมเพิ่มขึ้นอีก 14 ค่า ดังนั้นต้องคำนวณความสามารถในการรับโมเมนต์ของหน้าตัดทั้งหมด 16 ค่า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าโมเมนต์ประลัยที่ต้องออกแบบอยู่ในช่วงระหว่าง 1.08 ถึง 13.67 ตัน-เมตร เมื่อไปทำการออกแบบโดยเลือกปริมาณเหล็กเสริมจากความสามารถในการรับโมเมนต์ของหน้าตัดที่ได้คำนวณไว้ถึง 16 ค่า จะได้กลุ่มของหน้าตัดคานรับโมเมนต์ดัด 6 กลุ่ม

การออกแบบคานรับแรงเฉือนในตัวอย่างนี้ หน้าตัดที่ใช้มีพิกัดต่ำสุดสำหรับความสามารถในการรับแรงเฉือนของหน้าตัดเป็น 3.93 ตัน และ พิกัดสูงสุดสำหรับแรงเฉือนเป็น 39.25 ตัน การออกแบบตามแนวทางที่ใช้จะแบ่งความสามารถในการรับแรงเฉือนของหน้าตัดเป็นช่วง ๆ ระหว่างพิกัดต่ำสุด กับ พิกัดสูงสุด ทำให้ได้ความสามารถในการรับแรงเฉือนของหน้าตัดอีก 19 ค่า

ดังนั้นต้องคำนวณปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนทั้งหมด 21 ค่า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าแรงเฉือนประลัยที่ใช้ออกแบบอยู่ในช่วงระหว่าง 3.13 ถึง 13.00 ตัน เมื่อไปทำการออกแบบโดยการเลือกปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนจากความสามารถในการรับแรงเฉือนของหน้าตัดที่ได้แบ่งไว้ถึง 21 ค่า จะเหลือกลุ่มของหน้าตัดคานรับแรงเฉือน 3 กลุ่ม

ถ้าออกแบบโดยไม่มีการจัดกลุ่มของข้อมูลแล้วจะต้องทำการออกแบบคานรับโมเมนต์ดัดจำนวน 3x18 = 54 หน้าตัด และ ออกแบบคานรับแรงเฉือนจำนวน 4x18 = 72 หน้าตัด ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการจัดกลุ่มที่เสนอในการวิจัยนี้สามารถประหยัดการคำนวณลงได้มาก จากการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณสำหรับตัวอย่างนี้พบว่า วิธีการในงานวิจัยนี้ใช้เวลาคำนวณน้อยกว่าวิธีการธรรมดากว่า 20 % ซึ่งเวลาที่ใช้สำหรับการออกแบบคานตามแนวทางที่ใช้ในการวิจัยนี้เทียบกับการออกแบบคานโดยตรงที่ไม่มีการจัดกลุ่มแสดงไว้ในรูปที่ 4.9 นอกจากนี้ การที่สามารถลดทอนหน้าตัดลงมาเหลือ 30 % สำหรับโมเมนต์ดัด และ 29 % สำหรับแรงเฉือน ทำให้ประหยัดเวลาการคำนวณความเหนียวอีกด้วย และที่สำคัญยิ่งกว่านั้นคือ วิศวกรผู้ออกแบบสามารถนำผลการออกแบบที่ได้ไปใช้ตัดสินใจเพื่อเขียนรายละเอียดได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นมาก

ความเหนียวของโครงสร้างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น ลักษณะโครงสร้างกำลังของเหล็กเสริมและคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริมแนวแกน แรงในแนวแกนของเสา และปริมาณเหล็กปลอกสำหรับเสาซึ่งคิดผลการรัดรอบของเหล็กปลอก เป็นต้น สำหรับตัวอย่างที่ใช้ประกอบในการวิจัยนี้จะเห็นว่า คานที่ออกแบบมีความเหนียวมากพอสมควรเป็นเพราะว่าในการออกแบบมีการจำกัดปริมาณเหล็กเสริมสูงสุดไม่เกินนิดัดที่ ACI กำหนดไว้ดังแสดงในอสมการที่ (2.26) และ (2.27) เสาที่ได้จากการออกแบบมีความเหนียวค่อนข้างน้อยสำหรับเสาชั้นล่าง ๆ เนื่องจากแรงในแนวแกนมีค่าสูง ถ้าเป็นเสาที่แรงในแนวแกนมีค่ามาก แต่โมเมนต์ดัดมีค่าน้อย ๆ ความเหนียวของเสาสามารถคำนวณได้เนื่องมาจากระยะเยื้องศูนย์ต่ำสุดที่กำหนดให้ใช้ในการออกแบบตามมาตรฐาน ACI จากตัวอย่างที่ 2 ความเหนียวของเสามีค่าต่ำสุดประมาณ 1.9 พิจารณาผลรวมของกำลังรับโมเมนต์ที่จุดต่อของเสาต้นที่ความเหนียวมีค่าน้อยที่สุด จะเห็นว่าผลรวมของกำลังรับโมเมนต์ของเสาที่จุดต่อมีค่ามากเมื่อเทียบกับผลรวมของกำลังรับโมเมนต์ของคานที่จุดต่อเดียวกัน นั่นหมายความว่าเวลาที่โครงสร้างนี้ต้องรับแรงทางข้างมากกว่าที่ออกแบบไว้มาก

จุดหมุนพลาสติกจะเกิดขึ้นในคานซึ่งมีความเหนียวค่อนข้างสูงทำให้โครงสร้างไม่วิบัติในทันที ซึ่งยอมรับได้ ถ้าโครงสร้างที่ออกแบบอยู่ในถิ่นที่แผ่นดินไหวไม่สูงที่มักจะออกแบบให้เป็นเสาอีลาสติก (Elastic column)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย