หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

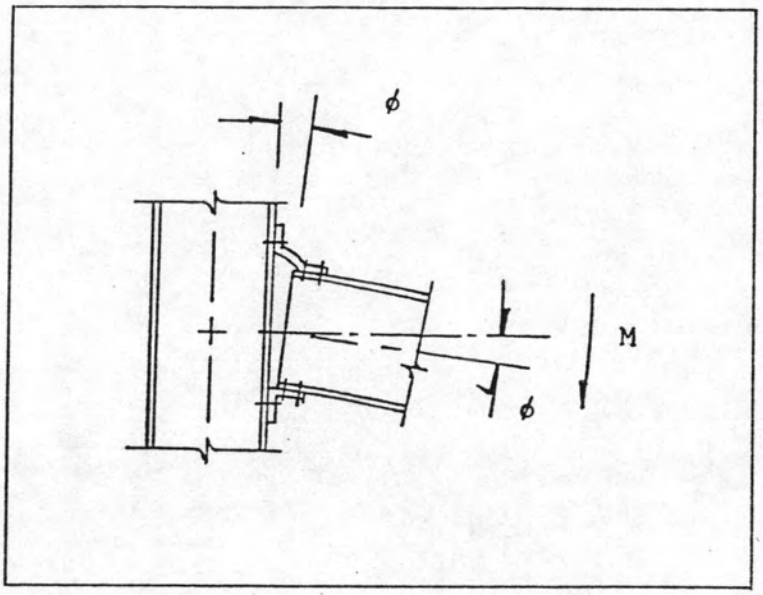
พฤติกรรมของรอยต่อระหว่างคานและเสา

2.1 ความนำ

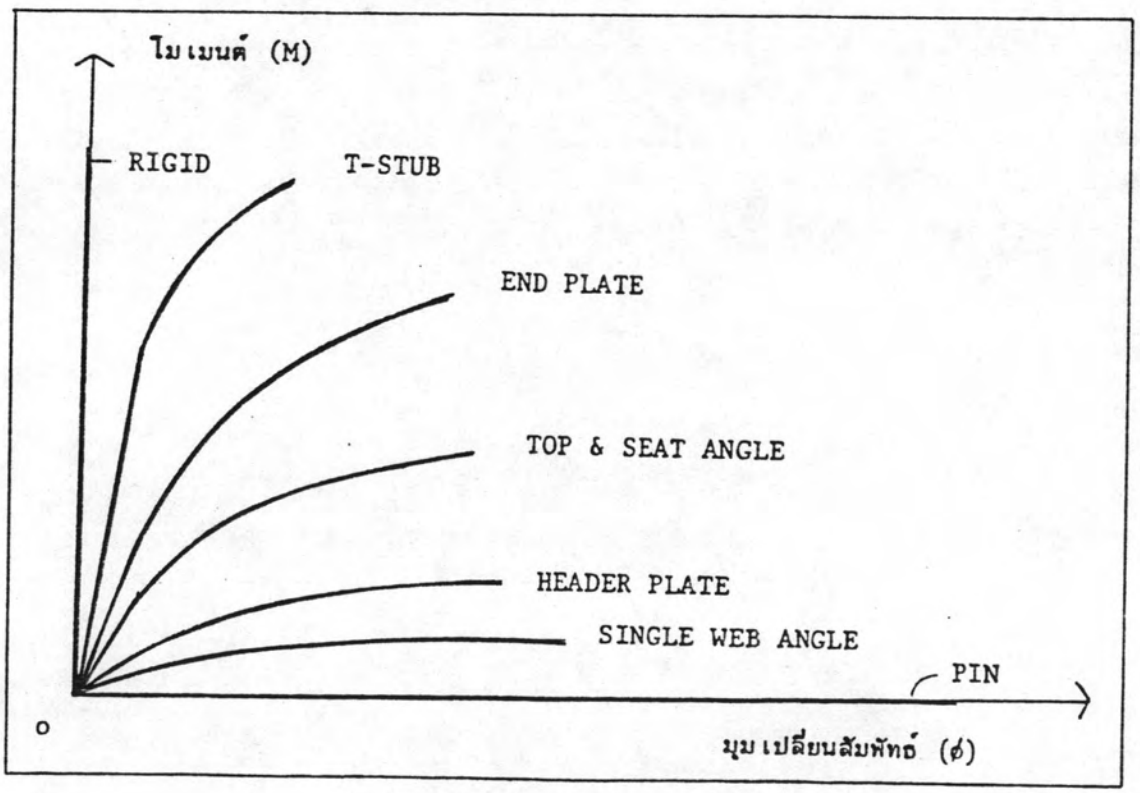
จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พฤติกรรมของรอยต่อจะแสดงออกมาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์และมุมเปลี่ยน ในรูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนรูปร่าง (Deformation) ของรอยต่อระหว่างคานและเสา เมื่อรอยต่อได้รับโมเมนต์กระทำจะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างขึ้น ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนรูปร่างที่สามารถสังเกตได้ชัดเจน คือ มุมเปลี่ยน (Relative Angle Change) หรือ มุม ϕ จากผลการทดสอบรอยต่อที่ผ่านมาความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อจะเป็นแบบไร้เชิงเส้น ในรูปที่ 2.2 แสดงเส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อในแบบต่าง ๆ ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ลักษณะของรอยต่อที่เป็นแบบข้อแข็ง (Rigid) จะเป็นเส้นตรงตลอดแกนโมเมนต์ และ รอยต่อแบบข้อหมุน (Pinned) ก็จะเป็นเส้นตรงตลอดแกนของมุมเปลี่ยน ในโครงสร้างจริงรอยต่อที่ใช้จะมีลักษณะความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนเป็นเส้นโค้ง เส้นโค้งของความชันที่มากกว่าจะแสดงให้เห็นสติฟเนสของรอยต่อที่มากกว่า รอยต่อแบบ Single Web Angle จัดเป็นรอยต่อที่มีสติฟเนสน้อยมาก ในช่วงแรก ๆ ของเส้นโค้งอาจจะมีลักษณะที่เป็นแบบเชิงเส้นบ้าง แต่ก็เป็นช่วงที่ไม่มากนัก ซึ่งจะต่างกับรอยต่อที่มีสติฟเนสมาก ๆ อย่างเช่นรอยต่อแบบ T-Stub ที่ซึ่งในช่วงแรกของเส้นโค้งมีลักษณะเป็นเชิงเส้นอย่างเห็นได้ชัด ลักษณะของเส้นโค้งเหล่านี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับประเภทของรอยต่อแล้ว ยังขึ้นอยู่กับขนาดของรอยต่อและลักษณะอื่น ๆ ด้วย

รอยต่อที่จะทำการศึกษาจะประกอบไปด้วยรอยต่อ 4 ประเภทคือ

1) รอยต่อแบบ Single Web Angle
2) รอยต่อแบบ Header Plate
3) รอยต่อแบบ Top and Seat Angle
4) รอยต่อแบบ End Plate



รูปที่ 2.1 ลักษณะการเปลี่ยนรูปร่างของรอยต่อ

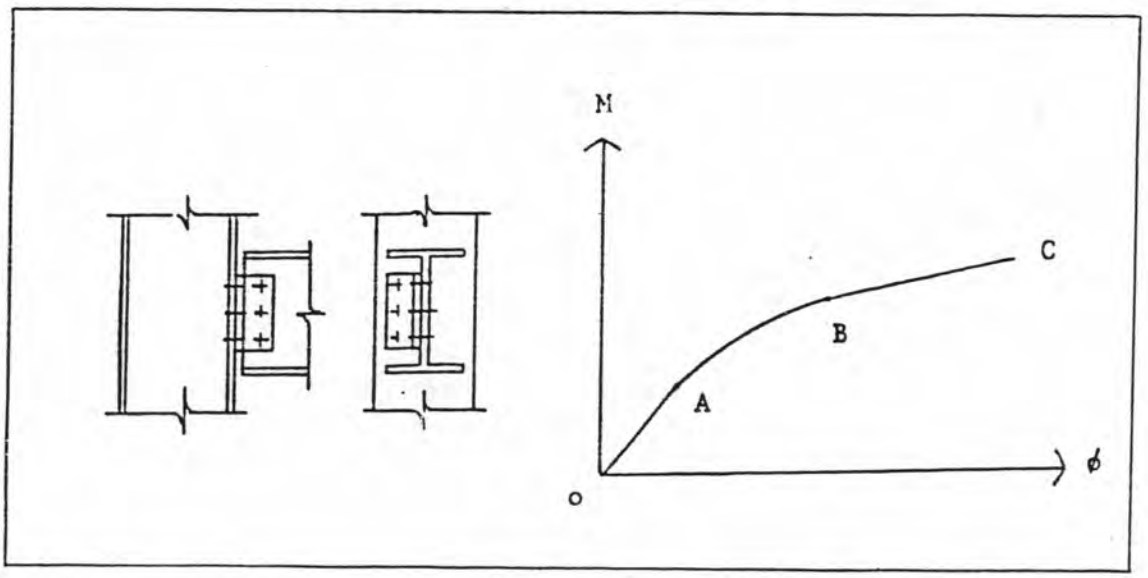


รูปที่ 2.2 เส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อต่าง ๆ

2.2 รอยต่อแบบ Single Web Angle

ในการใช้รอยต่อเพื่อรับแรงเฉือนเพียงอย่างเดียว โดยปกติผู้ออกแบบมักจะใช้รอยต่อแบบ Double Web Angle ซึ่งจะประกอบไปด้วยเหล็กฉาก 2 อัน ประกบที่ Web ของคานและปีกของเสา โดยใช้สลักเกลียวหรือหมุดย้ำเป็นตัวยึด ในการออกแบบบางครั้งถ้าคำนึงความประหยัดและความเหมาะสมในการประกอบติดตั้ง การใช้รอยต่อแบบ Single Web Angle จะเหมาะสมกว่ารอยต่อแบบ Double Web Angle การออกแบบคานที่ปลายเป็นรอยต่อแบบ Single Web Angle มักจะสมมติให้รอยต่อแบบนี้เป็นรอยต่อแบบข้อหมุน และออกแบบให้รอยต่อรับแรงเฉือนที่ปลายคาน โดยบางครั้งอาจจะคิดโมเมนต์เนื่องจากการเยื้องศูนย์ของแรงเฉือนถ้ามีค่ามากพอ

ลักษณะของรอยต่อแบบ Single Web Angle จะแสดงในรูปที่ 2.3 จากผลการทดสอบรอยต่อ (17) พฤติกรรมของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนในช่วงแรกคือช่วง O–A จะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้น จากนั้นในช่วง A–B ลักษณะจะเป็นแบบไร้เชิงเส้น และ ในช่วง B–C ก็จะเป็นแบบเชิงเส้นต่อไปอีก ถ้าเปรียบเทียบรอยต่อประเภทนี้กับรอยต่อทั่วไป จะเห็นได้ชัดเจนว่ารอยต่อประเภทนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับรอยต่อแบบข้อหมุนมาก

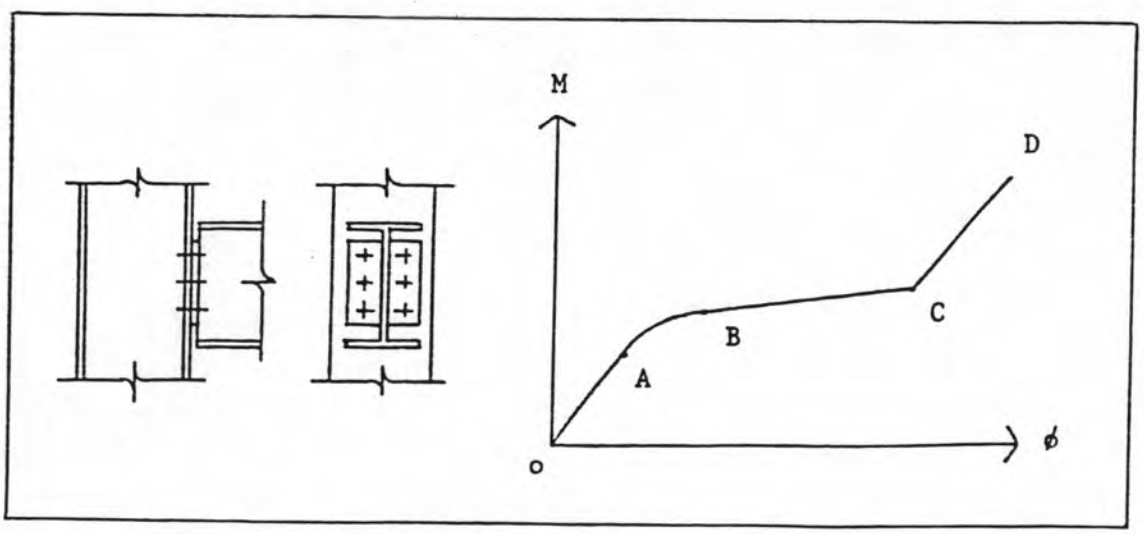


รูปที่ 2.3 ลักษณะรูปร่างและเส้นโค้งของโมเมนต์กับมุมเปลี่ยน
ของรอยต่อแบบ Single Web Angle

เส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อแต่ละขนาดจะต่างกันไป โดยความแตกต่างเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ มากมาย แต่เนื่องจากรอยต่อประเภทนี้ใช้เหล็กฉากเพียงตัวเดียวเท่านั้น ดังนั้นตัวแปรที่มีผลต่อความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่ออย่างมาก จึงเป็นขนาดต่าง ๆ ของเหล็กฉากที่ใช้ เช่น ความยาวและความหนาของเหล็กฉาก นอกจากนั้นจากผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่า ตัวแปรอื่น ๆ จะได้แก่ ระยะเกจ (Gage) ที่ใช้ จำนวนและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียวหรือหมุดย้ำที่ใช้

2.3 รอยต่อแบบ Header Plate

เป็นรอยต่อที่ถูกออกแบบให้มีหน้าที่เหมือนกับรอยต่อแบบ Single Web Angle แต่รอยต่อแบบนี้จะมีสติฟเนสมากกว่าแบบ Single Web Angle ลักษณะของรอยต่อจะแสดงในรูปที่ 2.4 โดยจะประกอบไปด้วยแผ่นเหล็กเชื่อมติดกับ Web ของคาน ซึ่งลักษณะแบบนี้จะช่วยให้รอยต่อแบบนี้มีความสะดวกในการติดตั้งมากกว่าแบบ Double Web Angle และ Single Web Angle แต่สิ่งที่แตกต่างคือที่จุด C ซึ่งเป็นจุดที่ปีกคานด้านรับแรงอัดสัมผัสกับปีกเสา ทำให้สติฟเนสของรอยต่อเพิ่มขึ้น ลักษณะของเส้นโค้งจึงมีความชันมากขึ้นดังแสดงในช่วง C-D



รูปที่ 2.4 ลักษณะรูปร่างและเส้นโค้งของโมเมนต์กับมุมเปลี่ยน
ของรอยต่อแบบ Header Plate

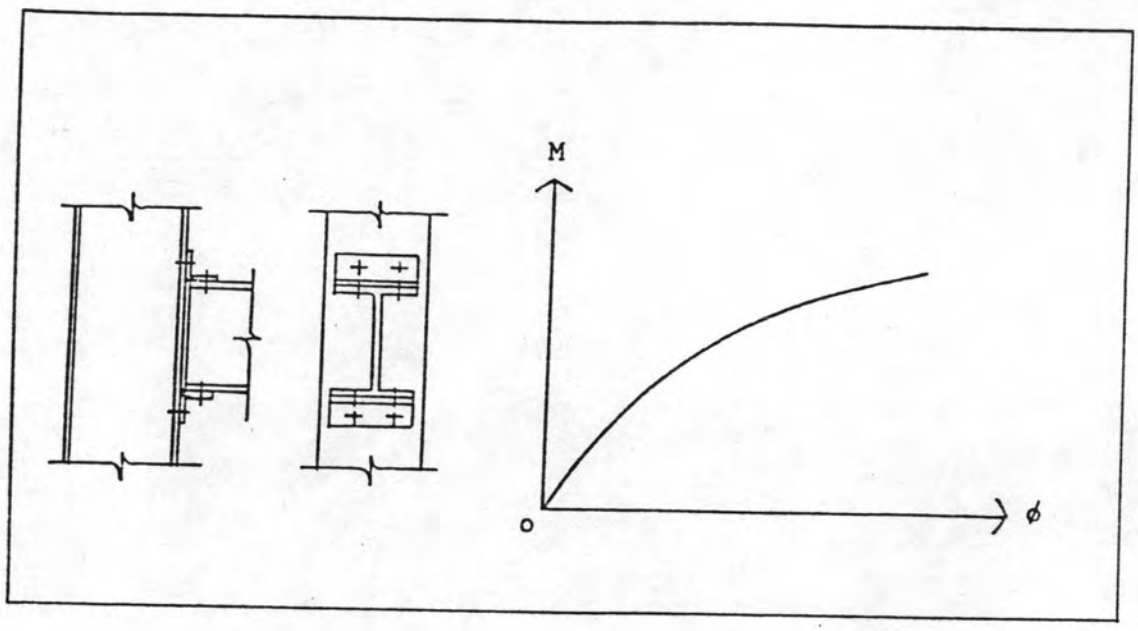
ลักษณะของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อแต่ละขนาด จะขึ้นกับตัวแปรต่าง ๆ มากมาย โดยตัวแปรที่มีผลอย่างมากจะได้แก่ ความยาวและความหนาของแผ่นเหล็กระยะเกจระหว่างตัวยึด (Fasteners) และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวยึดซึ่งอาจจะเป็นสลักเกลียวหรือหมุดย้ำ

2.4 รอยต่อแบบ Top and Seat Angle

เป็นรอยต่อที่สามารถรับโมเมนต์ได้มากกว่ารอยต่อที่กล่าวมาแล้วทั้ง 2 ประเภท แต่ในการออกแบบชิ้นส่วนในโครงสร้างรอยต่อแบบนี้ยังคงถูกสมมตให้เป็นรอยต่อแบบข้อหมุน รอยต่อจึงออกแบบให้รับแรงเฉือนเพียงอย่างเดียวโดยให้เหล็กฉากตัวล่างสามารถรับโมเมนต์เนื่องจากการเยื้องศูนย์ของแรงเฉือนได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 รอยต่อจะประกอบด้วยเหล็กฉาก 2 อันประกบที่ปีกคานทั้งด้านบนและด้านล่าง

ลักษณะความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยน จะมีลักษณะเป็นแบบไร้เชิงเส้นเกือบทั้งหมด จากผลการทดสอบ (1,5) ในบางครั้งเส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนในช่วงแรกจะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้น และจะเปลี่ยนเป็นแบบไร้เชิงเส้นในช่วงหลังและเนื่องจากเหล็กฉากทั้งด้านบนและด้านล่างของปีกคานจะถ่ายโมเมนต์โดยตรงจากปีกคาน ดังนั้นรอยต่อประเภทนี้จึงไม่มีการเพิ่มสติฟเนสเหมือนรอยต่อแบบ Header Plate

ตัวแปรที่มีผลต่อเส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนจะมีหลาย ๆ ตัวแปร เช่น ความลึกของคาน ความยาวและความหนาของเหล็กฉาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว หรือหมุดย้ำ ตำแหน่งและลักษณะการวางตำแหน่งของสลักเกลียวหรือหมุดย้ำและสติฟเนสของปีกเสาที่เหล็กฉากยึดอยู่



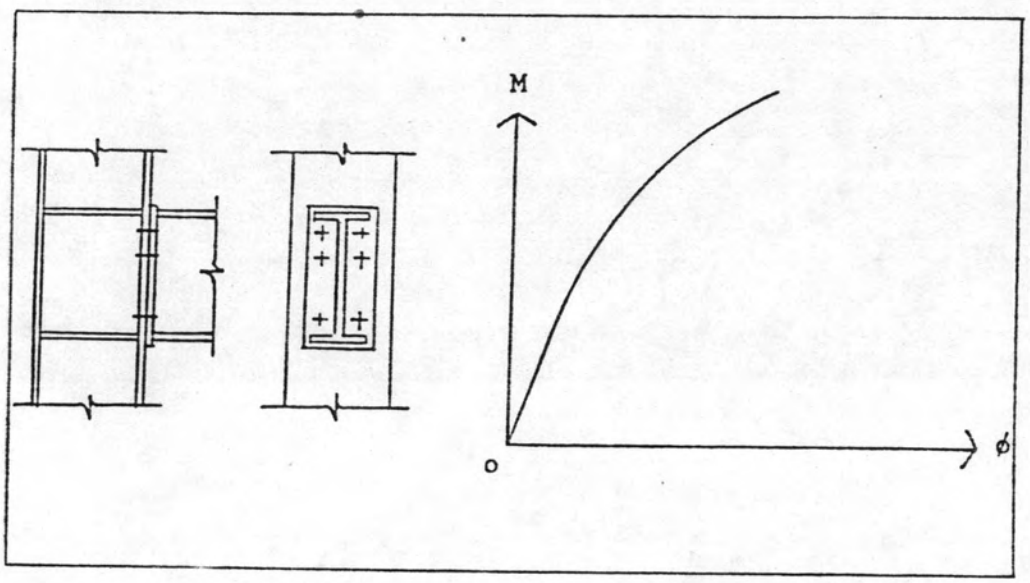
รูปที่ 2.5 ลักษณะรูปร่างและเส้นโค้งของโมเมนต์กับมุมเปลี่ยน
ของรอยต่อแบบ Top and Seat Angle

2.5 รอยต่อแบบ End Plate

เป็นรอยต่อที่นิยมใช้กันมากประเภทหนึ่ง เนื่องจากสามารถประกอบและติดตั้งได้โดยง่าย ถ้าเปรียบเทียบรอยต่อแบบนี้กับรอยต่อทั้งสามแบบที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่ารอยต่อแบบนี้มีสติฟเนสสูงกว่ามาก ในการวิเคราะห์และออกแบบคานที่ปลายเป็นรอยต่อแบบนี้ จะสมมตให้รอยต่อแบบนี้เป็นแบบข้อแข็ง ดังนั้นในการออกแบบรอยต่อประเภทนี้จึงให้รอยต่อรับทั้งโมเมนต์และแรงเฉือน ลักษณะของรอยต่อประเภทนี้จะแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งรอยต่อจะประกอบด้วยแผ่นเหล็กยึดที่ปลายของคาน โดยจะต่างกับรอยต่อแบบ Header Plate ที่แผ่นเหล็กที่ใช้ในรอยต่อแบบนี้จะปิดเต็มทั้งหน้าตัดของคาน

ลักษณะของเส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนจะแสดงในรูปที่ 2.6 เช่นกัน ซึ่งในช่วงแรกจะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นและในช่วงหลังจะเป็นแบบไร้เชิงเส้น เนื่องจากรอยต่อ

แบบนี้จะต้องรับโมเมนต์ที่มีค่ามาก ดังนั้นตัวแปรที่มีผลต่อความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยน จึงมีมาก เช่น ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ ความลึกของคาน ขนาดของเสา ฯลฯ



รูปที่ 2.6 ลักษณะรูปร่างและเส้นโค้งของโมเมนต์กับมุมเปลี่ยน ของรอยต่อแบบ End Plate