บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัยและสรุปผล

4.1 ลักษณะการแตกร้าว

จากผลการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด S1,S2และ S3 เมื่อเพิ่มแรงกดไปจนถึงประมาณ 13000 kgf.จะเริ่มเกิดรอยแตกร้าวในทิศสัมผัสรอบหัวเสา เมื่อเพิ่มแรงกดต่อไปก็จะเริ่มปรากฏรอยแตกร้าวในทิศทางรัศมีเกิดขึ้นโดยเริ่มจากบริเวณหัวเสาก่อนแล้วกระจายออกด้านข้างและรอยแตกร้าวจะไม่ปรากฏเพิ่มขึ้นเมื่อแรงกดประมาณ 48000kgf.ทั้ง 3 ตัวอย่างแต่จะขยายกว้างขึ้น

การแตกร้าวในแนวทแยงของตัวอย่างสามารถสังเกตุได้จากช่องเปิดและตัวอย่างS1จะเริ่มสังเกตุเห็นได้เมื่อแรงกดประมาณ 18000kgf.หรือที่ประมาณ 30%ของแรงกดประลัยและหน่วยแรงเฉือนประมาณ $0.652\sqrt{f_c'}b_o d$ ที่แรงกด26000kgf.และ27000kgf.จะเริ่มเกิดที่ตัวอย่างS2และS3 ตามลำดับหรือประมาณ 40%ของแรงกดประลัย ดูตารางที่ 4 โดยจะเริ่มเกิดขึ้นด้านบนของแผ่นพื้นแล้วขยายเป็นแนวทแยงเข้าหาหัวเสา ในตัวอย่าง S1 รอยแตกร้าวในแนวทแยงจะขยายกว้างขึ้นเมื่อแรงกดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แต่ในตัวอย่าง S2และS3จะไม่ขยายกว้างขึ้นแต่จะเพิ่มความยาวขึ้นตามแรงกดซึ่งแสดงว่าหมุดรับแรงเฉือนจะชลอการแตกร้าวในแนวทแยงของคอนกรีต

เมื่อเพิ่มแรงกดจนใกล้ถึงแรงกดประลัยรอยแตกร้าวในแนวทแยงของตัวอย่าง S1ค่อนข้างขยายกว้างมาก อย่างไรก็ตามรอยแตกร้าวนอกบริเวณช่องเปิดนั้นไม่สามารถสังเกตุได้

การพังของทั้ง 3 ตัวอย่างเกิดขึ้นโดยทันทีทันใดเฉพาะในตัวอย่าง S1 เท่านั้นที่พอจะสังเกตุได้จากแนวแตกร้าวในแนวทแยงที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัวของตัวอย่างทั้งหมดจะมีลักษณะคล้ายๆกัน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัวที่กลางแผ่นพื้นก่อนการแตกร้าวในแนวทิศสัมผัสจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้น ภายหลังที่เกิดการแตกร้าวในทิศสัมผัสที่แรงกดประมาณ 13000 kgf.,12000kgf.และ13000kgf. ของตัวอย่าง S1,S2และS3ตามลำดับความแกร่งของแผ่นพื้นก็จะลดลงและเมื่อเพิ่มแรงกดต่อไปก็จะได้ความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นเช่นเดียวกัน จนกระทั่งถึงแรงกดประลัยที่แรงกด 58000kgf.,62150kgf.,และ66000kgf.ของแผ่นพื้น S1,S2และS3ตามลำดับ แรงกดจะตกลงอย่างรวดเร็วในลักษณะการพังแบบทันทีทันใด หลังจากนั้นก็จะยังคงใส่แรงกดต่อไปจะพบว่าการแอ่นตัวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในขณะที่แรงกดลดลงเกือบคงที่ที่ระดับหนึ่งและหยุดทำการวัดค่าเนื่องจากตัวอย่างไม่เสถียรภาพ

อย่างไรก็ตามจากการสังเกตุรูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัวจะเห็นว่าการแตกร้าวในแนวทแยงจะไม่มีผลต่อความแกร่งของแผ่นพื้นแต่อย่างใด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าตัวอย่าง S2 จะมีความแกร่งมากกว่าตัวอย่างS1และS3 อาจจะเป็นไปได้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากตำแหน่งของหมุดรับแรงเฉือนในแผ่นพื้น

4.3 ความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือน

4.3.1ผลของตำแหน่งของช่องเปิดต่อความเครียดในหมุดรับแรงเฉือน

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับความเครียดที่แรงกดประลัยเกิดขึ้นทั้งในตัวอย่าง S2และS3จะเห็นได้ว่าหมุดที่อยู่ในแถบที่ชิดกับช่องเปิดคือแถบ aและแถบ c จะให้ค่าที่สูงกว่าในหมุดแถบอื่นที่ไม่อยู่ชิดกับช่องเปิดประมาณ 2 เท่า ดูรูปที่ 23 และถ้าเปรียบเทียบผลของการจัดหมุดรอบหัวเสาระหว่างตัวอย่าง S2และS3 จะเห็นว่าการวางหมุดในแนวทแยงหรือแถบ c ของ S3 จะให้ค่าความเครียดที่สูงกว่าหมุดในแถบ aและbของตัวอย่าง S2 อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถศึกษาถึงผลของการจัดหมุดรอบๆช่องเปิดได้ชัดเจนนักเพราะแนวการพังเกิดขึ้นรอบนอกหมุดรับแรงเฉือนและหมุดรับแรงเฉือนรับแรงได้ประมาณ 10% ของกำลังที่จุดคลากเท่านั้น นอกจากนี้ถ้าสังเกตุในตัวอย่างS3 จากรูปที่ 28 จะเห็นว่าจะเกิดความเครียดเนื่องแรงดึงในหมุดแถบ c เท่านั้นแต่ในหมุดแถบ dจะเกิดความเครียดเนื่องจากแรงอัด อาจเป็นไปได้ว่าระยะห่างของหมุดที่วางอยู่ชิดกันเกินไปจนทำให้เกิดผลดังกล่าวซึ่งจะแตกต่างจากหมุดแถบ aและ b ที่หมุดจะอยู่ในลักษณะกระจายมากกว่า

4.3.2ผลของระยะจากขอบเสาต่อความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือน

จากรูปที่ 31-34 ความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือนจะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงกดเพิ่มขึ้น ในตัวอย่าง S2หมุดรับแรงเฉือนในแถบ a จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก จะมีค่าค่อนข้างสูงในหมุด a1ในช่วงของแรงกดน้อยกว่าแรงกดประลัย แต่ที่แรงกดประลัยความเครียดจะเกิดสูงสุดที่หมุด a3 ส่วนในหมุดรับแรงเฉือนแถบ b ก็จะเกิดขึ้นในทำนองเดียวกัน ในตัวอย่าง S3ความเครียดในหมุดแถบ c จะสูงขึ้นเมื่อแรงกดเพิ่มขึ้นโดยจะเกิดขึ้นสูงสุดในหมุด c2 จนกระทั่งถึงแรงกดประลัย ส่วนในหมุดแถบ d นั้นจะเกิดความเครียดอัดในหมุดแถบ d1และd2 ส่วนd3และd4จะเกิดความเครียดดึงจนกระทั่งถึงแรงกดประลัยโดยจะเกิดสูงสุดที่หมุด d4

ความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือนจะเริ่มจากการเกิดรอยแตกร้าวในแนวทแยงที่ตัดผ่านหมุดรับแรงเฉือนแต่ละตัวและจากการทดสอบนี้เฉพาะหมุดในแถบ c เท่านั้นที่จะเกิดความเครียดสูงสุดในตัวหมุดซึ่งมีตำแหน่งประมาณระยะ d จากขอบเสา อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่

ผ่านมา[10),(17),(18)] ซึ่งเมื่อเกิดการวิบัติขึ้นภายในบริเวณหมุดรับแรงเฉือนนั้นหมุดรับแรงเฉือนที่มีตำแหน่งภายในระยะ d จากขอบเสาส่วนใหญ่จะรับแรงจนถึงจุดคลาก

4.4กำลังประลัยของตัวอย่างทดสอบ

กำลังประลัยของจุดต่อS1= 58000 kgf. S2 = 62150 kgf.และS3 = 66000 kgf. ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรณีที่ใช้หมุดรับแรงเฉือนกำลังแรงกดประลัยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 6.45 % และ 13.79% ในตัวอย่างS2และS3ตามลำดับ ที่แรงกดประลัยแรงกดจะลดลงทันทีประมาณ 30%ของแรงกดประลัย จากรูปที่ 25-28 จะเห็นได้ว่าที่แรงกดประลัยแรงกดจะถูกถ่ายเข้าสู่หมุดรับแรงเฉือนโดยความเครียดจะสูงขึ้นทันทีและหลังจากนั้นก็จะลดลงเล็กน้อยจนกระทั่งค่อนข้างคงที่ในขณะที่แรงกดจะลดลงเรื่อยๆ จากพฤติกรรมดังกล่าวการถ่ายแรงในช่วงแรงกดประลัยอาจจะกล่าวได้ว่าการสูญเสียการถ่ายแรงในส่วนของการเกาะเกี่ยวกันของมวลรวมจะถ่ายผ่านแรงต้านทานแบบเดือยของเหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด(Dowel action)และถูกถ่ายแรงเข้าสู่หมุดรับแรงเฉือนเข้าสู่เสา

สำหรับในงานวิจัยนี้ความเหนียว(Ductility)ไม่สามารถชี้ชัดได้เนื่องจากลักษณะการวิบัติของทั้งสามตัวอย่างนั้นเป็นแบบทันทีทันใดทั้งหมด

4.4.1ผลของการจัดหมุดรับแรงเฉือนรอบหัวเสาต่อกำลังแรงเฉือนประลัยของตัวอย่าง

จากงานวิจัยนี้ปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนที่ใช้ของตัวอย่าง S2 และ S3 เท่ากัน แต่ลักษณะการจัดหมุดรับแรงเฉือนรอบหัวเสาจะแตกต่างกัน จากตารางที่ 4 ค่าแตกต่างระหว่างแรงกดประลัยเนื่องจากการจัดหมุดจะได้ว่า

$$V_{u,s2} - V_{u,s1} = 62150\text{-}58000 = 4150 \text{ kgf.}$$
$$V_{u,s3} - V_{u,s1} = 66000\text{-}58000 = 8000 \text{ kgf.}$$

แต่เนื่องจากการวิบัติเกิดขึ้นรอบนอกหมุดรับแรงเฉือนทั้งสองตัวอย่าง กำลังต้านทานแรงเฉือนของจุดต่อพื้นเสาขึ้นอยู่กำลังต้านทานแรงเฉือนของคอนกรีตเท่านั้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดหมุดรับแรงเฉือนรอบๆหัวเสาหรือขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นรอบรูปที่หน้าตัดวิกฤต ซึ่งในตัวอย่าง S3 นั้นจะให้ความยาวเส้นรอบรูปรอบหมุดรับแรงเฉือนมากกว่า (ดูภาคผนวก ข)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5รูปแบบของการวิบัติ

ที่แรงกดประลัยของทั้งสามตัวอย่างทดสอบทั้งหมดวิบัติโดยการเฉือนทะลุเป็นรูปกรวย ในตัวอย่าง S1 นั้นแนวขอบในของแนวการวิบัติแนวแรกจะเริ่มที่ขอบเสาล่างและลาดเอียงขึ้นที่ผิวบนตามแนวการแตกร้าวในแนวทแยงที่ระยะห่างจากหัวเสาโดยรอบประมาณ 40 ซม.หรือทำมุมประมาณ 25°กับแนวราบ

ส่วนในตัวอย่าง S2และS3ผิวของการวิบัติจะอยู่นอกแนวของหมุดรับแรงเฉือนด้านนอกสุด โดยผิวการวิบัตินอกสุดห่างจากหมุดแถวนอกสุดประมาณ 40 ซม.เช่นเดียวกันกับตัวอย่าง S1 รูปแบบของการวิบัติจะทำมุมประมาณ 25° องศา

จากการสังเกตุรอยแตกร้าวในช่องเปิดของตัวอย่าง S2และS3 จะเห็นว่าการแตกร้าวในแนวทะแยงใกล้ๆกับหัวเสาจะทำมุมประมาณ 30°- 45°กับแนวราบซึ่งจะแตกต่างจากในกรณีของตัวอย่าง S1 ซึ่งไม่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือนหรือกรณีที่แนวการวิบัติเกิดขึ้นรอบนอกบริเวณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนซึ่งค่อนข้างจะทำมุมที่ราบกว่า

4.6กลไกการถ่ายแรงเฉือน

จากงานวิจัยนี้จะเห็นว่าจากหัวข้อ 4.1 การเกิดรอยแตกร้าวในแนวทแยงจะเกิดขึ้นที่ประมาณ 30%-40%ของแรงกดประลัย จากตัวอย่าง S1 ถึงแม้ว่ารอยแตกร้าวในแนวทแยงจะเกิดขึ้นเต็มที่แต่กำลังรับน้ำหนักของตัวอย่างก็ยังสามารถรับแรงกดได้ต่อไปซึ่งก็แสดงให้เห็นว่ากำลังแรงกดประลัยของตัวอย่างไม่ได้ขึ้นอยู่กับกำลังรับแรงดึงในแนวทแยงของคอนกรีตแต่อย่างใด กลไกการถ่ายแรงส่วนใหญ่จะกระทำโดยเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด(Dowel Action)และการเกาะเกี่ยวกันของมวลรวม(Aggregate Interlock)

ภายหลังที่เกิดการแตกร้าวในแนวทแยง กลไกการถ่ายแรงเฉือนเข้าสู่เสา ก็จะประกอบไปด้วย เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด(Dowel action),การยึดเกี่ยวกันของมวลรวม(Aggregate interlock) และแรงต้านทานแรงอัดของคอนกรีตเหนือรอยแตกร้าวในแนวทแยง

จะเห็นได้ว่าในกรณีที่ไม่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือนนั้นลักษณะการประลัยของจุดต่ออาจจะเกิดขึ้นได้ โดยอาจจะเกิดการวิบัติของคอนกรีตที่รับแรงอัดในแนวทแยงซึ่งจะปรากฏให้เห็นในตัวอย่างทดสอบ S1 หรืออาจจะเกิดเนื่องจากการวิบัติของแรงต้านทานในส่วนของการยึดเกาะกันของมวลรวมและแรงต้านทานแบบเดือยของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด การเกิดวิบัติของคอนกรีตในแนวทแยงเนื่องจากแรงอัดอาจจะต้องมีความสำคัญในการพิจารณาแผ่นพื้นที่มีช่องเปิด ซึ่งการวิบัติจะคล้ายกับการเกิด Web Crushing ในคานคอนกรีต[23]

จากรูปที่ 24 ภายหลังการเกิดแรงกดประลัยแรงกดจะลดลงทันทีประมาณ 30% ตามหัวข้อ 4.4 ซึ่งอาจจะเกิดจากการสูญเสียการถ่ายแรงในส่วนของการเกาะเกี่ยวกันของมวลรวม หรือโดยเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด(Dowel action)ซึ่งภายหลังที่เกิดแรงกดประลัยแผ่นพื้นตัวอย่างก็จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนเนื่องจากการเฉือนทะลุและแรงเฉือนก็จะถูกถ่ายผ่านเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด (Dowel action)เข้าสู่เสา

ในกรณีที่ใช้หมุดรับแรงเฉือนซึ่งการวิบัติของตัวอย่างทดสอบจะเกิดรอบนอกของตัวหมุดทั้งหมด กลไกการถ่ายแรงเฉือนที่หน้าตัดวิกฤตจะคล้ายกับที่กล่าวมาแล้ว แต่การถ่ายแรงเฉือนเข้าสู่เสาซึ่งเมื่อภายหลังที่เกิดการแตกร้าวในแนวทแยงขึ้นหมุดรับแรงเฉือนจะทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนรับแรงดึงโดยคอนกรีตในส่วนที่แตกร้าวในแนวทแยงจะทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนรับแรงอัด

4.7การเปรียบเทียบกำลังแรงกดประลัยและค่าที่ได้จากการทำนาย

4.7.1การเปรียบเทียบกำลังประลัยกับค่าที่ได้จากการทำนายของ A.Ghali และคณะ[19]

จากตารางที่ 5 เป็นค่าที่ได้จากการวิจัยที่ได้เปรียบเทียบกับวิธีที่ประมาณค่าตามสมการของ A.Ghaliและคณะ ตัวอย่างที่ S2และS3ปริมาณของเหล็กเสริมรับแรงเฉือนค่อนข้างสูงการวิบัติเนื่องจากแรงเฉือนจะเกิดรอบนอกบริเวณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนและความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือนจะไม่ถึงจุดคลากเมื่อถึงแรงกดประลัย จากตัวอย่างที่ S2 จะให้ค่าอัตราส่วนของแรงกดประลัยต่อค่าที่ได้จากการทำนาย V_{test}/V_{calc} = 1.256 และจากตัวอย่างที่ S3 V_{test}/V_{calc} = 1.279 ส่วนตัวอย่าง S1นั้นจะให้ค่า V_{test}/V_{calc} = 1.98 จากทั้งหมดซึ่งจะเห็นได้ว่าสมการที่เสนอโดย A. Ghali นั้นจะให้ค่าที่ปลอดภัย

Dilger H. Walterและ A.Ghali[17]ได้กล่าวถึงมุมการแตกร้าวในแนวทแยงจากการทดสอบที่ไม่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือนจะทำมุมค่อนข้างราบประมาณ 20°-30°ซึ่งคล้ายกับกรณีที่แนวการพังเกิดขึ้นรอบนอกหมุดรับแรงเฉือน ส่วนรอยการแตกร้าวในบริเวณที่เสริมเหล็กรับแรงเฉือนจะมีลักษณะที่ค่อนข้างชันกว่าประมาณ 40°-50° และA.F.Van der Voet ,W.H.Dilger[15] ,A.Ghali Dilger H. Walter[16]และA.Ghali,Abdel-Salam Mokhtar,W.H.Dilger[17]กำหนดให้หน้าตัดวิกฤตที่ระยะ d/2 ในการคำนวณ V_s

จากหัวข้อที่ 4.5 ก็ได้ชี้ให้เห็นว่าการแตกร้าวในแนวทแยงที่เกิดขึ้นบริเวณหมุดรับแรงเฉือนจะมีมุมลาดน้อยกว่า 45° ที่จะเห็นได้ชัดเจนจากตัวอย่างที่ S2 ซึ่งหน่วยแรงเกิดขึ้นในหมุดแต่ละตัวค่อนข้างใกล้เคียงกันเนื่องจากแนวการแตกร้าวตัดผ่าน

ตารางที่ 7 และ 8 ก็ได้แสดงการคำนวณกำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีตในแต่ละหน้าตัด ถ้าพิจารณากำลังรับแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในแต่ละหน้าที่แบ่งออกเป็นหน้าตัด 1,2,3,4และ5 ดูรูปที่ 36

จากการทดสอบหน้าตัดประลัยเกิดขึ้นที่หน้าตัด 5 ดังนั้นกำลังต้านทานแรงเฉือนของหน้าตัด 1,2,3 และ4จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับกำลังต้านทานแรงเฉือนของหน้าตัด 5 จากการวัดค่าความเครียดที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือนก็สามารถประมาณค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของคอนกรีตในแต่ละหน้าตัดได้และจากข้อมูลที่เปรียบเทียบตามตารางดังกล่าวกับวิธีการคำนวณตามสมการของ A.Ghali และคณะให้ค่าที่ใกล้เคียง

4.7.2การเปรียบเทียบกำลังประลัยกับค่าที่ได้จากการทำนายตามACI318-95หัวข้อ11.12.2[24]

จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับการประมาณค่าตาม ACI318-95 หัวข้อ 11.12.2 และ 11.12.3.1 จะเห็นว่าในตัวอย่าง S2และS3จะให้ค่า V_{test}/V_{calc} = 1.976และ1.891ตามลำดับส่วนตัวอย่างS1จะให้ค่า V_{test}/V_{calc} = 1.98 ACI318-95หัวข้อ 11.12.3.2 ซึ่งได้กำหนดให้ค่าหน่วยแรงเฉือนที่ระยะ d/2 ไม่ให้เกิน $1.59\sqrt{f_c'}$ แต่จากงานวิจัยนี้ตามตารางที่ 6 จะให้ค่าอยู่ระหว่าง2.10 $\sqrt{f_c'}$ ถึง $2.39\sqrt{f_c'}$

จากรูปที่ 29 และ 30 แสดงแรงที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงเฉือนภายในระยะ d/2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงที่เกิดขึ้นในหมุดรับแรงค่อนข้างต่ำมากในขณะเดียวกันแรงเฉือนที่รับโดยคอนกรีตก็จะมีค่าสูงกว่าที่กำหนดโดย AIC318-95ที่ให้คอนกรีตรับเท่ากับ $0.53\sqrt{f_c'}\, b_o d$

เมื่อเหล็กรูปพรรณถูกนำมาใช้เป็นเหล็กเสริมรับแรงเฉือนACI318-95หัวข้อ11.12.2.1และ 11.12.4.7ก็ได้กำหนดให้หน่วยแรงเฉือนที่หน้าตัดวิกฤต d/2 ไม่เกิน $1.856\sqrt{f_c'}$ และรอบนอกของเหล็กเสริมรูปพรรณกำหนดไว้ไม่เกิน $1.061\sqrt{f_c'}$ จากตารางที่ 5 หรือ 6 หน่วยแรงที่หน้าตัดวิกฤตที่ระยะd/2จากหมุดรับแรงเฉือนตัวนอกสุดมีค่าเท่ากับ $1.332\sqrt{f_c'}$ และ$1.434\sqrt{f_c'}$ ของตัวอย่าง S2และS3ตามลำดับ และถ้าพิจารณาที่ระยะ d/2 จากขอบเสา จากตารางที่ 5หรือ 6เช่นเดียวกันค่าหน่วยแรงเฉือนมีค่าเท่ากับ $2.245\sqrt{f_c'}$ และ$2.290\sqrt{f_c'}$ ของตัวอย่าง S2และS3ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวในกรณีที่ใช้หมุดรับแรงเฉือนเป็นเหล็กเสริมรับแรงเฉือนนั้นค่าหน่วยแรงเฉือนใกล้เคียงกับค่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ของเหล็กเสริมรูปพรรณ

จากงานวิจัยของ Carl E. Broms[25] ก็สรุปว่าผลของช่องเปิดนั้นเมื่อช่องเปิดอยู่ภายในเส้นรอบรูปของหน้าตัดวิกฤตแล้วก็จะไม่มีผลต่อความแกร่งและกำลังรับแรงเฉือนของแผ่นพื้นแต่อย่างใด ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเมื่อคำนวณแผ่นพื้นที่มีช่องเปิดรอบหัวเสาและถ้าคิดหน้าตัดวิกฤตที่เกิดขึ้นอยู่รอบนอกช่องเปิดก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงผลของช่องเปิดนั้น

ตารางที่ 7และ8 ก็ได้แสดงการคำนวณกำลังแรงเฉือนเมื่อไม่พิจารณาถึงผลของช่องเปิดเมื่อแนวการพังของตัวอย่างนั้นเกิดขึ้นนอกแนวขอบของช่องเปิด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่คำนวณจาก

สมการของ A.Ghali และคณะนั้นจะให้ค่าใกล้เคียงมากกว่าเมื่อคำนึงถึงผลของช่องเปิดดูได้จากช่องที่ 6และ7ของตารางดังกล่าว

อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีช่องเปิดบริเวณหัวเสานั้นการคิดเส้นรอบรูปที่หน้าตัดวิกฤตตามวิธีของ ACI318-95 นั้นค่อนข้างจะให้ค่าที่สูงกว่าความเป็นจริง