บทที่ 4

บทสรุปและวิจารณ์

4.1 บทสรุป

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาผลจากรูปร่างทางเรขาคณิตของสมอยึดและผลจากเหล็กเสริมโอบรัดแบบปลอกเกลียวที่มีต่อพฤติกรรมทางโครงสร้าง ในด้านการกระจายของความเค้นระเบิดที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดขนาด 100, 180, 250, 400, 550 และ 825 ตัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์สามมิติซึ่งได้จำลองให้แบบจำลองไฟไนต์เอเลเมนต์มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพจริงของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดมากที่สุด ปรากฏผลว่าความเค้นระเบิดบนระนาบวิกฤติที่สำคัญมี 2 ตำแหน่งคือ ความเค้นระเบิดบริเวณรอบท่อร้อยลวดอัดแรงกับความเค้นระเบิดที่ผิวของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึด โดยที่ค่าสูงสุดของความเค้นระเบิดทั้งสองตำแหน่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความลาดชันของกรวยร้อยลวดสมอยึดขึ้น จาก 2 ถึง 10 องศา สืบเนื่องจากกรวยร้อยลวดสมอยึดที่มีความชันเพิ่มมากขึ้น จะมีส่วนในการเสริมการเสียรูปของชิ้นส่วนคอนกรีตในลักษณะที่ปองตัวออกโดยรอบทำให้ค่าความเค้นระเบิดเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความเค้นระเบิดนี้จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและแนวโน้มการกระจายของความเค้นระเบิดเมื่อกรวยร้อยลวดสมอยึดมีความลาดชันเพิ่มขึ้น ก็แทบจะมิได้เปลี่ยนแปลงไปเลย ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปว่า ความลาดชันของกรวยร้อยลวดสมอยึดสามารถจะเพิ่มขึ้น เพื่อให้ความยาวของกรวยร้อยลวดลดลง อันจะเป็นการประหยัดเนื้อวัสดุที่ใช้ในการผลิตสมอยึดและขนาดของสมอยึดก็จะกระทัดรัดขึ้นสะดวกต่อการปฏิบัติงาน โดยที่จะมีผลต่อความเค้นที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดเพียงเล็กน้อย ส่วนในกรณีที่ความลาดชันของกรวยร้อยลวดสมอยึดเป็น 0 องศานั้น สภาพการถ่ายแรงจากสมอยึดสู่คอนกรีตบริเวณสมอยึด จะแตกต่างไปโดยสิ้นเชิง โดยที่แรงอัดในส่วนที่ถ่ายผ่านกรวยร้อยลวดสู่คอนกรีตบริเวณสมอยึด จะเข้มข้นบริเวณปลายของกรวยร้อยลวดสมอยึด ณ ตำแหน่งที่มีการลดขนาดของกรวยร้อยลวดเพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของท่อร้อยลวดอัดแรง ซึ่งจะทำให้การกระจายความเค้นระเบิดภายใน บริเวณรอบท่อร้อยลวดมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีค่า

ความเค้นระเบิดสูงกว่ากรณีที่กรวยร้อยลวดสมอยึดมีความลาดชัน

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายความเค้นระเบิดกรณีที่กรวยร้อยลวดสมอยึดมีความลาดชันที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการกระจายความเค้นระเบิดที่ผิวสอดคล้องกันเป็นอย่างดีกับการกระจายความเค้นระเบิดที่ได้จากงานวิจัยของ Yettram and Robbins [6] แต่การกระจายความเค้นระเบิดภายในจะให้ค่าที่สูงกว่าค่าความเค้นระเบิดที่ได้จากงานวิจัยของ Yettram and Robbins และ Guyon [2] ซึ่งอาจจะเนื่องด้วยการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ได้มีการจำลองกรวยร้อยลวดสมอยึดและท่อร้อยลวดอัดแรงรวมเข้าไว้ในแบบจำลอง เพื่อให้ใกล้เคียงสภาพจริงของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึด ในขณะที่งานวิจัยที่ผ่านมามิได้คำนึงถึงจึงทำให้ชิ้นส่วนบริเวณสมอยึดในงานวิจัยอื่น มีลักษณะเป็นแท่งตัน ยังผลให้ค่าความเค้นระเบิดภายในต่ำเกินไป

เมื่อมีการจำลองเหล็กเสริมโอบรัดแบบปลอกเกลียวเพิ่มเข้าไปในแบบจำลองชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึด เพื่อศึกษาผลจากปริมาณเหล็กเสริมโอบรัดทั้งในด้านผลของขนาดวงปลอกเกลียวและขนาดของเหล็กเสริมโอบรัดที่มีต่อการกระจายของความเค้นระเบิด พบว่าเมื่อวงปลอกเกลียวมีขนาดเท่ากับแผ่นแบกทานของสมอยึด เหล็กเสริมโอบรัดจะช่วยลดการกระจายของความเค้นระเบิดภายในได้ แต่ความเค้นในคอนกรีตส่วนที่อยู่นอกวงเหล็กเสริมจะมีค่าสูง และเมื่อเพิ่มขนาดของวงปลอกเกลียว พบว่าจะสามารถลดความเค้นระเบิดภายในได้มากขึ้นกว่าเดิม แต่ค่าความเค้นระเบิดบริเวณเปลือกคอนกรีตที่โอบหุ้มเหล็กเสริมอยู่โดยรอบก็ยังคงมีค่าสูง นอกจากนั้นเมื่อศึกษาในชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดหลายขนาด โดยแต่ละขนาดจะมีเหล็กเสริมโอบรัดที่มีขนาดวงปลอกเกลียวเท่ากัน คือขนาดใหญ่สุดเท่าที่ระยะหุ้มคอนกรีตจะอำนวย แต่มีขนาดหน้าตัดเหล็กเสริมต่าง ๆ กัน พบว่า เมื่อเพิ่มขนาดหน้าตัดของเหล็กเสริมโอบรัด จะสามารถลดความเค้นระเบิดภายในได้อีกเล็กน้อย แต่ในขณะเดียวกันกลับจะไปเพิ่มความเค้นระเบิดในส่วนเปลือกคอนกรีต ซึ่งเป็นส่วนที่เปราะบางและมีโอกาสแตกปริได้ง่าย ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงพอสรุปได้ว่า เหล็กเสริมโอบรัดแบบปลอกเกลียวที่ใช้ในชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดควรจะมีขนาดของวงปลอกเกลียวใหญ่ที่สุดเท่าที่ระยะหุ้มเหล็กเสริมน้อยที่สุดจะยอมให้ และควรใช้เหล็กเสริมที่มีขนาดไม่ใหญ่นักแต่มีระยะห่างของวงปลอกเกลียวพอเหมาะ เพื่อให้ได้ปริมาณเหล็กเสริมตามต้องการ

อนึ่ง ในการศึกษาผลจากขนาดหน้าตัดของเหล็กเสริมโอบรัดแบบปลอกเกลียวที่มีต่อ

พฤติกรรมทางโครงสร้างของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดนี้ ได้มีการทดสอบชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดขนาด 180 ตัน เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้กับผลจากการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์ ซึ่งปรากฏผลว่าสอดคล้องกันเป็นอย่างดีในหลายลักษณะ ในช่วงก่อนเกิดรอยแตกร้าวที่สังเกตเห็นได้ด้วยตา จึงอาจกล่าวได้ว่าไฟไนต์เอเลเมนต์สามมิติเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนบริเวณสมอยึดโดยให้ผลที่มีความถูกต้องค่อนข้างสูง และเมื่อใช้ผลการทดสอบร่วมกับผลจากการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์ ประเมินกำลังเมื่อเริ่มแตกร้าวของคอนกรีตพบว่า การเสริมเหล็กโอบรัดเข้าไปในชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดจะสามารถช่วยเพิ่มกำลังเมื่อเริ่มแตกร้าวได้ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเหล็กเสริมโดยการเพิ่มขนาดของเหล็กเสริมโอบรัด กำลังเมื่อเริ่มแตกร้าวของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดจะเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.2 บทวิจารณ์

ในการศึกษาพฤติกรรมทางโครงสร้างของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึด โดยการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์สามมิติครั้งนี้ ได้สมมติให้คอนกรีตและเหล็กเสริมมีคุณสมบัติทางอีลาสติกเชิงเส้น จึงเห็นได้ว่าผลจากการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์จะให้ค่าที่สอดคล้องกับผลการทดสอบ ซึ่งถือเสมือนว่าเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงของชิ้นส่วนบริเวณสมอยึดเฉพาะในช่วงก่อนเกิดรอยแตกร้าวที่สังเกตเห็นได้เท่านั้นเนื่องจากเมื่อคอนกรีตเกิดรอยแตกร้าวขึ้นแล้ว จะสูญเสียพฤติกรรมทางอีลาสติกไป ดังเห็นได้จากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบบรรทุกกับความเครียด ที่เบี่ยงเบนออกจากแนวเส้นตรงของผลการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์ ที่น้ำหนักบรรทุกซึ่งสังเกตเห็นรอยแตกร้าว จึงอาจกล่าวได้ว่า การศึกษาพฤติกรรมทางโครงสร้างของชิ้นส่วนคอนกรีตบริเวณสมอยึดโดยการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์ที่ให้วัสดุมีคุณสมบัติทางอีลาสติก จะมีความแม่นยำในช่วงสภาวะการใช้งาน นอกจากนั้น การศึกษาผลจากรูปร่างทางเรขาคณิตของสมอยึดนี้ ได้สมมติให้สมอยึดเป็นวัสดุแข็งเกร็ง ซึ่งในสภาพความเป็นจริง ที่ภายใต้น้ำหนักบรรทุกสูง ๆ สมอยึดอาจเกิดการเสียรูปไปบ้าง และแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ก็ได้กำหนดให้สมอยึดมีมิติในแต่ละขนาด ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1 ดังนั้นจึงควรระลึกไว้เสมอว่าสมอยึดแต่ละขนาดที่มีมิติแตกต่างไปจากงานวิจัยนี้ อาจจะทำให้เกิดความเค้นระเบิดขึ้นภายใน

ชิ้นส่วนบริเวณสมอยึดแตกต่างออกไป นอกจากนี้ การวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอเลเมนต์จะเปรียบเสมือนว่าสมอยึดได้เชื่อมติดแน่นเป็นเนื้อเดียวกับชิ้นส่วนบริเวณสมอยึด ฉะนั้น จึงมิอาจคำนึงถึงการเลื่อนตัว (Slip) ของสมอยึดที่อาจเกิดขึ้นภายใต้น้ำหนักบรรทุกสูง ๆ ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย