หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ และ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเปรียบเทียบราคา และน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง หน้าตัดรูป ไอ หน้าตัดสี่เหลี่ยมตัน และหน้าตัดกลมกลวง ที่ใช้งานบริเวณกรุงเทพฯ การวิจัยได้อาศัยวิธีการทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับเลือก ขนาด รูปร่าง และจำนวนเสาเข็มที่เหมาะสมในการออกแบบฐานราก ทั้งนี้เพราะผู้ออกแบบควรจะคำนึงถึงราคาที่ประหยัด ประกอบการรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัย

5.1 ผลการวิจัย

5.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตอกในบริเวณกรุงเทพฯ ข้อมูลการเจาะสำรวจคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรมและข้อมูลราคาขายเสาเข็ม ข้อมูลที่รวบรวมขึ้นใช้สำหรับหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักบรรทุกวิบัติ และราคาขายเสาเข็ม ปรากฏว่า

(i) น้ำหนักบรรทุกวิบัติของเสาเข็ม โดยที่ข้อมูลผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่รวบรวมขึ้นมีทั้งที่ทดสอบจนถึงจุดวิบัติ (Ultimate Load Test) และที่ทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติ (Proof Load Test) ในการวิจัยจึงได้หาค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติด้วย วิธีการที่เสนอโดย Mazurkiewicz (Qmaz) (1972) แล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าที่ทดสอบได้จริงในสนาม (Qt) ผลปรากฏว่า

$$Qt = 0.889\ Qmaz$$

โดยที่ $R^2 = 0.997$

ดังนั้น ในการประมาณค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติตามวิธีการของ Mazurkiewicz (1972) แฟคเตอร์ที่ใช้ปรับค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติที่ประมาณการคือ 0.889

ในการวิจัยยังได้เปรียบเทียบค่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติที่ทดสอบได้ กับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณจากข้อมูลการสำรวจดินทางด้านวิศวกรรม โดยใช้สมการของ เส้นถดถอย ผลปรากฏว่าน้ำหนักบรรทุกวิบัติที่ได้จากการทดสอบในสนามสูงกว่าการคำนวณอยู่ประมาณ 19% ดังสมการ

$$Q_t = 1.193Q_c$$

$$R^2 = 0.99$$

ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกวิบัติของ เสา เข็มที่รวบรวมขึ้น จะมีความยาวไม่ เท่ากัน คือ มีความยาวตั้งแต่ 18.0 เมตร จนถึง 28.0 เมตร ในการวิจัยจำ เป็นต้องหาค่า เฉลี่ยของความยาว เพื่อที่จะสามารถ เปรียบ เทียบคุณสมบัติของหน้าตัดได้ ความยาว เฉลี่ยที่หาได้คือ 23.0 เมตร ดังนั้น น้ำหนักบรรทุกวิบัติของ เสา เข็ม (Pu) จะขึ้นอยู่กับขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง เสา เข็ม (d) ดังสมการ

เสา เข็มหน้าตัดรูปไอ $Pu = 433d - 23$

โดยค่า $R^2 = 0.964$

เสา เข็มหน้าตัดสี่ เหลี่ยมตัน $Pu = 638d - 79$

โดยค่า $R^2 = 0.952$

เสา เข็มหน้าตัดกลมกลวง $Pu = 588d - 74$

โดยค่า $R^2 = 0.980$

(ii) ราคา เสา เข็มคอนกรีตอัดแรง ในการวิจัยได้รวบรวมราคาขาย เสา เข็ม รวมค่าขนส่งและค่าตอก โดย เฉลี่ยราคาขายที่สำรวจจากโรงงานผู้ผลิต

เมื่อนำราคาขาย เฉลี่ยที่สำรวจได้นี้ เปรียบ เทียบกับราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เสา เข็มจะได้ความสัมพันธ์ เป็น เส้นตรงดังนี้

ราคาขาย เสา เข็ม $= 1.28$ ราคาวัตถุดิบ $+ 1286.33$

โดยค่า $R^2 = 0.78$

สำหรับการกำหนดราคามาตรฐานของ เสา เข็มขนาดต่าง ๆ ที่จะใช้ในงานวิจัยได้กำหนดตามขนาดของความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง เสา เข็มที่ความยาว 23.0 เมตร ดังสมการต่อไปนี้ คือ

ก. เสาเข็มหน้าตัดรูป ไอ $C_p = 30.21d - 3.97$

โดยค่า $R^2 = 0.960$

ข. เสาเข็มหน้าตัดสี่เหลี่ยมตัน $C_p = 43.42d - 5.70$

โดยค่า $R^2 = 0.979$

ค. เสาเข็มหน้าตัดกลมกลวง $C_p = 34.21d - 5.34$

โดยค่า $R^2 = 0.922$

5.1.2ความสัมพันธ์ระหว่างราคากับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

(i) เสาเข็มเดี่ยวหน้าตัดชนิดเดียวกัน เมื่อเสาเข็มมีขนาดหน้าตัดเพิ่มใหญ่ขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของราคาเสาเข็มจะสูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักบรรทุก ดังนั้น การใช้เสาเข็มที่มีขนาดหน้าตัดเล็กจะมีราคาต่อตันของน้ำหนักบรรทุกต่ำกว่าการใช้เสาเข็มที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่

(ii) เสาเข็มเดี่ยวที่มีหน้าตัดต่างชนิดกัน การวิเคราะห์ได้พิจารณาเปรียบเทียบราคาเสาเข็มต่อน้ำหนักบรรทุก กับ น้ำหนักบรรทุกวิบัติของเสาเข็ม ผลปรากฏว่า

ก. ที่น้ำหนักบรรทุกใด ๆ เสาเข็มสี่เหลี่ยมตัน จะมีราคาต่อตันของน้ำหนักบรรทุกสูงกว่าเสาเข็มหน้าตัดรูปไอ และหน้าตัดกลมกลวง

ข. เสาเข็มหน้าตัดรูปไอ เปรียบเทียบกับเสาเข็มหน้าตัดกลมกลวง ที่น้ำหนักบรรทุกวิบัติต่ำกว่า 110 ตัน หรือ หมายถึงเสาเข็มหน้าตัด I 0.22 x 0.22, I 0.26x 0.26 และ I 0.30 x 0.30 จะมีราคาต่อน้ำหนักบรรทุกที่ต่ำกว่าเสาเข็มกลมกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง Ø 0.25 และ Ø 0.30 แต่ที่น้ำหนักบรรทุกสูงกว่า 110 ตัน เสาเข็มกลมกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง Ø 0.35 ขึ้นไป จะมีราคาต่อน้ำหนักบรรทุกต่ำกว่าเสาเข็มหน้าตัด Io.35 x 0.35 และ 0.40 x 0.40

(iii) ฐานรากเสาเข็มกลุ่ม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและราคาของฐานรากเสาเข็มกลุ่ม ได้กำหนดขนาด และประมาณราคาฐานรากเสาเข็มขนาดหน้าตัดต่าง ๆ จำนวนตั้งแต่ 2 ต้น ถึง 9 ต้น โดยสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ ตั้งแต่ 50 ตัน ถึง 500 ตัน (F.S. = 2.5) เสนอความสัมพันธ์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. กราฟสัมพันธ์แสดงจำนวน เสา เข็มที่ เหมาะสมสำหรับฐานรากที่รับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย ประมาณตั้งแต่ 50 ตัน ถึง 500 ตัน

ข. กราฟสัมพันธ์แสดงรูปร่างหน้าตัดและขนาดของ เสา เข็มที่ เหมาะสมสำหรับฐานราก เสา เข็มกลุ่มจำนวนตั้งแต่ 2 ต้น จนถึง 9 ต้น

กราฟสัมพันธ์ที่ เสนอขึ้น เป็น เพียง แนวทาง เบื้องต้นสำหรับประกอบการพิจารณาออกแบบฐานราก เสา เข็ม เท่านั้น

5.2 ข้อจำกัดของผลการวิจัย

(i) เนื่องจากผลที่ได้จากการวิจัยนี้ วิเคราะห์ข้อมูลจากราคาขาย เสา เข็มคอนกรีตอัดแรง และรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของ เสา เข็ม เดี่ยวที่ตอกในชั้นดินกรุง เทพฯ ผลที่ได้จึงอาจจะใช้ เปรียบเทียบราคาและน้ำหนักบรรทุกของ เสา เข็ม เฉพาะในบริเวณกรุง เทพฯ เท่านั้น

(ii) ค่าน้ำหนักบรรทุกของ เสา เข็มที่ได้จากการวิจัย เป็นค่า เฉลี่ยน้ำหนักบรรทุกของ เสา เข็มที่มีความยาวตั้งแต่ 18.0 เมตร จนถึง 28.0 เมตร ซึ่งสภาพชั้นดินมีความแปร เปลี่ยน เป็นอย่างมากทั้งระดับความลึกและบริเวณต่าง ๆ ดังนั้น ในการออกแบบจึงจำ เป็นที่จะต้องทราบน้ำหนักบรรทุกที่แท้จริงก่อน เสมอ การวิจัยจึง เป็นการ เปรียบเทียบ เฉพาะขนาดและรูปร่างของหน้าตัด เสา เข็ม เท่านั้น

(iii) ในการวิจัยนี้ไม่คำนึงถึงโอกาสที่จะ เกิดความ เสียหายของ เสา เข็มนอก เหนือจากการวิบัติ เนื่องจากการรับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่ง อาทิ เช่น ผลของการทรุดตัว ความแน่นอนของสภาพ เสา เข็มภายหลังการตอก ตลอดจนความ เสียหายที่ เกิดขึ้นในขณะขนส่ง หรือขณะตอก ซึ่ง เป็นข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูงมาก และมีผลต่างกันสำหรับ เสา เข็มหน้าตัดรูปแบบต่าง ๆ

(vi) ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและราคาของ เสา เข็มกลุ่มที่ เสนอนั้นจะต้องอยู่ภายใต้ขอบ เขต เงื่อนไข และวิธีการที่ เสนอในวิทยานิพนธ์นี้ เท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยต่อไปนั้น ควรที่จะทำการพิจารณาความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและราคาของเสาเข็ม โดยมีตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาร่วมด้วยคือ

(i) การรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มนอกเหนือจากน้ำหนักบรรทุกในแนวแกน

(ii) ความเสียหายเนื่องจาก การตอก และการขนส่ง

(iii) เสาเข็มชนิดอื่น ๆ เช่นเสาเข็มเหล็ก และเสาเข็มเจาะ

(iv) ความยาวเสาเข็ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย