บทที่ 7

การวิจารณ์ และสรุปผลการทดลอง

1. เข็มเดี่ยว การทรุดตัวที่จุดพิบัติของเข็มเดี่ยว เบอร์ S- 1 ถึง S - 5 อยู่ระหว่าง 2.25 ถึง 3.25 มิลลิเมตร นับว่าค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเข็มเหล็กซึ่งมีค่าประมาณ 8.25 ถึง 10.80 มิลลิเมตร (CHIRUPPAPA,1968) แต่มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ TAECHATHUM-MARAK (1970) ซึ่งได้ใช้เข็มไม้เบญจพรรณขนาด ϕ 6" + 6 เมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 2.3 ถึง 3.3 มิลลิเมตร และเมื่อเทียบกับการทรุดตัวของเข็มไม้ไผ่ขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคน 8 เซนติ-เมตร จากการทดลองของประจิตฯ (2516) ซึ่งมีการทรุดตัวอยู่ระหว่าง 3.4 ถึง 5.5 มิลลิเมตร แล้ว เข็มไม้รวกจะพิบัติที่การทรุดตัวน้อยกว่าไม้ไผ่ขนาดใหญ่ แต่การทรุดตัวพิบัติจะมีค่ามากกว่าเข็มคอนกรีตจากการทดลองของ MUKTABHANT et.al.(1970) ซึ่งได้ใช้เข็มคอนกรีตรูปหกเหลี่ยมขนาด 0.15 เมตร ยาว 4.00 เมตร พบว่าการทรุดตัวที่พิบัติของเข็มอยู่ระหว่าง 1.67 ถึง 1.85 มิลลิเมตร เป็นที่น่าสังเกตว่าก่อนที่เข็มจะถึงจุดพิบัตินั้น การทรุดตัวกับน้ำหนักที่กดแทบจะเป็นอัตราส่วนกันโดยตรง และเมื่อถึงจุดพิบัติเข็มจะทรุดฮวบลงทันที แสดงว่าลักษณะอาการที่ดินรอบๆเข็มถูกแรงเฉือนขาดไปทันที ไม่มีลักษณะอาการครูดไปซึ่งเหมือนกับการทดลองของประจิตฯ (2516)

การกดน้ำหนักซ้ำอีกครั้งหลังจากครั้งแรกพบว่า น้ำหนักบรรทุกที่พิบัติจะมีค่าน้อยลงกว่าครั้งแรกเพียงเล็กน้อยไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ แต่มีการทรุดตัวใกล้เคียงกัน แสดงว่าดินรอบๆเข็มจะสูญเสียลักษณะโครงสร้างเพียงเล็กน้อย ดินส่วนที่สูญเสียลักษณะโครงสร้างเป็นดินรอบๆส่วนของปล้องที่ถูกแรงเฉือน เมื่อทำการทดสอบซ้ำดินบริเวณดังกล่าวจึงรับแรงได้น้อย

ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวของเข็มมีค่าเฉลี่ย 0.89 และ 0.59 เมื่อเปรียบเทียบกับการทำ Unconfined Compression Test และ Field Vane Shear Test เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของประจิตฯ (2516) โดยใช้ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคน 8.00 เซนติเมตร ยาว 6.00 เมตร ทดสอบในดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัว 1.0 และ 1.3 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Undrained Shear Strength ของดินที่ได้จากการทำ Unconfined Compression Test และ Consolidated Undrained Direct Shear Test ตามลำดับแล้วจะมีค่ามากกว่า ทั้งนี้เพราะไม้ไผ่ขนาดใหญ่ สันที่ยื่นออกจากข้อจะนูนมากกว่าไม้รวก ซึ่งสันที่ยื่นนี้จะเป็นตัวเฉือนดินรอบๆ เข็มให้ขาดออกเมื่อมีน้ำหนักกด เมื่อสันนูนมาก การเฉือนดินรอบ ๆ

เข็มซึ่งยึดเกาะอยู่มากขึ้น ซึ่งประจิตฯ (2516) ได้อธิบายว่า การที่สัมประสิทธิ์การเกาะตัวค่อนข้างสูงเนื่องจากสันนูนตรงข้อของไม้ไผ่เกาะยึดดิน ทำให้เกิดการเฉือนดินรอบ ๆ เข็ม และเมื่อทำการเหลาสันออก สัมประสิทธิ์การเกาะตัวจะลดจาก 1.0 และ 1.3 เหลือเพียง 0.86 และ 1.13 นอกจากนี้ผลจากการที่ไม้ไผ่ขนาดใหญ่ ซึ่งจากการทดลองของประจิตฯ (2516) มีค่าแตกต่างกันที่เส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนและปลายประมาณ 4 เซนติเมตร ในความยาว 6.00 เมตร แต่ไม้รวกที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างไม่เกิน 1 เซนติเมตร ในความยาว 3.00 เมตร การที่ไม้ไผ่ขนาดใหญ่มีความเรียว (Tapered) มาก ก็เป็นตัวประกอบอย่างหนึ่ง ที่ทำให้ดินรอบ ๆ เข็มเคลื่อนตัวหนี ขณะที่ตอกน้อย โอกาสที่ดินจะไหลกลับมายึดเกาะกับผิวของเข็มจึงมาก และดินบริเวณรอบ ๆ เข็มจะถูกรบกวนน้อยลงด้วย จึงทำให้แรงต้านดินผิวข้างของเข็มมากกว่าเข็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนและปลาย เท่ากันหรือต่างกันน้อยกว่า

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การเกาะตัวจากการทดลองของ TAECHATHUMMARAK (1970) ซึ่งได้ใช้ไม้เบญจพรรณ ϕ 6"X 6 เมตร ทดสอบในดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ซึ่งมีค่า 0.75 และ 0.60 เมื่อเปรียบเทียบกับ Unconfined compression test และ Field vane shear test จะเห็นว่า ไม้เบญจพรรณให้ค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Unconfined compression test และเกือบเท่ากันจากการทำ Field vane shear test จากเหตุผลที่ไม้รวกมีสันนูนยื่นออกมานี้ ทำให้ไม้รวกมีค่าสัมประสิทธิ์การเกาะตัวสูงกว่า และกรณีที่สัมประสิทธิ์การเกาะตัวเกือบเท่ากัน ในการเปรียบเทียบกับ Field vane shear test อาจจะเนื่องมาจากความละเอียดในการทดสอบหาค่าแรงเฉือนแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะ TAECHATHUMMARAK (1970) ได้หาค่าแรงเฉือนของดินทุกระยะความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร แต่จากการทดลองครั้งนี้ ได้ทดสอบหาค่าแรงเฉือนของดินที่ระยะห่างกัน 1.50 เมตร จึงทำให้แรงเฉือนที่ได้มีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่า อนึ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นคนละชนิด จากการทดลองครั้งนี้ใช้เครื่องของ Soil test แต่ของ TAECHATHUMMARAK (1970) ใช้เครื่องของ Geonor สัมประสิทธิ์การเกาะตัวระหว่างดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯกับเข็มคอนกรีต จากผลการทดลองของ MUKTABHANT et. al. (1970) มีค่าประมาณ 0.77 เปรียบเทียบจากค่าที่ได้จากการทำ Unconfined compression test (ประจิตฯ, 2516) จะมีค่าต่ำกว่าเข็มไม้รวกซึ่งอาจจะเกิดจากสันนูน และความเรียวที่มีผลต่อการรับน้ำหนักของเข็มมากขึ้นได้

2. เข็มกลุ่ม ผลจากการทดลองพบว่า น้ำหนักบรรทุกพิบัติของเข็มกลุ่มมีค่าระหว่าง 7.55 ถึง 11.35 ตัน เข็มกลุ่มที่มีระยะห่างระหว่างเข็มแต่ละต้นมาก การรับน้ำหนักบรรทุกก็จะมากด้วย เนื่องจากผลของการกระจายแรงทับกัน (Stress zone overlapped) จากการทดลองการทรุดตัวที่จุดพิบัติของเข็มกลุ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 3.00 ถึง 5.00 มิลลิเมตร และพบว่า การทรุดตัวของเข็มกลุ่ม จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักกด จะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.0 ถึง 3.0 มิลลิเมตร หลังจากนั้น การทรุดตัวจะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่ม G - 1, G - 4, G - 5 และ G - 6

หลังจากการทดสอบครั้งแรกจนเข็มพิบัติแล้ว ได้ทดสอบใหม่ซ้ำอีก ครั้งที่ 1 ปรากฏว่า น้ำหนักพิบัติ จะมากขึ้นกว่าการทดสอบครั้งแรกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากผลของฐานรากซึ่งหล่อบนโฟม ช่วยรับแรงกดด้วย ทั้งนี้เพราะโฟมถูกอัดตัวจนแน่นหลังจากการทดสอบครั้งแรก เมื่อปล่อยแรงกดโฟมที่อัดแน่นแล้วไม่คืนตัว จึงทำให้การทดสอบครั้งต่อมา ฐานรากมีส่วนช่วยรับแรงกดนั้นด้วย ดังนั้น การทดสอบซ้ำครั้งต่อไป ฐานรากจึงมีส่วนช่วยรับน้ำหนักบรรทุก

การทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 และ 3 เป็นการทดสอบแบบควบคุมเวลาน้ำหนักกด หนึ่งและครึ่งนาที ตามลำดับ จะเห็นว่า น้ำหนักบรรทุกพิบัติมีค่าสูงขึ้นจากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 1 จาก 0 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออัตราการทรุดตัวของเข็มจากการทดสอบซ้ำครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าแตกต่างกันประมาณ 8 เท่า (ดูในผนวก ข.) แต่การทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 และ 3 ซึ่งมีอัตราการทรุดตัวของเข็มแตกต่างกันประมาณ 2 เท่า น้ำหนักบรรทุกของเข็มกลุ่มไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าแรงต้านดินในดินเหนียวอ่อนจะเพิ่ม เมื่อมีอัตราการทรุดตัวแตกต่างกันมาก ๆ ดังกล่าว

ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม มีค่าระหว่าง 65 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะห่างระหว่างเข็มในกลุ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพก็เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ WHITAKER (1957) ซึ่งทดลองเข็มกลุ่มแบบฐานลอย พบว่า ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม 5×5 ต้น มีค่าระหว่าง 65 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะห่างระหว่างเข็มจาก 2 ถึง 4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มเดี่ยว และเมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยวิธีต่าง ๆ จะเห็นว่า สูตรของ Converse-Labarre และ Los Angeles ให้ค่าใกล้เคียงกับการทดลอง ดูการเปรียบเทียบในผนวก ค.

จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเข็มแต่ละต้นในกลุ่ม กับอัตราส่วนของการทรุดตัว จะเห็นว่า ที่ระยะห่างของเข็มประมาณ 2.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณของเข็ม กราฟจะแสดงส่วนนูนอย่างเด่นชัด แสดงว่าเข็มกลุ่มจะพิบัติแบบบล็อก ในช่วงระยะห่างของเข็มน้อยกว่า

2.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็ม เมื่อระยะห่างมากขึ้นกว่านี้ เข็มกลุ่มจะพิบัติแบบต้นแต่ละต้นในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ WHITAKER (1957) และ SOWER et.al. (1961) ซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 2 และผนวก ข.

3. สรุปผลจากการทดลอง

3.1 สัมประสิทธิ์การเกาะตัวระหว่างดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ กับเข็มไม้รวก มีค่าประมาณ 0.89 และ 0.59 เมื่อเปรียบเทียบกับแรงเฉือนของดินจากการทำ Unconfined compression test และ Field vane shear test ตามลำดับ

3.2 การหรุดตัวพิบัติของเข็มเดี่ยว จะอยู่ระหว่าง 2.25 และ 3.25 มิลลิเมตร

3.3 น้ำหนักบรรทุกพิบัติของเข็มเดี่ยวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 464 กิโลกรัม

3.4 เข็มกลุ่มที่มีระยะห่างระหว่างเข็มมากขึ้น น้ำหนักบรรทุกพิบัติก็จะมากขึ้นด้วย

3.5 ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่มมีค่าจาก 65 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะห่างระหว่างเข็มจาก 2.0 ถึง 6.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณของเข็ม

3.6 เข็มกลุ่มจะพิบัติแบบบล็อก เมื่อระยะห่างระหว่างเข็มน้อยกว่า 2.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณของเข็ม