



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่าง เบนโทไนท์ สเลอรี กับปูนซีเมนต์โดยน้ำหนักต่าง ๆ กัน สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. วัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ จะมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นตามปริมาณปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสม
2. กำลังรับแรงอัดของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ ที่มีอัตราส่วนระหว่างเบนโทไนท์ สเลอรี กับปูนซีเมนต์ เท่ากับ 3 : 1, 3.5 : 1 และ 4 : 1 จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มและมีค่าเกือบจะคงที่เมื่อระยะเวลาในการบ่มมากกว่า 28 วัน แต่สำหรับอัตราส่วนผสม 4.5 : 1 และ 5 : 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก
3. วัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำลดลง เมื่อปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมมีค่าเพิ่มขึ้น
4. สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำของอัตราส่วนผสม 3 : 1, 3.5 : 1 และ 4 : 1 จะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นและมีค่าเกือบจะคงที่เมื่อระยะเวลาในการบ่มมากกว่า 50 วัน แต่สำหรับอัตราส่วนผสม 4.5 : 1 และ 5 : 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก
5. เมื่อเกิดการเคลื่อนที่การไหลของน้ำผ่านวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ที่มีค่าเพิ่มขึ้น จะมีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์เพิ่มขึ้นด้วย โดยที่การเพิ่มจะมีลักษณะเป็นแบบ linear สำหรับอัตราส่วนผสม 3 : 1, 3.5 : 1 และ 4 : 1 แต่ละมีลักษณะเป็นแบบ non-linear สำหรับอัตราส่วนผสม 4.5 : 1 และ 5 : 1
6. จากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางด้านแร่ของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ โดยวิธี x-ray diffraction จะพบ peak ของ calcium silicate hydrate และเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบ x-ray diffraction ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน และ 28 วัน ของแต่ละอัตราส่วนผสม จะพบว่าอัตราส่วนผสม 3 : 1, 3.5 : 1 และ 4 : 1 มีปริมาณของ

calcium silicate hydrate ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน มากกว่าที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน แต่สำหรับอัตราส่วนผสม 4.5 : 1 และ 5 : 1 ปริมาณของ calcium silicate hydrate จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

7. จากข้อ 6. สารประกอบที่น่าจะมีผลต่อกำลังรับแรงอัดและสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ ของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์คือ calcium silicate hydrate

8. ความลึกมากที่สุดของการซุกดิน ที่กำลังของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์จะสามารถรับได้ โดยมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 1.25 และ surcharge เท่ากับ 5 ton/ม² ของแต่ละอัตราส่วนผสม เป็นดังนี้คือ

| | | | |
|--------------|---------|-------------|----------|
| อัตราส่วนผสม | 3 : 1 | มีค่าประมาณ | 20 เมตร |
| อัตราส่วนผสม | 3.5 : 1 | มีค่าประมาณ | 11 เมตร |
| อัตราส่วนผสม | 4 : 1 | มีค่าประมาณ | 6.5 เมตร |
| อัตราส่วนผสม | 4.5 : 1 | มีค่าประมาณ | 4.0 เมตร |
| อัตราส่วนผสม | 5 : 1 | มีค่าประมาณ | 2.5 เมตร |

9. เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ ของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ที่หาได้จากผลการทดลอง มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำของดินเหนียว ดังนั้นดินเหนียวจึงน่าจะเป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของน้ำผ่านรอยต่อมากกว่าที่จะเป็นวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาผลของอุณหภูมิที่อาจจะมีต่อคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ เนื่องจากเหตุผลทางด้านความพร้อมของเครื่องมือ อุณหภูมิจึงเป็นตัวแปรที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองได้ ดังนั้นถ้าเป็นไปได้สำหรับการวิจัยทางด้านนี้ที่จะมีต่อไปควรพิจารณาผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ด้วย

2. เนื่องจากในสนามนั้นวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนท์ จะแข็งตัวภายใต้แรงดันของดินโดยรอบ และน้ำหนักของตัวมันเองที่กดทับอยู่ ซึ่งมีค่าไม่เท่ากันตลอดความลึกของรอยต่อ เจ็อนโซดังกล่าวนี้ อาจจะมีผลต่อค่ากำลังรับแรงและค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ แต่การวิจัย

นี้ไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากการให้ความดันในระหว่างที่วัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนด์ ก่อตัวและแข็งตัวไม่สามารถกระทำได้ด้วยเครื่องมือเท่าที่มีอยู่ ดังนั้น ค่ากำลังรับแรง และค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำที่หาได้อาจจะไม่ใช่ค่าที่ถูกต้อง สำหรับการที่จะนำไปใช้เป็นคุณสมบัติของวัสดุผสมซีเมนต์-เบนโทไนด์ ตลอดความลึกของรอยต่อ

3. งานวิจัยนี้ยังได้จำกัดความยาวของการใช้เบนโทไนด์ สเลอรี ที่มีปริมาณเบนโทไนด์ 5% โดสน้ำหนักและการใช้ปูนซีเมนต์ชนิดปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 การวิจัยที่จะมีขึ้นต่อไปควรพิจารณาเบนโทไนด์ สเลอรี ที่มีปริมาณเบนโทไนด์ในส่วนผสมแปรเปลี่ยนไป และการทดลองใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น ๆ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย