



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 งานซ่อมคันทางรถไฟโดยการปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้วิธี Jet Grouting

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในโครงการงานแก้ไขคันทางยุบตัวนั้นได้ใช้วิธีการก่อสร้าง Jet Grouting Column ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร และมีระยะหล่อมกันในแต่ละต้น 0.10 เมตร เพื่อให้เป็นวัสดุที่บ่มเนื้อเดียวกันอย่างต่อเนื่องมีลักษณะเป็นแผงมีความหนา 1.5 เมตร และมีค่าคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและทดลองเพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่สม่ำเสมอ และจากการทดสอบในสนามได้มีการใช้วิธีการอัดฉีดน้ำปูนด้วยระบบ Single Tube โดยได้ใช้อัตราส่วนผสมและเทคนิคการก่อสร้างที่เหมาะสมดังนี้ แรงดันในการฉีด 250 Bar ค่าอัตรายก้าน 4 ชม./10 วินาที ค่าความเร็วรอบ 30 รอบ/นาที อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 2:1 แต่จากค่าอัตราการยกที่ค่อนข้างช้าได้มีการเปลี่ยนระบบการฉีดน้ำปูนมาเป็นระบบ Double Tube โดยใช้ระบบแรงดันลมเข้ามาช่วยโดยอัตราส่วนผสมและเทคนิคการก่อสร้างที่เหมาะสมดังนี้แรงดันในการฉีด 250 Bar ค่าอัตรายก้าน 8 ชม./10 วินาที ค่าความเร็วรอบ 40-45 รอบ/นาที ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 2:1 และในส่วนของ Slurry Wall ได้ใช้อัตราส่วนผสมและเทคนิคการก่อสร้างที่เหมาะสมดังนี้แรงดันในการฉีด 200 Bar ค่าอัตรายก้าน 10 ชม./10 วินาที ค่าความเร็วรอบ 30 รอบ/นาที ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 1.5:1 และในปัจจุบันการก่อสร้างได้แล้วเสร็จพบว่าสามารถแก้ไขปัญหาคันทางยุบตัวของคันทางเนื่องจากการกระจายตัวของดินคันทางได้

5.1.2 ลักษณะของชั้นดินบริเวณคันทางรถไฟและคุณสมบัติทางกายภาพ

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะของชั้นดินบริเวณคันทางรถไฟ เป็นดินธรรมชาติที่ได้นำมาจากหุบเขาบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นพบว่าสามารถจำแนกประเภทของดิน โดยระบบ Unified พบว่า จัดอยู่ในกลุ่ม SC และในระบบ AASHTO จัดอยู่ในกลุ่ม A-4 โดยมีกรวดร้อยละ 16.00 ทรายร้อยละ 34.23 ทรายเม็ดละเอียดร้อยละ 22.79 ดินเหนียวร้อยละ 26.98 ค่า Liquid Limit ประมาณร้อยละ 26.67 ค่า Plastic Limit ประมาณร้อยละ 17.50 ค่า Plastic Index ประมาณร้อยละ 9.71 และคุณสมบัติทางด้านการกระจายตัวโดยการทดสอบ Double Hydrometer Test พบว่ามีค่าร้อยละของการกระจายประมาณ 74.21 และจากการทดสอบ Pinhole Test จัดอยู่ในกลุ่ม DI ซึ่งจากการทดสอบทั้งสองวิธีสามารถจัดอยู่ในกลุ่มดินที่มีการกระจายตัวระดับสูง

5.1.3 การปรับปรุงตัวอย่างดินกระจายตัวด้วยวิธีต่างๆในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองปรับปรุงคุณสมบัติการกระจายตัวของดินกระจายตัวลำตะคองในห้องปฏิบัติการโดยทำการเติมเถ้าลอยที่อัตราส่วนร้อยละ 1,3,5,7 และ 9 โดยน้ำหนัก เติมน้ำซีเมนต์ประเภทที่ 1 ที่อัตราส่วนร้อยละ 1,2,3,4 และ 5 โดยน้ำหนัก และทำการเติมน้ำที่อัตราส่วนร้อยละ

1,2,3,4และ5 โดยนำหนัก พบว่าดินตัวอย่างจะเริ่มมีคุณสมบัติด้านการกระจายตัวที่ดีขึ้นโดยการทดสอบคุณสมบัติการกระจายตัวโดยวิธี Double Hydrometer Test ของตัวอย่างที่ทำการเติมเกลือยวที่อัตราส่วนร้อยละ 5,7และ9 โดยนำหนัก ตัวอย่างที่ทำการเติมปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ที่อัตราส่วนร้อยละ 2,3,4และ5 โดยนำหนัก และตัวอย่างที่ทำการเติมขาว ที่อัตราส่วนร้อยละ 2,3,4และ5 โดยนำหนัก และจากการทดสอบด้วยวิธี Pinhole Test พบว่าตัวอย่างจะเริ่มมีคุณสมบัติด้านการกระจายตัวที่ดีขึ้นเมื่อทำการเติมเกลือยวที่อัตราส่วนร้อยละ 7และ9 โดยนำหนัก ตัวอย่างที่ทำการเติมปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ที่อัตราส่วนร้อยละ 2,3,4และ5 โดยนำหนัก และตัวอย่างที่ทำการเติมปูนขาวที่อัตราส่วนร้อยละ 3,4และ5 โดยนำหนัก และจากการพิจารณาจากการทดลองพบว่าการผสมตัวอย่างดินลำตะคองกับวัสดุผสมทั้ง 3 ชนิดนั้นสามารถปรับปรุงคุณสมบัติในด้านการกระจายตัวให้มีความลดลงได้แต่เมื่อพิจารณาในด้านของราคาวัสดุผสมทั้ง 3 ชนิดนั้นในปัจจุบันซีเมนต์มีราคาต่ำกว่าปูนขาวและปูนซีเมนต์อยู่มาก

5.1.4 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาคของดินกระจายตัวลำตะคอง

จากภาพถ่ายที่ได้จากเครื่อง Scanning Electron Microscope ,SEM โดยใช้กำลังขยายที่ 600 เท่าพบว่าดินกระจายตัวลำตะคองโดยอายุการบ่มตัวอย่างที่ 28 วัน โดยตัวอย่างที่ผสมเกลือยวในอัตราส่วนตั้งแต่ร้อยละ 5 โดยนำหนักนั้นขนาดของอนุภาคมีการเกาะตัวกัน ตัวอย่างที่ผสมปูนซีเมนต์ ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนตั้งแต่ร้อยละ 2 โดยนำหนักนั้นขนาดของอนุภาคมีการเกาะตัวกันและตัวอย่างที่ผสมปูนขาวในอัตราส่วนตั้งแต่ร้อยละ 3 โดยนำหนักนั้นขนาดของอนุภาคมีการเกาะตัวกันใหญ่ขึ้น โดยการยึดเกาะตัวกันของอนุภาคดินนั้นสามารถลดช่องว่างและเชื่อมประสานในเป็นแผ่นผืนเดียวกัน

5.1.5 ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของคันทางรถไฟโดยวิธี Jet Grouting Column

โดยผลการวิเคราะห์เสถียรภาพของคันทางก่อนและหลังทำ Jet Grouting Column บริเวณ STA 200+200 โดยทำการวิเคราะห์ค่าความปลอดภัยของคันทาง โดยใช้โปรแกรม Auto Slope พบว่าหลังจากทำ Jet Grouting Column ค่าความปลอดภัยของคันทางรถไฟที่ได้จาก โปรแกรม Auto Slope พบว่าค่าความปลอดภัยของคันทางมีค่ามากขึ้นสูงกว่าก่อนทำ Jet Grouting Column เนื่องมาจากคุณสมบัติทางการรับกำลังของดินที่ได้ทำ Jet Grouting Column มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.5 ควรมีการเก็บค่าการทรุดตัวของคันทางในบริเวณหน้างานจริงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์โดยคอมพิวเตอร์

5.2.2 การทดสอบการกระจายตัวของดิน ควรใช้หลายๆวิธีการร่วมกันเพื่อยืนยันผลการทดสอบให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น