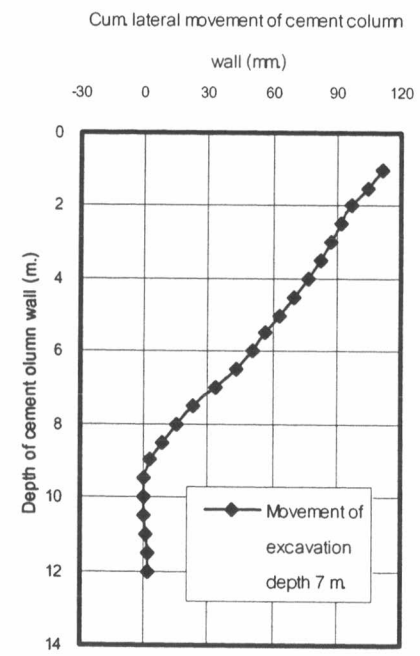
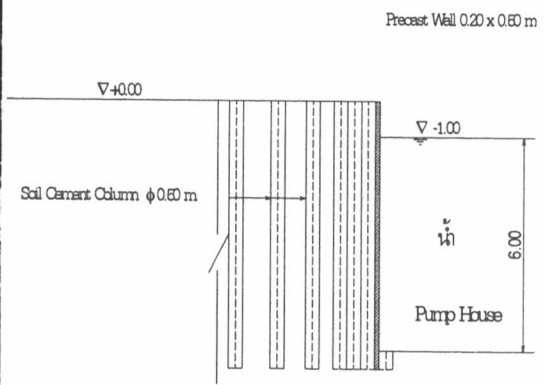


การวิเคราะห์ผลและอภิปรายผล

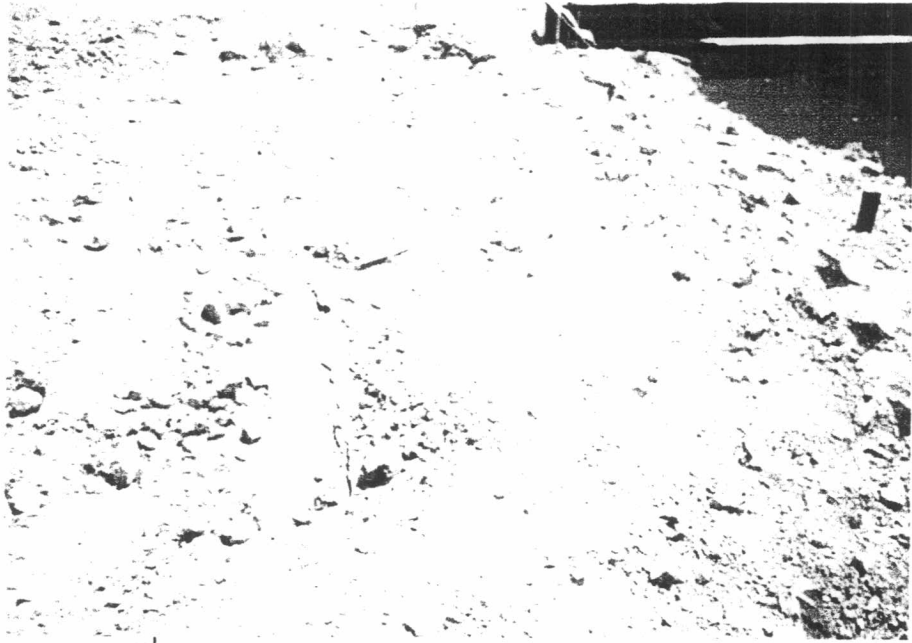
จากที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดการศึกษาและข้อมูลในการวิจัยมาแล้วในบทที่ 3 การวิเคราะห์และอภิปรายผลต่างๆจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของทางเข้าบ่อเก็บน้ำ และส่วนของบ่อเก็บน้ำ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อพฤติกรรมของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ของทางเข้าบ่อเก็บน้ำในระหว่างการก่อสร้าง

จากการศึกษาพบว่า ในระหว่างที่ทำการขุดบ่อลึก 7 เมตรดังแสดงในรูปที่ 4.1 นั้นได้สังเกตเห็นรอย Crack ตรงบริเวณด้านหลังของ Precast wall ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และใช้ข้อมูลจากเครื่องมือวัด ณ ตำแหน่ง IN-9 โดยพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์เหมือนกับ Cantilever beam เกิดการเคลื่อนตัวสูงสุดที่ด้านบนสุดของกำแพงกันดินประมาณ 111.11 มิลลิเมตร และที่ความลึก 8 เมตร จากระดับพื้นดิน ซึ่งเป็นความลึกของปลายเสาเข็มดิน-ซีเมนต์นั้นมีการเคลื่อนตัวที่สูงประมาณ 15.08 มิลลิเมตร แสดงว่าตัวกำแพงกันดินเริ่มมีการพังทลายเกิดขึ้น จึงมีการแก้ไขเบื้องต้นโดยเติมน้ำลงไปบ่อขุด ดังแสดงในรูปที่ 4.3 พบว่าที่ด้านบนและที่ปลายของเสาเข็มมีการเคลื่อนตัวกลับเข้ามา มีการเคลื่อนตัวประมาณ 107.93 และ 12.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นผลเนื่องมาจากแรงดันน้ำช่วยต้านทานการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง จากนั้นจึงทำการติดตั้งค้ำยันโดยใช้เหล็กรูปพรรณ H-Beam ขนาด 300*300*6 มม. จำนวน 5 ชุด มาค้ำไว้ที่ปากบ่อขุด โดยไม่ได้ทำการ Preload ดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่ามีการเคลื่อนตัวกลับเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย โดยที่ด้านบนของกำแพงกันดินมีการเคลื่อนตัวประมาณ 107.62 มิลลิเมตร และที่ปลายของเสาเข็มมีการเคลื่อนตัวประมาณ 12.15 มิลลิเมตร ทั้งนี้เนื่องจากผลของการติดตั้งค้ำยันแล้วทำการขุดดินทางด้านข้างออกทั้ง 2 ฝั่งของกำแพงประมาณ 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.5 เพื่อเป็นการลดน้ำหนักที่กดทับที่ด้านหลังของกำแพง แต่พบว่ามี การเคลื่อนตัวเพิ่มมากขึ้นที่ด้านบนของกำแพง โดยที่มีการเคลื่อนตัวประมาณ 119.19 มิลลิเมตร ส่วนบริเวณปลายสุดของเสาเข็มมีการเคลื่อนตัวลดลง โดยที่มีการเคลื่อนตัวประมาณ 10.47 มิลลิเมตร สาเหตุเนื่องมาจากที่ด้านหลังของกำแพงนั้นมีการจอดรด Backhole ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ Surcharge และขณะทำการขุดดินออกเป็นการรบกวนดินบริเวณด้านบนของกำแพงโดยตรง ทำให้ที่ด้านบนของกำแพงมีการเคลื่อนตัวเพิ่มมากขึ้น ส่วนที่ปลายของเสาเข็มมีการเคลื่อนตัวลดลงเนื่องจากผลของการนำ Surcharge ออก 2 เมตร และปลายเข็มอยู่ลึกต่ำกว่าระดับพื้นดิน 8 เมตร

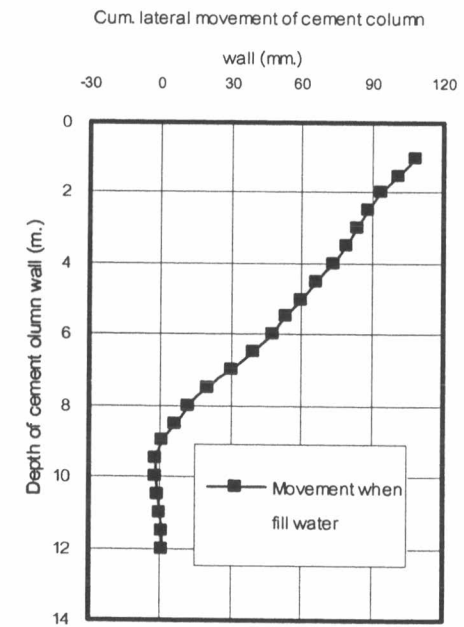
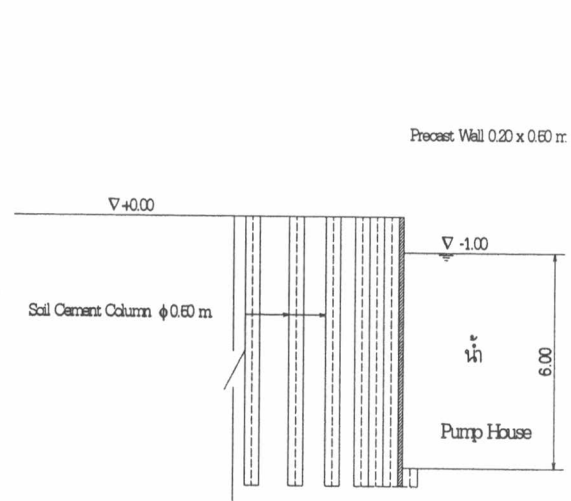


รูปที่ 4.1 แสดงการขุดทางเข้าบ่อเก็บน้ำ

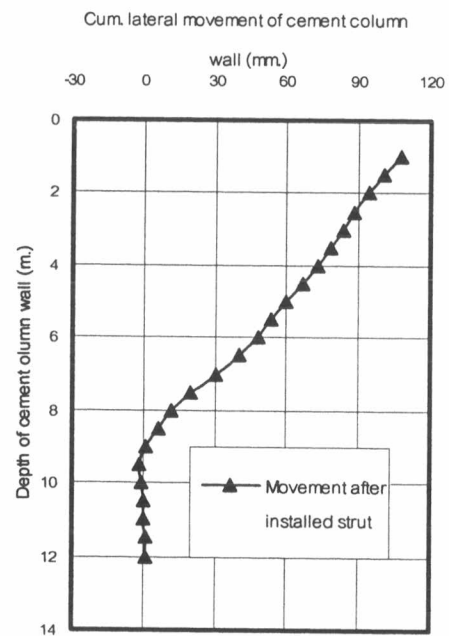
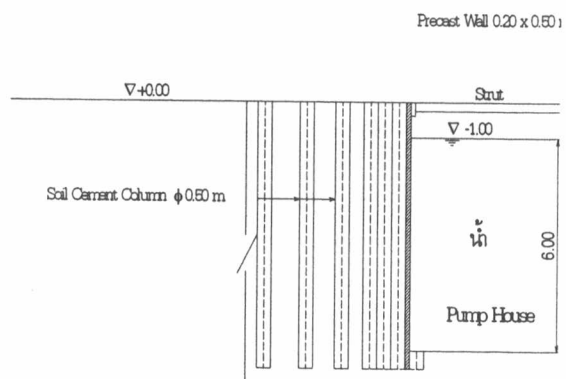
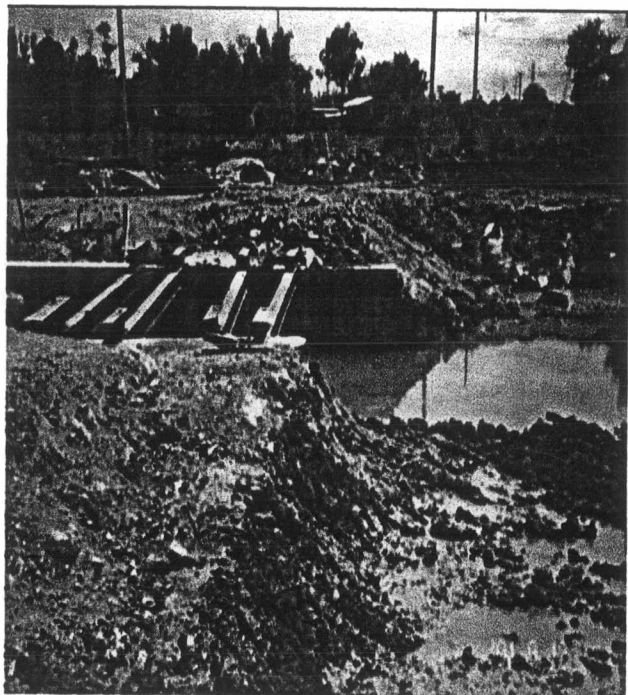


รูปที่ 4.2 แสดงรอย Crack บริเวณด้านหลังของ Precast wall

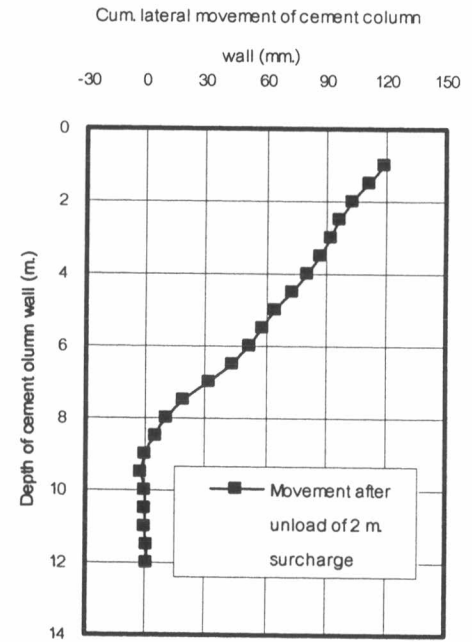
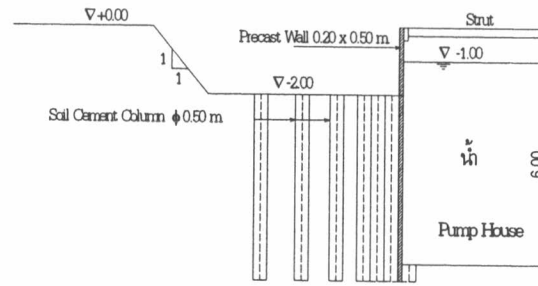
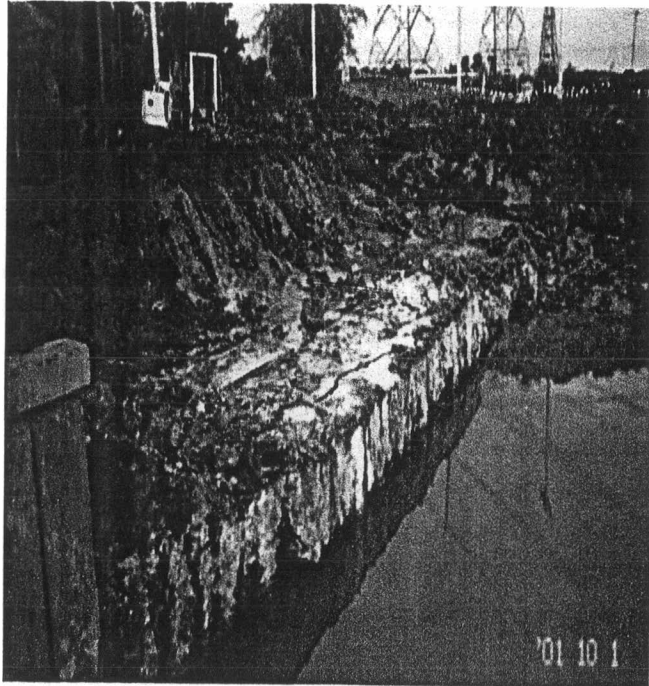
ทำให้ผลของการรบกวนของเครื่องจักรในการทำงานไม่ส่งผลกระทบต่อตรงต่อปลายเข็ม หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขปัญหาแล้ว จึงทำการสูบน้ำออกเพื่อจะทำการขุดดินต่อ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 พบว่ามีการเคลื่อนตัวเพิ่มขึ้น โดยที่ด้านบนและที่ปลายด้านล่างของเสาเข็มดิน-ซีเมนต์มีการเคลื่อนตัวประมาณ 122.21 มิลลิเมตร และ 16.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ หรือเกิด Strain ขึ้นประมาณ 1.53 % ที่ด้านบน และ 0.208 % ที่ปลายเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ สาเหตุเนื่องจากการสูบน้ำออกเป็นการลดแรงดันที่ช่วยต้านทานการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง ในขณะที่จะทำการขุดดินต่อ ประจวบเหมาะจะมีฝนตกหนัก ทำให้กำแพงกันดินที่ค่อยๆมีการเคลื่อนตัวทางด้านข้างอยู่แล้ว ได้เกิดการพังทลายขึ้นมา โดยแสดงดังรูปที่ 4.7 และมีการเคลื่อนตัวมากที่สุดที่ระดับความลึก 5.00 เมตรก่อนจะเกิดการพังทลาย 166.98 มิลลิเมตร โดยที่รูปแบบการพังทลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์นั้นเป็นแบบ Overall slope failure



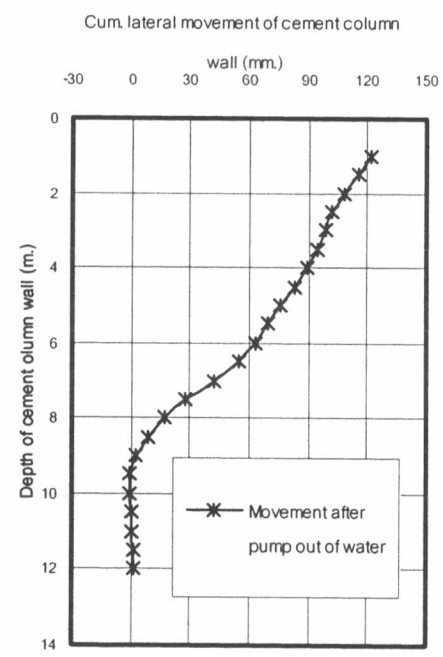
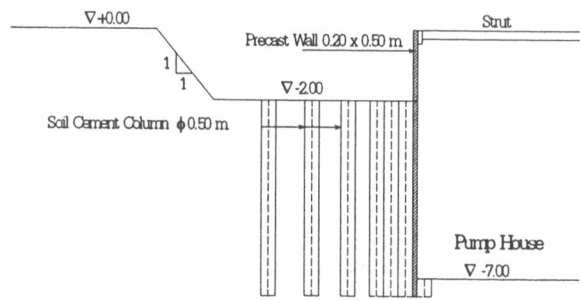
รูปที่ 4.3 แสดงการเติมน้ำลงไปบ่อชุด



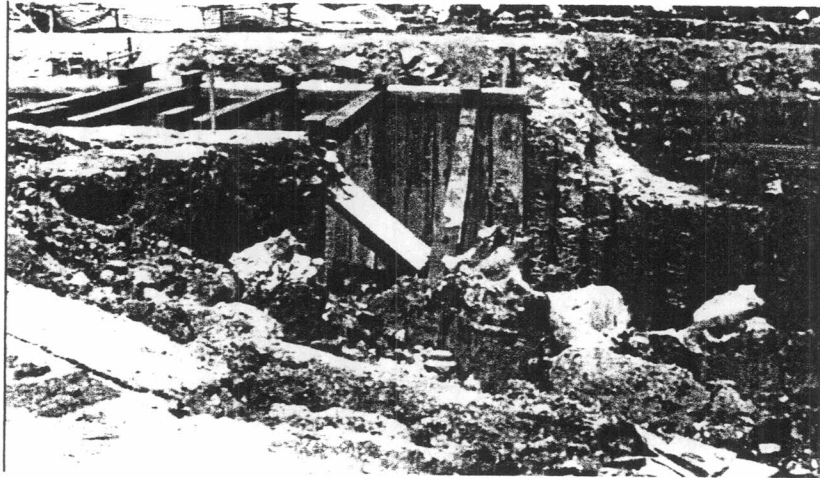
รูปที่ 4.4 แสดงการติดตั้งค้ำยัน



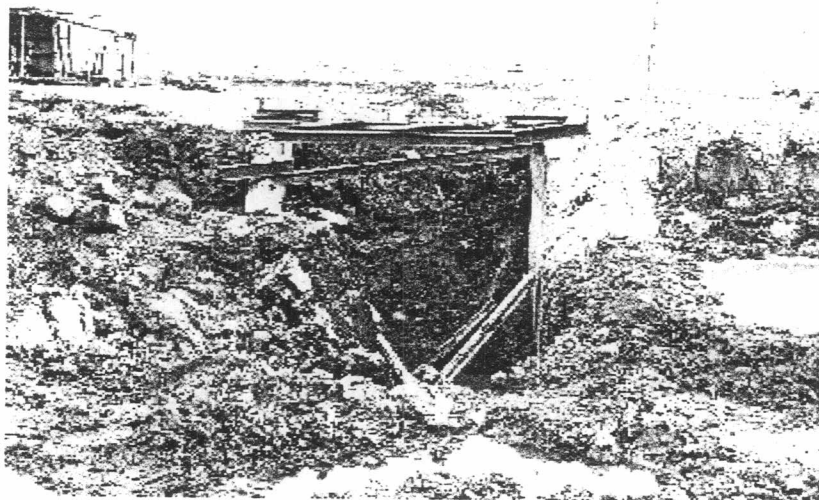
รูปที่ 4.5 แสดงผลการเคลื่อนตัวเมื่อทำการขุดดินด้านนอกทางเข้าบ่อเก็บน้ำออกไปประมาณ 2 เมตร



รูปที่ 4.6 แสดงบ่อบาดหลังจากทำการสูบน้ำออก



ก.



ข.

รูปที่ 4.7 แสดงการพังทลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ในส่วนช่องทางเข้าบ่อเก็บน้ำ

4.1.1 สาเหตุการพังทลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ในส่วนช่องทางเข้าบ่อเก็บน้ำ

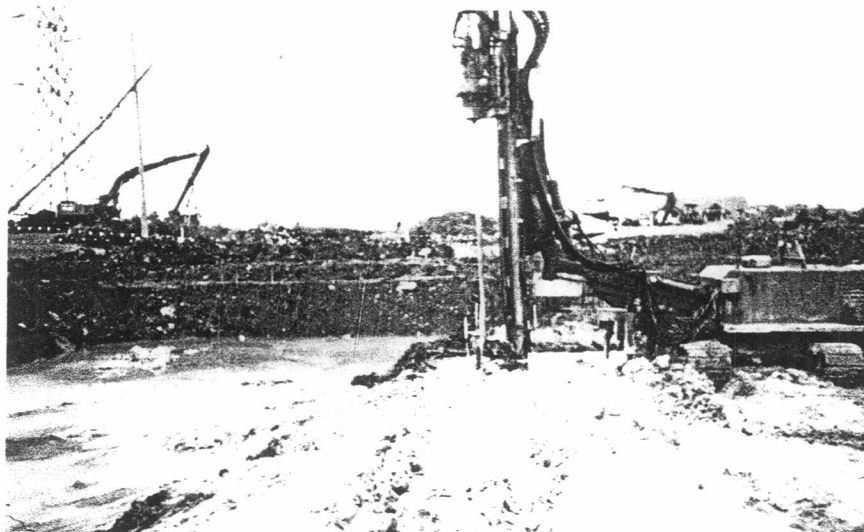
- ในการออกแบบปลายของเสาเข็มดิน-ซีเมนต์มีความยาวน้อยเกินไปเพียง 8 เมตร เมื่อเทียบกับความลึกในการขุด 7 เมตร
 - การพังทลายของกำแพงกันดิน อาจเกิดมาจากผลของ Bending stress ซึ่งเสาเข็มดิน-ซีเมนต์มีความสามารถในการรับแรงดึงได้ต่ำ
 - ในการทำ Jet grouting บริเวณปลายของเสาเข็มไม่ดีพอ เนื่องจากบริเวณปลายเข็มตั้งอยู่บนชั้นดินเหนียวแข็ง ทำให้การอัดฉีดน้ำปูนเข้าไปผสมกับดินได้ไม่ดี
 - ในขณะที่มีการขุดดิน ไม่มีการวางแผนที่ดีในการลำเลียงดินออกจากที่บ่อขุด ทำให้ดินกองอยู่บริเวณรอบๆบ่อมากเกินไป รวมทั้งการจอดรด Backhole ไว้ข้างบ่อขุดทำให้เกิดน้ำหนักกดทับที่เพิ่มมากขึ้น

4.1.2 การแก้ไขในส่วนที่เกิดการพังทลาย

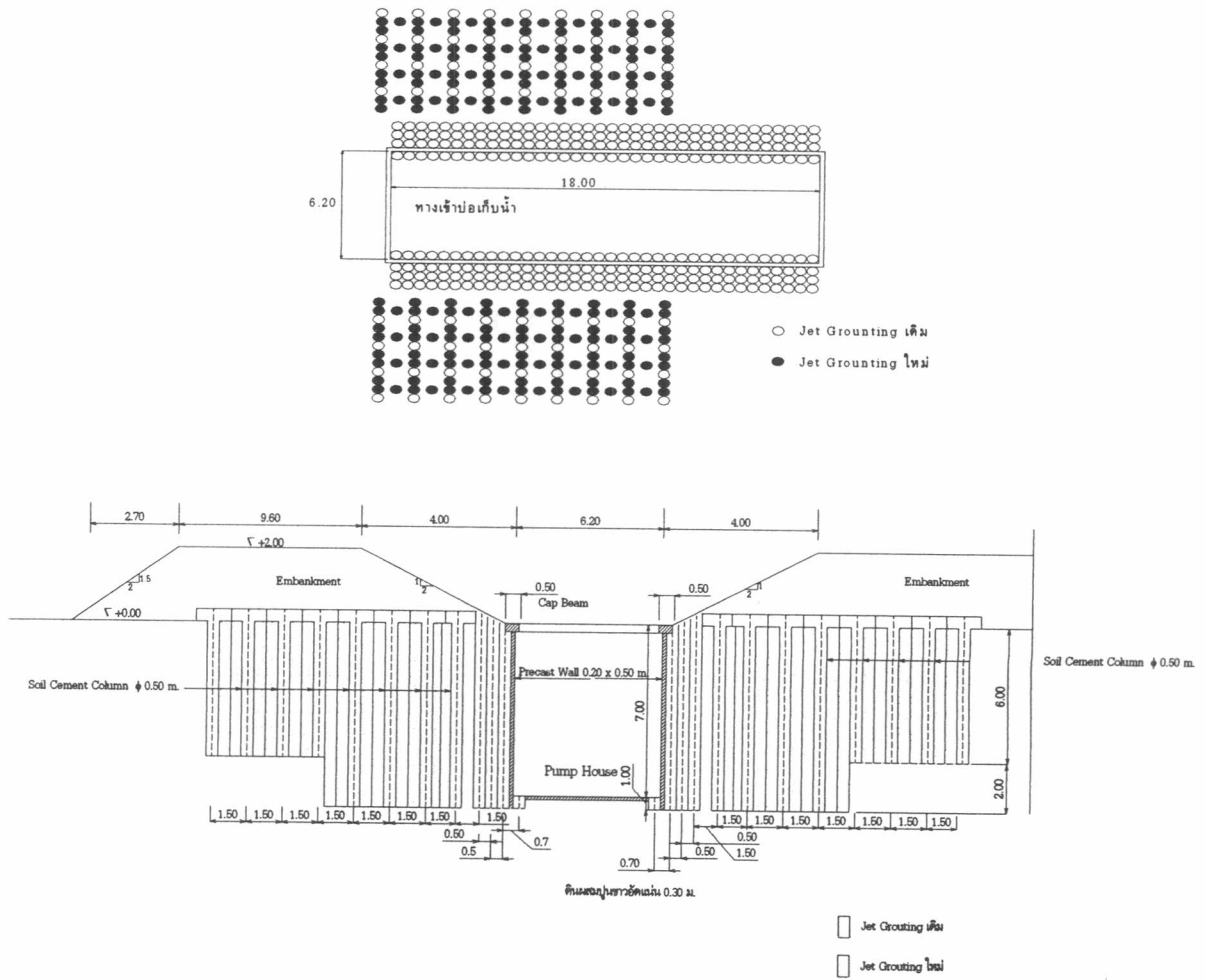
หลังจากเกิดการพังทลายแล้ว การแก้ไขทำโดยนำดินมาถมกลับลงไปบ่อขุด เพื่อเป็นการรักษาเสถียรภาพของทางเข้าบ่อเก็บน้ำและให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จากนั้นจึงทำการ Jet grouting เพิ่มเติม ดังแสดงในรูปที่ 4.9 โดยทำการ Jet ระหว่างเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ต้นเดิม และได้ทำการใส่ไม้ไผ่ไว้กกลางเสาเข็มดิน-ซีเมนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแรงดึงของเสาเข็ม โดยที่แบบแปลนแก้ไขแสดงดังรูปที่ 4.10 และรูปของทางเข้าบ่อเก็บน้ำที่ได้ขุดเสร็จเรียบร้อยแล้ว แสดงดังรูปที่ 4.11



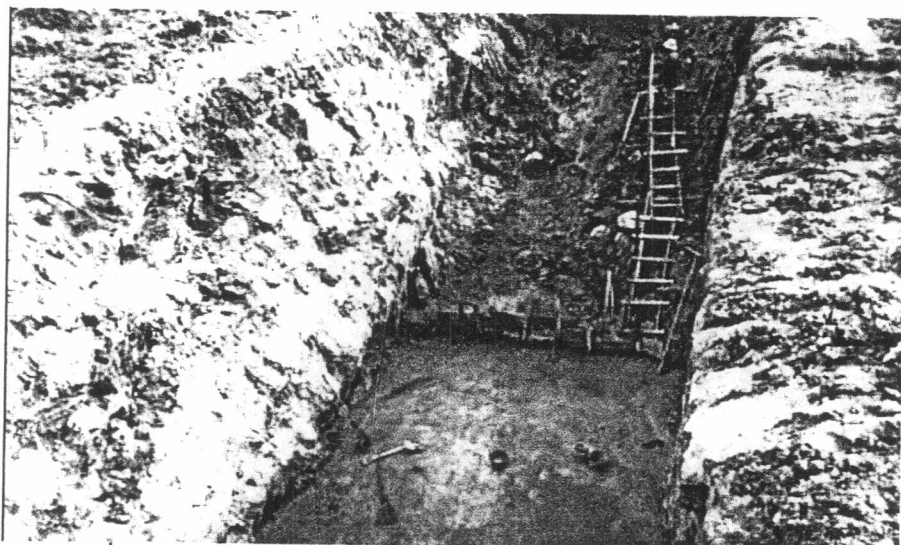
รูปที่ 4.8 แสดงบ่อขุดหลังจากทำการถมดินกลับเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.9 แสดงการซ่อมแซมโดยการทำ Jet grouting ใหม่



รูปที่ 4.10 แสดงแปลนและรูปตัดแก้ไขการซ่อมแซมทางเข้าบ่อเก็บน้ำ



รูปที่ 4.11 แสดงทางเข้าบ่อเก็บน้ำภายหลังจากขุดเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.2 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ของบ่อเก็บน้ำในระหว่างก่อสร้าง

จากการที่ได้ศึกษาการขุดในส่วนของการเข้าบ่อเก็บน้ำแล้วพบว่า มีการเคลื่อนตัวที่สูงเกินไป และเมื่อได้ทำการขุดจริงก็พบว่าเกิดการพังทลายที่ STA +650 ดังรูปที่ 4.12 ซึ่งดินในบริเวณดังกล่าวนั้นเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนและมีความลึกมากกว่าบริเวณอื่นๆ โดยจากการพังทลายจะเห็นว่าความลึกของชั้นดินเหนียวมีผลต่อการเคลื่อนตัวของกำแพงดินซีเมนต์อย่างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยความลึกของเสาเข็มดินซีเมนต์ที่ฝังลงในชั้นดินเหนียวแข็งอาจมีระยะไม่เพียงพอ จึงได้มีการแก้ไขแบบก่อสร้างและขั้นตอนการขุดดินดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3.2 ซึ่งผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ในส่วนของการเข้าบ่อเก็บน้ำนั้น ได้เลือกนำข้อมูลจากการติดตั้งเครื่องมือวัด ณ ตำแหน่ง IN-3, IN-4 และ IN-7 มาทำการวิเคราะห์ โดยผลการวิเคราะห์มีดังนี้



รูปที่ 4.12 แสดงการพังทลายของบ่อเก็บน้ำ ณ ตำแหน่ง STA +650

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-3

จากข้อมูลการวัดในสนามซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 3.22)

ก ขั้นตอนการถมคันดิน การเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะมีการเคลื่อนตัวมากที่สุดประมาณ 5.77 มิลลิเมตร ที่ด้านบนสุดของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์และมีค่าลดลงจนเป็นศูนย์ที่ระดับความลึกประมาณ 8.5 เมตร จากกระดานผิวดิน

ข ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 1 ขุดลึกประมาณ 3 เมตร โดยปริมาณการเคลื่อนตัวมากที่สุด ประมาณ 15.34 มิลลิเมตร ที่ด้านบนสุดของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ และมีค่าค่อนข้างคงที่ตั้งแต่ระดับ 1.5 เมตรถึง 4.5 เมตรจากผิวดิน นอกจากนี้ที่ปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะเกิดการเคลื่อนที่เล็กน้อยประมาณ 4.76 มิลลิเมตร

ค ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 2 ขุดเป็น Slope 1 : 7.5 จนถึงระดับความลึก 5.5 เมตร จากผิวดิน โดยมีปริมาณการเคลื่อนตัวมากที่สุดประมาณ 27.55 มิลลิเมตร ที่ด้านบนสุดของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ สำหรับการเคลื่อนตัวที่บริเวณปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะเกิดการเคลื่อนตัวเล็กน้อยประมาณ 5.30 มิลลิเมตร

ง สำหรับทุกขั้นตอนของการก่อสร้างนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่า ลักษณะการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะรูปแบบเสมือนกับเป็น Cantilever Beam

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-4

จากข้อมูลการวัดในสนามซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 3.23)

ก ขั้นตอนการถมคันดิน โดยค่าการเคลื่อนตัวมากที่สุดมีค่าประมาณ 1.755 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งบนสุดของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ และที่บริเวณปลายของกำแพงกันดินจะเกิดการเคลื่อนตัวน้อยมากประมาณ 0.22 มิลลิเมตร

ข ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 1 ขุดลึกประมาณ 3 เมตร โดยมีค่ามากที่สุดประมาณ 12.79 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 เมตร จากผิวดิน และที่ปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะเกิดการเคลื่อนตัวประมาณ 1.76 มิลลิเมตร

ค ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 2 ขุดเป็น Slope 1 : 7.5 จนถึงระดับความลึก 5.5 เมตร จากผิวดิน โดยมีการเคลื่อนตัวสูงสุดประมาณ 18.09 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 เมตร จากผิวดิน และที่บริเวณปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะเกิดการเคลื่อนตัวมีค่าประมาณ 2.81 มิลลิเมตร

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-7

จากข้อมูลการวัดในสนามซึ่งแสดงไว้ในบทที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 3.24)

ก ขั้นตอนการถมคันดิน โดยมีค่าการเคลื่อนตัวมากที่สุดที่ตำแหน่งด้านบนสุดของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ประมาณ 6.28 มิลลิเมตร และที่ปลายด้านล่างของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะมีค่าเท่ากับ 0.12 มิลลิเมตร

ข ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 1 ขุดลึกประมาณ 3 เมตร โดยมีค่าการเคลื่อนตัวสูงสุดประมาณ 9.59 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 เมตร จากผิวดิน และที่บริเวณปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะเกิดการเคลื่อนตัวเล็กน้อยประมาณ 0.4 มิลลิเมตร

ค ขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 2 ขุดเป็น Slope 1 : 7.5 จนถึงระดับความลึก 5.5 เมตร จากผิวดิน ซึ่งปริมาณการเคลื่อนตัวสูงสุดมีค่าประมาณ 16.50 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึกประมาณ 2.5 เมตร จากผิวดิน สำหรับการเคลื่อนตัวที่บริเวณปลายของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์จะมีค่าประมาณ 1.05 มิลลิเมตร

จากผลการอ่านค่า Inclinator พบว่าในช่วงของการถมคันดินนั้นมีการเคลื่อนตัวทางด้านข้างน้อยมาก โดยค่าการเคลื่อนตัวที่เกิดจากงานดินถมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.755 - 6.28 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเคลื่อนตัวจากงานขุดจะมีค่าน้อยมาก

เมื่อสังเกตการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของดินทางฝั่งตะวันตกและตะวันออกของบ่อเก็บน้ำ จะพบว่าค่าการเคลื่อนตัวไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งที่ในแบบก่อสร้างคันดินถนนทั้งสองมีความกว้างของคันดินถมแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนตัวสูงสุดของกำแพงเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ขึ้นอยู่กับลักษณะงานถมถนนน้อย

ผลจากการขุดซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกขุด 3.00 เมตร จากระดับ Cap Beam ซึ่งในการขุดดินในขุดช่วงนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวอย่างทันทีทันใดซึ่งมีการเคลื่อนตัวที่สังเกตได้อย่างชัดเจน และมีการเคลื่อนตัวต่อไปเรื่อยๆ จนถึงการขุดขั้นที่ 2 คือจนถึงระดับ 5.50 เมตร และทำการขุด Slope 7.5 : 1 ซึ่งในช่วงการขุดนี้การเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นจะไม่ชัดเจนจนสังเกตได้ ซึ่งอาจเป็นผลจากการขุดในช่วงนี้ปริมาณการขุดไม่มาก รวมทั้งยังมีการเคลื่อนตัวของการขุดขั้นที่ 1 ซึ่งยังไม่หยุดการเคลื่อนตัว

4.3 ผลการวิเคราะห์การก่อสร้างทางเข้าบ่อเก็บน้ำโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์สำหรับการก่อสร้างทางเข้าบ่อเก็บน้ำ โดยวิธีการของไฟไนต์เอลิเมนต์โดยใช้โปรแกรม PLAXIS มาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งในการวิเคราะห์จะกำหนดลักษณะของปัญหาโดยมีสมมติฐานว่าเป็นลักษณะ 2 มิติ (Plain

Strain) และอาศัยแบบจำลองชนิด Mohr-Coulomb สำหรับการจำลองมวลดิน สำหรับการวิเคราะห์ของดินจะใช้วิธีการวิเคราะห์โดยใช้วิธีหน่วยแรงรวม (Total Stress Analysis) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้จะอยู่ในรูปของหน่วยแรงรวมพร้อมทั้งอาศัยหลักการ $\phi = 0$ มาร่วมในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์เพื่อก่อสร้างทางเข้าบ่อเก็บน้ำ โดยใช้โปรแกรม PLAXIS นั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆของดินรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ของดินเพื่อนำผลการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ ที่ได้จากโปรแกรม PLAXIS มาเปรียบเทียบกับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ที่ได้จากการติดตั้งเครื่องมือ (Inclinometer) จากงานก่อสร้างจริง โดยการวิเคราะห์นั้นได้เลือกเอาข้อมูลจากการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของดิน ณ ตำแหน่งที่ IN-9 โดยที่ค่าคุณสมบัติต่างๆของดิน รวมทั้งพารามิเตอร์ของดินสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ณ ตำแหน่งต่างๆแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1 ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์จะทำกรวิเคราะห์ที่ความลึกการขุดดินลึก 7 เมตร และการขุดดินครั้งละ 1 เมตร จนถึงความลึกจริง 7 เมตร แล้วหาค่าพารามิเตอร์ของดินในช่วงก่อนที่จะเกิดการพังทลาย

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-9

Soil Type	γ_t (kN/m ²)	N (blow/ft)	ϕ ($^{\circ}$)	E_u (kN/m ²)	S_u (kN/m ²)	E_u/S_u
Soft clay	15.52	-	0	780	6.51	120
Stiff clay	19.10	17	0	69870	116.45	600
Cement column	14.50	-	-	260000	400	650

ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของชั้นดิน โดยใช้โปรแกรม PLAXIS ทำการวิเคราะห์โดยวิธีการก่อสร้างต่างกัน คือทำการขุดดินที่ระดับความลึก 7 เมตร กับทำการขุดทีละ 1 เมตร แสดงผลเปรียบเทียบกับค่าการเคลื่อนตัวของดินที่วัดได้จากสนาม (IN-9) โดยค่า S_u ของชั้นดินเหนียวอ่อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทำการปรับแก้โดยตัวแปรปรับแก้ ของ Aas (1981) ค่าที่ได้จากการปรับแก้แสดงในตารางที่ 4.1

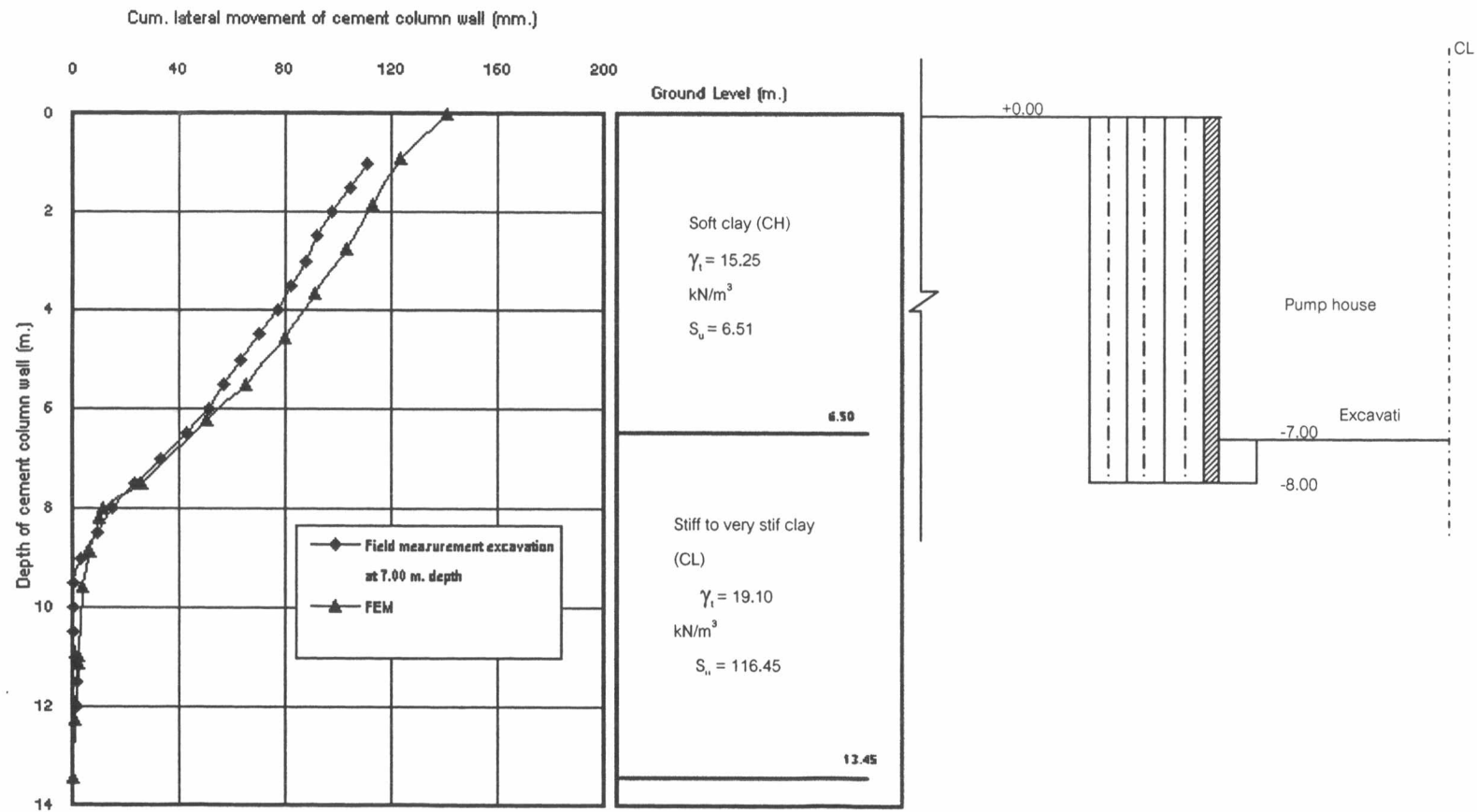
รูปที่ 4.13 แสดงผลของการวิเคราะห์ที่ระดับการขุด 7 เมตรเทียบกับค่าที่วัดได้จากสนาม ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 1 เมตรถึงระดับความลึก 8 เมตร แสดงให้เห็นว่าค่าที่วัดได้จริงและค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FEM มีค่าใกล้เคียงกันมาก เช่น ที่ระดับความลึก 4 เมตร ค่าที่วัดได้จากสนามมีค่าเท่ากับ 76.98 มิลลิเมตร ส่วนค่าที่ได้จากการวิเคราะห์เท่ากับ 80.19 มิลลิเมตร

นอกจากนี้พฤติกรรมการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของการวิเคราะห์ยังให้ผลเหมือนกับที่วัดได้อีกด้วย และที่ความลึก 8 เมตรมีการเคลื่อนตัวของปลายเข็มดิน-ซีเมนต์ประมาณ 12 มิลลิเมตรใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามผลของทั้ง 2 เส้นกราฟแสดงให้เห็นว่ากำแพงกันดินมีแนวโน้มที่จะเกิดการพังทลายเกิดขึ้น เนื่องจากมีการเคลื่อนตัวที่สูงมากทั้งที่ระดับผิวดินและที่ปลายของกำแพงกันดิน

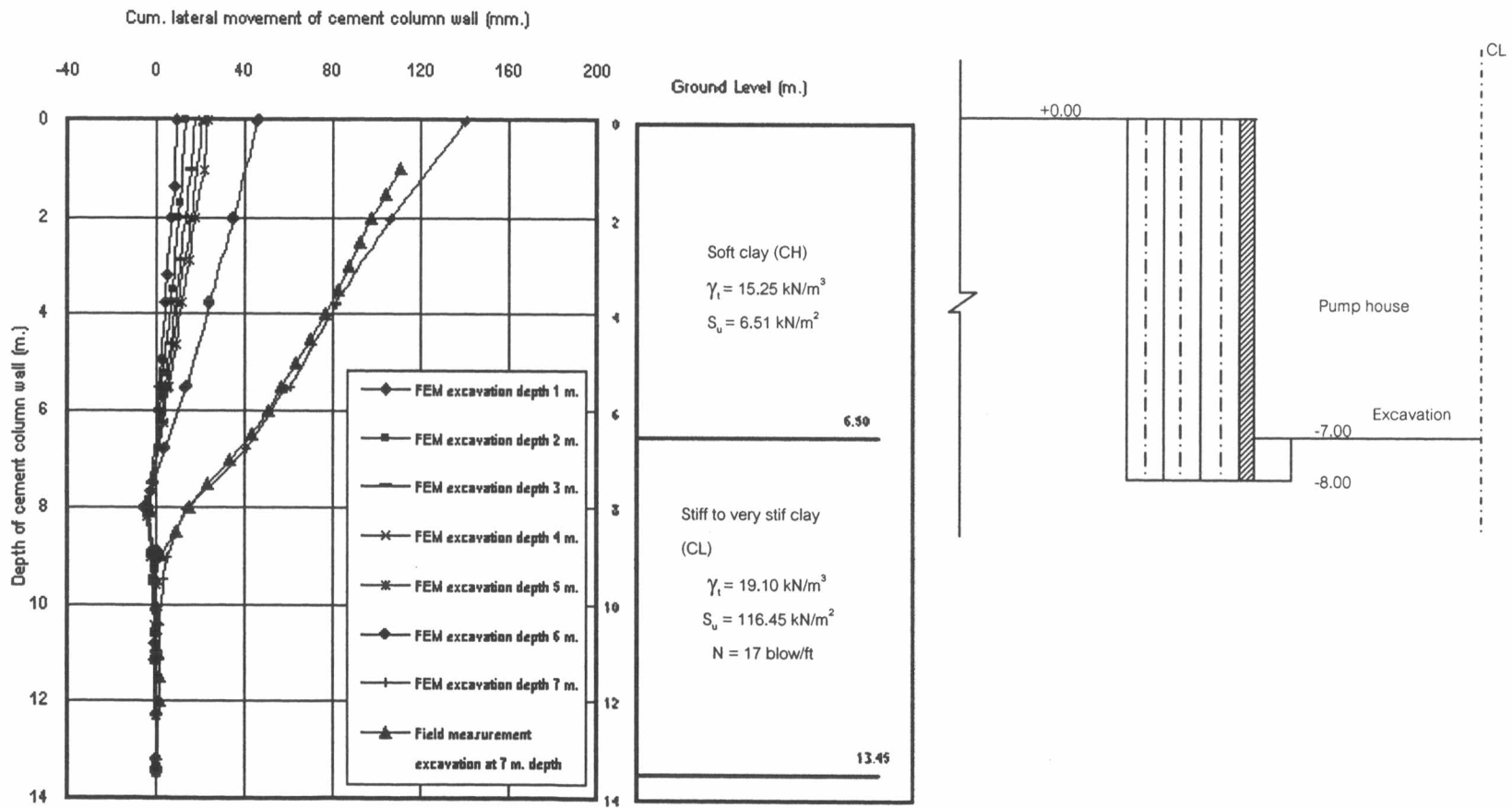
การวิเคราะห์จากการขุดที่ละเมตรตั้งแต่ความลึก 1 เมตร จนถึงความลึกจริง 7 เมตร สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างกับความลึกของกำแพงกันดินที่ระยะขุดต่างๆเทียบกับค่าที่วัดได้จากสนาม ดังรูปที่ 4.14 จากความสัมพันธ์นี้จะเห็นได้ว่าที่ระยะขุดลึก 1 เมตร ที่ระดับผิวดินมีการเคลื่อนตัวของหัวเสาเข็ม 8.81 มิลลิเมตร และเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะขุดลึกมากขึ้น ที่ความลึก 8 เมตร มีการเคลื่อนตัวของปลายเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ไปในทิศทางตรงกันข้าม และมีจุดหมุนของกำแพงกันดินที่ความลึกประมาณ 6.50 เมตร

เมื่อระยะขุดลึก 4 เมตร การเคลื่อนตัวที่ผิวดินมีถึง 20.61 มิลลิเมตร และ 23.39 มิลลิเมตร ที่ระยะขุดลึก 5 เมตร และมากถึง 46.13 มิลลิเมตร ที่ระยะขุดลึก 6 เมตร ในขณะที่ปลายของเสาเข็มที่ระยะ 8 เมตร มีการเคลื่อนตัวคงที่ และเมื่อขุดจนถึงความลึกจริง 7 เมตร มีการเคลื่อนตัวเพิ่มขึ้นทั้งที่ผิวดินและที่ปลายของเสาเข็ม โดยมีการเคลื่อนตัวประมาณ 139.9 มิลลิเมตร และ 13.56 มิลลิเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบกับผลการวัดการเคลื่อนตัวในสนามจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์แบบนี้ที่ระยะขุด 7 เมตรให้ผลใกล้เคียงกันกับการวิเคราะห์แบบขุดที่ระดับ 7 เมตรในครั้งเดียว จากระยะการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ที่ระยะความลึกการขุดต่างๆแสดงให้เห็นว่า กำแพงกันดินมีแนวโน้มที่จะเกิดการพังทลายเกิดขึ้น เนื่องจากมีการเคลื่อนตัวที่สูงมากทั้งที่ระดับผิวดินและที่ปลายของกำแพงกันดิน โดยมีพฤติกรรมการเคลื่อนตัวเหมือนกับคานยื่น (Cantilever beam) โดยรูปการจำลองแสดงในรูปที่ ข.1

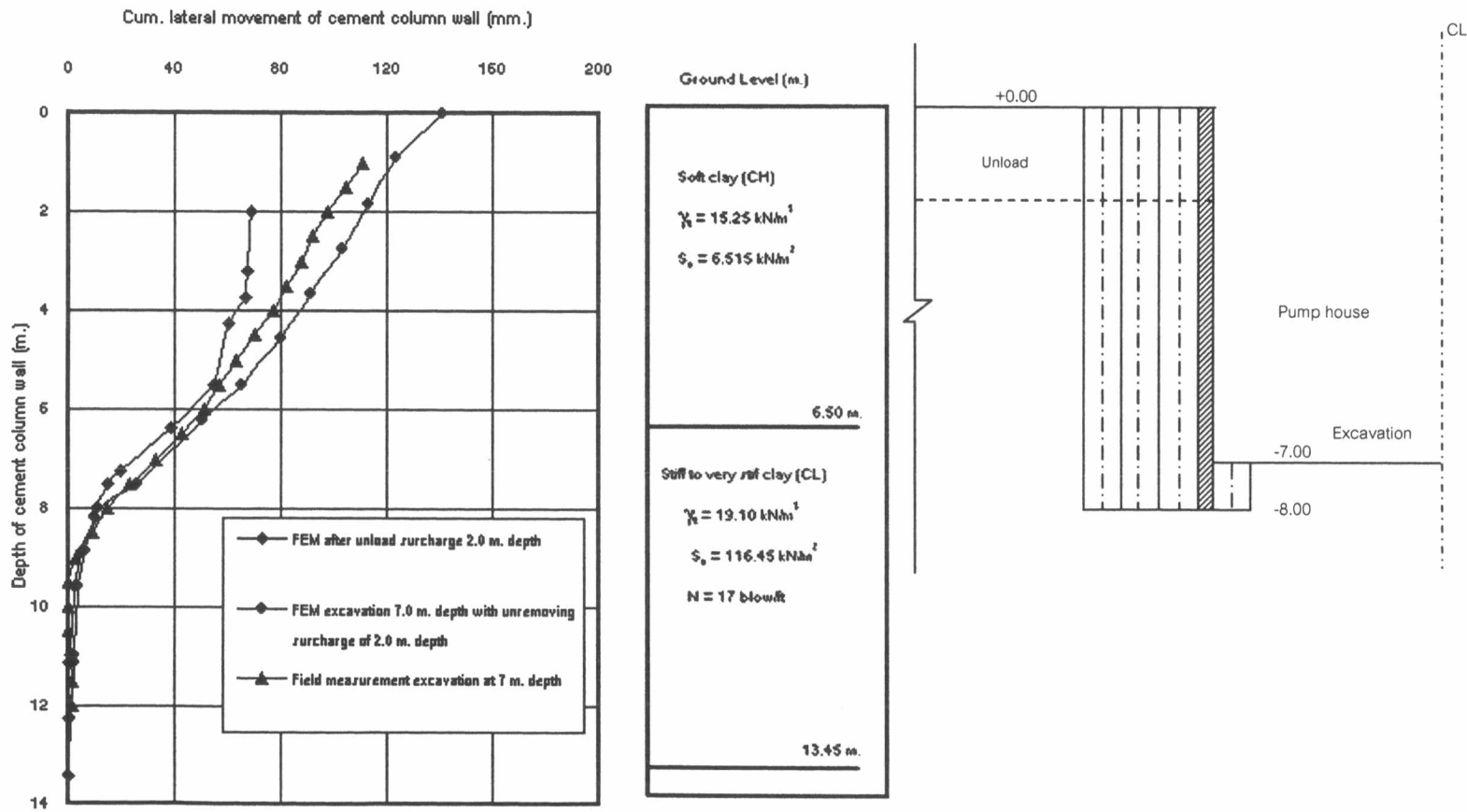
จากนั้นลองทำการจำลองสภาพการก่อสร้างในการแก้ไขเบื้องต้นของทางเข้าบ่อเก็บน้ำในโปรแกรม PLAXIS หลังจากกำแพงกันดินเริ่มเกิดรอยแตกกว้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ข. 2 โดยใช้พารามิเตอร์ของดินเดิมก่อนเกิดการพังทลายจากตารางที่ 4.1 แล้วนำผลข้อมูลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนของการขุดดินทางด้านข้างออกทั้ง 2 ฝั่งของกำแพงประมาณ 2 เมตร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากโปรแกรม PLAXIS ในขั้นตอนการขุดดินลึก 7 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.15 พบว่าหลังจากที่ได้ทำการขุดดินที่บริเวณด้านหลังของกำแพงออก 2 เมตรแล้ว กำแพงจะมีการเคลื่อนตัวน้อยลงจาก 97.33 มิลลิเมตร เป็น 68.86 มิลลิเมตร ที่ระดับ -2.00 เมตร แสดงว่าผลของการนำ Surcharge ออกเป็นการลดแรงดันทางด้านข้างของดิน ทำให้กำแพงกันดินมีเสถียรภาพเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.13 ผลการประมาณการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในขั้นตอนการขุดดินลึก 7 เมตร ด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งติดตั้ง เครื่องมือวัด IN-9



รูปที่ 4.14 ผลการประมาณการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในขั้นตอนการขุดดินครั้งละ 1 เมตร จนถึงความลึกจริง 7 เมตรด้วยวิธี FEM ณ ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-9



รูปที่ 4.15 ผลการประมาณการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในขั้นตอนการนำดินด้านข้างออก 2 เมตร เทียบกับขั้นตอนการขุดดินลึก 7 เมตร ด้วยวิธี FEM และเปรียบเทียบกับค่าวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-9

4.4 การวิเคราะห์เสถียรภาพของทางเข้าบ่อเก็บน้ำ

ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของการขุดบ่อในส่วนของทางเข้าบ่อเก็บน้ำนั้น จะแบ่งการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุด โดยแยกการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เสถียรภาพของการขุด (Slope stability)
2. การวิเคราะห์เสถียรภาพของกันหลุม (Stability of unbraced excavation)
3. การวิเคราะห์เสถียรภาพของกำแพงกันดินแบบคานยื่น (Stability of cantilever wall)

4.4.1 เสถียรภาพของการขุด (Slope stability)

ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของการขุดได้ใช้โปรแกรม Slope w ช่วยในการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุด โดยทำการจำลองให้ดินได้รับการปรับปรุงคุณภาพด้วยเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ ในการคำนวณให้คิดว่าดินที่ได้รับการปรับปรุงมีสภาพเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.2 โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กรณี คือ 1. การขุดดินลึก 7 เมตร โดยไม่มีการสูบน้ำออกจากบ่อ 2. การขุดดินลึก 7 เมตรโดยในบ่อไม่มีน้ำ 3. การขุดดินลึก 7 เมตรและมีน้ำหนักเนื่องจากเครื่องจักรกดทับที่ด้านบนประมาณ 20 kN/m^2 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ 1.372 จากค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ได้แสดงว่าดินเริ่มเกิดเลื่อนไถลบริเวณด้านหลังของกำแพง และมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการพังทลาย และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Circular Method โดยแยกวิเคราะห์หาค่ากำลังรับแรงเฉือนของเสาเข็มและของดินออกจากกัน พบว่าได้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดเท่ากับ 0.908 แสดงว่ากำแพงเกิดการพังทลายในที่สุด โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาเสถียรภาพของงานขุด

Soil Type	γ_t (kN/m^3)	S_u (kN/m^2)
Soft clay	15.52	6.515
Stiff clay	19.10	116.45
Stabilized soft clay	15.40	40.70
Stabilized stiff clay	18.70	141.11

4.4.2 เสถียรภาพของกันหลุม (Stability of unbraced excavation)

ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของกันหลุม (Heave effect) ได้ใช้วิธีการของ Terzaghi(1943) เพื่อหาเสถียรภาพของกันหลุม ในการวิเคราะห์จะสมมติให้ดินที่อยู่ด้านข้างของหลุมมีพฤติกรรมเป็น Surcharge ที่กระทำกับดินกันหลุม โดยถ้าแรงกระทำมากกว่าแรงต้านทานของดินแล้ว ดินข้างหลุมก็จะสามารถไหลเข้ามาในหลุมได้ มีผลทำให้เกิดการพังทลายของงานขุดดิน โดยหาค่าสัดส่วนความปลอดภัยจากค่า Resistance Pressure ซึ่งมีค่าเท่ากับ $5.7S_u$ และค่า Net Driving Pressure ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงดันเนื่องจากความหนาแน่นของมวลดินด้านข้างหลุมขุดแล้วลบด้วยแรงต้านทานเนื่องจากแรงเฉือนของดินใต้หลุมขุดและแรงเฉือนของ Soil plug ภายในหลุมขุด โดยทำการวิเคราะห์ที่ความลึกการขุดดินครั้งละ 1 เมตร จนลึกความลึกจริง 7 เมตร ค่า Net Driving Pressure ที่ความลึกของการขุด 1 เมตร มีค่าติดลบแสดงให้เห็นว่าค่าแรงต้านของ Net Driving Pressure มีค่ามากกว่าค่าแรงกระทำ อย่างไรก็ตามที่ความลึกของการขุด 7 เมตรให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเท่ากับ 11.58 แสดงให้เห็นว่าการวิบัติเนื่องจากการปูดของดินกันหลุมในโครงการนี้ไม่เกิดขึ้นแน่นอน โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง.

4.4.3 เสถียรภาพของกำแพงกันดินแบบคานยื่น (Stability of cantilever wall)

ในการวิเคราะห์หาเสถียรภาพของกำแพงกันดินแบบคานยื่นนั้น ได้ทำการวิเคราะห์โดยเปรียบเสมือนกำแพงกันดินมีลักษณะเป็นแบบคานยื่น (Cantilever beam) แล้วทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Simplified method แบบ Short term condition ($\phi=0, C=S_u$) ดังรายการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ. จากผลการวิเคราะห์ได้ค่าระยะฝังน้อยสุด $D=2.80$ เมตร หากใช้ค่า F.S.=1.30 จะต้องใช้ระยะฝังเท่ากับ 3.65 เมตร จะเห็นได้ว่าหากทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ค่าระยะฝังตัวของกำแพงกันดินของโครงการจริงนั้นไม่เพียงพอ เนื่องจากมีระยะฝังเพียง 1.00 เมตร ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยนั้นน้อยกว่า 1.0 จึงทำให้กำแพงกันดินไม่สามารถรับแรงดันดินได้และเกิดการพังทลายระหว่างทำการก่อสร้าง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ใช้เป็นเพียงเพื่อตรวจสอบเท่านั้น ไม่สามารถนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปใช้ในงานจริงได้ เนื่องจากเงื่อนไขของดินด้านหลังกำแพงกันดินวิธีนี้ไม่ได้ปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพหน้างานจริง ซึ่งมีการเสริมกำลังของดินโดยใช้ Cement column

4.4 ผลการวิเคราะห์การก่อสร้างบ่อเก็บน้ำโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์สำหรับการก่อสร้างบ่อเก็บน้ำสำรองของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมวังน้อย โดยวิธีการของไฟไนต์เอลิเมนต์โดยใช้โปรแกรม PLAXIS มาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งในการวิเคราะห์จะกำหนดลักษณะของปัญหาโดยมีสมมติฐานว่าเป็นลักษณะ 2 มิติ (Plain Strain) และอาศัยแบบจำลองชนิด Mohr-Coulomb สำหรับใช้ในการจำลองมวลดิน สำหรับการวิเคราะห์ของดินจะใช้วิธีการวิเคราะห์โดยใช้วิธีหน่วยแรงรวม (Total Stress Analysis) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้จะอยู่ในรูปของหน่วยแรงรวมพร้อมทั้งอาศัยหลักการ $\phi = 0$ มาร่วมในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวทางด้านข้างของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์เพื่อก่อสร้างบ่อเก็บน้ำโดยใช้โปรแกรม PLAXIS จำเป็นต้องมีการกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆของดินรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ของดินเพื่อนำผลการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ ที่ได้จากโปรแกรม PLAXIS มาเปรียบเทียบกับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดิน-ซีเมนต์ที่ได้จากการติดตั้งเครื่องมือ (Inclinometer) จากงานก่อสร้างจริง โดยในขั้นแรกจะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนของการขุดดินในแนวตั้งลึก 5.5 เมตร ตามการออกแบบขั้นต้นก่อนที่จะทำการแก้ไขแบบก่อสร้างของบ่อเก็บน้ำ โดยการวิเคราะห์นั้นได้เลือกเอาข้อมูลจากการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของดิน ณ ตำแหน่งที่ IN-4 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้เคียงกับการพังทลายของสภาพงานจริง ณ STA +650 แล้วใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ในงานขุดจริงต่อไป จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ในส่วนของแบบที่มีการก่อสร้างจริงโดยมี 3 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นตอนการถมคันทางของถนน 2. ขั้นตอนการขุดขั้นแรกที่ระดับความลึก 3.00 เมตร จากระดับของ Cap Beam 3. ขั้นตอนการขุดขั้นที่ 2 ปรับระดับตามทางลาดจนถึงความลึกที่ระดับ 5.50 เมตร จากระดับของ Cap Beam โดยเลือกเอาข้อมูลจากการติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างของดิน ณ ตำแหน่งที่ IN-3, IN-4 และ IN-7 ซึ่งมีลักษณะเป็น Plane Strain โดยที่ค่าคุณสมบัติต่างๆของดิน รวมทั้งพารามิเตอร์ของดินสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ณ ตำแหน่งต่างๆแสดงอยู่ในตารางที่ 4.3 – 4.5

โดยที่ค่าของกำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวอ่อนได้มาจากกำลังรับแรงเฉือนจาก Field Vane Test สำหรับค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวแข็งได้มาจากความสัมพันธ์ที่เสนอโดย วีระนันท์ (2526)

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-3

Soil Type	γ_t (kN/m ²)	N (blow/ft)	ϕ (^o)	E (kN/m ²)	S_u (kN/m ²)	E/ S_u
Embankment	21.60	-	35	22000	-	-
Soft clay	13.59	-	0	3350	20.93	160
Stiff clay	19.45	13	0	55210	89.05	620
Cement column	14.50	-	-	290000	400	725

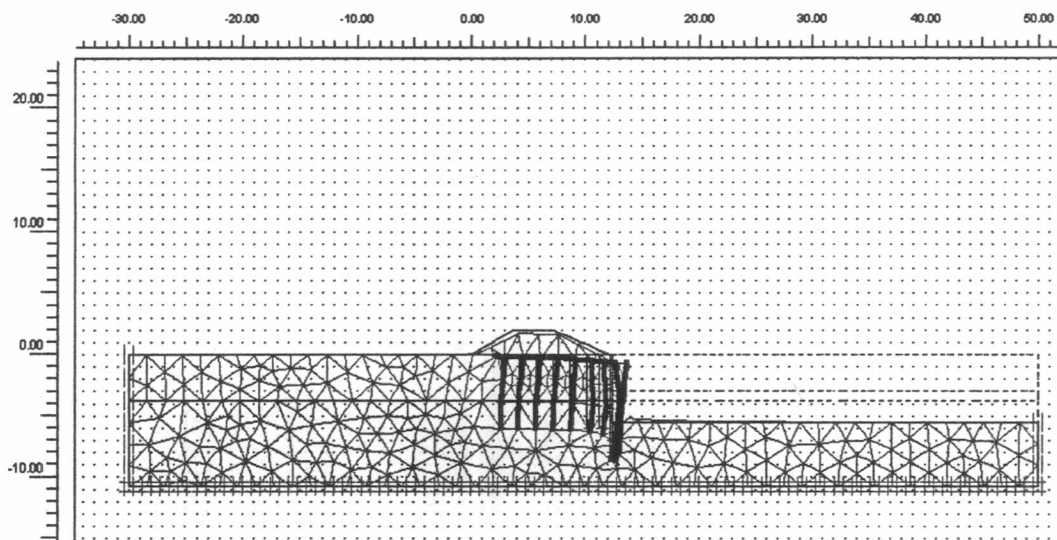
ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-4

Soil Type	γ_t (kN/m ²)	N (blow/ft)	ϕ (^o)	E (kN/m ²)	S_u (kN/m ²)	E/ S_u
Embankment	21.60	-	35	22000	-	-
Soft clay	13.59	-	0	3030	16.84	180
Stiff clay	19.45	14	0	62330	95.90	650
Cement column	14.50	-	-	290000	400	725

ตารางที่ 4.5 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-7

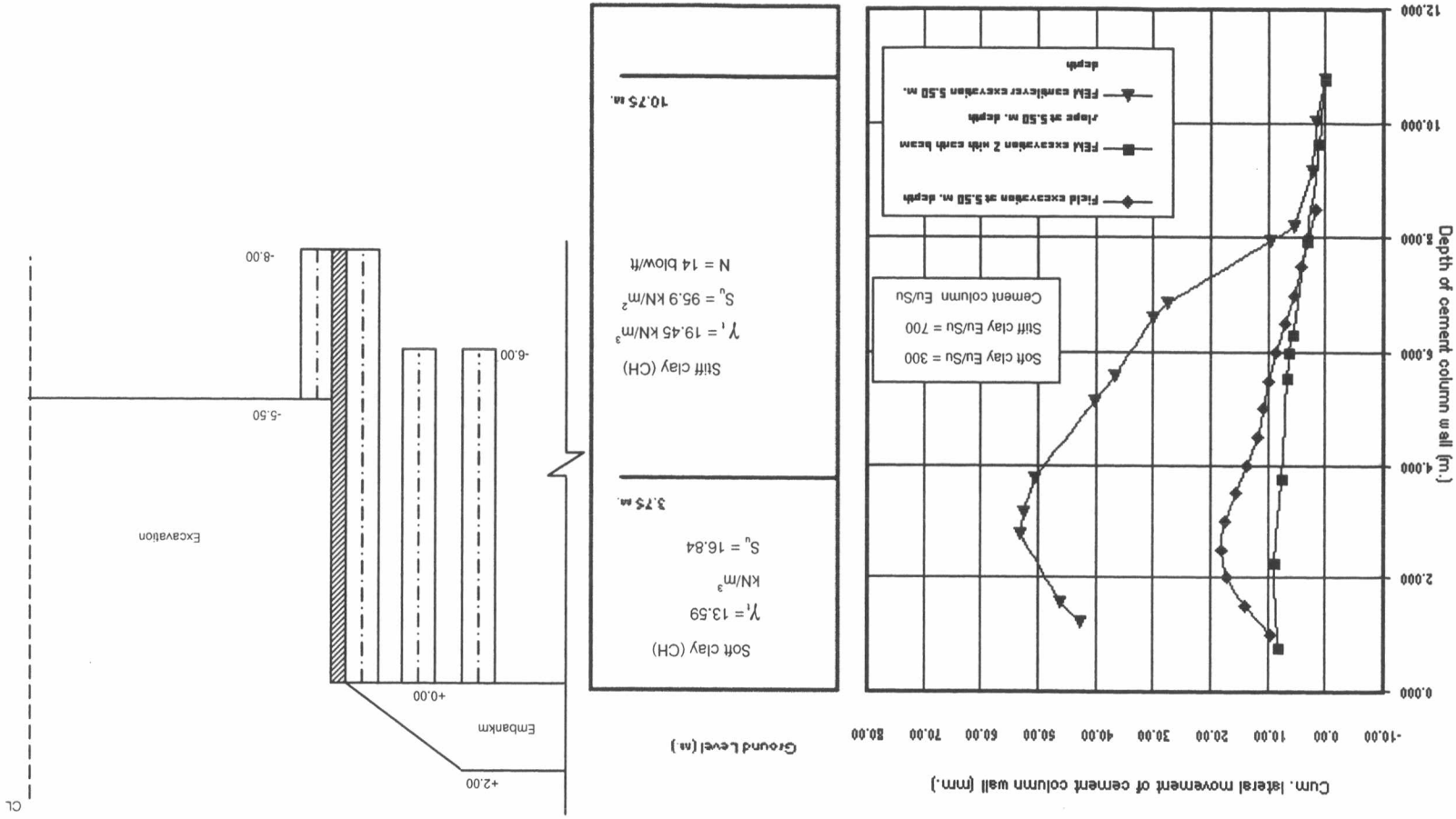
Soil Type	γ_t (kN/m ²)	N (blow/ft)	ϕ (^o)	E (kN/m ²)	S_u (kN/m ²)	E/ S_u
Embankment	21.60	-	35	22000	-	-
Soft clay	15.52	-	0	2630	17.55	150
Stiff clay	18.74	14	0	67100	95.90	700
Cement column	14.50	-	-	300000	400	750

จากการจำลองขั้นตอนของการขุดดินลึก 5.5 เมตร ซึ่งเป็นขั้นตอนก่อนที่จะทำการแก้ไขแบบก่อสร้างของบ่อเก็บน้ำในโปรแกรม PLAXIS ดังแสดงในรูปที่ 4.16 โดยนำผลข้อมูลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนของการขุดดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการเคลื่อนตัวของทางด้านข้างที่ได้จากสนาม ดังแสดงในรูปที่ 4.17 พบว่า เมื่อทำการขุดดินไปที่ความลึก 5.5 เมตรจะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดินมากกว่าการขุดดินที่แบ่งการขุดออกเป็น 2 ขั้นตอนตามแบบที่ได้แก้ไข โดยมีการเคลื่อนตัวสูงสุดประมาณ 50.59 มิลลิเมตร ที่ระดับ -3.75 เมตร และที่ปลายด้านล่างของเสาเข็มมีการเคลื่อนตัวประมาณ 7.75 มิลลิเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าเสถียรภาพของกำแพงเริ่มเปลี่ยนไปเมื่อมีการขุดลึกมากขึ้นและกำแพงมีแนวโน้มที่จะเกิดการพังทลาย



รูปที่ 4.16 แสดงการเคลื่อนตัวของดินจากขั้นตอนของการขุดดินลึก 5.5 เมตรก่อนการแก้ไขแบบ

รูปที่ 4.17 การเคลื่อนตัวของกำแพงค้ำดินแบบค้ำลูก 5 เมตรก่อนการแก้ไขแบบและทำการขุดดินครั้งที่ 2 ด้วยวิธี FEM เทียบกับค่าการวัดจริงในช่วงงาน ณ ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องสูบลูก IN-4



จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PLAXIS กับค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากการวัดจริงในสนามในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างมีดังนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-3

จากการเปรียบเทียบผลการเคลื่อนตัวทางด้านข้างกับโปรแกรม PLAXIS ในขั้นตอนการถมคันดินสูง 2 เมตร, การขุดครั้งที่ 1 ลึกประมาณ 3.00 เมตร และการขุดครั้งที่ 2 ลึกเพิ่มขึ้นอีก 2.50 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ โดยค่า E_v/S_u ที่เหมาะสมสำหรับทุกขั้นตอนของการก่อสร้างสำหรับชั้นดิน Soft clay เท่ากับ 285 ชั้นดิน Stiff clay เท่ากับ 685 และของ Cement column เท่ากับ 725

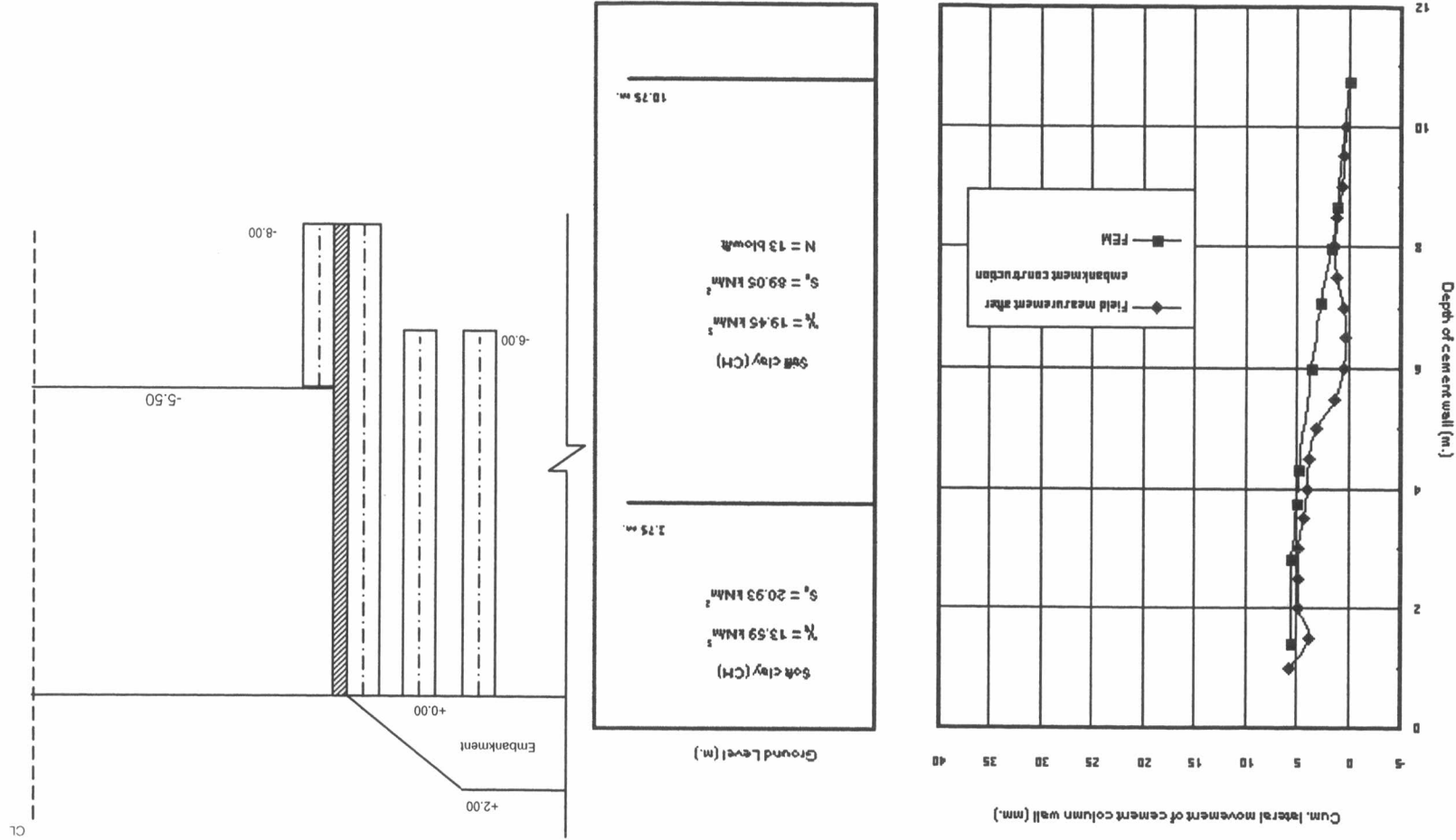
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-4

จากค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PLAXIS กับค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากการวัดจริงในสนาม ในขั้นตอนการถมคันดินสูง 2 เมตร, การขุดครั้งที่ 1 ลึกประมาณ 3.00 เมตร และการขุดครั้งที่ 2 ลึกเพิ่มขึ้นอีก 2.50 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.21, 4.22 และ 4.23 ตามลำดับ โดยค่า E_v/S_u ที่เหมาะสมสำหรับทุกขั้นตอนของการก่อสร้างสำหรับชั้นดิน Soft clay เท่ากับ 300 ชั้นดิน Stiff clay เท่ากับ 700 และของ Cement column เท่ากับ 725

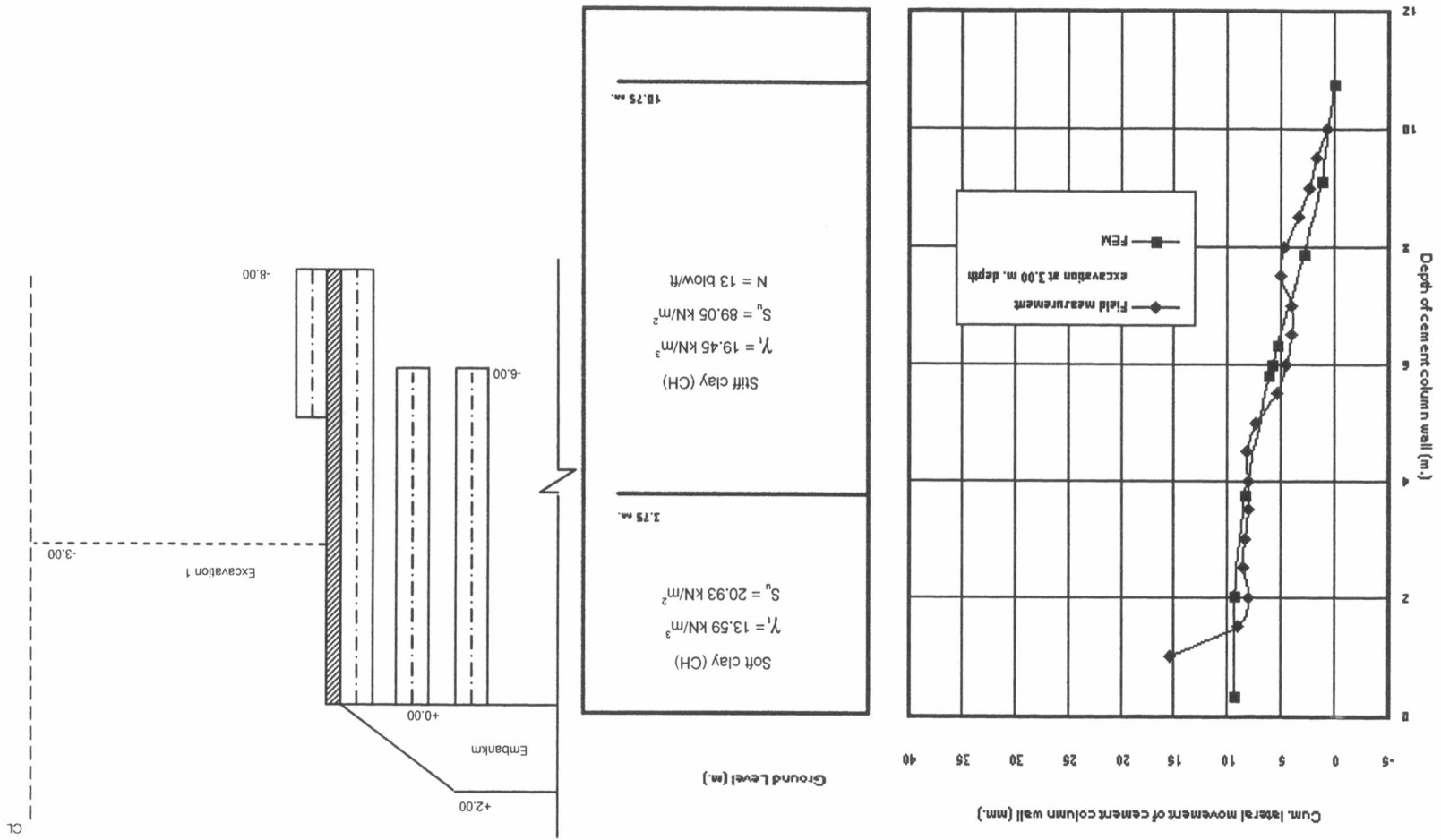
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ของตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด IN-7

จากค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PLAXIS กับค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างที่ได้จากการวัดจริงในสนาม ในขั้นตอนการถมคันดินสูง 2 เมตร, การขุดครั้งที่ 1 ลึกประมาณ 3.00 เมตร และการขุดครั้งที่ 2 ลึกเพิ่มขึ้นอีก 2.50 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.24, 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ โดยค่า E_v/S_u ที่เหมาะสมสำหรับทุกขั้นตอนของการก่อสร้างสำหรับชั้นดิน Soft clay เท่ากับ 220 ชั้นดิน Stiff clay เท่ากับ 750 และค่า E_v ของ Cement column เท่ากับ 775

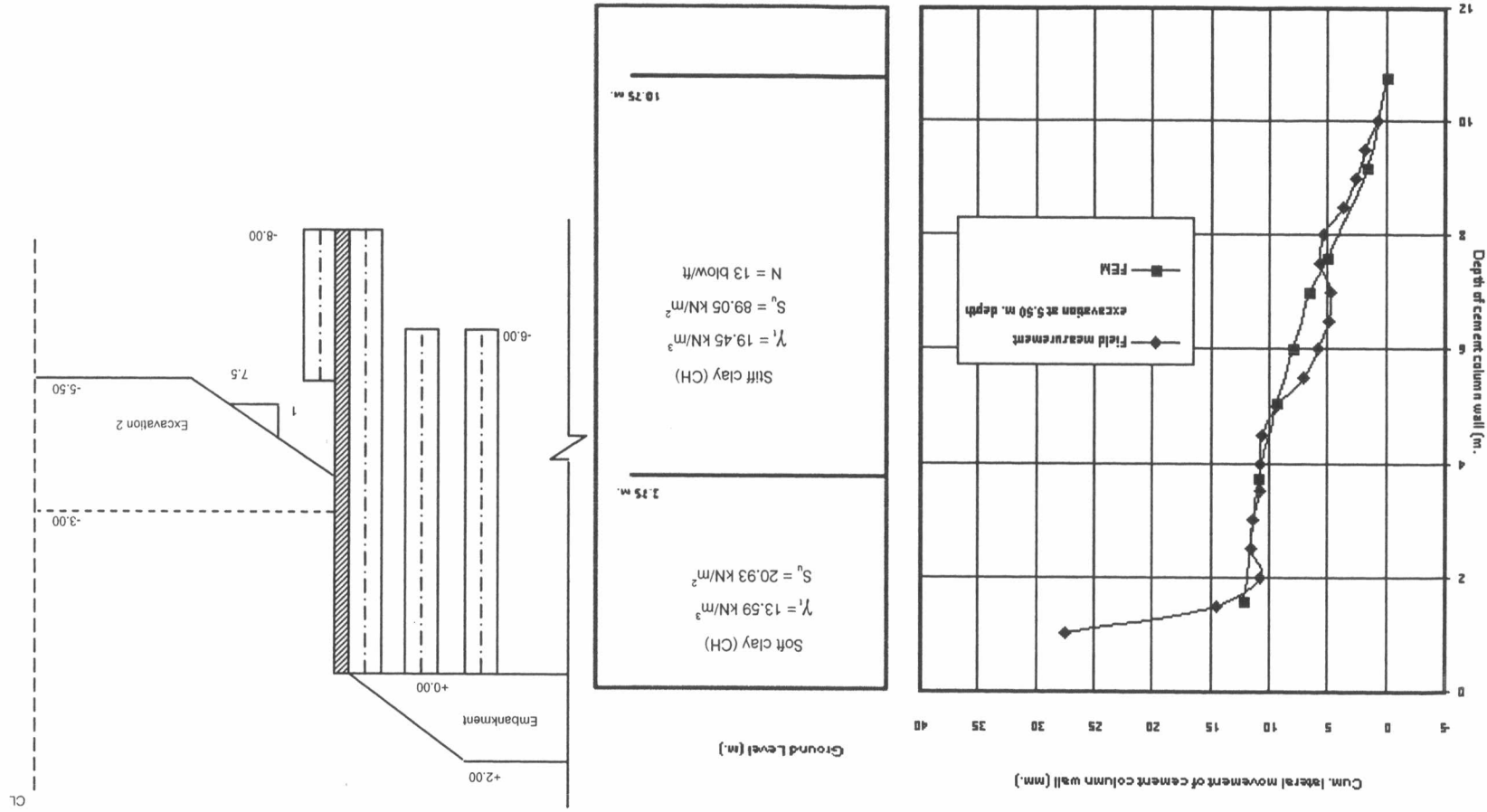
รูปที่ 4.18 การเปรียบเทียบการประมาณการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในชั้นดินอ่อนก่อนการวางคันดินด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัด IN-3



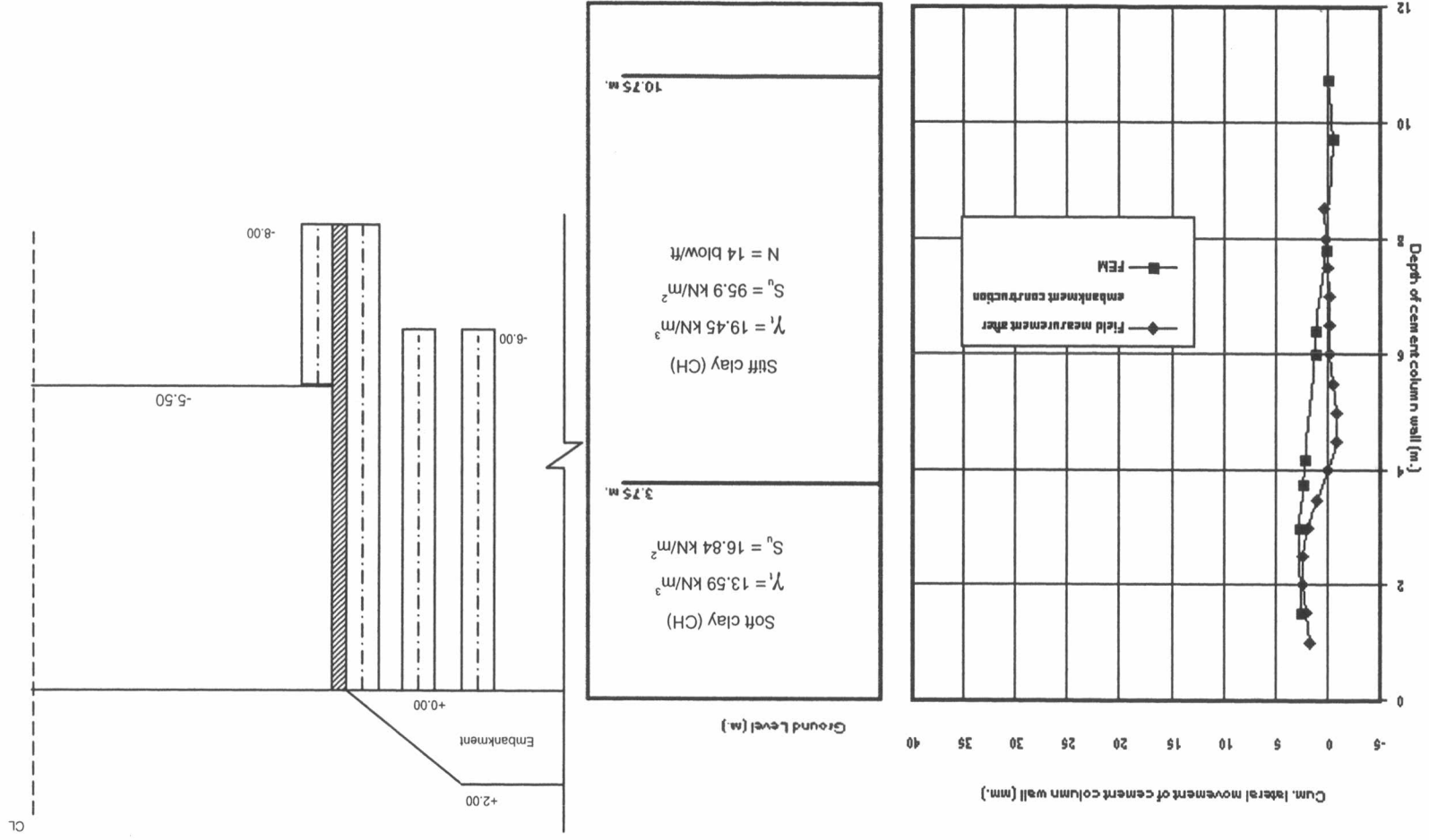
รูปที่ 4.19 การเปรียบเทียบแบบจำลองการประเมินค่าการเคลื่อนตัวดินจากการเจาะดินด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือนิวตริค IN-3



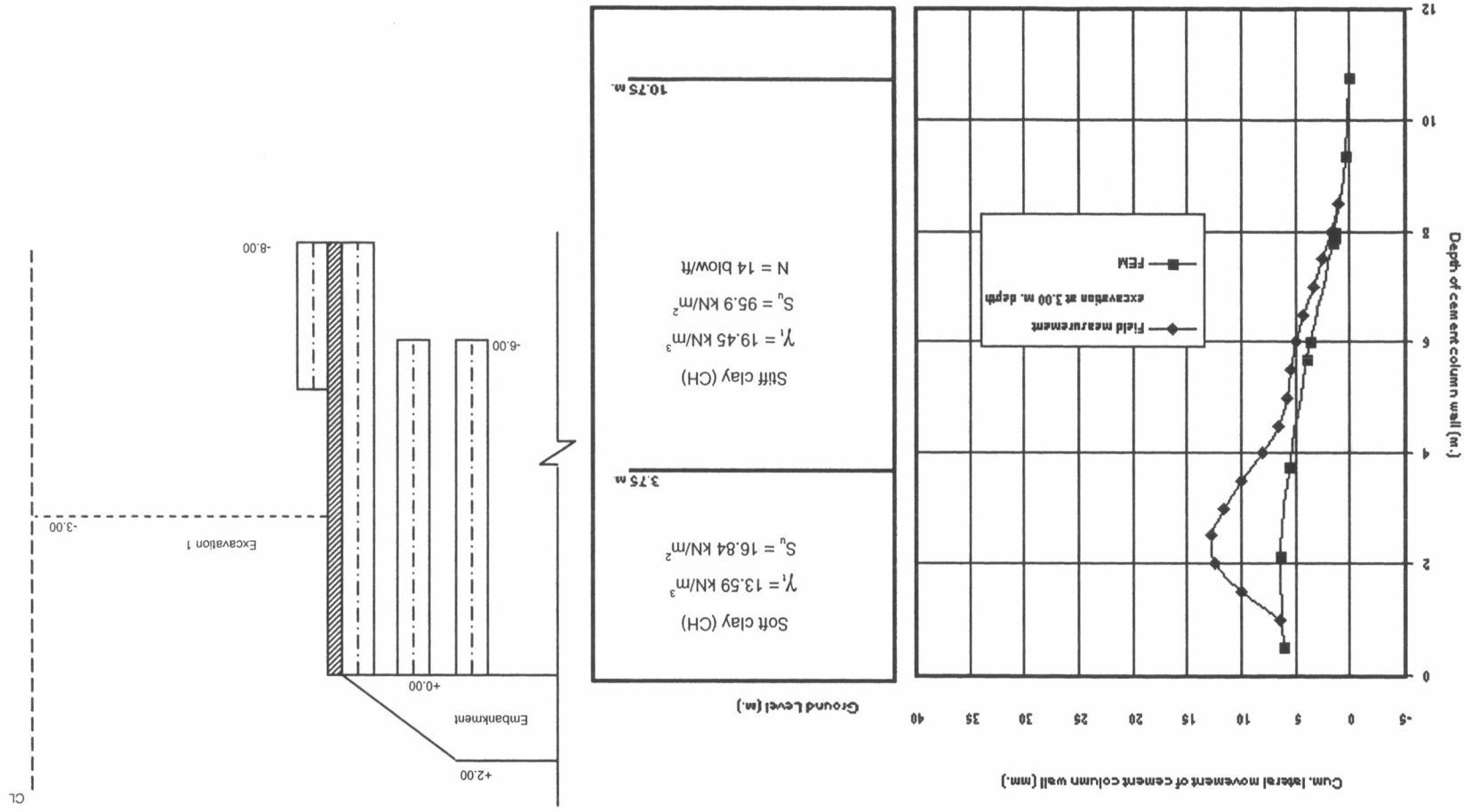
รูปที่ 4.20 การเปรียบเทียบผลการประเมินค่าการเคลื่อนตัวทางข้างในขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 2 ด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องสูบลuft IN-3



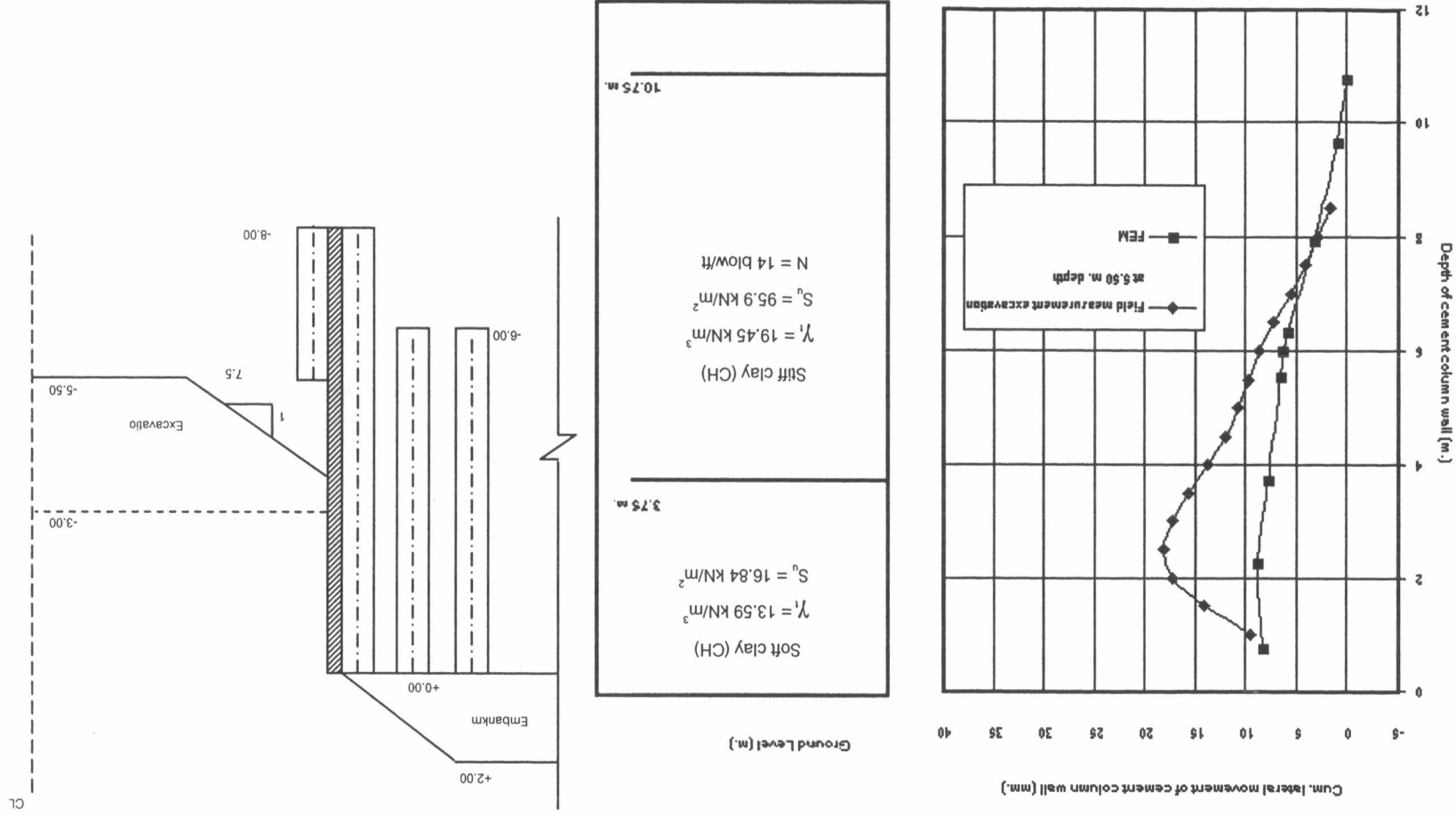
รูปที่ 4.21 การเปรียบเทียบการประมาณการเคลื่อนที่ของเสาเข็มด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัด IN-4



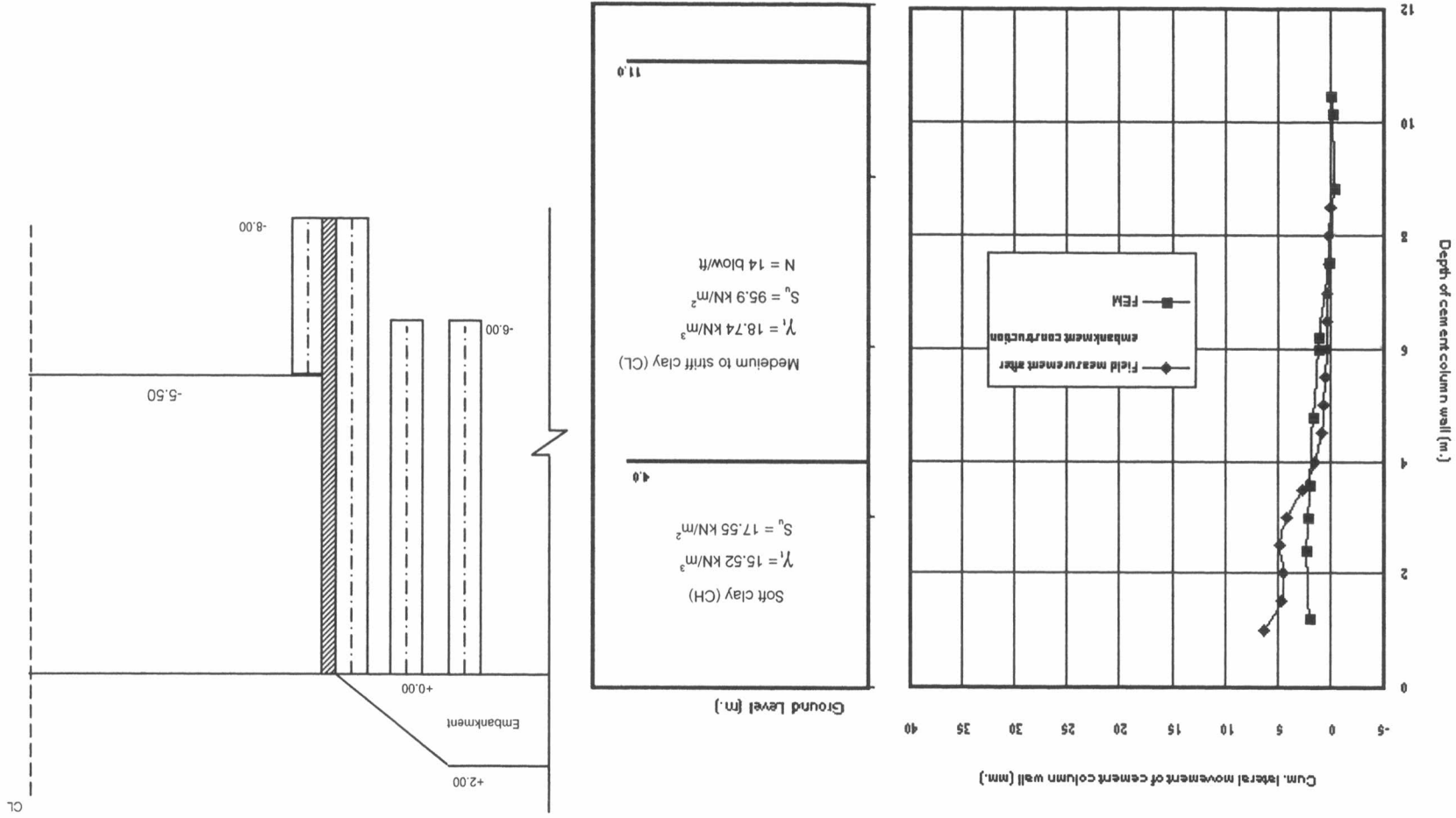
รูปที่ 4.22 การเปรียบเทียบการประมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงค้ำยันในขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องสูบลuft IN-4

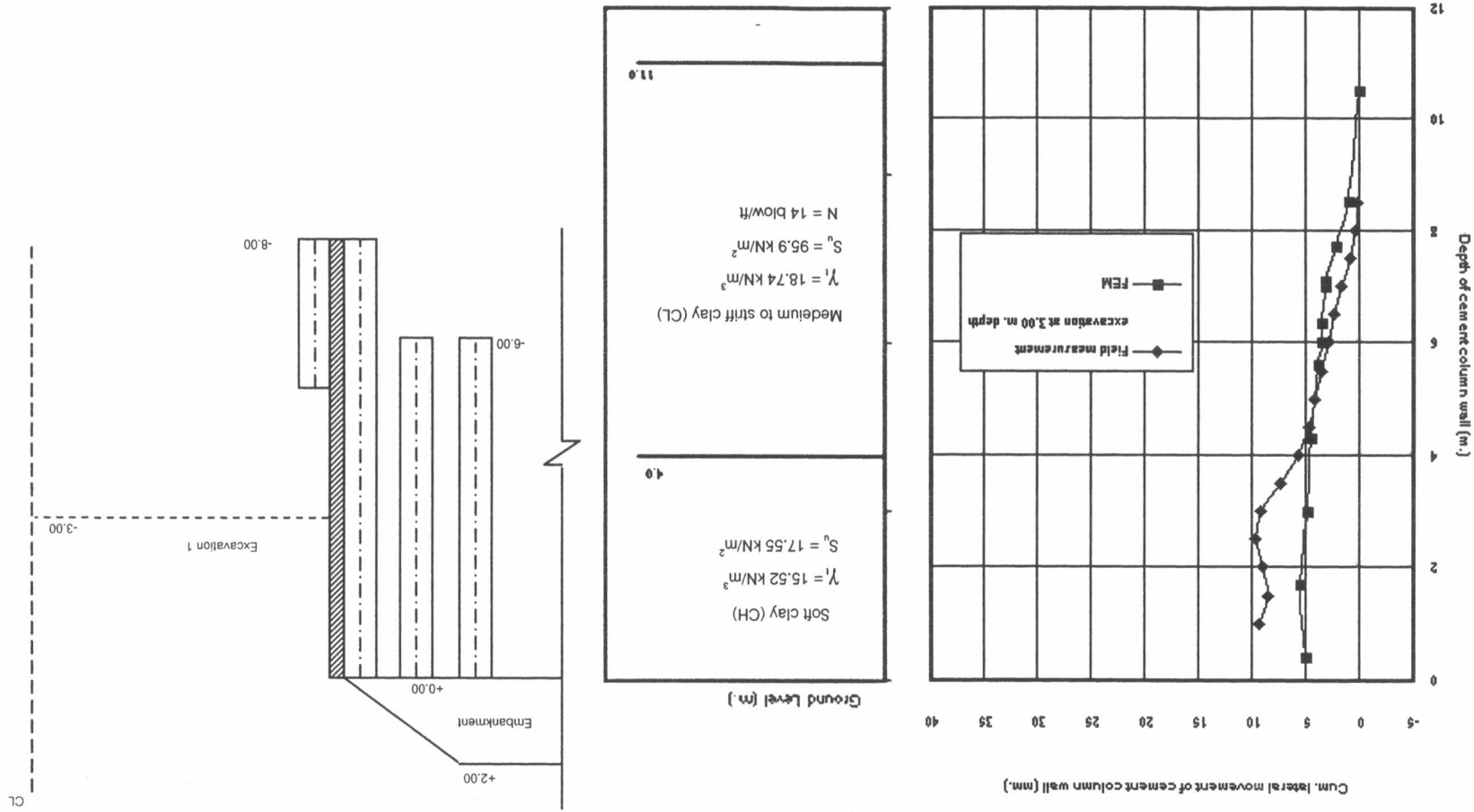


รูปที่ 4.23 การเปรียบเทียบผลการประเมินค่าการเคลื่อนตัวข้างในขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 2 ด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัด IN-4



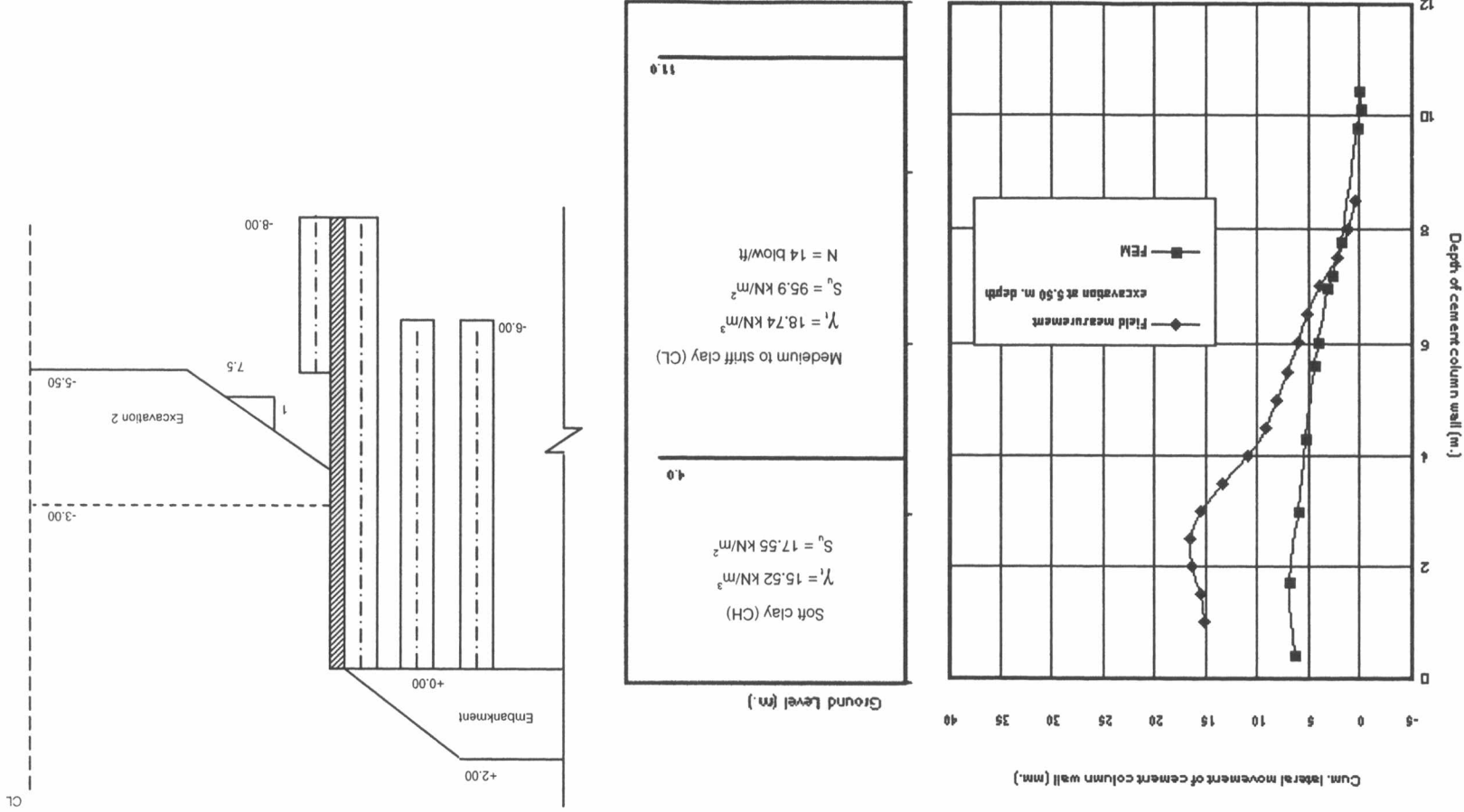
รูปที่ 4.24 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกำแพงคอนกรีตด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงใน
 ตาราง ๓ ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ IN-7





รูปที่ 4.25 การเปรียบเทียบผลการประเมินค่าการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในขั้นตอนการขุดดินครั้งที่ 1 ด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งที่ตั้งตุ้กรองน้ำจุด IN-7

รูปที่ 4.26 การเปรียบเทียบผลการประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงค้ำดินระหว่างขั้นตอนการขุดดินและการวางเสาเข็มค้ำดินด้วยวิธี FEM กับค่าการวัดจริงในสนาม ณ ตำแหน่งที่ตั้งของมอดูล IN-7



จากผลของการถมคันดินถนนที่จำลองด้วยโปรแกรม PLAXIS แสดงดังรูปที่ ข.3 ซึ่งกระทำต่อกำแพงกันดินดิน-ซีเมนต์พบว่าผลของการถมทำให้เกิดการเคลื่อนตัวเพียงเล็กน้อย โดยเมื่อนำมาเทียบกับการเคลื่อนตัวจากงานขุดแล้วถือว่าน้อยมาก จากผลของโปรแกรมเมื่อนำมาเขียนเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นจริงพบว่าลักษณะการเสียรูปจริงที่เกิดในสนาม มีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการจำลองในโปรแกรมมาก ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองถือว่าไม่ผิดมากนัก

สำหรับการขุดในแต่ละชั้นตอน ในงานวิจัยนี้ถือว่าการวิเคราะห์แบบไม่มีการระบายน้ำจากการจำลองวิธีการก่อสร้างลงในโปรแกรม PLAXIS แสดงในรูปที่ ข.4 และ ข.5 จะเห็นได้ว่ากำแพงกันดินจะมีการเคลื่อนตัวในแบบเกิดการหมุนในแต่ละชั้นตอนของการขุด และจากผลของการขุดทั้ง 2 ชั้นตอนโดยนำผลการเคลื่อนตัวด้านข้างของ Inclinometer ที่วัดได้ในสนามนำมาเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนตัวจากโปรแกรม PLAXIS ของทุกหลุมจะพบว่าการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นจริงในสนามจะเกิดมากกว่าที่ทำการจำลองในโปรแกรม เนื่องในโปรแกรมการจำลองเป็นแบบ Short-term Condition หรือการเคลื่อนตัวที่เกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการขุดโดยไม่เกิดการระบายน้ำในดิน นอกจากนี้ยังมีผลของปัจจัยอีกหลายตัวที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างซึ่งไม่สามารถจำลองในโปรแกรมได้เช่น การวิงของรถบรรทุก วิธีการบดอัด และการควบคุมวิธีการขุด