

บทที่ 6

การทดสอบแรงเฉือนแบบ Push-out

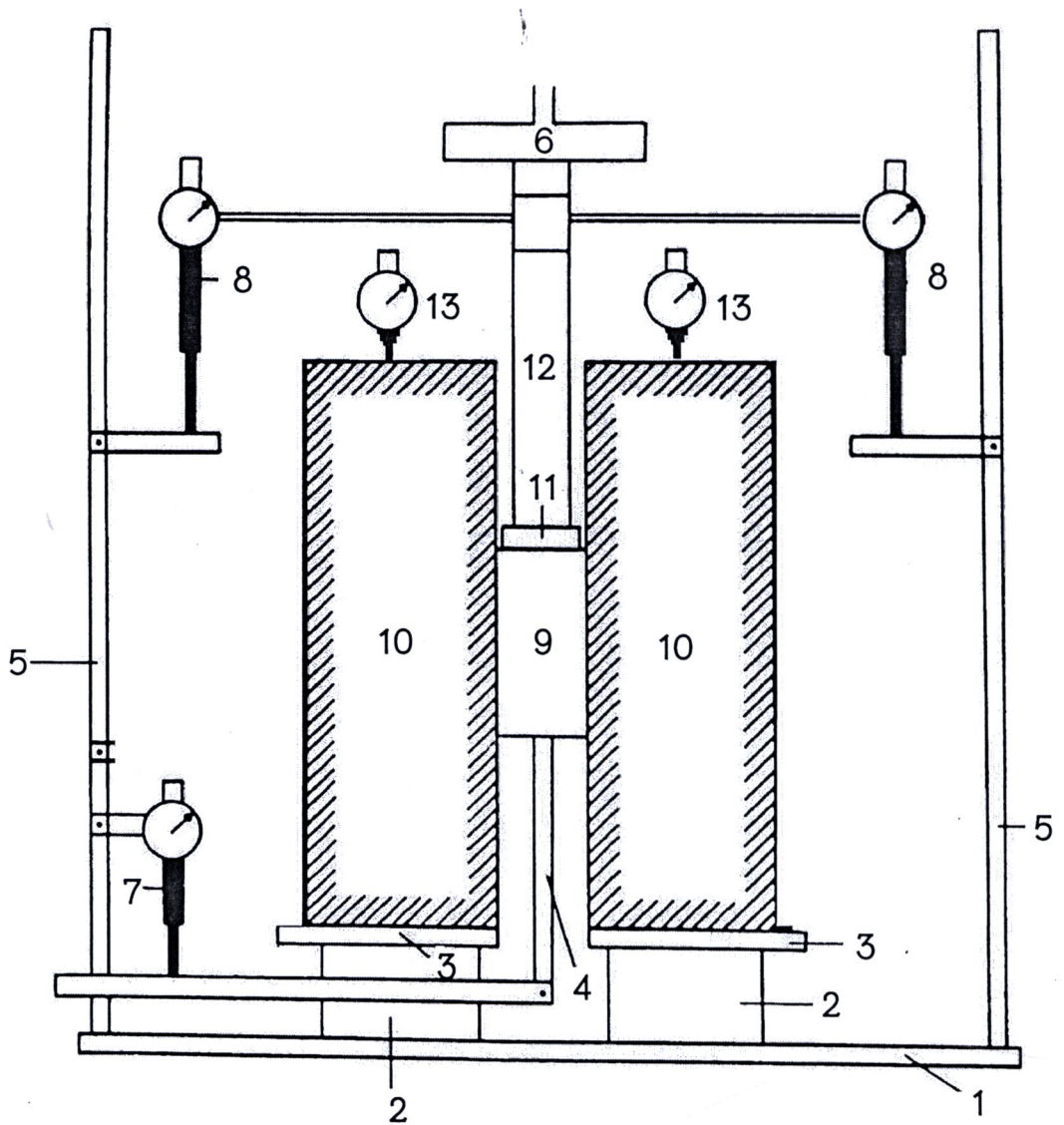
6.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการทดสอบแรงเฉือนแบบ Push-out เพื่อหาค่ารับแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลียวที่จำลองการอุดในหลุมเจาะด้วยซีเมนต์ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างได้กล่าวไว้แล้วอย่างละเอียดในบทที่ 3

6.2 อุปกรณ์ทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out

ชุดอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ Push-out ในงานวิจัยนี้ได้ถูกดัดแปลงและปรับเปลี่ยนมาจากชุดอุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือนโดยตรงของรอยแตกแบบสามแฉกที่ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนในบทที่ 5 โดยทำการปรับเปลี่ยนให้เหลือเพียงการกดในแนวตั้งเพียงแกนเดียว ด้วยการสร้างอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ในการทดสอบ Push-out เพิ่มดังรูปที่ 6.1 ที่แสดงถึงการติดตั้งอุปกรณ์และตัวอย่างหินที่ใช้ในการทดสอบ Push-out ประกอบด้วย

- แผ่นฐานโลหะ (หมายเลข 1)
- แผ่นฐานโลหะเจาะรูตรงกลางสำหรับเป็นช่องใช้ตรวจวัดการเคลื่อนตัวของแท่งซีเมนต์ด้านล่าง (หมายเลข 2)
- แผ่นฐานโลหะสี่เหลี่ยม (หมายเลข 3)
- แขนต่อสำหรับวัดตรวจวัดการเคลื่อนตัวของแท่งซีเมนต์ด้านล่าง (หมายเลข 4)
- แท่งโครงโลหะสำหรับรับรับแรงในแนวตั้ง (หมายเลข 5)
- แผ่นโลหะสำหรับให้แรงกด (หมายเลข 6)
- มาตรฐานวัดการเคลื่อนตัวด้านบนและด้านล่างของแท่งซีเมนต์ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร (หมายเลข 7 และ 8)
- แท่งตัวอย่างซีเมนต์ที่อุดในเกลียวหิน (หมายเลข 9)
- แท่งตัวอย่างเกลียวหินรูปทรงกระบอกเจาะรูตรงกลาง (หมายเลข 10)
- แท่งโลหะทรงกระบอกขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งซีเมนต์ (หมายเลข 11)
- แท่งโลหะทรงกระบอกสำหรับให้แรงกดในแนวแกน (หมายเลข 12)
- มาตรฐานวัดการเคลื่อนตัวด้านบนของแท่งตัวอย่างเกลียวหินความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร (หมายเลข 13)



รูปที่ 6.1 การติดตั้งเครื่องมือทดสอบ Push-out ประกอบด้วย 1) Steel plate 2) Steel plate with a slit 3) Square steel plate 4) Section for bottom displacement transfer 5) Vertical steel bar 6) Loading platen 7-8) Bottom and top dial gages 9) Cement plug 10) Rock salt sample 11) Steel cylinder 12) Axial bar และ 13) Vertical rock displacement gages (ปรับเปลี่ยนจาก Akun and Daemen, 1999)

รูปที่ 6.2 แสดงการติดตั้งตัวอย่างหินและอุปกรณ์การทดสอบที่พร้อมสำหรับการทดสอบแรงเฉือนแบบ Push-out

6.3 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out

การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบ Push-out เพื่อหาค่ากำลังเฉือนสูงสุดระหว่างเกลือหินและแท่งตัวอย่างซีเมนต์ผสมน้ำเกลือที่อุดอยู่ในแท่งเกลือหินมีขั้นตอนดังนี้

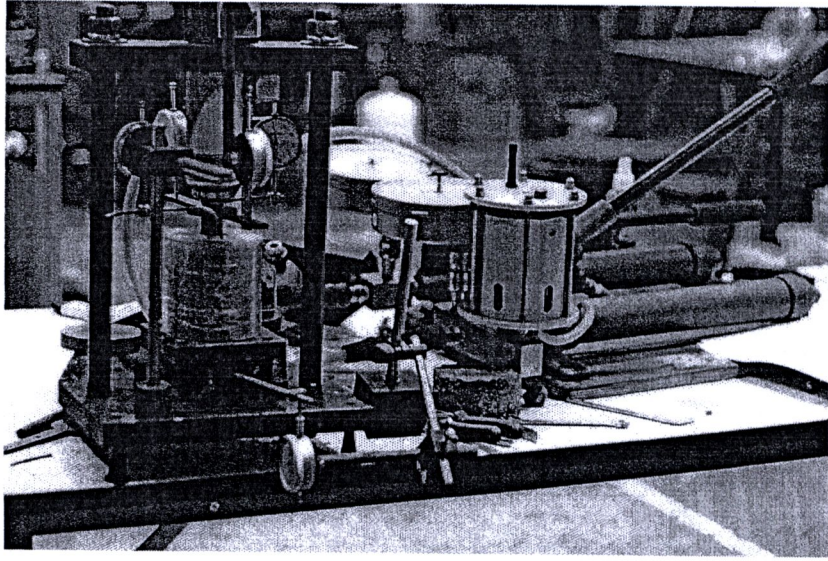
- 1) ประกอบชุดอุปกรณ์พร้อมติดตั้งตัวอย่างที่ต้องการทดสอบเข้ากับชุดอุปกรณ์สำหรับการทดสอบกำลังเฉือน โดยมีการให้แรงกดตามแนวตั้งเพียงแกนเดียว ดังรูปที่ 6.3
- 2) ติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวตั้งอย่างน้อย 2 ตัว เพื่อตรวจวัดระยะการยุบตัวตามแรงกดในแนวตั้งของกระบอกไฮดรอลิค
- 3) ติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวตั้งอย่างน้อย 2 ตัว เพื่อตรวจวัดระยะการยุบของผิวแท่งตัวอย่างเกลือหินด้านบน
- 4) ติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวตั้งอย่างน้อย 1 ตัว เพื่อตรวจวัดระยะการเคลื่อนตัวของแท่งซีเมนต์ด้านล่าง
- 5) ให้ความเค้นตามแนวแกนด้วยแม่แรงไฮดรอลิคแล้วทำการอ่านค่าการเคลื่อนตัวทั้ง 3 ตำแหน่งข้างต้นและจดบันทึกค่าไปพร้อมกัน อย่างต่อเนื่องจนถึงจุดที่เกิดความเค้นตามแนวแกนสูงสุด บันทึกค่าเพื่อนำไปคำนวณหาค่าการกระจายตัวของแรงเฉือนที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการให้ความเค้นตามแนวแกนอย่างต่อเนื่องอีกสักระยะหนึ่ง

ความเค้นสูงสุดตามแนวแกนสามารถคำนวณได้จากค่าแรงกดตามแนวแกนหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของผิวสัมผัสระหว่างแท่งกดโลหะและแท่งซีเมนต์ที่ใช้อุด

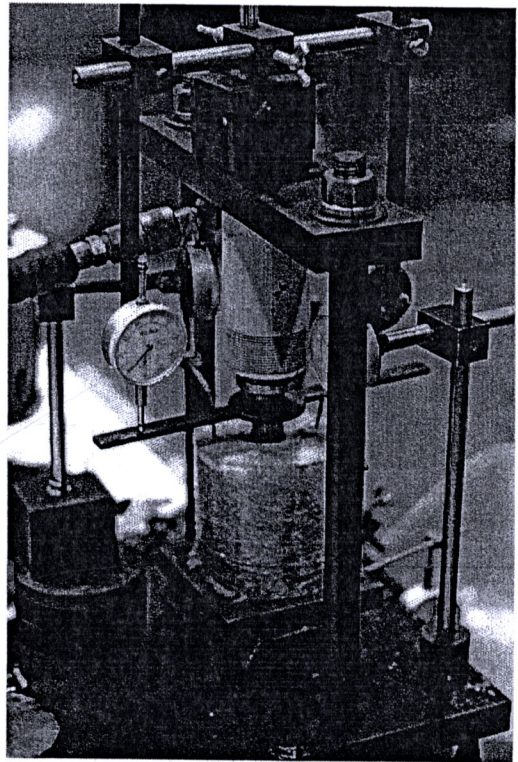
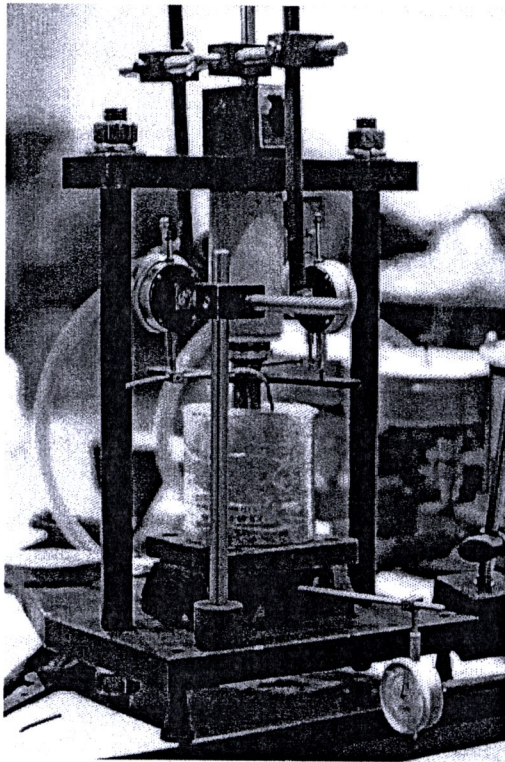
$$\sigma_{ax} = F/(\pi r^2) \quad (6.1)$$

โดยที่ F คือแรงกดสูงสุดตามแนวแกนที่จุดวิบัติ r คือรัศมีของแท่งซีเมนต์ที่ใช้อุด

ค่าการกระจายตัวของแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากการให้แรงกดตามแนวแบบ Push-out ในตัวอย่างระหว่างเกลือหินและแท่งซีเมนต์ที่อุดอยู่ในรูของแท่งเกลือหินสามารถคำนวณได้จากสมการ (Stormont and Deamen, 1983)



รูปที่ 6.2 แสดงการติดตั้งเครื่องมือทดสอบ Push-out



รูปที่ 6.3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดการเคลื่อนตัว

$$\tau_{av} = F/\pi D_i L_c \quad (6.2)$$

โดยที่ F คือแรงกดสูงสุดตามแนวแกนที่จุดวิบัติ D_i คือเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งซีเมนต์ที่ใช้ชุด และ L_c คือความยาวของแท่งซีเมนต์และตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่ามีการกระจายตัวของแรงเฉือนอย่างคงที่ (Uniform shear stress)

ผลการทดสอบทั้ง 8 ตัวอย่าง ได้สรุปรวมผลไว้ในตารางที่ 6.1 และแสดงผลการตรวจวัดการเคลื่อนตัวอย่างละเอียดของแท่งซีเมนต์ทั้งด้านบน-ด้านล่าง และการยุบตัวของผิว ตัวอย่างเกลียวหินด้านบนดังแสดงในตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบพบว่าค่ากำลังรับแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลียวมีค่าอยู่ระหว่าง 6.74–11.23 MPa ความเค้นในแนวแกนที่เกิดขึ้นสามารถแสดงในฟังก์ชันการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบนและด้านล่างตามรูปที่ 6.4 ถึงรูปที่ 6.11 และแท่งเกลียวหินตัวอย่างหลังการทดสอบแล้วแสดงดังรูปที่ 6.12

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out

Specimen No.	Demeter D_o , (mm)	Length L , (mm)	Hole Diameter D_i , (mm)	Top Hole Length L_h , (mm)	Cement Plug Length L_c , (mm)	Axial Load at Failure F , (kN)	Axial Stress at Failure σ_{ax} , (MPa)	Shear Strength τ_{av} , (MPa)
KB-09-02-PO-02-T	102.35	101.86	25.00	20.00	30.26	16.0	32.61	6.74
KB-09-02-PO-02-B	101.68	101.72	24.92	20.00	27.62	18.0	36.92	8.33
KB-09-02-PO-03-T	101.00	104.12	24.24	19.12	32.04	21.0	45.53	8.61
KB-09-02-PO-03-B	101.48	102.46	25.00	23.64	33.32	25.0	50.96	9.56
KB-09-02-PO-04-T	101.38	102.96	25.90	20.88	35.34	26.0	49.37	9.05
KB-09-02-PO-04-B	101.82	100.72	24.32	21.74	25.66	22.0	47.38	11.23
KB-09-02-PO-05-T	99.40	102.66	24.38	19.32	37.06	20.0	42.86	7.05
KB-09-02-PO-05-B	99.42	101.18	25.00	20.70	23.48	15.0	30.57	8.14

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out

Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.04	0.06	0.00	0.06	2.05	0.21	0.00	0.00
3.06	0.34	0.00	0.34	4.10	0.85	0.00	0.03
4.08	0.58	0.00	0.58	6.15	1.11	0.00	0.04
5.10	0.72	0.00	0.72	8.21	1.23	0.00	0.07
6.11	0.81	0.00	0.81	10.26	1.32	0.00	0.09
8.15	0.95	0.00	0.95	12.31	1.40	0.00	0.11
10.19	1.05	0.09	1.05	14.36	1.49	0.09	0.12
12.23	1.15	0.18	1.15	16.41	1.56	0.18	0.14
14.27	1.28	0.22	1.28	18.46	1.64	0.22	0.15
16.31	1.38	0.24	1.38	20.51	1.72	0.24	0.16
18.34	1.47	0.29	1.47	22.56	1.78	0.29	0.24
20.38	1.60	0.32	1.60	24.62	1.85	0.32	0.26
22.42	1.70	0.36	1.70	26.67	1.94	0.36	0.28
24.46	1.79	0.40	1.79	28.72	2.01	0.40	0.30
26.50	1.88	0.45	1.88	30.77	2.08	0.45	0.31
28.54	1.99	0.50	1.99	32.82	2.15	0.50	0.33
30.57	2.05	0.55	2.05	34.87	2.23	0.55	0.35
32.61	2.16	0.60	2.16	36.92	2.43	0.60	0.37
24.46	3.40	1.00	3.40	29.74	2.83	1.00	0.37
24.46	3.63	1.45	3.63	29.74	3.03	1.45	0.37
23.44	3.91	1.78	3.91	29.74	3.23	1.78	0.37

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
23.44	4.09	2.00	4.09	29.74	3.44	2.00	0.37
23.44	4.33	2.40	4.33	27.69	3.75	2.40	0.37
23.44	4.75	2.90	4.75	27.69	3.98	2.90	0.37
23.44	5.08	3.30	5.08	26.67	4.60	3.30	0.37
23.44	5.54	3.70	5.54	24.62	5.38	3.70	0.37
23.44	5.85	4.20	5.85	22.56	6.03	4.20	0.37
23.44	6.20	4.60	6.20	20.51	6.63	4.60	0.37
23.44	6.58	4.90	6.58	20.51	7.20	4.90	0.37
23.44	6.95	5.00	6.95	19.49	8.00	5.00	0.37
				16.41	8.85	5.47	0.37
				15.38	9.85	5.80	0.37
				14.36	10.48	6.20	0.37
				14.36	11.20	7.20	0.37
				14.36	12.00	7.80	0.37
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	N/A	0.00
2.17	0.21	0.00	0.00	2.04	0.14	N/A	0.00
4.34	0.66	0.00	0.00	4.08	0.84	N/A	0.00
6.50	1.25	0.00	0.00	6.11	1.14	N/A	0.00
8.67	1.44	0.00	0.01	8.15	1.28	N/A	0.01
10.84	1.58	0.00	0.02	10.19	1.43	N/A	0.03
13.01	1.69	0.00	0.04	12.23	1.53	N/A	0.04
15.18	1.79	0.00	0.05	14.27	1.63	N/A	0.05



ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
17.34	1.91	0.00	0.07	16.31	1.75	N/A	0.06
19.51	2.00	0.00	0.09	18.34	1.83	N/A	0.06
21.68	2.09	0.00	0.10	20.38	1.92	N/A	0.07
23.85	2.20	0.00	0.11	22.42	2.01	N/A	0.07
26.02	2.28	0.00	0.12	24.46	2.08	N/A	0.08
28.18	2.37	0.00	0.13	26.50	2.17	N/A	0.09
30.35	2.46	0.00	0.14	28.54	2.27	N/A	0.10
32.52	2.55	0.00	0.14	30.57	2.35	N/A	0.11
34.69	2.63	0.00	0.15	32.61	2.44	N/A	0.12
36.86	2.72	0.00	0.16	34.65	2.54	N/A	0.13
39.02	2.78	0.00	0.16	36.69	2.63	N/A	0.14
41.19	2.84	0.00	0.17	38.73	2.75	N/A	0.15
43.36	2.93	0.00	0.18	40.76	2.82	N/A	0.16
45.53	3.03	0.00	0.18	42.80	2.92	N/A	0.17
43.36	3.23	0.30	0.18	44.84	3.04	N/A	0.18
34.69	3.46	0.35	0.18	46.88	3.15	N/A	0.19
39.02	3.60	0.50	0.18	48.92	3.29	N/A	0.20
39.02	3.76	0.60	0.18	50.96	3.45	N/A	0.21
39.02	4.01	1.00	0.18				
39.02	4.29	1.20	0.18				
39.02	4.71	1.50	0.18				
39.02	5.42	2.10	0.18				

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
39.02	5.87	2.50	0.18				
37.94	6.70	3.20	0.18				
35.77	7.39	4.00	0.18				
34.69	7.81	4.10	0.18				
32.52	8.37	4.40	0.18				
32.52	9.04	5.00	0.18				
31.44	9.82	5.30	0.18				
30.35	10.43	-	0.18				
30.35	11.09	-	0.18				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.90	0.26	0.00	0.00	2.15	0.15	0.00	0.00
3.80	0.85	0.00	0.00	4.31	0.61	0.00	0.01
5.70	1.07	0.00	0.01	6.46	0.82	0.00	0.05
7.60	1.25	0.00	0.04	8.62	0.98	0.00	0.07
9.50	1.38	0.00	0.06	10.77	1.13	0.00	0.13
11.39	1.49	0.00	0.08	12.92	1.25	0.00	0.17
13.29	1.61	0.15	0.10	15.08	1.35	0.00	0.21
15.19	1.71	0.20	0.12	17.23	1.45	0.00	0.22
17.09	1.79	0.25	0.13	19.38	1.53	0.00	0.26
18.99	1.88	0.30	0.14	21.54	1.62	0.15	0.28
20.89	1.97	0.35	0.15	23.69	1.69	0.15	0.30
22.79	2.06	0.40	0.16	25.85	1.76	0.15	0.32

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

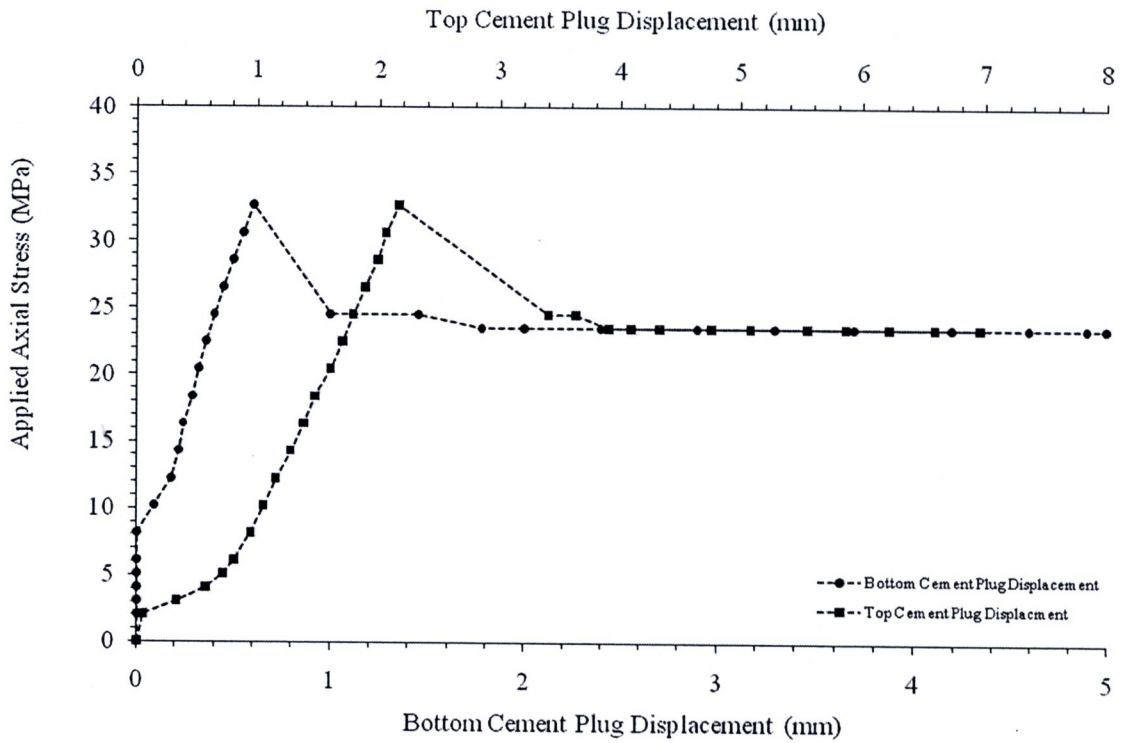
Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
24.69	2.15	0.45	0.17	28.00	1.84	0.15	0.33
26.59	2.22	0.45	0.18	30.15	1.91	0.15	0.35
28.49	2.29	0.50	0.19	32.31	1.98	0.25	0.37
30.38	2.38	0.53	0.20	34.46	2.06	0.25	0.38
32.28	2.44	0.55	0.20	36.61	2.13	0.25	0.39
34.18	2.51	0.58	0.21	38.77	2.22	0.30	0.40
36.08	2.58	0.60	0.21	40.92	2.31	0.30	0.41
37.98	2.64	0.65	0.21	43.08	2.40	0.30	0.41
39.88	2.73	0.68	0.22	45.23	2.50	0.38	0.47
41.78	2.81	0.70	0.22	47.38	2.70	0.70	0.52
43.68	2.91	0.75	0.22	45.23	2.98	0.80	0.57
45.58	3.01	0.78	0.22	46.31	3.28	1.05	0.65
47.48	3.11	0.85	0.22	45.23	3.41	1.20	0.71
49.37	3.24	0.95	0.23	38.77	3.93	1.30	1.08
47.48	4.15	3.00	0.14	36.61	4.28	2.10	1.21
47.48	4.69	4.10	0.14	35.54	4.55	2.40	1.35
47.48	5.20	5.00	0.13	34.46	4.71	2.60	1.42
28.49	6.25	6.00	0.12	34.46	4.92	2.80	1.54
26.59	6.88	8.00	0.12	34.46	5.14	3.00	1.64
				34.46	5.33	3.40	1.76
				34.46	5.94	3.70	2.04
				34.46	6.37	4.40	2.30

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

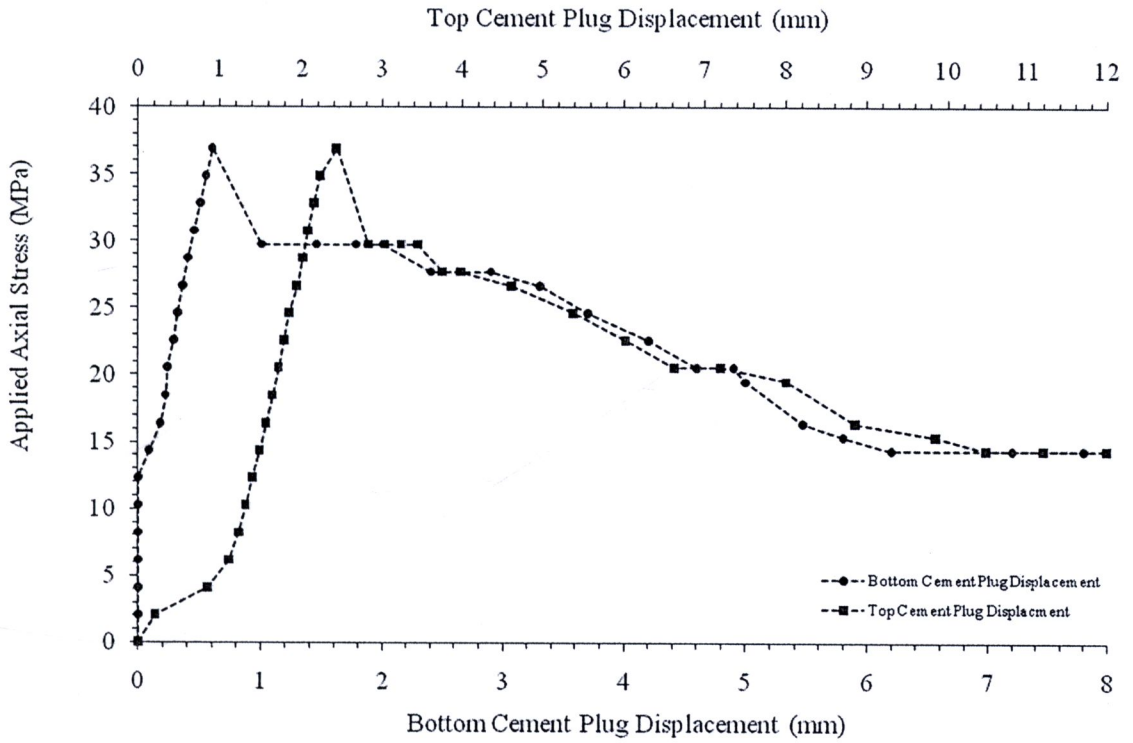
Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
				32.31	7.06	5.00	2.67
				30.15	7.55	5.50	2.89
				28.00	8.52	6.40	3.41
				25.85	9.21	7.20	3.74
				23.69	10.11	8.20	4.24
				17.23	10.95	9.30	4.77
				15.08	12.08	10.20	5.22
				11.85	12.98	10.50	5.61
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.14	0.13	0.00	0.00	2.04	0.38	0.00	0.01
4.29	0.48	0.00	0.00	4.08	0.90	0.00	0.06
6.43	0.89	0.00	0.02	6.11	1.19	0.05	0.13
8.57	0.97	0.00	0.02	8.15	1.36	0.05	0.19
10.72	1.08	0.00	0.03	10.19	1.52	0.15	0.24
12.86	1.16	0.00	0.06	12.23	1.69	0.15	0.30
15.00	1.23	0.00	0.06	14.27	1.80	0.30	0.34
17.15	1.30	0.00	0.06	16.31	1.92	0.30	0.37
19.29	1.36	0.00	0.07	18.34	2.03	0.30	0.41
21.43	1.41	0.00	0.09	20.38	2.13	0.30	0.44
23.58	1.47	0.00	0.10	22.42	2.23	0.45	0.47
25.72	1.52	0.00	0.11	24.46	2.31	0.45	0.49
27.86	1.57	0.00	0.11	26.50	2.43	0.45	0.52

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบกำลังเฉือนแบบ Push-out (ต่อ)

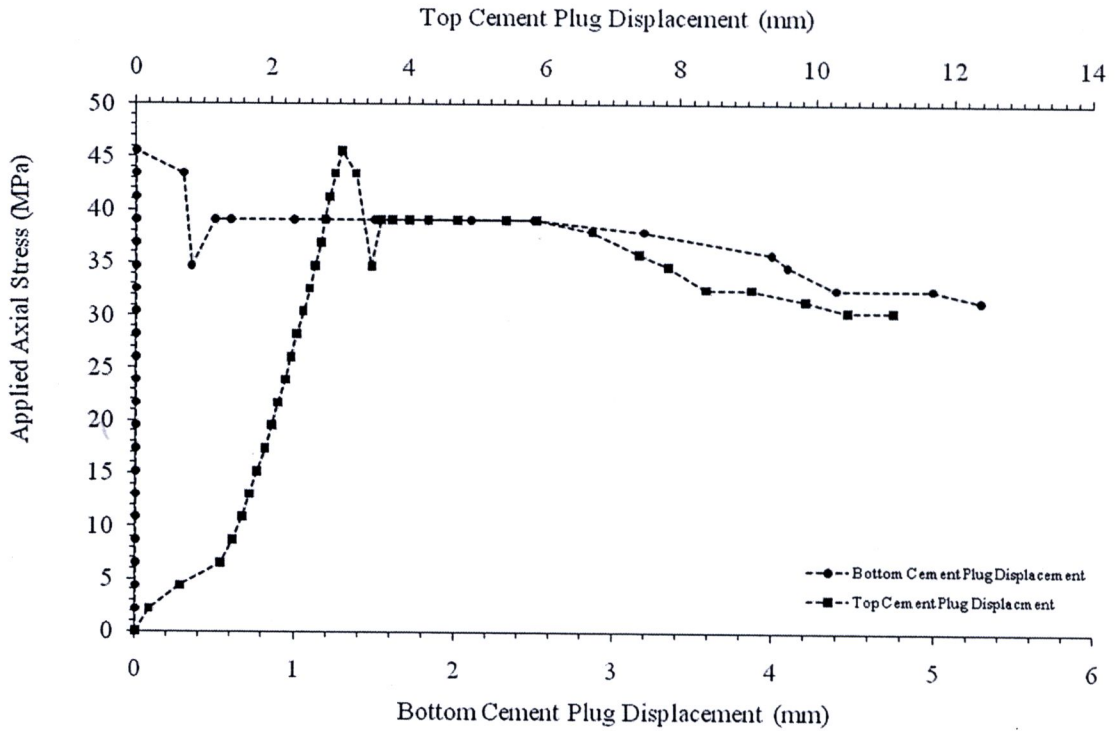
Specimen No.							
KB-09-02-PO-02-T				KB-09-02-PO-02-B			
Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)	Applied Axial Stress (MPa)	Top Cement Plug Displace- ment (mm)	Bottom Cement Plug Displace- ment (mm)	Vertical Rock Displace- ment (mm)
30.00	1.60	0.00	0.12	28.54	2.52	0.45	0.54
32.15	1.68	0.00	0.13	30.57	2.62	0.55	0.56
34.29	1.74	0.00	0.13	28.54	2.79	2.00	0.56
36.43	1.78	0.00	0.14	24.46	3.12	2.20	0.56
38.58	1.84	0.00	0.14	24.46	3.25	2.60	0.56
40.72	1.90	0.00	0.15	22.42	3.60	3.00	0.56
42.86	1.96	0.00	0.15	20.38	4.16	3.40	0.56
23.58	2.05	0.45	0.16	20.38	4.51	4.00	0.56
25.72	2.30	0.91	0.23	20.38	5.10	4.20	0.56
25.72	2.56	1.05	0.23	18.34	5.58	4.60	0.56
23.58	2.76	1.22	0.23	18.34	5.74	5.00	0.56
23.58	2.95	1.40	0.23	18.34	6.08	5.40	0.56
23.58	3.25	1.65	0.23	18.34	6.54	5.50	0.56
23.58	3.50	2.00	0.23	16.31	7.20	5.50	0.56
23.58	3.88	2.50	0.22	16.31	7.85	6.00	0.56
23.58	4.13	2.75	0.22	14.27	9.04	7.00	0.56
21.43	4.78	3.30	0.20				
21.43	5.15	3.70	0.19				
21.43	5.58	4.00	0.19				
19.29	5.93	4.25	0.18				
19.29	11.20	4.90	0.17				



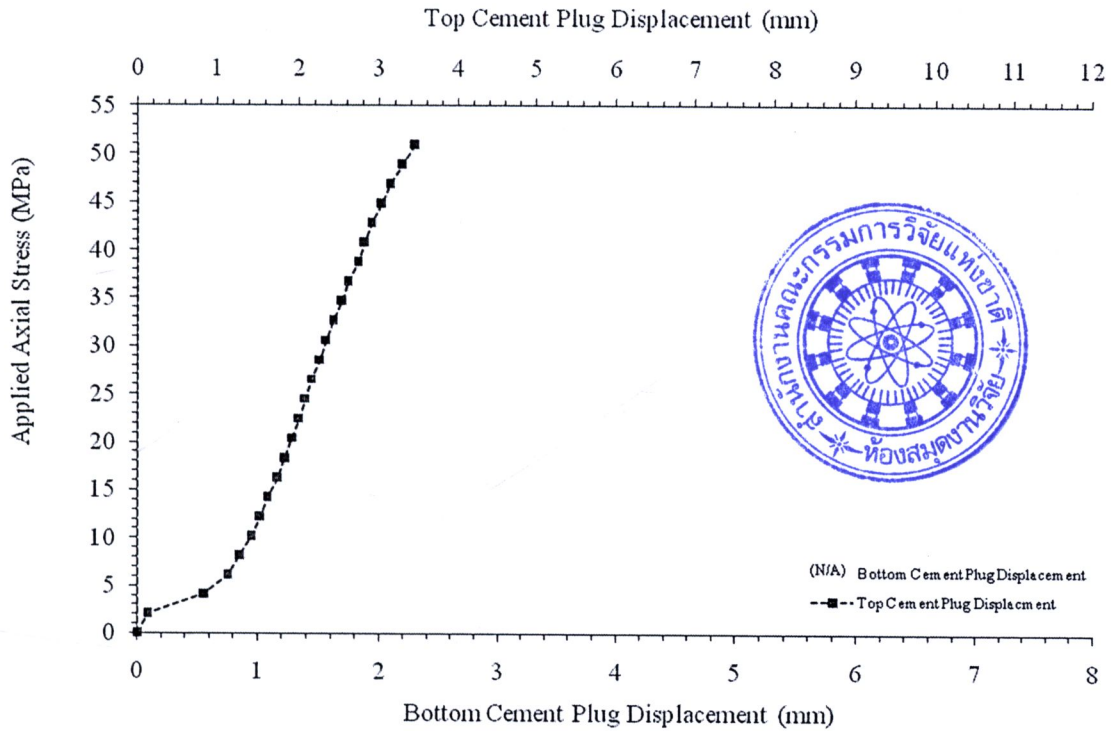
รูปที่ 6.4 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-02-T



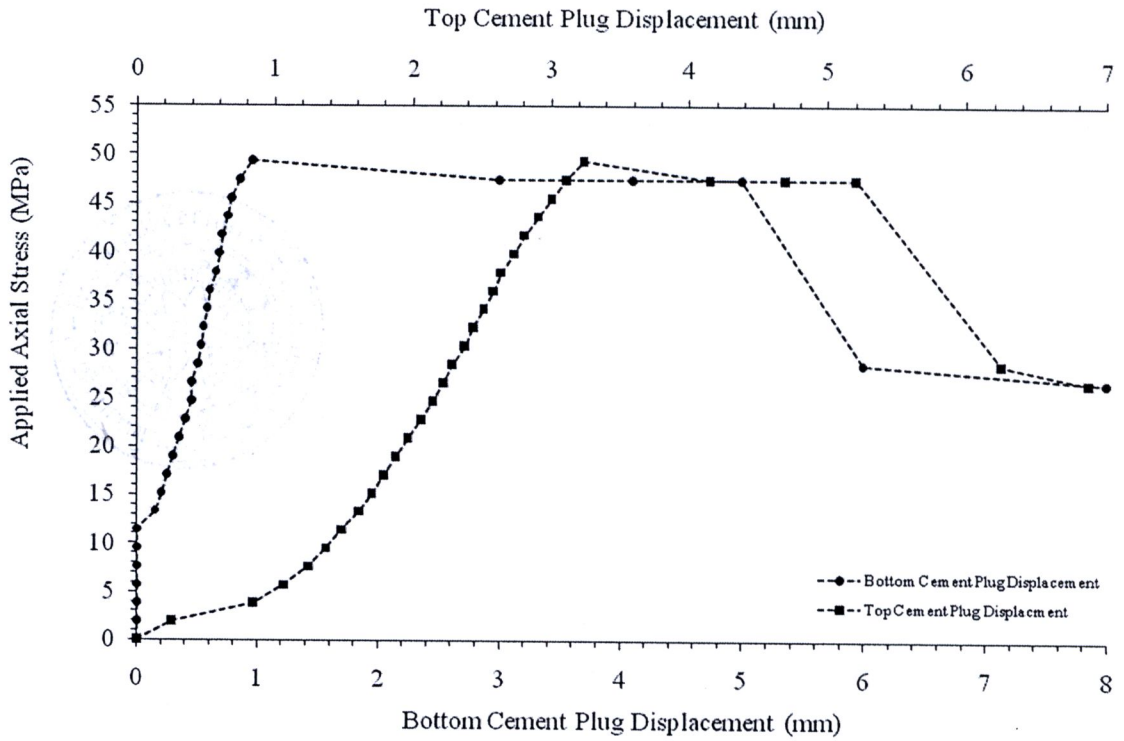
รูปที่ 6.5 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-02-B



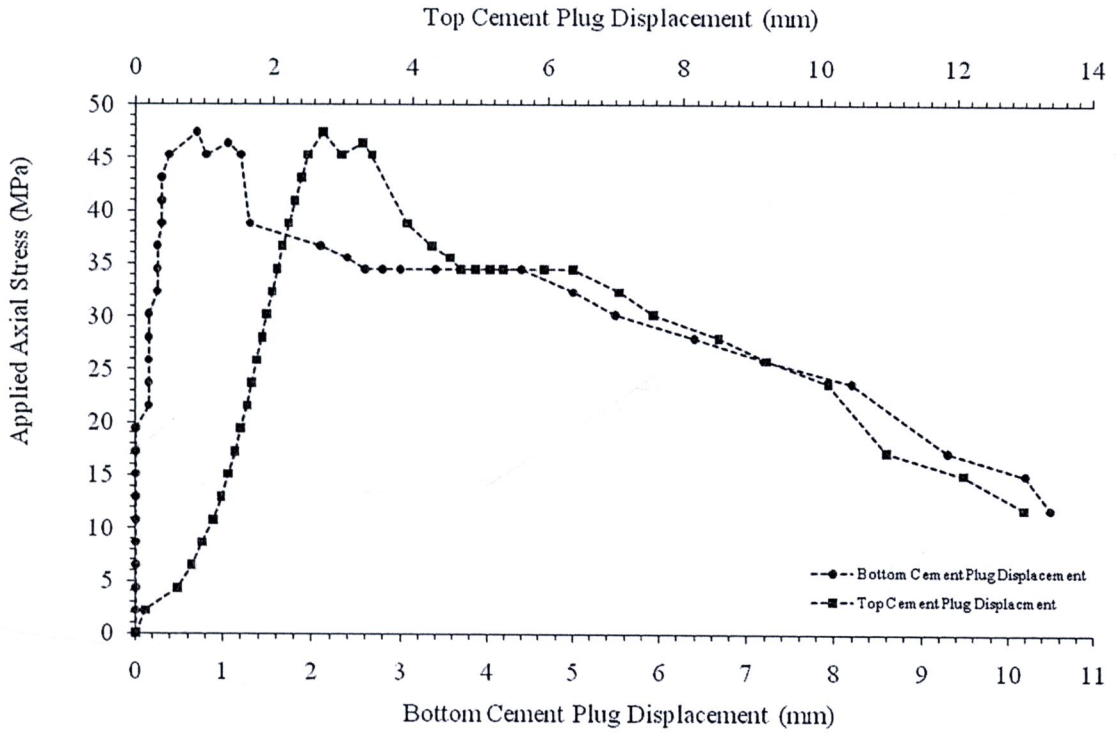
รูปที่ 6.6 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอัดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-03-T



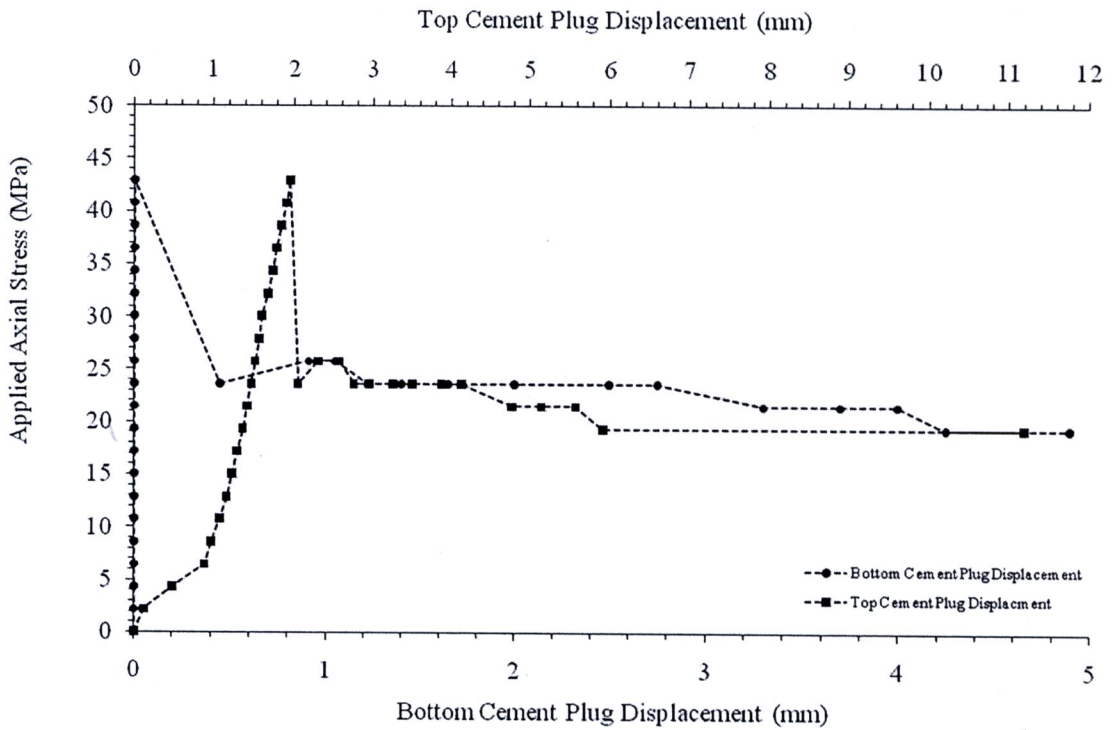
รูปที่ 6.7 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลียวในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-03-B



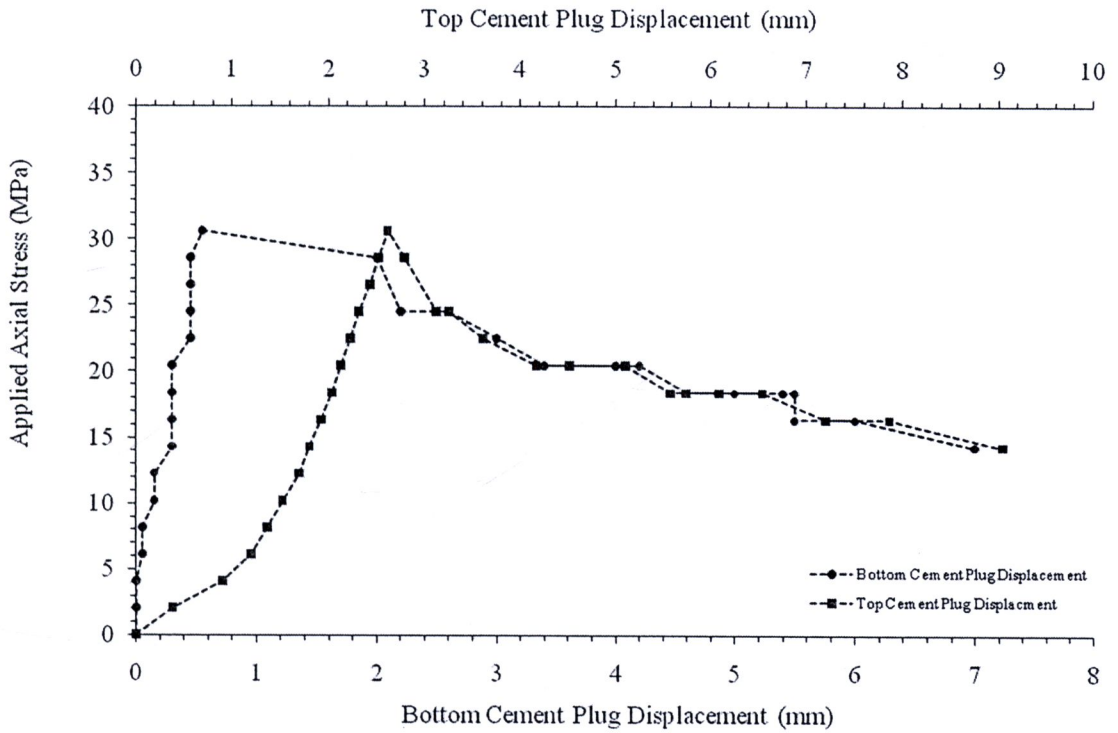
รูปที่ 6.8 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-04-T



รูปที่ 6.9 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอัดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-04-B



รูปที่ 6.10 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลือในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-05-T



รูปที่ 6.11 ผลการทดสอบ Push-out ระหว่างเกลียวหินและซีเมนต์ผสมน้ำเกลียวในการอุดหลุมเจาะ โดยความเค้นในแนวแกนแสดงในฟังก์ชันของการเคลื่อนตัวของแท่งตัวอย่างซีเมนต์ในตำแหน่งด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) ของตัวอย่าง KB-09-02-PO-05-B



รูปที่ 6.12 ตัวอย่างเกลียวหินหลังการทดสอบ Push-out

