

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ชนิดของฐานรากดิน	5
2	ลักษณะการกระจายตัวของแรงดันดินเนื่องจากการรับน้ำหนักแบบตรงศูนย์	7
3	แรงดันดินและการทรุดตัวของฐานรากแบบ Perfectly Flexible	8
4	แรงดันดินและการทรุดตัวใต้ฐานรากแบบ Perfectly Rigid	9
5	แรงดันดินใต้ฐานรากที่วางบนดินเหนียวและดินทราย	9
6	แรงดันดินที่สภาวะการรับน้ำหนักขนาดต่างๆ	10
7	แรงดันดินที่ค่า Rigidity ต่างกัน	10
8	ความเค้นสัมผัสใต้ฐานรากแบบ Perfectly Flexible และ Perfectly Rigid	11
9	การแผ่ความเค้นสัมผัสของฐานรากชนิดเกร็ง	11
10	ลักษณะของการพิบัติแบบต่างๆ	13
11	ลักษณะการพิบัติในทรายที่ระดับความแน่นสัมพัทธ์ต่างๆ	15
12	การเปลี่ยนแปลงสภาพของมวลดินในชั้นดินฐานรากภายใต้การเพิ่มน้ำหนักบรรทุก	16
13	ระนาบการวิบัติและสภาวะของหน่วยแรง ณ จุดที่พิจารณาในส่วนของมวล ADC เสนอ โดย Prandtl	17
14	ลักษณะการวิบัติในการหาผลเฉลยแบบวิธี Limit Equilibrium	20
15	รูปแบบผิววิบัติที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี Limit Equilibrium ที่ดินมีค่า $\phi = 0$	23
16	พฤติกรรมการวิบัติของผิววิบัติรูปวงกลม	25
17	พฤติกรรมการวิบัติของ Sliding Rigid Blocks	27
18	พฤติกรรมการวิบัติรูปผิวโค้งรัศมี R	28
19	ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนบล็อกลูกสามเหลี่ยมกับบล็อกรูปพัด	29
20	การแบ่งมวลเพื่อพิจารณาหน่วยแรงในมวลดินและค่าหน่วยแรงในวงกลมมอร์ กรณีแบ่งมวลดินเป็นสองส่วน	31
21	การแบ่งมวลเพื่อพิจารณาหน่วยแรงในมวลดินโดยแบ่งออกเป็น 3 จุด	32
22	หน่วยแรงกรณีพิจารณามวลออกเป็น 3 จุดที่พิจารณาในวงกลมมอร์	32
23	การแบ่งมวลเพื่อพิจารณาหน่วยแรงในมวลดินโดยแบ่งออกเป็นมุม $d\theta$	33
24	หน่วยแรง ณ จุดที่พิจารณาในวงกลมมอร์กรณีแบ่งพิจารณามวลเป็นมุม $d\theta$	34

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	พฤติกรรมการวิบัติของดินใต้ฐานรากแบบ Strip Footing	37
26	รูปลิ่มแรงดันดินในการหาค่ากำลังรับน้ำหนักของ Rankine	40
27	ลักษณะการพิบัติของฐานรากตามนิยามของ Fellenius	42
28	ลักษณะการพิบัติของฐานรากตามนิยามของ Terzaghi	43
29	ค่าตัวประกอบความสามารถรับน้ำหนักของดินของ Terzaghi	46
30	ลักษณะการพิบัติของฐานรากตามนิยามของ Meyerhof	47
31	ค่าตัวประกอบรูปร่างความลึก และความเอียงของน้ำหนักบรรทุกของ Meyerhof	48
32	ค่าของตัวประกอบความสามารถรับน้ำหนัก N_c , N_q และ N_γ ของ Meyerhof	49
33	ค่าตัวประกอบความสามารถรับน้ำหนักของดินสำหรับใช้ในสมการของ Hansen	50
34	ตัวประกอบรูปร่าง ความลึก ความเอียงของน้ำหนักบรรทุก ความเอียงของ ฐานราก ความเอียงของลาดดิน ที่เสนอโดย Hansen	51
35	ค่าตัวประกอบความสามารถรับน้ำหนักของดินสำหรับใช้ในสมการของ Vesic	52
36	ค่าตัวประกอบรูปร่างความลึก และความเอียงของดินในสมการของ Vesic	53
37	หน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนแต่ละระนาบของมวลสี่เหลี่ยมลูกบาศก์	55
38	หน่วยแรงที่กระทำต่อมวลสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ในสถานะสมดุล กรณี 3 มิติ	56
39	หน่วยแรงที่กระทำต่อมวลสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ในสถานะสมดุล กรณี 2 มิติ	58
40	การเปลี่ยนแปลงความยาวของอิเลเมนต์เมื่อมี load มากกระทำ	58
41	การเปลี่ยนแปลงมุมของอิเลเมนต์เมื่อมี load มากกระทำ	59
42	Displacement Gradient ของ Normal Strain	59
43	Displacement Gradient ของ Shear Strain	61
44	การเปลี่ยนแปลงความเครียดของแท่งมวลในแต่ละทิศทางเมื่อมีความเค้นกระทำ	65
45	การกำหนดเงื่อนไขขอบเขตของปัญหา	67
46	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของวัสดุ	68
47	ความสัมพันธ์ระหว่าง Yield Criteria กับ Plastic Strain ที่เกิดขึ้น	69
48	การแบ่งของเขตปัญหาเป็นพื้นที่เล็กๆ	73
49	อิเลเมนต์ชนิดต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ	73
50	การเคลื่อนที่ของจุดมุมของแต่ละอิเลเมนต์	74

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
51	ความสำคัญของเงื่อนไขขอบเขตที่มีผลต่อการหาผลเฉลยของระบบสมการ	75
52	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและการทรุดตัวที่ขนาดของปัญหาขนาดต่างๆ	79
53	อิทธิพลของค่าความเค้นแนวตั้งของขอบเขตปัญหาที่ระยะ $X = 0$ ม., 10 ม., 20 ม., 30 ม., 40 ม., 50 ม., 60 ม., 70 ม., 80 ม., 90 ม. และ 100 ม.	80
54	ขนาดของปัญหาที่ใช้ในการวิจัย	83
55	การกระจายความละเอียดของโครงข่าย	84
56	ตำแหน่งที่ควรพิจารณาขนาดของอีลิเมนต์ให้มีขนาดเล็กหรือความหนาแน่นสูง	85
57	การกำหนดความละเอียดของโครงข่ายที่ใช้ในงานวิจัย	86
58	แบบจำลอง Mohr-Coulomb Model	87
59	การจำลองรูปแบบปัญหาการวิเคราะห์กรณีฐานรากวางที่ระดับผิวดินหรือ $D/B = 0$	98
60	การจำลองรูปแบบปัญหาการวิเคราะห์กรณีฐานรากวางที่ $D/B = 0.5, 1, 2$	99
61	แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์สำหรับดินทราย	100
62	แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์สำหรับดินเหนียว	101
63	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	117
64	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 0.5	117
65	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	118
66	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความลึกเท่ากับ 2	118
67	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	119
68	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 0.5	119
69	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
70	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 2	120
71	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	121
72	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 0.5	121
73	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้างเท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	122
74	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 2	122
75	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้าง 1 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	129
76	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้าง 2 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	130
77	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินเหนียว กรณีฐานรากกว้าง 3 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	131
78	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวและกำลังแบกทานของดิน ณ แต่ละสภาวะของดินเหนียว	132
79	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	136
80	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0.5	136
81	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	137
82	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 1 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 2	137

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
83	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	138
84	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0.5	138
85	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	139
86	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 2 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 2	139
87	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0	140
88	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 0.5	140
89	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 1	141
90	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับกำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง เท่ากับ 3 ม. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เท่ากับ 2	142
91	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง 1 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	149
92	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง 2 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	150
93	กราฟการทรุดตัวและค่ากำลังแบกทานของดินทราย กรณีฐานรากกว้าง 3 ม. เปรียบเทียบที่ค่าความแข็งแรงของดินต่างๆและที่ค่า D/B ต่างๆ	151
94	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวและกำลังแบกทานของดิน ณ แต่ละสภาวะของดินทราย	152
95	การขยายภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอในการวิจัยครั้งนี้	155
96	Relative Shear Stress ที่สภาวะต่างๆ ของดิน กรณีที่ $D/B = 0$	156
97	Relative Shear Stress ที่สภาวะต่างๆของดิน กรณีที่ $D/B > 0$	157

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
98	เวกเตอร์ Total Incremental Displacement ของดินที่สภาวะต่างๆ กรณี $D/B = 0$	158
99	เวกเตอร์ Total Incremental Displacement ของดินที่สภาวะต่างๆ กรณี $D/B > 0$	159
100	เปรียบเทียบการเคลื่อนตัวของดินทรายใต้ฐานราก ณ จุดวิบัติ ระหว่างค่า Roughness ของฐานรากแบบ Rough กับ Smooth (กรณีดิน = Loose Sand, $B = 1$ ม., $D/B = 0$)	162
101	เปรียบเทียบการเคลื่อนตัวของดินเหนียวใต้ฐานราก ณ จุดวิบัติ ระหว่างค่า Roughness ของฐานรากแบบ Rough กับ Smooth (กรณีดิน = Soft Clay, $B = 1$ ม., $D/B = 0$)	162
102	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของ Medium Clay ที่สภาวะต่างๆ กรณีที่ $D/B = 0$	163
103	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของ Medium Clay ที่สภาวะต่างๆ กรณีที่ $D/B = 0.5$	164
104	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของ Medium Clay ที่สภาวะต่างๆ กรณีที่ $D/B = 1$	165
105	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของ Medium Clay ที่สภาวะต่างๆ กรณีที่ $D/B = 2$	166
106	Total Incremental Displacement ของ Medium Clay กรณีที่ $D/B = 0$	167
107	Total Incremental Displacement ของ Medium Clay กรณีที่ $D/B = 0.5$	168
108	Total Incremental Displacement ของ Medium Clay กรณีที่ $D/B = 1$	169
109	Total Incremental Displacement ของ Medium Clay กรณีที่ $D/B = 2$	170
110	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินเหนียวระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 1 เมตร	173
111	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินเหนียวระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 2 เมตร	173
112	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินเหนียวระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 3 เมตร	173
113	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินทรายระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 1 เมตร	174
114	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินทรายระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 2 เมตร	174

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
115	เปรียบเทียบระนาบการวิบัติของดินทรายระหว่าง FEM กับ Prandtl Mechanism กรณีฐานรากกว้าง 3 เมตร	174
116	ระนาบการวิบัติของดินเหนียวจาก FEM ที่ความกว้างฐานราก 1 ม., 2 ม. และ 3 ม.	175
117	ระนาบการวิบัติของดินทรายจาก FEM ที่ความกว้างฐานราก 1 ม., 2 ม. และ 3 ม.	177
ภาพผนวกที่		
ข1	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของดินทราย กรณีที่ $D/B = 0$	214
ข2	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของดินทราย กรณีที่ $D/B = 0.5$	215
ข3	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของดินทราย กรณีที่ $D/B = 1$	216
ข4	เวกเตอร์การเคลื่อนตัวของดินทราย กรณีที่ $D/B = 2$	217
ข5	Total Incremental Displacement ของ Medium Sand กรณีที่ $D/B = 0$	218
ข6	Total Incremental Displacement ของ Medium Sand กรณีที่ $D/B = 0.5$	219
ข7	Total Incremental Displacement ของ Medium Sand กรณีที่ $D/B = 1$	220
ข8	Total Incremental Displacement ของ Medium Sand กรณีที่ $D/B = 2$	221
ค1	ความเค้นสัมผัสของดินทรายแบบผิวสัมผัสแบบขรุขระและแบบราบเรียบ	222
ค2	ความเค้นสัมผัสของดินเหนียวแบบผิวสัมผัสแบบขรุขระและแบบราบเรียบ	223