

目錄

頁次

中文摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
目錄.....	v
表目錄.....	viii
圖目錄.....	x
第一章 前言.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究內容與方法.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 軟弱岩石之概述.....	6
2.1.1 軟岩的形成與定義.....	6
2.1.2 軟岩的特性與工程性質.....	10
2.1.3 台灣中北部軟砂岩簡介.....	13
2.2 人造軟岩.....	16
2.2.1 人造膠結不良砂岩模擬材料的條件.....	17
2.2.2 人造膠結不良砂岩製作方法與成果.....	19
2.2.3 模型相似律.....	27
2.3 相關承載實驗文獻選顧.....	28
2.4 岩石基礎之概述.....	43
2.4.1 岩石端面淺基礎可能的破壞模式.....	43
2.4.2 岩石邊坡淺基礎可能的破壞模式.....	46
2.5 土壤和岩石承載力分析方法.....	48

2.5.1	土壤基礎端面承載力理論分析	48
2.5.2	岩石基礎端面承載力理論分析	60
2.5.3	淺基礎位於土壤邊坡上及坡頂之承載力理論分析	68
2.5.4	淺基礎位於岩石邊坡上及坡頂之承載力理論分析	77
第三章	研究方法	88
3.1	實驗設備	89
3.1.1	製作試體設備	89
3.1.2	模型承載試驗設備	93
3.2	人造膠結不良砂岩的製作	96
3.2.1	人造膠結不良砂岩材料的組成	96
3.2.2	人造膠結不良砂岩製作方法與流程	98
3.2.3	模型相似律檢核	107
3.3	模型淺基礎承載試驗	109
3.3.1	試驗儀器之架設	109
3.3.2	試驗方法與流程	113
第四章	試驗結果	117
4.1	模型相似律的檢核	117
4.1.1	基本物性	117
4.1.2	基本力學性質	119
4.2	模型基礎承載試驗結果	131
4.2.1	水平地表	135
4.2.2	傾斜地表 10 度邊坡	140
4.2.3	傾斜地表 20 度邊坡	145
4.2.4	傾斜地表 30 度邊坡	150
4.3	破壞機制探討	155
4.3.1	破壞形式	155

4.3.2 破壞機制.....	164
4.4 試驗結果與現有成果比較	173
4.4.1 試驗結果與理論分析或經驗公式比較.....	173
4.4.2 試驗結果與相關研究比較.....	178
第五章 結論與建議.....	180
5.1 結論.....	180
5.2 建議.....	182
參考文獻.....	183
附錄 試驗完後體試體之觀察.....	192



表目錄

表 2.1	台灣西部麓山帶第三紀及更新世地層對比表(何春蓀, 1986).....	13
表 2.2	相關研究人造軟岩列表.....	19
表 2.2	Indrartna 製作之人造軟岩性質一覽表(Indrartna, 1990)	21
表 2.3	Gu et al.製作之人造軟岩與天然軟岩性質比較 (Gu et al., 1993).....	22
表 2.4	人造岩體物理及力學性質(王乙翕, 2000).....	24
表 2.6	劉英助承載試驗之結果與條件(劉英助, 2002).....	26
表 2.7	廖智偉承載試驗之結果與條件(廖智偉, 2003).....	26
表 2.8	基礎位於邊坡頂部之 N'_c 、 N'_q (Bowles, 1989)	72
表 2.9	基礎位於邊坡頂部之 N'_c 、 N'_q (Bowles, 1989)	72
表 2.10	不同基礎深度、位置，各承載因數之剪力發揮度 m ($\Phi=40^\circ$) (Saran, 1989)	75
表 3.1	分階加載的目標荷重和對應的時間.....	100
表 3.2	人造膠結不良砂岩製作之條件及數目對照表.....	105
表 3.3	本研究材料和建築用混凝土之彈性模數值.....	110
表 4.1	本研究人造膠結不良岩樣與天然軟岩及相關研究物性試驗比較	118
表 4.2	單壓強度試驗結果比較一覽表.....	122
表 4.3	人造膠結不良砂岩試體巴西試驗結果一覽表.....	124
表 4.4	人造軟岩之張力強度結果比較表.....	124
表 4.5	本研究乾躁三軸試驗結果一覽表.....	125
表 4.6	本研究之模型相似律檢核.....	130
表 4.7	軟岩無因次項範圍 (鄭富書, 1995)	130
表 4.8	本研究淺基礎承載試驗之結果與條件.....	133

表 4.9	不同邊坡傾角的極限承载力比較.....	134
表 4.10	水平地表基腳發生第一條裂縫的時間及對應基腳沉陷量	135
表 4.11	水平地表試體承载力值.....	138
表 4.12	傾斜地表 10 度邊坡基腳發生第一條裂縫的時間及對應基腳沉陷量	140
表 4.13	10 度邊坡承载力值.....	141
表 4.14	傾斜地表 20 度邊坡基腳發生第一條裂縫的時間及對應基腳沉陷量	145
表 4.15	20 度邊坡承载力值.....	146
表 4.16	傾斜地表 30 度邊坡基腳發生第一條裂縫的時間及對應基腳沉陷量	150
表 4.17	30 度承载力值.....	151
表 4.18	相關試驗材料參數.....	173
表 4.19	本研究與各理論分析預測之極限承载力比較.....	174
表 4.20	本研究與 Serrano & Olalla (1994) 所預測之極限承载力的比較 ..	175
表 4.21	本研究與美國海軍總部手冊中所預測之極限承载力的比較	176
表 4.22	相關試驗研究之極限承载力比較表.....	179

圖目錄

圖 1.1	本研究承載試驗示意圖	2
圖 1.2	研究流程示意圖	4
圖 2.1	國際岩石力學協會 ISRM(1981)建議之大地材料分類方法	5
圖 2.2	軟弱岩石成因示意圖(Dobereiner et al., 1986)	7
圖 2.3	岩石材料依單壓強度之分級圖(Bieniawski, 1984)	9
圖 2.4	ISRM(1981)建議之大地材料單壓強度分類分級圖(Johnston, 1993)	9
圖 2.5	模擬材料簡單分類(Stimpson, 1970)	18
圖 2.6	Johnston and Choi 製作人造軟岩之單壓與巴西試驗結果(Johnston and Choi, 1986)	20
圖 2.7	Indrartna 製作之人造軟岩單壓與三軸試驗結果(Indrartna, 1990)	21
圖 2.8	直徑 300mm 試體之模具示意圖(Johnston and Choi, 1986)	28
圖 2.9	Johnston 加載荷重與位移的關係圖(Johnston and Choi, 1986)	29
圖 2.10	立體對影像分析之破壞機制(Johnston and Choi, 1986)	30
圖 2.11	基礎承載試驗儀器架設示意圖(卿建業, 1995)	31
圖 2.12	不同階段之基礎破壞現象(卿建業, 1995)	32
圖 2.13	製作試體設備圖(王乙翕, 2000)	33
圖 2.14	基礎試驗箱及基腳尺寸示意圖(王乙翕, 2000)	34
圖 2.15	承載試驗示意圖(Kentaro Yamamoto & Koji Kusuda, 2001)	35
圖 2.16	模擬地盤之鋁棒配置圖(Kentaro Yamamoto & Koji Kusuda, 2001)	36
圖 2.17	影像漸進式分析結果(Kentaro Yamamoto & Koji Kusuda, 2001) ..	37
圖 2.18	S/B= 0.12 , 0.28 , 0.44 三個階段所觀察破壞機制現象(Kentaro Yamamoto & Koji Kusuda, 2001)	38
圖 2.19	束制條件之模型基礎承載破壞機制示意圖 (劉英助, 2002)	40
圖 2.20	No.3 之淺基礎承載試驗破壞機制示意圖(廖智偉, 2003)	42

圖 2.21	岩石基礎的破壞模式 (Ladanyi, 1972).....	44
圖 2.22	極限承載力破壞模式(Sower, 1979).....	45
圖 2.23	岩石邊坡破壞模式.....	47
圖 2.24	土體之假設破壞滑動面(Sower, 1979).....	49
圖 2.25	直線型莫耳圓破壞包絡線分析圖 (Sower, 1979).....	49
圖 2.26	Prandtl 之基礎承載模式示意圖(Prandtl, 1921).....	50
圖 2.27	Casagrande&Fadum 之基礎承載模式示意(Casagrande&Fadum,1996)	51
圖 2.28	Terzaghi 之基礎承載模式示意圖(Terzaghi, 1943).....	53
圖 2.29	Terzaghi 承載因數與摩擦角關係圖(Terzaghi, 1943).....	53
圖 2.30	Meyerhof 之基礎承載模式示意圖(Meyerhof, 1951).....	54
圖 2.31	Meyerhof 承載因數與摩擦角關係(Meyerhof, 1951).....	55
圖 2.32	Meyerhof 承載因數 N_{γ} 與摩擦角關係圖(Meyerhof, 1951).....	56
圖 2.33	Skempton 基底型狀修正承載因數(Skempton, 1951).....	56
圖 2.34	Meyerhof 傾斜載重修正承載因數(Meyerhof, 1953).....	57
圖 2.35	上限定理與下限定理關係圖(Chen & Drucker, 1968).....	58
圖 2.36	具兩組裂面基礎破裂機制示意圖(Ladanyi & Roy, 1971).....	61
圖 2.37	承載因數與節理傾角關係圖(Davis, 1980).....	61
圖 2.38	Goodman 岩石承載力分析示意圖(Goodman,1989).....	63
圖 2.39	(a)岩石破壞模式,(b)岩石強度莫耳圓示意圖(Wyllie, 1992).....	64
圖 2.40	(a)假設岩石破壞面示意圖,(b)配合 Hoek-Brown 破壞準則應力莫耳圓(Wyllie, 1992).....	64
圖 2.41	Hill(1950)假設基底岩石破壞機制示意圖(Hill, 1950).....	65
圖 2.42	假設岩石破壞模式示意圖(Chen & Drucker, 1969).....	66
圖 2.43	三角形應力場求解下限解之示意圖(Chen & Drucker, 1969).....	67
圖 2.44	淺基礎位於坡頂上假設破壞面(Meyerhof, 1957).....	69

圖 2.45	對於純凝聚力土壤之 N_{rq} 因數 (Meyerhof, 1957)	69
圖 2.46	對於純粒狀無凝聚力土壤之 N_{cq} 因數 (Meyerhof, 1957)	70
圖 2.47	基礎位置及承載破壞示意圖(Bowles, 1989).....	71
圖 2.48	Saran 邊坡淺基礎破壞示意圖.....	74
圖 2.49	在顆粒邊坡上之基礎 Graham 等人之解法(Graham Et AL. , 1988)	75
圖 2.50	Graham 等人 N_{rq} 之圖解承載力因數(Graham Et AL. , 1988).....	76
圖 2.51	當基腳座落於坡頂上之不同承載力因數 (US Dept of the Navy, 1982)	78
圖 2.52	莫耳圓應力應變示意圖(葉贊育,1993).....	80
圖 2.53	水平基礎破壞時滑動曲線示意圖(葉贊育,1993).....	80
圖 2.54	水平基礎承載因數與岩石面傾角關係圖(葉贊育,1993).....	81
圖 2.55	坡地地形與水平遞交接觸破壞滑動示意圖(葉贊育,1993).....	81
圖 2.56	莫爾圓破壞包絡線應力分析圖(Serrano & Olalla, 1994)	83
圖 2.57	岩體應力狀態示意圖(Serrano & Olalla, 1994).....	84
圖 2.58	基礎邊界狀態示意圖(Serrano & Olalla, 1994).....	84
圖 2.59	Serrano & Olalla 假設不連續體邊界狀態(Serrano & Olalla, 1998)	85
圖 2.60	水平地表不同載重下 N_{β} 之值(Serrano & Olalla, 1998)數值分析與 解析解之結果.....	86
圖 2.61	傾角 10 度不同載重下 N_{β} 之值(Serrano & Olalla, 1998)	87
圖 3.1	人造膠結不良砂岩模擬地表狀況示意圖.....	88
圖 3.2	製作試體設備示意圖.....	91
圖 3.3	5HP 電動油壓泵.....	91
圖 3.4	400 噸雙動型實心式油壓千斤頂.....	92

圖 3.5	試驗盒完整組立狀.....	92
圖 3.6	基礎承載試驗設備示意圖.....	94
圖 3.7	土木結構試驗室之 MTS-244.41S	95
圖 3.8	觀察窗.....	95
圖 3.9	壓密試驗設備示意圖.....	101
圖 3.10	人造膠結不良砂岩試體壓密曲線.....	101
圖 3.11	人造膠結不良砂岩壓密情形.....	102
圖 3.12	人造膠結不良砂岩試體拆長邊模氣乾情形.....	102
圖 3.13	以砂輪機修整試體邊坡.....	103
圖 3.14	以刮尺修整試體.....	103
圖 3.15	以磨平機修整試體表面.....	104
圖 3.16	人造膠結不良砂岩試體完成.....	104
圖 3.17	人造膠結不良砂岩試體製作流程.....	106
圖 3.18	鑽心取樣位置示意圖線.....	107
圖 3.19	試體原貌.....	108
圖 3.20	清除破壞範圍後試體.....	108
圖 3.21	泡沫取鑽取出岩心.....	108
圖 3.22	剛性基礎鎖上球型座後置於人造膠結不良砂岩試體	109
圖 3.23	LVDT 量測位置示意圖	110
圖 3.24	LVDT 量測系統之整體照	111
圖 3.25	LVDT 量測系統之位置近照	111
圖 3.26	基腳 LVDT 和 MTS 量測沉陷量比較圖	112
圖 3.27	基礎模型幾何形狀示意圖.....	113
圖 3.28	承載試驗流程示意圖.....	115
圖 3.29	網格繪製示意圖.....	116
圖 3.30	側壁和試體間減低摩擦力方法之示意圖.....	116

圖 4.1	本研究膠結不良砂岩之單壓曲線示意圖.....	119
圖 4.2	本研究膠結不良砂岩之單壓實驗破壞圖.....	120
圖 4.3	人造膠結不良砂岩 No.10-1 三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線.....	126
圖 4.4	人造膠結不良砂岩 No. 30-1 三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線.....	126
圖 4.5	人造膠結不良砂岩 No.20-1 三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線.....	127
圖 4.6	人造膠結不良砂岩 No.10-1 三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線.....	127
圖 4.7	天然軟砂岩三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線(林景民, 2001)	128
圖 4.8	本研究 No.10-2 乾躁三軸實驗應力應變曲線.....	128
圖 4.9	本研究 No.10-2 乾躁三軸試驗試體破壞狀.....	129
圖 4.10	岩石完整應力應變曲線圖(Goodman, 1989).....	131
圖 4.11	四種不同邊坡傾角典型的承載曲線圖.....	132
圖 4.12	水平地表試體總承載曲線.....	136
圖 4.13	No.0-1 承載曲線對照圖.....	137
圖 4.14	No.0-2 承載曲線對照圖.....	138
圖 4.15	No.0-3 承載曲線對照圖.....	139
圖 4.16	10 度邊坡試體總承載曲線.....	141
圖 4.17	No.10-1 承載曲線對應圖.....	142
圖 4.18	No.10-2 承載曲線對應圖.....	143
圖 4.19	No.10-3 承載曲線對應圖.....	144
圖 4.20	20 度邊坡試體總承載曲線.....	146
圖 4.21	No.20-3 承載曲線對應圖.....	147
圖 4.22	No.20-3 承載曲線對應圖.....	148

圖 4.23	No.20-3 承載曲線對應圖.....	149
圖 4.24	30 度坡試體總承載曲線.....	151
圖 4.25	No.30-1 承載曲線對應圖.....	152
圖 4.26	No.30-2 承載曲線對應圖.....	153
圖 4.27	No.30-3 承載曲線對應圖.....	154
圖 4.28	人造膠結不良砂岩承載曲線示意圖.....	155
圖 4.29	No.0-1 於承載曲線線性段	156
圖 4.30	No.0-1 於承載曲線非線性段	156
圖 4.31	No.0-1 於承載曲線極限承載力點	157
圖 4.32	No.0-1 於承載曲線破壞段.....	157
圖 4.33	No.10-2 於承載曲線線性段	158
圖 4.34	No.10-2 於承載非曲線線性段	158
圖 4.35	No.10-2 於承載曲線極限承載力點	159
圖 4.36	No.10-2 於承載曲線破壞階段	159
圖 4.37	No.20-2 於承載曲線線性段	160
圖 4.38	No.20-2 於承載曲線非線性段	160
圖 4.39	No.20-2 於承載曲線極限承載力點	161
圖 4.40	No.20-2 於承載曲線破壞階段	161
圖 4.41	No.30-2 於承載曲線線性段	162
圖 4.42	No.30-2 於承載曲線非線性段	162
圖 4.43	No.30-2 於承載曲線極限承載力點	163
圖 4.44	No.30-2 於承載曲線破壞階段	163
圖 4.45	水平地表破壞機制示意圖.....	165
圖 4.46	傾斜地表 10 度邊坡破壞機制示意圖.....	167
圖 4.47	傾斜地表 20 度邊坡破壞機制示意圖.....	169
圖 4.48	傾斜地表 30 度邊坡破壞機制示意圖.....	171

圖 4.49 膠結不良砂岩之在不同角度下對應極限承載力的關係圖 176

