

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	iii
誌謝.....	v
目錄.....	vi
圖目錄.....	ix
表目錄.....	xvi
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.....	2
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 軟弱岩石之概述.....	4
2.1.1 軟岩的形成.....	4
2.1.2 軟岩的定義.....	7
2.1.3 軟岩之特性與工程性質.....	9
2.1.4 台灣中北部軟弱砂岩簡介.....	13
2.2 人造軟岩.....	16
2.2.1 人造膠結不良砂岩製作方法與成果.....	17
2.2.2 模型相似率.....	27
2.3 岩石基礎概述.....	28
2.3.1 水平地表岩石基礎可能的破壞模式.....	28
2.3.2 邊坡地形岩石基礎可能的破壞模式.....	30
2.4 承載力分析方法.....	32
2.4.1 基礎置於水平地表之承載力分析.....	32
2.4.1.1 土壤中淺基礎之承載力理論分析.....	32
2.4.1.2 岩石中淺基礎之承載力理論分析.....	47
2.4.2 基礎置於邊坡頂部，不同退縮距離之承載力分析.....	61
2.5 人造軟岩承載試驗.....	78
第三章 研究方法.....	95
3.1 試驗規劃.....	95

3.1.1 試體材料.....	95
3.1.2 試體製作.....	95
3.1.3 淺基礎模型試驗.....	97
3.1.4 模型相似律之檢核.....	99
3.1.5 試驗結果與相關研究之比對.....	99
3.2 試驗設備.....	100
3.2.1 製作試體設備.....	100
3.2.2 模型承載試驗設備.....	104
3.3 人造膠結不良砂岩的製作和試體的切削.....	107
3.3.1 人造膠結不良砂岩材料的組成.....	107
3.3.2 人造膠結不良砂岩製作方法與流程.....	108
3.4 模型淺基礎承載試驗.....	115
3.4.1 試驗儀器之架設.....	115
3.4.2 試驗方法與流程.....	118
第四章 試驗結果.....	124
4.1 模型相似律.....	124
4.1.1 基本物性試驗.....	125
4.1.2 基本力學性質.....	127
4.2 淺基礎模型承載試驗結果.....	132
4.2.1 水平地表基礎承載試驗.....	135
4.2.2 基礎鄰近 20° 邊坡之淺基礎承載試驗.....	143
4.2.3 基礎距離 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗.....	148
4.2.4 基礎距離 20° 邊坡 3 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗.....	152
4.3 破壞機制探討.....	156
4.3.1 不同退縮距離之承載沉陷曲線.....	156
4.3.2 不同退縮距離之破壞模式.....	161
4.3.3 不同退縮距離之破壞機制.....	168
4.4 試驗結果與現有相關研究結果之比較.....	174
4.4.1 相關試驗結果之比較.....	174
4.4.2 與相關承載理論或經驗公式相較.....	176
4.4.3 基礎置於邊坡頂部之安全退縮距離.....	179
第五章 結論與建議.....	183
5.1 結論.....	183

5.2 建議.....	185
參考文獻.....	186
附錄.....	194
附錄 A 單壓試驗曲線.....	194
附錄 B 三軸試驗結果.....	198
附錄 C 淺基礎承載試驗結果.....	201



圖目錄

圖 1.1 研究流程示意圖.....	3
圖 2.1 軟弱岩石成因示意圖(Dobereiner et al., 1986)	6
圖 2.2 ISRM (1981) 建議之大地材料單壓強度分類分級圖.....	8
圖 2.3 岩石材料依單壓強度之分級圖(Bieniawski, 1984).....	8
圖 2.4 乾燥與飽和軟砂岩之單壓試驗軸向應力應變比較圖(Bell, 1993)	10
圖 2.5 細微裂縫及對圍壓之反應對軟岩應力應變特性的影響(Hight, 1995)...	12
圖 2.6 Johnston and Choi 製作人造軟岩之單壓與巴西試驗結果.....	21
圖 2.7 Indrartna 製作之人造軟岩單壓與三軸試驗結果.....	22
圖 2.8 Gu et al.製作之人造軟岩三軸試驗應力結果.....	23
圖 2.9 天然與人造軟砂岩三軸試驗有效應力莫耳圓與破壞包絡線.....	26
圖 2.10 岩石基礎的破壞模式 (Ladanyi, 1972).....	29
圖 2.11 基礎置於坡地上之破壞型式.....	31
圖 2.12 Terzaghi 之基礎承載模式示意圖(Terzaghi, 1943).....	33
圖 2.13 Meyerhof(1951,1963)理論之破壞圖形.....	35
圖 2.14 Hansen & Vesic'承載力理論之傾斜、地面及基底因子之示意圖.....	41
圖 2.15 Bowles(1996)整理之基礎承載模式示意圖.....	42
圖 2.16 Hu (1964)承載力理論之破壞模式.....	43
圖 2.17 Hu (1964)承載力係數 N_c 、 N_q 、 N_γ	43

圖 2.18 上限定理與下限定理關係圖(Chen & Drucker, 1968).....	45
圖 2.19 具兩組裂面基礎破裂機制示意圖(Ladanyi & Roy, 1971).....	49
圖 2.20 岩石承载力分析示意圖 (Goodman, 1989)	50
圖 2.21 (a)岩石破壞模式,(b)岩石強度莫耳圓示意圖(Wyllie, 1999).....	52
圖 2.22 (a)假設岩石破壞面示意圖,(b)配合 Hoek-Broen 破壞準則應力莫耳圓 (Wyllie, 1999).....	52
圖 2.23 Hill(1950)假設基底岩石破壞機制示意圖	54
圖 2.24 假設岩石張裂破壞模式示意圖(Chen & Drucker, 1969).....	56
圖 2.25 三角應力場求解下限解之示意圖(Chen & Drucker, 1969).....	56
圖 2.26 莫耳圓應力應變示意圖(葉贊育, 1993).....	58
圖 2.27 水平基礎破壞時滑動曲線示意圖(葉贊育, 1993).....	58
圖 2.28 水平基礎承載因數與岩石面傾角關係圖(葉贊育, 1993).....	58
圖 2.29 坡地地形與水平遞接觸破壞滑動示意圖(葉贊育, 1993).....	59
圖 2.30 山坡地型之承载力因數與坡面角與地層傾角關係(葉贊育, 1993)....	59
圖 2.31 Meyerhof 所提條形淺基礎置於邊坡頂部之破壞模式 (1957)	61
圖 2.32 條形淺基礎置於凝聚性土壤邊坡之承载力因數(Meyerhof,1957)...	62
圖 2.33 條形淺基礎於無凝聚性土壤邊坡之承载力因數(Meyerhof,1957)....	62
圖 2.34 基礎置於邊坡頂部, 不同退縮距離之破壞滑動線.....	63
圖 2.35 Graham (1988) N_{rq} 之圖解承载力因數.....	64

圖 2.36	Saran (1989) 邊坡淺基礎破壞面機構圖.....	67
圖 2.37	基礎位置及承載破壞示意圖 (Bowles,1996)	69
圖 2.38	莫爾圓破壞包絡線應力分析圖(Serrano & Olalla, 1994).....	74
圖 2.39	岩體應力狀態示意圖(Serrano & Olalla, 1994).....	74
圖 2.40	基礎邊界狀態示意圖(Serrano & Olalla, 1994).....	75
圖 2.41	假設不連續體邊界狀態(Serrano & Olalla, 1998)	75
圖 2.42	水平地表不同載重下 N_{β} 之值(Serrano & Olalla, 1998).....	76
圖 2.43	傾角 10 度不同載重下 N_{β} 之值(Serrano & Olalla, 1998).....	77
圖 2.44	加載荷重與位移的關係圖.....	79
圖 2.45	立體對影像分析之破壞機制.....	79
圖 2.46	基礎承載試驗儀器架設示意圖(卿建業,1995).....	82
圖 2.47	不同階段之基礎破壞現象(卿建業,1995).....	83
圖 2.48	製作試體設備圖 (王乙翕, 2000)	84
圖 2.49	基礎試驗箱及基腳尺寸示意圖 (王乙翕, 2000)	85
圖 2.50	試驗設備示意圖(Yamamoto & Kusuda , 2001).....	86
圖 2.51	承載試驗示意圖(Yamamoto & Kusuda , 2001).....	87
圖 2.52	模擬地盤之鋁棒配置圖(Yamamoto & Kusuda , 2001).....	88
圖 2.53	影像漸進式分析結果(Yamamoto & Kusuda , 2001).....	88
圖 2.54	$S/B=0.12, 0.28, 0.44$ 三個階段所觀察破壞機制現象 (Yamamoto &	

Kusuda , 2001).....	89
圖 2.55 實驗觀察與數值分析結果的比較(Yamamoto & Kusuda , 2001).....	90
圖 2.56 無束制條件之模型基礎承載破壞機制示意圖(劉英助 2002).....	92
圖 2.57 束制條件之模型基礎承載破壞機制示意圖(劉英助 2002).....	94
圖 3.1 人造膠結不良砂岩試體壓密曲線.....	96
圖 3.2 製作試體設備示意圖.....	102
圖 3.3 5HP 電動油壓泵.....	102
圖 3.4 400 噸雙動型實心式油壓千斤頂.....	103
圖 3.5 試驗盒完整組立狀.....	103
圖 3.6 基礎承載試驗設備示意圖.....	105
圖 3.7 土木結構試驗室之 MTS-244.41S.....	106
圖 3.8 觀察窗.....	106
圖 3.9 人造膠結不良砂岩試體製作流程.....	111
圖 3.10 壓密試驗儀器示意圖.....	113
圖 3.11 人造膠結不良砂岩壓密情形.....	113
圖 3.12 人造膠結不良砂岩試體拆長邊模氣乾情形.....	114
圖 3.13 剛性基礎鎖上球型座後置於人造膠結不良砂岩試體.....	115
圖 3.14 LVDT 量測位置示意圖.....	116
圖 3.15 LVDT 量測系統之整體照.....	117

圖 3.16	LVDT 量測系統之位置近照.....	117
圖 3.17	淺基礎承載試驗流程示意圖.....	120
圖 3.18	網格繪製示意圖.....	121
圖 3.19	側壁和試體間減低摩擦力方法之示意圖.....	121
圖 3.20	物性試驗取樣位置.....	122
圖 3.21	岩心取樣範圍.....	123
圖 4.1	岩石完整應力-應變曲線 (Goodman,1989)	134
圖 4.2	水平地表基礎承載試驗基礎位置示意圖.....	135
圖 4.3	水平地表淺基礎承載試驗之承載沉陷曲線.....	136
圖 4.4	No.0°-1 試驗承載沉陷曲線及破壞過程示意圖.....	138
圖 4.5	No.0°-3 試驗承載沉陷曲線及破壞過程示意圖.....	140
圖 4.6	No.0°-1 試驗破壞照片.....	141
圖 4.7	No.0°-3 試驗破壞照片.....	141
圖 4.8	水平地表淺基礎承載試驗破壞範圍.....	142
圖 4.9	基礎鄰近 20° 邊坡之淺基礎承載試驗示意圖.....	143
圖 4.10	基礎鄰近 20° 邊坡淺基礎承載試驗之承載沉陷曲線.....	144
圖 4.11	基礎鄰近 20° 邊坡淺基礎承載試驗之承載沉陷曲線及破壞過程示意圖 (No.20°-1).....	146
圖 4.12	基礎下方主動壓力區之三角楔形體.....	147
圖 4.13	基礎距離 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗示意圖.....	148

圖 4.14	基礎距離 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度淺基礎承載試驗承載沉陷曲線	149
圖 4.15	基礎距離 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度之承載沉陷曲線及破壞過程示意圖 (No.20°-B1)	151
圖 4.16	基礎距離 20° 邊坡 3 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗示意圖	152
圖 4.17	水平地表及基礎距 20° 邊坡 3 倍基礎寬度試驗之承載沉陷曲線	153
圖 4.18	基礎距 20° 邊坡 3 倍基礎寬度之承載沉陷曲線及破壞過程示意圖 (No.20°-3B2)	155
圖 4.19	承載沉陷曲線示意圖	159
圖 4.20	基礎於不同位置之承載沉陷曲線比較圖	160
圖 4.21	水平地表淺基礎承載試驗破壞示意圖	165
圖 4.22	基礎鄰近 20° 邊坡淺基礎承載試驗破壞示意圖	166
圖 4.23	基礎距 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗破壞示意圖	167
圖 4.24	基礎置於水平地表破壞示意圖	169
圖 4.25	基礎鄰近 20° 邊坡處之破壞示意圖	171
圖 4.26	基礎距 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度時之破壞示意圖	173
圖 4.27	本研究基礎置於不同位置之承載沉陷曲線	181
圖 A.1	No.0°-1 試體單壓試驗曲線	195
圖 A.2	No.0°-3 試體單壓試驗曲線	195
圖 A.3	No.20°-2 試體單壓試驗曲線	196
圖 A.4	No.20°-B1 試體單壓試驗曲線	196

圖 A.5	No.20°-B2 試體單壓試驗曲線.....	197
圖 B.1	No.0°-1 試體之三軸試驗莫耳圓及破壞包絡線.....	199
圖 B.2	No.20°-1 試體之三軸試驗莫耳圓及破壞包絡線.....	199
圖 B.3	No.20°-B2 試體之三軸試驗莫耳圓及破壞包絡線.....	200
圖 C-1	No.20°-2 試驗承載沉陷曲線及破壞過程.....	203
圖 C-2	No.20°-3 試驗承載沉陷曲線及破壞過程.....	205
圖 C-3	No.20°-B2 試驗承載沉陷曲線及破壞過程.....	207



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 人造軟岩之相關研究(劉英助,2002).....	20
表 2.3 Indrartna 製作之人造軟岩性質一覽表(Indrartna, 1990).....	22
表 2.4 Gu et al.製作之人造軟岩與天然軟岩性質比較.....	23
表 2.5 人造岩體物理及力學性質(王乙翕, 2000).....	24
表 2.6 天然與人造軟砂岩試體單壓強度試驗結果(廖智偉,2003).....	25
表 2.7 巴西試驗結果(劉英助, 2002).....	25
表 2.8 Terzaghi 承载力因數(Terzaghi, 1943).....	34
表 2.9 Meyerhof 理論之承载力因數(Bowles,1996).....	36
表 2.10 Meyerhof理論之形狀因數 s_q 、深度因數 d_i 、傾斜因數 i_i (Bowles,1996).....	36
表 2.11 Hansen & Vesic'承载力理論之形狀、深度影響因數比較關係 (Bowles,1996).....	38
表 2.12 Hansen 承载力理論之傾斜、地面及基底因數(Bowles, 1996).....	39
表 2.13 Vesic'承载力理論之傾斜、地面及基底因數(Bowles, 1996).....	40
表 2.14 Bell 承載公式形狀因子對照表 (Wyllie 1992)	47
表 2.15 Wyllie 承載公式之修正因子(Wyllie, 1992).....	53
表 2.16 不同基礎深度、位置，各承載因數之剪力發揮度 m (Saran,1989).....	67
表 2.17 基礎不受邊坡影響之退縮距離(Saran,1989).....	68

表 2.18	Saran 與其他承載理論之 N_γ 比較表(Saran,1989)	68
表 2.19	Saran 與其他相關理論承載力之比較 (Saran,1989)	68
表 2.20	基礎位於邊坡頂部之 N'_c 、 N'_q (Bowles,1996)	70
表 2.21	基礎位於邊坡頂部之 N'_c 、 N'_q (Bowles,1996)	70
表 2.22	承載試驗之結果與條件 (劉英助 2002)	91
表 3.1	本研究規劃試驗項目	98
表 3.2	分階加載的目標荷重和對應的時間	112
表 4.1	軟岩無因次項範圍(鄭富書, 1995)	124
表 4.2	人造膠結不良砂岩試體及天然試體物性試驗之比較	126
表 4.3	單壓強度試驗結果比較一覽表	128
表 4.4	三軸試驗結果比較一覽表	129
表 4.5	本研究試體巴西試驗結果	131
表 4.6	人造軟岩相關研究張力強度比較	131
表 4.7	本研究承載試驗之結果	133
表 4.8	水平地表淺基礎承載試驗結果	136
表 4.9	基礎鄰近 20° 邊坡淺基礎承載試驗結果比較	144
表 4.10	基礎距離 20° 邊坡 1.5 倍基礎寬度之淺基礎承載試驗結果比較	149
表 4.11	水平地表及基礎距 20° 邊坡 3 倍基礎寬度之承載試驗結果比較	153
表 4.12	本研究與相關實驗成果之比較	175

表 4.13 本研究試體之材料參數.....	176
表 4.14 水平地表淺基礎承載試驗結果與各理論分析比較.....	177
表 4.15 基礎置於不同位置承載力試驗結果.....	180
表 4.16 本研究基礎不受邊坡影響之退縮距離與相關文獻比較.....	182

