

# 目 錄

摘要 .....	I
ABSTRACT .....	II
誌謝 .....	III
目錄 .....	IV
表目錄 .....	VI
圖目錄 .....	VII
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究目的 .....	1
1.2 文獻回顧 .....	3
1.3 本文內容 .....	6
第二章 非剛性隔震儲存槽之流體動力分析 .....	7
2.1 流體動力分析 .....	7
2.2 非剛性隔震儲存槽之基底剪力與傾覆力矩 .....	20
2.3 非剛性隔震儲存槽之流體激盪動力方程式 .....	21
第三章 非剛性隔震儲存槽之結構-流體動力分析 .....	24
3.1 運動方程式推導 .....	24
3.2 狀態空間法 .....	29

3.3 剪力平衡法 .....	30
3.4 解析法則 .....	32
第四章 非剛性儲存槽隔震結構之實例分析與參數研究 .....	34
4.1 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽 .....	34
4.1.1 El Centro 地震 .....	35
4.1.2 Kobe 地震 .....	36
4.1.3 Northridge 地震 .....	38
4.1.4 非剛性儲存槽之槽殼效應 .....	39
4.2 參數分析 .....	40
4.2.1 儲存槽液面高度與半徑比 ( $H/R$ ) 之影響 .....	40
4.2.2 隔震器曲率半徑 ( $R_{FPS}$ ) 之影響 .....	41
4.2.3 地震強度 ( $P.G.A.$ ) 之影響 .....	41
4.2.4 隔震器摩擦係數 ( $\mu$ ) 之影響 .....	41
第五章 結論 .....	43
參考文獻 .....	45
附錄 A .....	48
附錄 B .....	49
附錄 C .....	49
附錄 D .....	50

## 表目錄

表 4.1 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽圓形儲存槽結構參數 .....	51
表 4.2 摩擦單擺支承參數 .....	51
表 4.3 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽自然振動頻率 .....	52
表 4.4 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽隔震前自然振動頻率(unit = Hz) ....	53
表 4.5 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽隔震後自然振動頻率(unit = Hz) ....	54
表 4.6 非剛性儲存槽在 El Centro 0.34g 地震槽存槽隔震效能(h=5 cm) ..	55
表 4.7 非剛性儲存槽在 Kobe 0.83g 地震槽存槽隔震效能(h=5 cm) .....	55
表 4.8 非剛性儲存槽在 Northridge 0.84g 地震槽存槽隔震效能(h=5 cm)	56



## 圖目錄

圖 1.1 槽殼挫屈 1971 San Fernando Earthquake, USA.....	57
圖 1.2 槽頂破壞 1999 台灣集集地震(台中港).....	57
圖 2.1 儲存槽模型示意圖 .....	58
圖 3.1 摩擦單擺支承力學行為與構造.....	59
圖 4.1 希臘 Revithoussa LNG 儲存槽 .....	60
圖 4.2 El Centro 地震加速度歷時記錄(PGA=0.34g).....	61
圖 4.3 El Centro 地震加速度富氏頻譜(PGA=0.34g).....	61
圖 4.4 Kobe 地震加速度歷時記錄(PGA=0.83g) .....	62
圖 4.5 Kobe 地震加速度富氏頻譜(PGA=0.83g) .....	62
圖 4.6 Northridge 地震加速度歷時記錄(PGA=0.84g) .....	63
圖 4.7 Northridge 地震加速度富氏頻譜(PGA=0.84g) .....	63
圖 4.8 剛性儲存槽液面波動位移歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	64
圖 4.9 非剛性儲存槽液面波動位移歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	64
圖 4.10 剛性槽儲存槽底動水壓力歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	65
圖 4.11 非剛性儲存槽槽底動水壓力歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	65
圖 4.12 剛性儲存槽基底剪力歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	66
圖 4.13 非剛性儲存槽基底剪力歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	66
圖 4.14 剛性儲存槽傾覆力矩歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	67

圖 4.15	非剛性儲存槽傾覆力矩歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	67
圖 4.16	非剛性儲存槽槽殼頂部位移歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	68
圖 4.17	非剛性儲存槽槽殼頂部加速度歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	68
圖 4.18	非剛性儲存槽基座位移歷時(El Centro PGA=0.34g) .....	69
圖 4.19	非剛性儲存槽基底剪力—位移遲滯迴圈(El Centro PGA=0.34g) .....	69
圖 4.20	剛性儲存槽液面波動位移歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	70
圖 4.21	非剛性儲存槽液面波動位移歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	70
圖 4.22	剛性儲存槽槽底動水壓力歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	71
圖 4.23	非剛性儲存槽槽底動水壓力歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	71
圖 4.24	剛性儲存槽基底剪力歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	72
圖 4.25	非剛性儲存槽基底剪力歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	72
圖 4.26	剛性儲存槽傾覆力矩歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	73
圖 4.27	非剛性儲存槽傾覆力矩歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	73
圖 4.28	非剛性儲存槽槽殼頂部位移歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	74
圖 4.29	非剛性儲存槽槽殼頂部加速度歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	74
圖 4.30	非剛性儲存槽基座位移歷時(Kobe PGA=0.83g) .....	75
圖 4.31	非剛性儲存槽基底剪力—位移遲滯迴圈(Kobe PGA=0.83g) .....	75
圖 4.32	剛性儲存槽液面波動位移歷時(Northridge 0.84g).....	76
圖 4.33	非剛性儲存槽液面波動位移歷時(Northridge 0.84g).....	76

圖 4.34	剛性槽儲存槽底動水壓力歷時(Northridge 0.84g).....	77
圖 4.35	非剛性儲存槽槽底動水壓力歷時(Northridge 0.84g).....	77
圖 4.36	剛性儲存槽基底剪力歷時(Northridge 0.84g).....	78
圖 4.37	非剛性儲存槽基底剪力歷時(Northridge 0.84g).....	78
圖 4.38	剛性儲存槽傾覆力矩歷時(Northridge 0.84g).....	79
圖 4.39	非剛性儲存槽傾覆力矩歷時(Northridge 0.84g).....	79
圖 4.40	非剛性儲存槽槽殼頂部位移歷時(Northridge 0.84g).....	80
圖 4.41	非剛性儲存槽槽殼頂部加速度歷時(Northridge 0.84g).....	80
圖 4.42	非剛性儲存槽基座位移歷時(Northridge 0.84g).....	81
圖 4.43	非剛性儲存槽基底剪力—位移遲滯迴圈(Northridge 0.84g).....	81
圖 4.44	非剛性儲存槽液面波動位移(h=3cm).....	82
圖 4.45	非剛性儲存槽槽底動水壓力(h=3cm).....	82
圖 4.46	非剛性儲存槽基底剪力(h=3cm).....	83
圖 4.47	非剛性儲存槽翻覆力矩(h=3cm).....	83
圖 4.48	非剛性儲存槽槽殼頂部位移(h=3cm).....	84
圖 4.49	非剛性儲存槽槽殼頂部加速度(h=3cm).....	84
圖 4.50	非剛性儲存槽基座位移歷時(h=3cm).....	85
圖 4.51	非剛性儲存槽基底剪力—位移遲滯迴圈(h=3cm).....	85
圖 4.52	液面高度與高寬比對於槽底動水壓力峰值折減之影響.....	86

圖 4.53 液面高度與高寬比對於基底剪力峰值折減之影響 .....	86
圖 4.54 液面高度與高寬比對於傾覆力矩峰值折減之影響 .....	86
圖 4.55 隔震器曲率半徑對於槽底動水壓力峰值折減之影響 .....	87
圖 4.56 隔震器曲率半徑對於基底剪力峰值折減之影響 .....	87
圖 4.57 隔震器曲率半徑對於傾覆力矩峰值折減之影響 .....	87
圖 4.58 地震強度對於槽底動水壓力峰值折減之影響 .....	88
圖 4.59 地震強度對於基底剪力峰值折減之影響 .....	88
圖 4.60 地震強度對於傾覆力矩峰值折減之影響 .....	88
圖 4.61 地震強度對於槽底動水壓力峰值折減之影響 .....	89
圖 4.62 地震強度對於基底剪力峰值折減之影響 .....	89
圖 4.63 地震強度對於傾覆力矩峰值折減之影響 .....	89
圖 4.64 隔震器摩擦係數對於槽底動水壓力峰值折減之影響 .....	90
圖 4.65 隔震器摩擦係數對於基底剪力峰值折減之影響 .....	90
圖 4.66 隔震器摩擦係數對於傾覆力矩峰值折減之影響 .....	90