

# 目錄

	頁次
摘要.....	I
Abstract.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VII
圖目錄.....	X
符號說明.....	XII
<b>第一章 緒論</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	1
1.3 研究目的.....	2
1.4 研究方法與步驟.....	2
1.5 論文章節及架構.....	3
<b>第二章 文獻回顧</b> .....	<b>4</b>
2.1 最佳化設計簡介.....	4
2.2 桁架斷面尺寸最佳化設計.....	5
2.3 滿載應力法(Fully Stressed Design, FSD).....	6
2.4 遺傳演算法(Genetic Algorithm method).....	7
<b>第三章 參考模型</b> .....	<b>9</b>
3.1 二維桁架分析.....	9
3.2 三維桁架分析.....	11
3.3 遺傳演算法參考模型的建立.....	11

3.3.1 適應度函數的建立 .....	12
3.3.2 遺傳演算法過程之方法 .....	13
3.4 參考模型的測試 .....	14
3.4.1 遺傳演算法模組測試 .....	14
3.4.2 參考模型測試 .....	14
<b>第四章 啟發式桁架斷面尺寸最佳化設計 .....</b>	<b>15</b>
4.1 FSD設計原理(僅滿足應力要求) .....	16
4.2 啟發式斷面修正(僅滿足位移要求) .....	16
4.3 結合FSD與啟發式斷面修正 .....	18
4.4 啟發式設計時之考量 .....	20
4.4.1 設計斷面分組情況下 .....	20
4.4.2 多組合載重情況下 .....	21
4.5 啟發式桁架斷面尺寸最佳化之補充 .....	22
4.5.1 桿件斷面等倍縮放對桁架結構之影響 .....	22
4.5.2 $\alpha$ 搜尋範圍之上限 .....	23
<b>第五章 數值例題測試 .....</b>	<b>24</b>
5.1 例一：平面 10 根桿件桁架(單載，情況一) .....	25
5.2 例二：平面 10 根桿件桁架(單載，情況二) .....	27
5.3 例三：平面 17 根桿件桁架(單載) .....	27
5.4 例四：空間 72 根桿件桁架(單載) .....	29
5.5 例五：空間 72 根桿件桁架(多載，情況一) .....	31
5.6 例六：空間 72 根桿件桁架(多載，情況二) .....	32
5.7 例七：空間 22 根桿件桁架(多載) .....	32
5.8 例八：空間 22 根桿件桁架(單載) .....	33
5.9 例九：空間 25 根桿件桁架(單載) .....	34

5.10 討論.....	35
5.10.1 搜尋過程討論.....	35
5.10.2 設計時所需搜尋次數與結構分析次數之討論.....	35
5.10.3 設計結果比較.....	36
<b>第六章 結論與建議.....</b>	<b>37</b>
6.1 結論.....	37
6.2 未來展望.....	38
參考文獻.....	39
附表.....	42
附圖.....	94



# 表目錄

	頁次
表 3.1 遺傳演算法模組測試，參數與條件設定 .....	42
表 3.2 參考模型測試，參數與條件設定 .....	42
表 5.1.1 例一，FSD 收斂過程 .....	43
表 5.1.2 例一， $A_r$ 經結構分析後節點位移 .....	44
表 5.1.3 例一， $A_r$ 經結構分析後桿件應力 .....	44
表 5.1.4 例一，第 1 次搜尋結果 ( $\alpha=1$ ) .....	45
表 5.1.5 例一， $\alpha=3.6$ 時之斷面修正 .....	46
表 5.1.6 例一，第 2 次搜尋結果 ( $\alpha=2.3$ ) .....	47
表 5.1.7 例一，第 3 次搜尋結果 ( $\alpha=1.650000$ ) .....	48
表 5.1.8 例一，第 4 次搜尋結果 ( $\alpha=1.325000$ ) .....	49
表 5.1.9 例一，第 5 次搜尋結果 ( $\alpha=1.487500$ ) .....	50
表 5.1.10 例一，第 6 次搜尋結果 ( $\alpha=1.568750$ ) .....	51
表 5.1.11 例一，第 7 次搜尋結果 ( $\alpha=1.528125$ ) .....	52
表 5.1.12 例一，第 8 次搜尋結果 ( $\alpha=1.548438$ ) .....	53
表 5.1.13 例一，第 9 次搜尋結果 ( $\alpha=1.538281$ ) .....	54
表 5.1.14 例一，第 10 次搜尋結果 ( $\alpha=1.543359$ ) .....	55
表 5.1.15 例一，第 11 次搜尋結果 ( $\alpha=1.540820$ ) .....	56
表 5.1.16 例一，第 12 次搜尋結果 ( $\alpha=1.539551$ ) .....	57
表 5.1.17 例一，第 13 次搜尋結果 ( $\alpha=1.540186$ ) .....	58
表 5.1.18 例一，啟發式最佳化設計搜尋點與相對重量 .....	59
表 5.1.19 例一，最佳斷面經結構分析後節點位移 .....	59
表 5.1.20 例一，最佳斷面經結構分析後桿件應力 .....	59
表 5.1.21 例一，最佳化斷面比較表 .....	60

表 5.2.1	例二，啟發式最佳化設計搜尋點與其相對重量	61
表 5.2.2	例二，最佳斷面結構分析後節點位移	61
表 5.2.3	例二，最佳斷面結構分析後桿件應力	62
表 5.2.4	例二，最佳斷面比較表	62
表 5.3.1	例三，平面 17 根桁架，搜尋點與其相對重量	63
表 5.3.2	例三，最佳斷面結構分析後節點位移	63
表 5.3.3	例三，最佳斷面結構分析後桿件應力	64
表 5.3.4	例三，最佳斷面比較表	65
表 5.3.5	例三，第 1 次搜尋結果 ( $\alpha=1$ )	66
表 5.4.1	例四，空間 72 根桿件桁架設計，斷面連結情形	67
表 5.4.2	例四，空間 72 根桿件桁架，設計條件與限制	67
表 5.4.3	例四，空間 72 根桿件桁架，桿件編號與節點編號之關係	68
表 5.4.4	例四， $\alpha=1$ 時之啟發式斷面修正	69
表 5.4.5	例四，黃金切割搜尋過程	70
表 5.4.6	例四，最佳斷面經結構分析後節點位移	71
表 5.4.7	例四，最佳斷面經結構分析後桿件應力	72
表 5.5.1	例五，空間 72 根桿件桁架，受力情形	73
表 5.5.2	例五， $A_r$ 經結構分析後節點位移(載重一)	73
表 5.5.3	例五， $A_r$ 經結構分析後節點位移(載重二)	74
表 5.5.4	例五，第一次啟發式斷面修正( $\alpha=1$ )	75
表 5.5.5	例五，啟發式最佳化設計搜尋點與其相對重量	76
表 5.5.6	例五，最佳斷面經結構分析後節點位移	77
表 5.5.7	例五，最佳斷面經結構分析後桿件應力	78
表 5.5.8	例五，最佳斷面比較表	79
表 5.6.1	例六，啟發式最佳化設計搜尋點與其相對重量	80
表 5.6.2	例六，最佳斷面經結構分析後節點位移	81

表 5.6.3	例六，最佳斷面經結構分析後桿件應力	82
表 5.6.4	例六，最佳斷面比較表。	83
表 5.7.1	例七，空間 22 根桿件桁架，桿件編號與節點編號之關係	84
表 5.7.2	例七，空間 22 根桿件桁架，斷面連結情形	84
表 5.7.3	例七，空間 22 根桿件桁架，桿件應力限制	85
表 5.7.4	例七，空間 22 根桿件桁架，受力情形	85
表 5.7.5	例七，啟發式最佳化設計搜尋點與其相對重量	86
表 5.7.6	例七，最佳斷面經結構分析後節點位移	86
表 5.7.7	例七，最佳斷面經結構分析後桿件應力	87
表 5.7.8	例七，最佳斷面比較表。	87
表 5.8.1	例八，黃金切割搜尋過程	88
表 5.8.2	例八，最佳斷面經結構分析後節點位移	88
表 5.8.3	例八，最佳斷面經結構分析後桿件應力	89
表 5.8.4	例八，遺傳演算法參數與條件設定	89
表 5.9.1	例九，空間 25 根桿件桁架，桿件編號與節點編號之關係表	90
表 5.9.2	例九，空間 25 根桿件桁架，斷面連結情形	90
表 5.9.3	例九，空間 25 根桿件桁架，設計條件	91
表 5.9.4	例九，啟發式設計過程搜尋點與其相對重量	91
表 5.9.5	例九，最佳斷面經結構分析後節點位移	92
表 5.9.6	例九，最佳斷面經結構分析後桿件應力	92
表 5.9.7	例九，遺傳演算法參數與條件設定	92
表 5.10.1	案例設計所需搜尋次數	93
表 5.10.2	案例設計所需結構分析次數	93
表 5.10.3	最佳設計重量比較	93

# 圖目錄

	頁次
圖 2.1 遺傳演算法流程圖 .....	94
圖 3.1 二維桁架桿件區域座標與整體座標系統 .....	95
圖 3.2 三維桁架桿件區域座標與整體座標系統 .....	96
圖 3.3 遺傳演算法桁架斷面尺寸最佳化設計流程圖 .....	97
圖 3.4 六駝峰函數 .....	98
圖 3.5 六駝峰函數，遺傳演算法收斂過程 .....	98
圖 3.6 平面 17 根桿件桁架示意圖 .....	99
圖 3.7 平面 17 根桿件桁架，遺傳演算法設計收斂過程 .....	99
圖 4.1 啟發式桁架最佳化斷面尺寸設計流程圖 .....	100
圖 4.2 啟發式桁架斷面尺寸最佳化設計假想過程圖 .....	101
圖 5.1.1 例一，平面 10 根桿件桁架示意圖 .....	102
圖 5.1.2 例一，啟發式最佳化設計收斂過程 .....	102
圖 5.1.3 例一，啟發式最佳化設計搜尋空間 .....	103
圖 5.2.1 例二，啟發式最佳化設計收斂過程 .....	104
圖 5.2.2 例二，啟發式最佳化設計搜尋空間 .....	104
圖 5.3.1 例三，啟發式最佳化設計收斂過程 .....	105
圖 5.3.2 例三，啟發式最佳化設計搜尋空間 .....	105
圖 5.4.1 例四，空間 72 根桿件桁架示意圖 .....	106
圖 5.4.2 例四，空間 72 根桿件桁架節點編號示意圖 .....	107
圖 5.4.3 例四，啟發式最佳化設計收斂過程 .....	108
圖 5.4.4 例四，啟發式最佳化設計搜尋空間 .....	108
圖 5.5.1 例五，啟發式最佳化設計收斂過程 .....	109
圖 5.5.2 例五，啟發式最佳化設計搜尋空間 .....	109

圖 5.6.1	例六，啟發式最佳化設計收斂過程	110
圖 5.6.2	例六，啟發式最佳化設計搜尋空間	110
圖 5.7.1	例七，空間 22 根桁架示意圖	111
圖 5.7.2	例七，啟發式最佳化設計搜尋空間	111
圖 5.7.3	例七，啟發式最佳化設計收斂過程	112
圖 5.8.1	例八，啟發式最佳化設計收斂過程	113
圖 5.8.2	例八，啟發式最佳化設計搜尋空間	113
圖 5.8.3	例八，遺傳演算法收斂過程	114
圖 5.8.4	例八，設計斷面比較圖	114
圖 5.9.1	例九，空間 25 根桁架示意圖	115
圖 5.9.2	例九，啟發式最佳化設計搜尋空間	115
圖 5.9.3	例九，遺傳演算法收斂過程	116
圖 5.9.4	例九，設計斷面比較圖	116

