

# 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	XI

## 第一章、

### 緒論

1.1	研究動機.....	1
1.2	研究目的.....	2
1.3	研究內容.....	3

## 第二章、

### 文獻回顧

2.1	剪力波速之應用.....	4
2.1.1	土壤動態性質.....	4
2.1.2	液化潛能評估.....	5
2.1.3	剪力波速於其他方面之應用.....	6
2.2	剪力波速量測方法回顧.....	7
2.2.1	試驗室量測方法.....	7
2.2.2	現地孔內震測.....	9
2.2.3	表面波震測法.....	11
2.2.4	剪力波速量測方法之比較.....	11

2.3	表面波震測法.....	11
2.3.1	表面波基本波傳原理.....	12
2.3.2	SASW.....	14
2.3.3	MASW.....	16
2.3.3.1	MSASW.....	16
2.3.3.2	MWTSW.....	17
2.3.3.3	MASW Tomography.....	18
2.3.4	SASW vs MASW.....	18
2.3.5	存在於 MASW 施測方法中之問題.....	20

### 第三章、 試驗儀器與試驗場址簡介

3.1	試驗儀器.....	35
3.1.1	試驗儀器.....	35
3.1.2	資料擷取.....	38
3.2	場址描述.....	47

### 第四章、 研究方法與討論結果

4.1	研究目的.....	55
4.2	震源與受波器佈設方式.....	57
4.3	施測參數探討.....	66
4.3.1	受波器間距.....	66
4.3.2	測線展距對於資料遺漏以及多重模態效應之 探討.....	71
4.3.3	Pseudo-section.....	75
4.3.3.1	相位角不連續所產生之靜態誤差.....	76

4.3.3.2	靜態誤差之修正.....	76
4.3.4	近場效應與遠場效應.....	88
4.3.5	最佳展距範圍選取.....	91
4.4	震源特性的比較.....	98
4.5	反算後剪力波速剖面之比較( $V_s$ ).....	104
4.6	MASW 之標準施測程序.....	107
<b>第五章、 結論與建議</b>		
5.1	結論.....	109
5.2	建議.....	110
<b>參考文獻</b> .....		112



## 圖目錄

### 第二章

圖 2.1	土壤之應力應變行為.....	23
圖 2.2	骨幹曲線.....	23
圖 2.3	G 值隨應變降低趨勢.....	24
圖 2.4	G 值遞減變化.....	24
圖 2.5	F' 與 $\gamma$ 的關係.....	25
圖 2.6	Vs 與液化阻抗 CRR 的關係圖.....	25
圖 2.7	剪力波速於檢核土壤改良之成效.....	26
圖 2.8	剪力波元件試驗 (Bender Element Test) .....	26
圖 2.9	超音波試驗 (Ultrasonic pulse test) .....	27
圖 2.10	跨孔以及下孔震測.....	27
圖 2.11	懸垂式 P-S 波探測法.....	28
圖 2.12	表面波探測法.....	29
圖 2.13	SASW.....	30
圖 2.14	MSASW .....	30
圖 2.15	MWTSW 之分析過程.....	31
圖 2.16	MWTSW .....	31
圖 2.17	MASW Tomography .....	32
圖 2.18	$\emptyset$ -x 域中之映頻效應(aliasing) .....	33
圖 2.19	f-v 域中資料遺漏(leakage) .....	33
圖 2.20	表面波測線之側向解析度.....	34
圖 2.21	近場與遠場效應.....	34

### 第三章

圖 3.1.1	多波道可攜帶式數位震測儀(正面).....	42
圖 3.1.2	多波道可攜帶式數位震測儀(背面).....	42
圖 3.1.3	多頻道式震測電纜.....	43
圖 3.1.4	延長用震測電纜.....	43
圖 3.1.5	高感度電磁式速度受波器.....	44
圖 3.1.6	長柄手持式鐵鎚、地質鎚及鐵板.....	44
圖 3.1.7	自由落鎚(weight drop).....	45
圖 3.1.8	砲車.....	45
圖 3.1.9	觸發器.....	46
圖 3.1.10	兩蕊電纜式延長用觸發連接線.....	46
圖 3.2.1	交大博愛校區鄰近之土壤描述.....	51
圖 3.2.2	新竹寶二水庫之岩層描述以及孔內剪力波速資料.....	51
圖 3.2.3	嘉義縣故宮南院預定地之土壤描述以及孔內剪力波速資 料.....	52
圖 3.2.4	中央大學之土壤描述以及孔內剪力波速之資料.....	53
圖 3.2.5	表面波震測試驗(新竹寶二水庫).....	54
圖 3.2.6	表面波震測試驗(交大博愛校區).....	54

### 第四章

圖 4.1.1	研究流程圖.....	56
圖 4.2.1	common source 與 common receiver 施作方式.....	60
圖 4.2.2	common source 與 common receiver 不同震測方式所得 之震測資料在 t-x domain 的呈現(草地).....	60
圖 4.2.3	common source 施測方式所得之震測資料在	

	f-x domain 的呈現(草地).....	61
圖 4.2.4	common receiver 施測方式所得之震測資料在 f-x domain 的呈現(草地).....	61
圖 4.2.5	common source 與 common receiver 在 $\emptyset$ -x domain 的比較(草地).....	62
圖 4.2.6	common source 與 common receiver 不同施測方式所得 之震測資料在 f-v domain 的呈現(草地).....	63
圖 4.2.7	common source 與 common receiver 不同施測方式所得 之震測資料之頻散曲線(草地).....	63
圖 4.2.8	common source 與 common receiver 不同震測方式所得 之震測資料在 t-x domain 的呈現(柏油路).....	64
圖 4.2.9	common source 施測方式所得之震測資料在 f-x domain 的呈現(柏油路).....	64
圖 4.2.10	common receiver 施測方式所得之震測資料在 f-x domain 的呈現(柏油路).....	65
圖 4.2.11	common source 與 common receiver 不同施測方式所得 之震測資料在 f-v domain 的呈現(柏油路).....	65
圖 4.3.1	不同受波器間距之震測資料於 f-v domain 之呈現.....	69
圖 4.3.2	不同受波器間距之震測資料分析所得頻散曲線.....	70
圖 4.3.3	在 f=57Hz 時不同受波器間距之震測資料在 $\emptyset$ -x domain 的呈現.....	70
圖 4.3.4	不同測線展距之震測資料在 f-v domain 之呈現.....	73
圖 4.3.5	不同測線展距對於高次模組震波之辨識度.....	74
圖 4.3.6	Pseudo-section 之測線佈置方式.....	80
圖 4.3.7	$\emptyset$ -x domain 中靜態誤差.....	80

圖 4.3.8	排除地層側向變化之 walk away 佈設方式.....	81
圖 4.3.9	震源靜態誤差之修正.....	81
圖 4.3.10	無側向變化之 walk away 試驗在 f-v domain 之呈現 (寶山).....	82
圖 4.3.11	無考慮側向變化之 walk away test 所得頻散曲線 (寶山).....	83
圖 4.3.12	修正誤差前後之差異於 $\emptyset$ -x domain 之呈現.....	84
圖 4.3.13	修正誤差前後之差異於 $\emptyset$ -x domain 之呈現.....	84
圖 4.3.14	考慮側向變化之 walk away test 於 f-v domain 之呈現 (中央).....	85
圖 4.3.15	考慮側向變化之 walk away test 所得頻散曲線 (中央大學).....	86
圖 4.3.16	考慮側向變化之 walk away test 所得頻散曲線 (交大博愛校區).....	87
圖 4.3.17	近場、遠場效應於 $\emptyset$ -x domain 之呈現.....	89
圖 4.3.18	近場、遠場效應於震測資料實數部分之呈現.....	90
圖 4.3.19	震測資料實數部分於 f-x domain 之呈現(交大博愛).....	93
圖 4.3.20	最佳展距範圍選取(交大博愛).....	93
圖 4.3.21	最佳展距範圍選取於 f-v domain 之差異(交大博愛).....	94
圖 4.3.22	最佳展距範圍選取於頻散曲線之差異(交大博愛).....	94
圖 4.3.23	震測資料實數部分於 f-x domain 之呈現(寶二水庫).....	95
圖 4.3.24	最佳展距範圍選取(寶二水庫).....	95
圖 4.3.25	最佳展距範圍選取於 f-v domain 之差異(寶二水庫).....	96
圖 4.3.26	最佳展距範圍選取(嘉義太保).....	97
圖 4.3.27	最佳展距範圍選取於 f-v domain 之差異(嘉義太保).....	97

圖 4.4.1	不同震源方式敲擊造成不同的頻譜分佈( $X_0=1\text{m}$ ).....	100
圖 4.4.2	不同震源方式敲擊造成不同的頻譜分佈( $X_0=47\text{m}$ ).....	100
圖 4.4.3	不同震源訊號雜訊比( $X_0=1\text{m}$ ).....	101
圖 4.4.4	不同震源訊號雜訊比( $X_0=47\text{m}$ ).....	101
圖 4.4.5	不同震源在 f-v domain 的差異( $X_0=1\text{m}$ ).....	102
圖 4.4.6	不同震源在 f-v domain 的差異( $X_0=47\text{m}$ ).....	102
圖 4.4.7	不同組合震源在 f-v domain 的差異(展距範圍皆為 1~70m 之 Pseudo-section).....	103
圖 4.5.1	頻散曲線差異(嘉義太保).....	106
圖 4.5.2	頻散曲線套入反算分析之結果(嘉義太保).....	106
圖 4.6.1	MASW 測線佈置之實際案例.....	108



表 2.1	剪力波量測方法比較.....	29
-------	----------------	----