

## 目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
誌謝.....	V
目錄.....	VI
圖目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
第二章 理論推導.....	4
2.1 問題的描述.....	4
2.2 基本假設.....	4
2.3 座標系統.....	5
2.4 普通梁元素的推導.....	5
2.4.1 梁之形心軸的位移.....	6
2.4.2 梁元素之位移與應變.....	7
2.4.3 梁元素之應變變分和位置向量變分及速度和加速度 ...	10
2.4.4 梁元素的節點內力.....	15
2.5 元素節點變形角之決定.....	19
2.6 轉接梁元素的推導.....	20
2.6.1 轉接梁元素之形心軸的應變.....	21
2.6.2 轉接梁元素之位移與應變.....	22
2.6.3 轉接梁元素之應變變分和位置向量變分.....	24
2.6.4 轉接梁元素之速度和加速度.....	29
2.6.5 轉接梁元素的節點內力.....	33
2.7 元素的阻尼力.....	38
2.8 梁元素的剛度矩陣及質量矩陣.....	39

2.9 系統運動方程式與收斂準則.....	40
第三章 數值計算方法與程序.....	42
3.1 Newmark 直接積分法.....	42
3.2 普通梁元素及轉接梁元素之判別.....	44
第四章 數值例題與結果.....	45
4.1 準確性分析.....	46
4.2 旋轉滑動梁之自由振動.....	49
4.3 端點受力的振動.....	56
第五章 結論.....	58
參考文獻.....	60
附圖.....	63
附錄 A 轉接梁元素之 $L_1$ 、 $L_2$ 及 $\varepsilon_0$ 的推導.....	114
附錄 B 阻尼矩陣.....	115
附錄 C 等效系統.....	116



## 圖目錄

圖一	旋轉滑動梁示意圖 .....	63
圖二	稜柱形導槽外的梁元素之位移 .....	64
圖三	元素節點變形角之決定 .....	65
圖四	轉接元素之示意圖 .....	66
圖五	旋轉滑動梁示意圖 .....	67
圖六	以旋轉滑動梁模擬旋轉懸臂梁之示意圖 .....	68
圖七	旋轉懸臂梁示意圖 .....	69
圖八	旋轉懸臂梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移 .....	70
圖九	旋轉懸臂梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 .....	70
圖十	旋轉懸臂梁端點在 $X_3^B$ 方向的位移 .....	71
圖十一	無旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 52.5\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 2.4\text{cm}$ 、 $v_0 = -11.45\text{cm/s}$ ) .....	71
圖十二	以旋轉滑動梁模擬旋轉桿件之示意圖 .....	72
圖十三	等速旋轉之桿件端點在 $X_1^B$ 方向的位移 ( $L = 1\text{m}$ 、 $\omega_0 = 100\text{rad/s}$ ) .....	73
圖十四	等速旋轉之桿件端點在 $X_1^B$ 方向的位移 ( $L = 1\text{m}$ 、 $\omega_0 = 100\text{rad/s}$ ) .....	73
圖十五	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 (具初速) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_0 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ) .....	74
圖十六	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 (具初速) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、	

	$\omega_0 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ) .....	74
圖十七	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移(無阻尼) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	75
圖十八	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 (等效系統) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	75
圖十九	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移(無阻尼) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	76
圖二十	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 (等效系統)( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	76
圖二十一	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	77
圖二十二	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ ) .....	77
圖二十三	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	78
圖二十四	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	78
圖二十五	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ )	79
圖二十六	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ )	79
圖二十七	不同轉速之初始位移 $x_0$ 與 $z_1(t_1)$ 的關係(等效系統) ( $L = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.1\text{s}$ ) .....	80

圖二十八	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	81
圖二十九	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	81
圖三十	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $t_1 = 0.1\text{s}$ ).....	82
圖三十一	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 2.6\text{rad/s}$ 、 $t_1 = 0.1\text{s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	82
圖三十二	順時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = -2.6\text{rad/s}$ )	83
圖三十三	順時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = -2.6\text{rad/s}$ )	83
圖三十四	順時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = -2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	84
圖三十五	順時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = -2.6\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	84
圖三十六	逆時鐘旋轉、外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移(無阻尼) ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 6.2\text{cm}$ ).....	85

圖三十七	逆時鐘旋轉、外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移(無阻尼)	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 6.2\text{cm}$ ).....	85
圖三十八	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	(無阻尼)( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ ).....	86
圖三十九	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	(等效系統)( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ ).....	86
圖四十	逆時鐘旋轉、無滑動之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	(無阻尼)( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ ).....	87
圖四十一	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	88
圖四十二	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	88
圖四十三	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	89
圖四十四	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	89
圖四十五	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	90
圖四十六	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	90
圖四十七	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	91
圖四十八	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	

	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	91
圖四十九	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	92
圖五十	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	92
圖五十一	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁在不同時間的變形圖	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )	93
圖五十二	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	94
圖五十三	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	94
圖五十四	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	95
圖五十五	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	95
圖五十六	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ ).....	96
圖五十七	逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	



( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、  
 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )..... 96

圖五十八 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在  $X_1^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、  
 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )..... 97

圖五十九 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在  $X_2^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、  
 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )..... 97

圖六十 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在  $X_1^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、  
 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )..... 98

圖六十一 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在  $X_2^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $V_B^0 = -3.4\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、  
 $v_0 = -7.2\text{cm/s}$ )..... 98

圖六十二 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在  $X_1^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )..... 99

圖六十三 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在  $X_2^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )..... 99

圖六十四 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在  $X_1^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ) 100

圖六十五 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在  $X_2^B$  方向的位移

( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ) 100

圖六十六 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在  $X_1^B$  方向的位移



	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	101
圖六十七	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	101
圖六十八	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	102
圖六十九	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	102
圖七十	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	103
圖七十一	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ )	103
圖七十二	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	104
圖七十三	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $t_1 = 0.01\text{s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	104
圖七十四	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	105
圖七十五	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移	
	( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	105

圖七十六	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	106
圖七十七	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 7.8\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	106
圖七十八	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	107
圖七十九	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	107
圖八十	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_1^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	108
圖八十一	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 40\text{cm}$ 、 $V_B^0 = 1.2\text{cm}$ 、 $\omega_1 = 13\text{rad/s}$ 、 $v_0 = 3.5\text{cm/s}$ ).....	108
圖八十二	載重示意圖.....	109
圖八十三	無旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 52.5\text{cm}$ 、 $v_0 = -11.45\text{cm/s}$ ).....	109
圖八十四	逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	110

圖八十五 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	110
圖八十六 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	111
圖八十七 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	111
圖八十八 逆時鐘旋轉、等速外伸之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	112
圖八十九 逆時鐘旋轉、等速內縮之梁端點在 $X_2^B$ 方向的位移 ( $L = 76.2\text{cm}$ 、 $L_0 = 51\text{cm}$ 、 $F_0 = -1\text{N}$ ).....	112
圖九十 旋轉懸臂梁.....	113
圖九十一 旋轉懸臂梁之等效系統.....	113

