

目次

表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
第一章 前言.....	1
第二章 研究動機.....	4
第三章 文獻回顧.....	6
3-1 碳奈複合材料特性.....	6
3-1.1 碳奈米管起源.....	7
3-1.2 碳奈米管的特性.....	7
3-1.3 碳奈米管的備製.....	9
3-1.4 碳奈米管高分子複合材料.....	10
3-2 高分子機械性質.....	13
3-3 複合材料疲勞性質.....	14
3-4 疲勞破壞機制.....	14
3-5 應力(S)與破壞週次(N_f)間的關係.....	15
3-6 電磁波屏蔽理論.....	16
第四章 實驗內容及程序.....	17
4-1 實驗材料與試劑.....	17
4-2 實驗儀器及設備.....	18
4-2.1 加工設備.....	18
4-2.2 測試儀器.....	19
4-3 實驗流程.....	22
4-4 試片製作及檢測.....	22
4-5 實驗測試方法與程序.....	26

4-6 試片使用數量.....	28
第五章 結果與討論.....	29
5-1 試片製作.....	29
5-2 吸濕率測試.....	29
5-3 靜態拉伸測試.....	30
5-3.1 室溫試片.....	33
5-3.2 85 預處理之試片.....	35
5-3.3 175 預處理之試片.....	36
5-3.4 25 / 85%RH 預處理之試片.....	37
5-3.5 85 / 85%RH 預處理之試片.....	37
5-3.6 實驗結果之整體分析.....	38
5-4 熱循環靜態強度.....	39
5-5 電性質測試.....	42
5-6 疲勞測試.....	43
第六章 結論.....	46
6-1 吸濕實驗.....	46
6-2 靜態拉伸和熱循環實驗.....	46
6-3 電性質實驗.....	47
6-4 疲勞實驗.....	48
參考文獻.....	49
附表.....	56
附圖.....	60

表目錄

表 3-1 碳管的物理性質.....	56
表 3-2 碳管與傳統材料的機械強度及密度比較.....	56
表 5-1 原始條件 CNT/phenolic 靜態強度測試.....	56
表 5-2 85 CNT/phenolic 靜態強度測試.....	56
表 5-3 175 CNT/phenolic 靜態強度測試.....	56
表 5-4 25 /85%RH CNT/phenolic 靜態強度測試.....	57
表 5-5 85 /85%RH CNT/phenolic 靜態強度測試.....	57
表 5-6 熱循環 100 cycles 後的靜態強度.....	57
表 5-7 熱循環 200 cycles 後的靜態強度.....	57
表 5-8 熱循環 300 cycles 後的靜態強度.....	57
表 5-9 熱循環 400 cycles 後的靜態強度.....	57
表 5-10 室溫下所測得的 CNT/phenolic 的電性質.....	58
表 5-11 25 /85%RH 環境下 CNT/phenolic 電性測試.....	58
表 5-12 85 /85%RH 環境下 CNT/phenolic 電性測試.....	58
表 5-13 各組熱壓試片 Gr/epoxy 靜態測試.....	58
表 5-14 CNT/phenolic resin 和 Gr/epoxy 接合後試片的靜態強度.....	58
表 5-15 疲勞測試.....	59

圖目錄

圖 1-1	Surface resistivity spectrum 表面阻抗值光譜.....	60
圖 3-1	C ₆₀ 的模型(由 20 個六角形及 12 個五角形所組成，其碳原子間的連結形式與石墨非常類似)	60
圖 3-2	單層碳奈米管及多層奈米碳管.....	61
圖 3-3	不同螺旋形式的碳奈米管可分為(a)金屬導電態(10,10)碳管 ”armchair” (b) 金屬導電態(15,0)碳管”zigzag” (c)對掌性半導體態(12,7)碳管.....	61
圖 3-4	電弧放電法(Arc discharge)	62
圖 3-5	複合材料積層板損壞發展示意圖.....	62
圖 3-6	電磁波的屏蔽原理圖.....	63
圖 4-1	熱壓機.....	63
圖 4-2	真空烘箱.....	64
圖 4-3	Instron-8848 微拉伸試驗機.....	64
圖 4-4	Instron-1322 型動態萬能試驗機.....	65
圖 4-5	掃描式電子顯微鏡(SEM)	65
圖 4-6	CNT/phenolic resin 熱壓成形試片與模具疊層圖.....	66
圖 4-7	熱壓成型溫度壓力與時間圖.....	66
圖 4-8	Gr/epoxy 熱壓成形試片與模具疊層圖.....	67
圖 4-9	Gr/Epoxy-熱壓成型溫度壓力與時間圖.....	67
圖 4-10	CNT/phenolic resin 試片尺寸圖.....	68
圖 4-11	CNT/phenolic resin 和 Gr/epoxy 結合尺寸圖.....	68
圖 4-12	實驗流程圖.....	69
圖 4-13	熱循環溫度和時間關係圖.....	69

圖 5-1	SEM 觀察下的 CNT 結構圖.....	70
圖 5-2	熱壓製程測試階段 (熱壓過程中不良試片)	70
圖 5-3	熱壓製程底定階段(熱壓過程成功試片).....	71
圖 5-4	25 /85%RH 對 CNT/phenolic 複材之時間-重量增加圖.....	71
圖 5-5	85 /85%RH 對 CNT/phenolic 複材之時間-重量增加圖.....	72
圖 5-6	兩種情況下的吸濕率比較.....	72
圖 5-7	CNT/phenolic 測試試片的外型(1wt%).....	73
圖 5-8	纖維填充複合材料靠近頂端的成長裂縫，纖維可能 A.斷裂 B.脫鍵或由基材抽出.....	73
圖 5-9	原始條件靜態強度.....	74
圖 5-10	25 /85%RH 靜態強度測試.....	74
圖 5-11	85 /85%RH 靜態強度測試.....	74
圖 5-12	85 靜態強度測試.....	74
圖 5-13	175 靜態強度測試.....	75
圖 5-14	純酚醛材料的內部情況.....	75
圖 5-15	1wt% CNT/phenolic 破壞斷面情形.....	76
圖 5-16	2wt% CNT/phenolic 破壞斷面情形.....	76
圖 5-17	碳管嵌入酚醛內部.....	77
圖 5-18	酚醛樹脂 DSC 圖.....	77
圖 5-19	85 下破壞斷面情形(左純酚醛，右 2wt%，下 2wt%放大 圖).....	78
圖 5-20	85 下碳管拔出和壓印現象(1wt%).....	78
圖 5-21	85 下破壞紋路的成長(2wt%).....	79
圖 5-22	175 下破壞斷面情形(左純酚醛，右 2wt%，下 2wt%放大 圖).....	79

圖 5-23	175	下碳管互相糾纏情形(1wt%).....	80
圖 5-24	25	/ 85%RH 下破壞斷面情形(左上純酚醛，右上 0.5wt%， 下 2wt%).....	80
圖 5-25	85	/ 85%RH 下孔洞的發生.....	81
圖 5-26	85	/ 85%RH 下破壞斷面情形(2wt%).....	81
圖 5-27	85	/ 85%RH 下碳管脫出現象(2wt%).....	82
圖 5-28		各種環境下的靜態強度比較圖.....	82
圖 5-29		熱循環情況應力 - CNT(wt%)靜態強度.....	83
圖 5-30		熱循環情況應力 - 週次靜態強度.....	83
圖 5-31		熱循環 100 cycles 下破壞斷面情形(0、2wt%).....	84
圖 5-32		熱循環 100 cycles 下放大圖(2wt%).....	84
圖 5-33		熱循環 400 cycles 下破壞斷面情形(0、2wt%).....	85
圖 5-34		熱循環 400 cycles 下放大圖(2wt%).....	85
圖 5-35		各種環境下表面電阻.....	86
圖 5-36		各種環境下體積電阻.....	86
圖 5-37		Gr/epoxy 測試試片的外型.....	87
圖 5-38		CNT/phenolic 和 Gr/epoxy 接合後測試試片外型.....	87
圖 5-39		各組 Gr/epoxy 平均拉伸強度比較圖.....	88
圖 5-40		Gr/epoxy 破壞斷面圖.....	88
圖 5-41		Gr/epoxy 和接合後試片強度比較.....	89
圖 5-42		CNT/phenolic resin 和 Gr/epoxy 疊層板接合後試片的疲勞曲 線.....	89
圖 5-43		接合的複材破壞試片.....	90