

高菖企業股份有限公司

Silicone 測試研發檢測計畫

期中報告

委託單位：高菖企業股份有限公司

執行單位：國立成功大學化學工程學系

計畫主持人：張鑑祥

計畫聯絡人：林建功

中華民國 110 年 3 月 12 日

大綱

- 一、 檢測內容樣品、檢測項目、適用規範
- 二、 機械性質
 - 1. 抗拉強度
 - 2. 延伸率
 - 3. 撕裂強度
 - 4. 黏著剝離強度
 - 5. 硬度
- 三、 乾燥、表面性質
 - 不沾黏時間
- 四、 加速氣候老化
- 五、 結果整理

未經高增企業授權勿任意使用

一、檢測內容

1. 檢測樣品: FORMOSA® 920 中性耐候密封膠 建築級
2. 檢測項目及規範: 抗拉強度、延伸率測試 – ASTM D412-16 ;

撕裂強度測試 – ASTM D624-00 ;

黏著剝離強度測試 – ASTM C794-18 ;

硬度測試 – ASTM D2240-05 、 ASTM C661-15 ;

不沾黏時間測試 – ASTM C679-15 ;

加速氣候老化測試 – ASTM C793-05 。

未經高層企業授權勿任意使用

二、機械性質

1. 抗拉強度、延伸率 (ASTM D412-16)

(A) 樣品型式如下圖 1。



圖 1、抗拉強度測試試片。

(B) 測試結果

樣品製備完經過不同硬化條件後測試，室溫硬化隨時間：
4 天、11 天、14 天(W2)、21 天(W3)、27 天(W4)、35 天(W5)
變化結果如圖 2~7 所示，樣品室溫並於相對濕度 100%環境中
加熱(室溫 4 天+40°C 8 小時、室溫 20 天+40°C 8 小時、室溫 18
天+40°C 7 天)結果如圖 8~10 所示，數據列於表 1、2 中。結果
顯示，硬化時間增加，抗拉強度提高但斷裂延伸量下降，室溫
硬化(不加熱)結果為時間 1 週以上有較平均抗拉強度-延伸量，
樣品間不會有明顯大的差異；加熱可加速硬化，在較短時間便
可提升抗拉強度。

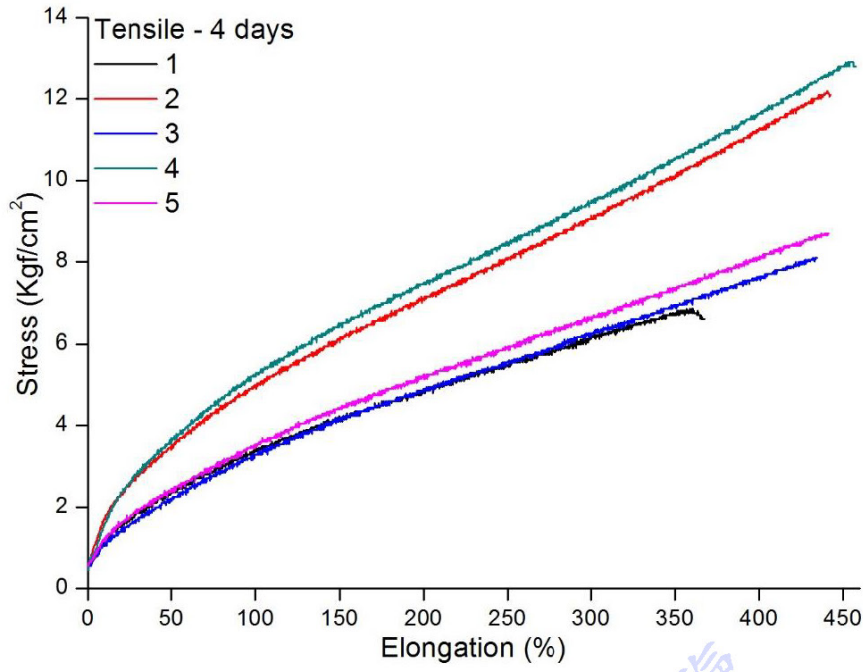


圖 2、室溫乾燥 4 天之抗拉強度。

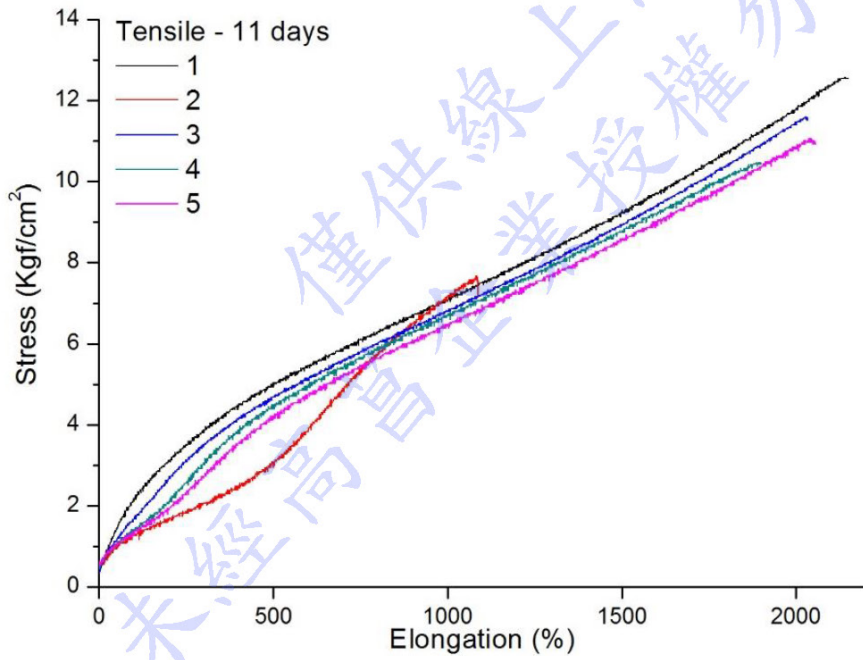


圖 3、室溫乾燥 11 天之抗拉強度。

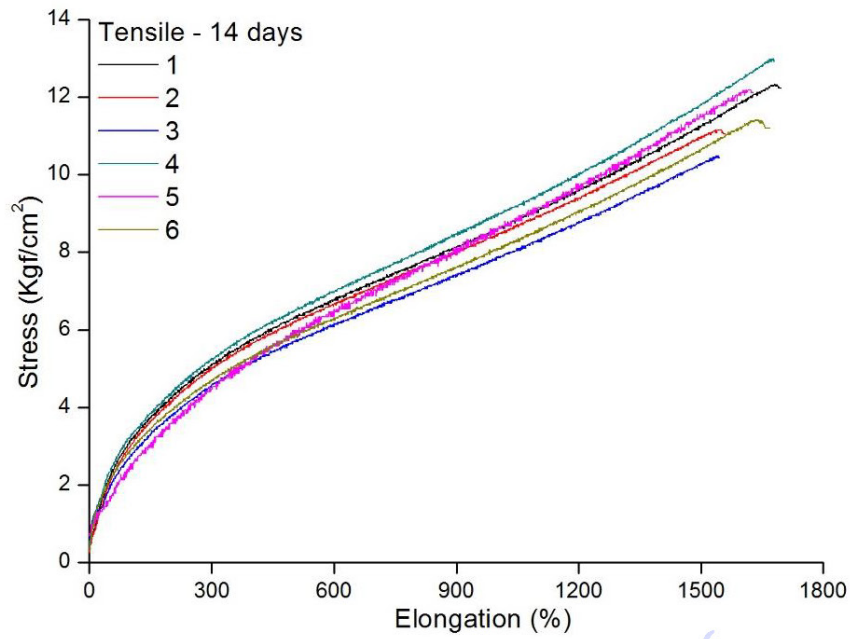


圖 4、室溫乾燥 14 天(2 週、W2)之抗拉強度。

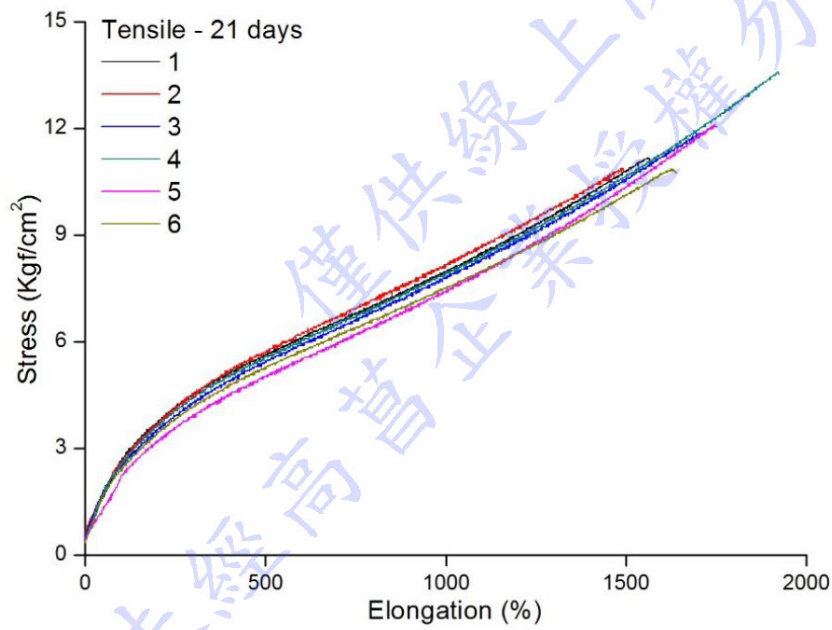


圖 5、室溫乾燥 21 天(3 週、W3)之抗拉強度。

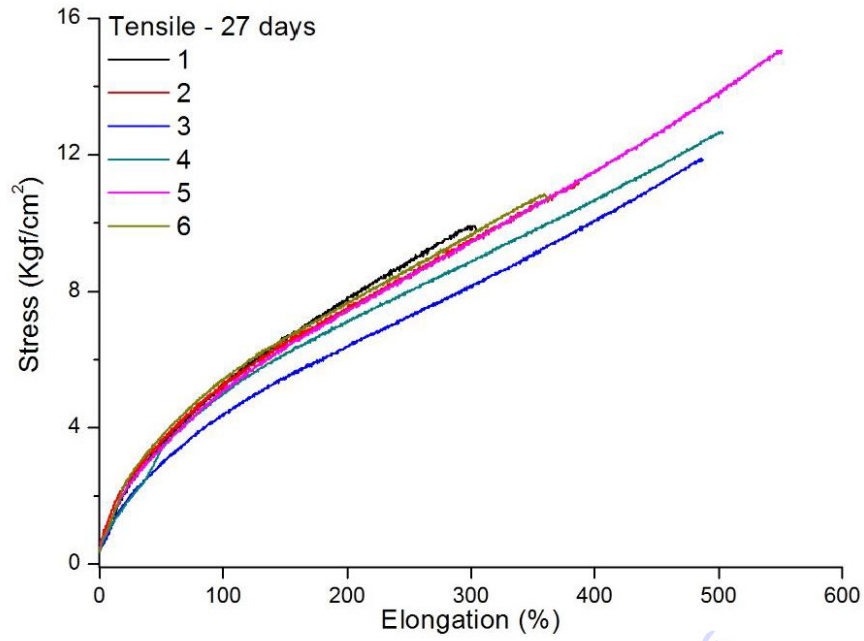


圖 6、室溫乾燥 27 天(4 週、W4)之抗拉強度。

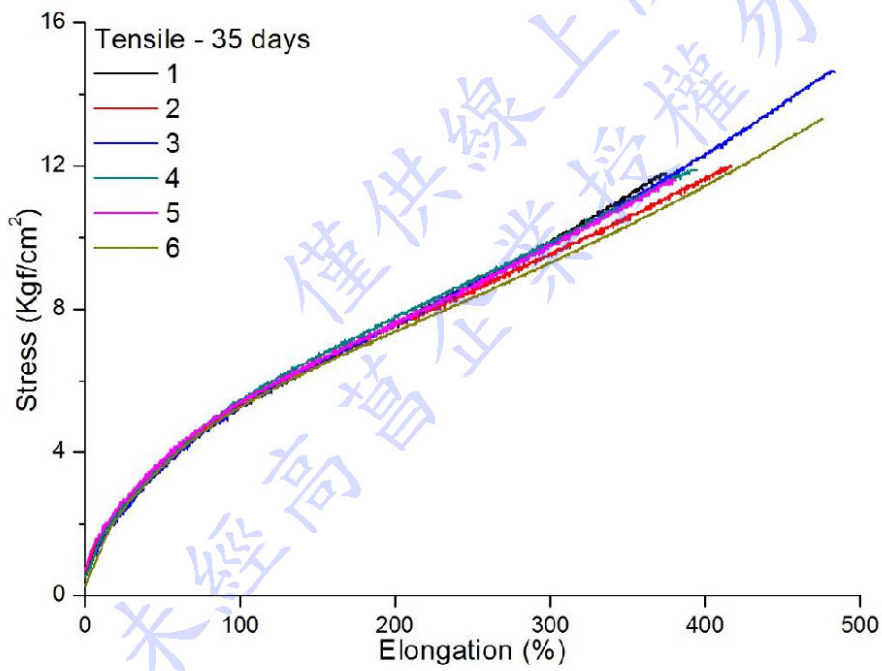


圖 7、室溫乾燥 35 天(5 週、W5)之抗拉強度。

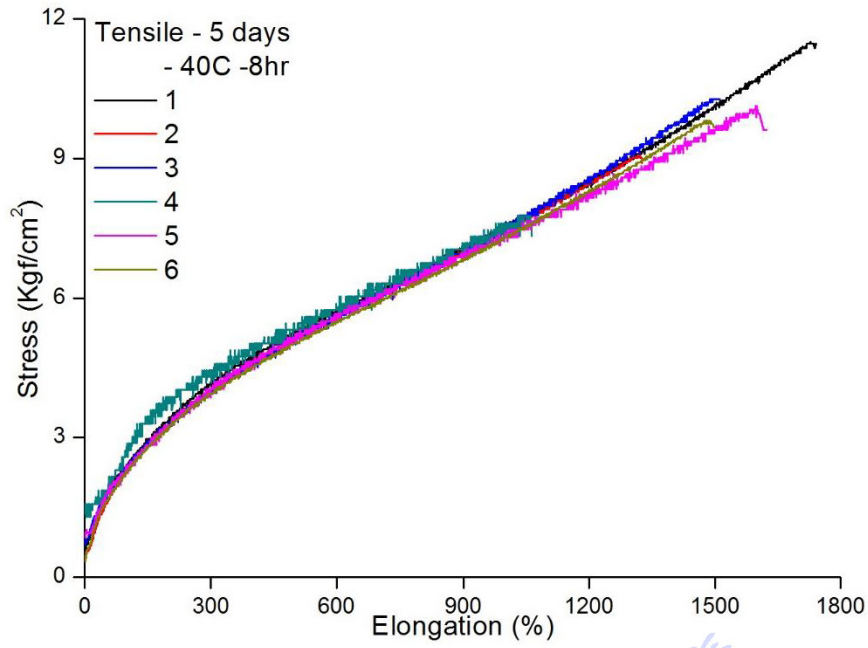


圖 8、室溫乾燥 4 天+ 40°C 8 小時之抗拉強度。

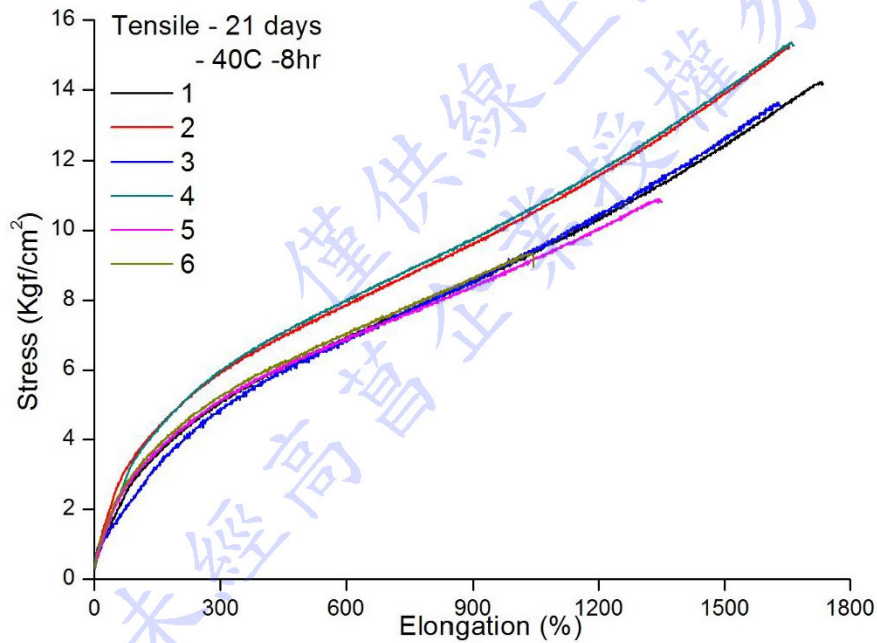


圖 9、室溫乾燥 20 天+ 40°C 8 小時之抗拉強度。

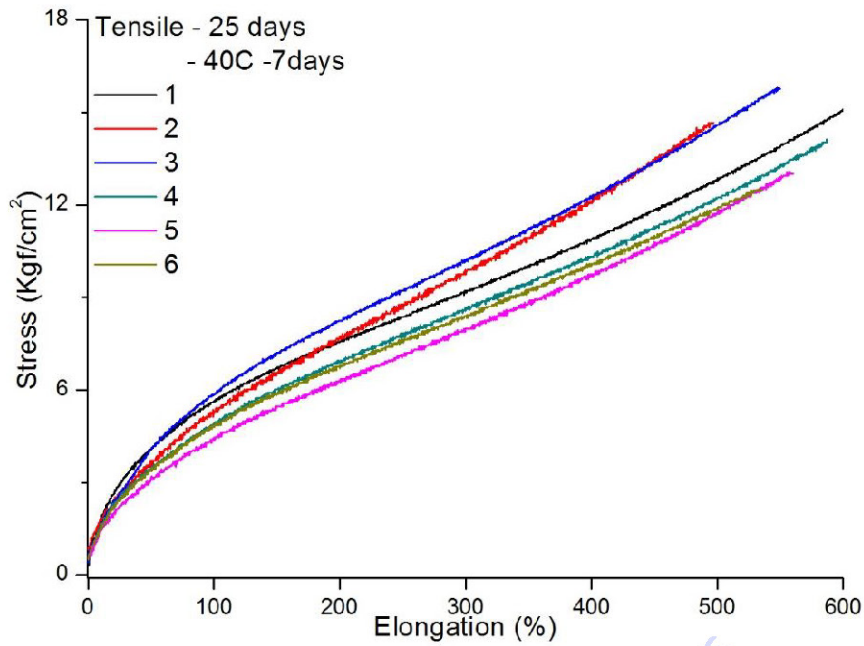


圖 10、室溫乾燥 18 天+ 40°C 7 天之抗拉強度。

表 1、室溫乾燥之抗拉強度、斷裂延伸率數據及平均值。

室溫		1	2	3	4	5	6	平均
4 天	E	606.70	730.08	716.90	754.96	728.84	-	732.7
	T	7.75	10.4	9.31	9.92	9.86	-	9.87
11 天	E	709.19	358.7	671.38	627.35	678.59	-	671.63
	T	12.54	7.16	11.51	10.43	10.92	-	11.35
14 天 (W2)	E	559.69	514.42	509.94	554.22	537.05	550.73	537.68
	T	12.24	11.06	10.43	12.92	12.12	11.2	11.66
21 天 (W3)	E	516.41	493.77	564.17	635.31	577.85	541.03	554.76
	T	11.11	10.8	11.84	13.53	12.05	10.75	11.68
27 天 (W4)	E	304.22	387.55	487.3	503.47	550.98	363.18	458.5
	T	9.78	11.19	11.84	12.65	15.06	10.69	12.29
35 天 (W5)	E	375.36	416.91	483.82	394.52	381.09	475.86	391.97
	T	11.78	11.96	14.61	11.88	11.6	13.3	11.81

表 2、室溫乾燥額外加熱之抗拉強度、斷裂延伸率數據及平均值。

加熱		1	2	3	4	5	6	平均
室溫 4 天 +40°C 8 小時	E	574.86	437.55	498.5	494.76	535.56	-	508.25
	T	11.46	8.9	10.28	9.68	9.62	-	9.99
室溫 20 天+40°C 8 小時	E	572.13	545.76	540.04	549.49	446.01	-	551.86
	T	14.15	15.22	13.53	15.28	10.81	-	14.55
室溫 18 天+40°C 7 天	E	623.37	535.31	549.74	587.3	560.43	497	571.23
	T	15.57	14.66	15.75	14.02	13.01	12.47	14.6

註: E(%) 為斷裂延伸率(Elongation at break) ; T (kgf/cm²) 為抗拉強度(Tensile strength)。

II. 撕裂強度 (D624-00)

(A) 樣品型式如下圖 11。



圖 11、撕裂強度測試試片。

(B) 測試結果

樣品製備完經過不同硬化條件後測試，室溫硬化隨時間：

4 天、11 天、14 天(W2)、21 天(W3)、27 天(W4)、35 天(W5)變

化結果如圖 12~17 所示，樣品室溫並於相對濕度 100%環境中

加熱(室溫 4 天+ 40°C 8 小時、室溫 20 天+ 40°C 8 小時、室溫 18

天+ 40°C 7 天)結果如圖 18~20 所示，數據列於表 3、表 4 中。

結果顯示，室溫硬化(不加熱)時間增加，撕裂強度提高；加熱可加速硬化，在較短時間便可提升撕裂強度。

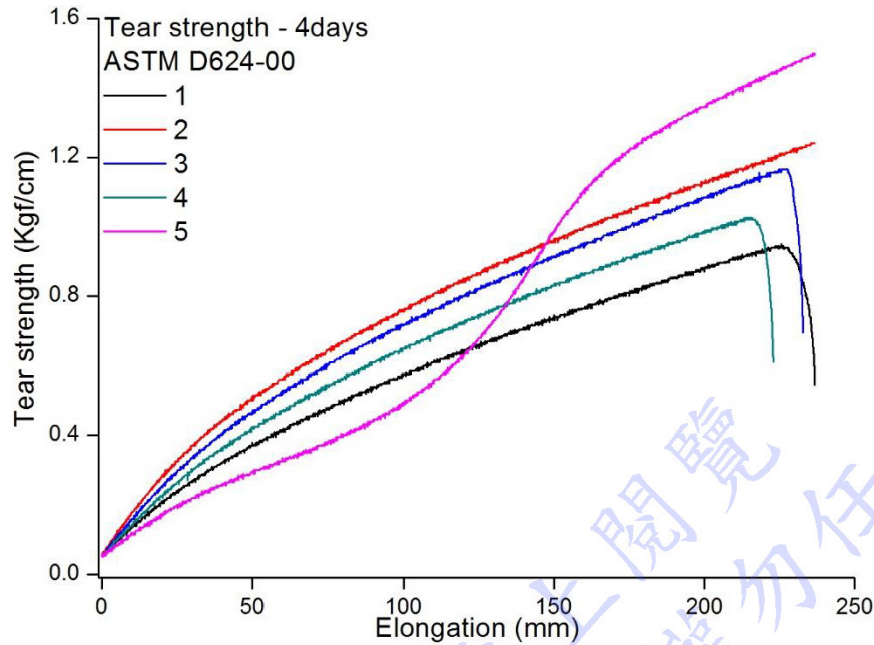


圖 12、室溫乾燥 4 天之撕裂強度。

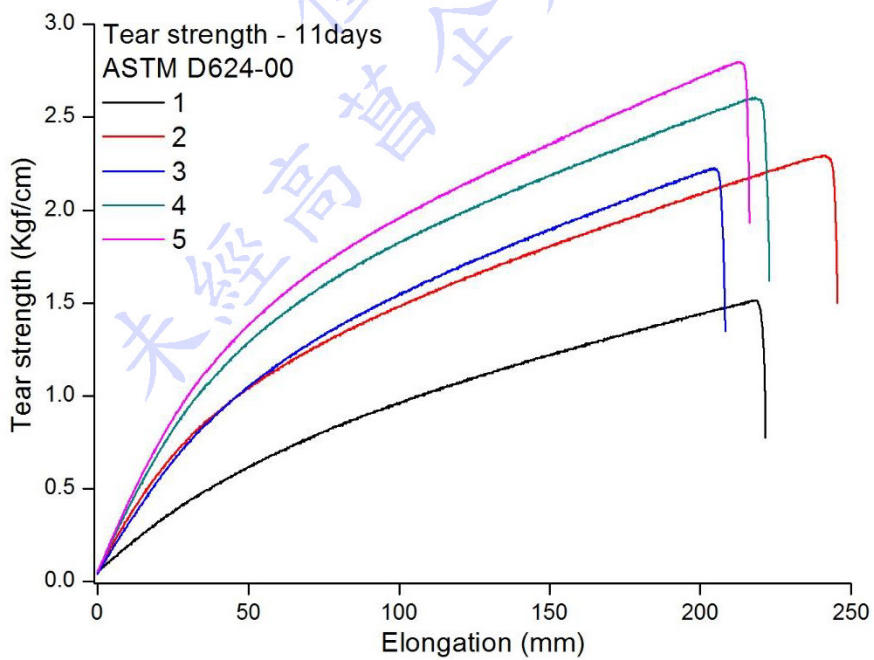


圖 13、室溫乾燥 11 天之撕裂強度。

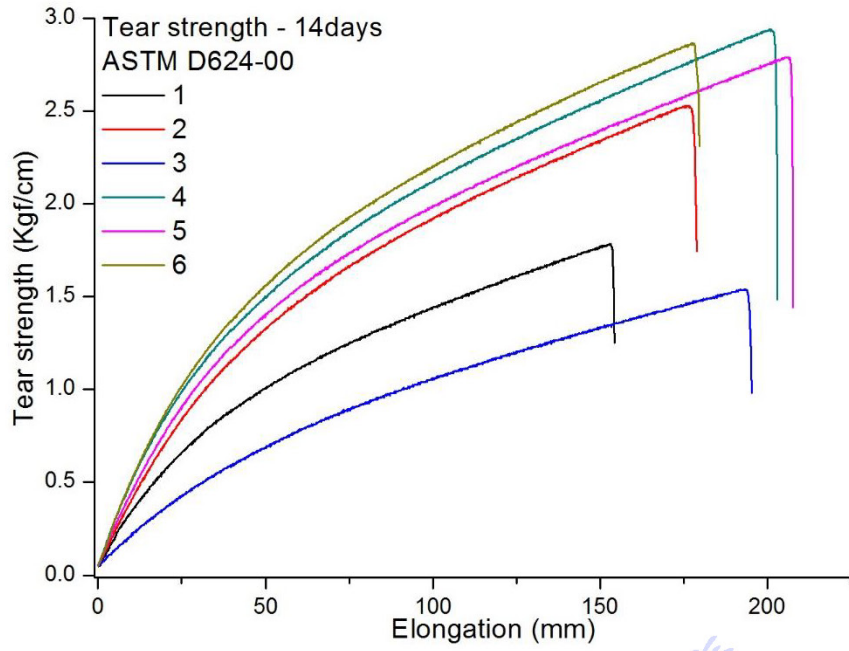


圖 14、室溫乾燥 14 天(2 週、W2)之撕裂強度。

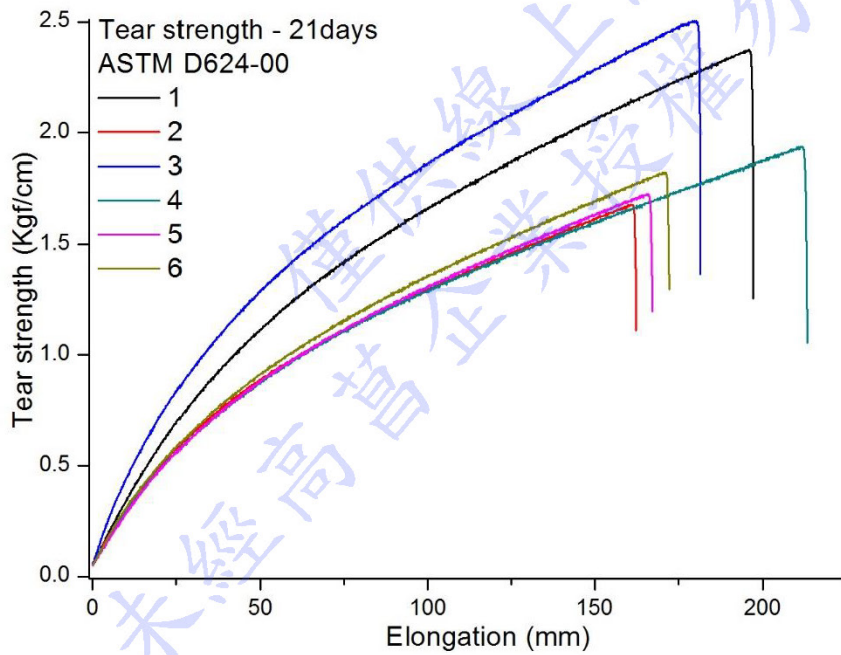


圖 15、室溫乾燥 21 天(3 週、W3)之撕裂強度。

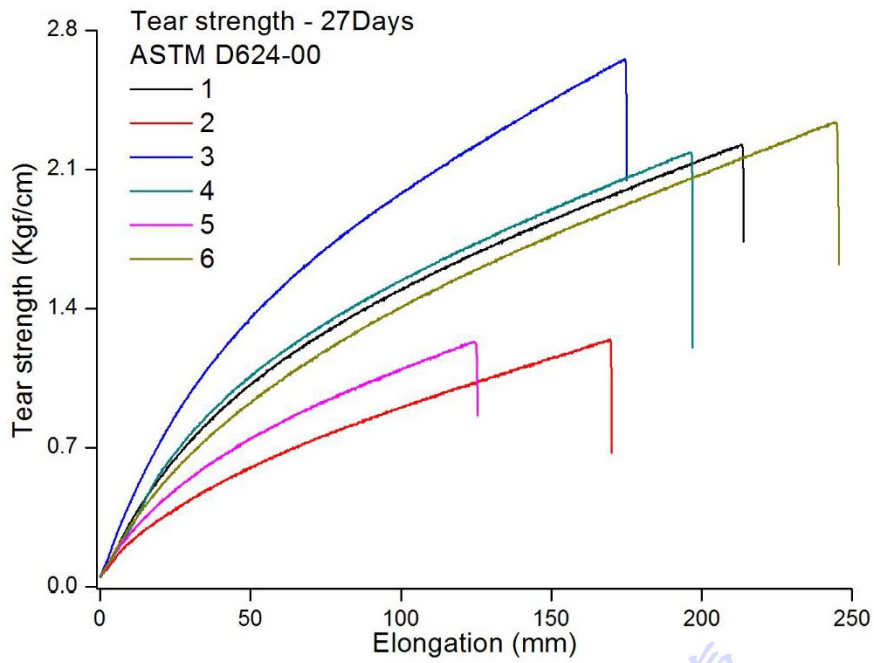


圖 16、室溫乾燥 27 天(4 週、W4)之撕裂強度。

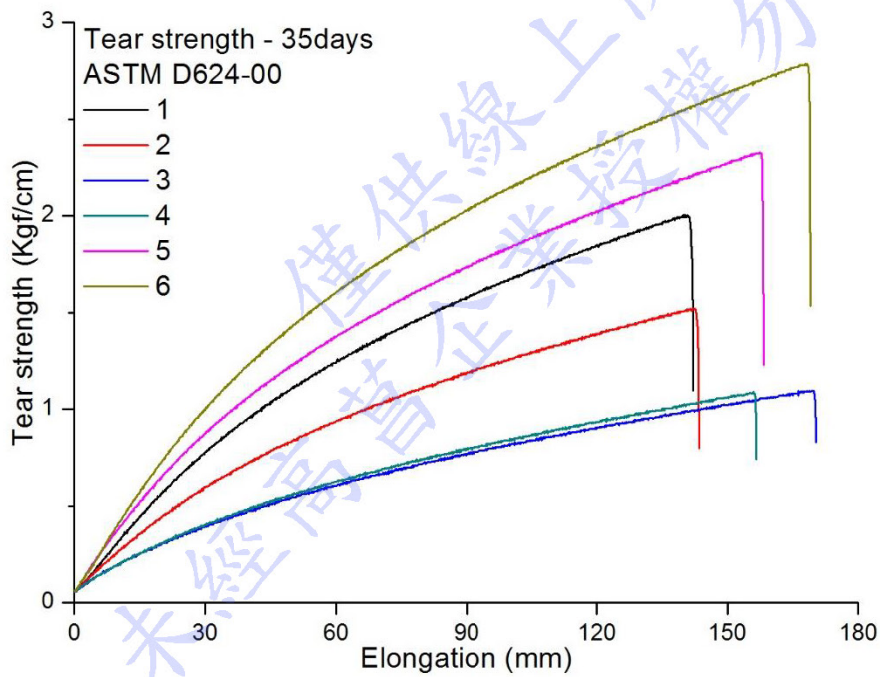


圖 17、室溫乾燥 35 天(5 週、W5)之撕裂強度。

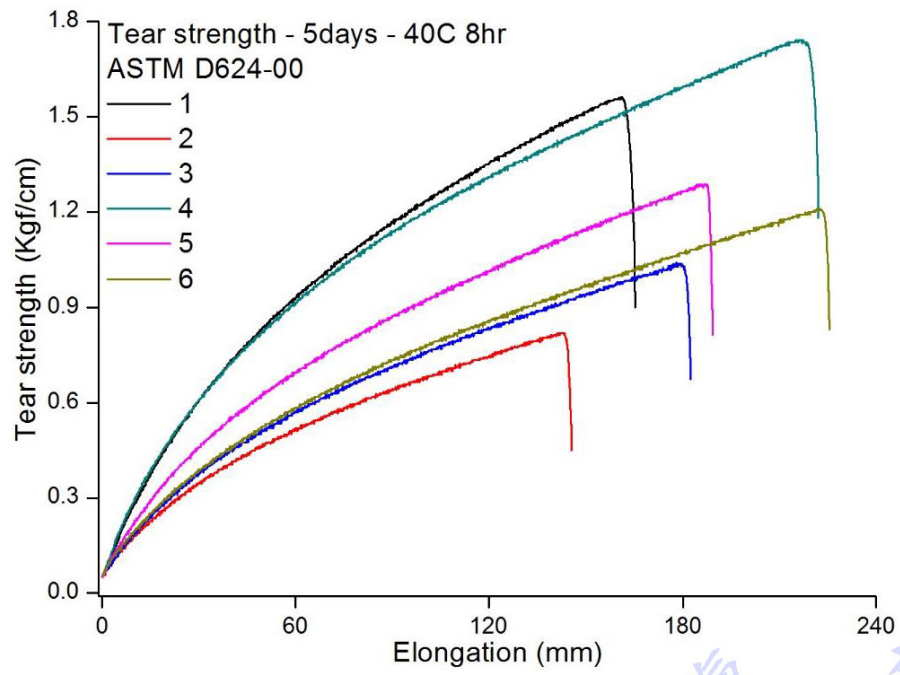


圖 18、室溫乾燥 4 天+ 40°C 8 小時之撕裂強度。

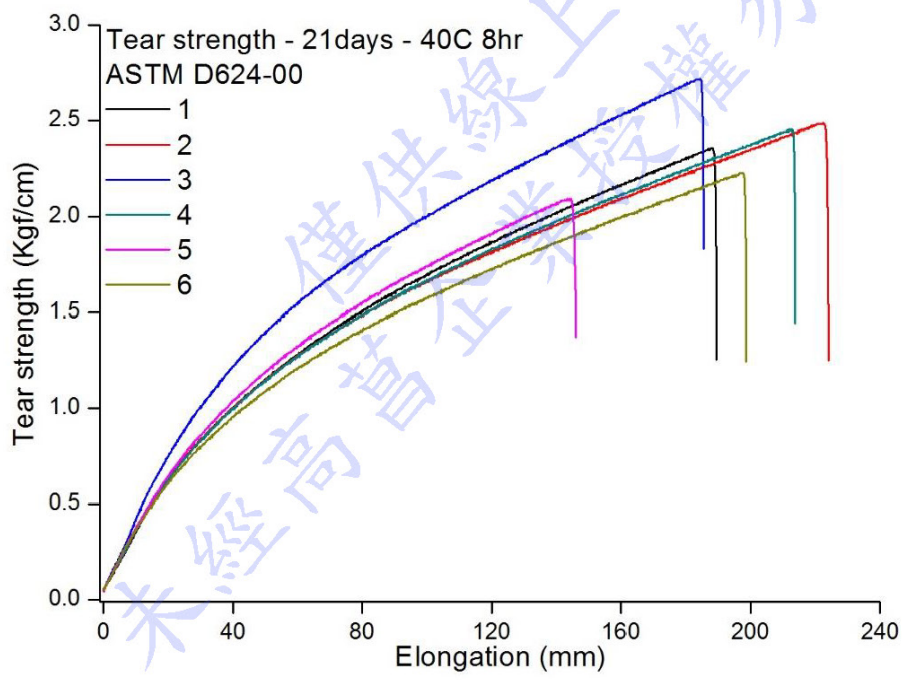


圖 19、室溫乾燥 20 天+ 40°C 8 小時之撕裂強度。

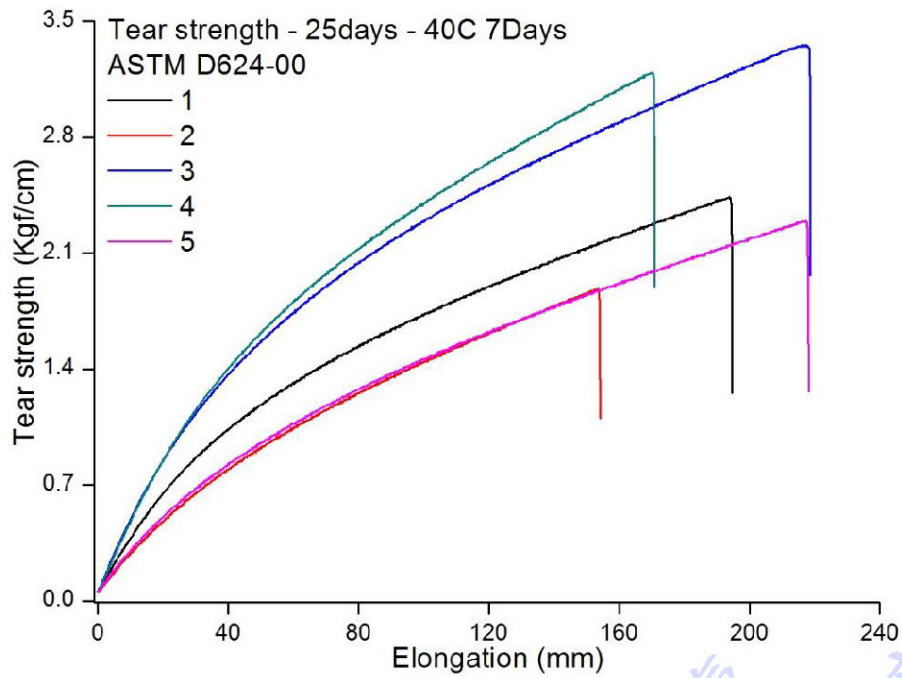


圖 20、室溫乾燥 18 天+ 40°C 7 天之撕裂強度。

表 3、室溫乾燥之撕裂強度、最大荷重力數據及平均值。

室溫		1	2	3	4	5	6	平均
4 天	T	5.29	6.97	6.59	6.32	6.95	-	6.42
	T _m	7.79	8.22	8.03	7.71	8.16	-	7.98
11 天	T	8.01	8.77	8.84	8.31	8.79	-	8.54
	T _m	8.28	8.96	9.03	8.4	8.87	-	8.71
14 天 (W2)	T	10.9	9.79	9.53	10.09	12.29	12.45	10.52
	T _m	11.02	9.84	9.69	10.17	12.29	12.51	10.60
21 天 (W3)	T	11.26	10.74	10.67	10.81	10.46	10.61	10.79
	T _m	11.31	10.77	10.75	10.87	10.52	10.67	10.84
27 天 (W4)	T	12.64	12.86	12.7	13.4	10.88	11.73	12.37
	T _m	12.64	12.97	12.7	13.4	10.93	11.76	12.4
35 天 (W5)	T	10.61	10.74	12.11	12	12.24	11.18	11.4
	T _m	10.66	10.78	12.13	12.11	12.26	11.18	11.52

註: T (kgf/cm) 為撕裂強度(Tear strength) ; T_m (kgf/cm) 為最大荷重力。

表 4、室溫乾燥額外加熱之撕裂強度、最大荷重力數據及平均值。

加熱		1	2	3	4	5	6	平均
室溫 4 天 +40°C 8 小時	T	8.18	9.25	8.47	7.52	9.23	9.1	8.85
	T _m	8.48	9.43	8.81	8.21	9.45	9.45	9.12
室溫 20 天+40°C 8 小時	T	10.91	11.73	11.69	11.67	9.36	11.15	11.43
	T _m	10.98	11.8	11.77	11.69	9.61	11.15	11.48
室溫 18 天+40°C 7 天	T	14.67	7.52	10.39	12.87	13.55	8.75	12.87
	T _m	14.7	10.42	12.82	12.91	13.58	8.9	13.5

註: T (kgf/cm) 為撕裂強度(Tear strength) ; T_m (kgf/cm) 為最大荷重力。

III. 黏著剝離強度 (ASTM C794-18)

(A) 樣品型式(鋁底板)如下圖 21。

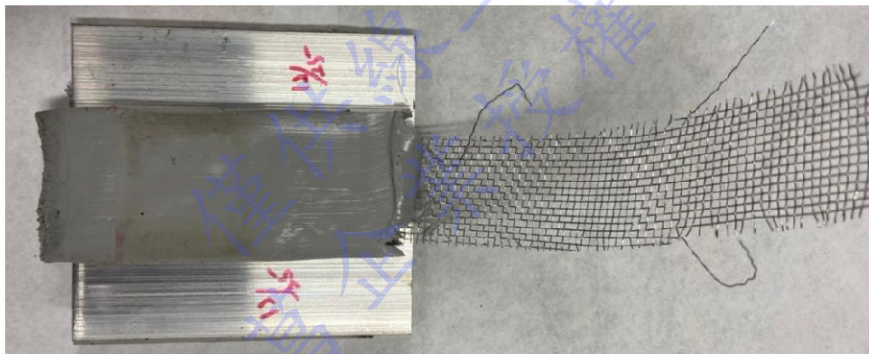


圖 21、黏著剝離強度測試試片。

(B) 測試結果

樣品製備完經過不同硬化條件後測試，室溫硬化隨時間(5 天、7 天、12 天、18 天)變化結果如圖 22~25 所示，樣品室溫並於相對濕度 100%環境中加熱(室溫 12 天+ 40°C 8 小時)結果如圖 26 所示，由試片測試後結果看出，不論加熱與否結果均是

全材破(如圖 27)，試片剝離鋁底板面積皆低於 10%(剝離面積

>25%時屬於黏著失敗)，硬化條件並不影響黏著性質。

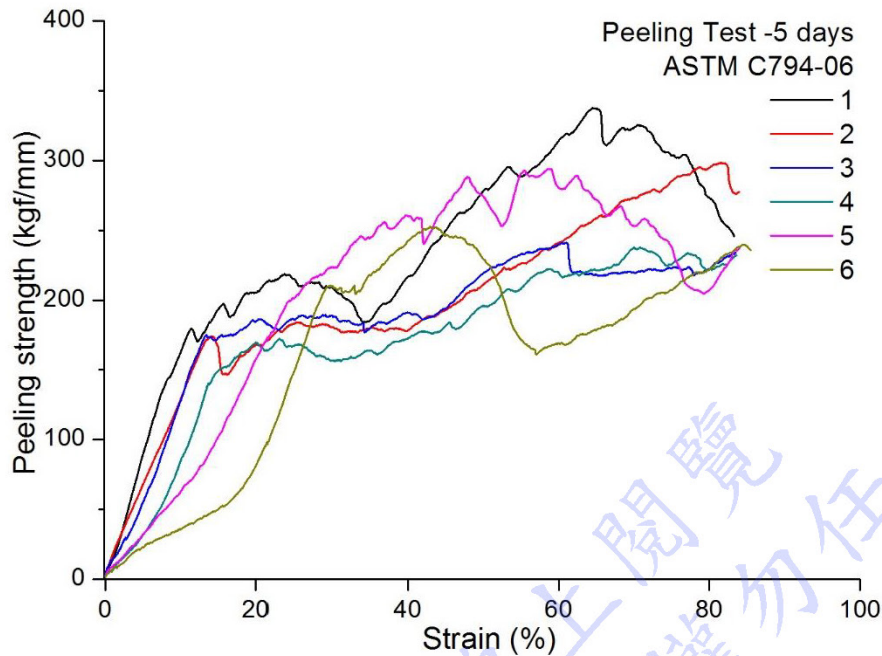


圖 22、室溫乾燥 5 天之黏著剝離強度測試結果。

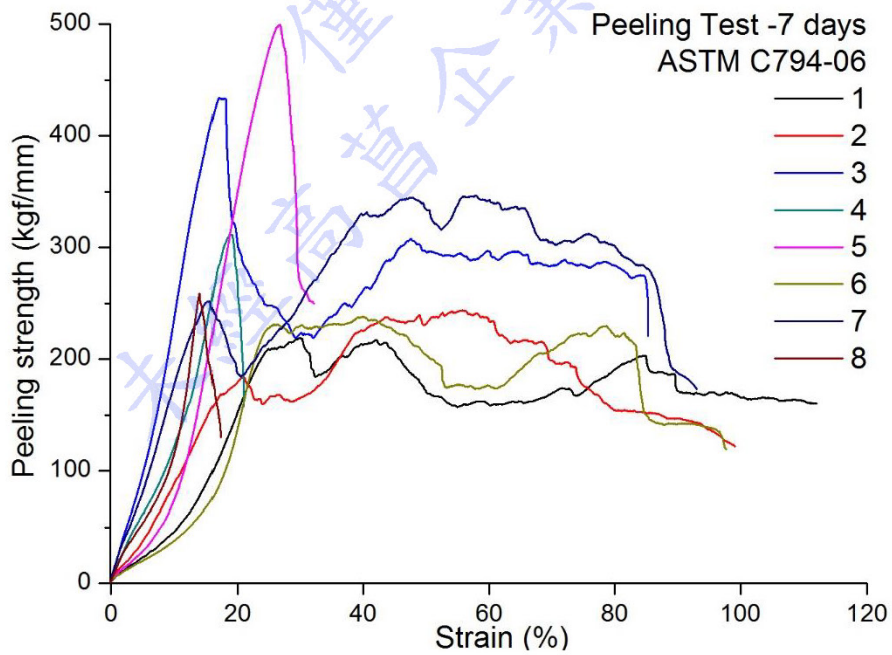


圖 23、室溫乾燥 7 天之黏著剝離強度測試結果。

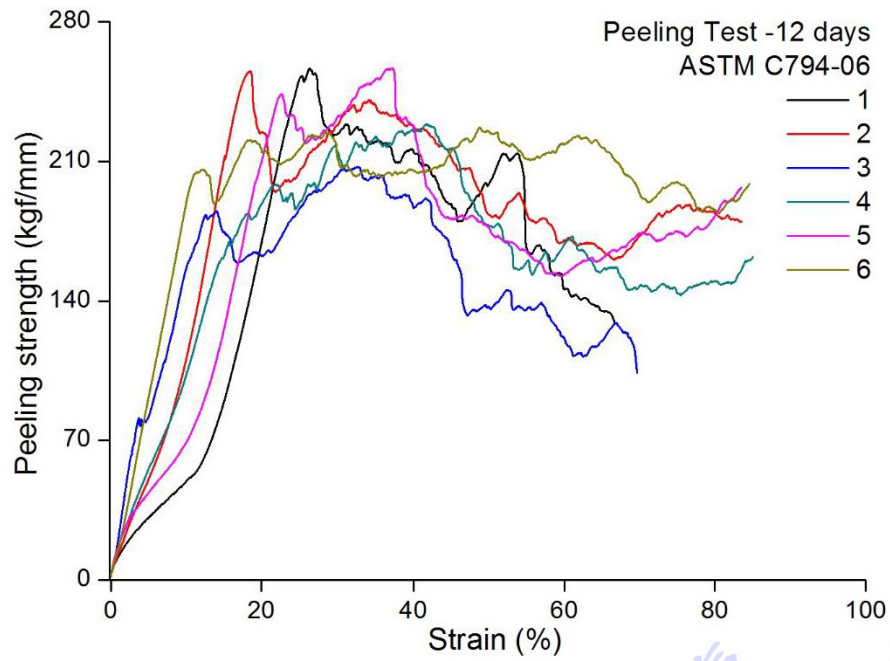


圖 24、室溫乾燥 12 天之黏著剝離強度測試結果。

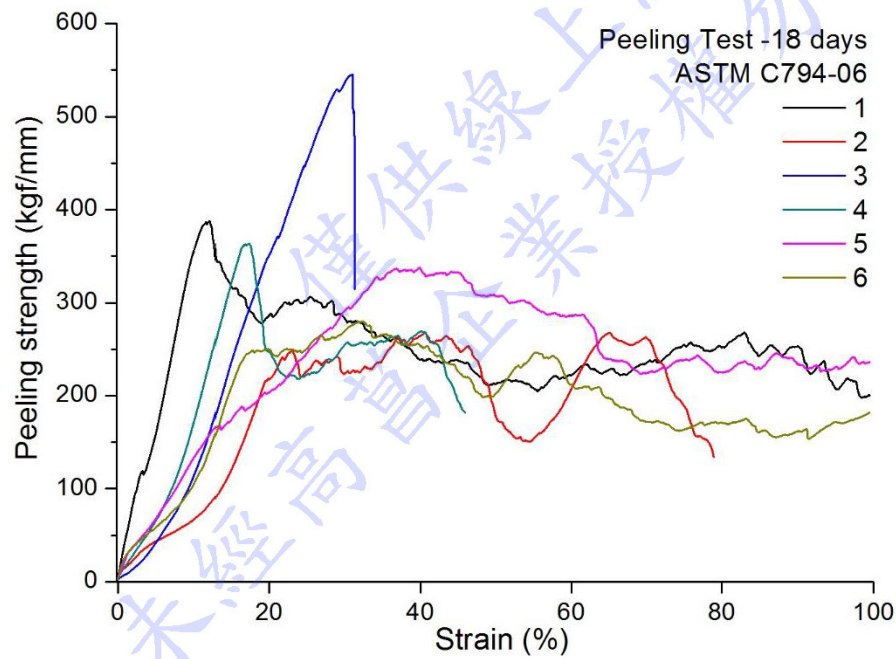


圖 25、室溫乾燥 18 天之黏著剝離強度測試結果。

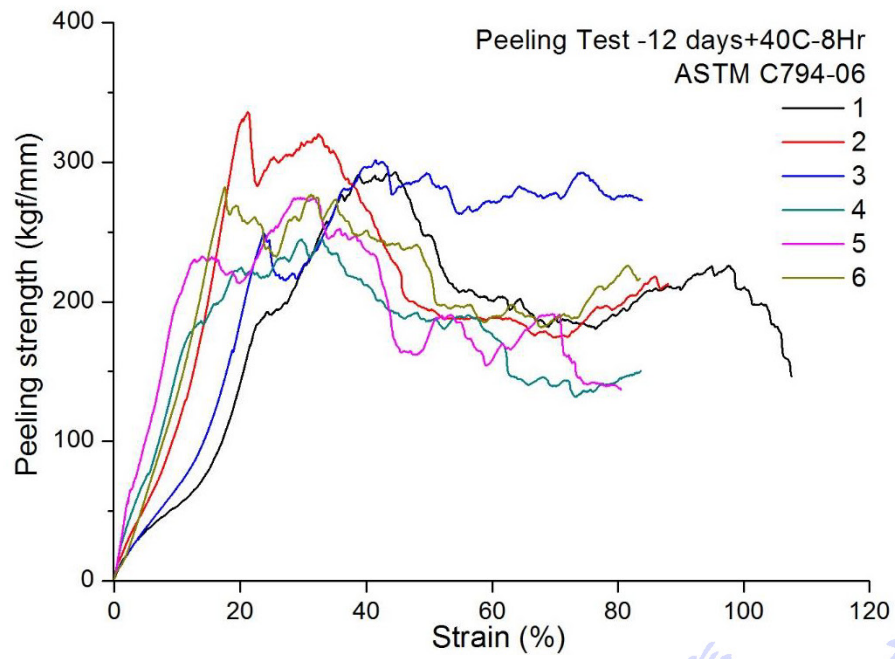


圖 26、室溫乾燥 12 天+ 40°C 8 小時之黏著剝離強度測試結果。



圖 27、試驗後試體全材破、無接著失敗(露出鋁底板面積>25%)。

IV. 硬度測試 (ASTM D2240-05、ASTM C661-15(加速老化硬度測試))

硬化條件：(1)室溫隨時間(每週 1 次)硬度測試；

(2) 40°C、相對濕度 100%、7 天(加速老化硬度)。

測試結果：每次測試取 8 點平均，結果如下表 5，可看出硬度隨

硬化時間增加緩慢上升，加熱明顯可加速硬化使硬度

增加較快。而經加速老條件後，平均硬度值可達到最

高，顯示其完全硬化後應有之硬度值。

表 5、不同硬化條件之平均硬度數據。

溫度 (°C)	時間	平均硬度
室溫	5 天	21.6
	7 天	23
	14 天	24.6
	28 天	27
	35 天	28.6
室溫	4 天	23.4
40	8 小時	
室溫	18 天	26.6
40	8 小時	
室溫	24 天	27.1
40	8 小時	
40	7 天	32.1

三、乾燥、表面性質

不沾黏時間(Tack-free)測試 – ASTM C679-15

測試底材: 聚乙烯(Polyethylene)薄膜、高密度聚乙烯(HDPE)片、
聚丙烯(Polypropylene)板。

測試條件: 25°C、72 小時

測試結果: 於三種底材皆完全剝除無殘留。

未經高普企業授權勿任意使用

四、加速氣候老化測試

加速氣候老化測試 – ASTM C793-05

測試底材: 鋁板。

測試條件: UVA 340 nm ($459 \text{ KJ/m}^2 \cdot \text{nm}$)、250 小時、標準條件。

測試結果: 如下圖 28，試片試驗後無明顯裂紋，通過試驗。

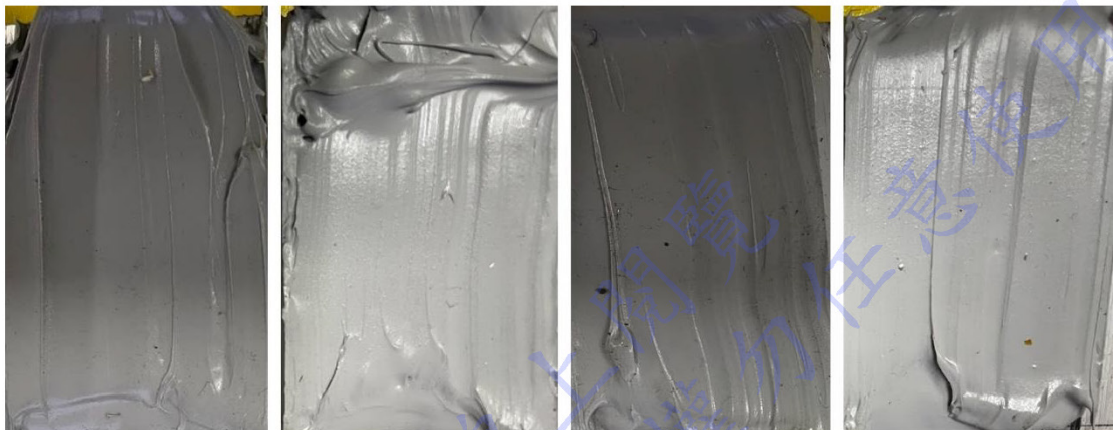


圖 28、加速氣候老化試驗後之結果。

另外，試片經加速氣候老化測試後，進行黏著剝離強度測試(第二-III，ASTM C794-18)結果，如下圖 29、30 所示，顯示經過加速氣候老化測試後同樣為試體全材破，無接著失敗情形。

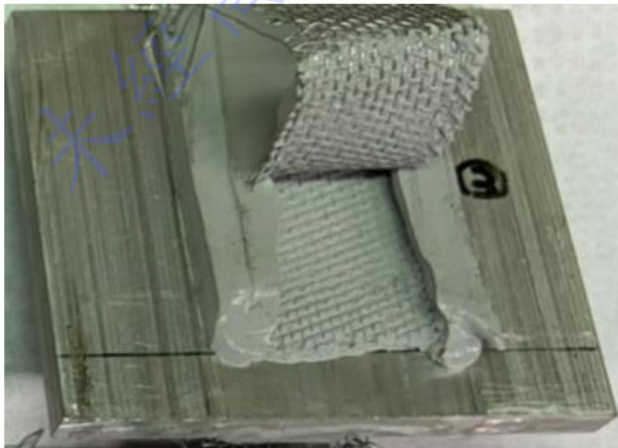


圖 29、加速氣候老化測試後試驗，試體全材破、無接著失敗

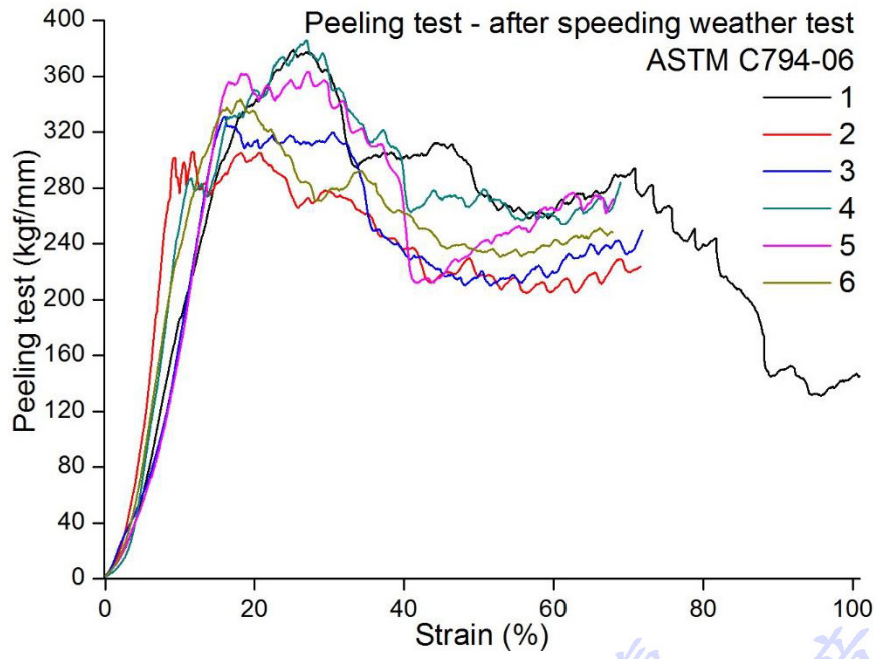


圖 30、加速老化試驗後試片之黏著剝離強度測試結果。

未經高普企業授權勿任意使用

五、結果整理

高菴公司密封膠-FORMOSA® 920 中性耐候密封膠 建築級，分別經過室溫硬化或室溫+加熱硬化後進行機械性質測試，結果如前所列，在此將數據整理成趨勢圖表示。經由不同天數室溫硬化後，抗拉強度(Tensile strength)隨著天數增加而增加，而斷裂延伸率則是隨著室溫硬化天數增加而減少延伸率，如圖 31 所示；在斷裂強度(Tear strength)的趨勢與抗拉強度相同，斷裂強度隨著室溫硬化天數增加而增加，如圖 32 所示；黏著剝離強度則不論硬化天數，接著都是成功的；而在硬度方面，硬度亦是隨著室溫硬化天數增加而增加，趨勢如圖 33 所示。由結果顯示，室溫硬化需要相當時間才能完成。在硬化過程中如能適度加熱，在相同硬化時間，加熱可明顯提高硬化程度使得抗拉強度、斷裂強度、硬度的提升速度均較未加熱的快，表示加熱可以加速硬化過程進行、縮短硬化所需時間。

加速氣候老化測試結果，試片並無明顯裂紋存在，通過測試；而同樣經加速氣候老化測試條件後之鋁板黏著剝離強度測試結果，同樣為試體全材破，無黏著失敗情形。

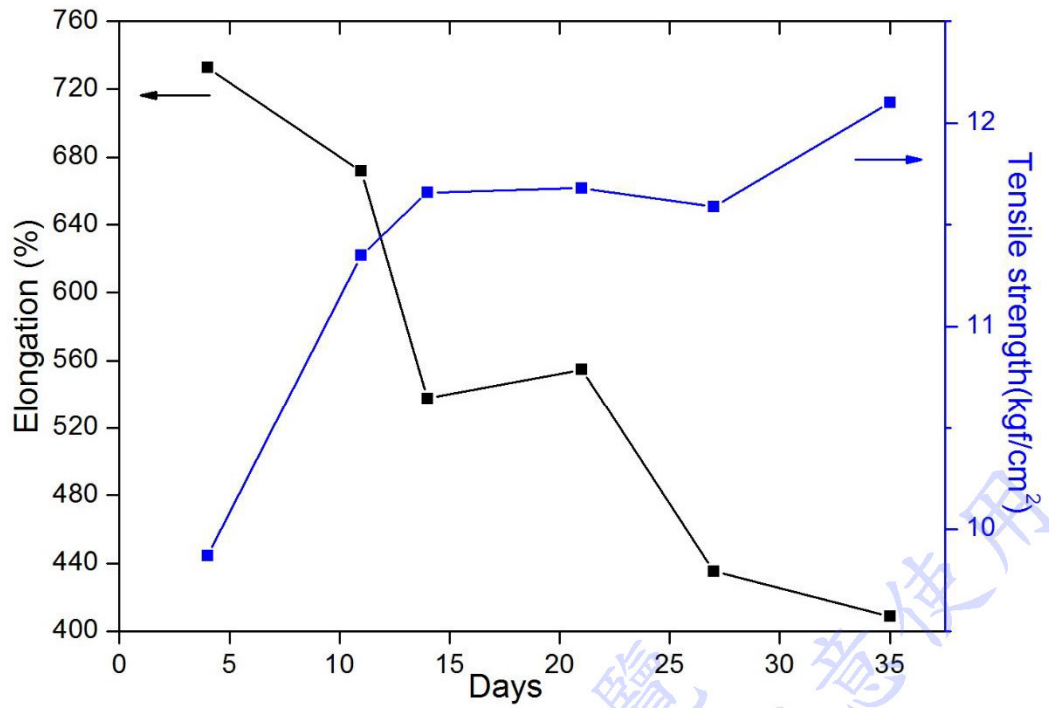


圖 31、室溫硬化之抗拉強度、斷裂延伸率與硬化時間趨勢圖。

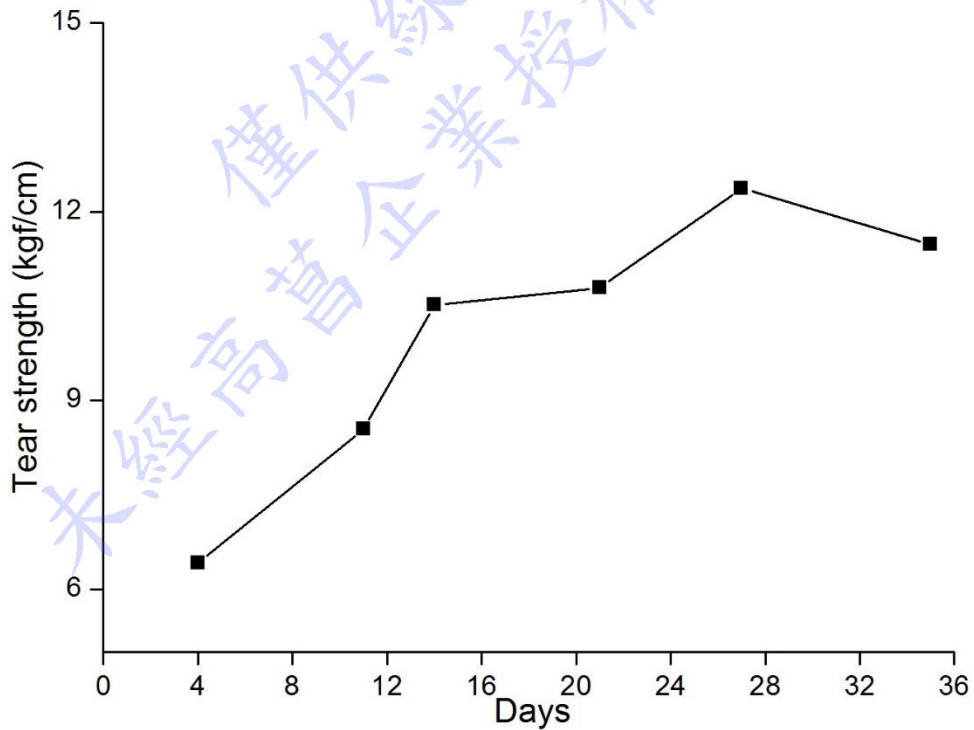


圖 32、室溫硬化之斷裂強度與硬化時間趨勢圖。

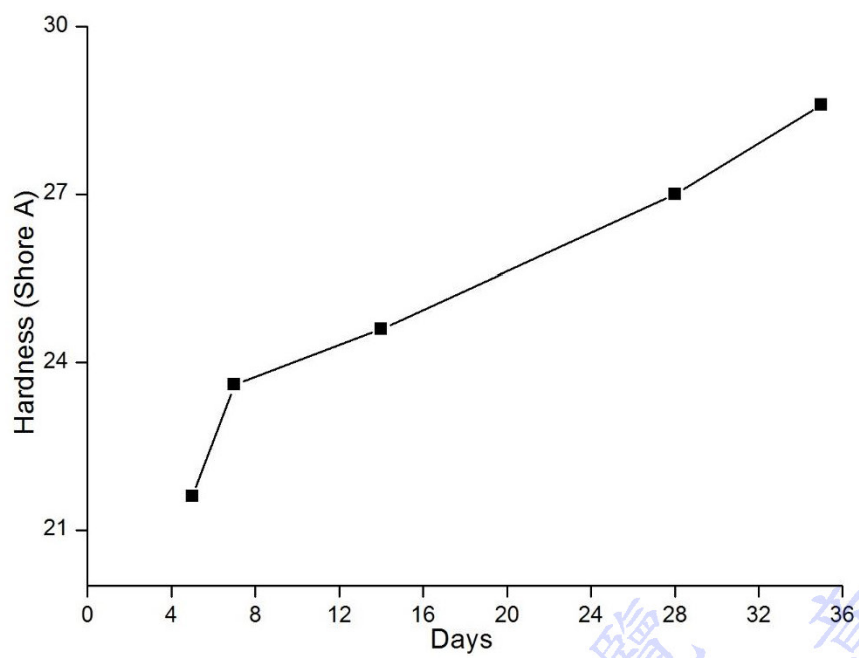


圖 33、室溫硬化之硬度與硬化時間趨勢圖。

未經高普企業授權勿任意使用
僅供線上閱覽