

鋼纖維含量對 RPC 彎曲強度與韌性之比較

戴毓修¹ 潘煌鏗² 蔡季霖² 王磐石¹

¹陸軍軍官學校 土木工程學系

²高雄應用科技大學 土木工程學系

摘要

活性粉混凝土(reactive powder concrete, RPC)因具有鋼纖維，在極限強度後不立即破壞，具有相當的韌性。過去已有相當的研究投入探討 RPC 在彎曲加載及單軸荷載下之韌性，但大都僅探討到撓度 2mm。本研究將不同鋼纖維體積含量(0%、1%、2%、3%)之 RPC 進行三點彎曲試驗，試驗總撓度延伸至 8mm，所有試體達到該撓度時殘餘強度雖不盡相同，但皆已形同斷裂，藉此可完整量測試體極限強度後至斷裂時之韌性與殘餘強度變化趨勢。分析參數是依據 ASTM C1609 及 Bantia 之開裂強度法(post-crack method)。ASTM C1609 提出之參數為韌性(toughness, T)和殘餘強度(residual strength, P)；開裂強度法之參數則為抗彎韌性(flexural toughness, FT)及開裂強度(post-crack strength, PCS)。為完整得到韌性、殘餘強度、開裂強度在斷裂前之變化，將其計算擴展至撓度為 2 mm、4 mm、6 mm、8 mm 時，並對各參數用於連續觀測之適用性進行討論。抗彎韌性因公式定義關係，僅計算至撓度 2 mm。試體採用鋼纖維體積含量 0%、1%、2%和 3% 之 RPC，藉以探討各撓度時，不同鋼纖維體積含量造成韌性及殘餘強度之差異。

關鍵詞：ASTM C1609，Post-crack method，toughness，RPC。

1. 前言

隨著氣候變遷、地震頻繁，環境日益惡化，對於混凝土的研究與應用技術朝向能夠抵抗更嚴苛外在條件的方向發展，混凝土可達到的強度和耐久性越來越高，從高性能混凝土、高強度混凝土，發展到兼具高性能及超高強度的活性粉混凝土(reactive powder concrete, RPC) [1]，其特點是抗壓強度大於 150MPa，抗拉強度大於 10 MPa，而且在抗拉及抗彎試驗中，試

體在達到極限強度前存在明顯應變硬化行為，展現出絕佳之力學行為[2-3]。有關活性粉混凝土之研究，最早是由 Richard[4]所提出，其設計原理遵循下列之規則：1.去除粗粒料增加材料均勻性，並藉由最大粒徑 600 μ m 之石英砂取代粗骨材，使得微裂縫和孔隙等缺陷大幅降低；2.以高溫養護方式改善材料微結構，增加緻密性及耐久性；3.利用砂、水泥顆粒及粉料等不同的粒徑成為最佳化粒料狀堆積方式設計配

比，提高密實性；4. 添加鋼纖維，提高材料之韌性及延展性。近年來，已有多位學者針對 Richard[4]所提出之材料進行改良，並藉由添加不同材質之和不同形狀之纖維，藉以增加 RPC 韌性和強度。添加纖維的種類包含金屬纖維、合成纖維或天然有機纖維；形狀上包含勾型尾端、波紋狀、直線形和不同長度的鋼纖維[5-6]。

有關鋼纖維混凝土增強和增韌之機理為混凝土在開裂後，藉著鋼纖維的橋接效應(bridging effect)繼續傳接應力[7-8]。孫[9]的研究指出混凝土中添加少量的鋼纖維後，能有效的阻斷微裂縫的成長，使裂縫尺度變小，進而降低裂縫尖端的應力強度因子，緩和了裂縫尖端應力集中程度，以致混凝土的抗彎強度和韌性提高。Kim[10]從能量吸收能力(energy absorption capacity)和等值彎曲應力(equivalent bending stress)的觀點，分析添加不同材質和形狀之纖維混凝土的彎曲性能。並根據其試驗結果指出，依據 ASTM C1609 進行試驗所得到的第一個峰值載重，並不一定為試體的破裂模數，尚需視材料是否出現應變硬化行為而定。Skazlic[11]亦針對高鋼纖維體積含量($V_f \geq 2\%$)的 UHPFRC 進行研究，試驗結果顯示，不同試體之撓度加載至 ASTM C1609 要求之 2 mm 時，材料的韌性及殘餘強度的規律，和分別加載至 4 mm 和 6 mm 時所呈現的規律不同。因此，對於載重-撓度曲線後半段趨勢的探討與研究，將有助於對材料韌性性質和殘餘強度有更進一步的瞭解。

以往習慣採用 ASTM C1018[13-14]做為混凝土材料韌性試驗規範，試驗過程中透過判別初裂強度及撓度，而後代入公式以計算韌性指數(toughness index)及殘餘強度因子(residual strength factor)。近期的研究發現 ASTM C1018 存在一些問題，以

致影響試驗之結果，第一是由於試驗機鋼柱勁度不足，試體與支承接觸面下陷等，造成內建位移計所測得之撓度存在不小的誤差[15-16]；其次是初裂撓度的決定需要人為主觀判別，此亦存在另一個誤差。因此由 ASTM C1609 取代，以修正上述問題。

Banthia[12]鑒於 ASTM C1609 對於混凝土試體韌性及殘餘強度的計算未考慮能量，同時殘餘強度僅針對撓度 2 mm 的情況進行計算，無法呈現試體於整段載重-撓度曲線下各區段殘餘強度數值的變化。因此提出開裂強度法，並將其運用在添加鋼纖維之輕質骨材混凝土上。

因此，本研究為了探討不同鋼纖維體積含量之活性粉混凝土之彎曲強度及韌性，分別採用 ASTM C1609 及 Banthia[12]提出方法計算公式，計算試體在不同撓度時之韌性和殘餘強度，藉以觀測峰值撓度後至試體斷裂前不同區段上材料彎曲性能之變化。並比較不同鋼纖維體積含量之活性粉混凝土的各種彎曲性能及殘餘強度。

2. 抗彎韌性定義

2.1 ASTM

ASTM C1018 主要透過判別初裂強度及初裂撓度，代入韌性公式計算韌性指數(toughness index)及殘餘強度因子(residual strength factor)。由於試驗過程中存在一些誤差。造成前者誤差的原因是鋼柱勁度關係和試體與支承接觸面下陷造成[15-16]。因此，ASTM C1018 於 2005 年廢止，並由 ASTM C1609 所取代。此一試驗方法中對於撓度量測誤差修正為在試體上另外安置一組試驗用治具，並於治具上裝置線性位移計以紀錄試體加載過程中的真實撓度，對於初裂撓度的誤差則透過修改韌性計算的公式來改善。並以韌性

(toughness, T)及殘餘荷載(residual load, P)來判別纖維混凝土之韌性及峰值後彎曲強度，並定義韌性計算為載重-撓度曲線下，加載初期至撓度為 2 mm 時曲線下的面積；殘餘強度則分別為撓度達 0.5 mm 及 2.0 mm 時所對應之應力。

由於本研究所採用之試體較規範小，且為完整探討 RPC 達抗彎強度後至斷裂時之行為，試驗時將試體持續加載至完全斷裂為止。為了讓韌性及殘餘強度符號包含纖維含量及撓度，定義： T_f, δ 為不同鋼纖維含量之試體，加載至撓度 δ 時之韌性； S_f, δ 則為不同鋼纖維含量之試體，加載至撓度 δ 時之韌殘餘強度，關係式如下

$$S_f \delta = \frac{3 PL}{2 bd^3}$$

其中 f 為鋼纖維體積含量(%)； δ 為撓度(mm)； b 、 d 分別為試體之長與寬(mm)； L 為跨距(mm)。相較於 ASTM C1609 所定義之韌性及殘餘強度，本研究保留了 $T_{f,2}$ 、 $S_{f,2}$ ，不考慮 $T_{f,0.5}$ 、 $S_{f,0.5}$ (由於本實驗中，撓度達 0.5 mm 時，試體尚未達到其極限強度)，另外增加了 $T_{f,4}$ 、 $S_{f,4}$ 、 $T_{f,6}$ 、 $S_{f,6}$ 、 $T_{f,8}$ 、 $S_{f,8}$ 。

2.2 Banthia 之開裂強度法

由於 ASTM C1609 對於殘餘強度和韌性之計算未考慮能量之影響，並且缺乏連續性的測量值。有鑑於此，Banthia 依據 JSCE-G 552-1999 設計了開裂強度法，用於計算試體之開裂強度(post-crack strength, PCS)及抗彎韌性(flexural toughness, FT)。

$$PCS_f \delta = \frac{E_{post} L}{(\delta - \delta_{peak}) bd^2} \quad (1)$$

$$FT_f = \frac{(Area)L}{L} (bd^2) \quad (2)$$

式中 E_{post} 為載重-撓度曲線下，撓度值為 δ_{peak} 至 δ 之間的面積，如圖 1 所示。Area 為載重-撓度曲線下，撓度至 δ 時之面積。開裂強度用於連續觀測極限強度後殘餘強度；抗彎韌性為將載重-撓度曲線下，在撓度 0-2 mm 之間面積，代入式(2)，作為材料韌性指標。

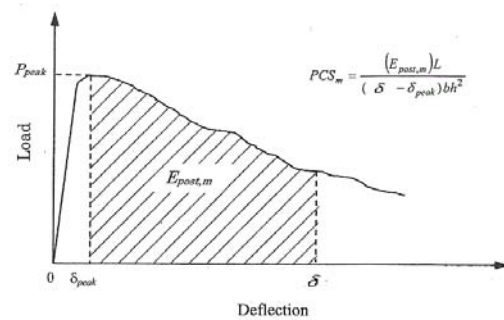


圖 1 開裂強度法示意圖

3. 實驗計畫與方法

本研究為探討靜態加載速率下，不同鋼纖維體積含量(F0、F1、F2、F3)之 RPC 的抗彎性能。製作 40mm×40mm×160mm 之長方形試體，並利用材料試驗機(MTS)及位移計(LVDT)進行三點彎曲試驗，量測 RPC 抗彎強度及載重-中心點位移曲線，

3.1 試驗規劃與流程

為探討鋼纖維含量對 RPC 彎曲強度與韌性，本研究針對每組配比製作 4 個長方形試體。所使用的材料分別為波特蘭二型水泥；石英砂(105~420 μ m)；石英粉(5~25 μ m)；矽灰(0.1~0.2 μ m)及鋼纖維(長 12mm，直徑 0.18mm)等材料，此外為了改善低水灰比下的工作度，拌和過程中添加了強塑劑，其化學成分為丙烯酸共聚物之陰離子型高分子介面活性劑，試體配比如表 1 所示。表中各組試體之差異在於鋼纖維含量的變化，對於含有 0%、1%、2%、3%鋼纖維的試體，分別給予 F0、

F1、F2及F3的編號。本研究將灌製後的試體在2天後進行拆模，即以相對濕度100%、溫度90℃之條件進行養護7天。養護結束後及進行三點彎曲試驗。

表1 材料體積含量配比(kg/m³)

	水泥	砂灰	石英砂	石英粉	水	強塑劑	鋼纖維
F0	714	256.33	944	252	180	14	0
F1	714	256.33	918	252	180	14	78
F2	714	256.33	891	252	180	14	156
F3	714	256.33	865	252	180	14	234

另外，為探討鋼纖維含量對RPC抗彎強度與抗壓強度之關係，另外灌製20個φ50×100mm之混凝土圓柱試體，在位移控制下，以0.06 mm/min之速率進行加載，測得RPC之抗壓強度。

3.2 三點彎曲試驗設備及分析

本研究使用之MTS材料試驗機最大荷載為50kN，以位移控制進行加載，加載速率為0.06mm/min，加載至8mm。試體裝置於跨距為100 mm之三點彎曲試驗支座上。抗彎試驗進行時，為了降低試驗機資料擷取之影響，在抗彎試驗進行前先將試體預壓0.1kN~0.5kN。由於MTS紀錄之位移值包含鋼柱之軸向變位，因此另外裝設一組位移計於支座上以紀錄撓度，如圖2所示。位移計連接於資料記錄器上記錄電壓變化，再由電壓變化換算撓度。位移計最大可壓縮量為20 mm，電壓變化為0.02636 伏特，位移計電壓換算位移公式如下：

$$\frac{\Delta l}{20} = \frac{\Delta V}{0.02636} \quad (3)$$

ΔV 為位移計量側之電壓變化， Δl 為位移計位移變化。以MTS紀錄力量對時間歷程。峰值載重代入下列公式可得到極限抗

彎強度：

$$f = \frac{3 PL}{2 bd^2} \quad (4)$$

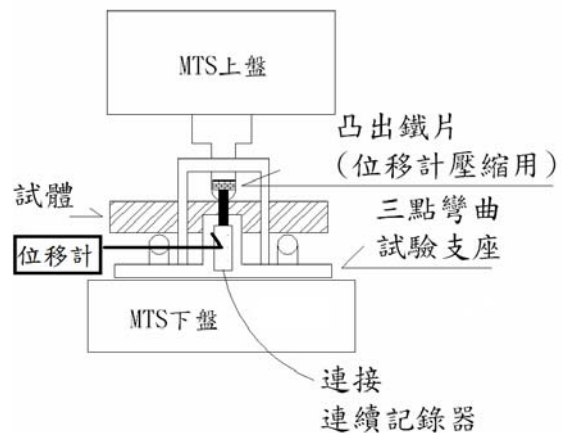


圖2 三點彎曲試驗支座

4. 結果分析與討論

4.1 添加鋼纖維之增強幅度

試驗結果如表2所示，在單軸荷載得到之抗壓強度、三點彎曲試驗得到之抗彎強度和峰值撓度，皆隨鋼纖維體積含量上升而增加。比較添加鋼纖維對抗壓強度、抗彎強度、峰值撓度之增強幅度，以峰值撓度最大，F3較F0增加317%；其次是抗彎強度，F3較F0增加155%；最低是抗壓強度，F3較F0增加28%。由結果得知，添加鋼纖維對RPC峰值撓度和彎曲強度增強幅度大於抗壓強度。

4.2 韌性 T

對於不同試體之韌性性質如表2及圖7所示，韌性T隨撓度增加而增加，隨鋼纖維含量增加而增加。當撓度達到2mm時，T₃₂較T₀₂增加255%。當撓度達到8mm時，T₃₈已較T₀₈增加516%。結果顯示ASTM C1609之韌性計算式可明顯表示不同撓度下F0、F1、F2、F3之韌性差異性。

4.3 抗彎韌性 FT

由於計算公式須考慮峰值後之撓度值，導致F0無法計算抗彎韌性。如表2

及圖 8 所示, FT₂ 較 FT₁ 提升 32%, FT₃ 較 FT₁ 提升 66%, 抗彎韌性隨鋼纖維含量增加而增加。

4.4 韌性計算方式比較

Banithia 提出之抗彎韌性公式較 ASTM C1609 之韌性公式多考慮峰值後撓度及試體尺寸, 但僅適合計算單一撓度, 不適合用以連續觀測峰值後韌性變化。韌性計算若需分析峰值後各撓度階段下之韌性值, 建議使用 ASTM C1609。

4.5 殘餘強度 S

對於不同試體受載重後之殘餘強度如表 2 及圖 9 所示, 其中 F0 因呈現脆性破壞, 不存在殘餘強度(如圖 3 所示); 其餘 F1、F2、F3 之試體, 當撓度增加至 2 mm、4 mm、6 mm、8 mm 時, 殘餘強度值皆隨纖維含量增加而增加。當撓度達 2 mm 時, S₃ 較 S₁ 增強 54%; 當撓度達 8 mm 時, S₃ 較 S₁ 增強 115%。具此一結果顯示, 當達到斷裂前之撓度時, 添加鋼纖維造成之殘餘強度增幅較低撓度時大。

4.6 開裂強度 PCS

對於開裂強度分析之結果如表 2 及圖 10 所示, 開裂強度隨撓度增加而減少, 隨纖維含量增加而增加。當撓度達 2mm 時, PCS₃ 較 PCS₁ 增強 66%; 當撓度達 8mm 時, PCS₃ 較 PCS₁ 增強 49%。結果顯示, 當撓度增加時, 添加鋼纖維含量造成活性粉混凝土之殘餘強度增幅減少。

4.7 峰值後強度計算方式比較

Banithia 提出之開裂強度公式較 ASTM C1609 之殘餘強度公式多考慮能量值。當撓度達 6mm 及 8mm 時, 不同鋼纖維含量 RPC 之開裂強度差異性較 ASTM C1609 之殘餘強度差異性顯著。

4.8 破壞模式

對於所有之試體在承受載重後之破壞模式如圖 11-14, F0 開裂後之裂縫延伸成

現直線, 破裂面亦呈平整面; 當添加 1% 鋼纖維後, 開裂後之裂縫延伸仍成現直線, 但破裂面已凹凸不平。對照圖 4 可發現在極限抗彎強度前已有一峰值, 皆是因為纖維含量較少, 裂縫成長在跨過纖維後急速擴展造成。當鋼纖維含量增加 2-3%, 破裂面和斷裂側面皆非平整狀。對照圖 5-6 可發現在極限抗彎強度前無明顯峰值, 二者皆是因鋼纖維之橋接效應充分發揮造成。

5. 結論

本研究對具有不同鋼纖維含量之試體進行三點彎曲試驗。試驗結果得到以下之結論

1. 隨撓度成長, 增加鋼纖維含量對活性粉混凝土韌性、殘餘強度、抗彎韌性、開裂強度之增強幅度皆大幅提高。
2. ASTM C1609 之韌性公式適合用於連續觀測極限強度後至斷裂時之韌性化; Banithia 開裂強度法之抗彎韌性公式無法計算基材之韌性值, 且用於連續觀測時呈現不合理之降低趨勢。
3. 當撓度達 6 mm 及 8 mm 時, 不同鋼纖維含量 RPC 之開裂強度差異性較 ASTM C1609 之殘餘強度差異性顯著。Banithia 之開裂強度較適合探討高撓度時之峰值後強度。
4. F1 之載重-撓度曲線極限抗彎強度前存在明顯峰值, 增加纖維含量至 F2 及 F3 時此一現象會趨於不明顯。

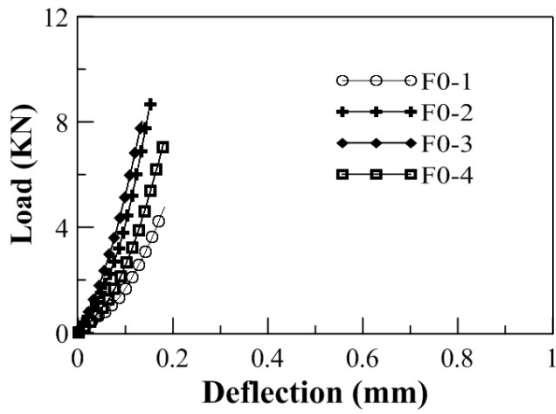


圖 3 RPC-F0 之載重—撓度曲線

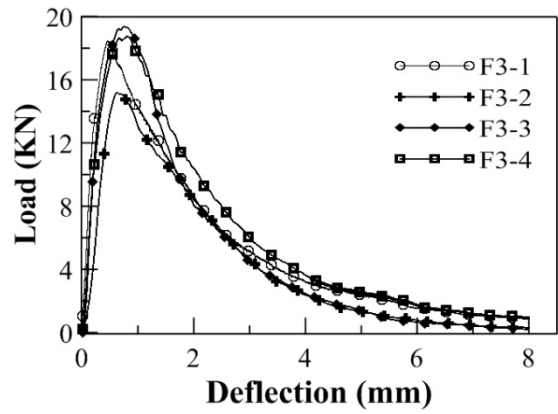


圖 6 RPC-F3 之載重—撓度曲線

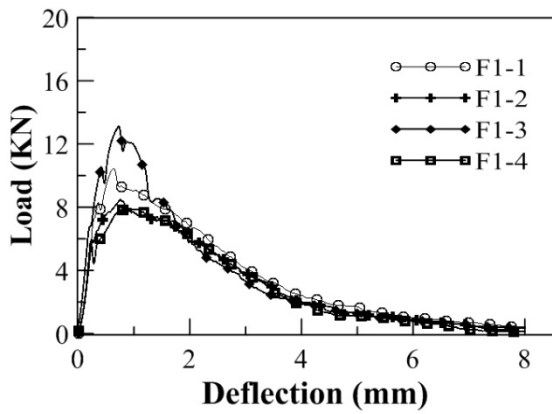


圖 4 RPC-F1 之載重—撓度曲線

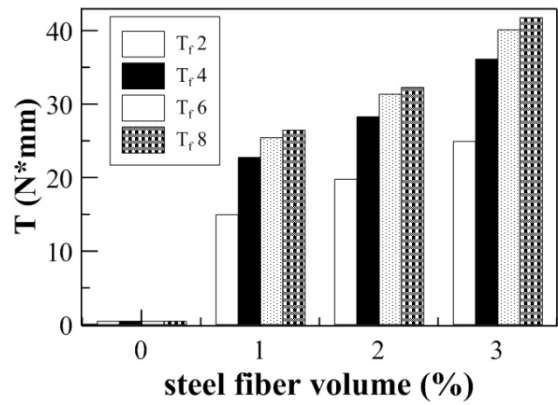


圖 7 RPC 之韌性(T)

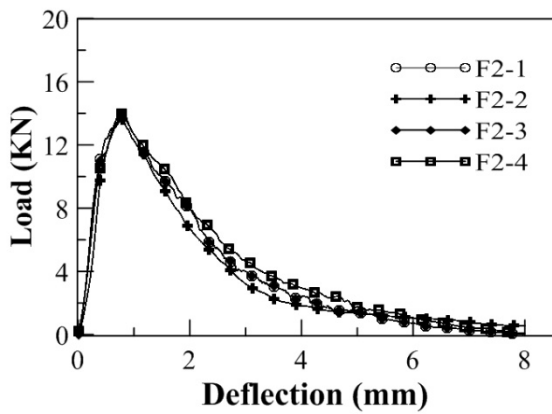


圖 5 RPC-F2 之載重—撓度曲線

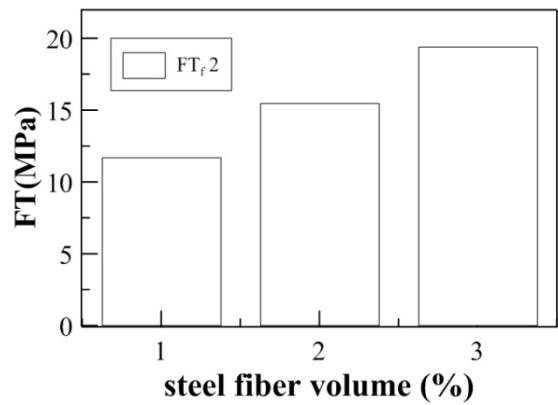


圖 8 RPC 之抗彎韌性(FT)

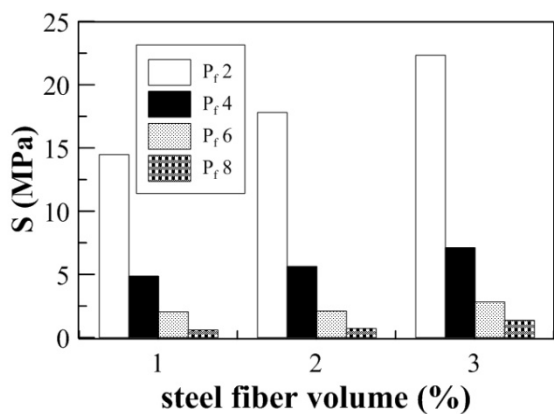


圖 9 RPC 之殘餘強度(S)



圖 12 RPC-F1-靜態抗彎試驗後
試體斷裂情形

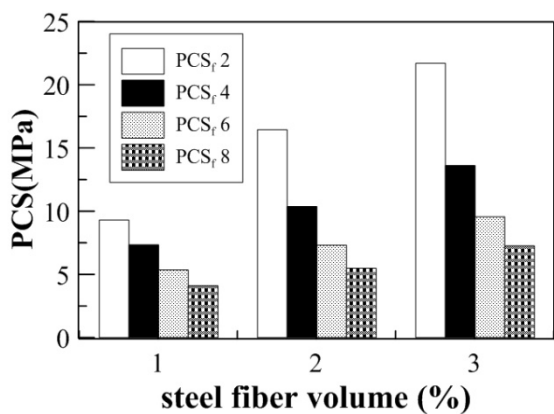


圖 10 RPC 之開裂強度(PCS)



圖 13 RPC-2-靜態抗彎試驗後
試體斷裂情形



圖 11 RPC-F0-靜態抗彎試驗後
試體斷裂情形



圖 14 RPC-F3-靜態抗彎試驗後
試體斷裂情形

表 2 三點彎曲試驗及抗壓試驗結果

		F0-1	F0-2	F0-3	F0-4	\bar{F}_0	F1-1	F1-2	F1-3	F1-4	\bar{F}_1	F2-1	F2-2	F2-3	F2-4	\bar{F}_2	F3-1	F3-2	F3-3	F3-4	\bar{F}_3				
抗彎強度	(MPa)	4.77	8.71	8.02	7.19	7.17	10.40	8.46	13.11	7.88	9.96	13.77	13.65	13.79	13.97	13.80	18.50	15.67	19.35	18.73	18.06				
δ_{peak}	(mm)	0.18	0.15	0.13	0.18	0.16	0.63	0.77	0.74	0.82	0.74	0.74	0.82	0.77	0.78	0.78	0.71	0.62	0.97	0.90	0.80				
$T_{\bar{2}}$	(N×mm)	0.33	0.51	0.46	0.48	0.45	15.41	13.33	17.98	13.12	14.96	20.12	18.60	20.03	20.32	19.77	25.45	21.24	26.03	26.95	24.92				
$T_{\bar{4}}$		0.33	0.51	0.46	0.48	0.45	24.07	21.05	24.97	20.80	22.72	28.57	25.87	28.44	30.20	28.27	36.77	30.93	36.41	40.36	36.12				
$T_{\bar{6}}$		0.33	0.51	0.46	0.48	0.45	27.28	23.65	27.58	23.14	25.41	31.35	28.58	31.33	34.02	31.32	41.65	33.71	39.35	45.63	40.09				
$T_{\bar{8}}$		0.33	0.51	0.46	0.48	0.45	28.64	24.61	28.68	23.81	26.44	31.93	30.18	31.92	35.03	32.27	44.00	34.67	40.19	48.17	41.76				
$S_{\bar{2}}$	(MPa)	—	—	—	—	—	15.96	13.73	13.66	14.53	14.47	18.35	15.70	18.49	18.66	17.80	22.27	19.57	21.47	26.02	22.33				
$S_{\bar{4}}$		—	—	—	—	—	5.67	4.73	4.45	4.59	4.86	5.65	4.29	5.72	6.87	5.63	7.90	5.72	5.93	8.93	7.12				
$S_{\bar{6}}$		—	—	—	—	—	2.30	2.02	2.04	1.83	2.04	1.69	2.44	1.76	2.53	2.10	3.66	1.80	1.57	4.24	2.82				
$S_{\bar{8}}$		—	—	—	—	—	0.98	0.33	0.84	0.28	0.61	0.70	1.29	0.50	0.40	0.72	2.04	0.70	0.47	2.25	1.37				
$FT_{\bar{2}}$	(MPa)	—	—	—	—	—	12.07	10.39	14.02	10.25	11.68	15.69	14.58	15.69	15.88	15.46	19.83	16.57	20.30	20.82	19.38				
$PCS_{\bar{2}}$	(MPa)	—	—	—	—	—	12.92	11.17	6.09	7.01	9.30	16.37	15.72	16.45	17.24	16.45	21.48	18.20	22.95	24.15	21.70				
$PCS_{\bar{4}}$		—	—	—	—	—	9.26	8.02	5.72	6.38	7.35	10.38	9.38	10.39	11.33	10.37	13.84	11.93	13.20	15.48	13.61				
$PCS_{\bar{6}}$		—	—	—	—	—	6.74	5.72	4.32	4.62	5.35	7.27	6.58	7.25	8.13	7.31	10.04	8.30	8.86	11.03	9.56				
$PCS_{\bar{8}}$		—	—	—	—	—	5.20	4.35	3.37	3.48	4.10	5.39	5.09	5.37	6.10	5.49	7.79	6.25	6.52	8.47	7.26				
抗壓強度	(MPa)						135.20						151.54						162.13						173.24

參考文獻

- Ahlborn, T.M., Peuse, E.J., Misson, D.L., "Ultra-High-Performance-Concrete for Michigan Bridges Material Performance – Phase I", Final Report, Center for Structural Durability, Michigan Technological University, November(2008)
- Naaman AE, "Toughness, ductility surface energy and deflection- hardening FRC composites, proceeding of JCI workshop on DFRCC, pp.33-57(2002)
- Naaman AE, Reinhardt HW, "High Performance fiber reinforce cement composites 4 UHPFRCC-4", international RILEM work shop, no.36, pp.710-712(2003)
- Richard, P., and Cheyrezy, M., "Composition of Reactive Powder Concretes", Cement and Concrete Research, vol.25, pp.1501-1511.(1995)
- Marijan Skazlic, Dubravka Bjegovic, "Toughness testing of ultra high performance fiber reinforced concrete", Materials and Structures, Vol. 42, pp.1025-1038(2009)
- Mamlouk, M., and Zaniewski, J., "Materials for Civil and Construction Engineers.", Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park., CA(1999)
- H..Stang and H. Krenchel, "Micromechanics of crack bridging in fiber - reinforced concrete", Materials and Structures, vol.26, pp.486-494(1993)
- L. Daridona, K. Zidanib, "The stabilizing effects of fiber bridges on delamination cracks", Composites Science and Technology, vol.62, pp.83-90(2002)
- 孫傳, 鋼纖維對高強混凝土的增強、增韌與阻裂效應的研究, 東南大學學報, 第一期(1991)
- Dong joo Kim, Antoine E, Naaman, Sherif EL-Tawil, "Comparative flexural behavior of four fiber reinforced cementitious composites", cement and concrete composites, no.30, pp.917-928(2008)
- Marijan Skazlic, Dubravka Bjegovic, "Toughness testing of ultra high performance fiber reinforced concrete", Materials and Structures, Vol. 42, pp.1025-1038(2009)
- Hiroshi Higashiyama and Nemkumar

- Banthia, "Correlating Flexural and Shear Toughness of Lightweight Fiber-Reinforced Concrete", ACI, no.105 pp.251-257(2008)
13. 何曜宇,「活性粉混凝土破壞型為之研究」,國立台灣大學土木工程研究所碩士論文(2000)
14. 楊炫智,「纖維加勁重質混凝土力學性質之研究」,朝陽科技大學學營建工程系碩士論(2002)
15. El-Shakra, Z. M. , Gopalaratnam, V. S., 1993, "Deflection measurements and toughness evaluations for FRC", Cement and Concrete, no, 26 , pp.1455-1466
16. Nemkumar Banthia and Jean-Francois Trottier, 1995 "Test Method for Flexural Toughness Characterization of Fiber Reinforced Concrete:Some Concerns and a Proposition", ACI , no.29 , pp.48-57

FLEXURAL STRENGTH AND TOUGHNESS OF REACTIVE POWDER CONCRETE WITH DIFFERENT STEEL FIBER VOLUME FRACTIONS

Yuh-Shiou Tai¹ Huang-Hsing Pan² Pan-Shyr Wang¹ Chi-Lin Tasi²

¹ **Department of Civil Engineering ROC Military Academy Kaohsiung, Taiwan 83000, R.O.C.**

² **Department of Civil Engineering Kaohsiung University of Applied Sciences Kaohsiung, Taiwan 80778, R.O.C.**

ABSTRACT

This research is to investigate the flexural performance of RPC composites with three volume fractions, 0%, 1%, 2% and 3%, of the steel fiber. The flexural performance of RPC derived from the load-deflection curve obtained by testing a simply supported beam under third-point bending. The loading rate is 0.06mm/min under displacement control. The load-deflection curves were got by MTS and linear variable displacement transducers. The flexural load-deflection curves were analyzed using the ASTM C1609 and post-crack method by Banthia. The ASTM C1609 procedure is an improved version of the ASTM C1018 test procedure which suffered from a lack of objectivity and human judgment error. The ASTM C1609 procedure recommends analyzing the load-deflection curves to obtain toughness (T) and residual strength(S).The post-crack method by Banthia recommends analyzing the load-deflection curves to obtain flexural toughness (FT) and post-crack strength (PCS). The post-crack method provides a rather jointed and continuous measure of toughness and strength. In order to investigate the variation of T, S, and PCS until specimen broken, we calculate the three parameters with deflection equal to 2mm,4mm,6mm,and 8mm.The flexural toughness only calculate with deflection equal to 2mm for equation's limit.

Keywords : RPC , ASTM C1609 , post-crack method , flexural toughness , residual strength