

## 鋼繊維補強した PFC（無孔性コンクリート）の支圧強度特性

太平洋セメント（株） 正会員 ○安田 瑛紀 正会員 小亀 大佑  
正会員 河野 克哉

## 1. はじめに

近年、流し込み成型で世界最高の圧縮強度を発現する PFC（:Porosity Free Concrete, 無孔性コンクリート）が開発された。PFC のきわめて高い圧縮強度をプレストレストコンクリート（以下、PC）等に活用することで構造物の長大化や軽量化が期待できる。一方、ポストテンション式 PC 部材の定着部等においては、局所的な圧縮応力（支圧力）が作用することが知られているが、PFC の支圧特性についてはこれまで検討が行われていない。そこで本検討では、鋼繊維補強した PFC に対して支圧強度試験を行い、高強度および普通コンクリートとの比較検討を行った。

## 2. 実験方法

## 2. 1 実験ケース

実験パラメータはコンクリート配合と支圧面積比とした。本検討で対象とした配合を表-1に、支圧条件を表-2に示す。コンクリートには鋼繊維補強した PFC、高強度コンクリートおよび普通コンクリート（PFC-FM2.0, HC-FM2.0, NC-FM0.5）と繊維混入のない PFC および普通コンクリート（PFC-NF, NC-NF）の計 5 配合を用意した。支圧強度試験は、直径 100×高さ 200mm の円柱供試体に対して、載荷面に径の異なる鋼板を挟み込んで載荷することで実施した。鋼板の径は 5 種類用意し、支圧面積比（鋼板断面積に対する供試体断面積の比）が 1.0~8.2 の範囲にて試験を行った。試験後、式（1）を用いて支圧強度を算出した。

$$F_b = P_{\max}/A_s \quad (1)$$

ここに、 $F_b$ : 支圧強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $P_{\max}$ : 最大荷重 (N)、 $A_s$ : 鋼板断面積 (mm<sup>2</sup>)。

また、試験中は供試体表面に貼付した検長 10mm のひずみゲージにより縦・横方向のひずみを測定した。支圧強度試験の概要図を図-1に示す。

## 2. 2 材料、配合および養生方法

PFC の材料には結合材としてプレミックス粉体を、細骨材として高強度砂を用意し、水結合材比を 14%と

した。PFC は脱型後に 30 分間の脱気吸水処理を行い、その後最高温度 90℃の蒸気養生を 48 時間、最高温度 180 度の加熱養生を 48 時間連続して実施した。高強度コンクリート (HC) の材料は PFC と同様とし、水結合材比を 33%とした。HC では脱型後に 90℃の蒸気養生を 48 時間行った。普通コンクリート (NC) では普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を 55%とした。また、細骨材に山砂、粗骨材に砕石をそれぞれ使用した。NC では脱型後材齢 28 日まで水中養生（温度 20℃）を行った。使用した鋼繊維は、PFC-FM2.0 と HC-FM2.0 では直径 0.2×長さ 15mm、引張強度 2800N/mm<sup>2</sup> のものを外割で 2Vol.%混入し、NF-FM0.5 では直径 0.6×長さ 42mm、引張強度 1000N/mm<sup>2</sup> のものを外割で 0.5Vol.%混入した。

## 3. 実験結果

## 3. 1 強度特性

圧縮強度、割裂引張強度および支圧強度を表-3に示す。コンクリート種類により圧縮強度は大きく変化し、PFC-NF と PFC-FM2.0 では平均して 363N/mm<sup>2</sup>のきわめて高い強度が得られた。コンクリート種類によら

表-1 配合

配合	$f'_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$V_f$
PFC-NF	400	なし
PFC-FM2.0	350	2.0 Vol.%
HC-FM2.0	100	2.0 Vol.%
FC-NF	35	なし
NC-FM0.5	35	0.5 Vol.%

$f'_{cd}$ : 目標圧縮強度,  $V_f$ : 繊維混入率

表-2 支圧条件

条件	支圧条件		
	鋼板径 (mm)	支圧面積 (mm <sup>2</sup> )	支圧 面積比
N	なし	—	—
r1.0	100	7854	1.0
r1.3	87	5945	1.3
r2.0	71	3959	2.0
r4.0	50	1963	4.0
r8.2	35	962	8.2

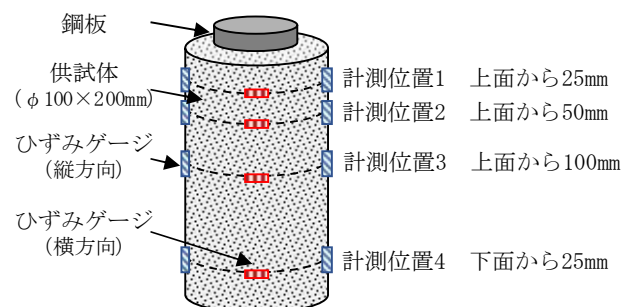


図-1 支圧強度試験概要

キーワード PFC（無孔性コンクリート）、支圧強度、繊維補強コンクリート、鋼繊維

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント（株） 中央研究所 TEL 043-498-3893

表-3 強度試験結果一覧

配合	各種強度 (N/mm <sup>2</sup> )							
	圧縮強度	引張強度	支圧強度					
			N	r1.0	r1.3	r2.0	r4.0	r8.2
PFC-NF	402	11.0	402	384	295	283	283	428
PFC-FM2.0	361	27.3	361	323	398	342	504	648
HC-FM2.0	106	13.4	106	102	116	127	175	228
NC-NF	38.8	2.8	38.8	28.1	42.8	50.3	66.2	95.3
NC-FM0.5	39.6	3.4	39.6	40.8	48.4	57.5	77.1	103

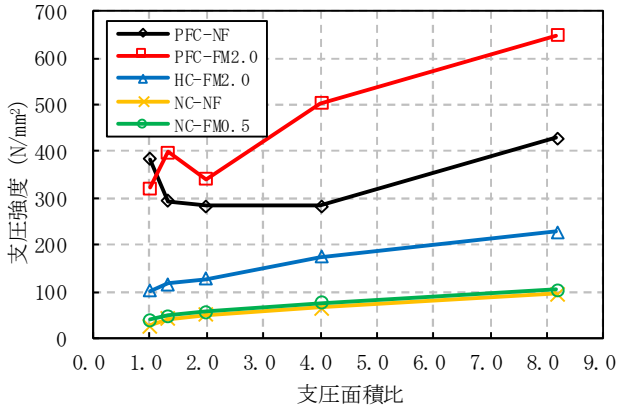


図-2 支圧強度と支圧面積比の関係

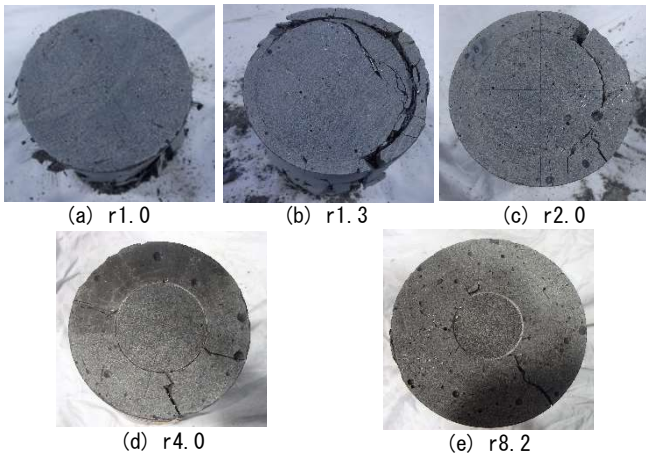


図-3 試験終了後の供試体上面 (PFC-FM2.0)

ず、鋼繊維を混入することで引張強度が向上した一方、圧縮強度にはほとんど影響を与えなかった。

3. 2 支圧試験結果

各条件における支圧強度を表-2に示す。圧縮強度と同様に支圧強度もPFCで最も高く、PFC-FM2.0においてr8.2の条件で648N/mm<sup>2</sup>の最大の支圧強度を確認した。支圧強度と支圧面積比の関係を図-2に示す。PFC-NFを除いて、支圧面積比が大きくなるに従い支圧強度は増加する傾向を示した。また、コンクリート種類が同一の場合、鋼繊維を混入することにより支圧強度は向上する傾向を確認した。ここで、PFC-FM2.0における試験終了後の供試体上面の比較を図-3に示す。r1.3では鋼板の形に添って円形のひび割れが発生しているのに対して、支圧面積比が小さくなるほど鋼板設

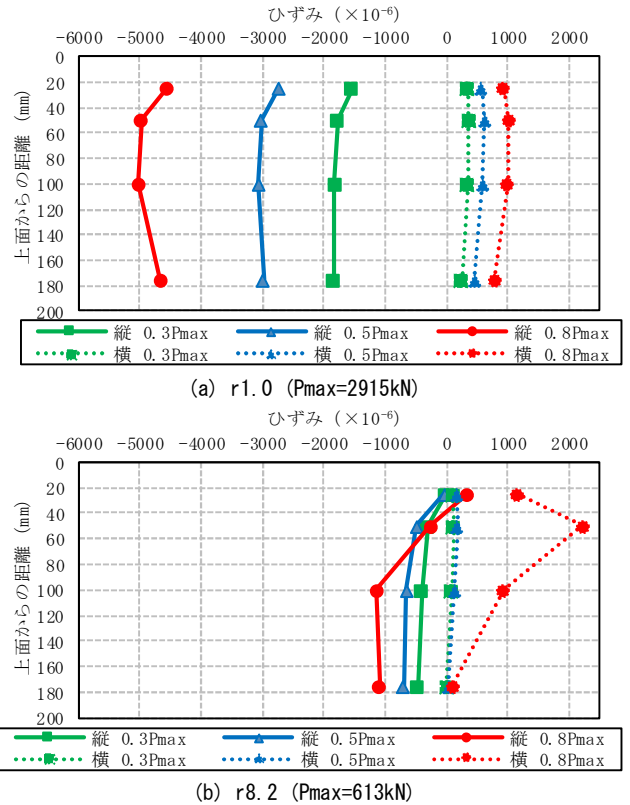


図-4 供試体表面ひずみ分布 (PFC-FM2.0)

置面から放射状にひび割れが複数本発生していることがわかる。

3. 3 表面ひずみの分布

PFC-FM2.0において測定した供試体表面ひずみ例を図-4に示す。図では、各供試体における最大荷重(Pmax)の30%、50%および80%時点における値を示している。r1.0では縦・横方向いずれのひずみも鉛直方向におよそ一様に分布し、荷重レベルに従い増加している。これに対してr8.2では、最大荷重に対して80%の荷重点において供試体上側の引張りひずみが卓越し、特に上面から50mmでのひずみが最大となっている。支圧面積比が大きくなるに従い供試体に発生する引張応力の影響が卓越し、鋼繊維を添加することによりこの引張応力に起因する破壊が抑制され、その結果、支圧強度が増加したものと考えられる。

4. まとめ

鋼繊維を添加したPFC(無孔性コンクリート)の支圧強度特性を検討した。その結果、PFCでは高強度および普通コンクリートよりも高い支圧強度を発現した。さらに、鋼繊維を添加することによりPFCの支圧強度は増加し、これは支圧作用時には引張応力の影響が卓越し、鋼繊維の添加によりこれに起因する破壊を防止できるためと考えられる。