

V-345

ポリスチレンビーズコンクリートにおける圧縮応力下の短繊維補強機構について

九州大学 学生員 井上慎介

九州大学 正会員 阪本好史

九州大学 正会員 牧角龍憲

九州大学 学生員 松尾栄治

1. まえがき

ポリスチレンビーズ（以下PSBと略す。）を混入した超軽量コンクリートは、比重の低下にともない著しく強度も低下するため何らかの補強が必要とされている。従来普通コンクリートにおいて短繊維補強は引張応力には有効であるが、圧縮応力下ではそれほどの効果は期待できないとされている。しかし、PSBコンクリートでは圧縮応力下における微細ひび割れが普通コンクリートと比較して低応力で生じるので、短繊維によるひび割れ抑制効果が引張応力下と同様に作用し、強度改善につながると考えられる。この考えを基に本研究では、炭素繊維の短繊維（以下CFと略す。）を補強材として用い、CF混入率、水セメント比を変化させPSBコンクリートにおける繊維補強の強度改善効果、さらには繊維補強機構について検討を行った。

2. 実験概要

2-1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.15）を使用し、細骨材として海砂（表乾比重2.52、粗粒率2.45）を用いた。PSBの粒径は4～6mm、比重0.023、またCFの繊維長は25mmである。CFはファイバーブロックの形成を防ぐためシリカフュームと混合した。混和剤としてセルロース系水中不離性混和剤及びポリカルボン酸系高性能AE減水剤を使用した。

表-1 配合及び主な試験結果

2-2 実験方法

水セメント比を30%、40%、60%と変化させ、各配合においてモルタル体積の外割計算で0～2%のCFを混入した。（詳細は表-1参照）PSB混入率は40%と一定とした。また水セメント比の変化やCFの混入によって著しくワーカビリティが変化するため上記の混和剤によって調整した。練り混ぜはオムニミキサを用い、水中養生を施した後、材齢7日および28日で試験に供した。

2-3 測定項目

①圧縮強度 ②曲げ強度 ③比重 ④弾性係数 ⑤ポアソン比

3. 結果および考察

圧縮応力下では、発生した微細ひび割れが連続モルタルひび割れに成長すると体積ひずみ（ $\varepsilon_v = \varepsilon_L + 2\varepsilon_T$ 、 ε_v :体積ひずみ、 ε_L :縦ひずみ、 ε_T :横ひずみ）は収縮から膨張に転じるとされている。¹⁾そこでPSBコンクリートが破壊に至る過程のどの部分でCF補強が効果を発揮しているかについて検討するために、この変極点における応力（臨界点応力と呼ぶ）に着目して検討を行った。図-1は円柱供試体におけるCF混入率と臨界点応力および圧縮強度の関係を示したものである。図-1より臨界点応力および圧縮強度がCFの混入によって増加することが明らかである。特に繊維を混入することによって、臨界点から破壊までの応力が著しく伸びている。ただし、圧縮強度がCF2%混入の時に加算的に増加していないのは、今回の繊維混入量が繊維長に

W/C (%)	S/C	α (%)	CF (%)	円柱 (φ7.5×15cm)	
				材齢7日	材齢28日
				圧縮強度 kgf/cm ²	圧縮強度 kgf/cm ²
60	1.5	0	0	211.5	293.1
			1	272.1	405.0
			2	220.9	334.0
40	1.5	0	0	380.7	535.1
			1	385.7	497.8
			2	395.9	564.5
30	1.0	0	0	617.5	809.0
			1	525.5	639.5
			2	608.6	738.2
60	1.5	40	0	53.9	62.9
			1	90.7	119.7
			2	71.5	105.0
40	1.5	40	0	106.7	128.1
			1	123.8	150.7
			2	138.4	167.7
30	1.0	40	0	137.2	155.7
			1	145.4	170.9
			2	146.0	173.2

※ α = (PSB体積/全体積)

よって異なると思われる最適繊維混入率より過多であったと思われる。

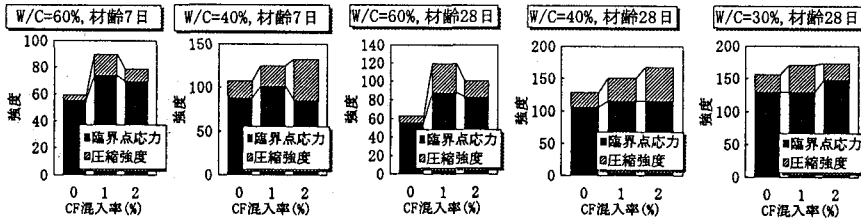


図-1 CF混入率と臨界点応力及び圧縮強度の関係

以上より、図-2のように繊維が微細ひび割れを分散させ連続モルタルひび割れへと成長するのを妨げる働きをしているといえる。

弾性係数についてはW/Cが一定であれば、CF混入率にかかわらず弾性係数はほとんど一定である。また臨界点における体積ひずみにおいても変化は見られなかった。これらのことより、図-3のように応力-体積ひずみの関係のモデル図を描くことができる。

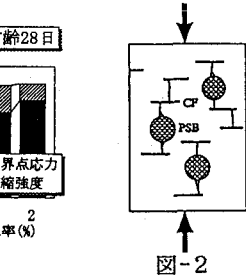


図-2 応力と体積ひずみのモデル図

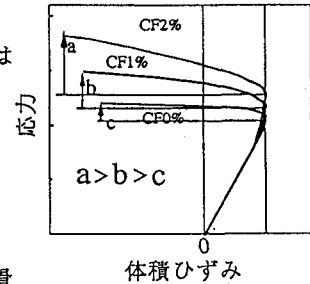


図-3

4. 混和剤を用いない場合の強度試験

これまでの実験結果からPSBコンクリートのような低強度、低弾性係数の骨材使用のコンクリートの場合はCFによる補強が曲げ強度のみならず圧縮強度にも有効であることがわかった。しかし、CF混入量に比例的に加えたシリカフュームや混和剤の影響とも考えられるために、ワーカビリティの調整に補助水のみを用いて比較実験を行った。その結果を図-4、図-5に示す。

図-4よりW/Cが増加したためにブレンモルタルおよびCFモルタルにおける圧縮強度比は低下しているが、PSBコンクリートにおいてはCFを混入することによりその低下率は、極端に減少している。曲げ強度においては図-5に見られるようにさらに良好な結果が得られた。以上より、CFは曲げ強度だけでなく圧縮強度の改善にも有効といえる。

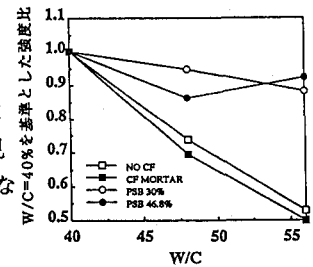


図-4 圧縮強度比とW/Cの関係

5. まとめ

- ①PSBコンクリートのような低強度、低弾性係数の骨材を用いたコンクリートにはCF補強が曲げ強度だけでなく圧縮強度にも有効である。
- ②CFによる補強は、ひび割れ発生後にその補強効果を発揮する。
- ③PSBコンクリートにおいても弾性状態における挙動は繊維混入率によらずW/C、S/Cに代表されるモルタルマトリックスそのものの物性に左右される。

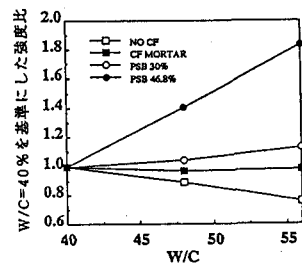


図-5 曲げ強度比とW/Cの関係

【謝辞】

今回実験に用いた試料の提供を頂いた大日本インキ化学工業株式会社、大阪ガス株式会社ならびに実験を補助してくれた九州大学の土井至朗氏、井上高志氏に謝意を表します。

【参考文献】

- 1)コンクリートひび割れ対策研究会：コンクリートのひび割れ資料集、昭和52.8，p.7