

鋼鉄繊維コンクリートの特性について

東北建設 東北政務事務所 正員 鎌田秋雄
 鎌川 正
 ○ 柳沼清幸

2 まえがき コンクリート構造物は、コンクリートの体積変化、温度変化、荷重による応力、コンクリートの中性化による鉄筋の腐食、凍結融解作用など多種多様な原因で各種構造物にひび割れが発生している。上記の諸要因の中で荷重による応力は自動車の大型化など重荷重の繰り返しの作用でひび割れが最も生じ易い。これはコンクリートの引張強度、曲げ強度が小さい性質がコンクリートの欠点で、これらの性質を改善し、ひび割れ荷重を高める事を目的として、各種繊維を混入したコンクリートの実験研究、応用が盛んに行なわれている。本報告は鋼鉄繊維を用いたコンクリートの欠点を改善・強化を図り、鋼鉄繊維コンクリート一般物理的強度試験、PCはりの曲げ試験を行ない、鋼鉄繊維コンクリートの特性と改善効果も求めたものである。

表-1 供試体の配合

材 質	スラン プ厚 (cm)	空気量 (%)	セメント 比 (%)	セメント 比 (%)	水 比 (%)	粗骨材 比 (%)	細骨材 比 (%)	スラン プ厚 (cm)	鋼鉄繊維 比 (%)
プレーン コンクリート	15	4.1	5.5	5.0	32.6	1.85	8.99	8.46	0.84
鋼鉄繊維 コンクリート	—	—	5.5	5.0	32.6	1.85	8.69	8.27	0.84

表-2 鋼鉄繊維の性質

弾性係数 (kg/cm^2)	引張強度 (kg/mm^2)	降伏強度 (kg/mm^2)	比重	アスペクト比 ($\frac{L}{D}$)		
				4.0	5.0	10.0
2.1×10^6	32	19	7.85	L(mm) 20 D(mm) 0.5	30	30

2 実験概要 一般物理的強度試験、PCはりに使用したコンクリートは、プレーンコンクリートとスランプ厚15cm、空気量4.1%を標準値とし、鋼鉄繊維コンクリートの品質試験、一般物理的強度試験、はりの曲げ試験を行なった。

3 実験結果及び考察

3-1 まだ国はらばない鋼鉄繊維コンクリートの特性について

鋼鉄繊維は硬い中にも粒状の塊が少なく、混入量が増加するに従って塊の数と大きさが著しく減った。これらの塊は鋼鉄繊維、セメント、砂粒などから形成されたもので、まきなどを用いてまきただけではなくて鋼鉄繊維をコンクリート中に均等に分散させて付着効果も高めるようにした。図-1はスランプと空気量との関係図である。アスペクト比4.0、5.0は鋼鉄繊維混入量の増加に伴って、そのコンシステンシーが著しく低下した。これは混入した鋼鉄繊維の全表面積が同一容積の骨材に比べて著しく大きくなったためこれらの表面に多量の水が吸着されたためである。アスペクト比5.0は、不配合では鋼鉄繊維の長さ、直径の物理的剛性が小さくなり、鋼鉄繊維混入量の増加してもスランプ値の変動はあまり見られず、カビチーは確保できたが空気量が増加した。

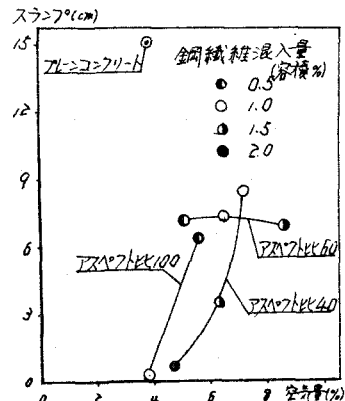


図-1 スランプと空気量との関係

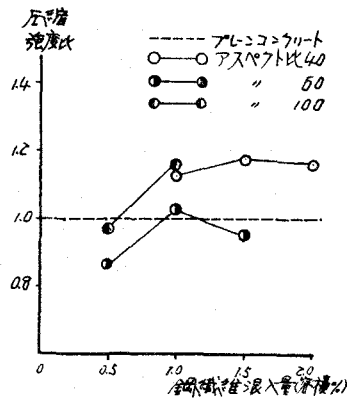


図-2 圧縮強度比と鋼鉄繊維混入量との関係

3-1(2) 圧縮強度について 図-2は混入量とプレーンコンクリート圧縮強度比の関係図である。鋼鉄繊維混入量の増加に伴って強度はある程度増加する傾向があるが、適量を越えると逆に強度が低下した。アスペクト比5.0は鋼鉄繊維を混入することにより空気量の増加により供試体の空隙が目立

試験の同の方法に注意する事が必要と思われた。

3-1-(3) 引張強度について 図-3は引張強度と鉄骨の強度比の関係図である。図よりアスペクト比4.0=2.0%はアレンコンフリートの強度を上回り、鉄筋繊維により初期引張強度を高めた事が判った。鉄筋繊維の混入量が増加に従い引張強度は高めたアスペクト比4.0=2.0%の比ではアレンコンフリートの強度比1.64倍であり、鉄筋繊維を混入する事により引張強度を改善する事ができた。

3-1-(4) 曲げ強度について 図-4は鉄筋繊維混入量と曲げ強度との関係図である。アレンコンフリートの破壊時はひび割れ発生後は急激に破壊に至り、破断するが、鉄筋繊維コンフリートはひび割れ発生後は、鉄筋繊維の付着力が曲げ引張力に抵抗し優れた靱性を示した。曲げ強度は鉄筋繊維混入量の増加に伴い改善効果は高く、特にアスペクト比4.0が最も高い。鉄筋繊維により一般物理的強度試験中、曲げ強度は最も高い改善効果があった。

3-2 PCはりの曲げ試験

3-2-1) PCはりの配筋は表-3に示すとおりである。

3-2-2) PCはりの設計及び実験方法

アレンコン=コングラ式で設計しロングライン方式で製作した。

$$\sigma_{pe} = \sigma_p - \Delta\sigma_{ps} - \Delta\sigma_{pl} - \Delta\sigma_{pf} - \Delta\sigma_{pr}$$

$$\Delta\sigma_{pe} = \sigma_p \frac{P_i}{A_c} \left(1 + \frac{L_p^2}{R^2}\right)$$

$$\sigma_{ce}' = \frac{P_c}{A_c} \left(1 + \frac{L_p^2}{R^2}\right) \pm \frac{M_d}{Z}$$

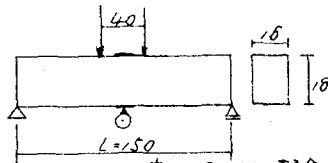


表-3 PCはりの配筋

① ストレンゲージ } 動レザミ測定器で測定
② ダイアルゲージ }

3-2-(3) ひび割れ発生曲げモーメント 表-4
ひび割れ、破壊曲げモーメントの一覧表である。表-4

①より、ひび割れ発生曲げモーメントはアスペクト比100/0.5%・アスペクト比4.0/24.4%の割増しであった。これは、コンフリート中に分散した鉄筋繊維がコンフリートと付着力の増加によりコンフリートが免れやすくなり、不連続に分散させられた鉄筋繊維がひび割れ拘束作用しひび割れ幅の拡大速度を減少しひび割れの発生荷重を高めた事が考えられる。

3-2-(4) 破壊曲げモーメント 表-4②

破壊曲げモーメントを示してある。鉄筋繊維コンフリートはひび割れ発生荷重が大きいので破壊荷重までの塑性領域が少なくなる。アスペクト比100=0.9%・アスペクト比4.0=13.2%と増加割合だが表-4①のひび割れ曲げモーメントの増加割合より少ない。これはひび割れ間隔が拡大し鉄筋繊維による付着力が減少し、鉄筋繊維の靱性を失い破壊に至ると思われた。

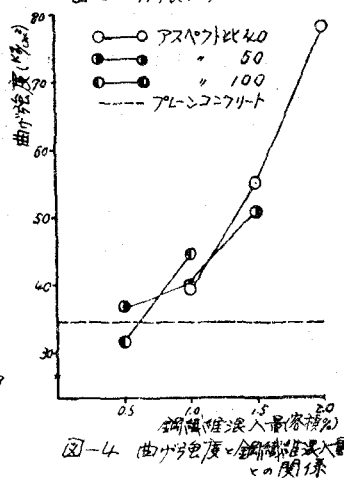
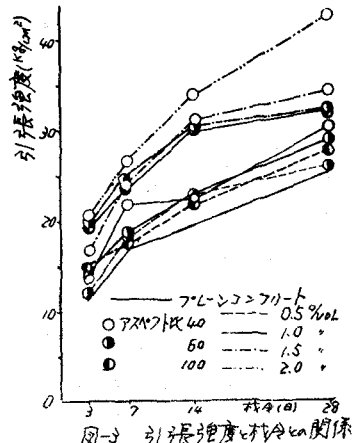


図-4 曲げ強度と鉄筋繊維混入量との関係

	スパン 7m	鉄筋量 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)	鉄筋率 (%)
アレンコンフリート	1.5	4.1	5.0	4.9	3.80	1.90	8.73	7.79	0.95
鉄筋繊維コンフリート	—	—	5.0	4.9	3.80	1.90	8.52	7.79	0.95

表-4 ひび割れ破壊曲げモーメント

種別	混入量 %vol	ひび割れ発生 曲げモーメント $\times 10^3 \text{ kg-cm}$	破壊曲げ モーメント $\times 10^3 \text{ kg-cm}$	Mu PseC $\times 100$ PC (%)	Mu PseC $\times 100$ PC (%)
アレンコンフリート	—	184.0	246.7	100	100
アスペクト比4.0	1.0	207.9	279.1	113.0	113.2
	1.5	226.6	263.7	123.2	106.9
	2.0	228.8	275.0	124.4	113.2
アスペクト比5.0	1.0	212.3	264.0	115.4	107.0
	1.5	225.5	268.4	122.6	108.8
アスペクト比10.0	0.5	198.0	251.4	107.6	101.9
	1.0	211.5	265.4	115.4	107.6