

日本大学 学生会員 ○岡村雄樹

東京大学 正会員 小林一輔

1. はしかり

本研究は、鋼繊維補強コンクリートの配合設計方法を確立することを目的として実施したものである。本文ではまず、所要のワーカビリティを得るのに必要となる細骨材率及び単位水量の参考値を、比較的軟練りでスラング試験によりコンシステンシーが評価できる範囲の鋼繊維補強コンクリートについて示した。一方、鋼繊維補強コンクリートは従来のコンクリートと比べてある程度スラングを生ずるコンシステンシーを得るためには、単位水量が相当に大きな値となる。そこでこれを大幅に減ずる有効な手段として高性能減水剤の適用方法について検討した。さらに鋼繊維補強コンクリートの空気連行特性についても、これを明らかにした。

2. 使用材料

鋼繊維はすべてせん断品を使用した。形状寸法については主として $0.5 \times 0.5 \times 30$ mm を用いたが、一部の実験では $0.5 \times 0.25 \times 25$ mm で波形のデフォーメーションを与えたものならびに断面寸法が 0.5×0.5 でアスペクト比が 40 及び 80 のものを使用した。粗骨材(碎石)は最大寸法が 10 mm, 15 mm, 20 mm 及び 25 mm の 4 種類とし、それぞれ標準粒度曲線に入るように調整したものをを用いた。細骨材は川砂を用い、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。また混和剤は AE 剤 (Vinsol) と高性能減水剤を用いたが、その他の実験についてはすべて非空気連行性の減水剤を使用した。

3. 最適細骨材率の求め方

図-1 は、繊維混入率の異なる鋼繊維補強コンクリートについて細骨材率とスラングとの関係を求めたものである。この図より明らかなように単位水量、単位セメント量及び繊維混入率を一定とし細骨材率を変化させると、スラングの値が最大となる細骨材率が存在し、またこの値はスラングの値如何を問わずば一定値をとる。鋼繊維補強コンクリートの場合この値を用いれば、ワーカビリティがよく且つ所要のコンシステンシーを確保しつつ最も単位水量の少ない配合が得られることになるので、この値をもって最適細骨材率とした。

4. 鋼繊維補強コンクリートの配合設計を行なう場合に必要資料

鋼繊維補強コンクリートの最適細骨材率に影響を及ぼす一次要因は鋼繊維の混入率と形状寸法であり、二次要因は粗骨材の最大寸法、空気量及び水セメント比などである。また所要のコンシステンシーを有する鋼繊維補強コンクリートを得るために必要な単位水量は、繊維混入率、粗骨材の最大寸法、水セメント比、空気量及び鋼繊維の形状寸法などの諸要因によって支配される。表-1 は、以上の結果に基づいて配合設計を行なう場合に必要となる最適細骨材率および単位水量の参考値ならびにその補正表を示したものである。また図-2 より明らかなように、鋼繊維補強コンクリートでは一定量の空気を連行させるのに必要な AE 剤量(単位セメントの重量に対する百分率)は、普通コンクリートより減少し、この傾向は繊維量とともに著しくなる。これは、鋼繊維補強コンクリートでは普通コンクリートより

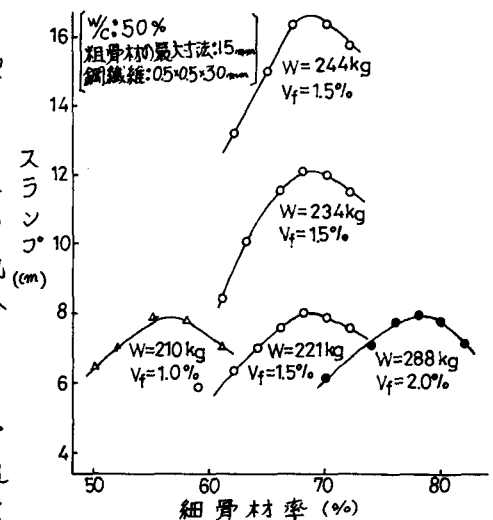


図-1 スラングと細骨材率との関係

り単位セメント量が大きな値となるためにAE剤添加率を一定にした場合では単位AE剤量は普通コンクリートよりも相当に大きくなるが、もし、この値を一定とすれば、普通コンクリートとの空気量の差はほとんどなくなると言うことによって説明できる。

5. 高性能減水剤の適用

鋼繊維補強コンクリートでは、ある程度のスランプを生ずるような配合とすると、その単位水量は相当に大きい値となるが、このことは乾燥収縮、ブリージングその他の点で決して好ましいことではない。図-3は、このような問題に対する対策の一つとして試みたもので、高性能減水剤を添加することで単位水量の減少を図った実験結果である。この図によれば、普通コンクリートと同様に高性能減水剤の添加量を増すに従って、単位水量はほぼ直線的に減少するが、その程度は普通コンクリートより多少小さくなる。また細骨材率の小さいコンクリートに高性能減水剤を用いると材料分離の傾向があるが、鋼繊維補強コンクリートの配合では細骨材率の値が大きいので、この点高性能減水剤の適用はとくに有効である。図-4は、高性能減水剤を用いて水セメント比とコンシステンシーを一定に保った場合について単位セメント量と曲げ強度との関係を示したものである。この図より明らかなことは、高性能減水剤を用いて単位セメント量を減少させると曲げ強度の値は高くなる。このことより、鋼繊維補強コンクリートにおいて高性能減水剤を用いることは効果的であることがわかる。

表-1 鋼繊維補強コンクリートの配合を定める場合の参考表

この表の値は、下記の条件におけるものである。					
1) 鋼繊維の形状寸法: $0.5 \times 0.5 \times 30\text{mm}$ 2) 繊維混入率: 1.5%					
3) 細骨材のF.M.300のもの、粗骨材は碎石を使用し、良質の減水剤を用いる。					
4) 水セメント比: 50% , スランプ: 約 8cm					
粗骨材の 最大寸法 G_{max} (mm)	AE剤を用いないコンクリート			AEコンクリート(空気量 5%)	
	エンラップ エア (%)	細骨材率 S/a (%)	単位水量 W (kg)	細骨材率 S/a (%)	単位水量 W (kg)
10	3.0	70	225	68	214
15	2.8	68	221	65	208
20	2.5	63	215	60	200
25	2.1	58	208	55	191

上記の条件が異なる場合に対する補正		
条件の変化	細骨材率 (%)	単位水量
鋼繊維混入率 0.5% の増減 に対して	$G_{max}: 10 \sim 15\text{mm} \pm 10$	$\pm 10\text{kg}$
	$G_{max}: 20\text{mm} \pm 8$	
	$G_{max}: 25\text{mm} \pm 5$	
水セメント比 0.05 の増減に対して	± 1	$\pm 2.5\text{kg}$
細骨材のF.M.0.1の増減に対して	± 0.5	補正しない
スランプ 1cm の増減に対して	補正しない	$\pm 3\text{kg}$
空気量 1% の増減に対して	± 1	$\pm 6\text{kg}$
鋼繊維のアスペクト比 10 の 増減に対して (注1)	± 3	$\pm 10\text{kg}$

注1 本表は、鋼繊維の断面寸法が0.3~0.6mmの範囲の場合のみ適用される。

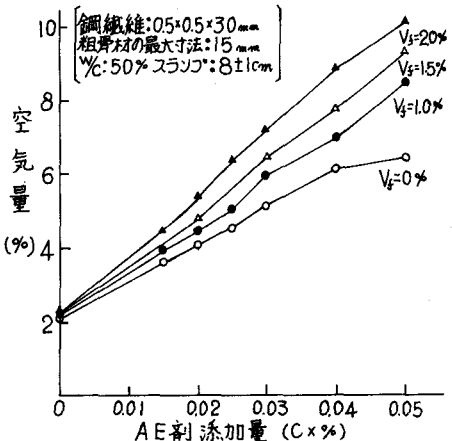


図-2 AE剤添加量と空気量との関係

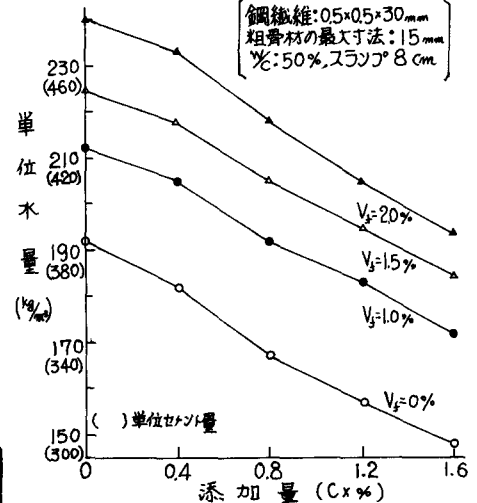


図-3 スランプ8cmを得るための高性能減水剤添加量と単位水量との関係

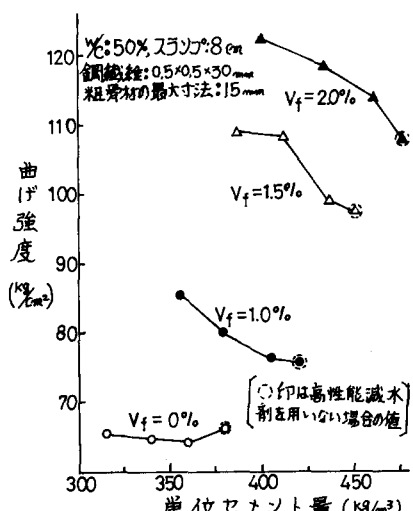


図-4 単位セメント量と曲げ強度との関係