

鋼繊維を混合使用した即時脱型製品用SFRCの基礎的研究

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 阿南工業高等専門学校 正会員 堀井克章
 徳島大学大学院 学生員 ○千谷孝之

1. まえがき

鋼繊維は、即時脱型製品の曲げ強度、引張強度、靱性などの品質改善が期待できる補強材料であるが、コンクリートに鋼繊維を混入すると、練り混ぜ、打込み、締固めなどの作業性が悪化する問題も予測できる。

そこで本研究では、即時脱型製品の品質改善に鋼繊維を有効利用することを目的として、寸法の異なる鋼繊維の混合使用がスランプ8cmのコンクリートにおける繊維の分散性の改善に効果があると報告している岡村ら¹⁾の研究に着目し、長さの異なる鋼繊維の混合使用を取り上げ、長さ20、30および40mmの鋼繊維の混合割合および単位水量を要因として、これらの水準を種々変え、即時脱型製品用超硬練りコンクリートのコンシステンシー、曲げ強度、圧縮強度などの基礎的性質に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

本実験で取り上げた要因と水準を表-1に、また、使用材料を表-2に示す。なお、基本配合は、粗骨材最大寸法15mm、目標空気量3%として、予備実験より、単位水量120kg/m³、水セメント比38%、細骨材率46%とした。練り混ぜは、容量50ℓの強制練りミキサで行った。練り混ぜ時間は、150秒間とし、最初の30秒間でコンクリートを練り混ぜ、つぎの60秒間で鋼繊維をファイバー散布機で投入し、さらに60秒間練り混ぜを続けた。

フレッシュコンクリートのコンシステンシー試験としては、充填性試験²⁾を採用した。この試験は、円柱型枠(φ10×20cm)にコンクリートを詰め、おもり(重量3kg、直径9.5cm、高さ5.4cm)をのせ、VB試験用振動台(振動数3600vpm、全振幅0.2mm)で締固めを行い、おもりの沈下距離と現場配合から算出した充填率と延べ振動締固め時間との間に存在する対数関係式から、目標空気量3%つまり充填率97%となるまでの締固め時間T97値を推定するもので、本実験ではこの値をコンクリートのコンシステンシーの指標とした。

硬化コンクリートの試験用供試体として、□15×15×54cmの即時脱型コンクリートはりを作製し、成形後20℃の恒温室内で材令14日まで湿潤養生を行った。曲げ強度試験は、JIS A 1106に従い、スパン45cmの側面3等分点載荷法で行い、圧縮強度試験は、曲げ強度試験後のはりの2折片を用い、JIS A 1114に従って行った。

T97値、曲げ強度および圧縮強度は、それぞれ2個、3個および6個の測定値の平均値を試験結果とした。

3. 実験結果と考察

(1) フレッシュコンクリートの性質

充填性試験の結果を図-1に示す。図-1(1)より、まず、平均繊維長が長くなるにつれてT97値が大きくなることがわかる。これは、繊維長が長いほど繊維のかさばり効果が著しくなり充填性が悪化するためと思われる。また、平均繊維長30mmの場合、長さ30mmの繊維の1種単独使用や長さ20および40mmの繊維の2種混合使用に比べて、長さ20、30および40mmの繊維の3種混合使用の方がT97値が小さく、繊維の混合割合が(25:50:25)の時に最小値となることがわかる。従って、3種の長さの繊維の混合使用は、コンクリートの充填性改善に有効であるといえる。これは混合使用により、繊維の分散性が良くなることによるものと思われる。

つぎに、単位水量についてみると、図-1(2)より、まず、単位水量が増えるとコンシステンシーが大きく

表-1 実験の要因と水準

要 因	水 準
鋼 繊 維 の 混 合 割 合 (%)	(0:0:0),(100:0:0),(50:50:0), (44:33:22),(0:100:0),(50:0:50), (25:50:25),(33:33:33), (20mm:30mm:40mm) (0:50:50),(0:0:100)
単位水量 (kg/m ³)	95,100,105,110,115,120,125,130

表-2 使用材料

名 称	諸 元
普通コン 川 砂	比重3.15、ブレン比表面積3110cm ² /g 表乾比重2.62、吸水率1.69%、粗粒率2.41
砕 石	表乾比重2.60、吸水率1.58%、粗粒率6.47
鋼 繊 維	比重7.85、伸線切断法・インデント異形加工型 φ0.5×20mm、φ0.5×30mm、φ0.6×40mm

なるので、T97値が増大するが、単位水量とT97との間に対数関係が存在することがわかる。また、繊維の混合使用による充填性改善効果は、単位水量の影響を受けず、単独使用と比べて、同一T97値を得るのに必要な単位水量を約3kg低減できることがわかる。なお、繊維の混入により、単位水量がT97値に及ぼす影響は小さくなるので、骨材量が多く単位水量が少ないコンクリートで問題となる骨材表面水などの水量の変化に伴う製品の品質変動の緩和に、鋼繊維の利用が有効と思われる。

(2) 硬化コンクリートの性質

硬化コンクリートの強度試験結果を図-2に示す。まず、図-2(1)を見てみると平均繊維長が長くなるにつれて曲げ強度が増加することがわかる。これは、繊維長が長くなるほど繊維とコンクリートとの付着性が良くなることによるものと思われる。つぎに、単一長さの繊維の単独使用と3種の長さの繊維の混合使用とを比較すると、平均繊維長30mmの場合、混合使用の方が単独使用に比べて若干ではあるが曲げ強度が高くなることがわかる。これは、前述したように、混合使用により繊維の分散性が良くなることによるものと思われる。

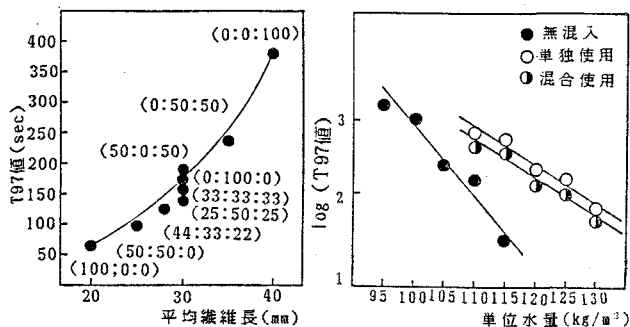
ここで、長さ30mmの繊維の単独使用の曲げ強度を1として、長さ20、30および40mmの繊維の単独使用の曲げ強度比を求めると、20mm:30mm:40mm=0.8:1.0:1.2となるので、この比と混合割合(x:y:z)とを使って混合使用時の曲げ特性値(Pb)を表すと、次式； $P_b = 0.8x + y + 1.2z$ となるので、この曲げ特性値を各混合使用について求めて図-3に示すと、曲げ強度と同じ傾向のグラフとなることがわかる。従って、長さの異なる繊維を混合使用する場合の曲げ強度は、使用する繊維単体での曲げ強度による混合則が成立するものと思われる。なお、圧縮強度は、図-2(2)のように平均繊維長が長くなるにつれて若干増加する傾向があるが、平均繊維長が長くなるにつれて圧縮強度の変動係数が増大するので、強度のばらつきに留意する必要がある。

4. むすび

以上本研究より、即時脱型製品用コンクリートの品質改善のために鋼繊維を用いる場合、3種の長さの繊維の混合使用が有効となることが確かめられた。今後は、より多くの種類の繊維の混合使用、練り混ぜ方法、実際の製品への鋼繊維の適用などについて検討を行う予定である。

【参考文献】

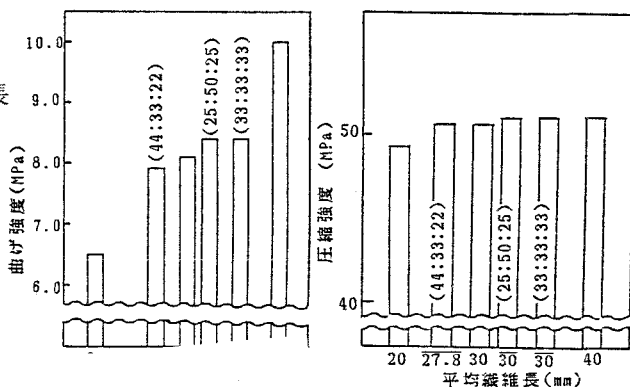
- 1) 岡村、浜本；土木学会第37回年次学術講演会講演概要集、第5部門、p.p.243-244、1982
- 2) 堀井、河野；土木学会第41回年次学術講演会講演概要集、第5部門、p.p.489-490、1986



(1) 繊維混合割合の影響

(2) 単位水量の影響

図-1 充填性試験結果



(1) 曲げ強度

(2) 圧縮強度

図-2 強度試験結果

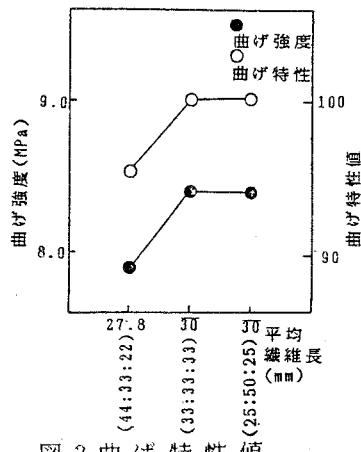


図-3 曲げ特性値