

阿南工業高等専門学校 正会員 ○堀井克章
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. まえがき

鋼繊維は、コンクリートのひびわれ抵抗性、靱性などの改善に効果のある補強材であるが、これを即時脱型製品に利用する研究例はほとんど見られない。即時脱型製品は、元来小形のもが多く、また水セメント比が小さいので繊維との付着性が良くなることが予想されるので、製品の品質の向上、製品の適用範囲の拡大などに関する鋼繊維の利用効果は大きいものと思われる。また運搬などの作業時の衝突などにより生じる角欠けなどの防止、繊維のかさばり効果による脱型後の変形抑制などにも効果があると思われる。

本研究は、鋼繊維を即時脱型製品に利用するための第一段階として、単位水量、水セメント比、細骨材率、繊維混入率などの配合要因が、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、圧縮強度、引張強度、圧縮靱性係数などの基礎的性質に及ぼす影響について、実験的検討を行ったものである。

2. 実験概要

本実験で取り上げた要因と水準を表-1に示す。

使用材料を表-2に示す。配合設計は、目標空気量を3%として行った。練りまぜは、容量50ℓの強制練りミキサを用いて120秒間行った。まず骨材、セメント、水及び混和剤を投入して30秒間コンクリートを練った後、次の60秒間で繊維を手でほぐしながら投入した。

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採用した充填性試験では、φ10×20cm円柱型枠にコンクリートを詰めてφ9.5×5.2cm鋼製円柱おもり（重量3kg）をのせ、VB試験用振動台（振動数3600rpm、全振幅0.3mm）で締固めを行い、延べ加圧振動締固め時間と充填率との間に存在する対数関係式を求め、これより目標充填率の97%になるまでに要する締固め時間であるT97値を算出し、締固めによる充填性の指標とした。なお充填率を求める際に必要な完全締固め重量には、現場配合より求めた理論値を用いた。

硬化コンクリートの試験用円柱供試体は、前述した円柱型枠と円柱おもり、φ9.7×7.0cm円筒ガイド、振動台（振動数6000rpm、全振幅0.3mm）などを用いて締固め、一般的な硬化後脱型及び直ちに側板を取り外す即時脱型を行った後、材令14日まで20℃水中養生を行い、研磨機で端面を平滑にして表-1に示す各試験に供した。圧縮強度及び圧縮靱性係数は、供試体の高さとの比が2となるように換算し、圧縮靱性係数を求める際に必要な圧縮変形量には、繊維無混入のコンクリートでは最大荷重に達した後に急激な破壊を生じるので、圧縮試験機の載荷板間の変形量を用いた。なお試験値は、3個の測定値の平均値とした。

3. 実験結果と考察

(1) フレッシュコンクリートの性質

充填性試験結果を示した図-1より、T97値が最小となる細骨材率、つまり締固め効率が最も高くなる最適細骨材率が存在することがわかる。その値は、繊維混入率0%の場合42%となり、混入率1.5%の増加に対して15%増加している。また繊維混入率0.75%の増加に対して単位水量を10～20kg/m³程度増すことにより、T97値が同程度になることがわかる。これらのことは、繊維のかさばり効果によるものと思われる。また水セメント比は、繊維混入率に関係なく37.5%でT97値が最小となっており、37.5%程度が締固め効率の最も良

表-1 実験の要因と水準

要 因	水 準
配合	単位水量：W 90・105・120・135・150 kg/m ³ 水セメント比：W/C 27.5・37.5・47.5 % 細骨材率：s/a 37・42・47・52・57・62・67 % 繊維混入率：Vf 0.00・0.75・1.50 vol%
試験	フレッシュコンクリート ◎充填性試験（文献[1]）；T97値 硬化コンクリート ◎圧縮強度・圧縮77材試験（JIS A 1108・1107、JSCE-SFRC指針）；（硬化後脱型）圧縮強度、即時脱型圧縮強度、（硬化後脱型）圧縮靱性係数 ◎断裂引張強度試験（JIS A 1113）；（硬化後脱型）断裂引張強度

表-2 使用材料

名 称	諸 元
普通セメント	比重3.16、ブレン比表面積3190cm ² /g
川 砂	表乾比重2.62、吸水率2.29%、粗粒率2.78
川 砂 利	表乾比重2.62、吸水率1.07%、粗粒率6.32、最大寸法15mm
減 水 剤	比重1.13、液体、高縮合リチウム系製品用高強度型
鋼 繊 維	比重7.85、φ0.5×30mm、伸縮切断法・インデント異形加工型

い最適水セメント比であるといえる。

超硬練りコンクリートのコンシステンシー試験で最も一般的なものにBS規格のある締固め係数試験があるが、鋼繊維を混入した超硬練りコンクリートは、繊維のかさばり効果により円錐台形をしたホッパーから落下しないという問題が生じたために、本実験では充填性試験を採用したが、これは、試験装置が比較的容易に準備でき、測定方法などは多少煩雑になるものの、製品の品質に最も大きく影響すると思われる締固めによる充填性が最良となる最適配合条件の選定などに利用できる、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試験として、適した方法と思われる。

(1) 硬化コンクリートの性質

硬化コンクリートの各試験結果を示した図-2より、圧縮強度は、単位水量の増加つまりセメントペースト量の増加に伴い、また繊維混入率の増加に伴い若干増加することがわかる。また水セメント比の増加とともに増大する傾向がみられる。引張強度についても同様な傾向が見られるが、繊維混入率の増加に伴う強度増加の割合が圧縮強度に比べて大きく、混入率0%の場合に比べて1.5%で1.8倍程度になっており、鋼繊維は引張強度の改善に効果があるといえる。また圧縮靱性係数は、繊維混入率の増加とともに増大し、混入率0%の場合に比べて1.5%で3倍程度になっており、鋼繊維は圧縮靱性の改善にきわめて有効であるといえる。これらのことは、繊維の補強効果によるものと思われる。

通常の鋼繊維補強コンクリートで割裂引張強度試験を行うと、荷重の増加に伴い載荷板に接する供試体面積が大きくなるという問題が生じる。超硬練りコンクリートに関する本実験でも、その面積は繊維混入率0%の場合に比べて1.5%で最大荷重時に50%程度大きくなったが、その割合は通常の場合に比べてかなり小さいのではないと思われる。また即時脱型圧縮強度は、硬化後脱型圧縮強度に比べて1~4%程度小さくなっており、その比率は、単位水量の増加とともに大きくなるが、鋼繊維の使用によりその割合は若干小さくなる。これは、鋼繊維のかさばり効果により脱型後の変形が抑制されることによるものと思われる。

4. むすび

鋼繊維を使用した即時脱型製品用超硬練りコンクリートに関する本実験より、鋼繊維の利用がコンクリートの引張強度や靱性の改善さらに脱型後の変形の抑制に有効であること、締固めによる充填性が最良となる最適細骨材率、最適水セメント比などの最適配合条件があり、繊維混入率の増加に伴い単位水量、細骨材率などを増す必要があること、コンシステンシー試験には充填性試験が適することなどが確かめられた。最後に、本研究を行う際、文部省科学研究費補助金(奨励研究(A)、課題番号61750467)を用いたことを付記する。

【参考文献】 [1] 堀井、河野；土木学会年次学術講演会講演概要集、第5部門、p. p. 489-490、1986。

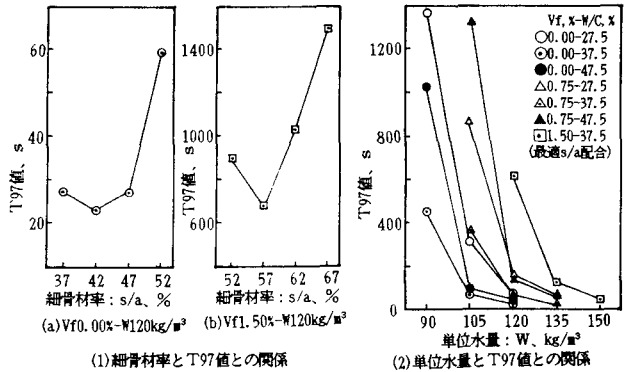


図-1 フレッシュコンクリートの試験結果

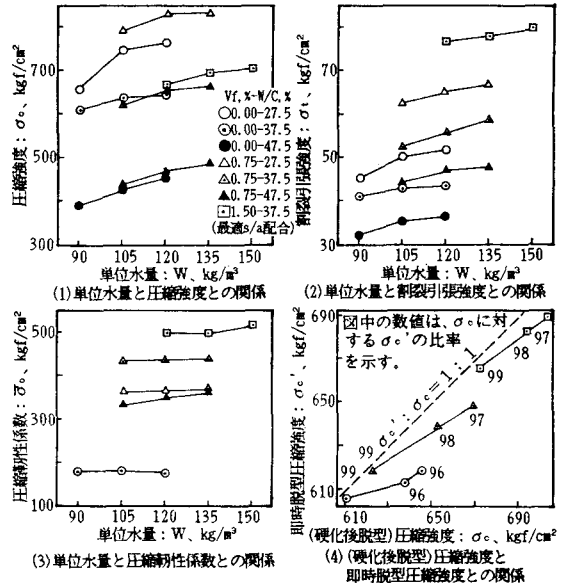


図-2 硬化コンクリートの試験結果