

実機試験による非鋼繊維補強覆工コンクリートの性状比較

中日本高速道路(株) 竹沢 正文
 中日本高速道路(株) 正会員 石山 静樹
 東エ ン (株) 正会員 永海 一尚

1. はじめに

繊維補強覆工コンクリートに使用される繊維は、従来ひび割れの抑制や曲げ靱性性能向上の確実性を確保するため鋼繊維が用いられてきた。しかし、近年第二東名高速道路では非鋼繊維の品質向上による付着強度の向上や、施工性が良好であること、錆が発生しないこと、火災時の爆裂に対する優位性、鋼繊維と比較した経済性や施工性等の利点からトンネル覆工の施工に非鋼繊維が用いられている。本論文では非鋼繊維補強覆工コンクリートの品質管理のうち、示方配合決定の一環として現場で実際に用いるアジテータ車や繊維投入機を用いた試験施工（以下 実機試験）結果をスランプ・空気量・圧縮強度・曲げ靱性試験等の性状を取りまとめ、今後の品質管理への取り組みについて述べたものである。

2. 使用繊維

現在中日本高速道路(株)管内の第二東名高速道路建設にて実際に用いられている非鋼繊維の種類を表1に示し、繊維補強覆工コンクリートの配合決定基準を表2に示す。使用繊維はPP-1種-Aが4種類、PP-1種-Bが1種類、PVP-2種-Bが1種類であり、現時点ではPP-1種-Aが最も多い。

表1 非鋼繊維の種類

記号	素材	断面形状	表面加工
PP-1種-A	ホリロビレン	矩形	有
PP-1種-B			無
PVP-2種-B	ビニロン	円形	無

表2 配合決定のための基準

種別	材齢28日における圧縮強度(N/mm ²)	粗骨材の最大寸法(mm)	スランプ注1)(cm)	空気量注1)(%)	セメントの種類	最低単位セメント量(kg/m ³)	単位水量(kg/m ³)	最大塩化物含有量(Cl)(g/m ³)
T3-2	30	20 25	15 (20.0) 注2)	4.5 (4.5) 注2)	N	-	175以下	300

表1, 2はトンネル施工管理要領（繊維補強覆工コンクリート編）より引用
 注1) コンクリートの打込み箇所（筒先）における値
 注2) ()内はベースコンクリートの標準的な値である。許容差はスランプは±2.5cm, 空気量は±1.5

また、実機試験は、実際に生コンプラントより使用する車種のアジテータ車により現場へ運搬し、アジテータドラム高速回転させ実際に使用する繊維混入機により投入攪拌し、投入後に追い練り（高速回転）にて練り上がった繊維補強覆工コンクリートが所要の強度、曲げ靱性、分散性、作業に適したワーカビリティを有しているか確認するために行っているものである。なお、今回取りまとめた非鋼繊維の設計繊維混入率は0.3vol.%(外割)である。

3. 実機試験結果

3-1 スランプおよび空気量

図1に現場でのベースコンクリートと非鋼繊維補強覆工コンクリートのスランプの変化を示す。主に3.0~3.5cmを中心とするスランプの増減が生じている。同様に非鋼繊維投入後の空気量変化を図2に示す。非鋼繊維混入による

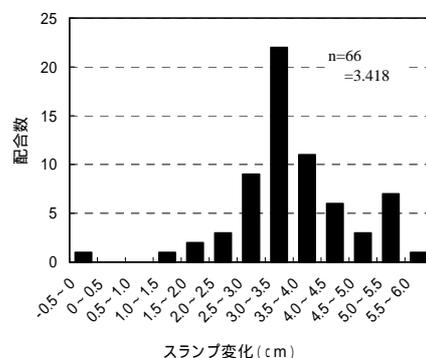


図1 スランプの変化

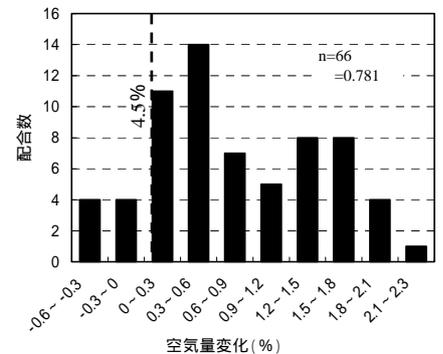


図2 空気量の変化

空気量変化は0.3~0.6%を中心とする結果となった。また、-0.6%~2.3%と多少のばらつきは生じているが、全て非鋼繊維投入後における空気量の目標値(4.5±1.5%)を上回っている。

キーワード 非鋼繊維補強覆工コンクリート, 実機試験, スランプ, 空気量, 繊維混入率, 曲げ靱性係数
 連絡先 〒227-0042 横浜市青葉区下谷本町 35-12 中日本高速道路(株) 横浜技術事務所 TEL 045-974-5305

3 - 2 繊維混入率

図3に設計値（0.3vol.%外割）に対する繊維混入率出現頻度を示す。繊維補強覆工コンクリートの設計混入率は付着有効長および、最大寸法が30mmのコンクリート小片をつなぎ止めるのに必要な最低混入率算定式を考慮し設定している。設計した非鋼繊維の混入率が均一であるか確認するためにアジテータ車1台のうち3回（最初・中間・最後）採取し繊維混入率試験（洗い分析試験方法）を実施している。繊維混入率は設計繊維混入率0.30%に対してアジテータ内の排出時期に対する著しく偏った傾向は見られなかった。また0.31%~0.33%の範囲を中心に分布しており、概ね設計値を上回る結果となっていることから現場においても繊維は良好に混入されていると考えられる。

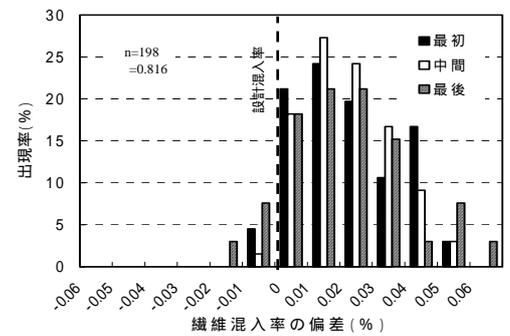


図3 繊維混入率の出現頻度

3 - 3 圧縮強度

図4に設計基準強度（ $c_k=30\text{N/mm}^2$ ）に対する実機試験にて採取した供試体の28日強度結果を示す。図より圧縮強度比は1.15~1.40に分布しており、基準となる 30N/mm^2 に対して十分な強度が得られている。

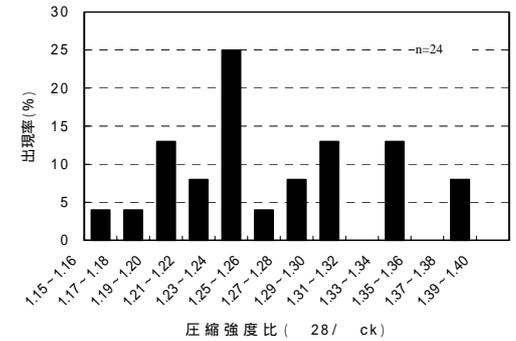


図4 圧縮強度比の出現頻度

3 - 4 曲げ靱性

図5に非鋼繊維種類別の曲げ靱性係数比を示す。曲げ靱性試験はJSCE-F552の規定により供試体(150mm×150mm×530mm)を作成し、3等分点荷重によって行っている。実機試験により求めた曲げ靱性係数は、室内試験と比較して生コンの材料や繊維の素材・形状・表面の形状加工有無の相違による明確な傾向は現れなかった。なお、試験結果に若干のばらつきが生じているものの、材料や練り混ぜ環境の良好な室内試験結果に対し、工事現場にてアジテータ車と繊維ごとの繊維投入機を用いているにも関わらず、概ね室内試験値付近に分布する結果となった。

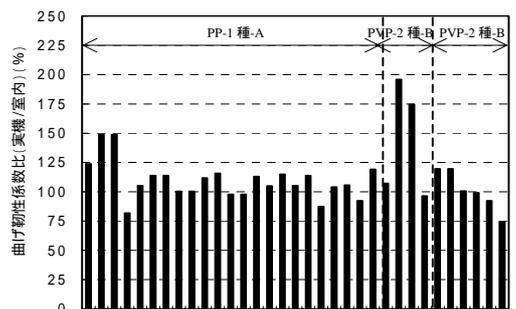


図5 非鋼繊維種類別曲げ靱性係数比

4 . まとめ

今回は、H16年度以降施工されている非鋼繊維の実機試験結果を取りまとめた。非鋼繊維投入後のスランプ・空気量は様々な非鋼繊維を用いているが、施工前に定めた設計値より大きく逸脱するような結果は見られず、良好なワーカビリティを有しているものと考えられる。図6に圧縮強度と曲げ靱性係数を示す。繊維の種類別（A：PP-1種-A，B：PP-1種-B，C：PVA-2種-B）に分類した結果、全ての繊維について曲げ靱性係数は基準値（ 1.4N/mm^2 ）を上回っている。また、曲げ靱性係数はCが他に比べ若干低い傾向となった。今回は実機試験結果のみであるため、データ数が少なくデータのばらつき等の影響が生じたが、今後はさらに現場における実施工時の品質管理試験結果等を整理し、データのばらつき等を把握することにより現場の品質管理に役立てるべく引き続き検討を行っていきたい。

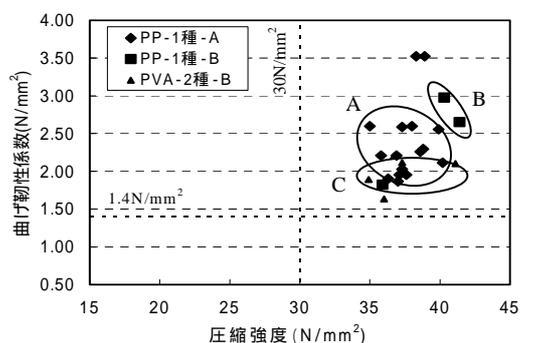


図6 圧縮強度と曲げ靱性係数

参考文献

- トンネル施工管理要領（繊維補強覆工コンクリート編） 日本道路公団 2003年9月
- 日本道路公団試験研究所報告 日本道路公団試験研究所 Vol.39 2002年11月 pp91-108