

鋼繊維補強高流動コンクリートセグメント開発の概要

(株)大林組 正会員 ○藤井 亜紀
首都高速道路公団 正会員 土橋 浩
首都高速道路公団 正会員 角田 浩
大林・大豊・東急 JV 正会員 松原 健太
石川島建材工業(株) 正会員 小林 一博

1. はじめに

SJ51 工区～SJ53 工区（外回り）トンネル工事は、首都高速中央環状新宿線のうち、豊島区千草1丁目の立教通り立坑から新宿区上落合2丁目の大江戸線中井駅までの延長 2,018m 区間を外径φ12.02mの大断面泥土圧シールドにより、道路トンネルを築造する工事である。二次覆工省略型セグメントを用いた道路シールドトンネルであるため、一次覆工には高い耐久性と耐火性が求められる。そこで、本工事では覆工構造の更なる品質向上とコスト削減を目的として、鋼繊維補強高流動コンクリートセグメント（以下、SFRC セグメント）を開発した。本稿では、SFRC セグメント開発の目的、手順、試験の概要について報告する。

2. SFRC セグメント開発の目的

SFRC セグメントは鋼製短繊維を混入し、自己充填性能を有する高流動コンクリートにより製作するもので、セグメントの耐久性・構造性能の向上、耐火性能の向上、セグメント製作の省力化を目的として開発した。SFRC セグメントの特長を表-1 に示す。また、従来型セグメントとの比較概要図を図-1 に示す。

表-1 SFRC セグメントの特長

項目	特長
耐久性・止水性の向上	・均等に分散した鋼繊維によりひび割れが分散するため、ひび割れ幅が小さい。 ・隅角部・端部の鋼繊維の存在により、セグメント端部の剥離・剥落が防止できる。
構造性能向上	・鋼繊維の混入によりじん性、せん断強度が増加する。 ・鋼繊維を混入することで応力分散性能を確保できるとともに鉄筋の拘束効果が期待できるため、配力筋・フープ筋の省略が可能である。
耐火性能確保	・従来のスランブタイプコンクリート以上の耐火性能を有する。
セグメント製作の省力化	・鋼繊維混入によりコンクリート引張強度を構造計算上考慮することで、主鉄筋量が低減できる。 ・配力筋・フープ筋の省略と主鉄筋量の低減により、鉄筋加工・組立工程が簡略化できる。 ・高流動コンクリートを用いることでコンクリート打設時にテーブルバイブレータが不要になる。 ・打設時テーブルバイブレータが不要になることで、型枠の剛性を低下でき型枠費が低減できるとともに、セグメント製作設備設置に係わる騒音・振動等の環境アセスメントが不要になり現地製作が可能となる。

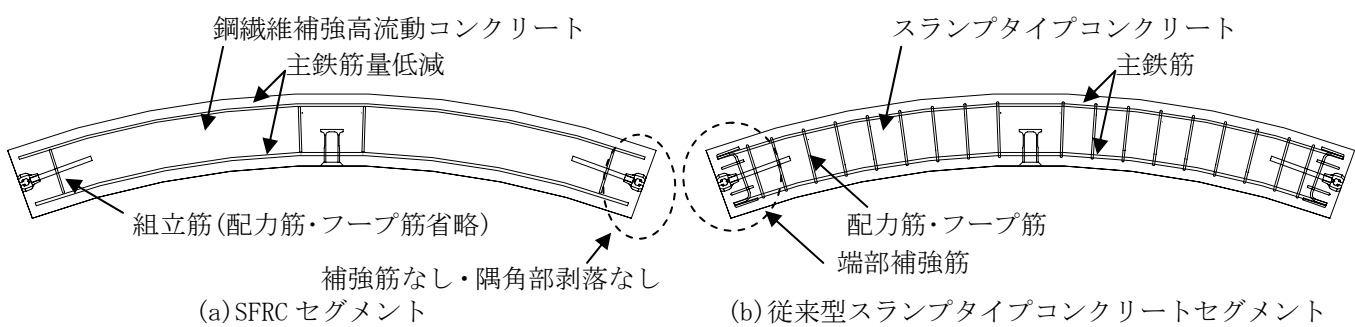


図-1 セグメント比較概要図

キーワード 鋼繊維，高流動，コンクリートセグメント，耐久性，耐火性，コスト削減

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 （株）大林組 土木技術本部 技術第二部 TEL 03-5769-1318

3. SFRC セグメント開発の手順

SFRC コンクリートセグメント開発の手順を図-2 に示す。開発はまず使用する鋼繊維の選定から行った。一般に鋼繊維はアスペクト比（鋼繊維の直径に対する長さの比率）50～80 程度のものが用いられているが、鋼繊維の分散性と充填性を考慮して長さ 30mm、アスペクト比 50 の両端フック付拘束型鋼繊維を選定した。また水セメント比は、脱型強度確保のため従来のコンクリートセグメントと同じ 29%とし、スランプフロー試験・空気量試験によりフレッシュ性状を満足する配合を選定した。

鋼繊維混入量は経済性と強度特性から 0.8%vol としてコンクリート配合を決定し、コンクリートおよびセグメント性能確認試験を行った。今後実証施工を行い、実構造物としての品質確保の確認を行う予定である。

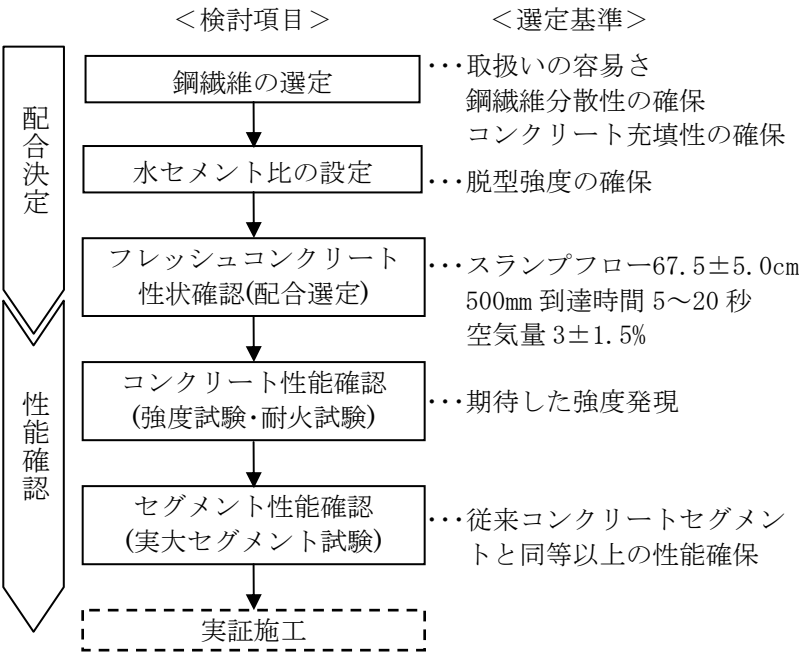


図-2 開発手順図

4. SFRC セグメント試験概要

本開発で行った性能確認試験を表-2 に示す。試験結果より、SFRC セグメントは鋼繊維の混入により配力筋の省略・主鉄筋量の低減ができるとともに、ひび割れの分散や剥落の防止による耐久性および安全性の向上、高いじん性による構造性能の向上が実現できることを確認した。

表-2 性能確認試験一覧

検討項目	試験項目	試験結果
フレッシュ性状確認	スランプフロー試験	コンクリートの自己充填性能，鋼繊維の分散性を有する．
	空気量試験	規定値を満足．
コンクリート強度確認	圧縮強度/圧縮タフネス試験	従来品に比べひび割れ幅が小さく鋼繊維の拘束効果により剥落がない．
	曲げ強度/曲げタフネス試験	高いじん性を有する．
	せん断強度試験	従来品に比べ約 1.5 倍のせん断強度を有する．
耐火性能確認 (RABT 曲線)	耐火被覆なし耐火試験	従来品に比べ爆裂深さが小さく，加熱後の圧縮強度・曲げ強度の残存率が高い．
	耐火被覆あり耐火試験	構造部材測定温度は許容温度以下であり，温度履歴も従来品と同等であることから同等の熱伝導率を有する．
セグメント性能確認	単体曲げ試験	従来品 (安全率 2.86) 以上の耐力を有している． (安全率 3.04)
	主鉄筋応力分布確認試験	配力筋を省略しても従来品と同等の主筋応力分布を示す． (配力筋の省略が可能)
	曲げ圧縮破壊試験	曲げ圧縮破壊時コンクリート強度で耐力が決定する． (フープ筋の省略が可能)
	リング間ほぞせん断試験	ほぞによるせん断耐力は従来品の約 2 倍を有する．
	推力試験	設計上の最大推力によるひび割れ発生なし．

5. おわりに

本開発で、SFRC セグメントの構造性能と社会資本を形成するトンネル一次覆工としての優位性を確認した。今後は、本工事において 60 リングの実証施工を行い本セグメントの実用化を図るとともに、セグメントのコスト縮減と現地製作によりシールド工事のコスト縮減を実現したい。

参考文献 ・コンクリートライブラリー97 鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針(案) 土木学会