

鋼繊維補強高流動コンクリートセグメントの実大性能試験

(株)大林組 正会員 ○吉田 公宏
 首都高速道路公団 正会員 角田 浩
 首都高速道路公団 正会員 小西 由人
 大林・大豊・東急JV 正会員 伊藤 信次
 石川島建材工業(株) 正会員 橋本 博英

1. はじめに

SJ51 工区～SJ53 工区(外回り)トンネル工事は、首都高速道路中央環状新宿線のうち、豊島区千早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2,020m区間を大断面(掘削外径 ϕ 12.02m)の泥土圧シールド工法により、高速道路トンネルを築造する工事である。本トンネルは、二次覆工省略であるため一次覆工には、高い耐久性と安全性が要求される。本工区では、従来のコンクリートセグメントに比べ、更なる品質の向上とコスト縮減を目指し、鋼繊維補強高流動コンクリートセグメントを開発した。本稿は、鋼繊維補強高流動コンクリートセグメントの構造性能を確認するために実施した、単体曲げ試験、主鉄筋応力分布確認試験、および曲げ圧縮破壊試験について報告するものである。

2. 単体曲げ試験

2. 1 試験概要および目的

鋼繊維補強によるコンクリート引張強度の増加に着目し、従来のセグメントに比べ、主鉄筋量を低減した場合の曲げ耐力の確認を行う。供試体は、主鉄筋および配力筋を配置し従来のスランブタイプコンクリートを使用したもの(従来型)と、鋼繊維補強高流動コンクリート(鋼繊維混入率0.8%)を用いて、主鉄筋量を従来の16.5%低減したもの(鋼繊維補強)について行った。なお、鋼繊維補強の供試体は、フープ形状の組立筋を主鉄筋の内側に4本のみ配置している。(鉄筋重量比率については表-1参照)また、供試体形状は、外径 ϕ 5300mm、桁高300mm、幅1000mm、6分割のA型セグメントを使用した。図-1、2に供試体概要図を示す。試験方法については、2点載荷・両端可動支持の単純曲げ試験である。

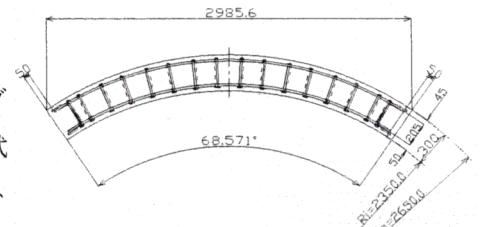


図-1. 従来型

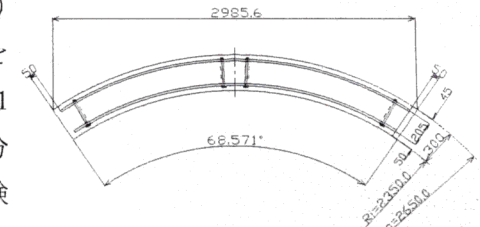


図-2. 鋼繊維補強

2. 2 試験結果

表-1. 単体曲げ試験結果一覧表

項目		従来型	鋼繊維補強
鉄筋量	外側主鉄筋	8-D16	4-D16+4-D13
	内側主鉄筋	8-D19	4-D19+4-D16
	主鉄筋断面積比率	100%	83.5%
	鉄筋重量比率 (鋼繊維を考慮)	100%	53.7% (90.5%)
破壊荷重 (曲げモーメント)		498kN (255kN・m)	530kN (271kN・m)

図-3に示す通り、荷重400kNまで従来型と鋼繊維補強は同様の挙動を示し、最大荷重(耐力)は鋼繊維補強が従来型を上回る結果であった。この結果から、鋼繊維による補強効果が確認され、主鉄筋量の低減が可能であるといえる。

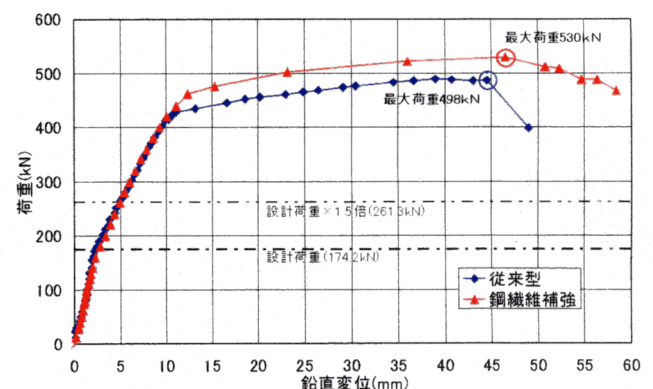


図-3. 荷重-変位関係図

キーワード 鋼繊維, RCセグメント, 二次覆工省略, 品質向上, コスト縮減, 耐久性

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 設計第1部 TEL03-5769-1311

3. 主鉄筋応力分布確認試験（配力筋要否判定のための試験）

3. 1 試験概要および目的

鋼繊維補強によるコンクリートせん断強度の増加に着目し、従来のセグメントで配置されていた配力筋を省略した場合に、セグメント幅方向に伝達される主鉄筋の応力分布状況を確認する。供試体は、単体曲げ試験と同様に従来型と鋼繊維補強の2タイプとした。ここで、幅/厚=3.33であり本工区で使用するセグメント(幅 1500mm、厚さ 450mm)と同じである。試験方法は、千鳥組を想定し、予めリング間継手面に埋込んだアンカー4ヶ所に載荷し、両端可動支持として供試体に単純曲げを与える方法とした。

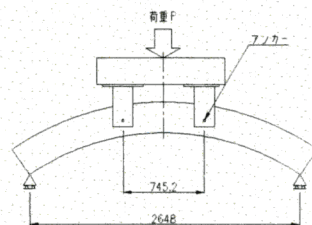


図-4. 試験方法
(主鉄筋応力分布確認試験)

3. 2 試験結果

各荷重段階のうち代表して、3つの荷重レベルでの内面側主鉄筋の応力分布状況を図-5に示す。荷重レベルの低い100kN荷重時では、従来型と鋼繊維補強では差異が見られず、以降の高い荷重レベルでは、主鉄筋の負担する応力は鋼繊維補強の方が従来型に比べて小さく、また、従来型と鋼繊維補強ともに、載荷点付近に若干の応力集中が見られるものの、セグメント幅方向中心の主鉄筋に応力が伝達されている。鋼繊維が均等かつランダムに混入されることで、主鉄筋と配力筋の両機能を有していることを示している。この結果から、鋼繊維補強により従来の配力筋の効果が期待でき、鋼繊維補強コンクリートセグメントでは配力筋の省略が可能であるといえる。

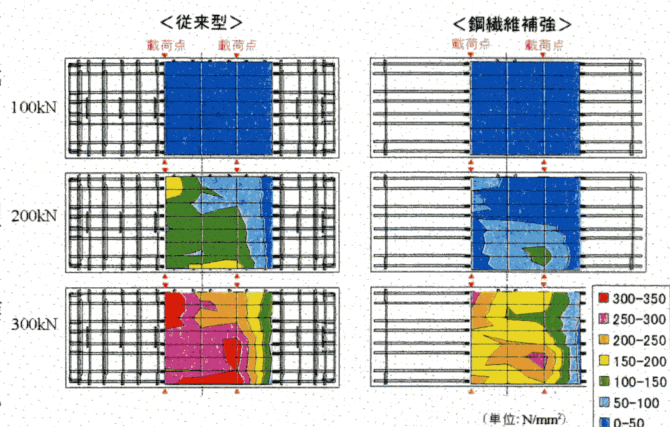


図-5. 内面側主鉄筋応力分布状況図

4. 曲げ圧縮破壊試験（フープ筋要否判定のための試験）

4. 1 試験概要および目的

鋼繊維の拘束効果に着目し、従来のコンクリートセグメントで配置されていたフープ筋を省略した場合の、曲げ圧縮破壊時の挙動を確認する。供試体は、厚さ 300mm 幅 500mm の平板で、試験方法は、図-6に示す通り、偏心軸圧縮力を載荷することとした。

4. 2 試験結果

荷重-ひずみ(圧縮側鉄筋、コンクリート)関係図を図-7に示す。荷重 P=2500kN 付近で圧縮鉄筋が降伏し、その後も荷重が増加し、最大荷重 P=3208kN でコンクリートが圧壊した。鋼繊維補強の拘束効果により、圧縮鉄筋は降伏後も座屈することがなく、また、耐力はコンクリート強度により決定されることが確認された。この結果から、鋼繊維補強により従来のフープ筋の効果が期待でき、鋼繊維補強コンクリートセグメントでは、フープ筋の省略が可能である。

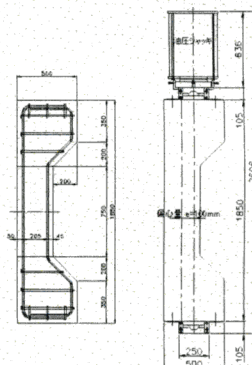


図-6. 曲げ圧縮破壊試験

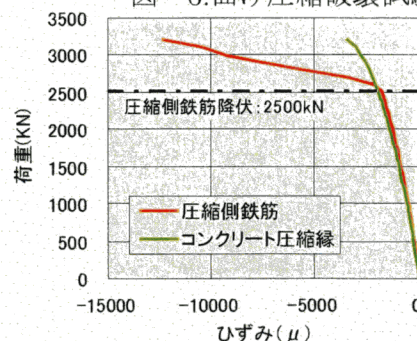


図-7. 荷重-ひずみ関係図

5. おわりに

本試験では、鋼繊維補強高流動コンクリートを用いた、シールドトンネル一次覆工の構造性能の確認を行った。単体曲げ試験では、鋼繊維の補強効果により主鉄筋の低減が可能であることが分かった。また、主鉄筋応力分布確認試験、曲げ圧縮破壊試験では、従来の配力筋・フープ筋と同等の効果が確認され、これらの鉄筋の省略が可能であることが分かった。今後、本試験結果を生かし、合理的なセグメントとして実用化を図ると共に、鉄筋量の低減などによるセグメントのコスト削減を実現したいと考えている。