

## 繊維コンクリートを用いたプレキャストセグメントI桁の製作

日本鋼弦コンクリート(株) 正会員 ○篠崎正明

日本鋼弦コンクリート(株) 正会員 滝島順二

### 1. はじめに

本工事は、東名高速道路の横浜町田IC～厚木IC間に位置する早川高架橋の補強拡幅工事であった。近年、コンクリート構造物の一部が、施工不良による初期欠陥や、コンクリートの劣化進行、あるいは地震や衝突による損傷などによって、はく落する事故が発生している。

そのような状況の中、日本道路公団東京管理局横浜管理事務所では、コンクリート片はく落防止を目的として、新設するプレキャストセグメントI桁に繊維コンクリート(設計基準強度 50N/mm<sup>2</sup>)を用いることとしている。

繊維は、連続繊維と短繊維とに分類され、材質についても金属繊維、合成繊維など多種多様であるが、本工事では、日本道路公団で実績のある短繊維(材質:合成繊維)を採用することとなった。

本稿は、短繊維を用いたコンクリートの物性確認・製造方法・施工性について報告するものである。

### 2. 検証試験概要

繊維コンクリートは、コンクリートのはく落防止やひびわれ発生の抑制など多くの利点がある。しかしながら、繊維コンクリートは、コンクリートと繊維の種類や混入量の組合せの違いにより性状が異なる。そのため、追加攪拌時間などの規定が、明確ではなかった。したがって、繊維が、コンクリート中で不均一になるなどの問題が発生することが考えられた。

そこで本工事では、日本道路公団「鋼繊維補強コンクリートの鋼繊維混入率試験方法(洗い分析)」などに準じた方法により、繊維の分散性などを室内試験によって確認することとした。また、実機プラント試験練りでは、室内試験と同様な試験などによって繊維コンクリートの品質を確認した。

また、実構造物であるプレキャストセグメントI桁は、断面が小さく鉄筋やポリエチレンシースが密に配置されていた。そこで、実施工における繊維コンクリートの流動性の低下などが懸念されたため、模擬試験体を製作することにより施工性などの確認をすることとした。

### 3. 基礎的物性についての室内試験

#### 1) 基本配合

繊維コンクリートの基本配合を表-1に示す。

表-1 繊維コンクリート基本配合

設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	W/C(%)	s/a(%)	単体量(kg/m <sup>3</sup> )				混和剤 AD(C×%)	繊維混入率 (vol %)
			W	C	S	G		
50	37.5	44.5	170	453	744	947	1.3	0.1

#### 2) 繊維コンクリートの基礎試験項目

繊維コンクリートの基礎的求め性能を確認するための試験項目を、表-2に示す。

表-2 繊維コンクリートの基礎試験項目

試験項目	目標値	試験方法・規準等
繊維分散性	計画混入比率の±20%	日本道路公団「鋼繊維補強コンクリートの鋼繊維混入率試験方法(洗い分析)」に準じる。
押抜き試験	変位 10mm 以上における最大荷重が 1.5kN 以上	日本道路公団「コンクリート片はく落防止対策マニュアル」による

3) 使用材料

- セメント: 早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm<sup>3</sup>)
- 細骨材: 八溝山系砕砂(表乾密度 2.61g/cm<sup>3</sup>)
- 粗骨材: 八溝山系砕石(表乾密度 2.66g/cm<sup>3</sup>)
- 混和剤: マイティ3000S(高性能 AE 減水剤 標準形)
- 繊維: 短繊維(ポリプロピレン:L=19mm)

〔三菱化学産資株式会社製〕 (写真-1)

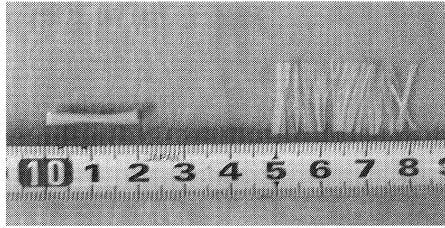


写真-1 短繊維(ポリプロピレン)

4) 練混ぜ方法

練混ぜは、強制 2 軸ミキサー(容量60リットル)を使用し、50リットル練りとした。繊維を除く材料を一括投入し60秒間練混ぜたのちに繊維を投入し、さらに90秒間練混ぜを行った。

5) 試験結果

① 繊維分散性試験結果

繊維の偏りが懸念されたので、繊維分散性試験により確認することとした。確認方法は、日本道路公団「鋼繊維補強コンクリートの鋼繊維混入率試験方法(洗い分析)」に準じ、図-1の各場所から洗い出しにより繊維を採取した。各場所での繊維混入質量を測定し、繊維混入率を算出した結果を図-2に示す。

型枠概略図

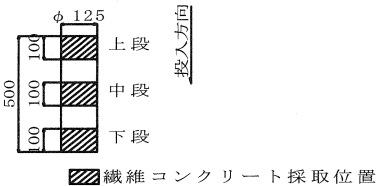


図-1 繊維コンクリート採取位置図

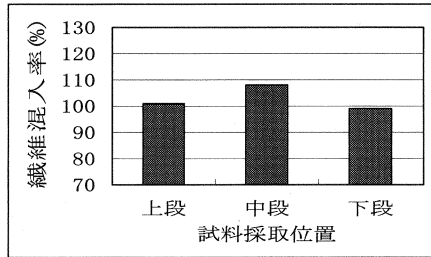


図-2 繊維混入率試験結果

合成繊維の密度は、0.9g/cm<sup>3</sup>と小さいが、図-2から明らかのように、どの採取場所においても、繊維混入率は計画混入比率±20%を満足する値が得られた。

② 押抜き試験結果

繊維コンクリートが、はく落防止に効果的であるか確認するため、日本道路公団「コンクリート片はく落防止対策マニュアル」に準じて、図-3の供試体を製作し押抜き試験を行った。押抜き試験における荷重-変位関係を、図-4に示す。

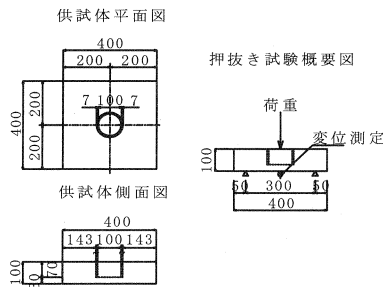


図-3 供試体製作図及び押抜き試験概要図

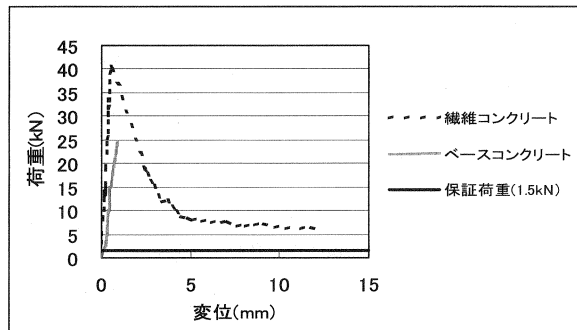


図-4 押抜き試験結果

図-4に示す通り、ベースコンクリートは、荷重がピークに達したのち、一気に押し抜ける破壊性状を示した。一方、繊維コンクリートでは変位 10mm 以上においても最大荷重が 1.5kN 以上有しており要求性能を満足する

結果が得られた。

試験結果から、繊維を混入することで、最大荷重を超えたポストピーク領域でも押し抜けることがないため、はく落防止に対して有意であると考えられた。

これら①～②の結果より、基本配合は本工場の繊維コンクリートとして適用可能と判断した。

#### 4. 実機プラント試験練り

繊維コンクリートは、ベースコンクリート製造終了後に繊維を実機プラントのミキサーに投入することで製造した。そのため、均一な繊維コンクリートを製造するには、繊維を投入してからの追加攪拌時間を設定する必要があった。そこで、追加攪拌時間は、室内試験を参考にし30秒および60秒の2条件を設定した。そして、各条件における繊維の分散性を室内試験と比較検討することとした。

実機プラントで製造完了後、コンクリートバケットを用いて運搬することから、バケットの上段・中段・下段(図-5)から繊維コンクリートを採取することとした。室内試験同様に行った洗い分析結果と室内試験結果を比較したものを、図-6に示す。

図-6より、繊維混入率は、繊維投入後の追加攪拌時間が、30秒・60秒の2条件とも計画混入比率±20%を満足する結果を得た。

しかし、30秒追加攪拌は、60秒追加攪拌に比べて繊維分散性に若干の偏りが見られた。これは、練混ぜ時間の不足によるものと考えられた。

よって、本工場では60秒追加攪拌を基準とし、繊維コンクリートを製造することとした。

#### 5. 繊維コンクリートの施工性の確認

繊維コンクリートの流動性の低下や繊維が不均一になることなどが懸念されたので、模擬試験体を製作し、施工性や繊維の分散性・仕上がり具合を確認した。

##### 1) 模擬試験体形状

模擬試験体形状寸法・配筋状態を図-7および写真-2に示す。

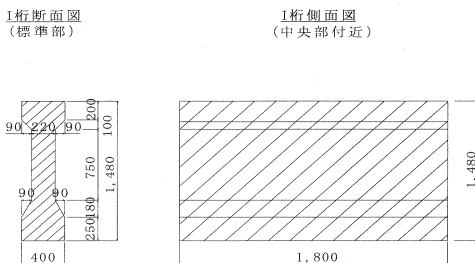


図-7 模擬試験体形状寸法

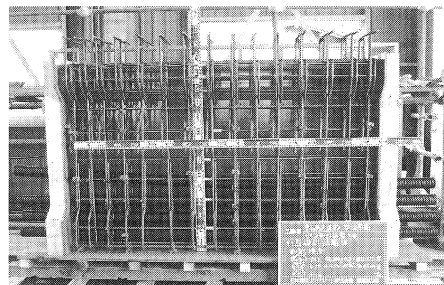


写真-2 模擬試験体配筋状態

##### 2) フレッシュコンクリートの性状確認

繊維コンクリートの施工性を確認するために、側枠の一部にアクリル板を使用して、打込み状況を目視確認出来る型わく構造とした。合成繊維は、過度の振動などにより密度差を生じ上縁側に集中する傾向にあった。そのため、コンクリートの投入間隔を通常より短くし過度の振動を与えないよう注意しながら打込むことにした。

コンクリートバケット概略図

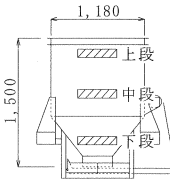


図5: 繊維コンクリート採取位置

図-5 繊維コンクリート採取位置図

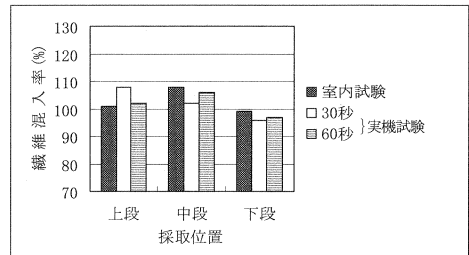


図-6 追加攪拌時間と繊維混入率の関係

目視確認(写真-3)したところ、繊維コンクリートの締め固め状態は、良好であったと判断した。

3) 繊維の分散性確認

模擬試験体各場所で混入比率を確保できるか懸念されたので、繊維分散性試験によって確認することとした。確認方法は、打込み完了後、図-8に示す各場所から洗い出しにより繊維を採取した。

①～⑤位置での繊維混入質量を測定し、繊維混入率を算出し

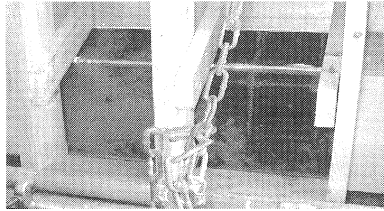


写真-3 コンクリートの施工性確認

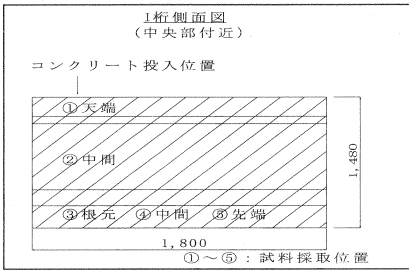


図-8 繊維採取位置

した結果を図-9、図-10に示す。

図-9、図-10より、繊維混入率は過度の振動を与えないよう注意しながら打込みを行ったので、各断面とも計画混入比率±20%を満足する結果を得た。

これらの結果は、今回の繊維コンクリートの打込み方法は、適切であったことを示唆している。

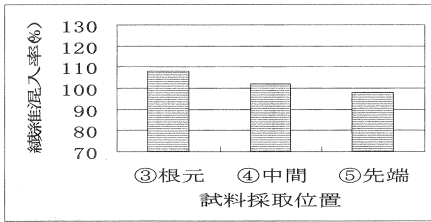


図-9 繊維混入率試験結果(水平方向)

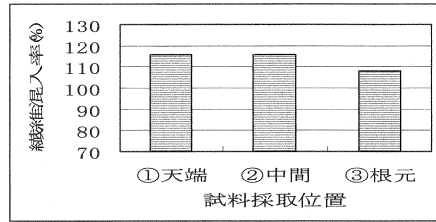


図-10 繊維混入率試験結果(垂直方向)

4) 仕上がり状況の確認

繊維により多くの気泡がでることが懸念されたので、仕上り具合が、健全であるか目視や打音検査で確認することとした。

脱枠後、目視および打音検査を行い(写真-4)、構造物が健全であるか確認した。問題となるような気泡やひび割れなども無く良好な仕上り状態であった。

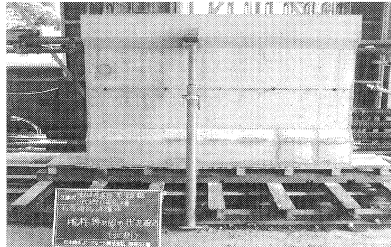


写真-4 仕上がり状況確認

6. プレキャストセグメントI桁の施工

実構造物の施工に先立ち、繊維コンクリートの検証試験結果をもとにした練混ぜ方法や施工方法についての作業手順書を定めた。また、作業手順書を用いた検討会を開催し、製作関係者に通常コンクリートと違った繊維コンクリートの特性などを認識してもらった。そして、本工事で新設されるプレキャストセグメントI桁は、模擬試験体同様、問題となるような気泡なども無く良好な仕上り状態であった。

7. おわりに

今回は、適切な検証試験により、本工事で新設されるプレキャストセグメントI桁を良好な構造物として製造することができた。繊維コンクリートのように、特殊なコンクリートを使用する際は、要求性能を確保するための基礎的試験を、少なからず行う必要があることを再認識した。今後も、特殊なコンクリートだけでなく、多くのコンクリートの性質を把握し、より良い製品を製造して行きたい。

最後に、本工事の製作・施工にあたり、ご指導、ご協力頂きました関係各位に深く感謝いたします。