

## 繊維補強モルタルを用いた軌道構造物の施工と品質管理

鉄建建設 正会員 ○松尾 庄二  
鉄建建設 正会員 土井 至朗  
鉄建建設 正会員 川又 篤

### 1. はじめに

近年、短繊維補強モルタルなどの高靱性セメント複合材料（DFRCC）の実用化に関する研究が土木や建築の分野で盛んに行われている<sup>1)</sup>。DFRCCの特長である引張や曲げ靱性などの引張特性に優れた点を活用して、種々の構造物あるいは補修・補強材への適用が期待されている。本報文は、軌道構造物へDFRCCを用いた施工事例とその品質管理方法について報告するものである。

### 2. 施工事例

横浜環状鉄道日吉～中山間新設工事において直結軌道分岐部の道床コンクリートにDFRCCのひとつであるPVA繊維補強モ

表－1 PVA 繊維補強モルタルの配合

| W/C (%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |      |      |            |      |        |
|---------|-------------------------|------|------|------------|------|--------|
|         | 水                       | セメント | 細骨材  | 高性能 AE 減水剤 | AE 剤 | PVA 繊維 |
| 40      | 320                     | 800  | 1016 | 3.36       | 0.02 | 26     |

ルタルが使用された。同路線は、横浜市北部地域に建設中の地下鉄線であるが、今回施工されたセンター北駅～センター南駅間は高架区間となっている。この区間のセンター北駅付近に5箇所設けられた軌道分岐部（片開き分岐器、横取り装置）において、PVA 繊維補強モルタルを施工した。直結軌道の道床コンクリートは、通常、鉄筋コンクリート構造である。しかし、まくらぎの下側やまくらぎ間など狭隘な箇所での配筋作業であり、特に分岐部においては、線路軸方向の配筋が複雑となるため、鉄筋組立ての作業は煩雑である。一方、DFRCC は、ひび割れ面において引張応力を伝達するためひびわれ抵抗性能が高い材料である<sup>2)</sup>。このような材料を用いて無筋構造にすることにより、煩雑な配筋作業を省略でき、またコンクリートの打設も容易となる。すなわち、DFRCCを用いることにより分岐部道床コンクリート工の省力化が可能となる。さらに、無筋構造であることから耐久性上も有利である。



写真－1 PVA 繊維投入状況

表－1 に実際に使用した PVA 繊維補強モルタルの配合を示す。なお、補強用繊維としては、繊維長 12mm、繊維径 0.1mm の PVA 繊維を体積比で 2%混入し、またセメントは普通ポルトランドセメントを使用した。この配合は、ポンプ圧送時の流動性および硬化後のひび割れ抵抗性の両方を満たすように、生コン工場における室内試験練りおよびアジテータ車を用いた実機練り試験を行い、詳細を決定したものである。

実際の施工は、以下の手順によった。生コンプラントよりプレーンモルタルをアジテータ車により運搬し、打設場所の近傍で繊維を混入することにより、所定の PVA 繊維補強モルタルを製造した。運搬されてきたプレーンモルタルについて、スランプフロー等のフレッシュ性状を確認した後、所定量の PVA 繊維をアジテータ車に投入した（写真－1）。その際、繊維が固まりにならないように、ドラムを高速回転させながら少しずつ

キーワード 繊維補強モルタル、PVA 繊維、品質管理、曲げ試験

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株)技術センター TEL 0476-36-2357

つ投入していった。なお、練り混ざり状況については目視により確認した。練り上がった PVA 繊維補強モルタルについて、フレッシュ性状の検査とともに、目視等により繊維の分散状況を確認した。打設は、コンクリートポンプ車を用いた。作業用地の関係で、配管距離は最長で水平方向が 300m、垂直方向が 10m 程度であったが、モルタル自体の流動性が高いことと無筋構造であることから、打設作業は円滑に進行した。

### 3. 品質管理の考え方

PVA 繊維補強モルタルの品質管理に関する考え方を以下に示す。

#### 1) フレッシュ性状

フレッシュ性状については、PVA 繊維投入前後の各段階において確認する必要がある。特に、練り混ぜ後の PVA 繊維補強モルタルについては、圧送・打設に必要な流動性を確保することが要求される。今回の施工においては、スランプ  $18 \pm 2.5\text{cm}$  が管理基準値であった。

#### 2) 繊維の分散性

繊維の分散性は、硬化後の PVA 繊維補強モルタルの品質を左右するため、重要な要素である。しかし、現時点では繊維の分散性を確認するための定量的な試験方法は確立されていない。したがって、フレッシュ試験時に目視等により分散性を確認するにとどまった。ただし、今回のように繊維混入率が高い場合、繊維の分散性が悪いとファイバーボウルが形成されたり、あるいはスランプ試験時の形状が著しくいびつであったりするため、比較的容易に判別が可能である。

#### 3) 硬化後の引張特性

土木学会規準「鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度および曲げタフネス試験方法」(JSCE-G 552-1999)に準じた 4 点曲げ試験を行うことにより、硬化後の引張特性を確認した。曲げ引張応力-開口幅曲線下の面積を破壊エネルギーと規定して、解析的に定められた管理基準線と曲げ試験による実測値とを比較するものである。ただし、開口幅としては、供試体底面の曲げスパン部（切欠きは設けない）に標点間距離 100mm で設置したパイ型変位計により測定した値を用いた。図-1 に管理試験結果の一例を示す。このように、実測値が管理基準線を上回ることを必要条件とした。なお管理基準線については、過去の実績等から定めた適切な引張軟化曲線を用いた FEM 解析による 4 点曲げ試験のシミュレーション結果を採用したものである。

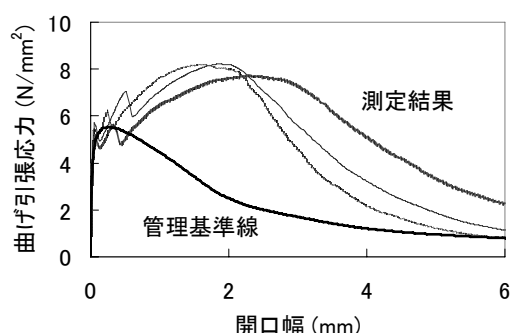


図-1 管理試験結果の一例

### 4. まとめ

前章で示したように硬化後の品質と関連性が高いと推察される繊維の分散性については、定性的ではあるものの打設前の時点で確認が可能である。しかし、硬化後の引張特性については、最短でも 1 週間後でないと確認は難しい。そのため、施工前の試験練りが通常のコンクリート工よりも重要となる。すなわち、事前に実施工と同様の条件で作製（実機練りによる）した供試体を用いて、引張特性とフレッシュ性状あるいは分散性状との相関性を把握しておくことが重要となる。

以上のような品質管理を行うことにより、PVA 繊維補強モルタルによる直結軌道分岐部道床の打設を完了することができた。

### 参考文献

- (1) (社)土木学会コンクリート委員会複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用研究小委員会編：複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用，コンクリート技術シリーズ No. 64，2005. 7
- (2) (社)日本コンクリート工学協会編：高靱性セメント複合材料を知る・作る・使う，高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書，2002.1