

V-333

炭素繊維を用いたレジンモルタルの高強度化

NTTアクセス網研究所 ○正会員 小林 康雄 (株)協和エクシオ 正会員 細川 智弘
同 上 正会員 日野 英則 NTT秋田支店 丸山 孝志

1. はじめに

NTTでは、基盤設備の重要ルートの整備にあたり創設コストの抜本的改革に取り組んでおり、レジンモルタルをシールドトンネルの覆工体として利用した、レジンシールドシステムの技術開発を行っている。レジンモルタルをシールドトンネル等の構造物として利用する場合、強度設計は一般的にレジンモルタル単体の持つ強度特性に依存して行っている。このため、高強度な構造を要求される条件下においては、部材厚を厚くすることにより対応している。それに加え、無筋材料特有の部材寸法が大きくなると強度が低下する『寸法効果』の影響を受け、大幅なコストアップにつながるなど問題点が多い。このため、NTTでは昨年度よりレジン強度特性の向上を図る対策として炭素短繊維に着目して基礎検討を行ってきた。その結果、要求条件を満足できたためここに報告する。

表-1 要求条件

項 目	要 求 条 件
強度向上	低混入率で15%以上の高い強度向上効果
流動性	フロー試験値が5分以内 (圧送可能)
材料分離	混練後、3日間材料分離しないこと

2. 要求条件

炭素短繊維混入実験における要求条件を表-1に示す。表-2 レジンモルタル配合表

3. レジンモルタル組成

表-2に本検討に用いるレジンモルタルの組成と、6×6×24cm供試体におけるレジンモルタル単体の曲げ引張強度を示す。

骨材		結合材	硬化促進剤	分離防止剤	硬化剤	レジン単体 曲げ引張強度
砂	炭酸カルシウム	不飽和ポリエステル樹脂	有機過酸化物	超微粒子状無水シリカ	MEKPO	320kgf/cm ²

表-3 炭素繊維材料特性

繊維種類	Aタイプ	Bタイプ
形 状		
弾 性 係 数 (kgf/mm ²)	24,000	24,000
引 張 強 度 (kgf/mm ²)	370	450

4. 使用する炭素短繊維の選定

これまで建設分野での使用実績が多い『ピッチ系炭素繊維』を検討したが、所要の強度向上を図るためには大量の繊維を混入しなくてはならず、そのため流動性を確保することができなかった。

これまでの検討から、要求条件を満足するためには繊維に

①繊維自身が高強度であること

②樹脂との付着力を有すること、ならびに繊維1本1本が解繊するため、繊維表面により多くのカルボキシル基を有すること

の特性を有する必要があることが明らかとなっている。そこで以上の条件を有する繊維として『PAN系炭素繊維』について検討を行うこととした。数種類の市中品繊維から選定した2種類についての材料特性を表-3に示す。

5. 実験内容

5.1 実験-1

(1)実験方法

表-3に示したA・Bタイプの繊維長6mmの繊維において混入率を0.03～0.5%（体積比）の範囲で変化させ、供試体（6×6×24cm）を作製し、材令7日（養生温度20℃）における曲げ引張強度試験（JIS A 1184）を実施した。

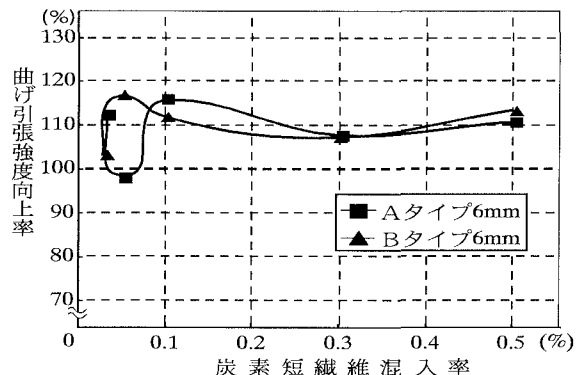


図-1 炭素繊維種類・混入量による強度向上率

キーワード：レジンモルタル、PAN系炭素短繊維、曲げ引張強度、解繊

連絡先：〒305-0805 茨城県つくば市花畑1-7-1 TEL(0298)52-2551 FAX(0298)52-2593

(2)実験結果

(a)強度向上効果について

図-1に繊維混入率による強度向上効果を示す。この結果Aタイプにおいては繊維混入率0.1%時に17%、Bタイプにおいては繊維混入率0.05%時に18%の強度向上が得られた。

(b)流動性について

図-2に繊維混入率によるフロー値を示す。流動性を確保するためのフロー値5分以内という要求条件を全ての混入パターンにおいて満足することができなかった。

(3)考察

Bタイプの繊維混入率0.05%時においては、要求条件である強度向上率15%を満足し、流動性についても要求条件に近い特性を得られていることから、繊維混入率は変化させず流動性を向上させる対策を検討した。流動性向上対策案として、高流動付加剤等の添加も考えられたが、他のレジンモルタル特性への影響ならびにコスト面を考慮し、レジンモルタルの粘性を上げる要素となっている分離防止剤の減量を検討することとした。

5.2 実験-2

(1)実験方法

表-2に示したレジンモルタル組成に含まれる分離防止剤を、これまでの配合量を1とした場合に対して、0～1倍の間で配合量を変化させ、また炭素短繊維混入量を0.05%と0.1%に振らせ、曲げ引張強度・流動性・材料分離について実験を行った。

(2)実験結果

(a)強度向上効果・流動性について

図-3に強度向上率、図-4に流動性についての実験結果を示す。この結果、繊維混入率0.05%・分離防止剤混入率0.5倍時において要求条件であるフロー値5分以内を確保し、約19%の強度向上率が得られた。

(b)材料分離について

図-5に示すようにメスシリンダーに硬化剤混入前のレジンモルタルを入れ、材料分離量を測定した結果、要求条件である3日間材料分離がないことを確認することができた。この結果、全ての要求条件を満足することが明らかとなった。

6. 結論

レジンモルタルに炭素短繊維を混入した場合、Bタイプの繊維を0.05%、分離防止剤を従来の0.5倍に減量することで所定の要求条件を満足することができた。これは昨年度検討した『ピッチ系炭素繊維』に比較して『PAN系炭素繊維』が繊維自身の強度が高いこと、また繊維が有するカルボキシル基がピッチ系同等に存在したことが要因であると考えられる。この結果レジンモルタルを構造物に用いた技術開発を行うにあたり、本材料を適用できる可能性が高くなったと評価でき、今後現場導入に向け品質の安定性などを引き続き検討していく予定である。

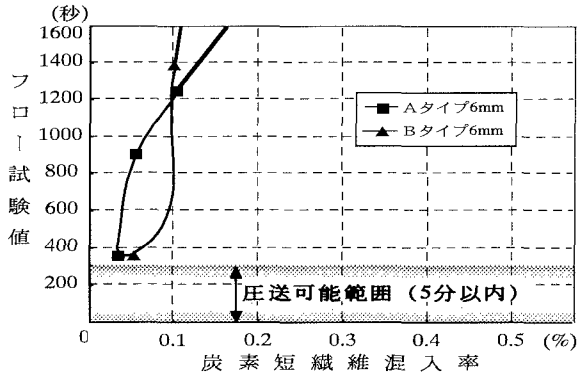


図-2 炭素繊維種類・混入量による流動性試験結果

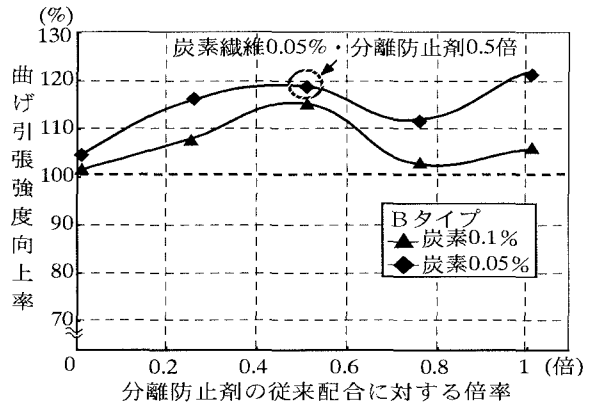


図-3 分離防止剤混入量による強度向上率

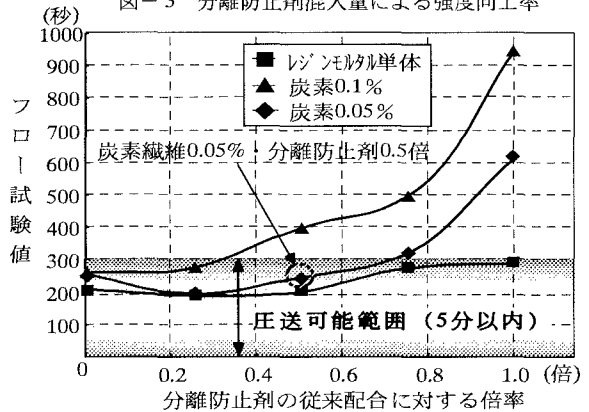


図-4 分離防止剤混入量による流動性試験結果

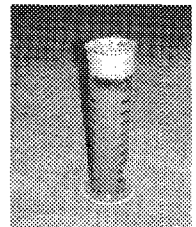


図-5 材料分離試験状況