

PP 繊維で補強した膨張モルタルのフレッシュ性状および曲げ強度性状

群馬大学大学院 学生会員 ○木伏万里花
 お茶の水女子大学大学院 学生会員 竹本 詩乃
 群馬大学大学院 フェロー会員 辻 幸和

1. はじめに

モルタルやコンクリートの品質向上に有効な方法としては、各種の短繊維による補強や膨張材の利用等がある。鋼繊維を拘束材としたケミカルプレストレスの導入はすでに報告されている¹⁾。しかし、ヤング率の小さい有機系繊維については膨張の有効な拘束材となることは難しいが、今回使用する PP 繊維は爆裂防止等の鋼繊維とは異なる効果が期待できる。

本研究では、ポリプロピレン繊維(以下、PP 繊維と称す)で補強した膨張モルタルに着目し、ミキサの違いによるフレッシュ性状および曲げ強度性状を検討した結果および仕事量一定則に基づく、PP 繊維補強膨張モルタルの膨張ひずみの推定結果を報告する。

2. 実験概要

供試体の作製には、セメントは密度が 3.16g/cm^3 ブレーン値が $3300\text{cm}^2/\text{g}$ の普通ポルトランドセメントを、膨張材は密度が 3.10g/cm^3 ブレーン値が $2820\text{cm}^2/\text{g}$ のものを用い、細骨材は密度が 2.63g/cm^3

表 - 1 PP 繊維の詳細

密度	0.91g/cm^3
長さ	12 mm
厚み	18 μm
アスペクト比	667
引張強度	440N/mm^2
成分	ポリプロピレン
表面処理	分散促進コーティング処理

F.M.が 2.76 の神流川産陸砂を使用した。使用した PP 繊維の詳細を、表-1 に示す。

供試体の配合は、砂結合材比 S/B が 1.0、水結合材比 W/B が 40%、膨張材の置換率 E_x が 7%を基準にその前後で各々3~4 水準に変化させた。繊維量はモルタルの容積比 Vf で 0~2%とした。高性能 AE 減水剤および消泡剤は、配合によって変化させている。

練混ぜには、オムニミキサ(容量 50)と、PP 繊維の分散性などの比較のためにモルタルミキサ(容量 30)を使用した。膨張ひずみの測定に用いる供試体の作製には、オムニミキサのみを使用した。セメントや水などの各投入時間は30秒以内

とし、ミキサの蓋などに飛び散りが見られた場合には、その都度掻き落しを行った。繊維は最後に投入している。排出の際には、各配合ともに、へらで 10 回のかき混ぜを行った。練混ぜ時間は、膨張ひずみを測定したものでは高性能 AE 減水剤の有無により異なるが、それ以外は同じになるように設定した。

各配合につき、 $40\times 40\times 160\text{mm}$ の供試体を 6 本作製し、材齢1日で脱型後、 $20^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ の水中養生を行った。材齢14日、28日において、質量を量り、各配合3本ずつを強度試験に供した。一軸拘束膨張率の測定には、JIS A 6202 の「コンクリート用膨張材」、附属書 1 の「膨張モルタルによる膨張性試験方法」を用いた。供試体は、打込み後 24 時間で脱型した後、水中養生を行い、材齢が 1、2、7、14、21、28 日において測定を行った。

3. フレッシュ性状および PP 繊維の分散性

繊維を混入する際、粘性が高く、セメント量が多いマトリックスの方が、より短繊維の分散性が良いことはすでに報告されている²⁾。今回の実験でもそれを確認できた。

今回の実験では、ミキサによって出来上がったマトリックスの状態が異なり、オムニミキサで練り混ぜる際には、ミキサの釜にペーストの表面に沿って繊維が帯状に付着したもの(以下、ファイバーリボンと称す。)が出来た。モルタルミキサでの練混ぜは、全ての配合においてファイバーボールが確認できた。ファイバーリボン・ボールのいずれも、S/B および Vf の割合が増加するに従って、その体積が増加した。

4. 曲げ強度

曲げ強度を図-1 に示す。繊維量が増えると、一様に強度低下が見られた。同時に、供試体質量の低下および空隙の増加が見られたため、消泡剤を用いた供試体を作製して比較したところ、曲げ強度は繊維量の増加に伴い増加した。繊維が増えると共に、モルタルマトリックス中の空気量が増えたために、曲げ強度の低下が生じたものと考えられる。

キーワード ポリプロピレン繊維, PP 繊維, 膨張材, 繊維補強モルタル

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

5. 曲げタフネス

曲げ強度試験時の荷重－たわみ曲線を図－2 に示す。マトリックスの配合は、W/B が 40%、S/B が 1.0、Exが 7%、Vf が 1.5%のものである。破断までの荷重たわみ曲線下の面積を曲げタフネスとして考えると、ミキサによって大きく異なる結果となった。また、破断面も異なり、繊維の抜け出しが、モルタルミキサでは見られなかったが、オムニミキサでは全体的に認められた。オムニミキサで作られた供試体は、繊維が抜け出すことによって、ひび割れ発生後の荷重を負担したことが曲げタフネスの増加に繋がったと考えられる。

6. 膨張ひずみの推定方法

膨張ひずみの推定には、仕事量の概念に基づく方法を用いた。膨張したモルタルがなす単位体積あたりの仕事量は拘束の程度にかかわらず一定であると仮定し、短繊維が無添加の場合の仕事量式(1)と、短繊維を添加した場合の仕事量式(2)を等しいとして求める。短繊維を拘束材として換算するための拘束材(繊維)比は、式(3)により求める。 α は短繊維の配向係数とし、短繊維が三次元的に均等に分散されていると仮定した、0.405 を用いる²⁾。これらにより、一軸拘束供試体の膨張ひずみは、式(4)により推定される。

$$U_1 = p_s E_s \varepsilon_{ss}^2 / 2 \quad (1)$$

$$U_2 = (p_s E_s + p_{pf} E_{pf}) \varepsilon_{pf}^2 / 2 \quad (2)$$

$$p_{pf} = \alpha V_f \quad (3)$$

$$\varepsilon_{pf} = \varepsilon_{ss} \sqrt{p_s / (p_s + E_{pf} p_{pf} / E_s)} \quad (4)$$

p_s : 一軸拘束供試体の拘束 鋼材比

p_{pf} : PP繊維を一軸拘束方向に 換算した拘束繊維比

ε_{ss} : PP繊維を含まない一軸拘 束供試体の膨張ひずみ

ε_{pf} : PP繊維を混入した一軸拘 束供試体の膨張ひずみ

E_s : 拘束鋼材のヤング係数

E_{pf} : PP繊維のヤング係数

V_f : PP繊維添加率

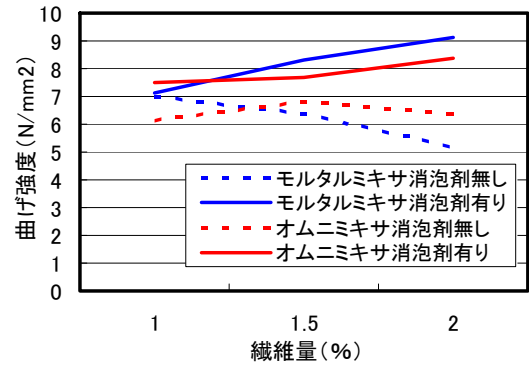
α : 配向係数

7. 膨張ひずみ

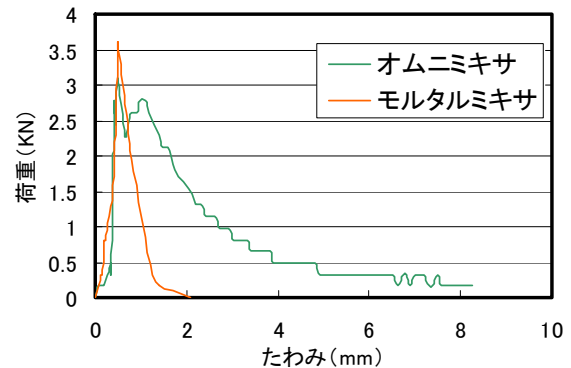
図－3 には、水結合材比ごとの繊維添加率による膨張ひずみを示す。水結合材比が 40%に比べ、50%の配合において、推定値と実測値との差が大きく、期待される膨張が得られなかった。水分量の増加により、流動性が増し、一軸方向への配向性が向上することで、繊維による拘束力が増加することが考えられる。しかし、推定式の配向係数 α を 1.0 とした場合

参考文献

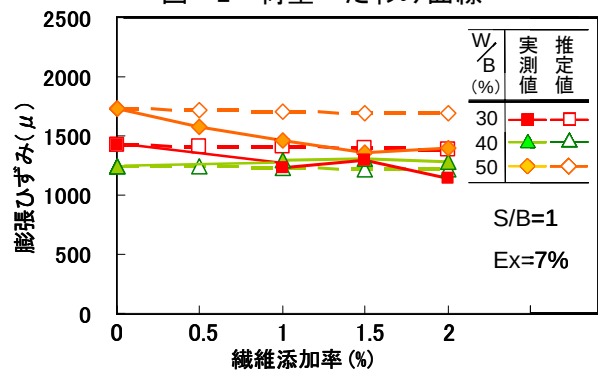
- 1) 上原ほか: 短繊維を拘束材として用いたケミカルプレストレスの導入性状、土木学会西部支部講演概要集, pp.A-554-545, 2001
- 2) 古川ほか: 短炭素繊維で補強した膨張モルタルの性状、コンクリート工学年次論文集, Vol.14, No.1, pp.1045-1050, 1992



図－1 曲げ強度



図－2 荷重－たわみ曲線



図－3 異なる繊維添加率と水結合材比

でも、結果のような大幅な膨張ひずみの低下を説明できない。つまり、繊維添加率の増加により、水結合材比の大きな配合では膨張能力自体が低下する傾向があると考えられる。

8. まとめ

PP 繊維補強モルタルの作製において、練混ぜ方法の影響を検討した結果、次の知見が得られた。

- (1) 多量の繊維を用いる場合、消泡剤を用いて、マトリックス中の空気量の増加を防止することが重要である。
- (2) オムニミキサで作製した短繊維補強モルタルの曲げ強度性状はモルタルミキサで作成したものより良好である。
- (3) PP 繊維補強モルタルの膨張ひずみは仕事量一定則に基づく方法により推定できる。