

ビニロン繊維補強超軽量モルタルの特性に関する基礎的研究

石川島建材工業（株） 正会員 ○長谷川 聖史
 石川島建材工業（株） 正会員 伊達 重之
 東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. 目的

近年、高靱性を有する繊維補強複合材料が注目されており、超軽量モルタルによって作製された外装用パネル部材においても繊維で補強することにより軽量性を維持しながらも耐衝撃性の高い複合材料とすることができる。パネル部材は現場で切削加工する場合があるため、繊維には錆の発生がなく、かつ親水性に優れ、モルタルとの付着が良好なビニロン繊維が有効であると考えられる。そこで本研究では、ビニロン繊維を添加した超軽量モルタルのフレッシュ性状ならびに力学的特性に及ぼすビニロン繊維の補強効果について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

ビニロン繊維の特性を表-1に、超軽量モルタルの基本配合条件を表-2に示す。セメント（C）は早強ポルトランドセメント（密度 3.14g/cm^3 ）を、細骨材（S）は真珠岩系の人工軽量細骨材（密度 1.17g/cm^3 、24時間吸水率 10.1%、絶乾品）を使用した。また、減水剤（Ad）はポリカルボン酸系高性能減水剤を用いた。ビニロン繊維（VF）は長さや径の異なる3種類を用い、繊維添加率は概ね $0.5\sim 1.5\text{vol}\%$ の範囲内とした。

2.2 練混ぜ方法

練混ぜ方法を図-1に示す。超軽量モルタルは予め起泡剤により製造した泡をモルタルに添加するプレフォーム方式で作製した。なお、人工軽量骨材の24時間吸水率に相当する水量を補正水として、予め練混ぜ水に加えた。

2.3 試験項目

フレッシュ性状は、練上り密度（JIS A 1116）ならびにモルタルフロー（JIS R 5201）の測定を行った。力学的特性は、曲げ強度試験（JIS R 5201）を行った。供試体（ $40\times 40\times 160\text{mm}$ ）は $20^\circ\text{C}65\%\text{RH}$ 気中養生とし、試験材齢は14日とした。

3. 試験結果と考察

3.1 フレッシュ性状

表-3にフレッシュ性状を示す。流動性に及ぼす密度の影響を評価する目的で、繊維無添加で密度のみ異なる3種類のモルタルについても試験を行った。

繊維添加率と練上り密度の関係を図-2に、繊維添加率とモルタルフローの関係を図-3に示す。なお、図における織

表-1 ビニロン繊維の特性

| 種類 | 密度 (g/cm^3) | 繊維径 (μm) | 繊維長 (mm) | 引張強度 (N/mm^2) | 弾性係数 (kN/mm^2) |
|----------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| D40-L8 | 1.3 | 40 | 8 | 1600 | 40 |
| D40-L12 | 1.3 | 40 | 12 | 1600 | 40 |
| D100-L12 | 1.3 | 104 | 12 | 1100 | 25 |

表-2 基本配合条件

| 水セメント比 (%) | 砂セメント 体積比 | 減水剤添加率 (%) | 空気量 [※] (%) |
|---------------|--------------|---------------|-------------------------|
| 48.0 | 1.89 | 0.6 | 25.0 |

※プレフォーム方式により空気量を調整

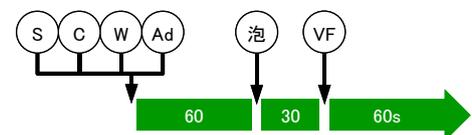


図-1 練混ぜ方法

表-3 フレッシュ性状

| 種類 | 繊維 | | 測定 空気量 (%) | モルタル フロー (mm) | 繊維 添加率 [※] ($\text{vol}\%$) |
|----------|---------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|--|
| | 添加率 ($\text{vol}\%$) | 練上り 密度 (g/cm^3) | | | |
| - | 0.00 | 1.20 | 25.5 | 256 | 0.00 |
| D40-L8 | 0.50 | 1.05 | 34.7 | 192 | 0.44 |
| D40-L8 | 1.00 | 0.97 | 39.6 | 157 | 0.81 |
| D40-L12 | 0.50 | 1.00 | 37.8 | 188 | 0.41 |
| D40-L12 | 1.00 | 0.96 | 40.2 | 163 | 0.80 |
| D40-L12 | 1.25 | 0.87 | 45.7 | 153 | 0.91 |
| D40-L12 | 1.50 | 1.13 | 29.6 | 125 | 1.41 |
| D100-L12 | 1.00 | 1.12 | 30.3 | 235 | 0.93 |
| D100-L12 | 1.50 | 1.01 | 37.0 | 191 | 1.26 |
| - | 0.00 | 1.13 | 29.8 | 256 | 0.00 |
| - | 0.00 | 1.02 | 36.7 | 270 | 0.00 |
| - | 0.00 | 0.90 | 44.1 | 248 | 0.00 |

※ 測定空気量から求めた単位モルタル容積中に含まれる実際の繊維添加率

キーワード ビニロン繊維、超軽量モルタル、曲げ強度、密度、流動性、繊維総表面積

連絡先 〒241-0825 神奈川県綾瀬市小園720番地 石川島建材工業(株) TEL0467-77-8554 FAX0467-77-4314

繊維添加率は、測定空気量から換算して求めた単位モルタル容積中に含まれる実際の繊維添加率を示している。繊維添加率が高くなるほど練上り密度は低下する傾向にあった。これは、繊維添加後の練混ぜ時に発生する繊維とモルタルの接触による巻き込み空気の影響と推察される。また、繊維添加率が高くなるほどモルタルフローは小さくなり、流動性は低下する傾向にあった。繊維無添加の場合における密度の変化がモルタルフローに及ぼす影響は本実験の範囲内ではほとんどみられなかったことから、モルタルフローの低下は繊維とモルタルの接触面積が大きくなることによる摩擦の増加が原因と考えられる。

一方で、繊維添加率が同一の場合においては繊維径が細いほど練上り密度は小さく、モルタルフローは低下する傾向にあった。そこで、フレッシュ性状に関して、（繊維一本あたりの表面積）×（単位

モルタル容積あたりの繊維本数）で表される繊維総表面積で整理したものを図-4 ならびに図-5 に示す。繊維径あるいは添加率に拘らず、繊維総表面積と練上り密度、ならびにモルタルフローの間には高い相関関係があり、繊維総表面積が大きくなるほど練上り密度は小さく、流動性は低下する傾向にあった。このことから、練上り密度や流動性に及ぼすビニロン繊維の影響は、繊維総表面積で評価することにより、繊維添加率で評価する場合に比べてより明確な評価が可能となった。なお、D40-L12 の繊維を 1.5vol% 添加したモルタル（○で囲った部分）のみ傾向と異なる結果となったことから、繊維総表面積が過剰に大きくなると繊維とモルタルの接触による空気の巻き込みが行われ難くなるものと考えられる。

3.2 力学的特性

繊維添加率と比強度（曲げ強度／密度）の関係を図-6 に示す。繊維添加率が高くなるほど比強度は高くなる傾向にあった。一方、繊維径が小さいものほど比強度は大きい。そこで、単位モルタル容積あたりの繊維総表面積で整理したものを図-7 に示す。繊維総表面積が大きくなるほど比強度は高くなっており、繊維総表面積と比強度の間には高い相関関係がみられた。曲げ強度に及ぼす因子としては、繊維径や添加率のほかには繊維のアスペクト比や引張強度が挙げられるが、本実験の範囲内においては繊維総表面積によって一義的に評価できることを示唆する結果となった。

4. まとめ

本研究により、繊維一本あたりの表面積と単位モルタル容積あたりの繊維の本数で表される繊維総表面積によって、施工性や質量、ならびに曲げ強度に及ぼす補強繊維の添加の影響を簡易的に評価できた。

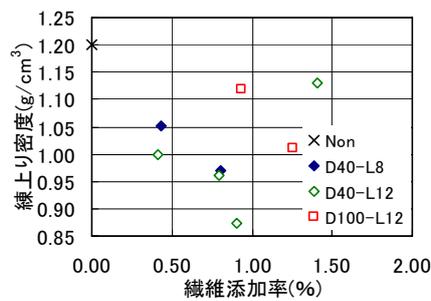


図-2 繊維添加率と練上り密度

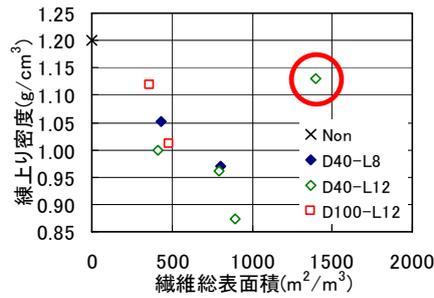


図-4 繊維総表面積と練上り密度

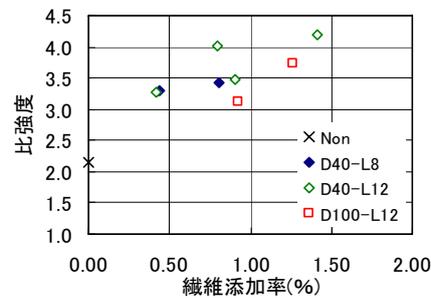


図-6 繊維添加率と比強度

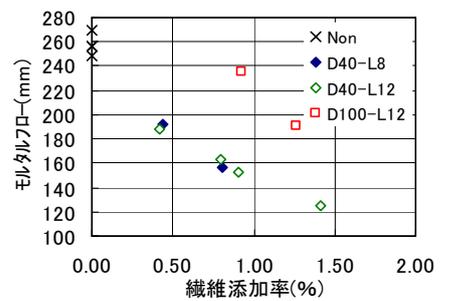


図-3 繊維添加率とフロー値

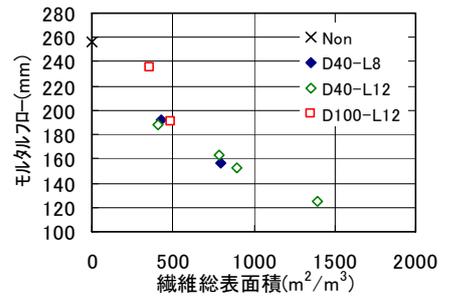


図-5 繊維総表面積とフロー値

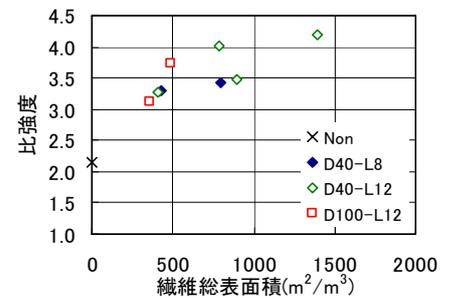


図-7 繊維総表面積と比強度