

ビニロン繊維補強超軽量モルタルの耐衝撃性に関する基礎的研究

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

1. はじめに

集合住宅向けの外壁材のひとつに、超軽量パネル部材が活用されている。これらは一般のコンクリート部材と比較してその“軽量さ”ゆえに、製造・保管時、運搬時および施工時に作用するさまざまな衝撃力により発生するひび割れ、剥離・剥落などへ細心の注意を払う必要があった¹⁾。

これに対して各種繊維を添加することによって、ひび割れ幅が抑制されることや、せん断耐力、耐衝撃性能などが向上することが知られている。一方、繊維補強効果は用いる繊維の形状や添加率の影響を受ける。これに関して、強度特性については研究事例²⁾があるが、耐衝撃性能に関する知見はほとんどない。

本研究では、ビニロン繊維補強超軽量モルタルの耐衝撃性に及ぼす繊維形状・添加率の影響に関して調査した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

ベースモルタルの使用材料を表-1に示す。また、用いたビニロン繊維の特性を表-2に示す。モルタル配合は、W/C=48%，砂セメント体積比 1.89 とし、モルタルの硬化後の密度が $1.0 \pm 0.1 \text{ g/m}^3$ となるよう、空気量を調整した。

2.2 練混ぜ方法

練混ぜには容量が 60 リットルのパン型ミキサを用いた。空気量の調整は、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”によって行った。練混ぜ方法を図-1に示す。繊維体積添加率 (Vf) は、概ね 0.4～1.5vol%の範囲内で添加した。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 評価項目

(1) シャルピー衝撃強さ

素材の耐衝撃性をシャルピー衝撃強さ (JIS K7111-1996) によって評価した。試験片は厚さ 15mm、幅 10mm 長さ 115 mm の直方体 (ノッチなし) とした。試験条件は、振り子のエネルギー 1 J、衝撃速度 2.9 m/s に設定した。

表-1 使用材料

材料	備考
セメント	早強ポルトランドセメント; 密度 3.14 g/cm^3
細骨材	真珠岩系人工軽量骨材 絶乾密度 1.17 g/cm^3 , 24hr吸水率 10.1%, FM=3.00, 実積率 42.1%
混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤

表-2 ビニロン繊維の特性

記号	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

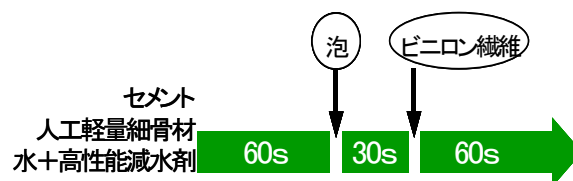


図-1 練混ぜ方法

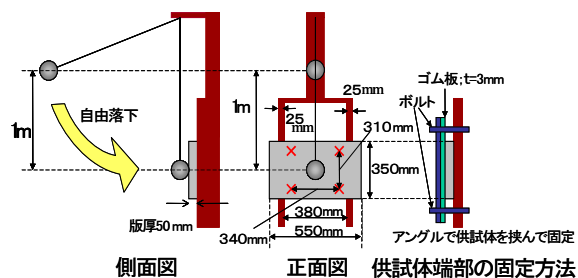


図-2 振り子式衝撃試験装置

表-4 シャルピー衝撃試験結果

ビニロン繊維		繊維総表面積 (m^2/m^3)	シャルピー衝撃強さ (kJ/m^2)
種類	Vf (vol %)		
-	0	0	0.79
D40-L8	0.44	432	2.85
D40-L8	0.81	799	3.06
D40-L12	0.41	411	2.27
D40-L12	0.80	790	2.90
D40-L12	0.91	898	2.85
D40-L12	1.41	1397	3.44
D100-L12	0.93	358	1.89
D100-L12	1.26	485	2.95

キーワード ビニロン繊維, 繊維補強, 超軽量モルタル, 耐衝撃性, 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

(2) パネルの耐衝撃性

鋼球の衝突は図-2に示す振り子式衝撃試験装置によって行った。鋼球の衝突による平板供試体の損傷を、超音波伝搬速度の相対値によって評価した（図-4参照）。

3. 実験結果および考察

シャルピー衝撃強さの測定結果を表-4および図-3に示す。この結果、ビニロン繊維の添加による耐衝撃性の改善が認められた。また、シャルピー衝撃強さは、用いた繊維の形状、添加率にかかわらず、モルタル単位容積中の繊維の総表面積との相関性が認められた。

パネルの耐衝撃性についても同様に、繊維添加による性能改善が認められた（図-4参照）。図-5の結果より、パネルの耐衝撃性とシャルピー衝撃強さは良好な相関性を有していることが確認された。この結果、パネルの耐衝撃性についても、シャルピー衝撃強さと同様に、繊維総表面積による推定が可能であると考えられる（図-6参照）。

モルタルに作用する荷重や衝撃力は、繊維によって伝達・分散されるものと考えられる。したがって、繊維総表面積が大きいもの、すなわちモルタル-繊維界面が多いもののほど、衝撃負荷時に力を伝達する機会が多く、荷重や衝撃力の効率的な分散が可能となるため、耐衝撃性の向上につながると推察される。図-7にパネルの耐衝撃性に及ぼす繊維総表面積の影響を示す。この結果は、想定される衝撃条件と衝撃負荷後の健全度から、合理的な繊維添加率の設定が可能となることを示唆するものである。

4. まとめ

ビニロン繊維補強超軽量モルタルの、耐衝撃性に及ぼすビニロン繊維の形状ならびに添加率の影響に関する今回の実験の範囲から、以下の知見を得た。

- 1) ビニロン繊維の添加によって、超軽量モルタルのシャルピー衝撃強さ、ならびにパネルの耐衝撃性能は向上する。
- 2) パネルの耐衝撃性能は、シャルピー衝撃強さと相関性がある。
- 3) 耐衝撃性能の改善効果は、用いたビニロン繊維の形状や添加率にかかわらず、モルタル単位容積中の繊維総表面積によって評価することが可能である。

参考文献

- 1) 室賀陽一郎ほか：ビニロン繊維補強超軽量モルタルに関する研究，石川島播磨技報，Vol. 44，No. 2，p. p. 122-126，2004
- 2) 綾野克紀ほか：形状寸法の異なるビニロン繊維の混合効果に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 24，No. 1，p. p. 213-218，2002

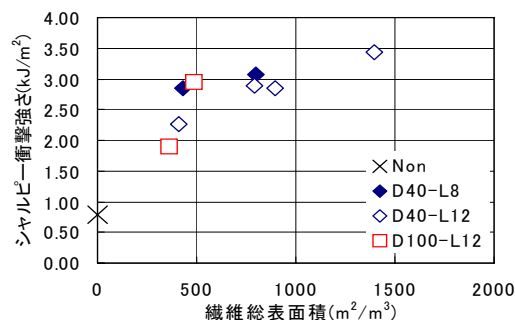


図-3 シャルピー衝撃強さ

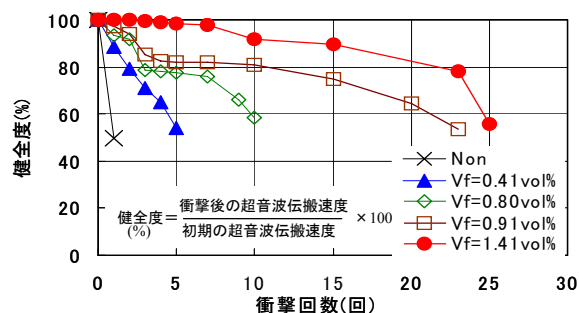


図-4 パネルの耐衝撃性 (D40-L12)

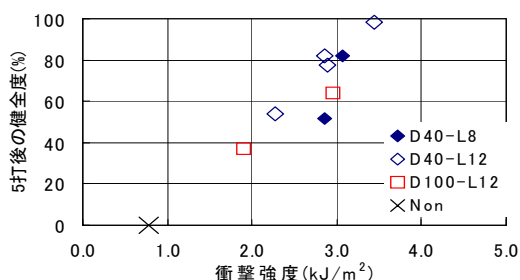


図-5 パネルの耐衝撃性とシャルピー衝撃強さの関係

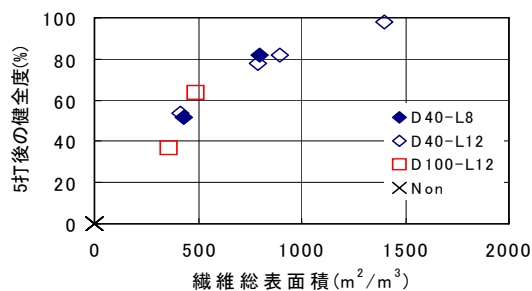


図-6 パネルの耐衝撃性

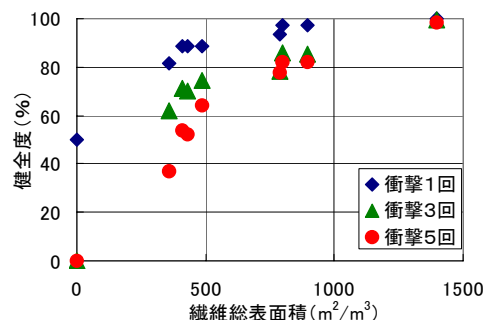


図-7 パネルの耐衝撃性に及ぼす繊維総表面積の影響