

薄肉モルタル板を用いた軽量複合材料の曲げ性状

茨城大学工学部 学生会員 ○鈴木勇生

茨城大学工学部 正会員 福澤公夫

茨城大学工学部 正会員 木村亨

1. はじめに

コンクリートは密度が $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 程度と大きいため、現場への搬入、揚重、配置などの労力やコスト削減の面から軽量化が求められてきた。現在では、軽量骨材や薄肉のモルタルを用いた軽量複合材料が開発されている¹⁾。本研究では、発泡スチロールの周囲を薄肉のモルタルで覆う軽量複合材料を扱う。この薄肉モルタル部分には鉄筋を配筋できないため、靱性を持たせるためフェロセメント²⁾の要素を取り入れた。しかし、この軽量複合材料の構造性能および、設計方法は明らかにされていないのが現状であるため、種々の要因を変化させ軽量複合材料の曲げ試験による実験的検証を行い、構造性能を把握した。

2. 実験概要

2.1 要因と水準

図1に基準となる試験体(試験体 No.1)の概要を示す。試験体の基準を、薄肉モルタル厚さ 10mm、縦リブの本数 5本、中間リブなし、発泡スチロールの発泡倍率が 50 倍、補強材の層数 1 層、梁のスパン長 1500mm とし、この基準試験体を表1に示す要因・水準で変化させ、表2のように組み合わせた試験体について比較・検討した。

2.2 使用材料

使用材料は、グラウト材と補強材(ステンレス金網)、発泡スチロールを使用した。薄肉モルタル板部分の材料は、マトリックスには市販のセメントグラウト材を使用した。補強材には腐食しにくく、耐アルカリ性にも優れるステンレス製平織り金網を使用した。グラウト材の配合は質量比でグラウト:水を 1:0.14 とし、材齢 28 日での圧縮強度は $74.2\text{N}/\text{mm}^2$ 、引張強度は $3.9\text{N}/\text{mm}^2$ 、弾性係数は $28300\text{N}/\text{mm}^2$

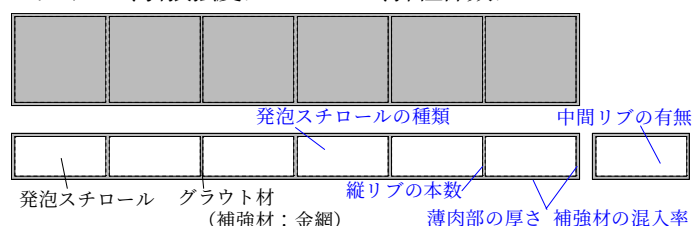


図1 試験体 No.1 の概要

であった。金網はJIS G 3555 の線径 0.9mm、目開き寸法 5.45mmを使用した。線材の引張強さは $797.7\text{N}/\text{mm}^2$ であった。また、発泡スチロールは発泡倍率が 50 倍のものと 70 倍のものを使用した。

3. 実験結果および考察

表3に各要因におけるひび割れ荷重と破壊荷重を、図2に試験体別のひび割れ荷重と破壊荷重の比較を示す。また、図3から図7に各要因による荷重-たわみ曲線の比較を示す。全体的にひび割れが分散し、荷重に対するたわみが大きく、フェロセメントの靱性的性質を発揮した。また、モルタルの弾性係数を用いた初期抵抗計算値(図3から図7)は、実測値とほぼ合致した。なお、図2の計算値に用いた断面は、発泡スチロールが配置されている部分の断面を用い、モルタルの強度特性にはグラウト材の物性試験結果および、補強材の線材の物性試験結果を用いて、ひび割れ荷重、破壊荷重を算出した。

モルタルの厚さが 10mm の試験体 No.1 と 15mm の試験体 No.2 を比較すると、モルタル厚さを 15mm に厚くすることでひび割れ荷重が大きくなるが(図2)、ひび割れは分散せずにそのまま金網で破断した。また、図3からも、モルタル厚さを 15mm に厚くすることで変位に対する荷重

表1 曲げ試験の要因と水準

要因	水準
薄肉モルタルの厚さ	厚さ10mm 厚さ15mm
縦リブの本数	5本 3本
中間リブの有無	あり なし
発泡スチロールの発泡倍率	50倍 70倍
金網(補強材)の層数	1層 2層

表2 試験体の組合せ

試験体	モルタルの厚さ	縦リブの本数	中間リブの有無	発泡スチロールの発泡倍率	金網の層
No.1	10mm	5	なし	50倍	1層
No.2	15mm	5	なし	50倍	1層
No.3	10mm	3	なし	50倍	1層
No.4	10mm	5	あり	50倍	1層
No.5	10mm	5	なし	70倍	1層
No.6	10mm	5	なし	50倍	2層

表3 各要因におけるひび割れ荷重と破壊荷重

試験体名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
ひび割れ荷重実測値(kN)	5.00	7.00	6.00	5.00	5.00	7.50
ひび割れ荷重計算値(kN)	4.65	6.39	4.65	4.91	4.65	4.65
最大荷重実測値(kN)	10.16	10.41	9.59	8.37	8.97	21.25
最大荷重計算値(kN)	10.35	9.98	10.35	10.35	10.35	20.59

キーワード 軽量部材 フェロセメント 靱性部材 薄肉モルタル

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL:0294-38-5274 FAX:0294-38-5268

が大きくなり、剛性が高まることがわかる。このことから、ひび割れにおいては、ひび割れ荷重はモルタル厚さに依存していると考えられる。

縦リブが5本の試験体 No.1 と3本の試験体 No.3 を比較すると、破壊荷重に差はなかったが(図2)、図4からも、縦リブが多いほどひび割れ荷重が小さくなるのがわかる。

中間リブありの試験体 No.1 と中間リブなしの試験体 No.4 を比較すると、ひび割れ荷重、破壊荷重ともに差は見られず(図2)、図5の荷重－たわみ曲線の比較においても有意な差は得られなかった。

発泡スチロールの発泡倍率が50倍の試験体 No.1 と70倍の試験体 No.5 を比較すると、ひび割れ荷重、破壊荷重ともに差は見られず(図2)、図6の荷重－たわみ曲線の比較においても有意な差は得られなかった。

補強材の層数が1層の試験体 No.1 と2層の試験体 No.6 を比較すると、補強材の層数が大きいと破壊荷重も大きくなった。このことから、破壊においては、破壊が金網の破断によって起こるため、破壊荷重は補強材の配置量に依存すると考えられる。また、図7より、初期性状においては有意な差は見られなかった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) ひび割れ発生までは、モルタルのみが荷重に抵抗するとし、モルタルの弾性係数を用いた計算により、荷重と変形量の関係を推定できる。
- 2) ひび割れ発生後は十分な変形能力を示す。ただし、補強材の配置量が少なく、補強材よりモルタルの引張耐力のほうが大きくなり、ひび割れと同時に補強材が破断し、相対的に脆性的な破壊となる。
- 3) 引張側の金網の軸方向に配置した部分を鉄筋として扱うことで破壊曲げ強さを推定できる。

参考文献

- 1) 「超軽量・薄肉プレキャスト部材に関する基礎的研究」 萩尾浩也 他, コンクリート工学年次論文集, Vol. 22, No. 3, 2000, pp. 925-929
- 2) 「フェロセメントについて」 西岡忠郎 他, セメント・コンクリート, No. 350, 1976, pp. 44-4

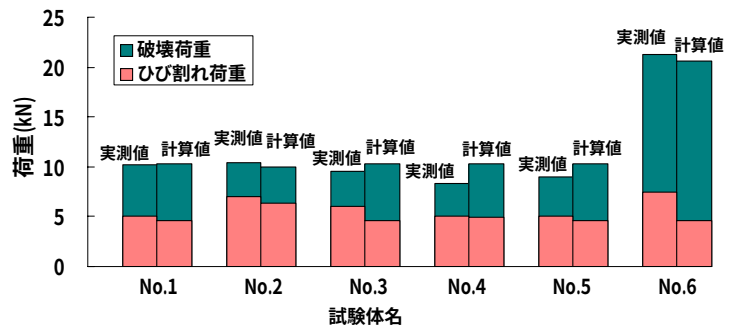


図2 試験体別のひび割れ荷重と破壊荷重の比較

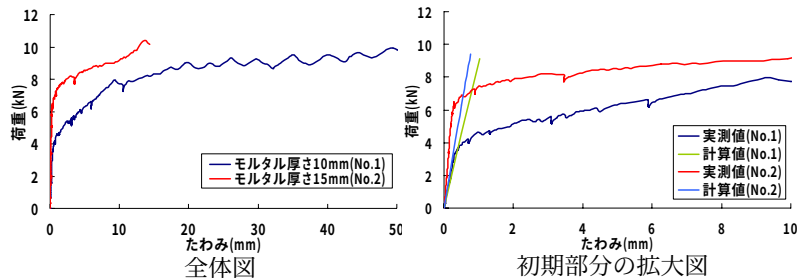


図3 モルタルの厚さ 10mm と 15mm の荷重－たわみ曲線

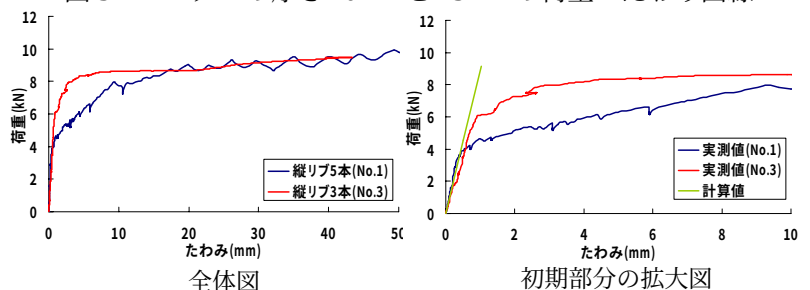


図4 縦リブが5本と3本の荷重－たわみ曲線

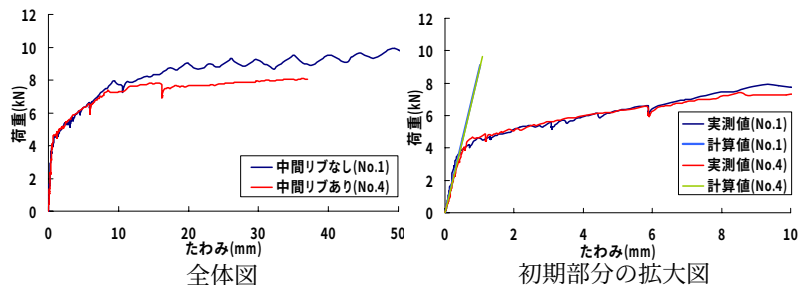


図5 中間リブがありとなしの荷重－たわみ曲線

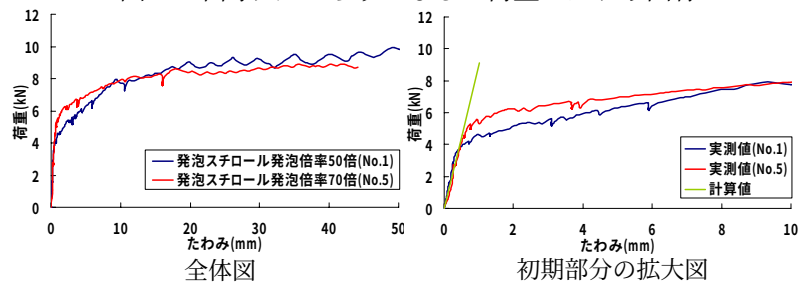


図6 発泡スチロール発泡倍率 50 倍と 70 倍の荷重－たわみ曲線

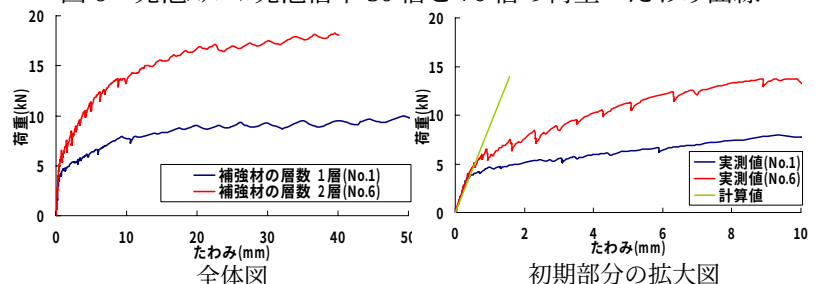


図7 補強材の層数 1 層と 2 層の荷重－たわみ曲線