

【V－3】

シリカフュームとフライアッシュの混合使用セメント代替によるセメント系屋根瓦の軽量化に関する実験的検討

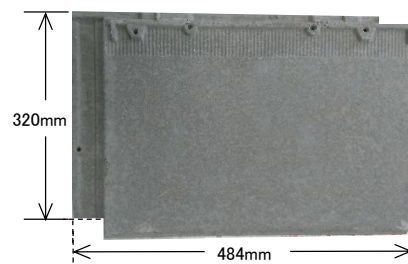
徳島大学大学院 学生会員 ○永野哲平 徳島大学大学院 正会員 橋本親典
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健 フジスレート 非会員 馬淵 満

1. はじめに

近年、エネルギー問題の観点から太陽光発電が注目を集めている。一般に、住宅一軒分に相当する太陽光パネルの重量は約 300kg である。一方で、セメント系屋根瓦（セメント瓦）の住宅一軒分の重量は約 3000kg である。したがって、セメント瓦を 10%以上軽量化することで、屋根の総重量を増加させずして太陽光パネルの設置が可能となり、住宅の耐震性向上が期待できる。そこで、本研究は、従来品のセメント瓦に対して 10%以上の軽量化を行ったセメント瓦の開発を目的に、強度特性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

写真－1 に本実験で対象とするセメント瓦を示す。製造方法は、原料となるモルタルを所定の量採取し、その上から型枠を設置する。その後、加圧脱水によって成型させ、即時脱型の後、蒸気養生を行う。したがって、セメント瓦を成型する際に、モルタルに適度な流動性が必要となる。本実験は、最適配合を決定するためのモルタル試験と実際の製造工程で試作したセメント瓦試験を実施した。モルタル試験では、セメント瓦製造可能な



写真－1 従来品のセメント瓦

流動性を有する最適配合の決定と曲げ強度による従来品と比較検討を行った。その後、セメント瓦試験として、実際に試作用セメント瓦を加圧脱水工程によって製造し、曲げ破壊荷重を求め、従来品と比較検討した。

2. 1 配合および使用材料

表－1 にモルタル試験の配合を示す。なお、従来品（以降、PL と称す）の配合は共同研究先との秘密事項契約のため表記しない。セメントは普通ポルトランドセメント（C：密度 3.16g/cm³）を使用した。また、PL と同様にビニロン繊維（PVA：密度 1.30g/cm³）を混和した。本実験では、単位水量を PL より

表－1 モルタル試験の配合

配合名	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (B × %)		フロー値 (mm)	減量率 (%)	空気量 (%)
		W	C	SF	RS	PVA	AE減水剤	AE剤			
50-SF-10	50	524	943	77	280	16	－	0.020	177	11.3	3.0
50-SF-20			838	154			1.00	－	170	12.7	2.5
50-SF-30			734	231			1.00	0.006	153	14.0	3.0
60-SF-20	60	560	747	137			－		171	16.2	2.5
60-SF-30			654	206			0.75	0.002	179	17.4	3.0

も大幅に増加させること、細骨材に低密度な再生細骨材（RS：密度 2.32g/cm³、吸水率 9.59%）を使用することにより、配合設計の単位量から求めた理論値に対して 10%以上の軽量化を図った。モルタルの流動性の評価はフロー試験で行い、目標フロー値は PL の試験結果より 175±10mm とした。目標フロー値で練混ぜが可能な範囲でシリカフューム（SF：密度 2.32g/cm³）を内割置換した。SF を使用したのは、単位水量増加に伴う強度低下を改善するためである。なお、PL では、SF および RS は使用していない。表中における配合名の前の数字は水結合材比、後の数字は SF の内割置換率を意味する。

2. 2 強度試験

モルタル試験における強度試験は、JIS R 5201（セメントの強さ試験）に準拠した。供試体寸法は 40×40×160mm の角柱供試体で、所定の材齢まで 20℃水中養生を行った。試験材齢は、材齢 7 日、14 日、28 日、91 日の 4 水準とした。また、セメント瓦試験における強度試験は、JIS A 5402（プレスセメントがわら）に準拠し、曲げ破壊荷重試験を行った。養生条件は、PL と同様の蒸気養生を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 モルタル試験

図－１にモルタルの曲げ強度および減量率を示す。JIS A 5402（プレスセメントがわら）では、曲げ破壊荷重が規定されている。本実験でも、PL と同等の曲げ強度が求められる。軽量化を行った全ての配合で材齢 28 日までの曲げ強度は PL を下回った。単位水量の増加に起因するものと考えられる。また、減量率は、表－１に示した理論上の減量率と比べて小さくなった。試験体の W/C は最大で 85%程度もあり高 W/C である。通常のもルタルと比較してポーラスである。水中養生によって試験体が吸水し重量が増加し、減量率が低下したと思われる。

3. 2 セメント瓦試験

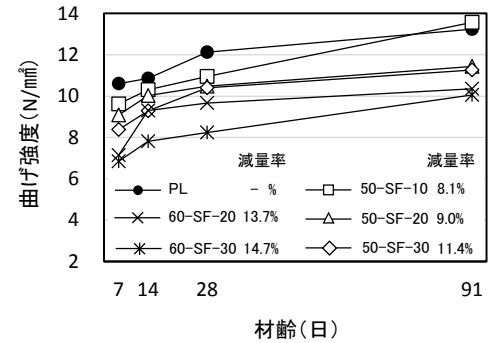
図－２にセメント瓦における曲げ破壊荷重を示す。JIS A 5402（プレスセメントがわら）では、曲げ破壊荷重 1500N 以上と規定されている。蒸気養生を行ったセメント瓦においても、全ての配合で PL を下回り、50-SF-20 を除いて規準を満たさなかった。ただし、減量率は、全ての配合で 10%以上の軽量化を達成した。また、一例として、写真－２に 60-SF-30 の配合で作製したセメント瓦を示す。写真－１で示した従来品と比べて明らかに表面性状が劣り、美観に欠ける。これは、SF の混和によって、モルタルの粘性が高くなり、製造時における脱水・脱型の工程が良好に行えなかったことが要因であると考えられる。したがって、モルタルのフロー値が同等であっても、モルタルの粘性がセメント瓦の製造に関して大きく影響する。そこで、60-SF-30 の配合を元に、SF の一部をフライアッシュⅡ種（FA：密度 2.31g/cm³）に置換することで、セメント瓦の製造に与える影響を検討した。なお、蒸気養生後の水中養生は行っていない。

表－２に SF と FA の混合比、図－３に SF と FA を混合した試作セメント瓦の混合比（A、B、C、D）別の曲げ破壊荷重を PL と比較し示す。SF の 4 割以上を FA に置換することで、曲げ破壊荷重は 1500N を上回った。注目すべき点は、B の混合比は、PL 以上の曲げ破壊荷重を得たことである。これは、モルタルの粘性が低減されたことによって、加圧脱水工程が良好に行われ、実質的な水セメント比が PL 以上に小さくなったことに起因すると考えられる。また、減量率は全ての混合比率で 10%を上回り、軽量化に関して、SF を FA に置換したことによる問題はなかった。

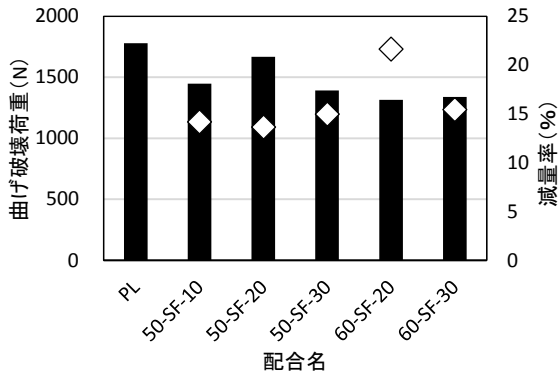
4. まとめ

シリカフュームとフライアッシュを混合使用し単位セメント量を減らすことにより、従来品と同等の以上強度を有し 10%以上の軽量化を達成する配合を見出すことができた。実用化のためには、耐久性を含めた検討が必要である。

謝辞 本研究の一部は、平成 25 年度補正「中小企業・小規模事業ものづくり・商業・サービス革新事業」の補助金の支援を受け実施しました。ここに付記し、感謝の意を表します。



図－１ モルタル試験の曲げ強度



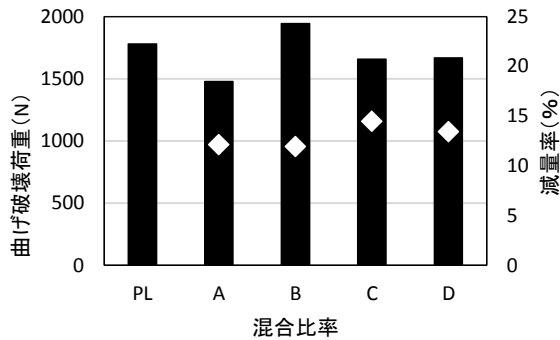
図－２ セメント瓦の曲げ破壊荷重



写真－２ セメント瓦の表面性状

表－２ 試作セメント瓦の混合比

記号	A	B	C	D
混合比率				
SF	0.7	0.6	0.5	0.0
FA	0.3	0.4	0.5	1.0



図－３ 試作セメント瓦の曲げ破壊荷重