

がれき残渣を細骨材として用いたモルタルの圧縮強度

東北大学 正会員 ○山口 潤

東北大学 正会員 皆川 浩 宮本 慎太郎 久田 真

(株)大林組 フェロー会員 竹田 宣典

1. 研究背景

2011年の東日本大震災により多量の災害廃棄物が発生しており、この災害廃棄物の処理について、環境省から可能な限り再利用する方針が示された¹⁾。しかしながら、再利用が困難な混合廃棄物(以下、がれき残渣)が処理サイトで発生しており、従来、これらは最終処分場にて埋め立て処理を行っていたが、最終処分場の残存容量の減少が問題となっている。そこで、がれき残渣の有効活用として、粒径150mm以下のがれき残渣を粗骨材として利用したアップサイクルブロックが開発された²⁾が、粒径の小さながれき残渣を多く含む場合については十分な検討がなされていない。がれき残渣には土砂、木片、煉瓦など多様な物質が含まれており、不均質であるため、品質のばらつきが懸念される。そのため、細骨材程度のがれき残渣の性質についても把握することが重要であると考えた。以上を踏まえて、本研究では、津波被災履歴のあるがれき残渣を細骨材として使用したモルタルの圧縮強度を把握することを目的とし、フロー試験および圧縮強度試験を実施した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料は普通ポルトランドセメント(密度:3.15 g/cm³)、細骨材として宮城県大和町産山砂(S₁, 表乾密度:2.59 g/cm³)、宮城県亙理処理区で発生した粒径7mm以下のがれき残渣(S₂, 表乾密度:2.34 g/cm³)を使用した。練混ぜ水については、水道水(T)の他にASTM規格の人工海水(S)を使用した。さらに、混和剤として市販のポリカルボン酸系高性能AE減水剤(以下,SP)を添加した。

2.2 供試体の配合および作製

本研究では、水セメント比50%、細骨材セメント比2.0のモルタルの配合を基準とした。がれき残渣の混合率は細骨材の体積に対して、0%、50%、100%で置換

表-1 供試体の配合

	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W		C	S ₁	S ₂	SP
		T	S*				
T-0	50	315	0	629	1259	0	0
T-50		305	0	629	629	569	9
T-100		296	0	629	0	1137	19
S-0		0	315	629	1259	0	0
S-50		0	305	629	629	569	9
S-100		0	296	629	0	1137	19

*単位量Sは純水に海水成分を含めた単位水量である

した3ケースを設定した。供試体の名称は練混ぜ水とがれき残渣の混合率の組み合わせで表した。配合表を表-1に示す。SPの添加量は、T-50、T-100について試験練りを行い、フロー値が170~200mmとなるよう設定した。T-100では、フロー値が目標値まで達しなかったため、添加量は本研究で用いたSPの最大添加量である3.0%とした。

練混ぜはJIS R 5201に準拠し、室温20°Cの恒温室内で行い、内寸法φ50×100mmのプラスチック製使い捨て型枠を用いて円柱供試体を作製した。なお、S₁、S₂は表乾状態に調整したものを使用した。脱型は打込み後24±2時間で行い、養生は室温20°Cの恒温室において、同一コンテナにおいて水中養生とした。そのため、養生水を介して、海水由来のCl⁻やSO₄²⁻等が作用し、Tシリーのセメント水和物に変質している可能性がある。

2.3 測定項目

測定項目はフロー値および圧縮強度である。フロー試験はJIS R 5201に準拠し、各水準2回の測定を行い、それらの平均値をフロー値とした。圧縮強度試験は、作製したφ50×100mmの円柱供試体に対し、材齢7日、28日、91日の時点で実施した。載荷速度は毎秒0.6 N/mm²とし、各材齢においてN値3で試験を実施し、それらの平均値を圧縮強度とした。また、がれき残渣による圧縮強度のばらつきの影響を把握するため、各水準における変動係数を算出した。

キーワード：がれき残渣、モルタル、人工海水

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL：022-795-7427

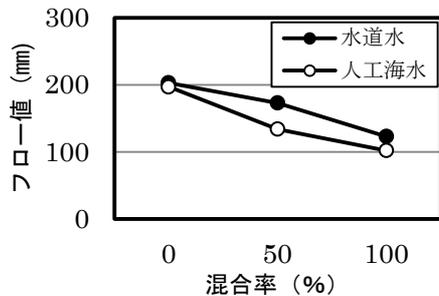


図-1 フロー試験結果

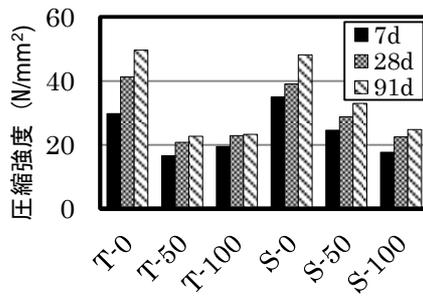


図-2 圧縮強度試験結果

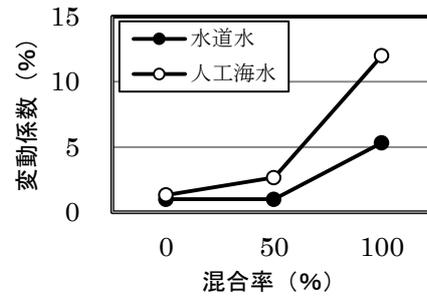


図-3 変動係数

3. 結果および考察

3.1 フロー試験

フロー試験の結果を図-1に示す。練混ぜ水によらず、がれき残渣の混合率の増加に伴い、SPの使用量を増加しているにも関わらず、混合率の増加に応じてフロー値が低下した。これは、SPが未燃カーボンに吸着しやすいことから³⁾、がれき残渣中の木片等の有機物にも同様にSPが吸着した可能性が考えられる。また、各混合率において、人工海水のフロー値が水道水より小さい値となった。これは、水道水と人工海水の実質的な水量の違いが考えられる。人工海水には塩分等の海水成分が含まれているため、実質的な水量が水道水の約75%しかない。そのため、Sシリーズの流動性が低下したのだと考えられる。その他の要因として、液相中の硫酸イオンがSPのセメント分散効果の低下に影響することが確認されていることから⁴⁾、海水由来の硫酸イオンがフロー値に影響を及ぼした可能性が考えられる。

3.2 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図-2に示す。Tシリーズでは、がれき残渣を混合することで、圧縮強度が著しく低下したが、T-50とT-100を比較すると、各材齢ともに圧縮強度の差はほとんど認められなかった。このことから、がれき残渣を混合した場合、圧縮強度は著しく低下するが、混合率が50%以上であると、混合率の影響は小さくなると考えられる。一方、Sシリーズでも、がれき残渣の混合率が大きくなるほど圧縮強度が低下する傾向が認められた。練混ぜ水による差異に着目すると、混合率50%の場合、S-50が各材齢ともにT-50より高強度であった。これは、人工海水が強度増進に影響している可能性があると考えられる。これに対して、混合率100%では、練混ぜ水による圧縮強度の差異はほとんど認められなかった。S-100の場合、がれき残渣の混合率が大きいので、がれき残渣の影響が顕著に表れたと考えられる。なお、T-50、T-100、S-100において、

圧縮強度は同程度であり、最大で53%強度が低下した。

図-3に圧縮強度の変動係数を示す。混合率100%では、変動係数12%と比較的大きな値となったが、極端に大きな変動係数にはならなかった。本研究では試料の調整や練混ぜを十分に行ったため、変動係数は小さくなったと考えられる。しかし、実機では材料のばらつきや練混ぜにより、変動係数が増大すると予想されるため、この点については今後の検討課題である。

4. まとめ

本研究では、がれき残渣を細骨材として使用したモルタルの流動性と圧縮強度を評価した。得られた知見を以下に示す。

- がれき残渣の混合率が増加するとモルタルの流動性は低下する。また、練り混ぜ水に人工海水を使用するとモルタルの流動性は低下する。
- がれき残渣の混合率が増加するとモルタルの圧縮強度は最大で53%強度が低下する。
- がれき残渣の混合率50%において、練混ぜ水に人工海水を使用すると圧縮強度の低下が抑制された。
- がれき残渣の混合率が増加すると、圧縮強度の変動係数は増加するが、がれき残渣の混合率が100%であっても、変動係数は12%であった。

参考文献

- 1) 環境省：東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針
- 2) 岡本章大, 加納敏行, 五十嵐寛昌, 吉村丈晴, 坂本俊一, 井尻裕二：がれき残渣の有効活用によるアップサイクルブロックの開発, 土木学会第68回年次学術講演会要旨集, CS5-011, 2013
- 3) S.Nagataki, E.Sakai, T.Takeuchi：THE FLUIDITY OF FLY ASH-CEMENT PASTE WITH SUPERPLASTICIZER, Cement and Concrete Research, 14, pp 631-638, 1994
- 4) 加藤弘義, 吉岡一弘, 牛山宏隆：高性能AE減水剤の立体障害効果に及ぼす硫酸イオンの影響, セメント・コンクリート論文集, No.51, pp 264-269, 1997