

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発生した大量の震災廃棄物のうち、十分な選別が行えず最終処分を余儀なくされた混合廃棄物（以下、がれき残渣）がある。これらは最終処分場にて埋め立て処理を行っているが、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の方策として、粒径 25 mm ～150 mm 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¹⁾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、骨材として使用した際の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。

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水セメント比の異なるモルタルの基礎的特性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

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.16 g/cm³）を使用し、細骨材として宮城県大和町産山砂（S1、表乾密度：2.59 g/cm³、吸水率：2.08 %）および宮城県亘理処理区で発生した粒径 7 mm 以下のがれき残渣（S2、表乾密度：2.34 g/cm³、吸水率：7.37 %、ig.loss：18.1 %）を使用した。図-1 にがれき残渣の成分割合を示す。化学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 剤）を添加した。

2.2 供試体の配合及び作製

水セメント比 50 %および 65 %、細骨材セメント比 2.00 のモルタルの配合を基準とし、がれき残渣の混合率は細骨材の体積に対して、0 %、25 %、50 %、75 %、100 %で混合した 5 ケースを設定した。供試体の名称は

表-1 配合条件

No.	骨材体積に基づく混合率 (%)	W / C (%)	S / C (-)	SP 剤添加率 (× C %)
A-0	0	50	2.00	0.00
A-25	25		1.95	0.75
A-50	50		1.90	1.50
A-75	75		1.86	2.25
A-100	100		1.81	3.00
B-0	0	65	2.00	0.00
B-25	25		1.95	0.75
B-50	50		1.90	1.50
B-75	75		1.86	2.25
B-100	100		1.81	3.00

※ SP 剤は練混ぜ水の内割りで添加した

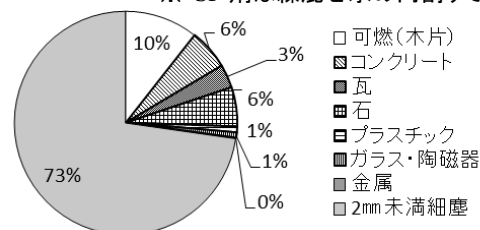


図-1 がれき残渣成分割合

水セメント比 50 %の水準を A、65 %の水準を B とし、これらとがれき残渣の混合率の組み合わせで表した。配合条件を表-1 に示す。SP 剤のセメント質量に対する添加量は A-0、B-0 は 0.00 %とし、がれき残渣の混合率の増加に伴い、0.75 %ずつ添加量を増やし、A-100、B-100 には SP 剤の最大添加量である 3.00 %を添加した。養生は同一のコンテナ内で 20 °C水中養生とした。

2.3 測定項目

フロー試験及び圧縮強度試験を実施した。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φ50×100 mm の円柱供試体に対し、材齢 7 日、28 日、91 日、1 年が経過した時点で実施した。載荷速度は毎秒 0.6 N/mm² とし、各材齢において各水準 3 体の供試体で試験を実施し、それらの平均値を圧縮強度とした。

キーワード：がれき残渣、モルタル、圧縮強度

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 TEL：022-795-7427

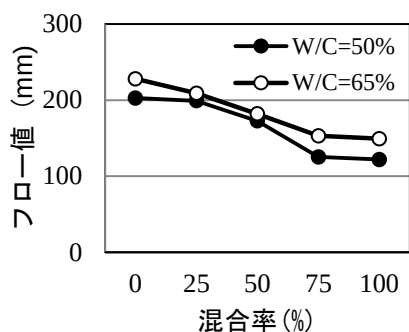


図 - 2 フロー試験

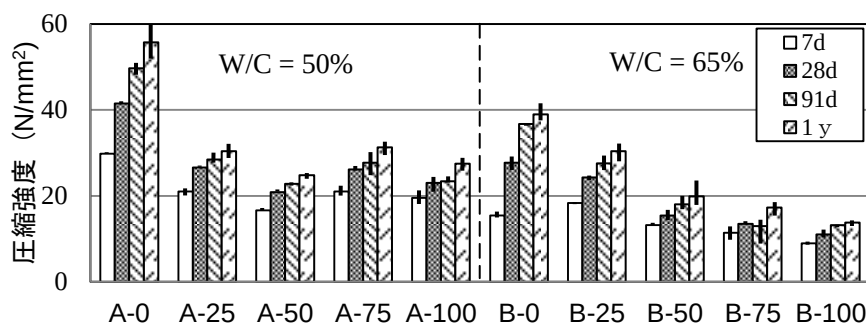


図 - 3 圧縮強度試験

3. 結果および考察

3.1 フロー試験

図-2にフロー試験の結果を示す。水セメント比にかかわらず、がれき残渣の混合率が増加するにつれてフロー値が低下していることが認められた。また、混合率100%の場合、SP剤をメーカー推奨上限量まで添加してもフロー値は低い結果となった。これらの原因としてがれき残渣中の木片やコンクリート等の吸水率の高い物質による練混ぜ水の吸水が考えられる。がれき残渣の吸水率は山砂の吸水率の約3倍であり、がれき残渣の約16%を占めている吸水性の高い木片とコンクリート片ががれき残渣の吸水率に大きく影響している。これらの表乾状態が不十分であり、練混ぜ水を吸水した可能性がある。これにより、セメントペーストの実質的な単位水量が低下し、流動性が損なわれたと考えられる。また、がれき残渣中に含まれる津波由来の硫酸イオンによるSP剤のセメント分散効果の低下²⁾、木片等の未燃カーボンへのSP剤の吸着³⁾など、がれき残渣がSP剤の効果を低減している可能性も考えられる。

3.2 圧縮強度試験

図-3に圧縮強度試験の結果を示す。図-3の各データ上の直線は3体の供試体の圧縮強度の最大値と最小値を示したものである。B-75の材齢91日における圧縮強度が材齢28日のものより低い値となっているがこれはがれき残渣のばらつきによる影響だと推察した。

水セメント比50%の場合、がれき残渣を混合すると強度低下が顕著に生じたが、がれき残渣の混合率の違いによる圧縮強度の差はあまり見られなかった。これはがれき残渣の混合率の小さい供試体では木片等による練混ぜ水の吸水が小さいため、セメントペーストの水セメント比の低下が小さく、がれき残渣の強度がモルタルの圧縮強度を支配するが、混合率の大きい供試体についてはがれき残渣による練混ぜ水の吸水が大きく、セメントペーストの水セメント比の低下による圧

縮強度の増加によりモルタルの圧縮強度の低下が相対的に抑制されたためと考えられる。一方、水セメント比65%の場合では、がれき残渣の混合率が増加するにつれて圧縮強度が低下する傾向がみられた。これはがれき残渣の単位量の違いが原因であると推察できる。水セメント比65%の水準のがれき残渣の単位量は水セメント比50%の水準のがれき残渣の単位量の90%程度であり、吸水する物質量が少ないため、水セメント比50%の供試体よりもセメントペーストの水セメント比の低下が小さいと考えられる。さらに、単位セメント量も少ないため、セメントペーストの水セメント比の低下によるモルタルの圧縮強度の増加がほとんど見込めず、がれき残渣の混合率の増加に伴い、圧縮強度が低下したと考えられる。

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水セメント比の異なる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。

- (1). がれき残渣の混合率の増加に伴い、流動性が低下した。高水セメント比のモルタルであってもがれき残渣の混合率が大きい場合、SP剤を最大量添加しても流動性はほとんど向上しなかった。
- (2). 水セメント比が50%の場合、がれき残渣を混合すると圧縮強度は低下するが、がれき残渣の混合率が25%以上では、圧縮強度の混合率依存性は確認されない。一方、水セメント比65%の場合、がれき残渣の混合率の増加に伴い、圧縮強度は低下した。

参考文献

- 1) 岡本章太ら：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，pp 21-22，2013
- 2) 加藤弘義ら：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
- 3) S.Nagataki et al. : THE FLUIDITY OF FLY ASH-CEMENT PASTE WITH SUPERPLASTICIZER, Cement and Concrete Research, 14, pp 631-638, 1994