

低品位バイオシリカのコンクリートへの利用に関する研究

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○森脇 慶幸
松江工業高等専門学校 正会員 周藤 将司
松江工業高等専門学校 正会員 高田 龍一
松江工業高等専門学校 正会員 松崎 靖彦

1. はじめに

今日、粉殻を温水洗浄処理と燃焼方法により安価で経済的な非晶質シリカであるバイオシリカが製造可能になった。温水処理バイオシリカの成分は酸処理バイオシリカと比べ、シリカ成分が少なく、不純物が多い。また、球状体粉殻灰は、粉殻を粉砕したものを再溶解し急冷することでアモルファス(非晶質)化し、さらに球状体化させたもので、粉殻灰(低品位シリカ)の用途拡大と無害化を図ったものである。

そこで本研究では、温水処理バイオシリカと以前より混和材として利用されている酸処理バイオシリカの比較検討を行った。さらに、球状体粉殻灰と球状体酸処理バイオシリカの強度の比較検討も行った。合わせて、球状体粉殻灰に関しては ASR 抑制効果の検討も行った。

2. 実験概要

(1) ASR 抑制効果の検討

ASR 抑制効果の検討は混入率 0%をコントロールとし、モルタルバー法（JIS A 1146-2007）に準拠して、膨張率 0.1%を基準として材齢 24 週までの膨張性についての検討を行った。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は反応性骨材として珪砂を全置換して用いた。配合は水セメント比 50%、セメント骨材比 1：2.25 の体積配合とし、粉殻灰の混入率はセメント内割りで 0%、10%、20%、30%の 4 水準とした。

(2) 圧縮強度・曲げ強度の比較検討

強度特性を知るために圧縮強度試験、曲げ強度試験を行い、温水処理バイオシリカと酸処理バイオシリカ、球状体粉殻灰と球状体酸処理バイオシリカ、それぞれの比較検討を行った。試験は、セメントの物理試験方法（JIS R 5201-1997）に準拠して行った。

配合は水セメント比 50%、セメント骨材比 1:2.5 の配合とし、混和材の混入率はいずれもセメント内割りで 0%、10%、20%、30%の 4 水準とした。

温水処理バイオシリカと酸処理バイオシリカの成分表は表 1 に示す。表 1 より温水処理バイオシリカは、酸処理バイオシリカと比べ、シリカ成分が少なく、不純物が多いことがわかる。

3. 結果と考察

(1) ASR 抑制効果

図 1 は球状体粉殻灰の ASR 抑制効果に関する膨張率の結果を示している。図 1 から、コントロールでは 4 週、10%混入のものでは 12 週でそれぞれ基準値である 0.1%を越えていることがわかる。最終的には、20%、30%混入のものについては基準内に収まっていることが確認された。このことから、低品位である球状体粉殻灰であっても、20%以上混入することが ASR 抑制に非常に有効な手段であることが明らかとなった。

キーワード コンクリート、混和材、バイオシリカ、ASR 抑制効果
連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4 松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 周藤研究室
TEL0852-36-5260

(2) 圧縮強度・曲げ強度

圧縮強度の試験結果を図 2～5 にそれぞれ示す。

図 2, 3 より, 酸処理バイオシリカ, 温水処理バイオシリカともに混入率が増加するにしたがって強度が減少する傾向が確認された。また図 2, 3 を比較すると, 7 日強度は酸処理バイオシリカのほうが高くなる。しかし, 28, 91 日強度はあまり違いが見られない。このことから, 長期強度の発現に寄与するポズラン活性は, 同程度であることが明らかとなった。

図 4, 5 より 7 日強度は球状体粗殻灰の方が大きい, 28, 91 日強度は球状体酸処理バイオシリカの方が大きいことが分かった。また, 図 5 より球状体粗殻灰は他のバイオシリカと比べ 7 日強度の強度発現は大きい, 特に 28 日強度は小さいことが分かり, この点については更なる検証が必要であると言える。

また, 曲げ強度については圧縮強度と同様の傾向を示した。

ここで, 材齢 28 日の強度を基準とすると, バイオシリカについては, 混入率 20%以下であれば大きな強度変化は見られない。そのため, 既に混和材として使用されている酸処理バイオシリカの他に, 経済性の面で有利な温水処理バイオシリカを使用することも有効であると考えられる。

また, 球状体酸処理バイオシリカ, 球状体粗殻灰では材齢期間が増すにつれて強度が増進していることから顕著なポズラン活性が認められ, コンクリートの長期強度の向上が期待できる。ここで, 多孔質体と球状体では, 材齢初期において多孔質体の方が比表面積が大きいことから, 活性度は高いと考えられる。反対に, 球状体のものは比表面積が小さいことから初期活性は劣るものの, 本実験結果からは長期にわたるポズラン活性が確認され, 球状体酸処理バイオシリカと球状体粗殻灰の混和材としての有効性が認められた。

4. まとめ

以上の実験結果より, 酸処理することによりシリカ純度は上がり, 強度発現効果が大きくなると考えられるが, 温水処理であっても強度が大きく低下することはないことが確認された。したがって, 経済性を考えると低品位バイオシリカを混和剤として使用することは, 有効な方法であることが明らかとなった。しかし, コンクリート二次製品への適用を考慮すると, 今後は水熱養生を行った上で, 強度試験, ASR 抑制効果の検討を行う必要があると考えられる。

参考文献

梅田純子, 高田龍一, 道浦吉貞, 近藤勝義: 農作物非食部バイオマスから高純度非晶質シリカの抽出プロセスとコンクリート用混和剤としての利活用, スマートプロセス学会誌 Vol.3, No.5, pp. 323-327, 2014

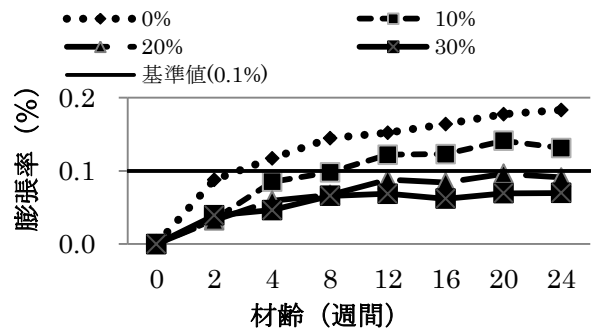


図 1 球状体粗殻灰混入時の ASR 抑制効果

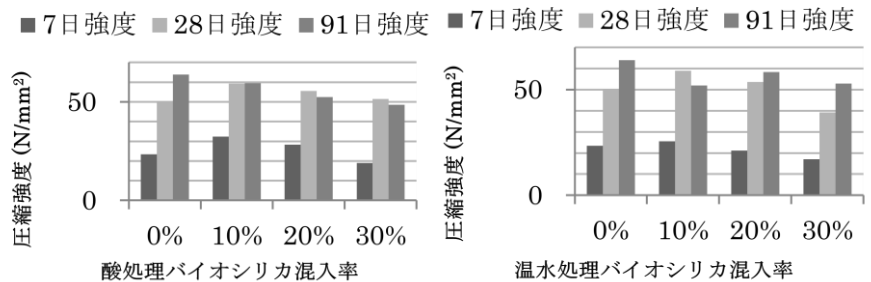


図 2 酸処理バイオシリカの圧縮強度

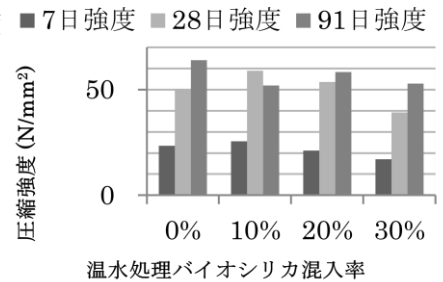


図 3 温水処理バイオシリカの圧縮強度

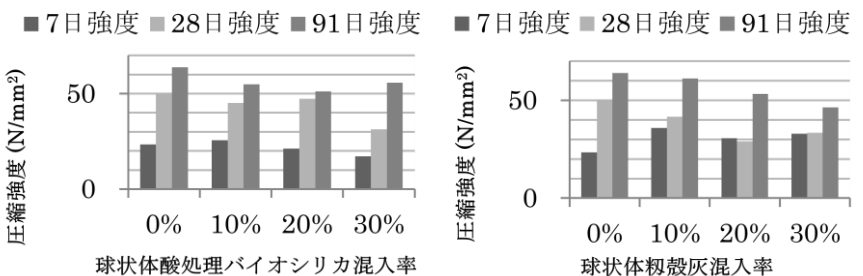


図 4 球状体酸処理バイオシリカの圧縮強度

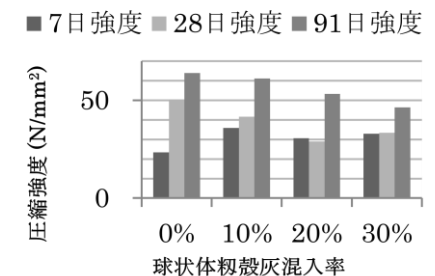


図 5 球状体粗殻灰の圧縮強度