

低品位バイオシリカのコンクリート二次製品への適用に関する研究

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

1. はじめに

バイオシリカ（以下、BS と表記する）は、これまで製造の際に酸による洗浄処理を行っていた。しかし、経済面を考慮して酸を使用せず、温水のみでの洗浄処理であっても非晶質シリカとして製造可能であることが明らかとなっている。既往の研究において、温水処理 BS は酸処理 BS と比べ、 SiO_2 含有量が少なく低品位であるものの、モルタルを作製して標準水中養生を行った試験では同等の強度発現特性があることが明らかになっている¹⁾。本研究では、BS のコンクリート二次製品への適用を考慮し、BS を混和材として用いたモルタル供試体に初期養生を施し、強度特性の比較検討を行った。加えて、従来の酸処理 BS を球状化処理した球状体酸処理 BS と、粉殻灰を直接球状化処理した球状体粉殻灰を用いて、強度特性の比較検討を行った。球状体粉殻灰は、温水処理 BS と同様に低品位な混和材であると言える。粉殻はシリカ分を 90%以上含んでおり、処理して用いることで多量の C-S-H が形成される。既往の研究では、球状体粉殻灰の ASR 抑制効果が明らかとなっている¹⁾。本研究では、低品位 BS である温水処理 BS について ASR 抑制効果の検討を行った。

2. 実験概要

(1) フレッシュ性状、強度特性

試験は、セメントの物理試験方法（JIS R 5201-1997）に準拠して行い、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、混和材として酸処理 BS、温水処理 BS、球状体酸処理 BS、球状体粉殻灰をそれぞれ用いた。混和材の混入率はいずれもセメント内割りで 0 (Cont.)、10、20、30% の 4 水準とし、練上がり時のフレッシュ性状の評価ではフロー値の測定を行った。打設後、初期養生を施し、翌日に脱型を行い、脱型後は水温 $20 \pm 1.5^\circ\text{C}$ の水中で養生を行った。初期養生は、温度 40°C 湿度 95% 2 時間、その後温度 60°C 湿度 95% 4 時間の条件で行った。測定項目は圧縮強度であり、試験材齢は 7、14、28、91 日とした。

(2) ASR 抑制効果の検討

ASR 抑制効果の検討は、モルタルバー法（JIS A 1146-2007）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 1:2.25 の体積配合とし、混和材として温水処理 BS、細骨材は反応性骨材として鑄物砂を全置換して用いた。温水処理 BS の混入率はセメント内割りで 0 (Cont.)、10、20、30% の 4 水準とした。

3. 結果と考察

(1) フレッシュ性状、強度特性

各 BS、粉殻灰を混入した配合のフロー値を図 1 に示す。図 1 より、多孔質体である酸処理 BS、温水処理 BS に対し、球状体である球状体酸処理 BS、球状体粉殻灰は、明らかにフロー値が高いことがわかる。これは、球状体の BS、粉殻灰は多孔質体の BS に比べ比表面積が小さいため、BS、粉殻灰に吸着する水分量が多孔質体のものより少なく流動性が向上するからであると考えられる。

各配合の圧縮強度試験結果を図 2、3 にそれぞれ示す。図 2 から、両 BS を混入した配合においては、混入率にかかわらず 28 日強度までの段階の強度発現は Cont. とほぼ同等であった。91 日強度に着目すると、混入率の増加に伴って強度が低下する傾向が顕著に表れた。したがって、低品位 BS である温水処理 BS は、材齢 28 日までの段階では Cont.、酸処理 BS と強度発現が同等であることが確認された。ここで、コンクリート二

キーワード バイオシリカ、粉殻、コンクリート二次製品、混和材、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
TEL 0852-36-5260

次製品では、材齢 14 日強度が指標となる。14 日強度は温水処理 BS を 10, 20, 30% 混入した配合と Cont. が同等である。そのため、温水処理 BS を混和材として用いた場合には、初期養生を行う二次製品の脱型強度、配合強度は通常の配合と同様に満足できる可能性が高いと言える。

図 3 より、球状体酸処理 BS と球状体粉殻灰を比較すると、圧縮強度はほぼ同等であり、低品位である球状体粉殻灰であっても強度に差がないことがわかった。また、球状体粉殻灰を Cont. と比較すると、材齢 28 日までの強度は Cont. の方が優勢であるものの、91 日では強度増進が見られ、特に混入率 10% の場合は Cont. と同等の圧縮強度の値が得られた。

図 2 の多孔質体 BS と図 3 の球状体 BS、粉殻灰を比較すると、初期強度は多孔質体の BS の方が発現していることがわかった。これは、多孔質体の BS の比表面積が球状体の BS、粉殻灰と比べ大きいことが寄与していると考えられる。二次製品の要求性能を考慮すると、初期強度が劣ることは望ましくはない。しかし、上述したフロー値の結果から、製品製造の際にフロー値を一定に保って配合設計するのであれば、単位水量を減らすことによって、初期強度の増進が期待できる。一方、材齢 28 日以降の長期強度は多孔質体、球状体ともに同等の値となり、これは球状体の BS、粉殻灰に顕著なポズラン活性が確認された結果であると考えられる。

(2) ASR 抑制効果

図 4 に温水処理 BS のモルタルバー法による膨張率の測定経過を示す。図 4 から Cont. は 4 週の段階で、モルタルバー法の基準値である 0.1% を超えていることが分かる。また、温水処理 BS を 10% 混入した配合は 8 週の段階では基準値を下回っているが、26 週を迎えるころには基準値を超える可能性が高いと考えられる。一方、20, 30% 混入した配合では、現段階でほとんど膨張しておらず、本研究で反応性骨材として用いた鑄物砂に対しては 20% 以上混入することで ASR 抑制効果があることが確認された。球状体粉殻灰を用いた既往の研究でも同様の傾向が得られており¹⁾、シリカ分を多分に含む粉殻を原料とする混和材では、他の反応性骨材を使用した場合であっても、混入率を増加させることで ASR 抑制効果が期待される。

4. まとめ

本試験から得られた結論を以下に示す。

- (1) 低品位 BS である温水処理 BS は、強度特性の面から、混和材としてコンクリート二次製品に適用することが可能であると言える。また、モルタルバー法の結果から、温水処理 BS は ASR 抑制効果があることが明らかとなった。
- (2) 球状体粉殻灰には、顕著なポズラン活性があることが確認された。また、球状体粉殻灰は、流動性が高いため、単位水量を減らすことで初期強度を向上させることができることが示唆される。そのためには配合設計を行うことが必要となるが、低品位である球状体粉殻灰の混和材としての利用の可能性が高まったと言える。

参考文献

- 1) 森脇 慶幸, 周藤 将司, 高田 龍一, 松崎 靖彦: 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, 第 67 回平成 27 年度土木学会中国支部研究発表会概要集, pp.399-400, 2015

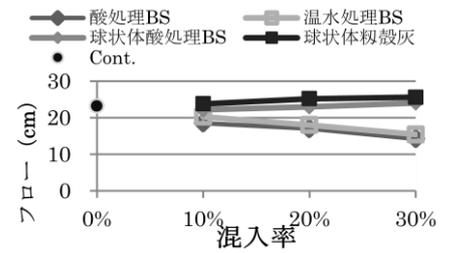
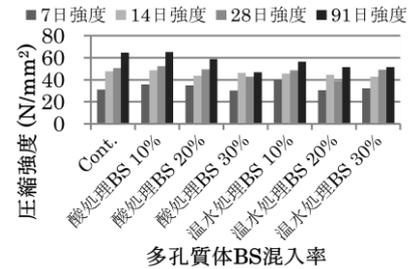
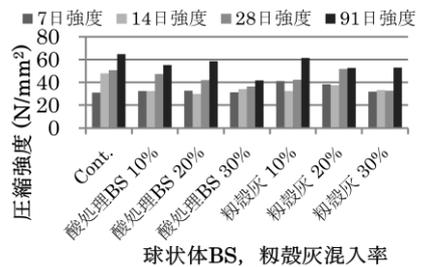


図 1 フロー値



多孔質体BS混入率



球状体BS, 粉殻灰混入率

図 3 球状体 BS, 粉殻灰の圧縮強度

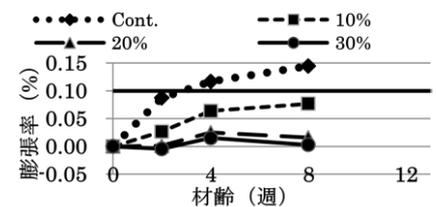


図 4 温水処理 BS の膨張率