

ASR 抑制に関する基礎的研究 — 初期養生効果の検証 —

松江工業高等専門学校 学生会員 ○森本 尚輝
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 柴田 俊文

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性が損なわれる原因のひとつにアルカリ骨材反応（ASR）がある。骨材供給の逼迫により、今後様々な劣悪な骨材を使用する可能性があり、ASR の抑制については引き続き大きな課題として考えられる。

昨年度の研究から、促進養生を併用し、ガラスパウダーの混入率が低い領域のうち 4%以上の供試体は 6 ヶ月経過した時点でも基準値となる 0.1%以下の値を示し、十分な ASR 抑制効果が明らかになった。

本研究では、初期促進養生による効果とアモルファスシリカであるガラスパウダーの混和材としての 2 つの抑制要因のいずれの効果がより効果的であるか検討した。さらに、それぞれの強度発現傾向を試験し、C-S-H 系水和生成物の形成について検証、確認を行った。

促進養生は、コンクリート二次製品の養生の一般的な方法であり促進養生による効果が確認されれば、コンクリート二次製品に対する ASR 抑制に有効であると考えられる。

2. 研究概要

各種の検討にあたっては、骨材のアルカリシリカ反応性試験方法のモルタルバー法(JIS A 1146)に準じて試験を行った。反応性骨材としてモルタルバー法に準じて粒度調整したオパール石を ISO 標準砂にペシマム混入率である 5%を置換したものを用い、抑制混和材としてガラスパウダーを 5%、10%、20%混入し、促進養生を併用した場合、併用していない場合の各供試体で長さ変化測定、強度測定を行い効果の検討を行った。

長さ変化測定は、促進養生を併用した場合、併用していない場合のガラスパウダー混入率 0%、5%、10%、20%の計 8 水準の供試体を作成した。

強度測定では、促進養生を併用した場合、併用していない場合のガラスパウダー混入率 0%、5%、10%、20%の計 8 水準を 3 日、7 日、14 日、28 日、91 日強

度の計 40 水準の供試体を作成した。全水準 48 水準、供試体 144 本で試験を行い効果の検討を行った。

養生方法は、昨年度の研究より最も効果があった養生温度 60℃とした。養生の際、段階的に 60℃まで温度を上げ、養生時間は 4 時間を施した。

なお、アルカリ量についてはガラスパウダーの置換率を考慮し、規定の 1.2%となるように 2 規定の水酸化ナトリウムで調整した。

3. 結果および考察

3.1 長さ変化測定で見る促進養生とガラスパウダー混入による ASR 抑制効果の比較

促進養生を併用した場合、併用していない場合のガラスパウダー混入率 0%、5%、10%、20%のそれぞれの長さ変化率を図 1、図 2 に示す。

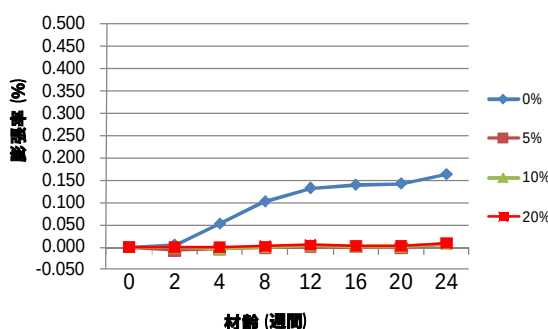


図 1 長さ変化測定結果（促進養生併用）

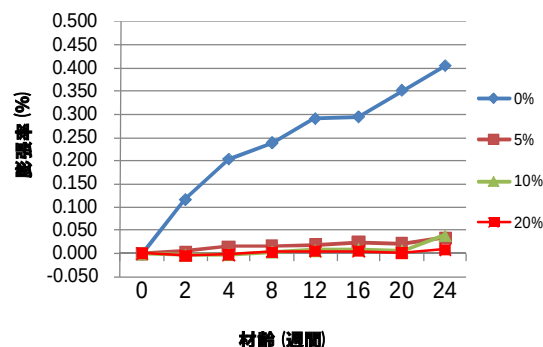


図 2 長さ変化測定結果（促進養生なし）

図 1、図 2 からガラスパウダー混入率 5%以上の供試体は混入率 0%の供試体に比べて、膨張率を大幅に小さくでき、促進養生なしでも基準値となる 0.1%以下の値を示し、十分な ASR 抑制効果が明らかになった。また促進養生を併用した場合、促進養生を併用していない場合の混入率 0%を比較すると、規定以上ではあるが併用した場合は、大幅に膨張を抑制していることも分かる。また、促進養生を併用した混入率 5%以上の場合、ASR を完全に抑制していることが分かる。促進養生を併用していない場合と比較すると、ガラスパウダー混入率 5%、10%については、基準値 0.1%以下となり抑制しているが多少の増加傾向がみられた。

3.2 強度測定で見る C-S-H 系水和生成物の形成についての検証

促進養生を併用した場合、併用していない場合のガラスパウダー混入率 0%、5%、10%、20%のそれぞれの圧縮強度を図 3、図 4 に示す。

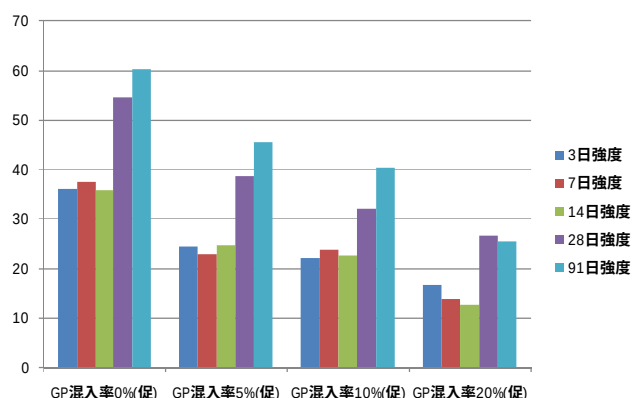


図 3 強度測定結果（促進養生併用）

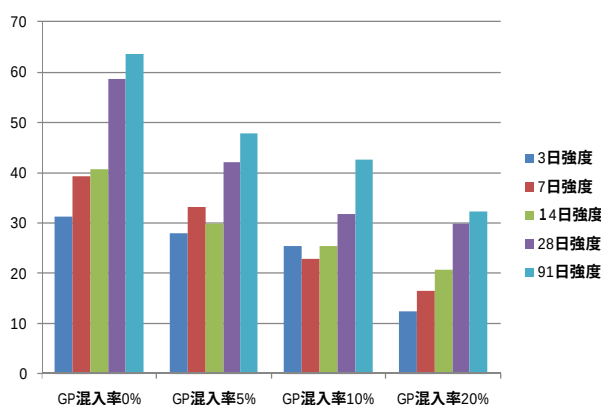


図 4 強度測定結果（促進養生なし）

全体としては、材齢が長い供試体ほど強度が高くなり、ガラスパウダーの混入率を上げるにつれて、減少の傾向が見られた。図 5、図 6 を比較すると、促進養生を併用した場合の方が少し強度は低くなった。しかし、強度の出る傾向はほぼ同等で、数値的にもそこまで大きな差はないと言える。

4. まとめ

強度測定と長さ変化測定の考察をまとめる。促進養生を併用すると、ガラスパウダー混入率 5%以上は ASR を完全に抑制することができる。しかし、促進養生を併用していない場合と比較すると、ガラスパウダー混入率 5%、10%については、抑制しているが多少の増加傾向がみられた。また促進養生を併用した場合の混入率 0%は、促進養生を併用していない混入率 0%より膨張を抑え込むことができた。結果として、初期促進養生による効果とアモルファスシリカであるガラスパウダーの混和材としての 2 つの抑制要因の比較ができ、ガラスパウダー混和材の方が ASR 抑制効果は高いことが分かった。

また強度から見ると、促進養生を併用した場合の方が少し強度は低くなったが、強度の出る傾向はほぼ同等で、数値的にもそこまで大きな差はないことが分かった。

以上のことから、ガラスパウダーを混和材として利用し、促進養生を併用した方が ASR 抑制には効果的であると考えられる。

本研究では、促進養生とガラスパウダーの混和材としての強度発現傾向について 3 日強度から測定したが、初期強度の 1 日強度を測定、さらに走査型電子顕微鏡などを用いた C-S-H の同定など、セメント化学的なアプローチも必要であると考えられる。

<参考文献>

- [1] 土木学会：コンクリート標準示方書〔基準編〕JIS 等関連基準、2002
- [2] セメント協会：コンクリート技術者のためのセメント化学雑論、1991