

# ガラスパウダーの有効利用と促進養生による ASR 抑制効果の検討 Study on Suppression of ASR

高田龍一\*，森本尚輝\*，野中資博\*\*

TAKATA Ryuichi, MORIMOTO Naoki, NONAKA Tsuguhiko

## 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重要な課題として考えられる。

過年度の研究において、促進養生による一定の ASR 抑制効果を検証することができた。現在、レディーミクストコンクリートにおいては、ASR の疑いのある骨材は排除されているため、二次製品を対象に考えるときこの抑制対策は有効であると考えられる。

本研究では、この促進養生に併せてガラスパウダーを混和材として用いることによる効果について検討を行った。一般にコンクリート二次製品では早期強度発現が求められるため混和材は用いられていないが、ガラスパウダーはアモルファスシリカであり、活性度が高く、促進養生による C-S-H の早期形成に寄与することが期待される。ここでは、反応性骨材として、オパール石をペシマム混入率の 5% を用いたものとペシマム粒度のガラスカレットを対象に検討を行った。

また、ASR 反応性が懸念され利用されずに放置されている水ガラスを含む鑄物砂の反応特性についても検討を行った。

## 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 1146-2001) に準じて試験を行った。オパール石はモルタルバー法に準じて粒度調整し、

それぞれを ISO 標準砂に 5% 混入した。ガラスカレットは過去の研究から得られたペシマム粒度である 1.2mm ~ 2.5mm に粒度調整したものを 30%、ISO 標準砂に置換して使用した。鑄物砂は、ISO 標準砂に対して 0、20、40、60、80、100% 置換しペシマム混入率を求めることとした。ガラスパウダーは、ガラスカレットに対しては 30、25、20、15、10、5、0% をセメント置換する。オパール石に対しては、既に 10% 以上の混入による効果が認められているので、10、8、6、4、2、0% セメント置換することとした。養生方法は、昨年度の研究より最も効果のあった養生温度 60 とし、養生時間は養生開始より 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

促進養生を併用しガラスパウダーの混入率の低い領域 10% 以下を 2% 刻みに変化させたときの長さ変化率を図 1 に示す。

過去の研究では、ガラスパウダーの混入率

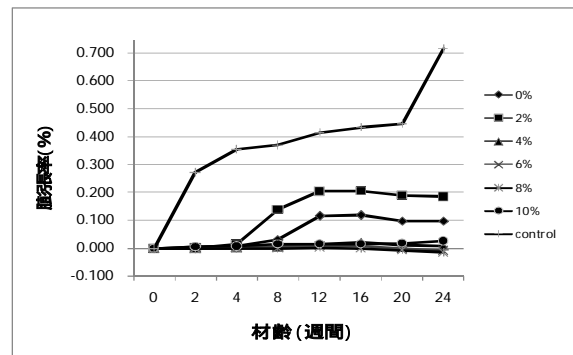


図 1 長さ変化率 (オパール石混入)

\*松江工業高等専門学校 (MATSUE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY)

\*\*島根大学 生物資源科学部 (SHIMANE UNIVERSITY, Faculty of Life and Environmental science)

キーワード: 促進養生, アモルファスシリカ, アルカリシリカ反応

25%以上の混入率において、ASR 膨張抑制効果が明らかにされている。昨年度の研究では、ガラスパウダーを混和材として 10%混入し、蒸気養生した場合に十分な ASR 抑制効果が見られることが分かった。今回の試験では促進養生を併用することにより、ガラスパウダーの混入率が 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 抑制効果が見られた。わずかな混入で効果的であることは、強度との関係において有利であると考えられる。図中の control は対策を行わない場合の値を示している。

ガラスカレットをペシマム粒度で 30%混入し、それに対してガラスパウダーを混和材として 30%以下を 5%刻みに混入した場合の長さ変化率の結果を図 2 に示す。

今回の試験で、ガラスパウダーの混入率 20%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 抑制効果が見られた。それ以外の供試体は 3 ヶ月を超えた時点で 0.05%以上の膨張を示し、6 ヶ月後の測定において 0.1%以上の膨張を示している。したがって、この 3 水準の供試体においては無害でない判定される。このことから、オパール石に対しては少量のガラスパウダーの混入で有効であったが、ガラスカレットに対しては ASR を抑制するために多量にガラスパウダーを混入することが必要である。これは、オパール石に比較してガラスカレット自体が Na を含んでいるため、アルカリと反応しこれが溶出しアルカリ濃度が高くなり、ガラスカレットの反応性が強くなるのが影響していると考えられる。なお、図中の control は対策を行わない場合の反応性を示している。

鑄物砂の混入率を 100%以下 20%刻みにセメントに対して置換し、ASR の反応性について検討を行った。その長さ変化率を図 3 に示す。今回の試験結果から、鑄物砂の混入率

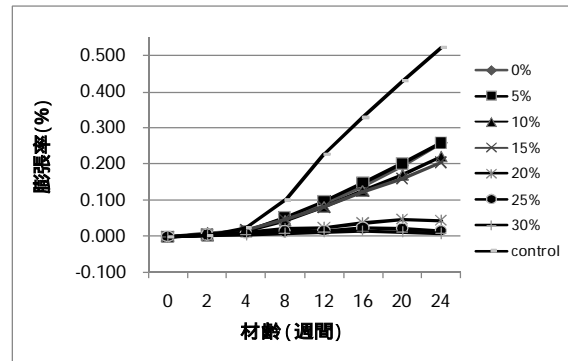


図 2 長さ変化率 (ガラスカレット混入)

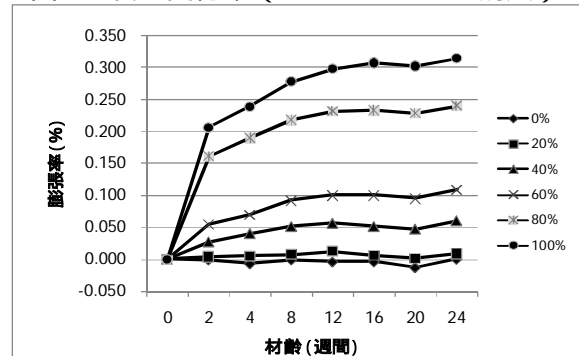


図 3 長さ変化率 (鑄物砂混入)

を 60%以上にすると、ASR 反応を大きく示すことが分かる。しかし、混入率を 40%以下にすると 6 ヶ月経過した時点でも平均膨張率が基準値となる 0.1%以下の値を示すため、無害と判定できる。長さ変化率のグラフを見る限り、鑄物砂の混入率が増加するにしたがい、膨張率が増加することが分かる。したがって、いずれにしても ASR に対して反応を示す骨材であるため、今後 ASR 抑制効果の検討が必要である。

#### 4. まとめ

今回の試験の結果から、単に促進養生を施した場合よりアモルファスシリカであるガラスパウダーを併用した場合、ASR 抑制の観点からより有効であることが明らかとなった。

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 2 つの抑制要因を利用しているが、どちらの要因の効果がより優れているのか、C-S-H の形成を強度確認で検証することも含めて検討が必要である。また、鑄物砂を細骨材として使用するには、ASR 抑制効果を検討する必要があることが明らかとなった。