

松江工業高等専門学校 生産・建設システム工学専攻 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

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。

昨年度の研究より、オパール石をペシマム混入率の5%混入し、それに対してガラスパウダーを混和材として10%および20%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。本研究では、オパール石をペシマム混入率の5%を用いて通常の養生では抑制できなかったガラスパウダーの混入率の低い領域（10%以下）に対して、促進養生を併用することによるASR抑制効果を検討した。

また、過去の研究より、ガラスカレットのペシマム粒度が明らかにされている。本研究では、このペシマム粒度のガラスカレットを用いてガラスパウダーの混入率を30%以下とし、促進養生を併用することによるASR抑制効果を検討した。

促進養生は、コンクリート2次製品の養生の一般的方法であり促進養生による効果が確認されれば、2次製品に対するASR抑制に有効である。

さらに、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鋳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。鋳物砂は、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。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℃、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

3.1 促進養生（オパール石、ガラスパウダー混入）によるASR抑制効果の検討

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。

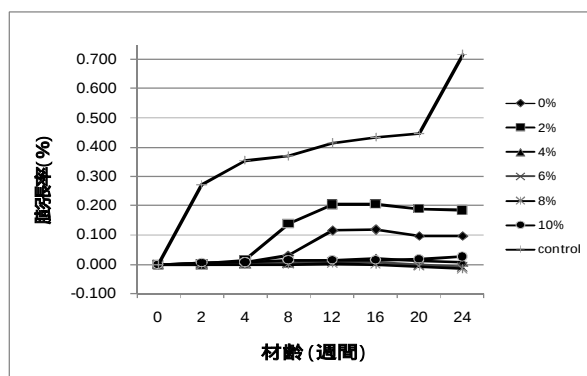


図1 長さ変化率(オパール石混入)

3.2 促進養生(ガラスカレット ,ガラスパウダー混入) による ASR 抑制効果の検討

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と判定される。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こと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。

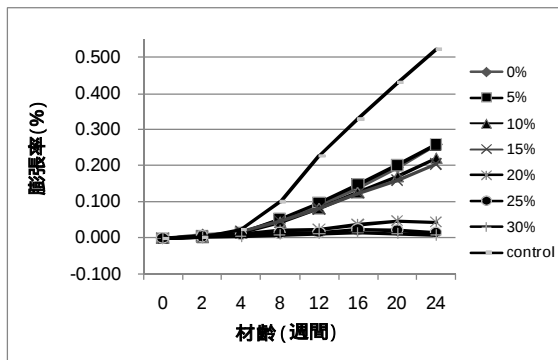


図 2 長さ変化率 (ガラスカレット混入)

3.3 鑄物砂による ASR 反応性の検討

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 ,膨張率が增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 ,ASR 抑制効果の検討が必要である。

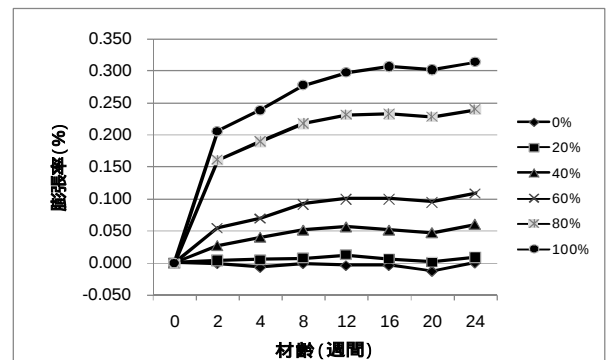


図 3 長さ変化率 (鑄物砂混入)

4. まとめ

オパール石混入と促進養生の併用により ,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。

ガラスカレット混入と促進養生の併用については ,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。しかし ,ガラスパウダーの混入率を上げるにつれて ,圧縮強度は減少の傾向が見られるため総合的に必ずしも効果的だとは言えず ,ガラスパウダーの混和材としての効果について検討が必要である。

鑄物砂の反応特性については ,鑄物砂の混入率を 60%以上にすると ,ASR 反応を大きく示すことが分かった。

本研究では ,促進養生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 つの抑制要因を利用しているが ,どちらの効果がより優れているか検討することが必要である。また ,鑄物砂を細骨材として一定量以上使用するためには ,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。

<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
- [3] 日本コンクリート工学協会 : コンクリート技術の要点 , 1999
- [4] 日本規格協会 : コンクリート用語 JIS 0203 , 1999