

流下土砂を用いたコンクリート・モルタルのアルカリシリカ反応抑制に関する検討

鹿児島工業高等専門学校 学生会員 堀之内 陽子

正会員 池田 正利

正会員 原口 誠夫

1. はじめに

反応性骨材に対して、高炉セメントやフライアッシュセメントなどの混合セメントを用いることでアルカリシリカ反応による膨張を抑制することはよく知られている。本研究は、アルカリシリカ反応を起こす流下土砂を細骨材として用いたコンクリート・モルタルの、混合セメントによるアルカリシリカ反応抑制効果を検討する。また、外来塩の浸透により反応性の骨材を使用したコンクリートにおいては、アルカリシリカ反応が助長されるが、流下土砂を用い抑制対策を行ったモルタルにおいて、塩化物を混入した場合の膨張率を検討する。さらに、流下土砂と海砂との混合砂のアルカリシリカ反応による膨張率の検討を行った。

2. 実験概要

本研究でベースとして用いたセメントは、アル骨試験用普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3 、全アルカリ量は Na_2Oeq 換算で 0.62%)である。高炉スラグは密度が $2.88\sim 2.92\text{g/cm}^3$ 、粉末度が $4000\sim 8000\text{cm}^2/\text{g}$ 台の3種類のものを用いた。また、フライアッシュは密度 2.31g/cm^3 、粉末度 $3630\text{cm}^2/\text{g}$ を用いた。流下土砂は、桜島赤水産の流下土砂(密度 2.51g/cm^3)を用い、比較骨材として海砂(密度 2.54g/cm^3)を用いた。

今回の実験では、(1)高炉スラグの粉末度の違いによるアルカリシリカ反応の抑制効果、(2)高炉スラグとフライアッシュの添加率の違いによるアルカリシリカ反応の抑制効果、(3)コンクリートのモルタル部における塩分量とアルカリシリカ反応性、(4)混合砂のアルカリシリカ反応性について実験を行った。

上記の(1)、(2)、(4)の実験は、全てモルタルバー法に基づき、モルタルの配合を質量比でセメント 1、水 0.5、砂 2.25 とし、セメントの全アルカリ量は Na_2Oeq 換算で $1.2\pm 0.05\%$ とした。供試体は $40\times 40\times 160\text{mm}$ の角柱供試体を用い、養生条件は温度 40°C 、湿度 95% 以上とした。(3)については、モルタルバー法を応用し、コンクリートのモルタル部を用いて供試体を作成した。流下土砂を用いたコンクリートの単位水量は 148kg/m^3 、海砂は 156.3kg/m^3 とし、共に水セメント比は 50% とした。塩分の混入量は塩素イオン量を最大 12kg/m^3 になるように NaCl を混入した。(2)の高炉スラグは添加率を 0、25、45、65% とし、フライアッシュは 5、15、25% とした。また、(4)の海砂の混合割合は 0、20、40、60、80、100% とした。

3. 実験結果

3.1 高炉スラグの粉末度の違いによる抑制効果

図1に高炉スラグの粉末度の違いによる膨張率の変化を示す。図1に示すように、スラグの粉末度の違いと膨張率の関係に大きな差はみられなかった。

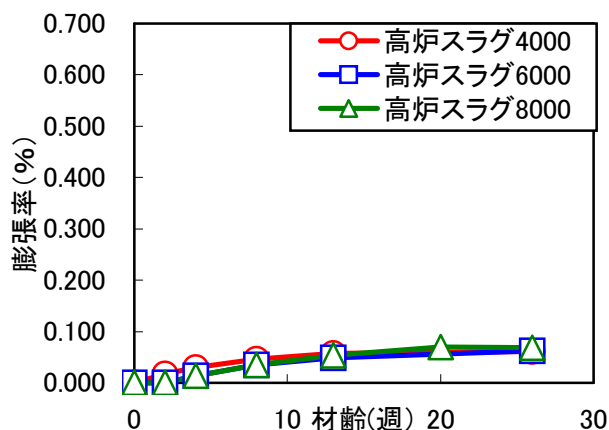


図1 粉末度の違いによる膨張率

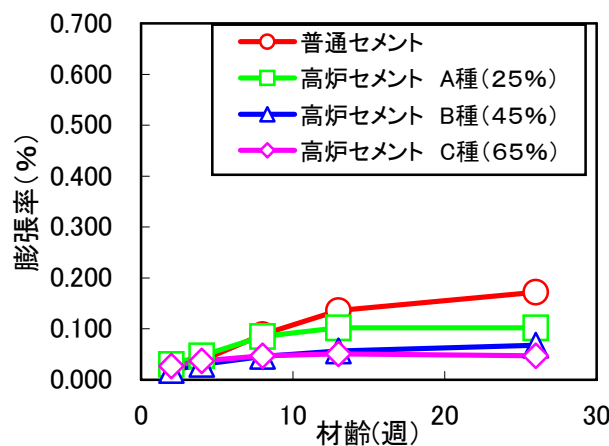


図2 高炉スラグの添加率の違いによる膨張率

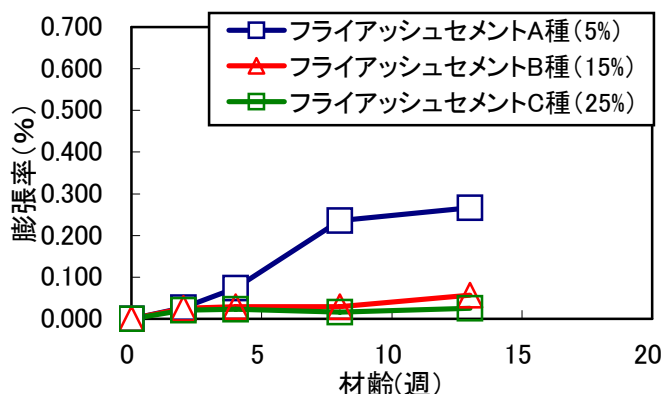


図3 フライアッシュの添加率の違いによる膨張率

3.2 添加率の違いによる抑制効果

図2に高炉スラグ(粉末度 $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 台)の添加率とモルタルの膨張率の関係を示す。図3にはフライアッシュの添加率とモルタルの膨張率の関係を示す。図2、図3より、添加率が多くなるにつれて膨張が抑制されていることがわかる。高炉セメントA種では26週における膨張率が0.1%を超えているが、B種、C種では膨張率が0.1%を下回っている。

3.3 塩分がコンクリートに及ぼす影響

図4、5、6は、塩分による膨張率の変化を、普通ポルトランドセメントと高炉セメント(B種)、フライアッシュセメント(B種)について比較したものである。図4より、13週で普通セメントは $6\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の塩素イオン量を含む場合膨張率が0.1%を超えている。図5、図6より、高炉セメント、フライアッシュセメントについては、 $12\text{kg}/\text{m}^3$ の塩素イオン量を含む場合膨張率が0.1%を超えているが、それ以外では0.1%未満である。一方、今回の実験では、高炉スラグとフライアッシュを用いた混合セメントの膨張率を比較すると高炉セメントの抑制力が大きい結果が得られた。

3.4 混合砂のアルカリシリカ反応性

図7に、流下土砂と海砂の混合割合を変化させたときの膨張率を示す。図より、海砂の割合が大きくなるほど膨張量は減少している。しかし、混合する海砂の割合が多くなっても、流下土砂を使う場合は、混合セメントを使用するなどの抑制対策を行う必要があると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、実験およびデータ整理に積極的に協力いただいた合田篤子様、丸田大地様、青野文彦様、杉野裕樹様、山野勇太様に心より感謝の意を表します。なお、本研究は九州地方整備局鹿児島港湾・空港整備事務所の受託研究の一環です。

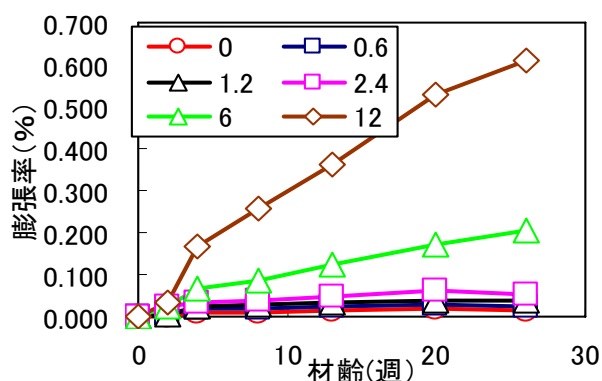


図4 普通セメントにおける塩分混入時の膨張率の変化

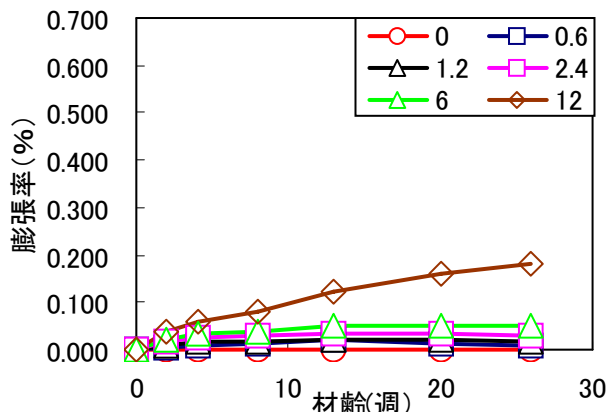


図5 高炉セメントにおける塩分混入時の膨張率の変化

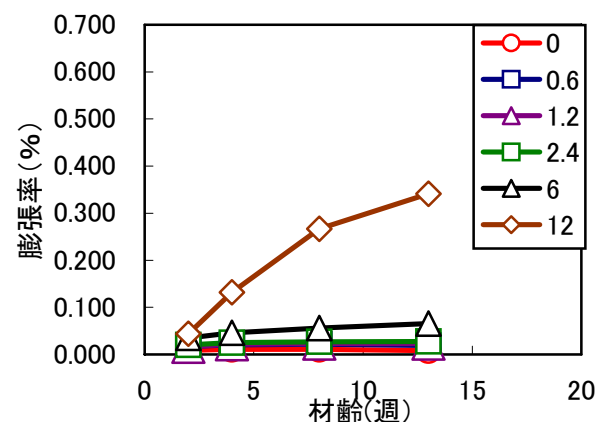


図6 フライアッシュセメントにおける塩分混入時の膨張率の変化

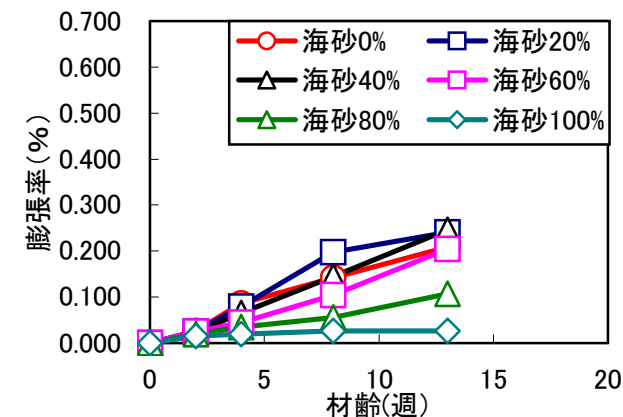


図7 海砂混入率と膨張率