第Ⅴ部門　　混和材を用いた種々のコンクリートにおける塩分浸透性状

京都大学　学生会員　○玉井　譲　正会員　山本貴士　正会員　服部篤史　フェロー会員　宮川豊章

1.はじめに

本研究では、シリカフューム、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリート、さらにフレッシュ時のスランプ性状の異なるコンクリート中の塩分浸透性について検討を行った。さらに、各コンクリートにおいて塩分量分布により算出された表面塩分量および拡散係数の経時変化についても検討を行った。

2.実験概要

実験要因および測定項目を表 1 に示す。コンクリートについては、通常程度のフレッシュ性状を有したコンクリート（以下、普通コンクリートとする）および自己充填性に優れている高流動コンクリートを用いた。水結合材比としては、塩分の浸透が十分に考えられる 60%とした。また、比較用に無混和の普通コンクリートも作成した。供試体は、角柱供試体(100×100×400mm)とした。打設 1 日後に脱型し、28 日間散水養生を行った後、図 1 のように側面 2 面を残しエポキシ樹脂でコーティングを行った。

表 1　実験要因および測定項目

混和材	・シリカフューム(比重：2.20　比表面積：200,000cm^2/g)をセメント内割で 10%混和 ・高炉スラグ微粉末(比重：2.88　比表面積：4,080cm^2/g) をセメント内割で 60%混和
環境条件	乾湿繰返し(5%塩水)
測定項目	全塩分量（JCI-SC4 に基づく)

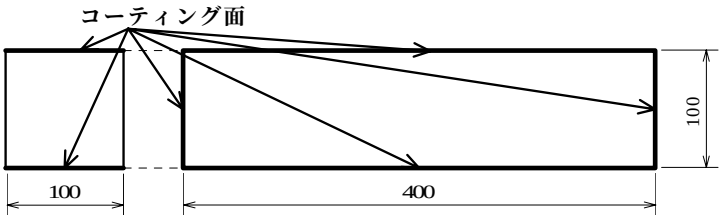

図 1　供試体概要　単位(mm)

3.実験結果および考察

3.1　コンクリート中の塩分浸透性状

(1)混和材の影響　無混和の普通コンクリートおよび、シリカフュームまたは高炉スラグ微粉末を混和した普通コンクリートの暴露 2 年後の各深さでの全塩分量を図 2 に示す。なお、全塩分量については、深さ方向に厚さ 10mm のサンプルにおいて測定したもので、その厚さ内での平均値である。そこで、以降、浸透深さはサンプルの中央深さ、例えば 10～20mm 区間に対して 15mm と表す。

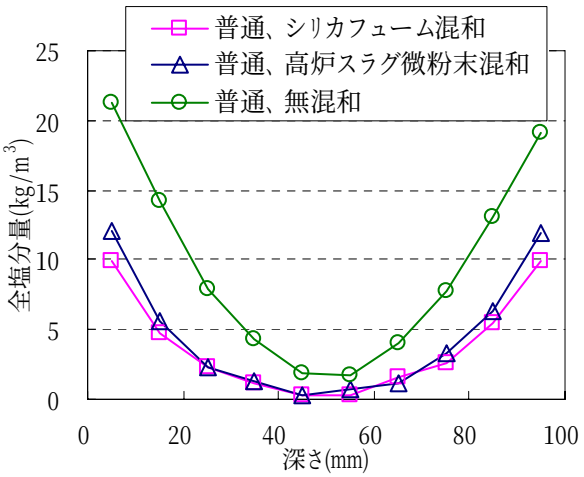

図 2　混和材の影響（暴露 2 年後）

シリカフューム、あるいは高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートに関しては、いずれの深さにおいても同一の水結合材比で無混和のコンクリートの、1/2 から 1/3 程度に全塩分量は低減された。混和材の種類に関しては、暴露 2 年後において明確な差は認められなかった。シリカフュームについては、混和したことによるポゾラン反応およびマイクロフィラー効果によって緻密な組織が形成されており、高炉スラグ微粉末についても硬化反応によって組織が緻密となったためであると考えられる。同一の水結合材比の場合、シリカフュームまたは高炉スラグ微粉末を混和することにより、塩分の浸透抑制効果が期待できる。

(2)スランプ性状の影響　シリカフューム、あるいは高炉スラグ微粉末を混和した普通および高流動コンクリートの暴露 2 年後の全塩分量を図 3 に示す。

Yuzuru TAMAI, Takashi YAMAMOTO, Atsushi HATTORI, and Toyoaki MIYAGAWA

シリカフュームおよび高炉スラグ微粉末ともに、塩分浸透性とスランプとの相関は少ない。また、暴露 2 年後において、シリカフュームを混和したコンクリートの方が高炉スラグ微粉末を混和したものより塩分浸透量が小さくなっているのは、シリカフュームの方が粒子がきわめて小さいためにセメント粒子間の隙間を埋める効果が高炉スラグ微粉末より大きくより緻密なコンクリートが形成されたためと考えられる。

3.2　表面塩分量および拡散係数

各供試体において暴露期間 6 ヶ月、1 年および 2 年での全塩分量分布の測定値を用い、表面塩分量 C_0 および拡散係数 D の算出を行った。各時期において拡散方程式に基づいて最小二乗法を用いて算出を行った値を、その時の C_0、D とした。

(1)表面塩分量の経時変化

表面塩分量 C_0 の経時変化を図 4 に示す。無混和および高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートについては、暴露期間とともに表面塩分量は大きくなる傾向が認められた。これに対し、シリカフュームを混和したコンクリートについては、暴露期間によらずほぼ一定の値を示していた。表面塩分量は、暴露期間とともに大きくなるといわれており [1)]、無混和および高炉スラグ微粉末については同様の傾向が見られた。塩水噴霧による乾湿繰返しによって、表面付近に塩分が蓄積されるために、表面塩分量が増加していくと考えられる。また、シリカフュームについては、コンクリート内部の塩分量は増加しているにもかかわらず表面付近は変化しておらず、この点については今後の検討が必要である。

(2)拡散係数の経時変化

拡散係数の経時変化 D を図 5 に示す。高炉スラグ微粉末を混和した普通コンクリートを除いて、暴露期間 1 年で減少し、暴露 2 年では再び増加する傾向が見られた。拡散係数は、セメントの未水和の部分が時間とともに反応するので、拡散係数は経時的に小さくなるといわれている [1)]。しかし、今回の実験においては、明確な傾向は認められなかった。拡散係数については、さらに長期の暴露試験により傾向の判断を行うのが望ましいと考えられる。

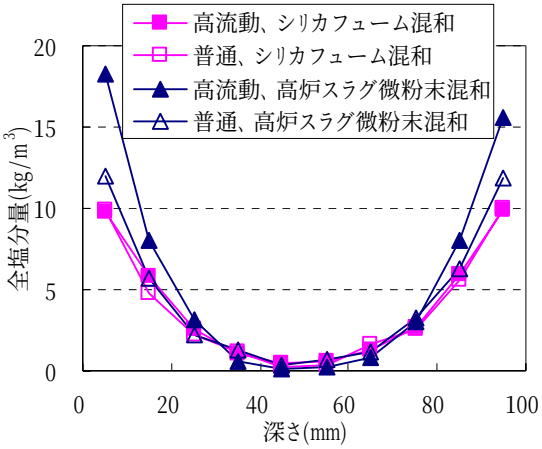

図 3　スランプ性状の影響（暴露 2 年後）

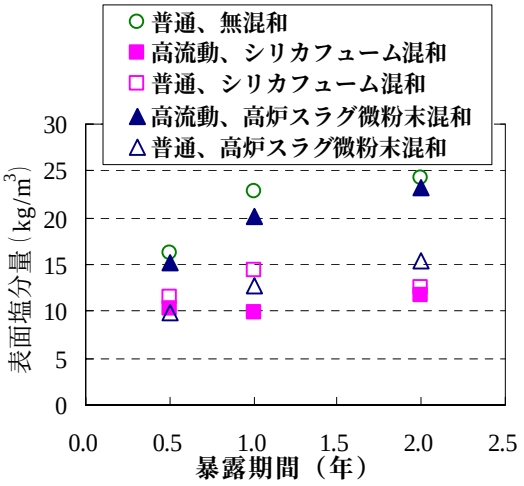

図 4　表面塩分量の経時変化

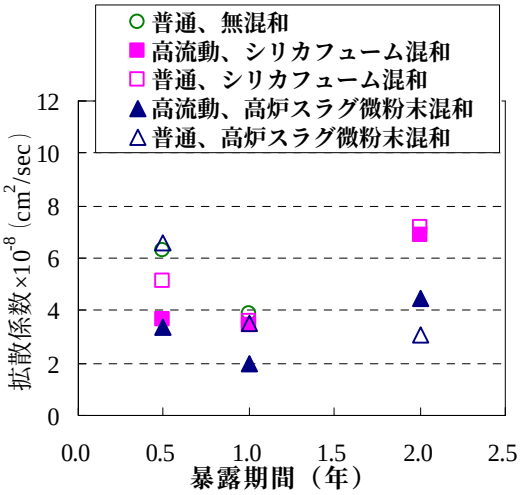

図 5　拡散係数の経時変化

4.結論

(1)シリカフューム、高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートは同一水結合材比においても十分な塩分浸透に対する抑制効果が認められた。

(2)暴露期間 2 年まででは、表面塩分量は暴露期間とともに大きくなる傾向が見られ、無混和のコンクリートにおいてその傾向が顕著であった。一方、拡散係数では明確な傾向は認められなかった。

参考文献

1）土木学会：鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向（その 2)、コンクリート技術シリーズ 40、2000