

コンクリート中の鉄筋の腐食性状に関する平面的な分布評価

京都大学 学生会員 ○玉井 譲 学生会員 野口真美

京都大学 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

鉄筋コンクリート構造物の変状の存在確率を求めるためには、点検時の非破壊検査で得られる個々の劣化指標に関してばらつきを有するものとして評価・判定を行うことが重要である。本研究では、フレッシュ性状と混和材の異なるコンクリートにおける塩化物イオンの浸透性およびそれに起因する鉄筋の腐食面積率に関し、平面的な分布性状とこれらの相関関係について検討を行った。また、測定した塩分量の分布から腐食面積率の分布を予測するために必要である腐食発生限界量についても検討を加えた。

2. 実験の概要

実験要因および測定項目を表1に示す。コンクリート（水結合材比：60％）のフレッシュ性状は、通常程度のスランプを持ったコンクリート（以下、普通コンクリートとする）および締固め不要である高流動コンクリートとした。環境は5％塩水を噴霧することによる乾湿繰返し環境とした。図1に示す供試体を両端100mmを除いて140mmごとに切断した後、塩分浸入面（側面）から深さ5～15mm（以下10mm）および25～35mm（以下30mm）区間の全塩分量を、供試体1体につき計40箇所測定した。また、切断した各供試体部分からは取り出した各鉄筋（40本）の腐食面積率についても測定した。

表1 実験要因および測定項目

コンクリートのフレッシュ性状	普通コンクリート(SL:8±2cm) 高流動コンクリート(SF:55±5cm)
混和材	・SF:シリカフェーム(比重:2.20 比表面積:200,000cm ² /g)を内割で10%混和 ・SG:高炉スラグ微粉末(比重:2.88 比表面積:4080cm ² /g)を内割で60%混和
測定項目	全塩分量(JCI-SC4に基づく) 腐食面積率

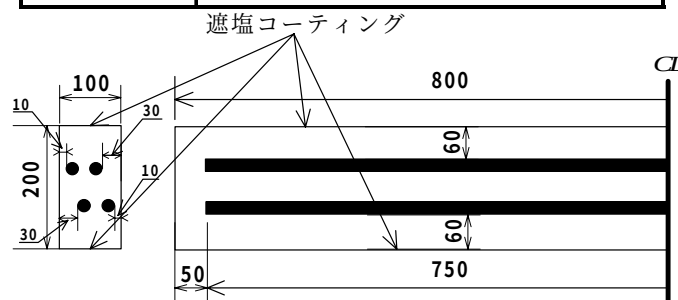


図1 供試体図

3. 実験結果および考察

3.1 全塩分量の変動

暴露6ヶ月における深さ30mmでの全塩分量の変動係数を図2に示す。混和材を用いたコンクリートでは、SGを混和した普通コンクリートを除いて無混和のものより変動が小さい。10mmに比してより深部における塩分浸透に関しても、SF・SGの混和により、塩分浸透量の変動が抑制されている。一方、フレッシュ性状の違いに関しては、いずれの混和材を用いたコンクリートにおいても、高流動コンクリートの方が普通コンクリートよりも変動係数は小さい。高流動コンクリートは締固め不用であるので、打設時の締固め度合いの差が軽減できたためと考えられる。

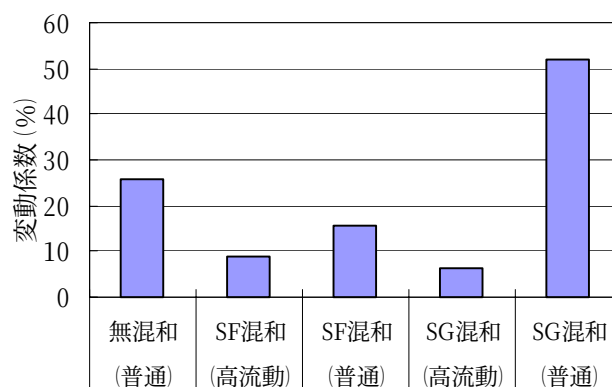


図2 全塩分量の変動係数（30mm）

3.2 腐食面積率の変動

①コンクリートの種類 暴露6ヶ月における深さ10mmでの鉄筋の腐食面積率の変動係数を図3に示す。無混和に比べてSF・SGを混和したコンクリートの腐食面積率の変動係数は小さい。さらに、同一の混和材を

キーワード 高流動コンクリート、高炉スラグ微粉末、シリカフェーム、変動係数

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5102 FAX 075-752-1745

用いた場合においても、高流動コンクリートの方が変動係数は同程度か若干小さくなっている。鉄筋腐食についても、混和材使用および高流動コンクリートとすることで、全塩分量と同様に変動を抑制されている。

②全塩分量との関係 暴露 6 ヶ月における深さ 10mm および 30mm での全塩分量の変動係数と腐食面積率の変動係数の関係を図 4 に示す。10mm の鉄筋では全塩分量の変動係数によらずほぼ一定であるのに対し、30mm では全塩分量の変動係数が大きいほど腐食面積率の変動係数も大きい。30mm すなわち腐食面積率が 1% 前後の腐食開始直後においては、全塩分量の変動係数に大きく影響を受けるものと考えられる。全塩分量の変動係数も小さくなっているため、マクロセル的な腐食が抑制され、鉄筋腐食の変動を低減し一様に腐食が進行しているものと考えられる。10mm では腐食面積率が 20% 以上と腐食が進行している。この場合は塩分量だけではなく酸素および水分の供給などの他の要因が影響しているため腐食開始直後に比べて腐食面積率の変動は小さくなったものと考えられる。

3.3 腐食発生限界量

暴露 6 ヶ月における深さ 30mm での対セメント質量%表示した塩分量と腐食面積率の関係を図 5 に示す。セメント量は無混和 (292kg/m^3) > SF (263kg/m^3) > SG (117kg/m^3) の順に少なくなっている。SG 混和ではセメント量が最も少ないにもかかわらず、ほとんど腐食が生じていないことから、セメントだけではなく高炉スラグ微粉末自身にも塩分の固定化能力があるものと考えられる。これに対し、SF 混和では無混和と同様の傾向を示しており、10%の置換率では無混和と同程度の腐食発生限界量が見込める。無混和について、塩分量が大きいほど腐食面積率も大きくなる傾向にある。そこで、腐食面積率が 1% 程度を腐食・非腐食の境界とすると、腐食発生限界量は対セメント質量%表示では 0.3~0.5%、単位体積あたりの重量では $1.0\sim 1.5\text{kg/m}^3$ となり、2002 年制定コンクリート標準示方書【施工編】が与えている 1.2kg/m^3 は妥当であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 混和材の使用および高流動コンクリートでは、塩分量およびそれに起因する鉄筋腐食量の変動が小さく、均一なコンクリートが形成され、鉄筋腐食について点検箇所数を減らすことができる。
- (2) 今回の配合条件では、腐食面積率と全塩分量との関係より、腐食面積率が 1% 程度を腐食・非腐食の境界とすると腐食発生限界量は対セメント質量%で 0.3~0.5%、単位体積あたりの重量では $1.0\sim 1.5\text{kg/m}^3$ の範囲にあった。
- (3) 高炉スラグ微粉末はセメントより優れた塩分の固定化能力を有していると考えられる。

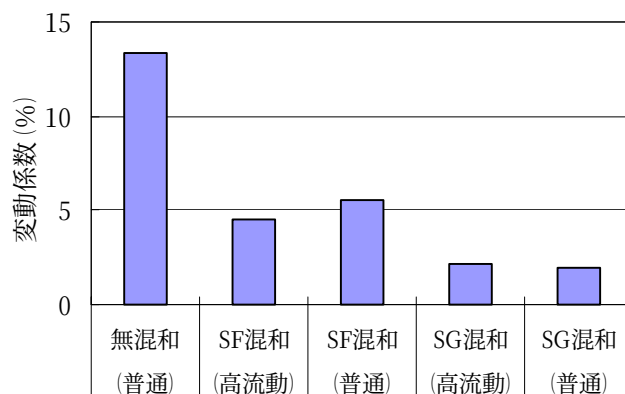


図 3 腐食面積率の変動係数 (10mm)

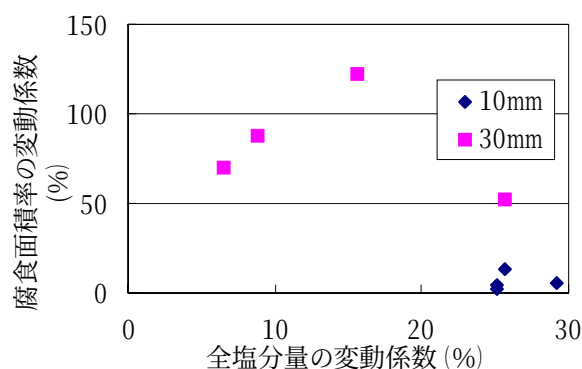


図 4 全塩分量と腐食面積率の変動係数の関係

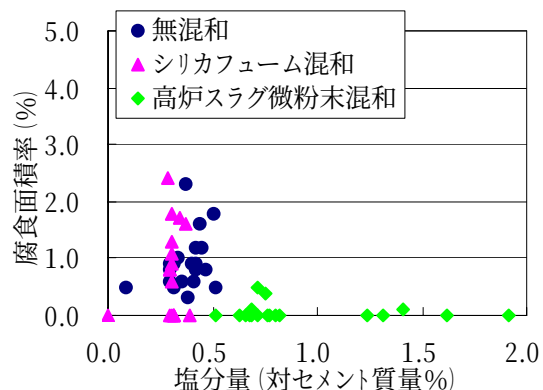


図 5 塩分量と腐食面積率の関係