

粉体系高流動コンクリートにおける塩分浸透および鉄筋腐食の平面分布

京都大学 学生会員 ○杉浦 忠志 学生会員 玉井 謙 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

コンクリート構造物に対する維持管理を行うにあたっては、実構造物を直接点検する必要がある。しかし、コンクリートは本質的にばらつきをもった材料であるため、限られた点検箇所の値をもって全体の劣化状態を知るためには、劣化指標の分布を知ることが重要である。本研究では、混和材を用いた高流動コンクリートにおいて、塩分浸透および鉄筋腐食の平面分布性状の特徴について検討し、さらに通常用いられる程度のスランプをもったコンクリート(以下、普通コンクリートとする)との比較を行った。これらの結果に基づいて、塩害に対する点検結果をより適切に評価するための資料を得ることを目的とした。

2.実験概要

実験要因および測定項目を表1に示す。図1に示す供試体を破線で切断した後、両側面から深さ1～2cm区間の全塩分量の平均を、計20箇所測定した。自然電位・分極抵抗は、2重対極を用いた交流インピーダンス法により、側面の鉄筋直上で測定した。その測定位置と番号を図1の○印内に示す。また、切断した各供試体部分からはとり出した鉄筋(D10)の腐食面積率についても、測定を行った。

表1 実験要因および測定項目

水結合材比(%)	55
混和材	・シリカフューム(比重:2.20、SFと略)を内割で10%混和 ・高炉スラグ微粉末(比重:2.88、SGと略)を内割で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) 自然電位、分極抵抗、腐食面積率

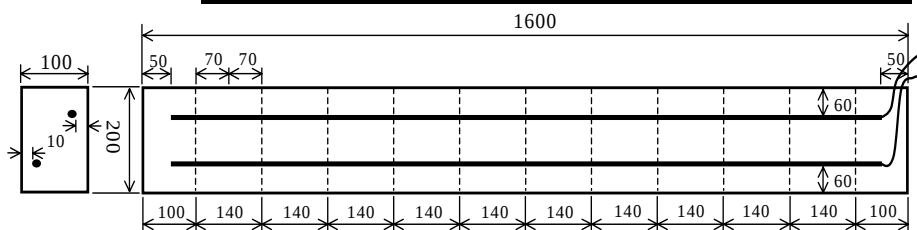


図1 供試体形状および測定位置

単位: mm

表2 全塩分量の測定結果(kg/m³) (暴露28日目)

コンクリートの種類	平均	標準偏差	最大値	最小値	差
高流動 SG混和	0.34	0.41	1.54	0.13	1.41
普通 SG混和	0.64	0.64	2.09	0.13	1.96
高流動 SF混和	0.34	0.47	2.33	0.16	2.17
普通 SF混和	0.37	0.66	3.13	0.15	2.98

3.実験結果および考察

(1)塩分浸透量の平面分布

表2に示すように、普通コンクリートの全塩分量を比較すると、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コンクリートよりも平均値が小さくなっており、塩分浸透抑制効果は高くなっていると考えられる。また、高流動コンクリートにおいては混和材の違いによる差はみられないものの、普通コンクリートより全塩分量の平均値および標準偏差、さらに最大値と最小値の差も小さくなっている。高流動コンクリートは普通コンクリートに比べて細孔組織が緻密になっていること、締固めが不要であるため施工時におけるばらつきが低減され、一様なコンクリートが形成されていることが考えられる。

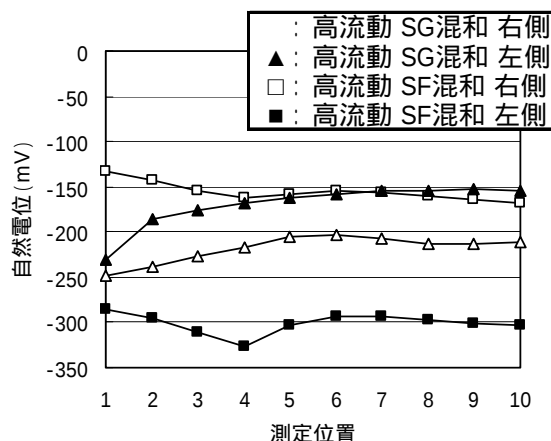


図2 自然電位(暴露14日目)

キーワード 高流動コンクリート、高炉スラグ微粉末、シリカフューム、塩分量分布、鉄筋腐食

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

(2)腐食モニタリングの平面分布

図2に示すように、腐食が生じていないと考えられる暴露14日目において、いずれの混和材を用いたコンクリートの自然電位も、腐食領域といわれる -240mV (vs Ag/AgCl)より卑な点がみられる。高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを混和すると、鉄筋の腐食状態によらず、自然電位が卑な傾向(腐食傾向)を示すと考えられる。また、分極抵抗についても同様に腐食傾向を示したが、同一の鉄筋における分布のばらつきは自然電位よりも大きかった。

(3)鉄筋の腐食面積率の平面分布

図3に示すように、高炉スラグ微粉末を混和した高流動コンクリートはシリカフュームを混和した高流動コンクリートに比べて、腐食面積率が極めて小さな値であり、ほとんど腐食が生じていない。20ヶ所で測定した全塩分量の平均値に差はみられなかったものの、腐食発生限界量とされている $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上である測定点数は高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの方が多かった。高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートはシリカフュームを混和したコンクリートよりも、コンクリート中に浸透した塩化物イオンをフリーデル氏塩として固定化する能力が高いために、腐食面積率が小さくなったと考えられる。

今後、それぞれの混和材の腐食抑制効果について、可溶性塩分量の測定を行い、塩分の固定化能力を含めた検討を加える必要がある。

(4)鉄筋の腐食面積率と腐食モニタリングの分布の関係

図4に示すように、自然電位が卑あるいは分極抵抗が小さくても腐食面積率の小さな点はみられるが、腐食面積率が比較的大きな点においては、自然電位は卑な値となり分極抵抗も小さくなる傾向が認められる。鉄筋の腐食面積率の分布は、自然電位および分極抵抗の分布とある程度の相関関係があると考えられ、非破壊的に鉄筋の腐食状態の分布を推定できる可能性がある。

4.結論

- (1)高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて全塩分量の平均値および標準偏差ともに小さくなっており、細孔構造の緻密性およびコンクリートの一様性が向上していると考えられる。
- (2)自然電位および分極抵抗は、高炉スラグ微粉末およびシリカフュームを混和することにより、 -240mV (vs Ag/AgCl)より卑および $130\text{ k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以下とどちらも腐食傾向の値を示す点もあった。
- (3)高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートは、シリカフュームを混和したコンクリートよりも塩化物イオンを固定化する能力が高く、ある程度の塩分が浸透しても、鉄筋腐食を抑制する効果は高いと考えられる。
- (4)鉄筋の腐食面積率が比較的大きい点においては、腐食モニタリングの分布は腐食面積率の分布に相似していると考えられる。

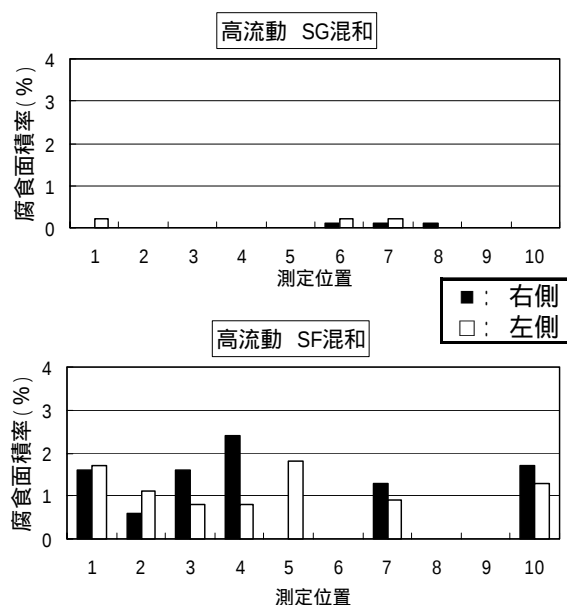


図3 鉄筋の腐食面積率（暴露28日目）

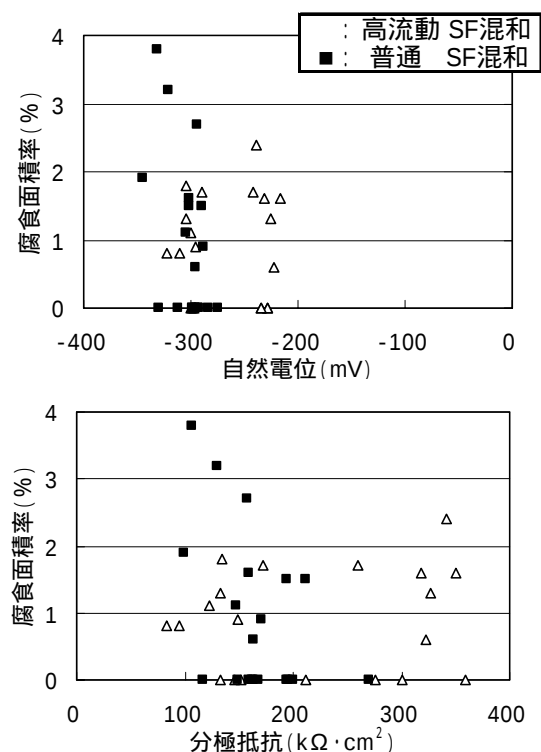


図4 鉄筋の腐食面積率と腐食モニタリングとの関係（SF混和 暴露28日目）