

海水練りコンクリート中の鋼材の打設後初期の性状および電気防食の適用に関する検討

九州大学 学生会員 ○甲斐雅比呂 Baskoro Abdi Praja

(株)ナカボーテック 正会員 大谷俊介 九州大学大学院 フェロー会員 濱田秀則

九州大学大学院 正会員 山本大介 福永隆之 佐川康貴

1. はじめに

海水を練り混ぜて利用した海水練りコンクリートは塩化物イオンが大量に内在するため、内部の鉄筋の腐食の恐れがある。塩害による鉄筋の腐食の反応そのものを停止させる工法として、電気防食工法が注目されている。本研究では、シラスを含めた複数の種類の結合材を用いた海水練りコンクリート中の鉄筋に対して新設時から外部電源方式電気防食を適用することを試みた。防食電流・自然電位・分極抵抗などの測定を行い、無防食時の状態ならびに防食効果について検討した。

2. 実験概要

2-1 供試体：図-1 に示すとおり 150×100×100mm のコンクリート中に D19 の異形鉄筋および陽極を埋設した。普通ポルトランドセメント (N) および高炉セメントを使用したもの (B) をそれぞれ 6 体、混和材として吉田シラスを使用したものを 4 体作製した。材料および配合を表-1、表-2 に示す。打設後は 7 日間の海水湿布養生、さらに 7 日間の気中養生後、40°C の高湿度環境にて腐食を促進した。

2-2 電気防食概要：電気防食は材齢 28 日から開始した。本実験では安定的に十分な防食を施すため、防食を適用する供試体については通電開始時点で 100mV の電位シフトが得られる電流を外部電源から供給した。また、比較のため電気防食の適用の有無で使用材料ごとに 2 種類に分別し、OPC、高炉、シラスそれぞれで防食を適用する場合を N、B、S と表し、無防食の場合はそれぞれ NC、BC、SC と表すこととする。

3. 結果および考察

計測結果を図-2～6 に示す。図-2 に示す防食電流は通電開始から 100mV の復極量が得られるように設定したものである。防食電流量は普通ポルトランドが最も大きく、シラス、高炉スラグと順に低下した。また図-3 に自然電位の経時変化を示すが、どの配合においても電気防食の有無に関わらず貴化する傾向を示した。これはコンクリートの水和反応の進行に伴い、鉄筋の不動態化が進行しているためと考えられる。通電を行ったもので行っていないものを比べると、通電を行った方がより電位は貴化する傾向を示した。このことより新設時から電気防食を行うことによって鉄筋周囲の環境が改善されることが考えられる。一つの特徴として、材齢 100 日時点における自然電位が、シラスを用いたものについて

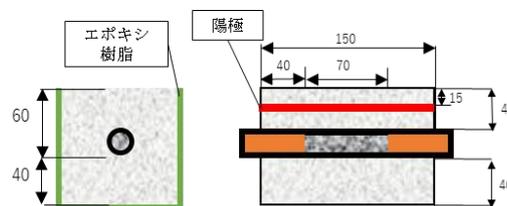


図-1 供試体寸法

表-1 供試体の使用材料

使用材料	備考
OPC	密度 3.16g/cm ³
高炉スラグ	密度 3.02g/cm ³ 高炉スラグ微粉末 4000 比表面積 3960cm ² /g
シラス	密度 2.37 g/cm ³ 吉田シラス
粗骨材	密度 2.65 g/cm ³ 石灰石
細骨材	密度 2.70g/cm ³ 玄海灘沖 海砂
海水	密度 1.03g/cm ³ 玄海灘で採取

表-2 各供試体の配合表

配合名	W/B	単位量(kg/m ³)					
		水	結合材			骨材	
			海水	OPC	BFS	シラス	細骨材
普通(N)	50%	196	391	-	-	800	997
高炉(B)		196	196	196	-	802	999
シラス(S)		196	313	-	78	791	985

は OPC, 高炉に比べ低いという結果が得られた。これは混和材として用いたシラスのポズラン反応によりコンクリート内部の pH が低下したためと考えられる。図-4 に示す復極量は経時的に増加する傾向がみられ、OPC が最も大きく、高炉、シラスがそれに続く形となった。なお、材齢 100 日時点で 100mV 復極させるのに必要な電流量は高炉、シラス、OPC の順に小さいという結果であった。図-5 に示す分極抵抗については、100 日時点において、いずれの配合の場合も一定値に収束する傾向を示し、不動態が安定しているものと考えられる。

100 日時点の計測結果から、塩分が内在している海水練りコンクリートにおいて高炉セメントが最も鉄筋の防食には効果的であると考えられる。シラスを用いることの効果は、さらに長期材齢で顕在化してくることが考えられる。なお図-6 に示すコンクリートの電気抵抗は高炉、シラスにおいて増加の傾向を示しており、水和反応およびポズラン反応が継続していることが推定される。電気防食の効果をさらに正確に判定すること、さらには防食設計の考え方を確立するためにも長期的に試験を継続する予定である。

4. まとめ

異なる材料により打設した海水練りコンクリートの性状および新設時から電気防食を適用することに関して以下の知見を得ることができた。

- (1) 打設後初期の時点では電気防食の有無に関わらず鉄筋の電位は上昇する傾向にある。
- (2) 高炉セメントを用いた海水練りコンクリートの場合、OPC, シラスに比べて、100mV の復極量を得るために必要な電流量は小さくなった。
- (3) 100 日時点において、高炉またはシラスを混合した場合、分極抵抗やコンクリート抵抗の増加の傾向がみられた。このことから、電気防食を適用する場合も適切な混和材を用いることが防食上有効であることが確認された。

<参考文献>

- 1) 日本コンクリート工学会：電気化学的手法を活用した実効的維持管理手法の確立に関する研究委員会報告, 2018.
- 2) 福永隆之, 武若耕司ほか：シラスを混和材として利用したモルタル供試体の遮塩性について, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, pp.717-722, 2018.
- 3) 大谷俊介, Muhammmad Akbar Caronge ほか：電気防食下におけるコンクリート中の鉄筋の復極量と防食効果に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, 第 28 巻, pp.25-33, 2017

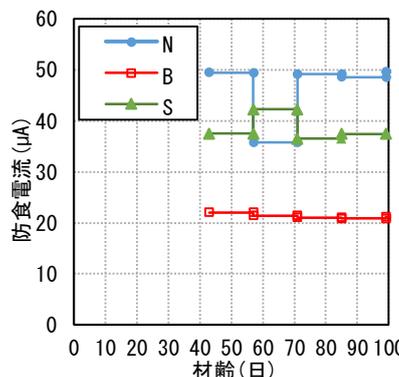


図-2 防食電流の経時変化

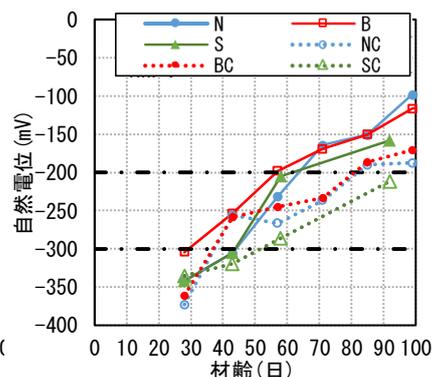


図-3 自然電位の経時変化

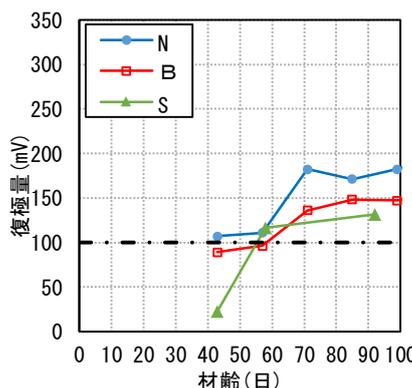


図-4 復極量の経時変化

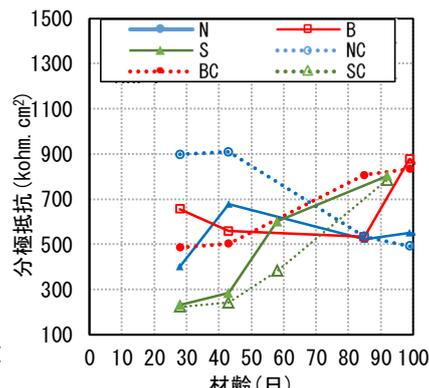


図-5 分極抵抗の経時変化

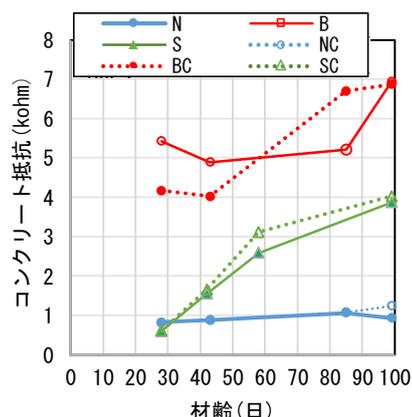


図-6 コンクリート抵抗の経時変化