

チタンワイヤセンサーによるコンクリート中の鉄筋の簡易腐食診断への適用性

金沢大学 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 学生会員 ○杉浦 尚樹

金沢大学 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 正会員 青山 敏幸

金沢大学 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 正会員 石井 浩司

金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋腐食の要因として塩害が挙げられる。鉄筋の腐食を推定するには自然電位法，分極抵抗法等を実施し，それらの結果から総合的に判断する必要がある。自然電位法では照合電極を用い設置位置付近のみの鉄筋電位が計測される。広範囲の電位計測のためには，コンクリート中に大量に設置するとコストが大きいという点が問題であった。そこで本研究では，従来の照合電極の 1/50～1/100 程度の安価で耐久性に優れるチタンワイヤセンサー（以下，ワイヤセンサーと称す）と市販の照合電極を RC 梁試験体に埋設し，計測された自然電位の相関を検討し，チタンワイヤセンサーがコンクリート中の鉄筋の簡易的な腐食診断に適用できることを考察した。また，分級フライアッシュをコンクリートに混和することによる遮塩性が確認されており¹⁾，フライアッシュの鉄筋腐食の抑制を確認した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

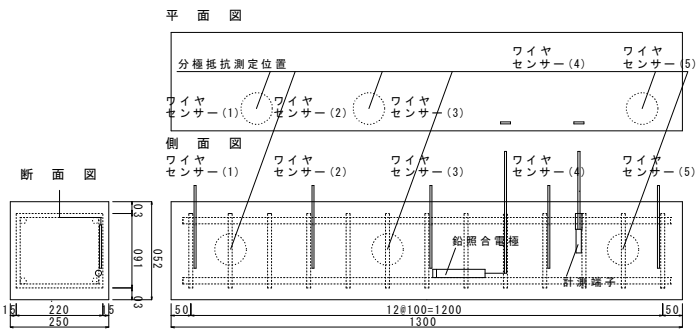
本研究で用いた RC 梁試験体の配合を表－1に示す。一般的な PC 桁に用いられる配合であり，セメントは早強ポルトランドセメント(T 社製，密度 3.14kg/cm³，ブレン値 4480cm²/g)，分級フライアッシュ（七尾大田石炭火力発電所産，JIS A 6201 II 種相当，密度 2.48g/cm³，ブレン値 4600cm²/g）を使用し，早強ポルトランドセメント単味の配合（略号 HOPC）と，フライアッシュを内割で 15%置換する配合（略号 FA15%）の 2 種類を比較した。

表－1 RC 梁試験体の配合

試験体 種類	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	FA	S	G
HOPC	39	40.1	150	385	0	702	1067
FA15%	34.8	44.6	150	366	65	762	958

2.2 試験体の概要及び測定方法

RC 梁試験体（250×250×1300mm）の形状を図－1に示す。使用した鉄筋はいずれも丸鋼鉄筋であり，主筋として D16 の鉄筋を上側，下側に各 2 本の計 4 本，スターラップには D10 の鉄筋を 100mm ピッチで配置した。試験体の上下面の鋼材かぶりは 40mm，側面の鋼材かぶりは 15mm とする。図－1に示すように試験体の内部には計測端子を設置し，電気化学的測定（自然電位法，分極抵抗法）を用いて鉄筋腐食のモニタリングを可能にした。また，照合電極には市販の鉛電極を使用し，ワイヤセンサーによる計測値と比較した。ワイヤセンサーは直径 3mm の貴金属被覆された棒状チタンであり，分極抵抗の測定は携帯型腐食診断器（SRI-CM-Ⅲ）を用いた。分極抵抗の測定位置を図－1に示す。試験体は平成 26 年 6 月に製作され，翌月から金沢市角間町金沢大学敷地内の屋外に暴露した。試験体の暴露条件は，1 回/週の塩水（5%NaCl 溶液）散布とし，試験体へ塩分浸透を促進させた。



図－1 RC 梁試験体の形状

キーワード 簡易腐食診断，チタンワイヤセンサー，鉄筋腐食，塩害，分級フライアッシュ

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 TEL 076-264-6373

3. 試験結果及び考察

3.1 自然電位・分極抵抗の経時変化

RC 梁試験体の自然電位の経時変化を図-2に示す。図-2(b)は5本のワイヤセンサーを用いた計測値の平均値で代表させた。図-2(a)より HOPC, FA15%ともに照合電極を用いた自然電位は、暴露期間前半は大きな変動はなく貴な電位を示し、腐食の傾向を示していない。しかし、秋季頃から HOPC の自然電位が急激に卑に移行し、不確定領域へと推移し腐食の傾向を示した。一方で、FA15%は HOPC と同時期に卑に移行するものの、HOPC ほど急激に推移せず暴露期間後半もおおよそ、90%以上の確率で腐食なしの領域で自然電位が収束している。図-2(a), (b)に示すように両者の自然電位の経時変化を比較するとほぼ同様な傾向を示しており、ワイヤセンサーは鉄筋の自然電位の変化を捉えていると推定され、自然電位計測における適用性が示唆される。

図-3は6箇所の平均値で代表させた分極抵抗の経時変化を示したものである。分極抵抗は、常に FA15%が HOPC よりも高い値を示しており、自然電位、分極抵抗の値から総合的に判断すると、FA15%はフライアッシュのポゾラン反応により内部組織が緻密化し、コンクリート中への塩分浸透が HOPC と比較して抑制されたと考えられる。

3.2 鉛照合電極とチタンワイヤセンサーの相関関係

鉛照合電極とワイヤセンサー(3)を用いた自然電位の関係を図-4に示す。HOPC の場合には、両者を用いた自然電位に良好な相関関係があると考えられる。しかし、FA15%では卑な電位域における自然電位がないために相関関係は不明であるが、貴な電位域におけるばらつきが前者と比較すると大きい傾向にあった。この原因について明らかになっておらず、詳細な検討が必要であると考えられる。

4. まとめ

(1) フライアッシュを混和した RC 梁試験体 FA15%は、RC 梁試験体 HOPC と比較して自然電位が貴であり、分極抵抗の値が大きいため鉄筋腐食が抑制された。

(2) チタンワイヤセンサーでの簡易測定による自然電位と照合電極を用いて測定した自然電位は、HOPC の場合には、良好な相関関係があると考えられる。しかし、FA15%では貴な電位域におけるばらつきが前者と比較すると大きい傾向にあり、今後も引き続き計測を行う予定である。

参考文献

- 宮里心一, 鳥居和之, 伊藤始: 北陸産分級フライアッシュによるコンクリートの遮塩性向上効果に関する地域特性を踏まえた評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No1, pp.163-168, 2013

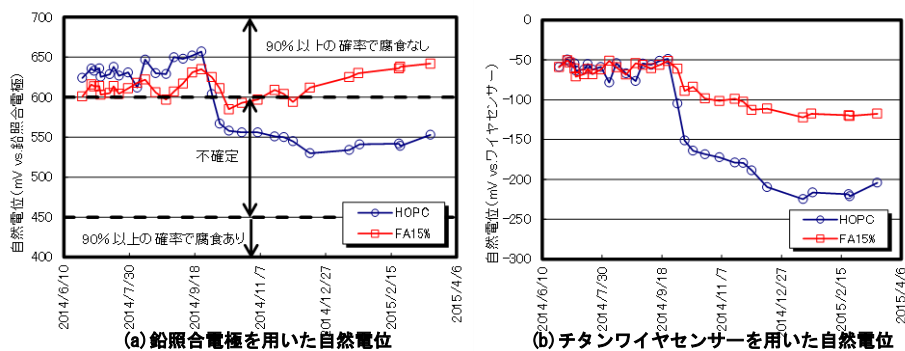


図-2 RC 梁試験体の自然電位の経時変化

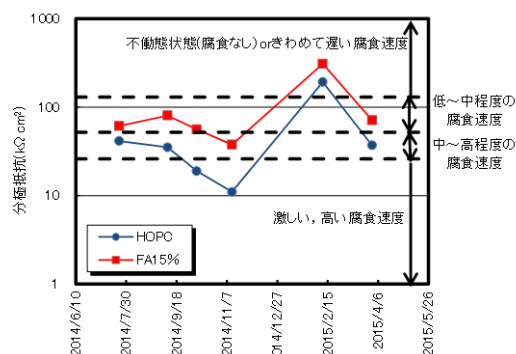


図-3 RC 梁試験体の分極抵抗の経時変化

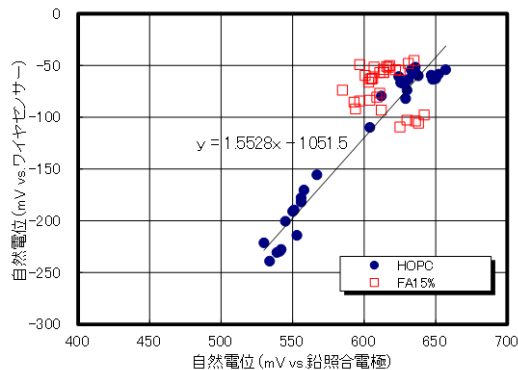


図-4 RC 梁試験体の照合電極とワイヤセンサーの相関関係