早強性高流動コンクリートの耐電食特性に関する基礎的実験

㈱富士ピー・エス　正会員　○山口　光俊
東日本旅客鉄道㈱新橋保線技術センター　正会員　中達　太郎
㈱富士ピー・エス　正会員　徳光　卓
㈱富士ピー・エス　入江　利行

１．目的

埋立て地や海岸に近い地下トンネル内の電車軌道において，塩分を含む地下水が滞水した箇所で，電食と塩害の複合作用により著しく劣化する事例が見られる．直流電流を使用した電車軌道の電食問題は古くから知られており，山本は昭和 9 年に電流が作用するコンクリートに生じる諸問題を明らかにしている[1]。また，長野らの研究[2]において，水セメント比を低減したコンクリートやシリカセメントを用いたコンクリートの電気抵抗は貧配合のコンクリートに比べ電気抵抗が大きくなることが明らかにされている．

山本らの研究から約 70 年が経過した現在，高性能 AE 減水剤の使用によって低水セメント比のコンクリートの製造が可能となり，高炉スラグ微粉末の使用により遮塩性が向上することなどが明らかとなっているが，これらの耐電食特性については明らかでない．そこで本研究では，早強性高流動コンクリート（高流動）と早強セメントのみを用いた従来のプレテンション PC 用コンクリート（従来）の耐電食特性について，基礎的な比較実験を行った。

２．実験概要

既往の研究[2)]を参考に，実験ではφ100×h200mm の円柱供試体中にφ9mm の丸鋼を配置した供試体を使用した．コンクリートの配合および材料特性を表-1 に示す。試験体は各配合 3 体であり，コンクリート打設後，2 週間の散水養生を行い，その後材齢 28 日まで気中養生した。

試験概要図を図-1 に示す。通常，直流電源を使用している電車軌道には 1500V 程度が印加されているが，コンクリート枕木やスラブ中を通過する迷走電流量は不明である．そこで，試験体を 5%NaCl 溶液中に 4 日間浸漬し，定電圧 5V で 172 時間（約 7 日）の通電後，15V で通電を行うものとした。図-2 に回路図を示す．各試験体に等電圧が印加されるように電気回路は並列回路とし，回路中にはダミー抵抗（1kΩ）を配置した．全電圧からダミー抵抗区間の電圧を減ずることで，試験体の作用電圧，電流および電気抵抗を算出した．各円柱供試体の作用電圧は全電圧 15V のとき，高流動で 6.8～9.5V，従来で 4.4～5.4V であった．

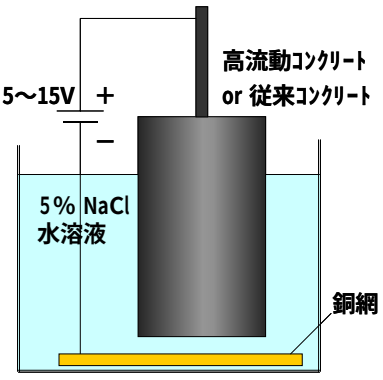

図-１　試験概要図

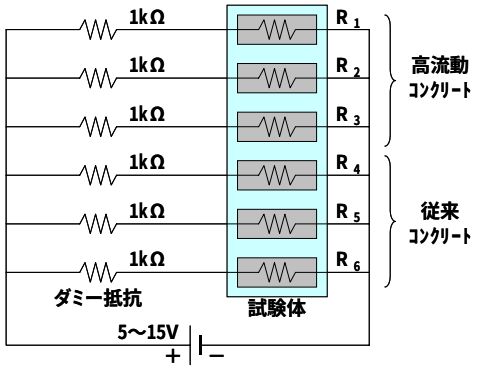

図-２　回路図

表-1　コンクリートの配合および材料特性

種 別	水粉体比 (%)	s/a (%)	単位量（kg/m³）						ｽﾗﾝﾌﾟ※4 (cm)	空気量 (%)	圧縮強度※5 (N/mm²)
			C	B※1	W	S	G	混和剤			
高流動	33	52.8	350	150	165	998	822	4※2	61×63	1.4	73.7
従 来	42	43.4	379	—	159	787	1051	2.65※3	14	1.5	64.8

※1：高炉ｽﾗｸﾞ微粉末（比表面積 4000cm²/g）　※2：高性能減水剤　※3：減水剤

※4：高流動はｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ値　※5：材齢 28 日強度

キーワード：　電食，電気抵抗，高流動コンクリート，高炉スラグ微粉末
連絡先：　〒105-0004　東京都港区新橋 4-24-8　㈱富士ピー･エス　技術本部メンテナンス室　TEL 03-3432-0836

３．実験結果および考察

両配合ともに，各試験体間で試験結果にばらつきは見られなかった．

図-3 に通電開始後 7 日および 49 日の電圧と電気抵抗の関係を示す。縦軸の単位面積当りの電気抵抗は，供試体の抵抗値を鋼材のコンクリート接触面積（A=0.9×π×20=56.5cm^2）で除した値である．両配合とも電圧の増加による電気抵抗の減少が確認された．通電 7 日目での電気抵抗と電圧の関係に両配合の違いによる顕著な差は見られなかったが，通電 49 日目では高流動のグラフが上方にシフトしており，全ての電圧に対して高い電気抵抗を示すことが確認された．

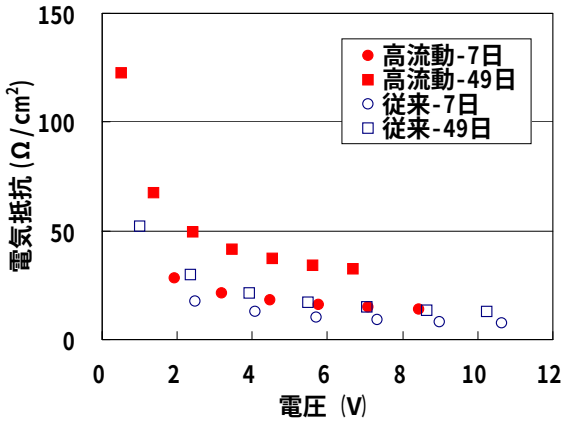

図-3　電圧と電気抵抗の関係

図-4 に水温と電気抵抗の関係を示す。両配合とも水温上昇に伴って電気抵抗が低下する傾向が認められた．温度変化に対する電気抵抗の変化率に与える通電期間の影響は小さかった．電気抵抗の変化率は高流動が-2.2～-1.7Ω/cm^2/℃，従来が-0.4Ω/cm^2/℃であり，温度変化が電気抵抗に与える影響は高流動の方が大きいことが確認された．

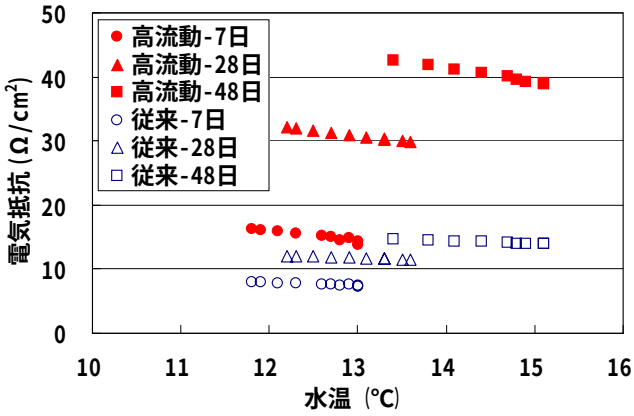

図-4　水温と電気抵抗の関係

図-5 に電気抵抗の経時変化を示す．測定期間における水溶液の温度変化は 11.2～19.7℃の範囲であったが，図は温度変化 14±0.5℃の範囲内の測定値のみをプロットしている．各配合とも通電期間の増加に伴う電気抵抗の増加傾向が認められた．通電期間の増加に伴う電気抵抗の増加率は 15V の電圧を作用させた以降，ほぼ線形に増加しており，増加率は高流動が 0.027Ω/cm^2/h，従来が 0.006Ω/cm^2/h であった．通電 49 日目における両配合の電気抵抗の差は約 3 倍であり，現在の傾向から推測すると，今後両者の差はさらに広がってゆくものと思われる．両者の配合上の大きな違いは高炉スラグ微粉末を使用しているか否かであり，電気抵抗特性には高炉スラグ微粉末の作用が深く関与しているものと推察されるが，原因は特定できなかった．

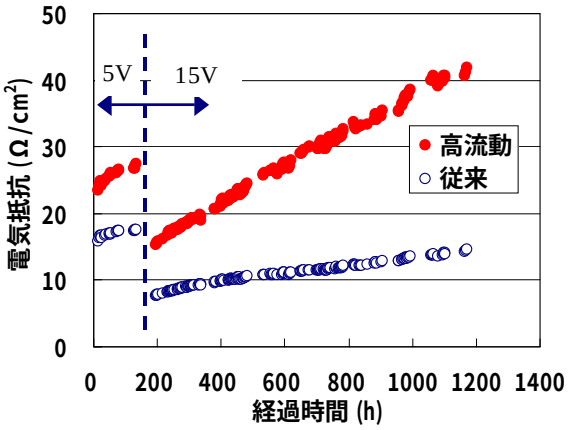

図-5　電気抵抗の経時変化（温度変化 14±0.5℃）

４．まとめ

現時点では試験体にひびわれの発生は認められていないため，今後も継続して試験を行う予定である．

本実験の範囲内で以下のことが確認された．

１）両配合とも電圧の増加による電気抵抗の減少が確認され，高流動コンクリートは従来の早橋コンクリートに比べて，全ての電圧に対して高い電気抵抗を示すことが確認された．

２）温度変化に伴う電気抵抗の変化率は従来コンクリートに比べて高流動コンクリートのほうが大きくなった．

３）通電期間に伴う電気抵抗の増加勾配は高流動コンクリートが 0.027Ω/cm^2/h，従来が 0.006Ω/cm^2/h と，高流動コンクリートの増加率が大きくなった．

参考文献

［1］山本信行：鉄筋コンクリートの電気的崩壊（Ⅰ），セメント界彙報，pp313-314，1934

［2］長野蘭蔵，山脇作十郎：鉄筋コンクリートの電食に対する抵抗性，セメント技術年報，pp463，1958