

鋼製エレメントで構築された地下構造物 における電食の影響について

A Study on the Influence of Electrolytic Corrosion on the Underground Structures
Built with Steel Elements

栗栖基彰¹・清水満¹・長谷伸一²・成田昌弘³・千々岩三夫⁴
Motoaki Kurisu, Mitsuru Shimizu, Shinichi Hase, Masahiro Narita and Chidiwa Mitsuo

¹正会員 東日本旅客鉄道(株) 建設工事事部 構造技術センター (〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2)

²(財)鉄道総合技術研究所 電力技術研究部 き電 (〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38)

³正会員 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 新技術推進部 (〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-1-1)

⁴正会員 鉄建建設(株) エンジニアリング本部 技術センター (〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1)

In order to clarify the influence of electrolytic corrosion caused by current leak on the underground structure built with steel elements, rail voltage to the ground and the potential of a steel structure were investigated in two tunnels under a direct current electrified line. The investigation showed that there was scarcely correlation between rail voltage to the ground and the potential of the steel structures and the potential of the steel structures was not the value to accelerate electrolytic corrosion. In this study, it became clear that there was not the influence of electrolytic corrosion caused by current leak on the underground structures built with steel elements.

Key Words : *underground structure, steel element, electrolytic corrosion*

1. はじめに

直流電気鉄道の近傍では、電車電流に起因するレール対地電圧により、レール近傍に漏れ電流が流れる。特に、埋設金属体が線路方向に存在する場合、この漏れ電流が埋設金属体の中に流入、流出する時に電位の変化を引き起こし、電流の流出箇所で電食被害が発生することがある。

線路下横断構造物の一つである JES (Jointed Element Structure) 構造物は、JES 継手を有する鋼製エレメントを継手に沿わせて地中に敷設した後、この継手の遊間にセメントミルクを充填し、さらに、鋼製エレメント内にコンクリートを充填して構築した構造物である³⁾ (図-1)。そのため、漏れ電流による電食の影響をうけることが想定されるが、一般にはかなりの延長にわたり構造物が線路と並行する場合を除き、問題が発生することはあまり無いと考えられている。しかしながら、JES 構造物と同様に鋼製エレメントを使用する URT 構造物も含め、実構造物を測定し、電食の影響を調査した例は見当たらない。

そこで今回、標準電極(飽和硫酸銅電極)に対する JES 構造物の電位(以下、JES 構造物の電位と言う)およびレール対地電圧を測定し、その相間関係を確認するとともに、標準電極に対する JES 構造物の電位から電食の影響を調査することとした。

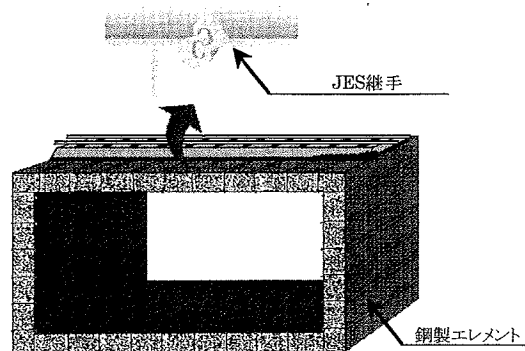


図-1 JES 構造物の概要図

2. 測定概要

(1) 測定場所

測定場所は、直流電化区間において2箇所選定した。これは、漏れ電流が交流の場合、これによる電食は直流による腐食よりもはるかに小さく、商用周波数による鉄の腐食は同程度の直流による腐食の1%程度にすぎないといわれているためである。なお、測定場所のうち1箇所は、変電所から約400mに位置し、線路下横断構造物設計の手引き⁴⁾に示されている電食が予想されている場合（目安として変電所から500m以内）に該当している。図-2, 3に測定概要図を、写真-1, 2に測定状況を示す。

(2) 測定期間

①測定場所A：平成15年9月11日～10月2日

②測定場所B：平成15年9月12日～10月3日

測定は、開始日および終了日に有人測定（測定間

隔0.5秒）にて約2時間、無人測定（測定間隔2秒）にて4日間連続測定を3回実施した。

(3) 測定項目

①レール対地電圧（測定場所Aについては、変電所内にて測定）

②JES構造物の電位

(4) 測定機器および検出機器

a) 測定機器

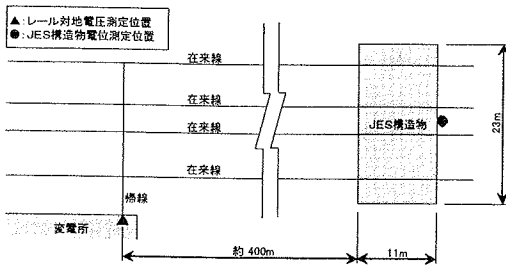
①ダロス（乾電池式：デジタル式記録電圧計）
[長期測定用]

②EPRIFA（乾電池式：記録電圧計）[短期測定用：有人測定時に使用]

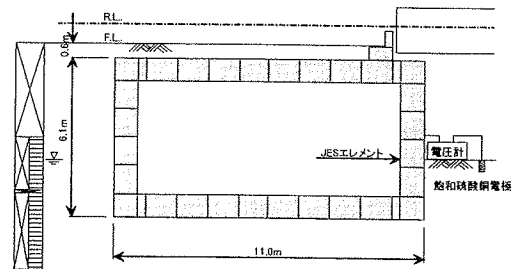
b) 検出機器

①飽和硫酸銅電極

②接地棒

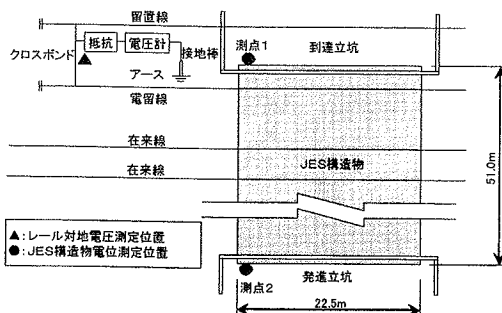


(a) 測定位置平面図

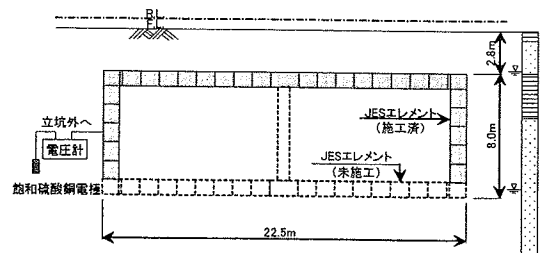


(b) JES構造物測定位置図

図-2 測定概要図（測定場所A）

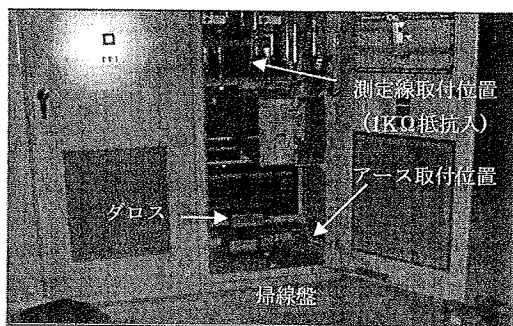


(a) 測定位置平面図



(b) JES構造物測定位置図

図-3 測定概要図（測定場所B）



(a) レール対地電圧測定状況

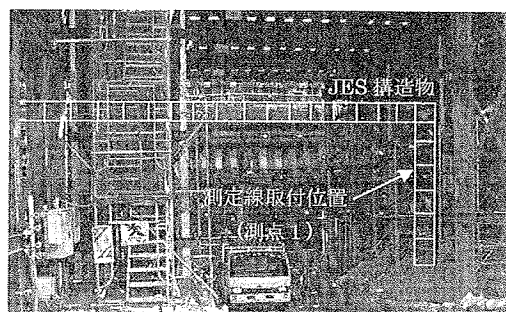


(b) JES 構造物電位測定状況

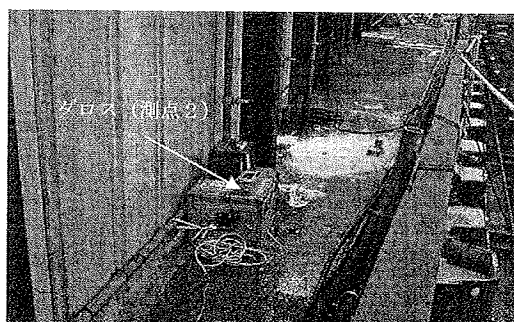
写真-1 測定状況 (測定場所 A)



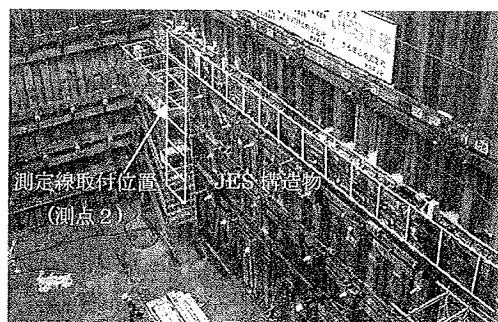
(a) レール対地電圧測定状況



(b) JES 構造物電位測定状況 1



(c) JES 構造物電位測定状況 2



(d) JES 構造物電位測定状況 3

写真-2 測定状況 (測定場所 B)

3. 測定結果

(1) レール対地電圧

レール対地電圧の測定結果を表-1, 2 に示す。測定期間中の最大、最小および平均電圧は、測定場所 A が、最大電圧 70 V、最小電圧 -27 V、平均電圧 14 V、測定場所 B が、最大電圧 128 V、最小電圧 -63 V、平均電圧 1.8 V であった。

表-1 レール対地電圧測定結果 (測定場所 A)

測定日	最大電圧 (V)	最小電圧 (V)	平均電圧 (V)
9月11日11時30～ 9月15日16時00迄	64.0	-27.0	15.1
9月19日11時30～ 9月23日11時30迄	60.7	-22.7	12.7
9月26日12時00～ 9月30日12時00迄	69.7	-27.0	13.1
10月02日11時30～ 10月02日14時30迄	49.8	-12.0	19.1

表-2 レール対地電圧測定結果（測定場所B）

測定日	最大電圧(V)	最小電圧(V)	平均電圧(V)
9月12日13時40～ 9月16日13時40迄	127.9	-63.3	0.4
9月19日15時00～ 9月23日15時00迄	105.9	-55.8	2.1
9月26日14時00～ 9月30日14時00迄	105.7	-56.9	2.8
10月03日11時30～ 10月03日14時00迄	70.8	-45.0	0.3

表-3 JES 構造物電位測定結果（測定場所A）

測定日	最小電位(mV)	最大電位(mV)	平均電位(mV)
9月11日11時30～ 9月15日16時00迄	-651	-604	-634
9月19日11時30～ 9月23日11時30迄	-774	-500	-697
9月26日12時00～ 9月30日12時00迄	-770	-670	-740
10月02日11時30～ 10月02日14時30迄	-751	-666	-715

表-4 JES 構造物電位測定結果（測定場所B）

測定日	最小電位(mV)		最大電位(mV)		平均電位(mV)	
	測点1	測点2	測点1	測点2	測点1	測点2
9月12日13時40～ 9月16日13時40迄	-543*	-514	-530*	-478	-535*	-498
9月19日15時00～ 9月23日15時00迄	-627	-533	-493	-479	-557	-506
9月26日14時00～ 9月30日14時00迄	-585	-490	-496	-411	-549	-438
10月03日11時30～ 10月03日14時00迄	-556	-500	-528	-491	-540	-506

*は、機械の読み取り不良のため手動計測による1時間のデータである。

(2) JES 構造物の電位

JES 構造物の電位の測定結果を表-3、4に示す。測定期間中の最大、最小および平均電位は、測定場所Aでは、最大電位-500mV、最小電位-774mV、平均電位-691mVであった。また、測定場所Bのうち測点1では、最大電位-493mV、最小電位-627mV、平均電位-545mV、測点2では、最大電位-411mV、最小電位-533mV、平均電位-480mVであった。ここで、電食防止対策の手引き⁵⁾によれば電食の判断例として「自然腐食状態の電位（-500mV～-600mV）以外の電位が計測されたら、詳細調査を必要とする。」とある。今回測定を行なった2箇所のJES構造物の電位について、測定場所Bは概ねその範囲内にあり電食の恐れはないと考えられるものの、測定箇所Aの平均電位は-691mVであり範囲外となっている。しかし、図-4に示す既往の調査⁶⁾によって得られている関東地方の土壤に埋設された炭素鋼試

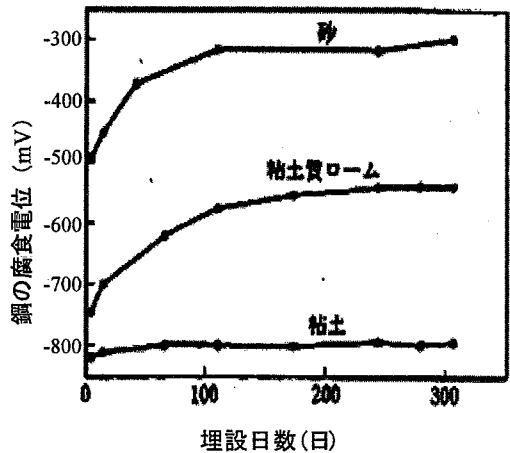


図-4 典型的な土壤中における炭素鋼試験片の腐食電位の経時変化

験片の腐食電位（「電食防止対策の手引き」でいう「自然腐食状態の電位」と同義）の経時変化によれば、土質によって腐食電位に差があり、粘土では-800mV程度となっている。これより、測定場所Aでは土質が粘土質ロームと粘土の中間的な土質であったため、このような結果になったものと想定される。これらのことから、JES 構造物の電位は電食の発生が懸念される値に至っていないと考えられる。

なお、測定場所Aでは50mV程度の電位変動が短時間にみられたが、これは列車が当該工事箇所を通過するとき、車両重量によりレールと道床部が押圧され一部のレールより漏れ電流が流出し、電位を変動させたものと考えられる。（図-5(c)）

(3) レール対地電圧と JES 構造物の電位との相関性

図-5、6にそれぞれの測定場所でのレール対地電圧と JES 構造物の電位の経時変化図を示す。経時変化図は、測定初期、雨天時および前述した JES 構造物の電位変動が短時間に生じているデータを抜粋し示した。

これらの関係を調べた結果、JES 構造物への電位変動は微小にあるものの、レール対地電圧と JES 構造物の電位の間に明確な相関性は見られないことから、電車電流の変化以外に起因するもの、例えば天候等による電位変動が大きく、レール漏れ電流による電食の影響はほとんどないものと考えられる。

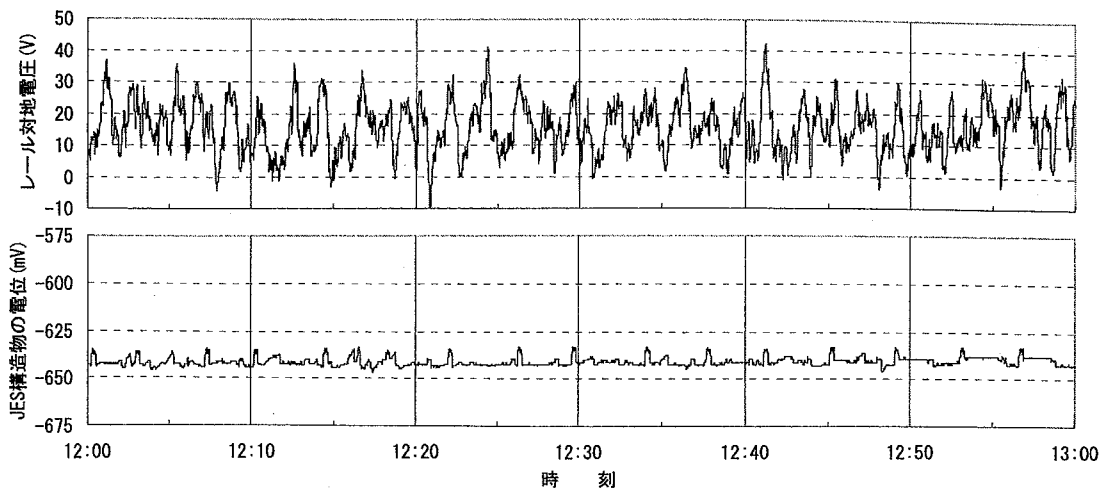


図-5 (a) 測定電圧経時変化図 (測定場所A : 9月11日, 測定初期, 晴)

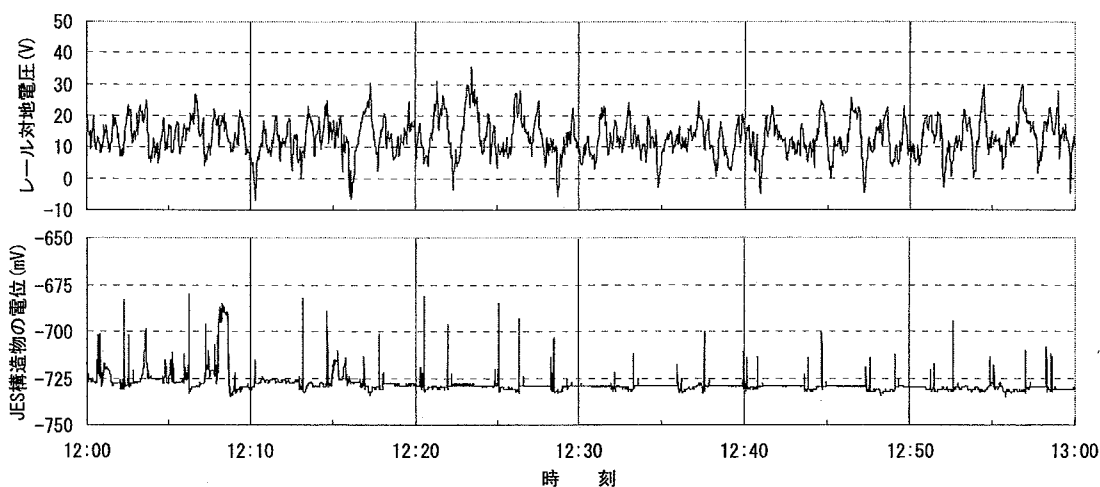


図-5 (b) 測定電圧経時変化図 (測定場所A : 9月21日, 雨)

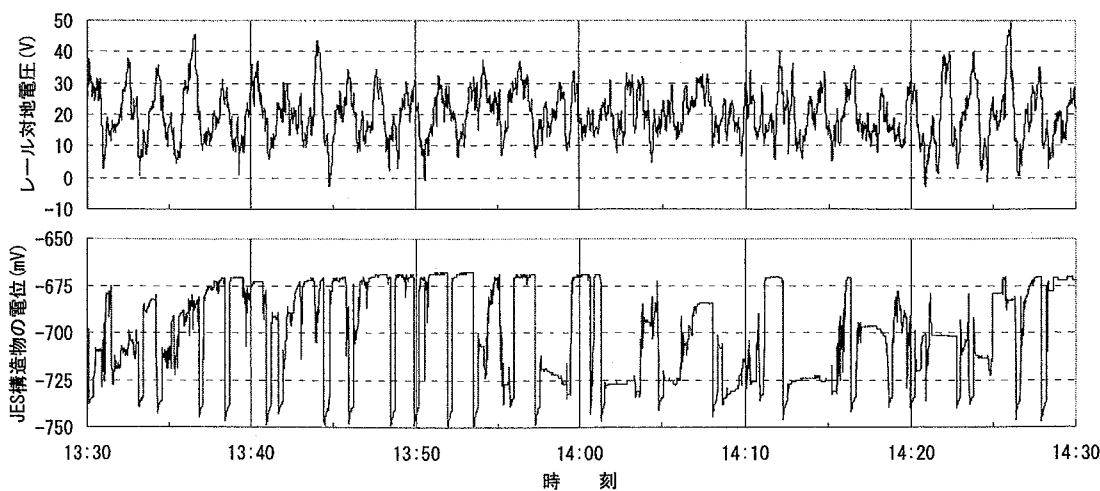


図-5 (c) 測定電圧経時変化図 (測定場所A : 10月2日, 晴)

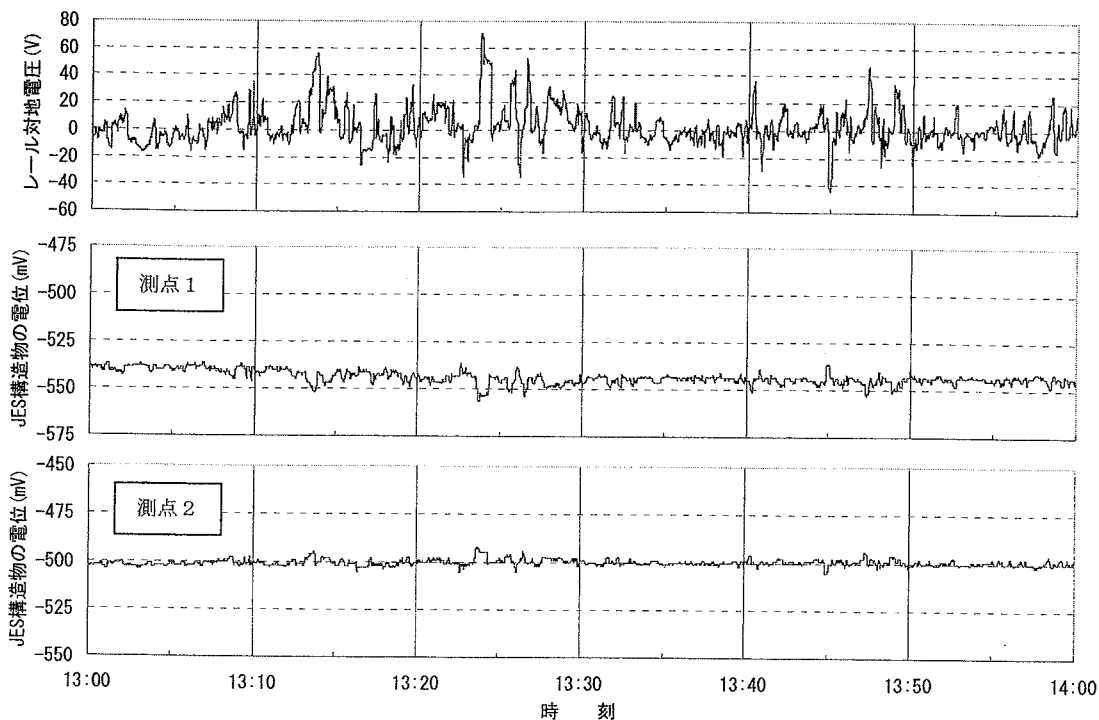


図-6 (a) 測定電圧経時変化図 (測定場所 B : 9 月 3 日, 測定初期, 晴れ)

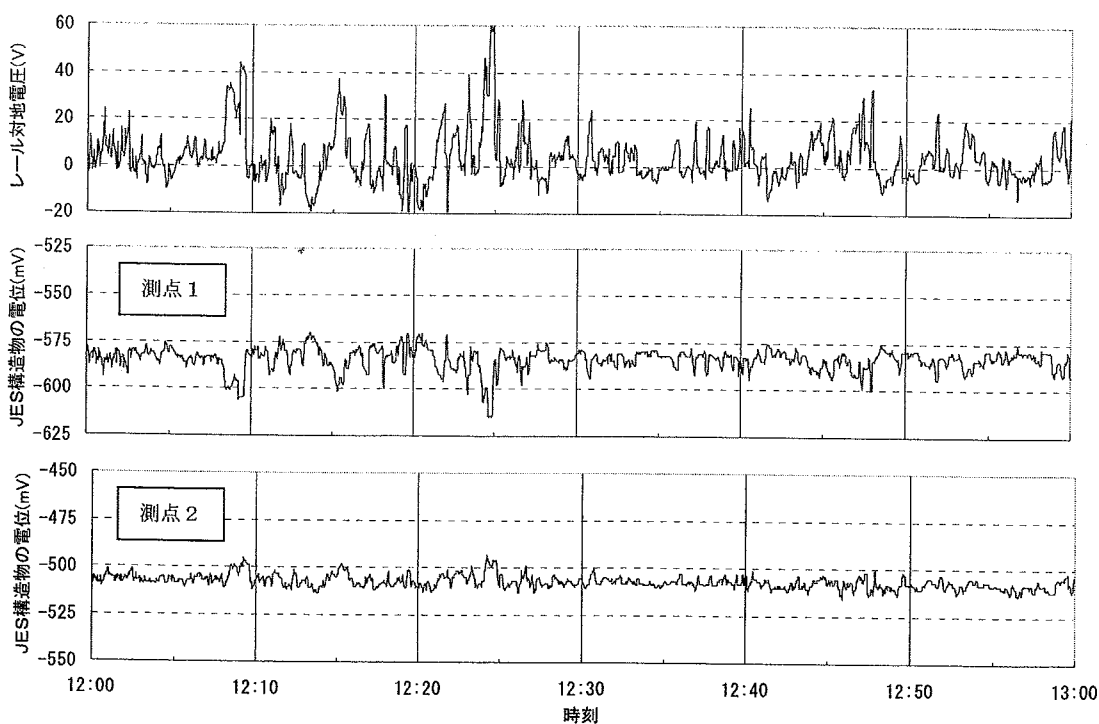


図-6 (b) 測定電圧経時変化図 (測定場所 B : 9 月 21 日, 雨)

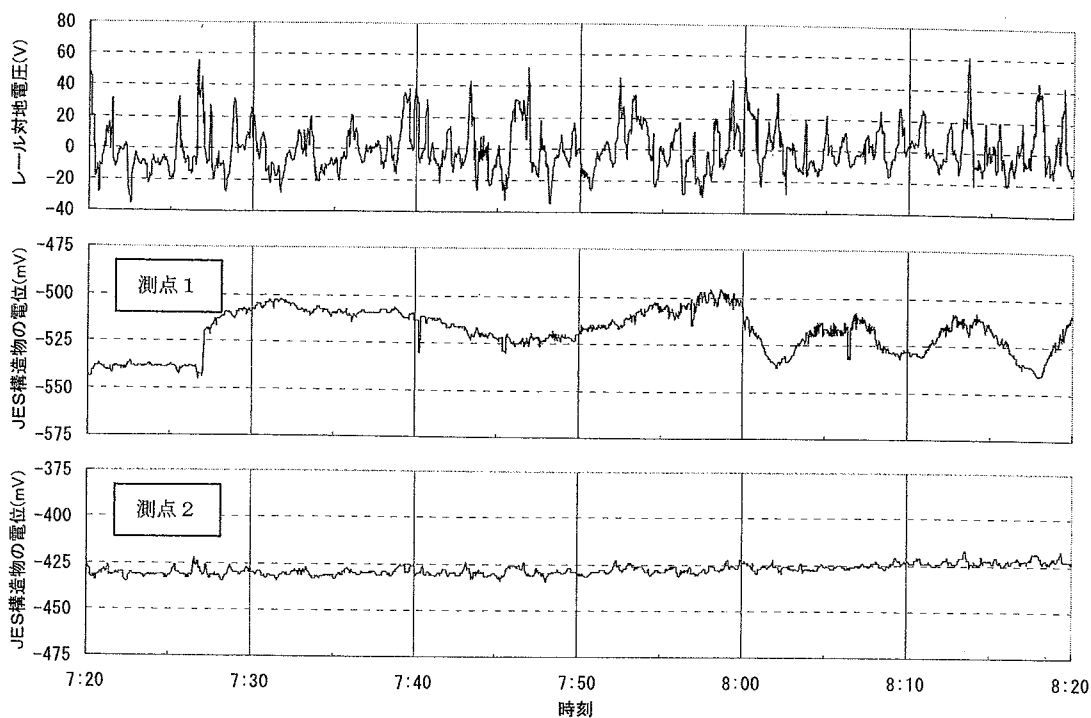


図-6 (c) 測定電圧経時変化図 (測定場所 B : 9 月 30 日, 晴れ)

4. まとめ

今回, JES 構造物への電食の影響を調査するため, レール対地電圧および JES 構造物の電位を測定した。その結果, 漏れ電流による JES 構造物の電位変動は微小にあるものの, レール対地電圧と JES 構造物の電位の間に相関性は見られないことから, 電車電流の変動以外に起因するもの, 例えば天候等による電位変動が大きかった。また, 何れの測定場所においても JES 構造物の電位は, 電食の発生が懸念される値に至っていなかった。

以上より, 直流電気鉄道の漏れ電流による JES 構造物への影響は極めて小さいことが分かり, JES 構造物への電食については特別な検討を行なわなくとも問題ないものと考えられる。

参考文献

- 1) JES 構造物の電位測定報告書(鉄建建設株式会社委託) (財)鉄道総合技術研究所 平成 15 年 10 月
- 2) JES 構造物の電位測定報告書(シェアール東日本コンサルタンツ委託) (財)鉄道総合技術研究所 平成 15 年 12 月
- 3) 清水, 森山他: 鋼製エレメントを用いた線路下横断トンネルの設計法, トンネル工学研究論文・報告集, Vol.8, pp.407-412, 1998.
- 4) 線路下横断構造物設計の手引き(下路桁形式) 昭和 62 年 9 月 (財)鉄道総合技術研究所
- 5) 新版 電食防止対策の手引き 編集 東京電蝕防止対策委員会 東京電食防止対策委員会事務局 平成 16 年 1 月
- 6) 腐食・防食ハンドブック 腐食防食協会編 丸善 2000 年