

2023年10月31日

うみ・まち・さと—心でむすぶ



改善措置結果報告書の提出について

2023年4月11日及び7月13日に発生した踏切無遮断に関して、四国運輸局からの行政指導を受けておりましたが、本日、改善措置結果報告書を四国運輸局に提出いたしました。なお、8月19日に発生した円座踏切での踏切無遮断については、四国運輸局と再発防止策について、調整中です。結果については、別途ご報告させていただきます。

弊社として、改善措置を着実に実行し、全社一丸となって安全かつ安定した輸送を提供するため努力いたします。

踏切無遮断についての原因と再発防止策については、別紙をご参照願います。

【お問い合わせ先】

ことでん鉄道事業本部 工務部 (TEL) 087-863-7772
(平日) 9:00 ~ 17:00

○ 4月11日に発生した踏切無遮断への対応

原因

踏切を制御する電源を供給している柱上変圧器の2次側ヒューズが破断した原因については、以下のとおり原因究明の調査を実施しました。

- ① 事象が発生した翌日の4月12日から上福岡踏切に記録計を設置し電源電圧と踏切動作の監視を開始しましたが、7月11日までの間、過電流が発生するような電圧変動は発生しませんでした。また、踏切動作についても正常に動作していました。
- ② 4月17日、外部機関にヒューズ破断の原因について調査を依頼し「湿気、振動、塵埃、定期的な通電と経年劣化の複合による材料的な破断が考えられる」との見解を受けました。
- ③ 4月18日、外部機関で過電流によるヒューズ破断の再現試験を実施しましたが、過電流によるヒューズ破断には至りませんでした。

以上の調査結果及び当該ヒューズはメーカー推奨のヒューズ耐用年数（10～15年）を大幅に超えて約40年使用していたことを考慮すると経年劣化により、ヒューズが通常の電流に耐えられなくなり破断したものと考えられます。

再発防止策

（緊急対策）

- ① 4月11日、上福岡踏切の破断したヒューズ（定格250V、50A）を暫定措置として予備の爪付きヒューズに交換して踏切制御器用の電源を仮復旧しました。その後、夜間作業で爪付きヒューズをより安全性が高いと考えられる密閉型ヒューズに交換しました。※別添①
- ② 破断した爪付きヒューズの状態から、経年劣化の可能性が疑われ、また、2次側ヒューズと一体的に交換している柱上変圧器の使用年数から、他の踏切においても同様の事象が発生する可能性があったため、柱上変圧器の2次側ヒューズ（破断したヒューズと同型の爪付きヒューズ）を全数交換しました。

琴平線	227個	（4月12日 完了）
長尾線	127個	（4月13日 完了）
志度線	100個	（4月15日 完了）
合計	454個	※別添②

（再発防止策）

- ① 踏切保安装置を構成する各機器（部品）に対して、網羅的に更新周期を定めたも

のを内部規程に決めました。

なお、今回破断した柱上変圧器の2次側ヒューズについては、10年以内に順次実施していく次回更新時より、爪付きヒューズから「湿気、振動、塵埃等」の影響を受けにくい密閉型ヒューズに変更することとしました。

柱上変圧器については、更新周期を45年から40年に前倒しすることで、経年劣化による故障の発生を防ぎ、安全性の向上を図ることとしました。

また、これまで管理対象（更新対象）から漏れてしまっていた踏切制御器用電源ケーブルについては、更新周期を40年と定め、40年以上使用しているものについては、絶縁抵抗の測定を7月21日から7月25日で緊急実施し、定めている規定値（0.5MΩ以上）に問題が無いことを確認しました。

今後は、外部調査機関を活用し、必要に応じて更新設備の追加や更新周期の見直しを行うこととしました。

- ② 新たに定めた更新周期に基づいて、故障によりフェールアウトとなる踏切保安装置をリストアップし、更新計画の策定を行いました。この中で、更新周期を超過しているものについては可能な限り今年度中に更新を行うこととしました。また、部品の納入に時間を要するものなどについても来年度の8月末までに更新することとしました。
- ③ ヒューズの良否判定が正しく行えるよう、柱上変圧器の検査マニュアルを整備し、係員に臨時教育を実施しました。
- ④ 令和5年度より、定例教育で検査マニュアルを用いた教育を実施することとしました。また、定例教育実施後に係員の理解度を確認するテストを実施すると共に、マニュアルに沿った検査が行えているか管理者によるパトロールを年間4回実施することとしました（直近では8月にパトロールを実施済）。なお、定例教育を風化させないための教育プログラムを策定しました。
- ⑤ 9月1日より、社長直轄の部署として「安全対策推進室」を設置しました。当該組織は安全教育・トレーニングの評価および提案を担う組織であり、上記教育についても適宜フォローアップを行っていくこととしました。

○ 7月13日に発生した踏切無遮断への対応

原因

踏切器具箱内の主ブレーカーが遮断したために、電源が喪失し、踏切の動作が停止しました。なお、踏切器具箱内に設置している継電記録計では電源が喪失した正確な時刻は不明ですが、上り228列車が同踏切に進入する際の警報開始記録が無いことから、下り21列車が同踏切を通過し遮断桿の上昇が完了した後の11時10分から18分の間に電源が喪失したと考えられます。

事象発生後、直ぐに当該踏切の緊急点検として、当該主ブレーカーが遮断する原因となる交流回路の電源電圧及び電流の測定、踏切電源用柱上変圧器並びに周辺機器（高圧引き下げ線・カットアウトスイッチ・ケッチホルダー）の目視点検を実施しま

したが、異常は認められませんでした。※別添③

また、当該主ブレーカーに外部的な損傷等も見受けられなかったため、再投入を行ったところ同事象は再現しませんでした。

当該主ブレーカーが遮断した原因については、以下のとおり調査を行いました。なお、調査の範囲としては、踏切器具箱内の110V交流電源を通電している主ブレーカーが遮断したことから、同交流電源に接続されている主ブレーカー以下の全ての交流回路内の機器（整流器含む）を対象に実施しています。

- ① 7月13日より下所川第一踏切に記録計を設置し電源電圧と踏切動作の監視を開始しましたが、9月30日までの間、主ブレーカーが遮断する過電流が発生するような電圧変動は発生しませんでした。また、踏切動作についても正常に動作していました。
- ② 7月13日、夜間作業で周辺機器（踏切器具箱、遮断機、列車方向指示器）の電源ケーブルの絶縁抵抗測定及び目視点検（ケーブルの外観等）を行い異常がないことを確認しました。別添④
- ③ 7月14日、遮断した主ブレーカーについて製造メーカーへ調査を依頼しました。調査の結果、「各試験結果に異常は認められないことから調査品は正常であると判断します」との報告を受けました。また、当該主ブレーカーが遮断した要因として、「接点表面に過電流を引きはずした痕跡が認められることから動作特性を越える電流（過負荷電流、始動電流）が一時的に流れ、正常動作したと推測します」との報告を受けました。
- ④ 7月18日、踏切器具箱内の交流回路内の機器について製造メーカーへ調査を依頼しました。
調査結果の報告を受け、機構検査及び性能検査とも、異常がないことを確認しました。
- ⑤ 7月25日、踏切器具箱の設計を行った信号メーカーによる交流回路の各種電流調査を現地にて実施しました。
現地調査の結果、「現地で測定した過度電流（突入電流）の最大値がブレーカの定格に近いことと、器具箱内の環境温度におけるブレーカの動作特性変化も考えられるため、想定される最大電流値、使用環境等からブレーカの再選定など、ご一考いただければと思います」との報告を受けました。
- ⑥ 7月25日、当該踏切に設置している主ブレーカーの使用条件に、周囲温度が $-10^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ （24時間の平均値 35°C 超過なきこと）と記載があったため、当該踏切の踏切器具箱内部の環境温度の監視を開始しました。
9月30日まで監視を行なった結果、日中の最高気温が 35°C 以上の猛暑日であっても、周囲温度の上限値（ $+60^{\circ}\text{C}$ ）を超えることはありませんでしたが、24時間の平均値が 35°C を超える場合があることが判明しました。※別添⑤

なお、当該踏切は、全ての踏切保安装置を令和2年11月1日に新設したものであり、今回の原因が踏切保安装置の老朽化によるものとは考えにくいものです。

以上の調査を実施し、判明した調査結果を考慮すると、夏場の急激な踏切器具箱内の温度上昇により、主ブレーカーの動作特性の変化で通常流れる電流に耐えられず、主ブレーカーが遮断したと考えられます。

再発防止策

(緊急対策)

施設関係については、

- ・ 7月13日、当該踏切の主ブレーカーを予備品と交換しました。
- ・ 7月15日、当該踏切の遮断機を予備品と交換しました。
- ・ 7月18日、踏切器具箱内の交流回路内の機器を予備品と交換しました。

運転関係については、全運転士（59名）に対し、

- ・ 鉄道信号ではないものの、遮断桿の降下を知らせる踏切警示灯や踏切確認灯を注視し、万一の場合に踏切事故の防止に努めるよう点呼執行場で注意喚起を行いました。（7月13日～7月20日）
- ・ 臨時教習「踏切故障時の事故防止について」を実施し、踏切状態を確認することの重要性について教育を行いました。（7月24日～7月26日）
- ・ 特別監査「踏切確認の実施状況点検」を実施し、管理者が運転状況記録置を用いて、踏切確認の実施状況の点検を行いました。

(再発防止策)

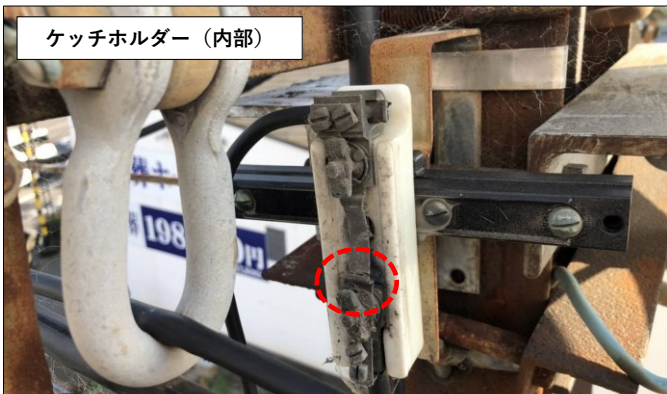
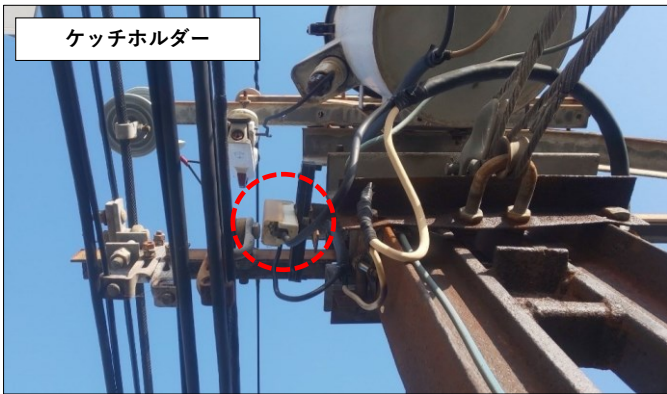
踏切器具箱内の交流電源に接続されている主ブレーカー以下の全ての交流回路内の機器（整流器含む）を対象にメーカー調査を実施し、判明した調査結果を考慮した結果、以下の再発防止策を講ずることとしました。

- ① 器具箱内の環境温度における当該主ブレーカーの動作特性変化も考えられるため、当該踏切に使用していた主ブレーカーから環境温度の適応範囲が広く鉄道信号配線用として実績のあるものに変更することとしました。

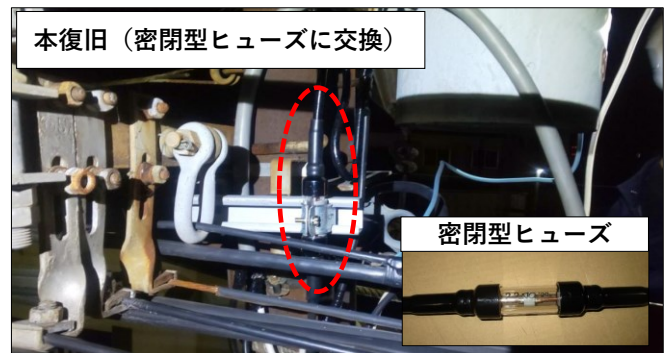
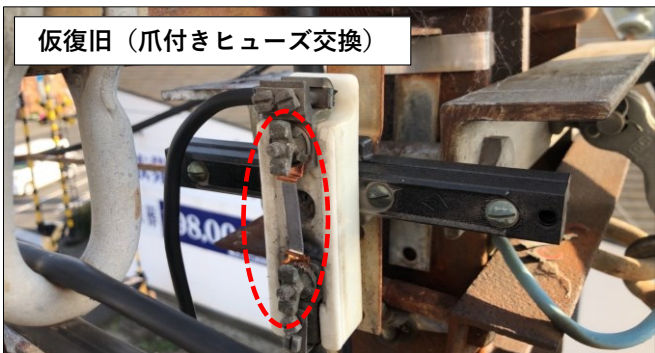
また、当該主ブレーカーの接点表面に過電流を引きはずした痕跡がみられること、現地で測定した過度電流（突入電流）の最大値が主ブレーカーの定格に近いことについても考慮し、信号メーカーと検討の上、定格電流を30Aからより余裕を持たせた40Aと見直しました。

現在は、新たに選定したブレーカーを手配中（納期：4～5ヶ月）であり、老朽更新とは別に、同型ブレーカーを使用している30箇所について年度内を目標に優先的に交換を実施して行きます。

長尾線 花園駅～林道駅間 上福岡踏切 ヒューズ交換



ヒューズが破断していたため電源が供給されず、踏切が動作しなかった。



緊急安全対策（爪付きヒューズ全数交換）実施報告書

名称		琴平線	長尾線	志度線	合計
踏切	台数	134	83	58	275
柱上変圧器	台数	158	83	69	310
ヒューズ	総数	298	161	133	592
密閉型ヒューズ	設置箇所	71	34	33	138
爪付きヒューズ	交換数	227	127	100	454
	交換日	4月12日	4月13日	4月15日	

※ 4月12日～15日の間で全275踏切及び駅施設に使用している爪付きヒューズ454個を全て交換

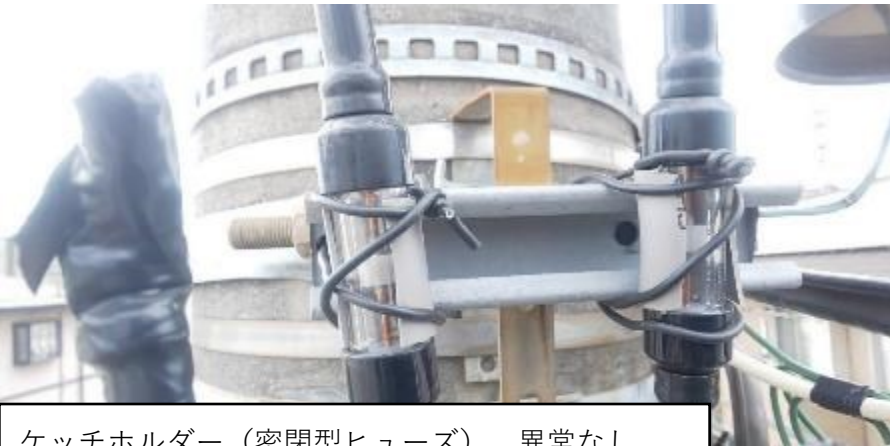
下所川第一踏切 柱上変圧器及び周辺機器 目視検査結果



柱上変圧器・高圧引き下げ線 異常なし



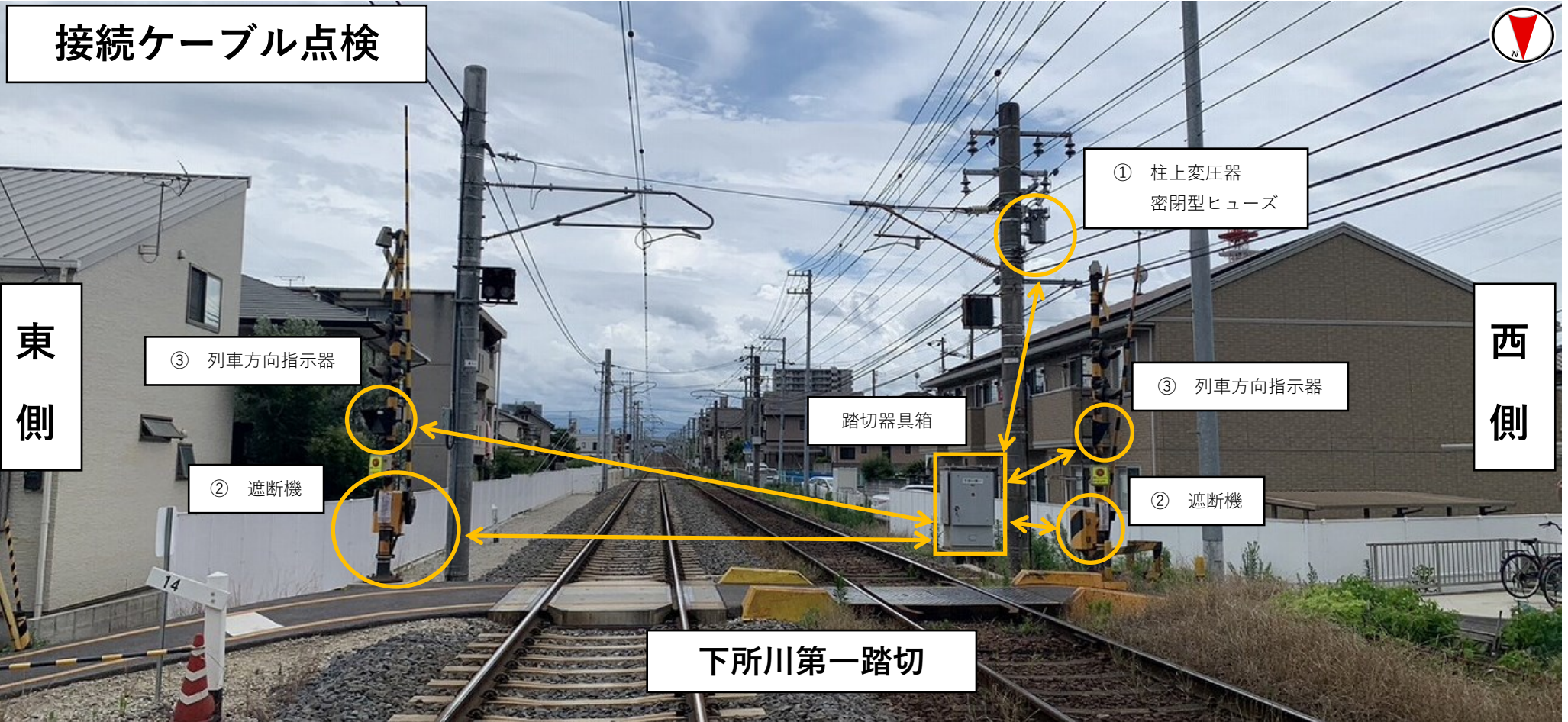
カットアウトスイッチ（起点方） 異常なし



ケッチホルダー（密閉型ヒューズ） 異常なし



カットアウトスイッチ（終点方） 異常なし

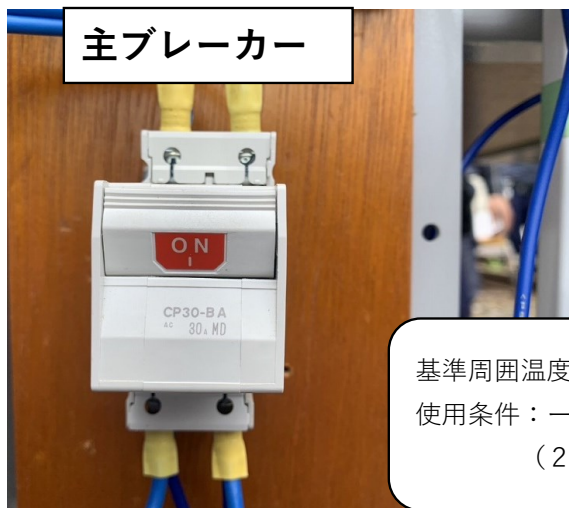


下所川第一踏切

点検報告書		ケーブル名称	目視確認	絶縁抵抗測定
①		柱上変圧器 ⇔ 踏切器具箱 (密閉型ヒューズ)	異常なし	250MΩ以上
②	西側	遮断機 ⇔ 踏切器具箱	異常なし	250MΩ以上
	東側		異常なし	250MΩ以上
③	西側	列車方向指示器 ⇔ 踏切器具箱	異常なし	250MΩ以上
	東側		異常なし	250MΩ以上

踏切器具箱内 温度測定

下所川第一踏切



基準周囲温度：40℃
使用条件：-10℃～+60℃
(24時間の平均値35℃超過なきこと)