

S2-5-4. 中野電車区き電停止不具合に関する調査及び対策

〔電〕 ○鬼 沢 徹 関 口 圭 一 (JR 東日本山手電力工事区)

Investigation and countermeasures for the feeding system trouble at Nakano train center
Toru Onizawa, Keiichi Sekiguchi (Yamate Electrical Construction Office, JR-East)

We encountered a problem that the feeding voltage did not drop after the circuit break at Nakano train center. It was estimated that the feeding system change from feeder wire to cable was the cause of the problem. We investigated the cause in detail, for the usage of feeder cable will be high in the future. The following facts became clear by our investigation: (i) the duration for the electric charge to be discharged from the contact line after the circuit break is closely correlated with humidity; (ii) the electric capacity of the feeding system is relatively high around Nakano train center, thus the contact line is not easily discharged; (iii) the electric capacity is higher with the feeder cables laid close to the ground than overhead. In this paper, we describe our examination of constructing overhead cables and development of a discharge tool.

キーワード：き電電圧、き電ケーブル、静電容量

Keywords: Feeding voltage, Feeder cable, Electric capacity

1. 背景と目的

中央線中野電車区構内において、平成 14 年冬頃に東中野変電所庫 21H のき電用遮断器開放後も検電器が鳴動する事象が多発した。

中野電車区構内と本線との境界の FRP セクションについては調査の結果、正常であった。

庫 21H は、平成 14 年に送電方法が架空き電線 (Cu325×2 条) から直流き電ケーブル (CV325×4 条) に変更されており、直流き電ケーブルが何らかの影響を及ぼしている可能性がある。今後直流き電ケーブルの使用頻度が高くなるため、原因の調査は急務といえる。

本研究では、中野電車区き電停止不具合に関する原因を調査し、対策を検討した。

2. 設備概況

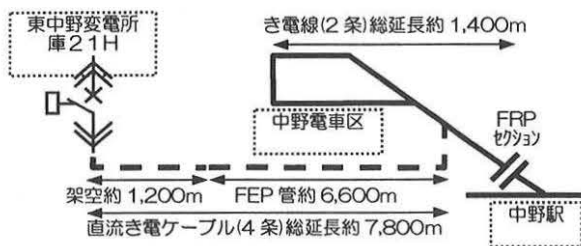


図1 東中野変電所 庫21H 概略図

中野電車区構内は庫 21H の専用回線であり、直流き電ケ

ーブルを使用して送電されている (図 1)。ケーブルの総延長は約 7,800[m]であり、うち約 6,600[m]は仮設の FEP 管に敷設されている。

3. 停電と気象データとの相関

検電器が鳴動する事象が冬期になり多発したことから、き電停止と気象データとの関係について調査した。

まず庫 21H 遮断器の外線側の電圧を測定した。図 2 に測定データの例を示す。電圧は遮断器開放後単調に減少するが、日により減少の速さが異なっていた。電圧が減少する波形は、RC 回路の放電現象に酷似しているため、電圧が減少する早さを評価する指標として時定数 τ を用いた。



図2 庫21H 電圧(15/2/16)

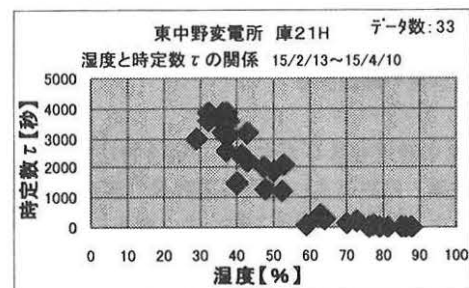


図3 湿度と時定数 τ の関係

気象データは気温・湿度について、時定数 τ との相関を解析した。その結果、時定数 τ と気温との相関は-0.26、湿度との相関は-0.92 となり湿度との逆相関が顕著であった(図 3)。き電停止不具合との関係をみると、湿度が 50[%]を下回るような乾燥した日は、時定数 τ が大ききき電停止時間内に電圧が 0[V]まで降下しない。

4. 静電容量 C と直流漏れ抵抗 R の測定

得られた電圧データより、検電器が鳴動する原因は、遮断器開放後に起こっている放電現象の時定数 τ が著しく大きいと推測される。一般的な RC 回路の放電現象では $\tau=RC$ であり、庫 21H は R 又は C が大きいと考えられる。

しかし電車線路の静電容量 C や直流漏れ抵抗 R は複雑であり、理論的に算出することが困難である。そこで本研究では、静電容量 C 及び直流漏れ抵抗 R を実測し、対策を検討することとした。

庫 21H の外線側と変電所メッシュアースの間に、交流電圧を印加して流れた電流値から静電容量 C を、直流電圧を印加して流れた電流値から直流漏れ抵抗 R を求めた。

測定結果を図 4 に示す。静電容量 C は湿度に対して大きな変化はなかったが、過去他線区で測定された測定値と比較すると、測定値自体が 10 倍程度大きいことが分かった。また、直流漏れ抵抗 R は湿度が 88[%]のときは 0.6[M Ω]、78[%]のときは 12.2[M Ω]と湿度との逆相関が顕著であった。

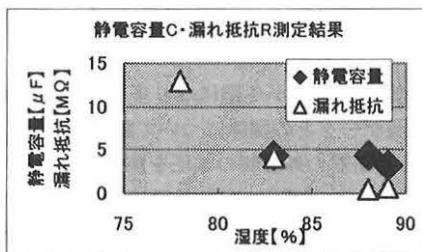


図 4 静電容量 C・直流漏れ抵抗 R 測定結果

5. 推定される原因

庫 21H はもともと静電容量 C が大きいことに加え、湿度が低い日は直流漏れ抵抗 R が大きいと時定数 $\tau (=RC)$ が大きくなり、当該回線に充電された電荷が放電されず、遮断器開放後も電圧が降下しなかったと考えられる。

6. 静電容量の理論計算

庫 21H の静電容量 C が大きい原因を特定するため、電車線路の線種・敷設高さによる静電容量の違いをシミュレーションした。計算は鏡像法で行った。表 1 に結果を示す。

表 1 線種・敷設高さによる静電容量の違い

線種	敷設高さ [m]	単位長さあたり静電容量[pF/m]
き電線 (Cu325)	7	7.8
直流き電ケーブル (CV325)	3	9.2
	0.02	98.4
ちょう架線 (St90)	5.5	6.1
トロリ線 (GT-Sn110)	5	7.5

直流き電ケーブルを敷設高さが 0.02[m]程度の大地に近い高さで敷設すると、架空敷設の場合と比較して静電容量は 10 倍程度大きくなる。

庫 21H は直流き電ケーブルの大部分が仮設の FEP 管に敷設されており、敷設高さが低いうえ、ケーブル延長が約 6,600[m]と長い。よって庫 21H の静電容量 C は仮設の FEP 管に敷設された直流き電ケーブルが支配していると考えられる。

ただし表 1 に示した単位長さあたりの静電容量を、庫 21H を構成する線条類の長さだけ単純に加算しても、実測した静電容量とは一致しない。実際の静電容量は相互作用等も影響している可能性があり、詳細な静電容量の理論的算出は今後の検討課題である。

7. 対策の検討

仮設の FEP 管に敷設された直流き電ケーブルによる静電容量が大きいと考えられるため、直流き電ケーブルを架空化すれば静電容量 C が小さくなる可能性がある。ただし、現在のデータのみではどの程度の効果が見込めるかははっきりしておらず、実施にあたっては更なる検討が必要である。

検電器が鳴動する原因は残留電荷によるものであるため、放電器を利用すると速やかに電圧を降下させることができる。内部抵抗の比較的高い放電器であれば、万が一加圧中の線路に触れても遮断器動作や安全上の問題はない。現在メーカーと共同で放電器を開発中であり、開発後に検証を計画している。

8. 今後の展開

直流き電ケーブルが中野電車区構内におけるき電停止不具合の主原因であるとする、今後同様の不具合が多発する恐れがあるため、引き続き研究を続けていく必要がある。

本研究では静電容量 C と直流漏れ抵抗 R の測定を実施した日がいずれも湿度が高かったため、今後は湿度の低い日の測定や、測定範囲を区分した測定を行うなど、現象をより正確に把握をする必要がある。また他の変電所等でも測定しデータを充実させると同時に、理論計算についても精度を高めていき、最終的には大地近くに敷設するケーブル長を制限し静電容量を低く抑える必要がある。