

2308 直流変電所の母線地絡時におけるレール対地電圧分布の簡易計算

A simple calculation method of rail potential distribution at the ground fault in DC feeding circuit

正 [電] 延原 隆良 正 [電] 井上 隆 瀧川 琢雄 正 [電] ○川原 敬治 (西日本旅客鉄道)

正 [電] 長谷 伸一 正 [電] 森本 大観 (鉄道総合技術研究所)

Takayoshi NOBUHARA, Takashi INOUE, Takuo TAKIGAWA, Keiji KAWAHARA,
West Japan Railway Company 2-4-24, Shibata, Kita-ku, Osaka City
Shin-ichi HASE, Hiroaki MORIMOTO, Railway Technical Research Institute

In DC electric railways, interrupting power supply in a large area due to the operation of DC ground-fault overvoltage relay (64P) at adjacent substations is one of the important problems to be solved. We have recently found a simple calculation method of rail potential distribution at the ground fault in DC substation. This paper shows the outline of the simple calculation method and the calculation result of an actual ground-fault.

keyword : DC feeding circuit, substation, DC ground-fault overvoltage relay (64P), rail potential

1. はじめに

直流電鉄用変電所には直流母線の地絡を変電所帰線（レール）と接地マット間の電圧（以下、64P電圧と呼ぶ）を検知して保護する直流高圧接地継電器（以下、64Pと呼ぶ）が設備されている。レールと大地間の抵抗（以下、レール漏れ抵抗と呼ぶ）が比較的高い線区では、図1に示すように、変電所の直流母線地絡や外線低抵抗地絡が発生した際、隣接する複数変電所の64Pが動作する場合がある（以下、64P共倒れ現象と呼ぶ）。64P共倒れ現象が一旦動作すると復旧に時間を要し、多大な運転支障を引き起こす。¹⁾²⁾

そこで64P共倒れ現象発生の可能性を簡易的に把握するため、直流変電所母線地絡時におけるレール対地電圧の分布を変電所の接地抵抗とレール漏れ抵抗を考慮した簡易な電回路計算によって解析した。また、実際に発生した変電所母線地絡故障時における隣接変電所の64P動作結果とレール対地電圧分布の簡易計算結果を比較することによって、その簡易計算の有効性を確認したので報告する。

2. 母線地絡時のレール対地電圧分布計算

今回、JR東西線京橋変電所で発生した変電所母線地絡故障をモデルにレール対地電圧分布を解析した。JR東西線はJR神戸線・JR宝塚線等複数の線が並行する尼崎駅から分岐しており、京橋駅付近までのほとんどがトンネル区間である。また、京橋以東はJR学研都市線（片町線）として一般的な明かり区間が続いている。つまり、JR東西線のレール漏れ抵抗の分布としては、図2に示すようにに尼崎駅周辺ではレール漏れ抵抗が低く、トンネル区間では、最近の軌道構造を用いているため、比較的高くなっており、さらにJR学研都市線では一般的な $10\Omega/\text{km}$ 程度のレール

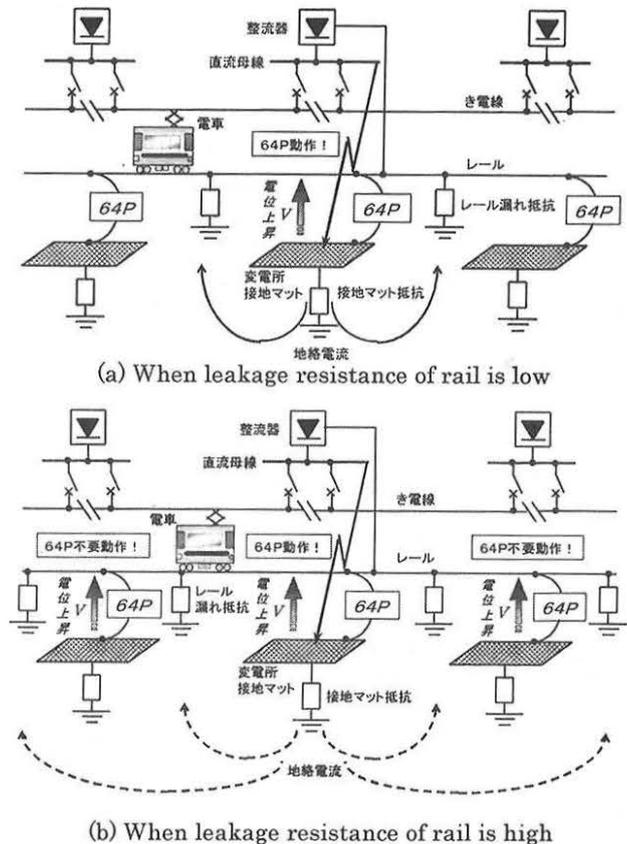


Fig.1 Outline of operation of ground fault protection system (64P) in adjacent substations

漏れ抵抗であると考えられる。

京橋変電所における変電所母線地絡故障時のレール対地電圧分布を把握するため、図2に示すように、レール(5

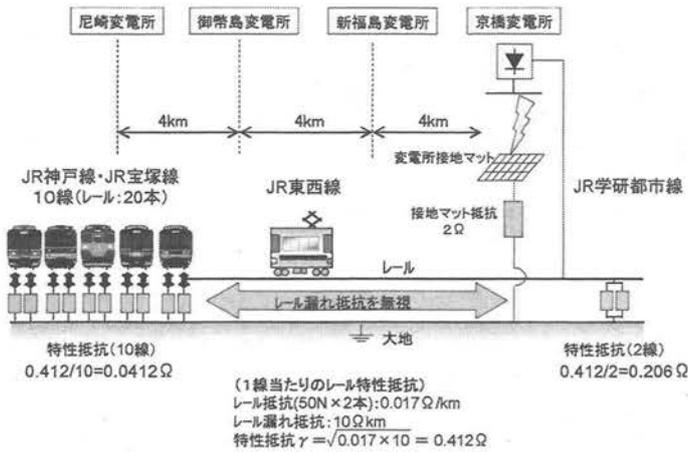


Fig.2 Equivalent circuit of JR-Tozai line

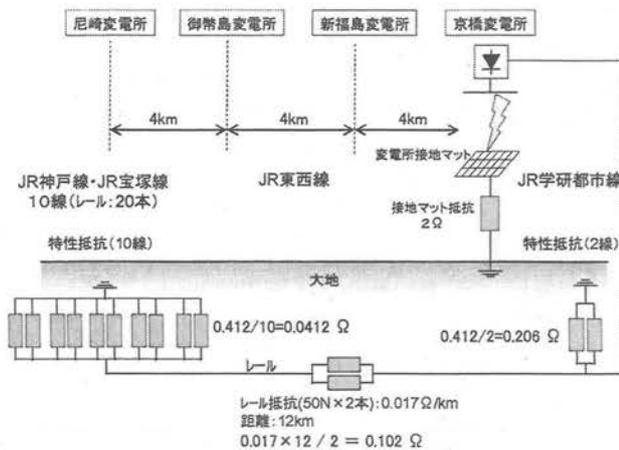


Fig.3 Calculation model

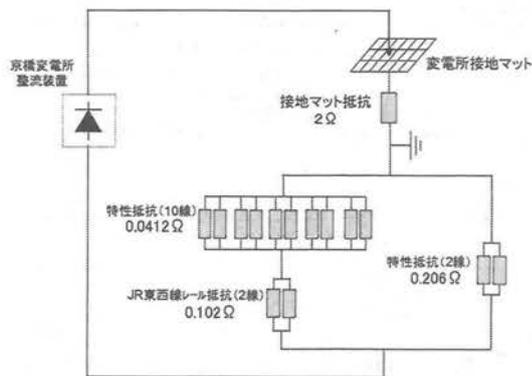


Fig.4 Equivalent circuit of ground fault in Kyobashi substation

0N) 抵抗とレール漏れ抵抗, 線数 (レールの本数) からレール漏れ抵抗が分布定数回路であるとして, 尼崎駅周辺とJR学研都市線の特性抵抗を求め, JR東西線のレール漏れ抵抗を無視(∞)した回路をモデルに検討した。図2は大地を中心に考えると図3のように表され, さらに図3は図4のように等価回路化できる。図4に電源電圧として直流1600V, 故障点におけるアーク電圧として300Vを与えると図5に示すような電圧分布が得られる。また, JR東西線におけるレール対地電圧分布は図5からレール長手方向

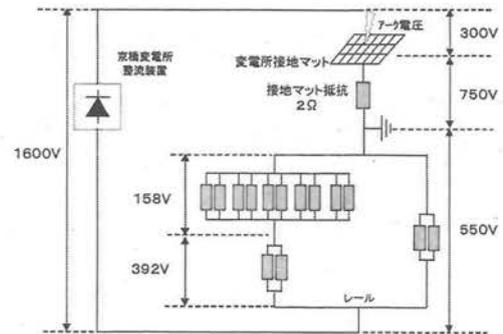


Fig.5 Voltage sharing of ground fault in Kyobashi substation

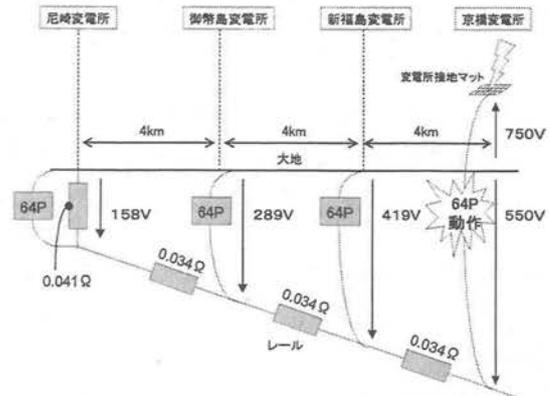


Fig.6 Rail potential distribution of JR-Tozai line

の抵抗比を考えると, 図6のように計算できる。

図5, 図6より, 京橋変電所の64Pは変電所接地マットとレール間の電圧を検知することから, その間の電圧は1300Vとなるので, 整定値が500Vである64Pは動作するが, その他の変電所ではレール対地電圧が500V以下なので, 64Pは動作しないことになる。実際に発生した京橋変電所の母線地絡時には, 京橋変電所の64Pのみが動作したので, 今回のような程度の簡易な計算でも64Pの動作を検証できることが分かる。

3. おわりに

64P共倒れ現象発生の可能性を簡易的に把握するため, 変電所母線地絡時におけるレール対地電圧の分布を変電所の接地抵抗とレール漏れ抵抗を考慮した簡易な電回路計算によって解析し, その結果と実際に発生した変電所母線地絡故障時における隣接変電所の64P動作結果を比較することによって, その簡易計算の有効性を確認した。今回の計算ではJR東西線内の変電所を無視して計算したが, 今後は電流分布を考慮して本手法の深度化を図りたい。

参考文献

- 1) 川原, 長谷, 森本, 吉原, 伊東, 高橋: 「直流電鉄用変電所における母線地絡保護に関する考察」, 平14電学全大, No.5-200 (2002)
- 2) 川原, 長谷, 森本, 八澤, 伊東, 高橋: 「複数変電所の直流高圧接地継電器同時動作防止の検討」, 平14電気学会産業応用部門大会, No.47 (2002)