

鉄道信号システムの 雷害対策の評価

信号・情報技術研究部(信号システム)

新井 英樹



Railway Technical Research Institute

雷害対策の評価技術の必要性

雷害による列車の運行停止・遅延は社会的な混乱を招く

鉄道信号設備における雷リスク管理が必要

コストと照らし合わせ、雷リスクが受け入れ可能かを分析、評価すること（雷リスク低減のための投資計画・判断）

✓ 鉄道信号設備における雷リスクの算出

雷ハザード：鉄道信号設備における雷害

雷リスク：雷害の発生確率 × 発生した場合の輸送障害

(影響列車本数、乗車人数、運賃、復旧費用等)

✓ 対策による雷害発生確率の低減効果の算出

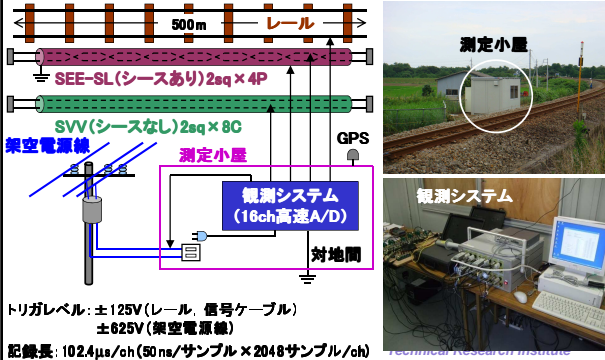
実験(現地試験)や計算解析により、雷害対策の効果を試算



Railway Technical Research Institute

観測環境

試験場所: 多雷地域にある非電化・単線区間



試験期間中の落雷

- 2010年 6/11 ~ 10/4
 - 2011年 6/10 ~ 9/21
 - 2012年 6/13 ~ 10/11
- 夏季に測定

測定地点を中心とする半径10kmのエリア

年	ストローク数 (雷撃数)	フラッシュ数 (落雷数)	雷過電圧発生回数 (トリガレベル以上のデータ数)
2010	2939	1338	159
2011	1241	672	133
2012	726	390	90



Railway Technical Research Institute

雷過電圧を発生させた落雷の特定

JLDNIによる落雷位置検定データ
(Japanese Lightning Detection Network)

試験期間中、2,400個の落雷

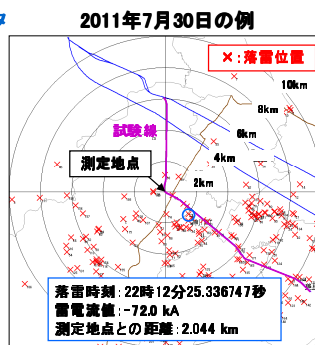
- 雷電流値
- 落雷位置(測定地点との距離)
- 落雷時刻(GPS時計)

観測システム(雷過電圧データ)

試験期間中、382回の雷過電圧が発生

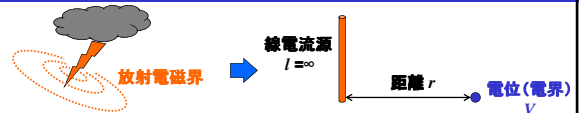
- レールの過電圧 ±125V以上
- 信号ケーブルの過電圧 ±625V以上
- 架空電源線の過電圧 ±825V以上
- 過電圧発生時刻(GPS時計)

比較照合により雷を特定



Railway Technical Research Institute

雷過電圧発生メカニズム



雷道を無限長の線電流源と見なすと、雷道から発せられる放射電磁界による電界は、次式のように表される。

$$V = -\frac{v}{2\pi\epsilon_0 c^2} \cdot \frac{I}{r}$$

- I : 雷電流値
- r : 雷道からの距離
- c : 光速 (2.99×10^8 m/s)
- v : 雷電流の進展速度 ($\approx 0.7c$)
- ϵ_0 : 真空の誘電率 (8.85×10^{-12} F/m)

レールやケーブルに発生する雷過電圧

- 雷電流値 I に比例
 - 落雷位置と設備位置との距離 r に反比例
- V と I/r との相関



Railway Technical Research Institute

