

信号・通信・電力設備の接地の共用化

鉄道技術センター 電気部 電力課 電灯電力グループ 富野 弘太

1. はじめに

整備新幹線における接地システムは、落雷や地絡故障などにより発生する高電圧から人体や装置を保護するための接地、交流き電回路からの電磁誘導現象により信号・通信ケーブルに発生する誘導電圧を軽減するための接地、装置の動作に必要な基準電位を確保するための接地など、目的や用途に応じて個別に接地極を設ける個別接地方式を採用している。

ら得られた特性並びに関係法令上の制約に基づき、トンネル器材坑内における接地共用化の可否について検討した。



図－1 北海道新幹線 線路図

今後も整備新幹線は個別接地方式を基本とするが、現在建設されている北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）では、札幌トンネルの一部区間でシールド工法を採用しており、シールドトンネル内にある電気設備を配置する器材坑内において、設備として必要な複数の接地極の施工が困難となることが予想される状況である。

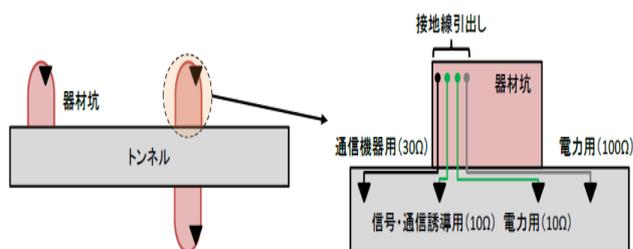
そのため、接地極数量の削減を実現することを目的として、各種試験を実施し、試験結果が



図－2 シールドトンネル



図－3 トンネル器材坑



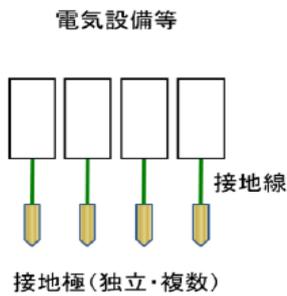
図－4 トンネル器材坑接地イメージ

2. 接地の形態と課題

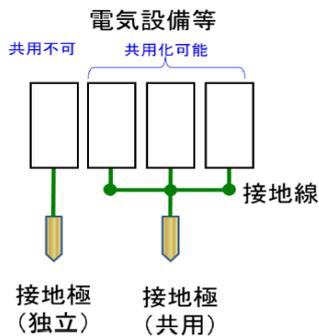
トンネル器材坑の接地には、信号・通信・配電設備用などがあり、それぞれ目的別に複数の接地極が存在する。

現状では、図－5のように設備や目的別に独立した複数の接地極が存在する個別接地の構成となっている。

これに対し、器材坑の接地極で共用化できるものについて、接地線でまとめたものが図－6の接地共用化の構成である。



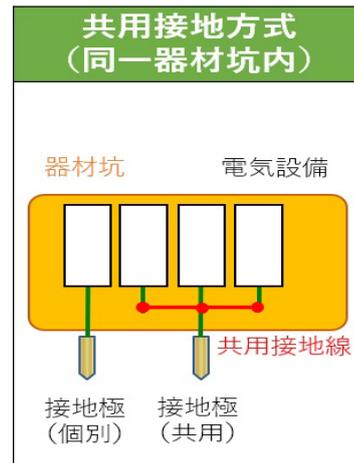
図－5 個別接地イメージ



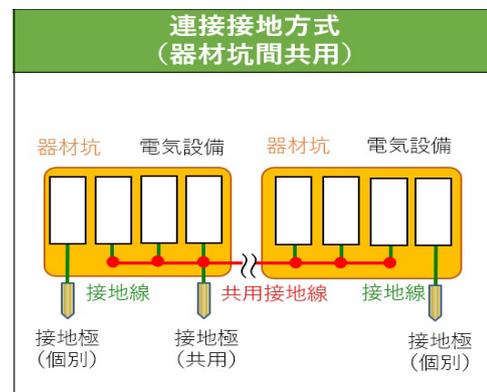
図－6 接地共用化イメージ

接地共用化の方式においては、同一器材坑内で接地極を共用化できるものを接地線で結び、接地極を削減した方式(図－7:共用接地方式)と、異なる器材坑間を接地線で結び、接地極をさらに削減した方式(図－8:連接接地方式)がある。

接地を共用化した場合の懸念として、電力機器から発生するノイズが、接地線を介して信号・通信機器に流入し、機器の動作に悪影響を与える可能性があることや、法令や技術基準に抵触するおそれがないかなどが考えられる。



図－7 共用接地方式



図－8 連接接地方式

3. 共用接地を模擬した測定試験

3-1 共用化対象接地極と判定条件

接地共用化に際しては、技術的な観点での検討とともに、関連する現行の各種法令・基準などへの適合も必要となるため、トンネル器材坑箇所における接地共用化の対象候補接地極とその判定条件を整理した。整理した内容を表－1に示す。

法令や基準について確認したところ、法的な制約があるのは配電B種のみであることが分かった。

配電B種は、電気設備の技術基準の解釈第24条第3項第二号において、変圧器設置箇所から200m以内の場所に接地工事を行うことが明記されている。

信号・通信の各接地については、特に評価項目を定めるような規程がないことから、事故や故障などで発生した電流やノイズに対する強さを評価項目として機器の動作や機能に影響がないことを判定条件とした。

表 1 共用化検討対象接地極と判定条件

名称	目的	評価項目	判定条件	用途例
配電(電力)	配電A種	人体保護	制約なし	高压変圧器(外箱)
	配電B種	機器防護	変圧器から200m以内(法的制約)	高压変圧器(电路二次)
	配電D種	人体保護	制約なし	低压変圧器・分電盤(外箱)

名称	目的	評価項目	判定条件	用途例
通信	通信保安	人体保護	事故(故障)時の電流・電圧の耐性	保安器動作電圧未滿
	通信機能	安定動作	事故(故障)時の電流やノイズの耐性	機器の動作に影響がない
	通信遮蔽	ノイズ対策(誘導対策)	事故(故障)時の電流やノイズの耐性	遮蔽機能に影響なし 事故(故障)電流が許容値未滿
	信号遮蔽	ノイズ対策(誘導対策)	事故(故障)時の電流やノイズの耐性	遮蔽機能に影響なし 事故(故障)電流が許容値未滿

3-2 地絡及び雷サージからの影響の把握

整備新幹線で建設中のトンネル器材坑の信号・通信・配電設備用接地極に共用接地方式(図-9)及び連接接地方式(図-10)を適用し、模擬的に地絡及び雷サージの試験電流を印加した際の分流様相を把握し、接地極共用による影響について検証を行った。



図-9 模擬試験環境(共用接地方式)

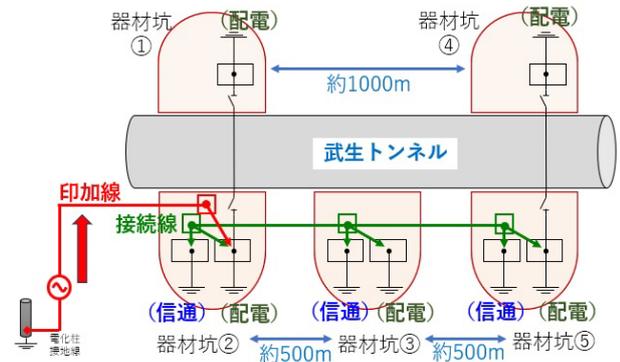


図-10 模擬試験環境(連接接地方式)

地絡模擬試験の試験結果から得られた傾向としては、接地を共用した場合の接地極は電位上昇により印加接地極と等電位化され、個別接地方式と比較し、印加接地極の接地電位上昇が抑制されていた。

雷サージ模擬試験の試験結果から得られた傾向としては、地絡模擬試験と同様に、共用した接地極も電位上昇が生じる傾向であるが、印加接地極の電位に対して等電位にならず、電位が約40%低下した。

3-3 ケーブル遮蔽層からの影響の把握

列車走行時にき電回路を流れる起誘導電流からの電磁誘導現象により、ケーブル遮蔽層には遮蔽電流が流れる。

ケーブル遮蔽用接地を含めた接地共用化を採用する場合、遮蔽電流の流入によるノイズの影響が懸念されるため、遮蔽用接地に生じるノイズ成分の特性を把握した。

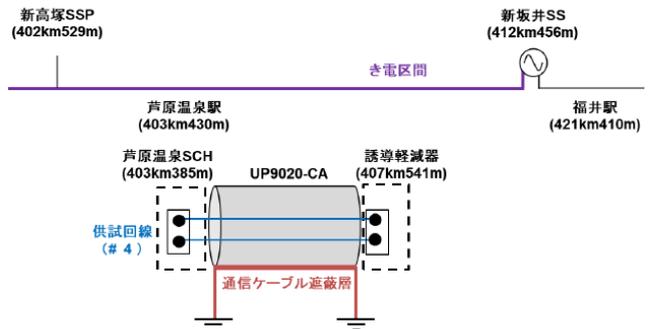


図-11 模擬試験環境

遮蔽電流の試験結果としては、遮蔽電流の実測最大値は約2A、遮蔽電流と常時誘導縦電圧の増減波形は同様の傾向であった。

また、奇数次高調波の周波数成分で数値が上昇し、試番によって異なる周波数帯で数値の上昇があった。

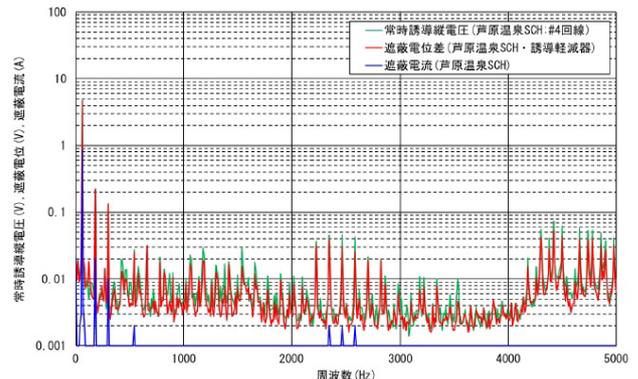


図-12 測定結果の解析例

4. 共用接地の可否判断

試験結果から連接接地方式と共用接地方式における共用接地の可否判断を行った。

4-1 連接接地方式

通信遮蔽及び信号遮蔽は、ケーブル遮蔽層と共用接地線による閉ループが構成されるため、ノイズ量の予測が測定結果のみでは判断ができないことが分かった。

また、配電B種は法的制約により200m以上離れた器材坑間での共用接地が不可であることから、連接接地方式の採用は難しいため、この方式を採用不可とした。

4-2 共用接地方式

共用接地方式での共用化可否の整理を行い、その内容を表-2に示す。

各接地極に対して、共用可能であるものを「○」、制限があるものを「×」とした。

共用化対象接地極として、トンネル器材坑内に設備される配電(A種、B種、D種)、通信遮蔽、信号遮蔽、通信保安、通信機能の7種類を選定した。

ノイズ源となり得る接地極の配電と通信遮蔽・信号遮蔽について、検討した結果は以下のとおりである。

配電接地については、計算上最も大きな配電B種の地絡時のケーブル遮蔽層への電流値がケーブル遮蔽層の許容電流値未満であったため、影響ないことが確認できた。

通信遮蔽・信号遮蔽については、現行規定されている接地抵抗値以下であれば遮蔽性能に影響を及ぼさないため、共用可能である。

ノイズを受ける接地極の通信保安と通信機能について、判断した結果は以下のとおりである。

通信保安については、保安器不要動作に最も影響を与える接地極は配電B種であるが、異常時の保安器の動作電圧未満のため影響ないと考えられる。

通信機能については、地絡電流並びに配電B種及び通信・信号遮蔽からのノイズが接続される機器の耐ノイズ性と比較検討する必要があるため不可とした。

結果、同一器材坑内の接地極においては、基本的に通信機能を除く6種類は共用可能と判断した。

ただし、共用接地極の抵抗値については、配電B種や通信遮蔽、信号遮蔽など接続する接地極で必要な一番低い抵抗値が必要となる。

5. おわりに

同一器材坑内の接地極を共用化した場合(共用接地方式)及び異なる器材坑間の接地極を共用化した場合(連接接地方式)について、地絡・雷サージの分流様相及び共用接地時にケーブル遮蔽層から流入するノイズ成分の特性を把握した。

その結果、連接接地方式はノイズの影響や法的制約により採用不可となったが、共用接地方式は、共用可能な接地極があることがわかり、当初計画していた接地極数量から削減することが可能となった。

以上により、同一器材坑内のみの限定的な共用化ではあるが、接地極数量削減の観点では効果があることが示された。

今後、鉄道事業者との協議を踏まえ、北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)のシールドトンネル区間にて適用することを想定している。

表-2 接地極の共用可否：共用接地方式(同一器材坑内)

【凡例】 ○：共用可 ×：共用制限有	ノイズ源となり得る接地極					ノイズを受ける接地極	
	配電A種	配電B種	配電D種	通信遮蔽	信号遮蔽	通信保安	通信機能
ノイズ源となり得る接地極	配電A種	-	○	○	○	○	×
	配電B種	○	-	○	○	○	×
	配電D種	○	○	-	○	○	×
	通信遮蔽	○	○	○	-	○	×
	信号遮蔽	○	○	○	○	-	×
ノイズを受ける接地極	通信保安	○	○	○	○	-	○
	通信機能	×	×	×	×	○	-