

誘導予測計算支援ツールの開発

電力線地絡事故の際に通信線に誘起する異常時誘導危険電圧の予測は、通信作業者の安全確保だけでなく通信線に接続される通信機器の保護およびユーザの安全性を考慮するうえで重要です。誘導予測計算では、作業の多くが手作業に依存しており、現状では1通信線ルートの予測計算に数時間かかっていました。今回、誘導予測計算においてマンマシンインタフェースをPCを用いてほぼ自動化することで計算稼働を大幅に省力化する誘導予測計算支援ツールを開発しましたので紹介します。また、当該ツールの今後のトライアル計画について紹介します。

誘導予測計算の重要性

電力送電線は落雷や台風などによる電力線の断線のほか、絶縁がい子や電線の絶縁破壊などによる地絡故障が発生することがあります。地絡故障が発生した場合、地絡電流により発生する電磁界により通信線に誘導電圧が発生する電磁誘導を図1に示します。また、写真において、通信線作業者の体が近接する街灯や看板、建物外壁などの接地体に触れてしまった場合、電力線地絡故障によって通信線に発生した誘導電圧は作業者の手を経由し、体を介して交流電流が流れ感電が発生します。感電によって作業者が転倒・落下するなどの2次災害のほか、作業者の心臓に交流が流れ心室細動により死に至ることが想定されます。これに対し、作業者安全などの観点から電力会社とNTTは誘導対策に関する協定（誘導協定）を結び、誘導危険電圧を事前に算出して表に示す制限値を超える場合は対策を実施するこ

ととしています⁽¹⁾。制限値は電力線地絡の遮断時間に依存し、遮断時間が短い高安定電力線の場合、最大650Vの誘導電圧が通信線に発生することに留意する必要があります。いずれも、電力会社からの送電線の昇圧計画等をトリガに通信線に発生する誘導電圧を事前に計算し、当該電圧が制限電圧を超えた場合、絶縁対策や遮蔽効果の高い通信線への変更、通信線のルート変更や光ファイバ化などによる対策が必要となります。

誘導予測計算の現状と課題

誘導予測計算では、電力会社から提案される送電ルート（紙地図のルート図）や地絡電流（紙上の図表）などの情報と、通信線などの通信設備ルート（別地図）の情報に基づき、誘導予測計算を実施しています。送電線情報や通信線情報が異なる地図上にあることから、定規を使って同一地図上へルート情報の転記、離隔図の作成、また送電線地

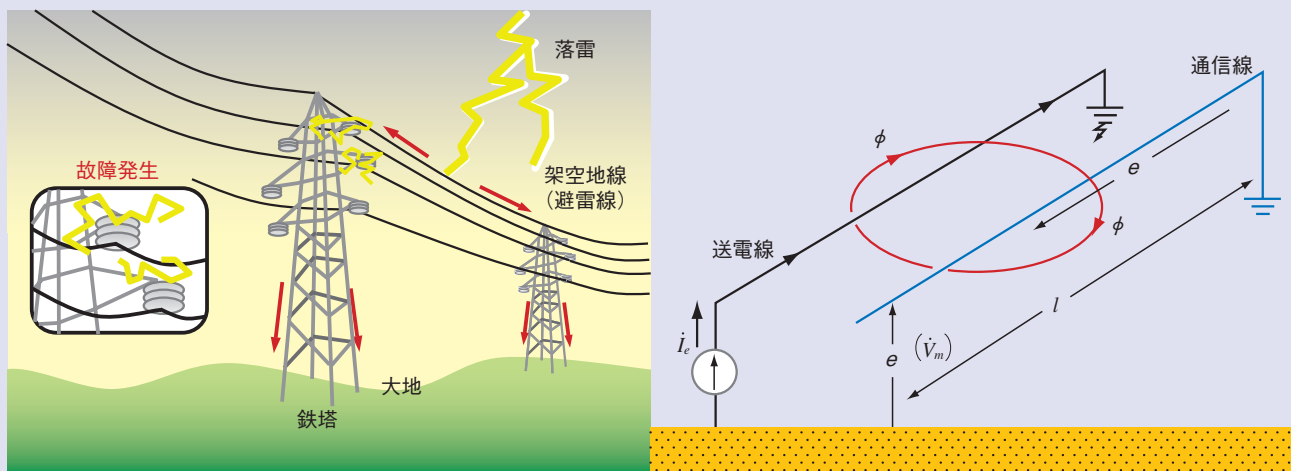


図1 電力送電線地絡時の通信線への電磁誘導



写真 電力線地絡時における作業者の危険性

表 異常時誘導危険電圧制限値

| 適用条件 | 制限値 |
|---------------------------------|-------|
| 地絡電流継続時間が0.06秒以下の高安定送電線* | 650 V |
| 地絡電流継続時間が0.06秒を超え、0.1秒以下の高安定送電線 | 430 V |
| 上記以外の送電線 | 300 V |

* 送電電圧100 kV以上で故障頻度が小さく0.1秒以内に故障区間を開放する

絡地電流の算出などの作業の大半は、手作業や手計算に依存し、1通信線ルート当り数時間の作業時間が必要となります。

また、近年では、誘導予測計算ができる有スキル者の高齢化や人員の減少傾向にあり、誘導予測計算や誘導対策に対するノウハウの蓄積が困難となっているため、簡易かつ高精度に誘導計算できるツールが必要でした。

誘導予測計算支援ツールの開発

誘導予測計算における計算フローを図2に示します。図2では従来と今回の計算の流れを併記しています。なお、誘導予測計算作業は以下の部分に分解されます⁽²⁾。

- ① 地図情報、送電線・通信線情報の収集
- ② 送電線と通信線との離隔図の作成
- ③ 離隔図から送電線と通信線の相互インダクタンスの計算
- ④ 送電線地絡電流の計算

⑤ 誘導予測計算の実施

従来では特に②の項目は定規を使うなど手作業に依存しているため、1通信線ルート当りの誘導予測計算に数時間も費やすという問題がありました。そして、送電線の誘導予測計算が必要になった場合、関連する通信線のルート数は数百に及ぶため、誘導問題の有無の確認を含めると実際の作業時間は膨大になっていました。また、通信線と電力線の離隔図は定規等を用いての手作業のため、離隔距離の精度が必ずしも高くなく、また個々により誘導予測計算結果にばらつきがあるなどの問題もありました。このため、比較的簡易な操作でかつ精度良く誘導予測計算をするため、今回、誘導予測計算に必要な送電線ルートと多岐にわたる通信線ルートの離隔図作成自動化と、NTT交換センタ配下全通信線ルートに対する一括誘導電圧計算の自動化を検討しました。

(1) 離隔図作成の自動化

従来は電力会社から提供される送電線ルート（紙地図）情報をNTTのプラレコ（plant record：設備情報）の紙上に書き込みます。次に、定規等を用いて送電線の各区間から通信線の区間に垂線を引き、各区間ごとの平均離隔距離を算出し、誘導計算にかかわる離隔図を作成していました。

今回、紙地図の送電線情報を汎用のスキャナで取り込み、送電線ルートを画像上でマウスでクリックしていくことで、送電線ルートの座標情報（緯度・経度）を電子化し、それを通信線の設備情報の電子地図上に自動的にプロットすることで、離隔図の描画を自動化しました。これにより、相互の離隔距離を自動的に算出でき、この結果通信線と電力線の相互インダクタンスも自動的に求めることが可能となります。

(2) 誘導予測電圧計算の自動化

離隔図により求められた相互インダクタンスに起誘電電流値（地絡電流）を積算すれば通信線に誘起する誘導電圧が算出できますが、現状では起誘導電流も電力会社からは紙のグラフデータをもっています。今回はグラフデータをスキャナで取り込み、データ曲線の画像上でクリックすることで起誘導電流値を電子化し、誘導電圧計算に必要な起誘導電流値を自動的に抽出することが可能となります。

(3) 全通信線ルートに対する一括誘導予測計算

全通信線ルートに対し送電線からの誘導影響範囲内にあるか否かの判定を自動的に実施し、同時に一括に誘導予測計算するようにしました。この結果、今までかかっていた誘

誘導予測計算の流れ

| | 従来 | 今回のツールを用いた場合 |
|-----------------------|---------------|--|
| ①地図、送電線・通信線ルート情報の事前準備 | 紙ベース | 送電線ルート（紙情報）の電子化 設備情報から通信線ルートの抽出・電子化 設備情報の地図上に送電線ルート情報を追加 |
| ②離隔図作成（送電線-通信線） | 手作業 | 自動化 |
| ③相互インダクタンス算出（送電線-通信線） | 手作業（一部自動化） | 自動化 |
| ④誘導起電流算出（地絡電流曲線） | 手作業 | 自動化 |
| ⑤誘導電圧計算 | 1通信ルートごとに誘導計算 | 全通信線ルート一括計算 |

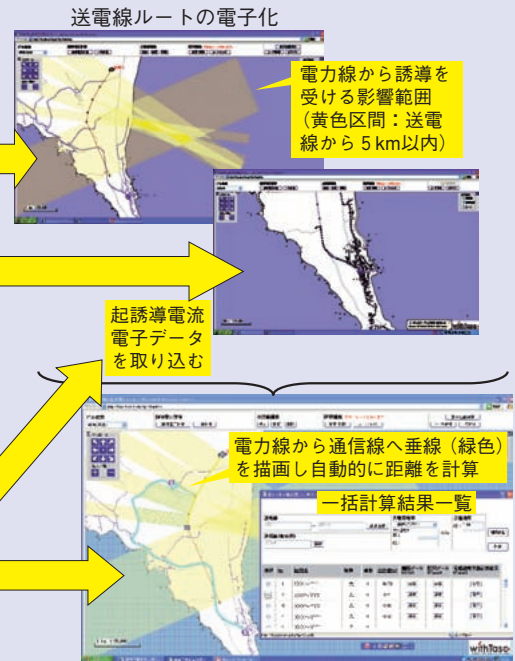


図2 誘導予測計算の流れと計算フローの画面イメージ

導予測計算の稼働の大幅な効率化が可能になります。また、手入力ではなく正確な地図情報を用いることで、計算精度も向上し、誘導予測計算における誤差を低減することも可能となります。

今後の課題

今回、電力線地絡時に発生する通信線に誘起される異常時誘導危険電圧を対象とした誘導計算支援ツールを開発しました。誘導電圧を算出するのに必要な電力系のルート情報等のデータを電子化することで、計算時間の短縮や計算精度を向上させることができました。この結果、電力昇圧計画などに対して迅速に対応することが可能となり、また計算結果のばらつきも低減され、誘導対策の必要性判断もより高精度に実現することが可能となりました。

また、開発ツールの速やかな展開のために、2010年度は計算精度の評価やさらに使いやすいマンマシンインタフェースによる作業性向上などを目的とした現場トライアルを早々に予定しています。さらに、電力送電線だけではなく、電気鉄道など異なる起電方式からの誘導計算機能の実装のほか、予測計算のさらなる効率化やデータ連携をねらい、誘導予測支援ツールのネットワーク化等を検討し、2011年度以降

の現場への本格導入を目指しています。

参考文献

- (1) テクニカルソリューション：“通信設備設計における誘導予測計算法,” NTT技術ジャーナル, Vol.18, No.7, pp.70-71, 2006.
- (2) “誘導〔上巻〕,” 電気通信協会東海支部, p.127, 1981.

◆問い合わせ先

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部
サービス運営部 技術協力センター
EMC技術担当
TEL 03-5480-3704
FAX 03-5713-9122
E-mail gikyo@ml.east.ntt.co.jp
URL <http://www.cybertasc.com/>