

N T T 筑波フィールド技術開発センタ 正会員 八木 高司

同 上

香取 正昭

## 1. はじめに

過去の被災事例等から、地震時における電気通信地下設備には、被害が予想される。そこで、その復旧を予測し、震前の信頼性向上対策や、模擬的な復旧演習等の震後の復旧対策を検討しておくことは、重要な課題である。これまでの検討から、地下設備の被災想定はTEL-SAPP(電気通信屋外設備の地震時信頼性評価手法)により、ある程度定量的に可能となってきた。

そこで、本稿では、TEL-SAPPに基づく地下ケーブルの復旧予測シミュレーションについての考え方を提案する。

## 2. 地下設備の復旧ステップ

電気通信地下設備の、地震時における復旧作業は、右図に示すような3段階で行われる。ここで、ユーザにとって問題となるのは、通信が回復するのにどの程度の時間(復旧日数)を要するかであるから、復旧予測対象を仮復旧工事とする。

応 急 復 旧

応急的に一部の回線を開通させる工事

↓

仮 復 旧

被災したケーブルに対して、仮にケーブルを路上等に布設し、心線を接続して被災した全てのユーザを開通させる工事

↓

本 復 旧

被災した土木設備をも含めて、被災前の状態へ原状復旧するための工事

## 3. 仮復旧工事の手順と基本パターン

地下ケーブルの被害は、マンホール間の管路部での発生が予想される。このため、仮復旧工事は、被災スパンの道路上にケーブルを布設し、その両端のマンホールにおいて、ケーブルの接続を行う(パターンA)。実被害ではケーブル被災スパンが連続する場合(パターンB)や、単一スパンに被災ケーブルが集中する(パターンC)ことが予想される。そこで、図-1に示すような3パターンを基本型とする。この際、現実的な作業を考慮して、次のような制約条件を設けることとする。

- ① 同一スパン及び隣接スパンでの布設は、シリーズ作業とする。
- ② 同一マンホールでの接続は、シリーズ作業とする。

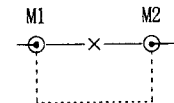
## 4. 基本パターンの復旧時間

基本パターンの復旧時間の算出は、(a)調査・資材調達等に要する準備、(b)布設、(c)接続、及び(d)復旧要員が不足することによる手持ちの各時間の和となる。

## 5. 復旧時間を左右する要因

布設の工程量は、スパン長だけでなく、路上への仮置き、路上への仮管路、仮架空、別ルートへの迂回等の、工法選択により設定される。接続の工程量は、ケーブル対数だけ

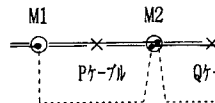
(Aパターン)



M1 ~ M2 間の布設

M1、M2 での接続

(Bパターン)



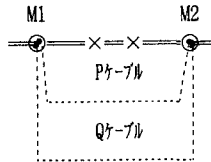
Pケーブルの布設

Qケーブルの布設

M1、M2、M3での接続

(M2では、Pケーブル、Qケーブルの順で)

(Cパターン)



Pケーブルの布設

Qケーブルの布設

M1、M2での接続

(Pケーブル、Qケーブルの順で)

○ : マンホール    × : 被害箇所  
 ..... : 復旧ルート    -●- : 接続箇所

図-1 仮復旧工事のパターン化

でなく、接続工法によって設定される。また、両作業とも、道路幅員やマンホールスペース等作業環境により、作業能率が変化すると考えられる。復旧要員に制限がある場合は、優先度によって手待ちとなる復旧箇所が発生し、当該箇所は優先度の高い箇所の復旧終了を待って、作業が開始される。

## 6. 復旧シミュレーションフロー

ある特定するエリア全体の復旧を予測するための、シミュレーションフローを、図-2に示す。グルーピングは、被害の集中度により、3項の基本パターンの場合分けを行うものである。復旧方法と施工条件は、箇所毎の条件を個々に設定する。各工程を集計補正して、予測するエリア全体に対する、優先度や、要員数、調達期間等の条件を設定する。予測計算は、システムダイナミックスの手法を用い、単位時間当たりの作業を計算、蓄積して行う。結果に対する評価により、各条件を変更してさらにシミュレーションを行う。

## 7. シミュレーション例

次の条件により行ったシミュレーションについて、復旧予測曲線 図-2 復旧シミュレーションフロー  
稼働状況予測、作業状況予測を、図-3～図-5に示す。

- ① 資材等の調達に2日間を要し（立ち上がり日数）、必要な資材はすべて整う。
- ② 復旧要員は、作業に必要な要員数がすべて確保されている。

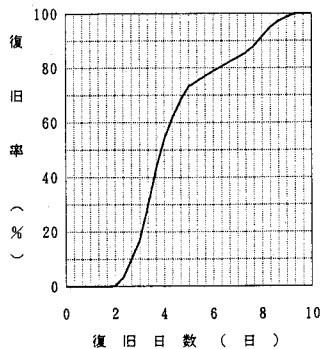


図-3 復旧予測曲線

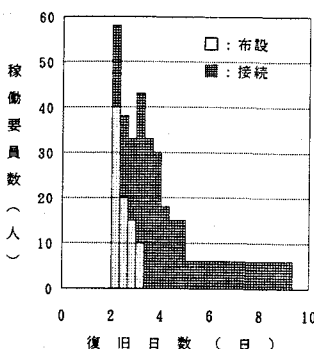


図-4 稼働状況予測

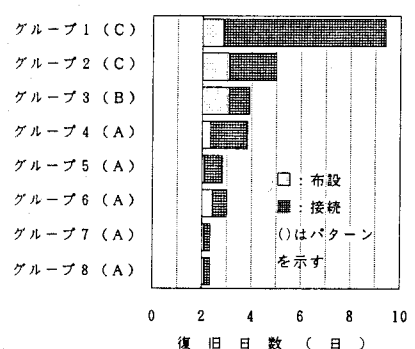


図-5 作業状況予測

- ① 復旧予測曲線：縦軸に全復旧工程量に対する完了分を復旧率とし、横軸に復旧時間（復旧日数）をとり作業の進捗状況を予測している。10日目には作業が終了することがわかる。
- ② 稼働状況予測：作業が重複するところを除き、一斉に作業を開始できることから、前半部分に稼働が集中していることがわかる。
- ③ 作業状況予測：作業が集中すると予測されるグループ1（パターンC）が復旧時間を要し、この箇所がエリア全体の復旧のクリティカルパスになると考えられる。

## 8. あとがき

電気通信地下設備の復旧手順の特徴を考慮した復旧予測シミュレーションの手法を提案し、さらにその一例を検討した。その結果、復旧要員、資機材等が潤沢にある場合は、復旧箇所の中で最も被害が集中し、作業がシリーズでなければ実施できないグループ箇所の復旧時間が、エリア全体の復旧時間を決定することが明確となった。これより、さらに現実的な復旧条件によるシミュレーションを行い、手法の検討を深めるとともに、広域的なシミュレーションも合わせて検討していく必要がある。