

I-206 道路網との相互関連性を考慮した 電気通信システムの震後復旧過程

鳥取大学大学院 学生員 小川 理宏
鳥取大学工学部 正会員 野田 茂
日興證券（株） 鈴木 賢司

1. まえがき

最近、各種ライフラインの復旧支援システムが開発されている。それらの根幹は被災箇所の復旧優先順位の決定にある。本研究では、震後における電話網の被災設備に対し、通話機能損失の最小化を旨とした効率的な復旧シミュレーション法を考案する。ここでは、復旧作業班の移動過程を把握するために、道路網と電話網の相互関連性を考慮する。具体的には、本方法を現実的な通信システムに適用し、各種復旧方針が機能回復過程に及ぼす影響について検討する。

2. 電気通信システムの復旧シミュレーション

本研究では、T支社管内の電話網と道路網を対象とした。T支社と各交換所間の電話網（地下、架空ケーブル）を図1に、道路網を図2に示す。

シミュレーションは被害発生モデルと復旧モデルの2つからなる。被害発生モデルでは、震度、被害モードと設備毎の損傷確率マトリックスを基にして、各システムの被災シミュレーションを実施する。復旧モデルは、初動体制と確定被害・復旧状況に応じた復旧体制の2段階で構成する。

初動体制では、通信網の連結確率の計算に基づいて、震後の短期間で被災設備の位置を推定する。第2段階の復旧体制では、T支社と各交換所間のタイセットを列挙し、回線数と加入者数に基づいて、3つの復旧方針を考える。

復旧方針1では、被災設備の修復に伴い、タイセットから求められる通話回線数の回復度が高い被災箇所から優先復旧する。復旧方針2と3では、まず、各交換所における加入者の不満足度を勘案し、回線数と加入者数によって計算される復旧度を定義する。被災設備の復旧に伴い、この復旧度の経時変化の小さい設備の優先順位を高くしたのが方針2である。逆に、この復旧度の感度が大きい被災設備の優先復旧を考えたのが方針3である。

以上の復旧方針に基づいて、復旧作業班は、道路網の被災状況を勘案し、最短経路選択（ウォーシャル・フロイド法）に基づいて移動する。

3. 復旧戦略について

被災シミュレーションの結果、図1と図2より、断層付近の設備被害が多発していることがわかる。各復旧方針毎の優先順位は図3のようになる。ただし、図2の結果を除き、復旧班としては1班を考える。図3

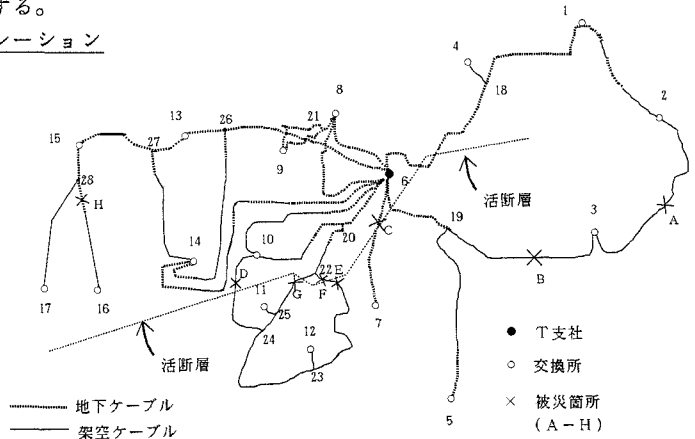


図1 T支社管内の電話網と想定被災箇所

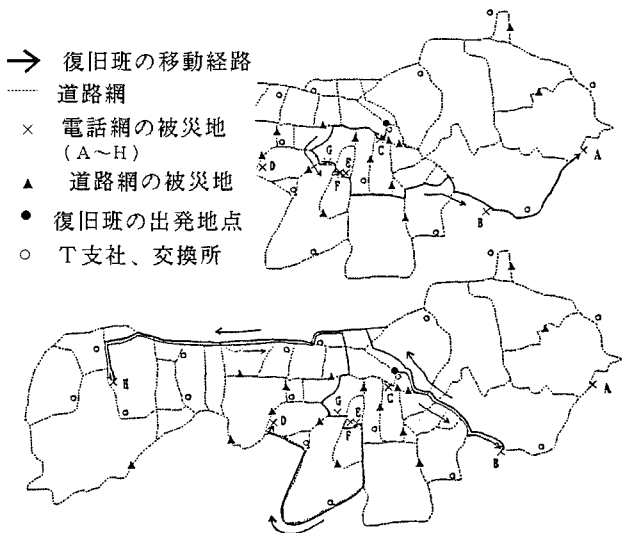


図2 被災道路網と復旧移動経路（復旧方針1、復旧班2）

から、各被災箇所の優先順位は、復旧方針ごとに異なることがわかる。種々の定量的な検討の結果、復旧方針1は最良の方針となることがわかった。

図4は復旧方針1における復旧曲線を示したものである。なお、各復旧率は次のように定義した；①機能的復旧率＝復旧方針1に基づく通話可能な回線数の割合、②構造的復旧率1＝復旧時点において、全交換所数に対するT支社から接続可能な交換所数の割合、③構造的復旧率2＝ネットワークの全リンク長に対するT支社から通話可能なリンク長の割合、④構造的復旧率3＝構造的復旧率2において、リンク長をリンク数に変えたもの、⑤構造的復旧率4＝各交換所の加入者数に対し、T支社から通話可能な交換所の加入者数の割合、⑥構造的復旧率5＝全被災箇所数に対する復旧完了被災箇所数の割合。

図4には各被災箇所の復旧時点を矢印で示した。被災箇所Cの復旧完了後、15時間程度で、機能的復旧率は100%に達している。これは、復旧方針1が回線数に着目した指標であり、かつ復旧率の定義となっているからである。被災箇所Cの回線数は他の被災箇所のそれよりもかなり多いために、その復旧時点において、システム全体の機能回復度はかなり大きくなっている。復旧率の定義により、経時変化はかなり異なっている。最早の復旧時刻と最遅の時刻には差異は見られるものの、復旧完了時刻は2つのパターンに限定される。

図5の左上部には構造的復旧率4を、下部には構造的復旧率5を示し、各復旧方針毎の復旧曲線を検討した。構造的復旧率4は加入者側、構造的復旧率5は事業者側から見た復旧率を意味する。復旧完了までの期間における機能損失の最小化および復旧完了時間の短縮を考えると、構造的復旧率4では復旧方針1が、構造的復旧率5では復旧方針2が最良となっている。ただし、最悪なパターンは相異なっている。これは、復旧方針の定義や加入者・事業者サイドの立場を反映した結果である。

図2には、復旧方針1において、復旧班を2班としたときの移動経路を示した。なお、被災道路設備の復旧は考えていない。加入者の不満度を勘案するならば、機能特性を考慮した現実的な修復活動が必要である。すなわち、復旧戦略を数理工学的に限定して取り扱うならば、図2に示すように、復旧班の移動経路上に被災箇所が存在しても、修理することなく、次の優先順位の被災箇所が復旧されることになる。このようなことも加味した実用的な復旧シミュレーションを実施しなければならない。

4. あとがき

- 1) 3つの復旧方針について、ネットワーク特性を加味した5つの復旧率（構造的・機能的）を新しく定義した。
- 2) 物理的な被災状況を反映した構造的復旧率および支社・交換所間の連結状態を考えた機能的復旧率について検討した。
- 3) 本研究で提案した復旧戦略に基づいて、復旧優先順位は定量的に与えられることがわかった。しかし、被災道路網上の復旧班の移動経路を考慮すると、機能面だけでなく地域性なども加味した優先順位を与える必要がある。

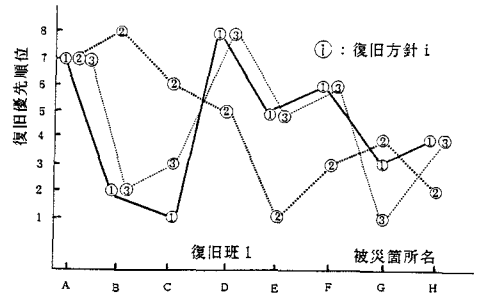


図3 復旧方針ごとの優先順位

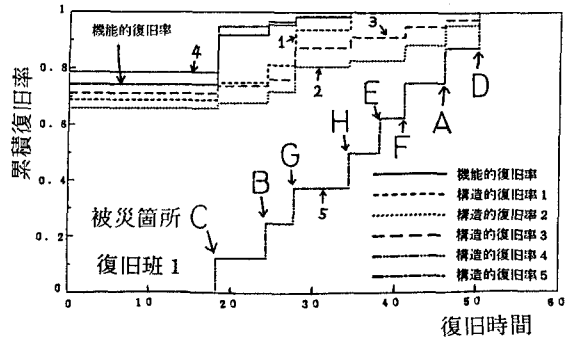


図4 復旧方針1における各復旧率の経時変化

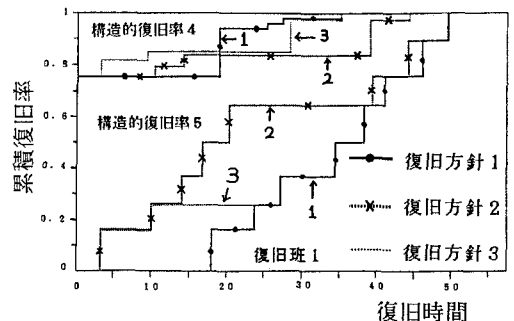


図5 各復旧方針における構造的復旧率4と5の経時変化