

I-508 震後の情報通信システムの機能特性を考慮した復旧戦略

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

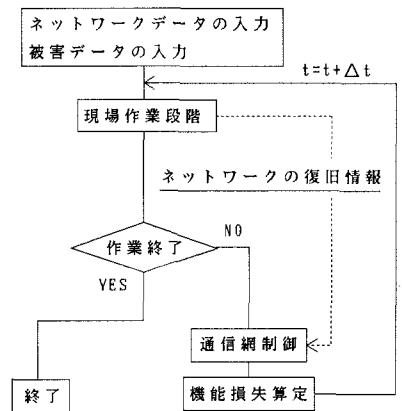
1. まえがき

今日の都市生活は、電気、ガス、水道や電話のようなライフラインに依存している。そのため、災害・事故などの発生によってこれらの機能が低下すると、社会的・経済的な影響は大きい。被害を受けたライフライン施設は、機能低下の最小化を目的として、復旧されなければならない。情報通信システムは、異常環境下においても、復旧・被害などの情報を伝達することを使命とする重要な施設である。そこで、本研究では、情報通信システムを対象として、機能特性の評価指標を提案するとともに、機能特性を考慮した復旧シミュレーションのアルゴリズムを開発し、その有効性を検討する。

2. 機能特性を考慮した復旧シミュレーション

情報通信システムの接続要求は一般に呼で表わせる。呼が接続されなかったなら、情報の伝達は不可能である。すなわち、情報通信システムの基本的な目的は達成できない。従って、接続できなかった呼すなわち損失呼は、情報通信システムの機能損失を表わす評価指標となりえる。そこで、本研究では、損失呼を時々刻々復旧モデルに組み込むことにより、機能損失を考慮した復旧シミュレーションのアルゴリズムを開発した。

復旧シミュレーションでは、被害箇所における現場作業の進捗によって、情報通信システムの機能回復過程を表わした。復旧は、現場作業段階、通信網制御段階と機能損失算定段階の3段階に分けて、実施した。図1は復旧シミュレーションの概略フローを示したものである。



現場作業段階では、システムダイナミクス¹⁾によって、その作業特性を表わした。通信網制御段階では、現実的な制御方式である遠近回転法²⁾を用いた。復旧作業の終了回線はシステムの一部として利用可能になるので、それらの回線をも利用して、通信網は制御した。機能損失算定段階では、作業終了回線と通信網制御段階からの情報を用いて、分割配分法による呼量計算を行い、損失呼を求めた。

図1 復旧シミュレーションのフロー

3. 数値計算例

図2の通信網モデルを対象とし、前提条件の設定のもとで、数値計算を行った。実線は基幹回線を、点線は直通回線を表わす。なお、地震直後の被害は5箇所である。

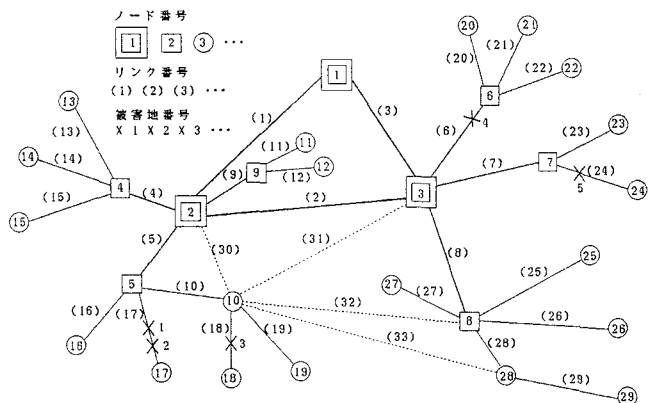


図2 通信ネットワークモデル

図3は、以下に定義した復旧率（現場作業、機能的、構造的）の時間的な変化を示したものである。

ここで、現場作業の復旧率は、システムダイナミクスによってモデル化した現場作業の進捗状況を表わすものである。機能的復旧率とは、現場作業が終了し、被害箇所が正常に機能することにより、システム全体の機能特性の向上割合を示すものである。また、構造的復旧は、前2者が機能的な被害復旧を示すのに対し、物理的な復旧を意味している。

図3より、3つの復旧率曲線の傾向はかなり異なっている。これには、①修理時刻と機能回復時刻の差、②システムのネットワーク性（多ルート化）、③系統復旧操作および④修理—物理的な被害と通信—機能上の被害の概念の差などが考えられる。

なお、復旧完了時間は、復旧終了回線に対して局内の切り替え作業を実施していないため、一致している。復旧の初期段階では機能的影響が強く、約2時間後以降最終段階まで、現場作業に着目した復旧率が高くなっている。接続要求に対する経路選択の際には、ネットワークの機能特性により、迂回が可能である。従って、構造的な被害の回復は機能的復旧に大きく波及し、機能的復旧は構造的復旧よりも高くなる。

機能（通話性）と構造（連結性）の被害回復には差が生じており、住民の不満度も勘案するならば、機能特性を考慮した復旧戦略を重要視しなければならないことがわかる。

表1は復旧シミュレーションの結果である。機能的損失は接続不可能な場合に発生する。接続が可能か否かの判断は、各通信回線ごとになされる。既往の研究では、被害箇所と機能損失の明確な関連付けが必ずしもされているわけではない。表1から、復旧完了時の総機能損失量は、容量の大きい回線において、必ずしも大きくなっていない。被災箇所の状況、ネットワークの構造や復旧方針などによって、機能的損失は左右される。すなわち、これらの状況に即したリアルタイムの復旧を実施することが重要である。

4. あとがき

- (1) 復旧戦略策定のために、機能特性を表わす指標として新しく損失呼を導入し、復旧シミュレーションのアルゴリズムを開発した。
- (2) シミュレーション結果から、復旧の進展とともに構造的・機能的な回復率は大きく異なっていた。修理—物理的な被害と通信—機能的な被害を区別した上で、機能特性を考慮した復旧戦略を実施する必要がある。

- 参考文献 1) 高田至郎・高谷富也・飯田泰司：地中ライフラインの震後復旧支援システム，第8回設計における信頼性工学シンポジウム前刷り集，pp. 117～122，1988年12月。
2) 秋山稔：通信網工学，コロナ社，1984年7月。

$$\begin{aligned} \text{現場作業の復旧率}(t) &= \frac{t \text{ 時間までに復旧が終了した累積回線数}}{\text{被害リンク全体の回線数の総和}} \\ \text{機能的復旧率}(t) &= \frac{t \text{ 時間までの累積機能損失（アラン）}}{\text{復旧が完了するまでの累積機能損失（アラン）}} \\ \text{構造的復旧率}(t) &= \frac{t \text{ 時間までの累積復旧箇所数}}{\text{初期被害箇所数}} \end{aligned}$$

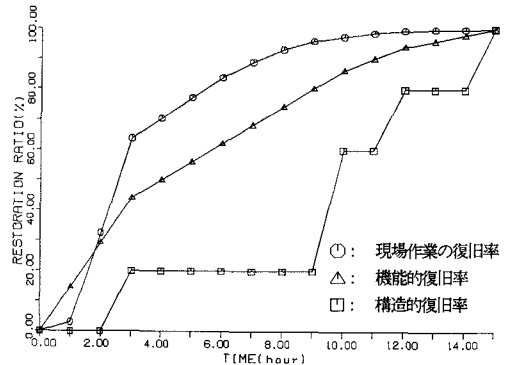


図3 復旧率の経時変化

表1 復旧シミュレーションの結果

被害地	被害リンク	復旧時間(時間)	総機能損失量(アラン)	総作業人員数(のべ人数)
1	17	10	121,380	219
2	17	12	上に含まれる	286
3	18	10	115,132	220
4	6	4	145,349	384
5	24	15	154,179	332
総計		15	536,040	1441