

I-560

都市機能としてのライフラインの耐震性の総合評価法に関する考察

攻玉社工科短期大学 正員 大野春雄

1. はじめに

ライフラインの防災性の既往研究の課題は、システムの耐震性、信頼性の検討を始めとして、二次的被害の防止、復旧予測・機能評価や最適な復旧計画の検討等が挙げられる。この中でも震後の復旧予測や機能評価は、被害軽減対策や復旧対策等のライフライン防災計画の立案において中心的な位置を占めていた。しかし、安全な都市を築くための都市防災という領域からライフライン研究の成果を見ると、都市機能の総合的な計画指針を得る段階には至っていない。

震後におけるライフラインの機能評価に関する研究のほとんどは、各々のライフラインシステムを個別にアプローチしてきた。ライフラインは都市全体として重要な機能を有するものであることから、ライフラインの全体機能の耐震性を評価する研究の必要性がある。本報告では、都市全体のライフライン機能に着目し、既往の研究での重点項目を確認し、ライフライン全体(電力・上水道・都市ガス・道路等)を一つの巨大システムとしてとらえる総合指標ひいては耐震性の総合評価法の可能性について考察する。

2. ライフライン研究の重点項目

ここでは、著者が行ったライフライン地震防災に関する研究³⁾の流れ(図-1)を例に取り、ライフライン全体の総合評価に向けて、重要と考えられる研究項目を挙げてみる。

(a) ライフラインネットワークのモデル化

システムをネットワークモデルで表現し、ネットワーク解析等によりシステムの信頼性を評価している。モデル化がその結果に大きく影響する。現実システムをモデル化する場合、目的に応じてシステムの表現レベル(例えば幹線網)を検討しなければならない。また、ネットワークの階層構造も考慮しなければならない。

(b) 物理的被害と機能被害の関係

構造物の被害とシステムの供給機能の関係はネットワーク構造物であるため、複雑な計算過程を必要とする。ネットワークが大規模になればなるほど、計算時間を必要とする。この関係については簡略化の研究も進められている。

(c) ライフラインの相互影響

電力、上水道、都市ガス等の供給機能をもったシステムに着目してみると、そのシステム間には相互影響が存在する。例えば、停電による浄水場やポンプ所等のポンプ機能の停止、断水による火力発電所の冷却水の不足、またガスの供給停止による電力需要の増大等が挙げられる。当然ながら、震後の復旧過程にもこの影響は存在する。この結果、複合的な機能マヒが生じる。

(d) 地震危険度解析の一元化

各ライフラインの事業主体によって異なる地震危険度解析の統一性の問題が挙げられる。少なくとも同一

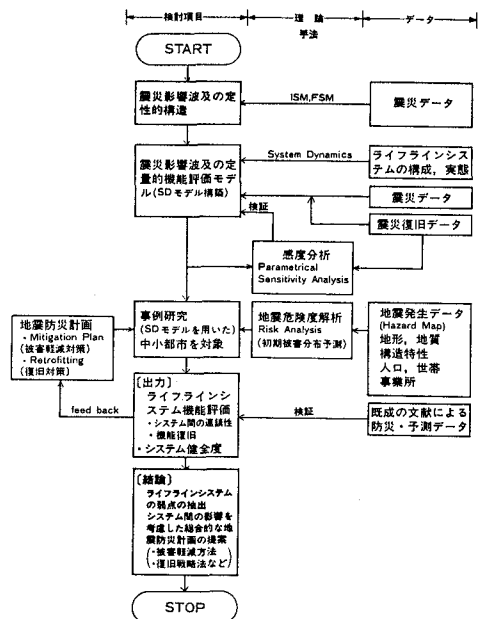


図-1 ライフライン研究フローのサンプル

都市域内の各システムに用いる解析規準を一元化する必要がある。

(e)予測モデルの頑強性¹⁾

予測モデルの検証は、過去の被害事例をもとに行うのが一般的であるが、地震による被害事例は非常に少ない。このような状況でモデルの頑強性(robustness)を示すならば、モデルのフレームや用いた仮定の論理性の確認が重要となる。また不確実な問題は整理し、その認識が必要である。

(f)計画領域に踏み込んだ研究

研究成果が事業主体の専門家に有効な計画指標を与えられ、現実場面へのフィードバックが可能となっているか問題がある。計画目標に対してシステムを制御できるような領域が必要である。“予測する”から“制御できる”という分野を追求しなければならない。

(g)都市政策科学的アプローチ

ライフラインは都市の中核機能となっている。都市の安全性、快適性のコントロールファクターとなるのがライフラインであるといっても過言ではない。都市全体に着目して、都市のスプロールとライフライン機能のバランス等も議論する必要があるのではないか。

以上の(a)～(g)の研究項目から、都市機能としてのライフライン全体を対象とする研究の場合、従来の手法を積み上げてアプローチするには、システムが巨大かつ複雑になりすぎると考えられる。

3. ライフライン全体の総合指標の可能性

前述の(a), (b)および(c)の項目はライフラインの供給機能の評価を中心とした領域であり、(f)および(g)はライフライン施設の確保するための計画目標領域に関するものといえる。敢えて分類するならば、前者はミクロ領域、後者はマクロ領域となる。

(1)ライフラインを平面的にとらえる領域(マクロ領域)

ライフラインである電力・上水道等の供給網や道路網等のネットワーク状の構造物を平面的にとらえ、その構成の形状・形態に着目する。地域に対して密に配置されていれば、一般的に無理のない信頼性の高いシステムと云っても良いかも知れない。このことから、ライフラインネットワークの供給対象地域に対する充足性をとらえるために、ここでは幾何学的特性を考慮するフラクタル次元⁴⁾の利用が挙げられる。すべてのライフラインネットワーク(全システム、全階層)を対象地域にオーバーレイさせた図形のフラクタル次元により、全体のライフラインの供給信頼性に関する総合指標が得られると考える。都市防災的なライフラインの安全指標を得ることが目指せるのではないだろうか。

(2)ライフラインをシステムの的にとらえる領域(ミクロ領域)

この領域は従来からのネットワーク解析的なアプローチであるが、ライフライン全体を解析する場合、その規模が大きすぎる。個々のライフラインネットワークおよび全体の構成に着目してみると、階層構造をしたシステムの特性とシステム間の相互性が現れてくる。このような複雑で大規模なネットワークに対する供給信頼性を解析するには、ニューラル・ネットワーク⁵⁾の適用が最適ではないだろうか。

【参考文献】

1) 星谷勝：ライフラインの地震災害と復旧過程の予測モデルについて、平成2年度文部省科研費重点領域研究(1)、1991年、3月

2) 片山恒雄：都市防災とライフライン、都市計画、NO.168、日本都市計画学会、1991年3月

3) 大野春雄：ライフラインの地震災害の相互影響と機能評価に関する研究、武蔵工業大学学位論文、昭和63年3月

4) 大野、中川：ライフラインネットワークの特性値としてのフラクタル次元、土木学会第45回年次大会、平成2年9月

5) 特集ニューラルネットワーク、人工知能学会誌、Vol.4, No.2、1989年3月