

I - 9 フラクタル次元による二分木構造ネットワークの地震被害評価

東北大学工学部 学生員 ○猪股 亮裕
 同上 正員 佐武 正雄
 同上 正員 中川 昌美

1. はじめに

ライフラインシステムのネットワークとしての震害についての研究が始められて久しい。しかしその対象となるのは幹線部分（例えばガス管路網で言うと中圧ライン）であることが多く、末端部では構造が複雑すぎるために有効な解析法がまだ確立されていないのが実情である¹⁾。

そこで、本研究ではガス低圧管路網を想定したツリーモデルにおいて、フラクタル次元²⁾を使った末端部の被害評価を試みた。

2. 対象とするネットワーク

モデルには図1aのようなツリー構造のネットワークを採用した。現実のガス低圧管路網は、多重構造のループによる供給経路の複数化でわずかな箇所の「管路切断」（物理的被害）が大規模の「供給能力低下」（機能的被害）を起こさないようにしている。しかしそれが、解析を複雑にし、さらに一箇所の物理的被害がもたらす機能的被害を不明確にしている原因でもある。その点ツリー構造を持つこのモデルは供給経路が一通りなので解析するまでもなく「接続」が「供給可能」を表し、物理的被害が生じると被害箇所より末端部に近い地区に機能的被害が生じる、というように各々の関係が一意に定まる。

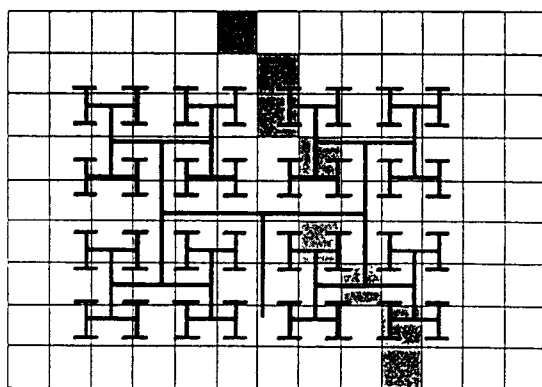


図1a 解析に使用したネットワーク
 （メッシュ：100m ピッチ）

供給能力を表す具体的な指標は、同規模の受給者が管路網上に等分布している（住宅団地を想定）と仮定した上で、供給軒数をもとに計算することとする。

3. 解析方法

この解析における物理的被害の与え方は次の通りである：

- (a) 管路網の敷設されている領域を矩形にとり、一辺100mの正方形メッシュに分割する。
- (b) 各メッシュ毎に地盤等の性質を基に危険度を定める。ここでは図1aの斜線の部分が被害が起きやすい地盤であると仮定し、この部分だけに物理的被害を生じるとした。

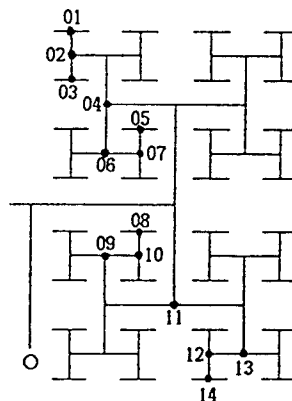


図1b 危険度の高いノードのラベル番号

(c)この危険度の高いメッシュに含まれる管路網のノードを図示すれば、図1bのようになる。多くの震害の報告から結節部（ノード）に被害が発生しやすいと考えられるので、この14個のノードに対して任意に被害を与える。ここでは30通りの場合についてフラクタル次元の解析を行った。（ただし供給不能になった地区内で生じた被害は無視する。）

こうして決定された被災後の管路網に対して、別々に供給能力とフラクタル次元を求めた。

供給能力は被災前の供給可能軒数に対する被災後の軒数の比率：

$$\left\{ 1 - \frac{(\text{被害で供給不能となった軒数})}{(\text{被災前の供給軒数})} \right\} \times 100 (\%)$$

で表した。

フラクタル次元は供給不能となった地区の管路網を消去してできるネットワークについて粗視化の度合を変える手法で求めた。（度合を126通りに変化させている）

4. 計算結果

計算結果を、供給能力とフラクタル次元、供給能力と物理的被害件数の関係でそれぞれグラフ化したのが図2と図3である。一見して相関がわかる図2に対し、図3は明確な関係が見い出せない。したがって、これまでの物理的被害の件数をもとにした被害規模の評価法が必ずしも管路網の機能的被害を反映していないことが明らかになると同時に、フラクタル次元が機能的被害と対応する可能性を示す一例になる、と考えられる。

5. おわりに

非常に理想化された上ではあるものの、これまで漠然と「被害」と呼ばれていたものを物理的側面と機能的側面に分けて検討したこと、そしてフラクタル次元が機能的被害と強い相関を持つことを明らかにできた。今後、ループを含む管路網で物理的被害が管路網の供給能力に及ぼす影響を合理的、かつ現実に対応した形式で決定すること、受給者が不均等分布している場合への応用、などが課題だと考えている。

《参考文献》

- 1) 佐武・中川：フラクタルを用いた埋設管路網の被害評価，第7回日本自然災害学術講演会要旨集，1988年10月
- 2) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1987年2月

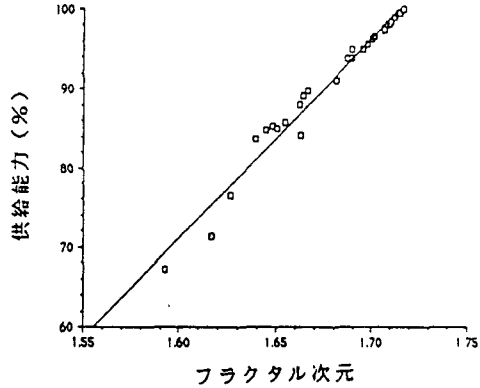


図2 フラクタル次元－供給能力の関係

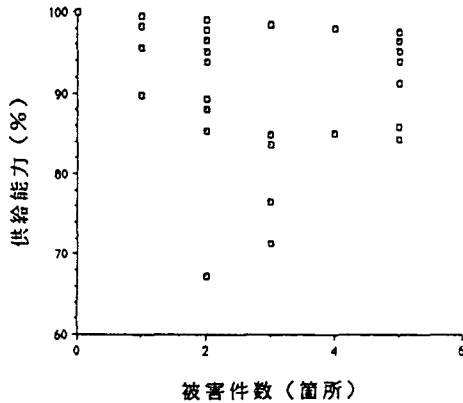


図3 物理的被害の件数－供給能力の関係