

I - 1 1 地盤変状により被害をうけたガス低圧導管網の供給機能の考察

東北大学工学部 学生員 ○井上 保彦
東北大学工学部 正 員 佐武 正雄
東北大学工学部 正 員 中川 昌美

1. はじめに

ライフラインシステムの耐震対策については様々な角度からの検討がなされているが、ガス低圧管網の耐震化は幹線部のそれに比べ遅れている。さらにその複雑さのため、従来のノード・リンクの連結性に基づいた方法の解析は必ずしもガス低圧管網には適当でない。そこで複雑かつ機能的な形を表現できるフラクタルを用いた手法が小林¹⁾ 黒田²⁾らによ

って考察された。しかしながら、被害形態におけるフラクタル次元と導管網の機能との対応関係には未だ不明確な点が多い。ここでは、震害を受けた際の導管網の機能低下がフラクタル次元にどのようにあらわれるのか、次元と機能との関係について考察を行なった。

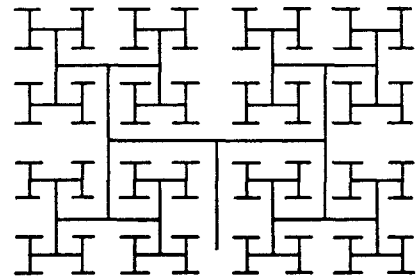
2. フラクタル及びフラクタル次元について

地形、樹木、雲、ベアノ曲線など特徴的な長さをもたないものを総称してフラクタルという。このような図形は幾何学的あるいは統計的な意味での自己相似性をもつ。統計的な意味での自己相似性とは、考えている図形のどの部分もが全体と同じような形、あるいは複雑さを有しているということである。人工的なガス低圧管網にも統計的な自己相似性が存在することが確認され

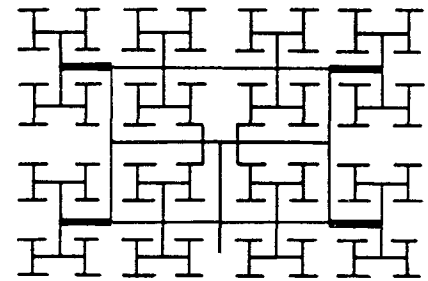
た。³⁾このようなフラクタル性はフラクタル次元により定量的に表現される。フラクタル次元を算出する方法は幾つか存在するが、ここでは粗視化の度合いを変える方法を用いる。⁴⁾それによるとフラクタル次元は、管路網の占める領域を大きさを変えた格子で覆ったとき、管路を含んでいる格子の数を数え、領域の一辺の分割数に対してlog-logプロットしたときの最小二乗法による回帰曲線の傾きをもとめることによって算定される。

3. 解析結果と考察

供給システムのモデルとして、二分岐のモデル1及び、それにループを加え信頼性を高めたモデル2を用いた。これらのモデル管路網を含む領域を7×10個の矩形領域に分割し、大・中・小の地盤変状を乱数発生させた。それぞれの地盤変状に応じて被害件数、2件、1件、0件を与え、モデル1では、被害箇所より末端部のリンク、モデル2では、被害箇所を含む二節点間のリンク及び、被害によって供給を受けられなくなるリンクを被害前の管路網図から消去することで被害後の管路網図を定義した。供給率は、全体の管路長に対する被害後の管路長の割合とした。被害件数は11から14件と



モデル 1



モデル 2

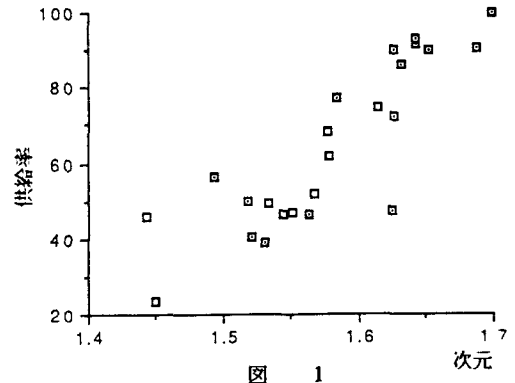


図 1

した。それぞれについて24通りのシミュレーションを行なうことで、被害後のフラクタル次元と供給率の関係を考察した。

まずモデル1での次元と供給率の関係を図1に示す。被害前の状態の次元1.699から低下した供給率と次元の関係が示されている。これによると次元1.6付近より次元に対して供給が著しく低下してくる。これは、被害箇所から末端部を全て消去することで機能面の被害としたため供給率が70%程度となると図2に示すように周辺部の領域が消去され管路網全体の大きさが変化してしまうため、次元の低下に対して供給率の低下が大きい。次にモデル2での次元と供給率との関係を図3に示す。このモデルでは、ループを含んだ形態になっているため、供給率80-90%に点が比較的集中している。この関係は2本の直線で特徴付けられる。被害前の次元1.732から比較的小さな供給の低下域での直線をA直線、供給率80%以下の直線をB直線と称する。直線の傾きが変化するの、モデル1で説明した領域が大きく変化したことによる。点線で囲まれたA、B直線より離れた点は、モデル2の太線で示したリンクで被害があるか、そこまでの連結性がなく、同時に末端部の領域が変化した場合である。上記のようなケースをのぞいたのが図4である。これより、領域の1/8以上の地域が消去されなければ、次元と供給率の関係はA直線に沿うものとなることが分かる。現実の管路網においては、少数の被害件数が大きな供給率の低下を引き起こしにくい配管構造となっており、供給を考慮したガス低圧管路網の被害評価にフラクタル次元を用いることは適当となろう。

4. おわりに

ここでは、極めて単純化されたモデルを用いたが、さらに複雑なループを持つ具体的なモデルを用いることが必要となろう。また、網密度が違うなどの配管形態が異なったモデル間での機能と次元の関係などについても調べる必要がある。その他の指標、例えば土地利用や地盤条件などを表現するパラメータ等を新たに導入し、現実に沿った被害評価の方法を確立して行く必要があると思われる。最後に本研究は、科学研究費（重点領域研究(1)62601005佐武正雄）の補助を受けて行なわれたことを付記する。

参考文献 1小林信也：埋設管路網の分布特性解析とその応用、東北大学土木工学科

昭和61年度卒業論文

2、3黒田孝貴：ガス管路網の復旧過程に対するフラクタル次元の応用東北大学土木工学科昭和62年度卒業論文

4高安秀樹：フラクタル

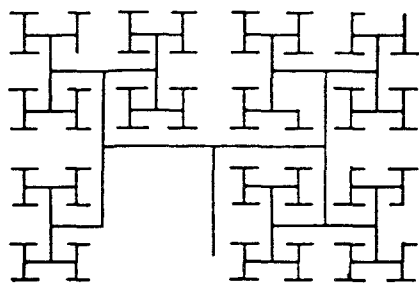


図 2

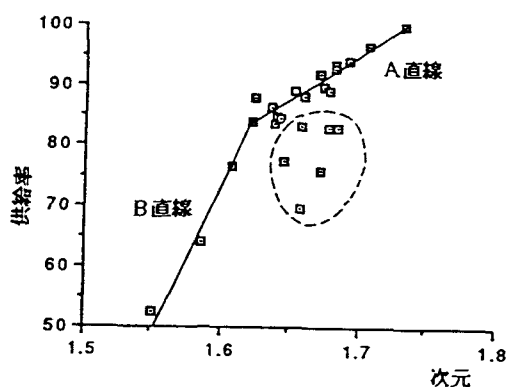


図 3

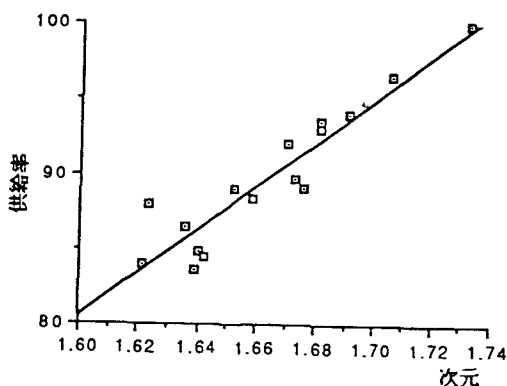


図 4