

I-196

地中管路の耐震診断ファジィエキスパートシステム

(株)長谷工コーポレーション 正員○大久保高志

神戸大学 正員 高田 至郎

神戸大学 学員 孫 建生

1.はじめに 地震発生により一たびガス管路が遮断されれば、復旧するまでにかなりの時間を要することから、ガス管路の耐震安全性評価は重要な課題となっている。前報¹⁾では、本システムの診断アルゴリズムについての説明を行った。本報では、少ない情報量より診断が可能のようにファジィ理論を導入し、地震時の地盤挙動を予測し、その外力下での耐震安全性評価を行う耐震診断ファジィエキスパートシステムを構築した。その結果について報告する。

2.ファジィ理論の導入 本システムでは、数値解析診断機能を組み込んでいることから、少ない地盤情報の場合でも診断解析に必要な入力データを推測する必要がある。そこで不確定な要因を定量的に取り扱うことのできるファジィ理論の導入を試みた。地盤情報の入力の際に情報量に応じて診断ができるように3段階の情報レベルを設けた。

レベル1：埋設地盤に関するボーリングデータがある。

レベル2：レベル1程のデータは無いが、公表の土地条件図等はある。

レベル3：地盤に関する資料はほとんど無い。

ファジィ理論が適用されるのは情報レベル2の場合である。

まず最初に地震再現期間、および診断地点の都道府県名もしくは緯度、経度を入力することにより過去の地震履歴データを基にした地震発生危険度解析²⁾より、最大基盤加速度が算出される。地震のマグニチュードの値は、統計的に $\pm 1/4$ 程度の誤差がある³⁾とされていることからこのばらつきを考え、基盤震度のファジィ集合を求めた。地形・微地形条件を選択することにより地盤の固有周期の帰属度関数が設定される。またシステムとの質疑応答が進むに連れ、地盤の固有周期の帰属度関数は順次修正され、最終的な地盤の固有周期の帰属度関数が設定される。図2.1には地盤情報レベル2での入力過程をフローとして示した。

地盤の固有周期のファジィ集合より

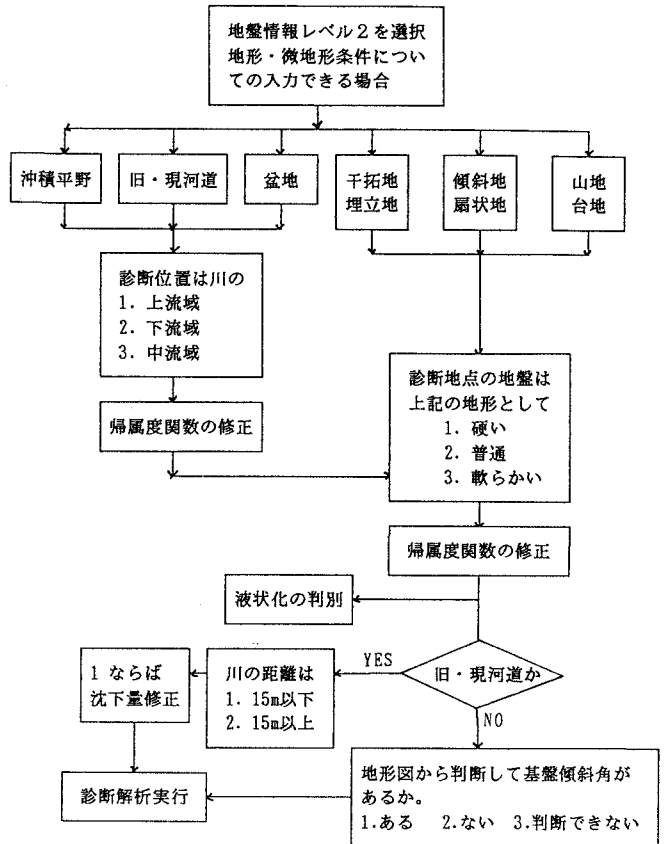


図2.1 地盤情報レベル2での入力過程

ガス指針および石油パイプ基準に基づいて応答速度スペクトルを図2.2のようにファジィ化している。

ここでそれぞれの帰属度は、 $\mu(S_{v1})=0.0$, $\mu(S_{v2})=1.0$, $\mu(S_{v3})=0.0$ で、3角形分布としている。

曖昧な地盤情報による不確定要因を次式のパラジ関係を用い、波動振幅のパラジ集合を求めた。

$$[A] = \frac{2}{\pi^2} \cdot [T] \cdot [S_v] \cdot [K] \cdot \cos \frac{\pi Z}{2H} \quad (2.2)$$

ここで、 $[T]$ は地盤の固有周期のパラジ集合、 $[S_v]$ は速度スペクトルのパラジ集合、 $[K]$ は基盤震度のパラジ集合であり、 Z は管路埋設深さ、 H は基盤深さである。また、確率論や情報理論においても最も基本的なものである平均、分散、エントロピーの概念をパラジ事象の場合にも拡張され、確率測度 P

の下でのパラジ事象 A の平均は、式(3.2)により与えられる。この方法により、本システムでは波動振幅のパラジ平均を算出し、診断解析のデータとしている。

$$m(A) = \frac{\int x \mu_A(x) dP}{\int \mu_A(x) dP} = \frac{1}{P(A)} \int x \mu_A(x) dP \quad (2.3)$$

3.本システムでの診断 本システムの地盤情報レベル2で

診断を行った場合、図3.1で示されているフローに従って質問が画面に現れ、入力を行った後、診断解析が実行される。質疑応答の画面状況を図3.2に載せ、不確定要因の帰属度関数のグラフィック表示を図3.3に載せた。

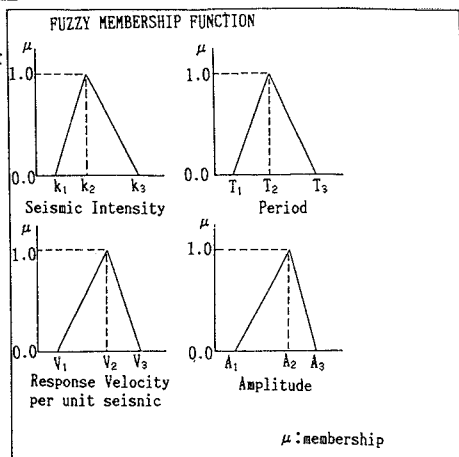


図3.2 帰属度関数のグラフィック

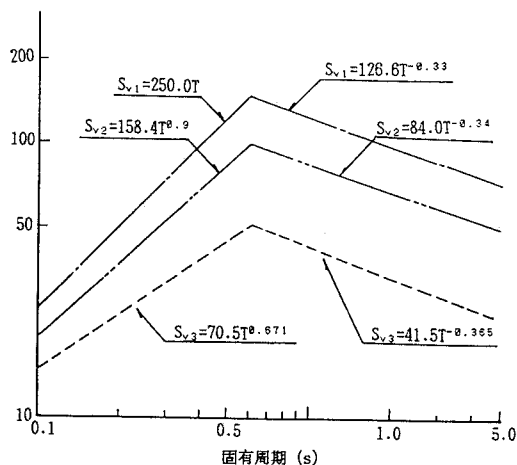


図2.2 単位震度当りの応答速度

```
=====
= 1. 地盤調査資料がある。(ホーリングデータ)
= 2. 1は無いが一般公表の土地条件図もしくは表層地質図
= 3. 地盤に関する資料なし
=====
NUMBER= 2

***** ガス指針についても診断を行ないますか。
1. はい 2. いいえ
NUMBER= 2

***** 地形、微地形条件についての入力は可能ですか？
1. はい 2. いいえ
NUMBER= 1

***** 診断地点の地形条件を選択してください
1. 沖積平野 2. 旧、現河床
3. 湖、海などの干拓地、埋立地
4. 盆地 5. 傾斜地、扇状地
6. 山地、台地、丘陵地
>> 2
***** 基礎深さを入力してください。 :m
>> 17.0

***** 地下水位を入力してください。 :m
>> 2.3

**** 埋設地点もしくはその付近で過去に地盤沈下、
すべり、液状化が発生したことがありますか。
1. はい 2. いいえ 3. よくわからない
NUMBER= 2

*** 管の埋設深さを入力してください。 :m
もし分からないならば「RETURN」キーを入力
>> 2.0

*

***** 診断地点は川の
1. 上流域 2. 中流域 3. 下流域
にありますか？
3
##

**

***** 診断地点の地盤は上記の地形として
1. 硬い 2. 普通 3. 軟らかい
ありますか？
3
```

図3.1 地盤情報レベル2の場合の質疑応答画面

- 4.今後の構想 a)診断時間の短縮を図るために過去の診断経験を利用した学習機能を搭載する。
b)診断結果に対する信頼度をシステムに導入する。

- 参考文献：1) 高田至郎、孫建生、大久保高志：地中管路の耐震診断エキスパートシステム（その1）、第44回年次学術講演概要、1989,10,
2) 高田至郎、高橋俊二：地中ライフラインシステムの地震危険度解析
建設工学研究所、第21号、1971,11,
3) 河角広：地震災害、共立出版株式会社、pp.167-200,1983,10,