

ガス導管ネットワークの高速耐震診断プログラム「NeEX」

Fast Simulation Method “NeEX”

for Seismic Diagnosis of Gas Distribution Networks

1. はじめに

ガス導管ネットワークを直線区間と両端に接続する異形管からなるセグメントに分割し、そのセグメントごとに地震応答による変形を高速かつ高精度に算出するプログラムとして JFE グループが開発した「NeEX」^{1,2)} を紹介する。本報では「NeEX」による解析の高速性能について示すため、沿岸部の仮想配管系を例に解析を行なった。

本手法を用いることにより、導管ネットワーク網を有する都市ガス事業者などは、導管ネットワーク全域の耐震性を高速、高精度で評価することができ、大規模地震に対する合理的な地震対策を実施することが可能となる。

2. 埋設パイプラインの耐震性評価手法概要

従来手法では埋設パイプラインをシェル要素またはビーム要素にてモデル化し、地盤ばねを介して地盤変位を入力する FEM (有限要素法) 解析が必要であるが、面的に広がる埋設管ネットワークでは計算時間が膨大となる。本手法は、埋設管の応力ひずみ特性のみでなく、地盤の硬軟による敷設環境、敷設線形を考慮した埋設管ネットワークの地震応答を高速かつ高精度に解析し耐震性を評価するものである。

埋設管のネットワークは、直線要素と 2 つの境界要素に

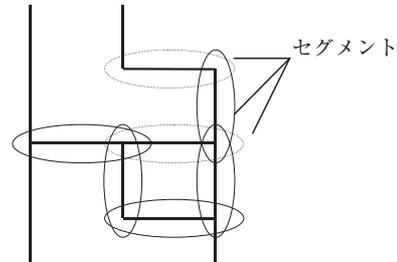


図1 ネットワークおよびセグメントの概念図

Fig.1 Image of a network and segments

よって構成されている。この直線要素とそれに接続する両端の 2 つの境界線要素にて、ネットワーク全体をセグメントに分けることにより高速な解析を可能としている (図 1)。

3. 埋設パイプラインの評価

3.1 埋設管ネットワークの離散化 (モデル化)

本検討では道路地図を基に作成した形状を仮想埋設管ネットワークの形状として用いることとし、口径も一般的な分布を考慮した (図 2)。

3.2 地震波と評価方法

地震波は、1995 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震に

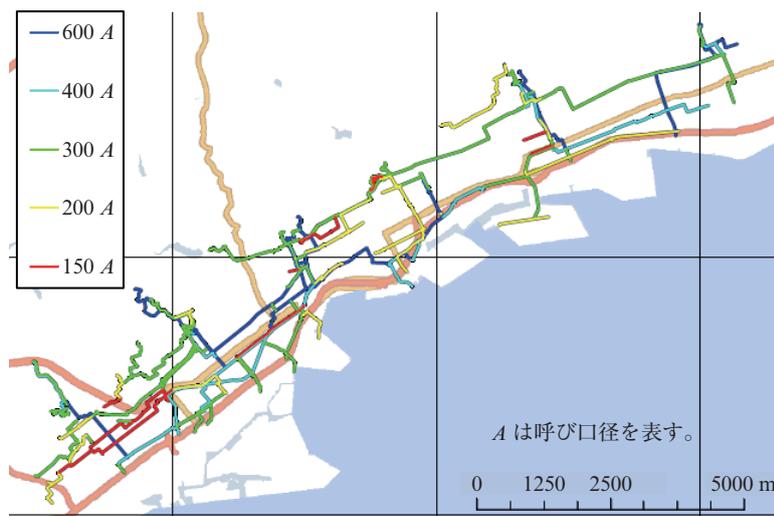


図2 仮想埋設管ネットワーク

Fig. 2 Hypothetical distribution network

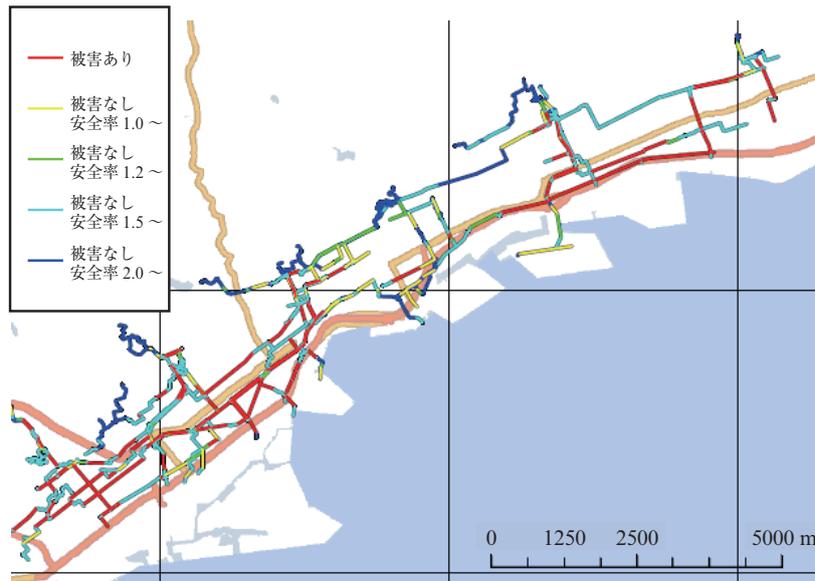


図4 安全率と埋設導管ネットワーク

Fig. 4 Safty factor and the conduit network diagram

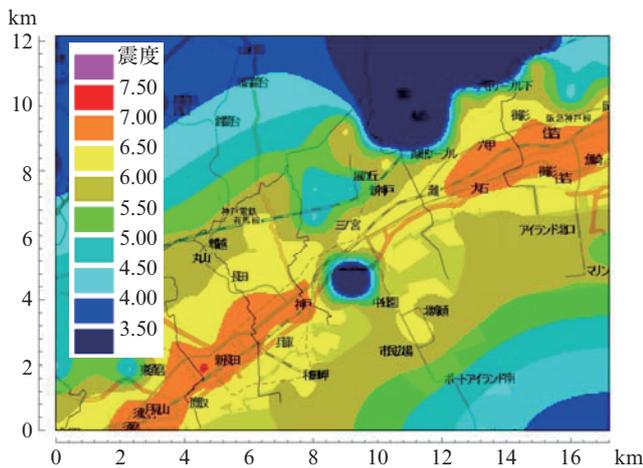


図3 1995年兵庫県南部地震における震度分布

Fig. 3 Distribution of the JMA scale in the 1995 Kobe Earthquake (JMA: Japan Meteorological Agency)

における震度分布³⁾(マグニチュード=7.3, 図3)を用いた。地震の特徴としては断層直近に震度7が分布する直下型地震となっている。

評価は、直管の引張強度特性を設定することにより、「当該箇所が発生するひずみ」と「限界状態に達するひずみ」との比較により行なった。

4. 解析結果と解析時間

仮想配管系において直管のひずみ発生値が設定した引張強度を上回る箇所を赤で示したものを図4に示す。

また、解析に要した時間を表1に示す。

「NeEX」は1セグメントあたり0.3秒の計算となり、FEM解析と比較しても格段に解析スピードが速い。一般的に

表1 解析時間

Table 1 Analysis time

解析手法	NeEX	FEM 解析
解析単位数	1 658 (セグメント数)	9 948 000 (要素数)
解析時間	8 分 32 秒 (Intel® Xeon® 3.47 GHz)	55.26 時間 (2.3 日) (Intel® Xeon® 3.60 GHz)

FEM 解析では1セグメント(150mの長さを想定)のモデルを6000要素程度に分割し解析を行なう。これに対して、本解析では各口径であらかじめ解析した結果をデータベース化しておくことにより、3要素の釣り合い計算を解くことにより高速に変形状態を求めることを可能にした。

5. おわりに

ガス導管ネットワークの高速耐震診断「NeEX」による解析に要する時間の確認を行ない、本解析手法が従来手法に比べ格段に早いこと、および導管ネットワーク全体の中で弱点を定量的に把握することに有効であることを示した。

参考文献

- 1) 鈴木信久, 堀川浩之, 森健, 真弓敏行. 埋設導管ネットワークの地震応答高速解析法. 第11回日本地震工学シンポジウム. 2002.
- 2) Suzuki, N.; Koganemaru, K.; Shimizu, Y. Swift Algorithm to Predict Seismic Responses of Extensive Buried Distribution Networks. 13th World Conference on Earthquake Engineering. 2004.
- 3) 山口直也, 山崎文雄. 1995年兵庫県南部地震の建物被害率による地震動分布の推定. 土木学会論文集. 1999, no. 612/I-46, p. 325-336.

〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング パイプライン本部 設計部
TEL : 045-505-7763 FAX : 045-505-7620