

地中埋設管耐震性解析手法の開発

東京ガス	正会員	小金丸健一
東京ガス	正会員	清水善久
東京ガス	正会員	細川直行
日本鋼管	正会員	鈴木信久
日本鋼管		堀川浩之
日本鋼管	正会員	森 健

1. 目的と概要

これまで既設の地中埋設管の耐震性は、材料強度のみから評価していたため、材料強度の弱い部材は、全て耐震対策が必要と見られていた。しかし兵庫県南部地震におけるガス導管や水道管などの被害実績を見ても、材料強度の低い部材が全て被害を受けているわけではなく、地盤の違いや埋設管形状の影響を強く受けていることが明らかとなった。材料強度だけで、耐震対策の要否を決める従来の方法は過剰投資となる可能性が高いことが明らかとなった。これらの影響を盛込んだ高精度な耐震性解析手法を開発することで合理的な耐震対策を実施することが可能となり、またリアルタイムで実施する被害推定の精度を向上させることも可能となる。本手法は、埋設管部材の材料強度だけでなく、地盤状況や埋設管ネットワークの形状を考慮した評価手法となっており、非常に独創性・新規性に富んでいると考える。この手法により非常に高精度に耐震強度を求めることが可能となるためピンポイントで要対策箇所を把握することができるようになった。

2. 耐震性解析手法の概要

本手法の特徴は、各埋設管が持つ強度と外力を比較し、耐震性の有無を決定することである。ここ数年で様々なデータが整備されてきているため、それらのデータを用いて埋設管の各部材・部位が持つ強度および外力を高精度に求めることが可能になった。

レベル2地震動：高圧ガス導管耐震設計指針（2000年）¹⁾により必要な耐震性を規定するための地震動が設定された。

地盤揺れ易さ・液状化のし易さ：超高密度地震防災システム（SUPREME）²⁾で用いる首都圏約60,000本のボーリングデータが整備された。

液状化流動の影響：液状化流動量を求めるため護岸データベースの作成および流動量算出手法（簡易ALID）を開発した。

埋設管線形の影響：埋設管ネットワークの形状を考慮した外力算出手法を開発した。

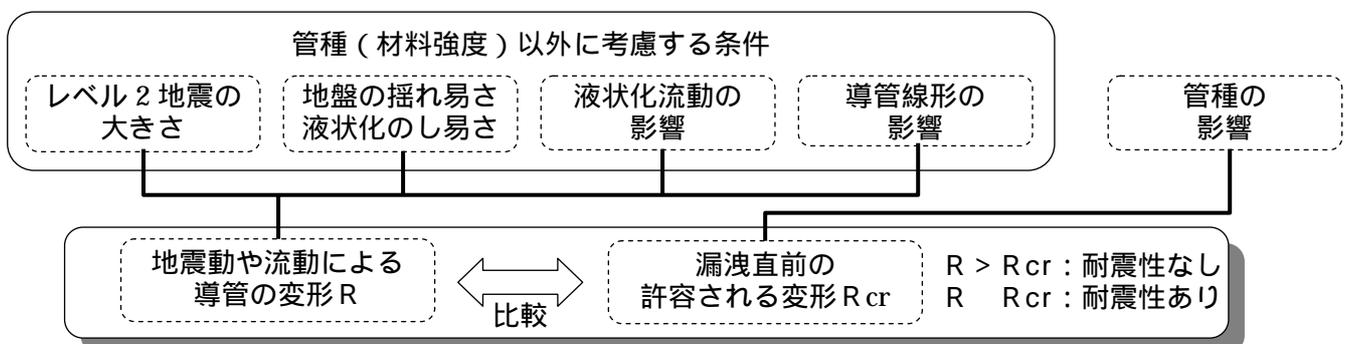


図.1 考慮した条件

キーワード：埋設管、耐震性解析、耐震対策

連絡先：東京都港区海岸1-5-20 TEL：03-5400-7620 FAX：03-3433-8918

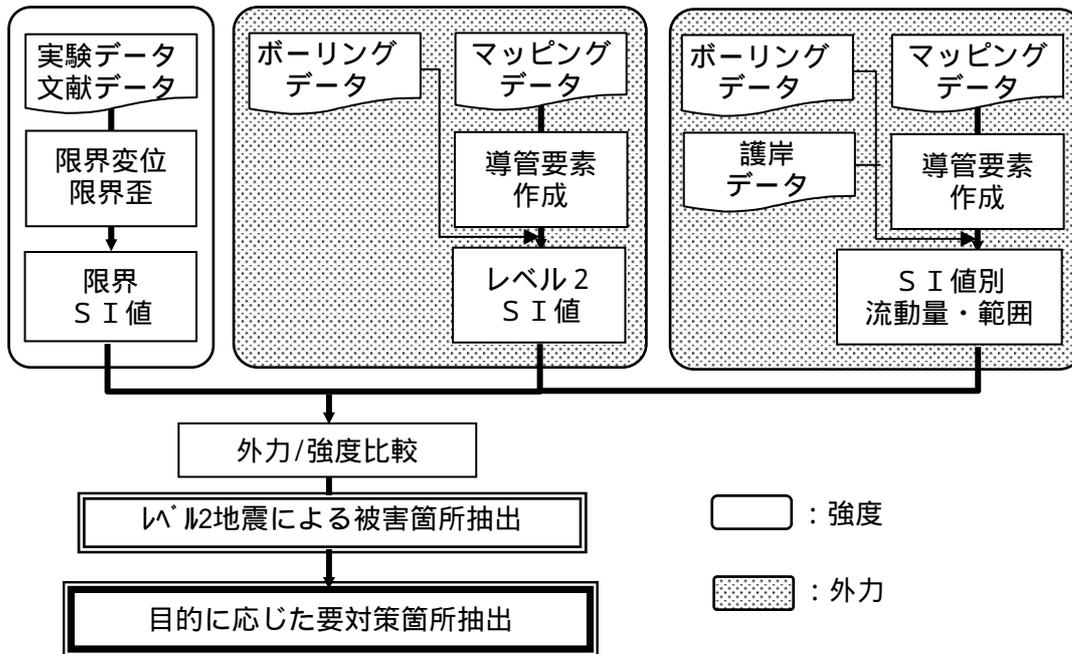


図. 2 耐震性解析手法概要

3. 外力の設定

地震時に地盤に生じる変位・歪は震動によって生じるものと液状化流動によって生じるものを分けることが可能である。そこで震動については、高圧ガス導管設計指針（2000年）に規定されているレベル2地震動の速度応答スペクトルを基に、事前に整備した50mメッシュの地盤固有周期マップを用いて各地点毎に地表面に発生する変位・歪を算出した。また液状化流動については、河川・海岸の護岸から100m以内の埋設管位置についてボーリングデータよりレベル2地震発生時の平均N値、平均FI値、液状化層厚等を求め、別途構築した護岸データベース（護岸形状、護岸高さ、水深データ等）を用いて、ALIDで解析を行い流動範囲・流動量を求めた。埋設管に発生する外力は地盤の変位・歪によって生じる摩擦力であるが、実際に埋設管に生じる外力はネットワークの形状・口径によって異なるため、異型管や導管延長・口径の影響を考慮して外力計算を行った。その際には計算量減少を図るために埋設管ネットワークを異型管部分で分割し、小さなセグメントに分けて計算する手法を開発した。この手法によりFEMと同等の精度を持ちながら、計算量を1/10000に減らすことに成功した。一例としてSI値で評価する場合の流れを図.2に示した。

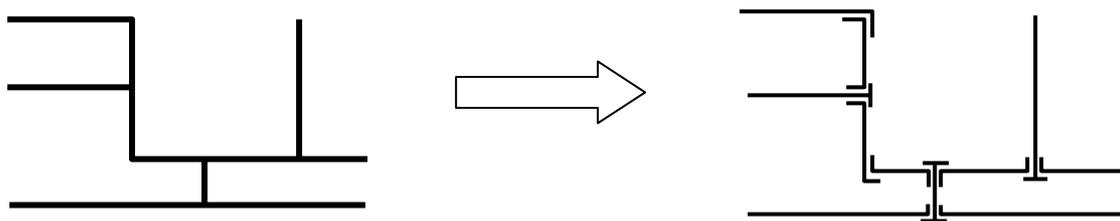


図. 3 埋設管ネットワークの離散化

4. 結果の適用

この解析手法により耐震性の劣る箇所がピンポイントで把握できるようになるため、耐震対策を合理的に実施することができるようになる。また外力としてリアルタイムで収集されるSI値を用いれば、高精度なりリアルタイム被害推定を行うことが可能となる。

参考文献：1)日本ガス協会：高圧ガス導管耐震設計指針 2)清水善久・小金丸健一・中山渉・山崎文雄：超高密度地震防災システムの開発，第26回地震工学研究発表会