

I - B 434

下水道施設の半地下構造物における非線形応答震度法の適用に関する一考察

日本工営（株）中央研究所 正会員○大角恒雄
 （株）解析技術サービス 技術部 正会員 湯浅 明
 日本下水道事業団 技術開発研修本部 山本賢一

1. 検討概要 兵庫県南部地震より4年経過し、各構造物の大地震時（レベル2）における構造物の設計基準が示されてきた。ただし、大地震時における構造物－地盤の非線形解析を一般構造物にまで適用させるためには、計算の規模等に限界があり、従来の応答変位法の拡大適用に頼らざるを得なかった。しかし、大ひずみレベルにおける地盤ばねの精度の問題、地上に突出した構造物への適用が課題となる。ここでは、非線形動的解析と非線形応答震度法（図-1）との変形図および降伏応力度の比較検討を行い、一考察を述べる。

2. 解析・荷重条件

表-1 に本比較検討で用いた非線形動的解析と非線形応答震度法のモデル化の条件を示す。動的非線形解析および一次元波動論解析では、レベル2地震動として、地震動簡易策

表-1 解析手法のモデル化

	地 盤		構 造 物	
	非線形化モデル	荷 重	非線形化モデル	荷 重
非線形動的解析	非線形（R-0モデル）	時刻歴応答	非線形（R-0モデル）	時刻歴応答
非線形応答震度法解析	一次元R-0モデルによる接線剛性	一次元R-0モデルによる応答加速度	非線形（R-0モデル）	応答スペクトルによる固有値の震度

定システムから南関東地震を想定し、入力地震動とした（図-2）。非線形動的解析の地盤は非線形モデル（R-0モデル）、構造物はバイリニアモデルを用いた。一方、非線形応答震度法解析は、一次元R-0モデル解析から求めた地盤の加速度を震度として、つまり慣性力として地盤に作用させた。対象構造物が、地上に突出している半地下構造物であるため、構造物底版位置での一次元R-0モデル解析結果から算定した加速度応答スペクトル（図-3）を算定し、構造物の固有周期（1.32Hz）の応答加速度を構造物頂部の震度とし、構造物底版には地盤の震度として、両者の間は直線補間した。構造物頂部の応答は2次元非線形解析の480gal に対し、1次元R-0モデルでは、540gal と2次元動的な非線形応答値に近い値となった。

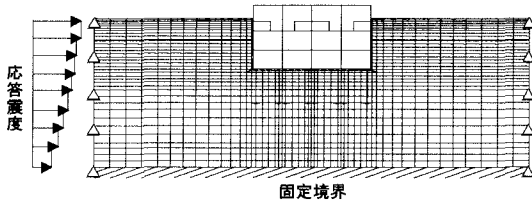


図-1 応答震度法解析モデル概念図

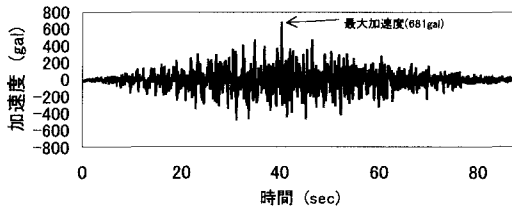


図-2 想定南関東地震

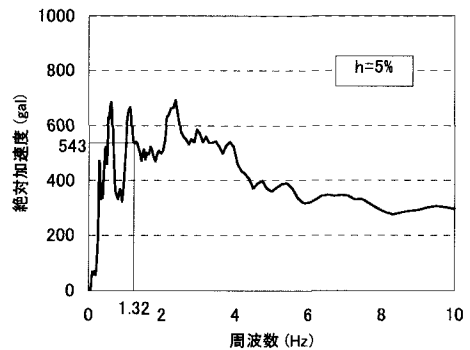


図-3 加速度応答スペクトル

キーワード：非線形応答震度法、下水道施設、非線形動的解析、塑性率

〒300-1245 茨城県稲敷郡基崎町稲荷原 2304 TEL.0298-71-2037 FAX.0298-71-2022 a3850@n-koei.co.jp

3. 解析結果 非線形動的解析と非線形応答震度法の変形図（図-4）、応答塑性率（図-5）を示す。塑性率自体を一致させることは困難なため、横浜市下水道設計施工指針（案）（平成11年2月）において構造物の補修を考慮し、応答塑性率2を損傷の目安としていることから、各検討ケースの図に応答塑性率2以上の箇所を□で示した。動的解析では応答塑性率2以上は16箇所であったが、応答震度法では17箇所で、損傷傾向も動的な非線形解析とほぼ同じであった。よって、非線形動的解析を非線形応答震度法で再現できると思われる。

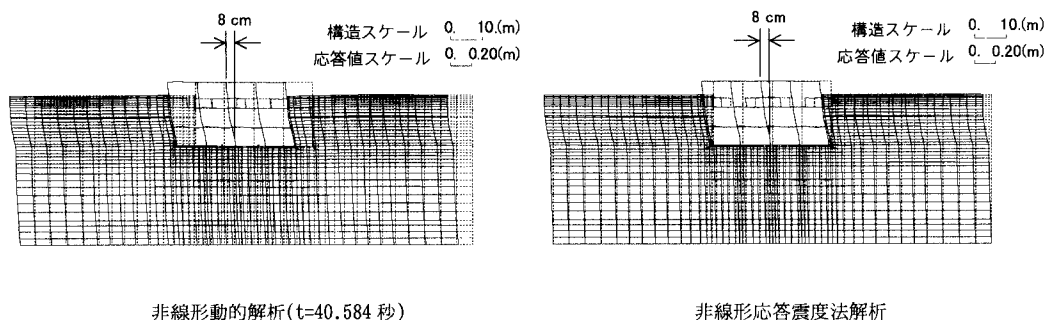


図-4 変形図

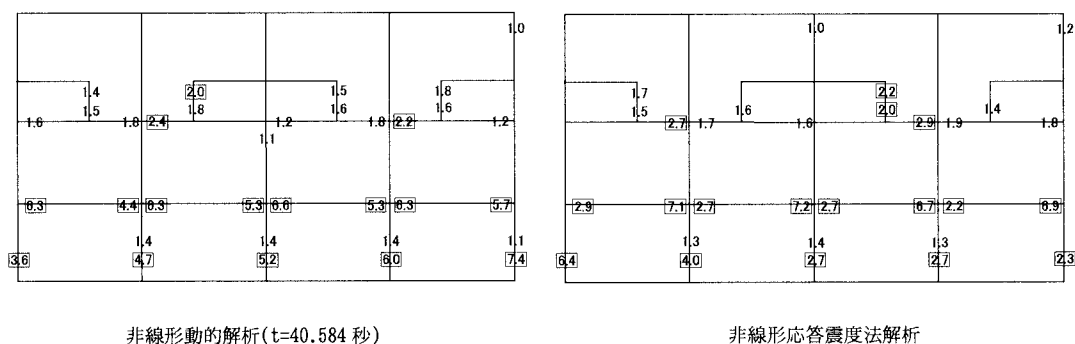


図-5 応答塑性率

4. おわりに 本手法において、塑性領域が進行した塑性率までは再現できなかったが、補修が必要とされる応答塑性率2以上の箇所での再現が可能となった。この手法によって、本計算に要する計算時間は動的解析の1/40に減少する。なお、本検討は、「下水道施設における地震リスクマネジメントに関する研究」の一環として開発したもので、今後は地震災害に対し、下水道施設にリスクマネジメントの概念を導入し、社会基盤システムの災害時の機能分析に基づいた災害軽減対策を検討する予定である。

【参考文献】

- 片山幾夫・足立正信・嶋田稔・都築富雄：地中埋設構造物耐震設計のための実用的な解析手法について，第19回土質工学研究発表会，pp.1445-1448, 1984.
- 大角恒雄，山本賢一：断層モデルを考慮した地震動簡易策定システムの開発，第33回地盤工学研究発表会，pp.1131～1132, 1998.
- 岩崎敏男，龍岡文夫，高木義和：地盤の動的変形特性に関する実験的研究（Ⅱ）土木研究所報告 第153号 1980.3