

阪神高速道路公団 大阪建設局
(株)総合技術コンサルタント

中村忠春、正会員 金治 英貞、正会員 佐藤奈津代
正会員 西森孝三、正会員○太田 晴高、正会員 酒見正明

1. はじめに

阪神高速道路公団が建設予定の開削トンネルは軟弱な沖積粘性土中に計画されており(図-1)、このような条件下におけるレベルⅡ地震時挙動は明確にされていないのが現状である。一方、開削トンネルの耐震設計法は、応答変位法¹⁾に基づいた「開削トンネル耐震設計指針(以下、設計指針)²⁾」を検討中であるが、軟弱地盤への適用性については明らかになっていない。本文は軟弱地盤中の開削トンネルに対する設計指針の適用性について、非線形動的解析による応答値との比較により検証した結果について報告する。

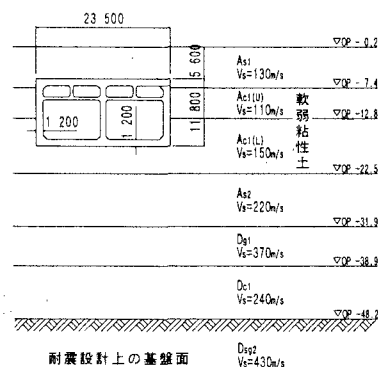


図-1 対象構造物

2. 応答変位法による耐震設計

応答変位法では地盤の応答評価が重要となるため、地盤の応答をひずみ依存性を考慮した次元重複反射解析により求め、この応答から地震時土圧、周面せん断力、慣性力を設定する。断面力を算出する解析モデル(図-2)にはRC部材の材料非線形性(M- ϕ で評価)と地盤バネの非線形性(図-3)を考慮している。

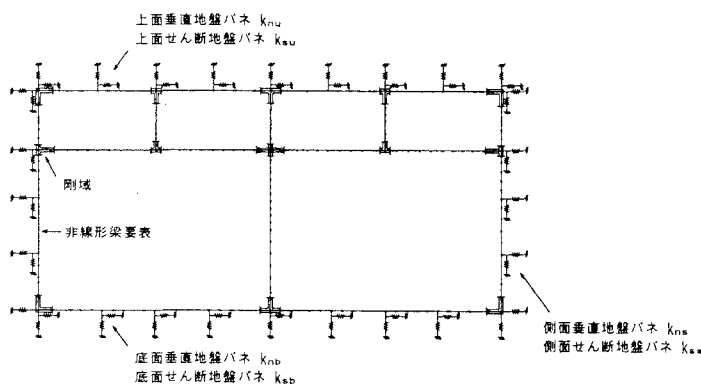


図-2 応答変位法に用いる解析モデル

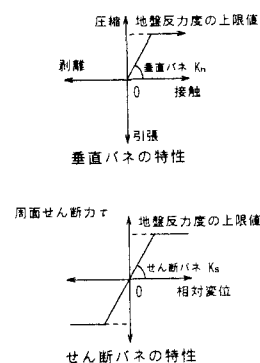


図-3 地盤ばね特性

3. 非線形動的解析

地盤・構造物一体の平面ひずみモデル(図-4)による非線形時刻歴応答解析により構造物の断面力を算出する。地盤の非線形性は土質試験により得られたG- γ 曲線を近似するR-Oモデル、構造物の非線形性はRC部材のひび割れ、降伏、終局の骨格曲線(復元力特性は武田モデル)を有するM- ϕ モデルとした。入力地震動は基盤面で図-5の速度応答スペクトルを有する振幅調整波(図-6)を入射させた。

4. 応答変位法と非線形動的解析の比較

応答変位法と非線形動的解析により得られた結果の一例として下床版の曲げモーメントおよびせん断力を図-7、降伏に達した部材を図-8に示す。比較の結果、応答変位法は非線形動的解析と良好な一致を示している。なお、安全性の判定を式(1),(2)により行い、両者とも許容値を満足する結果が得られている(表-1)。

Tadaharu NAKAMURA, Hidesada KANAJI, Natsuyo SATO, Kozo NISHIMORI, Harutaka OHTA, Masaaki SAKEMI

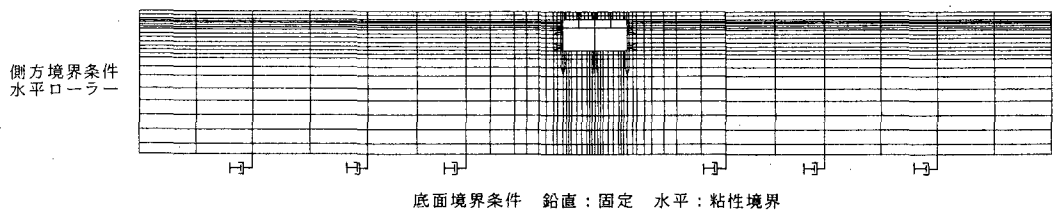


図-4 解析モデル

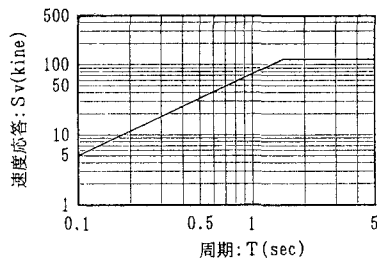


図-5 設計速度応答スペクトル

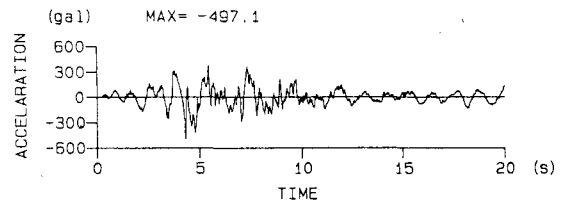
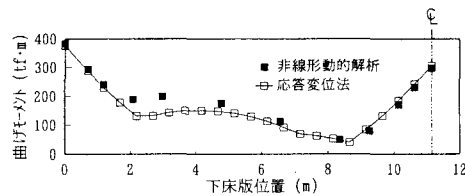
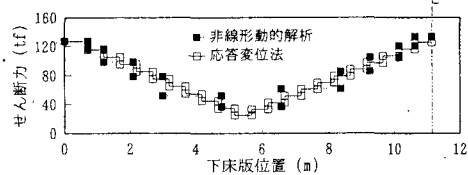


図-6 入力地震動

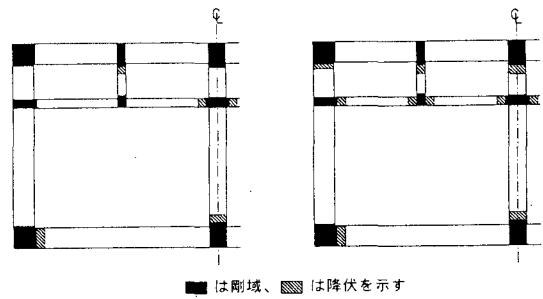


a) 曲げモーメント



b) せん断力

図-7 下床版の断面力



a) 応答変位法

b) 非線形動的解析

図-8 部材の降伏位置

$$\mu\phi_R \leq \mu\phi_a \dots\dots\dots (1) \quad \theta_R \leq \theta_a \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $\mu\phi_R$: 最大曲率応答塑性率、 $\mu\phi_a$: 許容塑性率、 θ_R : 層間回転角、 θ_a : 許容回転角(=1/25)

表-1 安全性の判定結果

項 目	応答変位法	非線形動的解析	許 容 値	備 考
曲げモーメントの照査	1.83	5.33	9.21	式(1), 下床版隅角部
層間回転角の照査	0.0038	0.0071	0.0400	式(2)

5. まとめ

軟弱地盤中の開削トンネルに対しても応答変位法による耐震設計法を適用できることが今回の試算により判った。ただし、本試算は一例であり開削トンネルの深度や耐力の条件が異なる場合について検討を進めていく必要がある。

参考文献 1) 駐車場設計・施工指針・同解説 (社)日本道路協会 平成4年11月
2) 開削トンネル耐震設計指針(素案) 阪神高速道路公団 平成10年3月