

仮設用鋼管矢板を本体構造に用いた半地下道路構造の耐震設計に関する研究

摂南大学大学院工学研究科 学生会員○中村 貴峯

摂南大学 正会員 頭井 洋

摂南大学大学院工学研究科 学生会員 藤木 佑介

(株)日建設シビル 正会員 西山 誠治

1.はじめに 半地下道路構造の急速施工法として、仮設用鋼管矢板を本体構造として利用する方法が提案されている。縦断方向の耐震解析の適用実績は少なく、レベル2の大地震時において、地下構造物をどのような構造モデルに表し、耐震性能の照査をいかに検証するかが問題になる。本稿では、応答変位法¹⁾と基盤地震動の位相差入力を模擬した多点入力解析を用い、鋼管矢板を本体構造とする半地下道路構造のレベル2地震動に対する応答挙動を検討した例を報告する。

2.計算条件 図1に示す本体構造と地盤条件を想定した。表-1に地盤の物性値を示す。解析を行なう縦断距離は1000mとした。すべて粘性土としたケース1と、縦断方向に0mから400mまでは粘性土とし、400mから500mの区間は直線的に粘性土から砂質土に変化し、500mから1000mまでを砂質土としたケース2の2ケースについて解析した。地震動はレベル2（タイプ2内陸直下型：葺合修正波）を用いた。地震波の位相速度は1000m/sとした。また、地盤の動的変形特性は土建資料などを参照した。

3.解析方法

・ 応答変位法解析

応答変位法に用いる地盤バネは自然地盤の応答解析(SHAKE)による収束剛性を考慮してFEM解析により求めた。その際、鋼管は構造物範囲のみ考慮した。解析モデルを図2に示す。目地部は、壁構造の鋼管継手と頂底板目地とを非線形ばねで表した。頂底板目地のばね特性を図2に示す。構造部を梁要素で表し、目地間を4分割して、地盤バネを取り付けた。まず、SHAKEにより自然地盤の応答変位波形を求める。求めた応答変位波形に、各縦断距離分の位相遅延量を加えて、変位波形データを作成する。得られた変位波形データより、縦断方向の応答変位法で与える変位分布を求める。これを地盤ばねに介して図3の解析モデルに作用させる。縦断方向と直角方向の両方の変位を与えた。

・ 多点入力解析

縦断軸方向のみを対象とし、表層地盤を2次元平面ずみ要素（非線形）、構造物を梁要素（線形）でモデル化し、逐次積分による動的解析を行なった。目地の非線形ばねと構造部の梁要素を図4に示すように結合する。底面には2節点ダンパー要素と剛なばねを設け、側面境界は水平ローラとした。各縦断地点に入力する波形は、上述と同様に位相遅延量を加えた時刻歴変位波形を用いた。剛ばねは、解析コードの制約から変位を力波形に変換して入力するために設定している。図4の矢印Aの位置に変位を入力した。

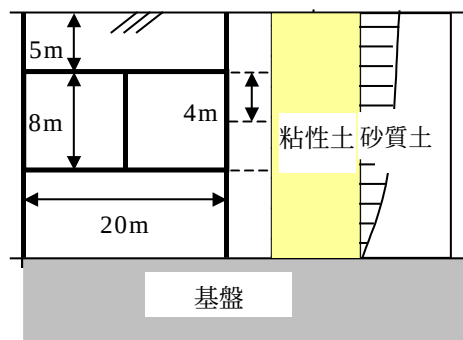


図1. 構造物および地盤モデル

表1 物性値

	γ (KN/m ³)	V_s (m/sec)
粘性土	1	144
砂質土	1	217
基盤	1	400

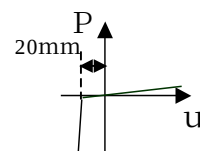


図2 継手ばね特性

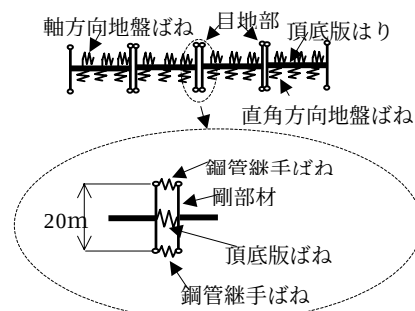


図3 応答変位法解析モデル

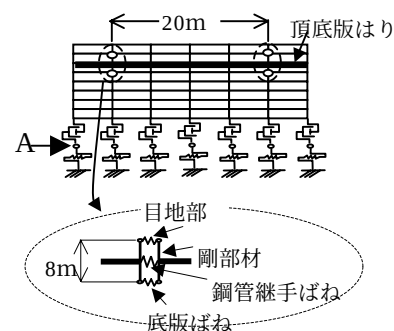


図4 多点入力解析モデル

キーワード：半地下道路、鋼管矢板、縦断方向解析、レベル2地震

連絡先：〒572-0074 大阪府寝屋川市池田中町17-8（耐震工学研究室） TEL072-839-9119

4. 解析結果

応答変位法縦断軸方向の計算結果を図 5、図 6 に示す。目地部伸縮は、圧縮側で目地間隔 20mm に達し、頂底板部に大きな圧縮軸力が生じている。粘性土のみ地盤モデルでは、軸圧縮力および軸引張り力による頂底板の軸方向応力はいずれも小さく、コンクリートの許容応力に比べて十分小さい。また、両ケースともに引張り応力はコンクリートのひび割れ応力に比べ十分小さい。したがって頂底板の損傷は生じないといえる。しかし、粘性土および地盤変化モデルともに、目地の最大開き量は 30mm を少し上まわり、鋼管継手部の損傷に対する検討が必要になる。

応答変位法縦断軸直角方向の計算結果(せん断剛性 ∞ の場合)を図 7 に示す。最大開き量は両モデルともに小さく、鋼管矢板部の軸方向変形量として十分許容範囲内である。

多点入力軸方向解析結果を図 8 に示す。目地伸縮の応答最大値を図示している。目地部の最大開き量は圧縮側で 13mm 程度、引張り側で 17mm 程度となり、レベル 2 の鋼管矢板部の軸方向変形量として許容範囲内であると考えられる。

応答変位法軸方向解析は多点入力解析に比べ、安全側の大きい目地開き量を与える。

5. まとめ及び今後の課題

レベル 2 地震動を入力地震動とした場合、20 m ごとに目地を設ければ頂底板の強度が問題になることはない。軸方向変位による目地の最大開き量は 20mm を少し上まわる。これらの結果より、鋼管矢板を本体構造に用いる半地下道路構造の耐震性能の評価では、縦断軸方向の目地部の開き量に関する検討が最も重要になると考えられる。応答変位法を用いた縦断方向解析は、多点入力解析に比べ安全側の結果となる。応答変位法は、鋼管矢板を本体構造として用いた場合も有効な解析法と考えられる。

今後の課題として、鋼管の根入れ効果や地盤と構造物のすべりを考慮した 3 次元 FEM 解析によりそれらの影響について確認することが望まれる。

謝辞 本研究はJSSC半地下道路技術の研究小委員会の活動の一部として実施した。西村宣男委員長(阪大教授)をはじめ、委員の方々から多くのコメントを頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) たとえば (社)土木学会：トンネルライブラリー第 9 号，開削トンネルの耐震設計

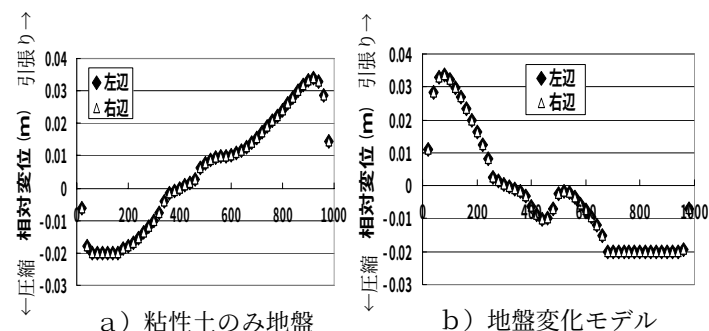


図 5 軸方向応答変位法計算結果(目地部の軸方向伸縮変形)

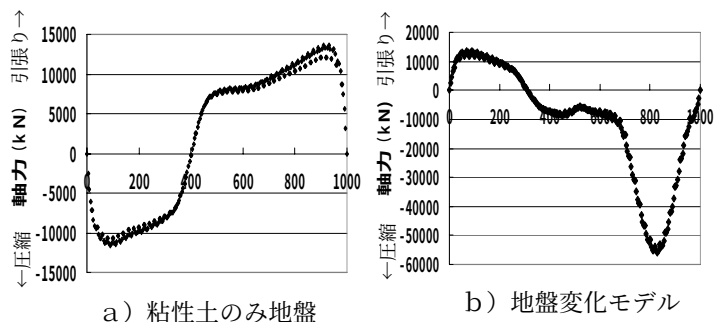


図 6 軸方向応答変位法計算結果(目地部の頂底板軸力)

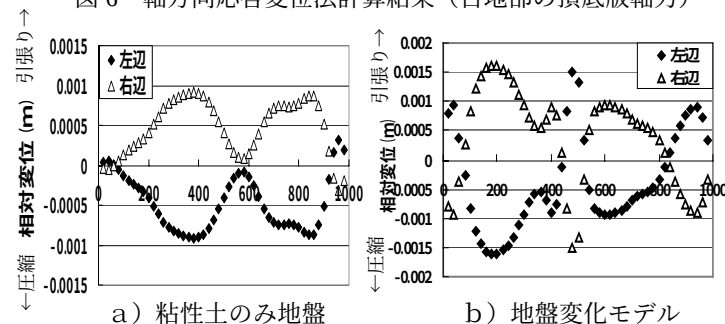


図 7 軸直角方向応答変位法計算結果(目地部の相対変位)

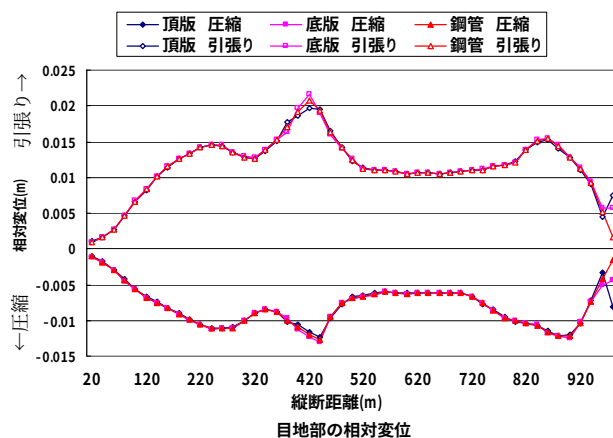


図 8 多点入力軸方向解析結果(目地部の伸縮変形)