

地下構造物横断方向の耐震設計法の適用性

戸田 建設 正会員 村井和彦  
 建設省土研 正会員 星隈順一  
 建設省土研 正会員 運上茂樹

1. はじめに

現在、地下構造物横断方向の耐震設計は、駐車場設計・指針 同解析<sup>1)</sup>（以下駐車場指針）などに規定されているように、地盤をバネ、構造物を梁でモデル化し、これに静的な地震力を作用させることにより地震時断面力を求める応答変位法を用いることが一般的である。一方、このような耐震設計法の高度化を図る目的で、地盤と構造物の相互作用をバネを用いることなく表現できる静的な有限要素解析を用いた耐震設計法もいくつか提案されている。本文では、一次モードの慣性力分布を有限要素モデルに静的に作用させる方法<sup>2)</sup>に着目し、地下構造物横断方向を対象とした耐震計算結果と応答変位法および動的解析による結果とを比較することにより、その適用性を検討するものである。

2. 解析手法

本文で検討の対象とした一次モードの慣性力分布を有限要素モデルに静的に作用させる方法は、多層地盤を考慮した地盤の固有値解析を行い、その結果得られた一次モードの加速度分布を慣性力として有限要素モデルに静的に作用させるものである（以下手法①）。なお、手法①と類似の手法として片山らによる応答震度法<sup>3)</sup>があるが、手法①は応答震度法より簡易であり、また、応答変位法と同じく応答スペクトルを用いる解析方法を踏襲していることが特徴である。また、ここで対象とした応答変位法では、通常に応答変位法が多層よりなる地盤を固有周期が等価な単一層地盤に置き換えているのに対し、多層地盤を直接考慮するため、地盤の固有値解析を実施し、その結果得られた一次モードの変位分布より梁バネモデルに作用させる地震力を算定することとしたものである（以下手法②）。手法②におけるその他の計算方法は、駐車場指針に準じている。

3. 解析条件

解析に用いた入力地震動は、平成2年道路橋示方書に示されているI種地盤の波形<sup>4)</sup>であり、これより算出した減衰定数5%の速度および加速度応答スペクトルを用いた。また、動的解析においても、比較を容易にするためにモード減衰を5%としている。

対象とする構造物および地盤は、実務設計における適用性を検討することを主目的としているため、より現実に近い条件を想定することとし、図-1に示す2ケースとした。両ケースにおける基盤に対する地表面の伝達関数を図-2に示す。これより、5Hzまでの周波数帯においてはケース①は1次モードのみが卓越しているのに対し、ケース②は2次モードの卓越もみられる地盤条件であることがわかる。なお、解析における地盤のせん断弾性係数は、比較を容易にするために、各手法ともN値と土質種別より計算したせん断弾性

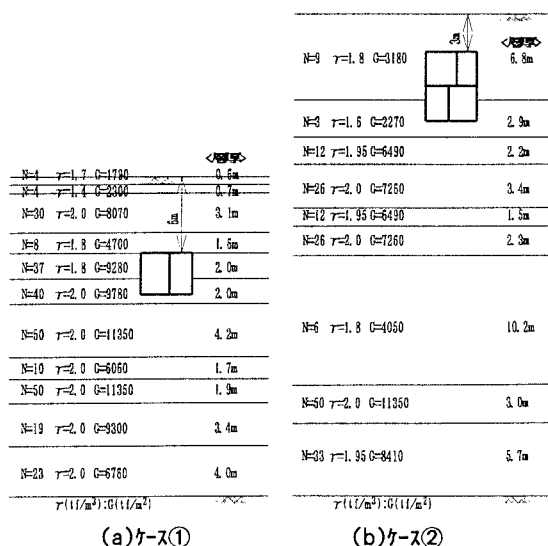


図-1 解析条件

キーワード：地下構造物、横断方向、耐震設計法、適用性

〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 Tel.03-3535-1607 Fax.03-3564-0475

波速度に地盤ひずみの大きさに基づく補正係数 0.8 を乗じたものより求めている。また、ケース①は比較的堅い地盤中に構造物が設置されているのに対しケース②は軟質な地盤中に設置されている。解析においては、構造物の剛性は全断面有効剛性を用いたが、地盤に対する構造物の見かけのせん断剛性の比は、ケース①では 1.7、ケース②では 6.2 となっている。構造物の形状寸法を図-3に示す。

4. 解析結果および考察

図-4は、各計算手法より得られた構造物に発生する地震時増分断面力と動的解析より得られた最大地震時増分断面力との比を示したものである。

これより、今回の解析ケースでは、手法①は動的解析による結果を十分な精度で近似できていることがわかる。詳細にみると若干断面力に差異が生じているが、これは同手法が一次モードのみを考慮しているためである。したがって、手法①を適用する場合には、高次モードが卓越するような地盤条件では留意が必要である。なお、同手法は、SRSS 法などを併用すれば高次モードの影響を考慮することも可能である。

一方、手法②による結果も動的解析結果と概ね一致しているが、手法①と比較すると動的解析結果との差が大きいことがわかる。特にケース②においては、この傾向が顕著である。手法②のような梁バネモデルでの計算精度を向上させるためには、地盤と構造物の相互作用を表すバネのより合理的な設定方法が課題である。

5. まとめ

地下構造物横断方向の耐震設計において、手法①は、高次モードの卓越が著しい場合は留意が必要であるものの、今回の条件では動的解析を十分な精度で近似できしており、また、動的解析よりも簡便であるため、耐震設計における実務上で有効な解析手法であると考えられる。また、手法②は、地盤と構造物の相互作用を表すバネのより合理的な設定方法が課題である。

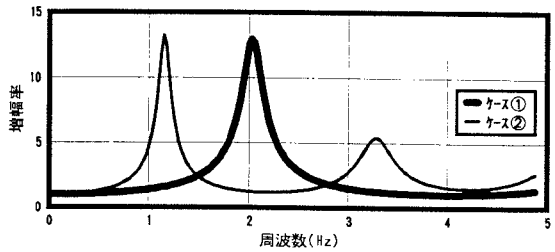
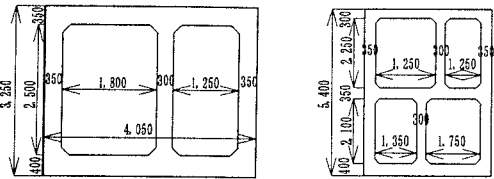
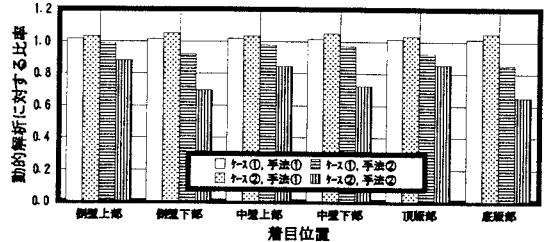


図-2 地盤の伝達関数

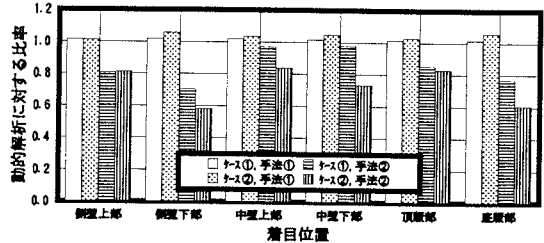


(a)ケース① (b)ケース②

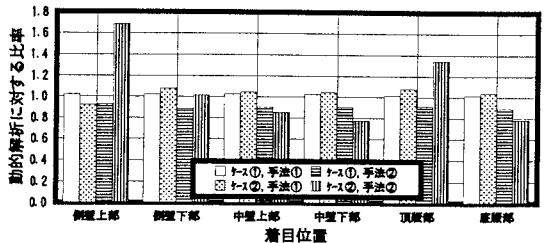
図-3 構造物形状寸法



(a)曲げモーメント



(b)せん断力



(c)軸力  
図-4 解析結果

参考文献 1) (社)日本道路協会：駐車場設計・施工指針 同解説、平成4年 11月 2) 大塚、星隈、村井、田中、橋：地盤慣性力に基づく応答変位法を用いた地下構造物横断方向の耐震設計法、土木学会第 52 回年次学術講演会 1-B、pp906-907、平成9年9月 3) 片山、足立他：地下埋設物の実用的な準動的解析法「応答震度法」の提案、土木学会第 40 回年次学術講演会、pp.737-738、1985.7 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、平成2年2月