

I - B 92

大規模地震時における表層地盤の応答変位の簡易推定法に関する検討

建設省土木研究所 正会員 大住 道生
同 正会員 運上 茂樹

1. はじめに

地中構造物の耐震性評価にあたっては周辺地盤の地震時最大変位の影響が大きいため、これを推定することが地中構造物の耐震性を判定する上で重要である。そこで、表層地盤の地盤条件について代表的と考えられるいくつかのパターン分けを行い、層厚、初期せん断弾性波速度および土質の違いが地表面の地震時最大変位および地震時の地盤剛性に及ぼす影響について地震応答解析により検討を行った。

2. 解析条件

解析は工学的基盤面以上の表層地盤を対象に、1次元重複反射理論により地表面の最大応答変位、および表層地盤のせん断ひずみ、せん断弾性波速度を算出した。表層地盤は図-1に示すように剛性分布により1層均質地盤、2層地盤、剛性漸増地盤、特殊地盤とパターン分けした。地盤条件は表-1に示すように、層厚、初期せん断波速度、土質を変化させた。2層地盤では、各層厚も変化させた。地盤の動的変形特性は岩崎らの研究¹⁾によった。入力地震動は道路橋示方書V耐震設計編²⁾に規定されるレベル2地震動のタイプⅡ、Ⅰ種地盤用の加速度波を工学的基盤面に入力し、収束計算を行った。

3. 表層地盤の地震時最大応答変位の推定

地表面における水平方向の地震時応答変位は、工学的基盤面から地表までのせん断ひずみの積分値と考えることが出来るので、本検討においては表層地盤の平均最大せん

表-1 地盤の解析ケース

表層地盤パターン	地盤全層厚	初期せん断弾性波速度	土質
1層均質地盤(23 ケース)	10,20,30,40m	100,150,200m/s	砂質土、粘性土
2層地盤(27 ケース)	10,20,30m	100,150,200m/s	砂質土
剛性漸増地盤(3 ケース)	20,30,40m	100~200m/s	砂質土
特殊地盤(4 ケース)	30m	100,150,200m/s	砂質土

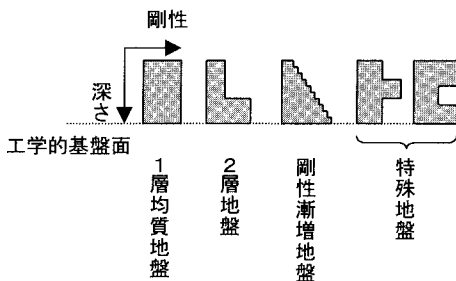


図-1 表層地盤のパターン

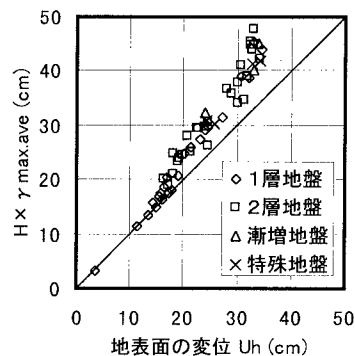


図-2 地表面の最大応答変位に対する表層地盤の平均最大せん断ひずみと層厚の積の関係

大規模地震、地盤応答変位、せん断ひずみ、せん断弾性波速度、地震応答解析
連絡先（〒305-0804 茨城県つくば市旭1・電話 0298-64-4966・FAX0298-64-4424）

断ひずみ($\gamma_{\max,ave}$)に着目した。ここで $\gamma_{\max,ave}$ は解析における各層での時刻歴最大ひずみを層厚で重み付けした平均値である。地表面の最大応答変位(U_h)に対する表層地盤の平均最大せん断ひずみと層厚(H)の積の関係を図-2に示す。この図から、どの地盤パターンであっても、また砂質土、粘性土ともに $H \times \gamma_{\max,ave}$ は U_h にほぼ等しいが、値が大きい領域では $H \times \gamma_{\max,ave}$ の方が多少大きくなっている。これは各層での最大せん断ひずみが生じる時間がずれるため、高次モードの影響であると考えられる。このため、特に地盤が軟弱で層厚が厚いほど計算された $H \times \gamma_{\max,ave}$ が特に大きくなっている。

次に、表層地盤の平均最大せん断ひずみと収束せん断弾性波速度(V_s)の逆数との関係を図-3に示す。この図から $1/V_s$ と $\gamma_{\max,ave}$ は比例関係が見られる。表層地盤を1自由度系と仮定し、地盤振動の1次モードが卓越し、かつ地盤が弾性体と近似できるときには地表面における水平応答変位(U_h)は $U_h = (2/\pi^2) S_v \cdot T_s$ で近似される³⁾。ここで、 $U_h = H \cdot \gamma_{\max,ave}$, $T_s = 4H/V_s$ とすると、 $\gamma_{\max,ave} = 8S_v/\pi^2 \cdot 1/V_s$ となる。解析の結果地盤の収束減衰定数が10~30%であったので、今回の入力では速度応答スペクトル(S_v)は0.8~1.6程度であり、 $8S_v/\pi^2$ は0.7~1.3程度である。図-3の結果では、解析結果から推定される比例係数はこれより多少小さい傾向にあるが、これは地盤の塑性化の影響と考えられる。

次に、せん断弾性波速度の低下率(V_s/V_{s0})と初期せん断弾性波速度の関係を図-4に示す。これによると、 V_s/V_{s0} は地盤条件によって異なるが、 V_s/V_{s0} は V_{s0} の増加に伴って、増加する傾向が見られる。また、今回の地震動レベルでは、地盤条件によって異なるが、 V_s/V_{s0} は大まかには0.2~0.6程度となる。

4. おわりに

大規模地震時における地表面の最大応答変位を簡易に推定する方法について解析的に検討した。その結果、表層地盤厚と収束せん断弾性波速度から地表面の最大応答変位および地盤の平均最大せん断ひずみを概ね推定できることが分かった。

参考文献

- 1) 岩崎、龍岡、高木：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 153 の 2、昭和55年3月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書V耐震設計編、平成8年11月
- 3) 日本道路協会：共同溝設計指針、昭和61年3月

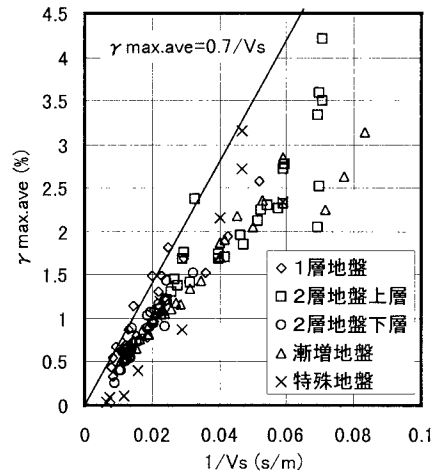


図-3 平均最大せん断ひずみと収束せん断弾性波速度の逆数との関係

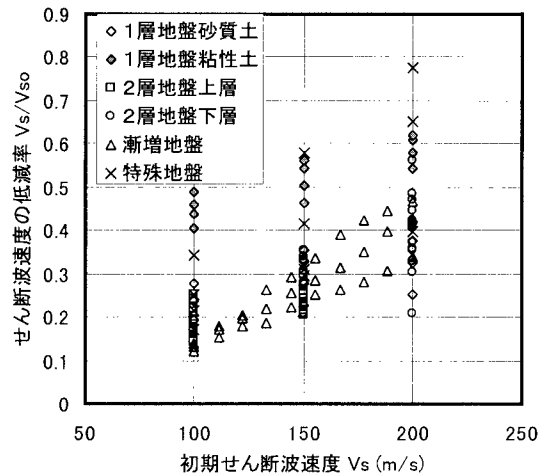


図-4 せん断弾性波速度の低下率と平均最大せん断ひずみの関係