

I-479 均質地盤と成層地盤の地表部の最大応答値に関する一考察

清水建設(株) 正会員 田蔵 隆 清水建設(株) 正会員 清水 勝美
 清水建設(株) 正会員 広瀬 利光 中央大学大学院 学生会員 山内 桂良
 中央大学 正会員 岡内 功

1. 概説

本研究は均質地盤と成層地盤の計29の地盤モデルに対して計580ケースの非線形地震応答解析を実施し、その結果を整理することによって両地盤の地表部の最大応答値の変化特性に関して考察したものである¹⁾。

2. 均質地盤モデルの地表部の最大応答値

均質地盤モデルとは、図1に示すように表層を均質一様とした地盤モデルである。表層厚Hと地盤のせん断波速度Vsを変えることによって、地盤の1次固有周期T₁がT₁=0.2~2.0秒と変化する15種類の地盤モデルを考えた(表1参照)。

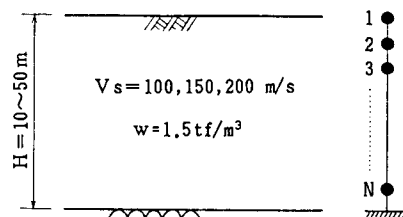


図1 均質地盤モデル

解析はせん断型の多質点ばね系モデルによって行うことにし、質点の分割はH=10~30mの地盤モデルに対しては1m間隔とし、H=40~50mの地盤モデルに対しては2m間隔とした。非線形地震応答解析における土の動力学モデルは修正Rambertg-Osgoodモデルを用い、解析定数である初期せん断弾性係数G₀はG₀=w/g·Vs²(wは土の単位体積重量、gは重力加速度であり、すべてw=1.5tf/m³とした)より求め、さらに規準ひずみγ_rおよび最大減衰定数h_{max}は、岩崎ら²⁾による沖積砂の剛性低下および減衰曲線式に基づいて定めた。

表1 均質地盤モデルに対する解析ケース

No.	表層厚 H(m)	せん断波速度 Vs(m/s)	1次固有周期 T ₁ (s)	入力地震波	入力最大加速度 A _{0max} (Gal)
1	10	100	0.40	EL-CENTRO N-S	10
2		150	0.27		
3		200	0.20		
4	20	100	0.80	十勝沖八戸 E-W	50
5		150	0.53		
6		200	0.40		
7	30	100	1.20	T A F T E-W	100
8		150	0.80		
9		200	0.60		
10	40	100	1.60	朝日東海 N-S	150
11		150	1.07		
12		200	0.80		
13	50	100	2.00		200
14		150	1.33		
15		200	1.00		

入力地震波は1940年EL-CENTRO記録のN S成分、1968年十勝沖地震八戸記録のE W成分、1952年TAFT記録E W成分、1968年埼玉県中部地震朝日東海ビル記録のN S成分とし、入力最大加速度A_{0max}は10Gal、50Gal、100Gal、150Gal、200Galとした。均質地盤モデルに対する解析は計300ケースである。

解析結果を図2に示す。横軸を地盤の1次固有周期T₁とし、縦軸をA_{0max}に対する地表の最大絶対加速度A_{max}との比、つまり最大絶対加速度応答倍率β_a(=A_{max}/A_{0max})、最大相対速度V_{max}および最大相対変位D_{max}として整理したものである。各地盤モデルに対しては、それぞれ4つの入力地震波による解析結果が得られ、それらを図中の凡例で示すように、その上限値と下限値および平均値で表示した。また、図中の曲線はβ_a、V_{max}、D_{max}の各平均値の変化を3次式によって回帰したものである。図2より、A_{0max}が大きくなるに従いβ_aは小さくなり、またT₁が長くなるほどβ_aが小さくなるのが分かる。特に、A_{0max}が100Gal以上でしかもT₁がおおよそ1.0秒以上の場合、β_aは1.0以下になることが分かる。V_{max}およびD_{max}はA_{0max}が大き

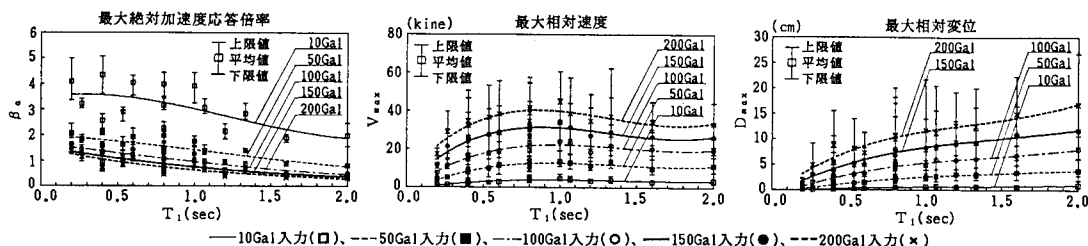


図2 均質地盤モデルにおける地盤の1次固有周期T₁と最大絶対加速度応答倍率β_a、最大相対速度V_{max}および最大相対変位D_{max}の関係

いほど大きく、 V_{max} はおよそ0.8秒の周期 T_1 を境にして、それより長周期側でほぼ一定値となり、短周期側では小さくなっている。また、 D_{max} は T_1 が長くなるに従い徐々に大きくなる傾向にあることが分かる。

3. 成層地盤モデルの地表部の最大応答値

成層地盤モデルとは現実中存在する計14の地盤を対象にせん断型の多質点ばね系モデルでモデル化したものであり、各地盤モデルの1次固有周期 T_1 は $T_1=0.29\sim 1.72$ 秒である(表2参照)。これらの地盤の土質概要ならびに解析モデルに関しては、紙面の都合上割愛する。均質地盤モデルの場合と同様、非線形地震応答解析における土の動力学モデルは修正Rambert-Osgoodモデルを用い、各地層の G_0 は $G_0=w/g \cdot V_s^2$ 、また γ_r 、 h_{max} は岩崎ら²⁾³⁾の提案による土の剛性低下および減衰曲線式に基づいて定めた。入力地震波および A_{0max} は均質地盤モデルの場合と同じである。成層地盤モデルに対する解析ケースの合計は280である。

図3は解析結果であり、横軸を T_1 とし縦軸を β_a 、 V_{max} 、 D_{max} として整理した。均質地盤の場合と同様、 A_{0max} が大きいほど、また T_1 が長いほど β_a は小さくなり、 A_{0max} が大きく T_1 が長い周期領域で β_a が1.0以下になることが分かる。また、 T_1 に対する V_{max} および D_{max} の変化に関しても、均質地盤の場合と同様の考察が可能である。

表2 成層地盤モデルに対する解析ケース

No.	地盤名	解析基盤の深さ (m)	1次固有周期 T_1 (s)	入力地震波	入力最大加速度 A_{0max} (Gal)
1	A	21.5	0.29	EL-CENTRO N-S	1.0
2	B	30.0	0.34		
3	C	42.0	0.51		
4	D	26.6	0.53		
5	E	66.0	0.54	十勝沖八戸 E-W	5.0
6	F	40.0	0.59		
7	G	44.5	0.78		
8	H	85.0	0.88	T A F T E-W	10.0
9	I	40.0	0.91		
10	J	66.0	1.06		
11	K	70.0	1.30		
12	L	30.0	1.41	朝日東海 N-S	20.0
13	M	114.0	1.48		
14	N	55.0	1.72		

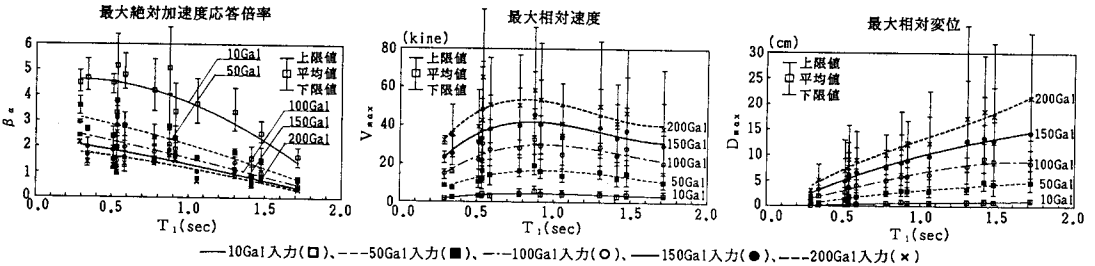


図3 成層地盤モデルにおける地盤の1次固有周期 T_1 と最大絶対加速度応答倍率 β_a 、最大相対速度 V_{max} および最大相対変位 D_{max} の関係

4. 均質地盤と成層地盤の最大応答値の差異

図4は A_{0max} が10Gal、100Gal、200Galの場合に関して、均質地盤と成層地盤の β_a 、 V_{max} および D_{max} を比較したものである。 T_1 が短い周期領域で β_a は均質地盤の方が成層地盤より小さくなっており、均質地盤の方が成層地盤より非線形地震応答の程度が大きいという結果になっている。また、 T_1 が長い周期領域では、両地盤の β_a はともに小さくなり、両者間の差は小さくなっている。一方、 V_{max} および D_{max} は、長周期側では成層地盤の方が均質地盤より大きく、短周期側で両地盤の差は小さくなる傾向にあることが分かる。

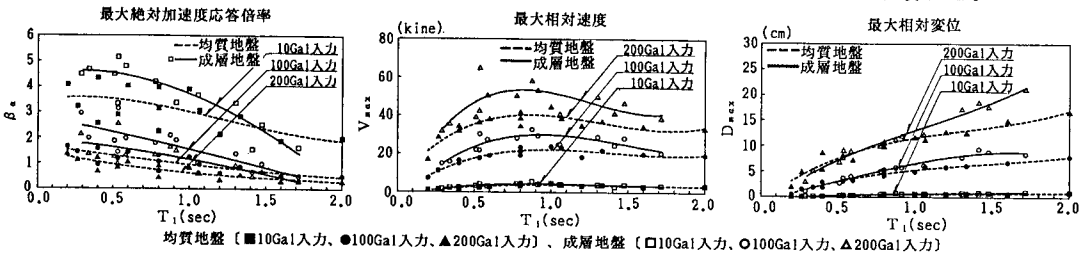


図4 均質地盤モデルと成層地盤モデルにおける最大絶対加速度応答倍率 β_a 、最大相対速度 V_{max} および最大相対変位 D_{max} の比較

<参考文献>

- (1) 田蔵、清水、山内、岡内：均質地盤と成層地盤の非線形地震応答特性の差異について、第23回土質工学研究発表会、1988年。
- (2) 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号、1980年。
- (3) 岩崎、常田、吉田、龍岡：沖積粘性土の動的変形・強度特性について、第15回土質工学研究発表会、1980年。