

I-334 非線形一次元解析法による足柄平野での地震動予測  
(その2 強震動記録に基づく地盤モデルの見直し)

飛鳥建設㈱ 正会員 三輪 滋  
同 正会員 森 伸一郎  
同 正会員 武藤 正人

1. はじめに

足柄平野の地震動観測地点を対象に地震動予測のブラインドテスト<sup>1)</sup>が実施され、それに参加する機会を得た。(その1)<sup>1)</sup>ではその予測結果を示すとともに一次元地盤モデルの再検討や地盤の不整形性の考慮が必要なのことがわかった。ここでは、足柄平野の強震動の観測記録を基に観測地点の地盤調査結果などを再検討して新たな地盤モデルを設定し、(その1)と同じ手法(履歴型のH-Dモデル<sup>2)</sup>)を用いた非線形一次元応答解析法)で行った検討について述べる。

2. 解析モデル

(その1)で行った「標準地盤モデル」による解析結果と観測記録を比較すると表層地盤の卓越周期と考えられるフーリエスペクトル比のピークに違いが見られた。ここでは、KS1, KS2地点での地盤調査結果を再度検討し、PS検層結果、密度検層結果<sup>3)</sup>にほぼ忠実に新しく地盤モデルを設定した。設定した地盤モデルを改良モデルと呼び、表-1に示す。せん断波速度が200m/s以下のごく表層の地盤がKS1地点では2m厚くなっている点、KS2地点では1m厚く、かつその層構成が異なっている点が、標準地盤モデルとの主な相違点である。改良モデルについて、4分の1波長則より求めたごく表層の一次固有周期(KS1:0.13秒, KS2:0.44秒)は、弱震動観測記録のフーリエスペクトル比に見られる卓越周期とほぼ一致している。この改良モデルを用いて、(その1)と同じく非線形一次元応答解析を行った。

3. 解析結果

表-2に最大応答値を観測値、標準モデルの結果とあわせて示す。改良モデルの加速度最大値はKS1では±35%、KS2では-2%程度であり標準モデルよりも観測値とよく一致している。図-1にフーリエスペクトル比、図-2に疑似速度応答スペクトルを示す。

表-2 最大応答値の比較

地点	成分	加速度(cm/s <sup>2</sup> )			速度(cm/s)			
		観測値	標準値 <sup>1)</sup>	改良値 <sup>2)</sup>	観測値	標準値 <sup>1)</sup>	改良値 <sup>2)</sup>	
弱震動	KS1	NS	8.5	6.4	9.8	0.23	0.17	0.22
		EW	7.5	3.0	4.6	0.14	0.052	0.10
中震動	KS2	NS	4.8	9.7	7.3	0.18	0.30	0.26
		EW	2.0	3.9	3.2	0.074	0.090	0.080
強震動	KD2	NS	1.7	2.2	3.0	0.055	0.056	0.069
		EW	1.0	0.7	1.1	0.023	0.020	0.023
弱震動	KS1	NS	198.6	307.2	262.6	8.9	14.2	13.4
		EW	244.1	127.8	158.8	7.4	4.8	6.3
中震動	KS2	NS	219.9	279.7	214.6	21.9	19.5	24.2
		EW	106.5	132.4	105.4	10.7	8.1	9.4
強震動	KD2	NS	109.2	128.3	107.3	5.8	6.3	6.5
		EW	43.1	50.0	44.9	1.4	1.8	2.0

図-1にフーリエスペクトル比、図-2に疑似速度応答スペクトルを示す。スペクトル比はKS1では周期0.1~0.2秒、KS2では0.5秒付近のごく表層の固有周期と考えられるピークが観測値のピークとよく一致しており、最大値だけでなく表層地盤の卓越周期や増幅スペクトル特性を概ね捉えられていることがわかる。応答スペクトルも表層の固有周期に対応するピークが標準モデルに比べ改善されているのがわかる。

このように表層地盤の応答特性の評価は、設定した地盤モデル、特にごく表層付近のモデル化に大きく依存することがわかった。地盤モデルの設定に当たっては、設計において工学的基盤に設定されることの多い、せん断波速度が400m/s以下の比較的剛性の低い層の評価が特に重要と考えられる。以上、弱震動での振動特性(特に表層の)を良く表現できる地盤モデルを設定できれば、本解析法による応答値は観測値とよく一致し、本解析

表-1(a)改良地盤モデル(KS1)

土質	厚厚 m	$\gamma_t$ tf/m <sup>3</sup>	$V_s$ m/s	$\tau_{max}$ tf/m <sup>2</sup>
Top	5.0	1.5	160	S-EW 2.46 S-NS 2.92 E-W 1.22 E-NS 1.14
Hp(g)	9.0	2.3	620	
Hp(c)	4.0	1.8	430	
Hp(g)	7.0	2.3	700	
Hp(c)	6.0	1.9	340	
Hp(s)	11.0	1.9	500	
Hp(s)	19.0	1.9	410	
Hp(g)	5.0	1.9	590	
Os-2u	164.0	2.2	950	
Os-2l	-	2.4	1500	

表-1(b)改良地盤モデル(KS2)

土質	厚厚 m	$\gamma_t$ tf/m <sup>3</sup>	$V_s$ m/s	$\tau_{max}$ tf/m <sup>2</sup>
Ap	7.0	1.5	65	S-EW 1.56 S-NS 2.13 E-W 0.63 E-NS 0.31
Ac	5.0	1.5	170	S-EW 3.57 S-NS 4.86 E-W 2.68 E-NS 1.50
Hp(g)	16.0	2.1	690	
Hp(s)	48.0	1.8	400	
Hp(g)	6.0	2.1	750	
Hp(s)	12.0	1.9	400	
Os-2u	186.0	2.3	700	
Os-2l	-	2.4	1500	

$\gamma_t$ :単位体積重量,  $V_s$ :せん断波速度,  $\tau_{max}$ :せん断強度

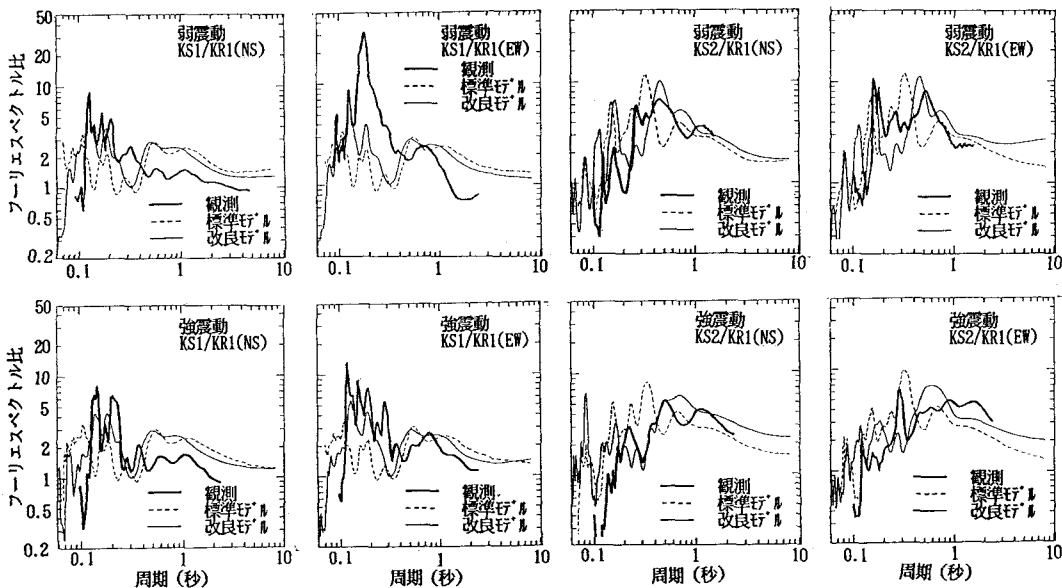


図-1 観測値と解析値のフーリエスペクトル比の比較

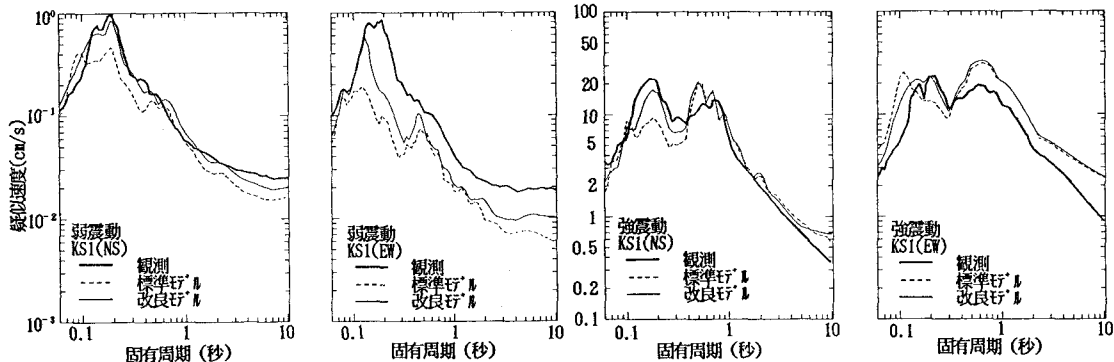


図-2 観測値と解析値の疑似速度応答スペクトルの比較

法の有効性が示せた。

また解析では地盤のひずみが $10^{-3}$ のオーダーに達し、ひずみに依存した剛性低下により、固有周期がやや長周期側へ移行する傾向が見られるものの、観測値ではその傾向が明瞭でなく、地盤の非線形特性について、今後さらに検討を進める必要があると考えられる。

図-3に KSIでの強震動の加速度時刻歴波形を示す。主要動部分は比較的良く一致するものの、後続波形の周期や減衰の仕方に違いが見られる。これは、観測点に見られる三次元的な不整形性や、せん断波速度の大きい比較的深部の地質構造の影響によるものと考えられる。

#### 4.まとめ

①地盤調査結果により見直した地盤モデルを用いた応答解析によれば、観測地点の応答特性を良く表現できた。

②地盤の応答特性の評価では、特に、せん断波速度の低いごく表層の地盤モデルの設定が重要である。

尚、本解析はJESG国際シミュレーション推進委員会より提供を受けた地震動記録を用いて実施したものである。

<参考文献> 1)三輪滋,森伸一郎,池田隆明,武藤正人,関宝 :非線形次元解析法による足柄平野での地震動予測(その1強震動の'ライト'予測),第47回土木学会年次学術講演会概要集第I部,1992.9(投稿中)

2)国生剛治,桜井彰雄:MODIFIED HARDIN-DRNEVICHEV法について,第33回土木学会年次学術講演会概要集第III部,pp.116-117,1978

3)JESG,Ashigara Valley Blind Prediction Test,1991

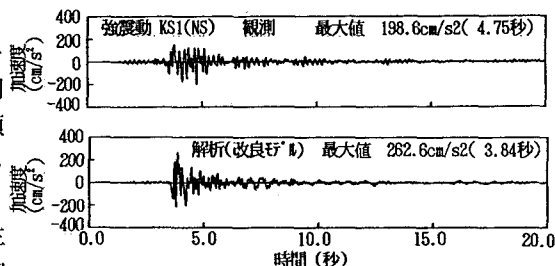


図-3 強震時の加速度時刻歴波形