

I - B373

地盤の地震応答解析結果が構造物の非線形応答に与える影響の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 澤田 亮
同 上 正会員 室野剛隆
同 上 正会員 西村昭彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、鉄道構造物の耐震性評価手法は動的解析法が主体となっており、地盤および構造物ともに非線形領域における動的変形特性を精度よく考慮する必要性が指摘される。

しかし、液状化現象のように地盤の非線形性が卓越するような場合には、地盤の周期特性の変化程度が構造物の非線形応答値の予測に影響を及ぼすことが考えられる。

本研究では、数種の解析手法を用いて地盤の地震応答解析を実施し、その結果を用いて構造物の非線形解析を行い、地盤の応答値が構造物の非線形応答値にあたる影響について検討した。

2. 検討方法

検討は、数種の地盤の応答解析手法を用いて図1に示すように表層地盤の地震応答解析を実施した後、地表面の応答波形を用いて構造物の非線形解析を行うことで、地盤の応答解析手法の差異が構造物の応答値（非線形スペクトル）におよぼす影響について検証した。ここで、検討に用いた表層地盤は、兵庫県南部地震で液状化現象が顕著であった神戸ポートアイランドをモデルとした。地盤の解析モデルを図2に示す。

地盤の応答解析には有効応力および全応力逐次積分法（YUSAYUSA¹⁾）、等価線形化法（SHAKE）の3通りの手法を用いた。解析は、NS、EW成分について実施し、G.L. -83 mの観測波形を入力波形とした。ここで、逐次積分法における地盤の非線形特性については修正H-Dモデルにより評価した。また、構造物は1質点系モデルとして考慮し、非線形特性は clough 型の bi-linear モデルにより評価した。

3. 検討結果

地盤の応答解析結果を図3に示す。これによるとNS、EW成分ともに、逐次積分における

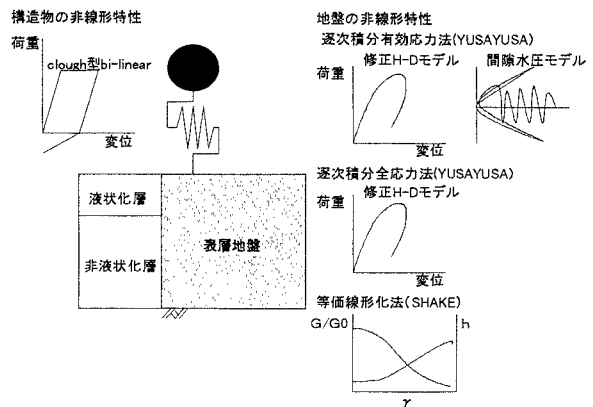


図1 検討の模式図

深度 (m)	層厚 (m)	土質	単位体積重量 (tf/m ³)	S波速度 (m/s)	ポアソン比	観測位置 (m)
0~2.0	2.0	埋立土砂	2.0	170.0	0.127	0.0
2.0~5.0	3.0		2.0	170.0	0.319	
5.0~12.6	7.6		2.0	210.0	0.461	
12.6~16.0	3.4		2.0	210.0	0.490	16.0
16.0~19.0	3.0		2.0	210.0	0.490	
19.0~27.0	8.0	沖積粘土	1.5	180.0	0.488	
27.0~32.0	5.0	洪積砂礫層	2.0	245.0	0.482	32.0
32.0~33.0	1.0		2.0	245.0	0.482	
33.0~50.0	17.0		2.0	305.0	0.479	
50.0~61.0	11.0		2.0	350.0	0.475	
61.0~79.0	18.0	洪積粘土	1.5	303.0	0.482	
79.0~83.0	4.0	洪積砂礫層	2.0	320.0	0.487	83.0

図2 地盤の解析モデル

有効応力解析結果は液状化が発生したと考えられる時刻以降（長周期成分が卓越）において短周期成分があるものの観測波形と傾向が一致している。また、等価線形化法による解析結果も観測波形を包絡した形となっているが、逐次積分法における全応力解析結果は液状化が発生したと考えられる時刻以降も地盤の剛性が低下せず、大きな応答値を示しており観測波形と異なった傾向を示している。図4には加速度応答スペクトル（弾性スペクトル）を示す。これによると、有効応力解析結果はほぼ全周期において観測値と比較的一致

キーワード：地震応答解析、液状化、非線形スペクトル

する傾向にある。
等価線形化法による解析結果は短周期領域で応答加速度が小さな値を示す傾向がみられ、全応力解析結果は全体的に大きめの値となる傾向がみられる。構造物の応答解析結果（非線形スペクトル）を図5に示す。こ

れによるとNS成分の解析結果では、有効力解析結果は観測値と傾向が一致している。全応力解析結果は全周期において応答塑性率を大きく評価をしており、等価線形化法による解析結果は短周期領域において小さめの評価となっている。この傾向は降伏震度が0.4の場合において特に顕著である。また、EW成分での解析結果はNS成分に比して上述したような現象は顕著に現れていないが、同様の傾向を示している。

4. まとめ

構造物の非線形応答の予測は、液状化により地盤の非線形性が卓越するような場合には、地盤の剛性低下程度を精度よく評価し地盤の周期特性の変化程度の影響を考慮する必要がある。逐次積分法における有効応力解析は比較的精度がよいと考えられる。しかし、逐次

積分法における全応力解析や等価線形化法についても地盤剛性の低下程度を精度よく考慮すれば解析精度が向上すると考えられる。以上より、これまで地盤の応答値の予測については最大値および波形に重点をいた検討がされたきたが、構造物の非線形予測を考慮した検討が必要であると考えられる。

参考文献 1)東畑,吉田:YUSAYUSA-2 理論と使用法, 平成3年10月

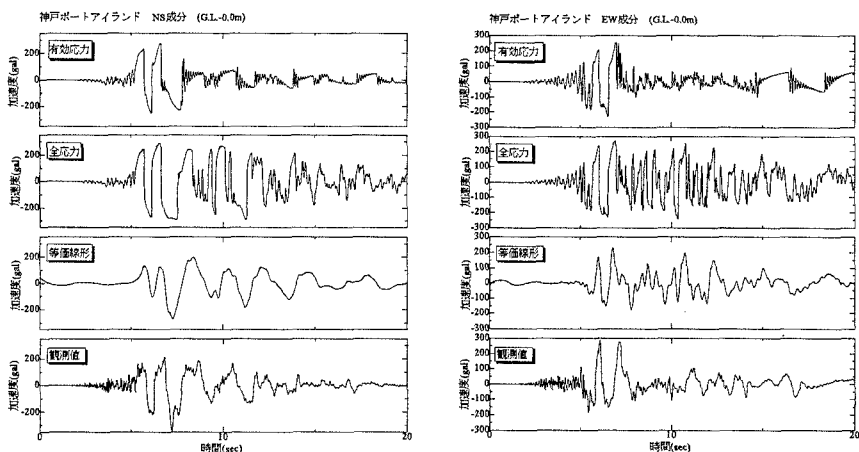


図3 地盤の応答解析結果

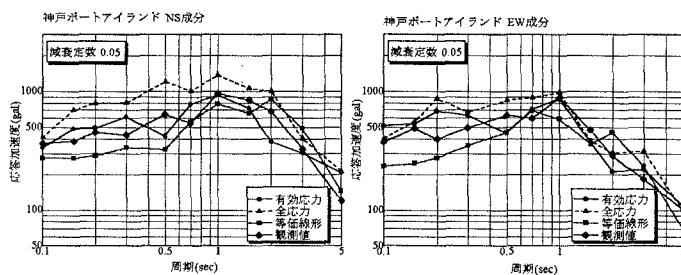


図4 加速度応答スペクトル（弾性スペクトル）

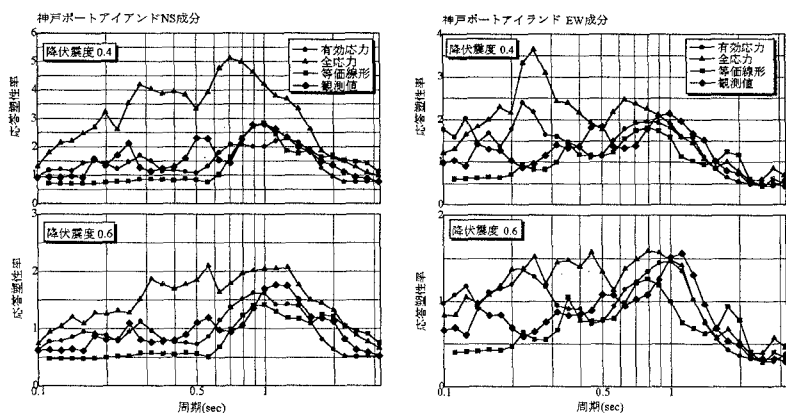


図5 構造物の応答解析結果（非線形スペクトル）