

傾斜基盤を持つ沖積地盤の地震波伝播性状

岡山大学工学研究科 学生員 香川裕司
岡山大学環境理工学部 正会員 竹宮宏和

1. まえがき

兵庫県南部地震による神戸市域被害の原因として、表層の軟弱堆積地盤が指摘されてきた。傾斜基盤をはじめ、不整形な沖積地盤の応答増幅に関して過去に数多くの研究がなされてきた。しかし、地震時の不整形効果としてはそれほどの応答倍率にならないのが事実である。そこで本研究では地震波のそのような地盤内の伝播性状に注目した解析を行った。

2. 解析手法と解析モデル

沖積層内の面内波動場を入射波の下で調べるため、沖積地盤(領域 1)と、半無限基盤(領域 2)には FEM を、半無限基盤(領域 3)には BEM をとって、それらの 2 次元ハイブリッド解析法を適用した。

解析対象となるモデルは、図 1 に示されるように、1 箇所の傾斜基盤を有する沖積地盤を想定し、入射波には、リッカー波と兵庫県南部地震記録波 (NS 成分) を使用した。

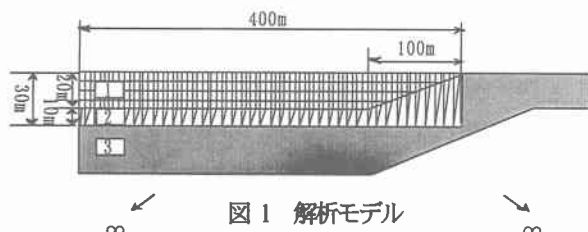


図 1 解析モデル

表 1 地盤物性値

Layer	V_s (m/s)	ρ (t/m^3)	ν	h (%)
1	100	1.6	0.45	2.0
2,3	500	1.6	0.40	0.0

3. 解析結果の考察

対象地盤内の地震波の増幅・位相特性を把握するために、まず代表周期 $T_p=0.3$ 秒のリッカー波入射の解析より、傾斜基盤の影響を入射波動と表面反射波の鉛直方向伝播の成分と傾斜境界で生成した水平方向伝播の表面波の干渉場として捉えることができた。水平伝播波は表面波であることが確認できた。

つぎに、兵神戸海洋気象台記録波形 (NS 成分) を入射波として解析した。表層地盤内の波動伝播性状を、変位、速度、加速度について図 2 に示した。これよりリッカー波入射での結果と同様に鉛直と水平方向に伝播する波の干渉が見られる。

地表面の最大応答値分布を図 3 に示した。ここで鉛直方向の速度値が水平方向速度値の 4 分の 1 程度発生しているが、これは水平方向の地震波の伝播を意味している。最大加速度分布においては、水平応答値の半分も出ている。同図には、平行層としての 1 次元解析結果も示している。2 次元解析結果も傾斜基盤からかなり離れた地点になると、1 次元解析結果にほぼ落ち着く。

波動場が S 波に支配されていると仮定すれば、水平方向速度は、鉛直方向に伝播する波による水平方向のひずみに関係しており、一方、鉛直方向速度は水平方向伝播による波の鉛直方向ひずみの発生に関係している。したがって、図 4 のように表層内の波動場をベクトルで表現すると、波動場を把握することができる。たとえば、傾斜基盤の下、それから水平に入った個所で、一方向に大きな変位、位相の逆転する速度、鉛直成分のため距離的に急変する加速度の様相である。このような地震動は構造物にとって非常に厳しい入力動となる。

応答スペクトルを代表的な中積層表面の応答値に対して図 5 に描いた。基盤面と地表面の間の増幅効果は、加速度においては 1 秒以下の周期で約 3 倍となっている。そして 1 次元解析結果と比較して 0.3~0.7 秒の周期帯域で、傾斜基盤効果が僅かに現れて、加速度において 1.3 倍となっている。

4. むすび

本研究のシミュレーションをとおして、傾斜基盤で発生する表面波と入射による鉛直伝播波の干渉で傾斜基盤面から水平基盤面へ移った個所で起きる重要な現象は、水平応答の増幅と振動継続時間の長くなることもあるが、それよりも応答の鉛直方向成分の発生と変位、速度及び加速度応答が位相的に複雑になることで、これは大きな地盤ひずみの発生と、短周期成分の応答増大につながる。

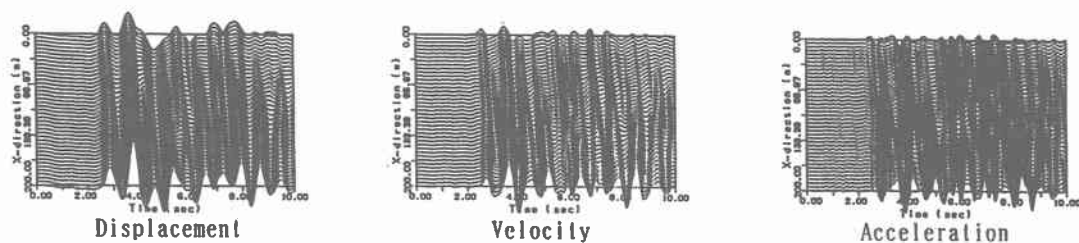


図2 時刻歴応答図

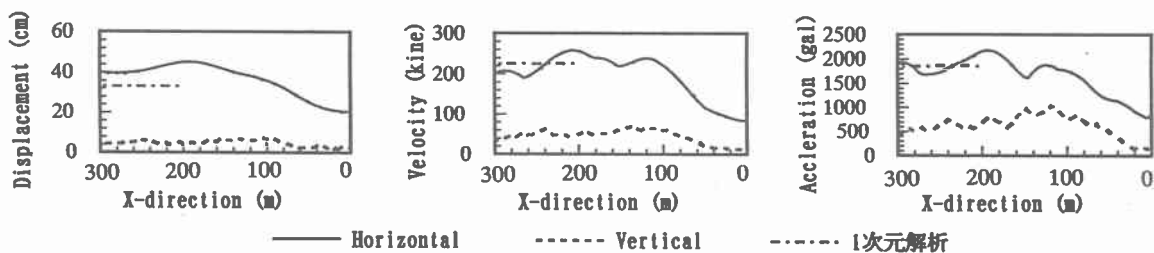


図3 最大応答図

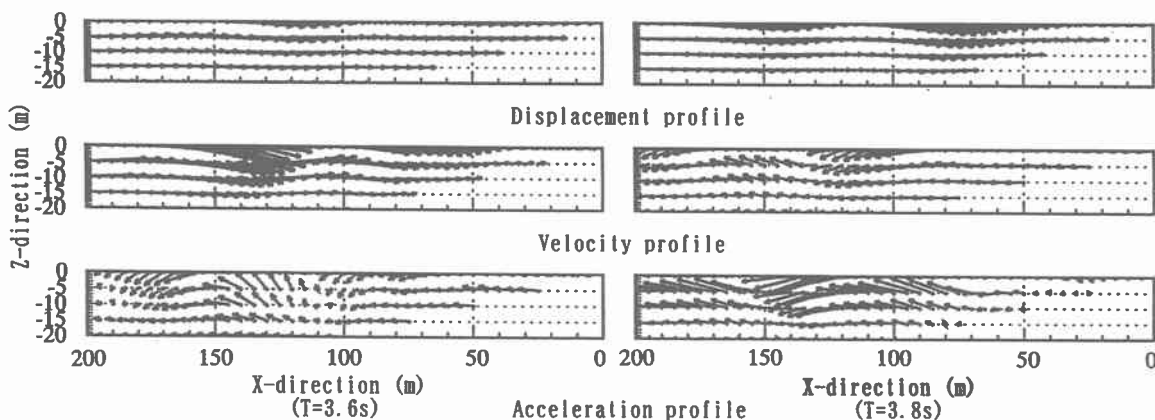


図4 各時刻におけるベクトル図

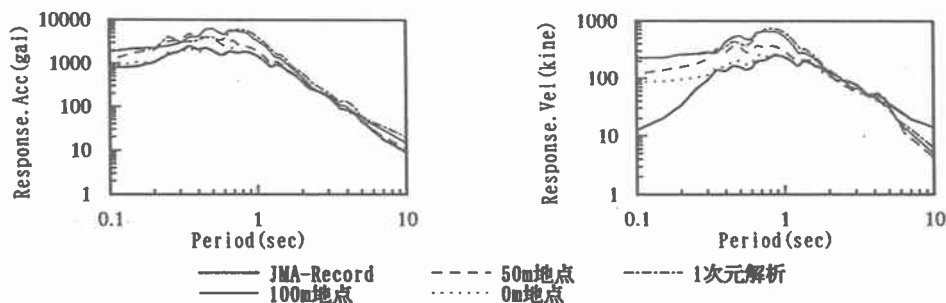


図5 各地点の時刻歴波形における応答スペクトル比較

参考文献

- Takemiya, H. & Tomono, T.: Topographical site response for harmonic and pseudo-earthquake motions, 10WCEE, 1992, 929-934.
 Takemiya, H. & Adam, M.: 2D nonlinear seismic ground analysis by FEM-BEM: The case of Kobe in the Hyogoken Nanbu Earthquake JSCE, No.584/I-42, 19-27.