

I-438 表層を人工硬質地盤で被覆した軟弱地盤の動的応答特性

電源開発(株)正員 有賀 義明

【1】 まえがき 土地利用の超過密化・地価の高騰等を背景として、近年、都市の再生・活性化、新しい都市空間の創造等をテーマに、ウォーターフロント開発、ジオフロント開発等の開発構想が大きな注目を集めている。これらの開発構想が実行に移される事例は、将来的に増加してゆくものと想定されるが、それに伴い、臨海域の軟弱地盤を対象にした建設工事も増加して行くものと想定される。周知のように、軟弱地盤は、荷重を受けた際に変形(圧密変形、セン断変形等)しやすく、また、強度が低いために破壊しやすいという力学的特徴を持つ。そのため、軟弱地盤に対しては、圧密沈下の促進、沈下量の低減、セン断変形の抑制、強度増加の促進、強度低下の抑制、すべり破壊の防止、液状化の防止等の、さまざまな改良目的に応じた、数多くの軟弱地盤対策工法が提案されている。ところで、軟弱地盤活用の一例として、模式的に図-1に示したような、軟弱地盤の表層を比較的硬い人工地盤で被覆したケースを想定してみることにする。この場合のように、硬い人工地盤で軟弱地盤の表層を被覆するということは、軟弱地盤に対して、従来から実績のある表層被覆工法・表層載荷工法・表層固化工法を複合的に施工するのと等価な効果を及ぼすものと考えることができよう。すなわち、軟弱地盤の表面を硬質の人工地盤で被覆することにより、静力学的には、構造物建設前の圧密沈下の促進、圧密進行に伴う軟弱地盤の強度増加の促進、セン断破壊・すべり破壊の抑制、構造物接地面での支持力の確保、軟弱地盤に作用する荷重の分散等を図ることが可能になるものと思われる。また、動力学的には、地下に弾性波速度が低い地盤が介在する地盤構成となるため、地上に建設された構造物に対しては、作用する地震力が低減される可能性があるものと予想される。本稿では、人工硬質地盤-軟弱地盤-基礎地盤より構成される地盤に関する二次元地震応答解析の一例を紹介する。

【2】 解析条件 (1) 解析対象としては、厚さ20mの軟弱地盤($V_s=100\text{m/s}$)の上部を厚さ10mの人工硬質地盤($V_s=700\text{m/s}$)で被覆した仮想地盤を想定した。解析に用いた有限要素モデル(要素数756)を図-2に示す。(2) 境界条件は側方境界・下方境界ともに粘性境界とした。(3) 解析用物性値は表-1に示すとおりとした。(4) 入力地震動には、標準用地震動の中から、比較的長周期成分を多く含む、高地震地帯用S1地震動($M8.4$, $\Delta=90(\text{km})$), 位相:TAFT EW, $A_{\max}=286.15(\text{gal})$, 解析使用区間:0~20秒)を選定し、下方粘性境界の下端より入射した。(5) 解析コードは"FLUSH"を使用し、解析は線形解析とした。

【3】 解析結果 図-3に、最大加速度振幅の深度分布を示す。図-4には、代表節点(解析断面中心位置の5点)の加速度時刻歴を示す。また、地表面位置(節点95, 206, 334)の速度応答スペクトル(減衰定数:5%)の比較結果を図-5に、解析断面中心位置(節点334, 338, 358, 365)の速度応答スペクトル(減衰定数:5%)の比較結果を図-6に示す。図-3より、軟弱地盤の表層を硬い人工地盤で被覆したような地盤では、地震動の加速度は、第Ⅱ層(軟弱地盤)以深の地下では増幅傾向を示すが、地表面位置では減衰することが理解できる。図-5は、臨海域の基礎岩盤線が傾斜している場合を想定し、第Ⅱ層(軟弱地盤)の層厚の影響を比較するために作成したものであるが、速度応答スペクトル特性に顕著な差異は見られなかった。地下での速度応答スペクトルに関しては、第Ⅱ層の下方では、ほぼ全周期域が増幅傾向を示したのに対して、第Ⅱ層の上方では、短周期成分(この解析では、ほぼ周期0.4秒以下)は減衰し、長周期成分(ほぼ周期0.4秒以上)は増幅する傾向を示した。(図-6参照)

【4】 あとがき 今回の解析結果から、固有周波数が概ね2~3(Hz)以上の構造物を検討対象とした場合は、軟弱地盤の表層を硬い人工地盤で被覆することにより、自然地盤を利用した免震構造を実現し得る可能性があるものと考察された。今後は、地下に介在する軟弱地盤の動的物性との免震効果との関連性、地下に介在する軟弱地盤の力学的安定性等について検討を深めたいと考えている。

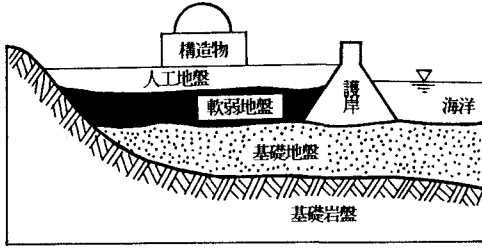


図-1 臨海域軟弱地盤の利用模式例

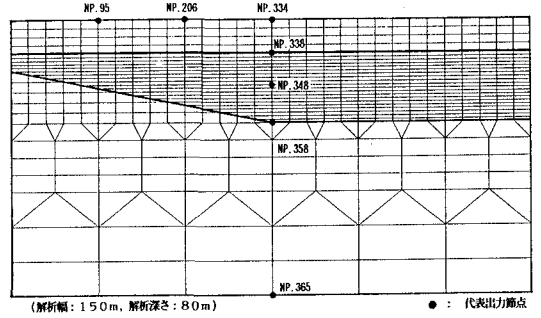


図-2 解析用FEMモデル

表-1 解析用物性値

層NO	地盤種類	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	Vs (m/s)	減衰定数 (%)	ポアソン比 (νd)
I	人工地盤	10	2.0	700	3	0.40
II	軟弱地盤	20	1.5	100	10	0.45
III	基礎地盤	20	2.0	500	3	0.40
IV	基礎地盤	30	2.0	1000	3	0.35

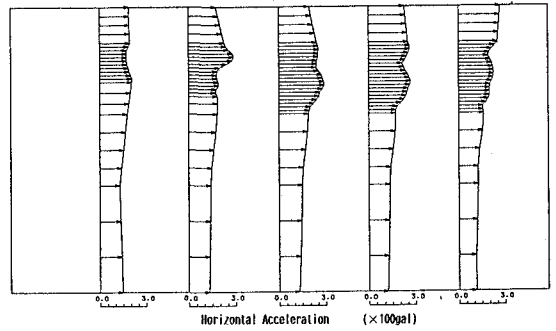


図-3 最大加速度の深度分布

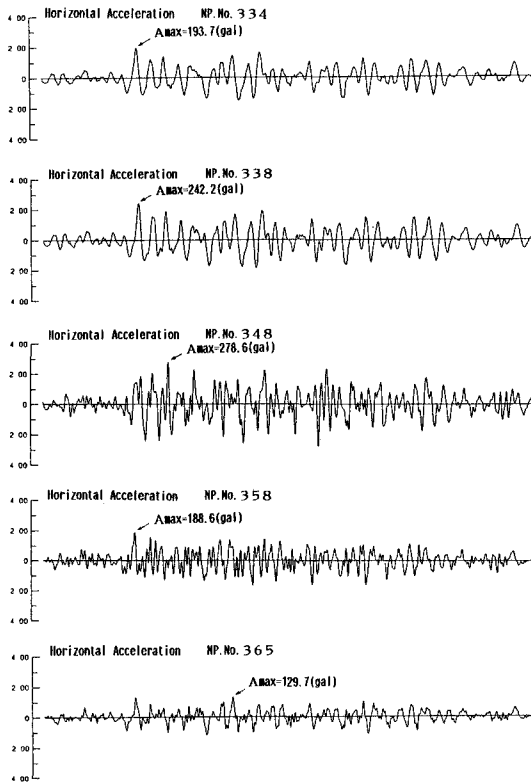


図-4 代表節点の加速度時刻歴

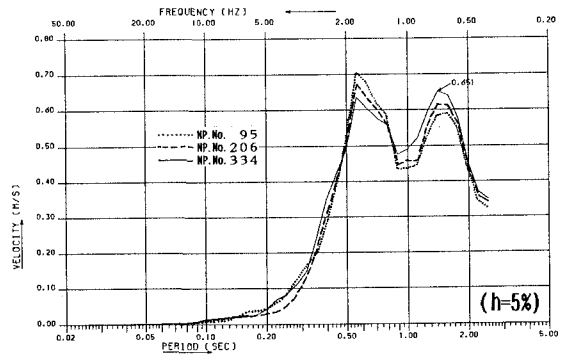


図-5 地表面位置の速度応答スペクトルの比較

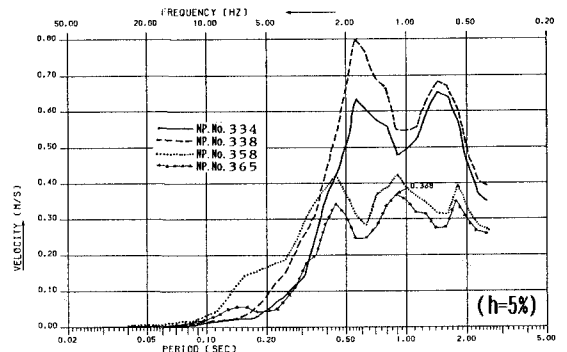


図-6 解析断面中心位置の速度応答スペクトルの比較