

III-201 入力地震動の周波数特性の違いによる軟弱地盤～建屋系液状化解析の検討

清水建設(株) 大崎研究室 (正会員) 福武 毅芳、大槻 明

1.はじめに 近年、軟弱地盤に比較的重要な構造物が建設されている。本研究では、液状化の可能性のある軟弱な地盤上に立地する高層ビルを想定し、その入力地震動の周波数特性の違いによる軟弱地盤～高層建屋系液状化解析結果について検討したものである。

2.解析手法 土の構成式としては、実地盤への適用の便利さを考え、松岡らの構成式を修正した単純せん断モデル¹⁾を用い、体積ひずみ零の条件より非排水条件下の間隙水圧を推定した。解析手法としては、水の剛性を考慮し土と水とは一体となって振動すると仮定した二次元有効応力解析手法²⁾を用いた。

3.解析モデル 図1に解析モデル、表1に地盤条件と土質パラメータを示す。地盤は東京湾周辺を想定して、地盤の単位体積重量は 1.8t/m^3 とし、初期応力は K_0 値を0.5として求めた。図2には、各層の液状化強度曲線を示す。建屋、岸壁および基盤は弾性体とした。建屋の固有周期は3秒で剛性比例型の減衰(2%)を用いた。基盤にはダンパーを設け地下逸散を考慮し、加速度波形を積分した速度波形を入射波として、ダンパーより入力した。解析ケースは2ケースで、ケース①はエルセントロ波、ケース②はメキシコ市(SCT)で記録された波³⁾を入力している。図3には入射波のパワースペクトルを示す。

4.応答解析結果と考察 図4は、基盤(A点)、地表(B点)および建屋上部(C点)の加速度波形である。ケース①②とも建屋は一次モードで振動しているが、建屋上部での応答はケース②の方が約2.8倍大きい。図5には要素1の有効応力経路と履歴曲線を示す。ケース②でサイクリックモビリティが強く現れたのは、初期液状化後に周期の長い大きな波が入射(14秒～19秒)しているためである。一方、エルセントロ波(ケース①)のように主要動の継続時間が短く、初期液状化後に周期の短い波しか入射しない場合には、顕著なサイクリックモビリティは現れにくい。図6には建屋上部の変位が最大となる時の変形状態(変位の倍率は100倍)と間隙水圧比 u/σ_{m0} (間隙水圧 u を初期平均有効拘束圧 σ_{m0} で基準化したもの)の値を示す。ケース①では地下室およびその直下の地盤の剛性低下が小さいことにより、建屋周辺のせん断変形や液状化が抑制されている。一方、ケース②では建屋が大きく振動しているため、その影響により建屋の周辺でも液状化が進んでいる。またケース②で地下室直下のせん断変形が大きいのは、建屋が大きく振動しその力が地盤に伝えられたためである。ただし、地下室直下の間隙水圧比が高くないのは、サイクリックモビリティが強く現れて有効応力経路が戻ったためである。以上の解析結果より、液状化解析を行うにあたり、入力加速度の最大値を一致させても、エルセントロの波形のように主要動の継続時間が短い衝撃型の波を用いると、液状化はするものの顕著なサイクリックモビリティは現れにくいといえる。また、メキシコ地震のSCT波のように長周期で主要動の継続時間が長い振動型の波では、高層建屋周辺地盤は液状化しやすい。

5.おわりに 軟弱地盤～建屋系液状化解析を行った結果、入力地震動の周波数特性の違いにより、土の非線形特性や液状化領域がかなり異なることが認められた。また、軟弱地盤～高層建屋系の液状化解析を行うにあたり、衝撃型よりも長周期の振動型の入射波を用いる方がより厳しい検討となる。

参考文献 1) 福武 毅芳・大槻 明・竹脇 尚信「単純せん断面上の構成式と繰返しせん断の解析」第42回土木学会年次講演会 III, pp.96～97 (1987) 2) 大槻 明・福武 毅芳「ウォーターフロントにおける高層建屋周辺地盤の液状化解析」第43回土木学会年次講演会 I 3) E. Mena et al, UNAM, Infome IPS-10b, 1985

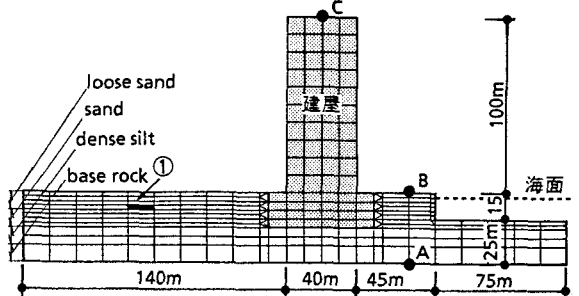


図1 解析モデル図

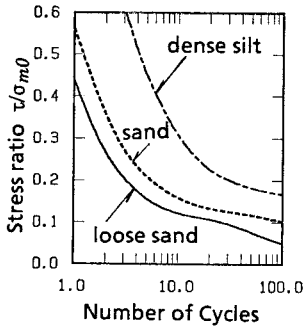


図2 液状化強度曲線 (DA=2%)

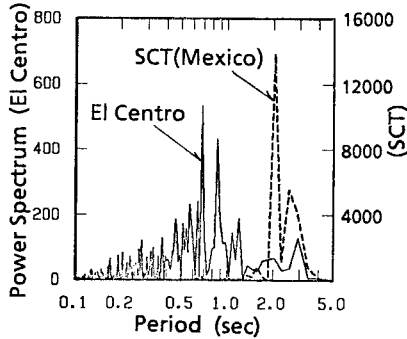


図3 入射波のパワースペクトル (gal2-sec)

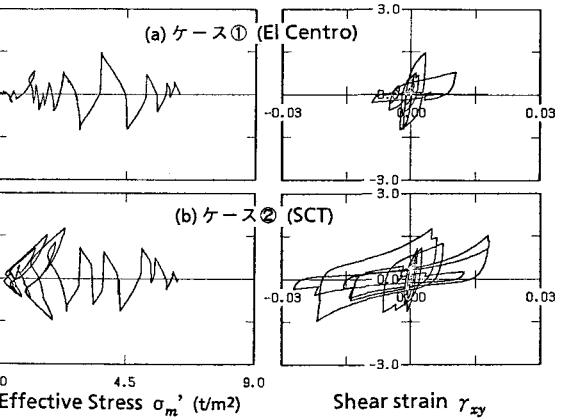
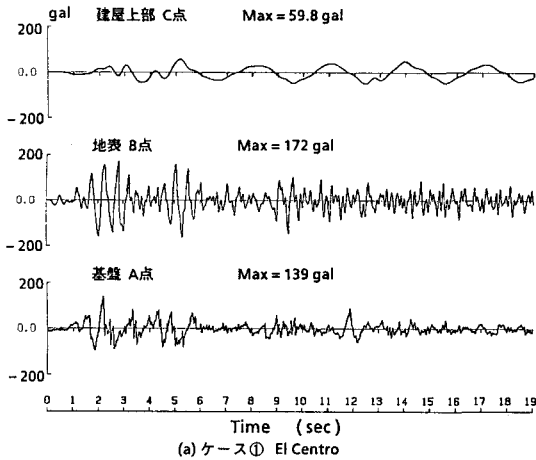


図5 応力・ひずみ関係と有効応力経路 (Elm. 1)

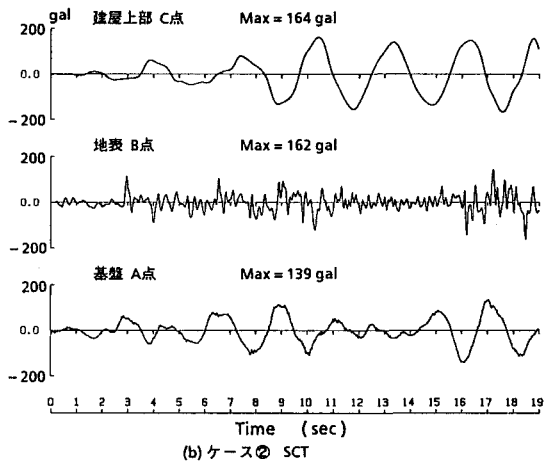


図4 加速度波形

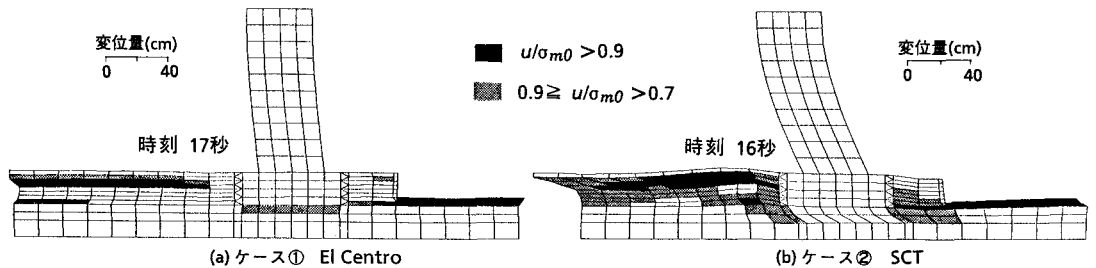


図6 相対変形および間隙水圧比(u/σ_{m0})分布図