

I-12 強震計記録の解析による液状化地盤の力学特性の評価—その2— — 地盤反力係数の変化 —

東京都立大学工学部 正会員 塩 野 計 司

1. はじめに 新潟地震(1964)の際、新潟市川岸町のRC4階建アパートにおいて強震計記録が得られた(Fig.1)。建物には2台の強震計(地階・屋上)が設置されていたために、建物の挙動は比較的良好に把握されており、得られた記録によって建物の振動特性(ロッキング振動)を解析し、地盤の力学特性を推定することができ、記録が得られた建物の周辺には砂の噴出の跡が数多く見られたことや建物の1m近い沈下から判断して、建物の支持地盤が液状化していたことが推定される。また、強震計の記録波形には時刻10秒付近に特徴的な変化(短周期成分の急激な減少)が見られ、従来より、この変化は液状化の発生によるものと考えられてきた。本報告を含む一連の研究⁽¹⁾では、上記の建物の挙動を解析し、液状化した地盤の力学特性を明らかにすることを試みている。本報告ではとくに、地盤のばねの変化(液状化以前の状態との比較)について述べる。

2. 建物の振動性状 Fig.1からも明らかにように、地階と屋上の振動特性の違いはN-S(短辺方向)成分で大きく、E-W(長辺方向)成分にはほとんどない。本研究では、短辺方向の振動に見られる地階・屋上の振動特性の違いに着目し、この違いが建物の回転・並進運動によって生じたものと考えて考察を進める。

屋上と地階の振動のスペクトル振幅比をムービング・ウィンドウ手法を用いて計算し(Fig.2)、建物の振動性状とその時間的変化を検討した。スペクトル振幅比の大きな値を持つ周期が変化し、振幅比の値も変化する様子が見られるが、この変化が地盤のばねあるいは減衰の変化によることは容易に推察される。

3. 地盤反力係数の推定 建物の振動モデルとして、鉛直地盤反力係数 k_v 、水平せん断ばね定数 k_h 、ロッキングモード(1,2次)の減衰定数 h_1, h_2 を力学パラメータとする剛体-ばね-ダッシュ・ポット系を考えた(Fig.3)。スペクトル振幅比(屋上/地階)の観測値をターゲットとして、力学パラメータの最適化を

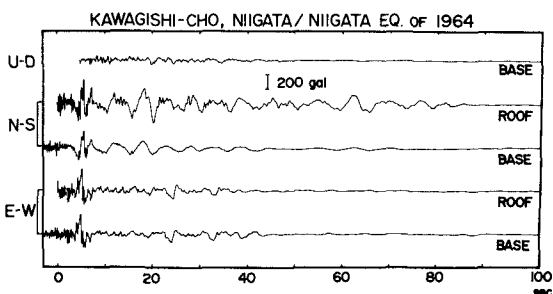


Fig.1 強震計記録

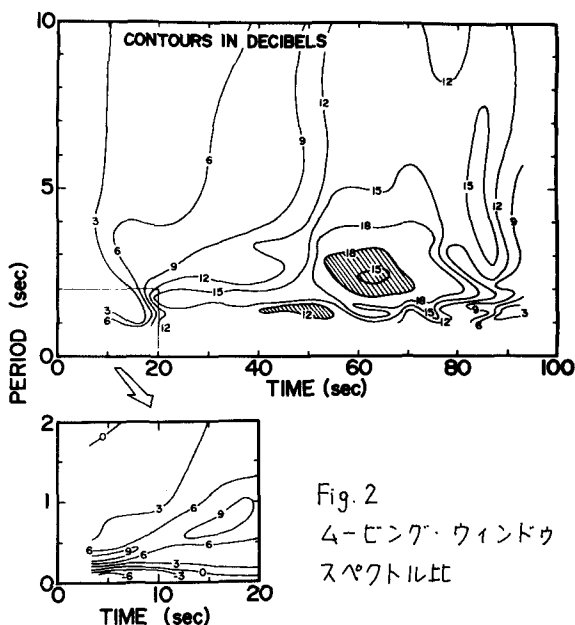


Fig.2
ムービング・ウィンドウ
スペクトル比

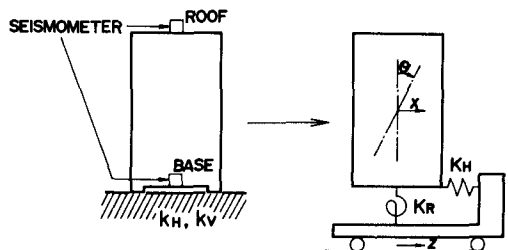


Fig.3 振動モデル

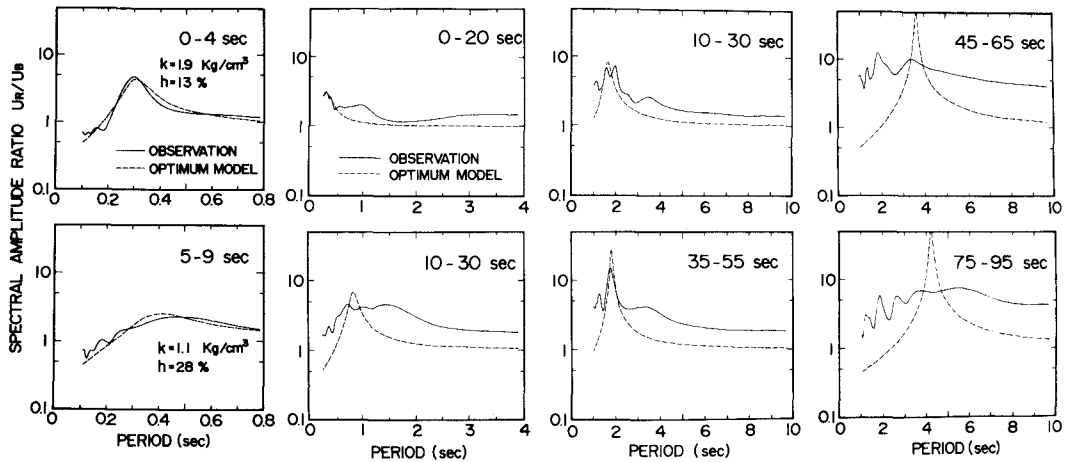


Fig. 4 スペクトル振幅比 (観測値と最適モデルに対する理論値の比較)

シンプレックス法によって行なった。最適化は、 $k_v = k_h (=k)$, $h_1 = h_2 (=h)$ を仮定し、2つのパラメータで行なった。Fig. 4に、観測値と最適モデルに対する理論値を比較した例を示した。時刻50秒より前の部分では、スペクトル振幅比の周期範囲を適当に選べば、ほぼ満足すべき曲線のあてはめができていたが、時刻50秒以後の部分では、例え最適モデルを決定しても、観測値と理論値の満足な一致は得られなかった。Fig. 3に示したモデルは時刻50秒以後の現象に対してその適用性を失っていると考えられる。地盤反力係数(最適値)の時間的な変化をFig. 5に示した。(減衰定数の最適値も同時に算出されているが、省略する)曲線のあてはめを行なう周期範囲が違ふことによって、最適値がわずかに異なる場合もあるが、観測値と理論値の曲線の一致の程度を吟味して最適値の取捨選択をすることができると考えられる。地盤反力係数の時間的な変化の様子を単純化して捉え、Fig. 6に示した。時刻10秒付近から40秒間程度の間に、地盤反力係数は記録開始時の値の数百パーセントにまで低下することが判る。

4. おわりに 建物の振動性状を解析することにより、地盤の液状化に伴って地盤反力係数が低下する様子をつかえた。また、液状化が発生した後、ある程度の時間が経過すると、等価線形ばね的なものによって復元力を与える振動モデルでは現象を再現できなくなることが明らかになった。今後の課題として、①時刻50秒以後の建物の挙動を再現し得るモデルを構成すること。

②減衰定数の最適値(すでに得られている)の物理的意味を地盤の内部減衰と地下透散減衰の両面から検討し、液状化との関連を考察すること、③地盤反力係数・減衰定数の変化をいすみ振幅・荷重サイクル数に対する変化として整理し直し、強震計記録のどの部分が液状化現象を捉えているのかを再検討すること、などが挙げられる。

文献：(1) 堀野(1980) 第35回土木学会全国大会(札幌)・講演概要集第1部, pp.396-397.

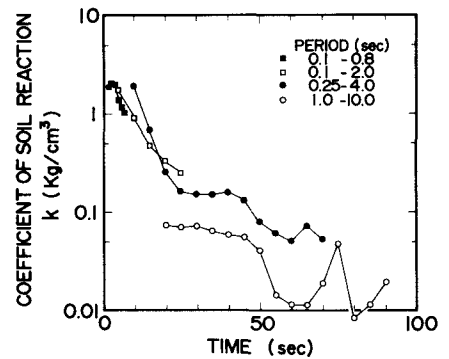


Fig. 5 最適パラメータ

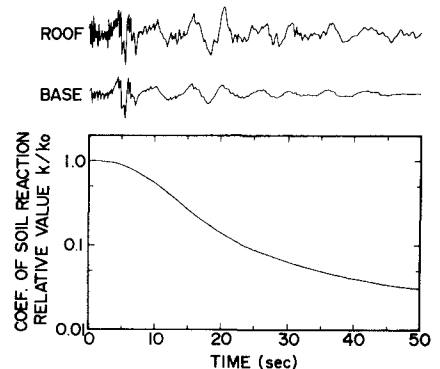


Fig. 6 地盤反力係数の時間的な変化