

武蔵工業大学 正会員 星谷 勝
清水建設(株) 正会員 石井 清

§1 はしがき

構造物の基礎スラブは土と比べて相対的に硬いことから、基礎各点に入射してくる地動を拘束する効果がある。特に、地動の短周期成分では基礎の幾何学的寸法に比べて相対的に波長が短くなるので、基礎に入射してくる地動の短周期成分は弱められる。基礎スラブは地動に対してある種のローパスフィルターとしての働きを示す。この効果は入力損失の効果と呼ばれている。

本報告では、一般的に構造物の例としてRC4階建校舎の実測データを検討する。

§2 解析対象構造物

解析対象として図-1に示すRC4階建校舎である。解析方向は、その挙動が単純な建物長手方向とした。校舎の外形寸法は、短辺が11m、長辺が56mであり、高さは16.5mある。基礎は太い(φ16cm × L16m)に支持されたフーチング基礎となっている。

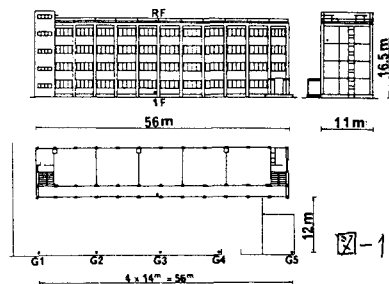


図-1 RC4階校舎の外形寸法

また、地盤は深さ13.7mに土丹が出現し表面より0.5mが盛土、0.5m~11.2mがN値0~5の粘性土層、11.2~13.7mまではN値50以上の砂礫層構成されている。(解析ではN値より地盤のせん断波速度を120m/sとした。)

§3 観測波形とその考察

実測データは図-1の測定点における常時微動測定波形を主に用い、他に地中(GL-16m)および基礎の地震観測記録を用いた。図-2には常時微動観測波形の一部を示す。図-2からは、地盤(G3)の波形と比べ1F床土(1F)の波形には短周期成分が少なくなっていること、また、屋上(RF)と1Fとの間では振幅が約2倍になっていることがわかる。1FとRFとの伝達係数より、上部建屋の固有振動数は4.8Hz付近にある。

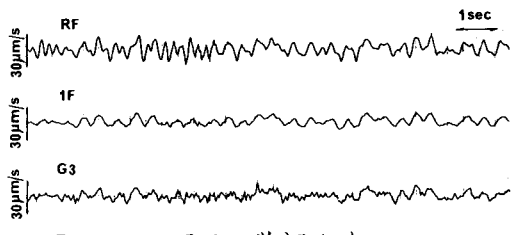


図-2 RF, 1F, G3の常時微動波形

§4 入力損失効果の検討

建物の基礎の観測波形には、はしがきで説明した入力損失の効果の他に建物の質量効果が入り込んでいる。そこで建物の質量効果はバネ・マス系の基礎/地盤の伝達特性と考えられる。このため、入力損失の効果のみを検討しようとしたのがG1~G5の地盤の測定点である。すなわち、一定間隔にならべられた地盤上の観測波形は図-3に示すようにその振幅、位相が徐々に乱れている。いま、質量のない剛な基礎版が地盤の観測点をおおるように設置されたとすると、この基礎の動きは基礎直下の地盤の動きの

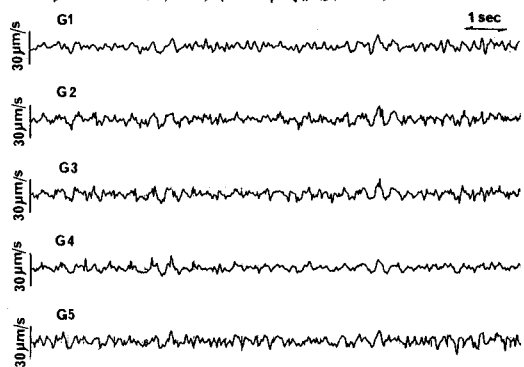


図-3 G1~G5の常時微動波形

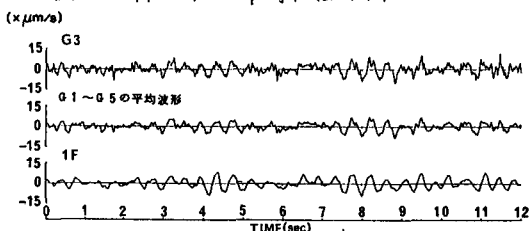


図-4 G1~G5の平均波形

平均として与えられよう。そして、この架空の基礎の動きと地盤の代表点の動きとの伝達率数を求め、その結果は長さ l の1次元基礎の入力損失の効果を表わしていることとなる。この考え方によって計算した($G1 \sim G5$)の平均波形(図-4)と $G3$ との伝達率数を図-5に実線で示す。図-5の結果は $5H_3$ の凹部を除けば、その振幅は右下がりとなっており、入力損失の効果特有の傾向が表われている。また、同図の破線は、2地盤間の地動のばらつきを不規則振動理論で定式化した以下の式である。

$$\theta_1 = \frac{\{2(l\alpha + e^{-2\alpha} - 1)\}^{1/2}}{l\alpha} \quad (1)$$

ここで、 l は基礎の長さ、 α は異なる2地盤間の地動の相速度を示すパラメータであり、次式で与えられる。

$$\alpha = (a + b\omega)/V_s \quad (2)$$

ここで、 ω は円振動数、 V_s は地盤のせん断波速度、 a, b は経験的な数値として $a=0.0, b=0.15$ としている。

解析解は実測解を包絡した形になっている。10 Hzの振幅は0.5まで小さくなっている。

§5 基礎/地盤の伝達率数

基礎/地盤の伝達率数における実測解と解析解との比較を図-8に示す。ここで、解析解は入力損失の効果を(1)式を2次元矩形基礎に拡張し用いている(図-6)。また、建屋の質量効果は5質点のバネ・マス系モデルの基礎/地盤の伝達率数より表わしている(図-7)。

実測解に対する解析解の比較より入力損失の効果と建屋の質量効果の両者を考慮することによって2.3 Hzのピークおよび3.7 Hzの谷など全体的な傾向がよくとらえられていることがわかる。

§6 結 論

今回の対象構造物では入力損失の効果はあまり大きくないが、建屋の質量効果とともにこの効果を考慮することによって地動の地盤→基礎の伝達特性が良く説明できることがわかった。

参考文献 1) 山原 浩;地震時の地動と地震波の入力損失, 日本建築学会論文報告集, No. 165, 1969およびNo. 167, 1970, 2) 石井 清, 山原 浩;大型地下タンクの実測

記録による地震波の入力損失の検討, 日本建築学会論文報告集, No. 312, 1982. 2. 3) 石井 清;確率論手法による地震波の入力損失の効果の検討, 清水建設研究所報, Vol. 34, 1981. 4) Hoshiya, M. and Ishii, K.; Evaluation of Kinematic Interaction of Soil-Foundation Systems by a Stochastic Model., Int. Conf. of Soil Dynamics and Earthquake Eng., July. 1982

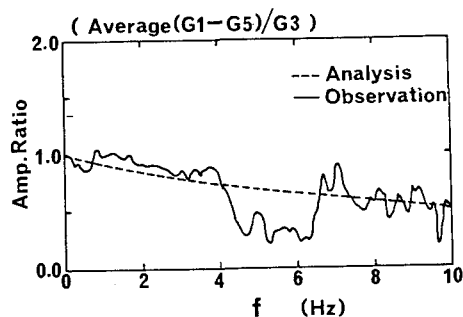


図-5 $G1 \sim G5$ の平均波形と $G3$ との伝達率数

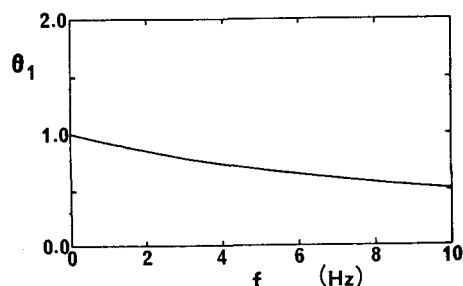


図-6 入力損失の効果(矩形基礎)

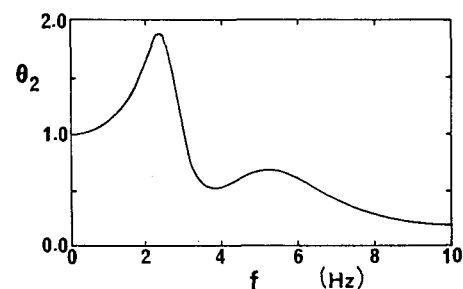


図-7 集中要素系モデルの基礎/地盤の伝達率数

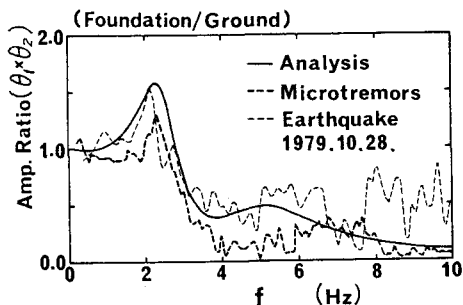


図-8 基礎/地盤の伝達率数