

信州大学工学部 正員 島 垣

学生員 〇笠原光典

1. まえがき 建造物の振動特性について常時微動を利用する方法は最近多くおこなわれるようになったが、地震時の建造物の振動と比較するとき、やはり共通の点が見られるので基礎的な傾向をみるために本報告でも常時微動の測定を建造物の内外でおこない、基礎と地表面における振動の比較をおこなってみた。建造物として長野市内にある4階、6階、10階、14階等の階数の異なるいくつかの建物についてしらべたが、建物の水平断面は一般に矩形であってその長手、短手方向について振動のスペクトルを求め、同時に観測された地表面におけるそれぞれの方向の記録より振動のスペクトルとを比較し、建物の水平方向のディメンジョンおよび高さの影響による建物の基礎の動的挙動について得られた結果を報告する。

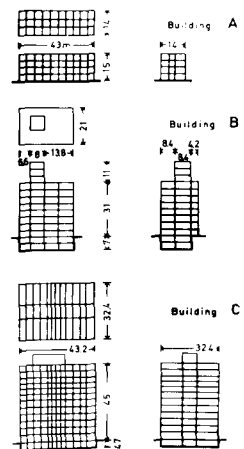
2. 建物とその付近の地盤

観測された建物は長野市内、信大工学部構内の建物(地上4階)、同市内のダイヤモンドビル(地上8階、地下2階)、信越電タビル(地上12階、地下2階)の3つについて述べるが、以後建物A、B、Cと記号をつけておく。それらの建物について平面および立面の概略を図1に同じ縮尺で示す。

建物Aでは固有周期は $T_1 = 0.15$ 秒、建物Bでは1次が $T_1 = 0.43$ 秒、2次が $T_2 = 0.15$ 秒、建物Cでは1次が $T_1 = 0.85$ 秒、2次では $T_2 = 0.32$ 秒、3次では $T_3 = 0.20$ 秒で、これらの固有周期は常時微動による建物内の測定から得られたものである。

地盤についてみると建物Aでは犀川付近の沖積層の地帯で8mまで粘土で、その下は砂礫層となりN値は50となっている。一方建物B、Cの地盤では市内中心部で比較的よい地盤で、建物Aの地盤に比して表層はうすく、約4mの表土があり、その下は砂礫層でN値は50以上である。常時微動から求めた地盤の卓越周期をみても建物Aのところでは、0.25秒、建物B、Cの地盤では0.12秒程度となり、ボーリング結果との対応はついている。

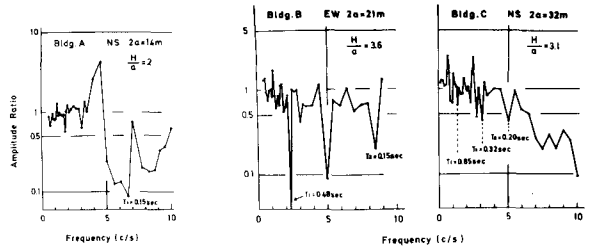
3. 建物の基礎と地表面における振動スペクトル 測定は基礎および地表面に水平動1秒周期の地震計をおき、建物の長手、短手方向の常時微動観測をおこなった。その振動スペクトルの比較から建物の基礎の振動特性をしらべるためには各振動数について基礎の地表面に対するスペクトル振中比をとってみたのが、図2である。この図から3つの建物について共通していることは全体に周波数が大きくなると振中比は小さくなる傾向がある。その傾斜は主に水平方向の長さ起因する。そして特定の



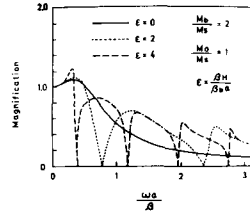
(図-1)

周波数のところでは振中比がきわめて小さくなる。理論的には建物の固有周期に相当するところでは振中比は0となる。このことは図2の建物Aの場合に顕著である。

理論的には建物の基礎、地盤、さらに上部構造を考慮してSH波が下方より入射したときの基礎の運動について、Luco(1964)、Trifunac(1972)がおこなっているが、図3にTrifunacの計算を例として示してみる。ここで M_b 、 M_0 、 M_s はそれぞれ壁体、基礎、および地盤の土の質量、 $\beta = \omega/\omega_s$ 、 $\beta_0 = \omega/\omega_b$ で、 ω_s 、 ω_b は地盤および壁体の横波の速度、 ω は円振動数、 a は建物の中の半分の長さである。横軸はノンディメンジョンの振動数で



(図-2)



(図-3)

縦軸は基礎と地表の振中比である。図中の ϵ は建物の上部構造を考慮したときの値である。したがって観測された建物の振動方向ではA、B、Cについてみると、図3の $\epsilon=2$ あるいは $\epsilon=4$ の向にあたるのみでよい。壁体、基礎、地盤の土の質量については建物A、B、Cについての相異を詳しくしらべる必要があるが、簡単のために図3のパラメーターの値で代表させておいた。

図2に示されたスペクトルの振中比は振動数に対してプロットしており、一方図3の横軸はノンディメンジョンの振動数で示しているが、傾向をみるには差支えはない。図2のA、B、Cでは a の値がそれぞれ7m、10.5m、16mとなっており、A、B、Cの順に横軸が縮小されたような観測値があらわれる。観測値と理論との比較では、大体よい対応が得られていると思われる。すなわち、振中比は振動数に逆比例しており、そして建物の固有周期に相当するところは0に近い値をとっている。建物Cのように大きい場合にはそれぞれの固有周期に相当するところでは0から大分異っている。

4. おすび

建物の基礎の振動特性について建物の上部構造とくに高さの影響を考慮しなければならないが、Trifunacの理論を現在便宜上用いて説明したが、定性的にはほぼよい一致が得られる。観測値と理論との定量的な比較については常時微動の発生、伝播機構の向題があり、とくにTrifunacの理論では下方よりSH波が入射するという考えであるが、その他に表面波による伝播性が常時微動の性質にかなり入っている要素もみのがせない。したがって大きい構造物、たとえば建物Cの場合の観測の精度についてはそのような向題があると思われる。

References

- Luco, J.E. (1969) Dynamic Interaction of a Shear Wall with the Soil, J. Eng. Mech. Div., ASCE, 95, 333-346.
- Trifunac, M.D. (1972) Interaction of a Shear Wall with the Soil for Incident Plane SH Waves, Bull. Seism. Soc. Amer., 62, 63-83.