

不動産建設株式会社 正員 ○ 坪井 英夫
 京都大学防災研究所 正員 柴田 徹
 愛知県庁 種村 充 菅 広

地盤の剛性が変化した場合、地盤の動特性とりわけ常時微動における卓越周期に何らかの変化が生じることはよく知られている。本報文は、剛性の低い軟弱な地盤をバイプロコンポーザー、サンドドレーンにより地盤改良し、比較的剛性を高めた地盤を対象として、地盤のマクロ的評価方法の一端として常時微動観測を行、た結果について報告するものである。

1. 常時微動測定概要

図-1に示される土質をもつA地区、B地区は、図-3, 4に示される仕様で地盤改良がなされた。B地区は改良前後にPS検査が行われ、その結果は図-2に示される。このような地盤改良が行われた範囲の中央において、常時微動観測を施工前後に実施した。測定回数は両地区とも1時間おきに10分間、10回の測定である。測定機器は常時微動計(振動技研T A 403, 固有周期1秒)を用い、データレコーダー(T E A C R 260)にてデータを収録した。このデータをAD変換器にて、1回の測定につき、0.01秒間隔で500個づつサンプリングを行い、デジタル量に変換し、次節に述べる方法で周波数解析を行った。

2. 解析方法

常時微動は地盤に入射する種々雑多の振動によって誘発されるため、周囲の風、波浪、交通振動などが突発的に発生した場合、定常的な微動を把握できない。そこで、これらの影響を除去するため以下に示す解析法を適用した。

j回目の常時微動測定によって得られるパワースペクトルを $G_j(f)$ とし、このスペクトルのピーク周波数を f_j とする。この時、 f_j に対するパワー値を $G_{jmax}(f_j)$ とする。ピークの $G_{jmax}(f_j)$ が1.0になるように正規化して得られるスペクトルを正規パワースペクトル $G_{nj}(f)$ とすれば、(1)式で表示されることになる。さらに、m回まで重ね合わせたスペクトルを修正正規パワースペクトル $G_{cn}(f)$ とすれば、(2)

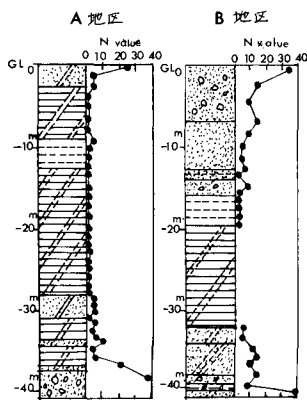


図-1 A, B地区の土質柱状図

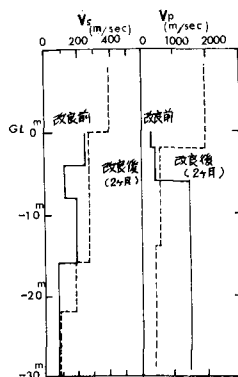


図-2 B地区のPS検査結果

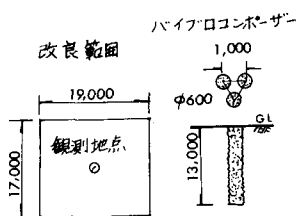


図-3 A地区の地盤改良仕様

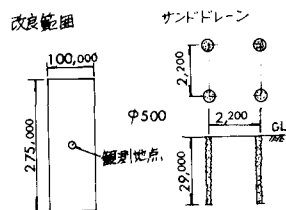


図-4 B地区の地盤改良仕様

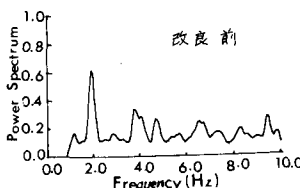


図-5 A地区の修正正規パワースペクトル(改良前)

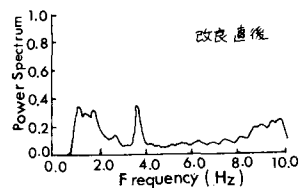


図-6 A地区の修正正規パワースペクトル(改良後)

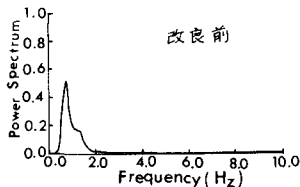


図-7 B地区の修正正規パワースペクトル(改良前)

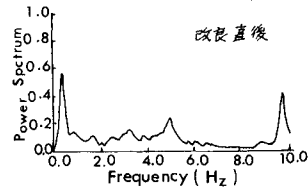


図-8 B地区の修正正規パワースペクトル(改良後)

式で表示できる。

$$G_{nj}(f) = \frac{G_j(f)}{G_{j\max}(f_j)} \quad (1)$$

$$G_{cn}(f) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m G_{nj}(f) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left\{ \frac{G_j(f)}{G_{j\max}(f_j)} \right\} \quad (2)$$

この $G_{cn}(f)$ を各周波数に対して求めることにより、安定化した卓越周波数を見いだすことができる。なお、求めたスペクトルは平滑化を行った。

3. 解析結果

両地区において、前節の方法で得られた修正正規パワースペクトルを水平方向についてみると図-5~9のようになる。改良前後を比較してみると、A地区では改良前の1.9 Hzあたりのスペクトルが改良後には平坦化し、3.7 Hzにピークがでてくる。B地区では改良前後ともピーク周波数は1 Hz以下で変化は余りみられないが、スペクトル形状、分布に差異が生じている。これは、A地区は改良仕様バィブロンコンポーザー、B地区ではサンドドレーンであり、なおかつB地区では改良直後における結果であることが原因と考えられる。図-9は改良後2ヶ月経た盛土上での結果であり図-7.8とは全く異なる、たスペクトル特性をもっている。

時刻別に最大パワー値 $G_{j\max}(f_j)$ を求めてみると図-10.11.12のようになり、一定せずかなりバラツキている。A地区では20:00~23:00の結果を除けば改良後では改良前に比して、最大パワー値が $1/100$ 程度になり、B地区では $1/10$ 程度になっている。これは付近の雑動の影響もあるが、地盤の剛性が上昇し、振れ小さい地盤になっていることが予想される。改良後2ヶ月経た、B地区における盛土上の判定結果をみてみると、各方向のパワー値が全くオーダーの異なる、た値をとっている。これは載荷盛土による側方流動的な盛土自身の微小な動きが影響しているものと考えられる。

解析結果と、SH波の重複反射理論による周波数応答倍率曲線より求めたピーク周波数とをそれぞれ3次モードまで求めてみると図-13のようになる。改良前においては比較的よい一致をみるが、改良後、盛土上においては余り良い対応を示さない。

これは、重複反射理論は水平方向に対し無限に均一な地盤を仮定していることによるものと考えられる。つまり、改良前においては地盤の成層状態は比較的均一であり仮定を十分満足するが、一方、改良後においては有限なエリアであり、剛性の大きなマスが剛性の低い物体中に浮いているような状態になり、上述の仮定を満足していないことが考えられる。

4. まとめ

地盤改良前後の常時微動測定をおこなった結果、バィブロンコンポーザーを施工した地区では、改良後にピーク周波数が大きくなり、最大パワー値が小さくなる傾向を示し、サンドドレーンを施工した地区では改良前後においてピーク周波数の差異がなかったが、最大パワー値が改良後には小さくなる傾向を示した。

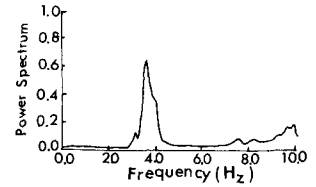


図-9 B地区の修正正規パワースペクトル (改良後2ヶ月、盛土上)

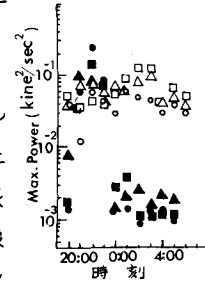


図-10 A地区の時刻別最大パワー値

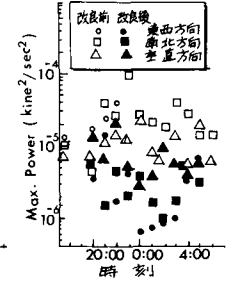


図-11 B地区の時刻別最大パワー値(改良後)

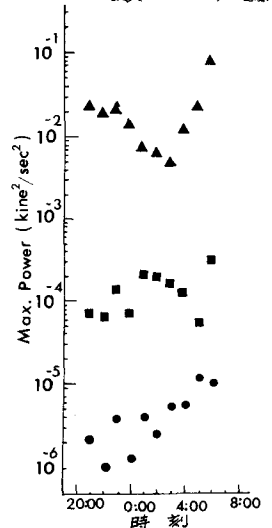


図-12 B地区改良後2ヶ月盛土上時刻別最大パワー値

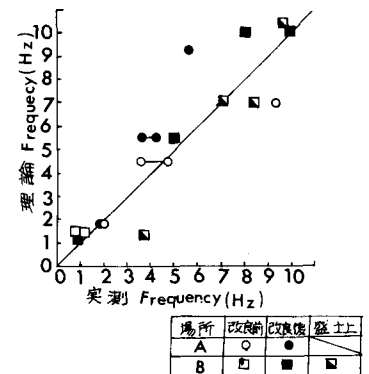


図-13 ピーク周波数の理論値と実測値