

地盤改良効果の確認方法について

○西村 昭彦¹・張 杰²・坂上 晃³・日比野 信一⁴

¹フェロー会員 工博 (株) テス取締役 (〒185-0034 国分寺市光町 2-8-38)

²Ph.D (株) テス 土木事業部 (〒185-0034 国分寺市光町 2-8-38)

³正会員 (株) テノックス ラディッシュグループ (〒107-8533 東京都港区赤坂 6-13-7)

⁴技術士 (株) テノックス 技術本部 (〒107-8533 東京都港区赤坂 6-13-7)

地盤改良効果の定量的な把握方法を検討するため、テノコラム（地盤改良）の施工および無施工箇所において模型構造物を設置し、その固有振動数を衝撃振動試験により計測した。そして、固有値解析により地盤反力係数が向上することを把握した。これにより衝撃振動試験が地盤改良の効果を把握する方法として有効であることが確認できた。

キーワード：地盤改良、衝撃振動試験、固有振動数、固有周期、テノコラム

1. はじめに

阪神・淡路大震災において、激震・烈震地区にありながら、地盤改良としてテノコラムを用いた建物は健全であった事実がある¹⁾。この理由としてはテノコラムにより地盤の支持力ないしは地盤反力係数が向上したことが推定されるが、この効果を定量的に評価した研究は少ない。そこで本研究では、テノコラムの施工および無施工箇所において、模型構造物を設置し、衝撃振動試験²⁾によりその固有振動数を計測した。その結果テノコラムを施工すると構造物の固有振動数が上昇すること、さらにその値に基づき固有値解析を行って固有振動数の上昇は地盤反力係数の上昇によることなどが確認できた。これにより地盤改良の効果は衝撃振動試験を用いて定量的に評価できる可能性の高いことが判明した。

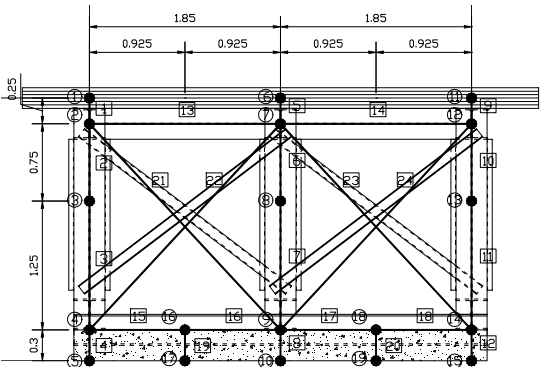


図-1 試験体構造及びモデル図

2. 試験方法

(1) 試験方法

本研究で固有振動数を把握するために用いた衝撃

振動試験は鉄道橋梁等の健全度判定に用いられているもので、構造物を鉄球ないしはハンマーで打撃し、その応答から固有振動数を決定するもので、健全度はこの固有振動数の低下程度から判定する。

ここで、地盤改良効果はテノコラムの施工、無施工地盤に模型基礎を設置して、衝撃振動試験によりその固有振動数を計測し、その値に基づく固有値解析を行って地盤反力係数を算定し、その値から判定するものとした。

試験体の構造及び解析モデルは図-1に示すものとした。なお、奥行き方向の幅は2mである。

表-1 試験ケース一覧

試験ケース	地 盤 状 態	
ケース 1	テノコラム無施工	原地盤
ケース 2	テノコラム施工	地盤改良：粗（3本）
ケース 3	〃	地盤改良：密（5本）

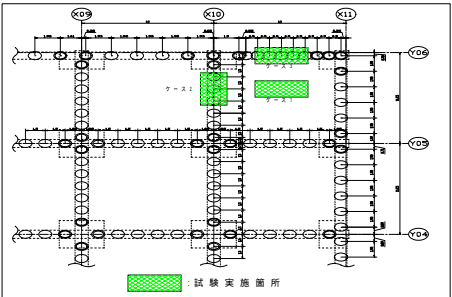


図-2 試験実施箇所平面図

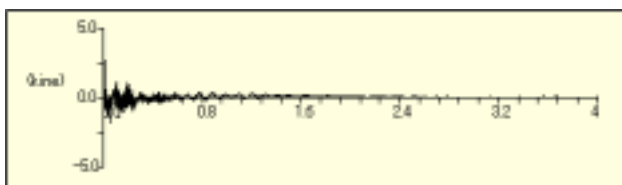
(2) 試験内容

試験ケースは、表 - 1 に示すとおりであり、テノコラム施工および無施工箇所について実施するが、施工箇所については施工間隔の密な場合（5 本）と粗な場合（3 本）についても行うものとした。試験箇所は図 - 2 に示す 3 箇所である。

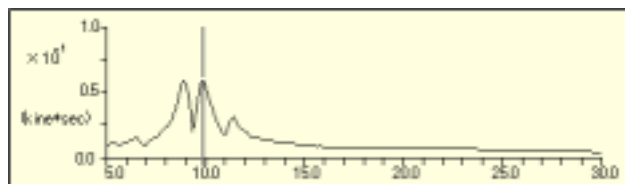
3. 結果及び評価

(1) 測定波形および固有振動数

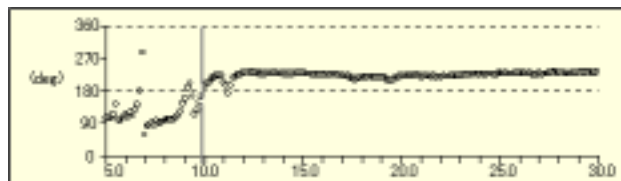
図—3 にケース 1 の天端の応答波形およびそのフーリエスペクトルを示す。固有振動数は振幅および位相スペクトルから決定する。



(1) 重ね合わせ波形図



(2) フーリエスペクトル図



(3) 位相差スペクトル図

図—3 ケース 1 天端の測定結果(打撃: X方向)

固有振動数の測定結果は、図 - 4 に示すとおりである。X は構造物の長軸方向、Y は短軸方向である。ケース 1（原地盤）の場合に比べてケース 2、ケース 3 とともに振動数が高くなっており、テノコラムの施工が密であるケース 3 は、X 方向で最も振動数が高くなっている。Y 方向には、ケース 2 とケース 3 改良が 1 列で、違いが少なかったためと考えられる。

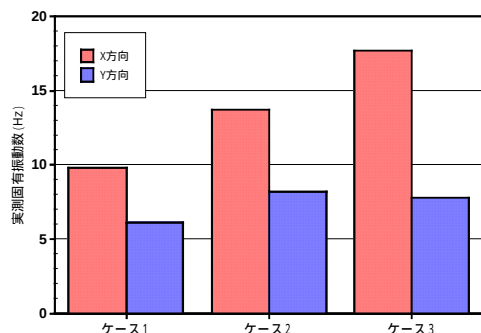
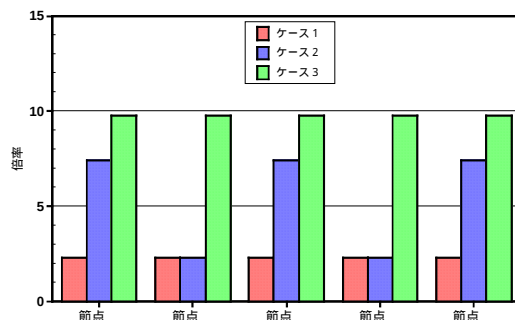


図-3 実測固有振動数の比較

(2) 固有値解析の結果

固有値解析は図—1 に示した構造モデルの下部の節点に鉛直および水平の地盤ばねをつけたモデルで行った。X 方向の固有値解析より算定した地盤ばね定数の比較を図 - 5 に示す。地盤ばねの倍率は、弾性波探査の結果より求めた弾性係数を用いて算定した地盤ばねに対する倍率であり、() 内の数字はケース 1 を 1.0 とした場合の比率である。これによれば、ケース 3 がもっとも高い値を示した。なお、ケース 2 はテノコラムが 1 本置き配置であるので、中間の地盤ばねはケース 1 と同じ値とした。



	節点	節点	節点	節点	節点
ケース 1	2.3 (1.0)	2.3 (1.0)	2.3 (1.0)	2.3 (1.0)	2.3 (1.0)
ケース 2	7.4 (3.2)	2.3 (1.0)	7.4 (3.2)	2.3 (1.0)	7.4 (3.2)
ケース 3	9.8 (4.3)	9.8 (4.3)	9.8 (4.3)	9.8 (4.3)	9.8 (4.3)

図-5 解析による地盤ばねの比較

4. まとめ

衝撃振動試験により固有振動数を測定した結果、原地盤に比べて地盤改良（テノコラム）を行った場合は固有振動数が上昇しており、また、テノコラムの施工が密な場合ほど固有振動数の上昇が大きかった。実測固有振動数及び振動モードに基づいて固有値解析によるシミュレーションを実施して地盤ばね定数の推定を行った結果、地盤改良により地盤のばね定数は 3～4 倍程度大きくなった。今後は実験を継続するとともに、FEM 等で解析を行う予定である。

参考文献

- 1) テノコラム協会：テノコラム基礎建造物調査報告（速報）平成 7 年 2 月
- 2) 西村昭彦：衝撃振動試験による基礎建造物の健全度診断、第 8 回日本地震工学シンポジウム、pp.2163～2168, 1990