

I-B 400 振動機械基礎の防振設計の妥当性に関する検討

鹿島

正会員 塩崎信久 正会員 清水保明

正会員 砂坂善雄

昭エンジニアリング

藤安新治

青木剛夫

1. はじめに

コンプレッサー基礎のような振動機械基礎の設計では振動解析に基づく防振設計が行われる。振動解析において重要なパラメータである地盤ばねについて、近年、地盤と構造物の動的相互作用の研究が進み、動的相互作用を考慮した地盤ばね（以下、動的地盤ばね）を用いた振動解析が実際の設計に適用されている。

本報告では防振設計を実施した杭基礎式振動機械基礎を対象に振動計測を行い、動的地盤ばねを用いた解析値と比較することにより解析法の妥当性を検討した。

2. 検討対象

検討の対象は図-1のコンプレッサー基礎（杭基礎）である。図中には基礎の重心点、加振点及び変位着目点（圧縮機のアンカーボルト位置）を合わせて示す。

3. 解析概要

本基礎はフーチングと受台からなる剛性の高い基礎であり、振動荷重が作用した場合、基礎全体が一体として振動するものと考えられる。したがって、振動解析モデルは重心に質量を集中させた1質点系モデルとする。

建設地点は約3mの表層（埋土層）の下部に、約50mのN値1～5の粘土層が存在する地盤であり、基礎側面は碎石に置き換えている。振動荷重条件を表-1に示す。設計時の変位着目点は変位の応答値が最も大きい点A（図-1）とする。許容変位は $12.5\mu\text{m}$ （片振幅）である。フーチング側面の地盤ばねはNOVAKらの地盤ばね算定理論¹⁾、杭のばねはNOVAKらの振動数に依存しない簡略解²⁾より設定した。

フーチング側面の地盤反力係数をパラメータとした振動振幅（片振幅）の解析値を図-2に示す。地盤反力係数が大きくなるに従い応答値が低減する。これは主にフーチング側面の減衰効果の増加によるものである。基礎周辺地盤の碎石置き換え範囲を広くしたり、碎石の締め固め程度を増す等の対策を行ってフーチン

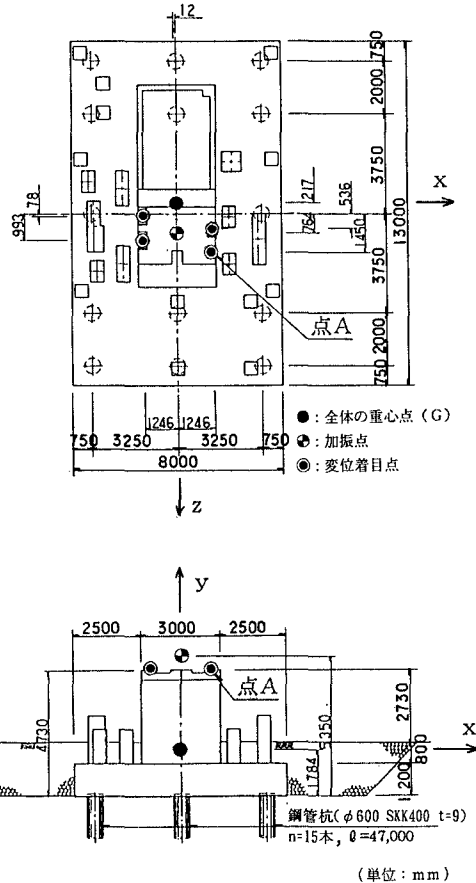


図-1 構造概要

表-1 振動荷重条件

	一次	二次
回転数(r.p.m.)	420	840
水平慣性力 P_x (tf)	0.2	0.1
水平偶力 M_y (tf・m)	4.0	0.2
垂直偶力 M_x (tf・m)	3.9	0.0

グ側面のばね値を増加させることにより応答変位を小さくできることがわかる。

4. 計測概要

本振動基礎について振動計測を実施した。計測にあたっては速度計を用いて、水平面内直交2方向及び鉛直方向の変位3成分を同時に測定し、計測時間は20秒とした。

計測結果の例として、設計時の着目点、点AのX方向（水平短辺方向）の計測変位時刻歴（0～10秒）及びフーリエスペクトルを図-3、図-4に示す。なお、機械の振動数（1次：7 Hz, 2次：14 Hz）に着目して、5 Hz～20 Hzのバンドパスフィルター処理を行っている。図-3より基礎の振動は定常振動状態であることが確認できる。また、図-4より7 Hz(420r.p.m.)及び14 Hz(840r.p.m)の計測変位の卓越振動数が確認できる。これは振動機械の1次、2次の振動数と一致している。

変位3成分を合成して得られた計測値は $2.4 \mu\text{m}$ であり、許容変位（ $12.5 \mu\text{m}$ ）より小さく、本基礎は振動に対して安全であることを確認できた。

5. 解析値と計測値との比較

周辺地盤の碎石置換により地盤反力係数は経験的に $k_h=1.0\sim5.0 \text{ kgf/cm}^3$ 相当になると言われているが、その範囲において解析値は計測値と比較的良好一致している（図-2）。これより動的地盤ばねを用いた解析法は妥当な結果を与えているものと考えられる。

6. まとめ

防振設計を実施した杭基礎式振動機械基礎を対象に振動計測を行い、動的地盤ばねを用いた解析値と計測値とを比較検討することにより解析法の妥当性を検討した。解析値は計測値と比較的良好一致を示しており解析法は妥当であったものと判断できる。

本報告を行うにあたり御協力頂いた日本石油精製株式会社根岸製油所殿に謝意を表します。

参考文献

- 1) Novak M., Nogami T., Aboul-Ella F.; "Dynamic Soil Reactions for Plane Strain Case", Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol.104, No.EM4, pp.954-959, Aug., 1978.
- 2) 土木学会耐震工学委員会動的相互作用小委員会；基礎・地盤・構造物系の動的相互作用 ―相互作用効果の耐震設計への導入―，土木学会，pp.(Ⅱ-43)-(Ⅱ-48)，1992年9月。

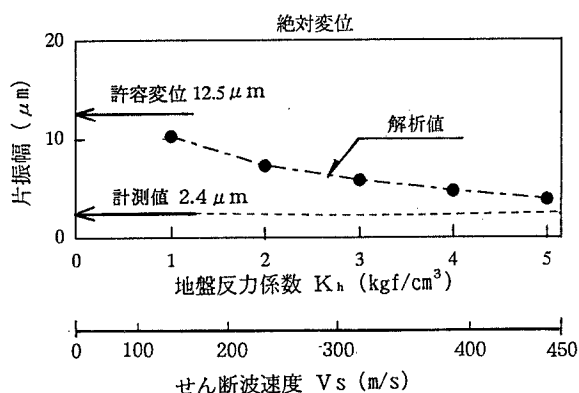


図-2 点Aの解析値と計測値の比較

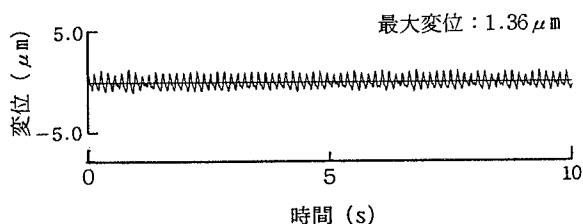


図-3 点Aの計測変位（X方向）の時刻歴

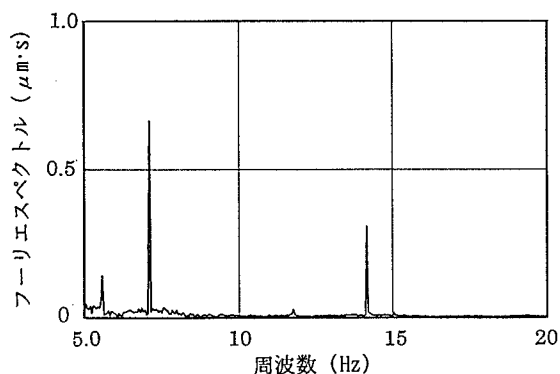


図-4 点Aの計測変位（X方向）のフーリエスペクトル