

III-328

振動機械基礎の
砕石置換範囲の決定に関する一考察

鹿 島 正員 萩原 智寿
 鹿 島 正員 清水 保明
 鹿 島 正員 砂坂 善雄

1. はじめに

現在、コンプレッサーなどの振動機械基礎の応答変位を求める場合、1質点6自由系定常振動解析が行われることが多い。一般に、この解析で用いる地盤や杭のバネ定数は、道路橋示方書下部構造編の地盤反力係数に基づいて設定される。また、減衰定数は地盤の内部減衰として3～5%程度を用いることが多い。

応答変位が大きく、許容変位を上回る場合には、基礎の構造や寸法の変更、周辺地盤の砕石による置換などの対策が行われる。周辺地盤を砕石で置換する場合、どの程度の範囲まで置換すれば必要な効果が得られるのかが十分には明らかにされていないため、砕石の置換範囲は経験的に決定されることが多い。なお、基礎の動的バネと減衰の評価については様々な研究¹⁾が行われているが、多くは地盤を均一な半無限弾性体や成層地盤と仮定しており、基礎の周辺地盤を砕石など剛性の異なる材料で置換した場合について研究された例は少ない。

ここでは、振動機械基礎の砕石置換範囲の効果について検討し、有益な知見を得たので報告する。

2. 解析方針

基礎周辺地盤のある範囲を砕石等剛性の高い材料で置換した場合、以下の効果があると考えられる。

- ・地盤のバネ値が大きくなる。
- ・基礎のみかけの質量が大きくなる。

これらの効果について検討するために、軸対称FEMによる周波数応答解析を実施する。

3. 解析条件

振動機械基礎の応答変位に影響を与えるパラメータとして以下のものが考えられる。

- ・荷重の方向、作用位置
- ・基礎の構造寸法
- ・原地盤の物性値
- ・砕石置換範囲
- ・砕石の物性値

実際の振動機械基礎の設計においては、基礎周辺の地盤を砕石で置換することにより応答変位を許容値以下に押さえるのが最も簡単な方法である場合が多い。ここでは単純化のため側方地盤の置換範囲をパラメータとし、基礎周辺を砕石置換した場合の効果を検討する。図-1に基礎の形状寸法を、図-2に軸対称FEMの解析モデルを示す。また、表-1に物性値、表-2に解析ケース

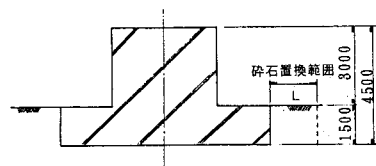
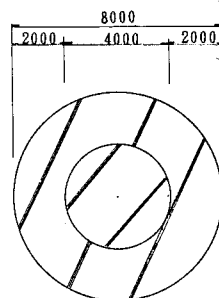


図-1 形状寸法

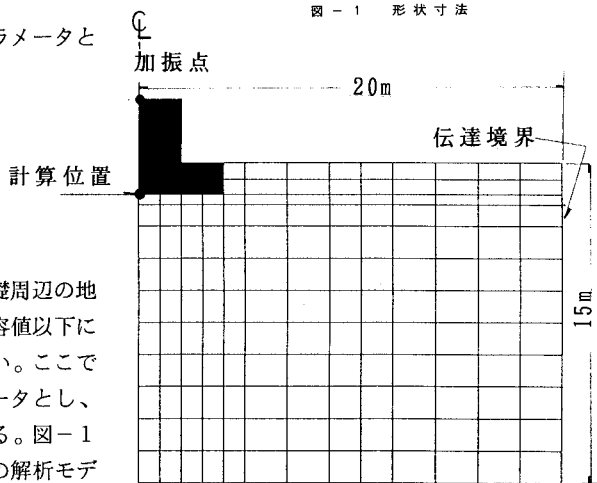


図-2 解析モデル図

粘性境界

を示す。

加振力は水平方向0.2tとする。なお、加振位置及び応答変位を求めた位置を図-2のモデル図に示す。

4. 解析結果

砕石置換範囲を変化させたときの応答変位を図-3に示す。ここに、横軸は無次元化振動数 a_0 ²⁾である。

$$a_0 = \frac{\omega r_0}{V_s}$$

ここに、 ω ：円振動数 (1/sec)

r_0 ：基礎の半径 (m)

V_s ：地盤のせん断波速度 (m/sec)

また、置換範囲と応答変位の関係を図-4に、置換範囲と応答変位(δ)の無置換時の応答変位(δ_0)に対する比(δ/δ_0)の関係を図-5に示す。以上の解析結果より以下のことがいえる。

- ・無置換時の応答変位は a_0 が0.397(3Hz)付近に卓越振動数があるが、置換範囲を広げると卓越振動数は小さくなる傾向が見られる。(図-3)
- ・ a_0 の値によって応答変位の値は異なるが、 a_0 によらず置換範囲を広げると急激に応答変位が減少する。(図-4)
- ・4 m程度の置換により砕石置換時の応答変位(δ)の無置換時の応答変位(δ_0)に対する比(δ/δ_0)は、約30～50%の値となる。また、置換範囲を4 m以上に広げても、 δ/δ_0 はあまり変化しない。(図-5)

5. 今後の課題

今後、基礎の質量、形状、埋め込み深さの影響及び基礎底面の改良の効果について検討を予定している。なお、基礎の質量と形状の影響を考慮するためには、質量比 b を次のように定義し²⁾、ケーススタディーを行う方法が考えられる。

$$b = \frac{m}{\rho r_0^3}$$

ここで、 m ：質量 (t)

ρ ：密度 (t/m³)

r_0 ：基礎の半径 (m)

今回のケースは $b = 1.77$ に相当する。

参考文献：1)例えば、原田、久保、片山、廣瀬：地中円筒剛体基礎の動的ばね係数と減衰係数、土木学会論文報告集、399号、pp.79～88、1983

2)F・B・リチャードJr, J・R・ホールJr, R・D・ウッズ：土と基礎の振動 地盤振動の基本的知識、鹿島出版会

表-1 物性値

	単位体積重量 γ (tf/m ³)	せん断波速度 V_s (m/sec)	ポアソン比 ν	内部減衰 h (%)
原地盤	1.6	100	0.45	5
砕石	2.0	300	0.45	5
基礎・受台	2.4	1981 ^{*)}	0.20	3

*)弾性係数Eで 2.5×10^6 tf/m²に相当

表-2 解析ケース

ケース	1	2	3	4	5	6
置換範囲	0 m	1 m	3 m	5 m	10 m	∞

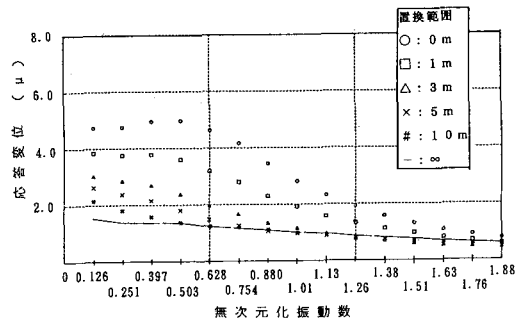


図-3 応答変位

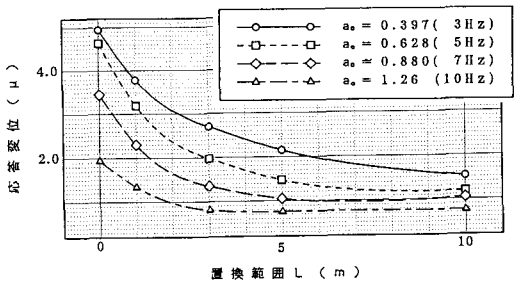


図-4 応答変位と置換範囲の関係

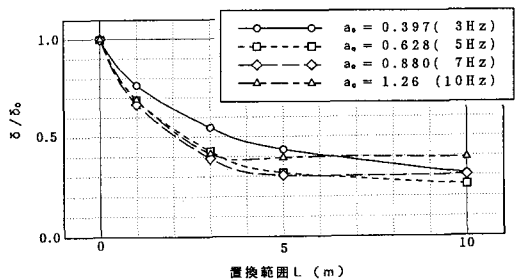


図-5 置換範囲と応答変位の無置換時に対する比