

有限要素法による構造物基礎の水平振動解析について

京都大学工学部 正員 後藤 尚男
 京都大学防災研 正員 土岐 憲三
 京都大学工学部 正員 ○市原 進

1. はしかり

前年度の関西支部学術講演会において、我々が地中に埋入された剛構造物基礎の動的挙動を解析するために、新たなモデル化の手法を提案し、この手法を用いて若干の数値計算および考察を行なった。しかしモデル化自身の妥当性の検討については、十分な考察を加えていなかったのび、今回はモデル化の妥当性について考察を行なった。なお今回の題目の有限要素法という言葉については、一般に構造解析に用いられている意味ではなく、半無限連続な地盤を有限個の要素の集合体に置換したという意味である。またモデル化の手法、地盤の条件など特別にことわりのないものは前図のものと同様である。

2. 運動方程式

図-1に示した力学モデルにおいて、固定壁を取り除いた地盤モデルの運動方程式は

$$M_0 \ddot{u} + f_0 u = F_0 \quad (1)$$

で与えられる。係数行列、変数行列については前図表式(2)と同である。また図-1のモデルの各層の変位は

$$M \ddot{x}_i + [c_i c_i + k_i c_i] \dot{x}_i + [k_i + f_i] x_i = F_i \quad (2)$$

で表わされるが、固定壁に働く振動圧を、壁体に直接取り付けられているばねおよびダッシュポットによる圧力であるとするば、振動圧は次式で表わされる。

$$\{c_i (\dot{x}_i - \dot{u}_0) + k_i (x_i - u_0)\} / \Delta A \quad (3)$$

ここに、 c_i : 第 i 層のダッシュポットの減衰係数、 k_i : 第 i 層のばねのばね定数、 x_i : 第 i 層の変位、 u_0 : 壁面の絶対変位、 ΔA : 地盤の1プロットの断面積

なお式(2)の各行列は前図表式の式(1)のものと同じである。

3. 数値計算例および考察

1). 地盤の固有円振動数

図-2は式(1)より求めたモデル地盤の固有円振動数と分割数 n の関係を示す図である。この図より明かには、地盤の分割数 n を大きくすれば、固有円振動数は一定の値に近づき、しかもこの値が地盤のせん断振動の式より求めた連続体としての解(図では()内の値)とよく一致していることがわかる。とくに低層

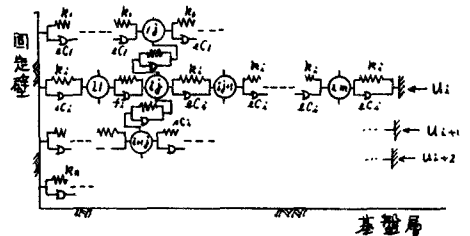


図-1 力学モデル

$G = 800 \text{ kg/cm}^2$ 土層分布

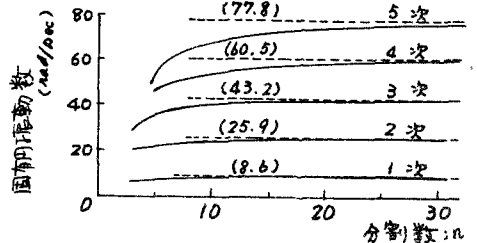


図-2 地盤の固有円振動数

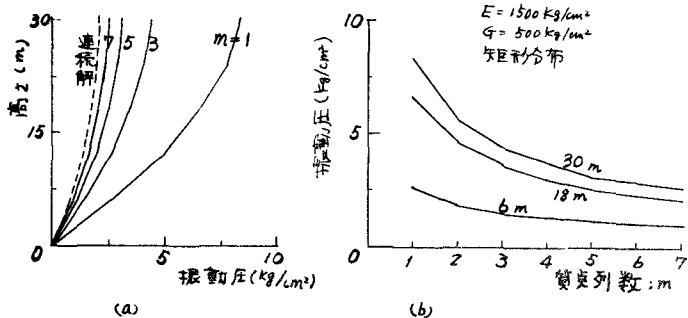


図-3 固定壁に働く振動圧 ($\omega = 5 \text{ rad/sec}$)

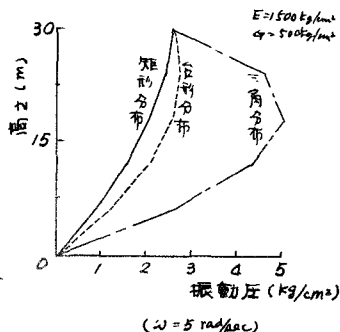


図-4 固定壁に働く振動圧

振動においては、分割数 n がこれほど大きくなくとも、すなわち分割数が 5~10 の範囲でかなりの精度を有することになる。

2. 固定壁に働く振動圧

図-3 は式(3)より求めたもので、(a) は振動圧分布を壁高列数 m をパラメーターとして表わしたもので、(b) は振動圧と壁高列数 m との関係を表わしたものである。なお (a) は半無限連続弾性体中の固定壁に働く振動圧を振動方程式より求めた結果が破線と示されている。この図によれば、壁高列数 m を増加するにつれて、振動圧は一先値に止まり、しかも地盤モデルの固有円振動数の場合

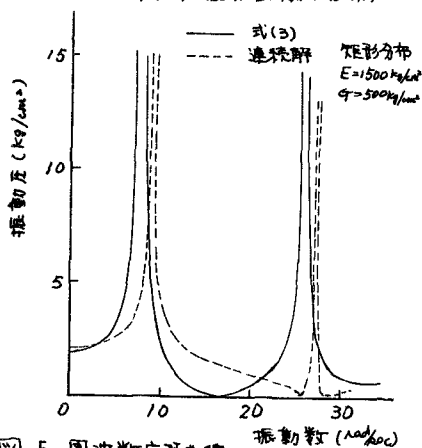


図-5 周波数応答曲線と同様に連続体として求めた解に近づくことがわかる。しかも (b) により壁高列数 m をこれほど大きくしなくてもかなりの精度が得られることがわかる。また図-4 は地盤の弾性係数の分布と振動圧分布の関係を表わした図である。ただしこの図では壁高列数 m が 5 の場合である。図-3 (b) により、 $m=5$ のときの振動圧はほぼ正しいものと考えられるならば、図-4 の振動圧分布もほぼ正しい傾向を示すものといえる。実地盤中の固定壁に働く振動圧分布がこの図の三角分布の場合の結果とかなり近い傾向を示すことが多いということとを考えると、本報告でのモデル化の手法がかなり実用性を有するものといえる。図-4 は振動圧の周波数応答曲線と表わすもので、モデルを用いた場合は壁高列数 m が 5 の時の振動圧が実線と、連続体として求めたものが破線と示されている。この図を見ても明らかのように、 m がこれほど大きくなくても両者がかなりよく一致していることがわかる。以上の考察により先に提案したモデル化の手法が妥当性を有するものであるといえる。ただし考慮する振動数の範囲によっては地盤の分割数 m および壁高列数 m を適当に選定せねばならないことは注意すべきである。

3. 構造物基礎の動的挙動についての数値計算例および考察は講演的に譲る。

なお数値計算は京都大学電子計算機 KDC-Ⅱ を用いた。

(参考文献) 後藤尚用、土岐基三、市原達；地震応答解析における構造物基礎のモデル化について、土木学会東海支部学術講演会講演要録集 24, 1967.10