

III-B 12

多層地盤中の杭に対する応答変位法解析

(株) ジオトップ 正会員 ○ 平山 英喜
(株) ナック 正会員 高見 邦幸

1. まえがき

杭に対する平均応答スペクトルを用いる応答変位法を、任意の層数に適用する方法について文献¹⁾に説明した。本報では、動的解析結果との比較のもとに、2種類のモデル地盤中の杭に対するこの応答変位法による解析例を報告する。

2. モデル地盤と解析条件

解析対象モデルは図-1に示した、(a)2層地盤、(b)杭中間部に比較的硬質な層を有する4層地盤、の2ケースである。これらは、文献²⁾で $4 \times 6 = 24$ 本の群杭と10階建てのビルを想定して、薄層法による動的解析が行われたものである。動的解析との対応から、以下の条件によった。

- ① 杭：杭径 $B = 1.5\text{m}$ 、杭長 $L = 24\text{m}$ 、曲げ剛性 $E_p I_p = 521,860\text{tf} \cdot \text{m}^2$ 、計算要素長さ $= 0.5\text{m}$
- ② 杭端境界条件および荷重：杭頭剛結（水平荷重 $= 79\text{tf}$ ）、杭先端自由
- ③ 地震基盤面：GL-84m
- ④ 地盤変位：平均応答スペクトルは鉄道の設計指針³⁾のものを用いる。2層地盤の GL0~-22mでの1次モードの相対変位が0.75cmになるように、基盤面における水平震度を逆算し、 $K_h = 0.107$ とした。
- ⑤ 地盤反力係数：Francisの式で算定

$$k_h B = \{1.3E/(1-\nu^2)\} (EB/E_p I_p)^{1/12}$$

$$E = 2(1+\nu)G = 2(1+\nu)(\gamma/g)v^2$$
ここに、 $E \cdot \nu \cdot G \cdot \gamma \cdot v$ = 地盤の弾性係数・ポアソン比・せん断弾性係数・単位体積重量・せん断弾性波速度、 g = 重力加速度。

3. 解析結果と考察

表層地盤の固有周期を、表-1にまとめる。杭の変位 δ ・曲げモーメント M の計算結果を、杭頭荷重・地盤変位荷重（1次モード・2次モード）によるものに分けて、図-2に示す。曲げモーメントに関して、杭頭荷重によるものの絶対値と、地盤変位荷重によるもの（1次・2次のSRSS（2乗和の平方根））を加えたものを、動的解析結果（コーナー杭）²⁾と比

較して、図-3に示す。

表-1にまとめたように、1次固有周期は両者ともに約1.1秒で、1.5秒以下であるので、単層地盤の結果を基に1次モードだけを考慮すればよいとされている⁴⁾。しかし、図-2に示したように、曲げモーメントに関して、地盤変位の1次モードによるものと2次モードによるものは、ほぼ同じ大きさである。したがって、多層地盤の場合、1次周期にかかわらず、2次周期が少なくとも0.5秒以上の時は、2次モードも考慮すべきだと考えられる。

また、図-2(b)から、中間支持層的な層が存在する場合は、地盤変位の影響は、層境界だけでなく、杭頭にもかなり現れていることが分かる。

図-3に示したように、応答変位法による計算結果は、動的解析の結果と良く対応しているといえる。

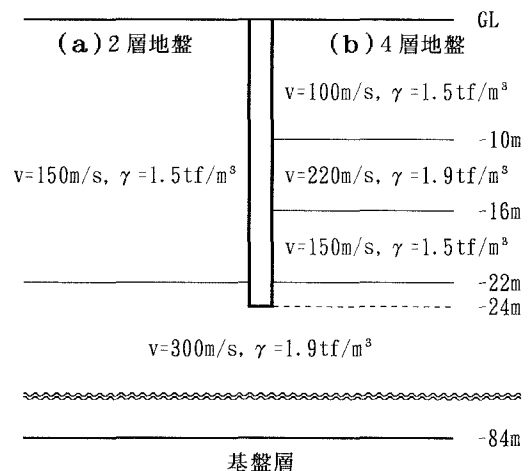


図-1 解析対象モデル²⁾

表-1 表層地盤の固有周期（秒）

	(a) 2層地盤	(b) 4層地盤
1次モード	1.11	1.13
2次モード	0.51	0.51
3次モード	0.28	0.30

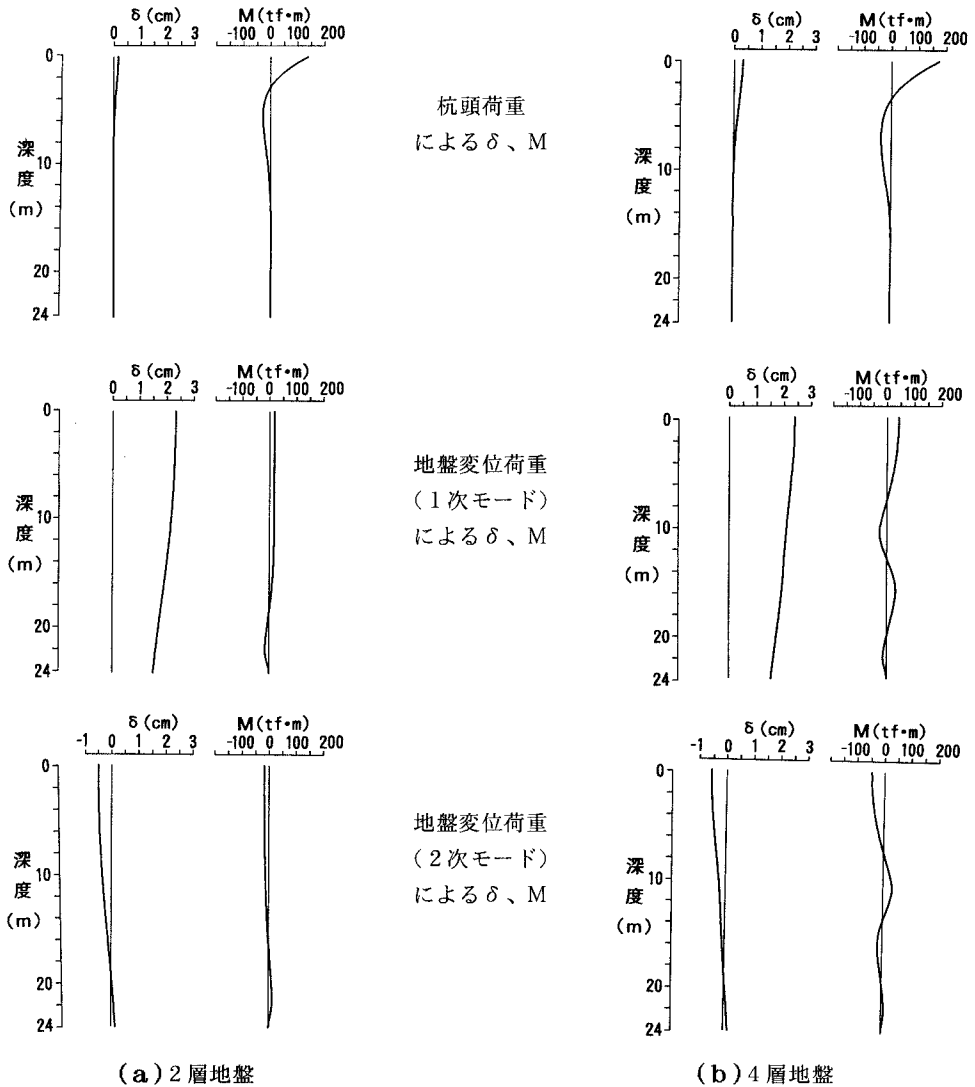


図-2 杭の変位 δ ・曲げモーメント M の計算結果

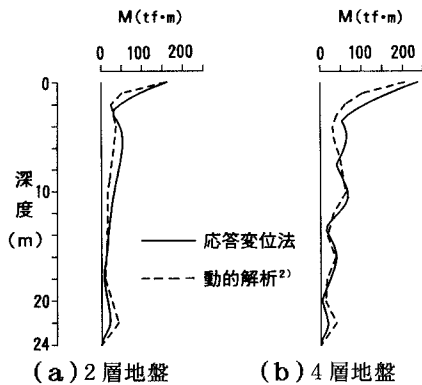


図-3 曲げモーメントの比較

参考文献

- 1) 平山英喜・高見邦幸：任意水平多層地盤中の杭に対する応答スペクトルを用いた応答変位法，第31回地盤工学研究発表会講演集，1996.
- 2) 長谷川正幸・中井正一：杭の地震時応力とその評価法に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集，第432号，pp.105-118，1992.
- 3) 日本国有鉄道編：耐震設計指針(案)解説，日本鉄道施設協会，1979. または、土木学会：国鉄建造物設計標準解説，1986.
- 4) 土質工学会：杭基礎の設計法とその解説，pp. 518-521，1985.