

III-124 杭の許容変位量に関する解析的一考察

日本技術開発株式会社 正員 ○森 敦

日本道路公団 川村 祐三

日本技術開発株式会社 正員 駒田 智久

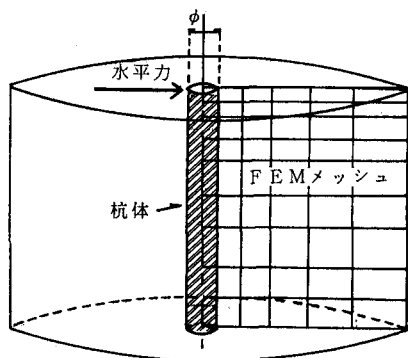
1. まえがき 現在、杭基礎設計における地盤から決まる許容水平変位量は、通常の設計に用いられる道路橋示方書では直接的には規定されておらず、多くの実施機関では杭径によらず一律に常時15mm、地震時25mmを標準としている。しかしながら、この設定値には明確な理論的根拠はなく、これまでの実績にもとづく経験的なものと考えられる。一方、最近の研究・実験成果¹⁾によれば、許容変位量を杭基礎の弾性限度を保持する限界の変位量と定義²⁾し「杭径によって変わる相対的な値」とする考え方も示されている。本文は杭の許容水平変位量の合理的な設定に資するため、杭と周辺地盤を一体化したFEMにより杭頭部水平載荷状態のシミュレーション解析を行い、杭前面地盤のひずみに着目し、杭径と杭頭水平変位との関係を考察した結果を報告するものである。

2. 検討条件および方法 本報告で対象としたのは杭長36m、 $E_c=2.7 \times 10^8 \text{ t/m}^2$ 、 $\nu_c=0.167$ 、 $\gamma_c=2.5 \text{ t/m}^2$ である $\phi 1.2 \text{ m}$ および $\phi 3.0 \text{ m}$ の場所打ち杭であり、杭頭での回転が自由な単杭についての検討を行った。また、地盤の剛性は通常の杭基礎設計において地震時で決まる場合が多いことから、地震時に発生しうるひずみレベル($\gamma=10^{-4} \sim 10^{-3}$)でのせん断弾性波速度 V_s により評価した。ただし、ここでは地盤の違いによる影響を見る目的で比較的硬い地盤(地盤モデルA)と軟らかい地盤(地盤モデルB)の2種類について検討することとし、表-1に示すような地盤モデルを設定した。解析方法は図-1に示すように、地盤の3次元的広がりを考慮した軸対称2次元FEMによる静的弾性解析を用いることとした。またその場合、文献3)に示したように、境界条件を側方は水平・鉛直ともフリー、底面は杭が十分支持層に根入れされているものとして水平・鉛直とも固定とした。ここでは上述した杭径、地盤について4ケースの解析を実施した。

3. 検討結果 図-2に各ケースの載荷軸鉛直断面での載荷軸方向の圧縮ひずみ分布図を示す。同図は杭頭を現行設計における地震時許容変位量に相当する25mmだけ変位させた時のひずみ分布であり、各ケースとも地表付近でひずみは $1 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3}$ の範囲に入っている。表-2に各杭径の1倍、2倍、3倍離れた位置でのひずみとその比を示す。同表より地盤モデルA、Bともに杭径 $\phi 3.0 \text{ m}$ のひずみは $\phi 1.2 \text{ m}$ に較べ約30%程度でしかないこと、しかも杭径の1倍～3倍の範囲でその比はほぼ同じであることがわかる。

4. 考察 上述した解析結果は半無限弾性体表面に荷重が作用した場合と同様の傾向を示しており、線形弾性領域でのものであるため、ひずみと変位との関係は線形となっている。そのため $\phi 3.0 \text{ m}$ 杭で $\phi 1.2 \text{ m}$ 杭と同じレベルまでひずみを許容しうるとすると、 $\phi 3.0 \text{ m}$ 杭は同一水平変位量で $\phi 1.2 \text{ m}$ 杭の約30%のひずみしか生じないことになる。このことは逆に同じレベルでの地盤ひずみを許容するものとするれば、 $\phi 3.0 \text{ m}$ 杭は $\phi 1.2 \text{ m}$ 杭の2～3倍の変位を許容しうることになり、杭頭での許容変位量は杭径に応じて設定するのが合理的であることを示唆していると言えよう。

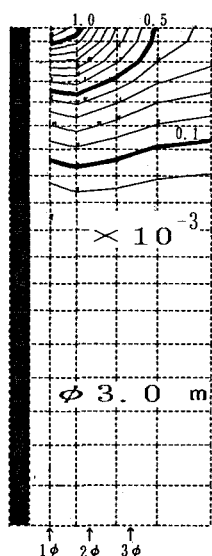
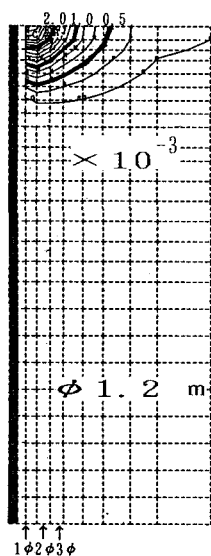
5. あとがき 杭基礎設計における合理的な許容変位量の設定に関して、地盤ひずみに着目した解析的検討の一例を示したが、以上の結果から杭径に応じた許容変位量を定めるという概念は定量的にも妥当と考えられる。しかしながら、杭頭付近には局所的な非線形状態が想定され、その場合には必ずしも上記結果のような関係が明確となるとは言い切れない。そのため、現在この傾向を実際に確認することを目的に、現地での $\phi 3.0 \text{ m}$ の大口径場所打ち杭の水平載荷試験を計画中であり、その結果については改めて報告することとしたい。



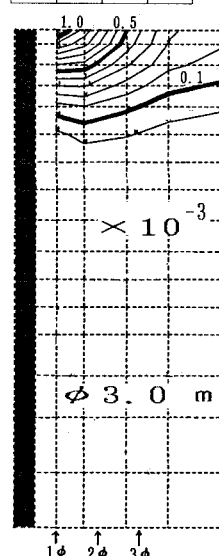
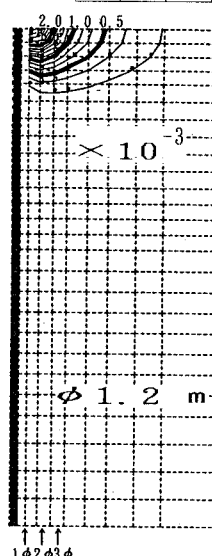
図－1 モデル概念図

表－1 地盤モデル（地盤時ひずみレベル）

地盤モデルA (卓越周期0.79秒)				地盤モデルB (卓越周期1.31秒)			
層 厚 m	単 体 (t/m ²)	ポア ソン 比 ν	V _s (m/s)	層 厚 m	単 体 (t/m ²)	ポア ソン 比 ν	V _s (m/s)
4.0	1.5	0.49	128	1.0	1.5	0.49	79
7.5	1.8	"	154	1.5	1.8	"	59
4.5	1.8	"	217	3.0	1.8	"	66
6.0	2.0	"	242	3.5	1.8	"	70
6.0	1.6	"	171	4.0	1.65	"	101
8.0	1.6	"	224	8.0	1.65	"	132
				10.0	1.78	"	163
				5.0	1.9	"	188



(a) 地盤モデルA



(b) 地盤モデルB

図－2 ひずみ分布図

表－2 杭頭25mm変位時の地盤のひずみ（地表面）

			1 φ	2 φ	3 φ
地盤 モデル A	ひずみ	φ 1.2 m	3.1×10^{-3}	2.6×10^{-3}	1.6×10^{-3}
		φ 3.0 m	1.1×10^{-3}	9.0×10^{-3}	6.2×10^{-3}
	(φ 3.0/φ 1.2)比		0.35	0.34	0.39
地盤 モデル B	ひずみ	φ 1.2 m	2.9×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.5×10^{-3}
		φ 3.0 m	9.9×10^{-3}	7.0×10^{-3}	4.2×10^{-3}
	(φ 3.0/φ 1.2)比		0.34	0.29	0.28

参考文献

- 1) 基礎工に関する調査研究報告書；(財)高速道路調査会，昭和62年2月
- 2) 宇都，前田，五瀬：杭の横方向基準変位量に関する一考察；橋梁と基礎Vol.21, No. 9，1987年9月
- 3) 佐伯，角谷，中村：単杭の水平載荷状態のシミュレーション解析手法に関する一考察；土木学会第43回年次学術講演会，第3部門，昭和63年10月