

III-92 大口径場所打ち杭の軟岩中での挙動

西松建設株式会社
二員 松野倬也
二員 ○谷本親伯

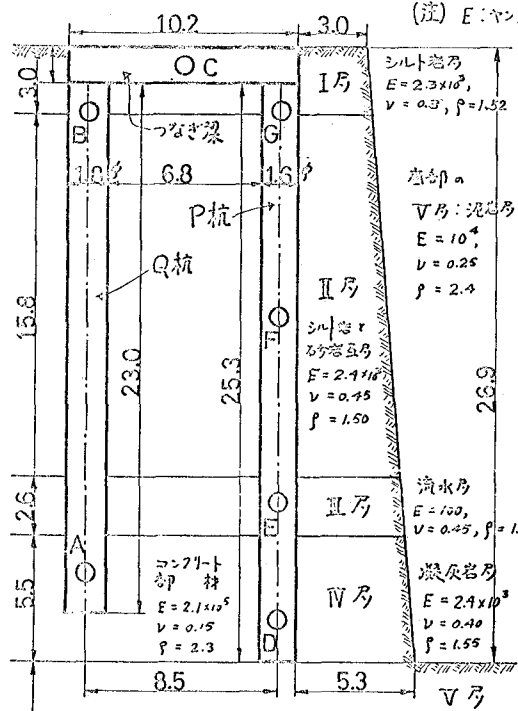
1. 緒言

斜面あるいはその近傍における深礎杭の支持力に関する設計においては、現在まで Terzaghi の式や Meyerhof の式により計算されることが多い様であるが、今回特に、複雑な地形・地質を有する軟岩中に深礎杭を打設する必要が生じたので、有限要素法による解析を行ない、あわせてコンクリート打設時に杭内部にひずみ計を埋設して測定を実施した。これらの結果は現在まだ継続して検討中であるが、特に岩盤構造物の設計にあたっては、有限要素法が強力な手段と考えられるので、その一例をここに報告する。

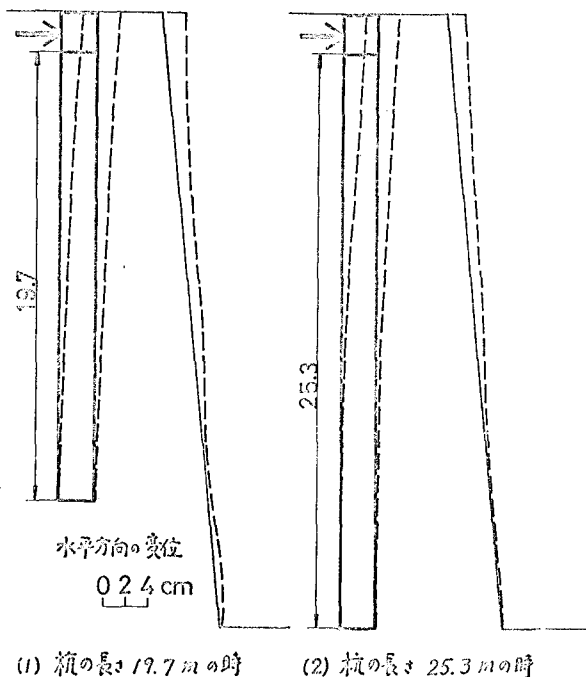
2. 地盤と大口径場所打杭の概要

図-1は、地質調査とボーリングコアによる材料試験の結果に基づいてコンクリート構造物の基礎地盤を表わしたもので、ほぼ垂直に切り立った崖面から約3m内側に多数の基礎杭を打設する場合の一例である。設計にあたっては、杭の長さの問題となり20mの地味から底部の泥岩層に至るまで様々な長さを変化させて、杭底部周辺の岩盤の応力状態を296個の要素からなる解析モデルを用いた有限

(注) E : ヤング率 (kg/cm^2), ν : ポアソン比, ρ : 密度 (g/cm^3)



○印：計器埋設箇所（図中の単位は m）



(1) 杭の長さ 19.7 m の時 (2) 杭の長さ 25.3 m の時

図-2 水平荷重に対する
杭および岩盤の水平方向変位と抗長

要素法により解析した。杭頭に作用する鉛直荷重は、P杭259.3t、Q杭461.4tで杭および岩盤の自重を考慮した。各部分の物理的性質は図中に記してある。

3. 有限要素法による解析

〈杭長〉 図-2は地震時の水平方向荷重(48.6t)を考慮した場合、つなぎ深のない時のP杭のたわみと崖面の水平方向変位と、杭長19.7mと25.3mの場合について比較したものであり、杭の先端が泥岩層に至るまでは崖面に張り出しがみられ、これに伴う杭先端周辺の岩盤内応力(せん断応力に着目)は先端が泥岩層に達するまで凝灰岩のせん断許容応力度 3.5 kg/cm^2 を超えし値を示す。したがって、杭は泥岩層を基礎地盤とし長さ25.3mを超えしものを採用せざるを、この場合凝灰岩層に生ずる最大せん断応力は 1.2 kg/cm^2 以下であり、また泥岩層では 4.4 kg/cm^2 で泥岩の許容応力度 20 kg/cm^2 以内である。〈つなぎ深の影響〉 P杭とQ杭とをつなぎ深で連結し、杭頭を互いに拘束しあった状態では、同じ地震時の荷重に対してはP杭、Q杭ともほとんど水平方向のたわみがみられず、崖面周辺の岩盤には問題となる様な応力は認められない。これは、つなぎ深によりP杭、Q杭および岩盤が一併構造となって荷重を負担するため、有限要素法を用いることによってこれを数値的に示すことができ、設計には大いに利用できよう。

4. 測定結果

杭内部に19個のカールソン型ひずみ計を埋設して杭内部では1英について鉛直1成分、水平2成分の測定を実施した。この記録を応力成分に変換し、杭については鉛直方向の圧縮応力、つなぎ深については軸方向の水平方向の引張応力を示したものが、表-1である。これから明らかにようにA英およびD英などの杭の先端部では頭部に作用する荷重が地盤にかなり吸収されている。また、B英およびG英では地表面の岩盤の形状や不均質性によるために有限要素法の解よりは大きく出ている。そして均質層と仮定した清水層であるE英付近では実測値は大きく出ているが、これも岩盤の不均質性を考慮すれば理解しうる。つぎに、つなぎ深中央部においては、軸方向に 5.7 kg/cm^2 の引張応力が測定されている。これはP杭およびQ杭の頭部に作用する荷重により、特に谷側のP杭の谷側への水平方向のたわみ拘束していることから出てくるもので、つなぎ深と杭群とを一併構造化した効果であろう。結果として考えられることは、ごく小さな支持力しか得られないような地盤であっても基礎杭群をつなぎ深あるいは平盤をもって杭頭を固定し、地盤を包み込む様な一併構造を形成する構造設計を行なうことによって解決できるものと考えられる。こうした地盤も構造の一部とみなす設計には有限要素法を大いに活用すべきではなからうか。

5. 結 言

この報告においては有限要素法の解と実測値との間には差異が認められるが、これは2次元解析の結果とそのまま比較したことと要素分割の仕方に原因するものと考えられる。この点については改良することは大いに可能であり、結局、岩盤構造物に対しては解析モデルを如何に実構造物に似せ、仮定するかが問題であり、岩盤とくに軟岩に関する今後の研究の発展に期待する所である。

表1 有限要素法による数値解と実測値との比較

(1) 鉛直方向の圧縮応力 (kg/cm^2)

位置	FEM解	実測値
A	4.5	0.5
B	13.1	16.6
D	4.3	2.4
E	4.6	10.4
F	4.5	3.3
G	7.1	10.0

(2) つなぎ深中央部の軸方向の引張応力 (kg/cm^2)

位置	FEM解	実測値
C	3.4	5.7