

III-345

不完全支持杭の杭先端支持力特性

鉄道総合技術研究所 地盤防災研究室 野口達雄

村田修

三井建設株式会社 土木技術部

福島弘文

1. まえがき

良質な中間層の下層に厚い軟弱層が有る地盤条件においては、その中間層を支持層とする、いわゆる不完全支持基礎とするのが望ましいことが多い。この場合、不完全支持層が十分な厚さを有する場合は問題ないが、薄い場合は、その下層の軟弱層を含めた不完全支持基礎としての検討が必要である。

本稿は、薄い不完全支持層を有する地盤条件において、ねじ込み杭（チューベックス杭）を用いた不完全支持基礎を採用した現場において、支持力を確認する目的で鉛直載荷試験を行ったので、この結果について報告するものである。

2. 試験地盤

試験箇所付近は、旧児島湾の奥に位置するため表層には、沖積粘性土、沖積砂質土の互層で標準貫入試験では自沈する厚さ11m程度の軟弱層が有る。この下方には、厚さ2.5 m～5 mの洪積砂礫層があり、N値20-50 で強度はやや不安定である。更にこの下方には、N値10-30の洪積粘性土がある。この層は砂分が多いためN値が大きくなるところがあるが、全域からみるとN値10程度は確保でき、一般の洪積粘性土同様十分安定している。

図-1に、試験箇所の近傍の土質柱状図を示す。

また、図-2に杭先端付近のフグロコーン貫入抵抗値を示す。抵抗値 300kgf/cm^2 以上は精度は悪いが、杭先端付近では相当大きな値を示している。しかしその反面、標準貫入試験では明らかでなかったが、コーン貫入試験によれば、杭先端付近に厚さ20～30 CMの粘性土層が有ることが知られた。

3. 載荷試験結果

図-3に、杭先端荷重～杭先端沈下量曲線（ $\log P_p \sim \log \delta_p$ ）を示す。これは、載荷試験の軸力分布を基に、杭頭荷重から杭周面支持力を差し引いて杭先端支持力を求め、また、沈下量は、杭先端に設置した沈下計により実測したものである。

$P_p = 64\text{tf}$ （杭頭荷重125tf）において、クリープ試験を行っているので、曲線の折れ点はやや明確でないが、杭先端の降伏荷重 Q_{pe} は、ほぼ140tfと推定される。また、

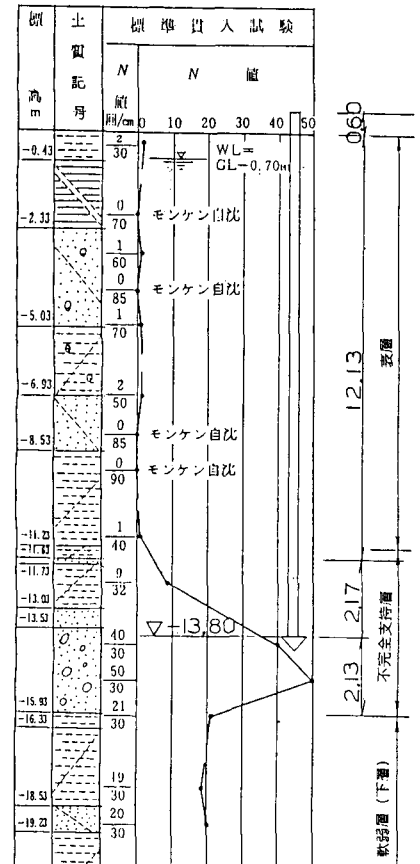


図-1 土質柱状図

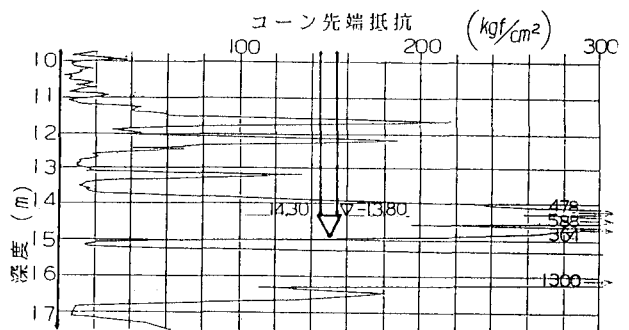


図-2 杭先端付近コーン貫入抵抗値

この Q_{pe} より杭先端の極限支持力 Q_{pp} は、

$$Q_{pp} = Q_{pe} \times 1.5 = 210 \text{ tf}$$

と求まる。この値は、杭頭荷重が300tfで荷重保持不能となったことより、杭頭の極限支持力 Q_p は、300tfと言えるが、この時の杭先端伝達荷重は250tfで上記の $Q_{pp} = 210 \text{ tf}$ とほぼ一致する。

4. 土質条件より求まる杭先端支持力

1) 不完全支持層が厚いとした場合の算出

- ①図-1,2のような場合での杭先端地盤の評価は難しいが、広い範囲の多数の柱状図からと、チューベックス杭は貫入抵抗を知ることができることから N 値40と想定した。
- ②チューベックス杭は、打ち込杭に近い支持力の算出方法により行ってよい³⁾

以上①②より、

$$Q_{pp} = 20 N A_p = 20 \times 40 \times 0.246 = 196 \text{ tf}$$

20: A_p をコーン外径平面積とした場合

N : 杭先端下方付近の N 値

A_p : コーン外径平面積 ($D = 0.56 \text{ cm}^2$)

2) 不完全支持層が薄いとした場合の算出

図-4のように荷重が分散するとして算出する⁴⁾

$$Q_{pp} = 4.5 q_u A_p' = 4.5 \times 30 \times 2.7 = 365 \text{ tf}$$

q_u : 下層の一軸圧縮強度 $= 3 \text{ kgf/cm}^2$

A_p' : 不完全支持層下面の荷重分布面積
 $= \frac{\pi}{4} (D + 0.6 H)^2 = 2.7 \text{ m}^2$

5. 考察

載荷試験結果では、杭先端の極限支持力 Q_{pp} は、210tfとなったが、一方、土質諸数値を基に算出した Q_{pp} は、196tfとなり試験結果とほぼ一致した。これにより次のことが明らかとなった。

- ①不完全支持層の厚さが当地盤程度あれば、支持力は不完全支持層の強度のみで決定されており、下層の影響は入っていない。
- ②チューベックス杭は、これまでの載荷試験結果と同様に、 Q_{pp} は $20 N A_p$ により算出してよい。
- ③コーン貫入抵抗による調査によれば、杭先端付近に粘性土が介在しているので杭先端支持力に影響するのではないかと考えられたが、試験結果では特別考慮する必要はないようである。

なお、杭先端付近では高い圧縮応力を受けるので粘性土があれば圧密の心配があるので、杭3本分（1基礎分）の荷重を載荷する過酷な圧密試験に相当するクリープ試験（載荷試験）を行ったが、この結果も特に配慮する必要がない結果となった。

【参考文献】

- 1) 多田秀彰, 熊谷実, 福島弘文; フンデックス杭の施工, 鉄道土木, 日本鉄道施設協会, 昭和59年3月
- 2) 野口達雄, 宮村正博, 福島弘文; 不完全支持杭基礎の設計例, 基礎工, 総合土木研究所, 1985.11
- 3) 海野隆哉, 福島弘文; ねじ込み杭の支持力特性, 構造物設計資料N077, 日本鉄道施設協会, 昭和59年9月
- 4) 土木学会; 国鉄建造物設計標準解説（基礎構造物）, p206, 昭和61年3月

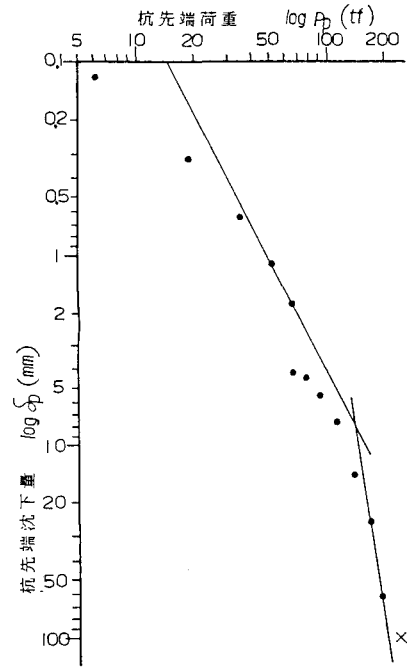


図-3 $\log P_p \sim \log \delta_p$ 曲線

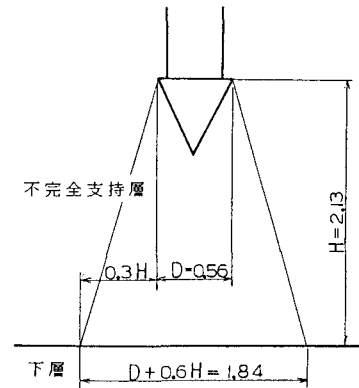


図-4 下層への荷重分布