

## VI-13 表層地盤改良を行った軟弱地盤での鋼管杭打設

川崎製鉄㈱

正会員 ○新宮和周

川崎製鉄㈱

正会員 土肥宏一郎

川鉄テクノストラクチャー㈱

尾関史洋

## 1. まえがき

軟弱地盤上で杭打を行う場合には、杭打機等の重機の作業足場の確保が重要な課題であり、①地盤条件②荷重条件③工期④工費等を検討し様々な対策工が実施される。このうち代表的なものに、表層部の地盤改良を施す方法がある。セメント系の改良材を原地盤と攪拌することにより地盤強度を上げ、施工時の安全を確保するだけでなく、将来的にも改良地盤強度の有効活用を図るものである。

本論文では、鋼管杭の打設精度（設計中心との平面ずれ量）が50mm以内と高い精度を要求される鋼管杭打設工事について、表層地盤改良層を打ち抜いた場合と事前に杭打位置をオーガによって掘削した後に杭打を行う場合について、管内土の下がりによる管内閉塞の程度と、杭打精度に及ぼす影響について考察した。

## 2. 地盤改良強度の設計

表層地盤改良を行う場合の一般的な設計フローを、図-1に示す。今回の施工では、ボーリング調査に加え表層部の土質調査のため、ポータブルコーン貫入試験を実施した。当該地盤の代表的土質柱状図を、図-2に示す。地表面からGL.-20m付近までの沖積粘土(Ac)層が軟弱地盤に相当し、自然含水比が液性限界を大きく上回っているためかなり不安定な状態となっている。また地盤支持力についてはTerzaghiの局部せん断破壊の式を用いて計算している。結果として改良厚0.5~1.8m、現状地盤強度7.0~11.0tf/m<sup>2</sup>を26.8tf/m<sup>2</sup>とするようセメント系改良材混合による地盤改良を行った。

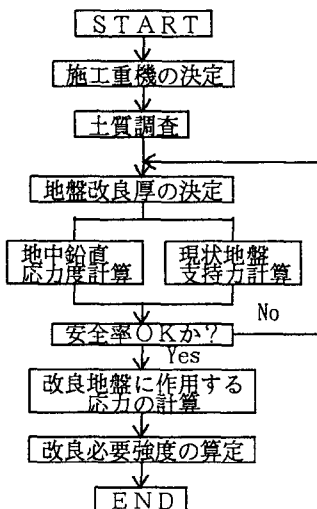


図-1 設計フロー

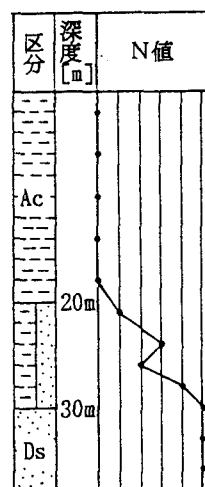


図-2 土質柱状図

## 3. 杭打時の地盤挙動

今回施工を行った杭打工事の諸元を表-1に示す。前節で述べた地盤改良を施した地盤に対し、全体で1,508本の鋼管杭を打設した。まず最初に地盤改良厚1.5mのエリアに対して、6m間隔の格子状に49本の杭打を行った。このとき、杭は地盤改良層を貫通する際に先端閉塞を起こし、直下の軟弱地盤に閉端杭を打ち込むと同様な状況が生じた。すなわち管内土は上昇せず排土するため、近接する

表-1 杭打諸元

|      |                 |
|------|-----------------|
| 杭種   | SKK400          |
| 杭外径  | φ 600, 700, 800 |
| 肉厚   | 9~16mm          |
| 杭長   | 33~38m          |
| 杭打機  | 3点式杭打機          |
| ハンマー | 油圧(7.10t)       |

写真-1 先端閉塞状況



既打設杭を側方移動させる現象が観測された。写真-1に地盤改良層貫通直後に引き抜いた杭の、先端閉塞の状態を示す。また杭打精度については許容値以内（ $\pm 50\text{mm}$ ）に収まっているものの、施工上下記のような問題点が生じた。

- 1) 地盤改良層打ち抜きに際し、杭の根入れがない状態でハンマー打撃を行う必要があり、杭打初期段階においてある程度の杭芯ずれが生じる。
- 2) 地盤改良層打ち抜きと同時に杭が急速に貫入するため、オペレーションが困難であるとともに、安全上も好ましくない。
- 3) 先端閉塞により杭体に浮力がかかるため、打込み中の杭の鉛直度を保つのが困難である。

これらの条件のもとで杭打施工精度を確保することが最大の課題となり、これを解決しより高精度の施工を行うことを求めて対策工を実施した。

#### 4. 対策工の実施

今回は簡易かつ工程に影響を与えない対策工として、建柱用オーガ（ $\phi 450$ ）による杭打位置の先行掘削を実施した。対策工実施前と実施後の管内土測定結果を図-3に、杭打精度を図-4に示す。対策工実施前は管内土がGL. -10.0m前後まで下がっていたのに対し、対策工実施後はGL. -4.0m程度までの下がりにおさまっており、地盤改良層貫通時には先端閉塞をおこさず排土量が大きく減少している。またこれと同時に杭打精度が向上していることがわかる。主要要因としては以下の2点があげられる。

- 1) 地盤改良層打ち抜き時のハンマー打設が不要になり、かつオーガによる掘削孔がガイドの役目を果たすことも加わり、初期段階での杭芯ずれが微少に抑えられた。
- 2) 浮力がほぼ0になったことで建て込み中の杭の鉛直性を保ち易くなった。

さらには上記の要因により隣接杭の側方移動も観測されなくなり、同時に施工歩掛かりも向上した。

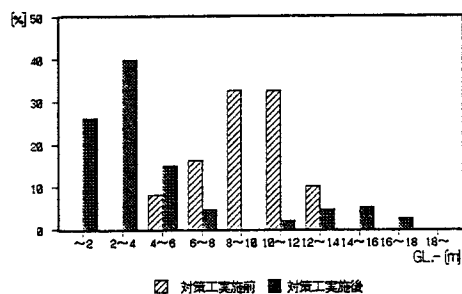


図-3 管内土の下がり

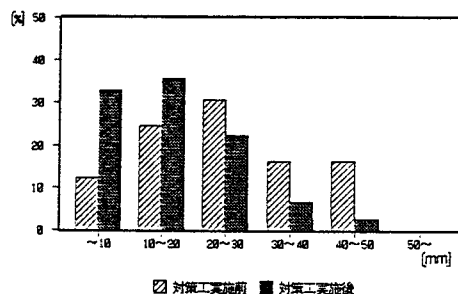


図-4 杭打精度

#### 5. おわりに

表層地盤改良を行った軟弱地盤上での鋼管杭打設について、オーガによる杭打位置先行掘削という簡易な手法で高い杭打精度を確保することができた。軟弱地盤において閉塞杭を打設した場合の隣接杭に及ぼす影響についての報告では、かなりの量の移動があると報告<sup>1)</sup>されており、今後同様な条件下での高精度の杭打が要求される場合の施工には、特に注意が必要であろう。今回は管内土レベルの計測によって先端閉塞による排土量を把握したが、今後は隣接杭との距離と側方移動量の関係のデータを蓄積し、杭打順序等の施工計画立案に反映する上での参考としたい。またオーガ掘削後の地盤に対する杭打では、杭打終了後管内土が原地盤レベルよりも上昇するという現象が観測された。これに関する考察は、別の機会に報告したい。

<sup>1)</sup> 参考文献：古屋，鹿下他；川崎製鉄技報 Vol.20 No.4, 1988