

図-3 基礎杭土層

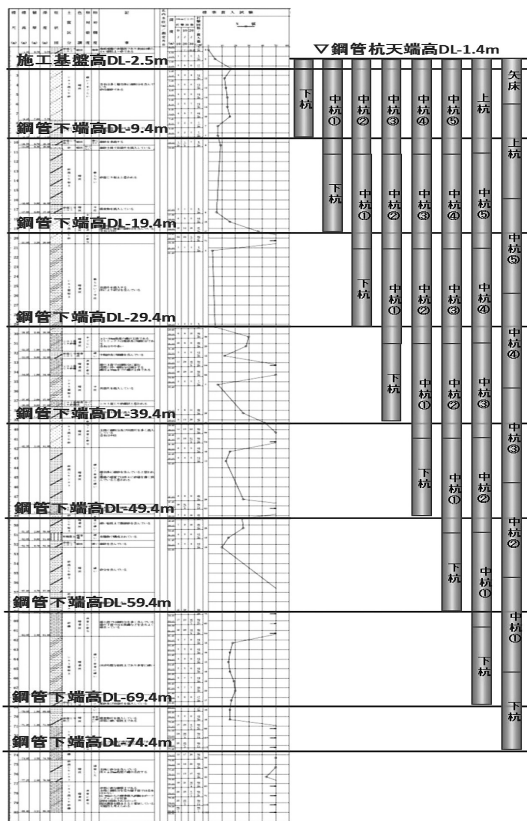


図-4 鋼管杭配置



図-5 鋼管杭中掘施工状況

動装置に接続する。掘削沈設は鋼管杭内に挿入されたスパイラルオーガを回転させ杭先端部を掘削排土しながら杭を沈設する。

1本の杭が完了後、次の杭を吊込みスパイラルオーガに接続後、鋼管杭の継手部を溶接する。溶接完了後、掘削排土しながら沈設をする。これを本工事では下杭→中杭①～⑤→上杭の計7回繰り返す(図-4、図-5)。

## 2. 現場における問題点

中掘工法の繰り返し作業の中で、主に中杭④～中杭⑤及び上杭を打設している際に大量の泥水が噴き出す現象が生じた(図-6)。



図-6 被圧地下水噴出状況

これは互層状態となる砂礫層から被圧された地下水が杭中空部に流入し、排土作業と共に噴き出してきたものと考えられる。被圧水量は鋼管杭1本あたりで最大100m³噴出した。

- 1) 被圧地下水の噴出により泥水・泥土が鋼管杭周辺一帯に広がってしまうため、杭打機等の重機足場が軟弱状態になることから、その都度再整備(表層改良)が必要となった(図-7)。
- 2) 中杭④～⑤及び上杭の継ぎ杭溶接時において、



図-7 泥水拡散状況

管内中空部より被圧地下水が上昇して杭頭部より溢れてくる状況となるため継ぎ杭溶接が不可能となった（図-8）。



図-8 被圧地下水溢れ出し状況

3) 鋼管杭打設天端は、施工基面より深いため、矢床使用による施工となり、打設完了後の引抜き孔は通常掘削残土で埋め戻すが、被圧地下水により孔内水位が高い状況では密実に埋め戻すことが困難で、湧水の影響で陥没が発生した（図-9）。

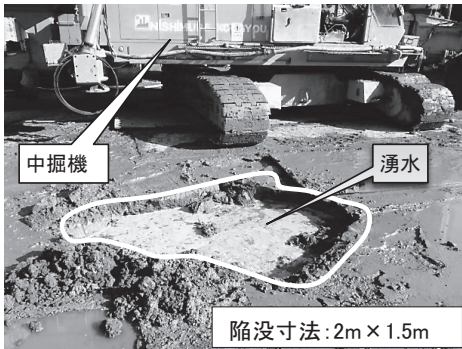


図-9 施工基盤陥没状況

4) 被圧帯水層である砂礫層へ鋼管杭を圧入する際に、被圧水が杭内部に流入することでボイリング現象が発生し、先端補強バンド（フリクションカット）により形成された間隙が水みちとなり、シルト質粘土を鋼管杭側に引き寄せることで杭周面摩擦を増大させ、沈設不能となった（図-10、図-11）。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### 1) 土堤および仮設排水処理施設の設置

被圧水の噴出による泥水・泥土の拡散防止および早期処理のため、セメント安定処理した杭掘削残土を土堤として構築し、巨大な泥水ピットを設置した。鋼管杭施工中に発生する大量の泥水は、土堤で囲んだ泥水ピット内に一旦溜め、排水処理については仮締切内に設置する場所がないことか

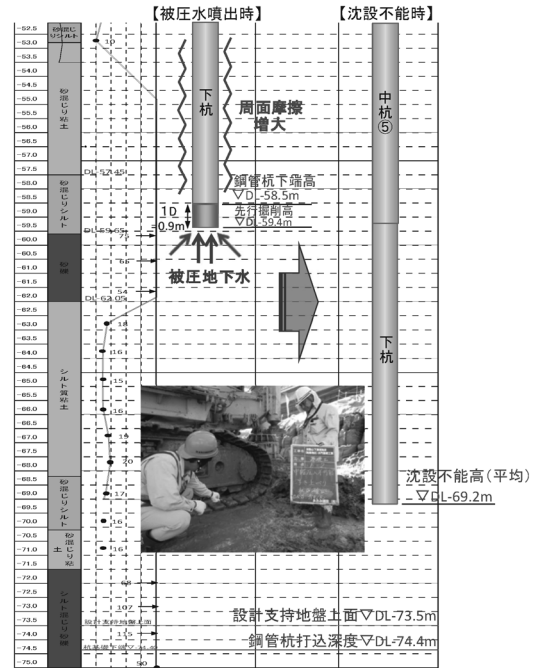


図-10 沈設深度図

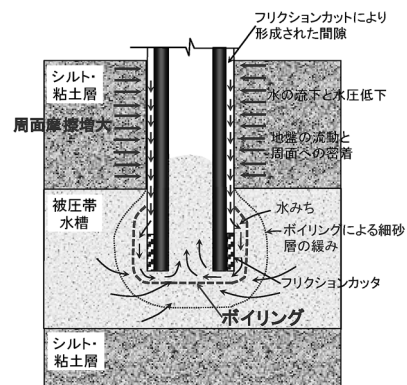


図-11 杭先端ボイリング状況図

ら、船尾側の既設護岸と仮締切間に仮設の排水処理施設を別途設け、サンドポンプで徐々に送水した。泥水は、シルト分が沈降した上澄み水のみを海上排水し、沈降シルトはベッセル車で搬出した。なお、排水箇所には汚濁防止膜を設置、水質監視（濁度・pH）を実施した。

結果、鋼管杭88本全てにおいて被圧水が発生したが、土堤および仮設排水処理施設の設置により迅速かつ適切に泥水を処理することで、施工基盤上のドライワークを確保し、施工効率の低下を防ぐことができた（図-12、図-13）。

#### 2) 被圧地下水上昇時間内に継ぎ溶接を実施

継ぎ杭溶接時における被圧水上昇を抑えるため、被圧水の発生が予想される砂礫層で管内の泥土・

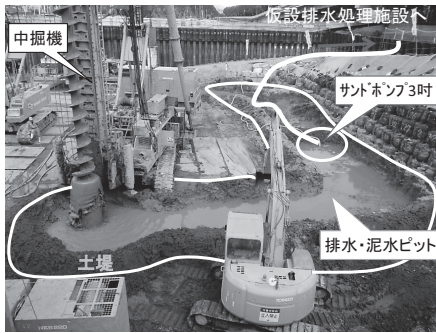


図-12 泥水ピット設置状況



図-13 仮設排水施設状況



図-14 継ぎ溶接作業状況

泥水をすべて排出させ、上昇時間内に継ぎ溶接をする方法をとった（図-14）。鋼管杭内を空洞にした状態で、被圧地下水が杭中空部に流入し上昇するまで約40分掛かることを把握していたため、溶接時間を20分以内で行うことにより、被圧地下水が継ぎ杭位置から溢れ出ることはなくなった。

この対策により良好な溶接環境を維持することができ、継ぎ溶接部の品質低下を防いだ。

### 3) 表層改良の実施

引抜き前に水中ポンプで孔内水を強制排水し、水位を低下させた後に、セメント改良した掘削残土を速やかに先行投入し、周辺地盤も含めた表層改良を適宜行った。表層改良を行うことで被圧水の上昇を抑えた。この対策を行うことで、埋戻し



図-15 表層改良状況

後の吸い出しや陥没の発生を防止することができた（図-15）。

### 4) 補助工法（油圧ハンマ）の使用

沈設不能により作業を中断することになった杭について、早急な対応をとらなければ周面摩擦が更に回復してしまうため、中掘工法の圧入作業を補助する工法として油圧ハンマによる打設を併用した。油圧ハンマの使用は特定建設作業になることに加え、当該地域が特に騒音・振動に配慮すべき地域であり、周辺環境に及ぼす影響が懸念されたことから、油圧ハンマ打撃による騒音・振動の軽減策として以下の対策を実施した。

- ①仮締切上に防音壁を設置
- ②ヤットコ内部に吸音フロートを装着
- ③油圧ハンマに防音シートを装着

また、中掘工法で沈設不能となった約40%の杭について、油圧ハンマを併用した。

## 4. おわりに

狭隘な施工ヤード内における長尺鋼管杭の施工という厳しい現場条件下において、流出する被圧水を工夫して処理し、大きなトラブルに発展することなく全数無事に施工を完了できたことは、臨機の対応として非常に効果の高い対策であったと思慮している。

一般に事前の地盤のボーリング調査は海上にやぐらを組んで実施するため、被圧水の被圧状態が水面以上でないと被圧水の予測は困難と思われる。このことから、不透水層の下層の砂礫地盤を中掘り式で打ち抜く杭打ち工事では、ボーリング柱状図では表現されない被圧水の可能性を事前に考慮しておくことが重要であることを考えさせられた。