

合流ポンプ棟建設工事における漏水防止対策について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社近藤組

現場代理人

監理技術者

福家 武一〇

小島 忠

Takeichi Fuke

Tadasi Kozima

1. はじめに

境川浄化センターは、平成元年4月に供用開始し、現在、7市2町の汚水を処理しています。

今回の工事は、平成16年度の「刈谷市合流式下水道改善計画」の一貫として境川浄化センター内に合流ポンプ棟（処理能力最大366,900m³/日）を建設する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：境川流域下水道事業
ポンプ棟築造工事（その2）
- (2) 発注者：愛知県
- (3) 工事場所：刈谷市衣崎町
- (4) 工期：平成23年12月17日～
平成25年12月16日

工事の概要は、ポンプ棟のRC躯体築造に先立つ仮設工事として、地中連続壁を、縦44m、横15mの長方形に打込み、7段の土留支保工を設置しながら深さ22mまで掘削します。

次に、地下3階から順にポンプ棟を構築しながら、土留支保工を下段より撤去し、1階のフロアまで築造する工事である。

現場は、河川に近接していることから、水位は、GL-1.5mで、掘削地盤は、川の運搬堆積物であ

る砂とシルト、粘土層で構成され、粒径の大きい礫質土は、ほとんど見られず、N値は地下20m付近までは20以下であった。（図-1、図-2）

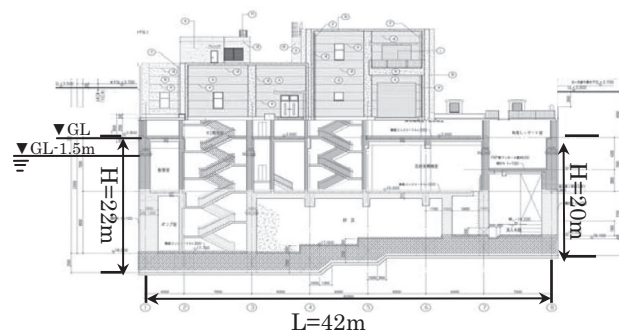


図-1 合流ポンプ棟 断面図

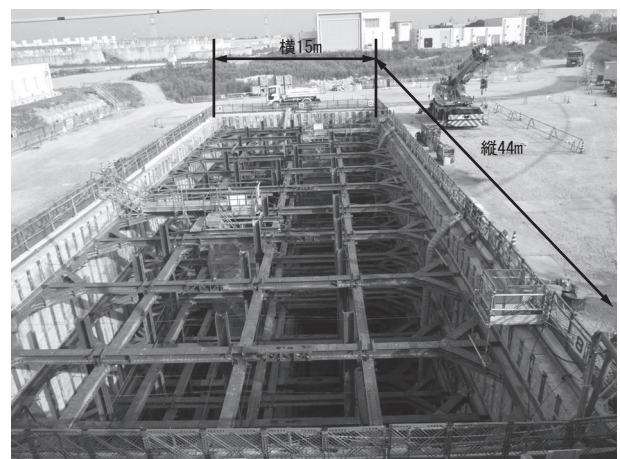


図-2 立坑完了写真

2. 現場における課題

本工事は、特に水密性が要求される鉄筋コンクリート構造物である為、地下3階（GL-12m～22m）のコンクリート壁は、外部からの漏水を防水することが最重要であった。

この為、以下の点が課題となり、対策を講じる必要があった。

2-1) 中間杭（H型鋼300×300）からのパイピング

土留支保工の切梁の中間支持で、中間杭（H型鋼300×300）を30本施工した。当初設計の中間杭の長さは、L=27m～33mであり、図-3のように、地下30mから40mの帯水層に中間杭の先端が入っている為、地下水が中間杭と杭周辺の隙間を伝って床付け地盤面に噴出するパイピング現象が懸念された。

2-2) 地中連続壁からの大量の漏水

立坑周りは地中連続壁で囲まれており、この仮設壁がそのまま地下構造物の外壁の型枠（埋殺：

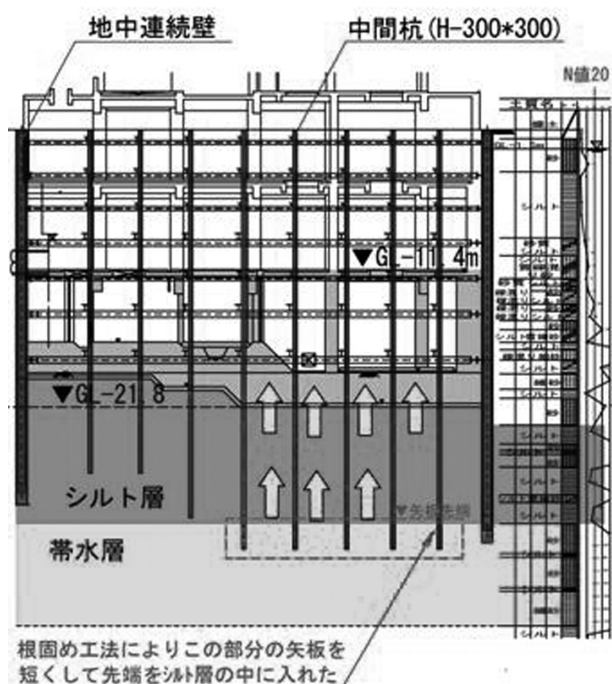


図-3 中間杭断面図

型枠兼用) となる構造である。

現場は、地下水位が高いことから、予想以上に、地中連続壁のソイルセメントからの漏水があり、特にコーナー部からの漏水が顕著であった。

コンクリート打設時に大量の漏水が発生すると、コンクリートの打ち継ぎ部が、水みちとなり、コンクリート構造物の水密性を確保できず、コンクリートの品質低下の悪影響が懸念された。

3. 対応策と適用結果

前述の問題を解決する為に現場では、次の対策を実施した。

3-1) 中間杭からのパイピング防止対策の立案

パイピング防止対策として、2つの対策を実施した。まず、中間杭の打設方法を当初設計のプレボーリング打撃工法から、プレボーリング根固工法に変更することを立案した。根固め工法は、中間杭先端にセメントミルクを噴出攪拌して先端を支持層に定着させる工法なので、図-4のように土工指針「仮設構造物工指針」では、中間杭先端地盤の極限支持力度および最大周面摩擦力度は、地中連続壁の設計に準じてよいとされている。この為、再度極限支持力を算定した結果、中間杭の長さを33mから30.5mに変更することができた。これにより図-3のように中間杭先端部をシルト層に定着することができ、帯水層からの地下水が上昇するリスクを回避した。

更に、地下3階の底版コンクリート中に埋殺される中間杭全本数に対して、反応接着型止水板(ス

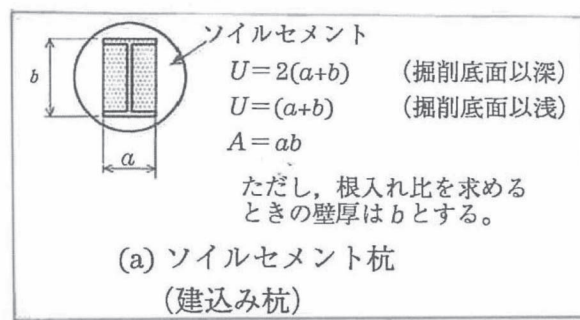


図-4 極限支持力算定時の先端面積中間杭断面図



図-5 中間杭スパンシール設置完了

パンシール)を設置した。スパンシールは、底版コンクリートと水和反応してH鋼杭周辺と密着、一体化することで中間杭と底版コンクリートとの空隙を無くし、パイピングを抑止する効果がある。

図-5のように底版鉄筋組立前にスパンシールをセットし、底版コンクリートを打設したが、この2種類の対策により、パイピングを防止することができた。

3-2) 地中連続壁の漏水防止対策（減圧井戸の設置）

立坑掘削完了時、地下20m以深で地中連続壁のソイルセメントの数箇所から漏水が発生していた。

地中連続壁の芯材（H-600×300）のまわり（φ1800）は設計強度0.5N/m²のソイルセメントで覆われているが、そのソイルセメントからの漏水の水量は、最大で約30m³/hあり、水の勢いもあることから、地下20m以深のソイルセメントには、かなりの間隙水圧が作用していると考えられた。

7段目の土留支保工に設置してある切梁（軸力管理の為）の土圧計の値は、漏水量が最大値30m³/hの時は、170tの値を示しており、設計軸力(450t)の37%であった。漏水を薬液注入工（溶液型瞬結タイプ）で止水して漏水量を3m³/h以下にすると、土圧計の値が210t（設計軸力の47%）まで上昇して、再びソイルセメントの別の場所から漏水し、その水量が30m³/hに達すると、土圧計の値が170t付近まで低下するという「もぐら叩き」ような現象を繰り返した。（図-6）

これらのことから、土圧計の値の差（210t-

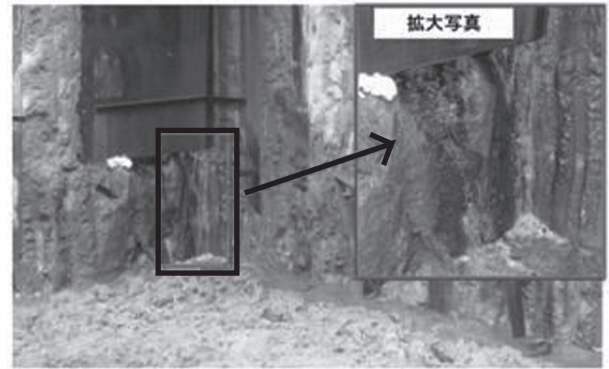


図-6 立坑内地下21m付近 コーナー部漏水状況

170t)の約40tが水圧によるもので、これがソイルセメントの崩壊を起こしている最大の要因であると考えられた。

ソイルセメントに作用する水圧は、地下20m付近の砂層中を流れる地下水（浸透水）によって生じる圧力である為、その水圧を下げる為には、その層の地下水を汲み上げ、水位を下げるのが有効であると考えた。ダルシーの法則においても、水圧に影響する地下水の流速を下げる為には、立坑内外の水位差（Δh）を小さくすること、すなわち動水勾配を下げるのが有効であるとされる。

この為、ソイルセメント外側（立坑外）の地下水位を下げる手段で工法を検討した。

地下水の処理工法としては、ウエルポイント工法やディープウエル（DW）工法がある。DW工法は、通常500～1000mmの深井戸を設置してポンプで揚水する工法であるが、今回は、ロータリーパーカッション掘削機（図-7）により、地中連続壁のすぐ際に、φ100の井戸を計画した。その井戸の中に深井戸用水中ポンプ（50A×3.7kw×200V）（図-8）を入れて揚程25m下の地下水を汲み上げた。

深井戸用水中ポンプ1台の揚水能力は、18m³/hであり、計算上必要な2台、その他安全率や故障時の予備を含め、合計4台の減圧井戸を各コーナー部に設置した。

減圧井戸設置工事は、1週間で完了し、2台のポンプによって図-9のように、床付け付近の帯水層の地下水36m³/hを汲み上げた。汲み上げ開



図-7 ロータリーパーカッション掘削機



図-8 深井戸用水中ポンプ (左)、減圧井戸完了 (右)

始から2日後には、立坑付近に設置した観測井戸の水位が1.7m下がり、立坑内からの漏水も止まった。

切梁の土圧計の値も約40 t 減圧できたことから、地下水位の低下対策によりソイルセメントに作用する水圧を低下させる目的を達成することができた。

この効果により、ドライな状態でコンクリートを打設できたので、コンクリート工としての強度、水密性、耐久性と云った一連の品質を確保することができた。

4. おわりに

今後の課題として、同類工事を施工する時は、

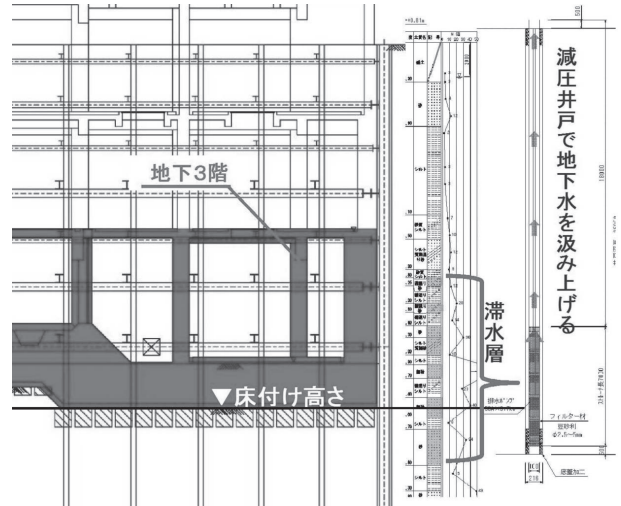


図-9 深井戸用水中ポンプ先端と減圧井戸 他

土留支保工に掛る側圧の計算と同時に、ソイルセメントへの側圧の照査も慎重に行うこと、その為には、事前調査として、床付け付近の土質の透水係数の調査や地下水位を観測することで、ダルシーの法則 $v=k \cdot i$ (k : 透水係数) により、ソイルセメントに作用する水圧の値を求めて、それに対してソイルセメントの強度が妥当かどうかを検討し、事前に地下水位低下工を計画することが重要である。

立坑を掘削する工事では、盤膨れ、ヒービング、ボイリングなど、さまざまな災害が発生する要因がある。

今回それらの災害要因に対して、慎重に設計照査を行い、中間杭からのパイピングのように、多くの事前対策を立て、実行した結果、災害も無く無事工事を完了することができた。

今後も、悪条件下での工事では、現場の自然条件をより慎重に検討した上で、事前の対応策を計画し、施工中の観察、計測を強化して工事の安全、品質を確保していきたいと思えます。

最後に、本工事の施工に当り、ご指導頂きました、愛知県知立建設事務所の監督員をはじめとする関係各位に厚くお礼を申し上げます。