

地下水位が高い地盤における基礎杭施工方法の検討

－谷田川橋耐震工事－

東京土木支店 土木工事部 金子彰
東京土木支店 土木工事部 園木聡

1. はじめに

本工事は栃木県渡良瀬遊水地内の谷田川橋左岸の P1 橋脚耐震補強工事である。渡良瀬遊水地は、明治時代に洪水対策の一環として作られた人工的な遊水地であり、敷地内には人工調整池である谷中湖やヨシ原が広がっている。その基礎杭施工時において、当初設計では前年度施工(他社施工)の P2 橋脚と同様のリバースサーキュレーションドリル工法が採用されていた。しかしながら試験杭掘削時において孔壁の崩壊が確認されたため施工不能となった。そのため、施工方法の再検討を行った。



図-1 現場位置図

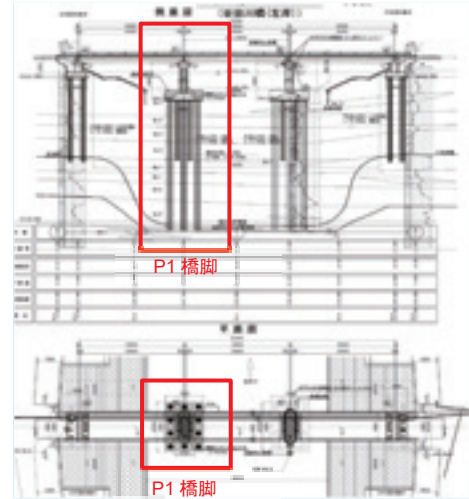


図-2 一般図

2. 工事概要

工事概要を表-1、一般図を図-2に示す。

表-1 工事概要

工事名称	R1 谷田川橋(左岸)耐震他工事
発注者	国土交通省 関東地方整備局 利根川上水河川事務所
工事場所	栃木県栃木市藤岡町内野地先
工期	令和元年 10 月 1 日～令和 3 年 6 月 18 日
主要工事内容	基礎杭工 一式 (近接施工部：6 本 桁下施工部：6 本) 橋脚巻立て工 一式 橋梁附属物工 一式 仮設工 一式 他

3. 当初設計における施工

3.1 試験施工

前年度の P2 橋脚施工記録では、施工基面より 5m 掘削が進んだ時点で孔壁の崩壊が発生しており、その際には補助工法として地下水位低下工法(ウェルポイント工法)を併用することにより孔壁崩壊に対応していた。本工事においても地下水位低下工法を併用しながら試験杭の掘削を行っていたところ

施工基面(YP+9.560)より 10.0m 掘削が進んだところで孔内水位の上昇が目視にて確認された。掘削深さの確認を行ったところ、掘削長が 9.0m しかなかったため孔壁崩壊の可能性があることが判明した。

3.2 施工中の管理状況および崩壊原因の推察

掘削中の孔内水位の確認、掘削中の泥水(安定液)比重管理、掘削速度においては、すべての管理値は許容範囲内で施工されていた。柱状図では、孔壁崩壊箇所は帯水層である砂層(As-2 層)であったことから、何らかの要因で水頭差が不足し、孔壁を保持するための圧力が不足したため孔壁崩壊が起こったのではないかと推察した。

4. 孔壁崩壊の原因と考察

4.1 原因調査

土質データは P2 施工時のデータが使用されていたため、今回の施工結果を踏まえ、P1 付近でジャストボーリングを実施した。その結果、前年度の土質データと同じく施工基面(YP+9.560m)より 10m 掘削が進んだ箇所に帯水層である砂層(As-2 層)が確認された。

4.2 孔壁崩壊の原因

谷中湖は水質保全対策のために 2 月上旬から 3 月下旬までの約 1 ヶ月間、谷中湖の中の水を抜く干し上げを行っている。この期間の最低水位は YP+8.5~8.3m であった。非洪水期水位である 10 月上旬から翌年 1 月上旬の水位は YP+15.0m まで低下する。P2 橋脚基礎杭の施工を行ったのは干し上げ期間である 2 月上旬、今回 P1 橋脚基礎杭施工時の試験杭施工日

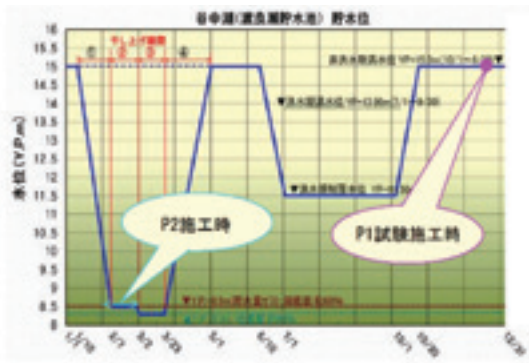


図-3 谷中湖水位の変動

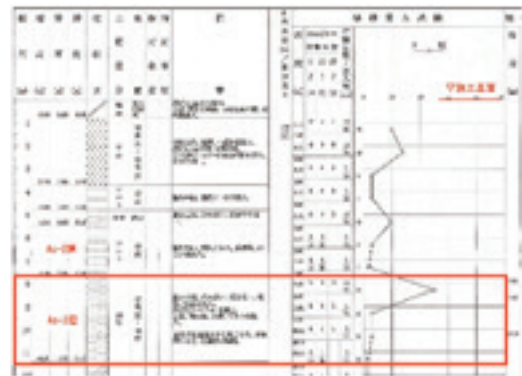


図-4 ボーリング柱状図
施工箇所

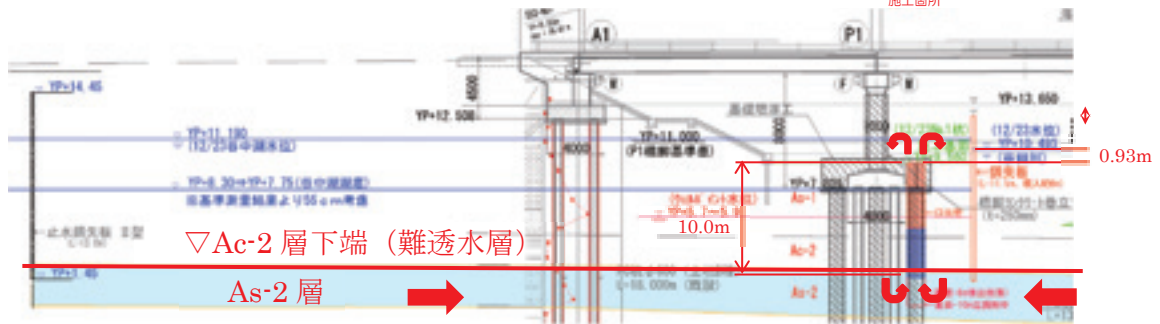


図-5 孔壁崩壊状況考察

は非洪水期間である 12 月 23 日である。調査の結果、試験施工日の谷田川橋に最も近い測定地の水位は P2 橋脚施工時より 0.74m 高いことが判明した。実測値においても、P1 橋脚施工時の谷田川、谷中湖の水位は、谷田川で約 0.2m、谷中湖で約 2.0m 程度 P2 橋脚施工時より高かったため、より孔内の水頭差を確保しづらい状況であった。谷中湖の水位の変動を図-3 に、ボーリング柱状図を図-4 に示す。

これらを基に孔壁崩壊の考察を行うと、P1 基礎杭施工時は鋼矢板による仮締切外部の谷田川で水頭差は 0.93m あるが鋼矢板の先端が粘土質シルトの難透水層(Ac-2 層)に十分根入れされているために施工基面は、Ac-2 層下端に発生する被圧水に対し安定な状態を保っている。一方、難透水層(Ac-2 層)より上層の掘削時は、ウェルポイントによる効果で仮締切外部(谷田川等)水位の影響を受けずに掘削が可能であったが、掘削深さが 10.0m 付近になると粘土質シルトの難透水層(Ac-2 層)の下端を超え帯水層である砂層(As-2 層)に到達する。帯水層に到達すると土の有効重量がなくなるため仮締切内の地下水高さは、外部の地下水高さに近づこうとするため水頭差が不足し、孔壁を保持するための圧力が不足し孔壁が崩壊したと考えられる。また、P1 橋脚が P2 橋脚よりも谷中湖に近いことも、谷中湖の水位の影響を受けやすい要因の一つである。よって、施工時期の谷中湖の水位の差が孔壁崩壊に大きく起因したのと考えられる。これらの状況を図-5 に示す。

5. 施工方法の再検討

地下水が高い場合の施工として以下の 2 工法を検討した。

- ① 補助工法等により地下水対策を講じ、リバー工法にて再施工を行う
- ② オールケーシング工法にて再施工する

①にて施工を行う場合には仮設工法として追加で仮締切を行うことで二重締切とし、補助工法としてディープウェル工法を採用することで追加の仮締切の鋼矢板より下層はディープウェルにより水位を下げる。対して②の長所は、地下水に対して優位な工法ということである。そのため、①にて再施工を行う場合の追加の仮設工や補助工法は必要ではなくなる。また、桁下部の施工は低空頭オールケーシング工法にて検討を行った。施工箇所は、調整池内の工事のため湧水期施工という制限があるため、全体工程を比較した場合、①で施工した場合は 2 期の湧水期工事になる。対して②は、1 期の湧水期工事で施工を行うことができる。以上より施工性、経済性などを総合的に比較した結果、②のオールケーシング工法を採用した。

6. おわりに

オールケーシング工法にて施工を行った結果、地下水に影響されることなく施工を行うことができ、全体工程においても 1 期の湧水期で竣工を迎えることができた。本報告が今後類似工事における施工方法、設計変更の一助となれば幸いである。

Key Words: リバーサーキュレーションドリル工法, 孔壁崩壊, オールケーシング工法, 水頭差, 低空頭



金子彰



園木聡