

河川に近接した深礎杭施工における大量湧水の対処方法

西松建設株式会社 関東土木支社 正会員○小島一郎 正会員 佐山裕之
西松建設株式会社 土木設計部 正会員 土屋光弘

1. はじめに

本工事「中央自動車道富士吉田北スマートインターチェンジ・ランプ橋（下部工）下り線工事（発注者：中日本高速道路株式会社 八王子支社）」は、富士吉田西桂スマート IC における中央自動車道富士吉田線下り線側の橋梁下部工（橋台2基、橋脚9基他）を新設する工事であり、亀裂性硬質玄武岩質溶岩が分布する地質条件において、大口径深礎杭工法により基礎杭を施工した。本報告では、施工中に発生した約 2,500 L/分の湧水に対する対策工法の報告を行うものである。

2. 地質概要

図-1 に示すように大口径深礎杭（C2D2-P5 橋脚、杭径 $\phi 7,000$ mm、杭長 $L=14.0$ m）を施工する場所は、一級河川の桂川に近接した谷地形であり、富士山を供給源とする溶岩流が分布する地質条件となっている。大口径深礎杭を施工する範囲の溶岩は自破砕部（ab2, ab1）と塊状部（la2, la1）に区分されるが、両地質ともに亀裂が多く、桂川に近接した施工条件からも湧水の発生が懸念されていた。（図-2、表-1）

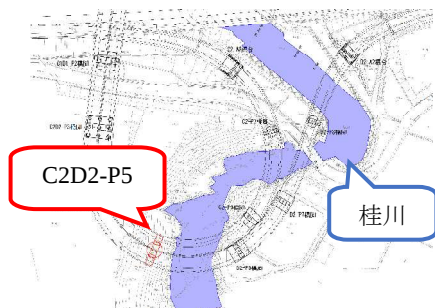


図-1 全体平面図

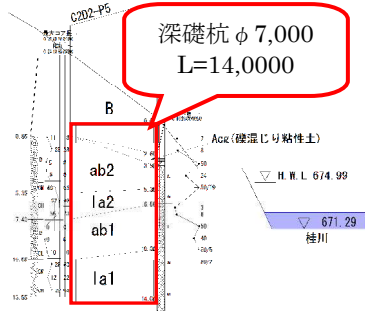


図-2 地質断面図

表-1 地質条件

記号	地層区分	写真
B	盛土・埋土層	3
ab2	第2溶岩自破砕部	4
la2	第2溶岩塊状部	5
ab1	第1溶岩自破砕部	6
la1	第1溶岩塊状部	7
m1	下部泥流堆積物	8

3. 掘削中の湧水発生状況と深礎杭下端までの湧水対策

大口径深礎杭の掘削を進めたところG.L.-7.0m付近で、自破砕溶岩（ab2）と塊状溶岩（la1）の層境付近より1回目の湧水（ q =約250L/分）が発生した。湧水に対する1次対策として、懸濁型注入材による止水注入を行った。山側より4本の止水注入を行った結果、湧水量が減少（ q =約70L/分）したため、掘削を再開した。

1次対策後、G.L.-8.0m 付近まで掘削を行った段階で、再び湧水量が q =約 650L/分まで増加し、掘削作業を継続できない状況となった。

そこで、2次対策として、山側は懸濁型注入材による止水注入を行い、川側は溶液型注入材による止水注入を行った（図-3）。

山側2本、川側1本の止水注入を行った結果、湧水量が q =約 60L/分に減少し深礎杭の掘削を再開した。その後、掘削が進むにつれ湧水量も増加したものの、排水設備を増強し、深礎杭 14.0m の掘削および鉄筋の組立を完了した。

ただし、支持層付近からは写真-1 に示すように湧水（ q =約 2,500L/分）が発生しており、次工程において、材料分離のない品質の良いコンクリートを施工するための湧水対策が課題となった。

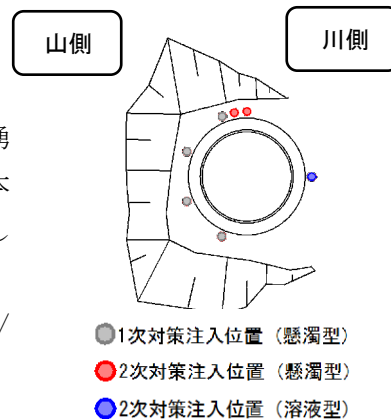


図-3 2次対策施工平面図



写真-1 支持層付近湧水状況

キーワード 水中不分離性コンクリート、大口径深礎杭、試験施工、湧水対策

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル 3F 西松建設株式会社関東土木支社 TEL03-3502-7556

4. 湧水抑制対策と水中不分離性コンクリートの採用

(1) 薬液注入による湧水抑制対策

支持層付近の湧水を抑制するため、la1 層（第 1 溶岩塊状部）を対象として、薬液注入（3 次対策）を実施した（図-4）。薬液注入は、地下水の流速の影響等を考慮し、瞬結タイプによる单相式溶液型（ゲルタイム 2～5sec）を選定し、近傍の桂川に薬液が流出しないよう圧力管理を行い、施工することとした。薬液注入の効果により、湧水量が約 q =約 2,500L/分から約 q =約 2,000L/分と約 500L/分減少したものの、湧水対策としては十分な効果が得られなかった。そこで、抜本的な対策として、深礎杭コンクリートを水中不分離性コンクリートによる施工に変更することとした。

(2) 配合計画

水中不分離性コンクリートの配合を決定するため、水セメント比 $W/C=49.2\%$ の B 配合を中心とし、水セメント比 W/C を 5%低減させた A 配合、5%増加させた C 配合の 3 配合で室内試験練りを行った。

全ての配合において、圧縮強度、水中・気中強度比、空気量の規格値を満足したが、A・C 配合はスランプフローの基準値 $60\pm 3\text{cm}$ を満足しないことから、実施工では B 配合を採用した。今回の施工では、現地で生コン車内に混和剤を添加する計画であり、B 配合について同様の方法で実機練りを行い、室内試験練りの結果とほぼ同等の結果であることを確認した。

(3) 水中不分離性コンクリートによる深礎杭の施工

水中不分離性コンクリートの採用にあたり課題となったのが、鉄筋径 D51 × 2 段配筋となっている深礎杭外周付近のコンクリートの充填性および材料分離抵抗性の確保であった。

深礎杭外周付近の充填性および材料分離抵抗性を確認するため、実物大（長さ 7m × 幅 1m × 高さ 1m）の型枠を製作し、試験施工を実施した。試験施工の結果、写真-2 のように鉄筋背面およびライナープレートの裏面まで水中不分離性コンクリートが充填されていることが確認できた。

また、材料分離抵抗性を確認するためコアを 4 本採取し、コンクリート表層付近の材料分離状況を確認した。確認の結果、打設高さの 10%程度が材料分離層であることが確認され、深礎杭の実施工の打設高さを 10%程度割増し、打設高さを 7.0m から 7.5m に変更する計画とした（図-4）。

実施工では、地下水流速の影響を軽減するため、内部を G.L.-6.0m まで水張りし、材料分離を抑制するため深礎杭に 6 吋のトレミー管を 4 本設置し（写真-3）、コンクリートポンプ車のブーム操作により順次コンクリートを投入することで、コンクリートの水平流動距離を短縮した。

コンクリートの充填性はコンクリート充填検知システム（ジューテンダー）により確認した。

5. まとめ

水中不分離性コンクリートの適用に際し、深礎外周付近の充填性および分離抵抗性を試験施工により確認した。

コンクリート硬化後、材料分離層を確認するためコア抜きを実施した結果、約 13%の材料分離層が確認された。採取コアの分離長を目安に、コンクリートの強度を確認しながら材料分離層を除去し残工程を無事完了した。大口径深礎杭に水中不分離性コンクリートを使用した本事例が、今後の同種工事の参考となれば幸いである。

参考文献 土木学会 コンクリート標準示方書（施工編）

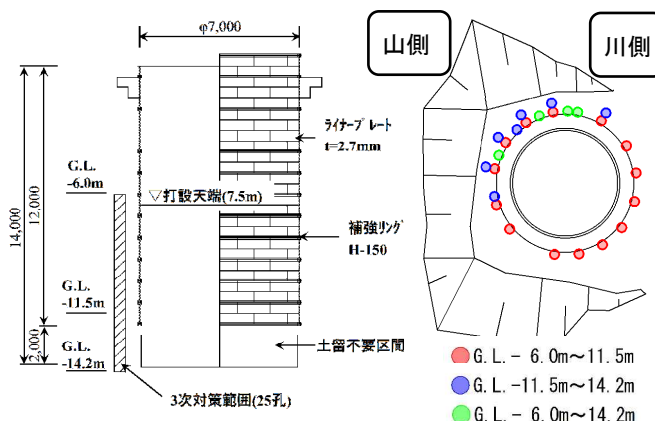


図-4 薬液注入範囲図



写真-2 充填確認（試験施工）



写真-3 トレミー管配置状況