

大口径深礎杭施工における亀裂性硬質玄武岩質溶岩から発生した大量湧水に対する対策工法の報告

佐山 裕之* 木内 聡*
 Hiroyuki Sayama So Kinouchi
 小島 一郎* 宮澤 亮*
 Ichiro Kojima Ryou Miyazawa

1. はじめに

本工事は、富士吉田西桂スマートIC（フル・インター）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を新設する工事である。

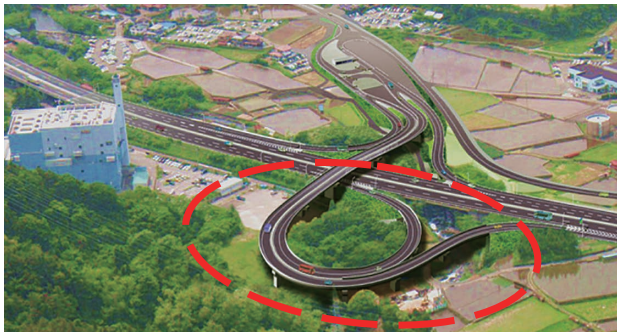
本工事では、亀裂性硬質玄武岩質溶岩が分布する地質条件において、大口径深礎杭工法により、橋梁下部工を施工した。

本稿では、亀裂性硬質玄武岩質溶岩を掘削中に発生した2,000 L/分の湧水に対する対策工法の報告を行う。

2. 工事概要

工事名：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
 工事場所：山梨県南都留郡西桂町小沼～山梨県富士吉田市小明見
 工期：平成27年10月20日～平成29年11月27日
 工事内容：延長450 m，橋台2基，橋脚9基他
 基礎形式：大口径深礎杭他

φ7.0 m～φ5.0 m 3基（発破併用掘削）



図一1 工事全景パース図

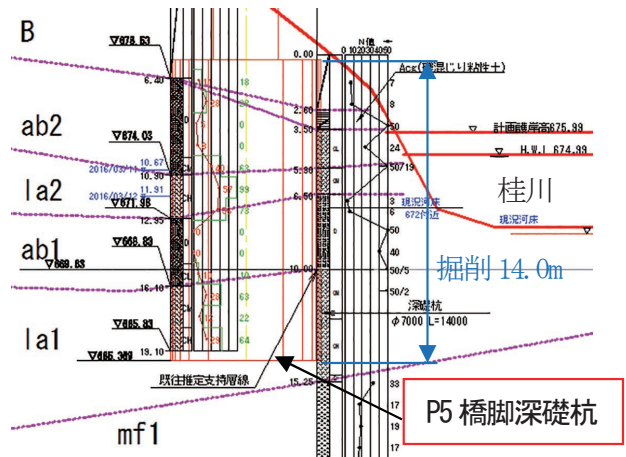
3. 地質概要

図一2に示すように大口径深礎杭（φ7.0 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碎部と塊状部に区分されるが、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。

また、la1層（第1溶岩塊状部）は、硬質な玄武岩質溶岩であることから、ライナープレートを設置しない素掘り掘削が適用されていたことも懸念要因の一つであった。



図一2 P5 橋脚深礎杭 地質図

表一1 地質条件

記号	地層区分	写真
B	盛土・埋土層	3, 4
ab2	第2溶岩自破碎部	5, 6
la2	第2溶岩塊状部	7, 8
ab1	第1溶岩自破碎部	9, 10
la1	第1溶岩塊状部	11, 12
mf1	下部泥流堆積物	13, 14

4. 湧水発生状況

発破を併用した人力により大口径深礎杭の掘削を進めたところ、自破碎溶岩（ab2）と塊状溶岩（la2）の層境付近（G.L-7.0 m）より1回目の湧水（q=約250 L/分）が発生した。

湧水対策として、自破碎溶岩（ab2）と塊状溶岩（la2）に、懸濁型注入材による止水注入を行い掘削を再開したが、G.L-8.0 m付近まで掘削を行った段階で湧水量はq=約650 L/分と増加し掘削作業を継続できない状況となった。

2次対策として、ゲルタイムの短い懸濁型・溶液注入材による止水注入を行い、排水ポンプによりq=約2,500 L/分の湧水を排水することで14.0 mの掘削および鉄筋の組立て作業を完了した。

ただし、支持層付近からは写真一1に示すように湧水

* 関東土木（支）富士吉田（出）

が発生しており、次工程のコンクリート打設において、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、支持層付近からの湧水対策が課題となった。



写真一 支持層付近（底版下面）湧水状況

5. コンクリートを打設するための方策検討と対策

5-1 薬液注入による湧水対策

支持層付近の湧水を抑制するため、Ia1層（第1溶岩塊状部）を対象として、薬液注入を実施する計画とした。

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2~5 sec、厚さ1.0 mの脈状注入、注入間隔2.0 m）を選定し、近傍の桂川に薬液が流出しないよう圧力管理（初期圧：+0.3 MPa、上限圧力：1.0 MPa）を行い施工した。

薬液注入の効果により、湧水量が $q=2,500$ L/分から $q=2,000$ L/分と500 L/分減少したものの、支持層付近からの湧水対策としては、十分な効果が得られなかった。

5-2 水中不分離性コンクリートでの深礎杭の施工

薬液注入では、湧水を抑止することが困難であると判断されたことから他工法との比較検討を実施し、対策工法として地下水を復水し水中不分離性コンクリートにより深礎杭を施工する工法を選定した。

水中不分離性コンクリートの採用に当たっては、大口径深礎杭（直径： $\phi 7.0$ m、地下水位以下の高さ： $h=7.0$ m）であることから、水中不分離性コンクリートの充填性と分離抵抗性を確保することが課題となった。

(1) コンクリートの配合

コンクリートの配合は、室内試験練りにおける圧縮強度、圧縮強度比およびスランプフローから表一2の配合を選定した。

表一2 水中不分離性コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	スランプフロー (cm)	圧縮強度 (N/mm ²)					
			σ_7	強度比	σ_{28}	強度比		
49.2	40.0	58.5	気中	22.0	89.0%	気中	33.9	89.1%
			水中	21.4		水中	30.8	

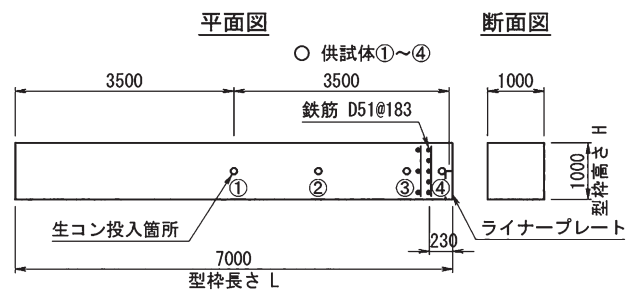
(2) 試験施工による充填性と分離抵抗性の確認

水中不分離性コンクリートの充填性および分離抵抗性を確認するため、実施工において設置する主筋(D51@183)を配置した実物大（長さ7 m×幅1 m×高さ1 m）の型枠を用いて試験施工を実施した。

試験施工では、型枠の中央から水中不分離性コンクリートを打設し、鉄筋の外側に位置する供試体④（水平流動距離3.5 m）の状況から充填性を評価するものとした。

写真二に示すように水平流動距離3.5 mの位置において、水中不分離性コンクリートが充填されており、水中不分離性コンクリートの充填性が確認された。

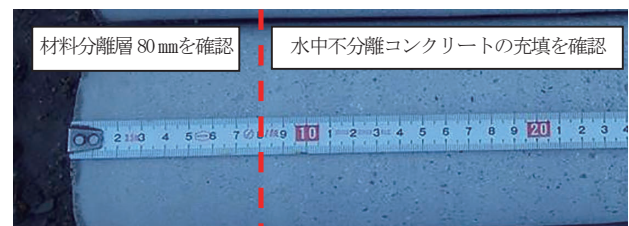
また、材料分離抵抗性を確認するためコアを4本採取し、コンクリート表層付近の材料分離状況を確認した。その結果、平均で打設高さの10%程度が分離層であることが確認された。この結果を踏まえ、実施工における打設高さを10%程度割増し7.0 mから7.5 mに変更する計画とした。



図一3 実物大試験施工平面図

表一3 材料分離測定結果

供試体	①	②	③	④	平均
分離層厚 (mm)	50	70	170	80	93
割合 (%)	5.0	7.0	17.0	8.0	9.3



写真二 供試体④材料分離状況

6. まとめ

実施工では、材料分離を抑制するため $\phi 7.0$ mの深礎杭に4箇所の打設管を設置し、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、13%程度（1.0 m）の材料分離層が確認されたため、材料分離層を除去し残工程を無事完了した。最後に本工事において、ご指導、ご教示いただきました皆様に感謝を申し上げます。