

急勾配掘削のり面部における高所ボーリングマシンを用いたグラウチング施工

ハザマ 正会員○土木事業本部技術設計部 宇津木慎司
 ハザマ 正会員 東北支店長井ダム出張所 金澤 真一
 ハザマ 正会員 東北支店長井ダム出張所 三浦 健二

1. はじめに

重力式コンクリートダムにおいて実施される基礎処理工のうち、コンソリデーショングラウチングについては、着岩部付近の浸透流抑制、弱部の補強等を目的に堤敷全面を対象として施工の検討が行われる。施工方法には、①堤体コンクリートを数リフト打設した後、打設面上から施工する方法(カバー方式)と、②堤体打設前に、のり面に足場を組んで先行施工する方法(ノンカバー方式)がある。工法選定には、堤体打設工程からの制約と、地質状況、注入時のリークと岩盤変位状況、注入効果予測等が勘案される。

国土交通省発注長井ダムは、山形県長井市に建設中の堤高 125.5m、堤体積 120 万 m^3 の重力式コンクリートダムである。当該ダムの堤体掘削のり面形状については、河床部左右岸に分布する低角度弱層の堤体へ及ぼす影響を最小限にする目的で、河床部より 1:0.3~0.5 勾配で高さ 30m 程度の急峻なりの面が設定されていた(キー形状掘削)。

当初設計では掘削の次の工程として、コンソリデーショングラウチングについては、のり面に足場を組みノンカバー方式で実施する計画(上記②方法)であった。この工法は、足場の組立てや盛り替えを必要とするが、堤体打設の工程を制約せずにのり面上部で先行して基礎処理工を進めることができる利点を有している。しかしながら、急勾配のり面部においては、足場工自体の施工が困難であるとともに、セメントミルクの注入圧力による表層崩壊が発生する可能性があり、これによる労働災害や堤体打設の長期中断という工事に対する致命的なリスクも懸念された。

本報は、長井ダムにおいて安全かつ工期短縮可能な代替工法として採用された、当社開発の高所ボーリングマシン¹⁾を用いたグラウチング施工の事例について紹介するものである。高所ボーリングマシンによる施工状況を、写真-1.1 に示す。

2. 地質概要

ダム堤敷部の地質については、白亜紀から古第三紀にかけて貫入した朝日山地の花崗岩類に属する花崗閃緑岩が広く分布している。今回の検討対象である急勾配掘削のり面部においては、岩質は堅硬であるが、割れ目が細かく、特に右岸側で流れ盤状を呈するものが卓越しているため、掘削時にはこれらの割れ目に沿った表層崩壊が数次にわたり発生した。

3. 高所ボーリングマシンの概要

当社で開発した高所ボーリングマシンは、表-3.1 に示すように、バックホーのベースマシン(0.65 m^3)のアーム部にパーカッション方式の削孔機を搭載したものである。せん孔性能については、機械接地面から上部



写真-1.1 高所ボーリングマシン施工状況

キーワード コンソリデーショングラウチング、高所ボーリングマシン、ダム

連絡先 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 TEL03-3405-4052, FAX03-3405-1854

10m の範囲において、最大せん孔深さ 7.5m のボーリング削孔が可能であり、遠隔操作により削孔作業、ロッドの継ぎ足し作業等を実施できることから、のり面の崩落、落石等に対して安全であるという利点を有している。またマシンの搬出入に関しては、総重量は 19.5t であるが、削孔機部分を取り外して運搬することもできる。

4. 高所ボーリングマシンを用いた施工法について

当工法は、高所ボーリングマシンを用いて堤体打設面から削孔し、高所作業車を用いてセメントミルクを注入する工法である。この施工法は、足場の設置や盛り替えが不要である代わりに、打設面からの作業となるために堤体打設工程との調整が必要となる。一方、安全面では、作業員が平滑な打設面よりのり面から離れた位置で作業をするため、当該のり面のような長大かつ急勾配のり面部においては作業の安全性への貢献が大きい。さらに長大な掘削のり面に対して、打設したコンクリートによるストラット効果を期待しながら施工を進めていくので、地山の安定性の保持にも寄与する。またこの工法では足場費が不要となり、コスト削減効果も大きい。

具体的な施工法については、先行足場での施工法と同様に中央内挿法を基本とし、施工範囲については堤体打設の進捗に伴い下部から上部へと広げていく手法を取っている。まず図-4.1に示すようにある時点での堤体打設面より高さ10mの範囲内にある1次孔そして下部の2次孔および追加孔を施工し、その後、図-4.2に示すように上部の1次孔に到達する高さまで打設完了した時点で、上部ブロックの施工に着手する。この流れに従い、河床部から堤体打設の進捗に伴って順次上位標高へと施工範囲を広げていく。

当工法を実施することにより、平成16年3月現在、堤体積 120 万 m^3 のうち約 35 万 m^3 の打設を完了し、河床部から高さ約 30m 分の急勾配のり面部におけるコンソリデーショングラウチング施工が完了している。この間、堤体打設工程に大きな支障を来すことなく施工を安全にすすめることができ、注入成果についても所期の目標を達成できている。

5. まとめ

今回、急勾配のり面部におけるコンソリデーショングラウチングの施工法について、長井ダムにおける高所ボーリングマシンの適用事例を示した。長井ダムでは、中標高部のり面(平均勾配約1:1.0)でも下流側エリアでこの工法により施工することになった。

当工法は、本報で紹介したような急勾配部のり面部のグラウチング工やさらにはのり面の安定性が懸念される箇所における補強土工法等の施工において、安全性が高くかつ施工性が良いことから、有効な工法であると考えられる。今後、適用事例を増やしていくとともに、合理化施工を主眼とした操作性の更なる向上、多種多様な岩盤への適用可能なアタッチメントの開発等の課題に取り組んでいく所存である。

表-3.1 高所ボーリングマシンの諸元

ベースマシン	バックホウ 0.65 m ³ 級
運転質量 (t)	19.45
定格出力 (kW/rpm)	73.5/1.800
最大せん孔深さ (m)	7.5
最大せん孔高さ (m)	10.0
使用ロッド (径×長さ) (mm)	38×(4,310+3,660)
ガイドシェル長 (m)	6.95
フィード長 (m)	4.15
ドリフタ質量 (kg)	165
打撃数 (bpm)	2,300~2,800
回転数 (rpm)	0~250
クローラ全長×同全幅 (m)	3,690×2,490
走行速度 (高/低) (m/h)	5.5/3.3
登板能力 (°)	35
全長×全幅×前高 (mm)	10,510×2,490×3,540

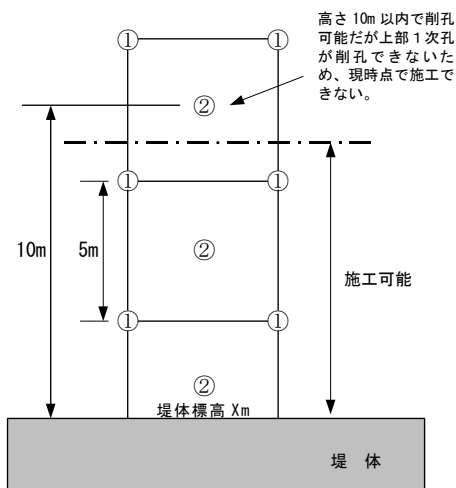


図-4.1 高所ボーリングマシンによる施工図
(堤体標高 X m)

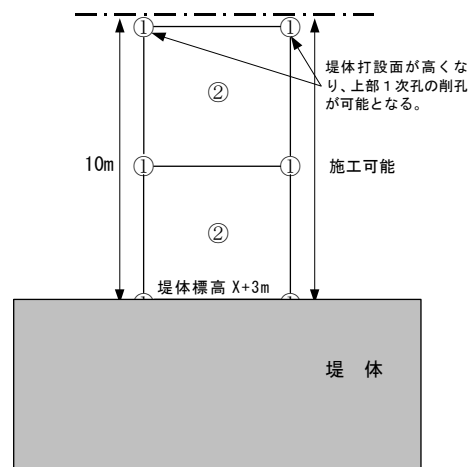


図-4.2 高所ボーリングマシンによる施工図
(堤体標高 X+3 m)