

地下ダムの止水壁構築における着底管理システムの現場適用事例

竹中土木 正会員 ○中村 慎 坪村 修
 沖縄総合事務局 非会員 比嘉 真一郎 岡本 真実

1. はじめに

地下ダムとは、地中の帯水層中に止水壁を構築することにより、地下水の海への流出を堰き止め、地盤の間に水を貯留させるための施設である。その止水壁構築の代表的な工法として、SMW 工法による地中連続壁工法がある。止水壁構築においては、安定した遮水性能を確保することが求められておりその為には、不透水層への確実な根入れの管理が重要である。不透水層深度はボーリング調査を基に設定しているが、ボーリング調査位置が必ずしもダム軸上にあるとは限らず、特に不透水層の勾配が大きい場合においては、不陸や断層が想定される場合が多く、ダム軸上の不透水層深度を正確に把握することは困難である。そこで当社は、SMW 工法による止水壁構築サイクルの先行削孔時に得られるデータに着目し、定量的に不透水層深度をリアルタイムに推定する着底管理システムについて検討を行ってきた。^{1) 2)} 本報では、着底管理システムを現場適用した結果を検証した。また、地下ダム施工において空洞部及び軟質部の可能性がある箇所については、その規模により適切な対策工法を講じる必要があり、空洞部規模の検出が求められている。本工事で得られたデータを用いて空洞部検出についても検証した。

2. 着底管理システム概要

着底管理システムの概要を図-1 に示す。止水壁構築の先行削孔時に得られるデータ（減速機の「負荷電流」と掘削機より得られる掘削ロッドの「吊荷重」、削孔液の「注入圧」）を用いる。

図-2 に計測データ例を示す。ある深度までは、負荷電流値が増加すると吊荷重が減少し、負荷電流値が減少すると吊荷重が増加する負の相関関係がみられるが、不透水層に一定は、負荷電流値が減少すると荷重が減少する正の相関関係に変化する。負荷電流と吊荷重の相関関係を用いることにより、不透水層上面深度で負の相関から正の相関に変化する深度を不透水層上面深度とした。また、不透水層に貫入した時に、削孔液が地盤中に浸透せずに削孔液の注入圧力が急激に上昇する。この両方の指標にて着底深度を判定する。両指標の不透水層上面深度の判定基準は、施工前にダム軸上のボーリング近傍で試験施工を実施し設定する。

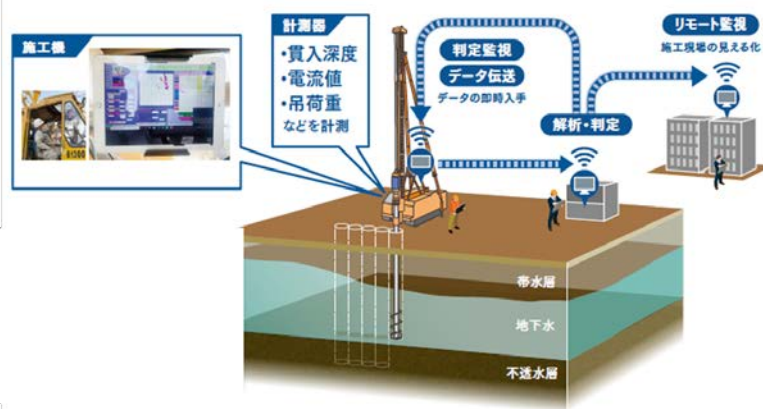


図-1 着底管理システムの概要

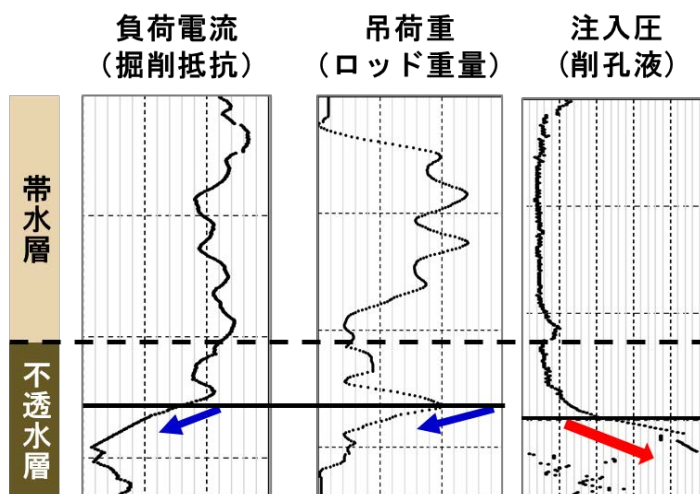


図-2 計測データ例

キーワード 着底管理, 空洞部, 軟質部, 琉球石灰岩, 島尻層群泥岩

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 (株)竹中土木技術・生産本部 TEL 03-6810-6215

3. 不透水層深度推定の精度検証結果

本システムを適用した仲原地下ダム（箕済東部）建設工事は、施工延長 308.7m の止水壁を構築する工事である。今回、「その3工区」にて先行削孔の奇数孔 30 本を対象とし、着底判定の精度検証した。該当区間は、不透水層上面勾配が 10%を超える急勾配区間であり断層や不陸が大きいことが想定されていた。ロッド先端から 2m の範囲に鉄筋棒を均等間隔で設置し、そこでの泥岩の付着から求めた不透水層上面深度と本システムの着底判定深度の比較検証した。図-3 に検証結果を示す。システムの着底判定深度は、泥岩付着から求めた不透水層上面深度と同じ傾向を示している。また両者の相関の程度を求めるために決定係数を算出したところ、0.99 と非常に大きく、本システムにより高精度に着底深度を推定できることを確認できた。

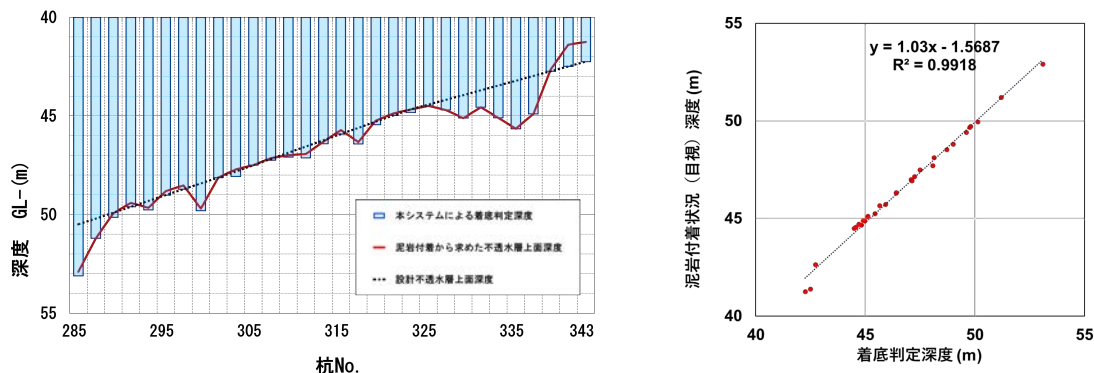


図-3 本システムによる着底判定精度の検証

4. 空洞部（軟質部）評価の検討

N 値 10 以下が 4m 想定されているボーリング地点から、2m 離れた先行削孔データを用いた。検討した指標は、積分電流値と CLS 値（負荷電流/押付荷重“オーガー総重量－吊荷重”/削孔速度）を用いた。図-4 に検討結果を示す。CLS 値とは、押付荷重と削孔速度を一定にした時の負荷電流値を表現している。ボーリングデータより、N 値が 10 以下の範囲（GL-16.0m～19.2m）

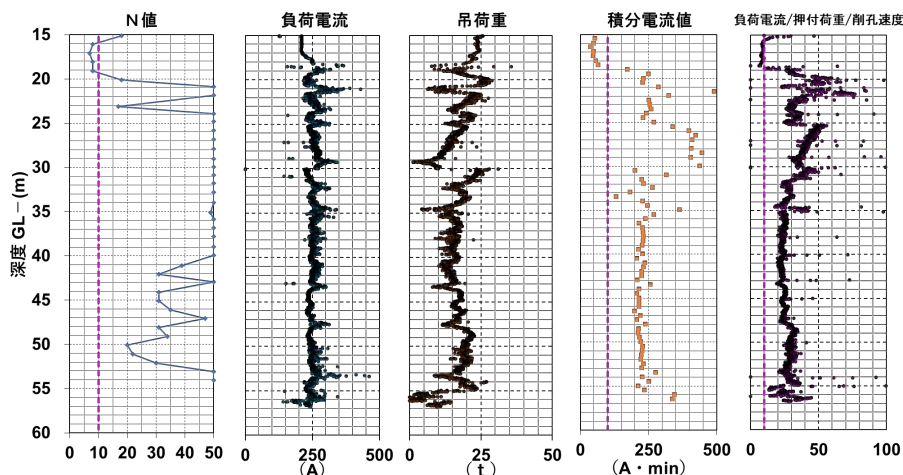


図-4 空洞部（軟質部）評価の検討結果

において、積分電流値と CLS 値の減少が確認できた。二つの値の閾値を決め空洞部（軟質部）を判定することで、空洞部および軟質部の規模を把握できると考える。

5. おわりに

着底管理システムにより、高い精度で着底深度の把握ができた。それにより、遮水性の品質確保と再削孔の発生をなくし工程遅延防止に寄与した。また、空洞部（軟質部）の検出可能性を確認できた。現状、設計段階の空洞部（軟質部）が想定されるすべての範囲で、三軸切り崩し削孔による止水壁構築時に規模に応じて、靱性材混合などの対策を適用しているが、今後空洞部（軟質部）検出システム構築により、規模や範囲が特定されることで、適正な対策の施工が可能となり、材料費および環境負荷低減にもつながると考える。

参考文献

- 1) 大村啓介他：吊荷重と電流値を用いた地下ダム止水壁着底管理手法の検討，農業農村工学会誌第 83 巻第 5 号，2015
- 2) 大村啓介：SMW 工法での地下ダム止水壁の着底管理システム『ボトムシーク』，第 90 回農業農村工学会全国大会，2019