

SMW 掘削データを用いた地下ダム基盤確認システムの開発

西松建設（株） 技術研究所 正会員 ○平野 享 佐藤 靖彦
 西松建設（株） 正会員 仲松 宇大 羽山 里志
 沖縄総合事務局 伊江農業水利事業所 宮川 誠

1. 開発目的

離島の農業用水確保を目的とした地下ダム建設が SMW 工法による地中連続壁の造成により行われている。その施工管理で鉛直精度の確保と並んで重要とされたのが基盤層への確実な根入れである。従来は、施工時にオペレータが掘削電流を目安として経験的に基盤到達を判断していた。しかし、地下ダムでは施工深度が大きいことから電流変化がそれ程明瞭ではなく、その判断は難しかった。そこで、掘削電流及びオーガー吊荷重の計測値から基盤到達を明瞭に判定できる指標を自動計算し、指標に基づく判定結果をリアルタイムに表示する基盤確認システムを開発した。本報では本システムを伊江地下ダム工事の複数工区に適用した結果を報告する。

2. 基盤確認システム

図-1 に本システムの構成を示す。無線で SMW 掘削機から計測室に伝送された SMW 掘削データは解析用パソコンがリアルタイムに解析し、基盤到達を判定する指標（以下、FA 値）を計算し、その FA 値に基づく判定結果を提示するプログラム

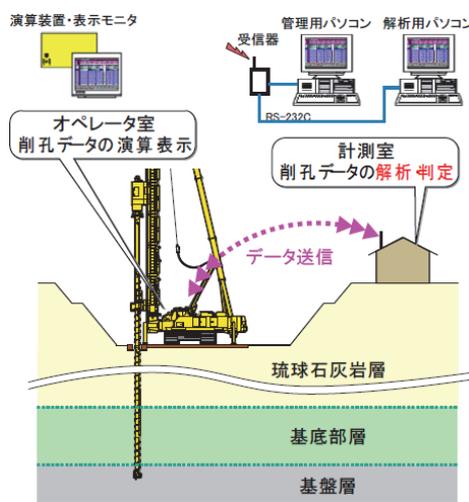


図-1 基盤確認システムの構成

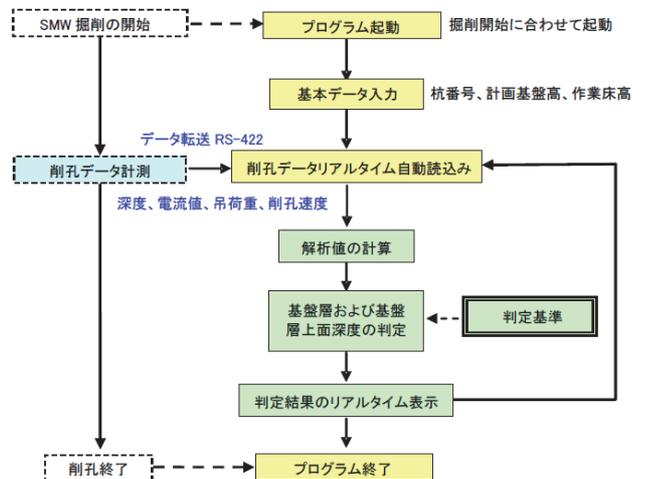


図-2 プログラムのフロー

を開発した（図-2）。本プログラムは、過去の掘削データの分析から得られた基盤到達を客観的に推定できる判定基準を内蔵している。具体的には、図-3 のような掘削データ（掘削電流、オーガー吊荷重、掘削速度）を分析すると、SMW 掘削が基盤層など硬質な地層に到達した時に電流増大、荷重減少、速度低下の傾向が認められるので、その傾向を掘削データの計測値から抽出できるような判定式と判定基準をプログラムに設定している。

3. 基盤判定指標

判定式は、過去の掘削データの分析をふまえて、掘削電流とオーガー吊荷重を変数とする(1)式とした。ここで、掘削電流とオーガー吊荷重（※オーガー吊荷重はオーガー総重量－掘削推力であり、掘削

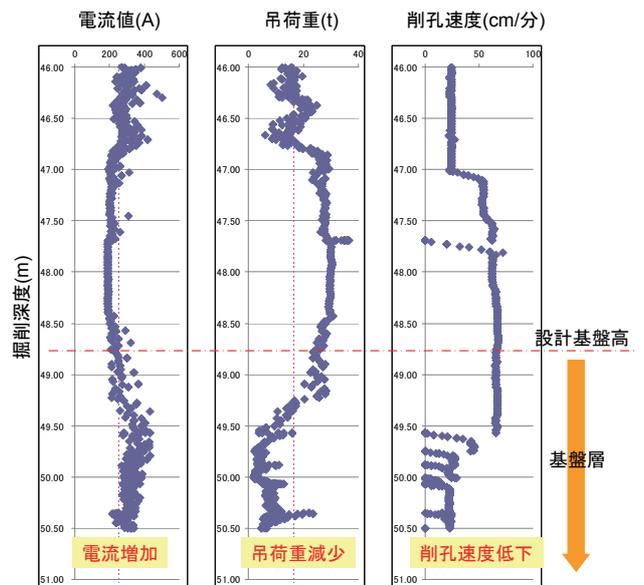


図-3 削孔データの例（北工区深部その3）

推力と向きが逆の変化をする）の積を用いることで変化を強調している。当初、掘削速度も判定式に組み入れることを検討したが、運転員の操作による影響が大きいことが分かり判定式からは除外した。

$$FA \text{ 値} = \frac{\text{(計測値)}}{\text{(判定基準)}} = \frac{\text{削孔電流} \times (\text{錐総重量} - \text{オーガー吊荷重})}{\text{削孔電流の判定基準} \times \text{オーガー吊荷重の判定基準}} \dots (1)$$

(1)式の分母(判定基準)は、分子(計測値)の変化が基盤到達に対応するものかどうか判断するしきい値を定めており、FA 値 ≥ 1であれば基盤到達と判定する。また、基盤層上面に存在する礫層(これも比較的硬質)との相違を区別するため、FA 値 ≥ 1の掘削方向での連続性を考慮するアルゴリズムを併用した。

4. 適用現場

本システムを適用した工事は、沖縄県伊江島の伊江地下ダム工事における合計4箇所の工区である。うち2箇所では先行掘削工、残る2箇所では三軸掘削工についての適用とした。地質構成は各工区で類似しており、一例として北西工区(その1)の地質断面(図-4)を示す。図-4によると、地表から深さ50m程度が琉球石灰岩、その下に層厚数mの粘土混じり砂礫層が介在し、その下方に基盤である粘板岩と緑色岩が出現する。ここで、中間に介在する砂礫層の厚さと性状は工区により多少異なっていた。

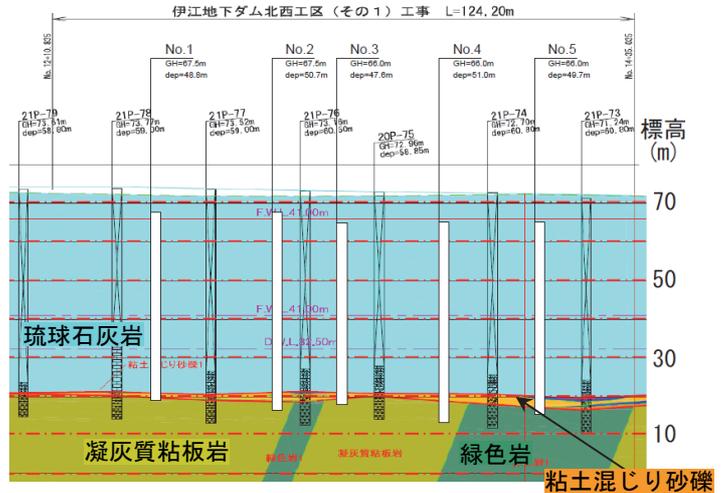


図-4 適用現場の地質断面一例

5. 適用結果

図-5に本システムによる基盤判定の一例を示す。(a)~(d)は先行掘削工、(e)は三軸掘削工への適用である。(a)は図-3の掘削データに対する判定結果を示す。図-3と(a)の基盤到達前後の変化を比べると、掘削データよりもFA 値の方で変化が強調されており、基盤到達の判断がより易くなっている。(d)は基盤判定結果と設計基盤高がほぼ一致した例である。一方、(a)~(c)は基盤判定結果が設計基盤高と50cm前後の差を生じた例である。これらは、事前ボーリング調査で確認した基盤高に直線的に内挿された設計基盤高と異なり実基盤面に不陸があったことによるもの、あるいは基盤上面の風化の影響を受けて基盤上面での硬質性がやや欠けていた可能性などが考えられる。(a)~(d)と(e)を比べると、先行掘削工に比べて三軸掘削工ではFA 値の変化がやや不明瞭となるが、基盤層到達に伴う変化は抽出できるので基盤面の判定は可能である。

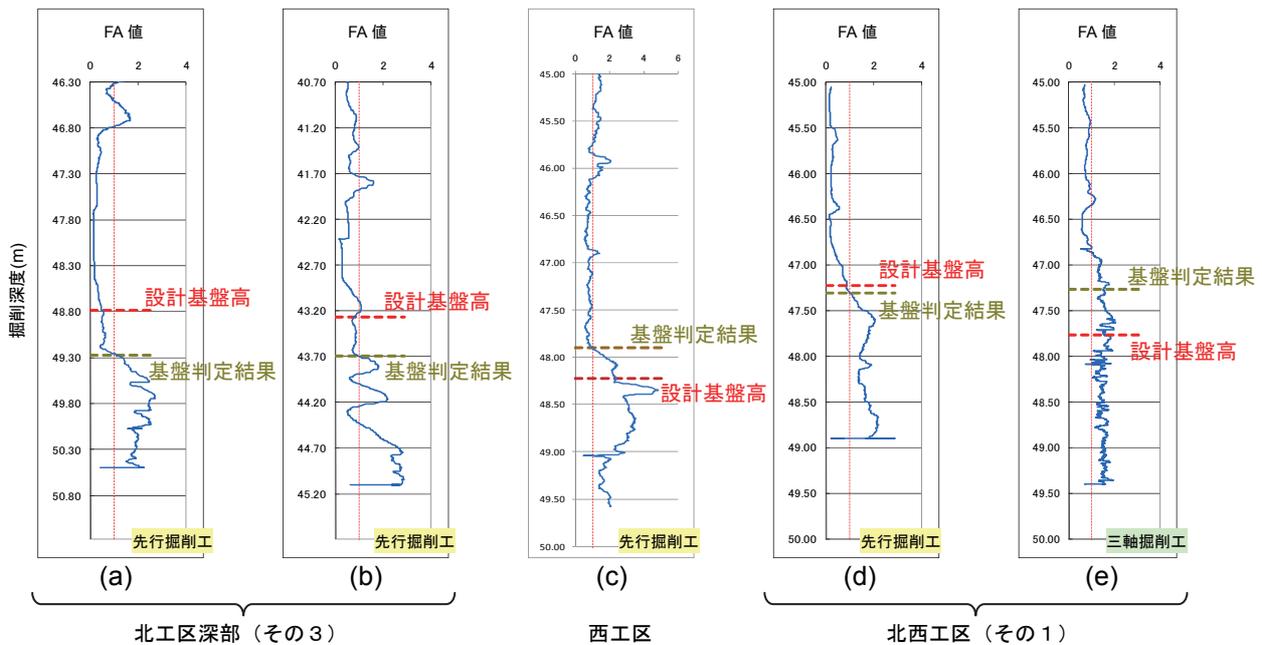


図-5 基盤到達の判定結果

6. おわりに

SMW 施工機の掘削電流と吊荷重をモニタリングして、基盤層到達を判定し、その結果をリアルタイムに提示するシステムを開発した。その性能は各工区において基盤判定を可能とするものであった。