

SMW 掘削データを用いた琉球石灰岩層の地下ダム基盤確認について

Identification of Base Rock below Ryukyu Limestone with Drilling Data Analysis

○佐藤 靖彦※・平野 享※・仲松 宇大※・羽山 里志※・宮川 誠※※

SATO Yasuhiko*・HIRANO Toru*・NAKAMATSU Udai*・HAYAMA Satoshi*・MIYAGAWA Makoto**

1. はじめに

離島の農業用水確保を目的とした地下ダム建設がソイルセメントミキシングウォール（SMW）工法を用いた地中連続壁を築造して行われている。その施工管理では、鉛直精度の確保とともに基盤層への根入れ確認方法が課題であった。従来は、オペレータが SMW 掘削機の挙動を監視して経験的に根入れを確認していたが、琉球石灰岩層の下位の基底部に巨礫を含む地質が介在するなど判定が難しい場合が多かった。そこで、SMW の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考案し、その指標に基づく判定結果を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北西工区工事の先行削孔（単軸）と三軸掘削の双方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した SMW 掘削データを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）を表示する（図-2）。FA 値は、過去の掘削データの分析に基づいて考案した。すなわち、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。そこでこれら傾向を総合して生の掘削データ以上に強調された指標を返すよう、次の(1)式で計算される FA 値を考案した。(1)式において分母は判定基準、分子は計測値であり、その比の変化が FA 値である。またパラメータの積を用いることで各々の変化が強調される。なお、解析プログラムでは、便宜上で FA 値 ≥ 1 なら基盤到達と判定するように、しきい値を調整して利用している。そのほか、本工事にて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 の深度

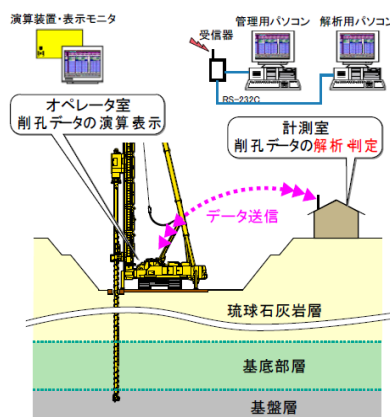


図-1 基盤確認システムの構成

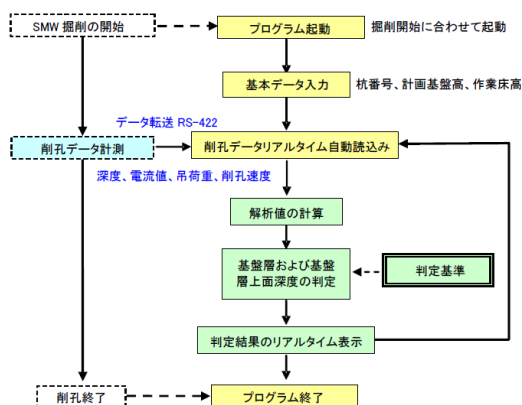


図-2 プログラムのフロー

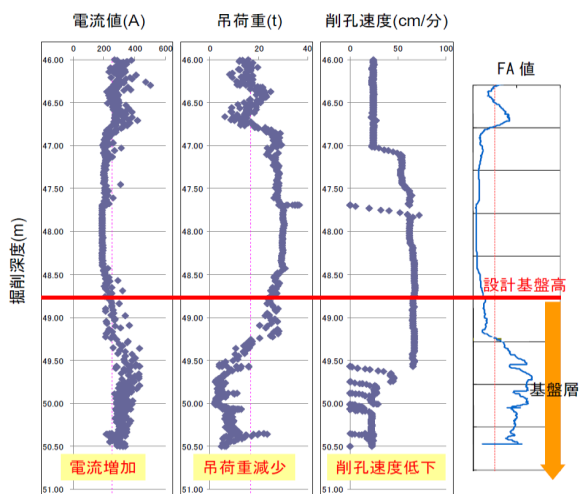


図-3 削孔データの例（北工区深部その3）

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

方向での連続性を考慮するアルゴリズムを併用した。

3. 地質構成

伊江地下ダム北西工区工事の対象地質構成は図-4 のとおりである。地表から深さ 50m 程度まで琉球石灰岩であり、その下位に層厚数 m の粘土混じり砂礫層（基底部層）が介在し、その下方に基盤層である粘板岩と緑色岩が出現する。

4. 適用方法

伊江地下ダム北西工区工事では、基盤層上面に存在する礫層の影響で孔曲がりすることによる施工精度低下を避けるため、パイロット孔とする先行削孔は根入れ直前までとし、地中連続壁を構築する三軸掘削で基盤層に根入するよう施工した。本システムは本工事以前にも先行削孔の適用実績があり成果を得ていたが、三軸掘削への適用は本工事が最初であったことから、適用にあたり先行削孔との相違や地質との対応を検討した。

5. 適用結果

図-5 の(a)は、先行削孔のうち特定の数本だけを基盤層まで根入れし、その掘削データから FA 値を計算した場合の一例を示している。一方、(b)は今回行った三軸掘削で根入れした場合の FA 値を示す。ここで、先行削孔と三軸掘削とも地質との比較ができるよう、調査ボーリング地点に隣接する杭で、かつ図-5 上に示す模式図のように既存の地盤改良体にオーバーラップしない杭を選んだ。

(a)と(b)を比べると、先行削孔に比べて三軸掘削では 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ており、基盤面の判定は可能であると考えられる。また、地質柱状図との対応をみると、基盤層で地質ランクが C ランクより硬質であるときに FA 値に明瞭な変化が現れることが認められた。

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。本工事に適用した結果、先行削孔データおよび三軸掘削データともに、FA 値による基盤判定は可能であると考えられた。

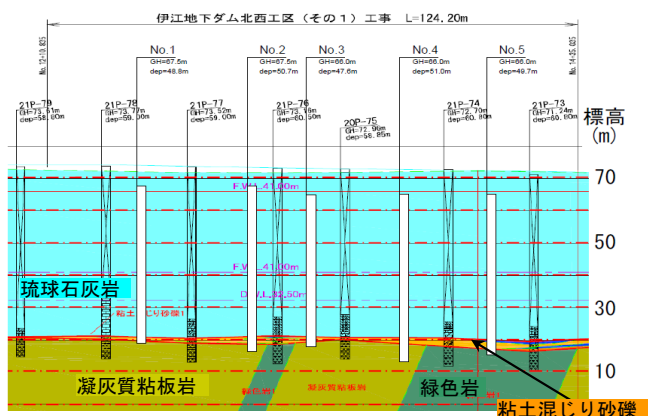
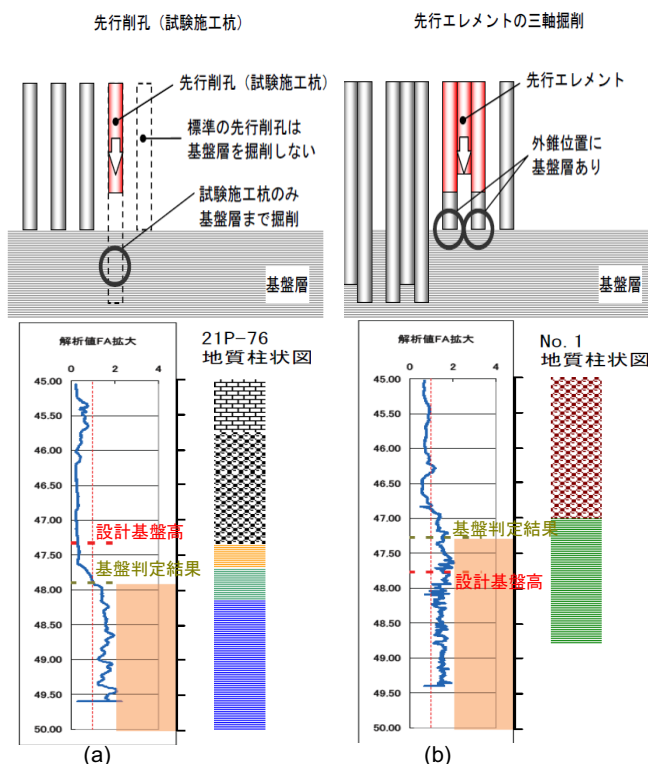


図-4 適用現場の地質断面一例



硬 B > C > D > E 軟 B～Eの記号はボーリング記事による地盤の硬軟を示す

☒ 泥質石灰岩 ☒ 礫状石灰岩
☒ 塊状石灰岩/基底部石灰岩 ☒ 粘土混じり砂礫/礫層/基底部礫層
☒ 粘板岩/凝灰質粘板岩 ☒ 緑色岩

地質柱状図の凡例（着色は硬軟、硬軟不明は着色無し、パターンは地質を表示）

図-5 基盤到達の判定結果と地質柱状図の比較