

## Ⅲ-A340

## SMW 施工時の掘削音を用いた地層判定法

清水建設技術研究所 正会員 安部 透・石塚与志雄  
 沖縄開発庁沖縄総合事務所 千葉 哲  
 清水建設土木東京支店 正会員 上村一義  
 清水建設九州支店 古後英一

## 1. はじめに

SMW(原位置土攪拌工法, Soil Mixing Wall)による地下ダム止水壁の施工においては、止水性を確保するために不透水層への根入れを確実にを行うことが不可欠である。根入れは、調査ボーリングを行って原位置の地質状況を推定する方法が一般的であるが、止水性能の向上と効率的、経済的な施工のために掘削地点の地質をリアルタイムに把握し、実際の不透水層への確実な根入れを行うことが重要である。

本報告では、SMW 施工時に発生する掘削音が地層によって変化する点に着目し、ボーリング時の各種岩石コアの削削音を調べ、SMW 施工時の掘削音による地層判定の可能性を検討した。

## 2. 試験概要

**2.1 対象岩石** 試験に用いた岩石は、琉球石灰岩（透水層）、知念砂岩（不透水層）、島尻層シルト泥岩（不透水層）の3種類である。琉球石灰岩は、目視観察で明らかに力学的特性に差があると思われる部分がみられたため、琉球石灰岩（堅固）、琉球石灰岩（脆弱）として区別した。各岩石の基本的な物性を表-1に示す。なお、琉球石灰岩（脆弱）は供試体を成形するのが困難であったため、力学試験を実施しなかった。また、供試体の含水条件は、原位置での状態を考慮し湿潤状態を原則とした。（知念砂岩はスレーキングを呈したため、力学試験では室内乾燥状態とした。）

**2.2 試験方法** 試験は、岩石コアを石膏で固定し、オーガーのビットを模擬した硬質ビット（タングステンチップ製、 $\phi$  45mm）で削削中に発生する掘削音を計測した。供試体の含水条件は、原位置での状態を考慮し湿潤状態とした。図-1に試験装置の概要を示す。加速度センサー（TEAC(株)製 709：共振周波数約50kHz、応答周波数3～23,000Hz）は、原位置でSMW掘削中に掘削音を計測する場合、オーガー内部にセンサーを取り付ける必要があることを考慮しビット内に設置した。削削には岩石コア採取用のボーリングマシンを用いた。ビットの回転数は、実際のSMWの回転数を考慮して低速の20RPM（1分間に20回転）とした。計測データは、原波形をデータレコーダー（TEAC(株)製 DR-M3）に収録するとともに、ポータブルマシンテスター（(株)NF回路設計ブロック製 9505）により周波数分析、および振幅分布を調べた。

表-1 岩石の力学特性

| 岩石名       | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | P波速度<br>(km/s) | 一軸圧縮強度<br>(MPa) |
|-----------|----------------------------|----------------|-----------------|
| 琉球石灰岩(堅固) | 2.38                       | 4.94           | 40.6            |
| 知念砂岩(乾燥)  | 1.52                       | 1.07           | ---             |
| 島尻泥岩      | 2.01                       | 0.56           | 0.118           |

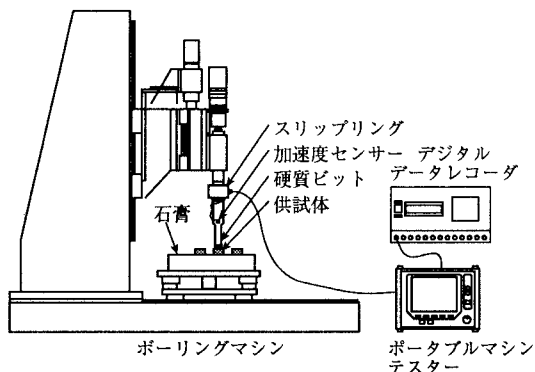


図-1 試験装置

## 3. 試験結果

掘削時に観測された原波形を図-2に示す。波形を比較すると、琉球石灰岩は、明らかに他の波形と異なる

SMW, ボーリング, 波形分析

☎ 135-8530 東京都江東区越中島3丁目4番地17号 TEL 03-3820-5574 FAX 03-3820-5574

り、振幅の大きな掘削音が発生していることがわかる。その他の岩石は、回転のみの波形と大きな違いが認められない。従って、原波形から琉球石灰岩（堅固）とその他の岩種との違いは判別できるが、琉球石灰岩（脆弱）、知念砂岩、島尻泥岩を判別するのは困難である。

図-3に各岩石の掘削音の周波数特性（フーリエスペクトル）を調べた結果を示す。フーリエスペクトルは10個の波形をFFTしたもの平均して示した。琉球石灰岩（堅固）のフーリエスペクトルは、測定した周波数範囲においてほぼ $10^{-4}$ である。その他の岩石のFFTは、2kHz以下では $10^{-4}$ を示すが、2kHz以上の周波数では $10^{-5} \sim 10^{-6}$ となり、周波数が高くなると低下する傾向を示すが、岩石による差は僅かであり明瞭な判別は難しい。従って原波形と同様、周波数特性から琉球石灰岩（堅固）とその他の岩石は判別できるが、琉球石灰岩（脆弱）、知念砂岩、島尻泥岩を判別するのは困難である。

図-4に各岩石を約2分間掘削中の振幅分布と回転のみの振幅分布を調べた結果を示す。振幅分布の結果から3つのグループに判別できる。第1グループは琉球石灰岩（堅固）であり、振幅が0.01V以上の掘削音が大量に発生している。第2グループは琉球石灰岩（脆弱）と知念砂岩であり、振幅が0.003V程度の掘削音が多く発生している。第3グループは島尻泥岩であり、回転のみの場合とほぼ等しいことから、島尻泥岩は掘削音が発生しないと推測できる。従って、琉球石灰岩（堅固）、琉球石灰岩（脆弱）と知念砂岩、島尻泥岩が判別できることが明らかとなった。なお、琉球石灰岩（脆弱）は、スレーキング（サンプリング後室内乾燥し、試験時に湿潤状態に戻したことによる）により劣化した可能性が高く、実際には知念砂岩より固結度が高く、掘削音の振幅も大きいと考えられることから、琉球石灰岩（脆弱）と知念砂岩が判別できる可能性もあるものとする。

#### 4. おわりに

実際の岩盤への適用に際しては、振動音の伝送方法、解析装置の開発が不可欠である。今後はこれらの問題を明らかにしていく予定である。

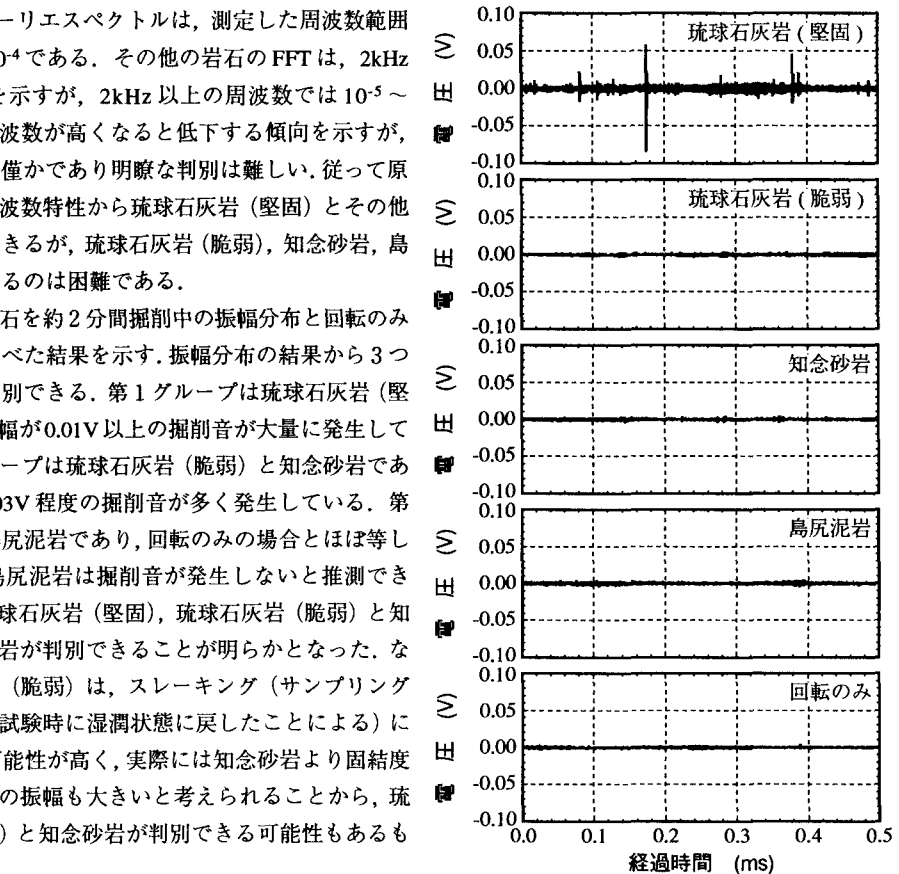


図-2 原波形

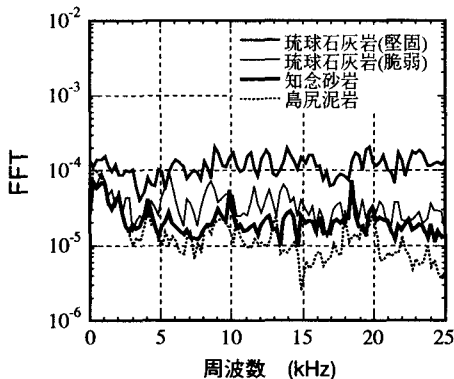


図-3 周波数特性

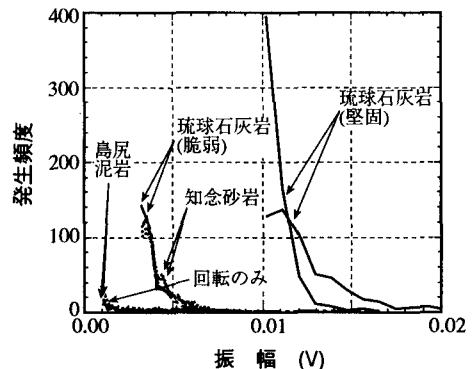


図-4 振幅分布