

東京電力(株) 正員 山田有一 正員 岡崎憲治  
同 上 正員 増田和機 正員 〇上條勝彦  
大成建設(株) 細野勤衛 大矢 浩

### 1. はじめに

本研究は超高压ウォータージェットを利用したグラウト用ボーリング機を開発する目的で、昭和48年度に引き続き実施したものである。

本文は前年度に課題となった、孔壁面の平滑化、スライムの排出処理の解決を主眼に実験を行い、ほぼ目的を達成できたので検討結果を報告するものである。

### 2. 試験方法

せん孔試験には、表-1に示す軟、硬岩6種類の試料を用いた。実験に使用した高压水発生装置諸元を表-2に、ビット(ABCの3タイプ)を写真-1に、試験条件及び測定項目を表-3、4に示す。ベースマシンは、トップ型グラウトボーリング機のタイプの試験機を試作した。

### 3. 試験結果及び考察

(1)せん孔速度と吐出圧力の関係を図-1に示す。ビットの各タイプともに中4bは中6bに比較してせん孔速度が速い。これは、両者共にオリフィス個数を4個としたため、単位面積当りのジェットのエネルギー量の差によるものと考えられる。また硬質砂岩については、オリフィス、ビット(チップ)の損耗が激しく他の岩種よりもせん孔速度が遅くなっている。

表-1 岩石供試体の物性

| 岩石名  | 一軸圧縮強度<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 静弾性係数<br>$\times 10^4$ ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 破壊時ひずみ<br>( $\mu$ ) | 単位体積重量<br>( $\text{t/m}^3$ ) |      | 弾性波速度<br>( $\text{km/sec}$ ) |       |
|------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|------------------------------|------|------------------------------|-------|
|      |                                 |                                              |                     | 乾燥                           | 湿潤   | 縦波速度                         | 横波速度  |
| 凝灰岩  | 129                             | 3.1                                          | 4,225               | 1.49                         | 1.59 | 2.267                        | 1.233 |
| 砂岩   | 278                             | 11.0                                         | 3,020               | 2.02                         | 2.17 | 3.030                        | 1.637 |
| 流紋岩  | 594                             | 15.2                                         | 3,240               | 2.31                         | 2.42 | 3.300                        | 1.500 |
| 硬質砂岩 | 969                             | 46.6                                         | 2,250               | 2.81                         | 2.82 | 5.350                        | 2.100 |
| 花崗岩  | 1,138                           | 38.1                                         | 2,800               | 2.65                         | 2.67 | 4.080                        | 2.033 |
| 安山岩  | 1,661                           | 33.0                                         | 7,300               | 2.56                         | 2.60 | 4.137                        | 1.956 |

表-2 高压水発生装置諸元

|     |                                      |             |
|-----|--------------------------------------|-------------|
| 増圧器 | 最大吐出圧力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )         | 3835        |
|     | 最大吐出水量 ( $\text{l/min}$ )            | 11.4        |
| 動力  | 電動モーター (KW)                          | 9.4 (125HP) |
| 寸法  | (長さ) 2.74 × (巾) 0.91 × (高さ) 1.12 (m) |             |
| 重量  | 1.7 (ton)                            |             |

表-3 試験条件

| 項目                            | 仕様                     |
|-------------------------------|------------------------|
| せん孔径 (mm)                     | $\phi 46$ , $\phi 66$  |
| せん孔長 (m)                      | 1.0                    |
| せん孔方向                         | 鉛直(下向き)方向              |
| 増圧器吐出圧力 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 2300, 2800, 3300, 3800 |
| ビット回転数 (r.p.m.)               | 500                    |
| スラスト力 (kg)                    | 190~290                |

表-4 測定項目

| 項目      | 測定方法                  |
|---------|-----------------------|
| 増圧器吐出圧力 | ポンプ付属の圧力計             |
| 高压水水量   | 高压水を測管内に噴射しメスシリンダーで測定 |
| ビット回転数  | ベースマシン付属の回転計          |
| スラスト力   | ベースマシン付属の荷重計          |
| せん孔速度   | ポテンシオメーター             |
| 孔壁性状    | 目視による観察及びバックカー効果試験    |

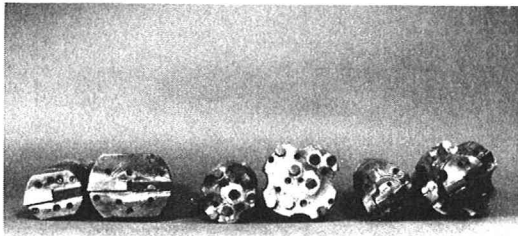


写真-1 せん孔ビット (左よりA, B, Cタイプ)

(2)せん孔速度とビットタイプの関係は図-1に示すとおり中4b、中6bともに、凝灰岩、砂岩、流紋岩、花崗岩、安山岩については、BタイプがA、Cタイプより優れていた。

(3)せん孔速度と岩石の一軸圧縮強度との関係を図-2に示す。これによるとせん孔速度は、軟岩>中硬岩>硬岩の順であるが必ずしも一軸圧縮強度とは一致していない。

(4)せん孔速度と縦波弾性波速度との関係を図-3に示す。これによると、せん孔速度と縦波弾性波速度とは、相関性が認められる。

(5)単位体積当りの破砕エネルギーと増圧器の吐出圧力との関係を安山岩について図-4に示す。

単位体積当りの破砕エネルギーは吐出圧力を増加させると減少する傾向にあり、安山岩では $3800 \text{ kg/cm}^2$ 以上に最適せん孔圧力が存在すると思われる。

(6)孔壁性状については、当初らせん状の痕跡が生じ、荒れた状態であった。

これは、ジェットの種類(外向き17°)が影響したものでありこれを $10^\circ$ に変更したことにより平滑化が図られた。

(7)長尺せん孔時の、スライム排出状況を観察するため凝灰岩層において30mの現場実験を行った。その結果スライムの排出は良好であった。

#### 4 あとがき

本試験の結果、せん孔速度と吐出圧力及び岩盤物性との関係にある程度把握する事ができた。また、グライウト用ボーリングとして十分利用できる事を確認した。今回の試作機の稼働状況から、自動化の見通しも得た。

今後は、硬質砂岩類に対するビット損耗度の低減、レキ層等におけるジャミング対策、ベースマシンの自動化、小型化を指向した実用機の開発について研究を進める予定である。

以上

#### (参考文献)

山田有一、岡崎憲治、上條勝彦、飯屋茂  
超高压ウォータージェットによる岩盤せん孔の研究  
土木学会第91回年次講演会概要集第3部  
昭和59年10月

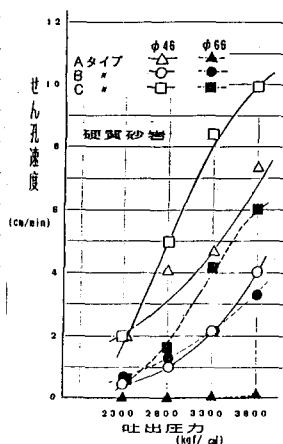
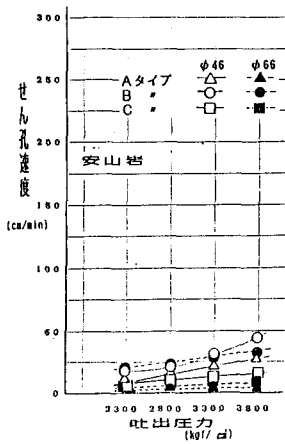
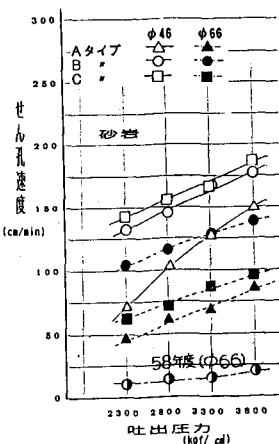


図-1 せん孔速度と吐出圧力

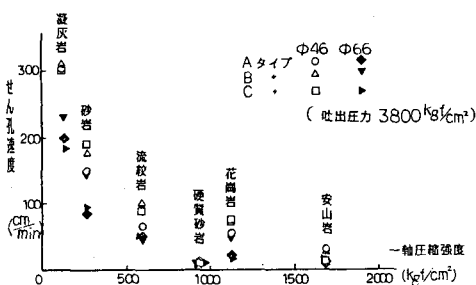


図-2 せん孔速度と一軸圧縮強度

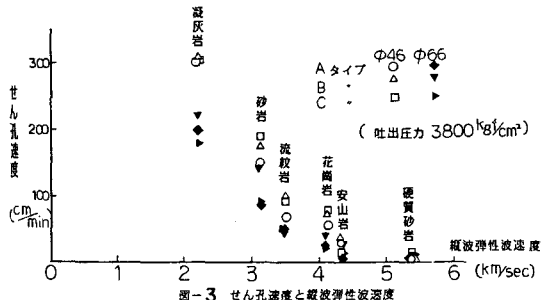


図-3 せん孔速度と縦弾性係数

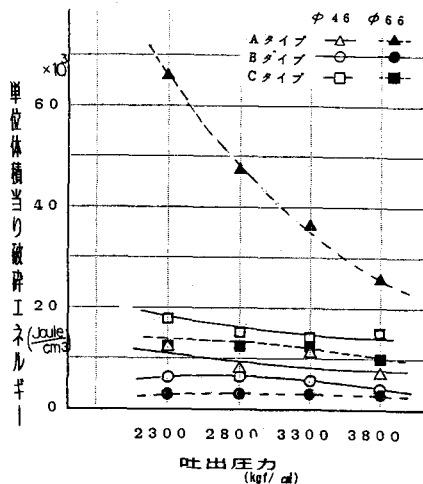


図-4 破砕エネルギーと吐出圧力