

III-125 薬注後における断層破碎帯の地山強度の判定方法

(株) 間 組 正 ○ 藤 田 圭 一  
正 上 田 勝 基

1. ま え が き

トンネルの掘進において、被圧水を含む軟弱な断層破碎帯を突破するために、薬液注入により地山を固結することが、しばしば行なわれるようになった。この薬注の効果を確かめる方法として、切羽からの漏水状況の観察、注入圧と注入量の変化、チェックボーリング孔からの漏水の測定などが行なわれ、大体の目安をつけているが、固結部の強度をあらかじめ定量的につかむことができれば、極めて好都合である。本報では、固結部の掘削中に切羽において、各種の簡便な原位置試験を実施した結果について述べる。

2. 試験方法について

簡便な原位置試験法として、コーンペネトロメータによるコーン支持力、シュミットハンマーによる反発硬度を選定し、一軸圧縮強度と縦波速度とあわせて測定を行なうこととした。

- 1) コーン支持力 ( $q_c$ ) — 切羽において、コーンペネトロメータのコーン (断面積  $3.32\text{ cm}^2$ 、 $30^\circ$ ) を最大径の位置まで貫入させたときの抵抗値を求めた。
- 2) 反発硬度 ( $R$ ) — 切羽のある面積を約20等分して、シュミットハンマーにより反発硬度を測定して平均値を求めた。
- 3) 一軸圧縮強度 ( $q_u$ ) — 切羽より切出した試料から、径約5~7 cm、高さは径の約2倍になるように成形し、端面をモルタル (厚さ3 mm以下) で平坦かつ平行に仕上げたのち、圧縮強度を求めた。
- 4) 縦波伝播速度 ( $V$ ) — コーン支持力、反発硬度を求めた位置から採取した試料 (厚さ10~15 cm) および一軸圧縮試験を行なう試料について、ウルトラソニースコープにより縦波伝播速度を求めた。

3. 対象とした地山について

表-1は、試験を実施した地山の地質その他をとりまとめたものである。

表-1 対象とした地山と注入、試験内容

| 地<br>点 | 記<br>号 | 地 山 の 状 況                        |            | 最大<br>湧水圧<br>( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) | 注入薬液<br>の種類 | 最高<br>注入圧<br>( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) | 実 施 し た 試 験 |                  |                  |                  |
|--------|--------|----------------------------------|------------|------------------------------------------|-------------|------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|
|        |        | 地 質                              | 破 碎<br>理 由 |                                          |             |                                          | コーン         | 反<br>発<br>硬<br>度 | 一<br>軸<br>圧<br>縮 | 縦<br>波<br>速<br>度 |
| A      | ●      | 花崗閃緑岩中のアフライト質の部分                 | 断層         | 12                                       | MI LW CB    | 80                                       | ○           | ○                | ○                | ○                |
| B      | ○      | 中生代砂岩・頁岩の互層がヒン岩の進入によりホルンヘルス化したもの | 断層         | 2                                        | LW CB MI    | 40                                       | ○           | ○                | ○                | ○                |
| C      | X      | 第三紀層の泥質頁岩                        | 褶曲         | —                                        | 注入せず (参考)   | —                                        | —           | —                | ○                | ○                |

#### 4. 試験結果

図 - 1 ~ 図 - 3 に試験結果を示す。

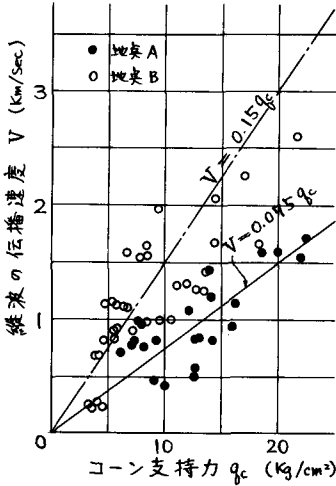


図 - 1 V と  $q_c$  の関係

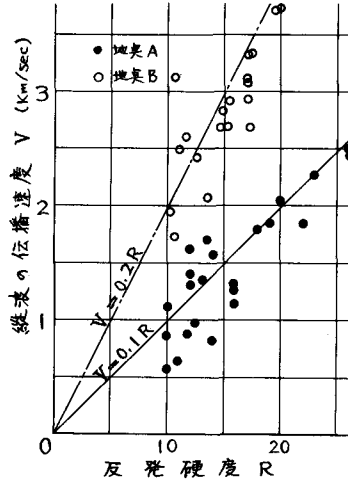


図 - 2 V と R の関係

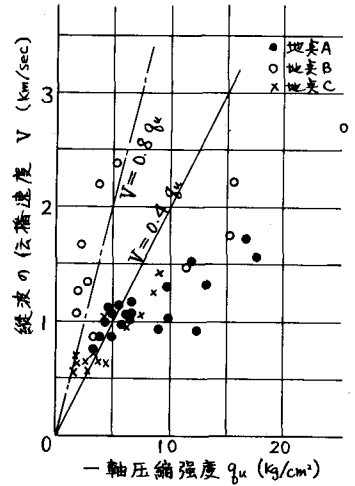


図 - 3 V と  $q_u$  の関係

#### 5. 考 察

i) コーン支持力( $q_c$ )、反発硬度(R)、一軸圧縮強度( $q_u$ )のそれぞれは、縦波速度(V)との間に地点別に相関関係が認められ、 $q_u$ を除いて、次式の $\pm 50\%$ の範囲にある。

(地点A)  $V = 0.5 q_c$ 、 $V = 0.2 R$ 、 $V = 0.8 q_u$ 、(地点B)  $V = 0.075 q_u$ 、 $V = 0.1 R$ 、 $V = 0.4 q_u$

ii) 上記の式を整理すると、A、B 何れの地点においても、次の関係が成立する。

$$q_u \div 0.2 q_c \div 0.25 R \quad \text{または、} \quad q_c \div 5 q_u, \quad R \div 4 q_u$$

iii) コーン支持力と反発硬度の適応範囲を縦波速度で示すと図 - 4 に示すようになる。

iv) 縦波速度は、土粒子とくにレキと水分の含有量が多いときに早い傾向が見られる。当然のことではあるが、強度との関係を求めるときの誤差を生ずる原因となる。

| 地点 | 縦波の伝播速度 V (km/sec) |   |      |      |
|----|--------------------|---|------|------|
|    | 1                  | 2 | 3    | 4    |
| A  | コーン支持力             |   |      | 反発硬度 |
| B  | コーン支持力             |   | 反発硬度 |      |

図 - 4 簡易試験方法の適用範囲

v) 縦波速度から地山強度を推定するには、その間の関係を求めるための予備試験が必要である。

#### 6. おまへ

コーン支持力、反発硬度の両者を併用すると、2例ではあるが、薬注後の地山強度を原位置で測定しうることが判明した。表面の状態とくにレキの存在が、測定値にかなりの影響を与える難点はあるが、方法が簡便であるから、多数の平均値を求めることによつて、精度向上の見込みがあり、また掘削に先立つて実施できる可能性がある。縦波速度はトンネル施工に関連して有効に利用されているが、軟弱な断層破砕帯の薬注後の性質を求めるために使用する面では、やや難がありそうに思われる。

最後に、本報作成に協力された下村嘉平衛、五味道義、橋内勝美、合戸修の各氏に感謝の意を表わす。