

大阪大学大学院 学生会員 ○阪本 良夫
 大阪大学大学院 正会員 谷本 親伯
 大阪大学大学院 正会員 川崎 了
 日本振興(株) 舩屋 直

1. はじめに

近年、地山を緩めることが少なく余掘り量の減少が期待でき、また施工場所の周囲・環境における騒音・振動問題等への配慮から、発破工法に替わって機械掘削が多く採用されるようになってきた。今後は、機械性能の向上や新工法の確立により機械掘削の適用範囲がさらに広まるものと予想される。しかし、元来掘削方式選定の判断は過去の施工事例と一軸圧縮強度に頼ってきたため、その明確な指標が存在していないことから硬岩地質での機械掘削施工の判断を一軸圧縮強度に委ねざるを得ないと考えられる。そこで、本報告では掘削性を示す物性値指標の提案を最終目標とし、来年度以降に機械掘削によるトンネル施工が実施される和歌山地区の自然岩試料を用いて室内試験を実施し、得られた試験データと一軸圧縮強度との関係を調査した結果を述べる。

2. 試験概要

本試験で用いた供試体(表-1 参照)は、和歌山県内に分布する古第三紀の四万十累層群の堆積岩であり、頁岩と砂岩の互層を呈している。今回実施した試験項目は、一軸圧縮試験、弾性波速度試験(P 波速度 V_p 、S 波速度 V_s)、エコーチップ硬さ試験、耐スレーキング性試験である。ここでは紙面の都合上、エコーチップ硬さ試験、耐スレーキング性試験について概要を述べる。

(1)エコーチップ硬さ試験：本試験結果は岩石の硬さを示し得ると考え、また将来的にはビット・カッター消費量と関連付けられるものと

期待して、今回新たに試験を行うものである。本試験では円柱供試体(直径 5 cm×高さ 10cm)の両端面を 10 回(端面中心付近を 2 回と、その周りを 90 度ごとに 2 回づつ 8 回)測定して平均値を取り、その値を端面の硬さ値 L_d とする。さらに側面でも同様の測定を行い、供試体直径測定と同じ要領で上、中、下の 3 断面で中心に向かって周囲 4 方向からの計 12 回測定し、その平均値を L_d (側面)とする。

(2)耐スレーキング性試験：本試験は乾湿の繰り返しによる岩石の劣化を調べる試験であり、これより得られる耐スレーキング性指数(以下 Id_2 とする)は堆積岩の掘削性判定材料の 1 つになるものと考えて、今回試験を実施した。本試験で用いる供試体は、できる限りきれつ部を含まないボーリングコアで高さ約 5 cm 程度のものを用意し、試験方法としては ISRM 指針に準拠して行った。

3. 試験結果

各試験で得られた結果を表-2 に示す。一軸圧縮強度(以下 qu とする)において、SD-3 の qu が小さいのは、供試体にきれつが多く見られたことによるものと考えられる。弾性波速度では、 V_p が約 1.9~4.9km/s、 V_s が約 1.6~3.3km/s を示しており、SY-3 を除けば $V_p \approx 1.4 \cdot V_s$ の関係が見られる。 L_d については、全体的に端面の L_d が側面の L_d よりも大きいことがこの表-2 より知られる。耐スレーキング性試験では、

表-1 試験に用いた試料一覧

呼び名	深度	岩種	状態
SD-1	31.7m	頁岩	良好
SD-2	31.7m	頁岩	良好
SD-3	17.8m	頁岩	側面から端面にかけてきれつを有する
H-1	56.5m	頁岩	良好
H-2	81.7m	頁岩	片方の端面が少し欠けている
H-3	88.9m	頁岩	端面が少し欠け、側面にも脈状のきれつ
SY-1	79.6m	砂岩	良好
SY-2	32.2m	頁岩	良好
SY-3	34.8m	頁岩	片方の端面が少し欠けている
AK-1	17.4m	頁岩	良好
AK-2	15.4m	頁岩	側面から端面にかけてきれつを有する
AK-3	15.7m	頁岩	片方の端面が少し欠けている

Yoshio SAKAMOTO, Chikaosa TANIMOTO, Satoru KAWASAKI and Tadashi MASUYA

表-2 試験結果一覧

供試体名	qu (MPa)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Ld (端面)	Ld (側面)	I _{d2}
SD-1	114.6	4900	2920	816	757	99
SD-2	18.9	2610	2130	682	581	99
SD-3	5.7	2360	1840	503	576	89
H-1	77.7	2820	2720	682	642	99
H-2	31.9	4110	2670	694	712	95
H-3	18.8	2490	1860	550	551	95
SY-1	98.9	4610	2800	819	753	99
SY-2	90.7	4270	2600	724	758	97
SY-3	27.0	1940	1580	561	544	87
AK-1	44.4	4850	2730	724	689	99
AK-2	10.5	3760	3320	502	496	94
AK-3	5.5	2900	2330	593	462	92

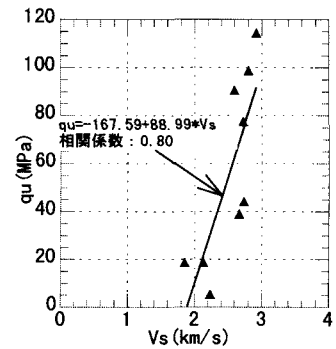


図-1 quとVsの関係

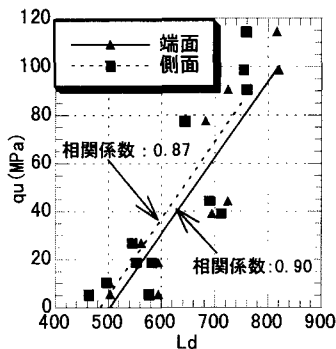


図-2 quとLdの関係

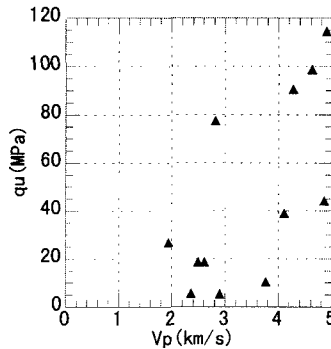
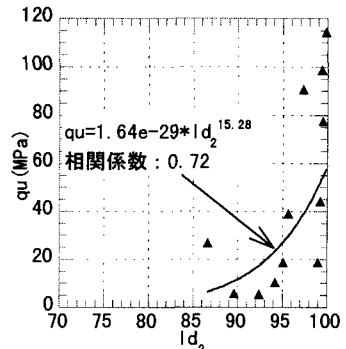


図-3 quとVpの関係

図-4 quとId₂の関係

すべて $I_{d2} \geq 87$ と耐スレーキング性が高い試験結果が得られた。なお、乾湿の繰り返し、およびドラムの回転による物理的作用を受け、ドラムのふりい上に残留する程度まで細粒化する供試体が多く見うけられた。しかし、この状況を評価する指標が無いことから、頁岩の場合には耐スレーキング性が十分に評価されていないことが考えられる。この件に関しては、今後の検討課題としたい。

図-1は、qu と Vs の関係を示したものであり、データは全てきれつ部を有する供試体を除いたものである。同図よりきれつ部を除いた供試体の qu と Vs の間には比較的高い相関関係が見られることがわかる。図-2は、qu と Ld(端面)および Ld(側面)の関係を示したものである。2つの Ld は、共に qu と良好な相関関係を見せていることがわかる。図-3は、qu と Vp の関係を示しているが、ばらつきが大きく明瞭な相関は見られなかった。図-4は、qu と I_{d2} の関係を示しており、同図中に示すような曲線の関係が存在するものと推定される。以上のことから、掘削方式の選定時には Vs、Ld の指標が qu の代用になり得るのではないかと考えられる。

4. まとめ

本報告では得られた試験データを qu との相関で評価してきたが、今後は来年度以降に得られる掘削データと比較・検討を行い、物性値と掘削性の関係を明らかにして行くことが必要である。

【参考文献】

- 1) 日本鉄道建設公団, NATM 設計施工指針改訂委員会: NATM 設計施工指針, pp.146~162 1996.