

Ⅲ-B 45

トンネル機械掘削に関する基礎的研究

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、掘削性を示す物性値指標の提案を最終目標とし、本報告では、岩石を構成する鉱物試料を用いて室内試験を実施し、既報告¹⁾である和歌山地区のデータを含めて、今回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、インドで採取された4種類の鉱物である。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である。ここでは紙面の都合上、エコーチップ硬さ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5cm×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回ずつ8回)測定して平均値を取り、その値を端面の硬さ値 L_d (端面)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。

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 q_u とする)において、石英.1と曹長石.1の q_u が小さいのは、供試体に斜めに走るきれつがあったことによるものと考えられる。また、正長石、石英は全体的に大きい q_u を有していることがこの表より見て取れる。方

表-1 供試体一覧

岩種	呼び名	状態
正長石	正長石.1	表面に脈状にきれつがある
正長石	正長石.2	表面に脈状にきれつがある
正長石	正長石.3	表面に脈状にきれつがある
石英	石英.1	きれつが斜めに走っている
石英	石英.2	表面に脈状にきれつがある
石英	石英.3	表面に脈状にきれつがある
石英	石英.4	表面に脈状にきれつがある
方解石	方解石.1	表面に脈状にきれつがある
方解石	方解石.2	表面に脈状にきれつがある
方解石	方解石.3	表面に脈状にきれつがある
曹長石	曹長石.1	きれつが斜めに走っている
曹長石	曹長石.2	表面に脈状にきれつがある
曹長石	曹長石.3	表面に脈状にきれつがある
曹長石	曹長石.4	表面に脈状にきれつがある

表-2 試験結果一覧

供試体	q_u (MPa)	L_d (端面)	L_d (側面)	V_p (m/s)	V_s (m/s)
正長石.1	222.0	897	786	4480	3210
正長石.2	231.4	908	837	4580	3500
正長石.3	163.2	911	789	5000	3520
石英.1	59.7	910	797	5560	3920
石英.2	260.2	900	792	5650	3950
石英.3	144.2	900	798	5240	3700
石英.4	153.0	903	826	5280	3930
方解石.1	30.9	524	481	3660	2410
方解石.2	51.8	544	492	4100	2800
方解石.3	57.0	569	478	5080	2940
曹長石.1	70.0	877	813	5500	3290
曹長石.2	100.6	872	803	5660	3430
曹長石.3	129.8	908	847	5820	3360
曹長石.4	115.7	873	801	5700	3360

Key word: トンネル掘削機械, 一軸圧縮強度, 弾性波速度,

連絡先: 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL 06-6879-7558

解石は q_u が 30.6～57.0MPa と比較的小さい値を示している。曹長石は3本の供試体とも、ほぼ同じ強度を示した。弾性波速度では、 V_p が約 3.7～5.7km/s、 V_s が約 2.4～4.0km/s を示しており、多少のばらつきはあるが $V_p \approx 1.4 \cdot V_s$ の関係が見られた。Ld 値については、全体的に端面の Ld が側面の Ld よりも大きいことがこの表-2 より知られる。また、石英に関しては、 q_u に問わず V_s がほぼ同じ値を示している。

図-1～3 は、 q_u と今回測定した物性値との関係を示したものであり、和歌山地区の頁岩のデータも含めている。図-1 は、 q_u と V_s との関係を示したものである。なお、きれつ部により影響を受けた供試体のデータは取り除いている。同図より、 q_u と V_s には比較的高い相関関係が見られる。図-2 は、 q_u と V_p の関係を示したものであるが、ばらつきが大きく明瞭な相関は見られなかった。図-3 は、 q_u と Ld(端面)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、掘削方式選定時には V_s の指標が q_u の代用になり得るのではないかと考えられる。

最後に、鉱物供試体の破壊状況を図-4 に示す。これらの図から分かるように、正長石、石英はこなごなに砕けて破壊に至っている。曹長石は縦に割れ目が走る状態で破壊に至っている。方解石は横にずれたようになって破壊に至っている。今後、この破壊状況による掘削性判断の評価材料への適用性を探ることにする。

4. まとめ

本報告では、得られた試験データを q_u 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。

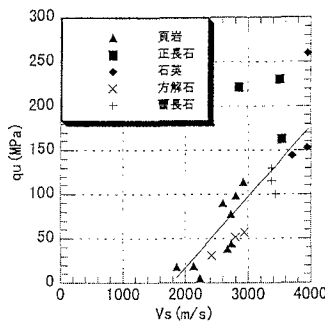


図-1 q_u と V_s の関係

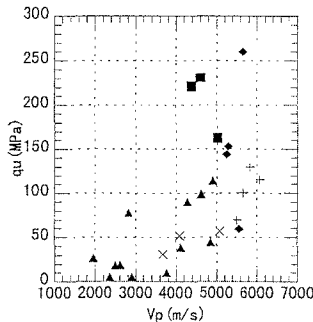


図-2 q_u と V_p の関係

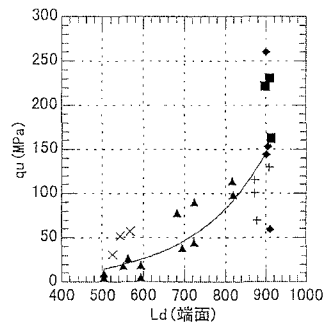


図-3 q_u とLd(端面)の関係



(a) 正長石



(b) 石英



(c) 方解石



(d) 曹長石

図-4 鉱物の破壊状況

【参考文献】1) 阪本良夫・谷本親伯・川崎了・舩屋直：トンネル機械掘削の可能性判定に用いる岩盤物性に関する室内試験，土木学会関西支部年次学術講演回概要集，1999.(投稿中)