

III-651

岩石の異方性が切削ビットの摩耗性に
及ぼす影響に関する実験的研究西松建設㈱ 正会員 ○細川勝己
西松建設㈱ 正会員 森 仁司

1. はじめに

TBM等の岩盤切削ビットの摩耗量を岩石の強度試験結果からあらかじめ予測することは、ビットの材質および形状の選定や交換時期などの施工計画を立てるうえで非常に重要なことである。一方、岩石の多くは異方体であり、例えば、花崗岩の圧裂引張強度が最大40%近くも変動する場合があることが報告されている¹⁾。したがって、ビットの摩耗量を正確に予測するためには、岩石の異方性が摩耗性に及ぼす影響や摩耗性と強度との関係について調べる必要がある。

本研究は、花崗岩を用いて異方性を考慮した弾性波速度試験、一軸圧縮試験、圧裂引張試験および摩耗試験を行い、切削ビットの摩耗性と岩石強度との関連について検討した。

2. 実験概要

本実験の試料は、稲田花崗岩を用いた。図-1に示すように、採石場において「目面」、「二番」、「重ね」と呼ばれる石目の方向を明示した30cm立方体のブロックから各石目に対して垂直な方向にコアを採取した。弾性波速度は、P波をパルス透過法により、一軸圧縮試験は、直径50mm、高さ125mmの供試体を用いて、圧裂引張試験は、直径50mm、長さ25mmの供試体を用いて行った。摩耗試験は、Taber摩耗試験（JIS K 6902）に準じて行った。試験条件は、西澤ら²⁾に従い、砥石の試料への押し付け荷重を、500gfとし、500回転の試験を行い、その時の401～500回転間の試料の摩耗量と砥石の摩耗量を摩耗試験結果とした。

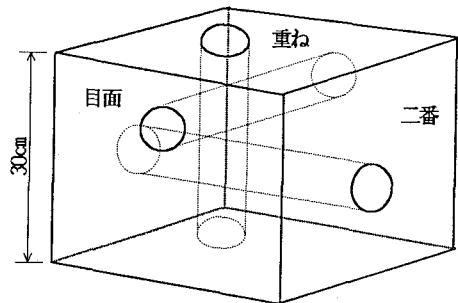


図-1 石目とコアの採取方向

3. 実験結果とその考察

(1) 試料の力学的異方性について

表-1は、弾性波速度 V_p 、一軸圧縮強度 Sc および圧裂引張強度 St の値を示したものである。なお、 V_p は、各石目に垂直な方向の伝播とし、 Sc は、各石目に垂直な方向に載荷した場合、 St は、圧裂面が各石目となるように載荷した場合である。表から、 V_p は、目面、重ね、二番の順に大きくなっている。このことから、目面、重ね、二番に平行な方向の順に微小亀裂の配向性が卓越していると考えられ、 Sc および St の結果からも同様な亀裂の配向性が確認できる。ここで、採石場での石目の呼び方と本試験結果における岩の割れやすさの順位が異なるのは、稲田では石目をまず鉛直方向の面で割れやすい順に目面、二番と呼び、水平方向の面を重ねと呼んでいるためである。

表-1 試料の力学的異方性

石目	P波速度 V_p (m/s)	一軸圧縮強度 Sc (Mpa)	圧裂引張強度 St (Mpa)
目面	4132	181.1	6.43
重ね	4595	163.2	8.92
二番	4764	155.9	9.43

(2) 異方性が及ぼす摩耗性の影響について

表-2は、岩石摩耗量 L_r 、砥石摩耗量 L_g および L_g/L_r の値を示したものである。ここで、 L_g/L_r は、実

際の岩石切削ビットの単位掘削体積当りの摩耗量と密接に関連した値であり、この値が大きいものほどビットの摩耗量が多いと考えられている²⁾。表から、LrとLgは、二番、重ね、目面の順に大きくなっており、岩石の摩耗量に対しても異方性の影響が認められる。また、Lg/Lrの値は、二番、重ね、目面の順に大きくなっている。このように、Lg/Lrの値は、前述(1)節の割れやすい石目の順位と同じ傾向を示していることから、Lg/Lrにも岩石中の微小亀裂の配向性が影響を及ぼしているといえる。したがって、実際の岩石切削ビットの摩耗量を精度よく予測するためには、岩石の異方性を考慮する必要があると考えられる。

（3）異方性を考慮した場合の摩耗量と岩石強度との関連について

図-2は、摩耗量と強度の異方性とこれらの相互関係を示したもので、縦軸は、上から Vp、Sc、St、Lg/Lr をとり、横軸は、最小の石目の値を基準にしたときの他の二つの石目の値の比を表してある。この図から、ScとLg/Lrの異方性の程度をみると、Scでは二番に対する重ねと目面の比がそれぞれ1.05と1.16で、Lg/Lrでは1.08と1.21となっており、各石目の間には明確な違いがある。しかし、VpとStの異方性の程度は、Vpでは目面に対する重ねと二番の比がそれぞれ1.11と1.15で、Stでは、1.39と1.47となっており、目面と他の石目の間にはきわだった違いがあるものの、重ねと二番の値はよく似ている。このことから、各石目に対する摩耗量に違いが生じるメカニズムは、一軸圧縮強度の供試体がせん断を受ける際に岩石の微小亀裂の配向性によって強度に違いが生じるメカニズムに近く、摩耗は岩石表面部での砥石によるせん断破壊現象であると考えられる。したがって、摩耗性を精度よく岩石強度から推定するためには、一軸圧縮試験により摩耗をうける面を端面とした供試体について調べる必要がある。

4. まとめ

花崗岩の異方性を考慮して、強度試験と摩耗試験を行いその関係について検討した。その結果、摩耗性にも岩石の異方性の影響が認められ、切削ビットの摩耗量を正確に推測するためには異方性を考慮した摩耗試験が必要であることがわかった。また、摩耗量と一軸圧縮強度の異方性は、各石目に対するその変動の割合がよく対応しており、一軸圧縮強度の異方性を調べることにより摩耗量の異方性を推定することが可能であると思われる。

参考文献

- 1) 工藤他：花崗岩の力学的異方性と岩石組織欠陥の分布、土木学会論文集No.370PP.189-198 1986
- 2) 西澤他：Taber試験機による岩石の摩耗試験、資源素材学会講演会要旨集PP.49-50 1989

表-2 Taber 摩耗試験結果

石目	岩石摩耗量 Lr (mg)	砥石摩耗量 Lg (mg)	Lg/Lr (mg)
目面	56.2	1390.2	24.7
重ね	48.0	1055.5	22.0
二番	44.5	904.8	20.3

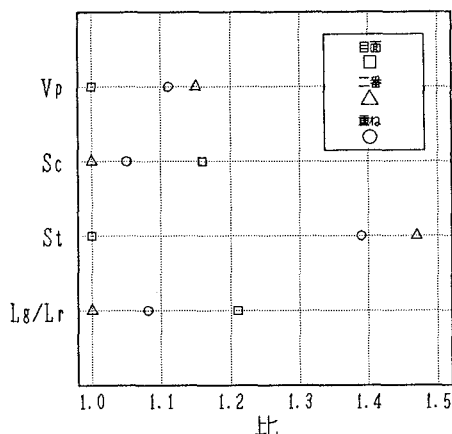


図-2 Lg/Lr, Vp, ScおよびStの異方性