

変状原因究明のための結晶片岩、蛇灰岩の力学特性評価

愛媛県南予地方局八幡浜工事事務所 坂井 克巳, 藤田 賢
(株)大林組 正会員○古家 義信, 鈴木健一郎
奥澤 康一, 中岡 健一

1. はじめに

松柏トンネルは、地域高規格道路「八幡浜道路」のうち愛媛県八幡浜市松柏地区と大平地区を結ぶ 1,090 m のトンネルである。本トンネル掘削において、片岩部および蛇紋岩部で最大 400 mm を超える内空変位を観測した。変状原因究明のため、変状の大きい区間で岩塊を採取し、圧縮試験を実施した。岩塊から得られる健岩部の供試体強度は地山の硬質部の強度であり、変形予測等には適用できないことはよく知られている。岩盤中の亀裂の影響は当然あるが、それでは変状を説明できない。ここでは、岩盤を構成する破碎・変質を受けて潜在的亀裂を含む原岩の特性をできる限り忠実に再現する供試体を作製し、炭酸塩鉱物脈や片理面の影響を調べた結果について報告する。

2. 供試体および試験方法

本研究では、蛇灰岩、泥質片岩、緑色片岩の検討を行った。蛇灰岩は、蛇紋岩にカルサイト等の炭酸塩鉱物脈（写真-1 参照）が数多く入った岩石で、蛇紋岩に伴われて産出する岩石であり、蛇紋岩と同様に脆弱である。原位置で採取した岩塊から、直径 20 mm でコアリングし、高さ約 40 mm の円柱供試体を作製した。供試体作製に当たっては、岩石供試体が壊れないように紙やすり #80 にて端面を整形し、平行度を出した。

X線回折の結果から、炭酸塩鉱物であるドロマイトとカルサイト（方解石）、蛇紋石の一種であるアンチゴライト、滑石（タルク）が多く含まれており、蛇灰岩であることがわかる。その他、少量の磁鉄鉱が含まれている可能性がある。スメクタイト等の膨潤性粘土鉱物は含まれていない。

緑色片岩と泥質片岩の岩塊から円柱供試体を作製する場合には、発破による潜在的な損傷、片理面での剥離などの影響がある。そこでコアリング時に負荷がかからないよう、周囲をモルタルで固めてから直径 30 mm でコアリングを行い、供試体を作製した。採取した円柱コアは、片理の状況を観察する

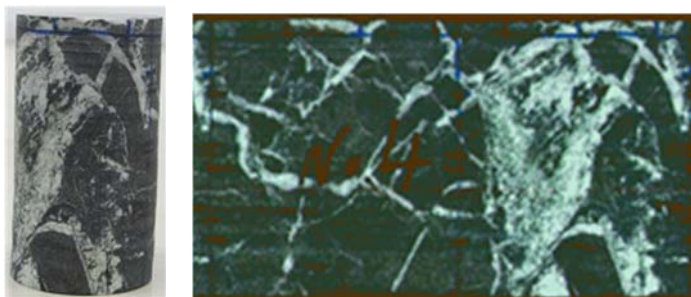


写真-1 蛇灰岩の供試体と側面展開写真

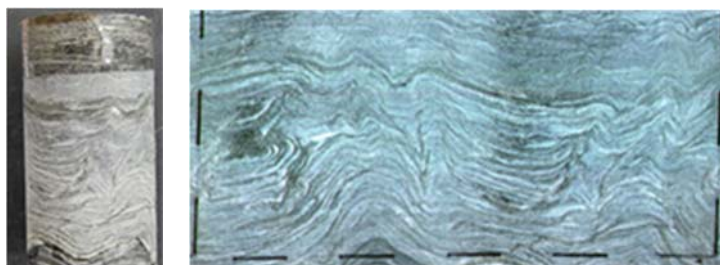


写真-2 泥質片岩の片理面に垂直に採取した供試体と側面展開写真



写真-3 泥質片岩の片理面と平行に採取した供試体と側面展開写真

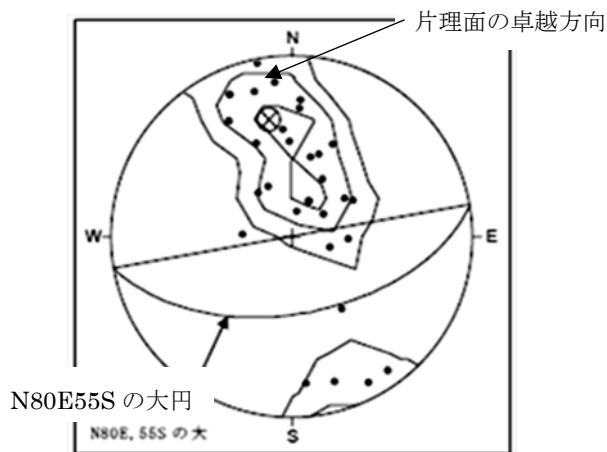


図-1 片理面の走向・傾斜コンター（下半球投影）

キーワード 結晶片岩, 蛇灰岩, 強度異方性, 山岳トンネル
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640

(株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-1015

ため、円柱側面展開図を撮影した後、直径の2倍の長さで切断して円柱供試体とした。片理面に垂直な方向の側面の状況と片理面に平行に採取した供試体の側面の状況をそれぞれ写真-2と写真-3に示した。2倍の長さが得られないものについては、最大の長さとした。

事前のボーリング調査から試料採取地点付近の片理面の走向・傾斜は図-1のようである。傾斜は全体にばらつくが、卓越方向はN80E55Sである。トンネル軸はほぼ東西であるので、鉛直方向との成す角度は35°となる。

3. 試験結果と考察

(1) 蛇灰岩

単位体積重量は平均 26.20 kN/m³ である。事前調査の蛇紋岩の単位体積重量 26.68 kN/m³ に比べて若干小さい。一軸圧縮強さは No.2~No.5 の平均 40.59 MPa が得られた。ここで、平均するのに No.1 の結果は一部鉱物脈での分離が認められたため異常値として除いた。蛇灰岩出現位置の土被りは、約 117 m であった。従って、地山強度比は 13 となり塑性変形の生じない十分大きな値となる。これは、試験可能な供試体を破碎・変質を受けた岩塊から細心の注意を払って整形しても、局所的によい部分の試験結果となることを示している。写真-1 および破壊形状からカルサイト脈は弱面となるが、規則性は無いと考えられる。

(2) 泥質片岩

図-2 に片理面と圧縮軸との成す角度と一軸圧縮強さとの関係を示す。一軸状態では、片理面に対して垂直な圧縮が最大となり、低角度で圧縮する方向にはやや弱い異方性が認められた。

(3) 緑色片岩

図-3 に緑色片岩の試験結果を片理面と圧縮軸との成す角度で整理したものを示す。45° 付近に最小値が存在し、75° では 100 MPa を超えるものもあった。最小付近において蛇灰岩、泥質片岩と同等の強度となる。図-4 にはヤング率を片理面と圧縮軸との成す角度に対して示した。片理面に垂直に近い 75° 方向への圧縮には変形しやすい傾向が示された。

4. まとめ

変状を来した付近の破碎・変質を受けた蛇灰岩および結晶片岩の力学特性を調べた。結晶片岩は、破碎・変質した中でも強度・変形特性に片理が影響する異方性を示した。蛇灰岩では鉱物脈が弱面となるが規則性は得られなかった。これらの円柱供試体の試験結果を岩盤に適用するにはさらなる低減が必要である。トンネル変状解析に反映させるには、文献1で示した変状位置付近での弾性波速度との対比が課題となる。それを踏まえて今後、解析的に変状を捉えていく予定である。

参考文献 1) 奥澤ら：蛇紋岩地山におけるトンネル掘削時の変状発生原因の検討，第74回土木学会年次学術講演会

表-1 蛇灰岩の一軸圧縮試験結果一覧

	一軸圧縮強さ MPa	ヤング率 GPa	ポアソン比	単位体積重量 kN/m ³
No.1	28.6	21.0	0.33	25.76
No.2	40.2	23.3	0.12	26.30
No.3	40.5	13.9	-	25.54
No.4	41.4	38.5	0.22	25.68
No.5	40.3	27.0	0.47	25.25
平均	38.2	24.7	0.28	25.71

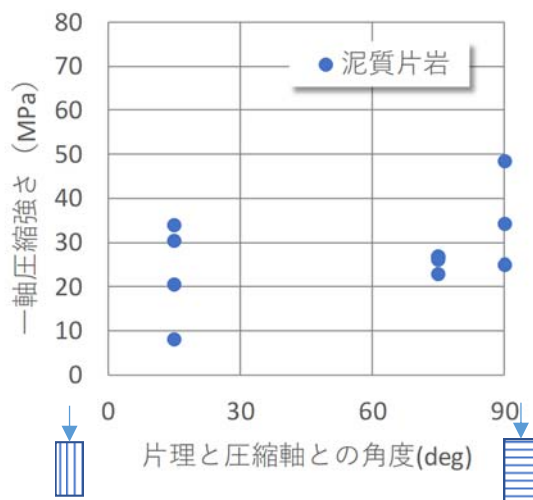


図-2 泥質片岩の異方強度特性

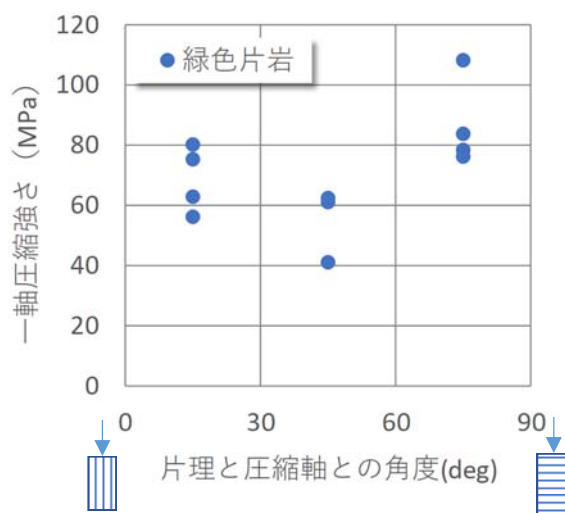


図-3 緑色片岩の異方強度特性

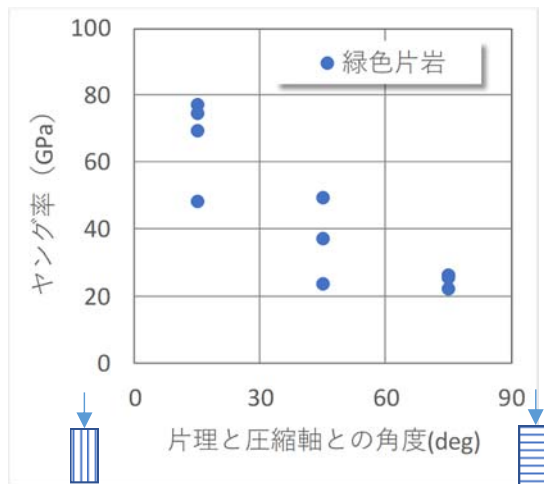


図-4 緑色片岩の異方変形特性