

Ⅲ－A340

岩石の力学的性質に対する礫分の影響について

北陸電力（株） 正会員 橋 本 徹
 北陸電力（株） 正会員 片 川 秀 基
 応用地質（株） 村 上 弘 行

1. はじめに

礫を含む岩石の力学的性質は、礫の含有率（以下、礫率という）、形状、大きさ、表面粗度などのほか、礫と基質との物理的・力学的性質の影響を受けていると考えられるが、この問題についての研究例は少ない。最近、小林、吉中¹⁾、Kobayashi et al²⁾は、人工材料を用いた室内実験や数値解析により礫混じり軟岩において基質の応力一ひずみ状態が礫の混入により著しく不均質となり、礫率の増加が強度の低下をもたらすケースを報告した。

本報告では、天然の礫混じり材料として、北陸地方に分布する新第三紀中新世の凝灰角礫岩、角礫状安山岩のボーリングコアを用い、岩石の力学的性質に及ぼす礫分の影響について検討した。

2. 試験方法

(1) 検討に用いた材料：検討に用いた材料は、新第三紀中新世の凝灰角礫岩と角礫状安山岩から成る直径 5cm、長さ 10cm の供試体である。凝灰角礫岩、角礫状安山岩とこれらに挟在する安山岩溶岩の物理試験結果を表－1 に示す。

(2) 礫率の算出方法：礫率は、供試体側面の展開図により全面積に対する礫の面積の割合を算出し、これを周面礫率と定義した。

(3) 試験手順：一軸圧縮試験用の供試体（直径 5cm、長さ 10cm）について、試験前に供試体側面の展開図を作成して礫の分布状況をスケッチし、礫種区分及び周面礫率の算出を行った。次に、供試体における礫と基質のそれぞれについて橋本他³⁾で用いているエコーチップ硬さ試験を実施した。測定結果はそれぞれ礫部 L d 値、基質部 L d 値として整理した。

3. 試験結果

(1) 礫種毎の硬さ評価：礫種の区分を表－2 に、礫種毎の礫部 L d 値のヒストグラムを図－1 に示す。なお、図中には基質部 L d 値及び安山岩溶岩の L d 値も合わせて示す。この図から、基質及び各礫種の L d 値にはバラツキはあるものの肉眼的に比較的基質に近い礫種 4 から安山岩溶岩に似た礫種 1 へと L d 値は大きくなる傾向がみられる。

(2) 礫部 L d 値と基質部 L d 値の比較：同一の供試体における礫部 L d 値と基質部 L d 値の関係を図－2 に示す。この図から、礫の硬さは基質と同程度または硬質であり、基質部 L d 値に対する礫部 L d 値の比（以下、L d 値コントラストという）としてみると、平均的には 1.3 倍程度、最大でも 2 倍以下である。

(3) 礫、基質の物性評価：橋本他³⁾による L d 値と一軸圧縮強度 (q_u)、静弾性係数 (E_{50}) との関係から礫、基質の物性の推定を

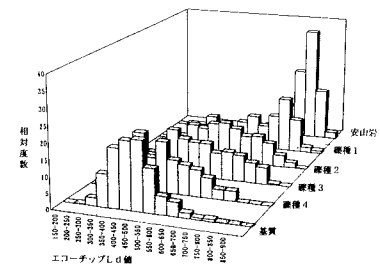
表－1 岩石材料の物理試験結果

岩 種	凝灰角礫岩	角礫状安山岩	安山岩溶岩
個 数	33	69	123
密 度 (g/cm^3)	2.27 (0.10)	2.31 (0.07)	2.68 (0.05)
吸 水 率 (%)	13.57 (3.53)	12.13 (2.16)	1.34 (0.56)
有効孔隙率 (%)	26.92 (3.47)	24.87 (3.36)	3.53 (1.37)
P波速度 (km/s)	3.86 (0.54)	3.96 (0.37)	5.53 (0.25)
S波速度 (km/s)	1.94 (0.27)	2.01 (0.24)	2.98 (0.18)

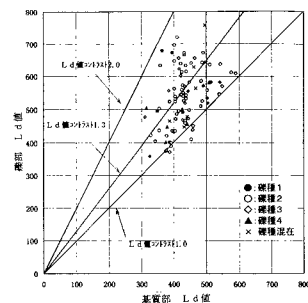
() 内数値は標準偏差を示す

表－2 礫種の区分

礫種 1	灰・暗灰色の色調を示す礫で、発光度合いは低く、安山岩溶岩に近い性状である。
礫種 2	灰・暗灰色の色調を示す礫で、礫種 1 とは発光度によって区別できる。色調も礫種 1 に比べると淡い。
礫種 3	発光度の程度がしばしば基質のそれに類似し、赤褐色・暗赤褐色の色調により基質とは明瞭に区別される。
礫種 4	発光度の割合が基質と同程度で、色調も基質とは漸移的である。他の礫種と比べると、基質と礫との境界はしばしば複雑に入り組んでおり、むしろ基質の一部をなしているともみることが出来る。



図－1 L d 値のヒストグラム



図－2 基質部 L d 値と礫部 L d 値の関係

キーワード：礫率、エコーチップ硬さ試験、一軸圧縮強度 (q_u)、静弾性係数 (E_{50})、角礫岩
 連絡先：〒930-8686 富山県富山市牛島町 15-1 TEL0764-42-1377 FAX0764-33-9964

試みる。同一供試体の礫部の推定一軸圧縮強度と基質部の推定一軸圧縮強度との関係を図-3に、同じく礫部の推定静弾性係数と基質部の推定静弾性係数との関係を図-4に示す。これより、同一供試体における基質部に対する礫部の一軸圧縮強度の比は、平均で2.3倍程度、最大でも10倍以下、静弾性係数の比は、平均で2.5倍程度、最大でも10倍以下と推定できる。

(4) 周面礫率と岩石の力学的性質との関係：周面礫率と q_u 、 E_{50} との関係を図-5に示す。これらの図から、周面礫率と q_u 、 E_{50} との間には明瞭な相関関係はみられない。また、礫種や礫径の違いによる影響もみられない。この結果は、礫率の増加により一軸圧縮強度の低下を指摘した小林・吉中¹⁾ Kobayashi et al²⁾の結果と異なるように見える。そのため、周面礫率の他に、礫の破断長さ、基質部 L_d 値、礫部 L_d 値、 L_d 値コントラストを指標にそれらが試験結果に与える影響について相関分析を実施した。その結果を表-3に示す。相関分析の結果、 q_u 、 E_{50} と弱いながらも正の相関を有するのは、基質部 L_d 値、礫部 L_d 値、礫の破断長さである。このことから、この報告で用いている岩石材料については、天然材料であるが故に礫の形状が複雑であること、基質や礫の物性のバラツキ、破断線と礫の位置関係の影響が大きいいため、周面礫率と q_u 、 E_{50} との間には明瞭な相関関係がみられないものと考えられる。

4. まとめ

北陸地方に分布する新第三紀中新世の凝灰角礫岩と角礫状安山岩から採取したボーリングコアについて、以下の事柄が判明した。

(1) 用いた岩石は物性の異なる複数の岩種を含有し、かつ、基質や礫の物性にバラツキがみられる。また、同一供試体の基質部と礫部の静弾性係数比が平均で1:2.5

程度、最大でも1:10以下と推定される。(2) 周面礫率と q_u 、 E_{50} との間には明瞭な相関性は認められない。その理由としては、当岩石材料については礫と基質の静弾性係数比が比較的小さいことや礫の形状が複雑であること、基質や礫の物性のバラツキ、破断線と礫の位置関係の影響が大きいことなどが関与しているものと思われる。

参考文献

- 1) 小林隆志, 吉中龍之進; 礫混じり軟岩の強度・変形特性に関する研究, 土木学会論文集 No. 487, 1994
- 2) Takashi Kobayashi & Toshiaki Mimuro, Ryunoshin Yoshinaka; Mechanical properties and failure mechanism of gravelly soft rock, Rock Foundation Yoshinaka & Kikuchi (eds), 1995
- 3) 橋本徹, 片川秀基, 平野秀次, 村上弘行; エコーチップ硬さ試験器による岩石材料の物性評価の試み, 第33回地盤工学研究発表会講演集, 1998

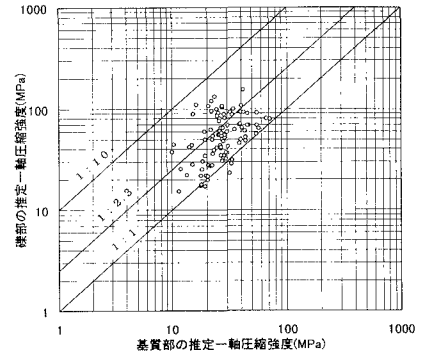


図-3 基質部と礫部の推定一軸圧縮強度

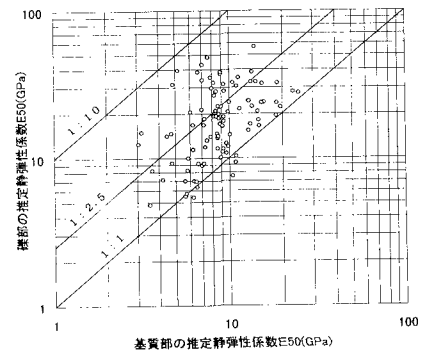


図-4 基質部と礫部の推定静弾性係数

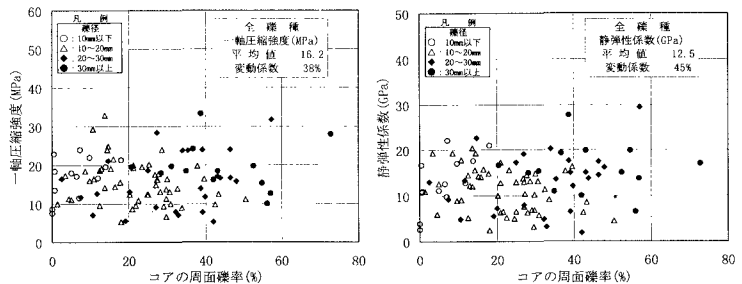


図-5 周面礫率と一軸圧縮強度, 静弾性係数の関係

表-3 相関分析結果一覧表

	一軸圧縮強度 (MPa)	静弾性係数 (GPa)	周面礫率 (%)	礫の破断長さ (mm)	基質部 L_d 値 (mm)	礫部 L_d 値 (mm)
周面礫率	×	×	-----	-----	-----	-----
礫の破断長さ	○ (0.269)	○ (0.224)	○ (0.665)	-----	-----	-----
基質部 L_d 値	○ (0.319)	○ (0.240)	×	×	-----	-----
礫部 L_d 値	○ (0.419)	○ (0.470)	×	×	○ (0.428)	-----
L_d 値の対比	×	×	×	×	○ (-0.318)	○ (0.714)

()内の数値は相関係数
○:有意水準5% (N=102; 0.194)で有意な相関性を持つ