

非破壊検査手法によるボーリングコアの評価

香川大学工学部 学生会員 ○水田朗 正会員 長谷川修一 正会員 山中稔
徳島大学大学院 正会員 西山賢一

1. はじめに

地質調査におけるボーリングコア観察は、地下の地質状況を把握する基本的な調査方法であるが、定性的な記載が多い。このため、ボーリングコアを有効活用するには、簡易に計測可能な非破壊試験を併用し、地質特性を定量的にも評価することが望ましい。本研究では香川県小豆郡土庄町豊島の地すべり地において採取されたボーリングコアに適用した非破壊試験（エコーチップ硬度試験、針貫入試験、帯磁率測定および色彩測定）結果と、従来のボーリングコア観察による判定結果およびX線回折結果を比較することにより、非破壊試験のボーリングコア判定への適用性を検討したので、その概要を報告する。

2. 研究対象地の地質

ボーリングコア観察結果より地質区分は、地表から安山岩、火山礫凝灰岩、礫岩、泥岩であり、安山岩は概ね新鮮（ δ ）であるが、火山礫凝灰岩はやや変質している（ γ ）（図 1）。安山岩は最下部が褐色化を呈して軟質となっており、火山礫凝灰岩は最上部から 6m 付近まで黄褐色を呈した風化殻を有しており、深部にかけて新鮮な岩となる。礫岩は礫径 3~5cm の基質支持であり、泥岩は概ね新鮮な岩である。なお、火山礫凝灰岩は豊島石として採掘された層準である。

3. 試験方法と結果

1) エコーチップ硬度試験

a) 試験方法

エコーチップ硬度試験は安山岩、火山礫凝灰岩の柱状コアを対象に不定点打法で 20 点測定し、最大・最小値の 10%を除いた平均値を測定値とした。測定された反発硬度 L は内田ら¹⁾の換算式により、一軸圧縮強さに換算した。

$$q_u = 2.1717e^{0.0049L} \quad \text{ただし, } q_u: \text{換算一軸圧縮強さ(MPa), } L: \text{反発硬度}$$

b) 試験結果

換算一軸圧縮強さの平均値、ばらつきを図 1 に示す。換算一軸圧縮強さの平均値は安山岩では 75MPa、火山礫凝灰岩上部 6m では 9MPa、それ以深では 33MPa 前後を示している。また、火山礫凝灰岩上部の風化殻では換算一軸圧縮強さの平均値とばらつきが小さい。これは、風化により礫と基質の強度差が小さくなっていることを示している。

2) 針貫入試験

a) 試験方法

針貫入試験は礫岩の基質部、泥岩の柱状コアを対象に無作為で 20 測定し、最大・最小値の 10%を除いた平均値を測定値とした。測定された貫入勾配 NP は岡田ら²⁾の換算式により、一軸圧縮強さに換算した。

$$q_u = 0.978NP + 1.599 \quad \text{ただし, } q_u: \text{換算一軸圧縮強さ(MPa), } NP: \text{貫入勾配(N/mm)}$$

b) 試験結果

換算一軸圧縮強さの平均値、ばらつきを図 1 に示す。換算一軸圧縮強さの平均値は礫岩の基質部、泥岩ともに 0.1MPa 未満を示し、極めて軟質であることがわかる。

3) 帯磁率測定

a) 試験方法

帯磁率は岩石・地盤の分野では岩石の磁性鉱物の含有量、風化・変質の指標として利用されている。帯磁率測定は安山岩、火山礫凝灰岩の柱状コアを対象に 5 回ずつ測定し、最大・最小値の 20%を除いた平均値を測定値とした。

b) 試験結果

試験結果を図 1 に示す。帯磁率は安山岩では $3\sim5\times10^{-3}$ SI unit, 火山礫凝灰岩最上部では 13×10^{-3} SI unit と著しく高いが, GL-18.5m で 5×10^{-3} SI unit まで急に低下し, 深くなるに従い 1×10^{-3} SI unit まで徐々に低下する。

4) 色彩測定

a) 試験方法

色彩測定は安山岩, 火山礫凝灰岩, 礫岩, 泥岩の柱状コアを対象に土色計を利用して, 約 0.5m 間隔で 1 回ずつ測定した。色彩値の表示は $L^*a^*b^*$ 表色法を用いた。

b) 試験結果

試験結果を図 1 に示す。試験結果の $+a^*$ は赤色成分, $+b^*$ は黄色成分の強度を示す。色彩値は安山岩では $(a^*,b^*)=(0,3)$, 火山礫凝灰岩上部 8m では $(7,12)$ 前後と赤色成分, 黄色成分ともに高いが, 次第に低下し, 火山礫凝灰岩の基底では $(0,4)$ まで低下している。これは, 火山礫凝灰岩上部 8m が黄褐色を呈し, その上を新鮮な安山岩が覆っていることを示している。

5) X線回折 (Sm/Fel 強度比)

a) 試験方法

安山岩, 火山礫凝灰岩について全岩粉末試料の X 線回折によるスメクタイトと斜長石の強度比 (Sm/Fel 強度比) を斜長石の粘土化の指標として用いた。

b) 試験結果

試験結果を図 1 に示す。Sm/Fel 強度比は安山岩では 0.04~0.10, 火山礫凝灰岩最上部から 6m では 0.13~0.22, それ以深では 0.03~0.13 であり, 火山礫凝灰岩上部 6m の粘土化が著しいことを示している。

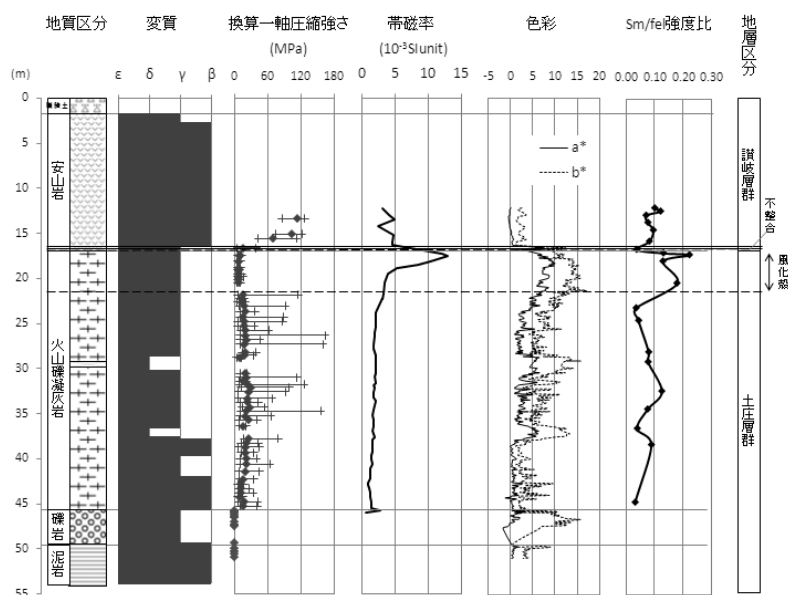


図 1 試験結果

試験結果より, 火山礫凝灰岩は最上部から 6m 以深までは粘土化が著しく, 黄褐色を呈しており, 且つ換算一軸圧縮強さが小さいことから, 風化殻と推定される。また, 新鮮な安山岩が火山礫凝灰岩の風化殻を不整合に覆っている。安山岩は新第三紀讃岐層群のメンバーであるので, 火山礫凝灰岩は讃岐層群より古い時代の地層で, 周囲の地盤分布から古第三紀土庄層群の可能性が高い。したがって, 火山礫凝灰岩から採掘された豊島石は讃岐層群ではなく, 土庄層群に属する古第三紀の岩石と推定される。

4. まとめ

ボーリングコア観察に非破壊試験を併用することにより, 不整合に伴う物性の変化を定量的に示すことができた。

謝辞

本研究の実施にあたっては, 香川県河川砂防課及び同小豆総合事務所並びに応用地質(株)四国支社の関係者各位にはボーリングコアの観察・試験において多大なご配慮をいただいた。記して感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 内田直人, 江藤芳武, 大川孝士, 生貞幸治. 礫岩に対するエコーチップ反発硬度試験の適用性に関する基礎研究. 応用地質, 50 巻, 2 号, 79-88 頁, 2009
- 2) 岡田滋, 泉谷泰志, 飯塚友之助, 堀内澄夫. 針貫入試験による軟岩地山強度の推定. 土と基礎, 32 巻, 2 号, 35-38 頁, 1985