

【討議・回答】

「締固めた泥岩の堆積年代と物理的性質
とスレーキングに起因する圧縮特性の
関係」への討議・回答

村上幸利 著

(土木学会論文集, No. 680/III-55 2001年6月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

前川晴義 (金沢工業大学)

Haruyoshi MAEKAWA

泥岩を盛土材に利用することを目的にした研究が近年多くなってきています。泥岩には、スレーキングと呼ばれている劣化現象を起こしやすい特徴が有り、盛土材としての利用を敬遠される要因になっています。スレーキング自体は、材料が乾燥と湿潤条件を繰り返すことによって引き起こされることが知られていますが、力学的なメカニズムに関してはほとんど明らかになっていません。さまざまな環境条件のもとで形成されていることが、スレーキングの有無や定量的な評価を難している理由であろうと考えられています。泥岩材料が形成過程で土質材料と大きく異なっているのが続成作用です。続成作用の違いがスレーキング現象の度合いに直接影響を与えることが容易に予想ができますが、残念ながらこの方面の報告は皆無です。スレーキング特性に「堆積年代」を新たな因子として導入された著者の研究は先駆的なもので、非常に興味深く論文を読ませていただきました。堆積年代(堆積履歴)は、泥岩のスレーキング問題以外の力学特性の解明にも重要な因子になるように思います。

これからの研究課題かも知れませんが、以下の内容に関して、著者の見解がいただけたら幸いです。

1) 泥岩材料を盛土材として利用するには、著者の指摘の通り、「破碎性」と「スレーキング性」の両面からの検討が大切であろうと思います。論文では「破碎性」の定量的な評価方法として、破碎率を用いられておられますが、破碎率は母材自体の強度が深く関与するものと考えられます。もしお分かりでしたら各試料の一軸圧縮強さと破碎率などの関係についての所見をお願いします。また、締固め後の乾湿に伴う沈下への影響を調べるために、一定応力下での圧縮ひずみの結果を示しておられますが、もし強度に関する情報がございましたらお示し下さい。

2) 図-1は、各種の材料を間隙率と一軸圧縮強さの関係で示したものです¹⁾。泥岩(シルトも含む)材料は、間隙率で5~65%の範囲に分布しており、また、一軸圧縮強さも2MPa~150MPaのものが存在

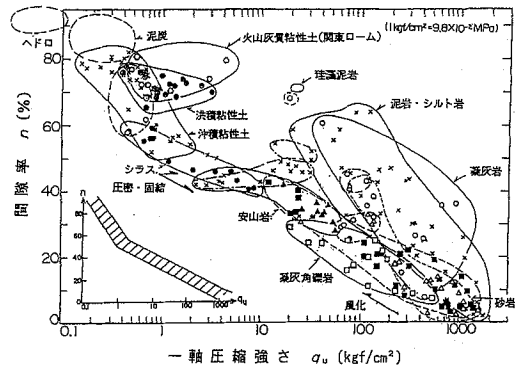


図-1 各種材料の間隙率と一軸圧縮強さの関係(参考文献1)に一部加筆)

しています。同じ泥岩でこのような間隙率に変化が起きる要因としては、続成作用以外に、地殻変動による圧密作用の影響が考えられます。著者がここで対象にしておられます泥岩材料の乾燥密度は、1.94~2.30 g/cm³であり、このような高密度になった背景には、地殻変動の影響があるのではないのでしょうか。論文の中で「約1300万年前に隆起した」と有りますが、地殻変動を受けたこと(主に応力解放)が、「破碎性」と「スレーキング性」に影響を与えたとは考えられないのでしょうか。討議者は、軟岩や岩の力学特性を明らかにするには、地質的な情報が不可欠であると考えています。もし、お分かりでしたら泥岩の形成過程に関する情報を示して下さい。

3) これまでにもスレーキング特性に関しては、いくつかの試験方法が提案・採用されています²⁾。現行の室内試験の結果は、スレーキングが起きやすい材料か否かの判断は可能ですが、実務的に大切な強度や変形特性は全く評価ができず、現場と対応していないように思われます。著者は、これまで泥岩などを対象に締固め材料としての適性の評価に関する実験を数多く実施されておられます。例えば、盛土材として泥岩を

利用する場合、どのような試験を実施し、また、評価をどのようにすれば良いとお考えかをお示し下さい。

以上、この分野の研究や業務に携わっている読者にとって有用な情報になればと思ひ討議を起こしました。著者の論文内容とは少し異なる討議内容のものも含まれていますが、宜しくお願いします。

▶回答者 (Closure)

村上幸利 (山梨大学)

Yukitoshi MURAKAMI

著者の論文への貴重な討議に対して、討議者ならびに論文集編集委員会に感謝の意を表する。

本論文は、泥岩塊を盛土材料として用いる場合の変形に係る安定問題において、スレーキングを含む泥岩特有の性質と続成作用に関連した堆積履歴の因子が及ぼす影響について追究したものである。討議者の質問は、

- 1) 使用した泥岩試料の一軸圧縮強度と破碎率の関係およびその岩塊を締固めて作成した供試体の強度に関する情報
- 2) 試料として用いた泥岩の形成過程に関する地質学的な情報
- 3) 盛土材として泥岩を用いる場合に適当と思われる材料試験に関する著者の見解

の3点を著者に求めるものである。討議者が述べているように、これらは論文で取り扱った問題と関連するが、主題とは異なるために、著者として回答することが果たして適当であるかいささか疑問もあるが、分かる範囲についてはできるだけ答えたい。

まず、1)については、泥岩を盛土材料として取り扱う場合は、その「破碎性」に注目することは工学的に意義があると考えている。しかし、討議者の指摘のように、破碎性は岩塊が外力によってどの程度破壊されて細粒化するかという岩の性質であるので、岩自体の強度が大いに関係することは容易に想像がつく。実際、研究で用いた泥岩試料のうち幾つかについて、一軸圧縮強度を求めて破碎率との関係を調べてみると、図-1のようになる。破碎率が大きいことは岩自体の強度が小さいことに起因するので、図-1の関係は予測できる結果である。ただし、泥岩の強度は葉理の発達具合によって異方性を表すと考えられる。反面、破碎率では岩塊のランダムな方向性によって強度異方性が解消する点がある。なお、締め固めた泥岩供試体の強度については、大型の三軸せん断試験装置などを必要とするために、本研究では全く調べておらず、回答できない。ただし、強度そのものではないが、強度に関連した力学量と考えられるCBRは、著者の他の論文で触れているので、参照願えれば幸いで

参考文献

- 1) 小川義厚：土と岩石との境が無くなる話 (その1)、石川県地質調査業務協会誌、地質 石川、No. 40 記念号、pp. 22-23、1986.
- 2) 土木学会岩盤力学委員会編：軟岩の調査・試験の指針 (案) - 1991年版一、土木学会、1991.

(2001.12.18 受付)

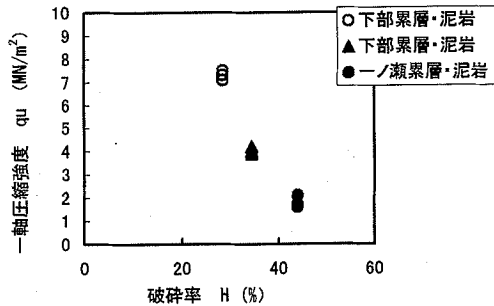


図-1 泥岩試料の破碎率と一軸圧縮強度の関係

ある¹⁾。

次に、2)についてであるが、用いた泥岩試料の密度が相対的に大きいのは、討議者が述べるように、地殻変動による影響が大であると考えている。山梨県の地質を著した専門書によると、現在の富士川沿いの地域では、今から約1300万年前より古い地質時代の海底火山活動による火成性粘土が小規模な海盆に厚く堆積して生成した富士川層群は、約1300万年前には隆起し、南北方向の顕著な褶曲構造をもつとされる²⁾。その向斜部にあたる場所においては、応力解放による岩の性質への影響およびその後の再圧密の可能性が十分にありうると推定される。また、火成性のために重鉱物の含有によって密度が増大している側面もあると考えている³⁾。

最後の3)については、奥深い本質を含む課題であると考えている。泥岩塊を盛土材料として取り扱う場合、変形特性に及ぼす主要な因子としては、(1)材料の粒度、(2)上載荷重の大きさ、(3)空気間隙の程度、(4)岩の性質、(5)湿潤・乾燥状態の繰り返しの程度、が挙げられる。したがって、著者は、盛土体の変形問題に対しては、材料試験として、泥岩材料の粒度、破碎性とスレーキング性および含有粘土鉱物を把握できる試験であれば十分であるとこれまで考えてきた。しかし、著者の最近の研究によると、泥岩の性質の一つである吸水性も重要な要素になりうるとする結果を得ている⁴⁾。特に泥岩の性質については、今後研

究を進めれば新たな因子が重要な影響を及ぼす要素になる可能性があるとも考えている。なお、強度の観点からは、著者はこれまで全くと言っていいほど研究を進めていないので、回答を差し控えたい。

参考文献

- 1) 村上幸利：締固めた軟岩材料の力学的安定性に及ぼす岩の性質と締固め度の影響，土木学会論文集，No. 511/III-30，pp. 109-116，1995.

- 2) 山梨県：山梨県地質誌，pp. 153-175，1960.
- 3) 村上幸利：岩石材料の物理的性質とスレーキング性の関係および既存のスレーキング試験の有用性，地盤工学会誌，第48巻，第2号，pp. 5-8，2000.
- 4) 清水謙太郎，村上幸利：締固めた泥岩材料の水浸時の変形特性とそれに基づく締固め基準の検討，第29回土木学会関東支部技術研究発表会，pp. 508-509，2002.

(2002.5.15 受付)