

岩の耐久性ってなに？

農業土木研究室

【問】岩石を土木材料として用いるときに、耐久性が問題となる場合がありますが、岩石材料の耐久性試験について教えてください。

【回答】

岩石を盛土材などの土木材料として使用するにあたり、その耐久性を検討するうえで、硬い岩石（硬岩）の場合にはあまり耐久性の問題はありません。しかし、軟らかい岩石（軟岩）では、地山掘削による応力解放や吸水膨張、風化作用などの環境変化に基づく乾燥・湿潤の繰返しにより急激に固結力を失い組織が破壊される現象（スレーキング）を起こす場合があります。このような性質は、新第三紀の泥岩や頁岩などの粘土含有量が比較的高い岩石に多くみられます。

軟岩は締固め時やせん断応力作用時に粒子破碎を生じやすく、岩の組織構造の性質の変化を起こしやすいという特性があります。また、盛土を行った場合、スレーキングや粒子破碎を原因として比較的大きな沈下を生じる例もあります。

そのため、岩石のスレーキングの程度などの耐久性を調べる方法については、従来より種々の方法が検討・提案されてきました。その多くは、乾湿繰返しに

より劣化促進後の性状を調べるものです。しかしながら岩石のスレーキング現象は、試験条件によってその現れ方が大きく異なる現象のため、実際に岩石がおかれる条件に見合った試験でなければならない点にむずかしさがあり、耐久性を判定する試験方法が統一されるに至っていないのが現状です。

岩石（または粗粒材料）の耐久性を検討するために、一般に実施されている試験はコンクリート骨材の試験法に準じたものが多く、これらの試験については文末の参考文献の1)～4)にその試験法が詳述されていますので、ここではその説明は割愛させていただきます。なお、これらの試験法はいずれも岩石が盛土内で実際に受ける環境とは異なった条件での試験であるということに注意する必要があります。すなわち、実際の盛土内の岩石（岩石の集合体）は周囲が拘束されており、温度変化もあまり生じないので、この点が実際の条件と大きく違うのです。

表－１ 開発した拘束応力下における岩石材料（粗粒材料）の耐久性試験の概要

試 験 名	拘束応力の 負 荷 方 式	乾燥・湿潤等の方法	観測・測定内容	特 徴	備 考
大型圧密風化試験	空圧シリンダー による鉛直圧負荷	(乾燥)60℃恒温室にて表乾 状態まで乾燥 * 供試体底部からの温風送 風乾燥を併用 (湿潤)水槽にて水浸飽和	・ 沈下量、含水量 ・ 試験後試料の比重、吸水率、 粒度	最大粒径60mmまでの 粗粒材料に適用可	・ 試験後試料で三軸圧縮 試験を行う場合もある
簡易式 拘束耐久性試験	強力パネによる 鉛直圧負荷	(乾燥)乾燥機にて送風乾燥 (湿潤)水槽にて水浸飽和 (凍結)吸水後-10℃恒温機 にて気中凍結	・ 比重、吸水率 ・ X線写真解析（岩片の場合） ・ 粒度、沈下量（集合体の場合）	試料は岩片、集合体 のいずれでも適用可	・ 凍結融解・乾湿繰返し 試験が実施可能 ・ 低拘束応力レベルの試 験に対応
乾 湿 繰 返 し 三 軸 圧 縮 試 験	水圧による 等方圧負荷	(乾燥)三軸圧力室にて表乾 状態まで送風乾燥 (湿潤)三軸圧力室で通水後、 背圧負荷での飽和	・ せん断強度、透水係数、体積 変化量 ・ 試験後試料の比重、吸水率、 粒度	締固め直後から乾湿 履歴後における強度 定数、透水性などの 計測が可能	・ 拘束応力レベルの設定 範囲が広い (最大10kgf/cm ²)

そこで、開発土木研究所の農業土木研究室では実際に原位置の岩石がおかれる環境条件を考慮して、拘束圧を負荷した状態で乾湿繰返しを与え岩石の物理的・力学的性質を調べる耐久性試験機を開発しましたので、その概要を表-1に示します。

図-1～3には、これらの拘束圧作用下で行う乾湿繰返し耐久性試験のフローを示します。これらの試験

は軟岩の風化の進行やスレーキング現象は拘束圧の有無（大小）によって大きく異なるので、軟岩の耐久性の判定では実際に使用される応力状態を考慮した試験が重要であることを踏まえてのものです。なお、これらの試験結果例については、開発土木研究所月報No.502にて報告しています⁵⁾。興味のある方は読んでいただければ幸いです。

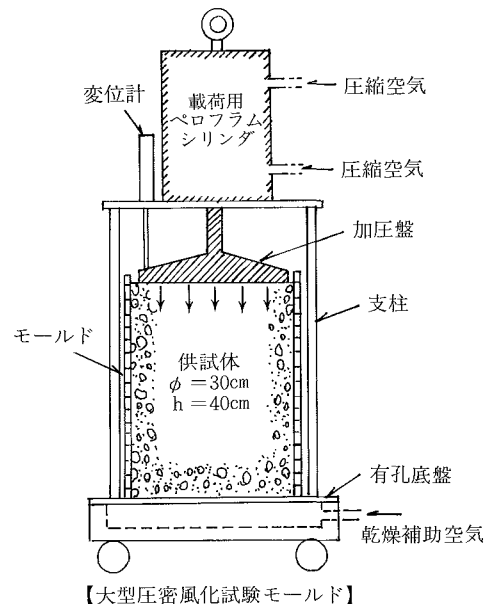
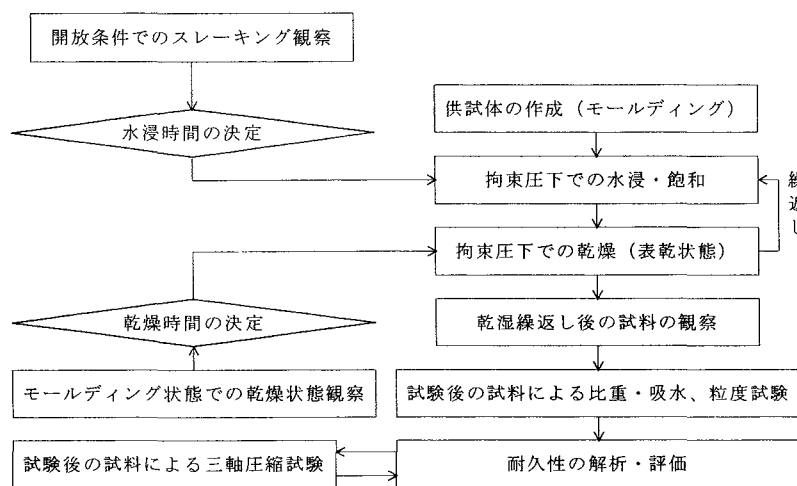


図-1 大型圧密風化試験フロー

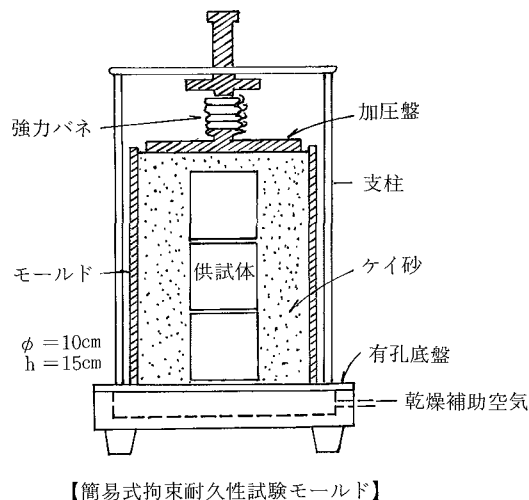
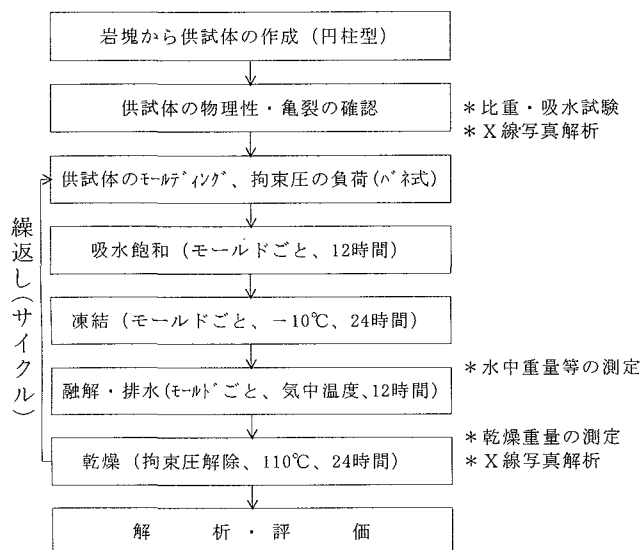
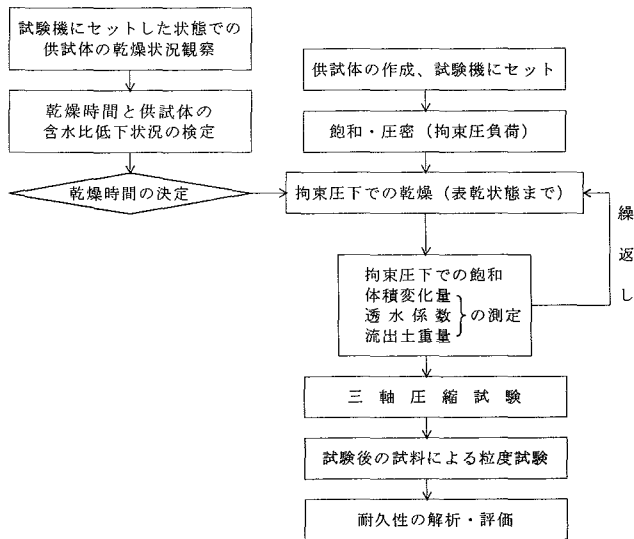


図-2 簡易式拘束耐久性試験フロー



図－3 乾湿繰返し三軸圧縮試験フロー⁵⁾

以上のように岩石の耐久性の評価を行うにあたって、軟岩の場合には硬岩やコンクリート骨材とは異なった配慮を行って試験を実施していただきたいと思います。

また、ここで紹介した耐久性試験の実施によって、従来の試験法では不良とされた軟岩でも、土木材料としての利用の可能性が広がります。なお、この他にも耐久性試験の実施に当たって疑問がある場合には、開発土木研究所農業土木研究室にお問い合わせいただければと存じます。

（文担当：小野寺康浩）

《参考文献》

- 1) 土木学会：粗骨材の比重及び吸水率試験方法（JIS A 1110－1989）、コンクリート標準示方書〔規準編〕、pp 110－111, 1996年5月（平成8年制定）。
- 2) 同上1）：硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験方法（JIS A 1122－1989）、pp118－122。
- 3) 日本道路公団：岩のスレーキング率試験方法（JHS 110－1992）、日本道路公団試験方法第1編、pp 235－237, 1992年2月。
- 4) 同上3）：岩の乾湿繰返し吸水率試験方法（JHS 111－1992）、pp 241－243。
- 5) 小野寺・秀島・太田・中村：拘束条件下における粗粒材料の耐久性試験、開発土木研究所月報、No.502、pp 15－21, 1995年3月。
- 6) 小野寺・秀島・太田：岩石材料の耐久性試験機と試験法の開発、第38回北海道開発局技術研究発表会概要集（ダム・砂防部門）、pp 205－210, 1996年2月。