

多孔質軟岩の乾燥・飽和状態における強度・変形特性（その3）

信州大学工学部 正会員 梅崎健夫, 正会員 河村 隆
 信州大学工学部 学生会員○山脇大知
 (株) 土木管理総合試験所 熊田 正, 松山 寛

1. はじめに 多孔質軟岩を模擬した、炭酸カルシウム製の文具用チョークおよび市販のレンガを用いて、孔隙の異なる様々な供試体に対して圧縮強度および引張強度について検討を実施している^{1)~3)}。また、レンガに様々な削孔を行った供試体に対して、乾燥・飽和状態におけるS波・P波速度の計測を行った^{4),5)}。

本文では、文献4),5)で用いた供試体に対して、乾燥・飽和状態における圧縮強度について検討した。

2. 試験概要 市販のレンガを乾燥させ、コア抜き・端面整形して試料とし、その後、卓上ボール盤を用いて、横方向に様々な大きさの削孔（内径 d mm）を行った。各ケース乾燥・飽和のそれぞれ3本の供試体に対して、載荷速度：0.01%/min（破壊までの時間 $t=7\sim 15$ min）で一軸圧縮試験（岩石の一軸圧縮試験（JGS2521-2009）に準拠）を実施した。表-1に供試体の一覧^{4),5)}を示す。ここで、 D ：直径、 h ：高さ、 γ_d ：乾燥単位体積重量、 e_0 ：初期間隙比である。 γ_d および e_0 は、孔隙を無視した見かけの体積に基づいて算定した値である。飽和供試体の一軸圧縮試験は、ステンレス製の下部加圧盤、アクリル製の円筒、Oリングからなる専用の水浸容器（内径 $d=90.2$ mm、高さ $h=145.3$ mm）（写真-1）を用いて、浸水状態で試験を行った。

3. 試験結果および考察 図-1に乾燥状態および飽和状態の応力・ひずみ関係（ケースa,e）を示す。孔隙の有無に関わらず、圧縮応力は、初期状態からピーク強度まで直線的に増加し、その後、急激に減少して残留強度に達する。また、乾燥状態のピーク強度の方が飽和状態よりも少し小さい値である。なお、本文では、紙面の都合上からピーク強度のみを検討し、残留強度については割愛した。

図-2に乾燥状態および飽和状態の一軸圧縮強度 q_u と乾燥単位体積重量 γ_d の関係（ケースa~e）を示す。孔隙の大きさや個数、乾燥・飽和状態に関わらず、乾燥単位体積重量の低下に伴い、一軸圧縮強度も減少する。

図-3に乾燥状態と飽和状態における平均した一軸圧縮強度 q_u を比較（ケースa~e）して示す。孔隙の大きさや個数、によらず、原点を通る



写真-1 飽和供試体の一軸圧縮試験の一例

表-1 レンガ供試体の初期状態

孔径	(a) $d=0$ mm	(b) $d=8$ mm $\times 3$	(c) ($d=4$ mm $\times 5$) $\times 4$	(d) ($d=8$ mm $\times 3$) $\times 2$	(e) ($d=10.5$ mm $\times 3$) $\times 2$
D (mm)	49.85~50.11	49.94~50.08	49.63~50.16	49.98~50.06	49.89~50.03
h (mm)	93.00~95.10	93.11~94.37	91.18~94.52	92.69~97.12	93.19~95.41
γ_d (kN/m ³)	19.00~19.28	17.93~18.42	17.54~17.81	17.17~17.47	16.13~16.44
e_0	0.32~0.34	0.38~0.42	0.43~0.45	0.45~0.48	0.55~0.58
初期状態					

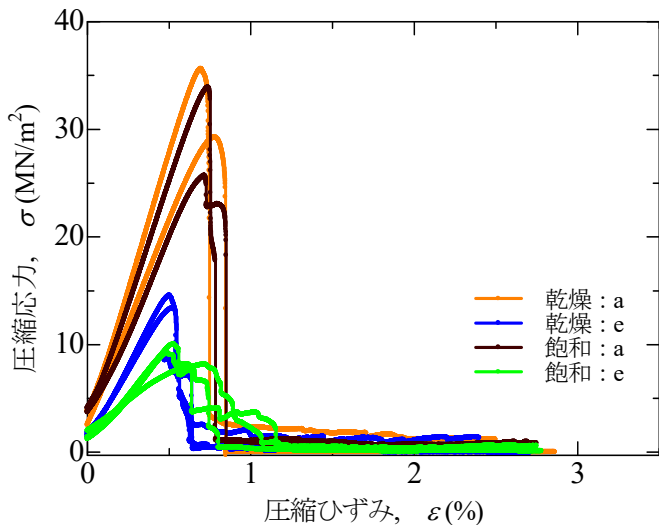


図-1 応力・ひずみ関係の一例

直線で近似できる。乾燥状態に比べ、飽和状態の一軸圧縮強度は小さく、その差は0.8倍程度である。多孔質供試体においても、飽和状態が一軸圧縮強度に影響を与えている。

図-4に変形係数 E_{50} と一軸圧縮強度 q_u の関係を示す。孔隙の大きさや個数、乾燥・飽和状態に関わらず、原点を通る、以下の直線で概略近似できる。

$$q_u = 0.006E_{50} \quad (1)$$

多孔質軟岩の弾性係数を現地計測することにより、地下水の影響によらず、圧縮強度を推定できることが推測される。

4. まとめ 得られた主な知見は以下のとおりである。(1)大きな空隙を有する供試体においても、専用の水浸容器を用いて、飽和状態の一軸圧縮強度を求めることができる。(2)多孔質供試体の一軸圧縮強度は、飽和状態の方が乾燥状態より小さく、その差は0.8倍程度である。(3)変形係数 E_{50} と q_u の関係は孔隙の大きさや個数、乾燥・飽和状態に関わらず、原点を通る直線で概略近似できる。多孔質軟岩の弾性係数を現地計測することにより、地下水の影響によらず、圧縮強度を推定できることが示唆される。

【参考文献】 1)梅崎健夫ほか：石灰岩を模擬したチョークの圧縮および引張り強度に及ぼす孔隙の影響（その1），第54回地盤工学研究発表会，2019。2)梅崎健夫ほか：石灰岩を模擬したチョークの圧縮および引張り強度に及ぼす孔隙の影響（その2），第55回地盤工学研究発表会，2020。3)梅崎健夫ほか：石灰岩を模擬したレンガの圧縮強度に及ぼす孔隙の影響（その1），第56回地盤工学研究発表会，13-2-5-06, pp.1-2, 2021。4)梅崎健夫ほか：多孔質軟岩の乾燥・飽和状態における強度・変形特性（その1），第56回地盤工学研究発表会，13-2-5-06, pp.1-2, 2021。5)梅崎健夫ほか：多孔質軟岩の乾燥・飽和状態における強度・変形特性（その2），第56回地盤工学研究発表会，13-2-5-06, pp.1-2, 2021。

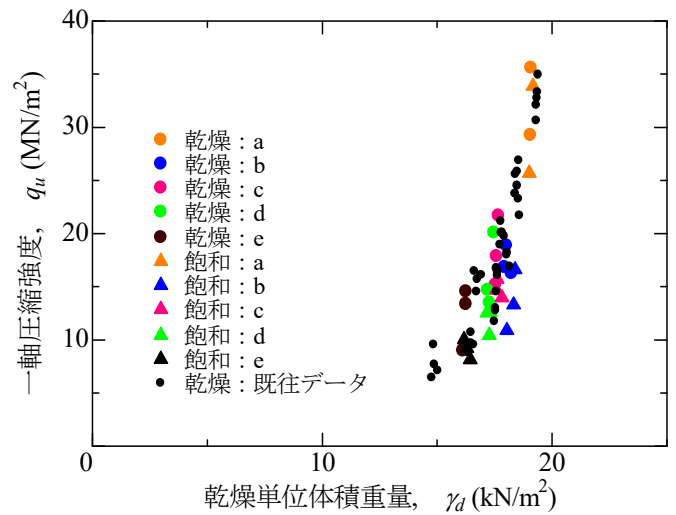


図-2 q_u と γ_d の関係

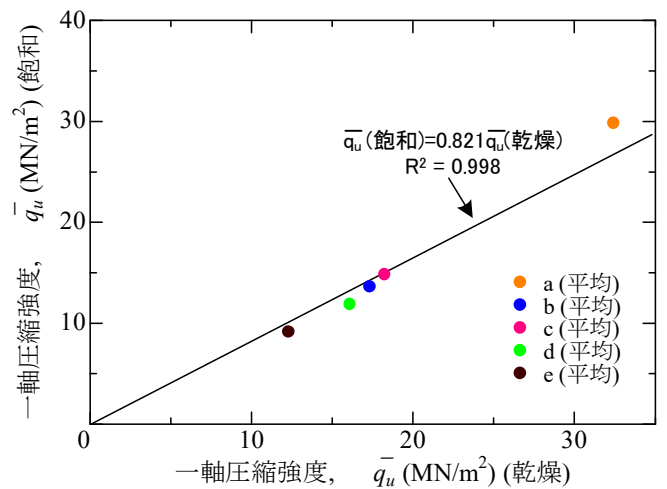


図-3 q_u (乾燥) と q_u (飽和) の比較 (平均値)

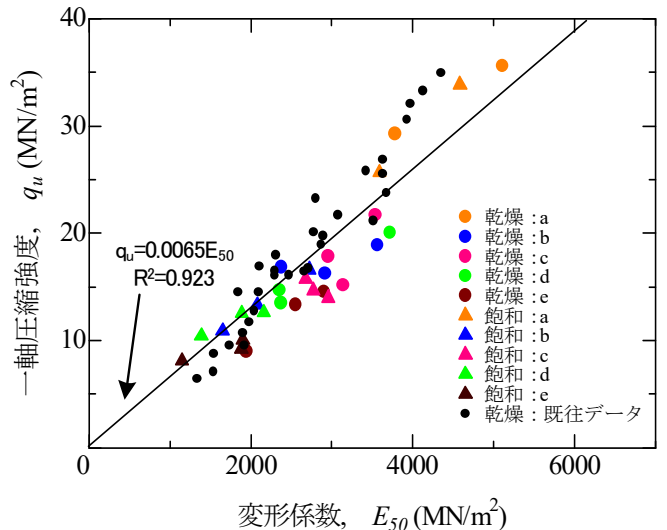


図-4 乾燥・飽和状態における q_u と E_{50} の関係