

不攪乱粘土試料における物理特性と膨潤圧の関係

山口大学大学院理工学研究科 学生会員○神山 惇
山口大学大学院理工学研究科 正会員 鈴木素之
サンコーコンサルタント 正会員 小西純一

表-1 試料の物理特性¹⁾

試料名	採取地	試料記号	土粒子の密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)
ベントナイト	山形県	B	2.716	479	37	—	—	—
第四紀大阪層群粘土	大阪府	O3	2.698	78.2	23.4	1.645	1.034	59.1
		O4				1.642	1.028	59.7
古第三紀宇部層群泥岩	山口県	U7	2.649	53.5	17.8	2.564	2.235	9.1
		U8				2.488	2.245	10.8
		U9				2.052	1.724	19
		U13				—	—	—
		U14				—	—	—
新第三紀油谷層群凝灰質泥岩	山口県	Y1	2.709	47.8	17.3	1.979	1.576	25.6

1.はじめに わが国で起こる土の膨潤性が関与した災害は主に新生代第三紀層の泥岩や断層破砕帯からなる地山で発生している¹⁾。本研究は、このような自然土の膨潤の予測や抑制技術を開発するため、自然土の膨潤圧に及ぼす試料の物理的性質および初期状態の影響を明らかにすることを目的として行っている。今回は、不攪乱粘土試料等に対する一次元膨潤圧測定試験の結果¹⁾と既往の研究結果^{2)~10)}に基づき、土の膨潤圧と液性指数の関係について再検討した。本文では、その結果と考察について記述する。

2. 試験方法¹⁾

表-1に著者らが膨潤圧測定試験で用いた実験試料の物理的性質を示す¹⁾。不攪乱粘土試料としては大阪層群粘土、油谷層群凝灰質泥岩および宇部層群泥岩を用いた。攪乱粘土試料は宇部層群泥岩の締固めた盛土層から採取した。不攪乱粘土試料はいずれも盤膨れや地すべり被害が発生した現場から、ボーリングコアまたはブロックサンプリングにより採取したものである。なお、比較のために繰り返し再構成試料として膨潤性の著しいNa型ベントナイトも用いた。

図-1に著者らが開発した一次元膨潤圧測定試験装置¹⁾を示す。膨潤圧は膨潤時の軸変位の拘束により測定されることから、载荷軸を载荷枠に剛結する構造になっている。また、供試体は多孔板を上下に挟み、両面排水条件に置かれる。

いずれの供試体も塊状試料(ベントナイト供試体は予圧密試料)から膨潤圧測定用供試体(直径6 cm, 高さ2 cm)を切出し・成形した。試験中は、载荷軸上部に取付けた変位計により、膨潤圧測定時における供試体の変位量が0.01mm以下であることを随時確認した。

3. 最大膨潤圧と液性指数の関係

図-2は、著者らのデータ¹⁾と既往の研究^{2)~10)}から引用したデータをもとに、最大膨潤圧 P_{smax} と液性指数 I_L の関係で再整理したものである。ただし、早良花崗岩および高田流紋岩

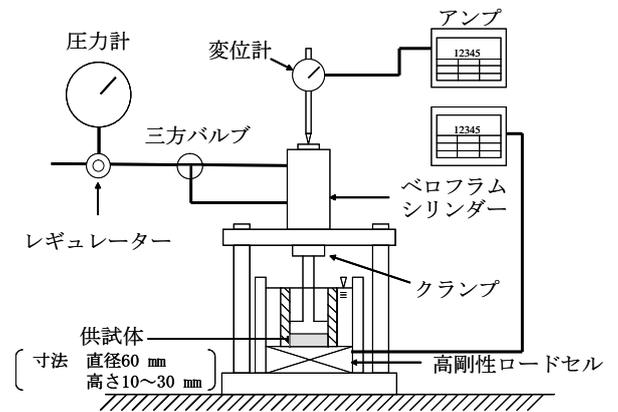


図-1 一次元膨潤圧測定試験装置 (模式図) および写真¹⁾

のデータは、別途実施した実験において得られたデータである¹⁾。小西ら¹⁾により、 P_{smax} の分布は $I_L=-0.3$ 付近で顕著なピークを示すことが報告されている。ただし、宇部層群泥岩の一部(盛土試料)、島尻層泥岩粉碎土や高田流紋岩硬質粘土のように、 $I_L=-0.3$ 付近でも比較的小さい P_{smax} を示す試料があり、さらに乾燥側の $I_L < -0.3$ でも膨潤圧は低下している。

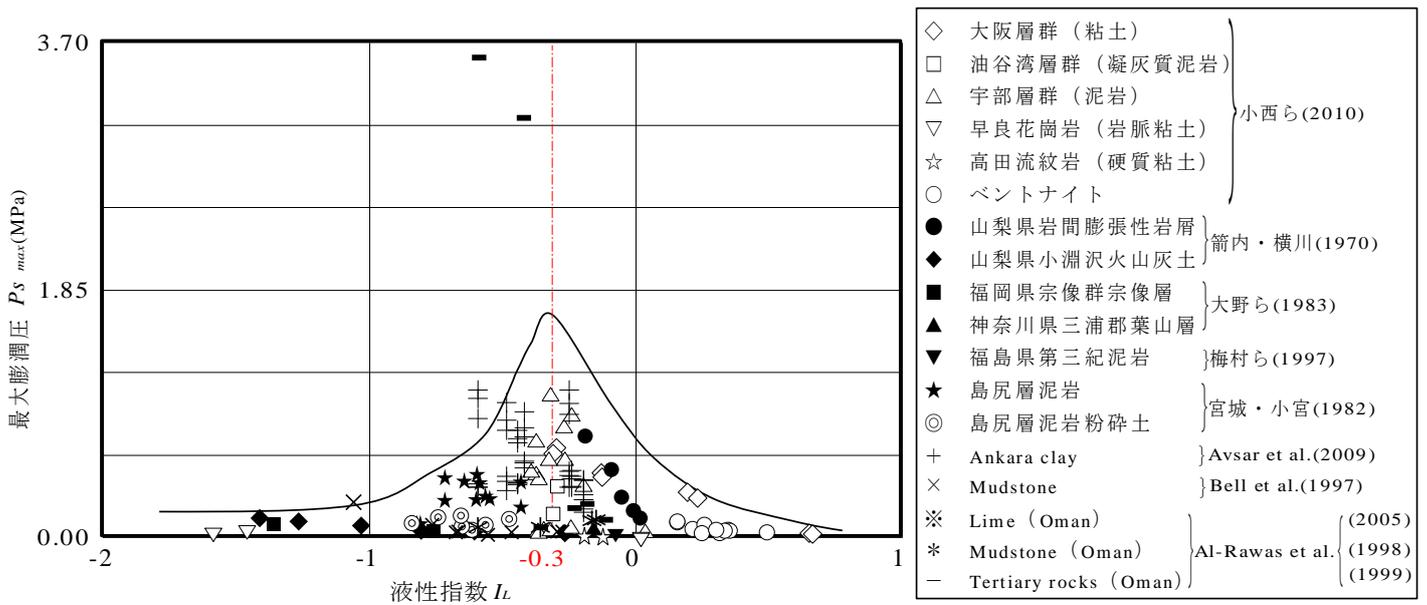


図-2 最大膨潤圧と液性指数の関係（本図は文献1）に示した図に新たに文献6)~10)から引用したデータを追加したものである）

これより、膨潤性には液性指数以外に、飽和度、サクシオン、間隙比、粘土鉱物、続成作用（セメンテーション）等の様々な要因が影響していると考えられる。今回、新たに文献調査を行い、文献6)~10)から引用したデータを同図に追加したが、その傾向は大きく変わらないことがわかった。

4. 結論

本論文の結論は以下のとおりである。自然土の最大膨潤圧 $P_{s,max}$ は液性指数 L が-0.3付近で顕著なピークを示すことが確認された。したがって、液性指数は膨潤圧特性を表す指標の一つであり、膨潤圧は自然含水比、液性限界、塑性限界の影響を強く受けているといえる。

参考文献

- 1) 小西純一, 鈴木素之, 三須尊洋, 甲斐康広, 藤井公博: 不攪乱粘土試料の一次元膨潤圧特性とその異方性, 土木学会論文集 C, Vol.66, No.2, pp.264-279, 2010.
- 2) 宮城調勝, 小宮康明: 島尻層泥岩の膨潤特性 I, 乾燥泥岩の膨潤特性, 琉球大学農学部学術報告, 第 29 号, pp.153-159, 1982.
- 3) 箭内寛治, 横川巖: 締め固めた土の膨潤—主として繰り返し膨潤について—, 第 5 回土質工学研究発表会講演集, III-17, pp.313-316, 1970.
- 4) 大野睦雄, 石原公明, 馬渡裕二: 第三紀泥岩の膨潤特性について, 第 18 回土質工学研究発表会発表講演集, pp.781-782, 1983.

- 5) 梅村順, 森芳信, 原勝重, 宮田重雄: 地すべり地から採取した風化泥岩の膨潤挙動, 第 32 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1245-1246, 1997.
- 6) Avsar, E., Ulusay, R. and Sonmez, H.: Assessments of swelling anisotropy of Ankara clay, Engineering Geology, Vol.105, pp.24-31, 2009.
- 7) Bell, F. G., Entwisle, D. C. and Culshaw, M. G.: A geotechnical survey of some British coal measures mudstones, with particular emphasis on durability, Engineering Geology, Vol.46, pp.115-129, 1997.
- 8) Al-Rawas, A.A., Hago, A.W. and Al-Sarmi, H.: Effect of lime, cement and Sarooj (artificial pozzolan) on the swelling potential of an expansive soil from Oman, Building and Environment, Vol.40, pp.681-687, 2005.
- 9) Al-Rawas, A. A., Guba, I. and McGown, A.: Geological and engineering characteristics of expansive soil and rocks in northern Oman, Engineering Geology, Vol.50, pp.267-281, 1998.
- 10) Al-Rawas, A.A.: The factors controlling the expansive nature of the soils and rocks of northern Oman, Engineering Geology, Vol.53, pp.327-350, 1999.