

pH を考慮した塑性図による土の工学的分類

山口大学大学院 学生会員 松下英次

山口大学工学部 正会員 鈴木素之 山本哲朗

1. まえがき

土のコンシステンシーが pH の影響を受けるということは著者ら¹⁾や他の研究者^{2), 3)}によって明らかにされている。著者ら¹⁾は pH とコンシステンシー限界の関係には 2 種類の傾向があることを示している。1 つは、pH の増加とともに液性限界（塑性指数）が増加するものである（以下、タイプ A という）。もう 1 つは、pH の増加とともに液性限界（塑性指数）が初期の pH までいったん増加した後、減少するものである（以下、タイプ B という）。また、塑性限界に及ぼす pH の影響は総じて小さいという結果を得ている。本論文は、塑性図上における pH、液性限界および塑性指数の三者の関係から細粒土の工学的分類が pH を考慮することによって変更される可能性があることを指摘する。

2. 土試料

土試料は 14 種類であり、安中粘土、有明粘土、大道粘土、今市カオリナイト、カオリン粘土、神戸粘土、黒磯スメクタイト、寝屋川粘土、鍋山劈開セリサイト、庄原粘土、庄原ディッカイト、庄原パイロフィライト、宇部岬粘土および宇部沖粘土である。これらの土試料は 425 μ m ふるいを通させたものである（本文中ではこの状態の試料を原土試料という）。表 - 1 にこれら原土試料の物理的性質および化学的性質を示す。原土試料の物理的性質をまとめると、大部分は低塑性から高塑性の粘性土であり、一部はシルトである。表中の (pH)_i は初期の pH を表している。原土試料の化学的性質をみると、(pH)_i は 4.3~10.6 であり、その平均値は 7.9 である。

3. pH が異なる土の塑性図上の挙動および土の工学的分類

図 - 1(a)および(b)にそれぞれ原土試料より酸性側およびアルカリ性側に pH を変化させた場合の塑性図における液性限界と塑性指数の関係を示す。ここで、図中の矢印は試料名と初期の位置を示す。図 - 1(a)

表 - 1 原土試料の試料の物理・化学的性質

土試料名	試料採取地点	s (g/cm ³)	w _L (%)	w _P (%)	I _P	D ₅₀ (mm)	D _{max} (mm)	F _{clay} (%)	F _c (%)	土の分類	(pH) _i
安中粘土	群馬県	2.400	375.7	34.5	341.2	0.004	0.032	59.7	100.0	CH	10.6
有明粘土	福岡県	2.611	60.9	40.0	20.9	0.033	0.425	19.0	82.5	CH	8.1
大道粘土	山口県	2.570	55.5	26.2	29.3	0.007	0.250	45.0	87.1	CH	6.8
今市カオリナイト	栃木県	2.513	47.3	33.2	14.1	0.008	0.048	40.1	100.0	ML	7.9
カオリン粘土	岡山県	2.618	62.0	40.2	21.8	0.007	0.200	96.8	97.7	CH	6.8
神戸粘土	兵庫県	2.614	62.5	30.3	32.2	0.005	0.425	49.0	98.1	CH	7.4
黒磯スメクタイト	栃木県	2.792	1072.7	88.0	984.7	0.005	0.032	51.4	100.0	CH	9.7
寝屋川粘土	大阪府	2.650	65.5	31.7	33.8	0.013	0.250	9.0	99.7	CH	7.9
鍋山劈開セリサイト	島根県	2.773	117.1	42.8	74.3	0.009	0.032	20.3	100.0	CH	9.9
庄原粘土	広島県	2.681	55.1	32.1	23.0	0.005	0.075	55.6	100.0	CH	4.3
庄原ディッカイト	広島県	2.609	50.3	34.5	15.8	0.005	0.032	41.8	100.0	ML	8.3
庄原パイロフィライト	広島県	2.772	52.6	36.4	16.2	0.005	0.032	46.8	100.0	ML	7.8
宇部岬粘土	山口県	2.598	59.5	30.5	29.0	0.051	0.250	10.5	89.1	CL	7.8
宇部沖粘土	山口県	2.580	110.6	42.8	67.9	0.012	0.425	16.3	98.5	CH	7.4

キーワード：pH、液性限界、塑性指数、塑性図、土の分類

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 松下英次(Tel: 0836-35-9438, Fax: 0836-35-9429)

に示した 5 試料すべては pH の減少にしたがい右上から左下へと変化している。図が繁雑となるため図中には有明粘土、大道粘土、寝屋川粘土、庄原パイロフィライトおよび宇部沖粘土のみ示しているが、他の 9 試料についても同様の傾向が見られる。また、これらすべての試料において塑性図上を直線的に変化している。

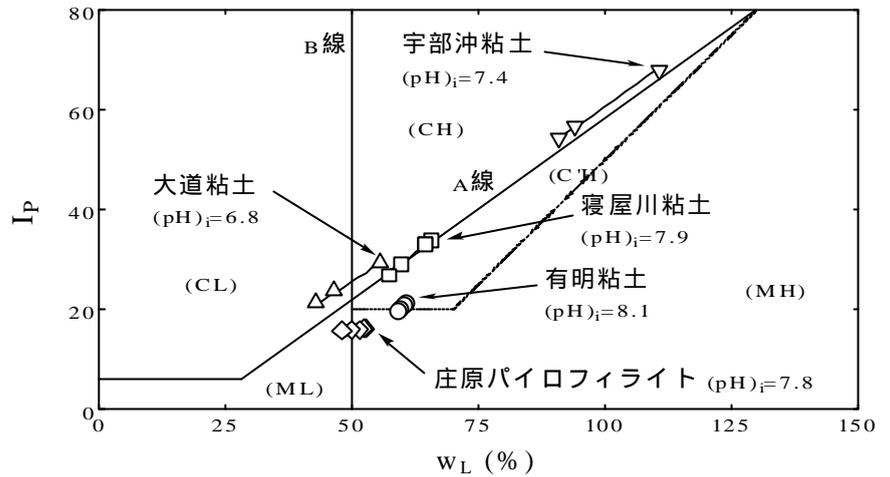


図 - 1(a) 原土試料より酸性側の塑性図上の pH の変化に伴う液性限界と塑性指数の関係

図 - 1(b) に示す有明粘土、寝屋川粘土および宇部沖粘土は pH の増加にしたがい左下から右上へと変化しているのに対して、大道粘土および庄原パイロフィライトは pH の増加にしたがい右上から左下へと変化している。前者の試料はタイプ A、後者の試料はタイプ B に属している。図示していないが、他の 9 試料についてもタイプ A、B それぞれ同様の傾向を示している。また、これらすべての試料において塑性図上を直線的に変化している。以上のことから、図 - 1(a) に注目すると、pH の減少によって、有明粘土では C'H から ML、大道粘土では CH から CL、寝屋川粘土では CH から C'H、庄原パイロフィライトでは MH から ML へと工学的分類が変わる。また、図 - 1(b) では、pH の増加に従って大道粘土で CH から CL、寝屋川粘土で CH から C'H、庄原パイロフィライトで MH から ML へと工学的分類が変わる。このことから、土の pH を考慮することによって細粒土の工学的分類が変わることがある。また、土のコンシステンシー特性は pH の値によって変化することから対象土固有の定数というより一種の変数として取り扱いべきである。

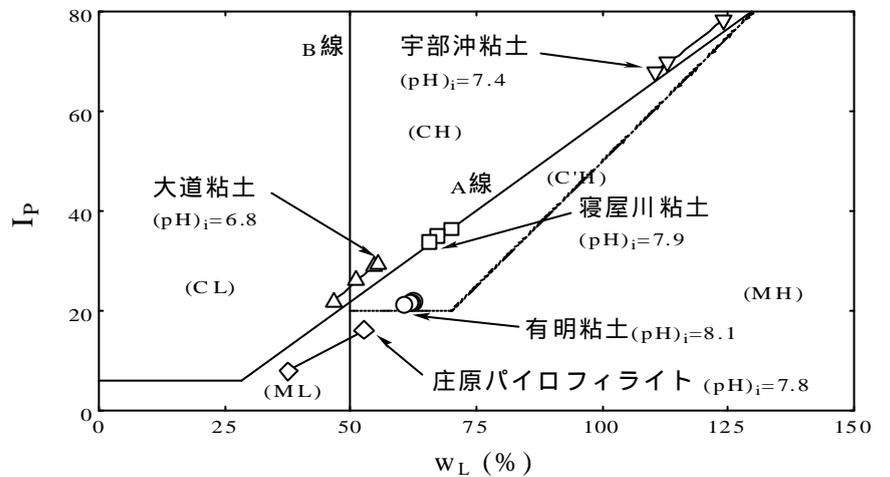


図 - 1(b) 原土試料よりアルカリ性側の塑性図上の pH の変化に伴う液性限界と塑性指数の関係

また、図 - 1(b) では、pH の増加に従って大道粘土で CH から CL、寝屋川粘土で CH から C'H、庄原パイロフィライトで MH から ML へと工学的分類が変わる。このことから、土の pH を考慮することによって細粒土の工学的分類が変わることがある。また、土のコンシステンシー特性は pH の値によって変化することから対象土固有の定数というより一種の変数として取り扱いべきである。

4. 結論

本研究で得られた知見は以下のようである。

- (1) 14 種類の試料では塑性図上において、pH の変化により液性限界に対して塑性指数は直線的に変化する。
- (2) 上記(1)のことから、土の pH を考慮することにより、細粒土の工学的分類が変更されることがある。
- (3) 土のコンシステンシー特性は対象土の固有の定数というより pH に関する一種の変数として取り扱うべきである。

参考文献

- 1) 松下英次, 山本哲朗, 鈴木素之: 土のコンシステンシーに及ぼす pH の影響, 土木学会論文集, No.617/-46, pp.283-297, 1999.
- 2) Warkentin, B.P.: Interpretation of the upper plastic limit of clays, *Nature*, Vol.190, No.4772, pp.287-289, 1961.
- 3) 佐野博昭, 山田幹雄, 太田 実, 能澤真周: 酸性移行を呈する土のコンシステンシー限界について, 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集, 第 部, pp.10-11, 1997.