

塑性図に示される土のコンシステンシー の特性について¹⁾

正員 松尾新一郎*

CHARACTERISTICS OF CONSISTENCY OF SOILS SHOWN IN PLASTICITY CHART

(JSCE March 1952)

Shinichirō Matsu, C. E. Member

Synopsis Consistency of soils, particularly plasticity, is very important in considering the problems of soils. Consistency of soils has been studied by many scholars since A. Atterberg. The plasticity chart, a very effective method of expression in civil engineering subtly expressing the consistency of soils, has been proposed and is used widely.

In this paper, the location shift in the plasticity chart of samples which have received cation exchange is chiefly discussed.

要旨 主としてカチオン交換を施した土の塑性図上の位置の変化につき論じたものである。

1. 緒言

土のコンシステンシーとくに塑性は土の問題を取扱う上に極めて重要である。土のコンシステンシーは、A. Atterberg 以来盛んに研究されている。

土のコンシステンシーを巧みに表現して土木工学上極めて有効な表現方法である塑性図 (Plasticity Chart) が提唱され、広く利用されている。

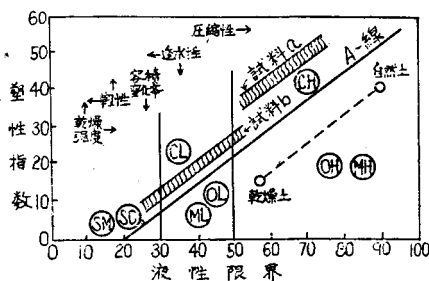
本文では主としてカチオン交換を施した試料の塑性図上の位置の変化につき論ずる。

2. 塑性図

粘性土の判定、分類はその一般的特性と顕著な物理的性質に基づいて経験によつて行われてきた。土の外観だけから種々の土を区別することは、経験の深い技術者といえども必ずしも容易でなく、初心者には往々にして大きい誤断をまねく結果となるから、これを選ける色々の試みが行われてきた。

この有力な1つは塑性図である(図-1)。図中に

図-1 塑性図
Fig. 1 Plasticity Chart



* 京都大学助教授, 工学部土木教室

U.S., Bureau of Reclamation で用いられる分類が記入されている²⁾。塑性図上に示される位置により、その土の物理的性質も大いに变化する。図の左上部に主なる物理的性質とその傾向の増大する方向を示す³⁾。このために必要な土は攪拌されたものでよく、試験方法も簡単である^{4) 5)}。

この塑性図において、次の2特性が発見されている。すなわち (1)同一層から採取した多くの試料の塑性図上の位置は、A線にはほぼ平行な直線を形成する(図参照)。(2)同一試料の乾燥とくに炉乾燥の程度により、塑性図上の位置は、A線にはほぼ平行に変移する(図参照)。

3. 交換性カチオンの性質

土のコンシステンシーを支配するものは、(1)粘土の量 (2)造土鉱物の性質 (3)コロイドの化学的組織 (4)交換性カチオンの性質 (5)有機物の量 等である。

交換性カチオンの性質については種々研究されている。カチオンの効果は粘土の量と質により相異なる⁶⁾。

本文では主として交換性カチオンの効果による塑性図上の位置の変化につき実験から得た結果を述べる。

4. 実験方法

試料として (1)京都市吉田山 (2)京都市北白川 (3)大阪湾海底 より 7~10kg を採取した。

コンシステンシー試験のため、空気乾燥した後 40メッシュの篩を通過するもののみを用いた。

処理は次の順序で行つた。

(1)各試料よりそれぞれ 200gr. づつ 25 箇を秤量する。

(2)この 200gr. の試料をウィットに接続せるブフ

ナー漏斗に入れ、その上面を均らす。

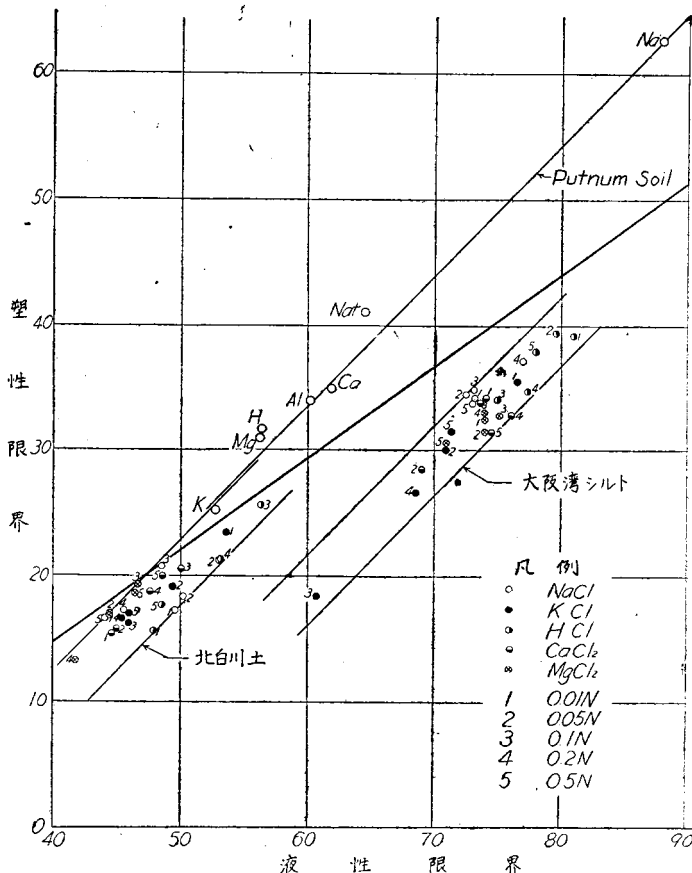
- (3) 用いた試薬は NaCl, KCl, HCl, CaCl₂, および MgCl₂ である。これらの 0.01N, 0.05N, 0.1N, 0.2N および 0.5N の溶液 2000cc を少しずつ注加する。
- (4) 水道の蛇口を少し開けてウィットに接続せるアスピレーターを作用せしめて、吸引濾過する。このとき急激にアスピレーターを動かせると、コロイド粒子が濾紙を通過、流亡するおそれがある。
- (5) 5~10 分後、アスピレーターの作用を活潑ならしめる。
- (6) 1~2 時間後、試料上面に水が残らぬ程度るとき試料を取出し、コンシステンシー試験が可能となる含水量になるまで(2~3 日間)室内で空気乾燥する。
- (7) コンシステンシー試験は J. I.S. A.1205 および 1206 と同様である。
- (8) 参考のため各試料の pH を測定した。

5. 実験結果

表一

試料	液性限界	大塚湾シルト			北白川産土			吉田山産土		
		LL	PI	pH	LL	PI	pH	LL	PI	pH
NaCl	0.01N	73.2	34.2	7.50	49.7	17.2	4.77	44.8	19.1	4.63
	0.05N	72.5	34.5	7.61	50.3	18.3	4.50	45.0	20.2	4.70
	0.1N	73.1	34.9	7.74	48.6	20.7	4.43	54.7	28.3	4.87
	0.2N	72.0	37.2	7.65	45.6	17.3	4.62	61.3	37.4	5.14
	0.5N	73.0	33.8	7.69	44.1	16.6	4.50	54.1	31.8	5.70
KCl	0.01N	76.5	35.6	7.75	53.7	23.4	4.26	43.3	19.4	5.55
	0.05N	71.0	30.0	7.48	47.5	19.1	4.12	44.8	22.2	4.75
	0.1N	60.9	26.4	7.23	46.0	16.2	4.17	44.2	21.9	4.43
	0.2N	58.6	26.6	7.25	45.5	16.6	4.43	5.51	32.6	4.35
	0.5N	71.3	31.5	7.53	46.0	17.0	4.70	5.55	31.7	4.33
HCl	0.01N	81.0	37.2	7.45	47.9	15.6	4.82	52.3	30.0	4.54
	0.05N	79.6	37.4	7.41	53.1	21.2	4.34	57.3	27.3	4.26
	0.1N	74.9	34.1	7.41	56.4	25.6	4.17	53.0	25.7	4.09
	0.2N	77.3	34.8	7.41	53.2	21.3	3.91	52.7	29.1	3.91
	0.5N	78.0	38.0	7.61	48.6	17.6	3.21	51.7	33.5	3.38
CaCl ₂	0.01N	74.1	34.2	7.43	44.9	15.4	5.16	50.8	20.0	6.02
	0.05N	67.0	28.4	7.57	45.0	15.8	4.82	51.4	21.7	4.64
	0.1N	73.6	33.9	7.57	50.1	20.5	4.63	54.3	31.1	4.92
	0.2N	74.1	32.8	7.57	47.7	18.7	4.47	54.6	36.9	4.66
	0.5N	74.5	31.5	7.61	48.6	20.0	4.99	57.0	35.0	4.96
MgCl ₂	0.01N	74.0	37.4	7.40	44.5	16.9	4.34	45.8	17.4	7.15
	0.05N	74.0	31.4	7.59	44.5	17.0	4.62	48.4	20.2	5.05
	0.1N	75.2	32.0	7.38	46.7	19.2	4.52	48.2	24.4	4.63
	0.2N	74.0	33.0	7.23	41.8	13.2	4.02	52.3	33.1	4.60
	0.5N	71.0	30.6	7.10	46.3	18.6	5.16	49.1	27.7	4.95

図-2 交換性カチオンの効果
Fig. 2 Effect of Exchangeable Cations



この実験の結果は表一に示す。

いま問題とする塑性図上に示される傾向を知るため図示すると図-2 の如くなり、ほぼA線に平行の変移を示し、2. で述べたと同じ傾向を見出すことができた。A 線よりは少し傾斜が急である。

H. F. Winterkorn の Putnum Soil についての資料⁶⁾を利用して同様のことが確認される。もちろん彼はこの傾向については触れていない(図参照)。

6. 結 語

A. Casagrande により述べられている2つの事実に対して新しい1項を加えることができた。Putnum Soil についても確認された。

カチオン交換がある秩序に基づいて土のコンシステンシーに変化を与えることは興味ある事実である。

この事実は、カチオン交換が自然界において如何に自然に行われているかを知ることにより、地沈り、地盤沈下等の現象を解明するのに役立つだろう。

また土壌安定の基礎的問題を提供するだろう。

本研究は文部省科学研究費による。

文献その他

- 1) 第1回応用力学連合講演会(昭.26.11.4)にて発表。
- 2) E.A.Abdun-Nur: Classification of Soils as used by the Bureau of Reclamation, Advance copy of a paper to be presented at the Annual Meeting of the A.S.T.M., 1950.
- 3) A.Casagrande: Note on Soil Mechanics, Harvard University, 1939.
- 4) L.D.Baver: Soil Physics, 1948, pp.116~121
- 5) C.Terzaghi & R.B.Peck: Soil Mechanics in Engineering Practice, 1948, p.34.
- 6) H.F.Winterkorn: Physico-chemical Properties of Soils, Proceeding of the Second International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1948, vol.1., p.27. (昭.26.11.19)

(32頁より)

桁及び横桁を鋼材と考えその撓みによる影響を無視されている。これは従来の慣習として近似的に容認されて来たところであるが、著者の前記別論文“撓角撓度法による解法”には支点沈下についての一般式が示されてあるから出来得ればこれについても検討して頂きたい。私も少しく行つた事があるが仲々軽視出来ないものがあると思われる。

(6) 終りに本論文のごとく多くの関連論文と文献を引用し、又紙数制限による省略を有しているものを短時日に読破することは到底困難であり、このため私の討議も雑駁のそしりを免れないものと考え、著者の寛容なる御指導を乞ひ、且つ著者の御健斗を祈るものである。

○中部電力管内電源開発工事

中部電力では26年度新規工事分の見返資金の融資を受けたので目下朝日、久瀬両発電所の新設、平岡増設工事を鋭意進捗中である。尙自己資金として尽神発電所、久野脇発電所の増設を行い、27年中には増設工事は完成する。以下その概要は

1. 平岡発電所 第1期 41,000kW は昨年11月21日通水、湛水池内の飯田線の復旧も完成し本年1月10日通産省の仮使用認可を得たので目下発電中である。尙増設工事(増加出力20,500kW)も進捗し本年9月末通水、10月末発電も可能な見透がついている。進捗率は建物9.5%、水路24.7%、主要機器49.0%総合47.3%である。

2. 朝日貯水池 朝日、秋神、両工区の請負者も昨年末熊谷組、郷組にそれぞれ決定し目下準備工事中である。一方堰堤仮排水路工事は本工事に先行して施工中で、今渇水期中には完成する。主要工事の進捗率は、堰堤7.2%、仮設備29.7%、総合8.5%、出力19,200kW、通水28年。

3. 久瀬発電所 3工区に区分し請負者は第1大和

土建、第2飛島土木、第3佐藤工業と契約を締結した。目下主要仮設備及び県道付替、堰堤仮排水路の工事を行つている。主要工事進捗率は、水路12%、堰堤9%、仮設備61%、総合8.2%、出力17,000kW通水、

4. 尽神及び久野脇増設工事 尽神(増加出力4,000kW)通水27年6月15日、久野脇(増加出力16,000kW)通水27年8月15日

(中部電力株式会社)(中部支部)

○建設省地方建設局人事異動(2月16日附)

中部地建工務部長	深井浩三(東北地建工務部長)
中国、四国地建 岡山第一工事事務所長	青柳晴一(東北地建企画部長)
東北地建工務部長	佐藤清見(東北地建最上川上流工事事務所長)
東北地建企画部長	横山幹太(中国、四国地建岡山第一工事事務所長)
関東地建工務部長	秋草 勲(中部地建工務部長)

()は旧職