

关于海粘土的研究

(日本) 杉 二 郎 著
田 中 純 生

輕工業出版社

关于海粘土的研究

[日本] 杉 二 郎 著
田 中 純 生

章 文 譯

輕工業出版社

1958年•北京

內 容 介 紹

本書的主要內容是闡明了海粘土的成因，海粘土的物理性質與力學性質、以及粘土的龜裂現象，借以尋求改善流下式鹽田粘土池底的合理途徑。

鹽田結晶池的粘土池底，是日晒制鹽的主要設施，其結構形式及粘土成分，對於海鹽的產量及質量均有重要關係。我國制鹽工業在大躍進的新形勢下，為了提高海鹽的生產，對如何改善結晶池粘土池底，是目前亟須解決的問題，本書就是為解決這一問題提供參考資料而翻譯出版的。

本書可供制鹽工業工程技術人員與研究人員參考。

關於海粘土的研究

(日本) 杉 二 郎 著
田中純生 譯
章 交

輕工業出版社出版

北京市廣安門內白廣路

北京市書刊出版業營業許可證出字第099號

北京市印刷一廠印刷

新華書店發行

787×1092 公厘 1/32 • $2\frac{6}{32}$ 印張 • 18,000 字

1958 年 10 月 第 1 版

1958 年 10 月 北京第 1 次印刷

印數：1—1,200 定價：(10) 0.19 元

統一書號：15042 • 407

目 录

关于海粘土的研究

一、序言	4
二、海粘土的出产状况	4
三、海粘土的物理性質 (阿特貝尔格限界及其他)	6
四、海粘土的力学性質	13
五、海粘土的構成物質	16
六、結論	31

关于粘土的龟裂

一、縱向龟裂	34
二、橫向龟裂	37
三、因龟裂而引起的漏水	38

关于海粘土的研究

一、序 言

本書的目的，在于闡明海粘土即淺海性堆积土的物理性質与化学性質。蓋因流下式鹽田粘土地盤的防水性能，不仅決定于粘土的物理性質，而且与其化学性質亦有很大的关系。

二、海粘土的出产狀況

海粘土的出产狀況，因各地自然条件的不同，而有差異。为便于叙述起見，特選擇一、二具有代表性者，加以介紹。

1. 产于海灣以內者

以日本岡山县巴久郡錦海灣为例。

首先研究灣內海水的流向（設其流向为北~西~南~东方向）与海粘土沉积状态的关系。其次，再就勘測資料进行研究，由此得知，錦海灣北岸，于地表以下 15~25 米方达岩盤。而南岸于地表以下 40 米之間全为粘土。另从地質上觀察，南岸出产坚硬異常难以風化的石英斑岩，而北岸則与此相反，是一种已被侵蝕風化的古生層及花崗岩層。

据此，可以認為客观条件对粘土的出产狀況有很大的影响。（參看圖 1）

2. 产于淡水河口附近者

以日本爱知县幡豆郡吉田町海灘（矢作川下游）为例。

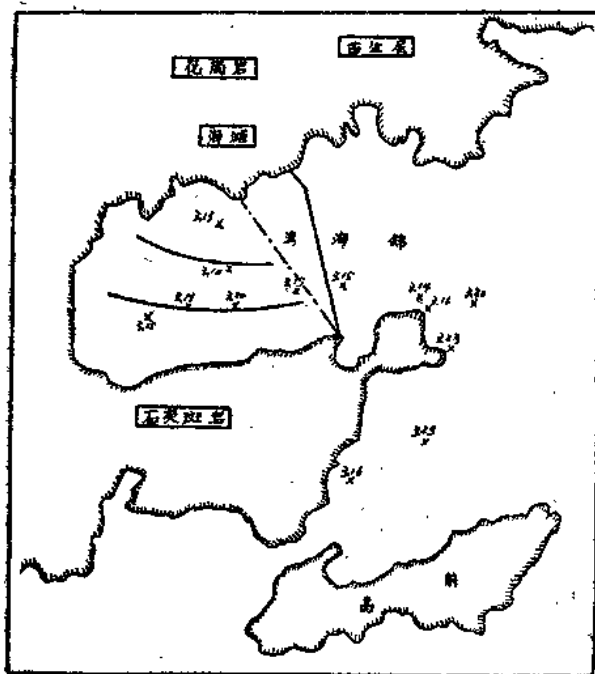


圖 1 日本岡山县錦海灣附近地形圖

×符号: 海水濃度的測点
1954, 5, 1 大気圧 15°C B6

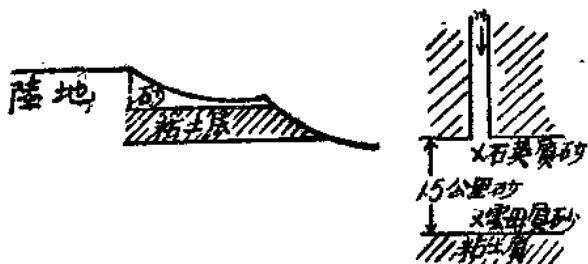


圖 2

海岸相当平淺，但于海底驟然深陷之处，出产粘土。可以認為，此处最初为粘土層，但經長期淤积，砂土沉积于粘土層之上，形成目前的状态。此外，沉积于河口附近的砂土多为石英質，远离河口者則为云母質。

三、海粘土的物理性質

对各种海粘土进行粒徑分析 (A. S. K. 法)，並測定其阿特貝尔格 (Atterberg's) 限界及远心含水当量 (C. M. E.) 結果归納如下：

1. 粒徑分析

一般可以視為屬於沉澱的範圍，但其中还包括一些並非粘土的物質，为簡便起見，一併將其結果整理如下：

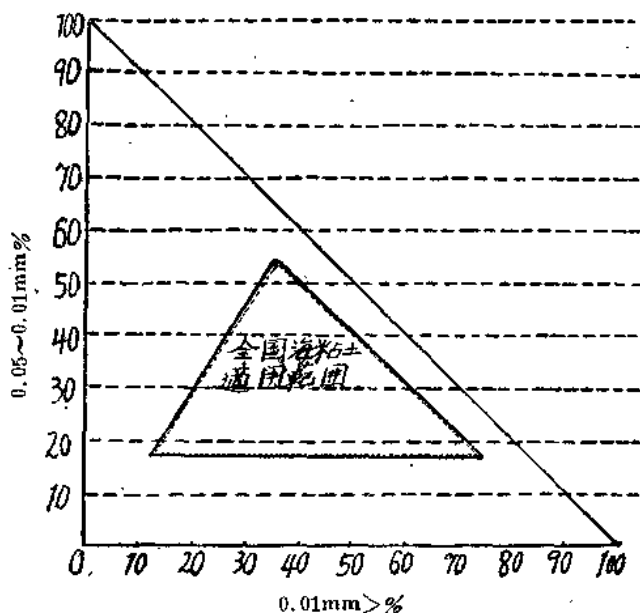


圖 3 粒徑分析結果

2. 阿特貝尔格限界及远心含水当量

測定各种海粘土的阿特貝尔格限界及远心含水当量，並將具有代表性的試样的測定結果列入表 1。

表 1 海粘土的物理性質

产 地	府县名称	G.S 0.01 mm >	S.P	P.L	L.L	P.I	G.M.E	S.G
玉 島	岡 山	71	44.8	34.3	59.6	25.3	55.1	2.72
妙 高	山 口	60	46.4	38.3	58.4	20.1	61.5	2.66
万 才	爱 知	48	44.2	31.3	54.6	23.3	52.2	2.62
生 島	香 川	60	37.6	30.3	50.8	20.5	33.1	2.60
阪 出	香 川	33	37.2	28.2	46.4	18.2	46.0	2.53
防 府	山 口	46	30.5	24.3	47.1	22.8	36.7	2.69
大 鹽	兵 庫	36	36.5	30.3	46.2	15.9	53.9	2.68
日 东	爱 知	29	34.1	29.5	39.9	10.4	42.7	2.61
綱 干	兵 庫	27	24.2	21.7	30.6	8.6	27.7	2.60
秋 穂	山 口	34	31.8	27.2	42.7	15.5	37.7	
山 田	岡 山	16	27.7	24.7	38.3	13.6	35.0	
鹿 間	香 川	54	39.9	33.5	70.2	35.9	45.8	
宮 城	宮 城	69	43.1	34.3	58.9	24.6	65.2	
鳴 門	徳 島	58	33.6	26.5	42.5	16.0		

備考: S.G 为真比重, 仅供参考。S.P 为粘性限界 (Sticky point) 的略号。G.S 为重量百分比。P.L 为塑性限界。L.L 为液性限界。P.I 为塑性指数。C.M.E 为远心含水当量。

甲、相关系数

根据以上的測定結果, 进行相关分析, 在計算上, 对小數以下者四捨五入。

將粘土重量百分比 (0.01mm > %) 与阿特貝尔格限界及远心含水当量的相关系数, 加以比較, 則可看出, 其順序为 G.S~L.L, G.S~S.P, G.S~P.L, G.S~C.M.E, 其中, G.S~

L. L 与 G. S~S. P 的相关系数大致相同，而以 G. S~C. M. E 的相关系数为最小。

表 2 平均值及偏差

	G. S 0.01mm>	S. P	P. L	L. L	P. I	C. M. E
平均 值	45.4	36.6	29.6	49.1	19.4	45.6
标准偏差	16.4	6.2	4.1	9.9	6.8	10.9

表 3 相关系数及回归线

	相关系数	回 归 线	+ σ 以上的 粘土	- σ 以下的 粘 土
G.S~S.P	0.743**	S.P=0.280 G.S+23.9	託 間	鳴 門
G.S~P.L	0.695**	P.L=0.174 G.S+21.7	万 才	鳴門、防府、網干
G.S~L.L	0.753**	L.L=0.454 G.S+20.6	妙 高	同 上
G.S~C.M.E	0.516*	C.M.E=0.342 G.S+29.5		生 島
P.I~L.L	0.948**	L.L=1.380 P.I+22.3		
P.I~S.P	0.742**	S.P=0.660 P.I+23.8	妙 高	宮城、防府

備考 * 5~10% 有意。

** 1% > 有意。

此外，以 P.I~L.L 的相关性为最大。而 G.S 与 L.L、S.P、P. I 之間，均呈直線关系。

在圖 4 上，平均值的交点为 G. S 6.5%，含水率 24.5%；
限界以下 (Under limit) (- σ) 的交点为 G.S 18%，含水率 22%。
从此可以看出，当 G. S 为 18% 以下 (含水率 22%) 时，阿
特貝尔格限界即不存在，亦無法进行测定。

实际上，如玉島粘土 (位于平均线上者) 每掺加 10% 的海
砂，测定其阿特貝尔格限界，其测定值，將如表 4 所示略为

一致。

表 4

阿特貝爾格限界的測定

	L L	S. P	P. L
玉島粘土+海砂	23.0	20.5	22.4
計 算 值	22	22	22

对于海粘土的阿特貝爾格限界，如以阿·卡薩格蘭德 (A. Cassagrande) 的方法試行分类，則知位于平均綫上的粘土，应属于含有若干有机物的范围。海粘土所屬的范围，主要的

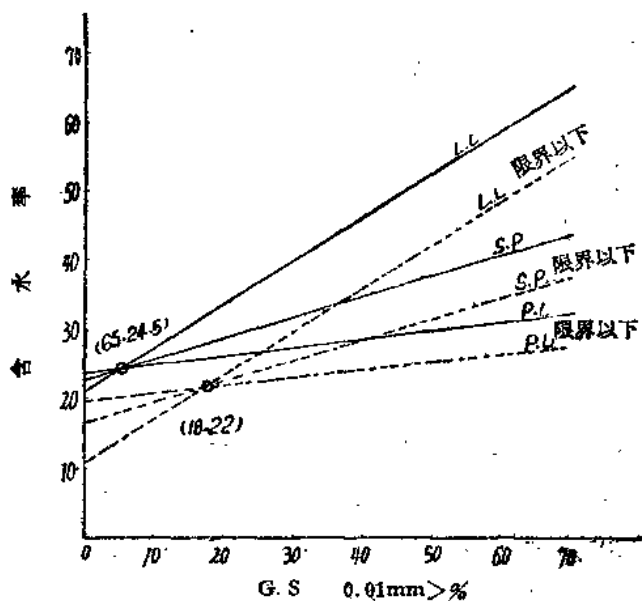


圖 4 重量百分比与阿特貝爾格限界的關係

是 OH、OL、CL ①，其中極少部分屬於 CH ② 的範圍。（參看圖 5）

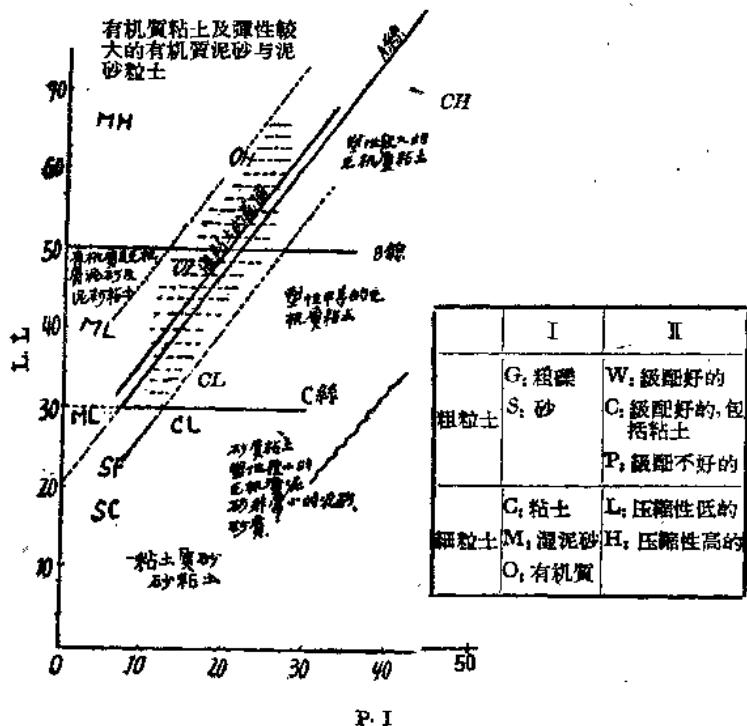


圖 5 按阿·卡薩格蘭德法分類

① OH 為塑性中等或塑性較大的有机質粘土。OL 為塑性低的有机質泥沙及有机質泥沙粘土。CL 為塑性低的或塑性中等的無机質粘土、砂質粘土、泥沙質粘土。

② CH 為塑性大的粘土及肥沃粘土。

乙、原粘土与其風干物的不同

海中所存在的原粘土与其風干物之間，在阿特貝尔格限界上有所不同，詳細如表 5：

表 5 原粘土与其風干物的不同

		L. L	S. P	P. L	P. I
A	原 粘 土	70	40	30	40
	風 干	43	35	26	17
B	原 粘 土	59	29	23	36
	風 干	35	27	21	14
C	原 粘 土	69	48	31	58
	風 干	60	34	27	34
D	原 粘 土	92	51	33	59
	風 干	56	35	29	26
E	原 粘 土	71	34	27	45
	風 干	46	29	23	23
平 均	原 粘 土	76	40	29	48
	風 干	48	32	25	25
	比 率	1.59	1.25	1.15	1.92

从上表可知，海中存在的原粘土，比其風干物多 10~60% 的水分，此种現象，恐与原粘土中的有机物及其他物質的亲水性有关。

丙、日本全国範圍內的海粘土与某一地区的粘土，在阿特貝尔格限界上的不同。

茲以日本岡山县巴久郡錦海灣产的 30 余种海粘土为例，求出其 P.I~L.L 綫，並与代表全国範圍內的海粘土的 P.I~L.L 綫比較，則錦海灣粘土分佈在全国粘土的限界以下附近，且成一完全的直綫（相关系数 $r=1.00$ ）。

显而易见，于同一地区出产的粘土，其阿特贝格界限，均略呈直线的关系，可见其中具有影响的因素，与构成粘土的矿物和有机质的不同有关。

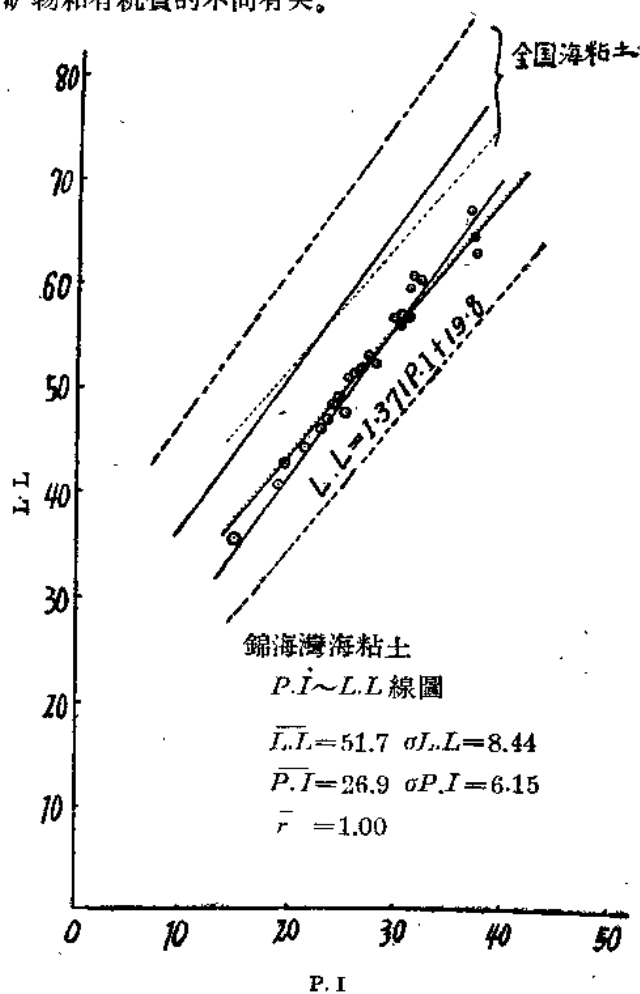


圖 6

四、海粘土的力学性質

1. 于粘性限界的抗剪試驗

在玉島粘土內，摻以适当比例的海砂，作为試料，測定其 $P. I.$ ，並进行于粘性限界时的抗剪試驗。

其結果如圖 7。当 $P. I.$ 值于 12% 以下时，其凝聚力及內部摩擦角均呈極大值。但与此相反， $P. I.$ 值达 12% 以上时，凝聚力或內部摩擦角的变化則極小。由此似可得出以下的定义，即海粘土为 $P. I.$ 12% 以上的土質。

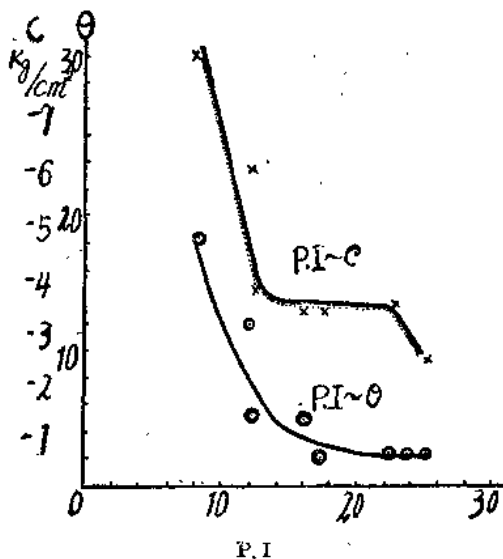


圖 7

2. 水分与凝聚力之間的关系

以抗剪試驗机求出水分子与凝聚力之間的关系，其結果如

圖 8，当水分小于 P.L 以下时，凝聚力即呈急剧的增加。

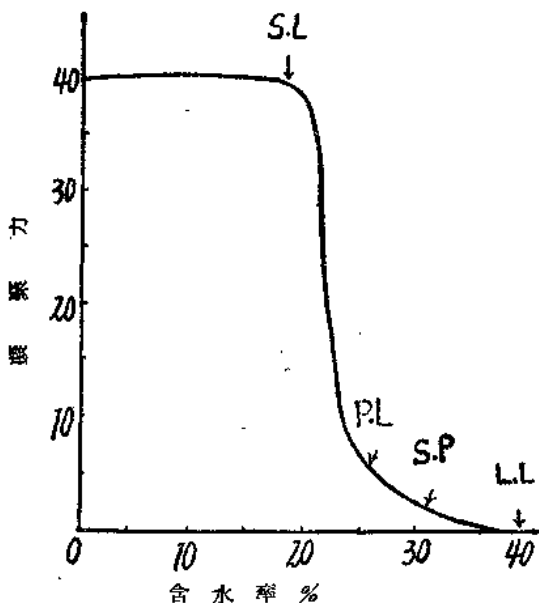


圖 8 水分与凝聚力的关系 (王島粘土)

当凝聚力較小时，若以抗剪試驗机进行測定，則有一定的困难，因此，特研究出一种新型的試驗裝置，並对日东的山粘土及白陶土試行凝聚力的測定，其結果如圖 10。(測定裝置請參看圖 9)

求出日东粘土的水分与凝聚力 (g/cm^2) 之間的实验式如下：

$$\log C = 10.78 - 5.67 \log W$$

式中：
 C = 凝聚力 g/cm^2
 W = 含水率 %

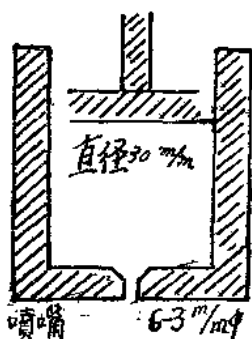


圖 9 凝聚力測定裝置

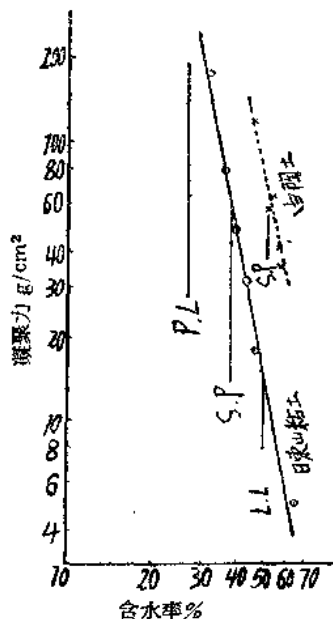


圖 10 水分与凝聚力的关系

实验式呈抛物綫型的曲綫。

3. 原粘土及其風干物在凝聚力上的不同

于粘性限界，測定原粘土及其風干物的凝聚力，結果如表 6 所示，兩者之間相差竟达 20% 左右。

形成此种現象的原因，已于前节阿特貝尔格限界項內叙述，本节从略。

表 6 原粘土及其風干物的凝聚力

試 样	原 粘 土	風 干 物	比 率
1	127	104	1.22
2	139	108	1.20

若將粘土的風干物放入水中長期浸漬，其耐水性可恢復至原粘土的程度。

4. 压实状态

首先將玉島粘土用水浸漬，使其恢復如处于海底的原有状态；其次进行压实試驗，其結果如圖11。最后則根据此項試驗的結果，推測粘土在海水中的压实状态。

此外，为供参考起見，特將 L.L、S.P、P.L 各点的 压实状态，一併附录如下：

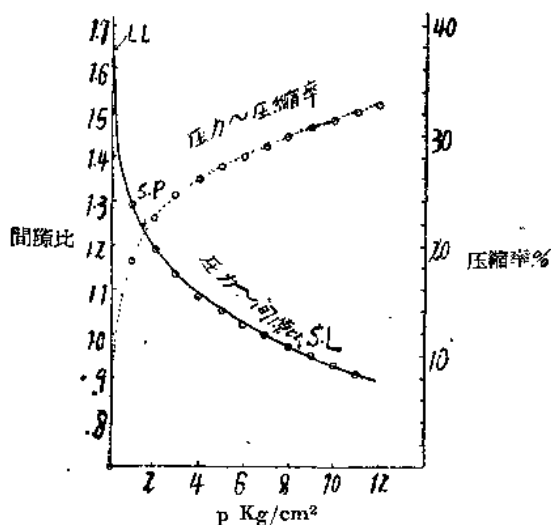


圖 11 压实試驗

五、海粘土的構成物質

以上各节曾就海粘土的物理性質及力學性質加以論述，本节將着重研究海粘土的成因。

陆地上的岩石，經風化之后冲流入海，其中的某些成分