

全苏水文地质和工程地质科学研究所

工程地质与水文地质 工作研究和算法

И.В. 波波夫 等著

地质出版社

148284

3562

5/3435;/

K./

(1
希

全苏水文地质和工程地质科学研究所

工程地质与水文地质 工作研究和计算方法

И. В. 波波夫 等著

1
)
10
北

地质出版社

1958·北京

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАСЧЕТОВ
ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ

РАБОТАХ

ГОСГЕОЛИЗДАТ

МОСКВА 1951

本書為一論文集，其中收集了波波夫等人的有關工程地質和水文地質方面的八篇論文。

書中分別敘述了不同成因類型粘土類岩石結構之顯微鏡的和物理化學的研究方法；傾斜岩層構成的边坡穩定性的計算法；非岩質岩層中坑井之湧水量計算法以及研究潛水動態和平衡的方法等，各篇文章的特点是極為實用。

本書適于擔任實際工作或研究工作的工程地質人員與水文地質人員閱讀，同時也是各地質院校師生的一本參考書。

工程地質與水文地質
工作研究和計算法

著 作 И. В. 波 波 夫 等

譯 者 楊 希 文、徐 祖 森、仇 建 陽

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街 3 号

北京市書刊出版業營業許可證出字第 050 号

發行者 新 華 書 店

印刷者 天 津 人 民 印 刷 厂

印數(京)1—2,400冊

1958年3月北京第1版

開本 31"×43"^{1/2}

1958年3月第1次印刷

字數 200,000

印張 8²⁴/₂₅

定價(10)1.20元

目 錄

某些不同成因类型粘土类岩石結構之

顯微鏡的和物理化学的研究И. В.波波夫 (4)

傾斜岩層構成的斜坡和边坡之穩定性

計算.....Е. П.叶密尔雅諾娃 (16)

根据極性攝影測量資料研究坍方現象.....Н. А.赫連尼科夫 (65)

礫石类岩石顆粒成分、容重和孔隙度

之野外試驗測定.....В. Л.杜布罗夫金 (81)

測定砂和砂質粘土类岩石滲透係数的

大型原狀土注水法.....В. Л.杜布罗夫金 (85)

在河間地区垂直方向非均質岩層中

坑井之湧水量.....Н. К.吉林斯基 (90)

五、七層含水層地下水相互連接条件

下地下坑道湧水量之計算.....Н. К.吉林斯基 (130)

根据長期观测資料研究潛水的动态和

平衡.....А. В.列別捷夫 (199)

某些不同成因类型粘土类岩石結構之 顯微鏡的和物理化学的研究

· И. В. 波波夫

土質学的基本任务是研究土的強度，解决这个任务可以用不同的方法。为使各个实际问题更加容易解决，土的強度一般可分为机械的，物理的和物理化学的三种。在实用方面最重要的是机械強度，它依决定土的状态的物理条件和化学条件为轉移。土——复雜的多分散体系——的机械強度由土的固体顆粒的形狀和彼此之間的相互关系决定。

如果土顆粒之間發生結合(連接)，其強度就会增加。这种結合使土中的顆粒維持一定的空間关系，亦即使土保持原有的結構。因此，建立在土顆粒之間的結合称为結構結合〔2〕。

像固体物質有各种結合那样，結構結合也是不相同的。决定土結構結合的因素有：(1)分子引力；(2)相似的結晶格架的連晶；(3)在交換游子参加下同性电荷的面与点之間的联系程度〔3〕；(4)顆粒面上各点电荷不相同彼此之間的靜电引力(負異电荷的膠体的凝結)〔2〕。

后一种結構結合可能是依附性的。

結構結合使土顆粒結成隱微結構，顯微結構和粗結構的集合体〔3〕。

本文僅研究不同成因类型土的隱微結構構成和部分地研究其顯微結構構成和結構結合的性質。

本文資料係用偏光顯微鏡研究不同成因类型土的結構結合的結果。

当时曾進行下列工作：

(1) 藉顯微鏡观测各种試剂对土作用时集合体的分解，由于集

合体的分解，結果使交換陽离子成分發生变化或介質的 pH 值發生变化，亦即近全晶質結構結合或異性电荷的膠体相互凝結而構起的結合發生解离；

(2) 用依次膠溶法(用 A. Ф. 丘林和 T. A. 馬洛馬霍娃法[4]) 和集合体抗水性測定法(Д. Е. 西傑耳 Сидер[5]法) 研究土的集合体成分。

依次膠溶法是在集合体逐次破坏情況下重复地進行粒度分析。开始时用單价鈉离子使土或土壤的交換能力飽和，然后加塔姆(Тамм) 試剂(31.25克 $H_2C_2O_4 + 62.1$ 克 $H_4C_2O_2 + 2.3$ 克 H_2O ；試剂的 pH 值为 3.2—3.27)，經過这样处理后，集合体便被破坏。

西傑耳法是以岩石經水处理后其中粘土顆粒含量与經 0.5N 的 NaOH 溶液处理后分出的粘土顆粒附加含量相比較的方法來确定对水穩定的集合体含量。

結構的抗水強度(водопрочность) 可用抗水性指标測定法研究

$$S = \frac{K}{K_d - r},$$

式中 K ——毛細管容積，可用油或其他惰性液体飽和方法求得；

K_d ——用水飽和时毛細管容積；

r ——由于岩石吸收水增加土样容積时 K_d 值的校正值。

校正值按下式計算：

$$r = \frac{K_d Q}{100},$$

式中 Q ——容積增值(以%計)。

研究时采取了下列种类的土：

(1) 次深海沉積——褐色的里海粘土和中新統灰色粘土。

(2) 冲積沉積——河谷平原的亞粘土(深度 1.35—1.50 公尺) 和淤泥質沉積(河底)。

(3) 坡積沉積——复盖亞粘土。

(4) 湖成沉積(?)——侏罗紀湖成(?) 粘土和石炭紀含煤岩系的灰色粘土。

裏海粘土

用放大鏡鑑別，粘土是緻密的，棕褐色，呈層狀構造。用顯微鏡鑑別時在反射光綫下（即當稍放大時）粘土塊垂直層面的表面上可以看到土的構造呈層狀，而層面上稀疏地“堆積”着圓滑的石英質細砂粒（圖1）。

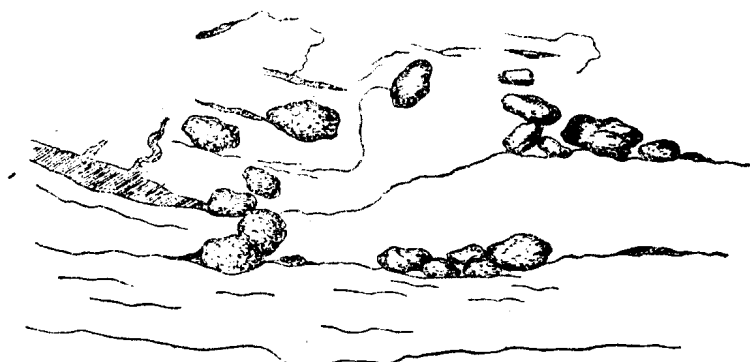


圖 1

粘土的性質有下列指標：液限等於70，塑限—27，塑性指數—49；最大分子水容度24%。交換離子含量（以毫克當量計）：鈉—11.9，鈣—18.8，鎂—5.4。吸收容量（以毫克當量計）：按格德羅依茨—28.0，按總吸收陽離子量—34.08。

將粘土塊放於載物玻璃上，用水浸潤時，它便很快地分解為十分之一公厘左右大小的土粒。但用細玻璃棒攪拌時，則分解速度加快，而分解程度也加強，粘土顆粒直徑減少至 10μ 。顆粒為粒狀（而不是屑片或細混濁物），具有雙折射和集合體的偏振化性質，或直綫消光的性質。粘土用油浸潤時不會發生分解。

用水調勻的粘土烘乾後能變成光性各向異性的隱微結構集合體。再度浸潤時會發生膨脹。

在沖洗去鹽類的情況下（反復地在蓋玻璃下滲水），部分粘土保持粒狀結構，而部分土粒則分解為小於 1μ 的顆粒（這種現象在用鈉

飽和微晶高嶺粘土的試驗中也可看到)。

試樣在過濾器上用 CaCO_3 溶液預先處理後，在水溶液中土粒幾乎不分解。而當試樣在過濾器上用 $\text{pH}=11$ 的苛性鹼液以及塔姆試劑處理時，過濾液中就可能出現鐵質。

在下列表中列出了用依次膠溶法和抗水性測定法求得的膠質顆粒和由它形成的集合體的含量。表中按丘林和馬洛馬霍娃法分析後所獲得數據要比用西傑耳法所獲得的結果更加符合于顯微鏡觀測的結果，因為岩石用鹼液處理後，小于 1μ 的顆粒含量增加得不足。

土經不同處理時膠質顆粒含量 (以%計)

	里海粘土	沖積亞粘土	坡積亞粘土
丘林和馬洛馬霍娃法			
用鈉離子飽和時			
顆粒直徑 $< 0.3\mu$	9.9	2.53	6.8
顆粒直徑 $0.3-1\mu$	57.7	14.75	33.2
用塔姆試劑處理時			
顆粒直徑 $< 1\mu$	1.1	6.09	0.9
西傑耳法			
用水處理時			
顆粒直徑 $< 2\mu$	72.8	3.74	7.8
用0.05N的 NaOH 溶液處理時			
顆粒直徑 $< 2\mu$	92.1	65.35	80.42

因此，岩石的結構結合主要是鈣離子及鈉離子參與下的近全晶質結合 (鈉離子似乎要少些)。

中新統粘土

灰色薄層狀粘土處於中密狀態。在顯微鏡下有特殊的層理；在介壳溶濾處有規則地分布有 $0.5-1$ 公厘的小空洞 (圖2)。

粘土的最大分子水容度很高^①，等于27%，这說明它的分散性是很大的。按照格德罗依茨法求得陽离子交換能等于47.7毫克当量。因此，我們可以推測，粘土成分中微晶高嶺土礦物含量是很高的。

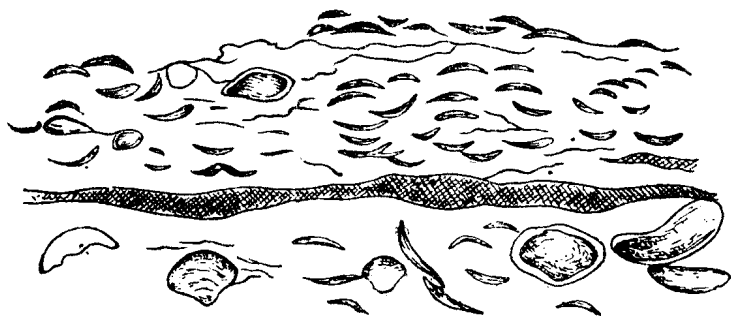


圖 2

將用水調勻的粘土放在顯微鏡（在全部放大情況下）下檢驗時，發現粘土和鈣質微晶高嶺土粘土非常相像。它几乎完全由隱微結構的近全晶質顆粒組成，有一級藍色干涉光澤，雙折射和直綫消光的性質。粒徑自50至100 μ 。

粘土標本預先在過濾器上用 NaCl 標準溶液處理若干次并經清洗后，用顯微鏡檢驗時清楚地看見這些集合體狀土粒開始分解（其松散性很明顯）。

粘土標本用水洗滌的方法是在蓋玻璃下浸水，再用過濾紙（放在邊緣）將水濾出，洗滌的結果說明，粘土粒是抗水性的。但是用 NaCl 標準溶液同樣處理的結果很有意義。由於部分集合體的解膠，在濾出的溶液中出現細顆粒。溶液五次替換后在蓋玻璃下放進水。此時集合體分解顯著增加，但余留的集合體仍未失去干涉光澤。第二次換水后集合體松散，正交偏光鏡的干涉光澤（一級黃色）也減弱。第三次換水更加劇分解，干涉光澤也更弱，變成灰色。

①最大分子水容度按 A. Ф. 列別捷夫法求得。

余留土粒在輕微的机械作用（用玻璃棒或移动盖玻璃二三次）下集合体完全分解。它具有集合体沒有的而僅在某些土粒中可以看到的一性質的双折射，很可能，土粒是粘土的碎屑狀元素。

顯然，此粘土的隱微結構集合体可視為鈣質近全晶質体。需要的鈣可能是由于介壳的溶解，或者靠海水鹽份供給。

顯然，由于負異电荷溶膠相互凝聚成的結構，此粘土中是很微少的，或者是沒有的。

河谷平原的冲積亞粘土

冲積亞粘土有下列特征：容重 1.87，天然湿度 30%，孔隙度 48.7%。塑性界限：塑限—18，液限—36，塑性指数—18。

CO₂ 含量 5.98%，陽离子吸收容量：按格德羅依茨—14.4毫克当量，鹽基吸收总量—17.1毫克当量。交換陽离子（以毫克当量計）：鈣—13.8，鈉—0.23，鎂—3.1。

集合体組成見表（表 5）。結構抗水指标等于 1.0。也就是說，浸水時結構結合不遭受破坏。

顯微鏡觀測結果說明，岩石含有大量圓滑的、局部粗糙的砂粒。浸水時和砂粒粘結的粉土顆粒很易脫落。

在盖玻璃上輕微敲擊時，几乎完全分解，但由粉土顆粒和膠質組成的顯微結構的集合体部分仍舊殘留。这些集合体在水中膨脹約 10—15%。細顆粒（小于 5 μ ）看起來是透明的。和用水洗滌一樣用塔姆試劑，以及用 pH=8.7 的 NaOH 溶液处理所引起的变化不大：由此可見，部分土粒是砂粒，而部分是包含粉土粒的集合体。集合体狀堆積分解不大。当土在表玻璃上与上述試劑調拌時在顯微鏡中很清楚地看到集合体分解。用小棒攪拌時，分解更劇。

用 NaCl 溶液处理后再洗滌時，集合体分解程度較小。砂和粉土顆粒仍舊相互粘結，并形成松散的屑狀堆積。細顆粒并不分离。NaCl 溶液处理后細砂粒四周的褐色附着薄膜也仍保留。僅用塔姆試劑处理后細砂粒才完全清淨。

因此，主要結合物質或者是相互沉淀的凝膠，或者僅是氫氧化

鉄。

这些根据顯微鏡檢驗結果得來的特征，部分符合于丘林和馬洛馬霍娃依次解膠法的数据，而較用塔姆試剂处理求得的膠質顆粒含量要高，后者的膠質顆粒含量僅佔6.09%。用鹼液处理后，求得的膠質顆粒含量（65.35%）更大。

在本場合顯微鏡檢驗法結果良好。

河底淤泥質沉積

这种岩石的試样的最大分子水容度为16%。陽离子吸收容量相当于12.43毫克当量。据最大分子水容度來判断，在顆粒組成方面，沉積物屬亞粘土。

新鮮的沉積物为深灰色；保藏在封嚴的密閉容器中有顯著的硫化氫气味，它說明沉積物的成分中有硫酸亞鉄。

在顯微鏡載物玻璃上观察水中呈懸浮状态的沉積物时，發現含有大量的直徑为十分之几公厘的砂顆粒。它們部分地由含石英質粉土的深色松絮狀物質膠結。

因为粗砂使盖玻璃和載物玻璃不能很好地盖緊，在表玻璃上，用水調拌沉積物。沉淀部分为含石英質粉土的深褐色絮狀膠質粘結的砂。而在水中剩余多量的黃色輕絮狀膠結物，水流也不能衝散。砂粒外表不像是石英質，复盖着大量褐色膠質。

当放大570倍时能看見屑狀結構，它由直徑等于和小于 1μ 的圓顆粒組成。水流不能衝散絮狀結構，即使放大980倍也不能看清顆粒間接触处。鏈狀結構（如果顆粒組成鏈狀）的顆粒間接触处也看不清楚。这說明，即使在接触处很小的場合下，粘結力仍是相当大的。

为弱水流帶动細顆粒流过粗顆粒旁边时，在离它一定距离处繞过，但在个别絮狀結構处，則被粘住，在水流中打轉，并結合成集合体。

沉積物用鈉离子饱和（随后洗去电解質）的方法僅引起很小的变化：砂粒仍被粘結着，由膠質和細碎屑顆粒組成的集合体亦不分解。

标本用塔姆試剂洗滌和輕輕地研磨后，沉積物变成很純潔。砂粒看起來是透明的，僅僅在某些地方仍保留粘土堆積。褐色的膠質已不

能看到。标本用 $\text{pH}=8.4$ 的鹼液处理时，砂粒就不会这样純潔，此时仍殘余多量褐色的漂浮細屑。

观测資料說明，主要的結構膠結物可能是三氧化二鐵，主要是相互沉淀溶膠中的氫氧化鐵。交換鈣离子参与的近全晶質的結構結合的作用不顯著。但是假定鈣离子存在还是必要的。因此可以說陽离子交換能力是有的，但不高，并且塔姆試剂处理后仍保留抗水的集合体。

坡積的复盖亞粘土

岩石的容量 1.97，孔隙度—43%；塑性界限：塑限—18，液限—42，塑性指数—24，最大分子水容度 16%。

陽离子吸收容量（以毫克当量計）：接格德罗依茨—22，按什麥列夫—24，按吸收陽离子总量—24。交換陽离子的成分（以毫克当量計）：鈉—1.5，鈣—13.3，鎂—9.2。用不同方法求得的集合体含量指标（見第 7 頁膠質顆粒含量表）不一致。

結構抗水性指标 S 等于 0.56，也即是說，岩石在水中，結構結合会分解。

顯微鏡檢驗結果指出，乾燥的岩石浸水后，几乎刹那间分解为土粒。其中有由粉土組中最小直徑的粉土顆粒組成的集合体。当标本用油浸潤时，則分解程度不大，砂粒仍膠粘着細粉土顆粒。

和水一起搓碎再烘乾的标本，浸水时并不分解。当岩石在过滤器中用 $\text{pH}=8.7$ 的鹼液洗滌时，過濾液为黃色混濁液，而用塔姆試剂洗滌时，則透明。

当标本在載物玻璃上用同样鹼液处理时，以前复盖着褐色物質的石英粒，变得很清淨。用鹼液第二次洗滌后分出多量的細顆粒和黃色及无色的絮片。后者的运动，有时僅能靠沉沒于其中的細礦物粒的运动看出来，如果标本未經鹼液处理，則單个的細顆粒較少，但屑片成分中仍包含很多。在这种情况下看到由砂和粉土顆粒組成的集合体。

塔姆試剂的作用很小；第二次洗滌后仍殘留密实的粗絮片和复盖石英粒的褐色薄膜。

用 1N 的 NaCl 溶液洗滌四次并随之洗去电解質后，除了在岩石中未

处理前看到的集合体外，現在可以看到細粒的“小散落堆”。預先用塔姆試剂和鹼液处理的标本重复洗滌后也得到同样結果。

因此，根据顯微鏡檢驗結果可以得出結論，坡積亞粘土的結構結合部分为鈣离子参与的近全品質的結合，而部分为相互沉淀形成的凝膠。

坡積亞粘土和前述的冲積亞粘土間的区别是前者有鈣离子参与的結構結合。在顯微鏡下結構也有抗水特征，但坡積亞粘土抗水性要低得多（ $S=0.54$ ，而冲積亞粘土 $S=1.0$ ）。

侏罗紀湖成（？）粘土

根据А.Д. 阿尔漢格爾斯基，В.Н. 克列斯托弗尼科夫和Н.Г. 庫爾巴托夫〔1〕等人的著作，此“梅洛夫卡（мыловка）”品級粘土的礦物成分如下：云母—16%，高嶺土—34%，石英—37%。此成分系根据化学分析数据算得，而未被X光分析証实。

陽离子交換容量 13.9 毫克当量，如果計算岩石成分的交換容量时，除去其中的石英和云母，那么由于前者交換容量几乎沒有，而后者很小，粘土的交換容量为40毫克当量，也即为高嶺土的8—10倍，微晶高嶺土的2—2.5分之一。

所以庫丁粘土的粘土粒組的礦物成分想必是很复雜的，它既含微晶高嶺土，也可能有伊利水云母。

顯微鏡檢驗的結果表明粘土含有少量直徑数微米的石英顆粒。

粘土浸水之后，完全分解为直徑約 1μ 的顆粒，但此僅在盖玻璃輕摩擦时才能看到。沒有摩擦时，集合体是抗水的。在正交偏光鏡下具有双折射性質，但有集合体性的偏光（直綫消光不顯著）。对于浸油的标本，可看到消光，但无規則，几乎是約为 5μ 的无定形的綫段。

和水一起搓碎再烘乾后的粘土含有集合体，即使用盖玻璃摩擦后，它在水中也不分解。在洗淨电解質前饱和鈉的粘土（在過濾漏斗上用1N的NaCl溶液饱和）部分有集合体性質的顆粒，而部分为單个細粒（小于 1μ ）。洗淨电解質后便完全膠溶。如果粘土用鈣饱和后再用水洗滌，則粗粒含量和天然状态几乎完全相同。集合体含量也不增

加。高嶺土粘土也有這種性質。

用鈉和鈣飽和後庫丁粘土在水中性狀不同。鈣粘土能完全自由地混合，而且彼此分離。鈉粘土則出現膠凝現象，形成凝塊，即使在顯著放大情況下，凝塊間的接觸也是相同的。

烘乾的鈣粘土和鈉粘土在載物玻璃上很好地研磨後，浸潤時二者並沒有大的差異。顯然，影響粘土性狀的是玻璃和水間的表面張力，而非顆粒和水間的表面張力。

因此，研究結果說明，庫丁粘土既有對水穩定的，也有見水膠溶的結構結合。對水穩定的集合體的機械強度並不大。飽和鈣並不增加對水穩定的集合體含量。而鈉飽和時則完全膠溶。這點說明，粘土粒組組成中既有高嶺土組，又有微晶高嶺土組礦物。後者由於岩石的鈣天然飽和性，形成近全晶質的鈣集合體。

石炭紀湖成（？）粘土

無論在乾燥狀態，或在潮濕狀態，研究試樣（*A* 和 *B*）為緻密的，甚至堅實的粘土，和 10% 濃度 HCl 溶液完全不起作用。

試樣 *A* 的最大分子水容度為 15%，而試樣 *B* 為 12.5%。試樣 *A* 的陽離子吸收容量（以毫克當量計）為 16.12，試樣 *B*—21.24；而粘土 *A* 的緻密包裹體（試樣 *C*）—16.12，也即和粘土 *A* 一樣。在水中 *A* 和 *B* 粘土塊緩慢地散開。當搖晃時形成薄懸浮液，數日後有 5—7 公分厚水層未沉淀。包裹體 *C* 僅是在水中才分解，而且形成若干長久不沉淀的懸浮液。

在顯微鏡中可以看到，這二種粘土粉在水中分解時形成直徑為十分之幾和百分之幾公厘的土粒；同時形成直徑等於 1μ 和更小的細顆粒。這種懸浮顆粒（當烘乾時）集結並排列成密實的條形，但浸水後又重行分解為顆粒。

當用手指在表玻璃搓磨時粘土 *A* 幾乎完全解離為直徑等於或大於 30μ 的顆粒；但沒有更大的；在同樣條件下弄碎粘土 *B* 卻需要更大的力量。

粗大和細小集合體顆粒物質的特性是相同的，而第二種顆粒正是

第一種顆粒機械碎裂的產物。它們是完全同質的，雖然在光學是各向異性。在其成分中看不到任何石英或其他礦物碎屑顆粒（圖 3）。

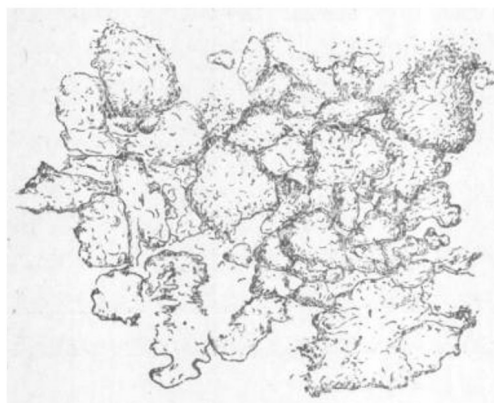


圖 3



圖 4

粘土 *A* 飽和鈉後，當放大 980 倍時，可看到它在水中的懸浮體是由大小等於 1μ 至 $3-4\mu$ 的圓顆粒組成。以前集合粒很多，現在變得很少。這些集合體似乎由完全均勻的，但非常緊密結合的顆粒組成。飽和鈉的粘土 *B* 在水中解膠溶成直徑 1μ 到 30μ 的顆粒。

粘土 *A* 和 *B* 用鈣離子飽和後並不變更其性質及性狀。

應該指出，鈣離子被銨離子從吸收狀態中擠出時開始進行很快，結尾則拖長很久（1 個月），但進行得均勻，少量。這同樣證明物質處於密實狀態。

當粘土粉 *A* 和 *B* 被油浸潤時顆粒大小不變更，也即並不分解（圖 4）。

根據上述實驗，顯微鏡觀測結果試料 *A* 和 *B* 中的粘土應認為是很密的，而包裹體 *C* 應稱為泥板岩，如果此術語以往並未在他處應用。粘土之壓實度和均質性如此大，因而很難說為集合體結構，而它已很接近於鑲嵌結晶格架。

参 考 文 献

1. Архангельский А. Д., Крестовников В. Н. и Курбатов И. Г. Каменноугольные отложения Кудиновского района и кудиновские огнеупорные глины. Бюлл. Моск. об-ва исп. прир., отд. геол., т. II, № 1—2, 1923—1924.

2. Попов И. В. Основы инженерно-геологического грунтоведения. Госгеолиздат, 1940.

3. Попов И. В. Кристаллическая природа структуры глинистых грунтов. Доклады АН СССР, т. XLVI, № 5, 1945.

4. Тюлин А. Ф. и Маломахова Т. А. Разделение почвенных коллоидов методом дробной пептизации. Труды Всес. научн.-иссл. ин-та уд. и агр., вып. II, Физико-химия почв, II, 1935.

5. Физика почв в СССР. Сельхозгиз, 1936.

譯 者 徐 祖 森

傾斜岩層構成的斜坡和边坡之 穩定性計算

Е. П. 叶密尔雅諾娃

緒 論

当計算边坡和擋土牆之穩定性时，近似解法常簡單地假設滑动面为一平面，而不分析該平面斜率与边坡極限高度或与边坡坡度間的关系。通常僅以最危險的滑动面位置，來推演所有最后計算公式。

但沿平面滑动，不僅是一种簡單的假設，而且在实际情况下也符合于一定的并时常遇到的地質条件。不論是天然斜坡、还是人工边坡和路壘，往往与以各种角度傾斜的、其走向与边坡方向不尽一致的成層岩石相交。这些边坡上坍方（滑坡）的特征，与岩層类型和岩石埋藏条件有着密切的联系。

在坚硬岩石（石灰岩、砂岩等）中，坍方一般是沿着層理面產生，在这些滑动面中，往往具有粘土夾層或被膜。傾斜裂縫，特別是当其中具有粘土夾層时，也可成为滑动面。

厚層粘土地層中的坍方，可沿着層理面和他种已有節理面，也可沿着切割層理并重新形成粘土整体的平面（“动力”面）產生。因为粘土中沿層理方向的凝聚力 and 摩擦力較其他方向上为小，所以傾斜粘土層的主要滑动面往往是全部或一部正与層理面相符合。下述情况可作为一个典型例子。

在由薄層極密粘土、并具有細砂夾層的和緩（約 7° ）斜坡上开挖坑壁垂直的基坑。在此处地層向着斜坡下方傾斜，傾斜角約为 15° 。基岩上全部复盖 4—5 公尺的殘積和坡積土層。在殘積層底部具有少量潛水。基坑深 12—13 公尺，長 100 公尺以上，基坑的長边与岩石走