

## 2-18

ダム岩盤粘土帯の組成と透水性について

愛媛大学工学部

理博

正員 ○山下親平

松木三郎

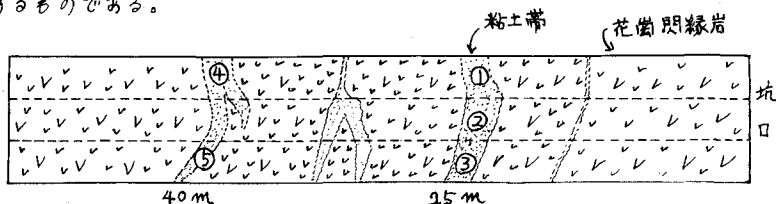
愛媛大学大学院

学生員

片山修三

愛媛県玉川ダム附近は中世代領家統の花崗閃緑岩が広く分布している。その花崗閃緑岩中を中世代末期の閃緑岩が侵入している。この閃緑岩との接触部に節理を生じ、そこに粘土帯が形成されている。玉川ダム岩盤にはこの粘土帯が多くその分布は複雑である。

読者らはこの粘土を化学分析、X線分析、示差熱分析によってその組成を分析して組成中の粘土鉱物を同定した。また、この粘土について圧密試験をおこない粘土の透水係数 $k$ 値を測定し、土粒子内部における粘土鉱物の組成比によって $k$ 値がいかに変化するかを調べた。また、粘土粒子中の原子結晶構造から土粒子内部の層間水を考測し、これが粘土粒子相互間の含水比となり、含水比が $k$ 値に及ぼす影響を考察するものである。



### 1. 化学分析

岩盤粘土を坑口より25m地底を上よりNo.1, No.2, No.3, 40mの地底を上よりNo.4, No.5とった試料につき分析した結果は右表の通りである。これによると $Al_2O_3$ はNo.4 No.5は多く、No.1, No.2は少くなっている。 $MgO$ はNo.4で最も多く、No.2で最も少い。

### 2. 示差熱分析

200°C付近の吸熱カーブよりモンモリロナイトがバーミキュライトの反応が見られ、最下部において最も多くなっている。セリサイトはNo.2が多くNo.5がこれに次いで多い。カオリナイトはNo.2, No.1に多く、上部では多くなっている。(図1参照)

### 3. X-線分析

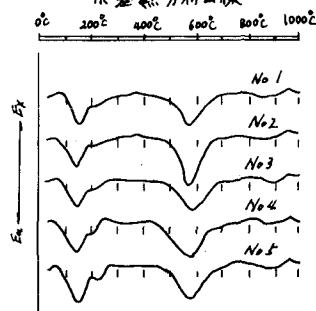
バーミキュライト、ハローサイト、クローライト、セリサイト、イライトを検出した。

バーミキュライトにおいてはNo.4, No.5に多く、下部に

化学分析表

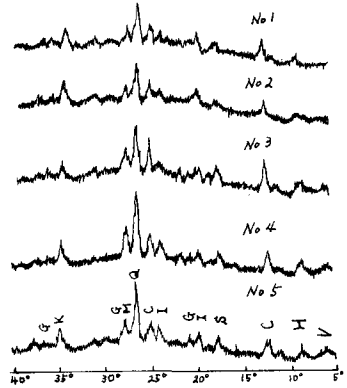
|               | No.1 (ppm) | No.2 (ppm) | No.3 (ppm) | No.4 (ppm) | No.5 (ppm) |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $SiO_2$       | 51.151     | 58.194     | 63.587     | 65.309     | 68.994     |
| $Al_2O_3$     | 14.105     | 15.047     | 14.430     | 8.930      | 5.489      |
| $Fe_2O_3+FeO$ | 1.818      | 6.843      | 7.245      | 4.973      | 5.161      |
| $TiO_2$       | 0.694      | 0.597      | 0.559      | 0.446      | 0.477      |
| $MnO$         | 0.593      | 0.449      | 1.529      | 2.979      | 3.003      |
| $CaO$         | 9.674      | 5.588      | 3.488      | 5.808      | 4.300      |
| $MgO$         | 1.151      | 0.602      | 1.111      | 2.253      | 0.780      |
| $Na_2O$       | 1.000      | 2.377      | 1.800      | 1.800      | 1.356      |
| $K_2O$        | 0.060      | 0.823      | 0.180      | 0.100      | 0.753      |
| $B_2O_3$      | 0.637      | 0.639      | 0.444      | 0.318      | 0.424      |
| $H_2O^+$      | 3.885      | 4.784      | 2.998      | 3.914      | 4.833      |
| $H_2O^-$      | 2.550      | 3.521      | 2.709      | 3.034      | 3.225      |
| Total         | 99.991     | 99.981     | 100.080    | 99.964     | 99.795     |

図1 示差熱分析曲線



多い。(図2参照)

図2 X線分析曲線



#### 4. 荷重とK値との関係

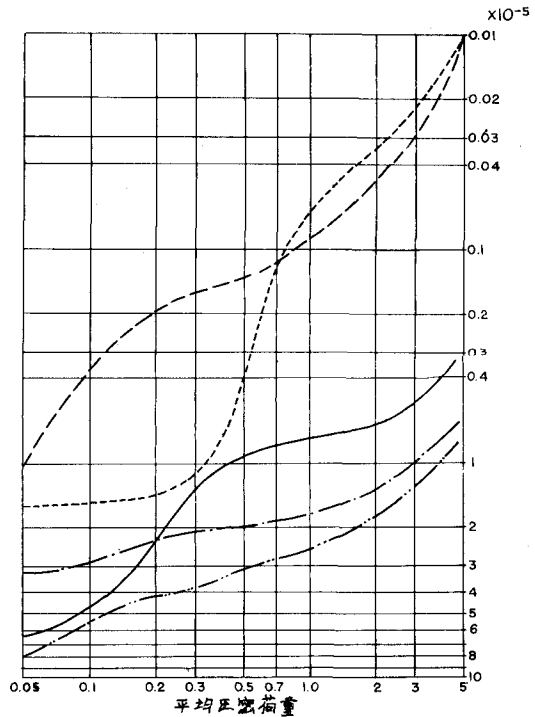
粒形  $0.142\text{ mm}$  以下の試料に対して圧密試験を行い、それよりK値を出した。

これによるとK値はNo5が最も大きく(荷重-K値,  $0.5\text{ kg/cm}^2 - 3.2 \times 10^{-5}\text{ cm}^3/\text{sec}$ ) 次いでNo4, No1, No3, No2(荷重-K値  $0.5\text{ kg/cm}^2 - 0.14 \times 10^{-5}\text{ cm}^3/\text{sec}$ )の順に小さくなっている。(図3参照)

#### 5. 含水比とK値との関係

含水比はNo5が最も多く、載荷前に20.5% 除荷後に16.5%を示し、No1に於て最も少く18.5%を示し、除荷後に14.2%を示している。これに対するK値はNo5が最も多く、 $3.2 \times 10^{-5}\text{ cm}^3/\text{sec}$ を示し、No2が最も少く、 $0.14 \times 10^{-5}\text{ cm}^3/\text{sec}$ を示している。(表A参照)

図3 平均圧密荷重に対する透水係数



#### 6. 結果の考察

a) X線分析, 示差熱分析, 化学分析の結果パーミキュライト, ハローサイト, セリサイト, カオリナイト, クローライト, イライト, アメサイトを検出し、その量比を出すことができた。これらのパーミキュライト, カオリナイト, セリサイト, クローライトを化学成分上の三成分系で考えると  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3(+\text{FeO}) - \text{MgO}$  系においてNo5は  $\text{Fe}_2\text{O}_3(+\text{FeO})$  及び  $\text{MgO}$  が多くなってクローライトの成分に最も近く、パーミキュライトの成分に最も近づいている。また、No2において  $\text{Fe}_2\text{O}_3(+\text{FeO})$  及び  $\text{MgO}$  の成分が最も少くクローライト、\*パーミキュライトの成分が遠い。また、 $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$  系において、No5は  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$  の成分が少く、イライト  $[\text{K}_{0.58}(\text{Al}_{1.38}\text{Fe}_{0.37}\text{Fe}_{0.04}\text{Mg}_{0.34})(\text{Si}_{3.41}\text{Al}_{0.59})\text{O}_{10}(\text{OH}) \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$ , セリサイト  $[(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_{0.8-1}(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Fe}^{2+})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$  の成分に近づいている。(図4.5参照)

表A

|                                  | No1                   | No2                   | No3                  | No4                  | No5                  |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| K値<br>(荷重 $0.5\text{ kg/cm}^2$ ) | $0.95 \times 10^{-5}$ | $0.14 \times 10^{-5}$ | $0.4 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ |
| 含水比                              |                       |                       |                      |                      |                      |
| 載荷前                              | 18.5                  | 29.0                  | 24.5                 | 20.0                 | 20.5                 |
| 除荷後                              | 14.2                  | 15.0                  | 17.5                 | 13.0                 | 16.5                 |

4) これを透水係数 $k$ 値から見るとイライト及びセリサイトが多いと $k$ 値が増大し、イライト、セリサイト及びギブサイトが少いと $k$ 値が減少する。また、カオリナイトが少量なれば $k$ 値が減少する。今ここには、カオリナイトの $k$ 値とバーミキュライトの $k$ 値を比較すると(No.2)、バーミキュライトが少いと $k$ 値が増大し、多いと $k$ 値が減少している。また、カオリナイトが多量なれば $k$ 値が増大し、カオリナイトが少量なれば $k$ 値が減少する。なぜならば、土粒子内の原子結晶格子構造において、カオリンの場合OH、Al原子のみにて層格子を作り、格子と格子の間にOHイオン、Alイオンとして層間水をつくるのである。この層間水が土粒子の内側から土粒子の外側へ移動して土粒子の含水量となるのである。ところがバーミキュライトの場合土粒子内の原子構造はOH、Al、Mg、Feであり、Mgイオン、Feイオンが凝集することになるのである。その為に土粒子外側への水分の移動が減少し、土粒子相互間の $k$ 値が減少することになる。(図6参照)

図.4  $k$ 値と各試料における粘土鉱物の分布

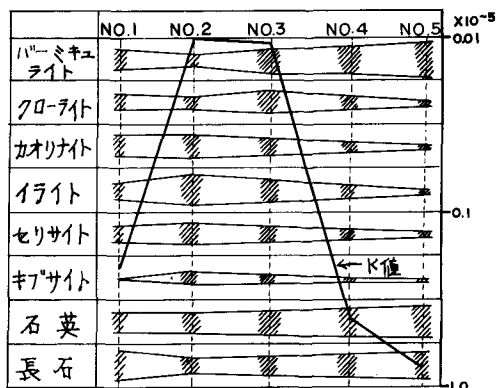


図.5 三角座標

$Al_2O_3-(Fe^{2+}, Fe^{3+})O-MgO$ 系  $SiO_2-Al_2O_3-H_2O$ 系

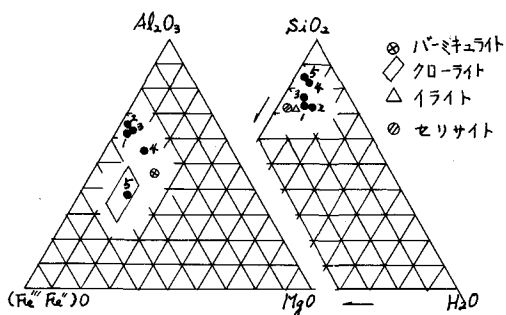
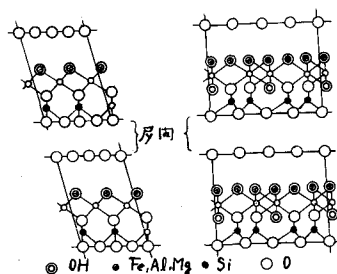
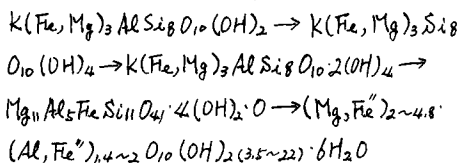


図.6



\* 粘土帯中のクローライトになる為には花崗岩中のバイオタイトが次の様に変化する。



### 参考文献

- 1) Erwin, Jr. J. and Osborn, E.F.: The system  $Al_2O_3-H_2O$ ; Jour. Geol., vol. 59, p.381 (1951)
- 2) Rolfe, R.N. and Jeffries: Conf. Soil Sci., vol. 116, p.599 (1952)
- 3) Grim: Clay Mineralogy, Mc Graw-Hill Inc. Geol., p.49 (1953)