

# III-400

## 遠心分離法による粘土の水分保持特性の検討

福山大学 学生員 ○畑本武治  
正会員 富田武満  
正会員 田辺和康

### 1. はじめに

遠心法は、 $pF$  2.0～4.2程度の範囲で土の水分特性（サクシオンと含水比の関係）を測定する簡便な方法として広く用いられている。しかし、遠心法は試料に大きな遠心力を与え、力場での自重による圧縮が避けられず大きな問題とされている。遠心力場におかれた土は含水量と体積が同時に変化し、両者の変化を促す因子が遠心力場にあることを意味しているが、むしろ圧縮の影響は土の特性によって異なる利点を有しているように思われる。

本報では、代表的な2種の粘土鉱物を用いて、その水分保持特性についての比較検討を行った。また、遠心分離による測定方法については、過去の研究例を参考にして測定条件の確立を図った。

### 2. 試料と実験方法

用いた試料は、活性粘土鉱物のモンモリロナイト（クニゲルV1）、不活性粘土鉱物のカオリナイト（ジョージアカオリン）を選び、一次鉱物として豊浦標準砂の3種を各種割合で配合したものを実験に供した。

実験内容は、遠心分離法による測定条件として、土の体積変化を最小限にとどめることを目的とし、所定の回転数まで上げる回転速度と回転時間についての検討を行った。そして、粘土の物理化学的性質と密接な関係にあるコンシステンシー限界と陽イオン交換容量について取りまとめた。

### 3. 結果と考察

#### （1）遠心分離法による測定条件の検討

所定の回転数まで上げる速度および時間が $pF$ 値にどのような影響を及ぼすかについての検討は従来から行われている<sup>1)2)3)</sup>。これらの点を考慮して、本実験では所定の回転数に達するまでの時間について次の3方法で実験を行った。

i) 100rpm/minで所定の回転数まで上げていき、30、60、120分脱水ごとに重量・圧縮量を測定

ii) 200rpm/minで所定の回転数まで上げていき、30、60、120分脱水ごとに重量・圧縮量を測定

iii) 100rpm/minで所定の回転数まで上げていき、120分間連続脱水後に重量・圧縮量を測定

その結果を表-1に示す。 $pF$ 値の増加とともに体積は著しく変化し、2時間の遠心では含水比も定常状態を示さない傾向が現れている。回転速度を比較すると、100rpm/minの条件によると体積変化は小となり含水比は大となり、均一脱水時間も約2時間程度であることが判明した。よって本実験では、iii)の測定条件によって実験を行う。また、粘土鉱物の差異によって体積変化と含水比が異なっていることが認められた。

表-1  $pF \sim \omega$ における体積変化

| 試料          | 回転速度      | 回転時間   | 初期含水比  | pF 2.0 |        | pF 3.0 |        | pF 4.0 |       |
|-------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|             | (rpm/min) | (min)  |        | 含水比    | 体積変化率  | 含水比    | 体積変化率  | 含水比    | 体積変化率 |
| モンモリロナイト    | 100       | 30     | 378.96 | 378.61 | 0      | 357.03 | 4.28   | 289.20 | 9.30  |
|             |           | 60     |        | 378.17 | 0      | 348.45 | 7.07   | 274.10 | 12.60 |
|             |           | 120    |        | 376.53 | 0      | 337.52 | 7.88   | 271.60 | 19.30 |
|             | 200       | 30     | 378.96 | 378.93 | 0      | 367.80 | 6.74   | 331.30 | 14.06 |
|             |           | 60     |        | 378.91 | 0      | 360.72 | 7.44   | 314.01 | 20.70 |
|             |           | 120    |        | 378.82 | 0      | 325.92 | 9.06   | 282.55 | 27.84 |
| 連続100       | 120       | 378.96 | 375.12 | 2.00   | 344.35 | 10.31  | 278.60 | 18.80  |       |
| ナトリウムイオン交換型 | 100       | 30     | 70.60  | 66.69  | 4.24   | 52.50  | 12.39  | 37.01  | 26.30 |
|             |           | 60     |        | 65.10  | 5.60   | 51.97  | 14.95  | 35.32  | 27.97 |
|             |           | 120    |        | 63.76  | 6.82   | 50.40  | 17.60  | 34.43  | 28.84 |
|             | 200       | 30     | 70.60  | 66.78  | 4.81   | 52.24  | 14.43  | 36.41  | 32.15 |
|             |           | 60     |        | 64.74  | 7.27   | 50.82  | 18.68  | 35.14  | 22.10 |
|             |           | 120    |        | 63.63  | 9.06   | 50.02  | 19.65  | 33.71  | 30.17 |
|             |           | 連続100  |        | 120    | 69.53  | 63.65  | 5.79   | 52.54  | 14.99 |
| 初期体積        |           |        |        |        |        |        |        | 49.09% |       |

初期体積 49.09cm<sup>3</sup>

## （２）粘土の水分保持特性

各種配合割合試料の水分特性を図-1に示す。これらの実験曲線が示す傾向を観察すると、モンモリロナイト系粘土鉱物の配合された試料は、両試料とも保水性の高いことを示し、配合割合が少なくなるにつれて保水性が低下している。あるpF値のもとでその土が保持する水分は土によって相違する。すなわち粘土と

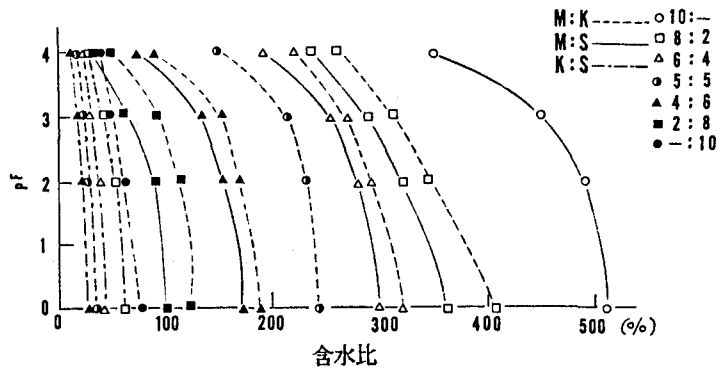


図-1 水分特性曲線

表-2 物理化学的性質

| 試料名    | コンシステンシー特性         |                    |                | C E C<br>(meq/100g) | p F 2. 0<br>土壌構造<br>安定度指標 |
|--------|--------------------|--------------------|----------------|---------------------|---------------------------|
|        | w <sub>L</sub> (%) | w <sub>p</sub> (%) | I <sub>p</sub> |                     |                           |
| M : S  |                    |                    |                |                     |                           |
| 10 : - | 465.00             | 31.00              | 434.00         | 53.86               | 0.063                     |
| 8 : 2  | 359.00             | 26.10              | 332.90         | 42.51               | 0.084                     |
| 6 : 4  | 283.60             | 24.70              | 258.90         | 33.26               | 0.085                     |
| 4 : 6  | 177.60             | 21.47              | 156.13         | 22.97               | 0.141                     |
| 2 : 8  | 93.50              | 20.40              | 73.10          | 12.04               | 0.231                     |
| M : K  |                    |                    |                |                     |                           |
| 8 : 2  | 380.00             | 38.68              | 341.32         | 46.20               | 0.113                     |
| 6 : 4  | 286.50             | 34.52              | 251.98         | 35.64               | 0.117                     |
| 5 : 5  | 225.00             | 33.24              | 191.76         | 31.40               | 0.143                     |
| 4 : 6  | 191.89             | 31.68              | 160.21         | 28.67               | 0.187                     |
| 2 : 8  | 107.90             | 30.35              | 77.55          | 15.50               | 0.259                     |
| K : S  |                    |                    |                |                     |                           |
| 10 : - | 70.60              | 36.18              | 34.42          | 2.77                | 0.558                     |
| 8 : 2  | 54.80              | 30.71              | 24.09          | 2.22                | 0.608                     |
| 6 : 4  | 42.50              | 25.81              | 16.69          | 1.82                | 0.674                     |
| 5 : 5  | 35.65              | 22.28              | 13.37          | 1.43                | 0.695                     |
| 4 : 6  | 30.25              | 20.31              | 9.94           | 1.19                | 0.787                     |

粘土鉱物の含有量が多いものほど含水比は大きい。つまり微細粒子が増加するほど表面積と微少のchannelが非常に増しているものと考えられる。次に、土の構造がpFと含水比の関係に深い関わりを持っていることは明かであるが、その役割は未だ明確に解っていない。そこでBoekel<sup>4)</sup>が提案した土壌構造安定度指標（塑性限界/pF 2.0の含水比）について検討すると表-2のような結果が得られた。この土壌構造安定度指標とは、ある土構造が野外で通常もところの水分（pF 2.0水分）が繰り返により構造を破壊して挙動単位粒子上に均一分布されたときに塑性を生ずる水膜厚さ（塑性限界）としてどれだけ不足するかを表すものとされている。本結果におけるこの構造指標は、コンシステンシーとC E Cとに関わりを持っていることが推測される。また、モンモリロナイト系粘土鉱物を含む試料はカオリナイト系粘土鉱物を含むものより構造指標が小さな傾向となっている。このように粘土鉱物の影響によって構造指標が0.06～0.8の範囲で変動を示している。

## 4. おわりに

粘土の水分保持特性について、遠心分離法より検討を行った。その結果、遠心法による測定条件と粘土鉱物（モンモリロナイト系粘土）含有量が水分保持能に大きな影響を及ぼしていることが認められた。遠心法は試料の体積変化の有無に関わらず、粘土の水分保持能を検討するうえでは有効であることを示唆した。そして、土壌構造安定度指標については、コンシステンシー限界とC E Cとに関わりを持っていることが認められた。この構造指標の物理的意味は、さらに明らかにしたいと考えている。

〈参考文献〉1) 藤村 他；土質学会論文集, Vol19, pp.103～111, 1979

2) 鈴木 ；土質学会論文集, Vol20, pp.171～172, 1980

3) 塩沢 他；農業土木学会, 121号, pp.29～37, 1986

4) Boekel, P; Proceedings International Symposium of Soil Structure, Ghent, pp.363～368, 1958