

粘性土の洗堀の形態と洗堀量

東北大学工学部 〇学生員 酒井 宏
東北大学大学院 学生員 金山 進
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

河川や貯水池に流入堆積した粘性土の洗堀の状況を知ることは、底面変動や水質汚濁を論ずる上で重要なことである。砂で構成された底面の洗堀とは事情が異なり、電気化学的要因にもとづく凝集力などが大きく作用するため、洗堀開始や洗堀量などは一粒子の安定や挙動に注目して考えることはできない。粒子に比べ遙かに大きな寸法をもつ塊としての運動を考える必要がある。この塊の寸法が何によって決定されるか、まだ不明である。本研究においては、カオリンとケイソウ土を使って洗堀形態の観察、含水量による洗堀形態の区分、限界掃流力の定義・測定、剝離する粒子塊の大きさの測定により、洗堀のメカニズムを解明することにした。

2. 実験装置

実験に用いた水路を図-1に示す。断面 $2\text{cm} \times 4\text{cm}$ の矩形管路で、すべて透明なアクリル製である。水路の中央部に断面 $1.2\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ の底面可動の堆積容器を取り付け水路底と試料表面を水平・一様に保つようにした。セン断力は差圧計で、流量は下流に取り付けた三角堰でそれぞれ測定した。

含水比については初期含水比・モールド(20cm直径)含水比・流水後含水比を求めたが、これらの間にはほとんど差異はなく、ここで言う含水比とは流水後含水比のことである。なお試料は作成後一日静置したものを使用した。

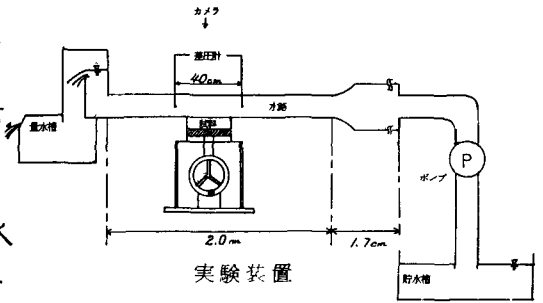


図-1

3. 洗堀形態と限界掃流力について

3-1. カオリンの場合

低含水比粘性土(含水比40~100%)の洗堀は掃流力の増加とともに次のような経過をたどる。

(1) 球状剝離*

まず掃流力の比較的小さな段階で試料表面より $0.5 \sim 2.0\text{mm}$ 程度の球状で剝ぎとられ始める。以後、この球状剝離は掃流力の増加とともに逐次見られ、その直径も大きくなる。ただし、全洗堀量としては大きなものではない。球状剝離は粘土中に空隙が存在し、それが剝離する弱点となるものであるが、土の種類・圧密現象などを含み堆積条件により異なるものと思われる。

(2) 横筋剝離

さらに掃流力を増加させると表面に球状もしくは横円状の剝離が横方向に連続して生じ、その結果流れと直角方向に筋が発達する。この筋の幅は $0.5 \sim 3.0\text{mm}$ 、長さ $3 \sim 5\text{cm}$ 、ピッチ $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 程度で、一本あるいは複数本で存在する。これを横筋剝離と呼び、対応する掃流力を横筋剝離限界掃流力と定義する。なお、このときの掃流力を維持していれば、この剝離は長くなりまた筋の本数が増えて発達するが、初期にできた洗堀筋はしだいにならされ平坦に戻る。

3) 塊状剝離

さらに掃流力を大きくすると、流れ方向最後尾付近の横筋に流れ方向と直交する亀裂が生じ、やがてこれが弱点となって、土は表面からまきり上がり、その背後の土をも引き裂がす形で表面からまきり出てしまう。これを塊状剝離と呼び、このときの掃流力を塊状剝離限界掃流力と定義する。

高含水比(100~160%)の場合にも上記の経過をたどるものが最も多いが、時には次のようなものも観察された。表面近くの土が下流へ押しやられる様な形で流動し、そのため流れと直交亀裂が発生し、さらに掃流力を増せば塊状剝離を引き起こす。

3-2. ケイロウ土の場合

低含水比(120~140%)・高含水比(140~180%)のいずれの場合にも球状剝離は見られず、横筋剝離が一本あるいは複数本見られ、さらに掃流力を増せばそれが弱点となり塊状剝離へと経過する。

3-3. 含水比と限界掃流力の関係

本研究において定義された限界掃流力と含水比の関係を図-2に示す。図を見ると、いずれの限界掃流力も含水比の増加とともにベキ乗関数的に減少するが、それぞれ水の試料についてはベキ乗の指数はほぼ等しい。

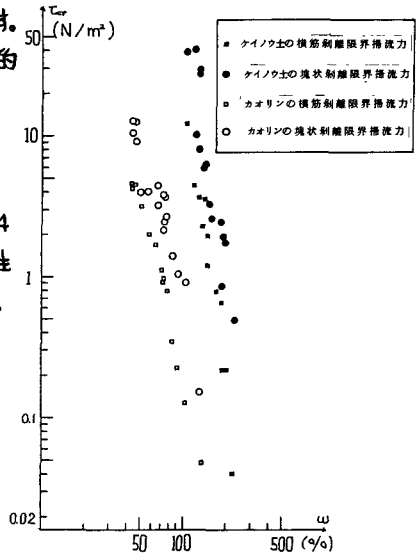


図-2

4. 光掘量について

塊状剝離の光掘深さ・光掘量と含水比との関係をそれぞれ水図-3、図-4に示す。ここでの光掘深さ、光掘量とは塊状剝離限界掃流力により発生した亀裂が基となって表面からまきり上がり、土に対応するものをもって考えている。これが引金となって、

ひきつられて生ずる大規模な剝離は考えない。図-3、図-4においては、含水比の増加とともに光掘量がとなり、光掘量の増加も見られる。

球状剝離時の掃流力と平均剝離直径との関係を図-5に示す。

球状剝離は含水比が高ければ剝離個数が増加し、剝離直径が小さくなる。含水比が低くなれば逆の現象が見られた。図-5は試料が始めて球状剝離を起こしたときの掃流力と剝離直径を測定したもので、一つの試料のそれぞれの掃流力に対応する剝離直径を調べたものではない。

5. おわりに

試料の強度の局所的な不均一さの分布や寸法と水浸の乱れ構造とが剝離の形態・寸法にどんな関連があるかは今後の問題であろうと思われる。

=参考文献= 青木・首藤 第26回水理講演会論文集*

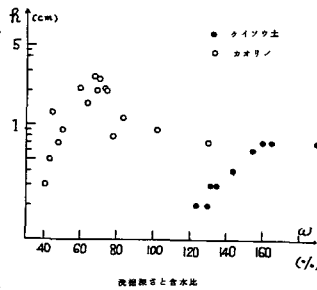


図-3

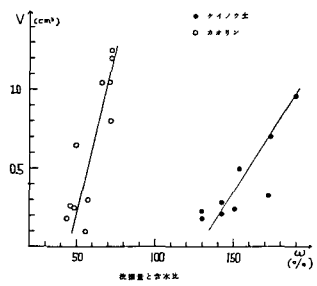


図-4

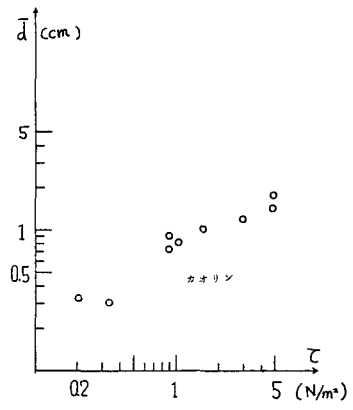


図-5