



○はじめに

河川の堤防が決壊する条件を研究していた。堤防の法面を下り落ちる流水の速さを測定するために、板で堤防の法面を模した斜面を作って水を流し、そこに小球を置いて下り落ちる速さを測定しようとした。しかし、斜面を流れ落ちる流水中に球を置くと、斜面中央あたりで小球は静止してしまった。水流の向きは斜面に対して下向き、球の回転方向も下向きであるのに、球の回転運動と並進運動が停止したことに疑問を感じた。この現象についての先行研究を調べたが、見つけることができなかったため、本研究を行うことにした。

仮説：水流の影響で球が静止したのではないか。

○条件・実験方法

水の「温度」「流量」を変えた

【温度】 20℃・40℃・70℃

【流量】 60mL/s・100mL/s・150mL/s・200mL/s

- ① 8°の傾斜をつけた台に水を流した。
- ② 球をある地点から流し、その様子を動画で撮った。
- ③ 20cm下り落ちるのにかかる時間を測定し、速さを計算した。
- ④ 各条件で3回実験し、その平均を求めた。

球 BB弾（質量 0.14g、直径 0.60cm）
 流量 1秒間で流れ出る水の体積（mL/s）

○結果

球が静止しているときは球の回転も止まっていた。

流量 60mL/s 静止と並進・回転を繰り返した
 ⇕
 流量 200mL/s 水に浮いて下り落ちた

○考察Ⅰ 〈球の速さと水温の関係〉

【結果】どの流量でも水温が低いほど、球が下り落ちる速さが遅く、止まっている時間が長くなった。

【考察】球は水流から2つの力を受けている。

① 圧力

水の流れによって球の中心方向に向かって常にはたらく。

② 摩擦力

粘度により、球と水の間にこの力がはたらく。

球の接線方向で水の流れの向きにはたらくため、球が転がり落ちる向きと逆向きになり、球の回転を止めている。

水は温度が低くなると粘度が高くなる。
力の大きさは水の粘度に比例する。

水の粘度が高いほど球の回転は静止しやすい

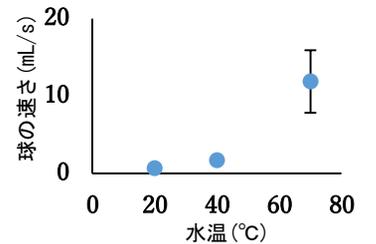


図1 流量 60mL/s における水温と球の速さの関係

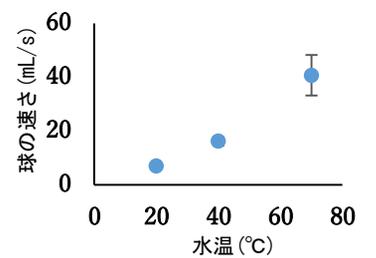


図2 流量 200mL/s における水温と球の速さの関係

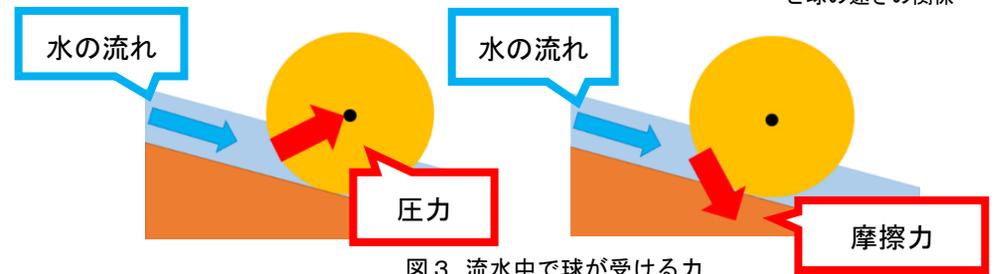


図3 流水中で球が受ける力

○考察Ⅱ 〈球の速さと流量の関係〉

【結果】水の流量が少ないほど、球の下り落ちる速が遅く、止まっている時間が長くなった。

【考察】

〈増加傾向〉

流量が増えたことで球を持ち上げる力が大きくなる

↓
台からの垂直抗力が小さくなる

↓
最大摩擦力が小さくなり下り落ちる

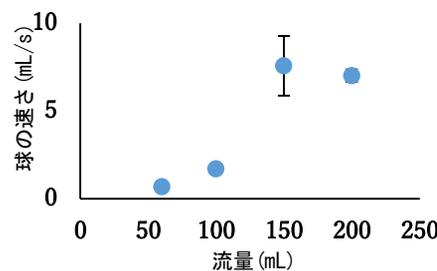


図4 水温 20°C における流量と球の速さの関係

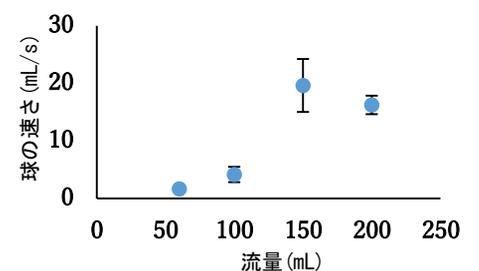


図5 水温 40°C における流量と球の速さの関係

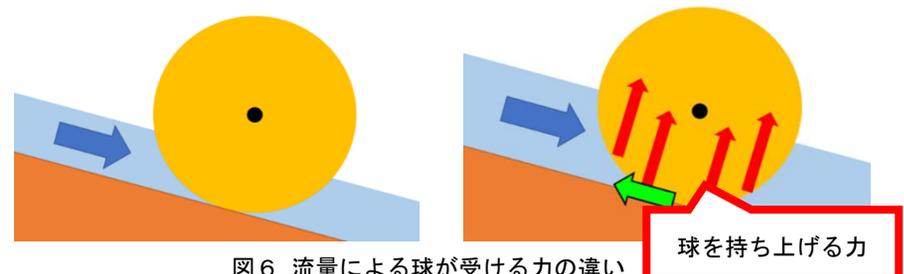


図6 流量による球が受ける力の違い

○結論

斜面を流れ落ちる流水中の球の回転が静止することには、水の粘度が関係している。

球の並進が静止することには水の流量が関係している。

○参考文献

国立天文台編
 理科年表
 水の粘度と動粘度
 東京
 丸善株式会社
 2008, 377p

○今後の展望

- ・考察Ⅱの 150mL/s の実験回数をさらに増やす。
- ・傾斜をつけた台についている水滴に、球を置くと静止することと、表面張力の関係についても調べたい。