

93 回転流掃流力測定装置の試作および測定例

建設省土木研究所 ○欧 国強 石川芳治

1. まえがき

地盤の流水による侵食速度を客観的かつ正確的に評価するには、対象地盤の持つ侵食抵抗力と水流の掃流力を的確に把握する必要がある。侵食抵抗力については実用上の簡便さを考慮すればコーン指数で評価して良いという結論が著者らによって報告されている¹⁾。一方、水流の掃流力については水深方向における流速分布が分かれば算出できるはずであるが、地盤侵食抵抗試験機がつくった回転流の場合では3次元電磁流速計²⁾と粒子追跡法³⁾で計測した結果、主流の流速と境界層の厚さがある程度分かったものの境界層内部の流速分布の計測はほぼ不可能に近いので、いまだ掃流力が推定できてない。したがって、回転流の掃流力を直接に測定する装置を開発することとした。

2. 回転流掃流力測定装置の概要

掃流力測定装置は図-1に示すように主に地盤侵食抵抗試験機（回転流装置）本体、水槽、粗度板（受力板）、ロードセル、および制御・記録装置からなる。回転流装置が水槽の天

井に固定され、水位を一定に保つように給水口から水を排水口までに入れ続けて、羽根がモーターで回転させ外筒と内筒の間に回転流が生じる。粗度板（上下移動、取り換えが可能）に伝

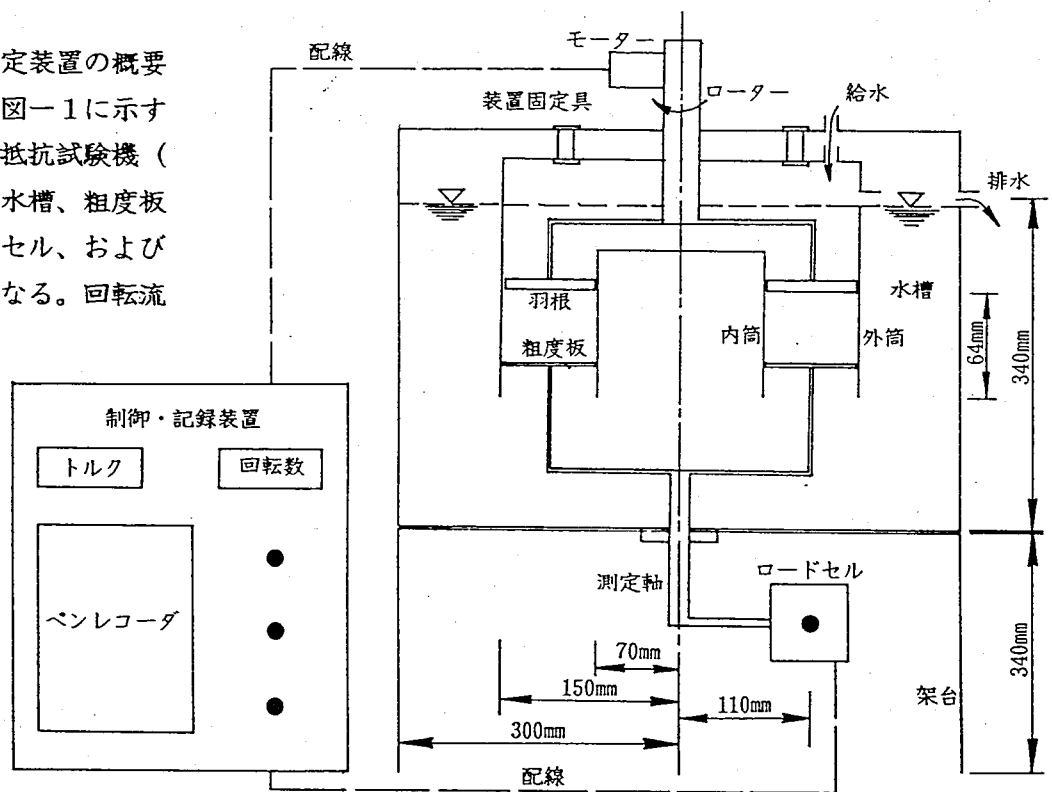


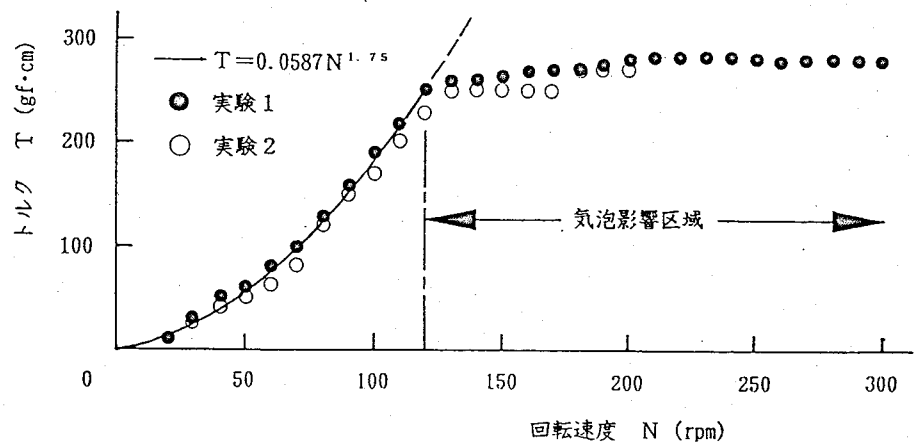
図-1 回転流掃流力測定装置概略図

達してきた回転流の剪断力（掃流力）が測定軸を通してロードセルによって検出される。試験機の回転速度は制御装置で自由にコントロールすることができる。回転速度とそれに対応する掃流トルクは制御・記録装置のモニターに表示されペンレコーダに記録される。掃流トルクをアーム（11cm）で割ると粗度板に働く全掃流力が得られる。それを粗度板の面積で除すれば単位面積あたりの平均掃流力が算出できる。

3. 掃流力測定結果

滑らかなアクリル板を受力板として回転流掃流力の測定を試みた。図-2には掃流トルクと回転速度との関係を示している。回転速度 $N \leq 120 \text{ rpm}$ の範囲では掃流トルク T が N とともに増加しかつ乱流境界層の掃流力式の変形式 $T = 0.0587 N^{1.75}$ によく従っているが、 $N > 120 \text{ rpm}$ の場合には遠心力に起因する外筒・

内筒間の水位差が大きくなり気泡が羽根と内筒との隙間から回転流流体に侵入し、回転速度の上昇にもかかわらず剪断力は増加せず掃流トルクは回転速度によらずほぼ一定値となることが実験により認められた。このことよりこの地盤侵食抵抗試験機は $N \leq 120 \text{ rpm}$ の範囲において用いることが適当と考えられる。これ以上の高速回転流を必要とするならば、目的に応じて試験機を適当に改良する必要がある。

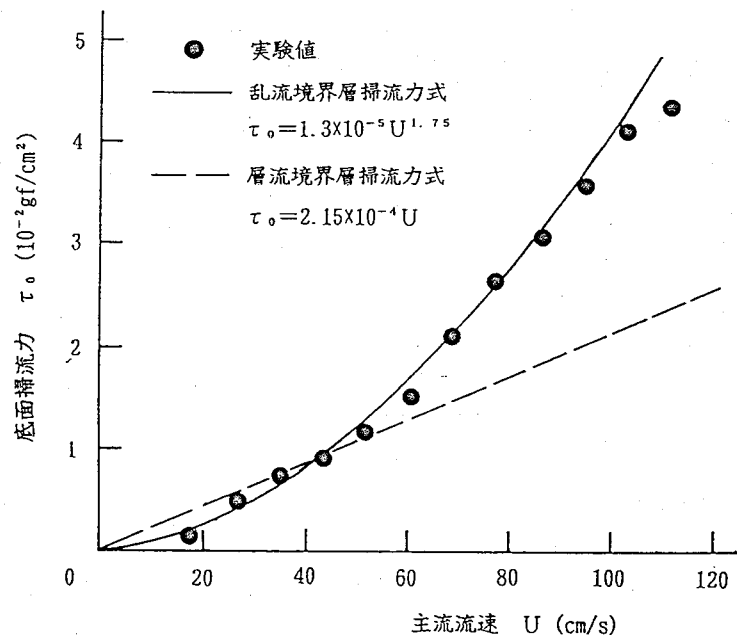


図一2 掃流トルクと回転速度との関係 (滑面、アクリル板)
(試料: 水、水温: 24.5°C 、羽根～粗度板間の距離: 5cm)

図一3は回転速度 $N \leq 120 \text{ rpm}$ の範囲において回転流の主流流速と底面掃流力の関係を示している。●印が実験値で実線と破線がそれぞれ乱流境界層と層流境界層の掃流力式である。ちなみにここでは、回転流の流速分布実験の結果³⁾を参考にして境界層の厚さを $\delta = 0.9 \text{ mm}$ と仮定している。図一3より、実験値が乱流境界層の掃流力式とよく一致していることが分かる。すなわち、地盤侵食抵抗試験機がつくった回転流の境界層は乱流境界層であると考えられる。

4. あとがき

回転流掃流力測定装置の試作を行い、それを用いて掃流力の測定を行なった。その結果、地盤侵食抵抗試験機は回転速度 $N \leq 120 \text{ rpm}$ の範囲において回転速度と掃流力が比例関係にあり、試験機がつくった回転流の境界層は乱流境界層であることが分かった。今後、本試験装置を用いて粗度や土砂濃度の掃流力への影響、および粘着性地盤の侵食と掃流力の関係について検討して行きたい。



図一3 回転流底面掃流力と主流流速との関係 ($N \leq 120 \text{ rpm}$)

文 献

- 1) 欧国強・石川芳治・前田昭浩・草野慎一 (1994) : 関東ロームの侵食抵抗特性、新砂防194号、pp. 11~17
- 2) 欧国強・石川芳治・前田昭浩 (1994) : 回転流の水理特性、平成6年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 189~190
- 3) 欧国強・石川芳治 (1995) : 回転流の流速分布、平成7年度砂防学会研究発表会概要集、pp.