

II-17

大型不攪乱試料を用いた土の侵食特性把握実験

建設省土木研究所 正員 佐々木克也
 建設省土木研究所 正員 藤田 光一
 建設省土木研究所 正員 山本 晃一

1. 目的

流れに対する堤防の安全性や低水路河岸の強さを評価するためには、それを構成する粘着性土の侵食特性を知る必要がある。従来の研究により、粘着性土からできた外国の水路の安定性から求めた限界掃流力の目安値、均質な粘着性材料を対象に小規模実験により求められた侵食速度の基本的特性が得られている¹⁾²⁾。しかしこれらは、1)日本の河川への適用性、2)現場材料と実験試料との違いの影響、3)小規模実験と実際の侵食現象のスケールの違いの影響が不明確であるため、上記の目的にそのまま適用することはできない。著者らは、現場材料を乱さずその侵食特性をそのまま調べることで、大きなスケールの侵食現象をも再現できるように大型の試料を用いること、侵食限界と侵食速度の両方を把握することが重要と考え、以下に示す侵食試験法を開発した。その概要とそれを用いた侵食試験の結果を述べる。

2. 大型不攪乱試料を用いた侵食試験法

現場の材料を乱さずに試験する方法として現場で流水を生じさせる方法があり、植生の耐侵食強度把握に効果を上げている³⁾。しかしこの方法は、発生可能最大流速や測定可能な最大侵食深が小さいので、適用範囲が地表面付近の侵食特性の把握に限られている。そこで本研究では、現場の材料を採取して土木研究所内にある高流速侵食試験装置⁴⁾に設置するという方法を選択した。採取する試料の大きさは、侵食現象の平面スケールと土の性質の鉛直方向変化スケールから、縦 $1.5 \times$ 横 $1.5 \times$ 厚さ 0.5m とした。試料の採取は、上から見ると $1.5 \times 1.5\text{m}$ の正方形となる高さ 0.5m の矩形の鋼製筒を鉛直に地面に差し込み、筒の周りの土を取り去った後、写真-1のように底板を差し入れてすくい取る方法により行った。この方法により、ほとんど乱さない状態での土塊採取および試験装置への据え付けに成功した。実験は、高流速試験装置に設置された試料の上に種々の流速を低い順に与え(水深は $8 \sim 20\text{cm}$)、その過程での侵食深変化を測定する方法で行った。侵食深は、縦横断方向に 5cm 間隔(全667点)で試料表面高を測定することにより求めた。なお、試料を水路上部より吊り下げ、侵食された深さ分だけ試料高さを上昇させることによって、どの侵食過程でも試料表面の高さが水路の敷高とほぼ同一となるようにした(図-1)。これにより、厚さ 0.5m の試料の各深さでの侵食特性を知ることができる。また、実験結果が側壁の影響を受けないように、試料の幅が侵食試験装置の水路幅に比較して大きくなっている。



写真-1 不攪乱法による供試体採取状況

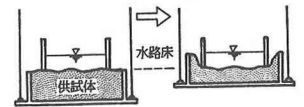


図-1 侵食装置横断概念図

NO.	採取箇所	土質
①	盛土箇所	関東ローム
②-1	鬼怒川16km右岸	シルト
②-2	"	細砂
③	鬼怒川16km左岸	粘土

供試体②は上下層で2層になっている。

表-1 供試体の土質特性

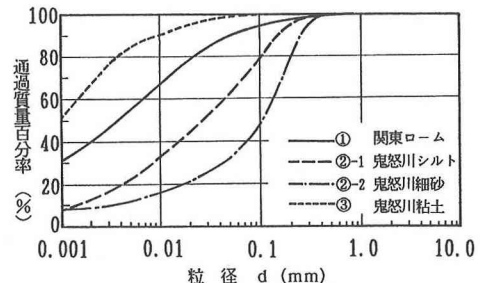


図-2 供試体の粒度分布

3. 実験結果

侵食実験に用いた供試体は、河川土工品質管理基準¹⁾に基づき堤防築造を想定して締固めたばかりの盛土1箇所(供試体①)と、人為的影響を受けていない高水敷2箇所(供試体②、③)より採取した。供試体の土質特性を表-1に、粒度分布を図-2に示す。

3. 1 侵食深の時間変化

流速 V と侵食深 D (供試体表面高さの平均値より求めたもの)との関係を図-3、図-4に示す。供試体③は流速 $V=3.0\text{m/s}$ を90分間通水してもほとんど侵食を受けなかった。一定流速の下での侵食速度(侵食深の時間変化率)は、ある時間を経ると一定になる特性を示している。この値を E_0 とおくと、 E_0 は流速が大きいほど大きくなる。人工的に締固めた供試体は侵食速度が増加してから E_0 になるが、自然に堆積した土は逆に侵食速度が減少してから E_0 になる。これは、圧密のされ方の違い(人工的にか自然にか)によるものかもしれない。

3. 2 侵食速度と流速との関係

各供試体の E_0 と流速 V との関係を図-5に示す。 E_0 は、流速がある一定以上の大きさになると急に増える傾向を持つ。 E_0 の急増を起こす流速を V_c とおくと、 $V < V_c$ の時には供試体の表面から数cmの幅を持つ小さな薄片が離脱するという侵食現象が見られ、 $V > V_c$ の時には5~20cm程度の大きさを持つ塊が離脱する侵食形態を示す。このことは、 $V > V_c$ 時の侵食現象のスケールが $V < V_c$ の時に比較してかなり大きくなることを示している。 V_c の値は供試体によって大きく異なっており、粘土分が多くなる程 V_c が大きくなる傾向をはっきり示している。今後はさらに試験を進め、土質や植生被覆状況と侵食特性との定量的関係を明らかにするとともに、従来行われてきた小規模試験手法との対応を見出す必要がある。

(参考文献)

- 1) Chow, V. T.: Open-channel Hydraulics, McGraw-Hill, pp. 164-174, 1959.
- 2) 吉川秀夫: 流砂の水理学, pp. 249-271, 1985.
- 3) 福岡捷二・藤田光一: 堤防法面張芝の侵食限界, 水工学論文集第34巻, pp. 319-330, 1990.
- 4) 藤田光一・山本晃一: 7777の耐侵食力, 第47回年講演会概要集, pp. 518-519, 1992.
- 5) 社団法人関東建設弘済会: 土木工事必携, pp. 304, 1992.

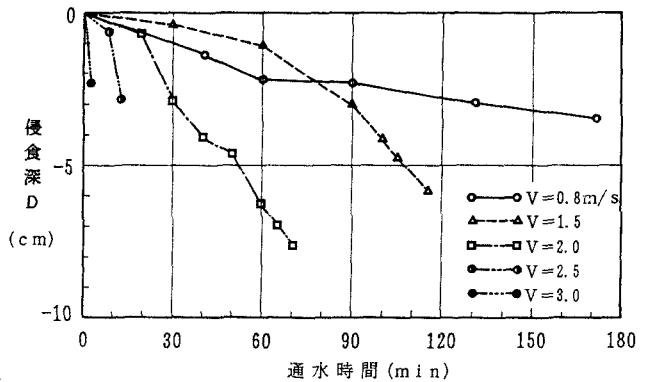


図-3 ①供試体の侵食速度

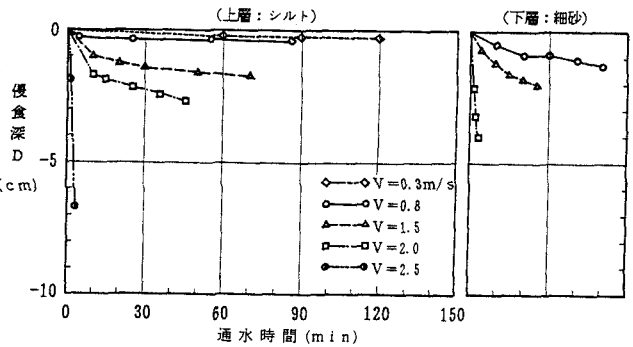


図-4 ②供試体の侵食速度

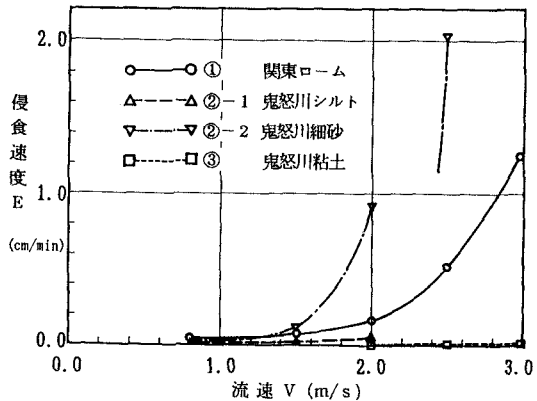


図-5 土質別侵食速度