

斜面侵食流路の水理特性に関する研究

京都大学防災研究所 正会員 芦田和男

" " " 沢井健二

" 大学院 学生員 藤田学

日 高 岩 井 福地雄一郎

1. まえがき 著者等は、裸地斜面からの流出土砂量を予測することを目的として、侵食による流路の形成過程も研究しており、前年、宅造地法面の侵食状況を調査したりが、観測が困難であることから、現象を的確に把握するには至らなかった。一方、流路変動機構の理論的研究には、その初期変動を取り扱ったものが多く、実験においても、短時間のもものが多かった。そこで著者等は斜面侵食流路の形成過程の全貌を把握するため、粘着性材料からなる流路に長時間通水し、その水理特性について実験的な検討を行なうとともに、得られた結果について考察を加えた。

2. 実験方法ならびに概況 実験に用いた材料は、砂とバントナイトの混合物で、初期条件として、幅1cmの長方形断面をもった直線流路を与えている。実験は、勾配と流量の異なる2つのRunからなり、Run-1は、初期勾配 $2/3$ で流量 $40\text{ cm}^3/\text{s}$ 、Run-2は、初期勾配 $1/5$ で流量 $10\text{ cm}^3/\text{s}$ のものである。

写真-1は、Run-1の3時間通水時、写真-2は、Run-2の約50時間通水時において、上部の土砂を取り除き、色素を流して撮影したもので、顕著な蛇行が見られるとともに、流路縦断方向には、いくつかの段差が階段状に並び、流路幅も著しく変化して、きわめて複雑な流況を呈している。通水初期の状態では、流れは全区間にわたって当然射流であるが、湾曲や段差が発達すると、部分的に常流となる区間が生じ、極端な場合には、湛水部まで現われる。その過程において、流水は流路床から剝離し、自由落下水脈を形成したり、逆流渦を生ずることもある。横断的には、2次流がかなり発達し、とくに射流部分においては、衝撃波が現われたり、内岸・外岸にかかわらず、壁面に沿って水面が傾斜するなどの現象がみられる。

これらの現象は、2つの実験ケースに共通して存在するか、とくに縦断特性は勾配の大きなRun-1において、また、平面特性は勾配の緩いRun-2において、顕著に現われた。

3. 縦断特性 図-1は、Run-1における、流路縦断形状を、1時間おきに測定したもので、通水後まもなく、波長の短い凹凸が発生し、2時間後には、段差を生じるようになっていく。5時間後には、これらの段差がある程度統合されながら、オーバーハングをもとめた滝状のものへと発達し、さうに時間が経過

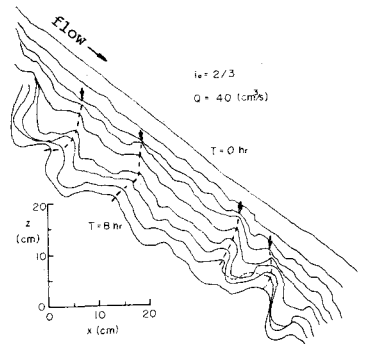
写真-1 写真-2
(Run-1) (Run-2)

図-1 縦断形状の時間変化 (Run-1)

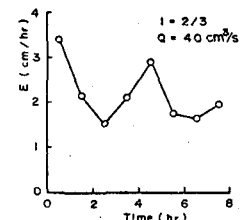


図-2 侵食速度の時間変化

すると、滝の落下点には、プールが形成され、その後、依然として侵食が続いているものの、全体的な形状の変化は緩慢になっている。図中、矢印を付した線は、顕著な段差の頂点を追跡したもので、最初下流側へ前進していたものが、しだいに上流側へ後退していく傾向がある。

図-2は、上の縦断面図から、侵食速度を求めたもので、流況が時間とともに非常に変化するにもかかわらず、全体として侵食速度がさほど変わらないことは、注目し得る。縦断面形状の発達とともに、侵食速度の増加要因としては、急傾斜部の出現による局所流速の増大や、水脈の落下点における衝撃力が考えられ、減少要因としては、緩傾斜部の出現や、跳水による減勢効果などが挙げられるが、それらが互いに相殺し合っているのであろう。なお、通水初期に侵食速度が大きいのは、流路幅が狭く、単位幅

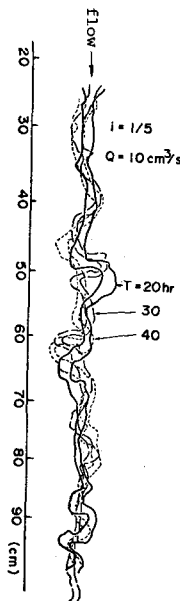


図-3 平面形状の時間変化 (Run-2)

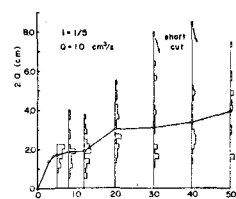


図-4 蛇行幅の分布と時間変化

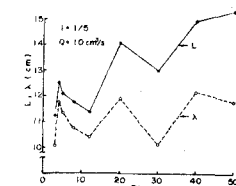


図-5 蛇行波長ならぬに蛇行波長

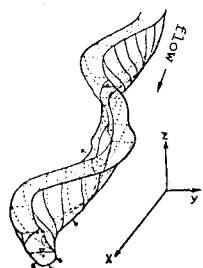


図-6 3次元的にみた流路変動

4. 平面特性 図-3は、Run-2における流路の平面形状を表わしたもので、蛇曲から迂曲、さらには短絡への移行がみられる。河川の自由蛇行は下流側へ前進し、波長による前進速度の差異のために迂曲が発達するという説があるが、本実験では必ずしもそのような前進現象が常にみられるわけではなく、1波長内での変動現象の結果として、迂曲や短絡が生じている。図-4は、蛇行幅の分布と時間変化を示したもので、実線で示すように、平均蛇行幅は通水初期に急増し、その後漸増傾向にあるが、個々の振幅には、短絡に対応した上限値が存在している。図-5は、蛇行長(L)および蛇行波長(λ)の時間変化を表わしたもので、L(弧長)が時間とともに増加するのに対し、λ(弦長)はほぼ一定値を保っている。その結果、屈曲率(L/λ)は1.0から1.3(平均値)程度まで増加する。しかしながら、個々の屈曲のL/λには上限値(約3)が存在し、これが流路の変動幅もある範囲に抑える要因になっていると思われる。

5. 今後の課題 以上、斜面侵食流路の水理現象を詳細に記述したのち、流路形態を、縦断特性と平面特性とに分けて考察してきたが、元来、この種の流路変動は、3次元的に取り扱うべきものである。図-6は、それを概念的に表わしたもので、流路境界面の変動は、底面、側面にかかわらず、各点の法線方向に追跡するのが妥当であろう。また、蛇行や階段状の縦断形が現われるのは、一種の不安定状態から安定状態への移行過程ではないかと考えられるが、流れの3次元性とあわせて、急変流としての取り扱いを導入して、考察を進めたいと考えている。

参考文献 1) 芦田、沢井、藤田：宅造地法面における侵食流路形態、関西支部年報、1976

2) 池田、中村：河川の蛇行に関する実験、第21回水理講演会論文集、1977