

堤内地漏水孔からの噴出現象の実験

愛知工業大学 正員 木村 勝行

1. まえがき

堤内地表層が難透水層で、上下面を貫通する孔が存在する場合、出水時などの河川水位上昇時には、このような孔からの漏水量が増し、ときとして表層下基礎地盤土粒子の流亡をとまうことがある。このような現象は堤体の安全を脅かすものであり、土粒子噴出現象の継続は堤体の破壊を招くことにもなる。漏水現象そのものは、浸透流の境界条件と河川水位の上昇によるものであるが、土粒子の噴出現象は基礎地盤の土性と、さらに漏水孔の条件にもよるものと思われる。本研究では、このような漏水現象をモデル化し、流入面から漏水孔までの距離や漏水孔断面積および漏水孔の高さ(表層難透水層の厚さ)が基礎地盤土粒子の噴出現象に及ぼす影響について、実験による検討を行った。

2. 実験

実験装置は模式的に図-1のように示される。高さ Y 、幅 B 、流入面長 L_1 、難透水層長 L_2 、基礎地盤の厚さ D 、流入面から漏水孔中心までの距離 L 、漏水孔の高さ(難透水層の厚さ) Z および漏水孔断面積 a として、諸寸法は表-1の通りである。表に示したように、 a は2ケース、 L は3ケースとし、同一の組合せについて3~4回の実験を行った。基礎地盤には標準砂を用いた。実験は、基礎地盤作製後、漏水が認められる程度の水位差(0.5~1 cm)で約12時間置いてから開始した。水位上昇の各段階で漏水量が一定になっていることを確認し、水位差 H と漏水量 Q を記録した。各段階の時間間隔は0.5~1時間であった。

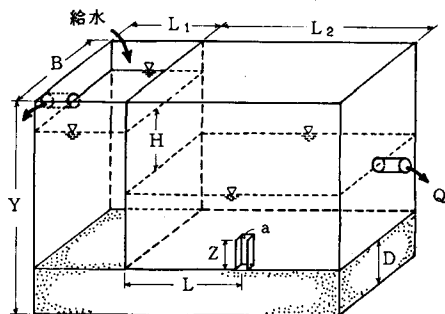


図-1 実験装置

表-1 実験条件

Y	50 cm
B	10 cm
L_1	17 cm
L_2	33 cm
D	10 cm
a	2 cm × 2 cm, 1 cm × 1 cm
L	28 cm, 18 cm, 8 cm

3. 結果および検討

3.1 水位差 H ~漏水量 Q : 図-2に $a = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ 、 $Z = 5.5 \text{ cm}$ の場合の H と Q の関係を L で分けて示した。どの H ~ Q 関係も最終測定値後の水位上昇によって、基礎地盤土粒子の大量噴出が起きている。図の(1)の $L = 8 \text{ cm}$ の場合では、形態が異なる2種の浸透状態が生じたものと想定されるが、図-(2)の $L = 18 \text{ cm}$ および 28 cm の場合では、ほぼ同一の浸透形態で土粒子の噴出まで至っているといえよう。(1)と(2)の相違については、 $L = 8 \text{ cm}$ の場合では漏水孔の位置が流入面のごく近くであるので、漏水孔周辺基礎地盤土粒子の僅かな移動・流亡も漏水量を敏感に変化させることになり、一方 L の値が大きい場合には、漏水に関わる主要な浸透域の大きさに対する基礎地盤土粒子流亡部などの割合が減少し、漏水量は敏感に変化しなくなる、ということが原因の一つと考えられる。図-2においても $L = 28 \text{ cm}$ の4実験の H ~ Q 関係のパラッキが最も少なくなっている。

3.2 流入面から漏水孔中心までの距離 L ~噴出現象直前の Q : 各実験において、噴出現象が生じる直前の Q を Q_b とすると、 L ~ Q_b 関係は図-3のように示される。縦軸の目盛りは図の右に記してあるが、 $L = 8 \text{ cm}$ の場合については、図の左に記した別目盛りも併用した。また、 L については、プロットする記号

の重なりによる見づらさを避けるため、 $(L \pm 1 \text{ cm})$ の幅にプロットしている。 $L = 8 \text{ cm}$ の場合は、図-2でも指摘したように、 Q_b の値は $0.1 \sim 0.2 \text{ cm}^3/\text{s}$ とこれの約30倍の $3 \sim 6 \text{ cm}^3/\text{s}$ の2グループに分かれている。 $L = 18 \text{ cm}$ と 28 cm の $a = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ の場合には、 L による Q_b のはっきりとした違いは見られないといえる。両 L に対応する Q_b の平均的な値はほぼ等しく、 Z による違いも明瞭には認められない。いずれにしろ、どちらの L の場合にも Q_b の範囲が広いので、実験数を増しての検討が必要である。 $a = 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ の場合、これまでの実験からは L による Q_b の違いが見られるが、やはり実験数を増しての検討が必要といえよう。

3.3 $L \sim$ 噴出現象直前の H ： 各実験において、噴出現象が生じる直前の H を H_b とすると $L \sim H_b$ の関係は図-4のようになる。図-3と同様の理由で L は $(L \pm 1 \text{ cm})$ の幅でプロットしてある。まず、 $a = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ の場合、各 L における H_b には Z による違いは見られないといえる。また、 L が大きくなるにしたがって対応する H_b の値も大きくなり、図からも見とれるように、 L と H_b とは概ね比例関係にある。 $a = 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ の場合についても、ほぼ同様の結果であるといえよう。

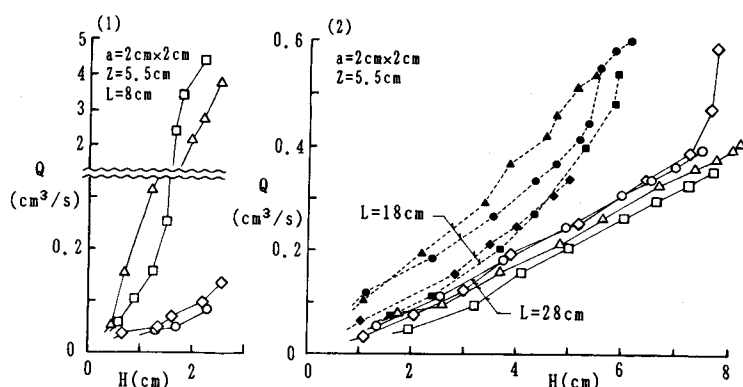


図-2 水位差 H ～ 漏水量 Q

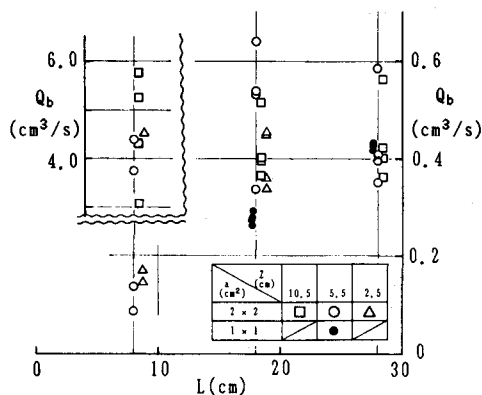


図-3 $Q_b \sim L$ (噴出現象直前)

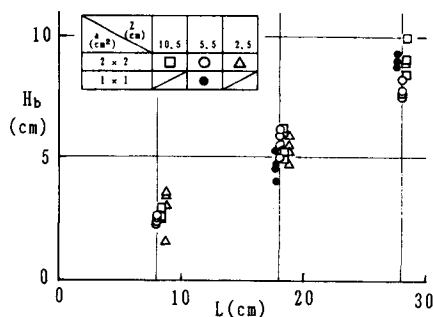


図-4 $H_b \sim L$ (噴出直前)

4. あとがき

本実験のモデルによる噴出現象については、 H_b/L の値が、 Z や L や a の値によることなく、ほぼ一定になるという結果を得た。実験装置の大きさ、基礎地盤の厚さおよび堤内地方向の長さを変えた実験による検討が今後の課題である。