

排水管への土砂の堆積特性に対する形状の影響

足利工業大学工学部 正員 長尾昌朋
足利工業大学工学部 正員 上岡充男
橋梁メンテナンス 正員 磯 光夫

1. はじめに

交通安全のため、橋梁には雨水を排水するための施設が取り付けられている。連続高架橋の場合では橋下に直接排水できないため、排水ますで集水した雨水を鉛直排水管で梁下に、水平排水管で橋脚部分に導き、下水管へ排水している。しかし、排水管には雨水と一緒に土砂も流れ込むため、特に水平排水管に土砂が堆積して閉塞や腐食の原因となっている。現在、土砂詰まりの対策として水平排水管の勾配を大きくしているが、桁と平行でないため、設計や景観の面で制約が大きい。そこで、本研究では、水平排水管の断面形状、勾配、合流部形状が土砂の堆積にどのような影響を与えているか実験的に調べた。

2. 実験装置および方法

実験に用いた水路を図-1に示す。土砂の堆積は始点部および1番目の合流部に顕著であるため、2番目の合流部の手前までを実験の対象とした。断面形状は一般的に使用されている円形(c)と改善策として考えた五角形(d)を用いた。また、合流部の形状は図-2に示す4種類とした。この実験装置は実物の1/2の縮尺であるため、フルード数とシールズ数を一致させて相似則を満足させる必要がある。実物の排水管では、土砂詰まりを考慮して水平管の勾配を $I_0 = 3\%$ 以上に行っていること、降雨強度 20mm/h 、道路幅 7m (2車線)、排水ます間隔 10m を想定すると1個の排水ますの流入雨量が $Q_0 = 0.455\text{l/s}$ となること、深谷で採取された排水管内の土砂の中央粒径が $d_0 = 0.696\text{mm}$ であったことを考慮して、実験条件を表-1のように設定した。

実験は、まず、始点部と合流部からそれぞれ流量 $Q = 0.0805\text{l/s}$ の水を流す。次に、降雨開始時に橋上のほとんどの土砂が流されることを想定し、中央粒径 $d = 0.463\text{mm}$ の砂を 100g ずつ始点部と合流部に一気に投入する。そして、降雨時間を1時間と想定し、砂を投入してから1時間後に水を止める。その後、排水管に堆積した砂を上流部から 1m 区間毎に採取し、重量を測定する。

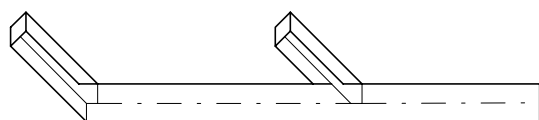
3. 実験結果と考察

図-3に合流部形状 45° のケースの全堆積量を示す。勾配が大きくなると掃流力も大きくなるため、土砂の堆積量が減少している。全堆積量が0となる勾配を比較すると円形断面水路よりも五角形断面水路の方が小さい。これは、同じ流量でも五角形断面の方が径深が大きくなり、掃流力が大きくなるからである。

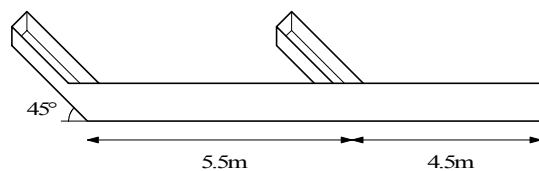
図-4に五角形断面水路、合流部形状 45° のケースの堆積状況を示す。勾配が小さいと土砂は投入地点付近に堆積する。勾配が大きくなるに従って堆積位置は下流へ移動し、ある程度大きくなると隣の合流部に堆積する。さらに勾配が大きくなると、合流部を通り抜けるため、堆積量が減少する。そこで、特に合流部に集中して堆積する勾配(円形断面水路 2.11% 、五角形断面水路 1.20%)を選び、合流部形状による堆積状況の変化を調べた。図-5に示すように、一般的に使用されている真上のケースと真横のケースでは堆積量が大きく、合流角度を小さくすると堆積量が減少する。これは、真上のケースと真横のケースでは、合流部からの水が上流からの水を押しとどめるようになり、土砂の流下を阻害しているからである。 45° のケースと 30° のケースでは上流からの水をあまり押しとどめないため、土砂の流下が阻害されない。

4. まとめ

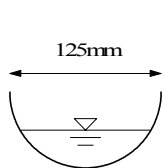
排水管への土砂の堆積を減らすためには、水平排水管の形状を掃流力が大きくなるようにするとともに、雨水の流れを阻害しない合流形状にする必要がある。また、土砂の堆積を現状に保つならば、土砂の堆積が少ない排水管形状を選ぶと、設計の自由度が向上し、景観への配慮も可能になると考えられる。



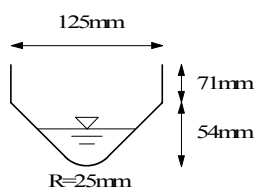
(a) 平面図



(b) 側面図

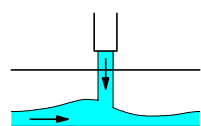


(c) 円形断面

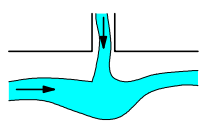


(d) 五角形断面

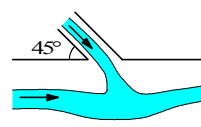
図-1 実験装置概略



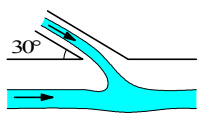
(a) 真上 (側面図)



(b) 真横 (平面図)



(c) 45° (平面図)



(d) 30° (平面図)

図-2 合流部の形状

表-1 実験条件

	相似則	実物	実験模型
排水管勾配	$I = 0.842I_0$	0.30% ⋮ 3.00%	0.25% ⋮ 2.50%
流量	$Q = 0.177Q_0$	0.455ℓ/s	0.0805ℓ/s
砂の中央粒径	$d = 0.422d_0$	0.696mm	0.463mm

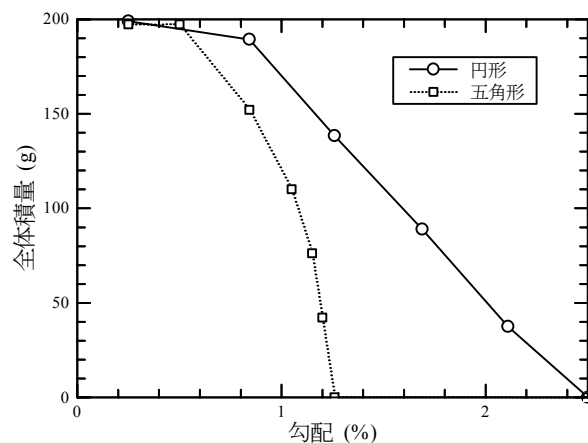


図-3 全堆積量

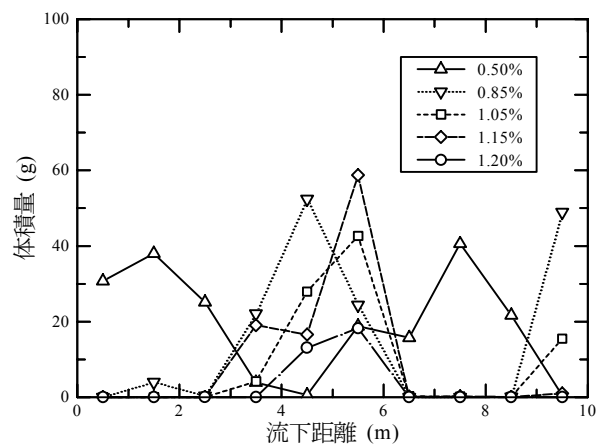


図-4 堆積状況 (五角形)

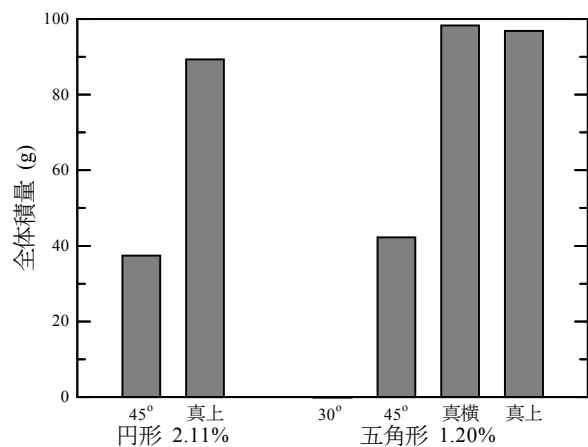


図-5 合流部の形状と堆積量