

ここにかからない

法面の排水におけるジャンプ合流枡の導入

宮崎大学工学部
宮崎大学工学部
宮崎大学工学部研究部
有限株式会社エコ・プロ

学生会員
正会員

廣岡 侑樹
入江 光輝
真木 大介
奥田 芳雄

1. はじめに

切土や盛り土によって生じた法面には、適切な排水路を設け、浸食等を抑制する必要がある。図-1 に示すように斜面上の表面流を横排水路で遮断し、大きな流速による浸食を抑える。横排水路に入った水は小段枡に導かれ、縦排水路から排水される。

しかし、この法面小段枡には問題点がある。それは、縦横の排水量が大きくなると、枡内は大きく乱れた状態になり、枡内の水位が上昇して特に横排水の排水機能が十分に確保できなくなってしまう事である。

そこで法面小段枡の排水機能の抱える問題を解決し、正常な排水機能を確保するために導入しようと考えているのがジャンプ合流枡である。ジャンプ合流枡とは、小段枡内に流れ込もうとする縦排水をジャンプさせ、小段枡を飛び越しその先の排水路へと戻す。これにより合流枡内の水位を低下させ、横排水の排水機能を増加し、円滑な排水を促進する。

現在、ジャンプ合流枡の法面への試験的設置が行われているが、その機能が発揮されるべきゲリラ豪雨等の高降雨強度は頻繁に発生せず、その際の流況を確認できていない。そこで、本研究では大流量時のジャンプ合流枡の流況を確認し、その効果を定量的に評価することを目的に、実際の現場を想定した条件から4分の1のモデルを作成して検討を行った。

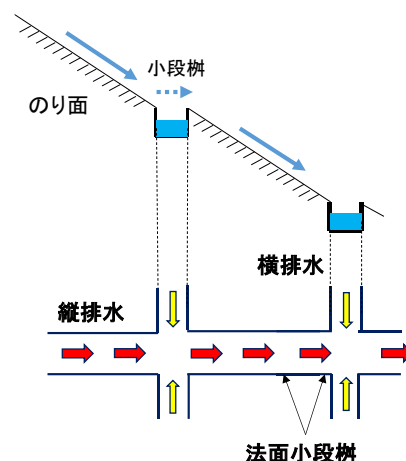


図-1 法面小段枡の横断・上面図

2. 実験方法

宮崎大学水理実験室内の設備を用いて、実際の小段枡を模した4分の1スケールの模型を作製した。実際の現場は一辺0.3mの正方形断面開水路であるため、実験の水路は4分の1の一辺0.75mの開水路を用いる。また、小段枡も同様に一辺0.5mの正方形枡から一辺0.125mの正方形枡を用いる。図-2及び図-3は実験設備の横断図及び上面図である。水槽及び横排水路、水路2は木製であるが、水路1はアクリルで作製し、水の流が見えるようにしてある。また、縦排水路にはジャンプ台の取り付けができる。

縦水路の勾配は1:1.8、1:1.5、1:1.2、1:1.1、1.1、1:0.8（鉛直高さ:水平長さ）の6パターンに可変である。その先に小段枡を配置し、横排水路を接続している。縦排水路流量は $0 \sim 0.05 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、横排水は $0 \sim 0.0015 \text{ m}^3/\text{sec}$ の範囲で与えられる。実験では、貯水槽上流につけられた流量計測用の三角ぜきの越流水深にして0.01m~0.1mの10段階で流量を与えた。また、横排水はポンプで引き上げ、90°回るバルブで調節し、 $0^\circ : 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $30^\circ : 0.00134 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $60^\circ : 0.00034 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量が流れる。

実験のパターンは大きく分けて2種類あり、1つは法面小段枡だけの模型で水を流した場合、もう片方は法面小段枡の設備にジャンプ合流枡を設置した場合である。ジャンプ合流枡の効果は、法面小段枡をオーバーフローさせない可能最大横排水量によって評価するものとし、横排水が枡から溢れず排水できるかどうかで示す。また、ジャンプ台から飛び出した水が水路に戻るまでの距離を測定した。この距離が極端に大きくなり過ぎた場合、小段枡の縦方向の設置間隔を見直す必要が生じるため評価するものとする。

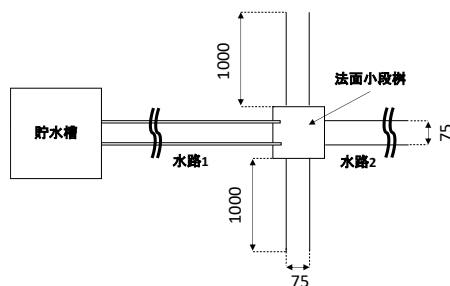


図-2 実験設備 上面図

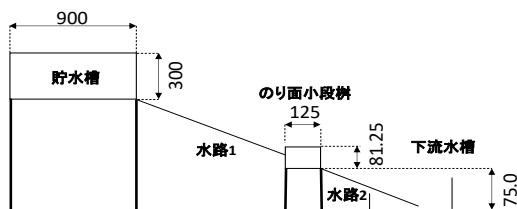


図-3 実験設備 横断図

3.実験結果と考察

表-1 では横排水の排水評価を示している。○はジャンプ合流櫓により横排水が円滑に排水されること示している。ジャンプ合流櫓では横排水が全ての流量で流れているが、法面小段櫓の場合では排水できないケースが発生している。△の表示では、枅内では縦排水の水勢に飲み込まれるようにして横排水が排水されていたが、その先の水路では飛ぶようにして縦排水が大きく水路からはみ出し溢れる形を示している。□は枅内からのバックウォーターによって上流の縦排水で溢れ出している状態を示す。これより、ジャンプ合流櫓を設置した場合の方が円滑に排水されることが分かる。

図-5 は流量 10 ケースについて、縦軸に平均実測水平距離（ジャンプした水が下流水槽に着地する位置までの水平距離）の最長と最短の平均の値、横軸に計算水平飛距離の値を示している。計算水平飛距離とは、ジャンプ台飛び出し後は開水路流れとして取り扱えないと考え、飛び出し時の平均流速を貯水槽からの流量/水位で求めた後、その速度で水平投射された場合の軌跡を仮定して求めた飛距離の値を示している。比較すると、越流水深 0.01m~0.02m は水がほぼ飛ばない形で流れ込んでいたため正確な値が計測できていないが、他の場合では計算水平距離が実測水平距離に近い値となった。これより水がジャンプしてからの挙動は、水平投射モデルに置換可能である。

表-2 では、実際に水平投射モデルにより運動方程式を用いて求めた縮尺 1/4 での縦排水がジャンプする水路長と、実寸サイズに戻したときのその長さを示している。1/4 スケールモデルではフルード数保存を考えると、流速は 1/2 になっている。すなわち模型から実寸に換算する場合に、流速は 2 倍する。ジャンプ後の水平投射モデルでは、飛び出し速度が 2 倍になると水路に戻る距離が 4 倍となる。これは模型縮尺から実寸への長さの倍率と同じで、その倍率を乗じてよいこととなる。結果としてジャンプの飛距離は実寸で 4m 程度が最大となり、通常の小段櫓の設置間隔 10~14m¹⁾より十分短い値となる。

4.結論

ジャンプ合流櫓は、設置する際大きな工事をすることなく比較的簡単な施工で取り付けが可能で、メンテナンスが容易である。実験結果よりジャンプ合流櫓は流量が多い際にも円滑に排水することが可能であるので、高降雨強度時の排水能力向上に有効であることがいえる。

表-1 横排水の評価

越流水深(m)	流量 (m ³ /s)	横排水のバルブの締め具合					
		法面小段櫓のみ			ジャンプ合流櫓設置		
		0度	30度	60度	0度	30度	60度
0.1	4.42×10^{-3}	△	△	○	○	○	○
0.09	3.40×10^{-3}	△	△	○	○	○	○
0.08	2.54×10^{-3}	△	△	○	○	○	○
0.07	1.83×10^{-3}	×	×	○	○	○	○
0.06	1.25×10^{-3}	×	×	○	○	○	○
0.05	8.02×10^{-4}	×	×	○	○	○	○
0.04	4.66×10^{-4}	×	□	○	○	○	○
0.03	2.32×10^{-4}	□	○	○	○	○	○
0.02	8.81×10^{-5}	□	○	○	○	○	○
0.01	1.76×10^{-5}	□	○	○	○	○	○

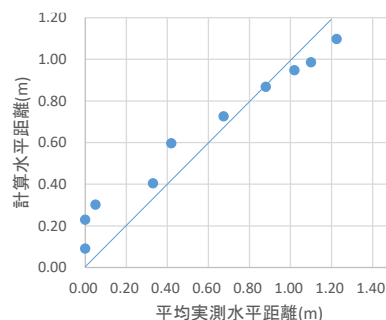


図-4 水平飛距離の比較

表-2 縦排水が飛ぶ水路長

越流水深(m)	流量 (m ³ /s)		縦排水がジャンプする水路長	
	縮尺1/4	実寸	縮尺1/4(m)	実寸(m)
0.1	4.42×10^{-3}	1.06×10^{-2}	1.10	4.08
0.09	3.40×10^{-3}	8.16×10^{-3}	0.99	3.29
0.08	2.54×10^{-3}	6.10×10^{-3}	0.95	3.04
0.07	1.83×10^{-3}	4.39×10^{-3}	0.87	2.55
0.06	1.25×10^{-3}	3.01×10^{-3}	0.73	1.79
0.05	8.02×10^{-4}	1.92×10^{-3}	0.60	1.21
0.04	4.66×10^{-4}	1.11×10^{-3}	0.40	0.56
0.03	2.32×10^{-4}	5.57×10^{-4}	0.30	0.31
0.02	8.81×10^{-5}	2.11×10^{-4}	0.23	0.18
0.01	1.76×10^{-5}	4.22×10^{-5}	0.09	0.03