

越流による線状盛土構造物の破壊過程に関する研究

山口県 正会員 ○吉田浩紀
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 上田康弘
 広島大学大学院工学研究科 正会員 椿涼太
 広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 河原能久

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では津波により大きな人的被害、物的被害が発生したが、道路や鉄道の線状盛土構造物においても複数箇所での破損、流失する被害が発生している。また、近年多発する集中豪雨などによって引き起こされる河川の洪水氾濫によっても盛土構造物が破壊、流失する被害が発生している。

盛土構造物が破壊されると、被災地域の交通網を遮断してしまいその後の復興を遅らせる大きな要因となる。

また、氾濫流や津波の挙動にも大きな影響を与え、浸水被害の規模を決める1つの要因となっている。越流による盛土構造物の破壊については数多くの研究がなされているが、道路・鉄道盛土の破壊条件や破壊に至る経過・時間を量的に評価するには至っておらず、また、越流破壊過程における盛土法面に根付いた植生の影響はほとんど検討されていないのが現状である。

そこで本研究では、越流による線状盛土構造物の破壊過程を検討することを目的として特に法面に生育した植生の影響に着目し、実際に植生の生育した斜面を利用した水理実験を行った。また、鉄道盛土越流時の盛土上のバラストが斜面を落下することの影響を調査するため、バラストを斜面に投下する実験も行った

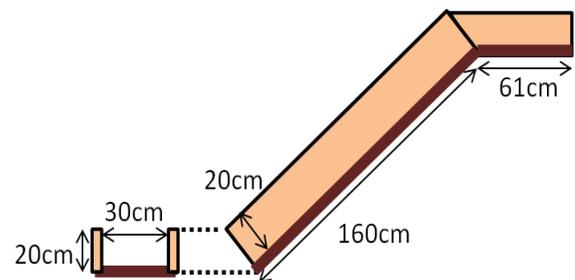


図-1 実験用通水区間

表-1 実験条件

a		b		c	
amount of flow(m ³ /s)	Time(min)	amount of flow(m ³ /s)	Time(min)	amount of flow(m ³ /s)	Time(min)
0.017	30	0.047	60	0.060	60
0.040	30	0.060	45	0.047	15
0.047	75			0.060	45
0.060	90			0.047	15
				0.060	45

2. 実験概要

実験用通水区間の概要を図-1に示す。幅30cm、高さ20cm、天端の長さ61cm、斜面の長さ160cmの実験用通水区間を植生の生育した斜面に設定した。実験用通水区間は斜面の3箇所を設定し、それぞれで通水実験とバラスト投下実験とを行い、流失状況の観察と水深の計測、一定時間の流失土砂量の計測を行った。表-1に通水実験の実験条件を示す。通水した流量は、堤同盛土におけるバラスト流失条件(0.045m³/s)と植生斜面の侵食実験条件¹⁾²⁾を参考に設定した。地点a,bでは流量を段階的に増やしていき、地点cでは流量の増減自体の影響を見るため0.060 m³/sで一定時間通水後、0.047 m³/sに流量を減らし、ふたたび0.060m³/sに戻すという通水条件で実験を行った。

3. 実験結果・考察

3.1 通水実験

図-2に地点aの通水実験における単位幅土砂流失速度と時間の関係を示す。これを見ると、流量が増加した時に土砂流失速度が急激に速くなり、時間の経過とともに遅くなっていくことが分かる。これは、福岡らや中村らの既往の研究でも見られた傾向である。

次に図-3に地点cでの単位幅土砂流失速度と時間の関係を示す。これを見ると流量を減らして元に戻すと流失速度がふたたび速くなっていることが分かる。これは流量の増減により植物の葉や枯れ草が新たに流されたことや被覆の形状が変化することが要因として考えられる。しかし、こ

これらの変化というのは軽微であるため、土砂流失速度は時間の経過とともに急激に遅くなる結果となったと考えられる。

3.2 バラスト投下実験

図-4 に地点 a の単位幅流失速度と時間の関係を示す。通水実験の結果と比較するとバラスト投下により初期 15 分間の土砂流失速度が速くなっていることが分かる。その後は通水実験と同様に時間とともに土砂流失速度は遅くなっている。また、60 分経過時に投下した時の土砂流失速度が、流し始めに投下した時の土砂流失速度より速くなっており、より多くの土砂が流失していることが分かる。これは流し始めのバラスト投下によって葉がちぎれるなどして 60 分経過時に流したバラストが直接当たる部分が広がったためと考えられる。

3.3 既往の研究との比較

実験規模を最大流量で比較すると中村らの実験が 0.367 m³/s であるのに対し、本実験は 0.060 m³/s であり中村らの実験と比べると規模は小さい。中村らや福岡らの既往の研究では平均侵食深 y と通水時間 t の関係は $y=A \log(t)$ で表すことができるとされ、係数 A は摩擦速度 u^* と比例関係であることは示されている。本実験においても流失した土砂量から侵食深を簡易的に求め、係数 A を実験ケース、流量ごとに求め、摩擦速度 u^* との関係性の比較を行った。図-5 に本実験と中村らの実験における係数 A と摩擦速度 u^* の関係を示す。本実験結果を見ると本実験においても係数 A と摩擦速度 u^* が概ね比例関係であることが分かる。しかし、摩擦速度 u^* は同程度の値をとっているが、得られた係数 A は中村らの実験結果と比べても低い値をとっており、本実験を行った斜面が中村らの実験が行われた堤防法面より侵食されにくかったことが分かる。

4. 結論

植生の生育した斜面における土砂流失の時間変化は既往の研究と同様の傾向であった。また、バラスト堤体の崩壊条件で斜面は破壊に至らなかったこととバラスト投下実験の結果から、越流による鉄道盛土の破壊はバラスト部分から発生し、バラストが盛土法面に落下することで盛土の破壊速度が速まることが分かった。そして、土砂の流失は同様の流量を与えても過去の流量変動の履歴によって大きな影響を受けることが分かった。

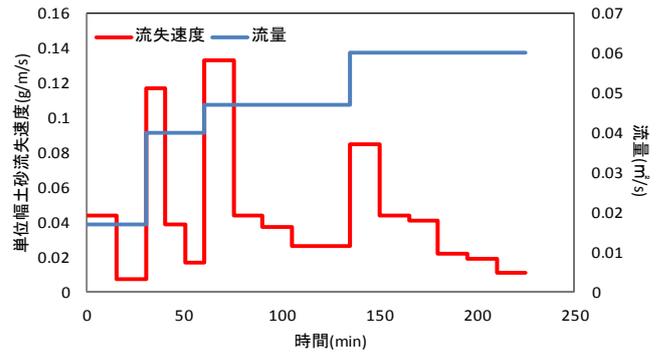


図-2 地点 a の土砂流失速度

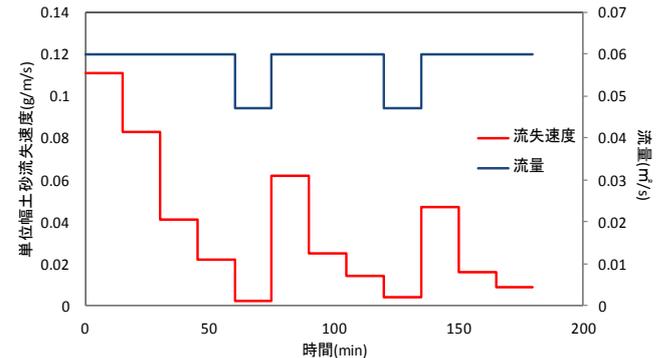


図-3 地点 c の土砂流失速度

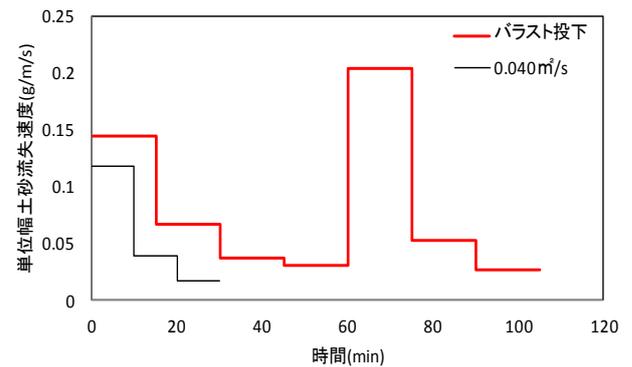
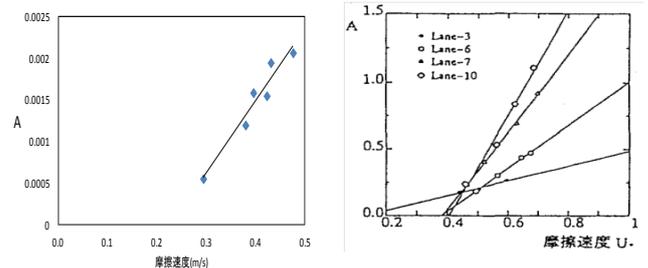


図-4 地点 a のバラスト投下時の土砂流失速度



(a) 本実験結果

(b) 中村らの実験結果

図-5 係数 A と摩擦速度 u^* の関係

参考文献

- 1) 福岡捷二, 渡辺和足, 柿沼孝治: 堤防芝の流水に対する侵食抵抗, 土木学会論文集, 1994
- 2) 中村巖, 中川博樹: 植生による越流堤防の耐侵食性に関する調査, 河川技術論文集, 1997