

2017年大分県津久見市における土砂流出とそれに伴う暗渠の閉塞機構の考察

九州大学大学院生物資源環境科学府 ○原教介・江藤稚佳子

九州大学大学院農学研究院 水野秀明

1. はじめに

道路は、住民の生活や物流等において重要であるのに加え、災害時の避難経路としての役割も担っている。しかし、山間部に作られる道路や林道などでは、溪流を横断したり雨水を排水したりする際に暗渠を用いる必要のあるケースが多く、また敷地の狭い住宅地などでは道幅を確保するために暗渠が用いられることがある。このような背景もあり、日本では豪雨に伴う土砂や流木の流出によって暗渠が閉塞してしまう事例が起きている。暗渠の閉塞は適切な排水を妨げるため、溢れてしまった水や土砂により道路が破壊され、その役割を果たすことができなくなる。このような被害を軽減するためにも暗渠が閉塞するメカニズムを明らかにすることは重要である。

2017年9月17日に台風18号が大分県津久見市を通過し、道路上に濁流が押し寄せ、家屋が冠水する、路上に土砂が堆積するといった被害が発生した。津久見市では、降雨を排水しながら道路の幅を確保する目的で暗渠が設置されていたが、暗渠の一部は土砂によって閉塞し、また破壊されているものも見られた。この暗渠の閉塞が家屋の冠水などの被害を助長した可能性がある。

暗渠の閉塞機構について、江藤ら(2021)によると、暗渠内の屈曲部において水深が増加することに伴い、流速の急激な減少、圧力の急激な増大が起こり、流れの中の粒子が進行方向と逆向きに抗力と圧力を受け減速し堆積することが考えられている。津久見市においても住宅地内を通る道路の下に設置されていた暗渠は屈曲している部分が見られた。そこで、本研究では江藤ら(2021)で用いられていた3次元数値解析を津久見市の事例に適用し、暗渠が土砂によって閉塞する機構を解明するために、その前段階として暗渠内の水の流れを解析することを目的とした。

2. 解析手法

3次元数値解析には数値流体力学(CFD)ソフトウェアであるOpenFOAMを利用した。これは有限体積法を中心とした流体解析ソルバ及びツール群である。今回はその中でも多相流体解析用ソルバのinterFoamを使用した。また、OpenFOAMで得られた計算結果の可視化と解析にはParaViewを用いた。

3. 解析対象と条件

今回の解析対象は大分県津久見市上宮本町から設置されている排水路とした。解析した排水路を図1に示す。対象の排水路に流れ込む雨水の流域は 0.161km^2 である。流路形状については津久見市役所に提供して頂いた暗渠設計時の平面図と縦断図を基に再現したものを図2と図3に示す。

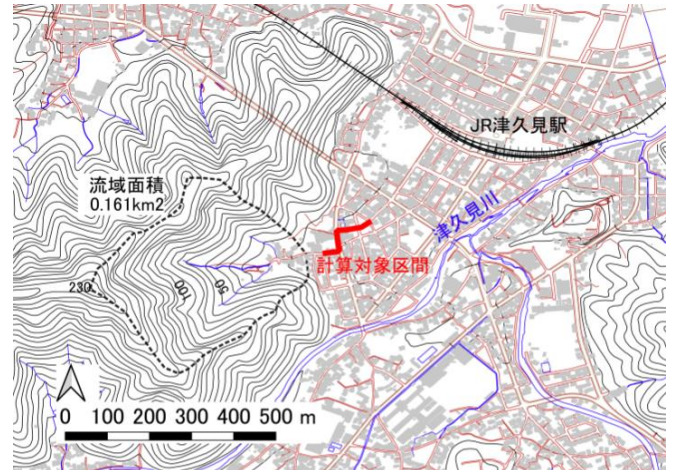


図1 対象流域と対象排水路

また、今回解析対象とした区間の排水路は、流入口から流出口までの底面の高低差が 1.12m である。水の流入速度については水深を 0.85m と仮定して、マンニングの式を用いて 2.3m/s と

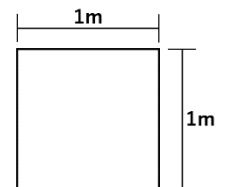


図2 流路断面図

し、計算区域上端を拡張して底面から流入させた。計算時間は120秒とした。

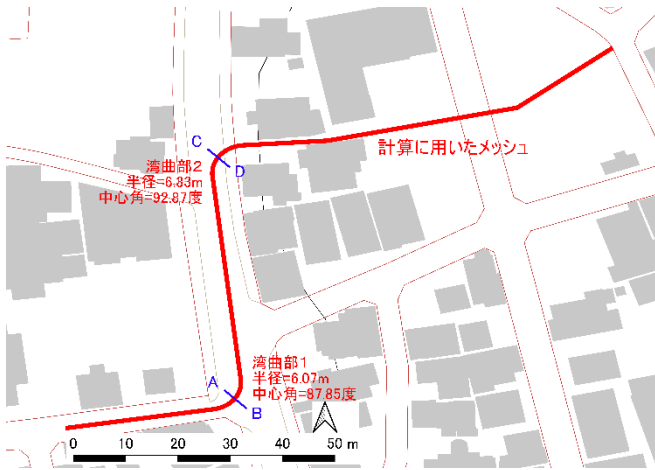


図3 流路平面図

4. 結果と考察

水面の高さを図4に示す。水は流入した後1つ目の湾曲部に到達した際、湾曲部の外湾側で水位が上昇していることが分かる。同様に2つ目の湾曲部でも特に外湾側で水位が上昇しており、どちらも流路の天井に到達または接近している部分が見られた。図5、図6に示した底面付近の流速について、1つ目の湾曲部の手前付近の流速は斜面で加速したことによりおよそ6m/sであったが、湾曲部の内湾で特に速度が遅くなり、最低速度が約1.6m/sであった。流心付近は内湾ほどの速度低下は見られなかったが、最低速度が約3.1m/sになっていた。2つ目の湾曲部でも同様に速度の低下が見られた。湾曲部の手前の速度はおよそ5m/sであったが、最も速度が遅い湾曲部上端では約0.7m/sと速度の減少幅が大きかった。これは、2つ目の湾曲部の下流側に設置されている落水部がやや狭窄しており、満管に近い状態になったため流れが阻害されたことが原因と考えられる。

これらの結果から、今回対象にした流路の湾曲部において流速の低下と水位の上昇が発生したことが分かった。したがって、津久見市の事例において暗渠の湾曲部で土砂が流れ方向と反対に力を受けて減速または堆積した可能性が考えられる。また、江藤ら(2021)では屈曲部の角度が90°の場合について実験を行っていたが、屈曲部の形状が円弧状である場合でも、条件によっては土砂が減速することが考えられる。

5. まとめ

本研究では、OpenFOAMを用いて大分県津久見市に設置されている排水路内を流れる水のシミュレーションを行い、暗渠における土砂の堆積に関与すると考えられる水流の構造について解析を行った。今回対象とした排水路の湾曲部2か所において水位の上昇と流速の低下が見られた。このことから、これらの湾曲部や屈曲部に流れ込んだ土砂が流れの向きと反対の方向に抗力と圧力を受けることが予想され、土砂の減速もしくは堆積に影響することが考えられる。今回は水面形と流れの中の流速や圧力の解析にとどまったが、今後は土砂の挙動についても解析を行いたいと考えている。

本研究はJSPS 科研費 20K05029 の助成を受けたものです。

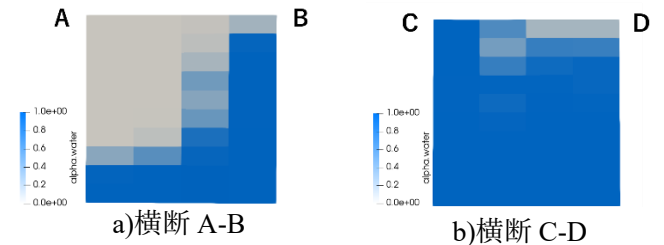


図4 横断面における水の体積率の分布

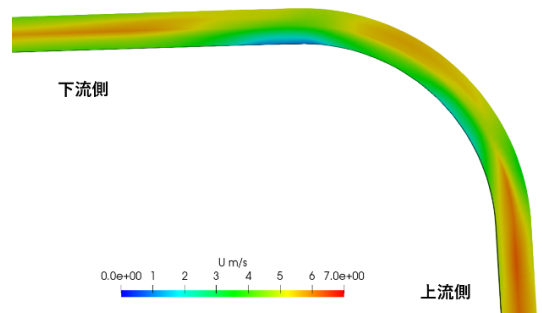


図5 湾曲部1の底面付近の流速分布

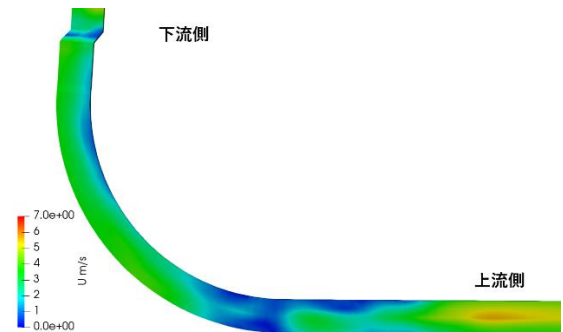


図6 湾曲部2の底面付近の流速分布

引用文献

江藤稚佳子ら(2021) 「暗渠内における流れと流砂の停止過程」, 砂防学会誌, Vol.73, No.5, p.38-43, 2021