2016 年 4 月熊本地震と 6 月 20 日豪雨による緑川水系木山川における複合災害発生状況

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻　学生員○桜庭　拓也
東京理科大学理工学部土木工学科　正会員　二瓶　泰雄
東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻　学生員　倉上　由貴
東京工業大学大学院環境・社会理工学院　学生員　入江　美月

１．序論

2016年熊本地震では，4月14日の前震と16日の本震により，熊本県益城町等で最大震度7を2回も観測した．この強震動により堤防も大きな被害を受け，緑川水系で127箇所，白川で44箇所であり，県管理河川を含めると全部で494箇所の堤防被害が発生した[1)]．この地震から約2ヶ月経った6月20日から九州全体で強い雨が降り，熊本県を中心に100㎜を越える猛烈な雨が降った（以下，6月20日豪雨と称す）[2)]．この豪雨により，緑川水系木山川の堤防決壊が発生した．この木山川では，熊本地震により堤体が沈下したため，その応急対策として堤防天端に土嚢が設置されていたが，本豪雨により，土嚢を越水するほどの洪水が発生し，決壊に至った．このように，木山川では，地震・洪水複合災害が発生したことになる．過去の複合災害の実例として，1948年福井地震とその後の豪雨災害と発生頻度は多くないが，首都圏の大河川において地震・洪水複合災害が発生すれば甚大な被害が生じることから，今回の木山川の事例を取りまとめる意義は極めて高い．本研究では，木山川で生じた複合災害の実態や洪水氾濫メカニズムの検討する．まず，6月20日豪雨時における木山川の堤防被害調査を実施した．また，この調査時に天端上の土嚢と土嚢の間にて特徴的な洗掘が生じたため，土嚢を置いた天端の浸透実験を実スケールで行い，パイピングや土嚢周囲の洗掘状況を検討した．

２．木山川の複合災害調査

（１）調査概要：木山川での堤防決壊と地震被害という複合災害の発生状況を把握するために，2016 年 6 月 23 日・7 月 21 日に現地にて測量や被災状況把握の．ための調査を実施した．

（２）調査結果：図１に木山側破堤地点周辺の被災状況を示す．木山川では地盤沈下に伴い高さ約 1m の土嚢

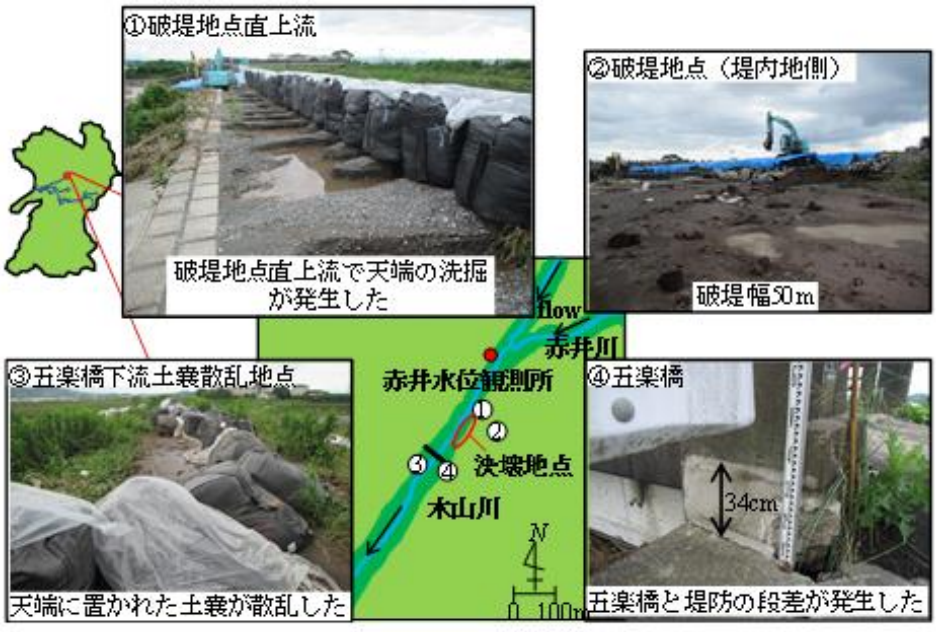

図１　木山川破堤地点周辺における被災状況

キーワード：2016 年熊本地震，豪雨，複合災害，洪水，地震
連絡先　　：〒278-8510　千葉県野田市山崎 2641　TEL：04-7124-1501（内線 4069）FAX：04-7123-9766

が並べられると共に，土嚢の川側ではビニールシートでカバーされ，河川水が堤外側に入る隙間はほぼ無いことを確認した．しかしながら，地点①では土嚢間が局所洗掘されており，一種のパイピングが起こったものと推察される．この洗掘場所の深さは約0.20m，長さ1.0～2.0mと非常に大きく，堤防天端の裏のり肩に達するものもあった．今回の決壊主要因として越流が考えられるが，土嚢周囲の局所洗掘により土嚢が不安定化し，それが越流を助長した可能性も考えられる．次章では，この局所洗掘に関する浸透実験を実施した結果を示す．

３．土嚢周辺の局所洗掘実験

（１）実験概要：本実験では，**図２**に示すように，本研究室所有の大型造波水路に現地で用いられている土嚢を設置し片側に水をためて浸透実験を行う．その際，天端上での土嚢の局所洗掘を考慮するため，厚さ0.20m，長さ2.0mの天端を設けた．この天端材料としては，木山川破堤地点周辺を参考にして，砕石(13-20mm)・砕石(5-13mm)・鉾田砂をそれぞれ4：1：5の割合で配合した． 幅1mの水路中央部に直径1mの土嚢を置くと壁面付近でわずかな隙間が生まれるため，表のり側にビニールシートを巻いて隙間が発生しないようにした．堤外側水位 h は，給水途中に天端内の浸透量が多く一定水位を保つことはできず，実験中では概ね h=0.2～0.3m となった．

（２）実験結果：土嚢周囲の洗掘状況を把握するために，水路側面から撮影されたスナップショットを**図３**に示す．これより，t=7.5min では，土嚢下流部から洗掘が開始し，t =9.0min には洗掘範囲が上下流に広がった．t=10.0min には洗掘範囲がさらに上流側に広がり，最終的に，t=15.5min では洗掘孔が土嚢直下を貫通して一種のパイピングが生じ，洗掘深は11cmに達した．このように，浸透のみでパイピングによる土嚢下の洗掘現象が発生しており，現地条件でも十分生じたものと推察される．このときの天端の洗掘深のコンター図を**図４**に示す．これより，土嚢と壁面の間から洗掘が進展しており，現地と類似した結果となっている．なお，堤外側水位が概ね0.2～0.3mであること，また土嚢と水路壁面の間を“土嚢と土嚢の間”として与えていたため，壁面摩擦の影響により土嚢直下の流速やそれに伴う洗掘範囲の減少が見られた可能性があると考えられる．そのため土嚢間の再現実験を行うことは，今後の課題である．

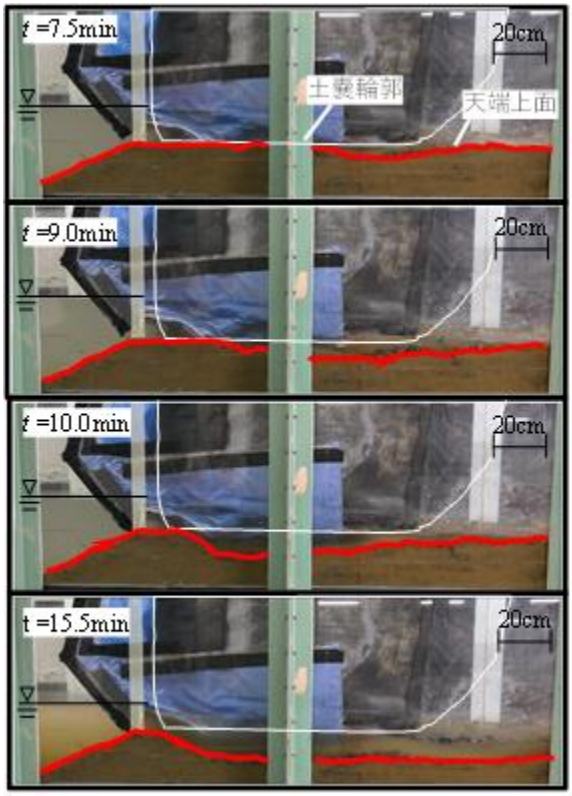

図３　側面から撮影した土嚢周辺の洗掘様子

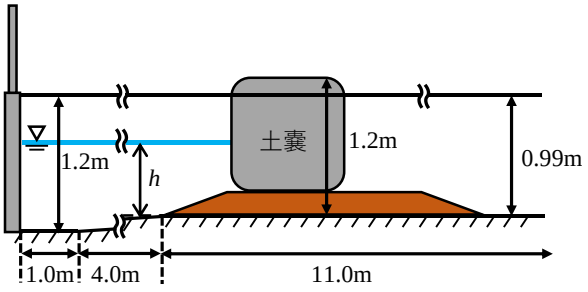

図２　土嚢実験で用いた実験水路概要

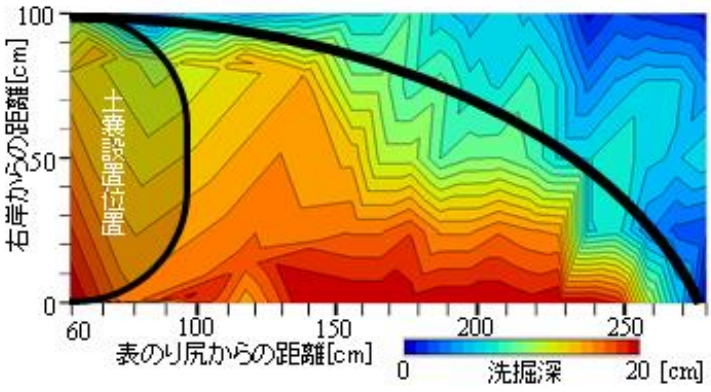

図４　天端の洗掘深コンター

参考文献

1) http://www.mlit.go.jp/common/001130271.pdf.　2) http://www.bousai.go.jp/updates/h28tuyu/pdf/h280620ooame_05.pdf.