

堤防破壊危険性評価と洪水流・氾濫流解析に基づいた 流域水害リスクの分析と被害軽減策に関する研究

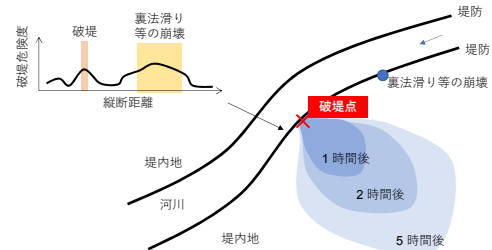
中央大学研究開発機構 田端幸輔

0

背景

破堤氾濫リスクを適切に評価するためには、何が必要となるか？

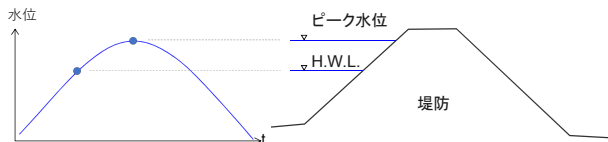
1. 堤防破壊特性
 - いつ、どこで、どのような堤防破壊が生じるか？
 - 破堤シナリオの設定（場所、時間）
2. 氾濫流の特性
 - 氾濫の範囲、水深
 - 氾濫流の到達時間



1

背景

- 通常、水位がH.W.L.またはピーク水位に達したとき、堤防が破堤すると想定されている。
- 土質、堤防幅の概念は含まれていない。
- 水位が低下するときの危険度は言及されていない。



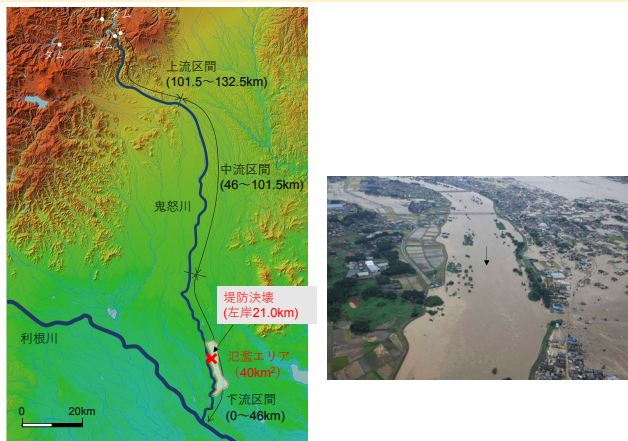
2

目的

- 2015年の洪水時に堤防侵害と越水より被害を受けた鬼怒川における堤防脆弱性指数 t^* の時空間分布を推定する。
- t^* に基づいて、実際の決壊とは別の箇所における堤防シナリオ（破堤点、破堤時間）を検討する。
- 鬼怒川下流域（常総市）の洪水流と浸水の一体解析を行い、流域の破堤氾濫リスク検討に向けた課題を示す。

3

鬼怒川平成27年9月洪水



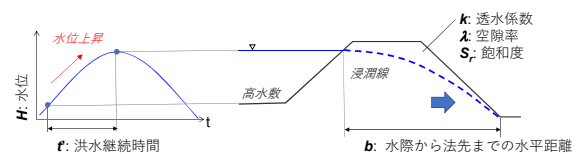
4

堤防破壊危険性の評価方法

視点：「社会ニーズに合致した新たな技術の提案」

堤防の浸透破壊に対する無次元力学指標

$$\text{堤防脆弱性指標 (福岡・田端, 2018)} \quad t^* = \frac{5 k H t'}{2 \lambda b^2}$$



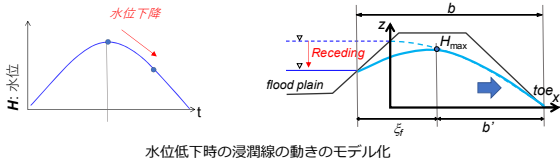
堤防脆弱性指標に用いる各変数の定義

5

堤防破壊危険性の評価方法

視点：「社会ニーズに合致した新たな技術の提案」

水位下降期における堤体内浸潤線の挙動



水位低下時の浸潤線の動きのモデル化

- 河川水位が下がると、堤体内浸透線の頂部が、徐々に裏法先に向かって移動することになる。
- 浸透ラインの頂部～裏法先に向かう浸透流は引き続き生じる。
- 水位下降時も、堤防の浸透破壊の危険性は維持される。

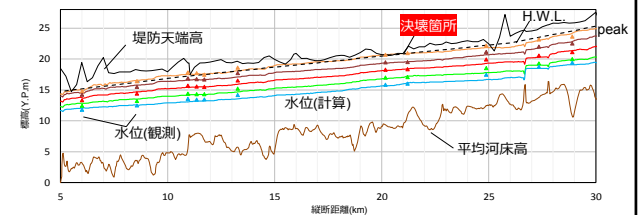
堤防脆弱性指標
(水位下降期)

$$t^* = \frac{5}{2} \frac{kH_{max}t'}{\lambda b'^2}$$

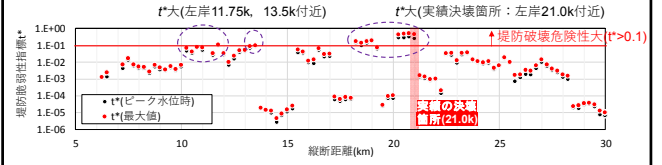
6

洪水時の水面形と堤防脆弱性指標の縦断特性

水面形 (ピーク～減衰期)

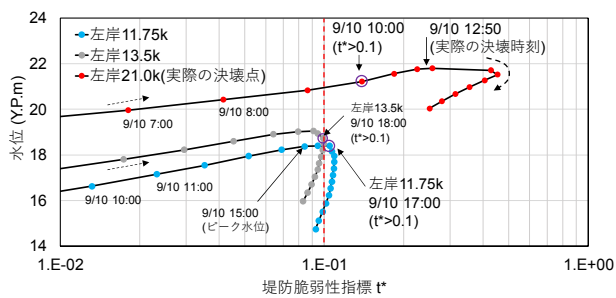


堤防脆弱性指標



7

堤防脆弱性指標と水位の関係



- 実際の破堤時刻 (9/10 12:50) 付近で、21k左岸の t^* が0.1を超える。
- t^* が0.1を超えると堤防決壊が発生すると仮定すると、11.75kの破堤時刻は、ピーク水位の2時間後の9/10 17:00と仮定することができる。

視点：「今日的課題の解決に役立つ成果」

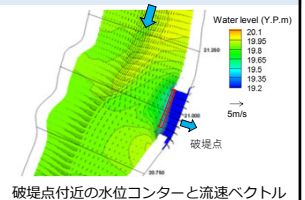
浸水リスク分析に必要な破堤シナリオは、 t^* を用いることでより科学的に推定することができる。

8

堤防脆弱性指標に基づいた破堤シナリオでの氾濫計算の実施

洪水流と氾濫流の一体解析モデル
(田端ら, 2017)

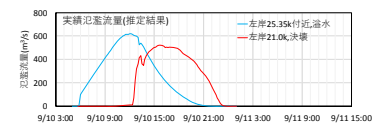
- 鬼怒川の洪水伝播だけでなく、破堤点付近の流れを解く。(破堤氾濫流量の推定)
- 得られる氾濫流量を用いて、平面二次元氾濫流解析を行う。(氾濫流の挙動の推定)



氾濫流量ハイドログラフ

Case1：実際の破堤

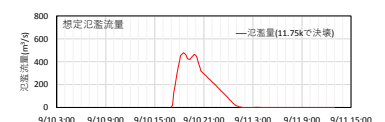
- 左岸21kの破堤
- 左岸25.35kでの越水・崩壊



Case2：

t^* に基づいて決めた仮定の破堤

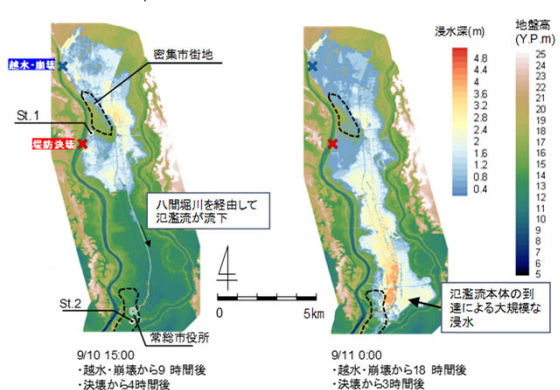
- 左岸11.75kの破堤



9

実際の破堤氾濫の再現計算結果

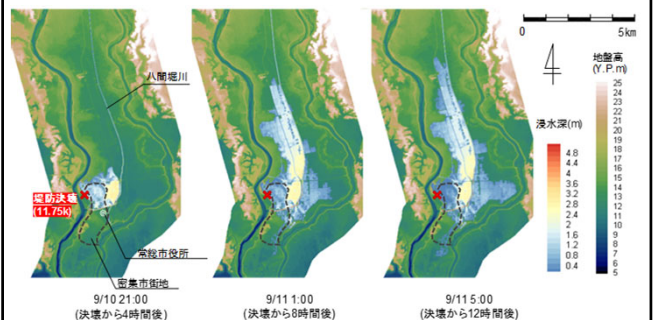
氾濫流の挙動
(水深コンターの变化)



10

 t^* に基づいて想定した破堤条件での氾濫計算結果

視点：「応用性・発展性がある成果」



- 浸水面積は小さいが、氾濫水は急速に広がる。密集市街地の最大浸水深は、11.75kで堤防が突破してから4時間後に、2.5m以上にも及ぶ。
- はじめ、氾濫水の多くは、八間堀川の西側を北に向かって流れ、12時間後には東側にも拡散する。
- 常総市街地は、21k、11.75kのいずれかの堤防が破堤しても、同程度の浸水被害を受けたと推定される。

11

結論

- 鬼怒川平成27年9月洪水では、実際の破堤点（21k）だけでなく、他の地点（11.75k付近）も決壊の危険性が高かったことを、堤防脆弱性指標を用いて推定した。
- 洪水流と氾濫流の一体解析モデルを用いて、21k（実際の破堤点）と11.75k（仮定の破堤点）の2パターンが決壊条件に対する氾濫流挙動を調べた。
- たとえ21kまたは11.75kの堤防が突破したとしても、密集市街地は同程度の洪水被害を被る可能性があることを示した。
- 今後は、堤防脆弱性指標に基づいて想定される複数の破堤シナリオでの流域水害リスク特性を明らかにし、浸水被害を最小限にとどめるために優先して整備すべき堤防強化対策箇所や、氾濫原対策の在り方について検討を行っていく予定である。

12