

不均質堤体材料を用いた堤外流を考慮した越流破堤実験
 Experiments on Overtopping-Induced Levee Breach Considering Heterogeneous Materials and River Flow

○大野峻聖・小柴孝太・山野井一輝・川池健司
 ○Shunsei ONO, Takahiro KOSHIBA, Kazuki YAMANOI, Kenji KAWAIKE

Levee breaching due to overtopping can cause widespread inundation and extensive property damage. In this study, overtopping-induced breaching experiments were conducted in order to clarify the effect of the difference in levee structure on the characteristics of levee breaching, considering the heterogeneity of the levee materials and the flow outside the levee. The result showed that the erosion was more likely to progress at the downstream side of the levee than at the upstream side due to the flow outside the levee. In addition, it was confirmed that the rate of widening of the breach opening on the back slope of the heterogeneous levee increased at an earlier stage than that of a single-material levee.

1. 序論

土木技術が発達し堤防の整備が進んだ現代では、氾濫の発生頻度は昔に比べて低くなった一方、ひとたび氾濫が起こると大きな被害が発生する。特に、河川堤防の決壊は、たとえ一か所であっても、広範囲の浸水を引き起こすため重要な研究課題である。

今日存在している堤防の多くは、増補や修築により、複数の材料が折り重なった複雑な断面形状をしている。単一の材料ではなく、様々な材料で構成されている不均質な堤体は、越流に対して比較的脆弱であると想定される。さらに、河川には当然流れがあり、越流破堤の過程でその影響を受けると考えられる。

本研究では、堤体材料の不均質性が破堤過程に与える影響を明らかにすることを目的として、堤体材料の不均質性と堤外の流れを考慮した越流破堤実験を実施した。

2. 越流破堤実験

実験は、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーで実施した。

(1) 実験装置

実験水路の平面図と断面図を図-1 および図-2 に示す。実験水路は、現実の堤防と河川との位置関係を考慮し、堤防が水の流れと平行になるように配置されている。水路はアクリル樹脂製で全長4m、そのうち中央の1mだけを可動堤防とし、他

の部分は固定堤防とした。可動堤防部には砂で堤防および基礎地盤を作成した。取水口には、上流と下流を連続的に循環させるポンプと、整流のための集水槽を接続した供給タンクを備えている。

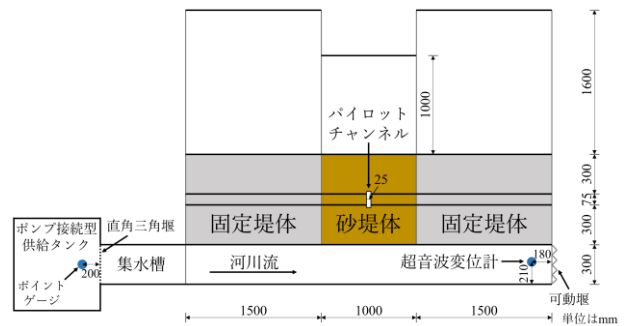


図-1 実験水路の平面図

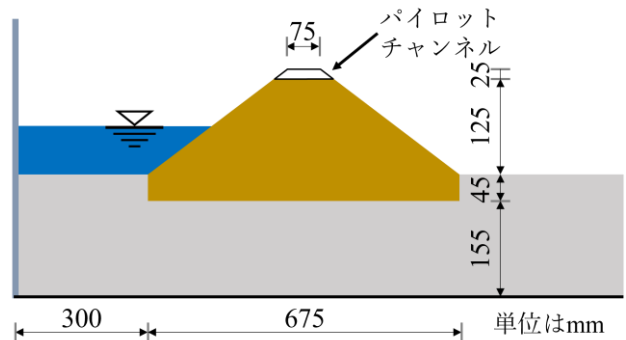


図-2 実験水路の断面図

(2) 堤防模型

本実験では、3 ケースを実施した。各ケースの堤防断面図を図-3 に示す。Case A は珪砂 7 号のみで堤体を作製した。一方、Case B および Case C は、珪砂 7 号で作られた基礎地盤上に、珪砂 5 号でミニ堤防を作製し、その上から珪砂 7 号で腹付けした。また、堤防の真ん中から越流させ、河川縦断方向の破堤の拡大過程を観察するために、幅 2.5 cm、高さ 2.5 cm のパイロットチャンネルを堤防中央に作製した。

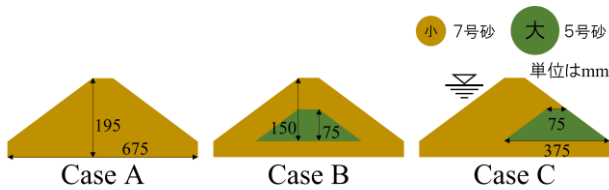


図-3 各実験ケースの堤防断面図

(3) 実験方法

はじめに堤体を作製した。その際、十分に締固めを行い、また、各ケースで締固め度にばらつきが出ないようにした。堤体作製後、ポンプを起動し注水を開始した。すべてのケースにおいて、水路への流入流量は約 4.5 L/s とした。越流開始から十分に時間が経過し、堤体にほとんど変化が見られなくなったタイミングで実験終了とした。

(4) 実験結果

破堤口の拡幅速度はケースごとに異なったが、破堤進行の各プロセスの順番はすべてのケースで同じであった。Case A を例に破堤過程について述べる(図-4)。パイロットチャンネルから越流が始まると、まずは、垂直方向の侵食が始まった。侵食が堤体最下部に達すると、裏法尻から順に河川縦断方向に侵食が拡大し始めた。堤体下部は比較的侵食の進行が速いためオーバーハングが発生し、やがて堤体上中部が崩落した。崩落は下流側と上流側の両方で発生したが、時間が経つにつれて崩

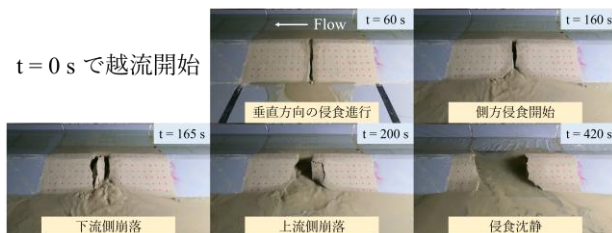


図-4 破堤過程の例 (Case A)

落の周期は長くなり、徐々に侵食は沈静していった。

3. 破堤特性の考察

すべてのケースで上流側に比べて下流側のほうが激しく侵食された。これは堤外の流れが影響したと考えられる。下流側は流水の堤体に対する角度の影響で、平衡状態に達するまでの時間が上流側に比べて長く、侵食継続時間が長くなることから、侵食が顕著であった。

図-5 に裏法面の破堤口の幅の時間変化を示す。Case B や Case C では、Case A に比べて破堤口の拡幅速度が一時的に大きくなった。さらに、Case C は Case B に比べて、越流開始から短い時間で拡幅速度が上昇した。この原因は、堤体構造の違いによるもので、Case B および Case C では、比較的侵食に弱い珪砂 5 号で構成されているミニ堤防が堤体内部に存在するからである。さらに、Case C では、河川縦断方向の侵食が最初に始まる裏法尻付近が珪砂 5 号で構成されているため、越流開始から最も早く拡幅速度が上昇した。すなわち、堤体が不均質であると、比較的短い時間で大量の水が堤内地に流入するため、堤内地にとって危険性が高いといえる。

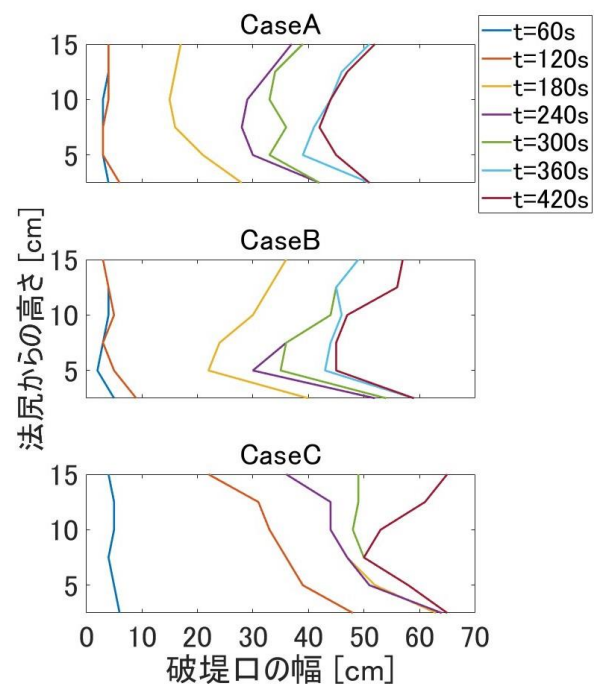


図-5 裏法面の破堤口の幅の時間変化