

# 河川堤防の決壊口拡大過程に関する実験的研究

The experiment regarding the process of expansion of the collapsing point at dikes

北海道大学工学部土木工学科 学生員 赤城嘉紀 (Yoshinori Akagi)  
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 黒木幹男 (Mikio Kuroki)  
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 館澤清城 (Kiyoshiro Tatesawa)

## 1. はじめに

近年、集中豪雨によって河川堤防が決壊する事例が増加している。平成16年には過去最多となる10個の台風が日本列島に上陸したため各地で河川の洪水が起こり、甚大な被害が発生した。

洪水時に河川堤防が決壊する原因を大別すると、河川水位の上昇などにより堤体に水がしみこみ、堤防の強度が低下して決壊する浸透破壊、侵食や越水により堤防の土砂が削り取られ堤防が決壊する侵食破壊という2つの典型的な崩壊パターンがあるが、本実験ではその中でも越水破壊に着目する。何れの決壊の進行も流出ハイドログラフや下流の被害と密接な関係にあり、主として水理現象に与える影響に着目して、河川堤防などの土でできた構造物の越水による決壊がどのように進行するか水路を使用した室内実験により検討する。

具体的には水路に台形堤防模型を作り、水をせき止め、越流による破壊の進行から、現実における河川堤防の決壊口のある程度の予測をできるようにすることが本研究の最終目的である。

## 2. 実験概要

本実験において実験堤防の法勾配・天端幅・堤体の材料が大きく影響すると考えられる為、まずそれらに関して昨年検討を行った。結果、法勾配は1:3であるものが浸透破壊を起こしにくく越流破壊に着目した本実験においては適切であった。また天端幅は20, 30cmの2パターン(表1参照)で検討し、堤体材料は先にも述べたように一定のものを使用。

また本実験において浸透破壊・すべり破壊は影響しないものとする。

実験方法は実験水路に単一粒径の砂で出来た台形堤防模型を作り、水路に越流を起こす直前まで水を供給する。水路は、長さ15m、幅0.30m、高さ0.45m、受水槽面積0.98 m<sup>2</sup>、勾配1/100~1/200を使用する。(図-1参照)

水路の下流側から1.5mの点に堤体を作る。その際に用いる砂は単一粒径、0.15mmの砂を使用する。その堤体の天端の端、水路のアクリル板と接している部分に深さ0.5cm程の溝を水路と平行に掘り、その点を作法的に決壊させる。その点からの越流による決壊の進行過程を2台のビデオカメラで真上と真横二方向から撮影する。その撮影した動画から決壊幅の変位 $b$ 、堤体の高さの変位 $Z$ の進行変移、また越流水深 $h$ 、上流側の水位低下速度を計

測する。決壊時の上流側にある初期貯水量 $S$ は0.15m<sup>3</sup>で、流出流量 $Q_{out}$ は水路の下流側の出口においてバケツを用いて20秒ごとに測定する。また、計算の都合上、天端から決壊が始まった時点で供給側を停水する。

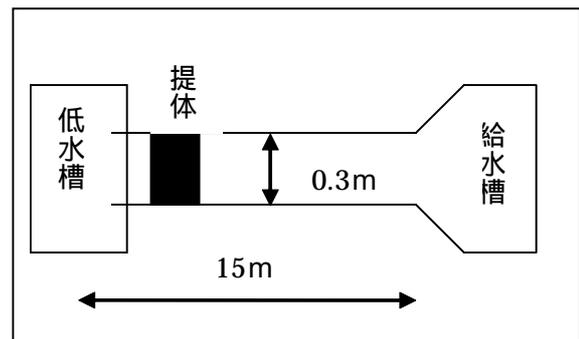


図 1 実験水路

表 1 実験ケース

	天端幅	堤体高	貯水量	法勾配
C-1	20cm	10cm	0.15m <sup>3</sup>	1:3
C-2	20cm	10cm	0.3m <sup>3</sup>	1:3
C-3	30cm	10cm	0.15m <sup>3</sup>	1:3
C-4	30cm	10cm	0.3m <sup>3</sup>	1:3

## 3. 実験結果と考察

実験から得られた数値から、破壊進行速度、つまり破壊幅の変位の微分値(以下微分幅)、破壊深さの変位の微分値(以下微分深さ)と流量に着目した結果以下のグラフが与えられた。(図2, 3参照)

グラフからも読み取れるように、(1)微分幅の値は天端の長さに関係なく、2回の大きな極値をとることが分かった。それに反して(2)微分深さは大きな極値は1回だけであり、微分幅の大きな2つの極値の間にその極値をとることが分かった。また(3)流量は微分幅の2回目の大きな極値と同時に最大値をとることが分かった。

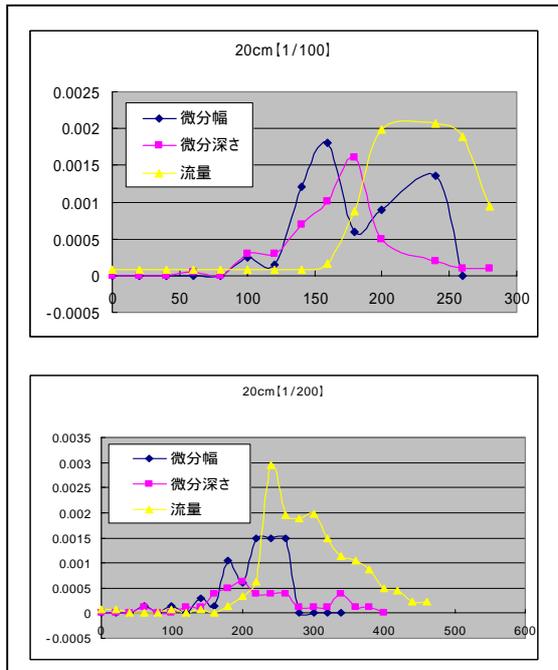


図 2 20cm 破壊進行速度と流量

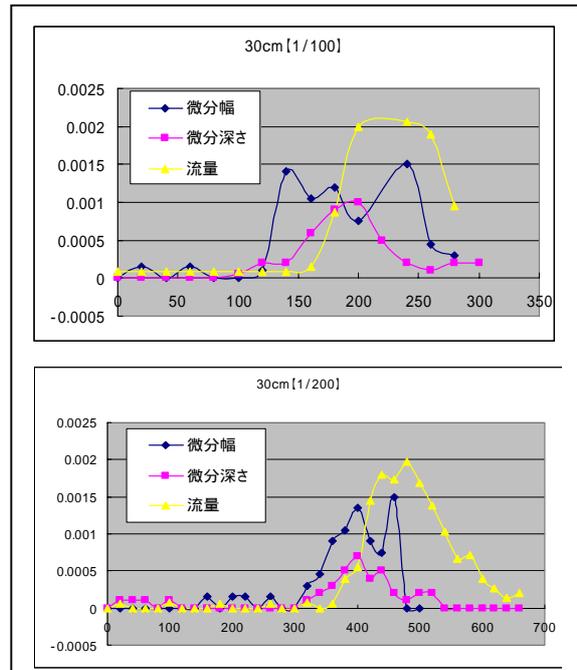


図 3 30cm 破壊進行速度と流量

その結果から (1) 流された砂が小さな堰を作り河床付近の流れを弱めてしまった為だと考えられる。(2) 水流が側面を削る条件と、河床を削る条件はそれぞれ独立したものであることが分かる。(3) 最終的に流れが安定すれば、流量と側面の破壊進行速度は比例することが分かる。

また、グラフ(図 4 参照)からも分かる通り、決壊幅は条件に関係なく、その破壊進行速度、最大値共にほぼ一致している。このことから、少なくとも天端長、貯水量と決壊規模との間には大きな相関関係はほとんど無いといえる。

決壊深さに関しては進行速度に若干の差が表れており、貯水量が多い方が決壊進行速度は緩やかになるという結果を得たが、天端長さが 20cm のケースと 30cm のケースの間で貯水量によって生じる差は異なる結果を得た。それに関しては現在検討中である。

#### 4. おわりに

以上のように実験を進めてきたが、今後は天端の長さ、貯水量を変化させ様々なケースにおける実験を行いたい。また、これまでの実験を反復することで精度を上げ、最終的には堤体材料・法勾配を変え、より実河川に近い条件の下で実験を行い考察していきたい。

#### 参考文献

- 1) 鳥井真平, 黒木幹男: 堰を越える流水形状に関する基礎的研究, 土木学会北海道支部論文集, 第63号, CD-ROM, B-21, 水理公式集

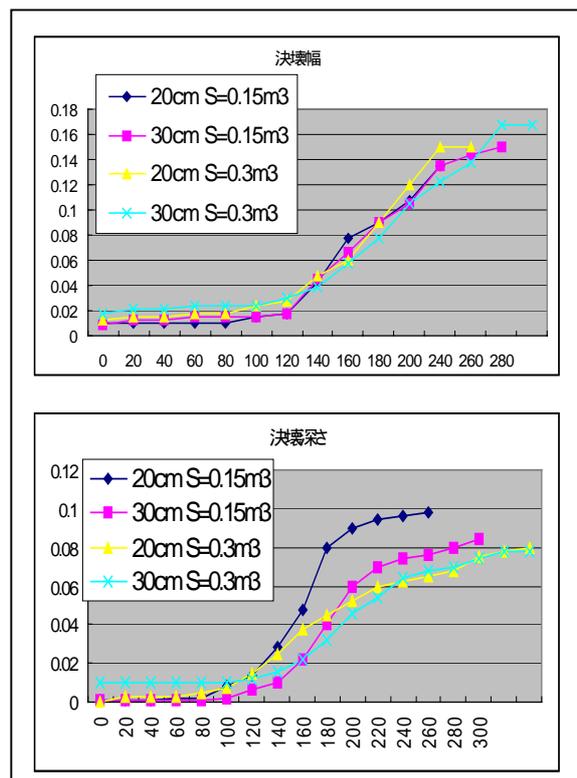


図 4 破壊進行の時間変位