

破堤付近の堅固な構造物による洪水減勢効果の水理実験

秋田大学 学生員 ○堀田阿輝英

秋田大学 正会員 高橋 智幸

1 はじめに

近年、局所的な集中豪雨による洪水が多発している。しかし、河川周辺地域の全てを完全に防御することは経済的に困難である。そのため、洪水に対する地域の防災力を高める手段として、病院や学校、避難所などの重要施設を重点的に防御するという方策がある。その一つとして、重要施設が近くに存在する堤防付近に、堅固な公共施設を設置することが考えられる(池田ら, 2007)。そこで、水理実験を行い、破堤近傍に存在する堅固な構造物による洪水の減勢効果を定量的に評価する事を本研究の目的とした。

2 実験方法

2.1 実験装置

図-1 に示す縮尺 1/100 の模型において、左側の水槽に水を貯留し河川を模擬し、右側に勾配が一定のベニヤ板の斜面を設置し、市街地を模擬した。その間に、堤防に対応した鉛直壁を用い、破堤を模擬したゲート急開により洪水氾濫を再現した。超音波変位計を破堤地点から 10cm の位置と、構造物を設置する場合の構造物背後 10cm に設置し、浸水深を測定した。

2.2 実験条件

実験条件をまとめたものを表-1 に示す。実験ケースは破堤幅 10cm の場合 6 種類(例:A4-b1t)、20cm の場合 2 種類(例:B6-n)、40cm の場合 12 種類(例:C6-a1t)の計 20 種類あり、構造物を配置しないパターンには n を付けた。貯留水深、構造物の個数と間隔での相違について減勢効果を比較した。減勢効果は、浸水深の減少率および到達時間の遅延を指標として比較した。評価に際しては、水位変化の始めの立ち上がりのピーク(図内↓)で比較した。それぞれの破堤幅による流況の変化を 3.1、構造物の破堤地点からの距離による流況の変化を 3.2 で後述する。なお、各実験ケースでは同条件で 3 回ずつ実験を行い、再現性を確認した後(図-2)、平均をとり比較している。

3 実験結果および考察

3.1 破堤幅の相違による流況の変化(図-3.1)

表-1 実験条件と実験ケース名

破堤幅 (cm)	水深 (cm)		
	4	6	8
10	A4	A6	A8
20	-	B6	-
40	-	C6	-

破堤地点からの距離 (cm)	構造物の数					
	1		2		3	
	構造物の大きさ (cm)	構造物の間隔 (cm)	構造物の大きさ (cm)	構造物の間隔 (cm)	構造物の大きさ (cm)	構造物の間隔 (cm)
20	10	15	5	10	5	10
40	a1t	-	-	-	-	-
60	b1t	b1b	b2s	b2l	b3s	b3l

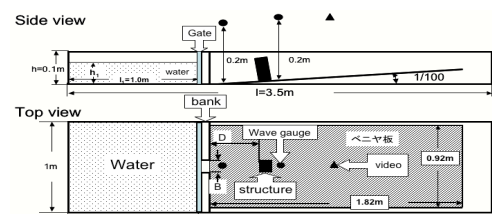


図-1 実験装置

貯留水深 6cm、変位計の位置を破堤地点から 10cm と 60cm の位置に固定し、破堤幅を 10cm、20cm、40cm と変化させた場合の浸水深を比較する。前方の変位計で破堤幅が 10cm と 20cm を比較すると、ピークの差が 0.973cm で約 86%増加しており、40cm との差は 1.617cm で、約 143%増加している。後方では、破堤幅が 10cm と 20cm を比較すると、差が 0.163cm で約 46%増加しており、40cm との比較では 0.545cm の差があり、約 154%増加している。ピークまでの時間は破堤幅 10cm、20cm、40cm の順に、前方の変位計では 1.26 秒、1.15 秒、0.8 秒となり、後方の変位計では 1.36 秒、1.41 秒、1.59 秒となっている。ただし、後方では破堤幅が広くなるにつれて、立ち上がり方が急になっている。

3.2 破堤地点からの距離の相違による流況の変化(図-3.2)

破堤幅 40cm、貯留水深 6cm、前方の変位計を破堤地点から 10cm の位置に固定し、後方の変位計を 40cm、60cm、80cm の位置に変化させ、比較する。破堤地点からの距離が 40cm と 60cm では、ピークの差が 0.227cm で約 20%減少しており、ピークまでの時間差は 0.16 秒ある。また、40cm と 80cm では、ピークの差が 0.472cm で約 42%減少しており、時間差が 0.45 秒ある。このように、40cm から 60cm、80cm と距離が大きくなるにつれて約 20%ずつ浸水深が小さくなっている。

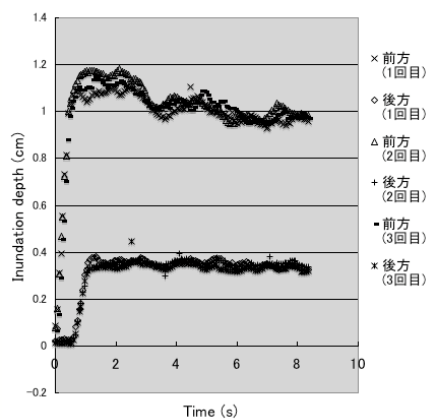


図-2 本実験の再現性

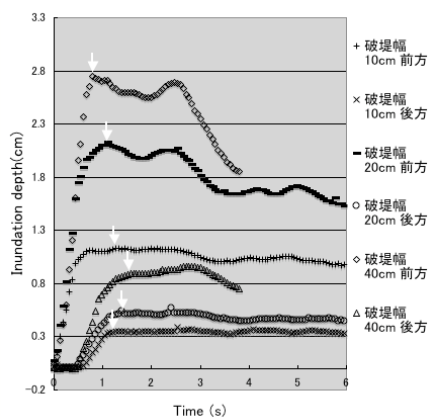


図-3.1 破堤幅の相違による流況

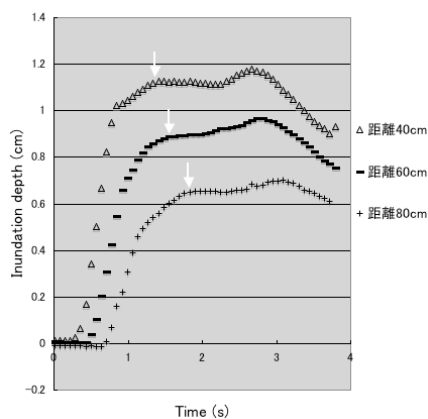


図-3.2 破堤地点からの距離の流況

3.3 貯留水深の相違による減勢効果(図-3.3)

破堤幅を 10cm, 構造物を破堤地点から 40cm の位置に設置し, 貯留水深が 4cm, 6cm, 8cm の場合について構造物の有無で比較する. 貯留水深 4cm の条件では, 構造物を配置した場合としない場合での浸水深の差は 0.138cm となり, 約 38%減少している. また, 立ち上がりのピークまでの時間差は 2.57 秒遅延しており, 構造物による洪水の減勢効果が確認できる.

次に, 貯留水深 6cm の場合では, 浸水深の差が 0.204cm で約 58%減少しており, ピークまでの時間差は 1.5 秒遅延している. 貯留水深 8cm では, 浸水深の差が 0.234cm で約 59%減少しており, ピークまでの時間差は 0.57 秒遅延している. このように, 貯留水深が 4cm, 6cm, 8cm と大きくなるにつれ浸水深の減少率も大きくなっている. 一方, 遅延時間は, 貯留水深が 4cm, 6cm, 8cm と大きくなるにつれて短くなっている. なお, 貯留水深 4cm の場合に 6cm や 8cm よりも模型背後の浸水深が大きくなってしまっている. これは, 貯留水深が 4cm だと流れが弱く, 斜面を上がっていった水が勢いをなくし, 斜面を下り, 構造物背後に溜まるためだと考えられる.

3.4 構造物の間隔と個数の相違での減勢効果(図-3.4)

破堤幅 40cm, 貯留水深 6cm で, 構造物を配置していない C6-n, 構造物 2 個を間隔 5cm で設置した C6-b2s, 10cm で配置した C6-b2l, 構造物 3 個を間隔

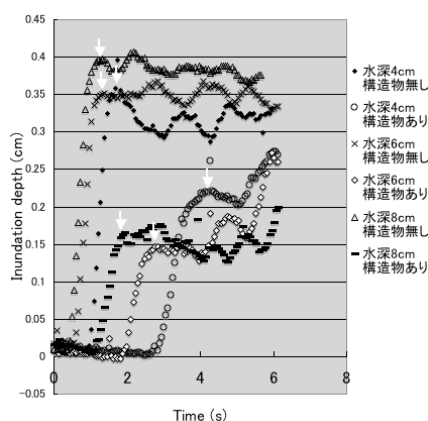


図-3.3 貯留水深の相違による減勢効果

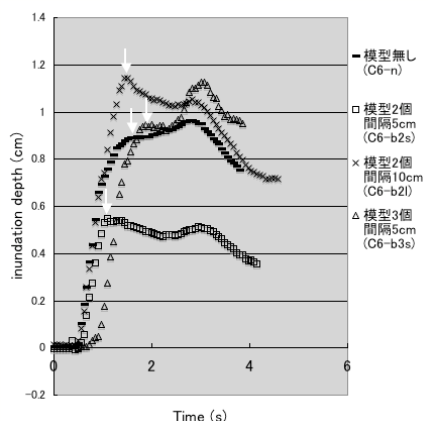


図-3.4 構造物の個数, 大きさの相違による減勢効果

5cm で配置した C6-b3s で比較する. 浸水深について, C6-n と C6-b2s では, 差が 0.349cm で約 39%減少している. しかし, C6-b2l では, 差が 0.259cm で約 29%, C6-b3s では, 差が 0.049cm で約 5%増加している. これは, C6-b2l では構造物にあたり剥離した流れが合流し, 浸水深が大きくなったためと考えられる. また, C6-b3s においてピークが大きくなっているのは, 構造物間を抜けてきた流れが合流し, 大きくなったためと思われる. 次に, 立ち上がるピークまでの時間は, C6-n と C6-b2s との比較では 0.5 秒, C6-b2l とでは 0.05 秒早くなっている. しかし, 浸水深のピークが違うので, 立ち上がる傾きをみると, C6-n に比べ若干緩やかになっており, 減勢効果を確認できる. また, C6-b3s との比較では, 0.32 秒遅延しており, この場合でも, 減勢効果が確認できる.

4. 参考文献

1)池田知広・高橋智幸(2007): 破堤付近の構造物による洪水の減勢硬貨に関する数値シミュレーション, 平成 18 年度東北支部技術研究発表会講演概要集(Ⅱ-60)