

## 河川堤防上の道路舗装の高機能化に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科 ○鮫島隆貴, 矢野むつみ  
立命館大学理工学部 里深好文, 藤本将光

## 1. 背景及び目的

近年, 全国各地で集中豪雨が発生しており, 堤防高を上回る超過洪水とそれに伴う堤防決壊が頻発している。決壊の原因の8割が越水と報告されており<sup>1)</sup>, 堤防の耐越水対策は重要である。具体的対策として, 堤防天端をアスファルト等で保護し, 越流した場合に法肩部への崩壊の進行を遅らせることで決壊までの時間を少しでも引き延ばすことが提案されている。また, 河川堤防上には車両通行目的のために道路が設けられていることが多い。そこで, 堤防上道路舗装の路盤層に剛性と追従性を持つCAE混合物を用いることで堤防の耐越水性を向上させることが出来るのではないかと考えた。

本研究では水路模型実験を行うことにより, 堤防上道路舗装の路盤層をCAE工法で施工した場合に, 耐越水性を高めることが可能であるかの検証を行った。

## 2. 実験模型

本研究では, 堤防天端をCAEで保護したケース1(図1)と天端が保護されていないケース2(図2)の2ケースで越水実験を行った。両ケースの堤防模型の寸法は縮尺1/100, 高さ100mm, 天端幅60mm, 法面勾配1:2である。ケース1の堤防模型には天端に厚さ10mmのCAE混合物層を設けた。材料は, 盛土に用いる真砂土(細粒分含有率 $F_c = 3.8\%$ ,  $\rho_{dmax} = 1.91 g/cm^3$ , 最適含水比 $\omega_{opt} = 12.8\%$ )とCAE混合物(骨材:真砂土, アスファルト乳剤:MN-1, セメント:普通セメント)であり, 型枠に材料を入れ締固めを行い, 乾燥させることで作成した。



図1 模型A(正面)



図2 模型B(正面)

## 3. 実験概要

ケース1, 2で各2回ずつ, 計4回の越水実験を行った。実験を行った水路の寸法を図3に示す。流況は実際の越流水深30cmを想定し, 流量 $Q = 0.154L/s$ , 越流水深 $h = 3mm$ とした。越流水深30cmは国土交通省が定めた技術開発目標である, 「越流水深30cmの外力に対して, 越水時間3時間の間越水に対する性能を維持する構造」<sup>2)</sup>をもとにした。整流板と堰板の間に注水し, 堰板によって越流水深を調整し, 整流版によって水の乱れを減少させた。また, 今回は越水による浸食の影響のみを観察したいため, 浸透流による堤体への影響を防ぐ目的で表のりはラップフィルムで被覆した。

ここではケース1, 2の越流開始から決壊までの時間を比較することにより, CAE混合物層が堤防の耐越水性向上に寄与するかの検証を行う。また, 本実験では堤防決壊を表のりと裏のりを貫通する穴が生じた時点と定義する。

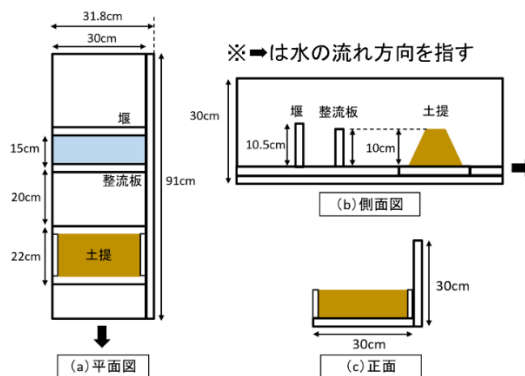


図3 実験水路の概略図

#### 4. 実験結果と考察

実験結果を表1に、決壊時点の堤防模型を図4、5に示す。また、フルード相似則で求めた実物大での越流開始から決壊までの平均時間を表2に示す。CAEありの場合はCAEなしの場合に比べ越流開始から決壊までの平均時間が191.5秒長くなった。また、越流開始から決壊までの実物大堤防での平均時間はCAEありの場合がCAEなしの場合に比べ32分長くなった。このことからCAE路盤層を天端に設置することで堤体の越流への耐性が向上したことは明らかであるといえる。一方で、技術開発目標の耐越水時間3時間には到底達していない。

CAEなしのケースでは2回共に天端を伝った越水が天端を通過し裏法面を流れ、天端・裏法面の表面全体で均一に浸食が進んだ。一方、CAEありのケースでは2回共に、初めは天端・裏法肩を通過した越水がCAE路盤層付近の真砂土層を浸食し始めた。ある程度裏法面が浸食されるとCAE路盤層のみが形状を保持し、ひさし状に突き出るため、越水が裏法肩から裏法尻に落下し、堤体下部が洗堀され、支えを失った堤体上部が崩落する、という過程が決壊まで繰り返された。



図4 ケース1の堤防模型の決壊時の様子



図5 ケース2の堤防模型の決壊時の様子

表1 実験結果

|         | 越流開始から決壊までの時間(秒) | 越流開始から決壊までの平均時間(秒) |
|---------|------------------|--------------------|
| ケース 1.1 | 15               | 20                 |
| ケース 1.2 | 25               |                    |
| ケース 2.1 | 238              | 211.5              |
| ケース 2.2 | 185              |                    |

表2 実物大での決壊までの平均時間

|             | 越流開始から決壊までの実物での平均時間(秒) |
|-------------|------------------------|
| ケース1(CAEなし) | 200(3.3分)              |
| ケース2(CAEあり) | 2115(35.3分)            |

#### 5. 課題

本研究では実験ごとに堤防模型の質が異なり、形状や盛土の土質を揃えて実験を行うことが出来なかった。そのため、均質な堤防模型を作製する手法を検討する必要がある。また、本研究では堤体を水路に直接置く形で越水実験を行ったが、実際の越流では法尻とそこに隣接する堤内地付近の浸食も堤防が決壊するまでの時間に大きな影響を及ぼすことが分かっている<sup>3)</sup>。そのため、基礎地盤も実際の条件に合わせて作製し、そこに堤防模型を設置して実験することが望ましい。さらには、今回の模型実験の縮尺は非常に小さく、実堤防での越流現象とは異なる現象が生じている可能性も高い。模型堤防の作製方法と実堤防の施工方法が異なることも越水実験による結果に影響を与えている可能性が高い。よって、より大きな縮尺での模型実験も行うべきである。

#### 参考文献

- 1) 吉川勝秀：河川堤防学, 技報堂出版, pp.98, 2008
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局：河川堤防の強化に関する技術討論会, [https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/teibou\\_kentoukai/dai01kai/pdf/kentou.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/teibou_kentoukai/dai01kai/pdf/kentou.pdf), 参照 2024-02-25
- 3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：越水による決壊までの時間を少しでも引き延ばす河川堤防天端・のり尻の構造上の工夫に関する検討, <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0911.htm>, 参照 2024-02-28