

ダム下流域における浸水リスクの理解に繋がるマイクロモデルの作成

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○尾ノ井龍仁 浅野寿雄
中部地方整備局 蓮ダム管理所 非会員 瀬古信広 平井源太

1. はじめに

平成30年7月豪雨等の影響により、ダム下流域における浸水リスクが注目されている。近年では、ダム下流域区間を含めた浸水想定図が検討され、公表される河川も増えている。また、ダムの貯留機能を超越する降雨が生じた際に実施する異常洪水時防災操作の可能性を踏まえると、施設管理者に留まらず氾濫域の住民と一体となった事前防災の必要性が一層高まっていると言える。

本検討では、ダム下流域における地域住民を対象として、防災教育を提案した上で、そのツールの一つとして、ダム下流域を想定した卓上模型（マイクロモデル）を作成した。本論文では、当該模型の作成内容を論じる。

2. 対象河川の特性

対象河川は、三重県を流れる一級河川榑田川（蓮ダム下流域：直轄上流端～蓮ダム）とする。当該区間は、マイクロモデルにて再現可能な縮尺に比して、対象区間が長く、実地形を反映して対象氾濫原を網羅することは困難である。そこで、本検討におけるマイクロモデルの対象範囲は、模型のサイズや使用目的（各地域における防災教育等）を鑑み、対象河川一連を対象とはせず、防災の観点から特徴的である地区（モデル地区）を4地区選定することとした（表-1）。

3. マイクロモデルの設計

(1) 対象地区のモデル模型のイメージ

前節にて抽出した対象地区を網羅した卓上模型を作成することを検討する。各地区の氾濫形態をイメージしやすいよう地形を再現する。なお、この際、対象地区の位置関係は実地形とは異なり、モデル地区として模型に反映する。今回作成を検討したマイクロモデルのイメージ図を図-1に示す。氾濫原は、洪水規模等で浸水範囲を変化させるべく地盤高の高低差をモデル化する。河道の越水箇所は、堤防上に切欠きを設置し、溢れやすい箇所を表現する。なお、上流にはダムのモデルを組み込み、ダム調節の有無により浸水範囲を変化させることを考えるが、ダムの放流量の変化は検討が必要である（例：ダムゲートを開閉、バルブにより水量を調整等）。

(2) マイクロモデルの基本構成

マイクロモデルは、図-2のように、模型を格納するフレーム内に、模型床・堤防・地形を配置し、越水を模擬するための角落とし・切欠き、湛水箇所の排水を行うための排水弁を有するものとする。また、模型の外部には、水槽と揚水ポンプ・流量調節バルブを配置する。

表-1 モデル地区と氾濫原の特徴

河川	モデル地区	ランドマーク	氾濫原の特徴
榑田川 (蓮ダム下流域)	A地区	・避難所 (集会所)	・高台に避難所を有する ・浸水範囲に集落が存在
	B地区	・行政施設 ・道の駅 ・保育園	・行政施設、道の駅、保育園が浸水する可能性
	C地区	・小学校	・氾濫原が狭く家屋が連坦 ・高速流の発生可能性 ・高台に小学校(避難所)を有する
	D地区	・要配慮者施設	・氾濫原は比較的広範囲 ・要配慮者施設が存在



図-1 マイクロモデルの完成イメージ図

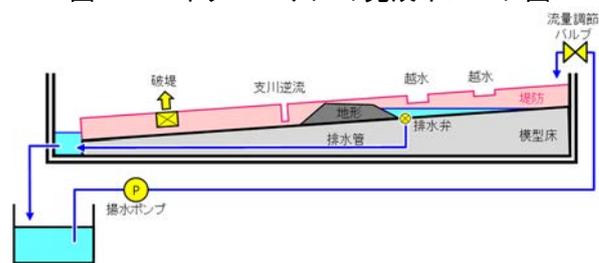


図-2 マイクロモデルの基本構成における模式図

(3) マイクロモデル設計の基本条件

一般の水理模型実験では、水の粘性の影響を無視できる範囲でかつフルード相似則を満足するように縮尺を決定し、水理現象の定量的・精緻な評価が行われる。一方で、極めて小さい縮尺で製作されるマイクロモデルでは粘性の影響が卓越するため、精緻な現象の再現は行わず、定性的・大まかな現象の再現を行うものとする。

極小縮尺で粘性が大きく作用する中で流下させるために、平面縮尺に対して鉛直縮尺の大きい歪み模型とする。短辺・長辺の比は、短辺12km、長辺18kmをモデル地区の想定とした。これを受け、模型値の寸法は、短辺0.8m、長辺1.2m以下とした。また、模型勾配はいずれも1/50で作成し、粘性が大きく作用する中での流下を確保することとした。

キーワード ダム下流、浸水想定図、浸水リスク、マイクロモデル、防災教育

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目22番地 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 03-6777-1508

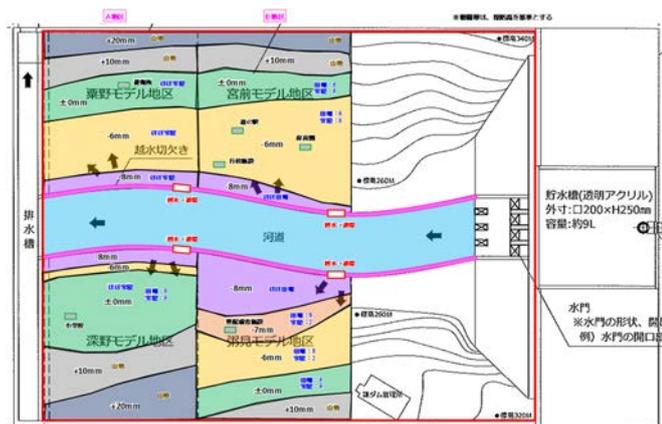


図-3 蓮ダム下流域 積層厚分布図

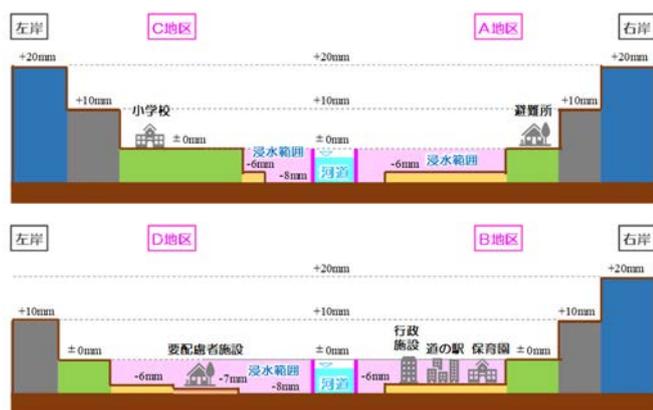


図-4 模型横断イメージ図

4. マイクロモデルの作成

(1) 地形造成方法

マイクロモデルの地形造成方法について、まず、一様勾配の模型床をベースとする。対象区間は掘込河道であるが、氾濫の表現上、堤防の立ち上げを行う。簡易堤内地形について、浸水範囲の再現対象とする大規模出水時、特大規模出水時の浸水範囲を与条件として、すり付ける形で造成する(図-3, 図-4)。再現を試みる越水順序や浸水範囲に極力近似するように、堤防高や切欠き高、通水流量をキャリブレーションする。

(2) ランドマークの配置

ランドマークについて、対象区域内の防災拠点や避難施設を対象とする。ランドマークの平面縮尺については、地形模型縮尺5倍を与えるものとし、鉛直縮尺については、極端に大きい印象を与えることのないよう、また水没してしまわないよう、通水時の概観を踏まえて設定した。また、氾濫時における家屋流出の可能性を表現するために、模型床に置く複数の家屋模型も作成した。

(3) 越水(溢水)の再現方法

越水(溢水)による氾濫は、それぞれ堤防模型上に設けた角落としの人為操作、切り欠きからの自然越水により再現する。これらの切り欠き幅・高については、再現を試みる現象発生順序や浸水範囲に極力合致するように、キャリブレーションを行う。

給水は家庭用バスポンプ(AC電源駆動)により行い、



(a) 模型正面(下流端からダム部を臨む)



(b) 左: ダムゲート部, 右: 水槽部及び給水・排水部

図-5 完成したマイクロモデルの概観

流量調節は流量調節バルブにて人為操作で行う。排水は模型下流端あるいは模型外に設けた水槽に自然排水する。

(4) 模型の完成

上記の設計条件及び作成方法により完成した模型の概観を図-5に示す。操作手順としては、模型上流端部(ダム水槽部)に給水用バルブを設置、給排水用バケツにポンプを投入し、ホースを給水バルブに接続する。ポンプを電源に接続して通水・循環し動作を確認する。

流況調整方法としては、給水バルブの調整による水量の増減調節が可能であり、また、ダムゲート(クレストゲート、コンジットゲートをモデル化)の開度調整によるダム放流量の操作が可能であることから、模型の浸水状況に起因する操作項目は複数あり、流況調整の幅を多く有していることが分かる。また、当該模型は、モデル地区を表現しているため、防災教育における対象地域が限定されず、多くの地域での適用が可能である。これより、降雨におけるダムへの流入量の増大や、異常洪水時防災操作を含むダム操作における下流域への影響等、洪水時の表現において高い汎用性と、今後の適用性について確認することが出来た。

5. おわりに

本論文では、ダム下流域の地域住民の浸水リスクの把握を目的とした防災教育の一つのツールとして、ダムを組み込んだ卓上模型を検討した。今後は、作成した模型を活用し、避難勧告着目型タイムラインや要配慮者利用施設避難確保計画を含めた検討等に繋げたい。