DISASTER PREVENTION EDUCATION BY A MINIATURE MODEL EXPRESSING UNDERGROUND INUNDATION IN A PARKING LOT AND UNDERGROUND RAINWATER STORAGE

戸田 圭一1*・石垣 泰輔2・岡本 香奈3・島田 広昭4

Keiichi TODA1*, Taisuke ISHIGAKI2, Kana OKAMOTO3, Hiroaki SHIMADA4

We made a diorama typed miniature model of urban area with river which can express urban inundation by river overflow and heavy rainfall by a small pump. The miniature model includes underground space and underground storage pond. The former part can express the configuration of underground inundation and the latter part can show the good effect of underground storage. Using this model, we had a class on disaster reduction as a comprehensive school study for third grade students in a private elementary school. As a result, they could understand the urban flood mechanism and its countermeasures with interest. The model introduced here can be an effective tool for education activities for students of elementary schools.

Key Words : underground inundation, underground parking lot, underground rainwater storage, miniature model ,disaster prevention education

1. はじめに

都市域では、豪雨による都市河川の溢水氾濫や内水氾 濫時に地下浸水の発生が懸念される.その際には、様々 な規模の地下空間への浸水に、十分注意を払わなければ いけない.地下浸水時の危険性は避難の難しさによると ころが大であり、私達の研究グループでは、実物大の階 段やドア、車模型を用いた体験型避難実験を実施し、避 難限界指標を求めている¹⁰⁰.また、都市域では、地下空 間を有効活用した雨水貯留施設、雨水放流施設が設置さ れており、都市水害の防止・軽減に効果を発揮している ことが認められる³.

一方,ソフトな水害対策として,避難を中心に防災教 育の重要性が高まっており,学校での教育方法の検討や 教材の開発も重要な研究課題の一つであると考えられる. 私達は,これまで,都市水害研究に関連した水防災教育 活動として,実物大模型による避難体験実験を実施した り,水理模型実験のDVDを制作したりしてきた. 学校での防災教育において幅広く水防災を訴えるには, 研究の延長線上の内容だけでなく,児童・生徒の興味を 引き,かつ分かりやすい教材を開発することも大切であ る.教材開発の事例としては,小野ら⁴による津波防災 教育用の立体防災地図の開発や,末澤ら⁵による避難シ ミュレーションゲームの開発などがあげられる.

今回,私達は、外水氾濫、内水氾濫そして地下浸水を 表現でき、かつ内水氾濫対策の一つである雨水貯留施設 の効果を表現できるミニチュア模型を新たに開発した. また、私立小学校の3年生の防災教育の時間に、その模 型を用いた授業を行い、児童へのアンケート調査を実施 した.ここでは模型の概要と、模型を用いた防災教育と その効果について報告する.

2. ミニチュア模型の概要

ミニチュア模型は、写真-1、図-1に示すような装置で

キーワード:地下浸水,地下駐車場,地下雨水貯留,ミニチュア模型,防災教育

¹正会員 京都大学教授 大学院工学研究科 Professor, Graduate School of Engineering, Kyoto University, (E-mail: toda.keiichi.4z@kyoto-u.ac.jp)

²正会員 関西大学教授 環境都市工学部 Department of Civil, Environmental and Applied System Engineering, Kansai University

3非会員 日新信用金庫 Nisshin Shinyou Bank

4正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 Department of Civil, Environmental and Applied System Engineering, Kansai University



写真-1 ミニチュア模型の様子

あり,脚付の箱型模型に,循環ポンプによる降雨,河川 給水装置が付設されており,都市域での内水・外水氾濫 を表現できる.その特徴を以下に示す.

(1)都市域を表現している模型装置はアクリル製で, 脚下端に移動用キャスターがついており,持ち運びが比較的容易である.

(2) 模型装置の寸法は、縦横約0.9m×0.7m(平面積

0.63m²),高さが約0.3mの直方体であり、キャスターのついた脚の高さが約0.5mである.模型は受け台の上に設置している.

(3)都市域模型はアクリル製の周囲壁のなかに,河川 を含む都市地形を形づくっている.なお地形は一部,繊 維強化プラスチック(FRP)を用いて軽量化を図ってい る.都市域模型には建物などを配置し,都市の雰囲気を 醸し出すとともに,地下空間を配置している.地下入口 から地下に通じる部分には歩行者用の階段を設置してお り、地下は地下駐車場をイメージして車模型を置いてい る.また、内水氾濫対策施設として、地下貯留施設(調 節池)の模型も配している.

(4) 模型装置の下方に貯留槽(循環水槽容器)を設け, 循環ポンプにより貯留槽の水を循環させ,シャワータイ プの散水装置ならびに河川上流端に給水した後,降雨な らびに河川の洪水の発生と市中の氾濫を表現するものと している.また,氾濫水は,装置台に設置された水抜き 穴を通して,再度,貯留槽に戻る構造となっている.

(5)河川の下流端には堰(簡易な河川水位調整ゲート)を設置し、河道の水位調節が可能となるようにしている. 堰高を上げることにより堤防からの溢水による外水氾濫の表現が可能となる. また河道の一部分を取り外せるような工夫を施してあり、そのパーツを取り外すことにより、破堤による外水氾濫を表現することもできる. ミニチュア模型への通水実験を通して、

(1)洪水氾濫には、外水氾濫(市内を流れる河川が溢 れたり、堤防が壊れたりして起こる氾濫)と内水氾濫

(市街地に降った大雨をうまく排水できずに起こる氾 濫)の2通りのパターンがあること,

(2) **写真-2**のように,地下空間に水が流入すると急に 水かさが上がること,また,地上から地下につながる部 分での流れは速いこと,

(3) **写真-3**のように,地下の調節池に雨水を貯留する ことにより地上の氾濫が抑えられること,

などを, 視覚的にわかりやすく伝えることができるよう になっている.



図-1 ミニチュア模型の概念図

3. 模型を用いた水防災教育

私立小学校3年生の2クラス計約60名(男子,女子はほぼ同数)を対象とした授業で,写真-4に示すようにミニ チュア模型を用いた実験を実施して子供達の反応を見る とともに,実験前と実験後のアンケート調査により,都 市水害事象やその対策についての理解度が深まったかど うか,若干の考察を行った.

ミニチュア模型の見栄えが良いため、子供達は、まず 模型に大変興味を示した. 通水すると、水の動きを熱心 に観察していた、なかには、模型を見ながらどこが危険 かを指さしながら確認している子供もいた. また実験の 際に、堤防決壊による外水氾濫の写真を見せたところ、 写真と模型での実験の様子が同じことに驚いていた. 地 下駐車場に水が入る様子や、雨水貯留施設に水がたまる 様子に、とくに興味を示していた.

事前アンケートでは、以下の6つの質問をして「知っている・知らない」のどちらであるかを尋ねた.

No.1: マンホールや水路から雨水があふれることがある ことを知っていますか?

No.2:川の水が増えてあふれることがあることを知って いますか?

No.3: 地下鉄や地下街に雨水が入っていくことがあることを知っていますか?

No.4: 地下に雨水をためる場所があることを知っていま すか?

No.5: 家族と水の災害(例:洪水・津波) についての話 をしたことがありますか?

No.6: 自分が住んでいる地域の水の災害時の避難場所が かいてある地図を知っていますか?

また実験を行ったあとの事後アンケートでは、以下の 6つの質問をして、「よくわかった・わかった・どちら でもない・あまりわからなかった・わからなかった」

(No.5, No.6については, 「つよく思う・すこし思う・ どちらでもない・あまり思わない・まったく思わな い」)の5段階で回答してもらった.

No.1: 内水氾濫(マンホールや水路から雨水があふれて 起こる水の災害)についてわかりましたか?

No.2: 外水氾濫 (川の水があふれて起こる水の災害) に ついてわかりましたか?

No.3: 地下浸水(地下鉄や地下街に雨水が入ってくること) についてわかりましたか?

No.4: 雨水貯留施設(地下の雨水を貯める場所)の役割 についてわかりましたか?

No.5: たくさん雨が降ることを危険だと思いますか? No.6: 家に帰って家族に今日の授業のことを話そうと思



写真-2 地下駐車場の浸水の様子



写真-3 地下調節池での雨水貯留の様子



写真-4 ミニチュア模型を囲む子供達

いますか?

事前アンケートでは、「知っている」を1点、「知ら ない」を0点として評価した.また事後アンケートでは 「よくわかった・わかった」(No.5, No.6では、「つよ く思う・すこし思う」)を1点、それ以外を0点として評 価した.

図-2に、事前・事後のそれぞれのアンケートのNo.1からNo.4までの回答結果を示す.事前に水災害の現象や対策を知らなかった子供も、模型を用いた説明で理解できたことがわかる.

図-3は、No.1 からNo.6までの点数を合計した総点数の 人数の割合である.3点以下の子供が実験前には30%程





(b) 実験後の理解度

図-2 実験前後での理解度の変化







図-4 実験前後の点数差の分布

度いたが、実験後には見られなくなった.防災の意識が 高いと考えられる6点の子供は、実験前は25%程度であ ったが、実験後は80%以上となっている.図-4は、実験 前後の点数差(実験後-実験前)とその人数を示しているが,平均して1.64点,実験を経て点数が上昇した結果となっている.

4. おわりに

ジオラマのミニチュア模型そのものに、子供たちをひ きつける魅力がある.実験時の子供達の反応ならびにア ンケート結果から、ミニチュア模型での実験が、都市水 害の発生メカニズム、地下浸水の危険性、地下空間を活 用した雨水貯留施設の有効性を伝えるのに大変効果的で あることが確認された.とくに、なかなか教えづらい内 水氾濫や雨水貯留施設に対する子供達の理解が深まった のではないかと考えている.今後も模型を用いた防災教 育を継続するとともに、機会があれば異なる地域の小学 校でも同様の防災教育を実施してみたいと考えている次 第である.

実験をとおして明らかとなった今後の課題としては, 雨量強度の調節ができるような工夫,運搬の容易さを考 えて模型の小型化,軽量化を図ることが挙げられる.ま た,濡れてはいけない場所でも利用できるように,水の 流れをビーズ玉などで表現するといったことも検討して いきたい.

最後に、本研究活動にご協力いただいた関西大学初等 部の田中明文校長、今宮信吾先生、今田雅彦先生に心か ら謝意を表します.

参考文献

- 石垣泰輔,戸田圭一,馬場康之,井上和也,中川 一:実物大模型を用いた地下空間からの避難に関す る実験的検討,水工学論文集,第50巻,pp.583-588, 2006.
- 馬場康之,石垣泰輔,戸田圭一,中川一:水没した 自動車からの避難に関する実験的研究,水工学論文 集第53巻, pp.853-858,2009.
- 3) 馬場康之,戸田圭一,実広拓史,井田隆久:地下に 設置された治水対策施設に関する調査研究,地下空 間シンポジウム論文・報告集,第15巻,pp.133-140, 2010.
- 小野悟,中野晋,太田昭信,天羽誠二,尾崎徳彦, 松下恭司:立体防災地図を用いた沿岸防災教育の試 行,海洋開発論文集,第20巻, pp.179-184, 2004.
- 末澤弘太、山城新吾、木村泰之、浜大吾郎、正部洋 典、中野晋、佐藤章仁:避難シミュレーションゲー ムを用いた防災啓発、土木学会論文集F6(安全問 題) Vol.68, No.2, I_193-I_200, 2012.