

津波浸水の減勢における排水路の効果解析

Simulation of Flow Alleviation Effects of Drainage Channels at Tsunami Inundation

○ 関島建志^{*,**}, 桐博英^{*}, 安瀬地一作^{*}, 中田達^{*}, 木村延明^{*}, 向後雄二^{**}
 Sekijima Kenji, Kiri Hirohide, Azechi Issaku, Nakada Toru, Kimura Nobuaki, Kohgo Yuji

1 はじめに

大規模な津波浸水被害をもたらした東北地方太平洋沖地震では、海岸線と平行する道路盛土や水路が遡上する津波を減勢する効果があったと考えられている。このため、著者らは津波発生時の沿岸部における農業排水路の減勢技術の効果を水理模型実験で検証してきた¹⁾²⁾。しかし、水理模型実験による計測には制約があり、排水路内部の流動や水路壁面にかかる力など評価できないものがある。数値解析と併用できれば、津波浸水に対して粘り強い排水施設を検討することが可能となる。このため、本研究では、海岸堤防に並行した排水路の津波浸水時の流況について数値解析を行い、水理模型実験の結果と比較した。

2 解析の概要

解析対象とする水理模型実験は、海岸堤防から背後地までをモデル化したものであり、海岸堤防は高さ 8m、前後法勾配 1:2 の台形断面とし、堤防法尻から 40m 地点に排水路を配置した (図-1)。水理模型実験はフルード相似則に基づく縮尺 1/20 で行った。解析にはオープンソースの有限体積法による流体解析ソフト OpenFOAM を使用し、気液二相流解析を行った。乱流モデルは LES(Large Eddy Simulation) を使用し、気液判定は VOF 法である (表-1)。メッシュサイズは内陸部底面及び排水路内を精細化し、最小縦 0.04m、横 0.05m とした。初期値として、水理実験と同様に、海域に前浜部の水深 2m の水塊を形成し、左端の流入境界に実験で得られた段波波形を groovyBC を用いて関数化して与えた。なお、予備解析では、浸水の流下により水路内の気圧が上昇して浸水が排水路を跳び越える現象が発生したため、排水路海側の壁の一部に大気境界を設けた。表-2 に解析ケースを示す。

表-1 解析モデルの概要
Simulation Model Overview

解析ソフト	OpenFOAM V1606+
ソルバー	interFOAM (二相混相流解析)
乱流モデル	LES
気液判定	VOF 法
流入条件設定	groovyBC (非標準ライブラリ)

表-2 解析条件
Analysis Condition

ケース	排水路		津波高
	幅	高さ	
1	9.2m	5m	9m
2	4.6m	5m	7m

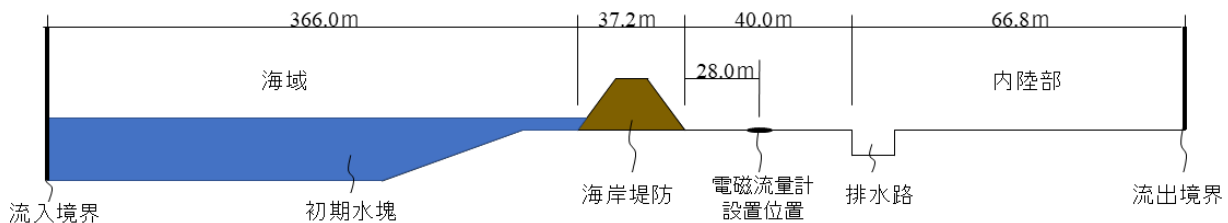


図-1 数値解析モデルの模式図 Drawing of Simulation Model

* 国立研究開発法人農研機構農村工学研究部門, Institute of Rural Engineering, NARO

** 国立大学法人 東京農工大学大学院 連合農学研究院, United Graduate School of Agri. Sci., TUAT
 キーワード: OpenFOAM, 津波, 浸水, 排水路

3 解析結果

3.1 発生津波の再現

海域部では流入境界から伝播した波と海岸堤防の反射波が合成し、図-2 に示すように海岸堤防海側の水位が高く保たれ、継続して堤防を越流する様子を再現することができた。

3.2 排水路内の流動

図-3 は浸水が排水路に流入し、側壁に衝突する様子が再現されている。実験では、浸水は排水路に到達した後、右下方向に向きを変えて陸側の壁に衝突したが、解析でもその様子を捉えることができた。衝突位置は、解析結果から、排水路壁上端部からケース 1 で 70cm 程度、ケース 2 で 25cm 程度下がったところであった。

図-4 は水路内の浸水の流れを示している。排水路壁に衝突した浸水は、壁に沿って排水路内部へ流入する流れと、上方へ跳ねる流れに分かれる。流入した流れは、右回転に流動し、海側の壁を上昇して後続の浸水に揺動を与え、浸水が継続すると排水路内の水量が増加し、右回転の流動が激しくなる。上方へ跳ねた流れは底面に着水して内陸側に流下した。これらのことから、排水路による浸水の減勢は、排水路壁への衝突に伴う流路の変化と排水路内の流動が上部通過水に揺動を与えることによる流速の減少とが考えられる。

3.3 浸水の流速

図-4 に堤防法尻から 28m 地点における浸水の流速変化を示す。実験では模型底面に設置した電磁流量計により計測し、解析は浸水の平均流速とした。解析では、浸水の到達による流速の上昇が実験に比べ早く現れ、第 2 波、3 波でその傾向が大きく出ている。しかしながら、浸水が波状に到達するに伴い流速が急激に上昇し、その後緩やかに減少していく状況や各波の最大流速はおおむね再現ができていると考えられる。

4 まとめ

OpenFOAM を用いた LES 解析により、浸水発生時の排水路周辺の流動状況及び浸水の流速を求めることが可能であることが分かった。今後、精度の向上と壁面に作用する圧力についても検証を進めていきたい。

参考文献:1) 桐, 中矢, 丹治, 松島, 浸水津波の減勢における排水路の効果, 土木学会論文集 B1(水工学) 70(4), (2014), pp1561-

2) 関島, 桐, 安瀬地, 中田, 向後, 排水路による津波の減勢効果について, 農業農村工学会講演要旨集 (2017), pp658-659

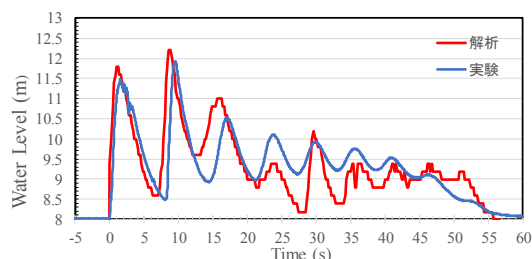


図-2 堤頂部水位の比較(ケース 1)
Collision of Water Level at Bank Crest

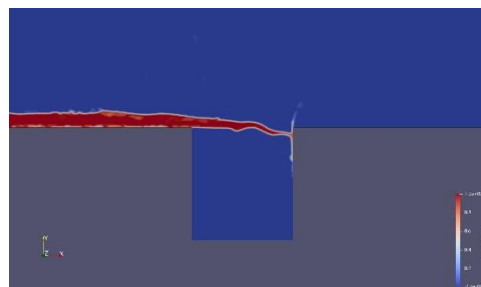


図-3 浸水の衝突(ケース 2)
Collision of Inundation (Case2)

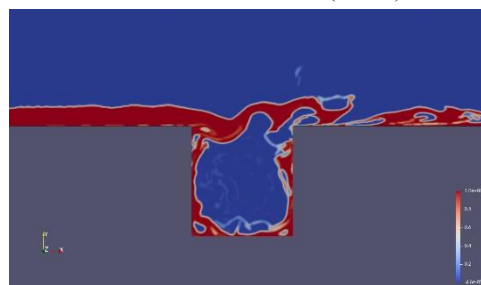


図-4 水路内の浸水の流れ(ケース 2)
Flow of Inundation in Channel (Case2)

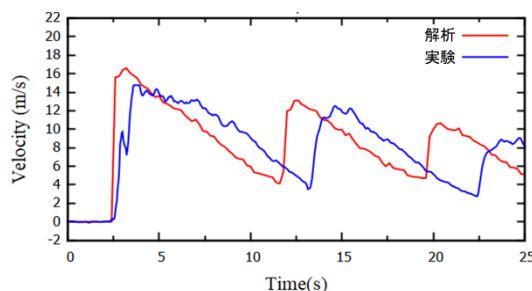


図-5 流速(ケース 2)
Velocity (Case2)