スマトラ沖地震津波被害実態調査に基づく波源モデルと建物/人的被害算定手法の検討
ー スリランカ国 Matara 市の被害を対象として（その 2）ー

日本工営　○佐藤誠一、福田忠弘、木村健太郎、石見和久

1. はじめに

2004 年 12 月スマトラ沖地震津波が発生し、スリランカ国は極めて甚大な被害（死者・行方不明者約 31,000 人、被災者数約 55 万人）を受けた。筆者らは現地における津波防災を検討する上での基礎データを取得することを目的として、2005 年 10 月から 12 月にかけて同国南部の主要都市である Matara 市（人口 10.4 万人）を対象とした現地調査 [1)]を行い、これを踏まえた津波シミュレーション及び被害想定を実施した。本稿は、津波被害状況の詳細かつ面的な調査結果（訪問面接方式によるアンケート調査、建築物・地形測量調査及び避難行動）を踏まえて実施した津波シミュレーションと、構造物及び人的被害算出用の被害関数の定式化に関する検討について報告するものである。

2. Matara 市を対象とした津波シミュレーション

津波シミュレーションの手順を図 1 に示す。波源モデルは、スマトラ沖津波に関して公表されている幾つかの波源モデルに基づき実施した海域の伝播計算結果と、スリランカ及びモルジブにおける検潮記録との整合性を検討し、東北大学モデルを採用した。しかし、東北大学モデルに基づき波源から Matara 市沖合までの津波を計算した後、陸上への遡上計算を行ったところ、アンケート調査結果より得られた浸水範囲と比較するとやや狭い範囲の浸水範囲が得られたことから、断層すべり量をパラメータとした感度分析を行った。その結果、断層すべり量を 14m（当初すべり量 11m）とした場合、アンケート調査結果から得られる浸水範囲との整合性が高く（図 2）、相田の方法における検証結果（K=1.04、κ=1.224）からも、Matara 市における実際の浸水状況を再現できるモデルであると考えられる。

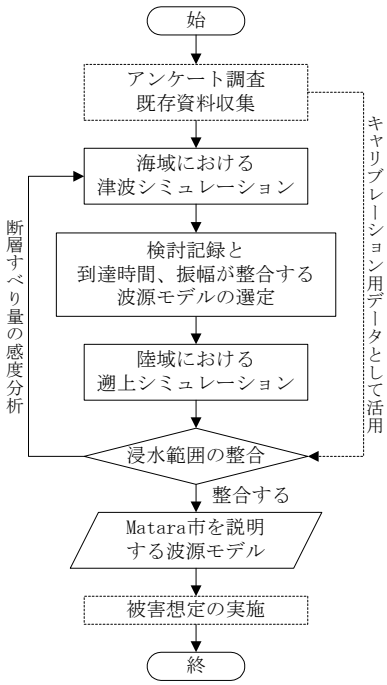
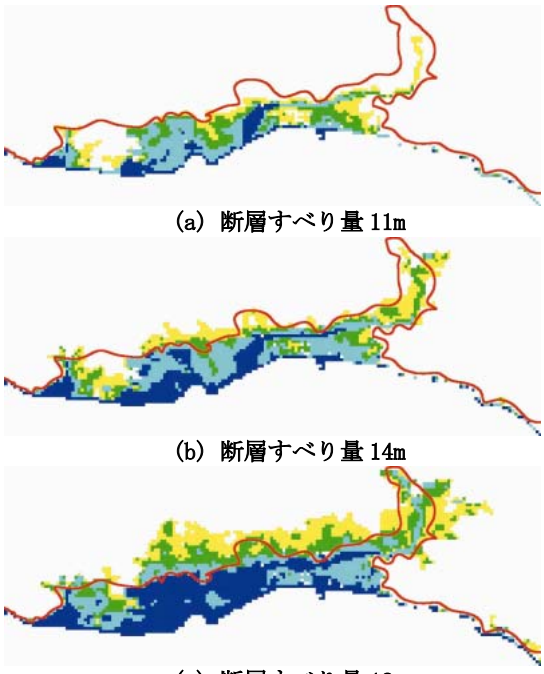


図 1 津波シミュレーションの手順



(a) 断層すべり量 11m

(b) 断層すべり量 14m

(c) 断層すべり量 18m

図 2 断層すべり量をパラメータとした
シミュレーションから得られた浸水範囲の変化
(図中の実線はアンケート結果の津波浸水範囲)

3. 構造物被害に関する想定手法

訪問面接方式によるアンケート調査結果（N=586、全家屋数の約 1 割）を踏まえ、構造物の被害程度と津波浸水深の関係を整理した。その結果、全壊及び被害無しについては浸水深との相関が認められるが、半壊及び軽微についてはばらつきが大きく、明確な相関は認められないことが明らかとなった（図 3）。これは、アンケート対象者の主観に起因するものと考えられたため、半壊建物数の推定及び分類は、全建物数から全壊建物数及び無被害建物数を減じたものを全半壊建物数とし、土木学会データ [2)]に示される半壊状況の分類（使用可能な損壊と使用不可能な損壊）の比率を考慮して算定することとした。これらのデータに基づき被害程度別の建物被害率と津波浸水深の関係を累積確率分布関数として定式化を行った（図 4）。なお、調査対象とした構造物のうち 95%が煉瓦積み、もしくは石積み

キーワード: スマトラ沖地震, 津波, 津波シミュレーション, 津波被害予測、被害関数, スリランカ
連絡先　：〒102-8539 東京都千代田区麹町 4-2,　TEL 03-3238-8355,　FAX 03-3238-8230

であったため、特に構造種別での分類は行っておらず、また、浸水深 30cm 以下では被害家屋が皆無であったことから、30cm 以下では被害率が 0%となるよう補正を行っている。

シミュレーション結果から得られた陸域 50m メッシュ毎の浸水深に対して提案した被害関数を適用すると、全壊戸数 504 戸、半壊戸数 1541 戸となり、土木学会による調査結果[2]（全壊 562 戸、使用不可な損壊 1449 戸、使用可能な損壊 252 戸）と概ね整合する結果となった。

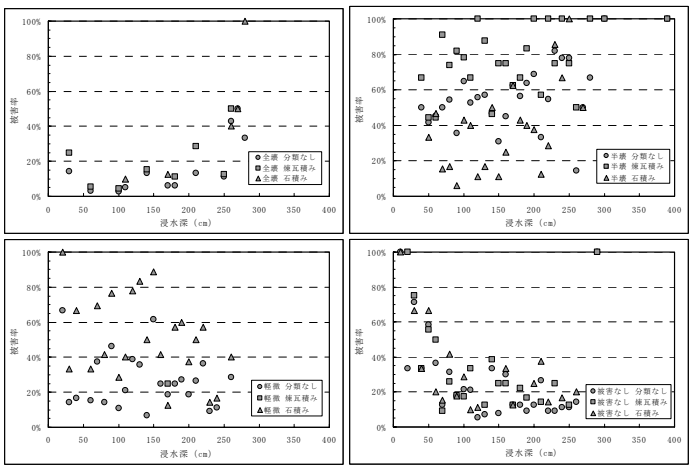


図 3 建物被害率と浸水深の関係（アンケート調査結果）

4. 人的被害に関する想定手法

津波による人的被害の推定方法として、過去の日本国内における被害実績に基づき建物被害数との関係から算定する方法[3]、津波高さとの関係から算定する方法[4]などが提案されている。3. で想定した建物被害数に基づき、人的被害を想定すると 541 名となり、Matara 市における実被害者数（1022 名）[5]と比較して過小評価となる。これは日本国との建物構造の違いによるものと考えられたため、この影響を除外するために津波高さと人的被害の関係（図 5）から直接人的被害を算出した。ただし、本手法は 20%あるいは 70%程度の住民が地震発生と同時に避難した状態での想定方法であることから、スマトラ沖地震津波におけるスリランカ国の実情を踏まえ、事前の避難率が 0%であった場合での人的被害の算定を行った。その結果、Matara 市における死者数は 981 名と算定され、被害実態と概ね整合する結果となった。

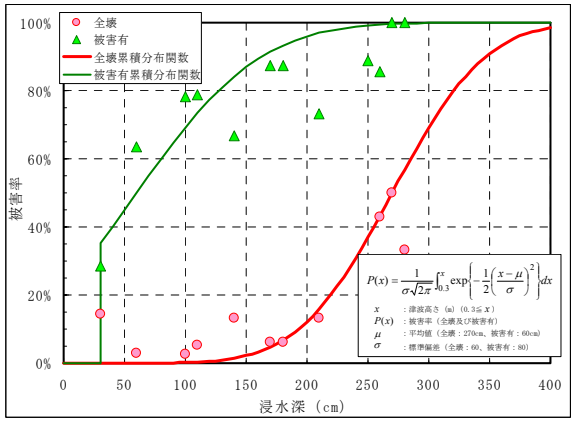


図 4 建物被害率と浸水深の関係

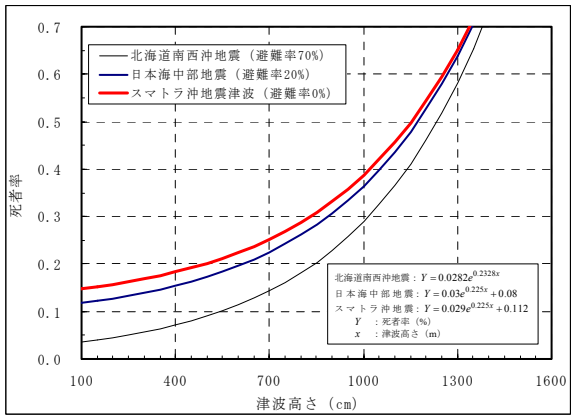


図 5 人的被害率と浸水深の関係

4. まとめ

(1)Matara 市における津波被害状況に対しては、東北大学モデルの断層すべり量を 14m とした波源モデルを用いると再現性が良いことがわかった。

(2)アンケート調査結果を踏まえ、津波浸水深と建物被害率の関係を被害程度別に定式化した。

(3)数値シミュレーション結果による浸水深に対し、(2)で定式化した被害関数を適用した場合、Matara 市における建物被害数を精度良く再現できることが分かった。

(4)既往の津波高さと人的被害の関係を避難率 0%として適用すると、被害実態と概ね整合することが分かった。

(5)今後、Matara 市以外で得られた被害調査データに基づき、本稿で示した波源モデルや被害関数の検証を行って行きたいと考えている。

謝辞：本調査は、独立行政法人国際協力機構（JICA）によるスリランカ民主社会主義共和国南部地域津波災害復旧・復興支援プロジェクトを通して得られたデータを下に作成しました。調査データの本報告への使用許可並びに御指導を頂いた関係者各位に深甚の謝意を表します.

出典：1) 福田ら：2004 年スマトラ沖地震津波、2003 年スリランカ南部洪水を対象とした災害実績図作成－スリランカ国 Matara 市の被害を対象として，2006.11，土木学会年次学術講演会（投稿中）
2) 土木学会　水工学委員会・海岸工学委員会：2004 年 12 月インド洋大津波　スリランカ被害調査報告書
3) 内閣府中央防災会議：「東海地震対策専門調査会」（第 5 回）資料 3
4) 内閣府中央防災会議：「東南海・南海地震等に関する専門調査会」（第 10 回）参考資料
5) Government of Sri Lanka ： MATARA City Renewal Action Program (McRAP)