

# 沿岸域における大規模津波対策と新しい研究課題

～津波の脅威を解明する：  
津波による沿岸域への社会的影響について～

沿岸海洋研究部 沿岸防災研究室 主任研究官 岡本 修  
研究官 熊谷 兼太郎



## 1. 沿岸域における津波災害の特性と研究の内容

沿岸域には、人口・資産が集積し、物流・人流の拠点である港湾、環境・利用・防災面で重要な海岸等、多様な施設が存在している。発生が切迫している大規模地震に伴う津波が生じた場合、浸水等による「直接被害」だけでなく、港湾機能の低下等による「間接被害」が広範囲に及び、沿岸域における津波災害は社会経済的に広範囲かつ大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで、新しい研究課題として、浸水等による「直接被害」だけでなく「間接被害」をも含めた津波被害の波及過程の整理<sup>1)</sup>及び被害想定手法の検討を行っている。

また、港湾に蔵置・係留されているコンテナ、木材、船舶等が津波により陸域・海域へ流出し、防潮施設及び背後家屋の損壊、港湾機能の阻害等が発生する可能性がある。そこで、沿岸域における新しい研究課題として、津波漂流物の漂流・衝突挙動のモデル化・検証を行っている。

これらの研究を通じ、沿岸域における津波災害リスクの計画的な低減を図っている。

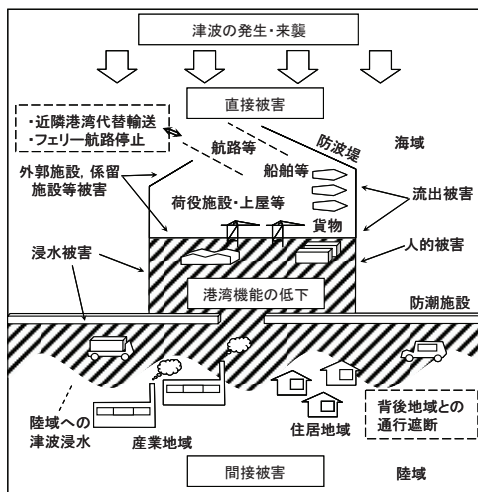


図-1 津波被害の波及のイメージ

## 2. 港湾及び背後地域における津波被害の波及過程及び被害想定手法の検討

港湾は、物流等の機能で水際線を利用するため、港湾内の大部分の区域が津波・高潮防護ラインの外側に位置するという特性がある。津波が来襲すると浸水等による「直接被害」だけでなく、港湾機能の低下等による「間接被害」が広範囲に発生する(図-1)。そこで、直接被害だけでなく間接被害をも含めた津波被害の波及過程の整理、モデル港湾における被害額の試算等を行った。なお、これらは「新たな津波防災検討委員会」(委員長：京都大学防災研究所高山知司教授、国土交通省港湾局)における有識者等による議論をふまえたものである。

津波被害の波及過程は、港湾及び背後地域を対象として、過去の津波被害事例<sup>2)</sup>、類似の沿岸域災害事例等をもとに津波被害を抽出・分類した。ここでは、外郭施設、係留施設等の被害、浸水被害、流出被害及び人的被害の「直接被害」及び物流機能の低下、人流機能の低下、産業機能の低下等の「間接被害」の区分に着目した。表-1に1964年以降の港湾及び背後地域における主な津波被害をまとめる。これによれば、防波堤、護岸堤体等の外郭施設・係留施設が津波による波力を受けて滑動・転倒する被害が発生している。港湾で上屋(保管商品を含む)、フェリーターミナル、漁業施設、荷役機械等の浸水被害が発生している。また、背後地で工場、住居等の浸水被害、場合によっては火災が発生している。原木、漁船、自動車、家屋残骸物(ガレキ)、コンテナ、危険物等の流出被害も発生した。人的被害は、地震による被害を含み、また、港湾だけの被害ではないが、多い場合で数十人程度の人的被害が発生し、特に港湾工事従事者及び来訪者多数の被害が発生した事例がある。背後地域の長期浸水、入港禁止等の港湾機能の低下による間接被害も発生した。この他、

表-1 1964年以降の港湾及び背後地域における主な津波被害

名称、発生年月日及び規模(M)	港湾及び背後地域における直接被害				港湾機能の低下等による間接被害
	外郭施設、係留施設等の被害	浸水被害	流出被害	人的被害(人)(地震被害を含む)	
新潟地震津波 1964/6/16, M7.5		倉庫内保管商品の浸水・商品価値損失	石油タンクから危険物の流出・炎上、原木の流出	26	背後地域の長期浸水による商工業の経済的被害
十勝沖地震津波 1968/5/16, M7.9		建築物の浸水	船舶の流出	52	
日本海中部地震津波 1983/5/26, M7.7	導流堤、埋立護岸等の滑動・転倒	漁業施設の浸水・損壊、背後地域の工場、住居の浸水	原木の流出、漁船の流出	104	原木回収に伴う入港禁止による港湾活動停止
北海道南西沖地震津波 1993/7/12, M7.8	防波堤、護岸堤体等の滑動・転倒	フェリーターミナルの浸水・損壊、漁業施設の浸水・損壊、背後地域の家屋の火災	自動車の流出、漁船の流出、家屋残骸物の流出	230	流出物回収によるフェリー運航停止
北海道東方沖地震津波 1994/10/4, M8.2				10	
十勝沖地震津波 2003/9/26, M8.0		フェリーターミナルの浸水、荷役機械の浸水・修理	コンテナの流出、漁船の流出	2	セメント供給の長期間停止・近隣港で代替

類似した沿岸域災害として台風に伴う高潮災害事例等を参考に、プレジャーボートの流出等の津波により発生すると予測される被害を別途抽出した。

これらをふまえ、図-2に港湾及び背後地域における津波被害の波及過程をまとめた。外郭施設、係留施設等の被害、浸水被害、流出被害及び人的被害の区分に着目しつつ、直接被害及び間接被害の時間的・空間的な連関を波及過程図として整理した。

さらに、清水港等を対象として、既往の被害想定手法<sup>3)</sup>等を参考に、津波被害の波及過程図のうち被害が想定される主な項目の被害想定額を試算した。表-2に清水港の試算結果を示す。あくまで試算値であるが、外郭施設等の被害を除く浸水被害及び流出被害(直接被害)は約1,099億円、間接被害は約102億円となった。現在、被害算定手法の精査等を実施しているところである。

### 3. 津波漂流物の漂流・衝突挙動のモデル化

港湾は、津波時に漂流する危険性の高いコンテナ、木材、船舶等を多数、蔵置・係留している。津波が発生し、津波漂流物が陸域へ漂流した場合は、港湾・

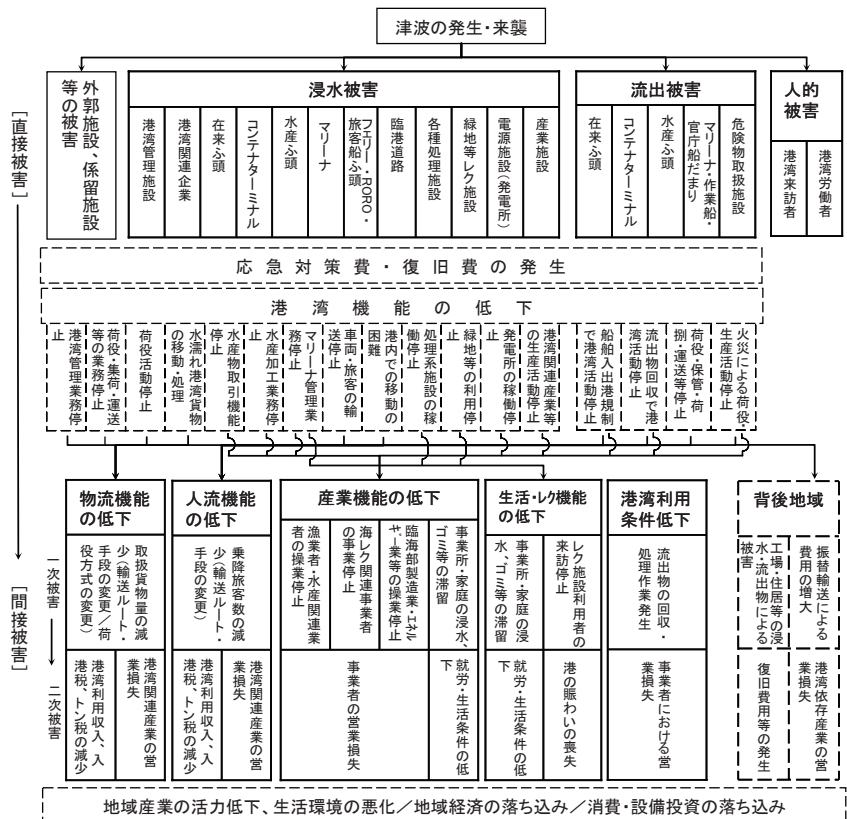


図-2 津波被害の波及過程図

表-2 清水港の被害想定(試算値)

直接被害	1,099 億円
うち 浸水被害	1,072 億円
うち 流出被害	27 億円
間接被害	102 億円
人的被害(被害を受ける可能性のある港湾労働者及び来訪者数)	24,812 人

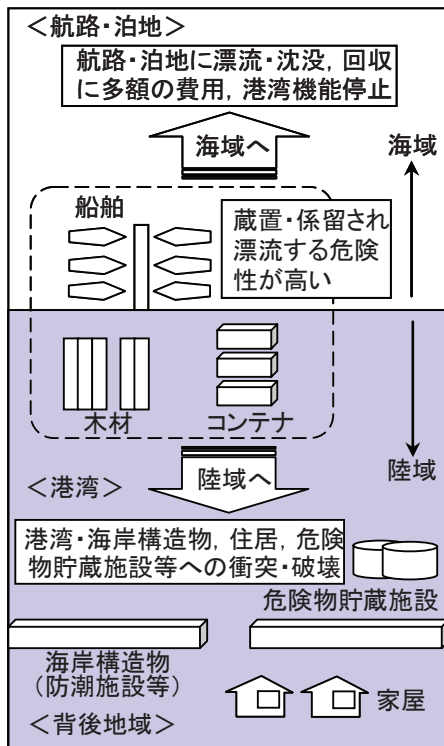


図-3 津波漂流物による被害のイメージ

海岸構造物、住居及び危険物貯蔵施設への衝突・破壊等の大きな被害を引き起こすと考えられる。また、津波漂流物が海域へ漂流した場合は、航路・泊地に漂流・沈没し、多額の回収費用が発生するだけでなく水域の安全が確保されるまで港湾機能が停止する等の被害を引き起こすと考えられる(図-3)。しかし、このような港湾及び背後地域における津波漂流物被害について、体系的な検討はこれまでほとんどなされていない。一方、津波による浸水範囲の予測等を目的として各港湾を対象に津波の平面2次元数値シミュレーションが積極的に行われている<sup>4)</sup>。こうした既存の津波数値シミュレーションの成果を活用しつつ、比較的簡易で実用的な津波漂流物被害を想定する手法開発が求められている。そこで、こうした観点から、コ

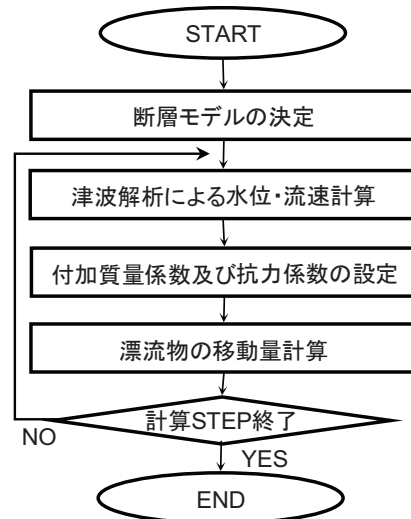


図-4 漂流挙動の検討フロー

ンテナ等の津波漂流物の漂流・衝突挙動のモデル化を行っている。これにより、今後、津波漂流物被害の予測・評価、被害を最小化するためのコンテナ、船舶等の港湾内における適正な蔵置・係留場所の検討等の効果的な津波漂流物対策が検討できる。

漂流・衝突挙動のモデル化の概要を述べれば次のとおりである。まず、対象地域について津波の平面2次元数値シミュレーションを実施し、水深及び流

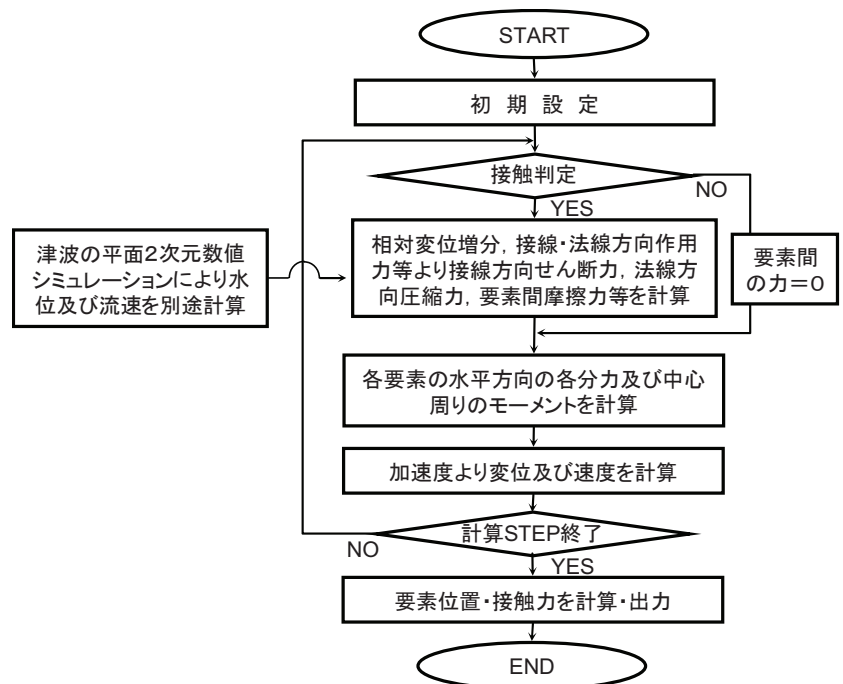


図-5 衝突挙動の検討フロー

速分布を把握したうえで、津波漂流物に作用する抗力及び慣性力を評価し、津波漂流物に関する運動方程式を解くことにより、津波漂流物の挙動を計算する（図-4）。また、津波漂流物と港湾・海岸構造物との衝突、津波漂流物の回転等について検討するため、個別要素法（DEM: Distinct Element Method）を用いて津波漂流物をいくつかの要素で表現し、津波の平面2次元数値シミュレーション結果を取り込みながら、津波漂流物が港湾・海岸構造物に接触した場合の衝突力を計算する（図-5）。なお、津波漂流物をいくつかの要素で表現するにあたり、個別要素法に目黒（1988）<sup>5)</sup>による連結要素の考え方を付加している。

現在、大学等の研究機関で実施されているコンテナの漂流に関する実験結果<sup>6)</sup>等を参考としながら、本モデルによる津波漂流物の漂流・衝突挙動の再現性の検証を行っているところである。その際、津波漂流物に作用する抗力及び慣性力の評価、津波漂流物が拡散して漂流していく現象の表現、構造物近傍における構造物からの津波の反射波による衝突力への影響等を適切に考慮する必要がある。そのうえで、実際の港湾についてコンテナ等の漂流・衝突挙動をシミュレーションすることにより、津波漂流物被害の予測・評価等を実施する。

#### 4. 津波による社会的影響の軽減にむけて

人口・資産が集積し、港湾、海岸等の多様な機能が存在している沿岸域は、津波による被害を受けやすく、また、それに伴う社会的影響も非常に大きいことが特徴である。今後、津波被害の波及過程の体系的把握・被害評価、津波漂流物被害の予測・評価等を通じて、沿岸域における適切な津波被害の減災対策、社会経済状況も勘案した対策の優先順位の検討等が必要である。また、沿岸域の有する全ての機能を津波から完全に防護することは困難であり、人的被害を発生させないことはもちろんであるが、防護すべき機能の選定手法、減災にあたっての官民の役割分担の検討等が必要である。

#### 【参考文献】

- 1) 熊谷兼太郎・小田勝也：港湾及び背後地域における津波被害の波及過程に係る検討、土木学会第60回年次学術講演会概要集、2-177、pp. 353-354、2005. 9
- 2) 「1993年7月12日北海道南西沖地震全記録」(北海道新聞社、1993. 9)、「旧海南市市政施行70周年記念誌」(和歌山県海南市、2005. 4)等
- 3) 治水経済調査マニュアル(案)、建設省河川局、2000. 5等
- 4) 例えば、和歌山下津港、清水港、高知港、八戸港
- 5) 目黒公郎：粒状体シミュレーションによるコンクリート構造の破壊解析、地震研究所彙報、Vol. 63、pp. 409-468
- 6) 例えば、水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史：エプロン上のコンテナに作用する津波力と漂流衝突力に関する研究、海岸工学論文集第52巻、pp. 741-745、2005. 10