

付録1. 港湾における津波被害と港湾資産被害額

全国の港湾資産額と被害額を試算した結果を示す。

まず港湾資産を公共部門と民間部門に分類し、公共部門の資産対象施設に防波堤、岸壁及び護岸等を含む港湾公共施設、港湾整備事業、海岸整備事業等により整備した施設を計上している。算出はP I法により行っている。P I法とは施設の新設費用及び改良費用及び災害復旧費（デフレーターを考慮した実質値）に施設の平均耐用年数、被害発生年数を考慮してストック額を算出したもので、「日本の社会資本－21世紀へのストック」（経済企画庁総合計画局編）において、1993年までの港湾公共資産（ストック額）が算出されており、それに基づき、2003年までのストック額を再算出した。また新設改良費は港湾整備事業、海岸事業、港湾機能施設整備事業、港湾関係民生活業に係る費用を、災害復旧費は港湾関係災害復旧事業に係る費用を計上した。1952年以前の施設の新設改良費用及び災害復旧費用については、「港湾資産の推計」（昭和41年3月、運輸省港湾局計画課）により通常事業費（直轄＋地方）及び災害復旧事業費分を計上した。こうして、2003年（平成15年）時点の港湾公共資産（ストック額）を試算すると、約31.2兆円となる。

次に民間部門の資産額の試算方法を以下に示す。

①家屋資産

- ・漁業、製造業、倉庫業、小売業、マリナー業の家屋資産：

延床面積×建設単価×残存価格率（30%）

②償却・在庫資産

- ・漁業（漁家、漁船）：
漁家＝漁家数×1戸当たり償却・在庫資産額
漁船＝漁船数×中古漁船1隻当たり価格
- ・建設業、製造業、電気・ガス水道・熱供給業、運輸通信業、卸小売業、サービス業、公務：
従業員数×1人当たり償却・在庫資産額
- ・貨物：
取扱貨物量×1トン当たり価格
- ・プレジャーボート：
保管数×中古艇1隻当たり価格
- ・在港一般船舶、作業船：
隻数×船価×残存価格率（30%）

港湾労働者・来訪者等については、「臨海部産業動向調査」等各資料により集計した。

また算出に用いた資料は、港湾施設台帳データベース（平成11年）、国有資産一件別情報、港湾機能施設要覧（平成5～11年）、港湾統計年報（平成12年）、漁船統

計表（平成11年）、商業統計（平成6年）、工業統計（平成7年）、事業所統計（平成8年）、国勢調査（平成7年）、長期港湾政策策定調査（港湾管理者アンケート）等である。なお、算出対象とする資産は、港湾計画で土地利用計画を定めている範囲内にある資産である。

こうして港湾資産額を試算した結果を付表-1に示す。

付表-1 港湾資産額の試算結果

資産算出分野		資産額
公共部門	港湾整備事業による 港湾資産（P I法）	31.2兆円
	CIQ施設等その他施設	0.4兆円
	小計	31.6兆円
民間部門	家屋資産	9.0兆円
	償却・在庫資産	57.5兆円
	小計	66.5兆円
合計		98.1兆円
港湾労働者・来訪者等		760万人

この結果から、わが国の港湾における資産は約98兆円と推計され、その構成は民間部門が多く、全体の約68%を占めることがわかった。

津波による港湾被害額の試算については、津波被害の対象とする港湾資産額を以下の方法で計上した。

(1)公共部門

①家屋資産

- ・荷捌き施設、旅客施設、港湾厚生施設、港湾管理施設、廃棄物処理施設、CIQ施設、海保施設、三セク施設（交流施設、旅客ターミナル施設）、休憩所：
施設面積×建設単価×残存価格率（30%）

②償却資産

- ・係留施設、荷役施設、港湾管理用移動施設、船舶役務用施設、処理系施設、監視艇、巡視艇：
施設数（船舶の場合は隻数）×1施設当たり価格×残存価格率（30%）
- ・旅客施設、灯台：
建設費×残存価格率（30%）
- ・三セク施設（交流施設、旅客ターミナル施設）の設備：
三セク家屋資産×民間部門の償却・在庫資産／民間部門の家屋資産×一人当たりの償却資産／一人当たりの償却・在庫資産

(2)民間部門

①家屋資産

- ・漁業、製造業、倉庫業、小売業、マリナー業の家屋資産：

延床面積×建設単価×残存価格率（30％）

②償却・在庫資産

- ・漁業（漁家、漁船）：

漁家＝漁家数×1戸当たり償却・在庫資産額

漁船＝漁船数×中古漁船1隻当たり価格

- ・建設業，製造業，電気・ガス水道・熱供給業，運輸通信業，卸小売業，サービス業，公務：

従業員数×1人当たり償却・在庫資産額

- ・貨物（バラ貨物、コンテナ等）：

取扱貨物量×1トン当たり価格

- ・プレジャーボート：

保管数×中古艇1隻当たり価格

- ・在港一般船舶，作業船：

隻数×船価×残存価格率（30％）

(3)港湾労働者・来訪者等：

「臨海部産業動向調査」等各資料により集計

想定津波の設定は，既往調査に示される津波高のうち，最大のものをとっているが，内容を以下に示す．

①想定地震津波計算値

地震名：日本海東縁部および太平洋沿岸における各想定津波ごとに算出した沿岸最大津波水位の市町村平均値が最も高い想定地震（例：G1-1等（地体構造区分による断層モデル名））

津波高①：想定地震波で生じた沿岸最大津波水位の市町村最大値

②既往地震津波計画値

地震名：各想定津波ごとに算定した沿岸最大津波水位の市町村平均値が最も高い想定地震（例：明治三陸地震等）

津波高②：想定地震波で生じた沿岸最大津波水位の市町村最大値

③既往地震津波実態調査

地震名：当該市町村での既往最大津波高とその原因となった地震（例：昭和三陸津波等）

津波高③：実態調査により得た平均値

④遠地（チリ）地震最大痕跡高（津波高④）

当該市町村で観測されたチリ地震津波による最大痕跡

⑤海岸データベース計画津波高

決定根拠：津波高を決定した根拠（例：痕跡，シミュレーション解析等）

津波高⑤：決定根拠による津波高

⑥東海地震最大津波高（津波高⑥）

中央防災会議資料に基づく最大津波高

⑦東南海＋南海地震津波読取值（津波高⑦）

中央防災会議資料による海岸の津波の高さの市町村

最大値を港湾位置において読み取った値

これらの津波高のうち、想定津波被害判定に用いる津波高は、上記の①～⑦のうちの最大津波高とする．

津波による港湾被害額等の試算は、次の要領で行っている．

判定A：津波が海岸保全施設天端を越える場合

判定B：津波が埠頭天端高を越えるが海岸保全施設天端を越えない場合

判定C：津波が埠頭天端高を越えない場合

各港湾をこれら3つに分類し，各港での被害額は，「Tsunami＝三陸地震」（首藤伸夫）等を参考に，津波高2m未満の地域では資産額に0.5を乗じ，2m以上の地域では1.0を乗じ，重要港湾以上，地方港湾ごとに試算した．これらの試算結果を付表-2に示す．

付表-2 津波による港湾の被害額（単位：10億円）

項 目	重要港湾以上	地方港湾
判定Aの港湾の被害額（試算）	1 9, 2 1 5	1 1 0
判定Bの港湾の被害額（試算）	1 3, 1 2 0	1 9
津波による港湾被害額の総計	3 2, 3 3 5	1 2 9
合 計	3 2, 4 6 4	

結果，津波による港湾被害額の総計は約32.5兆円となる．

付録2. モデル港湾における津波対策のケーススタディ

ここでは，モデル港湾を対象として，どのような津波対策が必要となるかをケーススタディにより明らかにしている．内容的には，避難対策、流出対策、応急対策の3つについて検討を行っている．モデル港の抽出に際しては，

- ・津波を伴う大規模地震が切迫する地域の港湾
- ・国内外の輸送拠点となる港湾

ということを考慮し，清水港を抽出することとした．

(1)避難対策のケーススタディ

①津波によって被災する可能性のある労働者・来訪者数の推計

清水港での検討対象エリア内の民間企業労働者数と来訪者数を以下に示す．

- ・新興津地区（約306,000㎡）：民間企業労働者数165人
- ・興津地区（約443,000㎡）：民間企業労働者数1,268人
- ・袖師地区（約939,000㎡）：民間企業労働者数1,625人
- ・江尻地区（約659,000㎡）：民間企業労働者数2,275人，

来訪者数40人

- ・日の出地区（約481,000㎡）：民間企業労働者数3,655人，来訪者数15,000人
- ・富士見地区（約614,000㎡）：民間企業労働者数1,911人
- ・折戸地区（約210,000㎡）：民間企業労働者数699人，来訪者数20人
- ・塚間地区（約596,000㎡）：民間企業労働者数1,506人
- ・貝島地区（約1,172,000㎡）：民間企業労働者数486人
- ・三保地区（約81,000㎡）：民間企業労働者数265人，来訪者数20人

ここで、港湾の労働者数は、総務省統計局の地域メッシュ統計「H13 事業所・企業統計調査」による産業分類別従業者メッシュデータを地区毎に抽出・整理したものであり、港湾の来訪者数は、港湾管理者ヒアリングによるものである。

安全避難困難区域の推計は、「地下空間における浸水対策ガイドライン同解説」に示される安全避難が困難となる領域に含まれる地域を「安全避難困難区域」としており、検討対象者は、港湾労働者を想定し、165cm（日本人成人の平均身長）としている。被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数と津波到達時間を地区毎に整理したものを以下に示す。

- ・新興津地区
浸水域面積：306,000㎡（内安全避難困難区域0），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：165人，津波到達時間：9分
- ・興津地区
浸水域面積：341,600㎡（内安全避難困難区域88,400㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：978人，津波到達時間：9分
- ・袖師地区
浸水域面積：422,000㎡（内安全避難困難区域104,800㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：731人，津波到達時間：12分
- ・江尻地区
浸水域面積：383,100㎡（内安全避難困難区域156,100㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：1,346人，津波到達時間：14分
- ・日の出地区
浸水域面積：451,900㎡（内安全避難困難区域214,400㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：17,526人，津波到達時間：14分
- ・富士見地区
浸水域面積：515,800㎡（内安全避難困難区域180,30

0㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：1,606人，津波到達時間：18分

- ・折戸地区
浸水域面積：208,900㎡（内安全避難困難区域137,000㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：716人，津波到達時間：20分
- ・塚間地区
浸水域面積：495,600㎡（内安全避難困難区域91,900㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：1,253人，津波到達時間：15分
- ・貝島地区
浸水域面積：573,900㎡（内安全避難困難区域80,600㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：238人，津波到達時間：14分
- ・三保地区
浸水域面積：71,700㎡（内安全避難困難区域41,700㎡），被災する可能性のある港湾労働者・来訪者数：253人，津波到達時間：14分

②津波到達時間までの避難可能距離の推計

避難行動条件を以下のとおりとした。

- ・地震発生後の避難行動開始時間を5分とし、津波到達予想時間から5分を減じたものを避難港同時時間とする（中央防災会議「津波による死亡者の想定」）
- ・避難時の歩行速度：80m/分（不動産鑑定における歩行速度）

よって避難可能距離は

避難可能距離＝歩行速度×（津波到達予想時間－5分）である。

避難場所、避難ルートの指定については、以下のとおりとした。

避難施設の指定方法は

- ・検討対象エリア内における既存施設で避難施設としての機能を有するものに関しては、基本的に全て避難施設として指定する。
- ・浸水域から津波到達時間内に、避難施設としての機能を有する既存施設まで避難不可能な場合には、新たに避難施設を整備する。

とした。

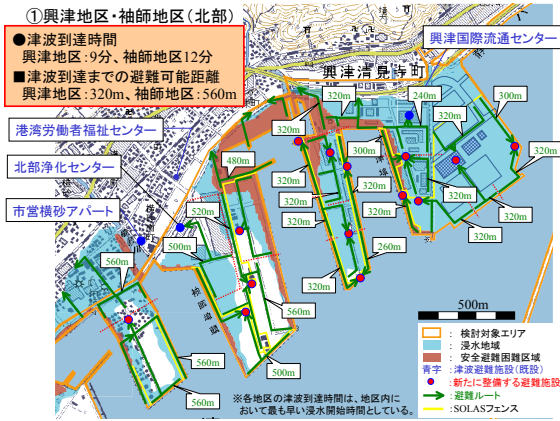
避難ルートの指定方法については、

- ・安全避難困難区域から避難場所に至る場合を除き、避難ルート上の一部に安全避難困難区域を含むような避難ルートの設定は行わない。
- ・コンテナヤード内や野積み場内を通り避難せざるを得ない場合は、地震により貨物・コンテナ等の倒壊のおそれが極力少ないルートを設定する。

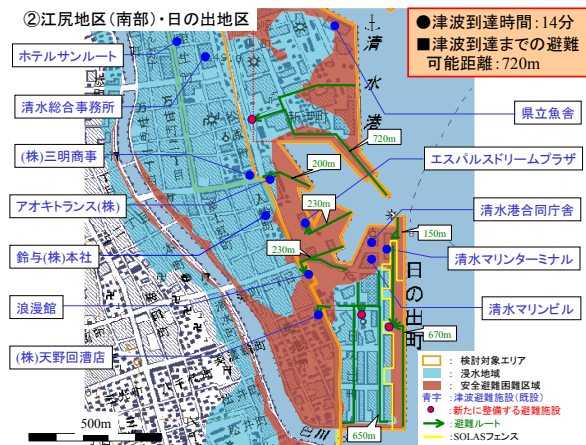
- ・建物等の倒壊のおそれがあるルートを設定する必要がある場合は、建物等の耐震化を行う。

とした。

以上の条件で、避難施設、避難ルートの指定を行った結果を付図-1、付図-2に示す。



付図-1 清水港北部の避難施設、避難ルートの指定結果



付図-2 清水港南部の避難施設、避難ルートの指定結果

これらの結果から、赤色で塗った安全避難困難区域を解消するには、赤色の丸で印を付けた避難施設を新たに整備する必要があることがみてとれる。

(2)流出対策のケーススタディ

ここでは、津波浸水により、流出する可能性のある貨物として、「空コンテナ」、「原木」及び「チップ」を想定し、流出対策の検討を行う。

まず清水港の施設ごとの「空コンテナ」、「原木」、「チップ」の数量を以下のように把握した。

- ・空コンテナ：港湾管理者ヒアリング
- ・原木、チップ：津波来襲時における取扱量を次式よ

り推計

$$\text{貨物取扱量} = \text{年間取扱貨物量} / \text{回転率 (回/年)}$$

ただし、回転率を10とする

地区別には以下のとおりである。

- ・興津第1ふ頭（空コンテナ）
保管施設面積：33,000㎡，空コンテナ（20ft換算）
蔵置数：800個
- ・興津第2ふ頭（空コンテナ）
保管施設面積：68,400㎡，空コンテナ（20ft換算）
蔵置数：3,000個
- ・袖師第1ふ頭（空コンテナ）
保管施設面積：159,800㎡，空コンテナ（20ft換算）蔵置数：3,400個
（原木）
保管施設面積：50,900㎡，原木蔵置量：8,100t
- ・袖師第2ふ頭（チップ）
保管施設面積：55,500㎡，チップ蔵置量：48,700t
- ・富士見ふ頭（チップ）
保管施設面積：95,000㎡，チップ蔵置量：83,400t
- ・折戸野積場1号（原木）
保管施設面積：23,100㎡，原木蔵置量：3,700t
- ・折戸陸上貯木場（原木）
保管施設面積：26,600㎡，原木蔵置量：4,200t
- ・折戸水面貯木場（原木）
保管施設面積：90,200㎡，原木蔵置量：3,000t

流出貨物量の推計方法は、流出被害の対象とする貨物の種類により、流出被害の発生する浸水深を以下のように設定した。

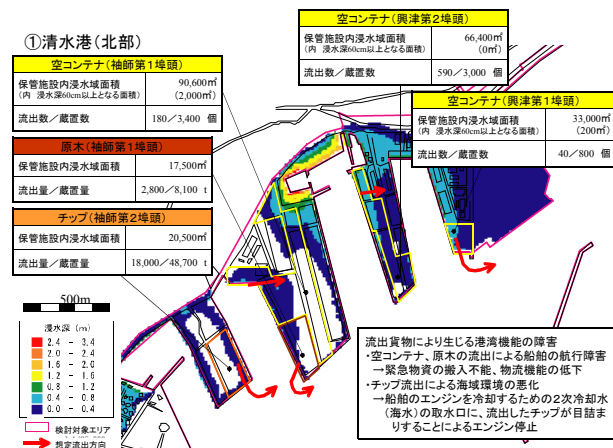
- ・空コンテナ
20フィートの空コンテナが流出する浸水深は3段積み を想定すると0.6mで流出するとされている。我が国の港湾における空コンテナの積み段数は3～5段が一般的であるため、ここでは危険側の3段積み を想定した。
- ・原木、チップ
原木、チップは、「浸水＝流出」するものと想定する。

流出貨物量の推計方法は、施設内において、流出被害の発生する浸水深以上となる面積の割合により、流出貨物量を推計した。すなわち

$$\text{流出貨物量} = (\text{流出被害発生浸水深以上となる区域の面積} / \text{施設面積}) \times \text{取扱数量}$$

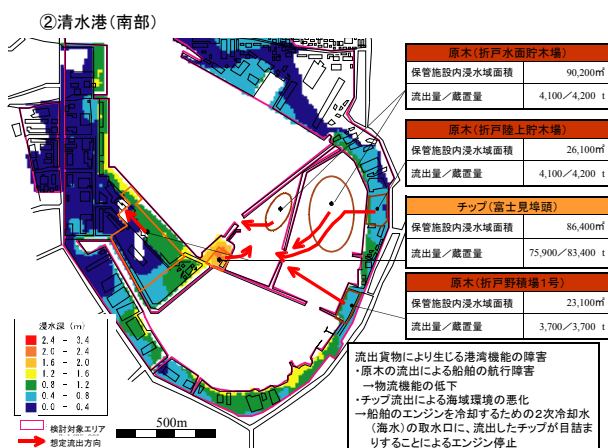
とした。

以上により算出した貨物の流出状況を付図-3、付図-4に示す。



付図-3 清水港北部における貨物の流出状況

付図-3からわかる流出貨物により生じる港湾機能の障害として、空コンテナ、原木の流出による船舶の航行障害があり、これにより緊急物資の搬入不能、物流機能の低下が起こる。またチップ流出による海域環境の悪化が発生し、船舶のエンジンを冷却するための2次冷却水(海水)の取水口に流出したチップが目詰まりすることによるエンジン停止が起こる。



付図-4 清水港南部における貨物の流出状況

また付図-4からは、原木の流出による船舶の航行障害が発生し、物流機能が低下することがわかる。またチップ流出による海域環境の悪化が発生し、船舶のエンジンを冷却するための2次冷却水(海水)の取水口に流出したチップが目詰まりすることによるエンジン停止が起こることがわかる。

これらの結果から考えられる貨物流出対策の案をまとめると、以下ようになる。

①空コンテナの流出対策

- ・蔵置面の嵩上げ
- ・ヤード周辺における流出防止施設の整備
- ・ヤード内の低浸水区域への蔵置

②原木の流出対策

- ・貯木場周辺における流出防止施設の整備
- ・陸上貯木場原木の固縛
- ・陸上貯木場内の低浸水区域での保管
- ・水面貯木場原木のワイヤー係留強化

③チップの流出対策

- ・野積み場周辺における流出拡散防止施設整備
- ・ネットによる被覆

(3)応急対策のケーススタディ

ここでは、津波被災後、港湾機能の低下要因として最も影響の大きいと考えられる流出物の回収に関して、清水港で策定されたマニュアル等を参考として示す。

まず「清水港地震災害対策マニュアル」の概要であるが、清水港においては、「清水港地震災害対策マニュアル(平成16年3月)」を策定し、行政と民間が相互に連携した迅速な対応業務の実施を図っている。このマニュアルの流れとしては、津波警報の発令後、

- ・船舶の港外退避(大型船の退避)
- ・木材チップ等の拡散防止措置(船舶の港外退避後、オイルフェンスを展開)
- ・木材の流出防止措置(野積み場の原木の固縛等)
- ・移動式荷役機械の避難(フォークリフト、クレーン等の避難)
- ・ふ頭内に駐車している車両の移動(各企業の従業員の自家用車の移動)
- ・プレジャーボート対策(放置艇対策の推進)
- ・上屋・倉庫内荷物の内陸への移動(緊急物資搬入スペースの確保)

のような地震に伴う津波来襲前の予防措置を講じ、発災後には、津波警報解除後、3日目までに港湾機能の応急復旧を図ることを目標として、応急復旧措置を講じている。応急復旧作業の優先順位としては、一番目には航路の啓開と耐震岸壁の使用可能化を挙げており、二番目には一般岸壁のうち、応急復旧可能な岸壁の使用可能化を挙げている。作業としては、深浅測量等を2日目までに終え、流出チップ回収を1日目に、流出木材回収、木質瓦礫の回収、沈没自動車等の引き上げ(耐震強化岸壁の周辺のみ)を3日目までに終了させ、緊急物資の搬入を30日目まで行い、本格復旧を図ることとしている。

深浅測量等港内調査の実施及び被災状況に関する情報収集についてであるが、清水港では、津波警報解除後の応急対策の第一として、行政機関においては、各自港内の調査を実施するとともに、民間においては、各企業→所属する業界団体→港湾管理者のルートで、被災状況を

調査・報告することになっている。

流出物回収体制については、行政から民間への協力要請に基づき早期に確保することとしている。具体的には、初動時の窓口を、行政は清水港管理局に、民間は清水建設業協会に、それぞれ一本化し、行政の協力要請に基づき、民間は早急に流出物の回収作業に関する体制を確保することとしている。

また流出物の回収作業を優先的に実施する箇所を決定し、民間の協力の下、迅速に回収作業を実施することにしており、まず最優先応急対策実施箇所を

- ①新興津・興津ふ頭の耐震強化岸壁周辺水域
- ②航路から①に至る水域
- ③日の出ふ頭の耐震強化岸壁に至る水域
- ④その他使用可能な岸壁に至る水域

の順で決定し、

・流出チップ回収については

石油災害防止会にオイルフェンスの要請→海上保安部の専用船及び曳船所有会社にオイルフェンスの展張及びチップの回収作業を要請→集めたチップを起重機により陸揚

・流出木材回収については

流出木材を作業船で水面貯木場まで曳航→それが困難な場合は、筏組して三保又は貝塚方面に曳航・係留

・木質瓦礫の回収については

除去要請→水域の状況・海底面の測量結果に関する情報入手→作業船2隻を1組とし、網・ワイヤー・ロープを引いて瓦礫を収集→集めた瓦礫を海洋土木会社の起重機船近くまで曳航→起重機により陸揚

・沈没自動車等の引き上げについては

クレーン船及び潜水士船による引き上げ
といった手順でそれぞれ実施することとしている。

流出物の回収後は、行政・民間の連携により、緊急物資の受け入れを迅速に実施することにしており、緊急物資輸送機能を確保することとしている。