

衣浦港臨海部における避難対策の検討

上村 高大¹・山本 康裕²・豊田 正博³・平野 正浩⁴・殿最 浩司⁵・
蒲原 さやか⁶・秀島 栄三⁷・川崎 浩司⁸・高木 朗義⁹

¹非会員 愛知県 建設部港湾課 (〒460-8501名古屋市中区三の丸三丁目1番2号)
E-mail:takahiro_kamimura@pref.aichi.lg.jp

²非会員 愛知県 衣浦港務所 (〒475-0831 半田市十一号地1-1)
E-mail:yasuhiro_yamamoto@pref.aichi.lg.jp

³非会員 愛知県 建設部港湾課 (〒460-8501名古屋市中区三の丸三丁目1番2号)
E-mail:masahiro_toyoda@pref.aichi.lg.jp

⁴非会員 愛知県 衣浦港務所 (〒475-0831 半田市十一号地1-1)
E-mail:masahiro_hirano@pref.aichi.lg.jp

⁵正会員 株式会社ニュージェック 港湾・海岸グループ (〒531-0074 大阪市北区本庄東二丁目3番20号)
E-mail:tonomokj@newjec.co.jp

⁶非会員 株式会社ニュージェック 港湾・海岸グループ (〒531-0074 大阪市北区本庄東二丁目3番20号)
E-mail:kamoharasy@newjec.co.jp

⁷正会員 名古屋工業大学教授 大学院工学研究科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)
E-mail:hideshima.eizo@nitech.ac.jp

⁸正会員 名城大学特任教授 (〒468-8502 名古屋市太白区塩釜口1丁目501番地)
E-mail:kawasaki@meijo-u.ac.jp

⁹正会員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193岐阜市柳戸1番1)
E-mail:a_takagi@gifu-u.ac.jp

本稿では、港湾関係者や地元市町と連携して、大規模災害後の港湾機能を維持継続するために、衣浦港で働く堤外地の就労者が、津波または高潮に対して堤外地から迅速かつ確に避難もしくは回避できる避難対策の検討を行った。その結果、地区によって特性が異なることから、各地区の社会的・地理的特徴に応じた避難行動のあり方を検討する必要があることが明らかとなった。また、意見交換会や避難検証を通じて得られた意見や課題を示すとともに、港湾地域における避難対策の現状とその必要性を確認した。さらに、より実効性のある避難対策とするために、周知・啓発の取組と情報共有・連携が図れる推進体制の構築を提案した。臨海部企業は、企業や地域防災力向上のために避難対策を推進し、市町や港湾管理者は、これらの取組を支援していくものとしている。

Key Words : *evacuation measure, tsunami evacuation, storm surge avoidance, waterside land, community cooperation*

1. はじめに

平成23年3月にマグニチュード9.0という日本で観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生し、我が国全体の産業活動や経済活動に大きな影響を及ぼした。衣浦港においても、近い将来発生が予想されている大規模地震等により大きな被害が発生することが懸念されている。また、愛知県は地形特性から、過去に高潮により大きな被害を受けており、近年でも平成21年10月に愛知県沿岸に来襲した台風18号は、伊勢湾台風に匹敵する高潮となり、三河湾を中心に大きな被害となった。このような大規模災害が発生すれば、衣浦港の生産活動の停止や港湾機能の麻痺により中部圏における産業活動の低下ととも

に、我が国産業のサプライチェーンが途絶する恐れがある。さらに、衣浦港では、数万人規模の就労者が従事しており、大規模災害時の確実な避難もしくは回避が事業継続という観点からも必要不可欠である。

一方、港湾地域、特に堤外地は、防護ラインより海側にあり、津波や高潮による浸水の可能性が高く、土地利用や公的サービス等が制約されるという特殊な条件下にある。また、立地・利用企業等の活動が中心となっていることから、より実効的な避難対策とするために、当該港湾における避難対策と整合を図りつつ、企業等による自主的・主体的な対策が講じられることが有効である。

このことを踏まえ、筆者らは港湾関係者や地元市

町と連携して、大規模災害後の港湾機能を維持継続するために、衣浦港で働く堤外地の就労者が、津波または高潮に対して堤外地から迅速かつ確に避難もしくは回避できる避難対策に取り組んでいる。そこで、本稿では、衣浦港の特性を踏まえて避難対策の必要性について整理し、想定災害に対する避難対策について検討した結果を示す。意見交換会や避難検証の概要を示すとともに、避難対策の現状とその必要性の理解・認識を確認し、避難対策の検証を行った。最後に、港湾における避難対策の推進に向けての周知・啓発の取組内容や連携体制の構築について提案する。

2. 衣浦港臨海部における避難対策の必要性

(1) 衣浦港の特性

港湾では、立地条件や地勢条件等から、津波や高潮が来襲した際に迅速かつ確な避難を実現するための課題は多い。そこで、港湾の特殊性が反映された避難対策を検討するために、以下に示すように衣浦港の社会的・地理的特徴の整理を行った。

a) 地理的特性

堤内地が堤外地より標高が低い地域もある。

b) 産業上の特性

臨海部に産業が集積しており、堤外地に数万人規模の就労者が従事している。

c) 地震・津波に対する特性

津波の到達時間は、発災後 50～75 分程度である。

堤外地の一部が浸水、または、堤内地が広く浸水する可能性がある。

d) 高潮に対する特性

湾口が南に開き、湾の南北の距離が長いこと、外洋の海水が流入しやすい地形である。

台風が愛知県の西を北上するとき、高潮が大きくなる特異な地形特性を持っている。

(2) 津波避難と高潮回避の考え方

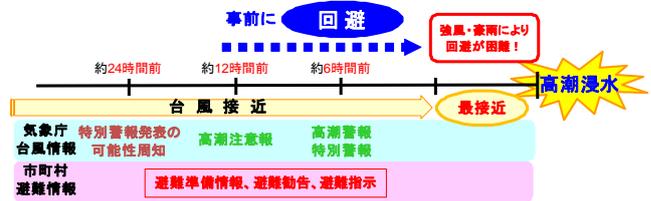
「避難行動」は、災害の種類に応じて取るべき避難行動が異なることから、図-1 に示すように、津波に対しては、地震・津波の来襲を事前に予測することは不可能であるため「直ちに避難」とし、高潮に対しては、台風の発生からコースや規模を事前に予測することが可能であるため「事前に回避」とした。

(3) 地域連携の現状と課題

衣浦港において、中小企業から大企業まで多様な企業が数多く立地しているが、地区ごとの自主防災組織など、地域連携の既存組織がない。防災や避難に関しては、それぞれの企業が個々に対応しているのが現状である。より実効的な避難対策とするためには、防災・避難に関して企業等による自主的・主体的な対策が講じられるとともに、災害時における企業間の協働を通じて地域防災力の向上が課題となる。



(a) 津波避難



(b) 高潮回避

図-1 「津波避難」と「高潮回避」の考え方

3. 避難行動に資する浸水想定

(1) 対象範囲

本検討では、堤外地を避難対策の対象範囲とした。堤外地は、津波シミュレーションにおいて浸水しない場合でも、場所によっては想定以上の施設被害が発生し、浸水範囲が拡大する可能性があるため、津波による浸水の有無に関わらず、避難対象地域とした。

(2) 対象災害

a) 想定津波

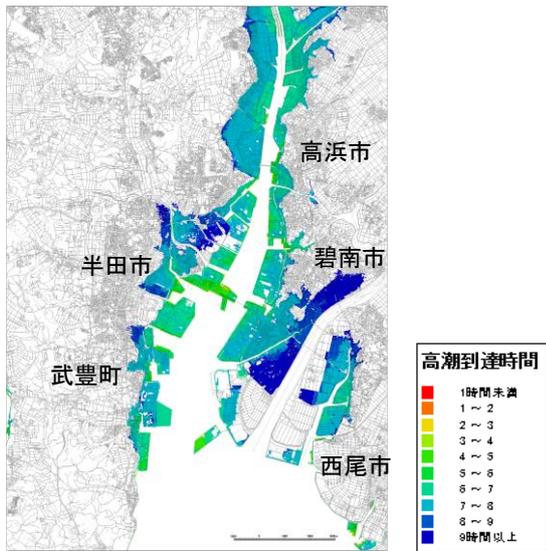
対象とする津波は、「最大クラスの津波」として、愛知県が検討を行った「理論上最大想定モデル」とした。これは、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」公表の 11 モデルのうち、愛知県への影響が大きいと想定されるケース 5 つを選定し、その結果を重ね合わせ最大となる浸水域、浸水深を抽出したものである¹⁾。

b) 想定高潮

対象とする高潮は、愛知県が想定外力の条件を変えた複数のシナリオに基づき、湾の形状などに代表される地形特性を考慮して検討を行った「高潮ケース 2 (室戸台風級)」とした²⁾。

表-1 各市町の津波到達時間と最大津波水位

市町名	津波到達時間	最大津波水位
半田市	64 分	T.P.+3.3m
武豊町	55 分	T.P.+3.3m
高浜市	75 分	T.P.+3.3m
碧南市	55 分	T.P.+3.2m
西尾市	50 分	T.P.+4.6m



※台風が潮岬付近に上陸した時点からの浸水開始時間
図-2 高潮浸水開始時間
 (高潮ケース 2 (室戸台風級))

(3) 津波到達時間

避難対策を検討するにあたり、避難行動の範囲を把握するために「避難困難地域」を抽出する必要がある。「避難困難地域の抽出」において必要となる津波到達時間の設定を行った。津波到達時間は、表-1 に示すように愛知県において公表している各市町村別の津波到達時間を用いて設定した³⁾。

(4) 高潮浸水開始時間

高潮回避の行動開始時点の判断のために、高潮の到達時間図を図-2 に示す。衣浦港では、台風の紀伊半島上陸から 3~4 時間で最接近し、潮位によっては、最速で上陸して 4 時間後から高潮による浸水が開始する結果となっている²⁾。

4. 津波避難対策の検討

避難対策の現状とその必要性を把握するために、図-3 に示すフローに従って、津波避難対策の検討を行った。

(1) 避難可能距離の推計

地震発生後の津波からの避難は、原則徒歩での避難を前提として、避難可能距離 (津波到達までに避難目標地点に向かって移動できる距離) を式(1)で推計した⁴⁾。

また、衣浦港においては最大 30cm 程度の液状化が想定されているため、避難可能距離の推計に際して、路面性状の影響として液状化による速度低減を 0.65 とした⁵⁾。

$$L_1 = P_1 \times v \times (T - t_1) \quad (1)$$

ここで、 L_1 は避難可能距離、 P_1 は歩行速度 (1.0m/秒)、 v は液状化による速度低減率 (0.65)、 t_1 は避難行動開始時間 (5分) である。

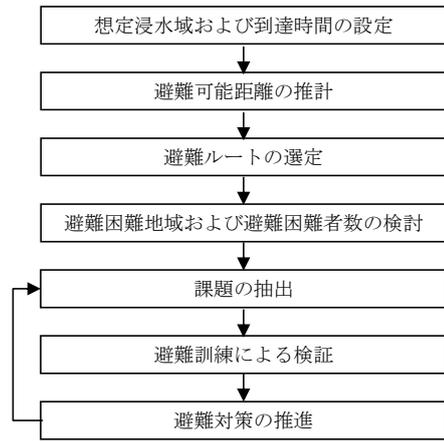


図-3 検討フロー

表-2 避難可能距離の推計結果

市町名	津波到達時間 (分)	避難可能距離 (m)
半田市	64	2,301
武豊町	55	1,950
高浜市	75	2,730
碧南市	55	1,950
西尾市	50	1,755

式(1)より推計した各市町の避難可能距離を表-2に示す。表-2から分かるように、衣浦港は南北に長い湾形状をしているため、津波到達時間は約20分、避難可能距離は約800mの差が南北で出ている。

(2) 避難ルートを選定

避難可能距離の推計結果を踏まえて、避難目標地点まで最も短時間でかつ安全に到達できることを前提として避難ルートを選定を行った。選定にあたっては、以下の項目に留意して選定した⁴⁾。

- ・避難目標地点は、「堤内地」もしくは「堤内地が浸水している場合はその浸水域外」までとする。
- ・橋梁等を有する道路を指定する場合は、落橋等による道路の寸断がないこと。
- ・SOLAS フェンスの存在・配置を確認し、作業時間開いているゲートのみ通行可能とする。
- ・防潮扉および臨海鉄道の高架橋の存在・配置を確認し、避難への影響を考慮する。
- ・地震動により堤防が破堤し、地震発生後すぐに浸水が始まると想定される箇所は避難ルートとして選定しない。

(3) 避難困難地域の抽出

津波到達までに設定した避難ルートを通して、避難目標地点まで到達できない地域を「避難困難地域」とした⁴⁾。抽出にあたっては、堤外地の津波による浸水の有無に関わらず、地区ごとに避難困難地域となる要因が異なるため、表-3 に示す要因により避難困難地域を分類した。

表-3 避難困難地域の分類

避難困難地域	要因	堤外地	堤内地	考え方
浸水による 避難困難地域	(a)堤外地の浸水による	浸水 あり	浸水 あり	津波到達までに、設定した避難ルートを通して避難目標 地点まで到達できない地域
孤立による 避難困難地域	(b)堤外地背後の堤内地 の浸水による	浸水 なし	浸水 あり	堤内地に浸水が広がる可能性があり、津波到達までに、 設定した避難ルートを通して避難目標地点まで到達でき ない地域
	(c)建造物の損傷による 避難ルートの寸断	浸水 なし	浸水 なし	建造物の崩壊や落橋により、津波到達までに、設定した 避難ルートを通して避難目標地点まで到達できない地域

表-4 避難困難者数の推計方法

項目	使用するデータ
労働者	・アンケート調査結果（平成 25 年度「避難対策に関するアンケート」実施） ・平成 21 年経済センサス（総務省統計局）
来訪者	・「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（社）日本港湾協会，平成 19 年 7 月）より，港湾の立地産 業に関連する交通量から推計
緑地利用者	・「平成 17 年度版公園緑地マニュアル」に掲載されている面積当たりの入園者数および上記基準に記 載されているピーク日利用者数に基づき推計

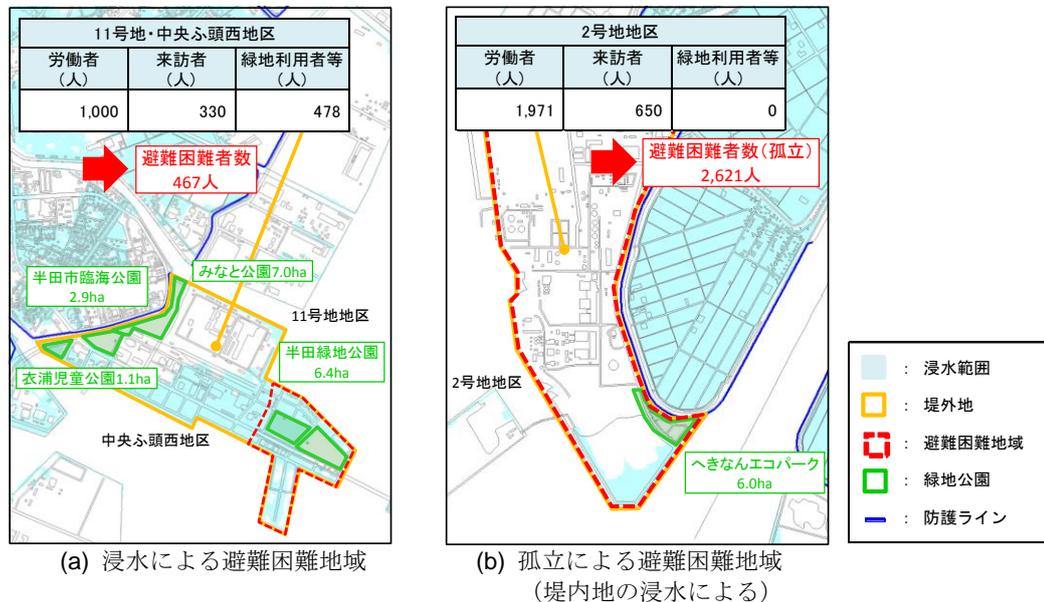


図-4 避難困難地域および避難困難者数の検討結果例

(4) 避難困難者数の推計

上述した避難困難地域内に滞留している人口を避難困難者数として表-4 に示すデータを用いて推計した。避難対象者として、衣浦港臨海部の労働者、立地・利用企業への来訪者および緑地やレジャー施設等の利用のために一時的に来訪する港湾利用者も考慮した。

(5) 津波避難に関する課題の抽出と避難行動のあり方

図-4 に避難困難地域および避難困難者数の検討結果例を示す。これらの検討結果を用いて、衣浦港における津波避難に関する課題を整理した。

衣浦港では、堤外地の浸水範囲は限定的であるが、「(a)浸水による避難困難地域」では、堤外地が浸水

し堤内地の避難目標地点まで避難できないため、堤外地内で垂直避難を検討する必要がある。「(b)孤立による避難困難地域（堤内地の浸水による）」では、堤内地に浸水が広がる恐れがあるため、堤外地内で垂直避難を含めた待避を検討する必要がある。さらに、衣浦港では、堤外地と堤内地を橋梁で結ぶ地域が多く、防護ラインに沿って臨海鉄道が通っている地域が存在する。「(c)孤立による避難困難地域（建造物の損傷による避難ルート寸断）」では、橋梁や臨海鉄道の高架橋の落橋や損傷により堤内地への避難が困難となる可能性があるため、堤外地内で垂直避難を含めた待避を検討する必要がある。

このように、衣浦港内においても、各地区の社会的・地理的特徴に応じた避難行動のあり方を検討することが重要であると考えられる。

5. 避難対策の検証

(1) 意見交換会の実施

意見交換会では、各関係市町に対して避難対策の検討結果を説明するとともに、港湾における避難対策の地域への反映や臨海部における避難対策の検討体制の構築について意見を取り入れ、今後の実効性のある避難対策の検討に取り組んでいる。主な意見として、以下のような意見が挙げられた。

- ・地震・津波と高潮では、事象が異なることを理解してもらい、正しい知識を持って避難対策の検討を行っていることを周知することが必要である。
- ・市町では、主に住民を対象とした避難対策の検討を行っているため、臨海部企業まで手が回らない。
- ・現時点で、企業側がどのような避難行動を取り決めているのか情報入手できていない。

防災意識の高い地区では、企業間で通信体制を構築し訓練を実施している地域もあるが、自主防災組織などの既存組織がないため、防災や避難に関して地域連携が希薄な状況である。意見交換会では、確実な避難のためには、地域や企業間の協働が重要であり、相互の避難対策の取組等について情報共有を行う場や連携体制の構築が必要であるという認識を得ることができた。

(2) 避難検証の実施

避難対策の検討において、中央ふ頭西地区は、浸水による避難困難地域が存在する。この地域では、津波が発生した場合、津波到達までに安全な高さが確保できる場所への避難が求められる。そのため、避難対策の検討結果を基に、問題点などを抽出して確実な避難に向けて避難の検証を行った。避難検証の実施日時・参加者等を表-5 に示す。避難検証の内容としては、避難開始から避難場所到着までの移動時間を計測し、危険な箇所や避難時に問題となる箇所

表-5 避難検証の実施日時・参加者等

実施日時	平成 26 年 12 月 17 日 (水)
参加者	港湾関係事業所 3 社, 衣浦港務所
内容	出発点 2 ヲ所, 避難場所 3 ヲ所設定 ルート 5 ルート設定



写真-1 避難検証の実施状況

所の有無を確認しながら検証を実施した。避難検証の実施状況を写真-1 に示す。

(3) 避難検証の結果と考察

避難検証の結果と避難時に問題となる箇所について整理したものを図-5 に示す。その結果、避難を開始してから約 40 分で避難が完了している。中央ふ頭西地区が位置する半田市の津波到達時間は 64 分となっているが、この結果から避難は十分に可能とは言い難い。災害時には、液状化や建物の倒壊等により歩行速度が低下することが予想される上に、避難開始までに作業を中止して荷役機械等の退避や工場施設等の停止などの、他者の安全確保や二次災害の防止のために必要な作業を行う必要があるため、平時からこれらを想定した取組が必要である。

また、避難検証を終えた参加者からは、「避難場所が孤立する可能性がある」「作業員への情報伝達手段は確立されておらず、最終的には個人で情報を入手し判断を行う」という意見が挙げられ、低地での一時的な避難場所や情報伝達手段も踏まえ、避難に最適な場所や経路も併せて検討していくことが重要と考えられる。

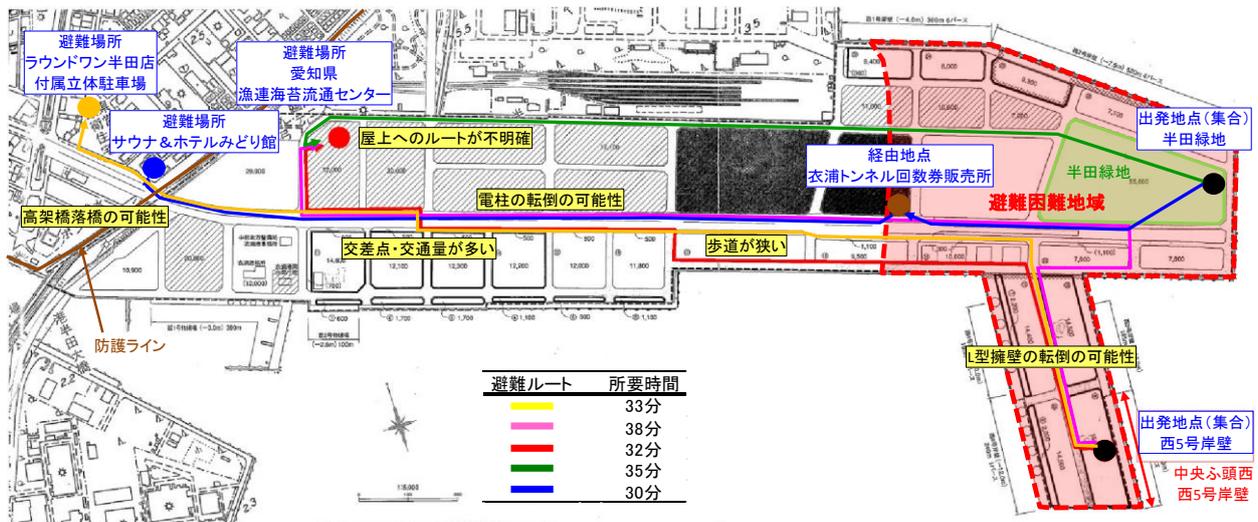


図-5 避難検証の結果および避難時の問題点

