

南海トラフ地震に対応した四国の広域的な 海上輸送の継続計画について*

Shikoku's continuity plan for extensive maritime transportation in to address Nankai Trough earthquake*

種村 誠之¹・新村 貴史¹・西岡 正則¹

¹非会員 四国地方整備局港湾空港部（〒760-8554 香川県高松市サンポート3番33号）

南海トラフを震源とする大規模地震・津波発生後には、四国内外から寄せられる緊急物資の海上輸送を迅速に行うため、また、地域経済を支える企業のサプライチェーンを維持するため、港湾機能の早期復旧が求められる。しかし、地震による港湾施設の被害だけでなく、津波により、太平洋沿岸・瀬戸内海・紀伊水道・豊後水道等においてがれき等の漂流物が発生し、それが潮流により拡散し、船舶航行の支障となることが懸念されている。

そのため、国土交通省四国地方整備局では、漂流物の発生量及び潮流による拡散状況を想定し、航路啓開の手順等について検討を進めている。

本発表では、四面を海に囲まれた四国にとってきわめて重要となる、広域的な緊急時の海上輸送機能の維持や早期回復に向けた検討状況について紹介する。

Key Words : 南海トラフ, 津波漂流物, 拡散シミュレーション, 航路啓開, サプライチェーン

1. はじめに

東日本大震災では、震災発生直後から現地情報収集と迅速な道路・航路の啓開作業により輸送経路を早期に回復させ、緊急物資輸送等の災害応急対策に大きく貢献することとなった。このような迅速な道路・航路啓開は、その後の復旧・復興へも極めて重要な役割を果たした。

四国においても、南海トラフにおける巨大地震・津波の発生が予想されている中、その備えを行っておくことは重要であり、東日本大震災の経験を活かしつつ、安全・安心な地域づくりのための港湾のあり方について、産学官の関係者により「四国の港湾における地震・津波対策検討会議」を設置し、検討を進めている。

以下では、同検討会が大規模地震発生時においても四国の港湾が総体として継続的な物流機能を確保・発揮し、社会経済活動への影響を最小限に抑えることを目的として、平成26年3月にとりまとめた「南海トラフ地震に対応した四国の広域的な海上輸送の継続計画」（以下、「広域継続計画」という）を紹介する。

2. 広域継続計画の役割と基本方針

(1) 広域継続計画の基本的な役割

四国は、周囲を海に囲まれ、人口や産業、エネルギー供給拠点が沿岸部に集中している地域であり、生活、経済、産業を支える重要な役割を海上輸送が担っている。

したがって、南海トラフを震源とする地震・津波の発生時には、臨海部の生命・財産を守るとともに、海上輸送機能の確保や迅速な復旧により、海からの緊急輸送経路を確保し、更に地域経済を支える企業のサプライチェーンを維持することが重要である。

これまでに四国では、個別の港湾において港湾の事業継続計画の策定に取り組んでいるが、一方で、南海トラフを震源とする地震・津波等による広範囲に及ぶ被害を受けた場合の海上輸送機能の維持のためには、四国全体や更に広域的な視点からの海上輸送機能の回復シナリオを考えておく必要がある。

広域継続計画は、このような基本認識のもと、港湾に係る多様な関係者が協働して港湾機能を維持し、もって海上輸送機能を確保できるよう、関係者が共有すべき行動計画という役割を果たすものである。

また、広域継続計画の策定により、個別港湾で策定する事業継続計画と連携しつつ、南海トラフ地震発生時に四国の港湾が総体として継続的な港湾機能を確保・発揮することが可能となるものである。（図-1）

(2) 広域継続計画の基本方針

大規模災害時における四国の広域的な海上輸送の継続を実現していくために、関係者が連携・協働して取り組む各種対策の基本的な考え方（方針）を以下のとおりとした。

- 大規模災害発生後の港湾機能の状況を迅速に把握し、特に海上輸送の機能回復の観点から必要な対策を講じる。
- 海上輸送の機能停止による社会経済活動への影響を勘案し、早期に必要な港湾機能の回復に努める。
- 大規模災害発生後の社会経済活動の影響を最小限に抑えるため、四国の港湾が連携し、被災港を補完する体制を構築する。

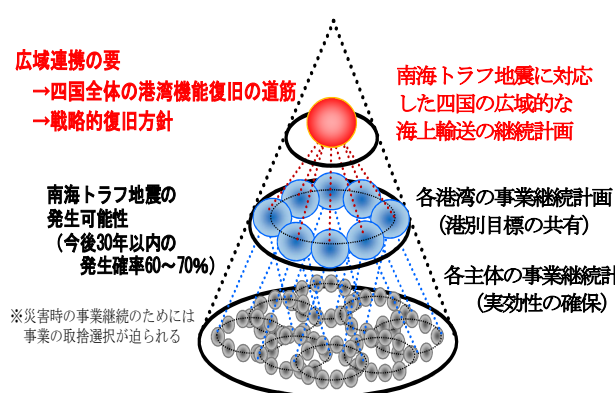


図-1 「南海トラフ地震に対応した四国の広域的な海上輸送の継続計画」と個別港湾の事業継続計画との関係

3. 対象とする地震・津波

従来の津波対策では、過去に繰り返し発生していた津波を想定津波としてきた。しかしながら、東日本大震災における津波はこれまでの想定を大きく上回り、甚大な被害を発生させた。

今後の津波対策を推進するにあたっては、津波の規模や発生頻度に応じて防護の目標を明確化する必要がある。ここでは南海トラフを震源とする地震について2つのレベルの地震・津波を想定した。

(1) 発生頻度の高い津波

南海トラフを震源とする地震による津波であり、概ね数十年から百数十年に1回程度発生すると予測される津波である。

具体的には、四国各県の地域防災計画で発生確率が高く、最大被害を発生させる地震として想定されている、1854 安政南海地震と同規模の地震、2連動型の東南海・南海地震 や3連動型の東海・東南海・南海地震等が想定される。

(2) 最大クラスの津波

南海トラフを震源とする最大クラスの地震による津波であり、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす津波である。

具体的には、中央防災会議の南海トラフ巨大地震モデル検討会が発表したケースのうち、四国の各県での地震動・津波高が最大となるケースが想定される。

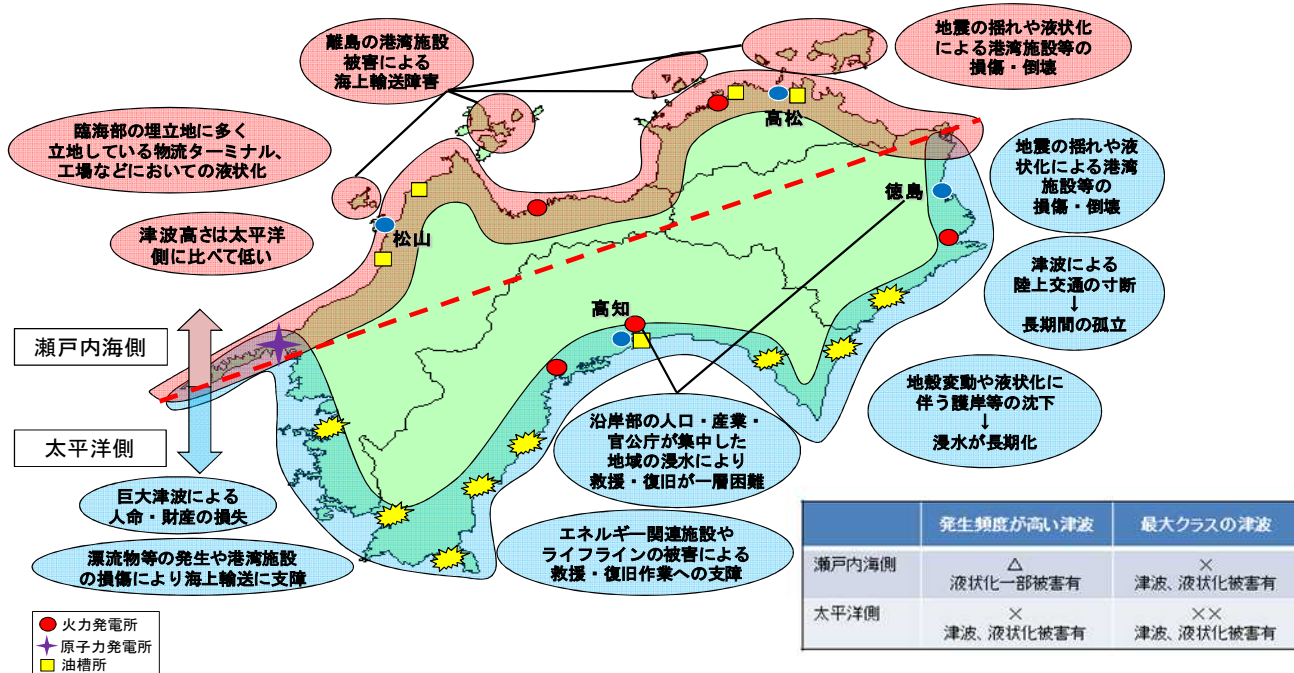


図-2 四国の港湾における地震・津波被害のイメージ（発生頻度の高い津波及び最大クラスの津波）

(3) 四国の港湾における地震・津波被害のイメージと 広域継続計画における地震・津波の想定

四国の港湾全体としての地震・津波被害のイメージを図-2のように想定した。

広域継続計画において、地震・津波対策を推進するにあたっては、地震・津波の規模や発生頻度に応じて防護の目標（災害発生後の資機材・物資等必要数量と不足数量の把握や港湾等被災状況に応じた輸送形態の想定等）を明確化する必要がある。

実効性の高い広域継続計画を策定するため、検討する際の基本ケースとして、被害想定を「発生頻度の高い地震・津波」とすることとした。

4. 津波による漂流物の影響

大規模地震・津波の発生後には、倒壊した家屋等のがれきや、港湾に蔵置された貨物等が海域に流出して漂う、いわゆる津波漂流物の発生が予測される。

これらの漂流物が航路等に滞留すると、船舶の航行に支障を与える。このため、漂流物の発生量および漂流状況についてシミュレーションを行った。

(1) 津波漂流物シミュレーションの概要

瀬戸内海を囲む各府県（和歌山～大分）において想定している最大の浸水状況を勘案し、瀬戸内海全域の津波漂流物発生量を算定した上で、波源域を紀伊半島沖～四国沖に設定した場合(平成24年8月29日内閣府公表のケース③)、同じく四国沖に設定した場合(ケース④)、四国沖～九州沖に設定した場合(ケース⑤)の3ケースの津波シミュレ

ーション計算を行い、それぞれのケースについてさらに潮流を外力とした漂流シミュレーション（移流拡散モデル）を実施した。

津波漂流物発生量の対象物は、建物がれき（木片）、流木、原木、コンテナ、小型船舶、養殖施設とした。

津波漂流物の流出量想定は、各府県（和歌山～大分）の地域防災計画において想定している最大の浸水面積や津波高等を使用し、瀬戸内海全域の津波漂流物発生量を推算した。各県の最大となる津波漂流物発生量（想定）は図-3のとおりである。

(2) 津波漂流シミュレーションの結果

計算時間は津波外力による計算を24時間、潮流外力による計算を36時間の計60時間とした。

漂流シミュレーションの結果、波源域の位置の違いによるに有意な差は無かった。漂流物について、広範囲の拡散は無く、漂流物の大半は沿岸部や港湾付近に滞留する。漂流物の9割以上は建物・流木等の木質がれきが占める。また、発災後60時間後には、漂流物は定常状態となることが確認できた。

図4に示すように、瀬戸内海沿岸部から拡散した漂流物が狭水道部に滞留し、航路閉塞等を引き起こす可能性が高い。

瀬戸内海航路は、大阪湾、中国、四国、九州の広域経済圏を結ぶ海上動脈として利用され、海外との国際貨物を輸送する航路としても、その役割は今後ともますます重要となっている。

津波漂流物によって、瀬戸内海航路の閉塞等の状況は、多くの船舶の迂回、あるいは瀬戸内海港湾の利用低下等、広域的な経済活動への影響が非常に大きいと考えられる。

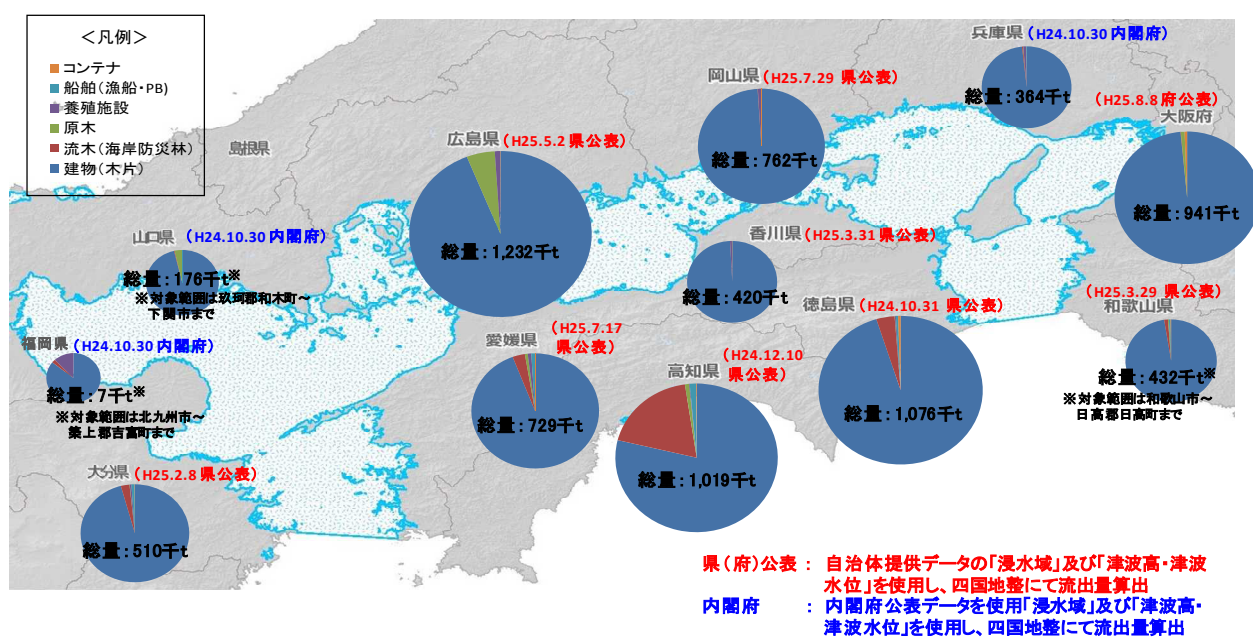


図-3 最大クラスの津波による漂流物流出量の算定結果（四国地方整備局算定）

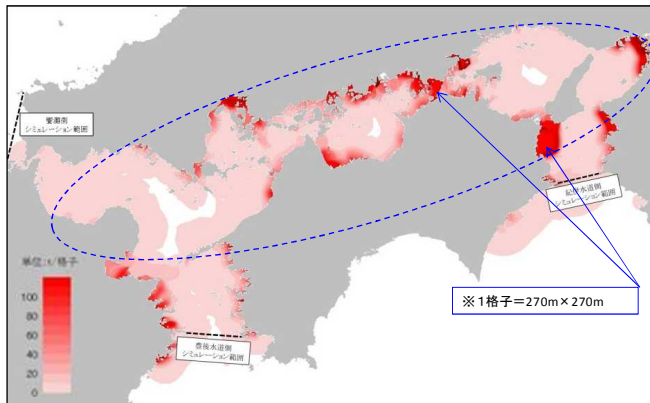


図-4 津波漂流物シミュレーション結果（最大重ね合わせ）

5. 港湾物流機能継続のための目標・方針

大規模災害発生後において、四国の各港湾の連携による港湾機能の早期回復・維持により、港湾を利用する事業者の事業継続のために取り組むべき事項として以下(1)～(6)のとおり整理した。

(1) 広域継続計画に示された行動目標

広域継続計画は、大規模災害発生後において、四国の港湾機能を早期回復・維持させ、港湾を利用する事業者が事業継続を実現させることが目標であり、それを達成するためには、個々の港湾の対応だけでは不十分であることから、四国全体の港湾関係者が連携して対応していくべく行動目標を示している。

具体的には、図-5に示すように、まず、四国で確保可能な復旧能力を集結して、できる限り速やかに耐震強化岸壁等の港湾施設が利用できるよう航路啓開・応急復旧を実施する。同時に、復旧見通しを立てて情報共有化することが重要であり、この情報を基に緊急支援物資の輸送関係者、港湾利用事業者は、人や物の輸送実施の判断を行うことになる。さらに、企業物流の再開への支援として、代替港でのフェリー・コンテナ等の定期航路の運航情報を発信していく。

これらの港湾機能および幹線物流を地震発生後、概ね1ヶ月で回復させることを目標としている。

(2) 防災拠点港および航路啓開の考え方

航路啓開や港湾施設の応急復旧のための支援においては、基本的には図-6に示すように、各県の防災拠点港に対して、四国、あるいは四国以外の地域（北部九州、中国、近畿）から、作業船や復旧のための資機材を輸送することとなる。

防災拠点港において、緊急物資輸送を迅速に実施するためには災害発生直後の初期航路啓開作業が重要となってくるが、航路啓開の作業船（起重機船、グラブ浚渫船、クレーン付き台船、ガット船など）は隻数が限られている上に平常時に一定箇所所在しない。

四国内港湾の位置づけを緊急避難、緊急物資輸送など目的ごとに整理し、迅速な航路啓開に対応するため、事前に関係者間で防災拠点港の設定と航路啓開の手法・優先順位などについて合意形成を図ることが重要である。

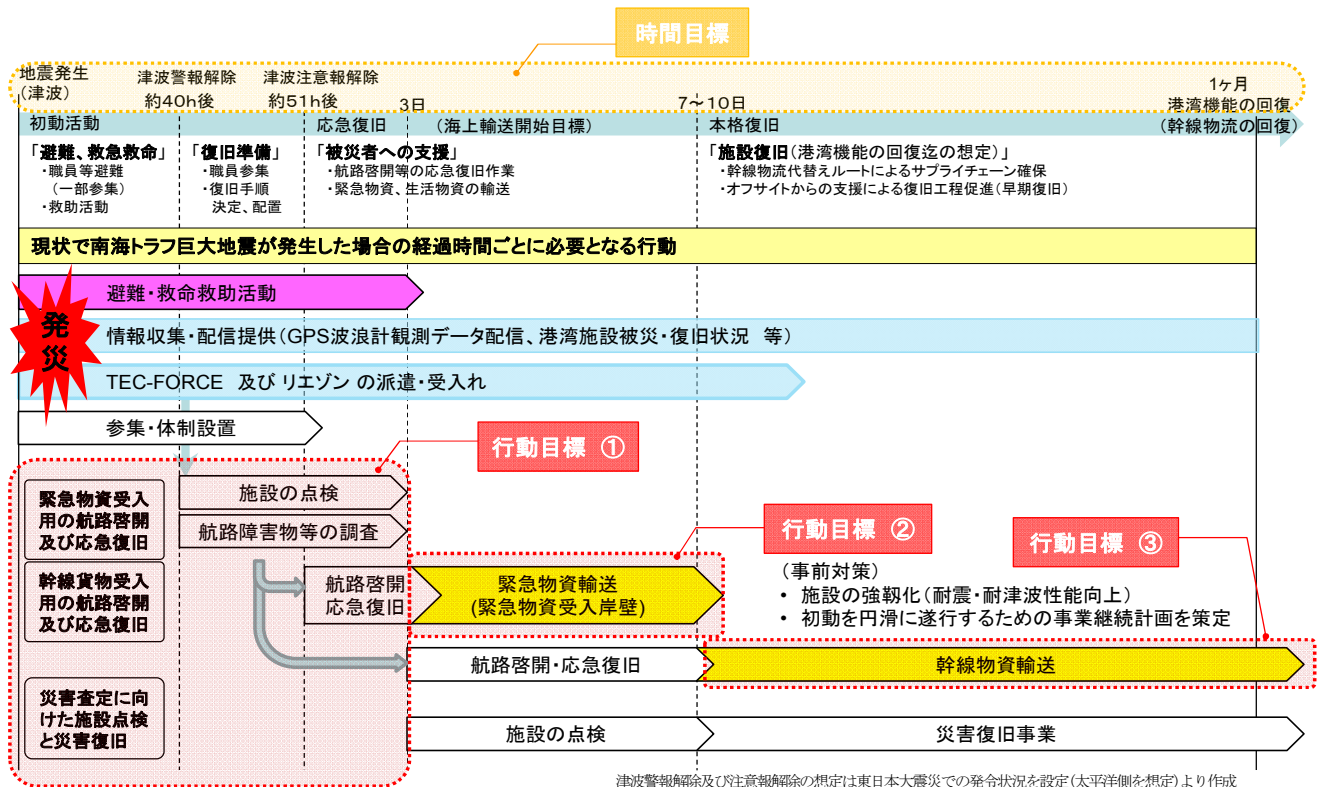


図-5 地震津波発生後、時間経過ごとに必要となる行動と目標

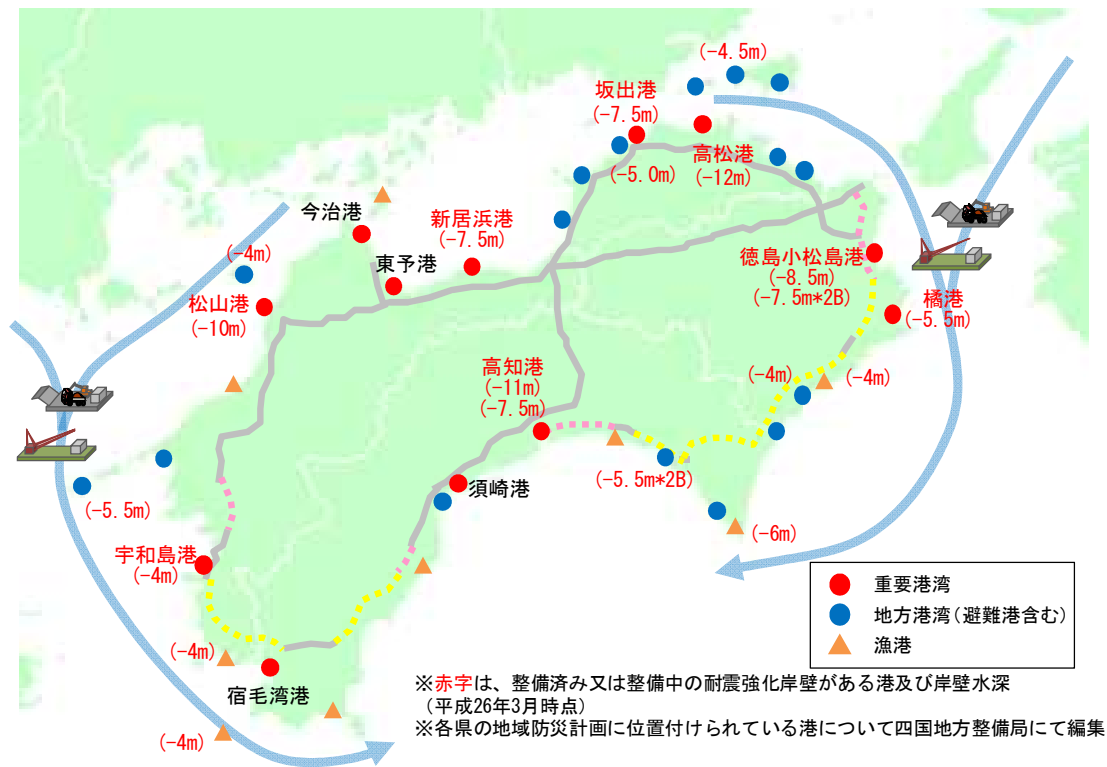


図-6 四国各県で想定している防災拠点および航路啓開の広域支援のイメージ

(3) 航路啓開・海上作業における手続き手順

津波注意報解除後、迅速に緊急物資等の搬入を行うために、関係者間で、航路啓開・海上作業における手続き・手順の合意形成を図ることが重要である。

- まず、作業船入港時の可否確認において、測量方法、測量結果の展開手順などを確認し事前準備をしておくことで迅速な対応を目指す必要がある。
- また、航路啓開作業について、「建設及び作業団体」、「整備局」、「管区本部等」、「港湾管理者」の4者間で定期的に災害時の対応手順を事前に共有し、災害時の円滑な対応を目指す必要がある。

(4) 各港への航路啓開作業船の配置想定

航路啓開に必要な作業船の想定について、全国における作業船の所在港を整理することとしたが、南海トラフ巨大地震・津波の場合、四国沿岸への航路啓開に際して、三重県以東の作業船を確保することは期待できない。

そのため、四国沿岸への航路啓開を行うための作業船の所在港・水域(地理的範囲)は、回航時間や距離等を十分に考慮するとともに、津波による被災の可能性について検討した。

被災時においては、交通手段の途絶等が要因で、作業船の船員確保が困難であると想定されることから、ここでは、地震津波発災後に各地で所在する作業船のうち、稼働できる作業船を半分程度に設定し、配備検討を行うものとした。

(5) 航路啓開方針(案)

a) 大方針(航路啓開目標)

○緊急物資搬入のための航路啓開作業の完了目標は発災後1週間までとする。

(ただし、啓開作業を踏まえると最低発災後5日後までに啓開船舶を配備)

b) 中方針(啓開作業の優先順位)

○利用可能船舶隻数が制限されるため、以下の方針で啓開作業を行う。(図-7)

- ・地域単位で複数の港湾・漁港を括り、各グループ内で被災状況、道路断絶状況等を勘案して優先啓開港を決定し、これらを一週間以内に啓開。
- ・太平洋側を優先的に啓開することとし、瀬戸内海側では、人口・道路網が集中する高松港と松山港を優先的に啓開。両港から各県内への物資輸送は陸送。
- ・緊急避難(原発事故・火災)のために必要な港湾や孤立地域にある港湾の場合は、被災状況を勘案し柔軟な対応が必要。
- ・時間の経過とともに利用可能な啓開船舶が増加すれば、優先啓開港以外の港に配備。

c) 小方針(投入隻数)

- 各グループへ配備する啓開船舶は2隻を基本とする。
- ・中核となる防災拠点港のうち、回航に時間を要する港には追加で機動性に優れたガット船を配備。
- ・陸の孤島となる地域の港では、2隻のうち1隻は陸上啓開資機材投入に利用。

※隻数は、初動時のイメージである。

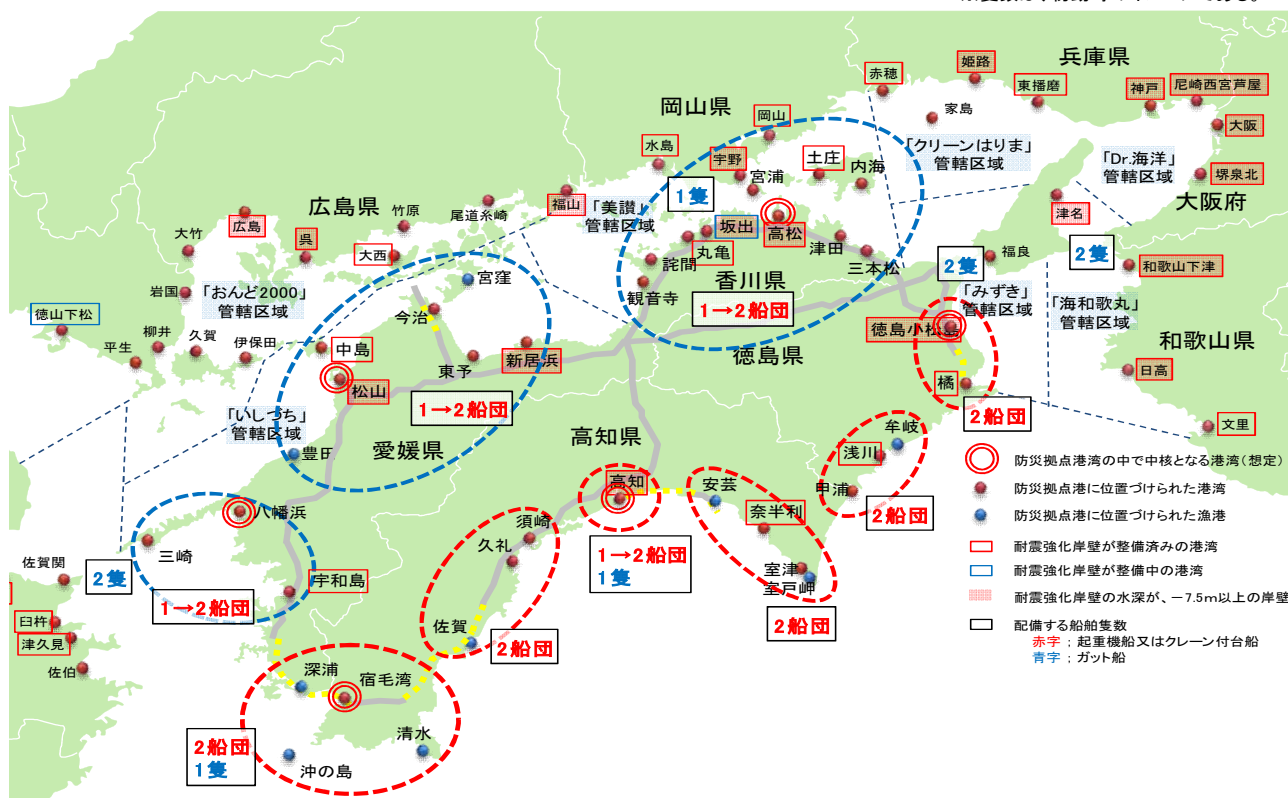


図-7 各港への航路啓開作業船の配置想定（イメージ）

(6) 航路啓開作業における留意点

港湾内及び港湾付近の水域では、多数の流出物が浮遊又は沈降していることが考えられる。

一般船舶については、日中に限り、船舶が航行できる水域と水深の確保が確認できれば航行する可能性も考えられる。

しかし、漂流物が広範囲に広がると漂流物への衝突による船舶損傷や沈没などの二次災害の恐れがあり、船社へのヒアリング結果においても、「津波直後は、浮遊物が点在している状態であっても航行は基本的に困難」とされており、船舶航行については、航路啓開作業による安全性確保が必要であると思われる。

また、連絡体制においては、作業依頼が複数の行政機関から行われる状況であり、情報の錯綜による混乱が発生することが予想される。

このような事態を避けるため、初動時の啓開・応急復旧の作業においては、連絡窓口の一元化を図り、無駄のない迅速な対応を実現する必要がある。

6. 終わりに

今回の報告は、広域的な海上輸送の継続計画のうち、特に航路啓開に関して報告をしたものである。このような広域的な継続計画に関しては、多様な機関や主体が関

係し、連携して実施することを想定して策定しているが、策定当初から、各機関や主体が本計画をもとにスムーズに行動できるものではない。

そのため、教育・訓練等の実施や、実際の災害等への対処、計画内容の定期的な点検・見直し作業、すなわち、継続的改善サイクル（PDCA サイクル）によるスパイラルアップに努めることで、より実効性が高い計画に更新し、大規模災害が発生した際の継続的な港湾機能の確保を図っていくことが重要であると考えている。

最後に本計画は、香川大学白木教授、徳島大学中野教授、京都大学小野教授のご指導のもと、経済界・港湾物流・航行安全など関係する12機関、港湾管理者4県、4市、と9つの国の機関で構成するWGによって、ご検討いただいたものである。皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 南海トラフ地震に対応した四国の広域的な海上輸送の継続計画：
<http://www.pa.skr.mlit.go.jp/general/policy/jisintunami.html>

(2014. 4. ?受付)