

大規模災害時の緊急物資等支援船の船型 及び対応港湾施設の必要諸元

赤倉 康寛¹・小野 憲司²

¹正会員 国土技術政策総合研究所 港湾システム研究室長 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

E-mail:akakura-y83ab@mlit.go.jp

²正会員 京都大学教授 防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail:ono.kenji.5z@kyoto-u.ac.jp

大規模地震・津波が発生した場合、被災地への自衛隊、重機、緊急支援物資の輸送では、大量輸送が可能な船舶が大きな部分を担う。一方、これらの輸送を受け入れる被災港湾では、使用可能な係留施設に限られる。そのため、港湾BCP等において、予め、対応可能な係留施設を選定しておく必要がある。

以上の状況を踏まえ、本稿では、東日本大震災における緊急物資輸送等の支援船をリストアップし、これらに対応可能な係留施設の諸元を整理したものである。その結果、支援実績船の最大必要バース水深は9m、バース長は250mであり、2016年3月に改訂された臨海部防災拠点マニュアルの必要諸元（バース水深：10m、バース長：240m）とほぼ一致した。

Key Words : emergency relief ship, earthquake, tsunami, humanitarian logistics, berthing facility

1. 序論

南海トラフ巨大地震や首都直下地震が発生した場合、被災地への自衛隊や重機の派遣及び緊急支援物資の輸送では、大量輸送が可能な船舶が大きな部分を担うこととなる。特に、地震により陸上輸送からの途絶が想定される地域は、船舶輸送に頼らざるを得ない。一方で、これらの輸送を受ける被災港湾では、施設が大きく被災しており、使用可能なバース（岸壁）は限られる。さらに、当該施設を利用可能な船舶は、当然、バース長・水深等の制約下となる。そのため、被災港湾において、緊急物資輸送等の支援船を円滑に受け入れるためには、港湾BCP等において、支援船の諸元を想定した上で、予め、対応可能なバースを選定しておく必要がある。

以上の状況を踏まえ、本稿は、支援船を想定するための参考情報の一つとして、東日本大震災における緊急物資輸送等の支援実績船をリストアップし、これらの船舶が着岸可能なバース諸元を整理するものである。以下、2.でデータの収集方法を、3.で支援実績船の船種・船型の分析を、4.で支援実績船に対応するバースの必要諸元を述べた上で、5.にて支援船の想定方法について考察し、6.でとりまとめる。

本研究では、これらの情報を基礎として、最終的には、南海トラフ巨大地震で陸の孤島と化す可能性がある高知

県を念頭に、船舶による大量支援輸送システムの構築を目指している。

なお、過去の災害については、井上ら¹⁾及び高橋ら²⁾が阪神・淡路大震災における船舶を活用した支援実績を、日本海事センター³⁾が東日本大震災の実績を整理している。港湾計画の観点では、臨海部防災拠点マニュアル（平成9年3月）⁴⁾により、耐震強化バースの望ましい施設規模の記述があり、東日本大震災を踏まえて2016年3月に改訂されている。既往の研究では、大神ら⁵⁾は小型船舶（漁船）、間島ら⁶⁾は河川舟運による緊急支援輸送の研究を行っているが、いずれも、支援船の想定は、現存する船舶との設定が基本であり、実際に支援した船舶の分析は見当たらない。

2. データ収集方法

東日本大震災において、自衛隊や重機の搬送、緊急支援物資の輸送を行った船舶を、以下の資料により特定した。

i) LLI船舶動静データ：世界各港への入港船舶を網羅した動静データにより、被災港湾での発災後（3月中）の入港船舶を把握した。ただし、もともと地方港湾や内航船舶の補足率が低いことに加え、同じデータ出典

の港湾統計（国土交通省）で被災港（宮古港，釜石港，大船渡港及び相馬港）のデータの一部が欠損していることから，同じくデータの欠損があると見られる。

- ii) AISデータ：船舶の航行位置・速度等を逐次把握できるAIS（船舶自動識別装置，Automatic Identification System）データについて，地上局（鹿島港・仙台塩釜港）及び衛星受信データにより，被災港湾での発災後の入出港船舶を把握した。ただし，地上局では，発災後数日間のデータが停電により把握されていなく，衛星では，1日2回程度しか把握が出来ていない。
- iii) 各種資料：報道発表資料^{7)~11)}，日本海事センター³⁾，国土交通省¹²⁾，農林水産省¹³⁾，防衛省¹⁴⁾等の資料より，支援船を特定した。

対象期間は，自衛隊派遣や緊急支援物資の輸送が活発に行われた2011年3月末日までとした。i)~iii)のデータ・資料は，いずれも，全てを網羅したものではないため，全数を把握は出来ていない。また，i)動静データ及びii)AISデータでは，被災港への入出港は確認できるものの，入港目的までは把握できない。そこで，震災時に滞在していた船舶を除き，入出港が確認できた内貿の一般貨物船，タンカー，フェリー及びRo/Ro船は，全て支援船とみなす一方，その他の船種は，iii)で支援船としての実績が確認された船舶のみとした。そのため，タグボートや測量船は，一律，除外した。また，iii)では，食事・宿泊等の被災者支援（いわゆるホテルシップ）は，相対的に他の支援船と比べて入港時期が遅く，対象期間内の例が少なかったため，本研究では除外した。航路啓開等のための作業船も，支援船との範疇に入らないため，除外した。さらに，海上自衛隊について，艦船登載ヘリコプター・揚陸艇での緊急物資輸送も，港湾における大量輸送への対応との本研究の目的に合わないため，除外した。

各船の諸元値（総トン数，全長，満載喫水等）については，船舶明細書CD-ROM（2012年版）（日本海運集会所）等により把握・整理した。

3. 支援実績船の船種・船型の分析

(1) 船種と支援内容

リストアップされた支援実績船の船種，隻数，及び支援内容を，表-1に示す。一般貨物船を始め，多くの船種が緊急支援物資輸送を担っており，水産庁の漁業取締船，国土交通省の浚渫船，海上自衛隊や海上保安庁の艦船も含まれていた。トラック等の自走により荷役が可能なRo/Ro船は，緊急物資輸送だけでなく，重機や荷役機械の輸送も行っていた。フェリーについては，被災地への自衛隊員輸送を専用的に担った11隻のみをリストアップ

表-1 リストアップされた支援船の船種と支援内容

| 船種 | 隻数 | 支援内容 |
|----------|----|-------------|
| 一般貨物船 | 11 | 緊急支援物資輸送 |
| 漁船・漁業取締船 | 16 | |
| 浚渫船 | 3 | |
| 輸送艦 | 2 | |
| 訓練船 | 1 | |
| 巡視船 | 1 | 緊急支援物資・重機輸送 |
| Ro/Ro船 | 12 | |
| 石油タンカー | 25 | 燃料油等輸送 |
| LPG船 | 4 | |
| フェリー | 11 | 自衛隊員輸送 |
| 合計 | 86 | |

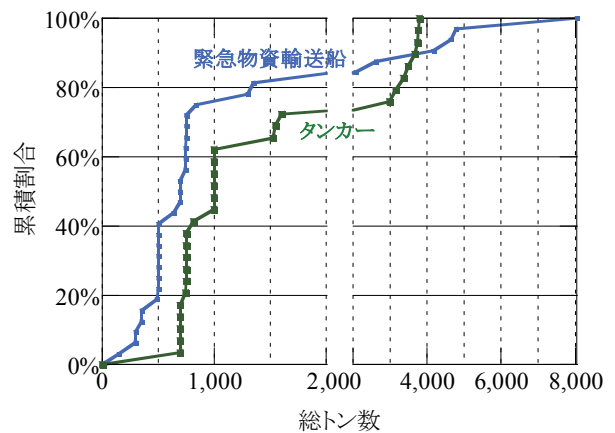


図-1 総トン数の分布（緊急物資輸送船・タンカー）

した。これらは，その仕向港が，被災港湾ではなく，青森港及び秋田港である点が他の輸送とは異なっている。なお，（社）日本旅客船協会¹⁵⁾では，同協会の11社29隻が，自衛隊だけでなく，警察・消防，水道，医療等関係で人員約1万人，車両約3千台を緊急輸送したと報告しているが（2011年3月21日現在），表-1の11隻以外は，基本的に平常時と同じ運航の中において，輸送に対応したものと見られる。

(2) 船型分析

緊急物資輸送船（一般貨物船他）と燃料油等輸送船であるタンカーの総トン数分布を図-1に示す。緊急物資輸送船では499型，699型及び749型が7割超，タンカーでは699型，749型得及び999型で6割超となっていた。なお，以降を含め，総トン数とは，国内総トン数を示す。ここで，総トン数が不明の海上自衛隊艦船については，控除した。

Ro/Ro船及びフェリーの総トン数分布が図-2である。フェリーは，結果としてほとんどが長距離フェリーであり，全船1万トン超であった。Ro/Ro船は，1万トン未満も多いものの，1万3千~1万6千トンが過半数を占めていた。図-1と比較すると，同じ緊急支援物資の輸送を担うものの，緊急物資輸送船（一般貨物船他）とRo/Ro船で

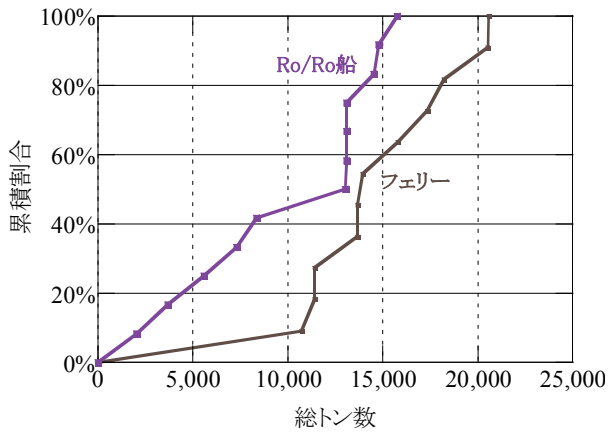


図-2 総トン数の分布 (フェリー・Ro/Ro船)

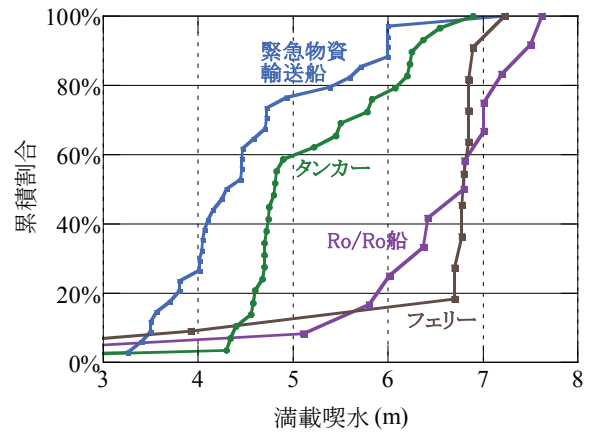


図-4 満載喫水の分布

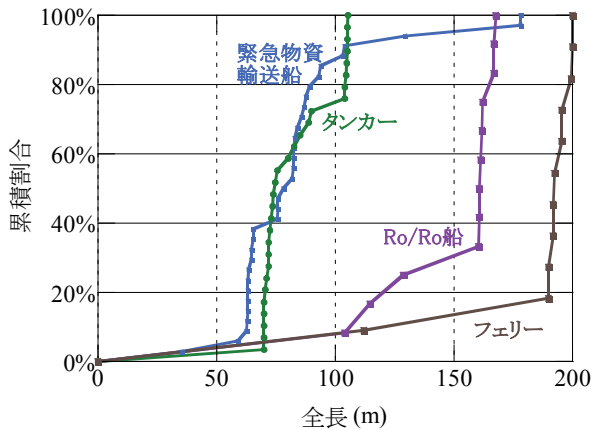


図-3 全長の分布

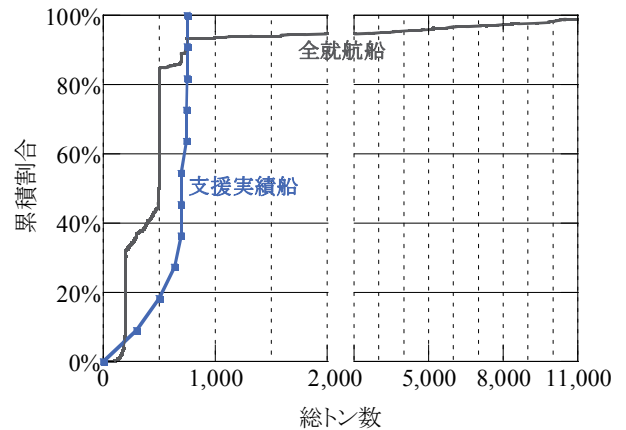


図-5 一般貨物船の全就航船と支援実績船の比較

は船型が大きく異なっていた。被災港湾では、特に津波浸水を受けた場合には、荷役機械の復旧に時間を要する可能性が高い。自船クレーンを装備していない緊急物資輸送船の場合、人力での荷役になるため、被災港湾でのRo/Ro船の入港可否が、緊急物資輸送の荷役効率を大きく左右する可能性がある。

全船種の全長分布が、図-3である。緊急物資輸送船は概ね60～100mに、タンカーはほとんど70～105mの範囲にあった。Ro/Ro船は160m台、フェリーは190m台に集中していた。

全船種の満載喫水の分布が、図-4である。フェリーを除くと、満載喫水はばらつきが大きかったが、緊急物資輸送船やタンカーの約半分は4m台であった。フェリーは6m台に集中していた。

(3) 全就航船と支援実績船の比較

緊急物資輸送船の中の一般貨物船及び燃料油等輸送船(タンカー)の中の石油タンカーについて、2011年6月時点の全就航船(船舶明細書CD-ROM(2012年版))との船型を比較した。

一般貨物船について、全就航船と支援実績船の総トン数を比較したのが、図-5である。支援実績船が699型及

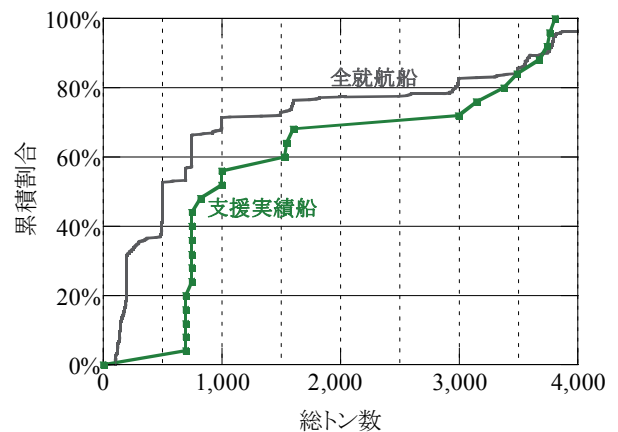


図-6 石油タンカーの全就航船と支援実績船の比較

び749型が大半であったのに対し、全就航船は199型及び499型が大半を占めていた。両船型の分布は、明確に異なっていた。

石油タンカーについて、全就航船と支援実績船の総トン数を比較したのが、図-6である。支援実績船の半数近くが699型及び749型であったのに対し、全就航船ではこれらの船型の割合はわずかであり、やはり両船型の分布は異なっていた。

これらの結果を見る限りのにおいては、全就航船の船型

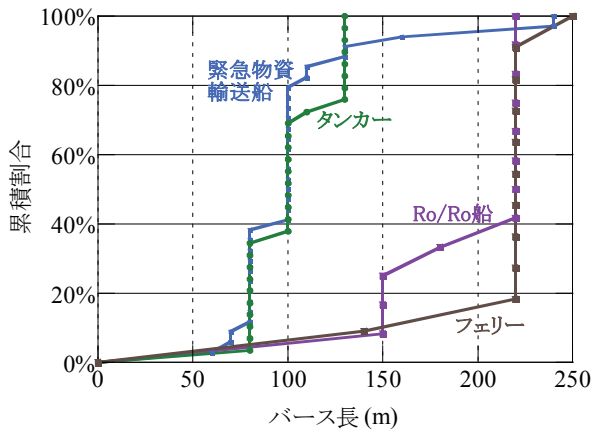


図-7 船種別の必要バース長

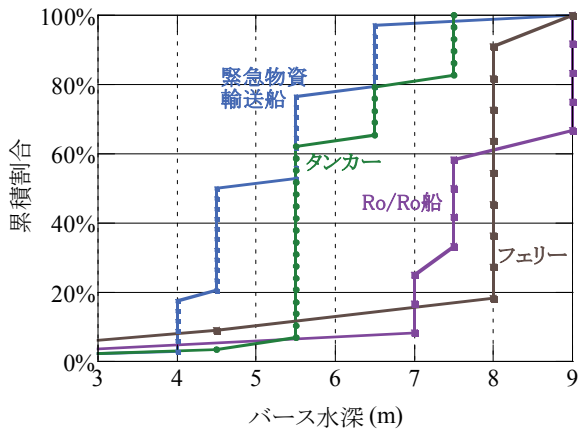


図-8 船種別の必要バース水深

分布を、そのまま支援船の船型分布と想定すると、実際には異なった船型となる危険性があると言える。

4. 対応港湾施設の必要諸元

(1) バース長

支援実績船の全長及び型幅より、必要バース長を整理した結果が、図-7である。必要バース長は、港湾の施設の技術上の基準・同解説¹⁶⁾に準拠し、同書に記載されている船種毎のバース長の標準値で整理した。なお、被災港湾においては、バースの対象船舶とは異なった船種が着岸することも十分に想定されるが、一般貨物船とタンカーではバース長：130mまでは同じ長さでの区切りであるため、概ね適用可能と考えられる。

図-7に見られるように、バース長：100mで緊急物資輸送船の約8割が、バース長：130mで全タンカーが着岸可能であった。Ro/Ro船及びフェリーは、バース長：220m（フェリーについては、船首尾係船岸がない場合）でほぼ対応可能であった。

表-2 一般貨物船等のクレーン装備状況

| | | 全数 | クレーン 装備 | 装備率 |
|-----------|----------|-------|------------|-----|
| 支援 実績船 | 緊急物資輸送船 | 32 | 13 | 41% |
| | うち、一般貨物船 | 11 | 2 | 18% |
| 全就航船 | 一般貨物船 | 1,261 | 83 | 7% |

(2) バース水深

支援実績船の満載喫水より、必要バース水深を整理した結果が、図-8である。必要バース水深は、バース長と同じく、港湾の施設の技術上の基準・同解説¹⁶⁾に準拠し、同書に記載されている船種毎のバース水深の標準値で整理した。

図-8に見られるように、バース水深：5.5mで緊急物資輸送船の8割弱が、バース水深：7.5mでタンカーの全船、バース水深：8mでフェリーのほとんどが着岸可能となっていた。Ro/Ro船及び緊急物資輸送船の最大必要バース水深は、9mであった。

(3) 荷役施設

荷役施設としては、港湾側において、荷役クレーンや船首尾係船岸・ランプウェイが必要かどうか問題となる。

まず、荷役クレーンについては、港湾側のクレーンが使用できない場合、船舶装備のクレーンか、もしくは、人力での荷役となる。その場合、当然荷役効率には差があり、2016年3月に改訂された臨海部防災拠点マニュアル¹⁷⁾では、人力作業：240t/日に対して、船舶登載の20t吊りデリッククレーンを使用した場合：1,000t/日となっている。そこで、緊急物資輸送を担った一般貨物船等のクレーン装備状況を把握した結果が、表-2である。東日本大震災の支援実績船については、4割がクレーンを装備していたが、一般貨物船の装備率は低く、漁業取締船（水産庁）や浚渫船（国土交通省）の装備率が高かった。一般貨物船の全就航船のクレーン装備率はさらに低く7%であることから、被災港湾の状況を鑑み、クレーンを装備している船が優先された可能性もある。なお、クレーンの装備状況については、主に船舶明細書CDに依っており、調査や記載の漏れがある可能性はある。

また、Ro/RoタイプのRo/Ro船及びフェリーについては、港湾側に船首尾係船岸及びランプウェイが必須の場合、着岸可能なバースが非常に限定される。一方、船舶側で、船首もしくは船尾にクォーター・ランプウェイを保有している場合、バース長及び車両の旋回スペースが確保できれば、着岸は可能であるため、汎用性が高い。東日本大震災の支援実績船については、Ro/Ro船もフェリーも、1隻の例外を除き、クォーター・ランプウェイを装備していた。Ro/Ro船は基本的にクォーター・ランプウェイを装備しているが、フェリーは装備していない船も多く、

特に中短距離になると、その傾向が強いため、留意が必要である。

5. 支援船の想定方法への考察

(1) 支援船の想定

今後の巨大地震・津波における支援船の船型の想定については、各港湾の置かれた状況等により、以下のような方法が考えられる。

- i) 当該地域への寄港船舶：平常時の寄港船舶については、当該港湾の最新の海図や情報を保有しているため、寄港実績のない船舶に比べて寄港し易い。船首尾係船岸・ランプウェイを必要とするフェリーは、その最たる例である。一方で、被災港湾に在港している可能性も高く、想定していた船舶の多くが被災する懸念がある。
- ii) 災害協力協定を結んでいる船社の船舶：支援を期待できる船舶ではあるが、平常業務を抜けられるか、他の協定締結自治体とどちらを優先するか等、確実に支援できるとは限らず、また、輸送力として十分とは言えない可能性もある。
- iii) 予備船：定期航路において、ドッグ入り等に備えて確保している予備船は、平常業務から抜けやすいと推察される。しかし、国土交通省資料¹⁸⁾では、定期航路の予備船：78隻のうち、フェリー・貨客船は22隻であり、さらに、他航路で使用されているものもあるため、数が非常に限られている。
- iv) 支援実績船：東日本大震災時に平常業務を抜けることが出来た船舶であり、本稿の情報により対応施設諸元が明確になっている。一方で、被災港の制約下での実績船であるため、災害により異なった船型となる可能性がある。
- v) 全就航船を基に設定：船舶明細CD-ROM等から、容易に設定可能である。臨海部防災拠点マニュアル（改訂版）¹⁷⁾においても、代表的な船型が示されている。ただし、図-5及び図-6で明らかになったように、東日本大震災で全就航船と支援実績船との間に乖離があった点には留意する必要がある。

いずれの方法においても、メリット・デメリットがあるため、いくつかの情報を組み合わせて、各バースに対応する船型を想定しておくことが望ましい。この際、中心となるのは耐震強化バースではあるが、どのバースが使用できる状態にあるのかは想定し得ない部分があるので、他の岸壁についても同様の想定が必要である。

なお、国土交通省の調査検討会¹⁹⁾では、発災後に、輸送内容及び被災港の状況を基に、物理的条件が合致する船舶を絞り込み、支援要請する管理体制を提案しており、

被災港の制約下にて使用可能な船舶の速やかなリストアップが期待される。

(2) バースの必要諸元

臨海部防災拠点マニュアル⁴⁾においては、緊急物資輸送を担う耐震強化バースについて、当初、水深5.5mを基本として整備されてきたが、阪神・淡路大震災を踏まえ、水深10m程度の規模を確保することとし、その確保が困難な場合には水深7.5m程度を原則として、個々の港湾の制約条件を考慮して規模を決定するとされた。さらに、東日本大震災を経た2016年3月の改訂版¹⁷⁾では、防衛省・海上保安庁・フェリー企業へのヒアリングにより、バース長：240m、バース水深：10mを確保することが望ましいとされたところである。

東日本大震災の実績船についての図-8の結果を見る限り、阪神・淡路大震災以前の水深5.5mでも、緊急物資輸送船の8割弱が着岸可能であり、対応施設諸元としてある程度対応している。制約条件下で許容される水深7.5mがあれば、支援実績船及びタンカーはほとんど全て着岸可能であった。また、フェリー、Ro/Ro船も含めて、最大必要バース水深は9mであり、マニュアルで求める水深10mは、東日本大震災の全支援実績船に対応可能な施設である。同様に、改訂マニュアルで求めているバース長240mについても、図-7より、東日本大震災の支援実績船がほぼ全船対応可能なことが確認された。

6. 結論

本研究は、船舶による大量支援輸送システムの構築を目指し、これを担う支援船を想定するための参考情報の一つとして、東日本大震災における緊急物資輸送等の支援実績船をリストアップし、支援船が着岸可能なバース諸元を整理したものである。本稿の結論は、以下の通りである。

- ・東日本大震災での支援実績船（ホテルシップを除く）は、バース水深：5.5mで緊急物資輸送船の8割弱が、水深：7.5mでタンカー全船が、水深：8.0mでほとんどのフェリーが着岸可能であった。
- ・一般貨物船とタンカーについて、東日本大震災の支援実績船と、当時の全就航船の船型分布は異なっていた。
- ・今後の災害における支援船の船型の想定には、様々な方法があり、それぞれにメリット・デメリットがあることを明らかにした。その中で、改訂された臨海部防災拠点マニュアルで求める耐震強化バースの必要諸元（バース水深：10m、バース長：240m）は、東日本大震災における支援実績船の最大必要バース諸元とほぼ一致した。

今後は、支援船を具体的に想定した上で、支援物資の大量支援輸送を実現するための、被災港湾における受入体制の検討を進めていく。

謝辞：本研究は、JSPS科研費15H02970の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 井上欣三：地震災害と船舶の活用—阪神大震災における船舶の活用実態と問題—, NAVIGATION, No.126, pp.1-11, 1995.
- 2) 高橋宏直, 中本隆, 吉村藤謙：兵庫県南部地震時の震災直後における海上輸送モードの対応状況に関する分析, 港湾技研資料, No.861, 1997.
- 3) (公財) 日本海事センター：東日本大震災と海事社会, 2011.
- 4) 運輸省港湾局：臨海部防災拠点マニュアル, 平成 9 年 3 月, 1997.
- 5) 大神俊治, 鈴木進吾, 河田恵昭：東海・東南海・南海地震時の小型船舶を利用した救助・支援活動に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. B2-65, No.1, pp.1336-1340, 2009.
- 6) 間島隆博, 勝原光治郎, 服部聖彦：複雑系エージェントシミュレーションによる河川を利用した災害時緊急輸送能力の評価, 日本造船学会論文集, No.192, pp.465-474, 2002.
- 7) 国土交通省：仙台塩釜港への内航油送船入港について, 報道発表資料, 平成 23 年 3 月 21 日付, 2011.
- 8) 国土交通省：内航 RORO 船の仙台塩釜港への初寄港について, 報道発表資料, 平成 23 年 3 月 23 日付, 2011.
- 9) 国土交通省：内航油送船の八戸港寄港について, 報道発表資料, 平成 23 年 3 月 23 日付, 2011.
- 10) 国土交通省：八戸港への自動車専用船初入港及び仙台港へのフェリー初入港について, 報道発表資料, 平成 23 年 3 月 24 日付, 2011.
- 11) 国土交通省：RORO 兼コンテナ船による仙台塩釜港への支援物資輸送について, 報道発表資料, 平成 23 年 3 月 26 日付, 2011.
- 12) 菊地弘之：大型浚渫兼油回収船による全国油回収体制と大規模災害時における緊急支援物資輸送, 沿岸域学会誌, Vol.26, No.3, pp.15-18, 2013.
- 13) 農林水産省：東日本大震災 地震と津波の被害状況, aff, 2011 年 5 月号, http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1105/act_02.html, 015 年 11 月 24 日閲覧.
- 14) 防衛省統合幕僚本部：東日本大震災災害派遣 被災地での活動の様子～3 月 31 日, 活動フォトギャラリー, <http://www.mod.go.jp/>, 2015 年 12 月 1 日アクセス.
- 15) (社) 日本旅客船協会：東日本大震災への対応について, 旅客船ニュース, 平成 23 年 3 月 22 日付, 2011.
- 16) (社) 日本港湾協会, 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説, 平成 19 年 7 月, 2007.
- 17) 国土交通省港湾局：臨海部防災拠点マニュアル【改訂版】, 平成 28 年 3 月, 2016.
- 18) 国土交通省：大規模災害時の船舶の活用等に関する調査検討会最終報告書, 2014.

(2016.4.7受付)

DIMENSIONS OF EMERGENCY RELIEF SHIPS AND CORRESPONDING BERTHING FACILITIES AFTER LARGE-SCALE DISASTERS

Yasuhiro AKAKURA and Kenji ONO

The ship of mass transportation can play a big role in transport of relief goods, heavy machineries and the Self-Defense Forces for damaged areas after a large-scale earthquake and tsunami. However, usable berthing facilities at damaged ports will be limited. Therefore, it is important to make a list of usable facilities in advance, in port-BCP.

Against this background, this study arranged the list of emergency relief ships at the Great East Japan Earthquake and analyzed the corresponding berthing facilities. As the result, the maximum berth depth was 9m and length was 250m. This result was almost consistent with the revised manual of waterfront disaster prevention base.