

海上移動式防災支援基地の研究

A CONCEPTIONAL STUDY ON MOBILE EMERGENCY FLOATING FACILITIES FOR NATURAL DISASTERS

山本和宏¹・関田欣治²

Kazuhiro YAMAMOTO, Kinji SEKITA

¹学生会員 東海大学大学院 海洋学研究科 海洋工学専攻 (〒424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1)

²正会員 工博 東海大学 海洋学部 海洋土木工学科 (〒424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1)

In Japan, research works on various floating structures have been intensely done, and their utilization as an offshore airport, floating terminals etc. has been also proposed. As became clear in the Hanshin/Awaji earthquake of Jan.17, 1995, the access from the sea to the areas struck by disasters may be an effective alternative way for emergency and first aids. This paper is concerned with the design concept for a mobile floating emergency facilities through the quay or wharf of areas suffered from the natural disaster such as earthquakes. Although such facilities are planned in Tokyo, Nagoya and Osaka bays, we here propose a floating structure such as a Quick Installation Platform(QIP) or a self elevating platform for Shimizu port in Miho bay where a tsunami up to 4 meters is expected as a result of the likely Tokai earthquake. To make these structures economically possible, their utilization for other purposes must be taken into account during ordinary circumstances. We suggest the use of such structures as the transverse piers for the Techno Super Liner (TSL).

Key Words: Disaster prevention, floating facility, earthquake, quick installation platform, tsunami

1. はじめに

近年、沖合や沿岸域、湾内を利用するため各埋立て方式等の沖合人工島等が検討されている。このような中で、海上空港等への利用のために大規模な浮体構造物に対する研究開発が、官及び大学・企業を中心に積極的に進められている。

具体例として、横須賀市追浜沖では1995年よりドルフィンに係留された300m長の浮体が検証実験を目的に建設され、生物環境影響や構造性能等の各種実験がなされてきた。さらに、今年度より1,000m長の大型浮体の建造が開始され空港機能の検証・調査がなされようとしている。

しかしながら、浮体構造物は海上空港以外に各種応用が考えられており、防災施設としての利用もそのひとつにあげられている。¹⁾

阪神・淡路大震災では、陸上交通の麻痺と港湾の決壊により緊急救援物資の供給体制が十分機能しなかった。もし陸部に防災支援基地があったとしても陸上交通のダメージによりその施設は孤立化を免れず十分な支援ができたか分からない。そこで、陸部の混乱を受けない独立型の施設「海上移動式防災支援基地」が有効と考えられるようになってきた。

そこで、我々は静岡県という地域での防災施設としての浮体構造物利用を検討した。静岡県の特徴のひとつとして、伊豆の東方沖地震や東海地震の発生の可能性が指摘²⁾されている地域であることから地震防災への対応が可能な施設は不可欠であろう。

静岡県は長い海岸線をもち、東西に細長い面積を有しており、背後は山脈で遮断されていて、新幹線、東名高速道路や国道1号線等の幹線が通っているものの被災時には孤立しやすい地域でもある。そこで、被災後海上からの支援や長野県等の側からの航空手段による救援が有効となるのは明確である。このような基地は、静岡県が進めている各種の防災施策を補完し、被災直後からの被災者に対する救援活動及び外部からの救援に対する迅速な対応が図れる必要がある。

ここでは静岡県の特定重要港湾である駿河湾内清水港に本基地を設置することとし、これにより被災後も中心的役割を分担するであろう清水港の機能をいち早くサポートすることが可能になると思われる。また浮体という特性を活かし被害の少ない岸壁に移動も可能であること等を考え、本研究では清水港という静穏海域に移動可能な防災基地を計画するものである。

2. 静岡県の対応の概要

静岡県では想定される東海地震が発生した場合、施設の多くは甚大な被害を受け、住民の多くは生活混乱を被ると予測される。こうした被害と混乱を軽減し、迅速な復旧を図っていくことが基本的考えである。そのため、全国規模の広域応援体制に頼ることとなり、当然防災活動要員や、食料・医療等の応急復旧資機材などの救援物資の効率的な輸送が最重要となるとしている。

輸送手段としては、陸上、海上さらにはヘリコプターを利用した航空輸送等、あらゆる手段を講じることが考えられ、そのための施設の整備や様々な措置を図ろうとしている。このような背景で、県の防災計画では海上輸送をひとつの重要な輸送支援と位置付け、県下を8ブロックに分け、漁港を含めた20の防災港湾を設定している。そのうち一次集積港として6港の地震防災拠点港湾を設定し、ここから14の二次集積港へ緊急物資の再輸送をするものである。

全体で、約32,000tの荷扱量が見積もられ、その構成は、衣料品(35%)、食料品(24%)、プレハブ・テント・シート(38%)、日用品(3%)である³⁾。このうち、本研究で対象とする一次集積港とする清水港では、約80%もの荷扱量となる。さらに、海上輸送が被災時でも機能するためには輸送船舶の接岸及び、物資の陸揚げが不可欠である。

しかしながら、耐震岸壁の整備率は清水港においては極めて低いという難題がある。さらには、閉鎖された駿河湾では大きな津波の来襲が予想されている。

したがって、清水港に海上移動式防災支援基地を設置しようとする場合、主に

(1) 津波に対する考慮

(2) 被災した岸壁への接岸と海上基地からの陸上岸壁への物資の陸揚げ機能充実

(3) 航空輸送および陸上輸送手段との連携が不可欠で、ヘリポート機能や緊急車両、輸送トラック等の取り扱いも可能

等を満足することが必須である。

3. 海上移動式防災支援基地コンセプト

(1) 概要

想定される東海大地震が発生した場合、静岡県内の各施設は大きな被害を受けることが予想される。こうした被害の応急措置、迅速な復旧を図るには、避難民の救出、食料・医薬品などの救援物資の効率的な輸送、そして情報通信手段の確保が重要となる。そこで、これらの機能を搭載した海上移動式防災支援基地というものの有効性が大いに期待できると考えられる。また、前にも述べた通りであるが、阪神・淡路大震災では、海上交通による救援活動の重要性が改めて認識させられた。

そこで、本研究は静岡県の地震災害時の救援拠点

となりうる施設、つまり海上移動式防災支援基地の必要性を考え、基地の環境、機能条件などを総合的に考慮し、基地を提案し、その有効性を明らかにすることを目的とする。そのため、本研究は次項目について検討している。

a) 防災支援基地の考え方の明示

b) 概略構造と係留方式の検討

c) 基地機能のための設備・物資の検討

なお、この施設を考えるにあたって、静岡県が進めている防災対策の一環であるテクノスパーライナー(TSL)及びヘリコプターによる緊急物資の輸送という施策²⁾との整合をとるようつとめた。

また防災施設といえども、平常時の利用は不可欠で、平常時にはTSLのための接岸施設としての利用を考える。これは他の用途であると被災した際になかなか防災基地への円滑かつ迅速な移行が難しいこと、および、被災時にもTSLによる救助活動が期待でき、平常時・被災時の双方において有効であると考えた。

この様な防災支援基地を実現するための構想として、はじめに次のような浮体構造物を提案する。

a) 移動することができ、自己昇降プラットフォームのような、あるいはQuick Installation Platform(QIP)のような脚式係留施設⁴⁾の導入により(以下QIP方式と呼ぶ)急速な係留が可能。ギャングウェイにより被災した岸壁へもアプローチができる。また、他の緊急物資輸送船舶の係留も可能。

b) 防災支援基地そのものは、地震の際にはタウトな係留方式であるが半浮体状態におかれるので免震浮体としてほぼ機能し、港内で波高が重複増大する津波に対し脚を昇げることで回避できる。

c) 寸法としては全長150m・幅50m・型深さ6m程度の浮体構造物で、ラックアンドピニオン方式、あるいはデロングジャッキなる昇降機構を備える4本の脚により喫水0.5m程度の状態で係留する。

d) 機能として施設上にはヘリポートデッキ・クレーン・情報通信施設等の装備を配置する。

以上の様に、この防災支援基地は浮体構造物としての特性を踏まえた上で、静岡県の防災基地として機能できるよう十分考慮されている。阪神・淡路大震災での教訓を、この様な形で生かし東海地震に備えることはこの先、非常に大きな意味を持つと考える。

(2) 前提条件

本基地は平常時、清水港内の清水岸壁(266m、水深7.3m)に航路を妨害しないような形で接岸する。災害時には、ほとんどの岸壁が被災するものとして、そこから岸壁の被害状況などを考慮しながら、適切な場所にタグのアシストにより移動し、そこから支援を展開する。

対象とする支援日数は、震災後3日間を基地内に

備蓄された救援物資で賄う。予想被害人数は、20万人とされているので、災害時、本基地が清水港内近辺の住人を対象に支援を展開すると仮定して、1日目は5万人、2日目、3日目は3万人、計11万人を対象人数とした。この人数を目安とし、搭載する物資を積み込む。なお、これは本施設に収容する人数ではない。すなわち、これは防災支援基地であり、すべての防災ニーズをまかなうものではない。

(3) 特徴

まず、浮体構造物の特徴を以下表-1に示す。このことにより、今回の提案を浮体構造物にしたのかという理由付けにしたい。

表-1 浮体構造物の長所と短所

長所	短所
流れなど環境を阻害しない 移動が可能 耐震性に優れる 機能の更新が可能 内部空間の利用が可能	沈没・流失の恐れがある メンテナンスが必要(防食) 港湾区域を占有してしまう

また埋立てと比較してみると次のように言える。沈下・沈没するという短所はどちらにも言える。しかし、埋立ての場合は地震発生による液状化現象が心配され、加えて埋立ての土砂は山地を削ってくる事や海上作業自体が緻密な作業法ではないため環境によいとは言えない。流れの阻害という点から比較しても、喫水が数m程度しかない浮体構造物に対して、埋立ては著しく流れを阻害する恐れがある。以上のような事から今回の提案を浮体構造物にする根拠があると考ええる。

- 次に、防災支援基地自身の特徴を述べる。
- a) タグボートにより曳航し、移動ができる。
 - b) 移動が必要な際にはQIP方式の導入により急速な係留が可能(推進のための推進機は持たない)。また、波浪による動揺が少ない。
 - c) 延伸可能なギャングウェイにより、被災した岸壁へもアプローチ可能。
 - d) TSL, 支援物資輸送船等の係船可能。
 - e) 通信・情報の拠点となり得ることから対策本部といった部門も設置可能。

このように被災直後はもちろん、その後からの復旧のサポートを進められるように考えた。また、情報センターとして機能するものが一箇所に集中することは、命令系統が単純化し合理的になると考える。

(4) 平常時の利用

移動式防災基地の維持は自治体にとって経済的に負担となるため、平常時での活用も考慮しなければならない。ここで基地の平常時利用可能性を調べ、それら进行评估し結果を表-2に記す。この表の通り、清水港という特色からTSL基地の平常時利用が最適と考えられる。また、TSL基地以外のものは平常時での利用を

可能とするのは困難であるが、TSL基地のみ利用可能と限定すると維持するのは困難である場合、ヘリポート利用や、基地本来の役割に支障を起こさないものとしてイベント会場の利用や防災に対する市民の意識高揚を促すための展示館も考えられる。

表-2 平常時の利用可能性例

用途	利点	問題点	評価
TSL基地	清水港に専用基地が無い	占有面積が必要	○
イベント会場	海なので騒音問題が少ない	採算性が低い	△
ごみ処理場	海なので目立たない	専用施設が必要	×
ヘリポート	空域が確保され易い	通常時の利用率が低い	△
駐車場	スペースを確保できる	利用率が低い	×
発電所	海なので騒音等が目立たない	移動が出来なくなる	×
プレジャーボートの点検・係留	不法設置の軽減	基地としての使用時に邪魔になる	△

※ 評価 ○…最適 △…可能 ×…不適切

表-3 係留方式の評価

	QIP	ドルフィン	ボラード式緩係留
概要	4本の脚で係留	杭式ドルフィン等を用いてラバーフェンダー、係留索等により係留	岸壁上のボラードに多数本の係留索で係留
特徴	昇降装置の製作費が高い 動揺が小さい	ドルフィンが常に航路をさえぎり水面を占有する 移動が困難	設置費用が安い 波浪や風による動揺が大きい
対津波性	脚の昇降により回避できるが、短時間に昇降を完了する必要あり	上下動に対避できる高さにするため、頭部が大きくなり、ラバーフェンダーが多数必要になる	動揺が大きく、係留索が破断する可能性が大きい 岸壁への接触、乗り上げの危険性がある
評価	○	△	×

4. 基地の概要

(1) 係留方式

浮体の係留方式の選定にあたって、安政の大地震の際来襲した津波クラスを特に考慮した。静岡県防災局が制作した想定東海地震津波CG⁵⁾によると、第1

波が直後に、10分、20分と経過していく間に第2、3波が閉鎖された駿河湾を襲い、その結果三保湾に湾口から進入する津波は清水港内各所で2mから3.5m程度となり、一部興津埠頭内奥部で4.3mに達する。本基地設置対象の清水市岸壁では3mと予想される。表-3のように、基地をドルフィン係留と岸壁のポラードに緩係留することを比較してみたが、両係留方式により3mもの津波に耐える事は難しい。しかも、狭い清水港にあって新たにこの基地のために係留施設を設け海域を占有することは適切でない。そのため、移動可能な係留方式としてQIP方式を選定した。問題は地震の発生後大きな津波が予想される際には、津波襲来前の短時間に4基の脚により本体を若干のクリアランスを含め平均水面から4m上昇するための能力が求められることもあり、これは技術的に不可能でないと考えている。

(2) 基地の総重量

本基地の総重量の内訳を表-4に示す。ここで、本基地(150m×50m)は鋼製であるため、0.7tf/m²(6.86kN/m²)の鋼材を使用しているとすると、全体で5,250tf(51,450kN)の重量となる。また、脚1本当たり、150tf(1,470kN)の重量としている。

表-4 基地の総重量の内訳

鋼材重量	5,250tf (51,450kN)
脚(4本)	600tf (5,880kN)
ヘリポートデッキ クレーン 搭載建物	400tf (3,920kN)
燃料・オイル	400tf (3,920kN)
バラスト水	500tf (4,900kN)
飲料水	1,100tf (10,780kN)
食料・その他	500tf (4,900kN)
合計	8,750tf (85,750kN)

(3) 基地の状態

平常時・支援展開時/津波来襲時の基地の状態を表-5に示す。ここに示すように、平常時・支援展開時には、本基地は半浮体という状態にしておく。この状態では脚4本で支えながら、基地本体にも浮力が作用するため、脚式構造の状態であるよりは、力の分散により基地が安定することができる。静岡県清水港内の平均水面高さは0.95mである。また、喫水を港内の最大波高約1mと考えれば浮体底部が露出しない程度として0.5mに設定すれば、浮力は3,863tf(37,857kN)働くことになる。津波来襲時には、QIP方式の脚を使用しているため、東海地震発生後基地本体を急速に上昇することができ、脚式構造にすることで、津波を回避することができる。本基地の平常時の接岸は清水港内の清水市岸壁とすると、予想津波高さは3.1mであり、十分対応できると考える。

表-5 平常時・支援展開時/津波来襲時の基地状態

	平常時・支援展開時	津波来襲時
状態	半浮体	脚式構造
喫水	0.5m【MWL時】	0m
デッキクリアランス	0m	4.0m
浮力	3,863tf【MWL時】 (37,857kN)	0tf(0kN)
脚に作用する重量	4,887tf (47,893kN)	8,750tf (85,750kN)
脚1本当たりに作用する軸力	1,222tf (11,976kN)	2,188tf (21,442kN)

(4) 脚の構造

本基地は、脚にQIP方式を取り入れている。例えばラックアンドピニオン方式の昇降装置を用いることで自由に上下することができ、基地本体を浮体の状態から急速に係留し、脚式の状態にすることが可能である。そして、喫水・デッキクリアランスを自由に設定することができる。

昇降機構には油圧昇降ピンラック方式等もあり、ちょうど竹登りをする時の動作に類似し、油圧ジャッキで屈伸を繰返し、手あるいは足にピンを差しこみ脚を一時固定する。大鳴門橋建設時にはデロング空気ジャッキが用いられた例がある。

以下図-1に、QIP方式の脚構造を示すが、ここでは急速にまた連続的な昇降ができるようラックアンドピニオン方式の昇降装置を選定した。

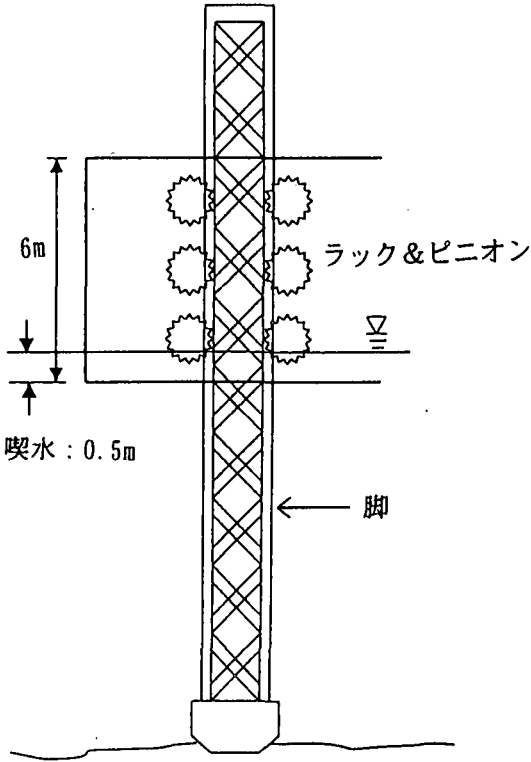


図-1 QIP方式の脚の構造

昇降装置は海底に設けた地震計や気象庁からの通信情報により即、運転・作動でき、大きな津波の来襲が予測される場合は浮体部を津波最高位より若干高い位置まで昇降する。この高さは潮位によってやや変わるものの約4mと考えており、そのため平常時は脚が浮体デッキよりその分高く突き出すことになる。したがって、後で示す図-2のようにヘリポートや管理棟を脚頭部間に配することで活動の制約にならないよう考慮する必要がある。

(5) 搭載設備・物資

基地に搭載する設備・物資等を検討した結果、以下のものが必要と考えられる。

a) 搭載設備

①QIP方式脚

②ギャングウェイ

基地と陸との掛け橋(伸縮可能)であるが、物資輸送のためのトラックが通れる大きさと強度が必要である。

③ヘリポート

占有面積35m×30m程度のもの

④クレーン

TSL及び救援船の荷揚作業用(最低2基)

⑤情報通信施設

阪神・淡路大震災で大きく取り上げられた事のひとつに、情報手段の欠如、麻痺がある。正確

な情報が、迅速かつ確実に届くことで救援活動は的確に行えるばかりでなく、被災者の生活にも大きく役立つ。本浮体は情報・通信基地としての機能も有し、地震発生後の対策本部といった機関を本浮体に設置することも可能。

⑥発電施設

通常は、電力ケーブルにより陸上から供給されるものとし、緊急時に対しディーゼル発電設備等を備える。

⑦その他必要設備

b) 搭載物資

①飲料水・生活用水

飲料水必要量は表-4に示した通りであるが、これは生命維持に必要な1人当たり3リットルの水を延べ11万人分確保するものである。飲料水以外の生活用水は、通常は清水のバラスト水として利用する。

②食料(非常用)

③トイレ(仮設型・簡易型)

④テント・プレハブ

⑤毛布

⑥医療用品

⑦その他必要品

以上の中の飲料水・食料に関しては、定期交換が必要である。

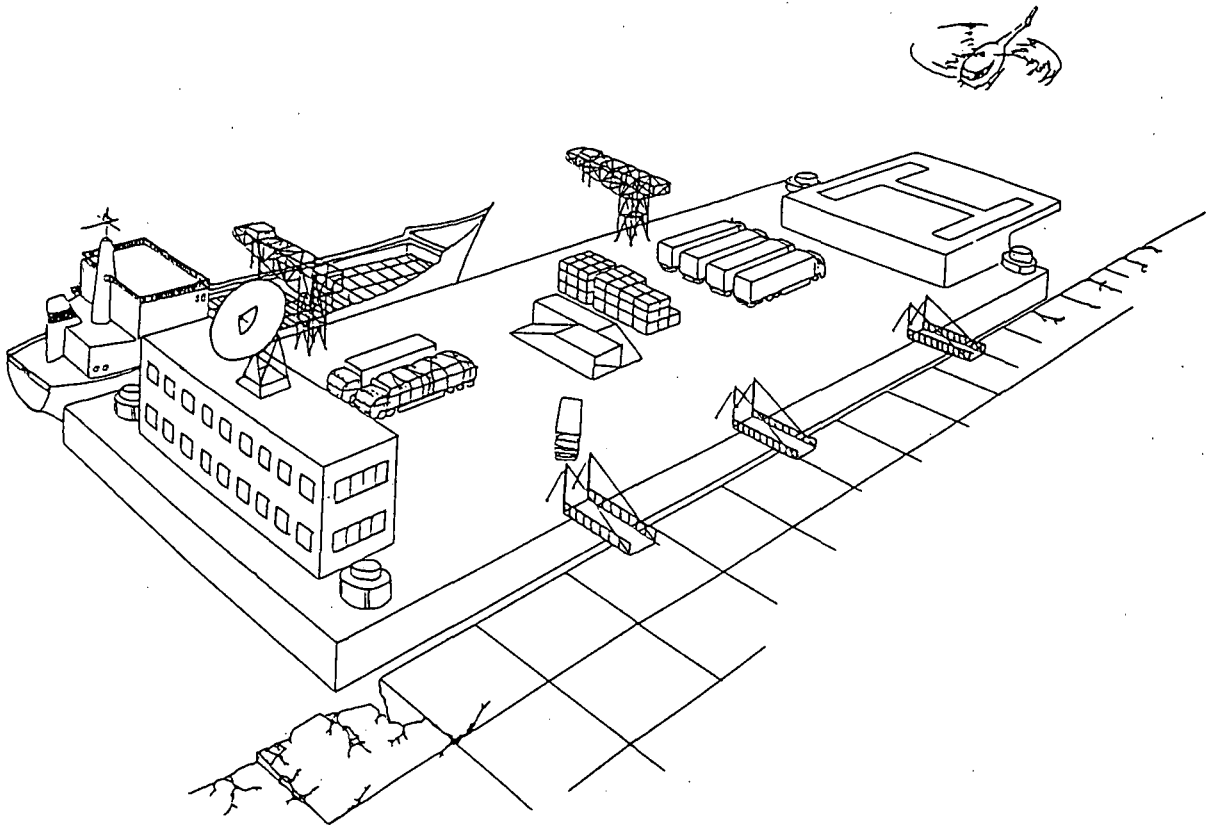


図-2 海上移動式防災支援基地概略図

5. おわりに

被災時には海上からの支援が有効であるということを前提に静岡県を対象に、海上移動式防災支援基地を実現するための構想として、我々は次のような浮体構造物を提案した。

- (1) QIPの導入により急速な係留が可能。ギャングウェイにより被災した岸壁へもアプローチが可能。他の船舶の係船も可能。
- (2) 大きさは、船長150m・幅50m・型深さ6mなる浮体構造物で、4本の脚により係留。静岡県清水港内に設置すると仮定し、喫水0.5m程度とする。
- (3) 常設機能として施設上には、ヘリポートデッキ、クレーン、情報通信施設等の装備を配す。

なお、このような施設は平常時の利用が、施設の維持管理上重要であり、TSLの係船施設としての利用を前提とした。

実際に、このようなコンセプトを実現する場合には、背後に岸壁がある本施設が津波を受ける際の安全性や挙動等を明確にすべき課題がたくさんあるも

のの、本研究が海上防災施設設計画上一助になることを願うものである。

謝辞：本研究を実施するにあたり、静岡県土木部港湾課（現静岡土木事務所国道150号管理課課長）高林征治氏に情報提供等を頂きここに感謝する。

参考文献

- 1) 高橋洋二他：移動式防災支援拠点整備構想，平成10年度日本沿岸域学会論文集，1999（投稿予定）
- 2) 静岡県防災会議編：静岡県地域防災計画，東海地震対策編，pp. 330-331，1992.
- 3) 高林征治：焼津漁港の地震防災について，第40回全国漁港建設技術発表会資料，1995.
- 4) 東海大学海洋学部編：図説海洋概論，講談社，pp. 45 1997.
- 5) 静岡県防災局：「自主防災」，東海地震津波シミュレーション，No.41，1998. 11月
- 6) 静岡県衛生部環境衛生課・知事公室地震対策課編：静岡県内市町村「地震時給水要綱」作成方針，pp. 21, 50, 1982.

（1999. 4. 19受付）