

# 東京湾における地震・津波発生時 船舶避泊対策の提案

内藤 裕之

関東地方整備局 東京湾口航路事務所 工務課 (〒238-0005神奈川県横須賀市新港町13番地)

本稿は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災時の海上被害を経験して、緊迫する首都圏近郊の巨大地震に向けて、政治・経済の中心地である首都圏を抱える東京湾における、港湾機能を確保するため、船舶避泊に関しての対策を提案するものである。

キーワード 船舶避泊, 事前防災, 開発保全航路

## 1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては津波がすさまじい破壊力をもって沿岸に押し寄せ、多数の尊い命を奪う未曾有の災害となった。海域における船舶についても非常に甚大な被害を被った。この一つの原因として、船舶の避泊対策を検討する手法が確立されていなかったことがあげられる。

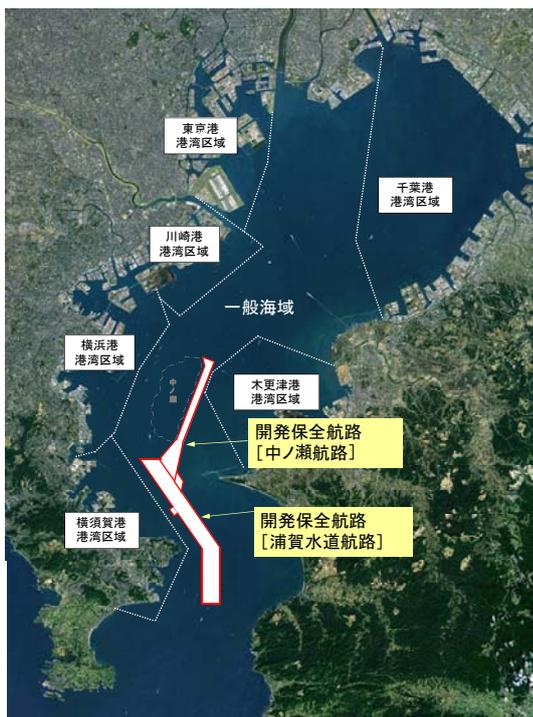


図-1 東京湾内の開発保全航路等

東京湾内の海域には港湾法で定められた開発保全航路として、中ノ瀬航路及び浦賀水道航路が指定されており、国土交通省が当該海域の開発及び保全を実施している。また、各港の港湾区域内における海域の管理は、港湾管理者が行っている(図-1)。法令に定められた区域以外の海域は一般海域である。船舶の航行ルールは海上交通安全法および港則法によって定められている。

本検討では津波時の船舶避泊の必要性を検証すると共に、開発保全航路の範囲設定の考え方について考察した。

## 2. 東京湾における船舶避泊の必要性について

地震による津波の発生時には、気象庁による大津波警報を受け、各港長による港外退避の指示により、原則的には港外(湾外)への退避行動をとる。ただし、船舶の積荷状況等によって個々の行動は様々であり、基本的な行動パターンは、係岸を継続、湾内に錨泊及び湾外へ退避のいずれかを選択することとなる(図-2)。岸壁での係留や湾内での錨泊が不可能な場合は、写真-1のような船舶の衝突・転覆も想定される。東京湾は各港から湾外までの航行距離が長く、湾外退避に一定の時間を有する為、2時間以内で来襲する津波に対しては湾外退避が難しいものと考えられるため、一定の状況下における湾内の錨泊に関する検討が必要である。



写真-1 船舶の転覆(鹿島港)

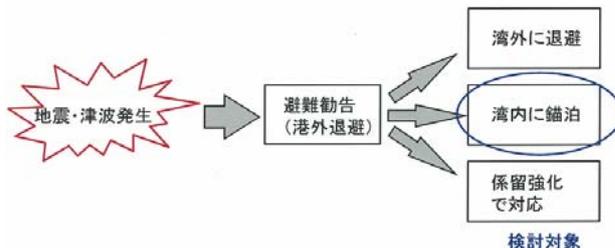


図-2 船舶の行動パターン(イメージ)

### 3. 東日本大震災時の東京湾における船舶動静解析

#### (1) 解析手法

東京湾内の船舶動静を把握するための具体的手法としては、AIS（船舶自動識別装置）のデータを用いることで船舶行動を再現できる<sup>1)</sup>。その結果から湾内の錨泊実態を解析し、必要となる対策を検証することとした。

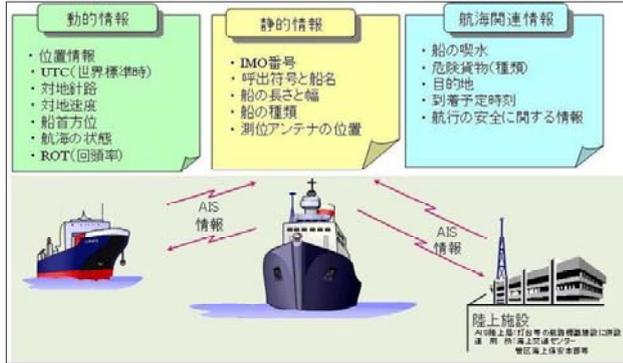


図-3 AISの情報

なお、AIS（船舶自動識別装置）とは、500GT（GTは総トン数）以上の船舶が、海上交通安全法により搭載を義務づけられている、船舶の位置情報等を持ったデータの事である(図-3)。

#### (2) 東京湾内における船舶動静解析

AISのデータから、震災時では東京湾内に243隻の船舶を確認し、船種及び船型を特定した。図-4に示すように船型別では10,000GT以上の大型船が26%、船種別では危険物運搬船が35%を占めていた。また、離岸に時間を有する危険物運搬船、バルク船及びコンテナ船が53%を占めていた。これらのデータより、東京湾内においては特に大型の船舶（危険物積載船）が多く、その退避時における錨泊地の確保が重要となることが解った。

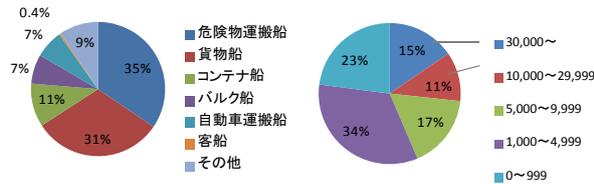


図-4 東京湾内船舶状況

また、地震発生後 24 時間の時間経過に対しての隻数の増減を集計し、図-5 にとりまとめた。この結果から、3.11 の東京湾では急いで出湾している顕著な傾向はなく、ピークの隻数は平常時と同等であった。ただし、発災後 24 時間で出湾隻数は 6 割減、入湾隻数は 2 割減であり、湾外へ退避せず湾内に錨泊船舶が滞留していた傾向にあることが解った。この状況は震災翌日まで継続していた。

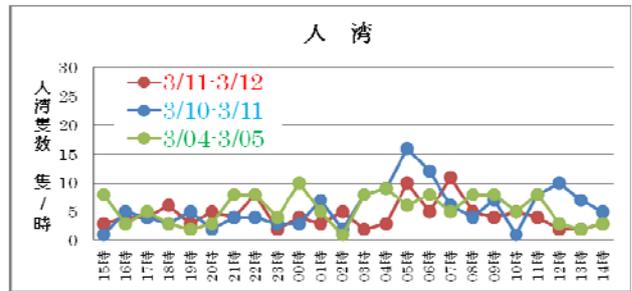
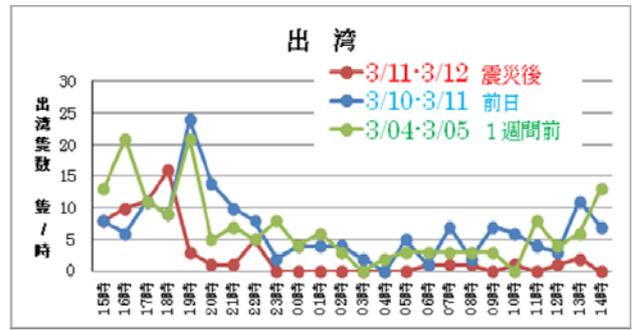


図-5 東京湾内隻数の時間経過による推移

東京湾で津波警報に対応した船舶動向および津波来襲時での避難実績を解析した事例は無い。最終的には船長が判断し、津波の事象及び状況に応じて対応するものであるが、中央防災会議で設定される規模の地震発生時の対応については、東日本大震災を踏まえた行動が行われることが推測される。そのためにも、本解析は極めて有効な検討である。

AIS 情報から、更に詳細な船舶行動を把握するため、地震発生前の船舶状況と発災後の船舶状況を拾い出し、係岸、航行及び錨泊の別でその比率を整理した。この結果、図-6 の通り係岸していた船舶のうち、約 70%が離岸し、錨泊若しくは出湾の行動をとっていたことが解った。また、錨泊船舶は全体隻数の約 60% であった。

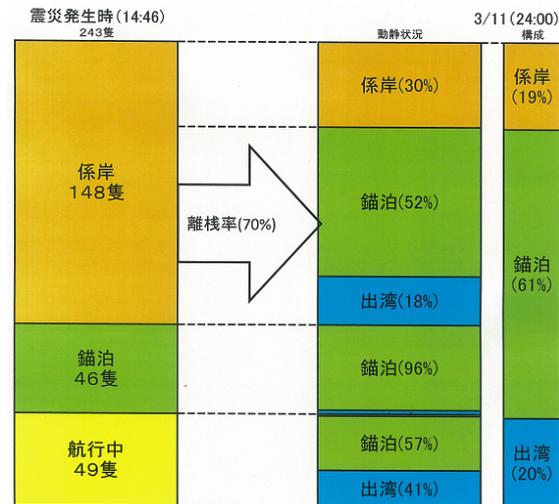


図-6 船舶状況の変化

錨泊の実態としては図-7のとおり、特定の箇所に集中して錨泊する傾向があった。ただし、各々の船舶の航跡及びヒアリングの結果から、2時間程度航行して錨泊地を探した船もあった<sup>2)</sup>。今回の地震においては東京湾内では3時間程度退避に時間裕があったため、湾内で錨泊地を探して安全を確保することが出来たが、今後想定されている短時間（2時間程度）で来襲する津波に関しては、前面海域に錨泊地が無い地域が存在することが想定された。その為、本来錨泊に必要な水域面積を算出し、各港の前面海域にその面積が供給可能かどうかを検証することとした。

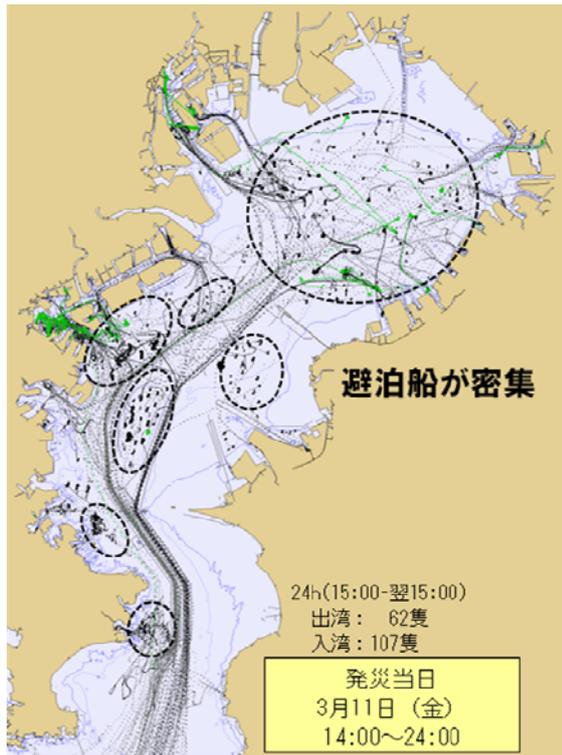


図-7 東京湾内船舶状況

(3) 東京湾内における船舶の錨泊に必要な面積の検討

上記データより得られた船舶データ及び湾内の水深値を基に、地震・津波発生時に船舶が錨泊するのに必要な面積を分析した。しかしながら、港湾の技術基準には平常時の錨泊面積に関する基準<sup>3)</sup>はあるものの、地震・津波に対応した基準が存在しないことから、有識者の意見を踏まえて条件を設定し、概ねの状況を把握するため、次式(1a)を基本式として検討することとした。

$$S = \pi R^2$$

$$R = (Loa + \alpha D) \times \beta \quad (1a)$$

- Loa : 船の長さ
- D : 錨泊地の水深（水深によってRが変化）
- $\alpha$  : 4.5~6.0 ※1
- $\beta$  : 安全係数（1.0~2.0）※2

※1: 現行基準で4.5は双錨泊,6.0は単錨泊  
 ※2: 安全係数2.0は3.11の密集地（中ノ瀬）実績

船長は船種及び船型（大きさ）によって異なるため、AISデータを船種・船型別に区分し、各々の平均船長を用いて算出することとした。隻数については、発災時に在湾していた船舶隻数の内、湾内に錨泊していた隻数の各港別内訳から、錨泊必要船舶の隻数を算出し、これを1隻当たりの面積に乗じることで各港別の必要面積を算出した。

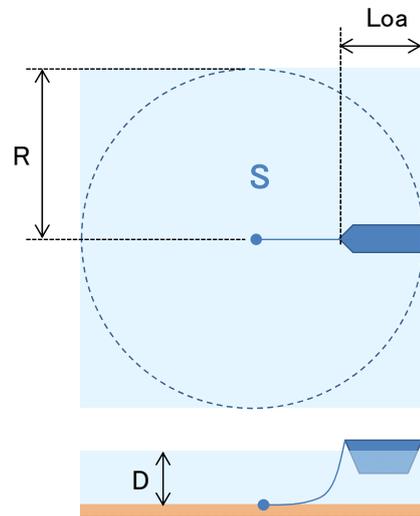


図-8 面積算出イメージ

以上の計算式を用いて算出した必要面積について、港別及び船種別に整理し湾内図にプロットした結果を図-9に示す。

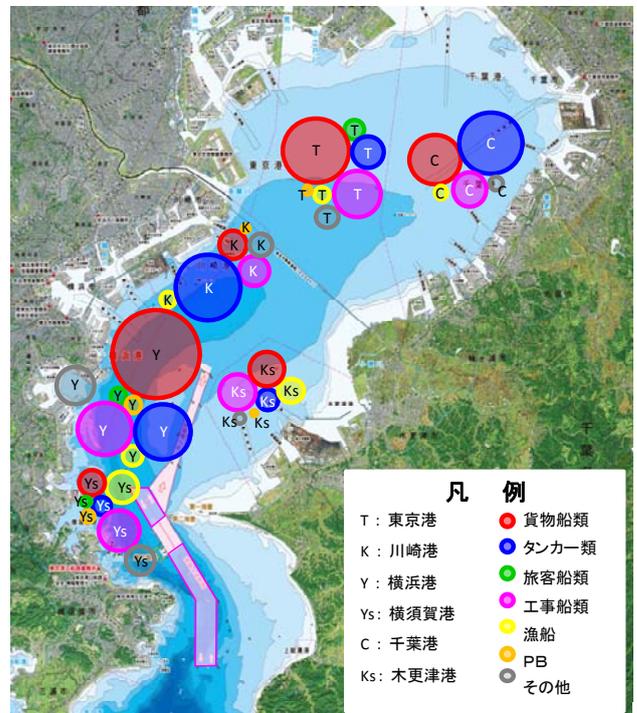


図-9 東京湾内錨泊必要面積（イメージ）

この図から、湾奥（アクアラインより北部）については面積に余裕が有るものの、アクアライン南部において密集している状況が見て取れる。

#### 4. 検証結果及び事前防災の提案

##### (1) 検証結果

以上の検証により、以下の傾向が有ることが判明した。

- ・東京港、千葉港は前面に広い水域が存在し、錨泊地を確保しやすい。
- ・横須賀港及び木更津港についても錨泊に必要な面積が確保される。
- ・川崎港、横浜港においては隻数が多いにもかかわらず、前面に錨泊出来るエリアが少ない為、短時間で錨泊することを前提とした場合、錨泊地が不足することが想定される。

##### (2) 事前防災の提案

地震・津波発生時において、船舶行動を統制し制御する事は非常に難しい。その為、湾内において船舶行動を想定し必要となるエリアを設定してその範囲を平常時より保全（水深の確認、障害物除去等）する事で、ハードの面での事前対策を実施しておくべきである。現行法の中で一般海域における保安全管理を実施出来るのは開発保全航路として指定された海域であることから、具体的な対策として以下のとおり提案する。

津波来襲直前の船舶避泊について、一部の海域で錨泊地が不足する箇所があり、開発保全航路として拡大して事前に保全を行う等の方策を講じる必要がある。

アクアラインより北部については比較的錨泊地が確保される為、アクアライン南部に関する対策が必要である。候補地としては中ノ瀬付近及び木更津港沖があげられる。

なお、地震・津波時の対策としては地震発生直後、津波来襲前の船舶避泊対策に加え、津波来襲後の航路啓開時におけるエリア確保も重要である(図-10)。今回の船舶動静の検証及び関係者ヒアリングによって、非常時にもシーマンシップが働き、航路筋と言われる導線には錨泊しない傾向があることが解り、開発保全航路の拡大による航路筋の保全についても合わせて提案する。

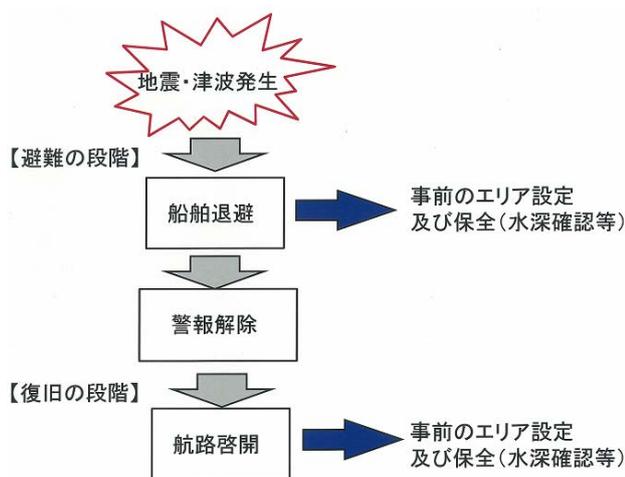


図-10 必要となる対策案

これらを総合的に考慮した航路及び錨泊候補地の配置(案)を図-11に示す。

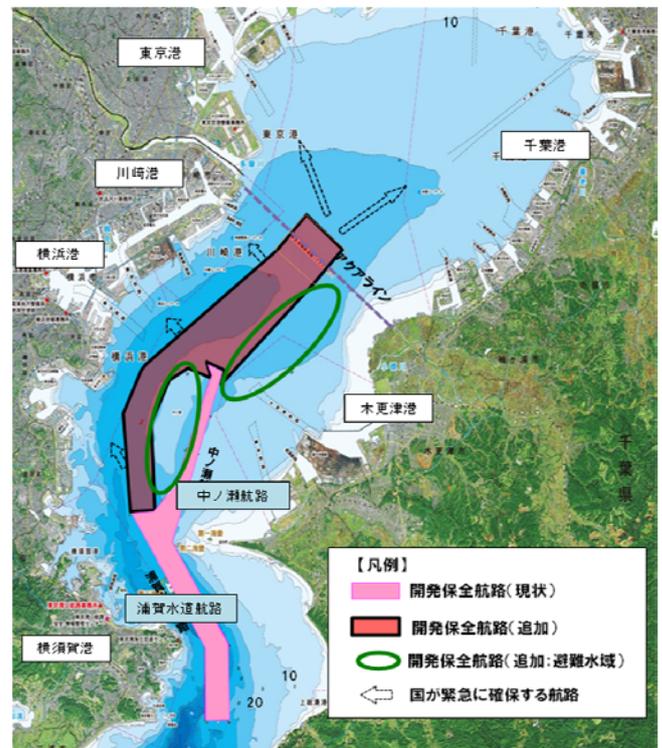


図-11 東京湾内開発保全航路等配置案

#### 5. おわりに

本検討に当たっては、津波時における船舶の行動解析であり稀有な内容であることから、解析手法やいづれの船舶の避泊も合理的となる標準的な考え方を取り入れるのは非常に難しい判断であった。特に知見の所有者が不明であり、検討に当たっては事前に有識者へのヒアリングを行い、船舶行動に関する基礎知識を収集してから事象と照らし合わせることで検討の信憑性を高めるよう努めた。

本検討を踏まえて港湾における事前防災が広く議論され、今般三大湾の重要性を鑑みて港湾法が改正されることとなった。ただしこれは前提条件であり、実施の対策として航路啓開における詳細な検討が必要となる。本件の検討結果を踏まえて、今後は東京湾内における航路啓開も含めた事前防災について取り組んで参りたい。

##### 参考文献

- 1)高橋宏直, 後藤健太郎: NILIN-AIS による荒天時の泊地規模に関する分析, 国総研資料第 500, 平成 21 年 1 月
- 2)津金正典 NAVIGATION H23.10 月: 2011 年東北地方太平洋沖地震における会員の地震体感について
- 3) (社)日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 平成 19 年 7 月