

地震被災時における船舶係留に関する一考察

東北大学大学院 学生会員 小澤 加苗

(独)港湾空港技術研究所 正会員 菅野 高弘

北日本港湾コンサルタント(株) 正会員 奈良 俊介

1. はじめに

わが国の土木施設の耐震設計において、その施設に適切な耐震性能を持たせることは必要不可欠である。特に港湾構造物は、震災直後の海上交通による緊急物資の受け入れ等の役割を担っており、設計段階での岸壁の被災程度の予測及び供用可能な「許容変形量」の設定は重要である。港湾の施設の技術上の基準(技術基準)では、地震後の岸壁の暫定利用を可能とする変形量の目安(残留水平変位 30cm 程度)を示しているが、1995年兵庫県南部地震においては、目安の値を超える残留水平変位 500cm 程度であっても使用されたことが記録に残っている。しかしながら、被災直後の緊急時における海上支援船舶の実績データがまとめられている例は、兵庫県南部地震の報告以外にはほとんど無く、さらに、船種や船の規模、実際にどのような経緯で係留するバースを選択したのかという詳細なところまでのデータを揃えることは困難である。そこで、本研究では、操船責任者(船長・航海士、水先案内人等)を対象に、船舶接岸時の着目点について、ヒアリング調査を行い、「許容変形量」へのユーザー意見の導入を試みた。

2. 調査方法

本研究は、アンケート形式(主に記述)にて調査を行った。ヒアリング調査内容は 通常時、岸壁に船舶を係留するときの着目点 被災した岸

壁に船舶を係留するときの着目点 とした。図-1にケーソン式岸壁の地震前後の模式図を示す。地震時の岸壁本体の海側変位・傾斜、岸壁本体に付随している防舷材や係船柱の損傷、岸壁前面水深の変化を、典型的な被災形態として示している。

3. 調査結果

ヒアリング調査結果をまとめると以下のように整理できる。

通常時、岸壁に船舶を係留する際の着目点
通常時の船舶係留で防舷材と係船柱が重要であり、強度・位置・有効数などが確保されているかが着目点であった。

被災した岸壁に船舶を係留する際の着目点
被災時においては、船体と岸壁の接点・水深の確保が重要であった。船体と岸壁の接点は2点以上確保し、船長の1/2以上の間隔の確保が必要であった。水深では、喫水の10%以上を確保しなければ係留は困難であることがわかった。被災後は水面下で基礎マウンド・岸壁崩落物などによる水深の減少が考えられることから、十分に注意しなければならない。また、係船柱・防舷材が健全であることが求められる。但し、防舷材については、船舶側で空気式防舷材を準備することや、舳などを用いることで、岸壁に備えてある防舷材が損傷した場合でも係留可能となる。

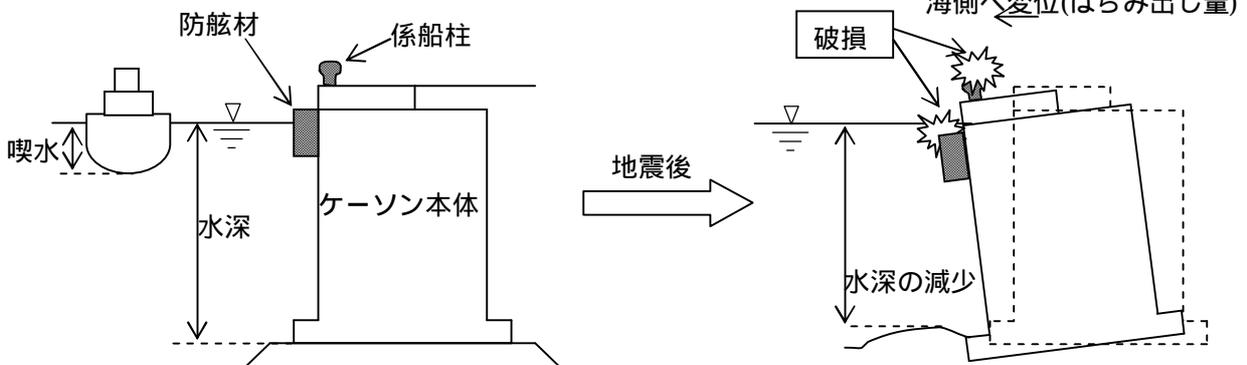


図 1 ケーソン式岸壁 地震前後模式図

キーワード 耐震性能 許容変形量 地震被災 ケーソン式岸壁

連絡先 東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 地盤研究室 TEL 022-795-7437

4. ユーザー側視点を考慮した地震時対応

ヒアリング調査より，被災時の船舶係留可否判断条件が明らかになった．緊急時の船舶係留にあたり，船体と岸壁の接点は 2 点以上・船長の 1/2 以上の間隔の確保ができれば，係留可能である事から，1995 年兵庫県南部地震の被災岸壁の状況を整理してみた．当時係船された船舶の船長については記録が無いことから，緊急物資輸送を目的として利用された海上自衛隊所有の輸送艦の船体長 120m，海上支援船として使用されたフェリー等の船体長 180m として係留範囲を 60m・90m と設定した．図 2 には岸壁の被災変形量を示す．法線はらみ出し量とは，岸壁法線の被災前と被災後との差を指し，法線凹凸変位量とは，法線はらみ出し量の最小と最大の差と定義する．

図-3 に最大はらみ出し量と係船実績数の関係を示す．これより，最大はらみ出し量が 400cm 以下のバースに係船していることがわかる．図 4 には，凹凸変位量と係船実績数の関係を示す．これより，凹凸変位量が 20cm 以下のバースに係船していることが分かる．

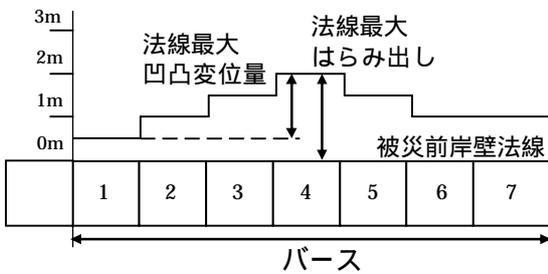


図 2 被災変形量の定義

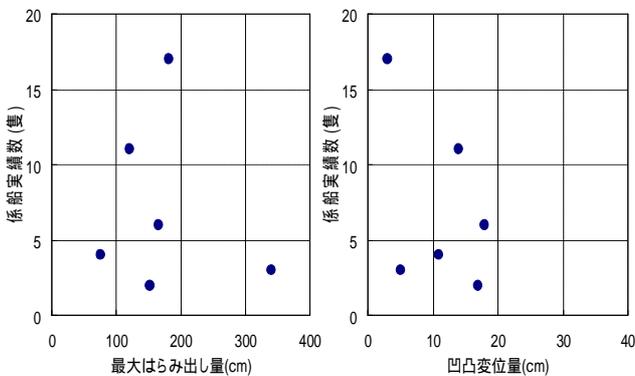


図 3 最大はらみ出し量 係船実績数 図 4 凹凸変位量 係船実績数

5. 結論

本研究では操船責任者らが地震後の岸壁利用時に着目する点を明らかにすることを目的とし，岸壁を実際に使用するユーザーに対し，アンケート調査を行った．地震被災直後に岸壁の機能を確保するためには，構造安定性に加えて，接岸・係留・荷役を実施するために，以下の項目について検討する必要があることが明らかになった．

- 被災後における係留装置(防舷材，係船柱など)の健全の確保，あるいは予備品の備蓄．
- 船舶要求水深の確保(喫水の 10% 以上)
- 2 点係留に必要な船体長の以上の平行部の確保
- 最大はらみ出し量 400cm 以下，凹凸変位量 20cm 以下のバースであれば暫定的に係留可能となる可能性が大きい．

参考文献

- 1) 井合進，菅野高弘，野津厚，一井康二，佐藤陽子，小濱英司，深澤清尊：港湾構造物の耐震性能照査型設計体系について，港湾空港技術研究所資料 No.1018，2002．
- 2) 一井康二，高橋宏直，中本隆，赤倉康寛：第 10 回日本地震工学シンポジウム，pp.3241-3244，1998．
- 3) 稲富隆昌，外山進一，井合進，寺内潔，藤本健幸，山崎浩之，長尾毅，宮田正史，森田年一，及川研，石井正樹，高崎伸彦，岡下勝彦，善功企，上部達生，菅野高弘，横田弘，田中祐人，小泉哲也，野津厚，一井康二，南兼一郎，松永康男，杉山盛行，小林伸行：兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告，港湾技研資料，No. 857，1997．
- 4) 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．
- 5) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準と同解説，pp. 258-259，1999