

離島港湾における非接岸係留された船舶の不規則波中の動揺特性に関する基礎的研究

Fundamental Study on Fluctuation Characteristics in Irregular Wave of non-berth moored ship at Remote Island Port

○木原寛明¹, 居駒知樹², 増田光一², 相田康洋², 恵藤浩朗², 大野拓巳¹

*Hiroaki Kihara¹, Takumi Ohno¹, Eto Hiroaki², Koichi Masuda², Yasuhiro Aida², Ikoma Tomoki²

In Japan where exclusive economic zones are ranked 6th in the world, it is expected that improvement of ports in remote islands can be improved as an activity base capable of developing, using and supplementing marine resource sources. Therefore, in this research, we will separate a cargo ship "Daito" (hereinafter referred to as "Daito") at Minami-Daito-jima, one of the solitary island ports, by approximately 5 to 10 meters from the quay. We describe the fluctuation characteristics of irregular wave response analysis by non-coastal mooring using mooring pillar on the quay wall and mooring buoyant set on the offshore side. In case of non-coastal mooring It is often the case that cargo handling can not be done because cargo handling is often affected by waves and weather. Therefore, we tried to understand the mooring method for more stable cargo handling and cargo handling efficiency improvement and the fluctuation characteristic near the reality as a preliminary stage of countermeasures to reduce fluctuation.

1. はじめに

日本の排他的経済水域は 447 万 km²で領海を含め世界 6 位の水域面積を有し、将来的にその豊富な海底資源や海洋エネルギーの実用化が期待されている。近年日本では排他的経済水域の海洋資源の開発・利用や海洋調査などを安全かつ安定的に行えるよう、輸送や補給が可能な活動拠点として離島の活用が有効だと考えられている。また離島を活動拠点として利用するためには、離島住民を含め離島を利活用する人々の利便性を向上させる港湾整備を行い、貨客船の荷役方法も含めた安全な荷役環境の確保が望まれる。離島港湾の 1 つ南大東島は、沖縄本島 392km²の海上に位置する絶海の孤島である。現在、南大東島と沖縄本島とは、主に貨物を輸送するための貨客船「だいとう」（以下、だいとう）が週 1~2 便運航されている。南大東島では、岸壁から沖 200m 程度までの海底勾配は 1/10 程度の緩やかな斜面であるが、それ以降 1500m 程度まで深くなることから防波堤の設置が困難である。港湾の岸壁は高く、波浪条件も厳しいため船体の動揺が激しく、岸壁と接触してしまうなどの事故が発生する可能性がある。よって船体の損傷を防ぐために、船舶を岸壁から約 5m~10m 程離し、岸壁上の係船柱と沖側に設けた係船浮標を用い非接岸係留により係留が行われている。しかし非接岸係留の場合、荷役の際は波浪、天候の影響を受けることが多いため、荷役が行えない場合もある。そこでより安定した荷役の実施や荷役効率の向上に向けた係留方法や動揺低減対策を行う前段階として、だいとうの動揺特性の把握が必要である。

2. 研究目的

本研究では、規則波中応答解析と不規則中波応答解析の比較を行い考察を行い非接岸係留における動揺特性の把握を行う。

3. 計算条件

3.1 船舶のモデル

本研究では、だいとうの運動応答特性の把握を行うにあたり、だいとうの規模、係留索諸元の設定を行った。表-1 にだいとうの規模、表-2 に係留索諸元を示す。

表-1 だいとう規模

全長	83.6m	型幅	13.4m
型深さ	6.9m	喫水	3.9m
水深	7.0m	総トン数	690ton

表-2 係留索諸元

種類	ダイトウ MD ブレードロープ		
索径	65mm	伸び率	13%
破断荷重	520kN		

3.2 波浪条件

南大東島の対象岸壁は、南大東港西地区岸壁である。南大東島西地区岸壁における係留索の配置の平面図を図-2、断面図を図-3 に示す。だいとうは沖側の 2 ヶ所の係留浮標と岸壁側の 4 ヶ所の係船柱を用いて、計 6 本の係留索により係留される。この時、岸壁の高さは 6m であるため、だいとうの係留位置から岸壁まで 3m 上の係船柱に係留し、岸壁とだいとうの間は 8m 離して係留を行った。また、表-3 にだいとうから係船柱、係船浮標に係留する係留索初期長さを示す。

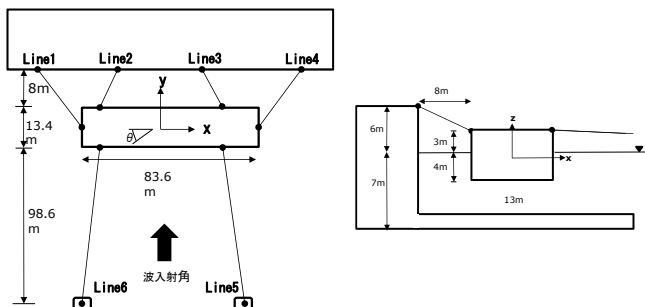


図-2 係留配置(平面図) 図-3 係留配置(断面図)

表-3 係留索初期長さ

Line1	Line2	Line3	Line4	Line5	Line6
41.8m	14.1m	11.9m	43.7m	103m	102m

4. 不規則波中のだいたいの動揺特性

本研究では、従来の研究で行われた規則波中応答解析と比較を行うため、不規則波応答解析を行う際、波浪条件を同じ条件として波入射角を 90°、有義波高を 1.5m、周期を 8m として解析を行った。また、解析を行う際、係船浮標の動揺を 0 と仮定する。図-4 に Sway, Heave, Roll の時系列応答の結果を図-5 に Line1~6 の張力の結果を示す。

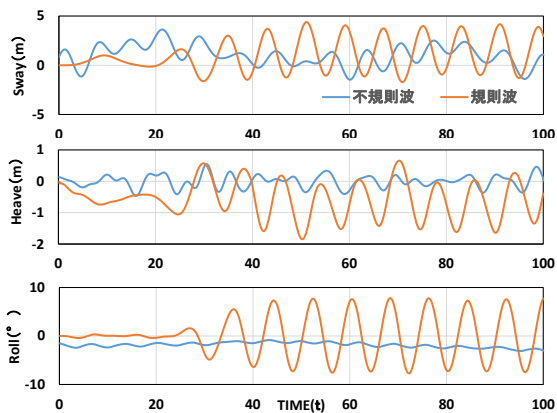


図-4 時系列応答

Sway 時系列応答の結果より不規則波、規則波双方とも最大-3m~3m 程度の動揺が確認された。

波入射角が 90°で設定されているがこれはロープによる張力、波による影響により動揺が発生したものであると考えられる。また、不規則波は周期 40 秒程度の長周期動揺が確認された。

Roll の結果より動揺は規則波よりも不規則波の方が小さいことが確認できる。

Heave の結果より、規則波より不規則波の方が動揺は小さくなったことが確認された。

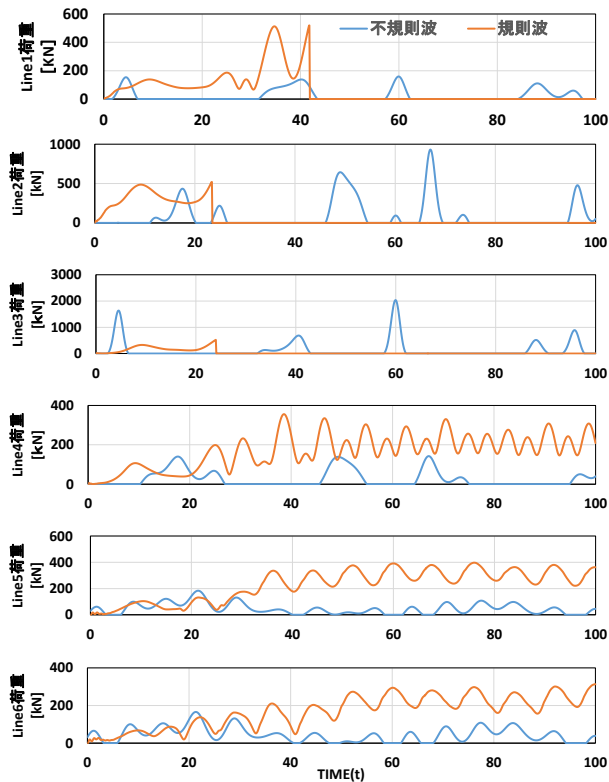


図-5 Line1 張力

Line1 の規則波では 40 秒付近で破断が確認されたが不規則波では破断が確認されなかった。これは、不規則波の方が規則波よりもだいたいの動揺が小さかったことが原因と考えられる。Line2, 3 は不規則波、規則波ともに係留索が破断したが、これは他の索に比べて係留索長が短かったため、有義波高 1.5m、周期 8s 程度の波でも破断する結果となった。Line6 は規則波の張力が最大約 400kN、不規則波が約 200kN と、規則波より不規則波の張力が 1/2 程度小さいことが確認された。

5. おわりに

- ・ 不規則波応答解析の方が規則波応答解析より応答が小さくなり Line1 のロープが破断しなかったことを確認した。
- ・ 波高 1.5m、周期 8s の波では規則波、不規則波共に索長が短い Line2, 3 の係留索は破断することから対策を考える必要がある。

参考文献

1) 増田光一, 居駒知樹, 惠藤浩朗, 相田康洋, 宮下奈々恵: 離島港湾における船舶の非接岸係留システムに関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東北), pp.50-51, 10026, 2018