

長周期動揺低減システムの開発および大型船を使用した現地実証実験

(独)港湾空港技術研究所 海洋・水工部

正会員 ○ 米山 治男

国土交通省東北地方整備局 (前塩釜港湾・空港整備事務所)

非会員 川守田 正路

国土交通省東北地方整備局 塩釜港湾・空港整備事務所

非会員 朝倉 邦友

国土交通省東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所

非会員 増門 孝一

(財)沿岸技術研究センター 調査部

正会員 根木 貴史

(株)エム・オー・マリコンサルティング 海洋技術部

非会員 大竹 祐一郎

1. 長周期動揺低減システムの現地実証実験までの経緯

長周期波の影響による係留船舶の荷役稼働率の低下は、主として係留船舶の前後方向の動揺成分であるサージが長周期的に増大することが原因であると言われており、このサージの増大は、主として港内の長周期の水位変動と係留系(船舶と係留索から成る)の共振現象によって生じていると考えられている。このような係留船舶の長周期動揺を低減させる対策として、(独)港湾空港技術研究所では、「係留系の固有周期を長周期波の卓越周期からずらして共振を抑止する方法」を発展させた「長周期動揺低減システム」を開発した^{1)~3)}。本システムは、既に水理模型実験においてその効果を確認しているが、この度、石巻港雲雀野地区において港湾施設へのシステムの適用が検討され、現地実証実験を行う機会を得た。

2. 長周期動揺低減システムの現地実証実験

長周期動揺低減システムの概念図を、図-1に示す。長周期動揺低減システムは、船上搭載ウインチで巻き上げられる係留索(軟らかいナイロン索が一般的)と本システムの陸上設置ウインチから巻き出される係留索(硬い係留索)の特性の異なる係留索を接続した上、双方の長さを変更し構成比率を変えることで係留系の固有周期を強制的に変化させ、係留系と長周期波との共振を回避し、係留船舶の長周期動揺を低減させるシステムである。

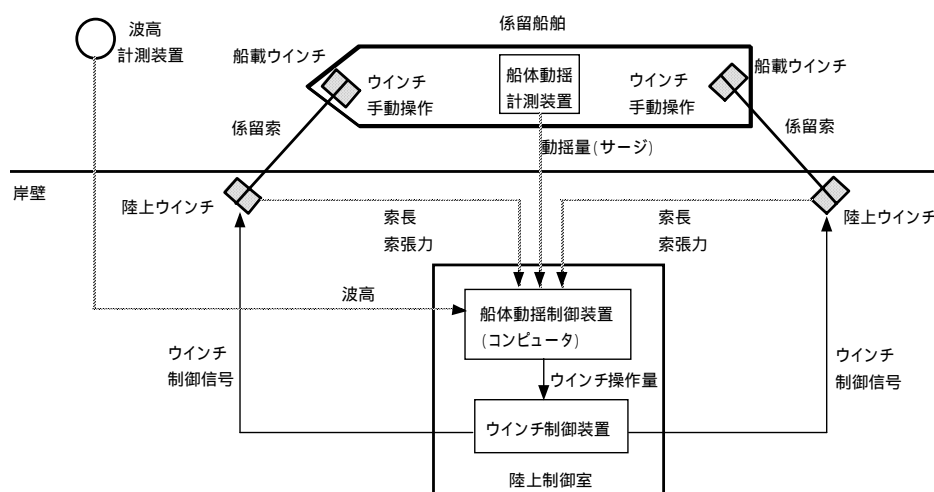


図-1 長周期動揺低減システムの概念図

係留索の構成比率を変更するための係留ウインチの制御量は、リアルタイムに計測されている船体動揺量(サージ)データと波高データを用いて、システム内蔵プログラムによって係留船舶の長周期動揺が最も効果的に低減できるような係留索のバネ定数を計算することで求められる。

石巻港雲雀野地区に東北地方整備局が設置した長周期動揺低減システムは、陸上ウインチ4基(パースの南側・北側に設置)と監視棟内の監視操作盤等から構成されている。現地実証実験では、図-2に示す陸上ウインチを用いて、同地区で荷役を行う大型船の動揺を計測した。実験時の係留方式は「通常の係留方式」、「長周期動揺低減

キーワード：長周期波、船体動揺、係留系の固有周期、現地実証実験

連絡先：〒239-0826 神奈川県横浜須賀市長瀬3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 TEL:046(844)5061 E-mail:yoneyama@pari.go.jp

〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院1-1-20 東北地方整備局 TEL:022(716)0001 E-mail:kawamori-m82ac@pa.thr.mlit.go.jp

〒985-0843 宮城県多賀城市明1-4-6 東北地方整備局 塩釜港湾・空港整備事務所 TEL:022(362)6213 E-mail:asakura-k82ab@pa.thr.mlit.go.jp

〒983-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡5-1-35 東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所 TEL:022(791)2111 E-mail:masukado-k84jt@pa.thr.mlit.go.jp

〒102-0092 東京都千代田区千代田3-16 (財)沿岸技術研究センター TEL:03(3234)5862 E-mail:negi@cdit.or.jp

〒108-0022 東京都港区海岸3-18-1 (株)エム・オー・マリコンサルティング TEL:03(5443)1073 E-mail:y.otake@momc.co.jp

システム・ウインチ方式(陸上索の比率は100%と50%)、
「長周期動揺低減システム・ビット方式」とし、係留
方式を切り替えて実験を実施した。「ウインチ方式」と「ビ
ット方式」は、陸上ウインチから提供される硬い係留索
の本数が多いため、「通常方式」よりも硬い係留系となる。
なお、本システムによって収録できる計測データは、波
浪(波高、周期)、陸上係留索の繰出し長さと張力(4本)、
本船係留索の張力(4本)、防舷材反力(4箇所)、RTK-GPS
による船体動揺量、等である。



図-2 陸上ウインチ(北ウインチ)

3. 現地実証実験の結果

現地実証実験は平成19年10月から平成20年3月にか
けて実施され、この間に5回の54,000～55,000DWT級石
炭専用船の入港があった。入港中に観測された長周期波の最大波高は、第1回実験と第2回実験で波高5cm程度、
第3回実験以降は2～3cm程度であった。また、長周期波の周期は、いずれの実験時も40～50秒の周期帯の出現
頻度が高く、次に出現頻度が高いのが50
～60秒であった。このように、対象船舶
の入港中に来襲した長周期波の波高レ
ベルが小さいため、生じた船体動揺は小
さいものであった。実験から得られた係留
方式ごとの波高とサージ動揺量の関係
を、図-3に示す。係留方式によって励
起される動揺量は異なり、近似線の傾
きで示される単位波高当たりのサージ
動揺量は「ビット方式」、「ウイン
チ方式」、「通常方式」の順に小さい
ことがわかる。

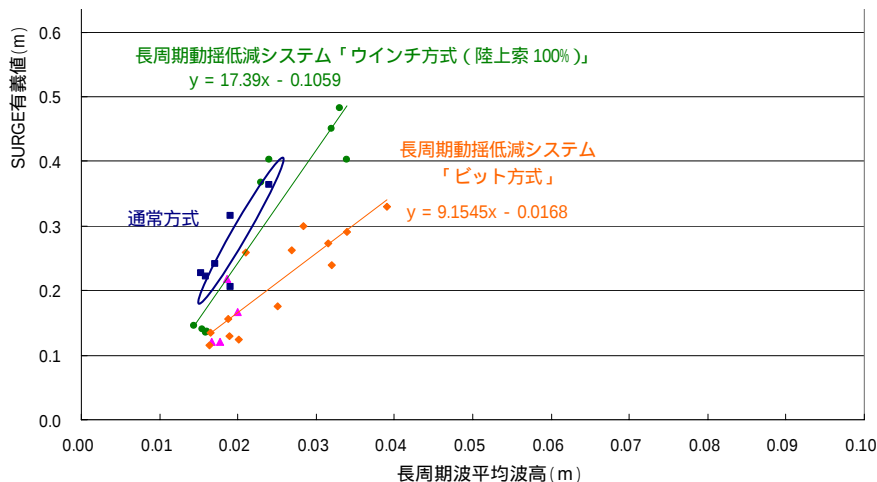


図-3 長周期波波高と船体動揺量(サージ)

4. まとめ

現地実証実験で得られた計測データを
解析し、係留方式別に船体動揺量を比較
したところ、軟らかい「通常方式」の係留
に対して、「ウインチ方式・陸上索100%」
や「ビット方式」の硬い係留方式におい
て、船体動揺量が小さくなることがわか
った。長周期動揺低減システムは、より簡
便に係留索の構成比率を変更し、係留系
の固有周期をずらすことで係留船舶の長
周期動揺を低減する方法として考案され
たものであり、本実験において係留索の
構成比率の変更が動揺低減効果につな
がることが確認できた。なお、今回の実
験では発生した船体動揺量が比較的小さ
かったことから、今後実施予定の実験に
おいて、船体動揺量が比較的大きな場
合に対する長周期動揺低減システムの有
効性が検証されることが期待される。

謝辞

本現地実証実験は「石巻港雲雀野地区長周期動揺低減システム検討会(平石哲也委員長)」から、その計画・実施について指導を得た。同検討委員会には地元関係者の宮城県に加えて、日本製紙(株)、(株)商船三井、南光運輸(株)にもオブザーバーとして参加頂き、また実証実験の場の提供を受けるなど、多大な協力を頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 米山治男・佐藤平和・白石悟：係留索による長周期動揺低減システムの開発-模型実験および試験船-, 港湾空港技術研究所資料, No. 1056, 2003.
- 2) 米山治男・白石悟・佐藤平和：係留船舶の長周期動揺低減システムの物理模型実験による検証, 海洋開発論文集, 第20巻, pp. 1299-1304, 2004.
- 3) 米山治男：係留船舶の長周期動揺低減システムの開発, 平成19年度港湾空港技術振興会講演会講演概要, pp. 17-26, 2007.