

## ケーソンの曳航時動揺特性

東洋建設(株) 鳴尾研究所 正会員 石崎崇志  
 東洋建設(株) 東京支店 荒木英二  
 東洋建設(株) 東京支店 平野裕茂  
 東洋建設(株) 鳴尾研究所 正会員 藤原隆一

## 1. はじめに

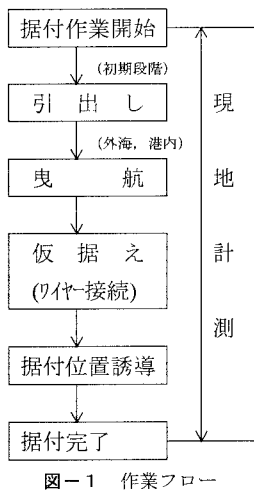
護岸・防波堤が大水深・高波浪域に築造されることが多くなっており、より厳しい自然条件下での施工が増加している。併せて建設コストの低減が求められる中で、海上作業の稼働率向上は重要な課題であるが、現状ではケーソンの据付作業における作業中止等は経験的な知識に基づいて行われることが多い。

曳船を使用した場合のケーソン据付を中止と判断する理由は、第一に作業中のワイヤーロープ切断により甚だ危険な状態となること、第二に所定の位置に所定の時間で据え付けできないことによるものである。また、波浪によるケーソン動揺が大きく曳航そのものできないと判断される場合もある。このように、ケーソンの据付は海象条件の良好な日時を狙って実施されるため、稼働率は海象条件によって左右される。

したがって、先ず、現地での据付作業時におけるケーソンの動揺特性や曳航索および係留索に作用する張力がどのような特性を持っているかを把握することが重要であるが、このような報告は長澤ら(1997)に見られる程度で過去あまり行われていないようである。

ここでは、実ケーソンの据付作業時の挙動を調べることを目的として行った現地計測の概要と曳航時のケーソンの動揺特性について示す。

## 2. 現地計測の概要



現地計測は太平洋沿岸の港で実施した。据付作業は図-1で示す作業フローで行った。以下ではL50m×B13m×H14m、W4400tの大型ケーソンについて示す。

ケーソンは積出港から設置場所の間約6.35kmを2隻の曳船を用いて、ケーソンに急激な力が作用しないようにバランスをとりながら平均速度0.22m/s～1.25m/sでゆっくりと曳航した（表-1参照）。

計測項目は、動揺量（surging, swaying, heaving, rolling, pitching, yawing）、張力、風向・風速、波浪、ケーソン位置である。動揺量、張力、風向・風速はサンプリング間隔20Hz（0.05sec）で同時に連続計測を行い、波浪およびケーソン位置に関しては、それぞれ個別の計測システムを用いて計測を行った。

なお、当日の曳航経路付近の波浪諸元は $H_{1/3}=0.93\text{m}$ 、 $T_{1/3}=8.3\text{sec}$ 程度であった。

表-1 曳航平均速度

| 時 刻         | 平均速度(m/s) | 備 考                 |
|-------------|-----------|---------------------|
| 07:52～08:00 | 0.94      | 07:52 曳航開始（港内～）     |
| 08:00～09:00 | 1.22      | 08:00 曳航中（外海）       |
| 09:00～09:26 | 1.25      | 09:00 曳航中（港内入口付近まで） |
| 09:26～10:00 | 0.22      | 09:26 方向転換（港内）      |

## 3. 曳航時の解析結果

データは20分毎に分け曳航中①～曳航中⑤とし、最後の15分間を曳航中⑥と定義した。なお、曳航中①、

キーワード：ケーソン動揺、現地計測、ケーソン曳航

〒663-8142 西宮市鳴尾浜 3-17-6 電話 0798-43-5902 FAX 0798-43-5915

②は引出し時、曳航中③、④、⑤は外海曳航、曳航中⑥は港内曳航に相当する。図-2に示すように引出し時の動揺量は徐々に大きくなり、外海曳航時の振幅はほぼ一定になっている。港内曳航時の動揺量は、仮係えに向けて徐々に小さくなっている。

図-3は曳航状況と動揺量の最大変位および最大張力の関係を示したものである。

引出し時には、動揺量は比較的小さく、後側の最大張力（G-13、G-14）が前側の最大張力と同程度になる場合がある。

外海曳航時の最大変位は surging（前後揺れ）、swaying（左右揺れ）および heaving（上下揺れ）に対してそれぞれ 0.87m、1.39m および 1.55m であり、有義波高の約 0.9 倍、約 1.5 倍および約 1.7 倍に相当した。rolling（横揺れ）は 1.93deg、pitching（縦揺れ）は 4.51deg、yawing（船首揺れ）は 1.71deg になった。また、前側の最大張力（G-1、G-2）は、それぞれ 11.6t と 16.4t で、設計値 50t の 20 ～ 30%程度であった。なお、後側曳船はケーソンのバランスをとるためのものであり、ほとんど張力は作用せず後側の最大張力は約 1t と小い。また、スペクトル解析を行った結果では、動揺量のピーク周波数は surging, swaying, heaving, yawing が 0.08Hz で、rolling はそれより小さく 0.03Hz であった。pitching は波浪のピーク周波数（0.11Hz）とほぼ同じ 0.12Hz であった。また、前側張力のピーク周波数は surging, swaying, heaving, yawing と同程度（0.08Hz）であった。

港内曳航時に yawing が外海曳航時の約 2.5 倍となる場合が見られるが、これは約 90 度の方向転換を行った際のものである。他の動揺量および張力は外海曳航時と同程度の値であった。

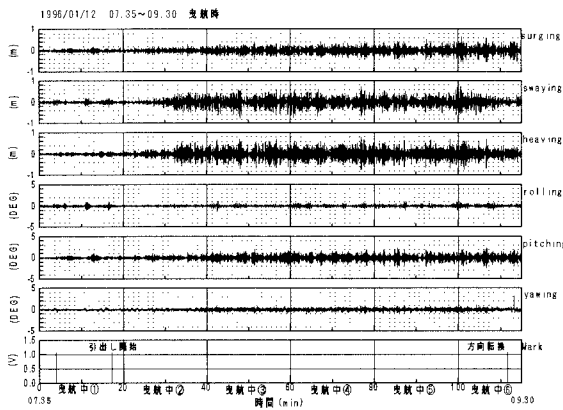


図-2 動揺量の時系列

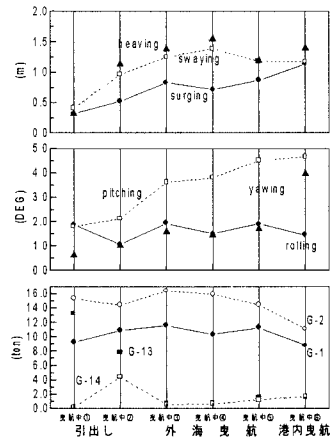


図-3 動揺量の最大変位と最大張力

#### 4. 今後の課題

現在、以下の課題について検討を進めている。

- ・種々のケーソンに対して得られたデータの解析
- ・据付時の解析
- ・ケーソン曳航時および据付時のケーソンの動揺およびワイヤーの張力等を再現する数値モデルの開発と検証

**謝辞** 現地計測にあたり御協力頂いた茨城県、運輸省および東京電力㈱の関係各位に深甚の謝意を表する次第である。

**参考文献** 長澤,宮坂,和田,池上(1997):非線形減衰力を考慮したケーソン型構造物の動揺推定技術の開発, 海岸工学論文集, 第 44 巻, pp.821-825