

本田公田	正会員	山下理雄
本田公田	正会員	奥川淳志
○ 日本鋼管(株)	正会員	中村公信

1. まえがき

本田連絡橋 児島～坂出ルート 南北備讃瀬戸大橋の海中基礎の1つとなる5P鋼製ケーソンは 昭和55年10月 目標位置に正確な精度で 無事 沈設された。それに先立ち 同年7月 沈設地帯に近い仮泊地(坂出市 釜の洲沖)において 総合試運転が実施された。総合試運転は 各種塔載機器の性能確認や運転要領の習熟を目的とした いわば 実機による 係留・沈設作業のシミュレーションであると同時に 得られたデータは 機装設計諸元との比較検討が行なわれ 設計の妥当性が確認された。その中で 特に 係留について報告する。

2. 5Pケーソンの係留

5Pケーソンは 設置ケーソン工法により施工された。設置ケーソン工法とは コンクリートの型枠となるケーソンを工場製作し 現地へ曳航し あらかじめ掘削平面仕上げされた海底支持岩盤上に沈設し プレパックドコンクリートを打設するという手順にしたがって 橋梁下部工と施工する工法である。

したがって 沈設以前のケーソンは 基礎というよりむしろ 箱型のタンカーであり 仮泊・係留時には 波浪や潮流によって流されないよう また 沈設時には 現在位置を維持、修正できるような装備が必要不可欠となる。この係留・位置決め機能のために 5Pケーソンは 機装用架台上に 8台のウインチを塔載しており 直角4方向に それぞれ2本ずつの係留索が張られる。係留索を所定の張力で張ることににより また ある長さだけ巻込み・巻戻しを行なうことにより 係留・位置決めを行なうことができる。

設計時には 係留解桁の電算プログラムを用いて 種々の荷重条件、施工条件に対する検討を行なって 係留索の太さ、本数、配置、導入張力、等を決定し それをベースに 係留用機器(ウインチ、シンカー、左アリーダー等)の能力や施工時の吃水が決定された。

3. 総合試運転

総合試運転は 図1に示すように ほぼ本番に近い係留索配置で行なわれた。○印の中の数字は 係留索の番号を表す。

総合試運転では 種々の試験が行なわれ 種々のデータが得られたが そのうち 係留解桁の妥当性を検討するためには 次のデータを利用できる。まず ケーソンの位置と傾きは 光波測距儀と傾斜計で測定された。シンカーの位置は 別途 測量により既知である。係留索の張力と長さとは それぞれ 張力計と索長計で測る。張力はウインチのブレーキあるいは油圧より検出し 索長はドラムの回転数に連動している。このほか潮流、潮位、風、等の気象・海象データも 並行して観測された。

4. 検討方法・検討結果

設計時の係留解桁は 次の2段階の手順で行なった。

- 1) 荷重計算……気象・海象条件より 潮流力、浪力、等の外力を算定する。
- 2) 係留計算……お物線テーブルを用いた 3次元多変係留の非線形・静的釣合式を解き 係留索の張力やケーソンの位置を算定する。

今回の検討においても この順番で計算を遂行するために必要なデータはそろっており 最終計算結果の張力とか変位のレベルで 実測値と計算値を比較する という検討方法も可能ではあるが その場合 次の4つの誤差が 最終計算結果に混在してしまう。

①気象・海象データの測定誤差

②荷重計算に用いる算定式あるいは抗力係数、等の違いによる誤差

③係留計算のモデル化による誤差

④張力、変位、等の測定誤差（検出精度）

そこで 今回の検討では 逆算の計算法を試みた。すなわち 係留索の長さヒケーソンの変位から外力を逆算する。索長とその両端索の座標が既知ならば 放物線テーブルの鈎合形状が一義的に決まるので 索張力が計算でき その不釣り合いとして外力が求まる。なお 索長計よりも張力計の方が精度がよいと判断されたので 実際の検討では まず 張力の実測値より索長を求めておいて 次に その索長を初期定数として 係留計算を行なった。結果の一例を表1に示す。この試験は ケーソンの吃水が11.5mの状態に 索長を一定にしたまま 潮流の変化に付かえたときの経時変化を記録したものである。索張力については 実測値と計算値は ほぼ一致している。また 外力（水平面内合力）については 傾向的には一致しているが 計算値の方が 小さめとなっている。当日の天候が 静穏だったのが この計算値の中に 浪力は含まれていない。また 逆算外力のうち 鉛直軸まわりのモーメントを水平面内合力で割ると 5~10m程度の偏心量が認められた。このほか 係留索の巻込み・巻戻しによる平行移動、回転移動の試験結果を用いて 同様の比較検討を行なったが 計算値は実測値と おおむね一致した。

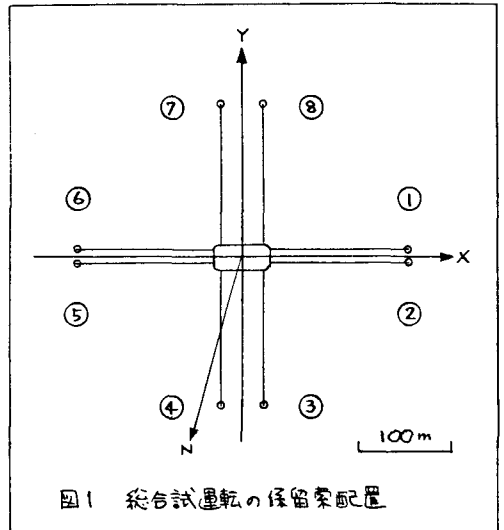


図1 総合試験運転の係留索配置

表1 実測値と計算値の比較

時刻	張力計の読み(ton)								係留計算による張力 (ton)								潮流速 (m/s)	風速 (m/s)	水平面内合力(ton)	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧			逆算	荷重計算
9:00	8	9	13	10	15	13	8	10	9	9	12	11	15	12	9	10	0.61	5.6	6.8	6.4
10:00	8	9	11	13	20	13	8	10	8	9	13	14	19	14	8	9	0.76	6.2	15.2	10.0
11:00	8	9	14	13	19	13	9	10	9	10	15	14	19	14	9	10	0.69	6.1	13.5	7.0
12:00	10	10	14	13	18	13	11	11	10	11	14	13	18	13	10	12	0.57	5.4	7.2	4.2
13:00	13	11	14	14	16	13	14	13	10	12	14	13	19	13	12	15	0.15	6.0	5.5	1.7

5. あとがき

この種の試験は おそらく前例がなく 貴重なデータが得られたと 確信している。また 係留解航は 通常、外力の算定段階において 最も誤差が入りやすいと思われるが その誤差を分離できる 上述の逆算法は 有用な手法だと思われる。

参考文献

- ①本田公田, 海洋協; 係留力に関する調査(その1) , S51年3月
- ②本田公田, 海洋協; 係留力に関する調査(その2) , S52年3月
- ③中山, 前田, 中村; Mooring System Analysis , S51年度全国大会概要集 I-57
- ④中山, 前田, 中村; Mooring System Analysis(その2) , S52年度全国大会概要集 I-90