

II-433

大規模円柱ケーソンに作用する 抗力の現地計測

本州四国連絡橋公団第一建設局垂水工事事務所 岡田凌太 上田忠夫
明石海峡大橋 2 P 下部工共同企業体工事事務所 中込國喜
鹿島建設株式会社技術研究所 今井貫爾 ○秋山義信

1. はじめに

本州四国連絡橋に代表される橋梁の大規模基礎には、建設時ならびに完成時に潮流や風が作用することにより抗力が生じる。物体に作用する抗力はレイノルズ数(Re数)の大きさにより変化する。ケーソンの設計・施工計画時の抗力の評価においては、現地Re数領域における抗力係数が得られていないために、室内実験の結果を外挿する形で評価されている。また、抗力はケーソンの形状・施工状態(係留時、曳航時等)・吃水状態等によっても変化する。そこで、上記状況を鑑み、今回、明石海峡大橋 2 P ケーソン設置工において、 1×10^8 オーダーの高Re数領域における抗力係数の把握を主たる目的として、係留により浮遊状態にある直径80m、高さ65mの中抜き型円柱ケーソン(喫水:27.5m)に作用する抗力の現地計測を行った。その結果、ケーソン形状ならびに施工状態等が限られるものの貴重な現地データを取得することができたので以下に報告を行う。また、抗力の計測と合わせてケーソンの動揺量についても合わせて報告を行う。

2. 計測方法

計測は、潮待ちのために浮遊状態にあるケーソン(沈設過程の一段階)を対象に、1989年3月28日に、その係留索8本の張力と入射外力について実施した。計測時の係留配置を図-1に、沈設状況を写真-1に示す。抗力・抗力係数は、図-2に示すフローに従い評価を行った。なお、係留索に発生する張力の計測にはケーソンに上載されたロードセルを、潮流・風の計測にはプロペラ型の計測機を用いた。なお、ケーソンの6成分動揺量の計測は、ケーソン上にマーカーを設置し、陸上に設置した写真測量・画像処理の技術を利用して非接触計測が可能なステレオビデオトラッカーを用いた。

3. 自然環境外力

計測期間中における外力の作用状況は以下の通りである。

- ①潮流は図-3に示すように西流最大1.7kt., 東流最大3.3kt.であった。
- ②風は北北西から約5~10m/sが作用した。
- ③波は穏やかであり、波高約0.5m以下であった。

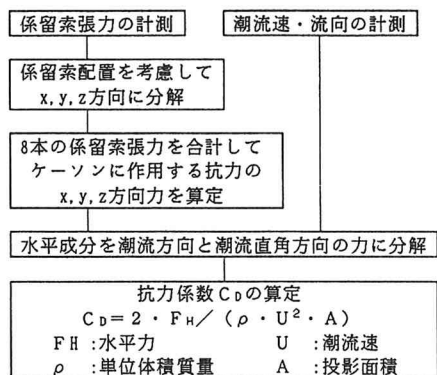


図-2 抗力・抗力係数算定方法

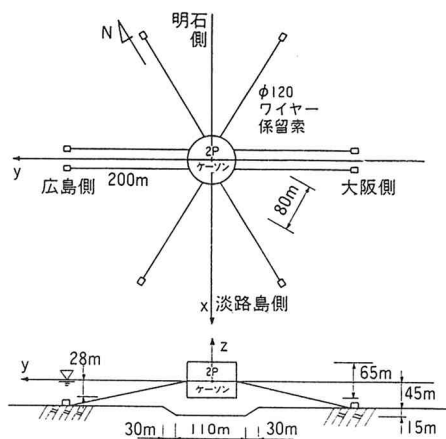


図-1 ケーソンの係留配置

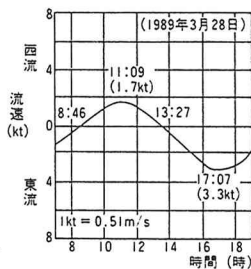


図-3 潮流速計測結果

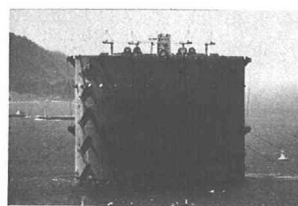


写真-1 ケーソン沈設状況

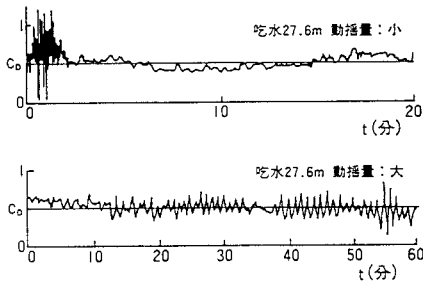


図-4 抗力係数の時系列変動

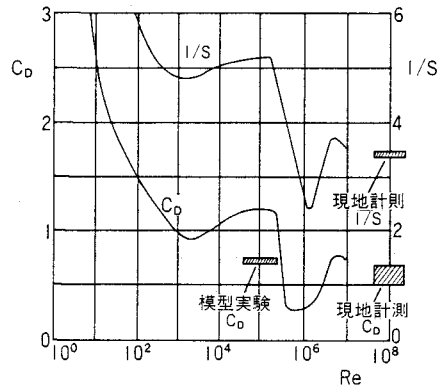


図-5 抗力係数・ストローハル数～レイノルズ数

4. 流体力計測結果ならびに考察

潮流に対する抗力係数の評価では、計測流体合力(157t)より風力(風速10m/s, 抗力係数0.5換算で9t)を差し引く必要があるが、今回は風力が小さくしかも潮流直角方向に作用したことから、影響が少ないとしてこれを考慮しなかった。図-4に東流2.0kt.で動揺量が小さい時(ケースI)ならびに東流最大流速3.3kt.が作用し動揺量大きい時(ケースII)の抗力係数の時間変動について示す。得られた抗力係数は変動が大きい、概ね0.5～0.7程度の値となる。また、ケーソンが動揺している方が、抗力係数が大きくなる傾向が見られる。なお、ケースIの初期の大きな変動は、係留索長操作を実施した影響によるものである。次に、図-5に抗力係数・ストローハル数(St数)とRe数の関係について、既往の無限長円柱に対する結果、模型実験¹⁾ならびに今回の現地計測により得られた結果について比較したものを示す。図に示すように、Re数で 1×10^8 (極超臨界域)領域の現地計測結果は、浮遊状態で有限長の円柱の結果であるにもかかわらず、既往の無限長円柱の結果の外挿可能範囲にあり、概ね妥当な計測結果であると考えられる。

図-6に、東流最大流速作用時のケーソンの平面方向の動揺量(x, y並進方向, z軸回転方向)の計測結果について示す。測定対象が円柱(軸対象)であるにもかかわらず、z軸回転が発生した理由は、平面分布を持った流速が作用したことならびにアンカー水深が同一でないこと等に起因する係留系の非対象性の影響によるものと考えられる。なお、鉛直方向の動揺量は顕著なものではなかった。図よりケーソンは約160秒程度で動揺している。これは、St数に換算すると0.29程度であり、図-5の既往の結果から判断して概ね妥当な値であると考えられる。したがって、ケーソンの動揺は主にケーソンから発生するカルマン渦が主たる原因となって発生していることが予想される。

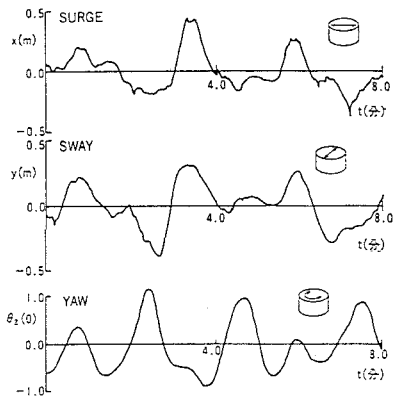


図-6 動揺量計測結果

5. おわりに

今回の現地計測より得られる結論は以下の通りである。

- ① 1×10^8 のレイノルズ数領域における円柱の抗力係数は変動があるものの、概ね0.5～0.7程度であった。
- ② 円柱ケーソンの動揺卓越周期はケーソンより生じるカルマン渦の発生周期と一致する。

ただし、今回の計測で得られた抗力係数は、あくまで、中抜き型の円柱が係留状態にあるケーソンに対して得られたものであり、形状の違い・施工状態・吃水状態等の違いによる影響については別途にさらなる検討が必要であると考えられる。
 <参考文献> 1) 坂本光重他: 強潮流下における大規模橋梁基礎の施工時の水理的諸問題に関する研究, 土木学会論文集投稿中