

VI-283

鋼製円筒ケーソンの開発と現場観測

運輸省第一港湾建設局 正員 ○藤井 敦 正員 田端竹千穂
 運輸省第一港湾建設局 中谷内信一
 住友金属工業 正員 柳本泰伴 正員 北村卓也

1. まえがき

岸壁には、鉄筋コンクリート構造のケーソンが多く使われる。ケーソンは岸壁水深の増加に従って高さや幅が大きくなり、重量も大きくなる。製作したケーソンは斜路やクレーン船を使って進水した後、運搬仮置きする。ケーソンが大きくなると吊り能力の大きなクレーン船が必要であり、運搬に必要な水路や仮置きに必要な水域の水深は大きなものが必要である。しかし、建設現場ではかならずしもこの要請に応えることができない。また一方、近年の労働事情により、工事の省力化が求められている。

鋼製円筒ケーソンはこれらの要請に応えるため開発したもので、敦賀港鞠山北地区フェリー埠頭（水深－9 m）建設事業において岸壁取付護岸として初めて採用したものである。本稿では、鋼製円筒ケーソンの施工にあたって土圧や応力などについて現場観測したので、その結果について報告する。

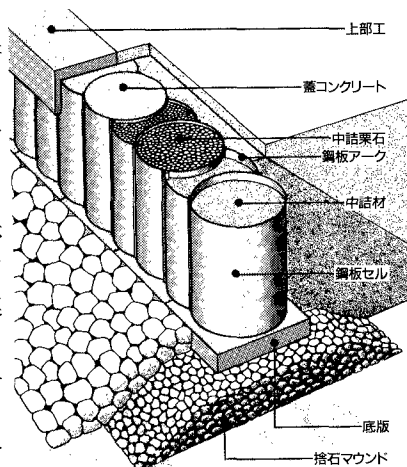
2. 鋼製円筒ケーソンの特徴

鋼製円筒ケーソンは鋼板セルと鉄筋コンクリート造の底版を一体結合したものである。鋼板セルは胴板と呼ぶ薄肉鋼板の円筒体に円周方向リブ、縦方向リブなどの補強部材と薄肉鋼板製のアークを連結するための継手を取付けたものである。底版は厚さ0.6 mの四角形の平板で、その上面には、鋼板セルを一体結合するためのベースプレートが埋め込まれている。

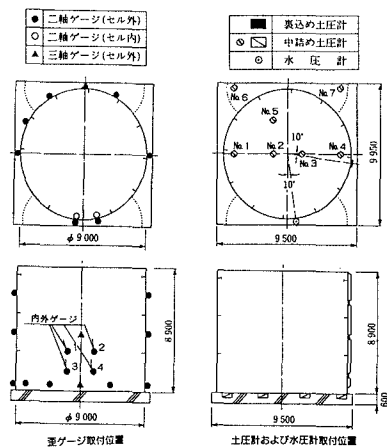
鋼製円筒ケーソンは海底に造られた捨石マウンド上に間隔を空けて据え付けられ、隣合う鋼製円筒ケーソンを一對の円弧状のアークで連結し、連続壁体を構築する。壁体内には、砂などの中詰材を充填して護岸、岸壁などの構造物とする（図－1）。

3. 現場観測の目的と方法

建設現場近くの陸上ヤードで製作された鋼製円筒ケーソンはクレーン船で吊り取られた後、水面上におろされ、建設現場まで曳航される。この際、自重や水圧によって鋼製円筒ケーソンに発生する応力を測定し、変形や安定性を観察する。さらに、建設現場まで曳航された鋼製円筒ケーソンは、円筒内に注水することによって、海底の捨石マウンド上に沈設される。その後、中詰材充填、裏込材投入、裏埋などの順序で工事が進められる。この工事の各段階毎にはほぼ完成まで、土圧や応力を観測した。観測対象となった鋼製円筒ケーソンは護岸延長160 mのうち中央部に位置する1函である。観測のために、鋼板セルの胴板、円筒リブ、縦リブとアークの胴板に応力歪計を取付け、底版には、その上面に中詰材の圧力や水圧を測定するための圧力計を取付け、鉄筋に応力を測定するための鉄筋計を取付けた。さらに、裏込材などの土圧を測定するための圧力計を鋼



図－1 鋼製円筒ケーソン概要図



図－2 計器取り付け位置

製円筒ケーソンの陸側背面に取付けた（図-2）。

鋼製円筒ケーソンは新形式の構造であるために設計方法が確立されていない。したがって、本現場観測は施工時と完成時の構造物の挙動を把握し、設計に役立てるためのデータを得ることを目的としている。

4. 観測結果と考察

1) 浮遊・沈設時

① 観測した胴板応力は、鋼板セルの内外で生ずる水圧差が鋼板セルの外周面に作用するものとして円筒シェルの弾性理論により求めた値とよく一致する（図-3）。

② 観測した円周リブの応力は、鋼構造物設計指針（土木学会1987年）に基づき算定した値とよく一致する（図-4）。

2) 中詰時

① 中詰材は水中単位体積重量が 0.9 t/m^3 で、三軸圧縮試験から内部摩擦角は 35° 、割線弾性係数 E_{50} は 55 kgf/cm^2 であった。また、観測から得られた中詰土係数は 0.6 で、胴板と中詰材の摩擦角は 20° であった。

② 観測した中詰底面土圧の平均は、鋼板セルと中詰材の摩擦力のために、中詰材重量の $2/3$ 程度となっている（図-5）。

③ 観測した胴板の応力は円筒シェルの弾性理論により求めた値とよく一致する（図-6）。

3) 埋立時

① 鋼製円筒ケーソンの背面土圧によって鋼板セルの胴板には鉛直応力度の増減が見られるが、中詰底面土圧には増減が見られない。この場合、背面土圧の作用モーメントに対し、中詰材を介在として、鋼板セルとアーク海側の胴板が抵抗しているものと考えられる。

② 観測した底版の鉄筋応力は、底版を弾性体として取り出し、中詰底面土圧、鋼板セルとアークの胴板の作用力、底版の底面反力、裏込重量が底版に作用するものとしてFEM解析した値とよく一致する（図-7）。

5. あとがき

鋼製円筒ケーソンの施工時の挙動などについて模型実験では得られないデータが現場観測によって得られた。データは設計に際して採用した値が妥当であったことを示している。地震時の安定検討については別途実施した模型振動実験も参考としたいと考えている。

現場観測にあたり、ご指導を賜った運輸省港湾技術研究所地震防災研究室長 上部達生氏に感謝する。

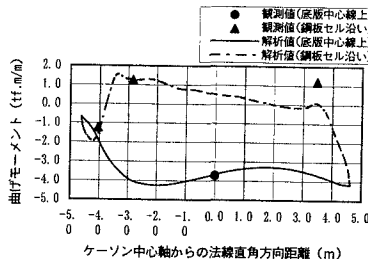


図-7 底版の曲げモーメント分布（裏埋め後、法線直角軸周リ）

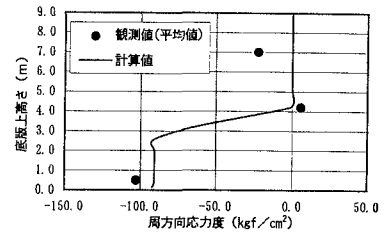


図-3 沈設時におけるセル胴板の周方向応力度分布（浮遊時（喫水：4.3m、セル内水位：2.7m））

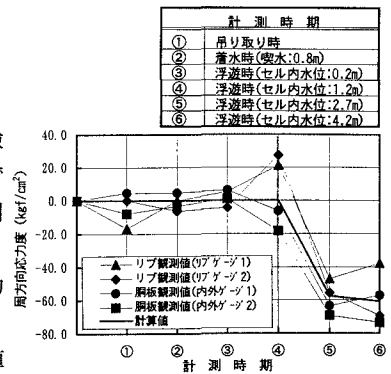


図-4 浮遊・沈設時における円周リブおよび近傍の周方向応力度

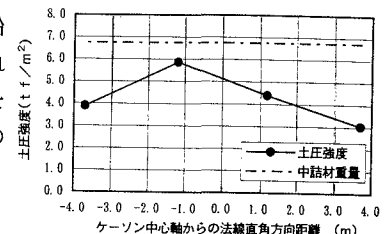


図-5 中詰底面土圧強度分布（セル中詰め後、法線直角方向分布）

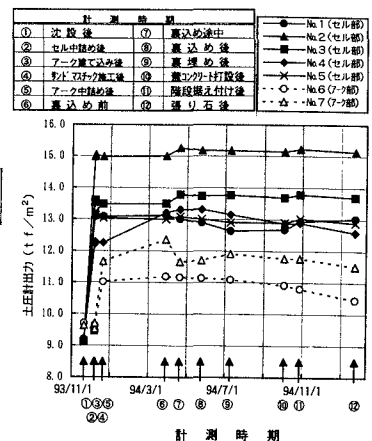


図-6 沈設後における中詰底面土圧計出力