

新技術活用（NETIS 含む）

エアーキャスターによる3,000トン大型構造物 移動装置の開発

日本橋梁建設土木施工管理技士会
事務局長

武石和夫

1. はじめに

横浜市港湾局より発注された鋼・コンクリート複合ケーソン（重量約3,000トン）は、工場製作後、3,000トン級のフローティング・クレーンにより岸壁から吊り上げられ、吊り曳航した後、現地に据え付けられる。大型フローティング・クレーンを用いて浜出しできる岸壁は限られているため、岸壁を有効に活用するためには、内陸で製作したケーソンをフローティング・クレーンのリーチが届く岸壁まで、移動しなければならない。そのためには、大型構造物の移動装置の製作が必要であった。

工事概要

- (1) 工事名：エアーキャスターによる3,000トン大型構造物の移動装置の開発



図-1 浜出し中の複合ケーソン

- (2) 発注者：三菱重工業(株) 横浜製作所 鉄構部
(3) 工事場所：三菱重工業(株) 横浜製作所 本牧工場
(4) 工期：平成6年4月～平成7年2月4日

2. 移動装置開発における問題点

常陸那珂港には大型ケーソン（8,000トン）の移動装置があるとのことで、見学に行ったが、空気膜装置と油圧ジャッキで8,000トンケーソンを移動する設設備は、推定200億円の費用が投入されているようで、残念ながら当方の予算はその100分の一程度であったため、この方法は断念した。

他の実績を調べたところ、アメリカ合衆国の競技場では野球場からアメリカンフットボール球場に変更するため、エアーキャスター（米エアロゴ社製）というものを用いて4,000トンのスタンドを移動しているということであった。実績があるのだからこれしかないという判断の下、計画を立てて実施することとした。

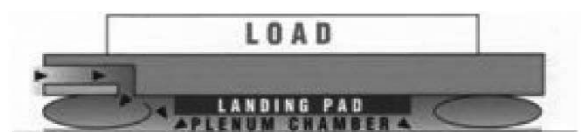
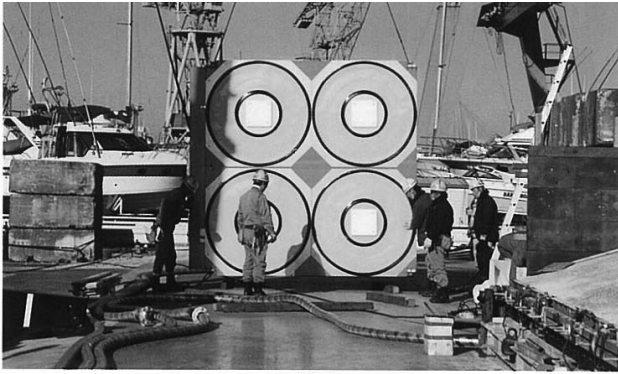


図-2 エアーキャスターの原理



4KT60UHD ロードモジュール 能力 218t×18セット
3,074mm×3,277mm

図-3 エアーキャスターの裏面

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 エアーキャスターの原理

空気圧を利用してエアーキャスターと床面との間に薄い空気膜（約0.1mm）を作る。地面から浮かんだ状態にすることにより、摩擦係数が約0.003と極めて小さくなるので、小さな力で重量物を移動することができる。

3-2 移動装置の製作

ケーソンを大組する場所計画を行った後、①組立場（コンクリート定盤）の作成、②エアーキャスターの購入、③パレット（ケーソンを載せて動かすためのお盆）作成の見積りを行い、何とか予算内に入ることを確認したので、実施作業に移ることにした。

(1) 組立場（コンクリート定盤）の製作

エアーキャスターによって移動作業を行う場合には、ドーナツ状のトラスバックの周辺から空気が均等に噴出する（漏れる）ことが必要で、そのためには床面に穴や割れ目・隙間・段差がないことが使用条件であることが判明した。そのためコンクリート定盤（厚さ300mm×60m×60m）は、コンクリートが硬化する前に表面を騎乗式機械こて（モスキート）で仕上げるモノリシック（一発仕上げ）定盤とし、なめらかで空気が漏れない床版表面を作ることとした。その後、もし動かなかったらという心配もありましたので、最善の仕



図-4 騎乗式機械こて（モスキート）

上げとなるようシーラー塗装（透明なニスやラッカーのような塗装）を行うこととした。

(2) エアーキャスターの購入

アメリカ合衆国のボーイング社の子会社エアロゴ社での製作であったため、製作中にアメリカでの工場製作を確認し、エアーホースの長さ等を決定した。

(3) パレットの（ケーソンを載せて動かすためのお盆）の製作

ケーソンを動かすため直前にエアーキャスターを底面に挿入するため、架台（パレット）の上でケーソンを製作することが必要であったので、ケーソンを載せて動かすためのお盆にあたる組み立て式パレットを3セット製作した。ケーソン移動後、パレットの塗装が3,000トンの圧力でコンクリート面に工事の度に付着するが、除去できたので特に大きな問題にはならなかった。

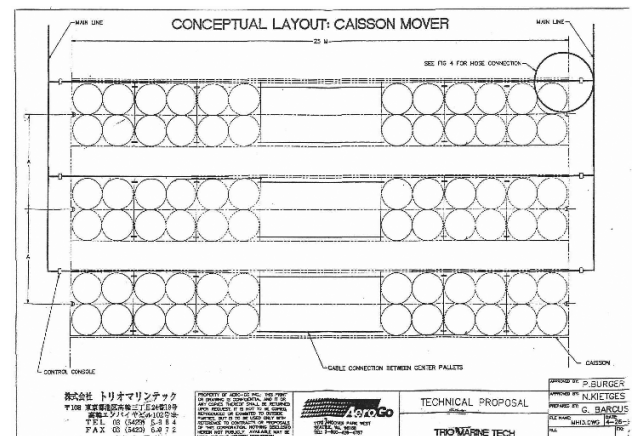


図-5 ケーソンの下に入れるエアーキャスターのレイアウト



図-6 移動用パレット

3-3 浮上テスト

いきなり3,000トン動かすのでは、予想もつかない問題が発生する可能性があるため、事前に何回かのテストを実施することにした。始めは工場の塗装したコンクリート定盤上で、100トンのコンクリートブロックを載せたパレットを工場エアで浮上させるテストを行った。何とか浮上しましたが、沢山のエアを使うので、次回エアキャスターを使う場合は工場エアをフルパワーにしないと、他の例えばグラインダー作業ができなくなってしまうことが分かった。2回目は新しく打設したコンクリート定盤上で新しく作成したパレット上に7トンのコンクリートブロック約70個計約500トンの重量物を浮上させるテストを実施した。何とか浮上するにはしたが、分布荷重になっているために、パレットがたわんでしまった。幸いに最終的に移動させるケーソンは剛体なので、パレットがたわむというようなことはないため、この点での心配は不要であった。

3-4 エアの配管工事

3,000トンのケーソンを移動可能となるよう目一杯浮上させるにはエアの圧力ではなくボリューム(300m³/分)が必要であった。そのためには近くに大口径のエアの取り出し口が必要であったが、近くに配管されていなかったため、コンクリート定盤の近くまで200mmの配管作業を行った。

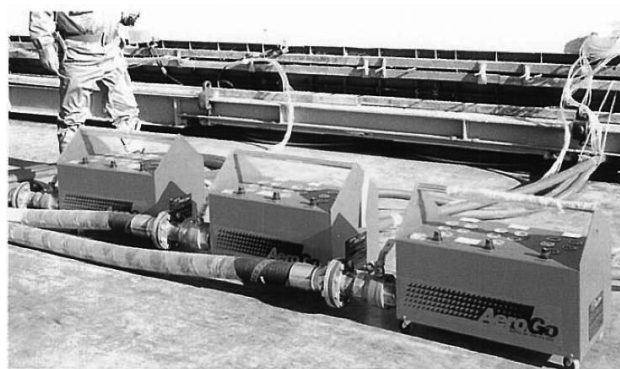


図-7 エアーコントロールボックス

3-5 複合ケーソン3,000トンの移動

その後、鋼殻ケーソンのみの移動等を行った後、3,000トン複合ケーソンの移動を実施した。工場エアコンプレッサーの稼働は常時1台であるが、移動の時だけは2台のコンプレッサーをフル稼働させることで300立米/分のボリュームを確保した。圧力は通常の工場エアの圧力であった。

新しいエアのバルブを回しエアを開放すると、300m³/分のエアがドーナツ状のエアキャスターの底面よりシューシューとかなり大きな摩擦音を出しながら一様に吹き出した。何故か一緒に水も吹き出しました。徐々にエアキャスターが膨らみ、バルブを全開にするとウレタン樹脂で特殊コーティングされたエアキャスターが、今にもパンクしそうでなぐらいにパンパンに膨らんだ。

浮上距離は約9cmであった。全箇所均等に十分浮上しているのを確認した後、移動を行った。10トンウィンチ2台によりワイヤーを用いて引っ張り、ケーソンをパレットごと移動した。反力を取るために、岸壁のコンクリート壁にケミカルアンカーボルトを4本打ち、吊金具を2か所セットした。おしめは前出のコンクリートブロック(7トン/個)を4段載せたものを2か所準備した。滑車やワイヤーをレンタルし、ワイヤーの繰り込みを行っている。ワイヤーの張りやたわみが2台で異なるので、動き出しは右に行ったり左へ行ったり、なかなか平行には動かなかった。右左平行な状態になった頃を見計らって、指揮者の合図によりウィンチ2台の作業者が息を合わせて引っ張っ



図-8 浮上後移動中のエアークャスター



図-9 移動中の3,000トン複合ケーソン

た。スピードは1分間5m位、エアと水を吹き出しながらゆっくりと進んだ。約5分後には予定の25mを移動したので、ウィンチを止めた。

そしてエアのバルブを閉めると浮上していたケーソンが所定の位置に収まった。移動が成功した。初回の移動を見に来ていたエアークャスターを作った会社USAエアロゴージャ社の社長と重役も、「Good Job! Good Job!」の連発であった。

3-6 その他の応用

ウィンチを用いた移動は準備することが多く大変であるが、800トン程度の鋼殻ケーソンであれば、10トンフォークリフト3台で押すことで簡単に移動することができた。もちろん、エアークャスターはツルツルに近い定盤で浮上させた後、移動することが必要であった。

3-7 その後の反応

エアークャスターによる3,000トンの複合ケーソンの移動の成功に伴い、三菱重工業の各事業所から見学の依頼が長崎、神戸、広島等から来たの

で、その都度対応した。その後長崎では800トンの球形LNGタンクを、クレーンを使わず陸から船に乗せるロールオン工法を確立させ、神戸では、芝生のグラウンドをエアークャスターで移動させ日に当てるサッカー場を提案したが、残念ながら実現はしなかった。

修繕船の客先でもある五洋建設からは、是非一度移動状況を見学したいという要請があったので、鋼殻ケーソンの移動状況を見せたところ、これぞ正しく土木工事ですねとしきりに感嘆の声を上げていた。

新日鉄若松では4,000トンの鋼殻沈埋函を、エアークャスターを用いて岸壁から台船への移動に成功している。



鋼殻出荷状況(エアークャスターによるスキッドアウト方式)

図-10 4,000トンの鋼殻沈埋函の移動

4. おわりに

限られた予算の中で、エアークャスターを用いることで3,000トン複合ケーソンの移動に何とか成功した。その内容を聞き知った関係各所の方が、ヒアリングに来られ、そしてこの技術を採用しさらに発展していることは、技術者として誇らしい気持ちになる。一方、今回の場合はコンクリート定盤の表面をきれいに保つことの難しさがある。また、架設などに使う場合は余りに小さな力で動いてしまうので、押さええていないと勾配だけで動いてしまうであろうし、ガイドも必要と思う。しかしながらこの考え方はとてもシンプルで面白いので、色々なところに使えるのではと考えている。是非この技術を活用することで、さらに発展していくことを希望している。