

圧入工法を用いたニューマチックケーソン初期沈設時における作業室スラブの応力挙動

(株)白石 正会員 ○藤井 直
 JR 東日本 石田 芳行
 清水建設(株) 正会員 浅香 貴俊

1. はじめに

ケーソン初期沈設時はケーソン躯体の構築高さが低く剛性が小さい．このため，比較的大規模なケーソン（概ね平面積 300m² 以上）では，刃口と作業室スラブだけでは剛性が小さく沈設時に発生する応力を負担する事が出来ない場合が多い．そのため，側壁部 1 ロットを構築し，その後沈設する場合が多い．ケーソン初期沈設時の構造検討は側壁と隔壁で構成される格子モデルに，面外荷重としてケーソン自重とこれに釣合う刃口反力を考慮する．過去数例の実績から刃口反力は，特定の分布を仮定している¹⁾．首都高速大宮線の高速埼玉東西連絡道新設工事²⁾³⁾は 6 基のニューマチックケーソンを連結することにより道路トンネルを構築するもので，平面形状は非対称かつ曲線で構成される．ケーソン沈設に伴う近接構造物への影響を最小限にするため，ジャッキを用いた圧入工法を併用した．ケーソン平面積は 424～1038m² と大型である．一部は JR 高架橋下での施工となり上空が制限されたため，上述した側壁 1 ロットを構築して沈設することが不可能であった．そこで，刃口と作業室スラブのみの構造で沈設をおこなった．ここでは，情報化施工の一環として設置した，作業室スラブの鉄筋応力計と刃口反力計の計測データに着目し，初期沈設時の挙動と圧入併用の影響について検討する．

2. 施工概要

図-1 に，着目した 6 号ケーソンの施工状況と計測器の設置位置を示す．図示した圧入設備は一箇所辺り 3000kN の圧入能力を備えており，6 台配置した．ケーソン刃口据付け地盤は表層地盤を切土し表層の 50cm を改良している．地層は GL-1.0m までは関東ローム層で，その下位は大宮層と呼ばれる火山灰質シルト質砂層である．地下水位は GL-0.2m 付近にある．作業室スラブ構築は，作業室スラブ下側の型枠支保工として土砂セントルを用いた方が，ケーソン重量を全面積で支持出来るためケーソン構築時の支持力や沈下に対して安全であり，大型ケーソンで多く適用されている．この場合，まず口開け作業としてこの土砂を人力で掘削して作業空間を広げ，天井走行型ケーソンショベル等を設置し本格的な掘削作業へと移行する．なお，土砂セントルの材料は良質な再生砂が用いられている．着目した初期沈設時とは，刃口と作業室スラブのみの状態である(a)口開け～1 ロット沈設時から，側壁 1 ロット構築後の(b)2 ロット沈設時～3 ロット構築までの状態とした．

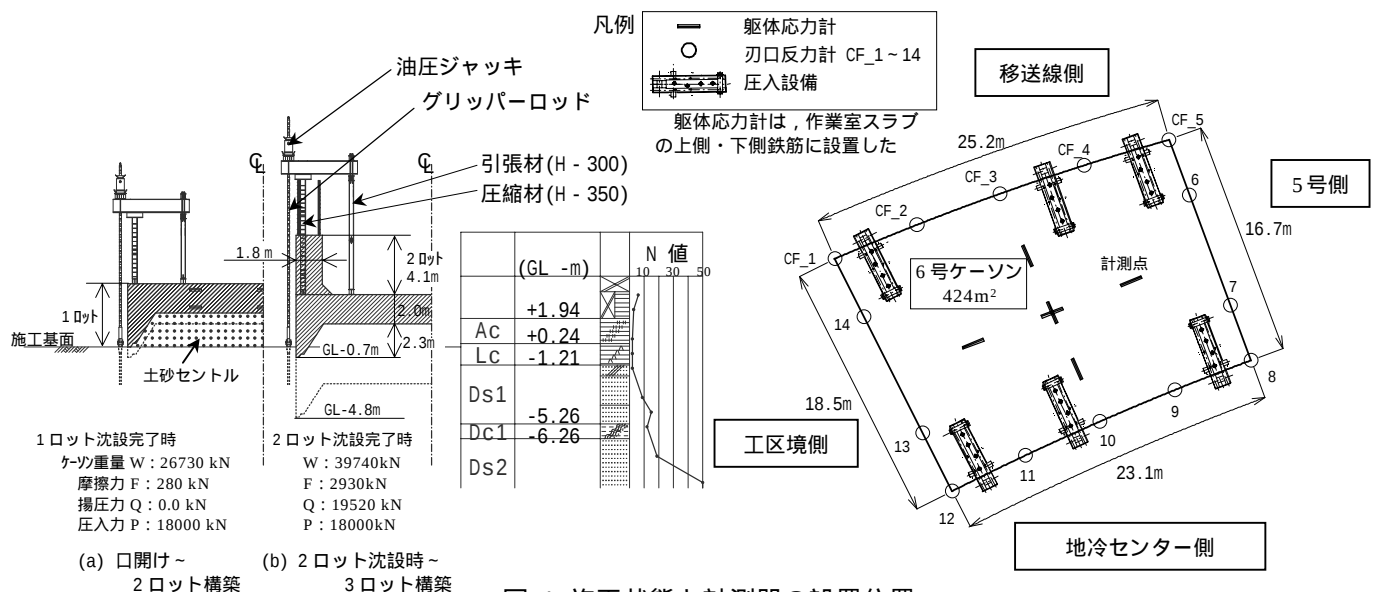


図-1 施工状態と計測器の設置位置

キーワード ニューマチックケーソン，初期沈設，二次応力，地盤反力，圧入工法

連絡先 〒101-8588 東京都千代田区神田岩本町 1-14 T E L 03-3253-9118

3. 計測結果

図-2 に長辺方向、図-3 に短辺方向の鉄筋応力計の計測結果を示す。図は鉄筋応力の口開け～3 ロット構築までの初期沈設時のデータを示している。網掛け部はケーソン沈設時を示している。データはコンクリートの乾燥収縮やクリープ等の影響を含んだ値である。また、値は負が圧縮を示し、正は引張りを示している。口開け開始時には概ね圧縮応力が発生しているが、コンクリートの乾燥収縮によると考える。下側鉄筋よりも上側鉄筋に大きな圧縮応力が働いており、養生表面が下面はセントル土砂、上面はエアバックとシートによる保温状態の違いによる。計測値は口開け時と1 ロット沈設時に大きく値が変化し、これ以降の変化は小さい。

口開け時：口開け時の挙動は、土砂セントル掘削により徐々に作業室スラブの曲げスパンが長くなることで、作業室スラブの自重により応力が増加している。また、応力は長辺方向、短辺方向とも上側鉄筋が圧縮側へ、下側鉄筋が引張り側へ増加することから下側引張りの曲げモーメントが増加すると考える。

1 ロット沈設時：長辺方向は上側鉄筋が圧縮側へ増加し、下側鉄筋が引張り側に増加していることから下側引張りの曲げモーメントが発生している。これとは逆に短辺方向は上側鉄筋が引張り側へ、下側鉄筋が圧縮側へ増加し、上側引張りの曲げモーメントが発生している。また、応力変化は長辺方向の方が大きく、短辺方向の方が小さい。

ケーソン平面形状は長辺短辺比で 1.37 であり、ケーソンの初期沈設時の挙動は複雑であるが、通常の場合、長辺・短辺で傾向が大きく異なることはない。これは、短辺方向は圧入装置の構造(図-1, (a))により、圧縮材に圧縮力、引張材に引張力が作用し、ケーソン短辺方向の作業室スラブ端部の回転が拘束もしくは端部に曲げモーメントを付加されたと考えられる。

2 ロット構築以降：2 ロットコンクリート打設日に応力が変化している。また、2 ロット沈設時および3 ロット構築時は長辺方向で応力の変化が少なく、短辺方向の変化が大きい。側壁部の構築により作業室スラブと側壁部からなる断面剛性が大きくなり、四辺固定の版としての挙動が卓越するようになった。

図-4 に作業室スラブ応力変化の最も大きい、1 ロット沈設前後の刃口反力の分布を示す。1 ロットの沈下長は 0.7m で周面摩擦力の増加および揚圧力は十分無視することが出来、自重は刃口反力のみで支えられている。沈設前後を比較すると、概ね長辺方向の値が減少し短辺方向の値が増加している。これは、ケーソン作業室スラブを格子モデルで考えた場合、ケーソン自重が主に短辺方向の刃口反力で支持されている状態が同え、これは作業室スラブの長辺方向で鉄筋応力の変化が大きくなることと整合している。

4. まとめ

圧入工法を併用したケーソン初期沈設時の作業室スラブ応力挙動について検討した。圧入装置を長辺方向のみに設置し、作業室スラブと刃口のみで沈設させると、長辺方向には下側引張りの曲げモーメントが発生する。短辺方向には圧入により僅かであるが上側引張りの曲げモーメントが発生する。また、側壁部を 1 ロット分構築すると、四辺固定の版としての挙動が卓越することがわかった。参考文献：1) 日本圧気技術協会：大型地下構造物ケーソン設計マニュアル，2001.8，pp25-29。2) 佐藤，縄田，小林：ニューマチックケーソンによる新幹線・埼京線下道路トンネルの施工，土木施工，2001.11，pp9-15。3) 東海林，石田，加茂野：橋梁の基礎技術を使ったトンネル工事，橋梁と基礎，2002.5，pp.2-9

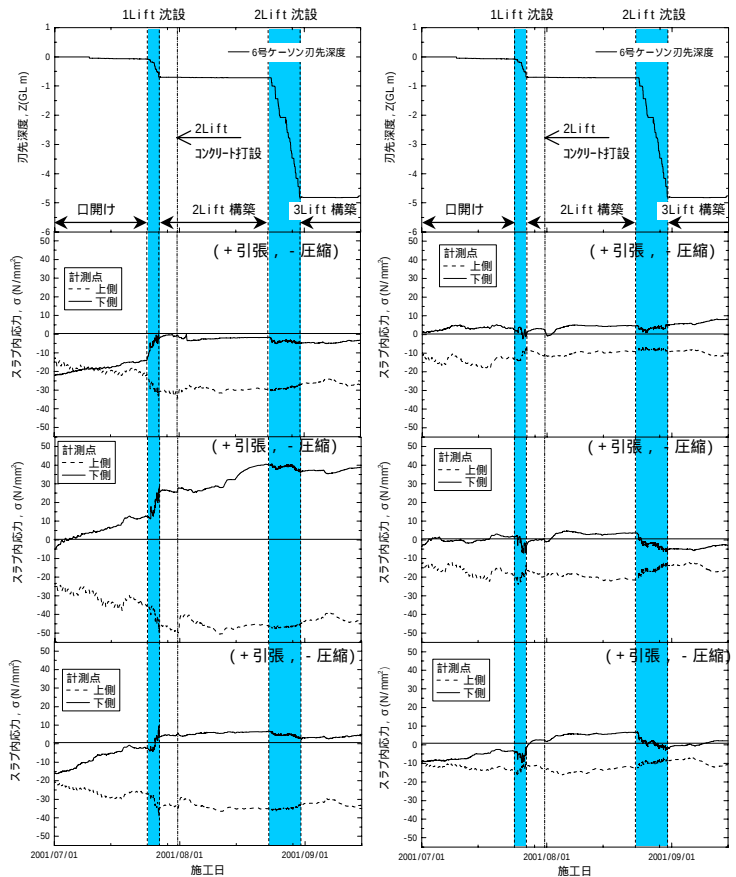


図-2 計測結果(長辺方向)

図-3 計測結果(短辺方向)

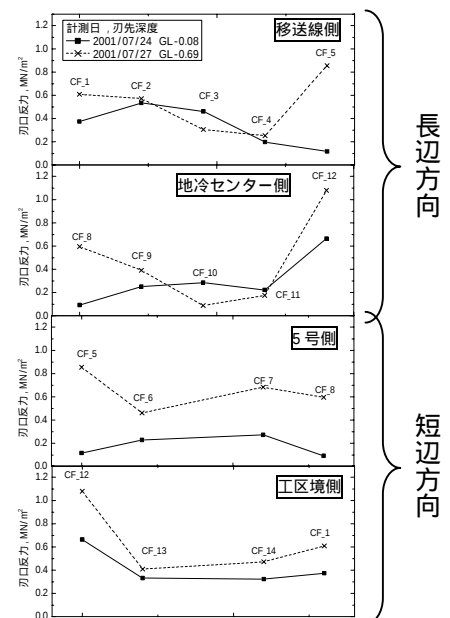


図-4 刃口反力分布