

乱された地盤の支持力低下をロット割に反映したケーソンの沈設管理

大成建設(株) 横浜支店 正会員○三井好古 正会員 香川純成
国土交通省 関東地方整備局 京浜港湾事務所 桐原憲一郎
大成建設(株) 技術センター 正会員 宇野浩樹
大豊建設(株) 東京支店 金子淳

1. 本検討の概要

本検討は、川崎・京浜運河を跨ぐ臨港道路・東扇島水江町線の橋梁主塔基礎MP 4のニューマチックケーソンにおいて、沖積粘性土層（厚さ 26m）を沈設する際の支持力低下を構築ロット割に反映したものである。

ケーソンの支持地盤は、沈設の過程で、刃口直下のすべり破壊と圧縮～側方移動が複合された変形が繰返されるため（図－1）、実際の支持力は、乱されていない地盤での算定値よりも低いと推定される。

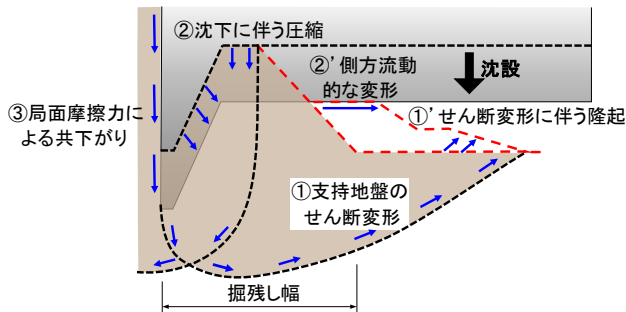


図-1 ケーソン沈設の際の地盤の変形

従来は、地盤反力の計測値の増加状況を注視し、掘残し幅（開口率）の調整で沈設を管理した。一方、本ケーソンは細長い平面で天井走行掘削機のレールが長辺の刃口に近いたため、支持力が低い場合、掘残し幅が広い状態で沈下・地盤変形が生じ、図-2 に示すように掘削機の埋没による施工効率の低下や異常沈下・傾斜による近接護岸への影響が懸念された。

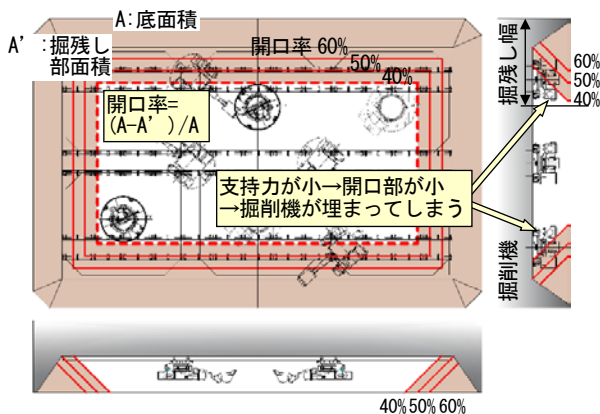


図-2 支持力が低い場合の影響

よって、複数の手法から『乱された地盤での支持力低下を推定し、刃口が軟弱粘性土層を通過する範囲のロット高さを約半分に低減することで、自沈や過沈下、傾斜を未然に防止』した（図-3）。

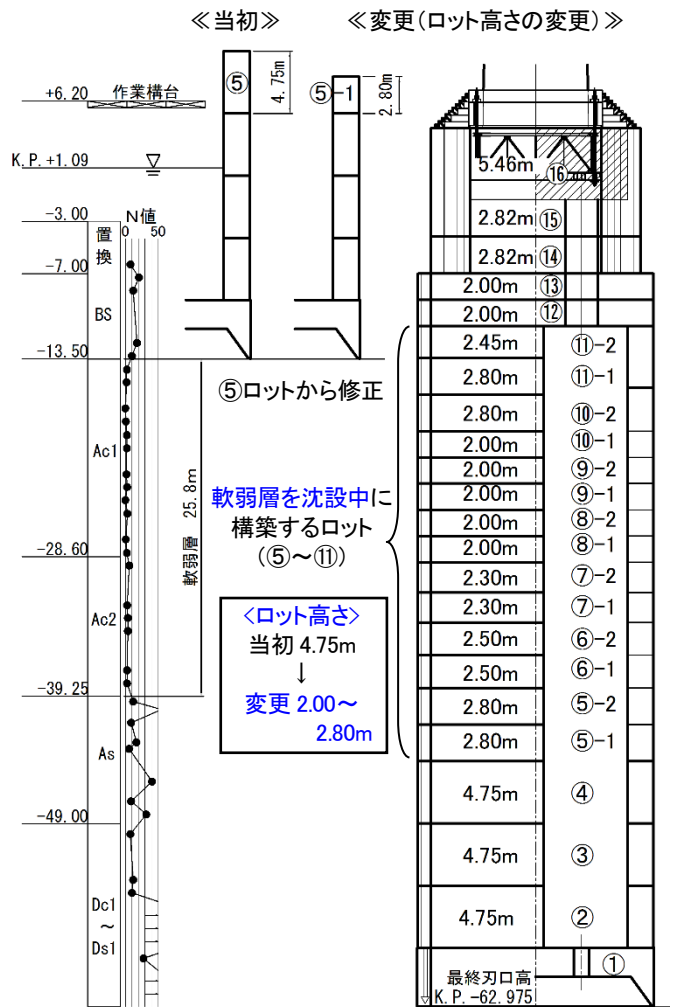


図-3 修正したロット割

2. 沈設過程における支持地盤の粘着力の推定

【推定 1】：沈設で変形した地盤の支持力推定のため、繰返し一面せん断試験を行った（図-4）。Ac1、Ac2 層ともに、せん断応力（ $\phi = 0$ なので粘着力に相当）は、当初の $80 \sim 110 \text{ kN/m}^2$ が 5 回で約 $1/4$ の 20 kN/m^2 程度に低下・収束した。

キーワード ニューマチックケーソン、乱された地盤の粘着力、繰返し一面せん断試験、沈設管理
連絡先 〒231-8616 横浜市中区長者町 6-96-2 大成建設(株) 横浜支店 TEL045-232-5812

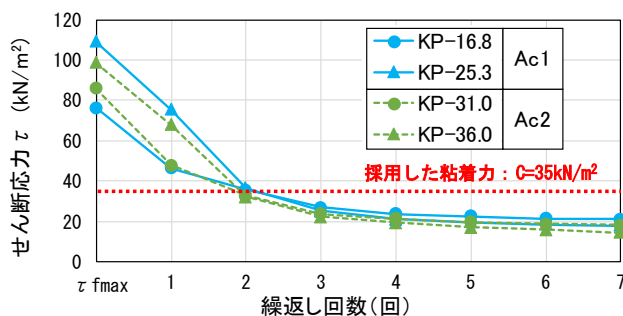


図-4 繰返し一面せん断試験の結果

【推定2】: 本基礎に先行していた別工区のケーソンの沈設データから算定すると、同一粘性土層の粘着力は $33 \sim 39 \text{ kN/m}^2$ (開口率を $40 \sim 50\%$ と仮定) であった。

【推定結果のロット割への反映】: ケーソンは約 30 cm ずつ沈設するため、刃口下方の地盤は掘削されるまでに2回程度変形すると考え、ロット割の再検討には、Ac1、Ac2とも繰返し2回における粘着力 35 kN/m^2 を採用した(当初設計は $90, 100 \text{ kN/m}^2$)。そして、掘削機が埋没しない掘残し幅で沈設する躯体重量として、ロット高さを当初の 4.75 m から $2.0 \sim 2.8 \text{ m}$ に抑えた。

3. 修正評価した粘着力の沈設データからの検証

【検証1】: 刃口がAc1層に約 4 m 貫入した深度で、掘削面から試料を採取して三軸圧縮試験を行った。採取位置は、外周から 1.95 m 、 4.25 m 、 9 m (基礎中央) であり、表層の緩んだ土砂を取り除いて採取した(図-5)。刃口に近い位置では粘着力が低下しており(図-6中の△1)、沈設で乱された影響が伺える。



図-5 掘削面からの試料の採取位置

【検証2】: 上部粘性土層Ac1において「沈設データから算定した粘着力」を、「繰返し一面せん断試験」、「掘削面からの採取試料の強度試験」の結果と合わせて図-6に示す。各手法で算出した粘着力は、Ac2層近傍を除いて $22 \sim 39 \text{ kN/m}^2$ の範囲に集約され、ケーソンの姿勢制御に影響する初期沈設において、2. で設定した粘着力 35 kN/m^2 が妥当であったと考えられる。

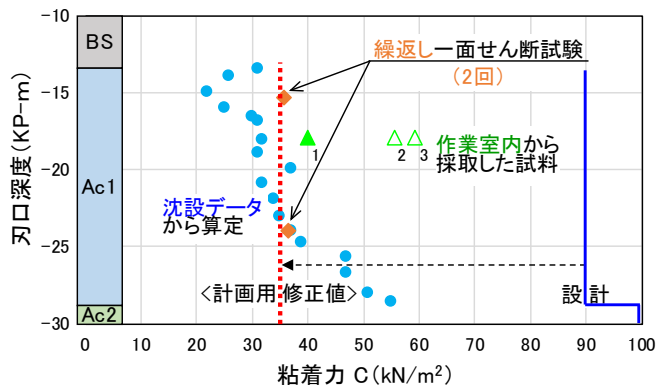


図-6 粘着力の推定・検証の結果

4. ロット割の見直しに付帯すべき沈設管理の手順

ロット高さを半減しても、半日で急速载荷されるコンクリート重量による自沈や傾斜の懸念が残る。ロット割変更後の最初の打設の際、事前に打設自重分の水荷重を躯体内に徐々に载荷(注水)し、沈下させた後に除荷して打設したが、载荷完了2日目の打設中に 6 cm の沈下が追加された。よって、打設自重による軟弱地盤の変形を事前に収束させる水荷重の载荷～除荷のサイクル検討も、異常沈下の防止として重要である。

5. まとめ

- ①ケーソンの沈設で乱された軟弱粘性土の支持力評価において、繰返し一面せん断試験は有力な手法である。採用する繰返し回数は、今回は2回が妥当であったが、地盤の特性により、改めて検討が必要であろう。なお、深度が深くなった場合は沈設のメカニズム(摩擦力の評価、他)が変わってくるので、本報告以深の粘着力の検証は改めて整理する。
- ②本検討により、近接護岸に影響なく初期沈設を完了できた。『沈設に伴う支持力低下の適切な算定・ロット割への反映』は、従来の標準的なケーソン計画では行われていなかったが、軟弱粘性土が上部に厚く堆積している場合、また基礎の平面形状や周辺環境によっては、重視されるべき対策と考える。

引続き、当現場で開発した「T-ケーソンスキャナ：掘削形状の疑似3次元化レーザー測量¹⁾(図-5)」を用い、掘残し幅・支持力を精度よく管理し、日本最大級の深度K.P. -62.975まで沈設を進める。

【謝辞】本検討は、有識者から成る「臨港道路東扇島水江町線、橋梁技術・施工検討会」で審議・承諾されました。貴重なアドバイスに感謝の意を表します。

参考文献 1) 香川、ほか：ケーソン作業室内の掘り残し土量可視化技術の開発、土木学会第72回年次学術講演会、VI-247、2017