

日光川水閘門改築工事の鋼管杭支持力不足の対策事例

愛知県海部建設事務所日光川工事出張所

多田 芳隆

浅野 要

株式会社大林組

正 小坂 準一

正 石川 進也

正 濱地 克也

正〇三城 健一

1. はじめに

日光川水閘門は、尾張西部の海拔ゼロメートル地帯を流れる日光川の河口にあり、日光川流域の防災の要である。現水閘門は築後 50 年近くが経過し、老朽化や地盤沈下が著しく、また東海地震などの大規模地震に備える必要があることから、改築が必要であった。本改築工事は、現水閘門下流側に、基礎杭を打設し、ケーソンを曳航・沈設し、堰柱・門柱を建造する工事である。本稿は、基礎杭の施工時に、支持力試験を行った結果、支持力不足を確認したため、対策を行った事例を報告する。

2. 工事の概要

本工事の平面図を図-1に示す。水閘門は4つの水門部と4つの閘門部からなり、いずれも杭基礎構造である。図-2には、一例として中央水門の概要図を示す。1つのケーソンのサイズはおよそ 25m 四方あり、中央水門は、27m×26m の大きさとなる。基礎杭は鋼管杭 $\phi 1000\text{mm}$ 、 $L=25.5\sim 30.0\text{m}$ で、8 函のケーソンで総数 311 本あり、各函に約 40 本が配置された構造である。ケーソンの沈設前に鋼管杭を打設し、その上にケーソンを沈設した後、杭頭コンクリートにより一体化することで杭基礎構造として成立する。

鋼管杭の打設後、支持力を確認するため実施した衝撃載荷試験で、支持力不足が判明した。そこで、支持力を確保するための対策工を実施した。

3. 地盤条件

施工箇所の地盤条件は、図-3の土層構成図に示すとおりである。表層に粘性土と砂質土が互層となっている沖積層が 6~7m 存在し、その下に主に砂質土(Ds1)の洪積層が 15m 程度続いた後、N 値が 50 以上である洪積砂質土層(Ds2)が現れる土層構成であった。

ボーリング柱状図によると多少の不陸はあるもののほぼ同様の層序であり、いずれの基礎杭も Ds2 層を支持層として設計されていた。

4. 基礎杭の支持力確認

ハイブリッドケーソンは全 8 函であり、各函に 1 本ずつ本設杭兼用の試験杭を選定した。試験杭打設後に衝

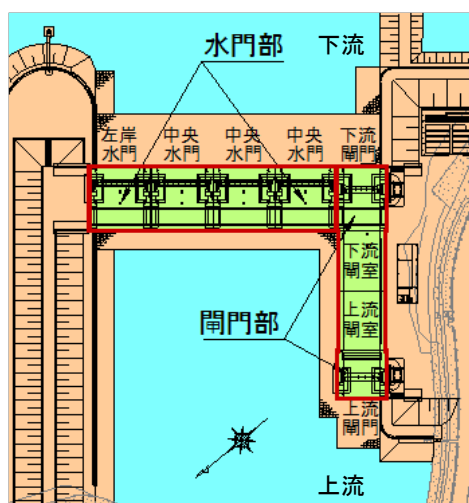


図-1 水閘門配置図

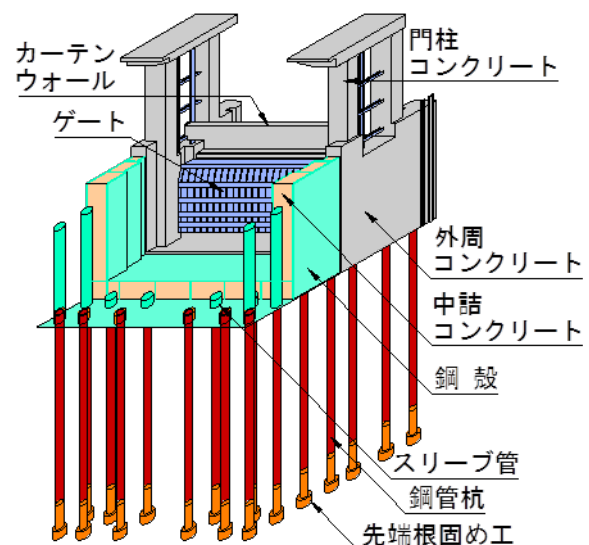


図-2 中央水門の概要図

キーワード ハイブリッドピア工法, 杭の支持力, 先端根固め工法

連絡先

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 土木本部 生産技術本部 設計第三部 TEL 03-5769-1314

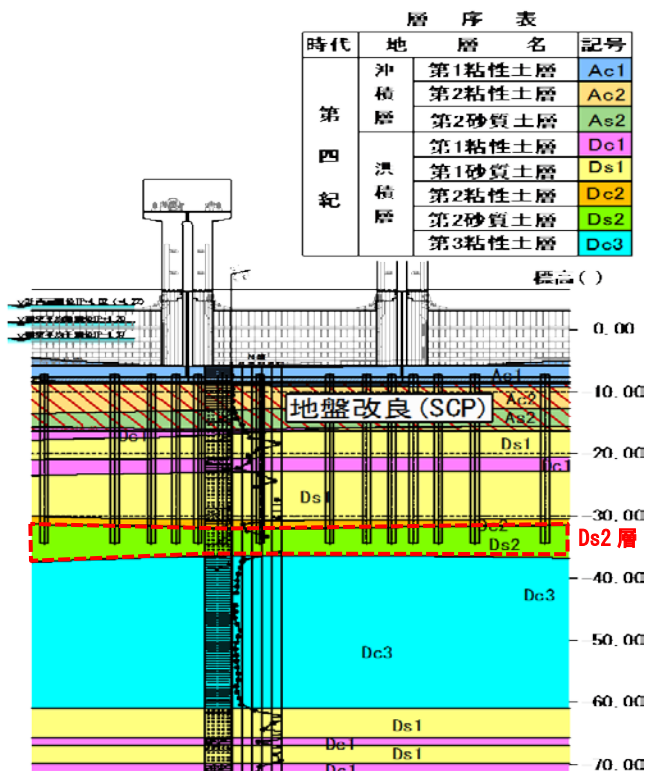


図-3 土層構成

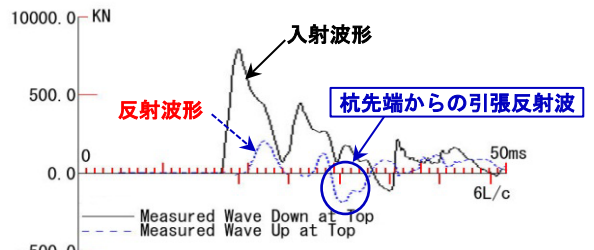


図-4 衝撃載荷試験結果の一例

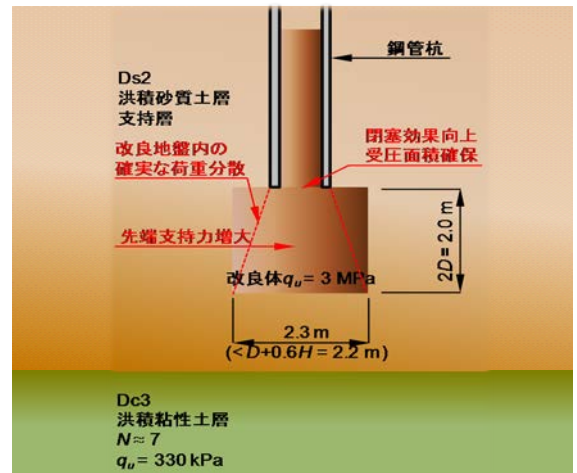


図-5 V-JET 工法の概要

撃載荷試験を行った。試験時に記録した応答波形の一例を図-4 に示す。これによると、堅固な地盤に打設した杭の応答波形は正の値となるのに対し、図中の丸で囲った部分で負の値となっており、引張応答が確認され、所要の支持力を確保できない結果であった。この傾向は、試験杭全てで確認され、設計極限抵抗（5,800kN～7,700kN）に対して平均で 30%程度不足していることがわかった。

支持層として設定した Ds2 層は層厚が 5m 超程度の薄層であり、その下部には粘性土の Dc3 層が厚く堆積している状況であった。衝撃載荷試験の結果から、Dc3 層の影響で所定の支持力が得られなかったと想定された。

5. 先端根固め工法による支持力確保

支持力不足の結果を受けて、支持力増大対策の検討を行った。残る鋼管杭の製作はすでに進んでおり、杭長を長くする、杭径を変更する対応は不可能であった。最初の衝撃載荷試験から一カ月経過後に再度衝撃載荷試験を実施したところ、周面摩擦力はセットアップ効果により回復が確認されたが、先端支持力は回復しなかった。そこで、支持力増大対策として先端支持力に着目し、打設済みの鋼管杭の内部にロッドを挿入して、先端部でセメント系固化剤を超高圧噴射する、先端根固め工法の V-JET 工法を採用することとした。工法の概要を図-5 に示す。杭先端から 2.0m (=2D) の高さで、改良径 2.3m (=D+0.6H) となる改良体を形成し、改良体内部の応力伝達と改良体先端面積の拡大効果によって、十分な支持力を得ることを確認し、先端根固め工法の採用にいたった。

6. まとめ

杭仕様および打設方法を変更できない条件下で、打設済みの鋼管杭に対して後から先端根固めによる改良体を形成することで、先端支持力を増加させることができた。今回の事例は海上施工であったため打設済み鋼管杭の内部にロッドを挿入することに配慮が必要だったが、陸上施工ではより簡易に対応できると予想される。先端支持力不足に悩む同様の工事の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1)小坂 他：日光川水閘門改築工事のハイブリッドケーソン据付事例，第 70 回年次学術講演会，土木学会，2015.9. 2)石川 他：日光川水閘門改築工事の水中不分離性中詰コンクリートの施工事例，第 70 回年次学術講演会，土木学会，2015.9.