

ニューマチックケーソン工事による近接構造物への影響管理について（その1）

（株）竹中土木 正会員 ○宮崎 享，三吉 憲一，会川 博文

（株）地域地盤環境研究所 正会員 稲垣 祐輔，管 茜様

1. はじめに

新設ポンプ所をニューマチックケーソンにて施工する際の周辺既設構造物への影響を、2次元FEM解析を用いて事前検討を実施した。

既設構造物とケーソン躯体の最小離隔は0.7[m]と狭隘であり、設計・解析では、応力遮断壁およびフリクションカットが採用されている。

ただし、施工者として安全側の評価となるモデルを用いて、予測を行い、自主管理基準値を設定した。

2. 事前解析

（1）解析モデル

解析断面は、ケーソン躯体および近接躯体と直交する面で設定した。図-1に事業概要図を、図-2に解析断面を示す。

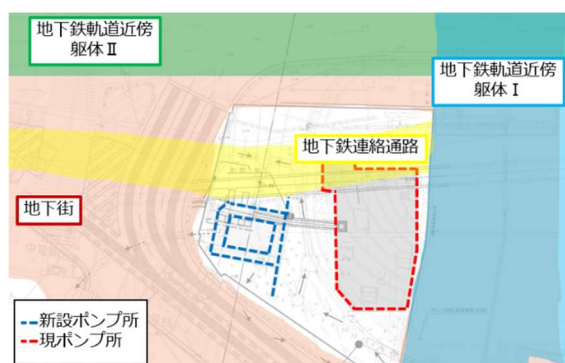


図-1 事業概要図

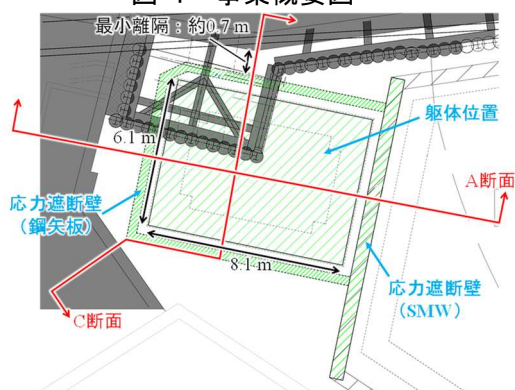


図-2 解析断面の設定

ニューマチックケーソン施工時荷重は、過去の事例¹⁾²⁾を参考に、周面摩擦力、底面地盤の掘削解放力

キーワード ニューマチックケーソン，営業線近接，応力遮断壁，FEM解析，管理基準値，リニューアル連絡先

〒136-0075 東京都江東区新砂 1-3-3

技術・生産本部 技術部 TEL03-6810-6214

および刃口反力とし、施工ステップ毎に逐次解析を行った。また、フリクションカットが地盤に及ぼす影響を考慮し、躯体と応力遮断壁間の地盤の軟化を変形係数により低減するとともに、地盤水平変位を強制変位として付与した。図-3に解析モデル概要図を示す。

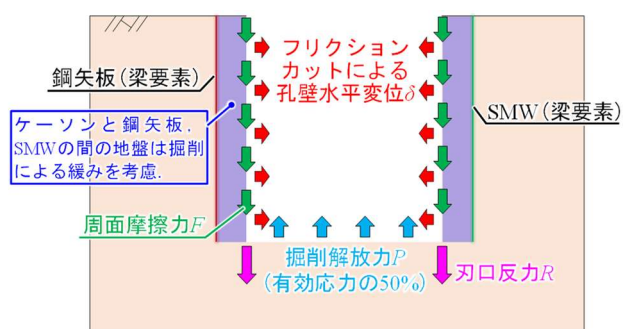


図-3 解析モデル概要図(C-C断面)

（2）解析ステップ

解析ステップは各リフト計画に基づき、以下の①～④のとおり設定した。図-4に解析モデルを、図-5に解析ステップ毎の解析モデル概要図を示す。

- ①自重解析による地盤内応力状態を設定
- ②1リフト構築時、躯体自重のみを刃口反力として設定
- ③2リフト目沈設+3リフト構築時は、躯体自重に加え、周面摩擦力や掘削解放力を刃口反力として設定
- ④その後、リフト毎に変化する施工時荷重を設定

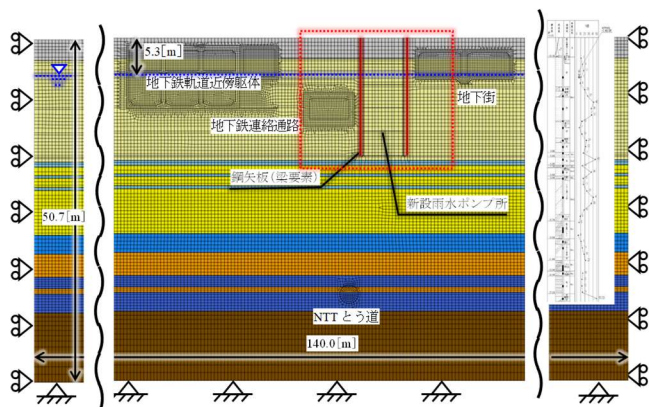


図-4 解析モデル(C-C断面)

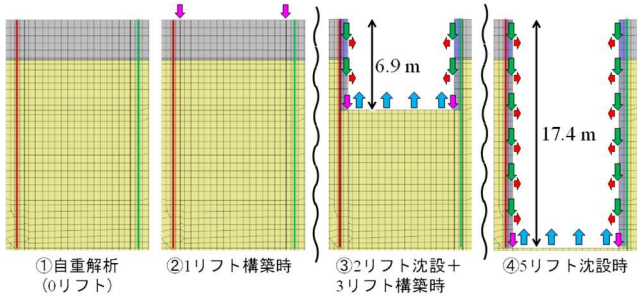


図-5 施工ステップ毎の荷重モデル概要図(C-C断面)

3. 解析結果

(1) 許容値

ポンプ所の築造が周辺施設へ与える影響の許容値は、以下のとおりとした。軌道を含む施設は軌道保安基準³⁾より変位 $\pm 5[\text{mm}]$ とした。軌道を含まないその他の構造物は、鉛直変位・水平変位・変形角のうち変形角が最も厳しくなることから、文献⁴⁾に基づく限界変形角 $1/1,000[\text{rad}]$ とした。

(2) FEM 解析結果

図-6に水平変位 FEM 解析結果を、図-7に解析ステップ毎の各施設の変位量および変形角と許容値の関係を示す。

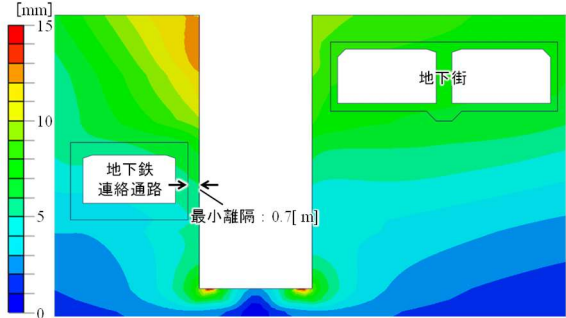


図-6 水平変位 FEM 解析結果コンター図(C-C面)

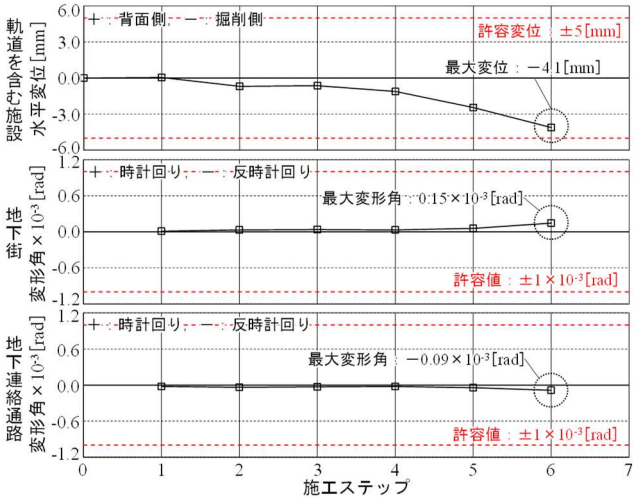


図-7 変位量および変形角の経時変化

①軌道を含む施設

解析ステップの進行に伴い、フリクションカットによる空隙側壁部の水平変位が増加し、軌道を含む

施設の変位量も増加傾向を示したが、軌道部近傍躯体の最大水平変位量は最大で $4.1[\text{mm}]$ と、許容変位 $\pm 5[\text{mm}]$ 以内に収まる予測となった。

②その他の構造物

解析ステップの進行に伴い、フリクションカットによる空隙側側壁部の水平変位が増加し、その他近接構造物の変位量も増加傾向を示したが、変形角は $0.09 \times 10^3[\text{rad}] \sim 0.15 \times 10^3[\text{rad}]$ と、許容値以内($1/1000[\text{rad}]$)となった。

4. 自主管理基準値の設定

FEM 解析結果より、近接構造物への施工影響の自主管理基準値を設定した。なお、変形角は、計測管理上扱いづらいため、変位での管理基準値とした。変位計測可能な構造物は鉛直変位で許容値を設定し、変形計測が難しい構造物は、別途計測する地中や遮断壁の水平変位で許容値を設定した。

表-1に各構造物の自主管理基準値を示す。

表-1 各構造物の自主管理基準値

計測項目 【対象箇所】	躯体鉛直変位 軌道変位 【軌道を含む施設】	躯体鉛直変位 地下連絡通路 【その他構造物】	地中水平変位 地下街 【その他構造物】
一次管理値	2[mm]	3[mm]	11[mm]
一次管理値超過：要因分析（ケーソン変位、圧気、摩擦力等）、計測体制強化など			
二次管理値	4[mm]	5[mm]	18[mm]
二次管理値超過：要因分析（ケーソン変位、圧気、摩擦力等）、計測体制強化など			
限界値 (許容値)	5[mm]	7[mm]	22[mm]
限界値超過：施工中断、対策の実施など			

5. まとめ

FEM 解析結果より、ニューマチックケーソン施工による近接構造物および地中の変位計測の自主管理基準値を設定した。なお、変位計測の計画については文献⁵⁾にて扱う。今後は、実測値に基づく逆解析を実施し、予測の検証および対策の検討を行う予定である。

謝辞 本稿の作成にあたり、名古屋市上下水道局様に深謝の意を表する。

参考文献

1) 井上智裕ほか:ニューマチックケーソン工法によるトンネル施工時の周辺地盤変形解析について、トンネル工学論文集、第16巻、p.155-164、2006. 11
2) ニューマチックケーソン沈設に伴う地盤変形解析、第37回地盤工学研究発表会、P.1533-1534
3) 線路整備基準（名古屋市交通局）
4) 建築基礎構造設計指針、日本建築学会、2019年11月
5) ニューマチックケーソン工事による近接構造物への影響管理について（その2）、令和7年度土木学会全国大会第80回年次学術講演会 2025.9