

大空間地下構造物での斜梁等を用いた作業の効率化

戸田建設株式会社 正会員 〇 榎木 正人、遠藤 真也
森 佑輔、加藤 北人

1. はじめに

下水処理水が流れ込む湾内部では、窒素やリンなどを原因とした富栄養化に伴う赤潮被害が発生している。そのため、本工事は全国的に珍しい下水処理場で新たな高度処理技術を開発し、その技術の導入に向けた施設の建設を進める一環として行うものである。施工位置を写真-1に示す。本工事では、大空間の開削部内に処理施設を築造する計画である。本稿では、これらの地下構造物を築造するに当たり、工程短縮や作業効率、生産性向上等の観点から、仮設工で講じた創意工夫について報告する。



写真-1 施工位置図

2. 施工条件と課題

施工箇所の地盤は、表層付近はシルトを主体とした埋土であり、その下には沖積層の砂礫層が厚さ約 5m、その下には洪積層の砂礫層が厚さ約 12m で分布している。砂礫層以深には N 値 50 を超える堅硬な泥岩層（土丹層）が厚く堆積し、床付け面付近の地盤は泥岩層である。

地下構造物を構築する開削空間内には、写真-2に示すように先行工事で構築された土留め支保工や中間杭（H-300×300）及び栈橋杭（H-350×350）が計 241 本存在している。これらの杭は兼用で計画されていないため、部分的に杭間隔が 1m 程度に近接している箇所もある。

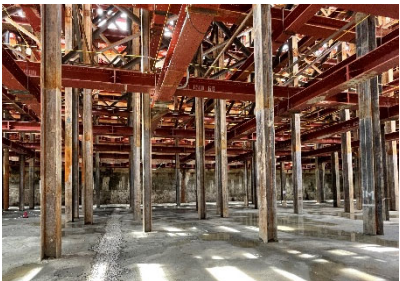


写真-2 開削内部の概況

一方、当初計画では施工の進捗に伴い支保工を撤去し、盛替え支保工を平面全体に設置しながら施工を進める条件であった。盛替え支保工の計画図を図-1及び表-1に示す。仕様は本設の底版や中床版に加え、切梁（H-350×350～H-500×500）及び腹起し（H-300×300～H-500×500）を計 3 段設置する計画であり、躯体構築箇所全体にわたり面的に配置する計画であった。この様な施工条件の中、以下に示す課題が懸念された。

- ①狭隘な空間内で重量（H-500×500 は $w=300\text{kg/m}$ ）の大きな土留め支保工を設置及び撤去することになるため、安全性にも影響を及ぼす苦渋作業が想定される（**安全性の観点**）。
- ②中床版が構築された後の盛替え支保工の解体作業では、クレーンを用いた揚重作業ができず、天井に設けるホイストや人力による横移動及び搬出作業が必要となり、作業効率が大幅に低下する（**作業効率の観点**）。
- ③平面全体に計画された盛替え支保工の設置・撤去作業は、工事期間中に継続的に行うため、本工事の工程を大きく圧迫する要因となっている（**工程の観点**）。

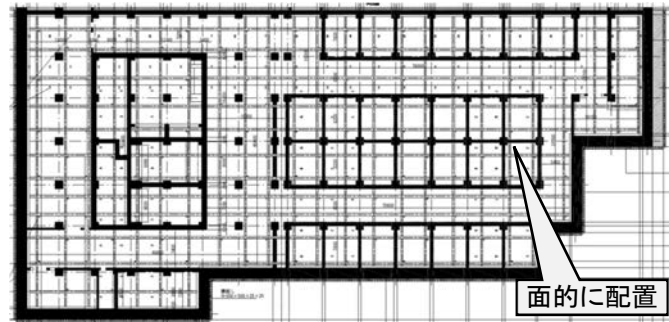


図-1 盛替え支保工の計画平面（9 段目）

表-1 盛替え支保工の仕様（当初計画）

段数	切梁	腹起し	備考
8 段目	底版 $t=3.0\sim5.2\text{m}$		本設利用
9 段目	H-400×400～ H-500×500	H-400×400～ H-500×500	
10 段目	H-400×400～ H-500×500	H-400×400～ H-500×500	
11 段目	中床版 $t=1.2\text{m}$		本設利用
12 段目	中床版 $t=1.2\text{m}$		本設利用
13 段目	H-350×350	H-300×300～ H-350×350	

キーワード 盛替え支保工 斜梁 大空間地下構造物

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋 1-2-5 戸田建設(株) 首都圏土木支店 TEL03-3535-1426

3. 課題に対する対策

前述に示す、盛替え支保工の設置・撤去作業での安全性及び作業効率の向上と工程の確保を図る観点から、以下に示す対策を実施した。

① 斜梁の適用

盛替え支保工の数量を最小限に抑制するために、斜梁（H-300×300～H-350×350）による盛替えを提案した（図-2参照）。斜梁を設ける場合、通常は外壁内面には腹起しが必要となり、腹起し材を支持するためのブラケット材や浮き上がりを防止するための抵抗部材（逆ブラケット等）が必要となる。これらの部材を設置するためには、躯体外壁に多数の埋設アンカーが必要となり、作業手間が掛かるとともにキャッピングされたアンカー孔が残存するため供用後の美観に影響を及ぼす。そのため、外壁内に計画されている柱（□2m×2m、間隔7～9m）に斜梁を設置して、外壁は柱と底版（又は中床版）で支持された3辺固定の版として構造が成立するように、外壁の鉄筋量・応力状態を照査した。これにより、盛替え支保工用の腹起し材の設置が不要となり、外壁に設けるアンカー本数を大幅に低減できる計画とした。

② 水平梁等の適用

地下構造物の内部には隔壁が多く配置されており、計画位置によっては外壁内の柱に作用する土水圧に有効に抵抗する部材であると判断した。そこで、部分的に水平梁（H-300×300～H-350×350）を計画して軸力を隔壁に伝達させて抵抗するケースと、隔壁等の躯体の剛性で抵抗させるケースを計画し、盛替え支保工の数量の低減を図った。なお、水平梁は斜梁と同様に外壁に計画されている柱を活用した配置計画とした。

前述の斜梁や水平梁等の盛替え支保工の仕様は、地下構造物の構造条件等を考慮して、図-3に示すように計7パターンに分けて計画した。

③ 構造物への影響検証

斜梁や水平梁を用いた盛替え仕様とした場合には、既存土留め壁への影響や新設する地中構造物（隔壁、柱等）の構造安全性の検証が必要となる。検証の結果を表-2に示す。斜梁や水平梁の設置高さは不変であるため、既存土留め壁への影響はほとんど無かった。一方、斜梁を新設する柱で支持した場合、大きなせん断応力度が作用し鉄筋補強した場合においても、有害なひび割れの発生が懸念されることから、底版に滑り止めのボルトを配置して抵抗する計画とした。また、斜梁等で支持する外壁の柱と底版の3辺固定条件で支持される新設外壁については、作用応力度は長期許容応力度を下回るレベルであった。

4. まとめ

都市部での大規模開削工事では、寸法の大きな土留め支保工が2方向に多段に配置されることが多く、特に中床版や頂版が完了した後の盛替え支保工の撤去は、狭隘な作業空間で揚重作業も制約される苦渋な作業となる。技術者にとって、ネックとなる作業を抽出する判断力や効率化を図るための対策を立案する能力は、工事全体の生産性向上を図る上で非常に重要な資質となる。今回水平展開する内容が、類似工事での参考になれば幸いである。

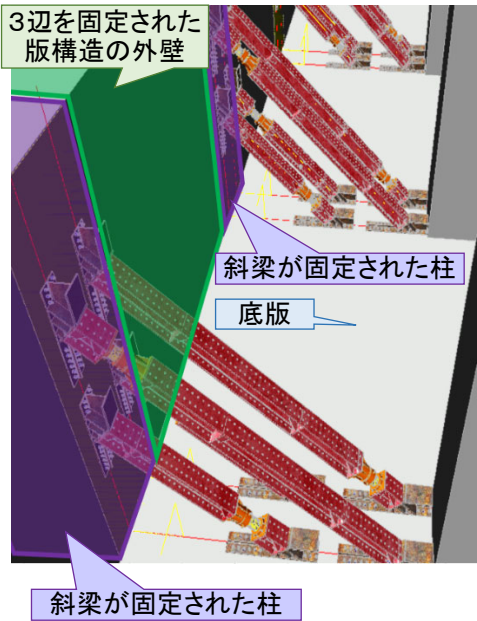


図-2 斜梁の設置イメージ

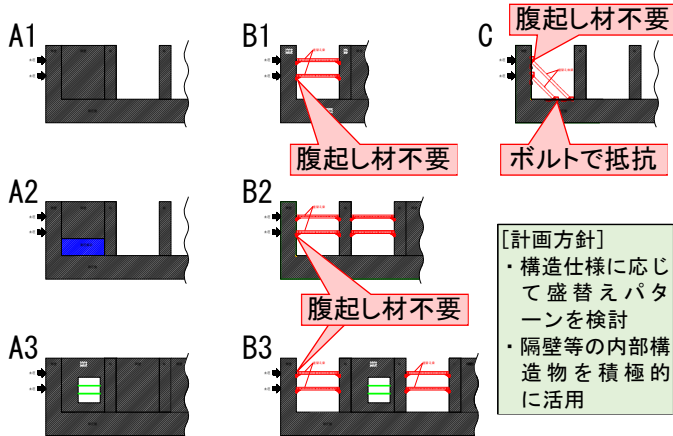


図-3 盛替え支保工の仕様パターン

表-2 構造物への影響検証の結果

対象	影響検証の結果
既存土留め壁	曲げ：σ=169.2<210.0※1N/mm ² せん断：σ=62.8<120.0※1N/mm ² 変位：δ=54.2<300mm
新設柱	曲げ圧縮：σ=4.5<12.0※1N/mm ² 曲げ引張：σ=184.7<270.0※1N/mm ² せん断：τ=1.62<2.55※1.2N/mm ²
新設外壁	曲げ圧縮(長辺)：σ=3.7<12.0※1N/mm ² 曲げ圧縮(短辺)：σ=2.4<12.0※1N/mm ² 曲げ引張(長辺)：σ=148.4<300.0※1N/mm ² 曲げ引張(短辺)：σ=109.3<300.0※1N/mm ² せん断(長辺)：τ=0.85<2.55※1.2N/mm ² せん断(短辺)：τ=0.85<2.55※1.2N/mm ²

※1：短期許容応力度(=長期許容応力度×1.5倍)

※2：せん断補強筋と共同で負担する場合