

仮設時に立坑として利用する道路地下換気所の設計および施工（その1）

東京都第二建設事務所 品川線建設事務所 大井工事事務所 五十嵐 央 潮田 知史
 (株)大林組 正会員 ○齋藤 隆 稲積 一訓 井澤 昌佳

1. はじめに

本稿では、仮設時に中央環状品川線のアプローチ区間のシールド工事の折り返し立坑として利用し、本設時に換気所の地下部分となる大井北換気所の設計について紹介する。

2. 工事概要および構造物概要

都市高速道路中央環状線（全長約 47km）は、**図-1** に示すとおり現在整備が進められている首都圏 3 環状道路の最も内側に位置する重要路線である。中央環状線の南西側部分を形成する中央環状品川線は、中央環状新宿線、高速渋谷線および高速湾岸線を結び、都心部における慢性的な交通渋滞解消の切り札として東京都と首都高速道路株式会社の共同事業として施行している路線である。



図-1 中央環状線の現状

大井北換気所は、トンネル構造の中央環状品川線から高速湾岸線と分岐する高架構造の大井ジャンクションまでを結ぶ大井地区トンネル工事区間の北端に位置する換気所であり、東側に電力洞道、南側に放水路、北側には本線シールドの発進立坑が近接している点が立地上の特徴である。このアプローチ区間を施工する地上発進・地上到達方式のシールドマシンの折り返し立坑として仮設利用するため（**図-2**）、換気所・道路の一部となる床板や隔壁などの内部構築を残した状態で沈設を完了させ、シールド作業後に内部構築の続きを行うという施工上の特徴も有している。構造諸元および一般構造図を**表-1**、**図-3** に示す。

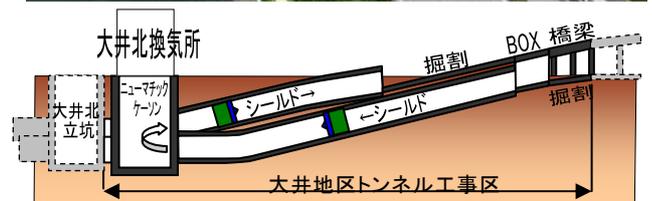


図-2 工事概要図

3. 換気所の構造的特徴

大井北換気所は、近接施工に有利であるという点からニューマチックケーソン工法を採用している。

一般的に大規模ケーソンは框(かまち)梁と呼ばれる梁部材と側壁や隔壁などの面部材とを組合せた函状の構造物であり、安全にかつ精度よく設置できるように重量の対称性が取れた構造計画を行う。

しかし、本換気所は、道路が貫通する地下建築構造物として複雑でアンバランスな内部構造を有し、シールド作業に支障する框梁を外壁に設けない函体構造であった。かつ、先行部/後行部の二段階構築を行い、シールド到達・発進時には外壁二箇所が円形状(φ 13.6m)に切削され、大径開口が作られるという特殊な構造計画であった（**図-4**）。

表-1 大井北換気所 構造諸元

構造	RC造(地下4階)
外寸法	38.6m(道路軸方向)×35.0m(道路軸直角方向)
掘削深さ	43.8 m
側壁厚	東側、西側:3.5m 北側:1.5m(1F~B1F)、3.0m(B1F 以深) 南側:2.0m(1F~B1F)、3.5m(B1F 以深)
底版厚	5.6m(本設時)、2.0m(仮設時)
床板厚	1.0m(B1F)、1.5m(1F、B2F、ダクトF、B3F)
コンクリート	35,000 m ³ (f' _{ck} =40N/mm ²)
鉄筋	5000 ton (SD345)
掘削土量	67,000 m ³
施工方法	ニューマチックケーソン工法

キーワード 換気所, ニューマチックケーソン, シールド立坑, 3次元 FEM 解析

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 橋梁技術部 TEL03-5769-1306

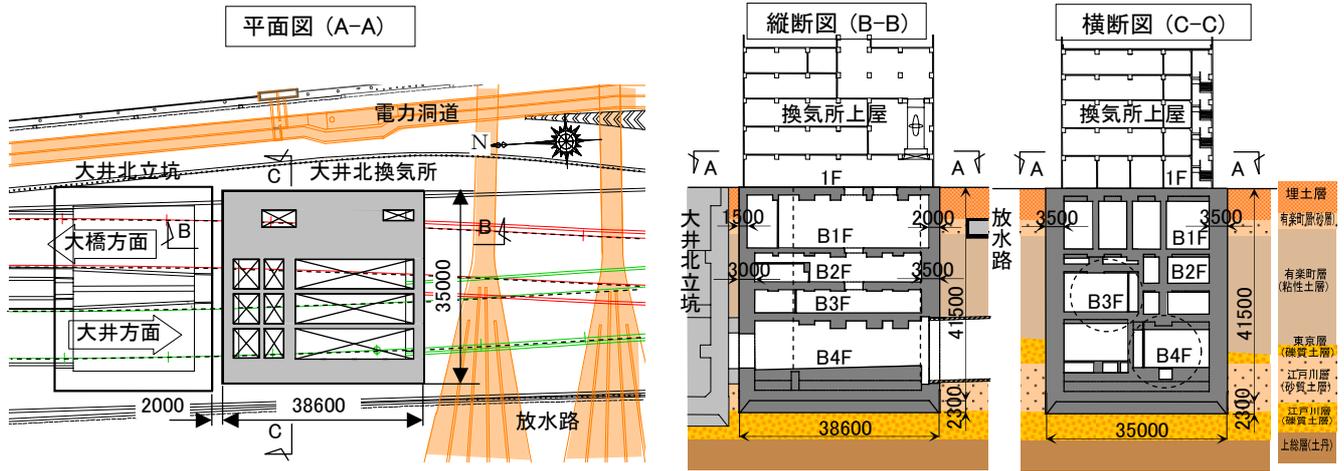


図-3 大井北換気所 一般構造図

4. FEM 解析を用いた設計

一般的なケーソンの設計では、平板構造と単純梁の計算のみで構造寸法と配筋を決定する事が可能であるが、前述の構造的特徴より、それらの設計法を適用した場合に設計モデルと実構造の間の発生断面力の誤差が大きくなることから、換気所全体をそのまま忠実にモデル化する3次元線形FEM解析により構造検討を行うこととした。詳細設計のモデルおよび条件を図-5に示す。

全体モデルを用いた解析を行うことにより、モデル化が複雑になる一方、構造上の仮定条件を減らして沈設時、立坑利用時、供用時、地震時の各施工ステップの断面力を直接算定することができ、バランスの取れた部材寸法および配筋を決定することが可能となった。

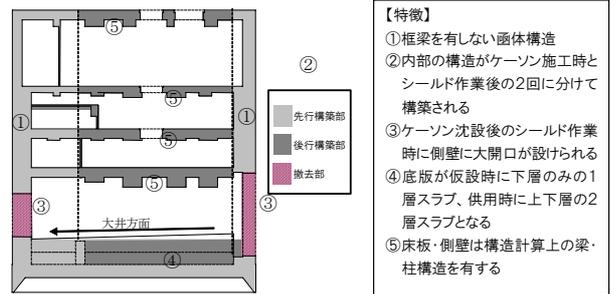
また、本来は最大発生断面力に対して一様配置とする仮壁（シールドマシン切削壁）の炭素棒補強の必要量配置の検討や(図-6)、二層施工となる底版打ち重ね部の接続面仕様および補強量の検討においても FEM 解析の結果をそのまま利用することができるなど、細部にわたり合理的・効率的な設計を行うことが可能となった。

5. おわりに

本設計では、これまでの設計事例を踏襲した線形解析および許容応力度法を基本としているが、将来的には非線形解析を行い性能設計の考え方に基づく照査方法を採用することでさらに効率的な設計を実現する事が可能となり、設計対象の構造が複雑であればあるほどその効果は大きくなると考える。

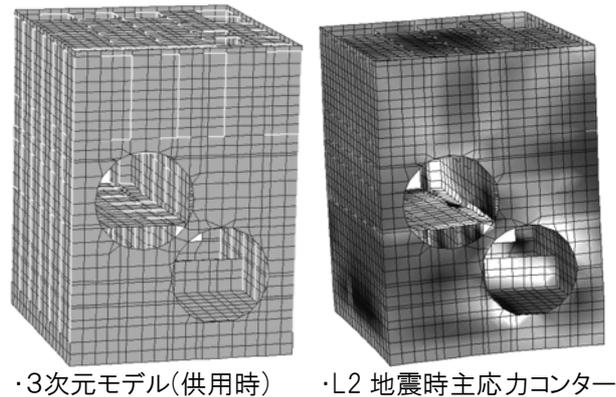
参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, 平成14年, 2) 土木学会：トンネル標準示方書 開削工法・同解説, 平成18年



- 【特徴】
- ① 框架を有しない函体構造
 - ② 内部の構造がケーソン施工時とシールド作業後の2回に分けて構築される
 - ③ ケーソン沈設後のシールド作業時に側壁に大開口が設けられる
 - ④ 底版が仮設時に下層のみの1層スラブ、供用時に上下層の2層スラブとなる
 - ⑤ 床板・側壁は構造計算上の梁・柱構造を有する

図-4 構造の特徴



設計手法	・3次元 FEM モデルによる断面力算出 ・許容応力度法による断面・配筋検討 ・断面の終局限界耐力による L1/L2 地震時照査	検 討 ケー ス および荷重	・沈設時：自重、土水圧、揚圧力 ・立坑利用時：自重、土水圧、揚圧力、活荷重、舗装重量、上層・機械荷重
FEM モデル	・床板・壁：シェル要素 ・柱・梁：ビーム要素 ・地盤：バネ要素		・L1/L2 地震時：自重、水圧、揚圧力、舗装重量、上層・機械荷重、地震時土圧、慣性力

図-5 3次元 FEM 解析を用いた設計

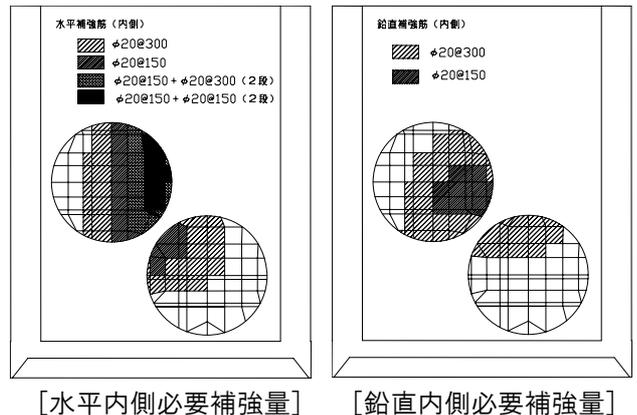


図-6 FEM 解析結果を利用した仮壁補強量の検討