

ニューマチックケーソン工法による地下書庫構築プロジェクト

一 東京大学 総合図書館別館新設工事 一

東京大学キャンパス計画室（野城智也、川添善行）・同施設部（両名正会員）

清水建設(株) 安中健太郎、稲場万鎖夫

清水建設(株) ○前田裕一、遠藤和雄（両名正会員）

1. はじめに

総合図書館別館は、収蔵 300 万冊の自動化書庫を備えた施設であり、既存の総合図書館本館（書籍約 130 万冊収蔵）の機能強化を図るため、東京大学本郷キャンパス内に新たに建設された（写真-1）。この施設は、書庫容積の確保を目的に地下 40m 以上の大深度構造物となっており、構築にはニューマチックケーソン工法を採用した。これはニューマチックケーソン工法で地下書庫を構築した日本初の事例となる。本稿では、総合図書館別館構築の施工上の特徴と工夫および施設の現状について簡潔に紹介する。



写真-1 完成した総合図書館別館

2. 施工上の特徴と工夫

(1) 総合図書館別館の構造概要

総合図書館別館地下部の平面寸法は 44.2m×26.6m(A=1, 176m²)、深さは GL-46.3m であり室内は地下 1 階のライブラリープラザと地下 2～4 階の自動化書庫の 2 種類で構成され、このうち自動化書庫のフロアは、自動化書庫ゾーン・設備機械ゾーン・バッファゾーンの 3 つのゾーンに区分されている。構造図を図-1 に示す。

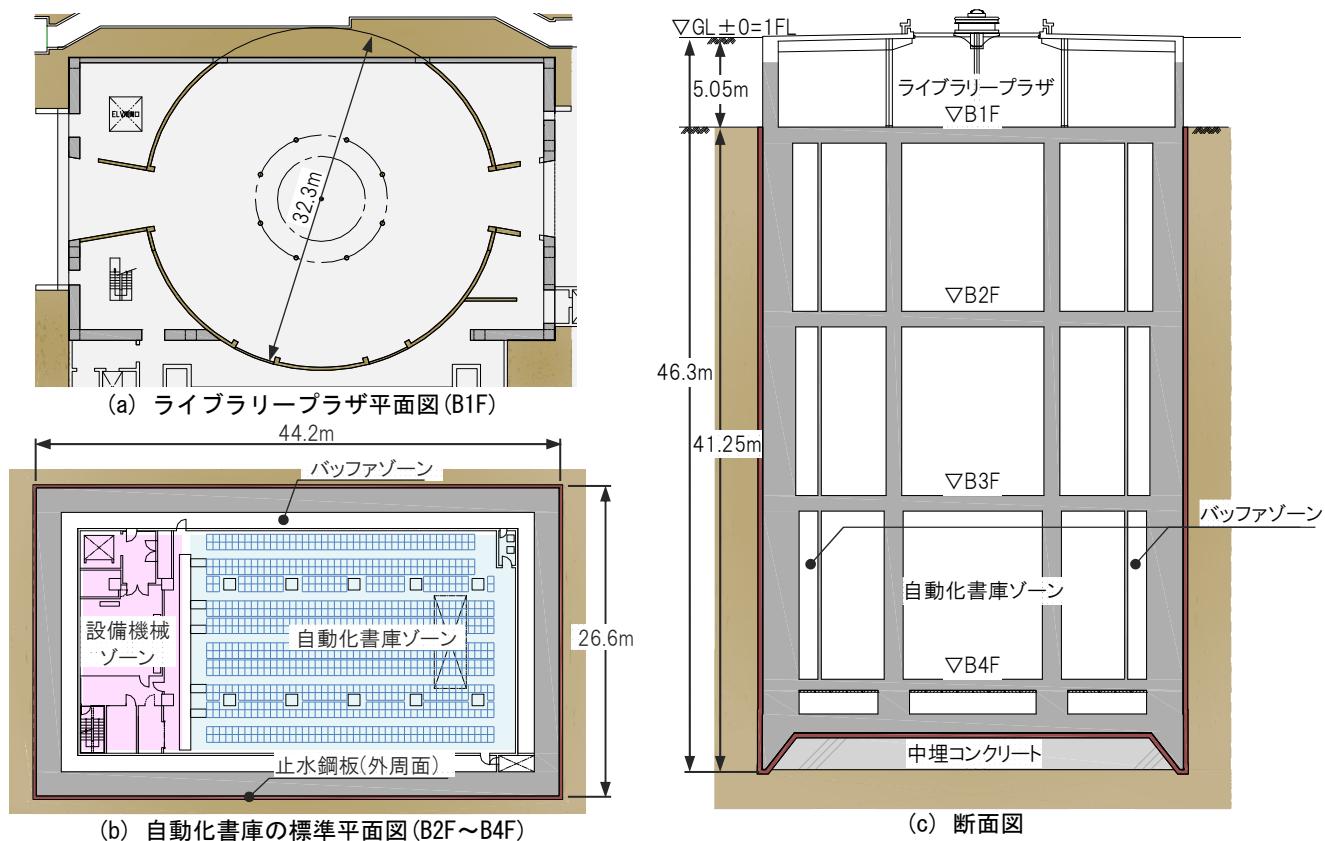


図-1 総合図書館別館地下部 構造図

キーワード 東京大学、総合図書館別館、ニューマチックケーソン、地下書庫、止水鋼板

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 TEL 03-3561-3898

(2) 止水鋼板による地下躯体の長期止水性向上

総合図書館別館は学術的にも貴重な図書を収容するため、書庫内の湿度・温度に対しては万全の対策が必要となる。ただしGL-46.3mの大深度地下構造物のため、供用中は常に高い地下水压の作用を受け、外壁のわずかなクラックでも書庫内への漏水が発生することが懸念された。そこで、ケーソン外壁コンクリートの外側に厚さ6mmの止水鋼板を設置し、接合部全延長を溶接接合することで高い止水性を有する構造とした(図-2)。港湾の施設の技術上の基準では、鋼材の腐食速度は陸上の土中部で0.03mm/年であり、この6mmの厚さは200年の長期耐久性を有することとなる。

施工ではこの止水鋼板を外周の埋設型枠として利用した。型枠としての剛性確保のために、山形鋼(L-65×65×6)を鋼板の外周に、プレート(PL-65×6)を600mm間隔で内面に格子状の補強リブを配置した(写真-2,3)。隣り合う鋼板同士の一体化は、現場での溶接により行ったが、この溶接部は止水の弱点となり得るため、管理には真空箱検査を採用した(写真-4)。止水性は本工事の中でも最も重要な品質管理項目と位置付けられており、現場溶接部の全線にて検査を実施した。溶接部に僅かでも通気があった場合には、この検査にて気泡が生じるため目視にて容易に確認でき、その場で良否が判断できる。ごく僅かな箇所でも不良箇所が発覚したが、検査が合格するまで再溶接を実施し、最終的には全線を合格させた。

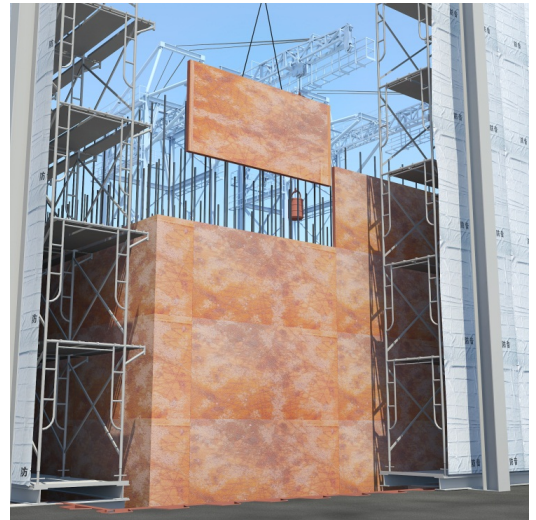


図-2 止水鋼板(イメージ図)



写真-2 止水鋼板(2.4m×7.8m, t=6mm)



写真-3 ケーソン外周の止水鋼板



写真-4 真空箱検査(現場溶接部)

このような厳格な施工管理を実施し、非常に止水性の高い地下躯体を構築した。写真-5に2019年3月18日現在のB4Fのケーソン外壁内側(バッファゾーン)の状況を示す。竣工から約2年が経過したが、外壁内側の漏水箇所は地下4階～2階まで1ヶ所も無く、漏水を集める水路も完全に乾いており、非常に高い止水性を維持していることが分かる。



写真-5 B4F ケーソン外壁内側

(3) 各種計測結果を用いた施工管理

計測管理は、沈設中のケーソン本体の健全性、およびケーソンの沈下に伴う近接構造物への影響把握のために実施し、工事中はこれらの値を常に監視しながら進めた。

まず、ケーソン本体には、**図-3**に示す各種計測器を設置し、その計測値を沈下掘削の方針決めを行うための大きな指標とした。沈下完了までの主要な計測器の計測結果を**図-4**に示す。なかでも刃口反力値は、ケーソンの傾斜防止や、初期沈設時の躯体への過剰な応力の発生を防止するために重要な情報であり、逐一掘残し管理に反映させて函内の掘削を行った。また次項にて説明する関東ローム層でのケーソンの急激沈下も、刃口反力の変化から発生する予兆が判断でき、函内及び地上作業員に対して、事前退避命令を行うなど安全管理面でも重要な役割を果たすことができた(**図-5**)。

表層以深もN値が急変する土層であったため、刃口反力等の各種計測管理の元に慎重な掘削を行い、最終沈設精度は、4隅の最大傾斜が4mm、平均刃口高さが設計標高-15mmと非常に高精度であった。

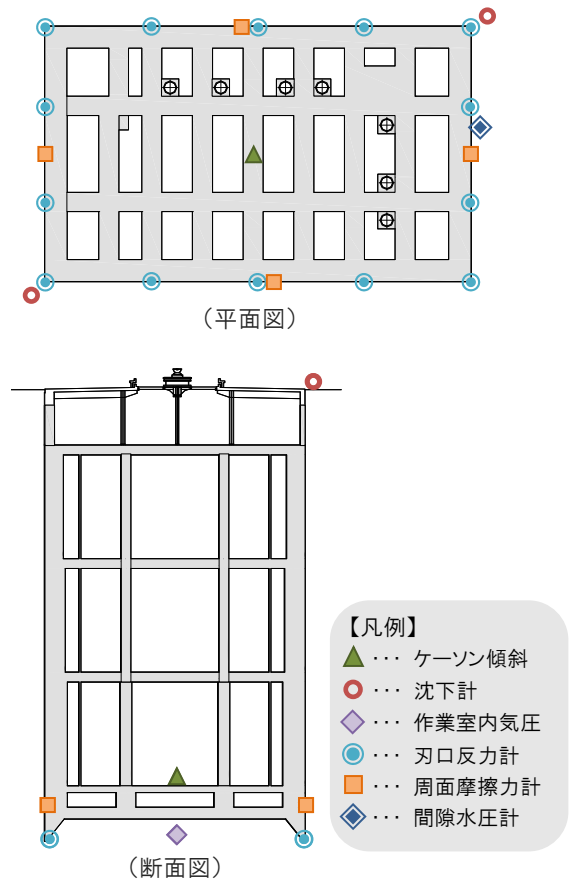


図-3 ケーソンに設置した計測器の配置

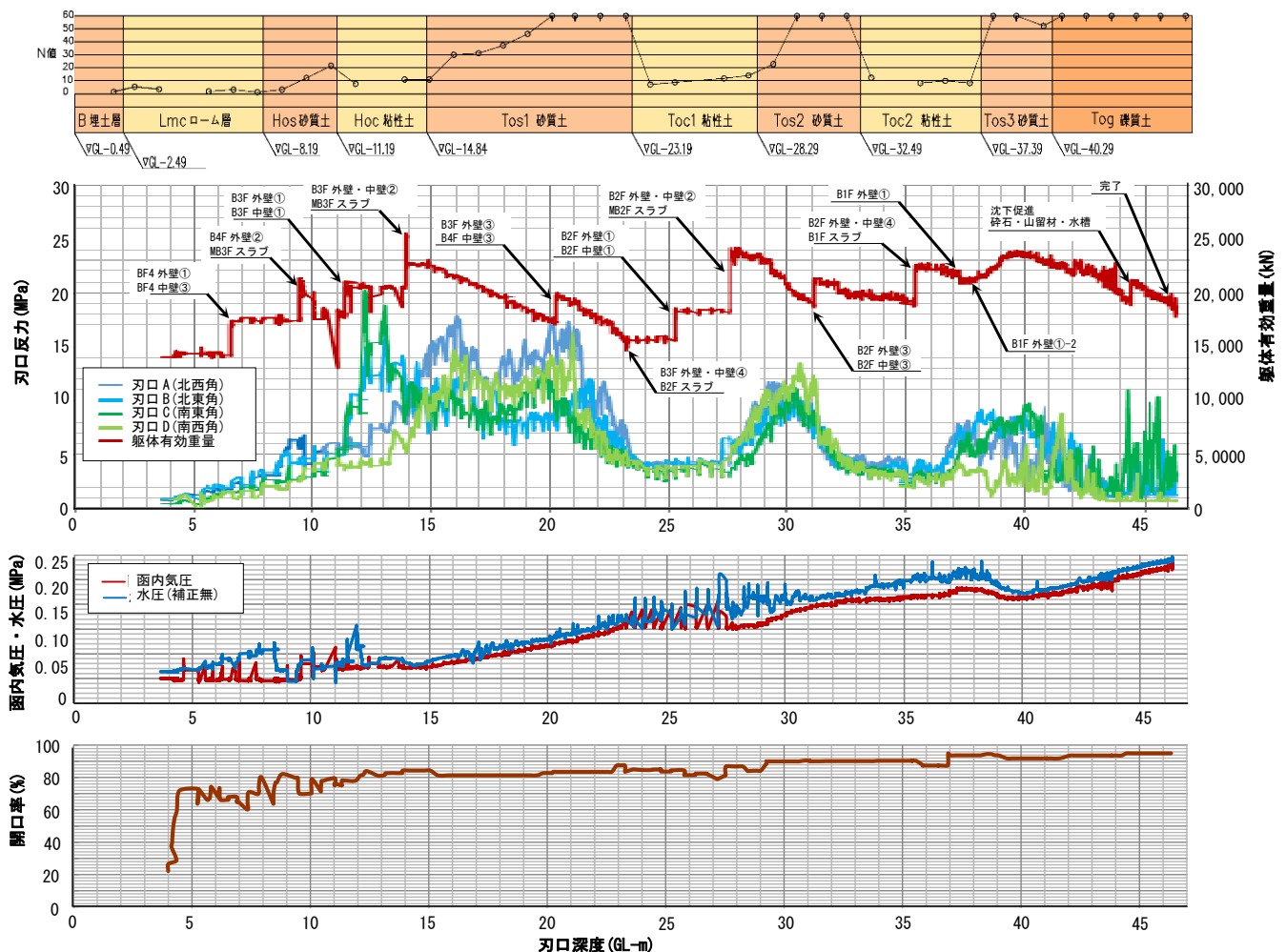


図-4 各種計測結果

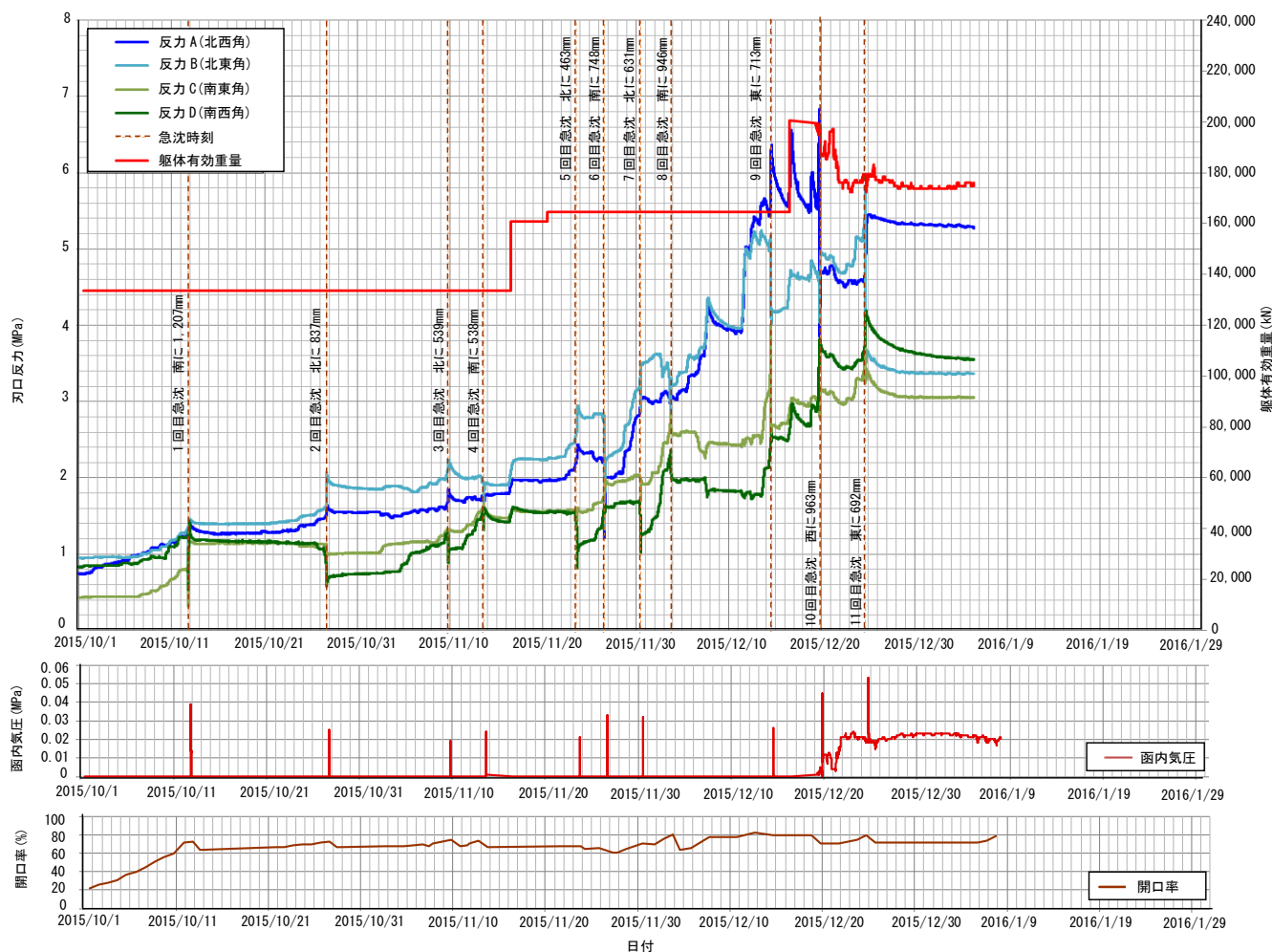


図-5 急激沈下時の刃先反力計測結果

(4) 初期沈設時における急激沈下

本工事では、地下水位が低いために初期のケーソンの有効重量が大きく、かつ表層が硬質な関東ローム層であったことから、刃先下の硬質粘性土の急激な崩壊によってケーソンの急激沈下が生じた。沈下初期においては複数回の急激沈下を繰り返し、最大急激沈下量は1,207mmであった。

木製サンドル等の対策により周辺への影響抑制や刃先を含む躯体への影響が低減できた(写真-6)。また、急激沈下後は、地上部のケーソン両側の鋼矢板との隙間にたいこ(木製)による傾斜抑制対策を実施し、ケーソン傾斜の発生を低減した。



写真-6 木製サンドル

ケーソンの急激沈下は、同様の硬質な粘性土内を沈設させる際に生じ易く、ケーソンの傾斜や刃先の損傷の要因となるため、事前に十分な検討が必要となる。本工事においては、適切な傾斜修正対策を実施して高い沈設精度を確保した。

3. おわりに

本稿は地下書庫をニューマチックケーソン工法にて構築する工事について紹介した。本事業が、将来の大型の地下図書館、もしくは高い止水性を必要とする大深度地下躯体を構築する計画の一助となれば幸いである。