大断面シールド発進立坑における鋼製函体の計画（その１）

東日本高速道路（株）　宗像　慎也
清水建設（株）　正会員　○馬場崎宗之助　荒木尚幸　澤田泰希

１．はじめに

東京外環自動車道京葉ジャンクション H ランプシールド区間の発進立坑部において，当初計画では，立坑の底版・側壁（1 リフト）を現場打ちコンクリートで構築した後にシールドトンネル工事に着手し，中壁・中床版および側壁（2 リフト）・頂版についてはシールドトンネル工事完了後に底版等と同様に現場打ちコンクリートにて構築する計画であった．しかしながら，シールド工事完了後，完成したランプシールド内部・立坑部を工事用車両の通行路として速やかに開放する必要が生じた．このため，側壁（2 リフト）・頂版の構造を現場打ちコンクリート（RC 構造）から合成構造（鋼殻）に変更した（**図-1**）．立坑の規模は H = 20.9m，B = 28.8m，L = 22.2m の 3 連 2 層の蓋掛構造であり，掘削深さは 30.5m，発進するランプシールドの外径はφ13.05m である．本報告では，今回採用した合成構造の計画・設計について報告する．

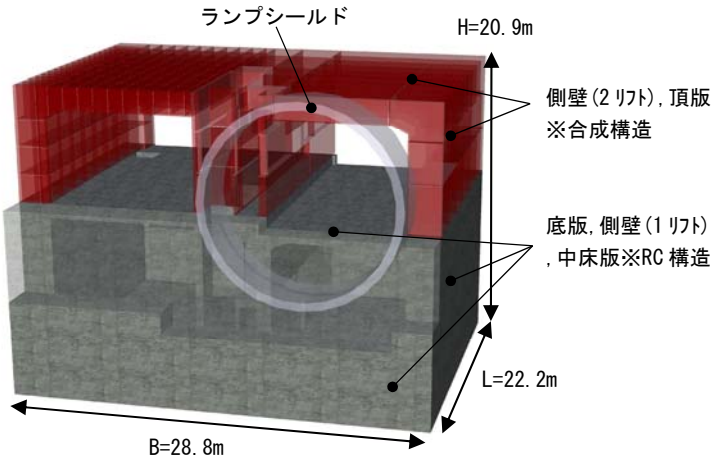

図-1　立坑概要

２．構造形式の検討

（1）構造形式の比較

構造形式の変更検討では，ハーフプレキャスト構造・鋼構造・合成構造等の比較を行った結果，施工性・製作性に優れる合成構造を採用した．

（2）内空断面・部材寸法の検討

立坑の内空・部材厚は，当初計画と同等とすることを基本としたが，鋼部材の製作・RC 構造部の施工誤差，鋼部材の接続に用いる添接板や耐火材の施工厚さが必要となるため，これらを考慮した内空と部材厚を設定した．また，対象とする立坑の構造規模が大きく，函体をピース分割して製作・運搬した後に，現地で組立・接合を行う必要があるため，分割するピースの寸法は，輸送条件・現地での施工条件を考慮して設定した．立坑は H ランプ部・避難通路部・B ランプ部の 3 連構造となっており，地上から直接架設が可能となる H ランプ部・避難通路部はピースの最大重量を 10ton に設定した．上部に覆工板が設置されている B ランプ部は最大重量 2.5ton に，部材の最大寸法を 3m×6m に制限する計画とした．**図-2** に，現地での施工条件・ピース分割の概要を示す．

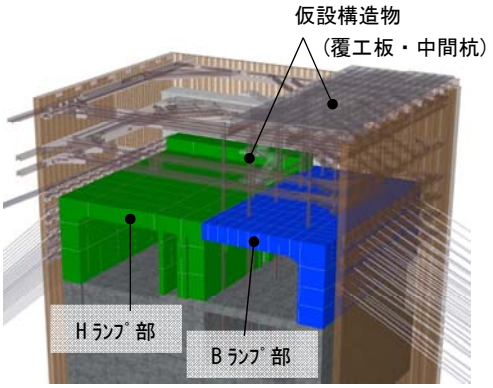

図-2　施工条件

（3）断面構成・板厚の検討

各ピースの断面構成は，フランジおよびウェブ・ダイヤフライムを主部材とし，曲げモーメントに対してはフランジと充填コンクリートで抵抗し，せん断力に対してはウェブ（又はダイヤフラム）と充填コンクリートで抵抗する構造とし，スタッドジベルによりコンクリートとフランジの一体化を図った（**図-3**）．

キーワード　地下構造物，シールド発進立坑，合成構造
連絡先　〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設㈱ 土木技術本部 設計部 TEL:03-3561-3897

© Japan Society of Civil Engineers

また，架設時の変形・フランジの局部座屈の防止を目的として，フランジには縦リブを配置した．フランジとウェブ・ダイヤフライムの板厚は常時・地震時の構造計算により設定し，スタッドジベルの配置は，フランジの座屈拘束効果も考慮して線形座屈固有値解析による検討を行い，最適配置を決定した．線径固有値解析結果の一例を**図-4** に示す．なお，ピース間の接続は摩擦接合を基本とする計画とした．

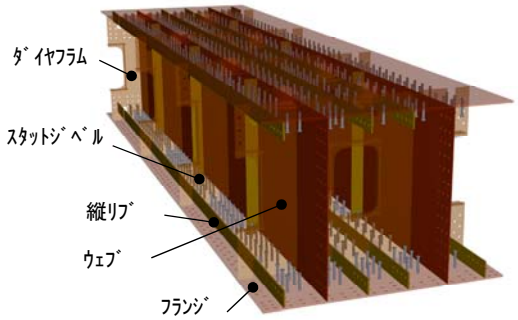

図-3　各ピースの断面構成

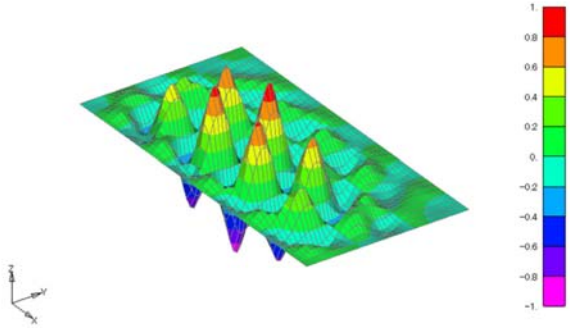

図-4　線形固有値解析例

３．詳細構造の検討

（1）RC 部材との接合部

RC 部材となる中床版と合成構造（側壁）の接合部は，RC 部材側の鉄筋を鋼殻内コンクリートに定着させる仕様とし，鋼殻側にはズレ止めとして孔あき鋼板を設置する計画とした（**図-5**）．中床版・中壁間については，部材厚が薄く，前述の孔あき鋼板と鉄筋の定着による計画が適用できないため，合成部材にベースプレートを設置し，中床版に埋め込んだアンカーボルトと接続する構造を採用した．

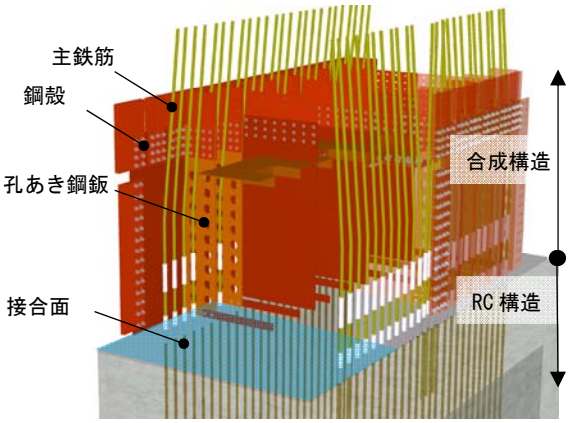

図-5　接合部の構造（側壁部）

（2）止水構造

函体の止水は部材の外面に超速硬化ポリウレタン樹脂吹付塗膜防水よる後防水を基本としたが，後防水の施工ができない一部範囲（妻壁部）は先防水による止水を計画した．なお当該部では，防水層と部材との隙間からの水の侵入を防止するため，ピース間の接合を引張接合継手とするとともに，シール溝を設けて止水シール材を設置する計画とした．

（3）コンクリート充填への配慮

鋼殻内への充填コンクリートに対しては，材料面からの配慮として自己充填性の高流動コンクリートを計画した．構造面では，ピースを構成する部材間（縦リブ・ダイアフラム間等）に設けるスカラップ（粗骨材の最大粒径から形状を設定）や，頂版上部へのエア抜き孔等を計画し，コンクリート充填に対する配慮を行った．

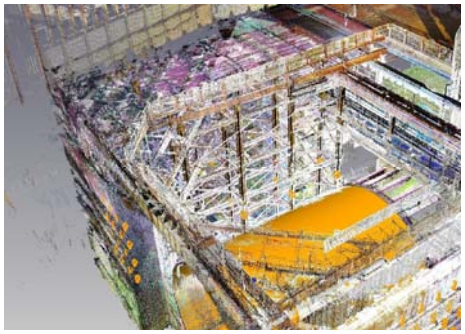

図-6　3D レーザー測量結果

４．３Ｄレーザー測量の実施

今回の計画では，シールド発進後に立坑内外で 3D レーザー測量を実施し,得られた点群データをもとに各種構造物（セグメント，中間杭，支保工等）の計画位置と現地での実際の位置に関する確認を行い，部材製作前に開口位置等の照査を実施した（**図-6**）．

５．おわりに

本報告では，シールド発進立坑の一部に合成構造（鋼殻）を採用した事例の計画・設計について報告した．（その 2）では，施工結果について報告を行う．

参考文献:澤田ら，大断面シールド発進立坑における鋼製函体の計画（その 2）2019 年度土木学会全国大会 第 74 回年次学術講演会 投稿中

© Japan Society of Civil Engineers