

円形オープンケーソン頂版へのPCaポステン桁の適用

てらはたまえかわ —寺畑前川調節池頂版工事—

西日本支社	設計センター	三木淳一
西日本支社	土木部	長井吾郎
西日本支社	土木部	大江博文

概要：兵庫県川西市南花屋敷地区を流れる寺畑前川の洪水対策として、貯水量19,400m³の調節池が計画された。調節池本体は円形オープンケーソン構造で、本工事で施工を行う頂版部（直径33.0m・版厚2.0m）は、プレキャストポステンション桁（以下PCaポステン桁）PCスラブ構造が採用されている。工場製作したセグメントを現場へ搬入し、PCaポステン桁として組立て架設を行った。架設後は横組工により頂版構造として一体化する。

本工事で使用した桁架設装置は、吊り込み用ガーダーと横移動用ガーダーを組み合わせた構造であり、大型ガーダーの使用法としては珍しい工法と言える。

Key Words：調節池円形頂版、PCaポステン桁、大型架設装置

1. はじめに

寺畑前川は一級河川淀川水系猪名川の二次支川で、河床幅2m～3m、水位0.3m程度の小規模な河川である。近年は洪水が頻発し、特に平成9年には約260戸が床上床下浸水被害を受けている。そこで、その上流に位置する東洋食品工業短期大学の敷地下に、寺畑前川の水位調節池が計画された。貯水量は19,400m³で、外径35.0m、内径30.0m、躯体高44.7m、内空高29.5mである。調節池本体は自動化オープンケーソン工法により施工されており、同工法による施工としては、国内最大規模の外径となる。

本工事はオープンケーソン頂版部の施工を行うものである。直径が33.0mの円形頂版に対して、PCaポステン桁が採用されており、同規模では類似例の少ない構造である。ここで、本工事の特徴を以下に示す。

- ① セグメントを工場で作製し、現場にて組立てPCaポステン桁として一体化する。
- ② 桁架設には、吊り込みガーダーと横移動ガーダーを組み合わせた大型の架設装置を使用する。
- ③ 桁間コンクリートを現場施工し、横方向へプレストレスを導入することで、頂版を一体化した版構造とする。
- ④ 場所打ち頂版部は、固定支保工による施工が必要である。場所打ち頂版は図-2に示す。

本稿は、PCaポステン桁を採用した円形オープンケーソン頂版部の工事内容について報告するものである。



三木淳一



長井吾郎



大江博文

2. 工事概要

工事概要を以下に示す。

工事名 : 寺畑前川調節池(頂版)工事

工事場所 : 兵庫県川西市南花屋敷

発注者 : 兵庫県宝塚土木事務所

施工期間 : (自) 平成 19 年 3 月 29 日

(至) 平成 20 年 6 月 20 日

工事内容 : PCa ポステン桁 PC スラブ構造

(直径 33.0m, 版厚 2.0m)

ポストテンション方式 PCa セグメント桁

L = 32.77m ~ 18.44m N = 16 本

場所打ち PC 頂版工 H = 2.0m A = 68.1m²

場所打ち RC 頂版工 H = 1.4m A = 81.7m²

機械室工 コンクリート 1,149m³

パラペット工 コンクリート 224m³

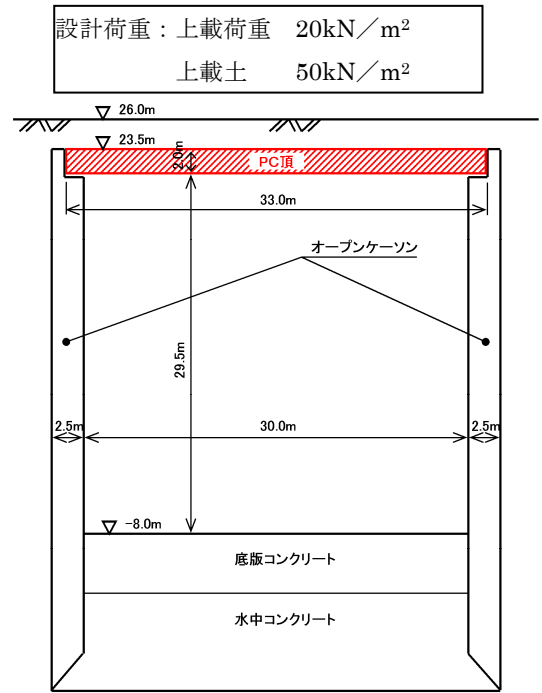


図-1 調節池構造図

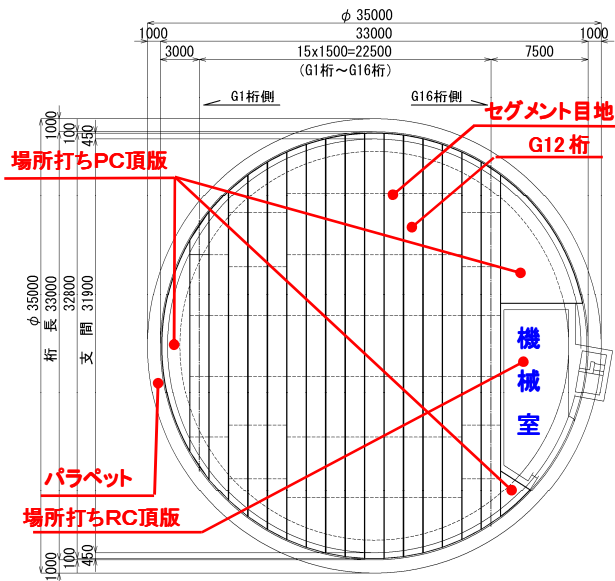


図-2 構造図(平面)



写真-1 着工前全景

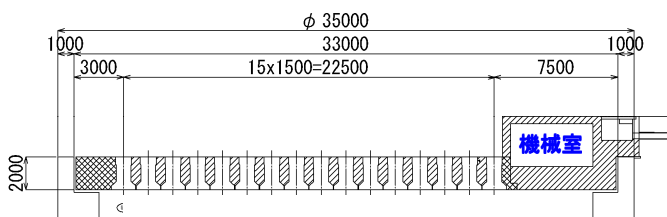


図-3 構造図(断面)

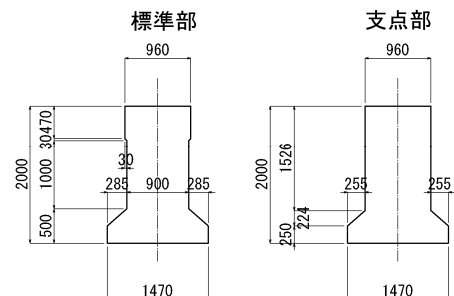


図-4 構造図(桁断面)

3. 施工

3.1 施工順序

本工事の施工順序を以下に示す。

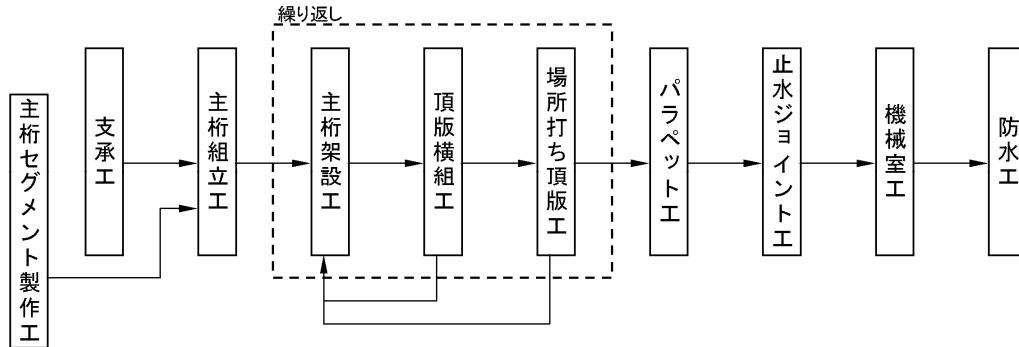


図-5 施工順序

3.2 施工概要

3.2.1 主桁セグメント製作工

PCaセグメントの接合部には、組立時にプレストレスが導入される。接合面に不陸があると、プレストレスにより局部応力が発生し破損の原因となるため、仕切板方式で製作された。施工例として、G12桁の鉄筋配置を図-6に、PC鋼材配置を図-7に、鉄筋組立完了全景を写真-2に示す。

桁断面は、高さ2.0m、幅0.9mの充実断面である。マッシブな構造であるため、温度応力によるひび割れが予想された。そこで、使用セメントを早強セメントから普通セメントへ変更するとともに、養生期間を通常より長くとするなどの対策を行った。その結果、工場による良質な品質管理のもと、セグメントにひび割れは発生しなかった。セグメント製作後の工場内仮置き状況を写真-3に示す。

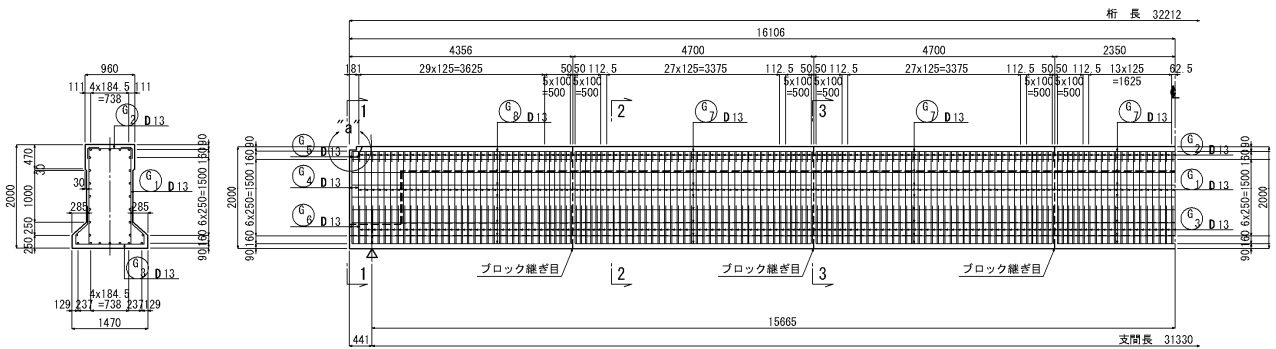


図-6 G12桁配筋図

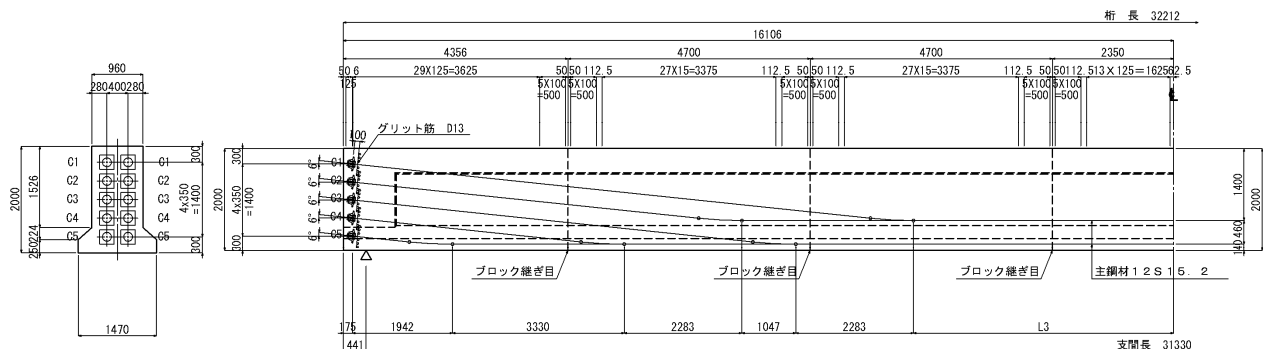


図-7 G12桁PC鋼材配置図



写真-2 G12桁鉄筋組立完了



写真-3 セグメント仮置き状況

3.2.2 支承工

円形ケーソン天端の PC 頂版受け台部にはゴム支承を配置する。支承配置を図-8に示す。これらの支承が受ける荷重は、頂版自重(約 40,000kN)と上載荷重および上載土(約 60,000kN)である。

PCa ポステン桁架設後に桁間および場所打ち PC 頂版部を施工するため、頂版自重は PCa ポステン桁位置の支承へ作用する割合が大きい。また、頂版は機械室部の開口で構造が不連続となるため、埋め戻し土および上載荷重により受ける荷重は、機械室に隣接配置した支承へ大きく作用する。

支承の設計反力としては、クリープ・乾燥収縮による反力移動も考慮して、『頂版の一括施工モデル』と『セグメント桁部と場所打ち部の分割施工モデル』の2ケースについて、平面骨組み解析により計算し、各ケースの大きい方の値を採用している。最大反力を受ける支承構造を図-9に、支承据付完了状況を写真-4に示す。

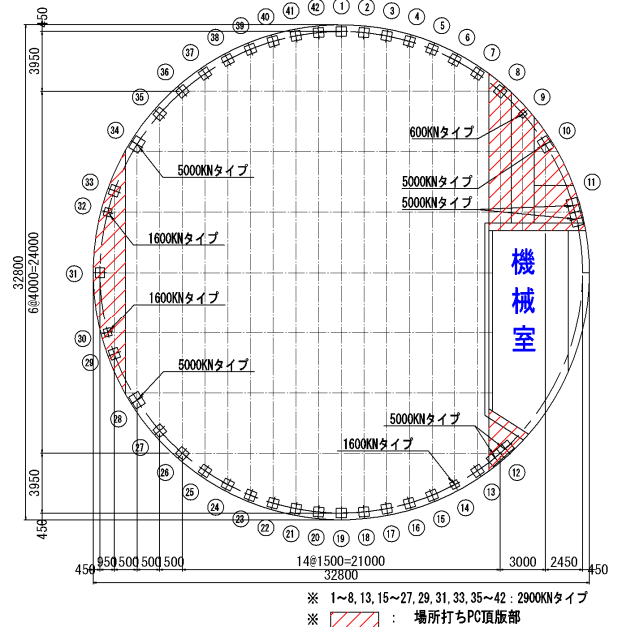


図-8 支承配置図

支承⑩ (5000kNタイプ)

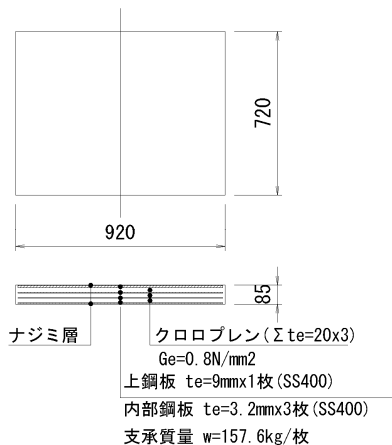


図-9 支承形状図



写真-4 支承⑩据付完了

3.2.3 主桁組立工

主桁組立の手順を以下に示す。

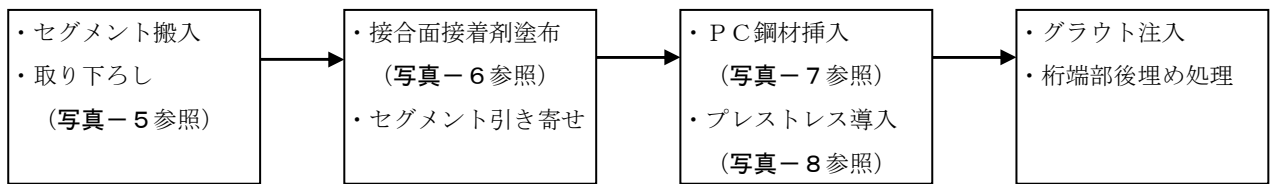


図-10 主桁組立手順

本工事における主桁組立の特徴を以下に示す。

- ①セグメント（最大重量25t）の全数取り下ろしに約4ヶ月かかるため、経済性から固定門型クレーンを使用した。
- ②桁重量は最大で約170tとなるため、能力の大きい縦移動装置が必要となる。そのため、主桁組立場所を桁吊り込み位置とし、セグメントの状態縦移動した。
- ③せん断キーには接合の余裕が少なく、セグメント接合時には微調整に手間を要した。
- ④桁組立直後に架設を行うため、グラウト注入および桁端部跡埋め処理は桁架設後とした。



写真-5 セグメント取り降し状況



写真-6 接合部接着剤塗布状況



写真-7 主桁P C鋼材挿入状況



写真-8 主桁P C鋼材緊張状況

3.2.4 主桁架設工

主桁は G10 桁が最大 (桁長 33.0m、重量 168.0t/本) で、桁として相当の重量を有する。架設装置としては、横移動用の BOX ガーダーの上に吊り込み用 BOX ガーダーを設置した大型の架設装置を使用した。架設装置の平面配置を図-11に示す。そして、縦引き軌道上の PCa ポステン桁を吊り込み、所定の位置へ架設を行った。桁吊り装置を写真-9に、桁架設状況を写真-10・写真-11に、G8~G12 桁架設完了状況を写真-14に示す。

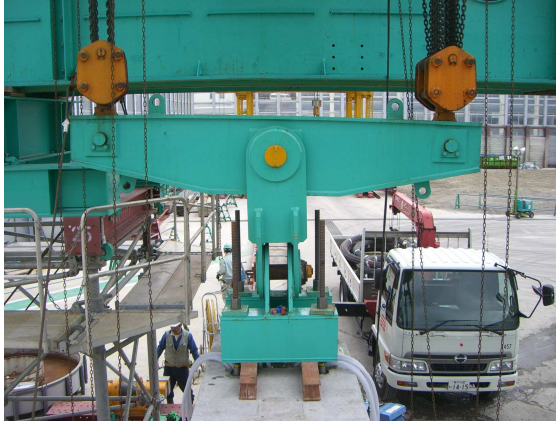


写真-9 桁吊り装置



写真-10 桁架設状況 (吊り込み作業中)



写真-11 桁架設状況 (横移動作業中)

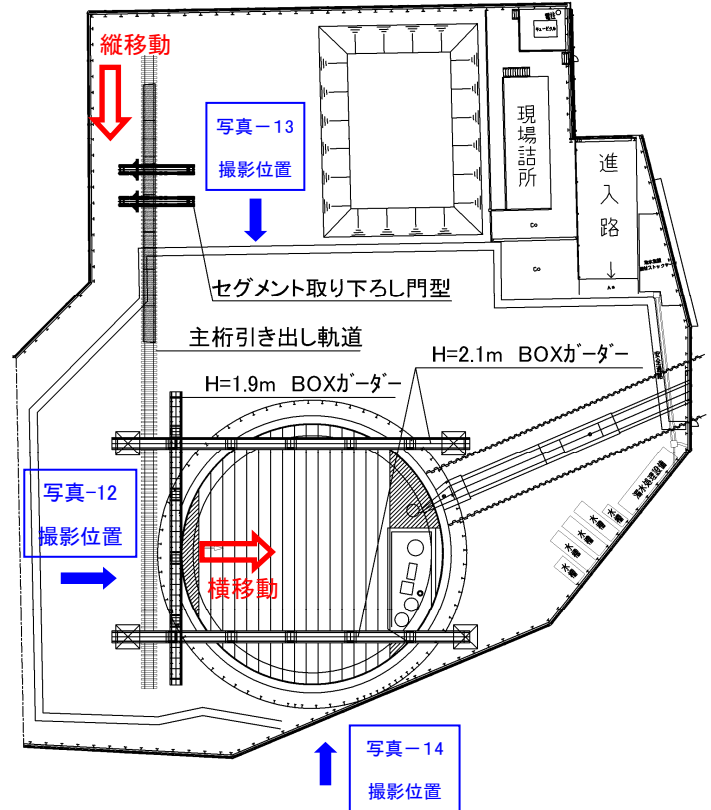


図-11 架設機材配置図

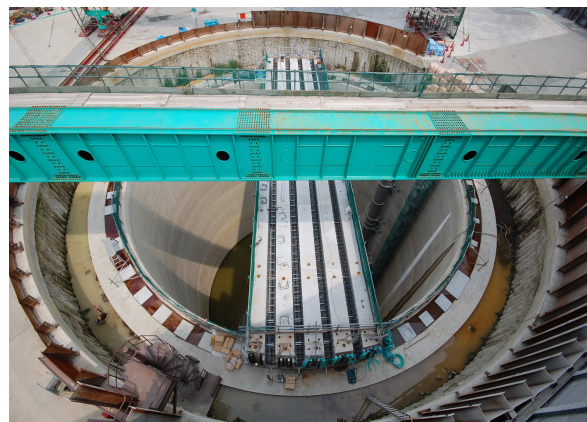
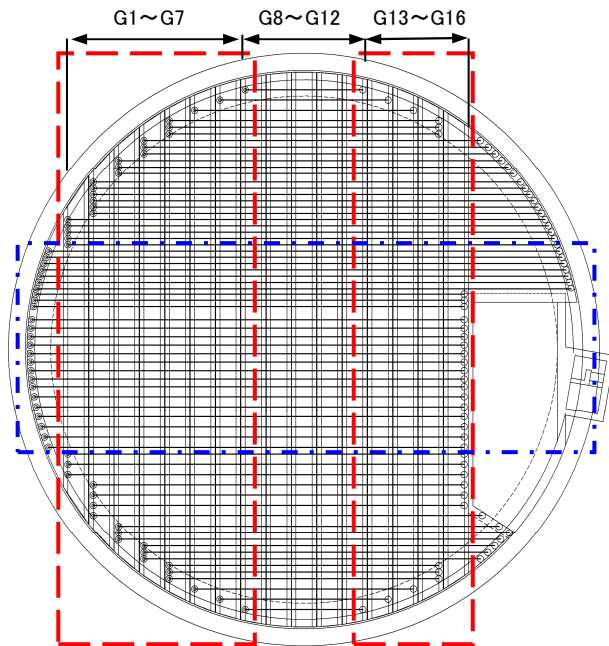


写真-12 G8~G12桁架設完了

3.2.5 横組工および場所打ち頂版工

PCa ポステン桁は横組工により一体化する。本工事では円形頂版に桁構造を採用しているため、隣接する桁により桁端部付近の横締めケーブル（図-12の破線内の定着体が関係するケーブル）が緊張できないケースがある。そのため、長い桁から（現場では G8~G12 桁を先に）架設を行い、定着体がセットできたケーブルから順番に施工を行った。ただし、桁間のコンクリートを施工した後で、長く緊張を行わない状態が続くケーブルがあるため、PC 鋼棒 (SBPR930/1080 ϕ 32) を配置し、補助プレストレスを導入している。なお、この PC 鋼棒は桁間コンクリート打設時の側圧にも抵抗するように計画しており、桁が横移動および横そりを起さないために、コンクリート打設前に配置し、仮留めを行っている。



- ※ 破線内は、定着体がセットできるケーブルから施工を行った
- ※ 一点鎖線内は、プレストレスが導入されない期間が一番長い

図-12 横締めPC鋼材配置平面図



写真-15 桁間鉄筋・シース組立完



写真-16 仮締めPC鋼棒設置

3.2.6 その他工種

本稿執筆時 (H20.6) の段階では、主桁架設および横組工を施工中である。残工種としては、パラペット工・止水ジョイント工・機械室工がある。

1)パラペット工

パラペットは PC 頂版の外周に施工するが、施工延長が約 110m に対して目地が無い構造となっており、温度応力や乾燥収縮によるひび割れが懸念された。そのため、コンクリートには膨張剤を添加し、約 4m 間隔で V カットを設け、追従性のある止水材料でシーリングを行う。

2)止水ジョイント工

止水ジョイントは、オープンケーソンと PC 頂版の目地遊間に施工する。調節池は地下水位以下に建設するため、カルバートのジョイント等に使用する可とう性継ぎ手構造に似た止水性能の高いジョイントが採用されている。止水ジョイントの構造を図-13に示す。

3)機械室工

機械室は場所打ち RC 構造であるため、施工には支保工が必要となる。頂版全面にシート防水を施工するため、PC 頂版と機械室の接合部にもシート防水を施工し止水性を確保する。

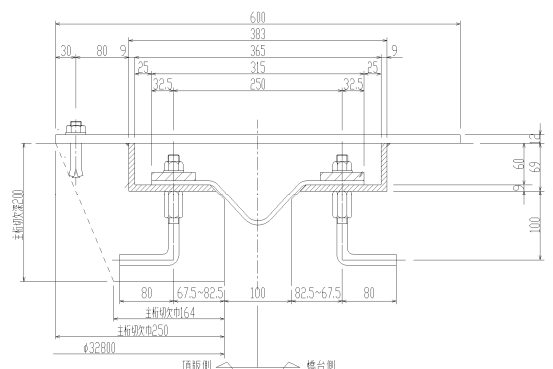


図-13 止水ジョイント断面図

4. 頂版構造の考察

本工事で採用された PCa ポステン桁 PC スラブ構造の考察を行う。全て場所打ちで施工した場合と比べ、以下の点で優位性があると考えられる。

- ① 現場コンクリート打設数量 (約 $1,500\text{m}^3$) が約 60%削減され、品質管理が容易となる。また、温度応力等によるひび割れ対策も立てやすくなる。
- ② 内空 ($\phi=30.0\text{m}$, $h=29.5\text{m}$) 全面に設置する固定支保工が大幅に削減され、工程短縮に繋がる。支保工撤去時の施工性・安全性が大きく改善される。
- ③ 型枠材料等の現場廃棄物を削減できる。
- ④ セグメントを工場で作製し、現場にて組立・架設するため、工程の大幅短縮が可能となる。
- ⑤ コンクリートのクリープ乾燥収縮の影響を小さくできる。

一方、今後の課題として、以下の点が挙げられる。

- ① 円形の頂版に PCa 桁を割付けるため、固定支保工が必要な場所打ち施工部が残っている。
- ② 桁の主方向と横組み方向の PC 鋼材配置に種類が多く、シーす配置が煩雑である。
- ③ 横組 PC 鋼材は段階緊張となり、主桁架設と場所打ち部の施工順序に左右される作業となる。

5. まとめ

近年、PCa 部材が採用されるケースが数多く見られるようになった。これは、PCa 部材の利点が、時代の要求に合っているためであり、今後も採用されていくと考えられる。ただし、本工事のように、円形構造物 PCa 部材を適用するには、PCa 部材の割付・形状が大変重要となる。また、大型の架設機械が必要な場合では、工事規模や部材製作数によっては、大きく不経済になる場合も考えられる。構造物の計画段階から PCa 化を検討する必要がある。本稿が類似構造物の計画の一助となれば幸いである。