

アーバンリング立坑プレキャスト頂版の構造選定および設計

大成建設株式会社 正会員 ○山本 陽生
 大成建設株式会社 正会員 中 隆司
 大成建設株式会社 正会員 長光 憲一郎
 東京電力パワーグリッド株式会社 正会員 前原 健治

1. はじめに

千葉印西エリア洞道新設工事（以降、本工事と称する）は、新京葉変電所と新設変電所を連系するため内径4.0m/4.8m、延長約10.1kmの洞道をシールド工法にて構築するものである。本工事ではシールドの発進・到達に必要な立坑（内径12.0m/13.0m）を5基構築する。

本稿では、電力需要に応じるため早期供用が必要である中で、立坑頂版に着目しプレキャスト構造を採用した構造選定過程と設計概要について報告する。

2. 構造概要および課題

(1) 構造概要

本立坑は、工期短縮のため、RCアーバンリング工法により構築する。立坑内空はシールドの施工可否および収容されるケーブルの配置可否から設定され、内径12.0m/13.0mである（図-1）。後述する課題に対して、頂版はプレキャスト桁および版構造とした。また、頂版にはケーブル引き入れ孔（φ750）および資材搬入孔（φ900）が設置される（図-2）。部材間は10mmあけて設置し、バックアップ材および高弾性接着剤、塗膜防水材料によって止水する（図-4）。

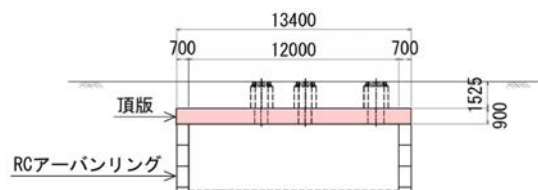


図-1 立坑側面図

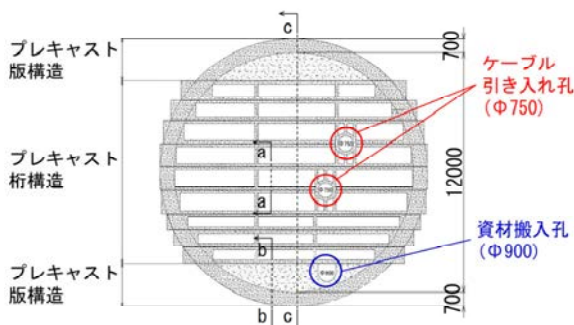


図-2 頂版平面割付図

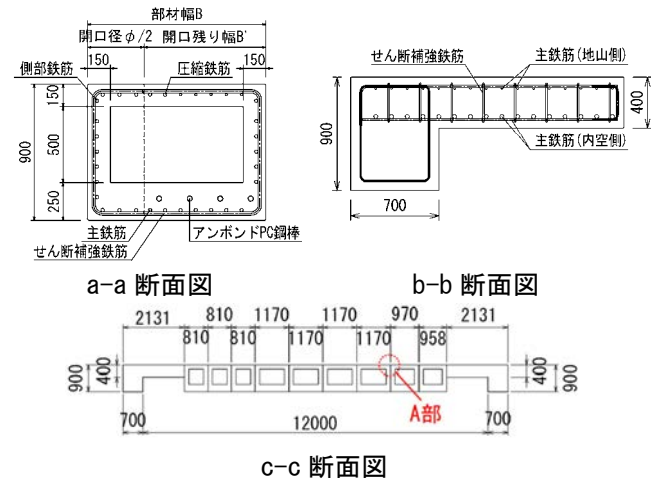


図-3 頂版断面図

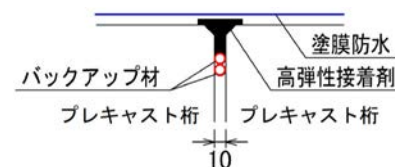


図-4 部材間の止水構造（A部拡大図）

(2) 本頂版の課題

本頂版における課題を以下に示す。

- ①早期供用のため工程短縮が必要であること
- ②ケーブル引き入れ孔、資材搬入孔の欠損により配筋可能な有効断面が減少することで大きくなる曲げひび割れ幅を制御する必要があること
- ③RCアーバンリングによって単純支持され、曲げモーメントが大きくなる単純梁構造で、曲げひび割れ幅を制御する必要があること

3. 頂版構造の選定

(1) プレキャスト化による工期短縮

早期供用のための工期短縮を目的として、場所打ちRC構造ではなく、プレキャスト構造を採用した。現場作業削減のため、部材軸方向に継手を不要とし、かつ運搬の重量制限（最大25.0t）を満たす構造として短冊状の桁構造および版構造を採用した（図-2）。

キーワード 立坑頂版、プレキャスト、PRC 構造

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社土木本部土木設計部 TEL03-5381-5417

表-1 頂版の構造選定

		RC 構造	PRC 構造	PC 構造
構造 成立性	プレキャスト 桁	× 最大鉄筋量を配筋しても 曲げひび割れ幅の制御不可	○ PC 鋼材の配置によって 曲げひび割れ幅の制御可能	× PC 鋼材を配置しても 曲げひび割れ発生
	プレキャスト 版	○ 2 方向の配筋によって 曲げひび割れ幅の制御可能	× 円弧状の部材端部に PC 鋼材の定着ができない	× 円弧状の部材端部に PC 鋼材の定着ができない

(2) 中空断面および張出構造による軽量化

プレキャスト桁は中空断面とすることで運搬可能な重量とした。各部材厚は、鋼材が配置できる厚さ以上としている。また、プレキャスト版は一部、部材厚を薄くした張出構造とすることで運搬可能な重量とした（図-3）。

(3) 平面割付による曲げひび割れ幅制御

重量制限がある中で、ケーブル引き入れ孔（φ750）を1つの桁で包含すると、開口による欠損が大きくなり、配筋可能な有効断面では曲げひび割れ幅が許容値（0.2mm）以上となり、桁構造として成立しない。そこで、開口を2つの桁で半割りにするように割付を決定した。また、資材搬入孔（φ900）を桁構造で半割りにすると、欠損が大きくなるため、端部のプレキャスト版で包含するものとした（図-2）。

(4) PC 鋼材の採用による曲げひび割れ幅制御

プレキャスト桁は RC アーバンリングの上に架設される単純支持（RC アーバンリングと頂版の接続部構造は後述）の梁構造である。曲げスパンが最大約 13.0m と大きく、鉛直方向には頂版自重、土被り荷重、路面交通荷重が作用する。土被りが小さいため、水平方向に作用する土圧は小さく、軸力に対して曲げモーメントが卓越する。プレキャスト桁を RC 構造とすると、曲げひび割れ幅が許容値以上となり構造成立しない。そこで、PC 鋼材によって軸力および偏心曲げモーメントを導入し、曲げひび割れ幅を低減することを考えた。本頂版の要求性能はひび割れ幅制御であること、および PC 構造（ひび割れ防止）とするだけの PC 鋼材を断面内に配置することはできないことから PRC 構造を採用した。

プレキャスト版は曲げスパンが小さく、長辺、短辺 2 方向の配筋によって曲げひび割れ幅を制御可能であること、および円弧状の部材端部に PC 鋼材を定着できないことから RC 版構造を採用した。

本頂版の構造選定結果を表-1 に示す。

4. 頂版の設計

(1) PRC 桁の設計

PRC 桁は、RC アーバンリングと頂版の間に設置するゴム支承（図-5）中心間をスパンとした単純梁でモデル化し、プレストレスを軸力および偏心曲げモーメントとして設計に考慮した。

本頂版は地中構造となり、PC 鋼材が劣化した場合に即座に修復することが困難である。PC 鋼材が破断し、頂版に脆性的な破壊が生じ、落下するようなことがあると、施設に甚大な被害を与えることになる。そこで本頂版においては、PC 鋼材が破断した状態においても、死荷重（頂版自重＋土被り荷重）作用時に鉄筋のみで終局限界状態で構造が成立する鉄筋仕様とした。

(2) RC 版の設計

RC 版は、長辺、短辺 2 方向の曲げモーメントの分布および資材搬入孔（φ900）による欠損の影響を評価するために RC 版をシェル要素でモデル化した FEM 解析によって設計を行った。

5. RC アーバンリングと頂版の接続構造

RC アーバンリングと頂版の間にはゴム支承を設置し、アンカーバーによって接続することで、頂版を単純支持の梁構造として評価している（図-5）。

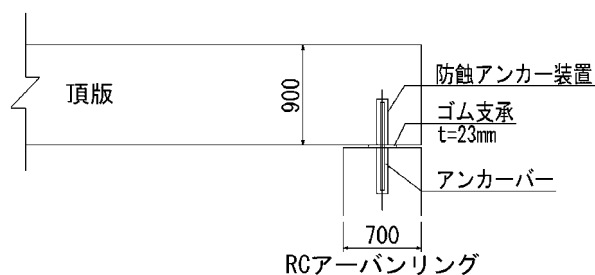


図-5 接続部側面図

6. おわりに

本工事では、立坑頂版にプレキャスト PRC 桁、RC 版構造を採用したことで各課題に対応することができた。今回の課題対応策が今後の同種の工事の参考となれば幸いである。