

# 都市部開削工事における長大スパンの路面覆工の設計

清水建設株式会社	正会員	○前田 周吾	首都高速道路株式会社	正会員	大西 孝典
首都高速道路株式会社		大塩 隆	清水建設株式会社	正会員	永峯 崇二
清水建設株式会社	正会員	安藤 陽	清水建設株式会社	正会員	小池 竜
			清水建設株式会社	正会員	上仲 亮

## 1. はじめに

環状第2号線は、江東区有明から千代田区神田佐久間町までの全長約14kmの都市計画道路である。これまでに、外堀通りの区間など約10.4kmが開通しており、引続き未開通となっている豊洲から新橋までの約3.4kmの区間で工事を進めている。環状第2号線事業の概要図を図-1に示す。

本工事は、上空に首都高速道路の八重洲線高架、下方に都心環状線汐留トンネルに挟まれた間に、都道の環状第2号線のトンネルを開削工法で構築するもので、首都高速道路株式会社が東京都から受託して事業を進めている。当該工区の路上は車道・歩道とも交通量が非常に多く、通行を確保するため、路面覆工の架設が必須である。

本稿では、工事範囲内の地中構造物（既設の汐留トンネル）への影響を抑えることを目的とし、覆工支持杭からの荷重に配慮した路面覆工の設計について述べる。

## 2. 工事概要

工事名称 (負) 環状第2号線トンネル工事  
 工事場所 東京都港区東新橋一丁目～中央区銀座八丁目  
 発注者 首都高速道路株式会社  
 基本設計 パシフィックコンサルタンツ  
 施工者 清水・鉄建特定建設工事共同企業体

## 3. 汐留トンネル上の路面覆工計画と施工の特徴

本工事の平面図(図-2)と断面図(図-3)と縦断面図(図-4)を示す。

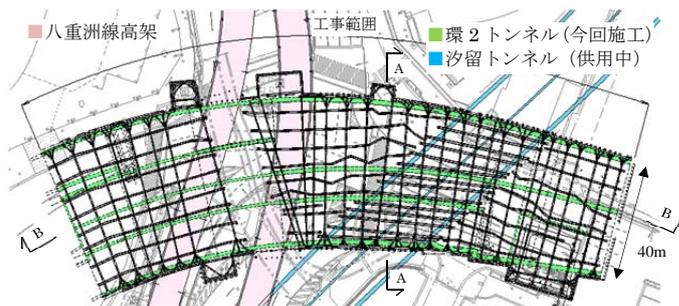


図-2 平面図

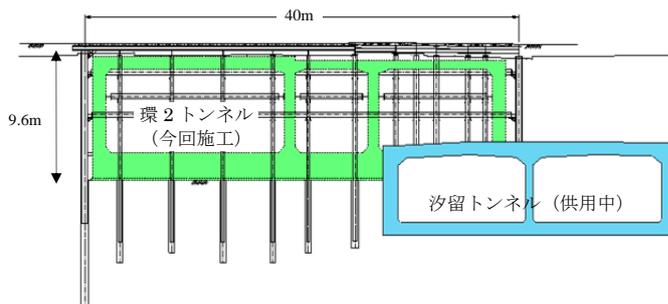


図-3 A-A断面

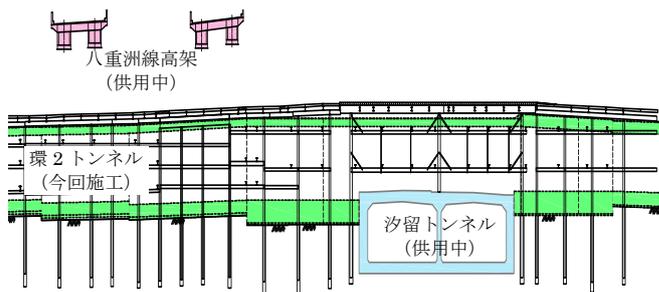


図-4 B-B断面



図-1 環状第2号線事業の概要図

キーワード：路面覆工，支持杭，地中構造物，汐留トンネル

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設株式会社土木総本部土木技術本部 TEL:03-3561-3877

汐留トンネルの上に開削で環2トンネル躯体を構築する範囲については、以下の特徴がある。

- ①路面覆工を架設するために、親杭と覆工支持杭を既設の汐留トンネル上に配置する必要がある。
- ②当該工区路上の新大橋通りは車道、歩道とも非常に交通量が多く、これらの規制に関しては多くの制限を受けた状況で作業する必要がある。

汐留トンネル上に架設する路面覆工についての検討フローを図-5に示す。

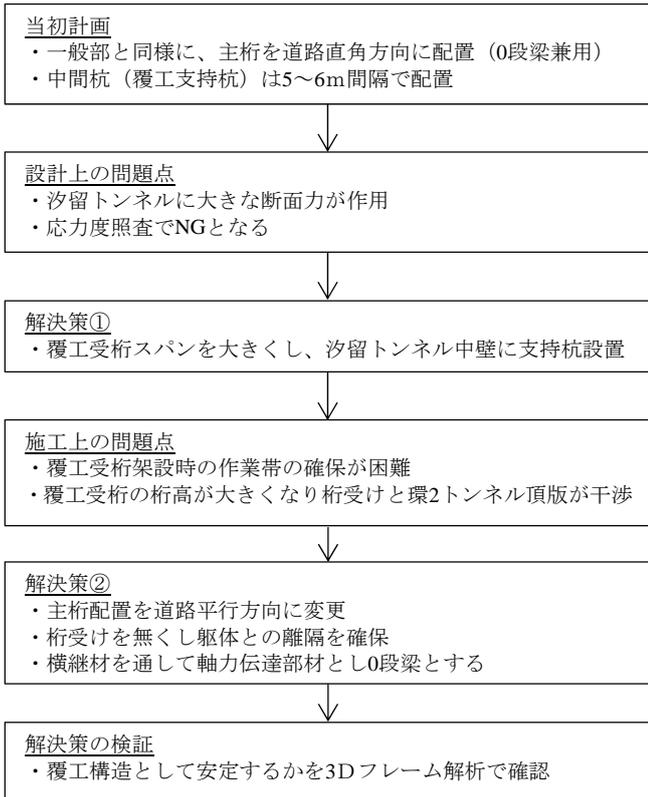


図-5 路面覆工検討フロー

#### 4. 汐留トンネル上に設置する覆工支持杭

##### (1) 当初計画

当初計画では、環2トンネルと交差する汐留トンネル頂版上に47本の覆工支持杭を設置（図-6）し、頂版径間部にも覆工荷重を作用させ、一般部の路面覆工形状（6.0m×5.0m）と同様の覆工受桁・桁受けを設ける計画であった。既設の汐留トンネルへの影響を評価するため、2次元フレーム解析による影響検討を行った。表-1に解析結果を示す。

解析結果から汐留トンネル頂版には大きな断面力が発生し、頂版中壁部では、許容応力度（コンクリートの剪断）を超過することが明らかとなった。この結果から、汐留トンネル躯体が損傷するリスクを低減するために計画変更が必要となった。また、試

掘結果から汐留トンネル上には、既設構造物の存在が確認され、計画変更の要因となった。

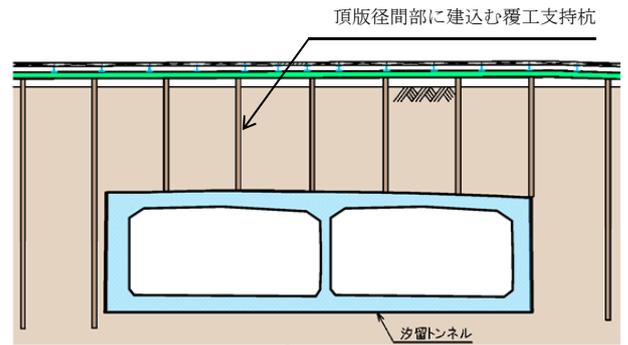


図-6 当初計画の覆工支持杭

表-1 2次元フレーム解析による応力度

		当初計画			変更計画		
		応力度	許容 応力度	判定	応力度	許容 応力度	判定
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
頂版径間部	Con 圧縮	7.0	10.5	O.K	4.6	10.5	O.K
	鉄筋 引張	226	270	O.K	127	270	O.K
頂版中壁部	Con 圧縮	6.2	10.5	O.K	5.7	10.5	O.K
	鉄筋 引張	168	270	O.K	127	270	O.K
	Con 剪断	0.97	0.92	N.G	0.67	0.96	O.K

##### (2) 変更計画

変更計画では、汐留トンネル頂版径間部に路面覆工からの荷重を作用させないように、汐留トンネルの中壁直上に覆工支持杭を配置し、覆工受桁のスパンを大きく（12.8m～17.4m）して覆工を架設する計画とした。覆工受桁のスパンを最大で17.4mとする必要があったため、剛性の高いビルトH材（桁高750mm）を製作し、汐留トンネル上の覆工受桁スパンの長大化を可能とした。図-7に汐留トンネル上部の路面覆工構造概念図を示す。

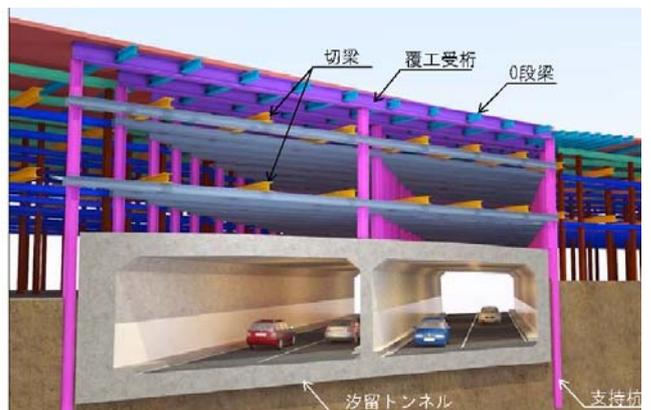


図7 汐留トンネル上部の路面覆工構造概念図

桁高の高い部材を用いたことにより、将来構築する環2トンネル躯体との離隔が確保できなくなるため（図-8）、桁受を設けず、覆工受桁を中間杭で支持させることで桁下空間を確保した。

これらの長大スパン桁は横継ぎ材で結合させ、横継ぎ材は0段梁（軸力伝達部材）として機能させた（図-9）。

0段梁は図-10に示す構造となっており、束材を介して土留壁に軸力を伝達することにより、土留壁の変形を抑止させた。

また、計画を変更したことで、杭打設本数が少なくなり、新大橋通りの規制回数を削減できた。

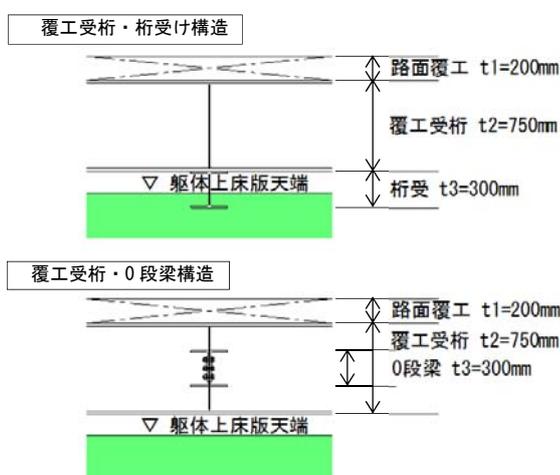


図-8 路面覆工構造（汐留トンネル上部）

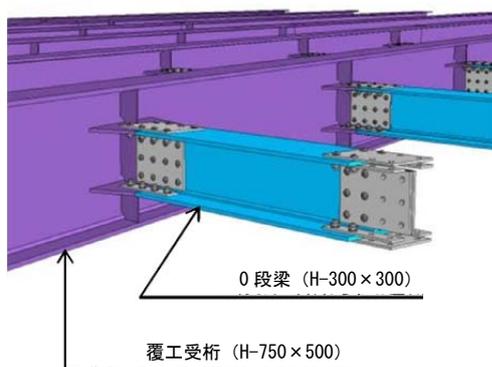


図-9 覆工受桁・0段梁接続部の概要図

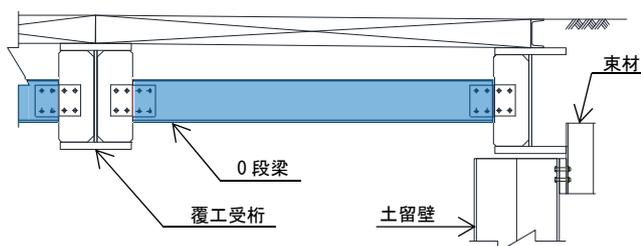


図-10 0段梁取付詳細図

## 5. 路面覆工桁の格子構造について

上述の通り、汐留トンネル部の路面覆工は、覆工受桁と0段梁が一体の格子構造となる。また、覆工支持杭は、汐留トンネル中壁直上と側部に配置することから、覆工受桁が長大スパンとなる。汐留トンネルと交差する範囲の路面覆工は、このような特殊性を有しているため、3Dフレーム解析を行い、全体の安定性を検討する必要がある。図-11に安定性の検討に用いた解析モデルの概念図を示す。

### (1) 解析条件

以下に解析条件を示す。

- ・死荷重は覆工板自重+覆工受桁自重とする
- ・活荷重は TL-25 を想定。X 方向は満載、Y 方向は2台分とする
- ・覆工受桁支点は鉛直バネ、水平バネを考慮する
- ・支保工反力は、土圧・水圧+温度変化に伴う軸力とする

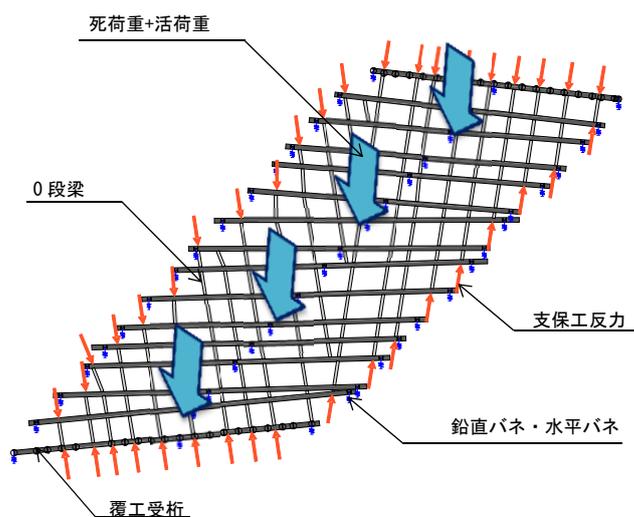


図-11 路面覆工の解析モデル概念図

### (2) 解析結果

解析結果を図-12に示す。0段梁に発生する最大軸圧縮力は538.1kN、覆工受桁に発生する最大曲げモーメントは2534 kN・mという結果が得られた。この断面力を用いて応力度照査を行い、それぞれの部材の健全性を確認した。

また、覆工受桁の最大鉛直変位は24.1mmとなり仮設構造物設計要領（首都高速道路株式会社 平成19年9月）に記載されている覆工受桁の許容たわみ量25mm以下となることを確認した。

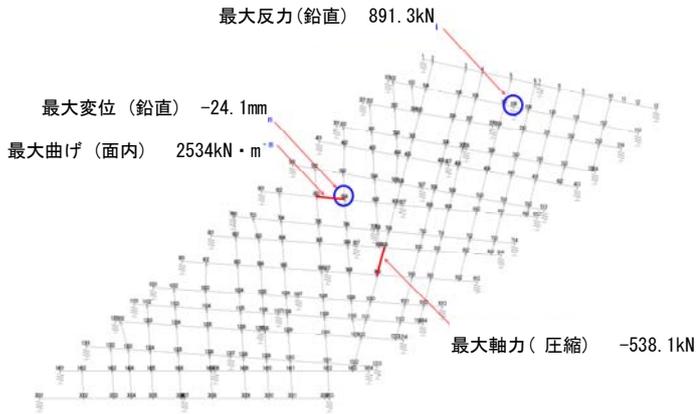


図-12 解析結果

## 6. 路面覆工の施工について

当初、汐留トンネル頂版上に着底させる親杭および覆工支持杭の施工は、汐留トンネルへの影響を最小限にするためにオーガー削孔は行わず、圧入工法により実施する計画であった。しかしながら、施工計画を進めていくと、圧入工法での施工には以下の問題点があることが判明した。

- ①汐留トンネル上には、ガラや既設コンクリート構造物などの存在が予測され、圧入工法では杭を建てめない可能性がある。
- ②汐留トンネルは1960年代に建設された構造物であり、正確な土被りが不明である。
- ③長大スパンの覆工受桁からの支持力を確実に汐留トンネルに伝達する必要がある。

この問題を踏まえ、圧入工法と比較し、より確実に着底できる施工方法に変更することとした。障害物の発生が予測される箇所に関しては大口径のBG工法を併用した深礎掘削により汐留トンネルの頂版を露出し、杭を直接建て込む工法を採用した。施工方法を図-13に示す。

頂版を露出して杭を建て込む変更により、以下の優位性を確保できた。

- ①覆工支持杭に関しては、汐留トンネル頂版に曲げを発生させないように中壁上に確実に杭を着底させる必要がある。汐留トンネルを露出させることにより、確実に着底を確認できるとともに、中壁の位置を確認しながら施工できた。
- ②BG工法と深礎工法を併用することにより、障害物の確実な撤去が可能となり、障害物発生による工程の遅延を回避できた。

## 7. おわりに

汐留トンネル上の路面覆工の構造を変更することにより、汐留トンネルが損傷するリスクを低減し、覆工架設(写真-1)および覆工支持杭の打設(写真-2)を、確実に施工することが出来た。

平成30年7月現在、環2トンネル躯体の構築を進めている。

今回報告した路面覆工の構造変更は、地下埋設物が多く存在する市街地の開削工事においても、有効な手段と考えられ、類似した施工条件の工事における仮設構造物の設の一助となれば幸いである。



写真-1 長大スパン 覆工受桁架設状況

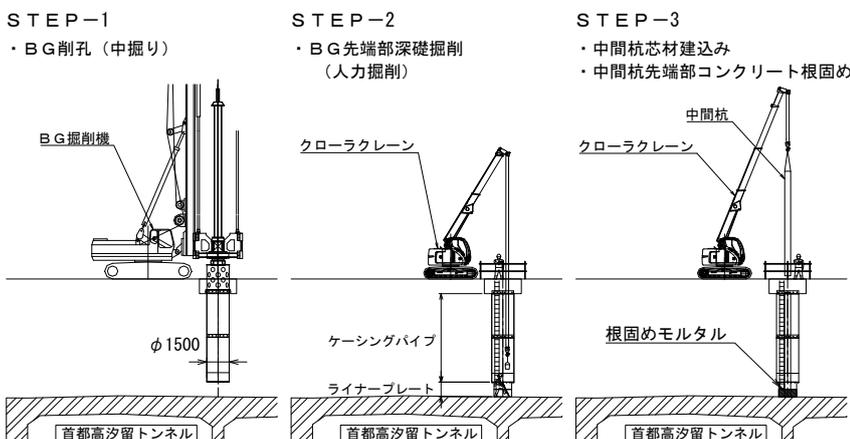


図-13 覆工支持杭建込みSTEP図



写真-2 覆工支持杭建込み状況