

リブ付き合成床版を採用した大断面 PC 箱桁橋の急速施工

ー常滑高架橋ー

名古屋支店 三重営業所 菅野 則夫
名古屋支店 土木技術部 川除 達也
名古屋支店 土木工事第一部 服部 義教

概要:常滑高架橋は、今春開港した中部国際空港(セントレア)のアクセス道路となるものである。構造的には、リブ付き床版と外ケーブルを用いた大断面の箱桁橋であることが特徴であり、施工面においては、場所打ちの支保工施工でありながら施工目地を設けて、急速施工を実現している。

Key Words: リブ付き床版, 急速施工, 外ケーブル, 広幅員

1. はじめに

常滑高架橋は、中部国際空港へのアクセス道路となる知多横断道路のうち、空港対岸部の埋立地付近に位置する橋長 420m の PC9 径間連続箱桁橋である。本橋は、知多横断道路と交差する都市計画道路の浜田線、海岸線、市道および排水路の浜田第 1 雨水幹線を跨ぐ位置に架橋されている。

本橋の東側は常滑市街地を通る掘割構造で、橋梁終点側にりんくう IC の ON・OFF ランプの分合流車線を有するため、総幅員が 24.5m～39.015m と大きく変化する。また、交差する都市計画道路や浜田第 1 雨水幹線を跨ぐことから橋脚設置位置に制約を受ける。

本文では、幅員変化、橋脚設置位置および工期短縮に配慮した常滑高架橋の上部構造の施工について報告を行う。

2. 構造概要

(1) 設計条件

本橋の設計条件は以下のとおりである。

- ・道路規格:第 1 種第 2 級
- ・構造形式:PC9 径間連続箱桁橋
- ・設計荷重:B 活荷重
- ・橋 長 :420m
- ・支 間 長 :35.2+39.0+45.0+45.0+61.5+61.5
+44.0+44.0+43.2m
- ・有効幅員:23.5m～37.7m
- ・縦断勾配:0.8～4.0%
- ・横断勾配:2.0～4.0%
- ・平面線形:R=800m およびクロソイド A=350
- ・架設工法:全支保工施工(分割施工)

最大支間が 61.5m であることから主桁は連続箱桁形式となっており、桁下高さが低いいため架設は固定支保工による分割施工が採用されている。



写真-1 完成写真



菅野則夫



川除達也



服部義教



(2) 上部構造

1) 断面決定に関わる条件

本橋の主桁形状は、以下の条件を考慮し決定されている。

- ・広幅員であり、なおかつランプすり付けのため、終点側は拡幅する。

標準部 24.530m(総幅員)

最大拡幅部 39.015m(//)

- ・路面に2～4%の横断勾配を有する。
- ・起点側は掘割区間に接続し、桁下高に制限がある。

幅員が24mを超える大型断面であるが、工期短縮・コスト縮減を目的としてウェブ数を減らし、リブ付き床版を有する内外ケーブル併用箱桁橋となっている。また、上床版は橋面の横断勾配に平行であるが、桁下高の制限を受け下床版の横断勾配は水平としており、橋軸直角方向に桁高の異なる断面となっている。

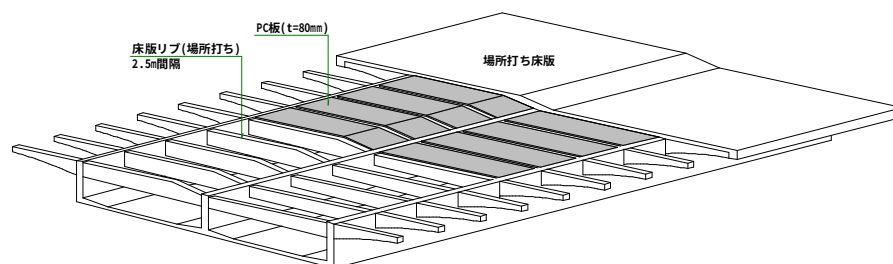


図-3 主桁断面の構成

2) 標準断面

標準幅員部における断面形状を図-3,4 に示す。

主桁断面は2室の箱桁断面が基本であり、上床版は橋軸方向に2.5m間隔でリブが配置されている。上床版構造はリブ付き床版として床版支間を延長し、張出し床版は4.3m、中間床版は7mを超える支間となっている。さらに中間床版は、リブ上にPC板（プレキャスト部材 t=80mm）を配置して、場所打ち床版（t=200mm）との合成床版となっており、PC板により床版の型枠作業を省略している。また、外ケーブル併用方式を採用することで、内ケーブルを必要最小限にとどめ、ウェブ本数の少ない構造に対処している。

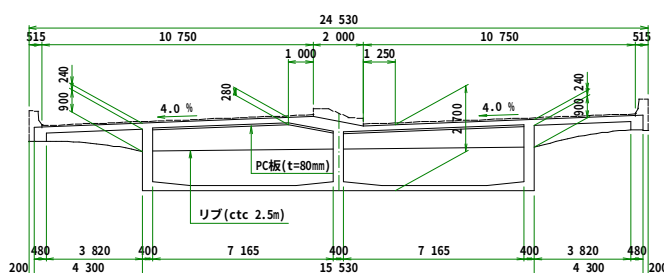


図-4 標準断面

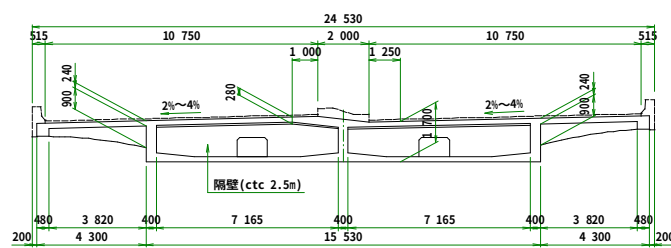


図-5 低桁高断面(隔壁付き床版)

3) 低桁高断面および拡幅部断面

本橋の起点側2径間には桁下高に制限があり、桁高を標準部より1m低く設定されている。この区間では低桁高に対応するため、中間床版のリブが隔壁構造となっている(図-5)。

一方、終点側においては、インターチェンジのランプに接続することから、全幅員が24.53mから最大39.015mまで拡幅する。拡幅部についても標準部と同様リブ付き床版を有する箱桁断面であるが、拡幅の対応は箱桁の室数変化となっている。ウェブ本数は3→4→5と幅員変化に応じて増加し、ウェブ数の変化点は中間支点横桁位置にある(図-6)。

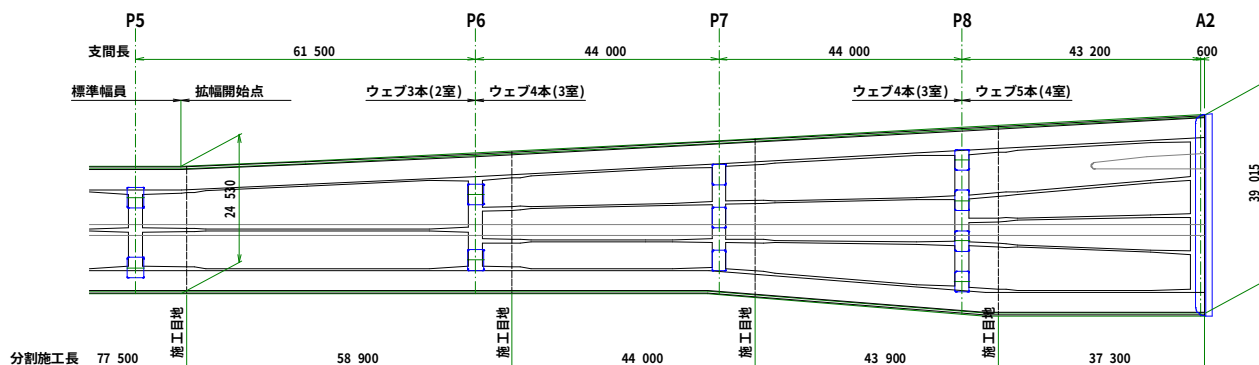


図-6 拡幅とウェブ数の変化

4) 主桁の設計と分割施工

本橋は、固定支保工による分割施工であり、施工段階ごとに構造系が変化する。図-7に示す各施工段階を考慮し、平面骨組解析により断面力を算出されている。クリープによる不静定力は、全部材の平均クリープ係数を算出し、構造系完成後からクリープが発生するものと仮定した設計となっている。

5) PC 鋼材の配置

本橋のPC鋼材は、内外併用方式となっている。内ケーブルはSWPR7BL 12S12.7をウェブのみに配置し、ウェブ1箇所あたり最大10本の配置である。内ケーブルは施工段階ごとに緊張後、カップラーにより接続した。

外ケーブルはSWPR7BN 19S15.2となっており、支間長および幅員に応じ、1径間あたり8本～26本の外ケーブル配置であるほか、1径間あたり2本分の予備孔(定着具および偏向管)が配置されている。段階施工にあわせ1径間ごとに緊張する構造であり、定着位置が中間支点横桁である。各中間支点横桁では、隣り合う径間の外ケーブルが「たすきがけ状」に定着されるが、緊張力の偏りを避けるため、1次緊張と2次緊張に分け、横桁に過大な断面力が作用しないよう配慮されている。

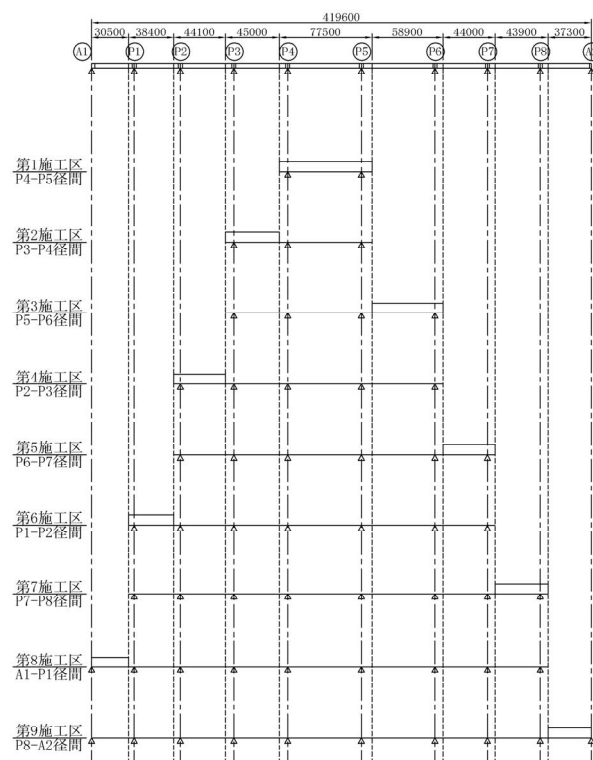


図-7 施工ステップ

3. 施工における課題

(1) コンクリートの打設方法

本橋はリブ付き床版を採用しているほか、PC板との合成床版構造を採用している。また、本橋は分割施工により設計されているが、幅員24mを超える上下線一体の断面を有し、一施工区間の延長も最大70mを超える。したがって、一回の打設数量が大きなものとなるほか、打設範囲が広範囲に及ぶ。

そこで、適切に一施工区間の打設回数および打設の分割方法を決め、配合も含め打設計画に配慮する必要がある。

(2) 工期短縮の必要性

本橋は前述のとおり、中部国際空港のアクセス道路として計画され、施工工期も空港開港に合わせて設定されていた。ところが、下部工施工(当社施工外)の際、施工途中で基礎形式が変更になるなど下部工工程が大きく遅れ、

上部工の着手時期を延期せざるを得なくなった。その一方で、空港本体工事は予想以上に順調に進んだため、開港時期が当初より早まることが決定した。したがって、発注者より、アクセス道路である本橋も当初より早く完成させることを強く要望され、工期を大幅に短縮することを余儀なくされた。

一方で、本橋は固定支保工による分割施工で設計されており、9径間の橋体を施工段階に沿って1径間ずつ施工することとなっていた。したがって、同時に全橋体の着手は行えず、工期短縮にはなんらかの方策が必要であった。

(3) 外ケーブルと床版リブの干渉

本橋のPC鋼材は内外併用方式であり、箱桁内部には橋軸方向に多数の外ケーブルが配置される。一方、床版はリブ付き構造となっているため、2.5m間隔で橋軸直角方向に床版リブが配置される。したがって、外ケーブルと床版リブが交差する箇所が多数ある。設計図面では交差位置が示され、リブには貫通孔を設けることとなっていたが、施工時の構造物の変形・施工誤差により外ケーブルと貫通孔が接触する可能性があった。また、設計図面では外ケーブルの傾き(鉛直方向・水平方向)については記載がなく、別途考慮する必要があった。

外ケーブルと床版リブの貫通孔が接触すると、外ケーブルの緊張力により床版リブに想定外の腹厚力が作用し、床版リブが損傷することが考えられる。そこで、変形・誤差・外ケーブルの傾きも考慮の上で、外ケーブルと干渉しない位置に貫通孔を設ける必要があった。

4. 施工方法

(1) コンクリートの打設

コンクリートは、断面形状、リブの施工方法および打設数量を考慮し、各施工段階を3回に分けて打設することとした。1回の打設数量は500m³を超える場合もあるため、コンクリートプラントを3プラント選定し使用した。

また、スランプは高性能 AE 減水剤を添加して 12cm とした。これは、1回あたりの打設が広範囲でありコンクリートポンプの配管距離が長くなること、また主桁形状が複雑であり定着具や鉄筋が密に配置されていることなどを考慮したものである。コンクリートはプラントごとに試験練りおよび品質管理試験を実施し、性能を確認した。

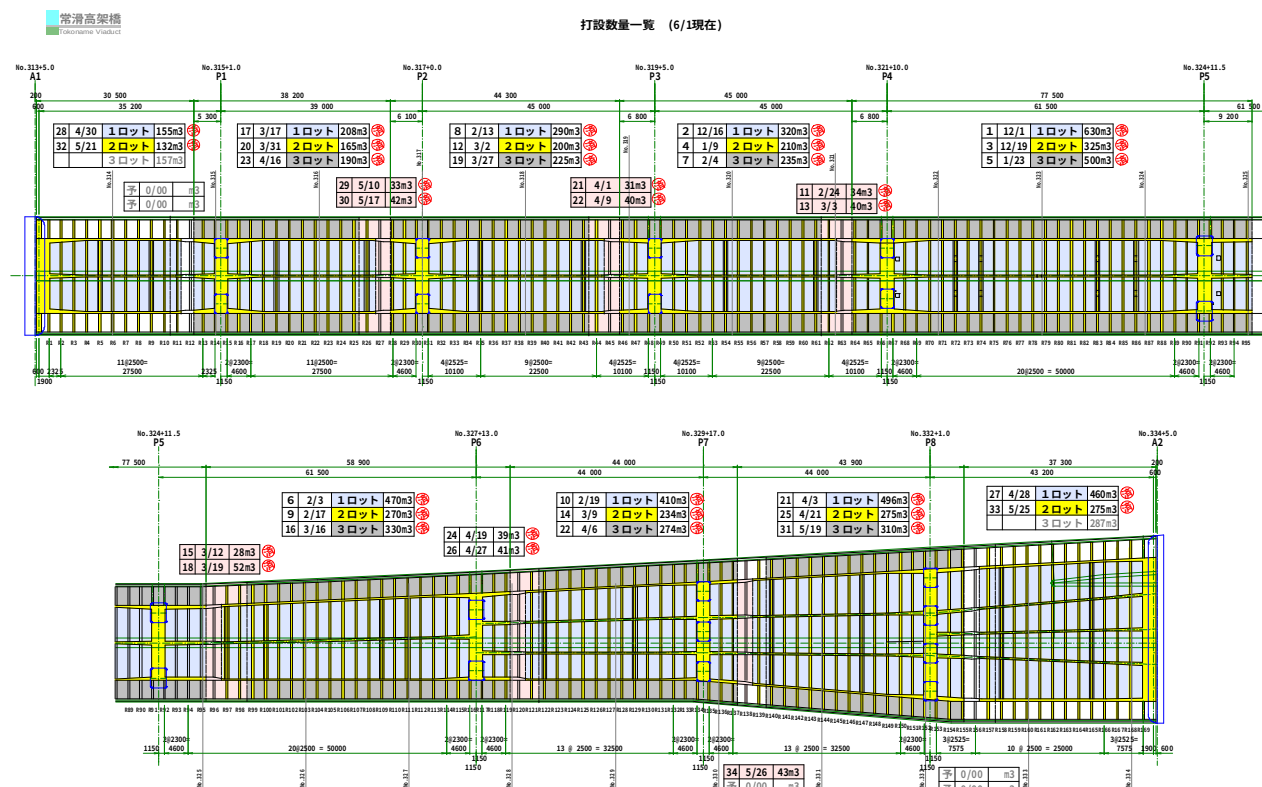


図-8 コンクリート打設箇所

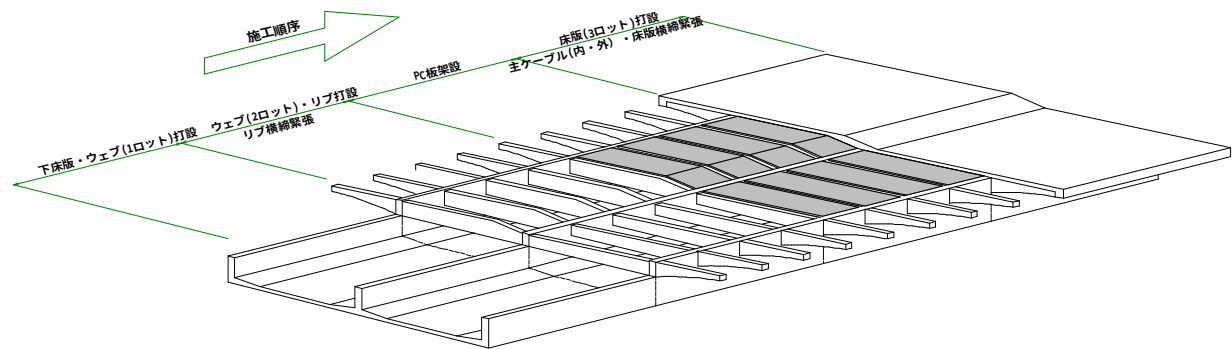


図-9 主桁施工順序



写真-2 PC 板架設完了

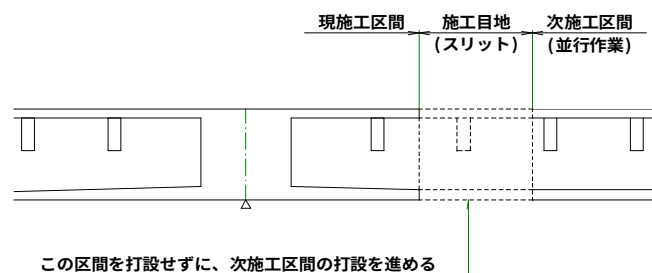


図-10 施工目地

(2) 施工目地を設けた段階分割施工

本橋は分割施工で設計されており、次施工区間のコンクリート打設を行うためには、前施工区間のすべてのコンクリートを打設し、主方向PC鋼材緊張を完了している必要がある。コンクリート1回あたりの打設数量が大きく、打設回数も3回に及ぶため、1施工区間の施工を完了するには長い日数を要する。

そこで、図-10 に示すようなスリット(打設目地)を設け、設計上の仮定を変更することなく、複数の施工区間を並行して施工し、工期を短縮した。

		平成15年								平成16年										
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
下部工																				
橋 体 工	A1～P1径間																			
	P1～P2径間																			
	P2～P3径間																			
	P3～P4径間																			
	P4～P5径間																			
	P5～P6径間																			
	P6～P7径間																			
	P7～P8径間																			
	P8～A2径間																			
橋面工																				
伸縮装置工																				
支承後歪み調整工																				

表-2 全体工程表

(3) レーザー光を使用した床版リブの外ケーブル貫通孔

各径間の外ケーブルは中間支点横桁に定着され、支間部に設けたディビエータで偏向する。中間支点横桁からディビエータの区間においては、外ケーブルが斜方向に配置され、リブを貫通する。

3回に分けて行うコンクリート打設のうち、床版リブは2回目で打設する。そこで、1回目の打設において中間支点横桁およびディビエータの打設を完了して位置決めを行い、この間のレーザー測量を行うことにより、床版リブの貫通孔位置を確定することとした。中間横桁の定着部背面にレーザー光を発する水平器を設置し、ディビエータの偏向管へレーザーを向けることで、交差するリブの貫通孔位置を正確に型枠にマークすることができる。

この手法により、複数のリブを貫通する外ケーブルの貫通孔に対しても、正確に位置決めを行うことができ、外ケーブル緊張時に、貫通孔と接触する外ケーブルは皆無であった。

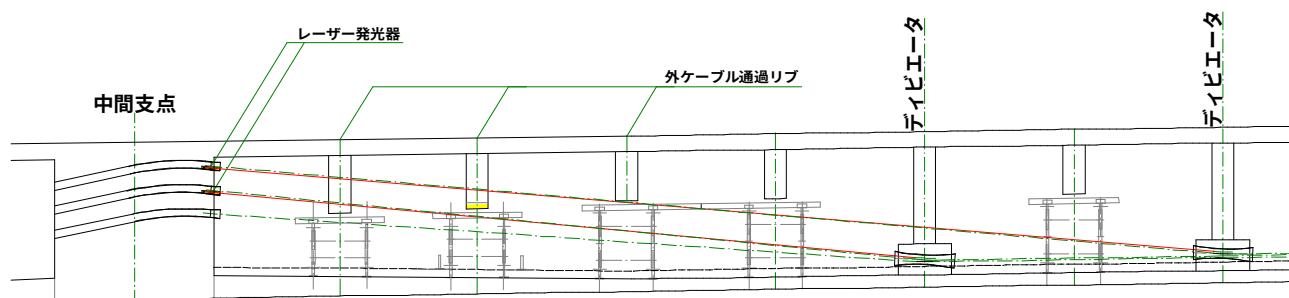


図-11 レーザー測量

(4) 外ケーブルの挿入

本橋の外ケーブルはエポキシ被覆タイプを使用した。

外ケーブルの防錆方法には、透明シース+グラウトタイプやポリエチレン被覆タイプなどがあるが、エポキシ被覆タイプの外ケーブルは他のケーブルに比べ、仕上がりケーブル径が小さく、偏向管や定着部におけるリセスチューブが小径のものを利用できる。本橋は外ケーブルが密に配置されており、小径の偏向管等が使用できることは、定着部や偏向部のコンクリートを確実に充填できる点において有利である。

その一方で、エポキシ被覆鋼材は、他の防錆方法に比べ被覆部に傷が付きやすく、慎重な取扱が要求される。とりわけ外ケーブルの挿入時には、ひっかき傷が発生しやすい状況にあり、対策が必要である。

本橋における外ケーブルの挿入状況を図-12 に示す。橋面



写真-3 外ケーブル挿入用ノーズ

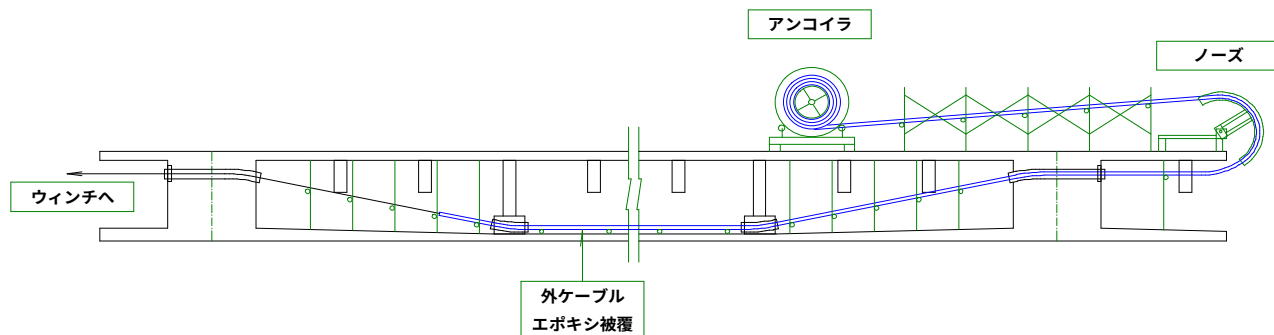


図-12 外ケーブルの挿入

上に外ケーブル(アンコイラ)をセットし、特殊なノーズを用いて外ケーブルを箱桁内へ引き込んだ。箱桁内部には約1.5m間隔でケーブル受台を設置したが、受台はすべて塩化ビニル管で覆い、エポキシ被覆に傷が付かないよう養生を行った。

5. おわりに

本橋は、リブ付き床版や上下線一体の大断面などの構造的特徴を持つが、本稿ではその施工方法を中心に述べた。本橋の施工は、従来の固定支保工による場所打ちが基本であるが、様々な工夫を凝らしている。とくに、コンクリート体積 9,000m³ もの橋体を、わずか9ヶ月で施工したことは、大規模工事の急速施工の例として特筆したい。その他、今後の同種工事の参考になれば幸いである。