

常滑高架橋の設計・施工

○ (株)ピーエス三菱 正会員 川除 達也
 愛知県道路公社 鈴木 五月
 パシフィックコンサルタンツ(株) 徳川 和彦
 (株)ピーエス三菱 正会員 菅野 則夫

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、複数の都市計画道路・市道および排水路を跨ぐ位置にあり、橋脚の設置位置に制約が大きい。また、本橋の起点側は掘削構造に接続し桁下高に制約を受け、終点側はインターチェンジに接続するため拡幅を有する。

本稿では、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設計・施工について報告を行う。

2. 橋梁概要

常滑高架橋の概要を以下に示す。

- ・ 道路規格：第1種第2級
- ・ 構造形式：PC9 径間連続箱桁橋
- ・ 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



写真-1 常滑高架橋

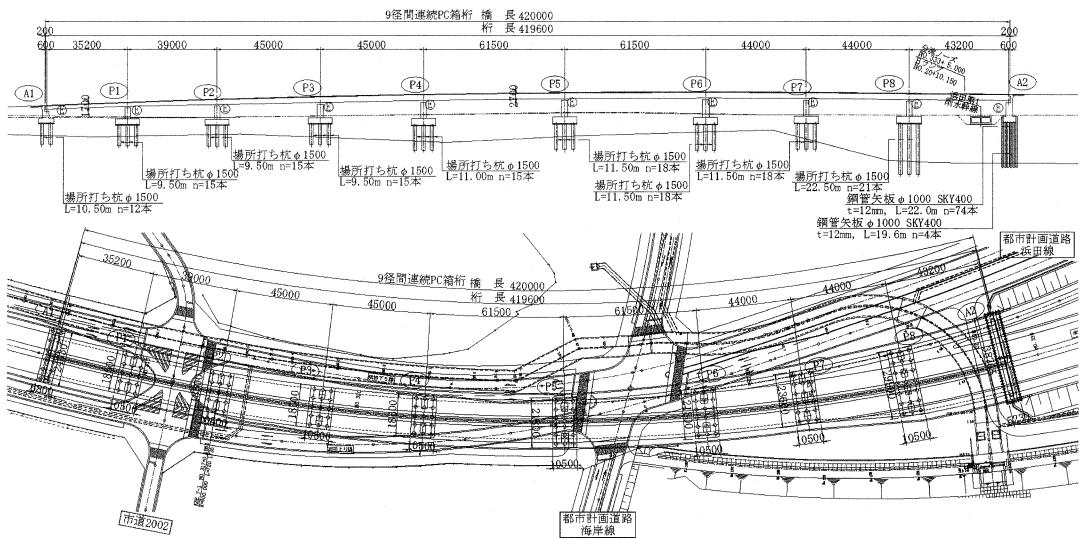


図-1 橋梁全体一般図

3. 上部工の計画・設計

3.1 構造形式・断面の決定

本橋の上部工を決定するにあたり、考慮する条件は以下のとおりであった。

- ・橋脚位置の制約から最大支間は61.5mとなる。
- ・広幅員の上下線一体構造であり、橋梁終点側ではICランプすり付けのため大きく拡幅する。
- ・橋梁起点側は掘割区間に接続するため、桁下高に制限がある。
- ・路面に2~4%の横断勾配を有する。

以上の条件を考慮した上で、工期短縮・コスト削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PC内外ケーブル併用箱桁橋を採用した。

主桁断面は2室の箱桁断面を基本とし、上床版には2.5m間隔でリブを配置して床版支間を延長し、張出し床版は4.3m、中間床版は7mを超える支間とした。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)と合成し、床版の型枠作業を省略している。さらに、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。

また、上床版は橋面の横断勾配に平行としたが、桁下高の制限に配慮し、下床版の横断勾配は水平とした。したがって、橋軸直角方向に桁高の異なる断面となっている。

終点側の拡幅に対してはウェブ数の変化で対応し、ウェブ数の変化点は中間支点上に設けた。

3.2 主桁の設計

本橋は固定支保工による分割施工として設計したが、工期短縮を目的として、全9径間のうち中央に位置する5径間目を最初の施工区間に設定し、以後の施工は起点側・終点側を同時に行えるよう配慮した(図-4)。断面力は、施工段階ごとに異なる構造系を考慮し、平面骨組解析により算出した。

本橋のPC鋼材は、内外併用方式を採用した。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本を配置した。内ケーブルは施工段階ごとに緊張し、その後PC鋼材の接続を行うこととした。

外ケーブルはSWPR7BN 19S15.2を採用した。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としたほか、1径間あたり2本分の予備孔(定着具および偏向管)を配置している。

段階施工を行うため1径間ごとに緊張する構造とし、中間支点横桁を定着位置とした。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した。

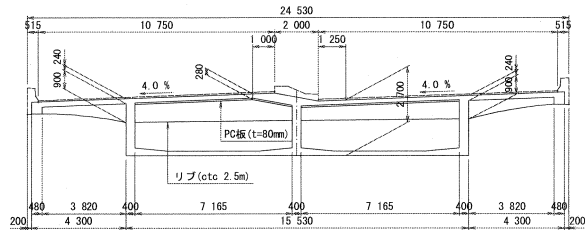


図-2 標準断面

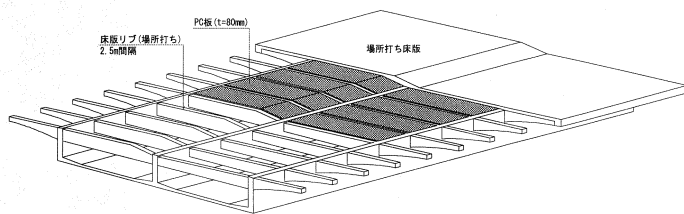


図-3 主桁断面の構成

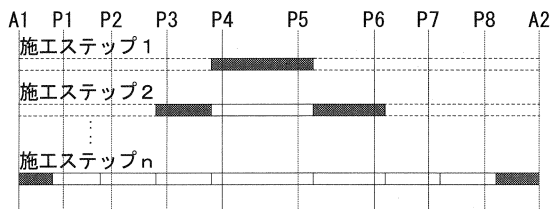


図-4 施工順序

3.3 床版の設計

本橋の床版はリブ付き構造であり、さらに中間床版はPC板(プレキャスト部材)を併用した合成床版構造とした。架橋位置が塩害対策区分Iであることから床版はPC構造とし、設計荷重時において床版部はフルプレストレス、リブは -1.5N/mm^2 の橋軸直角方向引張応力度制限値を設けた。

床版の解析にあたっては、リブにより支持された床版を評価するため、立体FEM(ソリッドモデル)を用いて行った。解析モデルの橋軸方向長さはリブ4支間分の10mとし、支持条件は各ウェブ直下を線支持とした。荷重は、自重・橋面荷重・活荷重および横締めプレストレス(床版・リブ)を載荷した。活荷重は、T荷重を各着目点に対し不利になる組み合わせで載荷し、得られた応力値に衝撃係数*i*を考慮し、さらに解析上の安全値として20%割り増した値を設計に用いた。

中間床版は、PC板($t=80\text{mm}$)と場所打ち床版($t=200\text{mm}$)の合成構造であり、リブもしくは隔壁およびウェブにより4辺固定されている。検討の結果、床版横締めとしてSWPR19L1S21.8をリブ1支間(2.5m)あたり8本配置し、リブに対してはSWPR19L1S28.6を1本配置することで許容値を満足した。

張出し床版は、中間床版と同様にリブにより支持された床版であるが、張出先端部が支持されないため、3辺固定版の挙動を示す。解析の結果、活荷重により張出し床版先端部下縁側に

3.50N/mm^2 の橋軸方向引張応力が発生することがわかった。この引張応力は鉄筋での補強が不可能であるため、縦リブを配置することとした。縦リブを追加した結果、縦リブがない場合に比べ引張応力度が2/3まで減少し、縦リブにプレストレスを与えることで許容値を満足した(図-5)。

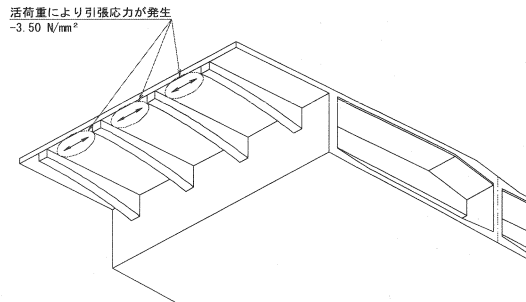


図 5-a 張出床版(縦リブなし)

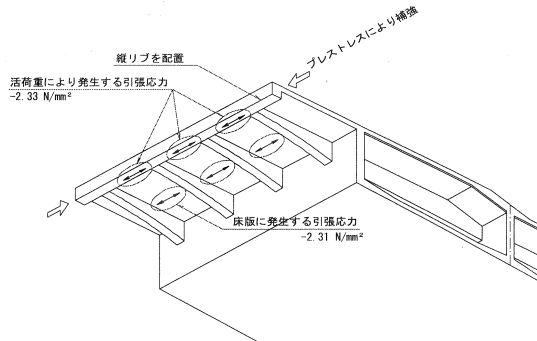


図 5-b 張出床版(縦リブあり)

4. 上部工の施工

4.1 概要

本橋は全支保工架設により施工した。支保工高さが低いため、支保工形式はくさび結合支保工を基本とし、交差物件箇所については支柱式支保工とした。リブは場所打ち施工で施工したが、PC板はプレキャスト部材として工場にて製作し、現場にてクレーンにより架設した。

また、本橋は1径間ごとの分割施工としているが、工期短縮のため施工継ぎ目部に施工目地を設け、複数径間を並行して施工した。

4.2 コンクリート

本橋は分割施工であるが、断面形状、リブの施工方法および打設数量を考慮し、各施工段階のコンクリートは3回に分けて打設することとした。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。

また、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。しかし、1回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-6に示すようなスリット(施工目地)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。

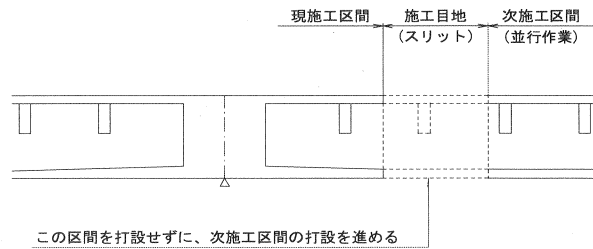


図-6 分割施工とスリット

本橋の床版は2.5m間隔で橋軸直角方向に配置されたリブ(PC場所打ち構造)、PC板(プレキャスト部材)および場所打ち床版(PC構造)からなる。これらの特徴を持つ構造物に対し、施工は図-7に示す手順で行い、PC板を床版の型枠代わりとすることで、床版の型枠支保工を不要とし、工期の短縮を図った。

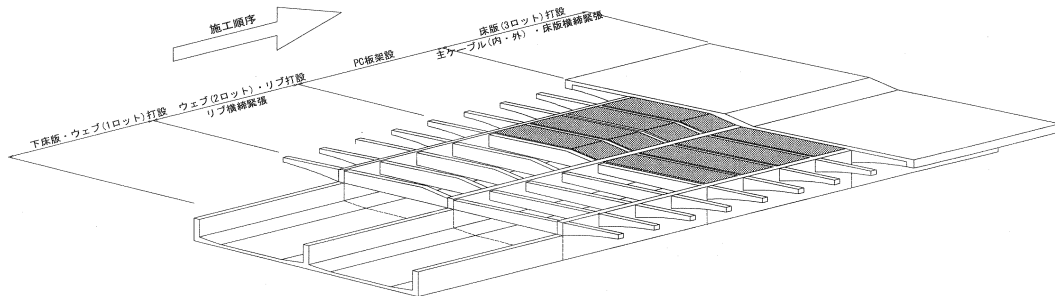


図-7 主桁施工順序

4.3 外ケーブルの施工

外ケーブルはSWPR7BN 19S15.2鋼材を使用した。エポキシ塗装を施した鋼材を使用することで、ケーブルの防食を行っており、定着具付近を除きグラウトは行っていない。また、定着具は将来交換可能なタイプを使用した。

外ケーブル挿入は、あらかじめ定着長に切断したプレハブケーブルを現場へ搬入し、アンコイラーおよびノーズを使用してコンクリート打設後に橋面上より挿入した。挿入中のケーブル支持点はすべて塩ビ管で覆い、外ケーブルのエポキシ塗装を保護した。

外ケーブルの緊張はすべて片引きである。一部の外ケーブルは2次緊張鋼材として緊張時期をずらし、横桁に不利な応力が生じないように配慮した。

5. おわりに

常滑高架橋は、ランプによる幅員変化や交差道路等による橋脚設置位置に制約を受け、また、工期的にも非常に厳しい状況であった。これらの制約条件の中で、構造的な施工性を考慮した計画・設計を行い、工事においても工期短縮へ配慮した施工を行い、下部工着工後1年4ヶ月の短期間で完成させることができ、中部国際空港開港にあわせ供用開始することができた。

ここに、関係各位のご尽力とご協力に深く感謝し、誌面を借りてお礼を申し上げます。