

表 - 1 主要材料表

コンクリート

種別	設計基準強度	数量
	(N/mm ²)	(m ³)
補剛桁	40	609.09
鉛直材	50	25.91
アーチ材・横継材	60	107.26

PC鋼材

種別	鋼材の種類	数量		
		重量(t)	本数(本)	
補剛桁	主方向	PC鋼より線12S15.2mm	15.804	24
補剛桁	横方向	PC鋼より線12S12.7mm	12.356	84
鉛直材	鉛直方向	PC鋼棒φ32mm	5.427	138

3. 施工順序の検討

(1) 検討概要

PC ランガー橋は、補剛桁、鉛直材及びアーチ部材の3つの部材から構成され、補剛桁には主ケーブル(橋軸方向)・横締めケーブル、鉛直材には鉛直鋼棒がそれぞれ配置されている。PC 鋼材の必要本数は、総支保工施工による完成系モデルとして設計している。よって、実施工での各施工段階において必要プレストレス量を検討し、緊張順序を含めた施工順序を決定する必要があった。

そこで、アーチ支保工解体時および補剛桁支保工解体時における各部材の応力度の照査を行い、各施工段階で必要となるプレストレス導入量及び施工順序の決定を行うこととした。検討は図-2に示す平面骨組みモデルにより行い、各々の荷重状態を再現した。

(2) 照査結果と施工フローの決定

アーチ支保工解体時におけるアーチ材および鉛直材の応力度照査を行った結果、いずれの部材も施工時の応力度制限値を満足していた。また、鉛直材については、引張応力が発生しないため、アーチ支保工解体前に鉛直 PC 鋼棒の緊張は行わなかった。

補剛桁支保工解体時における各部材の応力度の照査において、支保工解体時の補剛桁下縁に引張応力を発生させないように主ケーブルの緊張本数を決定することとした。その結果、支保工解体前の主ケーブルの必要緊張本数は16本となった。鉛直 PC 鋼棒については、全本数緊張しなくても、施工時のひび割れ発生を抑制することは可能であったが、施工性を考慮して、支保工解体前に全本数一括緊張することとした。また、補剛桁コンクリート打設後の乾燥収縮に対して、主ケーブルおよび横締めケーブルを一部先行緊張することとした(4.(3)参照)。図-3に本橋の施工フローを示す。

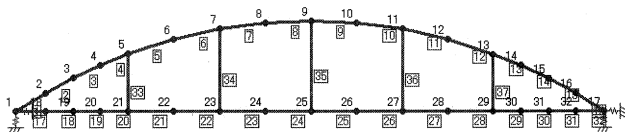


図-2 平面骨組みモデル

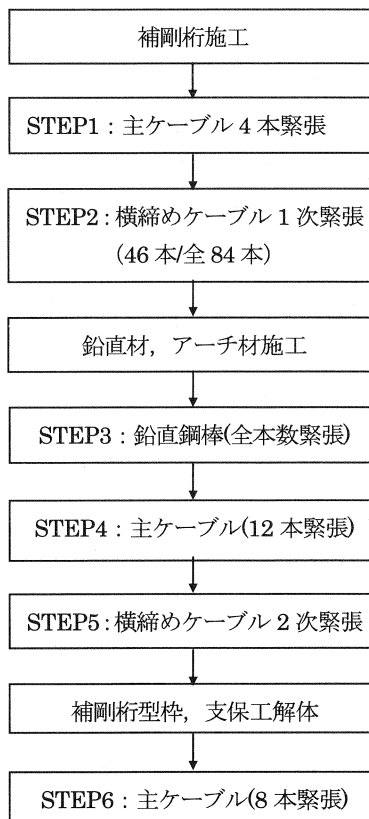


図-3 施工フロー図

4. 温度応力に関する検討

(1) 解析概要

本橋は、補剛桁・鉛直材・アーチ材の3つの部材から構成されており、各部材どうしの接合部は剛結合となっている。そのため、コンクリート打設時の体積変化が拘束され、温度応力によるひび割れの発生が懸念された。また、施工上、各部材のコンクリート打設は、補剛桁・鉛直材・アーチ材の3リフトに分割して行われるため、コンクリート硬化後の乾燥収縮によるひび割れに対する検討も必要であった。

そこで、本橋の施工に先駆けて、施工順序を考慮した温度応力解析を行うこととした。解析モデルは、図-4のような3次元の軸対称半断面モデルとした。

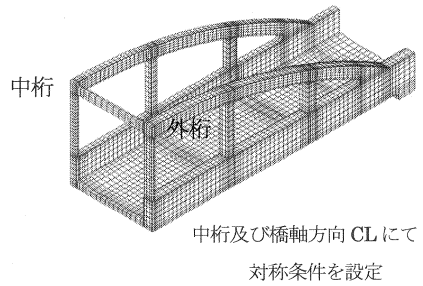


図-4 温度応力解析モデル

(2) 施工リフト分割について

補剛桁とアーチ材の接合部となるアーチ基部においては、補剛桁の拘束により、ひび割れの発生が懸念された。温度応力解析を行った結果、アーチ基部にて打継目を設けた場合(Case1, 図-5参照)、乾燥収縮により 3.5N/mm^2 の引張応力が発生することがわかった(図-6参照)。よって、本橋では、乾燥収縮によるひび割れを抑制するため、補剛桁コンクリート打設時にアーチ基部のコンクリートも同時に打設することとした(Case2)。

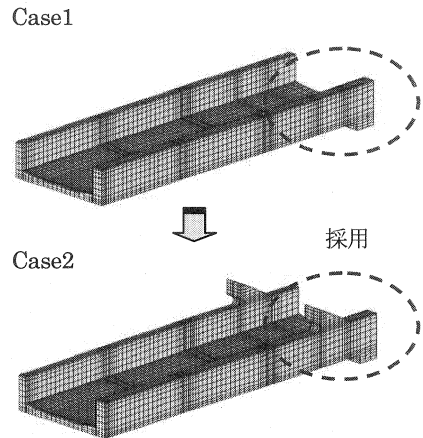


図-5 アーチ基部の継目位置

(3) 補剛桁コンクリートのひび割れ対策

補剛桁の鉛直壁部には、打設後2週間で 1.7N/mm^2 の引張応力が発生する。この引張応力は、乾燥収縮の影響であり、次リフト打設以降も減少せず、主ケーブル緊張時まで改善されない。よって、この引張応力を緩和するため、補剛桁コンクリート打設後、所定のコンクリート圧縮強度が得られ次第、主ケーブルを4本緊張することとした。(図-7)

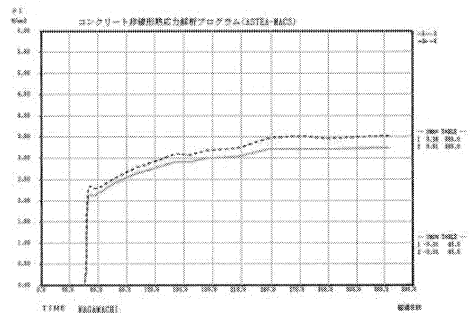


図-6 アーチ基部の引張応力(case1)

(4) アーチ材の施工

本橋では、アーチ材は構造系完成後主構自重により軸圧縮力が導入される構造特性および耐久性に配慮して、アーチ材のコンクリートには閉合部を設けず、1回打設することとして温度応力解析を行った結果、アーチ材と鉛直材の接合部に発生する温度応力は、最大でも 1.5N/mm^2 程度となった。

これにより本橋のアーチ材は1回のコンクリート打設にて施工することとした。なお、コンクリートは 60N/mm^2 で富配合となり粘性が強いことから圧送試験を実施して、ポンパビリティに問題ないことを確認した。また、アーチ部材は高所となることから耐久性向上のため、表面に撥水材を塗布することとした。

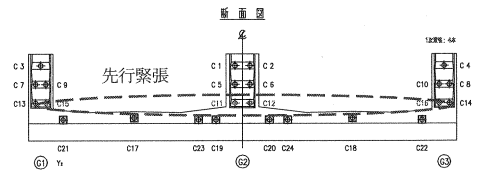


図-7 先行緊張する主方向ケーブル

5. コンクリート打設

補剛桁は、底版と鉛直壁の部材で構成されている。本橋では、鉛直壁付根部のジャンカや空洞等の不具合の発生を防止するため、鉛直壁を先行して打設し、鉛直壁下端からコンクリートを噴き出させた後に下床版を仕上げることにした。また、鉛直壁は2.4mの高さを有していることから、噴出しを抑えることを目的として、2層にわけて打設することとした。(図-8参照) 上述のように補剛桁コンクリートは、多数の打継を設けて施工することになる。よって、コールドジョイントの発生を抑制するため、橋軸方向の打設長は5mとし、打継ぎ目の締固め及び打設間隔の時間管理を厳密に行うこととした。(写真-1)

鉛直材のコンクリートは、2~3リフトに分けて打設し、打設ホース筒先から打設面までの高さを1.5m以内となるよう管理した。また、コンクリートの充填確認のため、側部型枠に一部開口を設けることとした。

アーチ材の下部部分は、勾配が急なため、コンクリートの流れを防止するため、打設後ベニヤ板にて蓋を設置した。コンクリート打設後、2時間程度で蓋を外し、コンクリートの仕上げを行った。

2月の打設となったアーチ材については、給熱養生を3日間行い、温度を約20℃に保った。(写真-2)



写真-1 コンクリート打設全景

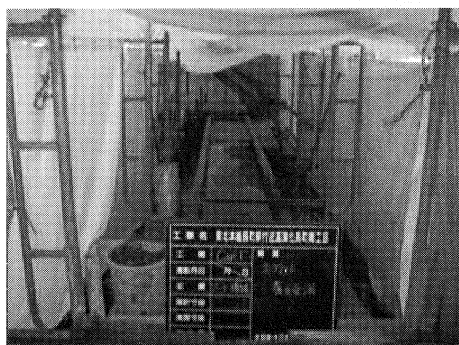
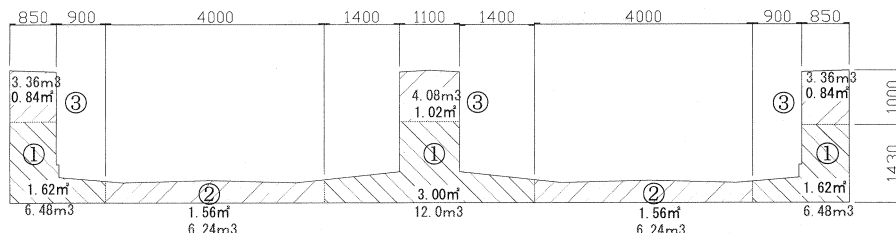


写真-2 養生状況



※各ブロックの体積は橋軸方向4m当りの数量を示す。

図-8 補剛桁での打設割り

6. おわりに

以上、PCランガー橋の施工事例として、長町高架での施工概要について述べた。本橋の施工は、平成17年4月に完了している(写真-1)。本橋の施工では、温度ひび割れの発生が懸念されたが、上述の検討・対策により、耐久性上問題となるようなひび割れの発生は抑制することができた。最後に、本橋の施工に際し多大なご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。

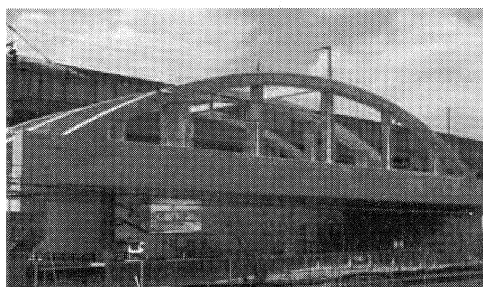


写真-3 完成写真

参考文献

- 1) 亀山, 滝淵, 花田, 今尾: 矢野口橋梁(PCランガー橋)の施工, PC技術協会第13回シンポジウム論文集, プレストレストコンクリート技術協会