



## ② 工事現場における問題点

部材厚が大きいA 2橋台及びP 1橋脚はマスコンクリートのため、事前にセメントの水和熱による温度応力及び温度ひび割れに対する十分な検討を行わなければならないことから、当初計画した打設計画・施工時期・養生方法を基に温度応力解析を行った。

その結果、目標ひび割れ指数（安全係数）の1.0に対し、高欄部を除くほぼ全ての部位において目標指数を下回り、当初計画のままでは構造物の性能に影響を与えるような幅のひび割れが発生する可能性があることが判明した。

解析条件	部 位	ひび割れ指数								目標ひび割れ指数
		中心部				表面部				
A 2 橋台 当初計画 (無対策)	底版	1.30				0.86				1.00
	縦壁	②	③	④		②	③	④		
		0.78	0.80	0.66		1.37	0.92	1.05		
	胸壁	0.86				1.47				
	翼壁	②	③	④	⑤	②	③	④	⑤	
0.62		0.71	0.75	0.79	—					
高欄	1.01				1.68					
P 1 橋脚 当初計画 (無対策)	底版	1.93				0.84				
	柱	②	③			②	③			
		0.81	0.76			0.96	1.09			
梁	0.69				1.04					

※○数字は、打設リフトを示す。

## ③ 検討結果

### 1) 事前検討

コンクリートは、温度が上昇すると膨張し降下すると収縮するが、部材表面と中心部の温度差によって発生した引張応力が、コンクリートの引張強度以上になると温度ひび割れが発生する。

そこで、過去の事例や経験から効果のあった対策を用い、事前検討をステップ毎に解析しながら行った。

#### ステップ1) セメントの種類の変更

コンクリートの配合において、セメントの種類を高炉セメントから普通セメントへと変更し、ひび割れ指数の改善を図る。（普通セメントの方が、線膨張係数が2割程小さく同等の温度変化あった場合には歪み量が小さくなるため、発生する温度応力も緩和されることが期待できる）

#### ○解析結果

部位表面部は目標指数を上回ったが、部位中心部で目標指数を下回ってしまった。

ステップ2) セメントの種類の変更 + ひび割れ誘発目地の設置【橋脚は対象外】

ステップ1にプラスしてひび割れ誘発目地を設置することで、ひび割れ指数の改善を図る。  
(所定の位置にひび割れを誘発させ、構造物に掛かる応力を解放し温度応力を緩和する)

○解析結果

改善は見られたが、縦壁・翼壁の中心部において依然として目標指数を下回ってしまった。

解析条件	部 位	ひび割れ指数								目標ひび割れ指数
		中心部				表面部				
ステップ2 (普通セメント + ひび割れ誘発目地)	底版	1.63				1.00				1.00
	縦壁	②	③	④		②	③	④		
		1.05	0.90	0.77		1.37	1.25	1.35		
	胸壁	1.27				1.76				
	翼壁	②	③	④	⑤	②	③	④	⑤	
		0.69	0.74	0.81	0.87	—				
高欄	1.15				2.06					

※○数字は、打設リフトを示す。

ステップ3) セメントの種類の変更 + ひび割れ誘発目地の設置 (橋脚は対象外)

+ 補強鉄筋の配置

ステップ2で目標指数を下回ってしまった箇所において想定される最大ひび割れ幅を算出し、ステップ2とプラスして補強鉄筋を施工することで最大ひび割れ幅を制御する。(ひび割れ指数が低いリフト下部に補強鉄筋を施工することで鉄筋比が大きくなるため、その上部においてもひび割れ抑制効果が期待できる)

○解析結果

ひび割れ指数自体は改善されないが、最大ひび割れ幅が許容値である0.20mm以下に抑制されることが期待できるという結果となった。

今回現場においては、温度応力解析による事前検討結果を基に、以下の項目について当初計画を見直すこととし、事前に発注者と協議し変更した。

項目	当 初	変 更	
		A2橋台	P1橋脚
セメントの種類	高炉セメント	普通セメント	普通セメント
誘発目地	無し	あり	無し
補強鉄筋	無し	あり	あり

## 2) 打設方法及び養生等による対策（工夫）

### (1) 準備

型枠内に50cm毎の打設高をマーキングした鉄筋を配置しておくことで、1層50cmの打設高を目視で確認し、各層が水平となるようにコンクリートの打込みが行えるようにした。また、上層と下層のコンクリートをより一体化させることを目的に、バイブレーターには打設前に1層の打設高（50cm）より20cm上（70cm）にマーキングをしておくことで、挿入深さ（下層へ10cm以上挿入）を常時確認できるようにした。

打込み高さのマーキング



バイブレーターのマーキング



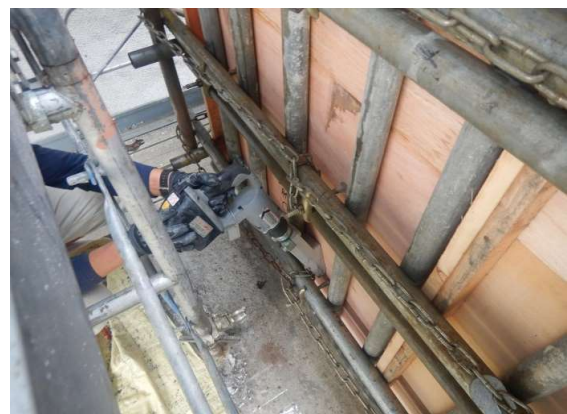
### (2) 打設

ひび割れを抑制するための補強鉄筋が配置され密な配筋となり、また当初計画には無かった足場及び鉄筋組立架台が追加されたことによりコンクリートが充填不足になる恐れがあったため、型枠内で行う内部用バイブレーターとは別に型枠外部から内部へ振動を伝え締固めを行う外部用バイブレーター（動きに自由が利く充電式のもの）を併用することで、内部からでは充填不足が懸念された狭い箇所まで十分な締固めが行えるようにした。

バイブレーターのマーキングによる挿入深さ確認



外部用バイブレーターによる締固め



### (3) 養生

コンクリート強度が十分発現しないうちに脱型すると、コンクリート面が冷却されて部材の温度収縮が促進され外部拘束温度ひび割れが生じやすくなるため、 $\sigma_7$ での圧縮強度試験の際、標準脱型必要強度（5.0N/mm<sup>2</sup>）の1.5倍（7.5N/mm<sup>2</sup>）以上の強度発現確認をし



た後に脱型は行うこととした。（現場空中養生の供試体での強度確認による）

また、脱型直後にコンクリート表面養生剤を散布することで、コンクリート面を緻密な防水性の塗膜で覆い、コンクリート中の水分蒸発を防ぎ、初期の乾燥収縮を遅らせることによりひび割れの発生低減を図った。

表面養生剤散布後は、急激な乾燥や昼夜の温度変化により発生するひび割れを抑制することを目的としてストレッチフィルムによるラップ養生を行った。

**表面養生材の散布**



**ストレッチフィルムによるラップ養生**



打設時期が9月から12月と気温の変化が著しい時期での施工となったが、温度応力解析による事前検討と打設方法及び養生等による対策（工夫）により、A2橋台及びP1橋脚ともにひび割れの無い品質の良いコンクリート構造物を構築することが出来た。

#### ④ おわりに

今回採用した対策以外にも、パイプクーリングによる養生方法によるものや、単位水量・水和発熱を低減させることを目的に混和材料を使用する等の方法があるが、工事費増を伴うことからコストについても検討した上で、かつ構造物のひび割れを制御する上で最適な方法を選定することが重要であると感じた。

改めて、コンクリートはその時々々の現場条件や対応の取り方次第で違った形で現れる生き物であることを再認識し、今後も今回の経験を基に様々なパターンの現場条件においても対応できる技術力を高めていけるよう努力します。

**A2橋台完成**



**P1橋脚完成**

