

国道266号交通円滑化改築 (新天門橋) 工事 -アーチアバット部の温度解析-

(株)日本ピーエス 技術設計部 ○北野 順子
 (株)日本ピーエス 技術設計部 宮川 将弘
 (株)日本ピーエス 福岡支店技術施工部 正会員 福島 邦治
 熊本県天草広域本部 土木部 原田 修一

1. はじめに

新天門橋 (仮称) は、熊本天草幹線道路整備の一環として宇城市と上天草市を結ぶ位置に建設される、橋長463.0mの中路式複合アーチ橋である。完成すればソリッドリブ形式のアーチ橋では国内最長のアーチ支間を有する橋梁となる。

国内最長支間を支持するアーチアバットは幅26.0m、高さ12.0mのマスコンクリートであり、セメント水和熱に起因する温度ひび割れの発生が懸念された。そのため、3次元FEM温度解析を実施し発生する引張力を把握した。本稿は、実施した温度解析とその結果を踏まえて行ったひび割れ抑制対策について報告するものである。

2. 橋梁概要

図-1にP1アーチアバット側面図を、図-2に橋梁一般図を示す。

発注者：熊本県天草広域本部
 構造形式：中路式複合アーチ橋
 (中路式鋼アーチ構造+PC箱桁Tラーメン構造)
 橋長：463.0m
 支間長：P1側 47.000m + 49.300m,
 P2側 49.300m + 52.000m
 有効幅員：0.600m + 9.000m + 0.600m

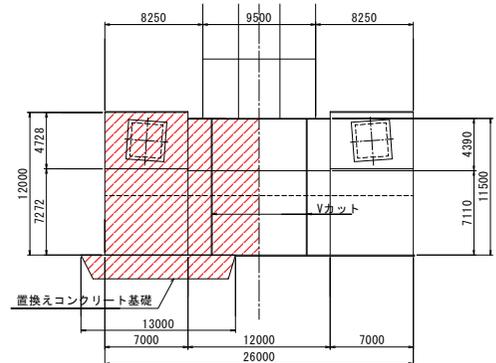


図-1 P1 アーチアバット側面図

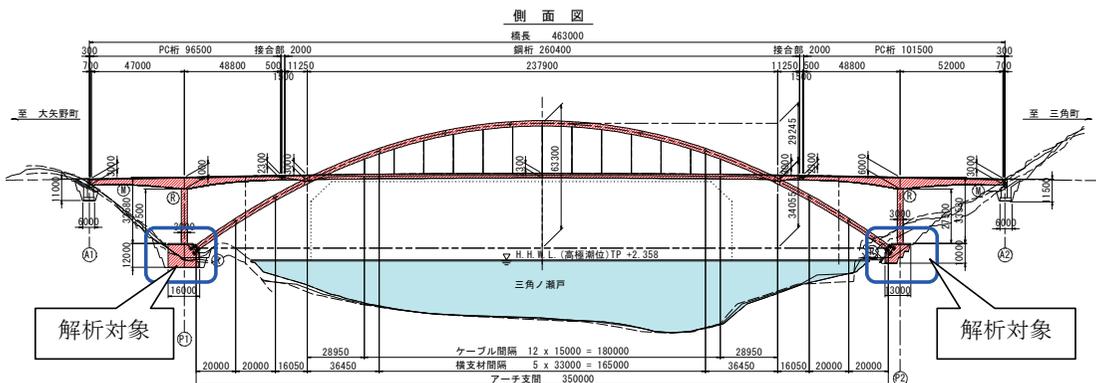
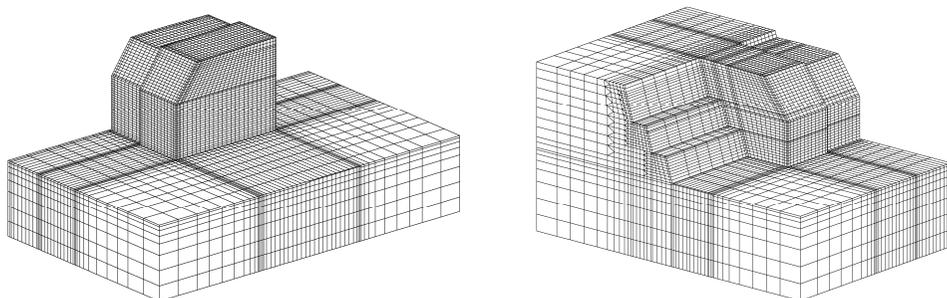


図-2 橋梁一般図

3. 温度解析

3.1 解析モデル

本解析では、着目箇所の対称性を考慮して半断面モデルとし、要素はすべてソリッド要素とした。図-3にP1, P2アーチアバットの解析モデルを示す。



a) P1橋脚アーチアバット

b) P2橋脚アーチアバット

図-3 解析モデル図

3.2 解析条件および検討ケース

コンクリート打設のリフト高とセメント種類について比較検討した。検討はコンクリート打設量が多いP1橋脚アーチアバットにて行った。なお、打設時期については実工程どおりとし、打設時のコンクリート温度はコンクリート標準示方書 [設計編] に準拠し、外気温+5℃とした。また、外気温は施工場所に近い観測地点である熊本県三角で観測された気象庁データの日平均気温を用いた。なお、目標とするひび割れ指数を1.40とした。解析の検討ケースを表-1に示す。

表-1 検討ケース一覧

ケース番号	打設割り	セメント種類	膨張材
1	14リフト (90cm)	高炉	—
2	20リフト (60cm)	高炉	—
3	12リフト (120cm)	高炉	—
4	14リフト (90cm)	普通	—
5	14リフト (90cm)	高炉	○

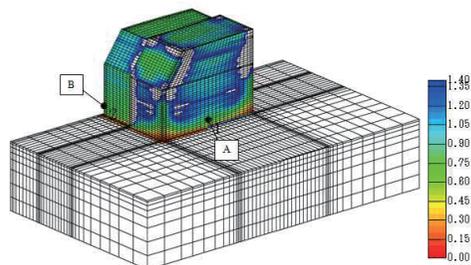


図-4 ひび割れ指数コンター図

3.3 解析結果

(1) 打設リフト高

リフト高60cm, 90cm, 120cmでひび割れ指数および経時変化の違いはほとんど見られなかった。図-4と表-2に各検討ケースの最小ひび割れ指数を、図-5にその経時変化を示す。

解析結果による差はほとんどないが、ケース2 (リフト高さ60cm) では施工期間が長くなること、ケース3 (リフト高さ120cm) では1回の打設量が約500m³になりプラントからの生コン供給が困難になることから、リフト割の高さは90cmが妥当であると判断した。

(2) セメントの種類

ケース1とケース4の結果から、高炉セメントと

表-2 ひび割れ指数比較表

ケース番号	引張の方向	1	2	3	4
ひび割れ	A 橋軸方向	0.72	0.74	0.71	0.58
	B 橋軸直角方向	0.68	0.67	0.67	0.56

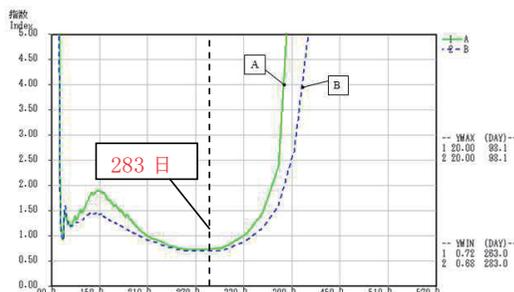


図-5 経時変化 (ケース1)

普通セメントを比較した。普通セメントを使用した場合の最小ひび割れ指数は0.56で、高炉セメントを使用した場合の0.68に比べ18%低くなった。これにより、ひび割れのリスクが小さい高炉セメントを使用することとした。

(3) ケミカルプレストレス導入の場合

図-5に示したように、283日目にひび割れ指数が最小となり、比較的長期間引張力が発生する。これは外部拘束によるものと考えられる。この引張力に対して、膨張材をコンクリートに添加し、ケミカルプレストレスを導入する方法を検討した。図-6より、ケース5の膨張材を添加した場合の最小ひび割れ指数は0.87となり、ケース1よりひび割れ指数に改善が見られた。しかし、結果として期待した効果が得られず、目標ひび割れ指数を満足できなかった。そこで代替案の検討を行うこととなった。

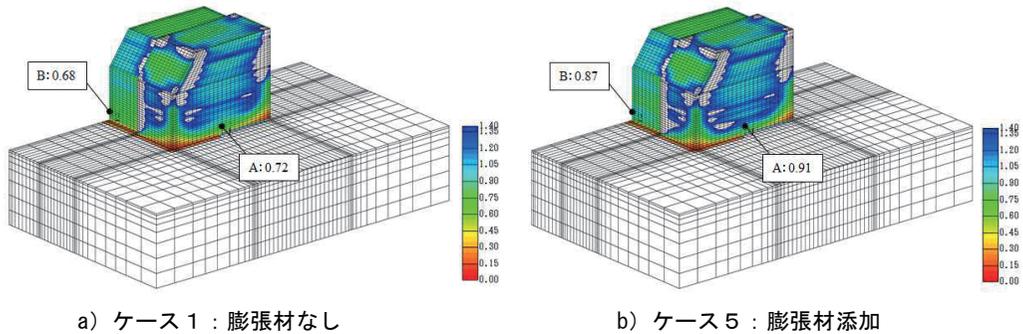


図-6 ひび割れ指数コンター図

4. ひび割れ抑制対策の検討

4.1 PC鋼材によるプレストレスの導入

ケミカルプレストレスの導入に代え、より積極的なプレストレスの導入を検討し、PC鋼材の配置による方法を採用した。

検討ケース1でのP1およびP2橋脚アーチアバットの最大主応力コンター図を図-7に示す。また表-3に着目点A、Bのひび割れ指数と引張応力度の関係を示す。アーチアバットの前面および背面では橋軸直角方向、側面ではP1橋脚は橋軸方向、P2橋脚は鉛直方向に卓越した引張応力が発生する。すなわち、それぞれの面に対して長手方向に卓越した引張応力が発生している。

表-3 解析結果一覧

着目点	ひび割れ指数	引張応力度	
		卓越方向	σ (N/mm ²)
P1	A	0.72	橋軸方向 3.31
	B	0.68	橋軸直角方向 3.61
P2	A	0.74	鉛直方向 3.40
	B	0.62	橋軸直角方向 4.21

各方向の引張応力度とプレストレスを相殺してひび割れ指数が1.40以上となるよう鋼材本数を算出した。

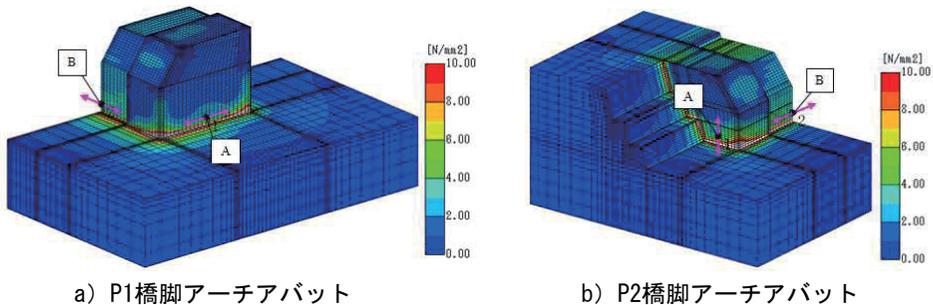


図-7 最大主応力コンター図

4.2 PC鋼材の配置

検討結果を表-4に示す。アーチアバットの外周方向の鋼材については鉄筋間隔とかぶりを考慮し、1S21.8 (プレグラウト鋼材) を使用した。また、鉛直方向の鋼材については施工性を考慮し、中空PC鋼棒60T (NAPPユニット) を採用した。配置の概要図を図-8に示す。

表-4 アーチアバット配置鋼材本数

	外周方向		鉛直方向
	側面	前面・背面	
P1橋脚	18本	43本	—
P2橋脚	2本	52本	32本
使用鋼材	1S21.8		鋼棒60T (NAPP)



写真-1 PC鋼材配置状況

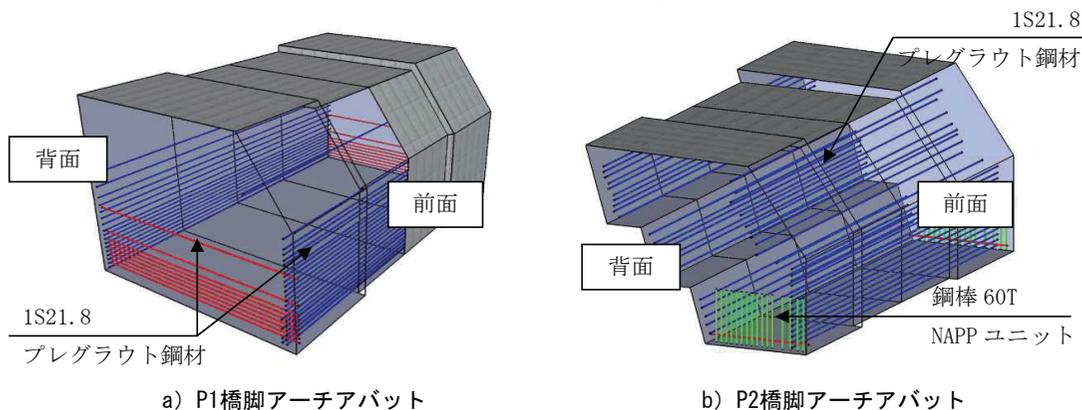


図-8 PC鋼材配置概要図

4.3 ひび割れ対策の効果

平成27年5月末まででP1橋脚は10リフト、P2橋脚は12リフトまでの打設が終了しており、現時点での外部拘束に起因するひび割れの発生は見られていない。したがって提案したひび割れ抑制対策が、外部拘束に伴うひび割れに対して有効であったと考える。

5. まとめ

マスコンクリートとなるアーチアバットに対するひび割れ対策として、プレストレスの導入を採用し、長期に発生する引張力に対して有効であることが確認できた。本橋は、平成26年8月より下部工の施工を開始している。上部工は平成27年秋に着手し、平成29年3月に完成予定である。

本報告が同種工事の計画や設計の一助となれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 土木学会：【2012年制定】コンクリート標準示方書 [設計編]
- 2) コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針2008

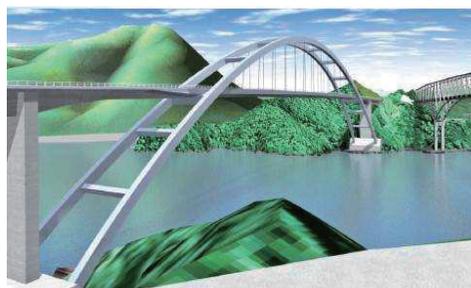


図-9 完成予想図