

PC 箱桁橋の張出し施工中央閉合部の設計
—第二東名高速道路 宮ヶ島高架橋 (上り線) —

(株)大林組 正会員 ○古賀 裕史
中日本高速道路(株) 正会員 和崎 宏一
中日本高速道路(株) 正会員 秋山 大輔
(株)大林組 正会員 富永 高行

1. はじめに

第二東名高速道路宮ヶ島高架橋（上り線）は、橋長 1440m の PC23 径間連続ストラット付き箱桁橋である。大部分が固定式支保工での施工となるが、二級河川西之谷川・原野谷川を跨ぐ 2 径間は、移動作業車を用いた張出し施工区間となる。張出し施工区間の中央閉合部は、2 辺が既設張出しブロックにより固定されることになるが、本橋は閉合長 3.7m に対して全幅員 17.14m が長く、既設コンクリートによる拘束度が大きいと考えられたため、①コンクリート硬化時に外部拘束により橋軸直角方向の引張応力が発生する、②床版横締め PC 鋼材のプレストレスが外部拘束により有効に導入されない、という懸念があった。本稿では、これらの問題点を解決するために行った設計上の工夫について報告する。

2. 検討概要

「1. はじめに」で挙げた問題点による影響を把握するために、中央閉合部の両側 3 ブロック分（合計 26.7m）を対象とした 3 次元 FEM 解析により以下の 2 つの検討を行った。

- ・ 中央閉合後の床版横締め PC 鋼材によるプレストレス導入量を FEM 解析により把握する。
- ・ 中央閉合コンクリート打設によって床版に発生する引張応力を温度応力解析により把握する。

3. FEM 解析によるプレストレス導入量の確認

3-1 解析方法

中央閉合前を STEP1、中央閉合後を STEP2 とし、床版横締め PC 鋼材（SWPR7B1S21.8）のプレストレス導入量を確認した。鋼材配置は、張出しブロックでの標準鋼材配置（CASE1:yp=145, ctc625, 図-1 参照）では床版に必要なプレストレスが導入されなかったため、CASE2:yp=145, ctc250 CASE3:yp=130, ctc250

CASE4:yp=130, ctc625 と鋼材の配置高さと同間隔を変えた 3 ケースの検討を行った。また、CASE3, CASE4 の結果から CASE5:yp=130, ctc375 を補完して算出した。

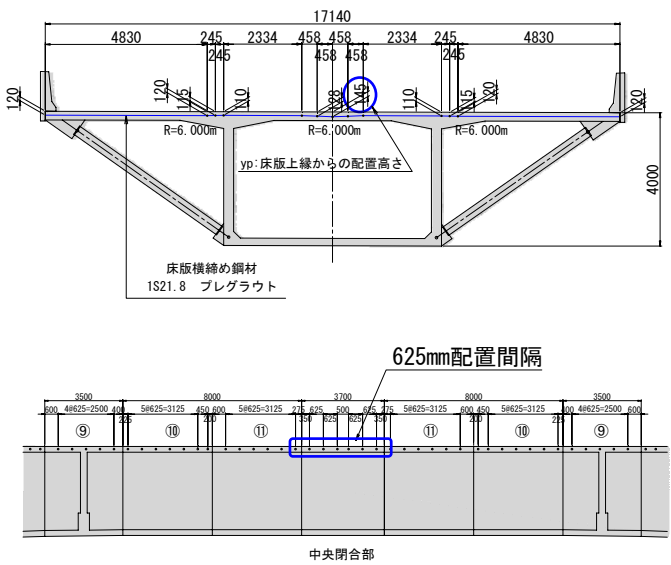


図-1 標準鋼材配置図 (yp=145, ctc625)

3-2 解析結果

中央閉合前、中央閉合後の橋軸直角方向の応力コンターを図-2～4に、応力度照査結果を表-1に示す。

張出しブロックの床版横締め PC 鋼材配置（標準鋼材配置:yp=145, ctc625）は、床版設計において一般的に使用されている棒解析により決定した。この標準配置を中央閉合部に採用した場合（CASE1）、床版支間中央では棒解析で考慮しているほどプレストレスが有効に伝達されておらず、死荷重時（D）、死荷重+温度時（D+TF1）、死荷重+活荷重時（D+L）に応力度照査を満足しないという結果を得た（図-3、表-1 参照）。そこで、床版支間中央部へのプレストレス導入量を増やす目的で PC 鋼材の配置間隔を ctc250

キーワード 中央閉合、床版横締め鋼材、プレストレス導入量、温度応力

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社 大林組 TEL03-5769-1306

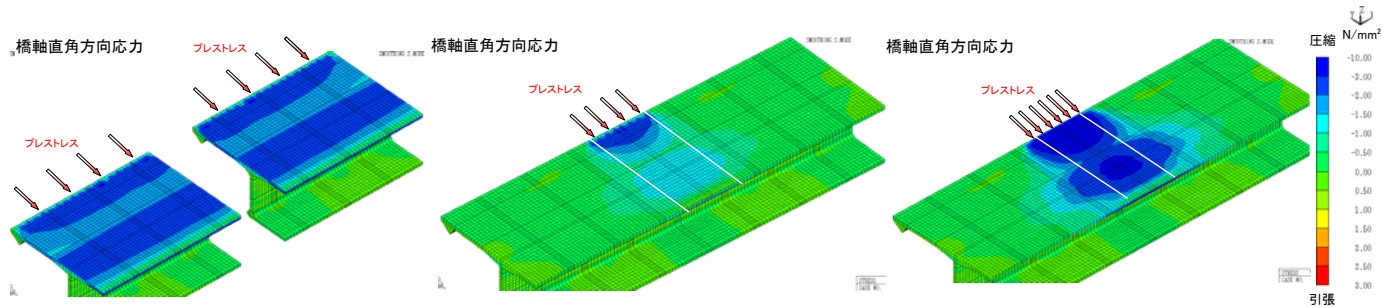


図-2 中央閉合前

図-3 中央閉合後 CASE1
(yp=145, ctc625)

図-4 中央閉合後 CASE3
(yp=130, ctc250)

表-1 中央閉合部床版支間中央における応力度照査結果

	許容値	CASE1		CASE2		CASE3		CASE4		CASE5	
		標準鋼材配置		補強修正案1		補強修正案2		補強修正案3		補強修正案4	
		Yp=145mm,ctc625		Yp=145mm,ctc250		Yp=130mm,ctc250		Yp=130mm,ctc625		Yp=130mm,ctc375	
		上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁
有効フレ(1次+2次)		-0.40	2.39	-0.87	5.54	0.31	4.39	0.78	1.21	0.47	3.33
鉄筋拘束力		-0.47	-0.35	-1.09	-0.81	-0.87	-0.64	-0.24	-0.18	-0.66	-0.49
D	$\sigma_c \geq 0.00$	-0.11	1.26	-1.21	3.95	0.20	2.97	1.30	0.25	0.57	2.06
D+TF1		-0.31	1.47	-1.41	4.16	0.00	3.18	1.10	0.46	0.37	2.27
D+LMAX	$\sigma_c \geq -2.65$	3.81	-2.70	2.71	-0.01	4.12	-0.99	5.22	-3.71	4.49	-1.90
D+LMIN		-0.75	1.91	-1.85	4.60	-0.44	3.62	0.66	0.90	-0.07	2.71
D+LMAX+TF1		3.61	-2.49	2.51	0.20	3.92	-0.78	5.02	-3.50	4.29	-1.69
D+LMIN+TF1		-0.95	2.12	-2.05	4.81	-0.64	3.83	0.46	1.11	-0.27	2.92
照査結果		不適		不適		適		不適		適	

黄色はNG箇所

(CASE2)としたが、死荷重時では逆に上縁の引張応力度が大きくなった。上縁のプレストレスの効きを良くするため、CASE3として床版支間中央部のPC鋼材配置高さを15mm上げたところ、各荷重状態において許容値を満足する結果を得た。CASE3の結果を踏まえ、PC鋼材配置間隔を変化させたCASE4、CASE5の検討を行った結果、CASE5でも各荷重状態での許容値を満足したため、中央閉合部に限りCASE5: yp=130, ctc375で床版横締め鋼材を配置することとした。

4. 温度応力解析による発生引張応力の確認

解析モデルは、中央閉合部と両側3ブロックをモデル化した(図-5参照)。解析は、中央閉合前をSTEP1、中央閉合コンクリート打設をSTEP2とし、中央閉合コンクリート打設による床版に発生する引張応力の影響を温度応力解析により算出した。中央閉合部の使用セメントは、発注時は早強セメントであったが、温度応力によるひび割れの発生が懸念されたため、入札時のVE提案で普通セメントに変更している。

普通セメントを用いた場合のひび割れ指数のコンターを図-6に、床版支間中央における温度応力解析結果を表-2に示す。普通セメント使用時の床版のひび割れ指数は最小0.70、最大引張応力は3.91N/mm²となり、過大なひび割れの発生が考えられた。そこで、収縮補償を目的として膨脹材を混入することとしたが(表-2の「普通+膨脹」を参照)、ひび割れ指数の改善は0.80までであり、以下の考えで補強鉄筋を配置することとした。

- ①補強の対象はひび割れ指数が1.0以下かつ引張応力度1.0N/mm²以上とする。
- ②若材令時に発生する引張力には、全ての配置鉄筋を考慮し、鉄筋の許容応力度は120N/mm²とする。
- ③残留する引張力には、補強鉄筋のみを考慮し、鉄筋の許容応力度を180N/mm²とする。

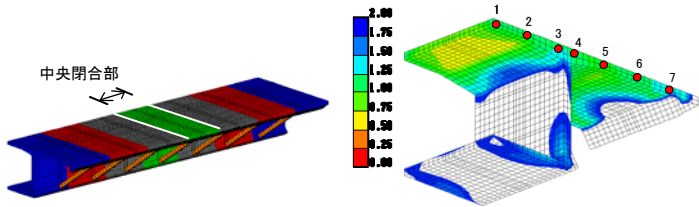


図-5 解析モデル図

図-6 ひび割れ指数コンター図

表-2 床版支間中央における温度応力解析結果

	普通セメント			普通+膨張			材 齢
	最小 ひび割れ指数	直角方向応力(N/mm ²)		最小 ひび割れ指数	直角方向応力(N/mm ²)		
		上縁	下縁		上縁	下縁	(日)
1	0.78	3.28	3.75	0.90	2.78	3.25	91.0
2	0.70	3.02	3.91	0.80	2.52	3.41	91.0
3	1.68	2.67	1.19	4.25	2.17	0.69	91.0
4	1.70	2.52	1.24	3.76	2.02	0.74	91.0
5	0.94	2.25	2.98	1.12	1.75	2.48	91.0
6	1.65	1.58	1.88	2.31	1.08	1.38	91.0
7	4.78	0.45	0.64	— — —	-0.05	0.14	91.0

応力値は引張側が(+)

5. おわりに

今回の検討により、中央閉合部の床版支間中央付近においては、棒解析で算出したほどプレストレスが有効に伝達しないことがわかった。この傾向は、全幅員に対して閉合ブロック長が短くなればなるほど大きくなる。また、温度応力により発生する引張力も同様である。今後、中央閉合部の設計を行う際の検討事項の一つとして必要であると考えられる。