

参考資料 4 : 実橋における施工時挙動の再現解析データ

参考資料 4：実橋における施工時挙動の再現解析データ

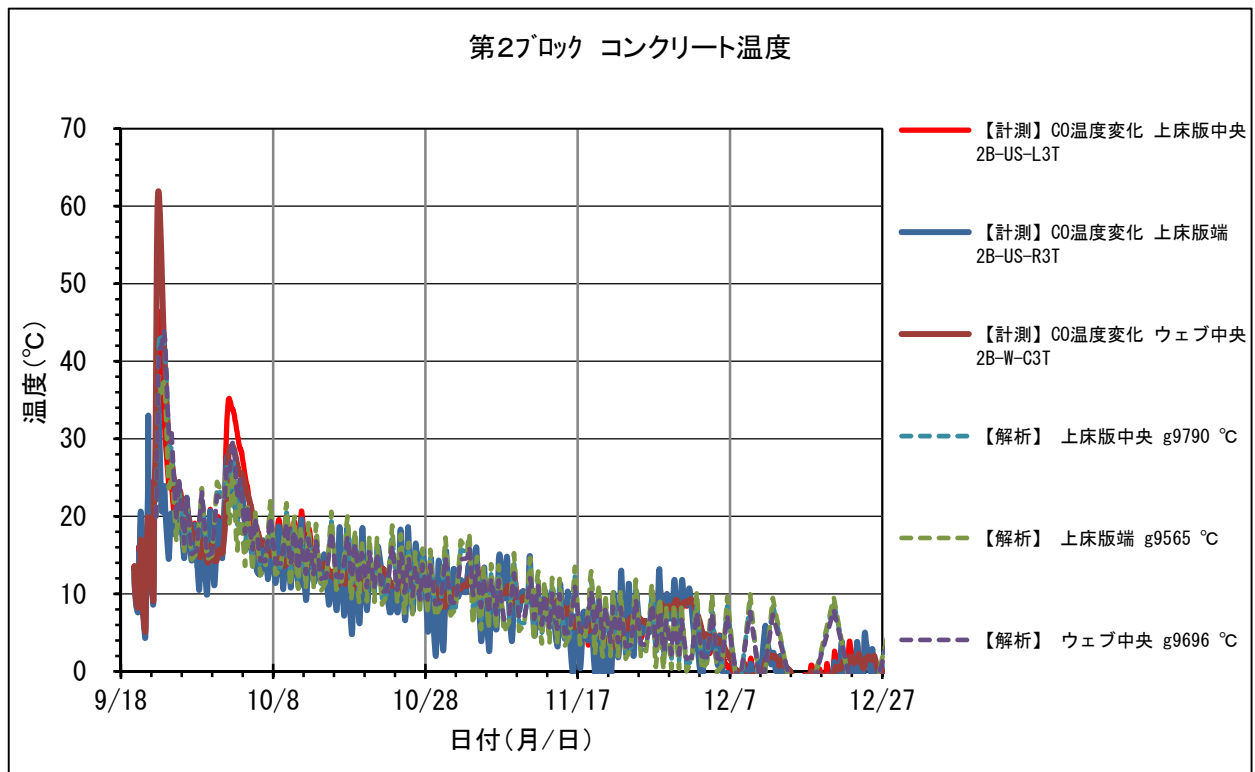
3.3 実橋における施工時挙動計測と再現解析にて検討を行った再現解析結果とひび割れ防止対策として施工時のコンクリート許容応力度の試算例のデータを掲載する。

(1) 第 2 ブロック再現解析結果

参表-4.1 第 2 ブロック再現解析結果一覧

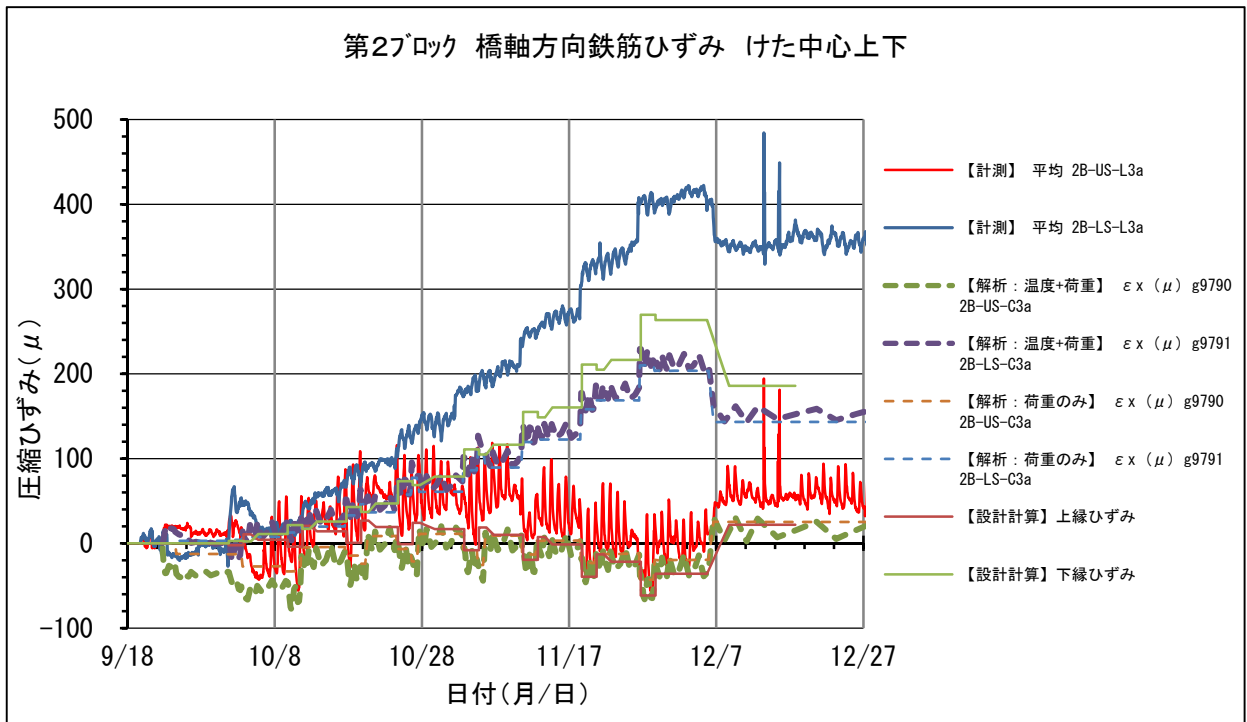
対象ブロック	再現解析結果一覧
第 2 ブロック	1)コンクリート温度 2)鉄筋ひずみ(橋軸方向、けた中心位置) 3)鉄筋ひずみ(橋軸方向、ウェブ位置) 4)コンクリートひずみ(ウェブ内面、ウェブ上側) 5)コンクリートひずみ(ウェブ内面、ウェブ図心) 6)コンクリート打継ぎ目開き

1) コンクリート温度

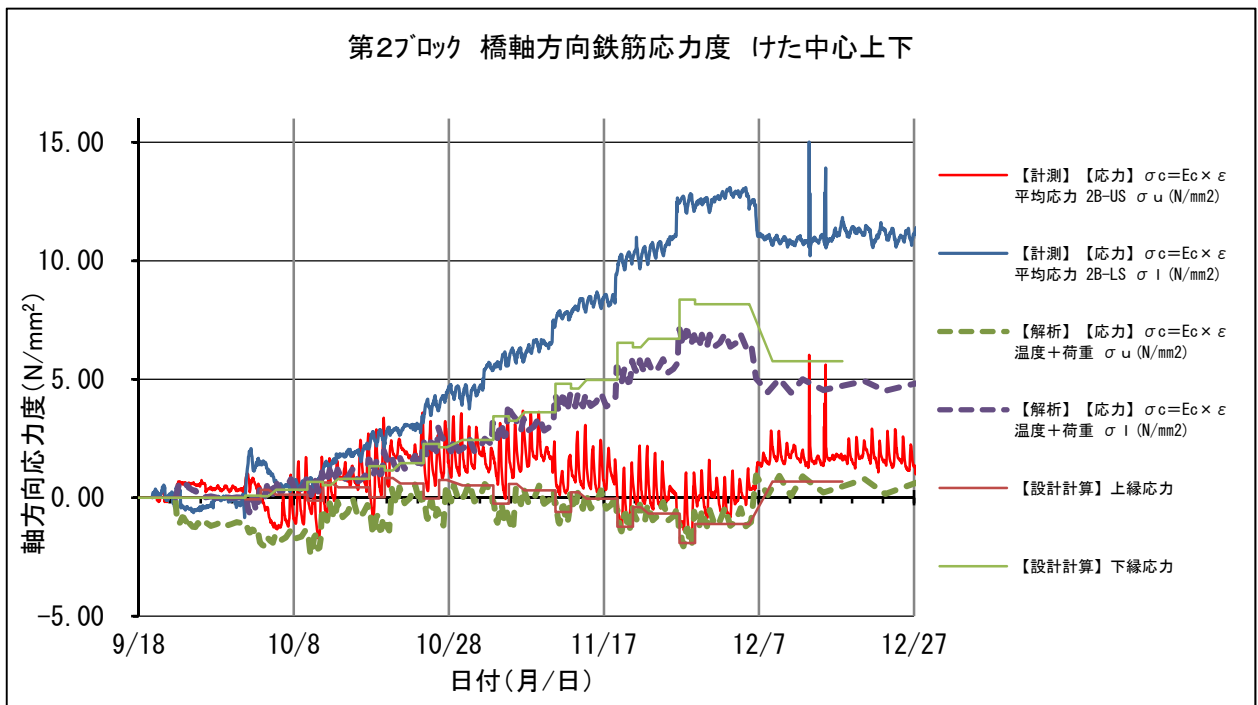


参図-4.1 第 2 ブロック先端のコンクリート温度

2) 鉄筋ひずみ (橋軸方向、けた中心位置)

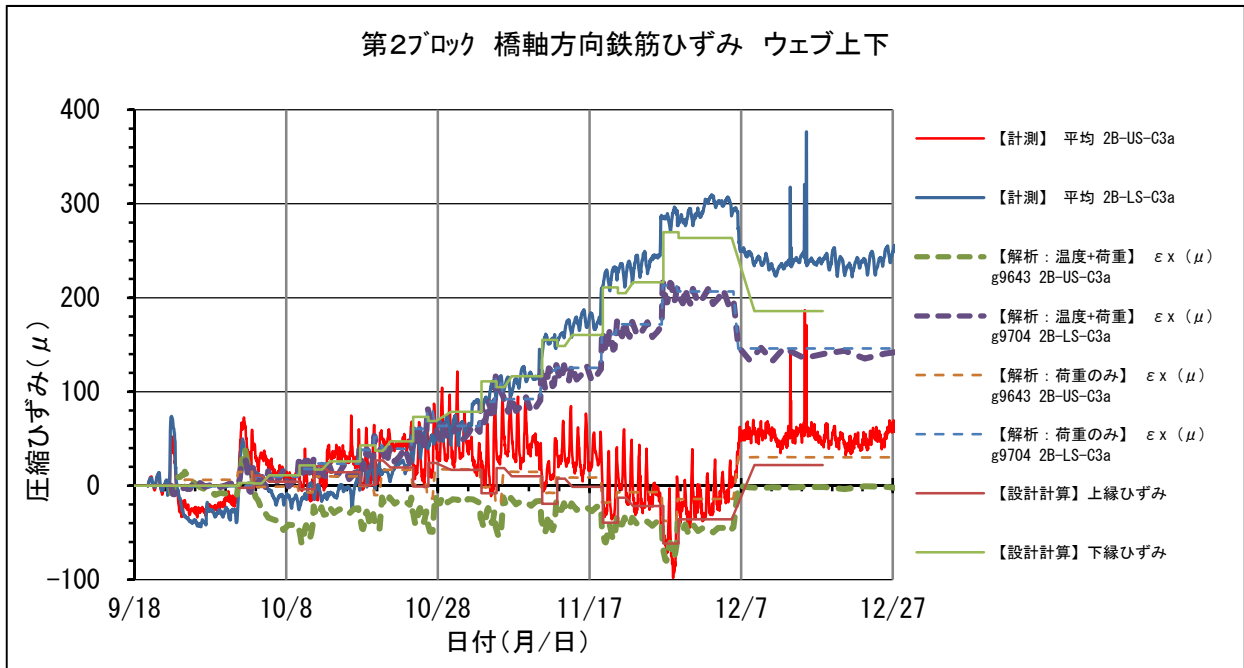


参図-4.2 第2ブロック先端の橋軸方向鉄筋ひずみ (けた中心位置)

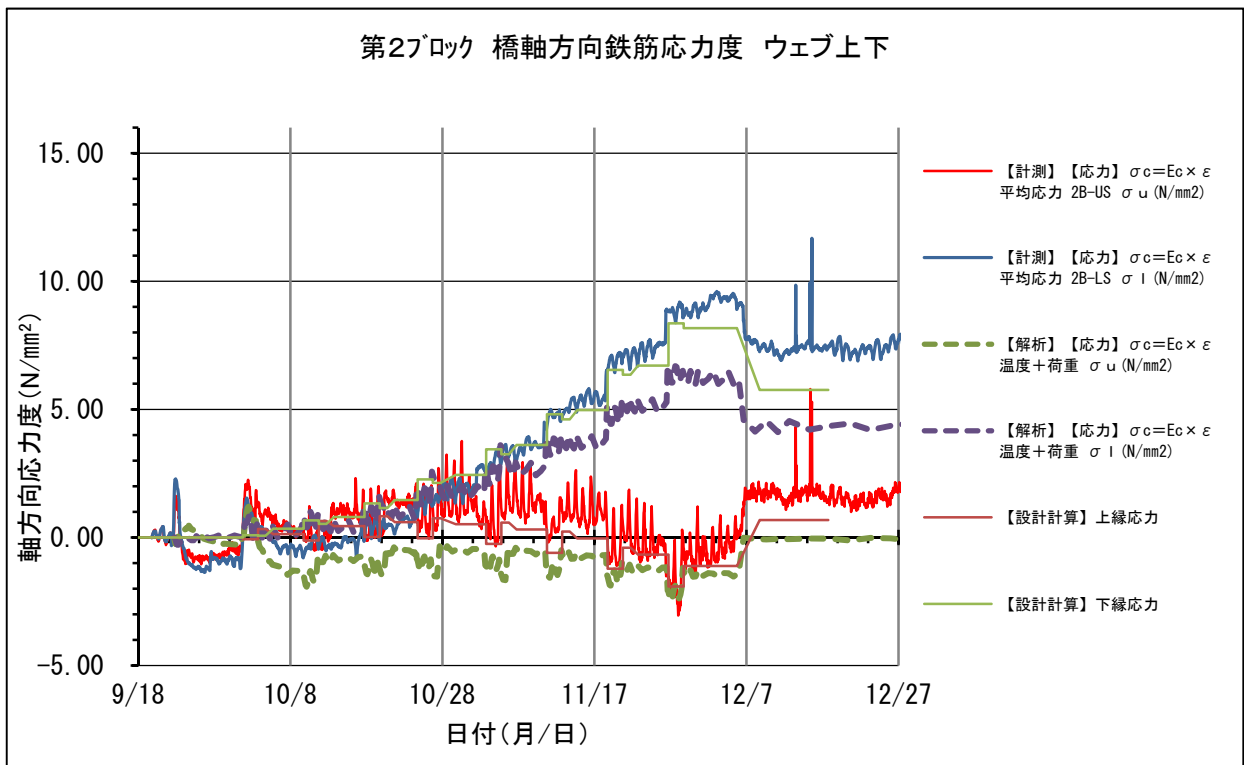


参図-4.3 第2ブロック先端の橋軸方向鉄筋応力度(けた中心位置)

3) 鉄筋ひずみ (橋軸方向、ウェブ位置)

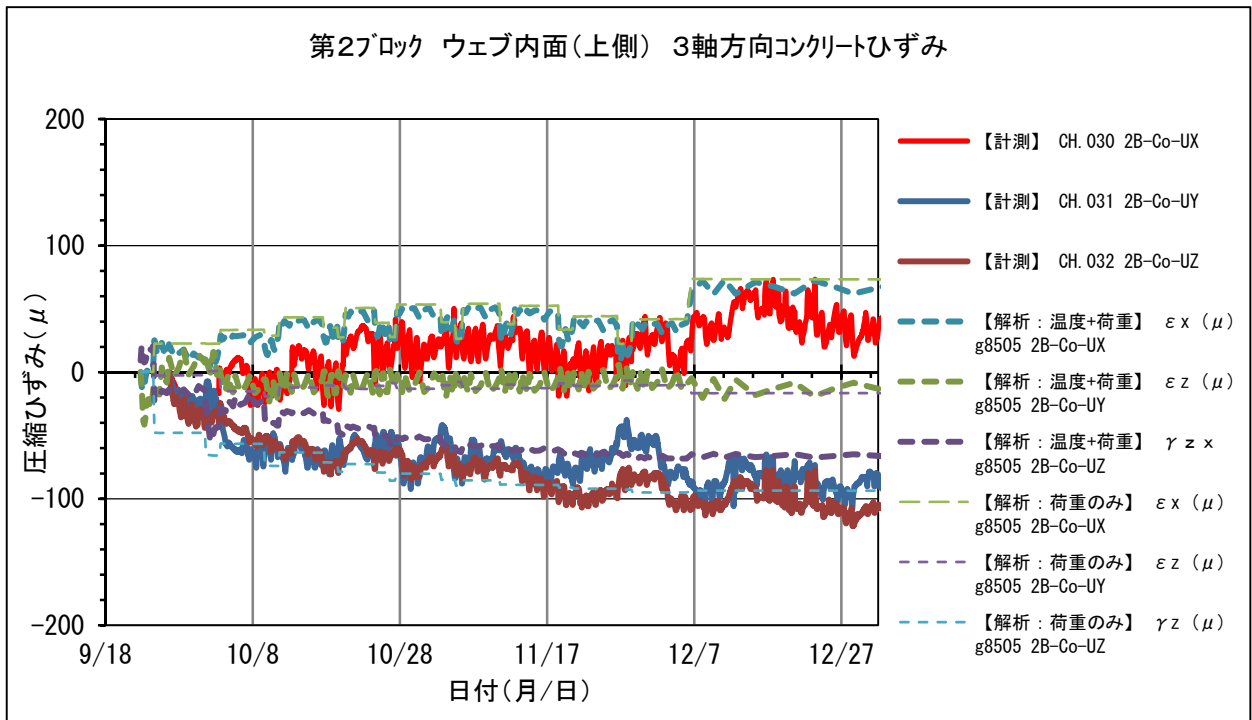


参図-4.4 第2ブロック先端の橋軸方向鉄筋ひずみ (ウェブ位置)

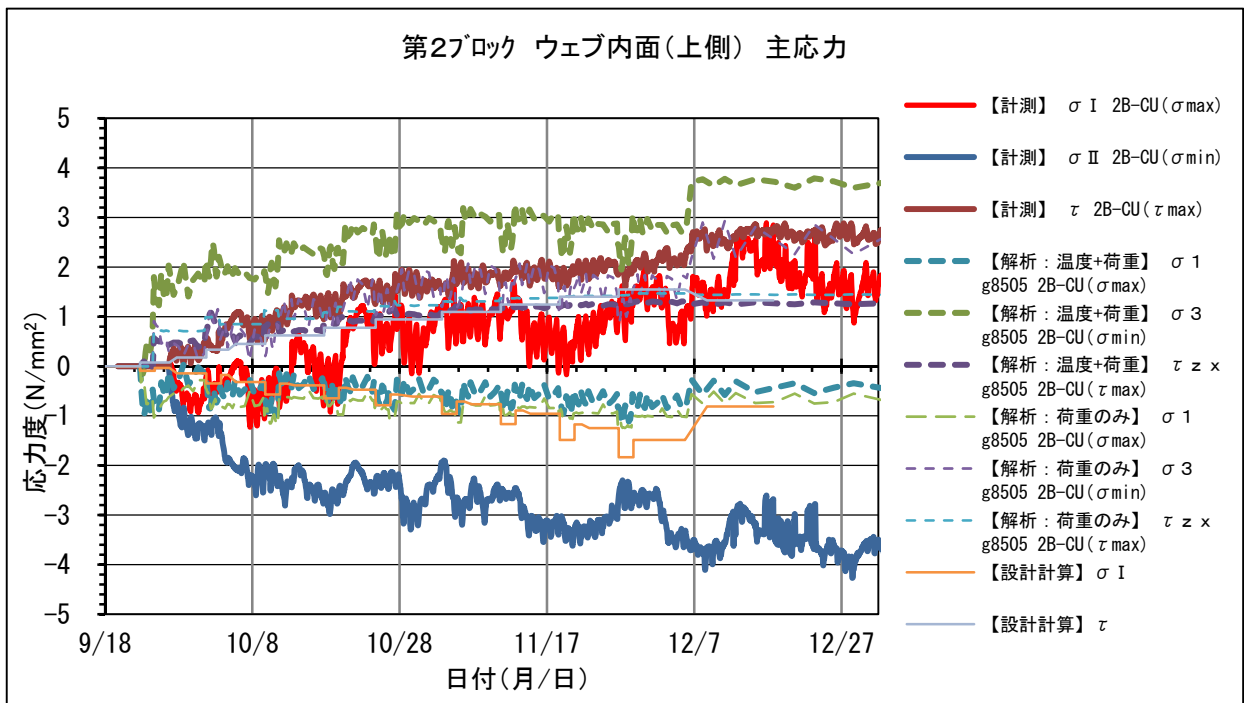


参図-4.5 第2ブロック先端の橋軸方向鉄筋応力度 (ウェブ位置)

4) コンクリートひずみ (ウェブ内面、ウェブ上側)

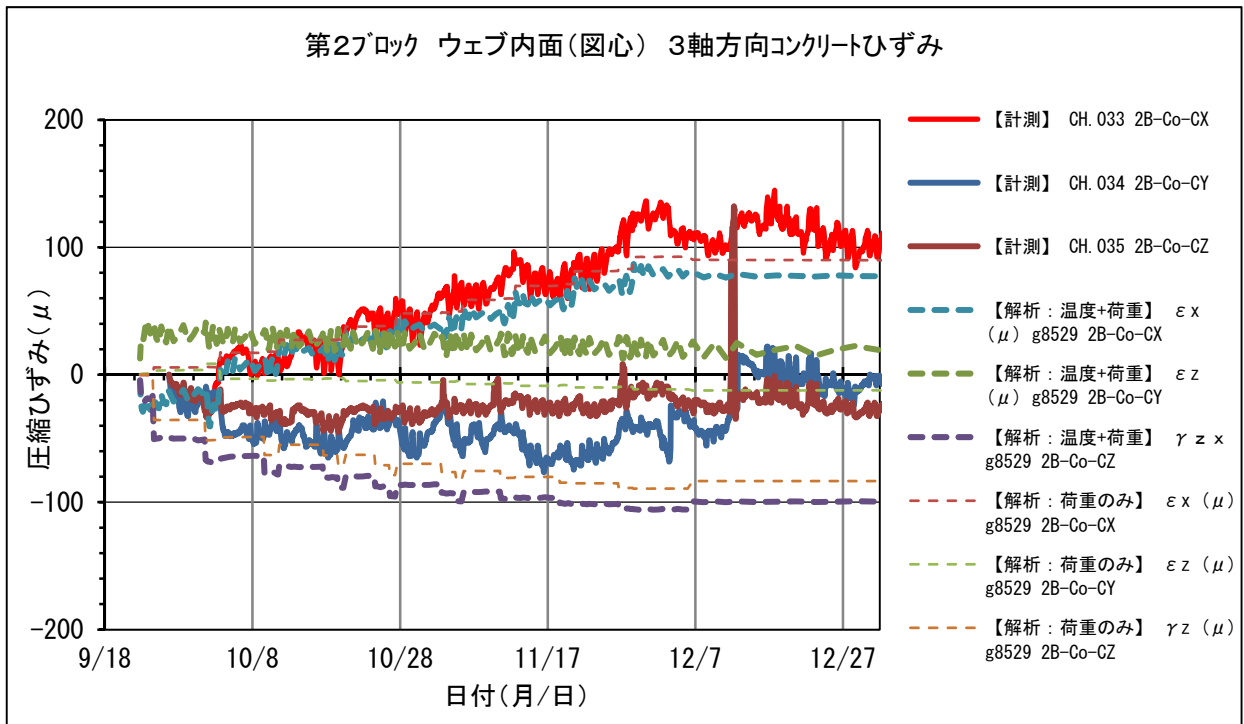


参図-4.6 第2ブロック中央のウェブ内面3軸方向コンクリートひずみ(上側)

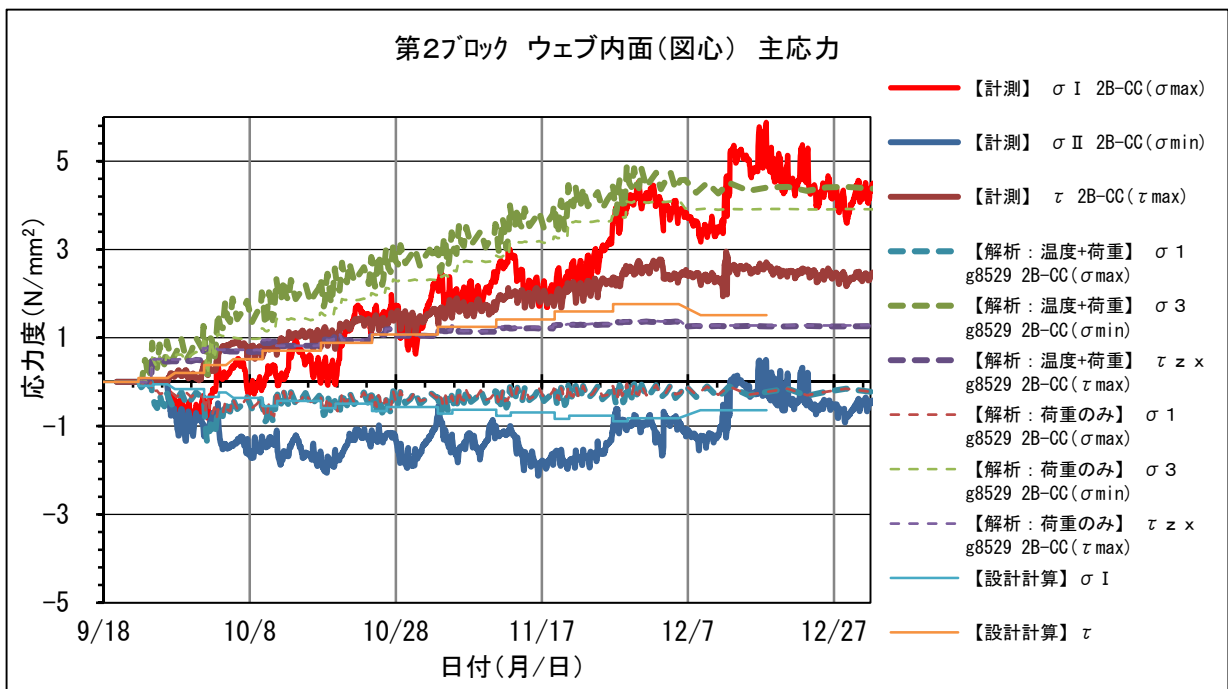


参図-4.7 第2ブロック中央のウェブ内面主応力(上側)

5) コンクリートひずみ (ウェブ内面、ウェブ図心)

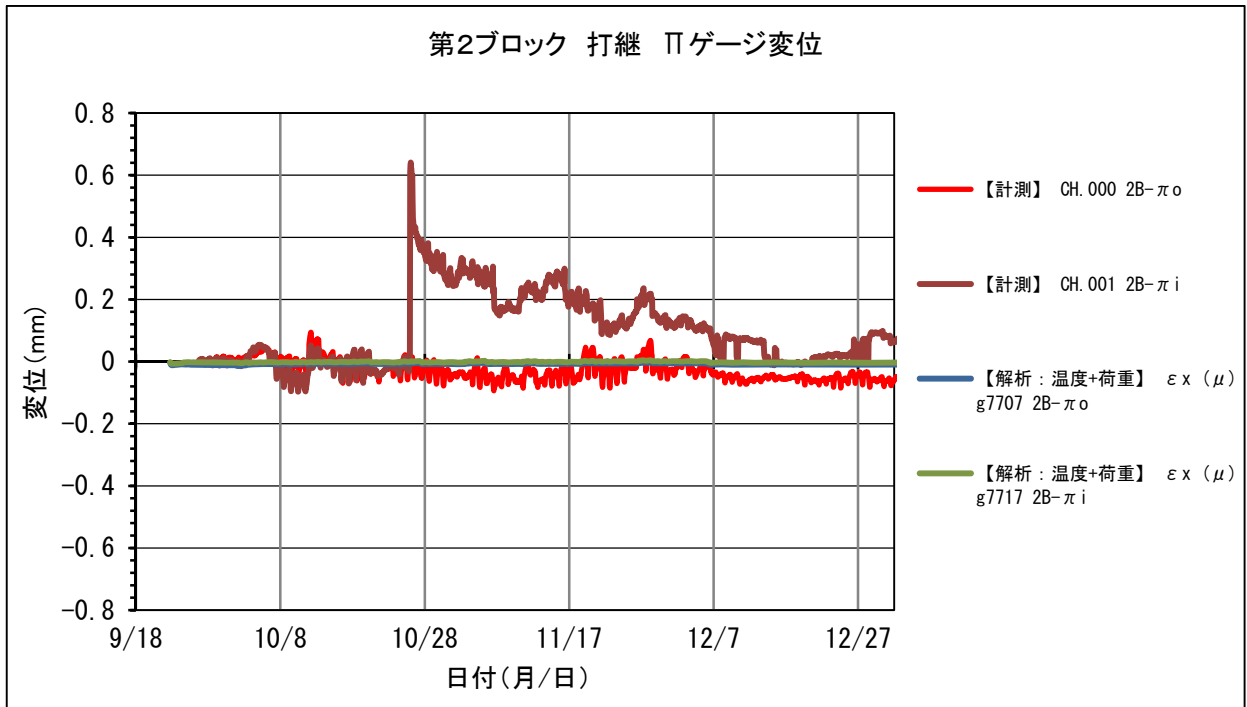


参図-4.8 第2ブロック中央のウェブ内面3軸方向コンクリートひずみ (図心)



参図-4.9 第2ブロック中央のウェブ内面主応力 (図心)

6) コンクリート打継ぎ目開き



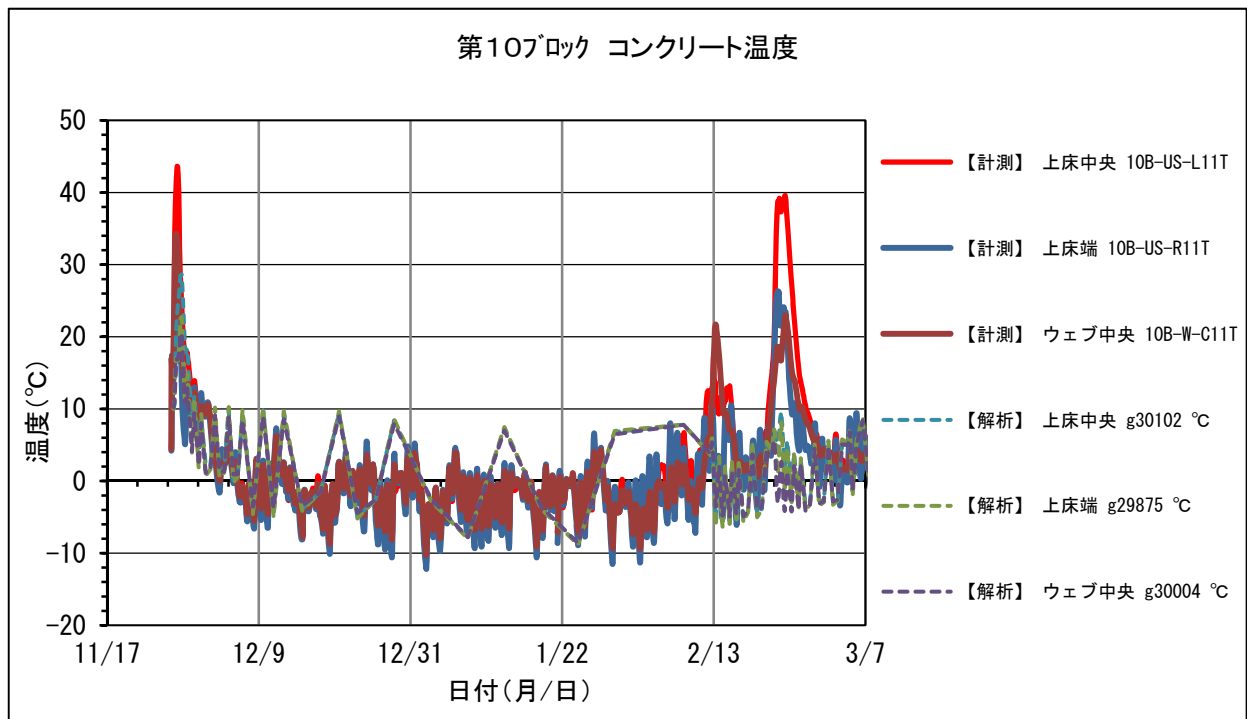
参図-4.10 第2ブロック付根の打継ぎ目開き

(2) 第 10 ブロック再現解析結果

参表-4.2 第 10 ブロック再現解析結果一覧

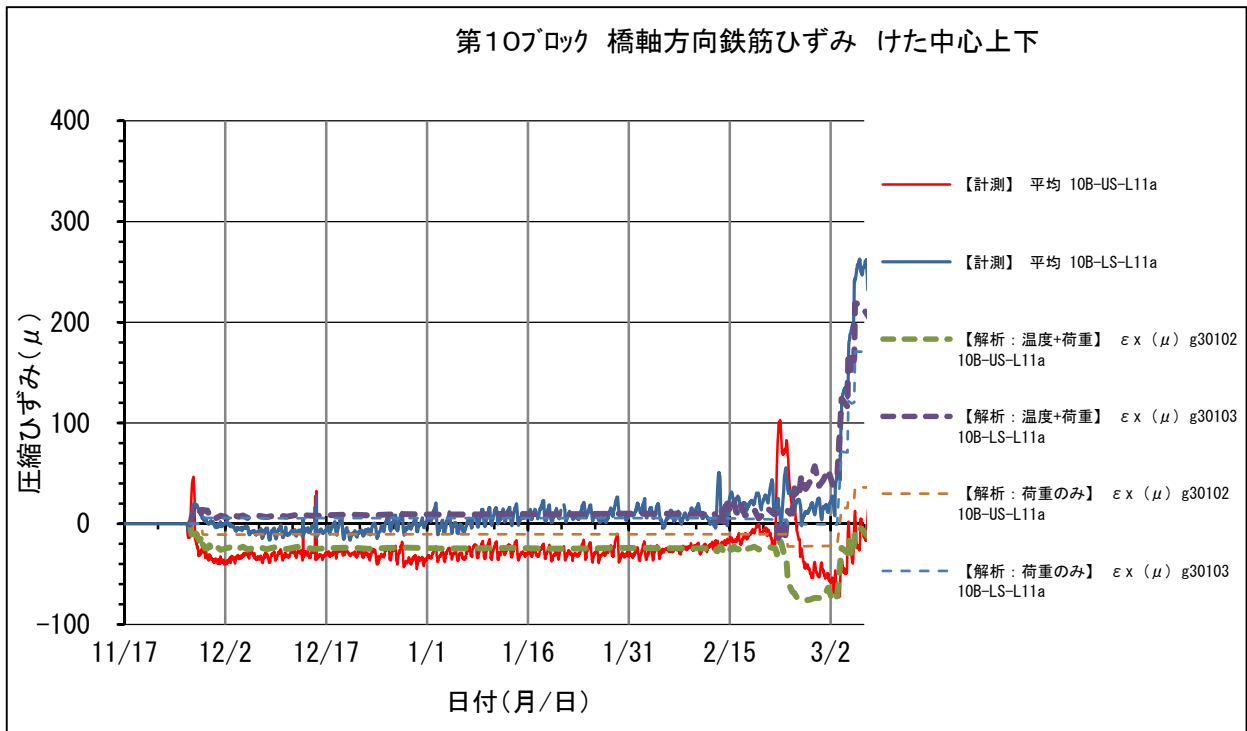
対象ブロック	再現解析結果一覧
第 10 ブロック	1)コンクリート温度 2)鉄筋ひずみ(橋軸方向、けた中心位置) 3)コンクリートひずみ(ウェブ内面、ウェブ上側) 4)コンクリートひずみ(ウェブ内面、ウェブ図心) 5)コンクリート打継ぎ目開き

1)コンクリート温度

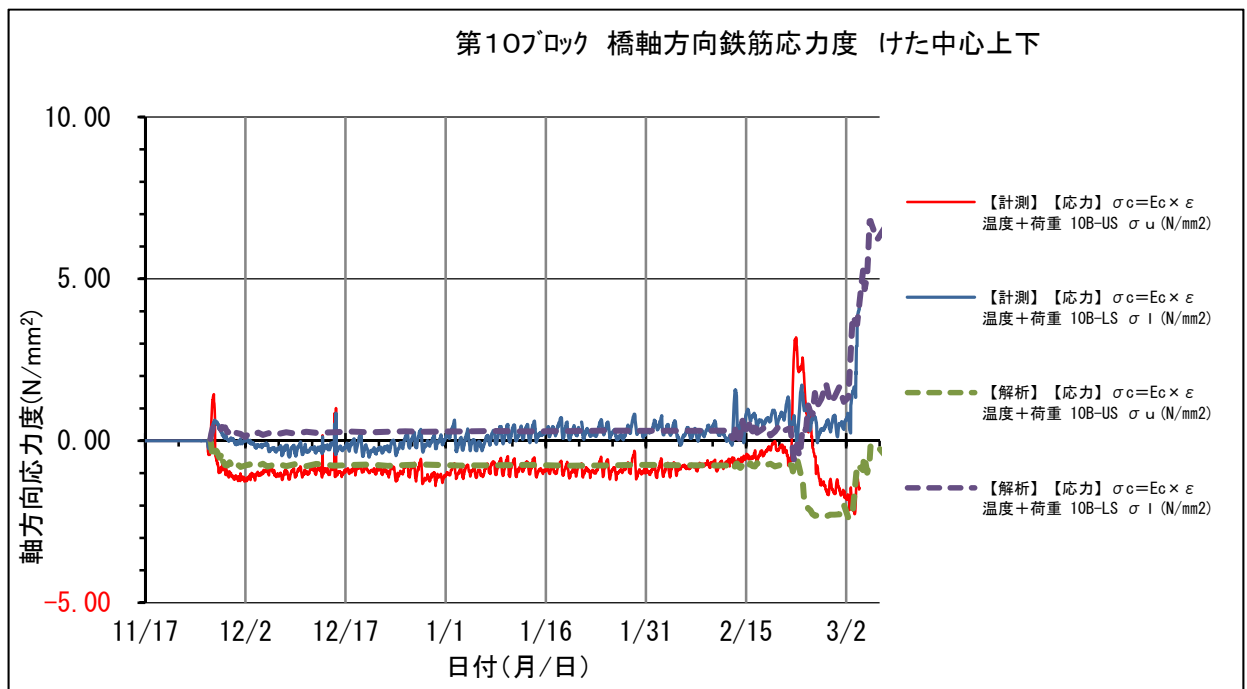


参図-4.11 第 10 ブロック先端のコンクリート温度

2) 鉄筋ひずみ (橋軸方向、けた中心位置)

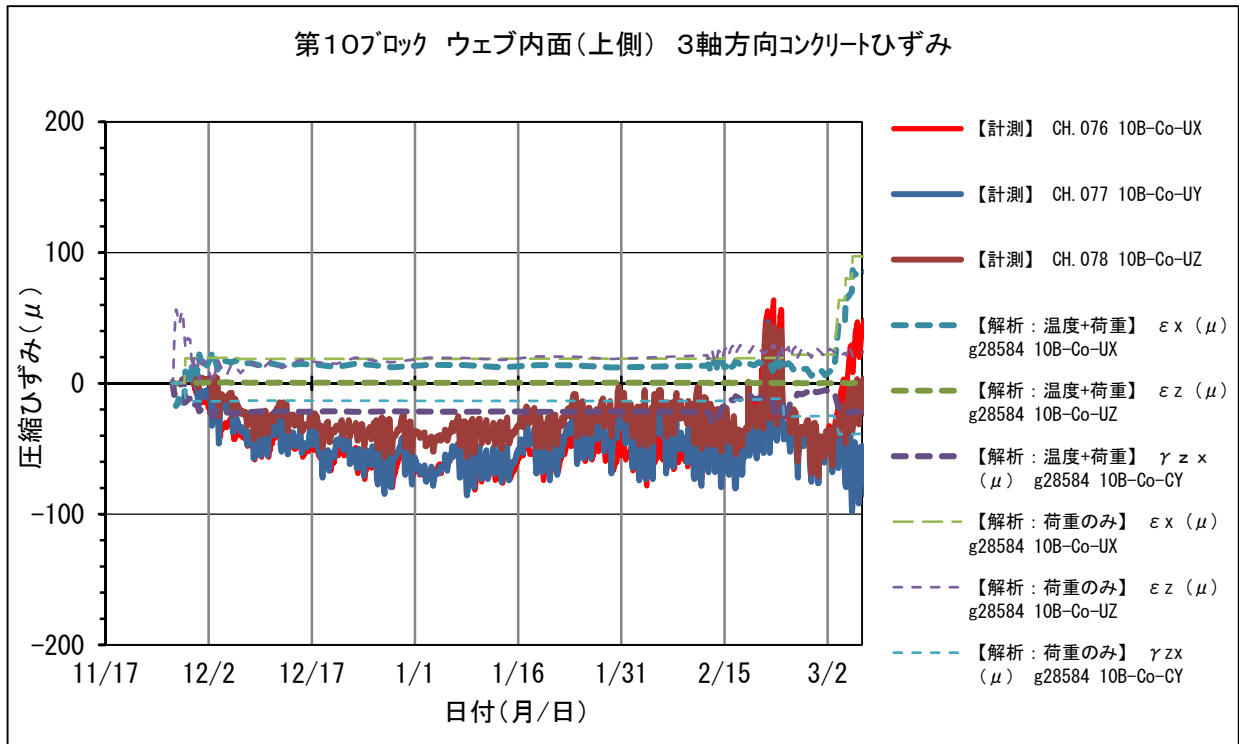


参図-4.12 第10ブロック先端の橋軸方向鉄筋ひずみ (けた中心位置)

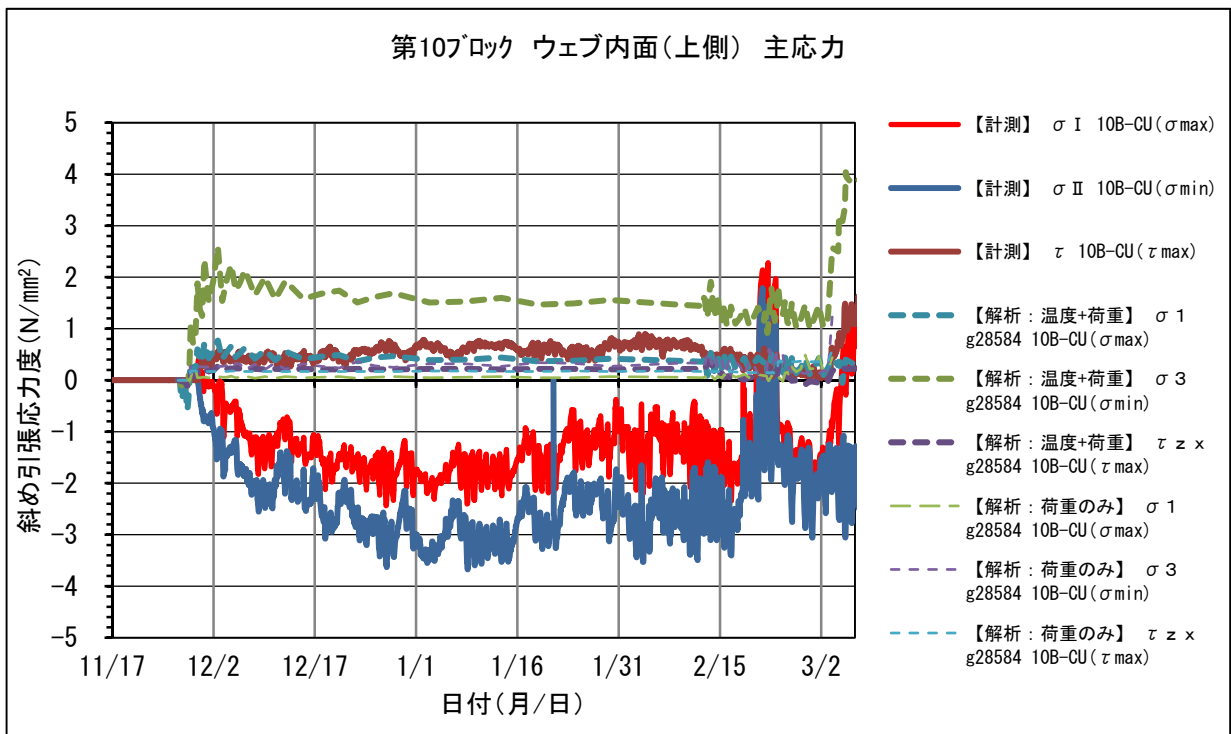


参図-4.13 第10ブロック先端の橋軸方向鉄筋応力度 (けた中心位置)

3) コンクリートひずみ (ウェブ内面、ウェブ上側)

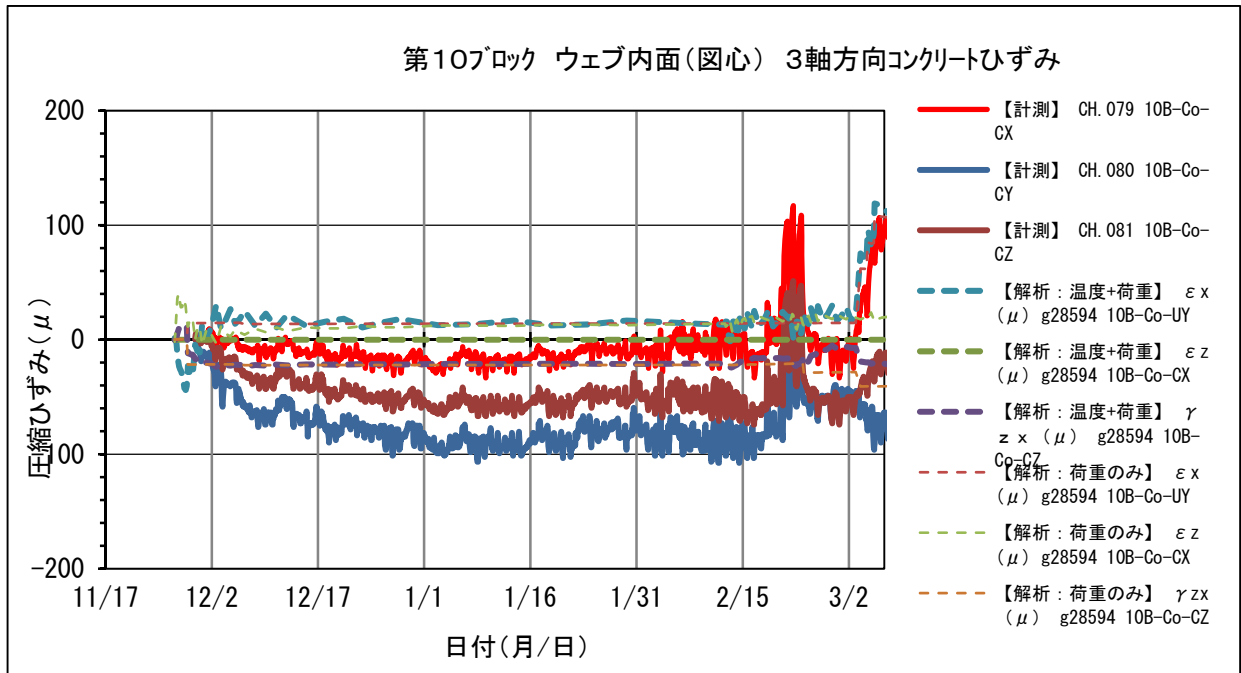


参図-4.14 第10ブロック中央のウェブ内面3軸方向コンクリートひずみ(上側)

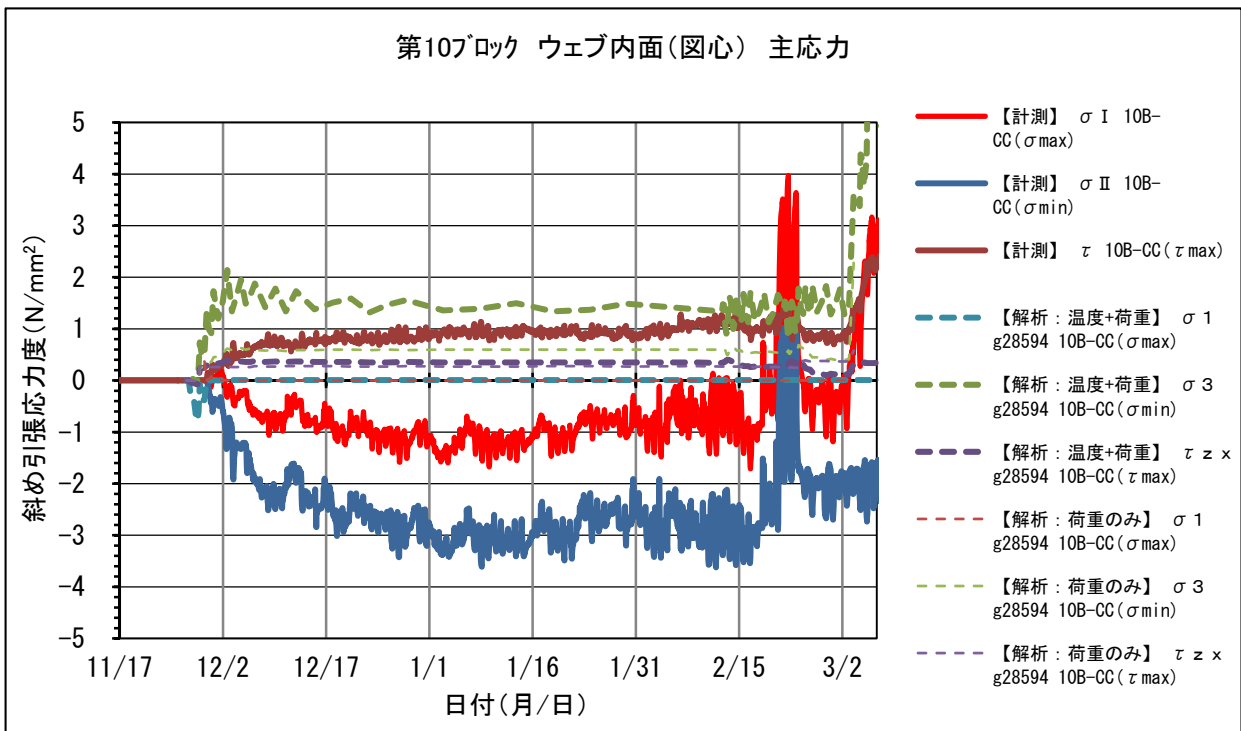


参図-4.15 第10ブロック中央のウェブ内面主応力(上側)

4) コンクリートひずみ (ウェブ内面、ウェブ図示)

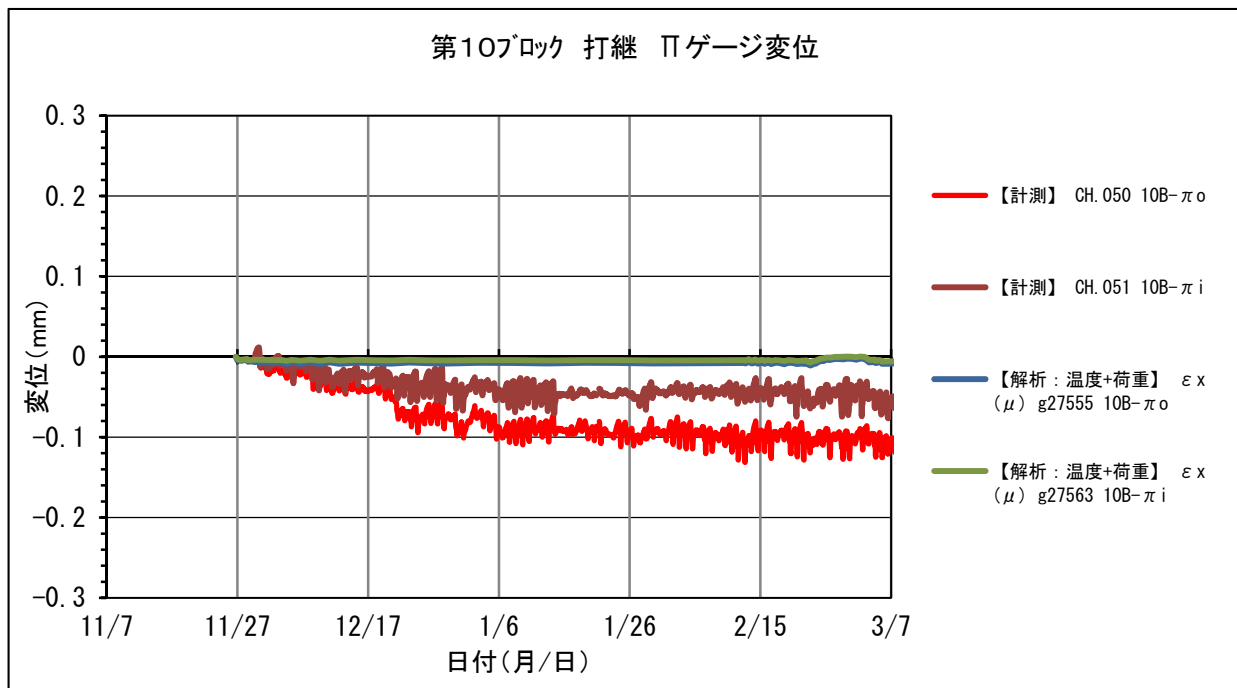


参図-4.16 第10ブロック中央のウェブ内面3軸方向コンクリートひずみ(図心)



参図-4.17 第10ブロック中央のウェブ内面主応力(図心)

5) コンクリート打継ぎ目開き



参図-4.18 第10ブロック付根の打継ぎ目開き

(3) 施工時のコンクリート許容応力度の試算例

マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016¹⁾に準じて試算する。

設定条件: 早強ポルトランドセメント 水セメント比 $T(\Delta t_i) = 10^\circ\text{C}$
 $\sigma_{ck} = 40\text{N/mm}^2$ $W/C = 0.435$

管理材齢 tn (日)	係数		各管理材齢の圧縮強度
	p1	p2	$f_c(t_n) = p1 + p2 * (C/W)$
28	14.9	30.9	56.1

圧縮強度発現式の各係数					
管理材齢	$\alpha 1$	$\beta 1$	$\alpha 2$	$\beta 2$	Sf
28	4.39	-1.19	0.841	0.0428	0.3
$a = \alpha 1 + \beta 1 * (C/W)$			$b = \alpha 2 + \beta 2 * (C/W)$		
a = 1.654			b = 0.939		

コンクリートの圧縮強度は以下の式で算出する。

$$f_c(t_e) = \frac{t_e - S_f}{a + b(t_e - S_f)} f_c(t_n)$$

ここに、

$f_c(t_e)$: 圧縮強度 (N/mm²)

t_e : 有効材齢 (日)

$$t_e = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i)/T_0} \right]$$

ここに、

Δt_i : ある一定のコンクリート温度が継続する期間 (日)

$T(\Delta t_i)$: Δt_i の間継続するコンクリート温度 (°C)

T_0 : 1°C

a, b: セメントの種類および管理材齢に応じた圧縮強度の発現を表す係数

$$a = \alpha_1 + \beta_1 (C/W)$$

$$b = \alpha_2 + \beta_2 (C/W)$$

C/W: セメント水比

S_f: セメントの種類に応じた硬化原点に対応する有効材齢 (日)

$f_c(t_n)$: 管理材齢 t_n における圧縮強度 (N/mm²)

$$f_c(t_e) = p_1 + p_2 (C/W)$$

$\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, p_1, p_2$ は、マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016¹⁾の解説表-4.2.5 及び解説表-4.2.6 による。

【参考文献】

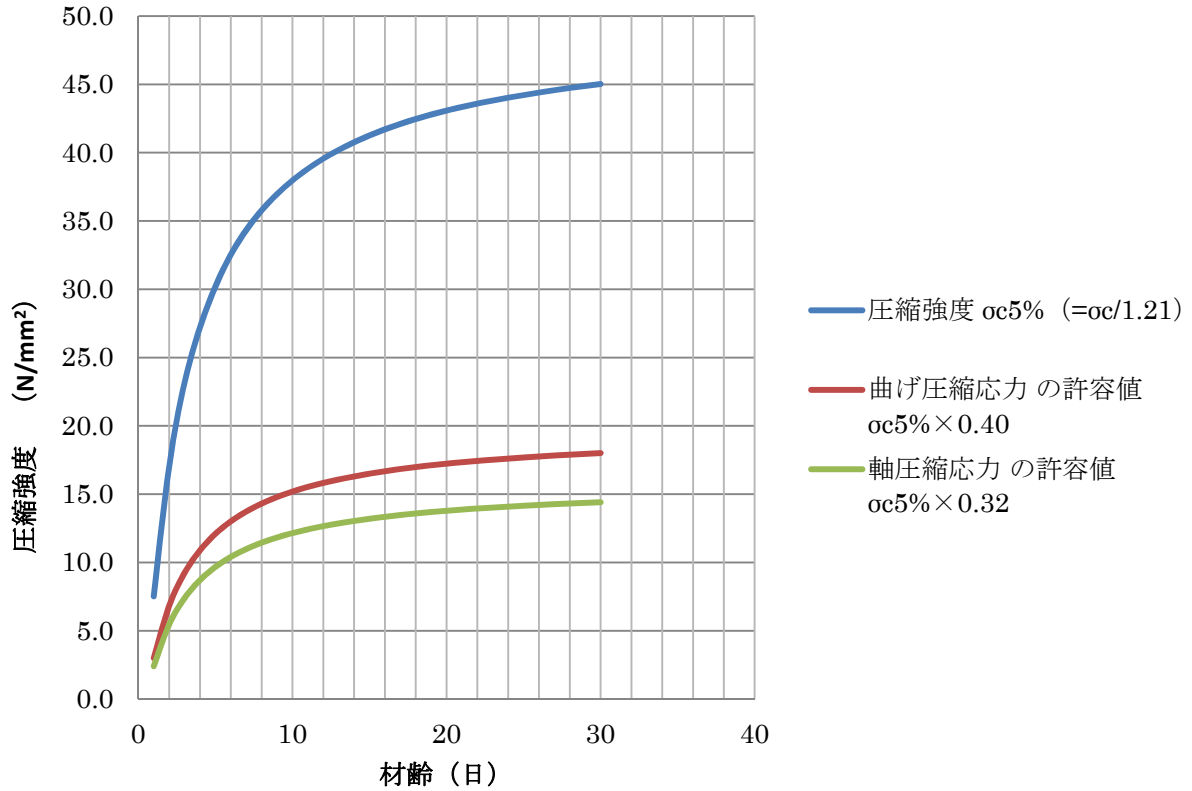
- 1) マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016, 社団法人日本コンクリート工学会, 2016

参表-4.3 施工時コンクリート許容応力度 (案)

材齢 (日)	有効材令の 指数	有効材齢 te (日)	水セメント比 W/C (%)	a	b	管理材齢にお ける圧縮強度		5%フラクタイト 引張強度 $\sigma_{c5\%} (= \sigma_c / 1.21)$	引張強度 σ_{tr} (2.3%フラクタイト値) $\sigma_{tr} = 0.23 \cdot \sigma_{c5\%}^{(2/3)}$	施工時許容応力度				
						$f_c(t_n)$	Sf			引張応力 の許容値 $\sigma_{tr}/1.5$	曲げ圧縮応力 の許容値 $\sigma_{c5\%} \times 0.40$	軸圧縮応力 の許容値 $\sigma_{c5\%} \times 0.32$	斜め引張応力 の許容値 $\sigma_{tr}/1.5/1.5$	
1	0.616	0.6	43.5%	1.654	0.939	56.13	0.30	9.1	7.5	0.88	0.59	3.0	2.4	0.39
2	0.616	1.2		1.654	0.939	56.13	0.30	20.7	17.1	1.53	1.02	6.8	5.5	4.56
3	0.616	1.8		1.654	0.939	56.13	0.30	28.0	23.1	1.87	1.24	9.2	7.4	6.16
4	0.616	2.5		1.654	0.939	56.13	0.30	32.9	27.2	2.08	1.39	10.9	8.7	7.26
5	0.616	3.1		1.654	0.939	56.13	0.30	36.6	30.2	2.23	1.49	12.1	9.7	8.06
6	0.616	3.7		1.654	0.939	56.13	0.30	39.4	32.5	2.34	1.56	13.0	10.4	8.67
7	0.616	4.3		1.654	0.939	56.13	0.30	41.5	34.3	2.43	1.62	13.7	11.0	9.15
8	0.616	4.9		1.654	0.939	56.13	0.30	43.3	35.8	2.50	1.66	14.3	11.4	9.54
9	0.616	5.5		1.654	0.939	56.13	0.30	44.7	37.0	2.55	1.70	14.8	11.8	9.86
10	0.616	6.2		1.654	0.939	56.13	0.30	46.0	38.0	2.60	1.73	15.2	12.2	10.13
11	0.616	6.8		1.654	0.939	56.13	0.30	47.0	38.8	2.64	1.76	15.5	12.4	10.35
12	0.616	7.4		1.654	0.939	56.13	0.30	47.9	39.6	2.67	1.78	15.8	12.7	10.55
13	0.616	8.0		1.654	0.939	56.13	0.30	48.6	40.2	2.70	1.80	16.1	12.9	10.72
14	0.616	8.6		1.654	0.939	56.13	0.30	49.3	40.8	2.72	1.82	16.3	13.0	10.87
15	0.616	9.2		1.654	0.939	56.13	0.30	49.9	41.3	2.75	1.83	16.5	13.2	11.00
16	0.616	9.9		1.654	0.939	56.13	0.30	50.5	41.7	2.77	1.84	16.7	13.3	11.12
17	0.616	10.5		1.654	0.939	56.13	0.30	50.9	42.1	2.78	1.86	16.8	13.5	11.23
18	0.616	11.1		1.654	0.939	56.13	0.30	51.4	42.5	2.80	1.87	17.0	13.6	11.32
19	0.616	11.7		1.654	0.939	56.13	0.30	51.8	42.8	2.81	1.88	17.1	13.7	11.41
20	0.616	12.3		1.654	0.939	56.13	0.30	52.1	43.1	2.83	1.88	17.2	13.8	11.49
21	0.616	12.9		1.654	0.939	56.13	0.30	52.4	43.3	2.84	1.89	17.3	13.9	11.56
22	0.616	13.6		1.654	0.939	56.13	0.30	52.7	43.6	2.85	1.90	17.4	13.9	11.62
23	0.616	14.2		1.654	0.939	56.13	0.30	53.0	43.8	2.86	1.91	17.5	14.0	11.69
24	0.616	14.8		1.654	0.939	56.13	0.30	53.3	44.0	2.87	1.91	17.6	14.1	11.74
25	0.616	15.4		1.654	0.939	56.13	0.30	53.5	44.2	2.88	1.92	17.7	14.2	11.79
26	0.616	16.0		1.654	0.939	56.13	0.30	53.7	44.4	2.88	1.92	17.8	14.2	11.84
27	0.616	16.6		1.654	0.939	56.13	0.30	53.9	44.6	2.89	1.93	17.8	14.3	11.89
28	0.616	17.3		1.654	0.939	56.13	0.30	54.1	44.7	2.90	1.93	17.9	14.3	11.93
29	0.616	17.9		1.654	0.939	56.13	0.30	54.3	44.9	2.90	1.94	18.0	14.4	11.97
30	0.616	18.5		1.654	0.939	56.13	0.30	54.5	45.0	2.91	1.94	18.0	14.4	12.01
40	0.616	24.6		1.654	0.939	56.13	0.30	55.7	46.1	2.96	1.97	18.4	14.7	12.28
50	0.616	30.8		1.654	0.939	56.13	0.30	56.5	46.7	2.98	1.99	18.7	14.9	12.45
60	0.616	37.0		1.654	0.939	56.13	0.30	57.0	47.1	3.00	2.00	18.8	15.1	12.57
70	0.616	43.1		1.654	0.939	56.13	0.30	57.4	47.4	3.01	2.01	19.0	15.2	12.65
80	0.616	49.3		1.654	0.939	56.13	0.30	57.7	47.7	3.02	2.02	19.1	15.3	12.71
90	0.616	55.5		1.654	0.939	56.13	0.30	57.9	47.9	3.03	2.02	19.1	15.3	12.76
91	0.616	56.1		1.654	0.939	56.13	0.30	57.9	47.9	3.03	2.02	19.1	15.3	12.77

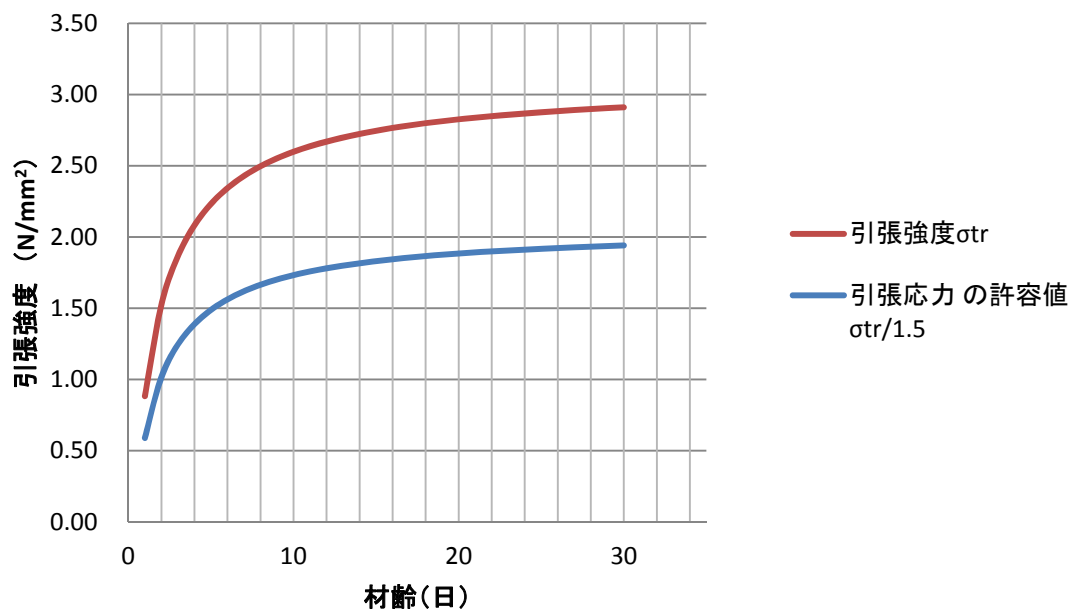
施工時におけるコンクリート許容応力度の強度履歴

早強ポルトランドセメント $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
の場合の圧縮強度履歴



参図-4.19 施工時コンクリート許容応力度(圧縮強度履歴)

早強ポルトランドセメント $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
の場合の引張強度履歴



参図-4.20 施工時コンクリート許容応力度(引張強度履歴)