

マスコンクリートのひび割れ対策

1. はじめに

温度ひび割れのメカニズムから解かるように、温度ひび割れはひび割れ発生のパターン(外部拘束型 or 内部拘束型)に関わらず、温度変化による**体積変化**(膨張、収縮)が**拘束**されることにより発生します。

従って、対策の基本は以下の通りとなります。

①体積変化を抑制する。

- ・体積変化は温度変化に比例するため、温度上昇を抑制することが第一に挙げられます。(温度上昇の抑制)
- ・温度変化があっても体積変化の程度を低減することも有効です。(収縮ひずみの低減)

②体積変化に対する拘束を低減する。

- ・誘発目地の配置や打設ブロックの大きさを検討することで、体積変化に対する拘束を低減し、温度応力を低減できます。

以上は温度ひび割れ防止の対策ですが、たとえひび割れが発生してもその幅が適切に抑えられれば問題が生じない構造物も多くあります。以下はその場合の対策です。

③温度ひび割れ幅を制御する。

- ・補強鉄筋を追加してひび割れ幅を抑えるもの。

以上を踏まえ、次項に温度ひび割れの制御方法の一覧をまとめています。分類は以下の文献に基づいています。

(社)日本コンクリート工学協会編「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008」

2. 温度ひび割れの制御方法一覧

制御目的	制御メカニズム	基本対策	具体例	内容	
温度ひび割れを防止	体積変化(膨張・収縮)を抑制する方法	温度上昇を抑制 (体積変化は温度変化に比例)	水和発熱の小さいセメントの使用	ポルトランドセメントの場合は、普通(N)、中庸熱(M)、低熱(L)の順に温度上昇が小さくなる。高炉セメントB種は普通(N)と同程度以上となることがあり、注意が必要。	
			混和材料の使用	高性能AE減水剤による単位水量の低減 高炉スラグ微粉末、フライアッシュ等の混和材の混合による水和発熱の低減	
			単位セメント量(C)の低減	スランブを小さくする	
				粗骨材の最大寸法を大きくする	
				細骨材率(s/a)を調整	
				強度管理材齢を長期にする(例: $\sigma_{28} \rightarrow \sigma_{56}$)	
				適切な配合強度の設定	
			適切な水セメント比(W/C)の設定		
			適切な単位水量(W)の設定		
			材料温度の低減	生コンクリートおよびその材料の冷却 運搬・配管・打込み時の温度上昇を抑制	
	コンクリートの打設時期・時間	外気温の低い夜間や早朝にコンクリート打設する方法			
	打設ブロック割りの検討	温度上昇の観点から、コンクリートを1回に打込むブロックの大きさ(長さや高さ)を検討するもの。			
	打設後の冷却	打込まれたコンクリートの温度上昇を抑えるためのパイプクーリングなど。			
	養生方法の工夫	保温性の低い型枠材の使用(外部拘束が卓越する場合)			
	収縮ひずみを低減	温度変化による体積変化の小さい材料の使用	熱膨張係数の小さい骨材(石灰石など)の使用		
			膨張材の使用	膨張材により、温度低下によるコンクリートの収縮量を低減するもの。	
			自己収縮の低減	自己収縮の小さいセメントを使用する。	
内部拘束の低減(大断面の場合)			断面内の温度差を低減するための保温材による保温養生。		
体積変化に対する拘束を低減(温度応力の低減)	誘発目地の配置(外部拘束の低減)	あらかじめ部材断面の一部を欠損させてその部分にひび割れを誘発させることにより、拘束を受ける部材の長さを短くし、目地間に発生する温度応力(引張応力)を低減することによってひび割れの発生を制御するもの。断面減少率は50%程度以上が望ましい。			
		打設方法の検討(外部拘束の低減)	温度応力の観点から、コンクリートを1回に打込むブロックの大きさ(長さLや高さH)を検討するもの。L/Hを出来るだけ上げる。		
		養生方法の工夫	型枠の残置期間の延長や保温材による保温養生期間の延長により、内部温度の降下速度を低減し、温度応力(引張応力)の上昇速度を抑制するもの。		
温度ひび割れ幅を制御	ひび割れの発生は許容	補強鉄筋の配置	ひび割れと直角方向に補強鉄筋を配置することで、発生するひび割れの幅を直接抑制するもの。		
		プレストレスの導入	PC鋼材の緊張によりプレストレスを導入することで、ひび割れの発生またはひび割れ幅を抑制するもの。		

※ (社)日本コンクリート工学協会編「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008」を参考に作成。

3. 温度ひび割れ対策の効果例

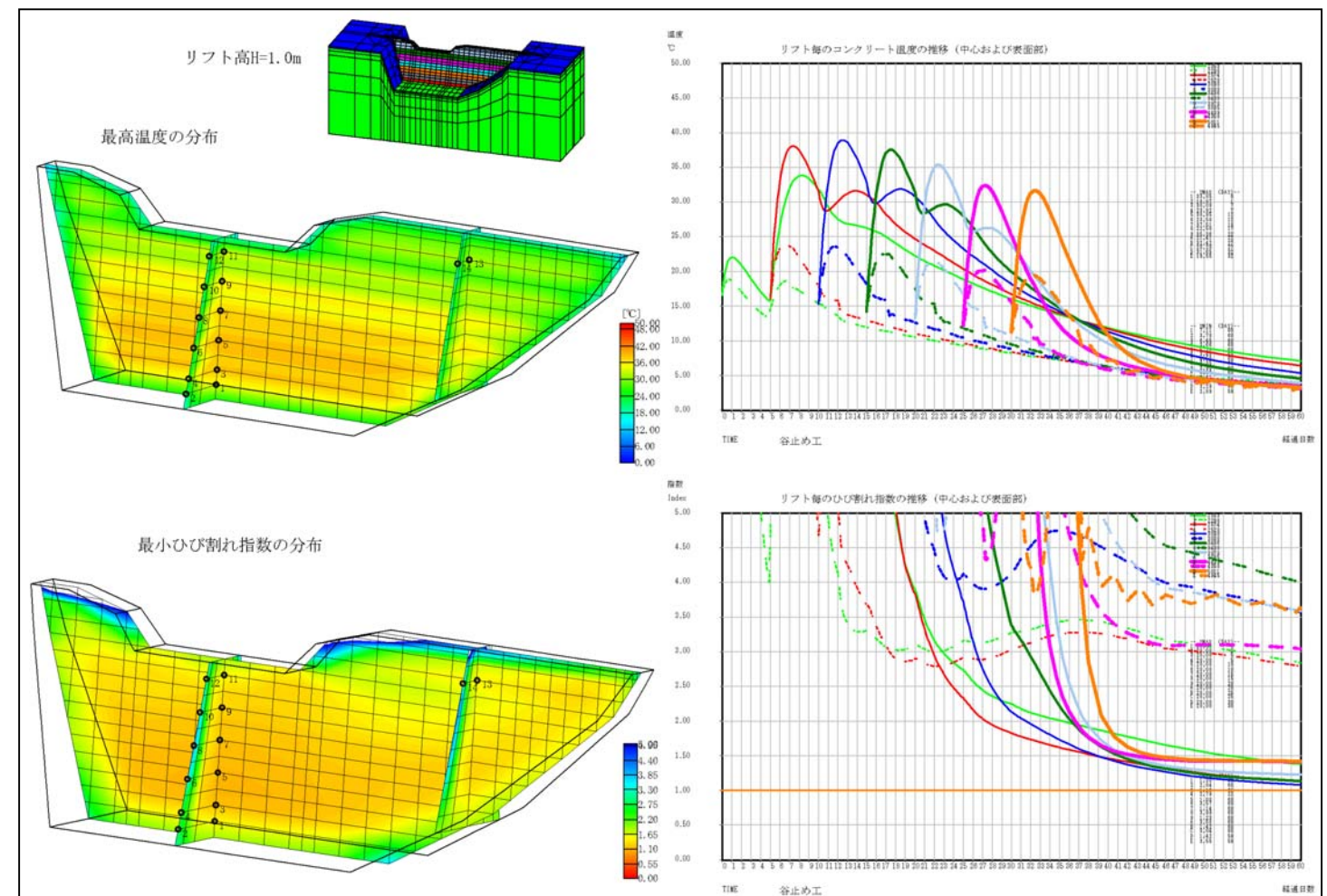
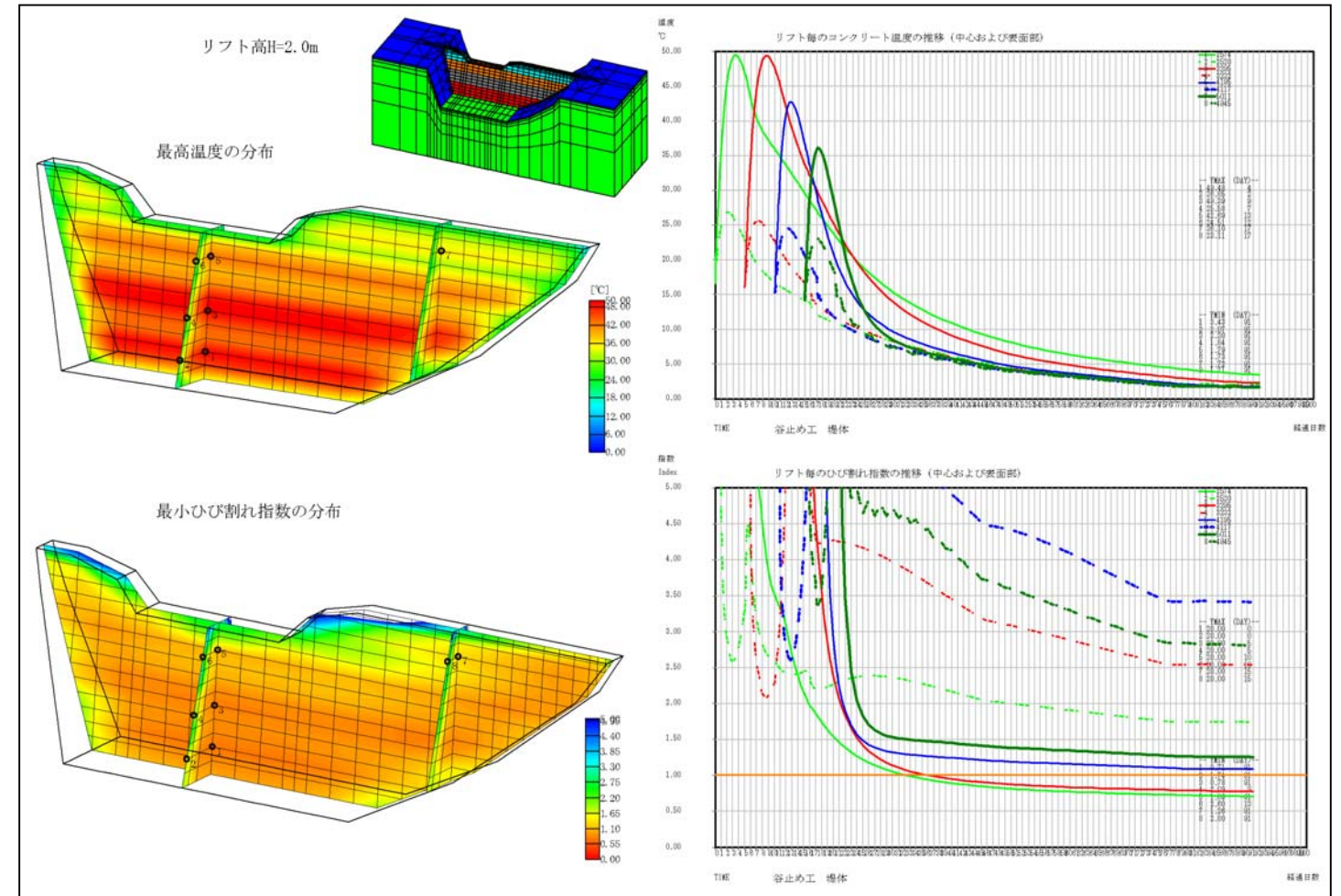
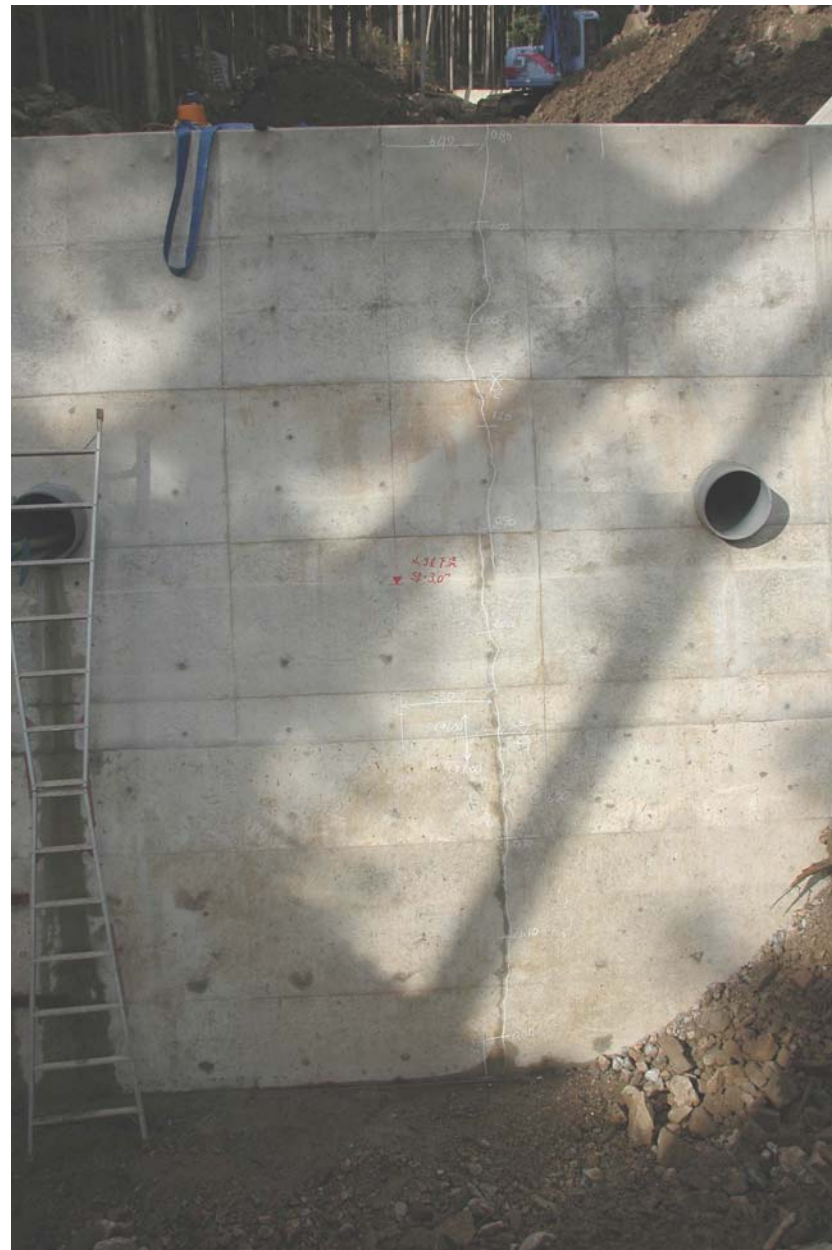
(1) 打設ブロックの大きさの影響 (砂防堰堤)

右の上図は1ブロックの打設高を2.0mとした場合のリフト毎の内部温度およびひび割れ指数の推移を温度解析で検討した例です。下図は打設高を1.0mとした場合です。

打設高を抑えることで内部温度が低下し、ひび割れ指数が向上することが判ります。

この例の砂防堰堤のように、スラブ状の打設ブロックを打ち継ぐ場合には打設高が大きく影響します。

実際には打設高を2.0mで施工した訳ですが、下の写真のように中央を貫通するひび割れが発生しました。解析でも最小ひび割れ指数が1.0を割り込んでおり、妥当な結果と言えます。

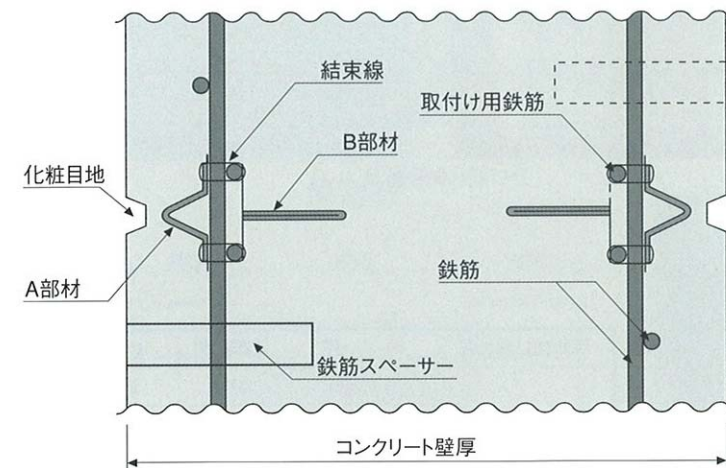
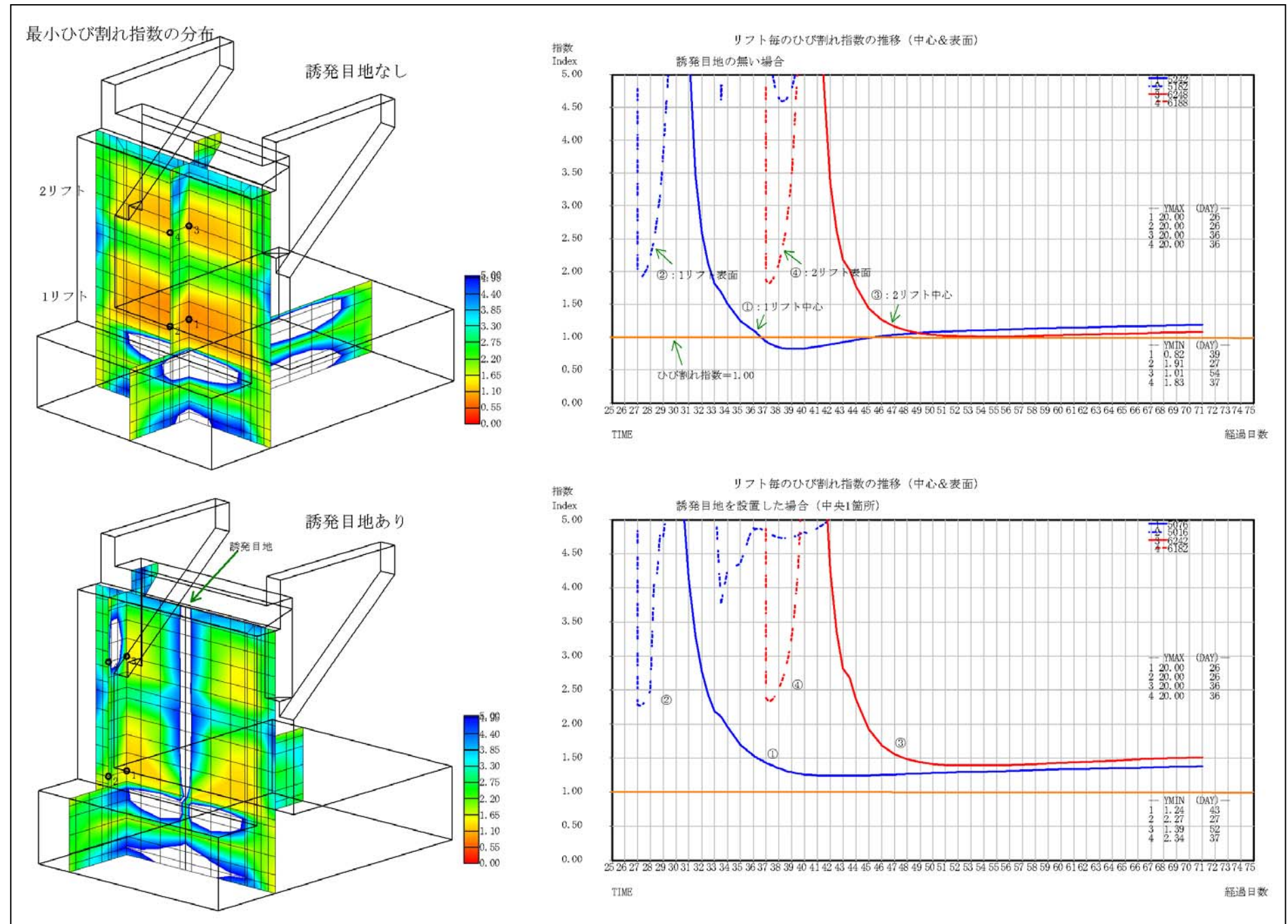


(2) 誘発目地の効果(橋台のたて壁)

右の上図は誘発目地を設置しない場合のひび割れ指数、下図は中央に誘発目地を設置した場合のひび割れ指数の分布・推移を温度解析で検討した例です。

前者ではひび割れ指数が1.00を下回り、貫通ひび割れ発生の懸念があるが、後者ではひび割れ指数が改善されていることが解かります。

このように、誘発目地の設置はひび割れの原因となる引張応力を直接低減するために、このような壁状構造物の場合に特に有効な手段です。



早川ゴム(株)のカタログより

