

壁体における温度ひびわれの数値シミュレーション

岐阜大学大学院 学生員 ○横井謙二

岐阜大学工学部 正会員 森本博昭

岐阜大学工学部 正会員 小柳 治

1. まえがき

マシブなコンクリート構造物に発生する温度ひびわれは、一般にその幅が大きく、構造物の機能性、耐久性、美観等に重大な悪影響を及ぼす。従来から、種々の温度ひびわれ防止対策が検討されてきたが、実際の施工では、技術的、経済的な制約から温度ひびわれを完全に防止することが困難なケースも多く見られる。一方、最近ひびわれの発生を認めつつも、ひびわれの発生位置および幅をコントロールしようとする考え方が注目されている。これに伴って、温度ひびわれの幅、間隔などの推定手法の確立が求められるようになってきた。本研究は、有限要素法による壁体の温度ひびわれ解析手法を提案するとともに、本手法の適用性を検討したものである。

2. 温度ひびわれ解析手法

本研究では、離散型ひびわれモデルを導入した有限要素法を用いた¹⁾。離散型ひびわれモデルを用いた場合、一般にひびわれ位置をあらかじめ設定しておくことで、計算処理の簡便化が図れるが、本研究では新たに自動リメッシュに関するアルゴリズムを開発し、ひびわれ位置に関する解析上の制約を緩和した。解析手順としては、まず応力が引張強度を上回る要素のうち一つを選び出し、その要素について自動リメッシュ処理を行う。リメッシュされた要素の中央には、図-1に示す二重節点を設置し、この二重節点における二つの節点は、あらかじめ大きな剛性を持つ結合要素で連結しておく。そして、二重節点周りの主応力の平均値が引張強度を上回っている場合は、結合要素の剛性を0近くまで落とすことにより、ひびわれを表現した。ひびわれ幅は、二つの節点の相対的な変位差により算出した。また、鉄筋とコンクリートとの付着すべりは、ひびわれ近傍一定区間に付着のない領域(付着消滅領域:2l_s)を仮定することにより考慮した。

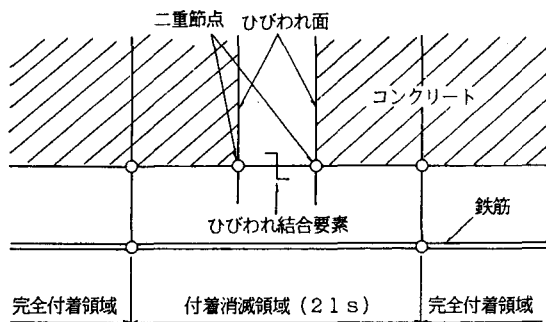


圖-1. 二重節点構造

3. 解析对象构造物

本研究では、図-2に示すような鉄筋コンクリート壁状構造物²⁾を対象とした。本構造物は、厚さ 1.5m の底盤上に打設された幅 1.0m、高さ1.5m、長さ 15mのコンクリート壁で、壁長手方向にはD19鉄筋が壁両面に22cmピッチで配置されている(鉄筋比 $p=0.27\%$)。解析は増分的に行った。構造物の温度変化はFEM(2次元)温度解析により求めた値を

図-2. 解析対象構造物の形状と断面配筋図

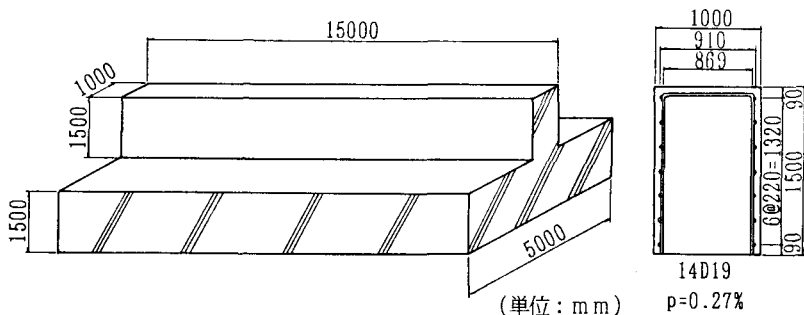


図-2. 解析対象構造物の形状と断面配筋図

用いた。強度その他の材料物性値については、実測データを用いた。付着消滅長 l_s として10cmを仮定した。

4. 解析結果

図-3は、壁におけるひびわれの実測パターンと数値シミュレーション結果である。ひびわれパターンのシミュレーション結果は実測パターンを良好に再現しており、実測が左端から3.8, 7.6, 10.0, 12.8mの位置に4本の貫通ひびわれが発生したのに対して、解析では4.3, 7.5, 10.5mの位置に3本の貫通ひびわれが発生する結果が得られた。表-1にひびわれ幅の実測値と解析値を示す。表中のひびわれ幅の実測値は目視計測（クラックスケール）によるものであり、すべて壁両面の平均値である。ただし、 W_2 のカッコ内の数値は π ゲージによる測定値である。ひびわれ幅は、実測、解析ともに壁中央 W_2 が最も大きい。ひびわれ幅の実測値と解析値を比較すると、目視計測値と解析値とは壁中央 W_2 で1.6～1.7倍程度の差がみられるが、 π ゲージ測定値と解析値とはほぼ同一の値となっている。

表-1. 温度ひびわれ性状

			W_1	W_2	W_3	W_4
実測値	ひびわれ発生時間(hour)		192	167	264	192
	材令14日のひびわれ幅(mm)	上段	0.18	0.30 (0.525)	0.20	—
		中段	0.20	0.25 (0.411)	0.15	0.09
	ひびわれ発生時間(hour)		187.2	134.4	187.2	—
解析値	材令14日のひびわれ幅(mm)					

(a) 実測				
	W_1	W_2	W_3	W_4
	3.8	3.8	2.4	2.8
				2.2
(b) 解析				
	W_1	W_2	W_3	
	4.3	3.2	3.0	4.5

単位 (m)

図-3. ひびわれパターン

ひびわれの発生時間に注目すると、実測、解析ともにまず壁中央部に発生し、続いてその両脇に発生する。解析結果は実測よりもやや早い段階でひびわれが発生するが、全体的にはひびわれの発生状況がよく再現されている。図-4は、壁中央 W_2 の π ゲージによるひびわれ幅測定値と解析値の経時変化を示したものである。図から、実測値と解析値とはよく合致している。解析では複数のひびわれが生じた時点で、ひびわれ幅が一旦大きく低下する挙動を示した。これは、両脇にできたひびわれによる影響である。

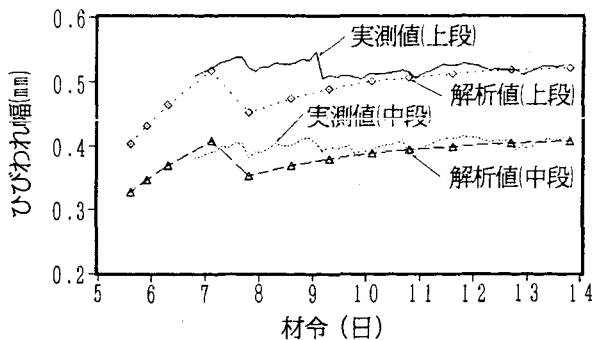


図-4. ひびわれ幅 (W_2) の経時変化

5. あとがき

本研究では、離散型ひびわれモデルを導入した有限要素法による温度ひびわれ解析手法を提案した。壁構造物を対象として、温度ひびわれの数値シミュレーションを実施した結果、温度ひびわれのパターン(間隔)、幅、ひびわれ発生時期などを良好に再現することができた。

〈参考文献〉

- 1) 横井、森本、小柳：有限要素法による温度ひびわれ幅算定法に関する研究；JCI-C21コロキウム論文集、pp.115～122、1990.8.
- 2) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針、〔資料1〕底面で連続拘束を受ける鉄筋コンクリート壁状構造物の温度ひびわれ制御実験；pp.127～155(1986)