

清水建設(株) 正会員 田中 栄治
同 上 正会員 小野 定
同 上 正会員 名倉 健二

1. はじめに

セメントの水和熱に起因する、コンクリート構造物の温度ひびわれ制御対策について検討を行う場合、所定の条件下で発生する温度ひびわれの幅、間隔、面積等が的確に予測・評価することができれば、制御対策を評価・選定する上で有効と考えられる。しかし、温度ひびわれ特性に関する研究は実用上の重要性にもかかわらず少ないのが現状である。

本報告は、筆者らが提案しているマスコンクリートの温度ひびわれ幅予測モデル^{1) 2)}についての適用性を検討したものである。

2. 温度ひびわれ幅予測モデル

図-1にブロック長さ L 、ブロック高さ(幅) H の領域に発生した温度ひびわれの模式図を示す。 $\bar{W}_i$ は各々のひびわれの平均ひびわれ幅で、図-2に示すようにある間隔(20~100cm)で切られたメッシュの水平線を横切る箇所で測定したひびわれ幅を算術平均したものである。

次に、温度ひびわれ幅を数量化するために、式(1)によって与えられる単位拘束・単位長さ当たりの最大平均ひびわれ幅 MAC を定義した。

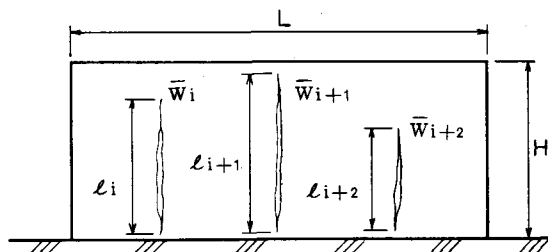
$$MAC = \frac{MAX(\bar{W}_i)}{L \cdot R} \quad (1)$$

ここに、 R は外部拘束度、 $MAX(\bar{W}_i)$ は $\bar{W}_i$ の最大値である。

MAC は、壁状およびスラブ状マスコンクリートの実構造物における130個の実測値を用いて数量化理論I類により求めた。式(2)に MAC の回帰モデルを示す。

$$\begin{aligned} MAC = & -5.62 \times 10^{-4} - 2.19 \times 10^{-5} x_1 - 5.48 \times 10^{-4} x_2 \\ & - 1.77 \times 10^{-2} x_3 - 2.44 \times 10^{-2} x_4 + 1.54 \times 10^{-3} x_5 \\ & + 7.00 \times 10^{-5} x_6 + 8.13 \times 10^{-3} x_7 - 3.71 \times 10^{-3} x_8 \\ & - 6.21 \times 10^{-3} x_9 + 3.31 \times 10^{-4} x_{10} - 3.18 \times 10^{-3} x_{11} \quad (2) \end{aligned}$$

ここに、 x_1 : 長辺長 L (m) x_7 : 打設時期 1: 夏, 0: 夏以外
 x_2 : 短辺長 H (m) x_8 : " 1: 秋, 0: 秋以外
 x_3 : 短期の外部拘束度 R x_9 : " 1: 冬, 0: 冬以外
 x_4 : 鉄筋比 p (%) x_{10} : 短期の温度降下量 ΔT_m^t (°C)
 x_5 : スランプ (cm) x_{11} : 壁厚(リフト高) (m)
 x_6 : 単位セメント量 C (kg/m³)



L : ブロックの長さ (m)

H : ブロックの高さ (m)

$\bar{W}_i$: 各ひびわれの平均ひびわれ幅 (mm)

l_i : 各ひびわれの長さ (m)

A_i : 各ひびわれの面積 (mm²)

$\sum_{i=1}^N A_i$: $L \times H$ (m²) の領域に発生した
全ひびわれ面積 (mm²)

$MAX(\bar{W}_i)$: $L \times H$ (m²) の領域に発生した
最大平均ひびわれ幅 (mm)

R : 外部拘束度

N : $L \times H$ (m²) の領域に発生したひびわれ本数

図-1 温度ひびわれ発生模式図

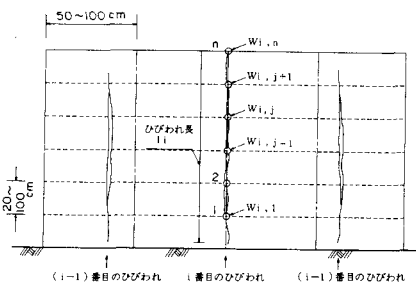


図-2 ひびわれ幅、長さの測定方法

3. 予測モデルの適用性

実構造物で測定された温度ひびわれ幅の実測値のデータを用いて式(1)および式(2)で示した予測モデルの適用性を検討した。なお用いたデータはすべて壁状マスコンクリート構造物を対象としたものである。また、外部拘束度Rは筆者の1人が提案している推定方法により求めた。⁵⁾

表-1および図-3に検討結果を示す。実測値より計算値の方が多少大きい傾向が認められるが、計算値と実測値はよく一致しており、実測値に対する計算値の比率の平均値は1.25、変動係数は40%である。相関係数は0.434と幾分小さいが、温度ひびわれ幅を予測する有効な実用的方法がない現状を考えれば、この程度の精度でひびわれ幅が予測できることは、提案した予測モデルが十分実用に供しうると考えられる。

4. おわりに

提案したマスコンクリートの温度ひびわれ幅予測モデルの適用性について検討した。温度ひびわれ幅の予測モデルは、予測精度の評価については幾分検討の余地が残されているが、現在温度ひびわれ幅を予測する実用的方法がないこと、RCのひびわれ幅の予測精度を考慮すると十分実用に供しうると考えられる。最後に、本研究でデータを使用させていただいた(株)大林組の十河氏ならびに東急建設(株)の西岡氏に深く感謝いたします。

(参考文献)

1) Ono, S., Kimura, K., Okada, T. and Ota, T.: Evaluations of External Restraining Effect and Prediction Method for Thermal Cracks in High Strength Lightweight Concrete, 土木学会論文集 第354/V-2, 1985年2月

2) James F. McNary, Nakajima, T., Iguro, M., Ono, S. and Inoue, K.: Control of Thermal Cracking in The Construction of Offshore Concrete Structures, ACI 1984 FALL CONVENTION ACI COMMITTEE 357, 1984年11月

3) 吉田, 酒井, 西岡, 前田: マッシブな鉄筋コンクリート壁体の温度ひびわれ対策について、土木学会 第39回年次学術講演会講演概要集, 1984年10月

4) 崎本, 十河, 三浦: 水と熱によって発生する鉄筋コンクリート壁体の温度応力について、日本コンクリート工学協会, マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム, 1983年9月

5) 小野, 櫛田: マスコンクリートの外部拘束度に関する一考察, 土木学会第36回年次学術講演会講演概要集, 1981年10月

表-1 MAX(Wi) 計算値と実測値の比較

データ No.	X ₁ L (m)	X ₂ H (m)	X ₃ R	X ₄ P (%)	X ₅ スラブ C (mm)	X ₆ C (kg/m ²)	打 設 時 期			X ₉ △Tm ² (℃)	X ₁₀ D (m)	MAC (mm/m)	MAX(Wi)(mm)		① ②	備考
							X ₇ 夏	X ₈ 秋	X ₉ 冬				① 計算値	② 実測値		
1	15	6.75	0.38	0.33	8	280	1	0	0	21.7	1.0	0.0247	0.14	0.22	0.64	文 献 3
2	"	"	"	0.53	"	"	1	0	0	19.1	"	0.0189	0.11	0.09	1.22	
3	"	"	"	0.33	"	"	1	0	0	23.0	"	0.0251	0.14	0.27	0.52	
4	"	"	"	"	"	"	1	0	0	14.2	"	0.0222	0.13	0.13	1.00	
5	20	3.56	0.59	0.3*	15	371	0	0	0	31.2	0.8	0.0361	0.43	0.20	2.15	文 献 4
6	"	4.90	0.53	"	"	366	0	0	0	37.2	1.4	0.0362	0.38	0.23	1.65	
7	19	3.10	0.61	"	12	276	0	0	0	22.3	1.0	0.0212	0.25	0.20	1.25	
8	29	"	0.73	"	"	"	0	0	0	20.4	"	0.0182	0.39	0.25	1.56	

注) * : 推定値

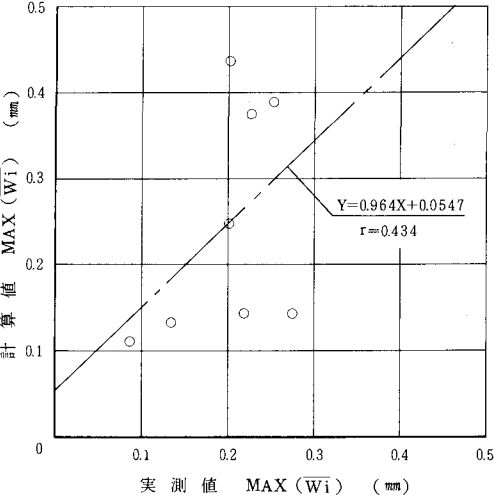


図-3 MAX(Wi) 計算値と実測値の比較

図-3 MAX(Wi) 計算値と実測値の比較