

V-184 マスコンクリート構造物の温度ひびわれ発生の評価方法

清水建設(株) 正会員 小野 定

清水建設(株) 正会員 木村 克彦

1. まえがき

マスコンクリート構造物の温度ひびわれ発生の予測・評価は、温度ひびわれ制御を行う上で重要なポイントと考えられる。このことから、温度ひびわれ発生の予測・評価については、これまでもいくつかの研究が行われている。また、筆者の一人は、マスコンクリートの温度ひびわれ現象が、本来多くの不確定要因を含んだ事象であり、このことを前提として温度ひびわれ発生を確率的に評価する方法が適当であることを指摘して、温度ひびわれ指数といった指数を定義し、この指数により温度ひびわれ発生を確率的に評価する方法を提案している。

本報告は、実測データをもとに引張強度と発生引張応力との比で定義された温度ひびわれ指数と温度ひびわれ発生確率との関係について検討し、さらに、筆者の一人が提案している温度比で定義した温度ひびわれ指数と合わせて、温度ひびわれ指数による温度ひびわれ発生評価法の適用性について検討したものである。

2. 確率的方法による温度ひびわれ発生の評価方法

(1) 温度ひびわれ指数の定義

温度ひびわれ発生に関する指数として引張強度と発生応力との比を温度ひびわれ指数と定義し、式①で与える。

$$E T_s = \sigma_{ct}(t) / \sigma_{te}(t) \quad \text{①}$$

ここに、 $\sigma_{ct}(t)$ は引張強度、 $\sigma_{te}(t)$ は引張応力である。ただし、引張応力 $\sigma_{te}(t)$ は、以下に示すような増分法により算定したものである。

$$\sigma_{te}(t) = \sum \Delta \sigma_{te,i}(t') \quad \text{②}$$

$$\Delta \sigma_{te,i}(t') = B(t') \cdot \Delta \sigma_{t,i} \quad \text{③}$$

$$\Delta \sigma_{t,i} = R \cdot \alpha_c \cdot E_c(t_i') \cdot (T_m^{ti-1} - T_m^{ti}) \quad \text{④}$$

ここに

$\Delta \sigma_{te,i}(t)$: 引張応力増分 $\Delta \sigma_{t,i}(t_i)$ が材令 t で示す応力 (kg/cm²)

$\Delta \sigma_{t,i}$: 材令 t_{i-1} から t_i の間に発生する引張応力増分 (kg/cm²)

R : 外部拘束度

α_c : コンクリートの熱膨張率
($=10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

T_m^{ti} : 材令 t_i での部材平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$$t_i' = \frac{1}{2}(t_{i-1} + t_i) \quad , \quad t' = t - t_{i-1}$$

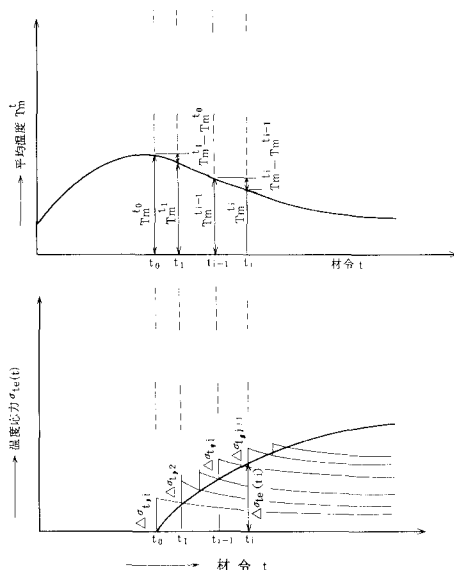


図-1 外部拘束による温度応力算定模式図

(2) 温度ひびわれ発生確率の定義

任意の温度ひびわれ指数の範囲における温度ひびわれ発生確率は、任意の温度ひびわれ指数の範囲における温度ひびわれ発生データ数と全データ数との比である。

(3) 温度ひびわれ発生確率図

実構造物で調査した655個のデータ(ひびわれ有233個、ひびわれ無422個)に基づいて作成した温度ひびわれ発生確率図は、図-2に示すとおりである。同図には、小野が提案している曲線が比較のために示してある。両者は、指数の定義や引張強度のとり方が異なるにもかかわらず、温度ひびわれ発生確率が小さい範囲での同一温度ひびわれ指数に対する温度ひびわれ発生確率は、10%程度しか差がないことがわかる。

3. 適用性の検討

本研究で提案した温度ひびわれ指数法によるひびわれ発生の評価方法の適用性を、塚山氏が調査したデータにより検討した。検討に用いたデータは表-1に示すとおりである。

検討結果は、図-3に示すとおりである。ひびわれが発生しているNo.4、No.6、No.7の発生確率は62%以上であり、ひびわれ発生現象と良い対応を示している。一方、ひびわれが発生していないNo.1、No.2、No.3、No.5、No.8およびNo.9の発生確率は23%以下と小さくひびわれ無の現象と良い対応を示している。

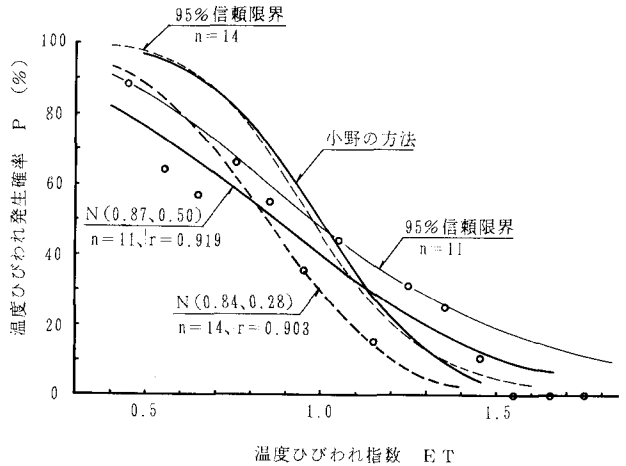


図-2 温度ひびわれ発生確率図

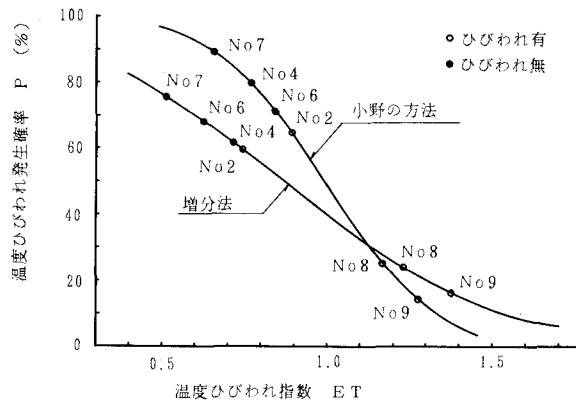


図-3 温度ひびわれ発生確率と温度ひびわれ発生有無の対比

表-1 温度ひびわれ指数法の適用性検討に用いたデータならびに温度ひびわれ発生確率

No.	ゲータ名	α_c ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	σ_c (kgf/cm^2)	ϕ (t)	R	$T_{\text{max}}^{\text{I}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	T_{s}^{I} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{p}^{I} ($^{\circ}\text{C}$)	$T_{\text{s},\text{f}}^{\text{I}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	T_{max} ($^{\circ}\text{C}$)	E-Ts	発生確率 (%)	温度ひびわれ 発生有無	
1	A現場 スラブ 1リフト	1.0	$1.37 \sim 0.35$	0.587	0.1	46 (8)	37	43.8	24	5	52.5	20.0	5以下	無
2	A現場 スラブ 2リフト	1.0	$1.28 \sim 0.40$	0.587	1.0	37 (30)	29	35	19	6	58.3	0.73	60	無
3	B現場 スラブ	11.4	$1.27 \sim 2.71$	0.587	0.1	45.9 (30)	28.3	41.5	28.4	11.6	70.0	7.59	5以下	無
4	C現場 擁壁	1.0	$1.37 \sim 0.35$	0.587	0.77	10 (14)	10	10	14	8.5	35.3	0.71	62	有
5	D現場 下床版 1リフト	11.2	$1.30 \sim 0.24$	0.587	0.1	46 (7)	28	41.5	26.1	5	63.1	7.93	5以下	無
6	D現場 下床版 2リフト	11.2	$1.30 \sim 0.24$	0.587	1.0	30 (14)	26	29	29	11	50	0.62	68	有
7	D現場 側壁	11.2	$1.35 \sim 0.18$	0.587	0.85	33 (14)	21	29	31	16	69	0.51	76	有
8	D現場 中床版	11.2	$1.35 \sim 0.18$	0.587	0.4	18 (30)	18	18	31	10	56	1.24	23	無
9	D現場 上床版	11.2	$1.30 \sim 0.24$	0.587	0.3	15 (30)	15	15	19	8	57	1.38	16	無

以上のように本研究で提案している温度ひびわれ指数法による温度ひびわれ発生の評価方法は、比較的良く温度ひびわれ現象を評価できることから実用的な方法であると考えられる。

(参考文献) 1)小野:マスコンクリートの温度ひびわれ発生有無の評価方法に関する研究、土木学会第36回年講、1981、2)森本他:コンクリート構造物の温度ひびわれ危険度評価に関する研究、土木学会第39回年講、1984、3)塚山:マッシュな鉄筋コンクリートの温度上昇ならびに温度ひびわれに関する基礎研究、学位論文、1974