

1. 目的

マスコンクリートの温度ひびわれ制御は、コンクリート構造物の大型化に伴い重要な問題になっている。マスコンクリート温度や温度応力に関する研究は多く実施されているにもかかわらず、温度ひびわれ制御の検討を行う場合重要な位置を占める、温度ひびわれ発生有無の評価に関する研究は比較的少ない¹⁾。

従来広く行われているように、決定論的に温度ひびわれの発生有無を評価する場合、高度な解析手法を用いても、経験的な定数を採用することによってすでにその厳密性は失われている。特に、マスコンクリートの解析では、多くの要因に経験的なものが入りやすい。本研究は、マスコンクリートの温度ひびわれの発生が、多くの不確定要因を含む現象であるといった前提に立って、温度ひびわれの発生有無を確率論的に評価する方法について考察したものである。

2. マスコンクリートの温度ひびわれの分類

図-1にマスコンクリートで発生するひびわれの分類を示す。

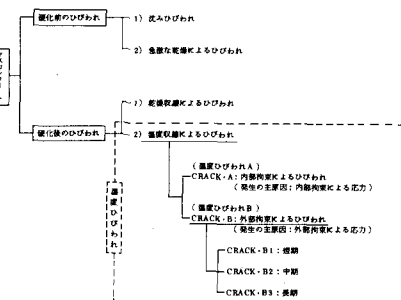


図-1 マスコンクリートで発生するひびわれの分類



図-2 内部拘束による温度応力

3. 温度ひびわれ発生条件

CRACK・AおよびCRACK・Bの発生限界温度は、式①、②によって与えられると仮定する。(CRACK・A: 部材内の温度差)²⁾.....($\Delta T_{s,max}$)_a = 0.22 / { $\alpha_c A(t) B(t)$ } 式①, (CRACK・B: 内部温度の最大値)³⁾.....

(T_{max})_a = 1/3 {4 / { $\alpha_c A(t) B(t) R$ } + 4 T_m^t - ($T_p + T_{s,r}^{(t)}$)} 式②ここに、 α_c : 線膨張係数、 $A(t)$: 圧縮強度と静弾性係数の比率、 $B(t)$: クリープによる応力緩和率、 R : 外部拘束度、 T_m^t : 材令 t における平均温度(°C)、

T_p : 打込み温度(°C)、 $T_{s,r}^{(t)}$:

内部温度が最大値を示した材令における表面温度の上昇量(°C)

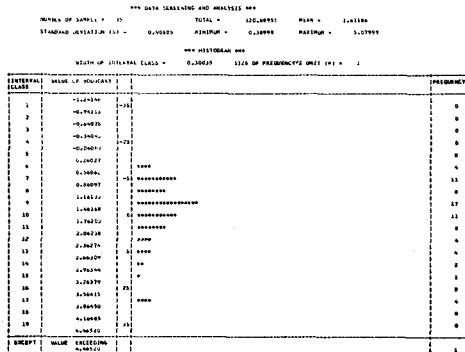


図-4 CRACK・Aが発生しなかったITCIのヒストグラム

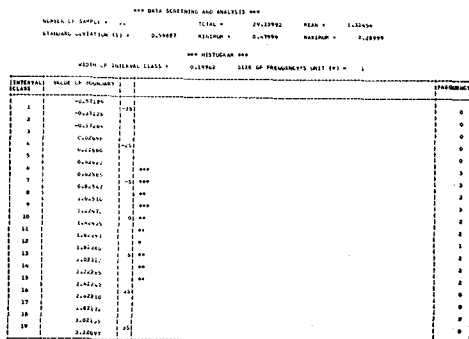


図-5 CRACK・Aが発生したITCIのヒストグラム

4. 温度ひびわれ発生有無の評価方法の提案

(1) 温度ひびわれ指数の定義……式③、④によって与えられる無次元数を温度ひびわれ指数と定義した。

(CRACK・Aに対する温度ひびわれ指数)

$$I T C I = (4 T_{s, \max}^t)_a / 4 T_{s, \max}^t \quad \text{式③}$$

(CRACK・Bに対する温度ひびわれ指数)

$$E T C I = (T_{\max}^t)_a / T_{\max}^t \quad \text{式④}$$

ここに、 $4 T_{s, \max}^t$ および $T_{\max}^t$ は解析あるいは実測により求めたものである。

(2) 実測資料による温度ひびわれ指数の特性の解析……式③および式④からわかるように、温度ひびわれ指数は、解析方法・精度、コンクリートの諸物性、外的条件、施工条件などの諸要因に左右されるため、確率変数として評価するのが妥当と考えられる。

実構造物での実測資料を基にして、温度ひびわれ指数の統計的性質について解析した。対象現場数は60であり、解析に使用したデータ数は、CRACK・Aが97個、CRACK・Bが148個である。この内、ひびわれが発生しなかったものは、CRACK・Aが75個、CRACK・Bが90個、また、発生したものはCRACK・Aが22個、CRACK・Bが58個である。

図-4から図-7に各ケースの温度ひびわれ指数のヒストグラムを示す。

ITCIの標準偏差は0.6～0.9であり、ETCIの標準偏差(約0.2)に比べて大きい。ITCIのばらつきが大きい原因としては、若材令コンクリートの物性の評価の難しさや、部材表面部のコンクリート温度が外気温や日射等の影響を受けるため、ばらつきが大きいこと等が上げられる。

(3) 温度ひびわれ指数と温度ひびわれ発生確率との関係……温度ひびわれ指数が分布 $N(\mu, \sigma)$ (ここに、 μ : 平均値、 σ : 標準偏差) を有すると仮定すると、図-8から次の関係を得る。 $X = \Phi^{-1}(p)$ (ここに、 X : 温度ひびわれ指数、 p : 累積確率) 図-9および図-10に温度ひびわれ指数(ITCI, ETCI)と累積確率 p との関係を示す。これらの図から、式③、④によって与えられた温度ひびわれ指数に対して、温度ひびわれが発生あるいは発生しない確率を求めることができる。一例として、図-10から $ETCI = 1.44$ の場合、CRACK・B発生しない確率は95%であると評価できる。

(参考文献) 1)塚山: マッシュボ鉄筋コンクリート構造物の温度ひびわれ、セメント・コンクリート, №370, Dec. 1977, 2)小野: マスコンクリートの温度ひびわれ制御に関する一考察, セメント技術年報33, 3)小野: マスコンクリートの外部拘束による温度ひびわれ制御について, セメント技術年報34

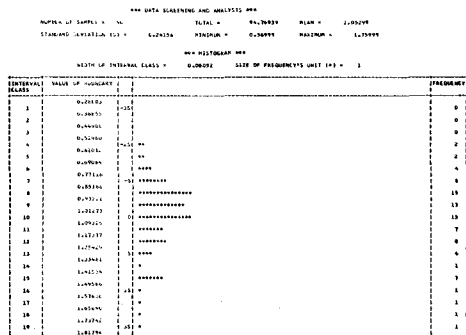


図-6 CRACK・Bが発生しなかったETCIのヒストグラム

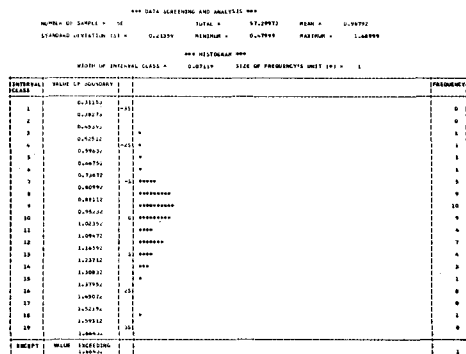


図-7 CRACK・Bが発生したETCIのヒストグラム

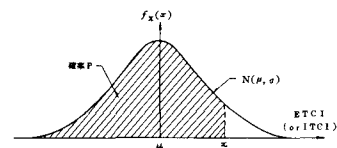


図-8 温度ひびわれ指数と確率との関係

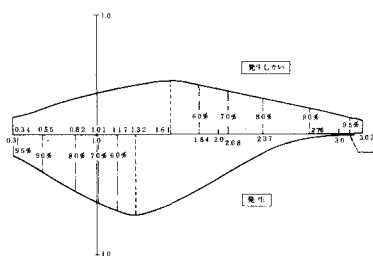


図-9 CRACK・Aの発生確率

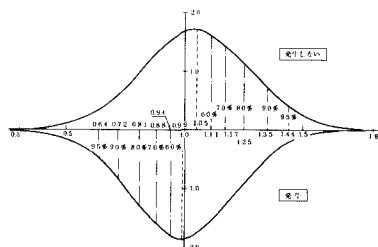


図-10 CRACK・Bの発生確率