

1. はじめに

マスコンクリート（以下、マスコンと略記）の温度ひびわれに関する問題は、長大橋の橋台、橋脚、あるいは、原子力発電所のベースマット等で重要な位置を占めている。温度ひびわれの問題は、従来より多くの研究者によって研究されているが、特に塚山氏による研究は著明なものである。しかしながら、従来の研究の多くは壁状の構造物を対象にしたものが多く、橋台やベースマットのように平面的に広がった構造物の温度ひびわれの研究は少ない。特に、実構造物での調査結果に基づく研究は余り見受けられない。

本報は、平面的に広がったマスコンを対象にして、実構造物での調査結果により温度ひびわれと温度に関する特性値との関係について考察したものである。

2. 調査概要

図-1に示すような平面的な広がりを持つマスコンを対象にして、コンクリート打込み後の温度、外気温および温度ひびわれを調査した。コンクリート温度および温度ひびわれの調査項目は次のようである。

- （コンクリート温度）…… 1) 打込み温度 T_p （℃）、
2) 内部温度の最大値 T_{max} （℃）、3) 内部温度と表面部温度の温度差の最大値 $4T_{s,max}$ （℃）、
4) 温度上昇速度 $V_{T,R}$ （℃/日）、5) 温度降下速度 $V_{T,D}$ （℃）

（外気温）…… T_{max} が生じるまでの平均外気温 T_a^p （℃）

- （温度ひびわれ）…… 1) ひびわれの発生時期、2) ひびわれ分布、3) ひびわれ幅、4) ひびわれ深さ、
5) 漏水の有無

ただし、温度上昇速度および温度降下速度は次のように定義したものである。

$V_{T,R} = T_{max} / DAY_{max}$ 、ここに、 DAY_{max} は T_{max} を示した材令である。 $V_{T,D} = (T_{max} - T_{max}^t) / (t - DAY_{max})$ 、ここに、 T_{max}^t は材令 t 日における内部温度の最大値である。

調査したブロックおよびリフトの総数は212件である。一つの構造物でもいくつかのブロックあるいはリフトに分割して施工した場合には、各ブロック、リフトのデータを1件としている。

部材の外的な拘束条件（外部拘束）が温度ひびわれの発生に大きな影響を及ぼすため、外的な拘束条件の調査も行った。

3. 解析方法^{1), 2)}

統計的手法により温度ひびわれの発生有無とコンクリート温度に関する特性値（ T_{max} 、 $4T_{s,max}$ 等）との相関関係を検討した。温度ひびわれを外的拘束条件を基準にして、大きく二つに分けた。外部拘束がない条件下でのひびわれをCRACK・A、また、外部拘束がある条件下でのひびわれをCRACK・Bとした。さらに、CRACK・Aには「+1」、CRACK・Bには「+2」、温度ひびわれが発生しなかったものには「-1」、「+2」の特性値を与えて解析した。

4. 結果および考察

実構造物におけるコンクリート温度、温度ひびわれ等の調査結果に基づいて、温度ひびわれの発生有無と温度に関する特性値との関係を考察した。温度ひびわれは、内部拘束による温度応力が主原因で発生するひ

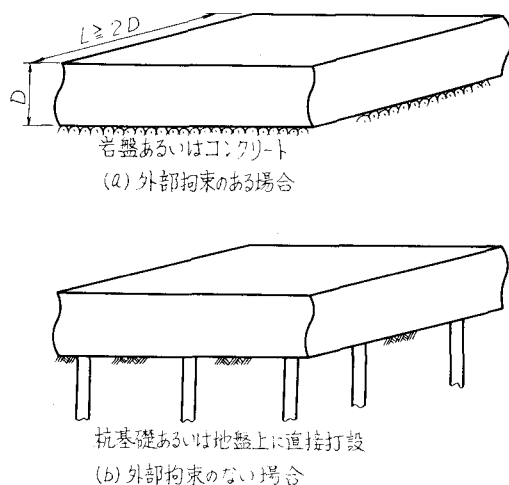


図 1

びわれ (CRACK・A) と外部拘束による温度応力が主原因で発生するひびわれ (CRACK・B) の二つに分けて検討した。結果を一覧にして表-1に示す。

- 1) 外気温との関係……CRACK・Bは外部拘束の有無に関係なく、外気温との相関は認められない。CRACK・Aについては、外部拘束が無い場合に0.30と若干の正の相関が認められるが、外部拘束が有る場合には-0.22と負の相関を示している。
- 2) 打込み温度との関係……図-2は打込み温度と温度ひびわれ発生有無の関係を示したものである。CRACK・AおよびBともに外部拘束の有無に関係なく、両者の相関係数は-0.21~0.17であり、ほとんど打込み温度との相関はみられない。

3) 内部温度の最大値との関係……CRACK・Bは外部拘束の有無に関係なく、内部温度の最大値との相関は認められない。一方、CRACK・Aは、外部拘束が無い場合に内部温度の最大値と若干の正の相関 (相関係数0.26) を示している。

4) 温度上昇速度との関係……CRACK・AおよびBともに外部拘束の有無に関係なく相関係数は-0.13~0.15であり、ほとんど相関は認められない。

5) 温度降下速度との関係……温度上昇速度と同様にCRACK・AおよびBともに相関係数は小さく相関は認められない。

6) 内部温度と表面部温度の温度差 ($\Delta T_s, max$) との関係……図-3はCRACK・Aについて、 $\Delta T_s, max$ と温度ひびわれ発生有無の関係を示したものである。両者の相関係数は0.40であり比較的高い正の相関が認められる。一般に指摘されているように、部材内の温度差が大きいほど表面ひびわれ (本報ではCRACK・Aとしている) が発生しやすいといった傾向が、本検討結果からも裏づけられていると考える。一方、CRACK・Bについては、 $\Delta T_s, max$ との間に相関は認められない。

以上、温度に関する特性値と温度ひびわれ発生有無の関係について個々に考察したが、 $\Delta T_s, max$ とCRACK・Aの関係を除いてはほとんど正の相関あるいは負の相関は認められず、個々の特性値と温度ひびわれ発生有無の間になんの関連性もみられなかった。

内部拘束による温度応力は³⁾ $\sigma = f(\alpha, E, \nu, \Delta T_s) + \epsilon$ で示されるように、温度に関する変数が ΔT_s つまり部材内の温度差に一定程度限定できるため、各特性ごとに1変量解析法を適用することにより、 $\Delta T_s, max$ とCRACK・Aの関係が把握できたのではないかと考えられる。しかしながら、外部拘束による温度応力は、例えば、 $\sigma = f(\alpha, E, R, T_p, T_r, T_f, \dots) + \epsilon$ で示されるように、温度に関する変数が二、三含まれ、さらにこれらが互いに関連しているため、1変量解析法ではCRACK・Bとの関係が把握できなかったのではないかと考えられる。

<参考文献>

- 1) 奥野忠一、外3名：多変量解析法、
- 2) 田口玄一：実験計画法、
- 3) 小野定：マスコンクリートの温度ひびわれ制御に関する一考察、第33回セメント技術大会、1979.6

表 1

No.	ひびわれ発生有無	温度ひびわれ発生有無	特性値	相関係数	相関係数
1			T_p	1.83	-0.21
2			T_r	1.81	-0.22
3			T_f	1.84	-0.15
4			T_{max}	1.82	-0.13
5			$\Delta T_s, max$	1.85	-0.09
6			T_p	1.83	0.17
7			T_r	1.81	0.16
8			T_f	1.84	0.11
9			T_{max}	1.82	0.11
10			$\Delta T_s, max$	1.85	0.04
11			T_p	1.83	0.04
12			T_r	1.81	0.30
13			T_f	1.84	0.26
14			T_{max}	1.82	0.26
15			$\Delta T_s, max$	1.85	-0.01
16			T_p	1.83	0.11
17			T_r	1.81	0.11
18			T_f	1.84	0.11
19			T_{max}	1.82	0.11
20			$\Delta T_s, max$	1.85	0.04
21			T_p	1.83	0.11
22			T_r	1.81	0.11
23			T_f	1.84	0.11
24			T_{max}	1.82	0.11
25			$\Delta T_s, max$	1.85	0.04

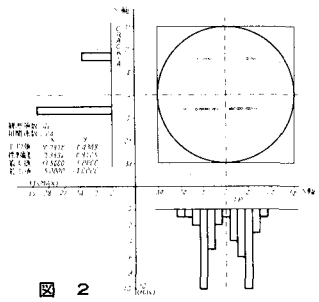


図 2

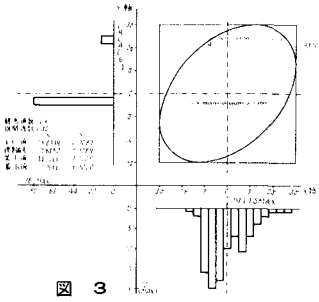


図 3