

岐阜大学 正会員 森本 博昭

岐阜大学 正会員 小柳 治

1. まえがき

コンクリート構造物に対する温度ひびわれ予測は種々の要因により誤差とばらつきを生じる。このばらつきの範囲を把握しておくことは温度ひびわれ予測あるいは温度ひびわれに対する安全性を検討する上で重要である。本研究は実際に施工された26例の構造物に対して着目者が提案した手法による温度ひびわれ予測を行ない、得られた予測のばらつきの範囲を明確にするもので、これにより過去の確定的な温度ひびわれ予測を一歩進め、より信頼性の高い温度ひびわれ危険度の評価が可能となる。

2. 解析手法

表-1 解析対象構造物

番号	構造物の種類	単位体積重量 kg/m ³	日設温度 °C	施工時期	ひび割れの有無	引張強度 kg/cm ²	圧縮強度 kg/cm ²	弾性係数 $\times 10^4$	膨張率 %
S1	内 橋脚柱部	276	11	冬	無	20.7	24.2	25.5	6
S2	壁状試体	350	15	・	有	26.5	38.2	30.0	8
S3	“	“	“	“	無	“	“	“	2
S4	“ T-テング	280	11	・	有	20.7	24.2	25.2	4
S5	7F 配水池壁	366	27	初夏	有	28.0	34.8	31.0	9
S6	“	284	25	・	無	19.0	20.7	20.8	9
S7	“ 水槽壁	403	21	冬	有	33.2	39.0	30.3	6
S8	“ 配水池壁	294	25	夏	無	21.7	28.8	24.8	5

本研究で用いる温度ひびわれ予測法は熱伝導、温度応力解析およびひびわれ危険度の算定の各過程より成るが、熱伝導および温度応力解析は其に有限要素法を適用した。温度ひびわれの危険度を算定する際のひびわれ条件式は強度によるものとひずみ能力によるものの2つを用いた。材料七における引張主応力および引張主ひずみを $\sigma_p(t)$, $\epsilon_p(t)$, また引張強度と引張ひずみ能力を $\sigma_T(t)$, $\epsilon_T(t)$ とすれば、ひびわれ条件式は次式で表わされる。

$$\sigma_p(t) (\text{又は } \epsilon_p(t)) \geq \sigma_T(t) (\text{又は } \epsilon_T(t)) \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{あるいは } \sigma_p(t)/\sigma_T(t) (\text{又は } \epsilon_p(t)/\epsilon_T(t)) \geq 1 \quad \text{--- (2)}$$

(2)式の $\sigma_p(t)/\sigma_T(t)$ および $\epsilon_p(t)/\epsilon_T(t)$ は温度ひびわれ危険度を評価する際の指数となるもので本研究ではこれらの値を用いてひびわれ予測を行なっている。また(1)(2)式 中の引張ひずみ能力は Houghton らの研究⁽¹⁾を参考とし、弾性係数、曲げ強度およびクリープ係数などから算出した。以上の熱伝導解析、温度応力解析および温度ひびわれ予測などについての詳細は文献(2)を参照されたい。

3. 解析対象構造物

本研究での解析例は26件であるが、その中から内部拘束が卓越するものと外部拘束が卓越するもの各々から4例ずつ、計8例について、それらの施工に関する資料を表-1に示す。また図-1~8に各構造物の形状、寸法および要素分割を示す。

なお以下では表-1に示す番号で各構造物を呼ぶことにする。

4. 解析結果

図-9~16に各構造物において応力あるいはひずみが最も大きくなる部分、すなわち

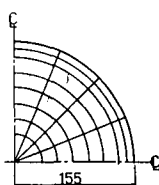


図-1 構造物 S1

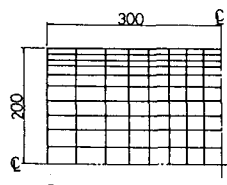


図-2 構造物 S2

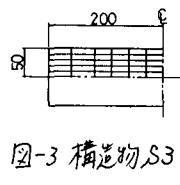


図-3 構造物 S3

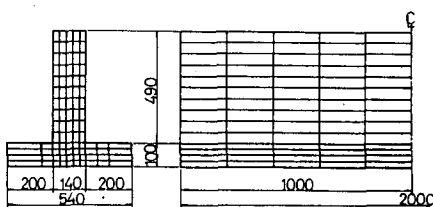


図-5 構造物 S5

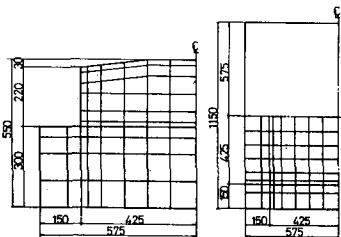


図-4 構造物 S4

内部拘束が卓越するS1
へS4では表面、一方外
部拘束が卓越するS5～
S8では中心においての
強度とひずみ能力による
温度ひびわれ危険指数を

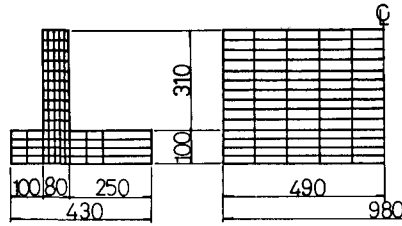


図-6 構造物S6

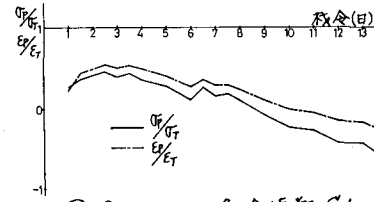


図-9 ひびわれ危険指数S1

図-7 構造物S7

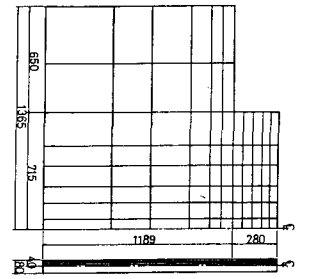
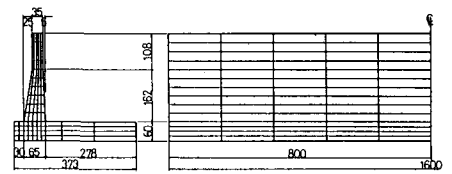


図-8 構造物S8

示す。図9～12から内部拘束が卓越
する場合は材令6日までの初期材令期
間および型枠脱型時(S2, S3)にひび
われの危険性が高くなり、それ以降は
材令の進行に伴ない危険性が低下して
ゆく。一方、図-13～16から外
部拘束が卓越する場合は材令の進
行に伴ないひびわれの危険性が増
大し、その状態が保持される傾向
にある。強度とひずみ能力による
指数を比較すると、材令初期に急
激に引張応力が増大するS7を除
き両者はほぼ同様の値を示す。

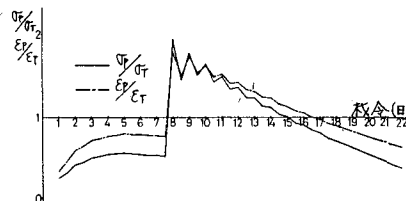


図-10 ひびわれ危険指数S2

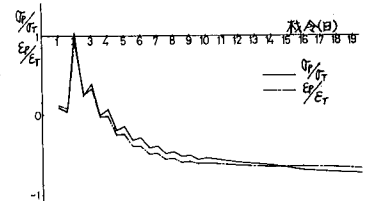


図-11 ひびわれ危険指数S3

図17～18からひびわれ発症例に
おけるひびわれ危険指数は強度の
場合は0.6～1.9の範囲にあり、
一方ひずみ能力の場合は0.5
～2.4であつた。すなわち、そ
れぞれの場合の下限値は $\sigma/\sigma_T =$
0.6および $\epsilon/\epsilon_T = 0.5$ となる。
他方、ひびわれの発生が認めら
れなかつた例でのひびわれ危険
指数は強度の場合は0.3～1.3、
ひずみ能力の場合は0.1～1.4
となつた。すなわち上限値はそ
れぞれ $\sigma/\sigma_T = 1.3$ 、 $\epsilon/\epsilon_T = 1.4$
である。

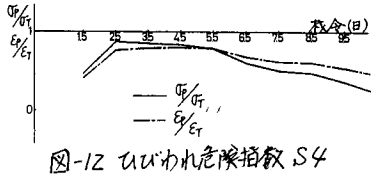


図-12 ひびわれ危険指数S4

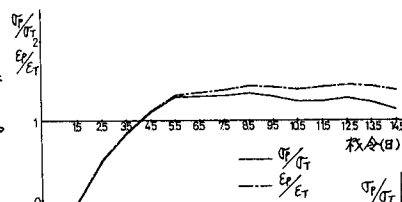


図-14 ひびわれ危険指数S6

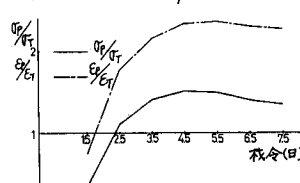


図-15 ひびわれ危険指数S7

5. あとがき

本研究をさらに進め
ばひびわれ発生確率など
により温度ひびわれの危
険性を評価することが可
能となる。

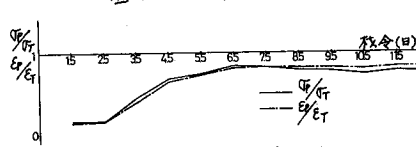


図-16 ひびわれ危険指数S8

図-13 ひびわれ危険指数S5

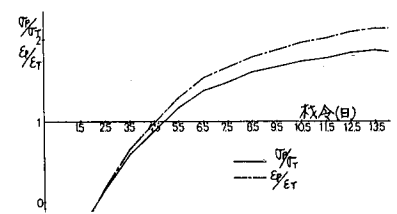


図-17 指数の範囲

図-18 指数の範囲

(参考文献) (1) Houghton, D. L, ACI Journal, Vol 73, No 12, 1976 (2) 森本, 小柳, 土木学会論文報告集 338号, 1983