

# マスコンクリート構造物の温度ひび割れ対策について

### 施工段階のひび割れ

2002年制定 コンクリート標準示方書(施工編)

コンクリート構造物を対象

**水和発熱** 自己収縮および乾燥収縮ひび割れ

施工段階で発生するひび割れが、構造物の**安全性、水密性、気密性、耐久性、美観**などを損なう恐れのある場合

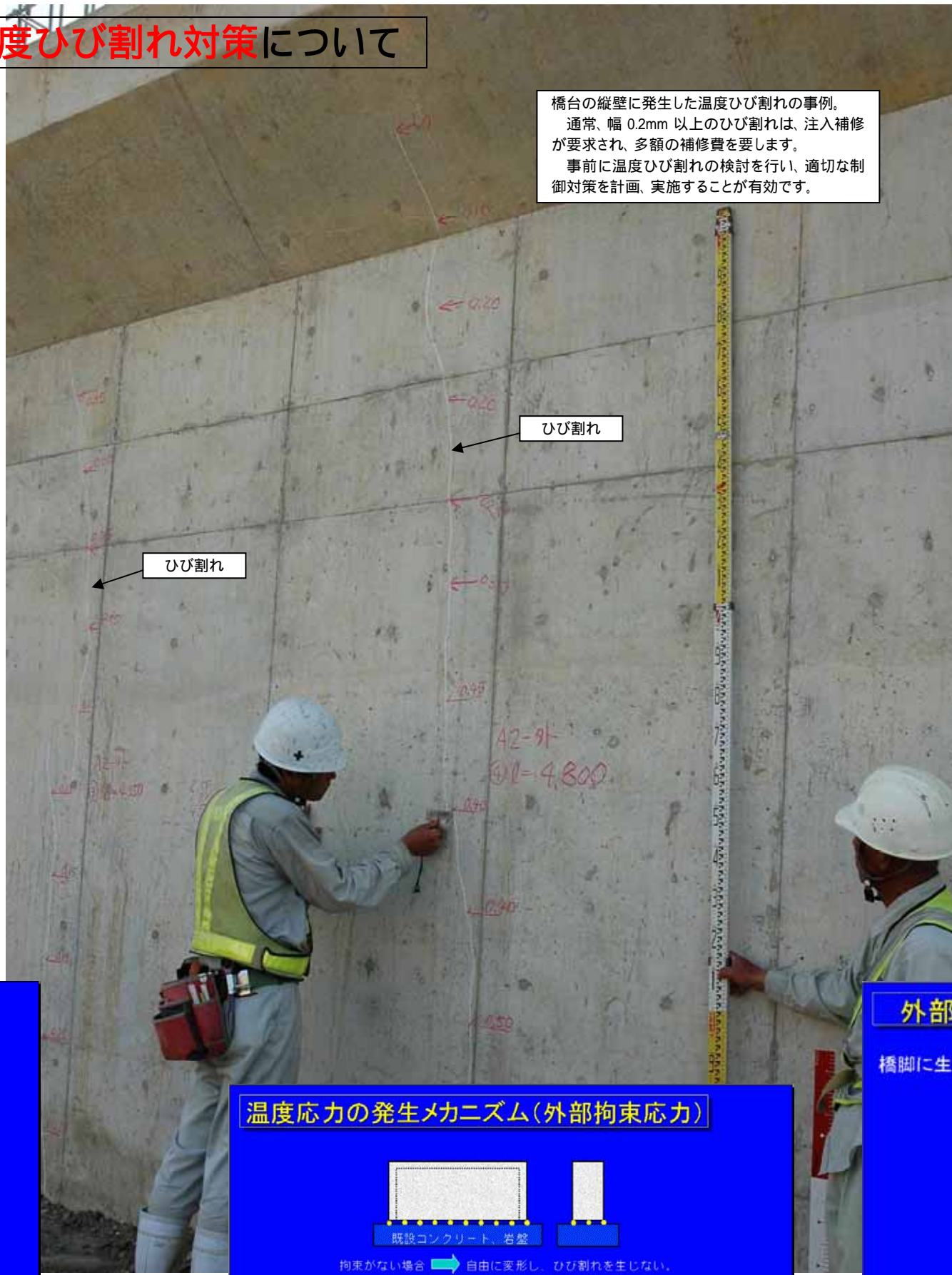
↓

施工計画段階で照査

マスコンクリート構造物を対象 → 照査方法が示されている

広がりのあるスラブ 厚さ80cm~100cm以上

下端が拘束された壁 厚さ50cm以上



橋台の縦壁に発生した温度ひび割れの事例。  
通常、幅 0.2mm 以上のひび割れは、注入補修が要求され、多額の補修費を要します。  
事前に温度ひび割れの検討を行い、適切な制御対策を計画、実施することが有効です。

### 温度ひび割れ制御技術

- 材料配合**
  - 低発熱セメントの使用
  - セメント量の低減
  - 温度ひび割れ抑制用混和材料の使用
- 施工**
  - 温度差、温度降下速度の低減
  - 温度上昇の低減
  - 拘束の緩和
- 設計**
  - ひび割れの集中、拘束の緩和
  - ひび割れの分散

### 温度ひび割れの検討

温度解析 → FEM(有限要素法)

↓

応力解析 → FEM, CP法(CL法)

↓

温度ひび割れの発生評価

ひび割れ指数  $I_{cr}(t) = \frac{f_{tk}(t)}{\sigma_t(t)}$

### 温度ひび割れ発生のメカニズム

セメント+水+骨材 → 水和反応 → コンクリート

↓

水和熱 → 温度分布が生じる

温度変化に伴う構造体の体積変化が拘束 → 応力の発生

引張応力 > 引張強度 → ひび割れの発生

### 温度応力の発生メカニズム(外部拘束応力)

既設コンクリート、岩盤

拘束がない場合 → 自由に変形し、ひび割れを生じない。(点線は温度降下後の自由変形)

拘束がある場合 → ひび割れを生じる。(点線は温度降下後の拘束された変形)

### 外部拘束応力によるひび割れの例

橋脚に生じる温度ひび割れ

(社)日本コンクリート工学協会作成の資料よりデータを引用させていただきました。



# 温度ひび割れの解析方法

マスコンクリートの施工にあたっては、水和熱による温度ひび割れに対する事前検討が義務付けられています(発注者の施工管理ハンドブック等)。

具体的には、施工条件を設定し、コンクリート打設後の内部温度の変化を計算し、それに基づいて内部応力、ひび割れ指数およびひび割れ幅を求めます。

セメントの配合、打設時期・外気温、ロット割寸法・養生方法等の施工条件を変えることで、ひび割れの発生を抑制する最適な打設計画を立案することが可能になります。

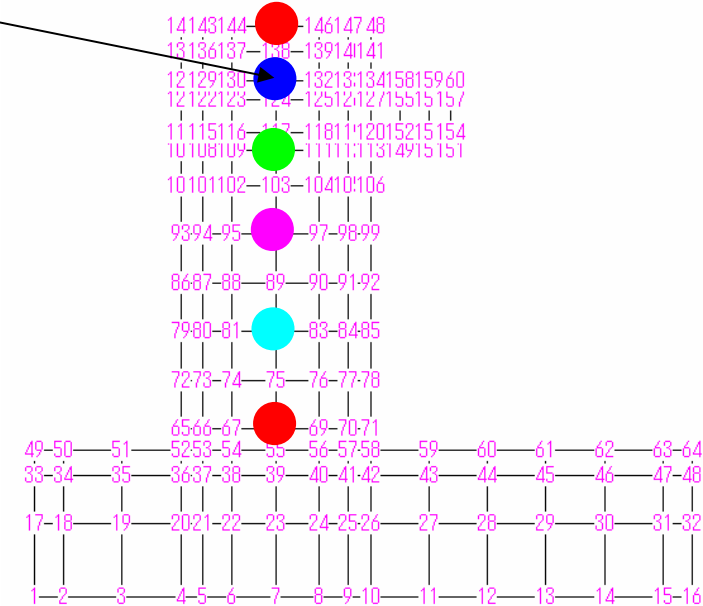
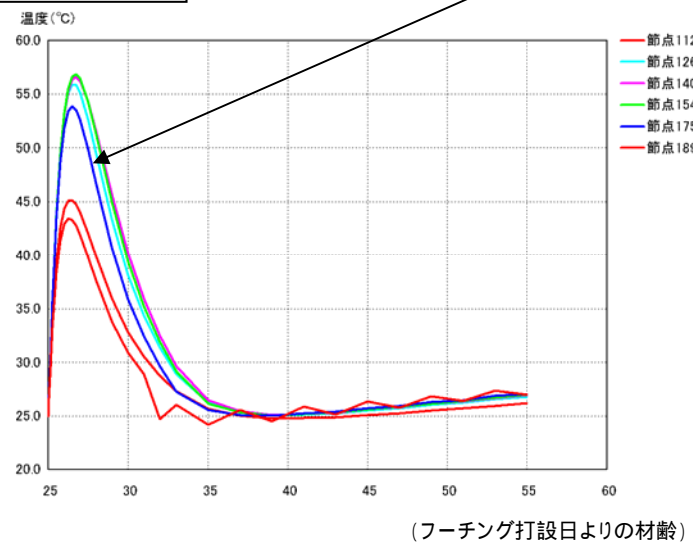
また、施工中は内部温度を測定し、事前の解析結果と比較することで、有効な施工管理が可能となります。

事前にひび割れを制御する対策が可能となりますので、構造物の施工品質を確保するための有力な手段となります。

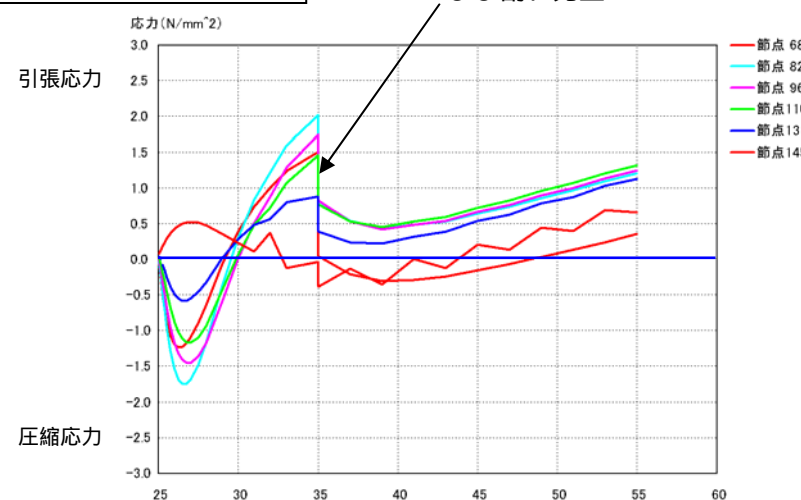
解析手順は、以下の文献に基づいて実施します。  
2002年制定「コンクリート標準示方書(施工編)」  
第4章「施工段階におけるひび割れ照査」

解析手法: CP ひび割れ幅法  
使用プログラム: JCMAC2  
(社)日本コンクリート工学協会

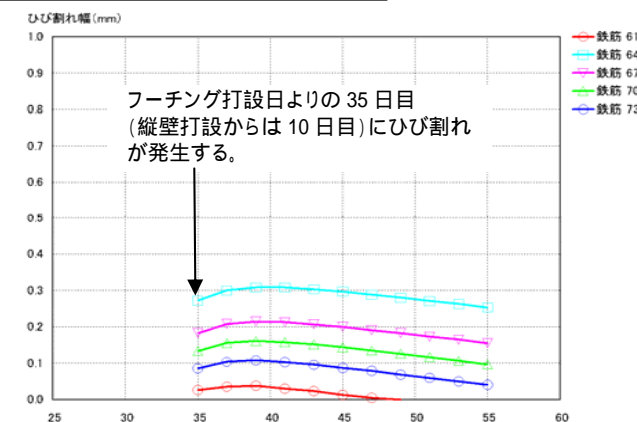
## 縦壁内の温度変化



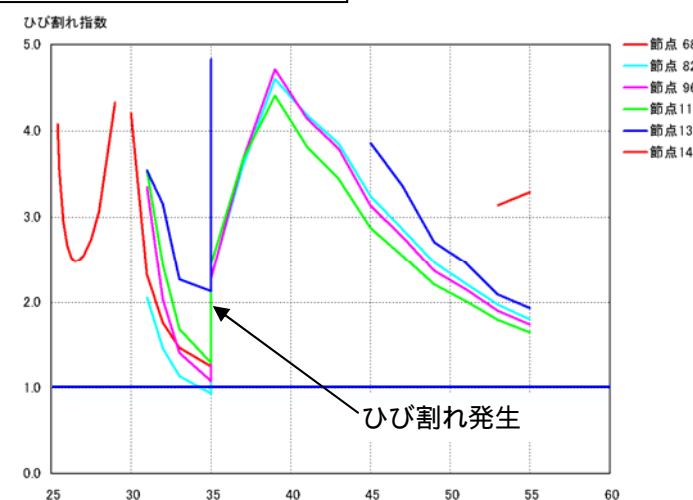
## 縦壁内の応力変化



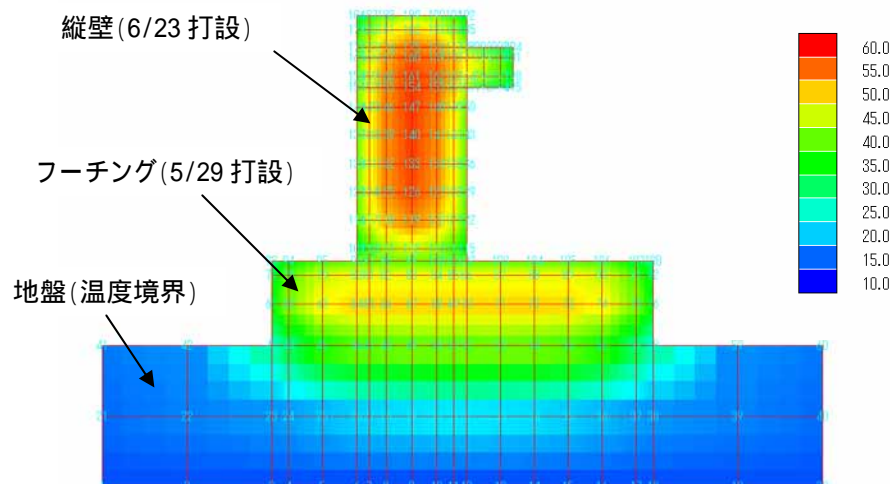
## ひび割れ(幅)の発生状況



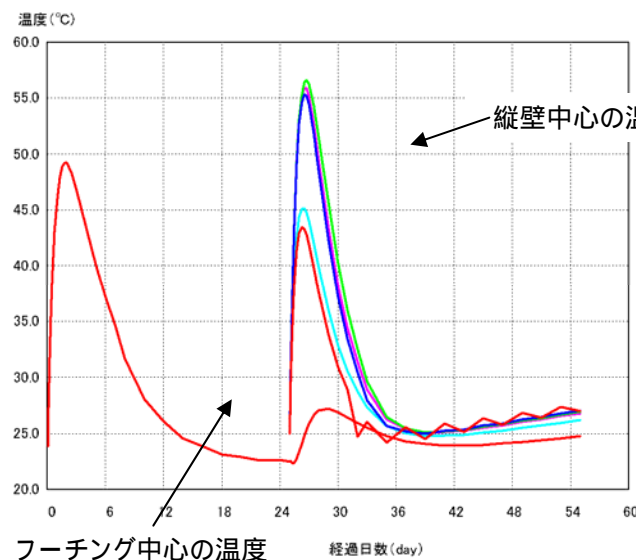
## 縦壁内のひび割れ指数の変化



全期間を通じての最高温度



[2次元 FEM 解析による橋台断面の最高発生温度分布]



### ひび割れ指数の定義

$$I_{\sigma}(t) = \frac{f_{\sigma}(t)}{\sigma_c(t)}$$

$f_{\sigma}(t)$ : 材齢  $t$  日におけるコンクリート引張強度特性値  
 $\sigma_c(t)$ : 材齢  $t$  日におけるコンクリート最大主引張応力度 (自己収縮を考慮した応力度)

ひび割れ指数は材齢によって変化するので一番小さくなる値を材齢を変えて求める。

問い合わせ先:  
〒680-0911 鳥取県鳥取市千代水4-28  
アサヒコンサルタント株式会社  
営業部 担当: 大谷  
TEL: 0857-28-5191 FAX: 0857-28-7297