

榎熊谷組 正員 秦 昌樹 正員 清水 昭男
 // 正員 伊藤 洋 正員○佐藤 正

1. はじめに

マスコンクリートの水和熱に起因する温度ひびわれの設計面からの防止対策として、筆者らは静的破砕剤の膨張圧を利用したモデレートプレストレス導入法を開発し、種々の実験を行ってきた¹⁾。本報告は、モデレートプレストレスを導入した実大構造物におけるひびわれ制御効果を、ACIの鉄筋によるひびわれ制御式を基に定量的評価を試みたものである。

2. 実験構造物の概要

実験に用いた構造物の概要を図-1に示す。壁体は、壁厚0.7m、長さ18m、高さ1.8mで底版上に打継がれるが、実験は東側の壁(No.1)を利用して行う。配力筋は、D13@300mmで合計12本配置されている。プレストレス導入用鋼棒は図-1で示した様に断面中央部に底部より300mm

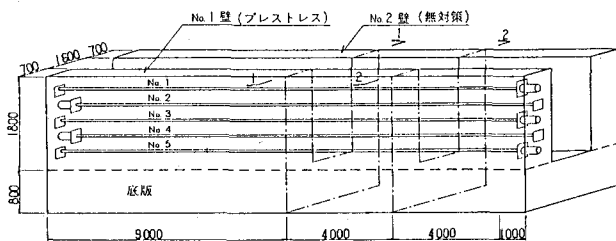


図-1 実験構造物概要

ピッチで5本設置する。西側の壁(No.2)はNo.1と同一構造形状をなしており、比較検討のため対策工を行わない状態で施工する。

3. 実験結果

No.1、No.2壁は同時に打設され、いずれも打設温度は27℃で、最高温度は材令1日で45.8℃に達し、その後ゆるやかに低下し、材令7日で外気温とほぼ等しくなった。No.1壁における鋼棒の緊張力P(膨張力)は図-2に示したようにコンクリート打設9時間後より発現し、材令2日で約10t程度導入され、その後緩やかに増加を続けている。無対策側No.2壁では、材令8日(後述)でひびわれが発生しているが、この時点でのこれら5本の緊張力の平均値は $\bar{P}=10.6\text{t}$ で、合計 $P_t=53.2\text{t}$ となる。この時、コンクリート内には約 $1\sim 2\text{kg/cm}^2$ のプレストレスが導入されていることが確認されている。つぎに図-3はひびわれ調査の結果得られたひびわれ発生状況を示したもので、材令12日の時点では、No.2壁において壁スパン中央付近に幅0.06mm程度のひびわれが確認されたが、No.1壁ではひびわれの発生は認められていない。その後、このひびわれは成長し、材令48日で幅0.20mm、長さ1.30mとなっている。ただ、この間No.1、No.2壁共に南側から約3mの位置にひびわれが発生

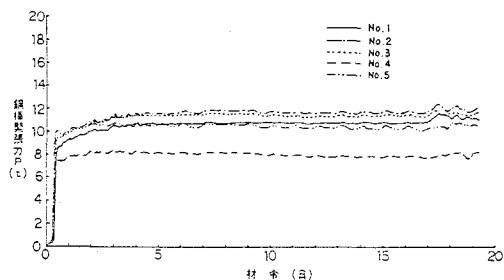


図-2 鋼棒緊張力の経時変化

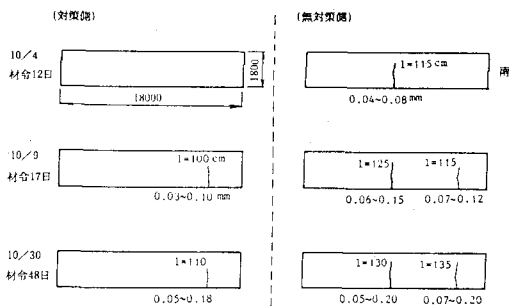


図-3 ひびわれ発生状況

しているが、これは水和熱降下時の温度応力に直接起因するものではなく、外気温、日射等による急激な温度変化によるものと考えられる。いずれにしても、材令48日以後のひびわれ変動は確認されていないのでこの時点で各々のひびわれ幅、長さを比較すると、対策を行ったNo.2壁の方が、いずれも50~60%小さくなっ

ていることがわかる。

4. ひびわれ制御効果の評価

筆者らはすでに、ACI式に基づいてモデレートプレストレス導入効果の評価法を提案しているが、こ²⁾ではその提案式を用いて本構造物におけるひびわれ制御効果を検討してみることにする。モデレートプレストレス導入によるひびわれ制御式は鉄筋によるそれを含め次のように表わす。

$$A_r = A_{b1} \cdot N_h \dots\dots\dots (1) \quad A_{b1} = [0.4 f_t' \cdot B h \cdot (1 - L'/2h)] / (N_h \cdot f_s) \dots\dots\dots (2)$$

$$A_p = A_{b2} \cdot N_h + A_p' \cdot N_p \dots\dots\dots (3) \quad A_{b2} = [0.4 f_t' \cdot B h \cdot (1 - L'/2h) - P_p \cdot N_p] / (N_h \cdot f_s) \dots\dots\dots (4)$$

$$f_s = (w \times 10^6) / (1085 \sqrt{d_c \cdot A}) \dots\dots\dots (5) \quad L' = w / [1500 \cdot (K_R \cdot C_T \cdot T_E - f_t' / E_c)] \dots\dots\dots (6)$$

ここに、 A_b ：鉄筋の断面積（300mmピッチで両表面に配置）、 N_h ：鉄筋の本数、 f_s ：ひびわれ幅を許容値内におさめるための鉄筋応力の限界値、 h ：ひびわれ高さ、 f_t' ：コンクリートの引張強度（21.6kg/cm²）、

B ：部材幅（0.7m）、 L' ：ひびわれ間隔、 d_c ：鉄筋中心までのかぶり（10cm）、 A ：鉄筋を取囲むコンクリートの有効面積（2dc×鉄筋間隔、600mm）、 w ：最大ひびわれ幅、 K_R ：拘束度（0.90）、 C_T ：線膨張率（9.0×10⁻⁶/℃）、 T_E ：有効温度降下量（22.3℃）、 E_c ：コンクリート有効弾性係数（1.5×10⁵ kg/cm²）、

P_p ：鋼棒1本当りの緊張力（10.6t）、 N_p ：鋼棒の本数（5本）、 h_p ：鋼棒の配置された高さ（ここでは $h_p \equiv h$ とする）、 A_p' ：鋼棒1本当りの断面積（6.2cm²）である。ここで、式(1)～(6)を適用し、ひびわれ間隔 w を0.0～0.2mm、ひびわれ高さ h を1.0～

1.8mと変えて A_r および A_p を計算したものが図-4である。図中、鉄筋のみの場合の A_r は実線で、本工法併用の場合は破線で示してある。また、No.1壁（対策）、No.2壁（無対策）のひびわれ実測結果を併せて示しており、用いられた鉄筋総断面積は、 $A_r = 15.2\text{ cm}^2$ 、 $A_p = 46.0\text{ cm}^2$ である。実線 A_r と破線 A_p を比較すると、全体に破線で示した本工法併用の場合の方が小さく、鉄筋量が低減され、特にひびわれ幅 w が小さいほどその効果が大きいことがわかる。つぎに、中央部のひびわれ実測値と計算値を $h = 1.8\text{ m}$ の場合を基準にして比較すると、材令12日におけるNo.2壁で

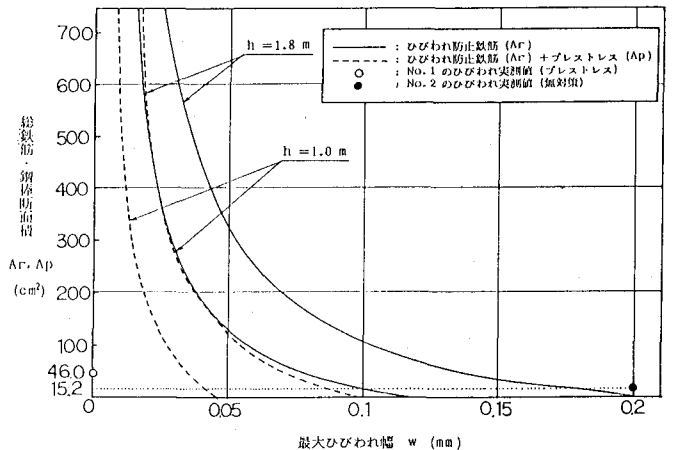


図-4 ひびわれ幅と鉄筋量の関係

は比較的良好に一致しているが、No.1壁ではひびわれの発生が認められていないので、計算値はかなり大きなものとなっている。本構造物の場合、鉄筋のみでひびわれ幅を0.05mm以下に制御しようとするれば、断面積でさらに300cm²程度と膨大な量が必要となるが、本工法を併用することにより、30cm²程度の増加によって十分な効果を得ていることになる。結果として材令12日以後に発生したひびわれを含めても、合計ひびわれ幅、ひびわれ長さは、本工法を併用することにより、50～70%低減されることになる。

以上、壁厚70cmの構造物にモデレートプレストレスを導入し、温度ひびわれの制御を行って、その有用性を確認した。また、先に提案した修正ACI式を用いてその効果を定量的に評価し、モデレートプレストレスによるひびわれ幅低減の効果が十分期待できることが改めて認められた。²⁾

参考文献

- 1) 清水他：静的破砕剤を用いたモデレートプレストレス導入法、第39回年次講演会概要集第5部、1984.10
- 2) 清水他：モデレートプレストレス導入による温度ひびわれ防止効果について、第7回コンクリート工学年次講演会、1985.6