

若築建設(港湾技研研修生) 正会員○壹岐直之  
 運輸省港湾技術研究所 正会員 清宮 理  
 運輸省港湾技術研究所 正会員 山田昌郎

### 1. まえがき

沈埋トンネル側壁等での製作時に発生する温度ひびわれは、部材を貫通して発生する。止水性や耐久性の観点からひびわれ幅の大きい箇所では補修が必要となる。プレストレストコンクリートの沈埋函ではP.C.緊張によるひびわれ幅の低減効果が期待できる。本報告は、P.C.緊張によるひびわれの低減効果を確認するため純引張小型模型実験を行い、その結果をまとめたものである。また、ひびわれを充填工法で補修した後のP.C.緊張によるひびわれ幅の挙動についても調べた。

### 2. 実験概要

2.1 試験体の構造と使用材料 模型実験では、供試体をNo.1~5の5体製作した。図-1に示すよう、純引張部分60cmの中央に初期ひびわれ導入用の切り欠きを設け、4本の鉄筋(SD295A, D13)とP.C.緊張用のシース管を埋め込んだ。中央部は20cmの正方形断面とし、切り欠きから5cm離れた位置よりコンクリートにテーパーを設け、鉄筋量を中央の3倍とした。これは、鉄筋降伏前に切り欠き位置以外での新たなひびわれの防止を目的とするためである。コンクリートの配合および強度を表-1に示す。

2.2 載荷方法と計測項目 載荷用ジャッキと計測機器の取り付け位置とを図-1に示す。2本のジャッキそれぞれにロードセルを付け荷重を測定した。ひびわれ幅は、切り欠き部の左右に上下2個ずつ計4個のパイゲージで測定し、コンクリート表面でのひびわれ幅で評価した。ひずみゲージは、切り欠き部の4本の鉄筋にそれぞれ取り付けた。2台の手動式油圧ジャッキを供試体の両側に設置して載荷した。初期ひびわれの導入までは2つのジャッキの合計で0.5tf毎に載荷し、その後ひびわれ幅の平均値が0.01mm毎に、ひびわれ幅の最大値が0.40mm(No.1)、0.50mm(No.2, No.4)、0.60mm(No.3, No.5)に目標をおいて載荷した。このとき左右のひびわれ幅が均等になるよう、2本のジャッキをそれぞれ制御した。除荷は2tf毎に行った。

2.3 補修方法 供試体No.3は、除荷終了後にエポキシ系樹脂充填工法を用いて補修を行った。シール材でひびわれ表面をマスキングし24時間放置後、ひびわれ内部にエポキシ系樹脂を注入し硬化させた。各供試体へのP.C.緊張は、除荷終了後もしくは充填工法による補修の終了後に行った。

### 3. 実験結果

3.1 ひびわれの発生 図-2に供試体No.5でのひびわれ発生状況を示す。載荷重およそ6tfにおいて切り欠き部分( $x=0$ cm)に初期ひびわれが発生した。その後、切り欠きの右側に、12tfでフーチング境界部( $x=30$ cm)、14tfで切り欠きとフーチングの間( $x=23$ cm)にひびわれが順次発生した。他の供試体についてもほぼ同様の結果を得ている。

3.2 荷重とひびわれの関係 荷重-ひびわれ幅の関

表-1 コンクリートの配合および強度

| 単位量 [kg/m <sup>3</sup> ] |     |     |      | スランプ<br>[cm] | 強度<br>[kgf/cm <sup>2</sup> ] |
|--------------------------|-----|-----|------|--------------|------------------------------|
| W                        | C   | S   | G    |              |                              |
| 164                      | 330 | 760 | 1050 | 9.5          | 307                          |

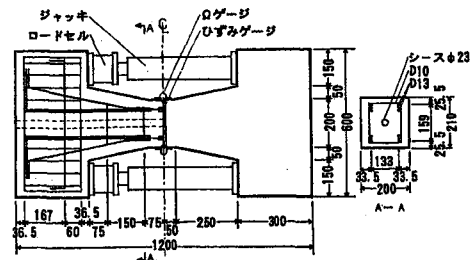


図-1 供試体および実験装置

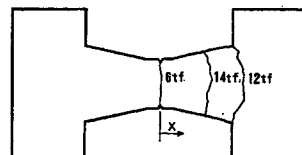


図-2 代表的なひびわれ

係を図-3に示す。P.C. 緊張の荷重は負の値で表してある。初期ひびわれ幅はおよそ0.08mmであった。鉄筋の降伏は14.5tf付近で生じ、このときのひびわれ幅は約0.32mmであった。その後、ひびわれ幅は最大荷重15tfで約0.6mm、除荷後約0.32mm、P.C. 緊張後約0.12mmとなった。充填工法による補修を行った供試体について、P.C. 緊張によるひびわれ幅の減少量は、約0.01mmと小さい値であった。

P.C. 緊張後、再載荷での荷重-ひびわれ幅の関係を図-4に示す。ひびわれ幅の初期値はP.C. 緊張直後の値としてある。載荷時のひびわれ幅の増加は、P.C. 緊張時のひびわれ幅の減少曲線（図-3）にほぼ一致した。再載荷後の新たな残留ひびわれはほとんど生じなかった。充填工法による補修を行った供試体の、載荷時のひびわれ幅の増加はほとんどなかった。

3.3 残留ひびわれ幅 最大荷重と残留ひびわれ幅/最大ひびわれ幅との関係を図-5に示す。P.C. 緊張後のひびわれ幅は、1度目の載荷による残留ひびわれが幅がP.C. 緊張によって低減した値を初期値としてある。P.C. 緊張後、再載荷による残留ひびわれ幅の増加量は0.01mm未満となり、残留ひびわれ幅はほとんど増加しなかった。

残留ひびわれ幅とP.C. 緊張によってひびわれ幅が減少した割合とを図-6に示す。新渦みなどトンネルの製作時に発生した温度ひびわれを、補修したデータも合わせてプロットしてある。実験では、30kgf/cm<sup>2</sup>のP.C. 緊張によって、ひびわれ幅は30%~40%にまで減少した。新渦みなどトンネルでは、最大幅0.18mmのひびわれが24kgf/cm<sup>2</sup>のP.C. 緊張によって0.10mmに低減した。この低減効果は、実験結果とほぼ同様の傾向を示した。

補修を行った供試体について、P.C. 緊張に際してひびわれ幅の減少量は0.007mmであり、その後、再載荷しても0.005mmの増加にとどまった。

#### 4. まとめ

①幅0.6mm以下のひびわれは、P.C. 緊張により0.15mm以下となり、限界状態設計法における使用限界状態の許容範囲内に低減した。②P.C. 緊張後、再載荷による残留ひび割れの増加はみられなかった。③エポキシ系樹脂充填工法の補修によってひびわれ幅は固定され、その後の載荷の影響はほとんど見られなかった。

#### 5. あとがき

新渦みなどトンネルの函体製作時に、温度によると思われるひびわれが発生したが、P.C. 緊張とともにひびわれ幅は大幅に減少した。今回の実験によっても、P.C. 緊張の効果が確認できたと考える。

#### 参考文献

寺山 徹、大塚 敬三、大友 健：プレストレストによるひびわれ幅の低減効果：土木学会43回年講：1988, 10：pp. 296

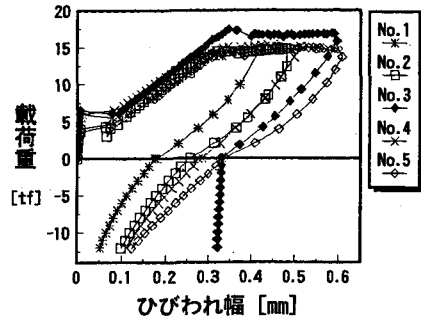


図-3 ひびわれ幅-荷重関係の実験値

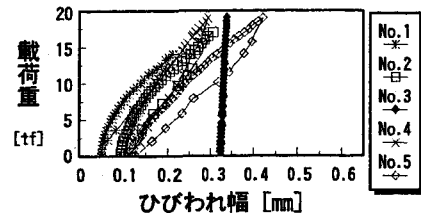


図-4 ひびわれ幅-荷重関係の実験値  
(ポストテンション導入後)

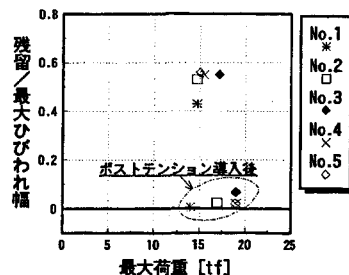


図-5 最大荷重と、残留ひびわれ幅/最大ひびわれ幅との関係

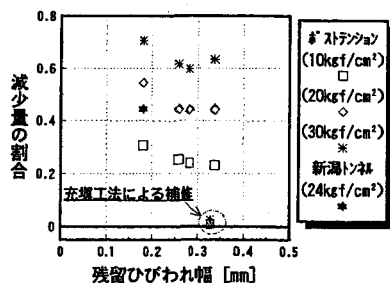


図-6 残留ひびわれ幅に対する  
ひびわれ幅減少量の割合