

V-124

プレストレスによるひびわれ幅の低減効果

首都高速道路公団 正会員 寺山 徹  
同 上 正会員 大塚 敬三  
大成建設技術研究所 正会員 大友 健

1. まえがき

首都高速湾岸線に建設が進められている川崎航路及び多摩川トンネルは、沈埋式海底トンネルであることから水密性が要求される構造物である。しかし本構造物はマッシブなコンクリート構造物であるため、セメントの水和熱による温度ひびわれの発生が予測される。

この沈埋トンネル函体には躯体コンクリート工完成後、ひびわれ幅の低減を目的として、軸方向にプレストレスが導入される予定である。本検討は、実構造物を模した試験体を用いて、プレストレスによるひびわれ幅の低減効果を確認したものである。また、ひびわれからの漏水量についても合わせて検討した。

2. 実験方法

試験体は図-1に示すものであり、函体側壁の一部を切出した形状である。貫通ひびわれを試験体中央の切り欠き部に、純引張り载荷により発生させた。ひびわれ幅の管理は、函体模型の壁厚方向の5断面に配置した変位計の測定値によった（図-2）。

1)ひびわれ制御実験 ー純引張り载荷により発生させたひびわれの幅を初期ひびわれ幅とする。5体の試験体に対して作製した、0.1 mm～0.6 mm の7種類の初期ひびわれ幅に関して、プレストレス（5, 10, 15 kg/cm<sup>2</sup>）に相当する荷重を载荷し、この時のひびわれ幅の減少量を測定した。

2)ひびわれ漏水実験 ーひびわれ制御実験後の試験体のひびわれ幅を拘束治具により固定し、切り欠き部をシールすることによりひびわれ漏水試験体とした。ひびわれ端部に、1 kg/cm<sup>2</sup>～4 kg/cm<sup>2</sup>の圧力水を加圧し、反対側からの漏水量を測定した。この試験には6体の試験体を用いた。

3. ひびわれ制御実験結果

表-1には、ひびわれ制御実験および漏水実験の結果を示した。図-2に示すように強制的に発生させたひびわれは、試験体の端部が配力筋に相当するD32鉄筋で拘束されているため、端部の幅が小さく中央部の幅が大きい紡錘形となっている。ここでは平均のひびわれ幅として評価した。

表-1 プレストレス導入効果実験結果

| 試験ケース | 初期ひびわれ幅 |         | ひびわれ制御実験結果          |                      |                      |                     |                      |                      | ひびわれ漏水実験結果 |       |                     |                     |                     |                     |
|-------|---------|---------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|       | 平均 (mm) | 端部 (mm) | 平均ひびわれ幅 (mm)        |                      |                      | 端部ひびわれ幅 (mm)        |                      |                      | ひびわれ幅 (mm) |       | 最大漏水量 (ml/day)      |                     |                     |                     |
|       |         |         | 5kg/cm <sup>2</sup> | 10kg/cm <sup>2</sup> | 15kg/cm <sup>2</sup> | 5kg/cm <sup>2</sup> | 10kg/cm <sup>2</sup> | 15kg/cm <sup>2</sup> | 平均         | 最少    | 1kg/cm <sup>2</sup> | 2kg/cm <sup>2</sup> | 3kg/cm <sup>2</sup> | 4kg/cm <sup>2</sup> |
| ①-1   | 0.218   | 0.194   | 0.155               | 0.125                | 0.106                | 0.160               | 0.144                | 0.133                | 0.497      | 0.306 | 365x10 <sup>3</sup> | 499x10 <sup>3</sup> | 499x10 <sup>3</sup> | 595x10 <sup>3</sup> |
| ①-2   | 0.613   | 0.581   | 0.482               | 0.382                | 0.308                | 0.503               | 0.433                | 0.377                |            |       |                     |                     |                     |                     |
| ②-1   | 0.155   | 0.146   | 0.094               | 0.067                | 0.051                | 0.103               | 0.082                | 0.068                | 0.120      | 0.063 | 12.8                | 14.0                | 15.4                | 20.6                |
| ②-2   | 0.226   | 0.125   | 0.132               | 0.090                | 0.066                | 0.096               | 0.081                | 0.069                |            |       |                     |                     |                     |                     |
| ③     | 0.500   | 0.286   | 0.367               | 0.259                | 0.185                | 0.180               | 0.104                | 0.054                | 0.362      | 0.025 | 4.0                 | 2.0                 | 2.2                 | 12.3                |
| ④     | 0.246   | 0.086   | 0.168               | 0.114                | 0.074                | 0.044               | 0.009                | 0.015                | 0.157      | 0.045 | 0.0                 | 1.2                 | 9.8                 | 11.3                |
| ⑤     | 0.108   | 0.100   | 0.061               | 0.034                | 0.016                | 0.050               | 0.020                | 0.001                | 0.048      | 0.031 | 0.0                 | 0.0                 | 0.0                 | 0.0                 |
| ⑥     |         |         |                     |                      |                      |                     |                      |                      | 0.280      | 0.124 | 3.8                 | 17.0                | 64.4                | 80.6                |

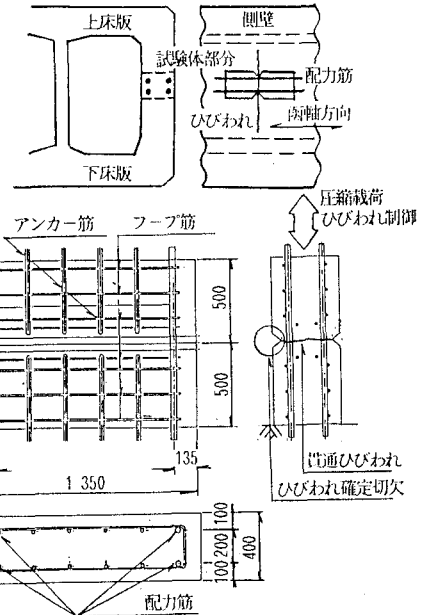


図-1 函体モデル及び試験体

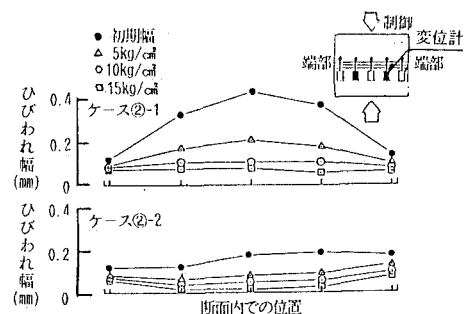


図-2 ひびわれ形状の例

ひびわれ幅の減少の程度を、初期ひびわれ幅に対する割合いで示したものを図-3に示す。ひびわれ幅の減少量は、プレストレスの大きさ及び初期ひびわれ幅に依存する傾向が認められた。ひびわれ幅の減少量を初期ひびわれ幅の乗数の関数として表せば、図-4に示すように、この値とプレストレス量を対応させることができる。

この結果をもとに、試験体ごとの試験結果のばらつきを平均化して算出した、プレストレス導入力とひびわれ減少量の関係を図-5に示した。平均ひびわれ幅の減少量と同様の手法により試験体端部におけるひびわれ幅の減少量についても検討した。両者はほぼ同様な変化傾向を示している。プレストレスが大きい程ひびわれの幅を抑制することができるが、この効果は頭打ちとなる傾向にあり、経済性も考慮すれば 10kg/cm<sup>2</sup>程度のプレストレスが妥当なものと考えられる。

#### 4. ひびわれ漏水実験結果

図-6にはひびわれ幅と最大漏水量の関係を示した。ここで、ひびわれ幅としては、平均ひびわれ幅および壁厚方向で最もひびわれ幅の小さい部分（ケース②を除いては全て端部）のひびわれ幅の両者とした。最大漏水量は端部のひびわれ幅によって変化する傾向が認められる。

この図には示していないが、最小ひびわれ幅が 0.3mm（平均0.6mm）と非常に大きい試験体が、激しい漏水を継続したのに対して、最小ひびわれ幅が0.12mm以下の試験体においては、最大漏水量を記録後、漏水が徐々に小さくなる現象が生じた。平均ひびわれ幅が0.05mm、最小ひびわれ幅が0.03mmの試験体においては、漏水が全く認められなかった。

図-7には、10kg/cm<sup>2</sup>のプレストレスを試験体に作用させた場合の制御前のひびわれ幅と制御後のひびわれ幅を示した。

漏水に關与するのは端部、すなわち構造体の表面に近い位置でのひびわれ幅と考えてよくプレストレスが全て有効に作用するとした場合にはひびわれは実線のように制御される。

#### 5. まとめ

限定された数量・条件の試験ではあったが、プレストレスを与えることによるひびわれ幅の減少の傾向を把握し、函体に導入するプレストレス量を検討する資料とすることができた。

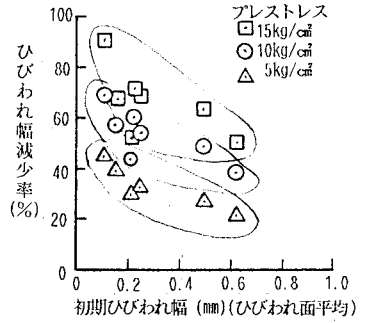


図-3 初期ひびわれ幅と減少率の関係

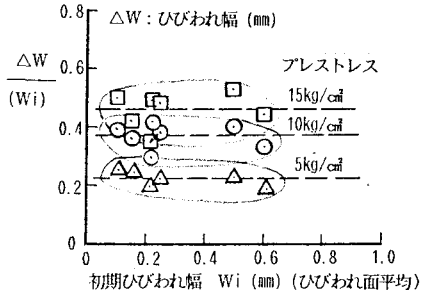


図-4 初期ひびわれ幅の影響

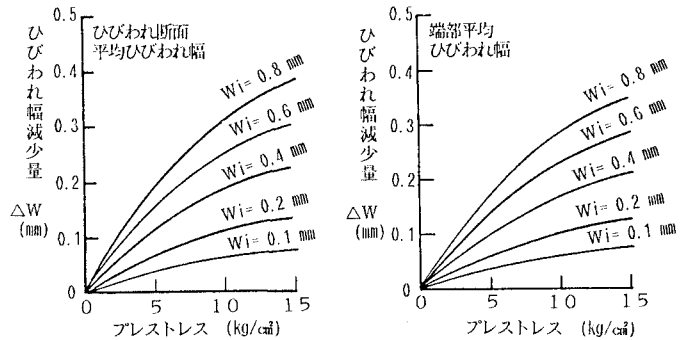


図-5 プレストレス導入量とひびわれ減少量の関係

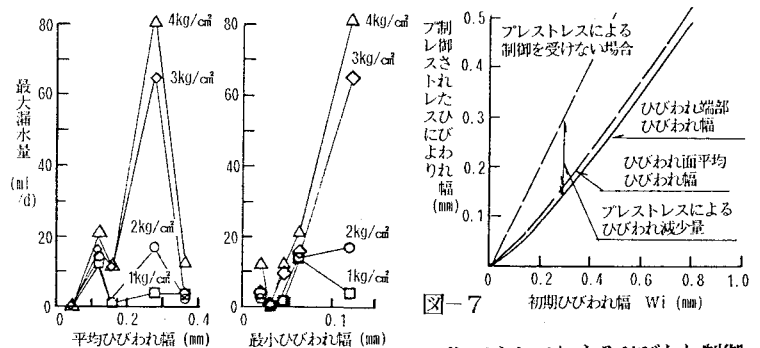


図-6 ひびわれ幅と漏水量の関係

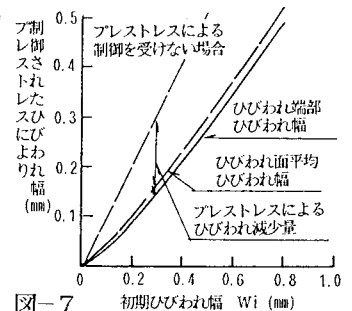


図-7 プレストレスによるひびわれ制御（プレストレス10 kg/cm<sup>2</sup>の場合）