

V-395

実物大ボックスラーメンに対するプレストレス補強実験

—— プレストレス導入試験 ——

熊谷組 正会員 本田 勉

東電設計 正会員 円谷喜只

熊谷組 正会員 熊坂徹也

東電設計 正会員 伊藤利昭

1. まえがき

地中のボックスラーメンを補修・補強する場合、従来からボックス内面に鉄筋コンクリートを打増しするあるいは補強鉄板を貼付ける等の方法が取られるが、これらの方法では過大な応力度が生じていると想定される既存の鉄筋応力度を緩和することができない。これに対してプレストレス補強は、断面に導入される軸力により既存の鉄筋応力度を緩和することが可能という利点があり、筆者らは前報において、ウォータージェットにより溝を切削し、P C鋼材を挿入して埋戻した後、緊張する補強方法を提案し、要素実験を行ってその可能性を確認した[1]。

本報告では、さらにプレストレス補強の実用化を目指して実施した実物大実験のうち、溝切削の影響およびプレストレス導入の実験結果について述べる。

2. 実験概要

2. 1 試験体のプレロード

試験体は内径3.0m(H)×2.0m(W)×1.5m(L)×厚さ20cm(頂底板),23cm(側壁)のボックスカルバートを用い、鉄筋およびコンクリートにひずみゲージを貼付した。

土水圧等の載荷状態を模擬するため、頂版下端の鉄筋応力度が $2,000\text{kgf}/\text{cm}^2$ となる状態を目標とし、頂版上部にインゴットを載荷(プレロード)した。プレロード時のコンクリート強度は、材令3週で $490\text{kgf}/\text{cm}^2$ であった。

2. 2 P C鋼材配置用の溝切削

この状態でP C鋼材配置用の溝を切削し、ひずみ測定を行って、断面欠損による影響を把握することとした。溝は幅12cm×深15cmでウォータージェット(WJ)を用いて切削した。

プレロードの載荷状態でのWJによる溝切削状況を写真1に示す。また溝の切削寸法はP C鋼材を全周配置するため図1のようであり、側壁に拡幅部を設けてP C鋼材を接続・定着できるようにしている。

2. 3 プレストレス導入

WJで切削した溝は内径50mmのシースを配置し、拡幅部を箱抜きしてプレミックスの補修用モルタルを吹付け、埋戻した。P C鋼材は12.4mm鋼より線4本を箱抜き部から後挿入し、頂版中央に緊張力 20tf を導入した。P C鋼材の接続は矩形の接続具(写真2)を用い、その両面で相対するP C鋼材をくさび定着する。緊張側のP C鋼材は、カーブチェアーを用いてトンネル内に引出し、緊張ジャッキをセットした(写真3)。

3. 実験結果と考察

3. 1 プレロード荷重と鉄筋応力度

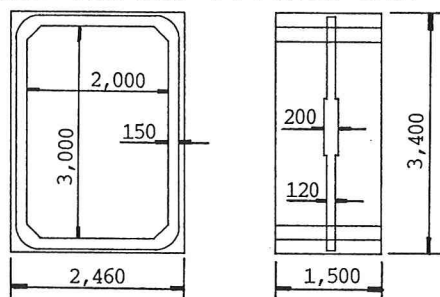


図1 試験体と溝の切削寸法

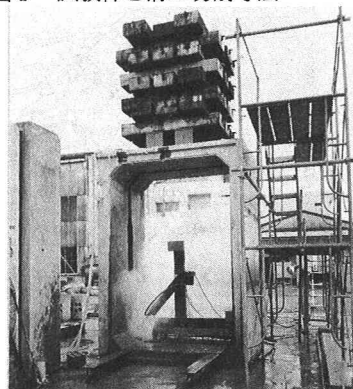


写真1 プレロードWJ切削

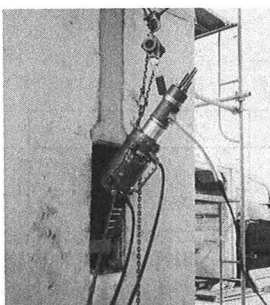


写真3 PC緊張状況

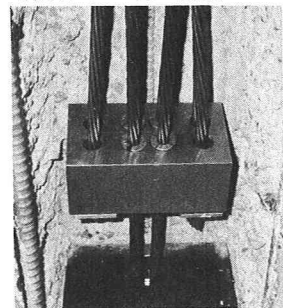


写真2 接続定着具

プレロード時の荷重と頂版下端の鉄筋応力度との関係を図2に示す。図中の計算値は、コンクリートの曲げ引張強度を $\sigma_{c1}=36\text{kgf/cm}^2$ として、ひびわれ発生までを全断面有効で、その後コンクリートの引張部分を無視して応力計算したものである。

ひびわれ発生が目視で確認されたのは15tf載荷時であり、計算値と概ね一致している。その後19tf程度まで新たなひびわれ発生や、ひびわれの進展が認められ、20tf以後はひびわれ深さはほぼ安定した状態であった。

荷重24.9tfの時、鉄筋応力度が目標の $2,000\text{kgf/cm}^2$ 以上となり、ひびわれ幅は 0.2mm となった。

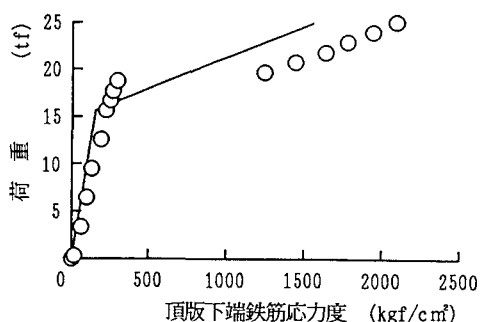


図2 頂版下端鉄筋応力度と荷重の関係

3. 2 溝切削の影響

図3は頂版下端の鉄筋応力度の時刻歴変化をプロットしたものである。プレロードの載荷状態で、WJによる溝切削→モルタルによる埋戻し→PC緊張力の導入→プレロードの除荷を履歴している。

プレロード後の鉄筋応力度は漸増傾向にあるが、400時間程度経過した段階で安定してくる。この時の鉄筋応力度は約 $2,800\text{kgf/cm}^2$ となり、ひびわれが徐々に進展した結果と考えられる。このとき、ひびわれ幅も 0.3mm に拡大していた。

またWJ切削の期間中、見かけの鉄筋応力度は減少しているが、これは温度変化の影響と考えられ、断面欠損による応力増加は認められなかった。

3. 3 プレストレス導入

鉄筋応力度が $2,800\text{kgf/cm}^2$ のひびわれ断面に対して20tfの緊張力を軸力として導入した場合、断面のつりあいから得られる鉄筋応力度の計算値は $1,800\text{kgf/cm}^2$ に減少する。しかし図3のように実験結果は $2,400\text{kgf/cm}^2$ への減少に止まった。図4の頂版中央断面のひずみ分布の変化からは、軸力20tfが増加しているのに、緊張力は導入されている。プレロードを除荷した場合にも、同様に鉄筋応力度の減少は $1,300\text{kgf/cm}^2$ に止まっていること

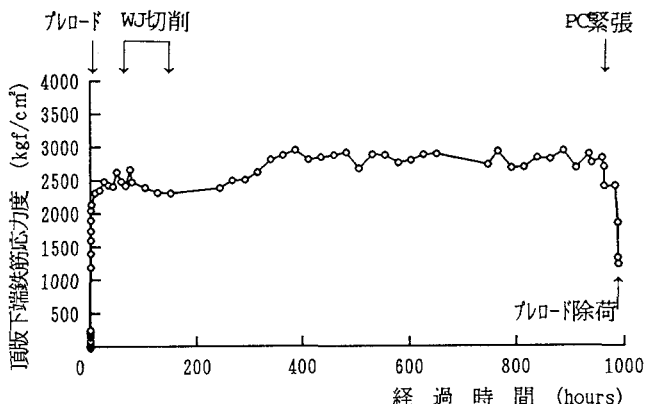
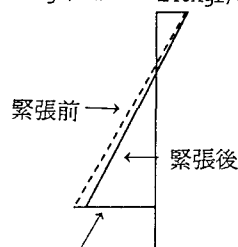


図3 頂版下端鉄筋応力度の時刻歴変化

$130\text{kgf/cm}^2 \rightarrow 140\text{kgf/cm}^2$



$-2,800\text{kgf/cm}^2 \rightarrow -2,400\text{kgf/cm}^2$

図4 PC緊張時のひずみ変化

4. まとめ

- (1) WJで溝を切削し、シースを配置して埋戻し、PC鋼材を挿入、緊張する施工方法により、トンネル内におけるプレストレス補強が可能であることが確認できた。
- (2) 20tfの緊張力が導入されて鉄筋応力度が緩和されており、またPC鋼材も配置されているので、補強効果は確実に得られたものと考えられる。ただし、ひびわれ幅の縮小という補修効果の面では、埋戻しモルタルをPC緊張前に施工したために不十分であった。頂版中央部のひびわれ部分に対する埋戻しモルタルをPC緊張後に施工することにより、ひびわれに対する補修効果も期待できるものと考えられる。

〔参考文献〕 [1] 円谷、伊藤、本田、熊坂：プレストレスによるボックスラーメンの補強技術に関する基礎研究、第47回 土木学会年次学術講演会 V-73、74、1992.9