

V-74 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

— プレストレス導入試験 —

東電設計 正会員 円谷 喜只 熊谷組 正会員 本田 勉
 東電設計 正会員 伊藤 利昭 熊谷組 正会員 熊坂 徹也

1. はじめに ボックスラーメン耐力の回復・向上を図る補強方法として、プレストレスの導入はボックス内面空間を減少させない利点がある¹⁾。しかし、コーナー部ではPC鋼材が小さな曲げ半径で配置されることとなり、コンクリートには局部的に過大な応力が発生し、これに対する十分な補強を施す必要がある。そこで、1)コーナー部に補強筋を配置することにより、2)緊張力は何tfまで導入可能か、3)その時の限界状態どのレベルか、4)プレストレス分布は解析と対応するか、といった課題について実験的に確認することとした。

2. 対象モデルとひびわれ限界状態レベル 検討対象モデルとして図1の地中ボックスラーメンを設定した。コーナー部に生ずる断面力に対して、各々の限界状態を得るのに要する緊張力は表1のように算出される。

表1 ひびわれ限界状態レベルと緊張力の対応

レベル	ひびわれ限界状態	緊張力(tf)
I	コンクリートに引張応力が発生しない	75.2
II	引張応力度が設計強度の60%を越えない	51.9
III	曲げひびわれ幅が許容値を越えない	20.4
IV	引張鉄筋応力度が許容応力度を越えない	16.7

3. 供試体 供試体は実物大サイズのコーナー部1/4モデルとした。鉄筋は主筋、配力筋ともD13ctc250mmである。あらかじめウォータージェットにより幅125mm、奥行200mmの溝を切削し、PC鋼材および補強筋を配置した後、無収縮モルタルで埋戻した。この時PC鋼材の曲げ半径は350mmである。PC鋼材は摩擦損失低減のためアンボンド鋼材を用い、コーナー部のシース強化の目的でステンレスシースを配置した。またコーナー部コンクリートの補強として、1)位置決め兼用の支圧板、2)埋戻しモルタルのせん断補強筋、3)埋戻しモルタル全体の抜き出し防止筋(ラーメン本体の配力筋にアンカー筋を追加)を配置した(写真1)。コンクリート強度は $f'_{ck}=250\text{kgf/cm}^2$ 、埋戻しモルタルは $f'_{ck}=550\text{kgf/cm}^2$ を用いた。

4. 試験方法 試験のパラメーターは、1)緊張力:20, 45tfの2水準、2)コーナー部補強筋の有無、3)ステンレスシース補強の有無とし、表2に示す3ケースを計画した。試験方法を図2に示す。荷重は単調増加とし、最大緊張力まで到達後単調除荷とした。計測項目は、1)アンボンド鋼材の摩擦係数、2)ひずみ分布、3)ひびわれ発生荷重、4)シースの破損状況である。

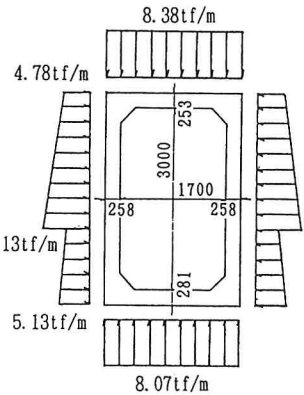


図1 検討対象モデル

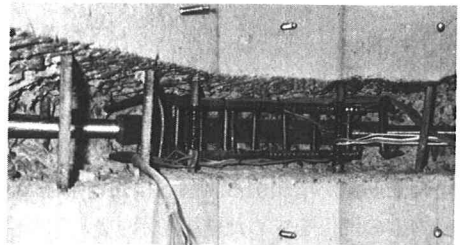


写真1 補強筋の配置状況

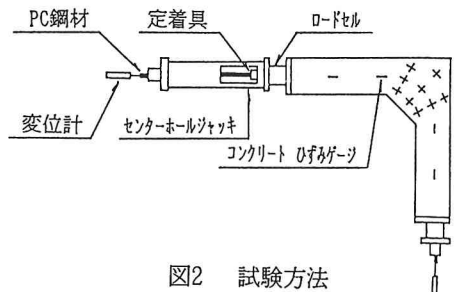


図2 試験方法

表2 試験ケース

No.	PC鋼材	緊張力	支圧板	せん断補強筋	抜き出し防止筋	シース補強
①	T15.2mm	20 tf	○	—	—	—
②	T15.2mm	20 tf	○	○	○	○
③	T21.8mm	45 tf	○	○	○	○

5. 試験結果と考察 摩擦係数の変化は図3のようになり、平均で①0.15,②0.04,③0.11といずれも小さな値であった。このうち①ではシーズ破損対策としてエポキシコート鋼材をアンボンド加工して用いており、このエポキシコート表面の砂粒が摩擦を大きくしている。また③は太径ストランドのため、コーナー部での変形抵抗が大きいものと考えられる。

各計測位置における目標荷重載荷時のひずみ分布の一例をFEM解析値と比較して図4に示す。FEM解析値に対して80~90%のプレストレスが導入されており、またひずみ分布形状は計算結果に酷似していることから、今回の実験ではほぼ計算どおりの結果が得られたと考える。次に、補強鉄筋のひずみはほぼ線形に推移し異常はみられなかったが、図5に示すように③供試体においては緊張力が30tfを越えてから、拔出防止アンカー筋に顕著な変化が現れた。また、供試体にひびわれが発生したのは③のみで、40tf載荷した段階で、コーナー部内面にPC鋼材方向に沿うひびわれが発生した。このひびわれ幅は、45tf載荷時において約0.05mmであった。以上のことから緊張力30tf程度までは、コーナー部の補強鉄筋は不要と考えられる。また補強筋を配置すれば50tf程度の緊張力導入が可能であると考えられる。

除荷後、供試体コーナー部よりシーズをはつり出し破損状況を観察した結果、①はコーナー部内側でポリエチレン被覆にP C鋼より線の食込みによる亀裂が生じていた。ただしエポキシコートにより防錆効果は確保されている。また②、③は写真2に示すようにステンレスシーズにPC鋼より線の痕跡が残りはしたものの、ステンレスシーズの耐力を十分に保持できる程度のものであり、45tf載荷においてもステンレスシーズの補強効果が確認できた。

6. まとめ 1)コーナー部補強筋は緊張力30tf程度までは不要である。これはひびわれ限界状態Ⅲに相当している。

2)コーナー部に補強鉄筋を配置すればひびわれ限界状態Ⅱのレベルの緊張力導入が可能である。ただしコーナー部内側には緊張に伴うひびわれが発生する。

3)ステンレスシーズの使用が有効である。

4)プレストレスの分布はF E M解析により求めた値に近似している。

以上のように比較的容易な方法でプレストレスによる信頼性の高いボックスラーメンの補強は可能と判断される。今後さらに土水圧等の載荷状態での実験的確認が必要と考えられる。

〔参考文献〕

1)熊坂、円谷、伊藤、本田：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、— P C鋼材配置の検討 —、第47回土木学会年次講演会、1992.9(投稿中)

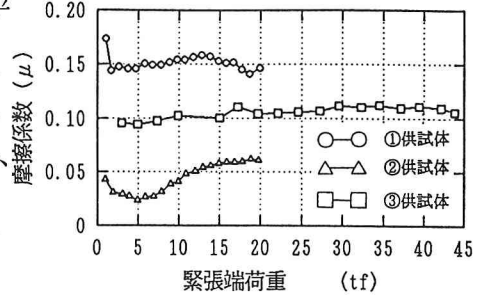


図3 摩擦係数の変化

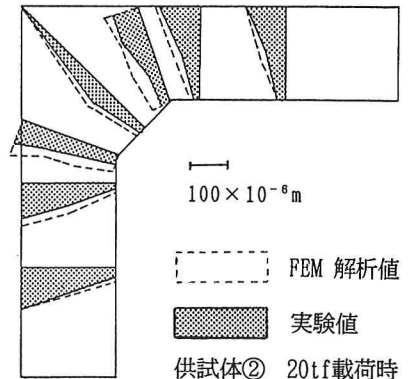


図4 コンクリートのひずみ分布

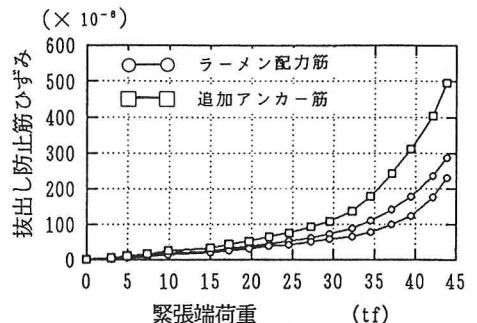


図5 補強鉄筋のひずみ変化

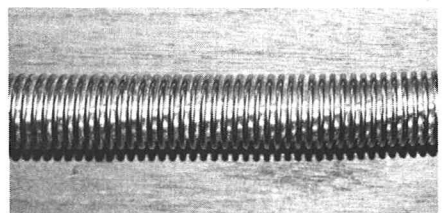


写真2 ステンレスシーズの痕跡