

(72) 中空PC鋼棒を用いた外ケーブル定着体の耐力確認実験

オリエンタル建設(株) 正会員 ○ 関口富夫

1. はじめに

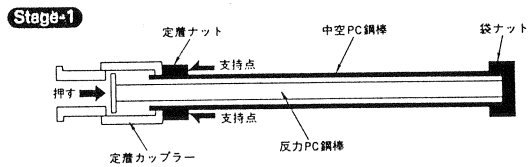
プレストレストコンクリート部材にプレストレスを導入する方法は次の二つの方法が一般的である。一つは引張鋼材の定着用のアバット装置を必要とするプレテンション方式で、いま一つは強固な定着装置を必要とするポストテンション方式である。ここで報告する工法は、中空PC鋼棒を用いた新しいプレストレス導入工法であり、前述の既存のシステムとは異なり、アバットを全く必要としない新しいプレテンション方式とも言えるシステムである。

本実験は、単純T桁のウェブ面に外ケーブルを配置して、多径間の連続構造とする工事である「姫路バイパス曾根高架橋補強工事」の施工に先だって行ったものである。この外ケーブルの定着体の施工に際し、従来はPC鋼棒を用いたポストテンション方式でプレストレス導入を行い、定着体と既設のプレキャスト桁との一体化を行っていたが、この補強工事においては中空PC鋼棒を用いるシステムを採用する計画を立案した。それに関連して、中空PC鋼棒を用いた定着体の耐力を確認する目的で実験モデルの実験を行った。ここにその実験の結果について報告する。

実験報告の前に、中空PC鋼棒を用いたプレストレス導入の原理を以下に説明する。

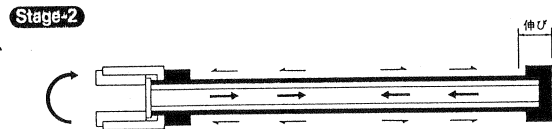
(1) 中空PC鋼棒への引張力の導入

油圧ジャッキにより中空PC鋼棒内に挿通された内側のPC鋼棒を押し込みながら中空PC鋼棒を伸張させて、中空PC鋼棒に引張力を導入する。



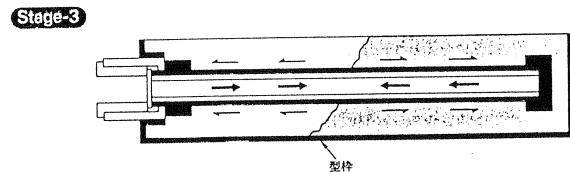
(2) 中空PC鋼棒の引張力の保持

中空PC鋼棒に所定の引張力を導入後、定着カップラーで中空PC鋼棒が元の長さに戻らないように止める。この状態では中空PC鋼棒には引張力が、内側のPC鋼棒には圧縮力が釣り合った状態で作用している。



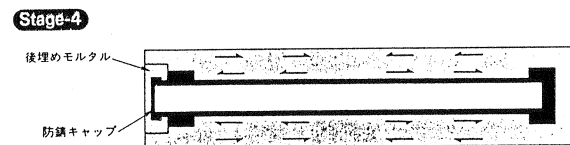
(3) 中空PC鋼棒の配置

型枠内の所定位置に所要の中空PC鋼棒を配置し、型枠に固定した後、コンクリートを打設する。



(4) プレストレスの導入

コンクリート硬化後、定着カップラーを緩めると、中空PC鋼棒とコンクリートの付着力およびナットの支圧により、コンクリートにプレストレスが導入される。



→: 圧縮力 ←: 引張力

図-1 中空PC鋼棒によるプレ導入の原理

2. 実験概要

実験設備については、(図-2)に示すように実橋モデルに近いポストテンションT桁を既設桁として製作し、外ケーブル定着体を後打ちコンクリートで打設し、(図-1)に示したような構造の中空PC鋼棒によるプレストレスの導入を行い、既設桁と定着体の一体化を図った。その後、外ケーブルを実荷重レベル以上の引張力で載荷し、定着体の耐力確認を行った。実験ケースとしては施工の対象であるポストテンション桁およびプレテンション桁に対して、更に各々の桁の内、中桁用および耳桁用の定着体を想定した4種類の実験を行った。そのうちプレテンション桁の中桁用の実験ケースについて報告する。

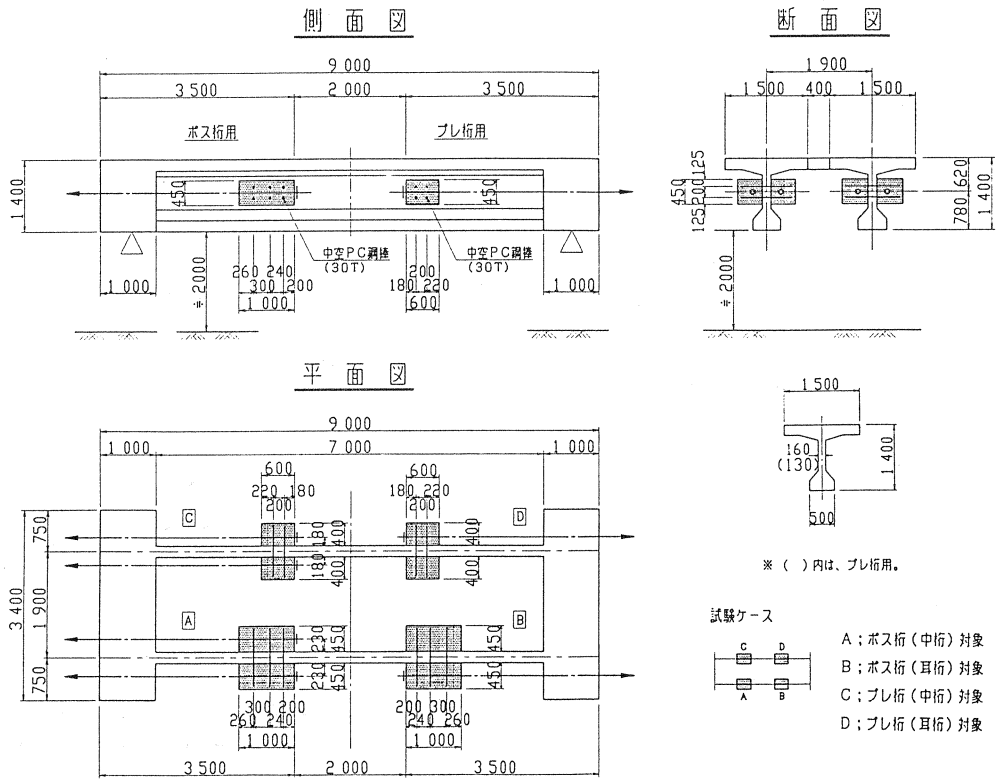


図-2 供試体の一般図

(1) 中空PC鋼棒の緊張

(図-1)の(1)、(2)要領で、中空PC鋼棒の緊張を専用ジャッキを用いて行った。緊張管理については、鋼棒長が短い場合圧力計および中空PC鋼棒にセットした伸び計をひずみ測定器に連結し、圧力と伸びによる管理を行った。その管理結果の一部を(図-3)に示す。その結果、鋼棒長が短いにも関わらず、緊張段階における荷重-伸びの関係は直線状であり、異常は認められなかった。

設計値		Pre-1		Pre-2	
設計荷重	設計伸び量	測定荷重	測定伸び量	測定荷重	測定伸び量
0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
5	0.065	4.95	0.063	5.00	0.064
10	0.130	10.03	0.138	10.04	0.134
15	0.195	15.10	0.214	15.02	0.205
20	0.259	20.18	0.291	20.23	0.280
25	0.324	25.12	0.361	25.06	0.349
30	0.389	30.02	0.433	29.99	0.421
定着時		28.62	0.412	28.33	0.395

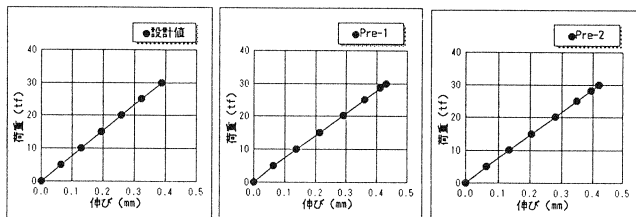


図-3 中空PC鋼棒の緊張管理

(2) プレストレスの導入

緊張力を導入された中空P C鋼棒をコンクリート打設前にセットし、硬化後、定着カップラーを解放することによりプレストレスの導入を行った。プレストレス導入に際し、定着体下面に表面ゲージおよび埋込ゲージを設置し、導入時のコンクリートのひずみを測定した。

(図-4) にその結果を示す。定着体端部付近に若干の応力の分散が見られるが、ほぼ計算値と同様の値を示し、所定のプレストレスが導入されたと判断できる。

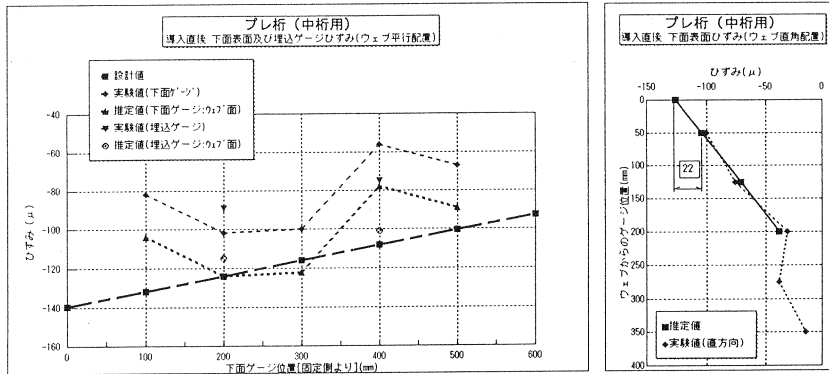


図-4 プレ導入直後の定着体下面および埋込ゲージのひずみ

(3) 定着体の耐力確認試験

実橋における外ケーブルの設計引張力を踏まえて、定着体の変位およびひずみ測定、さらにそれが取り付けられているウェブの表面ひずみを測定することにより耐力確認を行った。

定着体の滑動の確認は定着体に設置した橋軸方向の変位計により測定を行った。また、定着体の剥離の確認は滑動の測定と同様に橋軸直角方向に設置した変位計の測定により行った。載荷荷重と変位の関係を図-5) 示すが、設計荷重 ($P = 60 \text{ tf}$) 範囲内においては定着体の変位の挙動は弾性的であると判断できる。設計荷重を越えると、 $P = 85 \text{ tf}$ の時、定着体の外ケーブル固定側縁端部において定着体とウェブとの縁切り(剥離)が見られ、その影響が変位量のみだれとして現れている。これは計算上、載荷荷重が $P = 75 \text{ tf}$ の時、定着体の固定側縁端部の直角方向の縁応力度は $\sigma = 0 \text{ kg/cm}^2$ となることを考慮すると妥当な結果であると判断できる。

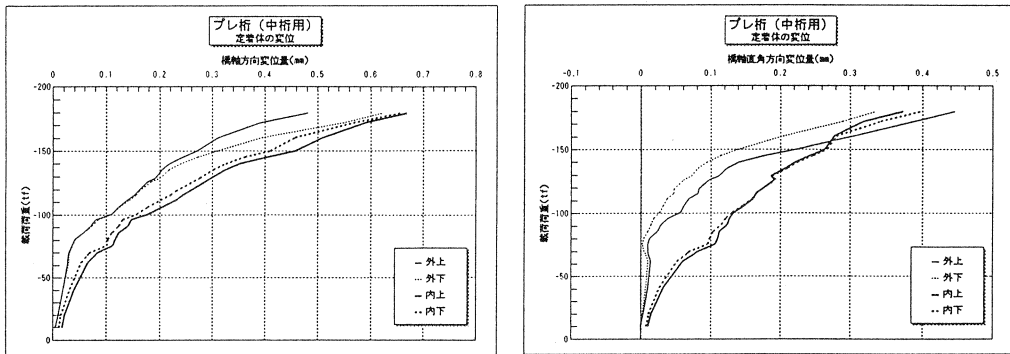


図-5 定着体の載荷荷重と変位量の関係

定着体下面に設置した表面ひずみゲージにより、定着体の橋軸直角方向のひずみを測定した。(図-6) に示すように設計載荷荷重の範囲内では中立軸位置は若干シフトしているものの、ひずみ分布は直線状をなし、設計値とほぼ一致している。定着体の固定側の縁応力度が $\sigma = 0 \text{ kg/cm}^2$ となる載荷荷重 ($P = 75 \text{ tf}$) を越えると、最大ひずみは定着体中央に移行し、固定側のひずみは増加しなくなる。これは設計値を算出する仮定として定着体を剛体として扱った結果であり、終局荷重近傍ではひずみは直線的にはならず剛体の挙動は示していない。

定着体が取り付けられているウェブの前後に3軸方向の表面ゲージを設置し、各荷重段階のウェブの表面ひずみを測定した。その結果、（図-7）に示すように、設計引張力の範囲内では異常は見られず、最終引張力の段階においても定着体の前後のウェブには均等な主ひずみが発生しており、外ケーブルによる引張力がウェブに均等に伝達されていると判断できる。本実験では、定着体の上下のウェブについては測定を行わなかったが、載荷荷重が約 $P = 150\text{tf}$ の時、定着体上下のウェブにクラックが発生した。これは上下フランジがウェブの変形を拘束したものと考えられる。

また、本報告において詳細を記述しないが、実験ケースの一つである耳桁用の定着体の耐力確認実験について少し述べると、このケースはウェブの片側のみの外ケーブルを想定したものであり、ウェブに対して偏載荷荷重が作用することになる。これにより耳桁用のケースではウェブのひずみは（図-7）の中桁用のひずみ分布のように均等にはならず、当然のことながらウェブの表裏にはかなりの差異が見られた。この結果を踏まえて、実際の施工においては耳桁用の外ケーブルの配置は中桁用の配置と同様にウェブの両側に外ケーブルを配置する方法を採用した。

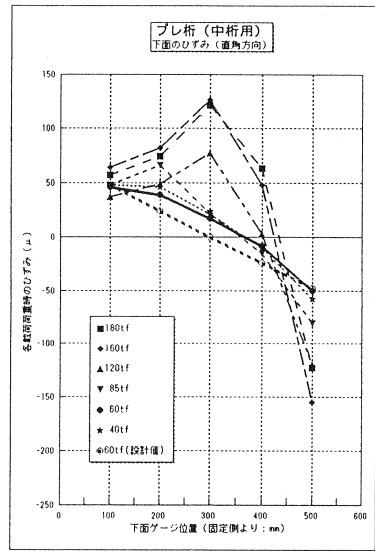


図-6 定着体下面のひずみ

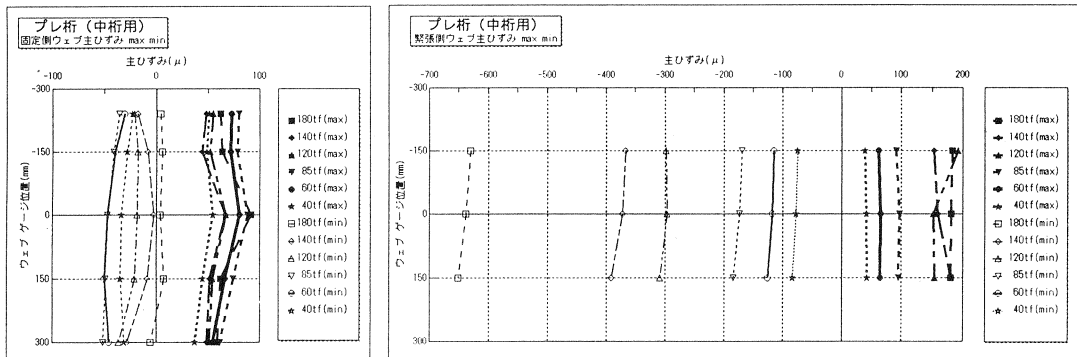


図-7 載荷荷重とウェブの主ひずみの関係

3. おわりに

中空P C鋼棒によるプレストレスの導入は、短い鋼棒長にも関わらず（導入力-ひずみ）管理を行うことにより正確な緊張力を与えることができ、定着体に対しても総じて計算値通りの緊張力が導入されたと判断できる。また、設計荷重状態においては何等異常は見られず、十分な耐力があることが確認でき、終局限界状態においても計算値以上のせん断伝達耐力を保有していることが確認できた。実際の施工性においても、限られた作業空間での緊張作業を省き、簡単な治具によってプレストレスを導入出来ることは中空P C鋼棒を用いる工法の一つの利点となる。

〈参考文献〉

- 1) 日本道路公団 大阪管理局：「曾根高架橋他2橋橋梁補強工事 中空P C鋼棒による、外ケーブル定着体 オリエンタル建設株式会社 耐力確認試験 試験報告書」1995年5月
- 2) 鈴木素彦・横田勉・手塚正道：「中空P C鋼棒を利用した新しいプレストレス導入工法」F I Pシンポジウム、1993年
- 3) 今井昌文・横田勉・新谷教治：「アバット装置を必要としない新しいプレテンション方式についての概要」プレストレストコンクリートシンポジウム、1994年