

(67) 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

オリエンタル建設(株) 技術研究所

○今井 昌文

同 上

東京支店

正会員

横田 勉

同 上

技術研究所

二井谷 教治

高周波熱錬(株)

平塚工場

溝口 茂

1. はじめに

プレストレストコンクリート(以下PC)部材において、コンクリートにプレストレスを導入する方法には、プレテンション方式とポストテンション方式があることは良く知られている。プレテンション方式の特徴は、コンクリート打設前に鋼材を緊張しアバット装置に固定した後にコンクリートを打設し、硬化後にコンクリートと鋼材の付着力によりプレストレスを導入するものである。そのために緊張反力に耐える強固なアバット装置を必要とする。一方、ポストテンション方式は、コンクリートを打設し、硬化後に鋼材を緊張し、その反力を定着装置を介して硬化コンクリートにプレストレスとして導入するものである。この場合、鋼材反力をコンクリート部材に定着するため定着装置や、鋼材の防食とコンクリートと鋼材との付着のためにグラウトの施工を必要とする。両工法の長所を生かしつつ、かつアバット装置も定着装置も必要とせずにコンクリートにプレストレスを導入できることは、きわめて有用である。

本工法は、パイプ状に加工した中空PC鋼棒を用いた、アバット装置を必要としないプレテンション方式であり、既存のシステムとは異なる新しいプレストレス導入システムである。

以下、本工法「NAPP工法(Non Abutment Pretentioning Precompressing Method)」について、そのメカニズムと特徴、および実用化へ向けて行った基礎試験結果を報告する。

2. NAPP工法の特徴

NAPP工法では、図-1に示すように、中空PC鋼棒内に挿入した反力PC鋼棒に反力を取り、外側の中空PC鋼棒を緊張した後、特殊定着具により、その引張力を保持する。そのため、大型の装置や構造物に反力を取ることなく、PC鋼材単独で引張力を保持できることがN

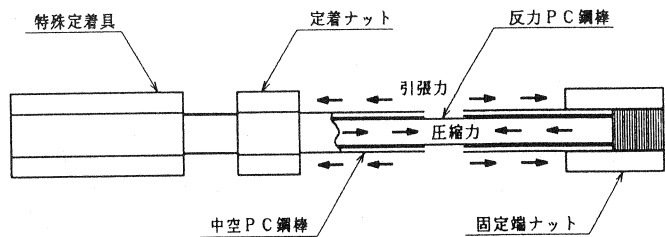


図-1 中空PC鋼棒緊張状態図

A P P工法の特徴である。これにより①従来は施工現場で行われていたPC鋼材の緊張作業を、十分に管理された工場等で行うことができ、現場での緊張作業、緊張管理が不要となる。プレストレスは特殊定着具の解放作業のみで正確にコンクリートに導入される。②ポストテンション方式のPC鋼棒と同様に曲線配置が可能であり、合理的なプレストレス分布を部材に与えられる。③シース、高価な定着具、グラウトの施工を必要としないことより、経済的なプレストレスを与えられるとともに、現場作業の省力化が図れる。④PC製品工場においてロングライン方式を用いない、新しい生産技術の可能性を拓く。などの利点を有する。

3. システム概要

NAPP工法によるプレストレスの導入手順を以下に記す。(図-2参照)

- ①中空PC鋼棒への引張力の導入(STAGE-1):部材製作に先立ち、油圧ジャッキにより中空PC鋼棒内に配置された反力PC鋼棒を圧縮する。この反力が引張力として中空PC鋼棒に作用する。
- ②中空PC鋼棒引張力の保持(STAGE-2):中空PC鋼棒に所定の引張力を導入後、特殊定着具により導入力

を保持する。導入力の保持は、中空PC鋼棒の引張力と反力PC鋼棒の圧縮力との釣り合いよりなり、両者は一体で他構造物や装置から独立した状態にある。

③中空PC鋼棒の配置(STAGE-3):構造部材の所定位置に配置し緊結する。PC鋼材の配置は直線配置のみならず曲線配置も可能である。

④プレストレスの導入(STAGE-4):コンクリート打設、硬化後、特殊定着具を緩め、中空PC鋼棒の引張力と反力PC鋼棒の圧縮力との釣り合いを解放することにより、中空PC鋼棒の引張力はコンクリートにプレストレスとして導入される。特殊定着具、反力PC鋼棒は回収する。

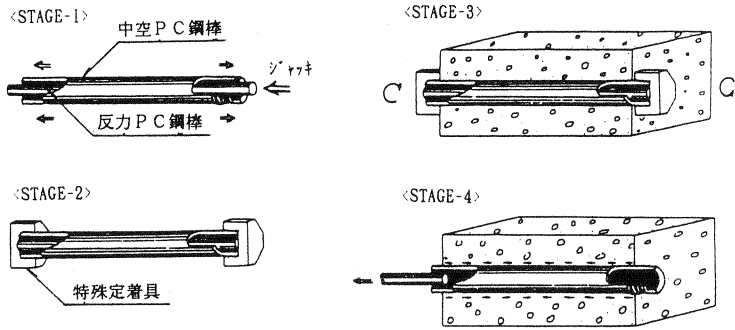


図-2 プレストレス導入手順

4. 中空PC鋼棒の材料特性

中空PC鋼棒の機械的性質および荷重-ひずみ曲線の一例(φ32-4.7t)を図-3に示す。高周波熱処理によって製造された中空PC鋼棒は、通常のPC鋼棒と同程度の機械的性質を有し、またJIS規格品と同様の弾性限界と伸びを有している。一方、通常の使用法とは異なり圧縮力の作用する反力PC鋼棒も、高周波熱処理により引張特性とほぼ同一の圧縮特性を有する。

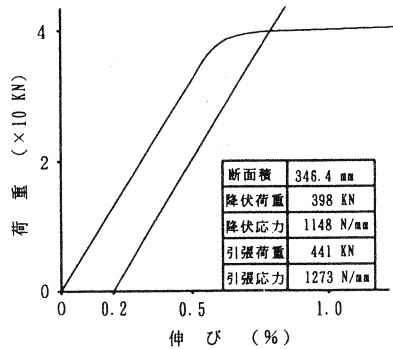


図-3 中空PC鋼棒 荷重-ひずみ図

5. 基礎試験の項目および結果

5-1 定着方式の検討

一般に、鋼材により補強されたコンクリート構造物の破壊形態は、PC構造物を含め、鋼材降伏に伴う曲げ破壊を原則としており、補強鋼材は定着部において降伏耐力を満足する十分な定着力を要求される。

本工法に用いる中空PC鋼棒は、普通PC鋼棒と同様に丸鋼であるため、従来のプレテンション方式のような鋼材とコンクリートとの付着による定着力は期待できない。よって定着方式の確立を目的に「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)・土木学会基準」(図-4)に準じて以下の試験を行った。

定着具は簡便で小さい事が望ましく、また特別な加工を必要としないことが基本である。そこで中空PC鋼棒外側に設けられた、ネジ部の付着により定着するネジ切り定着と、端部にナットを設けて機械的に定着するナット定着を考え、両者について上記の基準に従って試験を行い定着耐力の確認を行った。ネジ切り定着(ネジ切り長 100mm = 5φ)耐力は0.5Py (Py:降伏耐力)で、供試体には鋼材に沿った縦ひびわれが見られた。ナット定着では、供試体にナット支圧面位置の横ひびわれ、鋼材位置の縦ひびわれが見られたがPy以上の定着耐力が確認された。よって、ネジ切り定着は定着長を確保することにより、またナット

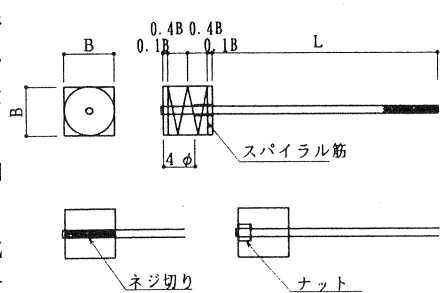


図-4 付着強度試験供試体図

定着は定着部の補強を行うことにより、P C 部材において十分な定着耐力を有する定着方式であると判断された。

5-2 中空P C 鋼棒を用いたプレストレスの導入試験

図-5に示す供試体により、中空P C 鋼棒を用いてプレテンション方式によるプレストレスの導入試験を行った。中空P C 鋼棒の種類はφ21-3.5t、φ32-5.0t、φ40-6.3tで、定着方式は、ネジ切り定着、ナット定着、および通常のアンカプレート定着の3種類である。コンクリートに導入されたプレストレスは供試体側面に貼付したひずみゲージにより測定した。ひずみ分布の一例を図-6に、実験により測定した付着長を表-1に示す。表-1よりネジ切り定着、ナット定着は、通常のアンカプレート定着と同程度の定着能力を有していると判断された。

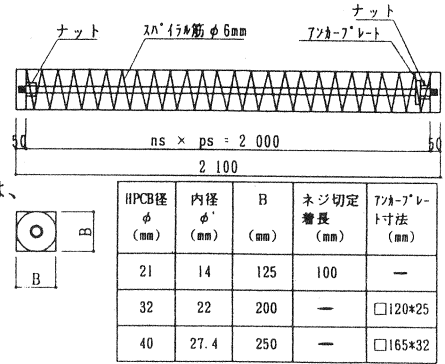


図-5 プレストレス導入試験供試体

表-1 付着長試験結果

HPCB径(mm)	φ21-3.5t 16.7 ton	φ32-5.0t 32.8 ton	φ40-6.3t 49.6 ton
ネジ切り定着 100 mm	7 φ (150 mm)	—	—
ナット定着	7 φ	8 φ (260 mm)	11 φ (450 mm)
7ソールプレート定着	—	8 φ	11 φ

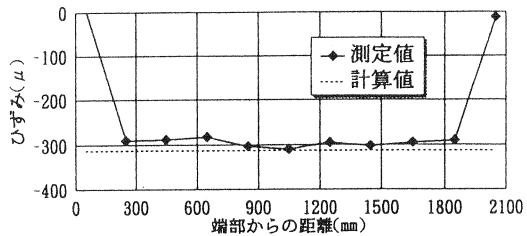


図-6 プレストレスの分布図

5-3 中空P C 鋼棒と反力P C 鋼棒の摩擦損失

中空P C 鋼棒に引張力を導入する際、反力P C 鋼棒との摩擦により引張力の摩擦損失が生じる。摩擦損失は特に鋼材が長尺に成るにつれ、プレストレスの導入効率に大きく影響する。摩擦損失の測定は図-7に示す位置にひずみゲージを貼付し、ロードセルにより荷重管理して行った。実験に用いた反力P C 鋼棒は、摩擦低減処理として、モリコートや塗布したもの、グリースを塗布したもの、および無処理のもの3種類である。

実験結果を図-8に示す。同図より、摩擦低減処理

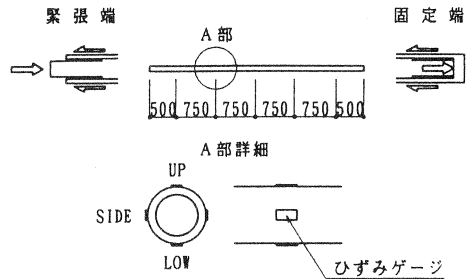


図-7 ひずみゲージ貼付位置図

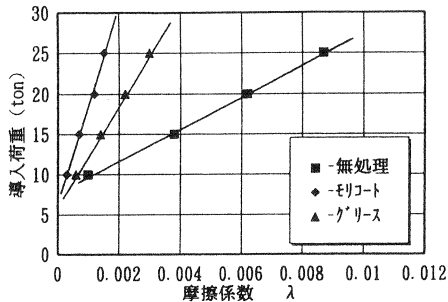


図-8 導入荷重-摩擦係数図

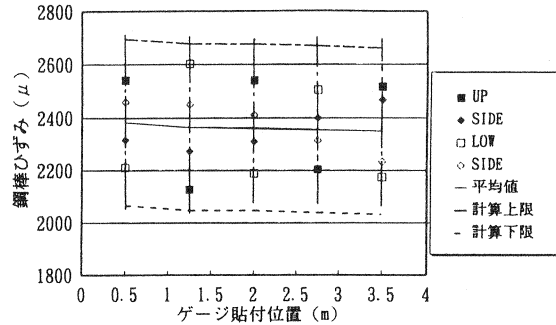


図-9 中空P C 鋼棒ひずみ分布図

をする事により摩擦係数は無処理の場合に比べて、グリースでは1/4、モリコートでは1/5の値となり十分な摩擦低減効果が確認された。また摩擦係数は導入荷重に比例して大きくなる事が確認された。図-9に2.0

t o n時のひずみゲージ状態を示す。これにより中空P C鋼棒には局部的な曲げが作用していることがわかる。このひずみゲージ測定値と観察された外観より、圧縮力の作用している反力P C鋼棒は、中空P C鋼棒内部で波打ち現象を生じていと想定された。図中の計算値は、この波打ち現象をモデル化し、反力P C鋼棒の鋼材軸直角分力より算出した中空P C鋼棒曲げひずみであり、ほぼ実測値と一致しているがわかる。よって、実施工においても緊張時に中空P C鋼棒に作用する曲げの影響を考慮する必要がある。また、前述の導入荷重に比例して摩擦係数が大きくなる事も、反力P C鋼棒の波打ち現象に起因するものと考えられる。

5-4 部材の曲げ載荷試験

試験は図-10に示す供試体により、中空P C鋼棒の施工性、プレストレスの導入、部材に配置された中空P C鋼棒の付着性状、破壊形態、破壊時の定着部の異常の有無、などの確認を行った。中空P C鋼棒は、引張力を導入されてはいるが外見は通常のP C鋼棒と変わることなく、シーすや鉄筋を配置すると同様に、所定の位置に結束線を用いて緊結することができる。中空P C鋼棒定着方式は、ナット定着を用い、導入プレストレス量はひずみゲージにより測定した。その結果、図-11に示すように、部材端より600mm(19φ)では既に所定のプレストレスが確認された。また、載荷試験結果は表-2に示すように計算値とよく一致し、破壊形態も鋼材降伏による曲げ破壊となり、定着部付近コンクリートに異常も見られなかった。ひびわれ発生状態を図-12に示す。ひびわれ分散効果は、ほとんど補強筋に依存していることがわかり、中空P C鋼棒の付着は期待できないことが確認された。本試験の範囲において、N A P P工法はひびわれ補強筋に留意することにより、実用に際して十分対処できると判断された。

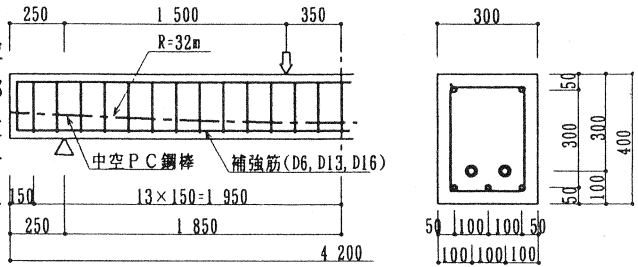


図-10 はり供試体図

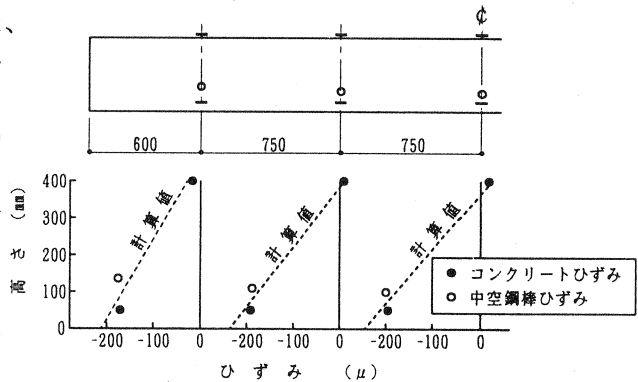


図-11 プレストレス導入時ひずみ状態

表-2 載荷試験結果一覧

供試体 TYPE	圧縮強度 f'c kg/cm ²	ひびわれ荷重 (ton)		破壊荷重 (ton)		破壊形態
		計算	実測	計算	実測	
TYPE-D6	371	11.8	11.0	27.6	28.3	曲げ圧壊
TYPE-D13	371	12.0	11.0	30.4	30.8	"
TYPE-D16	271	10.8	11.0	29.7	31.0	"

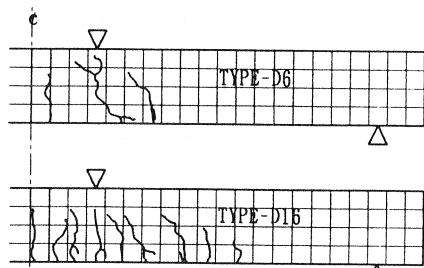


図-12 ひびわれ状態図

6. おわりに

本報告は、新しい概念のプレストレス導入システムとしてN A P P工法の紹介をした。「プレストレス入りのP C鋼棒」の概念をもつこの工法は、上述したような基礎試験などにより、実用上の障害も特に見受けられなかった。現場における緊張作業、緊張管理、グラウトの施工も不要とする本工法は、P C施工の省力化のみならず、P Cの新しい利用形態への可能性を有していると考えられる。