

膨張材を用いたPC鋼線中間定着工法

問合せ先：三井建設物技術研究所 〒270-01 千葉県流山市駒木518-1 TEL.0471-40-5202 FAX.0471-40-5216

1. 開発の経緯

近年、PC構造物が老朽化し、補修・補強の必要性が高まっている。同時に、各種PC構造物の用途変更あるいは規模の拡大なども要求されることが多くなっている。すなわち、PC構造物の拡幅、途中切断、開口部を設置する場合など、PC構造物に導入されたプレストレス量を変化させることなくPC鋼線を途中で切断する必要があり、それにはPC鋼材を中間で一時的に定着可能なシステムの開発が必要となる。

従来、PC鋼棒や単線のPC鋼より線は、半割スリーブとウェッジを組み合わせて中間定着を行ってきたが、マルチ鋼線やマルチストランドの中間定着は困難であり、これらに対応できる中間定着工法の開発が望まれていた。これらの要求にこたえる工法として三井建設が開発した工法が「膨張材を用いたPC鋼線中間定着工法」である。

2. 工法の概要

中間定着工法の主たる構成要素は、図-1に示す中間定着装置と膨張材である。中間定着装置は半割の鋼製スリーブからなり、PC鋼線を定着するために必要な膨張圧に耐えられるような設計になっている。

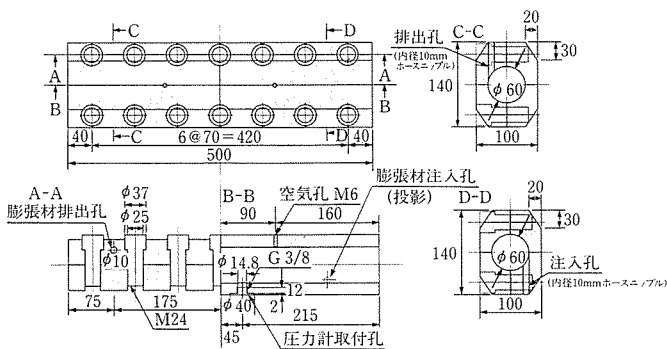


図-1 中間定着装置の一例

一方、膨張材は石灰および珪酸塩を主成分とするセメント系の粉末材料であり、水を加えて練り混ぜることによりスラリー状となり、狭い空隙にも容易に充填が可能となる。また、硬化する際に50N/mm²以上の膨張圧が発生し、PC緊張材を容易に定着（保持）することが出来る。

図-2に膨張材による定着工法の概念図を示す。また、各種実験結果により、膨張材による定着機能を表す

式として(1)式が得られている。

$$T=U \cdot L (\tau + \mu \cdot p) \dots\dots\dots(1)$$

ここに、T：PC鋼線の緊張力 τ：粘着力
 U：PC鋼線の周長 μ：摩擦係数
 L：定着長 p：膨張圧

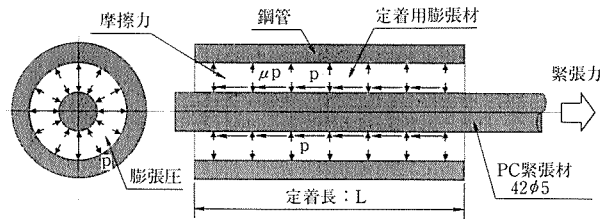


図-2 膨張材による定着法概念図

3. 実用のための実験

本工法を実用化するためφ5mm、42本のPC鋼線を平行に引き揃えたマルチ配線のもとで下記の3種類の実験を行った。

(1) 定着効率実験

PC鋼線の配置状況、定着装置の長さなどを変化させ、反力フレームを用いて定着試験を行った。その結果、図-3に示すような偏平な鋼線配置であっても定着効率が100%であることを確認した。また、定着装置の必要長さ（必要定着長）は膨張圧によって変化し、膨張圧が50N/mm²程度の場合は、40cm程度であることを確認した。

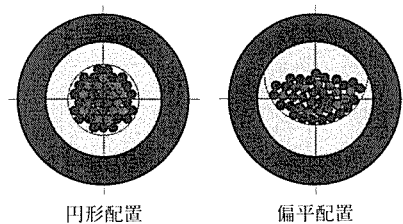


図-3 PC鋼線配置状況図

(2) 膨張材の温度依存性試験

膨張材による膨張圧の発生は生石灰の水和反応に基づくため、膨張圧の発現特性は養生温度に影響される。そこで、養生温度を変えて膨張圧を測定した。試験結果を図-4に示す。上段は膨張圧の発現曲線であり、下段は養生温度履歴である。

実験結果より④の標準養生では48時間後に50N/mm²以

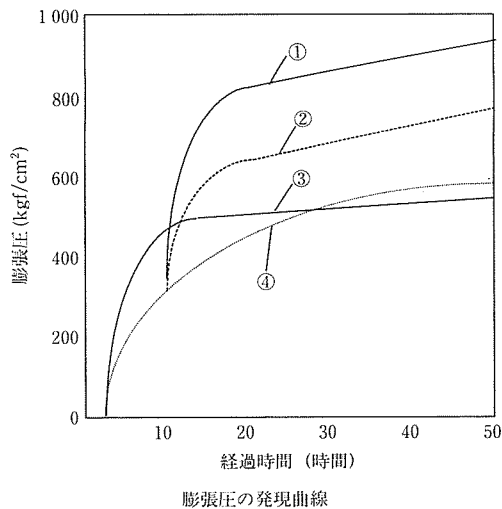


図-4 膨張圧発現特性

上の膨張圧が出現し、①、②のように養生温度が高くなるに従い膨張圧も高くなるのが分かる。一方、③のように養生初期に高い温度履歴を受けた場合は、膨張圧が早い時間に発生するものの頭打ちとなる傾向にあることが分かる。このように、養生温度の履歴を変化させることで、膨張圧を比較的自由に管理することが出来る。

(3) 疲労試験

PC鋼線の間中定着は仮設である場合が多く、一般的には変動荷重を考慮する必要性はない。しかし、適用する構造物の供用条件などの制約から変動荷重が作用する場合も想定される。そこで、PC鋼線の定着荷重の1割程度以下の変動荷重が5万～10万回程度作用するものとして、下限荷重を変化させて疲労試験を行った。試験結果を図-5に示す。これから、膨張圧が40N/mm²程度以上の場合のPC鋼材の抜出し量はわずかであり、変動荷重が繰り返し作用してもプレストレスの減少が少ないことが確認された。

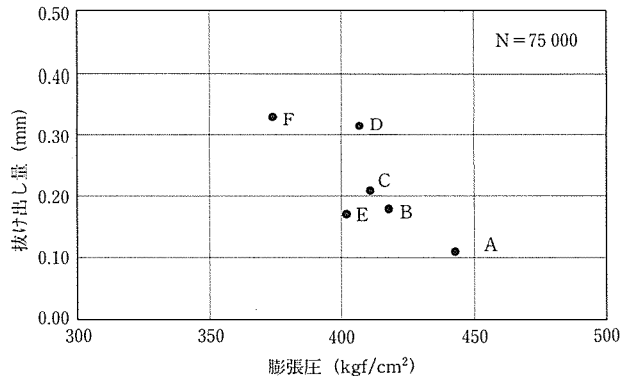


図-5 膨張圧と抜出し量

4. 適用事例 (名神高速道路石山高架橋)

(1) 施工概要

本工法が初めて適用されたのは、名神高速道路石山高架橋改良工事であった。石山高架橋は、交通量の増加および車両の大型化によってゲルバー受桁部が損傷し、抜本的な補強対策として、ゲルバー部を撤去改良する案が採用された。その際、受桁切断時にPC鋼線を「膨張材による中間定着工法」によって仮固定することとなった。石山高架橋における中間定着工事の作業フローを図-6に示す。

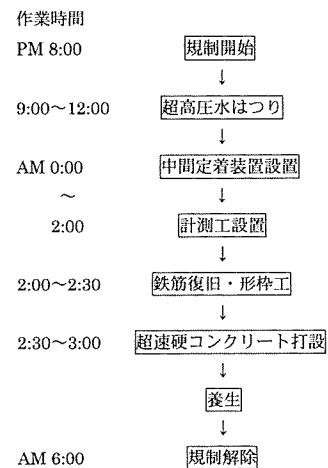


図-6 中間定着工事の作業フロー

施工はまず、PC部材の切断予定位置のコンクリートを超高压水ではつり、次に露出したPC鋼材に中間定着装置を取り付け膨張材を注入する。この際、膨張材を確認するため中間定着装置に圧力計を取り付けている。その後、鉄筋を復旧し、超速硬コンクリートで埋め戻した。本工事は13夜間(各10時間)の名神通行止め工事期間内で完了させなければならず、確実かつ迅速な工事が要求されたが、事前に十分な検討を行い無事に工事を完了させることができた。

(2) 施工結果

中間定着装置を取り付けた1年後の名神夜間通行止め期間内に中間定着装置の後方でPC桁をワイヤーソーで切断し、ゲルバー桁の架け替え後にPC鋼材に永久定着装置を取り付け永久構造物とした。受桁切断時に残存プレストレス量の変化を確認するため、PC鋼線の引込み長を計測した。結果を表-1に示す。引込み長は許容値以内であり、「膨張材によるPC鋼線の中間定着工法」の実用性を確認することができた。

表-1 PC鋼線の引込み長 (単位：mm)

	最大引込み長	平均引込み長	許容引込み長
上り線A1-P1	2.19	0.09	4.80
P2-P5	2.80	0.08	8.20
下り線A1-P1	3.14	0.16	4.80
P2-P5	3.45	0.18	8.20