

PC建築部分解体における膨張材を用いた中間定着工法の適用

三井住友建設(株) 正会員	○篠崎 裕生
三井住友建設(株)	加納 嘉
三井住友建設(株) 正会員	浅井 洋
三井住友建設(株)	安川 和公

1. はじめに

地上4階建ての校舎を解体・増築する工事において膨張材を用いた中間定着工法を適用した。本工法は、PC鋼材を解体部と残存部の境界で中間定着し、解体に合わせて鋼材が切断されても残存部のプレストレスが失われず、解体工事を安全に行うことができる。適用した中間定着工法は、鋼製の筒状治具とその中に注入される膨張剤で構成され、膨張材の圧力でPC鋼材を固定するものである。本工法は橋梁架け替えや補修などでPC鋼線を定着した実績はあるが、PC鋼より線に適用した例はあまりないため、あらかじめ定着試験を実施し安全性を確認した。施工時も膨張圧の管理を行い、無事解体工事を完了することが出来た。

2. 工事の概要

写真-1に建物の解体部分の全景を示す。老朽化した写真右側の校舎と正面の渡り廊下を解体・撤去する必要があった。左側の校舎はRC造6階建てで、**図-1**に示すように大空間を確保するためPC大梁を各階に採用した構造である。渡り廊下部の梁も2、3階部分はPC構造で、校舎側PC大梁と連続化されている。このため、解体に当たっては、PC鋼材を**図-1**のA断面付近で切断する必要がある。

校舎側PC大梁のプレストレスを保持しながら切断を行うため、膨張材による中間定着工法を採用した。本工法は、はつり出したPC鋼材に中間定着体と呼ばれる鋼製の治具を取り付け、内部に膨張材を注入してその膨張圧でPC鋼材を固定する。その後コンクリートを埋め戻してから中間定着体の後ろでPC鋼材を切断することができる。膨張材による定着は中・長期的な定着性能を保証するものではないため、切断後はくさびによる定着具を新たに中間定着体の後ろに設置する。

中間定着工法は、損傷を受けたゲルバー部の撤去工事（名神高速道路石山高架橋¹⁾）や、橋梁を部分供用しながら架け替える際の横締め緊張材の切断工事（川崎縦貫道路浮島橋）などで実績がある。これらはいずれもPC鋼線（単線）を束ねたものに対して適用し



写真-1 解体する渡り廊下部 PC 大梁

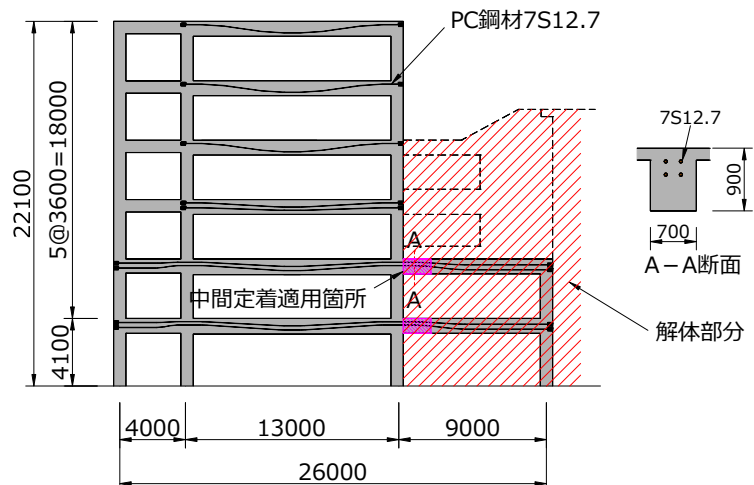


図-1 建物構造図

ている。一方、今回はPC鋼より線であるため、安全性を確認するため定着試験を行った。

3. 実験の概要

中間定着するPC鋼材は7S12.7、必要定着力は742kN (0.68Py) である。膨張材による定着力T (N)は以下の式(1)で計算した¹⁾。

$$T = k \times U \times L \times P \quad (1)$$

ここに、k：PC鋼材と膨張材間の摩擦係数(文献1)より0.33)、U：膨張材と接するPC鋼材の周長で、等価な円形断面に換算する(mm)、L：定着体の長さ(mm)、P：膨張材の膨張圧(N/mm²)。

膨張材(石灰および珪酸塩を主成分とするセメント系材料、商品名：エクスグリッパー)の膨張圧を40N/mm²と見込み、式(1)から定着体の長さを500mmとした。定着体は、図-2に示すように内径55mmの鋼製筒で、2分割してあるものをボルトで緊結する。定着体内径は使用しているシースの内径(50mm)以上とする必要があるが、あまり大きくすると膨張材の使用量増加にともなう発熱により、噴出現象が生じることがあり注意が必要である。本膨張材の場合、挿入されるPC鋼材断面積を除外した有効断面で計算した換算内径を48mm以下にする必要がある(本定着体の換算内径は46mm)。

定着試験は、膨張圧を変えて2ケース実施し、膨張圧と定着力の関係を調べた。なお、図-3の荷重装置におけるPC鋼材右端は、十分長い鋼管と膨張材により定着した。膨張材の打設や定着試験は20±3.0℃の恒温室内で行った。

4. 実験結果

図-4に膨張材打設後の経過時間と膨張圧および膨張材温度の関係を示す。膨張圧は定着体下部に設置したダイヤフラム型の圧力計で測定した値である。材齢3日で40N/mm²以上の膨張圧を発生し、その後も増加する傾向にあった。膨張材温度は打設後約10時間でピーク温度22℃(温度上昇量約3℃)を示した後、ほぼ外気温と同レベルまで低下した。

定着試験は、膨張圧が41.6、47.1N/mm²の時点で実施した。試験体名はそれぞれP42、P47である。図-5左は引張側のPC鋼材抜け出し量と引張荷重、右はPC鋼材自由端の引込み量と引張荷重の関係である。P42は、引張荷重997kNでPC鋼線が抜け出して荷重が低下した。自由端引込みは900kN弱から始まっていた。P47はPC鋼材の破断荷重(1281kN)に達しても変状が生じなかったが危険なため試験を終了した。P47でも自由端の引込みがわずかであるが1100kN程度から始まっていることが分かる。

両試験体とも必要定着力は確保していたが、膨張圧が小さいとPC鋼材の抜け出し量が比較的大きくな

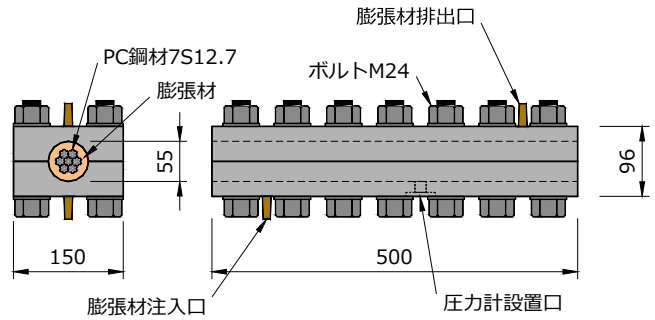


図-2 定着体形状寸法

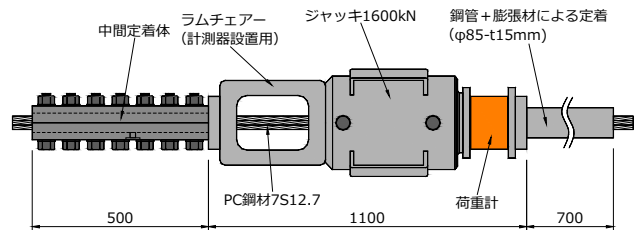


図-3 荷重装置

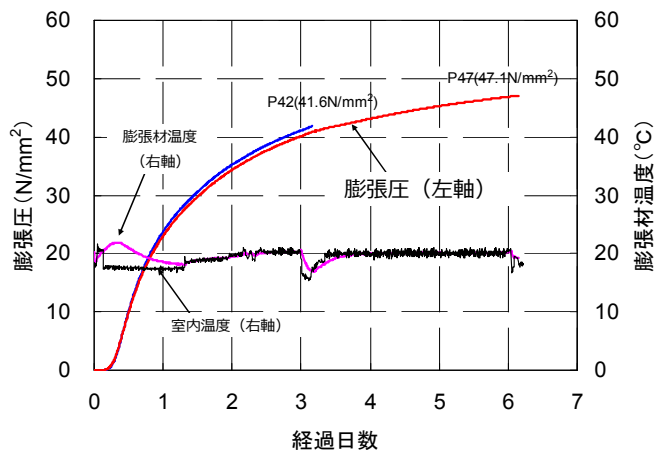


図-4 材齢と膨張圧の関係

ることと、最大定着力が若干小さくなることが分かった。以上の結果から、膨張圧を 40N/mm^2 以上にすれば、PC鋼より線でも所定の定着力を確保できることがわかった。

図-5は、定着試験後の定着体内部の状況である。P42では自由端近傍で膨張材にクラックが発生しており、膨張材と定着体内面との間でずれが生じていた。PC鋼材と膨張材間でのずれは目視では観察できなかった。P47ではクラックも生じておらず、膨張材と定着体内面のずれも観察できなかった。

両試験体とも、図-6下に示すように膨張材は束ねたPC鋼材の内部まで充填されており、式(1)の換算周長Uでは想定していないPC鋼材内部で膨張材との摩擦も存在していた可能性がある。換算周長Uは、 119.7mm (PC鋼材の公称外径 $\times 3 \times \pi$)である。PC鋼材内部まで考慮した実周長は 279.3mm (公称外径 $\times \pi \times 7$ 本)となる。一方、P42で膨張材とのずれを生じた定着体内面の周長は 172.8mm で、PC鋼材-膨張材間の摩擦面積の方が定着体内面-膨張材間のそれよりも大きくなっていったために、P42のような定着体内面でのずれが生じたと考えられる。

表-1にそれぞれの周長で計算した摩擦係数をまとめて示す。P42は実際にずれを生じた定着体内面の周長で計算した摩擦係数が、計算で仮定した0.33と比較的近いことが分かる。P47の定着耐力は今回の試験では確認できなかったが、自由端の拔出しが 1100kN 程度で生じていたことからほぼ定着耐力に達していたと考え、表-1の摩擦係数③が仮定した0.33と近く、定着体内面でのずれが発生する直前であったことが示唆される。今回の結果から、PC鋼より線の場合であっても換算周長を用いて摩擦係数0.3程度で設計すれば十分安全側であることが分かった。

5. 中間定着工法の施工

施工のフローを図-7に示す。PC大梁の4本のPC鋼材のうち片側2本をウオータージェット (WJ) にてはつり出し、中間定着体でPC鋼材を固定してコンクリートを埋戻す。次にもう片側の2本に対して同様に施工する。その後、中間定着体の後ろにく

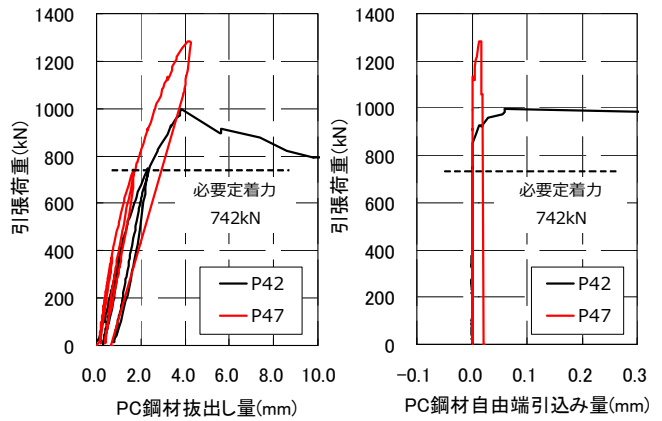


図-5 定着試験結果

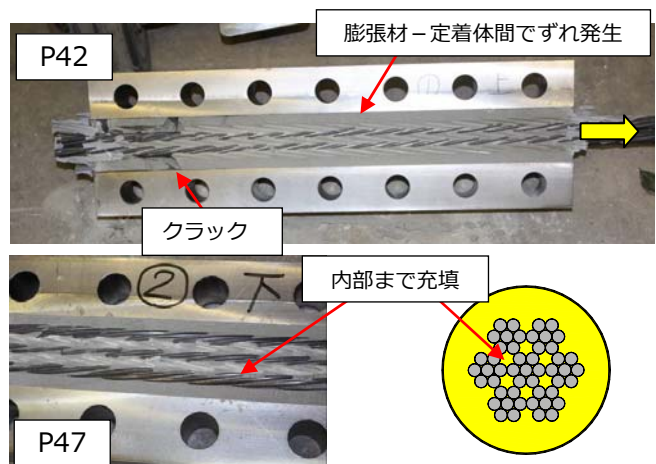


図-6 定着体内部の状況

表-1 試験結果まとめ

試験体	膨張圧 N/mm ²	定着力 kN	摩擦係数 <i>k</i>		
			①	②	③
P42	41.6	997	0.400	0.172	0.277
P47	47.1	1281 ↑	0.453	0.194	0.314

①：換算周長，②：実周長，③定着体内面周長，で計算

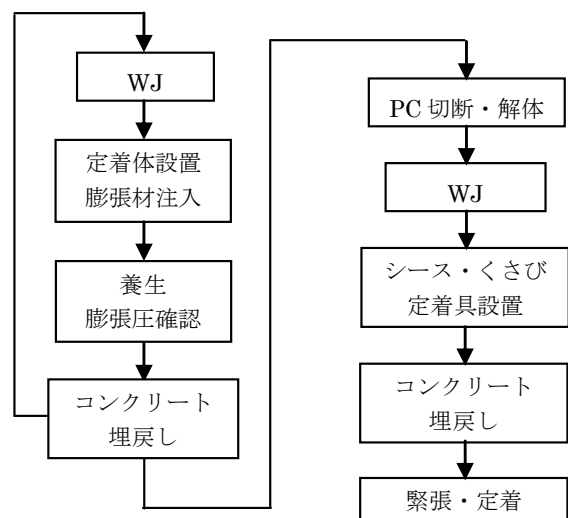


図-7 施工のフロー

さび定着するための長さ分を残して、PC鋼材を切断し渡り廊下全体を解体撤去する。撤去後、中間定着体の後ろをWJではつり出しくさび定着体を設置してコンクリートを埋め戻す。コンクリートが所定の強度に達した後、プレストレスを導入した。

写真-2に中間定着体を設置した状況を示す。PC鋼材のシースを剥いでグラウト材を撤去した後、鋼材表面の油分を除去して定着体をセットする。ボルトはインパクトドリルで緊結した。定着体の端面は膨張材が漏れないようにエポキシ樹脂でシールした。冬季の施工であったため、膨張材注入時は周囲をシートで覆い、ジェットヒーターで雰囲気温度が20℃以上になるようにした。また、膨張材の温度と膨張圧を計測して所定の膨張圧になったことを確認した後コンクリートを埋戻した。

図-8に現場計測結果の一例を示す。膨張圧は打設後1.5日で40N/mm²を超えている。室内実験時よりも膨張圧の上昇が早い理由は、雰囲気温度が比較的大きく、膨張材温度も40℃近くまで上昇したためと考えられる。このように、膨張材の膨張圧発現特性は、温度の影響を比較的大きく受けるため、施工の際は温度および膨張圧の管理が重要である。

写真-3は中間定着体背面のくさび定着体の設置状況である。PC鋼材はジャッキで所定の荷重まで緊張してくさび定着し、仮に中間定着体の定着力が失われたとしてもプレストレスが消失しないようフェールセーフの役割を果たしている。

6. まとめ

校舎の部分解体にあたり中間定着工法を採用した。PC鋼より線での適用は過去に例がなかったため、定着試験を実施して安全性を確認した上で施工を行った。以下に結果をまとめる。

- (1) 定着試験により、PC鋼より線であってもPC鋼単線と同様の設計で安全に定着力を確保できることが分かった。
- (2) 膨張圧の発現性状は温度の影響を大きく受けるので、施工時の温度管理に注意を払うとともに、膨張圧を計測することで安全かつ確実に施工することができた。

参考文献

- (1) 渡辺, 菊地, 長橋, 中島: 中間定着工法の開発と施工, プレストレストコンクリート, Vol. 40, No.3, pp.26-30, 1998



写真-2 中間定着体の設置

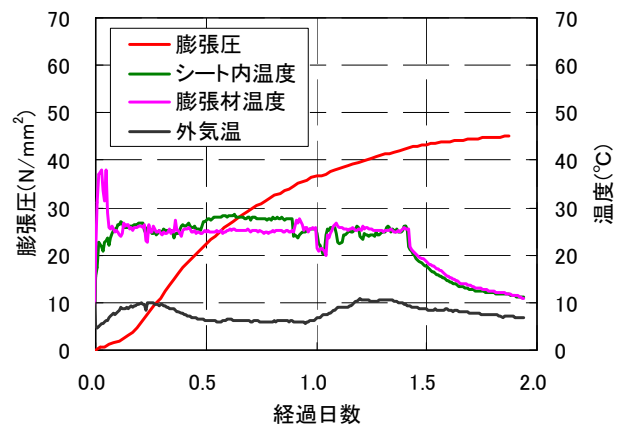


図-8 膨張圧と膨張材温度



写真-3 中間定着体背面のくさび定着体



写真-4 解体後の状況