

PC鋼より線を使用したプレキャスト壁高欄と床版の締結工法

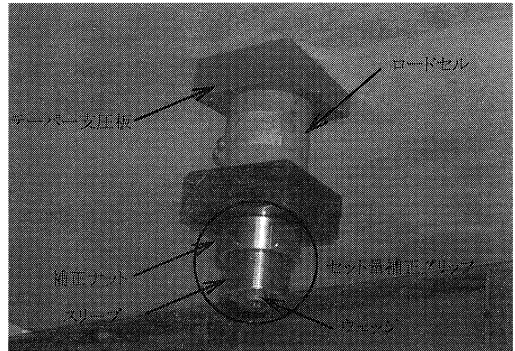
横河工事株式会社	正会員 ○ 渡部 将行
横河工事株式会社	田中 喜一郎
日本道路公団	長濱 清孝
神鋼鋼線工業株式会社	山家 芳大

1. はじめに

従来、プレキャスト(以下、PCa)壁高欄と床版の結合には、アンカーや鉄筋を埋設しておき、接合部にモルタルまたはコンクリートを打設して結合するのが一般的であった。これに対し、高欄の上端から床版下面まで PC 鋼材を貫通させ、プレストレスを与えることにより一体化を図る工法を日本道路公団と共同で開発し、施工実績を重ねてきた。しかしながら、近年の PC 鋼棒の破断や突出しの問題から、PC 鋼より線のクサビ定着により PCa 壁高欄と床版を締結することとなった。PC 鋼より線の緊張に際し、一般に定着部材長が短い場合は“セット量補正グリップ”(以下、グリップ)という定着具を使用するが、今回のように定着長が 1.2m と極めて短い場合、そのセットロスの影響が大きく繰り返しの補正作業が必要になる。そこで、PC 鋼より線を引き込んで定着後に補正を行う方法ではなく、グリップのスリーブ自体を直接引っ張り、所定セット量を発生させた状態で補正ナットにより定着する方法を考案した。実施工に先立って、1) 短部材に対する PC 鋼より線クサビ定着の妥当性、2) 定着時における緊張力損失量の確認、および 3) 床版下面からの鉛直緊張時の施工性の確認などを目的として緊張試験を実施した。

2. 緊張概要

写-1には、緊張端定着具のセット状況を示している。床版下面に、床版下面の勾配に沿ったテーパード支圧板、ロードセル、支圧板、グリップの順序にセットした。なお、固定端側定着具は施工性を考慮して圧着グリップとした。図-1には、従来からの方法となるシングルストランド(以下、CCL)ジャッキを使用した緊張概要を示している。短部材に対しクサビ定着方式を適用した場合、定着・除荷時のセットロスの影響によって導入緊張力が大きく損失することが推測される。そこで、図中4~6に示すと



写-1 緊張端側の定着具(床版下面)

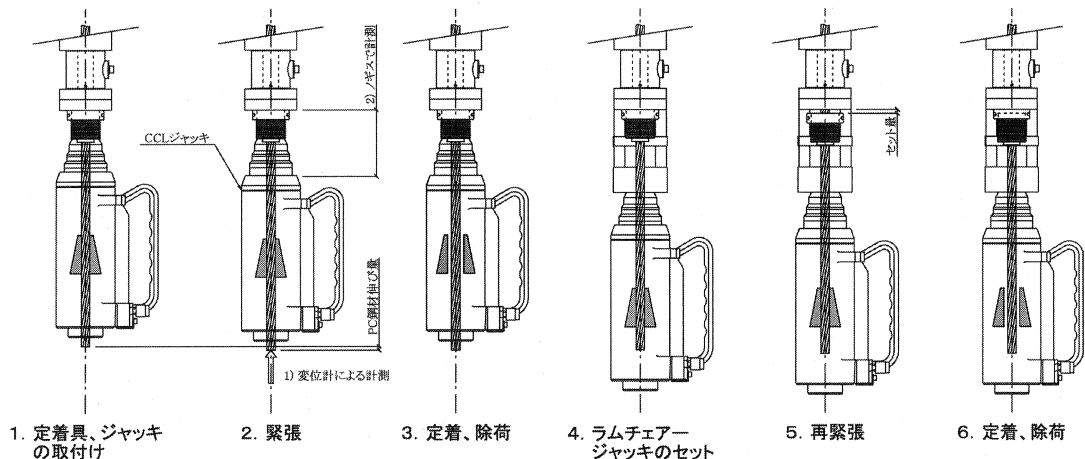


図-1 CCL ジャッキを使用した緊張概要

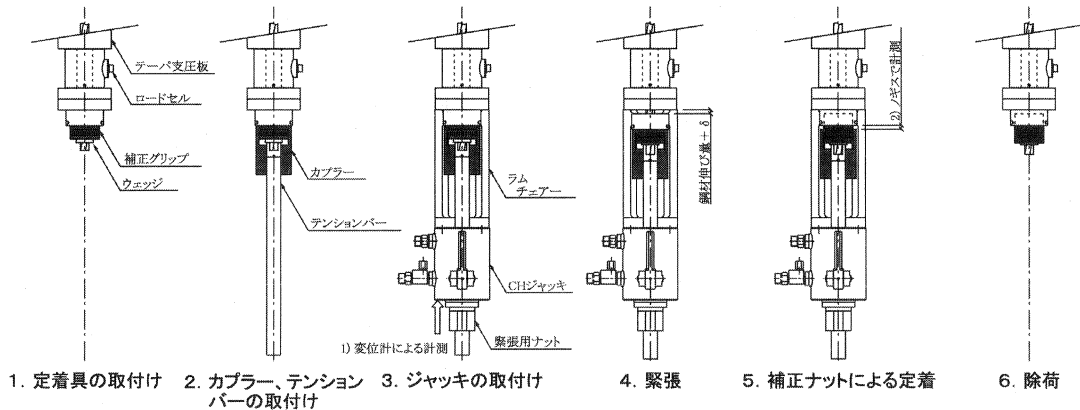


図-2 CHホールジャッキを使用した緊張概要

りジャッキ解放後、ラムチェアーをセットし、再緊張後補正ナットでセット量を補正する作業を行うこととする。図-2にはセンターホール(以下、CH)ジャッキを使用した緊張概要を示している。本工法は、最初の緊張時にスリーブの外ネジに勘合するカプラーを介してグリップを直接引っ張ることによりセット量を一度に発生させ、同時に補正ナットでセット量を補正することができるため、PC 鋼材 1本ごとにジャッキを盛り替える手間が省け、かつ定着・除荷時のセットロスによる緊張力損失を低減することができる特長を有している。

3. 試験概要

図-3および写-2には、それぞれ本試験で使用したPCa 壁高欄の概要図、試験概要写真を示している。PCa 壁高欄は、幅250mm、高さ1086mmの矩形断面であり、1ブロック当たりの長さ1980mmである。壁高欄上部には、外径φ90-φ120、深さ205mmの切欠き部を設け、鉛直締め用PC鋼材のシースは、外径φ39(内径φ35)の亜鉛メッキシースを設置している。なお、固定端側支圧板は、PL100×32×180とし壁高欄制作時に埋設している。

緊張試験は、実施工を想定し張出し部を模擬した床版にPCa 壁高欄を設置し、下面から緊張作業を行うこととした。緊張力およびセットロスによる緊張力の損失は、支圧板とグリップとの間に設置したセンターホール型ロードセル(写-1参照)を用いて確認を行った。また、PC 鋼材の伸び量の測定は、1) 変位計による不動点位置からの計測、および 2) 補正ナットとカプラーの隙間をノギスにより計測する2種類の方法で行った。なお、使用したPC 鋼材はSWPR19 1S21.8であり、公称断面積 $A_p = 312.9 \text{ mm}^2$ 、ヤング係数 $E_p = 191 \text{ kN/mm}^2$ 、降伏強度 $\sigma_y = 1581 \text{ N/mm}^2$ のアンボンドPC鋼より線である。導入応力は $\sigma_{pi} = 1190 \text{ N/mm}^2$ とし、この値は降伏強度の約75%に相当する。表-1には、本試験における設計緊張圧力および伸び量を一覧にして示している。

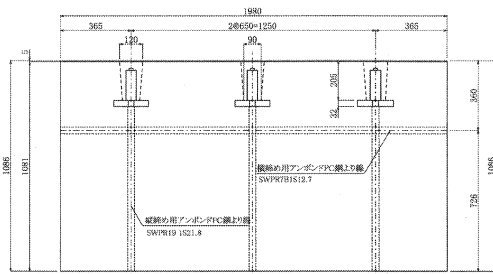
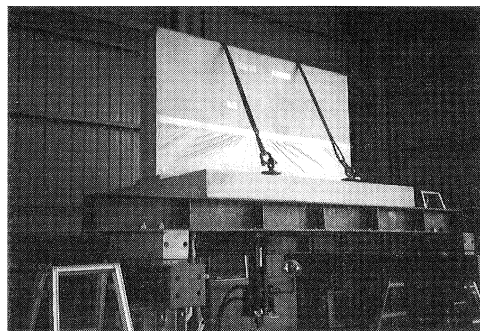


図-3 PCa 壁高欄概要



写-2 緊張試験状況

表-1 緊張条件一覧

試験 No.	使用 ジャッキ	導入応力 σ_{pi} (N/mm ²)	設計圧力 P_d (MPa)	設計伸び ΔL_d (mm)
1	CCL	1190	51.4	8.47
2	CH		49.8	
3				
4				

表-3 最終緊張圧力および補正全伸び量一覧

試験 No.	使用 ジャッキ	伸び量 測定方法	初期圧力 P_0 (MPa)	最終緊張圧力 P_m (MPa)	補正全伸び量 (mm)	
					設計値	実測値
1	CCL	ノギス	5	51.4	8.47	8.03
		変位計				8.50
2	CH	ノギス	0	49.8		11.52
		変位計				10.95
ノギス		10.55				
変位計		10.82				
4	CH	ノギス	10	49.8		9.78
		変位計				9.23

4. 試験結果および考察

表-2には、CCL ジャッキを使用した場合のセト量補正結果を一覧にして示している。表より、1回目の定着(図-1中3. 定着, 除荷)時で 108kN (29.8%)の緊張力損失量が発生するため、セト量補正作業の必要性を再確認できた。また、補正回数を増す毎に損失量は減少し収束していき最終補正量の 3.52mm になるまでに4回の補正作業を要した。表-3には、各試験における最終緊張圧力および補正全伸び量を一覧にして示している。表より、試験 No.1 において変位計を使用して伸び量を測定した場合、補正全伸び量(8.50)は設計値(8.47)とほぼ一致していることがわかる。同試験で、補正ナットとカップラーの遊間をノギスで測定した場合(8.03)には、補正全伸び量に対して約 0.5mm の差が生じている。この差は、以下 No.2~4 の試験でも同様の傾向にあるためノギスによる測定誤差であるものと判断される。次に初期圧力を 0MPa に設定した試験 No2 および 3 では、補正全伸び量が設計値よりも大きいことがわかる。これは、補正全伸び量の中に支圧板からグリップまでのなじみ他を含むため、みかけ上伸び量が大きく発生しているものと推察できる。試験 No.4 および No.1 において変位計により測定した場合を比較すると、緊張方法の違いにより約 0.75mm(= 9.23-8.50)の差が生じている。これは、補正グリップ・カップラーのネジ部等の遊びに起因する補正量であると類推できる。また、補正ナットによる定着後、除荷時の緊張力損失量は、19kN (5.0%)であった。したがって、実施工では設計緊張力の 5%割増した張力を導入することとした。

5. 緊張管理要領

以上の結果から、緊張管理範囲は通常の PC 鋼より線クサビ定着の場合、設計圧力および設計伸びの+10%の範囲(図-4中斜線部)であるが、伸び量に読取り誤差(±0.5mm)が含まれるため、ハッチング部にその誤差を考慮した範囲(図中着色部)とする。次に、緊張管理要領を以下に示す。

- 1) 初期圧力および加圧ピッチを 10MPa に設定し、圧力計示度と伸びの線形性を確認

表-2 セト量補正結果

補正回数	補正量* (mm)	緊張力損失量 (kN) / 緊張力損失率 (%)	最終緊張力 (kN)
1	2.70	-108 / -29.8	362
2	0.35(3.05)	-30 / -8.3	
3	0.40(3.45)	-12 / -3.3	
4	0.07(3.52)	-10 / -2.8	

※()内の数値は、累計補正量を示す

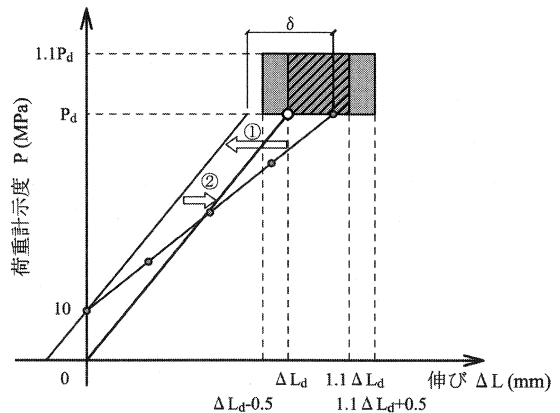
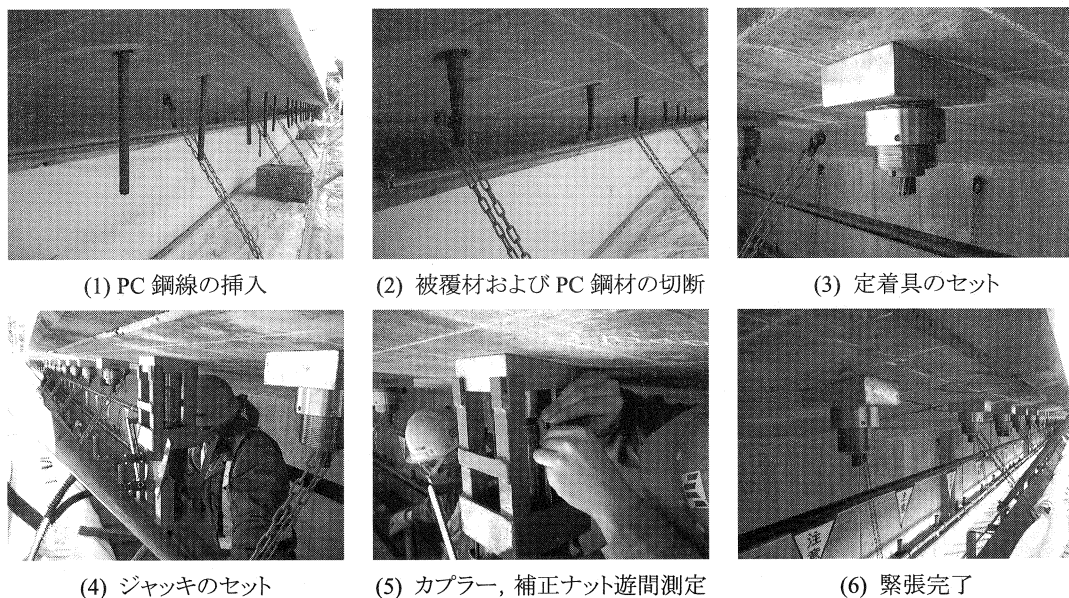


図-4 緊張管理範囲の設定



(1) PC 鋼線の挿入

(2) 被覆材および PC 鋼材の切断

(3) 定着具のセット

(4) ジャッキのセット

(5) カプラー, 補正ナット遊間測定

(6) 緊張完了

写-3 実施工状況写真

2) 1)で得られたプロット値の近似直線を描画

3) 最終伸び量から戻り量 δ だけ移動した点と初期圧力 $P_0=10\text{MPa}$ 点を結ぶ

ここで, $\delta = \delta_a + \delta_c$

δ_a : 初期圧力 $P_0 (= 10\text{MPa})$ から最終圧力までのウェッジめり込み量

δ_c : 補正グリップ・カプラーのネジ部等の遊びに起因する補正量 ($\delta_c = 0.75\text{mm}$)

4) 原点 O まで平行移動し, 最終プロットが着色された管理範囲内に収まっているか確認する。

なお, 許容圧力範囲内で可能な限り, 設計伸び量 ΔL_d 以上となるよう引き越すこととした。

6. 実施工

写-3には, 橋長 33.35m の PC 単純 I 桁橋に設置した PCa 壁高欄 (34 ブロック) と張出し床版の締結における状況写真を段階ごとに示している。実施工では, 最初の5本の緊張において初期圧力から最終圧力までのウェッジめり込み量を測定し, その平均値 ($\bar{\delta}_a = 2.35\text{mm}$) を以降の緊張管理に反映させた。緊張管理の結果, 上下線合計 102 本の PC 鋼材において最終圧力, 伸び量ともに管理範囲内に収まっていることを確認している。なお, 定着部は防錆処理を施した後, 熔融亜鉛メッキ仕様の防護キャップを取り付け, 耐久性に配慮した。

7. まとめ

本試験は, PCa 壁高欄と床版の締結方法に, PC 鋼より線 (SWPR19 1S21.8) クサビ定着を用いた緊張工法の妥当性の検討, セットロスおよび施工性の確認を目的として実施したものである。結果を以下にまとめる。

1) 変位計およびノギスを使用した測定誤差は, 補正全伸び量に対して約 0.5mm であった。

2) 同様に, 補正グリップ・カプラーのネジ部等の遊びに起因する補正量は約 0.75mm であった。

3) PC 鋼材および支圧板等のなじみ量を除去するため, 初期圧力は 10MPa とする。

4) CCL ジャッキを用いた場合, セット量補正作業を4回行った結果, 緊張力損失量は収束し補正量は 3.52mm であった。

5) 補正ナットによる定着の場合, ナットの締付け度合いにもよるが除荷時の緊張力損失量は約 5% であった。

以上より, 短部材に対する PC 鋼より線クサビ定着に採用した本緊張工法は, 伸び量が少なく管理範囲が狭い場合でも適切な緊張作業および緊張管理のもとで行えば適用可能であることが明らかとなった。

参考文献 株式会社 シー・シー・エル・ジャパン : CCL シングルストランド工法 設計施工基準, 2004