

横締めPC鋼棒の中間定着による供用中のPC単純床版橋の分割撤去

大成建設(株) 正会員 ○太田 誠
 山陽電気鉄道(株) 山本 悦治
 大成建設(株) 木戸 浩幸
 大成建設(株) 米澤 利之

1. はじめに

兵庫県明石市内にて兵庫県と明石市，ならびに山陽電気鉄道により山陽電鉄本線の連続立体交差工事(延長約1.9km)が進められている。このうち起点部の第1工区(延長551m)において，国道2号の明石跨線橋が山陽電鉄と立体交差している。鉄道の高架化工事に伴い，この跨線橋は順次撤去を行い，工事完了時には平面4車線道路として整備され，周辺道路網の交通渋滞の解消などが図られる。

跨線橋のうち鉄道との交差部はプレテンションI形桁を30本配置したPC単純床版橋(以下PC橋という)となっており，主桁は横締めPC鋼棒にプレストレスを与えて一体化されている(写真-1，図-1)。このPC橋の撤去工事では，跨線橋を供用しながら主桁を部分的に撤去するとともに，仮設の跨線橋を設置し，通行車両の切替を行いながら工事を進める必要がある。

本稿では，PC橋撤去時に切断される横締めPC鋼棒のプレストレスの損失の抑制と，桁の一体性を保つために採用した横締めPC鋼棒の中間定着工法によるPC桁の分割撤去の施工方法について報告する。



写真-1 PC橋の撤去施工前状況

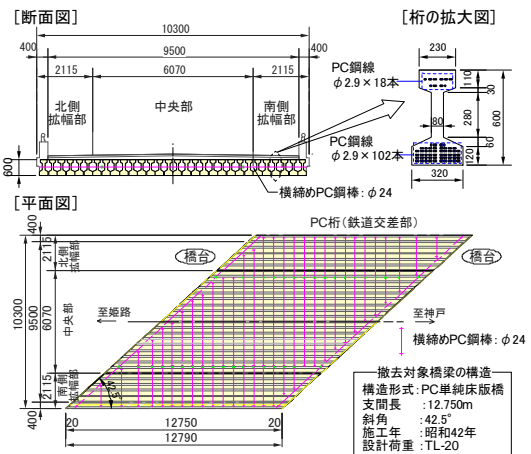
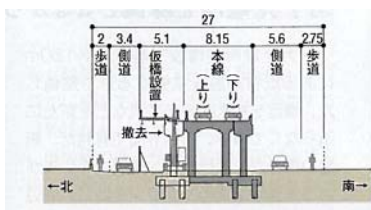


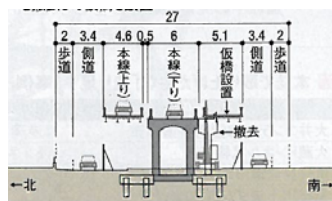
図-1 PC橋の概要

2. 工事概要

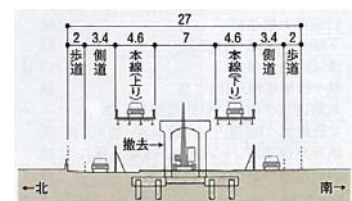
跨線橋の取付部橋梁区間(本PC橋以外)は，昭和6年から供用開始の「中央部」と，昭和42年にその南北両側に増設された「拡幅部」の2種類の橋梁から構成されている。図-2の撤去手順で全橋撤去を行う際，本PC橋については分割撤去時の横締めPC鋼棒のプレストレスを保持できる中間定着具を実験により開発し，桁の鋼板接着補強と自動計測監視も行い，安全に供用しながら撤去工事を行った。



(1) 上り線の高欄側の6主桁撤去・仮橋設置



(2) 下り線の高欄側の6主桁撤去・仮橋設置



(3) 中央部の18主桁撤去

図-2 跨線橋撤去の手順

3. 中間定着工法の性能確認試験

3.1 目的

PC鋼棒の定着具はネジ式定着が一般的であるが、本工事のように、既設鋼棒の盛替え中間定着位置に、ネジ加工やナット定着は不可能である。そこで、図-3に示す21.8mmPC鋼より線用に開発された半割スリーブのウェッジ式定着具の使用を考えた。しかし、図-4に示すように、単なるウェッジ定着ではセットロスが非常に大きくなるので、図-5のようにスリーブとPC鋼棒との相対変位がない状態でウェッジを圧入した後に、鋼棒を切断することとした。但し、このような手法は前例がないので、期待する定着効果が得られるのか、またウェッジを圧入

した場合におけるセット量およびPC鋼棒への影響に関して、実験で性状を確認した後に採用した。

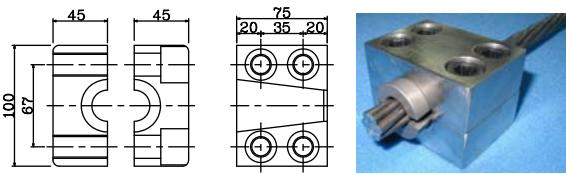


図-3 21.8mmPC鋼より線用中間グリップ

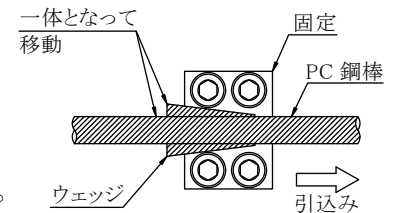


図-4 一般的な定着機構

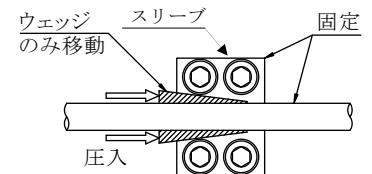


図-5 本工事の定着機構

3.2 供試材

PC鋼棒については、本橋に使用されているものと同一仕様の材料が既に製造されておらず入手不可能であるため、現行JIS製品のうち耐力と径がほぼ同等のA種2号を使用した。

3.3 試験方法

引張試験機を用いて図-6に示す手順により確認試験を実施した。ウェッジ圧入状況を写真-2に示す。

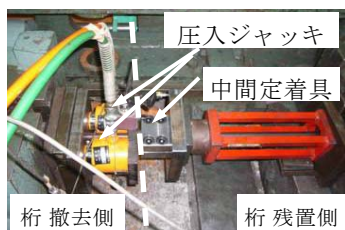


写真-2 ウェッジ圧入状況

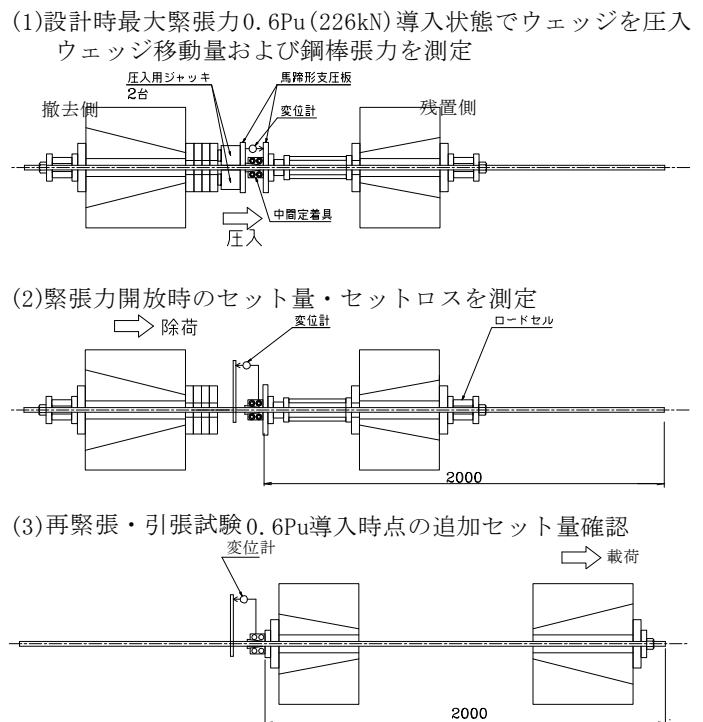


図-6 試験手順図

3.4 試験結果

手順(1)の結果の図-7から、圧入力を高めるほど鋼棒の張力は撤去側で増加し残置側で減少すること、4MPa以上でウェッジ移動量がほぼ収束することが確認され、実施工では10MPa(77kN)でウェッジを圧入することにした。また、この場合の残置側鋼棒の緊張力低下は18.1kN程度であった。

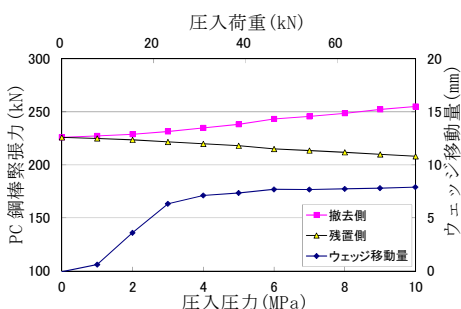


図-7 ウェッジ圧入時の挙動

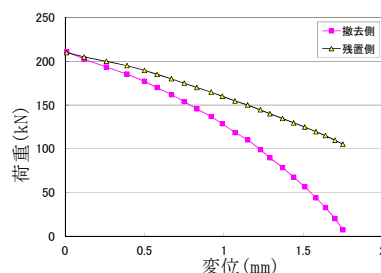


図-8 緊張力開放時の挙動

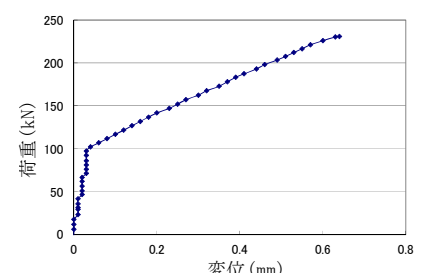


図-9 引張試験時の引込み量

手順(2)では図-8に示すようにウェッジ圧入完了後の緊張力開放時に約1.8mmのセット量が生じた。仮に実橋でグラウトとの付着が期待できず、設計時最大緊張力を保持していると仮定し想定されるセット量は、図-9に示すように手順(3)での鋼棒引張試験過程において設計時最大緊張力(0.6Pu (=226kN))に到達する時点でさらに生じたセット量(約0.7mm)を手順(2)で生じたセット量に加算したものに相当する。この合計は約2.5mmであり、実施工ではこれをもとにセット量の管理値を3.0mmとした。また、手順(3)で得られた定着済み鋼棒の引張試験による破断の結果(表-1)から、今回の定着方法での定着効率は95%以上あり、母材のみの試験結果と比較しても同等であることから、ウェッジ圧入によるPC鋼棒の耐力低下はないことが確認できた。

図-10には、以上の実験結果に基づき計算した、実橋の床版片側のみを撤去した場合における、盛替えセット量と残存緊張力の関係を参考までに示す。

表-1 引張試験結果 (n=3)

	中間定着具あり	母材
引張荷重(kN)	456~458	458~467
定着効率(%)	107	107~109
破断位置	全数ねじ部	全数ねじ部

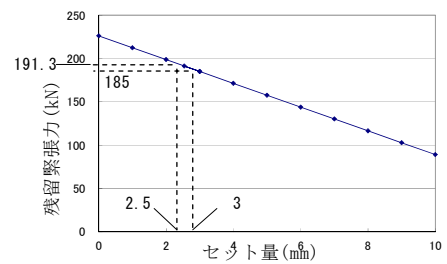


図-10 セット量と残存緊張力

4. 施工方法

中間定着工法によるPC桁の分割撤去手順を以下に示す。

(1) 間詰めコンクリートの撤去

中間定着施工に必要な作業スペースを確保するため、PC主桁間の間詰めコンクリートを乾式タイプのコア削孔(写真-3)、および人力はつりにて撤去し、主桁側面、および横締めPC鋼棒を露出させた。露出後ただちにPC桁の上フランジ間には間詰め材を配置し、下フランジ間には無収縮モルタルを充填することで、施工中の主桁の横方向変位を拘束しプレストレス減少を防止した。



写真-3 間詰めコンのコア削孔

(2) 中間定着具取付・ウェッジ圧入

PC鋼棒切断に伴うセット量確認のための初期値測定を行い、PC鋼棒に中間定着具をボルト固定にて取付け、ウェッジを挿入する。さらに室内試験時と同様に、ウェッジ圧入用の油圧ジャッキを専用支圧板とともに設置し、所定の荷重77kN(10MPa)まで段階的に圧入を行い、ウェッジを中間定着具に固定した。(写真-4)



写真-4 定着具取付・ウェッジ圧入

(3) 横締めPC鋼棒切断

油圧ジャッキを取り外し、PC鋼棒の切断を行った。切断は、まず撤去側PC桁に近い場所でガス切断を行った後、セット量の測定を行い、さらに余長部をウェッジから10mmの位置でベビーサンダーにて切断した。(写真-5)



写真-5 横締め PC 鋼棒切断

セット量は、北側撤去時で0~1.6mm、南側撤去時で0~0.4mmであり、いずれも管理セット量の3.0mmを下回る結果となった。

(4) PC桁の撤去

中間定着工の完了時の状況を写真-6に示す。定着具にはグリスを充填したヘッドキャップを固定し、引き続きPC桁の撤去作業を行った。中間定着工によって残置側PC桁と縁切りされた拡幅部の撤去側PC桁を連続コア削孔φ110（鉄道架線上部、および橋台取合い部）とワイヤーソーにより各主桁間の切断を行い撤去した。写真-7に主桁の吊り出し撤去施工状況、写真-8に拡幅部PC桁の撤去完了時の状況を示す。鉄道営業線直上部であるため作業は休電後の深夜作業にて実施した。



写真-6 中間定着工完了



写真-7 PC桁撤去状況



写真-8 拡幅部PC桁撤去完了

5. まとめ

撤去工事の着手前に、本橋の撤去手順、および通行車両の供用形態の切り替えを踏まえ、橋梁の構造系、ならびに上載荷重の変化による影響を考慮したFEMによる設計照査を実施した。その際、桁下面には鋼板接着（ $t=4.5\text{mm}$ ）による補強を行い、横締めPC鋼棒のプレストレスが消失した場合でも橋梁の耐力を保持できることも確認した。

その照査に基づく主桁の横方向応力度に対する施工前の試算では、管理セット量（ 3.0mm ）が南北それぞれの撤去時に生じた場合、試験結果と図-10のセット量と残存緊張力の関係から推定される緊張力（有効プレストレス力）の低減（57%）の影響で、活荷重最大時において、桁下縁のコンクリートに引張応力が生じ、フルプレストレス状態にならず、桁下に設置した補強鋼板により橋梁耐力が保持されるものと想定された。しかし、表-2に示すように、施工時に実際に発生したセット量（北側撤去時の最大セット量 1.6mm が生じたPC鋼棒に着目）を用いた試算では、緊張力の低減は74%までに留まり、桁下縁のコンクリートはフルプレストレス状態を保つことができた。

自動計測による撤去工事中のPC桁のたわみ、および補強鋼板のひずみの監視を行ったが、全期間を通して所定の管理値内での挙動を示しており問題はなかった。

6. おわりに

国道2号明石跨線橋は、すでに本PC橋を含め全域の両拡幅部の撤去を終え、平成23年3月7日に無事下り線（南側）仮橋の供用を開始し、上下線ともに仮跨線橋への切替を完了した。その後、中央部の撤去に移り、山陽電鉄の仮線切替、高架化へ向け工事を進めている。

今回の工事では、国道を安全に供用しながら確実なPC橋の分割撤去の実現を目指して様々な取組みを行った。施工実績のない本橋の撤去方法の確立に対し、これまで多大なご指導とご協力を賜った、兵庫県東播磨県民局 加古川土木事務所 明石鉄道高架対策室 高架整備課の皆様、国土交通省 近畿地方整備局 兵庫国道事務所および明石維持出張所の関係各位、ならびに京都大学 宮川豊章 教授に、心より感謝の意を表するとともに、本報告が今後の同種工事計画の一助となれば幸いである。

表-2 主桁横方向応力度の照査

(単位： N/mm^2 , +：圧縮, -：引張)

荷重		活荷重 max 時	
		上縁	下縁
橋面死荷重	a	-0.01	0.01
有効プレストレス力	b	$0.18 \times 74\% = 0.13$	$1.25 \times 74\% = 0.93$
活荷重	c	1.42	-0.85
合成応力度	a+b+c	1.54	0.09
許容応力度		$0.0 < \delta_c < 6.5$	
判定		OK	OK