

エポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材に対する VSL 工法定着システムの開発

大成建設（株）	正会員	○京田	康宏
大成・ピーエス三菱JV	正会員	弓家	猛
西日本高速道路（株）	正会員	福田	雅人

大成建設（株）	正会員	細谷 学
VSL JAPAN（株）	正会員	白石 俊英
西日本高速道路（株）		黒川 秀樹

1. はじめに

高強度 PC 鋼材用の定着具として、VSL 工法では既に裸線用（の定着システム）を開発しており、興津川橋¹⁾で実用化している。今回、エポキシ樹脂被覆鋼材用の定着システムを新たに開発したので、これに伴って実施した定着システムに関する試験（定着具をコンクリートと組み合わせた性能試験、定着具及び接続具の緊張材と組み合わせた性能試験、定着部疲労試験）について報告する。

2. エポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材用定着システムの開発コンセプト

本定着システムは従来の普通強度PC鋼材用Eタイプをベースとして開発した(図-1)。これは、緊張力をコンクリートに有効に伝達するという点では、支圧板とトランペットシースをキャスティングで一体化したタイプの方が有利で(興津川橋で採用)、定着具を小さくすることが可能であるが、キャスティング内でのケーブルの曲げ角度が大きくなりエポキシ樹脂被覆を損傷する可能性があることが主たる要因である。また、本定着システムは、張力の増加に伴って支圧板寸法が大きくなることを避けるために、プレストレス導入時のコンクリート強度を、既存の高強度PC鋼材用定着具の 32N/mm^2 から 36N/mm^2 へと上げている。なお、(プレストレス導入時の)コンクリート強度を上げたことでらせん鉄筋は普通強度PC鋼材用のEタイプと同じD19でよい。

3. 定着具をコンクリートと組み合わせた性能試験

3. 1 試験概要

本試験では、定着具をセットしたコンクリート試験体が緊張材の規格引張荷重の 100% (3,768kN : E6ECFH-12) に耐えることを確認する。図-2 に試験体の形状寸法および定着具・用心鉄筋配置図を示す。エポキシ樹脂被覆高強度 PC 定着具使用時の最小縁端距離および最小配置間隔は、それぞれ 210mm, 360mm

とした。このため、断面寸法および形状は、420mm×420mm の 図-2 試験体概要図
正方形断面（最小縁端距離 210mm の 2 倍）²⁾、試験体の長さは 900mm（45mm（定着具の厚さ）+840mm（420mm
の 2 倍）＝ 885mm）²⁾とした。また、載荷試験は、10MN 試験機を使用し、載荷はアンカーヘッドを介して定着具
に直接圧縮力を加える方式とした。載荷の種類は単調増加荷重とした。

3. 2 試験結果

各荷重段階と適合すべき条件を表-1 に示す。これらの荷重段階 a~c³⁾および d⁴⁾は各指針に準拠している。

キーワード 高強度 PC 鋼材, エポキシ樹脂被覆, 定着システムに関する試験, VSL 工法

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿一丁目 25 番 1 号 大成建設(株) 土木技術部 TEL03-5381-5297

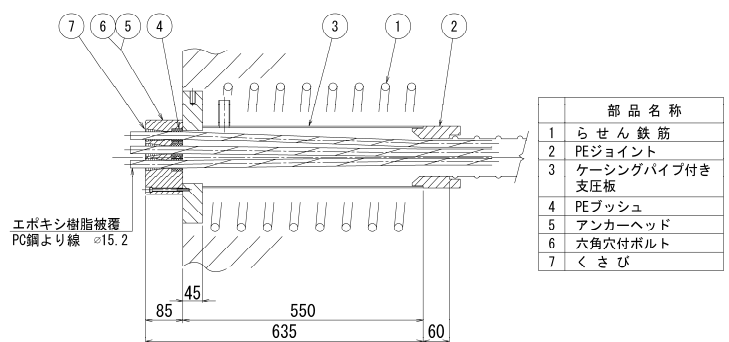


図-1 エポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材用定着具

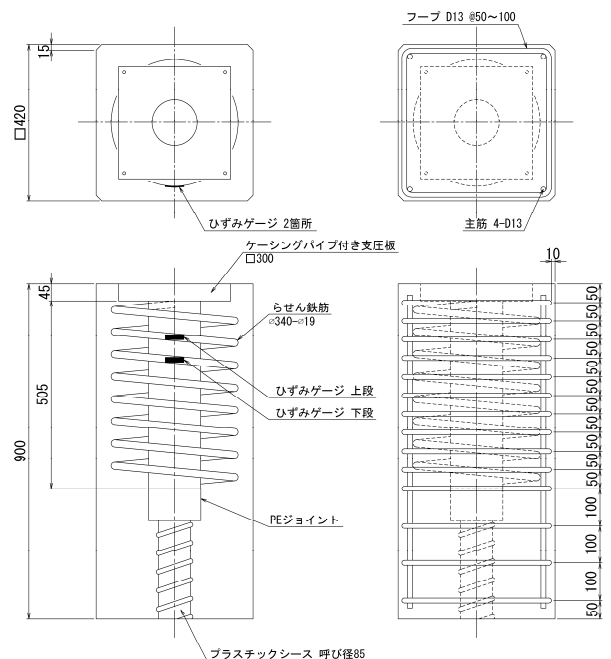


図-2 試験体概要図

表-1 試験結果の評価項目とひび割れ幅の測定結果

荷重段階		荷重値 (kN)	最大ひび割れ幅 (mm)	有害な変形・ 損傷・めり込み	判定	備考
a	PC鋼材の許容引張荷重 (0.85Py) の110%	2,996	0.04以下	無	合	コンクリート表面に0.1mmを超えるひび割れを生じないこと。ひび割れを生じた場合は、当該荷重により5分間以上の持続荷重を行い、ひび割れが著しく進展しないことを確認する。
	5分経過後		0.04以下	無	合	
b	PC鋼材の規格降伏荷重(Py)	3,204	0.04	無	合	コンクリート表面に0.2mmを超えるひび割れを生じないこと。
c	PC鋼材の規格引張荷重(Pu) の95%	3,580	0.08	無	合	コンクリートが、5分間以上安全に荷重を支持し得ること。定着具に有害な変形・損傷・めり込み等を生じないこと。
	5分経過後		0.08	無	合	
d	PC鋼材の規格引張強度(Pu)	3,768	0.10	無	合	定着具の最大耐力に達していないこと。定着具が破壊しないこと。

荷重－らせん鉄筋ひずみ関係を図-3 に示す。荷重段階 d 時点でのらせん鉄筋のひずみは、上段で 866μ (173.2N/mm²)、下段で 502μ (100.4N/mm²) と、降伏強度以下であり、興津川橋と同程度の結果を得た。

次に、各荷重段階におけるひび割れ幅の測定結果を表-1 に示す。荷重段階 a 到達時には試験体 4 面すべてにひび割れが発生したが、評価基準の荷重段階 a の 0.10mm 以下、b の 0.20mm 以下を満足した。荷重段階 d においても最大ひび割れ幅は 0.10mm にとどまっており、有害な変形・損傷、めり込み等は最後まで見られず定着部は破壊しなかった。なお、この荷重段階 d におけるひび割れはコーナー部で観測されたものであり、割裂現象による各面での鉛直ひび割れの幅は最終時においても 0.04mm 程度であった。

4. 定着具および接続具の緊張材と組み合わせた性能試験，定着部疲労試験

定着具および接続具の緊張材と組み合わせた性能試験の結果、試験体 3 体のいずれも定着効率（破断荷重/規格最大試験力）が 95%以上（298.3kN 以上）であることが確認された。また、くさびに予め所定の段差（4.0mm）を設けた場合でも十分な定着効率が得られることを確認した。

さらに、定着部疲労試験（試験体数：1 体）では、繰り返し変動荷重（上限荷重：0.6Pu+100N/mm²=202.3kN，下限荷重：0.6Pu=188.4kN）を 200 万回与えた後、PC 鋼より線の破断が無いことを確認した。

5. まとめ

エポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材用定着システムの各試験から以下の結果が得られた。

- ① 定着具をコンクリートと組み合わせた性能試験：らせん鉄筋には、規格引張荷重まで急激なひずみ増加は見られなかった。また、定着具に有害な変形・損傷・めり込み等は生じなかっただけでなく、エポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材の規格引張荷重載荷時でも定着部は破壊に至らず、安全に荷重を保持した。さらに、ひび割れは、荷重段階 a から発生し、最大ひび割れ幅は荷重段階 d においても 0.10mm であった。
- ② 定着具および接続具の緊張材と組み合わせた性能試験，定着部疲労試験：規格値を満足する結果を得た。

以上の結果から、本試験により VSL 工法に用いられるエポキシ樹脂被覆高強度 PC 鋼材 φ15.2 用定着システムが十分な定着性能および安全性を有していることを確認できた。なお、本定着システムは、新名神高速道路 生野大橋（NEXCO 西日本関西支社発注）のカンチレバーケーブルに採用予定である。

参考文献

1) 大植，今井，狩野，渡邊：興津川橋における高強度 PC 鋼材の定着具性能試験結果報告，第 21 回シンポジウム論文集，プレストレストコンクリート工学会，p313-p318，2012 年 12 月
2) 公益社団法人 土木学会：コンクリート標準示方書[規準編]，2007 年制定
3) 一般社団法人 日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説，1998 年改訂
4) 公益社団法人 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]，2007 年制定

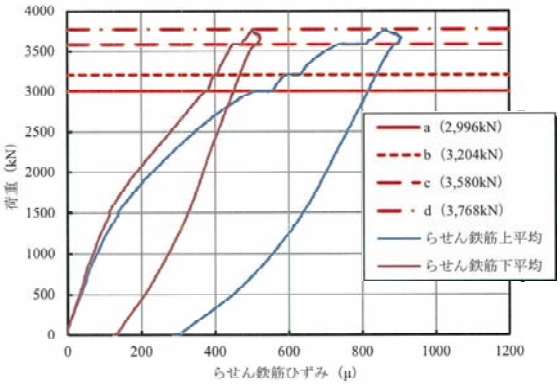


図-3 荷重－らせん鉄筋ひずみ関係