# 高強度繊維補強モルタルを使用した PC 鋼材定着部性能確認実験

株式会社ピーエス三菱	正会員	雨宮	美子
株式会社ピーエス三菱	正会員	伊藤	祐一
株式会社ピーエス三菱	正会員	西垣	義彦

## 1.はじめに

設計基準強度 120N/mm<sup>2</sup>の高強度繊維補強モルタルを使用 した低桁高 PC 橋は, 内ケーブルに 19815.2 を使用すること により,桁高支間比1/30以下の橋梁の実現を可能とした.-方,各種定着体工法の基準では,普通強度コンクリート(プ レストレス導入時コンクリート強度 27N/mm<sup>2</sup>~48N/mm<sup>2</sup>)を 対象としており、本モルタルにおいても、これらの定着体の 規定に準拠してきた.普通強度コンクリートと同様の定着体 を使用し,同等の縁端距離を確保することにより,桁端部に おいて桁高の低減が制限される場合が考えられる.ここで, 縁端距離とは,定着体芯から部材縁端までの距離をいう.

本モルタルを使用した PC 橋において,低桁高化を図るた めには、高強度モルタルの特性を活かし、PC 鋼材定着部の断 面を縮小することが課題となる.そこで本研究では,高強度 繊維補強モルタルに使用する定着体および縁端距離の縮小を 目的とし、その適用性を確認するため、PC鋼材定着部性能確 認実験を実施した.ここでは,この結果について報告する.

### 2.実験概要

W/C

(%)

17

Air

(%)

2.0

供試体の使用材料 , 示方配合 , 種類および強度特性を表 -1,表-2,表-3に示す.概要図および載荷方法を図-1に示 す.本実験に用いた定着体は, VSL 工法 19815.2 用である. パラメータは,スパイラル筋の有無とし,1 ケースにつき 3 体の供試体の載荷試験を実施した.支圧板寸法は,P.載荷時 に表 - 4 に示すとおりスパイラル筋を配置した場合,支圧応 力が道路橋示方書 V 耐震設計編<sup>1)</sup>に準じて式(1),(2)より算出

衣-1 使用树科						
材料	記	摘要				
セメント	С	シリカフューム混入セメント , 密度 3.08g/cm <sup>3</sup>				
鋼紙載組	SF	引張強度 2830MPa, 長さ 13.3mm, 径 0.16mm				
細骨材	S	碎砂, 表乾密度 2.60g/cm3, 最大寸法 5mm				
混和剤	SP	高性能減水剤(ポリカルボン酸系)				
帯鉄筋および軸筋	1	SD295A D13				
スパイラル筋	-	SR235 19 , 外径: 280mm コイルピッチ: 60mm , 巻き数: 9				

示方配合

C

1235

単位量 (kg/m<sup>3</sup>)

S

959

SF

40

表 - 2

W

210

SF 量

(vol.%)

0.5

±

した横拘束筋(ここでは,スパイラル筋)で拘束されたコン
クリートの強度以下となるよう 240mm×240mm と決定した
支圧板の厚さは,超高強度繊維補強コンクリートで使用実績
のある 30mm とした . VSL 工法では , 導入時のコンクリート
の強度が 36N/mm <sup>2</sup> の場合,支圧板寸法は,330mm×330mm,
厚さ 55mm であり, 縁端距離は 210mm と規定している.

$$_{cc} = _{ck} + 3.8 \qquad _{s \quad sy} \tag{1}$$

$$_{\rm s} = 4A_{\rm h}/{\rm sd}$$
 0.018 (2)

ただし, …: 横拘束筋で拘束されたコンクリートの強度 (N/mm<sup>2</sup>), <sub>k</sub>:コンクリートの設計基準強度 120N/mm<sup>2</sup>, s: 横拘束筋の体積比 A<sub>h</sub>:横拘束筋1本あたりの断面積 (mm<sup>2</sup>), s: 横拘束筋の間隔(mm), d: 横拘束筋の有効長(mm)で, 帯鉄 筋や中間帯鉄筋により分割拘束される内部コンクリートのう ち最も長い値とする . <sub>sv</sub>: 横拘束筋の降伏点(N/mm<sup>2</sup>) ここ では,降伏点ではなく,200N/mm<sup>2</sup>を用いた.

縁端距離は、スパイラル筋のかぶりが35mmとなる175mm とした.S-3およびN-3の鉄筋の一面にひずみゲージを設 置し,ひずみを測定した.10MN 載荷試験機を用い載荷速度 1.000kN/分となるよう荷重制御で静的載荷を行った.載荷段 階および適合すべき条件は、表 - 5 に示すとおり土木学会 コ ンクリート標準示方書<sup>2)</sup>「PC 工法の定着具および接続具の性 能試験方法 (JSCE-E 503-1999)」および日本建築学会 プレス トレスト鉄筋コンクリート(PC)構造設計・施工指針・同解説 <sup>3)</sup>「付録3,定着部試験方法」に従った.



図 - 1 供試体概要図および載荷方法

表 - 3 供試体種類および強度特性				表 - 4 支圧応力および 🔐							
供試体名	スパイラル筋の 有無	<b>圧縮強度</b> (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	供試体名	Pu (kN)	支圧板寸法 (mm)	孔径 (mm)	有効面積 (mm <sup>2</sup> )	支圧応力 (N/mm <sup>2</sup> )	cc (N/mm <sup>2</sup> )
S - 1 , 2 , 3	有	122	634	$2.04 \times 10^4$	S - 1 , 2 , 3	1050	240	152	30/63	125.7	133.7
N-1,2,3	無	122	22 0.34	<i>3.7</i> <b>4 x</b> 10	N - 1 , 2 , 3	4939	240	152	39403	125.7	120.0

キーワード 高強度繊維補強モルタル,低桁高化,PC橋,定着部,縁端距離,スパイラル筋 〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24 晴海センタービル 3F (株) ピーエス三菱 TEL: 03-6385-8051 連絡先

SP/C

(%)

3.0

## 3.実験結果

実験結果を表 - 6 に示す.スパイラル筋を配置した供試体 は全て土木学会規準および日本建築学会規準の適合すべき条 件を満たすことを確認し,また PC 鋼材の規格引張荷重 P<sub>u</sub>以 上の耐力を有していることがわかった.スパイラル筋無しの 供試体は,いずれも 0.95P<sub>u</sub>を 5 分間保持中に破壊に至り,今 回使用した支圧板寸法および縁端距離ではスパイラル筋が必 要であることを確認した.

S-3とN-3の荷重と供試体上縁から 65mm と 165mm に ある帯鉄筋のひずみおよび S-3 のスパイラル筋の供試体上 縁から 45mm と 105mm に位置するひずみゲージより測定し たひずみの関係を図 - 2 に示す.スパイラル筋のひずみは帯 鉄筋のひずみと比較し小さい.これは,スパイラル筋より帯 鉄筋のほうが側面に若干近い位置にあるため,供試体側面に 生じる引張力を主に帯鉄筋が負担したからであると考えられ る.また,S-3 において載荷途中段階でスパイラル筋,およ び上縁から 165mm に配置した帯鉄筋のひずみが減少に転ず る現象が見られた(上縁から 65mm にある帯鉄筋は,載荷荷 重が  $P_u$ に達する前に降伏した).この現象の解明については, 今後の課題とする.

図 - 2に示すようにS - 3の供試体に配置した帯鉄筋のひず みはN - 3と比較し,小さいことがわかった.加えて,ひび 割れ発生荷重はほとんど同等であるが,その後の鉄筋の挙動 に以下に示す違いがあることが確認された.N - 3は,ひび割 れが発生した直後に帯鉄筋のひずみの勾配が増加する傾向が みられたが,S-3に関しては,ひび割れ発生後も帯鉄筋の ひずみの勾配は,ほとんど変化していない.これは,スパイ ラル筋の拘束効果によるものと考えられ,この拘束効果が最 終的にスパイラル筋有無の供試体の耐力の違いに影響してい る.

	荷重段階	適合すべき条件					
a	PC 鋼材の許容引張荷重×1.1 (0.85Py×1.1=3,944kN)	コンクリート表面に 0.1mm を越えるひび割れ を生じないこと . ひび割れを生じた場合は , 5 分間以上の持続載荷を行ない , ひび割れが著し く進展しないことを確認する .					
b	PC 鋼材の規格降伏荷重 (Py=4,218kN)	コンクリート表面に 0.2mm を越えるひび割れ を生じないこと.定着具に有害な変形・損傷・ めり込み等を生じないこと.					
c	PC 鋼材の規格引張荷重×0.95 (Pu×0.95=4,711kN)	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.					
d	PC 鋼材の規格引張荷重 (Pu=4,959kN)	定着具の最大耐力に達していないこと. 定着部が破壊しないこと.					

表-5 載荷段階および適合すべき条件

注)適合条件のうち荷重段階 a~c は建築学会規準, d は土木学会規準に準ずる

衣-0 美統結果								
供試体名	S - 1	S - 2	S - 3	N - 1	N - 2	N - 3		
荷重段階: a ひび割れ幅 (mm)	0.06	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08		
荷重段階:b ひび割れ幅 (mm)	0.10	0.10	0.20	0.15	0.25	0.15		
荷重段階:c 有害な変形等	無	無	無	0.95Pu 5 分間保持中に				
荷重段階:d 定着部の破壊等	無	無	無					
破壊荷重 (kN)	5080	-	5456	11以4衣				
判定	O.K			N.G				

注) S-2は, Puまでの載荷とした.

## 4. ひび割れ状況

S - 2の荷重段階 d および N - 3の荷重段階 c のひび割れ状況を写真 - 1 に示す.また,各々の供試体上縁から 100mmの位置で切断した断面の状況を写真 - 2 に示す.供試体側面のひび割れは,ほぼ側面中央の上縁に近い位置から縦方向に発生し徐々に側面全体に広がり,供試体下縁方向に進展する.また,供試体上縁から 60mm ~ 80mm 程度の位置に横方向にもひび割れが発生していく.前述のように N - 3 は,荷重段階 c で破壊に至り,供試体の損傷も大きい.写真 - 2 の下段に示すとおり,供試体断面からも N - 3 は,シースを中心とした放射状のひび割れが断面全体に広がり,破壊したと推測される.写真 - 2 の上段に示す S - 2 は, $P_u$ まで載荷した後もスパイラル筋により,ひび割れの進展が抑えられ,破壊に至らないことがわかった.

## 5.まとめ

本実験で採用した定着体の寸法および縁端距離は,スパイ ラル筋を併用することにより適用可能であり,高強度繊維補 強モルタルを使用した PC 橋において,普通強度コンクリー トと比較し 定着部断面の縮小が可能であることを確認した. 参考文献

日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 2002.3
土木学会: 2007 年制定コンクリート標準示方書[規準編]
土木学会規準および関連規準, 2007.5

3)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,1998.11

## 謝辞

本実験を実施するにあたり、ご協力頂いた VSL JAPAN(株) 渡邊氏,大成建設(株)竹崎氏およびピー・エス・コンクリ ート(株)水島工場各位に感謝の意を表します。

