

PC 鋼材定着具配置間隔縮小に関する実験的検討

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○ 醍醐 宏治

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 鈴木 裕隆

FKK 極東鋼弦コンクリート振興株式会社

正会員 内山 周太郎

1. はじめに

現在、JR 東日本では、東京駅～上野駅間に宇都宮・高崎線及び常磐線と東海道線の相互直通ルートとなる東北縦貫線を建設中であり、高架橋新設区間にはPC箱桁を複数架設する計画である。

PC 箱桁の内ケーブル定着具として図 - 1 に示す T15.2mm の PC 鋼より線を 19 本定着可能な定着具の採用を検討している。PC ケーブル定着具を同一断面に複数配置する場合、その配置間隔が近接しすぎていると、PC ケーブル緊張による支圧力が相互に影響することによって、コンクリート表面に有害なひび割れが発生したり局所的な破壊が生じる可能性が高まるため、定着具の配置間隔は適切に設定する必要がある。今回採用を検討しているものと同等の性能を有した定着具は最小配置間隔 $d=570\text{mm}$ を標準として使用されている¹⁾。一方、定着具配置間隔は断面形状に直結し、断面を小さくするためには配置間隔ができるだけ小さい方が望ましい。そこで今回、PC 箱桁の軽量化を目的に配置間隔 $d=375\text{mm}$ とした条件下での使用について実験的検討を行った。

2. 定着具配置間隔確認試験の概要

2-1. 試験体概要

試験体状況と概要図を図 - 1、図 - 2 にそれぞれ示す。試験体は、 $500\text{mm} \times 1125\text{mm}$ の矩形断面を有する長さ 1500mm のコンクリートブロックであり、PC ケーブルは上下方向に2段配置されている。定着具の配置間隔は $d=375\text{mm}$ とし、試験体の縁端距離 D (定着具の中心からコンクリート縁端までの距離) は使用した定着具の技術基準¹⁾に基づき $D=250\text{mm}$ 、隅角部については1.5倍の $D=375\text{mm}$ とした。PC 鋼材は 19S15.2 (SWPR7BL、呼び径 15.2mm の鋼線を 19 本配置、設計降伏強度 $P_y=1570\text{ N/mm}^2$ 、設計引張強度 $P_u=1860\text{ N/mm}^2$) を使用した。定着部補強筋として D19 のスパイラル筋を定着具背面に配置し、用心鉄筋は D22 を 125mm ピッチで配置した。試験体製作と併せて試験体に突合わせるダミーブロックを製作した。ダミーブロックは、試験体よりも先に破壊しないよう試験体よりも鉄筋量を多く配置している。

試験体は圧縮強度をパラメータとし、2 体 (No.1 試験体: $f_c=54.2\text{ N/mm}^2$, No.2 試験体: $f_c=32.3\text{ N/mm}^2$) を製作



図 - 1 使用した PC ケーブル定着具及び試験体状況

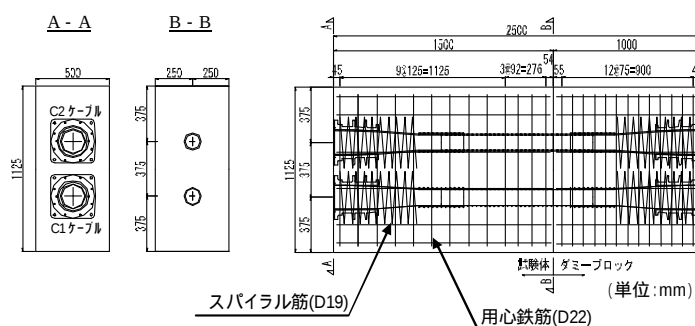


図 - 2 試験体形状

した。

2-2. 载荷手順

試験体への载荷は両端に配置する緊張ジャッキによって PC 鋼材に緊張力を与えることで行った。試験体への载荷順序を以下に示す。

下側ケーブル(C1ケーブル)を $0.7P_u$ ($=3471\text{ kN}$) まで緊張 (P_u : PC 鋼材の引張強度)

C1ケーブルを $0.9P_y$ ($=3796\text{ kN}$) まで緊張 (P_y : PC 鋼材の降伏強度)

C1ケーブルを $1.1P_a$ ($=3944\text{ kN}$) まで緊張 (P_a : PC 鋼材の許容引張力), 以降 C1ケーブルの緊張力を $0.7P_u$ で保持

上側ケーブル(C2ケーブル)を $0.7P_u$ まで緊張

C2ケーブルを $0.9P_y$ まで緊張

C2ケーブルを $1.1P_a$ まで緊張

2-3. 試験内容

(a) ひび割れの発生状況

载荷により定着具周辺のコンクリートに生じる引張応力によって発生する PC ケーブルに沿ったひび割れの発生状況及びその幅について確認した。ひび割れ幅の測定は、クラックスケールを用いて行った。

キーワード 定着具最小配置間隔, ひび割れ幅, めり込み量, 内ケーブル, PC 箱桁

連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 東京工事事務所 工事管理室 TEL:03-3379-4353

Email: kouji-daigo@jreast.co.jp

(b) 定着具のめり込み量試験

PC ケーブル緊張により定着具に集中荷重が作用すると、支圧に抵抗するコンクリートの変形により、定着具のめり込みが発生する。測定には定着具表面の上側、左側、右側の3点を測定点としてコンクリート表面に対する定着具のめり込み量をカンチレバー式変位計を用いて定量的に測定を行った。なお変位計設置の都合上、測定はC2ケーブルについてのみ行った。

3. 定着具配置間隔確認試験結果

3-1. ひび割れ発生状況

表-1に試験体毎の各荷重ステップにおける最大ひび割れ幅を、図-3にNo.1, No.2試験体の最終荷重ステップにおけるひび割れ発生状況を示す。No.1試験体は、荷重ステップ2($P_{C1}=0.9P_y$, $P_{C2}=0kN$)においてC1ケーブルに沿ってひび割れが発生し、荷重ステップ3($P_{C1}=1.1Pa$, $P_{C2}=0kN$)では最大ひび割れ幅0.04mmであった。また、荷重ステップ5($P_{C1}=0.7Pu$, $P_{C2}=0.9P_y$)においては、C2ケーブル沿いに新たにひび割れが発生し、荷重ステップ6($P_{C1}=0.7Pu$, $P_{C2}=1.1Pa$)での最大ひび割れ幅は0.04mm以下であった。一方、No.2試験体は、荷重ステップ1($P_{C1}=0.7Pu$, $P_{C2}=0kN$)においてC1ケーブルに沿ってひび割れが発生し、荷重ステップ3($P_{C1}=1.1Pa$, $P_{C2}=0kN$)での最大ひび割れ幅は0.07mmであった。また、荷重ステップ4($P_{C1}=0.7Pu$, $P_{C2}=0.7Pu$)においては、C2ケーブル沿いに新たにひび割れが発生し、荷重ステップ6($P_{C1}=0.7Pu$, $P_{C2}=1.1Pa$)での最大ひび割れ幅は0.09mmであった。

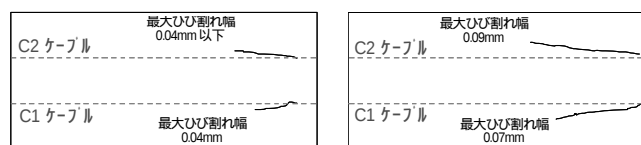
No.1, No.2試験体の各荷重ステップにおけるひび割れの発生範囲とひび割れ幅を比較すると、No.2試験体の方がNo.1試験体よりもひび割れ発生範囲が広く、また、ひび割れ幅も大きいことが確認できる。日本建築学会のプレストレストコンクリート設計施工規準・同解説²⁾に記載されているPCケーブル定着具配置間隔の妥当性についての判定基準の一部に、「許容引張荷重Paの1.1倍の緊張力を荷重した時にコンクリート表面に0.1mmを超えるひび割れを生じないこと」とあるが、本試験においてはNo.1試験体、No.2試験体ともに1.1Pa時の最大ひび割れ幅は0.1mm未満であった。

3-2. 荷重-めり込み量関係

各荷重ステップにおける定着具のめり込み量を表-1に、各試験体の荷重とめり込み量の関係を図-4に示す。No.1試験体とNo.2試験体を比較すると、No.2試験体は0.7Pu時点でめり込み量が大きいことがわかる。この理由は、コンクリート強度が低いことにより、支圧に抵抗する定着具周辺のコンクリートの局所的な塑性化が始まっているためと考えられる。No.1試験体は最終ステップ1.1Pa時まで弾性挙動範囲内であった。

表-1 ひび割れ発生荷重

試験体	圧縮強度 f_c (N/mm^2)	荷重 ステップ	導入緊張力		最大ひび割れ幅		定着具の めり込み量
			P_{C1} (下段)	P_{C2} (上段)	C1ケーブル (下段)	C2ケーブル (上段)	
No.1 試験体	54.2	1	0.7Pu	—	発生せず	—	—
		2	0.9Py	—	0.04mm以下	—	—
		3	1.1Pa	—	0.04mm	—	—
		4	0.7Pu	0.7Pu	0.04mm	発生せず	0.25mm
		5	0.7Pu	0.9Py	0.04mm	0.04mm以下	0.27mm
		6	0.7Pu	1.1Pa	0.04mm	0.04mm以下	0.28mm
No.2 試験体	32.3	1	0.7Pu	—	0.04mm	—	—
		2	0.9Py	—	0.06mm	—	—
		3	1.1Pa	—	0.07mm	—	—
		4	0.7Pu	0.7Pu	0.07mm	0.04mm	0.32mm
		5	0.7Pu	0.9Py	0.07mm	0.06mm	0.38mm
		6	0.7Pu	1.1Pa	0.07mm	0.09mm	0.41mm



(a) No.1 試験体

(b) No.2 試験体

図-3 ひび割れ発生状況(ステップ6終了時)

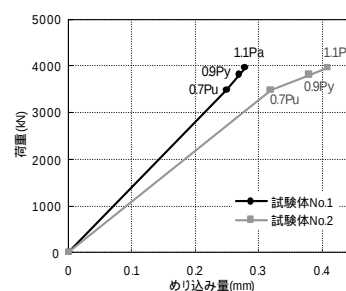


図-4 荷重とめり込み量の関係

4. まとめ

東北縦貫線PC箱桁で使用を検討しているPCケーブル定着具について、定着具配置間隔 $d=375mm$ での使用について検討するために、コンクリート圧縮強度 f_c をパラメータとしてコンクリートブロックと定着具を組合わせた試験体を製作し、PCケーブル緊張による荷重試験を行った。今回の試験により得られた知見を以下に示す。

- ひび割れ発生状況は、No.1試験体($f_c=54.2N/mm^2$)に比べてNo.2試験体($f_c=32.3N/mm^2$)の方がひび割れの発生が早く、発生するひび割れの範囲が広がった。ひび割れ幅も同様にNo.2試験体の方が大きくなり、1.1Pa時の最大ひび割れ幅はNo.1試験体では0.04mm、No.2試験体では0.09mmであった。
- 定着具のめり込み量試験の結果、No.2試験体はNo.1試験体と比較して、コンクリート強度が低いことにより0.7Pu時点で支圧に抵抗する定着具周辺のコンクリートの局所的な塑性化が始まっており、めり込み量が大きかった。また、No.1試験体は最終ステップまで弾性挙動範囲内であることが確認できた。

【参考文献】

- FKKフレッシュ工法施工規準 2004年改訂(第2版), 2004.6
- 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
- 土木学会: コンクリート標準示方書 規準編, 2007.3