

# RC 柱梁接合部において千鳥配置とした機械式定着鉄筋の一軸引張特性に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○幸良淳志 正会員 中田裕喜 正会員 草野浩之 正会員 田所敏彰

## 1. はじめに

RC ラーメン高架橋柱梁接合部における軸方向鉄筋の定着部分の輻輳を避ける対策の一つに、機械式定着の採用が考えられる。しかし、柱梁接合部のように、コンクリートの拘束力が小さい面を有する部位における機械式定着鉄筋の定着性能は明確になっておらず、適用にあたってはその一軸引張特性を把握しておく必要がある。そこで、本研究では、実施工を考慮して、鉄筋のあきを確保するために定着具を千鳥配置とした既往の機械式定着鉄筋の一軸引張試験<sup>1)</sup>について、定着具が負担する引張力と定着具の拔出し量の関係に着目し、定着性能に関する検討を行った。

## 2. 一軸引張試験の概要

既往の実験<sup>1)</sup>は、機械式定着を適用した柱外面の軸方向鉄筋を対象として、藤井・森田らの一軸引張試験を参考に、直交梁を考慮しないL型柱梁接合部を約70%の大きさで模擬した供試体から4本の鉄筋を一方方向に加力する試験である。荷重装置の概要と供試体形状を図1、図2に、供試体の諸元と実験結果を表1に示す。供試体S7は、定着具に一般的に用いられる半円形フックを機械式定着に変更したもの、S11とS12はS7の定着具を千鳥配置としたものである。S4とS13は、鉄筋付着の有無が一軸引張特性に及ぼす影響を確認するために、それぞれS7とS11の軸方向鉄筋にPC鋼棒を使用し、かつグリスを塗布して付着を切ったものである。

## 3. 試験結果の評価方法

千鳥配置が定着具の挙動に及ぼす影響を確認するため、定着具自体の荷重変位関係である定着具が負担する引張力P2と定着具の拔出し量 $\delta 2$ の関係を比較する。また、 $\delta 2$ に対する影響が大きいと考えられる定着具背面付近のひび割れが発生する荷重に着目する。ここでは、鉄筋BとDの定着具背面付近および鉄筋AとCの定着具背面付近にひび割れ(図6参照)が発生するときのP1(それぞれP1<sub>f</sub>とP1<sub>b</sub>とする)と、そのときのP2(それぞれP2<sub>f</sub>とP2<sub>b</sub>とする)について検討する。S7とS4では、鉄筋A~Dの定着具背面付近全幅にわたってほぼ同時にひび割れが発生するためP1<sub>f</sub>=P1<sub>b</sub>、P2<sub>f</sub>=P2<sub>b</sub>とする。なお、P1とP2の差分が付着力となる。P1とP2は、それぞれ図2に示す□、○の位置に貼付したひずみゲージの値に鉄筋断面積とヤング係数を乗じて求めた。 $\delta 2$ は定着具に取り付けた変位計測用のボルトの変位とした。供試体S11~13は、鉄筋AとC、鉄筋BとDの定着長が等しいため、AとCの平均値およびBとDの平均値それぞれで評価する。S4とS13では付着がないためP1とP2がほぼ等しくなる。

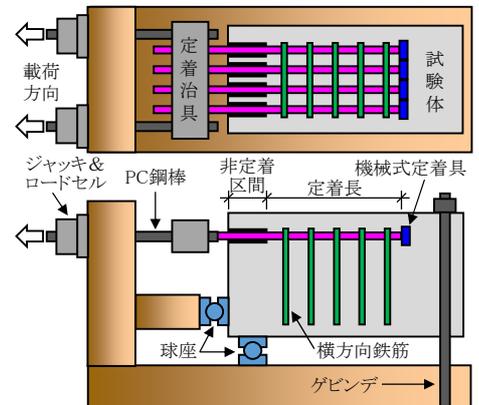
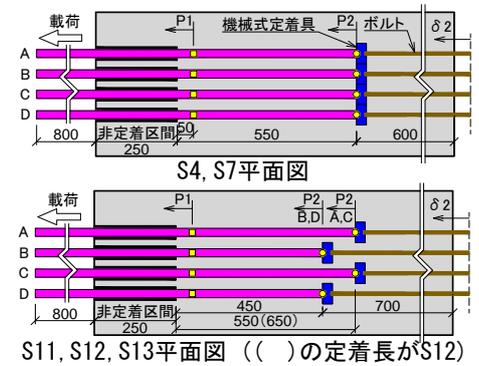


図1 荷重装置概要図



S4, S7平面図  
S11, S12, S13平面図 ( ( ) の定着長がS12)  
□ ○ : ひずみゲージ貼付位置

図2 供試体形状図(平面図)

表1 供試体の諸元一覧と実験結果

No.	定着方法	l (mm)	f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	c (mm)	s' (mm)	軸方向鉄筋	横方向鉄筋 (鉄筋比 pw%)	Pd <sup>(※2)</sup> (kN/本)	Pmax (kN/本)	Pmax/Pd	破壊形態 <sup>(※3)</sup>	記事
S4	機械式	550 <sup>(※1)</sup>	26.4	40	38	φ26×4	D13@200 (0.28)	—	125	—	コーン破壊	付着無し
S7	機械式	550	26.7	40	38	D25×4	D13@200 (0.28)	156	198	1.27	コーン破壊	基準供試体
S11	機械式	450(B,D),550(A,C)	26.9	40	38	D25×4	D13@200 (0.28)	149	168	1.12	コーン破壊	千鳥配置
S12	機械式	450(B,D),650(A,C)	26.9	40	38	D25×4	D13@200 (0.28)	157	187	1.19	コーン破壊	千鳥配置
S13	機械式	450(B,D),550(A,C) <sup>(※1)</sup>	26.3	40	38	φ26×4	D13@200 (0.28)	—	128	—	コーン破壊	付着無し&千鳥配置

l:定着長, f<sub>c</sub>:コンクリート圧縮強度, c:軸方向鉄筋の純かぶり, s':軸方向鉄筋のあき, Pd:設計耐力(1本あたり), Pmax:最大荷重(1本あたり)  
鉄筋の降伏強度: D25(SD490)=533.8N/mm<sup>2</sup>(降伏荷重 271kN), φ26(SBPR785)=1048.8N/mm<sup>2</sup>, D13(SD345)=367.0N/mm<sup>2</sup>  
※1)付着無しのS4とS13の定着長はゼロであり、ここでは非定着区間から定着具までの距離を示している ※2)千鳥配置のPdは平均定着長から算出している  
※3)定着具付近に発生したひび割れが進展し、鉄筋降伏前に脆性的な破壊形態を示すことをここではコーン破壊と呼ぶこととする

キーワード RC 柱梁接合部, 機械式定着, 一軸引張特性, 千鳥配置, 付着, 支圧

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL042-573-7281

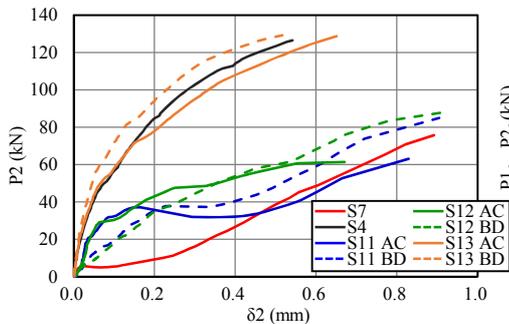


図3 P2-δ2関係

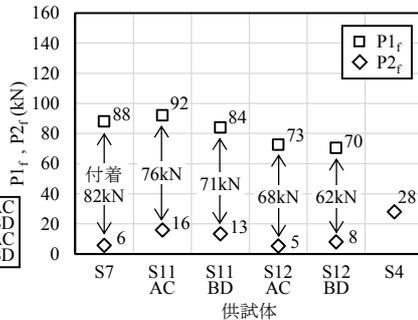


図4 P1<sub>f</sub>とP2<sub>f</sub>

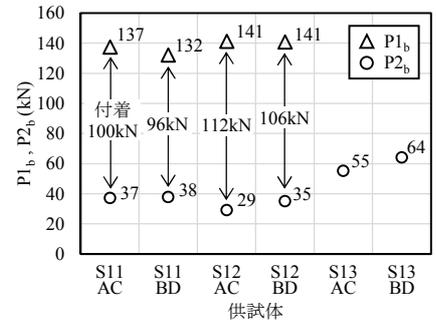


図5 P1<sub>b</sub>とP2<sub>b</sub>

4. 定着性能の評価

P2-δ2 関係, P1<sub>f</sub>と P2<sub>f</sub>, P1<sub>b</sub>と P2<sub>b</sub>を 図3~5 に示す. S13 では, 鉄筋 B と D の定着具背面付近に明確なひび割れが発生しなかったため, 図4 で P1<sub>f</sub>と P2<sub>f</sub> は示していない. まず, 定着具配置が同じで鉄筋付着の有無がパラメータとなっている S7 と S4, S11 と S13 を比較, 検証する. 図3 と図4 から, S4 の P2<sub>f</sub> は S7 の約 5 倍で, S7 は P2<sub>f</sub>以降に定着具の急激な抜出しが生じているのに対し, S4 は P2<sub>f</sub>以降も大きな抜出しが生じていない. 図3 と図5 からは, S13 の鉄筋 AC の P2<sub>b</sub>は S11 の約 1.5 倍で, P2<sub>b</sub>以降の挙動は千鳥配置でない S7 と S4 の場合と同様の傾向となった. これは, 図6 に示すように, 付着がある場合, 定着具からの支圧力を負担し, 抜出しに抵抗するコンクリート領域が先に付着により損傷を受けるため, 付着がない場合と比較して小さい P2<sub>f</sub>, P2<sub>b</sub>となり, かつひび割れが発生してからの δ2 の増加量も大きくなるためと考えられる.

次に, 定着具の配置の影響を検証する. S11 の鉄筋 AC の P2<sub>b</sub>は S7 の P2<sub>f</sub> の約 6 倍であり, 定着具の抜出しが生じ始めるまでの P2-δ2 関係に差がある.

S12 の鉄筋 AC も同様の傾向となった. これは, 鉄筋 AC の定着具付近において, 鉄筋のあきが 2 倍となったことで, 支圧力と付着力の作用するコンクリート領域の重なりが減った影響と考えられる (図6 参照). 一方, 付着のない S4 と S13 の鉄筋 AC の比較では, P2<sub>f</sub>, P2<sub>b</sub>に差はあるものの, P2-δ2 関係には大きな差は認められないため, 今回の定着具のずらす距離と鉄筋ピッチでは, 定着具の配置よりも定着具前面における鉄筋付着による損傷が P2-δ2 関係に与える影響の方が大きかったと推察される. なお, S7 と S11, S12 の鉄筋 BD について, P2<sub>f</sub>には大きな差はないものの, S11, S12 の鉄筋 BD の P2<sub>f</sub>以降の δ2 の増加量が緩やかなのは, 鉄筋 BD の定着具背面付近にひび割れが発生しても, 隣接鉄筋 (鉄筋 AC) によってひび割れの進展が抑制されるためと思われる (図6 参照). S11 と S12 では, 隣接鉄筋によるひび割れ抑制効果が期待できない P2<sub>b</sub>以降に定着具の大きな抜出しが生じている.

図4 から, S12 の P1<sub>f</sub>は S7 より小さく, 千鳥配置とすることで早期に定着具背面付近にひび割れが発生していることがわかる. 千鳥配置の場合は, 荷重レベルが小さいときの δ2 は小さくなる傾向があるものの, 定着具の大きな抜出しが生じ始める P1<sub>b</sub>は設計耐力 Pd より小さく, 最終的に鉄筋 BD の定着具背面付近に早期に発生したひび割れ部分から脆性的な破壊形態を示している (図7). また, S12 の平均定着長は S7 と同じであるが, 設計余裕度 Pmax/Pd は S12 の方が小さい. したがって, 千鳥配置の場合, 破壊形態に対して, 前方の定着具の挙動が支配的になり, それぞれの定着長から算出した引張耐力を累加して設計に用いることは危険側になる可能性があると考えられる.

5. まとめ

機械式定着具周辺の鉄筋付着によるコンクリートの損傷の程度が機械式定着鉄筋の一軸引張特性に影響し, 千鳥配置とする場合は, 想定する荷重に応じて短い方の定着長を設計に用いるなどの配慮が必要であることがわかった.

参考文献

- 1) 田所敏弥, 谷村幸裕, 徳永光宏, 米田大樹: 高架橋接合部における機械式定着を用いた定着部の静的引張特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp.691-696, 2009

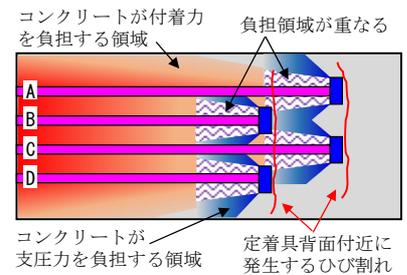


図6 付着力と支圧力の負担イメージ(千鳥の場合)

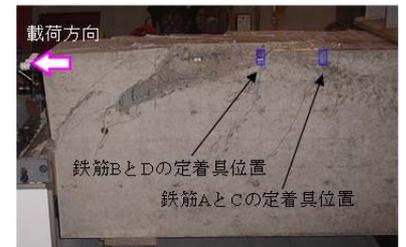


図7 破壊性状(S12)