

突出梁を有する RC 柱梁接合部における機械式定着部の静的引張特性に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○西村脩平 正会員 中田裕喜 正会員 幸良淳志 正会員 田所敏弥

1. はじめに

RC ラーメン高架橋柱梁接合部（以下、柱梁接合部）における鉄筋の幅轆を避けるため、柱軸方向鉄筋に機械式定着を採用することが考えられるが、単に半円形フックを機械式定着に置き換えた場合には、所定の静的引張特性を確保できないことが確認されている¹⁾。また、図1のように横梁軸方向鉄筋の定着を確保するために接合部外面に突出梁を設けることがあるが、このような場合には柱軸方向鉄筋に機械式定着を適用できる可能性があると考えられる。そこで、本研究では、一軸引張実験および有限要素解析により、突出梁や直交梁を有する柱梁接合部における柱軸方向鉄筋に、機械式定着を採用した場合の静的引張特性について検討した。

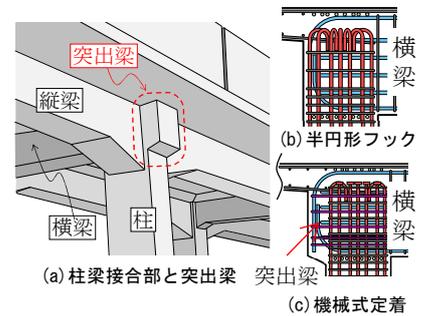


図1 突出梁を有する柱梁接合部

2. 実験および解析の概要

供試体諸元を図2および表1に、材料試験結果を表2に示す。実験(S26)は、既往の実験¹⁾を参考に、柱軸方向鉄筋は載荷端側からアンボンド区間 10ϕ (ϕ : 軸方向鉄筋径) を確保したうえで、定着長を 22ϕ ($=550\text{mm}$) とし、突出梁および直交梁を配置した。なお、横梁軸方向鉄筋は定着長を確保するため、U形状とした。

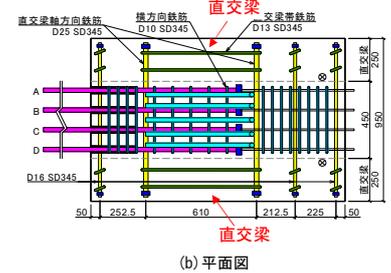
解析は、実験を模擬した S26 に加え、突出梁や直交梁、横梁軸方向鉄筋の有無をパラメータとして S27~S29 を設定した。解析モデルは、既往の研究²⁾と同様に、コンクリートおよび軸方向鉄筋をソリッド要素、軸方向鉄筋以外の鉄筋は埋込み鉄筋要素を用いてモデル化した。軸方向鉄筋とコンクリートの間にはインターフェイス要素を配置し、島らの研究成果を参考に付着応力-すべり関係をモデル化した。なお、解析では軸方向鉄筋は弾性体とした。

3. 実験結果

図2に示す柱軸方向鉄筋1本あたりの引張力 $P1$ 、定着具位置における引張力 $P2$ および定着具の拔出し量 $\delta 2$ に関して、 $P1$ と $\delta 2$ の関係、 $P2$ と $\delta 2$ の関係を図3、4に示す。また、図5に実験終了後の損傷状況を示す。直交梁と突出梁の境界でひび割れが発生し、 $P1=207\text{kN}$ で載荷と直交する方向にひび割れが発生した。その後はこれらのひび割れが進展するものの新たなひび割れは発生しなかったが、柱軸方向鉄筋が降伏したため、実験を終了した。また、図3より $P1$ が設計耐力または降伏荷重に達するときの $\delta 2$ は $0.05\text{mm}\sim 0.06\text{mm}$ 程度であり、顕著な拔出しは生じておらず、図4より定着体自体の顕著な拔出し量の増加もなく、十分な静的引張特性を有していることを確認した。

4. 解析結果

図5(c)に、 $P1=210\text{kN}$ のときの最大主ひずみ分布を示す。実験におけるひび割れの発生位置を概ね再現できている。また、図3、4より $P2$ と $\delta 2$ の関係において、 $\delta 2$ が大きくなると実験結果の $P2$ はやや大きくなる傾向にあるが、 $\delta 2$ が



(b) 平面図

case	純かぶり (mm)	コンクリート強度 (N/mm ²)	直交梁	突出梁	梁軸方向鉄筋
S26(実験)	215	30	有	有	有
S26(解析)	215	30	有	有	有
S26(解析)	215	30	有	有	無
S27(解析)	215	30	無	有	有
S27(解析)	215	30	無	有	無
S28(解析)	40	30	有	有	—
S29(解析)	40	30	無	無	—

	圧縮強度	ヤング係数	割裂引張強度
	(N/mm ²)	(kN/mm ²)	(N/mm ²)
コンクリート	30.0	29.0	2.55
柱	降伏強度		ヤング係数
	(N/mm ²)		(kN/mm ²)
	軸方向鉄筋	532	182
	横方向鉄筋	376	188
直交梁	軸方向鉄筋	384	187
	横方向鉄筋	384	182
横梁	軸方向鉄筋	380	190

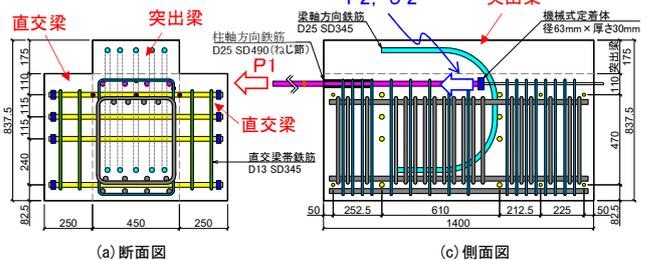


図2 実験における供試体概要 (S26)

キーワード 機械式定着, 静的引張特性, ラーメン高架橋, RC 柱梁接合部, 突出梁

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

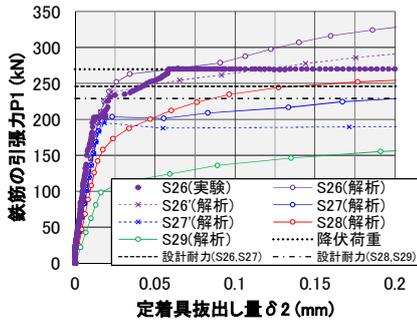


図3 P1- $\delta 2$ 関係

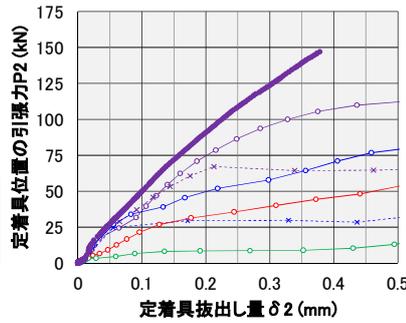


図4 P2- $\delta 2$ 関係

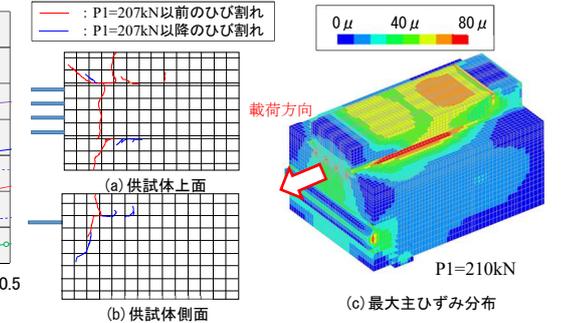


図5 ひび割れ図および最大主ひずみ分布 (S26)

0.2mm 程度以下の領域では概ね実験結果を再現できている。なお、解析では軸方向鉄筋を弾性としているため、解析における P1 は降伏荷重に達した後に実験結果と乖離している。

次に、解析により突出梁や直交梁のそれぞれの効果について検討した。図3より、突出梁と直交梁をいずれも配置しない S29 や、突出梁のみを配置した S27' では、P1 が設計耐力以下となった。S27 および S28 では P1 は設計耐力に達したが、設計耐力時の $\delta 2$ が 0.15~0.20mm 程度であり、比較的大きな拔出が生じる結果となった。

定着体自体の負担引張力を表す P2 に着目するため、図6に $\delta 2 = 0.05\text{mm}$ および 0.2mm のときの P2 (以降、 $P2_{0.05}$ および $P2_{0.2}$) を示す。S29 (基準) に対して、いずれのケースも耐力は増加した。特に、 $\delta 2$ の小さい領域では、突出梁の効果が大きく、 $\delta 2$ が大きい領域では直交梁の効果が大きいことがわかった。また、図4より、梁軸方向鉄筋を配置しない S26' および S27' では、 $\delta 2$ が大きい領域では耐力の増加は見られなかったが、S26 および S27 では耐力が増加する結果となり、梁軸方向鉄筋は $\delta 2$ が大きい領域で有効に働くことを確認した。

図7に S26, S27, S28, S29 の $P2 \approx 3.5\text{kN}$ における最大主ひずみ分布を示す。突出梁および直交梁をともに配置しない S29 では、供試体上面および側面のいずれも最大主ひずみが大きくなっており、両面にひび割れが発生していることを意味している。一方、突出梁を配置した S27 では上面のひび割れの進展が、直交梁を配置した S28 では側面のひび割れの進展が抑制されている。また、定着具付近では、突出梁または直交梁を単独に配置した場合でも、配置面とは他方の面 (S27 の場合は側面) でもひび割れの進展が抑制されている。突出梁、直交梁のいずれもが機械式定着部の静的引張特性に寄与していることを確認した。

5. まとめ

柱梁接合部外面に位置する柱軸方向鉄筋に機械式定着を用いた場合、突出梁および直交梁のいずれも、コンクリートのひび割れの進展を抑制することで、静的引張特性が向上することがわかった。また、梁軸方向鉄筋は、ひび割れ発生後に有効に働くことを確認した。

参考文献

1) 幸良淳志, 中田裕喜, 草野浩之, 田所敏弥: 高架橋接合部における機械式定着鉄筋の静的引張特性と定着性能向上に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.505-510, 2018 2) 古屋卓稔, 中田裕喜, 田所敏弥, 岡本大: 機械式定着具を用いた鉄筋の付着特性に関する解析的検討, 土木学会第 72 回年次学術講演会, V-298, pp595-596, 2017.9

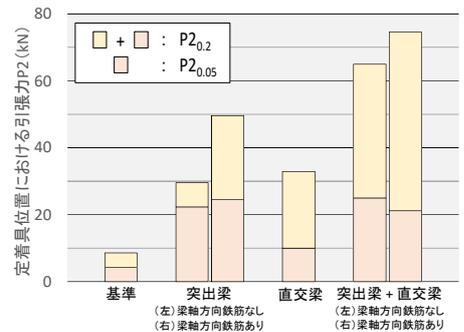


図6 各ケースの $P2_{0.05}$, $P2_{0.2}$

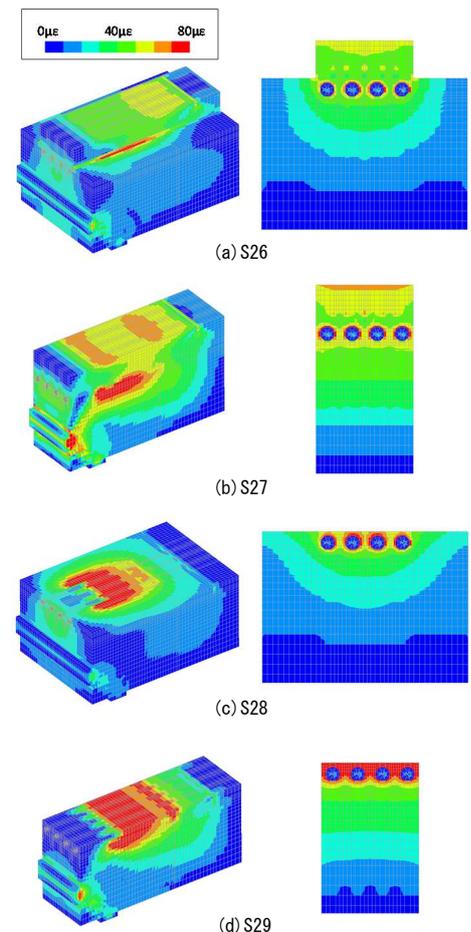


図7 $P2 \approx 3.5\text{kN}$ 時の最大主ひずみ分布 (S26, S27, S28, S29) (左) 全体 (右) 定着具位置断面