

突出梁を有する RC 柱梁接合部における機械式定着部の高応力繰返し耐力に関する検討

(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 西村脩平 正会員 田所敏弥

1. はじめに

RC ラーメン高架橋の柱梁接合部における鉄筋の幅轉を回避する方法として、柱軸方向鉄筋に機械式定着工法を適用することが考えられる。しかし、接合部外面のように、直交梁が無くコンクリートの拘束力が比較的小さい部位では、従来の標準フックをそのまま機械式定着に置き換えた場合、定着具から作用する支圧力に起因したひび割れが発生し、脆性的なコンクリートの破壊に至ることが既往の一軸引張実験から確認されている。

一方、図1のように接合部外面に突出梁を有する場合、柱外面の軸方向鉄筋定着部の拘束力が大きくなるため、機械式定着工法を適用できる可能性がある。そこで、本研究では、接合部外面に突出梁を有する構造を模擬した L 形柱梁接合部の正負交番载荷実験を行い、高応力繰返し耐力に関する検討を行った。

2. 実験概要

供試体諸元を図2に、材料試験値を表1、表2に示す。供試体は柱と上層横梁を模擬した L 形接合部であり、すべての柱軸方向鉄筋を機械式定着とした。比較のために、突出梁を設けない L 形接合部も製作した。ただし、横梁を固定するスタブは共有している。载荷は、柱基部から高さ 1400mm の位置にて水平方向に加力し、接合部が開く方向を正側、閉じる方向を負側と定義した。载荷のサイクルは、柱軸方向鉄筋が降伏したときの柱水平変位 δ_y を基準として、 δ_y の整数倍変位において、各サイクル 3 回の繰返しとした。なお、柱に軸方向力は作用させていない。

3. 実験結果

(1) 水平荷重と水平変位の関係および損傷状況

実験により得られた载荷点における水平荷重と柱水平変位の関係と、鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）に基づいて算出した計算値を図3に示す。突出梁無しの場合、負荷荷時に柱軸方向鉄筋が引張降伏する前に図4に示すひび割れが発生し、荷重が低下した。その後、このひび割れが進展し、かぶりコンクリートが剥落した。この現象は著者らが行った既往の一軸引張実験の破壊状況と類似している。計算値と比較すると、Y 点および M 点における曲げモーメントに達しない結果となった。

一方、突出梁有りの場合、定着具背面付近のひび割れは発生せず、正载荷、負载荷ともに計算値の Y 点および M 点の曲げモーメントに達した。しかし、+3 δ_y の 1 サイクル目に目標変位に到達する直前に、突出梁と接合部の境界に図5(a)に示す

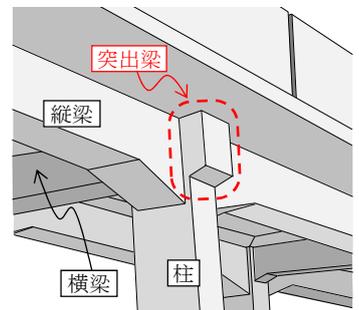


図1 突出梁を有する柱梁接合部

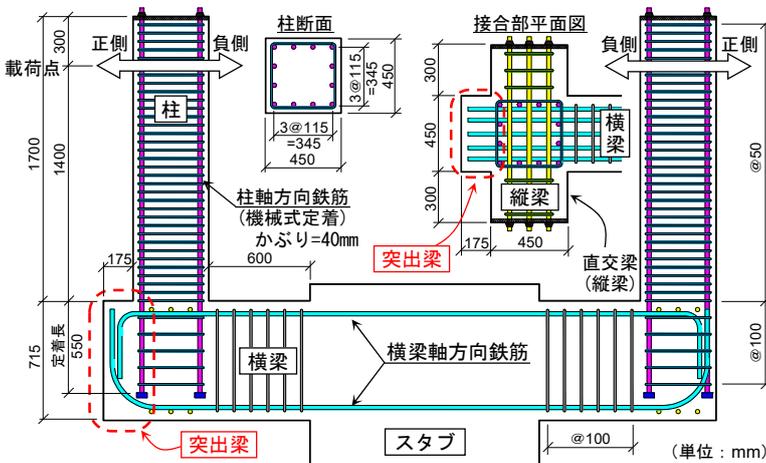


図2 供試体概要図 (左: 突出梁有り 右: 突出梁無し)

表1 鉄筋の材料試験値

| 種類 | | 降伏強度 (N/mm ²) | ヤング係数 (kN/mm ²) |
|---------|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| 柱軸方向鉄筋 | SD390 D25 | 409.9 | 185.5 |
| 柱帯鉄筋 | SD345 D10 | 361.5 | 179.3 |
| 横梁軸方向鉄筋 | SD490 D25 | 521.4 | 187.8 |
| 横梁帯鉄筋 | SD345 D13 | 363.0 | 179.5 |

柱断面 : 引張鉄筋比 $p_t=1.13\%$ 帯鉄筋比 $p_w=0.32\%$ (接合部内)
 横梁断面 : 引張鉄筋比 $p_t=0.88\%$ 帯鉄筋比 $p_w=0.56\%$

表2 コンクリートの材料試験値

| 供試体 | 部位 | 圧縮強度 (N/mm ²) | 引張強度 (N/mm ²) | ヤング係数 (kN/mm ²) |
|-------|-------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 突出梁有り | 柱 | 24.8 | 1.81 | 27.2 |
| | 梁・接合部 | 25.9 | 2.15 | 29.0 |
| 突出梁無し | 柱 | 25.4 | 1.95 | 27.5 |
| | 梁・接合部 | 25.6 | 2.12 | 28.6 |

キーワード RC 柱梁接合部, 機械式定着, 突出梁, 高応力繰返し耐力

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

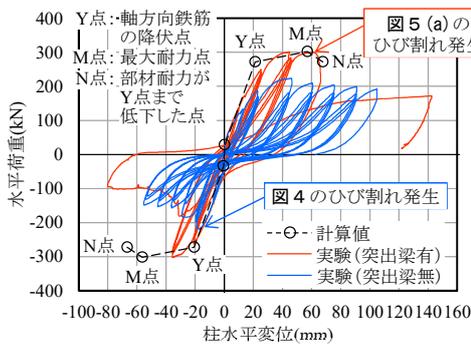


図3 水平荷重と柱水平変位の関係
※柱水平変位は横梁の変形分を含む絶対変位

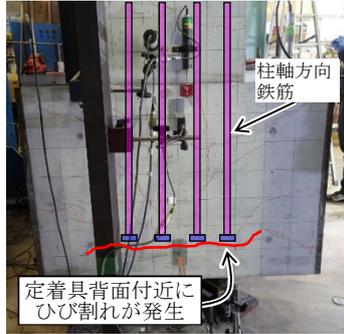


図4 突出梁無しの損傷状況 (柱軸方向鉄筋降伏前)

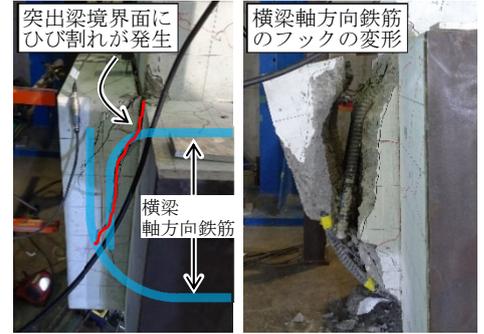


図5 突出梁有りの損傷状況
(a) +3δy-1 直前 (b) 実験終了時

ひび割れが発生し、荷重の低下が生じた。これは、横梁軸方向鉄筋に引張力が作用することに起因し、フック定着部が突出梁を外側に押し出すように変形したためと考えられる(図5(b))。なお、実構造物における突出梁においては、横梁軸方向鉄筋を取り囲むようにコ形鉄筋が配置されている。本実験と同様な突出梁を設け、コ形鉄筋を配置した既往のL形接合部の実験²⁾では、図5(a)に示すようなひび割れは発生せず、所定の変形性能を有していた。以上を踏まえると、突出梁を設けた接合部では、コ形鉄筋によって横梁軸方向鉄筋の変形を拘束する必要があると考えられる。

(2) 柱軸方向鉄筋のひずみ分布

図6に柱軸方向鉄筋のひずみ分布を示す。ひずみは、内側、外側鉄筋ともに端部と中央部の2本の鉄筋を計測しているが、その2本のひずみ分布に大きな違いはなかったため、端部鉄筋のみを図示している。

外側の柱軸方向鉄筋のひずみ分布を比較すると、突出梁無しの場合、 $-1\delta_y$ に達する前に図4に示したひび割れが発生したことで、定着具位置における最大ひずみは 800μ 程度となったが、突出梁有りの場合は、 $-2\delta_y$ 荷重時で 1200μ 程度に達した。それ以降は、 $+3\delta_y$ 荷重時の図5(a)に示したひび割れの発生に起因してひずみは増加しなくなったが、さらに大きな引張力を負担できたと思われる。

次に、内側の柱軸方向鉄筋のひずみ分布について、突出梁の有無で大きな違いは見られない。内側軸方向鉄筋は、梁部材側に位置しているものの、図7に示すように、正荷重時に柱前面において梁に曲げひび割れが発生するため、梁による拘束は期待できない可能性がある。

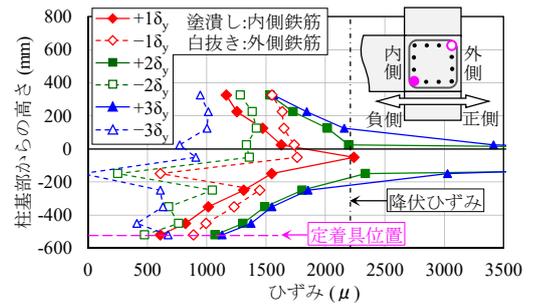
しかしながら、定着具位置におけるひずみは $+3\delta_y$ 荷重時で最大で 1500μ 程度に達しており、定着体が大きな引張力を負担している。これは、正荷重時には定着体が曲げ圧縮応力による拘束を受けているためと考えられる。

4. まとめ

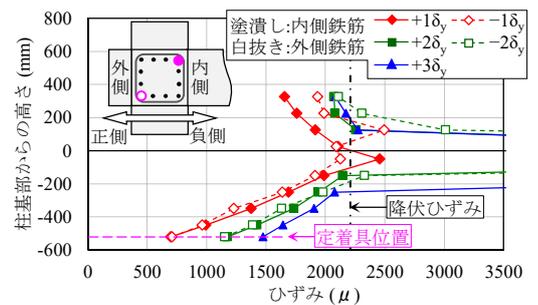
柱軸方向鉄筋に機械式定着工法を適用したRCラーメン高架橋の柱梁接合部において、接合部外面に突出梁を設けた場合、設けない場合と比較して高応力繰返し耐力が大きく向上することがわかった。このとき、定着性能の確保には、突出梁に配置したコ形鉄筋によって横梁軸方向鉄筋の変形を拘束することが重要であると考えられる。

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) 吉住陽行ほか: RC ラーメン高架橋の柱梁接合部における柱軸方向鉄筋の定着性能に関する実験的検討, 土木学会第64回年次学術講演会, V-500, pp.997-998, 2009



(a) 突出梁無しの供試体



(b) 突出梁有りの供試体

図6 柱軸方向鉄筋ひずみ分布

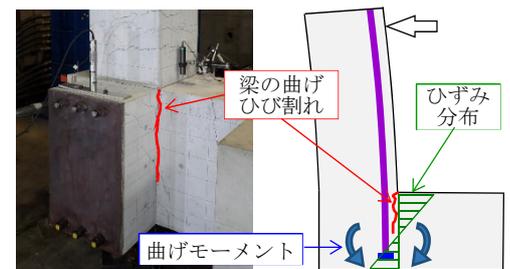


図7 内側柱軸方向鉄筋の定着のイメージ