

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

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○古屋卓稔 中田裕喜 田所敏弥 岡本大

1. はじめに

鉄道構造物における RC ラーメン高架橋の接合部は、梁や柱の鉄筋が輻輳する箇所であり、施工性の向上を目的に軸方向鉄筋に機械式定着が用いられる場合がある。しかしながら、RC ラーメン高架橋柱の軸方向鉄筋に機械式定着を用いた場合の定着部性能は未解明な点が多く、検討が十分であるとはいえない。なお、既往の研究¹⁾では、円板を鉄筋に圧着した機械式定着に対し、RC ラーメン高架橋接合部を模擬した一軸引張試験を行い、機械式定着による定着性能の検討を行っている。本検討では、既往の研究について、三次元有限要素法（以下、FEM）を用い、鉄筋付着モデルをパラメータとした解析を実施し、鉄筋の付着特性が引張耐力に与える影響について検討を行った。

2. 検討モデルおよび検討ケース

図-1、2に試験方法および試験体配筋図を示す。実験では、接合部を模擬した試験体の機械式定着鉄筋を4本配置し、一方向に加力を行った。また、鉄筋は直径63mm (=2.5φ程度)、厚さ30mmの円形の定着具を圧着し、定着長を550mmとした。なお、既往の研究では鉄筋付着の影響を検討しており、機械式定着鉄筋としてD25の鉄筋を用いた実験（以下、S3）とφ26のPC鋼棒を用いた実験（以下、S4）を行っている。

図-3に解析モデルを示す。機械式定着鉄筋および定着具はソリッド要素とし、節をモデル化せずに鉄筋-コンクリート間に付着応力-すべり関係を与えた。また、その他の鉄筋は離散鉄筋梁要素を用いた。表-1、2に、コンクリートと鉄筋の物性値を示す。本検討では、鉄筋付着モデルとして、マッシュブなフーチングに定着された鉄筋を対象とした島モデル²⁾を基本に、付着応力-すべり関係をパラメータとした検討を行った。図-4、表-3に島モデルの概要図および解析ケースを示す。解析は、鉄筋付着モデルを変えた3ケース実施し、実験との比較を行った。

3. 検討結果

図-5に、鉄筋の引張力と定着具位置における変位の関係を示す。鉄筋の引張力は鉄筋1本あたりの平均引張力である。図-5より、Case1、2およびS3について、最大荷重は同程度の結果となった。また、付着応力を低減さ

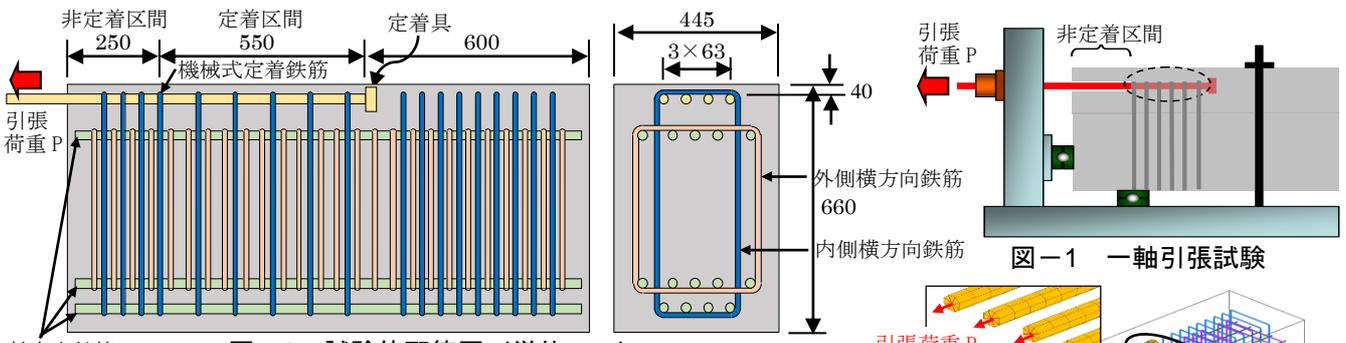


図-2 試験体配筋図 (単位:mm)

表-1 コンクリート物性値

圧縮強度 f_c (N/mm ²)	引張強度 f_t (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
27	2.07	2.65×10^4	0.2

表-2 鉄筋物性値

箇所	種類	ヤング係数 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)
機械式定着鉄筋	SD490 D25	1.81×10^5	534
	SBPR φ26	2.08×10^5	1049
軸方向鉄筋	SD345 D25	1.95×10^5	395
外側横方向鉄筋	SD345 D13	1.75×10^5	367
内側横方向鉄筋	SD345 D16	1.84×10^5	409

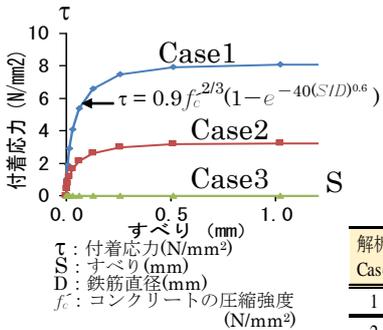


図-4 島モデル

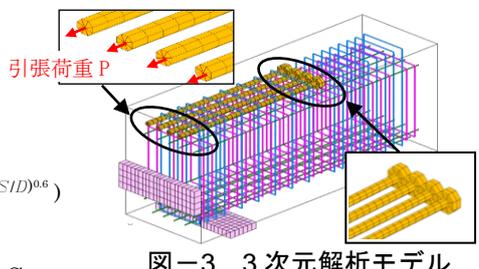


図-3 3次元解析モデル

表-3 解析ケース

解析Case	解析モデル		既往の研究	
	鉄筋付着	軸方向鉄筋	実験No.	軸方向鉄筋
1	島式×100%	D25(SD490)	S3	付着あり
2	島式×40%			
3	島式×0%		S4	付着なし

キーワード 機械式定着, RC ラーメン高架橋接合部, 三次元有限要素解析, 鉄筋付着モデル
 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 TEL 042-573-7281

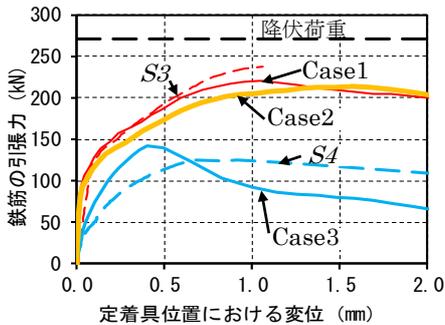


図-5 定着具位置における変位

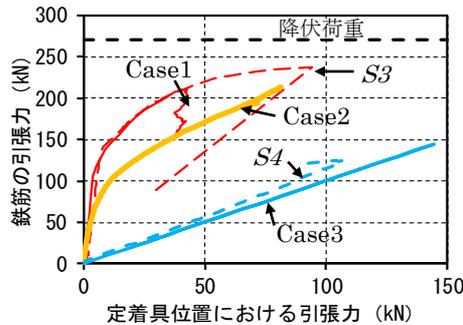


図-6 定着具位置に作用する引張力

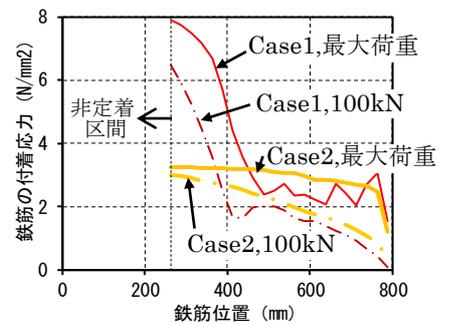


図-7 鉄筋の付着応力結果

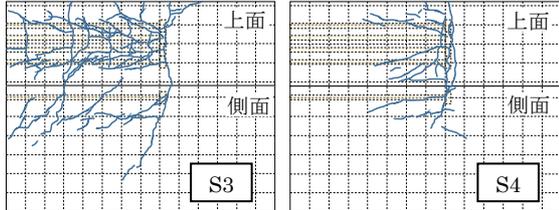


図-8 荷重終了後のひび割れ状況図

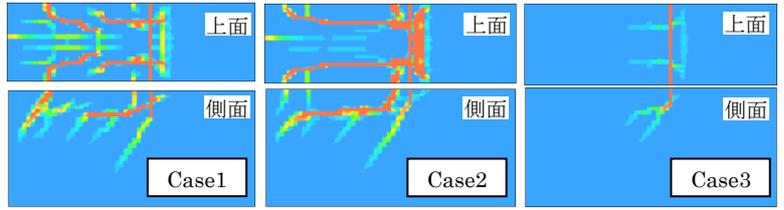


図-9 最大荷重時のひび割れコンター図

せた Case2 では最大荷重時の変位が大きくなる結果となった。一方、鉄筋の付着をゼロとした Case3 および S4 では、Case3 の剛性が S4 と比較して大きくなる結果となった。

図-6 に、定着具位置に作用する引張力を示す。図-6 より、Case1 では、初期の段階において実験を精度よく表現できているものの、最大荷重時では、定着具に作用する引張力が S3 の半分程度となる結果となった。一方、Case2 では、Case1 よりも鉄筋が負担する引張力が小さく、定着具が負担する引張力が大きくなる結果となった。なお、図-6 より、Case3 および S4 から、130kN 程度で定着具からの脆性的な破壊が生じると考えられる。すなわち、Case1 では、鉄筋の引張力と定着具位置における変位の関係について実験結果と良好な解析結果であったものの、定着具の負担が小さい状態での破壊が発生したと考えられる。

図-7 に、Case1, 2 の鉄筋付着応力結果を示す。図-7 より、Case1 では鉄筋が 250mm の位置で付着応力が最大となっており、部分的に付着応力が大きくなったことで、Case1 では定着具位置の引張力が小さい状態で破壊したと考えられる。一方、Case2 では鉄筋全体にわたり付着応力が発生する結果となった。なお、図-5, 6 で Case1 が S3 に近い結果となったことから、実験では Case2 以上の付着応力が発生していたと考えられる。

図-8, 9 に、実験および解析のひび割れ結果を示す。図-8, 9 より、Case1, 2 では、S3 と同様に、上面から側面に進展するひび割れが発生した。ただし、Case1 では鉄筋の 500mm 位置から上面のひび割れが進展したのに対し、Case2 では定着具位置から上面のひび割れが進展した。これは、図-7 の鉄筋付着応力の違いによるものと考えられる。また、Case1, 2 では、4 本の機械式定着鉄筋のうち、内側 2 本の鉄筋に沿ったひび割れが発生した。しかしながら、S3 では内側鉄筋に沿ったひび割れは発生しておらず、マッシュパなコンクリートを前提とした島モデルを用いた Case1, 2 と比較して、S3 ではかぶりのひび割れによって付着応力が低下したのと考えられる。なお、図-7 の Case1 で部分的に付着応力が大きくなったことも、島モデルを用いたことによる影響であると考えられる。一方、Case3 では定着具位置に集中してひび割れが発生しており、S4 のひび割れを精度よく再現できたといえる。

4. まとめ

RC ラーメン高架橋接合部に機械式定着を用いた鉄筋の付着特性が引張耐力に及ぼす影響について検討を行った。FEM により、実験のひび割れ結果を再現することができた。ただし、実験では、かぶりコンクリートのひび割れによって付着応力が低下したと考えられ、ひび割れ結果において島モデルを用いた解析結果との差が発生した。また、この付着応力の低下により、定着具に作用する引張力の負担などの解析結果が実験結果と乖離したと考えられる。

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 2)島弘, 周礼良, 岡村甫: マッシュパなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり関係, 土木学会論文集, 第 378/V-6 号, pp.165-174, 1987.2