

## 軸方向鉄筋端部に定着体を用いた杭・柱接合部の配筋方法に関する研究 (曲げ挙動に関する検討)

前橋工科大学 社会環境工学科 今野大義  
前橋工科大学 社会環境工学科 谷口 望

前橋工科大学 社会環境工学科 芳賀貴大  
JR 東日本 上信越工事事務所 上浦健司

### 1. はじめに

#### (1) 背景

鉄道用ラーメン高架橋工事において、①地中梁がある場合は地中梁施工が工期短縮上のネックであり、地下水位が高いと地中梁施工のための掘削土留工に工事費がかかるので、地中梁高さは可能な限り抑えたい。②地中梁がない場合(根巻き鋼管タイプ)杭径が大きいと根巻き鋼管が高くなるため材料費が高く、施工性が悪いので、根巻き鋼管高さは小さくしたい。そこで本研究では、1/4スケール試験体を用いた実験結果をもとに 3次元 FEM 解析により実験値の比較を行い、破壊形態を再現し、応力伝達のメカニズムについて検討する。また、高架橋を模擬した柱に水平荷重を載荷した場合の部材の曲げ挙動解析を行う。

#### (2) 研究の目的

本研究では地中梁の高さや根巻き鋼管高さを抑えることによる材料費の削減と施工性の改善を目的としている。

### 2. 解析の概要

#### (1) 試験体

試験体の一覧を表 1 に、形状・寸法と配筋を図 1 に、試験体のモデルを図 2 に、試験体に用いた材料を表 2 に示す。

#### (2) 試験体の概要

試験体は、外周は鋼管に巻かれ、異形鉄筋には D19 を使用した RC 構造である。試験体 A,C には異形鉄筋に D19 用ナット、ワッシャー D19 を定着体として使用している。載荷方法は、鉄筋を軸方向に引っ張ることによって行った。

#### (3) 解析方法

解析には 3次元 FEM 解析コードを用いる。

#### (4) 境界条件

すべての試験体共通で、柱側鉄筋端部を固定し、杭側鉄筋端部を引っ張る。境界条件を表 3 に示す。

表 1 試験体一覧

	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		一軸引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	線膨張係数 (*10 <sup>5</sup> )
			A,C	B			
コンクリート	2.95×10 <sup>4</sup>	0.2	27.4	25.0	2.4	—	1
鉄筋	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	—	—	—	345	1
鋼管	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	—	—	—	345	1
定着体	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	—	—	—	345	1

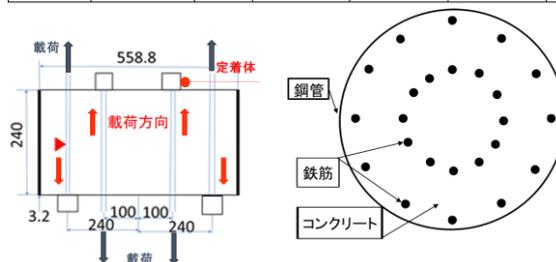
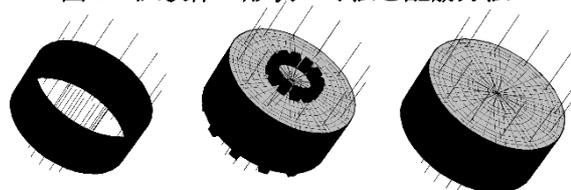


図 1 試験体の形状・寸法と配筋方法



(a) 鋼管と鉄筋 (b)試験体 A, C (c)試験体 B

図 2 試験体のモデル

表 2 使用材料と構成則

	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	一軸引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	線膨張係数 (*10 <sup>5</sup> )
コンクリート	2.95×10 <sup>4</sup>	0.2	27.4	2.4	—	1
鉄筋	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	—	—	345	1
鋼管	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	—	—	345	1

表 3 境界条件

	X軸	Y軸	Z軸	X軸回転	Y軸回転	Z軸回転
杭側鉄筋端部	可動	可動	可動	可動	可動	可動
柱側鉄筋端部	可動	可動	固定	可動	可動	可動

コンクリートの材料構成則において、引張軟化特性においてはコンクリート標準示方書モデルを、圧縮ひずみ特性においては修正 Ahamad モデルを用いた。鋼材の構成則にはバイリニア型を用いて解析を行った。

キーワード 定着体 押し抜きせん断破壊

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

3. 解析結果と考察

解析結果の鉄筋の荷重-ひずみの関係の例を図3に示す. これは図1の三角で示した部分を計測位置とした. また最大耐荷力の比較を表4に示す. 解析における最大耐荷力は実験の破壊点の変位の平均値である 7mmの時の値を用いた. 実験では鉄筋の引張側からひび割れが入り, 鉄筋を繋げるように円形にひび割れが入ったのち, 綺麗な円錐台の形に引き抜きが始まった. 試験体3つの結果としては, 実験と同様に試験体Aが一番耐荷力が大きくなる. これは, 鉄筋とコンクリートの付着と定着体による支圧において他の2体より優れていることに起因すると考えられる. 表4より, 解析値は実験値に対して最大耐荷力が高くなった実験ではある程度力の加わり方に偏りが生じると考えられるが解析モデルは偏りなく力が加わるためと推察される. また, 鋼管に生じるひずみは図4に示す破壊状態から, 押し抜きせん断破壊の形となり, 実験と同様の挙動を示している.

また水平荷重を受けた柱からの曲げに対しては, 上面に無限大の剛性鉄板を置き, その両端に圧縮力と引張力を加え曲げ荷重を再現した. これを図5に示す. 曲げ荷重を試験体に加えると下面は圧縮, 上面は引張方向に力を加えた側のコンクリートからひびが入り始めた. また, コンクリートが壊れるより先に鉄筋が破断するため, 露出している鉄筋と鉄板は無限大の剛性とした. 曲げ荷重を加えると, 試験体3つとも引張荷重を加えた実験に比べて低い荷重で試験体が壊れた. この時, 試験体A, Bは柱側の圧縮側最外縁の鉄筋が一番大きな圧縮力を受け座屈した(図6). 試験体Cは鉄筋付着がない分, 力が直接定着体に伝わるので, 圧縮側の定着体とコンクリート周りのひび割れが大きくなり試験体が破壊した(図7).

4. まとめ

1/4 縮小試験体において引張試験と曲げ荷重を加えたときの解析を行った. その結果, 実験に対する解析で, 引張試験解析では試験体A, B, Cにおいて同じ様な挙動・破壊メカニズムを再現することができた. 曲げ荷重に対しては引張試験解析結

果よりも耐荷力が小さくなることがわかった.

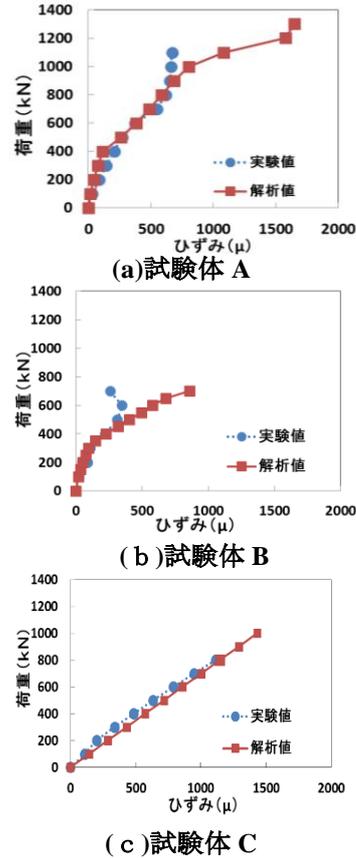


図3 荷重-ひずみ曲線

表4 引張最大耐荷力の比較

	実験値	解析値
試験体A	1106KN	1190KN
試験体B	796KN	920KN
試験体C	871KN	1180KN

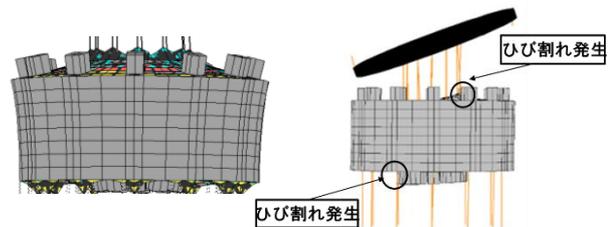


図4 試験体A 破壊挙動 図5 曲げ時試験体A

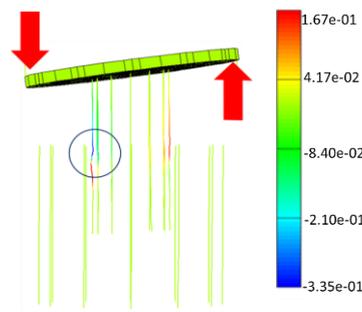


図6 曲げ破壊 (A, B)

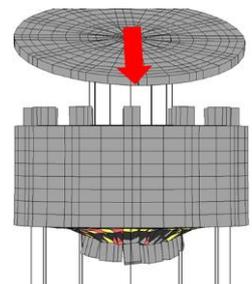


図7 曲げ破壊 (C)