

杭と柱の接合方法に関する実験的研究

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 阿部 久乃
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 フェロー会員 岩田 道敏
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 田附 伸一

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリートラーメン高架橋において、地盤条件の良い箇所では地中梁を設けない一柱一杭形式のパイルベント構造が採用されることが多い。しかし、一柱一杭形式における課題の一つとして、杭と柱の接合部は、それぞれの軸方向鉄筋の定着部となるため、接合部が構造上の弱点にならないようにする必要がある。そこで、杭と柱の接合部には、鋼管で補強する接合方法を採用する場合が多い。しかしながら、鋼管による接合は高額となるという課題もある。そこで、杭と柱との接合部の鋼管を用いない合理的な接合構造を提案することを目的に実験を行っている(図-1)。

本稿は、杭と柱の軸方向鉄筋を定着させた接合部を有する試験体の正負交番荷重実験結果について報告する。

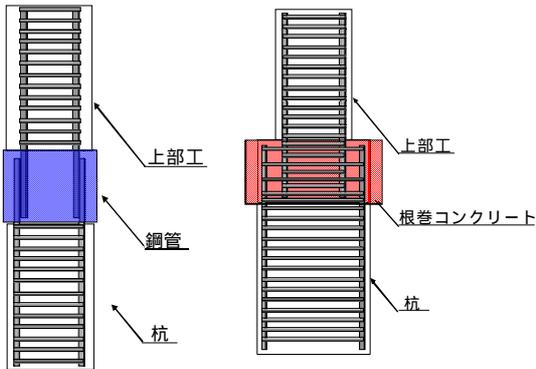


図-1 杭と柱の接合部方法

2. 開発概要

試験体の形状を図-2 に示す。

柱部および接合部の耐力を比較し、接合部が弱点とならないよう、柱基部と接合部基部の荷重の比をパラメータとする。今回示す荷重 P とは、曲げ耐力 Mu をせん断スパン a で割り戻した値を表す(式(1))。

$$P = Mu / a \quad (1)$$

ここに、 P : 荷重

Mu : 曲げ耐力

a : せん断スパン

柱部は実構造物の 1/2 スケールとし、柱と接合部の荷重の比が 1:1 となるように接合部を決定した。コンクリート強度は、実構造物を参考に 27N/mm^2 とした。また、柱部断面における鉄筋比は実構造物と同等程度とする。柱の定着長は、基本定着長の算定式¹⁾を参考に 30 とし、杭の定着長も同様に 30 とした。なお、試験体諸元の詳細を表-1 に示す。

計測項目は、載荷荷重、図-3 に示す位置に配置したワイヤーストレインゲージによる軸方向鉄筋のひずみ、変位計による柱基部から 1D 位置および接合部から 1D 位置の水平変位である。

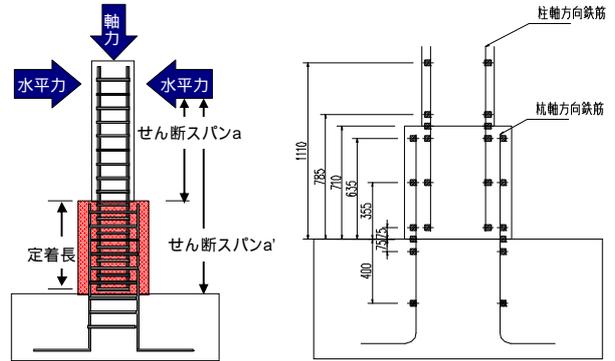


図-2 試験体の形状

図-3 ゲージ配置位置

表-1 試験体諸元

	荷重	載荷スパン	曲げ耐力	断面寸法	接合部長	定着長	引張鉄筋	軸方向鉄筋比		帯鉄筋	せん断耐力比
	P (kN)	a (mm)	Mu (kNm)	(mm)	(mm)	(mm)	中央	基部		Vy/Vmu	
接合部	471.9	1750	825.9	670×670	710	660	D22×6	0.0345	0.0172	D13@85	2.47
柱部	463.5	1040	482.0	450×450	-	-	D22×6	-	0.0382	D13@85	1.69

3. 試験結果

3.1 損傷状況

載荷時の破壊状況写真を写真-1 に示す。

1 時の引き側、押し側各々で接合部上端から基部を結ぶ方向の斜めひび割れ、柱基部より 1.5D の位置から柱基部に向う斜めひび割れが発生し、接合部の引張縁では中心位置に横方向にひび割れが発生した。その後、荷重の増加が緩やかになり、接合部に定着する柱の軸方向鉄筋下端部が降伏した。2 以降は新たなひび割れの発生は殆ど見られず、接合部の引張縁に発生した横方向のひび割れが卓越し、荷重低下が進行したため 4 で載荷を終了した(写真-2)。載荷終了後の損傷状況を確認したところ、杭の軸方向鉄筋の付着が切れていた(写真-3)。

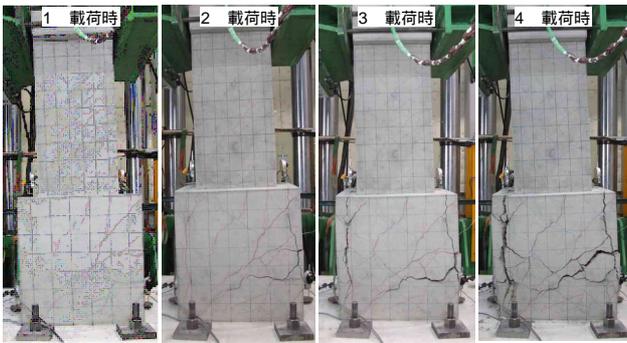


写真-1 載荷時の破壊状況

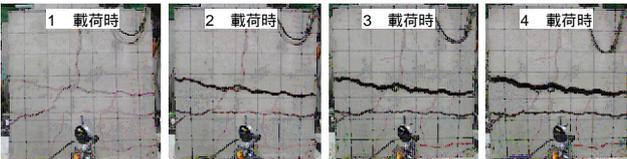


写真-2 接合部引張縁



写真-3 付着切れ

3.2 軸方向鉄筋のひずみ

1 引時の軸方向鉄筋のひずみを図-5 に示す。なお、今回着目した位置は、1 引時のうち杭および柱でひずみが最大となった位置、接合部中央位置である。

杭軸方向鉄筋は接合基部から 75mm の位置で降伏ひずみに達し、柱軸方向鉄筋は柱基部で最大のひずみとなった。また、接合部中央では杭軸方向鉄筋のひずみが小さいことに対し、柱軸方向鉄筋のひずみが大きい。

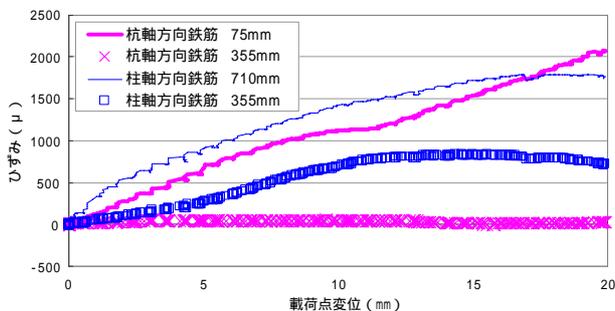


図-5 軸方向鉄筋のひずみ (1 引時)

3.3 荷重-変位曲線

交番載荷試験の荷重-変位曲線を図-4 に示す。なお、図中の荷重は軸力によるモーメントを荷重換算し、補正した後の値としている。

今回、軸方向鉄筋の降伏変位である 1 に達する前に

荷重の増加が緩やかになり変位量が増大すると伴に最大荷重となり、2 以降は荷重が急激に低下している。

以上の試験結果より、接合部に損傷が卓越し、ひび割れの進行により軸方向鉄筋の付着が切れたことで荷重低下が進行したものと考えられる。

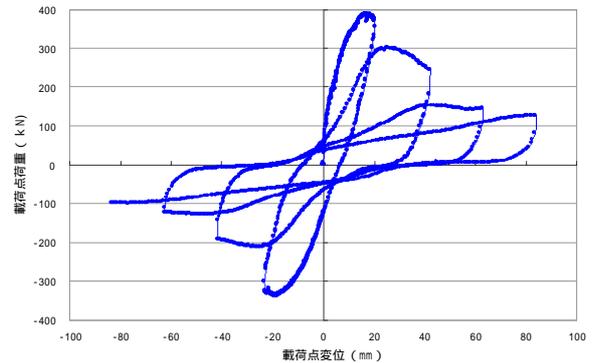


図-4 荷重-載荷点変位曲線

4. 考察

本試験体は、接合部基部の曲げ耐力 M_u が 825.9kNm であるのに対し、最大荷重とせん断スパン長を乗じた接合部基部での曲げモーメントが 682.3kNm であり、接合部基部では耐力に対して 0.82 程度しか負担していなかった。同様に柱基部でも 0.84 程度しか負担していなかったため、鉄筋の付着が切れなければ荷重を保持することができたものとする。

したがって、今後の試験において、接合部基部の耐力を大きくし、柱部に対する接合部の荷重の比が 1:1 以上となる 2 体の試験体により追加試験を実施し、破壊性状の確認を行うと共に、荷重の比、定着長、せん断スパン、ひび割れ制御を目的にした帯鉄筋ピッチ等をパラメータとしたコンクリート構造物の 2 次元非線形解析を実施する。

5. おわりに

今回実施した試験により、柱基部と接合部における荷重の比が 1:1 の場合は、接合部におけるひび割れが卓越し、軸方向鉄筋が拔出することで付着が切れ荷重低下が進行するという知見が得られた。

本研究において、施工方法を確立できるよう引き続き試験および解析を実施していく。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物、鉄道総合技術研究所、平成 16 年 4 月