

場所打ち RC 杭の段落し位置での変形性能に関する載荷試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○轟俊太郎 西岡英俊 田所敏弥 谷村幸裕
(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 米澤豊司 森野達也 青木一二三 水嶋浩治

1. はじめに

過去の地震被害から、鉄筋コンクリート部材の段落し位置には損傷を生じさせないことが前提となっている。しかし、軟弱地盤の杭地中部での断面力分布の形状は、曲げモーメントが緩やかであり、せん断力が小さいことから、実験や解析的な検討により、杭段落し位置の塑性化を許容した設計を行える可能性があることがわかってきた^{1), 2)}。杭段落し位置の損傷を許容する場合、杭段落し位置の変形性能について検討する必要がある。場所打ち杭の段落し方法は、鉄筋途中定着による本数落し、機械式継手やガス圧接、重ね継ぎ手による鉄筋の径落し等、バリエーションが豊富である。ここでは、鉄筋の径落しによる杭段落し位置の変形性能について検討するため、円形 RC 試験体を用いた正負交番載荷試験を行なった。鉄筋の接合には、実施工で実績の多いガス圧接を用いた。

2. 実験概要

図1に試験体の形状・配筋図、表1に供試体諸元を示す。実スケールの1/2程度を想定した。鉄筋の段落し位置は1500mmとし、基部の損傷が段落し部の破壊性状に影響しないような位置とした。また、配筋は基部の鉄筋より先に段落し位置の鉄筋が曲げ降伏するように定めた。せん断スパンは7000mmとし、軟弱地盤の杭地中部での断面力分布を再現した。段落し位置の曲げせん断耐力比は0.06であり、せん断力に対して十分な余裕を持たせた。

交番載荷方法は、載荷点変位 $\pm 75\text{mm}$ 、 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 200\text{mm}$ 、 $\pm 300\text{mm}$ 、 $\pm 400\text{mm}$ 、 $\pm 460\text{mm}$ で行い、それぞれの変位で3回繰り返すことを基本とした。

3. 損傷状況

写真1に最終破壊状況を示す。先行して基部にひび割れが発生した。その後、基部に近い位置から順に杭全体にひび割れが生じた。最終的には、段落し位置から載荷点側に150mm程度離れた位置において、コンクリートの圧壊、はく離・はく落、軸方向鉄筋の座屈が観察され、塑性ヒンジが形成された。図2に軸方向鉄筋ひずみの分布を示す。基部の軸方向鉄筋は降伏せず、段落し位置より載荷点側で降伏に至った。図3にせん断補強鉄筋ひずみの分

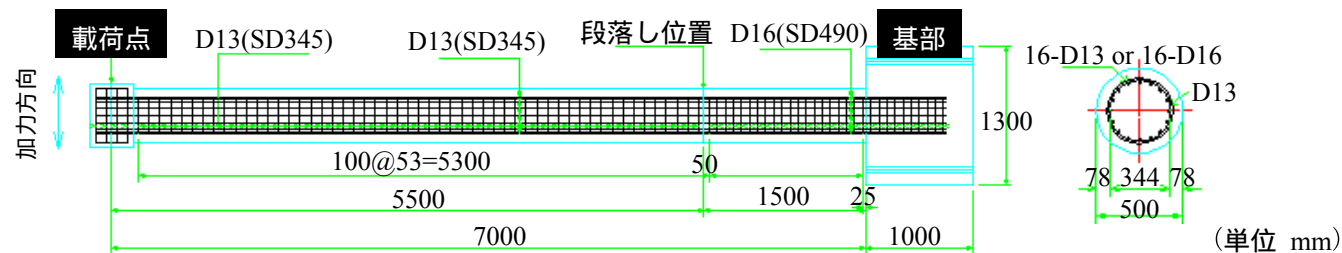


図1 供試体の形状・配筋図

表1 供試体諸元

f'_c (N/mm^2)	段落し位置より載荷点側				段落し位置より基部側				カット オフ比
	軸方向鉄筋	降伏強度 (N/mm^2)	降伏ひずみ (μ)	p_t (%)	軸方向鉄筋	降伏強度 (N/mm^2)	降伏ひずみ (μ)	p_t (%)	
27.4	D13(SD345)	367	1934	1.03	D16(SD490)	534	2734	1.62	0.64

f'_c : コンクリートの圧縮強度、カットオフ比: 段落し後 p_t / 基部 p_t 、軸方向鉄筋比: $p_t = (16 \cdot A_s) / (R^2 \cdot \pi) \cdot 100$ 、軸方向鉄筋断面積: A_s (mm^2)、杭半径: R (mm)

キーワード: 杭, 段落し位置, ガス圧接, 径落し, 変形性能

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総研 構造物技術研究部 コンクリート構造, TEL: 042-573-7281

布を示す。また、図4に段落し位置の載荷点変位—せん断補強鉄筋ひずみ関係を示す(図3中のA点)。せん断補強鉄筋ひずみは、段落しより載荷点側で 1000μ 程度発生している。しかしながら、軸方向鉄筋座屈後ののはらみ出しの影響と考えられる。外観から見てせん断ひび割れの開口はほとんどないことから、曲げが卓越した破壊であると推察される。

4. 荷重—載荷点変位関係

図5に荷重—載荷点変位関係を示す。併せて、試験体全体を材端ばねでモデル化した静的非線形解析の結果を示す。図6に解析モデルを示す。杭に作用する曲げモーメント分布は曲線状に変化するため、 $M-\phi$ 関係によりモデル化するのが一般的である³⁾。しかし、本実験では、片持ち式の載荷であり、曲げモーメント分布は直線的であるため、段落し位置より載荷点側及び段落し位置より基部側の2部材2要素とし、鉄道標準³⁾に示す変形性能算定式から算出した $M-\theta$ 関係により非線形特性を表現した。解析結果と本実験結果は、概ね一致している。従って、段落し位置の変形性能は、鉄道標準³⁾で示す変形性能算定式により算定できると考えられる。

5. まとめ

段落し位置でかぶりコンクリートのはく離・はく落、鉄筋の座屈が観察され、塑性ヒンジが形成された。また、段落し位置の変形性能は、鉄道標準³⁾に示す変形性能を満足していることを確認した。

本実験はガス圧接による径落しを対象とした。今後、実績の多い本数落しによる段落し位置の変形性能も検討する必要がある。

【参考文献】1) 飯島正敏ら：地盤変位によるRC杭段落し位置の損傷に関する検討—その1 静的載荷実験—，土木学会第64回年次学術講演会，I-235，pp.469-470，2009.9

2) 米澤豊司ら：地盤変位によるRC杭段落し位置の損傷に関する検討—その2 静的非線形解析—，土木学会第64回年次学術講演会，I-236，pp.471-472，2009.9

3) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—耐震設計，1999.10

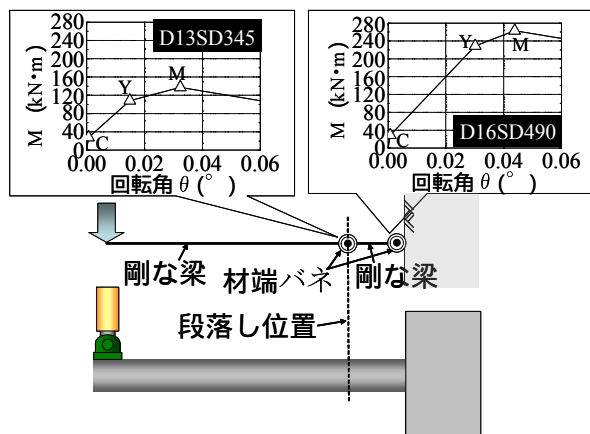


図6 解析モデル



写真1 最終破壊状況

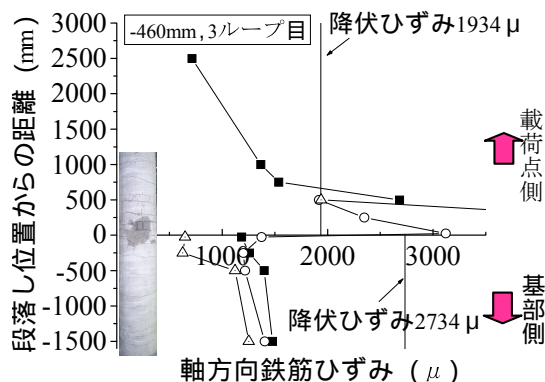


図2 軸方向鉄筋ひずみ

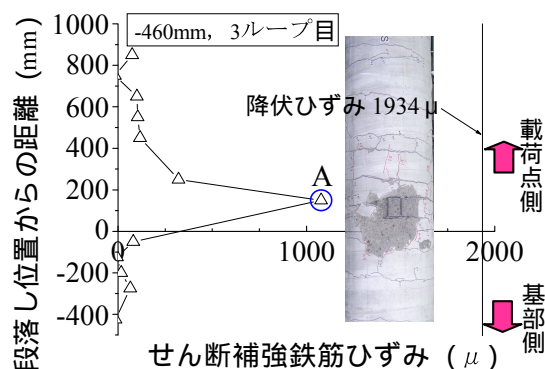


図3 せん断補強鉄筋ひずみ

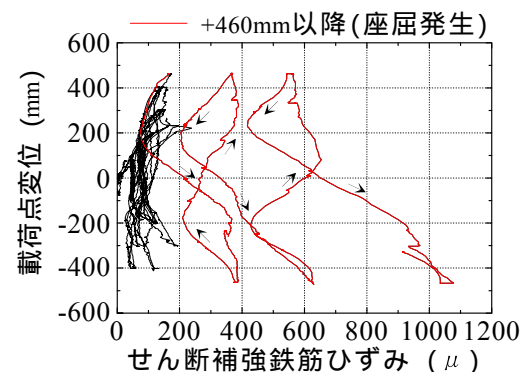


図4 段落し位置のせん断補強鉄筋ひずみ

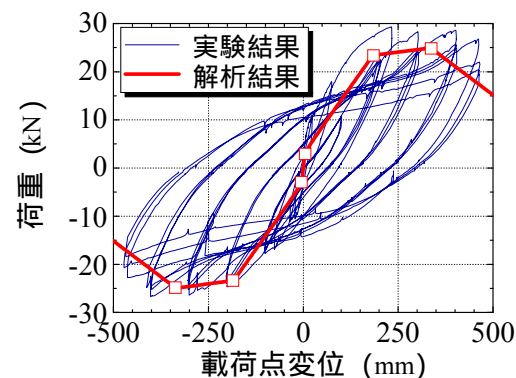


図5 ジャッキ荷重—載荷点変位関係