

## 軸力を受ける節を有する杭の力学的性状

正会員 ○高橋 豪\*  
同 久世 直哉\*高強度コンクリート 杭体 節杭  
軸力 解析 終局性状

## 1. はじめに

近年、高支持力杭工法の開発の進展に伴い、杭体の高強度化および杭径の増大が進んでおり、高軸力下における変形性状及び終局性状の把握が求められている。一方、節を有する杭においては、曲げ応力を受ける際に節の付け根に応力集中することが現状の問題として考えられている。本報では、節を有する杭体の力学的性状の把握を目的とし、特に軸力導入時に節付近に及ぼす影響について解析した結果の報告を行う。

## 2. 既往の研究

既往の研究では、節を有する杭体が曲げ応力を受けた際、節付け根に応力が集中するという結果が得られ、杭径や節の寸法の関係性は以下の性状を示すことが解析で確認されている。

- 1) 表-1 に示す節形状の場合では、杭径が小さくなるほど軸中央部と比較して節付け根の圧縮ひずみが大きくなる傾向があった。
- 2) 杭径が同じ場合では、節の幅が大きくなるほど軸中央部と比較して節付け根の圧縮ひずみが大きくなる傾向があった。
- 3) 節付け根の応力集中の大きさは軸部と節の形状の比率が大きく関係しており、その比率が大きいほど節付け根に応力が集中すると考えられる。

## 2. 解析手法

## 2.1 パラメータ設定

本報では、杭体に軸力が作用した際の節部および節周りの性状の把握を目的として有限要素解析を行った。パラメータ一覧を表-1 に、図-1 にパラメータ寸法図示す。パラメータとして軸部径および軸力を設定した。節の幅は付け根、外周部、材料特性は、すべて共通のものとし、プレストレスも導入しないものとした。また、作用軸力については『JIS A5373:2016「プレキャストプレストレスコンクリート製品 附属書 E (規定) くい類」』に準拠した  $N_1, N_2, N_3$  の3種類とし、杭体の厚みについても軸力同様それぞれを JIS に準拠する値とした。

表-1 パラメータ一覧

項目	パラメータ
軸部径 $d$ (mm)	400. 600. 800
節部径 $D$ (mm)	軸部+200mm として設定
節の幅(外周部) $a$ (mm)	100
節の幅(付け根) $A$ (mm)	200
作用軸力	$N_1, N_2, N_3$

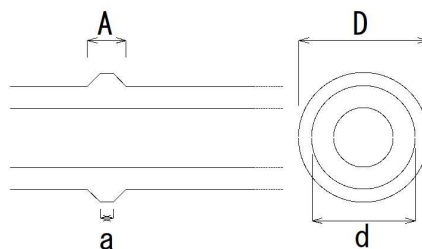


図-1 パラメータ寸法図

## 2.2 解析

解析における比較照査は、①「軸力作用時における節近傍のひずみ値」②「節の有無における軸力作用時の曲げ変形性能」の2通りとした。曲げ変形性能については軸力を付加した状態で図-2 に示す加力模式図の通り荷重を漸増的に増加させた状態の解析を行った。

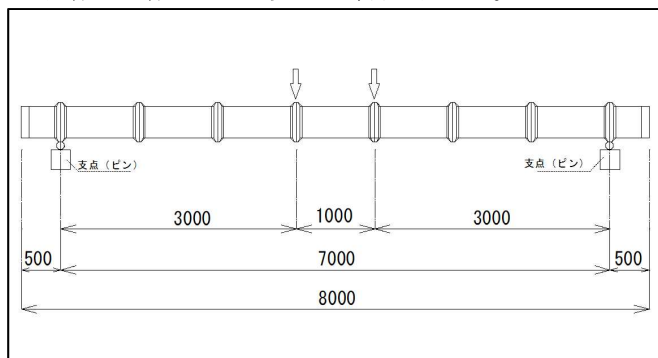


図-2 加力模式図

## 3. 結果

## 3.1 軸力作用時における節近傍のひずみ値

表-2 に節頂部の軸力作用時におけるひずみ値一覧を示す。杭径、作用軸力に関わらず、節最外縁における軸方向ひずみは軸部における 1/100 程度であった。ただし、軸部から節の内部に+15mm 程度の範囲ではほぼ軸部と変わらない

軸方向ひずみが生じていた。軸力の負担割合としては、杭径が大きくなるほど節部の負担割合が大きくなる傾向を示した。軸部径を同じとして、杭の厚さを大きくした場合は、負担割合が大きくなったことから、杭の厚さが節部の応力負担に寄与しているものと考えられる。

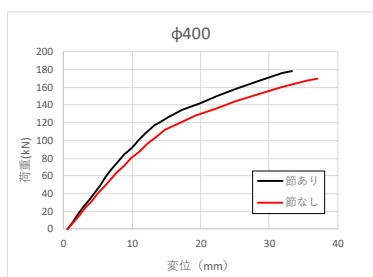
円周方向ひずみについては、全パターンにおいて引張応力が生じていることが分かった。杭体の断面積で換算すると杭径が大きいかほど節頂部の円周方向引張ひずみが大きくなる傾向を示した。軸部径を同じとして、杭の厚さを大きくした場合は、節頂部の円周方向ひずみが小さくなる傾向を示した。

表-2 軸力作用時におけるひずみ値(節頂部)

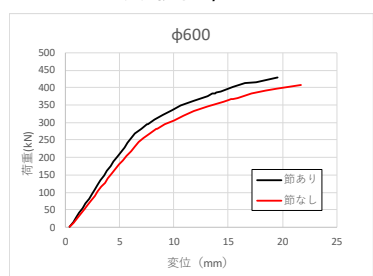
杭径 (mm)	作用軸力 (kN)	軸方向ひずみ ( $\mu$ )	円周方向ひずみ ( $\mu$ )
400	589	-3	67
	1177	-5	132
	1766	-8	199
600	1275	-4	98
	2551	-7	196
	3826	-12	290
800	1962	-5	128
	3924	-9	221
	5886	-14	360

### 3.2 節の有無における軸力作用時の曲げ変形性能

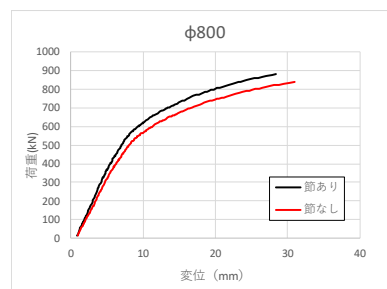
図-3に杭径400mm、600mm、800mmの荷重変位関係を示す。すべての径において節がある場合は、一定の耐力上昇を確認できたが、破壊直前での変形性能の伸びが小さくなる傾向を示した。また、杭径が小さくなるほど破壊時における変形性能の違いは大きくなる傾向を示した。



(a) 杭径  $\phi$  400



(b) 杭径  $\phi$  600



(c) 杭径  $\phi$  800

図-3 荷重-変位関係

### 4. 今後の課題

今回の解析結果から、節を有する杭体に軸力が作用した場合、節頂部では軸方向ひずみは作用せず、円周方向のひずみが作用している結果が得られた。今後は、実際の杭体の挙動と解析結果との精密な比較が大きな課題となる。また、得られたデータから、節の形状が杭体の終局性状にどのような影響を及ぼすかを正確に把握していく必要がある。

### 5. まとめ

本報では、今回の解析から得られた結果を以下示す。

- 1) 節を有する杭体に軸力を作用させた場合、節の頂部まで軸方向ひずみが生じることはなく、円周方向に引張軸力が作用する傾向を示した。
- 2) 節部の軸力負担については、杭径ではなく、杭の厚みに比例する傾向を示した。
- 3) 軸力作用下における曲げ変形性能について、破壊直前での変形の伸びが小さくなる傾向を示した。また、杭径が小さくなるほどそれらの違いは大きくなる傾向を示した。

### 「参考文献」

- 1) 日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説：2010」
- 2) JIS A5373:2016「プレキャストプレストレストコンクリート製品 附属書E (規定) くい類」
- 3) 日本規格協会「JISハンドブック⑩土木 I コンクリート製品・土木資材」
- 4) 高橋豪、久世直哉「高強度コンクリート杭における終局性状に関する試験方法の検討」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017
- 5) 高橋豪、久世直哉「節を有する既製コンクリート杭の力学的性状」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017