

軸力を受ける節を有する杭の力学挙動に関する研究
(その2) 非線形 FEM 解析

正会員 ○高橋 豪* 正会員 藤本 効***
同 杉本 訓祥** 同 黒川 洋一***

既製コンクリート杭 非線形 FEM 解析 節杭
軸力 応力集中 終局性状

1. はじめに

その1に続き本報告では、節が杭体の挙動に与える影響を非線形 FEM 解析により検討した結果を述べる。

2. 解析方法

解析試験体は、材料強度、鉄筋量、試験体形状寸法を載荷試験体と同じとした。なお、節の影響をより詳細に確認するため、載荷試験体にはない節サイズ(A-2:節中)を設定した。解析試験体の寸法形状を表-1、図-1に、モデル図を示す。解析断面は対称性を考慮し、全

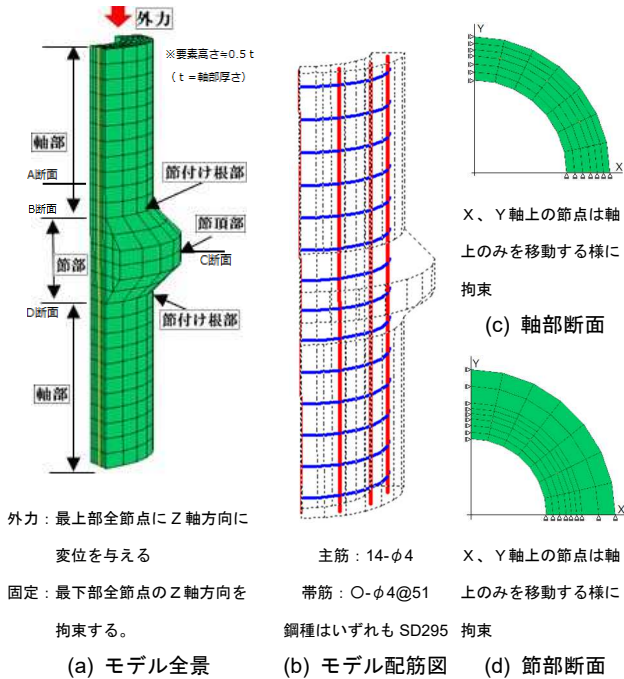


図-2 解析モデル図

表-1 解析試験体の形状寸法一覧

No.	共通項目	節部径:D2 [mm]	節高さ:h [mm]	節幅:S [mm]	節斜部幅:w1 [mm]	節頂部幅:w2 [mm]
A-S(節無し)	軸部径:D1=320mm					
A-0(節小)	軸厚さ:t=51.2mm	384	32	96	32	32
A-1(節標準)	コンクリート	416	48	144	48	48
A-2(節中)	強度:Fc	448	64	192	64	64
A-3(節大)	63.2N/mm ²	480	80	240	80	80

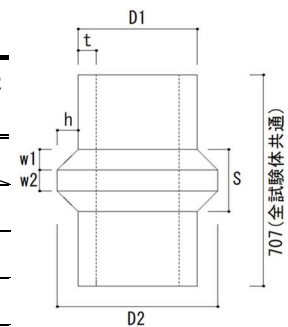


図-1 形状寸法

断面の1/4 (上部から見て1/4円のみ)とし、1/4円切断面の節点は、切断面の法線方向変位を拘束した。解析は、汎用解析プログラム「FINAL」を用い非線形で行った。鉄筋の応力度-ひずみ関係はバイリニアとし、コンクリートの応力度-ひずみ関係および圧縮強度以降の軟化域については、修正 Ahmad モデル²⁾とした。

3. 解析結果

3.1 荷重-変位関係

荷重-変位関係を図-2に示す。実験同様、初期剛性および最大耐力は、節の大きさに対し弱い負の相関を示した。なお、節付きの解析試験体はすべて節付け根部要素の破壊により最大耐力が決定した。

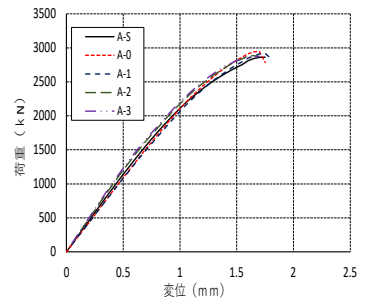
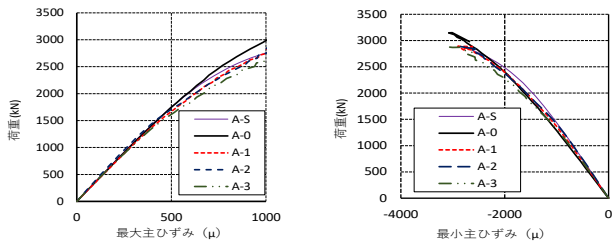


図-3 荷重-変位関係

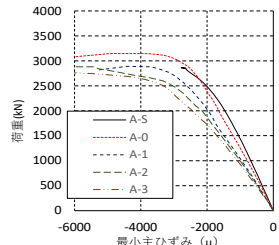
3.2 荷重-ひずみ関係

各断面における要素の荷重-主ひずみ関係を図-3に、節付け根部が既定ひずみ値(ここでは、圧縮強度63.2N/mm²をヤング係数(32700N/mm²)で除した値、1973μ)に到達した時点の最小主ひずみコンター図を図-4に示す。各断面とも最外縁7要素の平均値で検討を行った。A断面の主ひずみは、実験と同様の挙動を示しており、節付け根部から1t程度離れた軸部では、節による影響は見られない。B、D断面も実験と同様に節付け根部に圧縮ひずみが集中すること、その大きさが節の大きさに

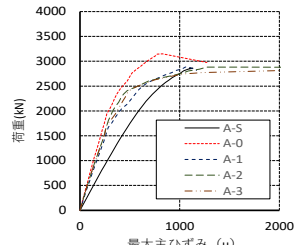


(a) A 断面最大主ひずみ

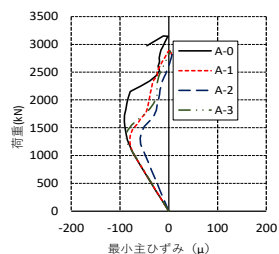
(b) A 断面最小主ひずみ



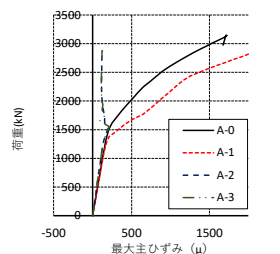
(c) B, D 断面最大主ひずみ



(d) B, D 断面最小主ひずみ



(e) C 断面最大主ひずみ



(f) C 断面最小主ひずみ

図-3 荷重-主ひずみ関係

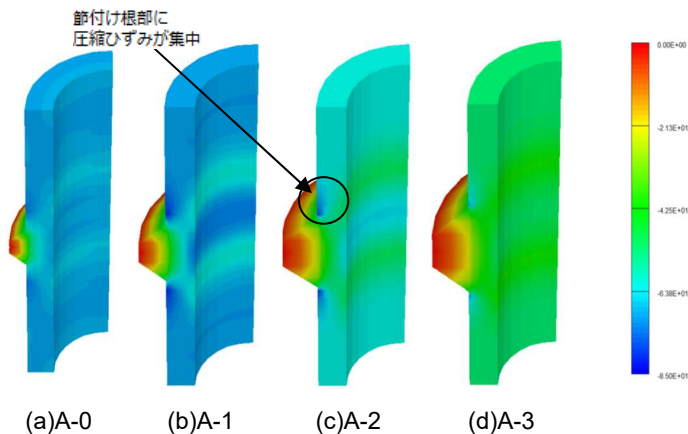
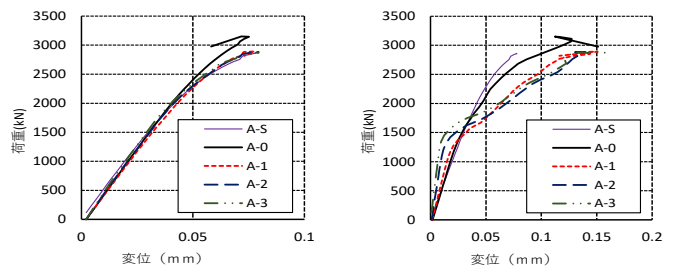


図-4 コンター図 (最小主ひずみ: 単位[μ])

相關することが確認された。C 断面においても実験と同様に縦ひび割れが生じることが確認された。ただし、解析におけるひび割れ発生荷重は節の大きさと相関を示し 800kN~1100kN の範囲となっている。また、実験では縦ひび割れの範囲が節頂部であったのに対し解析では軸部内側まで進展している。



(a) A 断面

(b) B, D 断面

図-5 荷重-膨らみ変位関係

3.3 膨らみ変位

各断面における荷重-膨らみ変位 (径方向変位) 関係を図-5に示す。膨らみ変位は、各検討断面最外縁の8節点の平均移動量と半径の差分とした。A断面では、実験同様の挙動を示した。B, D断面では、1300kNまでは実験と同じ挙動を示し、節の拘束効果が確認出来た。しかし、解析では実験と異なり、節頂部に発生した縦ひび割れの進展にともない膨らみ変位量が増大している。

4. まとめ

解析検討により、以下の知見を得ることが出来た。

- 1) 実験と同様に節付け根部には、ストレート杭にはない圧縮ひずみ集中部が生じ、その値は節の大きさと負の相関を示すことが確認された。
- 2) 節部に生じる縦ひび割れは、解析と実験で異なる性状を示した。
- 3) 解析・実験とともに節部が軸部に影響を及ぼすのは、節付け根部から概ね 1 t の範囲内である。
- 4) 本解析手法により縦ひび割れの性状を除き概ね実験結果を再現できることが確認された。

参考文献

- 1) 長沼一洋、米澤健次、江戸宏彰：RC 構造物の三次元繰返し FEM解析の精度向上 その3、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.427-428、2003
- 2) 長沼一洋：三軸圧縮下のコンクリートの応力~ひずみ関係、日本建築学会構造系論文集、第474号、pp.163-170、1995.8

*ベターリビングつくば建築試験研究センター
(横浜国立大学 博士課程後期)
**横浜国立大学大学院、教授、博(工)
***ベターリビングつくば建築試験研究センター

*Center for Better Living Tsukuba Building Research and Test Laboratory, and Doctoral Student., Yokohama National University
**Prof., Yokohama National University
***Center for Better Living Tsukuba Building Research and Test Laboratory