



節付き場所打ち杭の押込み・引抜き挙動と節部抵抗力の評価法に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-06-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 須藤, 敏巳 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15118/00005108

氏名	すどう としみ 須藤 敏 巳
学位論文題目	節付き場所打ち杭の押込み・引抜き挙動と節部抵抗 力の評価法に関する研究
論文審査委員	主査 教授 土屋 勉 教授 荒井 康 幸 教授 木 幡 行 宏

論文内容の要旨

本論文は、杭体の中間に節部を設けた節付き場所打ち杭の実大規模の施工試験および原位置載荷試験を実施し、施工時の節部の形状確認と載荷時の節部の押込み・引抜き挙動の考察を行い、砂質地盤における節付き場所打ち杭の節部抵抗力の新たな評価法を構築したものである。

最初に、大阪地区の砂質地盤において、3 試験体の実大規模の施工試験および原位置載荷試験を実施した。節部を設置した地盤は標準貫入試験の N 値が 20 程度の沖積層と N 値が 45~50 程度の洪積層とし、節部形状は軸部径 1.0m、節部径 1.5m、節部上傾斜角度 20° 、節部下傾斜角度 45° とした。施工試験では、節付き場所打ち杭の開発にあたって設定した施工手順に従うことで、節部の計画形状が適正に形成されること、載荷試験では、一般の軸部の周面摩擦抵抗力に比べて、節部の抵抗力が 2.0~4.0 倍にも達することを明らかにした。

現状の節部抵抗力の算定法としては、載荷試験で得られた節部抵抗力と地盤の一軸圧縮強さ q_u や N 値との相関性から導かれたせん断法と支圧法が提案されている。しかし、これらの手法は節部形状の因子が正確に反映されていないため、精度の良い節付き場所打ち杭の支持力算定が困難となっている。そこで、本論文では節部抵抗力が増大するのは節部傾斜面から地盤に伝達する水平応力成分に起因するとの観点から、節部傾斜面に接続する環状の土塊（本論文では、環状楔と呼ぶ）に作用する力のつり合いに基づいて、① 節部円筒面のせん断抵抗力 R_s 、② 節部傾斜面に接続する環状楔の底面の支圧抵抗力 R_{tb} 、③ 節部傾斜面に接続する環状楔の側面のせん断抵抗力 R_{ts} の 3 成分を累加する新たな実用的な評価式を構築した。更に、3 試験

体について，上記の評価式を用いた節部抵抗力の計算値と実大規模の節付き杭（節部上傾斜角度 20° ，節部下傾斜角度 45° ）の載荷試験の実測値の比が $0.86\sim 1.08$ と良く近似することから，本論文で構築した評価法の妥当性を検証した。

最後に，本論文で構築した評価法を用いて節部形状（節部傾斜角度，拡張比）を変化させたパラメトリックスタディを行い，杭体のコンクリート強度や地盤の強度，更に施工性を考慮した総合的な観点から，効果的な節部抵抗力を発揮する合理的な節部形状は，節部上傾斜角度 $20^\circ\sim 30^\circ$ ，節部下傾斜角度 45° ，拡張比 $2.0\sim 2.3$ が優れていることを提示した。

ABSTRACT

This paper describes an evaluation method on the bearing capacity of knots for nodular cast-in-place concrete piles subjected to compressive and tensile loads based on full-scale in-situ piling and loading tests in sandy ground.

Compressive and tensile loading tests on three full-scale test piles were carried out at the ground of loose and dense sand layers in Osaka, Japan. The diameter of these nodular cast-in-place concrete piles was 1.0m at general part, and 1.5m at knot. The upper inclined angle of knot was 20 degrees and the lower inclined angle was 45 degrees. One test pile had its knot located in loose sand layer (SPT N-values:20), and other two in dense sand layer (SPT N-values:50). As-built of test piles were examined by ultrasonic probe and confirmed that all piles were constructed precisely. Also no collapse of ground at knots was observed. At loading test, bearing capacity at knot showed 2.0 to 4.0 times of strength compared to circumferential friction force at general part of the pile.

Empirical formulas to estimate shear resistance of cylindrical area and bearing capacity of ringed area of knot for nodular cast-in-place concrete pile already exist. However, these formulas do not correctly reflect the factor of knot configuration to calculate increased bearing capacity by knot on pile. Therefore, in the view that bearing capacity of knot increases due to the horizontal stress component transferred from the inclined surface of knot to the ground, a new theoretical formula that accumulates three force components was established;

R_s for the shear resistance of cylindrical area, R_{tb} for the bearing capacity of ringed area, and R_{ts} for the shear resistance of inclined area due to the increase of horizontal stress.

The validity of this new evaluation method on the bearing capacity for nodular cast-in-place concrete pile was examined by comparing calculated values and results of in-situ compressive and tensile loading tests in sandy ground. The ratio of calculated value to test results stayed among 0.86 to 1.08, accurate approximation was proved.

Further parametric studies on bearing capacities of knot using this new evaluation method have revealed that the most rational and effective bearing force is given by the following configuration; 20-30 degrees for the upper inclined angle, 45 degrees for the lower inclined angle, and 2.0 to 2.3 for the ratio of knot diameter D_n and general part diameter D_s .

論文審査結果の要旨

本論文は、杭体の中間に節部を設けた節付き場所打ち杭の実大規模の施工試験および原位置載荷試験を実施し、施工時の節部の形状確認と載荷時の節部の押込み・引抜き挙動の考察を行い、砂質地盤における節付き場所打ち杭の節部抵抗力の新たな評価法を構築したものである。

最初に、大阪地区の砂質地盤において、3 試験体の実大規模の施工試験および原位置載荷試験を実施した。節部を設置した地盤は標準貫入試験の N 値が 20 程度の沖積層と N 値が 45~50 程度の洪積層とし、節部形状は軸部径 1.0m, 節部径 1.5m, 節部上傾斜角度 20°, 節部下傾斜角度 45°とした。施工試験では、節付き場所打ち杭の開発にあたって設定した施工手順に従うことで、節部の計画形状が適正に形成されること、載荷試験では、一般の軸部の周面摩擦抵抗力に比べて、節部の抵抗力が 2.0~4.0 倍にも達することを明らかにした。

現状の節部抵抗力の算定法としては、載荷試験で得られた節部抵抗力と地盤の一軸圧縮強さ q_u や N 値との相関性から導かれたせん断法と支圧法が提案されている。しかし、これらの手法は節部形状の因子が正確に反映されていないため、精度の良い節付き場所打ち杭の支持力算定が困難となっている。そこで、本論文では節部抵

抗力が增大するのは節部傾斜面から地盤に伝達する水平応力成分に起因するとの観点から、節部傾斜面に接続する環状の土塊（本論文では、環状楔と呼ぶ）に作用する力のつり合いに基づいて、① 節部円筒面のせん断抵抗力 R_s 、② 節部傾斜面に接続する環状楔の底面の支圧抵抗力 R_{tb} 、③ 節部傾斜面に接続する環状楔の側面のせん断抵抗力 R_{ts} の 3 成分を累加する新たな実用的な評価式を構築した。更に、3 試験体について、上記の評価式を用いた節部抵抗力の計算値と実大規模の節付き杭（節部上傾斜角度 20° 、節部下傾斜角度 45° ）の載荷試験の実測値の比が $0.82\sim 1.04$ と良く近似することから、本論文で構築した評価法の妥当性を検証した。

最後に、本論文で構築した評価式を用いて節部形状（節部傾斜角度，拡張比）を変化させたパラメトリックスタディを行い、杭体のコンクリート強度や地盤の強度，更に施工性を考慮した総合的な観点から，効果的な節部抵抗力を発揮する合理的な節部形状は，節部上傾斜角度 $20^\circ\sim 30^\circ$ ，節部下傾斜角度 45° ，拡張比 $2.0\sim 2.3$ が優れていることを提示した。

以上要するに，本論文は節付き場所打ち杭の新たな支持力評価法を構築したものであって工学的価値が高い。よって，著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。