

# 博士論文の概要

( 2023 年 11 月 10 日 提出)

## 論文題目

鉄骨柱が埋め込まれた場所打ちコンクリート杭頭部の構造性能に関する研究

申請者氏名

池内 邦江



大阪工業大学大学院

## 博士論文の概要

高層建物の地下工法の一つである逆打ち工法では、施工時軸力を構真柱と呼ばれる鉄骨柱(以後、鉄骨柱)から構真台柱と呼ばれる場所打ちコンクリート杭(以後、杭)へ伝達するが、その軸力は鉄骨柱埋込み部分のみで杭に伝達することとなる。そのため、施工計画で想定した軸力に合わせて杭頭の鉄骨埋込み部分の設計を行う必要がある。

近年、材料の高強度化や、工事の大規模化により、逆打ち工法の設計条件が変化している。既往の研究は、1990年代の施工状況をベースとして行われたもので、現状に則していない点も多く、また、当時より不明確であった内容も多い。そこで、本研究では、既往の研究では十分に検討されていない内容を明確にし、鉄骨柱埋込み部分の設計に供する知見を得ることを目的としている。

本論文の構成および概要を以下に示す。

第1章では、序論として、本研究の背景、既往の研究内容および本研究の目的を示している。既往の研究では、鉄骨柱埋込み部分の軸力伝達は、付着抵抗、スタッドせん断抵抗、支圧抵抗の各応力伝達要素、あるいは低減係数を考慮したそれらの累加耐力(以後、累加耐力)によること、高強度コンクリートを採用した場合の影響などが示されていたが、既往の研究で把握できていなかったウイングプレート取付による影響、鉄骨柱埋込み部分の割裂補強筋(杭のせん断補強筋)の効果、被り厚・偏心の影響の解明や、鉄骨柱埋込み部分の割裂補強筋の評価式の提案を本研究の目的とする。

杭の補強筋が無い場合でH形鋼柱に付着耐力を増大させることを目的としたウイングプレートを取り付けた場合の研究はなされていなかったため、第2章では、ウイングプレートの影響について、実験により検証し、付着耐力や支圧耐力、その累加耐力について、実験結果および既往の式を用いて考察している。

ウイングプレートは設置天端から $45^\circ$ の範囲で付着が無効になり、その場合のコンクリート圧縮強度に対する平均付着応力度比は、ウイングプレートを有するH形鋼部分において、ウイングプレートが無いH形鋼より大幅に上昇した。また、ウイングプレートを有する断面では、ウイングプレートが無い場合に比べ、付着耐力が支圧耐力に対して大幅に高くなることから、既往の式による累加耐力の計算値が実験値に比べ高くなる傾向にあることが示されている。

既往の研究では、日本建築学会プレストレストコンクリート設計・施工規準に準拠して補強筋を配筋するとあるが、補強範囲や想定する応力度レベルが逆打ち工法に則していない上、実験や解析による検証はほとんどなく、準用の可否が問われる状況であった。また、旧来、鉄骨柱断面は杭断面に対して小さく、鉄骨柱の軸耐力が杭の軸耐力に比べ十分に小さかったが、昨今の工事の大規模化や材料の高強度化等の様々な要因により、旧来に比べ鉄骨柱の作用軸力が上昇し、埋込み部分のコンクリート圧縮応力度レベルも高くなる状況で、埋込み部分の補強筋量の評価が求め

られる状況となっている。

そこで、第 3 章では、まず既往の研究で提案されている補強方法を実験的に検証し、次に、鉄骨柱埋込み部分での杭の終局圧縮耐力が発揮できる補強筋量の評価式を提案している。

十字鉄骨柱の場合、十分な埋込み部耐力があれば、無筋でも杭全断面積の圧縮耐力に達するが、CFT 柱で無筋の試験体では、杭全断面積から CFT 断面積を除いた面積を有効とする圧縮耐力で割裂破壊する。また、CFT 柱で鉄骨柱埋込み先端部分のみが補強配筋された試験体では、杭全断面積の圧縮耐力には至らない。このときの最大耐力は、既往の支圧耐力式で支圧面積として杭全断面積から CFT 柱断面積を除いた面積を用いることで、精度よく算定できる。さらに、CFT 柱で杭全長にわたり補強筋を配筋した試験体では、補強筋の増加とともに軸耐力が上昇する。埋込み部分の圧縮耐力の耐力上昇率を、支圧面積と支承面積の比と補強筋量の関数により評価し、これに基づき杭のコンクリートの圧縮耐力を確保するために必要な補強筋量の算定式を提案している。

近年材料の高強度化や部材断面の縮小化に伴い、被り厚が小さくなる傾向にあるが、杭コンクリートに対する鉄骨柱の被り厚が  $1.0D$  ( $D$ :鉄骨柱成)未満を対象にした研究はなされておらず、偏心についても許容しなければならない状況となってきているがその影響を確認した研究はない。そこで、第 4 章では、被り厚・偏心を対象とした実験を実施し、耐力評価を行っている。

コンクリート強度で無次元化した割裂応力度と被り厚の関係は線形性を示し、被り厚が  $1.0D$  以下の場合には、付着耐力とスタッド耐力の累加耐力および杭の割裂応力度に基づく耐力の比較による式で精度よく実験値を評価できることを示している。ただし、鉄骨柱下部のコンクリートが一定以上あり、被り厚が  $0.5D$  以上ある場合は、被り厚の影響は考慮不要である。偏心を有する場合、支圧耐力に対しては勿論のこと、スタッドせん断耐力も低下する。偏心がある場合のスタッドに起因する耐力は、コンクリート圧縮強度に偏心を考慮した式を用いることで、精度良く耐力評価できることを示している。

第 5 章では、第 1 章から第 4 章までの内容を踏まえ、鉄骨柱埋込み部分の各応力伝達要素の耐力評価式、それらの累加耐力評価式を体系的にまとめている。また、実際の建物規模での累加耐力算定例を示し、具体的な計算方法を示している。

第 6 章では、第 1 章から第 5 章についてまとめ、各章で得られた知見を示し、本論文としての結論を示している。杭コンクリートの圧縮強度が連続的に変化した場合の平均付着応力度や有効付着長さの等の把握および偏心がある場合の累加耐力の評価を今後の課題としている。