

氏 名	井 上 司 郎
	いの うえ し ろう
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 390 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	建築施工における特殊ぐい工法と地下工法に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 松尾新一郎 教授 横尾義貫 教授 畠 昭次郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は建築施工に関するものの内、特殊ぐい工法に関する論文2編と、地下工法に関する論文1編からなっている。

第一編は、直継ぎぐい工法の設計と施工法の研究、第二編は、大口径ボーリングマシンによる場所打ちぐい造成工法とその 削孔用ビットの改良に関する研究、第三編は、建築地下施工法について 論述している。

第一編においては、大阪港近辺の深層軟弱地盤地帯に建設された大型鉄骨構造倉庫の施工に際して、地盤沈下を考慮し、また倉庫の100% 積載有効面積を確保するために、柱下基礎に基礎版やつなぎ梁をつくる等の従来の定型化された設計方式にとらわれることなく、柱下の正しい位置真直ぐな大口径鋼ぐいを深層まで打ち込み、その上に直接柱を継ぎ建てて上部建家を構成するいわゆる直継ぎぐい工法の試験工事について 論じたものである。この工法を完全に実施するためには、(1) 建設地点の 地盤に関する土質工學上の詳細な調査、(2) 建物の安全性に 関して単ぐいとしての垂直力、水平力を 十分確保するための設計法の開発と、さらに上部建物の地震、台風等に際しての 振動性についての検討、(3) 柱の 中心位置に長大なくいを正確に、かつ真直ぐに地中深く打ち込むための施工機械器具の改善工夫、が要求される。

本研究の要点は、上記の観点から次の3点に要約される。その第一は直継ぎぐいの新しい設計方法の開発であり、第二はその設計法の妥当性、安全性を検討するための各種現場実験と計測、およびその分析と検討で、さらに第三にはこの工法の経済性と、省力化工法(施工の単純化、工期の短縮等)としての効果の検討にある。

直継ぎぐいの設計法については、在来ぐいの設計法に加えて施工上の制約および必要性からくる考慮すべき要素を加味しておかねばならない。前者の施工上の制約については、地盤沈下に関する土質工學上の諸性質とぐいの腐食であり、これらの諸点についての配慮が要求されている。その実施結果として、大阪港近辺の地盤について新たな知識を加えている。後者の必要性については、地面下3.00m~5.00m 附近に

生じると予想されるくいの最大横抵抗応力に対しては、アースドリル R. C. ぐい+コンクリート てん充鋼管ぐいの複合断面が必要であり、この施工に対する地下 10.00m 近辺までの ケーシング工法が真直ぐい打ちこみのための リード・ケーシングとして応用された。以上の 基礎的考え方のもとに Y. L. Chang ならびに、その他のくいの横抵抗理論を応用して新たに直継ぎぐい独特の設計方法を考案開発した。

設計方法と応用理論の適否についての検討は現場における各種の実験によって以下のようにその安全性と適用の妥当性を立証している。

(1) くいの垂直載荷試験 ; 設計上の 長期所要ぐい耐力 123t に対して 終局強度は 450t, 降伏荷重 280t 確認した。

(2) くいの水平載荷試験では各荷重段階における理論値と実験値はよく一致し、かつ設計断面の安全性を確認している。設計では短期水平力 13.6t, M_{max} 34tm, 地表面変位 6.5mm であるのに対して、実験では水平力 15t に対して、 M_{max} 23tm, 地表面変位 4.0~3.5mm であった。この 実験によって、この変則的な複合ぐいの水平、垂直荷重時における各深度ごとの応力分布と支持力機構の解析が可能となり、今後の設計方法に対して貴重な資料を得ている。

(3) 上家の 振動性の検討では 設計荷重満載時のクレーン稼動中の上家振動は 予想よりはるかに 小さく、在来基礎工法によって建設された同程度の建家について同一条件で測定した振動の結果と比較しても、はるかに安全性の高いことを立証した。

(4) 経済性と省力化工法 (施工の単純化、工期の短縮) では、基礎工事について在来工法より約 31% のコストダウンとなっている。また土工、鉄筋工事、型枠工事、コンクリート工事を同一職種でできるように工夫したので、作業数は大巾に軽減され工期は標準工期の半分以上に短縮された。

結論としては、直継ぎ工法の建家施工法は在来の基礎工法にくらべてはるかに有利であり、とくにこの種の建家建設に最も適していると考えられる。なお地下付鉄骨鉄筋ビルへの応用面も十分考えられるところであって、今後の研究に待つべき点も多い。

第二編の大口径ボーリングマシンによる場所打ぐい造成工法その削孔用ビットの改良に関する研究については、

(1) 狭溢な敷地における完全な無音無振ぐい工法。

(2) 建物の内外面でのアンダーピンニング工法。

(3) 稼動中の工場内での機械基礎ぐい工法。

等の目的に沿い最も手軽にして経済的な場所打ぐい工法として、従来の試錐用もしくは探鉱用のボーリングマシンを工夫改良すれば場所打ちぐい造成用の削孔用機械として利用できることに着目し、その削孔用ビットを開発し、さらにプレパクトコンクリート工法、泥水工法等の知識を応用して各種実験からそのくいの設計方法と施工方法を提示した。

このくい工法の普及化のためには施工能率を高め、コストダウンを図ることが必要であるが、そのためにはボーリングマシンの高性能化と、削孔に最も適した削孔ビットを開発することが肝要である。前者については動力源電動モーター馬力の増強、回転ギアの改良、回転軸により大きいトルクを与えること、ビット先端からの泥水吐出力とその吐出圧力を随時調節できるようにする等の改良が必要である。削孔用

ビットの改良については、ビットの形状と、その材質（掘進抵抗の少ないもの、摩耗度の低いもの、破損の少ない、重量が小さく、形の単純なもの）の改良のため、地盤のN値とその掘進速度との関係（砂質系と粘土質系に分けて考える）、泥水濃度と泥水吐出量、吐出圧力と掘進速度の関係等の土質工学的な考察と、多数の施工実験を実施し、削孔ビットを改良し、二、三のビットの高能率化された設計試案を提示した。

くいの造成については、地盤注入工法、プレパクト工法等の適用により、合成くいの造成を行ない、かつ各種の実験により、そのくいの設計方法を示した。また現場施工のつみ重ねによって、この種のくい造成施工法の最も簡易にして経済的な標準施工方式のシステム化を図っている。

幾多の施工実例を総合してみると、 $\phi 45\text{cm}$ 、 $\phi 50\text{cm}$ 程度のくいでは支持力 $50\text{t}\sim 60\text{t}$ は十分期待でき、最初に述べた目的に全く適当であることが判明した。同等径の R.C. 既製くいの工費に比べてややコストアップであっても、騒音、振動等の二次的出費を考えると経済的に十分対抗できるものであるとの結論に達した。またこのくい造成工法は、最近特に注目をあびている無音無振の泥水工法の一つであるといえよう。

第三編は建築地下施工法についての研究であるが、近年建築工事における地下工法については、各種施工機械の開発、山止め支保工の仮設資材の進歩改良、土質工学の発展と共に、施工管理方式（たとえば土圧計等の各種計測方法）の進歩によって安全、じん速、かつ経済的に実施されるようになってきた。しかし、実施工事は、種々多様な立地条件と千差万別の土質条件の中で行なわれなければならないさらに地下水の存在はこの施工条件を一層複雑にしている。

本論文では著者の二十数年にわたる地下工事の経験の資料を分類整理して、施工計画のすすめ方を示し、施工技術上の問題点を解明することによって、最も経済的にして合理的な地下工法の施工方式を考究している。以下項目別に略述する。

（１）鉄筋コンクリート造円環梁を用いる山止工法と、鉄筋コンクリートリング山止め工法について、円形もしくは多角形建物の地下工法の山止め設計法を示し、地表面荷重の偏在、土圧力のアンバランスが山止め円環梁に及ぼす影響と地下工法上の注意点を述べている。

（２）極軟弱地盤におけるシートパイル山止め工法、極軟弱地盤における地中掘削については施工上の問題点は多いが、施工計画としては十分な根入をとること、十分に剛強な支保工をつくること、掘削については地中の極軟弱層をかく乱しない方法をとる等、施工中の測定結果を解析して施工上の注意点と得失を論じている。

（３）山止め壁体に泥水連続 R.C. 壁体、もしくは場所打柱列ぐい山止め壁を使用したいわゆる山止め工法の実例として、さきにのべた施工条件によって、とくに工事公害に関して、一層の安全性と、要求事項の出るときにはこの種の工法が山止め壁体に利用されることが多く、この場合の施工計画上の問題点について論じている。

（４）三方山止と支保工では建物の形状またはその施工立地条件によっては、通常の四方山止め支保工を架設するよりも三方山止め支保工を架設した方がはるかに経済的であり、また能率的である場合がある。三方山止め計画上の要点と施工管理の着眼点について論じている。

（５）特殊地下工法（総合地下工法）では、建築地下工法の最終的な結論として、各種の山止め工法を

考究した上で、地下工法上のあらゆる技術、経験を総合し、建設工学的な広い範囲の知識を結集して施工される地下工法を特殊地下工法（総合工法）と称しているが、この施工法に関する計画と、その施工法の開発手法を説明している。

結論としては、体系づけ難かった地下工法の施工方法を分類整理して、その問題点を説明し、経済的にして安全、かつじん速な工法を開発してゆくことが、本研究の意図する所であり、これをとくに実践的な立場より追究している。

論文審査の結果の要旨

建築施工法の面においてくい施工法に関する研究論文は比較的少ない。第一編の直継ぎぐい工法の設計と施工法の研究、第二編の大口径ボーリングマシンによる場所打ちぐい造成工法とその削孔用ビットの改良に関する研究については、その工法自体の着想及び施工法はこの方面の研究分野においてユニークな特長を有するものであるといえる。その方法と手段において得られた成果は次のとおりである。

第一編の直継ぎぐい工法の設計と施工法の研究においては、

（１）在来建築建家の基礎工法としては全く異なる方法であるが、その設計方法が各種の現場実験の解析結果から十分安全であることが確認され、直継ぎ工法ぐいの設計方法が独特のものとして確立された。

（２）施工学方面の最近の研究の一大眼目である省力化、迅速化経済性という面で、この基礎工法は大きく貢献している。

（３）単にこの研究に供せられた鉄骨建家建築のみならず、各種ビル建築への応用面を包含している。

第二編の大口径ボーリングマシンによる場所打ちぐい造成工法とその削孔用ビットの改良に関する研究については存来の無音振工法用のくい造成工法の施工機械はかなり大型であり、重量大でかつ、移動性は悪く、高価な上に完全に無音無振とはいえない。この点に着目して、小型にして移動性高く、かつ廉価な上に全く無音無振であって、小規模な建設敷地やアンダーピンニングのための建物の内外でのくい造成に移用できるところに価値がある。

（１）削孔用ビットの改良工夫による新しい型のビットの提示とその試験試用の一連の資料

（２）泥水濃度と掘進速度の関係、泥水吐出量と掘進能率の関係、さらに吐出圧力との関係、各種ビットと地盤N値に対する掘進能率の関係等、削孔についての在来にない実験の成果

（３）造成ぐいの内でもH型鋼、もしくは鋼管のさしこみによる合成ぐいの各種実験による設計法の開発等はこの研究の大成である。

第三編の建築地下施工法の研究については、各種地下工法の分類検討の成果をあげて、施工計画上の要旨をのべており、その成果の総合知識の上に立って、結論としての地下特殊工法（総合地下工法）の開発手法を示しており、この種の工法としては特色ある創意工夫が示されている。

以上を要するに本論文は従来建築施工の分野において、経験的な実際施工技術としてのみあつかわれていたものに独特の着想により理論的な検討工夫を加えて体系化したものであって、この方面の建築施工分野の今後の理論と施工に寄与するところ大なるものがある。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。