

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等における防災性向上や安全対策に資する技術開発	提案名 機械式掘削機器を使用した拡底部を有する場所打ちコンクリート杭工法の技術開発
--	---

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

①平成 25 年度の開発概要と成果

この年度の開発目的は、最大の拡底率 7.29 倍・傾斜角 21.1°・拡底径 5.5m の拡底部により、鉛直支持力、及び引抜き抵抗力を増大させ、建築物の耐震・安全性を向上させる拡底場所打ちコンクリート杭工法を実用化することであった。成果は、数々の現場実験(図 1)や解析等を行い、平成 26 年 10 月 24 日付けで、地盤の引抜き方向の許容支持力を算定できる評定を取得した。下記に設計式及び引抜き抵抗力係数を示す。

$$tRa = F_s \{ \kappa N_{Ap} + (\lambda N_s L_s + \mu N_c L_c) \phi \} + w_p$$

$$3.0^\circ \leq \theta \leq 12.0^\circ : \lambda = ((4/9)\theta + (8/3)) \cdot \zeta, \mu = ((1/120)\theta + 0.4) \cdot \zeta$$

$$12.0^\circ < \theta \leq 21.1^\circ : \lambda = (5.9 e^{0.051\theta} - 2.8) \cdot \zeta, \mu = (0.36 e^{0.047\theta} - 0.13) \cdot \zeta$$

①平成 26～27 年度の開発概要と成果

この年度の開発目的は、回転トルクの効率を上げ、施工性が良く、高品質な杭を施工する工法の実用化であった。実現のためには、拡幅する掘削バケットの傾斜角を従来の 21.1° から 45° にして、拡幅形状をコンパクト化することで掘削抵抗力を減少させること、省資源化、産廃残土の抑制を考えた。さらに、杭中間部に節部を設けて、杭 1 本あたりの鉛直支持力、引抜き抵抗力の増大を図った。成果は、高品質な杭の構築可能な施工管理マニュアルを確立させたことや、杭の掘出し試験によって品質、及び形状が担保された結果が得られたことである。また実大載荷試験結果は、21.1° の傾斜に比べて大きい引抜き抵抗力係数が得られた(図 1 参照)。現在は、大型建築物の杭基礎への対応を可能とさせるために中間拡径部の最大径を 2.8m から 5.5m へ拡張し、大手ゼネコン会社と共同で開発を継続している。また、傾斜角については、実大試験結果、及び解析結果から 30° が妥当であると判断している。2017 年 10 月時点では、評価機関の建築技術審査証明、及び評定の受付けが受理された。

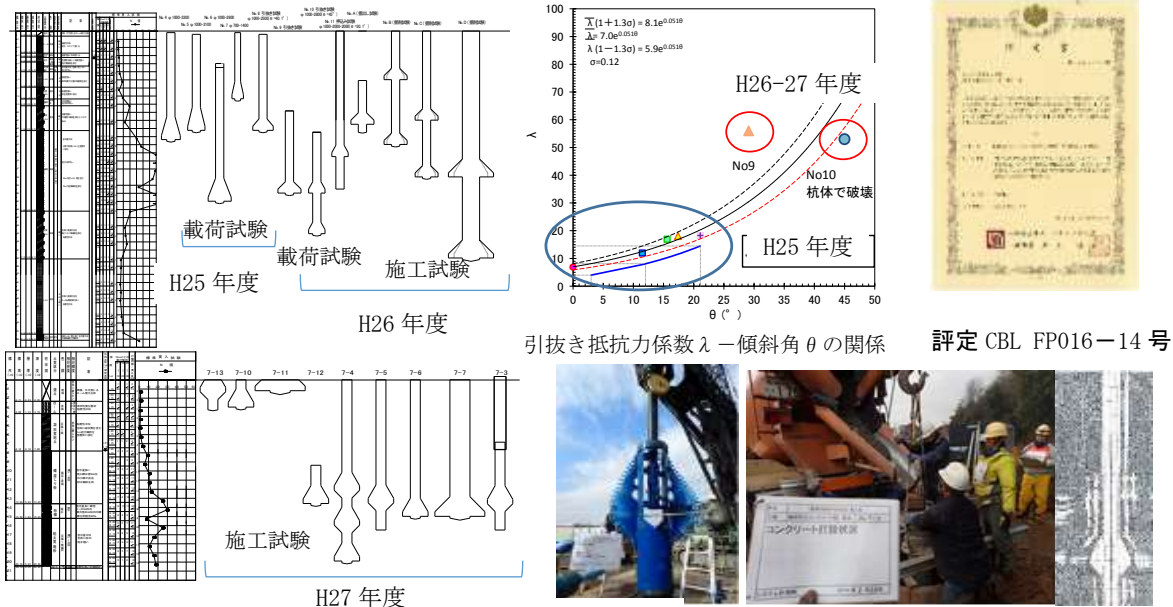


図 1 開発状況

(2) 実施期間

平成 25 年度～平成 27 年度

(3) 技術開発に掛かった経費

技術開発に掛かった経費 (実施期間の合計額)	263,419 千円
補助金の額 (実施期間の合計額)	126,000 千円

(4) 技術開発の構成員

- ・システム計測株式会社 調査試験部 課長 中西 義隆 (応募時)
システム計測株式会社 技術開発部 主席研究員 中西 義隆 (現在)
- ・システム計測株式会社 代表取締役 久保 豊
- ・TM技術士事務所 代表 筒井 通剛

(5) 取得した特許及び発表した論文等

特許：杭の引抜き抵抗力の算定方法・平成 28 年 7 月 11 日・特開 2016-125271

論文等：①平成 27 年 9 月 日本建築学会学術講演会 下記 2 編を発表

- ・拡底場所打ち杭の引抜き力に関する室内試験結果と考察(その 1 試験模型杭の設置)
- ・拡底場所打ち杭の引抜き力に関する室内試験結果と考察(その 2 引抜き試験結果)

所属：システム計測(株)中西義隆・小座間琢也、パイルフォーラム(株)桑原 文夫

②総合土木研究所 基礎工 2015 年 8 月号 報文へ投稿

タイトル：場所打ち拡底杭の引抜き耐力の評価

所属：システム計測(株)新井淳・中西義隆・久保豊

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

- ①一般的な工法の傾斜角 12° 、最大径 4.8m に対し、本技術は、拡幅部の最大傾斜角を 30° 、最大径を 5.5m とし、コンパクトな形状でありながら大きな支持力・引抜き抵抗力が期待できる。
- ②拡径・拡底杭の施工のフィービリティ (実現可能性) は、原位置試験により、掘出し試験によって形状・寸法、及び品質が担保していることを確認した。さらに実大載荷試験によって引抜き抵抗力を確認している。

(2) 技術開発の効率性

技術開発は、経済効果、安全性という観点で、付加価値の増加に寄与したと考えられる。付加価値の一つとして、評価機関の評定を取得することが言える。評定取得のためには、その技術を担保する理論的証明や実大実験による実証が必要とされる。本技術開発は、力学的特性 (理論的証明：解析等) や、基礎実験、実大施工試験、さらに実大載荷試験等を実施して成果を得ている。資金、体制等に係る計画などの適切さは妥当である。

(3) 実用化・市場化の状況

- ・平成 25 年度の開発は、平成 26 年 10 月 24 日付けで、評定 CBL FP016-14 号を取得。現在までの実用化・市場化の状況 (出荷状況)：22 件
- ・平成 26～27 年度の開発

実用化はされていないが、中間拡径部の最大径を 2.8m から 5.5m へ拡張し、大手ゼネコン会社と共同で開発を継続している。2017 年 10 月時点では、評価機関の建築技術審査証明、及び評定の受付けが受理された。2018 年中には評定を取得する予定であり、実用化が可能となる。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

①全体の完成度、目標達成度

全体の達成度の内、約 20%の至らない理由は、多段場所打ちコンクリート拡底杭は、市場調査によると大型建築物へ適用されることが考えられた。支持力を増加させるため、中間拡径部の最大径を 2.8m から 5.5m への増大が必要と考え、大手ゼネコンと共同で開発をすることになった。2017 年 10 月に評価機関の建築技術審査証明、及び評定の受付けが受理され、2018 年 3 月に最大径 5.5m の現場実験を行い、2018 年中には評定取得する予定である。その後に実用化が可能となる。

(5) 技術開発に関する結果

①成功点

- ・評価機関の立会い指導によって、高品質な杭を構築可能な施工管理手法を確立することができた。その証明として掘出し試験による形状寸法、および品質（コンクリート強度）が担保された。
- ・一般的な拡底杭傾斜角 12° の引抜き抵抗力係数 λ は8である。25年度の開発で傾斜角 21° の引抜き抵抗力係数は、 $\lambda=14$ 程度で 12° の約1.8倍が得ることができた。さらに、26～27年の開発では、傾斜角 30° で $\lambda=24$ 程度で 12° の約3倍が得ることができた。



掘出し杭(先端拡底 傾斜角 45°)



掘出し杭(中間拡径 上部傾斜角 30°)

写真1 掘出し試験状況

②残された課題

中間拡径部を有する場所打ちコンクリート拡底杭は、市場調査によると大型建築物へ適用されることが多いと推測されたため、中間拡径部の最大径を2.8mから5.5mへ増大しなければならないことが分かった。大口径の掘削バケットにおいても硬質地盤(N値50程度)で掘削可能かどうかは課題である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

2018年3月に、最大径5.5mの現場実験を行う予定である。最大拡径径5.5mの掘削バケットを開発し、硬質地盤での施工性と土砂取込み性能を確認する予定である。評価機関から審査を受理され、2018年中には評価取得する予定であり、実用化が可能となる見込みである。

