

既存杭を再利用した基礎設計 (衝撃載荷試験による調査)

正会員	○土屋博訓*	正会員	三町直志*
同	佐藤義也*	同	小椋仁志**
同	小嶋英治**	同	桑山晋一**

既存杭	再利用	基礎設計
衝撃載荷試験	マッチング解析	

1. はじめに

本設計では、基礎工事費のコストダウンや工期短縮、さらに資源の有効利用などの環境配慮を目的に、埋設された既存杭を調査し、新築の基礎に再利用することを計画している。本編は、既存杭の調査から再利用する杭の支持力を求め、その検討結果をまとめたものである。なお、杭の載荷試験には、反力杭なしで短期間に調査ができ、かつ、杭の深さごとの支持力を確認できる衝撃載荷試験を採用した。

2. 建築計画の概要および基礎設計方針

本建築物は、RC 造の地上 2 階、地下 1 階建ての延床約 1200 m²の美術品展示施設である。

敷地内の地盤調査結果 (図 1) から、地盤構成は、GL-8 mまでは N 値が 1~4 のローム層、GL-8 m~9 mに N 値が約 11 の粘土質細砂、GL-9 m以深に N 値が 13~50 以上の細砂が存在していることが確認できる。

敷地内には旧建築物 (地上 5 階建ての共同住宅) の杭 (RC パイル 350Φ、長さ約 10mが 113 本) が残っており、その処理が必要である。図 2 に既存の杭 (基礎) 伏図を示す。

根切り底付近の地盤は、N 値が 3 程度の粘土層であり、地耐力度としては、130kN/m²程度が期待できるが、沈下が懸念される。そこで、基礎は、既存杭と新設杭とを併用し、それらの杭を沈下対策とした直接基礎を想定した。

3. 調査概要

本建築物には地下があり、既存杭を短くして先端 2 mのみを再利用杭とする計画である。そこで、載荷試験の方法には、深さごとの支持力を確認することのできる衝撃載荷試験を採用した。

目視の結果、杭は径φ300mm、肉厚 70mm、直径φ9mmの鉄筋 10 本を有する遠心力成形の RC 杭であることが確認された。試験は、杭頭を露出し、現 GL-約 1.5m で杭を切断して行った。杭頭より、1 m 程度までの区間には除去工事による多少の横ひびわれが目視により確認された。そこで、衝撃載荷試験のセンサーは、横ひび割れの影響を避ける為、杭頭から 1.05m のレベルで軸対象位置に取り付けた。試験方法は地盤工学会基準¹⁾に従った。写真 1 に、打撃装置、センサー貼り付け状況、衝撃載荷試験計測システムを示す。杭頭打撃はモンケン重量 2ton で落下高を 0.5m とした自由落下方式で行った。なお、計測には加速度 4 チャンネル、ひずみゲージ

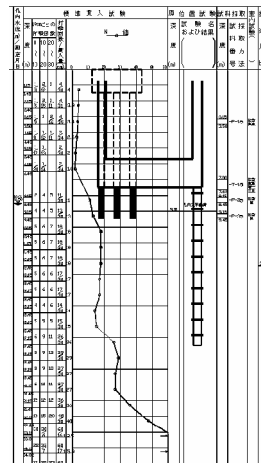


図 1 ボーリング柱状図

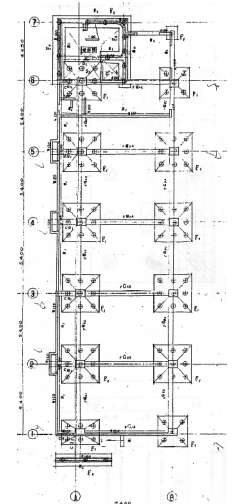


図 2 既存の杭伏図



打撃装置 (モンケン重量 2ton)



センサー貼り付け状況



衝撃載荷試験計測システム

写真 1 実験写真

4チャンネルの高速サンプリングを組み込んだ衝撃載荷試験システム²⁾を用いた。また本波形マッチング解析は、杭周面、先端部の地盤パネを完全弾塑性モデル化した差分法による解析システム²⁾を採用している。

4.調査結果

本波形マッチング解析¹⁾では差分法を用いており、計測した加速度およびひずみ波から杭頭端部の軸方向力の下降波を求めてその波を入力波形^{2),3)}とした。図3に杭頭での計測から求めた軸方向力の上昇波（以下、上昇波と称す）と仮定した地盤モデルからマッチング解析した軸方向力の上昇波（以下、マッチング上昇波と称す）を示す。打撃力が杭頭と杭先端部を一往復する時間を図3の横棒で示した。杭先端部の抵抗による軸方向力の上昇波はこの横棒の右側付近となる。この軸方向力の上昇波の形状より、杭体の断面欠損などがみられない健全な杭であり、解析結果より杭先端部に大きな抵抗のあることが確認される。杭長は波形マッチング解析の結果から8.1mと同定した。当時の設計図書の記事に、既存杭は打撃杭で、10mを目安に試験杭にて、その杭長を決めたとあり、杭は、砂層に約1.0m貫入して、8.1mで打ち止めたものと考えられる。従って、同定した杭長は妥当であり、想定した地盤抵抗、すなわち確認した支持力の信頼性は高いものであると判断できる。

図4に波形マッチング解析結果の地盤抵抗をもとに荷重伝達法によって求めた、試験杭と再利用部分の荷重－変位量曲線を示す。この結果、試験杭および再利用部分の最大荷重は、それぞれ0.49MN（490kN）、0.33MN（330kN）であることが確認できた。また、荷重－変位量曲線から、降伏耐力まで達していないと推定される。

5.まとめ

本編では、基礎構造の設計において既存杭を再利用することを目的に、既存杭を調査した。本試験杭の調査結果からは、再利用杭としての耐力は330kNであることが確認された。この結果から、既存杭を再利用した設計が可能であり、得られた既存杭の荷重－変位曲線を利用することで新設の建築物の基礎設計用諸元を決定できると考えられる。

6.設計への反映と今後の展開

設計では、図5に示す通り、既存杭部を支持点として考慮し、さらに、既存杭の鉛直耐力を補う位置及び既存杭の範囲から外れた位置で杭を新設し、それらの点で、建築物を支持した設計を行う予定である。杭の役割は、専ら沈下対策の鉛直支持とし、杭頭を固定しない設計とし、水平力を負担させない予定である。

今後は、本調査の結果を踏まえて設計を進め、設計で用いた支持力の妥当性検証、既存杭の耐久性や健全性確認のために、工事中にも既存杭の試験を、新たに3本行う予定である。

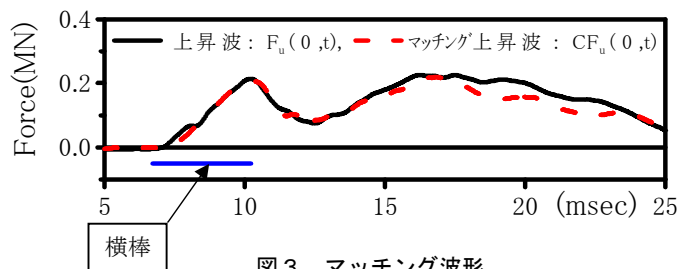


図3 マッチング波形

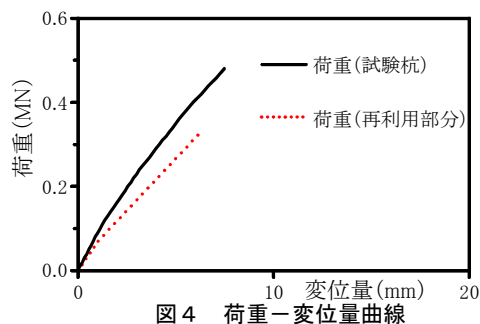


図4 荷重－変位量曲線

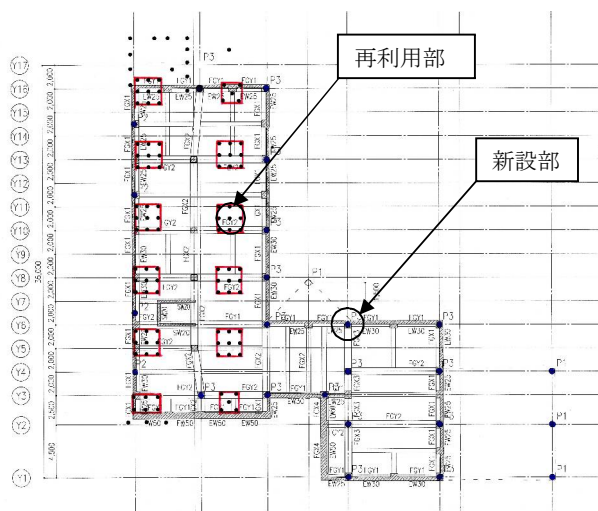


図5 新築杭伏図

参考文献

- 1)地盤工学会：地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説（第一回改定版）、pp.227-244、2002.5.
- 2)小嶋英治・桑山晋一：杭の鉛直載荷試験の開発と実験による検証、第48回地盤工学シンポジウム、pp.99-106、2003.11.
- 3)小嶋英治：衝撃載荷試験の波形マッチングに差分法を用いる場合の入力波の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、構造Ⅱ、pp.561-562、2003.09.

*日本設計 構造設計群

**ジオトップ 設計技術本部

*NIHONSEKKEI Inc ,Structural Engineering Division

** GEOTOP Corporation , Design & Engineering Division