

# 1) - 3 再利用形式を考慮した既存杭利用に関する基礎研究

【持続可能】

## Study on Building Foundation by Reusing Existing Piles

(研究開発期間 平成 27~28 年度)

構造研究グループ  
Dept. of Structural Engineering

平出 務  
HIRADE Tsutomu

The purpose of this study are to arrange the example that reused an existing pile foundation in the items such as a use form, design performance, an investigation item etc. and to confirm the applicability of pile integrity test to a precast concrete pile of buried pile construction method and to a cast-in-place concrete bell pile. The use forms of the existing pile foundation were classified in 3 cases. Case1 does not use. Case2 considers only bearing load. Case3 considers bearing and horizontal load. It was confirmed that the pile integrity test of a precast concrete pile of buried pile construction method and a cast-in-place concrete bell pile were an application.

### 【研究開発の目的及び経過】

建物建設に際して、CO2の削減、省エネルギー化、省資源化への取り組みが社会的に求められてきている。既存の建物を解体し新たな建物を建築する際に、既存の基礎を使用することが出来れば、省エネルギー、省資源等の環境面での貢献と共に費用の面でも効果が大きいと考えられる。既存基礎を利用する場合、個々の建物の設計によってその利用形態は、多様な形式があると考えられる。また、基礎を新設する場合と比較して必要な既存基礎の情報が得にくい現状があり、杭基礎を再利用する場合には、杭の損傷の有無とともに、杭長、杭径などを確認する必要がある。本研究では、既存の杭基礎を再利用した事例について、既存杭基礎の利用形態と設計要求性能、必要な調査項目、調査方法等を文献調査により整理するとともに、杭の非破壊試験 (Integrity Test) を、現在一般に使用されている拡大根固め工法により作製された既製コンクリート杭及び場所打ちコンクリート杭に適用し、杭先端部形状が変化している場合への適用性を確認することを目的とする。

### 【研究開発の内容】

- 1) 既存杭利用に関する文献の収集と整理
  - ①既存杭基礎の利用形態、設計要求性能
  - ②既存杭基礎の調査項目、調査方法に関する文献収集と整理
- 2) 杭の非破壊試験 (Integrity Test) の適用性確認
  - ①拡大根固め工法により作製された既製コンクリート杭
  - ②場所打ちコンクリート杭

### 【研究開発の結果】

- 1) 既存杭利用に関する文献の収集と整理
 

既存杭基礎の利用事例、調査例について 61 文献を収集した。既存杭の利用状況と調査状況例を表 1 に示す。

  - ①既存杭基礎の利用形態、設計要求性能
 

利用形態として i)そのままにする (利用しない) ii) 既存杭を再利用 (鉛直のみ) iii) 既存杭を再利用 (鉛直+水平) に大きく分類された。既存杭に鉛直力を負担させる場合は、建物の軽量化やマットスラブによる基礎剛性強化、地盤改良による杭径増大化等が、水平力も負担

表 1 既存杭の利用状況と調査状況例

No.	旧建物規模	既存杭種	新設建物規模	新設建物基礎形式	既存杭利用状況			利用のための調査状況							
					負担	杭仕様、本数等	設計上の配慮	目標性能、要求性能	載荷試験	既存杭IT試験	全長コアボーリング	中性化試験	コンクリート圧縮試験	鉄筋引張り試験	その他
1	SRC(地上11、地下1)(1972年)	場所打ちコンクリート杭	S造(コンクリート充填、地上22、地下1)	既存一部+新設場所打ちコンクリート杭	鉛直力(引抜きは負担しない)、水平力は新設杭で負担	既存φ1400、先端GL-14m 新設φ2300、先端GL-14.5~33.5m		長期・新設杭、既存杭とも長期支持力以内 いんじ地震時: 支持力:圧縮:新設杭、既存杭とも圧縮極限支持力以内 引抜き:新設杭は極限引抜き抵抗力以内、既存杭は負担しない 水平力:新設杭は曲げ、せん断とも終局耐力以内、既存杭は負担しない		13本 全数		3ヶ所	9試料	主筋9試料、 帯筋12試料	
2	RC地上5F(1978年)	場所打ちコンクリート杭	RC地上9F	既存+新設場所打ちコンクリート杭	鉛直力+水平力	既存φ1200~1500、先端GL-24m 新設φ1500~2300、先端GL-24m	既存杭:植頭半剛接合 新設杭:剛接合	長期最大軸力の長期許容支持力に対する比: 新設杭0.88以下、既存杭0.76以下 短期、終局時:曲げ、せん断とも、許容値以下		10本 全数		杭2本、 #3供試体	杭2本、 #3供試体	杭2本、 #3供試体	
3	SRC(地上14、地下1.RF1)(1978年)	場所打ちコンクリート杭	RC(地上14、地下1.RF1-一部S)、規模同等(2007年)	既存+新設場所打ちコンクリート杭	鉛直力+水平力 既存杭の鉛直力強度低減率(0.65)	既存φ1000~2000、支持層GL-20m	独立フーチング基礎をマット基礎に変更	曲げ、せん断とも 使用限界時:長期許容応力度以下 損傷限界時:短期許容応力度以下 安全限界時:終局耐力以下	既存基礎全体のコア圧縮試験、中性化試験を実施	59本全数 新設杭についても実施(23本)	1本、3供試体 X4地点	6本	6本	15供試体 (鉄筋有無の確認)	
4	SRC造(地上7)(1953年)	マルチベスタル杭	旧文部省保存庁舎(2007年)	既存+杭周囲高圧噴射地盤改良	鉛直力+水平力	既存杭823/1262本	既存杭外周を地盤改良、大地震時の水平力と軸力を改良部分で負担	極限支持力に対する長期、短期の安全率は、それぞれ3.0、1.5	載荷試験 3本	2本	1本	3本	3本		

させる場合は、免震化、杭頭接合部の半剛接合化（杭頭曲げモーメントの低減化）等の工夫がなされていた。

目標性能は、使用限界時（長期時）に長期許容応力度以下、地震時については、損傷限界時（短期時）に短期許容応力度以下、安全限界時（終局時）に終局耐力以下とするものであったが、既存杭の鉛直力を低減したもののや既存杭に引き抜き力を負担させないなど、個々の状況に応じた設計がなされている場合も見られた。

## ②既存杭基礎の調査項目、調査方法

調査では、主に i)健全性、ii)耐久性について調査が行われており、i)健全性調査では、目視によるひび割れ調査、非破壊試験（Integrity Test）、ボアソールソナー試験等が実施され、ii)耐久性調査では、場所打ちコンクリート杭でコンクリート強度確認、中性化試験、塩化物イオン含有量試験、鉄筋引張試験等が行われ、杭の形状（杭径、杭長）、ひび割れの有無、杭体の強度等が確認されていた。

場所打ちコンクリート杭でのコンクリート圧縮強度試験では、実測値は設計強度の概ね 1.5~2.0 倍の強度であった。また、中性化深さは最大で 20mm の場合が報告されていた。中性化深さのデータ 13 ケースについてコンクリート圧縮強度と中性化速度係数の関係を検討した。圧縮強度（F）と中性化速度係数（A）の関係を図 1 に示す。ここでは次の条件を仮定した。

- ・圧縮強度は C/W に比例する（セメント水比式）
- ・W/C と中性化速度は比例する（岸谷式）

今回の実測データから

$A = 37.62 / F + 0.460$  の回帰式が得られた。

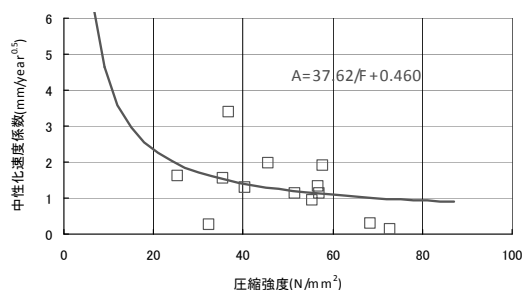


図 1 中性化速度と圧縮強度の関係

## 2) 杭の非破壊試験（Integrity Test）の適用性確認

- ①拡大根固め工法により作製された既製コンクリート杭
  - ②場所打ちコンクリート杭
- について非破壊試験を実施し、適用性の確認を行った。

- ①拡大根固め工法により作製された既製コンクリート杭

図 2 に施工後半年経過した拡大根固め工法により作製された既製コンクリート杭の非破壊試験結果を示す。築造後年数が経過したものや杭長が長いものは、明確な

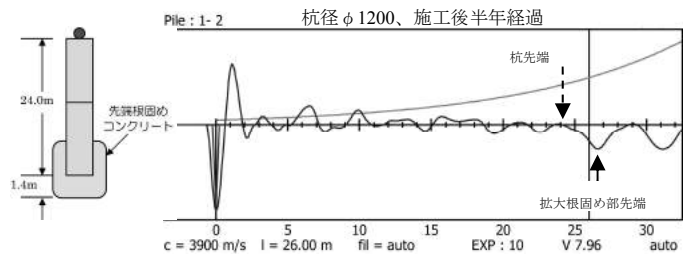


図 2 既製コンクリート杭の非破壊試験結果例（拡大根固め工法）

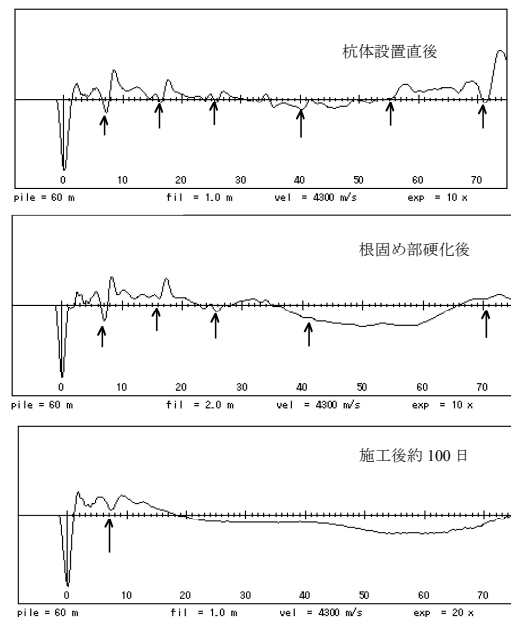


図 3 施工後の非破壊試験波形の変化例

先端反射を見られない場合があり、大きな打撃力を確保する、複数回の打撃により平均化する等、試験実施の際に工夫が必要である。図 3 には、同一杭での施工経過後の非破壊試験波形の変化例を示した。根固め部の注入コンクリートの硬化状況に伴って、測定時期により非破壊試験波形形状が異なることが分かる。

## ②場所打ちコンクリート杭

図 4 に場所打ちコンクリート杭非破壊試験結果を示す。計測波形に杭底形状の影響が見られる。場所打ちコンクリート杭の場合、杭径が大きいため杭頭の打撃位置の違いにより計測波形に違いが見られるため、複数の位置で打撃し、総合的に判断する必要がある。

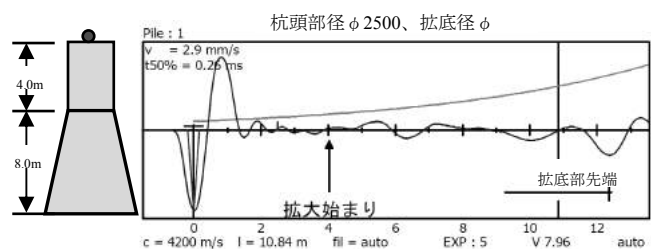


図 4 場所打ちコンクリート杭非破壊試験結果例