

既存鉄筋コンクリート造基礎杭の再利用技術
- その4 健全性の調査・診断技術 -

正会員 阿部秋男 1*
正会員 二木幹夫 2**
正会員 犬飼瑞郎 3**

既存杭 再利用 健全性
調査・診断 非破壊試験

はじめに

既存杭を利用するにあたっては、既存杭の再利用が適切に促進されるように、杭体の健全性や耐久性、支持力などを評価するための技術的な指標となる技術マニュアルを示すことが必要である。ここでは、現在とりまとめを行っている技術マニュアルのうち、杭体の健全性を評価するための調査手法と調査の手順を示す。

1. 調査・診断の手順

既存杭の利用に当たっては、杭の諸元や経歴の確認が前提となる。すなわち、検査済証があることと杭体性能と支持性能が書類で確認できることが前提となる。また、既存杭の利用に当たっては、利用方法に応じた調査や再確認項目などが必要になることもある。

1.1 書類による調査

書類による調査では、既存杭の利用の可能性を検討する。この調査における既存杭の具体的な検討確認項目は次のようなものが考えられる。：検査済証、建設年代、杭配置（水平位置、標高）、杭径・長さ、配筋・かぶり厚さ、材料強度（鉄筋・コンクリート）支持地盤、支持力、杭の種類

1.2 現地における健全性の調査

既存杭の現地での健全性の調査確認項目としては、杭径・長さ、配筋・かぶり厚さ、損傷の有無、断面欠損の有無などである。

2. 現地調査の方法・数量の決定

杭の健全性調査の方法として適用できる可能性のある方法およびその概要を表-1に示す。

表-1 杭の検査方法

手法名	杭頭部分の目視観察	杭の健全性試験	ポアホールカメラ	超音波計測	傾斜測定	AE測定
概要	杭頭部分を露出させ直接観察する	弾性波の反射性状を利用して、杭長さや損傷の有無を推定する	ビデオカメラを用いて杭の状態を観察する	超音波により、杭コンクリートの状態や欠損を推定する	杭の中空部分を利用して杭の傾斜や曲がりを検出する	杭近傍にAEセンサーを設置して、杭の損傷箇所を推定
対象深度	地表面付近	60m程度	60m程度	60m程度	50m程度	50m程度
要する時間	10分	10分	1日	1日	1日	2日
確認できる項目	配置、杭頭の標高、傾斜、コンクリート・鉄筋の状態	杭の健全性、損傷位置	杭の健全性、損傷位置	杭コンクリートの健全性、断面欠損	杭の傾斜、曲がり	杭の健全性、損傷位置
適用できる杭種	埋込み杭 場所打ち杭	埋込み杭 場所打ち杭	埋込み杭 場所打ち杭	場所打ち杭	埋込み杭	埋込み杭 場所打ち杭

2.1 調査方法の選定

表-1 に示した検査方法のうち杭の状態を最も直接的に確

認できるものは、目視による調査である。また、杭体の健全性を比較的簡易に短時間で推定できる方法として、杭の健全性試験（以下、インテグリティ試験と表示）がある。

杭の調査方法としてこれらの2つの方法を現場での一次調査として実施することが適切である。この二つの方法により、重要な項目のほとんどについて、ある程度評価することが可能である。これらの方法は全数調査が可能であるので、利用する予定のすべての杭について調査を行うことを原則とした。

2.3 調査の時期

既存杭の再利用のための検査は、上部構造を撤去後に行うことが最も簡単であるが、杭頭部を掘削すれば、上部構造が存在していても調査が可能である。

3. 一次調査・二次調査の方法

表-1 に示した測定手法のうち、一次調査で適用する目視観察、インテグリティ試験以外のものを適用する場合には、杭の中空部分を洗浄するか、測定孔を設ける必要がある。埋込み杭については、杭の中空部分を洗浄する。場所打ち杭については、コアリングを実施して測定孔を確保する。

3.1 目視による検査

杭頭を露出させて直接観察して、杭の配置や杭頭部の標高、状態を直接確認する。目視による検査は杭の頭部付近に限定されるが、定量的な検査を心がけることにより、必要な検査項目の多くについて評価が可能である。

3.2 インテグリティ試験

図-1 に試験の概要を示す。ハンドハンマーの打撃により発生した弾性波は、杭先端で反射する。この反射波の到達時刻から、杭長を推定する。杭に断面欠損やクラックなどの異常箇所があれば、その部分からも弾性波が反射することから、異常箇所を検出することができる。



写真-1 測定装置の例

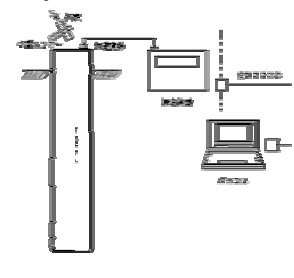


図-1 試験方法の概要

3.3 ボアホールカメラを用いた杭体の観察

ボアホールカメラを用いた観察方法は、杭体を掘削機で削孔し、CCD (Charge Coupled Device) カメラ等を孔内に挿入して杭体の出来具合およびクラックなどの損傷状況を観察する方法である。BIP システムと呼ばれる方式の測定原理を図-2 に示す。

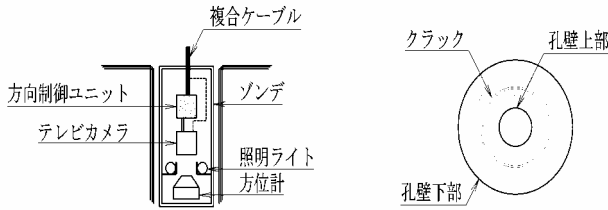


図-2 BIP システム

3.4 超音波を用いた調査

測定孔の中に超音波の発振器および受振器を挿入して超音波速度を測定し、杭コンクリートの品質や断面欠損の有無を評価する検査方法である。測定波形例を図-3 に示す。

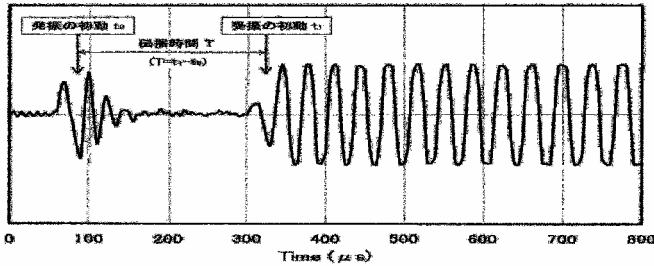


図-3 測定波形例

3.5 杭の傾斜測定

傾斜計を埋め込み杭の中空部分に挿入すれば、杭の建て込み精度を検証でき、傾斜角の総和から杭に曲がりがあるかどうかを検証することもできる。また、傾斜の不連続箇所を検出することで損傷箇所を検出できる可能性もある。



写真-2 測定状況

3.6 AE 測定による検査

AE (アコースティックエミッション；音響放射) を利用して杭の健全性を検査する方法が実用化されている。この方法は杭の損傷箇所から放射される AE を観測して損傷箇所を特定する検査方法である。この方法の利点は、杭頭を露出させなくても調査が可能である点にある。

図-4 に AE 測定による健全性検査の概念を示す。

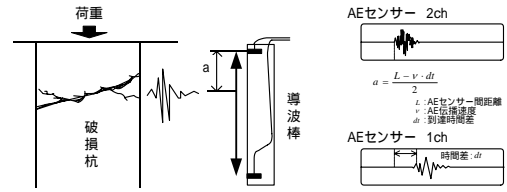


図-4 AE 測定による健全性調査の概念

3.7 その他の調査方法

以上に述べたほかに、杭の検査方法として使われているものとしては、ボアホールソナー、ボアホールレーダーなどの方法がある。

4. 既存杭再利用の際の調査フロー

既存杭の再利用の際の調査・評価のフローの例を図-5 に示す。試料調査、現場での一次調査で杭の健全性が確認できれば二次調査は大幅に数量を減らしても杭の健全性を担保できるものと考えられる。

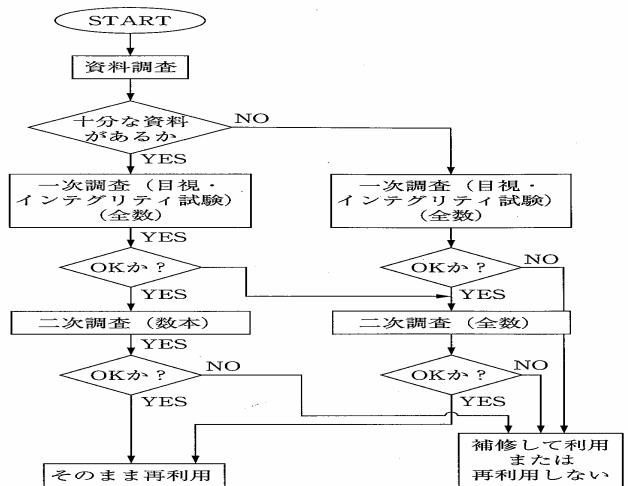


図-5 既存杭再利用の調査フロー

【参考文献】

- 1) 加倉井正昭、山下清：杭基礎設計の最近の動向 杭の性能評価技術の最近の動向、「建築技術」1994年3月号
- 2) 阿部秋男・田村昌仁：基礎の被害調査方法、「建築技術」1995年9月号 pp.63-67
- 3) 阿部秋男：杭の健全性の評価、「基礎工」Vol.24, 11 1996年11月 pp.22-29
- 4) 石井清、稲田裕、杉村義広：炭素繊維束センサの開発と性能評価、杭の健全性モニタリング手法の開発(その1)日本建築学会構造系論文集、第557号、pp.129-136、2002.7
- 5) (社) 建築業協会 地盤基礎専門部会(2003):「既存杭利用の手引き」

1* 東京ソイルリサーチ 博(工)

2** ベターリビング 工博

3** 国土技術政策総合研究所 工修

1* Tokyo Soil Research Co.,

2** Better Living

3** NILIM