

既設場所打ち杭のせん断耐力評価の合理化に関する検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○西谷 朋晃 長谷 俊彦
NEXCO 西日本コンサルタンツ (株) 正会員 李 首一 中谷 隆生

1. 目的

昭和 55 年以前の古い基準で設計された杭基礎は、レベル 2 地震動に対する設計が行われておらず、現行基準に基づき耐震性能を評価すると、その多くが照査を満足しないことが予想される。一方、過去の地震における杭基礎の被害は限定的であり、杭基礎の損傷に起因する落橋等の甚大な被害は生じていないものの、熊本地震では一部の橋梁で杭基礎の重篤な損傷が確認されている。そのため、耐震性能が不足する既設杭基礎を抽出し、既設杭基礎の保有耐力を適切に評価することが実務上の課題である。以上より、本研究では既設杭基礎に関する実態調査を行い、合理的な耐震性能評価方法について検討を行った。

2. 既設杭基礎の実態調査

2.1 調査の目的と対象

現在、NEXCO3 会社で実施している耐震補強設計業務で照査を満足しない杭基礎形式や照査項目について実態把握を行うことを目的に、照査結果の整理を行い、その傾向分析を実施した。なお、本調査は、2019 年 4 月時点で照査が完了した杭基礎（898 基：下部工単位）を対象としている。

2.2 杭基礎形式

図-1 に、調査対象における杭基礎形式の割合を示す。杭基礎形式は、場所打ち杭の占める割合が 78 %と最も多く、次いで鋼管杭が 11 %、既製杭が 5 %である。以降の検討では、対象数が最も多い場所打ち杭を対象とする。

2.3 照査結果の傾向分析

図-2 に、場所打ち杭の曲げ及びせん断照査結果を示す。曲げ照査を満足しない杭は全体の 1 %に留まる一方で、せん断照査を満足しない杭は全体の 27 %を占める結果であった。これは、曲げに関する性能照査については NEXCO 設計要領¹⁾に準拠し、新設橋と比較して限界状態の水準を緩和しているが、せん断に関しては新設橋と同水準の限界状態に対する照査を行っているためと考えられる。また、図-3 に、せん断照査を満足しない杭のせん断耐力に対する作用せん断力の超過率を示す。せん断照査を満足しない杭の 87 %が、せん断耐力に対して 150 %未満の超過率となっている。

3. 既設場所打ち杭の実材料強度の評価

3.1 検討目的と対象

本章では、建設時の工事記録情報の調査・分析を行い、実材料強度の評価方法について検討した。検討対象とした杭種は、工事記録情報の蓄積が豊富な場所打ち杭を対象とし、評価材料もコンクリートに限定した。

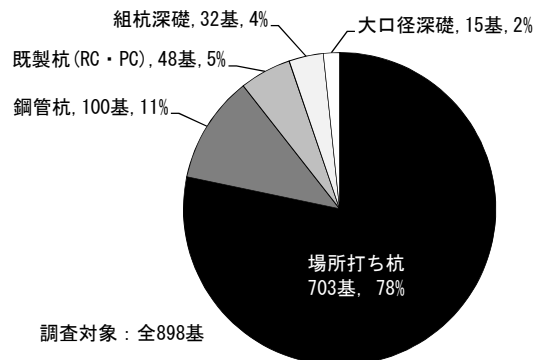


図-1 調査対象の杭基礎形式

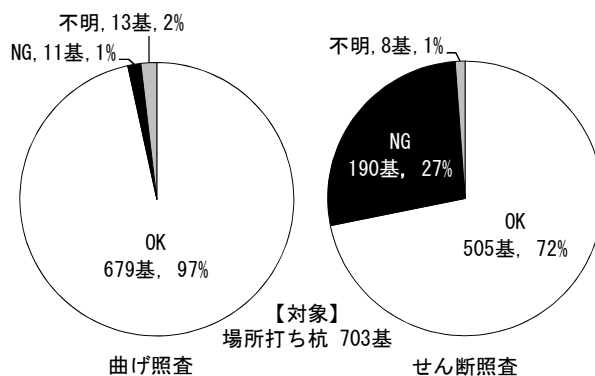


図-2 場所打ち杭の曲げ・せん断照査結果

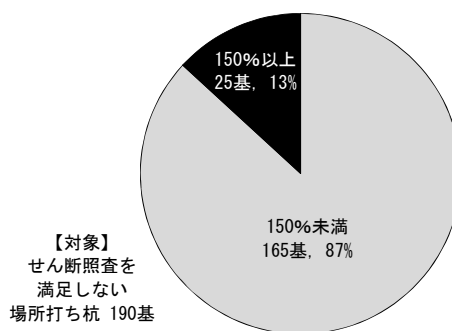


図-3 場所打ち杭のせん断耐力に対する超過率

キーワード 既設杭基礎、場所打ち杭、耐震性能、せん断耐力、実材料強度

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL:042-791-1943

3.2 材料強度の調査

場所打ち杭のコンクリートの品質管理試験の一つに、コアボーリングによる圧縮強度試験が定められている。基準材齢（概ね 28 日）における材料強度の調査は、建設時の工事記録情報からこれらの圧縮強度試験の結果を整理した。調査した工事記録情報は、全国の高速道路橋の場所打ち杭を対象とし、収集した工事記録は 76 件（工事件数もしくは橋梁数単位）、建設年次も昭和 41 年～平成 19 年と多岐にわたる。図-4 に、基準材齢における材料強度を示す。設計基準強度 24 N/mm²（呼び強度 30 N/mm²）に対して、平均で 38.3 N/mm² の強度を有することが確認された。一方、実際にはこれらの場所打ち杭は建設後数十年経過しており、強度増進が期待されることから、有効材齢（評価時点の材齢）における材料強度を推定²⁾した。なお、有効材齢の算出にあたり、対象が供される環境温度とその期間の情報が必要であるが、対象が土中構造物であることから、「建設時から現在まで 20℃一定環境で供用された」と仮定した。図-4 に、有効材齢における材料強度を示す。設計基準強度 24 N/mm²（呼び強度 30 N/mm²）に対して、平均で 45.7 N/mm² の強度を有すると推定される。

3.3 有効材齢における設計圧縮強度の推定

3.2 で推定した有効材齢における材料強度は、構造物より採取した供試体による試験値の平均であり、試験値のばらつきや採取データの不足・偏り等の各種不確実性が含まれる。

そのため、これらの不確実性を考慮して式 (1) により設計圧縮強度を定める³⁾。ここで、材料係数 γ_m は主にコア採取本数や採取位置が限定されることによるデータの不足や偏りを考慮して定められている³⁾が、本調査では、全国の高速道路橋からデータを収集しており、平均値を算出する際のコア供試体の圧縮強度試験データは 1,000 体を超える。また、コア供試体はいずれも実構造物本体から採取しており、これらのデータから構造物の性能評価を十分に行い得ると考えられる。

したがって、本検討では材料係数 $\gamma_m=1.0$ として評価を行う。以上より、場所打ち杭の有効材齢における設計圧縮強度 f_d は、 $f_d=40$ N/mm² と推定される。図-5 に、本章で検討した有効材齢における設計圧縮強度 f_d の推定方法を示す。

4. 既設場所打ち杭のせん断耐力の再評価

2.3 でせん断照査を満足しない既設場所打ち杭に対して、コンクリートの設計圧縮強度を 40 N/mm² としてせん断耐力の再評価を実施した結果を図-6 に示す。再評価により、37%で照査を満足する結果となり、せん断照査を満足しない杭の対象数を大きく低減できることが確認された。以上より、既設構造物の実材料強度を適切に考慮することで、合理的なせん断耐力評価を行い得ることが示された。

参考文献

- 1) 東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領 第二集 橋梁保全編，令和元年 7 月
- 2) （公社）土木学会：2017 年制定 コンクリート標準示方書【設計編】
- 3) （公社）土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針コンクリートライブラリー101

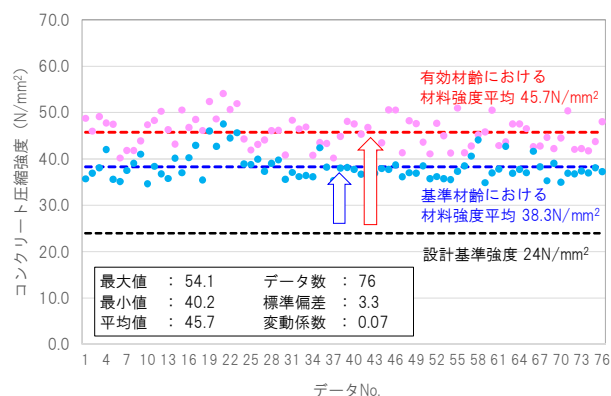


図-4 基準材齢及び有効材齢における材料強度

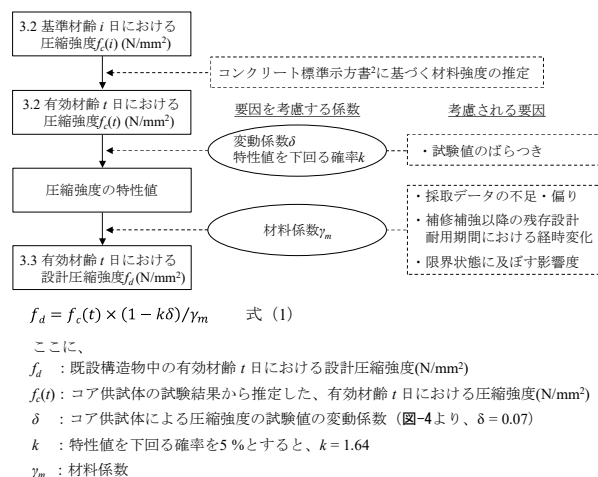


図-5 有効材齢における設計圧縮強度の推定方法

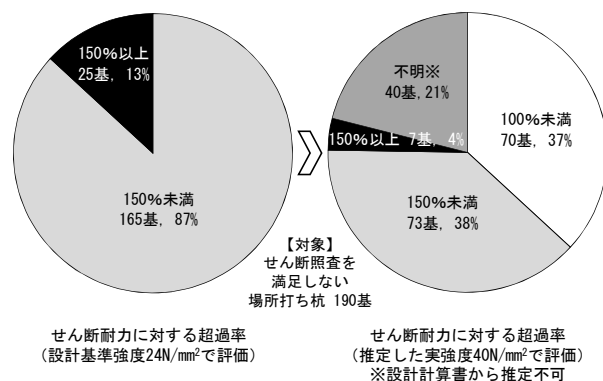


図-6 既設場所打ち杭のせん断照査の再評価