

高齢橋における木杭の健全性に関する考察

大阪市建設局 小松 靖朋, 柚本 真介
(株)建設技術研究所 正会員 塚田 祥久

大阪市立大学

パシフィックコンサルタンツ(株)

正会員 山口 隆司

正会員 田中 新也

1. はじめに

大阪市では、戦前に建設された橋梁において、基礎に木杭を用いた橋梁が多数存在しており、架替要否検討に伴うライフサイクルコストの比較に大きな影響を与える基礎の耐震補強の要否が重要な判断要素となる。

しかしながら、現行の道路橋示方書では、木杭基礎の照査法は改訂されていない。大阪市では、戦前に建設された橋梁の木杭基礎の耐震性の照査が必要と考えている。

木杭基礎の耐震安全性を照査する前提として、現在の地中にある木杭の健全性を把握する必要がある。

本稿では、本市撤去橋梁の基礎に使用されていた実木杭を用いた材料試験の結果をもとに、木杭基礎の健全性について考察する。

2. 木杭の調査・研究事例収集

木杭の材料特性を把握するため、各機関で行われた既往の木杭調査・研究事例^{1)~5)}を収集した。

これらによると、長期間使用された木杭であっても、河床面下の地盤中に存在していた部分は腐朽せずに健全であることが確認されている²⁾⁶⁾。また、1948年の福井地震²⁾や、1964年の新潟地震⁶⁾さらに、本市の橋梁では、1995年の兵庫県南部地震においても傾斜や沈下、落橋等の大きな問題が生じていないことから、木杭基礎の耐震性は決して低いものでないと考えられる。

3. 木杭の材料試験

橋梁基礎として長期間使用されてきた木杭が健全であることを確認するために、撤去時に掘り出された木杭を用いて材料試験を行った。

材料試験には、建設後約75年経過した千鳥橋(昭和10年竣工)および建設後約80年経過した大黒橋(昭和5年竣工)の木杭基礎を用いた。

材料試験は、小型供試体を用いた縦圧縮試験と、実木杭(丸太)を用いた曲げ試験を行った。

試験状況を写真-1に示す。



(a) 縦圧縮試験

(小型供試体)

(b) 曲げ試験

(実木杭)

写真-1 試験状況

3.1 縦圧縮試験

縦圧縮試験は、万能試験機を用いて実施した。平均載荷速度はJISに従い毎分9.80N/mm²以下とした。

試験結果を既往文献¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾のデータと合わせて、図-1に示す。平均値と標準偏差はそれぞれ、22.80 N/mm²、6.99 N/mm²となった。

文献5)の圧縮強度にはかなりのばらつきがあるが、それ以外では橋梁毎にまとまった値となっている。

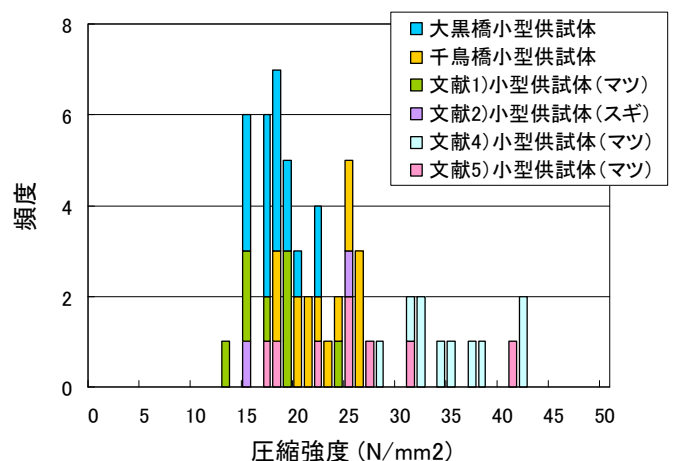


図-1 縦圧縮試験結果

千鳥橋、大黒橋のいずれの供試体も、建築学会で示されている木材の設計用基準材料強度(17.7~22.2N/mm²)⁷⁾と同等の強度を保持している。

キーワード 架替検討 耐震安全性 耐震補強 木杭基礎 曲げ強度

連絡先 〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16 大阪府咲洲庁舎 TEL 06-6615-6819

3.2 曲げ載荷試験

曲げ載荷試験は、図-2 に示すように、単調漸増載荷により曲げ荷重を裁荷し、供試体が破壊するまで載荷した。

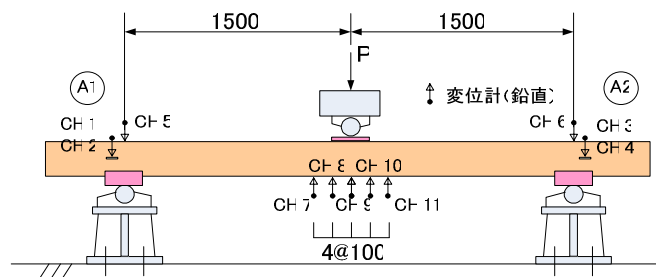


図-2 試験概要図 (曲げ載荷試験)

試験結果を既往文献³⁾⁴⁾のデータと合わせて図-3 に示す。

ここで、曲げ強度は次式により算出した。

$$\sigma_b = \frac{P_m \cdot \ell}{4Z}$$

ここに、

σ_b : 曲げ強度 (N/mm²)

P_m : 最大荷重 (N)

ℓ : 支点間距離 (mm) = 3,000 (mm)

Z : 断面係数 $Z = \frac{\pi d^3}{32}$ (mm³)

d : 木杭直径 (mm)

平均値と標準偏差はそれぞれ、35.57N/mm²、5.71N/mm² となった。千鳥橋、大黒橋の結果は、正規分布において標準偏差 (σ) の範囲内($\pm 1\sigma$)の結果であった。

千鳥橋、大黒橋のいずれの供試体も、建築学会で示されている木材の設計用基準材料強度 (22.2~28.2N/mm²)⁷⁾ に対して同等の強度を保持している。

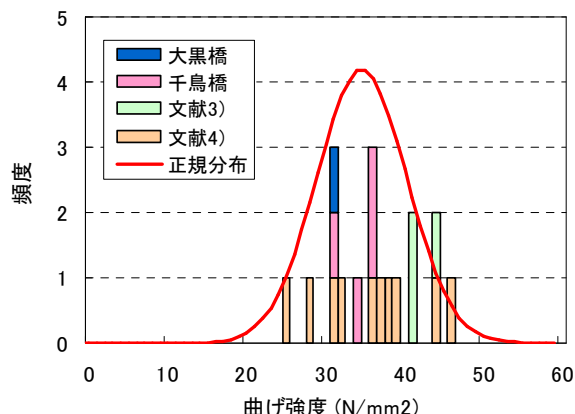


図-3 曲げ試験結果

4. まとめ

(1)千鳥橋、大黒橋から採取した木杭の目視観察および強度試験の結果では、他都市の事例と同様、建設後長期間使用した木杭であっても、健全であると考えられる。

(2)小型供試体の縦圧縮強度試験を行った結果、既往文献と千鳥橋および大黒橋を含めた平均値と標準偏差はそれぞれ、22.8 N/mm²、6.99 N/mm²となり、十分な強度を保持している。

(3)実木杭を用いた曲げ載荷試験を行った結果、既往文献と千鳥橋および大黒橋を含めた平均値と標準偏差はそれぞれ、35.6N/mm²、5.71N/mm²となり十分な強度を保持している。

(4)本検討で、施工後数十年経過した木杭でもその強度は十分保持されていることが判明した。

今後は、これらのデータをもとに地盤・杭一系の分析等に努めていく。

5. 謝辞

本検討の実施にあたり、大阪市橋梁保全更新計画検討会(委員長:渡邊英一 京都大学名誉教授, 委員:古田均 関西大学教授, 田中みさ子 大阪産業大学准教授)の方々には、大変貴重なご意見、ご指導を賜りました。ここに厚く感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) (財)道路保全技術センター: 木杭基礎の木杭調査・試験報告書, 2005.3
- 2) 福井県: 雪対策・建設技術研究所, 足羽川における木杭基礎の掘出し調査(2), 2009.8
- 3) 建研 静大農: 60年経過した土木用基礎木杭の調査(I), 第35回 日本木材学会退会研究発表要旨集, 1985
- 4) 徳島県立農林水産センター: 樋門基礎杭として80年以上経過したマツ材の性能, 2003.3
- 5) 大阪市: 春日出橋架替工事-11 (木杭載荷試験) 報告書, 2004.3
- 6) (財)福井県建設技術公社: 脱地球温暖化社会へ向けた建設工事への木材利用に関する調査・研究, 2008.3
- 7) 日本建築学会: 建築学会 木質構造設計基準, 2002