

施工後 100 年以上経過した木杭の健全性評価

東日本旅客鉄道 正会員 ○水野 弘二
 正会員 藤原 寅士良
 正会員 野本 将太
 兼松サステック 正会員 水谷 羊介

1. はじめに

木杭が腐朽するには、水、空気（酸素）、温度の3つの条件を満足する必要があるとされており、その内一つでもかけると腐朽せず、高い耐久性を発揮するものとされている。過去に行われた木杭の耐久性評価は、施工後数年あるいは数十年経過した木杭に対して行ったものが多く、百年単位での耐久性について定量的に評価した事例は少ない。百年単位での木杭の耐久性を評価することで、今もなお現存しこれからも共用していく木杭の健全性を確認するための指標に成り得る。そこで本稿では100年以上前に施工された木杭に対して、ピロディン試験や縦圧縮試験（木材の繊維方向の圧縮試験）を行い木杭の健全性を評価した。

2. 評価対象とした木杭の諸元と目視調査結果

評価を行う木杭は、東京駅のレンガアーチ高架橋に使用されていた木杭とした。東京駅のレンガアーチ高架橋の開業時期は1910年¹⁾であり、本調査における木杭の採取は2017年である。よって評価を行う木杭は施工後107年以上経過しているものと推定される。

表-1に採取した木杭の形状を、図-1, 2に木杭（杭No.1, 杭No.6）の全景写真及び形状図を、図-3に木杭と近隣の地質調査結果との位置関係を示す。採取した木杭は杭長3.1~4.2m、杭径（末口径）は220~287mmであった。木杭の形状測定後に杭頭部、杭中間部、杭先端部に3分割し試験を行った。木杭周辺の地質は、地表面から埋土層、シルト層、細砂層である。地下水位は杭先端より低い位置にあり、木杭採取時にも確認されなかった。また、樹種鑑定を行った結果、採取した木杭はマツ科、マツ属と推定された（（独）森林総合研究所による鑑定）。

図-1, 2に示すように、採取した木杭は杭頭部付近で腐朽しており、断面欠損や表面の軟化が見られた。腐朽の範囲は木杭によって異なるものの、採取したすべての木杭で、杭頭部付近に腐朽が見られた。しかし、杭頭部以深においては、目視調査では何れの木杭も健全な状態であった。

3. 健全性評価試験の概要

3.1 ピロディン試験

図-4にピロディン試験の概要を示す。ピロディン試験は、一定のエネルギーで鋼製ピンを打込み、貫入量を測定するものである。使用したピロディン試験器はピン

表-1 採取した木杭一覧

杭番号	末口径 (mm)	元口径 (mm)	杭長 (mm)	実施した試験
No.1	280	277	3120	ピロディン試験
No.2	270	274	3470	
No.3	248	253	3080	
No.4	287	310	4170	
No.5	272	240	3580	
No.6	220	310	3990	縦圧縮試験



b) 想定原寸と採取時の形状

図-1 杭 No. 1 の全景と形状図



b) 想定原寸と採取時の形状

図-2 杭 No. 6 の全景と形状図

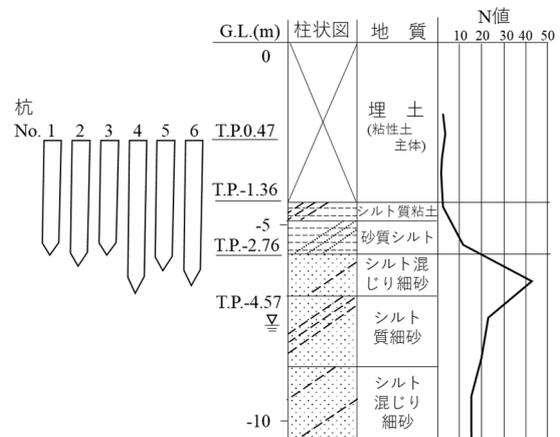


図-3 木杭の位置と近傍の地質調査結果

キーワード 木杭, 腐朽, ピロディン試験, 縦圧縮試験

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 東日本旅客鉄道(株) 上信越工事事務所 TEL027-324-9369

の直径 2.5mm, 打ち込みエネルギーは 6J, 最大貫入量は 40mm である. 試験は杭 No.1~5 の木杭を用いて, 杭頭部, 杭中間部, 杭先端部の位置において行った. 試験は木杭の表面から中心へ向かう方向に行った. 杭周面方向の試験数は, 木杭中心から外周方向へ 90°毎に 4 点行い, 試験結果を平均して求めた.

3.2 縦圧縮試験

試験は杭 No.6 の木杭を用いて, JIS Z2101 木材の試験方法に準じて実施した. 試験体は 1 辺 20mm の立方体に切り出して採取した. 試験体の採取位置は, 杭頭部 (杭頭部から 1.5m), 杭中間部 (杭頭部から 2.1m), 杭先端部 (杭頭部から 2.8m) とし, それぞれの位置において辺材から 8 個, 心材から 9 個の試験体を採取した. なお, 試験は水中養生し湿潤状態にした木杭 (試験時の含水率 102~191%) と, 気乾状態にした木杭 (試験時の含水率 7~25%) を用いて行った.

4. 試験結果

4.1 ピロディン試験

図-5 にピロディン試験結果を示す. 図には杭 No.1~5 の杭頭部, 杭中間部, 杭先端部の試験結果を平均した結果を併せて示す. 試験の結果, 杭頭部の貫入量は 28~40mm (平均 39mm), 杭中間部の貫入量は 26~37mm (平均 31mm), 杭先端部の貫入量は 30~40mm (平均 35mm) であった.

目視調査により腐朽が見られた杭頭部付近の貫入量が最も大きくなる結果となった. また, 何れの試験位置においても劣化の目安とされている 30mm を超える貫入量²⁾が確認された.

4.2 縦圧縮試験

図-6 に縦圧縮試験結果を示す. 図中には, 建築基礎構造設計基準 1974 年版³⁾におけるあかまつ, くろまつ, からまつの許容応力度と, 湿潤状態における許容応力度を併せて示す. 試験の結果, 試験位置別でみると, 湿潤状態では, 平均縦圧縮強度に大きな差は見られなかった. 気乾状態では, 杭頭から 2.1m の位置の縦圧縮強度が, 若干大きい値であった. また, 辺材と心材の圧縮強度を比較すると, 心材の圧縮強度の方が高い結果となった.

ピロディン試験では劣化の目安を超える貫入量が確認されたが, 湿潤状態, 気乾状態ともに, すべての位置, 部位で許容応力度を上回る縦圧縮強度が得られ, 木杭の健全性が確認された. 一般に建築用材では, 辺材は心材より成熟材の占める割合が高くなる可能性があるため, 辺材の方が強度は高い傾向にある. しかし, 今回の試験では心材の強度の方が高い結果となった. ピロディン試験でも劣化の目安を超える貫入量が確認されており, 許容応力度を下回る極端な強度低下ではないものの, 辺材の強度は低下しているものと考えられる.

5. まとめ

本稿では施工後 100 年以上経過した木杭について, 目視調査やピロディン試験, 縦圧縮試験を行い, 健全性の評価を行った. その結果, 採取した木杭の杭頭付近には腐朽が確認された. 一方, 杭頭付近で深の木杭は, 許容応力度より高い縦圧縮強度が確認され, 健全な状態であったことが確認された.

参考文献

- 1) 鉄道院東京改良事務所: 東京市街高架鉄道建築概要, 1914.
- 2) (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) 日本建築学会: 建築基礎構造設計基準・同解説, 1974.

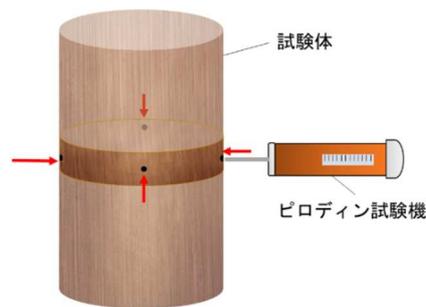


図-4 ピロディン試験の概要

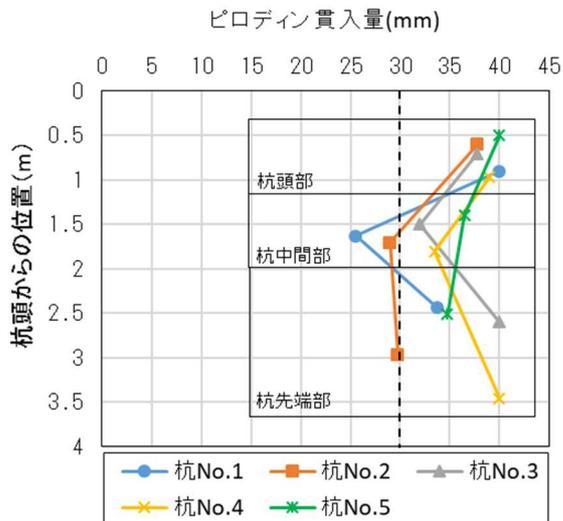


図-5 ピロディン試験結果

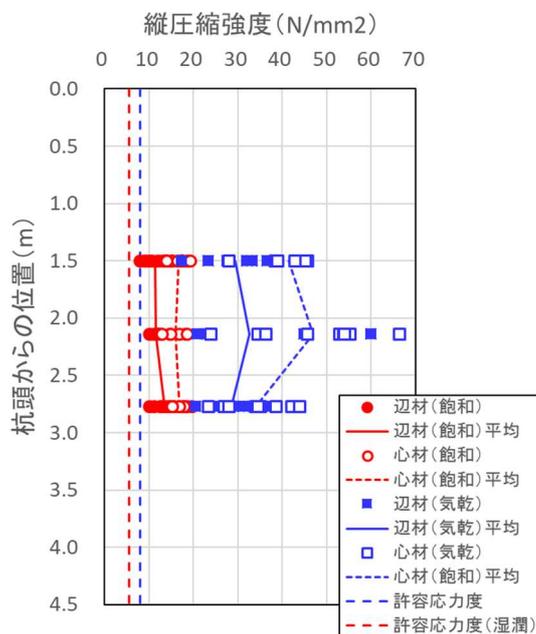


図-6 縦圧縮試験結果