

足羽川から掘り出されたスギ丸太の実大曲げ試験による健全性評価

Evaluation of Timber Piles made from cedar logs found in Asuwagawa River using the full bend test.

久保 光・野村 崇*・吉田 雅穂**・沼田 淳紀***・本山 寛***

要旨

59 年間、河川水位以下の地中に存在した杭丸太（スギ）の健全性を縦振動法によるヤング係数および実大曲げ試験を用いて評価した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 縦振動ヤング係数区分では、Ef70 に区分され、新しい丸太の区分と比べても 1 ランク低下する程度であった。
- (2) 実大曲げ試験の結果、許容応力度に比べ、約 5 倍の値を示していることがわかった。また、曲げ - たわみ曲線から、最大荷重は、最も荷重の小さい Aswkd04 においても 135kN あることがわかった。また、その時のたわみ量は 17.8mm であった。

以上の結果から、足羽川から掘出された杭丸太は、杭基礎としての機能を現在もなお十分満足し、健全性を有していることがわかった。

キーワード：杭丸太、腐朽、木材

1. 緒言

木杭基礎は古くから用いられてきたが、木材資源利用合理化方策（1955 年閣議決定）や腐朽に対する不安感などからあまり使用されなくなってきた。しかし、杭丸太を基礎として用いることは、木材として長期的に地中に固定できる地球温暖化防止対策としては極めて有効である。このような杭丸太基礎の利用が促進されれば、木材需要の拡大および間伐材の有効利用が促進され、地球温暖化防止や森林の防災機能の向上、林野事業の活性化にも繋がる。足羽川で掘り出された旧木田橋橋脚基礎、旧幸橋橋脚基礎、旧水越橋橋脚などの杭丸太を調査した結果、地下水位変動域以深であれば樹種に関係なく、腐朽は進行せず、健全であることが分かった¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

本研究は、福井県激特工事事務所における木田橋周辺の足羽川浚渫工事で杭丸太（スギ）が掘り出されたので、縦振動法によるヤング係数および実大曲げ試験を行い、健全性を評価したものである。

び縦振動法によるヤング係数を測定した。試験は、（社）日本農林規格協会の針葉樹の素材規格（縦振動ヤング係数区分）に従った。

実大曲げ試験は、AswKd02～04 を用いた。曲げ試験は、スパン 2,400mm の中央集中荷重方式で実大材用強度試験機（WU-1000・TK21 型 東京衡機製造所製）を用いた。写真-2 は、実大曲げ試験状況を示す。試験は、財団法人 日本住宅・木材技術センターの建築用木材性能評価事業報告書⁵⁾に従った。



写真-1 掘り出し前の杭丸太状況

2. 試験概要

2. 1 供試材料および試験方法

写真-1 は、掘り出し前の杭丸太状況を示す。表-1 は、掘り出された杭丸太の諸元を示す。縦振動法によるヤング係数測定は、AswKd01～06 を用いた。試験に供した杭丸太は、試験前に中央直径、密度およ

2. 2 試験結果および考察

表-2 は、縦振動によるヤング係数を示す。平均値は、6.7kN/mm²であった。表-3 は、縦振動ヤング係数区分を示す。今回の試験結果は、この区分によると Ef70 に区分される。比較対象として、福井県敦賀市の実証実験に用いた福井県産の新材スギ丸太（長さ 3m、末口 15cm）は、160 本の内 96%が Ef70 等級以上であった（42%が Ef70 等級、43%が Ef90 等級）。この

*福井県総合グリーンセンター

**福井工業高等専門学校

***飛島建設株式会社

ことから、掘り出された杭丸太の縦振動ヤング係数区分も当初は、仮にEf90等級であったとすると、59年間、河川水位以下の地中に存在することで1ランクしか低下しなかったと言える。

表-4は、曲げヤング係数および曲げ試験結果を示す。杭丸太の含水率の平均値は19.9%であった。曲げ強度の平均値は25.9N/mm²、曲げヤング係数の平均値は5.4kN/mm²であった。新材杭丸太(含水率:約16.6%)の試験結果⁶⁾では、曲げ強度の平均値は43.6N/mm²、曲げヤング係数の平均値は7.4kN/mm²とあり、曲げ試験の結果、杭丸太は新材杭丸太に対して曲げ強度は59%、曲げヤング係数は73%となった。また、ヤング係数の割に強度が若干小さくなる結果となっている。曲げ試験において破断された杭丸太の状況を目視で観察したところ、心材および辺材部

分すべてにおいて腐朽は確認されなかった。ところで、木杭の許容曲げ応力度は、道路橋下部構造設計指針くい基礎の設計篇1964版(日本道路協会発行)によれば5.4N/mm²であるので機能的に十分な強度を持っていたと言える。

図-1は、曲げ試験における曲げ-たわみ曲線を示す。比例限度が曲げ強さに占める割合は、平均値、最小値で0.46、最大値で0.47であり、通常言われている2/3より小さい値となった(図中は、Aswkd03の比例限度を示す)。最大荷重は、最も荷重の小さいAswkd04において135kNであった。また、その時のたわみ量は17.8mmであり、コンクリート杭や鋼管杭に比べて靱性に優れていると考えられる。このような性質は、地震時に地盤に生じる大きなせん断変形に対して追従できる靱性を有している可能性がある。

表-1 杭丸太の諸元

項 目		内 容							
採取位置		木田橋下流							
杭丸太No.		AswKd00	AswKd01	AswKd02	AswKd03	AswKd04	AswKd05	AswKd06	AswKd07
用途(構造物名称)		橋脚基礎(旧銭とり橋)							
施工時期		1949(昭和24)年							
調査(採取時期)		2006年	2008年						
設置期間		57年	59年						
樹齢(年)*		43	28	35	29	30	41	31	43
樹種鑑定		スギ科スギ属							
丸太寸法	全長(m)	3.50	3.30	3.70	4.00	4.20	4.10	4.70	3.60
	地中部(m)**	2.40	2.40	2.60	2.70	4.20	3.70	3.30	2.10
	末口直径(m)	0.30	0.30	0.32	0.32	0.30	0.31	0.30	0.26
	元口直径(m)	測定不能(欠損)	0.28	0.27	0.28	0.34	0.32	0.28	0.23
地盤との関係		粘性土および砂質シルト層							
地下水位の位置		杭頭より上に河川水位							
水の種別		淡水							
その他		先端に金属製キャップが付属しているものあり							

*: 複数の計測結果の平均値, **: 地中部の長さは土砂付着状況や流水による浸食痕などにより推定

表-2 縦振動によるヤング係数(3本)

	中央直径 (mm)	密度 (kg/m ³)	Efr (kN/mm ²)
平均	324	694	6.7
最大	333	807	7.1
最小	315	546	6.4

記号: Efr:縦振動によるヤング係数

表-3 縦振動ヤング係数区分

区分	縦振動ヤング係数(kN/mm ²)
Ef 50	3.9以上 5.9未満
Ef 70	5.9以上 7.8未満
Ef 90	7.8以上 9.8未満
Ef 110	9.8以上11.8未満
Ef 130	11.8以上13.7未満
Ef 150	13.7以上

表-4 曲げヤング係数および曲げ強度(3本)

	含水率 (%)	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)
平均	19.9	5.4	25.9
最大	22.2	5.9	30.5
最小	18.3	4.8	22.5

記号: MOE:曲げヤング係数、MOR:曲げ強度

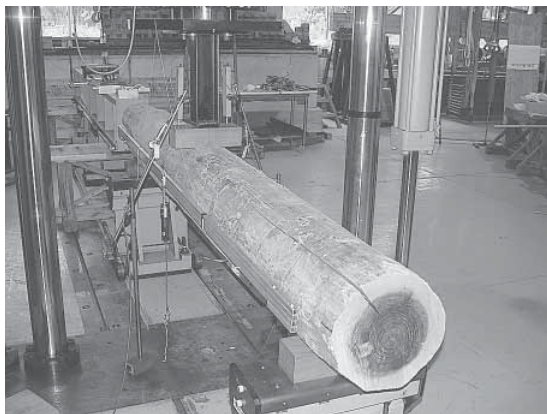


写真-2 実大曲げ試験状況

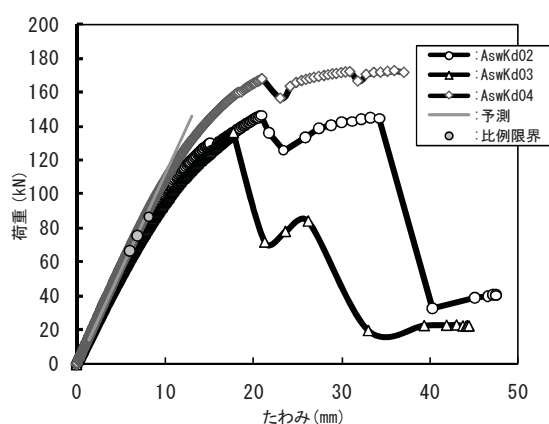


図-1 曲げ-たわみ曲線(3本)

3. 結言

59年間、河川水位以下の地中に存在した杭丸太(スギ)の健全性を縦振動法によるヤング係数および実大曲げ試験を用いて評価した結果、以下の知見が得られた。

(1)縦振動ヤング係数区分では、Ef70 に区分され、新しい丸太の区分と比べても1ランク低下する程度であった。

(2)実大曲げ試験の結果、許容応力度に比べ、約5倍の値を示していることがわかった。また、曲げ-たわみ曲線から、最大荷重は、最も荷重の小さいAswkD04においても135kNあることがわかった。また、その時のたわみ量は17.8mmであった。

以上の結果から、足羽川から掘出された杭丸太は、杭基礎としての機能を現在もなお十分満足し、健全

性を有していることがわかった。

謝辞

杭丸太採取にあたり、足羽川激特対策工事事務所工務課 森下倫光主査および坂川建設(株)にご協力いただいた。杭丸太の樹種鑑定は、(独)森林総合研究所の安部久博士にご協力いただいた。実大曲げ強度試験を行うにあたり、福井県総合グリーンセンター 林業試験部 土田博澄総括研究員、源済英樹主任研究員にご協力をいただいた。ここに記し感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 沼田淳紀, 上杉章雄, 吉田雅穂, 久保 光, 野村 崇: 足羽川で採取した木杭調査の概要, 第7回環境地盤工学シンポジウム, 地盤工学会, pp. 85-88, 2007. 8.
- 2) 吉田雅穂, 沼田淳紀, 上杉章雄, 久保 光: 足羽川における木杭の掘り出し調査, 第42回地盤工学会, pp. 2213-2214, 2007. 8.
- 3) 本山 寛, 沼田淳紀, 吉田雅穂, 久保 光, 野村 崇, 直井義政: 足羽川木田橋橋脚基礎に使用された杭丸太の健全性調査, 第44回地盤工学会, pp. 1789-1790, 2009. 8.
- 4) 久保 光, 野村 崇, 吉田雅穂, 本山 寛, 沼田淳紀: 足羽川における木杭基礎の掘出し調査(その2), 福井県雪対策・建設技術研究所年報22号, pp. 84-88, 2009. 8.
- 5) 財団法人 日本住宅・木材技術センター: 建築用木材性能評価事業報告書, 1999. 3.
- 6) 宮城県林業試験場: 林業試験場成果報告第9号. 1994. 3.