

既設橋梁における木杭基礎の健全性に関する基礎調査 ー その2 要素試験，全体圧縮試験および曲げ載荷試験 ー

(財)道路保全技術センター フェロー会員 佐藤 信彦
大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 ○宇野 浩樹
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 天野 勲

1. はじめに

本報告では，名古屋市内の国道1号大慶橋の架替え工事に伴い実施された各種調査¹⁾のうち，採取した木杭（4本）の力学特性を把握するために実施した要素試験，全体圧縮試験および曲げ載荷試験の結果を報告する。

2. 要素試験

供試体は，各木杭から断面中心部と周辺部に区分けして切り出し，成形した。供試体寸法および載荷方法はJIS規格²⁾に準拠した。平均年輪幅²⁾は断面中心部では広く，周辺部では狭い。表1に試験結果一覧を示す。なお，圧縮試験および引張試験で得られたヤング係数 E およびポアソン比 ν は供試体表面に貼り付けたひずみゲージにより測定した。

図1に圧縮強度，引張強度と平均年輪幅の関係を示す。圧縮強度および引張強度は平均年輪幅が大きいほど概ね低下する傾向にある。さらに，圧縮強度と引張強度を比較すると引張強度の方が大きく，一般的な木材の特性と同様，強度に対して明確な異方性が見られた。一方，ヤング係数については明確な異方性は見られず，圧縮側と引張側でほぼ同様の値（平均6000～7000 N/mm²）である。

3. 全体圧縮試験

供試体は，各木杭から長さ約500mmの丸太状に切り出した。 E および ν を測定するために，表皮を厚さ5mm程度剥ぎ，ひずみゲージを貼り付けた。表2に試験結果一覧を，写真1に破壊時の状況を，それぞれ示す。杭の断面全体としての圧縮強度， E および ν としては，前述の要素圧縮試験結果と整合する値となっている。なお，写真1に示すように，破壊時に約45°のすべり線が見られた。

表1 要素試験結果一覧（カッコ内は平均値）

試験	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	強度 (N/mm ²)	ヤング係数 ($\times 10^3$ N/mm ²)	ポアソン比
圧縮試験**)	0.62～0.99 (0.81)	85.6～117 (99.1)	12～23 (17)	4.2～12 (6.1)	0.25～0.38 (0.35)
引張試験**)	—	38.2～116 (72.0)	23～65 (47)	3.8～11 (6.9)	—
せん断試験	0.53～0.85 (0.67)	52.4～117 (83.9)	3.7～7.3 (5.4)	—	—

**）荷重が作用する方向は木材の繊維方向と平行。

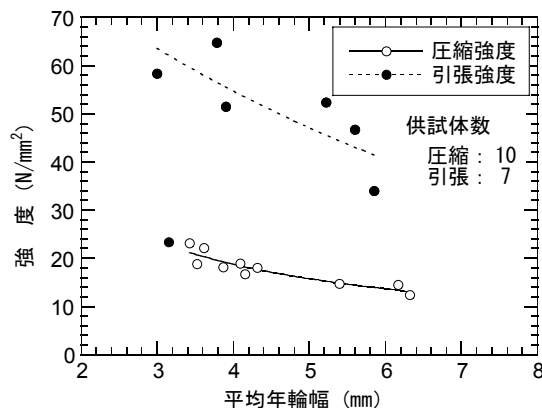


図1 強度と平均年輪幅の関係

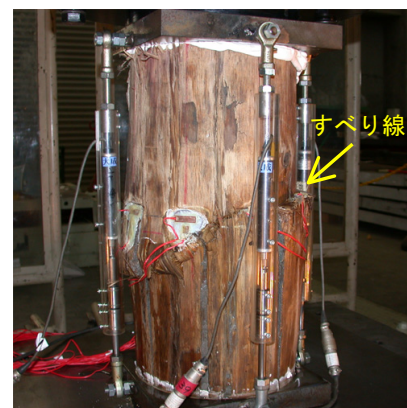


写真1 全体圧縮試験（破壊時）

表2 全体圧縮試験結果一覧

No.	直径 (mm)	高さ (mm)	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 ($\times 10^3$ N/mm ²)	ポアソン比
1	235	491	0.85	65.8	19	7.2	0.32
2	230	497	0.83	86.3	18	7.8	0.38
3	198	487	0.87	102	17	6.5	0.32
4	216	493	0.80	64.7	19	9.4	0.33

キーワード 木杭，強度，ヤング係数，曲げ載荷試験，曲げモーメント，曲率

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-21 住友不動産飯田橋ビル 6F (財)道路保全技術センター 本部 Tel.03-5803-7014
〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 Tel.045-814-7236
〒102-8220 東京都千代田区九段北 1-11-5 基礎地盤コンサルタンツ(株) 保全防災センター Tel.03-3263-3611

4. 曲げ載荷試験

写真2に曲げ載荷試験の状況を示す。支持点間4.5mの中央に純曲げ区間1mを設け、2台のアクチュエータを制御して載荷した。表3に試験ケースと供試体の物性値を示す。表中の載荷方式として示した正負交番載荷によるケース(No.3, No.4)では、スパン中央のたわみ振幅を3回ずつ繰り返し載荷しながら段階的に増加させた。

以下では、正負交番載荷で載荷したNo.4で得られた試験結果について示す。このケースではスパン中央のたわみ δ を10→20→30→40→100→120mmと段階的に増加させた。

図2にスパン中央での曲げモーメント M と曲率 ϕ の関係を示す。図中には、前述の要素試験で得られたヤング係数 E および圧縮強度を用いて、弾性計算により算出した曲げ剛性による予測値(赤線)と縁応力が圧縮強度に達する点(点Y, Y')も示した。この図から、弾性範囲での $M \sim \phi$ 関係は、要素試験で得られた物性値で概ね予測可能であることが分かる。

図2に示した点Aと点Bにおけるたわみ分布を図3に示す。左端から右端に向かって杭が細くなるため、たわみ分布は左右対称にはなっていない。

また、点Aで得られた、スパン中央における断面の円周上のひずみ分布を図4に示す。このひずみ分布が、ほぼサインカーブを描いていることから、載荷初期では木断面において平面保持の法則が成り立っていることが分かる。

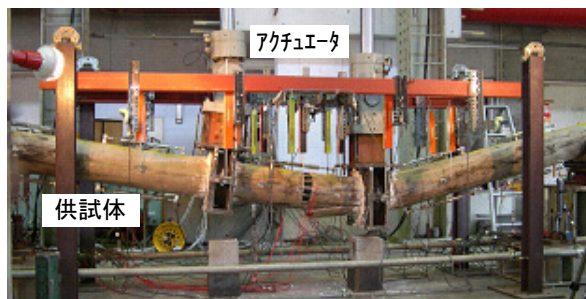


写真2 曲げ載荷試験 (No.2, 破壊時)

表3 試験ケースおよび供試体物性値

No.	載荷方式	平均直径 (mm)	全長 (mm)	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比 (%)
1	単調	222	4995	0.75	73.9
2	単調	274	4948	0.82	89.8
3	正負交番	279	5010	0.76	66.2
4	正負交番	274	5021	0.78	60.7

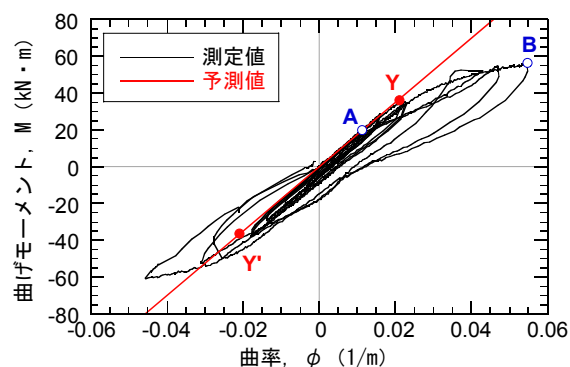


図2 $M \sim \phi$ 関係 (スパン中央)

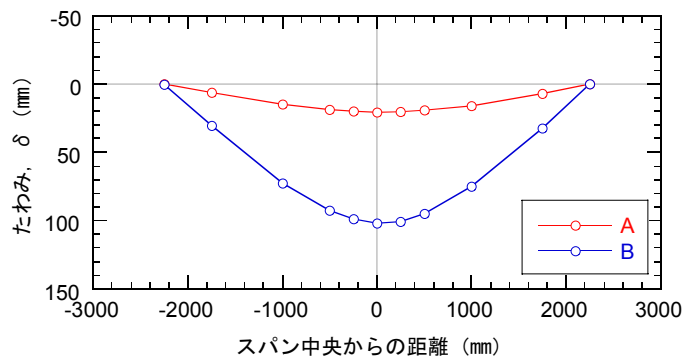


図3 たわみ分布

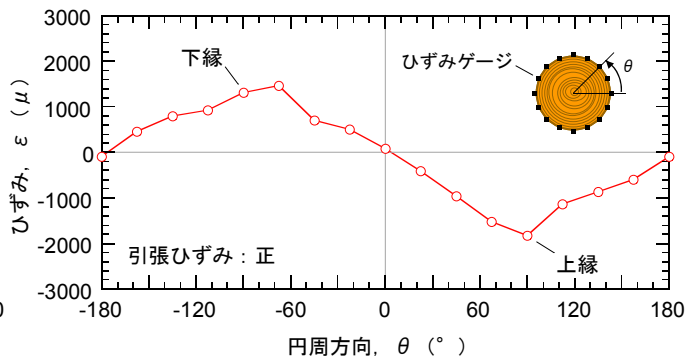


図4 円周上のひずみ分布 (スパン中央: 点Aの状態)

4. まとめ

今回、大慶橋で撤去された木杭を対象として各種の力学試験を実施し、その耐荷力や変形性能に関する基本的な資料を取得することができた。特に、杭体の曲げ変形特性($M \sim \phi$ 関係)は、材料要素の物性値から概ね予測できることが分かった。

なお、本試験は、(財)道路保全技術センター道路構造物保全研究会での研究活動の一環で実施したものである。また、木杭の提供を頂いた国土交通省中部地方整備局の関係各位に心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤・天野・宇野：既設橋梁における木杭基礎の健全性に関する基礎調査 — その1 木杭の施工状況調査および杭体の劣化試験 —, 第60回土木学会年次学術講演会講演集, 2005 (投稿中)。
- 2) (財)日本工業規格：木材の試験方法 JIS Z 2101。