

II-89 伝統的河川工法に用いられていた木材の強度

宮崎大学工学部 正会員 杉尾 哲、中沢隆雄、瀬崎満弘

1. まえがき

これからの河川工法には、多自然型の水辺づくりが取り入れられようとしている。すでにスイス連邦とドイツ連邦では近自然河川工法¹⁾が採用されていて、いわゆる古い工法が新しく応用されている。この古い工法は日本においても、近年まで木工沈床や牛棹工などに代表される伝統的な河川工法として用いられてきた。しかし最近ではこれらの工法はほとんど採用されず、コンクリートを主体とする工法に置き換えられてきた経緯がある。その原因の一つは、伝統的河川工法の強度的な難点であり、この点の調査が望まれている。今回、河川に詰杭として打たれていた木杭を引き抜き、その材料強度試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 試料採取地点

本試験に使用した木材は、宮崎県宮崎郡清武町を流れる二級河川清武川で採取した木杭である²⁾。本木杭は、昭和40年に護岸を目的とした木工沈床の一部として設置された詰杭であるが、現在は川の中に取り残された形で残っていて、河水の流れの障害になっており、その一部を引き抜いて材料強度試験を行った。引き抜いた木杭は直径10～15cmの杉材であり、水面以上は腐食していて、水面以下約50cm程度が菌類によって黒く変色していたが、それより深い部分は引き抜いた瞬間には茶色で新鮮であった。

3. 材料強度試験

材料強度試験は引き抜いた木杭の水面以下の部材を切断して供試体とし、30トン万能試験機により曲げ強度試験と圧縮強度試験を行うこととした。曲げ試験はスパン60cmの位置に支点を設け、その中央に載荷して行った。次に圧縮強度試験は供試体を軸方向に立てて、繊維方向に載荷して行った。その測定結果を整理すると表-1のようになる。なお供試体番号1-3, 3-4, 4-4, 5-3が水面付近の部分で切断した供試体である。表-1には林学分野で用いられる含水率 $[(w_w - w_d)/w_d; w_w: \text{湿潤重量}, w_d: \text{乾燥重量}]$ も示しているが、平均値は120%の高い値を示している。杉の生材の含水率は辺材で118～98%、心材で51～52%であるから、辺材の含水率に近い値であることが分かる。

4. 材料強度の検討

杉の標準強度は、含水率15%の時に曲げ強度が300～750kgf/cm²で、圧縮強度が260～415kgf/cm²である³⁾。また強度に及ぼす含水率の影響は繊維飽和点（FSP:杉は24%）を境として傾向が異なり、FSP以下の含水率では含水率が1%減ずると曲げ強度は2.2%、圧縮強度は5%増加するが、FSP以上の含水率での諸強度はほとんど変化せず、図-1のようになると

表-1 木杭物理量の測定結果

供試体 番 号	圧縮強度 kgf/cm ²	含水率 %	年輪 数	心材 輪幅	辺材 輪幅	供試体 番 号	曲げ強度 kgf/cm ²
1-2 1-3	112.4 115.1	— 115	11 12	1 cm 1.0	0.4 0.45	1-1	314.8
2-1 2-3	162.3 144.5	126 —	12 14	0.7 0.75	0.25 0.3	2-2	510.2
3-1 3-2 3-4	175.9 175.3 183.9	140 146 130	11 12 13	0.4 0.43 0.5	0.38 0.38 0.45	3-3	369.6
4-1 4-2 4-4	200.1 168.1 229.0	117 114 105	15 15 15	0.55 0.6 0.75	0.18 0.2 0.18	4-3	610.3
5-1 5-3	189.3 172.0	102 106	16 17	0.85 1.0	0.15 0.15	5-2	510.8

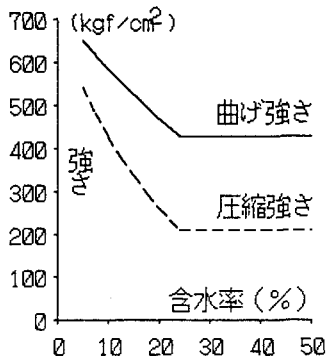


図-1 含水率による強度変化

されている。この変化傾向を標準強度に適用して表-1の含水率に換算すると図-2のようになる。図中の左下斜線は曲げ強度の、右下斜線は圧縮強度の範囲を示している。測定強度は、圧縮強度について供試体1-3が標準強度の範囲を外れている以外は、それぞれの範囲に分布していることが分かる。この結果から、26年間水浸していた杉杭の強度が全体的には低下せず、生材の強度を保っていることが推定される。

次にこれらの測定結果を用いて、供試体に切断した位置が水面付近と土中深部とで、供試体間にどのような相違があるのかを多変量解析⁴⁾によって調べた。変量には圧縮強度、含水率、年輪数、心材部の年輪間隔および辺材部の年輪間隔の5変量を選んで主成分分析を行うと、表-2のような固有値・固有ベクトルが得られる。この分析結果から、第1主成分は全変量の合成した値を表し、第2主成分が主に圧縮強度と心材部の年輪間隔との合成値になっていて、この2つの主成分で全主成分の91%を表現できていることが分かる。そこで、第3主成分までの各供試体の主成分得点を用いてクラスター分析を行って供試体間の非類似度を求め、その結果を主成分分析の散布図に書き込むと図-3のようにグループ分けされる。なお各供試体間の非類似度には標準化ユークリッド平方距離を用い、クラスター間の非類似度には群平均法を用いている。図-3中の曲線は類似度を表していて、曲線が多いほど類似した供試体であることを示している。この図では、水面付近位置の供試体3-4は同じ木杭の土中深部位置の供試体3-1、3-2とグループを形成し、土中深部位置の供試体5-1と水面付近位置の供試体5-3も同じ木杭でグループを形成している。この結果から、供試体の切断位置による材料強度の相違は明確でないことが分かる。

5. あとがき

以上の結果からは、26年間水に浸かっていた杉杭は圧縮強度と曲げ強度については生材のそれとあまり変わらない強度を保持していると推定され、水中の水面付近位置と土中深部位置の供試体で強度の明確な違いは得られなかった。今後は供試体を増やし、特に水面より上の腐食しやすい部分の供試体について、経年的な強度の変化を検討する予定である。

〔参考文献〕

- 1) クリスマン・ゲルゲイ、福留脩文：近自然河川工法、平成2年。
- 2) 杉尾、中沢、瀬崎：伝統的河川工法における木材の耐水強度に関する研究、宮崎大学工学部研究報告No. 39、平成3年。
- 3) 土木学会編：土木工学ハンドブック上巻昭和39年。
- 4) 田中、垂水、脇本：パソコン統計解析ハンドブックⅡ多変量解析編、昭和59年。

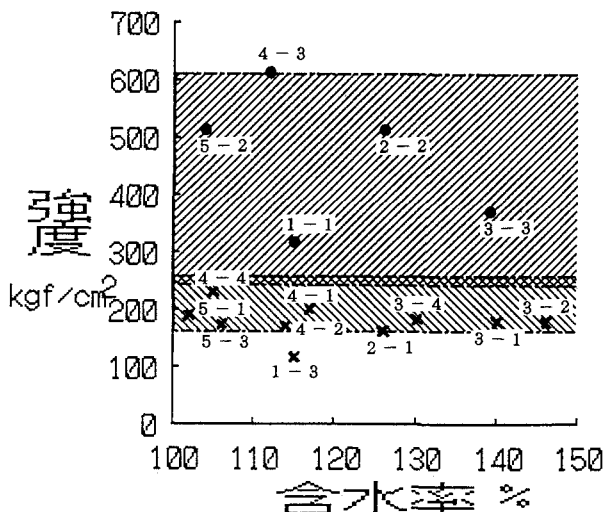


図-2 強度試験結果

表-2 主成分分析の固有値・固有ベクトル

主成分 変量	I	II	III
圧縮強度	0.227	0.719	0.579
含水率	-0.530	0.212	-0.338
年輪数	0.535	0.087	-0.132
心材年輪幅	0.365	-0.607	0.270
辺材年輪幅	-0.498	-0.250	0.678
固有値	3.092	1.457	0.234
寄与率	0.618	0.291	0.047
累積寄与率	0.618	0.910	0.956

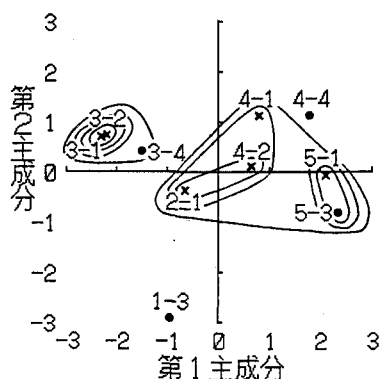


図-3 供試体の散布図