

II-232

伝統的河川工法に用いられていた木材の強度（その2）

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

多自然型の水辺づくりを行う際に、木材にどの程度の強度を期待できるのか、どのように用いれば良いのかなどについて検討している。前報では26年間水に浸かっていた杉杭が圧縮強度と曲げ強度について生材のそれとあまり変わらない強度を保持していることが確かめられた。本報では聖牛として用いられていた杉材を入手し、その材料強度試験を行って種々の検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 試料採取

本試験に使用した木材は、宮崎県西都市を流れる二級河川一ツ瀬川で採取した聖牛である。この聖牛は、昭和55年に水制工として6基設置されていたが、平成3年8月にコンクリートブロックに取り替えられる際に、その1基を入手したものである。木材は直径8~20cmの杉材であり、水に濡れていた部分は丸太の形を保っていたが、合掌木の上半分は腐食して心材だけが残っていた。

3. 材料強度試験とその結果

材料強度試験は入手した聖牛の棚木6本と合掌木3組及び前立木1本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った。曲げ試験はスパン100~150cmの位置に支点を設け、その中央に载荷して行った。また圧縮強度試験は供試体を軸方向に立てて、繊維方向に载荷して行った。

1) 棚木の強度 6本の棚木から曲げ強度試験用の供試体を15本作成し、曲げ試験で使用した供試体の载荷点付近を除いた部分と曲げ試験に使用しなかった部分を切断して圧縮強度試験用の供試体を69本作成した。その試験結果を林学分野で用いられる含水率 $[(w_w - w_d)/w_d]$; w_w : 湿潤重量、 w_d : 乾燥重量 を横軸にとって整理すると図-2, 3のようになる。この結果によれば、曲げ強度については杉材の標準強度をほぼ満足しているが、圧縮強度については多くの供試体が標準強度の下限値を下回っている。

2) 合掌木と前立木の強度 前合掌木、中合掌木、後合掌木及び前立木から曲げ強度試験用の供試体は作成できなかったため、圧縮強度試験用の供試体だけを46本作成した。その試験結果を図-3と同様に整理すると図-4の様になり、この場合も多くの供試体が標準強度の下限値を下回っている。

4. 材料強度の検討

棚木はL.W.L.の位置に水平に設置されていて、いつも水に濡れていたにもかかわらず、図-3では多くの

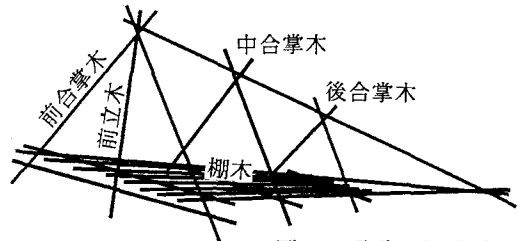


図-1 聖牛の概略図

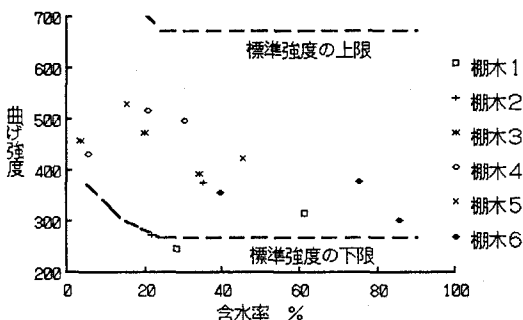


図-2 棚木の曲げ強度試験結果

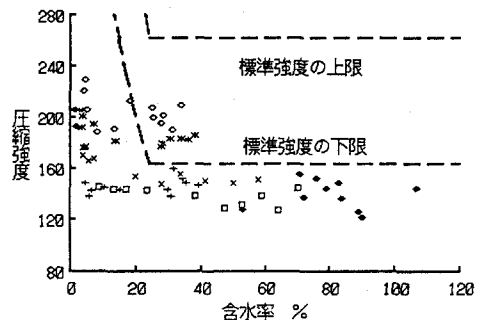


図-3 棚木の圧縮強度試験結果

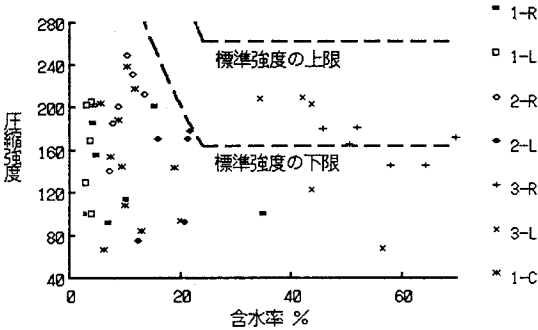


図-4 合掌木と前立木の圧縮強度

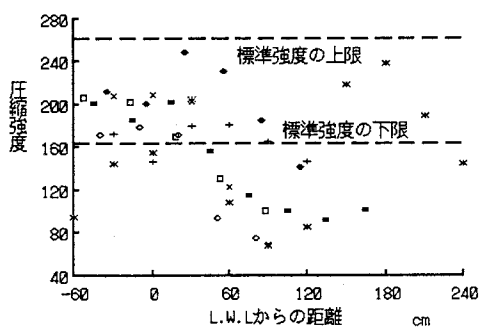


図-5 合掌木と前立木の圧縮強度

供試体が圧縮強度の標準下限値を下回って、前報の結果と矛盾する結果となった。そこで棚木の供試体について、圧縮強度を外基の基準とし、説明変数に含水率、年輪数、心材年輪幅及び辺材年輪幅を用いて重回帰分析を行うと、表-1の偏相関係数を得た。これから木材の圧縮強度は含水率の他に辺材年輪幅にも大きく左右されることが分かる。この点に注目すると、表-2に示した供試体の辺材年輪幅は前報のもの(0.15~0.45cm)に比べて全体的に大きく、もともと強度の低い木材が使用されていたのではないかと考えられる。なお表-2の数値は供試体各組での最小値と最大値を示している。

表-1 圧縮強度の重回帰

説明変数	偏相関係数
含水率	-0.636
年輪数	0.024
心材年輪幅	-0.214
辺材年輪幅	-0.615

次に合掌木と前立木は水面に突き出しているので、図-4では、水中に位置して腐食していない供試体と水面上に位置して腐食したものが混在している。そこで、L.W.L.からの距離を横軸にとって整理すると図-5のようになる。水中部分から水面上45cmまでの区間では繊維飽和点以上の含水率での標準強度をほぼ満足しているが、45cmを超えると標準強度を下回っている。この低い値は明らかに腐食によって強度が低下したことを示しており、L.W.L.から45cm以上に位置する木材は12年間は標準強度を維持できないことが分かる。なおこれらの物理量を表-3に示している。年輪数及び辺材年輪幅を表-2の棚木のそれと比べると、合掌木と前立木には堅固な木材が使用されていたことが分かる。

5. まとめ

以上の結果から、曲げ強度は標準強度を維持すること、圧縮強度は含水率と辺材年輪幅に左右されることが、及び、水中部分から水面上45cmまでの区間に位置する木材は繊維飽和点以上の含水率での標準強度をほぼ維持するが、45cmを超えると腐食によって強度が低下することが分かった。また棚木には強度の低い木材が使用されていて、合掌木と前立木には堅固な木材が使用されていたことが推定された。

〔参考文献〕

1) 杉尾、中沢、瀬崎：伝統的河川工法に用いられていた木材の強度、第46回年講、Ⅱ-218~219、平成3年。

表-2 棚木の物理量測定結果

供試体番号	圧縮強度 kgf/cm ²	含水率 %	年輪数	心材年輪幅 cm	辺材年輪幅 cm
1-1 ~ 1-10	128.22 ~ 144.77	9.1 ~ 70.2	10 ~ 14	0.63 ~ 0.80	0.40 ~ 0.50
2-1 ~ 2-11	137.62 ~ 159.58	4.4 ~ 38.9	9 ~ 13	0.64 ~ 0.72	0.36 ~ 0.48
3-1 ~ 3-12	177.09 ~ 204.54	3.4 ~ 38.0	10 ~ 13	0.58 ~ 0.80	0.27 ~ 0.38
4-1 ~ 4-12	188.30 ~ 229.18	4.1 ~ 33.8	12 ~ 24	0.29 ~ 0.48	0.21 ~ 0.34
5-1 ~ 5-12	147.53 ~ 177.08	3.7 ~ 57.5	9 ~ 10	0.52 ~ 0.70	0.30 ~ 0.40
6-1 ~ 6-12	121.46 ~ 205.74	0.3 ~ 106.6	9 ~ 13	0.43 ~ 0.65	0.30 ~ 0.44

表-3 合掌木と前立木の物理量測定結果

	供試体番号	圧縮強度 kgf/cm ²	含水率 %	年輪数	心材年輪幅 cm	辺材年輪幅 cm
合掌木	1R-1 ~ 1R-8	99.90 ~ 201.29	2.9 ~ 34.9	23 ~ 26	0.29 ~ 0.45	0.19 ~ 0.24
	1L-1 ~ 1L-5	99.38 ~ 204.70	2.8 ~ 3.8	19 ~ 22	0.42 ~ 0.54	0.28 ~ 0.38
	2R-1 ~ 2R-6	140.40 ~ 248.32	6.9 ~ 13.5	29 ~ 37	0.32 ~ 0.37	0.11 ~ 0.12
	2L-1 ~ 2L-5	74.09 ~ 177.74	12.1 ~ 21.6	11 ~ 16	0.47 ~ 0.58	0.48 ~ 0.62
	3R-1 ~ 3R-6	145.41 ~ 180.35	45.5 ~ 69.7	22 ~ 28	0.36 ~ 0.40	0.18 ~ 0.22
	3L-1 ~ 3L-5	67.33 ~ 208.32	34.4 ~ 56.6	32 ~ 39	0.28 ~ 0.33	0.14 ~ 0.16
前立木	1-1 ~ 1-11	66.47 ~ 237.50	5.4 ~ 20.1	12 ~ 18	0.48 ~ 0.60	0.24 ~ 0.34