

## 6. 5 考察

### 6. 5. 1 構造用製材との比較

在来軸組構法に使用される柱、はりなどの構造部材の実寸法で実施された強度試験データを第13表～第15表に示した。

第13表～第15表は「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集<7>に収められているスギ、ヒノキ、カラマツについてのデータ表から抜粋したものである。本事業で得られた204材の強度データと比較すると、スギ、ヒノキ、カラマツについて、曲げ・縦引張り・縦圧縮強度の平均値は204材の方がやや大きな値を示している。一方、バラツキの指標である変動係数をみると、曲げ・縦引張り強度では大きくなっている。正角、平角等の製材と204材との木取りを比較すると、前者の大部分は未成熟材が多く含まれる心持ちであるのに対して、後者は原木の木口面から様々な木取りから採材され、強度の大きく異なる未成熟材のみの製材や成熟材のみ製材が含まれるため、204材の平均値及び変動係数が大きくなったと考えられる。また、平均値の大きい理由として寸法効果の影響も考えられるが、これらのデータから寸法効果に検討することは難しい。ただし、204材と206材の各強度の平均を比較すると、JAS規格の基準強度に採用されている寸法調整係数ほどの違いは認められなかったため、現行の調整係数を国産材に適用することに問題ないと考えられる。

第13表 構造用製材の曲げ強度

		含水率 (%)	気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 (mm)	曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )
スギ	試験体数	8071	8021	7434	7699	7762
	平均値	21.70	410.00	5.30	7.14	40.80
	標準偏差	18.50	55.00	1.60	1.70	8.70
	変動係数(%)	85.00	13.40	30.80	23.90	21.20
ヒノキ	試験体数	1274	1225	1274	1274	1274
	平均値	17.40	507.00	3.30	11.01	56.90
	標準偏差	3.10	42.00	1.00	1.48	10.50
	変動係数(%)	18.00	8.30	29.80	13.50	18.40
カラマツ	試験体数	1084	1108	843	1008	1010
	平均値	13.40	515.00	4.20	9.44	43.30
	標準偏差	2.30	56.00	1.00	1.94	12.70
	変動係数(%)	17.40	10.90	24.80	20.60	29.20

第14表 構造用製材の縦引張り強度

		含水率 (%)	気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 (mm)	曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )
スギ	試験体数	1530	1530	955	678	1528
	平均値	15.00	398.00	4.80	7.21	27.70
	標準偏差	6.10	44.00	2.00	1.49	9.90
	変動係数(%)	40.70	11.20	41.60	20.70	35.70
ヒノキ	試験体数	98	49	98	98	98
	平均値	14.10	477.00	2.60	10.80	39.30
	標準偏差	1.90	51.00	0.60	1.48	10.20
	変動係数(%)	13.20	10.70	22.70	13.70	26.00
カラマツ	試験体数	496	496	263	488	495
	平均値	19.20	498.00	3.90	10.60	26.50
	標準偏差	9.00	50.00	0.90	2.19	11.40
	変動係数(%)	46.70	10.00	24.10	20.70	43.00

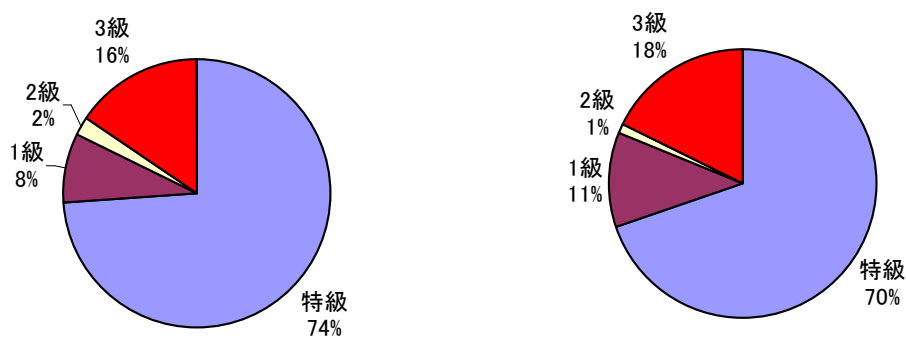
第15表 構造用製材の縦圧縮強度

		含水率 (%)	気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 (mm)	曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )
スギ	試験体数	701	805	398	36	701
	平均値	21.50	404.00	5.70	6.98	28.90
	標準偏差	18.80	44.00	1.70	0.90	5.70
	変動係数(%)	87.50	11.00	29.60	12.90	19.70
ヒノキ	試験体数	98	99	98	0	98
	平均値	14.10	501.00	2.60		33.10
	標準偏差	1.90	35.00	0.60		3.20
	変動係数(%)	13.20	6.90	22.70		9.60
カラマツ	試験体数	219	219	138	139	218
	平均値	11.80	517.00	4.30	7.71	32.50
	標準偏差	1.70	41.00	1.10	1.35	7.60
	変動係数(%)	14.70	7.90	24.70	17.40	23.20

## 6. 5. 2 JASによる等級区分

スギの曲げ試験体について、荷重点の最大節径、繊維傾斜、平均年輪幅を測定し、「枠組壁工法構造用製材の日本農林規格（以下、JAS規格）」にしたがって等級区分した結果を第8図に示した。各項目を測定した区間が短かったため(204材は623mm、206材は980mm)、全試験体の約70%が特級に格付けされる結果となった。節径について測定区間が通常の材長であればより大きな最大節径が存在することになると考えられるため、最大節径によって特級から下位等級に変わることが想定される。また、実際には曲がり、反りによってより下位等級に格付けられるため、試験材製作時にグレードによって格付けされた等級区分によって検討する必要がある。

一方、甲種枠組材の三級に格付けされた試験体はすべて平均年輪幅によって決定されたものである。第16表に示した「枠組壁工法又は木質プレハブ工法を用いた建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める件」（最終改正平成20年8月11日国土交通省告示第970号）第二では、表に示したように、枠組壁工法に使用できる品質として構造部材ごとに規格の等級が定められている。したがって、使用部材として制限を受けない、あるいは住宅メーカーの要求等の理由により、甲種枠組材二級以上の製品を目標に生産する場合には、JAS規格に規定されている平均年輪幅の基準値（6mm以下）がスギの製品歩留りに影響を及ぼすと考えられる。特に、成長速度が速い地域のスギはより大きな等級歩留りの低下が想定される。また、地域によってはカラマツについても同様の傾向が想定される。したがって、これらの樹種について、JAS規格の平均年輪幅の基準値の緩和を要望したい。



第8図 スギ曲げ試験体のJAS等級（左図：204材、右図：206材）

第16表 桎組壁工法建築物に使用される構造部材の種類と適合する製材規格の等級

構造部材の種類	適合する製材規格の等級
土台、端根太、側根太、まぐさ、たるき、むなき、床根太、天井根太	「桎組壁工法構造用製材の日本農林規格」に規定する甲種桎組材の特級、一級、二級、およびMSR製材
壁の上桎、頭つなぎ、たて桎	「桎組壁工法構造用製材の日本農林規格」に規定する甲種桎組材の特級、一級、二級、三級、乙種桎組材のコンストラクション、スタンダード、およびMSR製材
壁の下桎	「桎組壁工法構造用製材の日本農林規格」に規定する甲種桎組材の特級、一級、二級、三級、乙種桎組材のコンストラクション、スタンダード、ユティリティ、およびMSR製材
筋かい	「桎組壁工法構造用製材の日本農林規格」に規定する甲種桎組材の特級、一級、二級、三級、乙種桎組材のコンストラクション、スタンダード、ユティリティ、MSR製材、および「製材の日本農林規格」に規定する下地用製材の板類の一級

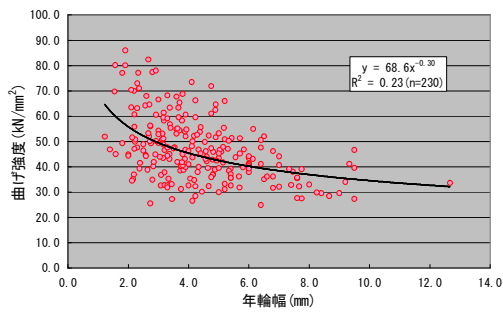
※ただし、耐力壁は「桎組壁工法構造用製材の日本農林規格」の甲種桎組材の特級、一級、二級

### 6. 5. 3 曲げ・縦引張り・縦圧縮強度と関連因子との関係

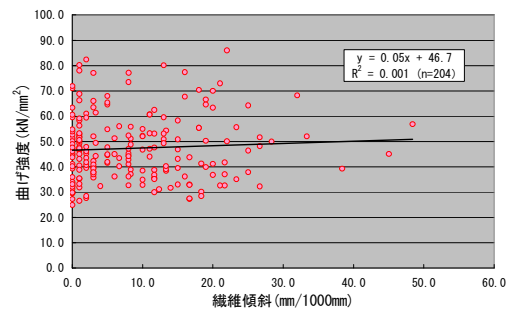
試験数の最も多いスギ204材について、曲げ・縦引張り・縦圧縮強度の各強度と平均年輪幅、繊維傾斜、材縁部の最大単独節径、最大集中節径、曲げヤング係数との関係を第9図～第21図に示した。なお、繊維傾斜及び節径は、それぞれの破壊が生じる曲げ試験体では荷重点間、縦引張り試験体ではチャック間、縦圧縮試験体では全長の区間によって測定されたものである。

各強度と目視等級区分のパラメータの関係をみると、いずれの強度においても平均年輪幅との間の相関係数が一番高く、次に節径の順となり、繊維傾斜と関係は認められなかった。ただし、平均年輪幅と間では、年輪幅が狭い部分においては強度のバラツキが大きく、一定の広さを超えるとそれほど強度が低下していないことが認められる。また、スギの場合、局所的な節まわりの繊維の乱れによって破壊するため、全体的な繊維傾斜との間にはほとんど相関関係は認められなかったが、成長時に旋回木理が発生するカラマツについては検討する必要がある。

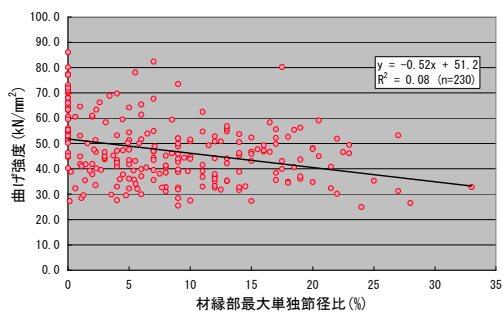
また、曲げ強度と曲げヤング係数との間には、在来軸組構法に使用される構造部材から得られている既存データと同様に、高い相関係数が得られた。ただし、回帰係数については、既存データによって得られている値(3～4程度)に比べて、スギとしては大きな値(5.24)を示していた。



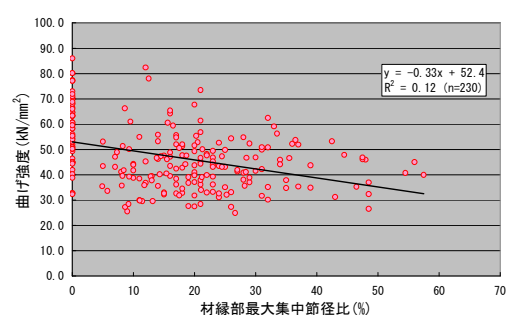
第 9 図 年輪幅と曲げ強度との関係



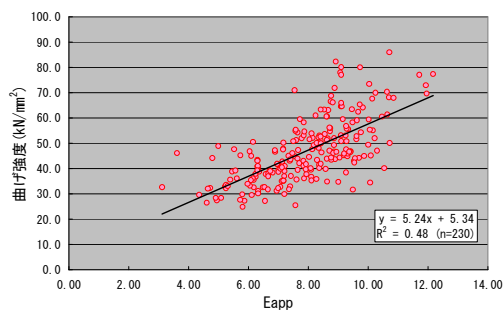
第 10 図 繊維傾斜と曲げ強度との関係



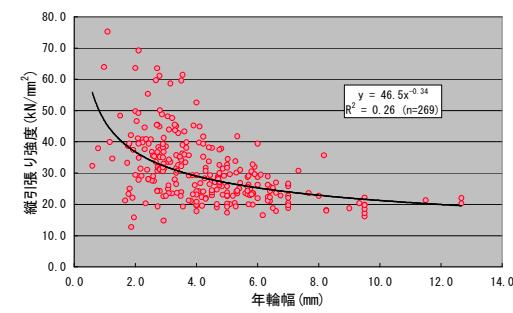
第 11 図 最大節径と曲げ強度との関係



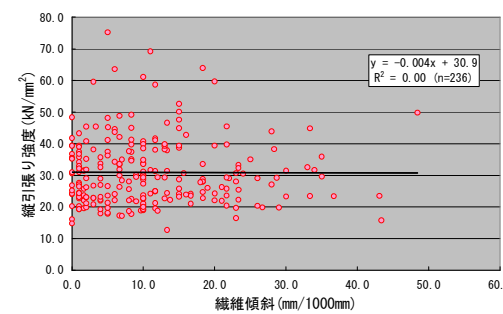
第 12 図 最大集中節径と曲げ強度との関係



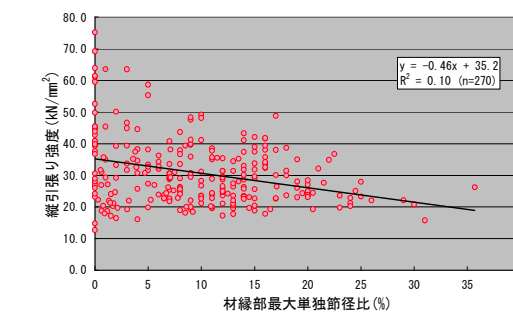
第 13 図 曲げヤング係数と曲げ強度との関係



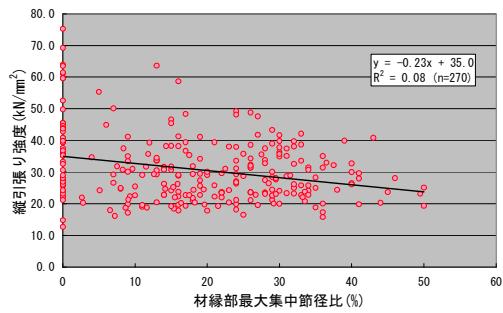
第 14 図 年輪幅と縦引張り強度との関係



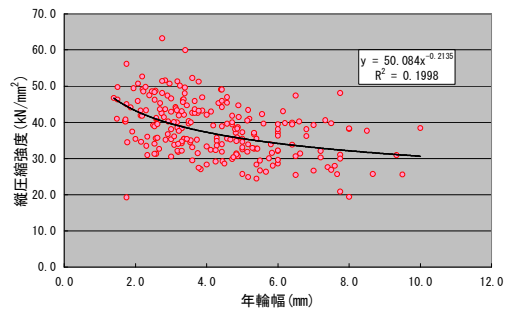
第 15 図 繊維傾斜と縦引張り強度との関係



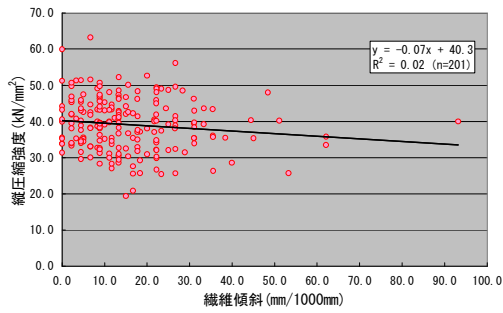
第 16 図 最大節径と縦引張り強度との関係



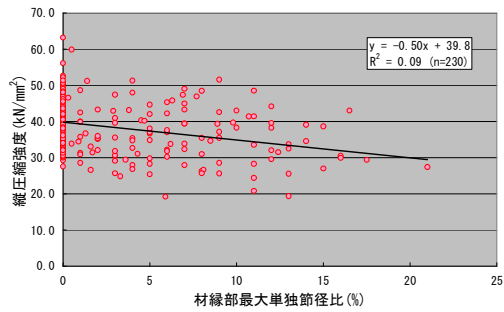
第 17 図 最大集中節径と縦引張り強度との関係



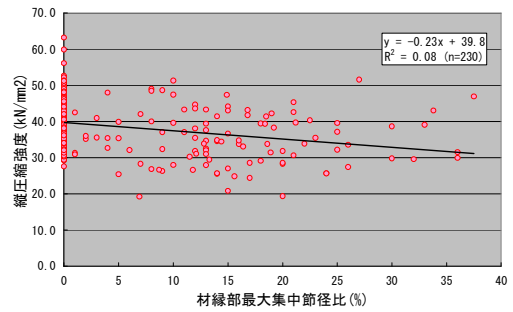
第 18 図 年輪幅と縦圧縮強度との関係



第 19 図 繊維傾斜と縦圧縮強度との関係



第 20 図 最大節径と縦圧縮強度との関係



第 21 図 最大集中節径と縦圧縮強度との関係

#### 6. 5. 4 今後の展開

本事業では、国産材樹種としてスギ、ヒノキ、カラマツを取り上げ、「枠組壁工法構造用製材の日本農林規格」及びそれに対応した基準強度が適切であるか検討するため、全国で生産された製材の強度試験を実施し、データ収集を行った。その結果、現在においても既にいくつかの有用な知見が得られた。しかし、今回得られたデータには膨大な数であり、限られた期間においてとりまとめかつ分析することは到底困難である。また、関連事業においても製材の強度データが数多く得られているため、それらの強度データを集積し、統一的に解析されるべきである。また、収集した各強度データは含水率や試験条件等の調整はされていない。したがって、現時点において基準強度の評価に対応した強度特性値である統計的下限値を算出することは、無用の憶測を生む恐れがあるため敢えて差し控えた。今回、限られた期間で得られた膨大な数のデータは、今後、統一的なデータの標準化がされた後、国産材に対応可能な JAS 規格の改訂及び適切な基準強度の設定に是非活かしていただきたい。

#### 7. まとめ

在来工法主体の国産材製材業界にとって、実績のほとんど無い分野であるツーバイフォー工法の部材を製材加工し、一連の強度試験を行ったことは今後の事業展開を考える上で有益であった。しかし、生産面からみた製材木取りや歩留まり等はそれぞれの工場において原木調達面や現有設備面では検討課題が多いことが明確になった。価格や供給面においても、今後の課題であり、今回の調査ではその評価をする段階には至らなかった。

今回の調査では、ただちに国産材の品質評価を見直すほどの効果が得られたとするには及ばなかったが、全国の国産材製材業界が協力して、国産材の評価を改めて調査するという初期の目的は達成されたといえるだろう。

今回の調査が近い将来、国産材をツーバイフォー工法に利用する上での礎になってくれることを期待する。

最後に改めて本調査に協力いただいた森林総合研究所や全国の研究機関の研究者諸氏に改めて感謝申し上げます。