

# 解体民家から得られた古材の強度特性

伊東嘉文・橋爪丈夫

解体された民家（築130～140年の旧家、20年程前に一部改築）に使用されていた柱、梁、土台等の一部の材（アカマツ、クリが主）から小試験体を採取し、曲げ強度試験を行った。アカマツ古材の無欠点材の曲げヤング係数(MOE)と曲げ強さ(MOR)の平均値は、新材の無欠点材で行った当センターの既往の試験データ<sup>1)</sup>と同程度であった。クリ130年古材のそれはクリ20年経過材に比してMOEでは同程度であったが、MORは2割以上低かった。アカマツは生物劣化の進行した材が相当数見られたが、クリでは僅かであった。

キーワード：アカマツ、クリ、古材、強度性能、生物劣化

## 1 緒言

木造住宅の長期耐用化を図る上で、実際に長期間存在し続けた古民家の構造や劣化度の調査や、そこで使用された部材の試験を行うことは、現在の住宅にはそぐわない部分があるものの、多くの示唆を与えてくれる。

また、木材資源再利用の気運の高揚や、古材の持つ特有な質感を求めて、古材の再利用が行われるようになってきたが、その強度性能に関するデータは少ない。

民家再生を目的とした古民家の解体に伴い、そこに使用されていた古材の一部を入手したので、部材の曲げ強度等の試験・調査を行った。

なお、この調査は林野庁補助事業「長期耐用住宅木材利用高度化事業」の一環で、(財)日本住宅・木材技術センターとの共同研究として行った。

## 2 古材の強度試験

### 2.1 試験の目的

解体された古民家の部材から得られた試験体を調査し、強度性能ほか諸特性を把握する。

### 2.2 試験方法

#### 2.2.1 供試材

東筑摩郡麻績村に130～140年前に建築され、20年程前に一部改築、平成13年に再生工事が行われた古民家(写真-1)に使用されていた柱、梁、土台等の部材(写真-2)から小試験体(25×25×500mm)を切り出し試験片とした。

アカマツ材15本から小試験体65体、クリ材8本から同60体、スギ・ヒノキ材各1本から同各2体の計129体を採取し、20℃65%の恒温恒湿室内で調湿後、曲げ試験体とした。これらは密度及び平均年輪幅を測定した。なお、本稿ではスギ、ヒノキについては僅かのデータであるので割愛した。

また、JIS(日本工業規格)では曲げ試験について無欠点試験体で実施することとされているが、



写真-1 再生工事前の古民家の全景

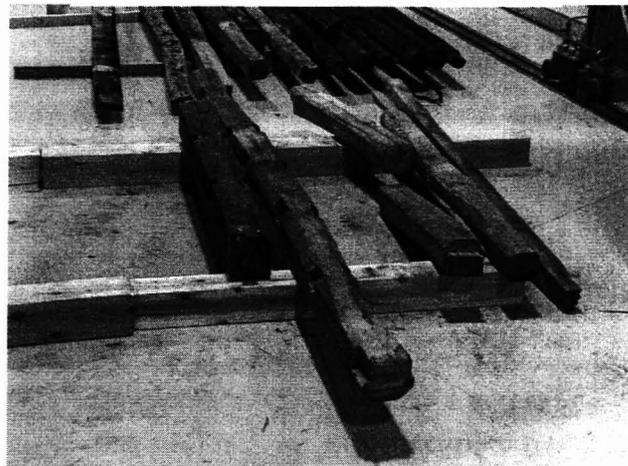


写真-2 入手した古材

本試験においては限られた試験体であるため、虫害・腐朽・節・割れ・欠け等の欠点を含む試験体も相当数含まれていた。そこで、これらの欠点を含まないものを無欠点材とし、区分して解析した。

しかし、完全に欠点の無い試験体は極めて少ないため、本稿で言う「無欠点材」はJISの「無欠点試験体」よりも若干、欠点の基準が甘い試験体とせざるを得なかった。

なお、ここでは便宜的に、クリ材については建築時のものを130年古材、一部改築時のものを20

年経過材と表記した。アカマツ材については全て建築時のものであり、単に古材とした。

2.2.2 曲げ強度試験の方法

曲げ強度試験は JIS の Z 2101 に準拠し、ミネベア(株)製万能試験機 TCM-5000 を用い、スパン 350mm, 荷重速度は 2mm/min の中央集中荷重方式(写真-3)で行い、次式により曲げ強さ (MOR), 曲げヤング係数 (MOE) を算出した。

$$MOR = P \ell / 4Z$$

$$MOE = \Delta P \ell^3 / 48 I \Delta y$$

ここで、

P:最大荷重

ℓ:スパン

Z:断面係数 = bh<sup>2</sup>/6 (b:幅, h:厚さ)

ΔP:比例域における上限荷重と下限荷重との差

Δy:ΔPに対応するスパン中央部のたわみ

I:断面2次モーメント = bh<sup>3</sup>/12

である。

加力面は原則として柱目面とした。

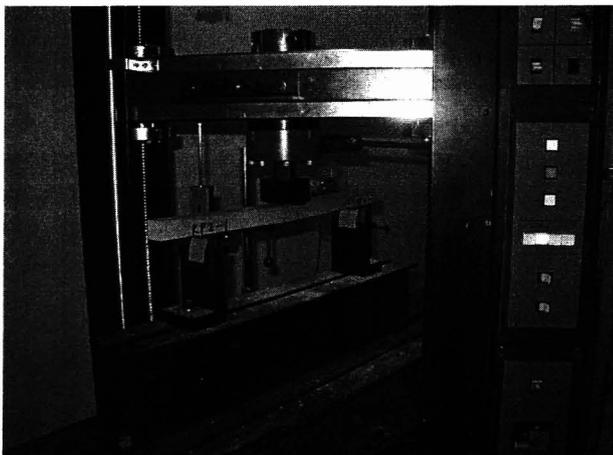


写真-3 曲げ強度試験の状況

3 試験結果

3.1 アカマツ古材の強度

アカマツ古材の曲げ試験結果を表-1 に示した。アカマツ古材の生物劣化材(腐朽材や虫食い材等)を含めた全試験体の MOE の平均値は 9.39 kN/mm<sup>2</sup> (変動係数: 21.0%), MOR の平均値は 71.1 N/mm<sup>2</sup> (変動係数: 26.8%) で、無欠点材(健全材)のみの場合の MOE, MOR の平均値は同様に 9.99kN/mm<sup>2</sup> (変動係数: 17.7%), 79.8N/mm<sup>2</sup> (変動係数: 14.0%) であった。アカマツにはシバンムシによると思われる虫害とその後に腐朽が進行しているものが相当数見られ、これらの強度性能は低位であった。当然ながら健全な材である無欠点材のみ

の方が高い値を示し、変動係数も低かった。

図-1 に健全材と生物劣化材の MOE と MOR との関係を示した。

表-1 アカマツ古材曲げ試験の結果

	気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 (mm)	MOE (kN/mm <sup>2</sup> )	MOR (N/mm <sup>2</sup> )
アカマツ古材	481	2.34	9.39	71.1
全試験体	396	0.87	5.21	22.1
最大値	632	5.81	15.68	112.4
標準偏差	45	1.26	1.97	19.1
変動係数	9.3%	53.9%	21.0%	26.8%
64:k=1.789			5.86	37.0
65:k=1.788	65	65	64	65
アカマツ古材	492	2.30	9.99	79.8
無欠点材	416	0.87	7.03	52.1
最大値	632	5.81	15.68	112.4
のみの場合	44	1.30	1.77	11.2
標準偏差	8.9%	56.3%	17.7%	14.0%
変動係数			6.77	59.4
45:k=1.821			46	46
46:k=1.819	46	46	45	46
アカマツ	452	3.56	9.64	80.1
無欠点材	361	0.79	5.22	49.3
最大値	617	9.00	14.12	114.3
標準偏差	41	1.54	1.62	11.0
変動係数	9.0%	43.3%	16.8%	13.7%
5%下限値			6.88	61.3
試験体数	327	327	327	327
木材工業	520	2.2~3.1	11.5	90
ハンドブック			8.5	70

注)MOE:曲げヤング係数, MOR:曲げ強さ

k:試験体数に対応した5%下限値を求める係数

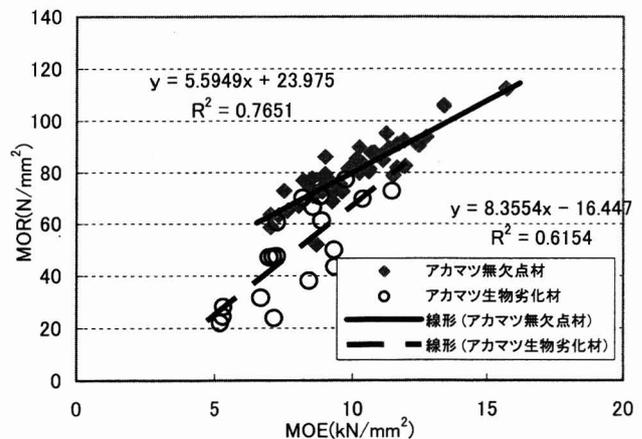


図-1 アカマツ古材の無欠点材と生物劣化材(腐朽・虫食い等)のMOEとMORとの関係

古材と新材の比較対照として、表-1 には 2000 年度に当センターで行ったアカマツ無欠点試験体の試験結果<sup>1)</sup>を、また図-2 にはその結果と古材について各々の MOE と MOR との関係を示した。表-1 から、MOE, MOR とも無欠点材のみの結果では新材の既往の結果<sup>1)</sup>と大差なく、図-2 から MOE と MOR との関係は双方とも高い相関関係が認められ、回帰直線の位置や傾きに殆ど差異はなかった。

更に、表-1 には「木材工業ハンドブック(改訂 4

版・2004年)の無欠点材の平均値と下限値も記載したが、この値に対しては平均値で1割強低い値であった。

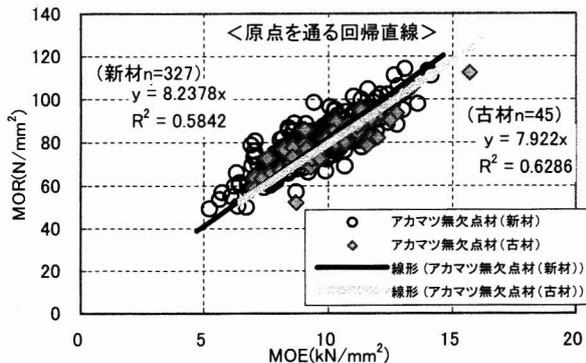


図-2 アカマツ無欠点材の新材と古材のMOEとMORとの関係

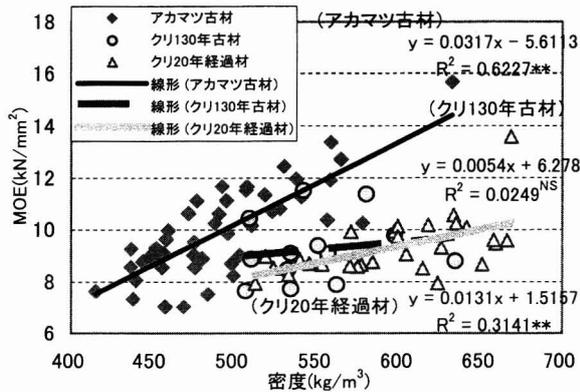


図-3 アカマツ、クリ無欠点材の密度とMOEとの関係

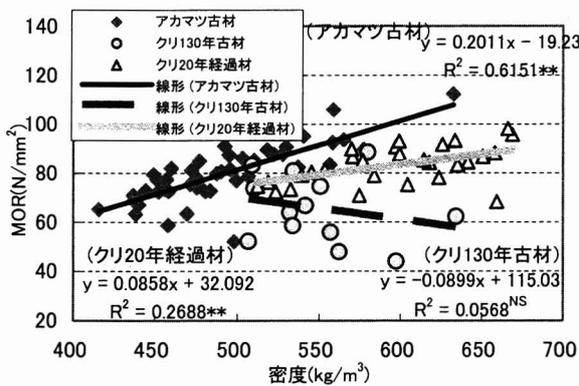


図-4 アカマツ、クリ無欠点材の密度とMORとの関係

次に、強度性能と密度や年輪幅との関係であるが、図-3、4に密度とMOE、MORとの関係を、図-5、6に平均年輪幅とMOE、MORとの関係を示した。

アカマツについては図-3~6全てについて危険率1%水準で有意な相関が認められ、強度性能は密度が高い程高く、平均年輪幅が広い程低い傾向を示した。なお、これら図中の\*\*は危険率1%水準で、\*は5%水準で有意な相関関係を有する

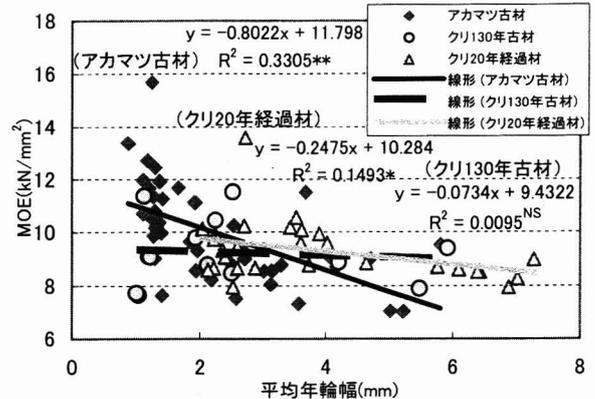


図-5 アカマツ、クリ無欠点材の平均年輪幅とMOEとの関係

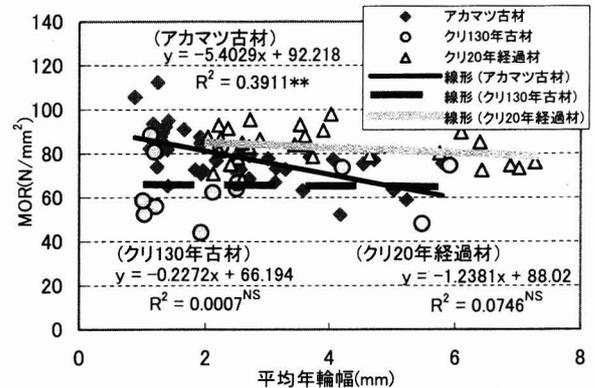


図-6 アカマツ、クリ無欠点材の平均年輪幅とMORとの関係

ことを表し、NSは無相関を示す。

### 3.2 クリ古材の強度

クリ130年古材及び20年経過材の試験結果を表-2に示した。また、図-7、8に無欠点材のMOEとMORの正規化順位曲線を、図-9にMOEとMORとの関係を示した。表-2から、クリ無欠点材の130年古材のMOE及びMORの平均値は各々9.25kN/mm²、65.6N/mm²であり、20年経過材のそれらは9.33kN/mm²、83.2N/mm²であった。

両者はMOEではほぼ同等の値であったが、MORでは130年古材の方が低い値であった。

木材工業ハンドブック記載の数値(平均値:MOE=9kN/mm²、MOR=80N/mm²)に比してもMOEは両者とも満たしていたが、MORでは130年古材が下回っていた。

強度性能と密度や年輪幅との関係については、無欠点材について図-3、4に密度とMOE、MORとの関係を、図-5、6に平均年輪幅とMOE、MORとの関係を示した。これらの図のクリの部分を見ると、20年経過材では図-6の平均年輪幅とMORとの関係以外で有意な相関が認められたのに対し、130年古材では何れについても相関が認められなかった。

表-2 クリ130年古材及び20年経過材の曲げ試験結果

	気乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 (mm)	MOE (kN/mm <sup>2</sup> )	MOR (N/mm <sup>2</sup> )
平均値	583	3.28	9.02	69.9
最小値	507	0.99	5.56	24.6
最大値	679	7.28	13.58	98.0
標準偏差	49	1.70	1.33	17.6
変動係数	8.3%	51.7%	14.7%	25.2%
5%下限値			6.64	38.3
60:k=1.794 試験体数	60	60	60	60
平均値	581	3.42	9.30	77.7
最小値	507	0.99	7.66	44.1
最大値	669	7.28	13.58	98.0
標準偏差	48	1.79	1.13	12.8
変動係数	8.3%	52.2%	12.2%	16.5%
5%下限値			7.23	54.2
41:k=1.831 試験体数	41	41	41	41
平均値	550	2.49	9.25	65.6
最小値	507	0.99	7.66	44.1
最大値	634	5.92	11.54	88.5
標準偏差	36	1.61	1.22	13.4
変動係数	6.5%	64.7%	13.1%	20.4%
5%下限値			6.57	38.5
13:k=2.026 試験体数	13	13	13	13
平均値	596	3.85	9.33	83.2
最小値	512	2.04	7.94	68.2
最大値	669	7.28	13.58	98.0
標準偏差	47	1.70	1.09	7.7
変動係数	7.8%	44.1%	11.7%	9.3%
5%下限値			7.29	68.8
28:k=1.878 試験体数	28	28	28	28
平均値	600	3.4	9	80
下限値			6	45

注) MOE: 曲げヤング係数, MOR: 曲げ強さ  
k: 試験体数に対応した5%下限値を求める係数

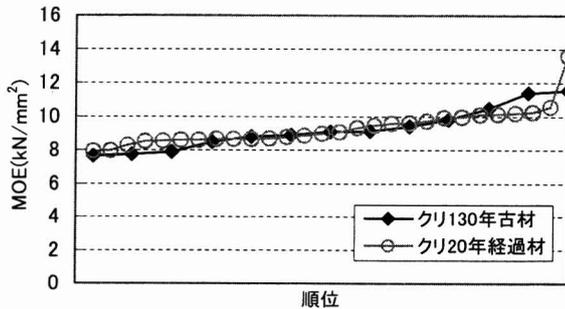


図-7 クリ無欠点材MOEの新旧比較

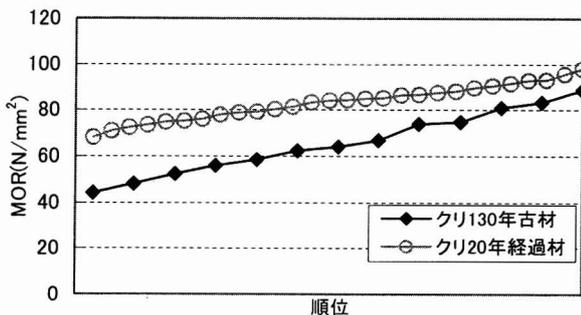


図-8 クリ無欠点材MORの新旧比較

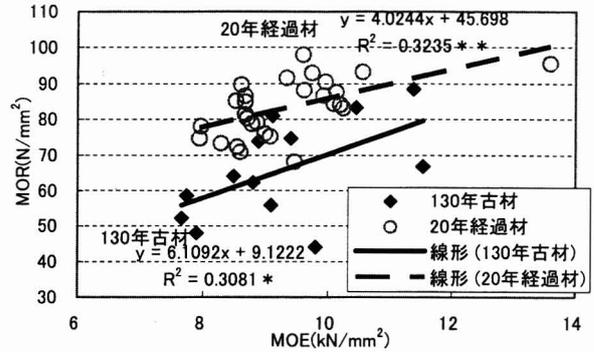


図-9 クリ無欠点材のMOEとMORとの関係

#### 4 結言

アカマツ古材については虫害や腐朽が進行したものが多く見られ、これらの強度性能は低位であったが、無欠点材のみの強度性能はMOE, MORともに当センターが行った新材の既存データ<sup>1)</sup>とほぼ同等であった。木材工業ハンドブック記載の数値に較べると1割強低かったが、密度が同書記載のそれより低いことや、前述の無欠点試験体の程度の違い等によるものと推測される。

クリについては、130年古材と20年経過材を比較してみるとMOEは殆ど変わらず、MORは130年古材が著しく低かった。しかし、130年古材は試験体数が少ないこともあり、更に検討を要する。

また、本調査でアカマツに多く見られた虫害、腐朽等の生物劣化は、クリでは土台等の不利な部位に使用されていたのにも拘らず、虫の食痕が散見された他は、腐朽したものは僅かであり、極めて耐朽性が高いことが再認識された。

#### 文献

- 1) 伊東嘉文, 吉田孝久, 橋爪丈夫 (2004) アカマツ中目材による集成材の開発, 長野県林業総合センター研究報告第18号, 76