

JAS構造用合板の曲げ強度

吉田 弥明

1. まえがき

構造用合板の使用状態をみると合板は常に一定の面積をもって使用されている。従って、要求される性能もこれらの面積をもった板としての性能が問題とされなければならない。しかしながら、現行のJAS構造用合板の規格では、例えば曲げ試験を例にとると、幅5cm、スパンは厚さの24倍という小さな試片で試験を行い性能を評価している。更に、試片は節や目切れのない、繊維の比較的通直に走った部位から採取されるのが通例である。これでは、いわゆる規格に許容される種々の欠点を含む合板の強度、しかもかなりの面積をもった合板の強度を把握するには多少問題があるのではないかと考えられる。勿論、JASで求められる値は規格標準値以上であることを要求し、許容応力度は曲げについては標準値の1/4の値をとっており（日本建築学会木構造設計基準）、この中には種々の欠点、その他の要因による影響を含んでいるといえようが、この点に関しては一層の検討が必要であろう。

弾性係数（MOE）と破壊係数（MOR）とが高い相関にあることは素材に関しては広く知られている¹⁾ことで、合板についても当然予想されることである。この相関は死節、生き節、目切れ、割れや穴、その他の欠点によって影響を受け、相関係数は崩れていくものと考えられる。また、これらの欠点が板面で占める相対的な面積は、試片合板の寸法が小さくなればなる程大きくなり、相関係数の低減効果は大きくなるものと考えられる。従って、小試片においてMOEとMORとの相関が認められれば、これより大きな寸法の場合にはこの相関の程度は一層高くなると予測される。更に、寸法が大きくなるとその中に含まれる欠点の多様性も増大し、より忠実にその合板の強度性能を表現し得るものと考えられる。

以上の様な観点から、構造用合板、及びコンクリー

ト型枠用合板の小試片におけるMOEとMORとの相関を追求し、一方実大合板におけるMOEを非破壊曲げ剛性試験によって求め、これらの関連から実大構造用合板のMOR、即ち強度を把握しようと試みたものである。

なおこの報告は第26回日本木材学会大会（静岡）にて発表したものに加筆したものである。

2. 試験方法

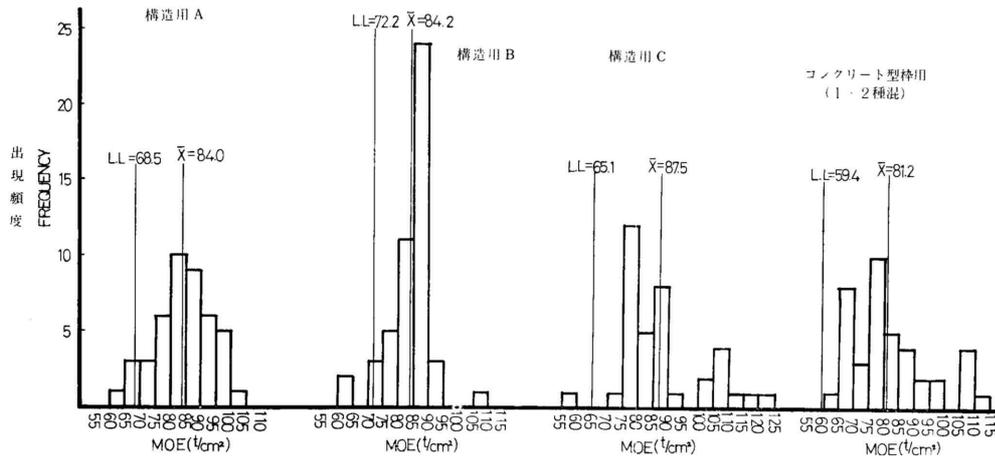
一般工場で製造された12mm厚構造用合板、A級：44枚、B級：48枚、C級：37枚、コンクリート型枠用合板1種：20枚、2種：20枚（型枠用合板の構成は構造用合板とは厚さ構成が異なる）を選び、実大寸法のまま、コンクリート型枠用合板の曲げ剛性試験と同様の方法で重錘を載荷していき、表板の主繊維方向にスパンを平行にとった場合の剛性から実大合板の曲げ弾性係数を求めた。

更に、これらの5種類のグループから各3枚の合板を選び、曲げ剛性試験時のスパン間隔150cmx合板幅略全面にわたって、JAS構造用合板の規格に準じて、幅5cmの試験片を主繊維方向とスパンを平行にとった場合、及び直角にとった場合につき、各24片、21片を供試合板1枚につき採取し、30cmのスパン長で、中央集中荷重により静的曲げ試験を行い、曲げ弾性係数（MOE）、及び破壊係数（MOR）を求めた。

3. 試験結果及び考察

3,1 実大合板の曲げ弾性係数

第1図はJAS構造用合板A, B, C, 及びコンクリート型枠用合板の曲げ弾性係数の分布を実大合板の曲げ剛性試験の結果から図示したものである。これらの分布から各グループの平均値： \bar{x} 、標準偏差： SD 、5%の棄却限界値： $LL(.05)$ を求め第1表に示した。



第1図 各級合板の曲げ弾性係数 (MOE) の分布

第1表 各級実大合板の曲げ弾性係数 (t/cm²)

合板の種類	項目	供試枚数	平均値 \bar{x}	標準偏差 S D	5% 棄却
					限界値 LL (.05)
構造用 A		44	84.0	0.4	68.5
構造用 B		48	84.2	7.3	72.2
構造用 C		31	87.5	13.6	65.1
コンクリート型枠用		40	81.4	13.2	59.4
	同 1種	20	86.2	15.3	61.0
	同 2種	20	76.1	8.6	62.0

これらの数値を比較すると、平均値については構造用A, B, C級, コンクリート型枠用合板の間には差が認められないが、標準偏差に差があり、5%下部限界値については構造用合板の方がコンクリート型枠用合板に比べ10数%高い値を示した。なお、型枠用合板の値は構造用合板と構成が異なるのでこれを合致させるために修正をしたものである。

構造用合板及びコンクリート型枠用合板のJASによると、合板の断面欠損に關係する品質欠点は、その欠点が最も多く存在する板長方向に対して直角方向にとった一定の距離内、すなわち構造用合板では45cm、コンクリート型枠用合板では30cm間に存在する欠点の幅の総計である。従って、この基準幅を45cmに統一すると型枠用B単板の欠点幅の合計は1/10×45/30=1/7となり、構造用C単板に等しいことになる。合板として考える場合はこれに心板、あるいは添心板の品質が問題となるが、コンクリート型枠用合板の規格にはこの点特に記されていない。しかし、実際問題として現有製造ラインに流すことのできる単板の品質

は構造用合板の心板、添心板の規格より優れた品質のものでないと困難であろう。事実、若干の工場を見た処では、コンクリート型枠用合板といえどもかなり良質の単板が使用されており、従って、コンクリート型枠用合板の1種は構造用C級に、2種は表-裏:d-d構成の構造用合板ということになる。

以上のことを考慮して、構造用C級の5%棄却限界値を1.00として比を求めると、構造用A:1.05, B:1.11, コンクリート型枠用合板の1種, 2種ともに0.95となり、これらの間には、少なくとも構造用C級とコンクリート型枠用合板との間には大きな差異はないと思われる。一方、構造用合板のJASのMOEの標準値は12mm厚の場合55ton/cm²で、d-d構成合板であっても、この試験の数値をみる限り充分満足している。しかも、この値は5%棄却限界値であるから全サンプル中の95%がこの数値に等しいか、凌駕するものであり、このことは、大半の合板がその性能を充分に評価されずにいることになり、適切な処置がとられればその性能を持てる能力一杯に利用することも可能となる。

3.2 小試片における弾性係数と破壊係数との關係

小試片における曲げ試験結果より求めた弾性係数と破壊係数との相関係数:rを各等級グループ別に計算して第2表に示した。これによると板面のよいA級, B級合板がかならずしも高い相関係数を示すとは限ら

第2表 各級合板の曲げ弾性係数と破壊係数との相関係数

合板の種類 繊維方向	構造用				コンクリート型枠用			総合
	A	B	C	込み	1種	2類	込み	
0°	0.59	0.54	0.84	0.72	0.91	0.70	0.86	0.78
90°	0.85	0.78	0.63	0.66	0.82	0.70	0.72	0.69

ない。試験片は表板の主繊維方向を基準にとって全面にわたり無作為に裁断したのであるから、板面の欠点の多いもの程、またその欠点の大きいもの程、すなわち板面の等級の低いもの程相関係数は低下するものと思われるが予想に反してこのような傾向は見受けられなかった。

この原因としては欠点との関連が考えられる。すなわち合板等級判定の基準となった欠点は主として「開口した割れ」それも長さであり、次いで「生きこぶあと、またはみみず」であった。ラワン材には衆知のように交錯木理が存在し、このために材面には繊維の乱れ、あるいは目切れが現われる。これらは当然、強度に対して重大な影響を及ぼすと考えられるが、規格に特に規定されておらず判定があいまいになった感があった。

これを更に検討するため、予め小試験片について欠点の有無、その位置、大きさや破壊形態との関連を観察した。それによると破壊形態は(1)引張破断によるもの、(2)圧縮側の座屈によるもの、(3)目切によるもの、(4)繊維の傾斜によるもの、(5)圧縮側にあるコアポイド部の座屈によるもの、(6)引張側クロスバンドのローリングシアーによるもの、の6種に分類される。この中(1)、(2)を除き他のものは材あるいは加工の異常に起因する破壊とみなす

第3表 曲げ破壊形態の出現割合と相関係数

合板の種類	破壊形態							
	引張破断	圧縮側の座屈	繊維板の傾斜	逆目	コアポイド部の座屈	ローリングシアー	その他	
構造用 A	18.3	12.7	25.4	11.2	14.1	18.3	0	
構造用 B	26.4	6.9	18.1	25.0	22.2	1.4	0	
構造用 C	20.8	5.6	33.3	29.1	8.3	1.4	1.5	
総合	21.9	8.4	25.6	21.9	14.1	7.0	0.3	
コンクリート型枠用 1種	11.1	25.0	9.41	43.1	0	0	1.4	
コンクリート型枠用 2種	25.0	1.4	1.11	48.6	13.9	0	0	
総合	18.1	13.2	5.30	48.9	6.9	0	0.6	
相関係数	.78	0.66	.81	0.82	0.68	0.42	-	

ことができよう。スパンを表板の主繊維方向に平行にとった場合の360片の試験片について、これらの破壊形態の出現割合を示すと第3表のようになる。この表には同時に破壊形態別にMOEとMORとの相関係数を示した。

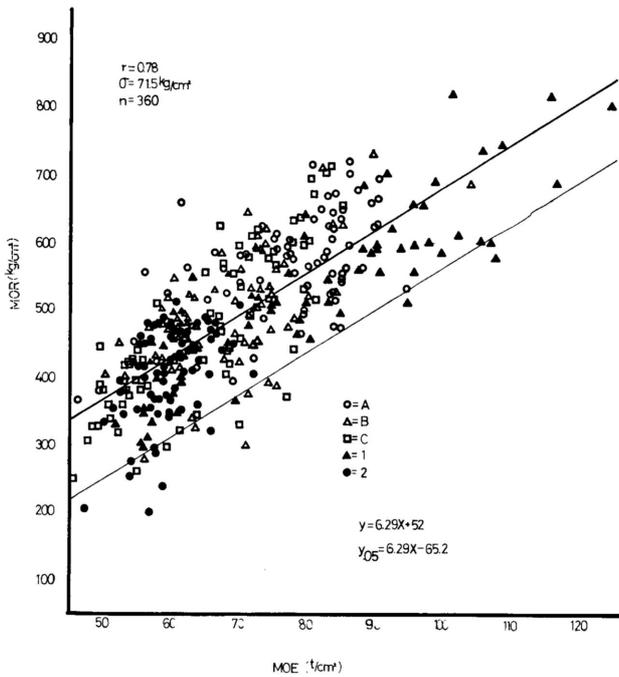
これによると目切れによるもの、及び繊維・傾斜によるものはかなり高い相関を示し、いわゆるみかけのMOEを求めることが、これらの欠点を含んだ実効値を求めることになり、MORとの相関が高くなったと考えられる。これに対して、圧縮側の座屈、コアポイド部の座屈、及びローリングシアーによるものは低い相関係数しか示さず、特にローリングシアーによるものは低い値である。従って、これらが要因となって全体としてのMOEとMORとの相関を崩しているものと考えられ、先の各等級グループごとの相関係数と対比してみると、破壊形態のうちこれら三形態の占める割合の多い構造用A及びB級、型枠用2種の相関係数が低く、これを裏付けているといえよう。ところで、構造用合板全体、及び型枠用合板全体をプールしてみると、相関係数は構造用合板の90°方向を除き0.72以上で充分有効な相関関係にあると判断できる。更に、前述したように型枠用1種が構造用C級、2種がd-d(表-裏)構成構造用とみなし得るので、厚さ構成による修正を行い、これら全てを1つのグループとしてMOEとMORとの相関係数を求めると、0°方向0.78 90°方向0.69と両者とも略0.70以上で、これまた有効な相関関係にあると判断できる。そこでこの1グループしたものについてMOEとMORとの関係を図示すると第2図のようになり、この回帰直線を求めると、

$$0^\circ \text{方向} : y_0 = 6.29 \quad 0 + 52.7 \quad (e = 71.5, r = 0.78)$$

$$90^\circ \text{方向} : y_{90} = 6.72 \quad 90 + 126.2 \quad (e = 75.0, r = 0.69)$$

となり、これから5%棄却限界線を求めると、

$$0^\circ \text{方向} : y_0 = 6.29 \quad 0 -$$



第2図 小試片における曲げ弾性係数 (MOE) と破壊係数 (MOR) との関係 (0° 方向)

65.2

90° 方向 : $y_{90} = 6.72 x_{90} + 2.5$ となる。

ここで0° 方向の場合について、5%棄却限界線以下の値をとる試片について更に考察してみると、その数は全360片中21片で5.8%を占め、5%を若干上まわる。これらの試片の破壊形態は目切れによるもの：14片、引張破断によるもの：6片、圧縮側の座屈によるもの：1片であった。これらの中、引張破断のものは「くされ」または「パンキー様の材」で材質に異常の認められるものであり、目切れのものは「著しい目切れ材」に限られている。先に目切れ材については高い相関係数を示したと述べたが、程度の著しいものは例外として極めて大きな影響力をもち、弾性係数に比し破壊係数を異常に低下させる原因となっていることがうかがわれる。

3.3 実大合板と小試片の強度

前節では、小試片におけるMOEとMORとの相関について明らかにしたが、今1つ問題となるのは実大合

板のMOEと小試片のMOEとの関連である。0° 方向の場合について、非破壊曲げ剛性試験による実大試片のMOEと破壊試験による小試片のMOEの平均値を比較すると第4表ようになる。これによると実大合板の方が15~20%高い数値を示しているが、この中から小試片を基準に、含水率の差異による補正5.4% (含水率1%の増減にともなうMOEの減増2%)²⁾、小試片の剪断歪による補正2.3%³⁾を配慮すると、実大合板のMOEの方が7~12%高い数値となる。この値を直ちに実大合板における欠点割合の相対的な減少にともなう強度の増大とみるには多少問題もあるが、この効果も作用していると考えてもよいであろう。

従って、この段階で実大合板のMOEをそのまま用いて、小試片におけるMOEと

第4表 実大及び小試片の弾性係数

	構造用A	構造用B	構造用C	コンクリート型枠用1種	コンクリート型枠用2種	含水率
実大試片 (F)	88.6	83.4	77.1	93.2	66.6	6.6
小試片 (S)	6.9	68.2	64.9	77.8	58.2	9.3
F/S	1.15	1.22	1.19	1.20	1.14	—

MORとの関係から実大合板のMORを推定するには若干の問題がないわけではないが、5%の棄却限界値についてはそのまま充当しても支障ないと考えて、実大合板規模におけるMORの推定を試みることにする。前述した実大合板のMOE (第1表) に対して含水率と剪断歪にともなう修正を行うと、各等級合板の5%棄却限界値のMOEの値は、A級：63.0、B級：66.4、C級：59.9、コンクリート型枠用合板1種：56.1、2種：57.0ton/cm²となり、これらに対する5%棄却限界MORの値を第2図の回帰直線から求めるとそれぞれ331, 352, 312, 288, 294kg/cm²となる。ちなみに現行JAS構造用合板の標準値は構造用合板A級：260、B級：240、C級：220kg/bm²であり、またJAS MOEの標準値55ton/cm²に対するMORの棄却

限界値は281kg/cm²となる。

4. まとめ

一般工場で製造されているJAS構造用各級合板及びコンクリート型枠用合板の実大試片による非破壊曲げ剛性試験、及び裁断小試片による破壊試験の結果、次のことが明らかとなった。

1) 現在製造されているJAS構造用合板A, B, C級、及びコンクリート型枠用合板1, 2種間の曲げ弾性係数の差異は標準偏差に若干の差異が認められるが平均値においてはほとんど認められない。

2) 小試片の弾性係数(MOE)と破壊係数(MOP)とは高い相関にあり、この関係を強度の推定に用いることができる。

3) 実大非破壊試験から求めた弾性係数は小試片の破壊試験から求めた弾性係数より7~12%高い値を示した。

4) 小試片における弾性係数と破壊係数との関係に非破壊試験によって求めた弾性係数の5%棄却限界値を外挿して破壊係数の5%棄却限界値を求めると、現行JIS構造用合板の標準値よりかなり高い値をとりコンクリート型枠用合板2種(表裏:d-d構成構造, 合板に相当)でもC級合板の標準値より高い数値となる。

文献

- 2) 北原覚一; 木材物理, 156, 森北出版(1966)
- 3) 同上; 154.

- 試験部 合板試験科 -
(原稿受理 昭51.7.15)

講習会のお知らせ

下記により講習会が開催されます。詳細をお知りになりたい方は下記へご照会下さい。なお定員になり次第締切られますので、受講ご希望の方は至急お申込下さい。

申込先 旭川市緑町12丁目 北海道林産技術普及協会 電話 0166-51-1171番

1. 木材乾燥技術講習会

期 日 来る9月7日(火)8日(水)
会 場 旭川市緑町12丁目 北海道立林産試験場

2. 集成材の製造技術講習会

期 日 来る9月9日(木)10日(金)
会 場 旭川市緑町12丁目 北海道立林産試験場

3. 木材の防腐防虫加工技術講習会

期 日 来る9月30日(木)10月1日(金)
会 場 北海道立林産試験場