

4

構造用合板と許容応力度

4.1 合板の基礎知識

4.1.1. 合板の製造と仕組み

日本の合板業界は、合板用原木を輸入材から国産材への原料転換を積極的に進めており、間伐材・未利用材・小径木等を安定的に使用している。合板の製造工程は、図4-1のようになっている。

工場に運ばれた原木は、皮を剥き所定の長さ玉切り（切断）し、針葉樹材は切削しやすくするため蒸煮処理する。玉切りおよび蒸煮処理をした原木は、大根のカツラ剥きのように原木を回転させながら切削機で剥いて、厚さ数mmの薄い単板（ベニヤ）にする。切削した単板は、表・裏板用および中板用に分類し、乾燥機で乾燥させる。

乾燥した単板は、板面品質基準に従って選別し、中板用単板は、節・腐れ・穴等の欠点部分を取り除き補修する。表・裏板用、中板用と仕分けした単板は、繊維方向を互い違いに重ねて仕組みを行い、接着剤を塗布する。接着剤を塗布し重ね合わせた単板は、常温で圧縮して仮接着させた後に、加圧・加熱し、接着剤を硬化させて『合板（ごうはん）』に成形する（図4-2）。

接着成形された合板は、四方の端を切断し所定の寸法にした後、上面・下面を研磨して仕上げ、JAS規格に基づく検査を一枚一枚実施している。



図4-1 合板の製造工程

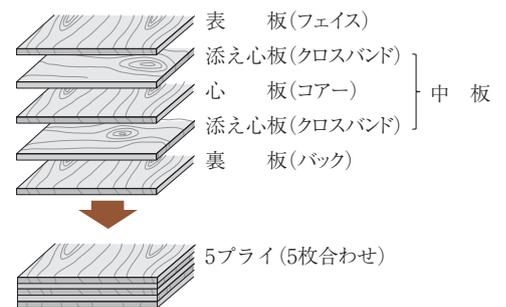


図4-2 合板の構成(5プライ合板の場合)

4.1.2. 合板の特徴

木材は、古代から人間の生活と密着して利用されてきた。人々の生活に和やかな住環境を与え、特に日本のような高温・多湿の環境では欠かせない材料であった。そんな木材の優れた特性をすべて備え、さらに、木材の持ついくつかの欠点を製造技術で補正して、木材より強い・幅が広い・伸び縮みの少ない優れた材料に作り上げたのが『合板』である。

- ① 重さの割にその強さが大きい
- ② 広い面積が得られる
- ③ 伸び縮みが少ない
- ④ 切断、くぎ打ちが容易である
- ⑤ 面としての強さが得られる
- ⑥ 木材だから熱伝導率=小, 比熱=大
- ⑦ 乾燥木材だから電気伝導性が少ない
- ⑧ 木材だから音・機械的振動の吸収性がある
- ⑨ 木材だから視覚・触感に優しい
- ⑩ 木材だから和らかな感覚を与える

以上が合板の一般的特長だが、合板を使用するにあたって特に注意することはその接着耐久性能である。合板は単板を接着剤で貼り合わせて作るが、合板の種類によって耐久性の異なる接着剤が使用されている。そのため、使用環境や使用目的に合致した合板を選んで使うことが重要で、住宅の構造部位では必ず JAS 規格にもとづく構造用合板を使用する必要がある。

4.1.3. 合板の種類

JAS 規格（日本農林規格）に規定される合板には次のものがある。

- ・構造用合板
- ・化粧ばり構造用合板
- ・コンクリート型枠用合板
- ・普通合板
- ・天然木化粧合板
- ・特殊加工化粧合板

4.2 構造用合板とは

4.2.1. 構造用合板の種類

構造用合板とは、建築物の構造上重要な部位に使用する合板をいう。板面の品質は9つに分類され、アルファベット2文字(A～D)の記号によって、表板・裏板の板面の品質を表している。また、規定される強度試験の種類によって1級と2級の等級がある。1級には等級を表板・裏板の品質（大文字）で表すもの（表4-1）と板面の品質によらず担保する曲げヤング係数と曲げ強さを記号EとFで表示するもの（表4-2）がある。さらに、接着剤の耐久性によって特類と1類の類別がある。JASの基準に合格した構造用合板にはJASマークが印字されている。

表4-1 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板の等級と板面の品質

等級	板面の品質	
	表板	裏板
A-B	a	b
A-C	a	c
A-D	a	d
B-B	b	b
B-C	b	c
B-D	b	d
C-C	c	c
C-D	c	d
D-D	d	d

表4-2 強度等級を記号EとFで表わす構造用合板1級の強度等級

強度等級	
E50-F160	E70-F220
E55-F175	E75-F245
E60-F190	E80-F270
E65-F205	

4.2.2. 1級と2級

JAS 規格の上では、1 級と 2 級の違いは、規定されている強度試験などの種類である。実際上は、強度等級を記号 A、B、C、D で表わす 1 級の構造用合板は主としてラワン合板であり、強度等級を記号 E と F で表わす 1 級および 2 級の構造用合板は針葉樹合板である。

1 級の構造用合板は、高度な構造的利用を考えて基準が作られている。各種の強度を保証するため、表 4-3 に示すように、0°方向（長手方向）および 90°方向（短手方向）のそれぞれに関する曲げ剛性試験・曲げ強度試験に加え、面内せん断試験が義務付けられている。また、曲げヤング係数と曲げ強さを記号 E と F で表示するものについては表 4-4 のような適合基準が設けられている。

2 級の構造用合板は、壁・床・屋根の下地板などの用途を考えて基準が作られている。一般的な使い方では強度は十分な余裕があるため、義務付けられている強度試験は、表 4-5 に示すように、0°方向の曲げ剛性試験のみとなっている。

4.2.3. 特類と1類

合板の接着部分の耐久性には、特類、1 類、2 類の類別があり、合板の製造に用いられる接着剤は合板の種類によって異なる。通常の室内環境で使用される家具用や造作用の合板には一般的に 2 類、断続的に湿潤状態となる場所（環境）において使用する構造用合板には 1 類、屋外又は常時湿潤状態となる場所（環境）において使用される構造用合板には特類の耐久性を有する接着剤が使用される。1 類の構造用合板は、防水紙等で防水処理を施した外壁・屋根、間仕切壁、床の下地板に用い、特類の構造用合板は、外壁や屋根の下地板に用いる。

構造用合板は、時間が経つと接着剤が剥がれてしまうので住宅の重要な部分には使うべきではないという大きな誤解もあるが、剥がれる合板は、水分や湿気の多い環境では剥がれてしまうタイプの接着剤を用いた合板である。なお、軸組構法の床や屋根下地には、「火打ちばり」という部材を設ければ必ずしも構造用合板を張る必要がないため、1990 年以前は軸組構法住宅に JAS 規格にも適合しない耐水性に乏しい合板が多用されてきた経緯がある。

しかし、JAS 規格に適合した構造用合板の接着耐久性は、特類または 1 類といわれる非常に高いもので、JAS 規格で定める連続煮沸試験、スチーミング繰り返し試験、減圧加圧試験に合格するものとなっている。また、現在国内で製造されている構造用合板は、ホルムアルデヒド放出量の規制の影響もあり、特類が主流となっている。

表4-3 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板1級の適合基準

厚さ (mm)	0°方向				90°方向				面内せん断強さ (N/mm ²)
	曲げ強さ (N/mm ²)			曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)			曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)	
	A-B B-B	A-C B-C C-C	A-D B-D C-D D-D		A-B B-B	A-C B-C C-C	A-D B-D C-D D-D		
6.0未満	42.0	38.0	34.0	8.5	8.0	8.0	8.0	0.5	
6.0以上7.5未満	38.0	36.0	32.0	8.0	14.0	14.0	14.0	1.0	
7.5以上9.0未満	34.0	32.0	28.0	7.0	12.0	12.0	12.0	2.0	
9.0以上12.0未満	32.0	28.0	26.0	6.5	16.0	16.0	16.0	2.5	
12.0以上15.0未満	26.0	24.0	22.0	5.5	20.0	20.0	20.0	3.5	
15.0以上18.0未満	24.0	22.0	20.0	5.0	20.0	20.0	20.0	4.0	
18.0以上21.0未満	24.0	22.0	20.0	5.0	20.0	20.0	20.0	4.0	
21.0以上	26.0	24.0	22.0	5.5	18.0	18.0	18.0	3.5	

A-B～D-D:合板の等級(板面の品質による)。

0°, 90°:表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。

表4-4 強度等級を記号EとFで表わす構造用合板1級の適合基準

強度等級	曲げ強さ (N/mm ²)		曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)	
	曲げ		0°方向	90°方向
	0°方向	90°方向		
E50-F160	16.0	単板数が3の場合:5.0, 単板数が4の場合:6.5, 単板数が5の場合:9.0, 単板数が6以上の場合:10.0	5.0	単板数が3の場合:0.4, 単板数が4の場合:1.1, 単板数が5の場合:1.8, 単板数が6以上の場合:2.2
E55-F175	17.5		5.5	
E60-F190	19.0		6.0	
E65-F205	20.5		6.5	
E70-F220	22.0		7.0	
E75-F245	24.5		7.5	
E80-F270	27.0		8.0	

0°, 90°:表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。

表4-5 構造用合板2級の適合基準

厚さ (mm)	曲げヤング係数 (10 ³ N/mm ²)
6.0未満	6.5
6.0以上7.5未満	6.0
7.5以上9.0未満	5.5
9.0以上12.0未満	5.0
12.0以上24.0未満	4.0
24.0以上28.0未満	3.5
28.0以上	3.3

4.3 構造用合板の許容応力度と弾性係数

建築基準法では、構造用合板の許容応力度や弾性係数に関する規定はない。

強度等級を記号A、B、C、Dで表す1級の構造用合板の許容応力度は、日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」において、表4-6のように提案されている。表中の基準許容応力度は、JAS規格の強度試験の適合基準に対して曲げで1/4、圧縮で1/3.5の値となっている。また、1級の構造用合板の基準弾性係数を表4-7に示す。1級のうち曲げヤング係数と曲げ強さを記号EとFで表示するものの基準許容応力度等については表4-8のように提案されている。

2級の構造用合板の主要な用途は、壁・床・屋根の下地であり、合板を張った壁・床・屋根の強度は実験的に評価され、特に合板の許容応力度が必要とされなかったため、その許容応力度は提案されていなかった。しかし、建築基準法の改正により構造計算で壁・床・屋根の設計を行うことが可能になったことから、日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」において2級の構造用合板の基準許容応力度の値が表4-9のように提案された。この基準許容応力度の値は、JAS規格に基づき、最も強度の低い樹種であるエンゲルマンスプルーで製造された合板を対象に、0°方向および90°方向のそれぞれについて強度が最も低くなる単板構成を仮定して誘導されている。しかし、実際に使用される樹種は一般にエンゲルマンスプルーより強

4 構造用合板と許容応力度

度が高いこと、0°と90°の両方向が最弱単板構成となることはありえない（例えば0°方向の最弱単板構成は90°方向の最強単板構成となる）ので、提案されている値は相当の余裕を持った値である。なお、同書では樹種や単板構成が特定できる場合は、基準許容応力度は表の値によらず、以下の式で計算することができるとしている。

$$f_0 = FR_0 / 8$$

$$f_{90} = FR_{90} / 8$$

f_0 、 f_{90} : 0° 方向、90° 方向の基準許容曲げ応力度

F : 当該樹種の木材の曲げ強さの5%下限値

(不明の場合はエンゲルマンスプールの値 43.9N/mm² を仮定してもよい)

R_0 : 0° 方向有効断面係数比 = (繊維方向が表板のそれに平行な単板だけを有効と見なしたときの断面係数) / (見かけの断面係数)

R_{90} : 90° 方向有効断面係数比 = (繊維方向が表板のそれに直角な単板だけを有効と見なしたときの断面係数) / (見かけの断面係数)

表4-6 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板1級の基準許容応力度

厚さ (mm)	積層数	0°方向									90°方向									0°, 90°方		45°方向				めり込み		
		曲げ			引張			圧縮			曲げ			引張			圧縮			せん断		引張	圧縮	せん断				
		A-B B-B	A-C B-C C-C	A-D B-D C-D D-D	面内 せん断	層内 せん断			面内 せん断	層内 せん断																		
5.0以上6.0未満	3	10.5	9.5	8.5	6.5	6.0	5.5	4.5	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	3.5	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5									
6.0以上7.5未満	3	9.5	9.0	8.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5									
7.5以上9.0未満	5	8.5	8.0	7.0	6.0	5.5	5.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5	A-B,B-B :1.4		A-B,B-B :1.8	A-B,B-B :2.4	A-B,B-B :2.8				
9.0以上12.0未満	5	8.0	7.0	6.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	A-C,B-C, C-C:1.3	0.4	A-C,B-C, C-C:1.6	A-C,B-C, C-C:2.3	A-C,B-C, C-C:2.6	0.5	2.0		
12.0以上15.0未満	5	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	A-D,B-D, C-D,D-D		A-D,B-D, C-D,D-D	A-D,B-D, C-D,D-D	A-D,B-D, C-D,D-D				
15.0以上18.0未満	7	6.0	5.5	5.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	4.0	4.0	4.0									
18.0以上21.0未満	7	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5									
21.0以上24.0未満	7	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5									
24.0以上	9	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5									

A-B~D-D: 板面の品質

単位: N/mm²

0°, 90°, 45°: 表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行、直交および45°の角度をなす場合。

めり込みは面に直角方向の場合

出典: 木質構造設計規準・同解説

表4-7 強度等級を記号A、B、C、Dで表わす構造用合板1級の基準弾性係数(強度等級によらない)

厚さ (mm)	積層数	0°方向			面内せん断 弾性係数	90°方向			面内せん断 弾性係数	面内せん断 弾性係数
		ヤング係数		面内せん断 弾性係数		ヤング係数		面内せん断 弾性係数		
		曲げ	引張および圧縮			曲げ	引張および圧縮			
5.0以上6.0未満	3	8.5	5.5	0.4	0.5	3.5	0.4	2.5		
6.0以上7.5未満	3	8.0	4.5		1.0	4.5				
7.5以上9.0未満	5	7.0	5.5		2.0	3.5				
9.0以上12.0未満	5	6.5	4.5		2.5	4.5				
12.0以上15.0未満	5	5.5	4.5		3.5	4.5				
15.0以上18.0未満	7	5.0	3.5		4.0	5.5				
18.0以上21.0未満	7	5.0	4.5		4.0	4.5				
21.0以上24.0未満	7	5.5	4.5		3.5	4.5				
24.0以上	9	5.5	4.5		3.5	4.5				

単位: 10³N/mm²

0°, 90°, 45°: 表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行、直交および45°の角度をなす場合。

出典: 木質構造設計規準・同解説

表4-8 強度等級を記号EとFで表わす構造用合板1級の基準許容応力度と基準弾性係数

強度等級	許容応力度 (単位: N/mm ²)				曲げヤング係数 (単位: 10 ³ N/mm ²)		せん断弾性係数 (単位: 10 ³ N/mm ²) (0°, 90°方向)
	曲 げ		面内せん断	層内せん断	曲げヤング係数		
	0°方向	90°方向			0°方向	90°方向	
E50-F160	4.0	単板数が3の場合: 1.2, 単板数が4の場合: 1.6, 単板数が5の場合: 2.2, 単板数が6以上の場合: 2.5	0.8	0.4	5.0	単板数が3の場合: 0.4, 単板数が4の場合: 1.1, 単板数が5の場合: 1.8, 単板数が6以上の場合: 2.2	0.4
E55-F175	4.3				5.5		
E60-F190	4.7				6.0		
E65-F205	5.0				6.5		
E70-F220	5.5				7.0		
E75-F245	6.1				7.5		
E80-F270	6.7				8.0		

0°, 90°: 表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。
出典: 木質構造設計規準・同解説

表4-10は、日本合板工業組合連合会（日合連）が上式により誘導した24、28mmの構造用合板の基準許容応力度である。この値は、傘下の全合板メーカーが製造している24、28mmの構造用合板の単板構成を調査し、その最弱単板構成から誘導した値であり、その妥当性については、曲げ強度試験で裏付けを行っている。なお、表4-10の曲げヤング係数は最弱単板構成の合板の平均値である（実験データについてはP36, 表5-3参照）。

なお、実際の設計にあたっては基準許容応力度に荷重継続期間・寸法効果・含水率等の影響を勘案する係数を乗じて許容応力度を決定することとされている。また、各合板の基準弾性係数は、表4-3～表4-5に示したJAS規格の適合基準の値である。

各荷重継続期間に対する許容応力度は下記で求める。

長期許容応力度（50年相当）= 1.1 × （基準許容応力度）

長期積雪時許容応力度（3ヶ月相当）= 1.43 × （基準許容応力度）

短期積雪時許容応力度（3日相当）= 1.6 × （基準許容応力度）

短期許容応力度（5分相当）= 2.0 × （基準許容応力度）

表4-9 構造用合板2級の基準許容応力度と基準弾性係数

厚さ (mm)	許容応力度 (単位: N/mm ²)				弾性係数 (単位: 10 ³ N/mm ²)		
	曲 げ		面内せん断	層内せん断	曲げヤング係数		面内せん断弾性係数 (0°, 90°方向)
	0°方向	90°方向			0°方向	90°方向	
5.0	5.2	0.8	0.8	0.4	6.5	0.4	0.4
6.0	4.8				6.5	0.3	
7.5	4.3				5.5	0.3	
9.0	3.9				5.0	0.3	
12.0	3.3				4.0	0.3	
15.0	2.7				4.0	0.6	
18.0	2.4				4.0	1.1	
21.0	2.2				4.0	1.1	
24.0	2.2				3.5	1.4	
28.0以上	2.0				3.3	1.7	

0°, 90°: 表板の繊維方向がスパン方向または荷重方向にそれぞれ平行および直交する場合。
出典および誘導方法: 木質構造設計規準・同解説

表4-10 厚さ24、28mm構造用合板2級の基準許容応力度と基準弾性係数（日合連暫定値）

厚さ (mm)	許容応力度 (単位: N/mm ²)				弾性係数 (単位: 10 ³ N/mm ²)		
	曲 げ		面内せん断	層内せん断	曲げヤング係数		面内せん断弾性係数 (0°, 90°方向)
	0°方向	90°方向			0°方向	90°方向	
24	3.3	2.5	0.8	0.4	4.6	2.2	0.4
28	3.4	2.5			4.4	2.2	

4.4 構造用合板のくぎ接合許容せん断耐力

合板—軸材くぎ接合部の許容せん断耐力は、日本建築学会編「木質構造設計規準・同解説」第4版及び（社）日本ツーバイフォー建築協会編「2007年枠組壁工法建築物構造計算指針」などにより表4-11のように計算することができる。

表4-11 合板—軸材くぎ接合許容せん断耐力(N/本)

合板厚さ (mm)	くぎ種類	軸材の種類		
		スギ、エゾマツ、 スプルースなど	ヒノキ、ベイツガ、 ヒバなど	カラマツ、 ベイマツなど
12	N50	410	420	430
	CN50	440	450	460
	N65	480	490	500
	CN65	530	540	550
	N75	540	560	570
	CN75	640	660	680
	N90	640	660	670
	CN90	740	770	790
15	N65	530	550	560
	CN65	590	600	610
	N75	600	620	630
	CN75	700	720	740
	N90	700	720	730
	CN90	810	830	850
18	N65	580	600	620
	CN65	640	660	680
	N75	660	690	700
	CN75	770	790	810
	N90	770	790	810
	CN90	880	900	920
21	N65	580	600	620
	CN65	640	660	680
	N75	660	690	710
	CN75	810	840	870
	N90	810	840	860
	CN90	960	990	1010
24	N65	580	600	620
	CN65	640	660	680
	N75	660	690	710
	CN75	810	840	870
	N90	810	840	860
	CN90	970	1000	1030
28	N75	660	690	710
	CN75	810	840	870
	N90	810	840	860
	CN90	970	1000	1030
35	N75	660	690	710
	CN75	810	840	870
	N90	810	840	860
	CN90	970	1000	1030