

## 品質について

## &lt;製造側委員&gt;

- 杉材単板はその他の樹種に比べ弱く破れやすい。  
よって杉材を利用する場合、厚ければ厚いほど扱いやすくなる。  
しかし、杉使用比率が高くなればなるほど吸水によって起こる波打ちが発生しやすくなるものと思われる。
- 表裏の単板(南洋材)厚みが1.5mm以上であることにより、ラワン合板と同等または以上の強度を保てる。
- 表裏の単板厚みにより、内層のスギ材の節穴等の欠点をカバーし、意匠性を確保できる。
- 内層にスギ材を使用することで、重量を軽減する。

## &lt;施工側委員&gt;

- ラワン合板に比べ同程度以上の品質が確保されること、特に仕上がり面に凸凹がないこと。
- ラワン合板に比べ同程度以上の曲がり等の強度が確保されること。
- 軽量で扱いやすく切断も容易だが、釘抜け等が無いよう品質の向上が必要。
- 吸水したときの強度の維持、膨張が見られないこと。塗装の改良が重要。
- 変形(波打ち)しないこと。

## &lt;地方公共団体委員&gt;

- 強度(くりかえし使用に耐えられること)
- 現状の製品と同等の品質及び現場での使い勝手を確保できるか。
- 品質、強度はJAS規格
- 耐久性、使いやすさ(重さ等)は、南洋材型枠合板に比べて遜色のないもの。
- 転用回数は3回以上必要。
- 十数年来国産材型枠用合板を使用してきたが、国産材型枠用合板の品質について、現場から苦情等は聞こえてこない。
- 共通仕様書で規定する構造として
  - ・ 十分な強度と安定性を保つ構造でコンクリートのかどに面取りができるもの。
  - ・ 型枠を容易に組立て及び取りはずすことができ、せき板またはパネルの継目はなるべく部材軸に直角または平行とし、モルタルのもれない構造。

# (参考1) 転用回数について

## ラワン合板の転用回数

### <学識経験者委員>

- 型枠の転用回数は一般的に4～8回。

### <施工側委員>

- 会員企業からの回答では1回から5回以上まで。  
2.5回、3回の回答が最も多い。
- 最も多いのが3回で、3回以上の転用は殆どない。

### <地方公共団体委員>

- 使用例がほとんどないが、使用されている場合のおよその転用回数は2から3回。
- 2回
- 表面塗装は3回までは転用可能。塗装なしは1回程度。

## 現在のスギ型枠用合板の転用回数

### <製造側委員>

- 2から3回。  
(塗装、シート貼り加工)
- 大判での転用回数は大半が1回限り。  
( 針葉樹を利用した合板は、施工時の釘打ちの際に釘の頭が合板にめり込む、解体の際に釘が貫通してしまい一度釘をうった部分は破損してしまう、水分を吸収することにより波打ちが発生する、といった現象があるようです。 )
- 2回以降使用する場合は釘打ちした部分等を避け、施工上加工が必要である部分に小割使用されているようです。
- ウレタン塗装無しでは2回。(転用のされ方は特に小割等せず、普通に転用します。)

## 転用回数の下がる原因

### <施工側委員>

- 水に弱く、曲がり、反り、収縮、はがれる、コンクリート表面に凸凹面ができる。

## 転用回数を上げるためのアイデア

### <学識経験者委員>

- 耐水性の向上  
コンクリートに含まれる水分を型枠用合板が吸水することで、曲げ剛性が低下する。転用回数が増加すれば、吸水→乾燥→吸水といったサイクルが繰り返されることになり表面塗膜の劣化や型枠用合板の物性を低下させる可能性が考えられる。そこで、型枠用合板の吸水を抑制して転用回数を増加させるために、たとえば側面や木口面を安価な樹脂でシール加工することなどが考えられる。
- 塗膜物性の向上  
型枠用合板のウレタン塗装において塗膜の膜厚をさらに厚くすることにより、表面の耐久性が向上して転用回数の増加が期待される。さらに、表板(フェイス)に使用する単板に樹脂含浸(樹脂の塗布でも可)させて単板自体の凝集力を向上させると、塗膜全体が補強されて耐久性が増加すると思われる。単板の樹脂含浸はスギ単板などの凝集力の特に小さい樹種では有効であると考えられる。
- 高耐久性シートの貼付  
耐摩耗性、耐アルカリ性に優れた樹脂シートを表面に貼付して転用回数の向上を図る。塗装加工にくらべてコスト面でメリットがある場合は有効であると思われる。
- 塗膜のケレン作業時における損傷防止  
型枠用合板をコンクリートから脱型後に表面に付着したコンクリートをはく離するためにケレン作業を行うが、その際にワイヤーブラシ等で強力に表面を磨くと塗膜が損傷して、転用回数が減少する。そこで、塗膜を保護できるようなケレン作業を指示・規格化することで、ケレン作業による転用回数減少を抑制できると思われる。
- 転用回数を増やすためには、合板の樹脂コート面のトップコートを硬度に優れた耐久性な材料にすることが考えられます。  
(比較検討した文献は見たことがなく、詳細は不明)

品質について(特に厚みを増した(例えば18ミリ以上)場合について)

## <施工側委員>

- 重量が増すことにより、加工(切断)、設置の施工性が悪化する。
- 他に、価格が高くなる。  
締付用金具(ボルト)が使えなくなるおそれ。改良が必要。  
木製、鋼製併用の場合に目違い(段差)が生ずる。
- 一方で、合板を厚くすることによって強度が増し、支保工の間隔が広げられる。との意見もあった。
  
- 重くなるので切断・加工に手間がかかる。
- メタルホームとの併用は、金具が特注となることから困難。
- 剛性が増し、曲面への対応が困難。
- 持ち運びの歩掛増。
- メタル型枠と併用する場合に仕上がり厚(5.5ミリ)が一致しない。
- 補助補強材(さん木、たる木)の寸法に影響。

## <地方公共団体委員>

- 鋼製型枠(メタル)との取り合い。
- 水分を含んだ場合の重量の問題(取扱いが悪くなる)
  
- セパレーターやPコン等のサイズ
  
- 重さ(型枠の運搬)
- 加工しづらさ(切断)
- 曲がらない(施工性)
  
- 重量が嵩むため、施工性に課題が残る。特に、鋼製型枠と比較した場合、軽量であることが特徴であり、奥山の工事等において有効であった。
- 重量が嵩むとメリットが軽減されるとともに、材料費や型枠歩掛において、割高となってしまう。

## <学識経験者委員>

- 合板厚さを厚くすれば、合板の変形を小さくできます。
- 合板厚が通常の合板厚と異なると、通常の合板との併用が不可能となります。(根太、大引き、補剛金物、端太角等の設置に支障となります。)  
・ また、合板の重量が重くなりますので、作業性が劣ることになります。

## 価格について

### <製造側委員>

- 現状の市況ではインドネシア、マレーシアからの輸入型枠合板が安価であり、国内製造メーカーの製造コストに合わないことが現実。
- 製造コストを下げるにあたっては、安価であり比較的安定して入手可能である国産杉材の利用率(単板構成厚みのうち、杉が占める割合)をできる限り高くすることが最も効果的である。
- 単板乾燥効率において北洋カラマツ(ラーチ)を100とすれば杉は70程度であり、約30%増しの乾燥時間を必要とし、製造にかかるコストの拡大に繋がってくる。

### <施工側委員>

- ラワン合板に比べ同程度以下の価格。
- コスト的にラワンパネルより高価にならないこと。

### <地方公共団体委員>

- 1回あたりの使用単価が鋼製型枠と同等であること。
- 価格が高い合板型枠を使用する場合、県産木材を使用したものでないと財政当局は認めないと想定される。
- 価格は現行品と同等であれば問題ないと思われる。
- 型枠合板は、柱、壁などに使用される製材とは異なり仮設材であり、構築物として残らないことから、コストが重視される。
- 財政当局等において、南洋材型枠合板に比べ一般的に高い国産材型枠合板を使用した場合、違法伐採の排除や地域材の活用の理由だけでは十分説明できないと考える。
- 積算上優先されるのは、原則「品質」と「価格」。但し、設計上、型枠用合板に関する経費は、一律、諸経費の中に含まれているので実行面での課題は少ない。
- 仮に価格差が生じた場合、政策誘導的な「大儀」があれば、財政当局等とも調整の余地はあると考えられるが、その大儀と価格差のバランスは必要と考える。
- 治山林道工事に使用される森林整備保全事業標準歩掛では、型枠の積算は労務費×諸経费率として計上されているため、これと大きく乖離するようでは採用が難しいと思われます。

## 歩掛、仕様書等について

### <施工側委員>

- 安定供給体制の確保(必要時に入手できること)
- 国産材合板型枠が、ラワン材合板型枠に比べ優位性が確保できない中でこれを推進する場合に、
  - ・ 特記仕様書等に使用を明示
  - ・ 併せて単価面、転用回数面、強度面(セパレーター、あて木、支保工の間隔を狭くする必要)、表面仕上がり面を踏まえた「積算単価」、「歩掛」、「工事成績評定」等とするべき。
- 補強材の運搬や加工・設置に手間を要するので、これらを含めた諸雑费率の設定が必要。
- 国産材型枠用合板を使用して施工した場合の検査基準が必要。

### <地方公共団体委員>

- 設計で指定するか、地域材使用による総合評価等での加点項目とする。
- 地域材認証については、原料が県産材であることの証明が要件となると思われる。(現在公共事業で使用している木材については仕様書で県産材の使用が定められている。)
- 地域材認証が必要(地域の木材利用拡大)
- 合法性(合法性マークの作成)
- 現在、国産材合板を一部に使用しているが、採用にあたっての要件はない。
- なお、今後、県産材の有効活用を図るうえで県産材を使用した型枠合板を推奨する場合には、産地認証製品であることが要件となる可能性はある。
- 共通仕様書で規定する型枠の構造を保つことができるものであれば、どのような合板でも構わない。

# (参考2) 型枠施工における設計、目安となる仕様について

① 型枠工の設計が行われている場合の計算について

② 仕様書等の目安とするもの、設置にあたって重要視する点について

## <施工側委員等>

### ① 計算について

- 林野庁直轄工事については、基本的に設計は行われていない。標準仕様書等に従って設置されている。  
(国交省の鉄筋コンクリート橋等については、計算を行っている模様。)
- 一部に、セパレーターの間隔等のチェックのための計算を行っている例がある。
- 型枠の強度設計は殆ど行われていないが、特に強度を求められる場合に仮設業者に依頼しているケースが稀にある。
- 現場では型枠の設計に関して、型枠大工に任せているのが実態で、過去の経験や実績で施工しているのが一般的である。  
(なお、型枠の設計に係る計算方法は別紙のとおり。)

### ② 仕様、重要視する点について

- 目安となる仕様は、標準仕様書(型枠、支保工)  
<設置にあたって重視する点>
  - 躯体の厚さ等側圧を念頭にセパレーターの太さ、間隔を考慮している。
  - 国産材合板型枠使用の場合、セパレーターの間隔を小さくする、あて木の本数を増やす等により強度を高めている。
- その他
  - 1) 表面仕上げ 2) 曲げ強度 3) 変形、そり
- 目安とする仕様書は型枠工が大半である。  
(コンクリートの仕様書のケースも少ないがある)
- <設置にあたって検討すべき事項>
  - 1) セパレーターの強度、2) 曲げ強度、3) 当て木の堅さ
  - 4) ヤング係数、5) 傷 の順に重視している。

## <地方公共団体委員>

### ① 計算について

- 治山・林道工事については型枠について設計を行っていない。
- 建築工事について、一般的なものは発注時には行っていないが、施工時には施工計画の中で計算を行っている。
- 建築工事において使用する性能値は、日本農林規格(JAS)のコンクリート型枠の規格

### ② 仕様、重要視する点について

- 型枠工は任意仮設としている。
- 施工業者は強度と使いやすさを求めている。

#### <仕様書>

- 治山・林道工事については、土木工事標準仕様書
- 建築工事については、建築工事標準仕様書

#### <設置にあたって重視する点>

- 治山・林道工事については、「合板型枠を使用する場合には複合合板として塗装したものを使用しなければならない」  
(土木工事標準仕様書)
- 建築工事については、「日本農林規格(JAS)のコンクリート型枠の規格による」とされている。(建築工事標準仕様書)
- 経済性、JAS規定の強度、軽量で加工しやすいこと、コンクリートの表面仕上がりのきれいさ

- 共通仕様書に基づき使用している。

#### ○ 共通仕様書の内容

- ・ 十分な強度と安定性を保つ構造でコンクリートのかどに面取りができるもの
- ・ 型枠を容易に組立て及び取りはずすことができ、せき板またはパネルの継目はなるべく部材軸に直角または平行とし、モルタルのもれない構造にしなければならない。

## ＜学識経験者委員＞

- 型枠は仮設材であるため、コンクリートが硬化するまでの間、荷重に耐えられればよい、という前提で構造計算される。  
スラブ、梁構造における型枠は鉛直荷重を主に考慮する。  
また、柱、壁構造の型枠では、コンクリートが打ち上がってくるときの水平荷重、すなわちコンクリートの側圧を主に考慮する。
- 鉛直荷重では、型枠自重、コンクリートの重量、作業荷重などを考慮する。その鉛直荷重に対して耐えうるように、せき板、根太、大引きの強度や間隔を定めます。  
なお、この場合の水平方向荷重は鉛直荷重の2.5～5%を見る。
- コンクリートの側圧については、打込み高さ、コンクリートの軟らかさ(スランプ値)、打込み速度、気温などに影響を受ける。  
建築学会では、JASS5の中で下表のような側圧算定式が記されている。

型枠設計用コンクリートの側圧 (kN/m<sup>2</sup>) [JASS5]

打込み高さ (m)	10以下の場合		10を超え20以下の場合		20を超える場合
	1.5以下	1.5を超え 4.0以下	2.0以下	2.0を超え 4.0以下	
部位					
柱	W <sub>0</sub> H	1.5 W <sub>0</sub> +0.6 W <sub>0</sub> ×(H-1.5)	W <sub>0</sub> H	2.0 W <sub>0</sub> +0.8 W <sub>0</sub> ×(H-2.0)	W <sub>0</sub> H
壁		1.5 W <sub>0</sub> +0.2 W <sub>0</sub> ×(H-1.5)		2.0 W <sub>0</sub> +0.4 W <sub>0</sub> ×(H-2.0)	

[注] H : フレッシュコンクリートのヘッド(m) (側圧を求める位置から上のコンクリートの打込み高さ)

W<sub>0</sub> : フレッシュコンクリートの単位容積質量(t/m<sup>3</sup>)に重力加速度を乗じもの (kN/m<sup>3</sup>)

- 一方、土木学会コンクリート標準示方書(2007年制定版)では、次のような側圧計算式を示している。

$$\rho = \frac{W_c}{3} \left( 1 + \frac{100R}{T+20} \right) \leq 150$$

$\rho$ : 側圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\rho_w$ : 液圧 (kN/m<sup>2</sup>)

W<sub>c</sub>: コンクリートの単位容積質量に重力加速度を乗じた単位重量 (kN/m<sup>3</sup>)

R: 打上がり速度 (m/h)

T: 型枠内のコンクリート温度 (°C)

- 上に示した計算式から最大側圧が求まります。側圧の最大となる箇所をコンクリートヘッド(Concrete Head)と呼び、この荷重に耐え得る十分な強度と、各々の部材の変形量の累積が、許容寸法誤差内に収まるように、せき板厚、補剛金物、栈木、端太角などの材質、断面性能、設置間隔を決める。
- 許容寸法誤差の目安はJASS5に記述されている。

- 多くの場合、強度よりも変形量で版厚、栈木間隔、端太間隔が決まる。変形量( $\delta$ )は次式で決まる。

$$\delta = \alpha \times w l^4 / EI$$

$\alpha$ : 係数 単純梁の場合  $\alpha = 5/384$

w: 側圧 l: 栈木等の間隔 E: 部材のヤング係数

I: 断面2次モーメント  $I = b \cdot h^3 / 12$  h: 部材の厚さ

したがって変形量は曲げ剛性(EI)で決められることになる。

## 製造上の関連する問題点

### 国産材型枠合板の製造コストが掛かり増しとなる要因

#### <製造側委員>

○ 針葉樹合板の設備を持っていないため、生産性が悪く、コストアップになっている。

○ 現状の市況ではインドネシア、マレーシアからの輸入型枠合板が安価であり、国内製造メーカーの製造コストに合わないことが現実であると思われます。

製造コストを下げるにあたっては、安価であり比較的安定して入手可能である国産杉材の利用率(単板構成厚みのうち、杉が占める割合)をできる限り高くすることが最も効果的であるといえます。

杉材単板はその他の樹種に比べ弱く破れやすいことがいえます。

よって杉材を利用する場合、厚ければ厚いほど扱いやすくなってきます。しかし、単板乾燥効率において北洋カラマツ(ラーチ)を100とすれば杉は70程度であり、約30%増しの乾燥時間を必要とし、製造にかかるコストの拡大に繋がってきます。

○ ウレタン塗装の経費がかかる。

### その他、国産材を活用した型枠用合板の製造上の問題点

#### <製造側委員>

○ 杉を使った場合、プレス歩減りが大きくなる。

○ 杉材は辺材部分(丸太の周辺に近い部分)と芯材部分(丸太の中心に近い部分)また、早材部分と晩材部分の堅さの差が大きく、特に辺材部分では製造時のプレス圧により歩減り(圧縮による潰れ)を起こしやすく、製品厚み不良やそれに伴う表面塗装ムラなどの不良発生があります。プレス圧が低すぎた場合、合板の接着不良が懸念されます。天然資源であるため、生育環境により丸太の年輪間の幅や直径の違いからそれぞれ性質が異なり、突発的な厚み不良の発生があります。

○ また、伐採後から単板切削までの期間が長すぎた場合、丸太が乾燥してしまい切削された単板の肌が凹凸状になり、不良発生や歩留り低下の要因に繋がります。

○ スギ材の節穴の欠点の選別・補修。

○ 無塗装の場合に、ラワン材(メランティ)を主に使用しているが、硬化不良を起こすとされる糖分の多い原木は使用していない。



## その他製造上の関連する意見等

### <製造側委員>

- 現在のJAS規格に合格しない国産材型枠用合板でも、施工現場での実証試験で遜色のない結果が出ているとの声もあり、JASでも認められるようになることを期待する。
- A社では、低ホルムアルデヒドコンクリート型枠用合板の認定及びオーバーレイ(シート貼り)による国産材型枠用合板のJAS認定を取得し、製品実用化を目指している。
- 型枠用は、諸外国では厚さ18mm 4×8サイズで使用する人が多い。日本でも長尺化や厚物化、そして型枠工法の見直しも行い国産材型枠を施工方法もセットで提案できると良いと思う。
- 塗装にあたり、針葉樹の場合はラワンと違い、表面の目止め処理が必要。
- シート貼りは作業性に問題が残るようで、手順等の技術の確立が必要。
- 木口の波うち、そり、カップセパレーターが食い込む。スギ塗装合板はJASの平面張り強度がでない。
- 収縮率が大きいことで塗料の目浮きや割れが出やすい。