

針葉樹コンクリート型枠用合板について

高 谷 典 良

はじめに

木製のコンクリート型枠といえば今では合板がほとんどですが、合板が型枠として普及したのはおよそ30年ほど前のことです。当初はまだ型枠用合板という製品はなく、厚さ12mmの3×6尺サイズのラワン合板が型枠として使われたようです。昭和42年には「コンクリート型枠用合板」の日本農林規格（JAS）が制定され、型枠用合板の需要は急速に増大してきました。

図1¹⁾に示すようにこの数年間は、毎年およそ2～2.5億m²の型枠用合板が生産されています。その原木のほとんどが南洋材です。もっとも型枠用合板として生産される合板のすべてが型枠に使用されているわけではなく、床下粗壁下地、野地板などほかの用途にも多く使用され、実際に型枠として使用されているのは50%程度だと推定されています²⁾。

ところで、型枠に使用される合板はこれまでは、表面に何の処理も施さない、生板と呼ばれる状態

で使用されてきました。合板を使い始めた頃はセメントの硬化不良などの問題もあり、各種の表面処理も検討されたようですが、その後硬化不良を生じる樹種も明らかになり、それ以外の樹種では性能的にも生板で十分だということで生板での使用が定着してきました。生板での転用回数は平均して3～4回です。使われなくなる理由は様々で、必ずしも性能的に使用不可能になったわけではありませんが、使用後は再利用されることなく廃棄処分されています。このことがWWF（世界自然保護基金）などの環境保護団体から、南洋材の使い捨てである、熱帯林の破壊を招いている、ひいては地球環境の悪化につながっているとの非難を浴びました。

また、図1にも示したように南洋材の資源枯渇、産地圏の輸出禁止などから、その輸入量は年々減少の一途をたどり、今後も引き続き南洋材原木を多量に輸入することは望めそうにありません。

そこで、我が国の合板業界は型枠用合板の原木

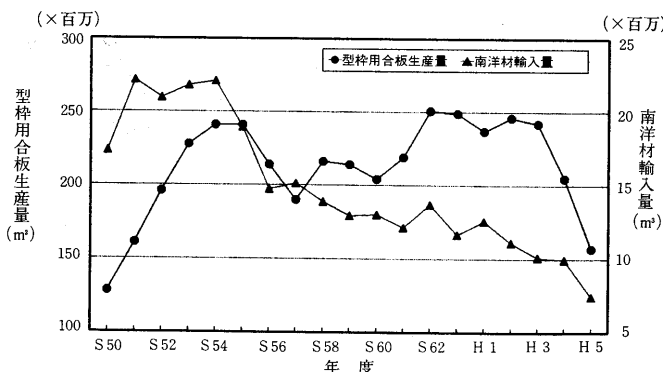


図1 型枠用合板生産量と南洋材輸入量

表1 合板用度木の使用量 (千m³)

樹種	1990年の実績	1996年の目標
熱帯産広葉樹	9,668	6,720
針葉樹	516	3,000
国産広葉樹	352	280

を南洋材から針葉樹材へ替える、いわゆる「樹種転換事業」に取り組みました。表1³⁾に示すように、1990年の実績を基準に、1996年には合板用原木の30%を針葉樹材に転換しようとの計画で進んでいます。特に型枠用合板はそのほとんどを針葉樹材に、あるいは表裏板は南洋材で心板は針葉樹材の複合合板に転換すべく業界を挙げて取り組んでいます。

針葉樹材からの合板製造は容易か？

合板用原木としての条件には次のようなことが望まれます。

- 太くて真っすぐなこと。
- 末口と元口で太さに差がないこと。
- 木口の形状が丸く、偏心してないこと。
- 節、入り皮、腐れなどの欠点がないこと。
- 単板切削、乾燥、接着が容易なこと。
- 大量に安価で手に入ること。
- 木目が美しいこと。

これらのことを考えると、南洋材がいかに合板用原木として通しているかが分かります。“木目が美しい”を除くほとんどすべての条件が南洋材に当てはまります。これに対して針葉樹材は細くて節も多く、春材と秋材とで材質の差があり、辺材と心材では含水率の差が大きく、製造面においては南洋材に比べ合板用原木として通しているとはいえません。

そこで、官民一体となってこれらの問題を解決すべく、製造技術と設備の両面から研究開発に取り組みました。

製造技術の面では単板の切削、乾燥、接着条件の確立、針葉樹単板用接着剤の開発などです。一方、設備の面からはより速く細くまで切削できるペニアレースの開発、針葉樹単板切削用ナイフの開発など単板切削を中心とした開発を進めてきました。現在では、針葉樹合板製造用の設備を整えていけば製造上の大きなネックは解消されたいえるでしょう。

もっとも、我が国では針葉樹合板の製造はまだ緒についたばかりで、製造技術が完全に確立され

たわけではなく、今後もより一層の改良は進められるでしょう。

針葉樹型枠用合板の性能は？

針葉樹合板を型枠用合板として使用する場合、コスト面を除くと、重要なのはその性能です。これまで公共事業を中心に針葉樹型枠用合板が試験的に使われてきましたが、その評価では南洋材合板と比べると強度が小さく、狂いが大きいという指摘があります。そこで、各種の針葉樹型枠用合板を製造し、曲げ剛性、狂い、耐アルカリ性能、セメント硬化不良を測定しました。

(1) 曲げ剛性について

コンクリート型枠用合板のJASでは曲げ剛性が規定されています。その測定方法は写真1に示すように、スパン160cmの支持台に試験用合板を置き、その中央に載せた荷重棒に一定の重りを載せて“たわみ”を測定するものです。たとえば、厚さ12mm、幅90cm、長さ180cmの合板であれば、20kgの重りを載せたときの“たわみ”が15.5mm以内であればよいことになっています（このたわみを曲げヤング係数に換算すると70tonf/cm²になります）。

図2は写真1のような方法で測定した10枚の合板の“たわみ”をヤング係数に換算して表したものです。表裏板厚さを変えた合板を製造し曲げ剛性を測定しました。合板の単板構成は表2のとおりです。



写真1 曲げ剛性測定

合板の曲げ剛性には表裏板の影響が大きく、一般的には表裏板が厚くなるほど曲げ剛性は大きな値となります。図2を見ても平均値はそのような傾向にあります。注意すべきことは針葉樹合板はバラツキが大きいということです。特に道産カラマツではかなり大きなバラツキを示しています。これは、図3の複合合板の結果と比較するとよく分かります。

図3は表裏板に南洋材単板を、心板に針葉樹単板を使用した複合合板の曲げ剛性です。表裏板厚さが1.5mmと2.0mmの2種類の合板について測定しましたが、図2に比べてバラツキが非常に少なくなっています。このことは南洋材単板の強度のバラツキが少ないことを示しています。しかし、今回使用した南洋材単板は強度がやや弱かったため、曲げ剛性の値は大きくはありませんでした。

表2 試験した合板の単板構成

表裏板厚さ	表板+そえ心板+心板+そえ心板+裏板
1.0mm	1.0 + 3.6 + 3.1 + 3.6 + 1.0mm
1.5mm	1.5 + 3.6 + 2.0 + 3.6 + 1.5mm
2.0mm	2.0 + 3.1 + 2.0 + 3.1 + 2.0mm
2.5mm	2.5 + 2.5 + 2.5 + 2.5 + 2.5mm

単板厚さはいずれも剥き出し厚さ

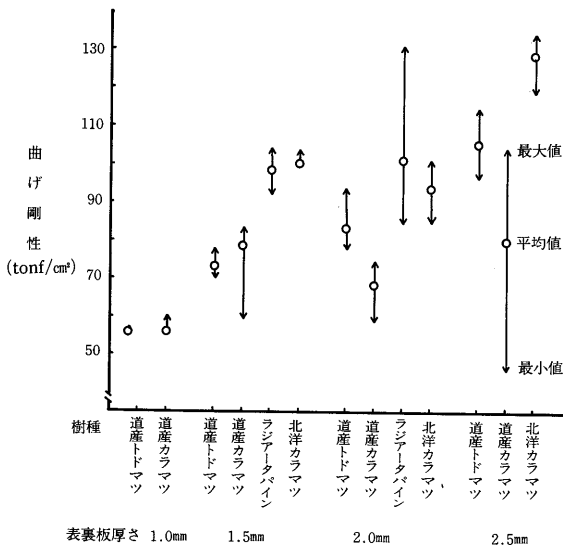


図2 表裏板厚さと曲げ剛性

一概に南洋材といっても、最近は多種多様な南洋材が輸入されているため、その樹種によっては強度に差があります。同様に針葉樹材といっても樹種により強度に差があるのは当然です。したがって、単純に針葉樹合板が南洋材合板に比べ弱いとか、あるいは強いとかは断定できません。ただし、針葉樹合板は同一樹種で製造した合板でもバラツキが大きくなります。これが針葉樹型枠用合板の特徴です。

(2) 狂いについて

狂いの様子を正確に数値で表すことは難しいのですが、今回の試験では合板を平らな台の上に載せ、周囲8点の合板の下面と台との透き間を測定して狂いの目安としました。表板側が下のときと上のときの両方測定しました。この値が大きいと合板の狂いも大きくなります。また、型枠用合板は実際の使用では片面が濡れた状態になるため、スプリンクラーで散水して片面を濡らしたときの狂いも測定しました。散水は6時間行った後一度取り込み、狂い測定後再び散水することを5回繰り返しました。

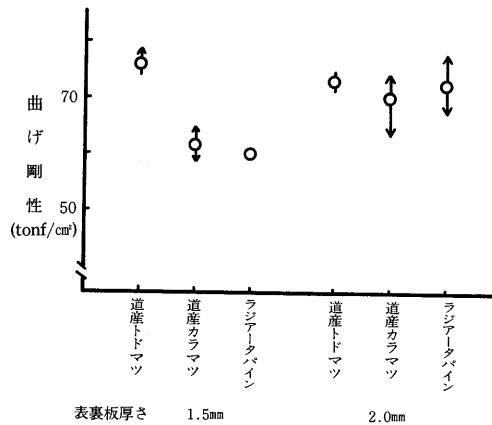


図3 複合合板の曲げ剛性

図4は各樹種の合板（表裏板厚さは2.0mm）の狂いです。狂いの値は表板側が下のときの8点の平均値と、上のときの8点の平均値を加えたものです。以後の図すべて同じです。市販のラワン合板と比較しましたが、散水前ではそれほど大きな差はありません。しかし散水によってカラマツ合板は狂いが大きくなりました。

図5, 6は表裏板厚さが狂いに及ぼす影響を試験した結果です。道産トドマツ、道産カラマツとも表裏板厚さが厚くなるほど狂いは大きくなる傾向はありますが明確な相関関係は認められません。合板の狂いには表裏板の伸縮が影響すると思われるため、その厚さが狂いに影響するものと予想しましたが、今回の試験では明らかな相関を見いだすことはできませんでした。合板の狂いには木理も影響し、今回の試験で明らかな相関が見いだせなかったのは、あるいは木理の影響が大きかったためかもしれません。

図7に道産トドマツの、図8に道産カラマツの

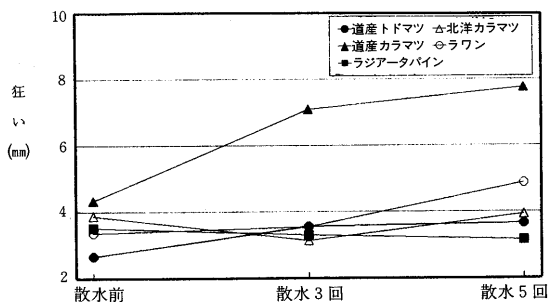


図4 樹種と狂い

複合合板（複合、同樹種とも表裏板厚さは1.5mm）と7プライ（1.8mm×7プライ）合板の狂いを示します。道産トドマツでは同樹種構成の合板、それ自体の狂いが小さいためか、複合およびプライ数を増加しても狂いの減少は認められません。

一方、道産カラマツでは複合およびプライ数の増加により狂いが減少しました。特に散水したときの狂いに減少が認められます。この結果は、図に示していませんが表裏板厚さが2.0mmの場合も

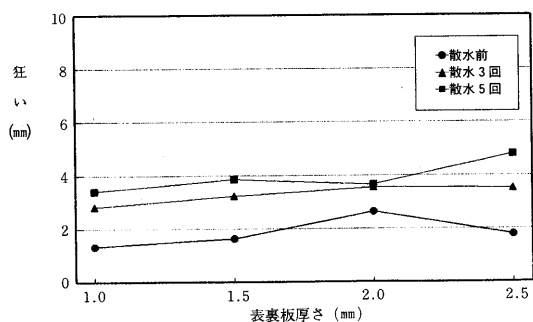


図5 表裏板厚さと狂い(道産トドマツ)

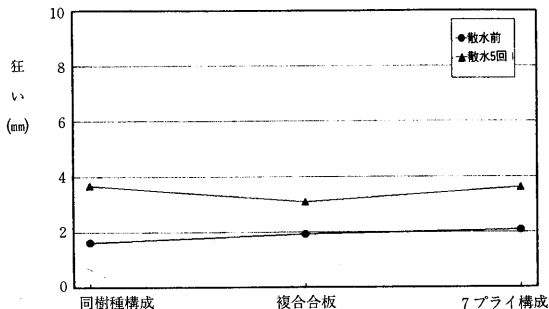


図7 複合および7プライ合板の狂い(道産トドマツ)

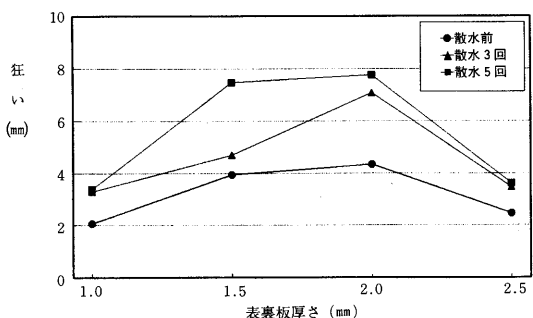


図6 表裏板厚さと狂い(道産カラマツ)

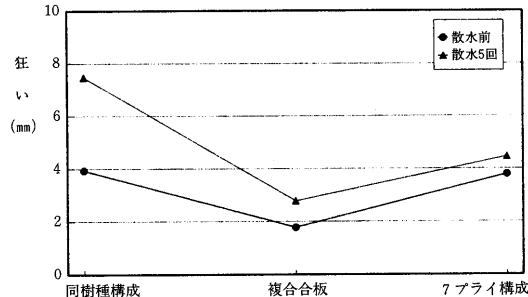


図8 複合および7プライ合板の狂い(道産カラマツ)

同様でした。したがって、狂いが小さい場合は複合およびプライ数の増加により狂いがさらに減少することは期待できませんが、狂いが大きい道産カラマツの場合は複合化およびプライ数の増加により狂い抑制が期待できるものと思われます。

(3) セメントのアルカリ性に対する性能は

セメントはアルカリ性であるため、樹種によってはその成分がにじみだしコンクリート面が着色したり、表面が劣化することがあります。そこで、これを防ぐため日本合板工業組合連合会の自主規制で耐アルカリ性能試験が定められ、この試験に合格しない樹種は型枠用合板の表板には使用しないようになっています。

その方法は、試験片を40℃の恒温器中で0.2%の濃度の水酸化ナトリウムに4時間浸せきした後、その溶液の色を見る試験（着色度の試験）、浸せき後の試験片を乾燥して表面の割れの本数を測定する試験（表面割れの試験）、表面割れの測定が終了した試験片にセロテープを貼り、急激にはぎとったときの木部がはぎ取られた面積の割合を測定する試験（むしれ試験）の3種類です。

試験結果を表3に示してあります。着色度の試験では、わずかに着色したものもありましたが、いずれも微少でまったく問題はありませんでした。

表面割れの試験では、ラジアータパインで一部割れが生じたものの、1~2本程度でこれもまっ

たく問題はありませんでした。

むしれの試験では、木部破断率が30%以上であれば不合格となりますが、道産カラマツ1枚で30%の木部破断率を示しました。他の試験片でも多少の木部破断があったことを考えると、道産カラマツはむしれやすい樹種であるといえます。表面加工のない生板での使用は注意を要するといえるでしょう。

(4) セメントの硬化不良を生じないか

樹種によっては、合板と接する部分のセメントが硬化しないでコンクリート面がポロポロになることがあります。これは木材の含有成分（アラビノガラクトサンなどの多糖類）が原因であることが



写真2 三連型枠によるセメント硬化不良試験

表3 耐アルカリ性能試験結果

樹種	着色度の試験					表面割れの試験					むしれの試験				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
道産トドマツ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
道産カラマツ	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	30	10	10	10	10
ラジアータパイン	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	10
北洋カラマツ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
ラワン	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

着色度の試験：数値は着色した程度を示す点数，5点以上が不合格

表面割れの試験：数値は幅0.5mm以上の割れの本数，11本以上が不合格

むしれの試験：数値は木部破断率（%），30%以上が不合格

表4 セメント硬化不良試験結果

樹種	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
道産トドマツ	0.02	0.01	0.02	0.09	0.01	0.02
道産カラマツ	0.52	0.60	0.18	0.45	0.51	0.18
ラジアータパイン	0.30	0.26	0.04	0.20	0.09	0.02
北洋カラマツ	1.25	0.88	0.81	0.41	0.73	0.89
ラワン	0.02	0.02	0.09	0.07	0.02	0.03

数値は11点の硬化不良深さの平均値 (mm)

分かっています。この樹種が硬化不良を生じるかどうかを見分ける方法の一つとして、三連型枠を使用した試験方法があります。

写真2に示すように、供試合板を入れた三連型枠にモルタル（水：セメント比=0.35）を詰め、2日後脱型して合板と接する部分のモルタル片の硬化不良深さを測定します。この試験で硬化不良深さが0.3mm以上の樹種は実用上問題があるといわれています⁴⁾。

試験結果を表4に示します。一般にカラマツは硬化不良を生じる樹種として知られていますが、今回の結果でも道産カラマツ、北洋カラマツは非常に大きな硬化不良を生じました。写真3に北洋カラマツ合板で試験したモルタル片を示してありますが、硬化不良部分のセメントを取り除くと全面にわたり甚だしい凹凸となります。この2樹種の生板での使用は難しいと思われる。

ラジアータパインはわずかですが硬化不良を生じた試験片もありました。今回の結果だけで硬化不良を生じる樹種であるとの断定はできませんが、硬化不良を生じる恐れはあるとの認識は必要であるかもしれません。

道産トドマツはまったく硬化不良は生じず（写真4）、生板で使用しても問題はないと思います。

実際に工事現場で使用した感想は？

針葉樹合板および複合合板を実際に建築現場で使用し、その状態を観察するとともに使用者に南洋材合板と比較した感想を尋ねました。それらの声を要約すると以下のようです。

- (1) 木目、節がコンクリート面に写った（写真5）。二次仕上げをする場合は問題ないが、打ちっぴなし仕上げでは問題がある。木目の写りを化粧的に利用できるかもしれない

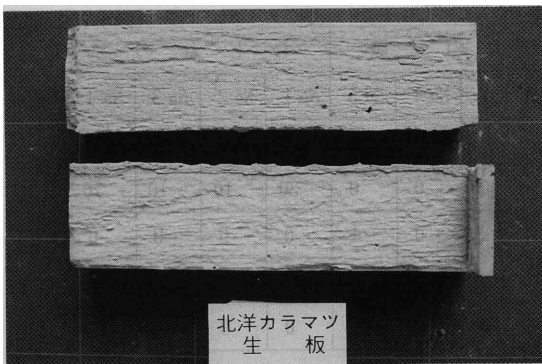


写真3 硬化不良を生じたモルタル片（北洋カラマツ）

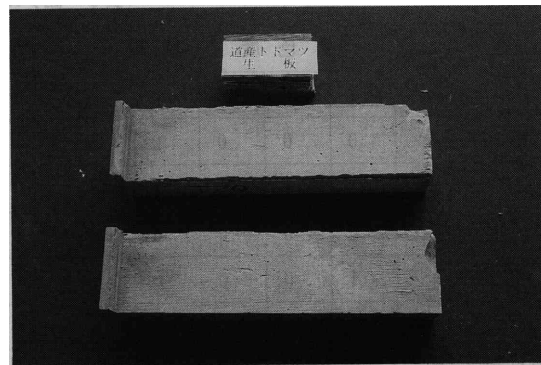


写真4 硬化不良を生じなかったモルタル片（道産トドマツ）



写真5 コンクリート面に写った木目

という声もありました。

- (2) 道産カラマツの生板ではセメント硬化不良が生じた。
- (3) 型枠解体時、あるいは上から落下したとき破壊しやすい。
- (4) 狂いの大きい板がある。現場で堆積時に風雨にさらされると、上のほうに積んだ板は特に狂いが大きかった。
- (5) ドリルで穴明け加工する時、穴の周囲が“毛羽立つ”あるいは“ささくれる”ことが多い。
- (6) 複合合板は南洋材合板とほとんど変わらなかった。
- (7) 軽くて扱いやすい(道産トドマツ合板)。

以上のように、まったく使えないという評価もありませんが、やはり南洋材合板と比べると良いという評価は少ないようです。このような評価になったのは使い慣れていないためかもしれません。

おわりに

これまで述べてきたように南洋材は非常に均質です。均質であるということは、必要であるかということは別にして、型枠材料として使いやすいということにつながります。しかし、現状あるいは将来を考えると、いつまでも型枠に南洋材合板を多量に使用することは許されない状況です。

使う側に望みたいのは、針葉樹合板は南洋材合

板の代替ではなく、別の合板であるとの認識です。性能的に多少のバラツキはありますが実用上は問題なく使用でき、多少の狂い、強度が弱い面は桧木でカバーすることができます。要は使い慣れることです。

南洋材の型枠用合板への使用に対する非難に端を発し、針葉樹材への樹種転換のほかにMDF(中比重繊維板)、パーティクルボード、台紙などの木質系型枠、あるいは各種のプラスチック製型枠など多種多様な型枠材料が試作、試用されています。今後どの材料が生き残るかはコストと性能の問題です。さらに、これからは使用後の廃棄処分、再利用も含めて考えなければなりません。現状では合板が一歩リードしていますが予断は許しません。合板型枠を造る側としては、安い型枠用合板を提供することも必要ですが、単に板状の材料を提供するだけでなく、表面処理などの二次加工も含め、幅広い種類の型枠用合板を製造してもよいのではないのでしょうか。

参考資料

- 1) 熱帯産木材の消費縮減に関する資料集，日本合板工業組合連合会
 - 2) 型枠用合板の需要実態と「型枠問題」，(株)市場開発情報センター
 - 3) 合板統計月報，農林水産省統計情報部
 - 4) 建築技術，No. 179 (1966)
- (林産試験場 合板科)

記事の訂正とおわび

先月号(9月号)に掲載した「“製材の材積歩留まり”を動かしている基本的な要因は何か？」の記事の中で、誤りがありました。

7ページに掲載した図は、図2-1が「図2-2テーブル帯鋸盤の使用鋸厚さの分布とその推移」の図で、図2-2が「図2-1送材草付き帯鋸盤の使用鋸厚さの分布とその推移」の図でした。

ここに訂正し、深くおわびします。