

# API 樹脂で接着したカラマツ材の接着性に及ぼす接着条件の影響

本多 琢己

Relation between properties of cured aqueous polymer isocyanate resin films  
and tensile strength for the cross-lap joint

Takumi HONDA

**Summary :** It is difficult to evaluate the real adhesives property by reason of the high percentages of wood failure. In this study, tension strength was evaluated the bonding property of adhesives using cross-lap specimens. The effect of curing time and curing temperature on strength by cross-lap tension test and properties of resin films was investigated. Aqueous polymer isocyanate (API) adhesive were prepared in various formulations and tested after curing at 10°C, 20°C and 30°C which was the onsite conditions to be encountered in actual gluing. The strength by cross-lap tension test improved with the rise of curing temperature, and progress of curing time. The strength by cross-lap tension test at curing temperature 30°C were smaller than those at 10°C, 20°C. The results of tensile measurement improved with the rise of curing temperature, and progress of curing time. The strength by cross-lap tension test influenced by the evaporation of volatile components from the adhesive during adhesive curing.

**要旨：** 2液性接着剤を使用する集成材の製造において、接着強さが低下する条件を解明することは、コスト的に有利であると考えられる。木材接着試験においては、木部破断率の割合が高い場合、接着性能を正しく評価することが難しい。そこで、クロスラップ試験片による引張り試験を行った。クロスラップ引張り強さと接着剤フィルムの物性に及ぼす養生時間、養生温度の影響を調べた。水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤は、架橋剤の添加量を標準以下とし、接着作業で想定される 10°C、20°C および 30°C で硬化させた。クロスラップ引張り強さは養生温度の上昇または養生時間の経過とともに増加した。30°C で硬化させた場合、他の温度で硬化させるよりもクロスラップ引張り強さが小さかった。接着剤フィルムの引張り試験の測定値は養生温度の上昇または養生時間の経過とともに増加した。接着剤の硬化に伴う試験片の重量変化は、クロスラップ引張り強さの発現を間接的に表していると考えられる。

## 1 はじめに

集成材の生産量は比較的堅調に推移しているものの、輸入製品や他社製品との間で依然として厳しい価格競争を強いられている。また、集成材工業で使用する接着剤は石油化学製品であり、製造コストに占めるその割合が大きいことから、原油価格の及ぼす影響は大きい。しかも、原油価格の上昇局面が続いている近年のような状況下では、いかに製品価値を落とさずに製造コストを削減するかがとりわけ大切である。

小規模の集成材工場の場合、品質管理に起因するトラブルを迅速に解決することは、製造コストの低コスト化

に極めて有効であると考えられる。以下に述べるように、集成材工場においては品質管理に関して技術開発の余地がある。はく離などが基準を満足しない場合、原因究明に多大な労力を要するばかりでなく、その間の出荷停止による減収を招いてしまう。そのため製造条件に対応した接着データを収集しておく必要がある。そうすれば、トラブル解消も比較的早いものと考えられるが、大規模工場のように自主検査体制が充実していない限り、工場自ら多くのデータを集めることは困難であろう。一方、接着剤メーカーのデータでは工場ごとの製造環境が必ずしも考慮されているとは限らない。さらに等級アップに直接影響しない過剰な品質は避ける必要がある。そのため、過剰部分の削減について接着性能面から詳細に追求

する必要がある。

これまで、工場から日常的に生産されるカラマツ構造用集成材について、割裂接着強さの長さ方向及び幅方向における分布を明らかにし、製造条件に対応した接着データを収集した(本多 2013)。

本研究では、集成材の接着性能におけるはく離や低接着力を生じやすい条件を把握するため、主剤と架橋剤の配合比を標準以下とした API 樹脂接着剤について、接着強さに及ぼす養生温度、養生時間の影響を調べた。また、フィルムの引張り試験により接着剤の物性についても調べた。

## 2 実 験

### 2.1 クロスラップ法(松本 1970)による接着試験

供試材料は集成材工場で日常的に機械等級区分されているカラマツ乾燥ラミナ(L110 等級)で、この心材部分から厚さ 10mm、幅 20mm、長さ 45mm の板目板を採取した。接着剤は API 樹脂(PI7300、大鹿振興(株)社製)で、主剤に対し架橋剤を 5、10 および 15 部混合した。接着剤の塗布量は 250g/㎡で、試験片をクロスさせ、圧縮圧 0.98Mpa、室温で 2hr 硬化させた。接着面積は 400mm<sup>2</sup>(=20mm×20mm)である。クロスラップ試験用に作製された型枠に試験片をはめ込み、前後左右にずれないように固定し、平板プレスで圧縮した。その後、10℃、20℃(RH65%) および 30℃で養生した。集成材の養生場所は工場内にあっても、特に空調しなければ夏場は 30℃前後まで上がり、また冬場は 10℃前後まで下がると想定される。そのため、養生温度は 10℃、20℃および 30℃に設定した。10℃および 30℃の場合、特に湿度の調整を行わなかったが、それぞれ約 80%と約 35%であった。養生期間は 1、3、7、14 および 28 日とした。クロスラップ試験片専用のつかみジグを作製し、荷重を接着面に垂直に負荷した。クロスヘッドスピード 5 mm/min で行った。

### 2.2 接着剤フィルムの引張り試験

前項の API 接着剤を用いて、主剤と架橋剤を充分に混合し、テフロンシート上にキャストすることでフィルム試料を作成した。この試料から JIS K 6251 に規定するダンベル状の試験片を打抜き具で作製した。10℃、20℃および 30℃で養生した。養生期間は 1、3、7、14 および 28 日とした。なお、1 日経過した時点で一度室内にフィルムを取り出して試験片を作製し、直ちに養生

を継続した。引張り試験はクロスヘッドスピード 1 mm/min で行った。

## 3 結果及び考察

### 3.1 クロスラップ接着強さに及ぼす養生温度の影響

クロスラップ接着強さの経時的変化に及ぼす養生温度の影響を Fig.1-Fig.3 に示す。クロスラップ接着強さは養生開始から 3 日までは増加し、その後、横ばいか緩やかに減少する。また、いずれの配合比においても 30℃で養生した場合に接着強さが著しく小さく、木部破断率も低い。

### 3.2 接着剤フィルムの物性に及ぼす養生温度の影響

接着剤フィルムの物性は、界面の条件が入っていないので、接着強さを直接表現することはできないが、接着強さを考察する際に極めて重要である。接着剤フィルムの引張りヤング係数および引張り強さの経時的変化に及ぼす養生温度の影響を Fig.4-Fig.6 に示す。いずれの配合比の接着剤においても、引張りヤング係数と引張り強さは経時的に増加している。その勾配は配合比が高いほど急である。このことから、測定を行った期間の範囲(28 日)においては、フィルム試料中のイソシアネート基と水の反応が完了していないと考えられる。

### 3.3 クロスラップ試験片の重量変化

クロスラップ試験片の重量変化に及ぼす養生温度の影響を Fig.7-Fig.9 に示す。20℃で養生した場合、試験片の重量は一度減少した後、増加に転じている。これは、初期においてイソシアネート基は水との反応で急速に消費されること、その後は試験片の吸湿速度が水の消費速度よりも早いことによると考えられる。また、30℃で養生した場合、試験片の重量は急速かつ大きく減少している。反応に必要な水まで散逸してしまいイソシアネート基が未反応のまま残存している可能性がある(堀 2002)。さらに、10℃で養生した場合、湿度調整を行っていないことを考慮しても、測定期間内においては、3.2 のフィルム試料と同様にクロスラップ試験片も反応の終点到達していないと考えられる。

API 接着剤のように架橋剤が水と反応して消費されるタイプでは、試験片の重量変化からイソシアネート基の反応状態を推定できれば、非破壊で接着性能を評価できる可能性がある。

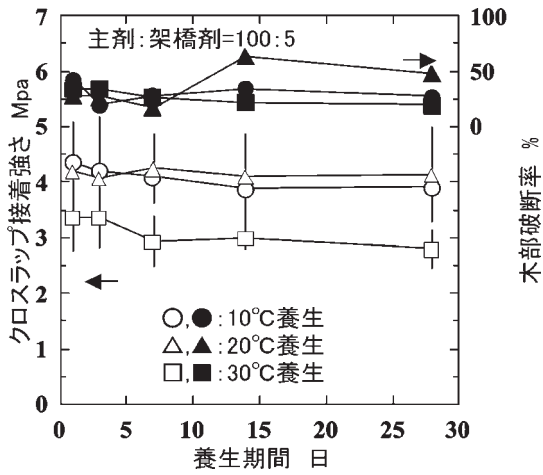


Fig. 1 クロスラップ接着強さの経時的変化

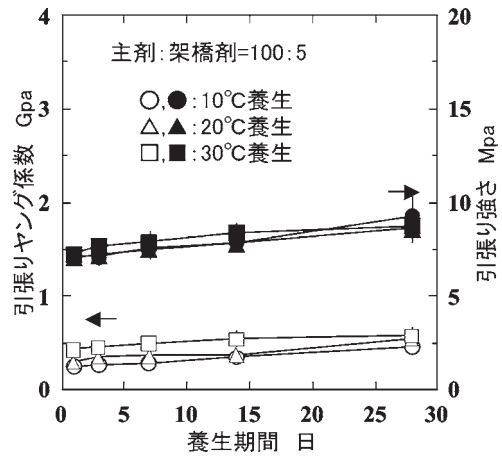


Fig. 4 接着剤フィルムの物性の経時的変化

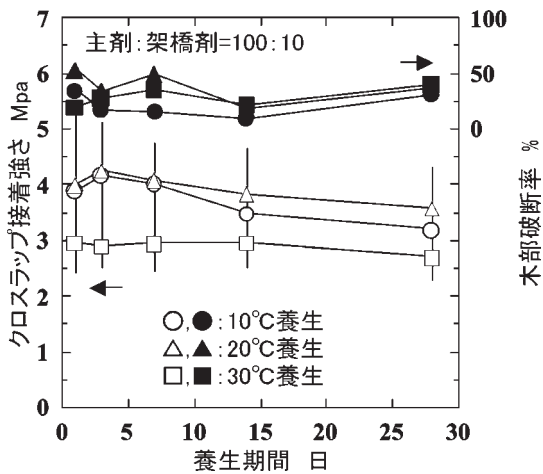


Fig. 2 クロスラップ接着強さの経時的変化

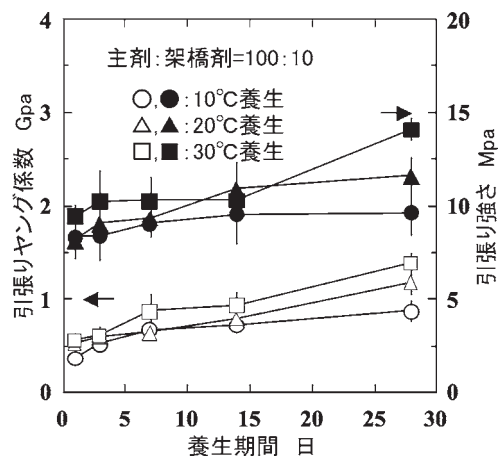


Fig. 5 接着剤フィルムの物性の経時的変化

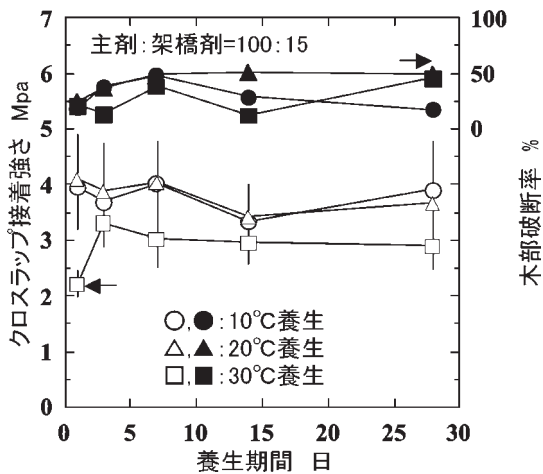


Fig. 3 クロスラップ接着強さの経時的変化

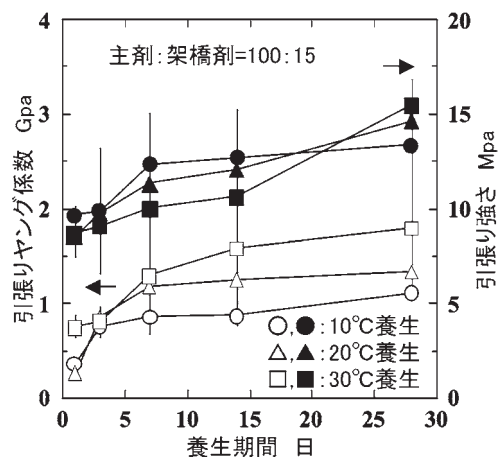


Fig. 6 接着剤フィルムの物性の経時的変化

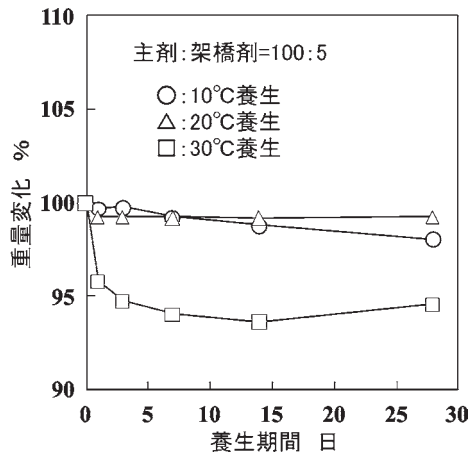


Fig. 7 接着試験片の重量の経時変化

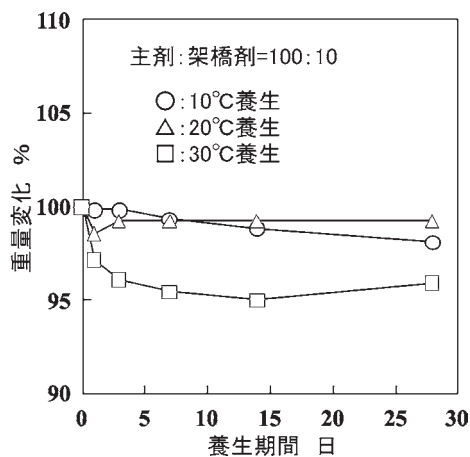


Fig. 8 接着試験片の重量の経時変化

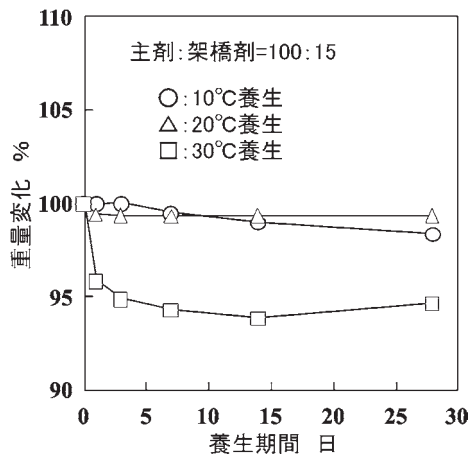


Fig. 9 接着試験片の重量の経時変化

#### 4 まとめ

主剤と架橋剤の配合比を標準以下とした API 樹脂接着剤について、接着強さに及ぼす養生温度、養生時間の影響を調べ、接着強さが低下する条件を明らかにした。また、接着強さが低下するメカニズムについて、接着剤フィルムの引張り試験による物性や試験片の経時的な重量変化から考察した。

#### 引用文献

本多琢己 (2013) カラマツ同一等級構成集成材の割裂接着強さ. 山梨県森林総合研究所研究報告, 32:19-24

松本庸夫 (1970) クロスラップ法による接着力試験. 林業試験場研究報告, 232:97-108

堀 成人 (2002) 水性高分子-イソシアネート系木材接着剤の化学構造. 第 23 回木材接着研究会講演要旨集, 1-7