

構造用集成材の接着による現場接合

森 田 良 二

はじめに

近年、木材需要拡大の気運や木構造建築物に対する基準の見直しの中で、大断面構造用集成材を用いた建築物が次第に注目を集めてきています。しかし、このような大断面長尺材の生産量は年間数百 m^3 に過ぎず、その規模やデザインの自由性などは欧米に比べるすべもありません。

現在、日本では湾曲集成材を用いたアーチ構造が主体になっていますが、通直集成材に比べるとコストが高く、また輸送の関係上、現場で部材をボルトや金物で縦つぎすることがしばしばです。そこで、通直集成材の接合によって仕口を構成する方法が色々と考えられていますが、その内の1つにニュージーランドではすでに20年の歴史がある交差重ね合わせ接着接合構法（写真1）があります。これは、通直集成材を3～7枚交差させ重ね合わせて接着し、仕口を剛接合にするものですが、現在接着による現場接合は認められていません。しかし、これが認められ通直集成材を現場に

持ち込んで接着接合を行うことができれば、デザインの幅も広がりコストも低減できると考えられます。そこで、現場接着接合の可能性について検討してみました。

接着条件と接着性能試験

木材の接着性能に関する要因は、圧縮圧力・時間・温度、塗布量、閉鎖堆積時間（接着剤を塗布し重ね合わせてから圧縮するまでの時間）などさまざまですが、現場接着を考えたとき、これら要因のバラツキはかなり大きくなると考えられます。そこで構造用集成材に一般に使用されているレゾルシノール樹脂接着剤を用いて、いくつかの条件で試験を行い許容範囲を調べました。供試材

表1 接着性能試験の条件

圧縮圧力と塗布量	
圧縮圧力 (kgf/cm ²)	3 6 9 12
塗布量 (g/m ²)	200 250 300

圧縮時間：24hr	圧縮温度：室温 (20℃)
閉鎖堆積時間：10分以内	

圧縮時間と温度	
圧縮時間 (hr)	4 8 24 48
温度 (℃)	10 20 30 40

圧縮圧力：6 kgf/cm ²	塗布量：250g/m ²
閉鎖堆積時間：10分以内	

閉鎖堆積時間と温度	
閉鎖堆積時間 (min)	20 30 40 60
温度 (℃)	20 30

圧縮圧力：6 kgf/cm ²	塗布量：300g/m ²
圧縮時間：24hr	

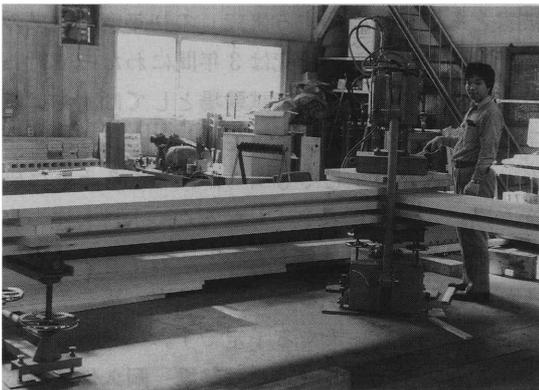


写真1 現場圧縮プレス

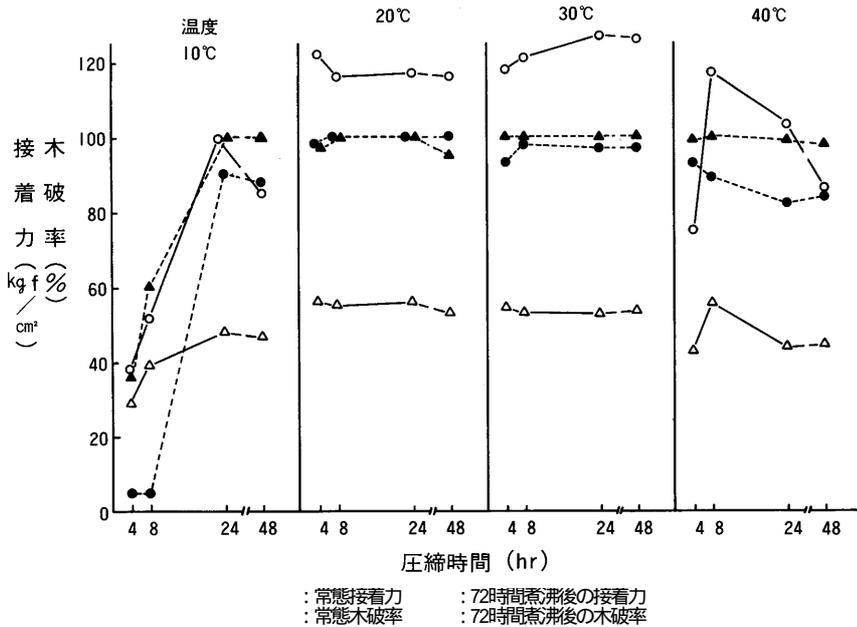


図1 圧縮時間・温度と接着性能

現場圧縮プレスと圧縮圧力の測定

現場で接着接合を行う際に一番の問題になるのは、圧力をいかに均一にかけるかということです。簡易な方法としてGクランプがありますが、試験の結果ではムラが大きく、圧力を均一にかけることはなかなかできませんでした。そこで、現場で使用できるような可搬式の油圧プレスと水平支持台を試作し(写真1)、実大の通直集成材(厚さ5cm×幅50cm×長さ5m)5

料はエゾマツ柱目板で、これを表1の条件で接着し、構造用集成材のJAS(日本農林規格)に準じてブロックせん断試験片を作成して、常態および72時間連続煮沸後の接着力と木破率(木材の部分からこわれた割合)を測定しました。

体を用いて圧縮圧力を測定してみました。配置は図2のとおりです。測定にはプレスケール(圧力によって色が赤変する感圧紙)を用い、16点の圧力を測定しました。

接着条件と接着性能試験結果

一般的に、エゾマツを接着する場合、圧縮圧力と塗布量は6~8kgf/cm²、250~300g/m²が最適といわれていますが、今回の試験の結果では3kgf/cm²、200g/m²でも接着力に問題はありませんでした。また、閉鎖堆積時間と温度についても、30で40分までは接着性能は低下しませんでした。

圧縮時間・温度と接着性能については結果を図1に示します。これからも明らかなように、温度が20を下回る条件下では接着性能は著しく低下し、10では最低でも24時間以上の圧縮が必要になります。したがって、現場で接着を行う際には十分な温度管理が必要であり、保温・加温設備などが必要になる場合もあるでしょう。

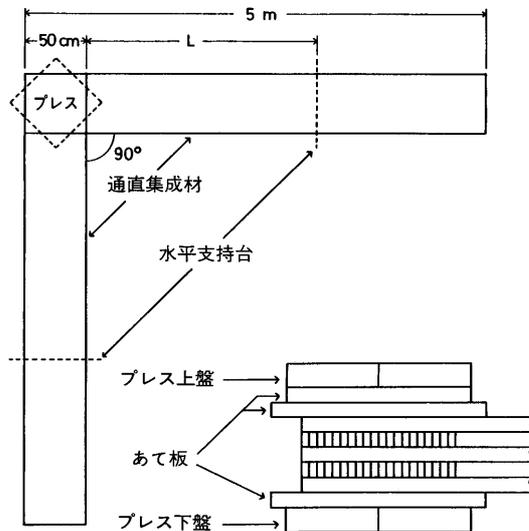


図2 現場圧縮プレスおよび水平支持台と通直集成材の配置

表2 圧縮圧力の分布

	設定圧力 (kgf/cm ²)	測定圧力 (kgf/cm ²)			変動係数
		平均 ⁴⁾	最大	最小	
A ¹⁾	8	6.8	10.9	4.5	0.27
	10	7.8	11.5	5.1	0.26
	12	8.1	11.4	5.5	0.23
B ²⁾	8	6.5	8.0	5.2	0.12
	10	7.8	9.5	6.0	0.14
	12	8.0	9.8	5.8	0.14
C ³⁾	10	7.5	9.7	4.8	0.17

- * 1) あて板 上1枚 下1枚 L=2.5(m)
 2) あて板 上2枚 下1枚 L=2.5(m)
 3) あて板 上2枚 下1枚 L=4.4(m)
 4) 16点の平均

圧縮圧力の測定結果

結果を表2に示します。設定圧力に比べ測定圧力が小さめに出っていますが、これは木材が多孔質であり、木目の影響で均一に圧力がかからないことや、材面が金属類に比べ柔らかく、クッションの役割を果たすことなどが考えられます。圧力ムラについては、水平支持台の位置で大きな影響を受けることはなく、十分許容範囲内であると考えられます。ただ、今回被圧部がプレスからはみだすためミズナラ集成材のあて板(厚さ40mm)を使用しましたが、これの厚さが薄いとプレス上盤面からはみだす部分でムラが大きくなる傾向があり、十分な注意が必要です。実際の現場でも、接着する前にプレスケールなどを用いて圧力を測定することが必要でしょう。

実際の接着接合と負荷試験および接着性能試験

以上の結果を基にして、実際に交差重ね合わせ接着接合を行いました。配置は図2のとおりで、接合角度90度、プレスから支持台までの距離L=2.5mです。接着剤はレゾルシノール樹脂を用い、塗布量は300g/m²で圧縮時間は24時間、圧縮圧力は安全をみて14kgf/cm²にしました。閉鎖堆積時間は40分以内としました。実際に行ってみた結果では接着剤の塗布から圧縮まで約30分で終了しました。温度は圧縮した段階で21℃、朝がた一番下がった時で14℃程度でした。

これを1か月養生したものを、それぞれ頂部か

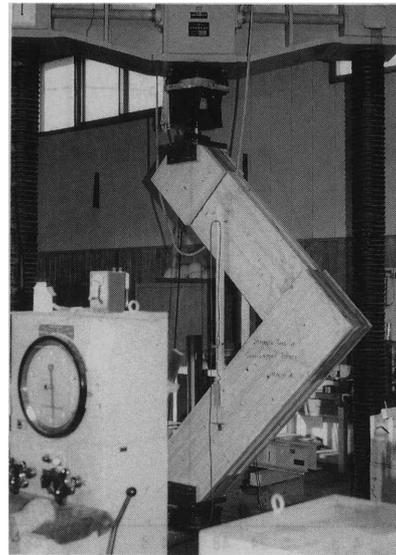


写真2 負荷試験

ら2mに切断して写真2に示すように負荷試験を行い、試験終了後の接着層からブロックせん断試験片を作成し、72時間連続煮沸後の接着力と木破率を測定しました。また、接着層が破壊され試験片を採取できなかった部分については、木破率のみを測定しました。

負荷試験と接着性能試験結果

最大破壊荷重は、17,750kgfで最大モーメントは18.827tonf・mでした。破壊の順序としては、まず交差接合部の内側の角での圧縮破壊、次いで最外側のラミナでの引っ張り破壊を生じ、接着層から先に破壊することはありませんでした。

表3に接着性能試験の結果を示します。接着力の値は図1に示した値よりかなり小さくなっていきますが、これは繊維方向を直角にして接着しているためで、一般には平行の場合の1/3から1/4といわれています。今回は1/4から1/5になっていますが、これはみかけ上こわれていないと判断して採取した試験片の一部が、実際には負荷試験の際すでに部分的に破壊されていたためと考えられます。また、木破率も70~100%の値を示しており、接着性能に問題はありませんでした。

表3 負荷試験後のブロックせん断接着力および木破率¹⁾

接着層 ²⁾	試験片採取数	接着力 (kgf/cm ²)				木破率 (%)		
		平均	最大	最小	標準偏差	平均	最大	最小
1	23	10.7	17.3	1.9	4.01	92.1 (93.7)	100 (100)	70 (80)
2	70	14.1	25.8	5.1	4.35	95.5 (92.1)	100 (100)	80 (70)
3	80	11.5	19.3	3.3	2.67	93.5 (92.2)	100 (100)	70 (60)
4	14	10.0	13.3	6.2	1.96	97.1 (92.8)	100 (100)	90 (40)

*1) 72時間連続煮沸後の試験結果。ただし、()内は試験片を採取出来なかった部分の常態木破率。

2) 接着層のナンバーはプレス上盤側から順次付けたもの。

まとめ

現場で接着接合を行うため、いくつかの接着条件・方法について検討し、さらに実際に接着接合

を行った結果を述べてきましたが、接着性能に関係する要因はたくさんあり、これを現場で行うためには厳しい管理が必要です。また、実際に接着に問題がないかどうか確認する方法（非破壊試験）が確立されていないのも大きなネックです。しかし、将来に向けさらに木材の需要を拡大するためにも、これらの問題をクリアし建築サイドに働きかけ

をしていく必要があるでしょう。

(林産試験場 普及課)