

〈資 料〉

表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第3報)
表面処理した鋼 (UD12) とスギ材の接着性能和田 博・柳川靖夫・満名香織・増田勝則・成瀬達哉・鬼木俊也*¹・浜田伸一*¹Coupled Lumber Construction with Surface-treated Steel (CLCS)
Using Sugi (*Cryptomeria japonica*) Lumber III
Adhesiveness of Surface-treated Steel (UD12) and SugiHiroshi WADA・Yasuo YANAGAWA・Kaori MITSUNA・Katsunori MASUDA・Tatsuya NARUSE・
Toshiya ONIKI and Shin-ichi HAMADA

CLCS工法 (Coupled Lumber Construction with Surface-treated Steel) のコストダウンを目的として、新しく開発された安価なクロメート処理鋼 (UD12) への代替を検討した。常態圧縮せん断試験、煮沸繰り返し後の圧縮せん断試験、および構造用集成材JASの使用環境1における加減圧繰り返し処理 (2サイクル) 後の圧縮せん断試験を行った結果、UD12はこれまで本工法に用いていたZ-S処理鋼に置き換わることが可能であると思われた。

1. はじめに

現在、10.5cm角の柱材が採材不可能な小径材はほとんど利用されていない。そこで、これらの材を用いて一般の人々が小規模の建物を容易に建てることができる工法を開発し、CLCS工法 (Coupled Lumber Construction with Surface-treated Steel) と呼んでいる^{1,2)}。本工法は、スギの板材2枚を合わせ部材とし、部材と部材の接合部分に接着剤を塗布した表面処理金属を挟んで、ボルトにより加圧接着するものであり、強固な接合部分を有しながら、破壊に至るまでの変形が大きい特長を有している。また、木材に必要な加工は穴あけと鋸断だけの簡単な方法である。

これまで本工法には表面処理金属としてZ-S処理鋼を用いていたが、より安価なクロメート処理鋼に代替してコストダウンすることを試みている。今回は新しく開発された表面処理鋼であるUD12とスギ材の接着性能について報告する。

2. 調査内容

2.1 材料

50mm×50mm、厚さ5mmの表面処理した構造用鋼板UD12 (冷延鋼板に溶融亜鉛メッキおよびクロメート処理したもの) と、幅50mm、長さ44mm、厚さ20mmのスギ材 (*Cryptomeria japonica*) の表面に、1液型ポリウレ

タン樹脂系接着剤 (コニシ (株) 製、パネルボンドKU) を塗布し、接着、養生した後、ノミを用いて図1に示すようなASTM D905型圧縮せん断試験片を作製した。ASTM型の試験片を用いた理由は、JIS型に比べASTM型の試験片のほうが大きく、木材と鋼材を接着する際に取り扱いが容易であったためである。

圧縮時の温度は7、20および37℃で、それぞれの温度条件下でCクランプを用いて24時間固定して試験片とした (7℃の条件では120時間固定後ただちに圧縮せん断試験を行った)。Cクランプで圧縮した理由としては、CLCS工法では接着時にボルトを用いて接合部を圧縮するので、接着性能を検討するためには、既報³⁾のテープで固定して接着する方法よりCクランプで圧縮したほうが適していると判断したためである。なお、接着時に恒温器の温度設定を5℃としたが、室内の周囲温度が高かったために達成不可能であった)。また、スギ材どうしの同様の試験片も作製した。試験片の数はいずれの試験においても10個とした。

2.2 方法

解圧48時間後に、それぞれの温度条件で接着した試験片を用いて以下のいずれかの試験を行った。

①JIS K6802の常態圧縮せん断試験

②JIS K6802の煮沸繰り返し後の圧縮せん断試験

(煮沸4時間→乾燥70℃、20時間→煮沸4時間→室温水中で冷却した後、圧縮せん断試験)

③構造用集成材JASの使用環境1における加減圧繰り返し

*¹: 住友金属建材工業株式会社

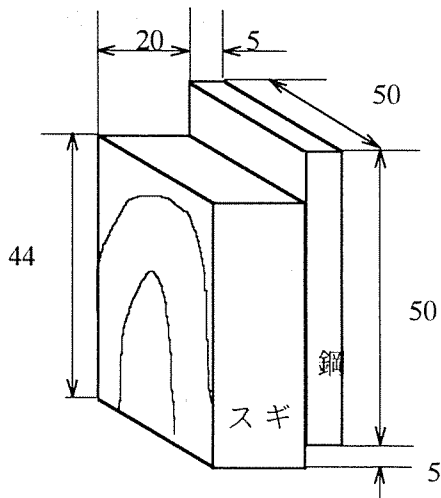


図1 ASTM D905 型圧縮せん断試験片の寸法

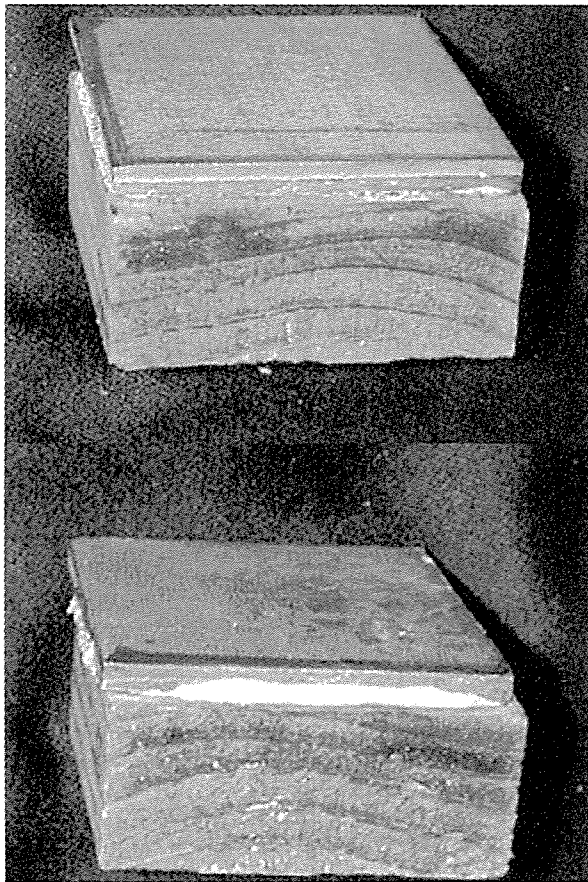


図2 2回目の圧縮せん断試験用試験片（減圧加圧処理前）

上：(B) 図1の形状に調整した後、減圧処理する試験片。
下：(C) 減圧加圧処理をした後、図1の形状に調整する試験片（減圧加圧処理時に接着層から接着剤がはみ出している）

えし処理（2サイクル）後の圧縮せん断試験

（10～25℃、635mmHgの水中で減圧5分→5.2kgf/cm²で1時間加圧→635mmHgの水中で減圧5分→

5.2kgf/cm²で1時間加圧→乾燥、70±3℃、24時間。
これを1サイクルとして計2サイクル処理した後、
圧縮せん断試験）

①と③の試験はさらに1回実施した。CLCS工法では、木材フレーム作製の際に、木材と金属の間からはみ出た接着剤はフレームの外に出なければ除去されることがなく、このことが接着層への水の浸入を妨げる効果があると考えられる。そこで、2回目の③の試験では、図1の形状に調整してから減圧加圧処理をした後、圧縮せん断試験を行った試験片（B）と、減圧加圧処理をした後に図1の形状に調整した試験片（C）の2種類の試験片を用いた（図2）。

3. 結果と考察

3.1 1回目の結果

20℃で接着して圧縮せん断試験を行った結果、表1に示すように、常態ではせん断強さ56kgf/cm²、木破率約92%、煮沸くりかえし後ではせん断強さ42kgf/cm²、木破率89%と、特に高い木破率を示した。これまでにZ-S処理鋼とスギ材を同様の接着剤を用いてテープで固定して接着し、同じ試験を行なった結果³⁾、常態せん断強さ67kgf/cm²、木破率89%、煮沸くりかえし後ではせん断強さ47kgf/cm²、木破率53%を得ている。これらの結果は構造用集成材のJASに規定されているスギの常態せん断強さ（54kgf/cm²以上）、木破率（70%以上）を上回っている。また、JASには煮沸くりかえし後の圧縮せん断試験は規定されていないが、煮沸くりかえし後の圧縮せん断強さを、JIS K6802に準じて常態の60%と仮定すると32.4kgf/cm²となり、これらの結果は規格に適合するとともに、UD12はZ-S処理鋼と同等の接着性能を有することがわかった。

今回用いた接着剤は発泡性を有し、高温時に過度に発泡して接着性能が低下する懸念があった。しかし、37℃の室内で接着した結果、せん断強さ69kgf/cm²、木破率89%と20℃での結果と同等であった。また、7℃で接着した場合には、せん断強さ63kgf/cm²、木破率80%で木破率がやや低かった。スギー スギを接着した場合には、温度が37℃でも木破率は100%、せん断強さは鋼ー スギの場合と大差なかった。これらと比較して、減圧加圧処理した一部の試験片でのせん断強さおよび木破率は低かった。

3.2 2回目の結果

表2に示すように、常態ではせん断強さ56kgf/cm²、木破率約97%、減圧加圧処理を2サイクル行った後に圧

表1 圧縮せん断試験結果 (1回目)

No	試験	被着材	接着時の温度 (°C)	せん断強さ (kgf/cm ²)	木破率 (%)
1	常態	鋼-スギ	20	56	92
2		スギ-スギ		71	100
3	煮沸繰りかえし	鋼-スギ		42	89
4	常態	鋼-スギ	37	69	89
5		スギ-スギ		56	100
6	減圧加圧試験 (2サイクル)	鋼-スギ	20	35	62
7	常態	鋼-スギ	7	63	80

表2 圧縮せん断試験結果 (2回目)

No	試験	被着材	接着時の温度 (°C)	せん断強さ (kgf/cm ²)	木破率 (%)
A	常態	鋼-スギ	20	56	97
B	減圧加圧試験 (2サイクル)			50	90
C*				52	92

* : 接着後、減圧加圧処理をした。その後、はみ出た接着剤を除去して図1の形状に調製した。図2, 3参照。

縮せん断試験を行った試験片 (B) のせん断強さは、50kgf/cm²、木破率90%であった。減圧加圧処理をした後、図1の形状に調製した試験片 (C) ではせん断強さは、52kgf/cm²、木破率92%であり、B、Cともにせん断強さが常態 (A) の60%をはるかに上回るとともに高い木

破率を示した。また、Bでは木破率が100%未満の試験片が10対中6体あったのに対し、Cでは2体のみであり、Cの接着性能が勝っていることが認められた (図3)。この理由としては、供試した接着剤は発泡性を有するため、Bの試験片では余分な接着剤をノミを用いて除去する際に発泡後の空洞部分が破壊し、減圧加圧時に接着層への水の浸入が容易になったためと思われる。

結論としてUD12鋼は減圧加圧処理後の接着性能に対しては、さらに信頼性を高める必要があるが、他の試験には問題がなく、Z-S処理鋼に置き換えることができると考えられる。なお、UD12鋼は現在開発中のため価格は未定であるが、Z-S処理鋼の1/2程度になる予定である。

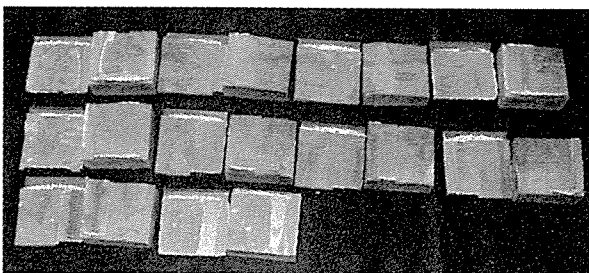
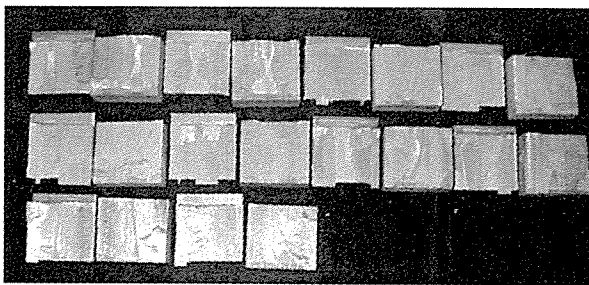


図3 減圧加圧処理を2サイクル行った後に、せん断試験を行った試験片
上: (B)、下: (C) 図2参照

引用文献

- 1) 和田 博ほか4名：表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第1報)，合わせばり接合部の引張および曲げ強さ，奈良県森林技術センター木材加工資料. 31, 13-19 (2001)
- 2) 和田 博ほか2名：表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第2報)：

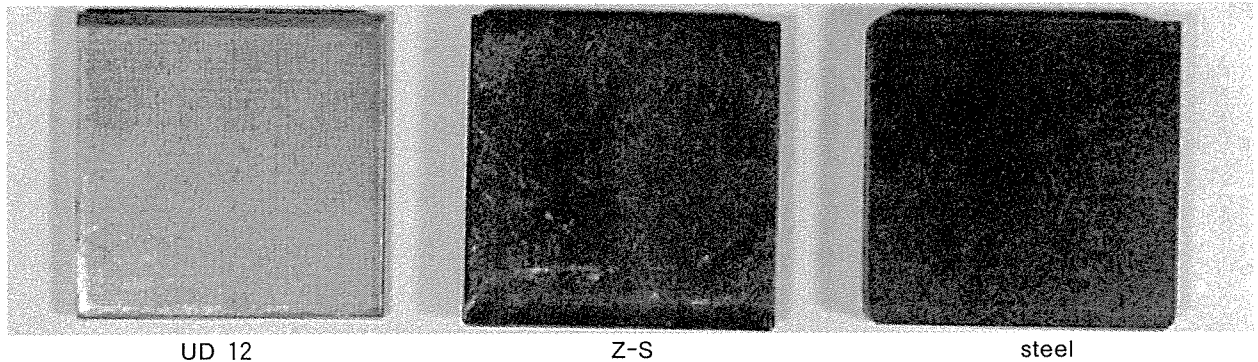
収納庫の試作. 奈良県森林技術センター木材加工資料. 31, 1-5 (2002)

- 3) 和田 博ほか3名: Z-S処理鋼と木材の接着性能 (第3報): 接着強さに及ぼす接着層厚さの影響と防腐剤注入スグラミナとの接着性能. 木材学会誌. 44(3), 184-191 (1998)

付 録

図4に表面処理した構造用鋼板であるUD12 (冷延鋼板に熔融亜鉛メッキおよびクロメート処理したもの)の写真を、図5に表面の拡大写真を示す。参考のために、Z-S処理鋼および通常の構造用鋼板 (SS400) も併せて示した。

(2002年11月29日受理)

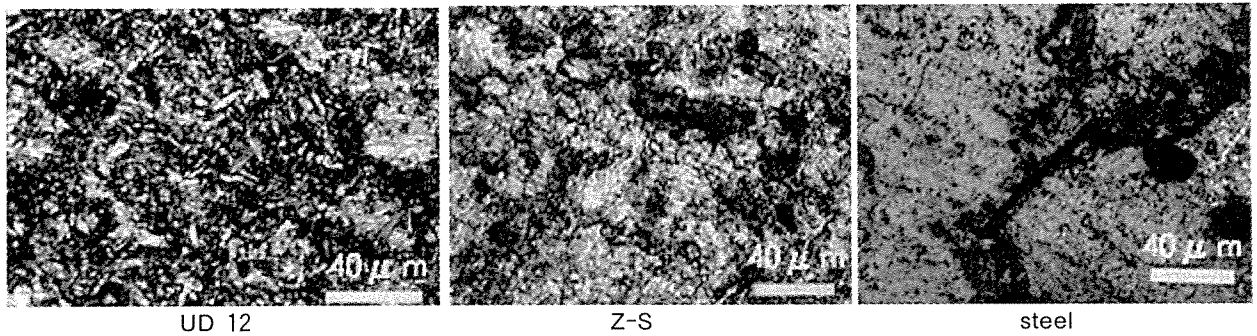


UD 12

Z-S

steel

図4 表面処理した構造用鋼板UD12、Z-S処理鋼、および通常の構造用鋼板SS400



UD 12

Z-S

steel

図5 図4の表面の拡大写真。