

幅接ぎ板の反り変形抑制技術の開発に関する研究（第1報） 年輪に着目した幅接ぎ構成手法の提案

今西祐志*

Study on Development of Technology to Prevent Warpage of Edge Glued Boards (I) Method to Consider the Composition of Edge Glue Joints Focusing on Annual Rings

IMANISHI Hiroshi*

幅接ぎ板の温湿度環境変化による反り変形を抑制するため、幅接ぎ用材の含水率変化に伴う変形を年輪から推測し、それを元に配置構成を検討する手法を提案した。いくつかの配置構成と変形予測の結果から、木裏側と木表側を交互に並べる配置でも過大な反りが発生しうることや、木裏側だけを並べた配置でも反りを小さく抑えられる可能性があることが示唆された。

1. 緒言

食事や休憩時の飲食、読み書きなどの軽作業に使われるテーブルは日常生活に欠かせない家具の一つである。テーブル天板は反り・割れのない平滑な板であることが重要で、さらに色調や形状といった見た目の印象も重視される。幅の狭い木の無垢板を幅方向に接合（幅接ぎ）したテーブル天板では、周囲の温湿度環境の変化に伴って伸び縮みが生じ、時には使用に支障をきたすほどの反りや割れが発生する場合もある。

幅接ぎ用の板材の多くは板目板で、含水率変化による反り変形は、年輪の半径方向と接線方向とで長さ変化率が異なることが主な原因である。板目板は放湿時には木表側（丸太の樹皮側）に反り、吸湿では木裏側（丸太の樹心側）に反りが生じるため、幅接ぎ接着では木裏側と木表側を交互に並べることで、幅接ぎ板の反り量が小さくなるようにするのが一般的である。ただし、そのような構成であっても幅接ぎ板に顕著な反りが生じることがあり、木裏と木表に注意を払うだけでは反りの対策として十分でないと思われる。

本研究では、温湿度環境の変化による幅接ぎ板の反りを小さく抑える技術を開発することを目的とする。本報では、幅接ぎ用材の年輪から含水率変化に伴う反り変形を推測し、それを元に幅接ぎ構

成を検討する手法の提案について示す。

2. 板材の変形

木材の含水率変化による変形の原因としては、年輪の半径方向と接線方向における長さ変化率の異方性、材の組織構造のばらつき、不均一な乾燥によって発生する内部応力などがある¹⁾。ここで取り上げる長さ変化率の異方性については、半径方向と接線方向の比が1:2程度²⁾で、この異方性により、板材の乾燥による収縮では木表側に反りが生じる。また、樹心に近い板材ほど反りが大きくなる。本報では、含水率1%あたりの長さ変化率を半径方向は0.1%、接線方向は0.2%とし、含水率変化は10%MCの低下、年輪は全て同じ中心を持つ真円として変形を考える。

2.1 板材1枚の変形

図1に示す矩形の木口面を持つ板材の場合、板材の幅 (b) と厚さ (h)、板材の中心と樹心との位置関係 (r_x 、 r_y) から、乾燥後の形状は図2のような³⁾。ここでは、変形量を5倍に拡大して示してある。乾燥によって木表側に反りが生じ、四隅に角度変化が生じて歪んでいることが分かる。

図3は、板材の中心と樹心との位置関係によって変形が異なる様子を示したものである。 b は100mm、 h は30mmである。図3(a)と図3(b)のような板目板では r_y/r_x が1より大きく、より r_y が小さい図3(a)の方が反りは大きい。幅接ぎ接着で図3(a)のような

* 試験研究部

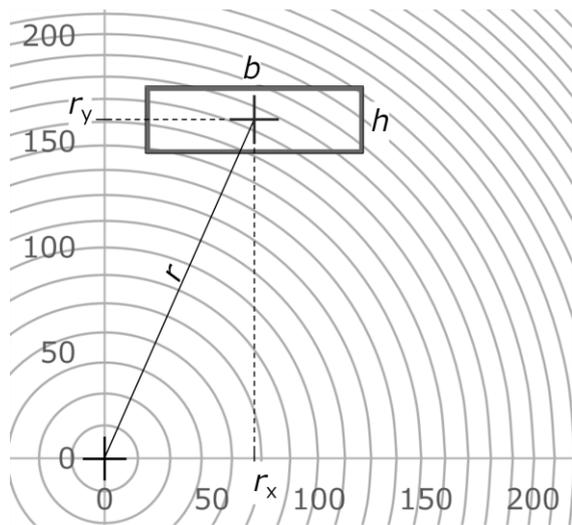


図1 板材の例

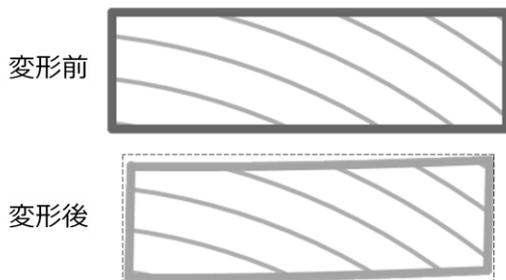


図2 板材の変形（変形量5倍表示）

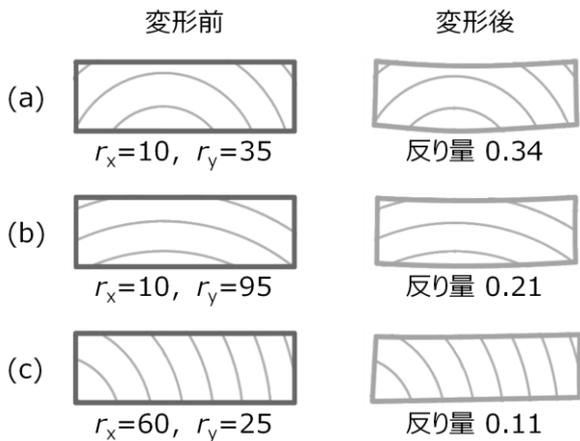


図3 樹心との位置関係による板材の変形の違い（変形量5倍表示）

材を中央付近に配置すると、幅接ぎ板全体の反り変形に及ぼす影響が大きくなると考えられるため、縁部に配置したり、隣接する材とで反りを相殺したりするような配慮が必要である。

2.2 板材2枚の幅接ぎ板の変形

前述のように、乾燥による板材の変形は、木表側の反りと四隅の角度変化である。図1に示した板材2枚の幅接ぎ接着を考える場合、木裏と木表を互い違いに並べる方法は図4のような2通りである。右側の板材はそれぞれ、紙面の表裏の方向に反転させた関係にある。各板材の変形は図2に示す通りであり、その幅接ぎ面が一致するよう幅接ぎ板全体の形状を考えると図5のようになる。変形量は5倍に拡大して示してある。各幅接ぎ板の形状を比較すると、下段の幅接ぎ板では幅接ぎ面での折れ曲がりが見られ、全体として大きな変形が生じている。これは、幅接ぎ用材の反りの抑制を考慮の上で、板材の木裏と木表に注意するだけでは不十分で、板材の配置を検討する際に年輪を考慮に入れることで、過大な反り変形の回避が期待できることを示している。



図4 板材2枚の幅接ぎ（木裏と木表を互い違いに並べる場合）

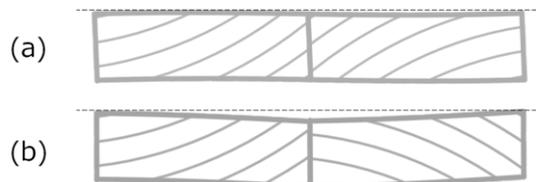


図5 板材2枚による幅接ぎ板の変形（木裏と木表を互い違いに並べる場合、変形量5倍表示）

3. 板材の年輪と幅接ぎ板の変形

幅10cm程度の幅接ぎ用材10枚を幅接ぎ接着する場合を想定し、板材の配置構成によって幅接ぎ板に生じる反り変形がどのように変わるかを検討した。幅接ぎ用材の寸法と年輪を調べ、乾燥による変形の様子を計算により求めたものを図6に示す。これら10枚の板材を幅接ぎ接着することを考える場合、配置構成の数は非常に多いが、まずは前述の板材1枚の反り及び歪みが小さいものを中央寄りに配置して並び順を決定した。次に木裏と木表が交互に並ぶようにした上で、各板材を紙面の表裏の方向に反転させる操作を繰り返して幅接ぎ板の変

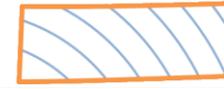
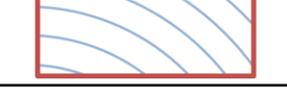
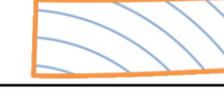
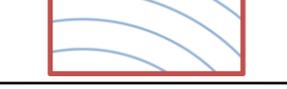
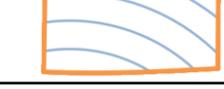
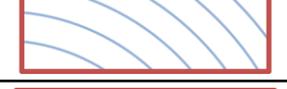
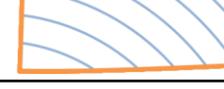
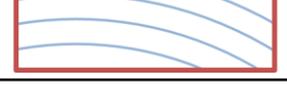
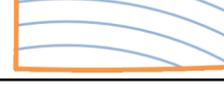
木口画像	変形前	b [mm]	h [mm]	r_x [mm]	r_y [mm]	変形後
		94.4	36.1	48.2	236.8	
		129.9	36.0	44.7	99.8	
		124.2	36.1	80.7	260.9	
		110.8	36.3	80.9	71.3	
		91.2	35.9	106.3	265.8	
		86.4	35.9	169.0	222.6	
		96.7	36.1	53.0	86.4	
		86.4	36.1	28.7	80.2	
		110.6	36.1	64.5	90.8	
		115.8	36.0	30.9	154.1	

図6 幅接ぎ用材の寸法と年輪についての情報、変形（変形量5倍表示）

形後の形状を検討した。同様に、木裏だけが幅接ぎ板の上面に並ぶようにした場合についても検討した。

図7に、木裏と木表が交互に並ぶようにした場合の幅接ぎ板の変形の様子を示す。変形は、幅接ぎ板を構成する各板材の縁部の中央を直線で結んで示してある。図中の矢印は、各板材の中心に対する樹心のおよその方向を示したものである。矢印の並び順を見ると、上段では右上-左下（↗↘）の繰り返しになっているが、下段では左上-右下（↖↙）の繰り返しと左下-右上（↙↗）の繰り返し半分ずつの構成になっている。高さ方向変位の最大値は、上段では0.33mm、下段では1.59mmで、約5倍もの差がある。下段の場合については反り率（幅方向長さに対する高さ方向変位の最大値の比）が0.15であり、過度な反りの発生を避けるために一般的に行われている木裏と木表を交互に並べた配置構成であっ

ても、反りの問題が発生しうることを示唆している。

図8は、図7と同様に幅接ぎ板の変形の様子を示したものであるが、ここでは木裏だけが幅接ぎ板の上面に並ぶようにしたものについて示す。各板材の中心に対する樹心のおよその方向を示した矢印は、上段の左半分では左上-右上（↖↗）で、右半分はその左右対称の並びになっている。下段の矢印の向きは、左半分が右上（↗）で、右半分はその左右対称の向きになっている。上段の高さ方向変位の最大値は0.42mmで、これは木裏と木表を交互に並べなくとも反りが発生しにくい配置構成にできることを示唆している。下段の高さ方向変位の最大値は2.82mmで、図7の木裏と木表を交互に並べた場合に比べてかなり大きい。木裏だけを幅接ぎ板の上面に並べる場合、適切な配置構成であれば反り変形を小さく抑えることが出来る一方で、適

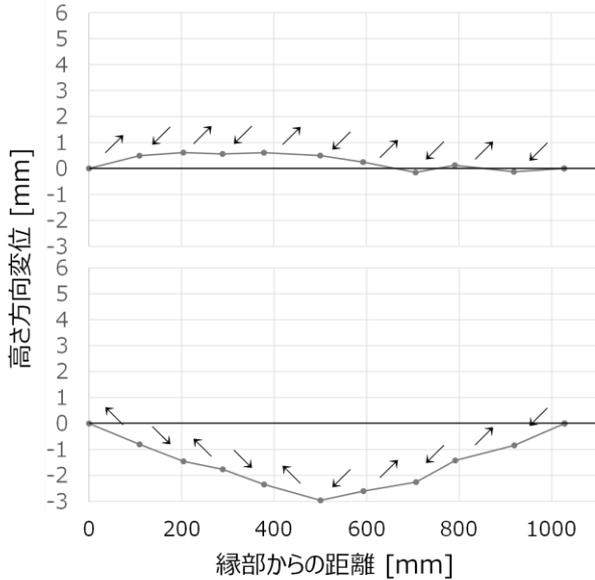


図7 幅接ぎ板の変形（木裏と木表を交互に並べた場合）

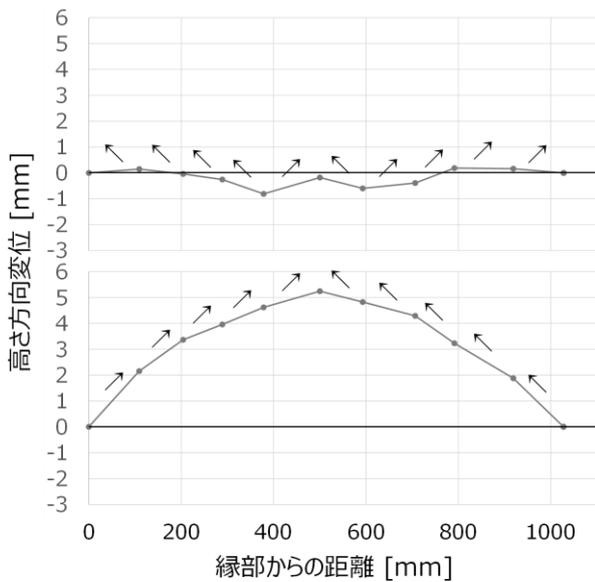


図8 幅接ぎ板の変形（木裏だけを上面に並べた場合）

切でない構成の場合には大きな反りが発生する危険性があると考えられる。

4. まとめ

幅接ぎ板の温湿度環境変化による反りを小さく抑える技術を開発することを目的として、幅接ぎ用材の含水率変化に伴う変形を年輪から推測し、それを元に配置構成を検討する手法を提案した。いくつかの配置構成と変形予測の結果から、幅接ぎ板の反りの問題を避けるために一般的に行われる木裏側と木表側を交互に並べる配置でも過大な反りが発生しうることや、木裏側だけを並べた配置でも反りを小さく抑えられる可能性があることが示唆された。

幅接ぎ接着における配置構成について、各板材の年輪に着目した検討手法について様々な知見を得ることができたが、その妥当性については次報にて報告する。

参考文献

- 1) 井阪三郎：木材の狂いについて，材料，Vol.12，No.121，pp.695-698，1963.
- 2) 伏谷賢美ら：“木材の物理”，文永堂出版，pp.61，1985.
- 3) 井阪三郎，梅原誠：木材の狂いに関する研究特に板目板の反りについて，林業試験場研究報告，Vol.71，pp.121-136，1954.