

フィンガージョイントに関する 国内の製造基準及び規格の変遷

平松 靖*

1. はじめに

木材を長さ方向に接着接合するたて継ぎは、集成材、CLT に用いるラミナの製造や枠組壁工法構造用たて継ぎ材の製造に欠かせない技術である。たて継ぎの方法にはスカーフジョイント (SJ)、フィンガージョイント (FJ) 等があるが、現在の主流は FJ である。本稿では、FJ に関する国内の製造基準や日本農林規格 (JAS) における記述をたどりながら、その変遷を紹介する。

なお、本稿では「たて継ぎ」と記述することを基本としたが、引用文については出典に従った。「ラミナ」についても同様とした。

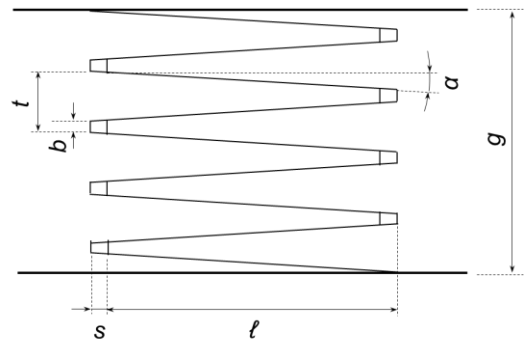
2. 海外での FJ の開発

欧州、北米での FJ の開発については、1980 年 9 月 15 日~19 日にかけて、ノルウェー政府の招待によりハマル市で開催された FJ 材の製造、マーケティング、利用に関するセミナーのプロシーディング⁴⁾に詳しく記述されている。

イギリスでは 1950 年代の半ばまで木材のたて継ぎに SJ が使用されていたが、SJ は高い強度性能を有するものの、継ぎ手部分での木材のロスが多いことが問題であった。この問題を解決するために、1950 年代の後半には、SJ を二つ折りにしたような“Vee joint (V ジョイント)”も用いられるようになったが、特殊な加工機や圧縮装置が必要であった²⁾。FJ が使われるようになったのは 1960 年頃からであった。初期の FJ はフィンガー長さ 50-60mm、ピッチ 12-15mm といった長いものが使用されていたが、1970 年頃にはフィンガー長さ 10mm、ピッチ 3.8mm の FJ が開発された。その数年後にはフィンガー長さ 15mm、ピッチ 3.8mm の FJ が開発され、接合効率の

高さから製造者から強い関心が持たれた³⁾。その後、1976 年には FJ に関する規格 BS 5291:1976⁴⁾が定められた。

ドイツでは 1937 年から FJ に関する試験が進められ、1960 年に FJ に関する規格 DIN 68140:1960-06 が定められた^{5,6)}。この規格はわずか 3 ページであるが、フィンガー形状の諸要素 (第 1 図)、推奨する形状を記していた (第 1 表、第 2 表)。それらは、木質構造の設計に関する規格 DIN1052 に従って設計する必要のある部材、あるいは厳しい機械的ストレスにさらされる場合に用いるグループ I、窓枠、床材、椅子等に使用される場合に用いるグループ II に分けられていた。



第 1 図 フィンガージョイントの形状^{5,6)}
(DIN 68140:1960-06)

フィンガー長さ : l 、ピッチ : t 、先端幅 : a 、
tip gap (すき間) : s 、(スカーフの) 角度 : α

第 1 表 スカーフの角度及び断面欠損^{5,6)}
(DIN 68140:1960-06)

応力グループ	v	l	a
I	≤ 0.18	≤ 10	≤ 7.50 (1:7.6)
		> 10	≤ 7.10 (1:8)
II	≤ 0.25	≤ 10	≤ 7.50 (1:7.6)
		> 10	≤ 7.10 (1:8)

v : 断面欠損 (先端幅/ピッチ= a/t)

* 森林総合研究所 複合材料研究領域

第2表 主たるFJの形状 (DIN 68140:1960-06) ^{5,6)}

応力グループ	l	t	b	v
I 及び II	7.5	2.5	0.2	0.08
	10	3.7	0.6	0.16
	20	6.2	1	0.16
	50	12	2	0.17
	60	15	2.7	0.18
II	4	1.6	0.4	0.25
	15	7	1.7	0.24
	30	10	2	0.2

米国では1950年代後半からFJに関する研究が進められ、1963年には業界基準が定められた^{7,8)}。1960年代後半には専用のカッターで切削加工するフィンガー長さが短く(15mm以下)、フィンガーの幅が狭い(10mm幅の中に3個またはそれ以上のフィンガーが存在する程度)FJの開発が進められた^{9,10)}。

また、Economic Commission for Europe (欧州経済委員会)は通商規制を軽減するためにFJを取り扱うこととし、1977年に構造用針葉樹製材のFJに関するECE推奨規格を定めた^{5,11)}。本規格には、一般的要求事項として、適用の範囲、ジョイントの強度、製造上の要求事項(木材の含水率、機械・器具、節及び割れ、丸み、接着剤、接着操作、耐久処理)、ジョイントの間隔、表示方法が定められ、また、ジョイントの強度決定及び品質管理の手続きについて記されている。

FJの形状については、FJの開発当初から研究が進められてきた^{12,13)}。一方、現行のISO規格¹⁴⁾、EN規格¹⁵⁾、米国のANSI規格¹⁶⁾、カナダのNLGA規格¹⁷⁻¹⁹⁾、豪州規格²⁰⁾においては、試験方法、品質管理に関する記述は見られるが、FJの形状に関する記述は見られない。ただし、NLGA規格ではtip gap(かん合のすき間)が1.6mmを超えないことという基準が設けられている。

3. 国内でのFJの開発

3.1 FJに関する強度性能基準の設定

国内でのFJの利用は集成材用ラミナの製造に関するものが主であったことから、ここでは集成材のJASにおけるFJの変遷を中心に述べる。

集成材のJASは1966年に制定された²¹⁾。その中では、(定義)第2条において、構造用集成材、化粧り構造用集成材について「…ひき板を長さ方向

にスカーフジョイント又はこれと同等以上の接合性能を有するようにして…」(構造用集成材の規格)第4条において、材面の品質に関して注として「(注)(2)スカーフジョイント又はフィンガージョイントの先端部分の微小な接合のすき間は、ないものとみなす。」と記述されている。FJの存在は認識されているが、構造用集成材に用いるひき板のたて継ぎはSJが原則であることがうかがえる。また、曲げ試験やたて継ぎ部の接着試験は定められていない。積層面の接着性能については、ブロックせん断試験に合格することとある。1969年のJAS改正²²⁾においても、(定義)や(構造用集成材の規格)に変更はなく、SJが原則であることに変わりはないが、集成材の中央集中3点曲げ試験(スパンは試験片厚さの14倍)が定められ、針葉樹A、B、広葉樹A、Bの区分に対する曲げヤング係数、曲げ強さの基準がそれぞれ設けられた。なお、積層面の接着については改正前と同様であった。

構造用集成材に用いるラミナのたて継ぎについて、SJと同等のものとしてFJが記されたのは、1973年に制定された「構造用集成材および化粧り構造用集成材の製造基準」²³⁾であり、第3表のように「縦つぎラミナ」の定義、「縦つぎラミナの曲げ試験方法」が記され、針葉樹A、B、広葉樹A、Bの区分に対する曲げヤング係数、曲げ強さの基準がそれぞれ設けられた。翌年1974年のJAS改正²⁴⁾においても、SJと同等のものとしてFJが記述された。ラミナの曲げ試験は定められなかったが、集成材の曲げ試験は、「試料集成材の積層方向の外側層に長さ方向の接着部分があるときは、その接着部分を含めて試験片を作成する」と定められ、たて継ぎ部の性能を調べる試験方法となった。なお、方法は中央荷重の3点曲げ、スパンは試験片の厚さの14倍であった。

3.2 構造用たてつぎ木材の製造基準(案)

国内では1970年代初頭からFJを構造材の製造に用いることを目的とした研究開発が進められた²⁵⁾。その後、FJの製造技術や基準を整備することを目的として、1982年度から2年にわたり(財)日本住宅・木材技術センターに農林水産省の補助事業として「縦接合委員会」が設けられ、「構造用たてつぎ木材の製造基準(案)」について検討が行われた^{26,27)}。

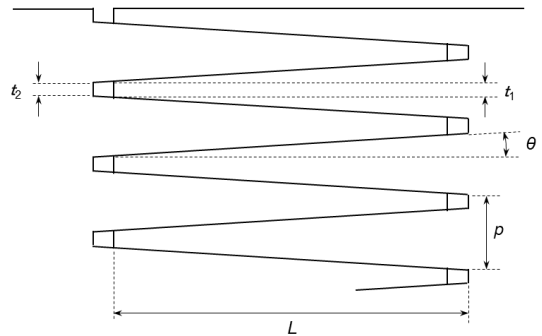
第3表 構造用集成材および化粧ばり構造用集成材の製造基準における縦つぎラミナの定義と試験方法²³⁾

縦つぎラミナ	ひき板等の長さ方向につぎ手を設けてラミナを作る場合には、スカーフジョイント、フィンガージョイントまたはこれと同等以上の接合性能を有するつぎ手を用い、[3.1]に示す接着剤を使用して、たがい強固に接合するものとするが、用いるつぎ手についてあらかじめ次に示す曲げ試験を行ない、今試験に合格すること確かめてから用いるものとする。(以下略)
縦つぎラミナの曲げ試験	縦つぎラミナの曲げ試験に供する試験片の寸法は、幅はラミナ幅の1/2以上、厚さはラミナ厚さそのままとし、次図に示す方法によって行う。この場合、スパン l は試験片の厚さの約20倍とし、平均荷重速度は、毎分150kg/cm ² 以下とする。(3等分点4点荷重式の曲げ試験図が示されている)。

1985年に公表された基準(案)²⁸⁾では、適用の範囲を「所要の耐力を目的として、木材の長さ方向端部につぎ手(フィンガージョイント)加工を施し、接着剤を用いて強固にたてつぎした木材であって、主として構造物の耐力部材として用いられるものの製造に適用する」とし、対象とするたてつぎ木材の種類(仮称)については、「杵材用(JS材):工場生産される住宅用パネルの杵材、在来工法および杵組壁工法の間柱、垂木、根太のように、合板、パーティクルボード等の面材料が張られ、数本以上の部材で耐力を負担する部材に使用するたてつぎ木材をいい、主として曲げを受ける場合と主として圧縮を受ける場合により甲(J)、乙(S)の2つに区分した。フランジ・トラス用(FT材):ボックスビームのフランジ、トラスの下絁材のように、高い曲げ、引張性能が要求される部材に使用されるたてつぎ木材をいう。」と解説されている。

さらに、FJの強度性能が接着面積やスカーフ傾斜比の影響を受けることから、加工された木材のFJの形状(第2図)に関して、「スカーフ傾斜比($\tan \theta$):1/7.5以下であること、かん合度(t_1-t_2):0.1mm以上であること、フィンガー先端厚さとピッチの比

(t_1/p):杵材用(甲、乙)0.15~0.20以下であること、フランジ・トラス用0.15以下であること、フィンガー長さ(L):杵材用(甲、乙)10.5mm以上であること、フランジ・トラス用12mm以上であることを満足するものであること」とされた。



第2図 FJの形状²⁸⁾

3.3 構造用大断面集成材の日本農林規格及び適正製造基準

大型建築物の建築に必要な強度性能等を保証するため、主としてこれらの構造物の耐力部材として用いられる部材のうち、その断面が7.5cm×15cm以上のものを対象として構造用大断面集成材の日本農林規格²⁹⁾が1986年に制定された。この規格では、ひき板段階から基準を設けており、また、実大試験が困難なことを考慮して、ひき板段階での強度試験等を認め、大型木造建築物に対応した性能が規格化された³⁰⁾。本規格では、「隣接するひき板の長さ方向の接着部の間隔等の基準」として、たて継ぎの配置について言及されている。また、外層用ひき板については、曲げB試験、曲げC試験が設けられた。曲げC試験は、ひき板の長さ方向の接着層部分を中央に配置して、試験片を曲げ破壊する試験であり、曲げ強さ及び曲げヤング係数を求める。スパンを試験片の厚さの21倍以上とした3等分点4点荷重方式である。

さらに、1987年には構造用大断面集成材の製造基準³¹⁾が定められ、たて継ぎラミナについて、「スカーフジョイント、フィンガージョイント又はこれらと同等以上の接合性能を有するつぎ手を用いること」とし、接着剤については、「レゾルシノール樹脂又はこれと同等以上の性能を有するもの」としてい

る。つぎ手は初期試験（外層用ラミナの曲げ試験，たてつぎラミナの煮沸はくり試験），たてつぎラミナの保証荷重検査，抜き取り試験（たてつぎラミナの曲げ試験）に適合するものとされている。

最外層ラミナのたて継ぎについて，「特級及び1級の集成材の最外層ラミナに，水平型フィンガージョイントを用いる場合には，集成材の表面にフィンガージョイントの先端厚（いもつぎ部という）が現れないように，先端厚さが零になるまで鉋削するものとする」とされている。いもつぎ部がラミナの切り欠き部となり，そこに応力が集中することによって破壊が生じやすくなることを避けるためであると考えられる。

FJについては「別記1 構造用大断面集成材用ラミナのフィンガージョイントの技術基準」によるとされており，ジョイント間隔やFJの形状・諸要素に関して記述されている（第4表）。

第4表 構造用大断面集成材用ラミナのFJの技術基準（抜粋）³¹⁾

ジョイント間隔	1枚のラミナのフィンガージョイント間の距離は，外層用ラミナにあっては厚さの24倍以上，その他のラミナにあっては厚さの12倍以上であって，かつ，30cm以上とする。
フィンガージョイントの形状・諸要素	スカーフ傾斜比(θ):1/7.5以下であること かん合度(t_1-t_2):0.1mm以上であること フィンガー先端厚さとピッチの比(t_1/p):外・中間層用にあつては，0.15以下であること。また，内層用にあつては，0.15~0.20以下であること。 フィンガーの長さ(L):外・中間層用にあつては，12.0mm以上であること。また，内層用にあつては10.5mm以上であること。

3.4 構造用集成材のJAS及び適正製造基準

1996年の構造用集成材のJAS³²⁾制定にあわせて，同年に構造用集成材の適正製造基準³³⁾が定められた。JASにおいてはFJの形状に関する記述は見られないが，適正製造基準においては，「別記2. 構造用集成材用ラミナのフィンガージョイントの技術基

準」において，スカーフ傾斜比1/7.5以下，かん合度0.1mm以上，フィンガー長さ：最外層，外層，中間層用12.0mm以上，内層用10.5mm以上と記された。その後もJASでの記述は見られなかったが，2007年のJAS改正時にFJの形状に関して上記の製造基準と同様の記述が追加された³⁴⁾。

3.5 直交集成板のJAS及び適正製造基準

直交集成板のJAS^{35,36)}では，2013年制定時からFJの形状に関する記述は見られないが，その制定にあわせて，2014年に作成された直交集成板の適正製造基準³⁷⁾においては「別記1 直交集成板用ラミナのフィンガージョイントの技術基準」において，スカーフ傾斜比1/7.5以下，かん合度0.1mm以上，フィンガーの長さ：外層用12.0mm以上，内層用10.5mm以上という基準が示された。

3.6 集成材，直交集成板用ラミナのFJ形状（フィンガー長さ）に関する見直し

2017年の集成材のJAS改正³⁸⁾により，フィンガー長さに関する基準の見直しが行われ，フィンガー長さ6.0mm以上となった。直交集成板の適正製造基準についても改訂が行われ，フィンガー長さについては，たて継ぎラミナの曲げ又は引張り試験，煮沸剝離又は減圧加圧試験により，その性能を満たすこととされた³⁹⁾。

フィンガー長さ6.0~6.5mmのFJに関しては，スギ，ヒノキ，エゾマツ，カラマツ，オウシュウアカマツ，ベイマツFJラミナの曲げ試験⁴⁰⁻⁴²⁾，スギ，カラマツ，オウシュウアカマツFJラミナの引張り，圧縮試験⁴³⁾，また，フィンガー長さ6.0mmのカラマツFJラミナ，6.5mmのヒノキFJラミナを用いた集成材，6.0mmのスギFJラミナを用いたCLTの曲げ試験^{44,45)}が行われ，いずれもJASに定められた基準を満たす結果が得られたことが報告されている。

3.7 枠組壁工法構造用たて継ぎ材のJAS

1991年に制定された枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格⁴⁶⁾においては，FJの形状について甲種，乙種，たて枠用のいずれについても，フィンガー長さが12mm以上であり，かつ，tip gap（かん合部のすき間）が1.5mm以下であることと定められている。この基準は以降の改正においても変わ

っていない。

4. まとめ

FJ に関して国内の製造基準及び規格の変遷について、集成材を中心に記した。国内では、国産材を用いた枠組壁工法構造用たて継ぎ材の生産が行われ⁴⁷⁾、また、間柱等を対象とした接着たて継ぎ材の日本農林規格⁴⁸⁾が定められ、FJ 材の利用拡大が見込まれる。国内でも構造用として 50 年近くの歴史があり、技術的には成熟したものと考えられるが、その加工性や強度性能に関する技術開発にはまだ余地が残されていると考えられる。例えば、早生樹に関する FJ 技術の開発、樹種特性に応じた FJ 加工技術の開発が挙げられよう。本稿が今後の FJ の技術開発の一助となれば幸いである。

謝 辞

本稿は、日本建築学会木質構造運営委員会木質構造材料特性値検証小委員会（2020 年 4 月～2022 年 3 月、主査:中島史郎）の一環として取りまとめたものである。

文 献

- 1) Prins C. F. L., ed.: Production, Marketing and Use of Finger-Jointed Sawnwood, Timber Committee of the United Nations Economic Commission for Europe. Martinus Nijhof/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Boston, London. (1982)
- 2) Lamb-Shine, D., Wands, R.W.: Structural finger joints, Production, Marketing and Use of Finger-Jointed Sawnwood, 48-54 (1982)
- 3) Brock, G R.: The use of finger-jointed timber in The United Kingdom, Production Marketing and Use of Finger-Jointed Sawnwood, 279-282 (1982)
- 4) British Standard BS5291:1976 Finger-joint in structural softwood, 1976
- 5) Kolb, H.: Production of finger-jointed timber, especially in the federal republic of Germany, Production Marketing and Use of Finger-Jointed Sawnwood, 226-238 (1982)
- 6) DIN 68140:1960-06 Wood Finger-jointing, 1960
- 7) Eby, R. E.: Structural finger-jointing criteria and performance, Production Marketing and Use of Finger-Jointed Sawnwood, 141-153 (1982)
- 8) U.S. Commercial standard CS 253-63 for structural glued laminated timber, 1963
- 9) Marian, J.E.: *Holz als Roh-und Werkstoff*, **26** (2), 41-45 (1968)
- 10) Marian, J.E.: U.S. Patent 3, 480, 054. Nov. 25 (1969)
- 11) ECE Recommended Standard for finger-jointing in structural coniferous sawn timber (1977)
- 12) Selbo M. L.: Effect of joint geometry on tensile strength of finger joints, *Forest Products Journal*, **13**(9), 390-400 (1963)
- 13) Rao S, Meng G. Chui Y. H. Mohammad M.: Effect of geometric parameters of finger joint profile on ultimate tensile strength of single finger-jointed boards. *Wood and Fiber Science*, **44**(3), 263-270 (2012)
- 14) ISO 10983:2014 Timber — Finger joints — Minimum production requirements and testing methods (2014)
- 15) BS EN 15497:2014 Structural finger jointed solid timber. Performance requirements and minimum production requirements (2014)
- 16) ANSI A190.1-2017 Standard for Wood Products – Structural Glued laminated Timber (2017)
- 17) NLGA SPS 1 Special Products Standard For Fingerjointed Structural Lumber (2011)
- 18) NLGA SPS 3 Special Products Standard For Fingerjointed “Verticaal Stud Use Only” Lumber (2011)
- 19) NLGA SPS 4 Special Products Standard For Fingejointed Machine Graded Lumber (2011)
- 20) AS 5068-2006 Timber – Finger joints in structural products – Production

- requirements (2006)
- 21) 集成材の日本農林規格 昭和41年9月7日農林省告示第1055号 (1966)
 - 22) 集成材の日本農林規格 昭和44年9月10日農林省告示第1374号 (1969)
 - 23) (社)日本木材加工技術協会：構造用集成材および化粧ばり構造用集成材の製造基準 (1973)
 - 24) 集成材の日本農林規格 昭和49年7月8日農林省告示第601号 (1974)
 - 25) 例えば, 星 通, 千葉保人：ミニフィンガージョイントの形状と性能, 木材工業, **28**(8), 355-357 (1973)
 - 26) (財)日本住宅・木材技術センター：技術開発推進事業報告書, たて接合部材開発, 昭和58年3月 (1983)
 - 27) (財)日本住宅・木材技術センター：技術開発推進事業報告書, たて接合部材開発, 昭和59年3月 (1984)
 - 28) (財)日本住宅・木材技術センターたて接合委員会：木材工業, **40**(4), 175-181 (1985)
 - 29) 構造用大断面集成材の日本農林規格 昭和61年12月25日農林水産省告示第2054号 (1986)
 - 30) 農林水産省食品流通局消費経済課：集成材及び構造用大断面集成材の日本農林規格の解説 (1987)
 - 31) (社)日本木材加工技術協会：構造用大断面集成材の製造基準 (1987)
 - 32) 構造用集成材の日本農林規格 平成8年1月29日農林水産省告示第111号 (1996)
 - 33) (財)日本合板検査会：構造用集成材の適正製造基準 (1996)
 - 34) 集成材の日本農林規格 平成19年9月25日農林水産省告示第1152号 (2007)
 - 35) 直交集成板の日本農林規格 平成25年12月20日農林水産省告示第3079号 (2013)
 - 36) 日本農林規格 JAS 3079：2019 直交集成板 (2019)
 - 37) (公財)日本合板検査会：直交集成板の適正製造基準 (2014)
 - 38) 集成材の日本農林規格 平成29年10月20日農林水産省告示第1579号 (2017)
 - 39) (一社)日本 CLT 協会：直交集成板の適正製造基準 第2版 (2019)
 - 40) 平松 靖, 土屋 敦, 藤本清彦, 宇京斉一郎, 宮武 敦, 新藤 健太, 林 知行：長さの異なるフィンガージョイントでたて継ぎしたスギ, ヒノキ, エゾマツ材の曲げ強度特性, 森林総合研究所研究報告 (印刷中)
 - 41) 平松 靖, 藤本清彦, 宮武 敦, 新藤健太, 宇京斉一郎, 土屋 敦, 武田直也, 西尾 悟, 貞広圭一郎, 立石雅之, 林 知行：マイクロフィンガージョイントを用いたたて継ぎしたひき板の曲げ強度性能(2), 日本木材学会大会研究発表要旨集, **66**:D27-07-1000 (2016)
 - 42) 平松 靖, 藤本清彦, 宇京斉一郎, 宮武 敦, 新藤健太, 土屋 敦, 西尾 悟, 林 知行：水平マイクロフィンガージョイントでたて継ぎしたひき板の曲げ強度特性, 日本木材学会大会研究発表要旨集, **70**:PR0122 (2020)
 - 43) 平松 靖, 藤本清彦, 宮武 敦, 新藤健太, 宇京斉一郎, 土屋 敦, 西尾 悟, 貞広圭一郎, 立石雅之, 林 知行：マイクロフィンガージョイントでたて継ぎしたひき板の引張り, 圧縮強度特性, 日本木材学会大会研究発表要旨集, **69**:D14-01-1630 (2019)
 - 44) 平松 靖, 藤本清彦, 宇京斉一郎, 宮武 敦, 新藤健太, 松原恵理, 土屋 敦, 西尾 悟, 林 知行：マイクロフィンガージョイントでたて継ぎしたひき板を用いた集成材の曲げ強度特性, 日本木材学会大会研究発表要旨集, **70**:PR0124 (2020)
 - 45) 平松 靖, 藤本清彦, 野田康信, 宮武 敦, 土屋 敦：長さ6.0mmのフィンガージョイントでたて継ぎしたスギラミナを使用した CLT の曲げ強度特性, 木材工業, **76**(6), 209-214 (2021)
 - 46) 枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格 平成3年5月27日農林水産省告示第701号 (1991)
 - 47) 例えば, 新村和也：国産スギ枠組材の製造の取組, 木材工業 **75**(11) 533-534 (2020)
 - 48) 日本農林規格 JAS0015：2021 接着たて継ぎ材 (2021)