

## Introduction of Recent Researches in the Laboratory of Engineered Timber Joints 接合研究室における最近の研究の紹介

**Tomoyuki HAYASHI** Head of laboratory, Ph.D.(Agriculture)  
林知行 室長, 農学博士  
*tomoyuki@ffpri.affrc.go.jp*

**Masahiko KARUBE** Researcher, Ph.D.(Engineering)  
軽部正彦 研究員, 博士(工学)  
*karube@ffpri.affrc.go.jp*

**Masaki HARADA** Researcher  
原田真樹 研究員  
*harad@ffpri.affrc.go.jp*

**Kohei KOMATSU** Previous Head of laboratory, Ph.D.(Agriculture)  
小松幸平 前室長, 農学博士, 現京都大学木質科学研究所助教授  
*kkomatsu@kuwri.kyoto-u.ac.jp*

### INTRODUCTION

### はじめに

The Laboratory of Engineered Timber Joints (ETJ) was started in October in 1988 when the Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) was largely re-organized. The origin of ETJ was the Laboratory of "Industrial Application of Wood Products" where the timber joints were researched before then.

The research range of ETJ is everything which wedding timber mechanically and also relates joints and connections in timber construction. We are mainly researching on joints of timber structure made with axial members and its structural performance.

These descriptions are brief introduction of recent researches conducted mainly by the member of ETJ. At the end of this booklet, some

miscellaneous researches are introduced.

Internet Home Page is Here!!!

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pub/karube/setugo.html>

ホームページはこちらです。

#### ADDRESS

#### Laboratory of Engineered Timber Joints

Timber Engineering Section, Wood Technology Division  
Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)  
Forestry Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)  
PO Box 16, Tsukuba Norin, Ibaraki, JAPAN 305  
Phone: +81-298-73-3211 ex. 585

#### 所在地

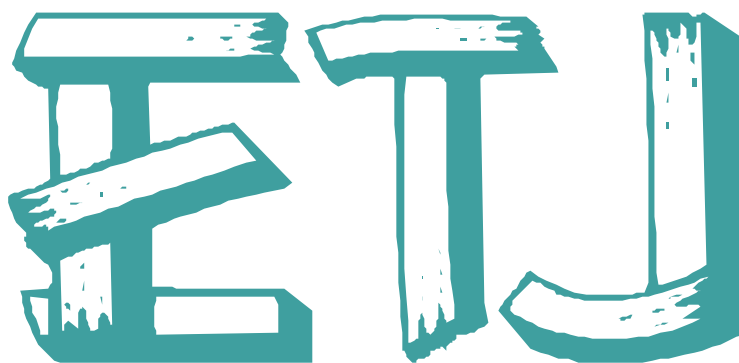
接合研究室  
木材利用部 構造利用科  
森林総合研究所  
農林水産省 林野庁  
〒305 茨城県稲敷郡笠崎町松の里1  
facsimile: +81-298-73-3798

接合研究室は、1988年(昭和63年)10月に行われた、林業試験場から森林総合研究所への改組時に発足した研究室で、その母体は、それ以前に木材接合部の研究をしていた、性能開発研究室である。

接合研究室の担当する研究範囲は、木材を機械的に結び付ける技術と木質系構造物の継手・仕口・接合部に関係するもののすべてであ

る。が、主たる研究対象としては、軸組部材の接合とその構造物に関する分野である。

以降は、接合研究室に所属する研究者が主体となった、最近の研究について簡単に紹介しているものである。紹介する以外の研究は、本文の最後に代表的なものについて一覧としてあげている。



## Basic properties of fasteners

## 接合具の基礎耐力

### Aim

The timber joint is consisted with few fasteners as usual. So it is important to survey the mechanical properties and characteristics of basic unit of the fastened timber joint within the wooden structures. And these results are used for structural timber joint design as fundamental property resources.

### Keywords

Fastener, Nail, Bolt, Drift Pin, Cleavage length, Embedding, Edge distance, End distance, Creep Loading, Load to Grain Angle, Deformation ability, Database

### Reference

(Japanese)

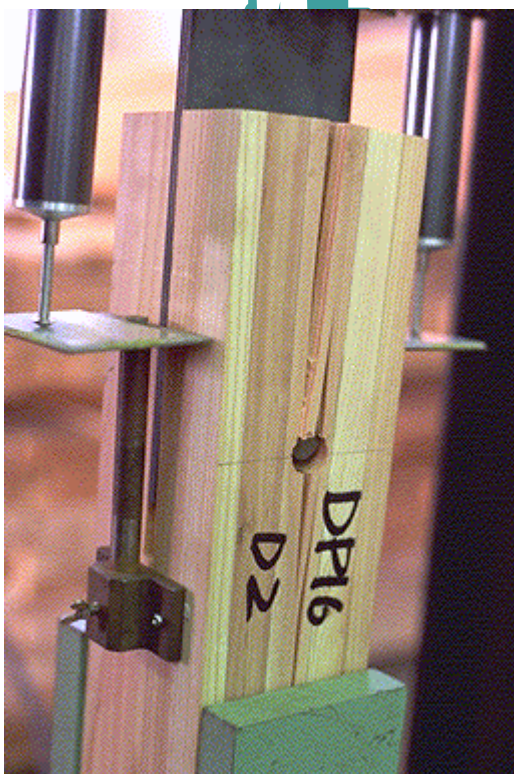
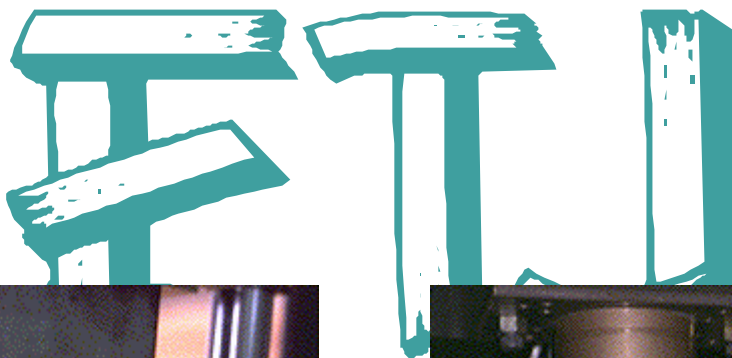
### 研究目的

木材接合部は通常、複数本の接合具によって構成されるが、接合部を強度設計・構造計算する上で、釘やボルト・ドリフトピンなど、その基本的単位と言える 1 本あたりの強度や変形能力等の機械的性質を知ることが重要である。それらを基に複数本からなる実構造物の接合部を、強度設計・構造計算する場合の、基礎的、基本的な資料として利用する。

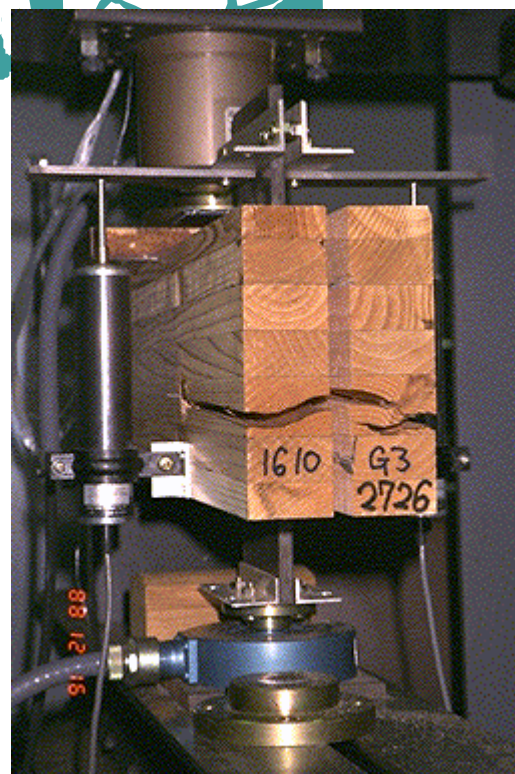
### キーワード

接合具, 釘, ボルト, ドリフトピン, 割裂長さ, めり込み, 縁あき, 端あき, クリーブ, 繊維傾き角度, 変形能力, 荷重角度, データベース, 粘弾性

### 発表文献



Tensile test of fundamental Drift-pin joint  
ドリフトピン接合部の基礎的引張試験



Share & Cleavage test of Drift-pin joint  
ドリフトピン接合部のせん断割裂試験

## Moment Resisting Joint

## モーメント抵抗接合

### Aim

In design of wooden structure with axial members, the joint has been evaluated as pin joint which has only axial and sharing function of traveling forces except moment force. We innovate and develop its design as a joint which can transmit moment from one-member to the other member. This Joint design expands wooden frame probability and it is necessary for planning larger complicated wooden structures.

### Keywords

Wooden Large Frame Building, Portal Frame, High Strength Joint, Toughness, Deformation Ability, Reliability

### Reference

- 1994, Kohei KOMATSU, Yuji YAMANAKA, Takumi INOUE, Development of Glulam Moment-Resisting Joints for Multi Story Timber Buildings, Proceedings of the '94 Pacific Timber Engineering Conference(English)  
1992, 集成材骨組み構造における接合の研究, 小松幸平, 木材学会誌 Vol. 38 No.11 (Japanese)

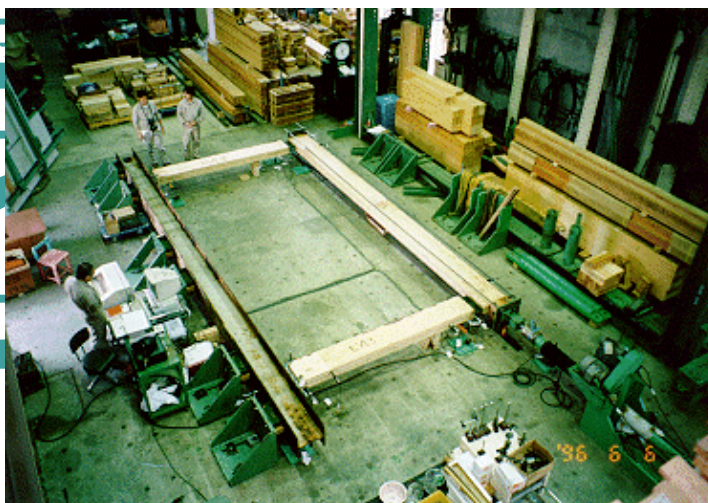
### 研究目的

軸組木構造物の設計において接合部は、従来、軸力・せん断力のみを伝達し、モーメント伝達は全く評価せずに設計されてきた。これを加味した形で設計する方法は、構造架構の可能性を広げる点で有益であり、平面計画や空間計画に柔軟性を与え、大規模木構造やラーメン構造を実現する上で欠くことが出来ない技術である。

### キーワード

大規模木造建築物, 門型ラーメン, 高強度接合部, 靱性, 変形能力, 信頼性

### 発表文献



Cyclic loading of Moment-Resisting Full-sized Portal Frame  
実大門型モーメント抵抗接合部の繰返し加力試験



Cyclic loading of Moment-Resisting Full-sized T-shape specimen  
実大ト型モーメント抵抗接合部の繰返し加力試験



Close up of Full-sized T-shape Joint  
実大ト型接合部近影

## Lattice Beam

## 格子梁

### Aim

Plane lattice beam has many advantages because it can sustain less stress at each member than one-directional structures, and also high anti-buckling performance. In this study, we tested “Cross-shape” unit lattice beams by center point bending test until failure. Failure mode was very ductile and maximum strength was also higher than that expected from one-directional beam specimen.

### Keywords

Inner Steel Splice Plate, Deformation Ability, Drift Pin, Dynamic joint damping, 2 way Action

### Reference

(English)

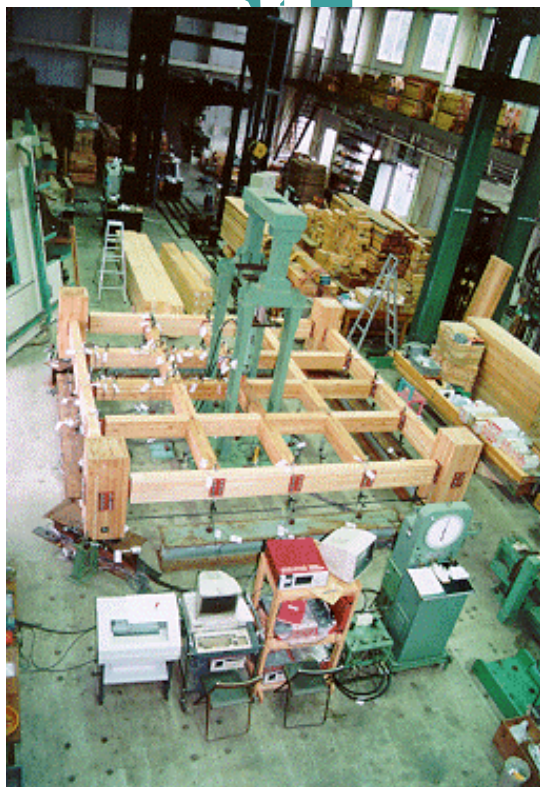
### 研究目的

構造物を1方向的に考えると、大スパン等で梁部材の横座屈から強軸方向に塑性域に達する以前に耐力低下する場合や、接合金物が面外変形や局部座屈し大変形を起こしてしまう場合が見られたが、梁部材を格子状に組み合わせることによって部材及び接合金物の横座屈・局部座屈を拘束し、より有効に架構できるように実証実験により検討している。

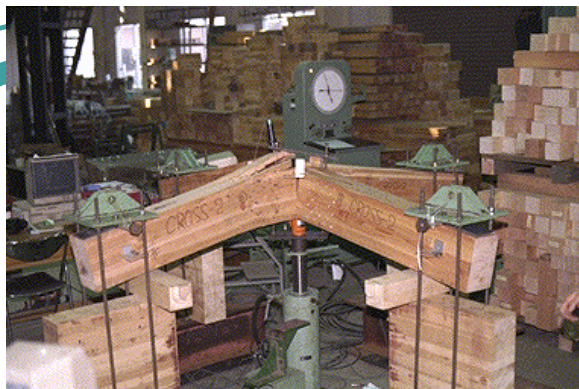
### キーワード

鋼板挿入, 変形能力, ドリフトピン, 動的継手減衰, 2方向効果

### 発表文献



Bird eye view of Lattice Beam  
実大格子梁静的加力実験俯瞰



Loading test of lattice beam fundamental unit  
格子梁基本単位の破壊加力試験

## Lag-screw Bolt

## ラグスクリーボルト

### Aim

In addition to one-directional glulam semi-rigid portal frame, we extended our technique to “the two-way moment-resisting joint.” For this end, we developed new special connector to realize two-way joint. The photo shows how this newly developed connector “Lag-screw Bolt” is being derived into large glulam column with which two-way glulam semi-rigid portal frame structures can be constructed.

### 研究目的

モーメント抵抗接合法について考えを進めるつれ、大規模木構造物の柱梁接合部の現場施工性が悪く、普及の障害となっていることに気が付いた。この改善方法として、長ボルトや鉄筋挿入接着接合等様々なアプローチが為されて来ているが、接合部伝達効率があまり高くない。そこでラグスクリー(コーチボルト)にヒントを得て、端部にボルトネジ切りを施したラグスクリーボルトを独自に開発した。

### Keywords

Orthogonal 2 ways Rigid-Frame, Multi-Story building, On-site assembly performance

### キーワード

直交 2 方向ラーメン構造, 多層階建築物, 現場施工性

### Reference

### 発表文献

- 1994, Kohei KOMATSU, Wood Column-Beam Joint Structure Using Lag Screw Bolts, [Australian Patent](#) Application No. 71550/94  
1994, Kohei KOMATSU, Wood Column-Beam Joint Structure Using Lag Screw Bolts, [Canadian Patent](#) Application No. 2  
1994, Kohei KOMATSU, Wood Column-Beam Joint Structure Using Lag Screw Bolts, [New Zealand Patent](#) Application No. 264341  
1994, , Kohei KOMATSU Wood Column-Beam Joint Structure Using Lag Screw Bolts, [US Patent](#) Application No. 08/298  
1994, ラグスクリーボルトを用いた木材の柱 - 梁接合構造, 小松幸平, 平成 6 年特許願第 039662 号  
1994, Kohei KOMATSU, Masaki HARADA, et al: Development of Glulam Moment-Resisting Joints for Multi-Story Timber Buildings, [Proceedings PTEC 94](#), Gold Coast (English)  
1994, 小松幸平, 集成材による 2 方向モーメント抵抗接合法の開発(1), '94 建築学会梗概集(Japanese)  
1995, モーメント抵抗接合法の改良, 小松幸平, [森林総合研究所所報](#) Vol. 76 (Japanese)



Cyclic loading of Beam to Column Full-sized specimen  
実大柱梁十字型接合部の繰返し加力試験



Close up of beam joint  
梁接合部の近影



Driving Lag-screw Bolt  
ラグスクリーボルトの施工

## Mechanical Insert Type Joint

## 機械的はめ込み・かん合型接合

### Aim

Japanese Traditional carpentry joints have been estimated in the aspect of esthetic, good on-site assembly performance and fire resistance. But, its mechanical performance has not been sufficiently studied scientifically. So precise structural design was difficult. In this research, we would like to review this traditional joint technique so as to design by using recent engineering knowledge.

### Keywords

Mechanical property, Engineered Wood Products, Japanese Traditional Joint and Connection, Joint Design, Factory Pre-Cut

### Reference

- 1988, 機械プレカットによる仕口の強度性能, 川元紀雄、金谷紀行, 38 回木材学会要旨集(Japanese)  
1995, 伝統的継手による集成材接合部 その 1 引張試験, 軽部正彦、小松幸平、原田真樹, 45 回木材学会要旨集(Japanese)  
1995, LVL を用いたプレカット継手の強度性能, 小松幸平、菅田啓子、原田真樹、軽部正彦, 45 回木材学会要旨集(Japanese)  
1996, 伝統的継手による集成材接合部 その 2 曲げ試験, 軽部正彦、小松幸平、原田真樹, 46 回木材学会要旨集(Japanese)

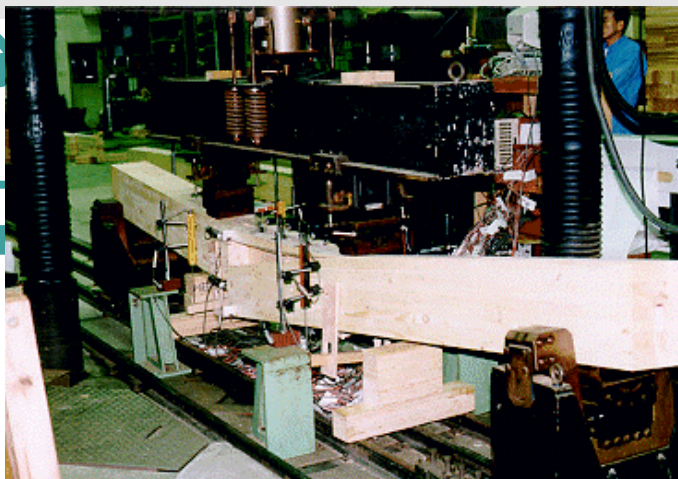
### 研究目的

純粋に木材のみで継ぎ手を構成することは、耐火性能・外観・施工性等の点から好ましいと考えられている。しかし、その継手仕口の力学的性能の評価は十分になされておらず、慣習によって加工・施工が行われ、構造設計を行う上で障害である。機械加工による時間とコストの削減や、大断面での寸法効果等を、構造設計し得る継手仕口として改めて見直している。

### キーワード

力学的性能、構造用木材、伝統的継手・仕口、強度設計、プレカット

### 発表文献



Full-sized bending test  
実大曲げ試験状況



Tensile test of Pre-cut joint  
プレカット鎌継手の引張試験



Tensile testment  
実大引張試験

## Large scale G.L.T. Buildings

## 実構造物への適用

A few large scale G.L.T. buildings have been completed during past several years by utilizing joint research results which was partly contributed by ETJ. Photos below show representative large scale G.L.T. buildings which have deep relationship between us.

接合研究室を含めた木構造建築研究の成果を活かして、近年、大規模木構造建築が幾つか竣工している。写真の2つの建物は、接合研究室がその計画・施工に関して深く関わりを持った代表的な建物である。

## Reference

(Japanese)

## 発表文献



Forest Resource Analysis Division of FFPRI(Ibaraki, JAPAN)  
森林総合研究所・森林環境変動解析実験棟(茨城県稲敷郡笠崎町)



Obihiro branch of Forestry Agency (Obihiro-c., Hokkaido, JAPAN)  
帯広営林支局(北海道帯広市)

## Timber Bridge

## 木造橋

### Aim

In addition to wooden buildings, timber bridges have recently come back again as a new timber products here in Japan. In North America and Europe, there are a lot of timber bridges newly developed by the latest timber engineering knowledge. Even in Japan, a few researchers have just started their study in this field. ETJ members are also positive in this field and some actual timber bridges have recently completed as shown in photos below.

### 研究目的

木造建築物ばかりでなく、木造橋も大規模木構造物の一つであり、近年では見直され新しい市場を形成しつつある。北アメリカや欧州では最新の木構造技術を用いて数多くの実績がある。国内でも木構造研究者がその取り組みを始めており、写真のような実例が作られてきている。接合研究室では、研究成果を活かして木造橋の計画にも積極的に協力している。

### Reference

### 発表文献

- 1994, Glulam arch bridge and design of its moment-resisting joints, Kohei KOMATSU, Seizo USUKI, Proceedings of the 27th meeting of CIB-W18(English)  
1995, 集成材アーチリブの型挿入鋼板を用いたドリフトピン接合, 薄木征三、小松幸平、鍵和田功、佐々木貴信, 構造工学論文集 (土木学会) 41A, (Japanese)  
1994, Drift pin connections with -shaped internal steel plates for an arch bridge, Seizo USUKI, Kohei KOMATSU, Isao KAGIWADA, Hidehiko ABE, Proceedings of the '94 Pacific Timber Engineering Conference, (English)



Wooden Arch Bridge made by Box G.L.T. Beam  
集成材箱型断面による木製アーチ橋



3 point bending test of Box G.L.T. Beam  
集成材箱型断面の3点曲げ試験



Close up of Box Arch Beam Joint  
接合部近影

## Others

## その他

Following is the list of researches done mainly by the members of the laboratory of ETJ except aforementioned research in this booklet.

以降は、本文で前述した研究以外の接合研究室に所属する研究者が関連した、代表的な研究とその発表文献の一覧である

### Hyogo-ken Nanbu Earthquake

### 兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)



Destroyed House Buildings (Kobe-city, Hyogo, JAPAN)  
阪神・淡路大震災によって倒壊した建物(兵庫県神戸市)

The Hyogo-ken Nanbu earthquake gave us tremendous hazards for structural safety of existing wooden residential houses. ETJ members also attended for investigation of damaged wooden houses in Kobe and Awaji-island several times.

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、数多くの尊い人命が住宅等の倒壊に巻き込まれて失われた。これに対して、森林総合研究所内外の現地調査に積極的に参加し、今後の研究の方向性を再確認した。

### The Two-Story Glulam Portal Rigid Frame

### 集成材2層門型ラーメン

- 1988, Kohei KOMATSU, Fumio KAMIYA and Yoshihiko HIRASHIMA: Full-Size Test and Analysis on Glulam Two - Storied Portal Frames Subjected to Horizontal Load, Proceedings of 31st Congress on Material Research, Vol. 31 pp. 185-191, (English)
- 1988, Kohei KOMATSU, Fumio KAMIYA and Yoshihiko HIRASHIMA: Full-Size Test and Analysis on Glulam Two - Storied Portal Frames, Proceedings of the 1988 International Conference on Timber Engineering, Vol. 2, pp. 205-220, Seattle, (English)
- 1988, Kohei KOMATSU: Analysis of Glulam Frame Structures Considering Non-Linear Characteristics of Fasteners I [Derivation of Analytical method], Journal of Japan Wood Research Society, Vol. 34, No. 7, pp. 581-589, (Japanese)
- 1989, Kohei KOMATSU, Noriaki MAEDA and Kazumi HORIE: Analysis of Glulam Frame Structures Considering Non-Linear Characteristics of Fasteners II [Verification by Experiments], Journal of Japan Wood Research Society, Vol. 35, No. 3, pp. 201-211, (Japanese)

### Depth Effects on the Modulus of rupture

### 曲げ破壊係数に及ぼす梁せいの影響

- 1988, Kohei KOMATSU and Norio KAWAMOTO: Modulus of Rupture (MOR) of Large Glulam Beam Composed of Arbitrary Laminae, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, pp. 77-78, (Japanese)
- 1988, Kohei KOMATSU and Norio KAWAMOTO: Modulus of Rupture of Glulam Beam Composed of Arbitrary Laminae, International Council for Building Research Studies and Documentation, Working Commission W18A - Timber Structures CIB-W18/21-12-1, Vancouver, September, (English)

### Steel Gusset Plate

### 鋼板ガセット

- 1989, Kohei KOMATSU: Behavior of Nailed Timber Joints with Steel Side Plates, Proceedings of the 2nd Pacific Timber Engineering Conference, Vol. 2, pp. 89-94, University of Auckland, New Zealand, (English)
- 1989, 鋼板添板釘打ち一面せん断接合の許容耐力, 小松幸平、平嶋義彦, 39回木材学会要旨集(Japanese)
- 1989, 鋼板挿入式ドリフトピン接合部の耐力 - スチール、FRP、セラミックス製ピンの性能, 川元紀雄, 金谷紀行, 39回木材学会要旨集(Japanese)
- 1990, 鋼板挿入式ドリフトピン接合部の繊維直交方向の耐力 - 縁距離、端距離が耐力に及ぼす影響, 川元紀雄, 小松幸平, 金谷紀行, 40回木材学会要旨集(Japanese)

- 1991, 鋼板挿入式ドリフトピン接合の繊維直交方向の耐力、加力方法（曲げ型、引張型）が最大荷重に及ぼす影響, 川元紀雄他, 41 回木材学会要旨集(Japanese)
- 1992, 鋼板そえ板釘接合部のクリープ試験, 川元紀雄、小松幸平、原田真樹, '92 建築学会梗概集(Japanese)
- 1994, 型鋼板挿入ドリフトピン接合の曲げ性能に関する研究 その 1 実験的検討, その 2 解析的検討, 山本博, 荒木為博, 古久保恵一, 福山国男, 小松幸平, '94 建築学会梗概集(Japanese)

## Portal frame

## 門型フレーム

- 1990, Kohei KOMATSU, Norio KAWAMOTO and Saburo UESUGI: Performance of Glulam Portal Frame,
- 1992, Kohei KOMATSU and Norio KAWAMOTO: Analysis of Glulam Semi-Rigid Portal Frames Under Long-Term Load,

## Trussed Beam

## 張弦梁

- 1989, 張弦梁の曲げ試験, 川元紀雄, 平嶋義彦, 39 回木材学会要旨集(Japanese)

## Parallel Trussed Beam

## 平行弦トラス

- 1990, 集成材平行弦トラスの曲げ性能, 福留重人, 宮田修, 小松幸平, 川元紀雄, 40 回木材学会要旨集(Japanese)

## Dynamic transmission

## 動的伝達

- 1995, 正弦波加振および静的正負繰り返し加力に対する接合部の挙動, 原田真樹, 井之上巧, 外崎真理雄, 小松幸平, 44 回木材学会要旨集(Japanese)

## High Strength Gluing

## 高強度接着

- 1992, 木構造のための高強度・高靱性接着接合法の開発 ( 1 ), 小松幸平, 川元紀雄, 原田真樹, '92 建築学会梗概集(Japanese)

## Carbon Fiber

## 炭素繊維

- 1992, 炭素繊維複合材料ケーブル挿入接着接合部の引張試験, 川元紀雄, 小松幸平, 原田真樹, 42 回木材学会要旨集(Japanese)

## Partial Compression

## 部分圧縮

- 1991, L V L ( 単板積層材 ) の部分横圧縮試験, 川元紀雄他, '91 建築学会梗概集(Japanese)

## Fire Resistance

## 燃焼実験

- 1990, 集成材による柱・梁接合部の載荷燃焼実験, 小松幸平, 川元紀雄, 上杉三郎, 福留重人, 宮田修, 40 回木材学会要旨集(Japanese)

## Japan cedar / cryptomenia / SUGI

## すぎ

- 1988, スギ集成材における  
- 繊維に平行する加  
谷紀行, '88 建築学会  
1989, スギ集成材における  
- 繊維に直交する加  
谷紀行、小松幸平, '89  
(Japanese)
- 1989, Noriyuki KANAYA,  
Kohei KOMATSU:  
Glued Laminated  
Technical Papers of  
Institute of Japan, pp.



るドリフトピン接合部の耐力  
力を受ける場合, 川元紀雄, 金  
梗概集, pp. 99-100, (Japanese)

るドリフトピン接合部の耐力  
力を受ける場合, 川元紀雄、金  
建築学会梗概集, pp. 101-102,

Norio KAWAMOTO and  
Strength of Bolted Joints in  
Timber of SUGI, Summaries of  
Annual Meeting, Architectural  
103-104 (Japanese)