

平成4年度農林水産省補助事業  
日本住宅・木材技術センター事業

# 間伐材等小径材利用住宅工法 開発事業報告書

平成5年3月

(財)日本住宅・木材技術センター



# 目 次

はじめに	1
事業要綱	3
1. 事業名    2. 委員会名    3. 事業の目的	
4. 平成4年度事業の内容    5. 委員名簿	
1. 木造スペース・ストラクチュア（立体構造形式）の現況	5
1. 1 スペースフレームとスペーストラスの系譜と分類	5
1. 2 スペーストラス版構造	8
1. 3 集成材アーチ・シェル構造	9
1. 4 小径部材で構成した立体トラス構造	11
1. 5 接合と接合方法	14
1. 6 スギの間伐材等小径材の中断面集成材への利用	17
2. 間伐材等小径材によって構成した木造立体トラス構造（実施例）	19
2. 1 交差梁（十字梁）要素の集合	19
2. 2 立体トラス梁による構成	20
2. 3 平面三角形の連続による構成	22
2. 4 ピラミッド型立体骨組を連続したスペーストラス版構造	23
3. 接合システム（継手と仕口）とその標準形式	25
3. 1 継手：長手方向連続の場合	25
3. 2 仕口：交差接合（直交及び斜交）	31
3. 3 三次元立体継手	36
4. 構造システムとその標準形式	43
4. 1 シングルレイヤー（単層）シェル（ラチスシェル、木格子シェル）	43
4. 2 ダブルレイヤー（複層）版およびシェル （ピラミッド立体トラス集合版、平面トラス梁交差・格子版）	44
4. 3 ハイブリット構造システム	45
APPENDIX	47
A-1 実例に基づく構成・接合の分類と解説のシート	49
A-2 構造・接合システムの系統図	102
A-3 部材仕様表	103
A-4 建物の設計計画及び構造設計例	105
1) 実施工例－東栄町林業センター	107
2) 集会場、公民館設計例	112
3) 室内ゲートボール場設計例	117
4) 中規模建物の構造解析例（ピラミッド型ユニット連続トラス版構造）	122
5) ウッドエクステリア（間伐材の工作物への利用例）	128



## はじめに

軸組構造の規模を超えて、間伐材等小径材をやや規模の大きな木造建築物の構造材へ利用する試みは1980年代の後半から活発化し、実験的建物も造られてきている。

しかし、これらの実施例によって拓かれた小径材利用の工法は材料（特にスギ間伐材）の材料力学的性質及び接合法の信頼性などに問題があり、なかなか一般的な構造設計法として普及していない。

1990年代に入って地球環境の保全、森林資源の保護の重要性の認識の高まりによって、アメリカ合衆国などで天然林の伐採が制限され、我国に輸入する大断面集成材用ラミナの産出量が減少し価格も上昇してきている。この段階になって、日本の人工林（特にスギ間伐材等小径材）の構造材利用への動きが再び活発化してきている。このことは、10年余からの課題である間伐による人工針葉樹林の環境保全にもプラスに働くと考えられる。

現在、間伐材等小径材の建築構造への利用が停滞しているのは、その材料力学的性質も原因であるけれども、生産供給される材の断面寸法、および部材長の制限によるところも大きい。すなわち、角材として断面寸法は10～15cm、均等断面で供給できる長さは2～4mであるという。この制限された構造部材を用いて、在来軸組構造を超えた中規模以上の構造物を構成するには、トラス構造システム、特に立体トラスシステムが最適である。トラス構造では理論的には軸方向力のみが部材に働くと考えるので曲げ弾性係数の低いスギも構造部材として利用できる。\*)

本書は、間伐材等小径材を用いた木造立体トラス構造を、誰もが設計・製作できる一般的な木質構造の一つとして普及させることを目的として、実際に建設されている木造立体トラス構造の建築物について解析を行い、構造形式と接合法の規格化・標準化を行った報告である。ここで収集・整理した資料の中には小径の集成材建築物および竹の構造物も含まれているが、これはスギ集成材や重ね梁の立体トラス構造の実用化および中国、東南アジアにおける竹を含む小径材の構造物への利用に資すると考える。

最後に事業実施にあたって、御指導御協力をいただき方々に衷心より感謝の意を表す次第である。

\*)スギの圧縮部材における「棒の座屈あるいは屈状」の問題は接合部の構造設計手法で解決するのがよいと考える。

平成5年3月

間伐材等小径材利用住宅開発委員会

定方 啓（豊橋科学技術大学 教授）



## 事業要綱

1. 事業名：間伐材等小径材利用住宅開発事業

2. 委員会名：間伐材等小径材利用住宅開発委員会

3. 事業の目的

間伐材等小径材を建築構造物に利用するには、曲げモーメントが作用せず主として軸力のみが作用するトラス形態が適している。そこでこれら国内外の実施例、実験例を収集し、代表的木造立体トラス構造物について解析を加え、規格化・標準化を図ることを目的とする。

4. 平成4年度事業の内容

①立体トラスの構成形式の標準化

②接合金物の分類

③立体トラス工法の標準化

5. 委員名簿

定 方 啓	豊橋技術科学大学 建設工学系 教授
山 崎 清	中部住宅販売株式会社 取締役技術部長
筒 井 賢 三	旭テック株式会社技術開発センター 製品開発部長



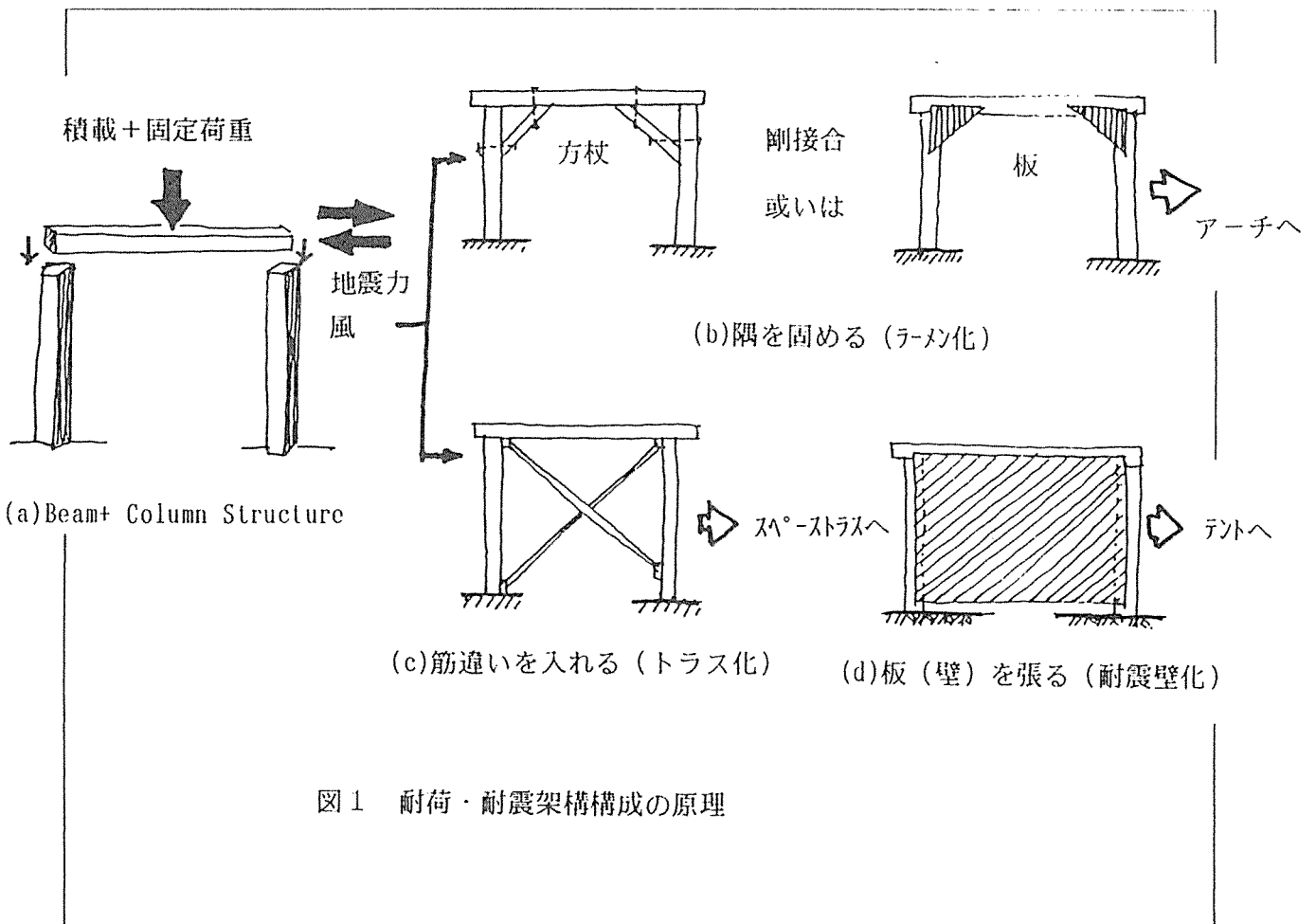


# 1. 木造スペースストラクチャ（立体構造形式）の現況

## 1.1 スペースフレームとスペースストラスの系譜と分類

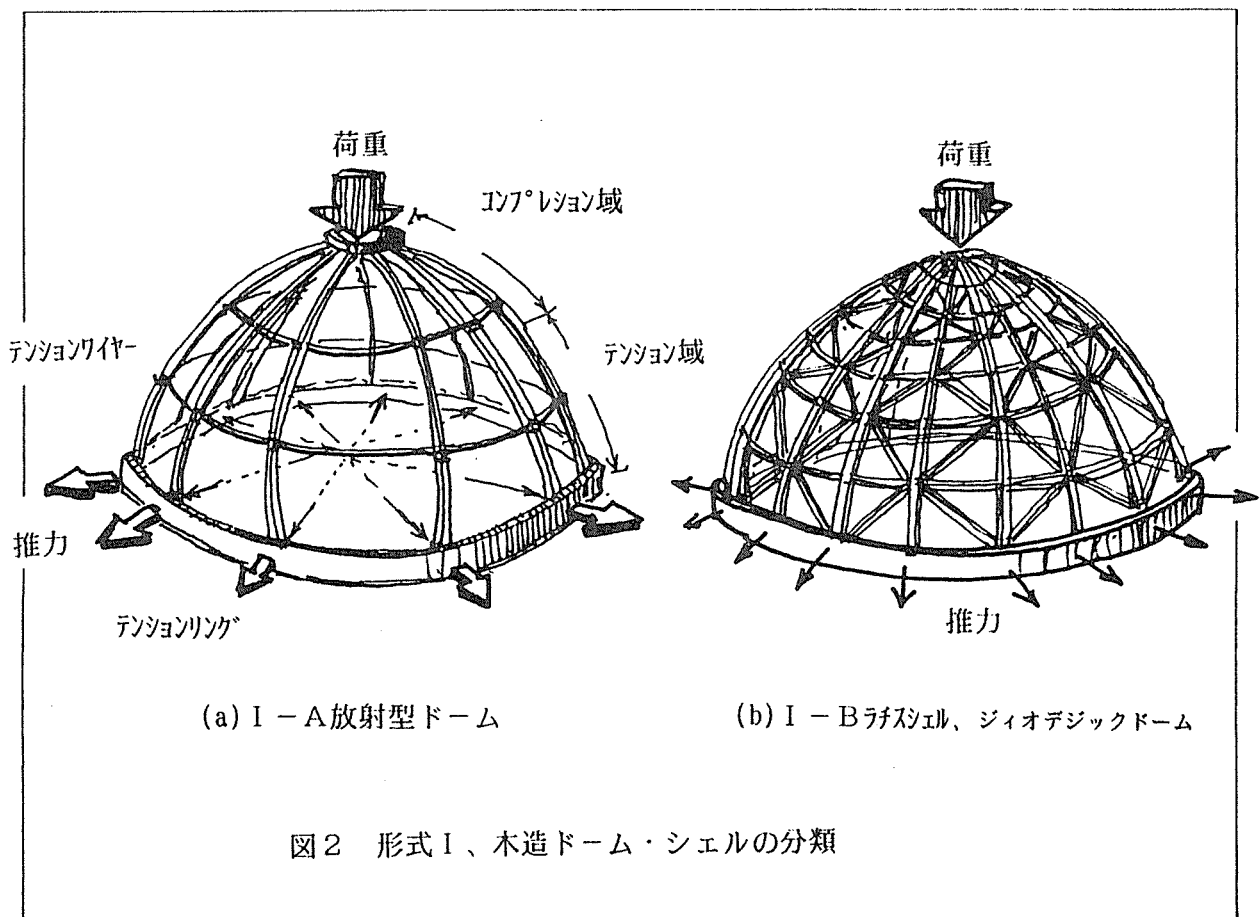
重力（鉛直荷重）に耐えて建築空間を覆う構造体の基本型は梁・柱架構（Beam and Column Structures）である。〔図1(a)〕 さらに、この架構を地震力などの水平荷重にも耐える構造にするには、図のようにそれぞれ、(b)柱・梁接合部を固める。(c)架構の対角線方向に斜め材（筋違）を入れる。および(d)架構に板などを埋め込む。などの改良を加える。これらの改良・補強された構造形式を一般に、それぞれ、(A)ラーメン構造、(B)トラス構造、(C)壁式構造と呼ぶ。

旧くから教会のドームや橋梁等の大きいスパンを構成するのに用いられてきたアーチ構造システムも、曲線材を使ったラーメンと考えると(A)をフレーム、骨組構造と総称する。このフレームを頂点を通る垂直軸の回りに回転させれば任意の種類の立体構造が出現する。これらの形態を調整して、鉛直荷重時には応力がほとんど面内応力のみとなる構造形態がシェル構造とよばれている。



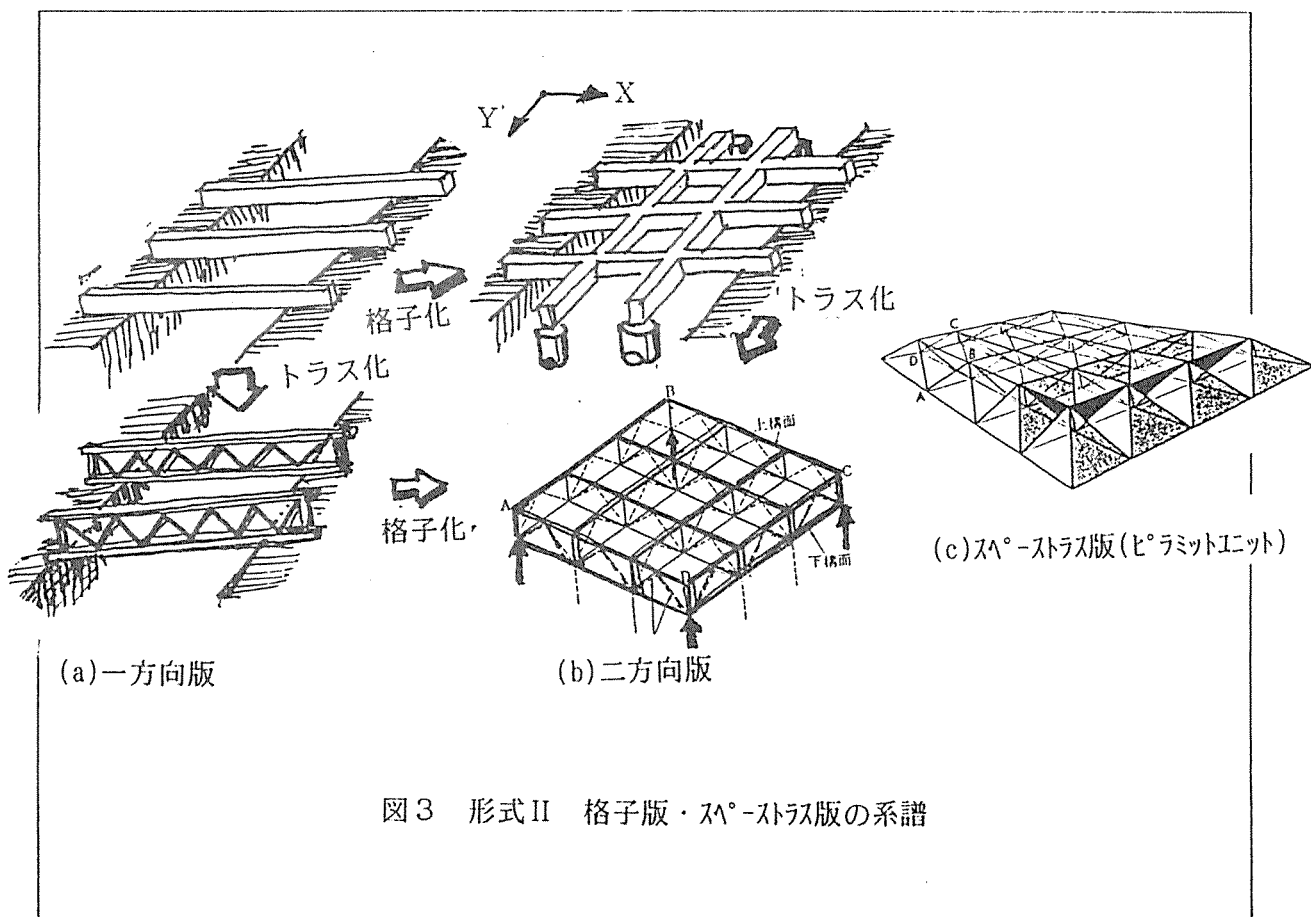
木造ドームおよびシェルの構造形式は鉄骨構造の工法に倣って2つに分類する。一つは放射ドームなどと呼ばれているもので、球面を経線方向配置した有限個のアーチ骨組みで構成する形式〔図2(a) I-A〕。アーチ骨組みの間は引張を受け持つ膜(テント膜)で覆う工法が一般的である。もう一つは、ラチスシェルあるいはジオデジックドームの系列に属するもので図2(b)の構成様式I-Bである。この形式はシェルのソリッドな曲面要素を構造力学的に等価な菱形あるいは三角形の剛なフレーム枠に置換した構造である。そのように考えれば、シェルの膜応力はやや曲面(実際の建物では平面)の菱形・三角形枠に作用する軸力に置き換えることができる。I-B構造システムは鉄骨構造では鉄骨シェルと呼ばれて数多く建てられている。そして、単位要素枠の部材長は2~3m程度の短い材でよいので間伐・小径材を利用できる\*)。

\*) I-Bシステムでは単層(シングル・レイヤー)シェルとなるので、木構造では特に、部材が8方向から集まってくる接合部(域)の面外方向の剛性を考慮した設計がキーポイントとなる。



つぎに、構造物形成の流れ(図1)の別の一つは大空間トラス版(スペーストラス)の方向へ発展した(図3(a))。このシステムでは、充腹梁(ソリッドビーム)をトラス梁に変型させて構造物の大スパン化に伴う曲げモーメントの増加を、トラスの軸力に変換してうまく処理できる。さらに、この平面トラス梁を一方向梁として横にたて並べて大面積(大空間)を覆う方法もあるが、この梁を2方向に交差させて格子状に配置すれば、X-Y二方向の梁の相互連続効果と拘束度の向上によって、効率の良い立体トラス版を構成することができる。すなわち、平面トラス梁の格子化・立体化である(図3(b))。

2方向格子版の対角線方向へもトラス梁(斜交梁)を入れれば3方向格子版が構成される。このような構造形態は、図3(c)の三角形あるいは四角形底面のピラミッド状の立体骨組単位が、XY両方向へ連続することによって構成されたとみなすことができる。そして、この四角錐ピラミッド骨組ユニットで大空間を覆う立体トラス版システム、Ⅱ-Bは、平板のみでなく曲面版構造にも幅広く利用されている。



## 1.2 スペーストラス版構造

四角錐骨組単位要素（ピラミット型スケルトンユニット）を連続させて、平面あるいは曲面版を造るスペーストラス構造システムⅡ-Bは鉄骨構造で広く採用されている。鉄骨ラチスシェルの部材には鋼管（パイプ）の場合が多い、これは部材断面に作用する任意方向の曲げ・剪断力及び振れに対して円環断面が効果的であることによる。構造システムの変形・強度を左右する要因は部材断面ではなくて接合部・接合域にある。この構造形式では8本の部材を一つの接点（節点）に三次元の任意方向から、しかも、各部材の応力中心線が一点に会するように接合しなければならない。さらに曲面版の場合には曲面の形および各骨組要素の位置座標によって交差角が変化する。これらの要求を満たす接合工法としては、接合部の中心を球形（一般には鋼製の球）とし、それに各部材が任意の方向から突きささってくる接合システム（MEROシステム）が世界各地で使用されている。さらにこの鋼球接合部と部材（鋼管）端部とをねじ込みボルトあるいは溶接によって結合する各種の工法が開発されている。この接合方法は前述のラチスドーム（単層シェル）の構成にも応用されている。この接合法と構造とを一体にした構造システムは我国でもNSトラス、トモエユニットラス、アルトラスなどとして実用化されている。（図4）

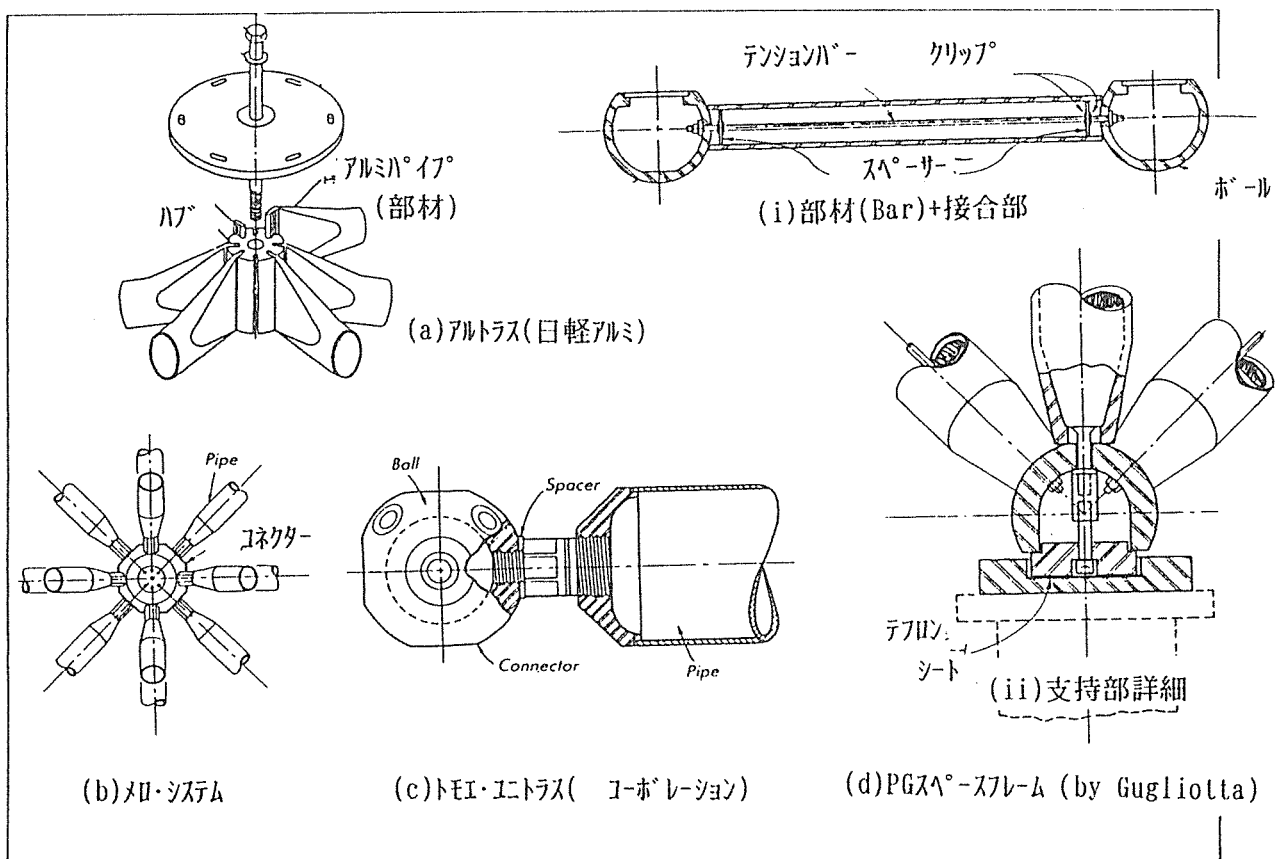


図4 II-B、接合システム

### 1.3 集成材アーチ・シェル構造

スペースストラクチャ（立体・空間構造）形成における2つの流れ

I, I-A 放射状ドーム                      II, II-A 格子版（平板、曲版）

I-B ラチスシェル                              II-B 立体トラス版（平板、曲版）

について木造、木質構造の視点から1.3節および1.4節で述べる。

#### i) 放射状ドーム

この形式の主体構造は雨傘の骨（リブ）に相当する。リブには湾曲集成材を用いるのが一般的であるけれども、大スパンでドームの曲率が大きいときは通直集成材を接合して多角形アーチをつくり、それを放射状に配置し多面体を構成して曲面に近似させる。また、アーチ・シェルなどはスパンに比較してライズ（むくり）が小さいときは支持点に非常に大きな推力が発生する。この推力によってシェルやドームの底辺が広がるのを防止するいくつかの構造法がある。ここでは引張リングをシェルなどの底辺の外周に廻す、さらにリブに作用する圧縮力によってリブの中間点の膨れ出し防止法として、洋傘式にリブとリブとの間に引張り膜を張る、和傘式に緯線方向に何段かの引張りリング（ワイヤー）で締める、あるいはこれらを併用する方法が採用されている。図5(C)の出雲ドーム（スパン140 m 高さ54 m）はリブに通直材を使い、裾の部分に引張リングを、天頂には鉄骨造の圧縮リングを設置している。そして、中間に張弦（テンション・ストリング）としてスチールワイヤーを入れて推力と部材の面外変形を処理している。

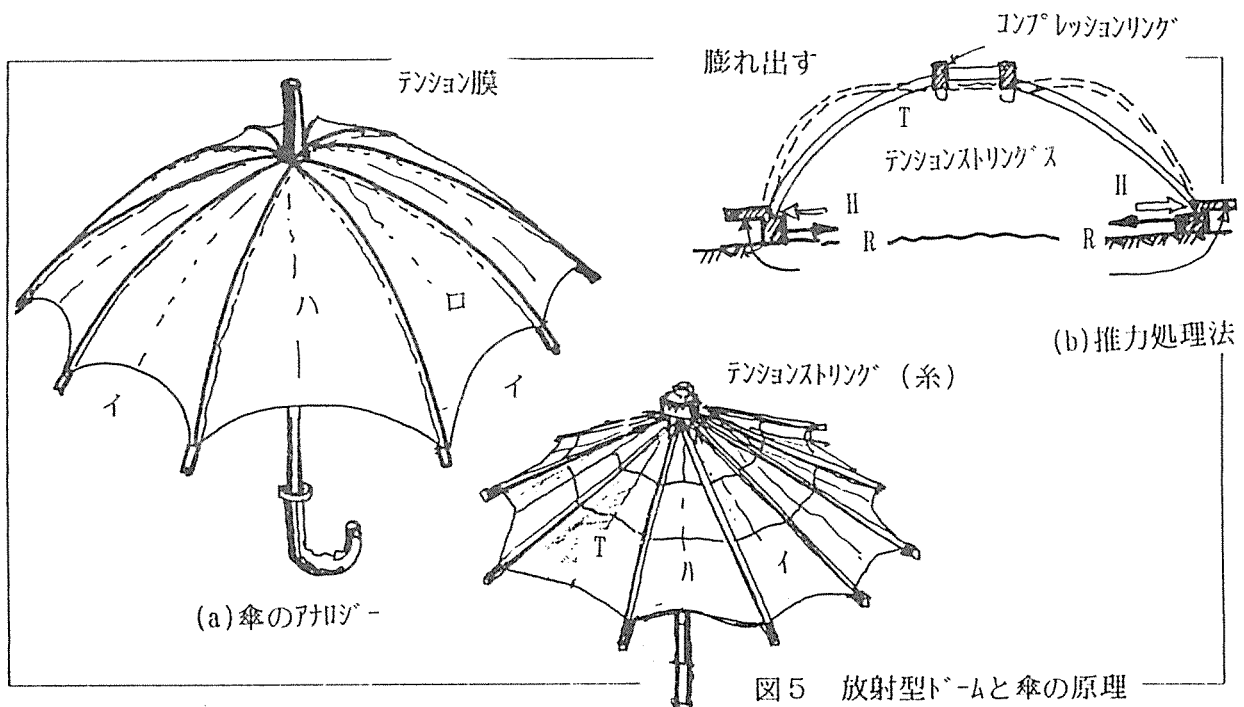


図5 放射型ドームと傘の原理

## ii) ラチスシェル (ジオデジックドーム)

19世紀末にB. フラー(R. Backmister Fuller) によって開発されたジオデジックドーム(Geodesic Domes)は木構造にも多数の作品を産み出している。このドームは、単位球面三角形の連続で構成された剛な曲面の網(ネット)である。したがって、曲面に作用する曲げモーメントをネット部材の軸力に変換することができ、大きな強度と剛性を持つ構造物を、小断面材で実現できる。代表的な建物はタコマドーム(アメリカ1985; WWS社が開発したバラックスシステムによるドーム。単位三角形枠は断面寸法が約 $20 \times 75$  cm, 辺長が12~14 mの曲り材・集成材3本で構成されている)で、1つの接点に6本の部材が集まり、これらの部材は鋼製のハブ(六角筒)に放射状に接合されている。

日本では、この方式によって安代ドーム(安代町立 田山体育館, 主材枠の断面は $13 \times 61$  cm集成材、ドームスパン36.6 m, ドームの高さ8 m)が1986年に建築されている(図6)。横浜ドーム(1989), 瀬戸大橋博覧会イベントプラザ(1990)などは、この構造システムに属する。

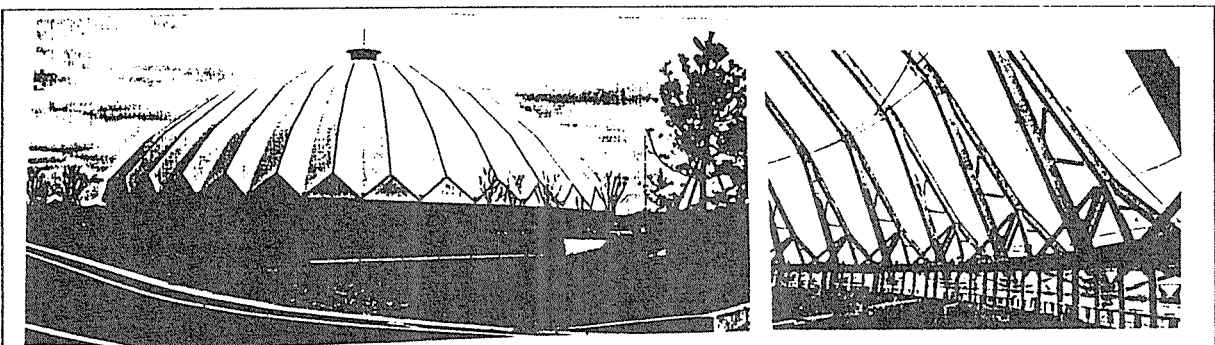


図5(c) 出雲ドーム (L=140m、H=54m) (I-A、放射型ドーム)

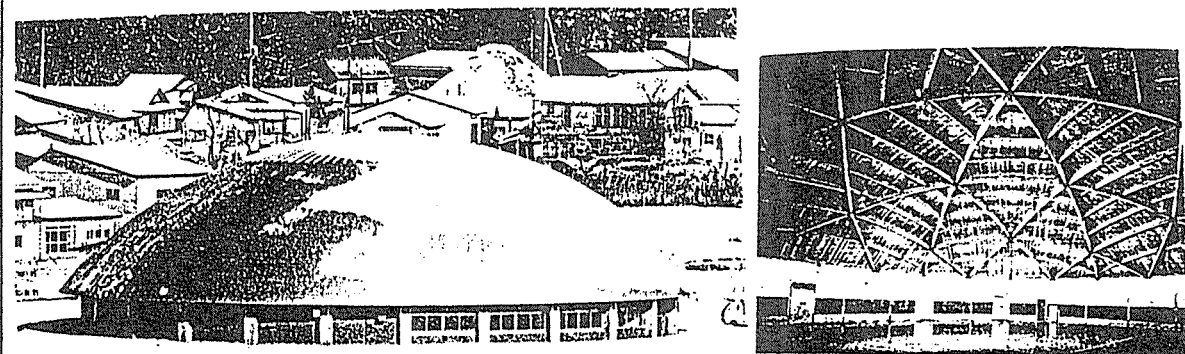


図6 田山体育館 (L=36.6m、H=8m) (I-B、ラチスシェル)

## 1.4 小径部材で構成した立体トラス構造

断面が15cm角以下で材長が限定されている木材・木質材を組み立てて、スパン10m以上の空間を構成するには、前述した如く理論的には軸方向力のみが作用するトラス構造（とくに、立体的に力を流すシステムになっている立体トラス）が最も適している。

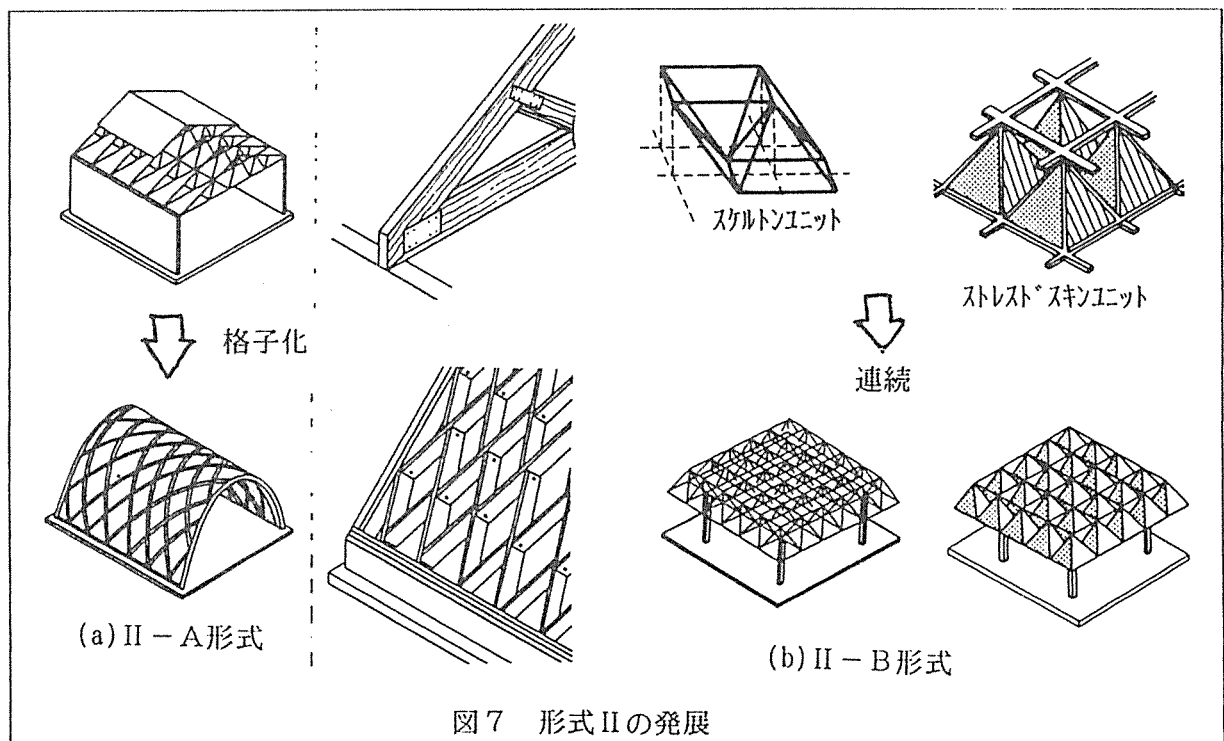
いま1.2で述べたような立体トラス版を組み立てるとして、構成骨組みユニットは

a) 「平面」トラス梁      b) 立体骨組（ピラミッド型）ユニット

に分類できる。そして、構成法にはa)を交差させて立体トラス格子版を造る方法Ⅱ-Aと、b)を縦、横に連続的に配置して立体トラス版を造る方法Ⅱ-Bとがある（図7）。

### i) Ⅱ-A 平面トラス梁の組み合わせによる格子版

この構造形式の実例は少ない。構成要素がトラス梁でなくてソリッドな集成梁の建物には、J. ナッテラーの2つの作品、ニュールンベルグの見本市会場（18×19cm断面の集成材2本合わせで辺長約29mの大ユニットを組み合わせる屋根版としている）およびアルベータ動物園園舎（三角形大ユニットの辺長は5m、部材は6cm×50～72cmの2枚合わせ）がある。この形式は平板が曲版に変化し部材（梁）応力が曲げから軸力に移って行けばⅡ-Bに移行する。



フライオットーのマインハイム・マルチホール(1976)に始まり奈良シルクロード博パビリオン(1988) [Example. 6. 参照] に到るサスペンション格子シェル構造も、このII-Aの発展形態の一つである。

ii) II-B 四角錐骨組の連続集合版

平板の場合には骨組ユニットを構成する8本の部材の長さが等しく、斜材が平面と立体交差する角度は $45^{\circ}$ となるので、一種類の接合金物と棒(部材)とを繰り返し使用することによって広い面積を覆う構造(屋根等)を構成できる。したがって、規格化が容易でありプレファブ化に適している。このシステムは長い歴史を持っている。吾国でもExpo. 70(1970年大阪万博)の主会場:お祭り広場(291m×108m, 屋根版の成は約7.7m, トラス材, 直径50~35cmの鋼管)(図8参照)から現在まで数多くの鉄骨立体トラス屋根が、平板から曲版まで造られている。接合システムは、ほとんどが鋼製の球に3次元方向から棒部材を差し込む型式である。

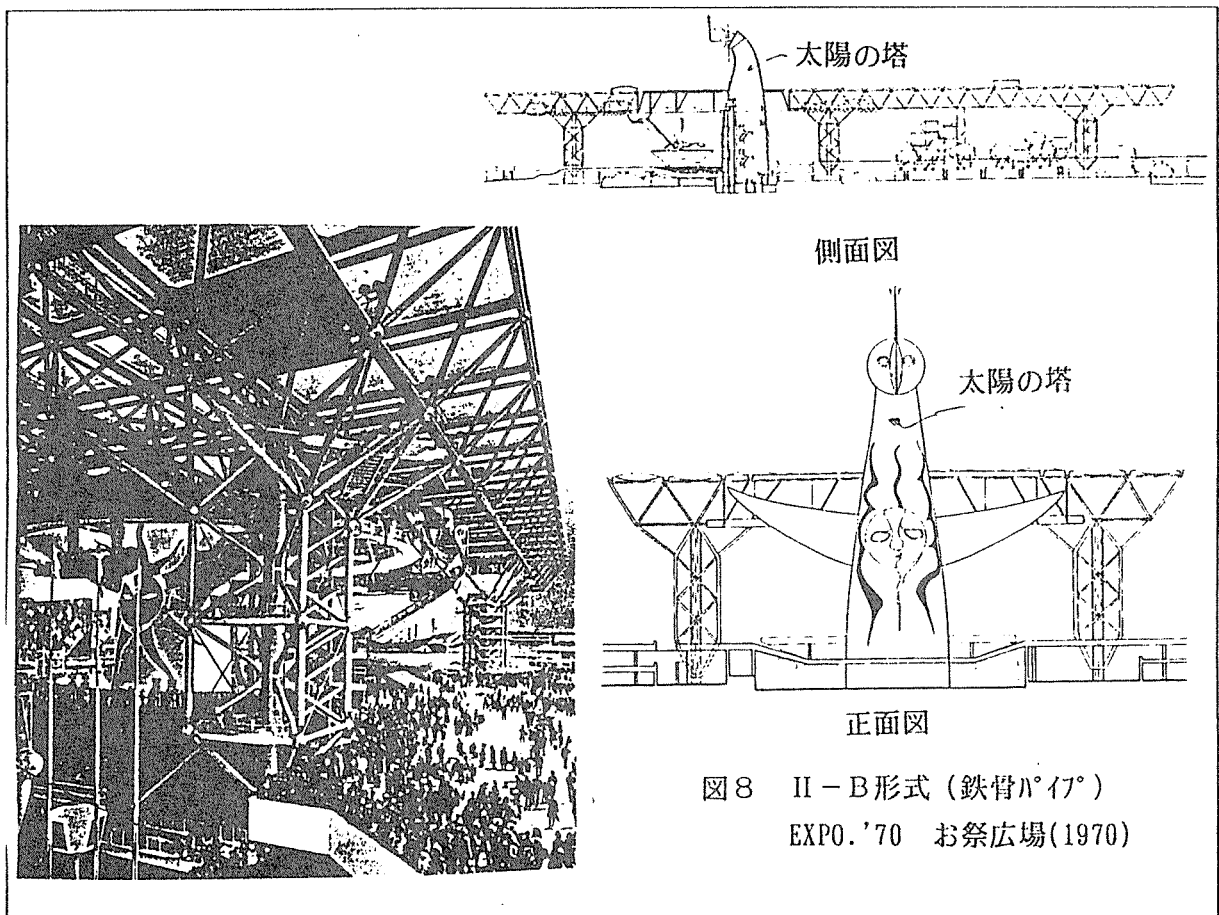


図8 II-B形式(鉄骨 $45^{\circ}$ )  
EXPO.'70 お祭広場(1970)



木構造でこの接合システムを用いた立体トラス版には、アルボンの多目的ホール（1985，スイス：単位ピラミッド辺長3m，部材（集成材）断面12cm角，スパン27m）（図9参照）および葉祥栄+松井源吾の一連の作品（小国町交通センター（1986），小国町林業総合センター（1987），曲版構造の小国町民体育館（1988）（図10参照））がある。

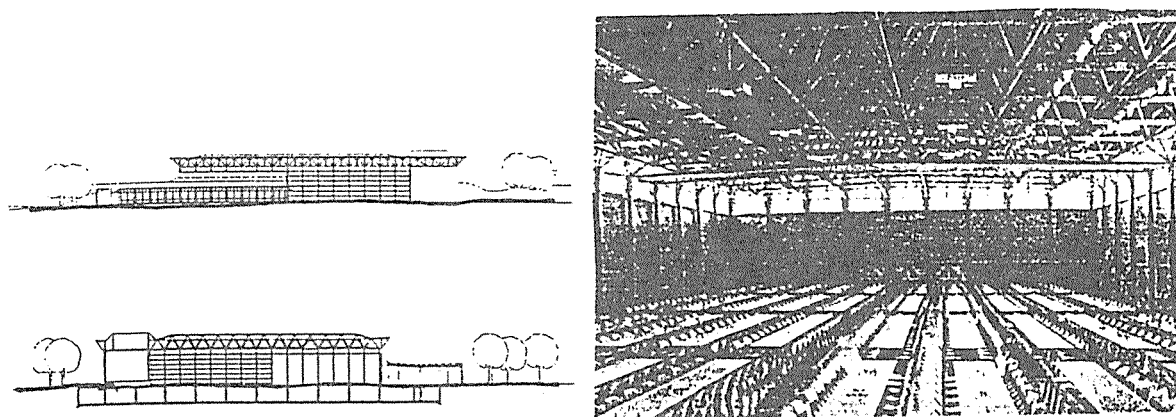
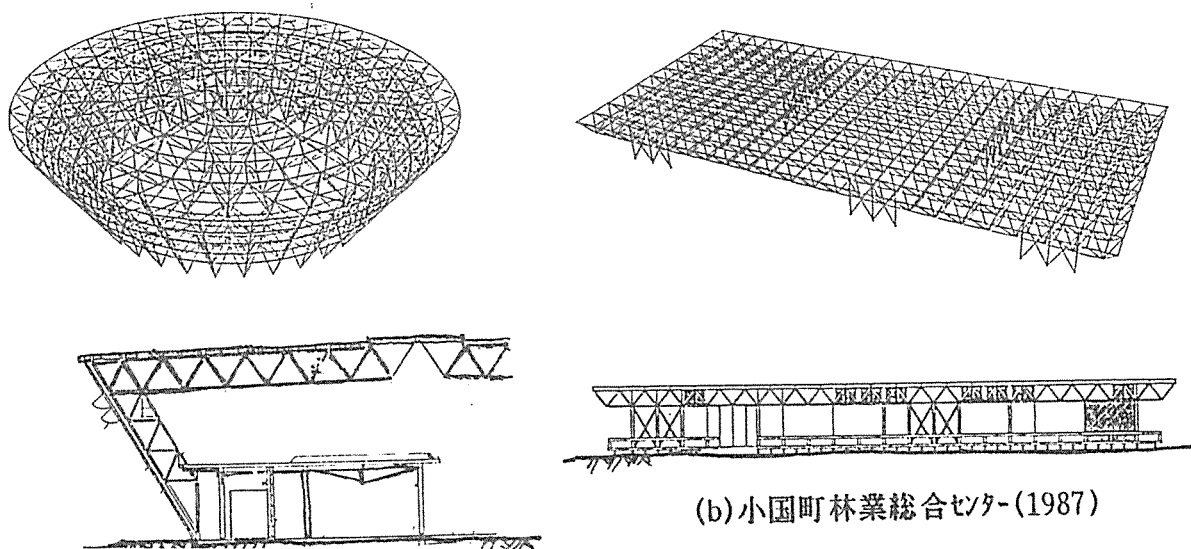


図9 アルボンの多目的ホール（II-B）



(a)小国町交通センター(1986)

(b)小国町林業総合センター(1987)

図10 木造スペース・トラス構造（II-B）

## 1.5 接合と接合方法

### i) 接合するということは(図11)

限られた大きさ(長さ)の部材(要素)を数多く使って一つの空間(構造体)を造りあげる、その部材(棒、板、ブロック)同志を「結び付ける」操作が必要になってくる。そして、接合部分(節点)の力学的性質は結び付けられる部材(母材)のそれと等しいことが理想である。氷や雪のブロックを積み上げ、凍らせて造った氷の組積造の接合目地や鉄筋コンクリート造の打ち継ぎ部などは、ほぼこの条件を満たしている。この場合は、母材と接合部との区別がない。しかし、石や木では接合部を母材と同じ性質にすることは非常に難しい。そこで、石、煉瓦はセメントモルタルで「接着」し、木材は洋風では紐や鉄線で縛ったり、後には金物で緊結した(これに対して和風継手は母材の接触部を合理的で技巧を凝らした組み手に加工して母材同志を釘等の金物を使わないで接合する一種のノードレスジョイントである)。鉄も溶接が開発される迄は楔(くさび)で「かしめ合わせ」たし、19世紀の中頃からボルトやリベットで「綴り合わせ」て20世紀の溶接合に到達した。古代から人々は獣の皮や植物繊維や蚕の絹を織った布を裁断し、針と糸とで「縫い合わせ」て衣服や靴を作ってきた。近年になって縫い合わせる代わりに接着剤を使って「貼り合わせる」ようになった。

以上のことから物体と物体とを結合する方法は

- 1) 綴り合わせる(ファスナー接合)
- 2) 貼り合わせる(接着接合)および
- 3) 溶かして合わせる(溶接合、和風継手)に大別できる。

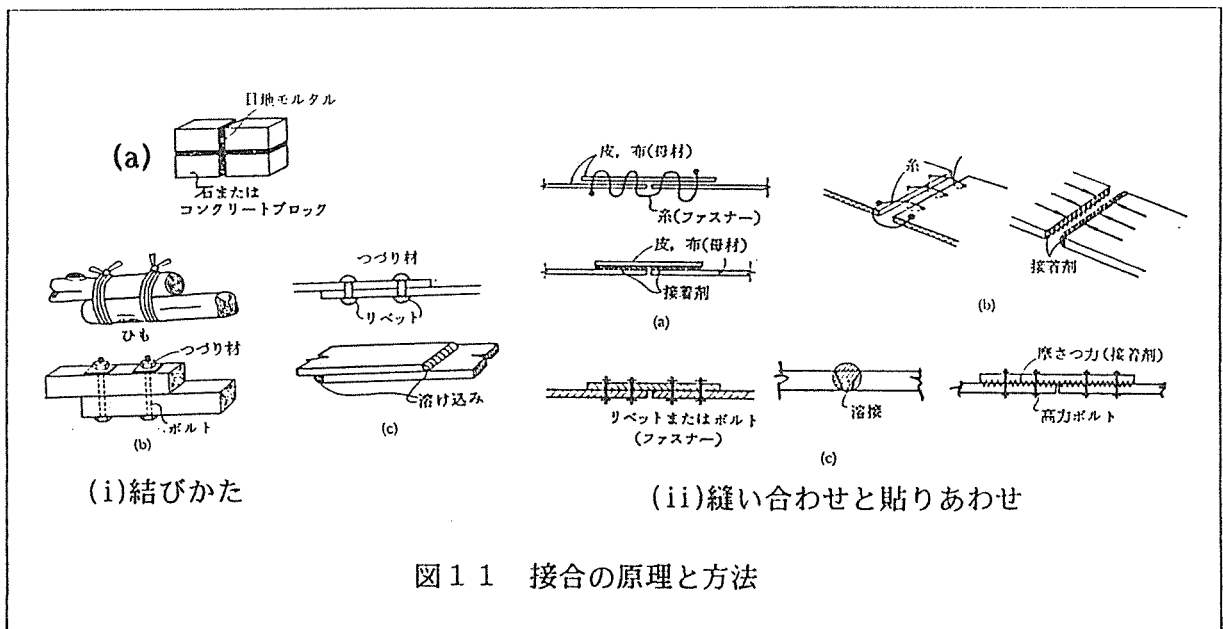


図11 接合の原理と方法

釘、ドリフトピン接合は1)の「綴り合わせ」に属し、釘等はファスナー（糸に相当する）である。釘、ボルト接合の場合はファスナーの変形によって剪断→曲げ→引張りと応力状態が転移してゆく。1)の原形の縛る接合法はP. Huybers が丸太とプレートとの接合に活用している（Example 7, 7-1 参照）。2)の接着接合は合板、積層材等のラミナ間の面と面との貼り合わせに用いている。しかし、継手では、一般にはファスナーと併用する。併用の方式には母材の面と面とを貼り合わせる面接着のほかに、ファスナーを母材に埋め込み接着する工法がある。このケミカルアンカー工法は和風継手の だぼ（太）または せん（栓）に相当する。

3)の鉄の溶接合は母材と接合部分とが同じような材料で構成されるので、木の場合は和風継手に相当する。

木構造の接合部において、ヤング係数が一桁以上も違う鉄製ファスナーで木を接合することは好ましくない。和風継手は木と木とを嵌め合わせる工法のノードレスジョイントであり、母材と接合部の材料力学的性質は等しい。その点、木の接合法の一つの理想であるともいえる。そして3)の溶接と同じ手法である。

## ii) 継手、仕口、立体接合

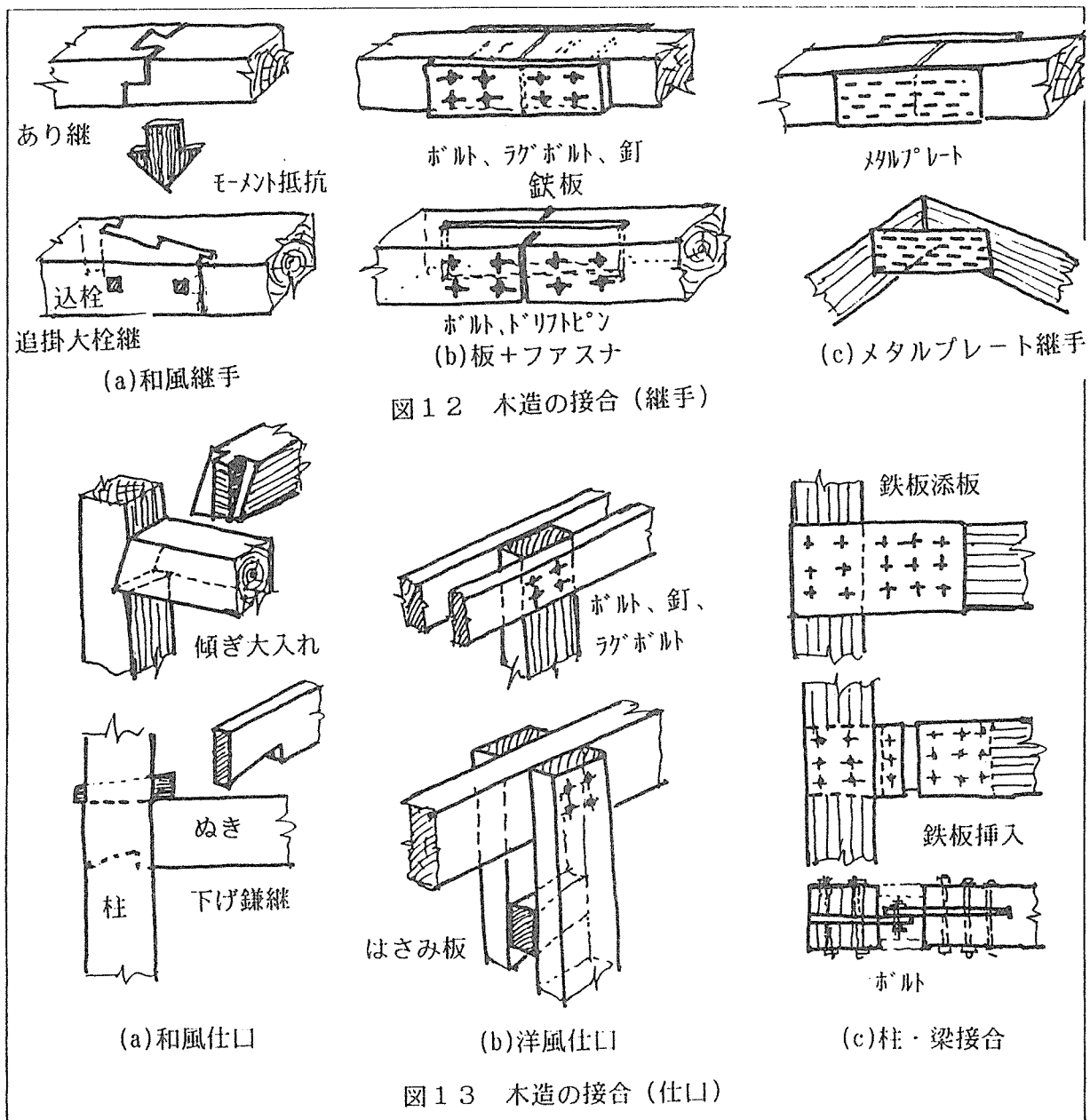
部材と部材とを長手方向に接続した接合部を「継手」とよぶ。嵌め合わせの和風継手では、軸力と剪断力とを伝える腰掛け蟻継ぎ、鎌継ぎが、さらにモーメントも伝える継手には追掛け大栓継ぎ、金輪継ぎ等がある（図12a）。ファスナーと金物を使う接合を洋風継手と呼べば、添え板と剪断ボルトあるいは釘の組合せが代表的である。この型式には、a) 添え板を箱型にしてそれに部材を嵌め込む、b) 添え板で部材を挟む、c) 板を部材の中に挿入する等がある。最近は型式c)が増えている（図12b）。

部材と部材とを直角あるいはそれに近い角度で結び合わせる接合を「仕口」という。モーメント抵抗を持つ柱-梁接合部も「仕口」に含まれる。トラスの節点はモーメント抵抗を期待しないからピン接合と考える。「仕口」にも ほぞ と栓とを併用した和風の仕口と、接合金物（板とファスナー）を使う洋風の仕口とがある（図13a, b）。図13cは現在一般に用いられている柱-梁接合仕口の一例である。

ドーム、ラチスシェル、立体トラス版の接合部では、部材が空間の任意の方向から一つの接点に集結する3次元立体接合である。この場合に、木と木とを直接に接合することは技術的に難しいので、一般には接合金物という媒体を仲立ちにして力

を伝達するシステムとする。したがって、接合金物の3次元化、接合金物と部材端との結合方法の開発、特にこの「木と鉄を継ぐ」手法がポイントである。

立体接合金物には前述のボールジョイント（メロウシステム、Example 8-2, 13-2）の他に各種の接合型式が試みられている。すなわち、ノードレスジョイント式 Example 1-2, Example 7-2, および円筒式 Example 2-2, Example 3-2, Example 4-2, P.56, Example 5-2, Example 9-2, Example 12-2, 等の型式が設計・実施されている。



## 1.6 スギの間伐・小径材の中断面集成材等への利用

輸入木材の減少と価格の上昇は、国産スギ間伐材等 小径材の構造材への利用にプラスに作用している。杉を構造材として使う場合に、ベイマツなどの外国産材に比べて価格面はともかく材料強度、ヤング率が低く、しかも、産地等による品質のバラツキが大きいことが問題であると言われている。これらの問題点を解決して、

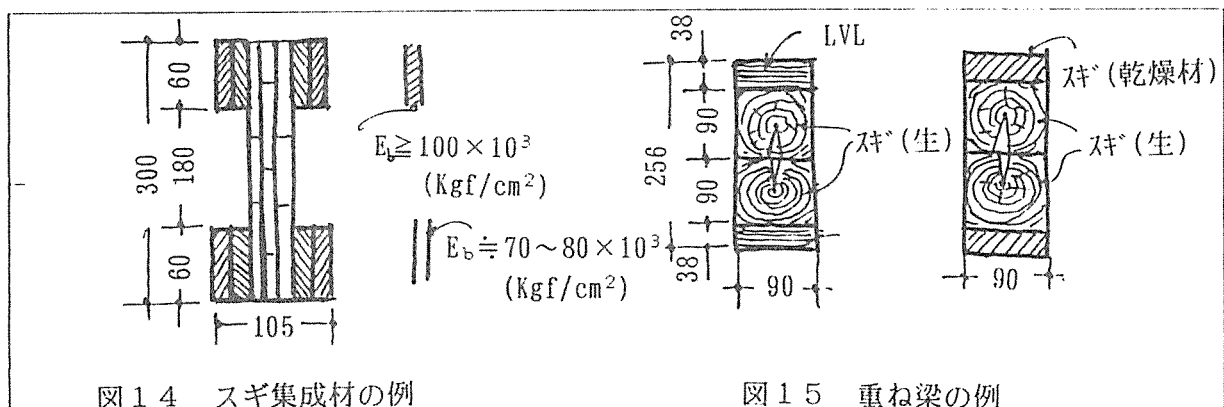
スギを構造材として活用するには a) 集成材や積層材にする。b) 複合 I 形断面材を組み立てる。などの方法がある。

### i) スギ集成材梁の試作・設計例

乾燥しグレーディングしたスギのラミナを接着剤で貼り合わせて通直集成材を作るとき、曲げ応力の分布に応じて断面の縁部分に等級区分の高いラミナ材を配置して曲げ効率の高い集成梁とする。さらに効率を高めるために上下のフランジ部分に断面を偏在させた I 形集成材の梁の実用化の実験も行われている\*)。図14, 15に試作した梁の断面詳細を示す。

### ii) スギ合成梁(重ね梁)

スギ正角材を重ねて、接着した「接着重ね梁」を造る試験研究も継続的に実施されている\*\*)。スギ10cm角(生材)3本を接着剤(ポリウレタン系、エポキシ系)で重ね接合した合成梁の曲げ強さの平均値はスギの曲げ許容応力度の4倍を示したとのことである。さらに、梁の剛性と耐クリープ性能との向上を目的として梁断面の上下縁部分にLVLや人工乾燥材を配置した複合梁ではクリープ変形が小さくなり、LVLとの複合材ではベイマツに匹敵する剛性が得られたと報告されている(図15)。



\*) 木造軸組構造等開発業務報告書(昭和59~60年度)

\*\*) 平成3年度技術開発推進事業報告書 (財)日本住宅・木材技術センター



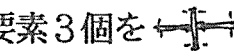
## 2. 間伐材等 小径材によって構成した木造立体トラス構造 (実施例)

### 2.1 交差梁 (十字梁) 要素の集合

#### i) 平面トラス梁を交差して造った立体トラス版

DCCS 接合フィーレンデル梁-格子版構造 1992 (豊城林学大学院研究 T. U. T.)

#### Example 11

10 cm 正角材で、梁成 90 cm, 1 ユニットの梁長 360 cm の 4 格間のフィーレンデル梁を作る。弦材と束材との接合には DCS 金物を使用している\*)。この単位フィーレンデル梁を 11-3 の構成説明図のように格子に組立て、大スパンの格子版を構成する。技術開発の研究は単位梁要素 3 個を  形に組合わせ、交差点に集中荷重を加えた実験から始めた。交差点の十字接合部は DCCS で接合している。なお、格間を 12φ の鉄棒で筋違補強した補強フィーレンデル梁も研究開発中である。

\*) 定方啓、ザ・用語解説「DCS と DCCS」, 建築技術 OCT. 1992. P. 153

東栄町林業センター 1990 愛知県東栄町 (T. U. T. 颯、筋+鯉計)

#### Example 12

10×15 cm 角 (弦材) および 10 cm 正角 (束材) のスギ (東栄町産) で梁成 75 ~ 120 cm の変断面フィーレンデル梁を組み立て、それを主桁として独立支柱 (スギ丸太、径 50 ~ 60 cm、東栄町産) に放射状に剛接合した唐傘式・片持ち梁型立体架構を組み立てた。これを構造単位 (1 ユニット) とする。これらの 4 ユニット (2 ユニット×2) を、それぞれの片持ち式版の自由縁で接合して安定な立体構造を構成した。さらに、大スパンを下から支える代わりに、柱頭から鉄棒 (25φ) で斜張橋式に吊り上げている。こうして大黒柱-吊り屋根構造が創られた (12-1)。

実施建物・林業センターは辺長 12×12 m および 12×14 m のトラス格子版一つと支柱 (大黒柱) 一本との組合せを大ユニットとして、集会場、製材工場およびストックヤードの建物群から成っている。この建物に耐震・耐風性能を付与するためには大黒柱の柱脚の固定度および柱+梁接合部 (丸太+変断面フィーレンデル梁) の剛接度を高めることがキーポイントである。そのための接合工法を設計し、それによって製作した接合金物をもちいた。

竜神村体育館1987 和歌山県竜神村(渡邊和川勘剛) Example 13.

21×27cm および21×24cm の角材(スギ集成材)で組み立てた変断面トラス梁山形ラーメン(梁成120~400cm)を5m間隔に建て並べ、その建て並べられたトラス梁の下弦材を含む平面を21cm角のスギ材で立体トラス状に連結して全体的には立体トラス版を構成している。下弦材部の節点にはボールジョイント接合が用いられている。スパンは26m。桁行き長さ30m(5m×6径間)である。屋根からの推力は木のトラス造の控え壁と鉄筋コンクリート造の庇兼用ステージ版で支えている。

ii) 木造格子シェル(吊りネット構造)

奈良シルクロード博パビリオン1988 奈良市, (上野謙+仲江龍) Example 6,

木格子ネットの midpoint を吊り上げて逆懸垂膜(ネガティブ カテナリー)をつくる工法で、F. オッターのマインハイム マルチホール(1977)にその原型を持つ。緩く結び付けられた直交格子網を、吊り下げによる引張力で斜交格子に変形させて各種の平面形に応じた空間形態を構成する。

断面4×7cmのスギ材を直交させて50×50cmの格子ネットをつくる。部材は縦・横交互に二段重ねに組み合わせて、4本の交点(節点)を13mmφのボルトで重ね接合している。シルクロード なら館(1500 m<sup>2</sup>) およびテーマ館(2000 m<sup>2</sup>) がユニークな形態を表現している。ドームの高さは約16m、推力はドームの周縁に巡らした合板(厚さ24mm2枚)をテンションリングとして処理している。

この構造システムは構造・設計者の創作意欲をそそる。ナッター、葉祥栄など多数のひとびとが各種の構法を用いて作品を創っている。

2.2 立体トラス梁による構成

神慈秀明会黄島道場1990 岡山県(栗橋計博+藤原林彰) Example 14,

リブ(立体束)が三角形枠の立体変断面トラス梁(V断面トラス)で屋根板を支えている。三角枠は斜め材を紡錘形の棒(ベイマツ集成材、直径12cm)、上部水平材をタイボルト16φで組み立てている。

この立体トラス梁は別の見方をすれば、梁成27~80cmで先端に行くにつれて細くなっている平面トラス梁2枚を、構面が90度の角度になるように下弦材部



分を結合し、上部を16φボルトで2m幅で連結した構造である。立体トラス梁の  
スパンは12m、トラス間隔は4.8mである。

メミンゲンのコミュニティホール1984 ドイツ (Faller, Muschalek+D. Herreschman)

Example 15.

立体トラス梁のリブ(立体束)は角材で作った正方形(榎)枠:一辺4.25mである。  
この枠を4.25m間隔に並べ、棟の線には角材2本を上弦材として、下弦部分  
には3本のケーブルを引張り材として通している(15-2)。

3本のケーブルのうち、ケーブルAは梁中央では枠形立体束の最下部を貫通し、  
梁端にゆくにつれて上に吊り上げられ、外端部では枠の頂点に結び付けられる。  
他の2本のケーブルBは梁の中央ではAの両側近くを通り、梁端では枠の左右の頂  
点付近に定着されている。このケーブル構法はケーブルに初期張力を入れることで  
PC梁と同じ効果を与えることができる。また下弦材ケーブルは梁端で両側に広がる  
ので、梁と直交する方向の水平剛性の向上にも役立つ。梁の最大スパンは34m、  
梁成は $4.25 \times \sqrt{2} \approx 6$ mである。

陶芸家のアトリエ, 1992 広島県三和町(アトリエ84 + T. I. S & Partners )

Example 16.

メニンゲン・コミュニティホールの立体トラス梁の榎型枠では縦に入れてある対  
角線部材を、20φの鋼棒に代えて横に入れ、棒にプレテンションを導入している。  
そのほかの構成システムはほとんど同じである。木造立体枠は長さ100cm、断  
面15cm角の部材を、別途に設計した鋳鋼製の接合金物を用いて組み立てている。  
金物と部材との接合は、枠材端にスリットを入れ、それに鋼プレートを内挿してボ  
ルトで締める。ボルトには剪断・曲げ応力が生ずる。上弦材Aには13~18c  
m角の木材を、下弦材には1-32φの鋼棒を使用している。これは、一種の張  
弦構造であり、閉じられた構造システムなので推力は生じない。

梁端は鉄筋コンクリート柱で支持している。スパンは16mである。

## 2.3 平面三角形の連続による構成(ラチスシェル、ジオデジックドーム)

西里小学校多目的ホール 1991 熊本県小国町(嶋敏 + 嶋敏) Example 1.

一辺の長さが4.5mの平面三角形枠(部材は15×24cm角の小国産スギ)を1ユニットとする。6つのユニットの頂点を「鉄板折り曲げ式のノードレスジョイントで接合しながら(1-2)、凸多角形面(ジオデジックドーム)を形成させる。枠材の座屈の制御および屋根版取り付けの便宜のために、主材(枠材)の二等分点を結んで補剛材を逆三角形に入れている。

高さ13m、直径約6mのドームがコンクリート基礎版に5点で支持されている。柱脚・基礎の詳細は 1-3 参照。

ミュンヘン・木造ジオデジックドーム1972, ドイツ, (W. Rahan+J. Natterer)

Example 2.

ドームは一辺が約1.50mの正三角形枠要素(部材は7.5×6cm角の2枚合わせ)を、球形に接続して造った20面体である。6本\*)の部材(枠材)が六角形角筒の底縁に溶接した厚さ2mmのプレートに、放射状にボルト接合されている(2-2)。すなわち、三角ユニット6個で大ユニット(曲面六角形)を形成する。ドームの直径は7mである。接合角度を調節すればドームの大きさを変えることができる。

\* ) 頂部等の特別の節点を除く

福岡 89. 竹のドーム, アジア太平洋博の郵便局舎 1989, 福岡市(齋藤+榎橋)

Example 4.

三角形枠の主材は内径7cm、肉厚5mm以上の真竹である。枠の一辺の長さは約2.2m、構造システムはフラワ型のジオデジックドームである。ドームの直径は約10m、高さ5.6mである。

曲面を造るには、接合金物と竹材端部へ挿入した円筒式金物との接続部をピン接合し、その相互回転によって接続角度を調整するしくみになっている。

## 2.4 ピラミッド型立体骨組を連続したスペーストラス版構造

### P. Huybersの小径丸太-立体トラス平板構造 1988.91, オランダ

(P. Huyber) Example 7.

材長2~2.5m, 直径12~13cmの丸太(Pine)で辺長2.7mのピラミッド型ユニットをつくり、それを連続させて立体トラス版を形成する工法。12ユニット(4×3格子)10.8×8.1m, 版厚1.9mが大ユニットになっている。

ピラミッド骨組の部材に丸太を使っている。また、部材8本の立体接合部には汎用性のある接合金物(ノードレスジョイントなど)を開発して使用している(7-1)。接合金物と木材との接合には、部材端部に鉄線を巻いて締め付ける手法を開発している。実施例は家畜飼育場(大ユニット2つ)、集会場(11.4×13.4m)のほかに高さ27mの塔:立体トラスの提案がある(7-3)。

### 小国町民体育館 1988 熊本県小国町 (髹漆+榿) Example 8,

四角錐ユニットを曲面上に連続させて構成した複層・球面トラス版構造。トラス主材には小国町産のスギ角材(9cm角あるいは12cm角)を使用し、8本の部材をボールジョイント式で結合している(8-1, 8-2)。接合金物のプレート(t=4mm)と部材端部との接合にはエポキシ樹脂系の接着剤を併用して初期剛性の向上を図っている。

曲版シェルの推力は周辺に巡らした鉄筋コンクリート造スタンドおよびトラス状バットレスとで処理している。屋根版の広さは約67×50m, 建物の高さは床面から約16mである。

### CRJで構成した立体トラス版構造(ピラミッド骨組ユニット連続システム) 1989

(T. U. T. 定剛隆) Example 9,

四角錐ユニットを平面上に連続させて立体トラス版を構成した。ユニットは辺長がすべて等しく180cmあるいは200cm, 部材断面は9cm角のピラミッド単位を設計している。試験体では1/2モデルなので4.5cm角のスギ間伐材またはベイツガを使用した(9-1)。接合金物は中央に鋼製円環(t=4.5mm, 径10cm, 1/2モデルでは、それぞれ、3.2mm, 5cm)に、ひれプレート(水平4枚、斜め45度に4枚)を差し込む方式の立体接合金物(Cylindrical Ring Joints CRJ)を造った(9-2)。

1/2モデルの9(=3×3)ユニットを連続して構成した1/2立体トラス平版試験体の中央載荷実験を4点支持条件で実施し、その実用性を確かめた(9-3)。実験資料と構造解析とによって、スギの9cm角材で辺長180cmピラミッド25ユニット(5×5ユニット, 9×9m)の4点支持立体トラス平版の可能性が確認された\*)。

\*)周縁の拘束条件(たとえば、周縁支持数等)を増して行けば、さらに大きなスパンを張ることができる。

スペースフレーム構造床システム 1992, (三重大学ほか)(黒田重義+徳田迪夫)

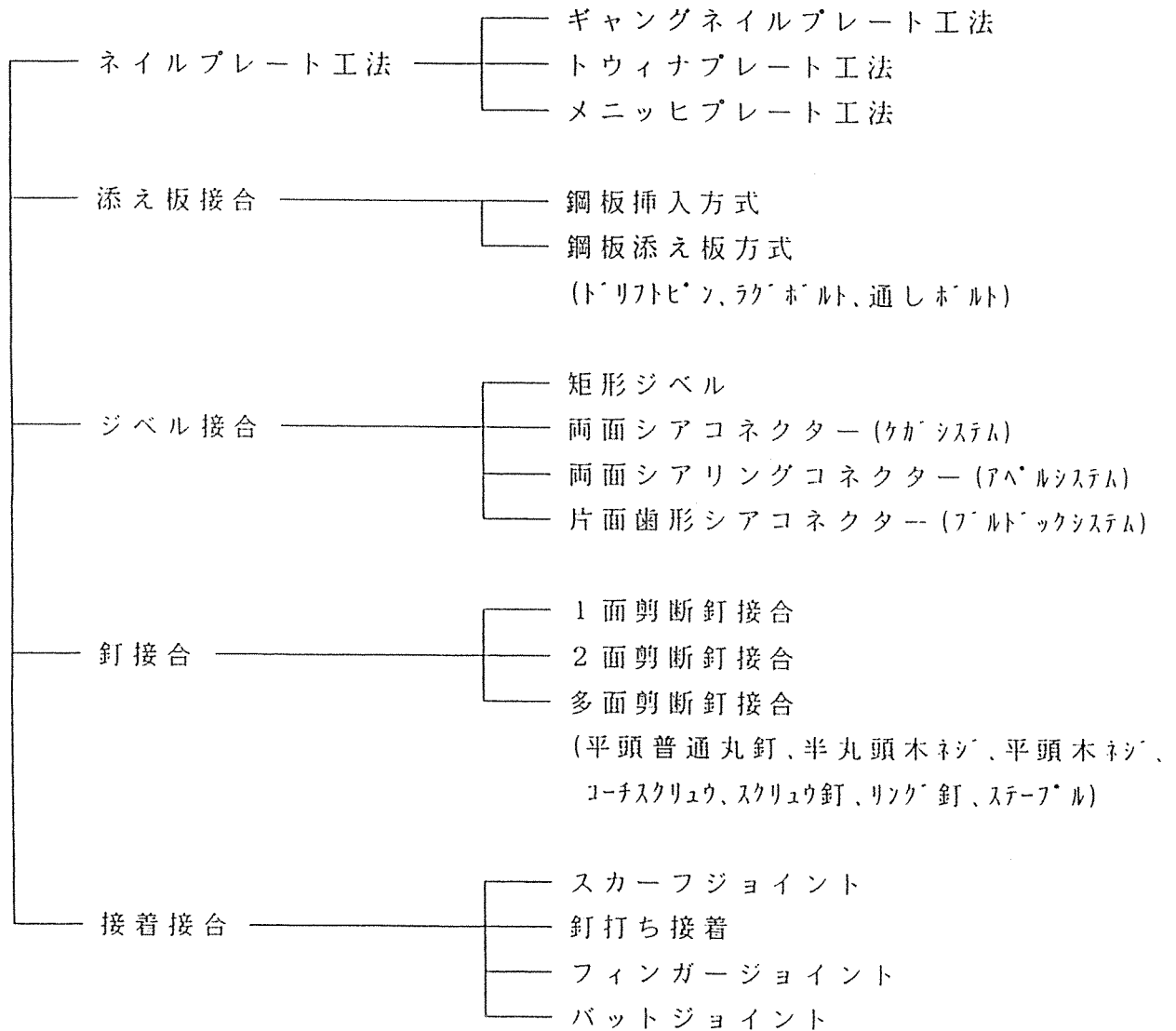
Example 10.

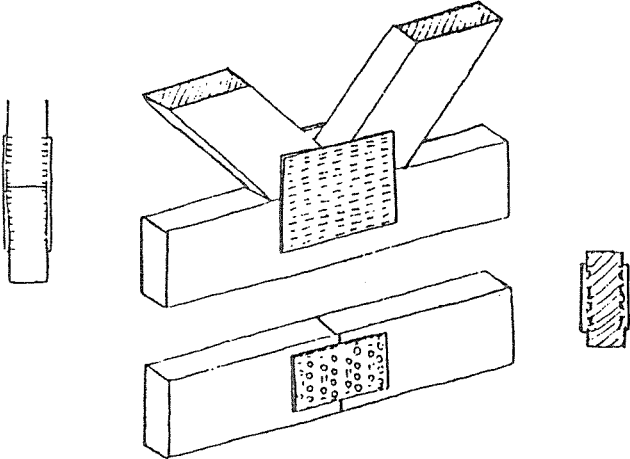
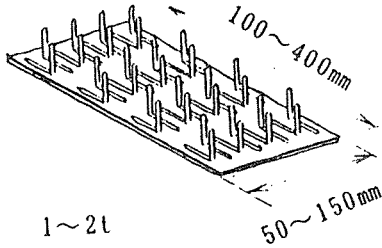

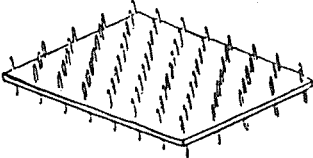
この床版はExample 11, 12に近い構造システムであるけれども、発想の原点がピラミッド骨組ユニットの連続構成にあるので、2.2に分類した。

平行弦トラス梁(成50cm, 部材断面10.5cm角)を平行に間隔90cmに並べ、そのトラス梁間を、同寸の部材で直交方向に、トラス状に連絡して立体トラス版を形成させている。上下弦材および斜め材、束材の結合には、引きボルトを活用した「軸心引張りボルト接合」という手法を用いている(10-2)。

### 3. 接合システム（継手と仕口）とその標準型式

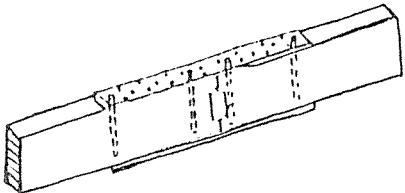
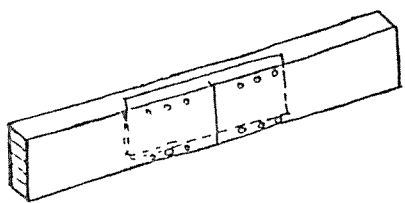
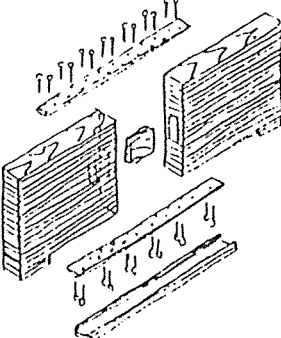
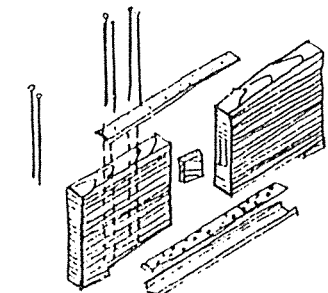
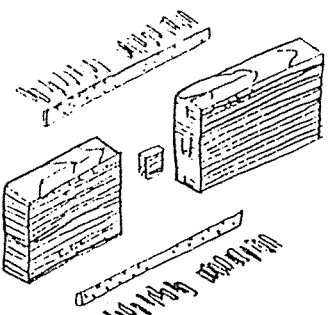
#### 3.1 継手：長手方向連続の場合



3. 接合システムからの分類		継手；長手方向連続の接合		
接合部型式	ネイルプレート工法	部 材+金 物	部材長手方向 +プレート打ち込み	
<p>構造上の特徴</p> 			<p>種 類</p>	
			<p>・ギャングネイル</p>  <p>1~2t</p> <p>プレートに対し、直角方向に打ち抜いてある。</p> <p>・トウィナプレート</p>  <p>円形の突起は力の伝達に、線形の突起は締着用である。</p> <p>・メニヒッヒ</p>  <p>樹脂板に釘を打ち込んだもの。 設計として鋼製釘が耐力要素となる。</p>	
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プレート肉厚1~2mm，サイズ50×100~150mm×400mm</li> <li>・片面ないし両面が釘型、爪型の打ち出し部がついている</li> <li>・木材は同じ厚さを使用し、両側から打ち込む</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・仕口添え板や継手添え板として使われる</li> <li>・木材の孔加工、プレカットが不要</li> <li>・工場にてトラス組みが可能</li> <li>・木材の節約ができる</li> <li>・ツーバイ工法に多い</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <p>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」P52.P53 日本建築センター出版</p>				

3. 接合システムからの分類

継手；長手方向連続の接合

接合部型式	添え板接合	部 材+金 物	プレート2枚（挟み込み） + ラグボルト又、ドリフトピン又、 通しボルト
<p>構造上の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼板添え板</li> </ul>  <p>プレート肉厚 6~12mm</p> <p>プレートサイズ 100×200 ~ 200mm×3000mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼板挟み込み</li> </ul> 			<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>フランジタイプ</li> </ul>  <p>フランジ鋼板と集成材とを ラグボルトで締め付ける</p>  <p>フランジの添板鋼板に ボルトを通し、締め付ける</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ウェブタイプ</li> </ul>  <p>集成材上下のスリットに 鋼板を挿入し、ドリフト ピンを打ち込み、鋼板と 集成材を接合する</p>
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プレート肉厚6~12mmの長尺金物</li> <li>プレートは所定の位置に穴が孔けられている</li> <li>木材は同じ断面寸法の部材を使用する</li> <li>締め付け金物としてラグボルト、ドリフトピン、通しボルト等が使用される</li> <li>穴の大きさ、位置について、設計基準がある</li> <li>ボルト接合の場合、問題は接合部の<sup>かた</sup>である (エポシキ充填)</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地組のフラット面に大梁を置く</li> <li>木口面にせん断面ジベル、堅木ダホ<sup>ク</sup>等を入れる</li> <li>鋼板を当て、又挿入し、ボルト又はドリフトピン等で接合する</li> <li>耐火<sup>か</sup>等を取り付ける</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」P145 日本建築センター出版</li> <li>大断面木造建築物接合部設計マニュアル作成報告書 (財)日本住宅・木材技術センター P62~P64</li> </ol>			<p>・接合金具</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ラグボルト</li> <li>ドリフトピン</li> <li>釘</li> <li>ボルト</li> </ul>

3. 接合システムからの分類

継手；長手方向連続の接合

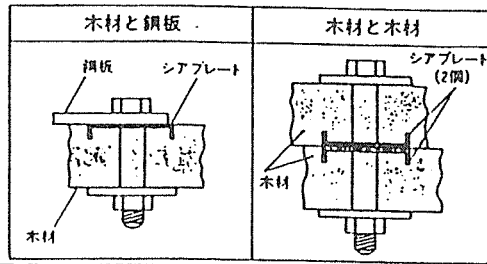
接合部型式

ジベル接合

部 材+金 物

部材長手方向 +  
リング金物 (ボルトと併用)

構造上の特徴 ○シアプレートの接合形式



○シアプレート1個あたりの短期許容せん断耐力

部材あたりの リングの数	木材の厚さ (cm)	許容せん断耐力(kgf)	
		繊維方向	繊維に 直角方向
1	3.8以上	2,060	1,440
2	6.3以上	2,220	1,560

※シアプレートの直径は67mm、ボルトの直径は20mmと  
します。  
・長期許容せん断力は短期許容せん断力の数値の1/2の値  
とします。  
・樹種は米松とします。

部材及び接合金物

- ・リング金物  
外径50～70mm、高さ10～20mm、肉厚3～5mm  
防錆処理として溶融亜鉛メッキ処理を施す。
- ・材質  
堅木、鉄鋼、鋳鉄、アルミ
- ・木材  
木材に堀込みを作って差し込む場合と、歯形のジベル  
で圧入させる場合がある。

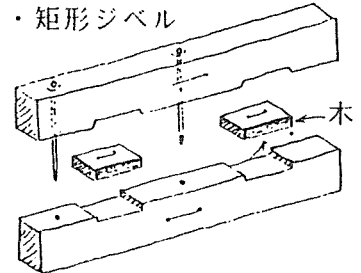
施工その他

- ・圧縮力及びせん断荷重に対する接合である。
- ・乾燥状態で加工、使用するのが一般的である。
- ・系統的に実験が行われていない為、個々に確かめて使用する  
必要がある。

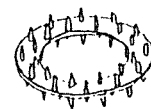
参考資料・出典

1. 大断面木造建築物接合部設計マニュアル作成報告書  
(財)日本住宅・木材技術センター P17
2. HOLZBAUATLAS 「図解木造建築」P47～48  
日本建築センター出版

種 類

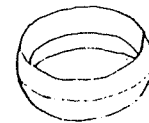


・両面シアコンフェクター



外径  
50～100mm  
肉厚  
2～5t

・両面 シアコネクター



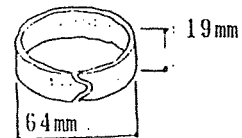
外径  
50～100mm  
肉厚  
3～6t

・片面歯形シアコネクター

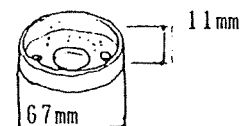


外径  
50～100mm  
肉厚  
1～2t

・スプリットリング



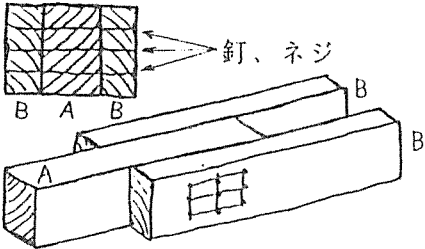
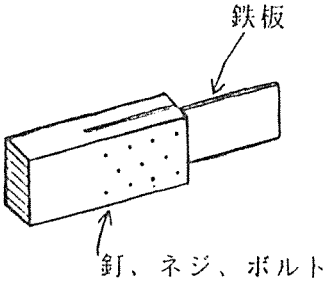
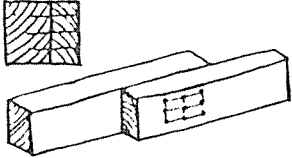
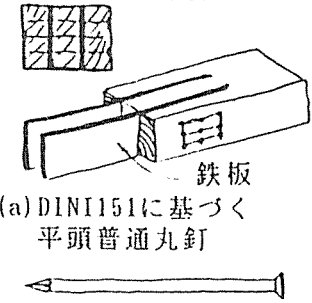
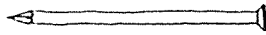
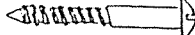


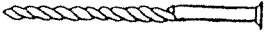

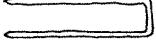
・シアプレート





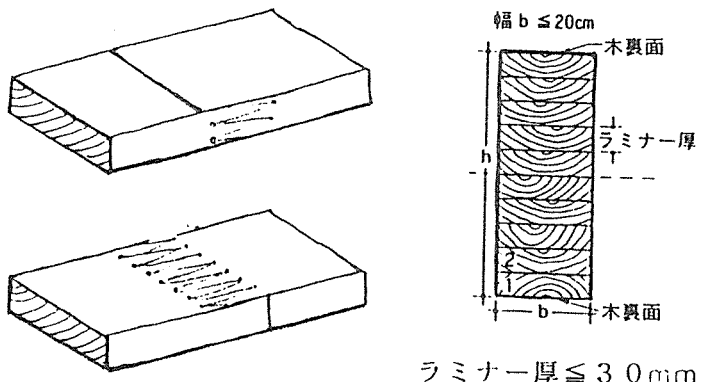
3. 接合システムからの分類

継手；長手方向連続の接合

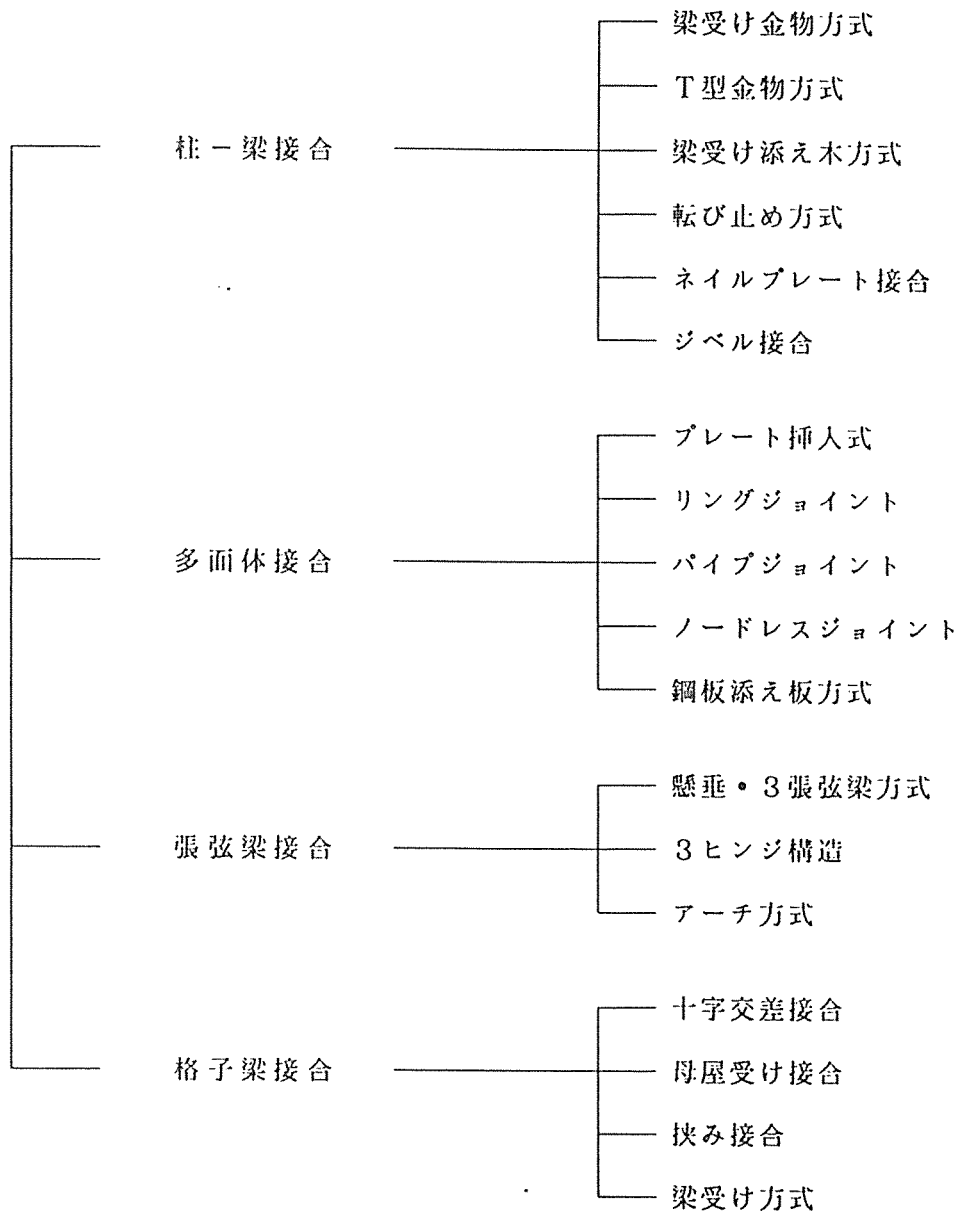
	接合部型式	釘 接 合	部 材+金 物	部材長手方向 +釘、ネジ、ラグスクリュー
<p>構造上の特徴</p> <p>例) 2面せん断釘接合</p>  <p>例) 鉄板接合</p> 	<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接合釘ネジ、ラグスクリュー せん断耐力、施工方法、外観により各種使い分ける。</li> <li>・唐松などの割裂危険の高い樹種は85%程度の先穴をあける。</li> <li>・木材に裂け目が生じないように、釘の直径に対する木材の最小厚さがDINに規定されている。</li> <li>・外部露出金物は防食処理した以外用いるべきでない。</li> <li>・小径部材の接合に使用される。</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・釘打ち間隔は、反りやねじれを防ぐため、注意が必要である。</li> <li>・空圧釘打ち機により、長い釘も自動的に施工できるようになった。</li> <li>・ネジ類について、打ち込みは禁止である。</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」P49～51 日本建築センター出版</li> <li>2. 大断面木造建築物接合部設計マニュアル作成報告書 (財)日本住宅・木材技術センター P14～20</li> </ol>	<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1面せん断接合</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・多面せん断接合</li> </ul>  <p>(a) DIN151に基づく 平頭普通丸釘</p>  <p>呼称：直径(1/10mm)×長さ(mm) 例 38×100</p> <p>(b) DIN96に基づく 半丸頭木ネジ</p>  <p>呼称：直径×長さ(mm) 例 6×100</p> <p>(c) DIN97N1に基づく 平頭木ネジ</p>  <p>(d) DIN571に基づく ラグスクリュー (コーチスクリュー)</p>  <p>(e) スクリュー釘 (規格外)</p>  <p>呼称：釘の種類、直径×長さ(mm) 例 6.0×150</p> <p>(f) リング釘 (規格外)</p>  <p>呼称：釘の種類、直径×長さ(mm) 例 6.0×150</p> <p>(g) ステープル 線径1～2mm 通常端部は樹脂被覆されている</p> 		

3. 接合システムからの分類

継手；長手方向連続の接合

	接合部型式	接着接合	部 材+金 物	部材長手方向 +接着剤(金物は使用しない)
<p>構造上の特徴</p> <p>例) フィンガージョイント</p>  <p>集成材の構造</p> <p>幅 <math>b \leq 20\text{cm}</math></p> <p>木裏面</p> <p>ラミナー厚</p> <p>木表面</p> <p>ラミナー厚 <math>\leq 30\text{mm}</math>  <math>h</math>: 2.2mまで可能</p> <p>長さ: 35m程度まで可能          (運搬注意)</p>	<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・集成材を代表とする接着接合である。</li> <li>・載荷時、接合層には、ずれは生じない。</li> <li>・接着剤は耐候性並びに耐湿性のある人工樹脂系接着剤（レゾルシノールあるいは尿素樹脂系）が使用される。</li> <li>・乾燥材を使う必要がある。</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接合面は接着直前に加工した方が良い。</li> <li>・接着面は両面とし、薄く、均等に塗る。</li> <li>・接着後6～20時間、圧縮乾燥する必要がある。</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLBUS ATLAS「図解木造建築」P21, P54～56 日本建築センター出版</li> <li>2. TIMBER COMPANION 木による 空間構造へのアプローチ P69 建築技術</li> </ol>	<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バットジョイント</li> <li>・プレーンスカーフジョイント</li> <li>・エックススカーフジョイント</li> <li>・ダブルプレーンスカーフジョイント</li> <li>・水平フィンガージョイント</li> <li>・垂直フィンガージョイント</li> </ul>		

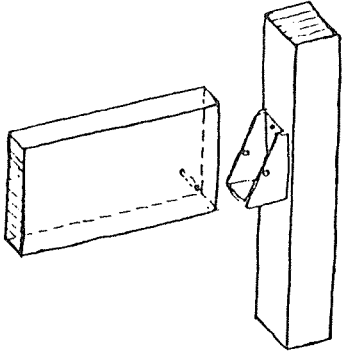
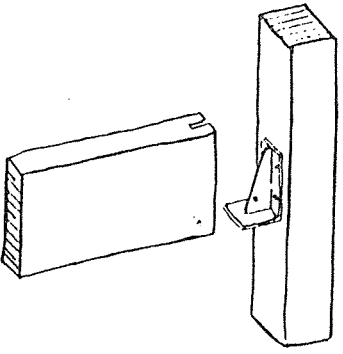
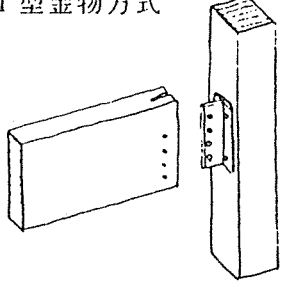
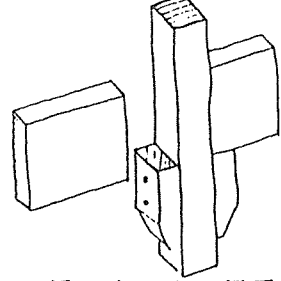
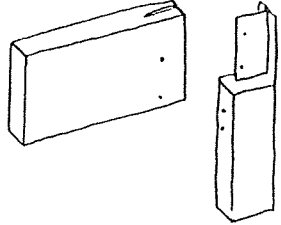
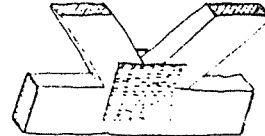
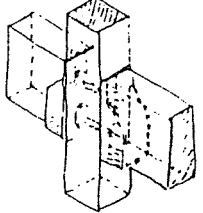
### 3.2 仕口；交差接合（直交および斜交）



3. 接合システムからの分類

仕口；交差接合

(直交および斜交)

接合部型式	柱-梁 接合	部 材+金 物	部材直角方向 +受金物
<p>構造上の特徴</p> <p>例) 梁受け金物</p>  <p>一般的な梁受け方式</p>	<p>鋼板1~12mm</p> <p>程度のプレス品又は溶接品</p>  <p>スティフナー付き梁受け方式</p>		<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ T型金物方式</li> </ul>  <p>スリット付きT型金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 梁受け添え木方式</li> </ul>  <p>添え木による梁受け</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 転び止め方式</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ネイルプレート</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ジベル接合</li> </ul> 
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 金物 肉厚1~12mm程度の鋼板をプレスまたは溶接にて加工亜鉛メッキ等の防食処理を施す。</li> <li>・ 部材 金物の有無、種類により端面処理が異なる。</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 両端が固定された単純梁であり、外力により曲げ、せん断応力が生ずる。</li> <li>・ 荷重の種類、スパンにより応力を計算し、断面寸法を決定する。</li> <li>・ 金物は一般的に隠すが、見える場合、美観に配慮する。</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」P52~P53 P84~87 日本建築センター出版</li> <li>2. 集成材建築物施工のガイドラインP51~P52 (財)日本住宅・木材技術センター</li> </ol>			

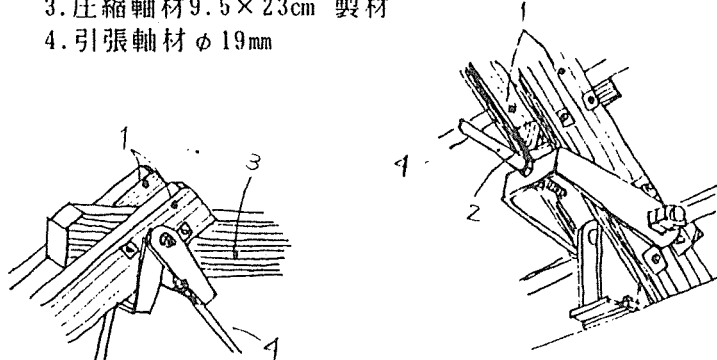
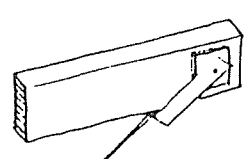
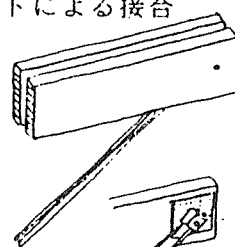
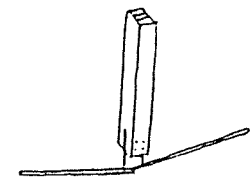
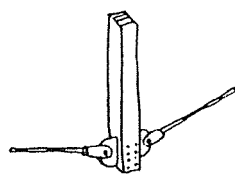
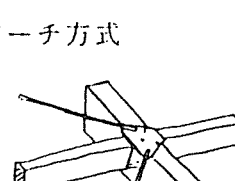
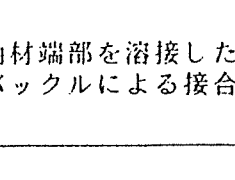
3. 接合システムからの分類

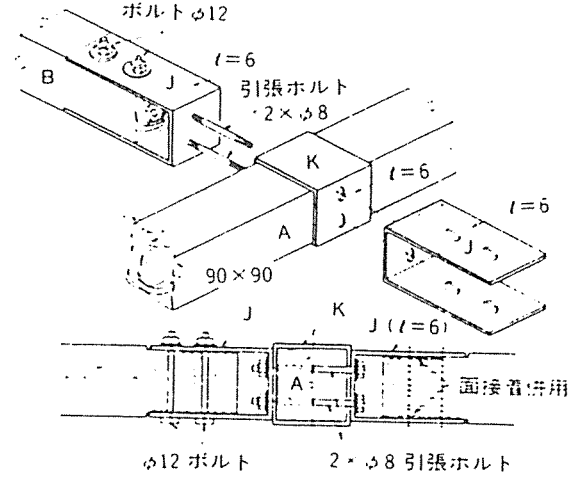
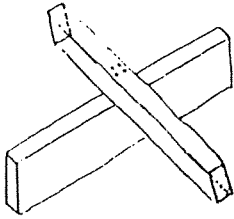
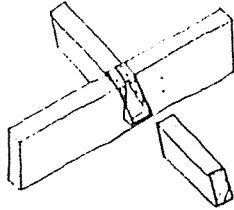
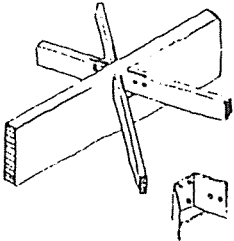
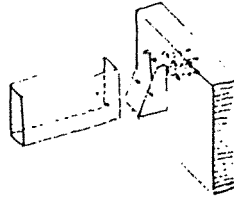
仕口；交差接合

(直交および斜交)

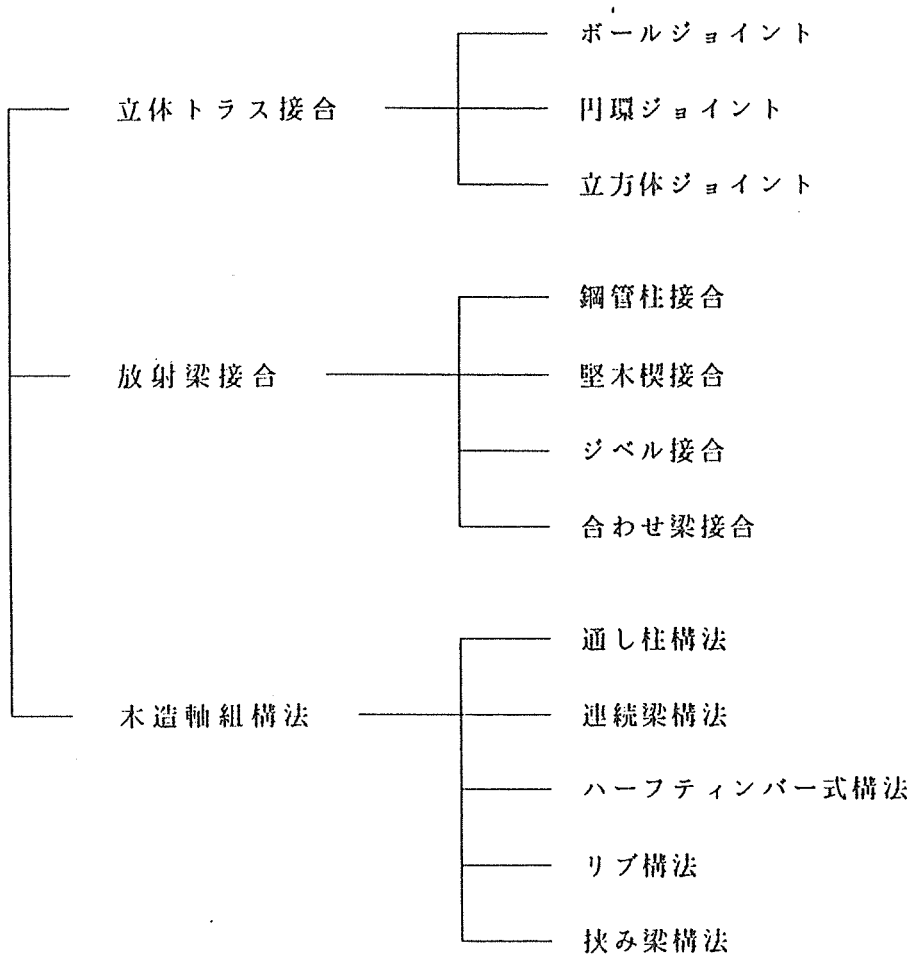
3. 接合システムからの分類

仕口；交差接合 (直交および斜交)

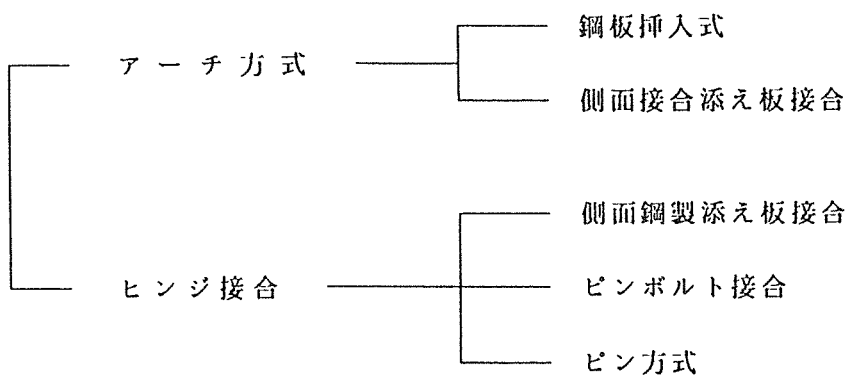
接合部型式	張弦梁接合	部 材+金 物	部材 + 接合金物 + 引張軸
<p>構造上の特徴</p> <p>例) ヒンジ構造</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上弦材 4.5×23cm×2 製材</li> <li>2. 飼い木</li> <li>3. 圧縮軸材 9.5×23cm 製材</li> <li>4. 引張軸材 φ19mm</li> </ol> 			<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・懸垂張弦張</li> </ul>  <p>ネイルプレートとピン、固定ボルトによる接合</p> 
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金 物 接合金具と引張ケーブルについて、美観を高める場合ステンレス鋼が使われる</li> <li>・部 材 小部材から大梁等巾広く使用される</li> <li>・引張軸 一般的にターンバックルが使用される</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・引張抵抗部材のサスペンション構造、種々の荷重抵抗部材のハイブリッド構造に多用される</li> <li>・大スパン構造の空間を可能にし、部材として、梁、柱、ケーブル接合金具が主体となる。</li> <li>・引張ケーブルの緊張感のある空間が構成される</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」 P89.125.149 日本建築センター出版</li> <li>2. 木による空間構造へのアプローチ P144~P151 (株) 建築技術</li> </ol>			<p>ボックス、ネイルプレート、固定ボルトによる接合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・3ヒンジ構造</li> </ul>  <p>引張軸溶接による接合</p>  <p>クレビスによる接合</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・アーチ方式</li> </ul>  <p>軸材端部を溶接したターンバックルによる接合</p>

	接合部型式	格子梁接合	部 材 + 金 物	部材 + 接合金物
<p>構造上の特徴</p> <p>例) 十字交差接合</p> 				<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・釘あるいは木ネジ</li> </ul>  <p>梁に梁を乗せる場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・母受け金物</li> </ul> 
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金 物 使用の有無により異なるが、挟み金物、受け金物等、プレス又溶接により加工される。</li> <li>・部 材 金物の有無により端面処理が異なり、金物との接合は一般的にドリフトピン、ボルト、ラグスクリュー等が使用される。</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・極く一般的な梁と梁の接合であり、ある程度組み付けを行った後、傾きを修正し、固定する。</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS 「図解木造建築」 P103, P105, P107</li> <li>2. 建築技術 1992.10 P153</li> </ol>				<ul style="list-style-type: none"> <li>・挟み接合</li> </ul>  <p>プレート挟み込み</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・梁受け金物</li> </ul>  <p>梁受け接合</p>

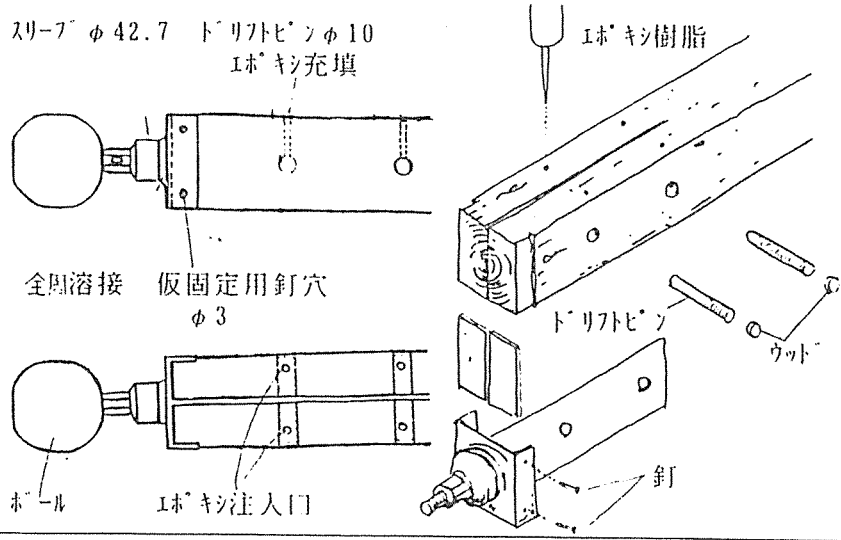
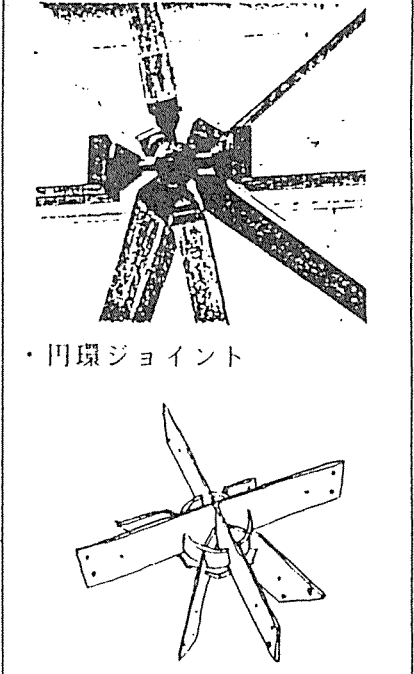
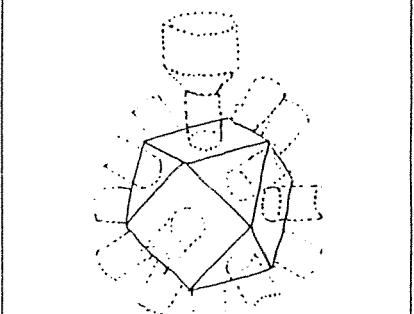
### 3.3 三次元立体継手

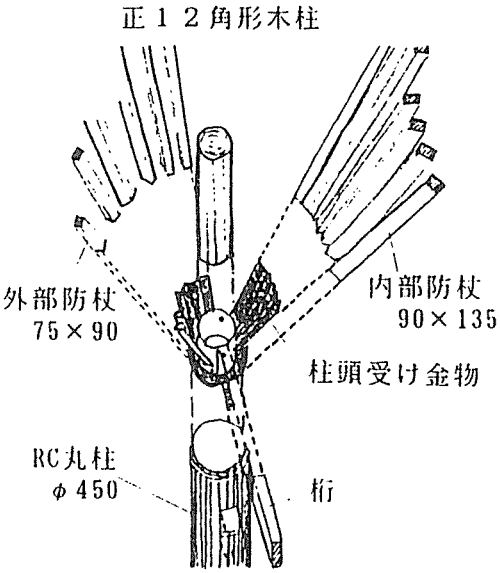
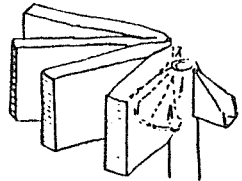
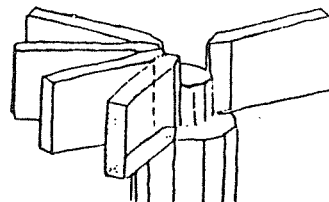
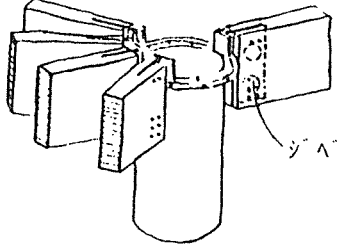
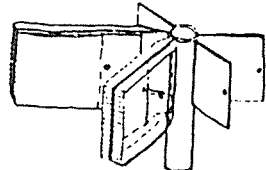


### 3.4 柱 脚



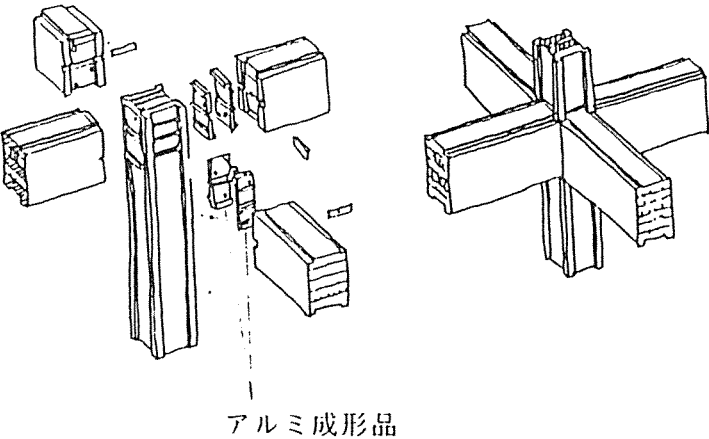
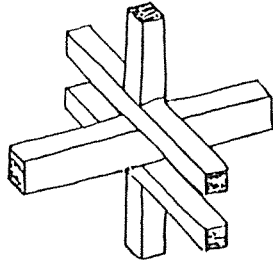
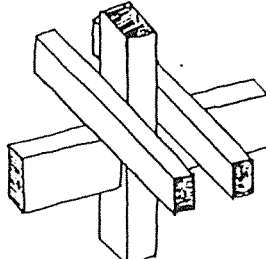
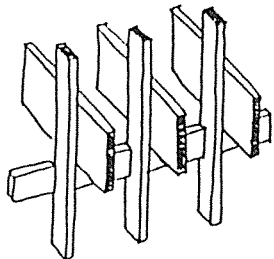
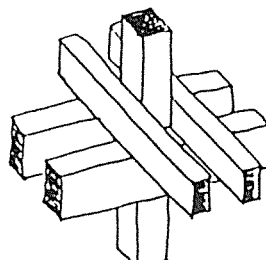


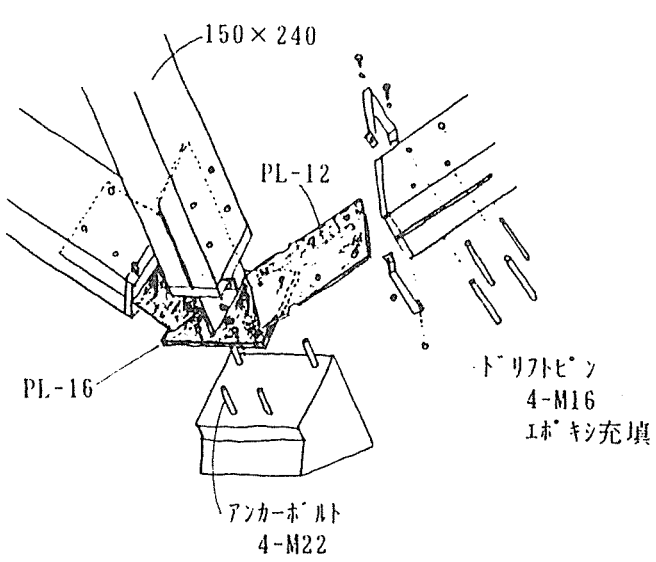
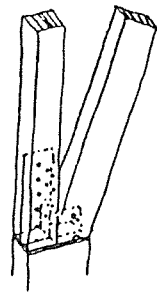
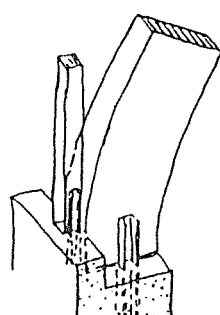
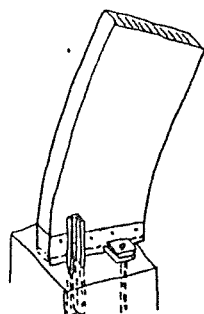
接合部型式	立体トラス接合	部 材+金 物	部材 3次元方向 + 集合金物
<p><b>構造上の特徴</b></p> <p>例) ボールジョイント</p> <p>スリーフ φ42.7 ドリフトピンφ10 エポキシ充填</p> 			<p><b>種 類</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボールジョイント</li> <li>・円環ジョイント</li> </ul> 
<p><b>部材及び接合金物</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金物 (ボールジョイント) <ul style="list-style-type: none"> <li>ボール</li> <li>ノーズジョイント</li> <li>ドリフトピン</li> <li>釘</li> </ul> </li> <li>・部材 <ul style="list-style-type: none"> <li>一般的には小断面の部材が使用される。</li> <li>接合は木口で圧縮を分担する為、エポキシ充填</li> </ul> </li> </ul>			<p>球の代わりにリングを用いる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木製立方体ジョイント</li> </ul> 
<p><b>施工その他</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 任意の方向からも接合が可能</li> <li>2. 構造上、観た目が美しい</li> <li>3. 大空間の組立が可能である</li> </ol> <p><b>参考資料・出典</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 木の空間 (「新建築」12月臨時増刊 1992. P29~35)</li> <li>2. 木造立体トラス構造 (「木材工業」VOL.43-7 P22~26)</li> <li>3. 木による空間構造へのアプローチ (建築技術 P117)</li> </ol>			<p>小径木材の接合方法 小屋根の建屋に使用</p>

接合部型式	放射梁接合	部 材 + 金 物	部材 + 放射状金物
<p>構造上の特徴</p> <p>例) 上開き放射梁接合</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・中心部から放射状に柱、梁が出ている為、意匠性が良い</li> <li>・集中荷重が加わる為、強度上、注意が必要である。</li> </ul>		<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼管柱接合</li> </ul>  <p>鋼管柱による放射接合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堅木楔接合</li> </ul>  <p>堅木による楔接合</p>	
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金 物 溶接構造が一般的であるが、意匠性を高めたり数が多い場合、鋳物を使用される。</li> <li>・部 材 端部に切り込みを入れ、又ボルト穴等の加工を施す。又、1ヶ所に集中する為、中心付近は薄く加工する必要がある。</li> </ul> <p>施工その他</p> <p>組立は中心部が放射状に施工する場合と回りから中心に向かって組み立てる両方がある。建物により施工性の良い方を選択する。</p> <p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBUS ATLAS 「図解木造建築」 P101</li> <li>2. 新建築 '92. 12月臨時増刊 木の空間 P156~159 (株)新建築社</li> </ol>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジベル接合</li> </ul>  <p>支持リングと挟み梁によるジベル接合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・合わせ梁接合</li> </ul>  <p>挿入プレート付き鋼管柱による合わせ梁接合</p>	

3. 接合システムからの分類

# 三次元立体継手

接合部型式	木造軸組構法	部 材+金 物	小径部材 +金物（内部に隠れる）
<p>構造上の特徴</p> <p>例) 通し柱構法</p>  <p>金物：アルミ成形品</p>			<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ハーフティンバー構法</li> </ul>  <p>小部材組立の代表適な構法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・連続梁構法</li> </ul>  <p>2階建て軸組構法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リブ構法</li> </ul> 
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金 物 金物は防錆力の富んだ材質、もしくは防錆処理を施す必要がある。</li> <li>・部 材 耐力、仕上げの両部とも、軽量の工場生産部材とし小型の車両とクレーンで移動し手で組立られるように計画すると輸送、組立にとって有利である。</li> </ul> <p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・巾広い状況に対応できる。</li> <li>・増改築にも対応できる。</li> <li>・建築美学的に優れている。</li> <li>・工場生産化の度合を高めれば、建方精度を向上する事ができる。</li> </ul> <p>参考資料・出典</p> <p>1. HOLZBAU ATLAS 「図解木造建築」P173～234 日本建築センター</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・挟み梁構法</li> </ul>  <p>柱も大梁も通しの連続部材となる。</p>

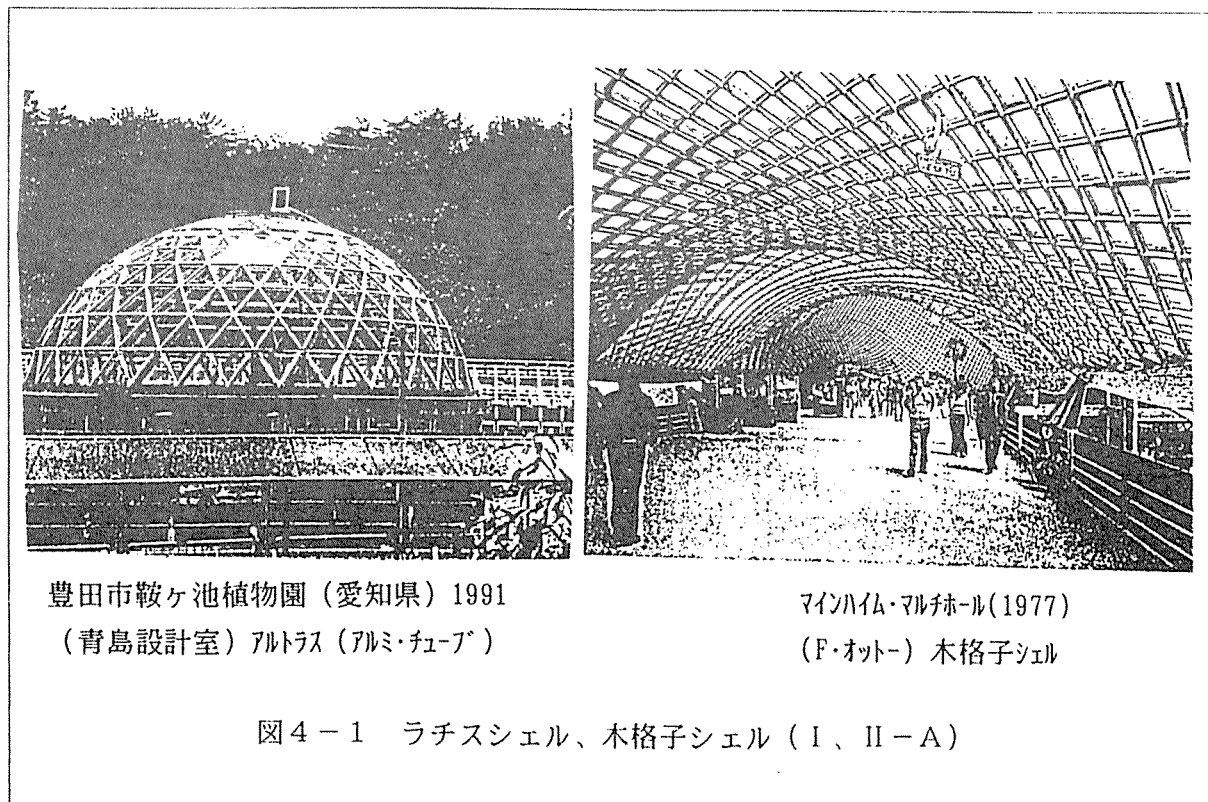
3. 接合システムからの分類		柱		脚
接合部型式	アーチ方式	部 材 + 金 物		大断面部材 + 肉厚金物 (溶接、金物)
<p>構造上の特徴</p> 				種 類
<p>部材及び接合金物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 金 物 肉厚6～20mm、溶接構造 防錆処理として一般に溶融亜鉛メッキ処理が施される。</li> <li>・ 部 材 建物を支える柱であり、大断面の部材が使用される。</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鋼板挿入式</li> </ul>  <p>プレート付き鋼製沓金物</p>
<p>施工その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水平荷重や引き抜き力を考慮しなければならない場合 柱を鋼材で基礎に定着させる必要がある。</li> <li>・ 柱の据え付け方には、柱を基礎に直接置き、土台を柱 で切る場合と、土台の上に柱を置き、土台を貫通する 金物で固定する場合がある。</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 側面接合添え板接合</li> </ul>  <p>壁の柱は上段に据え付けられる。</p>
<p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」P139、P183 日本建築センター</li> <li>2. 大断面木造建築物設計施工マニュアル P193～P197 日本建築センター</li> <li>3. 新建築 '92. 12月号増刊 木の空間 P226～P231 (株) 新建築社</li> </ol>				 <p>アンカーボルトで取り付けられた後、側面から鋼製添え板により固定する。</p>

3. 接合システムからの分類		柱		脚
接合部型式	ヒンジ接合	部 材+金 物	大断面部材 +肉厚金物（溶接、金物）	
<p>構造上の特徴</p> <p>例) ピン方式</p>			<p>種 類</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・側面鋼製添え板</li> </ul> <p>添え板によるカム型支持部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ピンボルト接合</li> </ul> <p>接合ピンにボルトを使う</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ピン方式</li> </ul> <p>挟み梁、内部に置かれたネイルプレートとピン支持溝を持ち、圧縮荷重のみ受ける。</p>	
<p><u>部材及び接合金物</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金物 肉厚6～50mm、溶接構造又は鋳物溶融亜鉛メッキ等の防錆処理が施される。</li> <li>・部材 圧縮力が主荷重であり、大断面の部材が使用される。端部に穴加工を施し、ドリフトピン、ボルト等により金物と接合される。</li> </ul> <p><u>施工その他</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛直荷重のみ考慮した単純な固定方式である。</li> <li>・設計としては部材、金物、ピンのせん断力を計算</li> <li>・施工方法としては、コンクリートに下部金物を固定し、柱に上部金物を固定し、ピンにて接合する。</li> </ul> <p><u>参考資料・出典</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HOLZBAU ATLAS「図解木造建築」 P147. P183 日本建築センター出版</li> <li>2. 大断面木造建築物設計施工マニュアル P193～P197 日本建築センター出版</li> <li>3. 新建築 '92. 12月号増刊 木の空間 P199～P201 (株)新建築社</li> </ol>				



## 4. 構造システムとその標準形式

### 4.1 シングルレイヤー（単層）シェル（ラチスシェル、木格子シェル）



ジオデジックドーム形式に属する。曲面の膜応力（メンブレンストレス）を三角形あるいは菱形の枠の連続軸力に変換して大スパンを覆う構造システム。

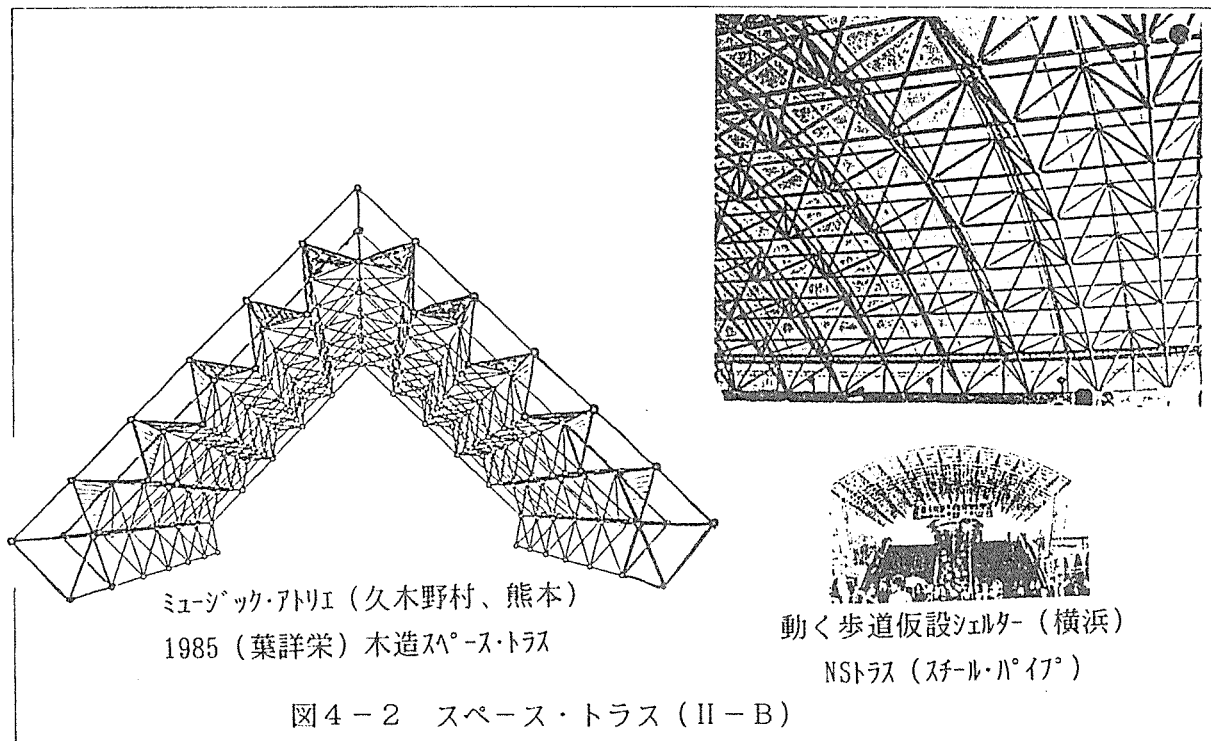
この形式の建築例は次のようである。（本報告書掲載分）

西里小学校多目的ホール （枠長 $L = 4.5\text{m}$ , Example 1）

ミュンヘン木造ジオデジックドーム（枠長 $L = 1.58\text{ m}$ , Example 2）

福岡 89竹のドーム （枠長 $L = 2.20\text{ m}$ , Example 4）

4.2 ダブルレイヤー（複層）版およびシェル（ピラミッド立体トラス集合版、  
平面トラス梁交差・格子版）



標準的なスペース・トラス版構造に属する。平面あるいは曲面版の曲げ・剪断力をトラス部材の軸力に変換して構造断面の効率を向上させている構造システム。

風荷重、地震力等の鉛直荷重時以外でも、各部材に生ずるのは軸力のみである。

この形式の建築例は次のようである。（本報告書掲載分）

P. Huybersの一連の作品（ピラミッドの辺長  $l = 2.7\text{m}$ , Example 7）

小国町民体育館（ピラミッドの辺長  $l = 1.8\text{m}$ , Example 8）

T. U. T. の実験（1/2 ピラミッド  $l = 0.9\text{m}$ , 実長は  $1.8\text{m}$   
Example 9）

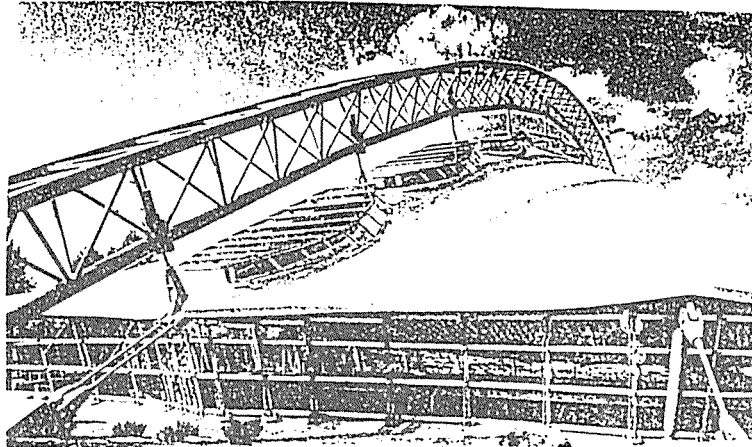
黒田重義の一連の作品（束材  $l = 0.5\text{m}$ , 斜材  $l = 0.8\text{m}$ , Example 10）

格子版では

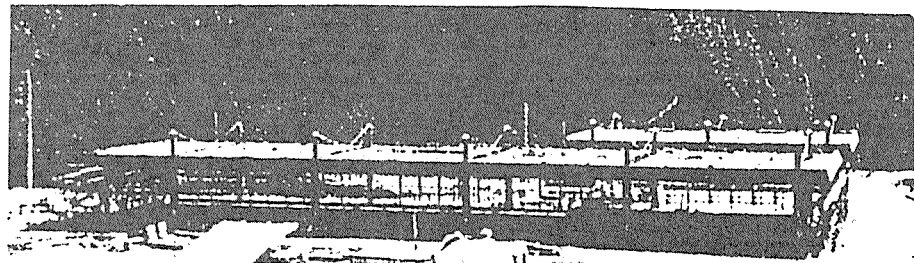
T. U. T. の実験（1/2 十字梁：梁径  $45\text{cm}$ , ユニットトラス  $L = 180\text{cm}$   
Example 11）



#### 4.3 ハイブリッド構造システム



ミュンヘン・オリンピック公園 アイススケートリンク、1983



東栄町林業総合センター、製材工場、1990

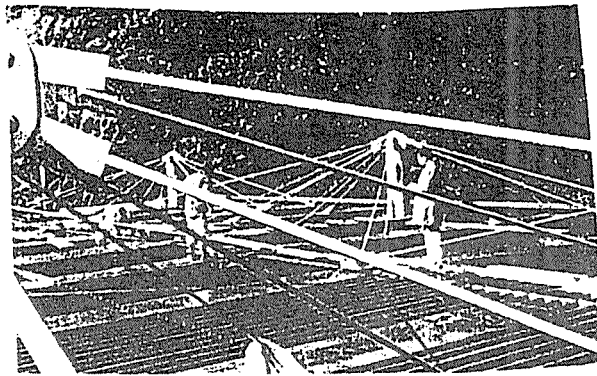
図4-2 ハイブリッド構造（吊り構造）

##### i) 吊り構造

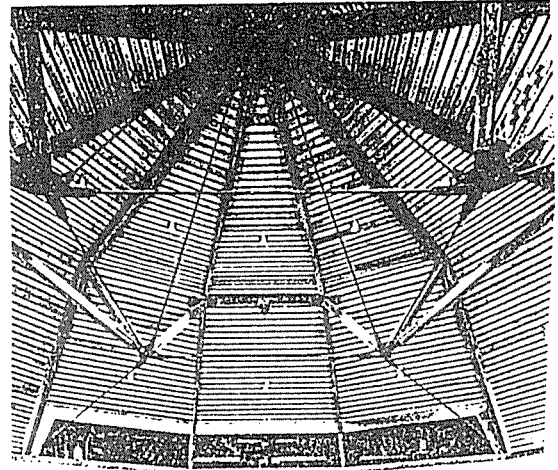
スペーストラス版の空間を更に広く取りたいときに、この版構造を上から吊り下げる手法を用いる。吊りのシステムには、G. L. ネルビのマントパの製紙工場（RC+鋼構造）のような吊橋式とJ. A. Thomuton(Ove Arup & Partners)のNECホール7（鋼構造）のような斜張橋式および巨大な鉄骨トラスアーチからフレキシブルな木格子ネットを吊り下げた、ミュンヘンオリンピック公園のアイススケートリンク（鋼と木格子ネット）等がある。

本報告書掲載分の建築例は

東栄町林業センター（斜張橋式、スパン12～14m、Example 12. 参考図）



逆の張弦構造(林業総合センター)



バトビエのディスプレイセンター(イギリス)

図4-3 ハイブリット構造(その2)

## ii 張弦構造

大スパンを掛け渡す梁には大きな曲げモーメントが作用し、梁の断面に大きな曲げ応力が発生する。これを上下弦材の軸方向力に変換するのがトラス構造システムである。鉛直荷重時には、上弦材に圧縮力、下弦材に引張力が生ずる。この時、上弦材には木の角材を、下弦材は座屈を考慮しなくても良いので、引張力に効率の良いスチール・ワイヤ、鋼棒などを用いる。そして、トラスを形成するのが張弦構造である。上下弦材間の距離は梁成  $j$  に相当するので、この  $j$  を保つために耐圧縮性能の高い束材(主として木)を使用する。束は必ずしも直棒でなくてもよくて、 $j$  を保つことができれば良いので正方形の枠を束に用いて立体トラス状の梁をつくり、水平方向(屋根面)の剛性も同時に持たせる場合もある。この立体梁構法の例としてメニユンゲンのコミュニティホール(枠の辺長4.25 m)、陶芸家のアトリエ(1.0 m)を載せた。上弦材に集成材を用いたやや規模の大きい建物としては、オートポリス・アートミュージアム(内藤広+SDG)、附馬牛中学校体育館(カクタ+TIS & Partners)など多数ある。

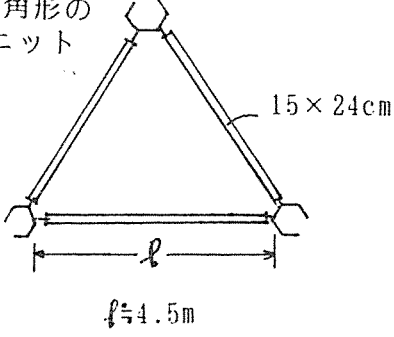
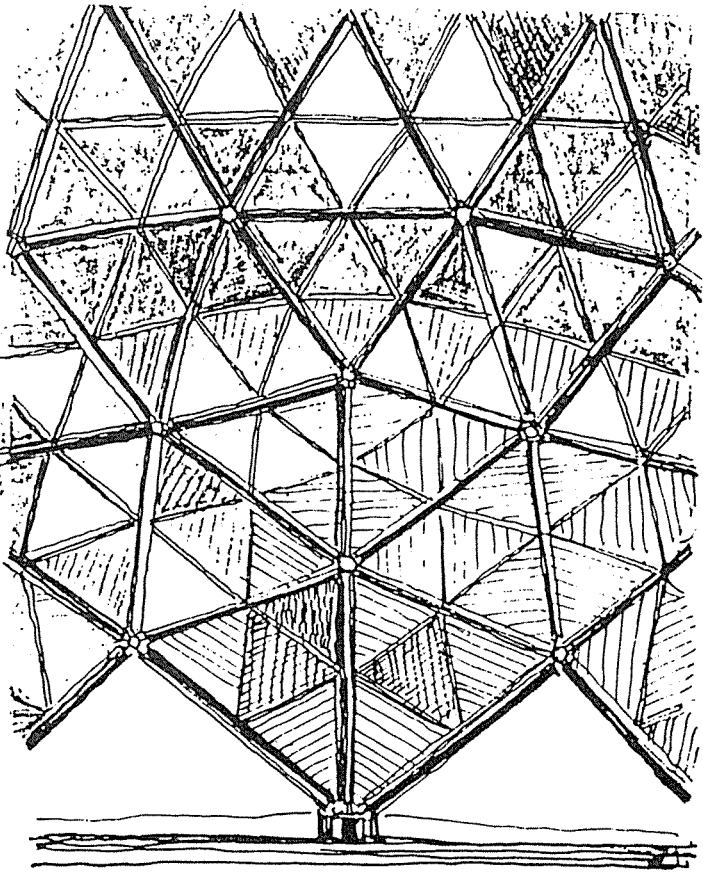
# A P P E N D I X



## A-1 実例にもとづく構成・接合の分類と解説のシート



Example 1-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 C. 2次元三角形	B. トラス梁格子
	B. フラワー ジオデジックドーム	小国町立西里小学校（熊本県） （多目的ホール）1991. 木島安史+中田捷夫	
ユニットの型（形状・寸法） 2等辺三角形の 平面ユニット		構造体の 概要	
 <p>15×24cm</p> <p>4.5m</p>			
<u>構成様式</u> 1. 部材； 150×240mm （スギ/小国産）			
<u>特徴・施工</u>			
<u>参考資料</u> 1. 「新建築」1991.12月増刊 p.226/231		辺長4.5mの正三角形ユニットで構成した。	

Example 1-2

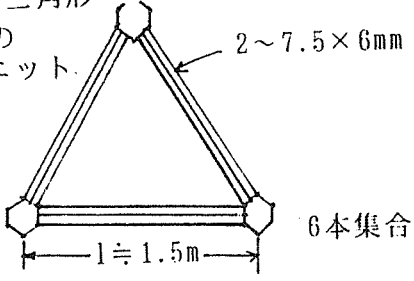
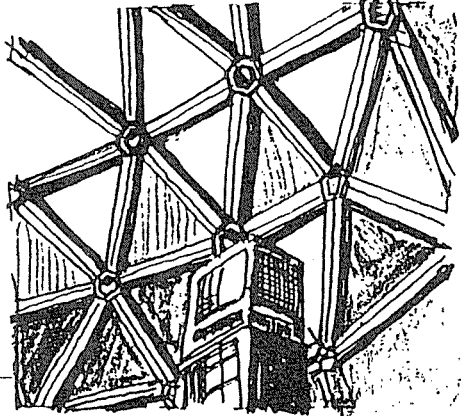
3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合		
	接合部型式	ノードレス・ ジョイント	部材+金物	プレート挿入式+4-16φ ドリフトピン接着併用
(小国町立西里小学校多目的ホール) 1991.				
構造上の特徴(形状・寸法)				
加工(部材及び接合金物)		接合部詳細(ドーム頂部)		
<p>施工その他</p> <p>1. 接合部プレート(Fin)と木部の接合; { 鋼板(t=9)挿入+ドリフトピン 剪断接合</p> <p>2. 樹脂接着併用:</p> <p>・ プレート+木の側面 } エポキシ注入</p> <p>・ ドリフトピン周囲 }</p>				



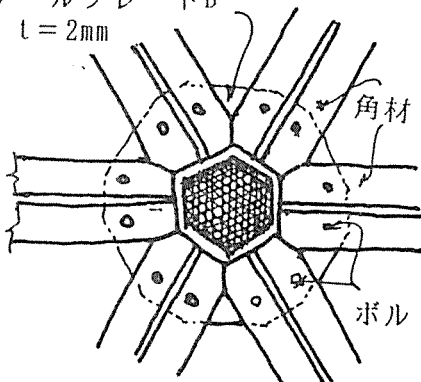
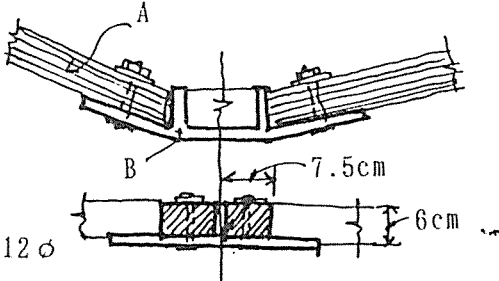
Example 1-3

4. 構造システムからの分類		<input checked="" type="radio"/> A. 単層    B. 複層    C. A, B + 吊り	
	構成単位	単材2枚合わせ	<input checked="" type="radio"/> 平面格子 <input checked="" type="radio"/> 曲面格子
			立体格子
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. シングルレイヤードーム</li> <li>2. 高さ: 13m (最高)</li> <li>3. 主スパン: 6.00m</li> <li>4. 屋根: 構造用合板</li> <li>5. 外壁: ラワン合板 一部、スギ板厚15mm タテ羽目貼</li> <li>6. 基礎: 布基礎(RC)</li> </ol>		[小国町西里小学校多目的ホール] 構造体の構成	
<p>施工 150mm 240mm t=16 t=12 アンカー ボルト22φ 基礎ジョイント詳細</p>		<p>12.400m 1.500m</p>	
		<p>構造詳細 100.0</p>	

Example 2-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 C. 2次元三角形	B. トラス梁格子
	フラーの ジオデジックドーム型	木造 ジオデジックドーム ミュンヘン 1972. 西独 W. Ruhouetal+J. Natterer	
<p>ユニットの型 (形状・寸法)</p> <p>2等ヘン三角形 の 平面ユニット</p>  <p>6本集合</p> <p>6ユニットで六角形を構成する</p>		<p>構造体の 概要</p> 	
<p><u>構成様式</u></p> <p>1) 20面体を基本とした フラー・ドームである。</p> <p>2) 1972年のオリンピックのためにミュンヘンのシュピール通りに建てられた。</p> <p>3) 解体・再組立が可能であり、直径も大きくすることができる。</p>			
<p><u>参考資料</u></p> <p>1. 「木造建築の現在・海外篇」 「SD」1987.1号. P.36</p>			

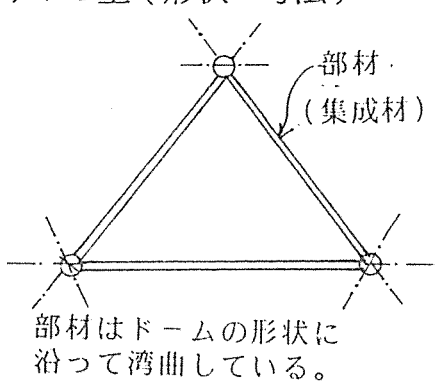
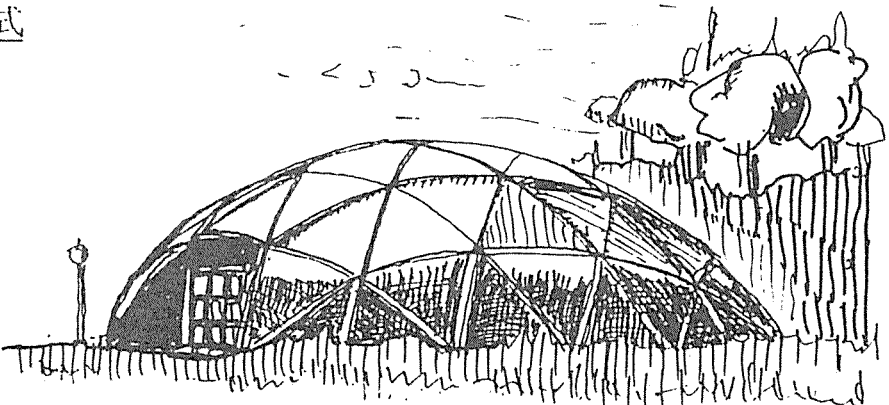
Example 2-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合		
	接合部型式	六角柱+放射型 プレート(〒形)	部材+金物	部材2枚合わせ+ボルト
構造上の特徴(形状・寸法)		木造ジオデジックドーム・ミュンヘン		
<p>スチールプレートB t=2mm</p>  <p>角材</p> <p>ボルト12φ</p> <p>接合部詳細</p>		 <p>A</p> <p>B</p> <p>7.5cm</p> <p>6cm</p>		
加工(部材及び接合金物)				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 角材: 7.5×6.0cm、2枚合わせ</li> <li>2. 部材(角材)は六角筒に接合した六角形鋼板Bに12φボルトで取り付けられている。</li> </ol>				

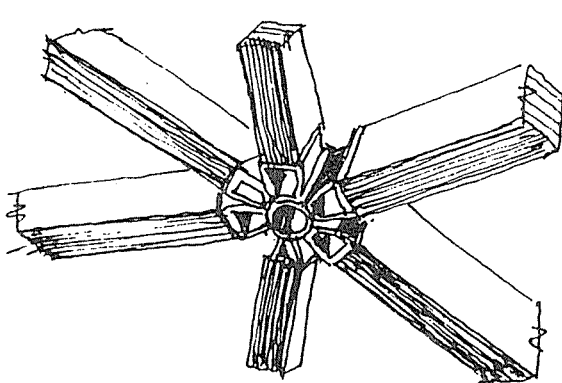
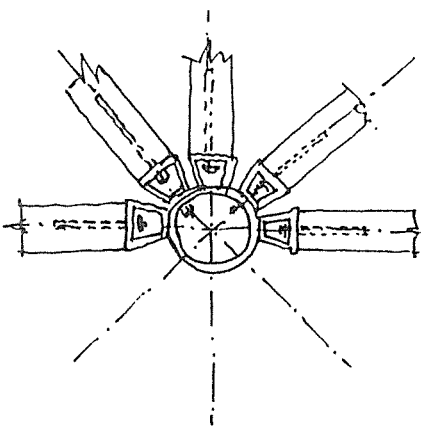
Example 2-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層 B. 複層 C. A, B + 吊り	
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子 立体格子
接合部・交差部詳細	構造体の構成 木造ジオデジックドーム ミュンヘン		
<p><u>加工・構成方法</u></p> <p>屋根：化粧合板</p>			

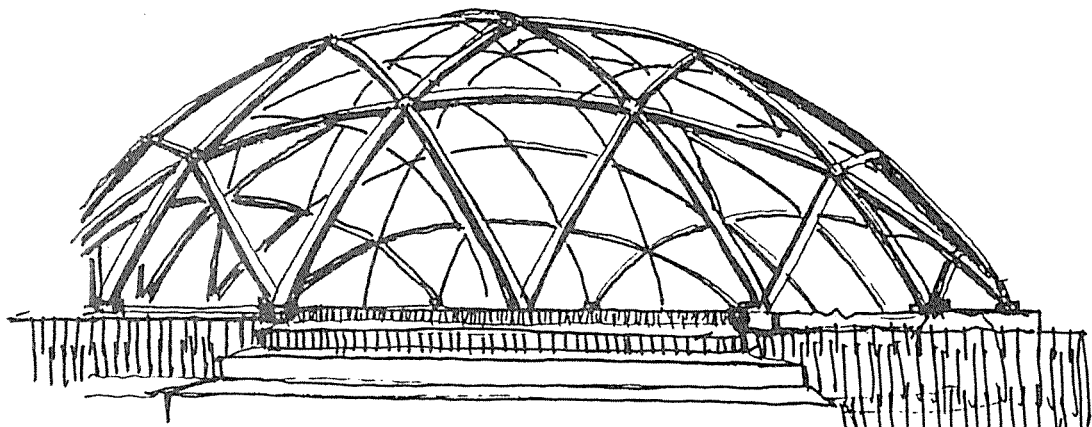
Example 3-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 C. 2次元三角形	B. トラス梁格子
	ジオデジックドーム型 (B. フラー)	ヘーリング・エンスファイア・ドーム (スイス) (ヘーリング+ヘーリングCO.)	
ユニットの型(形状・寸法) 		構造体の概要 1. 集成材によるドームは、軽くて弾性に富むので地盤の悪い処や、地震多発地域でも建設可能である。 2. 部材(集成材)と接合金物は工場生産されるので低価格であり、施工期間も短い。 3. 部材(集成材)は耐火性能はスチールを上回る。耐蝕性能も高い。	
構成様式			
参考資料 1. 木造建築の現在「SD」1987.1.P.55 2.			

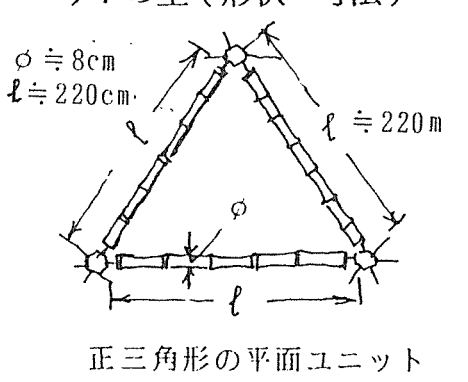
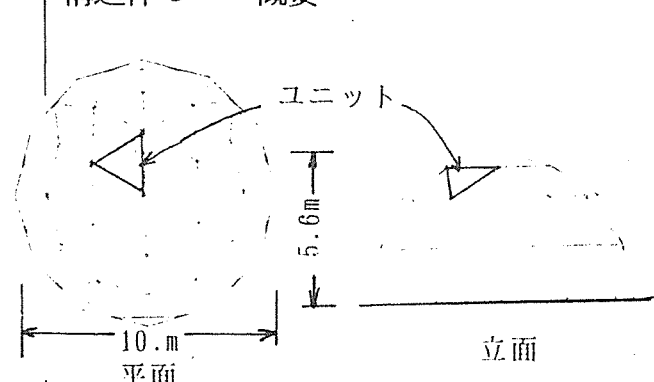
Example 3-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合	
	接合部型式	ドーナツ型リング+ ボルト締め	部材+金物
<p>構造上の特徴(形状・寸法)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">接合部詳細</p>			
<p>加工(部材及び接合金物)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部材(集成材)は接合リングに6方向から取り付ける。</li> <li>2. 各部材と接合リングとの結合はネジ付ボルト締め。</li> </ol>			
<p>参考資料</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ヘーリングエンスファイア・ドーム(スイス)</li> </ol>			

Example 3-3

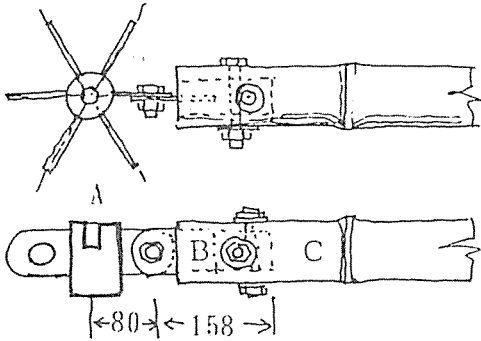
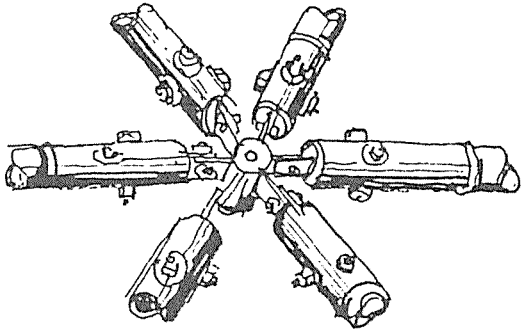
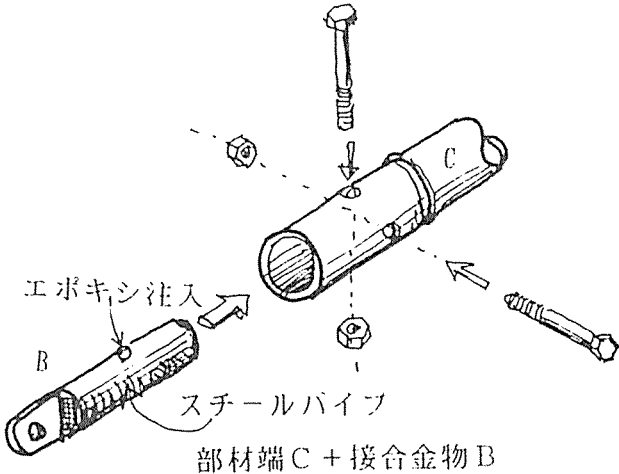
4. 構造システムからの分類		A. 単層		B. 複層	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子 (曲面ラチス)	立体格子	
<p>構造体の構成</p> 					
<p><u>加工・構成方法</u></p> <p>大スパン膜構造の普遍的展開を試みるプロジェクト。</p>					
<p><u>参考資料</u></p> <p>1. ヘーリングエンスファイア・ドーム (スイス)</p>					

Example 4-1

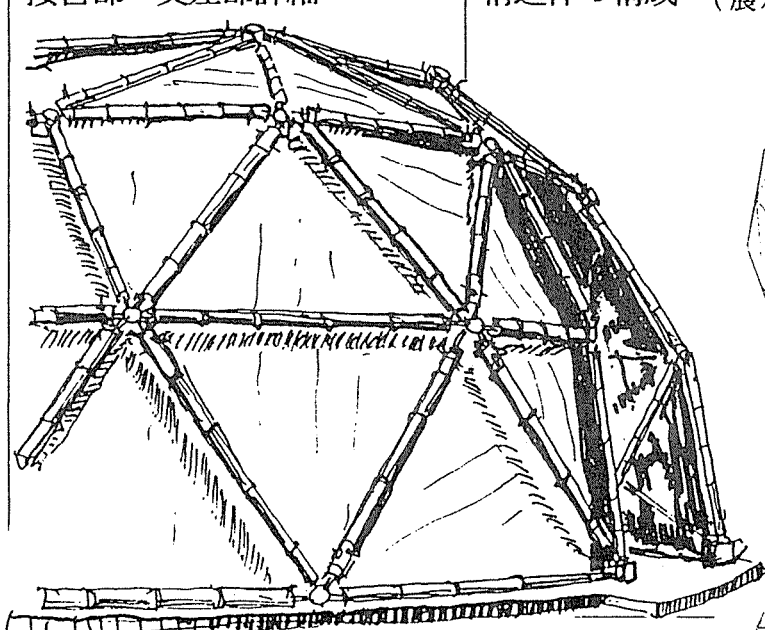
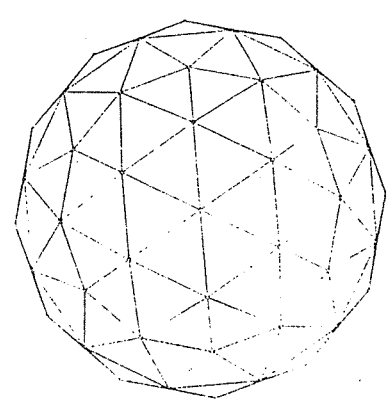
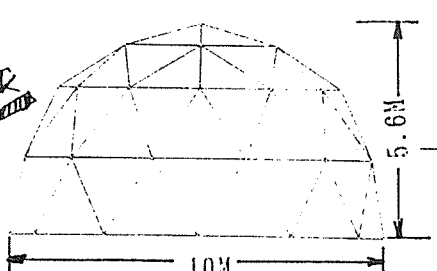
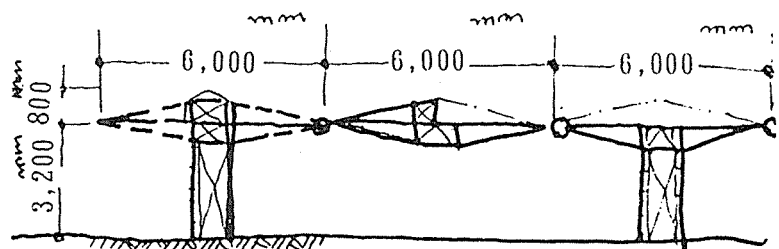
2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 C. 2次元三角形	B. トラス梁格子
	フラァー ジオデジックドーム型	アジア太平洋博覧会、竹のドーム.1989. (葉祥栄+松井源吾)	
ユニットの型(形状・寸法) 		構造体の概要 	
構成様式 1. シングルレイヤーの立体トラス (フラァーのジオデジックドーム系) 2. 部材に竹(真竹)、内径70mmφ、肉厚5mm以上を使用している。 3. 接合金物は2次元放射状接合形式 4. 曲率の構成は接合金物を材端挿入金物との接続部をピン(ボルト)接合にして、その部分の一面内回転による。 特徴・施工 屋根: ポリエステルテント (1R.E5170/シムカ) ジオデジックドーム系の建築物 1. 小国町立西里小学校多目的ホール (木島安史+中田捷夫) 1991.「新建築」p.226/231 2. ミュンヘン.木造ジオデジックドーム(可動) (W.Ruhnau+J.Natterer) 1972.「SD」8701.p.36 参考資料 1. 「木の空間」新建築臨時増刊12月号. 1992.p.106/107			



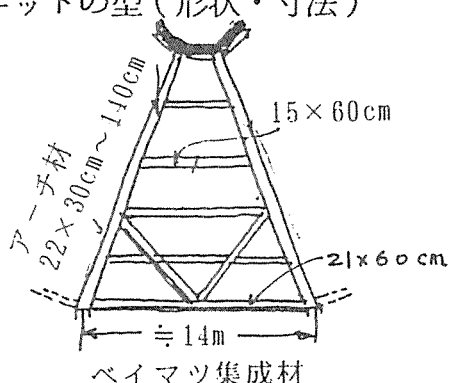
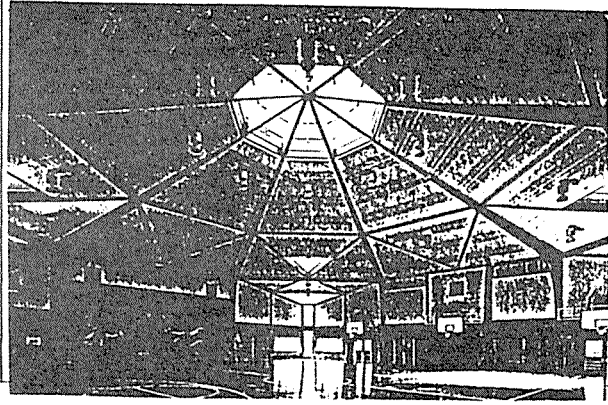
Example 4-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	接合部型式	円柱+放射型 プレート	部材+金物 竹筒 (L≒5mm) + スチール パイプ挿入、ファスナー (縦、横2方向ボルト)。
構造上の特徴 (形状・寸法)		竹のドーム (アジア太平洋博覧会) 1989.	
 <p>接合金物+部材材端詳細 (A+B) + C</p>		 <p>ジョイント (ノード) 詳細</p>	
加工 (部材及び接合金物)		 <p>エポキシ注入 B C エポキシ注入 スチールパイプ 部材端C + 接合金物B</p>	
施工その他			
参考資料			
1. 「木の空間」新建築臨時増刊12月号. 1992.p.106/107			

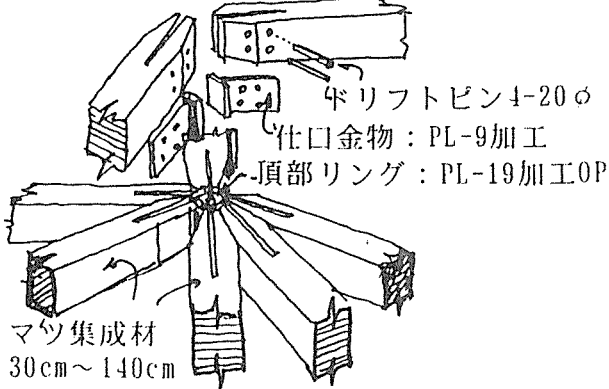
Example 4-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	B. 複層	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子 曲面格子	立体格子
接合部・交差部詳細 		アジア太平洋博覧会、竹のドーム。 構造体の構成 (展示館・郵便局) 1989. 		
施工 1. 建築面積：183.4㎡ 2. 基礎：鉄筋コンクリート布基礎 3. 部材（真竹）：含水率15%以下、虫除け消毒済				
加工・構成方法 1. ジオデジックドーム、シングルレイヤー構成 同一形式の接合工法で構成した建物：竹のシェルター (アジア太平洋博) 1989				
参考資料 1. Example. その1参照				

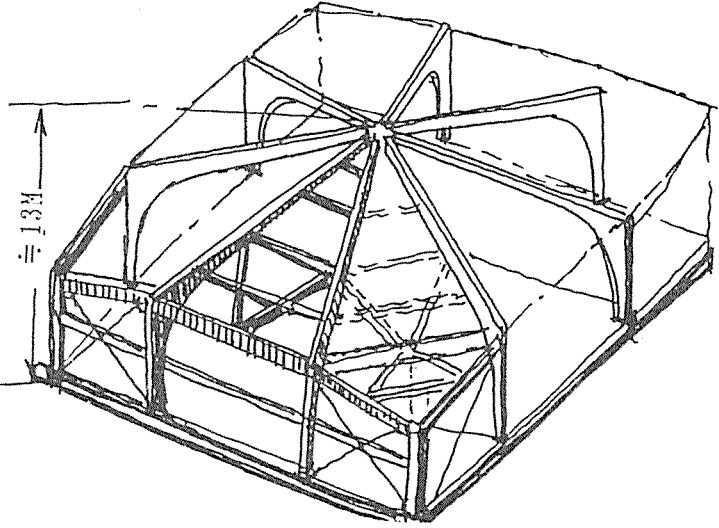
Example 5-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 C. 2次元三角形	B. トラス梁格子
	木骨アーチ・シエル	瓜連小学校体育館、1992. 三上建築事務所+横山建築構造設計事務所	
ユニットの型(形状・寸法) 		構造体の概要 	
構成様式 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. スパン約32mのスリーヒンジアーチを中心軸について回転させたドーム形式</li> <li>2. リブアーチの梁2本と軒桁とで等辺三角形の平面ユニットを構成している</li> </ol>			
参考資料 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「木の空間」「新建築」臨時増刊12月号、1992.p.248/249</li> </ol>			

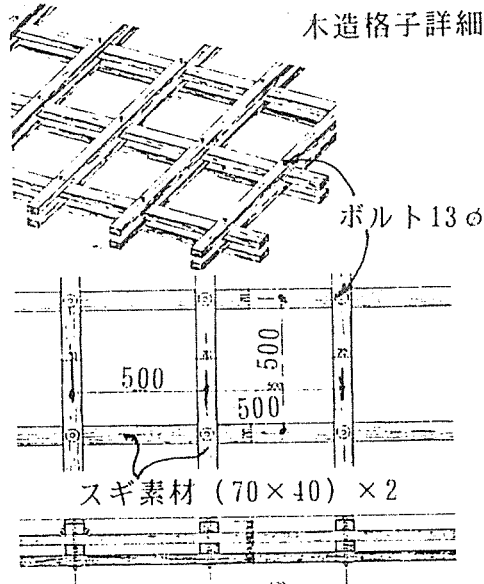
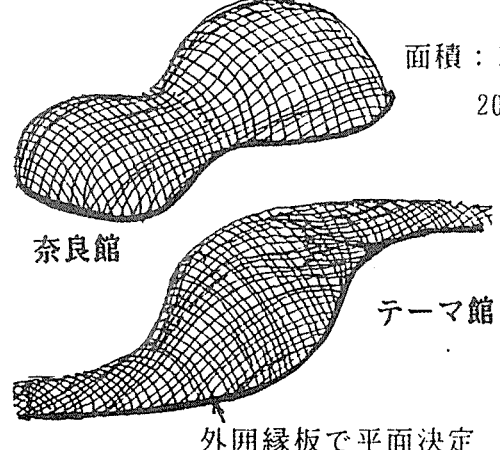
Example 5-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合		
	接合部型式	オーダー (リング+プレート)	部材+金物	プレート内挿入式+ ドリフトピン (4-20φ)
構造上の特徴 (形状・寸法)		瓜連小学校体育館、1992. 茨城県 三上建築事務所+ 横山建築構造設計事務所		
 <p>ドリフトピン4-20φ 仕口金物: PL-9加工 頂部リング: PL-19加工OP</p> <p>ベイマツ集成材 22×30cm~140cm</p>		ドーム頂部接合詳細		
加工 (部材及び接合金物)				
1. 仕口金物: PL-9加工、一型溶接加工 2. ドリフトピン: 4-20φ 3. 頂部リング: PL-19、8角形成型加工				

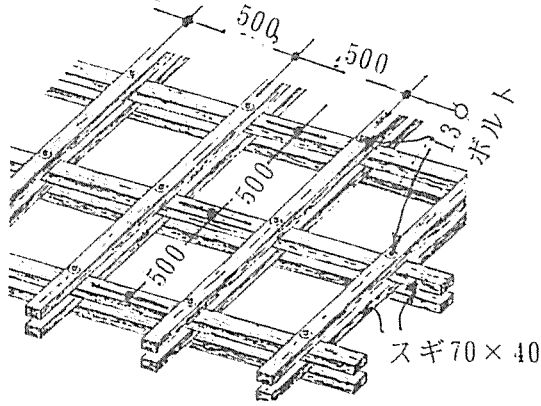
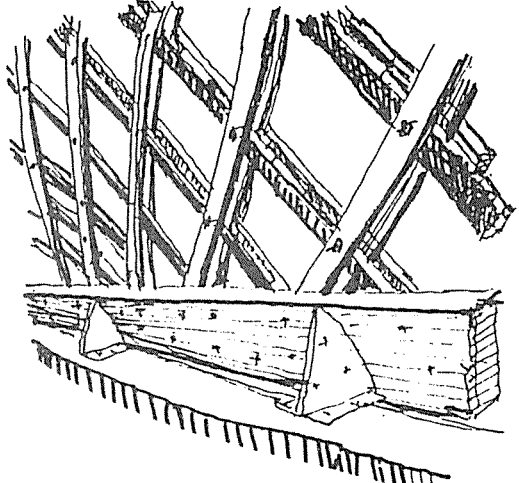
Example 5-3

4. 構造システムからの分類		<input checked="" type="radio"/> A. 単層 <input type="radio"/> B. 複層 <input type="radio"/> C. A, B + 吊り	
	構成単位	単材2枚合わせ	<input checked="" type="radio"/> 平面格子 <input type="radio"/> 立体格子
交差部 木造スリーヒンジアーチ・シエル構造		構造体の構成 	
<u>施工</u> 1. 柱、梁：ベイマツ集成材（柱22×60cm～140cm、梁22×30cm～140cm） 2. 基礎：鉄筋コンクリート直接基礎 3. 屋根：合板、t=12mm+アスファルトルーフィング			
<u>加工・構成方法</u> 1. 主なスパン：32.5m 2. 最大高さ：13.2m 3. ドーム中心部に8角形のトップライドを設けた。			

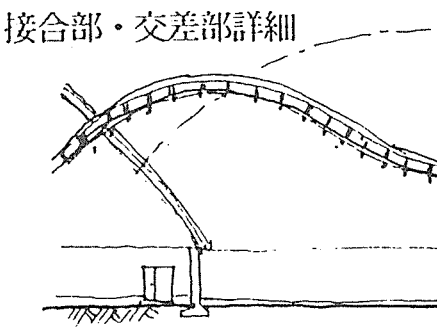
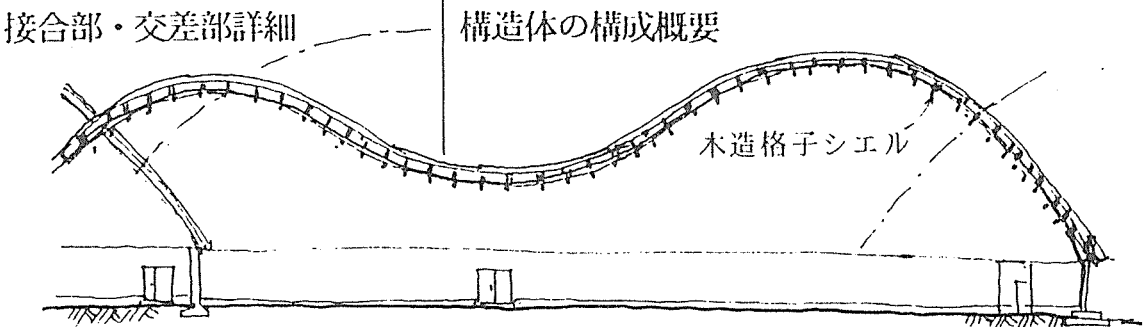
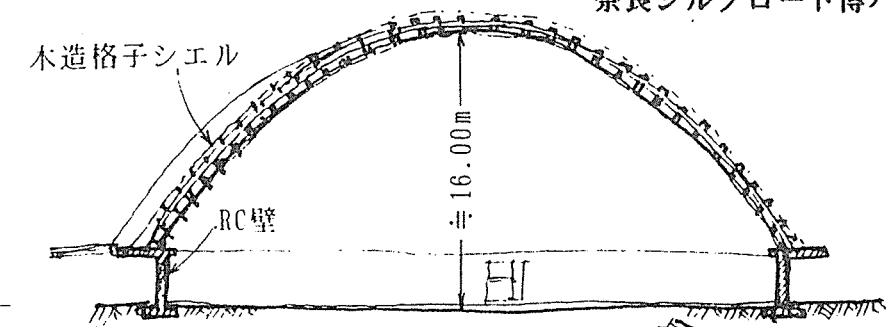
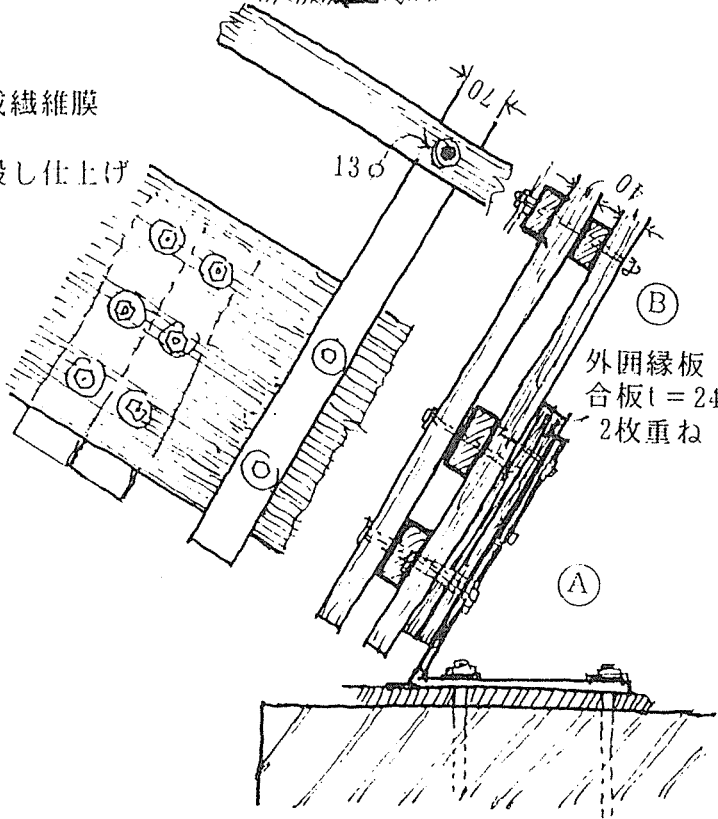
Example 6-1

<p>2. 構成単位からの分類</p>	<p>A. 3次元骨組 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 2px;">B. トラス梁格子</span></p>
<p>オットーの「木造格子シエル」、 (マイシハイムマルチホール)</p>	<p>奈良シルクロード博パビリオン(1988) 土井鷹雄+竹中工務店</p>
<p>ユニットの型(形状・寸法)</p> <p style="text-align: right;">木造格子詳細</p>  <p>ボルト13φ</p> <p>500 500</p> <p>スギ素材(70×40)×2</p>	<p>構造体の構成概要</p> <p style="text-align: right;">木造格子シエル</p> <p style="text-align: right;">面積: 1500, 2000m<sup>2</sup></p>  <p>奈良館</p> <p>テーマ館</p> <p>外圍縁板で平面決定</p>
<p><u>構成様式</u></p> <p>1. 断面40×70mmのスギ材を縦、横交互に500mmごとに格子状に2段重ねに組み合わせ、各格子点を13mmφのボルトで重ね接合した。</p> <p><u>特徴・施工</u></p> <p>1. 木格子ネットの midpoint を吊り上げて(プリベンディング)、逆カタナソー膜を造る。マイシハイム・マルチホール(1977)の手法(F. オットー)に源を持つ工法。</p> <p>2. 直交グリッドを吊り下げによる引張力で斜交グリッドに変形させて、各種形態に適合させる。</p> <p>3. 同様な木造格子シエルの作品は「次頁参照」</p> <p><u>参考資料</u></p> <p>1. 「木の空間」「新建築」臨時増刊12月号. 1992.p.042/044、 シルクロード博パビリオン</p> <p>2. 木造建築の現在(「SD」1月号1987.p.102/103) 葉嵯榮の作品</p> <p>3. 木造建築の現在(「SD」1.1987.作品・海外. p.028/029) Nattererの作品</p> <p>4. 木造建築の現在(「SD」1.1987.作品・海外. p.048/049) K.Ackerman+J.Schlaichの作品</p>	

Example 6-2

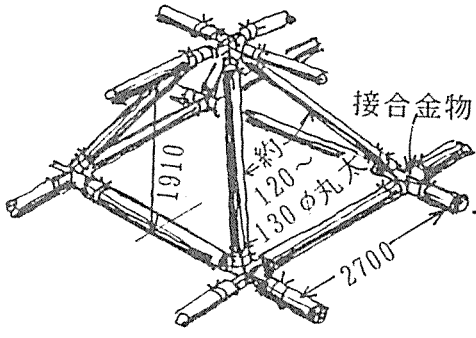
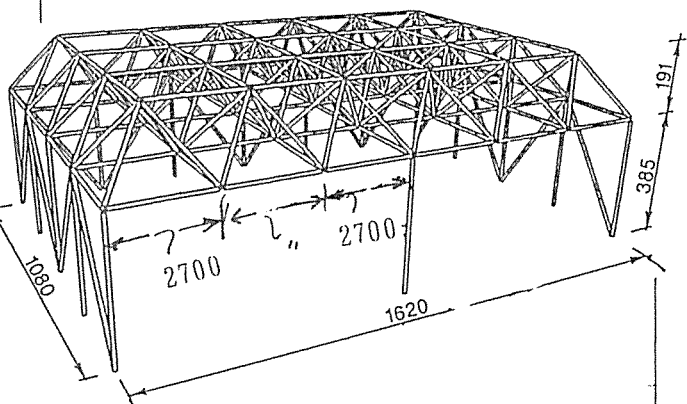
3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合		
	接合部型式	直交重ねボルト接合	部材+金物	接合金物なし
構造上の特徴(形状・寸法)		  <p>木格子シエルの端部詳細 (格子を外周縁板幅40cm厚2.4×2で土台に固定)</p>		
加工(部材及び接合金物)				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部材 70×40 (スギ) 4丁重ね</li> <li>2. 13φ ボルト 縦り込み</li> </ol>				
施工その他				
奈良シルクロード博バピソオン(1988)				
木造格子シエル		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイブリットハイバードームE (1990)</li> <li>・スペースグリットシステム (葉祥栄) (グリーンピンク、スギトピア、1986)</li> <li>・'89.海と島の博覧会(1989)</li> <li>・ミュンヘン・オリンピック公園、 アイススケートリンク (西独) 1983. K.Ackermann + J.Schlaich.</li> </ul>		

Example 6-3

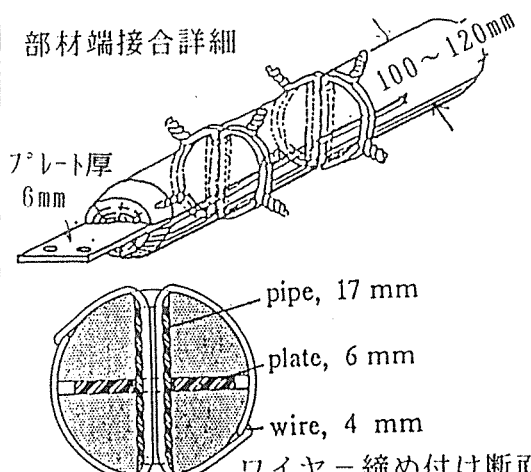

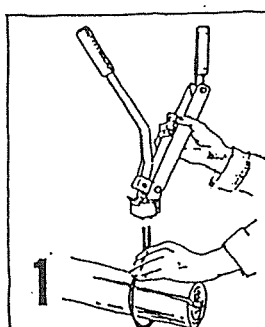
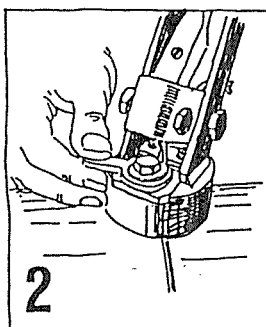
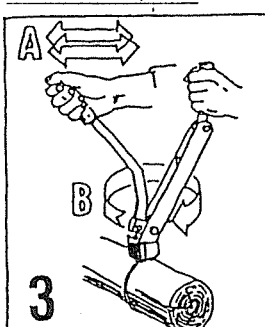
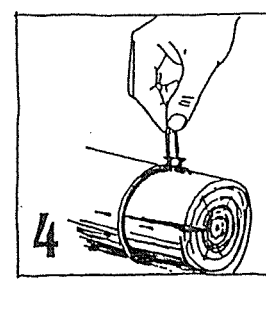
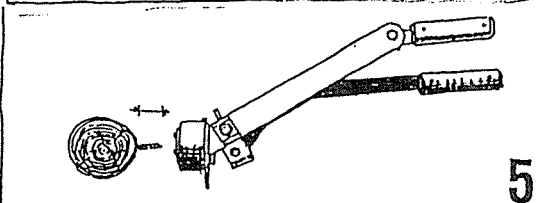
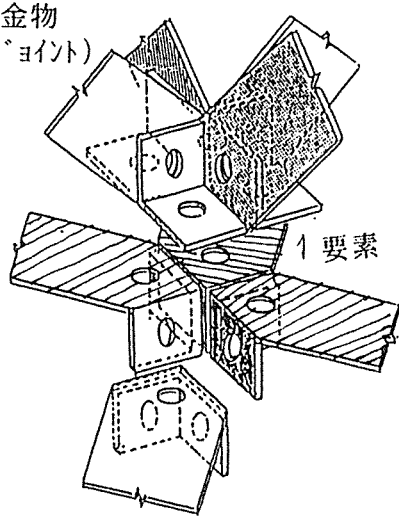
4. 構造システムからの分類		A. 単層	B. 複層	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子 曲面格子	立体格子
接合部・交差部詳細		構造体の構成概要		
				
				
<p><u>施工</u></p> <p>屋根：木造格子シエル＋合成繊維膜 (太陽工業)</p> <p>外壁：鉄筋コンクリート打設し仕上げ</p>				
<p><u>加工・構成方法</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 木造格子逆カタナリー形シエル</li> <li>2. 推力は外圍縁板(合板) (B)をテンションリレグとして、それをRC壁にアンカー金物 (A)で固定する。</li> </ol>				
<p><u>参考資料</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「2 構成単位からの分類」</li> </ol>				



Example 7-1

2. 構成単位からの分類	A. 3次元骨組	B. トラス梁格子
	四角錐骨組 (ピラミッド型)	小径丸太、立体トラス版 (Pieter Huybers) (P. Huybers, 1988.1991) (オランダ)
ユニットの型 (形状・寸法) 	構造体の概要 	
<h3>構成様式</h3>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 材長2500mm、断面120~130mm (5吋以下) の丸太 (松) でピラミッド型四角錐骨組を作り、それを前後・左右に連続させて立体トラス版 (複層) を構成する。</li> <li>2. 4×3単位を一構成単位 (10.8m×8.1m) とし、大ユニットと呼ぶ。</li> <li>3. 実施例：飼育場の上屋 (2大ユニット)、10.8m×16.2m、丸太径130φ 集会場の上屋 (11.46m×13.37m)、丸太径100φ</li> </ol>		
<h3>特徴・施工</h3>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 接合金物としてノードレスジョイントを開発し、使用した。</li> <li>2. 接合金物 (ノードレスジョイントのプレート部) と木材 (丸太) との接合に鉄線締め付け工法 (Wire Lacing Method) を開発した。</li> <li>3. トラス部材に丸太 (松)、 (130φ 或いは100φ cm) を使用した。</li> </ol> <p>*) 小径・間伐材を丸太のまま使用し、ボルト、ピンの代わりにワイヤーで締め付け接合を採用した。締め付け方法は仮設足場の継手や桶のタガを締め付ける方法を採用した。</p>		
<h3>参考資料</h3>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. P.Huybers; TIMBER POLES FOR BUILDING STRUCTURES, Proc. of the 1988 International Conference on Timber Engineering (SEATTLE, USA) Vol. 1. pp. 570/575</li> <li>2. P.Huybers; BUILDING STRUCTURES OF TIMBER POLES, CONNECTED WITH STEEL WIRE LACINGS, Proc. of the 1991 INTERNATIONAL TIMBER ENGINEERING CONFERENCE. Vol. 2. pp. 2.511/518 (LONDON, U.K.)</li> </ol>		

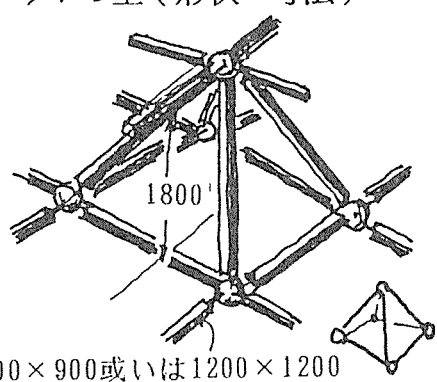
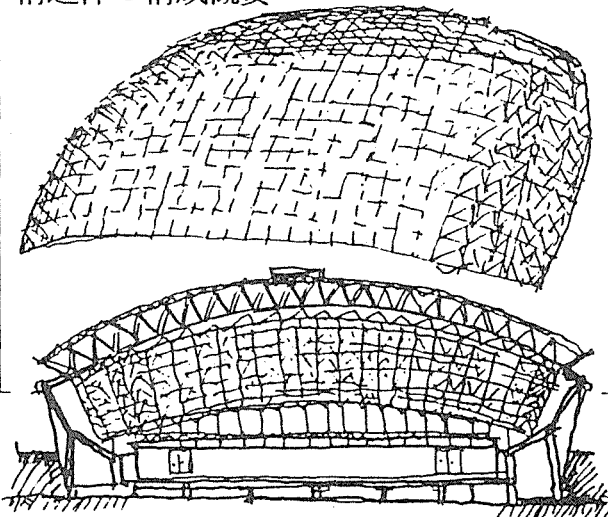
Example 7-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	接合部型式	ノドレス・ジョイント	部材+金物
			プレート挿入 ワイヤー締め付け接合
<p>構造上の特徴 (形状・寸法)</p> <p>部材端接合詳細</p>  <p>7°プレート厚 6mm</p> <p>pipe, 17 mm plate, 6 mm wire, 4 mm</p> <p>ワイヤー締め付け断面</p>		<p>ピラミット単位 接合部詳細</p> 	
<p>加工 (部材及び接合金物)</p>     		<p>接合金物 (ノドレス・ジョイント)</p>  <p>1 要素</p>	
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ワイヤー (4φ) を輪型に曲げ、端を接合金具挟む。</li> <li>2. ワイヤーの余分は切り取られる。</li> <li>3. 把手Aを動かしてワイヤーを締め付ける。同時に、接合金具を回転させ (B) でワイヤー端をねじる。</li> <li>4. ねじられたワイヤー端部はハンマーで平にして、ステーブル釘で止める。</li> <li>5. ワイヤーをねじる長さは約30mmである。</li> </ol>	

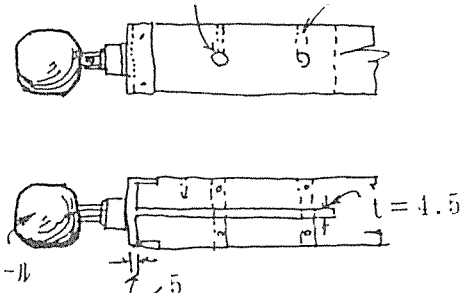
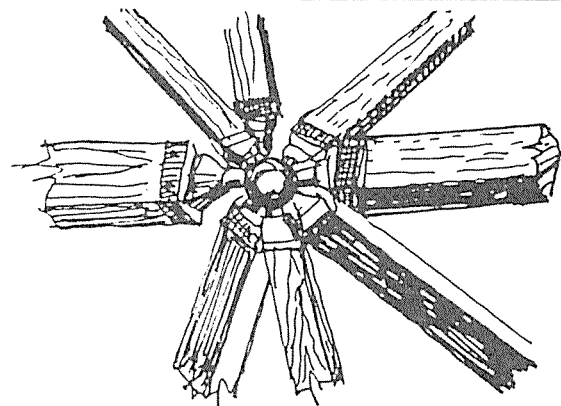
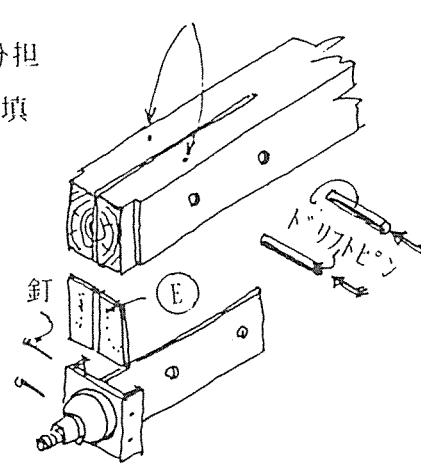
Example 7-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	<b>立体格子</b>
<p>構造体の構成 (Huybers 工法)</p> <p>(b) ノードレスジョイント</p>		<p>(c) 立体トラス版支持部</p> <p>RC或いは コンクリート70壁</p>		
[集会場、1990.5月建築。ロッテルダム市]				
<p>施工</p>		<p>高さ27mの塔（立体トラス）の提案模型</p>		
<p>1. 1つの大ユニットを地上で組立って、クレーンで吊上げて支柱（或いは壁）上に接合する。</p>				

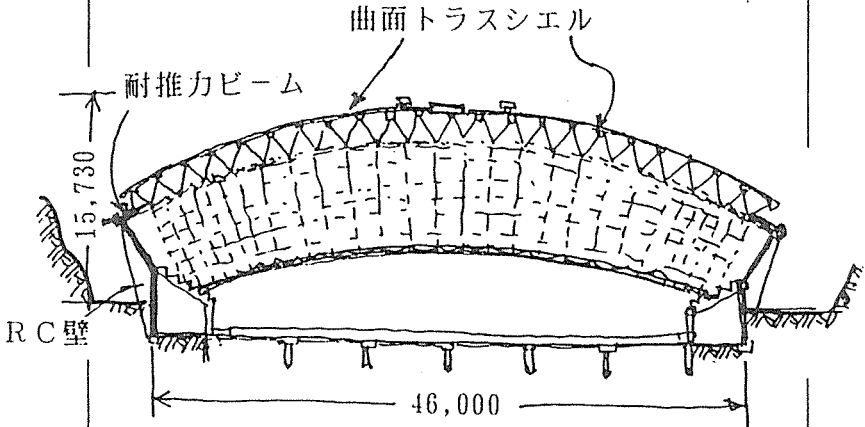
Example 8-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組	B. トラス梁格子
	四角錐骨組 (ピラミット型)	小国町民体育館(1988)、熊本県、小国町 (葉祥栄+松井源吾)	
ユニットの型(形状・寸法) 		構造体の構成概要 	
構成様式 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 四角錐ユニット(ピラミット骨組)を曲面に連続させた複層(ダブルレーアー)曲板トラス屋根。</li> <li>2. 壁、柱:鉄筋コンクリート造。</li> <li>3. 屋根トラス:90mm或いは170mm角スギ、ボールジョイント、版せい:180cm。</li> <li>4. 主スパン:46×57m、高さ:最高18.2m、軒高:7.2m。</li> </ol>			
特徴・施工 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼ボール+部材:鋼板挿入式、ドラフトピン(16φ)+エポキシ充填。</li> <li>2. 屋根仕上げ:耐火合板(18mm)+P&amp;Pステンレス防水</li> </ol>			
参考資料 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 木構造の架構とデザイン(「建築技術」DEC.1992.p.100/102)</li> <li>2. 木の空間(「新建築」12月臨時増刊、1992.p.029/032)</li> <li>3. 木造建築の現在(「SD」1.1987.p.108)</li> </ol>			

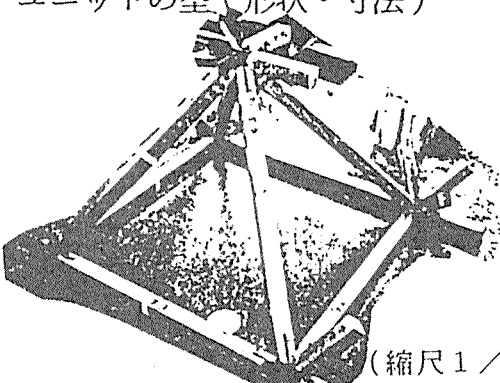
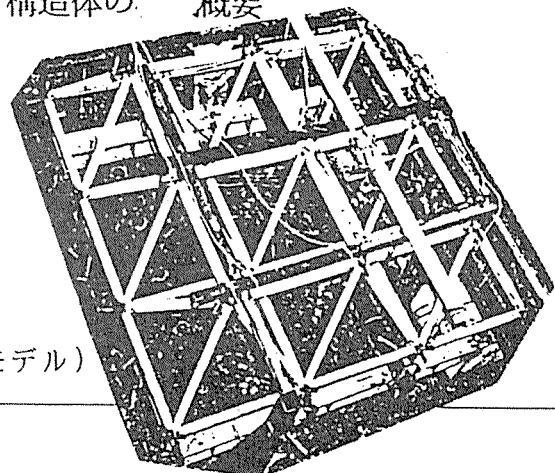
Example 8-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	接合部型式	ボールジョイント (MEROシステム)	部材+金物 プレート挿入 ドリフトピン (エポキシ)
<p>構造上の特徴 (形状・寸法)</p> <p>ドリフトピン16φ    球°キ注入口16φ</p>  <p>ボール    球°キ 5</p> <p>1. 任意の方向から 接合が可能</p>		 <p>部材 (スギ) 径90×90(120×120) (小国町体育館)</p>	
加工 (部材及び接合金物)		<p>球°キ注入</p> <p>⑤ 木口で圧縮を分担するために球°キ充填</p>  <p>釘    球°キ注入口</p>	
<p>施工その他</p> <p>小国町体育館(1988)</p>			
<p>参考資料</p> <p>1. 木の空間 (「新建築」12月臨時増刊、1992.p.029/032)。</p> <p>2. 木造立体トラス構造 (「木材工業」Vol.43-7,p.22/26.)</p>			

Example 8-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	<b>立体格子</b>
接合部・交差部詳細	<p>構造体の構成概要</p>  <p>小国町民体育館(1988)</p>			
<p><u>加工・構成方法</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ダブルレイヤー・立体トラス・球形シエル（曲面版）</li> <li>2. 周辺はRC壁で単純支持、RC壁上部は耐推力梁を構成。</li> </ol> <p><u>参考資料</u>・</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 木の空間（「新建築」12月臨時増刊、1992.p.029/032）。</li> </ol>				

Example 9-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組	B. トラス梁格子
	四角錐骨組 (ピラミット型)	CRJ四角錐骨組連続トラス平版構造 (T.U.U.定方 啓)	
ユニットの型(形状・寸法)			
	構造体の概要 		
<p><u>構成様式</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 長さ1800~2000mm、断面90×90mmのスギ角材8本をCRJ金具 (Cylindrical Ring Joint) で立体接合して等辺四角錐骨組をつくる。これを1ユニットとする。</li> <li>2. ユニットを前後左右に連続させて立体トラス平版を構成する。</li> </ol>			
<p><u>特徴・施工</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CRJ1種類と角棒 (90×90×180~200) 1種類との2種類のみで構造体をつくることのできる。従って、大量生産に適している。</li> </ol>			
<p><u>参考資料・出典</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The practical use of the Space Truss Utilized Small Diameter Lumber. Proc.of 1991 ITEC.London. P.2,519/526</li> </ol>			

Example 9-2

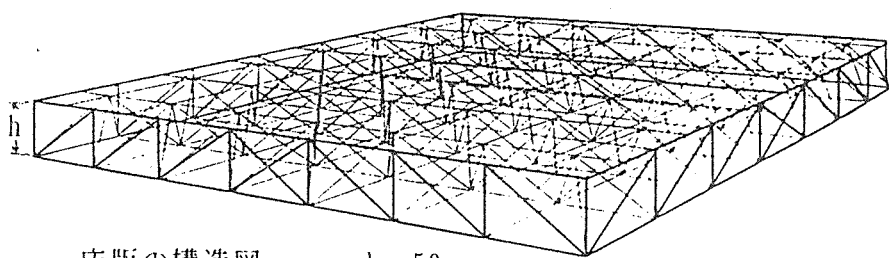
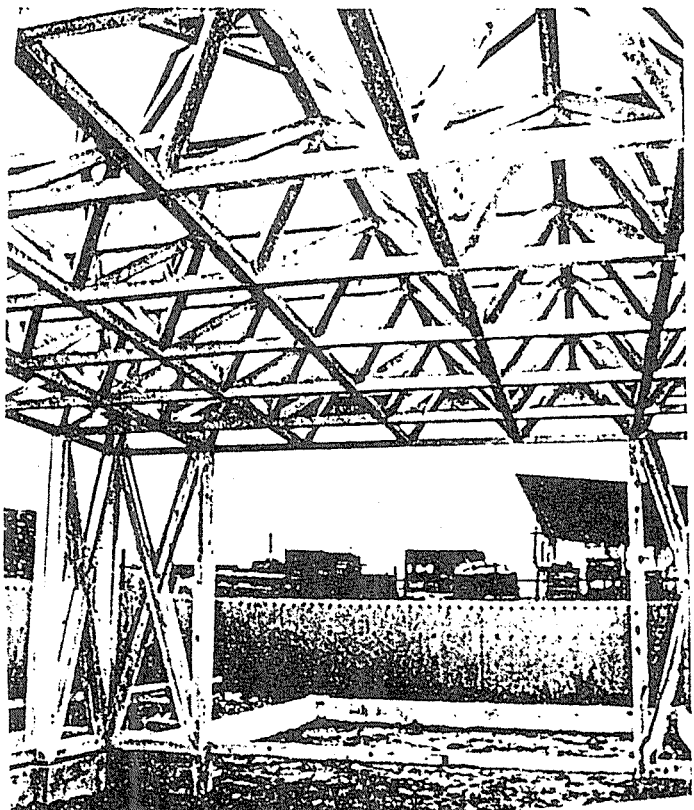
3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
接合部型式	円環ジョイント (Cylindrical Ring Joint)	部材+金物	鋼板挿入式+ 剪断ボルト締め付け
<p>構造上の特徴(形状・寸法)</p>			
<p>加工</p>		<p>CRJ組立図(1/2縮尺モデル)      CRJ金物</p>	
<p>球の代わりにリングを用いることにより                  (1) 節点の剛性を木材に近づける。(靱性大)                  (2) 接合プレートをリングに「合じゃくり」で                  差し込むことにより、金具の精度の向上が初                  心者でも可能。</p>		<p>接合部詳細</p>	
<p>施工その他</p>		<p>CRJ四角錐立体トラス版(T.U.T.定方 啓)</p>	



Example 9-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	<b>立体格子</b>
<p>1. 4点支持、中央載荷の実験により、縦・横5ユニット（辺長9~10m）まで実用設計可能。</p> <p>2. ユニット寸法、部材断面を増加することにより更に大空間が構成できる。</p> <p>3. スギなどの小径・間伐材でスペースフレームを造るのに有利。</p> <p>4. 部材を集成材（スギ）に置換することにより、構造設計が有利になる。</p>		<p>構造体の構成</p>		
<p><b>施工</b></p> <p>1. 25ユニット版（5×5格子）を地上で組立て、クレーンで吊上げて、壁或いは柱頂部に乗せ結合する。</p> <p>2. 大ユニット（25ユニット以上）同志の結合方法は現在考察中。</p>		<p>1 / 2 縮尺モデル構造詳細          (CRJ四角錐立体トラス、TUT定方研究室)</p>		
<p><b>参考資料・出典</b></p> <p>1, 「2. 構成単位からの分類」</p>				

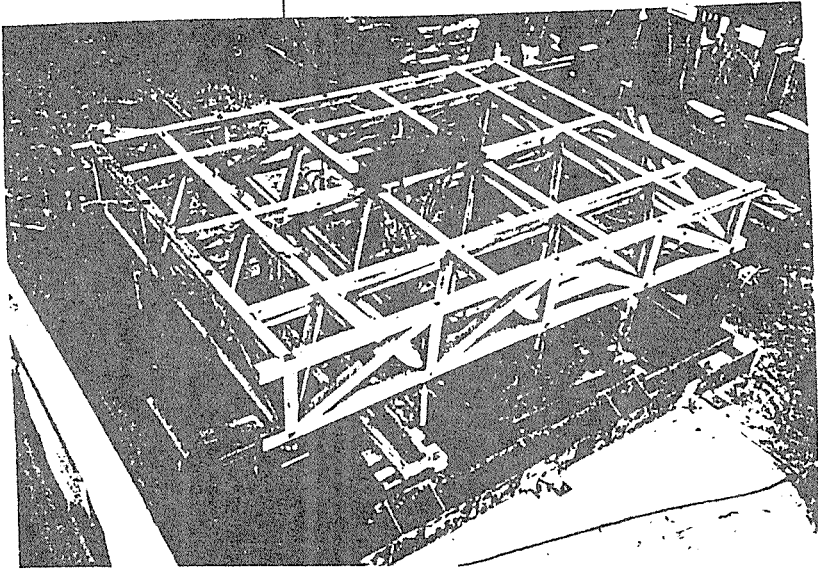
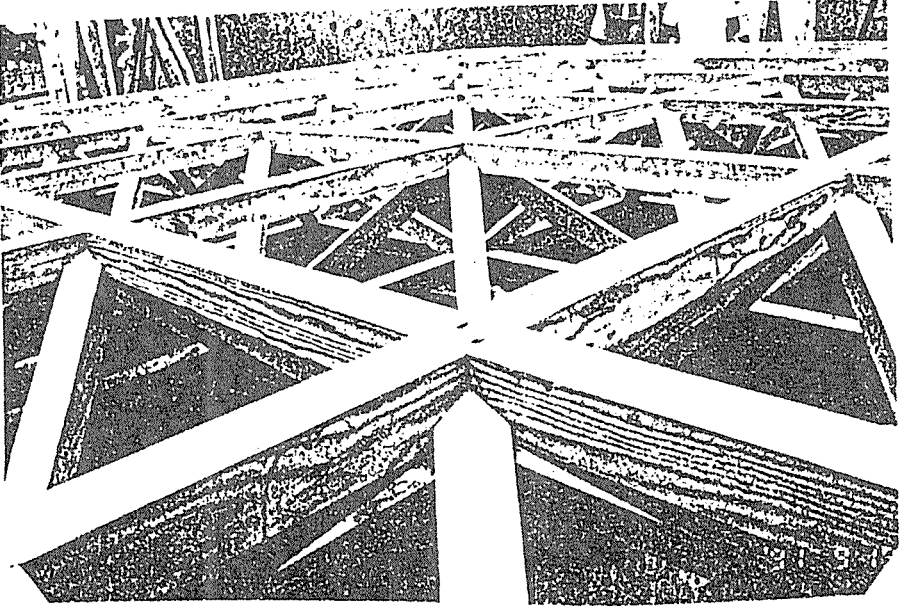
Example 10-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 2px;">B. トラス梁格子</span>
	軸芯引張ボルト接合形式 トラス格子梁版 (床)	スペースフレーム構造床システム (黒田重義+徳田迪夫)
ユニットの型 (形状・寸法)		構造体の 概要
 <p>床版の構造図      <math>h = 50\text{cm}</math></p>		
構成様式		
特徴・施工		
参考資料		<ol style="list-style-type: none"> <li>黒田重義：スペースフレーム構造、「建築技術」11月.1992.p.120/126</li> <li>徳田迪夫：ボルトと角ナットを用いた木材接合部の設計、住木センター報告 (間伐材) p.3/38.</li> </ol>

Example 10-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 <b>B. 交差接合</b> C. 3次元立体接合	
接合部型式	軸芯引張ボルト接合	部材+金物	角パイプ+引張ボルト
<p>構造上の特徴（形状・寸法）</p>			
加工（部材及び接合金物）			
施工その他			
参考資料・出典		<p>1. 黒田重義+徳田迪夫</p> <p style="text-align: center;">接合部詳細</p>	

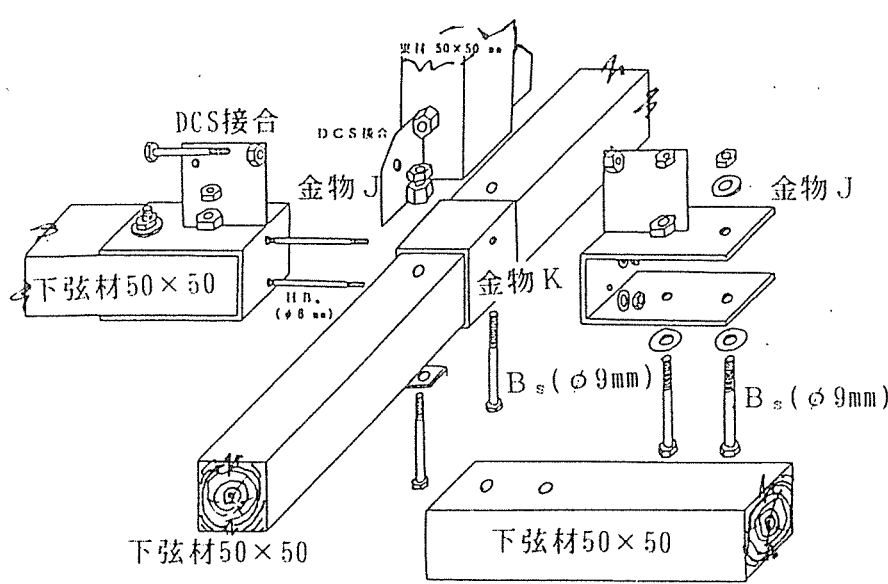
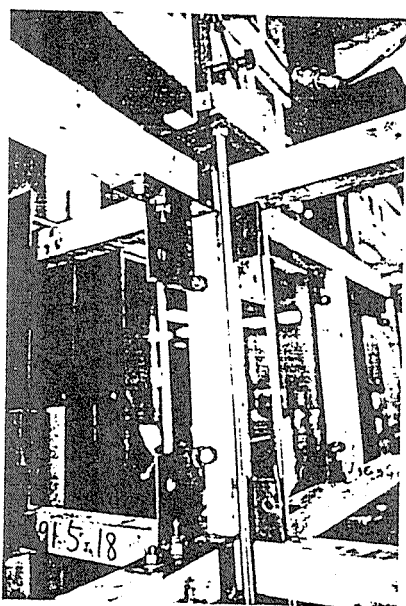
Example 10-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	<b>平面格子</b>	立体格子
構造体の構成				
				
実大実験全景（三重大、徳田迪夫研究室）				
<u>施工</u>				
				
<u>加工・構成方法</u>				
<u>参考資料・出典</u>				
1、黒田重義 + 徳田迪夫			床版の構成詳細	

Example 11-1

<p>2. 構成単位からの分類</p>	<p>A. 3次元骨組 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">B. トラス梁格子</span></p>	
	<p>平面トラス梁十字交差方式</p>	<p>DCCS接合フィーレンデル梁 格子版構造(T.U.T.定方研究室)</p>
<p>ユニットの型 1/2モデル</p> <p>(a)フィーレンデル梁</p> <p>(b)フィーレンデル・ブレース補強梁</p>		
<p>構成様式:</p>	<p>Type-C</p>	
<p>特徴・</p>	<p>Type-CB</p>	
<p>参考資料・出典</p>	<p>(組み合わせ十字ユニット)</p> <p>ユニットの組み合わせ</p> <p>1. K.Sadakata, The Space Truss Structure by Small Diameter Lumbers, Proc. ITEC, London, 1991, Vol. 2. p.2519/2526.</p>	

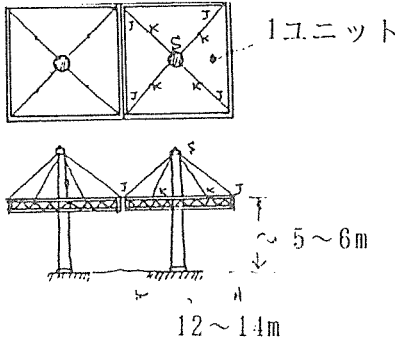
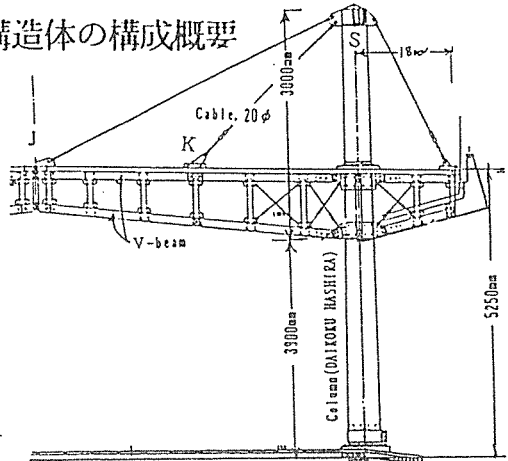
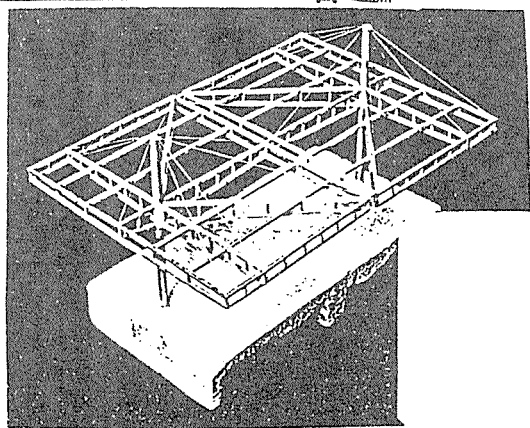
Example 11-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合		
	接合部型式	DCCS接合 (引張ボルト)	部材+金物	箱形金物+ボルト (剪断)
構造上の特徴(形状・寸法)				
 <p>DCS接合 DCCS接合 金物J 金物K 下弦材50×50 下弦材50×50 Bs (φ9mm) Bs (φ9mm)</p>				
DCCS接合詳細(高靱性交差接合形式)				
1/2モデル				
				
参考資料・出典				
1. T.U.T. 定方研究室 (定方 啓)				
2. DCSとDCCS、(ザ術語集) 建築技術10月, 1992.				

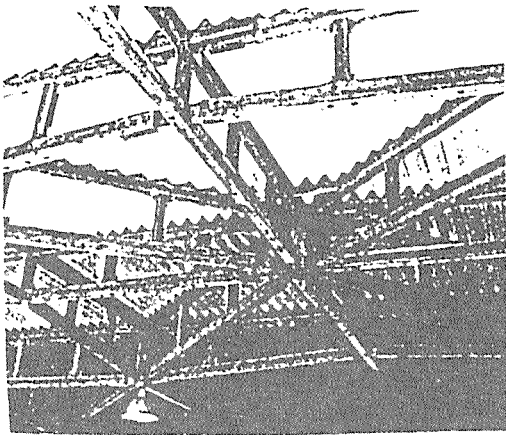
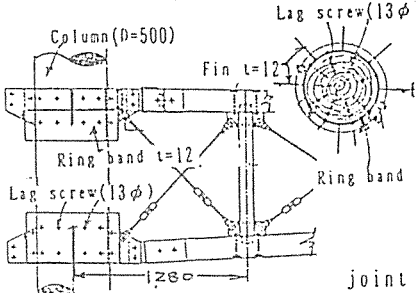
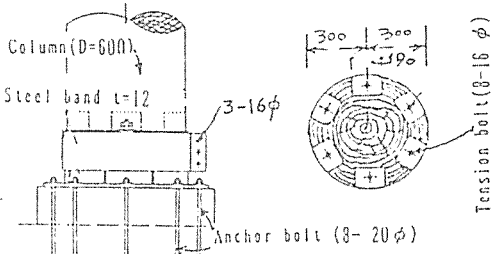
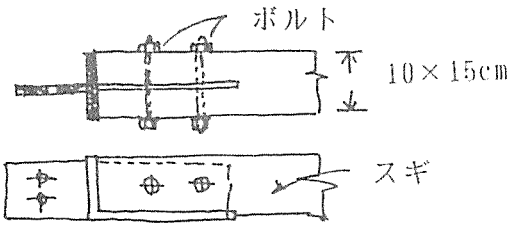
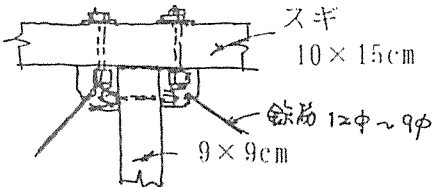
Example 11-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	<b>平面格子</b>	立体格子
接合部・交差部詳細	構造体の構成		2ユニットの結合	
施工				
加工・構成				
参考資料・出典 I.T.E.T. 定方研究室 (定方 啓)				

Example 12-1

<p>2. 構成単位からの分類</p>	<p>A. 3次元骨組 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 2px;">B. トラス梁格子</span></p>
	<p>東栄町林業センター（愛知県東栄町、1991） 渡辺昭彦et.al+定方 啓</p>
<p>ユニットの型（形状・寸法）</p>  <p>1ユニット</p> <p>5~6m</p> <p>12~14m</p>	<p>構造体の構成概要</p> 
<p><u>構成様式</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 梁せい80~100cmの梯子梁2本を交差させ、その交点に径40~50cmの杉丸太を立てる。</li> <li>2. 丸太柱の頂点からトラス梁格子屋根を吊り下げる。</li> <li>3. 直交格子梁ユニットは1辺6~7mである。</li> </ol> <p><u>特徴・施工</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 構造材にすべて地元産の杉材を使用している。</li> <li>2. 単位格子版+丸太柱を1単位にして、これを前後左右に連続させて大きな空間を覆うことができる。</li> </ol> <p><u>参考資料・出典</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K.Sadakata, The Space Truss Structure by Small Diameter Lumber, Proc.ITEC, London, 1991, Vol. 2. p.2, 519/526.</li> </ol>	



3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	リング式 接合部型式 (工の交点、柱・梁)	部材+金物	鋼板挿入式 (部材) 鋼管タガ巻き (柱)
<p>構造上の特徴 (形状・寸法)</p>  <p>(東栄町林業センター)</p>		 <p>A. 柱・梁 V-beam to log column</p>  <p>B. 柱脚 Column base connection</p>	
<p>加工 (部材及び接合金物)</p>  <p>C. 部材+接合鋼板</p>		 <p>D. 梯子梁仕口 (DCS)</p>	
<p>施工その他</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>丸太柱を独立に柱脚固定 (引張りボルト+タガ) 状態に立て並べる。</li> <li>梯子梁 (フィーレンデールトラス梁) を地上で組み立てたのち、クレーンで吊り上げ、柱・梁金物 (A) に結合する。</li> <li>ステイ (鋼棒20φ) ケーブルで吊り上げて、所定のレベルにする。</li> </ol>			

Example 12-3

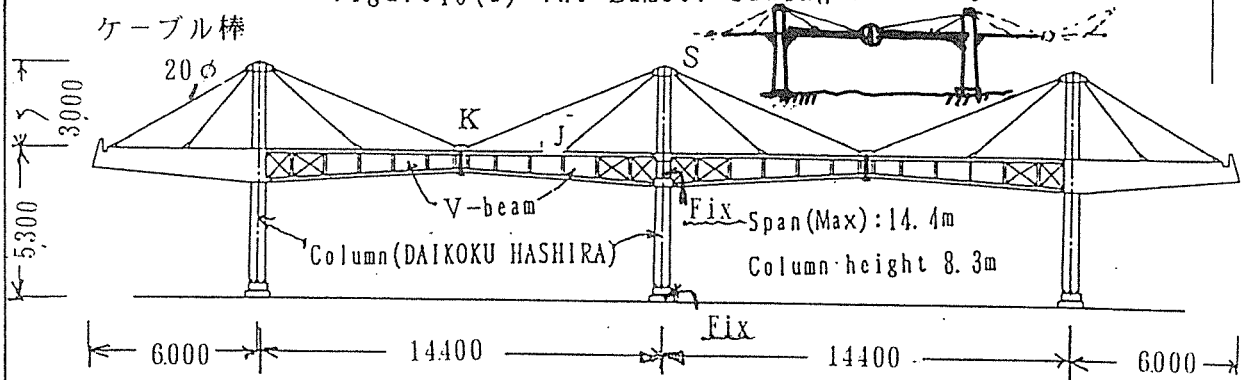
4. 構造システムからの分類		A. 単層	B. 複層	C. A, B + 吊り
構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	立体格子	

接合部・交差部詳細

構造体の構成概要

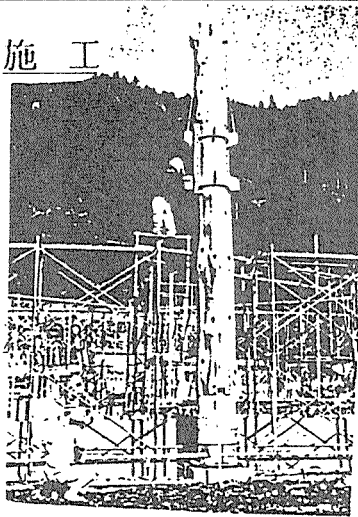
Span: 12.0m Roof length 61m Column height 7.3m Building area 1025m<sup>2</sup>

Figure 16(a) The Lumber sawing facility

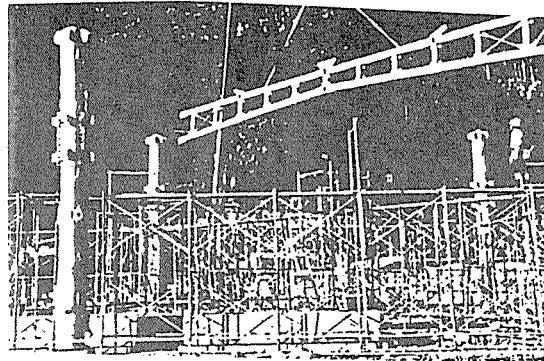


(東栄町林業センター 1991)

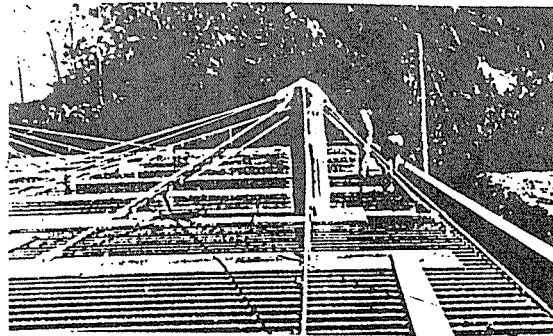
施工



1. 丸太柱建て  
(柱梁及び柱頭金物取付済み)

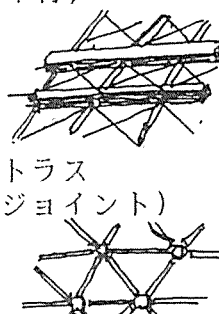
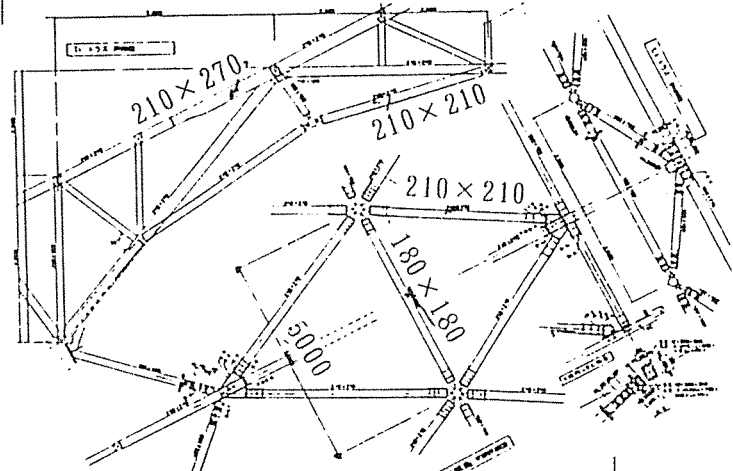


2. 梯子梁建て込み



3. 格子版吊り上げ

Example 13-1

<p>2. 構成単位からの分類</p>	<p style="text-align: center;">A + B</p> <p style="text-align: center;">A. 3次元骨組      B. トラス梁格子</p>
	<p>龍神村民体育館（1987）和歌山、龍神村、 （渡辺豊和etal+川崎福則et.al）</p>
<p>ユニットの型（形状・寸法）</p> <p>複層：上部、直交梁（単材）</p>  <p>下部、正三角形平面トラス メロシステム（ボールジョイント）</p>	<p>構造体の構成概要</p>  <p style="text-align: right;">トラス詳細図</p>
<p><u>構成様式</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>トラス下弦材、斜材：径21×21cm、18×18cm杉集成材、接合部（ボールジョイント）</li> <li>トラス上弦材：径21×27cm、18×27cm、杉集成材、接合部（添板+シャーププレート併用）</li> <li>立体トラス版厚（せい）：120cm（最小）</li> <li>主スパン：26m、桁行30m</li> </ol> <p><u>特徴・施工</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>立体トラス状の版構造で切妻型折板屋根を構成。</li> <li>トラス下弦材及び斜材（床材：21cm角、スギ集成材、L=5cm）はボールジョイント（メロー・タイヨーステム）で接合。</li> </ol> <p><u>参考資料・出典</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>建築設計資料集「新集成材の造形とデザイン」 1990. p.172/177. 日本集成材工業協同組合</li> <li>建築センター評定資料（ビルディングレター、5.1987,p.121/122）</li> </ol>	

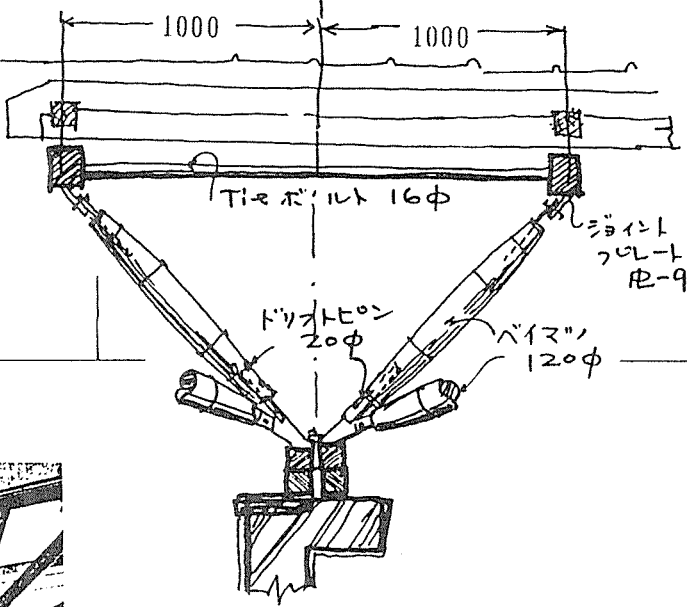
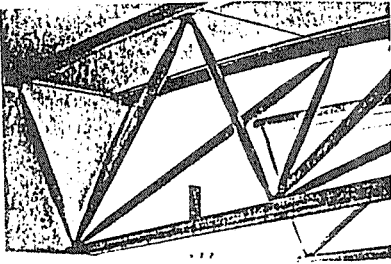
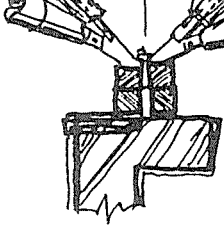
Example 13-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 <sup>(B+C)</sup> B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
接合部型式	B. 梁板・剪断ボルト C. ボールジョイント	部材+金物	C. コの字型金物+ ボルト・シャープレット
<p>構造上の特徴 (形状・寸法)</p>			
<p><u>施工その他</u></p> <p>龍神村民体育館 (1987)</p>			
<p><u>参考資料</u></p> <p>1. 建築設計資料集「新集成材の造形とデザイン」 1990. p.172/177. 日本集成材工業協同組合</p>			

Example 13-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り			
構成単位	単材2枚合わせ	<b>平面格子</b>	立体格子				
構造体の構成概要 龍神村民体育館 (1987)							
<p style="text-align: center;">断面図</p>		<p style="text-align: center;">断面図</p>					
<p><u>施工</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 屋根トラス、龍神村産スギの集成材。</li> <li>2. 基礎及び軸部の柱は鉄筋コンクリート造。</li> <li>3. スパン26m、桁行30m、屋根部高さ6.50m。</li> <li>4. 軒高9.90m。</li> </ol> <p><u>加工・構成方法</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 立体トラス状折板屋根構造。</li> <li>2. 耐震構造：                     <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>スパン方向はトラス控壁及びRCフレーム。</td> </tr> <tr> <td>桁行方向はRC連続壁。</td> </tr> </table> </li> <li>3. 屋根版からの推力の処理：RC造ステージ床版による。</li> <li>4. 主トラスの支持：RC造丸柱（径65cm）で単純支持。</li> </ol>					{	スパン方向はトラス控壁及びRCフレーム。	桁行方向はRC連続壁。
{	スパン方向はトラス控壁及びRCフレーム。						
	桁行方向はRC連続壁。						

Example 14-1

2. 構成単位からの分類	A. 3次元骨組	B. トラス梁格子
	三角形断面立体トラス梁	神慈秀明会黄島道場、(1990)岡山県 栗生総合計画事務所+木村俊彦
<p>ユニットの型(形状・寸法)</p> <p>ベイマツ集成材 ユニット無し</p>	<p>構造体の概要</p> 	
<p>構成様式</p> 		
<p><u>特徴・施工</u></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部材： 両端を絞り込み加工、ベイマツ集成材径12cm。</li> <li>2. 変断面トラス梁を傾斜させて三角形立体トラス梁を構成している。特定のユニットは無し。</li> </ol>		
<p><u>参考資料</u></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「木の空間」(「新建築」、12月臨時増刊、1992、p.182/183)</li> </ol>		

Example 14-2

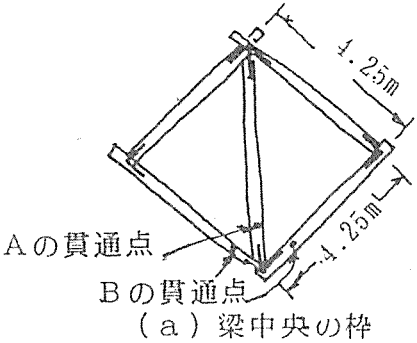
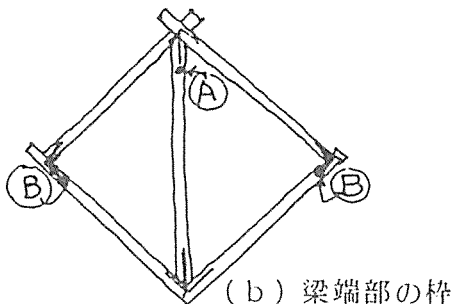
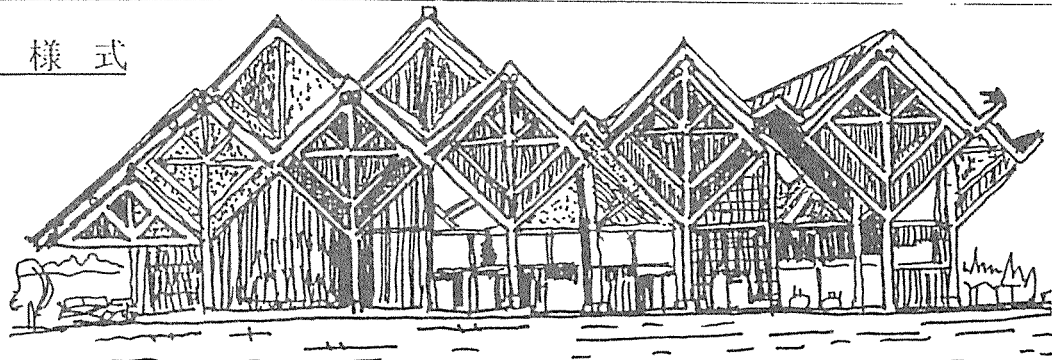
3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
接合部型式	プレート+ひれ形式	部材+金物	プレート内挿式+ドリフトピン (ステンレス中太)
<p>構造上の特徴 (形状・寸法) <span style="float: right;">神慈秀明会黄島道場、(1990)岡山県</span></p>			
<p><u>加工 (部材及び接合金物)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>接合金物B : T型、<math>t=12\text{mm}</math>。</li> <li>金物B + 下弦材 (2-9×18cm) A : バイブ30φ×スクリュ-ねじ。</li> <li>Bのプレート (ひれ) + 部材端プレートC : 22φボルトで剪断接合。</li> <li>部材端プレートC + 部材端D : ドリフトピン (中太) 20φ。</li> </ol>			
<p><u>施工その他</u></p>			
<p><u>参考資料</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>神慈秀明会黄島道場、(1990)岡山県</li> </ol>			

Example 14-3

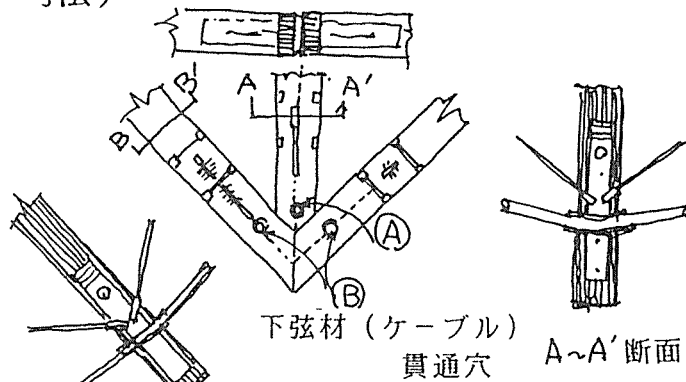


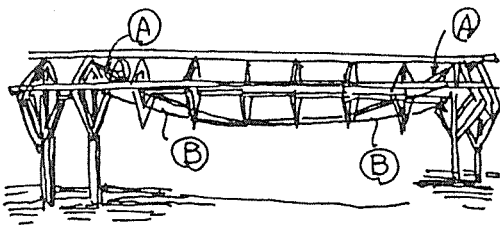
4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	<b>立体格子</b>
集成材立体トラス梁構造	<p>構造体の構成</p> <p>神慈秀明会黄島道場、 (1990)岡山県</p> <p>トラス架構システム</p>			
施工	<p>トラス梁側面図</p>			
加工・構成方法	<p>屋根：木毛板 <math>t=15\text{mm}</math> + 野地板 <math>12\text{mm}</math>、アスファルトルーフィング 瓦棒葺 (ア 0.4)</p>			



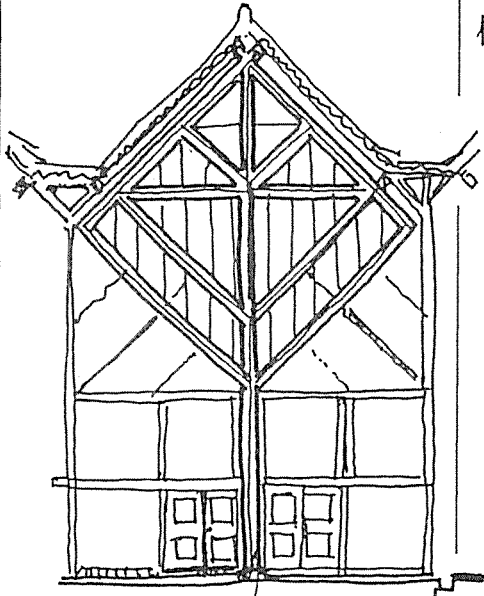
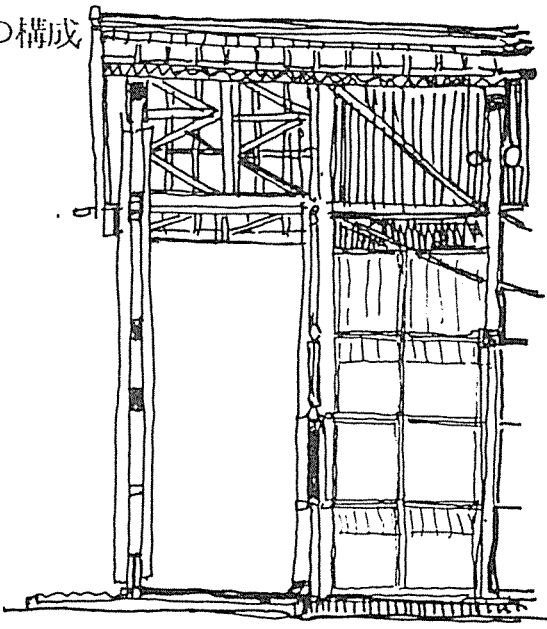
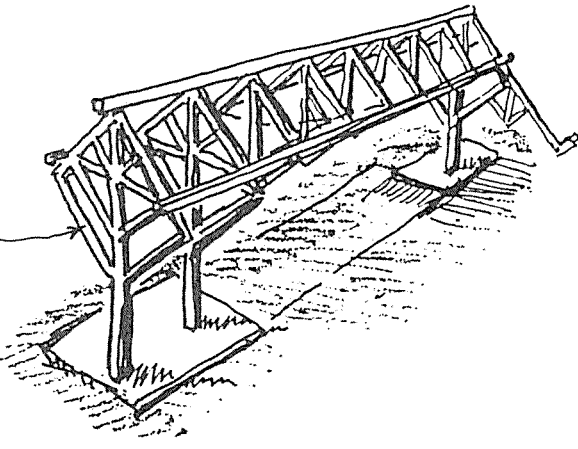
Example 15-1

2. 構成単位からの分類		A. 3次元骨組	B. トラス梁格子
張弦式立体トラス梁構造 (ハイブリッド立体ビーム構法)		メミンゲンのコミュニティホール(1984) (メミンゲン、ドイツ) (Faller+Muschalek)+D.Herrschman.	
ユニットの型(形状・寸法)  <p>Aの貫通点 Bの貫通点 (a) 梁中央の枠</p>		構造体の概要  <p>(b) 梁端部の枠</p>	
構成様式  <p>ファサード(正面)</p>			
参考資料・出典 1. 木造建築の現在「SD」1月、1987、p.42/47			

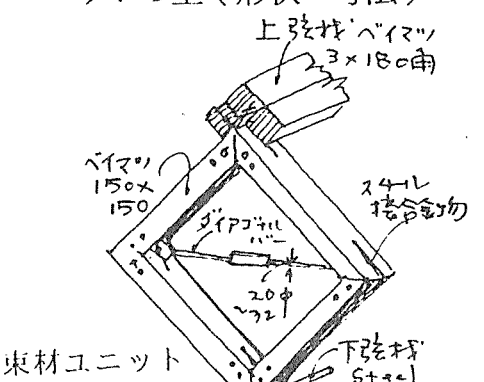
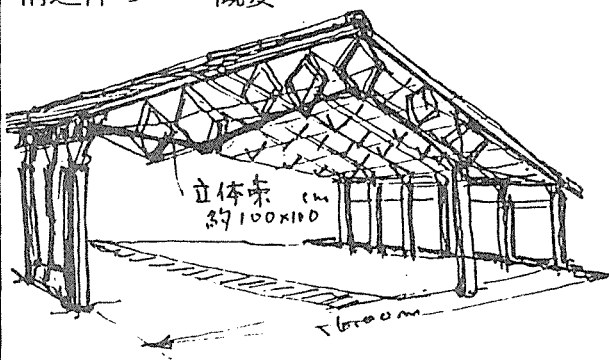
Example 15-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	接合部型式	鉄板挿入式 中ボルト締め	部材+金物
<p>構造上の特徴(形状・寸法)</p>  <p style="text-align: right;">立体束 接合部詳細</p>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1.  のユニットは4.25×4.25m。</li> <li>2. 標準ユニット間隔は4.25m@ 立体梁の最大スパンは34m (4.25m×8)</li> <li>3.  の枠を立体束として、上弦材は角材、下弦材はケーブル3本で構成している。</li> </ol>		 <p style="text-align: center;">Box梁構造概念図.</p>	
<p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. メミンゲンのコミュニティホール(1984)、ドイツ。</li> </ol>			

Example 15-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層 <b>B. 複層</b> C. A, B + 吊り		
	構成単位	単材2枚合わせ	平面格子	立体格子
 <p style="text-align: center;">主フレーム</p>		<p>構造体の構成</p> 		
<p>施工</p> 				
<p>参考資料・出典</p> <p>1. メミンゲンのコミュニティホール(1984)、ドイツ。</p>				

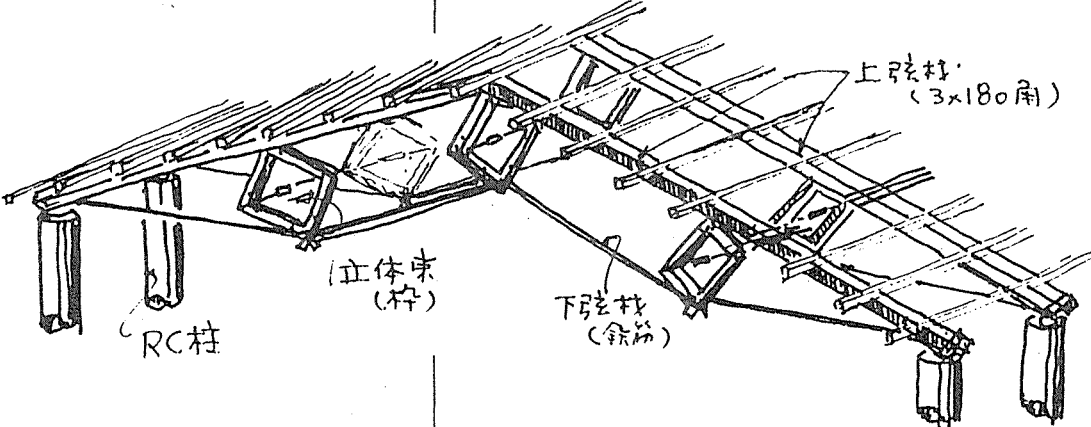
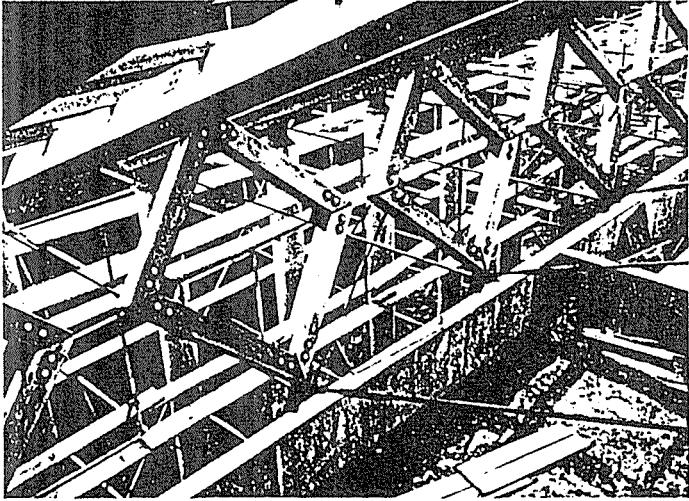
Example 16-1

<p>2. 構成単位からの分類</p>	<p>A. 3次元骨組 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">B.</span> トラス梁格子</p>
<p>HTS (複合張弦構造)</p>	<p>陶芸家のアトリエ(1992)広島県、三和町 アトリエ84+J.I.S&amp;Parters</p>
<p>ユニットの型(形状・寸法)</p>  <p>東材ユニット</p>	<p>構造体の概要</p> 
<p><u>構成様式</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>立体張弦梁: 上弦材 (18cm角ベイマツ角材3本合わせ) 下弦材 (1-32φ鉄棒) <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">B</span></li> <li>立体束材: 約100×100cm木枠を15cm角のベイマツ材で組み立てている。対角線方向に32φの鉄棒を引張材として入れる。</li> </ol> <p><u>特徴・施工</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>角型枠をリブ材として立体フィーレンデル梁</li> <li>枠のサイズ(約100×100cm)を一定にして、上弦材(木材)の本数及び下弦材(鉄棒)の断面寸法を変更することによって、梁スパンの増大に対応できる。</li> </ol> <p><u>参考資料</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>木構造の架構とデザイン「建築技術」DEC.1992,p,116/119.</li> </ol>	

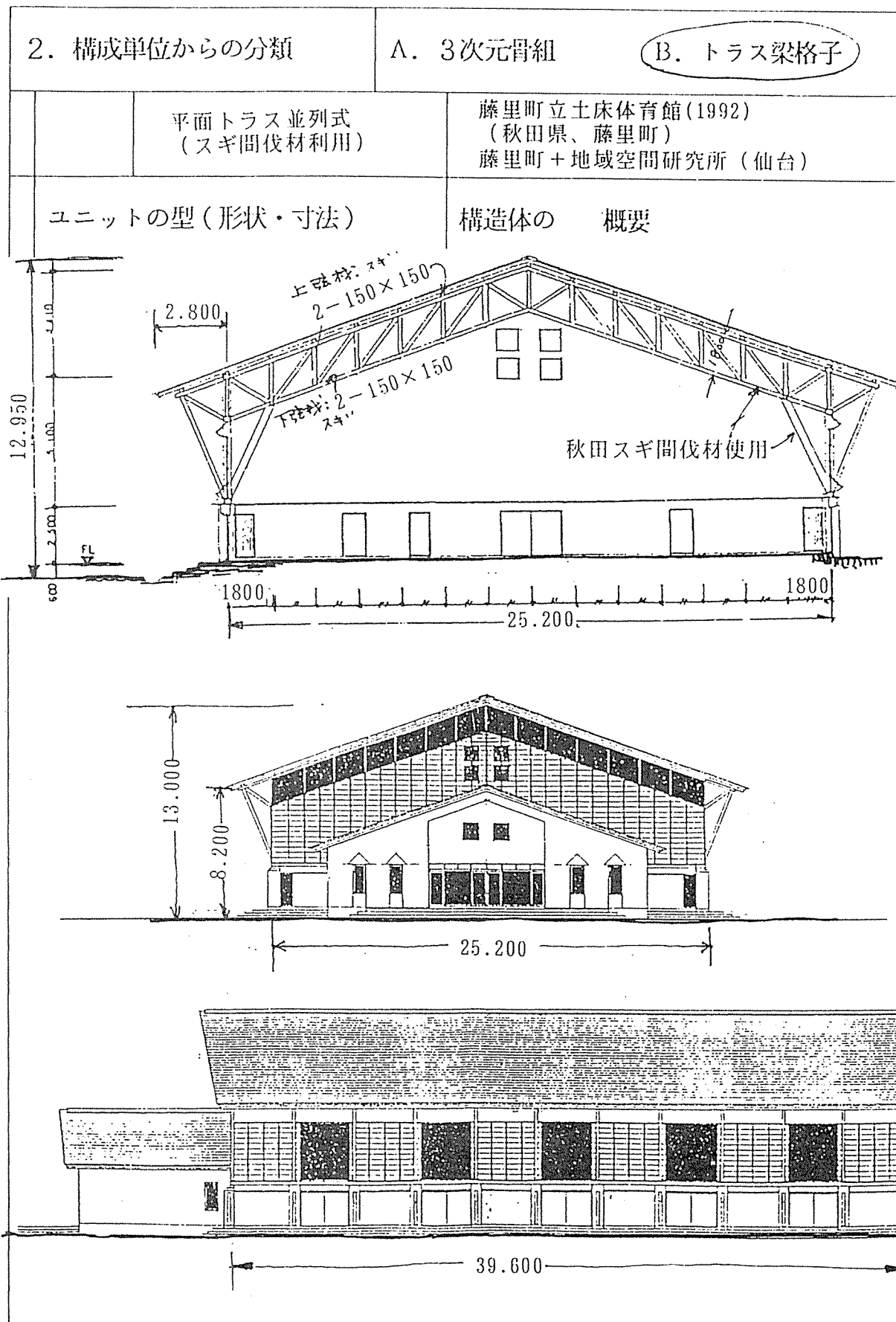
Example 16-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合		
	接合部型式	挿入式鋳鋼プレート ボルト締め	部材+金物	鋳鋼板挿入+ボルト2本
<p>構造上の特徴(形状・寸法)</p> <p>T : 引張力 C : 圧縮力</p>				
<p>施工その他</p> <p>建築面積 : 422m<sup>2</sup></p> <p>最高高さ : 5.4m</p> <p>スパン : 16.0m</p> <p>参考資料</p> <p>1. 陶芸家のアトリエ(1992)広島県、三和町</p>				

Example 16-3

4. 構造システムからの分類		A. 単層	<b>B. 複層</b>	C. A, B + 吊り
	構成単位	単材2枚合わせ	<b>平面格子</b>	立体格子
		<p><u>構造体の構成</u></p> <p>陶芸家のアトリエ(1992)広島県、三和町</p> 		
<u>加工・構成方法</u>		 <p>ハイブリッド立体張弦梁の詳細</p>		
<u>参考資料</u>		<p>1. 陶芸家のアトリエ(1992)広島県、三和町</p>		

Example 17-1

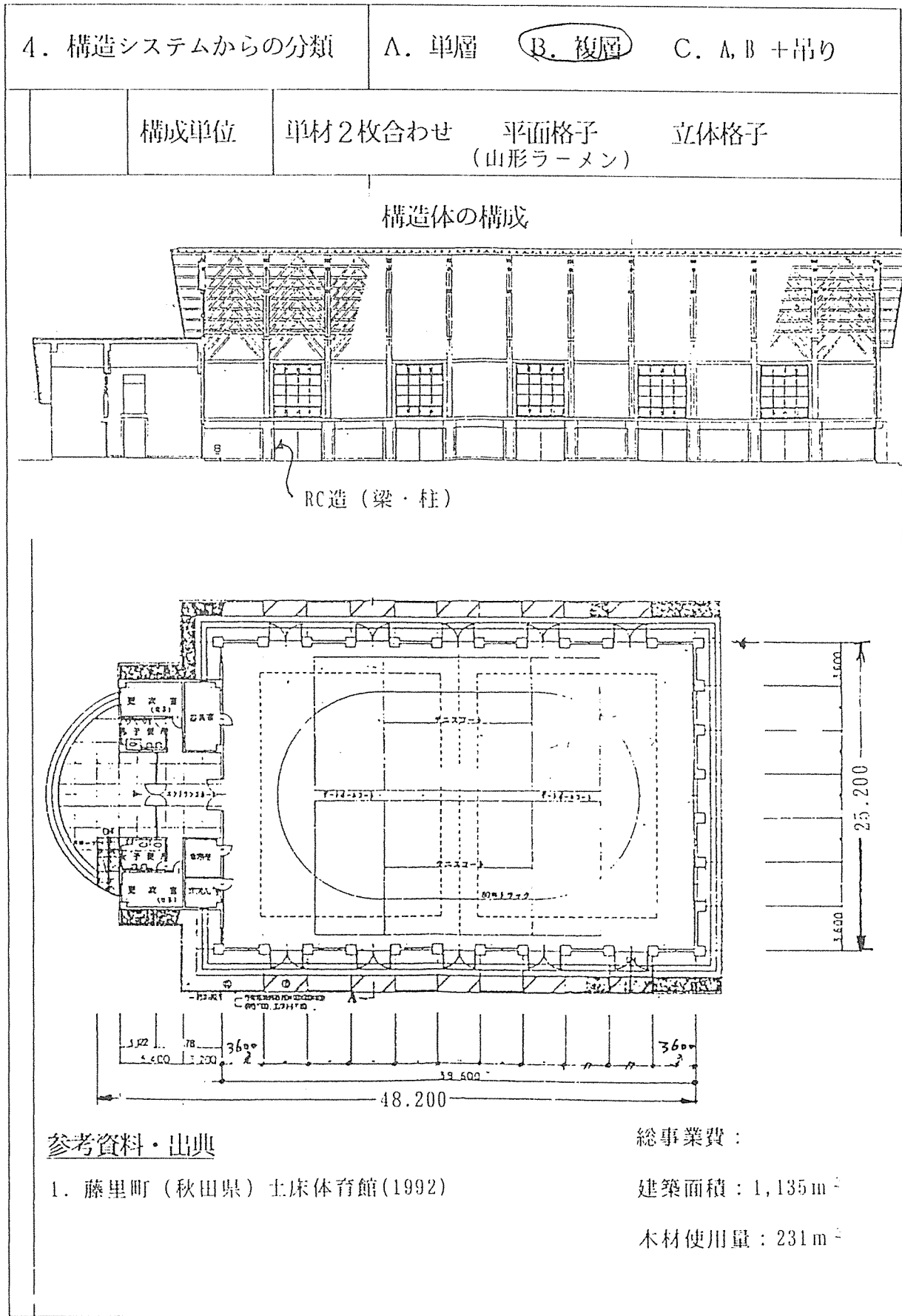


Example 17-2

3. 接合システムからの分類		A. 継手 B. 交差接合 C. 3次元立体接合	
	接合部型式		部材+金物
<p>構造上の特徴(形状・寸法)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平行弦トラス梁(せい180cm、上、下弦材とも150×150角杉材ダブル)を組み合わせた山形ラーメン平面架構の並列式。</li> <li>2. 桁行き方向(トラス間隔360cm)の<sup>4</sup>梁ぎ材を斜め方向に配置して、立体トラス版効果を出す。</li> <li>3. 接合法は在来工法を採用。</li> </ol>			
<p>参考資料・出典</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 藤里町(秋田県)土床体育館(1992)</li> </ol>			

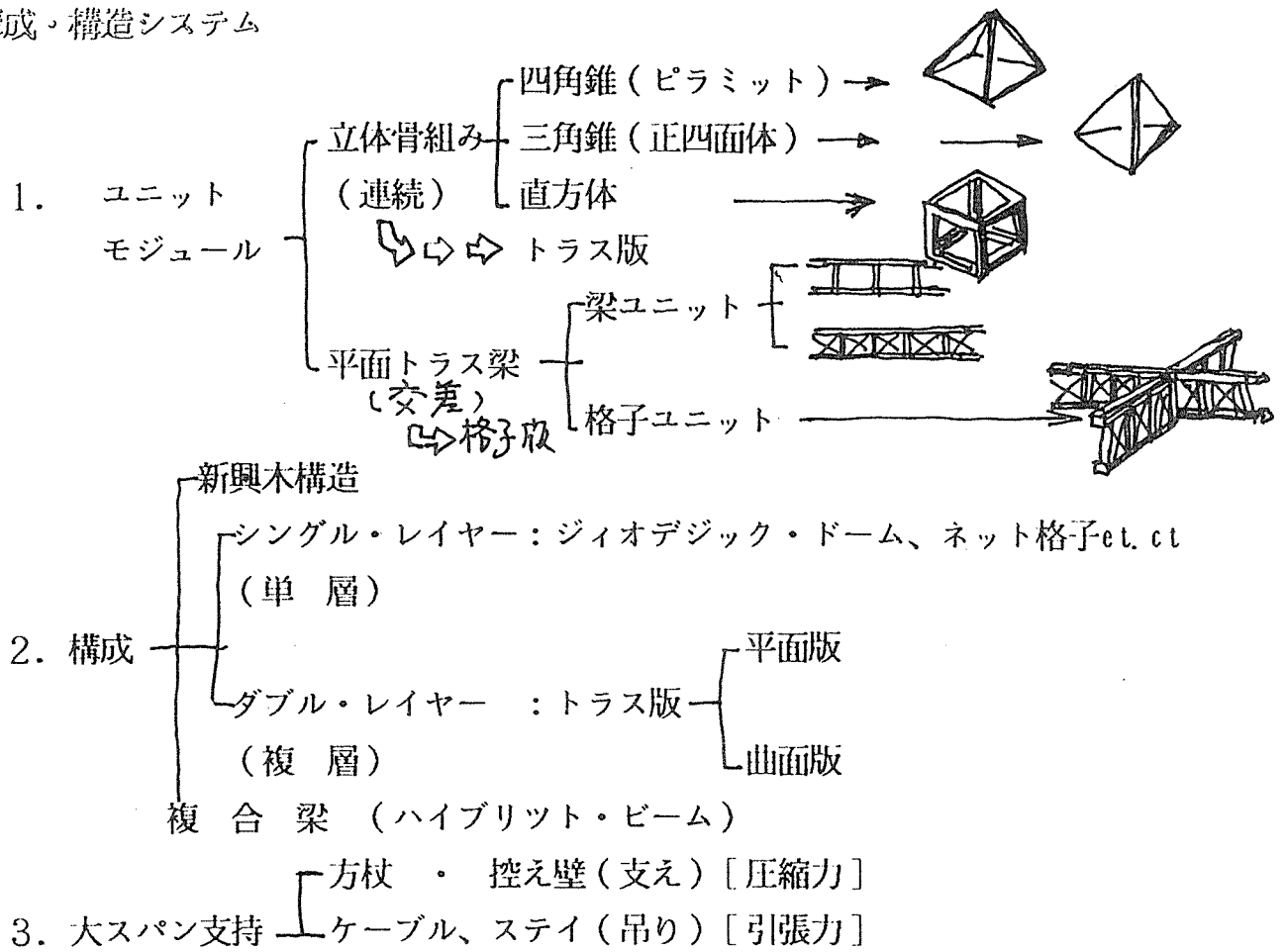


Example 17-3

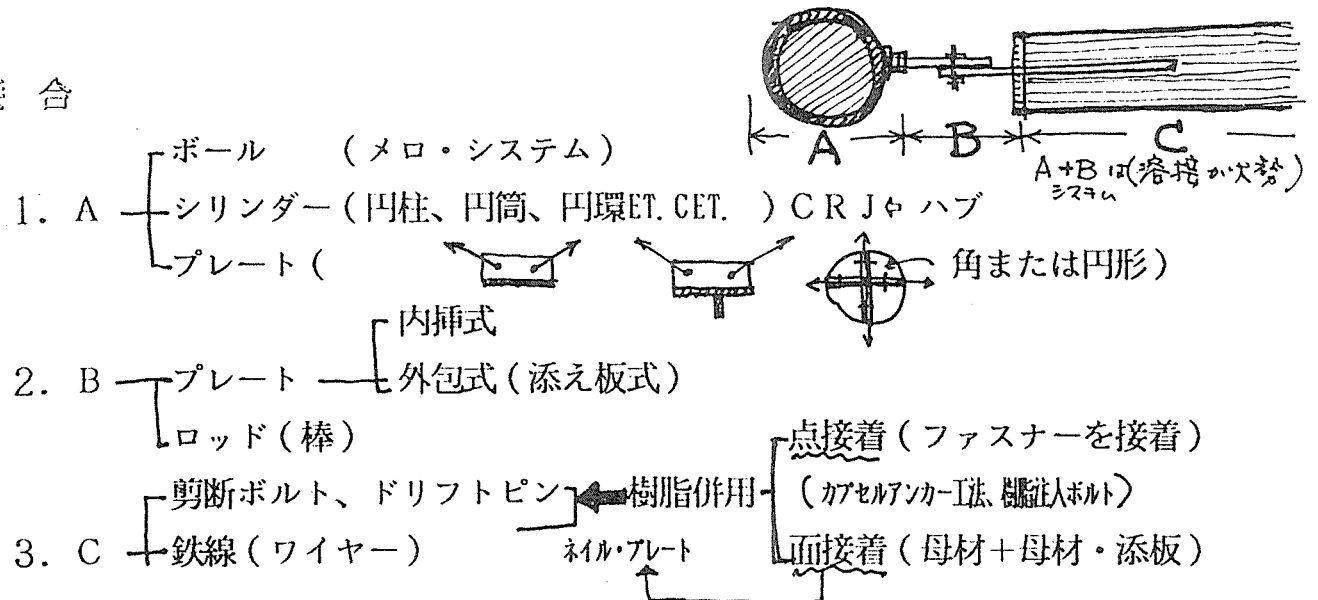


# A-2 構造・接合システムの系統図

## 構成・構造システム



## 接合



## 総合

- ①木造立体トラス構造のスペースストラクチャ系譜における位置
- ②空間構成の方法からのアプローチ

A-3 部材仕様表

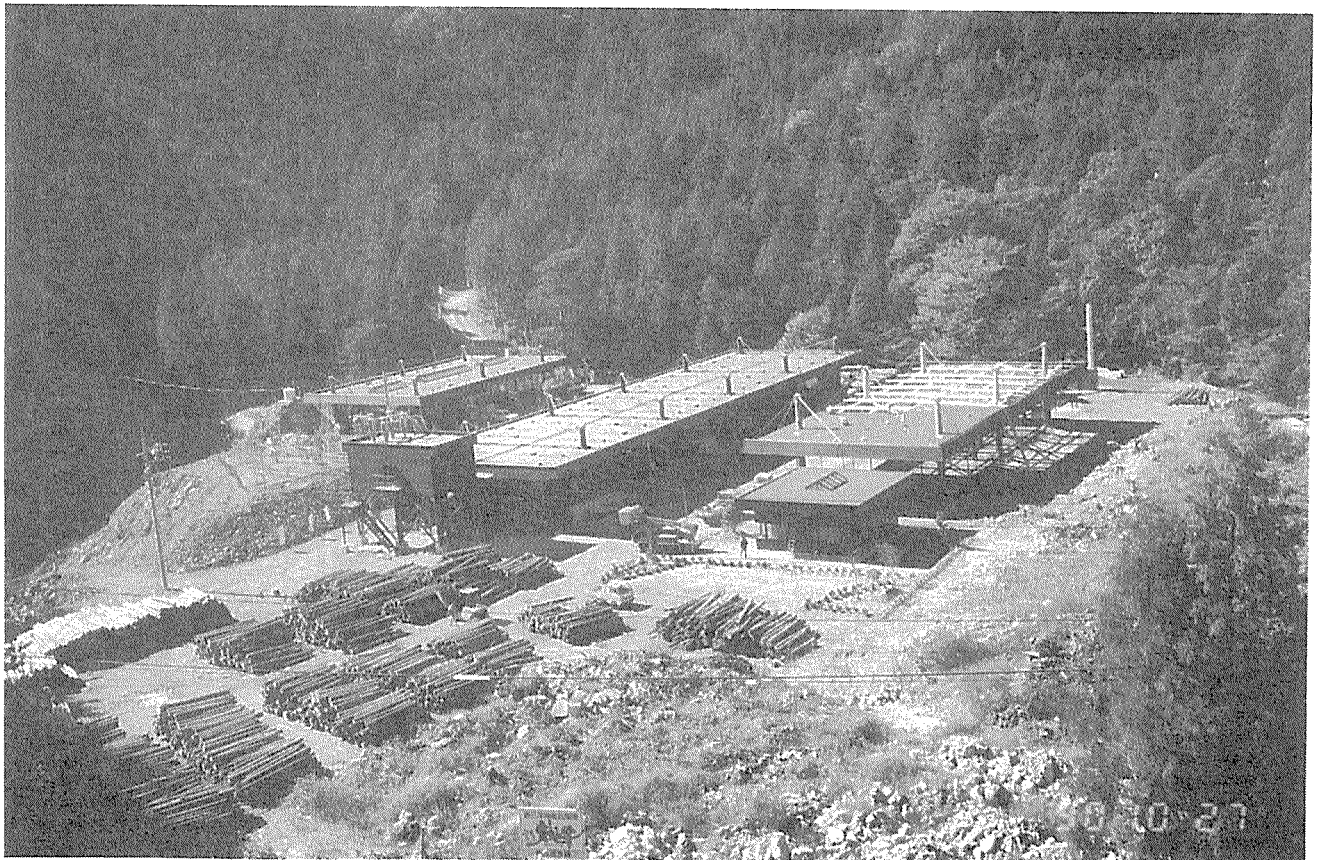
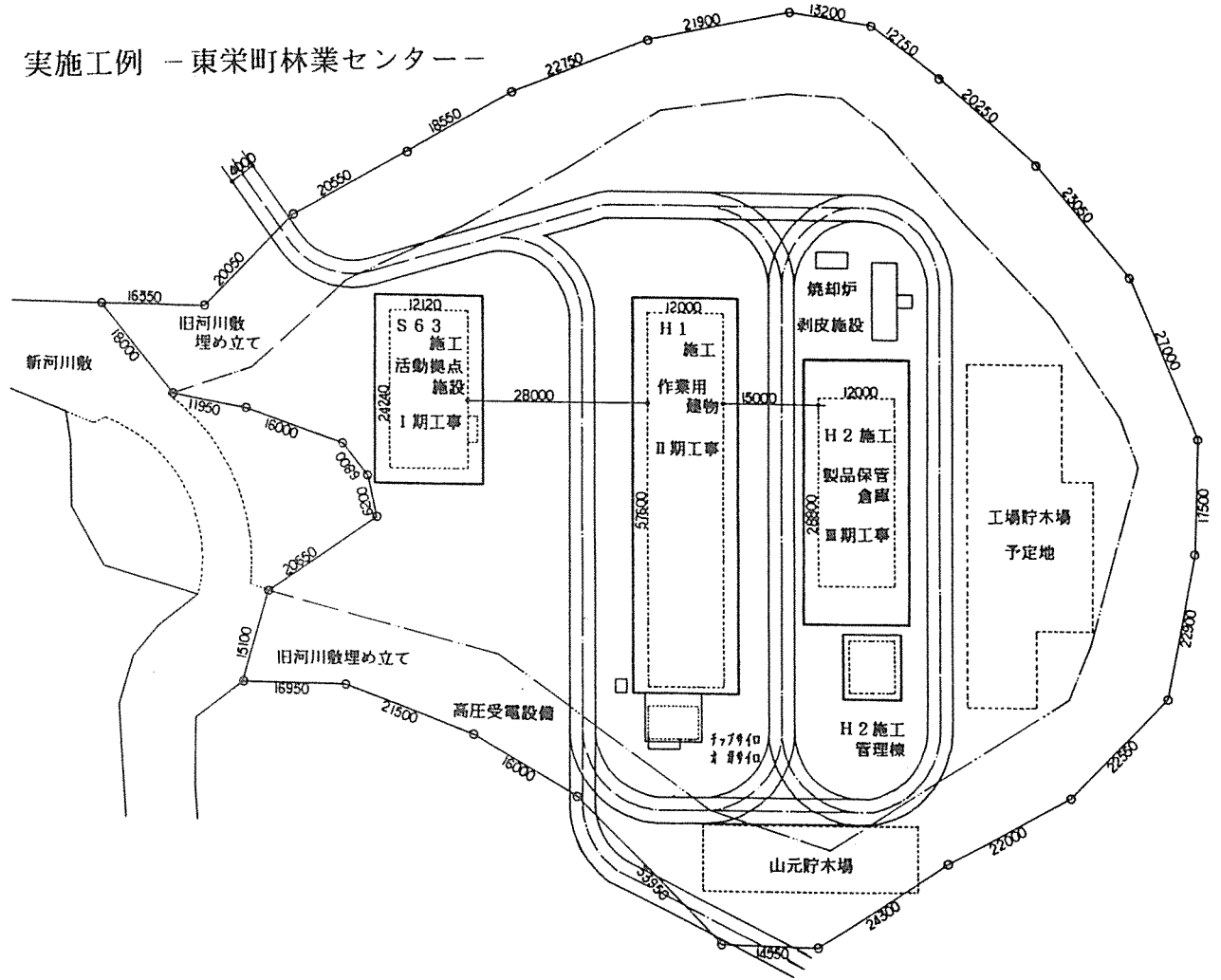
形式	構造物の名称	大きさ(m)	梁せい・部材寸法	構造形式	建築	備考
ラチスシェル	クコモドーム (米国)	径:160 (柱-柱スパン) 高:46 (木造高さ)	梁せい:220×750(mm) (集成材)	三角形クワット: 12~14(m)	1985	
	安代ドーム 安代町立田山体育館 (岩手)	径:36.6 高:8.0	梁せい:130×610(mm) (集成材)	12面体シンク・ルレイト-	1986	
	アジア太平洋博 竹のドーム (福岡)	径:10 高:56	内径:7(cm) 肉厚:5(mm)以上 (竹材)	竹造シンク・ルレイト- 三角形クワット:2.5(m)	1989	部材:竹
	ディオデシクク ドーム (ミューンヘン)	径:7	梁せい:75×60(mm)×2本 (角材)	20面体7-ラート-ム 三角形クワット:1.5(m)	1972	
	瀬戸大橋博 覧センター (坂出)	径:24.5 (半円) 高:11.2	梁せい:130×650(mm) (集成材)	三角形平面トラス 三角形クワット:4.5(m)	1988	半円開口形
	小国町立西里小学校 多目的ホール (熊本)	径:14 高:12.4	梁せい:150×150(mm) 150×240(mm) (スギ小国町産)	60面体シンク・ルレイト-ム 三角形クワット:6(m)	1991	
	ハイブリッド ハイバードーム E (川崎)	角:27×27 高:16(最高)	シェル材:60×50(mm) ベイマツ	TLD構造 クワット:辺長:9.0(m)	1990	テフロン膜 テフロン構造
	出雲ドーム (島根)	径:144 高:48.9 (頂部梁芯)	7-チ:273×914(mm)×2枚 (集成材)	張弦ケーブ 7-チ本数:36本	1992	蛇の目傘 テント膜
	瓜連小学校体育館 (茨城)	角:30×30 高:13	柱:220×600×1400(mm) 梁:220×300×1400(mm) (集成材)	柱-梁 7-チ本数:8本	1992	
	岩瀬スボーツ公園 (富山)	径:52 高:31(最高)	梁せい:220×1100(mm) (集成材)	柱-梁 7-チ本数:16本	1992	16角錐 テント膜
陶芸の里 (宮城)	径:14 高:12.6(最高)	方杖:90×135(mm)×7本 (米松)	柱-梁 7-チ本数:12本	1990	12角錐	
放射形式						

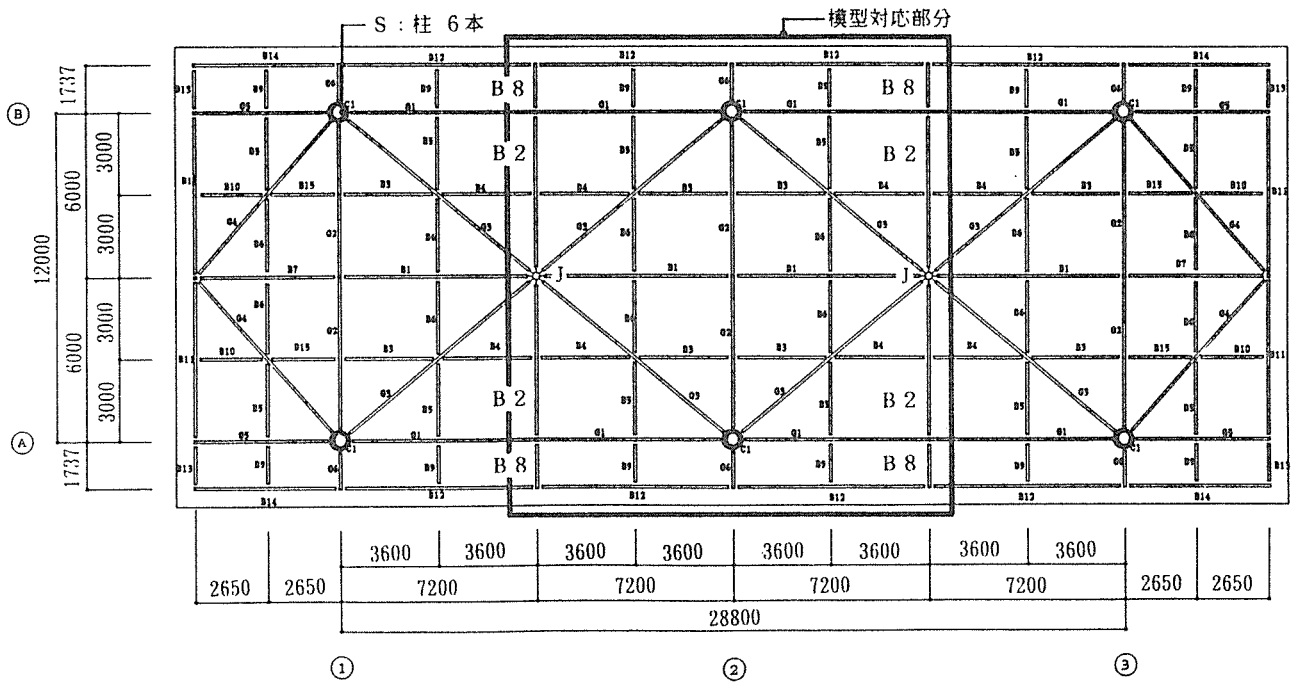
格子シエル	奈良シルクロード博 登大路会場 (奈良)	最大スパン:32 高:16	シエル材:40×70(mm)×2枚 (杉)	格子 ケリット'辺長:0.5(m)	1988	まゆ形
	ミユンペン オリンピック公園 (ミユンペン)	スパン:100 高:19	ケリット':75×75(mm)	張弦ケーブル	1983	メイン フレーム
	海と島の博覧会 (広島)	径:40m 高:18.5	シエル材:100×100(mm)×2枚 格子		1989	メイン フレーム
三次元トラス	ロケットテラダム集会場 (オランダ)	角:16.2×10.8 高:5.8	丸太:φ120~φ130 (松)	三次元トラス 四角錐辺長:2.7(m)	1988	ワイヤー 締め付け 接合
	小国町民体育館 (熊本)	角:46.0×54.6 高:15.7	角材:90×90(mm) 170×170(mm) (杉)	三次元トラス 四角錐辺長:2.1(m)	1988	ボール ジョイント
	龍神村体育館	角:26×30 高:18	角材:210×270(mm) 杉・集成材	三次元トラス 四角錐辺長:2.5(m)	1987	ボール ジョイント
トラス梁	東栄町 林業センター	角:15.4×39.4 高:8.3(m)	角材:100×150(mm) 90×90(mm) (杉) 梁せい:80~100(cm)	トラス梁 スパン:3.0(m)、3.6(m)	1991	張弦構造
	メニンゲン コミュニティホール (西独)	建築面積: 2000㎡ 最大スパン:34(m)	角材	トラス梁 スパン:4.25(m)	1984	下弦材 三本ケーブル
	陶芸家のアトリエ (広島県)	建築面積: 422㎡ スパン:16(m) 高:5.4 (最高)	上弦材:180(mm)角×3本 立体枠:150×150(mm) (米松)	トラス梁 枠サイズ:1(m)	1992	立体ワイレン フレーム梁
トラス梁	藤里町体育館 (秋田県)	角:25.2×39.6 高:10	上弦材:150×150(mm)×2 下弦材: // (杉間伐材) 梁せい:180cm	トラス梁 スパン:3.6(m)	1992	山形ラメン
	神慈秀明館 (岡山県)	角:12×48 高:10 (最高)	上弦材:120×160(mm) (集成材) 下弦材:90×180(mm)×2 (集成材) 斜材:φ120、φ160 (集成材)	トラス梁 下部スパン:11.6(m) 上部スパン:6.8(m)	1991	

A-4 建物の設計計画及び構造設計例

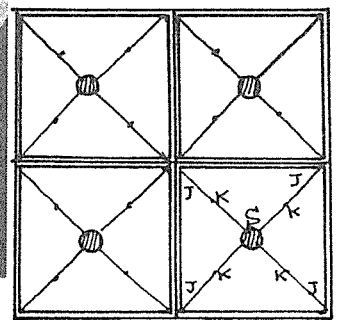
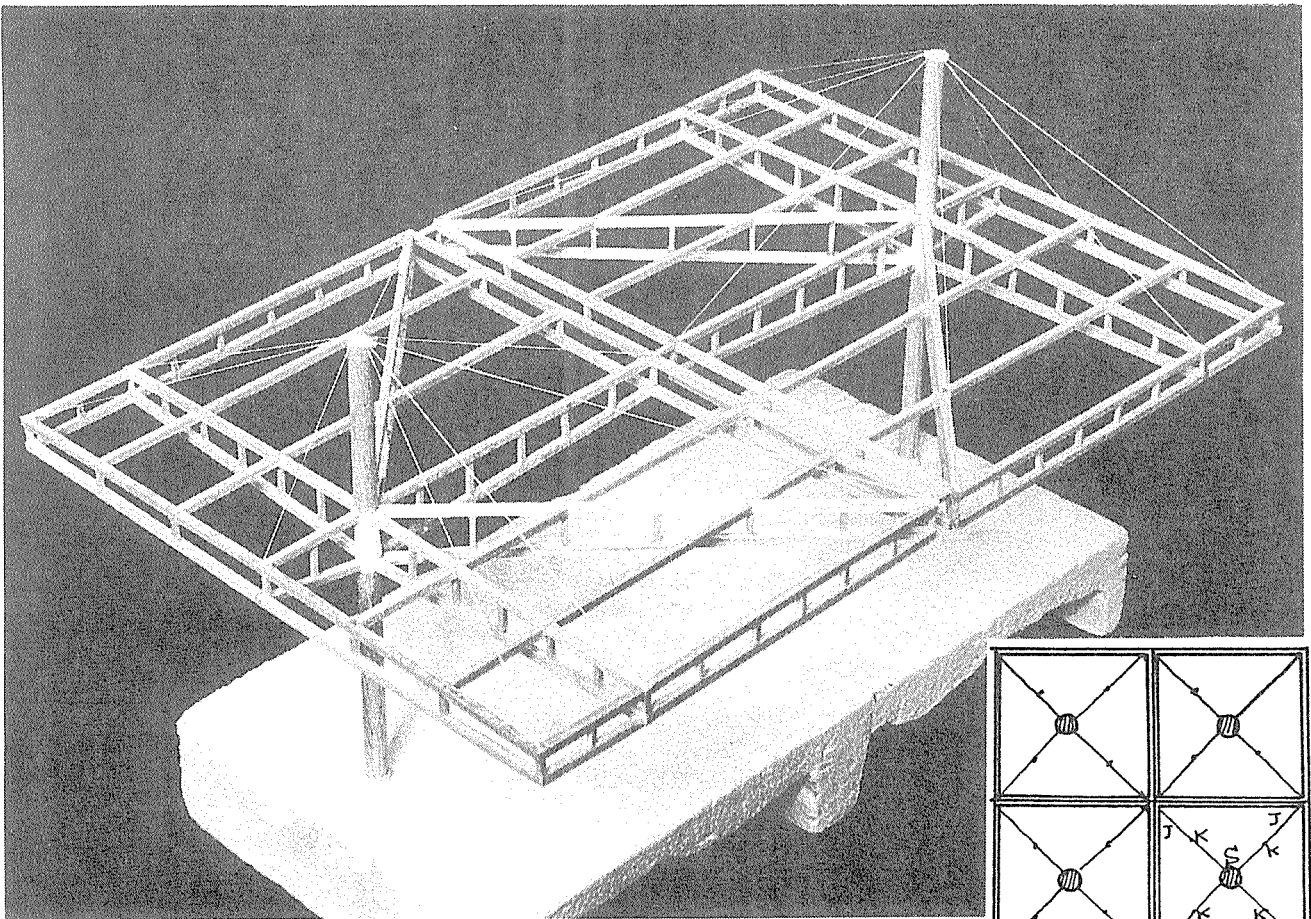


1) 実施工例 - 東栄町林業センター -

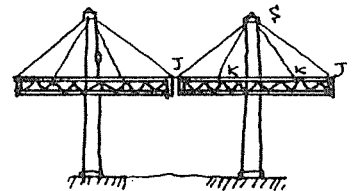




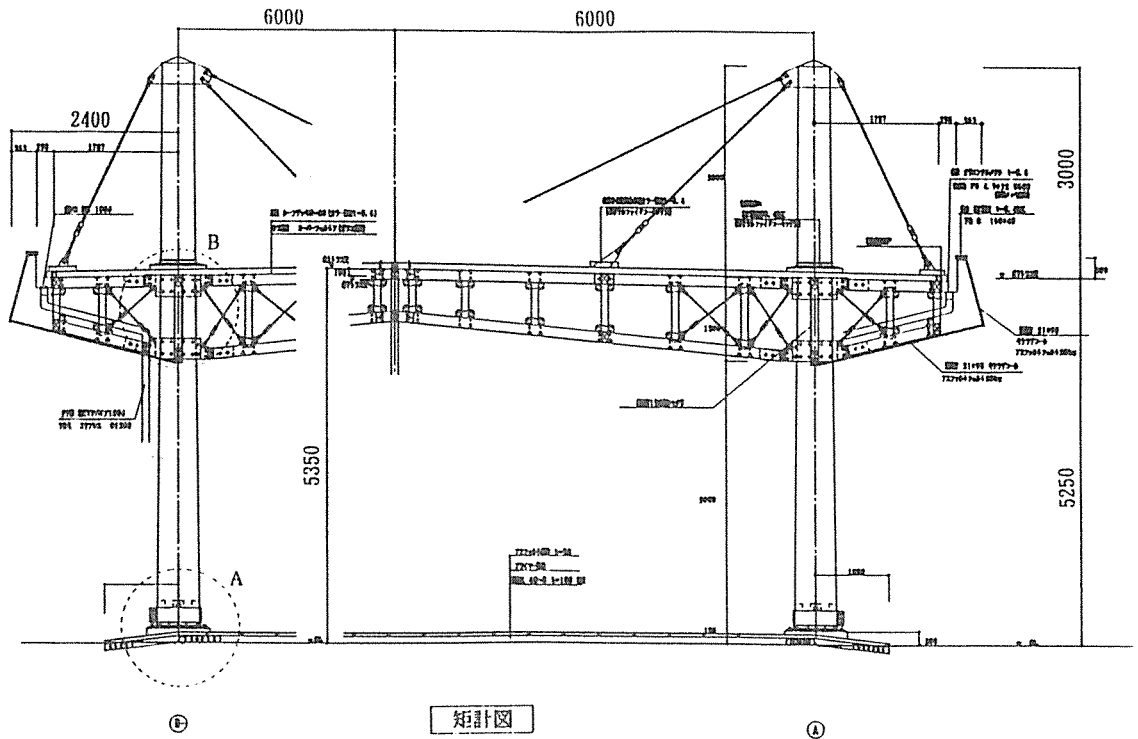
小屋伏図



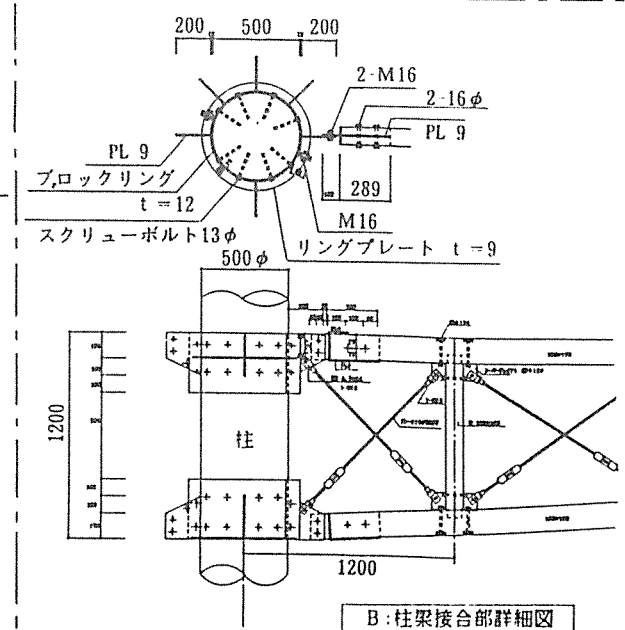
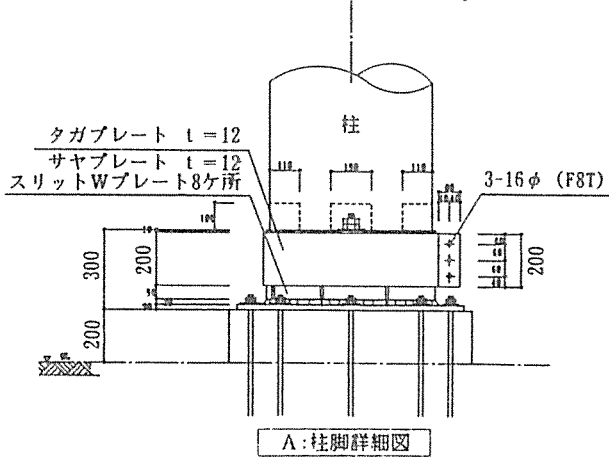
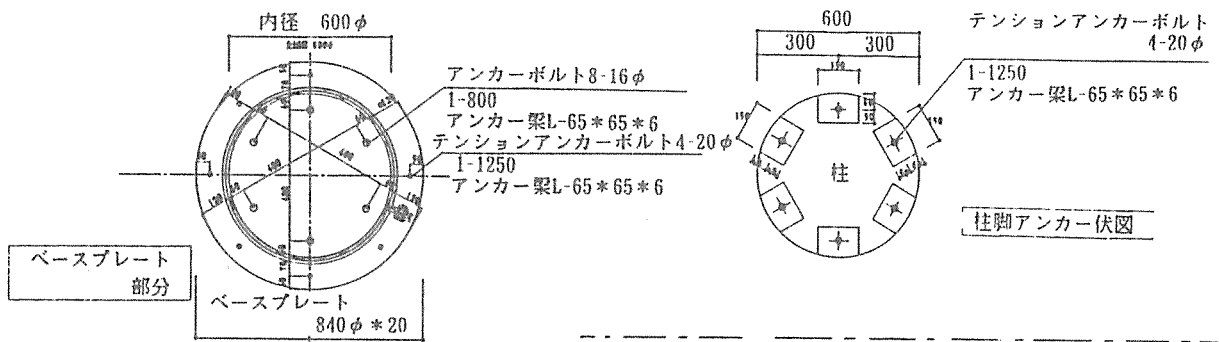
概念図  
 S - 柱 頭  
 K - 中間吊上点  
 J - ジョイント

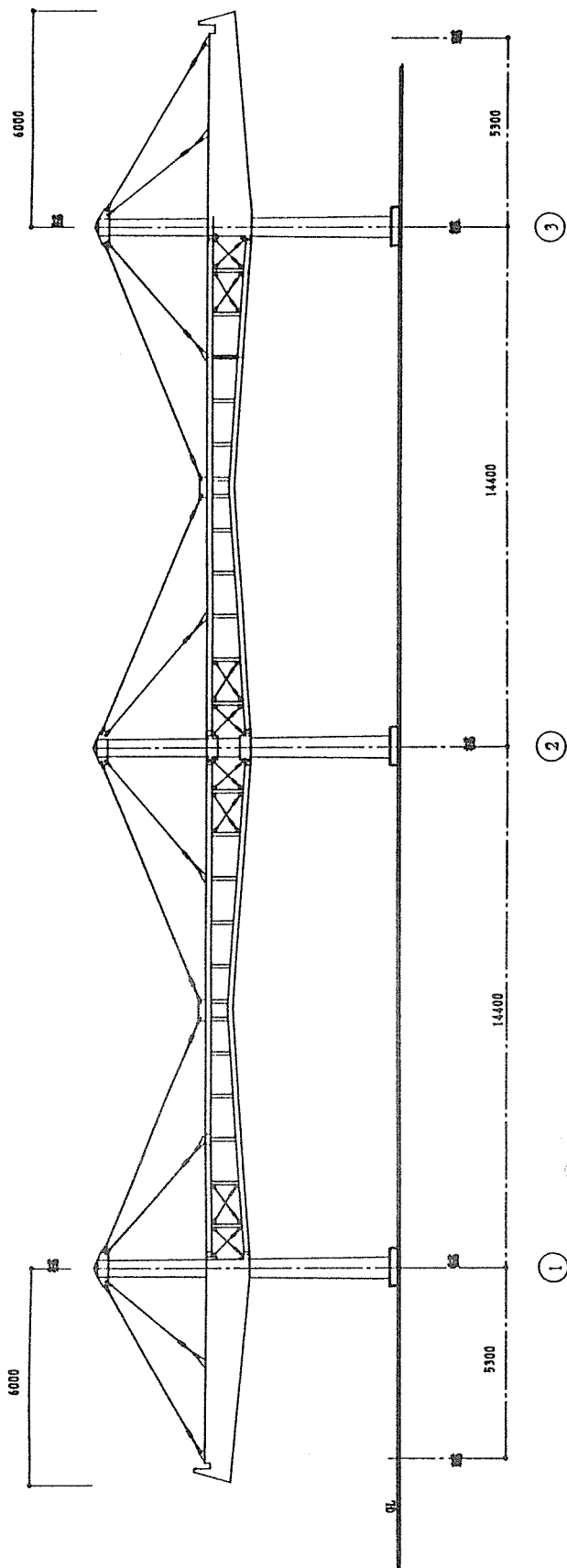




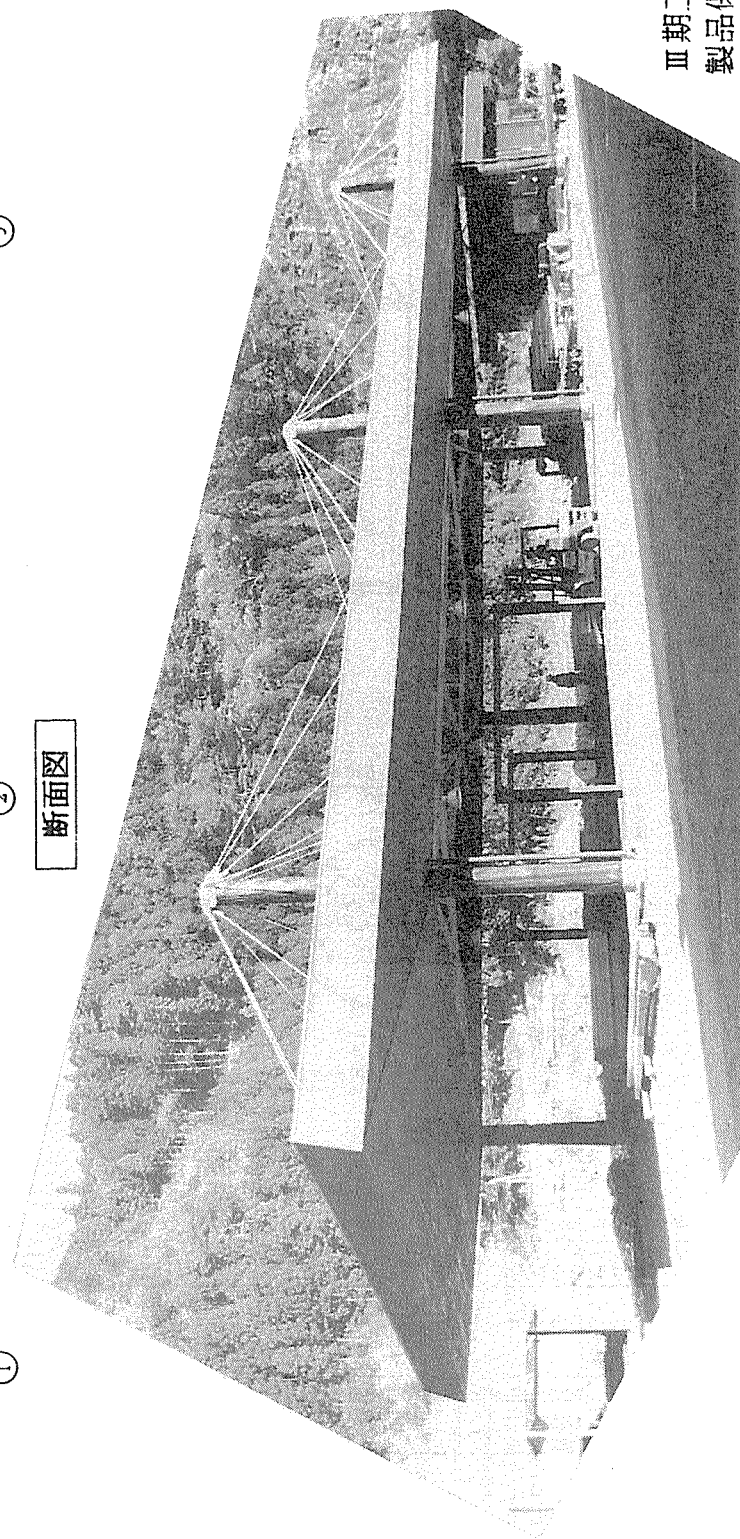


矩計図

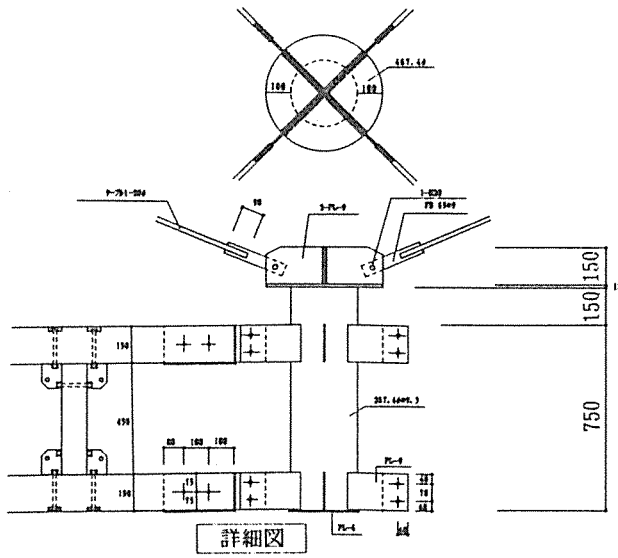




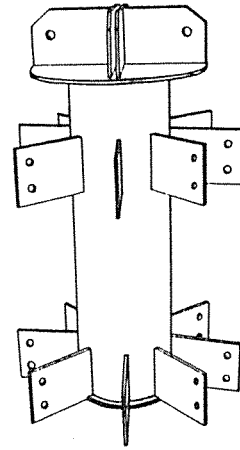
断面図



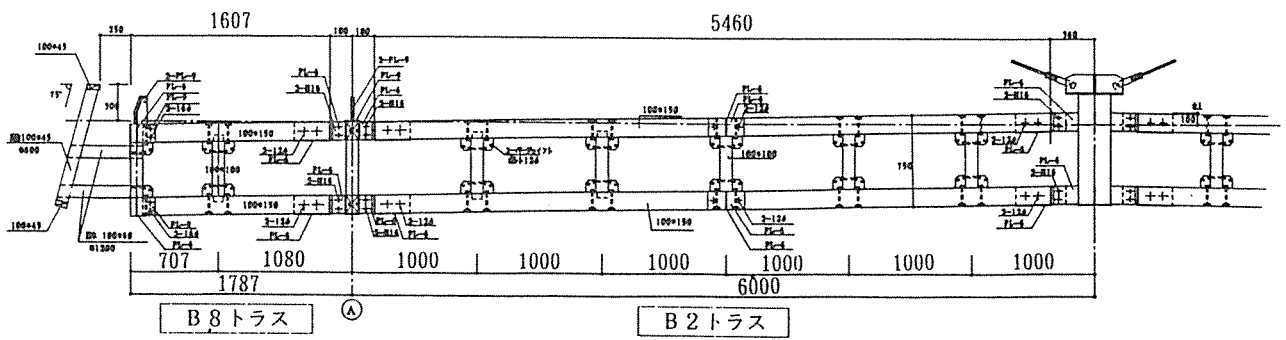
Ⅲ期工事  
製品保管倉庫



詳細図

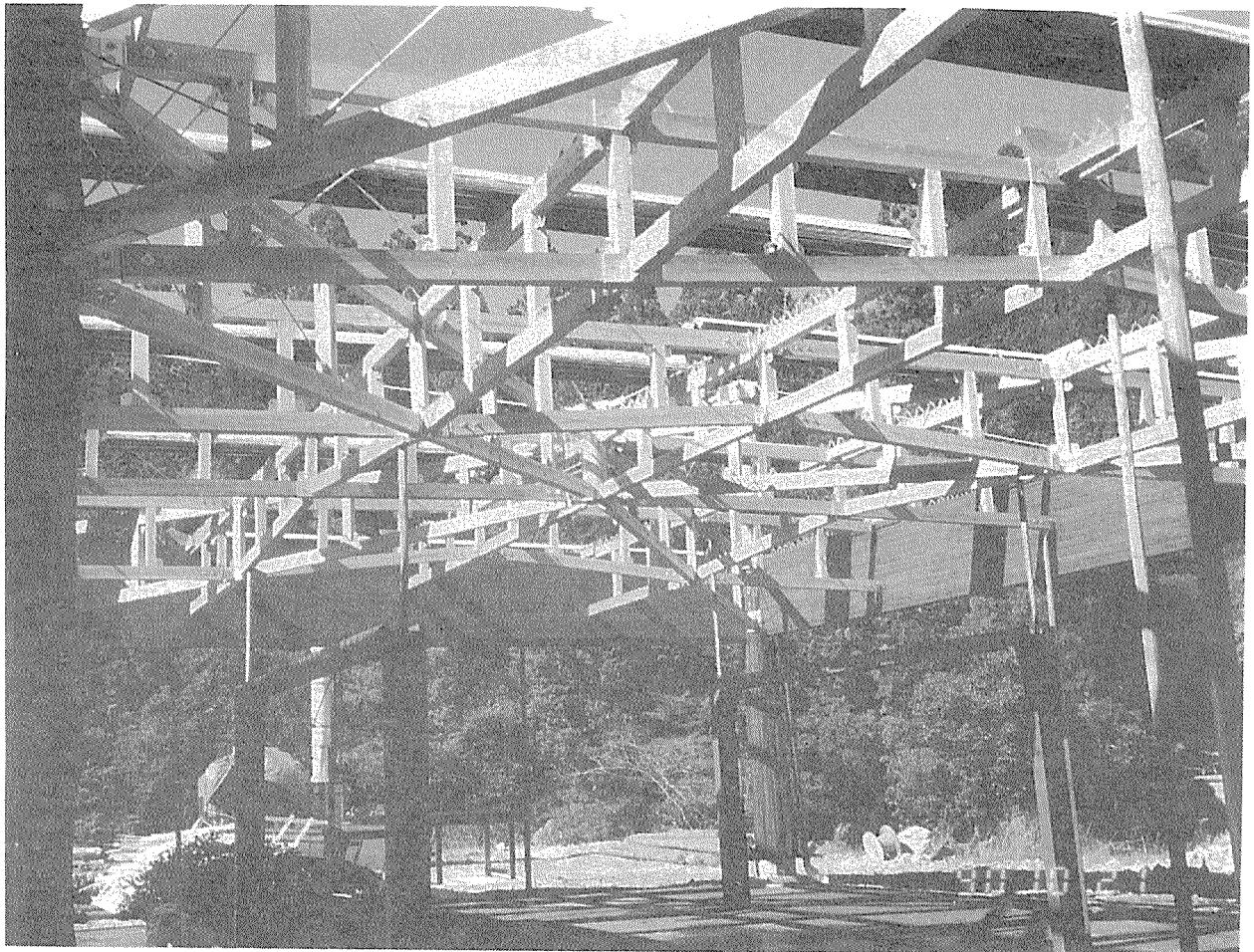


J部分金物ベース



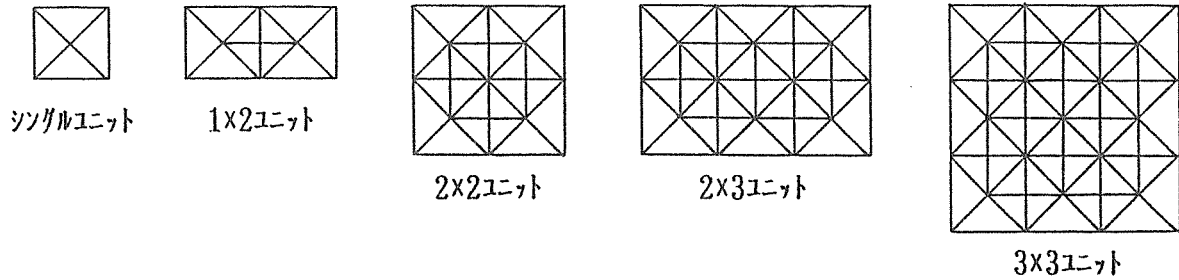
B8トラス

B2トラス



## 2) 集会場、公民館設計例

1辺の長さが1820~2000程度のピラミッド型の立体トラスシングルユニットを基本に工場組立又は現場でユニットに組立てる。(例えば1×2ユニット 2×2、2×3、3×3、3×4、等) タテとヨコの掛算の数のユニットをプランに合わせて組み、レッカーにより吊って施工を行う。

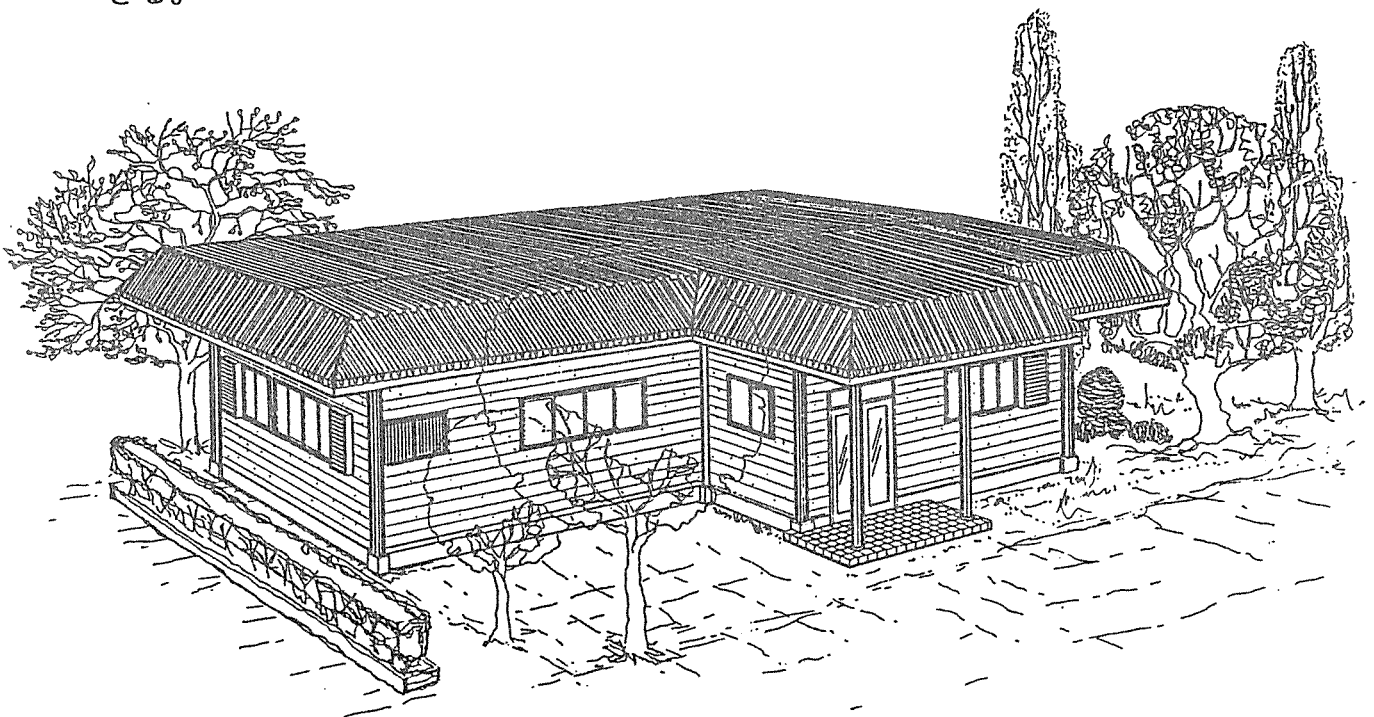


構造解析上、1820×1820のシングルユニットを5×5ユニットまでスパンを飛ばす事ができる。

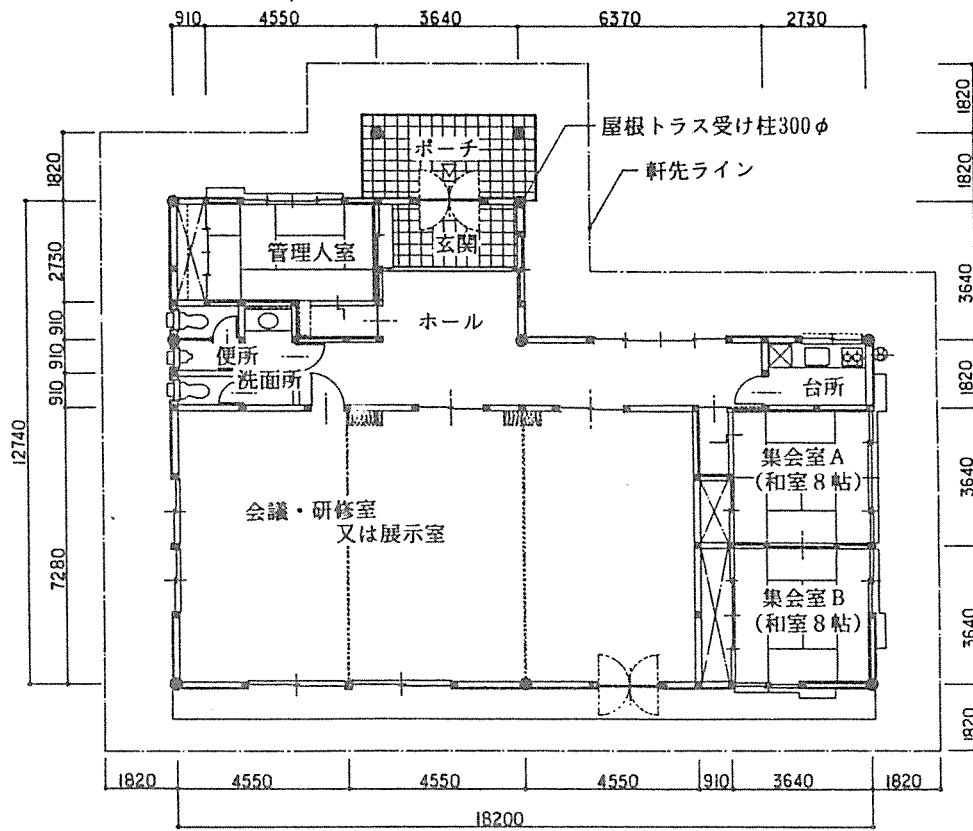
立体トラスの接合部は 頁でも説明したが、リングジョイントを採用している。小径木材を立体トラスの部材として利用する為の接合部として、現在よく使われるボールジョイントは強度的にも重量的にも過剰品質となっている。

今回採用したリングジョイントは木材どうしの接合に合うよう考案されたもので重量も軽く木材に対して十分な強度を持っている接合金物である。

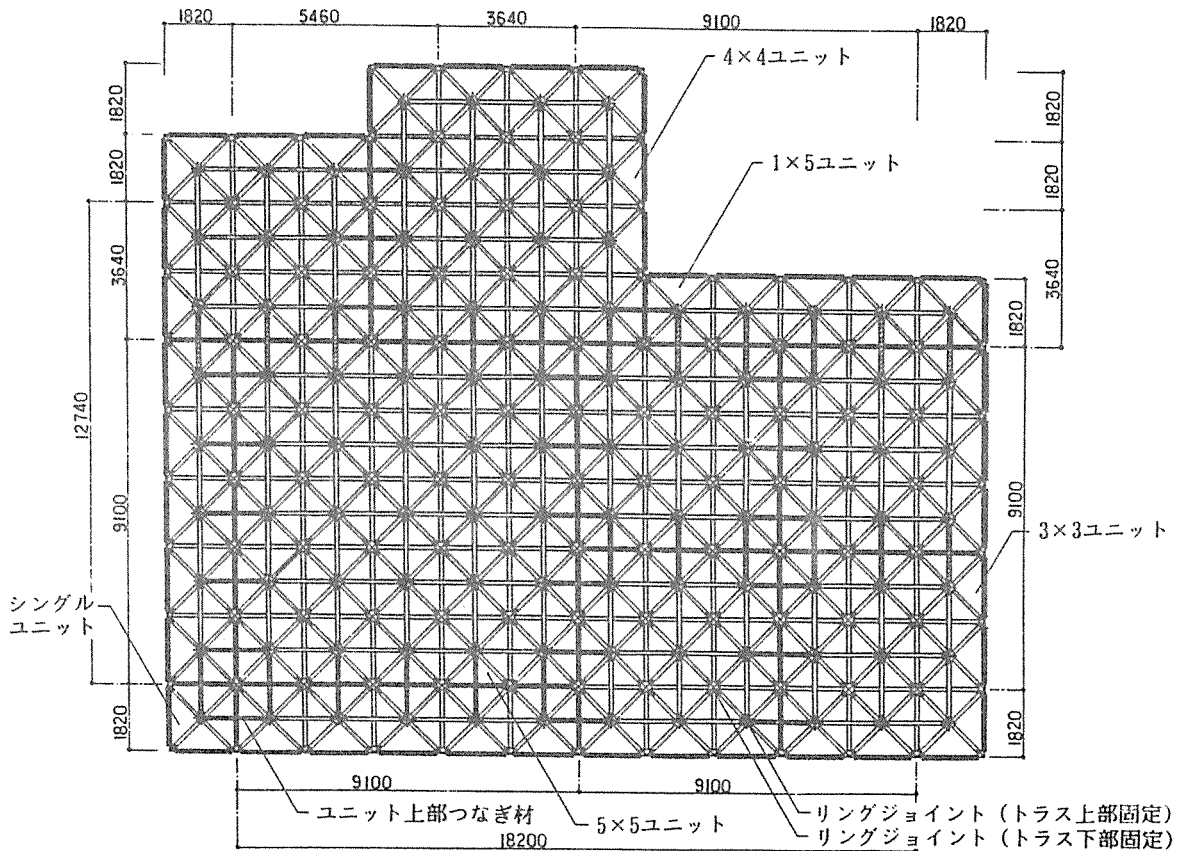
この構法は100~300㎡程度の屋根部分に適しており、自由度の高い空間を造る事ができる。



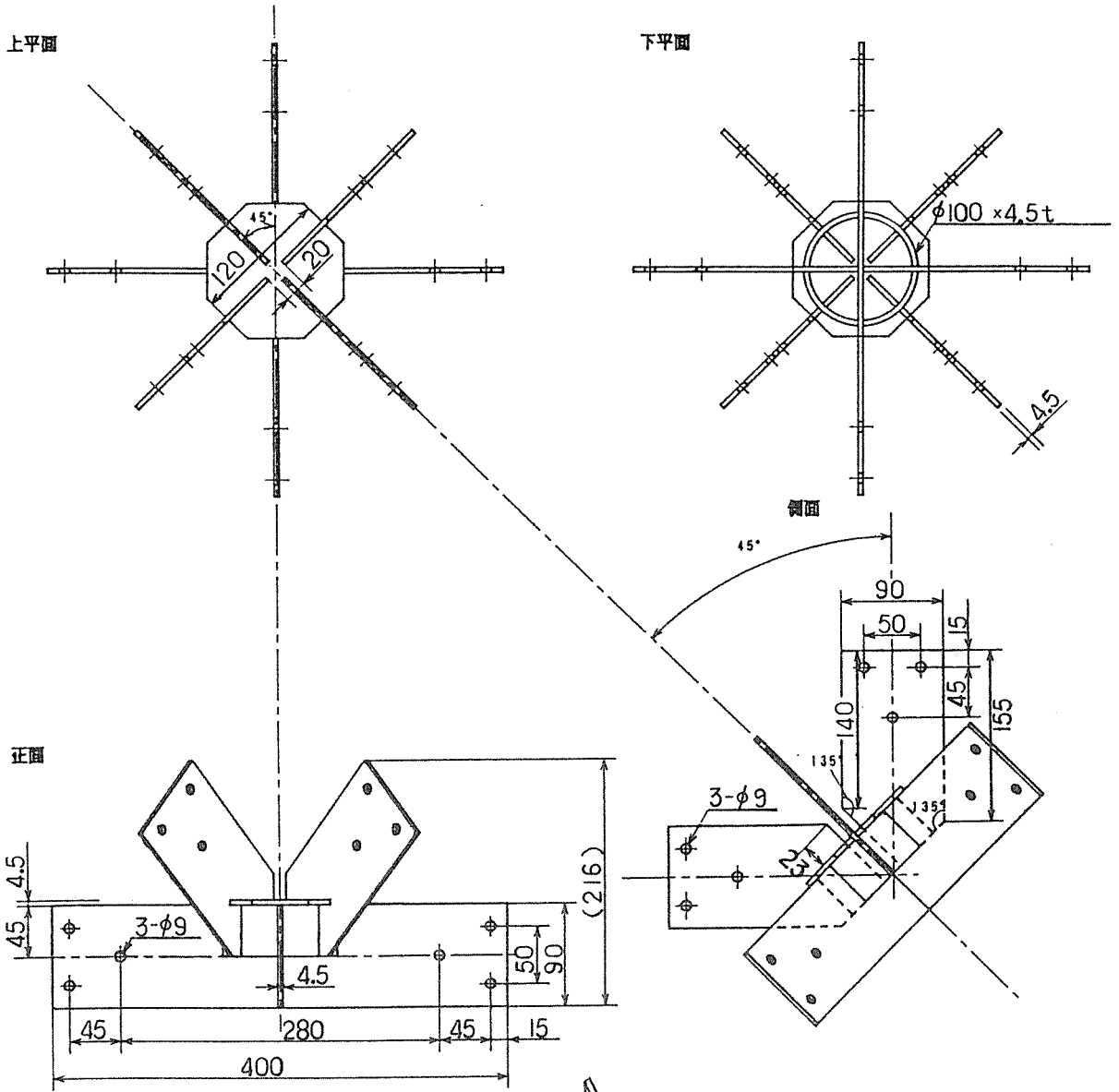
設計例



建築面積	261.78㎡
床面積	198.74㎡



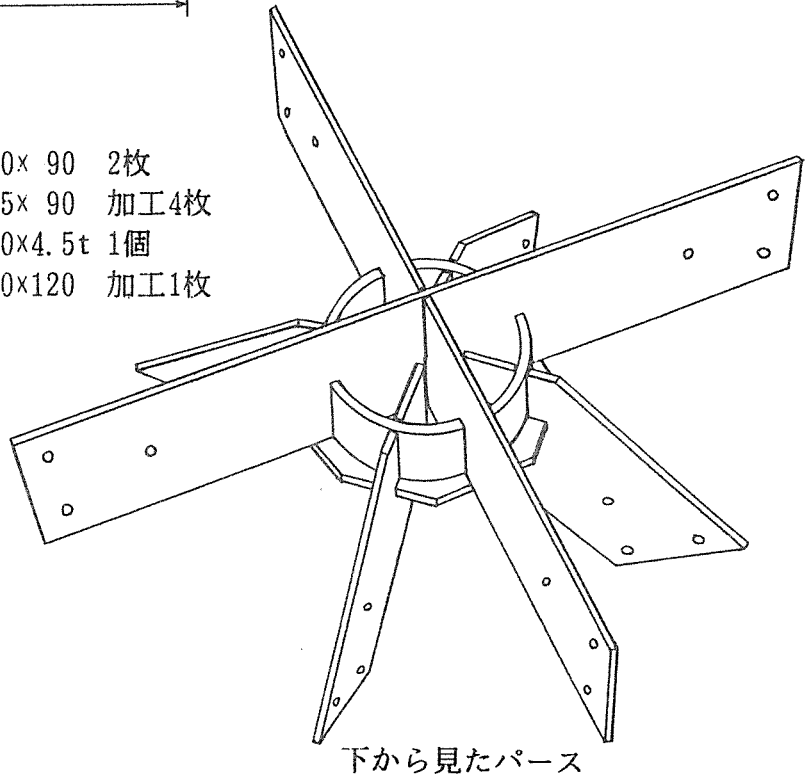
リングジョイント詳細図



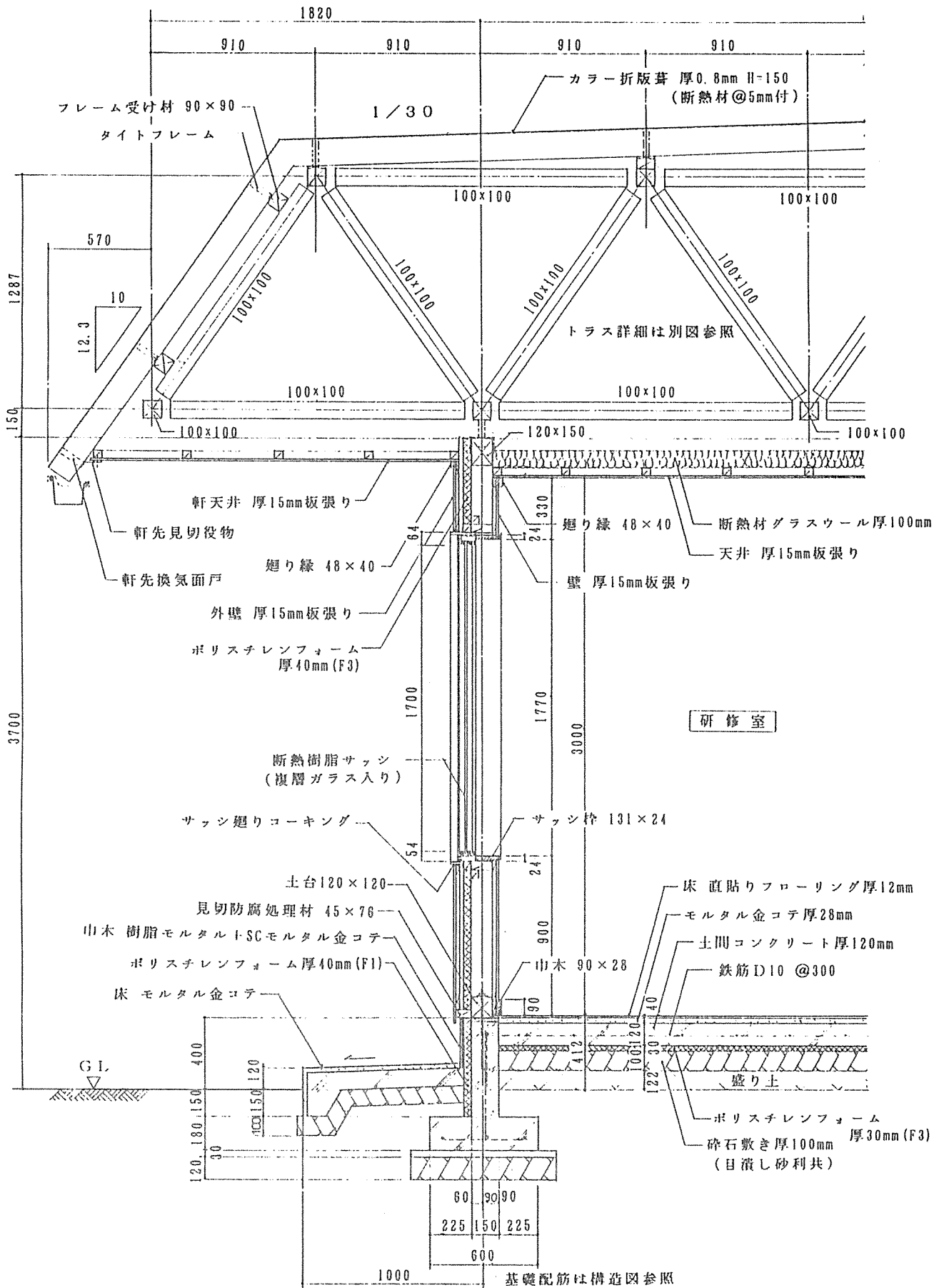
部品

1. プレート㊦ 4.5 m/m 400×90 2枚
2. プレート㊦ 4.5 m/m 185×90 加工4枚
3. リング(SGP 11/2):  $\phi 100 \times 4.5t$  1個
4. プレート㊦ 4.5 m/m 120×120 加工1枚 (8角形)

以上8個、4種類の  
部品の組立により製  
品となる接合金物

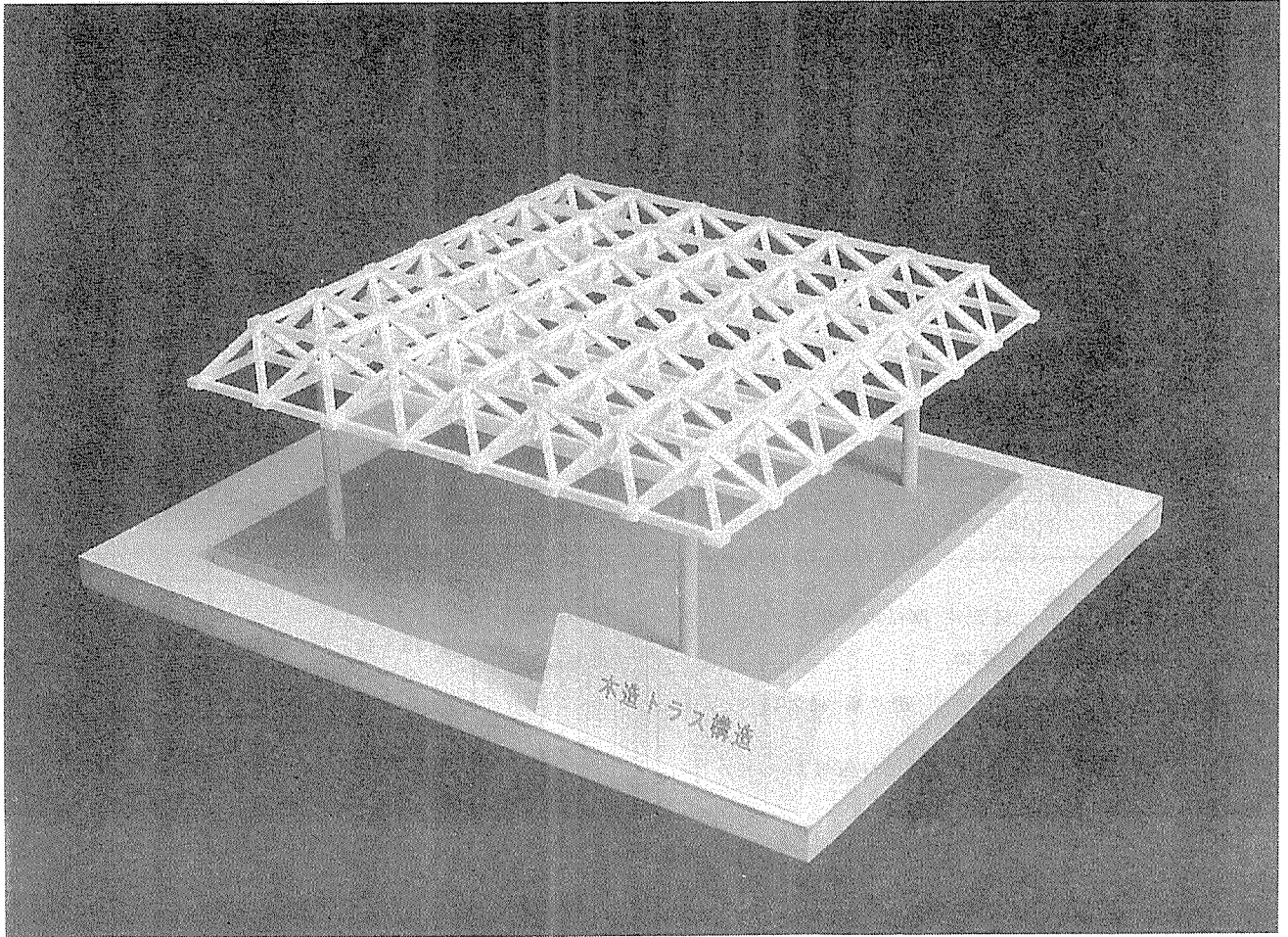


下から見たパース



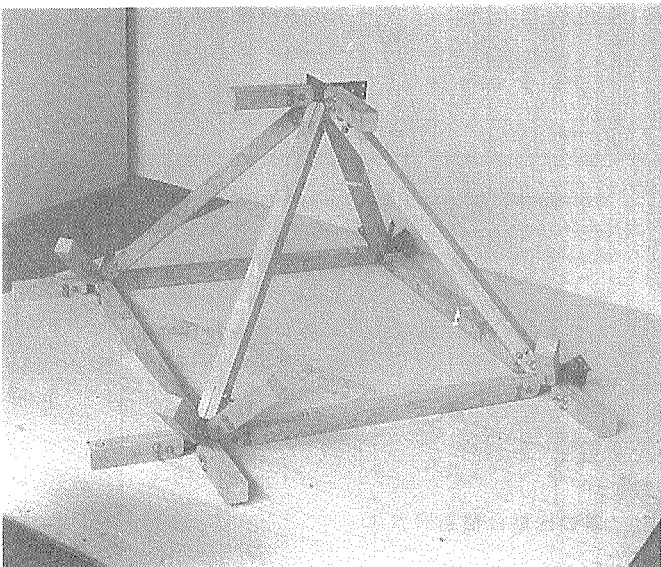
矩計図

## 小規模トラス構造模型

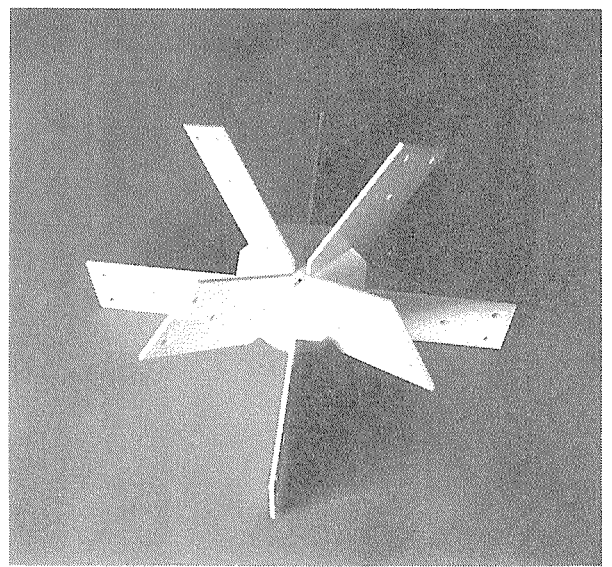


5×5ユニット

耐震性能はトラス耐震壁の手法による。風荷重の吹き上げ力は固定荷重とのバランスを考慮して設計する。



シングルユニット



接合金物（リングジョイント）

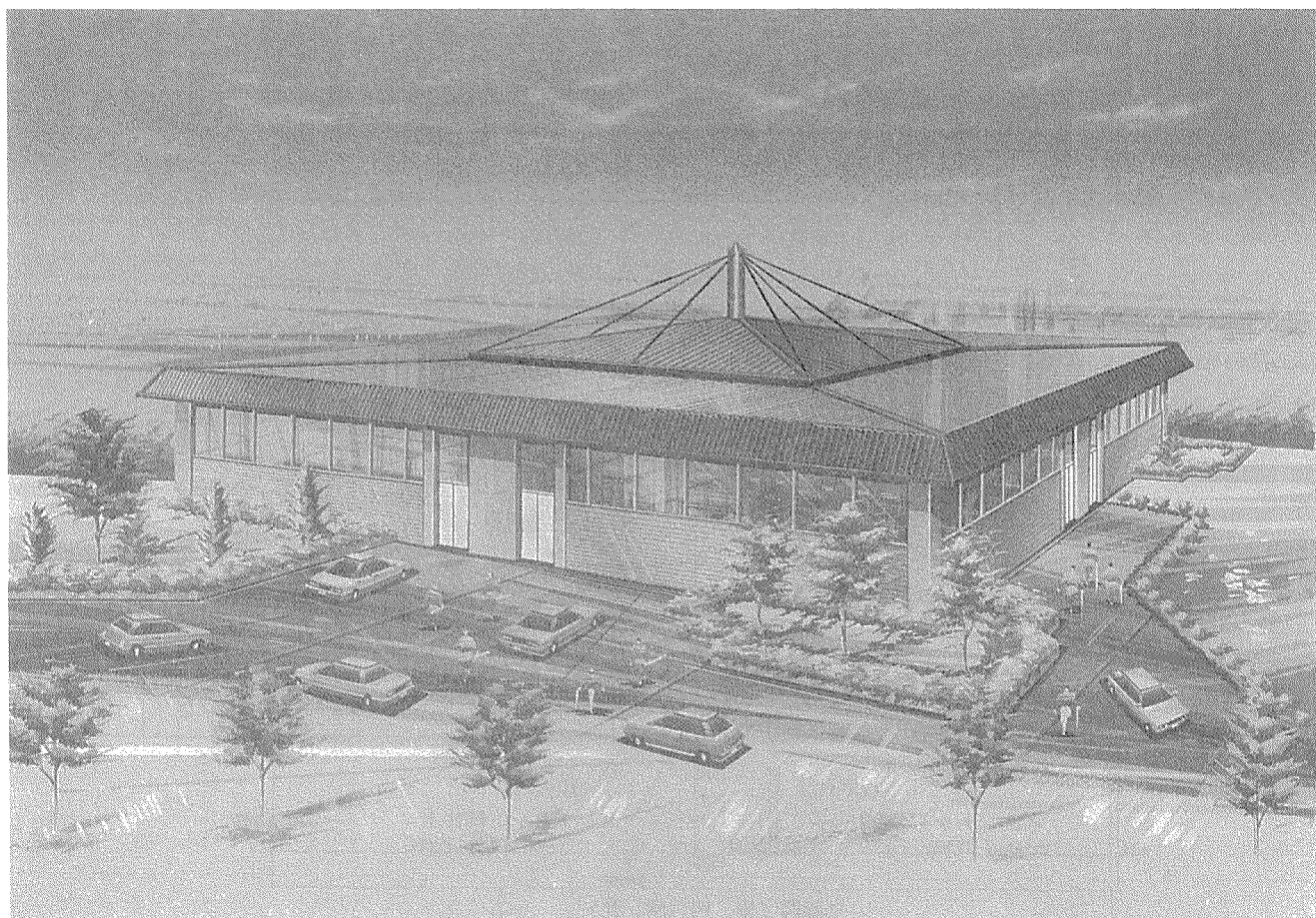


## 室内ゲートボール場設計例

このゲートボール場の構造の考え方は、東栄町林業センターでの吊り構造と（実施施工）、小規模トラス構造（3×3ユニット1/2モデル構造実験済み）を、考え合わせトラス構造の支点となる4つの角を、コンクリート柱、木丸太、中央の柱からの吊りワイヤーによって支えるものである。

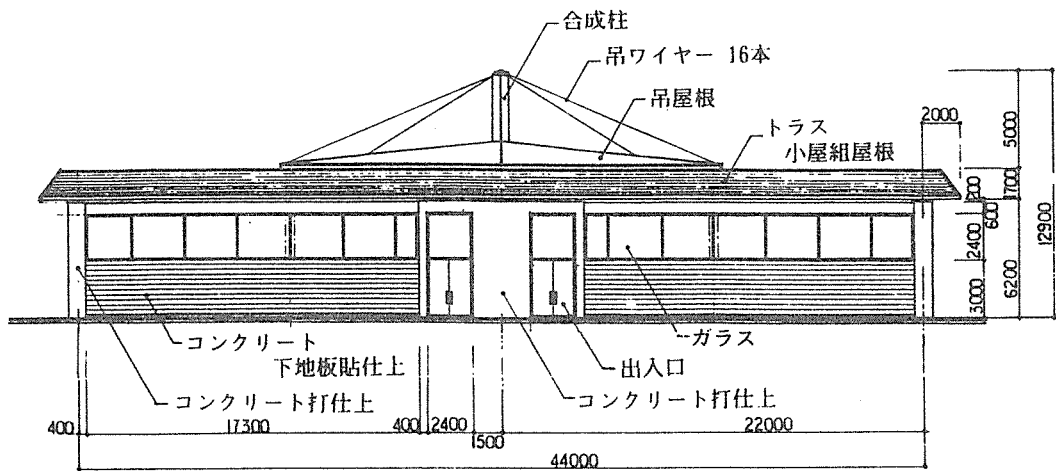
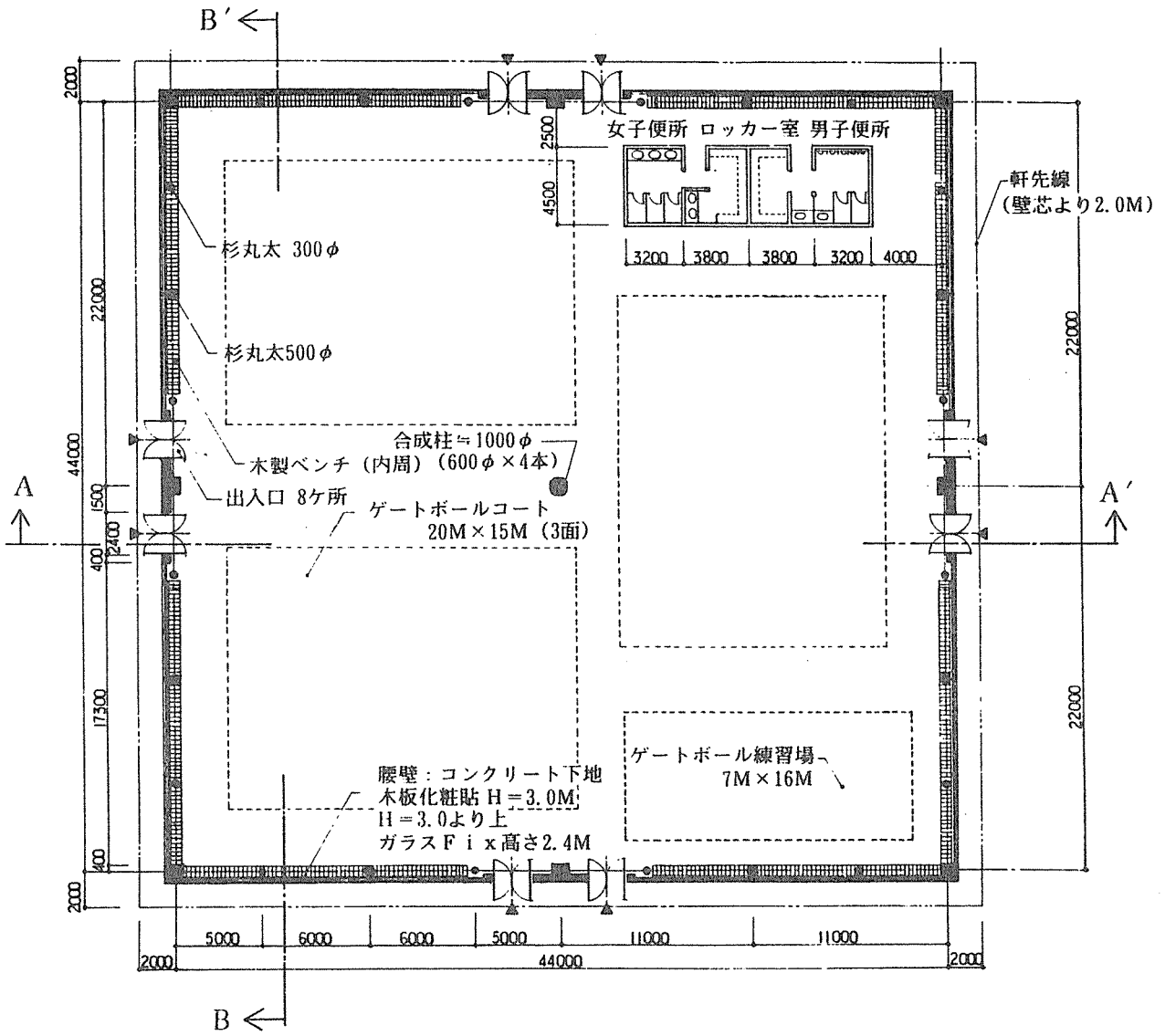
この工法により、中央に柱が立つものの一辺が、4.4m×4.4mの大規模構造物が、小径木材で施工可能となる。

耐震性能はトラス耐震壁+トラス控壁あるいは逆ラーメン構造の手法による。多雪地帯および軟弱地盤地域では構造設計に特別な考慮をする。風荷重の吹き上げ力は固定荷重とのバランスを考慮して設計する。

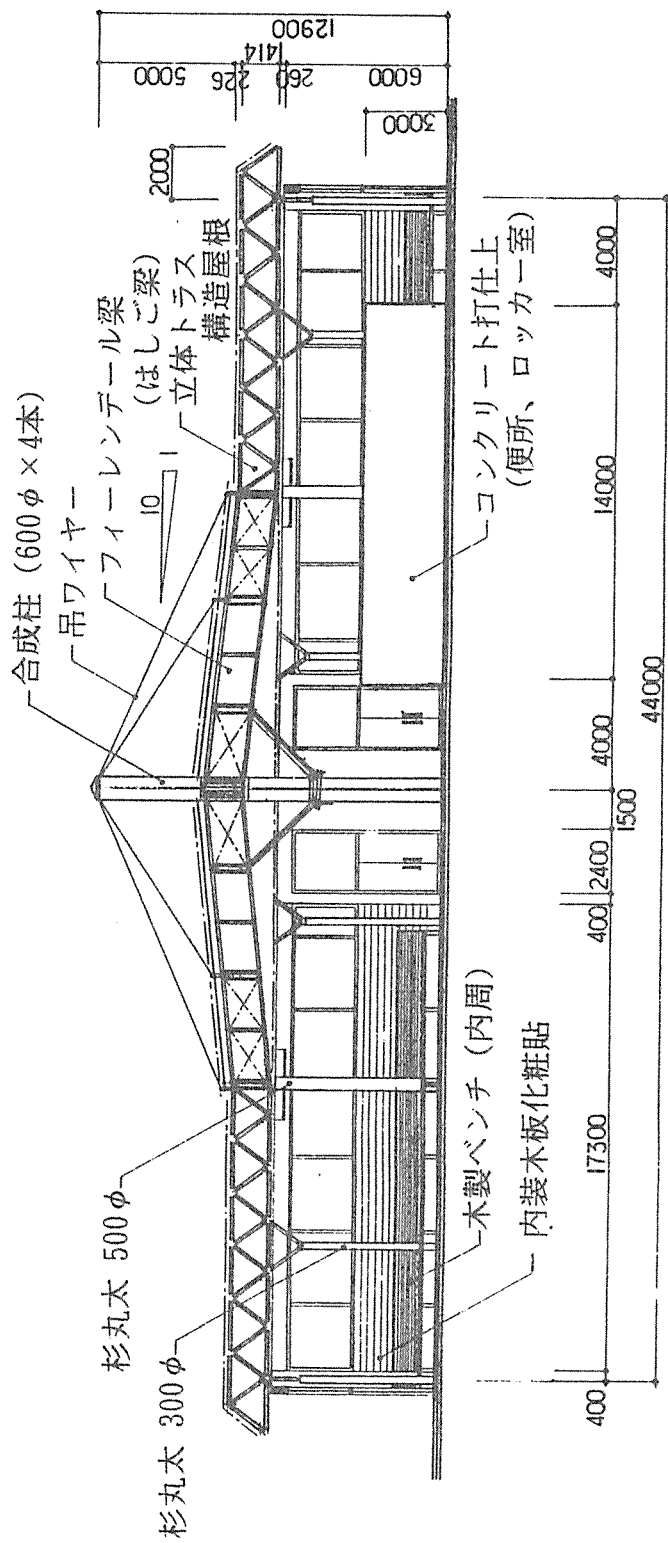


室内ゲートボール場パース

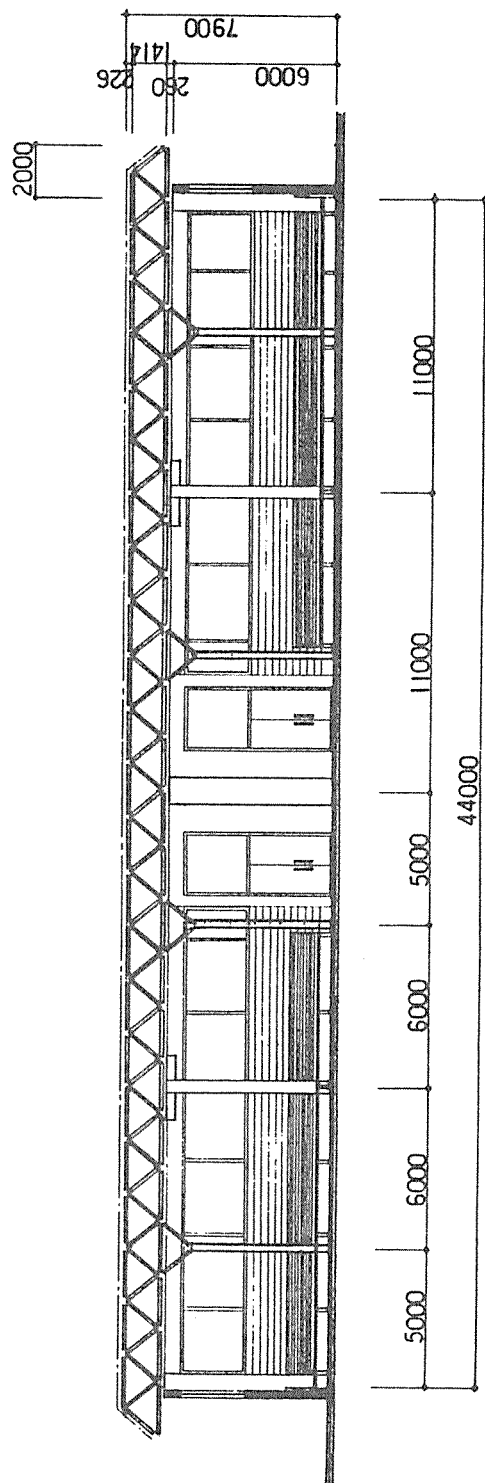
—室内ゲートボール場—



立面図 (東、西、南、北)

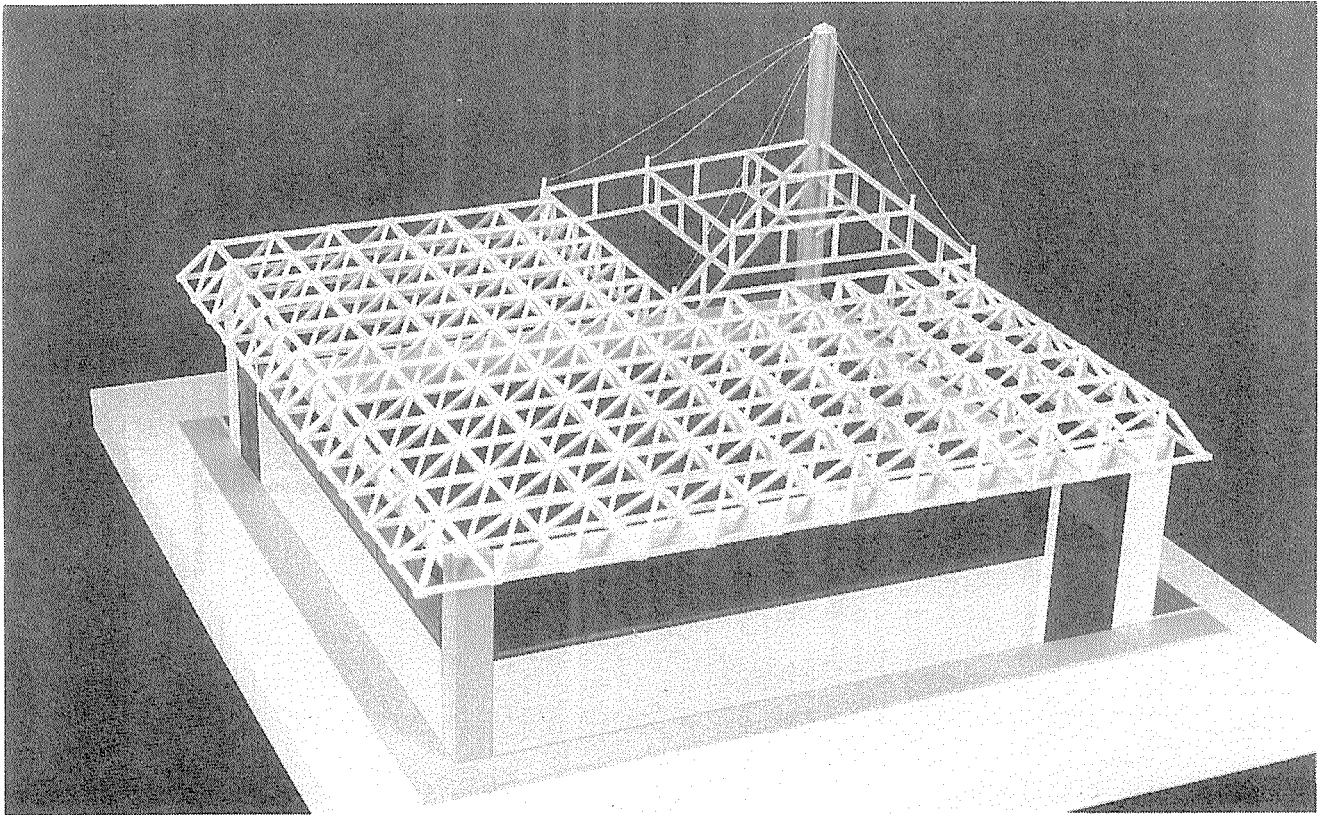
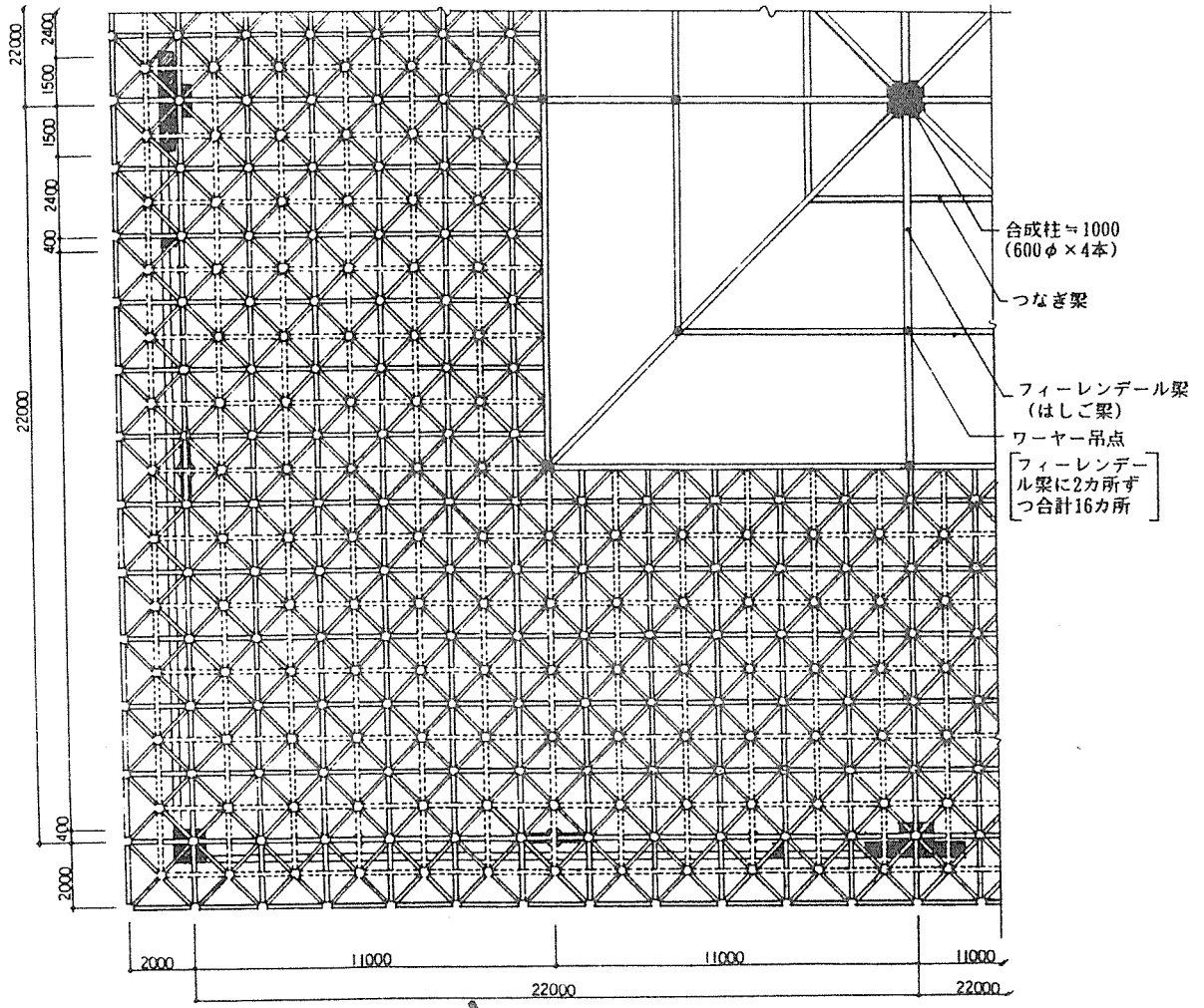


断面図 (A - A')

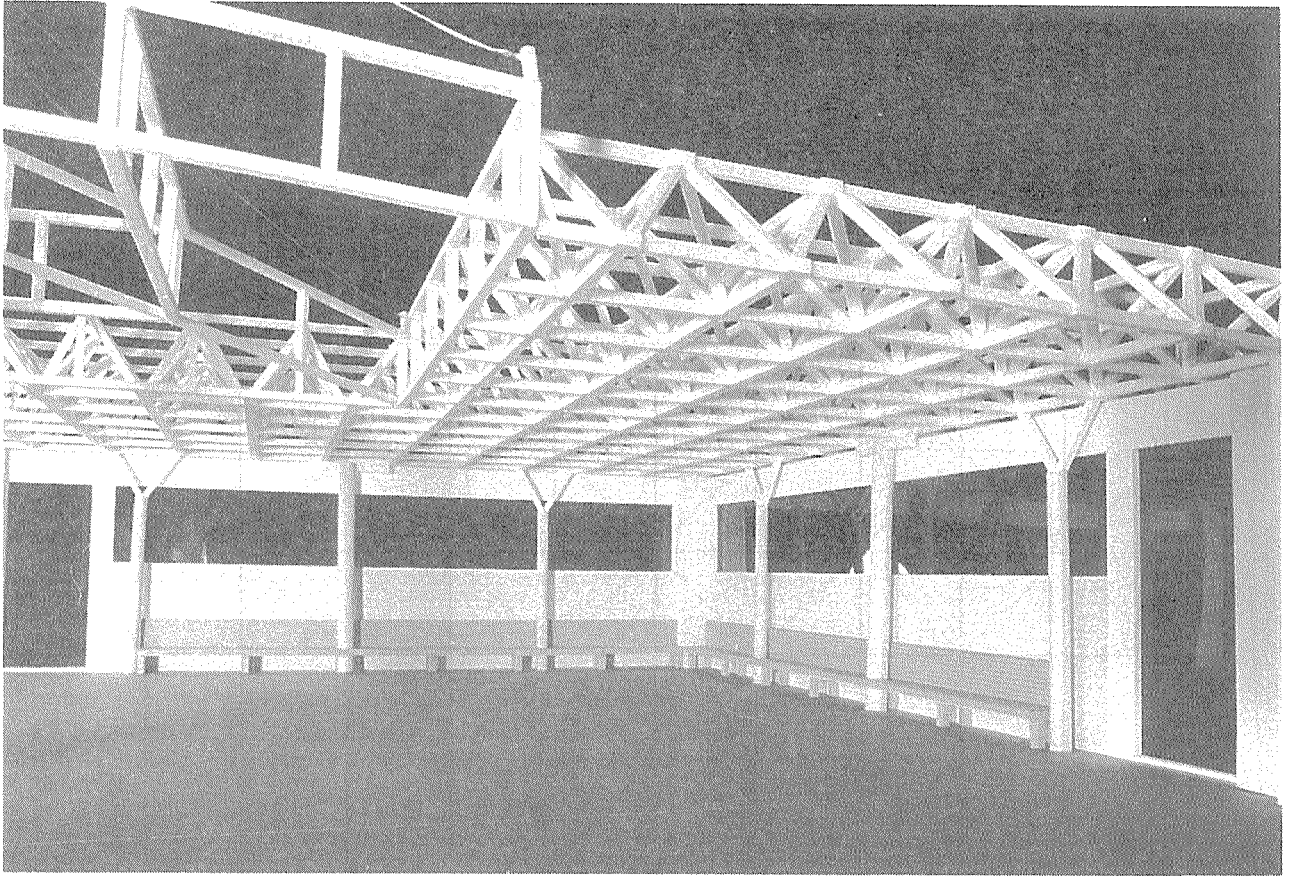


断面図 (B - B')

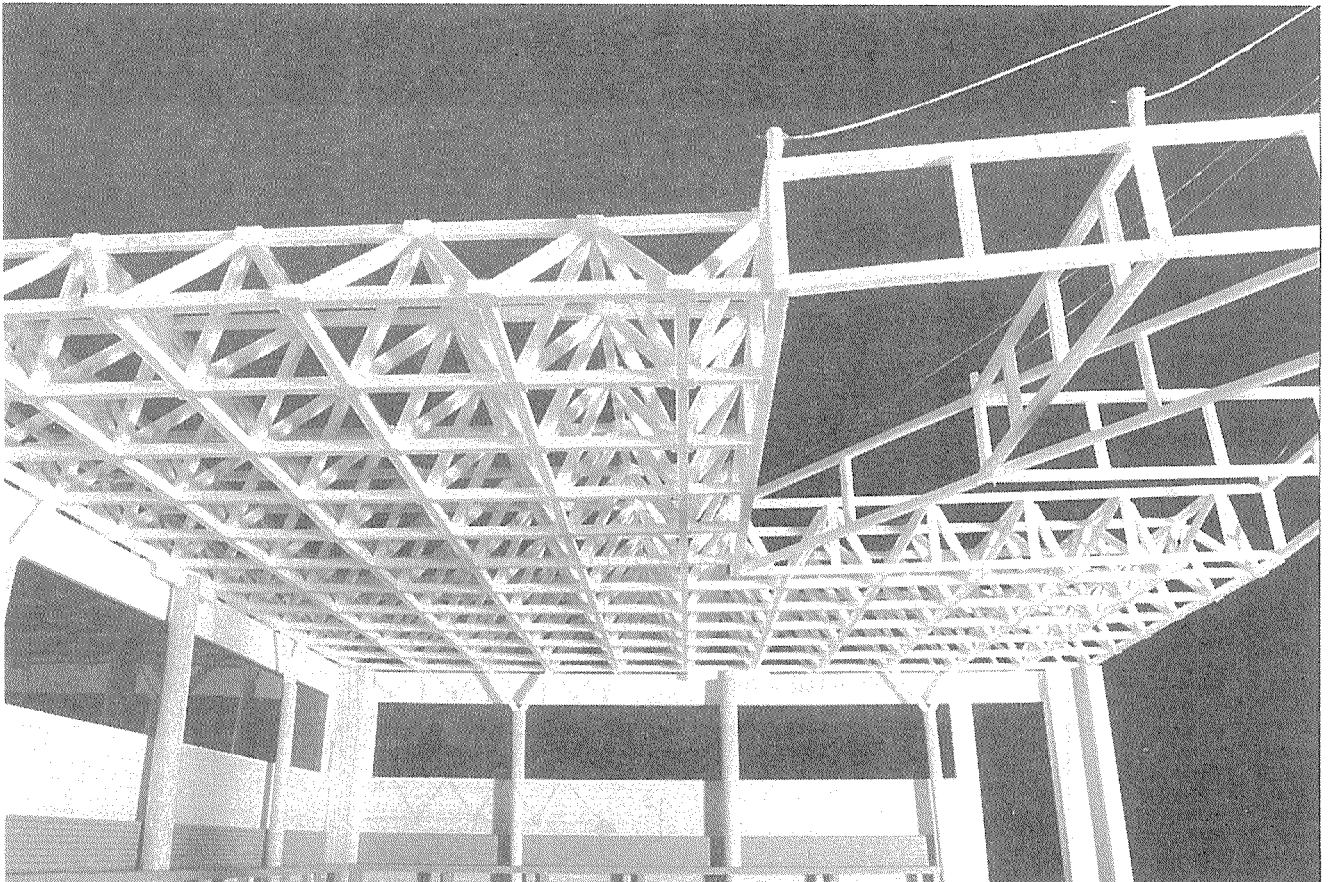
屋根構造伏せ図



屋根構造模型 1 / 4



構造模型インナー写真 1

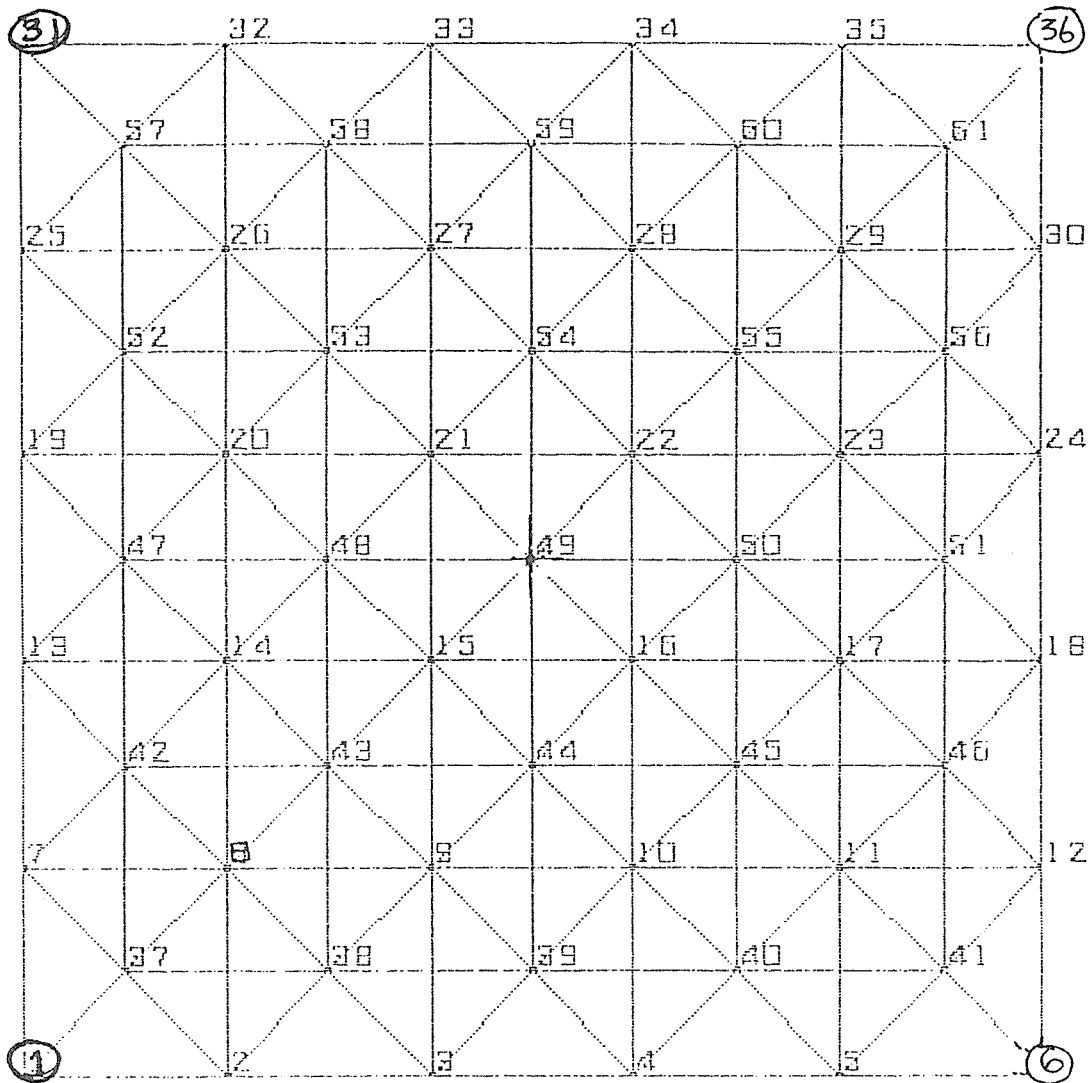


構造模型インナー写真 2

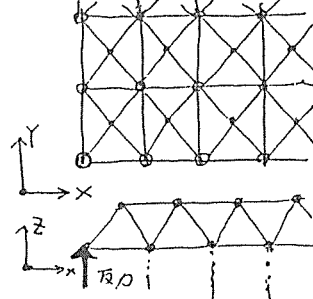
4) 中期模建物の構造解析例 (ピラミッド型ユニット連続トラス版構造)

《スギ小径材, L=180 cm 5×5 ユニット》

4-1 隅角部4点支持



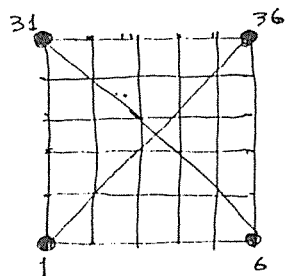
1. 数字は節点番号 (節点座標), ○は支点 (支持節点) を示す
2. 力の単位は反力および部材力 (断面力) とともに Kilo-Newton である  
 $1 \text{ KN} \approx 0.102 \text{ tonf}$
3. 設定荷重は鉛直荷重として Z 軸方向に、節点番号 37~64 の 25 節点に、それぞれ、4 KN 作用している。総計 100 KN で等分布荷重に換算して約  $1.23 \text{ kgf/m}^2$  である
4. X, Y, Z の方向は図に示す



#### 4-1. 隅角部 4 点支持(続)

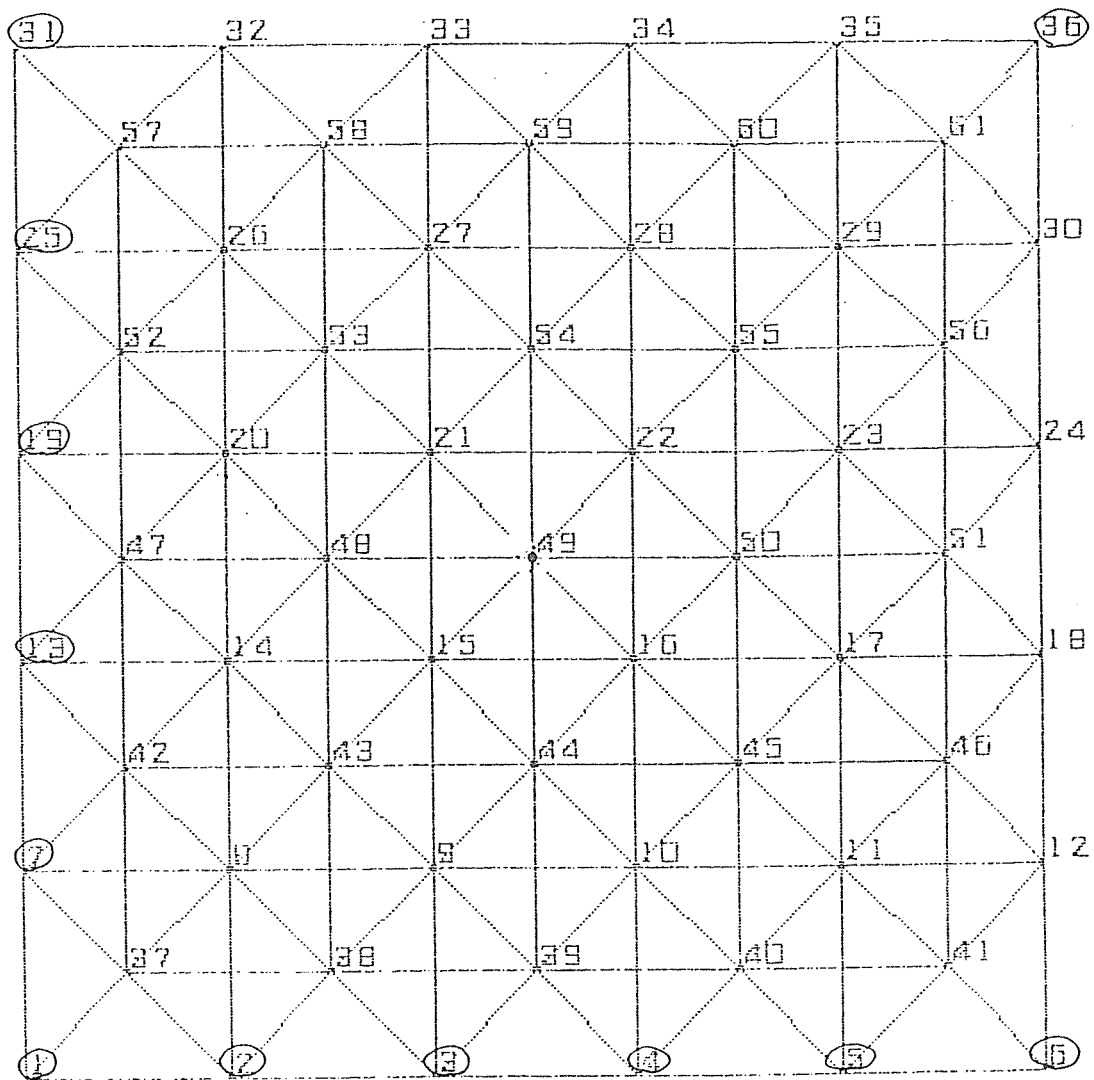
支点反力 (KN)

節点番号	$P_x$	$P_y$	$P_z$
1	26.41	26.41	25.00
6	26.41	-26.41	25.00
31	-26.41	26.41	25.00
36	-26.41	-26.41	25.00



部材名	軸力 KN	剪断力 KN
1-2	0	0.01
2-3	0	0
2-8	-2.06	0.01
3-4	0	0
3-9	-3.33	0.02
8-9	1.09	0
9-10	1.96	0
9-15	1.73	0.01
15-16	3.20	0
1-37	-0.11	0
2-37	-4.65	0.01
2-38	-2.82	0.01
3-38	-5.41	0.01
3-39	-4.70	0.01
8-37	3.74	0
8-38	-0.62	0.01
8-43	-2.54	0
9-38	3.17	0
9-39	1.86	0.01
9-43	-2.32	0.01
9-44	-2.75	0
15-43	1.54	0
15-44	-0.08	0.01
15-49	-1.42	0
37-38	-1.96	0.02
38-39	-2.58	0
38-43	-5.38	0.01
39-44	-6.56	0.01
43-44	-7.42	0
44-49	-9.23	0
	正は引張 負は圧縮	値は全て絶対値、断面のX、Y軸に対して、値が大きい方を記した。

4-2 直交2边支持+隅角一点支持



支点反力 (KN)

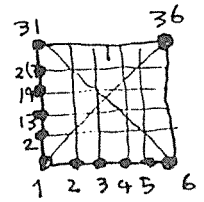
节点番号	$P_x$	$P_y$	$P_z$
1	-1.30	-1.30	-1.87
2	4.98	-3.64	4.70
3	7.67	-2.93	6.68
4	10.02	-2.01	8.48
5	12.94	-1.29	10.86
6	9.30	-5.51	7.82
7	-3.64	4.98	4.70
13	-2.93	7.67	6.68
19	-2.01	10.02	8.48
25	-1.29	12.94	10.86
31	-5.51	9.30	7.82
36	-28.25	-28.25	24.79



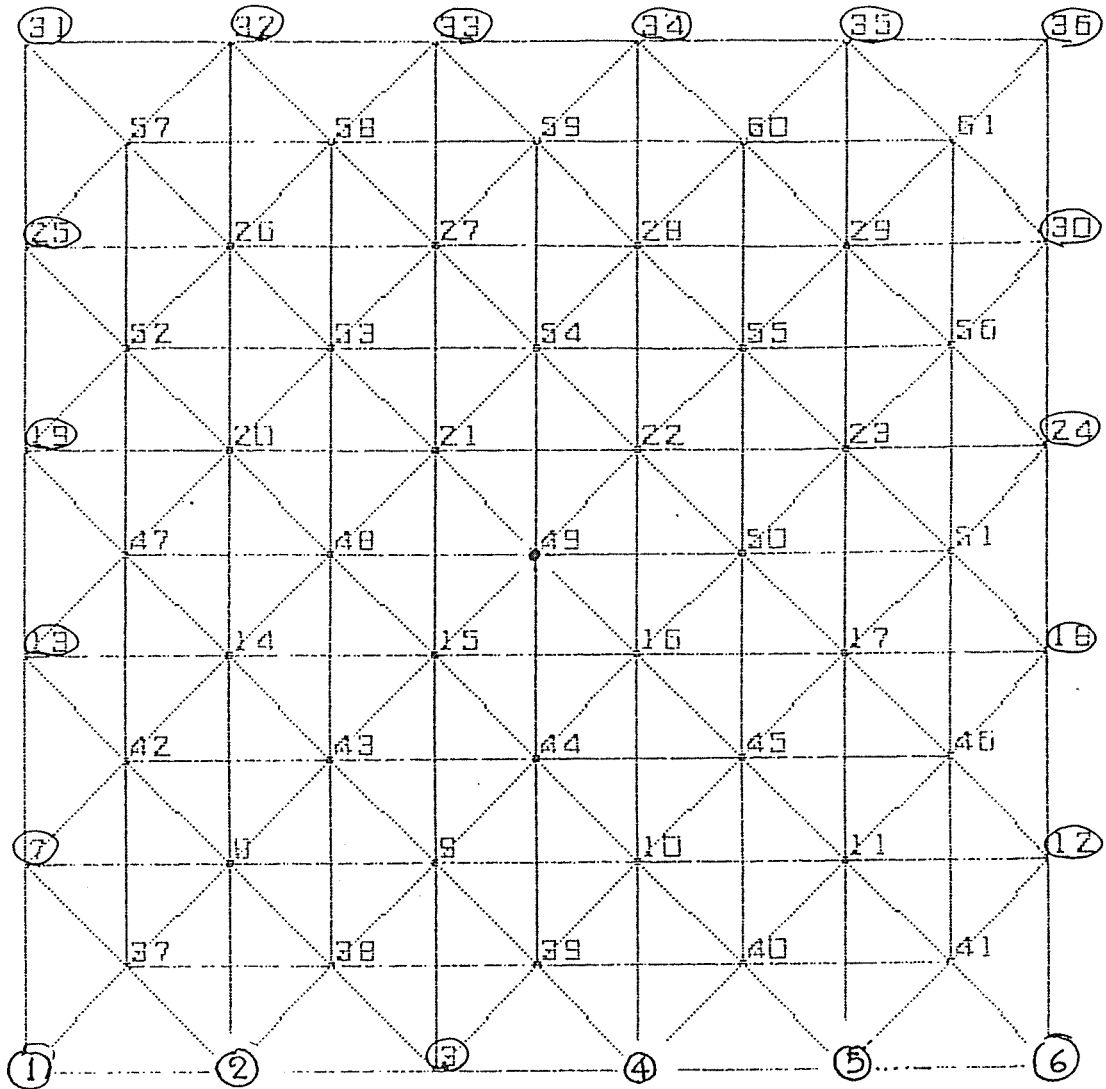
4-2. 直交剛.2边支持+隅南部1点支持

部材名	軸力 KN	剪断力 KN
1-37	2.6	0
2-37	-6.95	0.01
2-38	0.33	0.01
3-38	-7.64	0.01
3-39	-1.78	0.01
4-39	-7.99	0.01
4-40	-3.97	0.01
5-40	-8.95	0.01
5-41	-6.38	0.02
6-41	-11.02	0.02
8-37	5.65	0.01
8-38	-3.29	0.01
8-43	0.9	0.01
9-38	4.92	0
9-39	-0.49	0.01
9-43	-4.61	0.01
9-44	0.15	0.01
10-39	4.58	0
10-40	2.04	0.01
10-44	-5.16	0.01
10-45	-1.49	0.01
11-40	5.18	0
11-41	3.87	0.01
11-45	-5.68	0.01
11-46	-3.43	0.02
12-41	7.80	0
12-46	-7.84	0.02
15-43	2.68	0
15-44	-1.78	0.01
15-49	0.86	0
16-44	1.14	0
16-45	0.73	0.01
16-49	-2.23	0.01
16-50	0.33	0
17-45	0.78	0.01
17-46	2.59	0.01

部材名	軸力 KN	剪断力 KN
17-50	-2.07	0.01
17-51	-1.34	0.01
18-46	3.01	0.01
18-51	-3.06	0.02
22-49	-2.05	0.01
22-50	0.39	0
22-55	1.24	0
23-50	-4.31	0.02
23-51	2.50	0.01
23-55	1.53	0.01
23-56	0.24	0.02
24-51	-3.79	0.02
24-56	3.72	0.01
29-55	-9.96	0.03
29-56	4.49	0.01
29-61	0.93	0.04
30-56	-14.14	0.03
30-61	14.05	0
36-61	-34.88	0.03
37-38	-1.58	0.04
38-39	-1.76	0.02
38-43	-4.46	0.04
39-40	-1.23	0.01
39-44	-6.93	0.03
40-41	-0.34	0.01
40-45	-10.08	0.02
41-46	-14.55	0.03
43-44	-5.33	0.03
44-45	-4.12	-0.01
44-49	-9.11	0.01
45-46	-2.02	0
45-50	-14.42	0
46-51	-23.00	0.01
49-50	-7.63	0
50-51	-4.04	0.02
50-55	-13.31	0.02
51-56	-24.59	0.02
55-56	-7.64	0.06
56-61	-17.83	0.07



### 4-3 周边支持



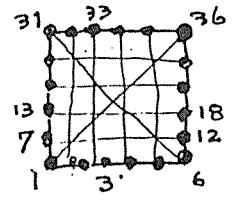
支点反力(kN)

节点番号	$P_x$	$P_y$	$P_z$
1	0.06	0.06	0.06
2	5.81	-0.91	5.30
3	8.39	-0.35	7.17
4	8.39	0.35	7.17
5	5.81	0.91	5.30
6	0.06	-0.06	0.06
7	-0.91	5.81	5.30
12	-0.91	-5.81	5.30
13	-0.35	8.39	7.17
18	-0.35	-8.39	7.17
19	0.35	8.39	7.17
24	0.35	-8.39	7.17
25	0.91	5.81	5.30
30	0.91	-5.81	5.30
31	-0.06	0.06	0.06
32	-5.81	-0.91	5.30
33	-8.39	-0.35	7.17
34	-8.39	0.35	7.17
35	-5.81	0.91	5.30
36	-0.06	-0.06	0.06

4-3. 周辺 18 点支持(続)

部材名	軸力 KN	剪断力 KN
1-2	-8.79	0.07
2-3	4.65	0.03
2-8	0.02	0.01
3-4	8.26	0
3-9	0.06	0.01
8-9	5.38	0.01
9-10	7.49	0
9-15	2.38	0.01
15-16	3.71	0
1-37	-35.18	0.03
2-37	13.36	0.01
2-38	-13.45	0.03
3-38	3.57	0.01
3-39	-3.64	0.02
8-37	2.61	0.04
8-38	2.72	0.01
8-43	-8.11	0.02
9-38	1.47	0.01
9-39	0.79	0.01
9-43	0.61	0.01
9-44	-2.92	0.01
15-43	1.22	0
15-44	0.09	0.01
15-49	-1.42	0.01
37-38	-18.83	0.06
38-39	-26.70	0.01
38-43	-7.11	0.04
39-44	-4.48	0.01
43-44	-11.83	0.01
44-49	-7.53	0
正は引張 負は圧縮	値は全て絶対値、断面のX,Y軸に対して、大きい方の値を記した。	左に同じ

部材名	軸力 KN	剪断力 KN
1-2	0.01	0.02
2-3	0.01	0.01
2-8	-1.68	0.01
3-4	0.01	0.01
3-9	-2.96	0.01
4-5	0	0.01
4-10	4.04	0.02
5-6	0	0
5-11	-5.3	0.02
6-12	-3.83	0.03
8-9	0.71	0
9-10	1.06	0
9-15	1.50	0.01
10-11	0.49	0
10-16	2.62	0.01
11-12	0.02	0
11-17	3.84	0.01
12-18	4.07	0.02
15-16	2.4	0
16-17	1.31	0
16-22	4.51	0
17-18	0.03	0.01
17-23	7.24	0
18-24	7.12	0.01
22-23	2.84	0.01
23-24	0.05	0.01
23-29	5.44	0.01
24-30	3.36	0.03
29-30	0.01	0.01
30-36	-10.77	0.07
正は引張 負は圧縮	値は全て絶対値、断面のX,Y軸に対して、大きい方の値を記した。	

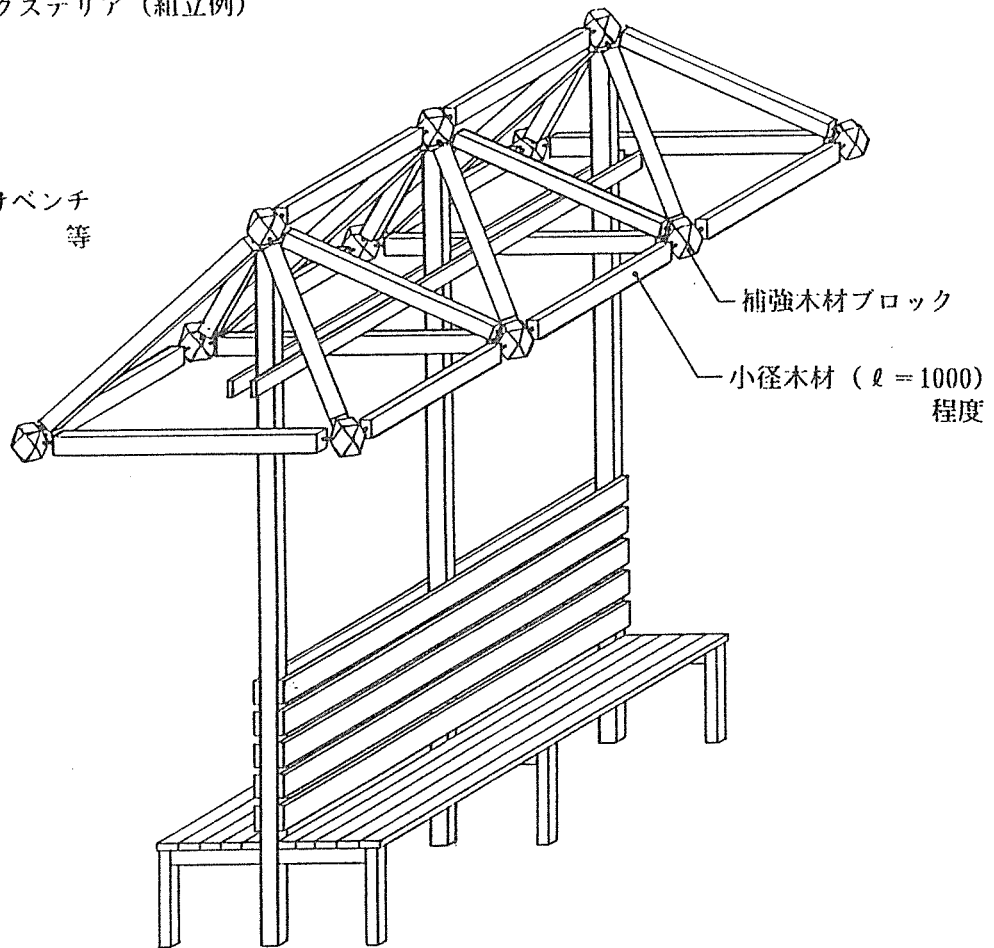


## 5) ウッドエクステリア (間伐材の工作物への利用例)

### ウッドエクステリア (組立例)

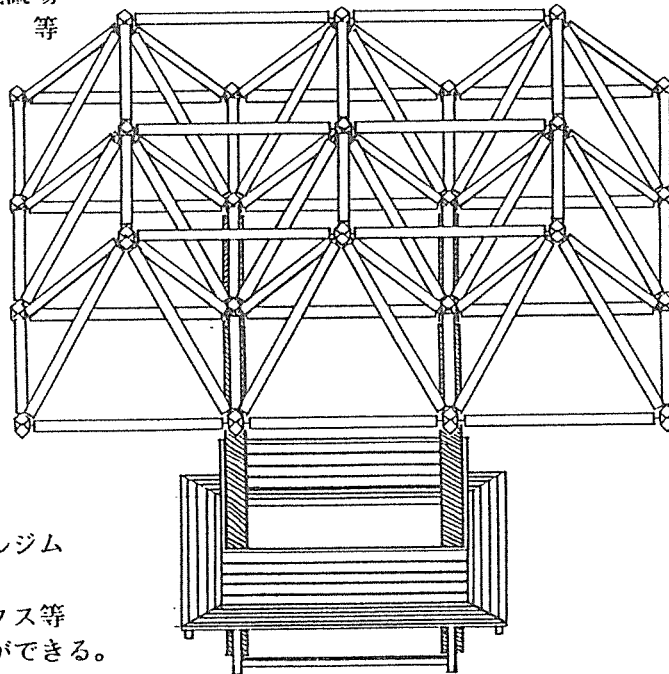
#### 〈例1〉

- ・公園向けベンチ
- ・バス停 等



#### 〈例2〉

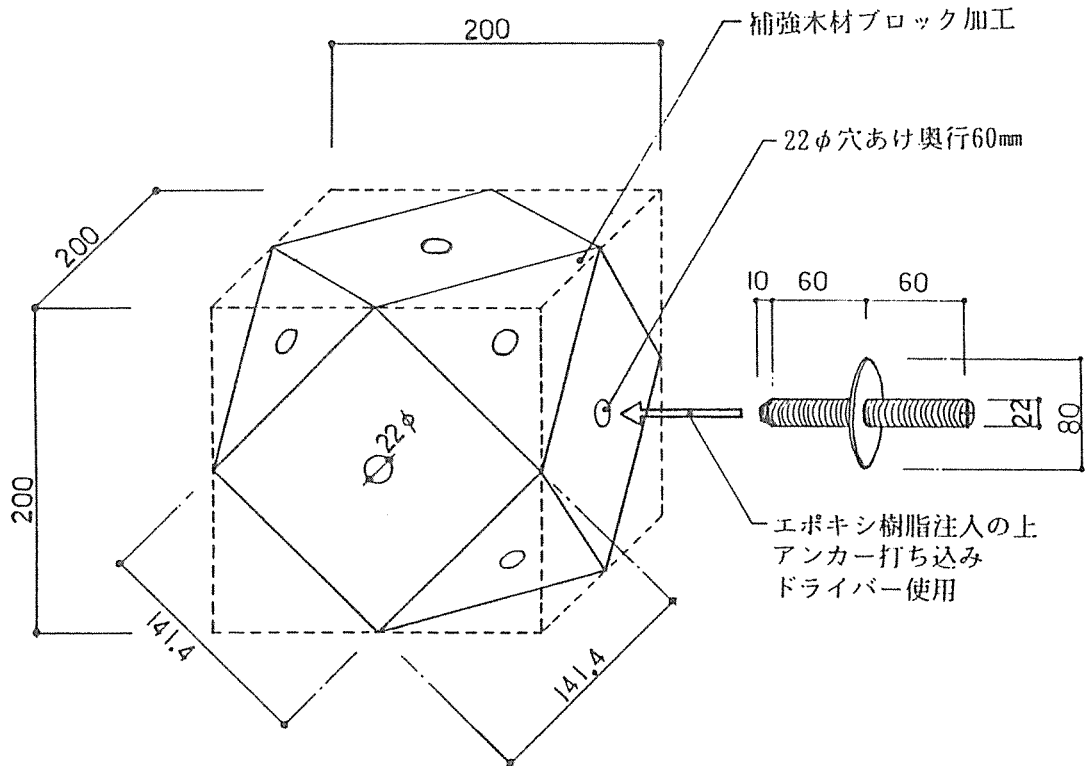
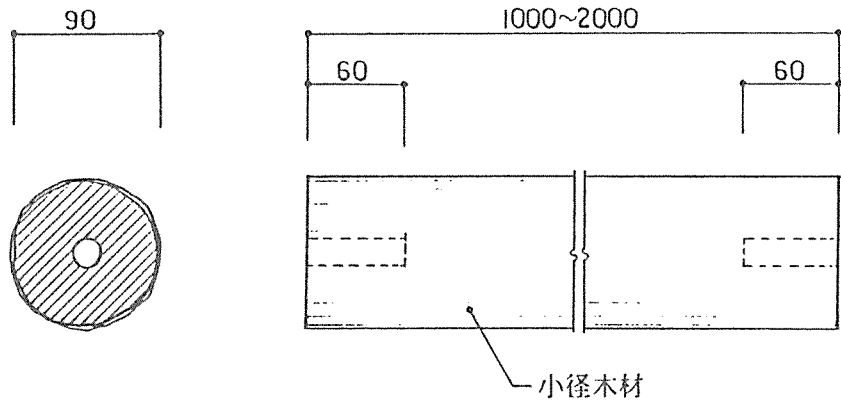
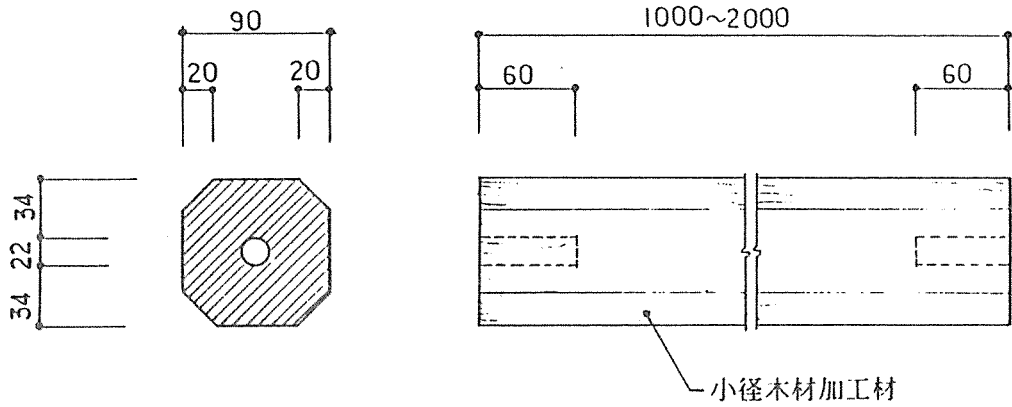
- ・休憩所
- ・自動販売機置場
- ・売店 等



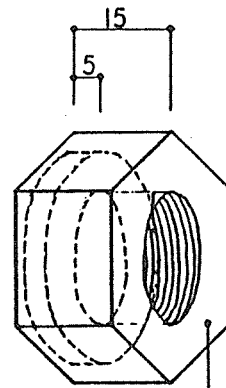
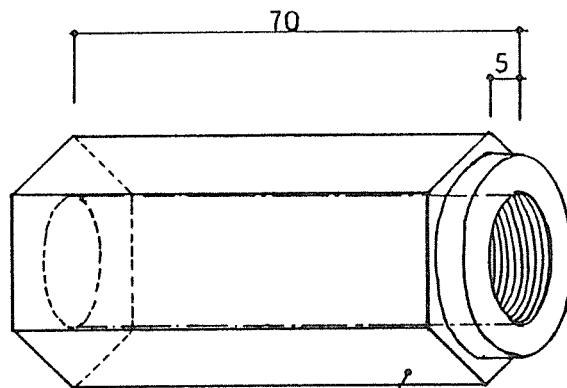
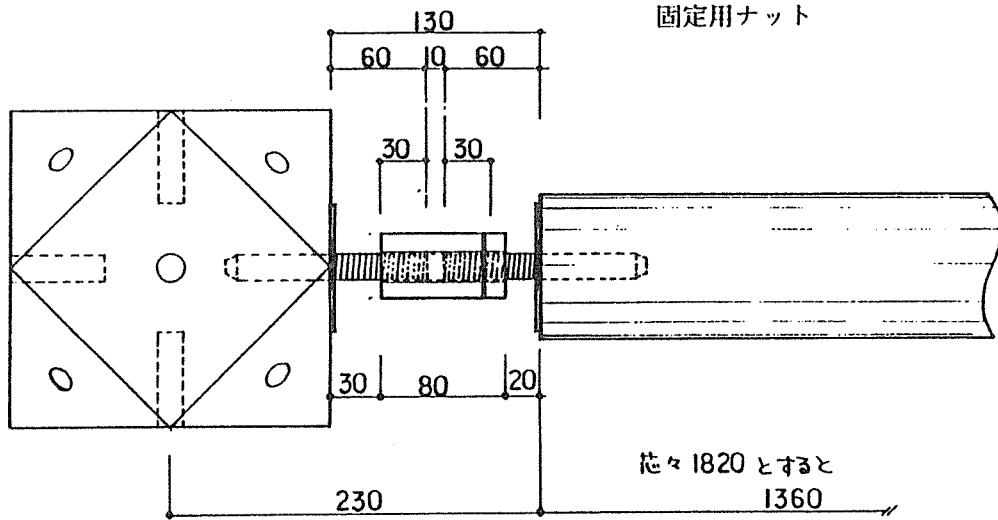
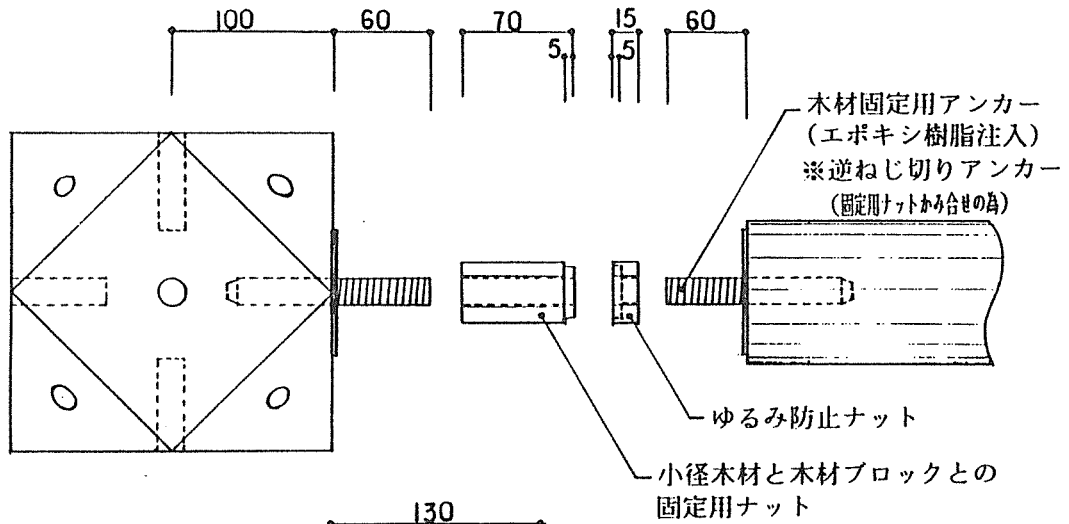
#### その他

- ・ジャングルジム
- ・橋
- ・電話ボックス等  
考える事ができる。

ウッドエクステリア



ウッドエクステリア (組立詳細)



・固定用ナット

- ①補強木材ブロック側に元までねじ込んでおく。
- ②小径木材側のアンカーをナット面に設置してから両方にナットをかけるようにゆるめ、かみ合わせる。
- ③30mmずつかみ合った所で、ゆるみ防止ナットにて固定する。

・ゆるみ防止ナット

- ①あらかじめ小径木材側にねじ込んでおく。