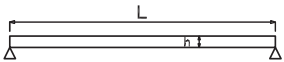
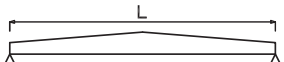
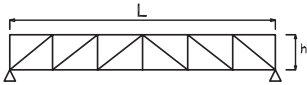
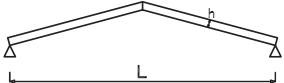
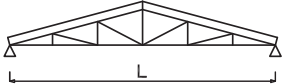
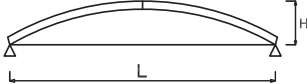
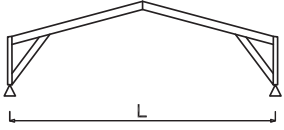
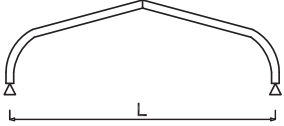


7. 構造形式の事例紹介

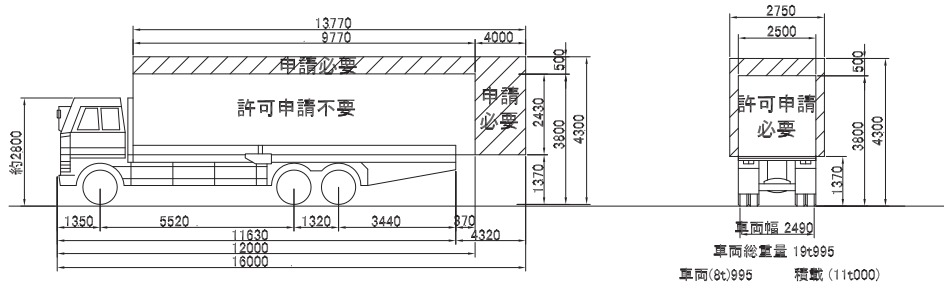
架構形式と慣用スパン

構造形式(配置間隔は、3~10m)	屋根勾配	慣用スパン (m)	目安
	—	<12 (Max20)	$h=L/17$
	5/100~18/100	~12 (Max20)	—
	—	~30	$h \geq L/10$
	$\geq 25/100$	10~30	$h \approx L/25$
	$\geq 25/100$	~40	—
	$H/L \geq 14.4/100$	~40	$h \approx L/30$
	$\geq 25/100$	10~25	—
	$\geq 25/100$	15~40	—

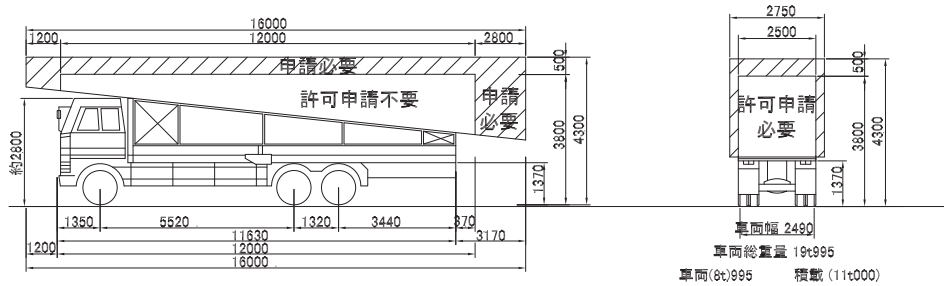
輸送可能範囲について

車両制限による通常の輸送可能範囲（鉄骨工事技術指針より抜粋）

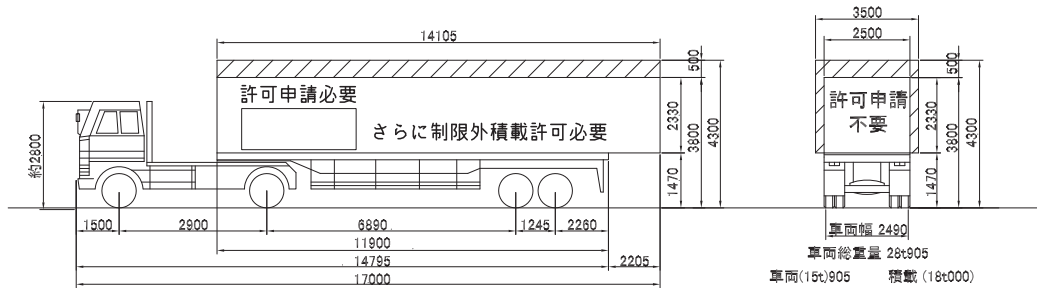
(1) トラック許可範囲(11t積トラック)



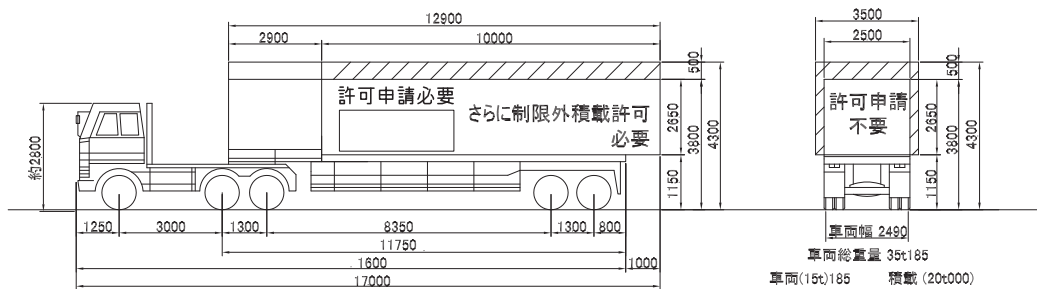
(2) トラックうま積通行許可範囲(11t積トラック)



(3) 高床式セミトレーラー許可範囲(18t積高速トレーラー)

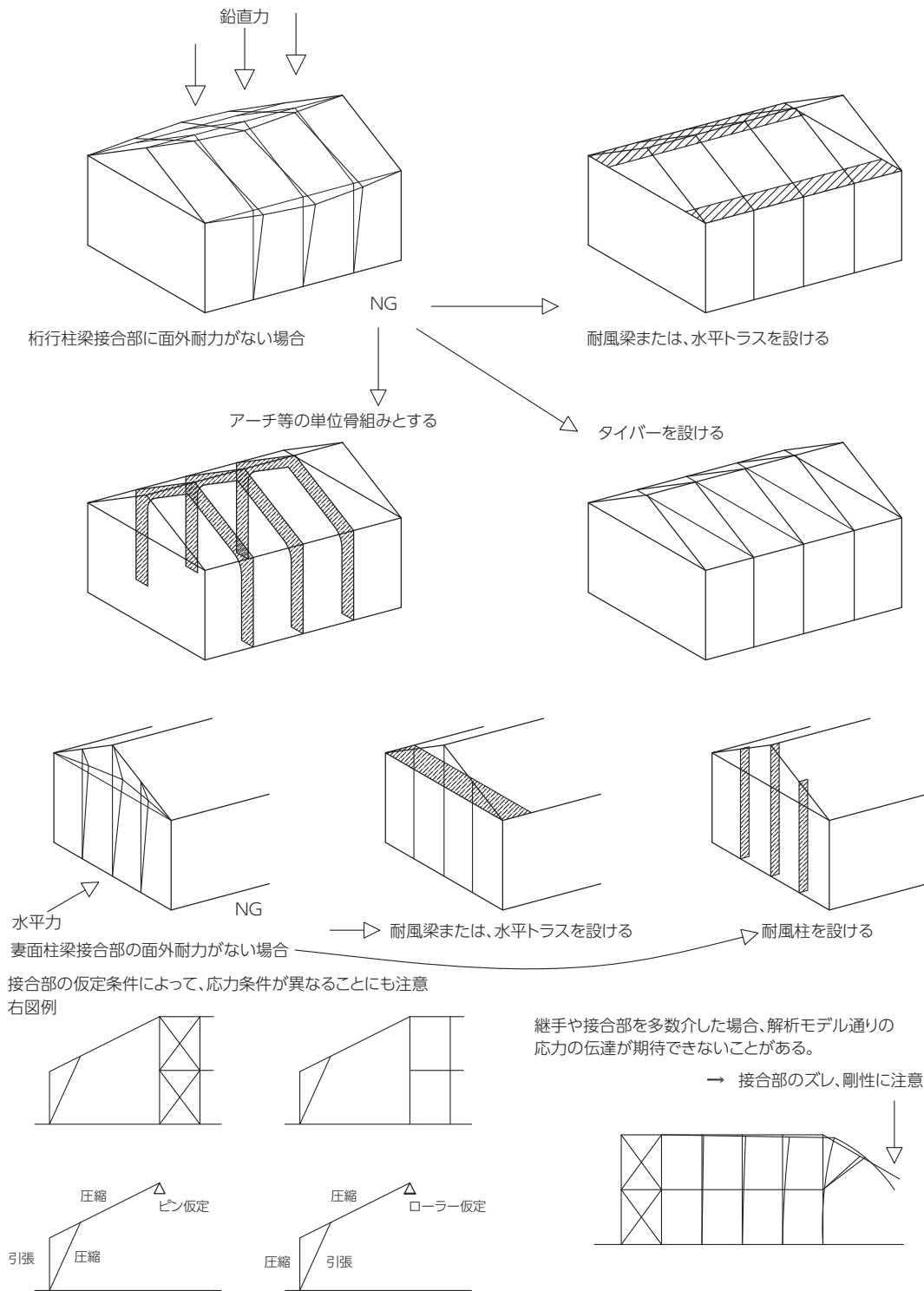


(4) 低床式セミトレーラー許可範囲(20t積低速トレーラー)

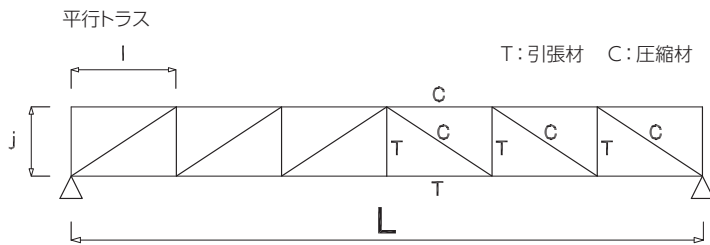


架構計画の注意点（1）

建物内部の空間が大きくなると、内部の梁柱および小屋組そして筋かい等が減るため、部材当たりの負担応力は大きくなりがちです。架構全体の応力の伝達方法に配慮した架構計画が必要です。



架構計画の注意点 (2)



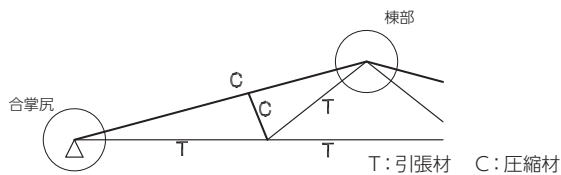
トラス架構では、斜材を圧縮材とし端部が支圧(めり込み)で設計すると、接合部の納まりが良い場合が多い。

$j/L=1/10$ 以上が好ましい

$L/j=1.5$ 程度が適当

引張部材には、鋼材を用いるなどして、接合部を引き寄せる工夫が必要

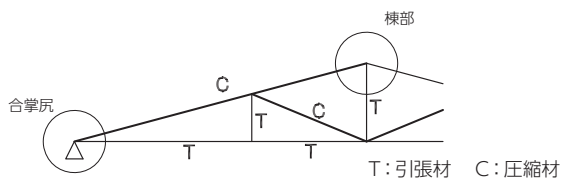
トラス-1



トラス架構では、斜材を圧縮材で端部が支圧(めり込み)で設計できる方が、都合が良い場合が多い。

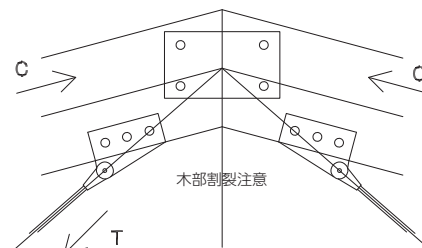
Better

トラス-2



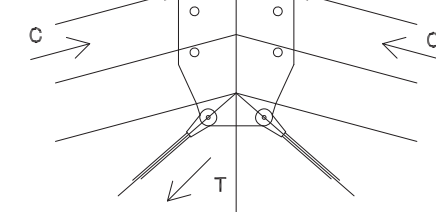
慣例によるトラス組方をしようとすると現代では端あき、縁あき、ボルト耐力が不足するケースが多く、したがって部材の断面を慣例より大きくしなければならないことに注意

棟部例 a



Better

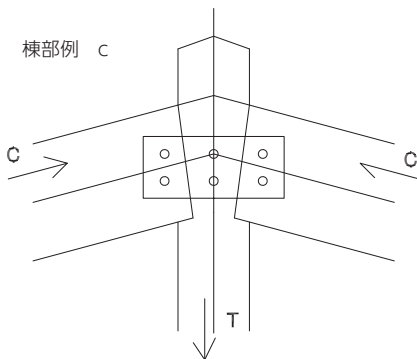
棟部例 b



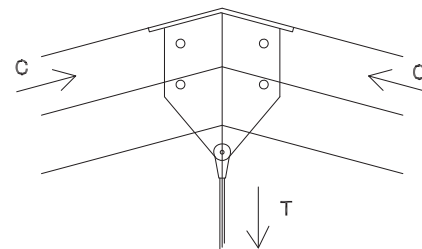
接合部の納まり上、軸心がずれることが多い(二次応力に注意)

軸心がずれると、厳密には架構モデルと実物が異なることを考慮して安全率の高い設計をする

棟部例 c

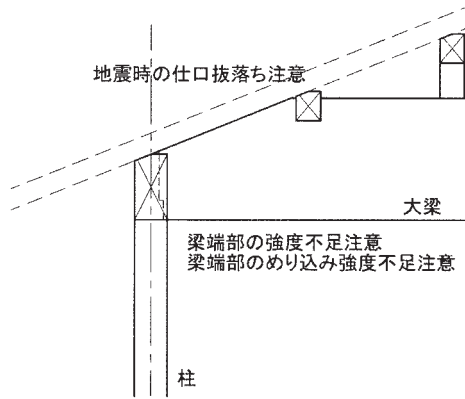


棟部例 d

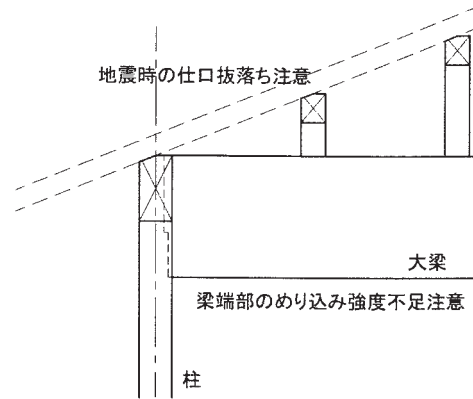


大梁端部接合部例 (1)

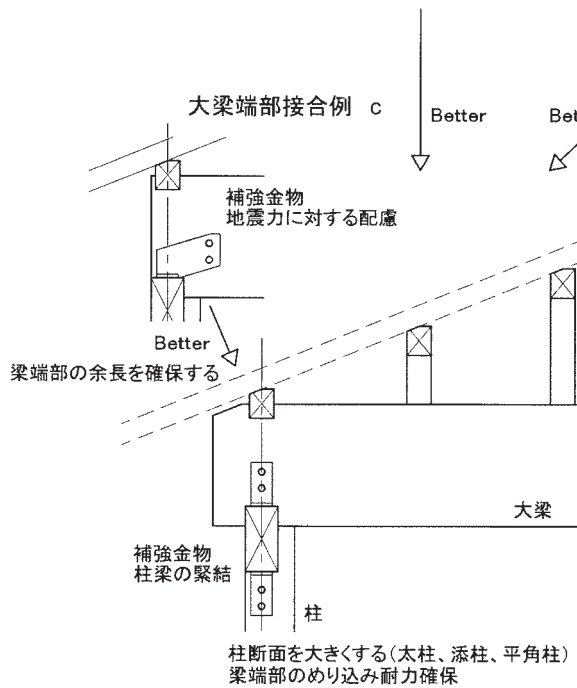
大梁端部接合例 a



大梁端部接合例 b



大梁端部接合例 c

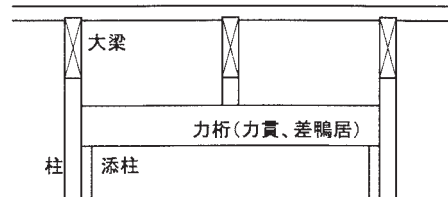


梁下に柱を設けられない場合
力桁(力貫、差鴨居)で大梁を受ける

例 1



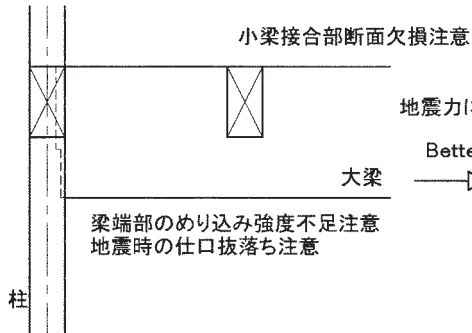
例 2



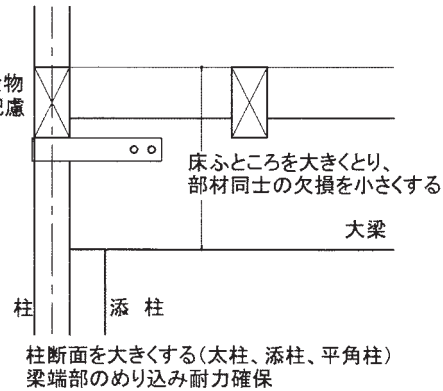
力桁の受側めり込み耐力要注意
(例 添柱で梁端部を受ける)

大梁端部接合部例 (2)

大梁端部接合例 a

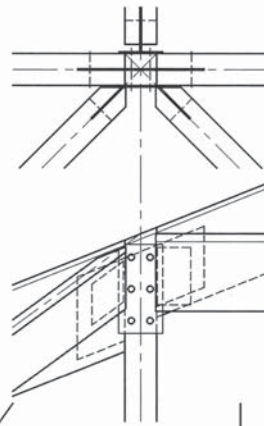
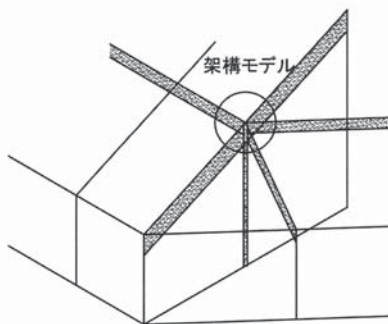


大梁端部接合例 b



柱梁接合部例 (柱勝ち、梁勝ちについて)

柱梁架構の場合、応力解析結果のみで部材の断面を決めると柱断面は小さくなりがちです。したがって、接合部を柱勝ちにすると部材の集中する箇所が無理の生ずることがあります。

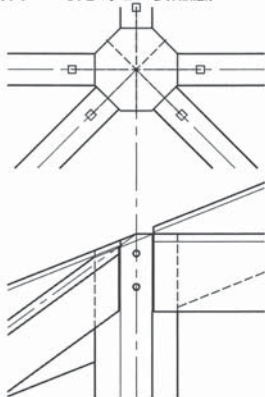


無理やり柱勝ちにした例

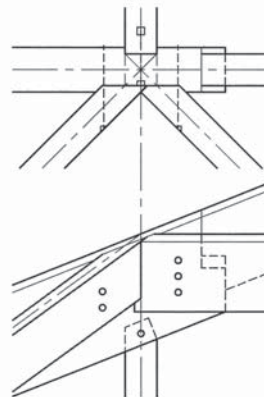
木端部に二次応力が生じやすく、木部割裂の恐れ大、木部断面欠損大
金物重量大、接合金物多種
→コスト大
ボルト多数本の場合、耐力低減注意。

特に立体フレームなどは、部材の必要断面が軸力で決まり、節点もピン仮定が多いため、部材の仮定断面が細くなりがちで、接合設計が困難になる場合が多く、注意が必要。

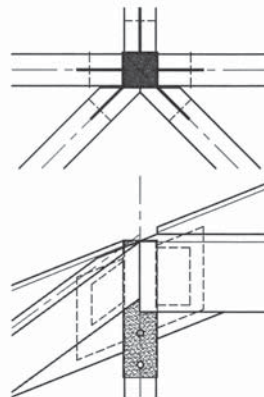
柱の断面を大きくして、個々の梁に対し主に支圧耐力で接合した例(柱勝ち)
(部材同士の引き寄せに要配慮)



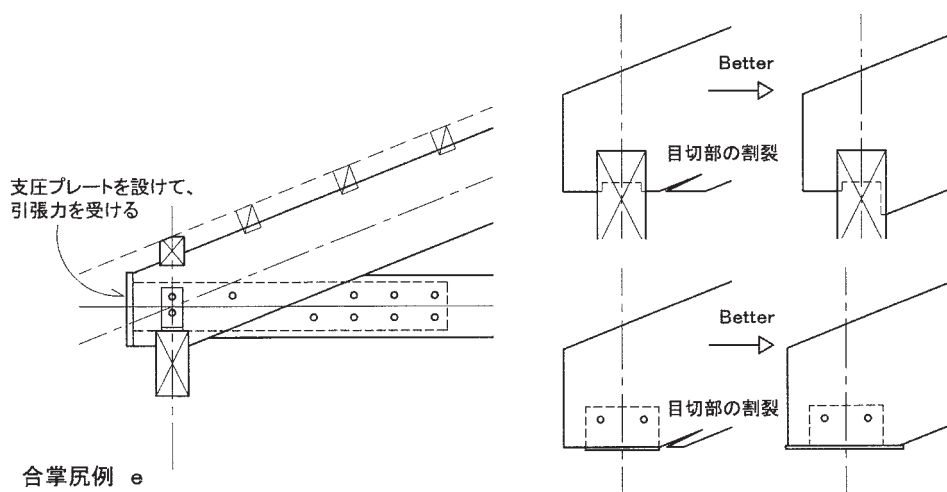
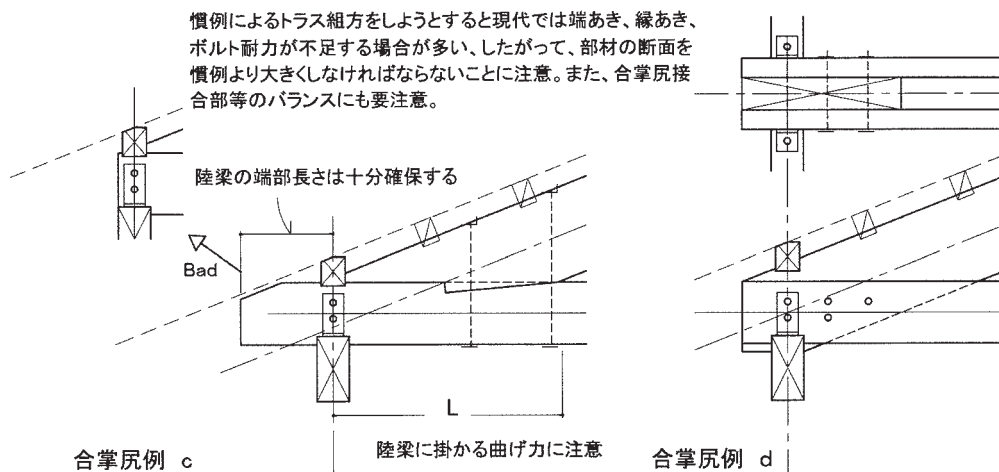
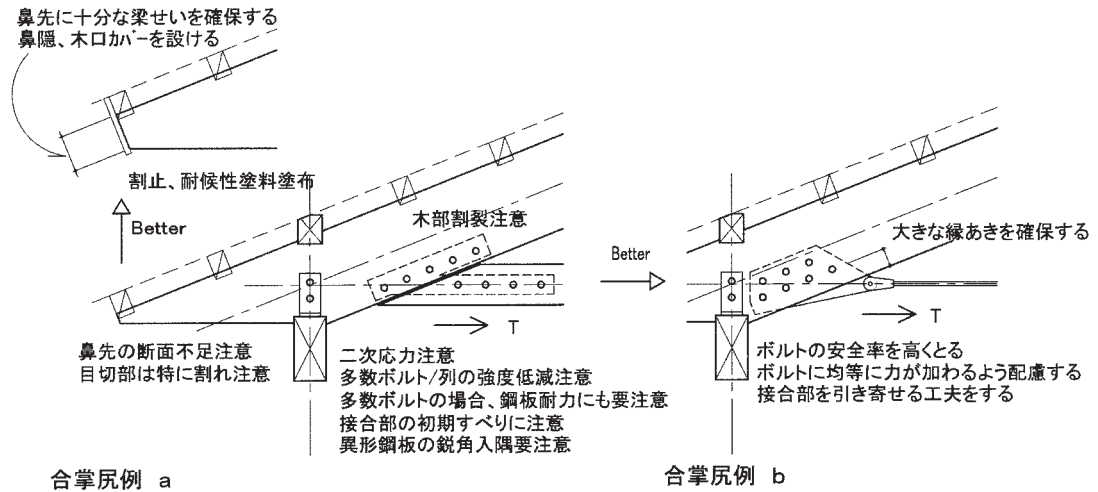
大梁を通し断面(巾)を大きくして、主に支圧耐力で接合した例(梁勝ち)
(部材同士の引き寄せに要配慮)



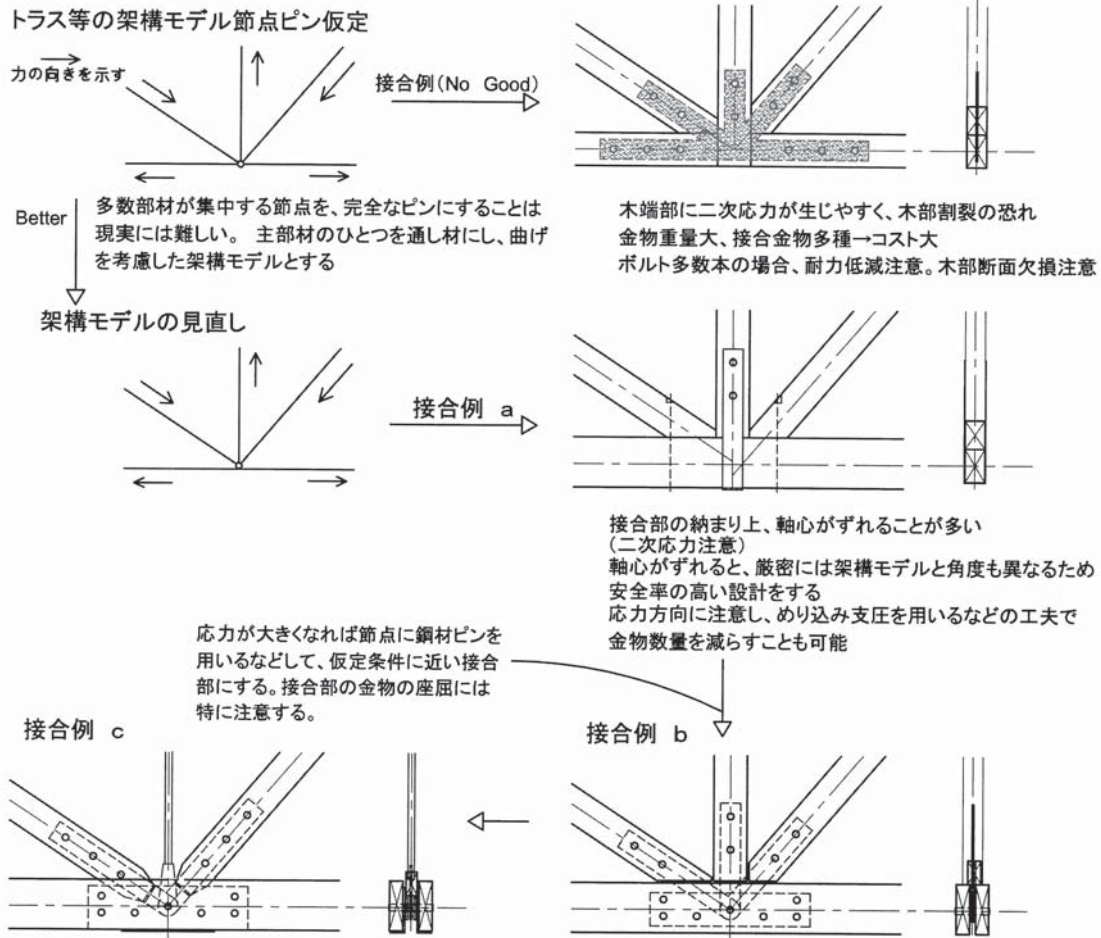
柱頭に箱金物を被せて柱勝ちにした例
(ただし 金物重量大、接合金物多種→コスト大)



トラス等接合部例（1）合掌尻

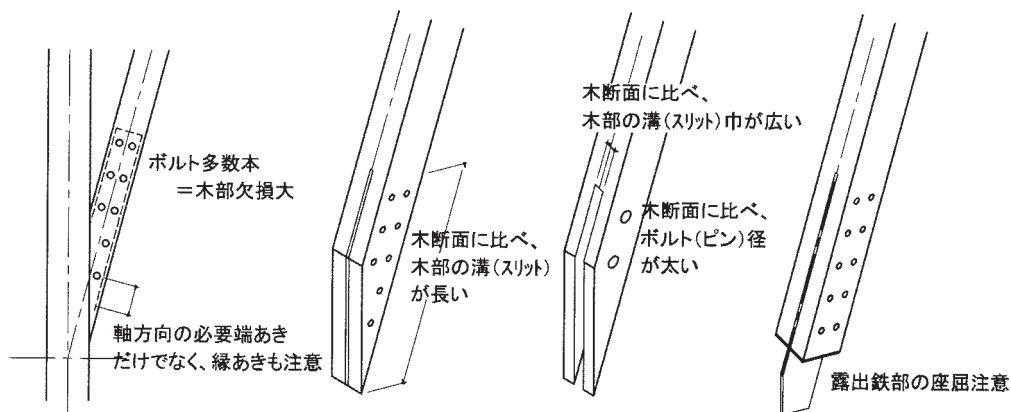


トラス接合部例 (2)



応力が大きい場合、部材長が極端に短い場合は、木での接合が困難になる場合がある。鋼材との組合せも想定するとよい。準耐火構造が要求される場合は、原則 接合部の被覆が必要。

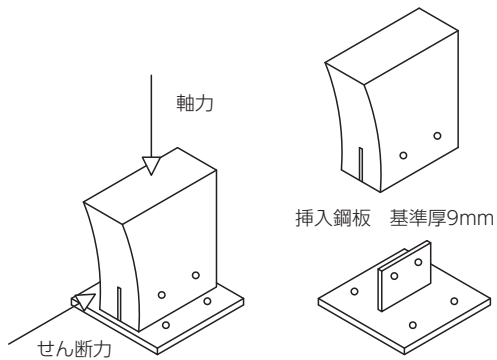
割裂等の不具合を生じやすい例



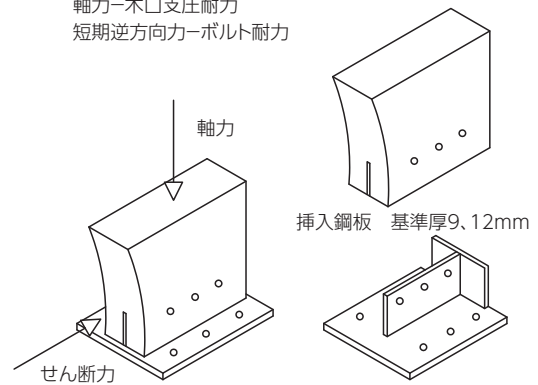
柱脚接合金物例

在来仕口以外には、スリット(溝)を加工し、挿入鋼板とボルト、ドリフトピンによって接合する方法が多い

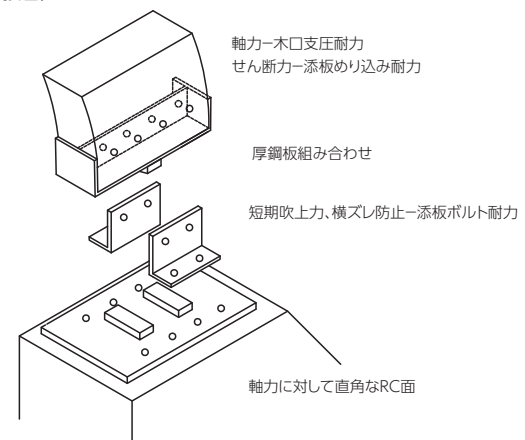
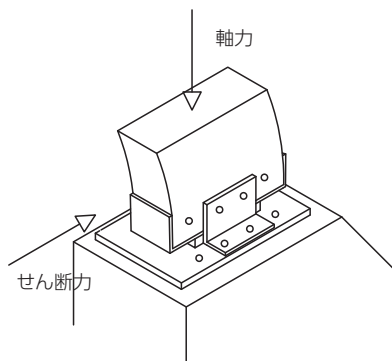
①せん断力、短期吹上力-ボルト耐力
軸力-木口支圧耐力



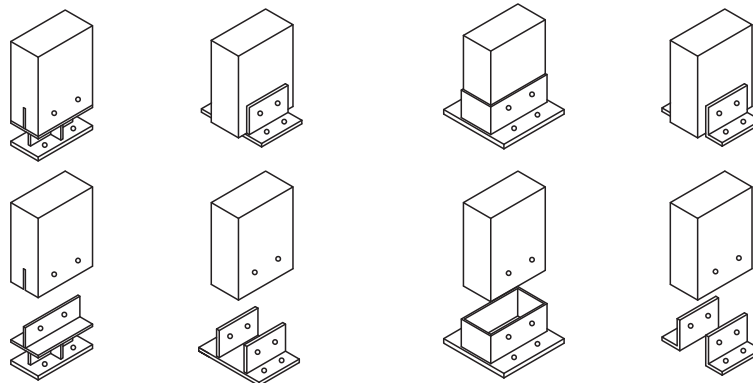
②長期せん断応力大きい場合
せん断力-めり込み耐力
軸力-木口支圧耐力
短期逆方向力-ボルト耐力



③さらに設計応力大きい場合は、接合部が仮定条件(図はピン接合)になるよう接合金物を分類するなどの工夫が必要

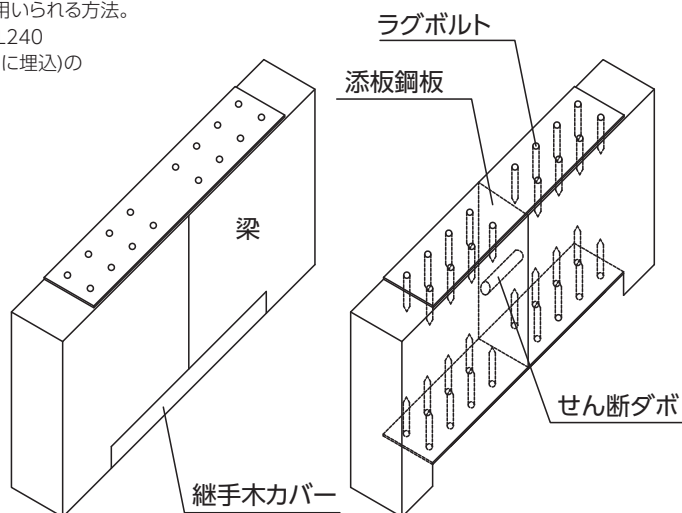


その他 柱脚接合金物のバリエーション

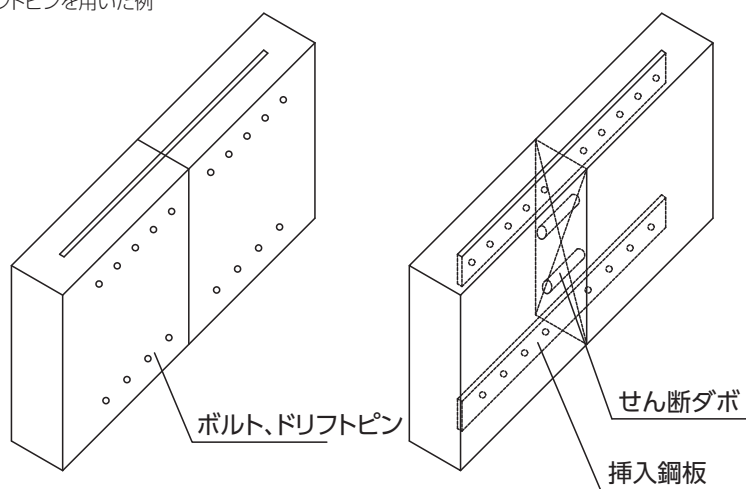


モーメント接合の例（1）

添板鋼板+ラグボルトおよびせん断ダボを用いたアーチの継手方法として、もっとも一般的に用いられる方法。添板鋼板は厚さ12mm、ラグボルトはM20-L240せん断ダボはφ50-L300(片側150づつ木口に埋込)の仕様が多数



上図例の変形として、挿入鋼板+ボルト、ドリフトピンを用いた例他にも、いろいろなバリエーションがある

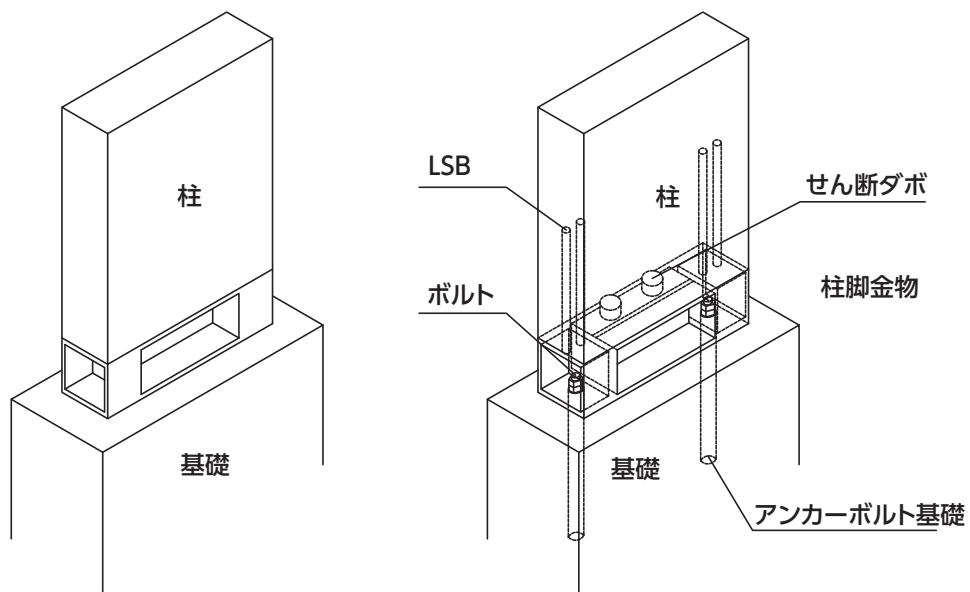


モーメント接合の例（２）

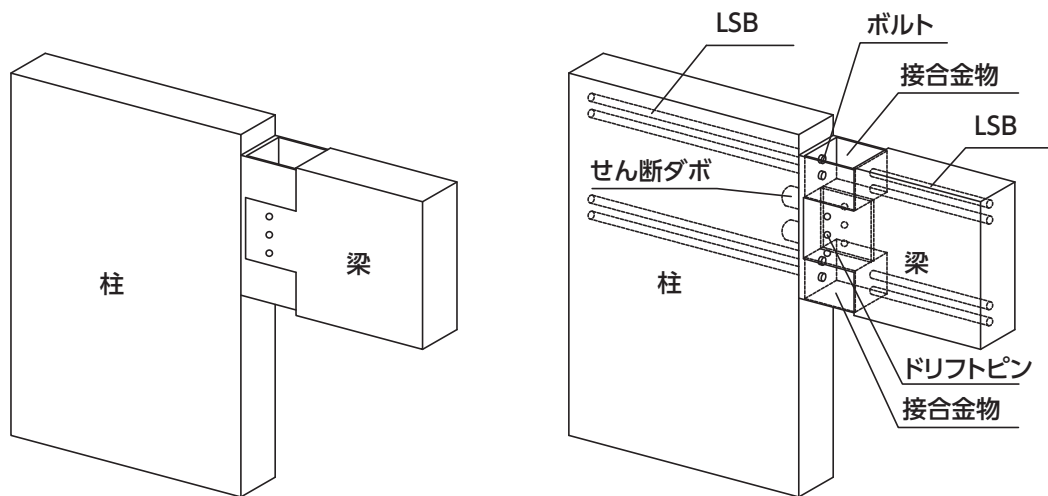
LSB(ラグスクリューボルト)を用いた例

LSBは軸方向力を伝達できるよう開発された接合具でこれを活用したモーメント接合。柱脚のみならず、柱梁といった部材同士が直交する部分でのモーメント接合が可能。

柱脚にLSB(ラグスクリューボルト)を用いた例(接合モデル)

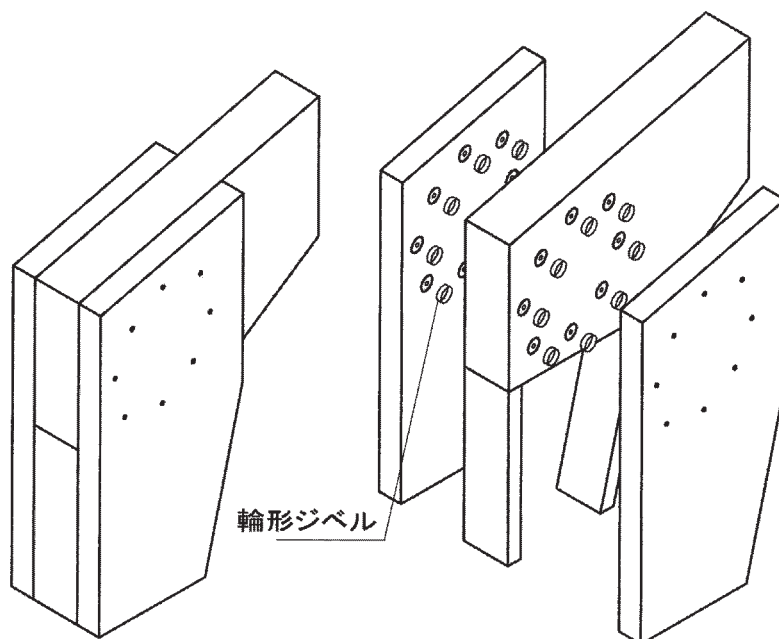


柱梁接合部にLSB(ラグスクリューボルト)を用いた例(接合モデル)

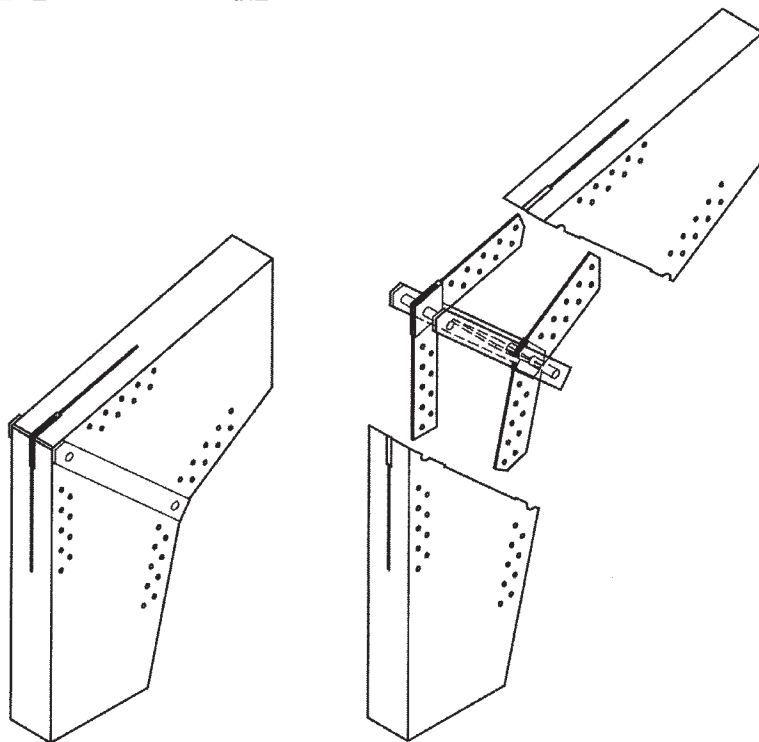


モーメント接合の例（3）

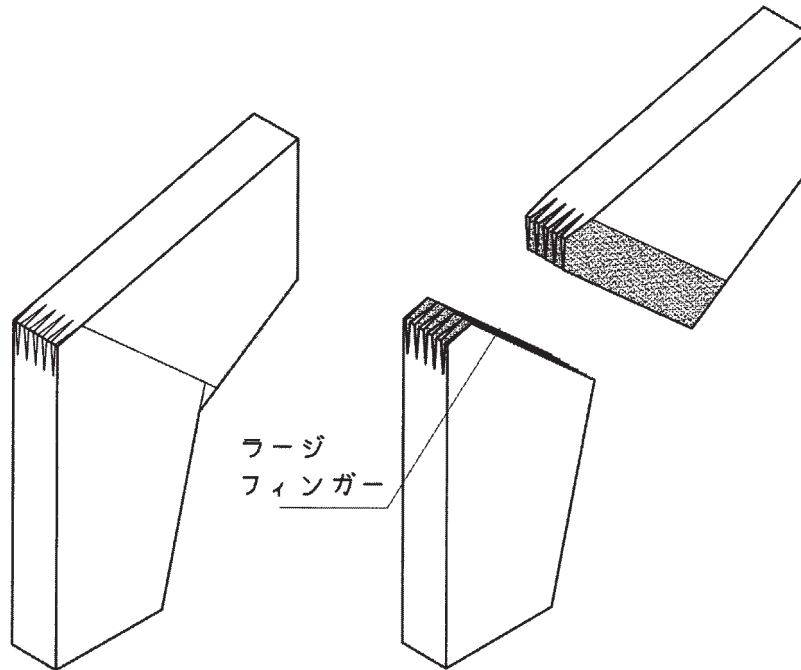
ジベルを用いたモーメント接合



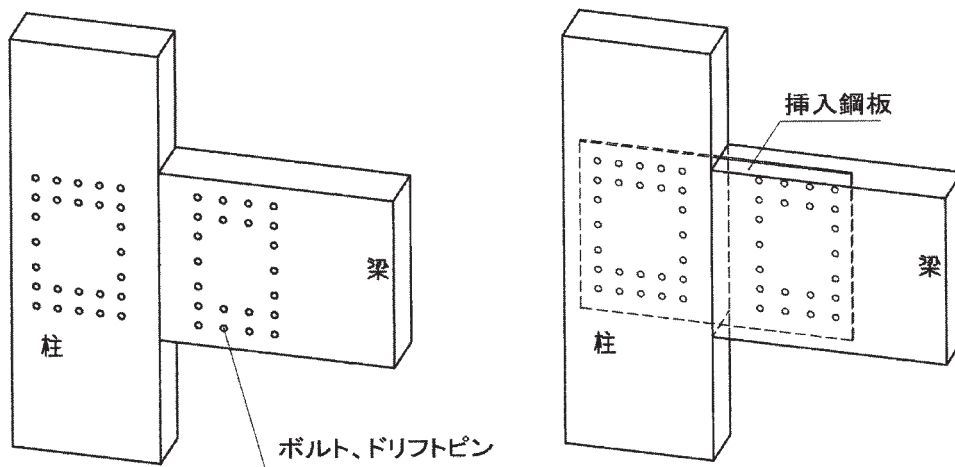
鋼板とボルト、ピンの組み合わせによるモーメント接合



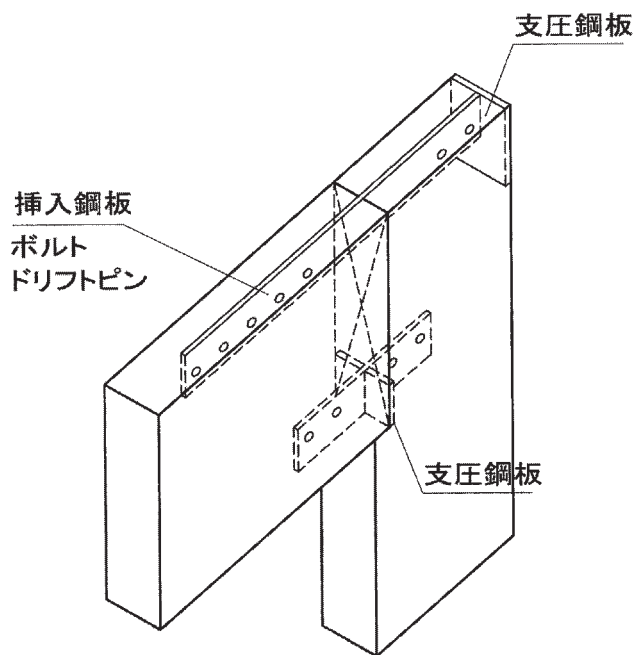
ラージフィンガーという大型の接着継手工法によるモーメント接合



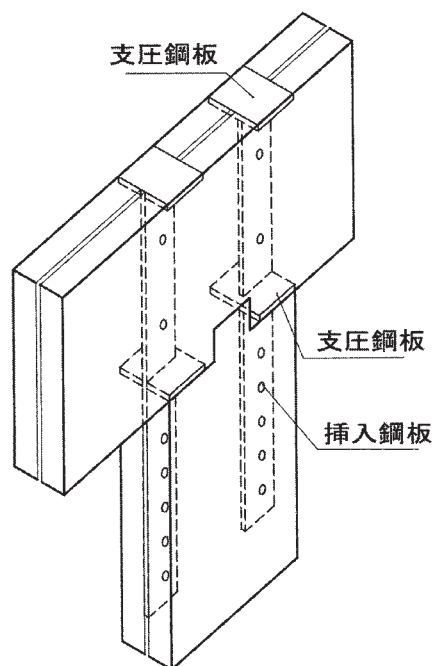
挿入鋼板+ボルト、ドリフトピンを用いた例



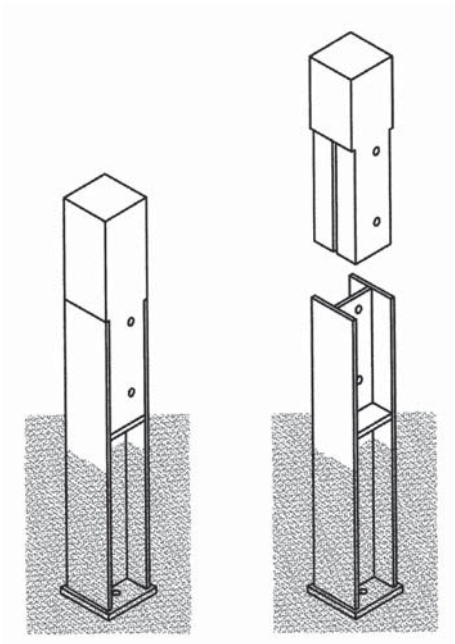
挿入鋼板と支圧鋼板を組み合わせた例1



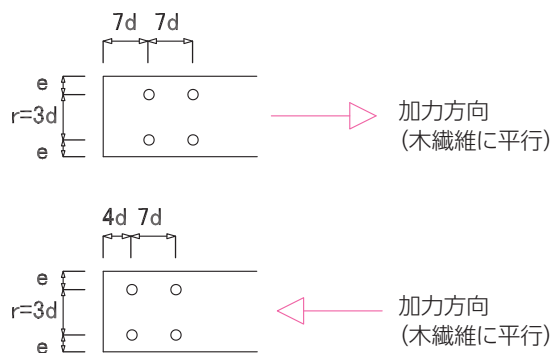
挿入鋼板と支圧鋼板を組み合わせた例2



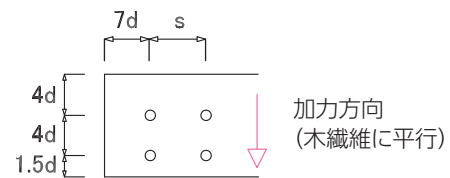
柱脚金物を埋め込み半固定した例



ボルト・ドリフトピンの配置



端あき、縁あき、ピッチは下図寸法以上とする(d:ボルト、ピン径)
(木質構造設計基準より引用)



e: 1.5d以上、主材厚/径>6のおき1.5dかつr/2以上

s: 3d(主材厚/径=2)、3~5d(2<主材厚/径<6)

5d(6<主材厚/径)

注1: 中間角度は、角度に応じて図中の値の中間値をとる

注2: Timber Construction Manual より(出典NDS)

注3: 靱性に富む構造とするためにも、主材厚/径は8以上がよい

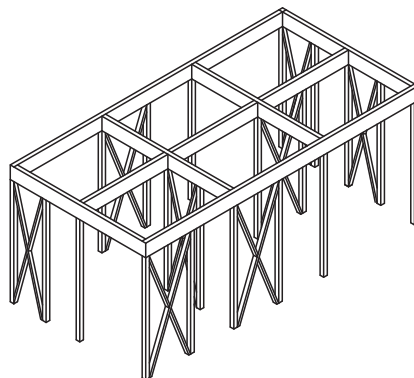
架構形式とスパン

スパン ～15m

耐力壁（壁量）

水平力を耐力に負担させる架構形式で比較的小規模な建物に通しています。モジュールの整理された平面計画が重要になります。

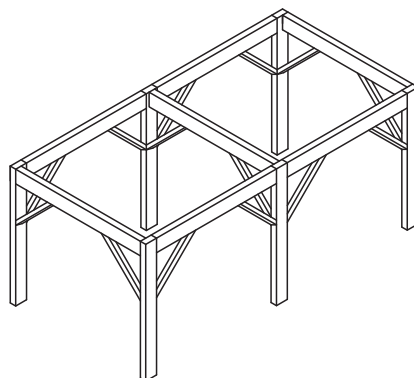
2層・3層の場合は上下階の耐力壁の位置関係に注意が必要です。



方杖構造

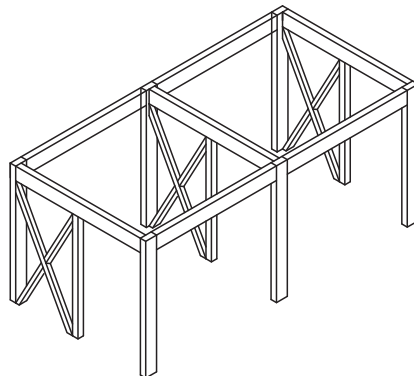
比較的高い開放性を実現できる架構形式です。

水平力が作用した場合、方杖に大きな力が作用するため接合部の設計に注意が必要です。



1方向ラーメン

耐力壁に代えてモーメント接合を用いる架構形式で、開放性の高いプランに対応可能な加工形式です。経済的な架構計画には柱・梁の接合部分および部材断面の合理性が重要です。

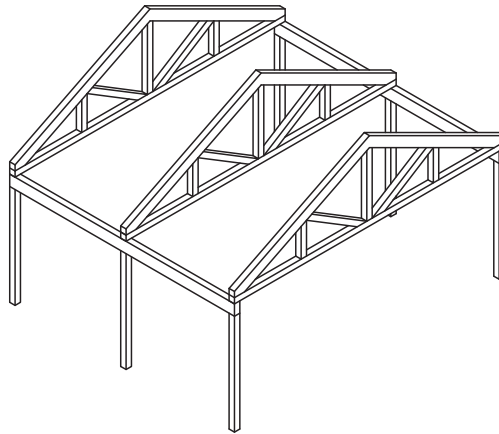


スパン ～15m

トラス構造

中規模から大規模に適した架構形式といえます。

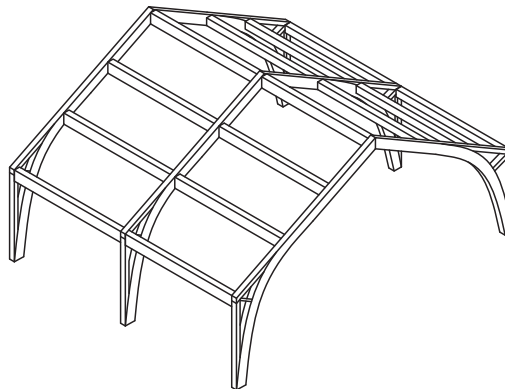
部材断面が比較的小さく出来る反面、接合部に大きな力が作用するため、接合部の設計を慎重に行なう必要があります。



アーチ構造

中規模から大規模に適した架構形式といえます。

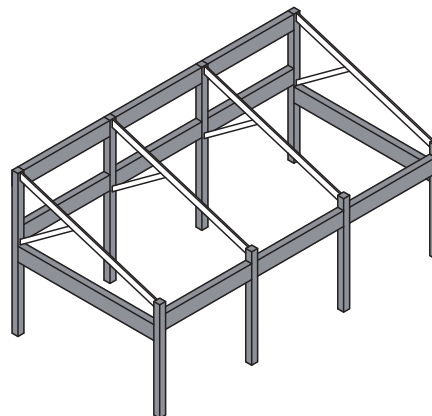
梁間方向はアーチで水平力に抵抗できるため、内部空間を大きく取る必要のある体育館や遊戯室に多く用いられています。



他構造との混合構造 (混構造)

RC造やS造との混合構造も可能です。屋根のみを軽量な木造とするなど合理的な架構が可能となります。

明瞭な構造分担・構造計画が重要になります。

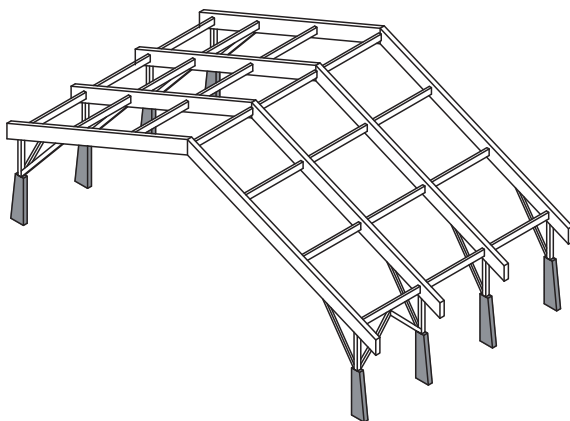


スパン 15m～25m

方杖構造

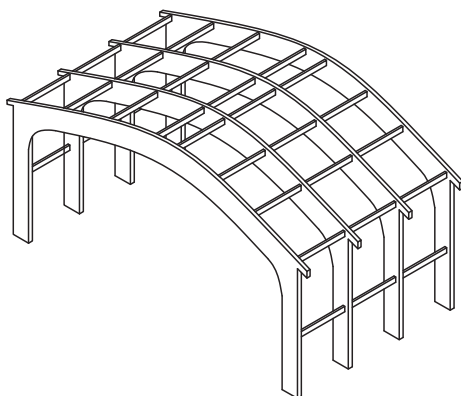
中規模から大規模に適した架構形式といえます。

部材断面が比較的小さく出来る反面、接合部に大きな力が作用するため、接合部の設計を慎重に行なう必要があります。



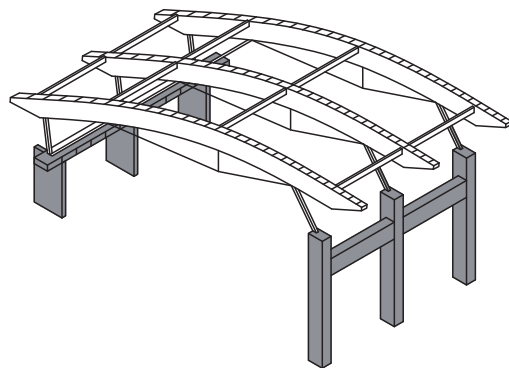
アーチ構造

大きなスパンを構成できる架構形式ですが、部材が大きくなるため、設計時に輸送・仮設を考慮した構造計画を進める必要があります。



トラス（混）構造

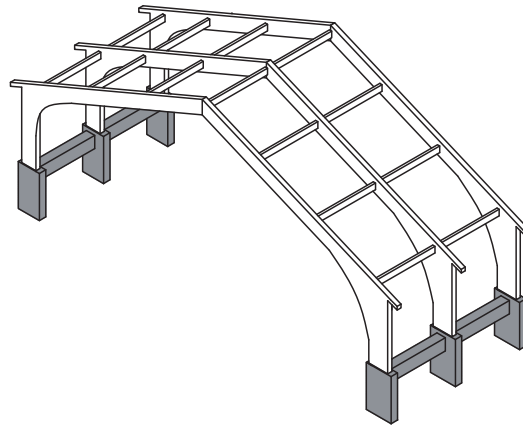
支承部の水平反力負担を小さくするには、トラス架構は有効な形式といえます。



スパン 25m～

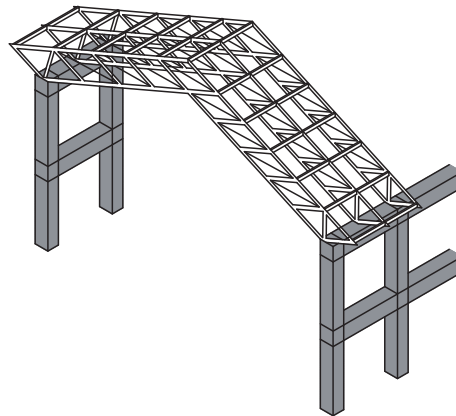
アーチ構造

アーチ構造を用いることで30mを超える大スパンも可能です。アーチフレームは、分割運搬、組立仮設も考慮した合理的な構造計画が重要になります。



トラス（混）構造

より大きなスパンを構成する場合はトラス架構でも屋根架構のみとするのが一般的になります。トラス構造は集成材の断面を小さくできるため木材量は少なく出来る反面、金物費、加工費が多くなる場合が多いので注意が必要です。

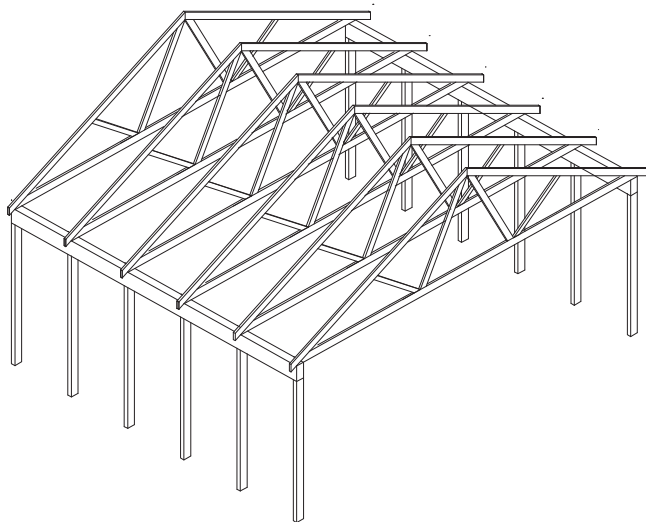


スパン6m~15m

プライムトラス株式会社

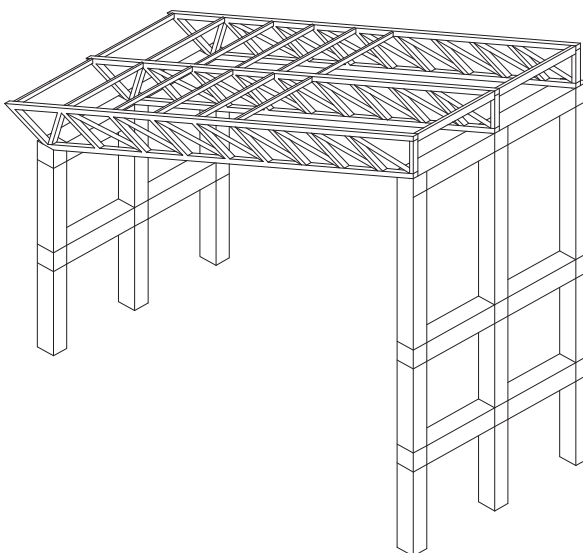
フィンクトラス 切り妻屋根

一般的に使用されるトラスの代表的形状。小屋梁や母屋・束等が不要になります。垂木ピッチに配置することで荷重を分散させることができます。基本的に外周壁にて支持させるため、スケルトン・インフィルを可能にします。



平行弦トラス 勾配屋根

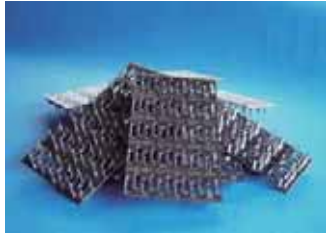
大断面集成材の登り梁等が不要になります。トラスを配置するだけで屋根面と共に勾配天井も出来上がります。



スパン6m～15m

プライムトラス株式会社

ギャングネイルトラス工法



大きなスパンの場合、ギャングネイルトラスを使用することにより特注サイズの大断面集成材等が不要になります。スパン(支点間距離)15m程度まで、実績があります。小断面部材の使用により小屋部分の重量を軽くすることが出来るので、耐震性の向上や基礎の負担軽減によるコストダウンも望めます。

ギャングネイルトラスとは、主にツーバイフォー工法用のSPF製材を使用し、接合部をメタルプレートコネクター「ギャングネイル」でつなぎ合わせたものです。地域材(無垢材)の使用も可能です。

「ギャングネイル」は、米国で生まれた木材緊結金物(溶融亜鉛めっき鋼板)です。

『集団の釘』という意味で、木材と木材を確実につなぎとめ、耐久性、精度、安定感にすぐれた木質トラスを形成します。

トラスは工場で製造するので、現場での加工が不要です。現場では、設計図通りにトラスを並べ、釘・金物で留めていくという工法のため、作業が簡単で効率よく施工できます。

現場での加工を伴う従来の工法と比べ、工期が短く、現場作業が容易ですから、人的なコスト削減に。また、規模の大きな建物を従来の木造工法で建てる際、小屋梁や母屋などに特注サイズの大断面集成材が必要な場合がありますが、トラスシステムならば不要です。さらに、トラス本体は工場生産のため、木材の無駄も削減できます。

一見複雑に見える寄棟屋根も、トラスを利用することにより、一般的な木造軸組工法(タルキ方式)と比べて作業時間を大幅に短縮できることが、実際の工事の検証で確認されています。

工場生産された寸法通りのトラスを並べていくことで、スムーズかつスピーディに施工できます。トラスは北米のツーバイフォー工法を起源とするシステムですが、ツーバイフォー工法だけではなく、木造軸組工法の建物から、RC(鉄筋コンクリート)造やS(鉄骨)造との混構造など、下部の構造を問わず幅広く対応します。

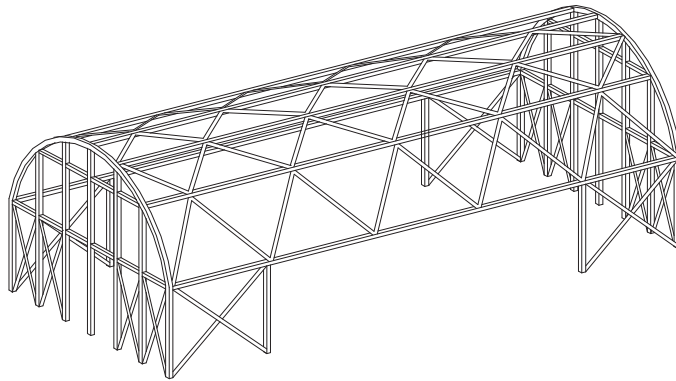
小屋組トラスは、天井面を石膏ボード等で仕上げることによって、耐火建築物にも使用可能(日本ツーバイフォー建築協会耐火認定)です。

スパン 10m~32m

木構造システム株式会社

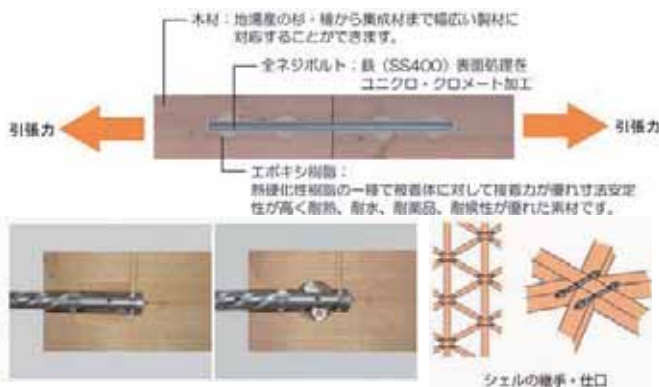
シェル構造

シェル構造は、曲面を形成することにより立体的に自重や外力に抵抗させる構造形式です。大きなスパンに対応することができ、かつ天井高さを確保しやすいという特徴から、体育館などに多く採用されます。右図のシリンダーシェル以外にも四面シェルやドームなど、様々な形式があります。



例：シリンダーシェル構造

拡張樹脂アンカー工法



拡張樹脂アンカー工法は、木材にボルトを挿入し、エポキシ樹脂系接着剤を充填することで接合する工法です。木材と木材の接合部に全ネジボルトを挿入し挿入部を拡張後エポキシ樹脂を充填させることにより樹脂ダボを作り、座金効果を生み、強固な接合を可能としました。樹脂の注入は継手の途中より施工すると継手の方向によっては樹脂が重力に逆らえずに十分に充填されているか不安となります。本工法は先端より注入し他端へ吹き出すことを確認する為、樹脂を十分に充填することが出来ます。拡張樹脂アンカー工法は、座金効果により構造耐力が安定するため使用木材が集成材である必要がありません。杉や桧の無垢の製材で大空間、大開口が可能です。無垢材を利用することによりコストダウン、省力化を図ることができます。また、接合に製作金物を使用せず、市販品であるM20,M22の全ネジボルトを使用するため工期短縮、コストダウンを図ることができます。拡張樹脂アンカー工法は、上記のシェル構造以外にも木質折板構造、格子組梁、山形ラーメン、立体トラス、平面トラス等、様々な構造形式に対応することが可能です。また金物が露出しないため、優れた意匠性を持ち、かつ燃え代設計にも対応可能です。