

◆内装木質化 ＜工法計画等＞

- 工法を単純化し、合理的に内装を木質化する。

＜埼玉県ときがわ町の取組＞

埼玉県ときがわ町は、面積の7割が森林である林産地である。町内の3校の小学校及び2校の中学校の合計5校全校において、校舎を木造で整備したり、内装を木質化する等、積極的な木材活用を実施している。内装は可能な限り県産材の利用を原則としている。無垢材だけにこだわることなく節のある材を活用したり、目の届かない天井の高い部分にはベニヤ板を活用するなど、コストを抑えて木質化を実施している。

- ・ 木を利用するに当たって、ときがわ町の木材を町の人が切り出し製材し使用されている
- ・ 環境とコスト削減に配慮し間伐材の利用（ただし、大きい木から伐採）
- ・ 内装木質化は、新築に比べ事業費が少なく実施でき、また、本体がRC造のため、本来の構造物の耐久性が確保できる。
- ・ 内装工事を校舎全体に施すため、夏休みの1月半で工事を実施する必要があり工期的には非常に厳しい。今回は、床のモルタル仕上げ面にラバー付きの床材を使用し、従来の下地合板張りを省くことにより工期の短縮が図られている。



体育館

（天井の高い部分はベニヤ板を使用）



普通教室



廊下



ときがわ町立都幾川中学校 内装木質化の様子



工期短縮のため、モルタル仕上げ面にラバー付きの床材を直接施工（都幾川中学校）



通常の施工 モルタル仕上げ面に下地合板を張り、床材を施工（玉川中学校）

- 独自の規格材を製作し、同じ材を繰り返し使用する設計とすることで、必要な木材の安定した確保が可能となる。

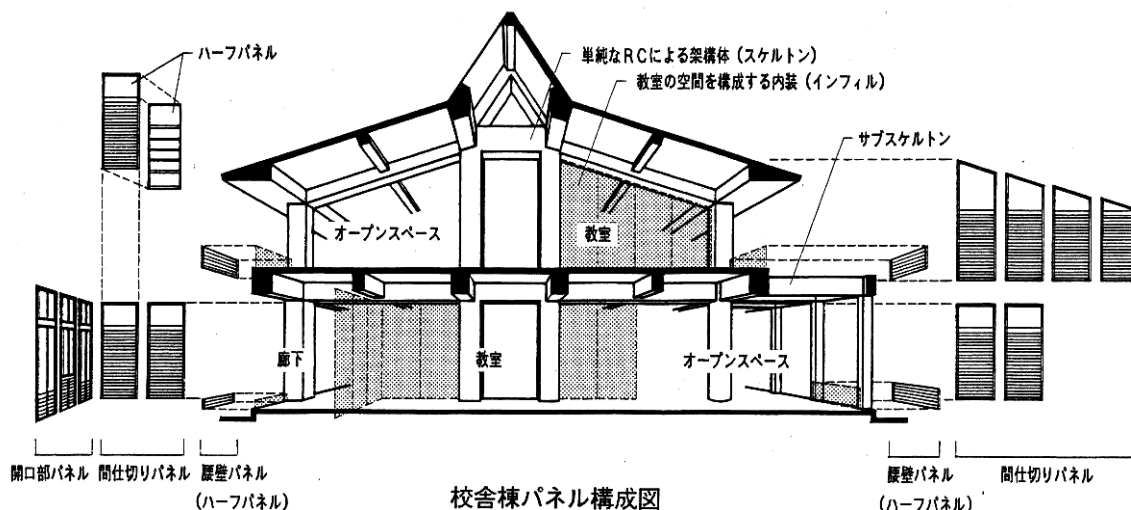
＜八王子市立みなみ野小学校における取組－RC造スケルトンと木製インフィル＞

● これからの学校としてのスケルトン・インフィル構成

今後の少子・高齢化社会を迎えるにあたり、新設校となるこの八王子みなみ野小学校も、将来的には高齢者施設などへの用途変更も十分に考えられる。

また、教育制度の変更による教室構成の変化などもあり得る。これらに対応可能なスケルトン（架構体）とインフィル（内装）として提案されている。

RC造のスケルトンは、必要以上の構造壁を持たない純ラーメン構造に近い状態となっており、腰壁はサッシと一体となったアルミパネルで構成されている。



校舎棟パネル構成図

● 木製インフィルシステムの特徴

学校用の間仕切りには、スチール製や木質系の既製品があるが、生徒の健康や地場の産業に配慮された製品が、無かったため開発を行うこととなった。

① 児童の健康への配慮

みなみ野小では、地場のヒノキ（人工林）を使用して、ムク材の持つ吸放質性能による室内気候調整を期待すると同時に、RC造だけでは得られない質感と、身体寸法と応答する小さなスケールを生みだしている。

塗装も、浸透性をもつ自然系のものとして、安全性と防汚性に配慮している。



廊下



教室内部

②コストに配慮したパネル工法

既製品のコストより低減することを求められたため、この木製インフィルシステムでは、3種類の基本部材による構成を基本として、かつ工場でパネル化（ハーフパネル）を行い現場での工数の低減を謀っている。この工場生産されたハーフ（片面）パネルは、現場で2枚合わさることで間仕切り用のフル（両面）パネルとなる。



ハーフパネルの施工



フル（両面）パネル

③パネルの構成部材

全てのパネルは、上枠、差鴨居、柱、土台が同一基本断面（120×57.5）を持ち、あとは、つなぎ材（25×57.5）と板材（120×18.05）の合計3種類により構成されている。

この基本断面部材には同一寸法のしゃくりが施され、ガラス用の押縁、板壁用の胴縁、建具用のレールに対応している。

ハーフパネルを2枚合わせにする結合には、解体可能な伝統的な仕口である契りを用いている。

●フル（両面）パネル

●建具箇所

●ハーフパネル

同一基本断面の無垢材：120×57.5



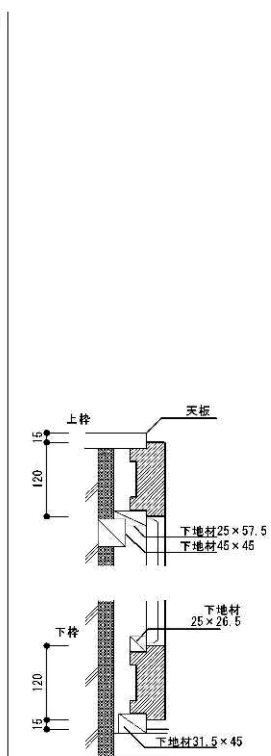
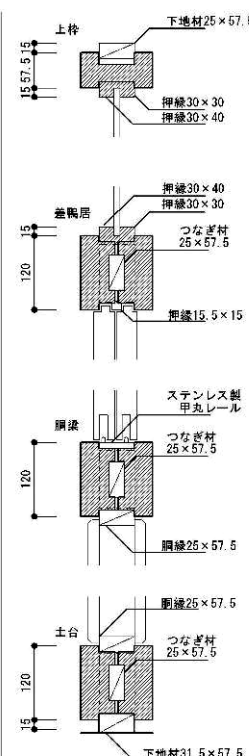
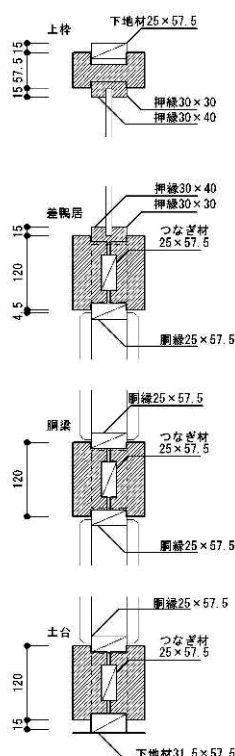
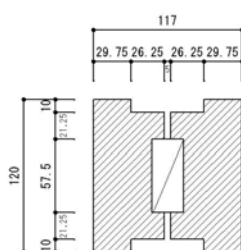
つなぎ材：25×57.5



板材：120×18.05



【差鴨居・胴梁・土台/柱・方立】



＜維持管理＞

○ 維持管理に配慮して設計することが、建物の長寿命化につながる。

木材を用いた施設を長持ちさせるためには、乾燥収縮による狂いや割れ、日光による劣化、湿気による耐久性の低下など、木の特性により想定されうる問題点について、設計段階から配慮することが必要である。また、完成後は、定期的・組織的な点検を実施し、適切な維持管理に努めることが長寿命化につながる。

＜東京都杉並区における取組＞

東京都杉並区では、区の方針で、改築時には合わせて内装の木質化を実施している。

木質化にあたっては、完成後の維持管理に配慮し、水廻りは腐りやすいため、木材の利用を避けたり、防腐処理を行う等の配慮をしている。

また、手垢等の対策で透明の塗装を行っている。このほか耐衝撃性を高めるため裏に合板を張る場合もある。



《設計等に役立つ知識》

施設規模、空間の大きさに応じた架構形式

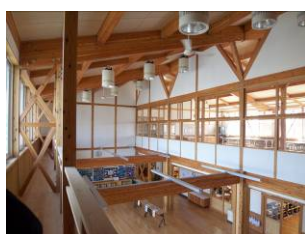
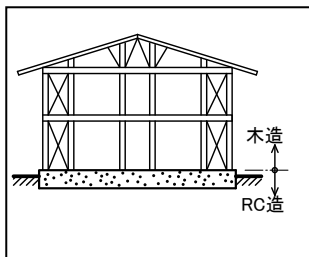
【校舎棟】

学校施設は比較的大きな空間を必要とする建物で、複数の材料を組み合わせた構造を採用する例が多く見られる。ここでは、建築物に使用される主な構造材料の特徴および学校施設に必要とされる空間を確保するために、考えられる構造・架構形式について解説する。

■純木造

基礎以外を全て木造とする場合は、通常の柱と梁の軸組だけでは柱断面が過大になる傾向がある。したがって、組立柱の採用や、壁面に斜材を設けたりする必要がある。

・秋田県 能代市立浅内小学校

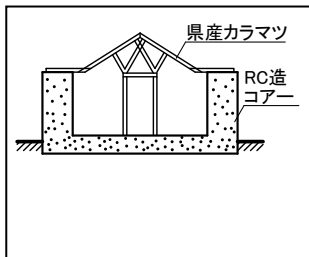


能代市は木材の町で、5校の木造校舎の実績がある。地域材による集成材と製材品の組合せで、接合部には金物を使用している。そのほか工事を分離発注することで、地元企業の技術者の育成にも配慮されている。

■平面的な混合構造

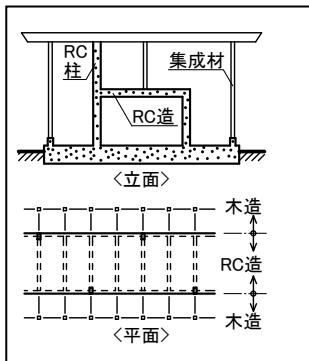
原則として木造部分は鉛直荷重のみを負担し、鉄筋コンクリート造部分に全水平力を負担させる構造である。この構造の場合は、木造部分の床および屋根面の水平剛性と、木造と鉄筋コンクリート造との接合強度が重要になる。

・RC サイドコア形式の混合構造 長野県 稲荷山養護学校



階段や便所、機械室などを RC 造とし、このコアを繋ぐように木造の架構を設置する形式である。この例では、RC 造コアを設置し、各棟ごとに地震力や風圧力の大半を負担させる計画となっている。長野県の代表的な製材であるカラマツを中心に使用し、合板充複梁や重ね梁といった架構の工夫が見られる。

・RC インサイドコア形式の混合構造 奈良県 宇陀市立菟田野小学校

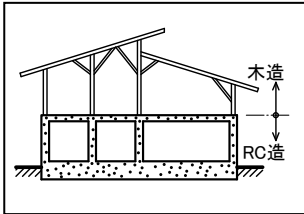


集成材を鉛直荷重の支持材、RCを水平力に対する抵抗部材として構造計画がなされている。この例は、RC 造コアを集成材架構で覆う形になっている点が特徴的である。RC 造は遮音性への配慮も兼ねている。また、地場産の丸太材を柱に使用したり、内装材にも地場の木材を多用している。

■立面的な混合構造

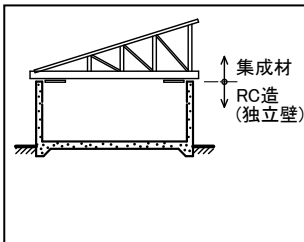
学校建築に最も多用されているのが、立上り部分までを鉄筋コンクリート造とした立面的な混合構造である。外周部を鉄筋コンクリート造とすれば、木造部は一般的な納まりとすることができる。平面的な混合構造と同様に、屋根面の水平剛性と、木造部と鉄筋コンクリート造の接合強度が重要になる。

・1 階を RC 造、2 階を木造とした混合構造 秋田県立横手清陵学院中学校・高等学校



最深積雪量が2mという多雪地域で、国産のカラマツ集成材を使用した方杖形式のラーメン架構である。木材が露出となる部分では燃え代設計を行い、部材断面を決定している。2 階床までを RC 造とすることで、上下階の遮音性に配慮している。

・屋根架構のみを木造とした混合構造 千葉県 南房総市立七浦小学校



写真？

外周架構を RC 造として自立させ、内部支柱と屋根架構を木造とする計画で、最も多く見られる混合構造の形式である。これは台風対策やシロアリなどに対する維持管理の面から採用されている。

【屋内運動場】

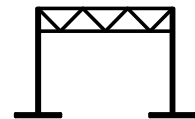
屋内運動場は校舎よりも大空間のため、木材の寸法や強度の特性と合わせ、これに適した架構形式をとる必要がある。様々な形式があり、工夫により新鮮で印象的な空間を生み出すことができる。

最近では、圧縮や曲げが作用する部位は木材を使用し、引張が作用する部位は鉄材を用いるなど、使用材料の複合化を図ることで新たな構造形式が多く見られるようになっている

■トラス架構

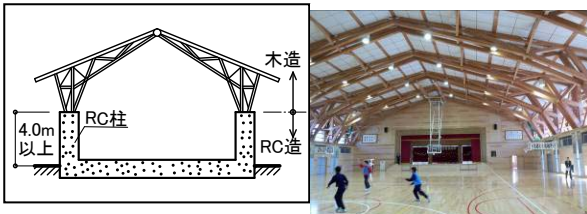
三角形の骨組みを構成すると安定した剛強な構造となる原理を利用したもので、平行な 2 本の梁を斜材でつないだ平行弦トラスと、水平梁と登り梁(合掌梁)を束や斜材でつないだ山形トラスがある。

トラス架構を採用する場合は、引張材の接合に注意が必要である。また、トラス梁の支持点となる柱には大きな反力が作用するので、鉄筋コンクリート造や鉄骨造とする例が多く見られる(混合構造)。木造の場合は柱断面を大きくしたり、控え壁を設けたり、トラス柱とするなどの対策が考えられる。



シングルワーレントラス

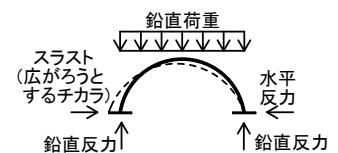
・秋田県 能代市立浅内小学校・屋内運動場



棟部分をピン接合とし、集成材によるトラス架構をダブルに架けている。トラスの脚部はRC造の片持柱で支持し、桁方向にRC造のBOX梁を架ける構造計画となっている。

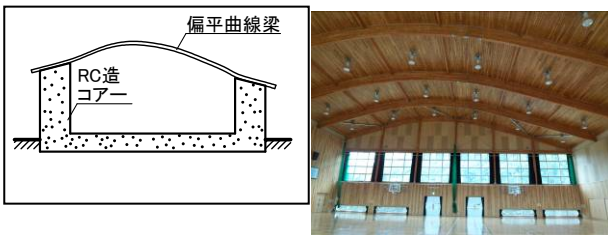
■アーチ架構

梁を円弧状として、外力に対し圧縮力で抵抗する(曲げがほとんど作用しない)構造である。曲線の形状で円弧アーチ、放物線アーチなどと呼ぶ。アーチ構造は、支持点にスラストという水平方向に広がろうとする力が作用するので、この処理方法に注意が必要である。トラスと同様の対策をとったり、テンションバーを設けるなどの対応が考えられる。



アーチ構造の原理

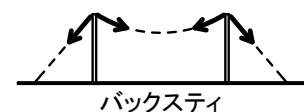
・佐賀県 佐賀市立富士南小学校・屋内運動場



ステージ、玄関、更衣室などをRC架構として両端部に配置し、長手方向に扁平な曲線の梁を架けている。扁平なアーチ梁の端部に生じる水平方向に広がろうとする力(スラスト)は全てRC架構で処理される。

■吊架構

ケーブルで吊り上げる構造で、軽い重量で大きなスパンをかけることができるので、橋梁でよく採用されている。ケーブルの端部の止め方や、風・雪などの偏荷重に対する抵抗方法に注意が必要である。

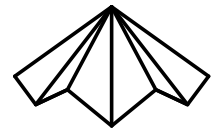


一方向吊屋根の例

■折板架構

紙に折目を付けると強くなる原理を応用した構造で、屏風のように折目が平行となる角筒折板のほかに、放射状に折る角錐や多角形折板がある。

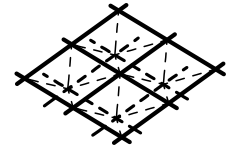
折板架構は折目が広がらないように押えることが重要になる。



八角形折板

■スペースフレーム架構

格子状の梁を2層にして、斜材などで上下の交点どうしを結合した立体構造。接合数が多く加工も複雑になるので、接合部に金属系の接合材を用いて合理化を図ることが一般的である。

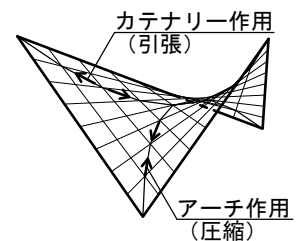


2方向グリッド

■シェル架構

曲面を構成することで強度を高める構造で、アーチの発展形ともいえる。円錐・球型のドームのほかに、筒型、鞍型など様々な形状がある。

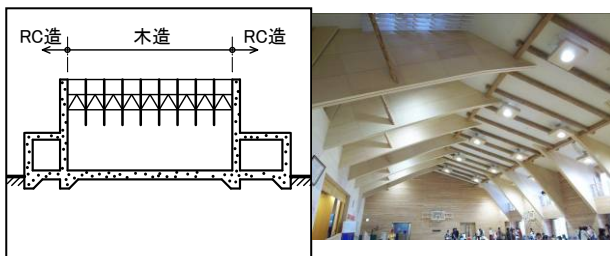
HP シェルは平板の一組の対角線の隅を上げ、他の一組の隅は下げることで曲面を形成するものである。



HP シェル

■トラス架構と重ね柱・重ね梁を用いた混合架構

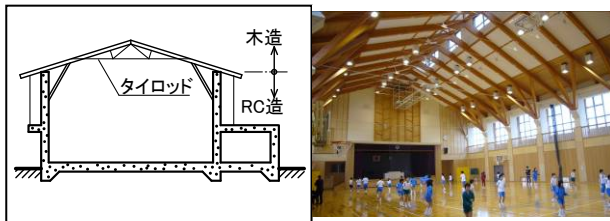
・長野県 稲荷山養護学校・屋内運動場



ステージおよびホワイエ部分を RC コアとして、延焼防止の役割と水平力の大半を負担させている。主架構は長野県産のカラマツ 120mm 角材を接着重ね梁・重ね柱として組立てている。プレカットと手加工を併用し、継手には追掛大栓や金輪などの伝統的な方法も採用されている。

■端部に方杖を用いた架構

・石川県 羽咋市立瑞穂小学校・屋内運動場

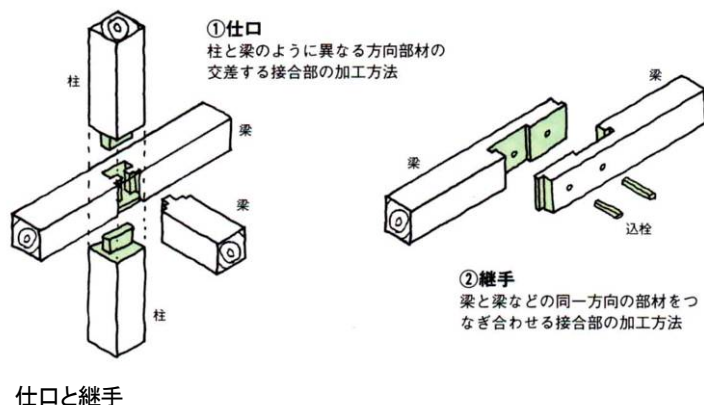


ステージ、玄関、更衣室などを RC 架構として両端部に配置し、長手方向に扁平な曲線の梁を架けている。曲線梁の端部に生じるスラストは全て RC 架構で処理される。

接合部の役割と種類

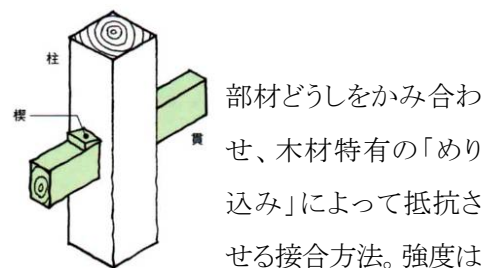
接合部には柱と梁のように、異方向部材の交点となる「仕口」と、梁と梁のように同一方向部材をつなぎ合わせる「継手」がある。

接合方法を大別すると、木材のみで接合する嵌合(かんごう)接合、金物を使用する金物接合、接着剤を使用する接着接合、の3種類に分けられる。



■嵌合接合

木材どうしをかみ合わせて、主に「めり込み」で抵抗する接合方法。貫と柱の接合部が代表的で、伝統的な仕口・継手のほとんどがこれに該当する。強度が低く変形しやすいが、大きな変形への追随性が高く、粘り強い。込栓(こみせん)・車知栓(しゃちせん)・楔(くさび)などの接合具を併用することもある。



嵌合接合の例

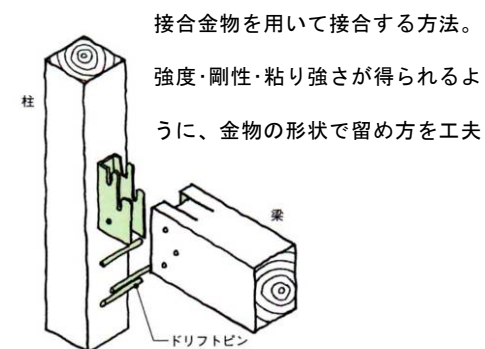
■金物接合

木材どうしを突き付けて、金物のみで力を伝達する接合方法と、ホゾや蟻などの伝統的な接合に引きボルトを併用する接合方法の2種類に分けられる。

金物のみの接合は、ボルトやドリフトピンが木材にめり込むことによって荷重を伝達するため、木材の端からの距離を確保する必要がある。

一方、併用タイプは主な荷重の伝達は木材どうしのかみ合わせにより行い、金物は抜け出しを防止するために使用する。

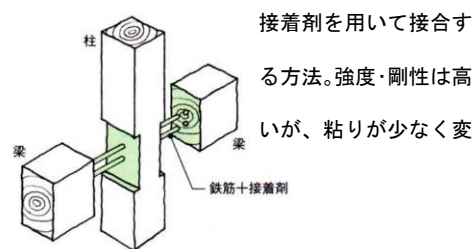
接合金物の種類は多く、さまざまな開発が行われている。しかし、施工性や意匠性を重視するあまり、構造的に見ると疑問を感じるものもある。金物は接合部に要求される性能をよく考えた上で選択したい。



金物接合の例

■接着接合

接着剤を用いた接合は、集成材を用いた構法で採用されることがある。接合部に鉄筋を差し込んで、接着剤で木材との接合を行うものが代表的である。この接合方法は高い強度が得られるが、施工管理が難しいので、使用範囲は限定される。



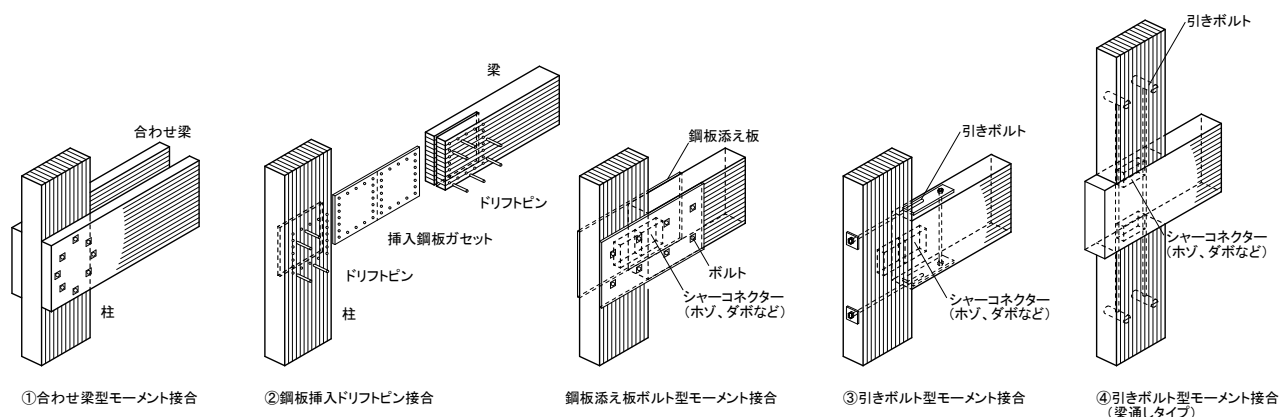
接着接合の例

■ラーメン架構に用いられる接合

ラーメン架構は、方杖や小壁などの補助材で接合部を固める方法と、金物などの接合具を使用して半剛接合する方法がある。ラーメン架構における接合部の効率性、架構性能やコストに直結する重要な役割を担っている。

現在使用されている接合方法を分類すると以下の4タイプがある。

- ①材を重ねてボルトで縫い合わせ曲げ抵抗させる、合わせ梁型モーメント抵抗接合。
- ②材に挿入した鋼板を挿入または側面に添えてドリフトピン及びボルトで接合し、鋼板が曲げ抵抗する、鋼板挿入ドリフトピン接合。また、これを中・大規模ラーメン架構用に改良したおよび鋼板添え板ボルト型モーメント抵抗接合。鋼板が曲げ抵抗する。
- ③引張力に対してはボルトが、圧縮力に対しては柱・梁のめり込みが、せん断力に対しては堅木ダボなどのシャーコネクターがそれぞれ抵抗する、引きボルト型モーメント抵抗接合。
- ④梁通しの場合の引きボルト型モーメント接合で、上下の柱に設置した引きボルトが柱に生じる曲げと軸力に抵抗し、せん断力は柱材にシャーコネクターを取り付けて抵抗する。



ラーメン架構の接合形式

JASによる寸法規格

製材の寸法と表現方法

JASでは構造用製材の標準寸法を表のように規定している。

木材の断面寸法は我が国で伝統的に使われてきた尺・寸・分がもとになっている。梁や柱は短辺（幅）が90mm 以上で、長辺（せい）は1寸（約 30mm）刻みに増える。根太や垂木、筋かい、貫などの厚みは 15mm 以上で、1 分（約 3mm）刻みとなっている。JASには 390mm まで規格があるが、木材の流通事情を考えると 360mm を限度とし、設計上は極力 300mm 以下となるように工夫したほうが現実的である。

75mm 以上の正方形断面は正角、長方形断面は平角と呼ばれる。断面形の表示方法は構造設計者の場合、柱なら平面のX方向をB、Y方向をD、梁なら水平方向を梁幅B、鉛直方向を梁せいDとして、「B x D」という順で表現する。

設計者によっては立面的に見たときの「見付け x 奥行き」というふうに構造とは逆の表記をする例もあるため、断面方向には注意が必要である。

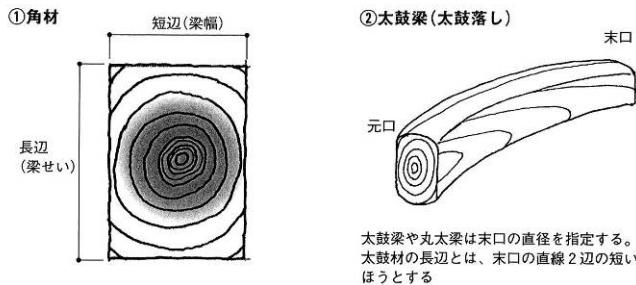
丸太の寸法と表現方法

丸太の側面のみを切り落とし、上端と下端は丸太のままとしたものは太鼓梁、太鼓落としと呼ばれる。これは小屋組などで木材の曲がりを利用した木組みを見せるときなどに使用される。

丸太材や太鼓梁の断面は末口 180φ というように表示する。樹木の根っこ側を元口、先端側を末口という。末口のほうが元口よりも径が細いので、これは断面の最低寸法を指定していることになる。

長さは1 m刻みを基本とし、梁材は4 mが最も多い。これは一般的な木造住宅の間取りを考慮して、2間（3.64m）まで対応できるようにしたものである。一方、柱は木造住宅の標準的な階高 2.7mを考慮して、管柱用は3 m、通し柱用は6 mに製材されることが多い。6 mを超えると特注になる。

JASによる構造用製材の標準寸法 | 図



構造用製材の標準寸法 (仕上材にあっては規定寸法) | 表

木口の短 辺		木 口 の 長 辺										単位: mm				
15				90	105	120										
18				90	105	120										
21				90	105	120										
24				90	105	120										
27			45	60	75	90	105	120								
30		39	45	60	75	90	105	120								
36	36	39	45	60	66	75	90	105	120							
39		39	45	60	75	90	105	120								
45			45	55	60	75	90	105	120							
60				60	75	90	105	120								
75					75	90	105	120								
80						80	90	105	120							
90						90	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330
100						100	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330
105							105	120	135	150	180	210	240	270	300	330
120							120	135	150	180	210	240	270	300	330	360
135								135	150	180	210	240	270	300	330	360
150									150	180	210	240	270	300	330	360
180										180	210	240	270	300	330	360
200											200	210	240	270	300	330
210												210	240	270	300	330
240													240	270	300	330
270														270	300	330
300															300	330

表示寸法との許容誤差

木口寸法	辺長<75mm	辺長≥75mm
仕上材	-0 ~ +1.0	-0 ~ +1.5
未仕上材	(SD15: -0.5 ~ +1.0)	(SD15: -0.5 ~ +1.5)
未乾燥材	-0 ~ +2.0	-0 ~ +3.0

材長は-0 以上とする(十制限はない)

J A Sによる等級区分

製材には J A S 規格（2007 年 8 月改定）が定められているが、そこには、①造作用製材、②目視等級区分構造用製材、③機械等級区分構造用製材、④下地用製材、⑤広葉樹製材の 5 規格がある。このうち、建築物の主要構造部分に使用される製材には②と③が該当する。

目視等級区分

目視等級区分構造用製材とは、節、丸身などの欠点を目視により等級分けするもので、構造的に要求される性能に応じて 3 タイプに区分している（表）。

主として高い曲げ性能を必要とする部分に使用するもの（梁・横架材）を甲種構造材、主として圧縮性能を必要とする部分に使用するもの（柱）を乙種構造材とし、甲種構造材については、断面の大きさによって構造用ⅠとⅡの 2 種類に区分している。ちなみに、構造用Ⅱとは、短辺が 36cm 以上かつ長辺が 90cm 以上の材をいい、それ未満の小断面はⅠとなる。

機械等級区分

機械等級区分構造用製材とは、ヤング係数を測定して、その値により等級分けを行うものである。等級は E50 から 20 刻みで E150 までである。また、ヤング係数のほかに、節、集中節、丸身、貫通割れ、目まわり、腐朽に関する規定もある。これらのほかに、保存処理、含水率、寸法誤差、表示項目なども規定されている。さらに、従来は造作用製材で定められていた材面の美観の表示（四方無節、上小節など）も、構造用製材に適用されている。

含水率表示は人工乾燥材のみで、自然乾燥材は対象外となる。仕上材は 15%以下 (SD15) と 20%以下 (SD20)、未仕上材は D15、D20、D25（25%以下）に区分される。

実際の建物は、必ずしも J A S 規格品である必要はないが、大きな力を受ける材についてはこれに準じた品質管理を行いたい。また、木材は目視により使い分ける能力も必要である。

丸太の寸法と表現方法

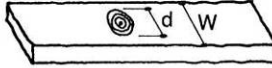
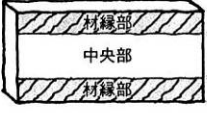
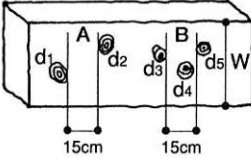
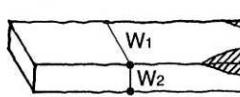
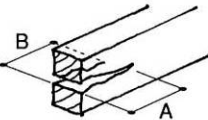
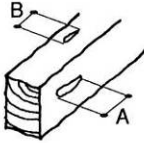
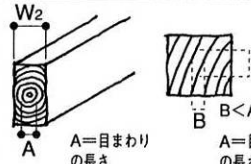
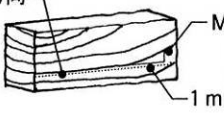
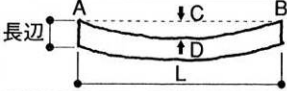
丸太の側面のみを切り落とし、上端と下端は丸太のままとしたものは太鼓梁、太鼓落としと呼ばれる。これは小屋組などで木材の曲がりを利用した木組みを見せるときなどに使用される。

丸太材や太鼓梁の断面は末口 180φ というように表示する。樹木の根っこ側を元口、先端側を末口という。末口のほうが元口よりも径が細いので、これは断面の最低寸法を指定していることになる。

長さは 1 m 刻みを基本とし、梁材は 4 m が最も多い。これは一般的な木造住宅の間取りを考慮して、2 間（3.64m）まで対応できるようにしたものである。一方、柱は木造住宅の標準的な階高 2.7m を考慮して、管柱用は 3 m、通し柱用は 6 m に製材されることが多い。6 m を超えると特注になる。

JASによる「目視等級区分構造用製材」の規格 | 表

乙種構造材(柱対応)の材面の品質基準

区 分		基 準			備 考
		1 級	2 級	3 級	
節		径比が 30%以下 (円柱類は 26%以下)	径比が 40%以下 (円柱類は 35%以下)	径比が 70%以下 (円柱類は 62%以下)	 $\text{節の径比}(\%) = \frac{d}{W} \times 100$ 
集中節		径比が 45%以下 (円柱類は 39%以下)	径比が 60%以下 (円柱類は 53%以下)	径比が 90%以下 (円柱類は 79%以下)	 $\text{Aの集中節径比} = \frac{d_1 + d_2}{W} \times 100$ $\text{Bの集中節径比} = \frac{d_3 + d_4 + d_5}{W} \times 100$ 15cm区間にかかわるすべての節を集中節とし、AとBのいずれか大きいほうを集中径比とする
丸身		10%以下	20%以下	30%以下	 $\frac{AB + CD}{W_1} > \frac{AE}{W_2}$ $\text{丸身}(\%) = \frac{(AB) + (CD)}{W_1} \times 100$
貫通割れ	木口	木口の長辺寸法以下	木口の長辺寸法の1.5倍以下	木口の長辺寸法の2.0倍以下	 A, B = 割れの長さ 割れの長さ = $\frac{A+B}{W}$ 両木口にあるものについては、両木口の最長のものの長さとする
	材面	ないこと	材長の1/6以下	材長の1/3以下	 A, B = 割れの長さ 割れの長さ = $\frac{A+B}{W}$ 同一材面に2個以上の貫通割れがある場合には、最も長いものの長さを測定する
目まわり		木口の短辺寸法の1/2以下	同左	—	 A = 目まわりの長さ B = 目まわりの長さ B < A 基準では、1級、2級に限り木口面における短辺の長さの1/2以下の深さとし、3級は制限しない。ただし、両端に存する場合は各端における合計とする
繊維方向の傾斜比		1 : 12 以下	1 : 8 以下	1 : 6 以下	 繊維方向 材長方向に対する繊維走向傾斜の高さの比とする
腐朽	程度の軽い腐れの面積	ないこと	存する材面の10%以下	存する材面の30%以下	—
	程度の重い腐れの面積	ないこと	ないこと	存する材面の10%以下	
曲がり		0.2%以下 (仕上材は 0.1%以下)	0.5%以下 (仕上材は 0.2%以下)	同左	 $\text{曲がり}(\%) = \frac{CD}{AB} \times 100$ CD : 最大矢高
狂いおよびその他の欠点		軽微なこと	顕著でないこと	利用上支障のないこと	—

上記のほかに、平均年輪幅の規定もある

目視等級区分構造用製材の等級は★印で表記し、最も品質の高い1級は★★★となる