

第3部 木質構造部材の製作（加工）

第14章 木質構造部材製作者（工場）の選定

14.1 木質構造部材製作工場の選定

中大規模木造建築物に必要となる木質構造部材を供給する専門業者となるためには、言うまでもなく、元請業者（施工者）から木質構造部材製作者（工場）として選定されなければならない。

木質構造工事を請け負った元請業者にとって、当該工場の品質を確保できる木質構造部材の製作工場を審査、選定することは非常に重要である。信頼のおける実績のある工場を選定すれば良いのであるが、現実にはコストや納期と相談しながら元請業者が設計者や施主と協議して工場を選定していくことになる。具体的内容については、14.1.1 書類による選定及び14.1.2 工場調査において説明している。

なお、木質構造部材製作工場が構造用集成材等の木質構造材料製造工場に併設された加工工場の場合、元請業者は14.2 木質構造材製造業者の選定の項目についても検討が必要となる。

一方、木質構造部材製作工場の技術的責任者である木質構造材料加工管理技術者は、第17章以降の具体的な木質構造部材の製作（加工）、製品検査等の取組はもとより、元請業者による木質構造部材製作工場の選定の視点についても十分理解した上で、製作者・製作工場として選定されるよう、14.3 木質構造部材製作者の品質保証と品質管理に述べる取組を日頃から効果的に実施することが望まれる。また、木質構造部材製作の業務受注後においては、第15章製品計画と工程計画を参考にしつつ、木質構造工事管理責任者（その業務内容は第2部を参照）の指示に基づき、第16章に示す製作要領書を作成し、元請業者に提出することになる。そして、元請業者、監督職員・工事監理者とも連携をとりながら、木質構造工事の計画的な遂行に寄与することが期待されている。

14.1.1 書類による選定

元請業者は、木質構造部材製作工場の選定のため、当該木質構造工事における木質構造部材の数量、使用する木質構造材料の種類、工程、要求品質、製作の難易度、建方手順などの基本情報を把握しておく必要がある。一般的には、これらの情報を基に当該木質構造工事における製作工場を数社から選ぶことになる。

まず、工場や会社の概要書（パンフレットなど）、工事経歴書、当該工事時期の受注状況や最近の工事での実績・評判などの情報を収集し、これらの情報から、工場の生産能力と品質管理能力を推定する。

木質構造部材製作工場における生産・加工能力は工場概要に記載されているが、実際に工場で生産できる能力は、次の数値などから推定することができる。

- ①工場敷地面積・製品置場面積
- ②工場全従業員数
- ③契約電力

これらの数値が製作実績より少ない場合は、製作外注が多い工場である可能性もあるので確認が必要である。製作実績若しくは工事経歴書に、発注者、設計者、製作数量と期間などが当該工事と類似している物件がある場合は、選定の参考資料になる。

14.1.2 工場調査

元請業者は、必要に応じて書類選考で選定した工場の現地審査を行い、当該工事に適した木質構造部材の製作工場を決定する。工場調査の項目は、次の通りである。

(1)書類審査

- ①工場認定の確認：ISOの有無、工場規模、品質管理体制、社内基準の整備状況、生産設備機械のリスト、品質管理表による検査と記録
- ②月当たりの生産能力・加工能力とストックヤードの面積
- ③実績：加工部材最大サイズと重量、特殊構造
- ④管理技術者：資格と人数
- ⑤外注の管理状況

(2)工場審査

- ①経営姿勢：工場長や管理技術者の経営姿勢や品質管理方針など
- ②品質管理体制：部署の業務権限、検査要領（作業手順、判定規準、報告書作成など）、検査機器管理、検査員の教育、外注管理（外住管理体制と外注社員教育）
- ③工場内の状況：材料置場では木質構造材料（構造用集成材など）の置き方の確認、山積み状況を確認する
- ④作業環境：生産設備機械（当該工事への適用）、整理整頓状況、安全管理状況、各工程作業における指示伝達や自主検査の状況などの確認
- ⑤製作状況：他物件の材料管理、切断・加工、自動加工設備や治具の使用状況など
- ⑥製品置場：広さ、木質構造部材製品の取扱いや置き方、塗装状況や製品の養生方法など

14.2 木質構造材料製造業者の選定

本書では、木質構造部材の製作（加工）に使用する木質構造材料は、関連する日本農林規格(JAS)により格付けされた製品を使用することを前提としており、元請業者は、木質構造材料製造業者の選定に当たり、日本農林規格の登録認証機関による認証内容について確認し、特記仕様書など設計図書に規定する木質構造材の格付け製品の製造が出来るか否かの調査を行い、複数の製造業者（工場）の候補の中から選定する。書類選考の検討項目は、登録認証機関による認証区分の明細を調べ、製造可能な製品サイズを確認し、必要に応じて書類選考で選定した業者（工場）の現地調査も行う。

登録認証機関による認証区分の明細は木質構造材料の種類により異なるが、その例として構造用集成材の場合、認証区分の明細は、次の項目である。

- ①認証機関名と認証年月日
- ②認証を受けた農林物資（木質構造材）の種類
- ③認証の区分（大断面等）
- ④品名（構成の種類）
- ⑤強度区分（E-F等級）と樹種
- ⑥接着剤の使用環境と接着剤名（積層方向・長さ方向）
- ⑦外観等級
- ⑧ホルムアルデヒド放散量

⑨特殊な製造方法

- * 幅はぎラミナの使用（製造可能な短辺の確認）
- * 二次接着の仕様（製造可能な短辺と長辺の確認）
- * 湾曲材の製造（ラミナ厚さと曲率半径）

認証区分の明細について確認するほか、工場で製造可能な形状と寸法（長辺、短辺、長さ）の確認も必要である。例えば、構造用集成材の場合、たて継ぎ工程などの設備的制約からたて継ぎ接着出来るラミナの幅が決まり、結果的に製品幅（短辺）が制約される。従って、設計図書で指定された部材寸法が、幅はぎ接着しないラミナによる製造範囲を超える場合は、上記⑨の幅はぎラミナ接着や二次接着の認証を受けている製造工場を選定する必要があり、認証区分の明細を確認することが不可欠である。

又、湾曲材など特殊な形状の構造用集成材の場合は、設計図書で指定された曲率半径や湾曲部材の形状が、製造可能な圧縮工程（設備）であるか否かの確認も必要である。

14.3 木質構造部材製作者の品質保証と品質管理

14.3.1 木質構造部材製作者の品質保証体系

品質保証は、一般に「消費者の要求する品質が、十分に満たされていることを保証するために生産者が行う体系的活動」と考えられている。

木質構造部材では多品種少量生産型の一品生産の場合が多く、品質保証を達成するためには、それぞれの担当者が担当業務に最善を尽くすだけでは不十分で、それぞれの部門がその役割と責任を明確に定め、互いに連携して組織的に業務を遂行する必要がある。

品質保証体系は、品質保証活動を十分に機能させるために、受注から納品に至るまでの業務の流れに従い、各段階における保証項目・作業項目・保証責任者、管理項目などを明確にし、体系化して図示したものが品質保証体系図である。品質保証体系図に具備すべき事項は、次の通りである。

- ①全部門の活動であること。
- ②各製造段階（各ステップ）で達成すべき品質目標が明らかであること。
- ③いつ、どこで、誰が、何を、何のために、どのように管理するか（5W1H）の要素が折り込まれていること。
- ④各機能が、Plan(計画)⇒Do(実施)⇒Check(評価)⇒Act(処置)の PDCA サイクルで回っていること。
- ⑤関連する機能あるいは会議体などが明らかであること。
- ⑥構成される各機能が連携して組織的に結びついていること。
- ⑦各製造段階（各ステップ）の責任者が明らかであること。
- ⑧各製造段階（各ステップ）ごとの採取すべき品質記録が明らかであること。

14.3.2 木質構造部材製作者の品質管理工程表（QC 工程表）

設計品質を製作工程で作り込むためには、品質に影響を及ぼす材料(material)・機械(machine)・人(man)・作業方法(method)など、いわゆる 4M といわれる工程の要因と、その管理方法を明確にすることが重要である。

QC工程表は、4Mとその管理方法を明確にするために、いつ、どこで、誰が、何を、何のために、どのように管理するか工程の流れに沿って示した一覧表で、以下の5W1Hを明記する必要がある。

- ①いつ：入荷時、発注前、施工時などの時期
- ②どこで：工作図作成時、材料発注時、加工時など工程のどの段階か
- ③誰が：担当部門、担当者、作業員など
- ④何を：寸法精度などの管理項目
- ⑤何のために：許容値として参照する基規準や許容値以内に収めるための管理値
- ⑥どのように：測定方法、確認方法、確認の頻度などの管理方法

14.3.3 木質構造部材製作者が保有すべき品質管理機能

木質構造部材製作者が保有すべき品質管理機能について、鉄骨製作者に対し10項目の機能をもった品質マネジメントの確立と、運用を規定しているJASS6を参考に、以下に項目別の機能と運用に関する注意点を取り纏めた。

①品質方針を明示する機能

経営者は、企業理念に基づき品質方針を策定し、社内に周知徹底させる必要がある。

②設計品質の把握および確認を行い、製品の品質目標を設定する機能

木質構造部材製作者は製作着手に先立ち、設計図書、契約書などの工事関係書類から、設計品質を正しく把握しなければならない。設計図書に疑義が生じた場合や、設計品質が十分に把握できない場合は、質疑書を提出して確認し、設計品質を実現するための製作の品質目標を設定する。製作の品質目標を達成するにあたり、工場の保有する設備、技術・経験などを踏まえ、自らが専門とする木質構造部材の製作方法について、提案する。

③設計品質を満たすための品質計画を行う機能

製作の品質目標を達成するために、製作要領書、品質管理・製品検査要領書、工作図等を作成し、監督職員・工事監理者の承認を受ける。

④品質計画に従って木質構造部材製品の品質を造り込む機能

品質を造り込むための重要な役割を担っている製作部門は、製作計画通りに製品を製作する能力を持ち、実行する必要がある。

⑤施工品質を検査・検証する機能

製作中の各工程における品質は、各工程の作業員およびその工程の管理責任者が確認する。また、完成した製品の品質確認は、一般に社内製品検査と呼ばれ、製造部門から独立した検査部門の担当者が行う。

⑥検査・検証情報に基づき品質改善を行う機能

品質の確認によって得られた情報は、放置せずに層別に分析して評価する。このようにして得られた検査・検証情報は関連部門にフィードバックし、業務改善につなげる。

⑦標準化を進める機能

バラツキの小さい、安定した品質の製品を製作するには、製作の各工程において、木質構造部材の製作に共通する事項を抽出し、標準化することが有効である。

⑧予防処置を行う(不適合を予防する)機能

不適合の発生を予防するために、次の予防処置を計画的に実行する必要がある。

- ・製作上の問題点の事前検討：作時の手戻り、手直しを最小限にとどめるために、製作中に予想される問題点をあらかじめ検討しておく。
- ・自主点検の実施：各工程の作業者が、自工程の品質を後工程に保証するために、QC工程表に基づき、自工程の製品や設備機器の自主点検を確実に実施する。
- ・チェックシートの活用：その工程における作業項目の確実な実施、作業項目に対する要求品質を満足しているかなど、チェックシートを用いて確認する。

⑨是正処置機能（不適合の再発防止機能）

不適合の再発を防止するために、各工程の品質確認結果・社内製品検査結果・クレームなどによって得られた品質情報を、収集・層別・分析・整理し、関連部門へフィードバックする。関連部門はフィードバック情報により、次の項目を確認し、問題点があれば再発防止策と改善策を立案し、関係者への周知徹底を図る。

- ・作業標準、作業指示書に準拠して製作されたか。
- ・設計品質に対応する品質目標の設定に無理がなかったか。
- ・作業標準、作業指示書などに改善すべき点はないか。
- ・設備に改善すべき点はないか。

⑩品質保証に必要な記録を保管・管理する機能

施工品質が設計品質を満足していることを証明する資料としては、製作標準・検査基準・QC工程表・工場製作要領書・工作図・社内製品検査成績表などがある。これらは常に整理保管し、監督職員・工事監理者・元請業者からの要求があれば、いつでも提示・提出できるようにしておく必要がある。

14.3.4 木質構造部材製作者の品質管理組織

木質構造部材の製作者はその規模に応じて、営業・製図・資材・製作・検査など、木質構造部材の生産に必要な様々な部門から構成されている。それらの部門がもつ機能（役割）の中で、品質管理に関する機能を明確にし、品質管理活動を効率的かつ効果的に実施するための組織を品質管理組織という。通常、品質管理機能は、複数の部門にまたがることが多く、その調整のために会議体を設けるのが一般的である。また、品質管理組織を効果的に機能させるためには、各部門が担当すべき品質に関する業務内容を成文化しておき、どの部門（誰）が権限を持ち、どの部門（誰）が責任を負うのかなどを明確にする必要がある。

14.3.5 木質構造部材製作者の品質管理活動

木質構造部材製作の各工程における具体的な品質管理活動の要点を以下に示す。

(1)調達（外注・購入）の管理

外注品・購入品の品質は、木質構造部材製品の品質を左右する大きな要因となりうるため、十分な管理が必要である。特に、外注工場の実態に応じて、品質確保のための指導・教育を実施するとともに、受け入れにあたり形状・寸法、外観などについて検査し、十分に品質を確認する。

(2)製作の管理

製作部門は、品質保証の重要な役割を担っているため、日常の作業工程で期待通り

の品質が確保できるように品質管理する。管理にあたり、作業標準や作業指示書などを活用し作業内容を最前線の技能者に明確かつ確実に伝達する。また、材料調達から製作・塗装・発送に至るまで、他の工事との関連を考慮し確実に安全に品質が確保できる日程計画を立て、設計図書の不決事項や疑義事項は製作工程に支障がない時期までに解決しておくなど、十分に工程管理が必要である。

(3)試験・検査

製作工場における検査は、外注品および購入品検査・工程内の検査・製品検査である。これらの検査を適切に実施するために、あらかじめ測定・試験の方法を標準化し、判定基準を明確に定めておく。

(4)設備・機器の管理

製造設備・測定機器は、製品の品質を一定の水準に保つために必要な能力と精度を保持するように、維持管理に努める。

(5)不適合の処置

不適合品が発見された場合は、ただちに発生的事实を記録し、関係部門に迅速に情報伝達する。不適合品は、書類上も良品と確実に識別しそのまま後工程に流れないように誤用を防止する。不適合品の処置方法は、その不適合の内容や程度に応じて、あらかじめ定められた担当者間で協議する。処置方法の決定後、迅速に是正処置を施し再検査する。ただし計画された処置が最終製品の品質に影響する場合は、監督職員・工事監理者に報告しその指示を受けなければならない。また、再発防止の観点から、不適合の原因の調査や問題の解析を通して、恒久的対策を立案し、必要に応じて作業標準・QC工程表なども改訂する。

(6)品質情報の監理

品質管理活動を効果的に実施するために、品質に関する種々の情報を収集・整理しこれらに関連部門に速やかに伝達するとともに、必要なときにいつでも利用できる状態にしておく。特に、設計者や元請業者からの情報は、常に必要な部門に伝達し、変更があった場合は、迅速かつ確実に伝達する。また、情報の回収・破棄処分などの変更手続きを明確にするとともに、新たに伝達した情報には、伝達した日付と受取責任者を明記するなど、新旧の区別を明確にし旧情報との誤用を避ける。

(7)教育・訓練

品質管理の質を常に維持・向上させるために、製作・検査の固有技術とそれらの管理技術の継続的な維持・向上に努める。このうち、管理技術の維持・向上を計るために、管理技術者や技能者に対する専門的な教育、訓練を継続的に実施する。

引用文献

鉄骨製作管理技術者登録機構「鉄骨製作管理技術者教本 2018年版」

第15章 製品計画と工程計画

15.1 木質構造部材製作に関する用語

鉄骨工事の標準的な仕様書である日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」では、鉄骨工事に係わる「用語」について総則で定義している。JASS6 の定義の内、木質構造部材の製作計画・製作管理にも参考となる「用語」について、読み替えを含め、以下に述べる。（注：元請業者は「施工者」に含まれる。）

- 木質構造工事：木質構造部材の製作と施工に関連するすべての行為をいう。
- 木質構造部材製品：製作工場において製作を完了した木質構造部材をいう。ただし、加工製品または製品と呼称する場合もある。
- 施主：建物の建築主、建築施工の依頼人をいう。
- 設計者：施主の依頼を受けて、設計図書を作成する者をいう。尚、設計者らの場合は、施主と設計者の両方をまとめていう。
- 設計図書：設計図・仕様書・現場説明書および質問回答書をいう。
- 工事監理者：民間連合協定「工事請負契約約款」にいう監理者またはその代理人もしくはそれらが委任する者をいう。（公共建築工事では契約書に基づく監督職員）
- 施工者：工事請負契約書に記載されている請負者またはその代理人もしくはそれらが委任する現場代理人などをいう。
- 協力業者：施工者との契約に基づいて、木質構造工事の一部を担当する者をいう。
- 木質構造部材製作者：協力業者のうち、木質構造部材製品の製作を担当する者をいう。尚、施工者らの場合は、木質構造工事の施工者と木質構造部材製作者の両者をまとめていう。
- 製作工場：木質構造部材製作者が木質構造部材製品を製作する工場をいう。
- 設計品質：施主・設計者が施工の目標として設計図書で定めた性能・仕様をいう。
- 施工品質：設計品質を満足するように施工した木質構造部材の実際の品質をいう。
- 社内検査：木質構造部材製作者が製作中、及び完了段階で自主的に行う検査をいう。
- 中間検査：施工者が行う検査のうち、製作中の材料・部材に対して行う検査をいう。
- 受入検査：施工者が行う検査のうち、工場製作の完了した部材を受け入れるにあたって行う検査をいう。
- 製品検査：製作工場において製作を完了した部材に対して行う検査をいい、木質構造部材製作者による社内検査、および施工者による受入検査に分けて行う。
- 購入品：構造用集成材・構造用単板積層材・構造用製材・ボルト・ドリフトピン・塗料などの工業製品をいう。
- 外注品：木質構造部材製作者の適正な管理下で同業者などに発注して製作した木質構造部材製品の一部となる加工部品をいい、木質構造部材製作者の一般的な生産能力で生産可能な部材の一部を、当該部材製作者以外で製作したものをいう。
- 購入品検査：社内検査のうち、木質構造部材製作者が購入品を受け入れる際に実施する検査をいう。
- 外注品検査：社内検査のうち、木質構造部材製作者が外注品を受け入れる際に実施する検査をいう。

15.2 製作計画と生産管理

15.2.1 製作計画

木質構造工事は、先ず始めに製作計画に取り組む。製作計画とは、所定の品質および数量の製品（木質構造部材）を所定の納期内に、適正な原価で作るために製作工場で行われる事前計画である。製作着手後に諸々の状況により設計変更や追加工事もあり得るが、製作を円滑に行うためには製作着手前の事前の検討と計画が重要である。要約すると製作計画とは、「発注者より受領した設計図書をもとに、設計品質を正しく把握したのち、この設計品質の達成のために必要な計画、すなわち、製作手順、製作方法の選定、品質管理のための諸計画および日程計画を行い、これらを製作要領書にまとめる」ことである。

木質構造部材製品を製作するうえで必要な諸計画が製作計画である。すなわち製作計画は生産管理の目的を達成するための手段であるといえることができる。図 15.1 は、「木質構造部材生産の流れ」の中で製作計画の位置付けを示したものであり、これを基に製作計画の立て方を述べる。

製作計画の立て方としては、まず受注工事の設計図書をもとに、製作の順序や方法、使用する設備、機械などを決め、併せて、所要作業時間を決める工程計画を立案する。この時、併せて品質計画も行い、次に工数計画によって、必要な人員や作業能率をもとに、設備、機械の種類、台数などを算定する。さらに、日程計画では、製作手順や所要工数を基に工程ごとの開始予定日や所要日数を決め、材料手配の時期や入荷時期を決める。また、材料手配のための日程計画と製作に必要な材料の所要量の計画（材料計画）をする。

人員計画では、所要人員を工程ごとに配置するとともに、人員が不足する場合の工程間の調整や、外部からの人員補充を計画する。設備計画では、既存設備・機械に対して、設備計画を立てるとともに、必要であれば不足する設備・機械などの調達を計画する。さらに、これらの計画を通して、能力的（人員、設備・機械、製作の難易度、日程、コストなど）に自社工場での製作が不適当な場合は、外注計画を立てることとなる。

15.2.2 生産形態に応じた計画

生産形態によって工程管理の考え方や方法が異なるため、工事毎に変わる木質構造部材の製品固有の生産形態とその特徴を理解して、製作計画を行うことが重要である。

生産形態は一般に、(1)受注と生産の時期、(2)製品の種類と生産量、(3)生産方式などの製品特性により、以下のように区分される。

(1)受注と生産時期

見込生産と受注生産に区分されるが、木質構造工事は受注後に設計し、木質構造部材製品を生産して納入する在庫を持たない受注生産が一般的である。

(2)製品の種類と生産量

一般的に、木質構造部材製品の生産は、製品の種類が多く、相対的に生産量は少ない多種少量生産である。

(3)生産方式

生産方式は、個別生産、連続生産、ロット生産の3種類に区分される。木質構造部材製品の生産では、基本的に個別生産であり、個々の注文（受注）に応じて生産を開始する。製品の仕様はその都度変わるので、工程管理が繁雑となる。

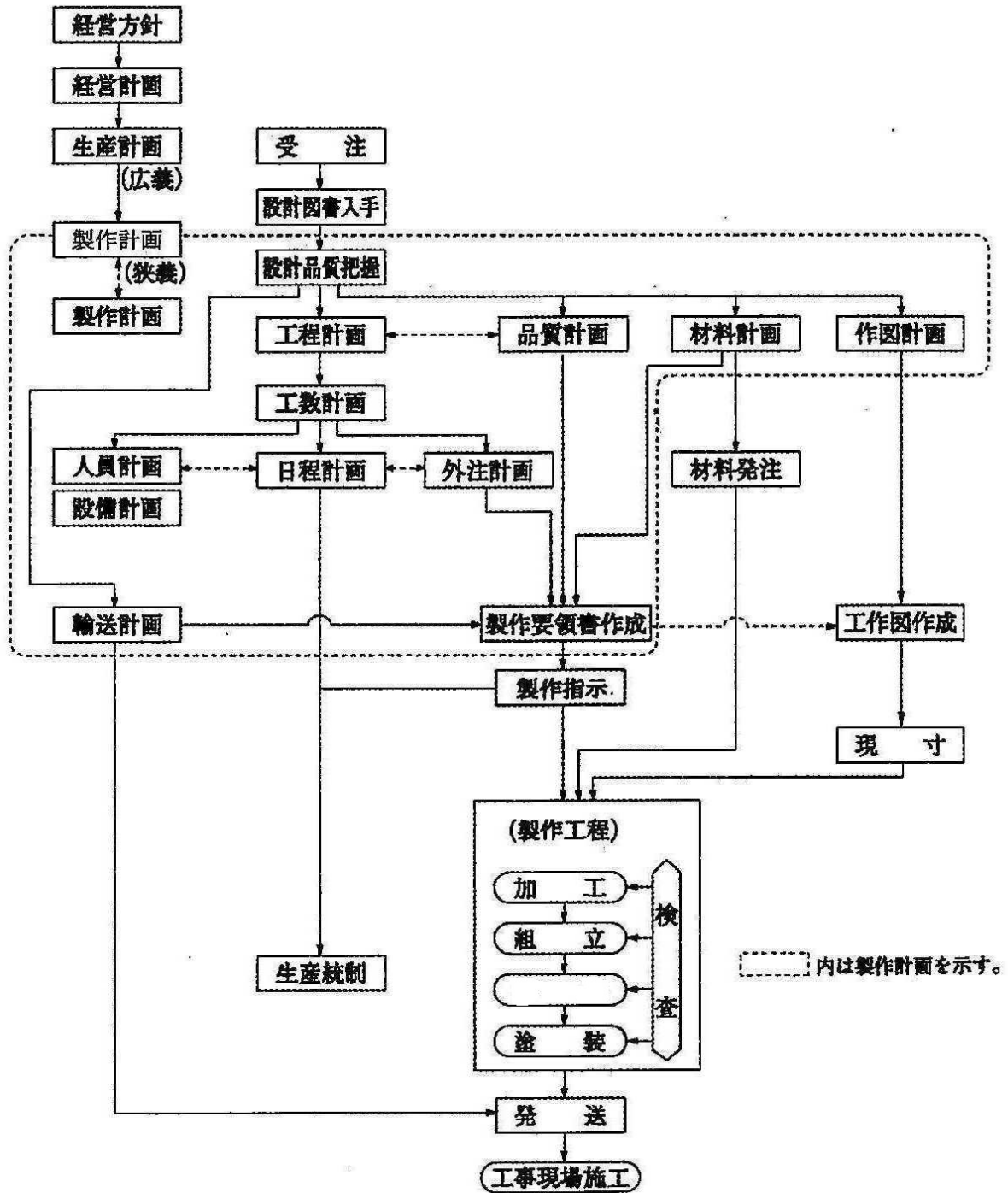


図 15.1 木質構造部材生産の流れ

15.2.3 生産管理

生産活動とは、必要な材料を投入しこれに適切な人為的手段を加えて、顧客の要求に合致した製品を作り出す活動である。そして、このような生産活動の目的は、材料の他に人、設備、金などの経営資源を有効に使用して、顧客が満足する品質、数量、納期、価格を達成することであり、そのためには、生産活動を適切に計画し運用するための生産管理が必要となる。生産管理とは所定の品質の製品を所定の納期内に、所定の数量だけ期待される原価で生産するように生産を予測し、諸活動を計画・統制・調整して生産活動の最適化を

図ることである。

生産管理の対象となる要素は、品質、期間、数量および原価である。これらの要素は相互に関連し合う要素であり、生産活動では、各々の要素に対して設定した目標値を同時に達成することが要求されるため、実際に実行できる適切な管理方法と管理技術を確立することが重要である。

(1)品質管理

「品質は工程で作り込む」あるいは「品質を工程で管理する」と言われるように、今日の品質管理の概念には、工程管理の機能や考え方が大きく関係している。

(2)工程管理

工程管理は主として数量と期間を対象とした管理活動であり、具体的には、所定の品質、数量の製品を所定の納期に生産するために、工場内の生産資材を総合的に統制し、経済的な生産を実施するための管理活動である。

木質構造部材製品は、個別に受注生産される製品であり、工程管理の対象となる生産過程は「受注→生産設計→材料調達→製造→検査→納入」となり、これら全ての生産過程を関連づけて総合的に管理する必要がある。

(3)原価管理

原価管理とは、原価計算によって得られる労務費、材料費、経費などの原価データを把握し、かつ利用して種々の手法により原価低減を図り、生産活動において合理化を達成しようとする管理で、原価管理を通して積極的に原価低減を図っていく必要がある。

15.3 工程計画

15.3.1 工程計画とは

工程計画とは、所定の品質、数量の製品をできるだけ小さなコストで所定の納期内に製作するための最適な製作方法を決定することである。したがって、工程計画の目的は、生産性の向上、設計品質の確保、コスト低減、工期短縮となる。

難度の高い製品などの場合は、新たな製作方法の立案や設備・機械の導入なども必要となり、総合的な知識や技術あるいは経験が計画担当者に要求される。次に、製品形態に関わらず工程計画によって次の項目を決定しなければならない。

- ①経済的な製作順序（加工、組立て、塗装などの工程の前後の関連づけ）
- ②工程ごとの作業内容
- ③工程ごとの作業時間
- ④工程ごとに必要な技能と該当者
- ⑤工程ごとに必要な設備・機械、治工具類
- ⑥製作ロットの大きさ
- ⑦工程間またはライン間の仕事量のバランス
- ⑧工程間のリードタイム（前工程から次工程に引き渡すに必要な余裕時間）
- ⑨仕掛品の要否、量および場所

などであるが、これらを所定様式にまとめる標準化も、工程計画の重要な業務である。

15.3.2 製作順序

製作順序は、製作工程における加工手順を明確に分かり易くする必要がある。木造架構

では、木質構造部材の納まりが異なる場合が多く、種々の構造形態に応じた製作順位や加工順序で行う必要がある。一般的な木質構造部材の製作順序は、個別工事の特性（品質、構造、数量など）に応じて決定される。その加工順序で部材が問題なく流れるかどうかなど、次の点から検討し、製作順序を決定することが重要である。

- ①常に部材などが滞留する工程はないか。
- ②品質不良を多発させる工程はないか。
- ③現状の設備・機械で品質、能率に問題はないか。
- ④無駄な工程が含まれていないか。
- ⑤不安全行為を伴う工程や作業はないか。
- ⑥部材や製品の移動や運搬方法は標準通りで良いか。

15.4 工数計画

15.4.1 工数計画とは

ある量の仕事を所定の期日までに完了させるためには、仕事量に見合った製作能力が要求される。製作計画では、あらかじめ作業量と製作保有能力をそれぞれ作業量や保有能力を表す尺度である「工数」という単位を用いて算出し、それらを比較して調整する必要がある。工数計画とは、作業量を作業工数で表し、保有能力を保有工数で表して比較調整することである。

作業量に比べて保有能力が不足する場合は、保有能力を増加させるか工期を延長するなどの処置が必要であり、逆に保有能力が大きい場合には、作業量を増したり工期を短くしたりするなどの調整が必要となる。作業量では、計画量の増減や工期の延長・短縮などにより調整し、保有能力は増員や設備能力の増強、残業、外注などにより調整する。

15.4.2 工数計画表

各工程の工数や所要目数を一覧にしたものを工数計画表といい、日程計画を作成するための基本となるものである。また、常に工場製作が計画通りに進行しているかをチェックし、計画値をオーバーするような工程が発生した場合には、残工数と保有能力を比較評価して、計画を修正する必要がある。一般的に工数計画表には、作業量、能率、工数、保有能力、および所要日数の5項目を表示する。

工数と保有能力を比較して所要日数が過大であることが分った場合には、次の対策で調整する。

- (1)計画量を見直し：受注予定量を見直して仕事量を減らすか、作業時間などの見直しを行う。
- (2)設備の増強：一時的なリースの利用や、中長期的には設備能力を増強を計画する。
- (3)増員・応援・残業：日程的に余裕のある部署や外部人員を補充するか、残業を考える。
- (4)外注：所定の品質を確保することができる外注先を選び、依頼する。
- (5)工期の延長：建方順序等から工場製作順序を見直し、現場施工に支障がない範囲で客先と工期延長について協議する。

15.5 日程計画

15.5.1 日程計画とは

工程計画で決定された製作順序と、工数計画により得られた作業量あるいはその調整結果をもとに、工事別、部材別あるいは工程別に作業の着手および完了予定日を決め、日程計画として纏める。日程計画では、効率的な生産日程を組み、所定の納期内に製作が完了するように計画する。日程計画では工程ごとに所要期間（日数）を定め、これを決められた製作順序に従って組合せ、最終工程の完了日が納期以内になるように調整して、日程表を作成する。日程計画は、一般的に計画期間や目的に応じて、大日程計画（半年～1年程度）、中日程計画（1ヶ月～3ヶ月程度）、小日程計画（1週間～10日程度）の3種類に区分されるが、木質構造部材の製作では、工事規模により製作期間が短い場合は、大日程計画を省略することができる。

15.5.2 日程計画の立て方

日程計画は、定められた納期完了を前提として、仕事を円滑に流し設備の稼働率を高めるために、個別工程や全体日程を決める。日程計画は、次の手順に従って作成する。

- (1) 工程計画により、作業工程ごとの作業量を把握する。
- (2) 能力や全体日程と比べ、余裕のある工程、及び作業量が大きく余裕のない工程を把握する。
- (3) 工程計画で決定された製作順序と基準日程表を基に、各工程とその前後関係および所要日数を日程表に割り付け、必要に応じて工程間にリードタイムを設ける。
- (4) 同一工程に、複数ロット（工事別、もしくは部材種別など）を投入する場合は、ロットごとの優先順序を決定する。
- (5) 納期が日程的に余裕のある場合は、仕掛け量の増加や滞留期間が長くないように、着手予定日と完了予定日を決める。
- (6) 各工程毎の着手予定日と完了予定日を決め、全体日程が納期内に無理なく入っていることを確認する。
- (7) これらを所定様式の工事日程表として作成する。日程表には種々の様式があるが、代表的なものとして横線式のバーチャート工程表がある。バーチャート工程表の作成は容易であるが、次のような特徴がある。

①バーチャート工程表の長所

- * 各作業工程の開始時期、終了時期及び所要日数が把握しやすい。
- * 進捗状況が直視的に分かる。
- * 主要な作業工程の節目をマイルストーンとして工程表に付加すると、加工作業の進捗状況が把握しやすくなる。

②バーチャート工程表の短所

- * 各作業工程間の関連が明確ではない。
- * 各作業工程の流れが把握しにくいので、全体の製作日数が把握しにくい。
- * 各作業工程が全体の製作日数に及ぼす影響度が把握しにくい。

15.6 製作着手後の問題点と処理

前項までの各計画は、客先と十分に打合せ、内容の理解と了解の上で決定した事項を基

本とし、これに基づき木質構造部材の製作を開始する。しかしながら、当初の計画や打合せ通りに製作が進行せずに、実際には様々な問題が発生することがある。これらの問題は、適正品質、所定納期、適正コスト、安全という部材製作上の不可欠な4つの達成目標に大きく影響することになる。問題が発生した場合、客先と十分な打合せの上で処置要領を決定し、それを各工程の関係者に周知徹底させ、設計品質を確保できるよう努力する。製作着手後に発生する主な問題点と処理は、次の通りである。

15.6.1 品質上の問題点

品質を各工程の中で適正に作り込むように計画していても、様々な要因により品質不良になることがある。不良品質の処置として、再製作を行う場合は材料調達が必要になり、日程及びコストに大きく影響する。補修する場合は、作業性の低下や寸法精度の不良などを伴う恐れがあり、客先と十分に打合せ、最適な補修要領を決定した後、作業を進めることが必要である。

15.6.2 日程上の問題点

製作着手後に発生する日程上の問題は、工期が早くなることによる場合と製作日程に遅延が発生した場合が考えられる。工期が早くなる場合は、その原因が外部要因による場合が多く、日程や品質に大きく影響することがある。人員・設備を増強する必要からコストにも影響が及ぶ場合や、作業の優先順位の変化により、別工事への波及も考えられ、製作現場の混乱を招く場合もある。

製作日程が遅れる場合には、その原因が内部要因にあることが多く、1つの事柄が原因となることもあれば、複数の原因が重なったり、同一原因が繰り返し発生することもある。いずれにしても、その工事がどのような状況で、どのような流れ方で、どのような段取りになっているかを良く把握し、建方日程などを考慮して処置を決定することが重要である。

15.6.3 コスト上の問題点

品質・日程上の問題は、コストの問題と大きく関わっている。限られた工期、限られた予算内で種々の計画を立てても、製作過程で発生する問題が結果的にはコスト上昇に繋がってくることもある。又、製作計画そのものの不備によりコストアップに繋がることがあり、計画立案に当たって過去の類似工事のデータや経験を生かすことが重要である。

15.6.4 安全上の問題点

処置に要する費用の低減や処置を急ぐあまり、不安全作業や行為を黙認するようなことがあってはならない。問題に対する処置は、通常工程とは異なるものと認識し、安全な作業計画を立案し、十分な管理の下に製作作業を進める必要がある。

引用文献

- 1) 日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事」
- 2) 鉄骨製作管理技術者登録機構「鉄骨製作管理技術者教本 2018年版」

第16章 製作要領書

16.1 製作要領書

16.1.1 設計図書の優先順位

木質構造部材の製作にあたっては、何を製作するのか正確に把握しなければならない。設計図書と設計品質について、日本建築学会の JASS6 鉄骨工事では、第15章 15.1 で述べた様に、設計図、仕様書、現場説明書および質問回答書を設計図書と定義し、施主・設計者が施工の目標として設計図書で定めた性能・仕様を設計品質と定義している。

製作要領書や工作図を作成するにあたって、これら設計図書の内容を正確に把握することが必要である。又、工事現場施工に関する仮設・安全金物類や他工事と関連する金物類など、元請業者（工事現場施工管理者）から指示されることが多く、これらについても早めに把握し、製作要領書などに反映させる必要がある。

仕様書には、標準的な仕様を示した標準仕様書と個々の工事ごとに決定し適用する設計図書に含まれる特記仕様書がある。前者の代表的なものとしては、国土交通大臣官房官庁営繕部監修「公共建築工事標準仕様書（建設工事編）」や「公共建築木造工事標準仕様書」などがある。

契約条件の明確化を図るため、設計図書は次の①～⑤の優先順位が定められている。

- ①質問回答書
- ②現場説明書
- ③特記仕様書
- ④設計図
- ⑤標準仕様書

又、常に木質構造部材の品質や製作技術などに関連してコストや作業期間その他のバランスを考慮し、疑問が生じた場合は、質疑・協議を行い、書面で回答を残しておくことが必要である。受注後の協議により合意確定したものは「質疑回答書」と呼び、①質問回答書とは区別されている。

16.1.2 製作要領書の作成

元請業者と協力業者（木質構造部材の製作では木質構造部材製作者）は、施工品質の保証をしなければならない。施工品質とは、設計品質の内容を満足するように施工した実際の製品の品質をいい、設計品質を満足させるのが元請業者及び協力業者の役割である。

施工品質は、次の4つの事項が適切に実施されれば保証されたものと考えてよい。

- ①設計図書の内容の十分な理解と設計品質の正確な把握
- ②適切な品質計画の立案と実行
- ③計画どおりに施工されていることの証明
- ④施工品質が設計品質を満たしていることの証明

製作要領書は、上記の②を実行するための方針や、計画の成果を具体的な方法として取り纏め、基本的な書式に沿って作成したものである。製作要領書は、木質構造部材を製作する場合の具体的な体制・材料・工作・品質管理・検査から工事現場への搬入ま

について、計画し、検討した実施計画書である。木質構造工事管理責任者の指示に従って作成する必要がある。

製作要領書は当該工事の木質構造部材の製作方針、製作方法を記載したものであるから、当然その工事内容に整合していなければならない。製作要領書は、工場製作開始前に作成し、元請業者の承諾を受け、監督職員・工事監理者の承認を得ておくことが不可欠である。更に、承認・承諾済みの製作要領書の内容については、実際の作業員まで教育・周知させてから、製作作業を開始することが重要である。内容によっては製作要領書の抜粋を作業場所に掲示することなども効果的である。

16.2 製作要領書の内容

製作要領書の目的は、当該工事の設計図書に盛り込まれた設計品質を十分に把握し、それらの要求品質水準を十分満足させる製品を製作するための具体的な製作方法を立案・文章化し、実際に製品の製作にあたって施工指示書として使用することにある。

したがって、設計図書に記載されていない加工方法や検査方法を詳細に立案することを含め、木質構造部材の製作工場自身が持つ加工設備機器、加工技術、作業員数、経験、熟練度などを勘案し、これらを総合的に活用して品質の確保と経済性、安全性、工期内製作を追及したものでなければならない。又、製作段階で問題が生じた場合の対応についても記載されていなければならない。

製作要領書の監督職員・工事監理者による承認は、製作工場の品質保証を含めた製作全体の実施計画に関する承認であり、この承認により工場製作のスタートとなるべきものであるため、十分な検討と早期の対応が必要である。又、製作要領書は品質管理要領書や製品検査要領書などを兼ねて作成されることもある。

製作要領書に記載する具体的な項目は、以下の通りである。

(1) 総則

- ・適用範囲
- ・適用図書並びに準拠した仕様書、設計規準、施工基準など
- ・協議、疑義、変更の処置
- ・作業員への徹底

(2) 工事概要

- ・工事概要：工事名称（場所）、施主、設計、監督職員・工事監理者、施工者（元請業者）、工事範囲、製作期間
- ・構造概要（木質構造材料の種別、接合方法など）

(3) 製作工場概要

- ・製作工場名称
- ・所在地：加工工場、現寸場、材料置場及び製品置場の配置など
- ・組織図及び業務分担表
- ・作業系統図（作業分担別）
- ・技術者（技能者）の資格・経歴・人数、その他工事に必要な特別技能者
- ・工場案内図及び配置図
- ・使用する設備機器の一覧：工事に使用する設備機器は○印で示す

(4) 使用材料

- ・木質構造材料：品名・強度等級・接着剤使用環境（接着剤名）、製造会社名、材料の識別方法、材料試験・検査の有無、保管方法
- ・接合具：ボルト、ドリフトピン、ラグスクリュー、ジベル類など
- ・塗料

(5)製作工程概要

- ・製作工程フローチャート及び設計者の承認
- ・立会試験・検査
- ・製作工程表

(6)工作図及び現寸

- ・工作図
- ・現寸

(7)加工・組立

- ・墨付け
- ・切断加工：切断方法、加工部材の精度基準
- ・孔あけ加工：ボルト・ドリフトピン用先孔、ラグスクリュー用の先孔、孔あけの加工基準と加工精度基準
- ・スリット加工：加工基準と加工精度基準
- ・その他の特殊加工：グルーインロッド、ラグスクリューの先孔加工等
- ・仕上げ加工：製品隅角部の面取り、接合金物溶接部の面取り、表面仕上げ加工
- ・組立（工場組立トラスなど）：組立台の水平精度の確保、組立台への設置方法

(8)品質管理・検査

- ・品質管理の系統図
- ・製作工程の品質管理方法
- ・工程検査と製品検査
- ・外観検査基準
- ・製品（完成品）の寸法検査方法、及び精度基準
- ・接合加工精度の検査方法
- ・不適合品の処理要領

(9)塗装

- ・塗料の種類：塗料名称、製造会社名
- ・素地調整と塗装方法
- ・検査方法

(10) 輸送

- ・荷姿・製品記号：必要に応じて各部材重量
- ・輸送方法・輸送経路
- ・緊急連絡先および搬入日時
- ・製品の仮置・養生についての注意事項

(11)その他

- ・必要に応じて工程表、接合部基準図など

引用文献

第3部 木質構造部材の製作（加工）

- 1) 日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 2018」
- 2) 鉄骨製作管理技術者登録機構「鉄骨製作管理技術者教本 2018年版」

第17章 工場製作

17.1 材料

木質構造材料（構造用集成材、構造用単板積層材、構造用製材、直交集成板など）についての種類、規格および特性などについては第1部に既述したので、本項ではそれらの調達、受入れ、管理などについて述べる。

17.1.1 木質構造材料

(1)木質構造材料の種別、形状寸法などは設計図書で指定されたものを使用する。

(2)わん曲集成材など特殊な形状の木質構造材の使用が特記されている場合は、それに適合した製品を使用する。

(3) JAS マークの照合

木質構造材は、JAS マークが表示された格付け製品を使用する。使用する部材リストを作成し、木質構造材製品と JAS マークの照合を行い、設計図書で指定された種別など確認し、規格証明書を作成し、元請業者と監督職員・工事監理者に提出する。

構造用集成材や構造用単板積層材では、JAS マークが各本毎ではなく、各梱毎に貼付されている場合や、構造用製材では各束毎に貼付されている場合もあり、購入した材料の JAS マーク表示の確認ができないこともある。また、木質構造材の製造会社が部材加工まで受注する場合、製造工場で JAS 格付け検査を行った後に長さカットや仕口加工などを行うために、加工済みの部材では JAS マークの照合ができないこともある。このような場合は、木質構造材の製造会社が作成した JAS 格付け済み製品明細を含む出荷証明書により照合を行い、設計図書で指定された種別など確認した上で、規格証明書と出荷証明書及び JAS 工場の認証証明書コピーを元請業者と監督職員・工事監理者に提出する。

(4)材料試験

JAS 規格適合品で、規格品証明書などが添付されているものは材料試験を行わなくてもよいが、特記により材料試験が必要な場合は、設計図書や関連する JAS 規格の規定に準拠して実施する。試験方法など、関連する JAS 規格の試験方法など参考とする。

保管していた木質構造材を使用する場合は、必要に応じて含水率の測定を行う。含水率の測定は、高周波式含水率計や電気抵抗式含水率計を用い、測定箇所や測定方法など官庁営繕部「公共建築木造工事標準仕様書」に規定されている測定方法による。

(5)木質構造材料の受入れ

工場入荷時に受入検査を行う。検査内容については、第19章 19.1「社内検査と受入れ検査」をご覧いただきたい。また、構造部材などのトレーサビリティ管理方法は、（一社）日本鋼構造協会の「建築構造用鋼材の品質証明ガイドライン」など参考とすることができる。

(6)木質構造材の保管

木質構造材の保管方法は屋内保管を原則とする。その他の注意事項は、十分な高さの輪木を複数使用し、水平に保管する。又、積み上げて保管する場合は、部材間にも輪木を使用する。

17.1.2 接合具

ボルト、ドリフトピン、ラグスクリュー、及び構造用ネジなど、設計図書で指定された仕様に基づき発注仕様書と発注明細書を作成する。納入された接合具は発注仕様書と発注明細書に基づいたチェックシートを活用して、材種・品質・数量を照合し、チェックする。また、外観に異常がないかも確認し、規格品証明書などにより規格の確認を行う。参考に、表 17.1 に「公共建築木造工事標準仕様書」に規定する接合具の規格と形状などを示す。

表 17.1 「公共建築木造工事標準仕様書」に規定する接合具の規格

	規 格	材質・形状など
木ねじ	JIS B 1112 (十字穴付き木ねじ) JIS B 1135 (すりわり付き木ねじ)	材質 ステンレス
ボルト	JIS B 1180 (六角ボルト)	種類 並形六角ボルト 鋼製 強度区分：4.6 又は 4.8
ナット	JIS B 1181 (六角ナット)	種類 並形六角ナット 鋼製 強度区分：5T
ドリフトピン	JIS G 3101 (一般構造用圧延鋼材) JIS G3191 (熱間圧延棒鋼及びパーインコイルの形状、寸法、質量及びその許容差)	材質 SS400 形状 丸鋼

17.1.3 塗料

塗料は、設計図書に記載されているものを使用する。詳細は 17.4 塗装に記載する。

17.2 工作図および現寸

17.2.1 工作図

(1) 工作図の必要性

設計図書は完成後の建物の姿や設備機能を示すものであるが、木質構造部材製作のための情報が詳細に表現されていないわけではないため、木質構造部材の製作業者が木質構造部材の詳細について判断する場合もある。しかし設計者の意図を勝手に解釈して工事を行うと、後々のトラブルの原因になるため、不明確な内容については必ず書面により確認を行う必要がある。

中大規模木造建築物工事では、設計図書の詳細図には代表的な部分を抽出して記載されていることが多いため、木質構造部材製作業者が当該工事の設計図書に盛り込まれた設計内容を十分把握し、実際に工場の製作業者が見やすく理解しやすいように、柱や梁などの部材ごとに図面を作成する必要性が生じる。このように、木質構造部材製品を自社工場で作成するために作成する図面を工作図という。図 17.1 に示す工作図の作成手順通りに出来上がった工作図は、元請業者の承諾と監督職員・工事監理者の承認を得た上で部材製作に着手しなければならない。

(2) 設計図書の検討

工作図の作成前に、設計図・特記仕様書・現場説明に対する質問回答書と適用する共通（標準）仕様書の内容を確認し、以下の項目について検討する。木質構造工事は、一般的に元請業者からの発注となるので、上記の書類の他に元請業者との打合せ事項や合意した事項なども合わせて検討する必要がある。

具体的には、以下の項目について検討し、設計内容、仕様を正しく把握する。

①元請業者との契約事項

- ・工作図着手前までの打合せ事項
- ・契約内容で工作図に関係する内容
- ・使用する木質構造材購入のための打合せ事項
- ・工期（工場製作期間・建方期間）、運搬、工事現場施工上の諸問題
- ・工事現場施工上の仮設・安全対策

②設計図書関連

- ・共通（標準）仕様書と特記仕様書
- ・使用する木質構造材および接合関連材料
- ・意匠図と構造図の食い違いの有無
- ・各部材（柱・梁）断面表と詳細図との食い違いの有無
- ・接合部基準図の内容
- ・工場製作上の問題点
- ・工事現場施工上の問題点

以上の工作図作成に関係する項目について、出来るだけ早く関係者と打ち合わせ、特に設計図書内での食い違いや不明確な点などは監督職員・工事監理者に質疑し、回答・指示を受けるなどして手戻りのないように進めなければならない。

(3)工作図の作図要領

工作図は、特に組立て作業者が容易に読みとれるよさに描くことが重要である。又、監督職員・工事監理者のチェックを受けるためにも、図面の表示方法などは予め打合せ統一しておく。

工作図には一般に次のような図面と縮尺がある。

①一般図（縮尺 1/100、1/200）

- ・アンカープラン
- ・各階梁伏図（部材リストも含む）
- ・軸組図

②基準図（縮尺 1/20、1/30）

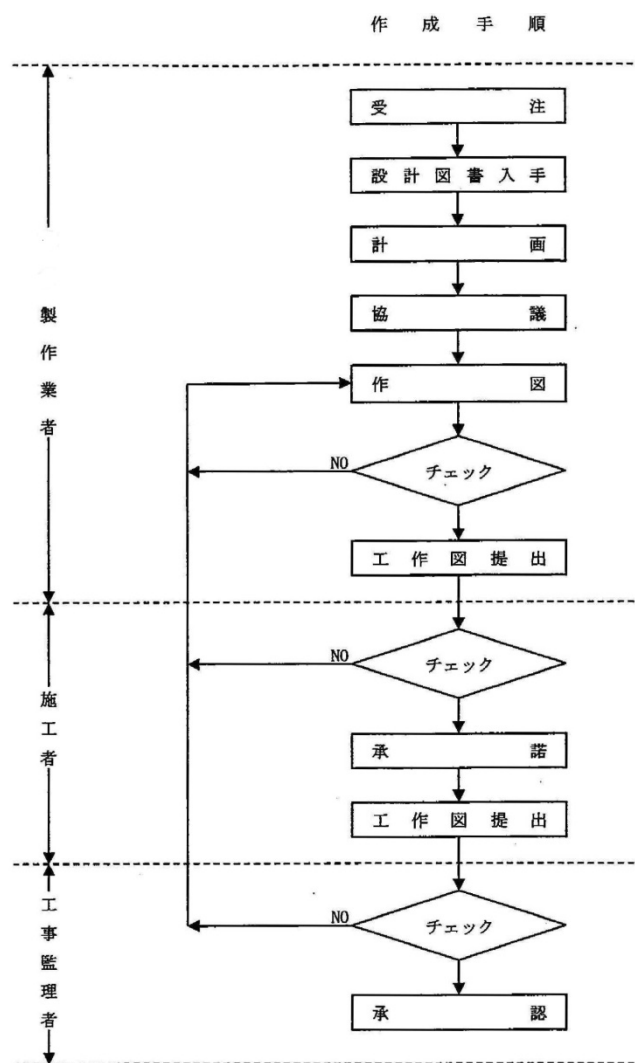


図 17.1 工作図作成の手順

- ・ 柱・はり接合部基準図
- ・ はり継手基準図
- ③詳細図（縮尺 1/20、1/30）
 - ・ 柱詳細図
 - ・ 大梁詳細図と小梁詳細図
 - ・ ブレース詳細図
 - ・ 母屋割付図（屋根伏図に表示も可）および母屋詳細図
- ④その他（縮尺 1/100、1/200、1/10、1/20 適宜）
 - ・ 設備用梁貫通孔伏図および補強要領図
 - ・ 仮設・安全金物取付け要領図および詳細図
 - ・ 階段受柱・梁伏図、軸組図

工作図は必要に応じて作成するが、いずれの図面も、基本寸法、部材の形状・寸法、木質構造材の種類、接合部の形状・寸法などが明記されていなければならない。尚、図面上に書き入れ寸法などを入れる時は、後々誤作の原因となるので、書き入れ寸法であることを文章やマークで加筆しておく。

(4) 図面作成の進め方

設計図書の検討、および打合せ結果に基づき、一般図（伏図、軸組図）と基準図を作成し、木質構造工事管理責任者に提出後、元請業者の承諾印、監督職員・工事監理者の承認印を受領し、その後に詳細図の作図に着手する。

柱、梁などの詳細図には、関連する項目を盛り込む必要があり、木質構造部材の一般図や基準図の纏めと並行して打合せを進め、決定した内容を一般図や基準図に反映し、纏めて承諾・承認を得る。これらの決定が遅れると、詳細図の作図に支障をきたすことになるので注意が必要である。

詳細図に反映させる関連項目は、設備用梁貫通孔（スリーブ）、安全金物（吊りピース、親綱用ピース、建入れ直し用ピース、吊り足場受けピース、安全ネット受けピース）などである。

(5) 詳細図の記載項目

詳細図は設計図・構造図に示されている柱や梁といった部材を工場で製作するための図面であるので、一般図や基準図で整理された内容を正確に表現されていることが求められる。また、下記の内容についても正確に記載されていなければならない。

- ①製品符号、部材マーク
- ②方向
- ③寸法（全長、階高、せい、幅、仕口の長さ、接合部の孔のピッチ、へりあき・孔径、接合部の設計上のクリアランス、梁の小梁取付位置、その他）
- ④断面形状
- ⑤製作数量

(6) 図面提出、チェック（検図）、承諾、承認

作図を完了し、社内チェックを経て完成した工作図は、元請業者、監督職員・工事監理者にチェック用として提出し、チェックは元請業者、監督職員・工事監理者の順序で行う。この検図の期間は、仕上げ材の取合い、設備関連、仮設関連からの要求項目など多岐に渉るため、かなりの日数を要するので十分な日程を確保し、返却希望日を設定

して提出する。

元請業者および監督職員・工事監理者のチェックにより適切な内容であることが確認された後、元請業者の承諾印と監督職員・工事監理者の承認印が押印され、日付が記入される。承諾、承認後に設計変更の指示を受けるなどして図面を変更する場合、変更日時・変更内容（概略）を図面に書き加え、かつ、指示者の印（またはサイン）を得る。又、工作図を元請業者へ発行する場合は、発行日を日付印などで明示する。

(7)各種打合せ記録

設計図書を受領後、各種の打合せを行った結果は必ず打合せ記録に記載する。打合せ記録は、設計図書と同様に非常に重要な位置を占めているので、必ず元請業者の承諾印と監督職員・工事監理者の承認印を得る。

記録には、作成年月日、打合せ場所、作成担当者、打合せ出席者、指示事項、打合せ内容、質疑内容、回答内容などをまとめて記載する。また、工事中での設計変更や追加事項は指示内容の正確な伝達、および後々の確認のためにも、指示書のような書面にて指示を受ける。特に、電話での指示については後日のトラブルを避けるために文書にして残し、指示者の確認を受ける。また、電子メールによるやり取りもその経緯がわかるように整理する。

17.2.2 現寸検査

(1)現寸作業

現寸作業は、工作図の寸法を実寸で描く事により細部の納まりや加工の難易度などを検討しながら、部材を構成している部品の実寸法を型紙や定規に移す作業である。

現寸作業の要点は、次の通りである。

①承認済の工作図に基づき、工場製作に必要な定規（シナイ）や型板（フィルム）を作成する。自動 NC 加工機を使用する場合は NC（数値制御）情報なども作成する。

②定規、型板に使用する材料は、下記による。

- ・定規：鋼帯（鋼種：炭素工具鋼 SK5、厚さ：0.3 mm、0.4 mm×幅 19 mm、25 mmなど）
- ・型板：合成樹脂フィルム（材種：ポリエチレン、ポリスチレン、厚さ：0.1 mm、0.105 mm、0.155 mm×幅 1000 mm、1540 mm、1850 mmなど）、または薄鉄板（厚さ 0.145 mm、0.29 mm、幅 914 mm×長さ 1820 mmなど）

③定規、型板には、工事名称、部材マーク、製作数量、基準線などを記入する。

④長尺部材の定規、型板の長手方向の寸法は、設計寸法とする。

⑤定規と型板を併用してけがき作業を行うものについては、その双方にそれぞれ合わせ線を入れる。

- ・型板には、それを加工材にセットするときの基準面を明示する。
- ・定規・型板には、使用する木質構造材料の種別、方向を明示する。
- ・定規・型板には、内容を正確に読み取れる分かりやすい文字と記号で製作に関する諸情報を記入する。

⑥現寸のチェックポイントは、以下の通り。

- ・次の事項が正確に反映されていること
 - * 基本寸法（通り心間寸法、階高、軒高）
 - * 部材の大きさ、板厚、木質構造材の種別

- *各部材の取合い寸法・形状
- *ボルト・ドリフトピンなどの孔径、ピッチ
- ・工作上的チェックポイント
 - *各部材の取合いは支障なく行えるか。
 - *工作手順に支障はないか。
- ・工事現場建方上のチェックポイント
 - *輸送上問題はないか。
 - *工事現場でボルトなどの取付は支障なく行えるか。
 - *各部材の取合いは支障なく行えるか。
 - *現場地組は支障なく行えるか。

(2)現寸検査

現寸検査は、現寸図（および工作図）と設計図書を照会するだけでなく、工作図に反映しにくい施工上の問題点など工作図の段階では決定しにくい事項を検討し、決定する検査である。従って、工作図作成の CAD 化が進み、加工のための指示事項が明確に工作図に記載され、工場・工事現場における施工性についても検討し、解決されている場合は、PC にプロジェクターを接続し、スクリーンに CAD 画面を写して、CAD 画面上で寸法チェックを行うことにより、床書き現寸による確認検査は省略できる。

事前に監督職員・工事監理者の承認が得られた場合は、工作図の承認や「CAD 現寸」をもって一部、又は全ての床書き現寸検査を省略できるが、「CAD 現寸」は全体像が分かりにくいことやスケール感がない欠点がある。

現寸検査には、設計監理者、施工管理者と木質構造部材製作者が参加し、関係者が直接打ち合わせる事の出来る数少ない機会で、その意義を考えて対応することが必要であり、現寸検査の承認が得られて工場製作がスタートする事になる。

(3)鋼製巻尺（テープ）

①鋼製巻尺は、以下に示すものを使用する。

- ・木質構造部材製作用の鋼製巻尺は、JIS B 7512（鋼製巻尺）の 1 級品を使用する。
- ・工場製作の各工程で使用する鋼製巻尺は、工場製作用基準鋼製巻尺と照合し（以下「テープ合わせ」と言う）、その目盛の差を確認する。

②テープ合わせ

使用する鋼製巻尺の長さの許容差は、JIS 1 級巻尺の場合、表 13.2 に示すように測定量 L に対して $\pm(0.2+0.1L)$ mmとなっている。従って、同メーカーの JIS 1 級の鋼製巻尺 2 本を検査台上に並べ、所定の張力を加えて目盛を確認した場合、10m では最大 2.4 mm の食い違いが出ることもある。従って、木質構造部材の製作に取り掛かる前にあらかじめ、工事施工現場で使用する鋼製巻尺と工場製作で使用する基準鋼製巻尺のテープ合わせを行い、その差を確認し、テープ合せ結果をテープ合わせ記録表として作成する。

表 13.2 鋼製巻尺の長さの許容差

級	長さの許容差 (mm)	
1	(0.2+0.1L)	20℃
2	(0.25+0.15L)	所定の張力

テープ合せの合否判断基準としては、JIS 1 級鋼製巻尺の長さの許容差 1/2 程度とするのが望ましい。なお、鋼製巻尺を用いて測定する場合の張力は、使用する巻尺に定められている張力とするが、50Nの張力のものを使用することが望ましい。これは、100Nの張力の巻尺の場合は張力が大きく測定が困難となり、結果として誤差が大きくなることや、20Nの張力の巻尺の場合は、測定時にたわみによる誤差が生じやすくなることによる。

17.3 部材加工

17.3.1 木質構造材料の選別

定められた製品精度・加工精度が確保できない曲がり（通直材に限る）、断面の直角度、そり、及びねじれなどのある材料は選別し、原材料として用いない。特に、曲がりについては、孔あけなど自動加工機を使用する場合、曲がり精度が孔あけ精度に直接影響する機構となっているものが多く、使用する木質構造材の JAS 規格値を満足するだけでは不十分な場合があるので、加工機械の性能、部材長などを考慮した管理値を定めて選別する。

17.3.2 墨付け

(1)墨付けとは、現寸定規・型板などを使用して製作に必要な情報を直接木質構造材料の表面に記入する作業をいう。

(2)走行丸のこ盤（ランニングソー）や NC ボーリングマシンなど、墨付けを行わなくても正確に加工できる場合は、墨付けの必要はない。

(3)ボーリングマシン等の自動加工機による加工を行わない場合は、部材表面にドリル芯をポンチによりマーク付けすることもできる。

(4)墨付けは、仕上げ代などを考慮した部材寸法によって行い、最終の仕上げ後、正確な寸法を確保できる方法を採用する。

(5)墨付け作業では、次の点に留意する。

①定規、型板に記入されている記号に不明瞭な個所があった場合は、必ず現寸作業者に質問して明らかにしておく。

②墨付け作業に使用する工具（直角定規、墨つぼ、水準器、ポンチなど）を常に整備しておく。

③墨付け作業に着手する前に、使用する木質構造材の種別、部材寸法、数量などを確認し、更に曲がりや傷などについてもチェックし、不具合がある場合は必要な処置をとる。

17.3.3 切断

(1)木質構造材の切断は、丸のこ、スライド丸のこ、クロスカットソー、ガントリー NC ルータなどを用いて行うが、木質構造部材の形状や寸法により、切断方法を決める。

(2)自動加工設備を用いない場合、長さ方向の切断は切断角度に十分留意し、正確に行う。

- (3)移動可能な可搬式や手持ち形の丸のこを使用する場合は、長尺材の基準面との直角精度が難しいため、作業台や作業床を水平に保つように工夫し、丸のこの基準当盤を大きくするなどの改良を行う。
- (4)墨線を残して切断するか否かにより、製品長さの寸法精度が変わるので、切断位置を的確に指示する。
- (5)切断面（木口）に著しい凹凸や段差が生じないように切断加工を行う。凹凸がひどい場合や切断面にばりなどが発生した場合は、サンダやプレーナーで切断木口面の表面仕上げを行う。
- (6)切断加工後の精度基準は特記による。特記なき場合は、表 17.3 を参考とする。なお、表中の管理許容差と限界許容差は、後述の〔参考〕「限界許容差と管理許容差について」を参照されたい。
- (7)表 17.3 に示す精度基準は、可搬式電動工具や手持ち形電動工具により加工する場合も想定した許容差である。表 17.3 に示すより厳しい許容差で加工が可能な NC 制御自動加工機等を使用する場合は、元請業者および監督職員・工事監理者と協議して、精度基準を見直し、製作要領書に記載する。

表 17.3 加工部材の精度基準

名称	図	管理許容差	限界許容差	(参考) 大断面木造建築物 設計施工マニュアル 許容誤差
はりの長さ		$-3\text{mm} \leq \Delta L \leq +3\text{mm}$	$-5\text{mm} \leq \Delta L \leq +5\text{mm}$	$-3\text{mm} \leq \Delta L \leq +3\text{mm}$ (参考) JAS 規格 材長 ±5 mm
柱の長さ		$H < 10\text{m}$ $-3\text{mm} \leq \Delta H \leq +3\text{mm}$ $H \geq 10\text{m}$ $-4\text{mm} \leq \Delta H \leq +4\text{mm}$	$H < 10\text{m}$ $-5\text{mm} \leq \Delta H \leq +5\text{mm}$ $H \geq 10\text{m}$ $-6\text{mm} \leq \Delta H \leq +6\text{mm}$	$-3\text{mm} \leq \Delta H \leq +3\text{mm}$ (参考) JAS 規格 材長 ±5 mm
はりの曲がり		$e \leq L/1,000$ かつ $e \leq 10\text{mm}$	$e \leq 1.5L/1,000$ かつ $e \leq 15\text{mm}$	$e \leq L/1,000$ かつ $e \leq 20\text{mm}$
柱の曲がり		$e \leq H/1,500$ かつ $e \leq 5\text{mm}$	$e \leq H/1,000$ かつ $e \leq 8\text{mm}$	$e \leq L/1,500$ かつ $e \leq 10\text{mm}$
せい (長辺)		$H < 800\text{mm}$ $-2\text{mm} \leq \Delta D \leq +2\text{mm}$ $H \geq 800\text{mm}$ $-3\text{mm} \leq \Delta D \leq +3\text{mm}$	$H < 800\text{mm}$ $-3\text{mm} \leq \Delta D \leq +3\text{mm}$ $H \geq 800\text{mm}$ $-4\text{mm} \leq \Delta D \leq +4\text{mm}$	規定なし (参考) JAS 規格 大断面: ±5mm 以下 (±1.5%) 中断面: +5mm、-3mm 以下 (±0.5%)
幅 (短辺)		$-2\text{mm} \leq \Delta B \leq +2\text{mm}$	$-3\text{mm} \leq \Delta B \leq +3\text{mm}$	$-2\text{mm} \leq \Delta B \leq +2\text{mm}$ (参考) JAS 規格 大断面: ±1.5mm 中断面: +1.5mm、-0.5mm
切断縁の 直角度 (長辺)		$e \leq 1.5H/1,000$ かつ $e \leq 2\text{mm}$	$e \leq 2.0H/1,000$ かつ $e \leq 3\text{mm}$	規定なし
切断縁の 直角度 (短辺)		$e \leq 1.5B/500$ かつ $e \leq 1\text{mm}$	$e \leq 2.0B/500$ かつ $e \leq 1.5\text{mm}$	規定なし
直角度		$e/H \leq 1/100$ かつ $e \leq 4\text{mm}$	$e/H \leq 1/100$ かつ $e \leq 6\text{mm}$	規定なし (参考) 日本合板検査会 適正製造基準 $e/H \leq 1/100$

17.3.4 孔あけ

- (1) ボルト、ドリフトピン、ラグスクリュー用の木部先孔加工は、ドリル孔あけとする。
- (2) ドリルによる孔あけ加工は、木質構造材の形状、寸法に合わせて、手持ち形ドリル、木工せん孔盤、NC制御の自動せん孔盤などを使用して行う。
- (3) 可搬式せん孔盤や手持ち形ドリルによる孔あけ加工は、部材表面に対し直角度を保ち、位置と孔径の精度を確保する。孔あけ加工後、先孔周辺に発生するバリなどはサンドペーパーなどで完全に除去する。
- (4) 国土交通省大臣官房官庁営繕部の「公共建築木造工事標準仕様書」にはボルト、ドリフトピン、ラグスクリューについて、表 17.4 に示す先孔の標準孔径が示されているが、特記仕様書に標準孔径と異なる孔径の指示がある場合もあるので、部材加工に入る前に必ず各々の孔径について確認を行い、作業に入ることが大事である。

表 17.4 ボルト・ドリフトピン・ラグスクリュー用先孔の標準孔径

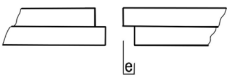
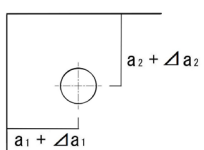
接合具の種類	公称軸径に加える大きさ
ボルト	+1.0 mm (径 16 mm未満) +2.0 mm (径 16 mm以上)
ドリフトピン	±0 mm
ラグスクリュー	±0 mm (胴部穴：胴部の長さ) 軸径×(0.5~0.7)mm (ネジ部先穴：ねじ部の長さ)

- (5) 孔あけ加工後の精度基準は特記による。特記なき場合は、表 17.5 を参考とする。

なお、表 17.5 の精度基準も、表 17.3 と同様に可搬式や手持ち形電動工具により加工を行う場合を想定した許容差で、NC制御の自動加工設備等を使用する場合は、元請業者および監督職員・工事監理者と協議して、より厳しい精度基準を定めることが出来る。

表 17.5 孔あけ加工後の精度基準

名称	図	管理許容差	限界許容差	(参考) 大断面木造建築物 設計施工マニュアル 許容誤差
ボルト・ドリフト ピン・ラグスクリ ュー 下孔の芯ずれ		$e \leq 1 \text{ mm}$	$e \leq 1.5 \text{ mm}$	$-2 \text{ mm} \leq e \leq +2 \text{ mm}$
ボルト・ドリフト ピン・ラグスクリ ュー 下孔間隔のずれ		$-1 \text{ mm} \leq \Delta P_1 \leq +1 \text{ mm}$ $-2 \text{ mm} \leq \Delta P_2 \leq +2 \text{ mm}$	$-1.5 \text{ mm} \leq \Delta P_1 \leq +1.5 \text{ mm}$ $-3 \text{ mm} \leq \Delta P_2 \leq +3 \text{ mm}$	$-2 \text{ mm} \leq e \leq +2 \text{ mm}$ 全体のずれの基準 無し

ボルト孔の食違い		$e \leq 1 \text{ mm}$	$e \leq 1.5 \text{ mm}$	$e \leq 2 \text{ mm}$
ボルト・ドリフト ピン・ラグスクリュー 下孔のはし あきとへりあき		$\Delta a_1 \geq -2 \text{ mm}$ $\Delta a_2 \geq -2 \text{ mm}$	$\Delta a_1 \geq -3 \text{ mm}$ $\Delta a_2 \geq -3 \text{ mm}$	規定なし

17.3.5 スリット加工

準耐火建築物で燃えしろ設計を行った木造架構では、防火上の観点から接合金物の一部や鋼板を部材内部に埋め込むか挟み込む構法を採用される事例が多く、スリット加工が必要となる。

(1)スリット加工は、丸鋸を用いたスリット加工機、スリット加工用チェーンソーによるスリット加工専用機、スリット加工用アタッチメントを備えた NC 自動加工機など専用の加工機や設備が必要である。特に、部材中間部のスリット加工は、チェーンソーによるスリット加工機、もしくはスリット加工用のアタッチメントを備えた NC 自動加工機で加工する。図 17.2 にスリット加工機の例としてチェーンソーによる加工機の例を示す。



図 17.2 スリット加工機 (Mafell 社製) の例

(2)スリット加工の幅などの加工基準は表 17.6 を参考とする。スリット加工幅は用いる鋼板の厚さにより異なる。

表 17.6 スリット加工基準

スリット幅 (溝幅)	鋼板の厚さ+1.0 mm (鋼板の厚さ 12 mm未満) 鋼板の厚さ+2.0 mm (鋼板の厚さ 12 mm以上)
参考：スリット深さ	(鋼板の幅 +5.0 mm)
参考：スリット長さ	(鋼板の幅 +10.0 mm)

17.3.6 特殊な接合部加工

(1)グルーインロッド、ラグスクリュー

全ネジ、又は異形鉄筋を用いたグルーインロッドやラグスクリュー用の先孔加工は、ドリル孔あけとする。木部への先穴加工深さも深く、加工部材面に対し直角度を保ち、孔あけの位置と孔径の精度を確保する。

孔径、孔加工の位置、孔加工の深さ等は、設計図書の特記により、その他の注意事項は、「17.3.4 孔あけ」に準じ、加工後の精度基準については、表 17.5 孔あけ加工後の精度基準による。

(2)ジベル接合部

設計図書の特記事項に、彫り込み型ジベル接合部の使用が指定されている場合、ジベル用の彫り込み加工を行う。始めに、ジベルを貫通するボルト孔加工を行い、次に指定されたジベル専用の彫り込み加工具をドリルにセットし、彫り込み加工を行う。ボルト孔径、孔加工の位置等は、設計図書の特記により、その他の注意事項と加工精度基準は、「17.3.4 孔あけ」に準ずる。

彫り込み型ジベルには、両面用ジベルと片面用ジベルがあり、両面用ジベルはスプリットリングやアペルリングが代表的で、片面用ジベルはシアプレートが代表的である。図 17.3 にスプリットリング、図 17.4 にシアプレートと彫り込み加工具例を示す。



図 17.3 スプリットリング



図 17.4 シアプレートと彫り込み加工具

17.3.7 仕上げ加工

(1)木質構造部材の仕上げ加工・補修

①表面仕上げ

表面仕上げとしては、プレーナー仕上げが一般的である。従って、構造用集成材を使用する場合は「集成材の日本農林規格」に規定する「材面の品質2種」を指定する。なお、「材面の品質2種」は国土交通省官庁営繕部「公共建築木造工事標準仕様書」の表面の仕上げB種（自動機械プレーナー仕上げ）に該当する。

②補修

加工工程で傷などが生じた場合は補修を行う。補修は、「集成材の日本農林規格」の「材面の品質2種」に準じて、合成樹脂などを充填することにより、目立たず、利用上支障のない程度に補修する。「材面の品質1種」が指定されている場合は、埋木等により巧みに補修する。

(2)隅角部の面取り加工

柱やはりの隅角部は面取り加工を行うことが多い。面取りの種類は、糸面取り、角面取り、及びR面取りの3種類で、設計図書の特記仕様に指定された面取りの種類と、加工寸法を確認した上で、面取り加工を行う。面取り加工は、面取り盤（機）、ルーター、トリマーなどで加工する。

〔参考〕 限界許容差と管理許容差について

1. 本書においては、第3部「木質構造部材の製作（加工）」の表 17.3 の加工部材の精度基準と、表 17.5 の孔あけ加工後の精度基準並びに第4部「現場施工（建方）」の表 23.1 建方精度基準において、基準値として限界許容差と管理許容差を示したが、何れの精度基準値も日本建築学会「鉄骨精度測定指針」を参考にして中大規模木造建築加工施工技術普及検討委員会として取り纏めたものである。特段の問題はないと考えているが、今後の検証も必要である。（製作金物に関する第3部の表 18.7 孔あけの精度については、業界へのヒアリング済み。）
2. これまでの中大規模木造建築の加工・施工では、「大断面木造建築物設計施工マニュアル」が技術的指針として活用されてきたが、許容値としては測定項目ごとに1つの数値が示されているだけである。今後は、鉄骨造との混構造等も視野に入れ、「鉄骨精度測定指針」で規定する限界許容差と管理許容差の2本立てで品質管理に当たることが必要と考えている。
3. この「鉄骨精度測定指針」では、寸法精度の許容差として、限界許容差と管理許容差が定められている。限界許容差は、それを超える誤差は原則として許されないとした許容差であり、個々の製品の合否判定のための基準値である。一方、管理許容差は、全製品中 95%以上の製品が満足するような製作上の目標値である。そのため管理許容差は、限界許容差よりも高い品質水準に設定されており、抜取検査では、検査ロットの合否判定のための基準値としても用いられている。
4. 以下、この2つの許容差につき、木質構造部材の製作者としての留意点も含めて詳しく述べる。

(1)限界許容差

限界許容差を超えた製品は不良品となるため、再製作・再施工することを原則とする。ただし、補修により不良製品の機能を回復できる場合は、適切な補修により修正することも可能である。不良品の処置方法は、限界許容差の重要度、影響度などを考慮して決定しなければならない。例えば、「せい」、「幅」でマイナス側の限界許容差を超えた場合などは、断面性能が低下するため、部品交換による修正や再製作が必要になる。また、「柱の長さ」、「階高」、「梁の長さ」、「仕口部の長さ」などでの不良品は、原則として再製作となるが、工事工程への悪影響を避けるため、不良製品が鉄骨の建方精度や設計品質におよぼす影響を総合的に検討・判断し、適切な補修により対処する方法も考えられる。

木質構造部材の製作者は、このような限界許容差の重要度や影響度の違いを理解したうえで、不合格品の処置方法について、元請業者および監督職員・工事監理者と十分協議する必要がある。

(2)管理許容差

管理許容差は、製作・施工上の目標としての品質水準であり、個々の製品の合否判定のための許容差ではない。そのため、管理許容差を超える製品であっても限界許容差を超えない限り、補修・廃棄の対象とする必要はない。しかし、全製品中に管理許容差を超える製品が多数存在する場合、限界許容差を超える製品が製作されている可能性が高くなる。したがって、木質構造部材の製作者は、管理許容差を超える製品の割合を常時把握し、その割合に応じて適切な対策を講じる必要がある。

(3) 管理許容差と限界許容差との関係

管理許容差と限界許容差の数値の大きさは、おおむね 2:3 の関係にある。これは、全製品中 95%の製品が管理許容差を満足するように製作した場合、大半の製品が限界許容差内に収まるとの判断によっている。具体的には、十分な管理体制下で製作した製品の寸法精度が正規分布しているとの前提に立つ場合、全製品中 95%の製品が管理許容差を満足するように製作すれば、限界許容差を超える製品の割合が 0.3%程度の小さな値になるとの統計的根拠によっている。

(4)測定方法と測定器具

「鉄骨精度測定指針」では、各測定項目別に使用する測定器具と具体的な測定方法が解説されており、木質構造部材製作の精度管理でも参考とすることができる。

17.4 塗装

17.4.1 一般事項

木質構造部材の塗装は、設計者が特記に指定した仕様に従うが、構造部材を現しで用いる場合は、公共建築工事標準仕様書に規定する、ウレタン樹脂ワニス塗り（UC）、オイルステイン塗り（OS）、木材保護塗料塗り（WP）のうち、木材保護塗料塗り（WP）が一般的である。

(1)塗料の種類及び品質

塗料の種類は、下塗り用と上塗り用に分けられるが、木質構造部材の製作工場では、下塗りまで行い、上塗りは施工現場で建方工事が終了した後に塗装するのが一般的である。下塗り用塗料は、顔料を含まない塗料が多く、主に上塗りの塗装むら防止を目的とするもので、木材保護塗料の場合は耐候性が劣るので上塗りとして用いてはならない。塗料の品質は、設計者が特記に指定した塗料メーカーの品質基準に従う。

(2)塗料の取扱い及び保管

- ①下塗り塗料は、荷姿を保ち開封しないまま製作工場に搬入し、製造業者名、製品名、製造年月日、及びロット番号、並びにその数量について確認する。
- ②塗装材料置場は、消防法及び危険物取締条令に準拠し、火災安全性に留意しなければならない。
- ③使いかけの塗料は、密封し整理して安全に置く。開封後は、製造業者の指定する期間内に使い切る。

(3)塗料の調整

- ①塗料メーカーの仕様により原液使用を指定されている塗料は、希釈してはならない。
- ②塗料の使用に先立ち、変質などの有無を調べ、異常が認められた場合には使用してはならない。

(4)塗装用器材と工具

木材保護着色塗料の塗装に用いる塗装用器材は、刷毛若しくはローラー刷毛とする。

①刷毛

用いる刷毛は、使用する塗料を良く含み、塗り作業をスムーズに行えるものでなければならない。刷毛は切毛及び逆毛がなく、溶剤を含ませ振っても毛先が分かれず、良くまとまるものを使用する。

②ローラー刷毛

ローラー刷毛は、用いる塗料に応じたローラー刷毛の種類、および塗装箇所に適した形状のものを使い分ける。木材保護着色塗料に用いるローラー刷毛は、長毛の繊維で塗料の含みの良いものを使用する。

③研磨材料

塗装工程で用いる研磨材料は、木材の表面に存在するかな目、さか目、げばなどを除去し、塗料の含浸性と仕上り性を向上させるために用いる。研磨剤の粒度、研磨紙や耐水研磨紙などは、JIS規格に適合するものを使用し、研磨紙等の種類はJIS R 6251（研磨布）及びJIS R 6252（研磨紙）によって規定されている。

17.4.2 塗装工法

(1)刷毛塗り

木材保護塗料の塗装は、刷毛塗りを標準とする。刷毛を用いてすり込みながら塗装する。この場合、被塗装物の形状や出隅や入り隅などの状況に応じた刷毛の形状を選定して、塗料の含みの良い毛の種類のものを用いる。

(2)ローラー刷毛塗り

ローラー刷毛塗りは、基本的に刷毛塗りと同じであるが、ローラー刷毛の毛の種類と長さによって塗料の含み程度が刷毛より多く、大面積の塗装に適している。ローラー刷毛による塗装では、コーナーローラーなどにより入り隅部分をあらかじめ塗装し、次に全体を均一に塗り付ける。

(3)研磨紙ずり

必要に応じて、塗装前に研磨紙ずりを行う。研磨紙ずりは、木材表面のかんな目、げば、さか目などを除去することによって、含浸むらの生じない仕上げとなる。研磨紙の番手は、一般に#120～#220を使用する。

17.4.3 作業環境

木材保護着色塗料の場合、展色剤は油変性合成樹脂系が多く使われている。油変性合成樹脂の乾燥は酸化重合によるもので、一般に乾燥が遅く、含浸性が良いが温度が低いと乾燥が遅くなる。又、湿度が高いと結露発生により塗装性能の低下ばかりでなく、色むらなどの仕上げ不良を生じる。

製作工場で塗装中、又は乾燥期間中における気象状況や環境が次の場合は、採暖や換気などの適切な措置が必要である。

①塗装場所の気温が5℃以下の場合

②湿度が85%以上、換気が不十分で結露する恐れがある場合

③周囲で行われている他の作業によって塗装作業が不適当になった場合

17.4.4 塗装作業

(1)適用と作業範囲

製作工場で木質構造材に下塗り塗装する場合の工法、材料、素地、及び素地調整、並びに工程に従って行う塗装作業に適用する。塗装作業の範囲は、素地調整又は下地調整から下塗りまでとし、適用する塗装の種類は、木材保護着色塗料の下塗りとする。

(2)素地調整と素地研磨

素地調整は、汚れ・付着物の除去と素地研磨とする。被塗面の汚れ、付着物などは、塗料の浸透阻害、乾燥阻害、塗料のはじきなどの塗装トラブルの原因になるので、中性洗剤などで十分ふき取る。素地調整の工法は、次の通り。

①汚れ、付着物の除去

- ・ほこり、砂などの付着物は、ダスター刷毛などを用いてよく清掃する。必要に応じて温湯などでふき、表面のほこりなどを除去し、十分に乾燥させる。
- ・やにや手あかなどの付着物は、皮すきなどでよく取り除き、溶剤で拭き取り、十分に乾燥させる。

②素地研磨

- ・ かな目、さか目、毛羽などは、研磨紙#120～220（研磨砥粒度は樹種、道管の大きさなどで選択する。）で木目に沿って研磨して取り除く。
- ・ 素地面に塗装仕上げに好ましくない処理が施されている場合には、監督職員／工事監理者と協議の上、適正な処置をする。

(3)塗装作業

製作工場における塗装（下塗り）では、設計図書の特記に従い、使用する塗料の塗装種別を確認し、塗料の品番、塗布量、乾燥時間などを確認する。木材保護着色塗料の場合、見かけの乾燥は早く感じられるが、完全乾燥が遅く、適正な乾燥状態を得るためには、最短でも規定の乾燥放置時間を厳守する。通風が悪い場合や低温又は多湿の環境条件では、規定の乾燥放置時間の2～4倍の乾燥時間が必要となる。

①塗料の調合

- ・ 塗料の下塗りは原液使用が原則である。希釈を必要とする場合には、指定の希釈剤を使い、希釈割合は塗料仕様書に従う。
- ・ 塗装前に塗料を十分攪拌し、薬液濃度を均一にする。

②塗装方法

- ・ 下塗りは、刷毛塗りもしくはローラー塗りとする。
- ・ 塗装作業は、ゴム手袋、保護メガネ、及びマスクを付け、そのほか安全衛生に十分注意して行い、塗料が周囲に飛散するのを防ぐ養生対策をする。

17.4.5 塗装工程の検査と補修

(1)検査

塗装作業の管理は、塗装前の計画、塗装作業および塗装後の検査などに分け、その進捗に合わせて実施する。そのうち、工程の区切りである素地調整の終了後、下塗り塗装終了後に、次の検査を行う。

①素地調整面の検査

素地調整面の検査は、素地調整後のあるべき表面状態にあることを確認する。

②塗布量の確認

浸透性の下塗り塗料であり、塗膜厚さの測定ができないため、作業前後の塗料重量を計測し、塗装作業で使用した塗料の重量と塗布面積から、平均塗布量（g/m²）を求める。

③塗膜面の検査

塗膜面の検査は、外観を目視で確認し、はけ目やだれ、塗りむらがないことを確認し、塗装面の乾燥状態を指触して確認する。塗装面の外観上の欠陥は、塗装中に付着した砂じんや異物の除去不足による平滑性不足や、過剰な塗料の希釈、厚塗り塗装によるだれなどがある。

(2)補修

塗装面に欠陥が発生している場合は、次の要領で補修する。

- ①素地調整面や塗装面にむらがある場合は、増塗りする。
- ②著しい汚れは、サンドペーパーで平滑にし、その上を再塗装する。

17.5 発送

17.5.1 製品の仕分け

(1)製品符号

製品符号は、個々の部材を識別するための記号であり、工作図の作成計画段階で個々の部材に符号を付けることが一般的である。形状寸法が全く同一である小梁・ブレース・方杖などの二次部材については、製作上の利便性から同一製品符号を付し、工事現場出荷前に枝番などを追加付記することによって個々の部材を識別する場合と共通した製品符号のままとする場合もある。製品符号は、部材配置位置が容易に判断できるものとする。その標準的な製品符号の付け方の記述例を、図 17.5 に示す。

図 17.5 に示すように、製品符号の頭文字は建物全体内での位置区分を表すものであり、柱の場合には節数を、梁の場合には階数を表示することが一般的である。次の第2位の文字は部材の種類を表し、例えば柱には C、大梁には G、小梁には B、間柱には P などを用いて表示する。柱、大梁の第3位、第4位の文字は部材の平面的な位置を表すものであり、部材が配置される X 軸、Y 軸の通り名（A、B、C……）、通り名（1、2、3……）を利用する方法が一般的である。小梁、間柱については、階数、設計符号、追い番号で表示する方法が一般的である。

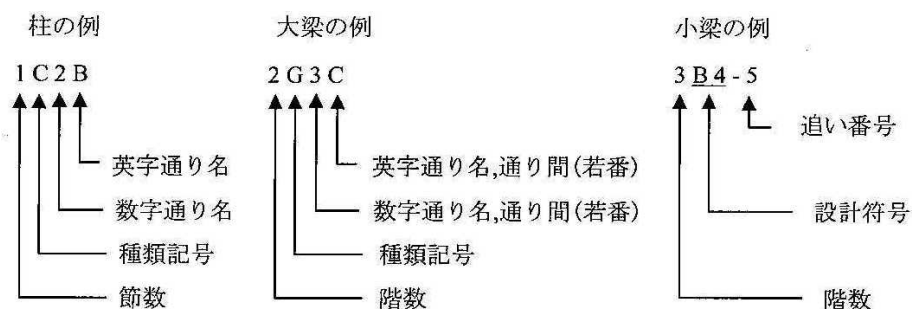


図 17.5 製品符号の例

(2)製品符号図

部材を工事現場に発送する前に、発送する部材の配置位置を表す製品符号図を作成するが、この製品符号図は、伏図に製品符号を追記表示したものを利用する場合が一般的である。作成した製品符号図は、部材の工事現場への発送と同時またはその前に送付する。工事現場の木質構造部材工事担当者は製品符号図にしたがって部材を取り付ける。

(3)製品符号記入位置

製品符号は、柱を横置きして積み重ねた場合でも、はりを密着して並べて置いた場合でも、容易に読み取りできる位置に表示する。製品符号の表示に加えて、製品を配置する方位と必要に応じて上下方向も表示する。

(4)製品重量・重心位置の表示

単品重量が 5t（材積 10～15 m³程度）を超える部材については、重量を部材に表示することが望ましく、車の積載荷重制限の管理やクレーン作業での安全確保に利用する。複雑な形状で、非対称形である部材については、重心位置を確認し、重心位置を部材表面に表示することが望ましい。

(5)製品の仕分け

指示された建方日程に従い、工事現場担当者と調整し、製品符号図をもとに製品発送明細書を作成する。作成した製品発送明細書に従い、発送日単位に部材を仕分けし、外観の適否を最終確認する。

17.5.2 輸送

(1)輸送計画

工事現場への部材の輸送に先立って、部材の形状・寸法・重量、工場・工事現場での搬出・搬入条件、輸送経路、輸送方法、工事現場ゼネコン担当者の指示・要求などを考慮し、工事現場担当者と打合せを行い、輸送計画を立案する。輸送経路については、その経路の輸送制限と通行許可手続き条件を確認し、工事現場周辺の詳細な交通制限事項を調査・確認して定める。計画した輸送要領は、工事現場施工要領書、または工場製作要領書にまとめて記載し、監督職員・工事監理者の承認を受ける。

(2)輸送方法

木質構造部材の輸送には、トラックまたはトレーラによる陸上輸送が用いられる。この陸上輸送を行う場合、単品部材の寸法（長さ・幅、高さの最大寸法）や重量に関して、工作図の作成段階で検討することが必要である。単品部材の寸法と重量に対する制限は、道路事情や交通安全対策上の要求に従った大形車両に対する道路規制に対応するものである。大型車両に対する規制は、道路法の第47条の2に基づく車両制限令（通行の制限）があり、道路交通法の第57条には積載制限がある。

(3)発送

部材発送に際して、部材の製品符号・数量・発選日などを記入した送り状を作成する。送り状の内容に合致した部材の受取りを確認した工事現場担当者から、送り状に捺印、若しくはサインを受領する。部材の工場搬出時には、積込み品の不足・間違い・過剰が生じないようにチェックを確実に実施し、工事現場での荷下ろしのため、荷台への積込み方法が指定されている場合は、その指示通りの積込みになっていることを確認する。

(4)養生

部材の輸送中に、荷くずれが生じないように、部材を適当な台木を用いて固定し、ワイヤやスリングベルト、荷締めベルトなどで荷台に緊結する。部材を多段積みする場合は、段ごとにワイヤやスリングベルトで緊結する。積込みの作業時、製品にワイヤきずなどをつけないよう、必ず角あて材を使用し、荷台への固定も角あて材や当て材などを利用して確実に結束する。

引用文献

- 1)日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事 2018」
- 2)日本建築学会「鉄骨精度測定指針 2018 改定版」
- 3)鉄骨製作管理技術者登録機構「鉄骨製作管理技術者教本 2018 年版」
- 4)(一社)日本鋼構造協会「鉄骨工事監理責任者一認定考查テキスト 2018」
- 5)(財)日本建築センター「大断面木造建築物設計施工マニュアル 1988 年版」
- 6)(財)日本木材・住宅技術センター「大規模木造建築物の保守管理マニュアル」

第18章 接合金物（外注製作）

接合金物の製作に関しては、原則日本建築学会の「建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事（JASS6）」、「鉄骨工事技術指針・工場製作編」、「鉄骨精度測定指針」を参照する。また、これらの内容を網羅的にまとめた鉄骨製作管理技術者登録機構の「鉄骨製作管理技術者教本 2018年版」も参考になる。

さらに、木質構造の基準書としては、日本建築学会の「木質構造接合部設計事例集」及び国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「公共建築木造工事標準仕様書 平成28年版」、「木造計画・設計基準及び同資料」が参考になる。

本章の内容は、木質構造の製作金物に適用するものであり、鉄筋コンクリート造や鉄骨造等の他構造と木質構造の接合に適用するものではないので注意が必要である。また、木質構造の接合金物に使用する鋼板は比較的薄いものが多いことから、隅肉溶接が一般的であるため、主に隅肉溶接による製作を想定した内容とする。

18.1 材料

18.1.1 鋼材

主な鋼材、ボルト等の種別と主な使用部位は、表 18.1 に示す通りである。

表 18.1 鋼材種別と使用部位¹⁾

鋼材種別		主な使用部位
建築構造用圧延鋼材	SN400A	塑性変形性能を期待しない部位、部材に使用
	SN400B	広く一般の構造部位に使用
建築構造用圧延棒鋼	SNR400B	アンカーボルト、ターンバックル、ボルト等に用いられる鋼棒
一般構造用圧延鋼材	SS400	6mm 未満の丸鋼及び鋼材に使用する
一般構造用軽量形鋼	SSC400	仕上げ材取付用 2 次部材、工作物
建築用ターンバックル	SS400 SNR400B	耐震ブレース、水平ブレース
六角ボルト 六角ナット 座金	ボルトの材質は鋼又はステンレス鋼とする	アンカーボルト、ホールダウン金物用ボルト※、2 次部材の接合用
熱間圧延軟鋼板 及び鋼帯	SPHC	羽子板ボルト等の横架材-横架材接合部※ ホールダウン金物等の耐力壁等の柱脚-基礎接合部※
冷間圧延軟鋼板 及び鋼帯	SPCC	羽子板ボルト等の横架材-横架材接合部※ ホールダウン金物等の耐力壁等の柱脚-基礎接合部※
溶融亜鉛めっき鋼板 及び鋼帯	SPHC	山形プレート等の柱-横架材接合部※
	SPCC	ひねり金物等のたるき-軒桁・母屋接合部※

※Z マーク金物又は C マーク金物等を用いることが可能。

接合金物の鋼板及び接合具（ボルト、ナット、座金、ドリフトピン、ラグスクリュー、アンカーボルト）の品質は、特記仕様書によるが、特記のない場合は表 18.2 の通りとする。

表 18.2 接合金物と接合具の鋼材種別

鋼材種別		強度区分	仕上
鋼板	JIS G 3101	SS400	-
ボルト	JIS B 1180	4.6・4.8に適合する炭素鋼	中
ナット	JIS B 1181	5	中
座金	JIS G 3101	SS400	中
	JIS G 3131	SPHC	
ドリフトピン	JIS B 1180 に準じる	4.6・4.8に適合する炭素鋼	中
ラグスクリュー	JIS B 1180 に準じる	4.6・4.8に適合する炭素鋼	中
アンカーボルト	JIS G 3101	SS400(建方用)	中
	JIS G 3138	SNR400B, SNR490B(構造用)	

18.1.2 溶接材料

溶接材料は、表 18.3 に示す JIS 規格品のうち母材の種類、寸法及び溶接条件に適したものとする。表に該当しない溶接材料を用いる場合は特記による。

表 18.3 溶接材料の JIS 規格品²⁾

規 格	名 称
JIS Z 3211	軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒
JIS Z 3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒
JIS Z 3312	軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ
JIS Z 3313	軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ
JIS Z 3315	耐候性鋼用のマグ溶接及びミグ溶接用ソリッドワイヤ
JIS Z 3320	耐候性鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ
JIS Z 3183	炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶着金属の品質区分
JIS Z 3351	炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶接ソリッドワイヤ
JIS Z 3352	サブマージアーク溶接及びエレクトロスラグ溶接用フラックス
JIS Z 3353	軟鋼及び高張力鋼用のエレクトロスラグ溶接ワイヤ及びフラックス

18.2 製作図

設計図書は完成後の建物の姿・躯体や設備機能を示すものであるが、木質構造躯体製作のための情報が詳細に表現されていないため、木質構造部材製作者が躯体の詳細について判断する場合もある。しかし、設計者の意図を勝手に解釈して工事を行うと、

後々のトラブルの原因になるため、不明確な内容については必ず書面により確認を行う必要がある。

また、構造図の詳細図には、代表的な接合部を抽出して記載されることが多いため、木質構造部材製作者が構造図に盛り込まれた設計内容を十分把握し、実際に工場で作成する作業が見やすく理解しやすいように、接合部1つ1つの図面を書く必要が生じる。この図面を製作図という。製作図の元請業者・監督職員の承諾・承認については特記による。

接合金物の切板はレーザー加工機によるNC加工が一般的であるため、接合金物製作者と相談の上、詳細な寸法は省略し、プレート種別およびプレート厚・プレート外形・孔の種類および孔径のみの表記としてもよい。

孔径のルールに関しては事前に製作要領書に記載する。特記がない場合の孔径は、接合具の種類に応じて表18.4のようにする。

製作図に記載する内容は、切板の情報に加え、ガセットプレートの取付け位置、溶接記号とする。また、物件名、識別のための品番、個数、仕上げの仕様を明示する。

接合金物を構成する鋼板や接合具の表記方法の参考例を表18.5および表18.6に示す。なお、製作図の作図は第三角法を用いる。

表 18.4 ボルト等の径に加える接合金物の孔あけ加工の大きさ

種 類	接合具径に加える大きさ
ボルト孔	M16 未満：1.0, M16 以上：1.5
ドリフトピン孔	Φ16 未満：1.0, Φ16 以上：1.5
アンカーボルト孔	5
高力ボルト孔	①摩擦接合 M27 未満：2.0, M27 以上：3.0 ②支圧接合 M20 未満：1.0, M20 以上：1.5
ラグスクリュー孔	M16 未満：1.0, M16 以上：1.5

表 18.5 接合金物を構成する鋼板の表記方法の参考例

記 号	種 類
PL	プレート
GPL	ガセットプレート
BPL	ベースプレート
RPL	リブプレート
EPL	エンドプレート
CPL	カバープレート
FPL	フランジプレート
WPL	ウェブプレート
SPL	スプライスプレート
FB	フラットバー

表 18.6 接合金物を構成する接合具の表記方法の参考例

記号	種類
M	ボルト孔
DP	ドリフトピン孔
ABL M	アンカーボルト孔
HTB M	高力ボルト孔
LS	ラグスクリュー孔

18.2.1 柱脚金物

柱脚金物の製作図の例を図 18.1 に示す。柱脚金物には現場での地墨との精度確認のため通り心上にポンチ加工を指示するとよい。

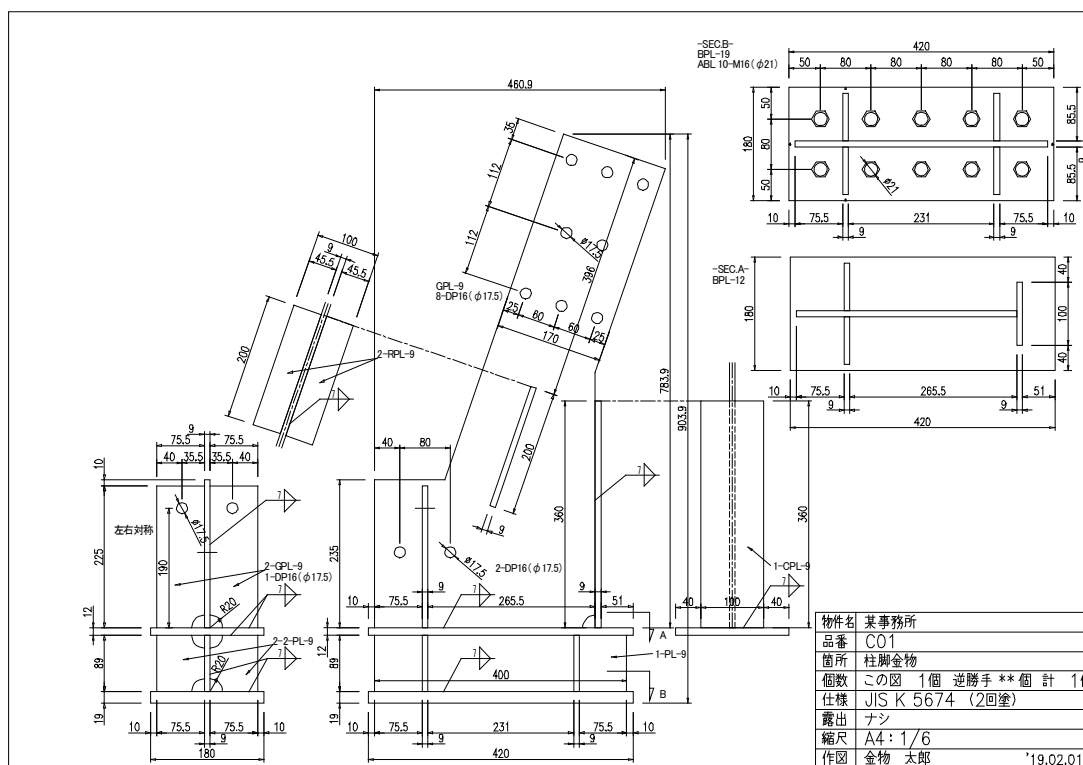


図 18.1 柱脚金物の製作図の例

18.2.2 T型金物（仕口金物）

T型金物（仕口金物）の製作図の例を図 18.2 に示す。

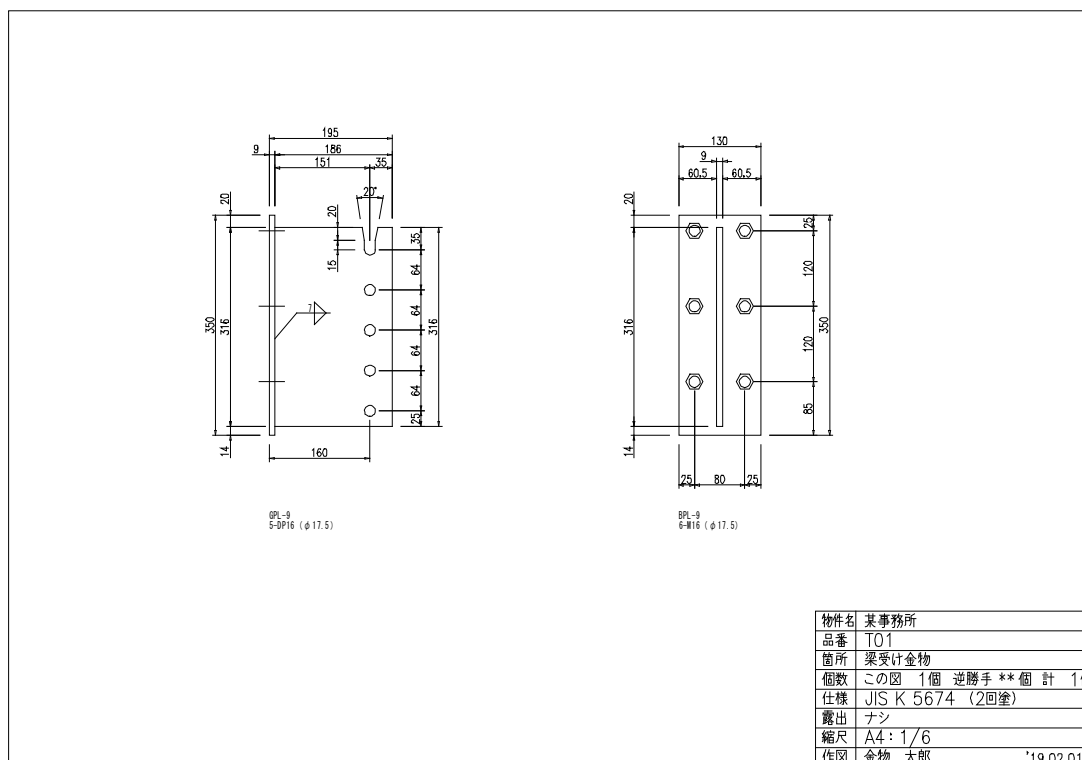


図 18.2 T型金物（仕口金物）の製作図の例

18.2.3 F型金物（平板金物）

F型金物（平板金物）の製作図の例を図 18.3 に示す。

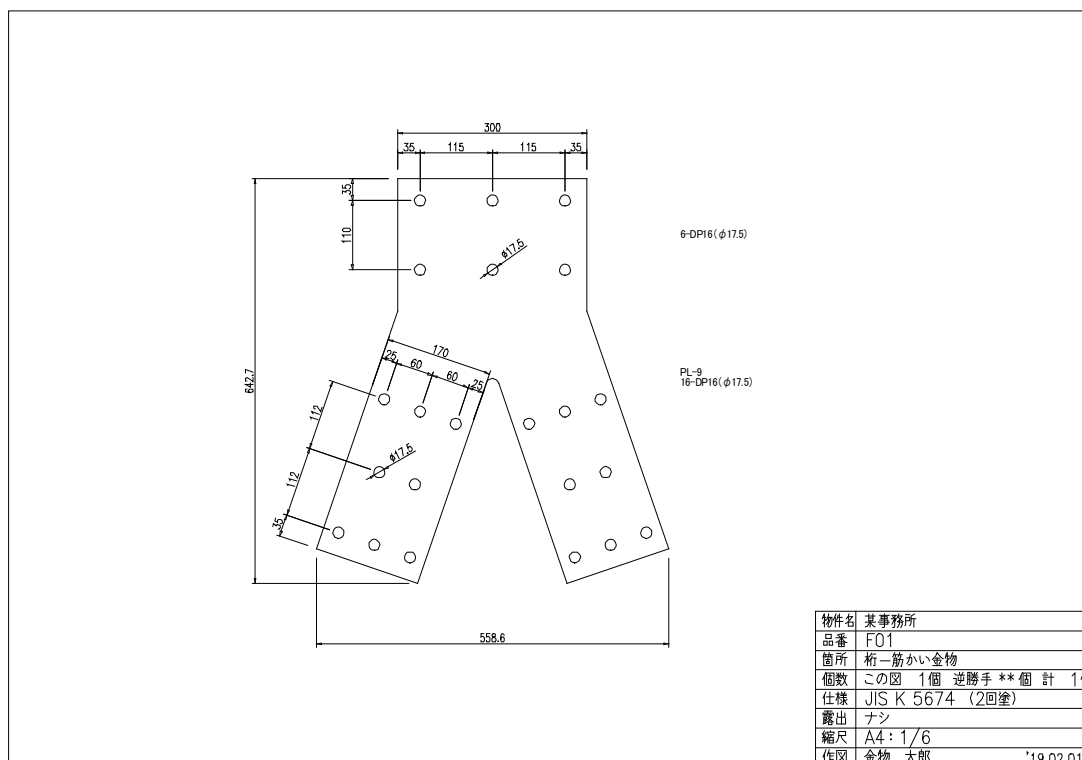


図 18.3 F型金物（平板金物）の製作図の例

18.3 加工・溶接組立て

18.3.1 加工

(1)加工後の鋼材の識別

- ①切断加工後の鋼材は、塗色や記号表示などにより鋼種の識別を行う。
- ②鋼材には工事名称が明確となるような略号などを記す。

(2)矯正

- ①素材のひずみ及び加工により生じたひずみは矯正する。
- ②加熱矯正を行う場合は材料の品質を損なわないように行う。

(3)けがき

- ①けがき作業は製作図に準じて直尺・矩尺等を用いて必要事項を正確にけがく。構造または部材の形状と使用機器との関連において、けがきを行わなくても正確を期しえる場合は、けがきを省略できる。
- ②490N/mm²級以上の高張力鋼及び曲げ加工される400N/mm²級鋼などの軟鋼の外面には、ポンチ・たがねなどによる打痕を残してはならない。ただし、切断、孔あけ、溶接などにより除去される場合は、この限りではない。
- ③けがき寸法は、製作中に生ずる収縮、変形及び仕上げ代を考慮した値とする。

(4)切断

- ①鋼材の切断は、機械切断法・ガス切断法・プラズマ切断法などにより、鋼材の形状、寸法に合わせて最適な方法で行う。
- ②ガス切断は原則として自動ガス切断とする。
- ③切断面には著しい凹凸、切欠き、まくれ、スラグの付着などがないようにする。
- ④切断面の精度は、100 μ mRz以下・ノッチ深さ1mm以下とする。
- ⑤切断面において、前項の精度が確保できないものについては、グラインダなどにより修正する。
- ⑥原則として、開先加工は特記がある場合のみ行う。
- ⑦せん断切断する場合の鋼板の板厚は、13mm以下とする。切断面にバリなどが生じた場合は、グラインダなどにより修正する。

(5)ひずみ取り

- ①プラズマ及びシャーリング等で生じたひずみは、プレスにより矯正する。
- ②予め逆ひずみをつける必要のある場合は、鋼材の品質を損なわないようにする。

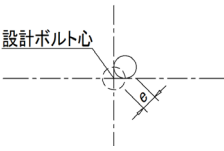
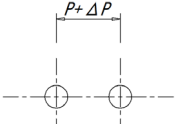
(6)孔あけ

- ①高力ボルト孔の孔あけ加工は、ドリル孔あけとする。ただし、特記がある場合または監督職員の承認を受けた場合は、レーザー孔あけとすることができる。接合面をブラスト処理する場合は、ブラスト前に孔あけ加工する。
- ②ボルト孔、アンカーボルト孔はドリル孔あけを原則とする。ただし、特記がある場合または監督職員の承認を受けた場合は、レーザー孔あけとすることができる。板厚が13mm以下のときは、せん断孔あけとすることができる。切断面にバリなどが生じた場合は、グラインダなどにより修正する。なお、工場設備の都合上、プラズマ孔あけとする場合も見受けられる。プラズマ孔あけを採用する際は監督職員の承認が必要になる。
- ③接合具に応じた孔径は特記による。特記なき場合は、「表 18.4 ボルト等の径に加える

接合金物の孔あけ加工の大きさ」による。

④孔あけの精度は特記による。特記無き場合は、表 18.7 を標準とする。

表 18.7 孔あけの精度

名称	図	管理許容差	限界許容差
孔の心ずれ e		$e \leq 1\text{mm}$	$e \leq 1.5\text{mm}$
孔相互の間隔 ΔP		$-1\text{mm} \leq \Delta P \leq +1\text{mm}$	$-1.5\text{mm} \leq \Delta P \leq +1.5\text{mm}$

(7)形状

①形状の精度は特記による。特記なき場合は外寸で±2.0mm以内とする。

図 18.4 に切断孔あけ後の切板の様子を、図 18.5 に切板の外寸検査の様子を示す。



図 18.4 切断孔あけ後の切板

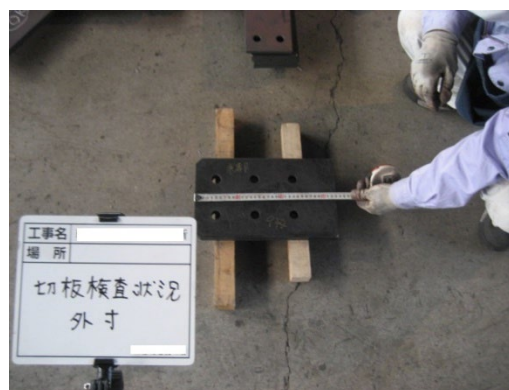


図 18.5 切板の外寸検査

18.3.2 組立て

(1)組立て一般

①組立ての方法及び順序は、溶接順序とともに製品の寸法精度や品質・工程及びコストに大きな影響を及ぼすため、製作要領書の作成段階あるいはそれ以前より十分に検討する。

②組立て方法及び順序を決定するにあたっては、溶接によって生ずるひずみや残留応力ができるだけ小さくなるように、事前に逆ひずみを与える、小ブロックに分割して組立て・溶接を行うなどの方法を検討する。

(2)組立て準備

①組立てに先立って各部材の符号・寸法・角度などを確認するとともに、曲がり・反り・ねじれ、切断面や孔周辺のまくれなどが無いことを確認し、組立て順序に従い、部材ごとに整理する。

②組立てに使用する部材に曲がりや反りなどのひずみがある場合は、所定の製品精度を保

つために組立て前に矯正を行う。

(3)組立て治具

- ①製品の形状、溶接方法、溶接順序などを考慮して組立て順序を計画し、部材の形状に適した組立て治具を使用する。
- ②組立て治具は次のような機能と構造を持つことが望ましい。
 - 1)組立て作業が容易かつ安全であり組立て精度が高いもの。
 - 2)取り付け及び取り外しが容易で、後に悪影響を残さないもの。
 - 3)溶接中の変形を防止し、また部材を過度に拘束しないもの。
 - 4)部材の組立て溶接が容易なもの。
 - 5)部材の反転及び移動が容易なもの。

(4)組立て作業

- ①組立ては、作業に適した定盤や組立て架台及び治具を用い、部材相互の位置及び角度を正確に保つように行う。
- ②組立て及び組立て溶接に際しては、製作図の寸法、部品符号を確認しながら正確に行う。
- ③部材は丁寧に取扱い、組立て時に不用意なハンマ打ちを避け、やむを得ずハンマ打ちを行う場合は、間接打ちとし母材を保護する。
- ④材片の集結は治具及び直角定規などを用いて正確に行う。また、隅肉溶接部はできるだけ密着させる。
- ⑤部材相互の肌すきの有無、開先形状などを確認し、適切でない場合は修正を行う。隅肉溶接の場合、すき間が2mm以下の場合そのまま溶接しても差支えないが、すき間が2～3mmの場合はすき間の分だけサイズを増す。ただし、すき間が全線にわたって2mmを超える場合は組立て直す。また、すき間が3mmを超える場合は組立て直す。

(5)組立て精度

- ①構造物の精度の確保のために、取付位置の誤りや組立て寸法不良がないよう、組立て前に図面を十分チェックし、組立て時には入念に点検を行う。
- ②溶接による変形を少なくするために適当な逆ひずみや拘束を加え、また、溶接による収縮量を見込んで、仕上がり寸法、形状を正確に保つようにする。
- ③組立ての精度は特記による。特記なき場合は±2.0mm以内とする。

(6)組立て溶接

- ①組立て溶接を行う溶接技能者は、JIS Z 3801「手溶接技術検定における試験方法および判定基準」またはJIS Z 3841「半自動溶接技術検定における試験方法および判定基準」において、「基本となる級」の試験に合格した有資格者とする。
- ②組立て溶接は脚長4mm以上とし、箇所は最小限度にし、ビード長さ・ピッチは下記を標準とする。
 - ・板厚(t) $t \leq 6 = 8$ ・ $t > 6 = 10$ を最小ビード長さ*とする。(単位:mm)
 - ・ピッチは組立て溶接の割れ・金物の変形が生じないように適正な間隔とする。(※JASS6では $t \leq 6 = 30$ ・ $t > 6 = 40$ であるが、製作金物は鉄骨部材と異なり製品寸法が小さいため経験寸法を標準とした。ビード長さに関しては適宜調整をし、元請業者・監督職員の確認を行うこと。)
- ③組立て溶接の位置は、本溶接に支障のない箇所に行う。

- ④組立て溶接は本溶接と同様の溶接材料を使用する。
- ⑤治具の一部を部材に組立て溶接した場合は、本溶接完了後ていねいにはつり取り、グラインダで平滑に仕上げ、有害な欠陥を残さないようにする。

図 18.6 に柱脚金物の組立ての様子を、図 18.7 に組立ての精度検査の様子を示す。



図 18.6 柱脚金物の組立て

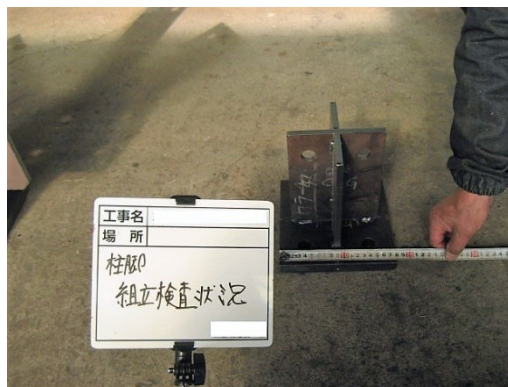


図 18.7 組立ての精度検査

18.3.3 溶接施工

(1) 一般事項

木質構造の接合金物に使用する鋼板は比較的薄いものが多いことから、隅肉溶接が一般的であるといった特徴がある。よって主に隅肉溶接による製作を想定した内容とする。溶け込み溶接の指定がある場合は JASS6 等をもとに適切に施工・検査を行う。

(2) 溶接技術者

①接合金物製作者は、溶接工作全般について計画・管理・技術指導を行う専任の溶接技術者をおかななければならない。ただし、軽微な工事で監督職員がその必要がないと認めた場合はこの限りではない。

②溶接技術者は、JIS Z 3410「溶接管理-任務及び責任」に基づく（一社）日本溶接協会 WES 8103「溶接管理技術者認証基準」の有資格者とする。なお、（一社）鉄骨建設業協会・（一社）全国鐵構工業協会の鉄骨製作管理技術者登録機構により認定された鉄骨製作管理技術者あるいはその他の同種の資格を有している者は、監督職員の承認を受けて、この溶接技術者の任にあたることのできる。

(3) 溶接技能者

溶接技能者は特記による。特記無き場合の溶接技能者は、JIS Z 3801「手溶接技術検定における試験方法および判定基準」または JIS Z 3841「半自動溶接技術検定における試験方法および判定基準」に従う板厚、溶接方法、溶接姿勢に応じた溶接技術者検定試験に合格した有資格者とする。

(4) 溶接機

溶接機及び付属用具は、使用する溶接方法、溶接条件に応じた十分な容量と性能を有し、安全に作業できるものを使用する。

(5) 溶接材料

①溶接材料の選定

- ・溶接材料は、表 18.3 に示す JIS 規格品のうち母材の種類、寸法及び溶接条件に適したも

のとする。

- ・使用する溶接材料は、規格名、種類、銘柄、棒径、メーカーなどを製作要領書に記載して監督職員の承認を受ける。

②溶接材料の管理

溶接材料は、湿気を吸収しないように保管し、被覆剤の剥脱、汚損、変質、吸湿、さびの発生したものは使用してはならない。吸湿の疑いのあるものは、その溶接材料の種類に応じた乾燥条件で乾燥して使用する。

(6)溶接施工の注意点

①母材の清掃

溶接範囲内の面とその周辺に付着している水分、油分、著しいさび、浮いたミルスケール、ごみ、塗料などを除去する。付着物の除去は、ワイヤブラシまたはグラインダを用いて行い、水分・油分・塗料が付着している場合はガス炎加熱などによって清浄化する。

②作業治具

工場で溶接する際は、適切な作業治具を使用し、可能な限り下向き、または水平姿勢で溶接する。

③溶接順序

溶接は変形・残留応力及び拘束力を最小とするような順序で行う。

④気温

気温が-5℃を下回る場合は、溶接を行ってはならない。気温が-5℃から 5℃の範囲においては、溶接箇所より 100mm の範囲の母材部分を適切に加熱（約 50℃以上）した後に溶接する。

⑤溶接条件

溶接は溶接技術者の管理のもとで行い、溶接部の性能を確保するため、適切な溶接電流、アーク電圧、溶接速度、パス間温度、カス流量などを選定して施工する。

⑥隅肉溶接

- ・隅肉溶接の施工においては、適切なのど厚を確保するため、設計図書に指示されているサイズにしたがって脚長（サイズ）を管理する。特記無き場合は表 18.8 を標準とする。また、アンダーカット・ビード不整などの表面欠陥の発生を防止し、凸型ビードになることを極力避け、特に溶接止端が可能な限り鈍角形状になるように施工する。外観上の管理項目の許容差は、建設省告示 1464 号および JASS6 付則 6「鉄骨精度検査基準」による。

表 18.8 板厚と隅肉のサイズ

板厚 t(mm)	4.5	6	9	12	16
隅肉のサイズ S(mm)	4	5	7	9	12

- ・隅肉溶接を行う相互の部材は、十分密着させる。この密着は隅肉溶接ののど厚保持、ルート部の応力集中低減に必要不可欠なことである。部材相互のすき間の許容差は JASS6 付則 6「鉄骨精度検査基準」による。この部材相互の密着が組立てにおいて確保できない場合は、発生したすき間量だけサイズを増して処置する（18.3.2(4) ⑤参照）。すき間が限界許容差を超えるような場合は、開先をとって十分に溶け込ませる。

- ・隅肉溶接の端部は、滑らかに回し溶接を行うことを原則とするが、設計図書または監督職員によって指示がある場合は、その指示に従う。回し溶接は部材端部のみをショートビードで施工して処理するのではなく、一般直線部の溶接時に溶接を中断することなく、端部まで連続して溶接し、端部を過ぎしてから溶接を停止することを原則とする。この要領は、構造耐力上負担が大きい回し溶接部において溶接熱影響部が硬化することを避けるための処置である。
- ・隅肉溶接の長さは、設計図書に指示されている長さとする。特記無き場合は全周（両面）隅肉溶接とする。
- ・溶接方法は特記による。特記無き場合は半自動溶接とする。
- ・L形突合せの外周面の溶接は特記による。特記無き場合は、簡易開先溶接とする。

(7) 清掃・仕上げ

溶接終了後、スラグ・スパッタなどを除去する。スラグの除去はスクレーパまたはチップパーで行い、スパッタはスクレーパまたはグラインダで除去する。

(8) 矯正

- ・溶接によって生じた許容差を超える変形は矯正する。その方法には、ガスバーナによって局部加熱する熱間矯正と、プレス・ローラなどで加圧変形させる冷間矯正がある。製作完了品の場合は、ほとんどは熱間矯正を行う。ただし熱間矯正は、鋼材の材質変化や結晶粒粗大化を招く可能性が高く、強度低下やじん性劣化が生じるため、十分な温度管理が必要になる。

400N/mm²、490N/mm²級鋼材を加熱矯正する場合の温度条件は下記を標準とする。

加熱後 空冷する場合 850℃～900℃

加熱後 直ちに水冷する場合 600℃～650℃

加熱後 空冷の後 水冷する場合 850℃～900℃（但し水冷開始温度は 650℃以下）

400N/mm²、490N/mm²級鋼材以外については特記による。

(9) 溶接欠陥の補修

溶接欠陥の補修は、表 18.9 の方法で補修する。

表 18.9 溶接欠陥とその補修要領

欠 陥	補修要領
アンダーカット	許容差を越えるものは付加溶接を行う。
脚長・余盛不足	所定のサイズまで付加溶接を行う。
オーバーラップ	グラインダにより当該部分を除去する。
余盛過大	エアアークガウジングまたはグラインダにより当該部分を除去する。
アークストライク	グラインダにより当該部分を除去する。 また、深さ 2mm 以上の場合は補修盛を行い、必要に応じて仕上げを行う。

図 18.8 に柱脚金物の溶接の様子を、図 18.9 に溶接サイズ検査の様子を示す。



図 18.8 柱脚金物の溶接



図 18.9 溶接サイズ検査

18.4 塗装・溶融亜鉛めっき

18.4.1 塗装

(1) 一般事項

鋼は、酸素が存在する環境下でさびる（酸化する）ことが自然界の摂理であり、水分が鋼表面で電気化学的反応を起こし、さびの発生を促進させる。このさびの発生を可能な限り遅らせるものが防せい処理であり、その一種として鋼材表面に塗装皮膜を形成し、大気・水分との接触を妨げる防せい塗装がある。

一般的な製作金物で長期的に屋外露出するものでない場合、防せい塗装が適用されており、屋外に露出して風雨に曝される条件下にある製作金物の場合は、重防食塗装や溶融亜鉛めっきなどの防せい処理が用いられる。

木造工事における防せい処理は、設計図書に記載されている方法で実施し、指示されている特記にしたがって施工する。なお、製作金物は部材内に納めることが多く、取付け後の仕上げ塗装ができないため、工場における塗装回数を2回にして、キズ等は取付け前に補修することが一般的である。

(2) 素地調整

素地調整は、さび・黒皮・水分・油分・汚れなどの塗装面の有害な付着物を除去し、加えて表面に粗さを与えるための作業である。これらの有害な付着物は、鋼材面への塗装皮膜の付着を損ない、残存したさびは塗膜に欠陥を生じさせることになる。したがって、塗膜の耐久性は素地調整の良否に大きく左右されることになる。

鋼材表面の素地調整は、表 18.10 に示すように JASS6 において2種類の種別が定められており、1種Bまたは2種のいずれかの工法を選択する。設計図書に素地調整の特記がない場合は、2種の工法を採用する。ただし、有機ジンクリッチプライマー、構造物用さび止めペイントあるいは変性エポキシ樹脂プライマーを塗料として使用する場合は、1種Bの工法で素地調整を行う。

表 18.10 鋼材面素地調整の種別と工程²⁾

工 程	種 別		工程間隔時間
	1 種 B	2 種	
汚れ・付着物除去	汚れ・付着物をワイヤブラシや研磨布などで除去		—
油 類 除 去	溶剤ぶき	溶剤ぶき	—
さ び 落 し	ブラストによりさび、黒皮を除去	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの動力工具を主体とし、スクレーパ、ワイヤブラシ、研磨布などの手工具を使用してさび落とし	ただちに次の工程に移る

素地調整を行った後のあるべき表面状態を表 18.11 に示す。1 種 B は製作金物が屋外に露出し、塗膜に長期の耐久性を要求する場合に適用され、2 種は、製作金物が屋内隠蔽部のように比較的さびにくい環境にある場合に適用する。

表 18.11 素地調整後のあるべき表面状態

種別	表面状態	工法	ISO 規格	SSPC
素地調整 1 種 B	表面には目に見える油、グリース、泥土、ミルスケール、さびおよび異物が無いこと	ブラスト処理	Sa2 ^{1/2}	SP10
素地調整 2 種	表面には目に見える油、グリース、泥土、異物および弱く付着したミルスケール、さびが無いこと	電動工具	St3	SP3

溶融亜鉛めっき面の素地調整を表 18.12 に示す。

表 18.12 溶融亜鉛めっき面素地調整の種別と工程²⁾

工 程	種 別		工程間隔時間
	1 種	2 種	
汚れ・付着物除去	汚れ・付着物をワイヤブラシや研磨布などで除去		—
油 類 除 去	弱アルカリ性脱脂剤で加熱処理後湯または水洗い	溶剤ぶき	—
化成皮膜処理	りん酸塩化成皮膜処理後水洗い乾燥、またはクロム酸塩もしくはクロメートフリー化成皮膜処理後、乾燥	—	ただちに次の工程に移る

(3) 塗料

下塗り用塗料（さび止めペイント）は表 18.13 に示す種類の中から、設計図書で指示されたものを使用する。

表 18.13 下塗り用塗料の種類²⁾

材 料 名	規 格	使用環境および適用素地		
		屋内環境や 工事期間中	屋外露出などの 過酷な環境	
		鋼材面	鋼材面	亜鉛 めっき面
鉛・クロムフリーさび止めペイント	JIS K 5674 1種, 2種 ^{※1}	○	—	—
水系さび止めペイント	JASS 18 M-111 ^{※1}	○	—	—
変性エポキシ樹脂プライマー	JASS 18 M109	—	○	○
有機ジンクリッチプライマー	JIS K 5552 2種	—	○	—
構造物用さび止めペイント	JIS K 5551 A種	—	○	—
エポキシ樹脂雲母状酸化鉄塗料	JASS18 M-112 ^{※2}	—	○	—

[注] ※1：屋内使用に限定，※2：塗り重ねの工程間隔が7日を超える場合に使用

[凡例] ○：適用，—：適用しない

(4) 塗装作業

① 塗料の確認

使用する塗料が設計図書（承認を受けた製作要領書）に指定されているものと合致していることを確認する。

② 塗料の準備

塗料を使用する前に攪拌と希釈を行う。攪拌は攪拌棒または電動攪拌機を使用して行う。使用する塗料を塗料メーカーが指定するシンナーで適正に希釈し、塗装時の気温・塗付け法・被塗布面の状態に適した粘度に調整する。

③ 塗料の標準塗付け量

下塗り用塗料の適正な防せい性能を発揮するためには、塗膜に一定の厚みが必要になる。その厚みを確保するための塗付け量（必要な塗料の量）を標準塗付け量と呼び、表 18.14 および表 18.15 に示す。

表 18.14 鋼材面に対する塗料の標準塗付け量³⁾

材 料 名		標準塗膜 ($\mu\text{m}/\text{回}$)	塗付け量 ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{回}$)	塗重ね時間
鉛・クロムフリーさび止めペイント JIS K 5674	1 種	30	0.11	24 時間以上 1 ヶ月以内
	2 種	30	0.11	4 時間以上 7 日以内
水系さび止めペイント JASS 18 M-111		30	0.13	24 時間以上 6 ヶ月以内
変性エポキシ樹脂プライマー JASS 18 M109		40	0.14	24 時間以上 7 日以内
有機ジンクリッチプライマー JIS K 5552 2 種		15	0.14	24 時間以上 6 ヶ月以内
構造物用さび止めペイント JIS K 5551 A 種		30	0.14	24 時間以上 7 日以内
エポキシ樹脂雲母状酸化鉄塗料 JASS18 M-112		40	0.18	24 時間以上 6 ヶ月以内

表 18.15 亜鉛めっき面に対する塗料の標準塗付け量³⁾

材 料 名	標準塗膜 ($\mu\text{m}/\text{回}$)	塗付け量 ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{回}$)	塗重ね時間
水系さび止めペイント JASS 18 M-111	30	0.13	24 時間以上 6 ヶ月以内
変性エポキシ樹脂プライマー JASS 18 M109	40	0.14	24 時間以上 7 日以内

④塗装作業

塗装の塗り方法には、はけ塗りと吹付け塗りの二種類があり、作業能率・塗装部位・塗装条件などを考慮して選択する。

塗装作業においては下記に示す事項に留意する。

- ・素地調整した後、ただちに第一層を塗装する。
- ・1 回当たりの塗膜厚は標準塗付け量の範囲にとどめ、厚塗りを避ける。
- ・狭隘な箇所や鋼材の縁・切断面の角は、吹付け塗りに先行してはけ塗りをを行い、塗膜厚を適正に確保する。
- ・二回塗りなどのように塗装を塗重ねる場合は、表 18.14 および表 18.15 に示す塗重ね時間を参考に、下塗り層の状態を指触し、硬化していることを確認してから塗り重ねる。
- ・はけ目・むら・すけ・たれなどの欠陥が生じないように、均一な塗膜が得られるように注意して作業する。

⑤塗装作業における環境条件

下記に示す塗装環境下では塗装作業を避けなければならない。

- ・気温が5℃以下または相対湿度が85%以上のとき。
- ・作業場所付近で火気を使用しているとき。

⑥工場での塗装しない部分

- ・高力ボルト摩擦接合部の摩擦面
- ・コンクリートに接触する部分（指示がある場合は塗装を行う）
- ・閉鎖型断面をもつ部分の密閉となる内面

(6)検査と補修

①検査

塗装作業の管理は、塗装前の計画、塗装作業および塗装後の検査などに分け、その進捗に合わせて実施する。そのうち、工程の区切りである素地調整終了後、塗装終了後に検査を行う。

素地調整面の検査は、「表 18.11 素地調整後のあるべき表面状態」に示す状態であることを確認することによって行う。塗膜面の検査は、表 18.16 に示す内容・要領で行う。なお、乾燥塗膜厚の測定は素地調整1種Bの場合に適用する。

表 18.16 塗膜面の検査内容と検査要領

検査項目	検査方法	使用機器	判定基準
外観	目視	—	平滑ではけ目、だれ、むらが少なく、ふくれ、割れ、穴などがなく、素地調整面や下層面が透けて見えないこと
塗重ねる場合の下層塗膜の乾燥状態	指触	—	粘着性がないこと。凹まないこと
乾燥塗膜厚	測定	膜厚計	「表 18.14, 表 18.15 塗料の標準塗付け量」に示す標準塗膜厚以上

②補修

塗膜に欠陥が発生している場合は、下記に示す要領で補修する。

- ・素地調整面や下層の塗膜が透けている場合は、増塗りする。
- ・著しい突起や流れ・だれは、サンドペーパーで平滑にし、そのうえを再塗装する。
- ・塗膜のふくれや割れは、その範囲を剥離し、そのうえを再塗装する。
- ・塗膜厚が不足している場合は、増塗りする。

図 18.10 に塗装の様子を、図 18.11 に塗膜厚の検査の様子を示す。



図 18.10 塗装

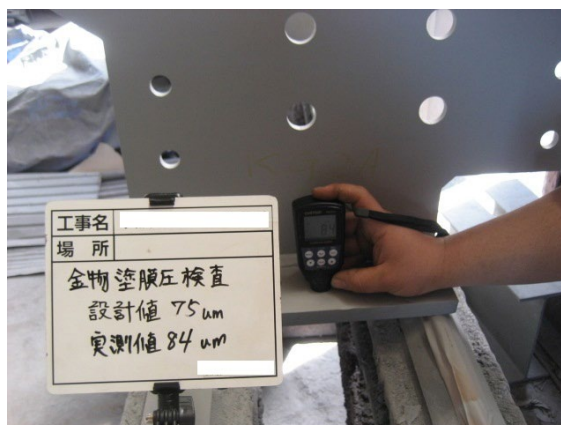


図 18.11 塗膜厚検査

18.4.2 溶融亜鉛めっき

(1) 一般事項

溶融亜鉛めっき（以下、めっきという）は、溶融した亜鉛の入っためっき槽に製作金物を浸漬し、鋼表面に鉄・亜鉛の合金層および亜鉛層の膜を形成するものである。この鋼表面の膜は、鋼と溶融亜鉛を高温下で接触させた状態で、亜鉛が鋼中に拡散することによって形成される。また、鋼表面に形成される膜は鋼をさびから防ぎ、優れた防せい性を付与している。

(2) 溶融亜鉛めっきの種類と品質

めっきの種類と品質は、表 18.17 による。厚さ 6mm 未満の形鋼・鋼板類の膜厚は特記による。

表 18.17 めっきの種類と品質⁴⁾

適用種別	規格	記号	膜厚(μm)
形鋼・鋼板類	JIS H 8641	HDZT77	77 以上
高力六角ボルトのセット		HDZT77	77 以上
ボルト・ナット類		HDZT49	49 以上
アンカーボルト類		HDZT49	49 以上

(3) めっきする製作金物の計画および製作

① 製作金物の最大寸法

製作金物の寸法は、めっき槽の大きさを考慮し、一度づけてめっきできる寸法とする。

② 製作金物の形状・寸法等

- 閉鎖型断面の鋼管、角形鋼管等の端面に鋼板を取り付ける場合、亜鉛・空気の流出入用の開口を設けるなどの処置を行い、めっき施工が正常に実施可能であることを事前に確認する。

- ・製作金物をめっき槽に浸漬した際に空気溜りが隅角部にできることを防ぎ、製作金物をめっき槽から引き上げる際に亜鉛がスムーズに流れ、めっき溜りが隅角部にできることを防ぐために、隅角部に開口部を設ける。三方向が鋼板で囲まれる隅角部では、一方向のスチフナまたはウェブに亜鉛・空気流出用の円形孔またはスカラップを加工する。円形孔の径は35mm以上を目安とする。
- ・ボルト・ナットなどのようにねじ付き部品を溶接して取り付ける場合は、めっき後にねじさらいを行って処理する。ナットのねじさらいを簡単に処理したい場合は、ナットにボルトを差し込んだ状態でめっきを行う。

③溶接に関する留意事項

- ・めっき部材の溶接はめっき前に行うことを原則とする。めっき後に溶接する場合はめっき前に溶接する箇所を不めっき処理する。
- ・隅肉溶接は全周を溶接し、未溶接部を残してはならない。断続溶接を行う場合、未溶接部のすき間に発生した不めっき部を適正に処理し、防せい処理を施さなければならない。
- ・めっき作業に先立ち、溶接スラグ、スパッタは、ジェットタガネやワイヤブラシを用いて完全に除去する。

(4)めっき施工

めっき作業は、JIS マーク表示認証工場において行う。

(5)仕上げ

木質材料と製作金物の取り合いに支障が生じないように、亜鉛だれ、ボルト孔にたまった亜鉛および極端な表面ざらつきなどを、ヤスリやグラインダなどで除去する。ただし、使用上支障がない限り、仕上げはできるだけ行わないことが望ましい。

(5)めっき後の溶接

めっき後に溶接する場合は、溶接部を不めっき処理するか、溶接箇所表面に付着した亜鉛をグラインダで除去する。この溶接箇所表面の亜鉛除去は、溶接施工時の亜鉛ヒューム発生による作業環境劣化および溶接欠陥を防止するために行う。不めっき処理でも、亜鉛付着を完全に阻止することは不可能であり、溶接前に溶接箇所を清掃することが必要である。

(6)めっき後の矯正、検査および補修

①矯正

めっき後に製作金物に生じたひずみは、プレス、ローラ、ジャッキなどを用い、常温加圧で矯正する。この際、めっき面保護のため、木片などの当て物を使用する。加熱矯正は行ってはならない。

②検査

- ・めっき前の製作金物の製品検査は、通常の製品検査による。
- ・めっき後に外観検査を行う。その検査項目と合否判定基準は、表 18.18 による。

表 18.18 めっき面の外観検査項目とその合否判定基準²⁾

外観検査項目	検査対象	合否判定基準
割れ	全部材 全表面	あってはならない
不めっき		直径2mmを超えるものがあってはならない
きず・かすびき		有害なものがあってはならない
摩擦面のたれ		あってはならない
開先面のめっき付着		開先面、それらに隣接する100mm以内の範囲、かつ超音波探傷検査に支障を及ぼす範囲にあってはならない

・付着量試験を行う場合は、特記による。

③補修

検査において不適合と判定しためっき面の欠陥は、表 18.19 に示す要領で補修する。

表 18.19 めっき面の外観不適合箇所の補修方法³⁾

めっき面の欠陥	補修方法
割れ	補修方法については監督職員の承認を得なければならない。ガウジングで割れを完全に除去し、溶接・検査後、平滑に仕上げ、ワイヤブラシで入念に素地調整を行った後、高濃度亜鉛末塗料（金属亜鉛末を90%以上含むもの）を2回以上塗り付けるなどの方法がある
不めっき きず	局所的な欠陥が点在する場合：ワイヤブラシで入念に素地調整を行った後、高濃度亜鉛末塗料（金属亜鉛末を90%以上含むもの）を2回以上塗り付ける 欠陥が広範囲にわたる場合：再めっきを行う
かすびき	やすりまたはグラインダにより平滑に仕上げる
摩擦面のたれ	ボルト孔および摩擦面に生じたたれは、やすりまたはグラインダで除去または平たんに仕上げる
開先面のめっき付着	やすりまたはグラインダで完全に除去する

(7)めっき済みの製作金物の取扱・保管

めっき済みの製作金物を取扱う場合は、めっき面を傷つけないように配慮する。

めっき済みの製作金物を屋外に保管する場合は、水はけのよい場所を選び、地上より可能な限り離して滞貨し、雨天時にはシート養生することが望ましい。特に、製作金物が雨や露に濡れ、そのままの状態が長期間継続した場合、白さびがめっき面に発生するため注意が必要である。

図 18.12 にめっき作業の様子を、図 18.13 にめっき後の製作金物の様子を示す。



図 18.12 めっき作業

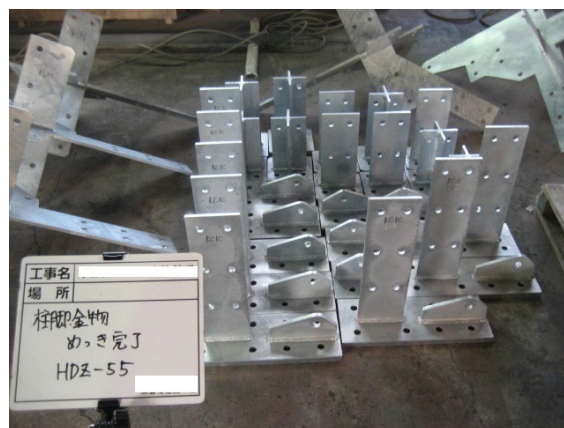


図 18.13 めっき後の製作金物

18.5 接合金物製作者の選定

設計品質を達成するために、製品に対する品質目標、試験・検査方法、合否判定基準、不適合製品の手直し方法などの計画をし、品質管理を行う必要がある。そのため製作要領書を作成し、元請業者の承諾を受けて監督職員の承認を得る必要がある。

製作要領書の目的は、当該工事の設計図書に盛り込まれた設計品質を十分に把握し、それらの要求品質水準を十分満足させる製品を製作するための具体的な製作方法を立案・文章化し、実際の製作金物の製作にあたって施工指示書として使用することにある。

品質管理のために計画し、実施する項目を以下に挙げる。

- ①設計品質の把握
- ②製作手順の検討
- ③工程能力の把握
- ④所要設備・機器（試験・検査機器を含む）の能力把握
- ⑤必要資格の調査・把握
- ⑥必要技能の調査・把握
- ⑦品質特性の設定
- ⑧品質水準（合否判定基準）の設定
- ⑨要求事項検証のための要領・手順（品質管理、検査）の決定
- ⑩製作要領書（検査要領書を含む）の作成
- ⑪品質記録または成績書様式の作成

木質構造部材製作者は、設計図書の設計品質を把握したところで、①～⑪を計画し、実施できる接合金物製作者を選定することが必要になる。

また、製作金物の精度が建物の品質に大きく関わるため、精度管理はもとより、要求精度を満足するための改善を継続的に行うことのできる接合金物製作者（パートナー）を見つけることが肝要になる。

文献

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部：木造計画・設計基準及び同資料，2011
- 2) (一社) 日本建築学会：鉄骨工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事，2018
- 3) (一社) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工場製作編，2018
- 4) (一社) 日本亜鉛溶融鍍金協会
<https://aen-mekki.or.jp/Portals/0/PDF/leaflet/20211220JIS-2.pdf>

引用文献

- ・鉄骨製作管理技術者登録機構：鉄骨製作管理技術者教本 2018年版，2018

第19章 製品検査

19.1 社内検査と受入検査

19.1.1 受入検査

木造建築物の工事において、実際に木質材料の製作や加工を行うのは、下請負の専門工事業者である。元請けである受注者が、専門工事業者が工事現場に納入する材料の品質に対し、設計品質を満たしているかを確認し、合否の判定を下す行為を受入検査という。受入検査は対物検査と書類検査により行われ、検査項目や検査方法は、特記による。また実施時期は、元請業者と協議の上、決定する。

木造建築物では、製材工場、集成材工場等から出荷された製品を直接工事現場で使用しないで、所要の加工を施した後に現場へ搬入されるため、現場搬入時に品質証明をすることが困難となる。よって受入検査は、現場搬入前の材料について実施するのが通例で、品質や納期に支障を来さないように、適切な時期に実施する。

受入検査は、現場に搬入する材料に対し、その種別ごとに使用する材料が設計図書に定める品質及び性能に合致していることを確認することで行うが、検査の結果、その後、合格となった材料と同じ種類の材料については、その材料の製造が管理された条件で行われていることが確認できるものについては、以降はその都度、材料の検査を行う必要はなく、必要な証明書類を確認し、状況に応じて抽出検査とすればよい。

19.1.2 社内検査

製材工場、集成材工場や加工工場において、製作の途中、および完了段階で、専門工事業者が自主的に実施する検査を社内検査という。自主管理および要求品質の保証のために、製造や加工の各段階で実施するもので、製作要領書で定めた内容で実施し、品質管理記録に記録する。品質管理担当者は、受入検査の際に、元請業者の要求があれば、これを提出する。

19.1.3 製品の品質

工事で使用する材料は、設計図書にその品質、性能が規定されるが、構造耐力上主要な部位に使用される木質材料については、国家機関の建築物及びその附帯施設のうち木造の建築物の計画及び設計に適用する「木造計画・設計基準の資料」（平成29年3月29日国土交通省発表）や、公共建築木造工事標準仕様書（平成31年版）では、日本農林規格（JAS）に適合するもの（ただし、製材及び丸太の規格については原則として）を指定している。

JAS マークが表示された材料は、そのマーク自体が所定の品質を満たしている証明になる。JAS マーク表示の認証を受けた工場では、品質管理を担当する担当者および責任者を配置し、品質管理責任者が立案した品質管理に関する計画や制定した内部規程に基づいて、製品や製造工程の品質管理、製造及び品質管理で使用する機械器具の管理等を実施し、品質管理記録の作成を実施する。

また JAS の認証を受けた工場で生産された製品であっても、加工や表面の仕上がりへの影響から、JAS マークが表示できない場合がある。その際は、その製品が包含される検査での JAS 規格で規定される、含水率試験、曲げ試験や接着剤のはく離試験等の理化学的検査と、寸法や外観検査等の外面検査の結果を、JAS 規格の品質の基準を

満たしている材料である旨の証明資料として、元請業者及び監督職員・工事監理者に提示する必要がある。

19.1.4 検査方法

検査の方法には、検査対象となるすべての製品を検査する全数検査と、統計的手法に基づき、サンプルを抜き取り、サンプルの検査結果から、検査対象となるすべての製品の合否を検査する抜取検査がある。

全数検査は、多大な時間と費用を要する検査である。一方、抜取検査は、対象とする製品の数が非常に多い場合や破壊検査など、全数検査が困難な場合に適応する検査である。ただし抜取検査は、抜き取ったサンプルから対象とする製品全体の合否を判断するという統計的手法の性質上、検査対象が統計処理できる状態になっていることが必要であり、よって品質管理により製品の品質がある程度安定した状態になっていることが前提である。

19.2 製品検査の種類と概要

19.2.1 構造用製材

構造用製材の製品が必要な品質性能を有していることを確認するため、表 19.1 に示す試験及び検査を行う。

表 19.1 構造用製材の検査及び試験項目

検査及び試験の項目	初期試験	全数検査	抜取検査
含水率試験			○
曲げ試験			○
材面検査		○	○
含水率検査	○	○	
ヤング係数検査	○	○	
寸法検査		○	

*ヤング係数検査は、機械等級区分構造用製材の場合

(1) 抜取検査で行う試験及び検査

抜取試験で行う含水率試験、曲げ試験及び材面検査は、製材の日本農林規格（平成25年6月12日）に準じて実施する。

これらの試験及び検査は、本来であれば現場単位で実施されるべきであるが、構造用製材の JAS の認証工場では、品目、樹種及び製造条件が同一と認められ、かつ、同一等級に格付しようとする第 1 種検査方法では 20 日以内分、第 2 種検査方法では 50 日以内分の製造荷口を検査荷口とし、表 19.2 に示す試料製材にて含水率試験及び曲げ試験を、表 15.3 に示す試料にて材面検査を行っている。含水率試験及び曲げ試験は、製材の JAS 規格別記の 3 に準じて試験を行い、その結果は、同別記の 2 に準じて合否の判定を行う。また、材面検査は、抽出した試料ごとに製材の JAS 規格に基づいて検査を行い、格付しようとする等級の基準に達したものを合格品として、その合格数が表 19.3 に掲げる数値以上であるときは、当該検査荷口のものをその等級に格付すると

している。現場に搬入される構造用製材の樹種や寸法等が特殊なものでない場合には、元請会社と協議の上、その製品が包含されるこれらの検査結果を抜取検査の結果として転用することができる。

なお、第2種検査方法とは、第1種検査方法の検査を行った結果、その検査荷口のものが連続して5回合格に格付されたとき、その検査荷口に係る工場の製品に対し実施できる検査方法である。

表 19.2 構造用製材の含水率試験及び曲げ試験の検査荷口に対する試料数

試験内容		試料数	
含水率試験	人工乾燥処理	5本	再試験の場合 10本
	天然乾燥処理	10本	再試験の場合 20本
曲げ試験		5本	再試験の場合 10本

表 19.3 材面検査の検査荷口に対する試料数と合否判定基準

検査方法	検査荷口の大きさ	試料数	合格とする数
第1種検査方法	500本以下	50本	43本
	501本以上、1200本以下	80本	70本
	1201本以上、3200本以下	125本	111本
	3201本以上	200本	179本
第2種検査方法		80本	69本

(2) 品質管理のための含水率検査

乾燥処理後の材は、乾燥室内の温湿度むらの他、その材の初期含水率、密度や木取りなど材質の相違に基づく乾燥むらなどのために、通常はロットが同じものでも仕上がりが含水率が異なる場合が多い。したがって、使用用途ごとに満足すべき含水率基準に合っているかを確認するために、適宜含水率をチェックする必要がある。格付に用いる全乾質量法は、製品から試験片を取り出す必要があるため、品質管理のための含水率検査では、木材水分計を使用する。

木材水分計には、様々なタイプがある。携帯式である直流電気抵抗式は、含水率20%以下の測定値は比較的正確であるが、高含水率では信頼性が低く、高周波誘電率式は表面に傷をつけないため、建築用材などの測定に向いているが、比重の影響を受けやすく、その補正を行う必要があり、有効な測定深度は1~2cmである。またマイクロ波式水分計は、材の厚さ全体の水分を検知できるが、含水率傾斜が大きい場合には誤差が生じるため、適切な補正を行う必要がある。いずれの木材水分計も、全乾質量法による値と誤差を持っているため、初期試験において前もってその状況を定量的に把握し、補正することによって製品が要求する品質を満たしているか、判断できるようにしておく必要がある。

なお、木材水分計は公益財団法人日本住宅・木材技術センターの認定を受けた、表19.4の機種を使用する。

表 19.4 認定を受けている針葉樹製材に用いる木材水分計一覧表¹⁾

	商品名	型式	認定を受けた者
携帯型	高周波木材水分計	HM-520	(株) ケット科学研究所
	高周波木材水分計	HM-WS25型	キクカワエンタープライズ (株)
	携帯型マイクロ波透過型木材水分計	MC-3200EX	(株) エーティーエー
	高周波木材水分計	HS-100	マイクロメジャー (株)
	携帯型マイクロ波水分計	HM-10	マイクロメジャー (株)
	高周波木材水分計	HS-200	マイクロメジャー (株)
設置型	マイクロウォッチャー	タイプLA-1	マイクロメジャー (株)
	マイクロ波透過型木材水分計	MB-3100	(株) エーティーエー
	非接触型マイクロ波水分計	AS-320	マイクロメジャー (株)
	非接触型マイクロ波水分計	LM-20	マイクロメジャー (株)

*平成 30 年 12 月 20 日現在

(3) ヤング係数検査

機械等級区分は、曲げヤング係数が木材の強さと統計的に高い相関関係にあることから、機械によって非破壊的に計測される曲げヤング係数をパラメータとした等級区分法である。品質管理のためのヤング係数検査は、機械等級区分装置により実施することになる。

機械等級区分装置には、一定の静的な曲げ荷重を負荷し、荷重とそれに対応するたわみから曲げヤング係数を算出する装置や、木材の木口をハンマーによって打撃することによって縦振動を与え、発生する音の固有振動数と密度によって算出する打撃振動法、あるいは木材中の軸方向に伝わる弾性波や超音波の音速と密度によって算出する応力波法を取り入れた装置がある。一般社団法人全国木材検査・研究会は、JAS 認証工場の生産ライン上で品質管理をするための装置には、当該協会が認定した、表 19.5 に示す装置の設置を義務付けている。

表 19.5 認定を受けている機械等級区分装置一覧表²⁾

方法	適用範囲			認定機種型式	会社名
	断面寸法の短辺	断面寸法の長辺	長さ		
	mm	mm	m		
曲げ荷重	30以上120以下	60以上120以下	2以上4以下	MGN-101	飯田工業 (株)
曲げ荷重	90以上150以下	90以上390以下	3以上6以下	MGN-T01	飯田工業 (株)
曲げ荷重	90以上300以下	90以上390以下	3以上9.5以下	MGN-T01	飯田工業 (株)
打撃振動	90以上120以下	90以上390以下	3以上6以下	DGM-01	中国木材 (株)
打撃振動	89以上135以下	89以上390以下	1.35以上6.0以下	IWGS-01	(株) 一条工務店
曲げ荷重	90以上120以下	90以上390以下	2.6以上4以下	YG-1型	キクカワエンタープライズ (株)
曲げ荷重	90以上120以下*	90以上390以下	2.36以上6以下	YG-45型	キクカワエンタープライズ (株)
打撃振動	45以上120以下	60以上390以下	3以上6以下	KGS-TP2	カワサキ機工 (株)
打撃振動	90以上150以下	90以上390以下	3以上6以下	HG-2001型	(株) エーティーエー
打撃振動	90以上150以下	90以上390以下	3以上6以下	MGH-451型	飯田工業 (株)、マイクロメジャー (株)
打撃振動	90以上120以下	90以上390以下	3以上6以下	SHIWF-2016型	(株) しそうの森の木

(*断面寸法の短辺が 185×長辺が 185 のときも適用される。)

製品 JAS の機械等級区分は、あくまでも規格に定められた方法によって得られた曲げヤング係数に基づいて格付されている。よって初期試験では、取り扱う樹種・形状（断面寸法）ごとに、機械等級区分装置で得られる曲げヤング係数と、JAS で規定された曲げヤング係数との関係を確認し、その後も定期的に機械等級区分装置を適切に調整することによって品質管理を実施していくことが必要になる。

(4) 寸法検査

寸法検査は、製品寸法を測定し、所定の寸法精度であることを確認する検査で、部材の長さ、幅、せいの基本寸法を計測すると共にねじれや曲がりなどの異常がないか、確認する。特記がない場合は、測定方法、測定器具、許容差などは、製材の日本農林規格第5条、第6条の規定による。

19.2.2 構造用集成材

構造用集成材の製品が必要な品質性能を有していることを確認するため、構造用集成材の適正製造基準（公益財団法人日本合板検査会）では、表 19.6 に示す試験及び検査を行い、その結果を各工場の品質管理責任者が点検し、記録を保存するものとしている。

初期試験及び抜取試験は、本来であれば現場単位で実施されるべきであるが、構造用集成材の製造工場が JAS の認証工場の場合、現場に搬入される構造用集成材の樹種、等級及び寸法等が一連の生産工程において同一であるならば、元請業者と協議の上、その製品が包含される検査結果で転用することができる。

表 19.6 構造用集成材の検査及び試験項目

検査及び試験の項目	初期試験	全数検査	抜取試験
通しラミナの曲げ試験又は引張り試験	○		○
たて継ぎラミナの曲げ試験又は引張試験	○		○
たて継ぎラミナの煮沸はく離試験又は減圧加圧はく離試験	○		
集成材のブロックせん断試験	○		○
集成材の煮沸はく離試験及び浸せきはく離試験又は減圧加圧はく離試験	○		○
集成材の含水率試験	○		○
通直集成材の曲げ試験	○		○
湾曲集成材の引張・圧縮試験	○		
集成材のホルムアルデヒド放散量試験			○
ラミナの目視検査		○	
ラミナのヤング係数検査		○	
ラミナの強度検査(MSR 区分)		○	
たて継ぎラミナの保証荷重検査		○	

注) 日本合板検査会「構造用集成材の適正製造基準」(平成 25 年 4 月改正) p 33、第 7-1 表を一部改変

(1) 初期試験で確認する性能

新しい製造工程の始動時及び既存の工程の変更時（樹種、接着剤、等級、機械設備の変更を含む）には、通しラミナの曲げ試験又は引張試験、たて継ぎラミナの曲げ試験又は引張試験及び煮沸はく離試験又は減圧加圧はく離試験、集成材のブロックせん断試験、煮沸はく離試験及び浸せきはく離試験又は減圧加圧はく離試験、含水率試験、並びに通直集成材の曲げ試験等を行い、集成材の強度性能、接着性能等を確認するものとする。

(2) 全数検査で確認する性能

集成材工場で製造される構造用集成材に対し、ラミナの目視検査又はヤング係数検査、たて継ぎラミナの曲げ保障荷重検査又は引張保障荷重検査、集成材の目視検査を行うものとする。

ラミナのヤング係数検査及びたて継ぎラミナの曲げ保障荷重検査又は引張保障荷重検査にあたっては、測定機械の測定精度を確保するため、工場の生産開始時及び終了時に、検定用具等にて計測値が±3%以内の精度で検出されていることを確認する。

連続測定式グレーディングマシン等によって、ラミナの各部分のヤング係数を測定する MSR 区分を採用している場合には、工場の生産開始時及び終了時（毎日）にそれぞれ 1 枚ずつ、また、ラミナの樹種及び寸法が変更されるときの前後の 1 枚ずつ、並びにその他の生産継続中は 500m ごとに上位から下位等級のラミナを採取して、ラミナのヤング係数の最小値と曲げ強度又は引張強度との関係式を確認し、等級区分水準を確保する必要がある。

(3) 抜取試験で確認する性能

集成材工場で使用するラミナ、製造した集成材の中から生産量に応じて必要な試料を抜き取り、強度試験等を行って構造用集成材の品質性能を保証する。

集成材を構成するラミナについては、通しラミナの曲げ試験又は引張試験、たて継ぎラミナの曲げ試験又は引張試験を行う。この 3 つの試験に供する試料ラミナは、1 荷口のラミナ数に応じて表 19.7 に示す枚数を任意に抜き取るものとする。ただし、ラミナのヤング係数検査又は強度検査（MSR 区分）、たて継ぎラミナの曲げ保障荷重試験又は引張保障荷重試験を行う場合には、この試験を省略することができる。

集成材については、ブロックせん断試験、浸せきはく離試験及び煮沸はく離試験又は減圧加圧はく離試験、含水率試験、並びにホルムアルデヒド放散量試験を実施する。

表 19.7 通しラミナの強度試験の試料ラミナの枚数

荷口のラミナの枚数	試料枚数
90枚以下	5枚
91枚以上、280枚以下	8枚
281枚以上、500枚以下	13枚
501枚以上、1200枚以下	20枚
1201枚以上	32枚

表 19.8 集成材のはく離試験
および含水率試験の試料集成材の数

荷口の集成材の本数	試料数
10本以下	3本
11本以上、20本以下	4本
21本以上、100本以下	5本
101本以上、500本以下	6本
501本以上	7本

表 19.9 集成材のホルムアルデヒド
の放散量試験の試料集成材の数

荷口の集成材の本数	試料数
1000本以下	2本
1001本以上、2000本以下	3本
2001本以上、3000本以下	4本
3001本以上	5本

ホルムアルデヒド放散量試験以外の試験に供する試料集成材は、1 荷口の集成材の本数に応じて表 19.8 に示す本数、ホルムアルデヒド放散量試験の試験に供する試料集成材は、1 荷口の集成材の本数に応じて表 19.9 に示す本数を任意に抜き取るものとする。

(4) 集成材の寸法検査及び材面検査

寸法検査は、製品寸法を測定し、所定の寸法精度であることを確認する検査で、部材の長さ、幅、せいの基本寸法の計測と、直角度、反りやねじれなどの異常がないか、確認する。特記がない場合は、測定方法、測定器具、許容差などは、集成材の日本農林規格第 5 条の規定による。

集成材の材面については仕上げ後、目視により判断し、集成材の日本農林規格第 5 条の表 6 の規定により、設計図書で要求されている性能を満足していることを確認する。

19.2.3 直交集成板および構造用単板積層材

直交集成板及び構造用単板積層材の製品が必要な品質性能を有していることを確認するための試験及び検査法は、直交集成板の適正製造基準、構造用単板積層材の適正製造基準（公益財団法人日本合板検査会）の規定に従い実施し、その結果を各工場の品質管理責任者が点検し、記録を保存するものとしている。

初期試験、及び抜取試験は、本来であれば現場単位で実施されるべきであるが、直交集成板、または構造用単板積層材の製造工場が JAS の認証工場の場合、現場に搬入される直交集成板、または構造用単板積層材の樹種、等級及び寸法等が一連の生産工程において同一であるならば、元請業者と協議の上、その製品が包含される検査結果で転用することができる。

全数試験、材面試験及び寸法試験は、構造用集成材に倣い、直交集成板の日本農林規格、構造用単板積層材の日本農林規格の基準にあわせ、実施するものとする。

19.2.4 接合加工後の木質材料

仕口・継手等の加工品については、まず加工前に、作成する加工図の検査を受け、元請業者の承諾と監督職員・工事監理者の承認を得る。加工後は、その加工図に基づき、テープ照合検査を受けた測定器を使用して現寸検査や材料の寸法精度検査を行うことになる。

近年は、CAD と連動する加工精度の高い加工機の登場により、現寸検査を省略し、代表的な材料に対し、寸法精度検査を行うようになっている。ただしその場合には、加

工機の点検が不備な場合には、寸法精度に不具合が生じるため、加工開始前に初期試験を実施して寸法精度を確認すると共に、定期的に加工機のキャリブレーションを行い、寸法精度が管理許容差を満たしていることを確認する必要がある。

ボルトやドリフトピン等の接合具の孔径と孔の位置の精度については、第17章表17.4、表17.5を参考に、スリットに挿入する鋼板厚とスリットの加工幅の精度については、表17.6により確認を行う。

19.2.5 薬剤保存処理された木質材料の検査

保存処理された製品の品質は、抜取した試料を切断して試験片を採取し、保存処理薬剤ごとに規定される指示薬を噴霧して薬剤の浸潤面を呈色させて浸潤度を測定する浸潤度試験と、木材に浸潤している保存処理薬剤の量を測定する吸収量試験を実施する。試験方法や判断基準については、製材の日本農林規格、集成材の日本農林規格、単板積層材の日本農林規格それぞれの別記による。

19.2.6 外注品・購入品の管理

近年、木造建築物では、鋼材を接合金物や接合具として採用する機会が増えており、建物の品質を左右する要因になるため、適切な品質管理が求められる。外注品または既製品の購入で賄われている場合には、受け入れにあたり材質・形状・寸法・外観・溶接・錆止めの状況に対し検査する必要がある。また状況に応じて、品質確保のための指導・教育を実施することも必要である。

19.3 不具合製品処理

19.3.1 不具合の定義

不具合には、現品そのものの不具合と、合格品であっても一般的な技術水準に照らして改善が必要と判断される不具合がある。また部材は許容範囲にあるが、それらの誤差を累積したとき、設計品質上あるいは建て方上、問題になるようなものも不具合に含める。

19.3.2 不具合処置の方法

社内検査で不具合が発生した場合は、JASの認証工場においては内部規程に従い、処理することになる。また内部規程に処置要綱が定められていない不具合については、設計品質に与える影響、関連工事や工程への影響、工事安全性などを総合的に考慮して処置の方法を検討し、元請業者と協議し、現品で補修により対応できない場合には再製作する。

受入検査で重大な不具合が発見された場合には、工事工程に重大な影響を及ぼすおそれがあるので、不具合はできるだけ製品製作の初期の段階で発見し、必要に応じて製作工程を改善・是正することが望ましい。

19.3.3 再発防止

不具合が発生した場合、不具合の状況を定性的・定量的に調査し、その原因が工程にあると判断される場合には、再発防止のため、製作手順・管理項目・管理値などに対する具体的な見直しが必要である。

不具合を出さないためには、品質管理責任者は製作要領書や作業マニュアルにより、各工程の作業者に対し、品質管理に関する教育訓練を推進することが重要であるが、

不具合が生じた場合には、その原因を関連する工程の工程担当者及び作業者とともに追求し、処置方法を検討する。改善が必要になった工程の手順や管理項目については、是正後、工程担当者及び作業者に迅速に周知徹底させ、再発防止に努めるとともに、作業マニュアルに反映する。

19.4 品質管理記録

19.4.1 品質管理記録の役割

社内検査により設計図書で要求している品質が担保されているか否かを、製作要領書や内部規程により確認し、その結果を作成・保存するのが品質管理記録である。品質管理記録は、受入検査の際、書類検査の対象となる。

また事故・災害による被害が発生した場合、国と行政庁が協力して、迅速に原因究明等を調査し、再発防止策を講じるため、平成26年、建築基準法第12条が改正され、特定行政庁においては、建築材料や建築設備の製造した者、建築物や建築設備の維持保全を行った者に対して報告の徴収や物件の提出を求め、立ち入り検査等を実施できるようになった。木造建築物も近年、使用する材料や工法等が多様化・複雑化していることから、適切な品質の材料を製造したことを証明するためにも、品質管理記録を保存しておくことが必要である。

19.4.2 品質管理記録の記載項目

構造用集成材についての品質管理記録への記載項目は、構造用集成材の適正製造基準（日本合板検査会）に、表19.12のように規定されている。構造用製材については、これに倣い、目視等級区分構造用製材、機械等級区分構造用製材の別により、製材の日本農林規格の各規格を記載項目とする。

品質管理記録の作成にあたっては、初期試験や抜取試験の状況は、適切な方法で試験及び検査が実施されていることがわかるように、写真撮影しておくことが望まれる。

表 19.12 集成材工場で製造される集成材についての製造記録の記載項目

1. 製造工場名	8. ラミナの組み合わせ
2. 製造年月日	
3. 集成材製造番号	
4. 製造担当者名	
5. 検査担当者名	
6. 集成材の概要	
6.1 品名（構成・用途）	9. 積層接着（ラミナブロックを含む）
6.2 強度等級（E-F等級・外観等級）	9.1 工場内温度
6.3 接着等級（使用環境）	9.2 工場内湿度
6.4 樹種名（多い樹種順）	9.3 接着剤（種類、配合比、粘度、温度、塗布量）
6.5 形状・寸法（厚さ・幅・長さ・曲率半径・勾配）	9.4 硬化剤混入から塗布までの時間
6.6 ラミナの積層数	9.5 たい積時間
6.7 検査方法（A試験の場合）	9.6 圧縮作業
7. ラミナの加工	9.7 圧縮圧力
7.1 含水率・温度	9.8 圧縮時間
7.2 表面の仕上げ	9.9 硬化温度
7.3 寸法（厚さ・幅）	9.10 養生温度
7.4 幅はぎ（幅・枚数・避距・接着剤）	9.11 養生時間
7.5 たて継ぎ	10. 防腐防蟻処理
・種類（スカーフ・フィンガージョイント）	10.1 薬剤種類
・ジョイントの長さ	10.2 濃度
・ジョイントの勾配	10.3 処理方法
・フィンガーのピッチ	10.4 薬剤吸収量
・フィンガーの先端厚	11. 塗装
・フィンガーの底部厚	11.1 塗装の種類
・フィンガーのかん合度	11.2 塗装方法
・接着剤の種類	12. その他
・圧縮圧力	

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修：建築工事監理指針／上巻 平成 28 年版，第 1 章 一般共通事項，2016
- 2) 全国木材検査・研究協会：製材の日本農林規格並びに改正の要点及び解説，2015
- 3) 日本合板検査会：構造用集成材の適正製造基準，2013
- 4) 鉄骨製作管理技術者登録機構：鉄骨製作管理技術者教本 2018 年版，pp280，2018
- 5) 日本集成材工業協同組合：集成材建築物設計の手引，2012

引用文献

- 1) 日本住宅・木材技術センター：含水率計認定製品一覧，
<https://www.howtec.or.jp/publics/index/115/> ，2018 年 12 月 20 日参照
- 2) 一般社団法人全国木材検査・研究協会が認定した機械等級区分装置，
<http://www.jlira.jp/data/kikai171207.pdf> ，2018 年 12 月 20 日参照

