

TECHNORIDGE

2015 307



特集

これまで、これからも



3Dスマートものづくり

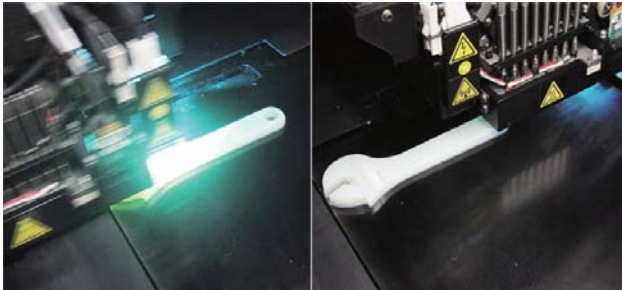
～3Dプリンター、3DCAD、CAEの活用～

和歌山県工業技術センター
<http://www.wakayama-kg.jp/>



TECHNORIDGE

2015 307



インクジェット式 3D プリンターによる
硬質樹脂モンキーレンチの造形風景

2. 3D スマートものづくり
4. 3D CAD 設計、3D モデリング、CAE 解析の活用
6. 3D プリンターによる造形
8. 組織変更、新人紹介

3D スマートものづくり

工業製品のものづくりでは、試作評価と設計変更を繰り返して、要求性能を満たしたものを量産に移します。1回の試作評価で要求性能を満たすことは稀で、2次試作、3次試作・・・と、複数回の試作を重ねて問題点を解決してゆくことになります。こうして試作回数が増えると、開発コストがかさみ、販売予定価格を値上げしなければ、コストを回収できなくなります。また、開発期間も伸びるため、市場投入のタイミングを逃すことにもなりかねません。設計段階で多くの問題点を解決することができれば、開発コストや期間の増加を抑制できるのですが、ベテランの設計者でもなかなか難しいのが現状です。本号では、開発コストの低減や開発期間の短縮を図るための3Dデータの活用方法と、工業技術センターの「3D スマートものづくり」の取り組みについてご紹介します。

○3D プリンター

この数年 3D プリンターが話題になっています。「NASA のロケットエンジンから、個人の趣味のフィギュアまで、何でも簡単に作れます。」のような、かなり誇張された表現をされることもあります。実際に製造業ではどのように活用すればよいのでしょうか。

大阪商工会議所など近畿地域 2 府 5 県の 39 商工会議所が行ったアンケート調査によると、多くの企業が「試作工程の効率化・納期の短縮」で 3D プリンターに期待しています。3D データさえあれば、一晩で現物が出来上がるわけですから、簡単に設計の現物確認が行えます。現物を手にすると図面では分からない不具合や改良が必要となるのが分かります。この段階でデザインレビュー（他部門の意見を取り入れた設計審査）などを行えば、多くの問題点を設計段階で解決でき、高額になる金型修正や試作部品発注を減らすことが可能になりま

す。

○CAE (コンピューター支援エンジニアリング ; Computer Aided Engineering)

3D データを活用するメリットは、3D プリンターで外観性能を評価できるだけではなくありません。機械や電機などの工業製品の試作評価では、製品の機能面の性能評価が重要です。また、形のあるすべての工業製品に必ず要求されるのが強度・耐久性です。CAE を活用すると、これらの性能をコンピューターシミュレーションで確認できるため、試作前に性能上の問題点を解決することが可能になります。

○3D CAD (コンピューター支援設計 ; Computer Aided Design)

それでは、3D プリンターや CAE を利用するためには、これらの設備の他に何が必要となるのでしょうか。3D プリンターのマスコミ報道を見ると、「ボタンを押せば何でもできる魔法の箱」といった印象を受

3D が開く新たな世界
いざチャレンジ！



編集担当

とりかい ひとし

鳥飼 仁

ときえだ けんたろう

時枝 健太郎

けますが、決してそのようなことはありません。作りたいものの形状を3Dデータで与えなければ、機械は動いてくれません。実は、この3Dデータを作成する工程が、慣れない設計者にはかなり負担となります。

3Dデータを作るためには、3D CADで設計しなければなりません。自動車や大手家電メーカーでは、10年以上前に3D CADが導入されています。しかし、中堅・中小企業の設計ツールは、現在でも2D CADが主流ではないでしょうか。

○工業技術センターの取り組み

工業技術センターでは、従来から光造形（3Dプリンターの一種）による試作サービスを実施し、多くの皆様にご利用いただいています。また、CAEでも線形構造解析など、比較的簡易な解析サービスを受託試験で提供させていただいています。現在、「3Dスマートものづくり」を掲げ、これらの業務のさらなる強化をはかっているところです。

「3Dスマートものづくり」のコンセプトを端的に表現すると、中堅・中小企業の皆様が3D CADを導入し、3DプリンターやCAEのメリットを享受していただくことです。そのために、工業技術センターは、共用設備の整備や人材育成などのサービスを通じて、「3Dスマートものづくり」の普及をはかってまいります。

この度、平成26年度地域オープンイノベーション

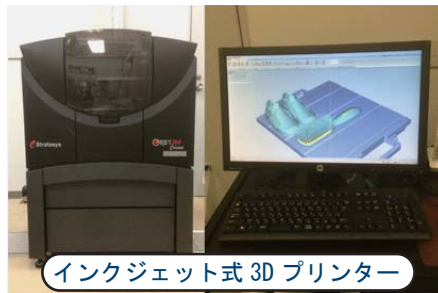
促進事業で、インクジェット方式の3Dプリンターと、より高度で多様な解析が可能なCAEシステムを整備いたしました。インクジェット方式の3Dプリンターでは、より強度が高く柔軟性のある試作品を製作することが可能となり、外観性能だけではなく、取り付け確認や場合によっては実用試験にも適用できるため、機能面の評価が迅速に行えるようになります。また、新しく整備されたCAEシステムでは、非線形解析、熱流体解析、電磁界解析などの解析が可能ですので、製品設計の機能面での多様な評価にご活用いただけます。

さらに、CAD/CAEスクールの開催などを通じて設計者・技術者の育成にも寄与していきたいと考えています。また、当センターでは、産業用X線CTスキャナを保有しており、現物から3Dデータを作成して、例えば、試作品の形状が、3D CADで作成した形状どおりにできているかなどの比較検証にもご活用いただけます。

次ページより、3D CAD、CAE、3Dプリンターの概要とその活用方法について詳しく解説いたします。「3Dスマートものづくり」のご利用を端緒として、製造業の皆様が、3Dデータを活用することによって、試作回数を低減した低コスト開発を実現し、リスクを抑え、新たな「ものづくり」にチャレンジしていただくことを願っています。

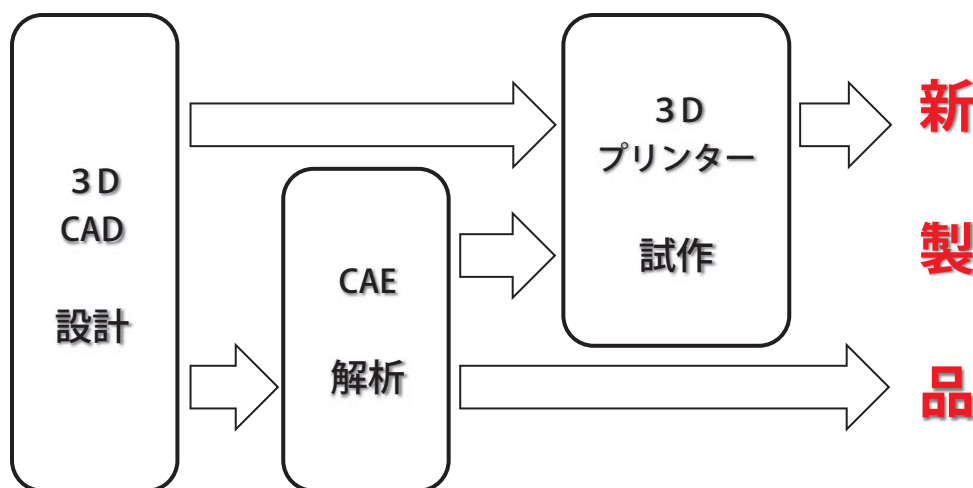


設計開発支援室 (3D CAD・CAE)



インクジェット式 3D プリンター

設備機器	支援方法
3D CAD	<ul style="list-style-type: none"> ・CAD/CAEスクール ・機器貸付
CAE	<ul style="list-style-type: none"> ・CAD/CAEスクール ・機器貸付 ・受託試験
3Dプリンター	<ul style="list-style-type: none"> ・機器貸付（講習修了者） ・受託試験



工業技術センターの「3Dスマートものづくり」支援

3D CAD 設計、3D モデリング、CAE 解析の活用

機械産業部 上森 大誠

はじめに

昨今の製造業においては、「製品の開発・設計段階からQCD [Quality (品質), Cost (コスト), Delivery (納期)] をいかにしてつくりこむか」が重要な課題となっています。この課題を解決するためには、従来の開発・設計プロセスにおける設計や試作の繰り返しによる後戻り作業を減少させることが重要になってきます。そこで、3D CAD で作成した 3D モデルを用いて CAE を行い設計検討する手法により、開発の初期（フロント）で負荷（ロード）を集中的にかけ、後半で起こる問題を最小に抑えようとするフロントローディングに基づいた開発・設計プロセスが必要となってきます。

3D CAD、CAE の概要

3D CAD とは、コンピュータを用いて仮想空間内に立体形状を表現し、設計することをいいます。作成したい形状の寸法を入力することで、合理的かつ正確な形状設計が可能となります。また、完成した 3D モデルは、CAE、3D プリンターはもとより、プラスチック成型品の金型製作等に活用できます。

また、3D CAD 以外の 3D モデル作成ツールとして、3D CG (Computer Graphics) があります。仮想空間内に立体形状を表現することは 3D CAD と同様ですが、形状の要素となる「頂点」や「辺」を任意に動かすことができるために、工業製品のような形状から、動物・植物のようなあいまいな形状まで自在に作成することができます。また、形状のみではなく、色や質感・柄などの表現も可能になります。（図 1 参照）

CAE とは、3D モデルをもとに、開発・設計段階で製品のシミュレーションを行うためのツールを

いいます。コンピュータ上で、製品の 3D モデルに対して、力、熱、振動、磁場といった物理現象を仮想的に作用させることによって、その現象を可視化することができます。

3D モデルを活用したフロントローディング設計

一昔前の設計現場は、物を作れば売れる時代であったため、「品質」、「納期」を優先し、「コスト」は二の次という面がありました。その結果、製品の過剰品質が加速していきました。しかし、バブルの崩壊による経済成長の鈍化に伴って物が売れない時代に突入してからは、「コスト」最優先の上で、「品質」の向上、「納期」の短縮が求められています。このような「品質」、「コスト」、「納期」に優れた設計開発を実現するためには、3D モデルを有効に活用することが重要になってきます。

3D モデルを活用したフロントローディング設計では、3D CAD で作成した製品の 3D モデルを用い、CAE を行うことによって、設計の妥当性を確認します。図 2 に示す通り、従来の強度設計では、理論式を用いていたために、簡易形状に対してしか計算できず、また内部に発生している応力の分布が分からないことより、応力や変形量の最大値での評価に終始していました。しかし、CAE を用いることにより、応力の分布を観察できる為、応力の小さい（十分な強度を有する）箇所に軽量化のための円孔を設けるといった考察ができるようになります。さらに円孔を追加した形状、つまり複雑形状に対する計算ができるようになるために、円孔の有無での強度比較も可能となります。

ここでは、軽量化の観点で CAE の活用を紹介し



図 1 3D CG による 3D モデル

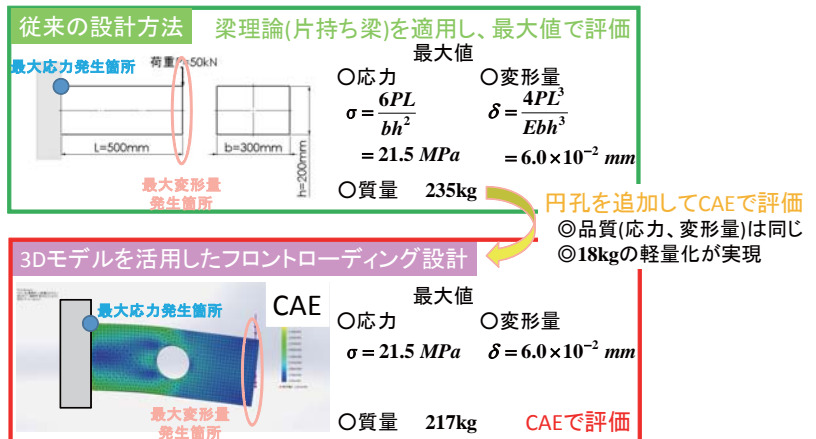


図 2 3D モデルを活用したフロントローディング設計

ましたが、「コスト」の観点から、材料変更や歩留まり向上による形状変更を検討する場合でも、CAE を利用すれば現行製品との強度比較が簡単にできます。

事例紹介・ネスティング構造パレット

センターでのフロントローディング設計の事例として、物流資材のネスティング構造パレット Nesllet (株式会社タイボー) を紹介させていただきます。(図3参照)

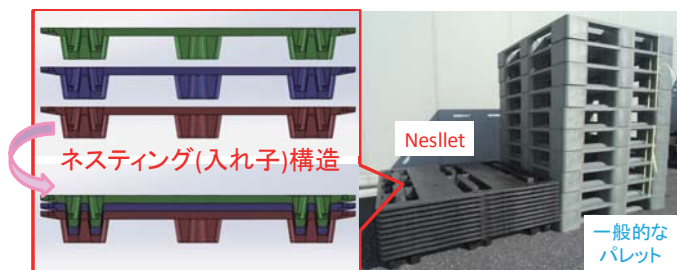


図3 ネスティング構造パレット Nesllet

このパレットは、別のパレットが入り込むネスティング構造を有する為に、一般的なパレットと比較した場合、場所を取ることなくまっすぐに積み上げることができることを特徴としています。その半面、構造が複雑になる為、過去の計算式等を用いることはできません。そこで、3D モデルを活用したフロントローディング設計が有効になってきます。

では、一体どのようなプロセスで設計を進めていけばよいのでしょうか。設計プロセスは、図4に示すとおり、①基本設計、②詳細設計の2つのフェーズからなります。

①基本設計

基本設計のフェーズでは、製品仕様の性能を実現するために、全体的にどのような構造にするか

を検討します。今回は、パレットの平板構造の検討の為に、複数の簡易的な3Dモデルを作成し、CAEを行いました。CAEでは、はりの3点曲げ試験を想定したシミュレーションを行い、パレットに生じる応力で強度評価を行い、構造を決定しました。

②詳細設計

詳細設計のフェーズでは、仕様の性能を実現するために、個々の機能をどのように作るかを検討します。まずは、基本設計で決定した平板構造を有する3Dモデルに対して、ネスティング構造を追加し、CAEを行うことによって、強度を確認しました。CAEでは、地面に置いたパレットの上に1t(トン)の荷物を載せたときを想定し、この際にパレットに生じる応力により強度評価を行いました。次に、強度が不足している箇所にはリブ等を配置して強度アップをはかり、十分な強度を有する箇所には肉盗み(軽量化のために凹部を設ける)を行うことによって、軽量かつ強度のあるパレットを設計しました。

以上のように、設計プロセスの要所、要所でCAEを利用することによって、論理的な設計を進めることができます。また、このような作業を繰り返していくことが、エンジニアリング力の向上に繋がります。

おわりに

今回は、設計プロセスにおける3Dモデルの活用というところに焦点を当て、3D CAD、CAEについて紹介させていただきました。今後、センターでは、3D CAD、CAEに3Dプリンター、CTスキャナといった機器を組み合わせることにより、3Dモデルをさらに有効的に活用したフロントローディング設計の構築に取り組んでいく予定です。

①基本設計(製品仕様に基づいた構造の具体化)
パレットの平板構造の検討
 (方法)
 複数の簡易的な3Dモデルを製作し、CAEにてはりの3点曲げ試験を実施。

はりの3点曲げ試験 **強度:OK**

強度:NG **強度:NG**

②詳細設計(仕様実現のために個々の機能をどうつくるかの検討)
ネスティング構造の追加
リブ配置、及び肉盗みの最適化
⇒軽量かつ強度のあるパレットの設計
 (方法)
 CAEにて、地面に置いたパレットの上に1トンの荷物を載せたときを想定した試験を実施。

基本設計で決定した平板構造の利用

ネスティング構造パレットNeslletの最終形状

表面 裏面

***設計プロセスの要所、要所でCAEを利用⇒論理的な設計を進めることができる。**

図4 設計プロセス

3D プリンターによる造形

機械産業部 花坂 寿章

3D プリンターとは

3Dプリンターは、デジタルデータ（3D CAD、CGデータ）をもとに、樹脂や金属などの造形物を直接作製することができる製造技術の一つです。従来より製造業を中心に多方面で用いられていますが、特に最近では、手軽に購入できる機器が増えたことで、個人を含めた幅広いものづくりツールとして一層の活用が期待されています。3Dプリンターは、用途に応じて様々な方式のものが開発されています（表1）。

表1 3Dプリンターの種類

方式	主な材料
光造形法	光硬化性樹脂
粉末焼結法	金属粉末、樹脂粉末、セラミック粉末
粉末固着法	石膏、プラスチック、デンプン、セラミックス
インクジェット法	光硬化性樹脂、ワックス樹脂
樹脂押し出し法(熱溶解積層法)	熱可塑性樹脂
シート切断法	紙

3Dプリンターの中でも個人向けとして販売されているものの多くは、樹脂押し出し法によるものです（図1）。ABS樹脂やPLA樹脂のような、熱を加えると変形しやすくなる熱可塑性樹脂が用いられています。熱可塑性樹脂を高温で溶かし、成形用テーブルに積層させていきます。溶解ヘッドから押し出された樹脂を幾層にも積み重ねることで立体形状を造ります。

このように材料を幾層にも積み重ねて形を作り出すことが、全ての3Dプリンターに共通した特徴となります。

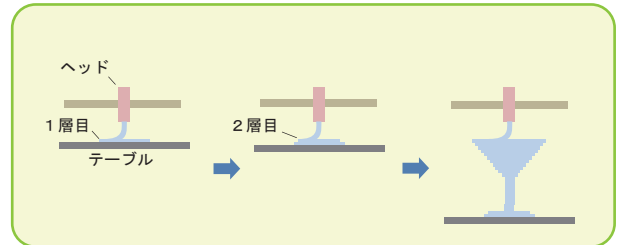


図1 樹脂押し出し法（熱溶解積層法）

センター保有 3D プリンターの紹介

センターでは、光造形法、粉末固着法、インクジェット法による機器を保有しています。各方式の特徴について紹介します。

①光造形方式

液状の光硬化性樹脂を造形槽に満たし、レーザー光線をあてることで樹脂を硬化させ積層していく方式です（図2）。

他の方式に比べ、比較的高精度なモデルが作製できます。ただし、液状の造形槽の中で硬化積層していくため、モデル形状を支えるサポートが同時に造形され、そのサポートを造形後に取り外す後処理が必要となります。また、そのサポートが取り外しできない形状などもあるため、造形を行うには不向きなモデルもあります。

②粉末固着方式

造形エリアのトレイに、粉体状の材料（石膏粉）を敷き詰め、インクと接着剤をインクジェットで吹きつけて固め、積層していく方式です（図3）。

光造形方式などとは違い、サポートが不要なた

機構

保有機器

シマダ株式会社 NRM-6000 造形モデル例

図2 光造形方式

機構

保有機器

Zコーポレーション ZPrinter450 造形モデル例

図3 粉体固着方式

め、形状の制約はほとんどありません。また造形後の後処理も容易です。ただ、粉体材料を用いるため、造形後のモデルは少しざらついたような仕上がりになります。着色した状態で造形物を作製することができるため、デザイン・意匠などの検証に向いています。

③インクジェット方式

液状の光硬化性樹脂をインクジェットプリンタのようにドットで吹き付け、UV ランプで露光・硬化させながら積層していく方式です（図4）。

他の方式に比べ積層ピッチが細かく、比較的高精細なモデルが作製できます。使用できる樹脂も豊富で、PP や ABS の特性に近い材料やゴムのようにやわらかい材料なども使用でき、幅広い用途に使うことができます。

3D プリンターの活用用途について

一般的な 3D プリンターの用途として、次のようなものがあります。

○試作

製品のデザイン確認用モデルとして、また生産を行う前段階での機能・性能の検証用モデルとして活用できます。製品の形状や部品の取り付け位置、部品の動きの確認など設計に誤りがないか確認することで、製品化してからの不具合を減少させることができます。

製品開発における早期仕様の検討や社内外でのコミュニケーションツールとしても有効です。

○生産設備

製品の生産段階で必要となる治具の製作や型の試作に、3D プリンターが活用できます。ただし、3D プリンターでの造形物は、使用する材料により十分な強度・耐久性などが得られない場合がある

ため、少量生産のための簡易治具や型の製作などへの利用になります。

○製品（部品）

3D プリンターは、材料を積層することにより形を作るため、従来の主流な造形手段である切削加工にくらべ、形状に対しての制約は少なくなります。そのため、今まで製作できなかった形状や多くの工程を経て作られていた複雑な形状の物も簡単に製作することができます。使用できる材料の制限や精度についての問題はありますが、最終製品を製作をすることも可能です。

製品開発（造形事例）

図5は、5ページで紹介した物流資材のパレットを試作した造形物です。センターで CAE にて構造解析した後、形状確認のために試作を行いました。今回は、実物大では作製できないので、縮小モデルを作製しました。製品化する前に、細かな仕様を手にとって確認することができます。また、このモデルは営業用の製品サンプルとしても利用されています。

おわりに

3D プリンターはものづくりのツールとして、スピード・コスト・効率化などの多くのメリットを生み出します。

センターは、これら機器とこれまで取り組んできたノウハウを用いて、皆様の「ものづくり」をサポートしていきたいと考えます。製品開発等でお困りのことがございましたら、ぜひご相談ください。ご利用をお待ちしております。



図4 インクジェット方式

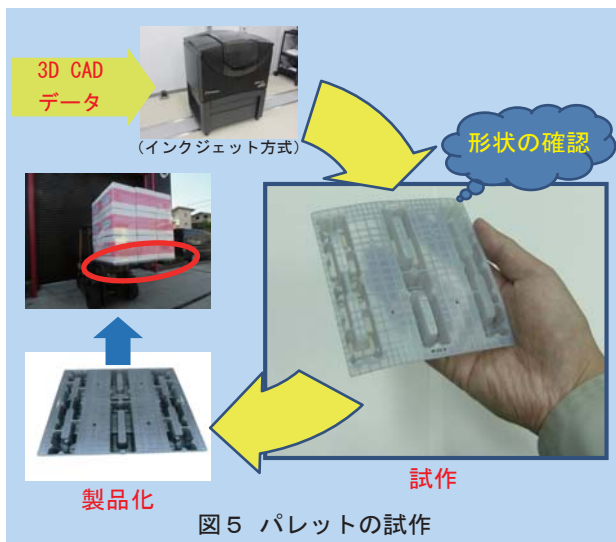
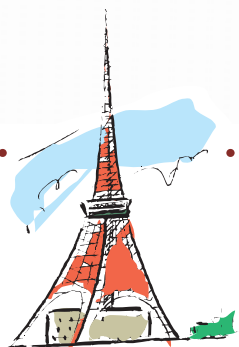
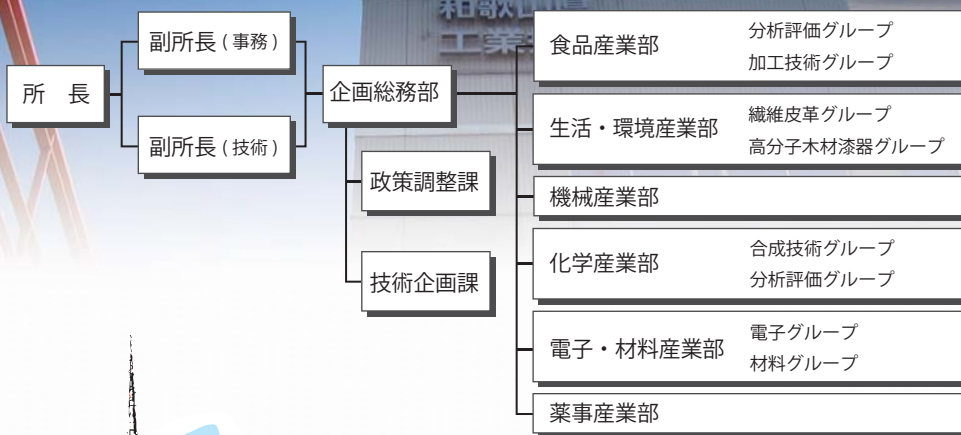


図5 パレットの試作



テク/ coffee break

錆びていないから不良??

けるブラスト処理により、滑りにくい肌荒れをさせます。一般的には忌避されるサビを賢く使った一例といえるでしょう。

ところで、この「高力ボルト摩擦接合」は、東京タワーの建設から国内の建築分野でも普及がすすみ、近年話題の超高層ビル「あべのハルカス」にも用いられています。あべのハルカスでは、高層部に高強度大断面の鉄骨部材が用いられており、その接合面には、サビではなく、より高い0.7というすべり係数が得られる「アルミ溶射処理」が採用されています。この場合、接合面はサビてはいませんが、当然ながら施工不良ではありません。(K.T)

先日、「鉄骨建築の現場で施工不良を目にした」と嘆かれている建築士の方と会いました。その方曰く「鉄骨の接合面が新品同様でサビていなかった」。サビて不良というのなら分かるのですが、どういうことなのでしょう。なんでも、現場で鉄骨を組む際には、ほとんどの場合、高力ボルトで鉄骨と連結板を締め付け、それらの間の摩擦力によって互いを滑らなくしているとのこと。滑らない面が重要であり、接合面にすべり係数0.45以上を持たせる処理が必要だそうです。具体的には、接合面から新品の鋼材表面にある黒皮を除去した後、わざとサビさせるか、微細な鉄球などを打ち付

新人紹介



平成 27 年 4 月 和歌山県工業技術センター配属

生活・環境産業部



岸本 勇樹 (専門分野: 木材工学)

略歴

平成 15 年 3 月 京都府立大学農学部森林科学科 卒業
平成 16 年 4 月 和歌山県採用 西牟婁振興局農林水産振興部林務課勤務
平成 27 年 4 月 和歌山県工業技術センター配属

「チャレンジ精神を忘れず、皆様のお役に少しでも立てるよう頑張ります。」

機械産業部



小石 英之 (専門分野: 機械工学、CAE (熱流体))

略歴

平成 16 年 3 月 徳島大学大学院 工学研究科 機械工学専攻博士課程 (前期) 修了
自動車メーカー 電機メーカー勤務
平成 27 年 4 月 和歌山県採用 和歌山県工業技術センター配属

「現場に近い所でお役に立てる研究・技術者を目指し、県内企業発展に貢献できる様、仕事に取り組みます。」

「県内企業の皆様のお役に立てるよう努力いたしますので、
ご指導ご鞭撻を賜りますようよろしくお願いいたします。」

技術情報誌
編集・発行 和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地

発行日 2015年5月29日
TEL 073-4777-2880
FAX 073-4777-01

印刷 印刷有限公司
住所 和歌山市南5-22-1
TEL 073-812-0115