



機械設計ってこんなにもおもしろい

機械設計1年目・宮永翔、奮闘中！

iCAD株式会社 [監修]

博士(工学) 百々 泰 [著]
ど ど やすし

モノづくり企業の設計部門に
配属された主人公が、
さまざまな困難に直面しながらも
機械設計のおもしろさを学んでいく成長物語

読むだけで
機械知識が身に付く
**テクニカル
ノベル**

日刊工業新聞社

機械設計ってこんなにおもしろい

—機械設計1年目・宮永翔、奮闘中！

■登場人物

●西村工業株式会社

宮永翔しょう (24歳) ……設計部新入社員
伴坂 (55歳) ……設計部課長
山木 (30歳) ……設計部部員
吉井裕子 (23歳) ……設計部部員
大吉 (52歳) ……設計部部長
深野 (56歳) ……設計部主任部員
飯森 (31歳) ……製造部組立課班長
南善行 (56歳) ……製造部生産技術課課員
山口 (48歳) ……製造部加工課職長
町田 (45歳) ……営業部課長
林 (58歳) ……建設部部員
藤丸 (50歳) ……品質管理部部長
鳥栖川とすかわ (52歳) ……技術開発部部長
金山 (28歳) ……技術開発部部員

●株式会社日本産業・西日本工場

式根 (57歳) ……工場長
菊池 (35歳) ……設備技術部
梅村 (57歳) ……保全技術部
桜田 (33歳) ……電機操業部
上海産業有限公司
陳バイ (59歳) ……高級工程師
白 (31歳) ……通訳

目次

プロローグ	5
第1章 モノづくりはチームワークだ！	9
第2章 機械設計は匠の技だ！	49
第3章 お客さんは先生だ！	73
第4章 トラブルも先生だ！	103
第5章 これが開発という仕事だ！	139
第6章 機械トラブルの解決は謎解きだ！	181
エピローグ	231
あとがき	235

プロローグ

僕は宮永翔^{しやう}。この春、大学を卒業して西村工業株式会社に就職した新社会人だ。西村工業は工作機械を中心とした一般産業機械メーカーで、この分野では大手の会社である。でも、自動車やパソコンのように一般の人が買うようなものを作っていないので、世間での知名度は低い。だから名の知れた有名メーカーに就職を決めた仲間を羨ましく思ったりもした。それに、本当は僕も最先端の技術に触れたくてロボットに関わる仕事や研究開発の仕事を志望していた。だけど、この世界の競争率は高く、西村工業内定後に決まった配属先も開発部ではなく設計部だった。

しかし実際に働き始めてみると設計の仕事は覚えることが多く、機械好きの僕でも知らない事ばかりだった。学生時代の僕には、工作機械や産業機械というと薄暗い工場で油まみれになって働く無骨な機械のイメージしかなかったし、『設計』といえど図面を描く仕事くらいにしか思っていなかった。でも、最新のICチップも自動車も、家にある冷蔵庫や電子レンジ、大好きなゲーム機の筐体^{きやうたい}まで、身の回りのたくさんのものが工作機械や産業機械によって生産

されている。しかも、その図面を描くためにはICチップや自動車に関する知識はもちろんのこと、機械に係るありとあらゆる知識が必要なのだ。

ねじや軸受といった機械要素のことや、その機械に力がかかっても壊れない強度計算や材料の知識。さらには、その部品をどう加工して作るかといった機械加工に関する知識も必要だ。また時には、その機械を制御するための電気制御技術やセンサーに関する知識、そして、その機械を工場に設置するための建築土木に関する知識まで、本当に幅広い知識やノウハウが必要になってくる。たとえるなら、工作機械や産業機械を設計するということは、無限とも思える広くて深い工学知識の海を知り尽くそうとする航海のようなものだ。それに気付いた僕は率直に思った。

【こんなにたくさん…覚えきれんのだろうか？】

それが僕に与えられた機械設計の仕事の第一印象だった。とはいえ、日々進んでいく業務は待ってはくれない。毎日、目の前の仕事を精一杯こなしながら、僕は頭をスポンジのようにして新しい知識を吸い取っていった。そして

いつしか『研究開発が一番高度な仕事をしている』という学生時代のイメージは薄れ、僕は無我夢中で産業機械の設計という仕事に没頭していった。

そんなある日、ついに僕にも一つの部品を設計する仕事割り当てられた。今までも図面を描く仕事はあったけど、それはすでに描かれた図面を先輩に言われるまま修正したり、過去に作成した図面を少しだけ直す作業だった。だから、自分で設計する部品を一から自分の手で図面に描くのは初めてのことだった。

しかも担当することになった部品は産業機械を駆動するメインモーターを搭載する溶接構造の台座で、通称『モーターベース』と呼ばれる重要そうな部品だった。また、この部品にはモーターの他にもブレーキや回転数センサーなども搭載しなければならず、僕にとってはやりがいのある仕事に感じられたのだ。そして僕は、初めて設計を任される責任を感じながら日々設計作業に打ち込んだ。

この仕事の責任者であり、僕の上司でもある伴坂課長に教えてもらいながら、この部品に求められる機能や性能を確認して、一つ一つ丁寧に強度計算をした。そして過去の

実績図面を参考に全体のデザインを決めていき、搭載するモーターやブレーキとの取り合いを確認して詳細な構造を決めていった。しかし次に、いよいよ図面を描こうかという時、僕はどうしたものかと迷ってしまった。

【正面図、平面図、側面図、寸法線は実線より細いペンを使って…JIS機械製図は授業でも習ったし、特に難しいこともないな。でも…、どこを正面図にすればいいんだ？ 側面図は左右両方要るのかな？ いやいや待てよ、それ以前に紙の大きさと尺度はどう決めたらいいんだろう？ そんなの教えられたことないよ…図面っていったいどう描くんのだ？】

いざ図面を描き始めようとしても、どこから描き始めればいいのか僕にはまったく分からなかった。グーグルで検索しても、YouTubeを見ても、ヤフー知恵袋に聞いてみても、いくら図面の描き方を調べても教科書のような規定が出てくるばかりで、実際にモーターベースを描く方法はまったく見つけられなかったのだ。困り果てた僕は、適当に紙の大きさと尺度を決めて、とにかく手当たり次第に

図面を描き始めた。

新入社員研修で使い方を教わったC A Dソフトを使って一本一本線を引いていく作業は、とても地道で時間のかかる作業だ。しかも線種を変更したり、複雑な溶接記号を記入したり、慣れないC A Dソフトを使つての製図作業は苦勞の連続だった。いくらJ I S機械製図が分かっている、すぐに仕事には使えないんだと僕は実感した。

でも、そんな時には隣の席で仕事をしている女性先輩社員、吉井裕子さんがC A D操作を教えてくださいました。吉井さんは設計というよりはパソコンソフトを扱うオペレーターでC A Dの操作に長けていた。それに、僕が困っていると積極的に声をかけてくれて、細かい操作まで丁寧に教えてくれた。そのかいもあって、僕が図面らしい絵が描けるようになるまでさほど時間は必要なかった。そればかりかC A Dソフトの操作に慣れてくると、手元を見ないでどんどん図面が描けるようになり、自分で設計した部品が形になって現れてくる感動は、高度なパズルゲームみたいに僕を夢中にさせた。そして三面図を一通り描き終わると、寸法の見落としや形状の間違いがないかを注意深くチェックしな

がら、さらに細かく製図を進めていった。ある時などは就業時間が終わっていたことにも気付かず、伴坂課長に肩を叩かれるまで図面を描いていた。そんな日々があつたという間に過ぎて、僕はついにこのモーターベースの部品図を完成させた。そして、一つの大きな仕事をやり遂げた充実感に浸ったのだ。しかしその数週間後、僕は現場からの電話でどん底に落とされることになったのだ。

「これじゃ、どっちが加工基準面か分からないよ。だいたいこの穴どこに開けるの？ 穴の大きさと開ける位置が別々の断面に書いてあるし、どれだけ俺たちに面倒かけるんだよ！」

「どんな形の板を切り出して溶接するのか一目で分からないんだよ。それにこの溶接記号、角のところはどうする気？」

「おまえこれ、どうやって取り付けける気？ 200 kgもあるんだよ？ 吊れればいいってもんじゃないんだよ！」

ショックだった。ミスのない図面を目指して一生懸命に描いた図面が、現場でこんなに使えないものだったなんて。「図面は言葉なんだ。俺たち現場とおまえら設計をつなぐ

第 1 章

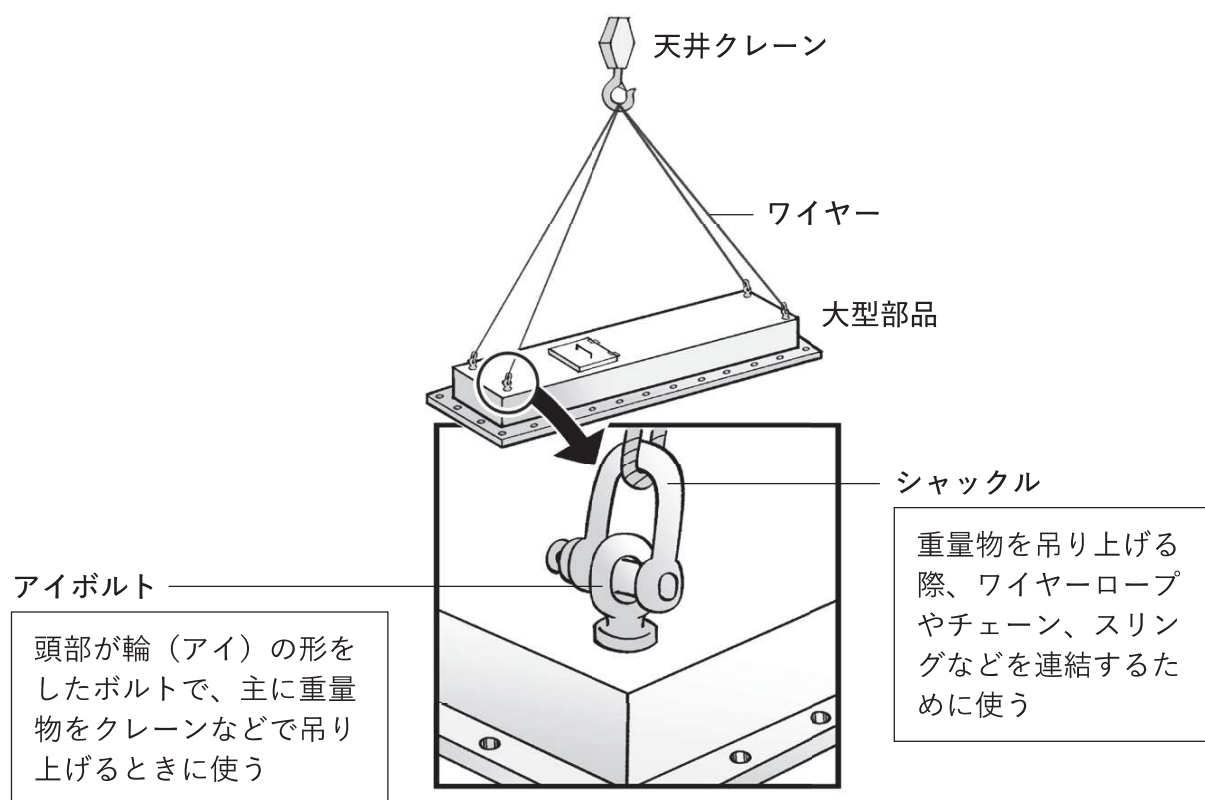
モノづくりは
チームワークだ！

図面は言葉だ！ 設計と現場をつなぐ言葉なんだ！

製造部組立課 飯森班長の言葉

「おまえ、これ、どうやって取り付ける気？ 200 kgもあるんだよ？ 吊ればいいいってもんじゃないんだよ！」
「えっ!? どういう意味ですか？ちゃんと吊り上げ用にアイボルト（1・1）のタップを立ててありますよ？」
「いいか、この部品はな…もう、いいや。もうすぐ運んで来るから、よく見てみる」

自分の設計した部品が出来上がって、いざそれを組み立てる段階になって僕は現場に呼び出された。呼び出したのは飯森班長。僕より少し年上の組立課の新任班長だ。さらに、僕が新入社員研修で工場実習をした際、直接指導してくれた間柄でもある。飯森班長はその気さくな人柄もあって、それ以来何かと僕に気をかけてくれていた。おかげで現場の分からないことがあったとき、いろいろと相談にも乗ってもらったし、会社での良い兄貴的な存在でもあった。しかし、実際の仕事で関係するのはこの時が初めてで、や



1・1 | アイボルト

はりいつもの気さくさだけではない、仕事に向かう真剣な様子がうかがえた。

そして、僕の描いたモーターベースの図面（1・2）を「持っておけ」と言わんばかりに僕に押し付けた飯森班長は、忙しそうに手工具の準備に取りかかった。僕はその場に立ちすくんで、自分の描いた図面を改めて見つめるのだった。

【いったい、何が悪かったんだろう？】

僕は呆然^{ぼうぜん}と図面を見つめながらモーターベースが運ばれて来るのを待った。

やがて工場の大きな天井クレーン（1・3）に吊られて僕の設計した部品が運ばれて来た。そして僕は、その様子を見てすぐにハツとなった。

【確かに、これじゃダメだ…】

1本のワイヤーで宙吊りになった僕のモーターベースは、

見事に空中で斜めになっていた。当然、そのままの姿勢では本体に取り付けられない。このモーターベースを取り付ける本体の取り付け面は垂直で高い位置にあり、そこに側面から取り付けなければならぬからだ。空中で水平にしようにも200kgを超えている。手で持ち上げたって動かないじゃない。つまりそれは、そのままでは組み付けできないことを示していた。

「どうだ、分かったか？」

手工具の準備を終えた飯森班長がいつの間にか僕の横に戻ってきて言った。

「…はい」

「こういう重たい部品はクレーンで吊って取り付けられないだろう？ しかも水平な面に置くんじゃない、垂直な面に横から取り付けらるんだ。分かるだろう？ あれじゃ、取り付けられないんだよ」

空中で斜めに吊られた部品を見上げながら飯森班長が言った。

「…」

僕は何も言い返せなかった。

「いいか、重心を通るような1点吊りもダメだぞ。溶接品

には誤差があるからな、図面通りの重心にはならない。最低2点吊り、できれば4点吊りだ。そうすりゃチェーンブロック(1・4)で水平を調整できるからな」

「…はい」

「もっと気が利く設計者なら、上に載せるモーターとブレイキを先に組み付けできるようにするな。おまえの図面じゃ水平に置けないだろう？ リブが斜めだからな(1・5)」

「はい…」

「これじゃ先にモーターを組み付けできない。それにこの吊タツプの位置じゃモーター付いたら使えないし、この小さい吊タツプでは全体を吊ることだってできないだろう。しかも、あの高いところでモーター周りの部品も一つ一つ取り付けなくちゃなくなる。危険な高所作業がたくさん発生することになるだろう？」

「はい」

「もし、このモーターベースが水平に置ければ、安全なところで搭載する部品を仮組みして、それから吊り上げれば高所作業は1回で済むだろう？」

「確かに…」

意気消沈して自分の図面を見つめる僕の肩を、突然、飯

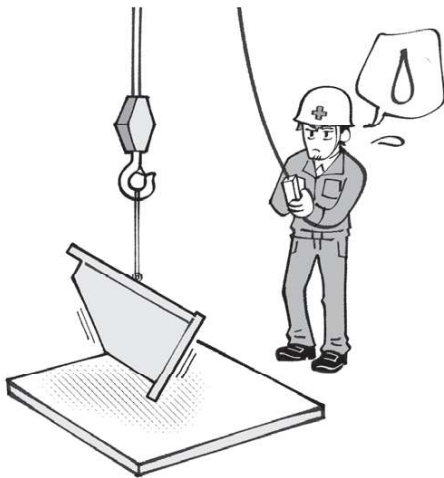


吊ったモーターベースが斜めになっている

1・3 | 天井クレーン

1点吊りの場合

天井クレーン



4点吊りの場合

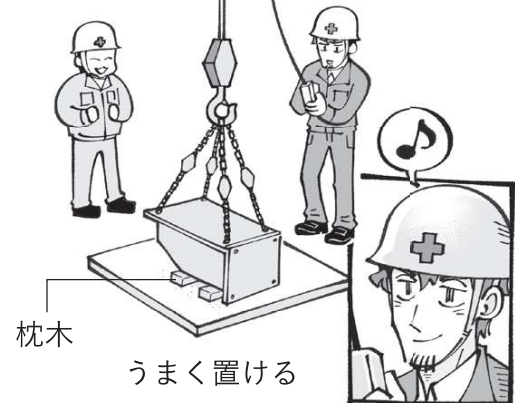
天井クレーン



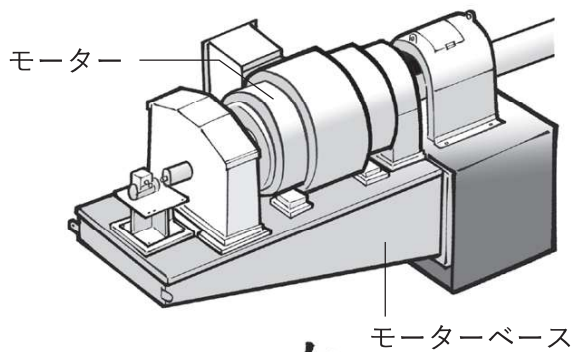
チェンブロックを使う
ことで水平を調整できる



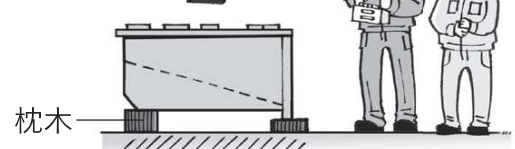
天井クレーン



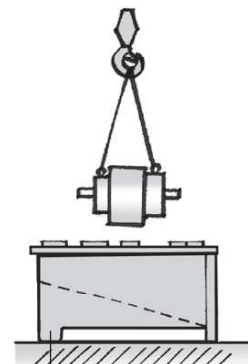
1・4 | チェンブロックで水平にできる



せめてこうなら
枕木を使えば
水平に置ける

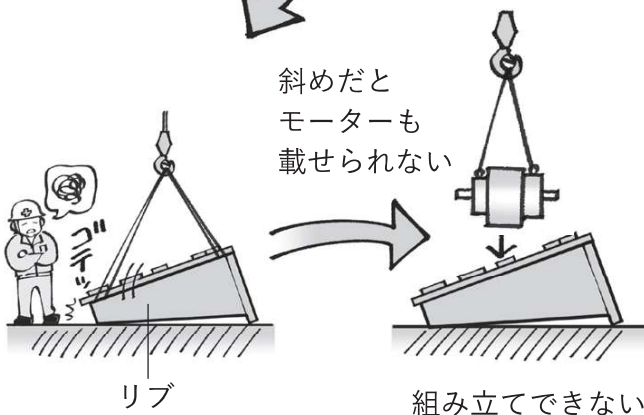


そもそも、それなら…



枕木がなくても
水平になる
ようにでき
ている！

このまま置くと



斜めだと
モーターも
載せられない

組み立てできない

出っ張り

1・5 | モーターベースが斜めになってしまう

森班長が力いっぱい叩いた。^{たた}

「!?」

僕はびっくりして振り返った。

「まあ、そう気を落とすな。おまえの図面は間違っちゃいないし、1年目にしちゃよく描けてる方だと思うぞ」

「…」

「最初っから完璧にできる奴なんかいないんだから、今はなんでも勉強だと思って吸収すりゃいいんだよ」

「…はいい」

「そうすりゃ、そのうち良い図面が描けるようになる。こっちの図面見てみる（1・6）」

「…」

「何も説明がなくなつて、モーターを先に組み付けるように考えられているのがよく分かる。俺たちの高所作業を少しでも減らして安全に組み立てできるように配慮してくれている、そう感じるんだ。これが『図面が言葉だ』という意味だ、分かったか？」

「はい」

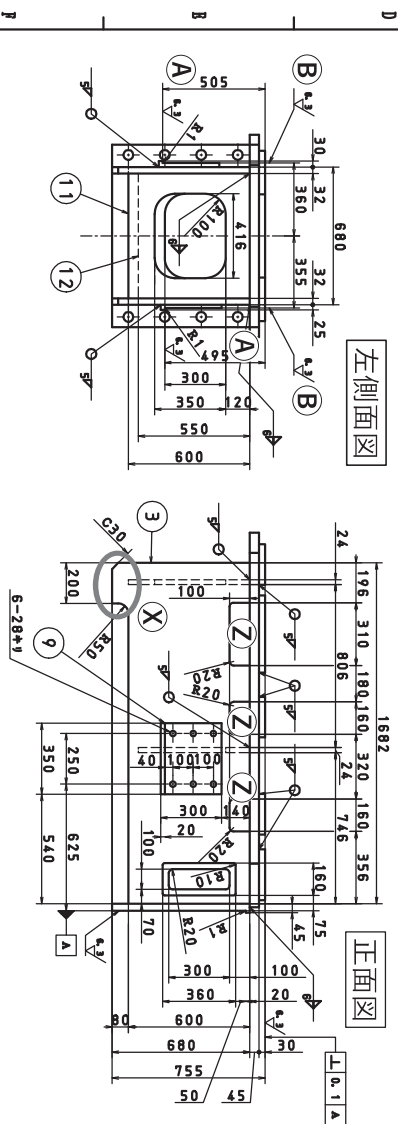
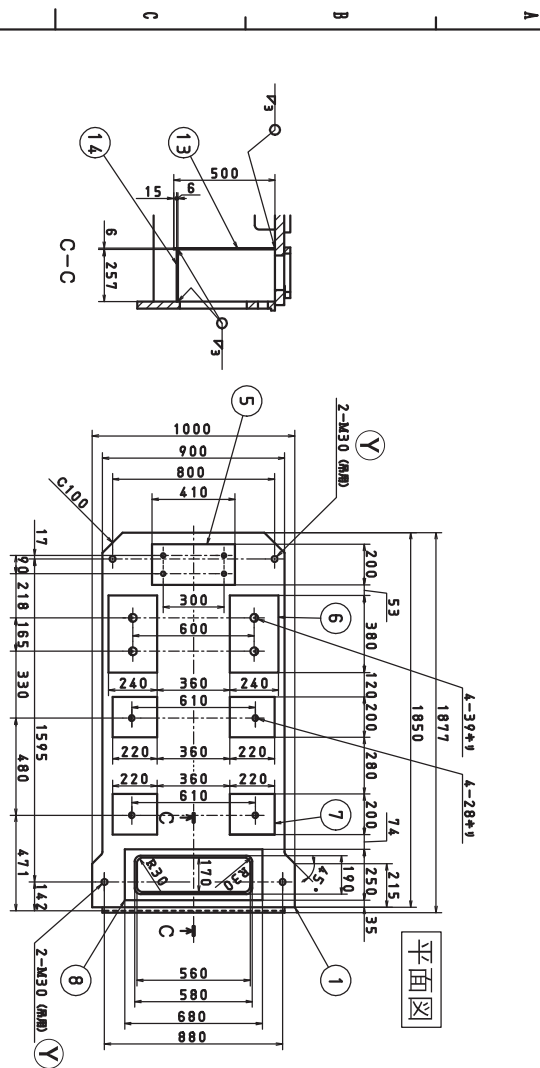
飯森班長に見せられた他の人が設計した別のモーターベースの図面を見て、僕は目からうろこが落ちる思いだった。

確かに、僕の描いた図面に間違いはない。台座として問題なく機能するし、寸法も正確でミスのない図面だ。しかし、比較として飯森班長に見せられた図面を見ると、いくつものメッセージが感じられた。飯森班長が言うように、特に注記などがなくても何をどうするのかをはっきりと感じられるのだ。

例えば、飯森班長が言うように高所での組み付けに配慮していろいろな工夫がされている。でも、それはクレーンでの吊り上げだけではない。モーターに対してブレーキの高さを調整するシム（1・7）も入れやすいように工夫された形状になっているし、お客さんの工場に納められた後、メンテナンスでモーターを外したときも組み立てやすくなるようにボルトを下から差し込んで溶接するようになっていのだ（1・8）。

さらに、モーターの取付穴に誤差が生じないように寸法の入れ方も工夫され、溶接するための寸法は平面図に、フリス加工のための寸法は側面図と正面図に、そしてボール盤のための寸法は平面図に集中しており、どの寸法もどの記号もその場所に描かれていることにすべて意味がある

品番	品名	材質	個数	重量	備考
1	4.5mmプレート	SS400	1	556.1kg	
2	4.5mmプレート	SS400	1	118.1kg	
3	3.2mmプレート	SS400	1	731.0kg	
4	3.2mmプレート	SS400	1	241.2kg	
5	4.0mmプレート	SS400	1	19.0kg	
6	4.0mmプレート	SS400	2	41.8kg	
7	4.0mmプレート	SS400	4	48.1kg	
8	4.0mmプレート	SS400	1	13.1kg	溶接前に機械加工有り
9	2.5mmプレート	SS400	1	12.5kg	
10	3.0mmプレート	SS400	1	8.3kg	
11	2.4mmプレート	SS400	1	43.8kg	
12	2.4mmプレート	SS400	1	41.9kg	
13	6mmプレート	SS400	1	14.5kg	
14	6mmプレート	SS400	1	1.5kg	

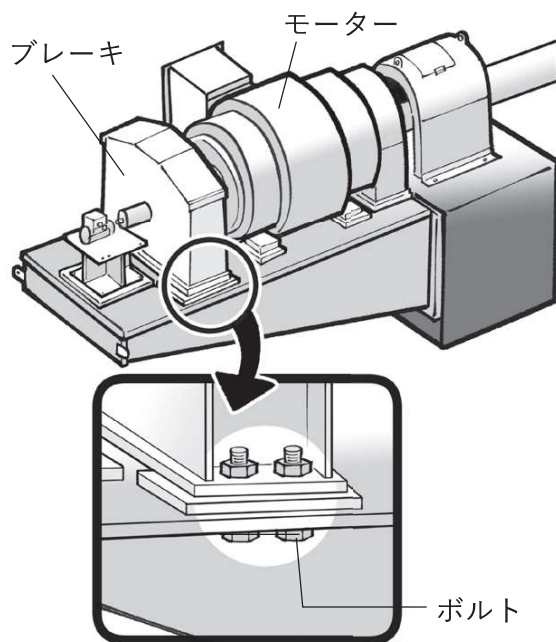


材質	SS-WELD	日付	2000.9.20	品名	モーターベース
普通公差	JIS B 0403-CT8	尺度	1/10	製図	
投影法	三角法	承認	検査	製図	
重量	1393.6kg	中	鈴木 伴	西村工業株式会社	

1・6 | 完璧なモーターベースの図面

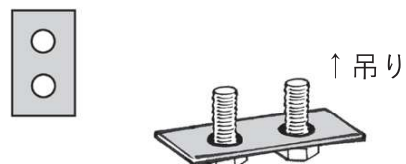
「1-6 | 完璧なモーターベースの図面」の解説

- ・記号⑧の部分は②の板と高さが合わせてあって、ただ置いただけで水平に置けるように工夫されている。
- ・記号⑨の吊り上げ用タップは四隅に配置してあって、モーターやブレーキが搭載されても使えるようになっている。
- ・記号②のように窓が設けてあって、ボルトが箱の外側から締め付けしやすいように配慮されている。箱の内側に入らなければ閉められないボルトは無い設計になっている。
- ・上面の①、⑤、⑥、⑦、⑧の板の形状は、平面図をただで分るようになっていて、同様に②は右側面図、③と⑨は正面図、④と⑩は A - A 断面、⑪と⑫は左側面図、⑬と⑭は C - C 断面に形状寸法を記載して、それぞれその面をただで分る形状が分るし、それぞれの断面図の中に風船を飛ばして、見るものにどこを見れば良いか指示している。
- ・溶接記号は正面図、左側面図、C - C 断面に集中して記載してあって、溶接施工者はこの 3 つの断面だけを見ればすべて溶接できるようにしてある。
- ・左側面図や右側面図のように、溶接施工者が作業しやすいように窓が設けてあって、反対側から溶接しやすいように工夫されている。
- ・④に示すように、高さ方向のすべての寸法は上面からの高さで示してあって、特に加工基準面を示さなくてもどこが加工基準面かは一目瞭然になっている。
- ・⑥に示すように、横方向の加工寸法は中心線から引かれており、加工基準が明確である。
- ・⑦に示すように、この図面は 2002 年以前のものなので、仕上げ記号は旧 JIS になっている(第 2 章 2・1 参照)。
- ・高さ、長さ、幅は平面図と正面図をただで分るようになっていて、梱包の際の外形が分かりやすくなっている。



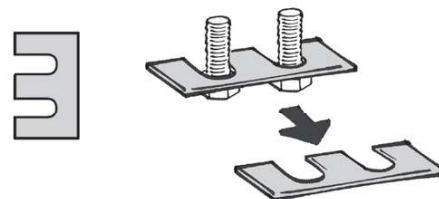
シム
モーターとブレーキの高さを合わせるために
薄い板を何枚も入れて調整する

ボルト穴に合わせるとこんな形



いちいち吊り上げないと
シムを取り出せない

くし形シムなら



吊り上げなくても引き出せる

1・7 | 穴空きシムとくし形シム

ようにすら感じるのだ。まるで僕がその部分を見ると、その情報が知りたくなるのをあらかじめ知っていて、すぐ目に入る位置に記入されているような、そんな不思議な感覚なのだ。

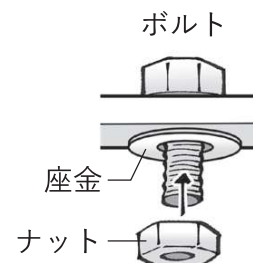
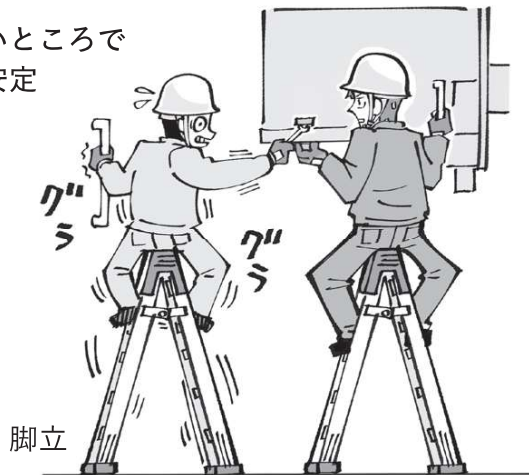
【すごい！ まるで作る人や組み立てる人、それぞれの立場の人の気持ちに寄り添うみたいに、見事に見やすい位置に必要な情報が描かれている…】

天井クレーンで斜めに吊り上げられた自分の部品を見て、考えの甘さに落ち込んだ僕だったけど、その素晴らしい図面を見ているうちにそんな気分はどこかに吹き飛んでしまった。

【僕も早く…こんな図面が描けるようになりたい！】

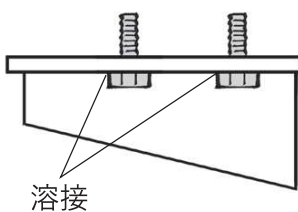
描いて、描いて、どんどん吸収して、早くこんな図面が描けるようになりたい。飯森班長のような現場の人の身になって、その気持ちに寄り添う言葉が伝えられるような図面を描きたい、そういう気持ちになったのだ。

高いところで
不安定

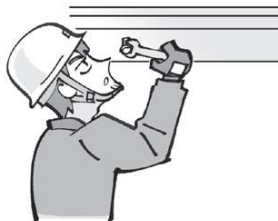


もう1人がナット
を嵌める

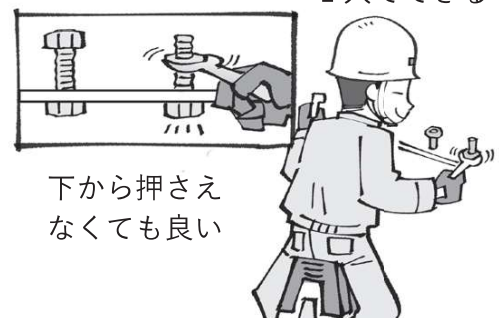
先にボルトを上向きに
溶接しておけば



穴を見ながら合わせ
なくて良い



1人でできる



下から押さえ
なくても良い

1・8 | 高所でのボルト止め作業

職場に戻った僕は、早速、設計部の先輩である山木先輩にこの現場での出来事を話した。

「なるほどな、これは確かに…ちよつと…組み立てが大変だな」

「ですよね…」

僕の描いたモーターベースの図面を見ながら山木先輩が言った。山木先輩は同じ伴坂課長の下で仕事をする5年上の先輩で、設計の仕事だけではなく、社会人1年目の僕に会社でのルールや生活のことを教えてくれる指導員でもあった。僕にとっては同じ職場でなんでも相談できる身近な存在だ。

その山木先輩が僕の図面を手元に広げながら次の言葉を続けた。

「ついでに言うと、このたて込みボルト（1・9）は良くないな、ナットにした方がいい」

「どうしてですか？」

「タップ穴っていうのは施工が大変なんだ。下穴開けてタップでねじを切つて。それも真つすぐ開けるのは難しい。さらに将来、水がかかったりするとボルトが錆び付いて外

しにくくなるからな。ねじをかじらせてダメにすることもある。そんなときでもナットにしておけば交換するだけで済むだろう？ 特にどっちでも良いならナットにすべきだよ」

「…なるほど」

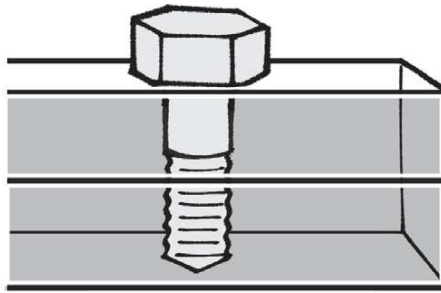
山木先輩の言葉にうなずきながら僕は、いったいいつになつたらこの先輩くらい仕事ができるようになるのだろう、と不安にさえなつた。山木先輩の言葉は、まるで毎日タップでねじを切っているような言い方だ。その面倒さに共感し、できるなら少しでも楽にしてあげたい、そんな気持ちであふれていた。

【僕もいつか、こんなふうに現場に寄り添って考えることができるのだろうか？】

僕はその不安を吐き出すように話を続けた。

「実は他にも、いろんなことを言われていて…」

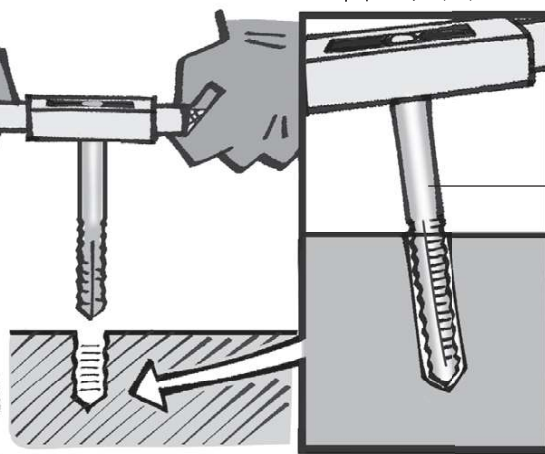
たて込みボルト



曲がりやすい



タップ加工



タップ

粗タップ
中タップ
上タップ

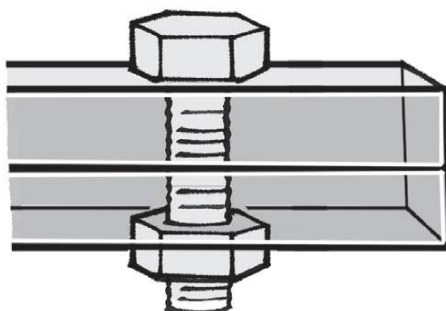
3 回も
通すことも



錆びてかじり付く



無理に外すとねじ山が
壊れてしまう



ボルト&ナット

- タップ加工なし、穴を開けるだけ
- 錆びて外せないなら切ればよい
- ねじをかじってもすぐ交換できる

設計の仕事って何だと思う？

製造部生産技術課 南さんの言葉

それは僕が部品図を描き上げた直後の話だった。完成した図面が製造部に流れてすぐに、生産技術課の南さんという人から電話がかかってきた。

「この図面じゃ、どんな形の板を切り出して溶接するのか一目で分からないんだよ。それにこの溶接記号、角のところはどうする気？」

「えっ!? どういう意味ですか？」

「分からない？ うーん…ちよつとこっち来いよ！」

「はい！」

僕は自分が仕事をしている設計棟を離れて工場へと急いだ。南さんのいる製造部生産技術課は工場に併設した建屋にあって、品質管理部門や調達部門など、西村工業のモノづくりを支える製造工場の中核だった。

「すいません、南さん…はどちらですか？」

「おつ、来たか、こっちこっち…」

「あつ、はい！」

南さんの顔が分からずに入り口でおどおどしていた僕に、遠くのミーティングテーブルから声がかかった。

「まあ、座れや。コーヒー淹れたぞ…砂糖いるか？」

「あつ、はい。あつ、いいえ…ブラックで大丈夫です」

電話を受けて設計棟から飛んで来た僕に、南さんはコーヒーを淹れてくれた。現場からの呼び出しは今までも経験していたけど、自分の設計した部品に関することとあって僕はいつも以上に緊張していた。

しかしパーティションで区切られたミーティングテーブルに着いて、南さんの淹れてくれたコーヒーを一口飲むと、僕は少し落ち着くことができた。目の前にはA1サイズに大きく印刷された僕の図面が広げられていて、その図面を挟んで僕と南さんは向かい合った。

「おまえ、何年目だ？」

「あつ、はい。1年目です」

「そうか、そうか。分かった…」

南さんはすべてを悟ったという様子で、ゆっくりと優しく話を始めた。

「この図面だけだな、おまえ、この図面からどんな板を切り出したらいいか、分かるか？」