

正しい選択をする

ホワイトペーパー

正しい選択をする (設計段階で適切なファスナーを 選択する)

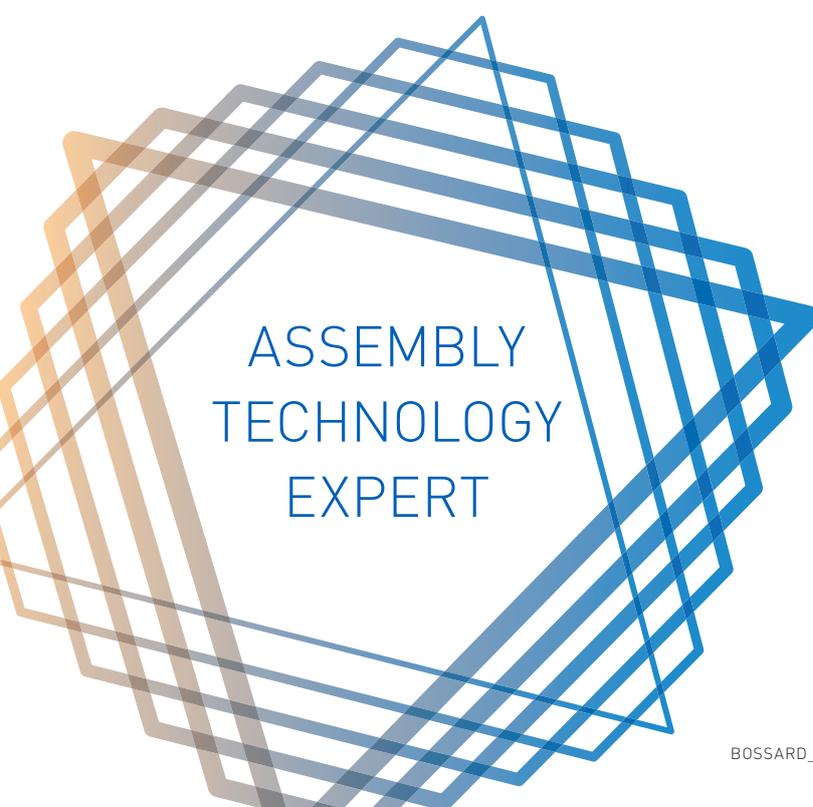
フランシス・クー

技術管理者
ボサードアジア太平洋

www.bossard.com

All rights reserved © 2023 Bossard

記載されている推奨事項とアドバイスは、実際の使用において読者によって適切にチェックされ、その使用に適していると承認される必要があります。



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

正しい選択をする

まえがき

「正しい選択をする」-ファスナーの選択- は、主に機械工学の訓練を受けていて、ハードウェアの決定を担当している設計エンジニア向けに書かれています。新人エンジニアから様々な業界の経験豊富なエンジニアまでを対象としています。

取り上げる各トピック、要件、ファスナーの特性は、各チャプターで詳細に議論される可能性があることに留意してください。このノートは主題の簡単な概要です。

ファスナーを使った製品の設計エンジニアは、過去の設計や他の製品に基づいた判断をすることができません。ただし、製品の変更やアップグレードが何度もなされた場合、元の組立設計はもはや適切ではない可能性があります。設計上のニーズを見直すことは賢明です。他の同様の製品に基づいて決定を下すと、考慮されていない、場合によっては重要な要素について見落とす危険があります。

当然ながら、ファスナーの主な機能は、組立とメンテナンスを容易にすることです。それ以外の場合は、リベット止め、はんだ付け、または溶接などの他のソリューションで十分です。筆者は、生産性を向上させリスクを最小限に抑えるための、製品設計とファスナー選択とを両立させる思考プロセスに主眼をおいてこの文章を執筆しました。

課題

今日私たちの周囲には、使い捨て製品から日常のメンテナンスが必要な製品まで様々なものがあります。例えば、おもちゃは思い出を除けば、ためらいなく捨てることができます。何千人も乗客にサービスを提供する飛行機は、地上クルーとパイロットが離陸前に飛行機の状態をチェックする必要があります。

多くの場合、主要な機能が設計された後、ファスナーは最後に注目されます。そのためスペースに余裕がないことが多く、業界標準以外のファスナーを使用することになります。一般に「特殊品」と呼ばれるものです。

実践的なプロダクトデザイナーとして、製品が主要な機能を確実に満たすことは当然です。ファスナーを使用する組立が必要な場合は、一般的なファスナーが想定され、通常は以下の情報がまず必要になります：

- 材料
- サイズ

次のステップは、設計された製品の生産です。ファスナー情報は次のようにアップデートする必要があります。工業規格に関する情報を追加することは実際的です。

情報は様々なソースから得られます。

- ファスナーのタイプ
- ファスナーの強度
- 材料と腐食の管理

以下は、サプライヤーが理解でき、購買担当者が調達するのに十分な説明例です。「ファスナーの属性」の図は、六角ボルトの詳細な説明を掲載しています。DIN 933 などの工業規格を引用する際にしばしば誤解される点の一つは、ファスナーの要件が完全には記述されていないということです。例えば、DIN 933はファスナーの一般的な外観を示していますが、この規格には、最終製品の強度と表面処理は含まれていません。

製品情報と図面は、標準カタログとして入手できます。例えば、ボサードカタログでは、詳細な技術情報が提供されています。ファスナーには明確な技術情報が記載されて適切なラベル付けられています。それに加えて、関連する工業規格、期待値、およびアプリケーション情報が技術セクションで強調されています。

ハイライト

- 「青いバイブル」と呼ばれる
- 5万点を超える製品をカバー
- 重さ 2kg
- 1,120ページ以上のボリューム
- 15のセクションに分類

この技術情報により、プラットフォームに関係なく、利用可能なファスナー図面を設計に直接追加することが容易になりました。

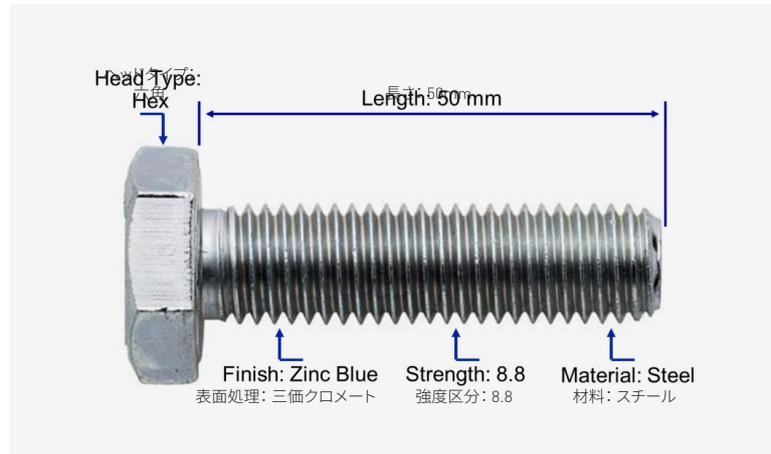


図1 六角ボルトDIN 933
M10x50mm 強度区分8.8 三価クロメート



図2 ボサードのカタログ

ボサードCADで可能なプレビューの例：

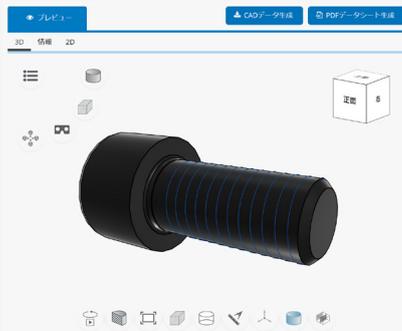


図3 拡大可能

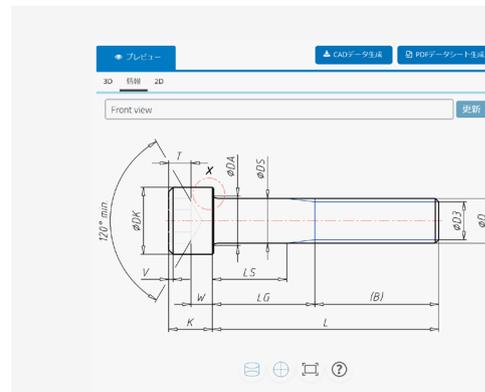


図4 平面図

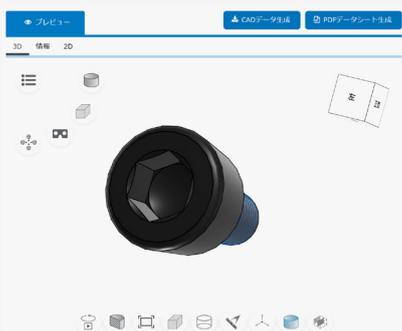


図5 回転プレビュー



図6 3DビューのPDFファイル

次の点を考慮することは、適切または必要です。

電気電子廃棄物 (WEEE) 指令、特定有害物質使用制限 (RoHS) 指令 等の環境対する要件に加え以下の点も考慮を必要とする要件です：

- 大量生産ツール
- メンテナンスの容易さ
- 安全性と危険性
- 組立緩み

ファスナーの選択プロセスは、時に何度も繰り返す必要が生じます。重要なことは、ファスナーの決定は設計段階で考慮し、利用可能なスペースが懸念される最終段階まで放置しないことです。

最終的な生産状況を知ることは、設計段階における部品選択の意思決定に貢献します。例えば、利用可能なツール、容量の制限、校正プロセスなどです。

ある設計エンジニアから、「生産スタッフが全員女性なので、製品の組立を再設計しなければならない」と言われたことがありました。オリジナルのデザインは、組立てるのにあまりにも多くの力を必要とするからです。

組立時の一部のファスナーは、量産とメンテナンスの両方に対応できるように設計されています。以下は、電力製品に使用される一般的なファスナーです。リセスが大量生産の組立に対応でき、しかもコインでも取り外し可能なため、取り付け工具が手元にない場合でもメンテナンスを実施できます。

ファスナーは2つの部品を締結し、必要に応じて製品のメンテナンスを行えるよう設計されています。一般的なシンプルなファスナーに「高度な機能」を追加しないでください。例えば、高いせん断荷重、ロケータ（位置決め）、リキッドオリフィス（ノズル）などです。それぞれの用途のために設計された様々な製品があり、設計要件に適した締結部品を選択する必要があります。

基本的な原則

- ファスナーは、強度や耐久性において常に組立てられた部品と同等か、それ以上でなければならない
- ボルト接合部は決して弱点になってはならない
- 組立てられたファスナーは常に制御可能であり、結果として交換可能でなければならない。

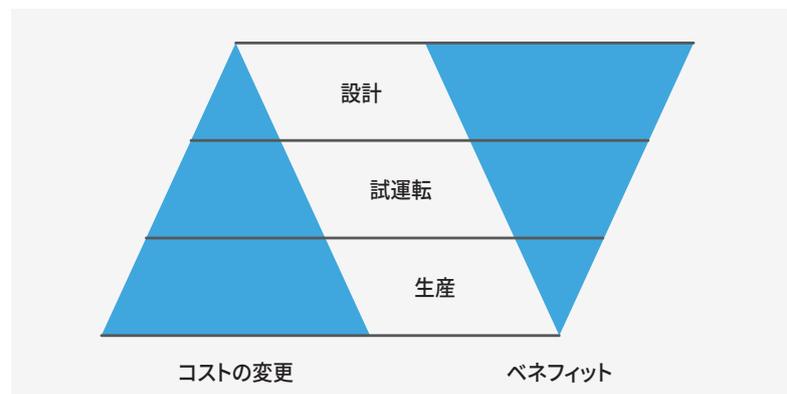
特に、「ファスナーは、強度や耐久性において常に組立てられた部品と同等か、それ以上でなければならない。ボルト接合部は決して弱点になってはならない」という点を忘れないでください。溶接ジョイントの原



則と同じです。さらに組立てられたファスナーは常にコントロール可能であり、結果として交換可能でなければなりません。設計原則と安全上の理由から、重要な接合部はメンテナンスの際、追加のプロセスをほとんどあるいはまったく必要とせずにアクセスできることが不可欠です。わたしは、メンテナンスの際に重要な接合部にアクセスするために25マン・アワー（人時）かかるアクセサリの取り外しが必要な検査に遭遇したことがあります。設計段階で改善の余地があることは明白です。

しばしば忘れられがちなファスナーの組立要件や設計段階での不注意は、新製品が生産用にリリースされた後、高コストの変更を招き、損害につながる可能性があります。

これは、コストと利益の相関関係図です。最初からファスニング・ソリューションを含む全体的な設計要件に注意を払うことで、長期的には不必要な変更とコストを防ぐことができます。



正しい選択をする

可能性

エンジニアリングソリューションとしてのファスナーは、業界で長年にわたって使用されてきました。製造プロセスはこれまでも改善が積み重ねられており、これからも、最も経済的なエンジニアリングソリューションを提供するために最適化され続けます。

実際に、可能な場所では規格品ファスナーを選択すべきです。それには数多くの利点があります。既知の特性、入手のしやすさ、サプライヤーの多さ、良好なリードタイム、交換能力などです。実践と経験によれば、工業規格品の部品を使用することは、特殊な部品を使用するよりも、廃棄物を最大70%削減できることが実証されています。これには環境へのコストは含まれません。

工業規格のファスナーを使用するもう1つの理由は、無視または忘れがちな技術変更通知です。多くの場合、単調で費用のかかる変更通知を行うにはファスナーは安価すぎる商品と考え、技術者がファスナーの技術変更通知の必要性を軽視するのは珍しいことではありません。確かに、技術変更通知の工程とコストは製品コストとは無関係なため、ジレンマが生じます。

信頼できる供給先からファスナーを購入することも課題の一つです。コストを決定的要素とするのが「実際の」唯一の解決策になるわけではありません。単発購入の場合は多くの場合問題はありますが、一貫した納品の流れがある場合は、信頼できる供給先が必要です。

部品の入手を担当するデザインエンジニアは、試作は大量生産と異なる可能性があることに注意する必要があります。規格品を用いることは、製品のリードタイムの短縮化や取り付け工具の費用の軽減に大きく貢献します。

デザインエンジニアの主な責任は、市場のニーズを満

たす機能的に優れた製品を設計することです。良いデザイン・良いソリューション・良い部品には違いがあります。良い部品があまり優れないソリューションに組み込まれる場合、成功する可能性は十分にありません。しかしソリューションが良くても、部品の品質に一貫性がない場合、成功の可能性は急激に低下する可能性があります。低品質な部品で妥協しないでください。特に、Cパーツのコストは製品総コストの5%未満であるため、エンジニアの貴重な時間を奪う価値はありません。

デザインエンジニアが注意すべきもう1つの重要なことは、設計現場で入手可能な製品またはソリューションが、量産現場でも入手可能であるとは必ずしも限らないということです。製造現場での入手コストを考慮する必要があります。

以下の図「切削または鍛造」は、切削加工と冷間圧造によるファスナー製造それぞれの特徴を示しています。注意していないと、こうした明白な事実気づかないことがあります。デザイン技術者は、特殊機械加工の切削ファスナーではなく、冷間圧造の量産部品の使用を検討する価値が大いにあります。

| 切削加工部品 | 冷間鍛造部品 |
|-----------|-------------------------|
| 小ロット | 最小ロット:100,000 ~ 300,000 |
| シャープエッジ | 高い生産率 |
| 複雑な形状 | ほぼ廃棄がない |
| 十字穴なし | シャープエッジではない |
| 20~70%の廃棄 | あまり複雑でない形状 |

「現場のコスト」図は、よくある実際のコストを示しています。非常に多くの場合、ファスナー（Cパーツ）は製品総コストの約5%です。しかし入手コストは、おそらく全体のコストの最大50%になる可能性があります。

デザインエンジニアは、コストの部分を自分の責任と考えていないかもしれません。しかし、明確な定義に基づいた標準規格のファスナーは非常に有用です。さらに管理のしやすさもメリットとなります。試作品の製作においてはさほどファスナータイプに依存しないでしよう。

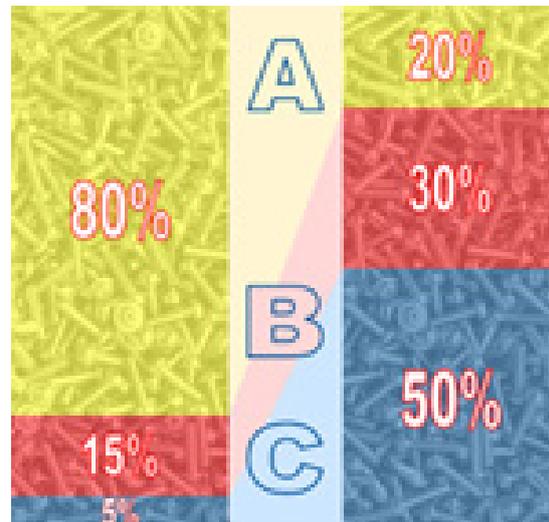


図7 Aパーツ:高価値・少量・低い購入コスト
Cパーツ:低価値・大量・高い購入コスト

正しい選択をする

決定

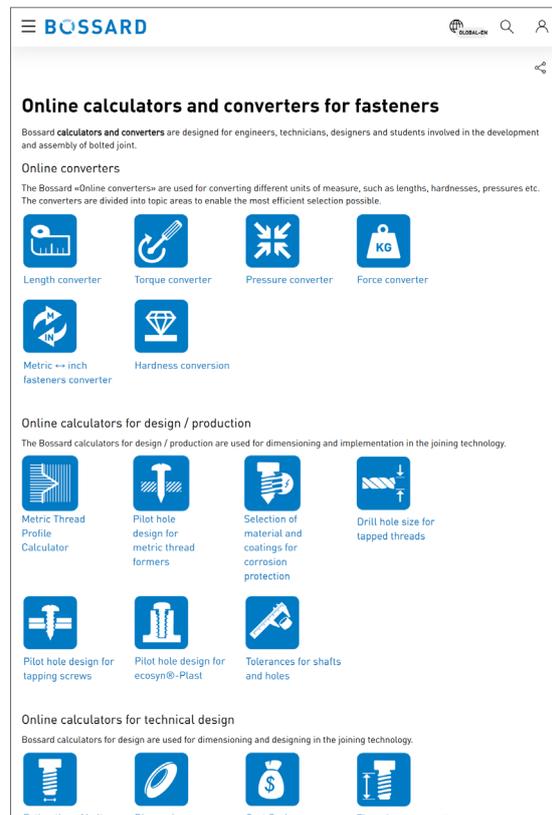
デザイン段階のほとんどの製品は、製品のリリース前に必要なテストを受けます。ソフトウェアと計算能力の進歩により、テストプロセスは最小限に抑えられています。しかし時折、製品を市場に展開しなくてはならないというプレッシャーにより、製品のテストプロセスがおろそかにされることがあります。

お客様の製品の完全性をサポートするために、テスト機器をご用意しております。



図8 お客様のテストエリア

プリロード(予張力)やトルク最適化計算などのソフトウェアは、当社ウェブサイト(www.bossard.com)およびiTunes App Storeで入手可能です。



製品の組立時に実施できる他のテストは、ユンカー振動試験です。このテストは、締結部品の緩みの可能性をチェックし、部品を改善できるかどうかを判断するためのものです。

上記は、製品の機能および信頼性テストの前に実施できる締結テストです。これらの締結テストを製品テストの前に実施すると、リスクが軽減され製品の信頼性が向上します。

現在、デザインエンジニアにとって最も困難な決定は、腐食管理に関連する製品の寿命です。言い換えれば、機能不全につながる腐食なしに製品がどのくらいの期間機能することができるか、ということです。多くの場合、すぐに思いつく解決策はステンレス鋼を用いることです。経済的側面からみると、ステンレス鋼の使用はコストが課題となります。最適な耐腐食性を備えた炭素鋼を求めることは難しいチャレンジです。

耐腐食コーティングを施した高強度炭素鋼は、関連する水素脆化欠陥のリスクを認識した上で慎重に管理する必要があります。

他の関連する問題は、適切な耐腐食ソリューションのために、ボルトが公差を下回るようにしたり、あるいはナットを大きく（オーバータップ）したりする必要が起きるということです。これはファスナーの本来の強度を損なうことにつながりかねません。（ボルト・ナットの）両方では行なわないことに注意してください。

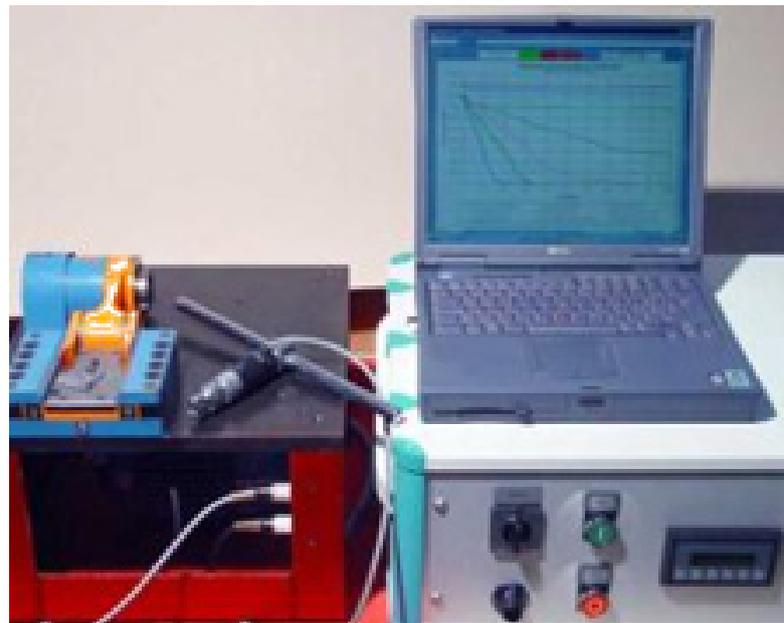


図9 ユンカー試験機

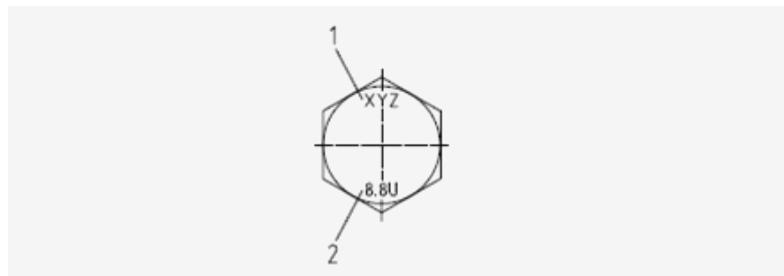


図10 コーティング前の溶融亜鉛メッキボルトおよびねじの公差クラス6az未満のねじのマーキングの例

1. メーカー識別マーク
2. 強度クラスと追加のマーキング

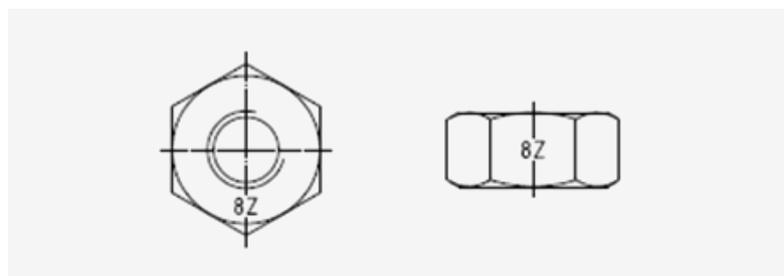


図11 コーティング後に公差位置6AZにオーバーサイズでタップされた溶融亜鉛メッキナットのマーキングの例

正しい選択をする

サマリー

デザインプロセスの最初からファスナー部品を検討することは、業界標準品の使用を確実なものとするために不可欠です。デザインの最終決定と大量生産の前に、最終的な組立工程を考慮することは、最大の利益につながります。

結論

製品のファスナーを選択することは、思ったほど簡単ではなく、時には気が遠くなるような作業になることもあります。ファスナー製品と腐食管理の基本的な理解は有用です。正しい選択を確実なものとするために、繰り返し選択がなされ、テストを実施する必要もあります。そしてこれらは時間と注意を要します。デザインに関する部署からのフィードバックに耳を傾けることも必要です。市場の要求に柔軟に対応してください。締結部品とソリューションを価格だけで決定せず、全体的な経済性に基づいて決定してください。ワンオフ品の品質は、継続的に求められる品質とは異なります。信頼できるサプライヤーや製造業者に依頼して、一貫した品質を確保してください。あなたのデザインと製品はそれにふさわしいものであり、エンドユーザーはそれを期待しています。

ボサードのサービスに関しては、ボサードスタッフにお問い合わせください。当社のエンジニアが、お客様の組立デザインの最適化をサポートします。これにより、経済的なソリューションが保証され、リスクが軽減され、納期が守られ、予定通りの市場投入の可能性が高くなります。

ボサードエンジニアは、お客様のファスニング・ソリューションのニーズにトータルな解決策をご提供する準備が整った訓練されたスタッフです。

ボサードのファスニング・ソリューションに対する情熱をご体験ください。

正しい選択をする

ファスナーの知識

1. 安価すぎるまたは高価すぎるファスナーや仕上げはありません
2. 費用対効果の高いデザイン、ソリューションおよび方法しかありません
3. 最も安いファスナーが最も高価なファスナーになる可能性があります

ボサード・エンジニアリング・サービス (ATE)

ボサード・エンジニアリング・サービスは、設計エンジニアの皆様を対象に、様々なエンジニアリングサービスとサポートを提供しています。ファスナー技術とソリューションに関する社内セミナーを開催いたします。オンライン・カタログと技術情報は、ファスナーの選択に役立ちます。

現在ご利用いただけるオンライン・エンジニアリング・サービスは以下の通りです：

- **トルクと予圧の計算機**
参考値として、これは締結トルクとアセンブリにかかるクランプ力の初期計算に最適です。
- **はめ合い**
止まり穴は多くの場合、ねじ山の剥離を防ぎ適切なクランプ力を得るために、十分なねじ山を確保する必要があります。
- **コスト削減計算機**
多くのファスニング・ソリューションにおける、現時点でのコスト削減の可能性の概算。
- **変換カリキュレーター**
計算結果を様々な単位に変換するための便利なツールです。グローバルな環境で働く、すべての尊敬されるエンジニアにとって不可欠です。

加えて、これらのエンジニアリング・ツールはすべて、互換性のあるスマートフォンでご利用になれます。



さらにサポートが必要な場合、
または特別な仕上げが必要な場合は、
bossard.co.jpからお問い合わせください。