

プレコートボルト ～水性メック加工・水性スリーロック加工～

はじめに

プレコートボルトとは、反応性樹脂をマイクロカプセル化したものや、特殊配合された合成樹脂をビス、ボルト、プラグ、パイプ等のねじ部に予め塗布加工してねじ自体にシール、ロック、アジャスト、潤滑等の機能を付与させる機能部品です。それまでねじ類の組み付け作業現場で使用されていた液状のシール剤、ロック剤には、塗布工程における作業時間のムダや、環境汚染、塗布ムラ、塗り忘れ、かぶれ、さらには効果発現性が遅いなどの欠点がありましたが、プレコートボルトはこれらを解決するために、ねじ部に直接、事前に加工しておくというプレコーティング技術によって開発されたものです。

プレコートボルトにはその特性上シーロック加工、メック加工、スリーロック加工等の商品群があり、自動車産業、電子電気産業他長年の実績を持った商品です。(3頁の図-3参照)

これらのプレコートボルトは一般的に図-1に示すような工程で塗布加工されています。この工程においてプレコート樹脂には希釈溶媒として一般的には有機溶剤が使用されており、この溶剤が乾燥工程時に大気中に揮散されてしまうのが実状です。最近公布された大気汚染防止法の一部改正によって環境規制(VOC規制)も含め厳しくなることが予想され、全工程の脱有機溶剤化が望まれてきています。(以下ThreeBondをTBと略します。)

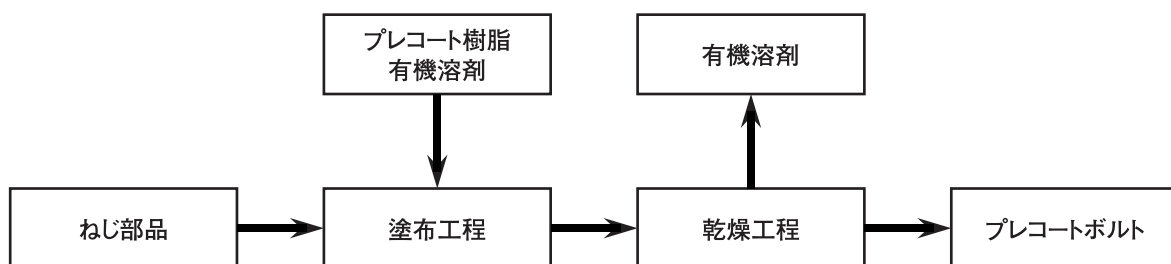


図-1, プレコートボルト製造工程

目次

はじめに	1		
1, VOC規制について	2	2-6, エポキシメック水性型と溶剤型との比較	4
1-1, VOC対策	2	2-7, 硬化速度	4
1-2, 水性化の問題点	2	2-8, 耐熱性	5
2, メック加工	3	2-9, 耐薬品性	5
2-1, 溶剤型アクリルメック	3	2-10, シール性	6
2-2, 水性型アクリルメック	3	3, スリーロック加工	7
2-3, アクリルメック水性型と溶剤型との比較	4	3-1, 水性スリーロック加工	7
2-4, 溶剤型エポキシメック	4	3-2, 小ビス専用水性スリーロック加工	7
2-5, 水性型エポキシメック	4	4, おわりに	8

1, VOC規制について

平成16年5月26日に「大気汚染防止法の一部を改正する法律」が公布されました。この概要としましては、人体に悪影響を及ぼすとされている浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダント（ O_x ）の生成原因物質として揮発性有機化合物（VOC）の関与を示し、その排出を抑制しようというものです。これらの有害物質の生成メカニズムについて図-2に示します。

本法でのVOCの規制指針の詳細に関しては今後政令で定められることとなります。このため、有機溶剤が即時全廃されるということになるとは思えませんが、近い将来は使用する際にはより厳しい条件が課されることは容易に想像されます。

また、本法では使用するユーザー殿においてもVOC使用量の少ない製品を選択する旨の条文も盛り込まれており、製造する側、使用頂く側と両側面とも何らかの制限が加えられることとなると思われます。

1-1, VOC対策

一般に塗料や、接着剤、プレコート樹脂加工時等のVOCを使用場所からの排出を制限するためには、①コンデンサー等で有機溶剤を回収する方法、②水等他の溶媒に変更する方法、③粉体塗装等の無溶剤システム化等が考えられます。これらの選択肢の中で、溶媒回収装置を設置して、有機溶剤を回収することは短期的には有効な手段ではありますが、欧米や、韓国、台湾といった近隣各国も独自のより厳しい規制をとりつつあることより恒久的な対策とは言えません。また無溶剤化はプレコート工程の特性上技術的なハードルも高く、現時点では現実的ではありません。そういった中でスリーボンドではプレコート樹脂のVOC対策として溶媒を水に変更する対策を中心に検討して参りました。

1-2, 水性化の問題点

プレコート樹脂の溶剤を有機溶剤から水に変更することによって、環境への対応性、安全性、取り扱い性等多くの利点がある反面、乾燥性、配合樹脂の温度依存性、高分子樹脂の溶解性等配合上や加工工程上の制限、課題も多く残ります。

例えば配合上の問題では、水と有機溶剤との溶解性等の違いによって、従来と同じ接着剤成分が使用できないことや、あるいは乾燥が遅いためせっかく塗布しても垂れてしまうといった課題がありました。

これらの問題点を解決するために、樹脂では新規なマイクロカプセルや接着剤成分の水系への分散技術の開発を検討して参りました。また塗布加工工程では樹脂の粘度管理や、乾燥工程時の雰囲気温度、湿度等の管理を慎重に行うこととしました。これらより従来の有機溶剤タイプと同じレベルの製品となり上市に至りました。

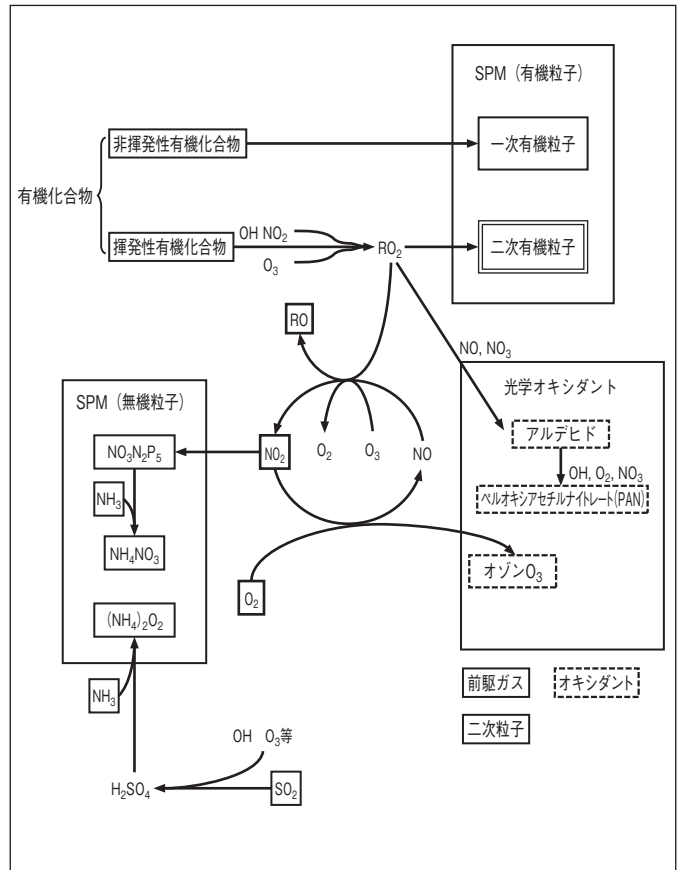


図-2, 大気中のVOCなどのメカニズム¹⁾

2、メック加工

弊社のプレコートボルトは、その特性上、図-3のように分類しております。その中の一つであるメック加工は、ボルト等のねじ面に接着剤成分等を乾燥皮膜の状態にして塗布加工したもので、以下の写真-1のような外観を有しています。この加工されたねじ部品に関しては、塗工された成分を乾燥皮膜にすることや、反応性樹脂を硬化剤と分けて同じねじ面に塗布したいために、通常一部あるいは複数の成分をマイクロカプセル化する技術を応用しています。これによって、ねじを締め込まなければ安定ですが、ねじを締め付けることにより、せん断力等によってマイクロカプセルが破壊して芯物質がにじみ出し、硬化剤等と混合されます。そして、重合反応を起こしてねじ部の緩み・洩れを防止します。また、マイクロカプセル技術を用いることで、液状物質を見かけ上粉体にする事が可能になり、べたつきやかぶれ等の問題が改善されるというメリットもあります。

ダーを用いています。有機溶剤にて希釈後、ボルトに塗布して所定の膜厚にコントロールされたプレコート皮膜を得ます。締め込み時に、マイクロカプセルが割れ、硬化剤等と混合されることにより反応が開始し、固着力及びシール性を発揮します。メック加工は、固着強度により低強度（取り外し可）から高強度（永久固着）に分類されており、TB2411は低強度、TB2403は中強度、TB2471は高強度に分類されます。

2-2、水性型アクリルメック

希釈溶媒を有機溶剤から水に変更することで、バインダーの水への溶解性やマイクロカプセルの安定性といった課題が残ります。このため、水性型アクリルメックは、主成分であるアクリルモノマーを特殊な形で水中に分散させる技術と新規なマイクロカプセルを応用して開発に至りました。水にて希釈後、ボルトに

2-1、溶剤型アクリルメック

溶剤型アクリルメックは、主成分であるアクリルモノマー等を内包したマイクロカプセルとバインダー、充填剤等により構成されています。マイクロカプセルは粉体であるため、ねじ部に留まることができないことから、これをねじ部に密着させる成分としてバイン

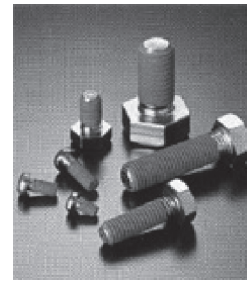


写真-1、水性型メック加工ボルト

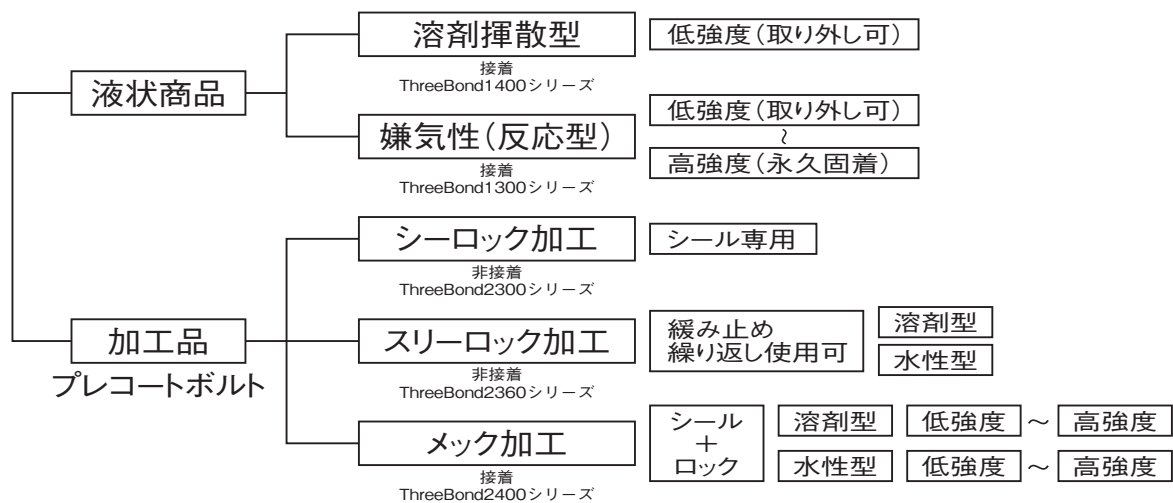


図-3、スリーボンドのねじ締結商品群

塗布し、同様なプレコート皮膜を得ることができます。水性品ではありますが乾燥した塗膜は水に不溶となり、耐湿性に優れた塗膜が得られます。現在は強度別に2グレードあり、TB2457は低強度、TB2475は高強度に分類されます。

2-3, アクリルメック 水性型と溶剤型との比較

溶媒に水を使用しているため、塗布後の乾燥工程が溶剤型よりも長くなります。水性型は、従来と比べて特殊な配合技術を用いておりますが、反応機構及び反応硬化後の樹脂成分はほとんど変わりません。

2-4, 溶剤型エポキシメック

溶剤型エポキシメックは、マイクロカプセルにエポキシ樹脂を内包させ、そのマイクロカプセルとアミン硬化剤、バインダー、充填剤等により構成されています。TB2430及びTB2440Bがあり共に高強度に分類されます。

2-5, 水性型エポキシメック

水性型エポキシメックTB2446のマイクロカプセルは、溶剤型と同様のものを使用しております。そのマイクロカプセルとアミン硬化剤、バインダー、充填剤等により構成されています。水性化には前述のアクリルメックと同じ様な課題が残りますが、新規な手法により開発に至りました。TB2446は高強度に分類されます。

2-6, エポキシメック 水性型と溶剤型との比較

TB2446はTB2430やTB2440Bに比べて、

- 小ビス適用時にて強度が高い
- 締め込み時のカスが少ない
- 夏場の加工ボルトのべたつきが少ない
- 白化しない

等の利点を持っているため、パソコン・携帯電話の筐体ねじ・基盤固定用として多く使用され始めております。

2-7, 硬化速度

アクリルメックの特長としては、硬化反応がラジカル重合であるため硬化（固着）時間が早いという利点があります。アクリルメックの場合、通常25℃において24時間で硬化します。

エポキシメックの場合、使用している硬化剤の違いにより、標準硬化時間は25℃で48~72時間となっております。図-4、図-5にアクリルメックとエポキシメックの硬化速度を示します。水性型の硬化速度は溶剤型と比べて同等以上の性能を有しております。

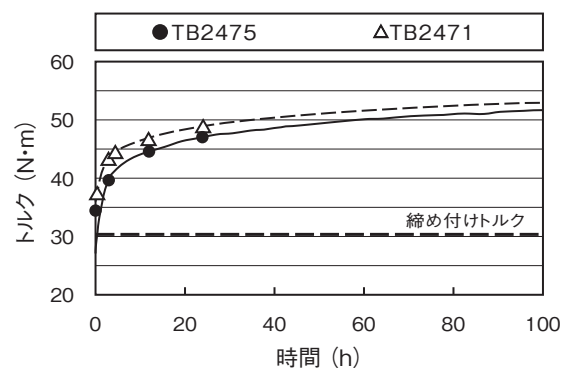


図-4, アクリルメック 硬化速度

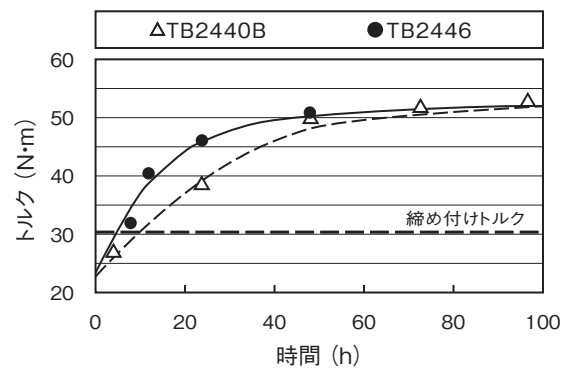


図-5, エポキシメック 硬化速度

- ・硬化条件 30N・mでボルトを締め付け、25℃雰囲気下にて所定時間硬化させた後、戻しトルクを測定
- ・試験材料 JIS 2 級 M10 亜鉛めっきクロメート処理ボルト及びナット使用

2-8, 耐熱性

熱時固着力の図を以下に示します。図のように温度が高くなると締め付けトルクまで固着力が低下してきますが、この点をロック耐熱限界温度としております。水性型のロック耐熱限界温度は、TB2457では120℃、TB2446とTB2475は150℃となります。

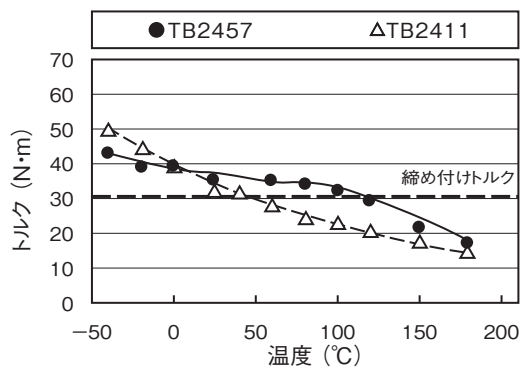


図-6, 低強度アクリルメック熱時強度

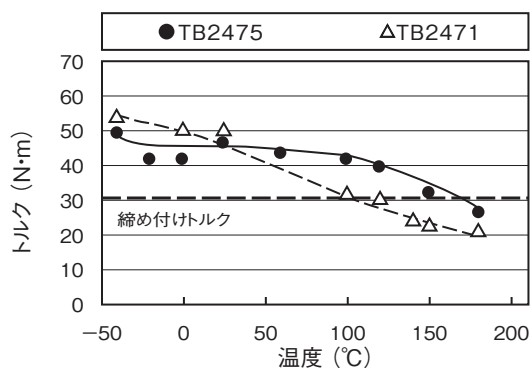


図-7, 高強度アクリルメック熱時強度

2-9, 耐薬品性

エポキシは優れた特長である耐熱性、耐ヒートサイクル性、耐薬品性を有しています (図-9)。

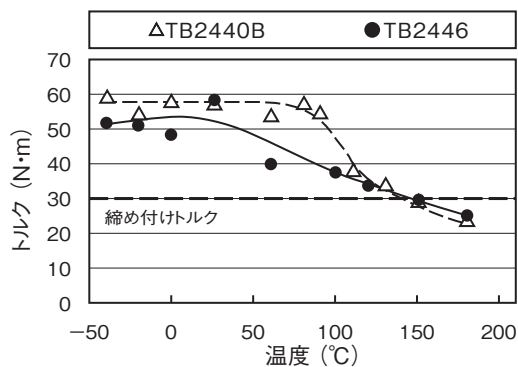


図-8, エポキシメック熱時強度

- ・硬化条件 30N・m でボルトを締め付け、25℃×24h (または48h、72h)硬化
- ・試験材料 JIS 2 級 M10 垂鉛めっきクロメート処理ボルト及びナット使用

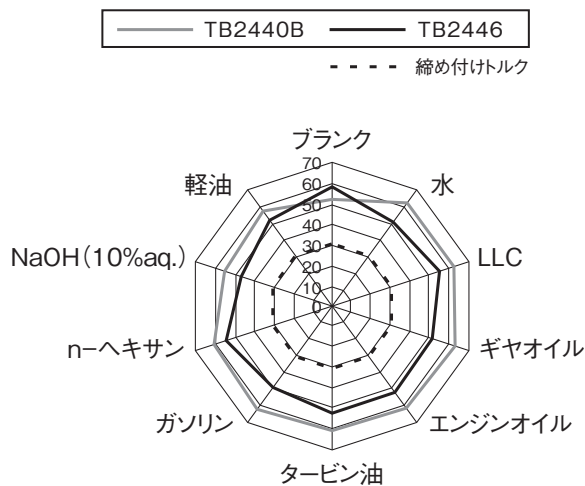


図-9, エポキシメック 耐薬品性

- ・硬化条件 30N・m でボルトを締め付け、25℃×48h (または72h)硬化
- ・試験材料 JIS 2 級 M10 垂鉛めっきクロメート処理ボルト及びナット使用

2-10, シール性

室温下はもちろんのこと、より厳しい温度条件においてもメック加工は優れた耐圧性を持っております。シール試験の方法は、メック加工ボルトをシール試験ブロックに組み付け、硬化後、このブロックを油圧

シール試験機に組み付け、加圧し、その時の漏れの有無を確認するというものです(図-10)。油圧8MPaに耐える温度をシール耐熱限界温度としております。結果を表-1に示します。

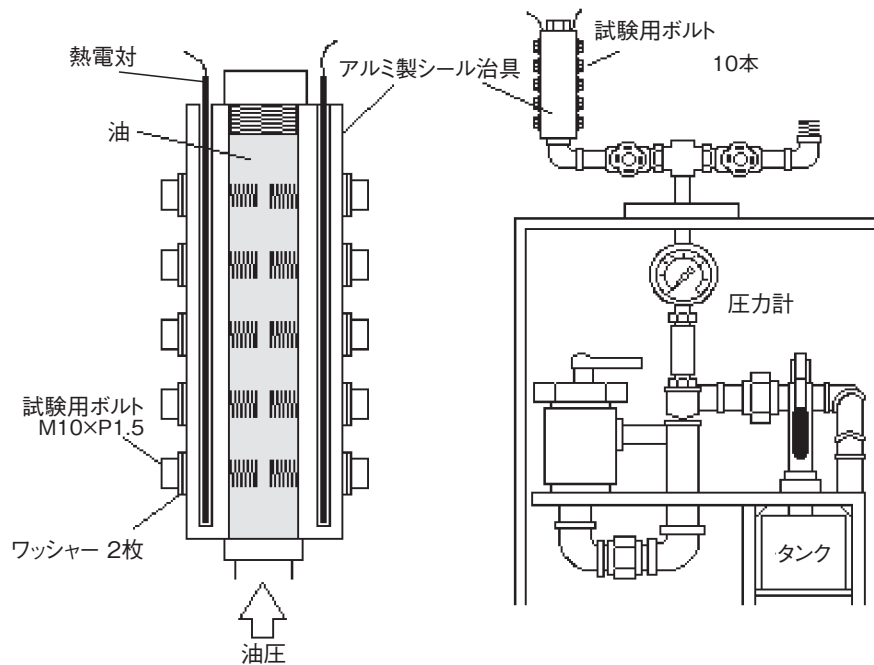


図-10, シール試験機

表-1, シール性

	試験温度 ℃	圧力 MPa				
		2	4	6	8	10
TB2446	25	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	150	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
TB2457	25	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	150	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
TB2475	25	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
	150	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10

- ・硬化条件 30N・m でボルトを締め付け、25℃×24h(または48h)硬化
- ・試験材料 JIS 2級 M10垂鉛めっきクロメート処理ボルト及びアルミブロック(A5052P)使用
- ・加圧条件 1MPa/min 毎に 10MPa まで昇圧

3, スリーロック加工

スリーロック加工とは、ナイロンを主成分とした戻り止めコーティング加工です(写真-2)。ナイロンの反発弾性により、ねじの戻り止め抵抗が生じ、脱落防止、調整ねじの機能を持ちます。また、優れた繰り返し使用特性を有しており、JASO規格(日本自動車規格、JASO F 106-96: プリベリングトルク型戻り止め六角ナット)に準じた試験に適合しております。従来品TB2361は、希釈剤として溶剤を使い加工しておりました。

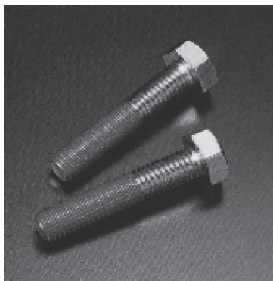


写真-2, スリーロック加工

3-1, 水性スリーロック加工

溶剤型スリーロックTB2361を水性化する際、最も問題になる点は、塗布加工時の垂れ易さでした。スリーロックは塗膜の膜厚が性能に影響を与えるため、膜厚のコントロールが大変重要となります。水性型は、溶剤型に比べて蒸発速度が遅いため、垂れから起因する膜厚のばらつきが懸念されます。そこで、水性型TB2365では、溶剤型にはなかった垂れ止め対策配合をすることにより、この問題を解決しております。また、樹脂硬度を溶剤型より下げることで繰り返し特性も向上させております(図-11)。

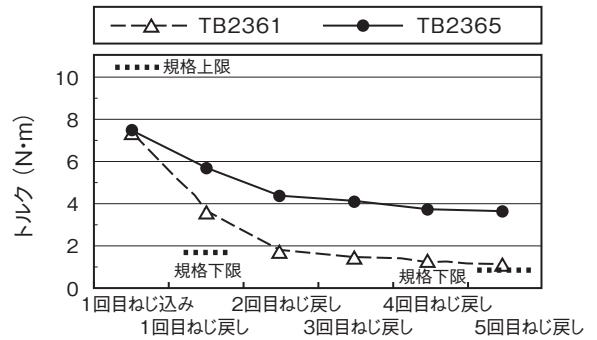
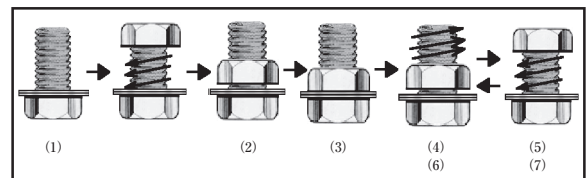


図-11, M10 ボルト繰り返し特性

- ・試験材料 JIS 2級 M10 亜鉛めっきクロメート処理ボルト及びナット使用
- ・試験方法
 - (1) 下図のように加工ボルトにスペーサーをセットする。
 - (2) ナットをスペーサー面より1山までねじ込み、その間の最大値(ねじ込みトルク)を測定する。
 - (3) 更にナットをねじ込み、規定の締め付けトルクにて締め付ける。
 - (4) その後、ナットを戻し、そのトルク(戻しトルク)を測定する。
 - (5) さらにナットが外れるまで戻し、その間の最大トルク(1回目ねじ戻しトルク)を測定する。
 - (6) ナットをスペーサー面より1山までねじ込む。
 - (7) ナットが外れるまで戻し、その間の最大トルク(2回目ねじ戻しトルク)を測定する。
 - (8) (6)~(7)操作を繰り返し5回目まで行う。(3回目~5回目ねじ戻しトルク)



3-2, 小ビス専用水性スリーロック加工

スリーロックは、開発当初、標準ボルト(M10)を基準として開発されました。しかし、現在、パソコンの筐体ねじや基盤固定用の小ビス(M1~M3)への加工が多くなってきております。これらの小ビスに従来のスリーロックを使用すると繰り返し性のばらつきが大きくなる問題が生じていました。よって、小ビスのクリアランスに対応できる水性商品TB2364の開発を行ってきました。図-12及び図-13は小ビス専用品TB2364と通常品TB2365をM3ビスに加工した場合における繰り返し使用時のばらつきの比較となります。膜厚のばらつきを抑制した配合にしたことにより、締め込み時のトルク抵抗のばらつきが小さくなり、安定した繰り返し特性を得ることが可能となりました。

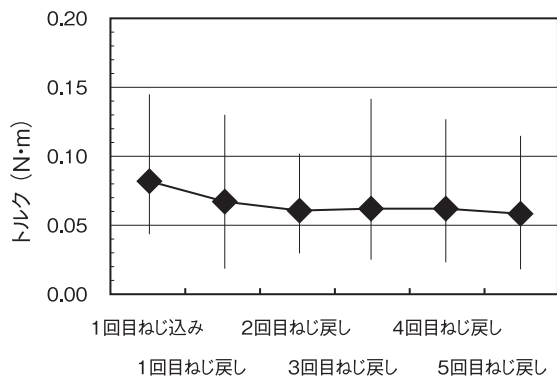


図-12, TB2365 M3 ビス繰り返し特性

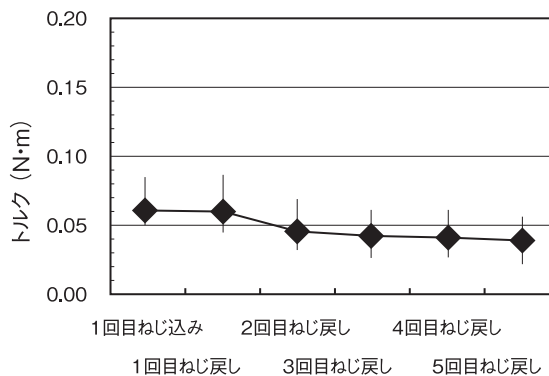


図-13, TB2364 M3 ビス繰り返し特性

- ・試験材料 十字穴付きナベ小ねじ M3 ニッケルめっき
真鍮製インサートナット M3
- ・試験本数 n=10

4, おわりに

プレコートボルトの水性化は徐々にではありますが着実に浸透し始めております。水性化への移行が少しでも環境保全に役立つことがスリーボンドの願いです。

今後も我々を取りまく産業界ではより地球環境に優しいケミカル材料の要求が増えてゆくものと思われま。スリーボンドではプレコートボルトの水性化開発に止まることなく、これらのニーズに応えるため挑戦し続けております。

<参考文献>

- 1) “炭化水素に係わる化学的基礎情報調査”, 三菱化学安全科学研究所

株式会社スリーボンド 研究所

開発部 工材開発課 前田 康雄
金澤 英紀

ThreeBond
TECHNICAL NEWS

企画 株式会社 URC 編集室
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
スリーボンドビル2F
電話 03(5447)5333

発行 株式会社 スリーボンド
東京都八王子市狭間町1456
電話 0426(61)1333(代)