FUJIMOTO
Providing the Best

14.9 超強度六角穴付ボルト

Ultra-High Strength Hex Cap Screws

- 遅れ破壊による危険性の改善
- 耐疲労性の向上によるロングライフ化
- サイズダウンによる設計のコンパクト化
- 締結力の向上による緩みの防止

藤本産業株式会社

www.fujimotosangyo.co.jp

product-solution@fujimotosangyo.co.jp

会社概要

藤本産業株式会社は70年を超える業歴をもつ「ねじ」専門商社です。

戦後まもなく機械や工具を扱うお店が軒を並べていた大阪市・谷町で、現在は中小企業の街・東大阪市にある大阪機械卸業団地（通称、機械団地）で事業活動をしています。

「ねじ」とひとことに言っても、携帯電話や眼鏡に使用される小さなものから、鉄道や橋梁に使用される大きなものまで多岐に亘ります。「ねじ」の種類は一般流通品と呼ばれるものだけでも数十万点あり、それだけ色々な所に使用され活躍しているのです。そうした「ねじ」を専門に扱うものとして、長年やってきたことに喜びと誇りを感じます。

製品概要

14.9六角穴付ボルトは、日本の高い技術力を誇る一流メーカーのコラボレーションにより開発した新たな高強度固定ソリューションです。この商品は「耐遅れ破壊特性」に優れた高強度ボルト用鋼※1が採用され、引張強度1,400N/mm²を誇りながら9%以上の伸びを実現します※2。

さらに航空宇宙用の「MJねじ」※3の採用により14.9六角穴付ボルトの耐疲労性を向上しています。

超強度と超強度による締結力、及びねじ精度の向上による緩みの防止がメンテナンスにおける問題を解決します。

塩水噴霧試験1,000時間以上をクリアしたデルタプロテクトの表面処理※4を施した14.9六角穴付ボルトは更に長期使用可能な耐性を持っています。

※1　材質の詳細については**P4**を参照下さい
※2　超強度六角穴付ボルトの仕様の詳細については**P6**を参照下さい
※3　MJねじの詳細については**P7**を参照下さい
※4　デルタプロテクトコートの詳細については**P9**を参照下さい

材質	KNDS4 ㈱神戸製鋼所製高強度ボルト用鋼
強度	クラス14.9
引張強度	1,400N/mm²
耐力	1,260N/mm²
保証荷重応力	1,120N/mm²
伸び	9% min
硬度	HRC 44～50
寸法規格	JIS B 1176（首裏Rを除く）
ねじ規格	ISO5855-1 MJねじ（航空宇宙用）
ねじ精度	ISO5855-1に基づく4g6g
表面処理	黒色酸化被膜 / デルタプロテクト

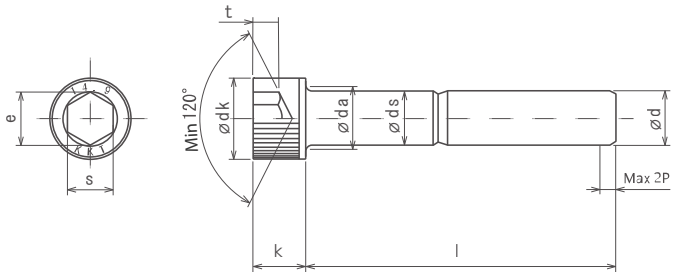
▼ 在庫範囲表

	5	6	8	10	12	15	16	18	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150
M3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○																	
M4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○																
M5		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○													
M6				●	●	●	●		●		●	●	○	○	○	○													
				●	●	●	●		●		●	●	○	○	○	○													
M8					●	●	●		●		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
						●	●		●		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
M10						●	●		●		●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
						●	●		●		●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
M12									●		●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
											●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
M16												●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
												●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※ ● は黒色酸化被膜の全ねじ、○ は黒色酸化被膜の半ねじ

※ ● はデルタプロテクトコートの全ねじ、○ はデルタプロテクトコートの半ねじ

▼ 図面



▼ 寸法

呼び径（d）	ピッチ（P）	dk		da	ds		e	k		s			t
		Max	Min	Max	Max	Min	Min	Max	Min	呼び	Max	Min	Min
M3	0.5	5.68	5.32	3.6	3.00	2.86	2.873	3.00	2.86	2.5	2.56	2.52	1.3
M4	0.7	7.22	6.78	4.7	4.00	3.82	3.443	4.00	3.82	3	3.08	3.02	2.0
M5	0.8	8.72	8.28	5.7	5.00	4.82	4.583	5.00	4.82	4	4.095	4.020	2.5
M6	1.0	10.22	9.78	6.8	6.00	5.82	5.723	6.00	5.70	5	5.095	5.020	3.0
M8	1.25	13.27	12.73	9.2	8.00	7.78	6.863	8.00	7.64	6	6.095	6.020	4.0
M10	1.5	16.27	15.73	11.2	10.00	9.78	9.149	10.00	9.64	8	8.115	8.025	5.0
M12	1.75	18.27	17.73	14.2	12.00	11.73	11.429	12.00	11.57	10	10.115	10.025	6.0
M16	2.0	24.33	23.67	18.2	16.00	15.73	15.996	16.00	15.57	14	14.142	14.032	8.0

高強度ボルト用鋼(KNDS4)

高強度ボルト用鋼「KNDS4」は、自動車用ボルトの使用環境を想定した水中方式、及び酸大気方式の遅れ破壊試験の両方の方式で評価された「耐遅れ破壊性」に優れた鋼です。

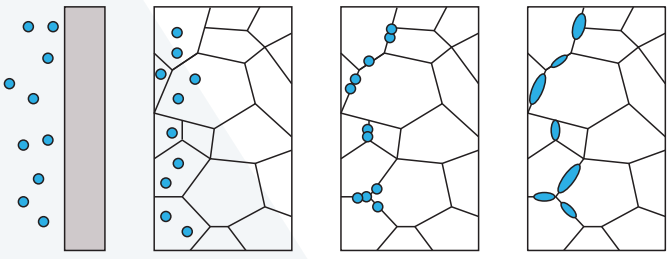
レース用ボルトや自動車向けのデフセットボルト、シリンダヘッドボルトなど、12～15T級の高強度ボルトにも採用された実績ある鋼種です。

結晶粒度の微細化、不純物元素の低減、微細炭窒化物(水素のトラップサイト)の析出により、耐遅れ破壊性の改善が図れると共にボルトの高強度化が可能となります。

水素脆化とは

水素脆化は、材料への水素の吸収と拡散の結果として金属が脆くなるときに発生します。脆化の程度は、吸収された水素の量、材料の微細構造、および材料に加えられた応力によります。

▼ 水素脆化の一例



KNDS4の、耐遅れ破壊特性の 改善を目的とし

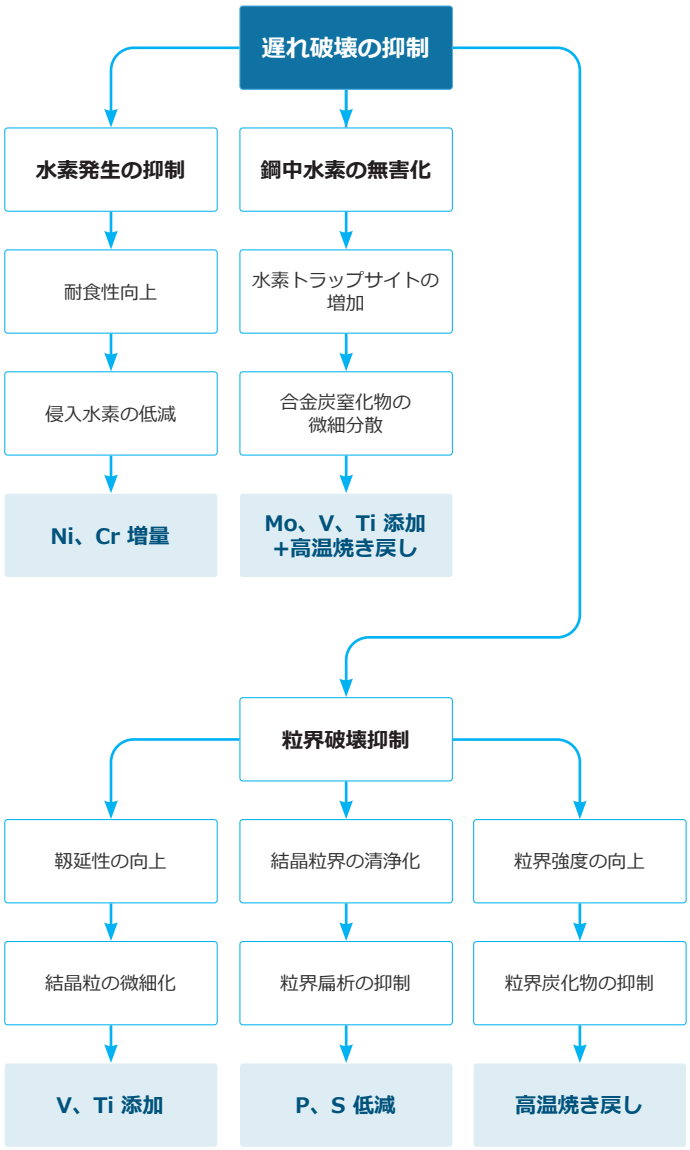
① 侵入水素の低減
② 水素のトラップサイトの増加
③ 限界拡散性水素量の向上

を図った鋼種設計がされております。

▼ 推奨強度1,000~1,200N/mm² のSCM440と推奨強度1,300~1,400N/mm² のKNDS4の化学成分の比較 / （%）

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	V
SCM440	0.41	0.20	0.72	0.013	0.010	-	1.01	0.18	-	-
KNDS4	0.42	0.06	0.53	0.007	0.004	0.54	1.00	0.97	0.05	0.07
							低減		添加	

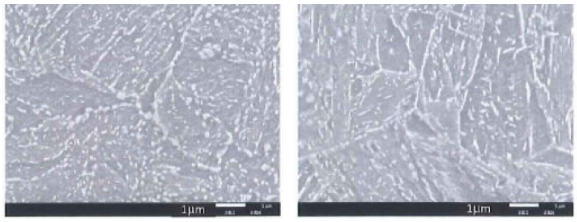
▼ 耐遅れ破壊特性の改善



焼入れ焼戻し特性

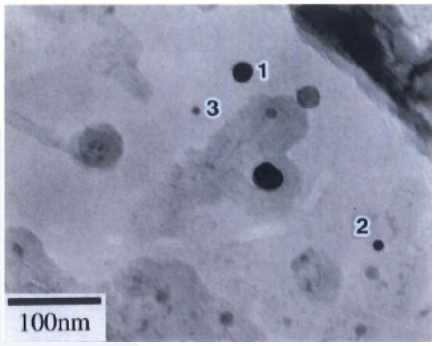
KNDS4は、粒界強度の向上のため高温での焼戻しを行います。また、高温での焼き戻しを行い、Mo・Ti・Vの複合炭化物を析出させるため、SCM440に比べ高い強度が得られます。

▼ 結晶粒界：KNDS4では、粒界のフィルム状炭化物が軽減

鋼種	SCM440	KNDS4
強度	12T	14T
ミクロ組織(SEM)		

粒界炭化物の比較(SEM写真)

▼ 微細析出物：水素トラップサイトと成り得る極微細の複合炭化物が多く析出。



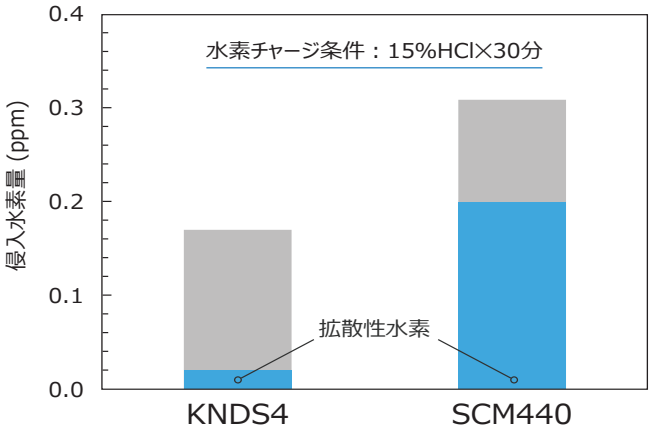
KNDS4の微細析出物(TEM写真)
<Mo-Ti-V系複合炭化物>
(1:25nm, 2:15nm, 3:10nm)

「KNDS4]と「SCM440」の侵入水素量及び拡散性水素量

下のグラフはKNDS4とSCM440の侵入水素量及び、拡散性水素量の測定結果を示します。同一条件で水素チャージした場合KNDS4はSCM440よりも侵入する水素の量が少ないことがわかります。

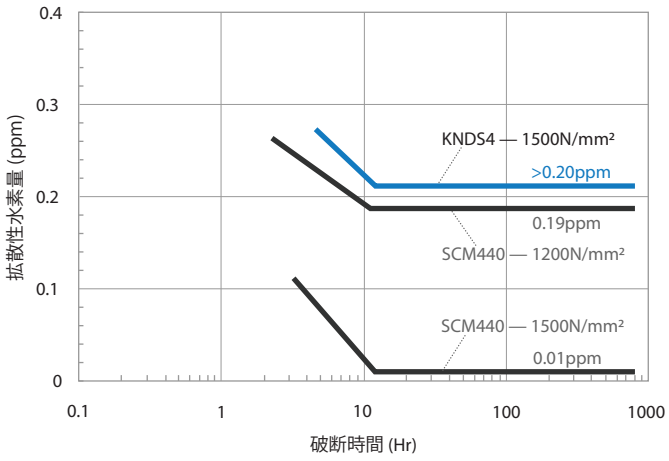
更に、KNDS4はSCM440に比べ鋼中でトラップされる水素量が多く、遅れ破壊発生の原因と考えられる拡散性水素量も少なくなります。

▼ 侵入水素量及び拡散性水素量



※水素測定条件　侵入水素量：800℃ x 1時間加熱抽出
拡散性水素量：100℃ x 1時間加熱抽出
※拡散性水素　遅れ破壊の原因になると考えられている鋼中の水素

▼ 「KNDS4」と「SCM440」の限界拡散性水素量



KNDS4とSCM440の限界拡散性水素量は、KNDS4 (TS:1,500N/mm²級) ＞SCM440 (TS:1,200N/mm²級)となっており、KNDS4が優れた耐遅れ破壊性を有している事を示しています。

超強度六角穴付ボルトの仕様

性能試験では、六角ボルトの驚異的な強度、耐久性、再利用性、防錆性が示されました。

この製品 高い締め付け力とMJ4ｇ6ｇのねじ精度で緩みに対処しています。また締結力の向上によるサイズダウンが図れ、設計のコンパクト化が実現できます。さらに表面硬度の向上により、ねじ面・座面の焼付き性が軽減され、繰返し使用に起因する表面の劣化が改善されています。

以下は、異なる強度のボルトとの 仕様 の比較です。

▼ 高強度ボルトの比較表

強度	引張強度 (N/mm²)	0.2%耐力 (N/mm²)	保証荷重 (N/mm²)	伸び (%)
8.8	800	640	580	12
10.9	1,000	900	830	9
12.9	1,200	1,080	970	8
14.9	**1,400**	**1,260**	**1,120**	**9**

▼ 最小引張荷重/保証荷重比較/締付力及びトルク比較 （参考値）

	有効断面積 (mm²)	最小引張荷重(kN)			保証荷重(kN)			締付力(kN)※			トルク(Nm)※		
		10.9	12.9	**14.9**	10.9	12.9	**14.9**	10.9	12.9	**14.9**	10.9	12.9	**14.9**
M3	5.03	5.2	6.1	**7.0**	4.2	4.9	**5.6**	3.3	3.9	**4.4**	1.7	2.0	2.2
M4	8.78	9.1	10.7	**12.3**	7.3	8.6	**9.8**	5.8	6.8	**7.7**	3.9	4.6	5.2
M5	14.2	14.8	17.3	**19.9**	11.8	13.9	**15.9**	9.3	10.9	**12.5**	7.9	9.3	10.6
M6	20.1	20.9	24.5	**28.1**	16.7	19.5	**22.5**	13.2	15.5	**17.7**	13.5	15.8	18.1
M8	36.6	38.1	44.6	**51.2**	30.4	35.5	**41.0**	24.1	28.2	**32.3**	32.8	38.4	43.9
M10	58.0	60.3	70.8	**81.2**	48.1	56.3	**65.0**	38.2	44.7	**51.2**	64.9	76.0	87.0
M12	84.3	87.7	103.0	**118.0**	70.0	81.8	**94.4**	55.5	64.9	**74.4**	113.2	132.4	151.8
M16	157.0	163.0	192.0	**220.0**	130.0	152.0	**176.0**	103.3	120.9	**138.5**	281.0	328.8	376.7

締付に際しては軸力管理、トルク管理を十分に行ってください。

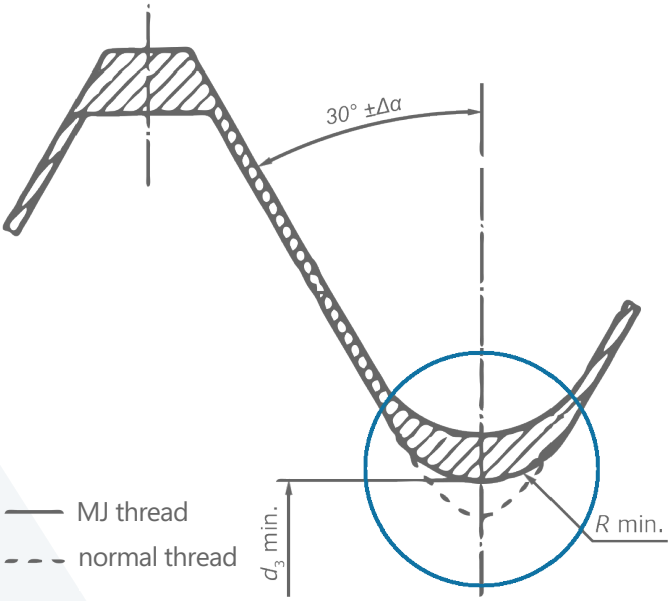
※上記は参考値です。ご使用にあたってはJIS B1083等を参照して、適正締付トルクを求めて下さい。

※トルク(T)=KdF K=トルク係数(0.17)、d=呼び径、F=降伏荷重の70%

耐疲労性が向上する「ＭＪねじ」

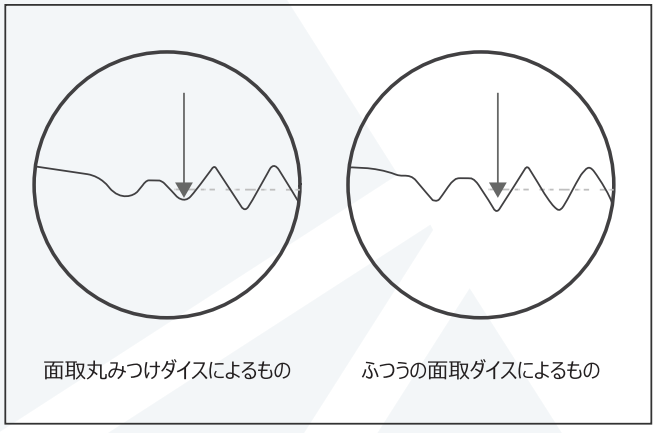
MJねじは、航空機、ロケット、宇宙ステーションで使用される「航空宇宙用メトリックスレッド」です。 MJねじ規格は、ISO 5855で指定されており、小径は大きく、ピッチ径の公差は一般的なメートルねじよりも精密です。

▼ MJねじ規格



不完全ネジ部の谷底を丸くすることで応力集中部への負担を減らしています。

▼ 不完全ネジ部の丸み

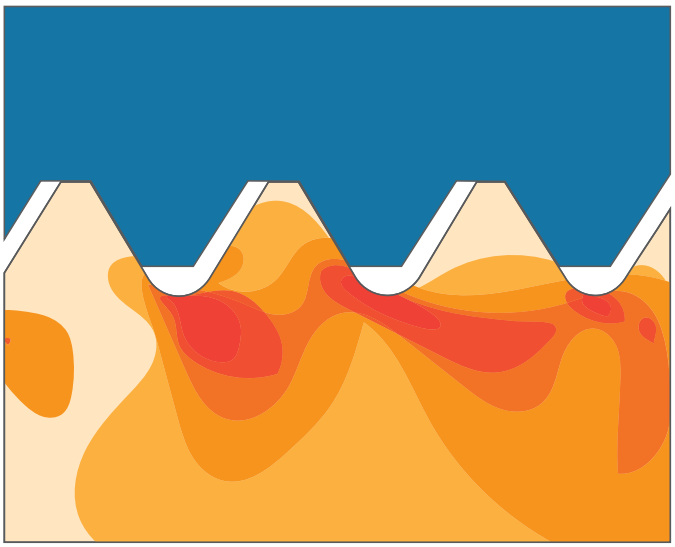


ねじの疲れとは

疲労とは、繰り返し荷重による材料の亀裂の発生と伝播です。 疲労亀裂が発生すると、荷重サイクルごとに少しずつ増幅します。

雄ねじの小径での鋭い切り込みは、破壊が始まり、最終的に外ねじの破損を引き起こす可能性のある応力点を生成します。

▼ 繰り返し荷重下のねじ山応力点

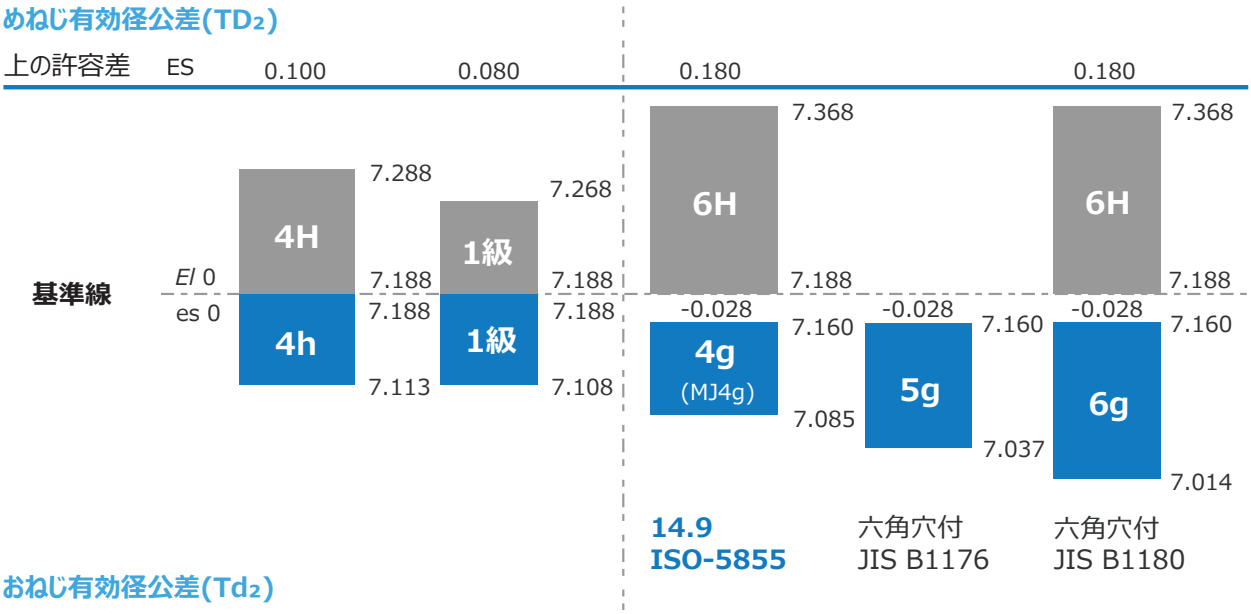


14.9超強度六角穴付ボルトは、JIS B 1081に準拠した平均応力一定（σm=0.7σ0.2）の疲労試験において、一般的な強度区分12.9六角穴付ボルトに対してほぼ同等の疲労限度を示しました。

すなわち14.9超強度六角穴付ボルトは、強度区分12.9六角穴付ボルトと比較して、より高負荷な条件においても十分な疲労強度を有し、且つ締結部に対してより高い締結力を与えます。

つまり、「ねじ単体」としても「ねじ締結体」に対しても疲労に対する改善が図れるというわけです。

▼ ねじ公差方式概念図 例）M8 x 1.25P



▼ 公差等級 MJ-4g6g の許容限界寸法及び公差 （ISO 5855-1による）/ mm

呼び径	ピッチ (P)	外径6g		有効径4g		谷径MJ4g		谷の丸みMJ4g	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
M3	0.5	2.980	2.874	2.655	2.607	2.403	2.324	0.090	0.075
M4	0.7	3.978	3.838	3.523	3.467	3.170	3.071	0.126	0.105
M5	0.8	4.976	4.826	4.456	4.396	4.052	3.944	0.144	0.120
M6	1.0	5.974	5.794	5.324	5.253	4.819	4.687	0.180	0.150
M8	1.25	7.972	7.760	7.160	7.085	6.529	6.378	0.226	0.188
M10	1.5	9.968	9.732	8.994	8.909	8.236	8.060	0.271	0.225
M12	1.75	11.966	11.701	10.829	10.734	9.945	9.744	0.316	0.263
M16	2.0	15.962	15.682	14.663	14.563	13.653	13.431	0.361	0.300

※ＭＪ規格は一般規格より谷底のRが大きく、また当製品は公差等級が4g6gのため、めねじ側の公差が厳しい条件下でご使用される場合は、あらかじめ勘合する相手側の　寸法公差をご確認いただくか又はサンプルによる勘合試験をお薦めします。
（めねじ側がJIS一般規格品であれば問題ありません）

デルタプロテクトコート

表面処理デルタプロテクトの14.9超強度六角穴付ボルトは、極端な気象条件での用途に理想的な固定ソリューションです。

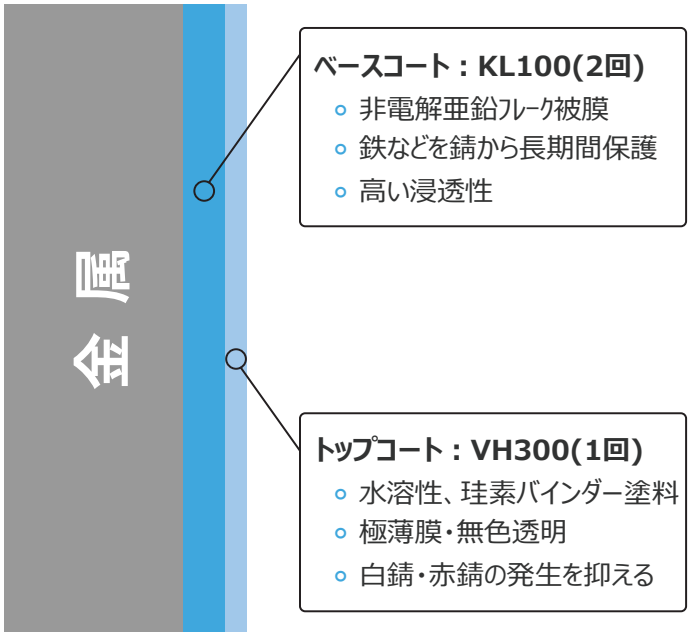
当製品に施工されているデルタプロテクトはベースコート (KL100) を２回、トップコート (VH300) を１回処理しております。

デルタプロテクトのベースコートは多数の小さな亜鉛フレークから成る「塗料」で構成されており、卑金属である亜鉛の犠牲作用により高い陰極犠牲防食効果を発揮します。

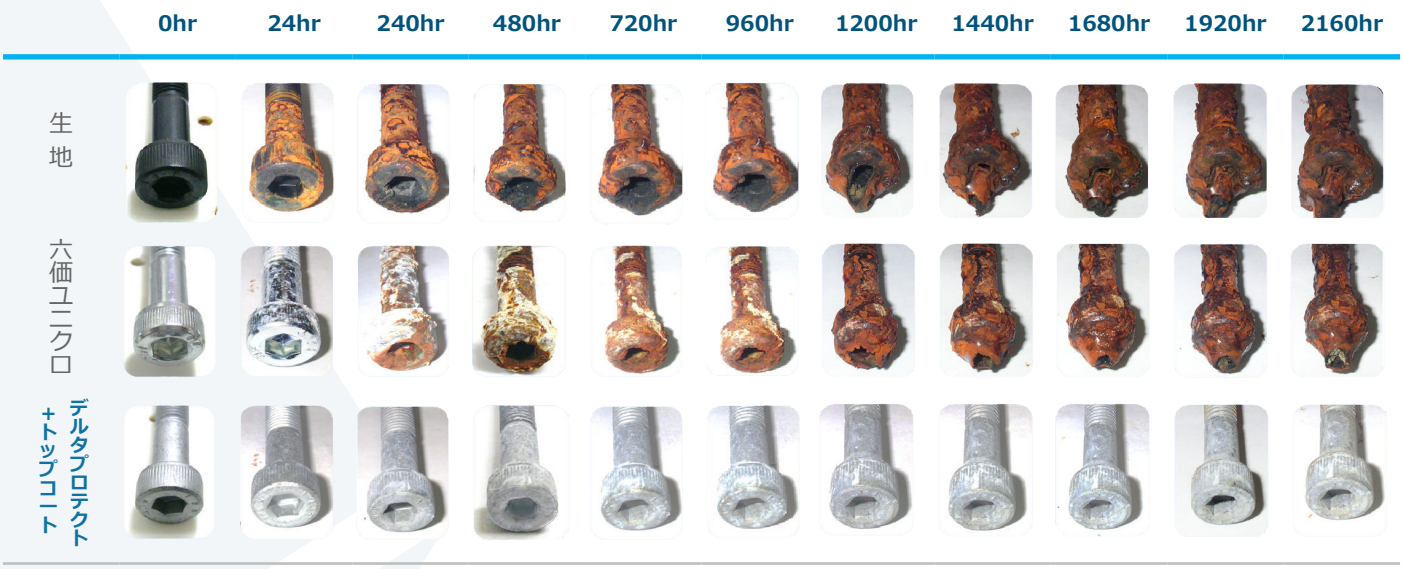
さらにトップコートはベースコートの特性を補い、全体の耐薬品性あるいは物理的特性を高めます。

当製品については前処理工程においても通常の酸洗いは行わず、ショットブラストにて処理しております。コーティング処理中では水素が生成されないため、水素誘起の応力腐食割れによる危険性はありません。

▼ デルタプロテクトの構成



▼ 生地・六価ユニクロ・デルタプロテクト+トップコート 塩水噴霧試験結果



引張強度1,400N/mm²を誇りながら塩水噴霧試験1,000時間以上をクリアし陰極犠牲防食により高い防錆性能を発揮しました。

藤本産業株式会社

本社（大阪）

〒578-0957
大阪府東大阪市本庄中二丁目3番6号
06-6747-5885
06-6747-5894

秋田営業所

〒015-0864
秋田県由利本荘市大鍬町377-2 大鍬ビル
0184-28-4011
0184-24-3200

尾道営業所

〒722-0052
広島県尾道市山波町409-1
0848-46-1155(代)
0848-47-1318

品質・環境管理室 （大阪）

〒578-0957
大阪府東大阪市本庄中二丁目3番6号
06-6747-5888
06-6747-7334

東北営業所

〒990-0813
山形県山形市桧町3-4-43
023-682-7350(代)
023-682-7351

25/07

© 2025 藤本産業株式会社