

トルクとトルクレンチ

トルクとは

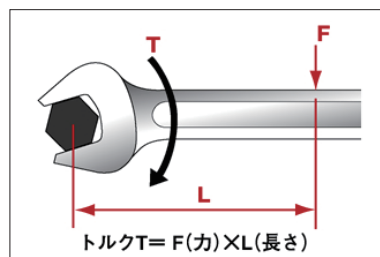
右図のように、Lの長さのレンチ(※)でFの力をかけた時にボルトに与えられる回転力Tの事です。例えば、1mの長さのレンチで100N(約10kgf)の力をかけた時のトルクは100N・m(約10kgf・m)となります。

$$F(100N) \times L(1m) = T(100N \cdot m)$$

また、200mm(0.2m)のレンチで10N・m(約1kgf・m)のトルクをかける場合に必要な力は50N(約5.1kgf)となります。

$$F(\text{力}) \times L(0.2m) = T(10N \cdot m)$$

$$F(\text{力}) = T(10N \cdot m) \div L(0.2m) = 50N$$



※正確には、Lはボルトの回転軸から力点(力をかける点)までの距離(上図参照)ですが、ここでは説明を容易にするため、レンチの全長をLと表現しました。

トルクの単位

トルクの単位は以前はkgf・m(重量キログラムメートル)が用いられていましたが、1993年に施行された「新計量法」によりSI単位(ISO国際規格)への移行が義務づけられ、現在では力の単位にはN(ニュートン)、トルクの単位にはN・m(ニュートンメートル)が使われています。1N・mは0.10197kgf・mで、逆に1kgf・mは9.8067N・mとなります。実際の作業においては1kgf・mは約10N・mと考えれば目安となるでしょう。

$$1\text{kgf} \cdot \text{m} = 9.8067\text{N} \cdot \text{m}$$

$$1\text{kgf} \cdot \text{m} \doteq 10\text{N} \cdot \text{m}$$

$$1\text{N} \cdot \text{m} \doteq 0.1\text{kgf} \cdot \text{m}$$

工具の豆知識

計量法について

計量法とは「計量の基準を定め、適正な計量の実施を確保」することで「経済の発展及び文化の向上に寄与する」ことを目的に制定された日本の法律で、昭和26年に制定された旧計量法に対し、1992年に全面改正された現行法は「新計量法」と呼ばれています。計量法では、計量単位を制定したり、取引や証明に使われる計量器の精度(正確さ)を維持するための様々な条項が定められています。新計量法により計量単位の国際単位系(SI)への全面移行が義務付けられた1999年以降、日本国内で販売されているトルクレンチの測定単位は国際単位系である「N・m」のみとなりました。計量法により測定単位が変わった身近な例としては、自動車のエンジン出力の単位が「PS」(馬力)から「kW」(キロワット)になったり、天気予報で耳にする気圧の単位が「mb」(ミリバール)から「hPa」(ヘクトパスカル)になった事などが挙げられます。

トルクとレンチの長さ

トルクとは「力×長さ」ですから、長さが長くなるほど大きなトルクがかけられる事になります。しかし、ボルトにはそれぞれ適正な締め付けトルクがあり、ボルトの種類や締め付ける場所・目的に応じて締め付けトルクが規定されています。レンチも基本的にはそのボルトに適正な締め付けトルクに耐えられる、又はそのトルクがかけられる長さに設定されているのです。例えば乗用車のホイールナットの規定トルク値の多くは103N・mとなっており、ホイールナット用のトルクレンチは全長400mm程度あります。400mmのレンチで103N・mのトルクで締め付ける場合、必要とする力は257.5N(約26kgf)になります。

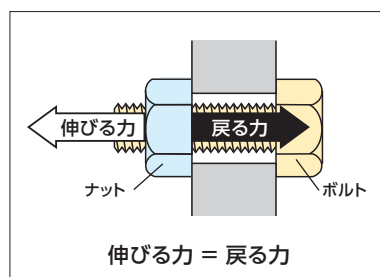
$$F \times 0.4m = 103N \cdot m$$

$$F = 103 \div 0.4 = 257.5N(\text{約}26\text{kgf})$$

この力は、一般的に大人が軽く体重をかけるくらい(腰を落とす程度)のもので、手でかけられる力の上限に近いものです。一方、全長が半分の200mmのレンチで103N・mのトルクをかけるには、倍の515N(約52kgf)の力が必要なので、腕力だけではほとんど不可能となります。従って、ホイールナットを締め付けるには全長400mm程度のレンチが必要になるということが分かります。

ボルト締結のメカニズム

ボルトを締め付けると、ボルト本体には引っ張り方向の力がかかります。引っ張られて伸びたボルトは、バネのように元に戻ろうとして、締め付けているもの(部品等)を圧縮します。ボルトが締まっている(固定されている)状態とは、ボルトが引っ張られて伸びようとする力と、戻ろうとする力のバランスが取れている状態です。(右図)ボルトの締め付けが弱いと、周りの振動や熱などの影響でこのバランスが崩れ、ボルトは緩んでしまいます。逆に締め付けが強いと、締め付けられた物(部品等)やボルト自体の破損を招きます。



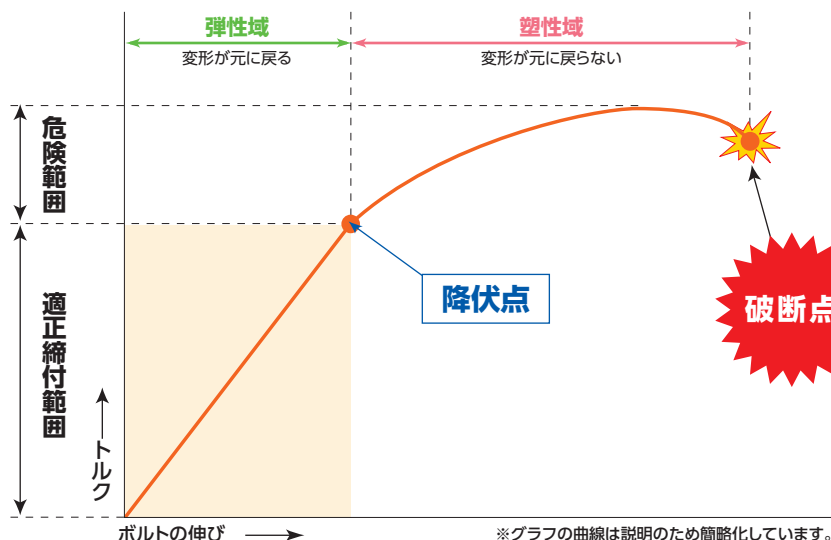
ボルトの締めすぎによる問題

ボルトを緩めると、引っ張られて伸びていたボルトは元の長さに戻ります。しかし、締め付ける力を増やしていくと、ある時点からボルトは完全に元の形には戻らなくなります。この境界を「降伏点」といい、ボルトが完全に元に戻る範囲を「弾性域」(弾性変形範囲)、完全に元に戻らなくなる範囲を「塑性域」(塑性変形範囲)といいます。

ボルトをさらに締め付けていくと、最終的にボルトはねじ切れてしまいます。この点を「破断点」といいます。(右図参照)

ボルトが緩まないようにするには、なるべく大きな力で締め付けることが望ましいですが、塑性域まで締め付けてしまうと破断点に近づくため危険です。また、塑性域まで締め付けてしまったボルトは変形して元の形に戻らないため、再利用はできません。従って、ボルトは弾性域の範囲内で使用する必要があります。

※エンジンのヘッドボルトなど、塑性域で締め付ける特殊なボルトもあります。



適切なトルク管理のために

弾性域から降伏点を越え塑性域に入ると、トルク(締め付ける力)の増加に対し、ボルトが伸びる割合は大きくなります。しかし、人間の五感でこの変化を感じることは困難です。また、最近では各産業分野において、鉄以外のさまざまな素材が使われています。アルミや樹脂などの部品は、鉄製のものに比べ柔らかいため、同じ感覚で締め付けると部品自体を破損させてしまう可能性が高くなります。トルク不足によるボルト・ナットの緩みや、オーバートルクによるボルトや部品の破損は、重大な事故を発生させる原因となります。そのため、経験や勘だけに頼ったトルク管理でなく、トルクレンチを用いた正確なトルク管理が望ましいのです。

トルクレンチとは

トルクレンチはボルト・ナットなどのねじを規定のトルクで締め付けるための工具です。締め付けトルク値を測定できるため計測機器に分類されますが、規定トルクで締め付け作業を行う作業工具としても使われます。

機械式とデジタル式

トルクレンチはスプリングやカム、ピボットなどの機械的な機構でトルクを測定する機械式トルクレンチと、レンチにかかる力をセンサーで電気的な信号に変換してトルク測定するデジタル式トルクレンチに分類されます。機械式トルクレンチには、あらかじめ設定したトルク値に達すると作業者に知らせるタイプ(プレセット型)や、トルク値が表示され、作業者が数値を読みながら作業を行うタイプ(ダイヤル型やビーム型)などがあります。

KTCのデジタル式トルクレンチ「デジラチェ」は、設定トルクに達すると作業者に音と光で知らせるプレセット型の機能と、締め付けトルクを数字で読み取れるダイヤル型の機能を合わせ持っています。



トルクレンチのバリエーション

トルクレンチはラチェットハンドルのようにソケットレンチと組み合わせて使用するタイプが一般的ですが、ヘッド部がモンキレンチになったものや、小トルクのねじの締め付け作業に使用するドライバタイプ(トルクドライバ)などのバリエーションもあります。

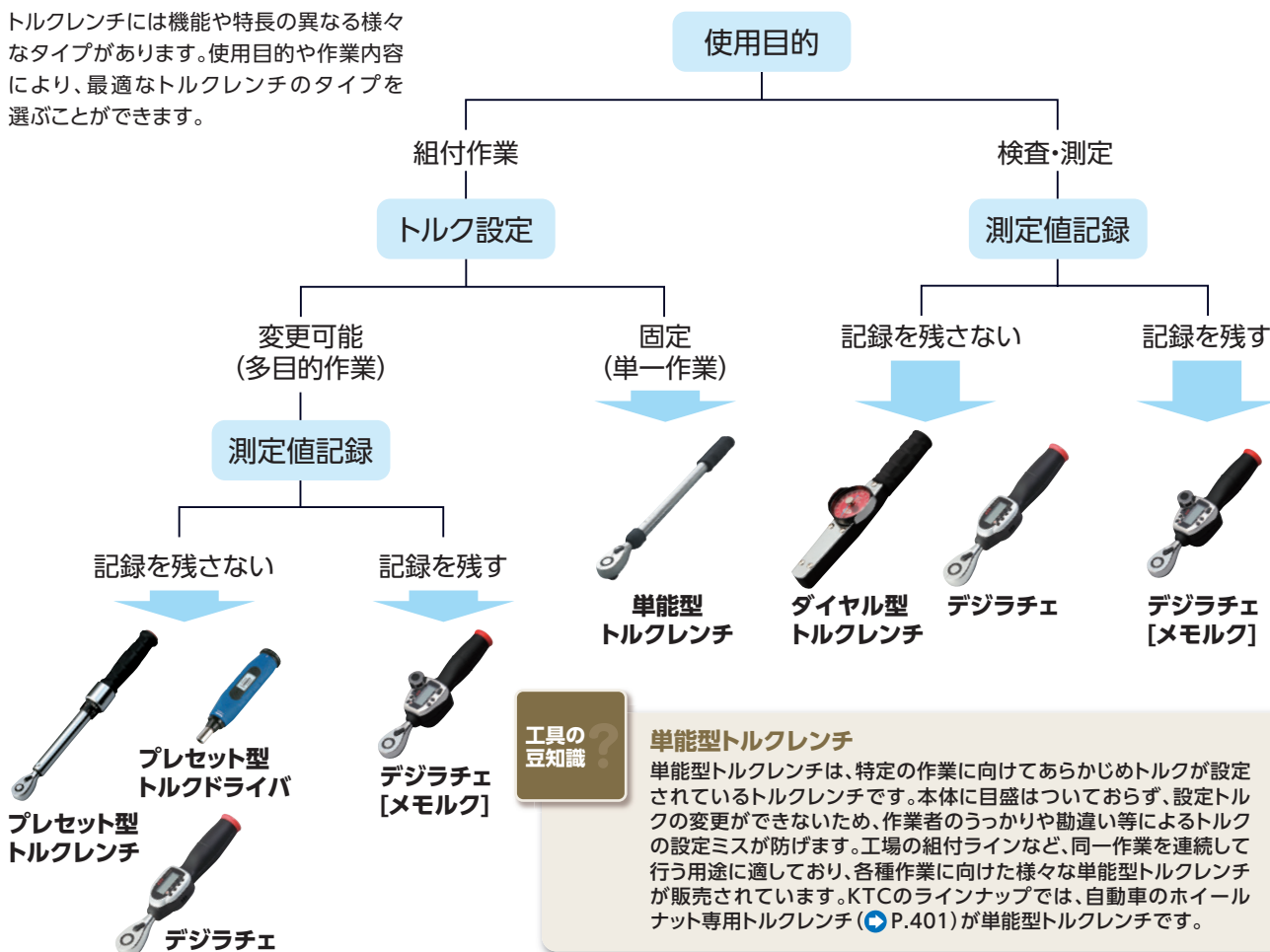
KTCのデジタル式トルクレンチ「デジラチェ[メモルク]」は、「デジラチェ」に測定データを記録しパソコンに転送する機能が加わったモデルで、転送したデータを品質管理記録や保全記録として利用することで、より信頼性の高い作業を実現します。



トルクレンチの選び方

使用目的からタイプを選ぶ

トルクレンチには機能や特長の異なる様々なタイプがあります。使用目的や作業内容により、最適なトルクレンチのタイプを選ぶことができます。



工具の豆知識

単能型トルクレンチ

単能型トルクレンチは、特定の作業に向けてあらかじめトルクが設定されているトルクレンチです。本体に目盛はついておらず、設定トルクの変更ができないため、作業者のうっかりや勘違い等によるトルクの設定ミスが防げます。工場の組付ラインなど、同一作業を連続して行う用途に適しており、各種作業に向けた様々な単能型トルクレンチが販売されています。KTCのラインナップでは、自動車のホイールナット専用トルクレンチ (P.401) が単能型トルクレンチです。

■トルクレンチのタイプ別特長一覧

タイプ	特長	主な用途	組付作業		トルク表示	精度	確実性(※)	価格
			多目的	連続作業				
機械式トルクレンチ	プレセット型 P.330 ~332 設定トルクに達すると「カチッ」という音と手に軽いショックが伝わる。トルク設定は変更可能で多目的に使用可能。	組付作業全般。ドライバタイプは小トルクの組付作業に。	○	◎	×	○	△	○
	単能型 P.399 設定トルクに達すると「カチッ」という音と手に軽いショックが伝わる。固定トルクのためトルク設定ミスが防げる。	特定の組付作業を連続して行う。	×	◎	×	○	△	◎
	ダイヤル型 P.331 ~332 ダイヤルの目盛と針でトルク表示。左右両方向のトルク測定が可能。	検査・測定。	△	△	○	◎	○	△
デジタル式トルクレンチ	デジラチェ P.318 ~322 数値でトルク表示。設定トルクに達すると音と光で知らせる。左右両方向の測定が可能で、単位換算など機能が豊富。	組付作業全般および検査・測定。	◎	○	◎	◎	○	○
	デジラチェ [メモルク] P.324 ~329 デジラチェに測定データを記録しパソコンに転送できる機能を追加。	品質管理工程や組付ラインなど、作業記録が必要な作業全般。	◎	○	◎	◎	◎	△

※プレセット型と単能型は締付トルク値が表示されないため、設定トルク以上の力で締めてしまっても分かりません。ダイヤル型とデジラチェは、締付トルクのピーク値を表示することができるため、オーバートルクが確認できます。デジラチェ[メモルク]は作業記録データを残せるため、より安全・確実な作業が可能です。

トルク測定範囲からサイズを選ぶ

トルクレンチは測定トルクの大きさによって様々なサイズが設定されています。機種選定の目安としては、作業対象のボルト・ナットの規定締付トルクが、トルクレンチの測定範囲の7割程度以内に収まる機種を推奨します。たとえば、作業対象の規定トルクが50N・mでデジラチェを選ぶ場合、測定範囲12~60N・mのGEK060-R3ではなく、測定範囲17~85N・mのGEK085-R3を選ぶようにします。自動車のエンジンなど複雑な構造の機械の組付作業で、規定トルクの幅が広くトルクレンチ一本でカバーできない場合は、複数のトルクレンチを使い分ける必要があります。

※適切な締付トルクはボルトの大きさだけでは決まりません。規定締付トルクは作業対象となる製品の整備マニュアル等ご確認ください。

■デジラチェ (GEK・GLKシリーズ) ラインナップ&トルク測定範囲一覧

タイプ/差边角	品番	測定単位	測定範囲	cN・m	200	400	600	800	1000	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000	70000	70000	80000	
				N・m	2	4	6	8	10	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	700	700	800	
ドライバタイプ	GLK060	cN・m	12~60	■																					
	GLK250		50~250	■																					
	GLK500		100~500	■																					
6.3sq.	GEK030-R2	N・m	6~30			■																			
9.5sq.	GEK030-C3A		2~30		■																				
	GEK030-C3		6~30			■																			
	GEK060-R3		12~60				■																		
12.7sq.	GEK085-R3		17~85					■																	
	GEK085-R4		17~85						■																
	GEK135-R4		27~135							■															
モンキタイプ	GEK200-R4		40~200								■														
	GEK085-W36		17~85									■													
	GEK135-W36		27~135										■												
ヘッド交換式	GEK200-W36		40~200											■											
	GEK040-X13		8~40																						
	GEK085-X13	17~85																							

■プレセット型トルクレンチ (CMPBシリーズ)・トルクドライバ (GDPシリーズ) ラインナップ&トルク測定範囲一覧

タイプ/差边角	品番	測定単位	測定範囲	cN・m	200	400	600	800	1000	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000	70000	70000	80000	
				N・m	2	4	6	8	10	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	700	700	800	
ドライバタイプ	GDP-080	cN・m	16~80	■																					
	GDP-200		40~200	■																					
	GDP-450		90~450	■																					
6.3sq.	CMPB0152	N・m	3~15			■																			
9.5sq.	CMPB0253		5~25				■																		
	CMPB0503		10~50					■																	
	CMPB1003		20~100						■																
12.7sq.	CMPB0504		10~50						■																
	CMPB1004		20~100							■															
	CMPB2004		40~200								■														
	CMPB3004		60~300									■													
19.0sq.	CMPB8006		150~800																						
25.4sq.	CMPB8008		150~800																						

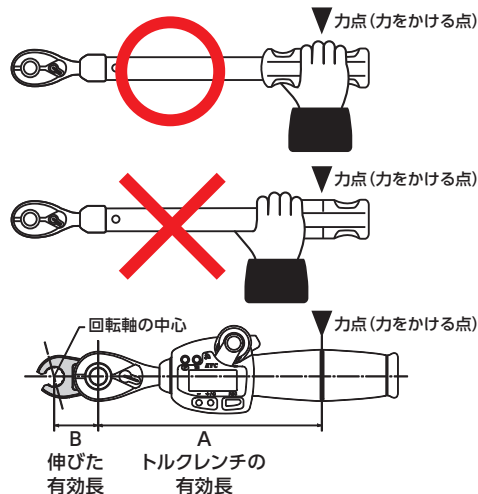
■ダイヤル型トルクレンチ (CMDシリーズ) ラインナップ&トルク測定範囲一覧

タイプ/差边角	品番	測定単位	測定範囲	cN・m	200	400	600	800	1000	2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000	40000	60000	80000	
				N・m	2	4	6	8	10	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	400	600	800	
6.3sq.	CMD0091	N・m	1.8~9			■																			
9.5sq.	CMD0172		3.5~17.5				■																		
	CMD0282		6~28					■																	
	CMD072		14~70						■																
12.7sq.	CMD143		30~140							■															
	CMD243		50~240								■														
	CMD353		70~350									■													
19.0sq.	CMD484		100~480																						
	CMD804		160~800																						
25.4sq.	CMD805		160~800																						

トルクレンチの使い方

トルクは回転の中心軸から力がかかる点(力点)までの距離(有効長)と、かける力の大きさで決まります。回転軸から力点までの距離が変わると正確なトルク測定はできないので、トルクレンチを使用する際は、トルクレンチの力点(通常はグリップの中央)に力をかけながら回さなければいけません。

プレセット型トルクレンチは、首元の角度が変わり、カチっという音と手に伝わる感触で作業者に設定トルクに達したことを知らせますが、カチっとなった瞬間に力をつけるのをやめないと、設定トルク以上のトルクがかかってしまいます。また、同じボルトを何度もカチカチと締め付けてもオーバートルクとなります。締め付けに失敗した場合は、一度ボルトを緩めてから、再度作業し直します。



クローフットレンチ使用時のトルク設定について

クローフットタイプのレンチを使用すると、回転軸から力点までの距離が変わるため、トルクレンチの測定値=実際のトルク値となりません。目標トルク値で締め付けるには、トルクレンチの入力値を目標トルク値から変更する必要があります。



クローフットレンチ

入力トルク値の計算例

トルクレンチの有効長 (A) = 150mm

伸びた有効長 (B) = 30mm

目標トルク = 10N・m の場合

$$\text{トルク換算式} : \frac{A}{(A+B)} \times \text{目標トルク値} = \text{入力トルク値}$$

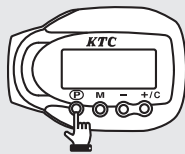
$$\frac{150}{(150+30)} \times 10\text{N}\cdot\text{m} = \text{入力トルク値}$$

$$0.83 \times 10\text{N}\cdot\text{m} = 8.3\text{N}\cdot\text{m}$$

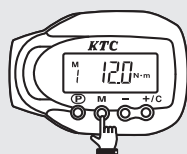
8.3N・m まで締めれば、10N・m で締め付けられたことになる。

● デジラチェの使用法(プレセットモードの場合)

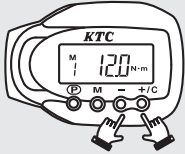
- ①電源を入れる
- ②メモリーナンバー選択
- ③目標トルク設定
- ④目標トルク登録
- ⑤測定作業



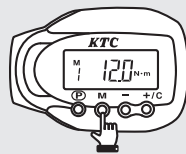
Pボタンを押して電源を入れます。



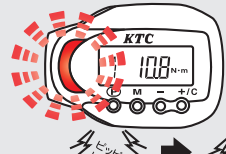
Mボタンを押してメモリーナンバー(設定トルクを記憶させる番号で5つまで登録可能)を選びます。



「+/-」ボタンと「-」ボタンで目標トルク値を設定します。



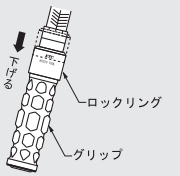
「M」ボタンの長押しでトルク値を登録します。



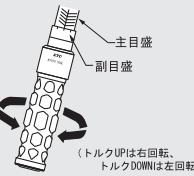
締め付け作業を行います。設定トルクの90%に達するとブザーがビープ…と鳴り出しLEDが点滅、100%でブザー音がピーと変わりLEDが点灯します。

● プレセット型トルクレンチ使用方法

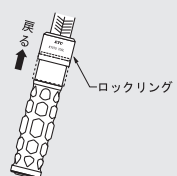
- ①ロック解除
- ②トルク値の設定
- ③トルク値の固定
- ④測定作業



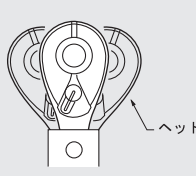
ロックリングを下げる
とロックが解除され、
グリップの回転が可能
になります。



ロックリングを下げた
ままグリップを回し、
主目盛と副目盛でトル
ク値を設定します。



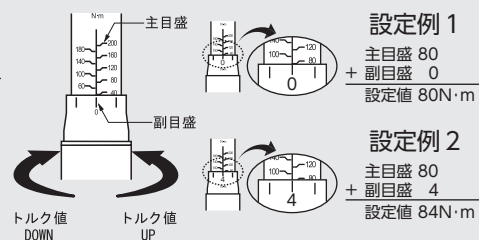
ロックリングを手から
離せば自動的に元の
位置に戻り、トルク値
は固定されます。



設定トルク値に達する
と、軽いショックと共
にヘッド部の角度が
変わります。

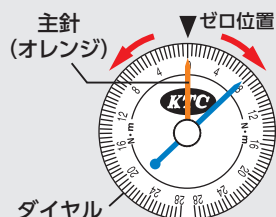
● トルク値の設定

- ・グリップ(副目盛)の1回転で主目盛が1目盛分変わります。
- ・設定トルク値は主目盛+副目盛になります。

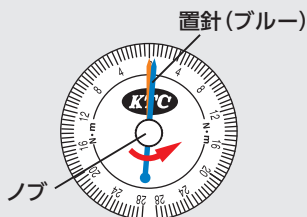


● ダイアル型トルクレンチの使用法

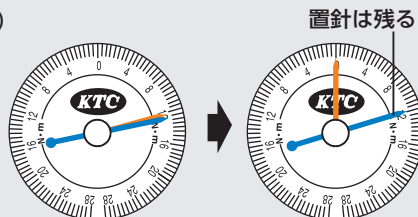
- ①主針をゼロに合わせる
- ②主針と置針を合わせる
- ③測定作業をする



ダイヤルを回し、主針(オレンジ)を目盛のゼロ位置に合わせます。

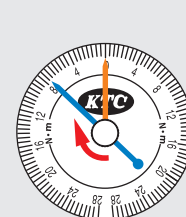


ノブ(つまみ)を反時計方向に回し、置針(ブルー)を右側から主針(オレンジ)に合わせます。



締め付け作業をすると、主針と置針はトルク値を指し続けますので、目盛を読みながら目標トルクに達するまで締め付けます。締め付け作業を終えると主針はゼロに戻り、置針は締め付けたトルク値の位置に残ります。

● 左トルクの測定



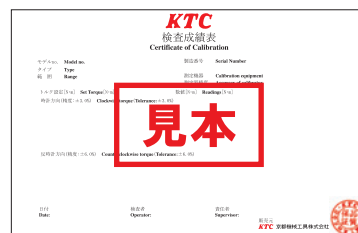
左トルクを測定する場合はノブを時計方向に回し、置針を主針の左側に合わせます。

トルクレンチのアフターサービス

検査成績表

検査成績表とは、KTC社内基準に基づき製品の精度・性能を検査した結果を表示するもので、以下の製品に添付されています。

- デジタルチェおよびデジタルチェ[メモルク]シリーズ(全機種)
- プレセット型トルクレンチ(CMPB0152~CMPB8008)
- ダイヤル型トルクレンチ(CMD0091~CMD805)
- プレセット型トルクドライバ(GDP-080~GDP-450)
- ホイールナット専用トルクレンチ(WCMPA085~WCMPA108)
- 絶縁トルクレンチ(ZGWPA30550)



検査成績表

トルクレンチの精度を維持するために

トルクレンチは計測機器です。測定精度を維持するために、取扱いにおいては通常の工具以上に注意が必要です。使用前には異常がないか点検し、使用中は常に丁寧に扱ってください。使用後は専用ケースに入れ、高温・多湿やほこりの多い場所などを避け保管してください。プレセット型トルクレンチは、内部のスプリングのへたりを最小限に抑えるため、保管時には設定トルクを測定範囲の最低値にセットしてください。

トルクレンチは使用に伴い測定精度に狂いが生じる可能性がありますので、定期的(年1回以上を推奨)に精度確認(校正及び必要に応じて調整)をされることをお勧めいたします。また、異常が認められた場合は必ず修理・点検をご依頼ください。

トルクレンチの有償サービスについて

以下のサービスを有償で承っております。修理・校正サービスの流れについては▶P.12をご参照ください。

- ①修理・点検…精度確認(校正)および必要に応じて調整・不具合個所の修理を実施し、検査成績を発行します。
- ②校正証明書発行…精度確認(校正)および必要に応じて調整・不具合個所の修理を実施し、校正証明書を発行します。

※トルクレンチは計測機器のため、校正・調整作業は必ず実施します。(不具合個所の修理のみ、または精度確認のみのご依頼は受け付けません)
※プレセット型トルクドライバ(GDP-080~GDP-450)および絶縁トルクレンチ(ZGWPA30550)は修理対象外です。

校正証明書

校正証明書とは、計測器の示す値が国際標準に対してトレースされた標準器を基準とした検定器を用いて校正されたことを証明するもので、その計測器の精度、性能を対外的に公的に証明することが出来ます。校正証明書には以下の内容が記載されています。

- a. 検査成績
- b. 検査日
- c. 国際標準にトレースしていることの宣言文
- d. 校正品の記載(管理番号、品名、型番、メーカー、製造番号)
- e. 校正に使用した検定器の品名、型式、機器能力、検定器自体の校正日及び次回校正予定日

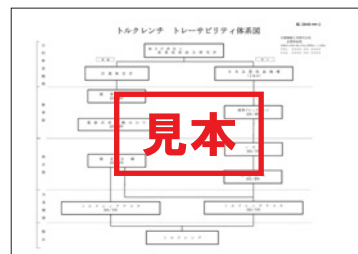
KTCが発行する校正証明は上記a~eが記載された校正証明書とトレーサビリティ体系図の2枚組となっています。(右の見本参照)KTCは以下のトルクレンチに対して、有償で校正証明書の発行を承っております。

- デジタルチェおよびデジタルチェ[メモルク]シリーズ(全機種)
- プレセット型トルクレンチ(CMPB0152~CMPB8008)
- ダイヤル型トルクレンチ(CMD0091~CMD805)
- プレセット型トルクドライバ(GDP-080~GDP-450)
- ホイールナット専用トルクレンチ(WCMPA085~WCMPA108)

校正証明書にかかる費用は、新品購入時に依頼される場合は小売参考価格6,000円です。ご使用中のトルクレンチに校正証明書を発行する場合は、調整・修理が必要な場合がありますので、製品をお預かりしてお見積りとなります。修理・校正サービスの流れについては▶P.12をご参照ください。



校正証明書



トレーサビリティ体系図



注意 トルクレンチ類

- 使用前に必ず「取扱説明書」等をよくお読みください。
- ボルト、ナットの緩めには使用しないでください。
- パイプ等を継ぎ足して使用しないでください。
- ハンマー代わりに使用しないでください。
- ハンマー等で、叩いて衝撃を加えないでください。
- 角ドライブは根元まで差し込んでください。
- 締付けトルクとねじの締付け力との関係はねじの状態や構造、摩擦係数などによって異なります。
- 必ず対象物の作業指示書や注意書をよく読んで、正しい作業をしてください。
- トルクレンチのトルク測定範囲内でご使用ください。
- 定期的に校正・調整されることをお勧めします。