

6. 攻牙扭力

■ 切削式螺絲攻的攻牙扭力

攻牙時的切削扭力，會隨著進刀數增加而增大，當吃入部全部進入被削材時，切削扭力也最強。之後切削扭力會維持在一定的扭力值上，從吃入部離開被削材開始，切削扭力將逐漸下降。

■ 切削扭力曲線圖

下圖為直溝絲攻、螺旋絲攻、先端絲攻測試之扭力曲線圖。

加工範例 / Tapping Condition

螺絲攻 : HSS P2 M8×1.25
 切削速度 / Cutting speed : 6.1m/min
 被削材 / Workpiece material : S50C
 下孔形狀 Tapping type : 10mm 通孔 / 10mm Through hole

下孔徑 Bored hole size : $\phi 6.8$
 切削油劑 / Cutting oil : 不溶性切削油JIS2種15号 / Water insoluble oil
 使用機械 / Machine : 攻牙機 / Drilling machine
 測定器 / Measurement equipment : 壓電式扭力試驗器 / Piezoelectric torque tester

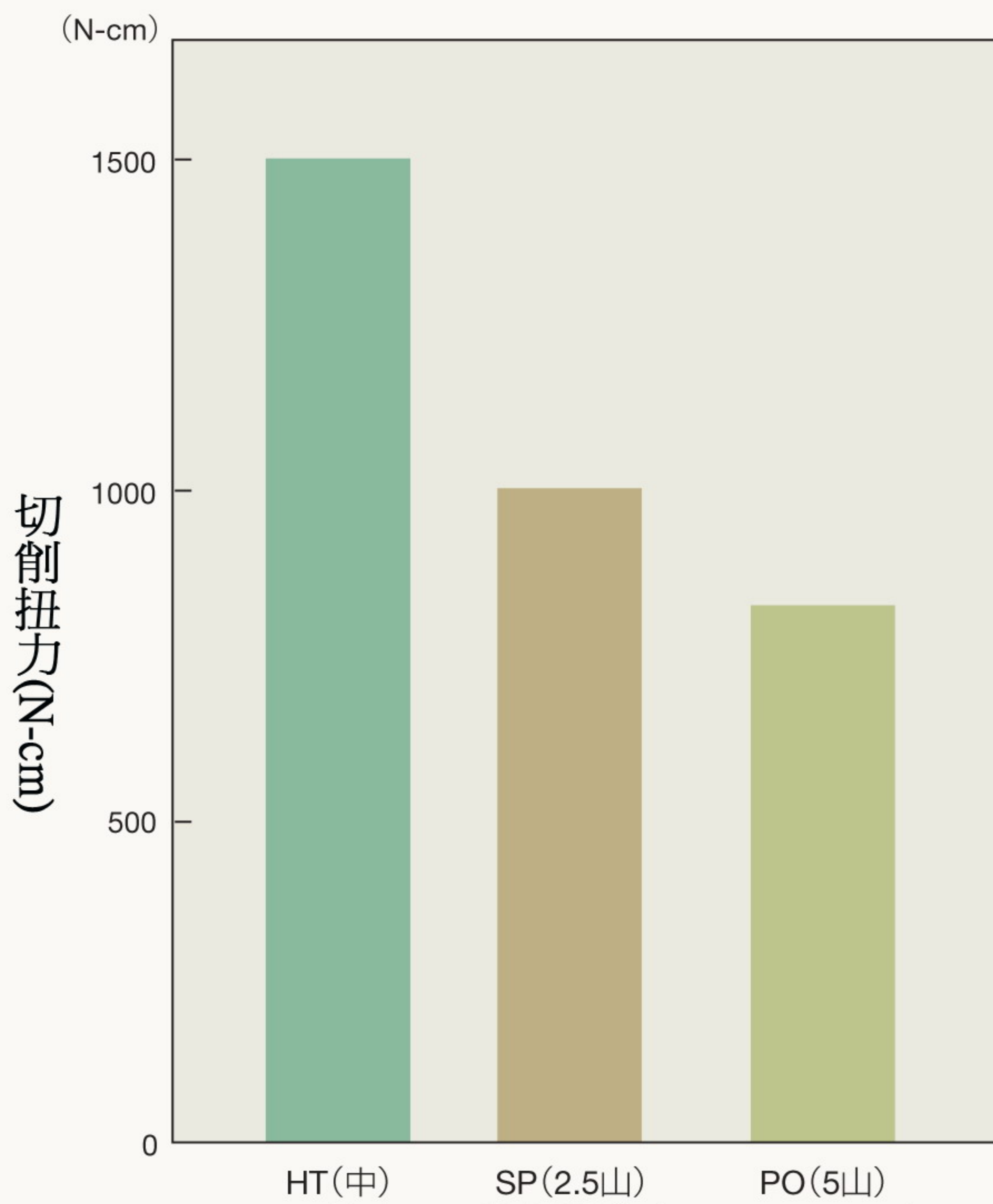
絲攻種類	絲攻種類	切削扭力	說明
直溝絲攻(P2)	第一攻(9牙)		每一牙的切削量較少，扭力曲線比較平緩，但切削時間較長。
	第二攻(5牙)		吃入部全部吃入下孔後，扭力曲線維持在相同水平上，與第一攻絲攻相比切削時間較短。
	第三攻(1.5牙)		吃入部全部吃入下孔後，扭力曲線維持在相同水平上，扭力曲線的長度與第二攻絲攻相比較長;切削時間則較短。
螺旋絲攻(P2 - 2.5牙)			切屑向後排出，適用於不通孔的螺紋加工切削性也較好，與直槽絲攻相比切削扭力較小。
先端絲攻(P2 - 5牙)			切屑向前排出，適用於通孔的螺紋加工，與其它種類絲攻相比切削扭力較小。

攻牙時的切削扭力，會受螺絲攻的種類、吃入部的牙數、溝槽數、被削材的種類和硬度、切削油及切屑等因素之影響，而有所變化。

6. 切削扭力

■ 比較不同類別的螺絲攻切削扭力

下圖為直溝絲攻（HT）、螺旋絲攻（SP）、先端絲攻（PO）的切削扭力比較圖。



加工範例 / Tapping Condition

螺絲攻 / Tap : HSS P2 M10×1.5
切削速度 / Cutting speed : 10m/min
被削材 / Workpiece material : S50C
下孔形狀 / Hole condition : 20mm 通孔 / 20mm through hole
下孔徑 / Bored hole size : $\phi 8.5$ 鑽頭 / $\phi 8.5$, drill
切削油劑 / Lubrication : 不水溶性切削油JIS2種15号
Non-Water soluble oil
使用機械 / Machine : 旋臂鑽床 / Radial drilling machine
測定器 / Measurement equipment : 壓電式扭力測定器 / Piezoelectric torque tester

以直溝絲攻的切削扭力為100 N-cm為基準，比較各類絲攻之切削扭力，為下列所示。

HT 直溝絲攻 : 100 N-cm
SP 螺旋絲攻 : 70 ~ 75 N-cm
PO 先端絲攻 : 60 ~ 65 N-cm

■ 無溝絲攻的攻牙扭力

■ 無溝絲攻的攻牙扭力計算方法

要計算出無溝絲攻攻牙扭力，比計算切削式絲攻扭力來的複雜且困難，因多項複雜的因素影響，較無法簡單計算出來。

依一般的經驗而言，無溝絲攻的攻牙扭力是切削式絲攻的2~3倍。

主要增加或減少無溝絲攻攻牙扭力的關鍵因素，舉例說明如下：

- (1) 被加工物的機械特性（抗拉強度、硬度、彈性變形回復特性、加工硬化係數等），抗拉強度越大，攻牙扭力就變的越大。加工硬化係數較高的不鏽鋼、銅、銅合金的攻牙扭力也較一般鋼材來的高。
- (2) 加工內螺紋的尺寸（下孔徑=咬合率、有效長度等）通常以螺紋牙山的75%來推算加工下孔徑，若孔徑過小，即會產生極高的攻牙扭力，易造成螺絲攻損壞。且因隨著被加工材的彈性變形回復特性及摩擦力的增加以及螺紋的有效長度增長，都會使攻牙扭力變大。
- (3) 攻牙作業條件（攻牙速度、使用的切削油劑、機械主軸的鋼性等），都會影響攻牙扭力。
- (4) 螺絲攻的表面處理方式（氧化處理、氮化處理、氮化鈦、碳氮化鈦等），也都會影響攻牙扭力。

6. 切削扭力

○ 無溝絲攻的攻牙扭力計算方法

為讓客戶在使用無溝絲攻時有所參照，本公司建立以被加工材的抗拉強度、有效螺紋長度1.5倍、下孔徑為螺紋牙山的75%的標準螺絲攻作為基準之計算公式。並以下列計算公式，計算其攻牙扭力。

無溝絲攻扭力計算公式

$$T = K_f \times D_c \times P^2 / 1000$$

T : 切削扭力值 (N-m)

Dc : 絲攻外徑基準尺寸(mm)

P : 牙距(mm) / Pitch (mm)

Kf : 各式材料扭力值(Nmm²) (右表參照)

被削材	Kf 值(Nmm ²)
一般鋼材 . 低碳鋼	750 ~ 850
中碳鋼 . 合金鋼	1150 ~ 1350
不銹鋼	1100 ~ 1300
鋁合金	250 ~ 350
鋁壓鑄	380 ~ 530
銅 . 銅合金	750 ~ 1050