

# プラチナ オイル ホール ドリル

## Platina Oil Hole Drills

### キーワード

(プラチナオイルホールドリル)、油穴付きドリル、ドリル溝形状、Ti-C-N系の複合・多層コーティング、切りくず分断、ノンステップ加工、切削抵抗

工具製造所技術一部

野末 武

## 1. はじめに

油穴付きドリルは1950年代より使用されている。その間、製造技術の改革が進みコストダウンが行われてきた。一方で、マシニングセンタの普及による高能率加工の要求、そして被削材の難削化に呼応して油穴付きドリルもG-オイルホールドリル(油穴付きTiNコーティングハイスドリル)・SG-FAXオイルホールドリル(油穴付きSGコーティング粉末ハイスドリル)へと高性能化の要求が高まり、それらはすでに商品化し好評をいただいている。さらに高能率・長寿命を達成するために、超硬丸棒にスパイラル油穴を加工し、複合・多層のプラチナコーティングを施したプラチナオイルホールドリル(油穴付きプラチナコーティング超硬ドリル)を商品化したので、特長・性能などについて紹介する。

## 2. 特徴と用途

### 2.1 商品の概略

商品の正面写真を図1-2に示す。ドリルの刃先に小さな円形の穴が1つ見えるが、この穴が2穴左右対称にある(図1-1に刃先の拡大写真を示す)。2つの穴は、ドリルの溝と同じねじれ角を持ち、ドリルの柄端まで伸びて切削油剤の通り道となる。(実際は、2つのねじれた穴を持つ超硬丸棒を使って同じねじれ角でドリル溝を研削仕上げする。)ドリルは、刃先から柄端まですべて超硬でM種系を使用し、好評を得ている複合・多層のプラチナコーティングを刃部に施し、長寿命をねらっている。

寸法範囲は表1～3に示すように、直径は $\phi 5.0 \sim \phi 16.0$ まで0.1mm飛びに揃えた。又加工穴深さによって最適なドリルを選べるように、溝長を3D用、5D用、7D用(Dはドリルの直径で、例えば3D用はドリル径の3倍の深さの加工が出来る溝長を持っている)の3シリーズを揃えた。

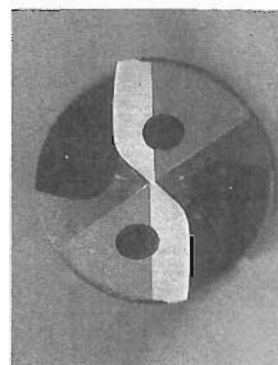


図1-1 プラチナオイルホールドリル(刃先写真)

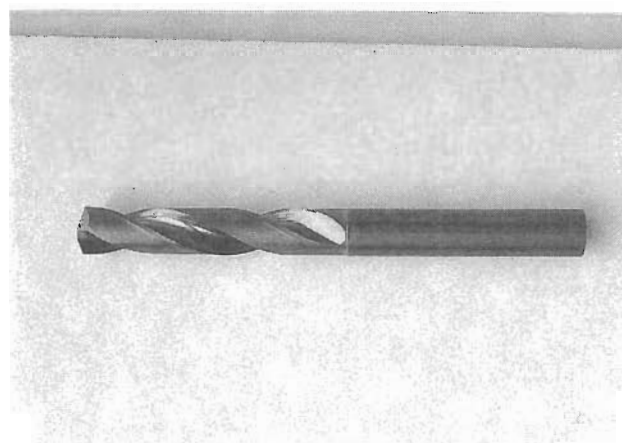


図1-2 プラチナオイルホールドリル(正面写真)

柄径はツーリングの共用と材料コストを考え1mm飛びとし、ドリル径と同一又は、大きい寸法を採用した。

### 2.2 特長

(1) 強靱な超硬母材に複合・多層のプラチナコーティングを施し、高速・高能率加工を実現した。超硬母材の組織写真を図2に示す。鋼用ドリル専用母材として抗折力の高いM種系を採用することにより、耐久損性を高めている。

表1 プラチナオイルホールドリル3D用

LIST 9580			
VAN	NACHI	PLOH 3D	直径
直径	全長	溝長	シャンク径
5.0~5.5	82	28	6
5.6~6.0	82	30	6
6.1~6.5	88	33	7
6.6~7.0	88	35	7
7.1~7.5	94	38	8
7.6~8.0	94	40	8
8.1~8.5	100	43	9
8.6~9.0	100	45	9
9.1~9.5	106	48	10
9.6~10.0	106	50	10
10.1~10.5	116	53	11
10.6~11.0	116	55	11
11.1~11.5	122	58	12
11.6~12.0	122	60	12
12.1~12.5	128	63	13
12.6~13.0	128	65	13
13.1~13.5	134	68	14
13.6~14.0	134	70	14
14.1~14.5	140	73	15
14.6~15.0	140	75	15
15.1~15.5	146	78	16
15.6~16.0	146	80	16

表2 プラチナオイルホールドリル5D用

LIST 9582			
VAN	NACHI	PLOH 5D	直径
直径	全長	溝長	シャンク径
5.0~5.5	95	39	6
5.6~6.0	95	42	6
6.1~6.5	103	46	7
6.6~7.0	103	49	7
7.1~7.5	111	53	8
7.6~8.0	111	56	8
8.1~8.5	119	60	9
8.6~9.0	119	63	9
9.1~9.5	127	67	10
9.6~10.0	127	70	10
10.1~10.5	140	74	11
10.6~11.0	140	77	11
11.1~11.5	148	81	12
11.6~12.0	148	84	12
12.1~12.5	156	88	13
12.6~13.0	156	91	13
13.1~13.5	164	95	14
13.6~14.0	164	98	14
14.1~14.5	172	102	15
14.6~15.0	172	105	15
15.1~15.5	180	109	16
15.6~16.0	180	112	16

表3 プラチナオイルホールドリル7D用

LIST 9584			
VAN	NACHI	PLOH 7D	直径
直径	全長	溝長	シャンク径
5.0~5.5	110	50	6
5.6~6.0	110	54	6
6.1~6.5	120	59	7
6.6~7.0	120	63	7
7.1~7.5	130	68	8
7.6~8.0	130	72	8
8.1~8.5	140	77	9
8.6~9.0	140	81	9
9.1~9.5	150	86	10
9.6~10.0	150	90	10
10.1~10.5	170	95	11
10.6~11.0	170	99	11
11.1~11.5	180	104	12
11.6~12.0	180	108	12
12.1~12.5	190	113	13
12.6~13.0	190	117	13
13.1~13.5	200	122	14
13.6~14.0	200	126	14
14.1~14.5	210	131	15
14.6~15.0	210	135	15
15.1~15.5	220	140	16
15.6~16.0	220	145	16

プラチナコーティングの断面写真を図3に示す。NACHIが独自に開発したTi-C-N系の複合・多層コーティングである。耐摩耗性と潤滑性を兼ね備え、母材との適合性、用途に合せた配合を確立することにより高能率・長寿命な穴あけ加工が可能になった。

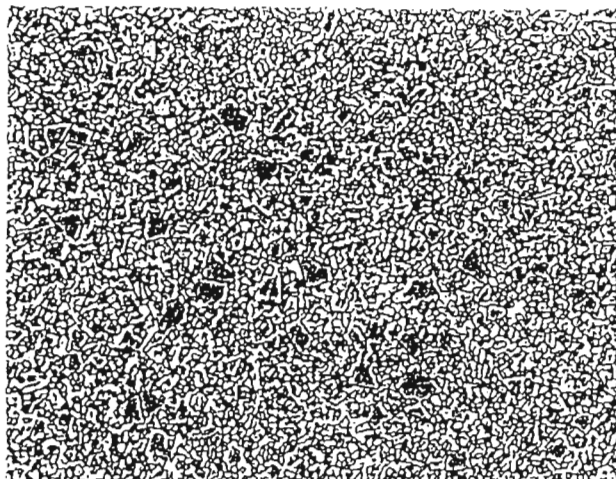


図2 プラチナオイルホールドリルの母材組織 (×1000)

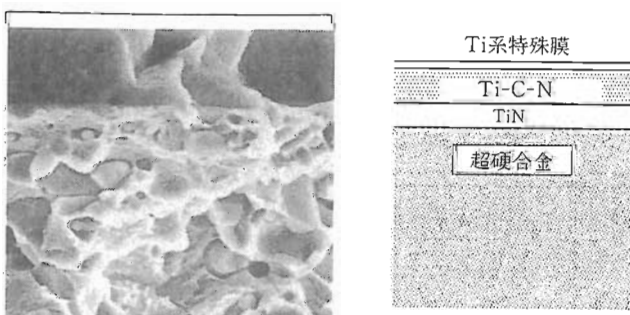
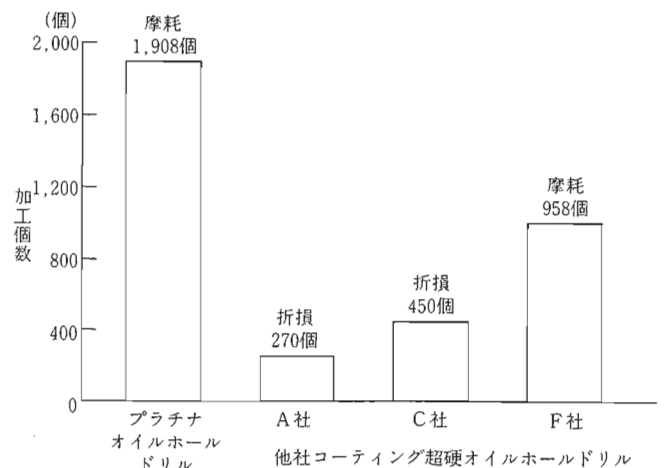


図3 プラチナコーティングの断面

切削テスト事例を図4に示す。ドリル直径はφ8.6で、被削材はクロムモリブデン鋼の調質材SCM440 (310HB)を使用した。切削速度はV=80m/min.と基準切削条件(表5)の1.5倍強に設定した過酷テストを行った。穴加工中のギー音発生までの穴加工個数を比較すると、プラチナオイルホールドリルは、他社品比2倍以上の長寿命を達成することが出来た。

(2) ドリル強度を高め、広範囲な送り速度で切屑分断が可能な溝形状を選ぶために種々のテストを実施した。その結果の1つを図5で送り速度の限界を他社品との比較にて示す。ドリル径はφ6.0で、F社製は送り速度800



切削条件  
ドリル径: φ8.6  
穴深さ: 22mm通り穴  
試験機: 立型マシニングセンタ 15.0KW  
切削速度: 80m/min (回転数: 2965min<sup>-1</sup>)  
送り速度: 845mm/min (送り量: 0.285mm/rev)

被削材: SCM440 (310HB)  
切削油剤: 水溶性

図4 プラチナオイルホールドリルの使用例

表5 解析結果

メーカー	不二越	他社	
ドリル外径D	φ8.6	φ8.6	
ドリル形式 その他	プラチナ 油穴	超硬 油穴	
断面積A	29.8	34.5	
断面2次 モーメント I	Y	206.1	231.4
	Z	54.2	76.5
ねじり定数J	88.1	102.3	
負荷トルクT	300	300	
$\tau_{max}$	11.83	11.10	
心 厚	2.61	2.59	

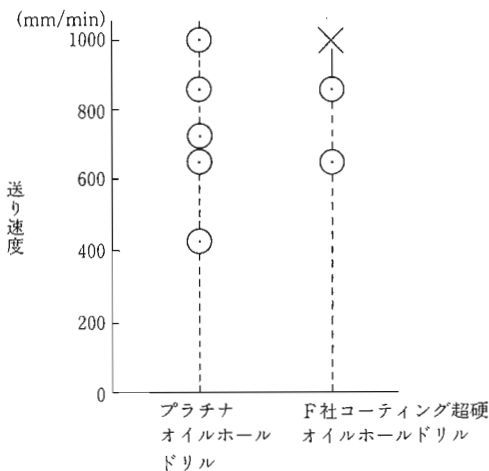
(注1) 単位

ドリル外径 : D mm  
断面積 : A mm<sup>2</sup>  
断面2次モーメント : I mm<sup>4</sup>  
ねじり定数 : J mm<sup>4</sup>  
負荷トルク : T Kgf・mm  
最大せん断応力 :  $\tau_{max}$  Kgf/mm<sup>2</sup>

(注2) 曲げ剛性はEI で与えられる。

(注3) ねじり剛性は  $GJ = EJ / 2(1 + \nu)$  で与えられる。  
G : 横弾性係数

縦弾性係数 E = 56000 Kgf/mm<sup>2</sup>  
ポアソン比  $\nu = 0.3$



ドリル径 : φ6.0  
穴 深 さ : 24mm 止り穴  
試験機 : 立型マシニングセンタ 15.0KW  
切削速度 : 66m/min (3,500mm<sup>-1</sup>)  
被 削 材 : SCM440 (310HB)  
切削油剤 : 水溶性  
○...切りくずづまりが無く加工可能  
×...加工途中で折損

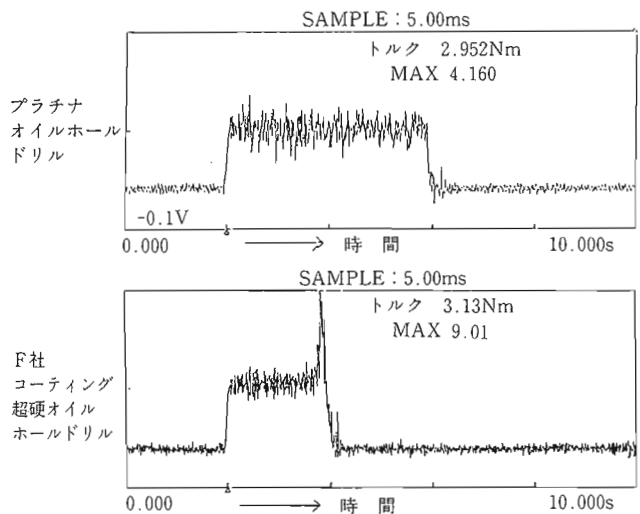
図5 加工限界送り速度

mm/min. (0.23mm/rev.=ドリル径の3.8%)まで加工可能であるが1,000mm/min. (0.29mm/rev.=4.8%)では、わずか6mm加工したところで折損してしまった。プラチナオイルホールドリルでは、送り速度1,000mm/min.でも問題無く加工することができ、低送り速度でも加工されることが確認され、広い範囲で使用できる。

(3) 深穴をノンステップで加工できるように刃先形状は、X-R形シンニングを採用した。又、切りくずの排出性を高めたドリル溝形状と、大きい油穴を採用した。

図6に7Dの深穴を加工したときの切削トルクの変化を他社品と比較して示す。プラチナオイルホールドリルは加工始めから加工完了まで安定しており、切りくずづまりが無くスムーズな加工が行われているのに対し、他社品は約半分の深さ(図6では横軸の時間)で急激にトルクが上昇し、切りくずづまりが発生しそれ以上の加工が不可の状態であることがわかる。

図7にポンプ供給圧力とドリルの油穴から吐出される切削油剤の流量との関係を他社品と比較して示す。ポンプ供給圧力が高くなるとドリル先端から吐出される切削油剤の流量に大きな差が生じる。流量が多くなると切削熱の冷却、切りくずの排出に大きな効果が得られる。



ドリル寸法 : φ6.0×110×54×φ6.0 (7D用)  
穴 深 さ : 43mm 止り穴  
試験機 : 立型マシニングセンタ 15.0KW  
切削速度 : 66m/min (3,500mm<sup>-1</sup>)  
送り速度 : 725mm/min  
被 削 材 : SCM440 (310HB)  
切削油剤 : 水溶性 (0.75MPa)

図6 切削トルクの変化

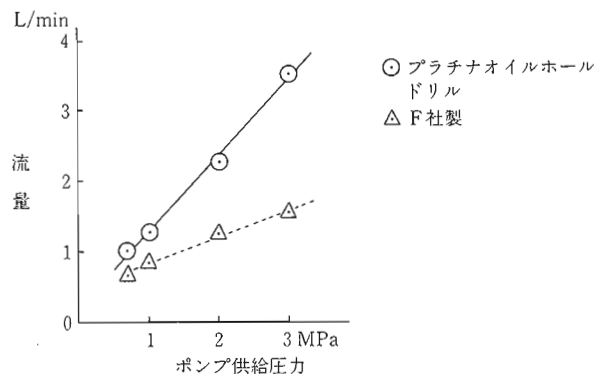


図7 切削油剤の吐出流量

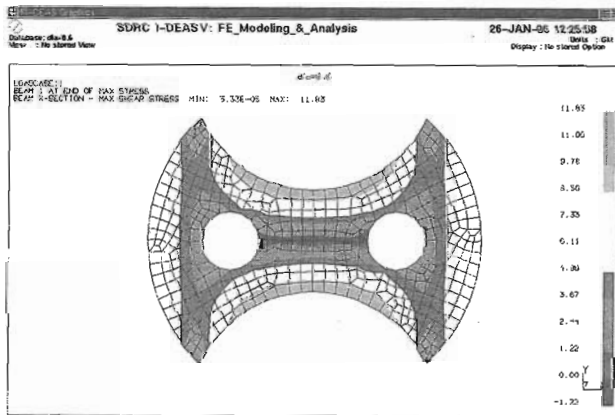
- (4) スパイラル油穴の採用により再研削を重ねても刃先と油穴は常に同じ位置関係にあり、安定した加工を行うことができる。
- (5) 溝形状(測定値で近似)、油穴の位置、油穴の大きさを総合的に見るのに有限要素法で確認した。図8にせん断応力図を示し、表5に解析結果を示す。強度(ねじり剛性)は、同じトルクを負荷して表れる最大せん断応力( $\tau_{max}$ )で評価した。他社品は、プラチナオイルホールドリルより断面積が大きく、ねじり剛性がある(表5)。しかし、ドリル溝形状の曲率半径が小さいため、同じトルクを負荷しても表れる最大せん断応力がほぼ同じに現れ、しかも集中する傾向になる。切削機構を考えると、他社品の様にドリル溝底の曲率半径を小さくするのは、切削中に破損しやすいと考える。

## 2.3 用途

- (1) 合金鋼、調質鋼など硬質鋼の高効率な穴加工や、難削材の穴加工に適している。

図9に合金鋼をコバルトハイスドリル、コーティングハイスドリル(Gショートドリル)、高精度コーティング粉

プラチナオイルホールドリル



他社超硬油穴付ドリル

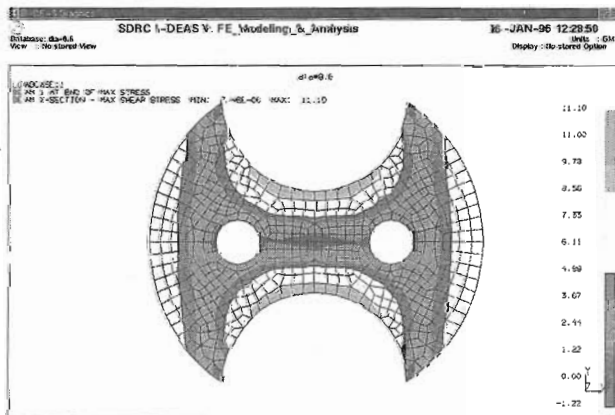
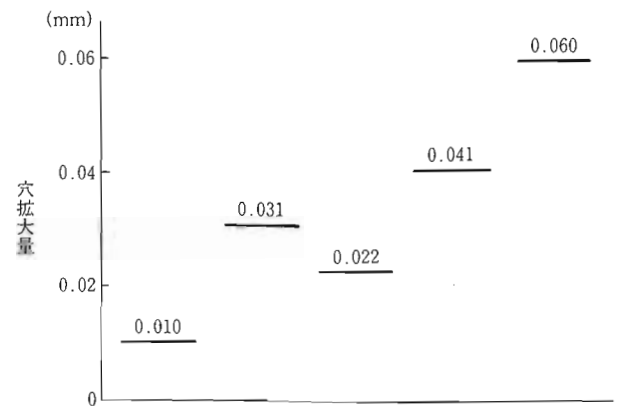


図8 せん断応力図



ドリルの種類	プラチナオイルホールドリル	プラチナドリル	SG-ESSドリル	Gショートドリル	コバルトハイスドリル
切削速度 (m/min)	80	64	25	25	15
送り量 (mm/rev)	0.29	0.28	0.28	0.25	0.25

ドリル径:  $\phi 6.0$  被削材: SCM440(310HB)  
穴深さ: 22mm通り穴 切削油剤: 水溶性

図9 ドリルの種類による穴拡大量の違い

末ハイスドリル(SG-ESSドリル)、コーティング超硬ドリル(プラチナドリル)、プラチナオイルホールドリルを使用した時の穴拡大量を示す。プラチナオイルホールドリルによって加工された穴拡大量が少ないのは、切削油剤が切削点まで浸透し、構成刃先の成長を抑制するためと考える。このドリルの特長は、切削点に切削油剤が到達することである。切削点における切削油剤の量が工具摩耗に影響し、切削油剤の圧力が加工精度や加工面粗さに影響すると考えられるが、量と圧力を切り離して評価するのは困難である。

- (2) 加工穴深さに対応した3D用、5D用、7D用をシリーズ化した。用途に応じて、可能な限り短いドリルを使用することを推奨する。再研削が可能であることから長いドリルを使用するのは、特に加工能率、再研削当りの加工数で劣る結果となるので十分に注意する必要がある。表6に基準切削条件を示す。

## 3. 使用方法

プラチナオイルホールドリルは一般にマシニングセンタで使用され、特殊なツーリングが必要である。図10にオイルホールホルダの種類を示すが、サイドスルータイプが多く使用されている。使用開始時、位置決めピンが位置決めブロックに合うようにセットしてから取り付けることがポイントである。スピンドルスルータイプは、マシニングセンタの高速化と共に普及した方式である。吐出圧力は、

表6 プラチナオイルホールドリルの基準切削条件

適用ドリル	被削材 切削条件	構造用鋼 SS - 炭素鋼 S - C		合金鋼 SCM フルハード鋼 NAK, HPM		ダイス鋼 SKD ステンレス鋼 調質鋼(35~45 HRC)		鋳鉄 FC		アルミニウム合金 非鉄金属		高硬度材 (35 HRC ~)	
		直径 (mm)	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>
1 プラチナオイルホール 3D用	5	3800	760	3100	530	2300	350	4200	1100	6500	1600	1500	210
	8	2400	660	1900	440	1400	290	2600	890	4100	1400	960	180
	10	1900	590	1500	390	1100	260	2100	810	3200	1200	760	160
	13	1500	520	1200	350	880	230	1600	690	2500	1100	590	140
2 プラチナオイルホール 5D用	5	3800	650	3100	450	2300	290	4200	900	6500	1400	1500	180
	8	2400	560	1900	380	1400	250	2600	760	4100	1200	960	160
	10	1900	510	1500	340	1200	230	2100	700	3200	1100	760	140
	12	1600	470	1300	320	960	210	1800	650	2700	1000	640	130
	16	1200	430	960	290	720	190	1300	590	2000	910	480	120
	20	960	390	760	260	570	170	1100	530	1600	820	380	110
3 プラチナオイルホール 7D用	5	3800	540	3100	380	2300	250	4200	750	6500	1200	1500	150
	8	2400	470	1900	320	1400	210	2600	630	4100	1000	960	130
	10	1900	420	1500	290	1200	190	2100	580	3200	880	760	120
	12	1600	390	1300	270	960	180	1800	540	2700	830	640	110
	16	1200	360	960	240	720	160	1300	490	2000	760	480	100
	20	960	320	760	220	570	140	1100	440	1600	680	380	90

・上表は立形の機械で切削油剤を十分給油した場合の値である。  
 ・ワークや機械により振動や異音が発生することがあるので状況に応じて切削条件を変更してください。

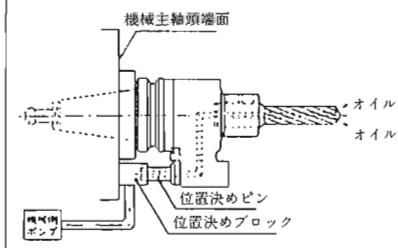
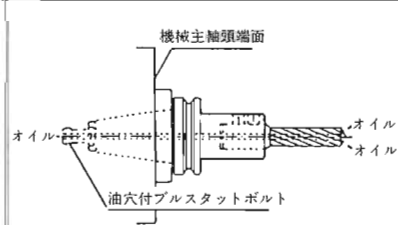
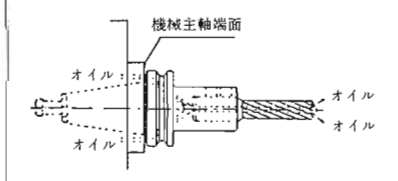
	概略図及び構造	長所・短所	価格(定価)
サイドスルータイプ	 <p>機械主軸端面に位置決めブロックを取付けそこから専用のオイルホールホルダに切削油を供給する方法。ツールスルー方式とも呼ばれている。</p>	<p><b>【長所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既存の機械への後付けが比較的容易</li> </ul> <p><b>【短所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ホルダ性能により回転数、切削油圧に制限がある。一般的に3000 rpm, 2 MPa程度が多い。</li> <li>機械メーカー、機種によって、位置決めブロックの取付位置がことなり、ホルダを各機械毎に設定する必要がある。</li> <li>ホルダのベアリング、シール部に寿命がある。</li> <li>ホルダが大きくなるため、マガジン内での干渉が気になる。</li> <li>工具の突き出しが長くなる。</li> </ul>	<p>機械オプション 約30~50万円 ホルダ BT 50サイドロック 約10万円</p>
スピンドルスルータイプ	 <p>機械の主軸中心より、切削油が油穴付きブルボルト、ホルダの軸芯を通り刃先に供給される。センタスルー方式とも呼ばれている。</p>	<p><b>【長所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>軸芯を通すため切削油圧の低下が少ない。</li> <li>回転数、切削油圧の制限がホルダによらない。</li> <li>標準的なホルダが使用できる。</li> </ul> <p><b>【短所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機械主軸内を切削油が通るため、機械主軸テーパを傷めやすい。</li> <li>穴突きブルボルトのため、BT 40では強度的に不安がある。</li> </ul>	<p>機械オプション 約120~150万円 ホルダ BT 50サイドロック 約2.8万円</p>
端面スルータイプ	 <p>機械の主軸端面よりホルダのVフランジの端面に設けた油穴を通し刃先に切削油を供給する方法。ヨーロッパでは、DIN規格(69871B)として規格化されている。フランジスルー方式とも呼ばれている。</p>	<p><b>【長所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機械のテーパを傷める恐れがない。</li> <li>回転数、切削油圧の制限がホルダによらない。</li> </ul> <p><b>【短所】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本国内では端面の穴位置の規格がないため、ホルダが特殊品扱いになることが多く、納期、コストがかかる。</li> </ul>	<p>機械オプション 約150~300万円 ホルダ BT 50サイドロック 約4.2万円</p>

図10 各種オイルホールホルダの特徴<sup>(2)</sup>

1MPa以上を推奨する。吐出量を増すことを奨めるがそのために高圧クーラント装置を活用するのも、1つの方法である。

---

#### 4. おわりに

---

超硬油穴つきドリルは他社も商品化しているが、油穴づまりによる折損・ドリル溝底への集中応力による折損など、種々の不具合を確認したことが、今回のプラチナオイルホールドリルの開発に多いに役立った。ドリルの刃先形状・溝形状・油穴形状とその位置及び、母材とコーティングと、それぞれに種々の工夫を凝らして商品化した。是非ご使用いただき、ご批判・ご指導をいただければ幸いです。

#### 文 献

- (1) 第55回 切削油技術研究会総会資料, P.150(1993)