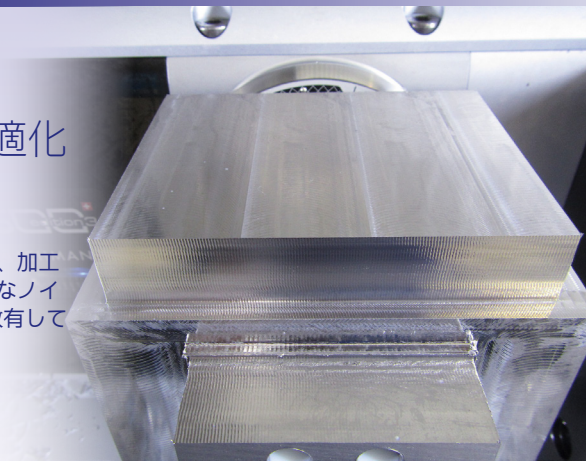


振動、工具摩耗、表面仕上げと切削能力の最適化

形、重量および材料に応じて各物体は複数の固有振動周波数をもっています。例えば、加工周波数がターンテーブルの固有振動周波数に合致する場合、ガタガタ音や口笛のようなノイズでわかります。立形マシニングセンタは100 Hz前後の範囲の第1の固有振動周波数を持っています。重要な点は、加工周波数が固有振動周波数と一致しないことです。



動的解析

FEMモーダル解析を使用して、固有振動周波数を測定します。隣接する弾性周波数応答は、調和した解析の結果を再現します。下記に述べるすべてのターンテーブルの第1の9種類の振動パターンおよび固有周波数が測定されました。現場ではモード1および2が最も重要となります。これらの値は、以下の表から読み取ることができます。

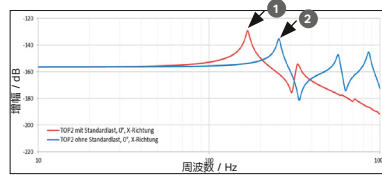
最適化の可能性

作業工程が早くなった場合、次のような対策を講じます。

- + ツールスピード
- + ツール歯数
- + 加工方法
- + 加工物の位置

標準負荷あり/なし

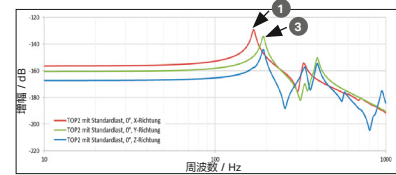
例：T1-51520 TOP2、X方向のみへの誘発



1~2までの上記のピーク値は以下の表に見ることができます。この例では標準負荷の変更により固有振動周波数が変わることが明らかになりました。加工物の重量が加工中に変わるため、必然的に固有振動周波数も変化します。

実行方向X、YおよびZの解析

例：T1-510520 TOP2



最低固有振動周波数は、通常、最も重要です。上記のグラフはその周波数がX方向に誘発されていることを示しています。そのため、YまたはZ方向に振動を起こす対策が必要です。下記の表に2つの第1の固有振動周波数が表示されています。

加工周波数の計算例

$$\text{シェリル} \phi 40 \text{ mm、歯数4、回転数 } 1,900 \text{ min}^{-1} = \frac{4 \times 1,900}{60} = 127 \text{ Hz}$$

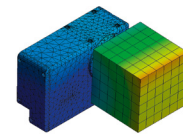
重要な注意点：加工物の形状、重量および取付形式、ならびにクランプブリッジ上のクランプ手段は、固有振動周波数に決定的な影響を与える場合があります。

条件：ターンテーブルは規定通りに設置され、両方の軸は、6/パールの空気圧でクランプされています。

以下の図示は常にモード1を示します。

固有振動周波数EA-およびM-ターンテーブルモード1および2 (目安値)

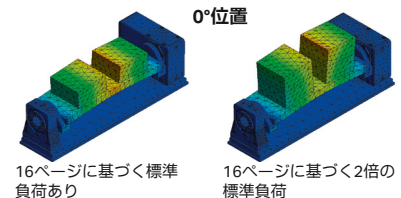
	ねじを使用する下方からのターンテーブルの固定は、中板のたわみを考慮しません。								クランプ爪を使用するターンテーブルの固定							
	標準負荷なし				標準負荷あり				標準負荷なし				標準負荷あり			
	507	510	520	530	507	510	520	530	507	510	520	530	507	510	520	530
モード1	859	760	669	602	352	229	160	201	780	716	627	564	339	222	155	194
モード2	913	797	681	634	371	249	163	211	857	731	638	596	364	245	160	203



固有振動周波数rotoFIX-ターンテーブルモード1および2 (目安値)

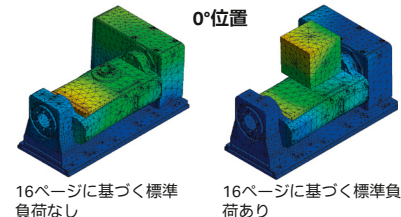
Hz	標準負荷なし				標準負荷あり				2倍の標準負荷あり			
	507	510	520	530	507	510	520	530	507	510	520	530
モード1	332	254	166	60	224	194	120	46	165	149	90	35
モード2	575	364	306	179	325	249	176	108	193	157	104	62

- + 90°位置に対してより低い第1の固有振動周波数およびより高い第2の固有振動周波数で計算する必要があります (+/-10 ~ 20%)。
- + 偏心したクランプブリッジの取付では、第1の固有振動周波数はやや低く、第2の固有振動周波数は20 ~ 30%高い。
- + アルミニウムクランプブリッジは、より大きな負荷ではやや低い第1の固有振動周波数をもたらします。小さな負荷では第1の周波数は、それに対してやや高くなります。



固有振動周波数T-ターンテーブルモード1および2 (目安値)

Hz	標準負荷なし										標準負荷あり									
	TIPc		TAPc		TAP		TOP		TGR		TIPc		TAPc		TAP		TOP		TGR	
	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
50x510	180	185	270	283	230	231	241	245	129	134	187	201	181	190	183	195				
51x520	187	194	249	233	215	194	257	214	110	126	152	156	143	142	169	154	155	154		
520x530	221	222	243	211	184	172	195	181	107	123	133	131	107	105	113	112	107	94		
50x510	192	201	318	315	283	265	312	295	141	157	229	238	218	218	244	238				
51x520	206	215	261	296	233	249	294	321	132	143	162	187	158	175	192	210	181	196		
520x530	226	243	260	314	238	259	259	264	133	137	139	156	134	142	143	145	122	143		



このカタログで使用する用語の定義

1 駆動データ

「駆動データ」という用語により、このカタログの定義では常に、回転数、加速度およびトルク制限を意味します。

2 ギアボックス

Mギアボックス負荷 ($M_{\text{gear max}}$) [Nm]

スピンドル回転数 1 min^{-1} における最大許可機械的トルクを表します。

送りモーメント (M_{feed}) [Nm]

最大許容ギア負荷に対応する回転数 1 min^{-1} で利用可能なトルクを示します。しかし、使用されるモーター及びデューティサイクルに応じてより低くすることが可能です。

偏心スピンドル負荷 (sl_{exentric}) [Nm]

偏心負荷カタログ*は、以下の場合に相当します。

- EA-およびM-ターンテーブルならびにT-ターンテーブルの部分軸はいずれも0 Nm (標準負荷は常に中心)
- T-ターンテーブルは、部分軸および立方体形状の標準負荷の固有負荷により旋回軸に作用する最大トルク。それぞれのパラメータリストのカタログ値を参照してください。

偏心負荷通常*は、T-ターンテーブルに対してslsを有するギアボックス負荷と同一です。EA-ターンテーブルでは、このモーメントは、標準負荷を伴うrotoFIX Aluを使用する場合に最大偏心負荷により発生する値に相当します。それぞれのパラメータリストの通常値を参照してください。

偏心負荷最大負荷*は、ギアボックスにより約 10 min^{-1} の最小回転数の場合に依然として損失なく伝達できる最大機械的トルクに相当します。それぞれのパラメータリストの最大負荷値を参照してください。

*定義は127ページの「ジオメトリ/統合」を参照してください。



負荷なしと負荷ありとの間での重心変化 赤い点 (重心) が大きくなるにつれて、旋回軸におけるギアボックス負荷は大きくなります。青矢印は、「負荷なし」から「負荷あり」での重心の位置変化の方向を示します。

pL-スピンドル負荷標準 ($sls = sl_{\text{standard}}$) 11/104ページ[kg]

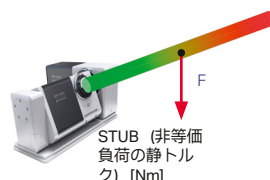
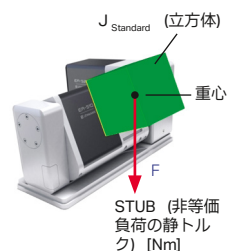
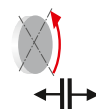
実際の作動から導出された、標準として定義されたpL-スピンドル負荷を表し、これによりすべてのアプリケーションのおおよそ90%がカバーされます。駆動データ全体およびパラメータリストは立方体形状のpL-標準負荷に指定されています。この体積内で動き回軸に対して同軸に固定されたすべての物体 (装置を含む加工物) は、標準駆動データにより動かすことができます。偏心して配置されたpL-スピンドル負荷標準は、駆動データの削減をもたらす場合があります。

質量慣性モーメント標準 (J_{standard}) 11/104ページ [kgm²]

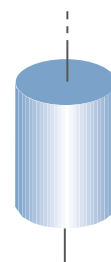
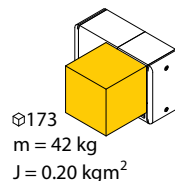
負荷が同軸の回転軸に固定されている限り、定義されたpL-標準負荷およびその物体形状から生じる結果としての質量慣性モーメントを表します。負荷と推進力との間の通常のJ-比率は、ふつうは1:1以下 (例えば、0.5:1) に相当します。

質量慣性モーメント最大許容 (J_{max}) [kgm²]

質量慣性モーメント標準 (J_{standard}) の10倍の値です。この慣性モーメントは、通常の使用時には大型加工物の場合であっても超過しません。その際、いずれの駆動系変形の場合であっても、10:1のJ-比率を超過しません。より大きなJは当然ながら動かすことができ、それに適した適応力を前提とします (受注生産)。



EA-510



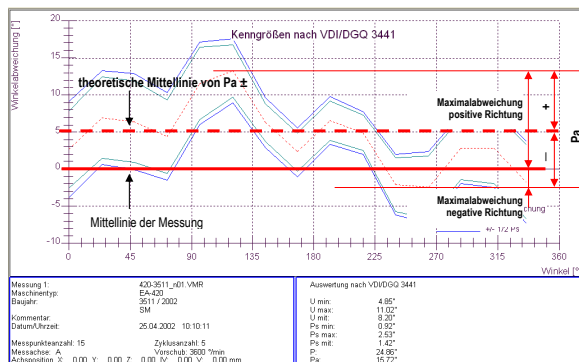
機能説明、閾値および条件がリスクを最小化します

3 ギアボックス精度

すべての精度仕様は常に、負荷をかけていないターンテーブルの場合に有効です。

測定過程

- 5回の暖機運転サイクル
- 5回の測定サイクル
- 24個の測定点 (15°)
- 加速度500°/s²
- 測定手段、K15カップリングを備えるHeidenhain ROD 800
- 単一モジュールとしての負荷をかけていないターンテーブル – 室温約22°C



ピッチ精度Pa ±の説明:

ピッチ精度 (Pa ±) [arc sec]

ある回転方向で測定された360°を超えるすべて角位置のあるべき位置に対する現行の位置の正負の最大偏差の合計を表し、±値として与えられます。

これはVDI/DGQ 3441に従った位置偏差Paに相当しますが、累積されています (例: TG ± 15"はPa 30"に相当します)。

– バックラッシュを考慮していません。

– スピンドルの心ぶれおよび軸ぶれは考慮していません。

繰り返し精度 (Ps mit) [arc sec]

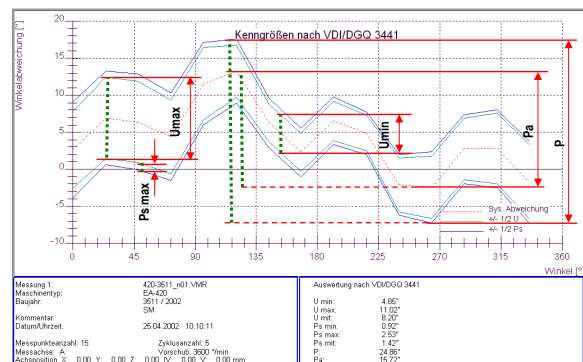
同じ側から動き出して、繰り返し測定された角位置の結果の範囲内の最大偏差を表します。

これはVDI/DGQ 3441に従った位置分散幅Psに相当します。したがって、– バックラッシュを考慮していません。

位置精度 (P) [arc sec]

交替する回転方向の場合に実際の位置に対する予定の位置の最大起こり得る偏差を表します。

これはVDI/DGQ 3441に従った位置不確かさPに相当します。したがって、– スピンドルの心ぶれおよび軸ぶれは考慮していません。



VDI/DGQ 3441に従った様々なパラメータの説明:

バッククリアランス (U ギア) [arc sec]

回転方向交替において特定の回数で何度も測定された角位置の範囲内の最大の機械的なギアボックスクリアランスを表します。

– VDI/DGQ 3441に従った測定値には相当しません。

– 駆動系に接続されたすべての部品の弾性は考慮していません。

バックラッシュ (U mit*) [arc sec]

回転方向交替において特定の回数で何度も測定された角位置の範囲内の駆動系に接続されたすべての部品の弾性、クリアランスあるいはオーバーシュートを含む平均バックラッシュを表します。

これはVDI/DGQ 3441に従ったバックラッシュUに相当します。平均値はすべての測定値から計算されます。

*補償および定義バックラッシュは「ジオメトリ/統合、6.4」を参照してください。