

Harmonic Planetary®

Harmonic Drive®

技術資料

効率特性	098
出力側軸受の仕様および確認手順	114
入力軸タイプの入力側軸受の仕様および確認手順	118

取扱説明

モータへの組込み手順	120
減速機の組込み、出力部への負荷の取付け	121
機械的精度	123
潤滑	124
保証、廃棄	126

各製品シリーズにより、定格値、性能が異なります。
ご使用の条件をご確認のうえ、各製品に適合した項目を必ずご参照ください。

効率特性

減速機の効率は一般的に、減速比・入力回転速度・負荷トルク・温度・潤滑条件により異なります。下記の測定条件における各シリーズの効率を、次ページより示します。なお、グラフの値は平均値です。

■測定条件

表 098-1

入力回転速度	HPGP / HPG / HPF : 3000r/min CSG-GH / CSF-GH : 各効率グラフに記載
周囲温度	25℃
潤滑剤	各機種の標準潤滑剤を使用。(詳細は P 124、P 125 をご参照ください)

■低温時効率補正值

周囲温度が 25℃ 以下の場合の効率値は、25℃ 時の効率値に低温時効率補正值を乗じて求めてください。低温時効率補正值は、周囲温度および定格入力トルク (TRi ※) に該当する値を、下表より求めてください。

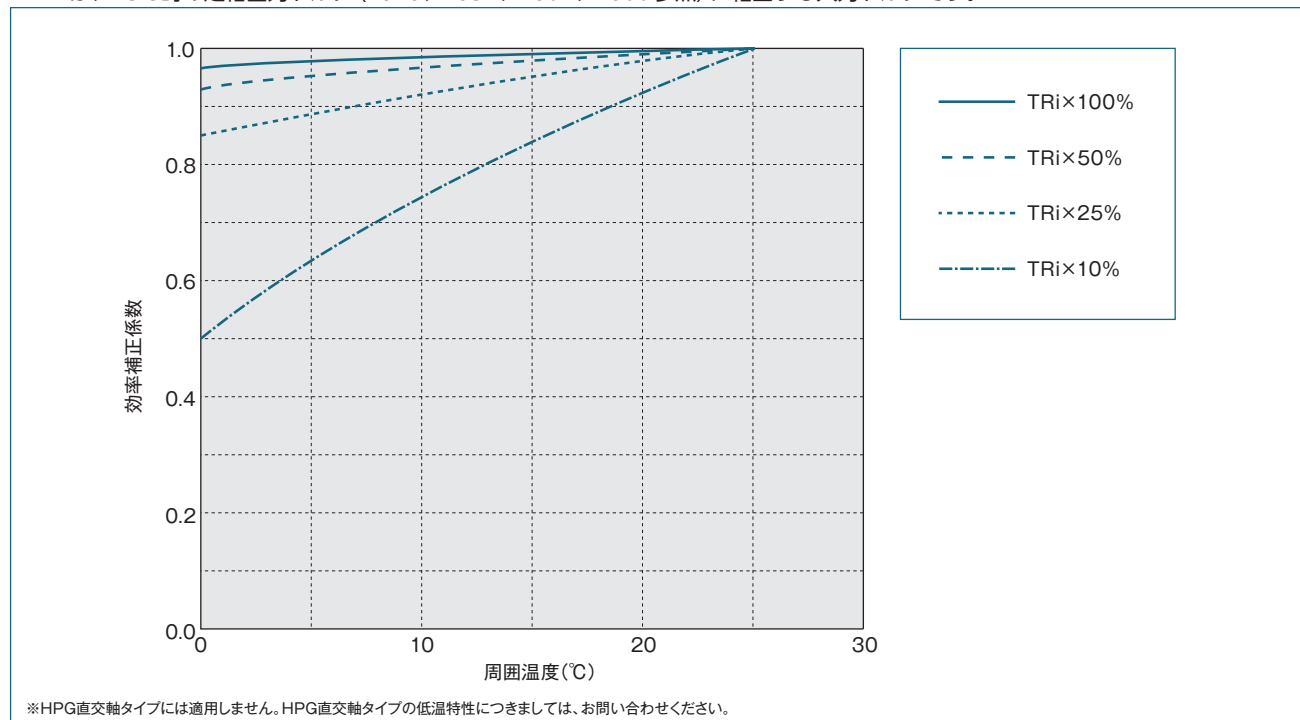
HPGP

HPG

HPF

※ TRi は、25℃ 時の定格出力トルク (P016、P034、P082、P088 参照) に相当する入力トルクです。

グラフ 098-1

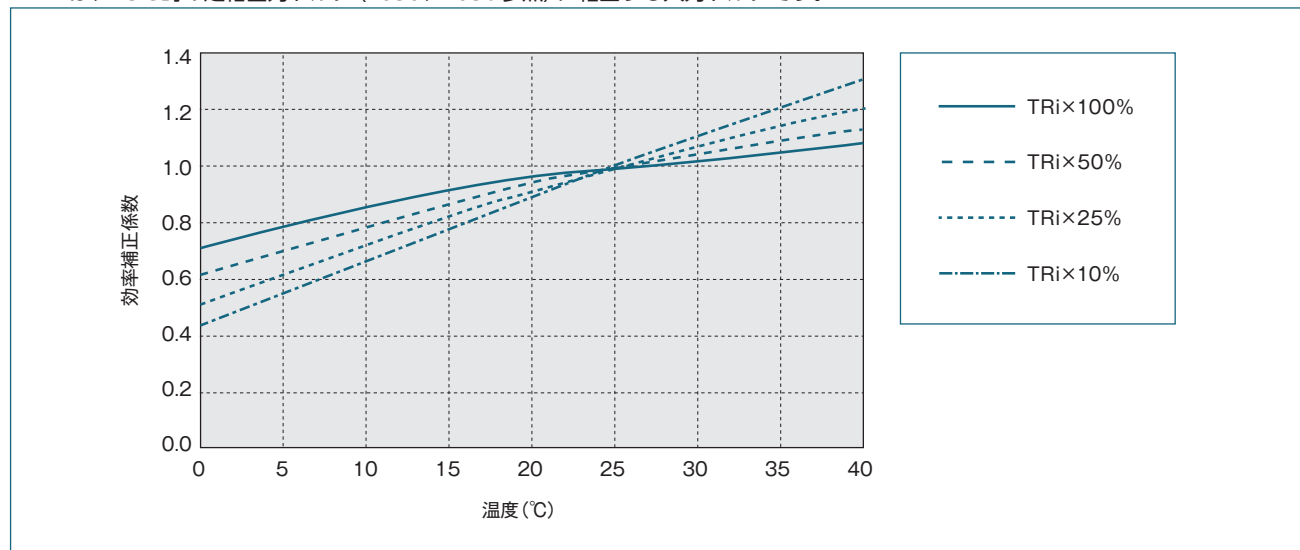


CSG-GH

CSF-GH

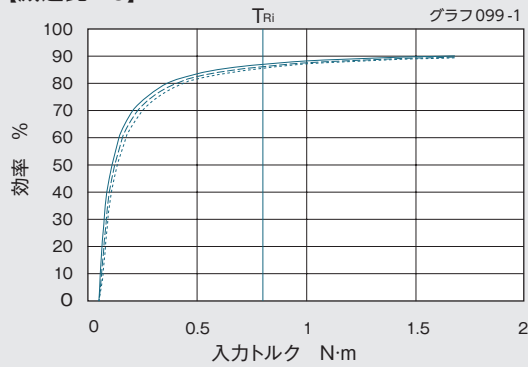
※ TRi は、25℃ 時の定格出力トルク (P050、P058 参照) に相当する入力トルクです。

グラフ 098-2

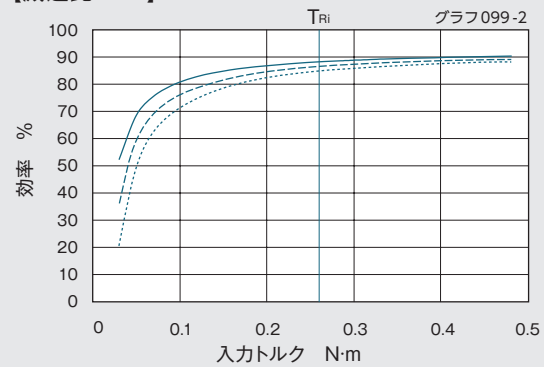


■型番11：ギヤヘッドタイプ HPGP

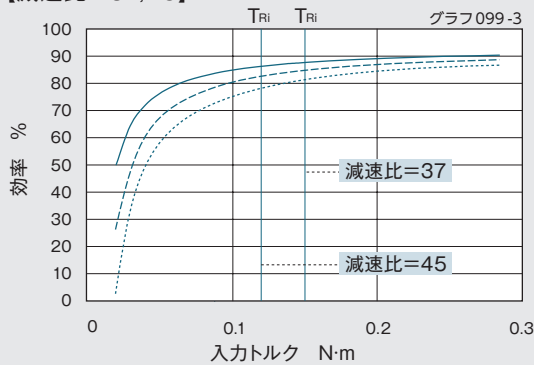
【減速比=5】



【減速比=21】



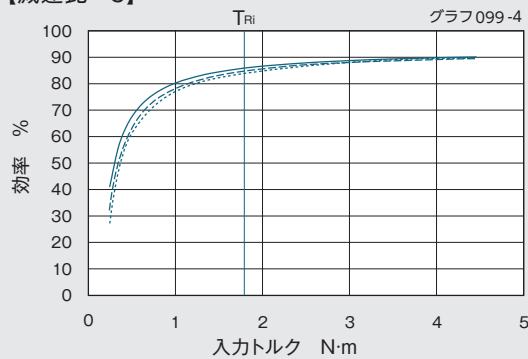
【減速比=37,45】



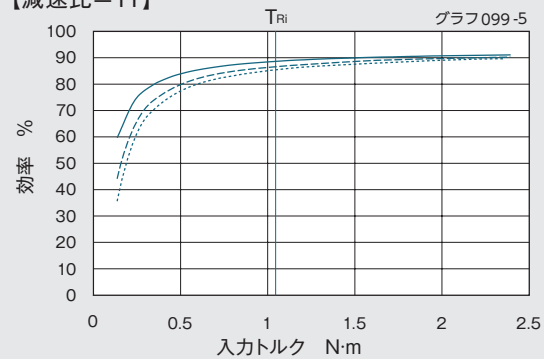
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■型番14：ギヤヘッドタイプ HPGP

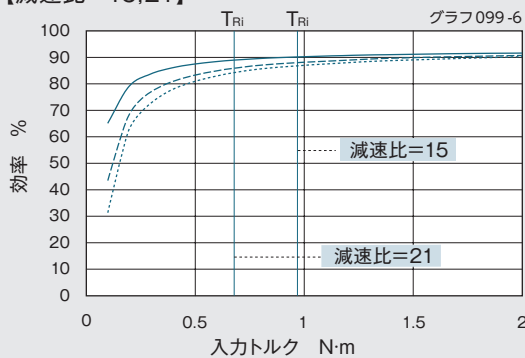
【減速比=5】



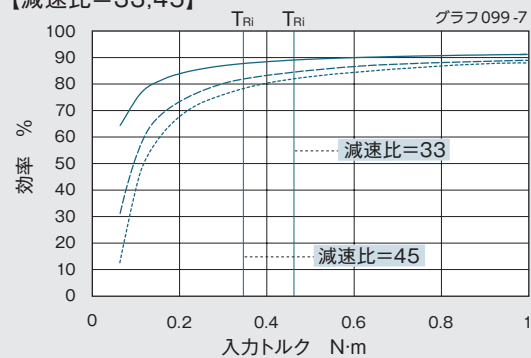
【減速比=11】



【減速比=15,21】



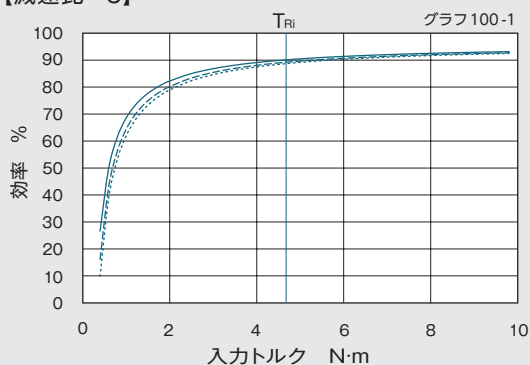
【減速比=33,45】



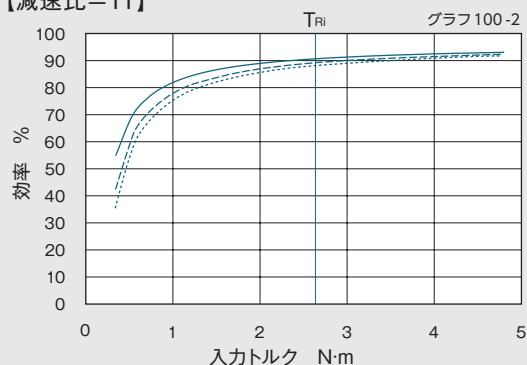
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 20 : ギヤヘッドタイプ HPGP

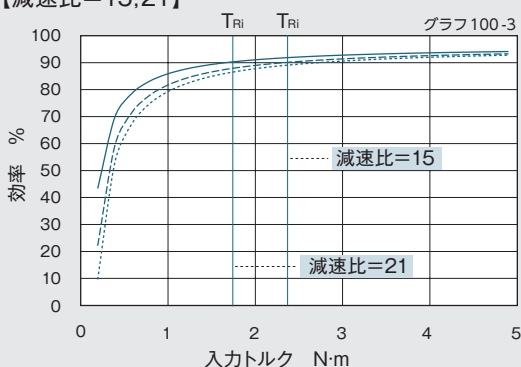
【減速比=5】



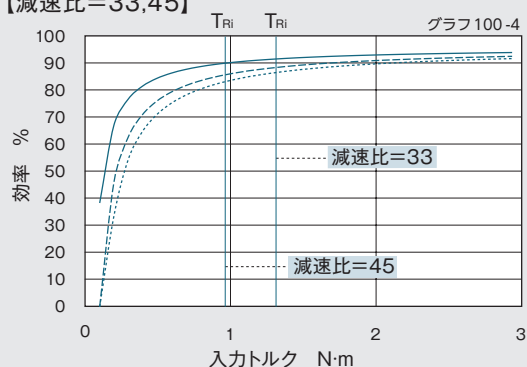
【減速比=11】



【減速比=15,21】



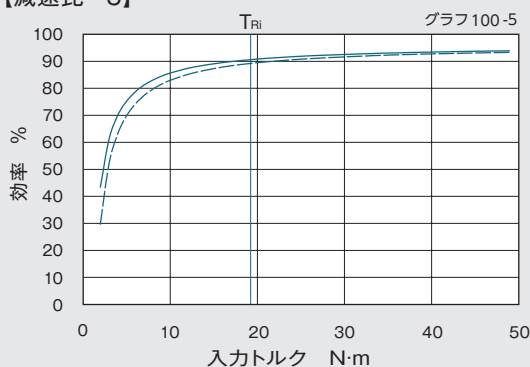
【減速比=33,45】



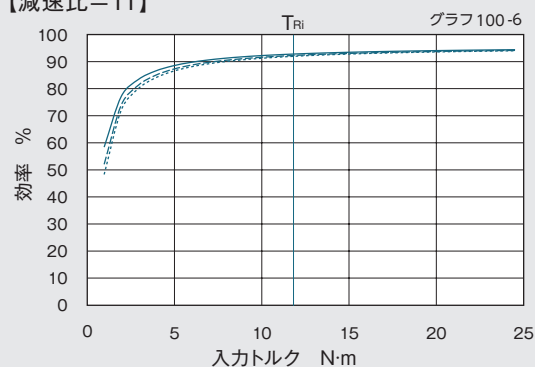
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 32 : ギヤヘッドタイプ HPGP

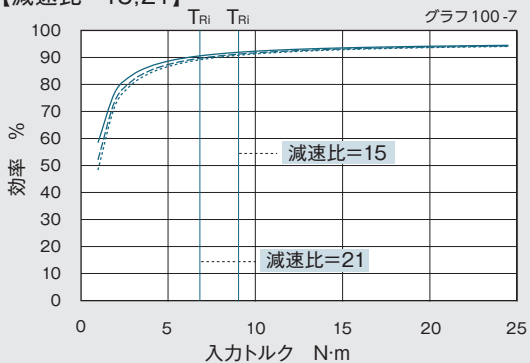
【減速比=5】^{(注)1}



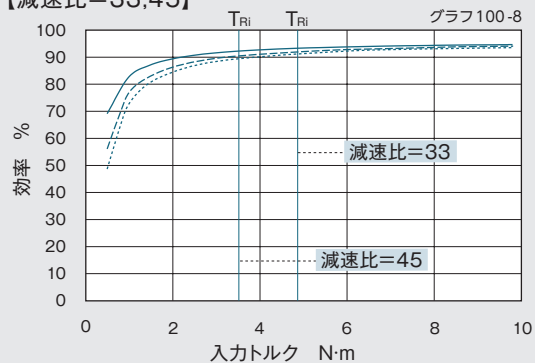
【減速比=11】



【減速比=15,21】



【減速比=33,45】

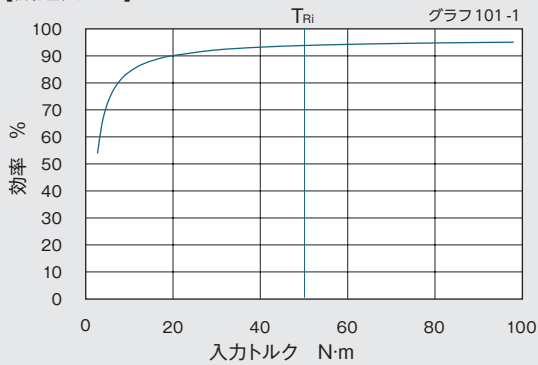


— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

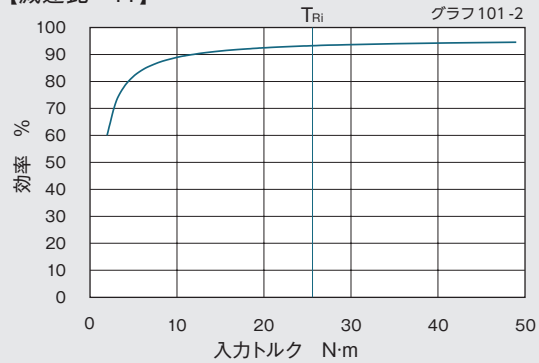
(注)1 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

■型番50：ギヤヘッドタイプ HPGP

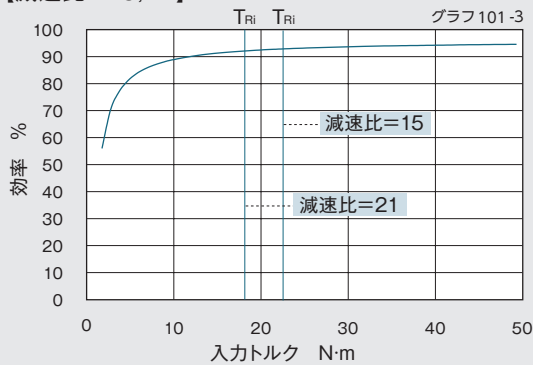
【減速比=5】^{(注)2}



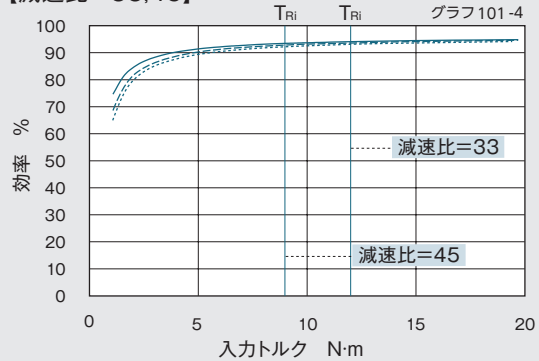
【減速比=11】^{(注)2}



【減速比=15,21】^{(注)2}



【減速比=33,45】

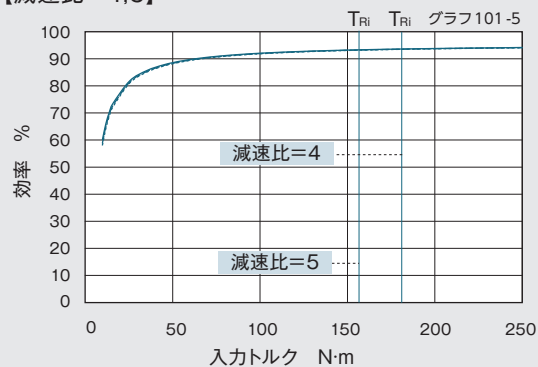


— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

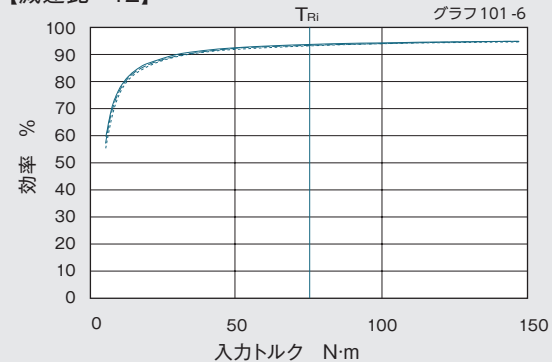
(注)2 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

■型番65：ギヤヘッドタイプ HPGP

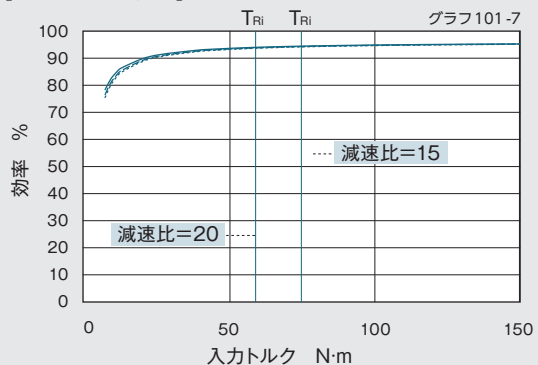
【減速比=4,5】^{(注)3}



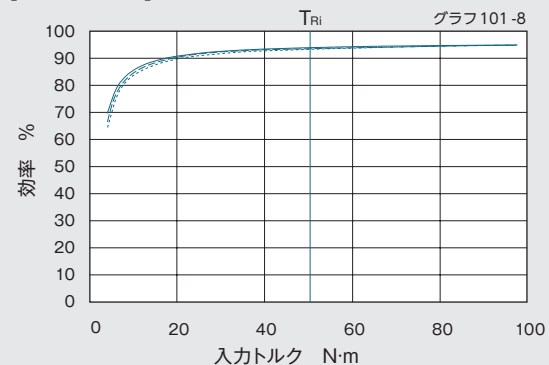
【減速比=12】^{(注)3}



【減速比=15,20】^{(注)3}



【減速比=25】^{(注)3}

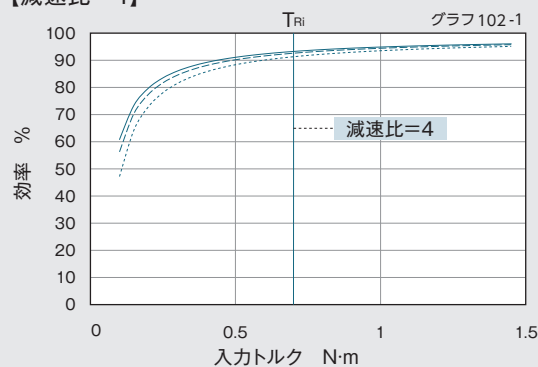


— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

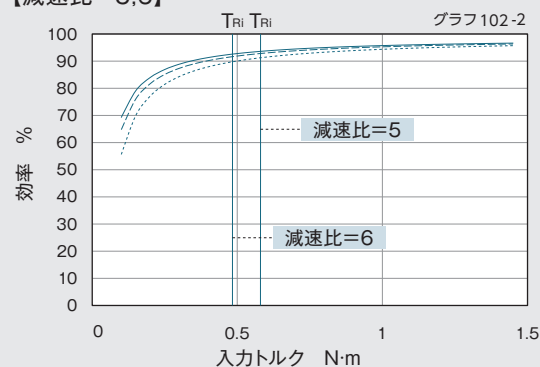
(注)3 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

■ 型番 11：ヘリカルギヤタイプ HPG

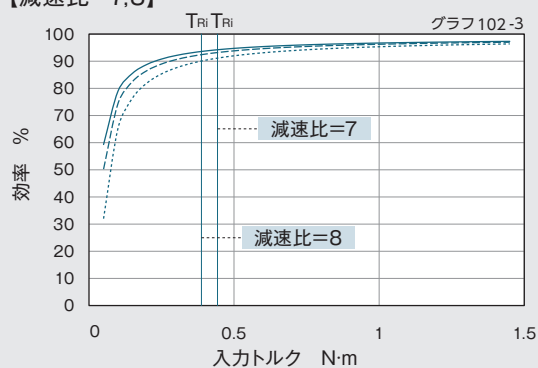
【減速比=4】



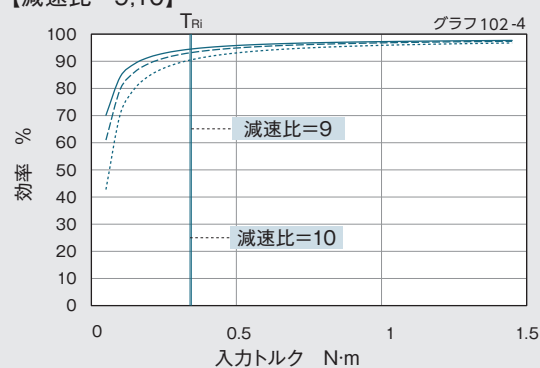
【減速比=5,6】



【減速比=7,8】



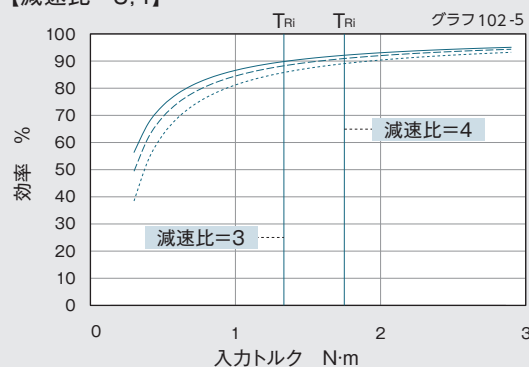
【減速比=9,10】



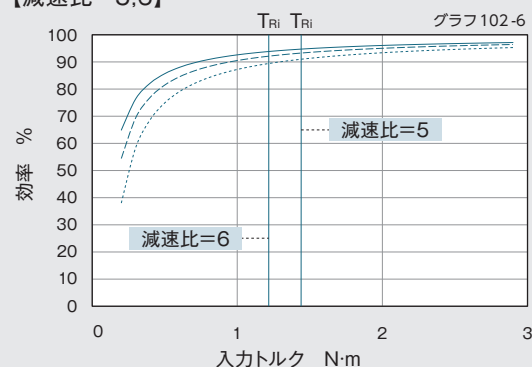
— 減速機本体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 14：ヘリカルギヤタイプ HPG

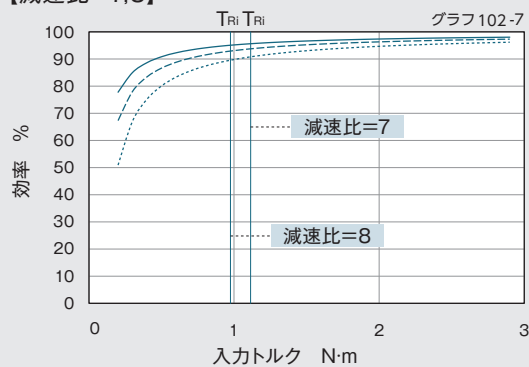
【減速比=3,4】



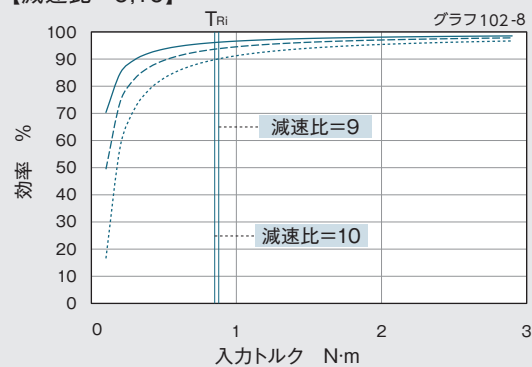
【減速比=5,6】



【減速比=7,8】



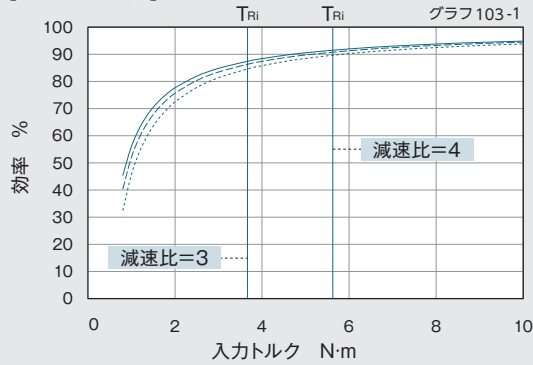
【減速比=9,10】



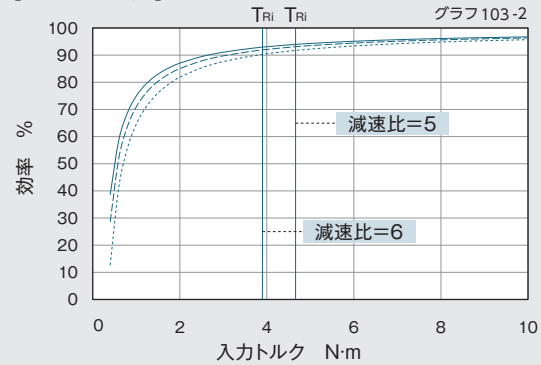
— 減速機本体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング
(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 20 : ヘリカルギヤタイプ HPG

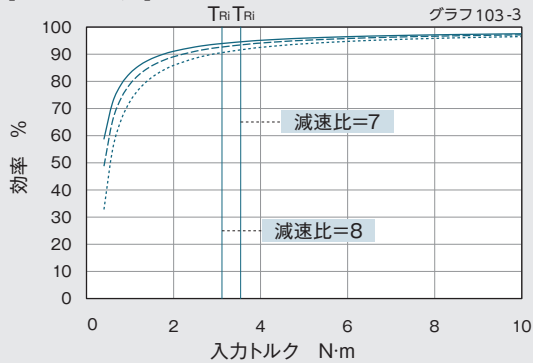
【減速比=3,4】



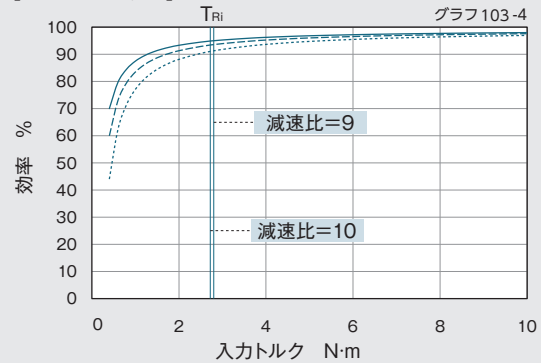
【減速比=5,6】



【減速比=7,8】



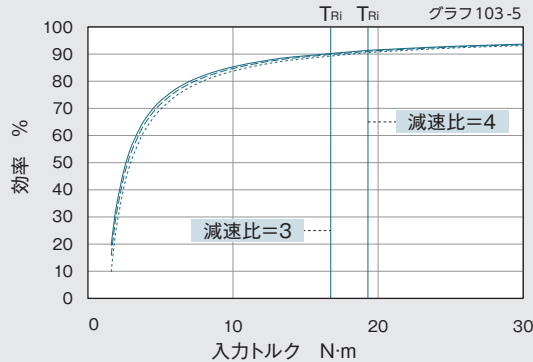
【減速比=9,10】



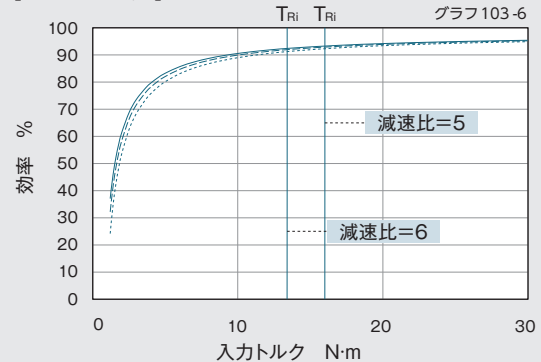
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 32 : ヘリカルギヤタイプ HPG

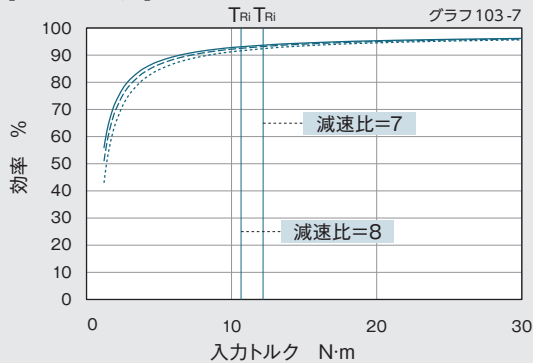
【減速比=3,4】



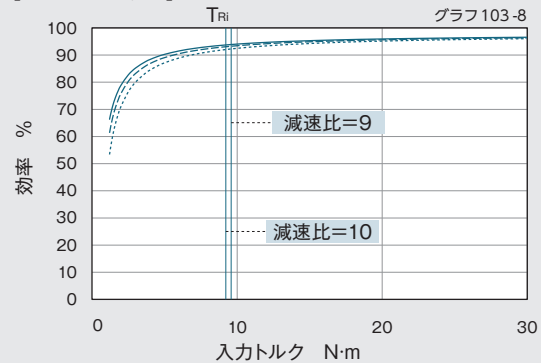
【減速比=5,6】



【減速比=7,8】



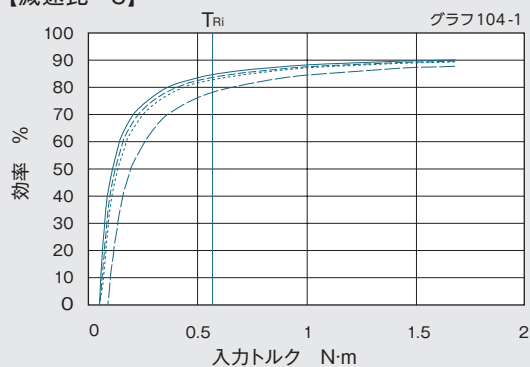
【減速比=9,10】



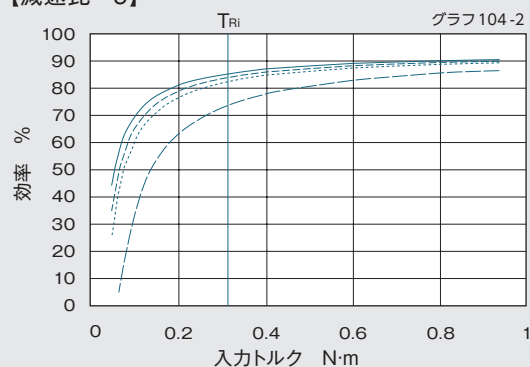
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 11: ギヤヘッドタイプ / 入力軸ユニットタイプ HPG

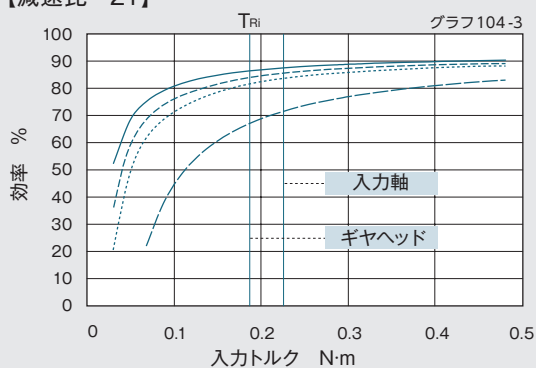
【減速比=5】



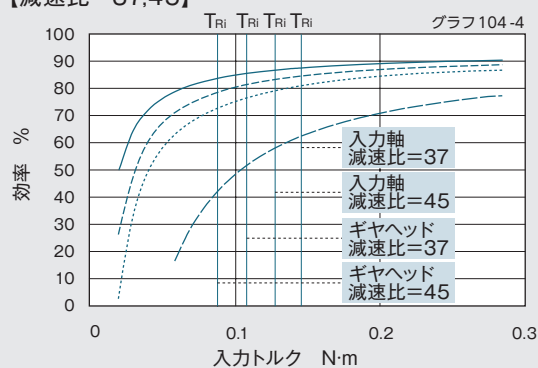
【減速比=9】



【減速比=21】



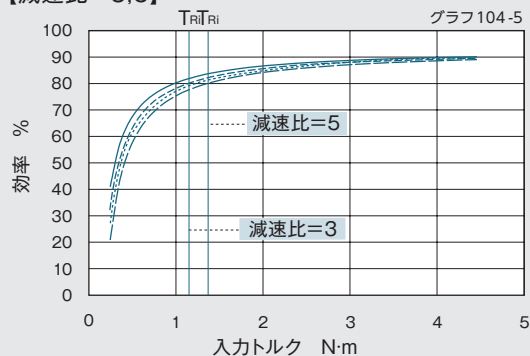
【減速比=37,45】



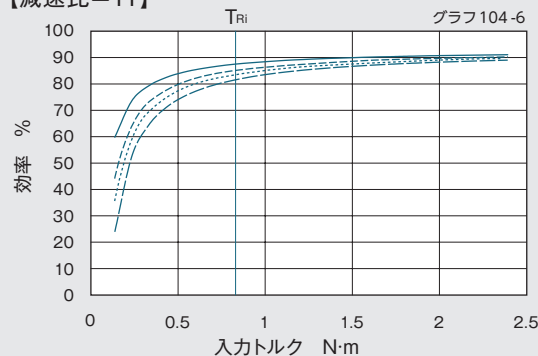
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング (両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 14: ギヤヘッドタイプ / 入力軸ユニットタイプ HPG

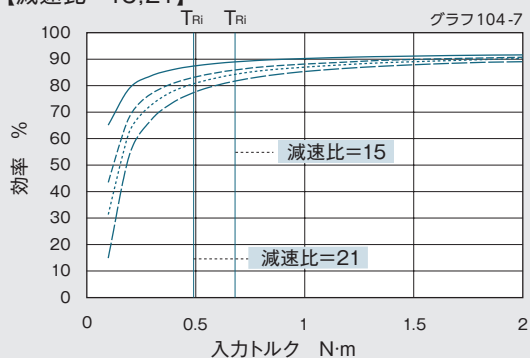
【減速比=3,5】



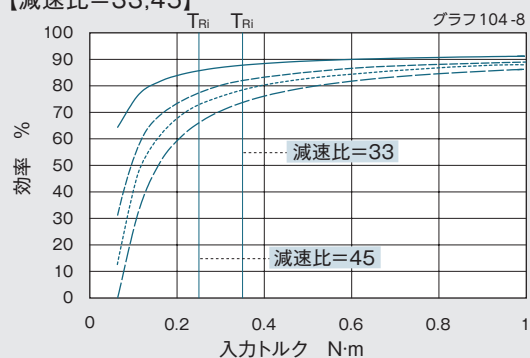
【減速比=11】



【減速比=15,21】



【減速比=33,45】

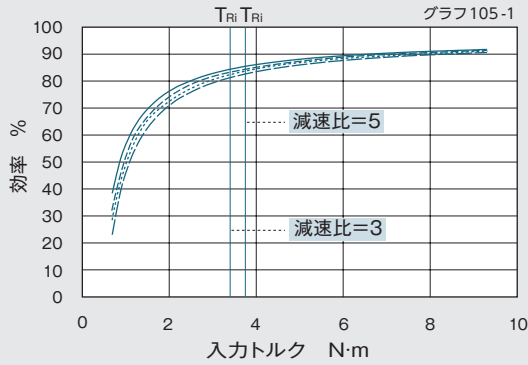


— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング (両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

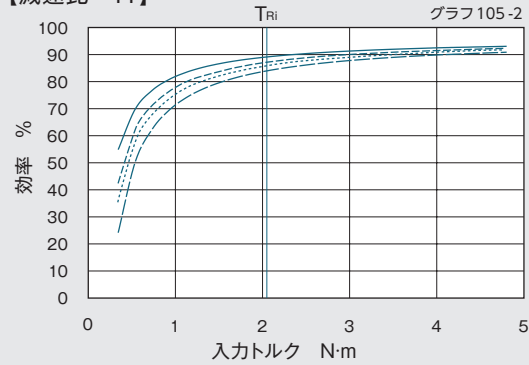
■型番20：ギヤヘッドタイプ／入力軸ユニットタイプ

HPG

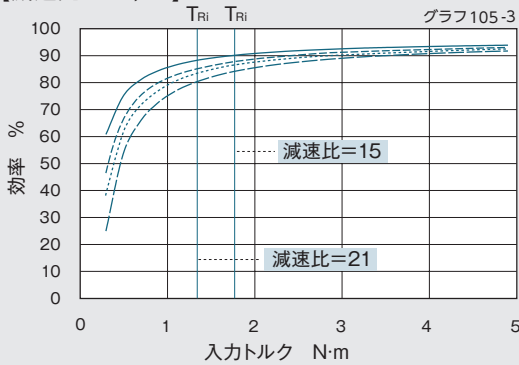
【減速比=3,5】



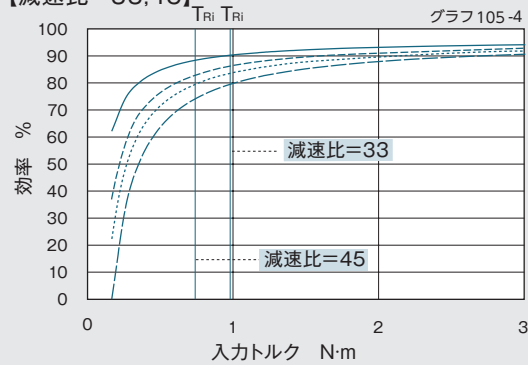
【減速比=11】



【減速比=15,21】



【減速比=33,45】

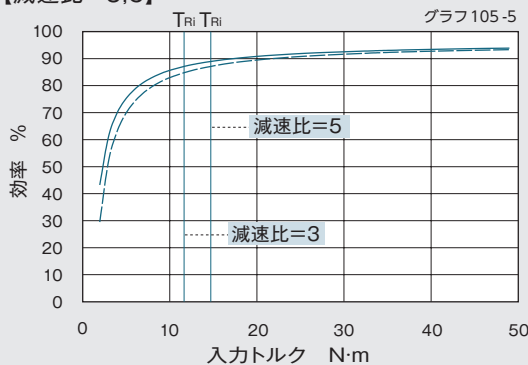


— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

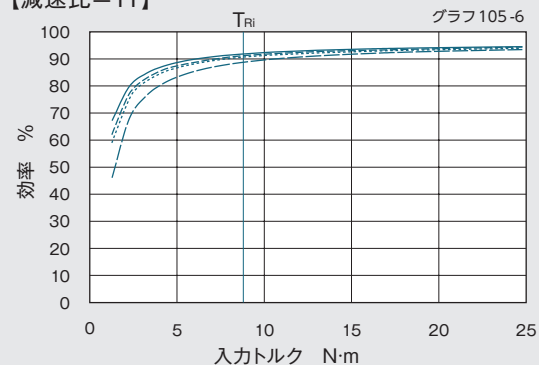
■型番32：ギヤヘッドタイプ／入力軸ユニットタイプ

HPG

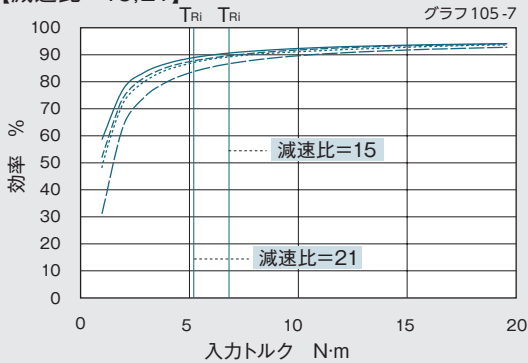
【減速比=3,5】^{(注)1}



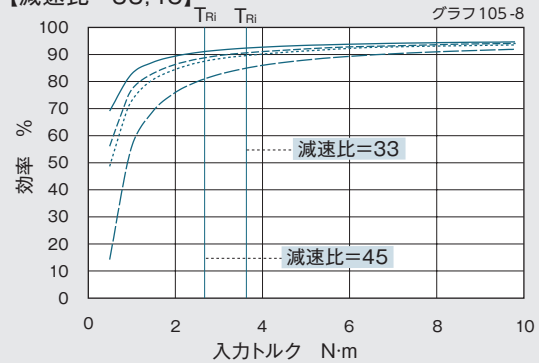
【減速比=11】



【減速比=15,21】



【減速比=33,45】



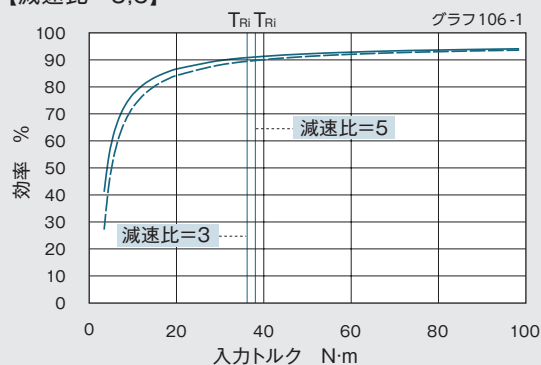
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

(注) 1 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

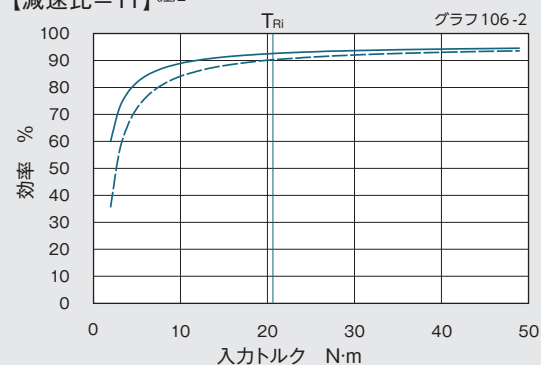
■ 型番50：ギヤヘッドタイプ／入力軸ユニットタイプ

HPG

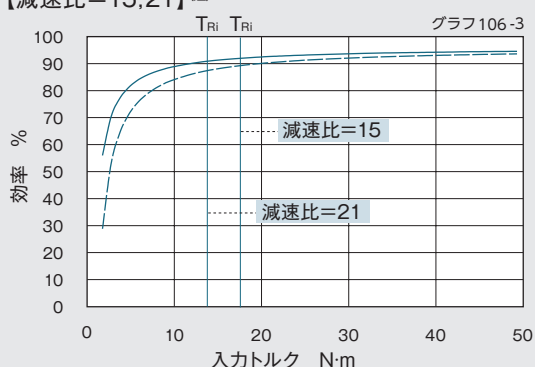
【減速比=3,5】^(注2)



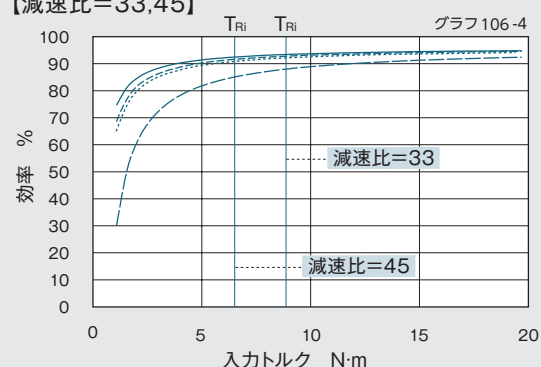
【減速比=11】^(注2)



【減速比=15,21】^(注2)



【減速比=33,45】^(注2)



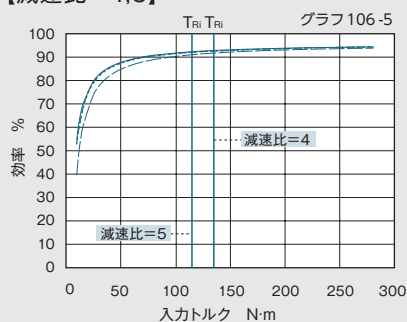
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

(注)2 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

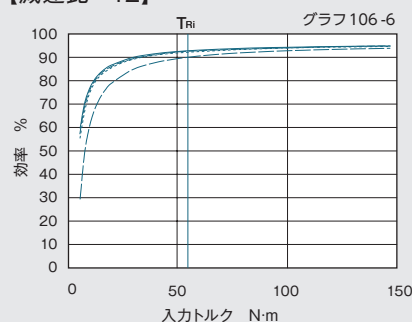
■ 型番65：ギヤヘッドタイプ／入力軸ユニットタイプ

HPG

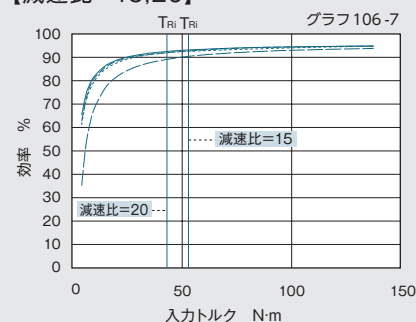
【減速比=4,5】^(注3)



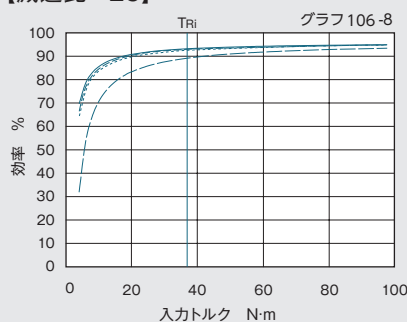
【減速比=12】^(注3)



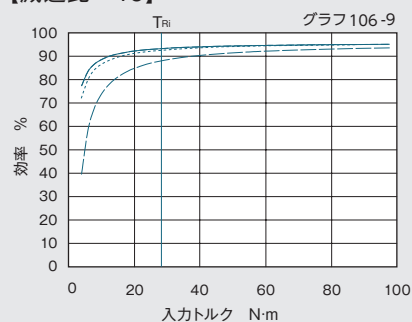
【減速比=15,20】^(注3)



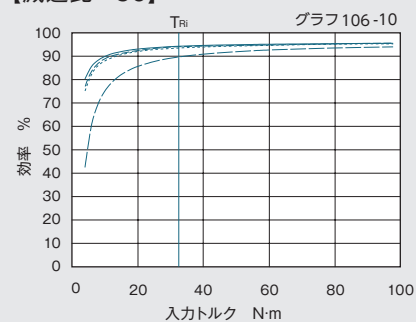
【減速比=25】^(注3)



【減速比=40】^(注3)



【減速比=50】^(注3)



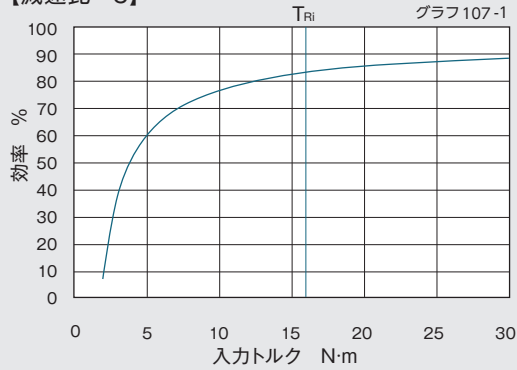
— 減速機単体 - - - ギヤヘッドタイプ(標準品) ギヤヘッドタイプの入力側にDDUベアリング(両側ゴム接触シール付きベアリング)を組み込んだ場合(特殊品) — 入力軸ユニットタイプ TRi 定格出力トルクに相当する入力トルク

(注)3 減速機単体と入力側にベアリングを組み込んだ場合の差が小さいため、グラフ上のラインは一本で表しています。

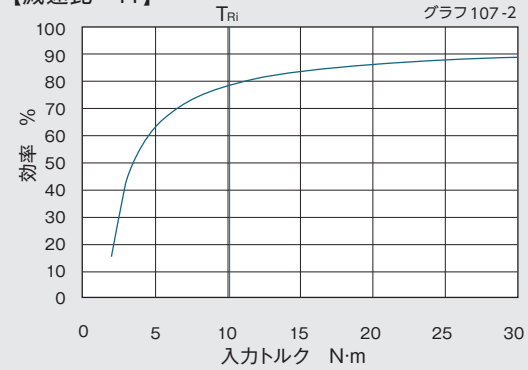
■ 型番 32 RA3 : 直交軸ギヤヘッドタイプ

HPG

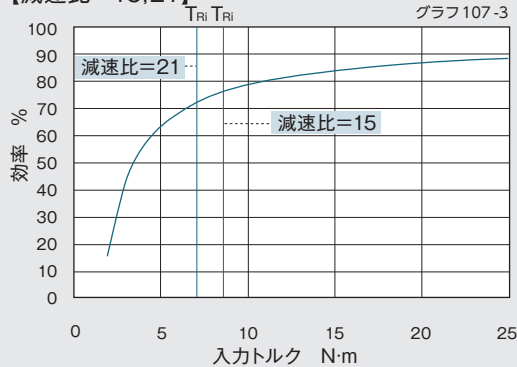
【減速比=5】



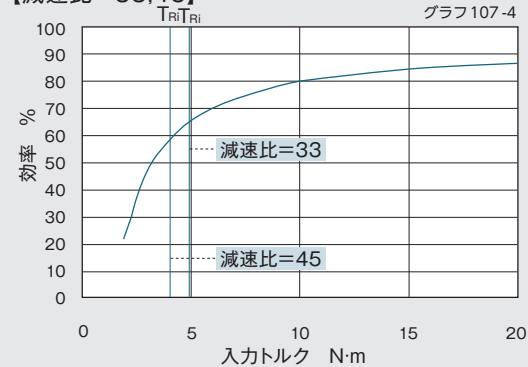
【減速比=11】



【減速比=15,21】



【減速比=33,45】

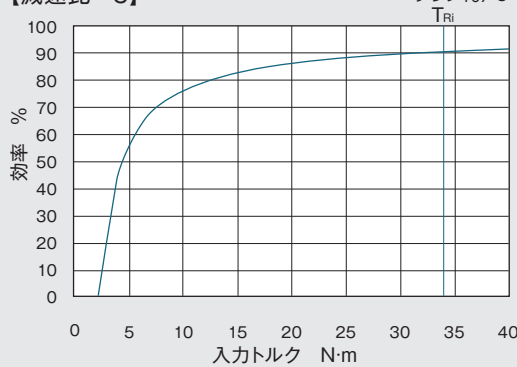


T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

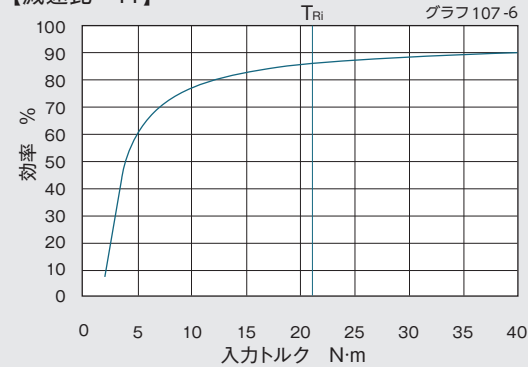
■ 型番 50 RA3 : 直交軸ギヤヘッドタイプ

HPG

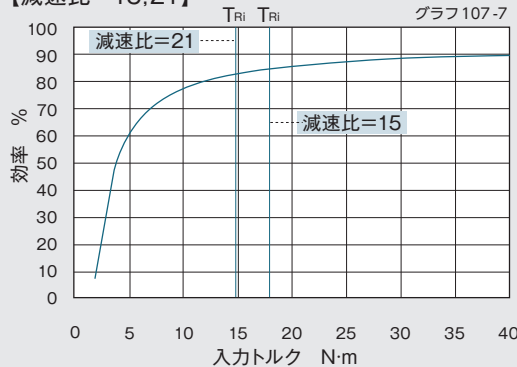
【減速比=5】



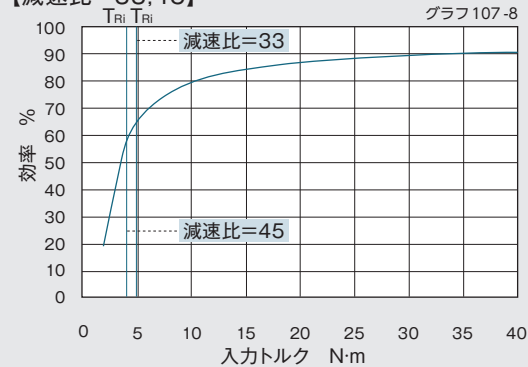
【減速比=11】



【減速比=15,21】



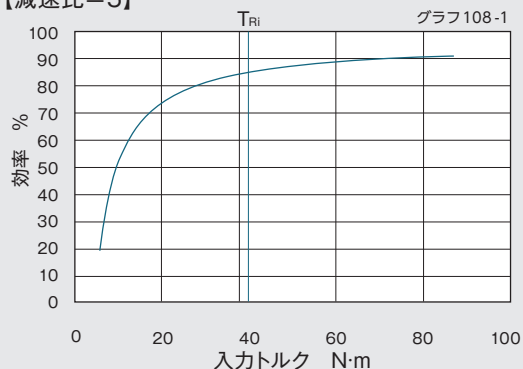
【減速比=33,45】



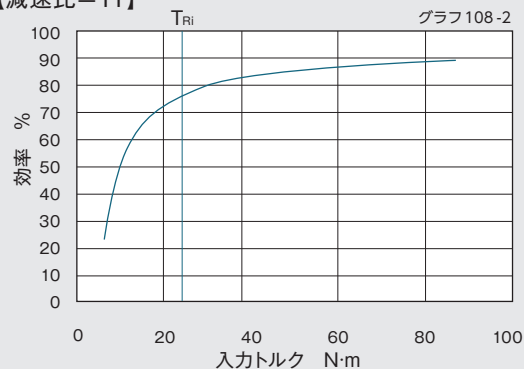
T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 50 RA5：直交軸ギヤヘッドタイプ HPG

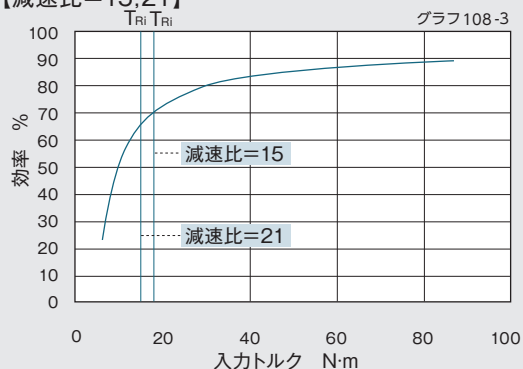
【減速比=5】



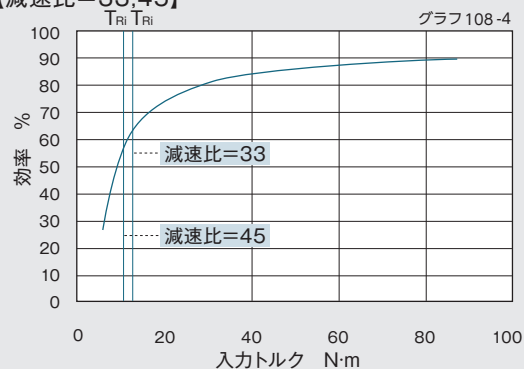
【減速比=11】



【減速比=15,21】



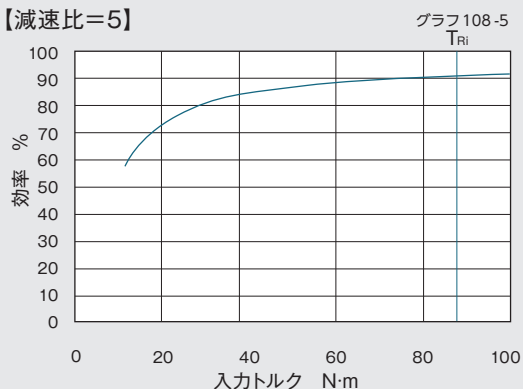
【減速比=33,45】



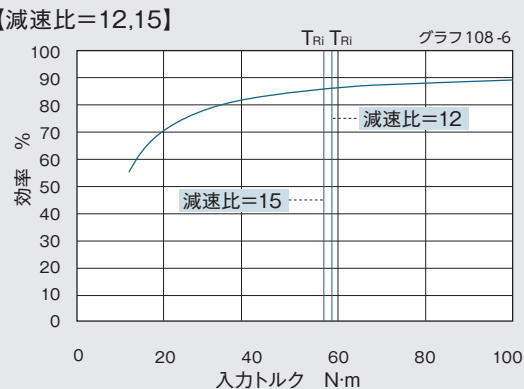
T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 65 RA5：直交軸ギヤヘッドタイプ HPG

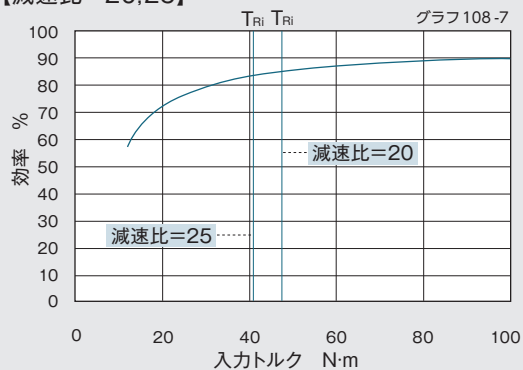
【減速比=5】



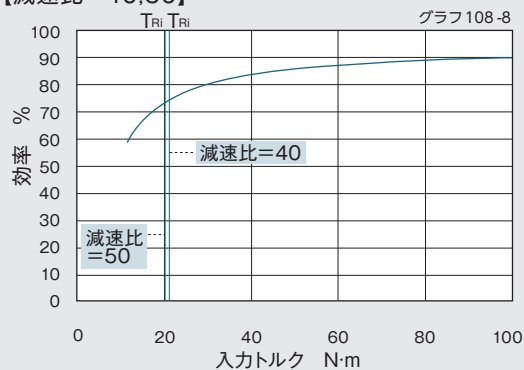
【減速比=12,15】



【減速比=20,25】

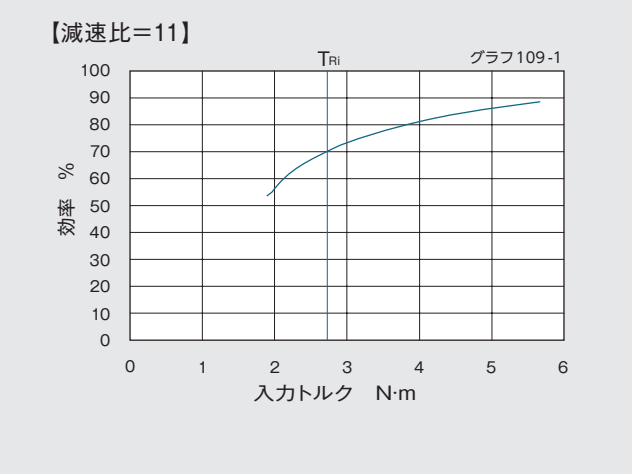


【減速比=40,50】

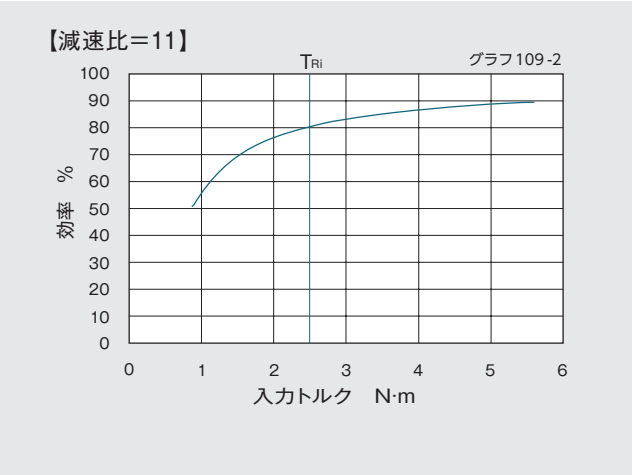


T_{Ri} 定格出力トルクに相当する入力トルク

■ 型番 25 : 中空軸ユニットタイプ **HPF**

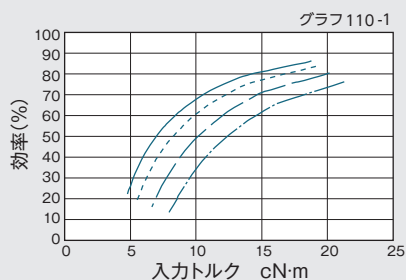


■ 型番 32 : 中空軸ユニットタイプ **HPF**

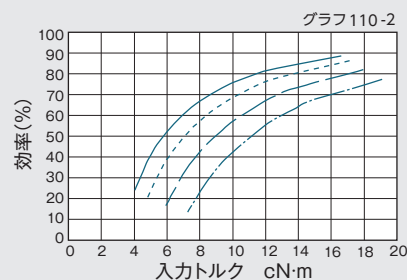


■ 型番 14 : ギヤヘッドタイプ CSG-GH CSF-GH

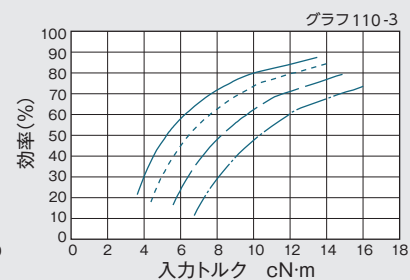
【減速比=50】



【減速比=80】



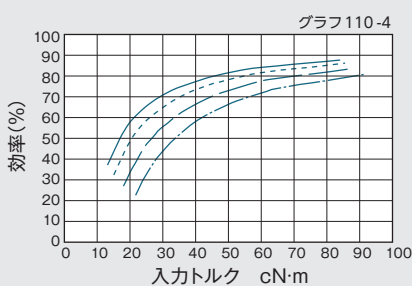
【減速比=100】



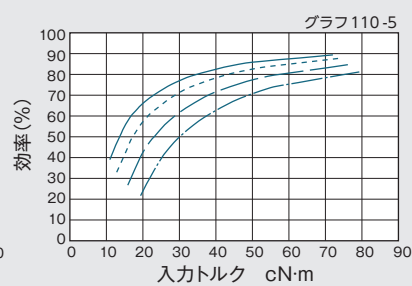
入力回転速度 ——— 500r/min - - - - - 1000r/min — — — 2000r/min — · — 3500r/min

■ 型番 20 : ギヤヘッドタイプ CSG-GH CSF-GH

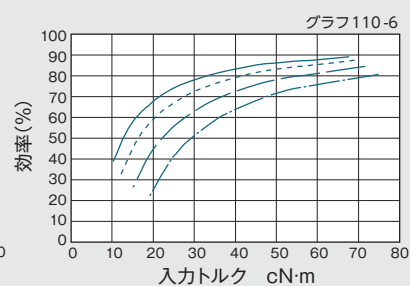
【減速比=50】



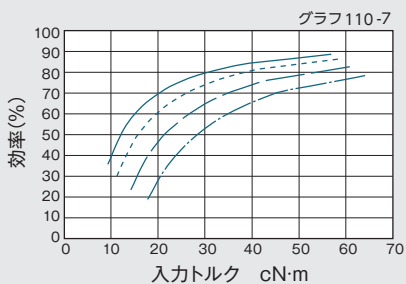
【減速比=80】



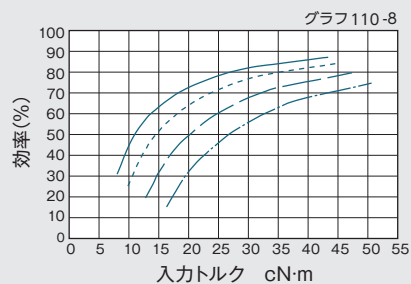
【減速比=100】



【減速比=120】



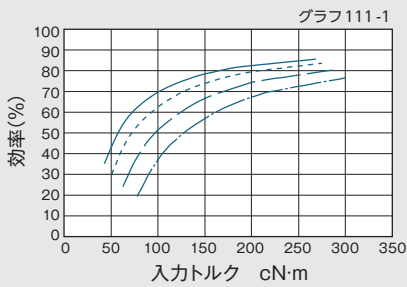
【減速比=160】



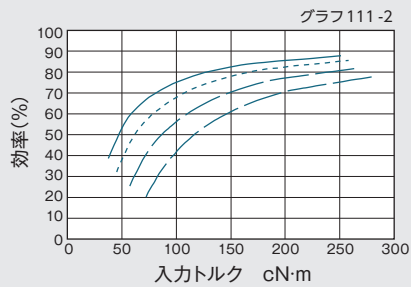
入力回転速度 ——— 500r/min - - - - - 1000r/min — — — 2000r/min — · — 3500r/min

■型番 32：ギヤヘッドタイプ CSG-GH CSF-GH

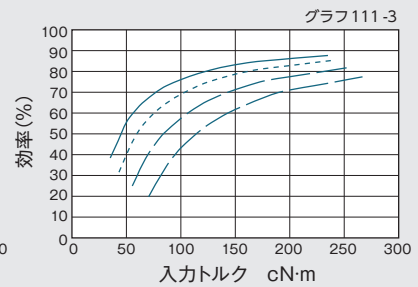
【減速比=50】



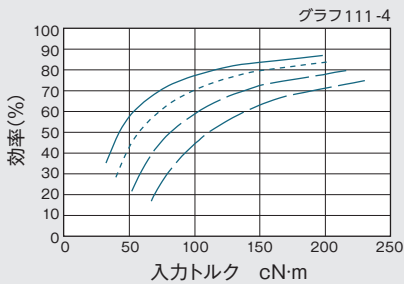
【減速比=80】



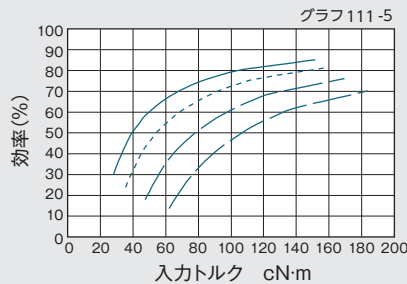
【減速比=100】



【減速比=120】



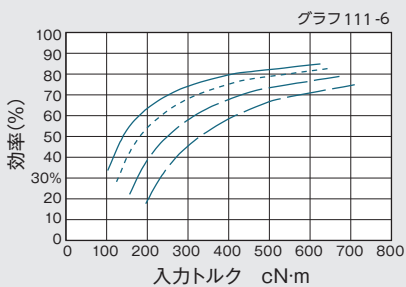
【減速比=160】



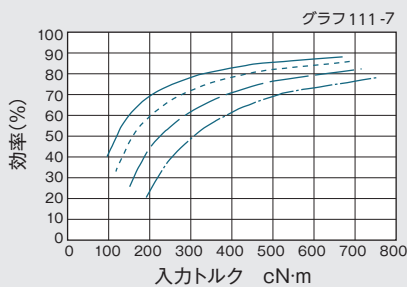
入力回転速度 ——— 500r/min - - - - - 1000r/min ——— 2000r/min ——— 3500r/min

■型番 45：ギヤヘッドタイプ CSG-GH CSF-GH

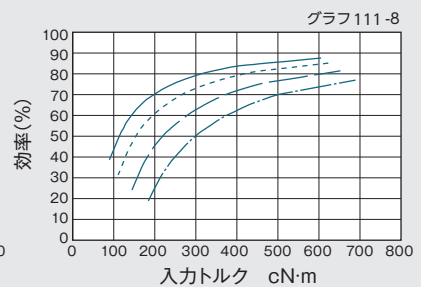
【減速比=50】



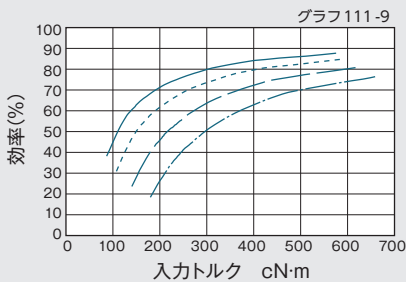
【減速比=80】



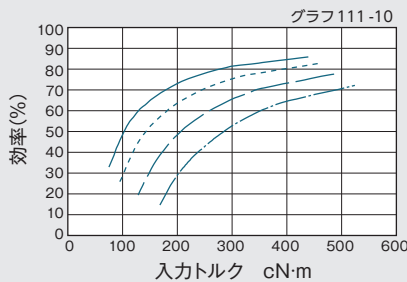
【減速比=100】



【減速比=120】



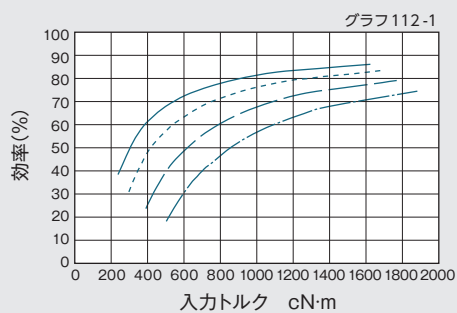
【減速比=160】



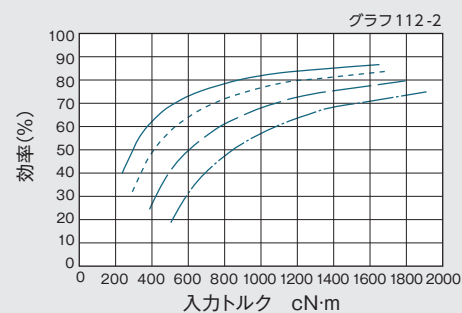
入力回転速度 ——— 500r/min - - - - - 1000r/min ——— 2000r/min ——— 3500r/min

■ 型番 65 : ギヤヘッドタイプ **CSG-GH** **CSF-GH**

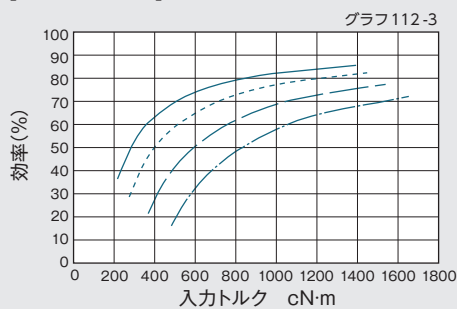
【減速比=80】



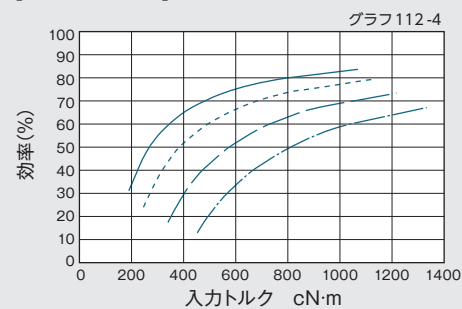
【減速比=100】



【減速比=120】



【減速比=160】



入力回転速度 — 500r/min - - - 1000r/min — — 2000r/min — · — 3500r/min

MEMO

技術資料／取扱説明

出力側軸受の仕様および確認手順

外部負荷 (出力フランジ部) の直接支持に、精密クロスローラ・ベアリングを組み込んでいます。性能を十分発揮させるために、最大負荷モーメント荷重、クロスローラ・ベアリングの寿命および静的安全係数の確認を行ってください。

■ 確認手順

① 最大負荷モーメント荷重 (M_{max}) の確認

最大負荷モーメント荷重 (M_{max}) を求める ●●▶ 最大負荷モーメント荷重 (M_{max}) ≤ 許容モーメント (M_c)

② 寿命の確認

平均ラジアル荷重 (F_{rav})、平均アキシャル荷重 (F_{aav}) を求める ●●▶ ラジアル荷重係数 (X)、アキシャル荷重係数 (Y) を求める ●●▶ 寿命を計算し確認

③ 静的安全係数の確認

静等価ラジアル荷重 (P_o) を求める ●●▶ 静的安全係数 (f_s) を確認

■ 出力側軸受仕様

HPGP/HPG シリーズ ギヤヘッド、直交、入力軸タイプ クロスローラ・ベアリングの仕様を表 114-1、2、3 に示します。

表 114-1

型番	コロのピッチ円径	オフセット量	基本定格荷重				許容モーメント荷重 M_c (注3)		モーメント剛性 K_m (注4)	
	dp	R	基本動定格荷重 C (注1)		基本静定格荷重 C_o (注2)		N·m	kgf·m	$\times 10^4$ N·m/rad	kgf·m/ arc-min
	m	m	N	kgf	N	kgf				
11	0.0275	0.006	3116	318	4087	417	9.50	0.97	0.88	0.26
14	0.0405	0.011	5110	521	7060	720	32.3	3.30	3.0	0.90
20	0.064	0.0115	10600	1082	17300	1765	183	18.7	16.8	5.0
32	0.085	0.014	20500	2092	32800	3347	452	46.1	42.1	12.5
50	0.123	0.019	41600	4245	76000	7755	1076	110	100	29.7
65	0.170	0.023	90600	9245	148000	15102	3900	398	364	108

(HPGP/HPG 標準タイプ)

表 114-2

型番	減速比	許容ラジアル荷重 (注5)	許容アキシャル荷重 (注5)
		N	N
11	5	280	430
	(9)	340	510
	21	440	660
	37	520	780
	45	550	830
14	(3)	400	600
	5	470	700
	11	600	890
	15	650	980
	21	720	1080
20	33	830	1240
	45	910	1360
	(3)	840	1250
	5	980	1460
	11	1240	1850
32	15	1360	2030
	21	1510	2250
	33	1729	2580
	45	1890	2830
	(3)	1630	2430
50	5	1900	2830
	11	2410	3590
	15	2640	3940
	21	2920	4360
	33	3340	4990
65	45	3670	5480
	(3)	3700	5570
	5	4350	6490
	11	5500	8220
	15	6050	9030
	21	6690	9980
	33	7660	11400
	45	8400	12500
	4	8860	13200
	5	9470	14100
	12	12300	18300
	15	13100	19600
	20	14300	21400
	25	15300	22900
	(40)	17600	26300
	(50)	18900	28200

(HPG ヘリカルギヤタイプ)

表 114-3

型番	減速比	許容ラジアル荷重 (注5)	許容アキシャル荷重 (注5)
		N	N
11	4	260	400
	5	280	430
	6	300	450
	7	310	470
	8	330	490
	9	340	510
14	10	350	530
	3	400	600
	4	440	660
	5	470	700
	6	490	740
	7	520	780
20	8	540	810
	9	560	840
	10	580	860
	3	840	1250
	4	910	1370
	5	980	1460
32	6	1030	1540
	7	1080	1620
	8	1130	1680
	9	1170	1740
	10	1200	1800
	3	1630	2430
	4	1770	2650
	5	1900	2830
	6	2000	2990
	7	2100	3130
	8	2180	3260
	9	2260	3380
	10	2330	3480

※ () 内の減速比の値は、HPG シリーズの値になります。

CSG-GH/CSF-GH シリーズ クロスローラ・ベアリングの仕様を表 115-1 に示します。

表 115-1

型番	コロの ピッチ円径	オフセット量	基本定格荷重				許容モーメント 荷重 Mc ^{(注)3}		モーメント剛性 Km ^{(注)4}		許容 ラジアル 荷重 ^{(注)5}	許容 アキシャル 荷重 ^{(注)5}
	dp	R	基本動定格荷重 C ^{(注)1}		基本静定格荷重 Co ^{(注)2}		N·m	kgf·m	×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/ arc·min	N	N
	m	m	N	kgf	N	kgf						
14	0.0405	0.011	5110	521	7060	720	27	2.76	3.0	0.89	732	1093
20	0.064	0.0115	10600	1082	17300	1765	145	14.8	17	5.0	1519	2267
32	0.085	0.014	20500	2092	32800	3347	258	26.3	42	12	2938	4385
45	0.123	0.019	41600	4245	76000	7755	797	81.3	100	30	5962	8899
65	0.170	0.0225	81600	8327	149000	15204	2156	220	323	96	11693	17454

HPF シリーズ クロスローラ・ベアリングの仕様を表 115-2 に示します。

表 115-2

型番	コロの ピッチ円径	オフセット量	基本定格荷重				許容モーメント 荷重 Mc (注3)		モーメント剛性 Km (注4)		許容 ラジアル 荷重 (注5)	許容 アキシャル 荷重 (注5)
	dp	R	基本動定格荷重 C (注1)		基本静定格荷重 Co (注2)		N·m	kgf·m	×10 ⁴ N·m/rad	kgf·m/ arc·min	N	N
	m	m	N	kgf	N	kgf						
25	0.085	0.0153	11400	1163	20300	2071	410	41.8	37.9	11.3	1330	1990
32	0.1115	0.015	22500	2296	39900	4071	932	95	86.1	25.7	2640	3940

(注：表 114-1、2、3 表 115-1、2)

- (注) 1. 基本動定格荷重とは、軸受の基本動定格寿命が 100 万回転になるような、一定の静止ラジアル荷重をいいます。
 2. 基本静定格荷重とは、最大荷重を受けている転動体と軌道の接触部中央において、一定水準の接触応力 (4kN/mm²) を与える静荷重をいいます。
 3. 許容モーメント荷重とは、出力軸受にかけうる最大のモーメント荷重で、この範囲であれば基本性能を保ち、動作可能な値。
 軸受部の寿命時間は次頁の計算にもとづき確認してください。
 4. モーメント剛性の値は、平均値です。
 5. 許容ラジアル荷重、許容アキシャル荷重とは、主軸に純粋なラジアル荷重またはアキシャル荷重のみどちらかがかかる場合に減速機寿命を満足しうる値。
 (ラジアル荷重は Lr+R=0mm、アキシャル荷重は La=0mm の場合)
 複合荷重がかかる場合は、次頁の計算にもとづき確認してください。

■最大負荷モーメント荷重の求め方

HPGP HPG CSG-GH
CSF-GH HPF

最大負荷モーメント荷重 (M_{max}) の求め方を次に示します。
 $M_{max} \leq M_c$ であることを確認してください。

計算式116-1

$$M_{max} = Fr_{max}(Lr+R) + Fa_{max} \cdot La$$

計算式116-1の記号

Fr_{max}	最大ラジアル荷重	N(kgf)	図116-1参照
Fa_{max}	最大アキシャル荷重	N(kgf)	図116-1参照
Lr, La	—	m	図116-1参照
R	オフセット量	m	図116-1、 各シリーズの「主軸の仕様」参照

■ラジアル荷重係数、アキシャル荷重係数の求め方

HPGP HPG CSG-GH
CSF-GH HPF

表2 ラジアル荷重係数 (X)、アキシャル荷重係数 (Y)

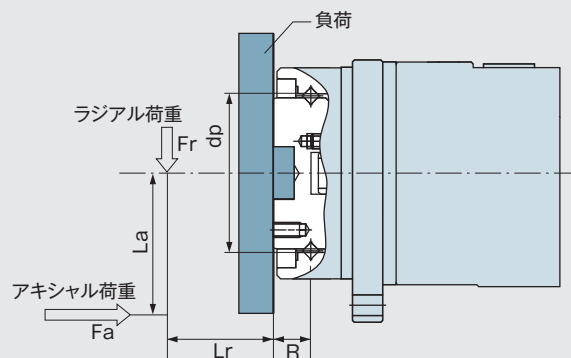
計算式116-2

計算式	X	Y
$\frac{Fa_{av}}{Fr_{av} + 2(Fr_{av}(Lr+R) + Fa_{av} \cdot La) / dp} \leq 1.5$	1	0.45
$\frac{Fa_{av}}{Fr_{av} + 2(Fr_{av}(Lr+R) + Fa_{av} \cdot La) / dp} > 1.5$	0.67	0.67

計算式116-2の記号

Fr_{av}	平均ラジアル荷重	N(kgf)	平均荷重の求め方参照
Fa_{av}	平均アキシャル荷重	N(kgf)	平均荷重の求め方参照
Lr, La	—	m	図116-1参照
R	オフセット量	m	図116-1、 各シリーズの「出力側軸受け仕様」参照
dp	コロのピッチ円径	m	図116-1、 各シリーズの「出力側軸受け仕様」参照

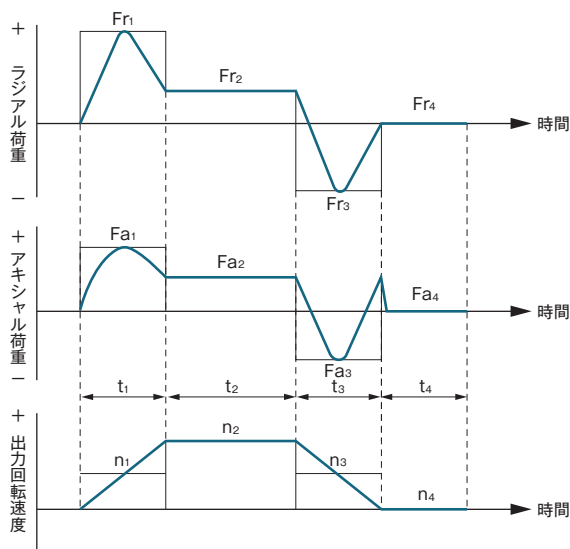
外部負荷作用図



■平均荷重の求め方 (平均ラジアル荷重・平均アキシャル荷重・平均出力回転速度)

HPGP HPG CSG-GH CSF-GH HPF

ラジアル荷重、アキシャル荷重が変動する場合は、平均荷重に換算して、クロスローラ・ベアリングの寿命確認を行います。



平均ラジアル荷重 (Fr_{av}) の求め方

計算式116-3

$$Fr_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (|Fr_1|)^{10/3} + n_2 t_2 (|Fr_2|)^{10/3} + \dots + n_n t_n (|Fr_n|)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

ただし、 t_1 区間内のラジアル負荷を Fr_1 、 t_3 区間内の最大ラジアル荷重を Fr_3 とします。

平均アキシャル荷重 (Fa_{av}) の求め方

計算式116-4

$$Fa_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{n_1 t_1 (|Fa_1|)^{10/3} + n_2 t_2 (|Fa_2|)^{10/3} + \dots + n_n t_n (|Fa_n|)^{10/3}}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

ただし、 t_1 区間内の最大アキシャル荷重を Fa_1 、 t_3 区間内の最大アキシャル荷重を Fa_3 とします。

平均出力回転速度 (N_{av}) の求め方

計算式116-5

$$N_{av} = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

■寿命の求め方 HPGP HPG CSG-GH CSF-GH HPF

クロスローラ・ベアリングの寿命は、計算式117-1より求めます。動等価ラジアル荷重(Pc)は、計算式117-2より求めることができます。

計算式117-1

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times N_{av}} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^{10/3}$$

計算式117-1の記号

L ₁₀	寿命	hour	—
N _{av}	平均出力回転速度	r/min	平均荷重の求め方参照
C	基本動定格荷重	N(kgf)	出力側軸受仕様参照
P _c	動等価ラジアル荷重	N(kgf)	計算式117-2参照
f _w	荷重係数	—	表117-1参照

計算式117-2

$$P_c = X \cdot \left(F_{rav} + \frac{2(F_{rav}(L_r + R) + F_{aav} \cdot L_a)}{d_p} \right) + Y \cdot F_{aav}$$

計算式117-2の記号

F _{rav}	平均ラジアル荷重	N(kgf)	平均荷重の求め方参照
F _{aav}	平均アキシャル荷重	N(kgf)	平均荷重の求め方参照
d _p	コロのピッチ円径	m	出力側軸受仕様参照
X	ラジアル荷重係数	—	ラジアル荷重係数、アキシャル荷重係数の求め方参照
Y	アキシャル荷重係数	—	ラジアル荷重係数、アキシャル荷重係数の求め方参照
L _r , L _a	—	m	図116-1外部負荷作用図参照
R	オフセット量	m	図116-1外部負荷作用図、各シリーズの「出力側軸受仕様」参照

荷重係数

表 117-1

荷重状態	f _w
衝撃・振動のない平滑運転時	1~1.2
普通の運転時	1.2~1.5
衝撃・振動をともなう運転時	1.5~3

■揺動運動するときの寿命の求め方 HPGP HPG CSG-GH CSF-GH HPF

揺動運動するときのクロスローラ・ベアリングの寿命は、計算式117-3より求めます。

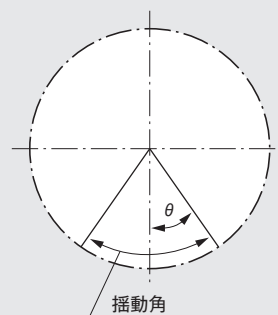
計算式117-3

$$L_{oc} = \frac{10^6}{60 \times n_1} \times \frac{90}{\theta} \times \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^{10/3}$$

計算式117-3の記号

L _{oc}	揺動運転時定格寿命	hour	—
n ₁	毎分の往復揺動回数	cpm	—
C	基本動定格荷重	N(kgf)	各シリーズの「出力側軸受仕様」参照
P _c	動等価ラジアル荷重	N(kgf)	計算式117-2参照
f _w	荷重係数	—	表117-1参照
θ	揺動角 / 2	度	図117-1参照

図 117-1



注) 揺動角が小さい(5°以下)場合は、軌道輪と転動体の接触面に油膜が形成されにくくフレッチングを生じることがありますので、弊社へご相談ください。

注意

出力軸の回転速度が極低速(0.02r/min以下)領域で長時間使用する場合、軸受けの潤滑が不十分となり軸受けの劣化や駆動側の負荷上昇などが想定されます。極低速領域でご使用の際には、弊社へお問い合わせください。

■静的安全係数の求め方 HPGP HPG CSG-GH CSF-GH HPF

一般には、基本静定格荷重(Co)を静等価荷重の許容限度と考えますが、使用条件や要求される条件によってその限度を決めます。この場合クロスローラ・ベアリングの静的安全係数(fs)は、計算式117-4で求めます。

使用条件の一般的な値を表117-2に示します。静等価ラジアル荷重(Po)は、計算式117-5より求めることができます。

計算式117-4

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

計算式117-4の記号

C _o	基本静定格荷重	N(kgf)	各シリーズの「出力側軸受仕様」参照
P _o	静等価ラジアル荷重	N(kgf)	計算式117-5参照

計算式117-5

$$P_o = F_{rmax} + \frac{2M_{max}}{d_p} + 0.44F_{amax}$$

計算式117-5の記号

F _{rmax}	最大ラジアル荷重	N(kgf)	最大負荷モーメント荷重の求め方参照
F _{amax}	最大アキシャル荷重	N(kgf)	最大負荷モーメント荷重の求め方参照
M _{max}	最大負荷モーメント荷重	N·m(kgf·m)	最大負荷モーメント荷重の求め方参照
d _p	コロのピッチ円径	m	各シリーズの「出力側軸受仕様」参照

静的安全係数

表 117-2

軸受の使用条件	f _s
高い回転精度を必要とする場合	≥ 3
振動、衝撃のある場合	≥ 2
普通の運転条件の場合	≥ 1.5

入力側軸受の仕様および確認手順

HPG入力軸タイプとHPF中空タイプの場合は、入力側軸受の最大荷重および寿命の確認を行ってください。

■確認手順

HPG

HPF

①最大負荷荷重の確認

最大負荷モーメント荷重 (M_{imax})
最大負荷アキシャル荷重 (F_{aimax})
最大負荷ラジアル荷重 (F_{rimax}) を求める



最大負荷モーメント荷重 (M_{imax}) \leq 許容モーメント荷重 (M_c)
最大負荷アキシャル荷重 (F_{aimax}) \leq 許容アキシャル荷重 (F_{ac})
最大負荷ラジアル荷重 (F_{rimax}) \leq 許容ラジアル荷重 (F_{rc})

②寿命の確認

平均モーメント荷重 (M_{iav})
平均アキシャル荷重 (F_{aiav})
平均入力回転速度 (N_{iav}) を求める



寿命を計算し確認する

■入力側軸受仕様

入力軸タイプの入力側軸受の仕様を次に示します。

入力側軸受の仕様

HPG

表 118-1

型番	基本定格荷重			
	基本動定格荷重 C_r		基本静定格荷重 C_{or}	
	N	kgf	N	kgf
11	2700	275	1270	129
14	5800	590	3150	320
20	9700	990	5600	570
32	22500	2300	14800	1510
50	35500	3600	25100	2560
65	51000	5200	39500	4050

表 118-2

型番	許容モーメント荷重 M_c		許容アキシャル荷重 F_{ac} (注)1		許容ラジアル荷重 F_{rc} (注)2	
	N·m	kgf·m	N	kgf	N	kgf
11	0.16	0.016	245	25	20.6	2.1
14	6.3	0.64	657	67	500	51
20	13.5	1.38	1206	123	902	92
32	44.4	4.53	3285	335	1970	201
50	96.9	9.88	5540	565	3226	329
65	210	21.4	8600	878	5267	537

入力側軸受の仕様

HPF

表 118-3

型番	基本定格荷重			
	基本動定格荷重 C_r		基本静定格荷重 C_{or}	
	N	kgf	N	kgf
25	14500	1480	10100	1030
32	29700	3030	20100	2050

表 118-4

型番	許容モーメント荷重 M_c		許容アキシャル荷重 F_{ac} (注)1		許容ラジアル荷重 F_{rc} (注)3	
	N·m	kgf·m	N	kgf	N	kgf
25	10	1.02	1538	157	522	53.2
32	19	1.93	3263	333	966	98.5

(注: 表 118-2、4)

(注) 1. 許容アキシャル荷重は、軸心上にかかるアキシャル荷重の許容値です。

2. HPGシリーズの許容ラジアル荷重は、軸長中央にかかるラジアル荷重の許容値です。

3. HPFシリーズの許容ラジアル荷重は、軸端 (入力フランジ端面) より 20mm の位置にかかるラジアル荷重の許容値です。

■入力軸最大負荷モーメント荷重の求め方

HPG

HPF

最大負荷モーメント荷重 (Mimax) の求め方を次に示します。

計算式119-1

$$M_{imax} = Fr_{imax} \cdot L_{ri} + Fai_{imax} \cdot Lai$$

計算式119-1の記号

Fr _{imax}	最大ラジアル荷重	N(kgf)	図119-1参照
Fai _{imax}	最大アキシャル荷重	N(kgf)	図119-1参照
L _{ri} , Lai	—	m	図119-1参照

いかなる場合でも

$$M_{imax} \leq Mc \text{ (許容モーメント荷重)}$$

$$Fai_{imax} \leq Fac \text{ (許容アキシャル荷重)}$$

であることを確認してください。

外部負荷作用図

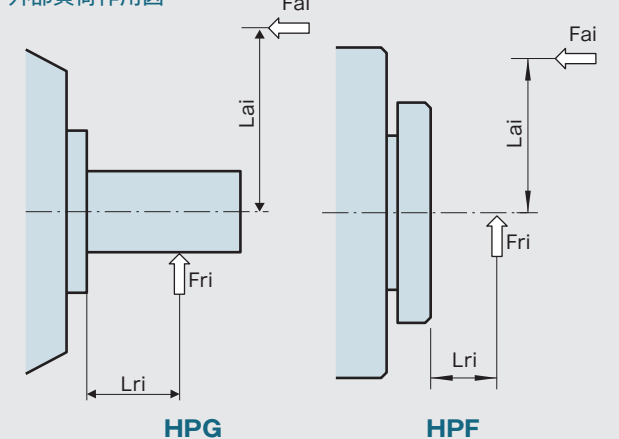


図 119-1

■平均荷重の求め方 (平均モーメント荷重・平均アキシャル荷重・平均入力回転速度)

HPG

HPF

モーメント荷重・アキシャル荷重が変動する場合は、平均荷重に換算して、ベアリングの寿命確認を行います。

図 119-2

平均モーメント荷重 (Miav) の求め方

計算式 119-2

$$Miav = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (|Mi_1|)^3 + n_2 t_2 (|Mi_2|)^3 + \dots + n_n t_n (|Mi_n|)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

平均アキシャル荷重 (Faiav) の求め方

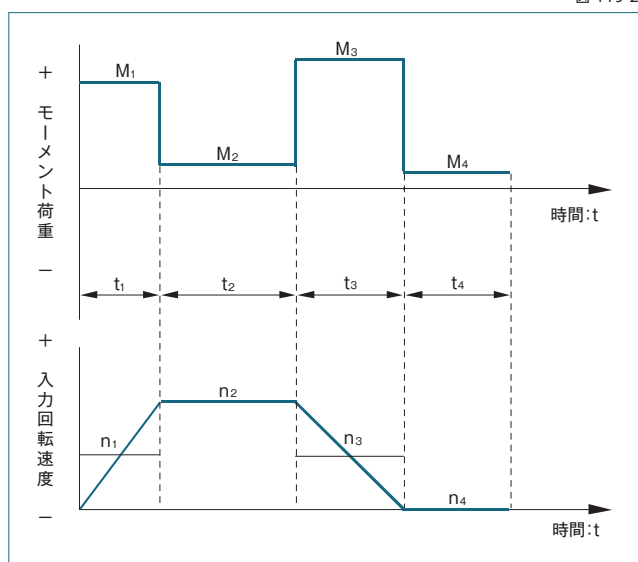
計算式 119-3

$$Faiav = \sqrt[3]{\frac{n_1 t_1 (|Fai_1|)^3 + n_2 t_2 (|Fai_2|)^3 + \dots + n_n t_n (|Fai_n|)^3}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}}$$

平均入力回転速度 (Niav) の求め方

計算式 119-4

$$Niav = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$



■入力側ベアリング寿命の求め方

ベアリングの寿命は、計算式 119-5 により求め、寿命確認を行います。

計算式 119-5

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \times Niav} \times \left(\frac{Cr}{Pci} \right)^3$$

計算式119-5の記号

L ₁₀	寿命	Hour	—
Niav	平均入力回転速度	r/min	計算式119-4参照
Cr	基本動定格荷重	N(kgf)	表119-1、表119-2参照
Pci	動等価ラジアル荷重	N	表119-1、表119-2参照

動等価ラジアル荷重

HPG

表 119-1

型番	Pci
11	$0.444 \times Miav + 1.426 \times Faiav$
14	$0.137 \times Miav + 1.232 \times Faiav$
20	$0.109 \times Miav + 1.232 \times Faiav$
32	$0.071 \times Miav + 1.232 \times Faiav$
50	$0.053 \times Miav + 1.232 \times Faiav$
65	$0.041 \times Miav + 1.232 \times Faiav$

動等価ラジアル荷重

HPF

表 119-2

型番	Pci
25	$121 \times Miav + 2.7 \times Faiav$
32	$106 \times Miav + 2.7 \times Faiav$

Miav 平均モーメント荷重 N・m (kgf・m) 計算式 119-2 参照

Faiav 平均アキシャル荷重 N (kgf) 計算式 119-3 参照