

# Harmonic Planetary<sup>®</sup> HPG入力軸ユニットタイプ

## サイズ

型番:11,14,20,32,50,65

6  
種類

## ピークトルク

3.9N·m~2200N·m

## 減速比

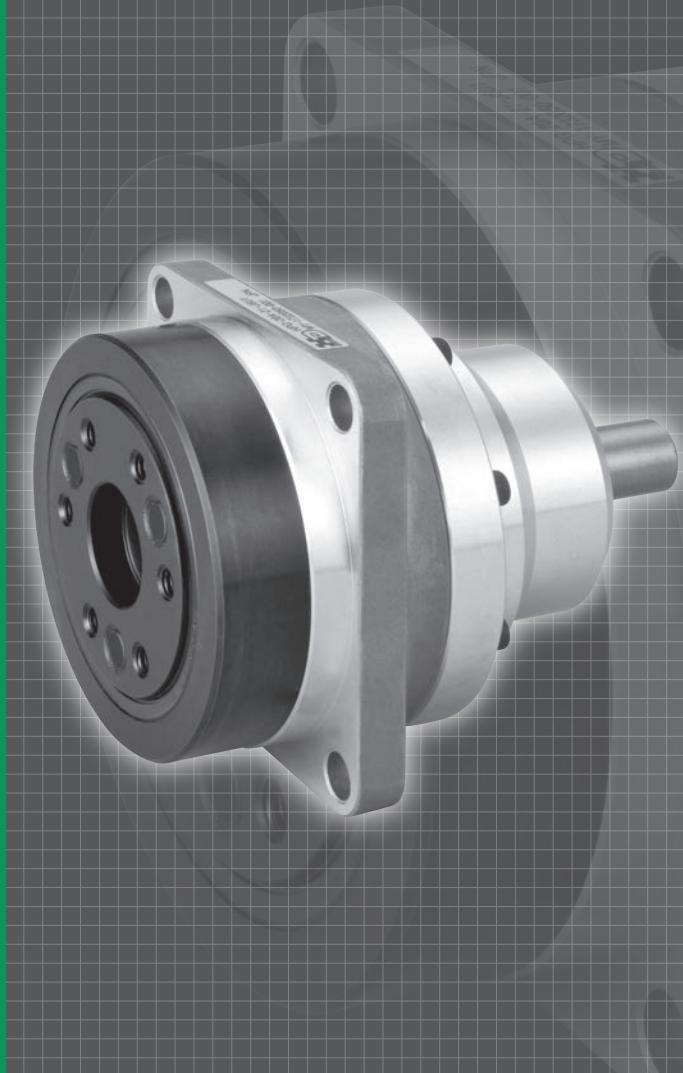
1段減速=3~9  
2段減速=11~50

## 小バックラッシ

標準:3分以下  
特殊:1分以下

## 高効率

90%以上  
(型番:11,14は85%)

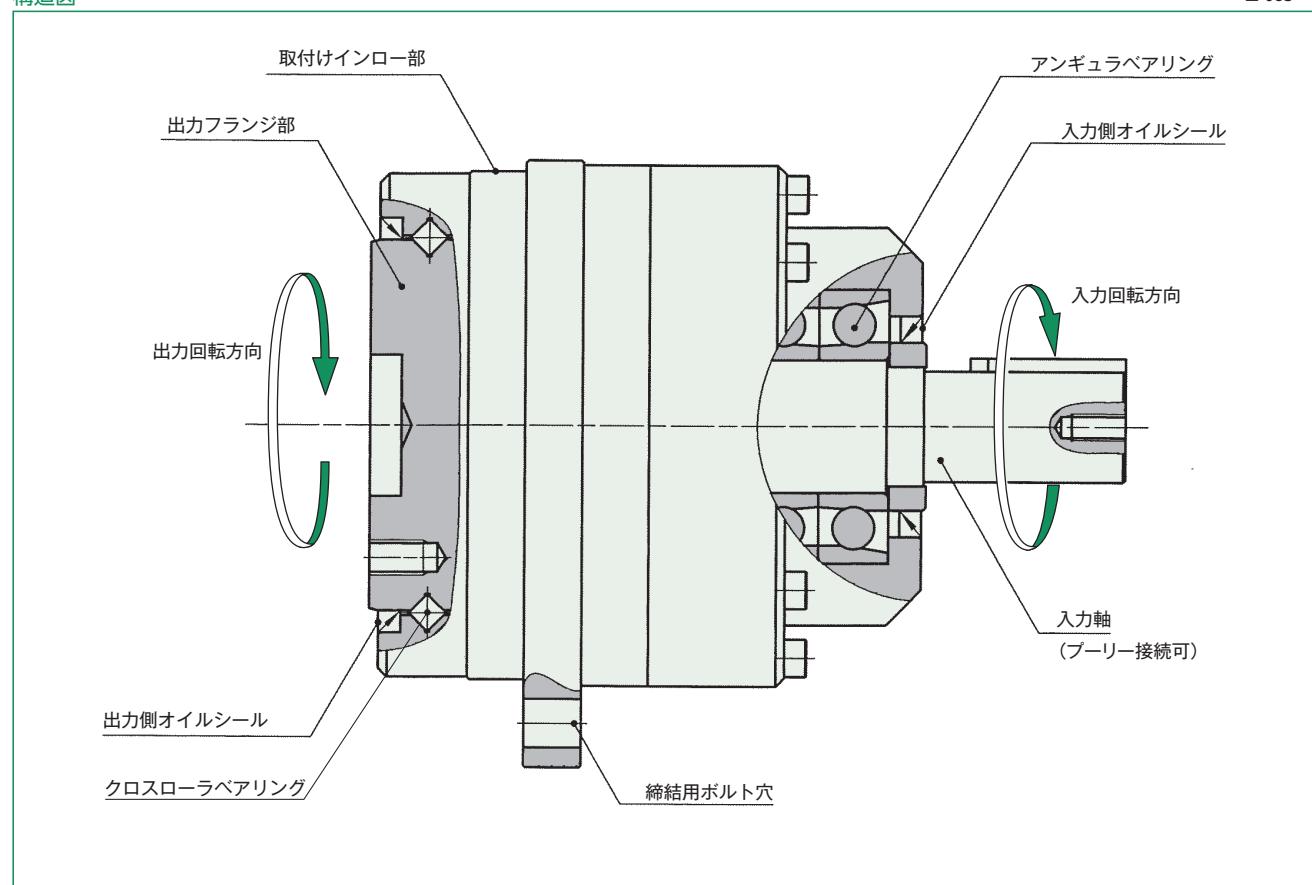


ユニットタイプ  
HPFシリーズ(中空軸タイプ) Harmonic Planetary<sup>®</sup>

HPGシリーズ(入力軸タイプ) Harmonic Planetary<sup>®</sup>  
ユニットタイプ

構造図

図 085-1



## 型番の選定

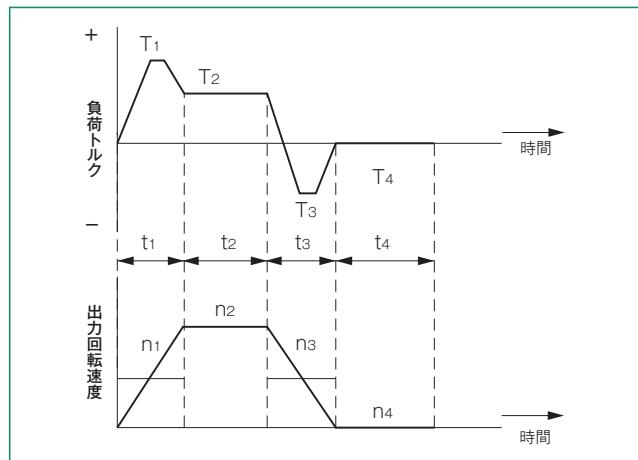
ハーモニックプラネットリ®HPGシリーズの優れた性能を十分発揮させるために、使用条件の確認とフローチャートを参考に型番選定を行ってください。

一般的に、サーボシステムにおいては、連続一定負荷の状態はほとんどありません。入力回転速度の変動にともない負荷トルクが変化し、起動・停止時には比較的大きなトルクがかかります。また、予期しない衝撃トルクがかかることもあります。これらの使用条件を、下図により負荷トルクパターンを確認し、および右記のフローチャートに基づいて型番の選定を行います。クロスローラベアリングと、入力側軸受(入力軸タイプのみ)の寿命および静的安全係数の確認も合わせて行ってください。(P114~119出力軸受および入力側軸受の仕様 参照)

## ■負荷トルクパターンの確認

まず始めに、負荷トルクパターンを把握する必要があります。下図の各仕様を確認してください。

グラフ086-1



## 各運転パターン時の条件を求める

負荷トルク  $T_1 \sim T_n$  (N·m)時間  $t_1 \sim t_n$  (sec)出力回転速度  $n_1 \sim n_n$  (r/min)

## &lt;通常運転パターン&gt;

起動時  $T_1, t_1, n_1$ 定常運転時  $T_2, t_2, n_2$ 停止(減速)時  $T_3, t_3, n_3$ 休止時  $T_4, t_4, n_4$ 

## &lt;最高回転速度&gt;

出力最高回転速度  $no\ max \geq n_1 \sim n_n$ 入力最高回転速度  $ni\ max \geq n_1 \times R \sim n_n \times R$ (モータなどで制限)  $R$ : 減速比

## &lt;衝撃トルク&gt;

衝撲トルク印加時  $T_s$ 

## &lt;要求寿命&gt;

 $L_{10} = L(H)$ 

## ■型番選定のフローチャート

型番選定は、次のフローチャートに従って行ってください。

いずれかひとつでも定格表の値を超える場合は、ひとつ上の型番で再検討するか、負荷トルクなどの条件の低減を検討してください。

負荷トルクパターンから、出力側にかかる平均負荷トルクを算出:  $T_{av}$  (N·m)

$$T_{av} = \sqrt[10/3]{|n_1| \cdot t_1 \cdot |T_1|^{10/3} + |n_2| \cdot t_2 \cdot |T_2|^{10/3} + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot |T_n|^{10/3}} / (t_1 + t_2 + \dots + t_n)$$

負荷トルクパターンから、出力平均回転速度を算出:  $no\ av$  (r/min)

$$no\ av = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

次の条件で型番の仮選定を行う。

$T_{av} \leq$  平均負荷トルク (P088 定格表 参照)



OK

出力最高回転速度 ( $no\ max$ ) と入力最高回転速度 ( $ni\ max$ ) から減速比 ( $R$ ) を決める。

$$\frac{ni\ max}{no\ max} \geq R$$

( $ni\ max$  はモータなどで制限されます。)

出力最高回転速度 ( $no\ max$ ) と減速比 ( $R$ ) から

入力最高回転速度 ( $ni\ max$ ) を算出

$$ni\ max = no\ max \cdot R$$



出力平均回転速度 ( $no\ av$ ) と減速比 ( $R$ ) から入力平均回転速度 ( $ni\ av$ ) を算出:  $ni\ av = no\ av \cdot R \leq$  許容平均入力回転速度 ( $n_r$ )



OK

入力最高回転速度が定格表の値以内であるか確認する。

$$ni\ max \leq$$
 最高入力回転速度 (r/min)



OK

$T_1, T_3$  が定格表の起動・停止時ピークトルク (N·m) の値以内であるか確認する。



OK

$T_s$  が定格表の瞬時最大トルク (N·m) の値以内であるか確認する。



OK

寿命時間を算出し、要求に合うか確認する。

$T_r$ : 定格出力トルク

$n_r$ : 許容平均入力回転速度

$$L_{10} = 20,000 \cdot \left( \frac{T_r}{T_{av}} \right)^{10/3} \cdot \left( \frac{n_r}{ni\ av} \right) \text{ (時間)}$$

OK

## 型番の決定

## 注意

下記の場合は、減速機の温度上昇、加減速時の振動などの影響の確認をお願いします。

安全を考慮する必要がある場合は「減速機サイズをあげる」、「運転条件の見直しを行う」などの検討をお願いします。特に連続運転に近い場合はご注意ください。

平均負荷トルク ( $T_{av}$ ) > 平均負荷トルクの許容最大値 (P088)

入力平均回転速度を算出 ( $ni\ av$ ) > 許容平均入力回転速度 ( $n_r$ )

注意(下記)の内容を確認

運転条件または型番、速比の再検討

## ■型番選定例

## 各負荷トルクパターンの値

負荷トルク  $T_n$  (N·m)  
時間  $t_n$  (sec)  
出力回転速度  $n_n$  (r/min)

## &lt;通常運転パターン&gt;

起動時  $T_1=70N\cdot m$   $t_1=0.3sec$   $n_1=60r/min$   
定常運転時  $T_2=18N\cdot m$   $t_2=3sec$   $n_2=120r/min$   
停止(減速)時  $T_3=35N\cdot m$   $t_3=0.4sec$   $n_3=60r/min$   
休止時  $T_4=0N\cdot m$   $t_4=5sec$   $n_4=0r/min$

## &lt;最高回転速度&gt;

出力最高回転速度  $no\ max = 120r/min$   
入力最高回転速度  $ni\ max = 5,000r/min$  :モータで制限

## &lt;衝撃トルク&gt;

衝撃トルク印加時  $T_s=180N\cdot m$

## &lt;要求寿命&gt;

$L_{10} = 30,000$ (時間)

負荷トルクパターンから、出力側にかかる平均負荷トルクを算出:  $T_{av}$ (N·m)

$$T_{av} = \frac{10/3}{\sqrt{[60r/min \cdot 0.3sec \cdot |70N\cdot m|^{10/3} + |120r/min \cdot 3sec \cdot |18N\cdot m|^{10/3} + |60r/min \cdot 0.4sec \cdot |35N\cdot m|^{10/3}]} / [60r/min \cdot 0.3sec + |120r/min \cdot 3sec + |60r/min \cdot 0.4sec]}}$$

負荷トルクパターンから、出力平均回転速度を算出:  $no\ av$ (r/min)

$$no\ av = \frac{|60r/min \cdot 0.3sec + |120r/min \cdot 3sec + |60r/min \cdot 0.4sec + |0r/min \cdot 5sec}{0.3sec + 3sec + 0.4sec + 5sec}$$

次の条件で型番の仮選定を行う。 $T_{av}=30.2N\cdot m \leq 60N\cdot m$ (型番20、減速比33の平均負荷トルク(P088定格表 参照)よって**HPG-20A-33**を仮選定)

OK

注意(P086下)の内容を確認

運転条件または型番、速比の再検討

出力最高回転速度( $no\ max$ )と入力最高回転速度( $ni\ max$ )から減速比( $R$ )を決める。

$$\frac{5,000r/min}{120r/min} = 41.7 \geq 33$$

出力最高回転速度( $no\ max$ )と減速比( $R$ )から入力最高回転速度( $ni\ max$ )を算出:  $ni\ max = 120r/min \cdot 33 = 3,960r/min$

OK

出力平均回転速度( $no\ av$ )と減速比( $R$ )から入力平均回転速度( $ni\ av$ )を算出:

$$ni\ av = 46.2r/min \cdot 33 = 1,525r/min \leq \text{型番20の許容平均入力回転速度 } 3,000(r/min)$$

OK

入力最高回転速度が定格表の値以内であるか確認する。  $ni\ max = 3,960r/min \leq 6,000r/min$ (型番20の最高入力回転速度)

OK

$T_1, T_3$ が定格表の起動・停止時ピクトルク(N·m)の値以下であるか確認する。

$T_1=70N\cdot m \leq 100N\cdot m$ (型番20の起動・停止時ピクトルク)

$T_3=35N\cdot m \leq 100N\cdot m$ (型番20の起動・停止時ピクトルク)

OK

$T_s$ が定格表の瞬時最大トルク(N·m)の値以内であるか確認する。  $T_s=180N\cdot m \leq 217N\cdot m$ (型番20の瞬時最大トルク)

OK

寿命時間を算出し、要求に合うか確認する。

$$L_{10}=20,000 \cdot \left( \frac{29N\cdot m}{30.2N\cdot m} \right)^{10/3} \cdot \left( \frac{3,000r/min}{1,525r/min} \right) = 34,543(\text{時間}) \geq 30,000(\text{時間})$$

OK

上記の結果により、**HPG-20A-33**と決定

## 定格表

HPGシリーズ 入力軸ユニットタイプは、型番で6種類とバリエーションが豊富です。定格表を参考の上、ご選定ください。

表 088-1

型番	減速比	定格トルク <sup>(注)1</sup>		平均負荷トルクの許容最大値 <sup>(注)2</sup>		起動・停止時の許容ピーコトルク <sup>(注)3</sup>		瞬時許容最大トルク <sup>(注)4</sup>		許容平均入力回転速度 <sup>(注)5</sup> r/min	許容最高入力回転速度 <sup>(注)6</sup> r/min	慣性モーメント(入力側換算値)		質量						
		N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m	N·m	kgf·m			軸出力 ×10 <sup>4</sup> kg·m <sup>2</sup>	フランジ出力 ×10 <sup>4</sup> kg·m <sup>2</sup>	軸出力 kg	フランジ出力 kg					
11	5	2.5	0.26	5.0	0.51	7.8	0.80	20	2.0	3000	10000	0.0087	0.0072	0.24	0.20					
	9	2.5	0.26	3.9	0.40	3.9	0.40					0.0063	0.0058							
	21	3.4	0.35	6.0	0.61	9.8	1.0					0.0064	0.0063							
	37	3.4	0.35									0.0052	0.0052	0.30	0.26					
	45	3.4	0.35									0.0050	0.0050							
14	3	2.9	0.30	6.4	0.65	15	1.5	37	3.8	5000	0.12	0.11	0.80	0.70						
	5	5.9	0.60	13	1.3	15	1.5	23	2.3		0.073	0.067								
	11	7.8	0.80	0.059	0.058															
	15	9.0	0.90	0.057	0.056						0.90	0.80								
	21	8.8	0.90	0.049	0.049															
	33	10	1.0	0.043	0.043															
	45	10	1.0																	
20	3	8.8	0.90	19	2.0	64	6.5	124	13	3000	0.80	0.69	2.4	2.0						
	5	16	1.6	35	3.6	100	10	217	22		0.44	0.40								
	11	20	2.0	45	4.6						0.32	0.31								
	15	24	2.4	53	5.4						0.30	0.30	2.7	2.1						
	21	25	2.5	55	5.6						0.23	0.23								
	33	29	3.0	60	6.1						0.19	0.19								
32	3	31	3.2	71	7.2	225	23	507	52	3600	4.2	3.4	6.3	4.9						
	5	66	6.7	150	15	300	31	650	66		2.4	2.2								
	11	88	9.0	170	17						2.0	1.9	6.9	5.3						
	15	92	9.4								1.8	1.8								
	21	98	10								1.5	1.5								
	33	108	11	200	20						1.3	1.3								
50	3	97	9.9	195	20	657	67	1200	122	3000	21	18	17	14						
	5	170	17	340	35	850	87	1850	189		11	9.2								
	11	200	20	400	41						7.4	7.1								
	15	230	24	450	46						6.8	6.7	19	16						
	21	260	27	500	51						5.5	5.4								
	33	270	28								4.4	4.3								
65 <sup>(注)7</sup>	4	500	51	900	92	2200	225	4500	460	2000	58	44	43	33						
	5	530	54	1000	102						43	34								
	12	600	61	1100	112						33	32								
	15	730	75	1300	133						32	31								
	20	800	81	1500	153	1900	194	3000	2000	22	21	58	48							
	25	850	87	21	21															
	40	640	66	1300	133	16	16													
	50	750	77	1500	153	16	16													

(注)1. 入力回転速度が、一般的なサーボモータの定格回転速度3000r/minのとき、寿命時間L<sub>10</sub>=20000時間の値で設定した定格出力トルクです。但し、型番50,65は、組合せるサーボモータの定格回転速度が2000r/min、寿命時間L<sub>10</sub>=20000時間の値で設定しております。

2. 負荷トルクパターン(P086)から計算した平均負荷トルクの許容最大値で、入力回転速度2000r/minで運転した場合に寿命が2000時間以上を目安としています。

3. 運転サイクルの中で、起動停止時にかかるトルクの許容最大値です。

4. 非常停止時の衝撃トルク、および外部からの衝撃トルクの許容最大値です。

このトルクを超えた場合、減速機が破損する恐れがあります。

5. 運転中の平均入力回転速度の許容最大値です。特に連続運転に近い場合はこの値以上にならないようにご注意願います。

6. 連続運転でない条件下での許容最高入力回転速度です。

7. 型番65の入力軸タイプは、受注生産となります。

## 性能表

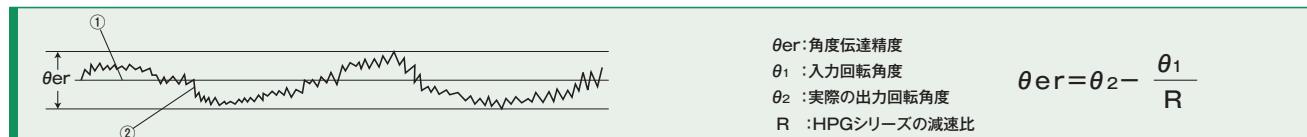
表 089-1

型番	減速比	角度伝達精度 <sup>(注)1</sup>		繰返し位置決め精度 <sup>(注)2</sup>	起動トルク <sup>(注)3</sup>		增速起動トルク <sup>(注)4</sup>		無負荷ランニングトルク <sup>(注)5</sup>	
		arc-min	$\times 10^{-4}$ rad		arc-sec	cN·m	kgf·cm	N·m	kgf·m	cN·m
11	5	5	14.5	$\pm 30$	7.9	0.81	0.40	0.040	8.9	0.91
	9				7.6	0.77	0.68	0.069	6.3	0.65
	21				6.8	0.69	1.4	0.14	5.2	0.53
	37				5.5	0.57	2.0	0.21	4.8	0.49
	45				5.3	0.55	2.4	0.25	4.7	0.48
14	3	4	11.6	$\pm 20$	22	2.2	0.66	0.067	26	2.7
	5				17	1.7	0.83	0.085	15	1.5
	11				16	1.6	1.8	0.18	10	1.0
	15				15	1.4	2.3	0.23	8.2	0.84
	21				13	1.4	2.9	0.30		
	33				11	1.2	3.8	0.39	7.3	0.74
	45				11	1.1	4.8	0.49		
20	3	4	11.6	$\pm 15$	46	4.7	1.4	0.14	61	6.2
	5				34	3.4	1.7	0.17	39	4.0
	11				30	3.1	3.3	0.34	26	2.6
	15				27	2.8	4.0	0.41	22	2.2
	21				24	2.5	5.1	0.52	20	2.0
	33				21	2.2	7.1	0.72	17	1.7
	45				20	2.0	8.9	0.91	16	1.6
32	3	4	11.6	$\pm 15$	92	9.4	2.8	0.28	146	15
	5				69	7.1	3.5	0.35	100	10
	11				63	6.4	6.9	0.70	66	6.8
	15				61	6.2	9.1	0.93	57	5.9
	21				58	6.0	12	1.3	52	5.3
	33				52	5.3	17	1.7	42	4.3
	45				46	4.8	21	2.1	41	4.2
50	3	3	8.7	$\pm 15$	197	20	5.9	0.60	300	31
	5				140	14	7.0	0.71	180	18
	11				110	11	12	1.2	110	11
	15				100	10	15	1.5	97	9.9
	21				98	21	21	2.1	90	9.2
	33				88	29	30	3.0	74	7.6
	45				83	37	3.8	7.0	7.1	
65	4	3	8.7	$\pm 15$	406	41	16	1.7	576	59
	5				358	36	18	1.8	517	53
	12				243	25	29	3.0	341	35
	15				228	23	34	3.5	311	32
	20				213	22	43	4.3	282	29
	25				202	21	51	5.2	262	27
	40				193	20	77	7.9	230	24
	50				188	19	94	9.6	219	22

(注)1. 角度伝達精度は、任意の回転角を入力に与えたときの、①理論上回転する出力の回転角度、②実際に回転した出力の回転角度の差を表しています。

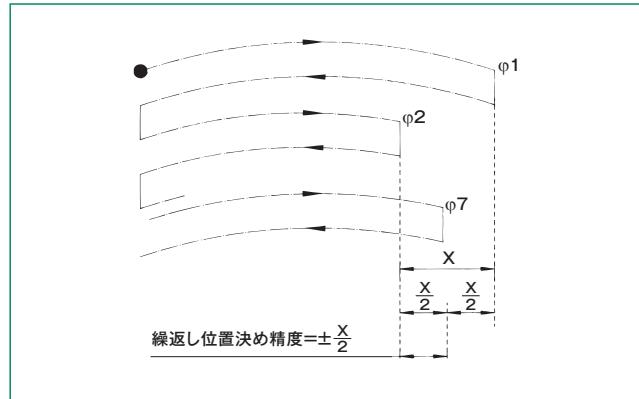
なお、表の値は最大値を示しています。

図 089-1



2. 繰返し位置決め精度は、任意の位置に同じ向きからの位置決めを7回繰り返して出力軸の停止位置を測定し、最大差を求めます。測定値は角度で表し、表示は最大差の $1/2$ に±をつけて表します。なお、表の値は最大値を示しています。

図 089-2



3. 起動トルクとは、入力側にトルクを加えたとき、出力側が回転を始める瞬間の「起動開始トルク」をいいます。なお、表の値は最大値を示しています。

表 089-2

負荷	無負荷
HPG減速機表面温度	25°C

4. 増速起動トルクとは、出力側にトルクを加えたとき、入力側が回転を始める瞬間の「起動開始トルク」をいいます。なお、表の値は最大値を示しています。

表 089-3

負荷	無負荷
HPG減速機表面温度	25°C

5. 無負荷ランニングトルクとは、無負荷状態で減速機を回すために必要な入力側のトルクをいいます。なお、表の値は平均値を示しています。

表 089-4

入力回転速度	3000r/min
負荷	無負荷
HPG減速機表面温度	25°C

## トルク-ねじれ特性

## ■入力軸ユニットタイプ標準品

型番	減速比	バックラッシュ		T <sub>x</sub> ×0.15時の片側ねじれ量		ねじれ剛性	
		arc-min	×10 <sup>-4</sup> rad	arc-min	×10 <sup>-4</sup> rad	kgf·m/arc-min	×100N·m/rad
11	5	3.0	8.7	2.5	7.3	0.060	20
	9						
	21			3.0	8.7	0.065	22
	37						
	45						
14	3	3.0	8.7	2.2	6.4	0.13	44
	5						
	11			2.7	7.9	0.14	47
	15						
	21						
	33						
	45						
20	3	3.0	8.7	1.5	4.4	0.50	170
	5						
	11			2.0	5.8	0.55	180
	15						
	21						
	33						
	45						
32	3	3.0	8.7	1.3	3.8	1.7	570
	5					2.0	670
	11			1.7	4.9	2.2	740
	15						
	21						
	33						
	45						
50	3	3.0	8.7	1.3	3.8	8.4	2800
	5					11	3700
	11			1.7	4.9	14	4700
	15						
	21						
	33						
	45						
65	4	3.0	8.7	1.3	3.8	30	10000
	5						
	12			1.7	4.9	37	12500
	15						
	20						
	25						
	40						
	50						

表 090-1

■入力軸ユニットタイプBL1仕様(バックラッシ1分以下) 表 090-2

型番	減速比	バックラッシュ		T <sub>x</sub> ×0.15時の片側ねじれ量		ねじれ剛性	
		arc-min	×10 <sup>-4</sup> rad	arc-min	×10 <sup>-4</sup> rad	kgf·m/arc-min	×100N·m/rad
14	3	1.0	2.9	1.1	3.2	0.13	44
	5						
	9						
	21			1.7	4.9	0.14	47
	33						
	45						
20	3	1.0	2.9	0.6	1.7	0.50	170
	5						
	11						
	15			1.1	3.2	0.55	180
	21						
	33						
32	3	1.0	2.9	0.5	1.5	1.7	570
	5					2.0	670
	11						
	15			1.0	2.9	2.2	740
	21						
	33						
50	3	1.0	2.9	0.5	1.5	8.4	2800
	5					11	3700
	11						
	15			1.0	2.9	14	4700
	21						
	33						
65	4	1.0	2.9	0.5	1.5	30	10000
	5						
	12						
	15			1.0	2.9	37	12500
	20						
	25						
	40						
	50						

### ■ねじれ剛性（ワインドアップカーブ）

減速機の入力およびケーシングを固定し、出力部にトルクをかけていくと、出力部にはトルクに応じたねじれが発生します。①正回転定格出力トルク→②ゼロ→③逆回転定格出力トルク→④ゼロ→⑤正回転定格出力トルクという順序で徐々にトルク値を変化させると、図090-1『トルク-ねじれ角線図』のように①→②→③→④→⑤(①に戻る)のループを描きます。

「0.15×定格出力トルク」から「定格出力トルク」の領域での傾きは小さく、HPGシリーズのねじれ剛性値はこの傾きの平均値です。「ゼロトルク」から「0.15×定格出力トルク」の領域での傾きは大きく、これは、かみあい部の微少な片当たりや軽負荷時での遊星歯車の荷重等配不均衡などにより生じます。

## ■締ねじれ量(ワインドアップ)の求め方

減速機が無負荷状態から負荷をかけたときの片側総ねじれ量の求め方(平均値)を次に示します。

計算式 090-1

### ●計算式

$$\theta = D + \frac{T - T_L}{\frac{A}{B}}$$

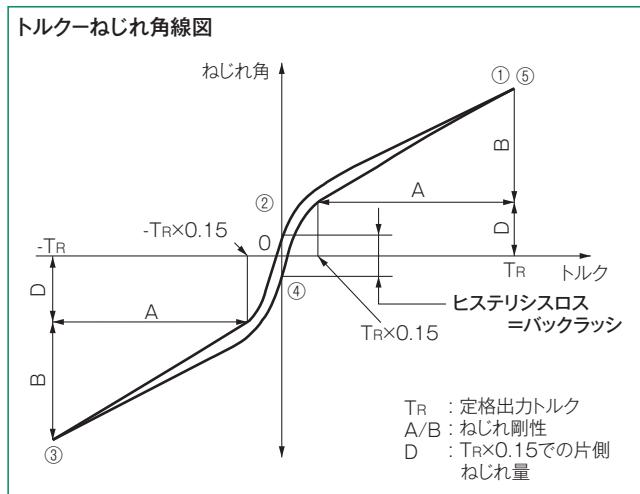
## 計算式の記号

<b>θ</b>	総ねじれ量	—
<b>D</b>	定格出力トルク×0.15トルクでの片側ねじれ量	図090-1、表090-1、表090-2参照
<b>T</b>	負荷トルク	—
<b>T<sub>L</sub></b>	定格出力トルク×0.15トルク(=T <sub>R</sub> ×0.15)	図090-1参照
<b>A / B</b>	ねじれ剛性	図090-1、表090-1、表090-2参照

## ■バックラッシュ(ヒステリシスロス)

図090-1『トルクーねじれ角線図』のゼロトルク部幅②④をヒステリシスロスと呼びます。「正回転定格出力トルク」から「逆回転定格出力トルク」時のヒステリシスロスを、HPGシリーズのバックラッシと定義します。HPGシリーズのバックラッシは、初期出荷時で3分以下(特殊品1分以下)です。

图 090-1

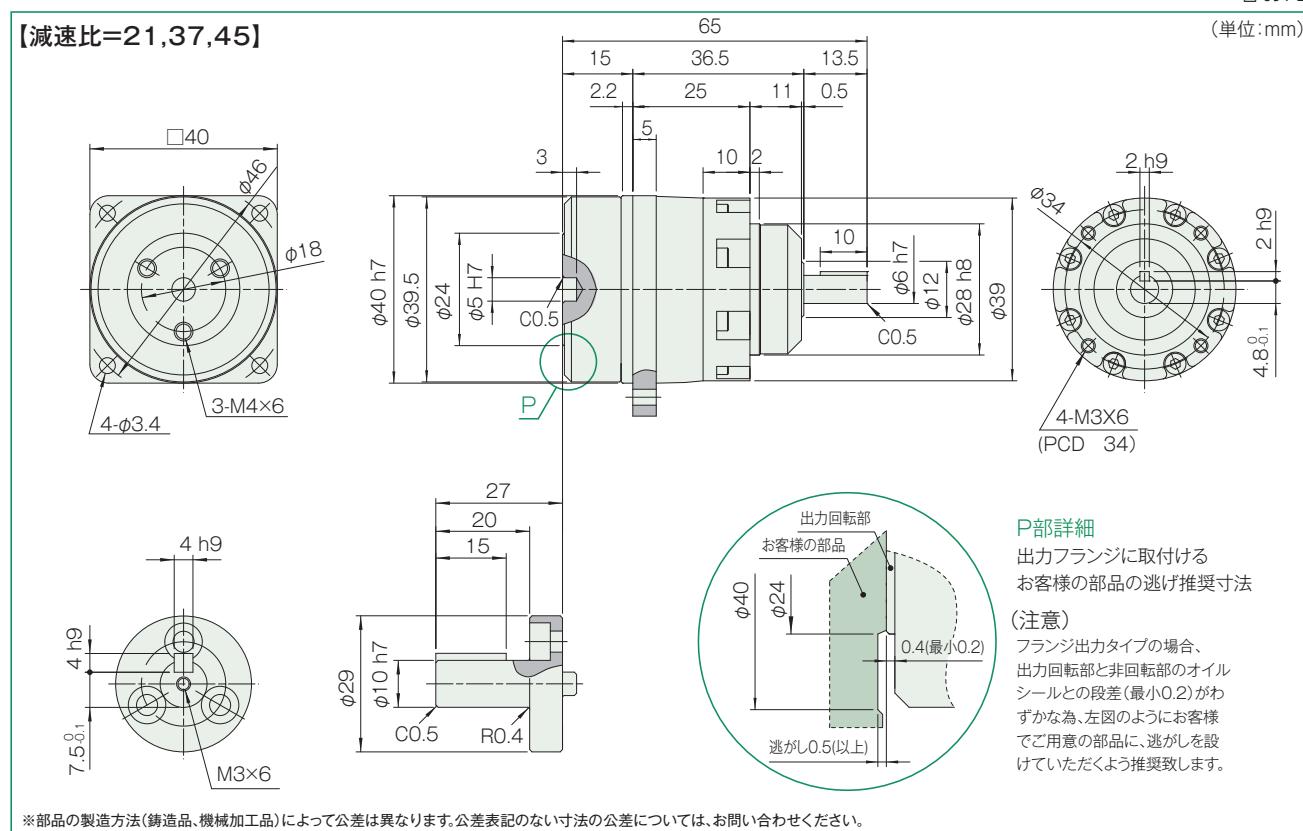
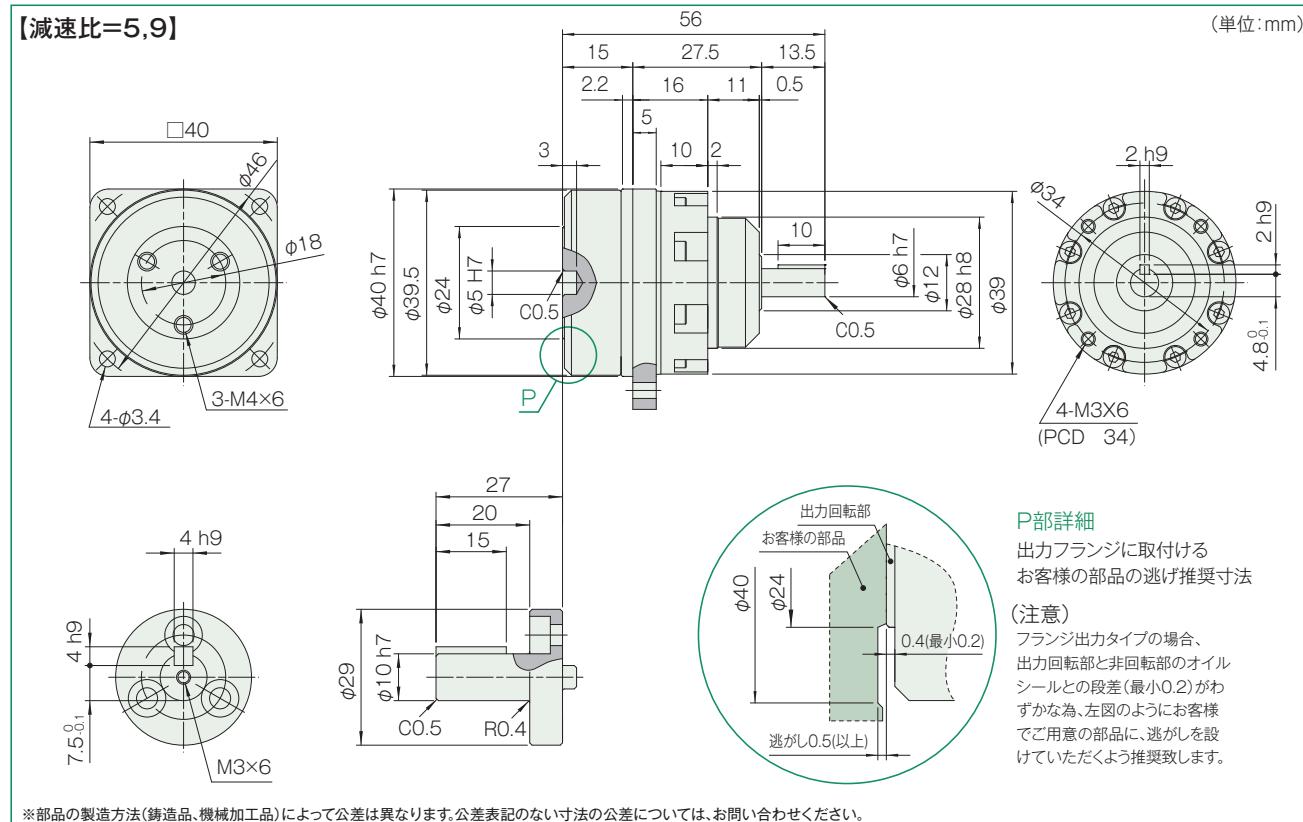


## 外形寸法図

この寸法図は、主な寸法を記載しています。寸法および形状の詳細は、弊社発行の納入仕様図にてご確認ください。  
入力軸ユニットタイプの入力側軸受の仕様は、P118をご参照ください。  
この製品のCADデータはホームページよりダウンロードできます。URL : <https://www.hds.co.jp/>

## ■外形寸法図-型番 11

図 091-1

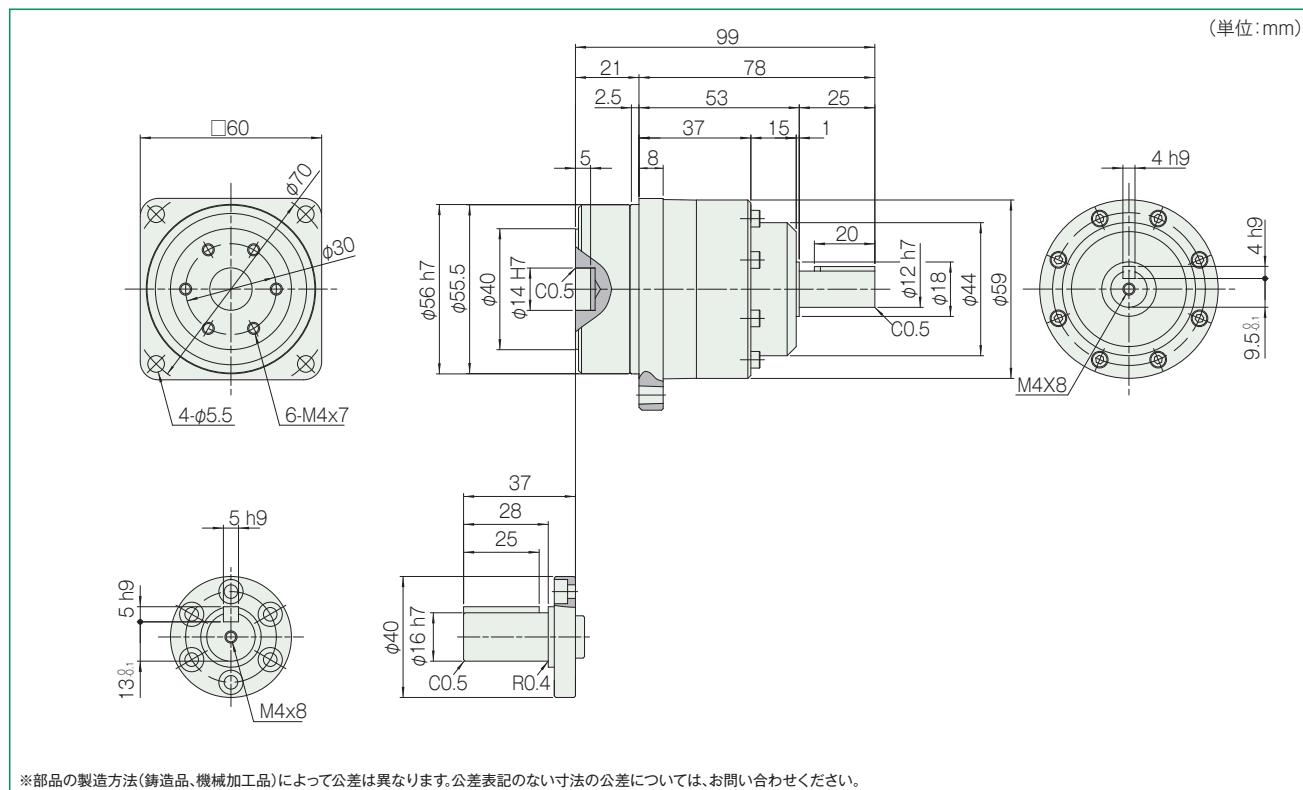


## 外形寸法図

この寸法図は、主な寸法を記載しています。寸法および形状の詳細は、弊社発行の納入仕様図にてご確認ください。  
入力軸ユニットタイプの入力側軸受の仕様は、P118をご参照ください。  
この製品のCADデータはホームページよりダウンロードできます。URL：<https://www.hds.co.jp/>

## ■外形寸法図-型番14

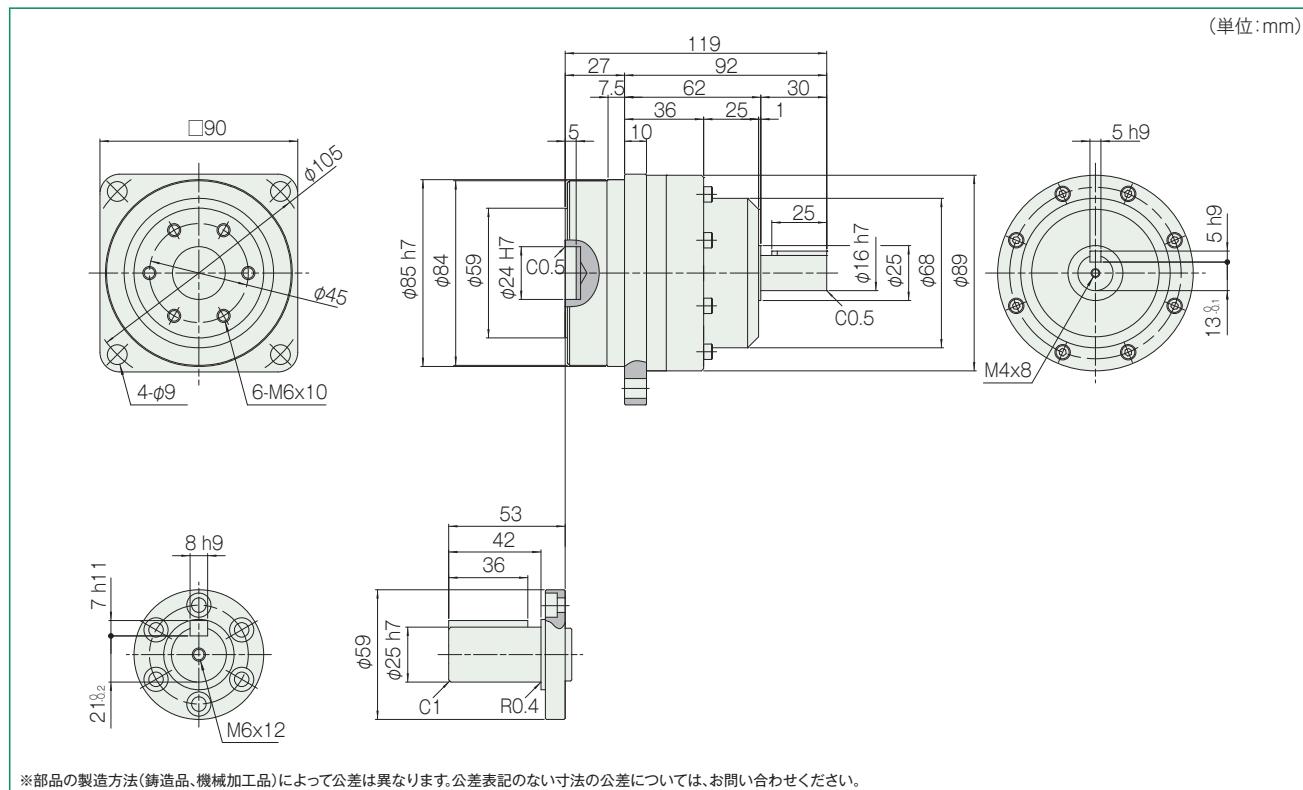
092-1



※部品の製造方法(鋳造品、機械加工品)によって公差は異なります。公差表記のない寸法の公差については、お問い合わせください。

## ■外形寸法図-型番20

図 092-2



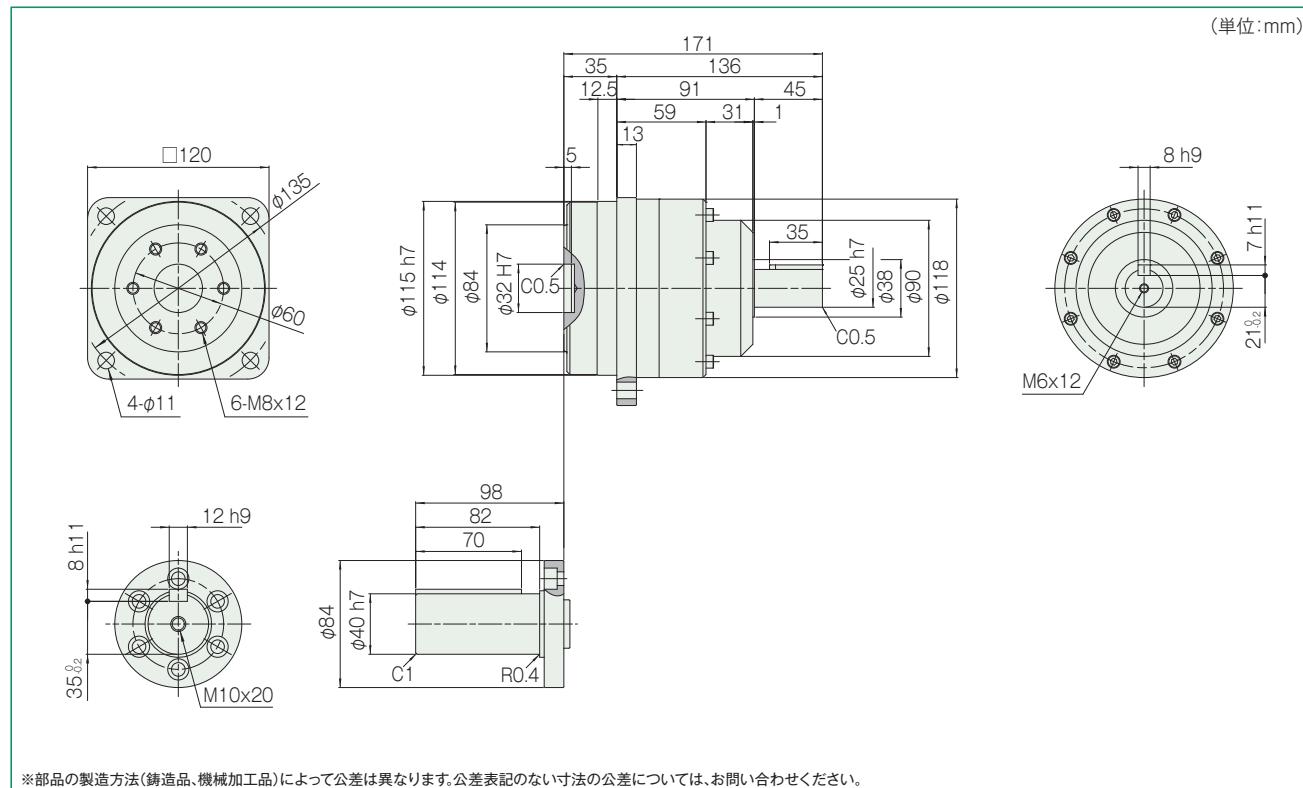
※部品の製造方法(铸造品、機械加工品)によって公差は異なります。公差表記のない寸法の公差については、お問い合わせください。

## 外形寸法図

この寸法図は、主な寸法を記載しています。寸法および形状の詳細は、弊社発行の納入仕様図にてご確認ください。  
入力軸ユニットタイプの入力側軸受の仕様は、P118をご参照ください。  
この製品のCADデータはホームページよりダウンロードできます。URL：<https://www.hds.co.jp/>

## ■外形寸法図-型番32

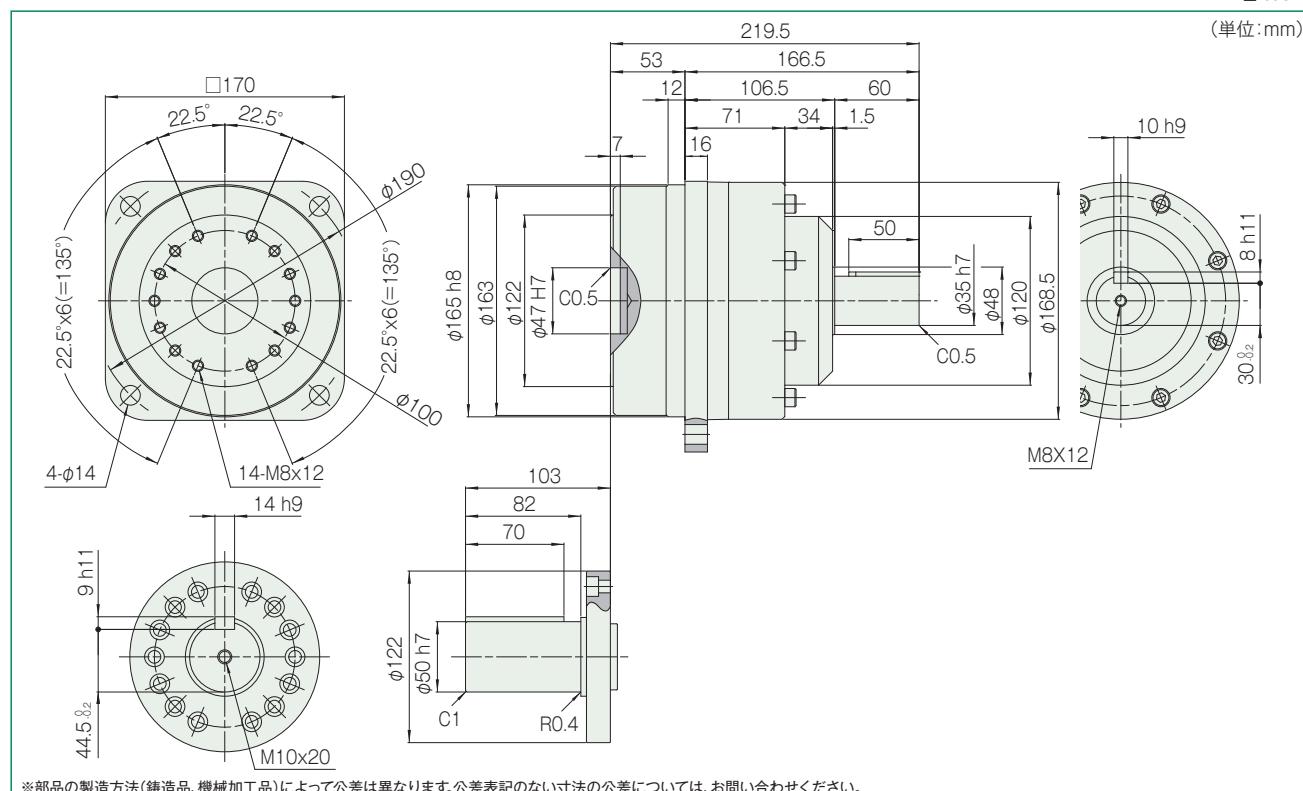
図 093-1



※部品の製造方法(鋳造品、機械加工品)によって公差は異なります。公差表記のない寸法の公差については、お問い合わせください。

## ■外形寸法図-型番50

093-2



\*部品の製造方法(鍛造品、機械加工品)によって公差は異なります。公差表記のない寸法の公差については、お問い合わせください。

## 外形寸法図

この寸法図は、主な寸法を記載しています。寸法および形状の詳細は、弊社発行の納入仕様図にてご確認ください。  
入力軸ユニットタイプの入力側軸受の仕様は、P118をご参照ください。  
この製品のCADデータはホームページよりダウンロードできます。URL : <https://www.hds.co.jp/>

## ■外形寸法図-型番65

図 094-1

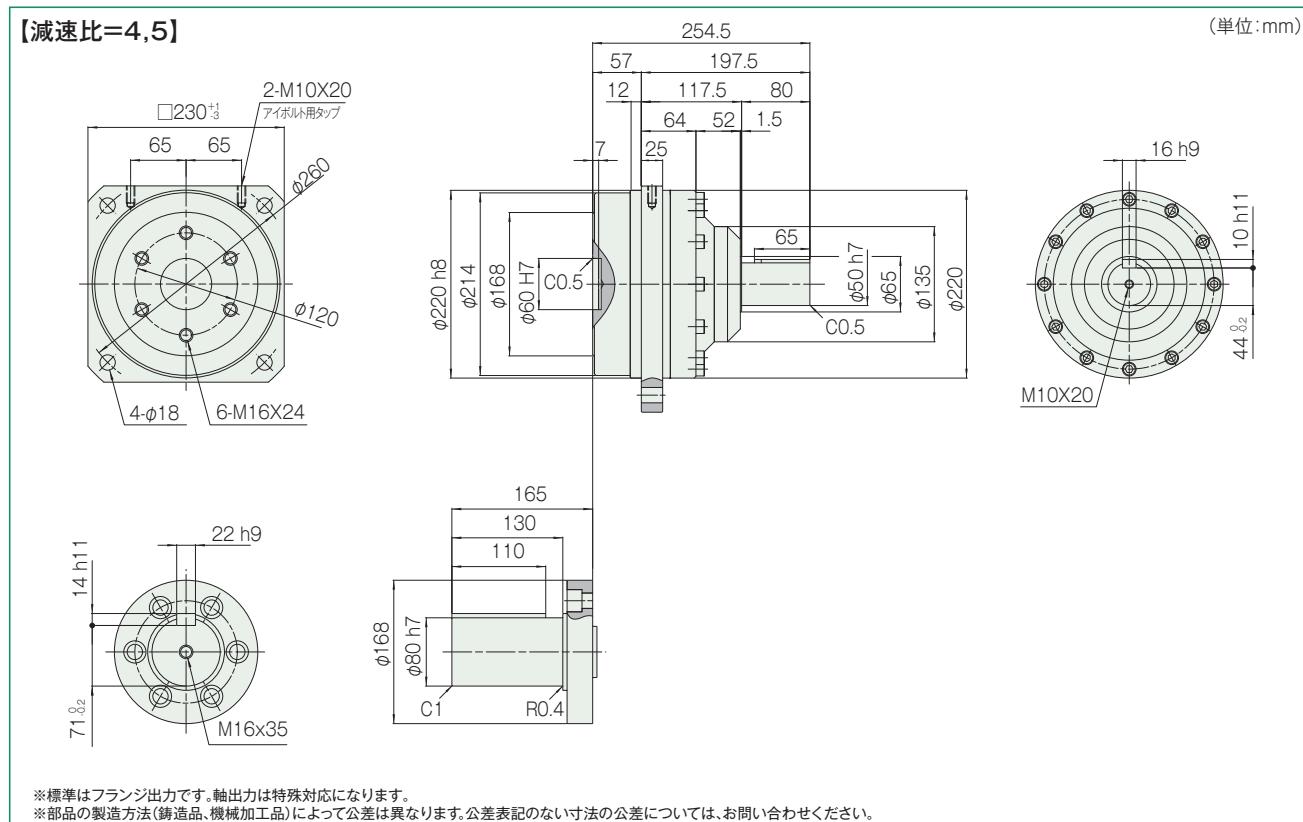


図 094-2

