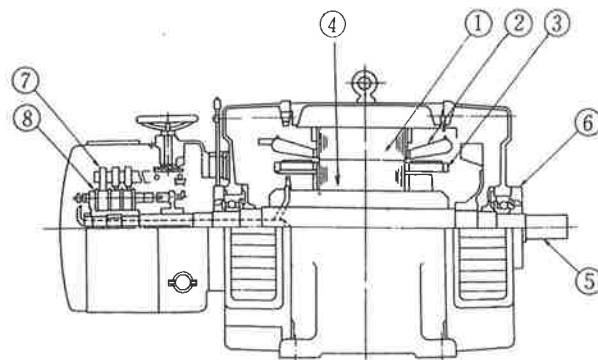


# 揚排水ポンプ設備技術基準・同解説

令和2年1月

一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会



番号	名称
1	固定子鉄心
2	固定子コイル
3	回転子コイル
4	回転子鉄心
5	軸
6	軸受
7	ブラシ及び保持器
8	スリップリング

解説図 5.6 巻線形誘導電動機の構造(例)

② 始動方式

かご形と巻線形とで、その始動方式は異なり、解説表 5.7 のとおりである。

解説表 5.7 始動方式

形式	始動方式	始動電流(注2) 定格電流に対して	始動トルク	出力の目安	
かご形	直入始動	500~700%	100%	~3.7kW	
	スターデルタ 始動	オープン回路	$(500\sim700) \times 2/3\%$	33.3%	5.5~37kW
		クローズ回路	$(500\sim700) \times 1/3\%$	33.3%	
	リアクトル 始動	80%タップ	$(500\sim700) \times 0.8\%$	64%	40~150kW
		65%タップ	$(500\sim700) \times 0.65\%$	42.3%	
		50%タップ	$(500\sim700) \times 0.5\%$	25%	
	コンドルファ 始動	80%タップ	$(500\sim700) \times 0.64\%$	64%	75~300kW
		65%タップ	$(500\sim700) \times 0.423\%$	42.3%	
		50%タップ	$(500\sim700) \times 0.25\%$	25%	
	特殊コンドルファ 始動(注1)	50%→70% 2タップ	$(500\sim700) \times 0.25\%$	25%	75~1,000kW
	VVVF始動	$(500\sim700) \times 0.167\%$	100%	~数千kW	
巻線形	二次抵抗 始動	金属抵抗	100~150%	75~500kW	
		液体抵抗	100~110%	75~数千kW	

注1: 特殊コンドルファ始動とは、コンドルファ始動で最初の投入時に短時間50%減電流リアクトル又は50%減電圧トランスとして瞬時電圧降下を抑え、その後コンドルファ始動を行う電動機の始動方式である。(一般社団法人日本内燃力発電設備協会NEGA C201より)

注2: 高効率電動機「低圧三相かご形誘導電動機-低圧トッランナーモータ JIS C4213」の始動電流は、標準電動機(500~700%)と比べて大きくなるので注意が必要である。

トッランナーモータは、『エネルギーの使用の合理化に関する法律(2013年11月省エネ法の政省令・告示改正)』の「トッランナー方式」の対象となる「特定機器」として、2015年4月よりモータ製造事業者等が加重平均で電動機効率の目標基準値を達成したものを出荷する電動機である。適用範囲はJIS C4213による。

かご形電動機は、始動時に定格電流の500~700%の大きな電流が流れ、力率が悪く、電源容量が小さい場合には電圧を著しく降下させ、電磁接触器の離落あるいは系統に接続されている他の機器に悪影響を与える。そのため、主変圧器の容量を大きくする等して電源容量を大きくし、電圧低下を小さくしなければならない。電圧低下の許容値は解説表 5.8 により10%以内とするが、かご形では対応が不可能な場合は巻線形を採用する。

なお、かご形電動機の始動方式及び減電圧タップの値を決定するには、電源容量及び負荷の始動時に必要とするトルク等を十分に考慮して行う必要がある。

a) 直入始動の場合

$$P_s = 6 \cdot \text{電動機容量 (kW)} / (\text{効率} \cdot \text{力率})$$

b) スターデルタ始動の場合

$$P_s = 2 \cdot \text{電動機容量 (kW)} / (\text{効率} \cdot \text{力率})$$

5.5 kW以上の電動機はスターデルタ始動方式が可能である。上記計算式でのスターデルタ始動は「クローズドトランジェントタイプ」を使用した場合である。

なお、主ポンプに水中モータポンプを用いる場合、水中モータは、陸用に比べ始動容量が大きいことが多いため、次式により算出する。

$$P_s = 3^{1/2} \cdot V \cdot I_s \cdot 10^{-3} \cdot C$$

ここに

$V$  : 定格電圧 (V)

$I_s$  : 始動電流 (A)

$C$  : 始動方式による係数

(水中モータポンプの始動方式はコンドルファ始動65%タップが一般的である。)

また、インバータ (VVVF) 方式の始動容量を求める場合、VVVFの総合力率及び総合効率があわっている場合は、次式において  $C=1$  とし、不明の場合は、上記計算式と解説表8.13の係数を用いて算出する。

$$P_s = C \cdot P_o / (\eta_v \cdot P_{fv})$$

ここに

$C$  : 始動方式による係数

$P_o$  : 負荷出力 (kW)

$\eta_v$  : 電動機とインバータの総合効率

$P_{fv}$  : 電動機とインバータの総合力率

解説表8.13 始動方式による係数(C)

始動方式	直入始動	スターデルタ始動		リアクトル始動			コンドルファ始動			特殊コンドルファ始動	限流リアクトル付コンドルファ始動	VVVF
		オープン	クローズドトランジェント	50%	65%	80%	50%	65%	80%			
Cの値	1.0	0.67	0.33	0.5	0.65	0.8	0.25	0.423	0.64	0.25	0.35	0.167

注：限流リアクトル付コンドルファはコラム形水中ポンプに適用の場合

2) 原動機出力

負荷投入時に、原動機が失速しないための出力は

$$P_{E2} = P_{ms} / (\eta_G \cdot K_1)$$

ここに

$P_{ms}$  :  $P_s \cdot P_{fs}$  . . . . . 最大始動容量をもつ負荷の始動有効電力 (kW)

$P_s$  : 最大始動容量をもつ負荷の始動容量 (kVA)

$P_{fs}$  : 最大始動容量をもつ負荷の始動力率 不明の場合は  $P_{fs}=0.4$  とする。

なお、水中モータの場合は始動力率を調査の上算出する。