

# インバータ駆動誘導電動機の新特性算定法と技術課題

インバータ駆動誘導電動機の新特性算定法と技術課題に関する技術調査専門委員会編

## 目次

1. はじめに	3	6. 温度試験	42
2. 従来試験法とその課題	4	6.1 規格の試験法の動向調査	42
2.1 インバータ駆動誘導電動機の技術課題	4	6.2 インバータを用いた実負荷以外の温度試験事例	44
2.2 調査専門委員会等における検討経緯	4	6.3 実負荷法によらないインバータを用いた温度上昇推定方法	46
2.3 特性算定法の課題	6	7. インバータ駆動誘導電動機の軸電圧と軸受電食防止対策	48
3. 高調波損失とその評価	8	7.1 軸電圧と軸受電食	48
3.1 電磁鋼板の高調波損失	8	7.2 電食の防止対策	48
3.2 高調波損失の分析	12	7.3 各電動機メーカーにおける対策状況	49
3.3 モデル試験	15	8. インバータサージによる絶縁ストレス	50
4. インバータ駆動誘導電動機の新特性算定法の提案	20	8.1 サージ電圧の特徴と電動機絶縁に与える影響	50
4.1 従来法の課題と直流試験を用いた新特性算定法	20	8.2 インバータ駆動電動機の絶縁システムに関する国際規格(IEC)の動向	52
4.2 直流試験法の理論	21	8.3 IEC60034-18-41 (部分放電を許容しない絶縁システム：タイプ I 絶縁) の概要	53
4.3 新特性算定法における算定手順	24	8.4 IEC60034-18-42 (部分放電を許容する絶縁システム：タイプ II 絶縁) の概要	54
4.4 半閉スロット誘導電動機への適用例	29	9. あとがき	57
4.5 全閉スロット誘導電動機への適用例	32		
4.6 まとめ	34		
5. インピーダンスマトリクスによる高調波損失の評価	35		
5.1 インピーダンスマトリクス	35		
5.2 時間高調波による損失	36		
5.3 鉄損抵抗	37		
5.4 不平衡インピーダンス	39		
5.5 まとめ	40		

# インバータ駆動誘導電動機の特性評価に関する技術調査専門委員会 委員

委員長	石川 芳博 (東芝三菱電機産業システム)	委員	田中 脩平 (日立製作所)
幹事	廣塚 功 (中部大学)		筒井 宏次 (東芝三菱電機産業システム)
	坪井 雄一 (東芝三菱電機産業システム)		八尾 惇 (富山県立大学)
委員	諫山 正剛 (安川モートル)		松岡 孝一 (I E E Jプロフェッショナル)
	石川 裕記 (岐阜大学)		松下 真琴 (東芝インフラシステムズ)
	内山 翔 (明電舎)		山崎 克巳 (千葉工業大学)
	大河内 好明 (富士電機)		山本 修 (職業能力開発総合大学校)
	大杉 保郎 (新日鐵住金)	途中退任	阿部 倫也 (日本電機工業会)
	斧田 大介 (J F E ミネラル)		平山 隆 (新日鐵住金)
	米谷 晴之 (三菱電機)		藤崎 敬介 (豊田工業大学)
	佐野 正浩 (日本電機工業会)	協力者	假谷 晃 (J F E スチール)
	竹内 活徳 (東芝インフラシステムズ)		

## 1. はじめに

誘導電動機は一般産業用から家庭電化製品にいたるまできわめて広範囲な分野で利用されている。特にかご形誘導電動機は構造が堅牢で耐環境性に優れ、ブラシを必要としないことから保守性にも優れた特長を有している。しかし、電動機の色度が周波数に依存し、負荷にかかわらずほぼ一定回転速度を維持する特性のため、過去には、一定回転速度の駆動機としての応用に留まっていた。

電動機可変速化の歴史は古く、当初は直流電動機が主流であった。電源として MG 装置や水銀整流器が使われていたが、1950 年代になると半導体整流素子（ダイオード）が、1960 年代にはシリコン制御整流素子（サイリスタ）が登場し、デジタル制御化が進んでいった。

1970 年代後半までは、実用的な電力半導体はサイリスタのみであり、サイリスタレオナード制御の直流電動機が主に用いられた。サイリスタ素子を利用した交流電動機の駆動装置は回路が複雑となり高価であったため、その使用は限定的であった。

1970 年代後半にはパワートランジスタが開発され、その後の低圧 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）素子の開発により、電圧形インバータによる交流可変速化が一気に加速され、1980 年代には低圧ドライブのほとんど全てが交流化された。

さらに、1980 年代にはサイリスタを用いた高圧大容量マイクロコンバータが登場し、従来、直流電動機の独壇場であった鉄鋼圧延主機用電動機が交流電動機に置き換わっていった。

その後、1990 年代にかけて電力半導体は高圧・大容量化が進み、回路技術も大きく進歩し、交流可変速技術が大きく進歩した。

近年では、10MW を超える可変速誘導電動機や商用周波数領域を大きく超える周波数で運転する超高速可変速誘導電動機など高度なシステムが増えており、これらのシステムを効率よく運用するためには、インバータが発生する高調波の影響を精度良く把握する必要がある。

本技術報告では、インバータが発生する高調波が、損失（鉄損、銅損）、軸電圧、コイル絶縁に及ぼす影響を調査するとともに、高調波損失については実機検証により特徴を明確にし、その特徴を応用して実負荷試験を必要としない新しい電動機特性算定法を提案している。