

一般論文

100kWパワーコンディショナの 海外認証取得

Development of obtaining oversea certification (TÜV certification)
to the 100kW Power Conditioner

小林 猛* 長瀬 只雄*
T. Kobayashi T. Nagase

概要

CO₂削減の担い手の一つである太陽光発電システムへの期待は世界中で急速に広がってきており、中でも100kWクラス以上についても今後ますます増加する傾向にある。

また、海外市場への展開（特に欧州、中国）を進める上で、海外認証（TÜV認証）の取得は必須となりつつある。

そこで本稿は、100kWパワーコンディショナの海外認証の取得に向けた開発を行い、TÜV認証を取得したので、その開発概要を紹介する。

Synopsis

The expectation to the PV system which is one of the leading figures of the CO₂ reduction expands rapidly all over the world and we believe the growth of PV system installation with the rating more than 100kW in the near future. And the acquisition of overseas certification (TÜV certification) is becoming required to sell them in overseas markets (in particular, Europe and China).

This paper describes development of obtaining oversea certification (TÜV certification) to the 100kW power conditioner .

1. はじめに

近い将来における化石エネルギーの枯渇によるエネルギー不足問題やそれを主なエネルギー源として利用し続けたことによるCO₂の増加による地球温暖化の問題などが顕在化しており、人類が将来に渡って繁栄し続けるためには、再生可能エネルギーの利用拡大は急務となっている。

その中の一つとして注目されているのが、太陽の光エネルギーを電気エネルギーに変える太陽光発電システムである。当社ではこれまでに国内における公共・産業施設向けを中心に10kW、100kW、250kWのパワーコンディショナを開発・製品化し、多くの納入実績がある。

近年、ヨーロッパを中心に太陽光発電システムから発電された電力を電力会社が通常の電気料金よりも高い価格で買い取る固定価格買取制度（Feed-In-Tariff）が適用され、家庭用だけではなく大規模発電所の導入にも拍車

がかかった。日本でも同様の固定価格買取制度“全量買取制度”の導入が検討されており、今後大幅に太陽光発電システムの導入量が増えることが予想されている。

また、中国や中東諸国においても太陽光発電システムの導入が、飛躍的に伸びつつある。

しかし、アジアの多くの国々やヨーロッパなどの海外市場においては国内と異なり国際規格であるIECやヨーロッパの製品安全指令（低電圧指令）、EMC指令といった独自の規格・基準を満たすだけでなく、多くの場合第三者認証の取得が求められる。

そこで当社はそれらの海外市場への展開を目的に100kWパワーコンディショナにおいて、太陽光発電システムの分野で一般的な海外第三者認証機関であるドイツのTÜV認証（図1に認証制度の仕組みを示す）を取得したので概要について紹介する。

*新エネルギー・環境事業本部

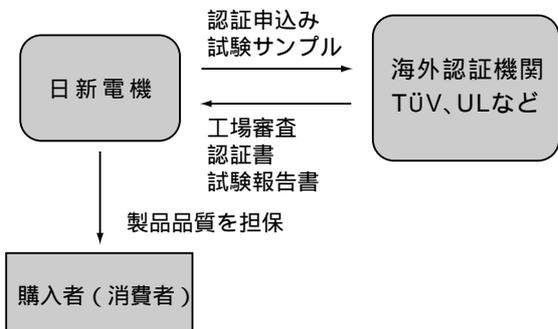


図1 認証制度の仕組み

2. 海外向けパワーコンディショナの仕様

パワーコンディショナの外觀写真を図2、システム構成および基本仕様を図3、表1にそれぞれ示す。ヨーロッパ、中国などの海外市場の実情に対応するため、直流入力の上限を国内向け600Vから880Vまで上げ、交流出力は一般的な低圧三相系統への連系を考慮し、400Vを標準とした。また直流電圧上限の変更とその時の太陽電池の最大電力点を考慮し、直流運転範囲（MPPT範囲）を450Vから820Vまでの範囲とした。

効率に関しては、直流電圧を上げることで電流による導通損が低下したこと、交流側のリアクトル、トランスを一体構造とした高効率ハイブリッドトランスの採用などで国内向け94.5%（定格出力時）に対し、海外向けでは最高効率で97%となり全体として約1.5%程度の効率アップを実現した。

（図4 効率曲線参照）

また、出力電流制御の改善により電流歪や運転力率などの改善を行った。



図2 パワーコンディショナ外觀写真

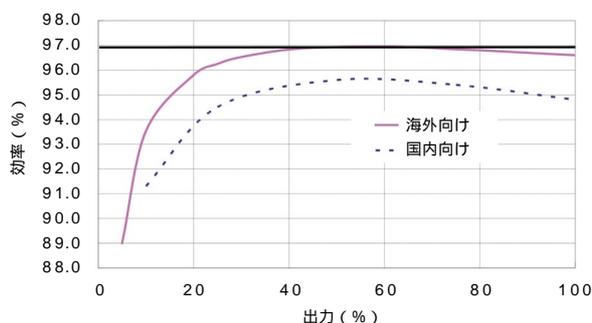


図4 効率曲線

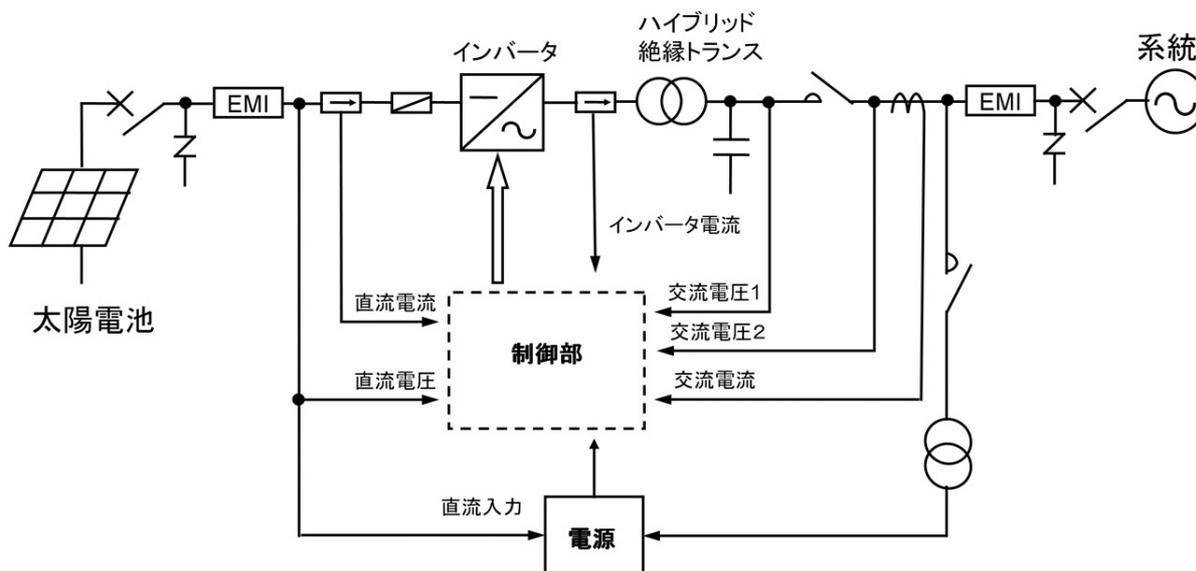


図3 海外向け100kWパワーコンディショナ構成図

表1 パワーコンディショナ基本仕様（国内仕様との比較）

	海外仕様	国内仕様	海外仕様特徴
入力電圧範囲	DC0 - 880 V	DC0 - 600 V	高い入力電圧
入力運転電圧範囲 (MPPT範囲)	DC450 - 820 V	DC320 - 600 V	広い入力運転電圧範囲
最高効率	97%	94.5% (定格出力時)	高効率
ユーロ効率	96%	-	-
出力電圧	AC400 V -15% + 12.5%	AC202 V ± 10%	広い出力電圧範囲
出力周波数	50/60 Hz (47 - 61.5 Hz)	50/60 Hz (48.5 - 61.8 Hz)	-
絶縁方式	商用周波絶縁方式		-
定格出力容量	100 kW		-
出力電流歪	総合3%以下	総合5%以下、各次3%以下	電流歪小
力率	0.99以上	0.95以上	高力率
周囲温度	- 20 ~ 50	- 10 ~ 40	広い温度範囲
標高	2,000 m以下	1,000 m以下	高い標高にも対応
通信方式	RS-485		-
外形寸法	W:1,000 mm×H:2,000 mm×D:900 mm		-

3. 適用が必要な海外規格

海外の認証機関はULやTÜVなどいくつか存在するが、今回ヨーロッパを中心にアジアにおいても販売ターゲットとするため、ヨーロッパの認証を得ることとした。そのためには、パワーコンディショナの場合、ヨーロッパにおける低電圧指令とEMC指令の両方を満足する必要がある。具体的には、表2の各規格が準拠対象となる。特に、低電圧指令である欧州規格のEN50178 (Electric equipment for use in power installations) については、装置全体及び収納される各機器に関して感電保護、試験及び電力設備 (システム) への組み込みに関する設計・製造上の最低限度の要求事項を示したものとなっている。

また、EMC指令については装置の仕様からエミッションは工業環境での使用を意図した共通規格であるEN61000-6-4 (Part6-4:Generic standards Emission

standard for industrial environments) に準拠させ、試験仕様は該当する基本規格に準拠させた。

イミュニティについても工業環境での使用を意図した共通規格であるEN61000-6-2 (Part6-2:Generic standards Immunity for industrial environments) に準拠させ、試験仕様はそれぞれ該当する基本規格に準拠させた。

4. 設計への適用

安全規格への適用については、まず低電圧指令における製品仕様を明確にし、安全に関する具体的な検討事項及び現状製品との違いをピックアップした。絶縁距離決定の為の製品仕様を表3、盤製作における主な変更内容を表4、各使用機器における主な変更内容を表5に示す。

盤製作については、EN50178ベースに安全対策を強化、特に接地方法の改良、充電部分からの感電保護、電線の熱的及び物理的ストレスからの保護、制御線の絶縁対策などを実施。EMC対策としては、規格の限度値に合わせた減衰特性のフィルタを設置し、配置についてもフィルタリング後にノイズの影響を受けないような配置を最優先とし実施した。

表2 海外規格（国内規格との比較）

	海外向け	国内向け
製品安全規格	EN50178	JISC8980
EMC規格	エミッション EN61000-6-4 └ EN55011	
	イミュニティ EN61000-6-2 └ EN61000-4-2 └ EN61000-4-3 └ EN61000-4-4 └ EN61000-4-5 └ EN61000-4-6 └ EN61000-4-8	

表3 絶縁距離決定の為の製品仕様

汚染度	3
過電圧カテゴリ	
プリント基板の絶縁材料グループ	a(CT ≥ 175) : 900V
主回路 - アース間の最大過渡ピーク電圧	1000Vpeak
主回路 - アース間の最大運転ピーク電圧	1000Vpeak

表4 盤製作における変更内容

変更項目	主な変更内容
接地に関する要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・接地線のIEC規格品への変更 ・接地線色の変更 ・各機器への接地線の太さ変更
機器相互接続用電線	<ul style="list-style-type: none"> ・接地母線サイズの変更 ・電線のIEC規格品への変更 ・電線色の変更 ・電線サイズの変更 ・配線方法、ルートの変更 ・電線に対する損傷保護追加
感電保護	・盤換気口など開口部の保護等級変更
コンデンサの放電	・電源切断後のコンデンサ放電時間警告表示追加
保護導体の接続手段	・接地端子マークの変更
EMC対策	・EMIフィルタ設置位置の最適化変更

表5 各主要機器における変更内容

変更項目	主な変更内容
コイル装置	<ul style="list-style-type: none"> ・使用機器IEC規格にて認証試験実施 ・トランス、リアクトルのハイブリッド化によるトータル損失の低減
開閉・遮断装置	・TUV認証品使用及び認証未取得品について、認証試験実施
プリント基板	<ul style="list-style-type: none"> ・主回路電位と制御電位との間の絶縁距離、耐インパルス性能の向上 ・絶縁素子に対して、認証品への変更及び未認証品に対する認証試験実施
制御電源装置	<ul style="list-style-type: none"> ・直流入力電圧の高電圧化(700V 900V) ・主回路入力部と各制御電源出力部との絶縁距離、耐インパルス性能の向上 ・絶縁部品に対して、認証試験実施
インバータ装置	<ul style="list-style-type: none"> ・直流入力の高電圧化(800V 900V) ・主回路電位と制御電位との間の絶縁距離、耐インパルス性能の向上 ・絶縁部品に対して、認証品への変更実施
EMIフィルタ	・減衰特性の強化変更実施

各使用機器については、極力TUV認証品を選択し、未認証品については各製品規格(EN又はIEC規格)に従った型式試験を認証機関にて実施し、全ての機器において、問題のないことを確認した。

また、絶縁距離においても全ての機器で見直しを実施した。一部を表6に示す。

主回路 - 接地電位間、主回路 - 主回路間、主回路 - 制御回路間のそれぞれについて、規格に基づいた最低限の

絶縁距離(空間距離、沿面距離)を決定し、盤設計、プリント基板設計に反映させた。特に強化絶縁が必要な個所については、規格に相当したインパルス耐電圧試験をすべての個所において実施し、実力においても問題ないことを確認した。

表6 各部の空間距離、沿面距離例

対象空間距離と沿面距離	絶縁種類	定格絶縁電圧 (Vp)	インパルス耐電圧 (kV)	要求空間距離 (mm)	要求沿面距離 (mm)
装置					
1 バスバー - 筐体間	B	DC900V	8	8	16
2 プリント基板 - 筐体間	B	DC900V	8	8	16
3 IGBT - U-V-Wバスバー	B	DC900V	8	8	16
プリント基板					
1 400Vパターン - 15Vパターン	R	AC565V	8	8	8
2 900Vパターン - 15Vパターン	R	DC900V	12	14	14
トランス					
1 DC900V - AC400V間	B	DC900V	8	8	16
2 DC900V - DC24V間	R	DC900V	12	14	32
電圧トランスデューサ					
1 DC900V - DC15V間	R	DC900V	12	14	14
端子台					
1 DC24V - AC200V間	R	DC900V	12	14	32
2 DC24V - AC200V間	R	DC900V	12	14	32

絶縁種類 B: 基礎絶縁, R: 強化絶縁

5. 装置認証試験

5.1 通常試験

安全規格に基づき、今回の装置仕様に合致した試験項目について、第三者認証機関（TÜV）及び当社試験場にてそれぞれ実施し、すべてクリアすることができた。主な試験項目を表7に示す。

表7 通常試験項目

通常試験項目
構造試験
定格電圧測定
コンデンサ放電試験
乾燥加熱試験
湿式加熱試験
振動試験
空間距離及び沿面距離
エンクロージャ試験
インパルス電圧試験
A.C.又はD.C.電圧試験
部分放電試験
保護インピーダンス
短絡耐久性

5.2 単一故障試験

装置運転中において、予想される致命的な事故を一箇所ずつ強制的に再現し、装置が安全を保った状態で問題なく故障を検出し停止状態に至るかどうかの試験を実施した。過電流発生個所へのヒューズやサーキットプロテクタの追加、保護連動シーケンスの見直しにより、装置が問題なく安全に停止することを確認した。主な試験項目を表8に示す。

表8 単一故障試験項目

単一故障試験項目
直流入力短絡
絶縁トランス2次側短絡
交流出力短絡
MCCT操作リレー出力接点短絡
換気・冷却ファン強制停止
補助リレー出力接点短絡
吸気口目詰まり
過負荷運転
プリント基板フォトカプラー出力短絡
プリント基板出力接点短絡

5.3 EMC試験

EMC規格に基づき、今回の装置仕様に合致した試験項目について測定試験を実施した。表9に試験項目を示す。

エミッションについては、雑音端子電圧試験対策として、フィルタの減衰特性を強化した。放射電磁界試験については、盤構造による対策により全て問題なく基準値以下となった。イミュニティでは、放電電磁界試験にて、LCDタッチパネル直近では、バックライトの輝度変化が見られたものの、規格レベル（10V/m）では問題なく対策の必要は認められなかった。伝導RF試験ではシールド線のアース処理を適切にすることにより、イミュニティを強化した。

表9 EMC試験項目

EMC試験項目	
エミッション	雑音端子電圧
	放射電磁界
イミュニティ	静電気イミュニティ
	放射電磁界イミュニティ
	伝導RFイミュニティ
	電源周波数磁界イミュニティ
	バーストイミュニティ
	雷サージイミュニティ

以上の認証試験において全ての規格を満足し、100kWパワーコンディショナにおいて、3月10日TÜV認証を得ることができた。

6. まとめ

当社の100kW級太陽光発電用パワーコンディショナの海外認証（TÜV認証）の取得開発について、その概要を紹介した。また、同時にパワーコンディショナを生産する当社工場も、1月24日認証を得ることができた。図5にTÜV認証書、図6にTÜV工場審査認証書を示す。今後は250kW級以上のパワーコンディショナについてもTÜVを含めた海外認証の取得を行う予定である。

参考文献

- (1) 山田、小林ほか：「メガソーラー用パワーコンディショナの開発」日新電機技報 Vol.54 No.1（通巻132号）2009年



図5 TÜV認証書



図6 TÜV工場審査認証書

執筆者紹介



小林 猛 Takeshi Kobayashi
新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業推進部
パワエレ部 主任



長瀬只雄 Tadao Nagase
新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業推進部
パワエレ部