

特 集 論 文

電力用調相機器事業のアジア展開

Business Operation of the Reactive Power Equipment

板橋 悟 平崎 敬朗
S. Itahashi N. Hirasaki
井上 弘行 山中 秀樹
H. Inoue H. Yamanaka

概要

調相用設備は、主として力率改善用の電力用コンデンサと進み位相を補償する分路リアクトルがある。これらの製品のグローバル展開は1988年にタイにコンデンサ工場を設立した頃から始まり、その後は世界最大の電力需要伸長国である中国へと進出した。2004年に電力用コンデンサ製造の合弁会社を設立、2008年からは油入分路リアクトルも中国での生産を開始した。

現在、本社工場を含む3つの生産拠点の製品をアジア各地域の顧客ニーズに対して各生産拠点の特徴を生かして供給するに至っている。ここでは、各生産拠点における取組や課題について述べる。

Synopsis

The reactive power equipment is based on power capacitor and shunt reactor to compensate for the leading reactive power. Our overseas factory of reactive power equipment started since establishing a factory in Thailand in 1988, and also we established the overseas factory in China which has the biggest electric power demand. The joint venture factory of power capacitor established at 2004 in China, and manufacturing of the oil shunt reactor started from 2008.

Recently, our reactive power equipment factories including a haad quarters supply the product utilizing the characteristic of each production base to the customer needs in each Asian countries. Here, featuring of each production base and business action are described.

1. 生産拠点の変遷⁽¹⁾

1970年代は輸出によってグローバルの電力機器需要に対応していたが、その後海外の電力需要伸長に伴い、現地法人の設立を行ってきた。表1に電力機器製造の現地法人設立の状況を示す。

1988年にASEAN地域の中心に位置するタイに工場を設立して、当社のグローバル展開が開始された。タイ工場では電力用コンデンサの生産を開始し、1991年に台湾にガス絶縁開閉装置製造工場を設立した。

その後、1990年後半から2000年前半に中国の旺盛な電力需要伸長が始まり、ガス絶縁開閉装置、計器用変流器、電力用調相設備など当社の主要な電力機器の製造工場を相次いで中国に設立した。

表1 電力機器製造・販売 海外拠点の変遷

会社名 (略称)	設立 年度	所在地		事業内容・製品
日新電機タイ株式会社 (NET)	1987年	タイ	バトム タニ県	部品加工・板金加工 装置組立サービス 電力用コンデンサ設備 バスダクト 薄膜コーティング
日亜電機股份有限公司 (NAC)	1991年	台湾	桃園県	ガス絶縁開閉装置
北京宏達日新電機有限公司 (BNS)	2001年	中国	北京市	ガス絶縁開閉装置
日新(無錫)機電有限公司 (NEW)	2002年	中国	江蘇省 無錫市	計器用変流器 ガス絶縁式計器用変圧器 薄膜コーティングサービス
日新電機(無錫)有限公司 (NW)	2004年	中国	江蘇省 無錫市	電力用コンデンサ設備 油入リアクトル コンデンサ型計器用変圧器 自励式無効電力補償装置
日新電機(呉江)有限公司 (NEWJ)	2008年	中国	江蘇省 呉江市	油入分路リアクトル (※現在はNWに事業移管)

各生産拠点は工場設立当初は拠点国への製品供給により事業を展開していたが、現在ではそれぞれの拠点の特徴を生かして各拠点国以外との連携を強化するに至っている。

2. 電力用調相設備の種類と特徴

電力用調相設備には顧客ニーズに応じた製品種別に多くの種類がある。表2に電力用調相設備の種類を示す。

2. 1 縮小形・タンク形コンデンサ

当社の特徴である大容量・低損失素子を使用した大容量製品⁽²⁾である。最大で単器40Mvarの大容量でありながらコンパクトで、現地据付の工期短縮化が図れ、また、絶縁架台式のように高電圧露出部がなく保守点検やメンテナンスが容易である。

2. 2 ユニット形コンデンサ

同様に大容量・低損失素子を使用した中～大容量のコンデンサに油入直列リアクトルを一体化した設備である。電力会社向けの大容量設備と特高・高圧受電設備用に開閉器・保護リレー等の収納箱と一体化したものがある。後者はキュービクル式コンデンサ盤よりもコンパクトで連結が容易であり現地据付工期も短縮される。

2. 3 缶形コンデンサ (単体)

海外の場合は配電系統の受電設備から電力会社の送変電用の調相設備に至るまで単相の缶形コンデンサが用いられる。

日本国内の場合は「汎用コンデンサ」と呼ばれ、6.6kV

の高圧配電系統の受電設備に三相器が用いられている。

2. 4 絶縁架台式缶形コンデンサ

主に海外の電力会社で採用されている変電所用調相コンデンサ設備。変電所の電圧階級に合わせた絶縁架台式ラックに単相コンデンサを多段に配置して所定の容量を構成する。電力会社がコンデンサ単体を入札する場合と架台式ラックを含めて入札する場合がある。

特に中国国内では超高压交流変電所の3次回路及び超高压直流送電変換所のフィルタコンデンサとして、他地域では例を見ないほどの大容量設備が大量に導入されている。

2. 5 ラック式缶形コンデンサ設備

主に海外の10kV,22kV,24kV等の配電系統に用いられる屋内外用のコンデンサ設備である。直列リアクトル、開閉器、保護リレー、CT、VTなど各種付属機器で構成されており、充電部が露出しているためフェンスで囲われている。


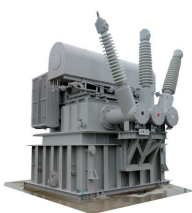


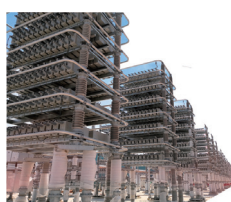



2. 6 キュービクル式コンデンサ設備

国内外で主に配電系統や受電設備に導入されるキュービクル式。屋内用・屋外用の両方がある。海外では電力会社の変電所や66kVや110kV受電している製鉄、化学プラント、自動車工場などの受電設備で使用される例が多い。

2. 7 分路リアクトル

主に電力会社の変電所にケーブル配電等による進み力率改善のために導入される。海外では変電所敷地

表2 電力用調相設備の種類

種別	縮小形・タンク形コンデンサ	ユニット形コンデンサ設備		缶形(単体)コンデンサ
主要顧客	電力会社 特高受電民需	電力会社	特高・高圧受電民需	電力会社 (単相器) 受配電盤用 (三相器)
設備外観				 (三相器) (単相器)
種別	絶縁架台式缶形コンデンサ	ラック式缶形コンデンサ設備	キュービクル式コンデンサ設備	油入分路リアクトル
主要顧客	電力会社	電力会社 特高・高圧受電民需	特高・高圧受電民需	電力会社
設備外観				

の制約が少ないこと及びコストの観点から、空芯リアクトルが採用されてきた。近年では空芯リアクトルの劣化による焼損の問題、変電所敷地の制限、ライフサイクルコストの評価により、長寿命かつコンパクトな油入分路リアクトルの採用が増えてきている。

3. 各生産拠点の特徴とアジア及び他地域への展開

調相用設備には多数の種別があるが、各拠点の特徴を生かして拠点国内の顧客だけでなくアジア地域及び他地域の顧客ニーズにも対応をしている。表3に調相設備製造の各拠点の製品群と対応する地域・顧客を示す。

3.1 日新電機本社（京都工場）

主に国内電力向けと国内民需向けに「縮小形」「タンク形」「ユニット形」及び「油入分路リアクトル」を生産。このうち「ユニット形」「タンク形」については、1970年代以降からASEANや中東向けに輸出をしており、メンテナンスフリー・長寿命の実績によりリプレース需要が継続するようになっている。また、国内の実績から日系企業の海外工場での採用、国内EPC（エンジニアリング）会社やODA（政府開発援助）案件での採用が継続している。

「油入分路リアクトル」は、低騒音・低損失の特徴が中国江蘇省電力会社に認められ当社本社製を輸出した経緯があり、その実績により中国での油入分路リアクトル製造につながっている。

3.2 日新電機タイ株式会社（NET）

国内民需向け「汎用コンデンサ」の製造工場として1988年に設立。同工場は日系企業のタイ進出による現地部品調達ニーズに合わせて金属部品加工・板金加工事業を拡大し、制御装置を組み込んだ洗浄装置などの装置事業も開始した。このような事業拡大を背景にタイ電力会社のMEA（首都圏配電公社）、PEA（地方配電公社）にキュービクル式コンデンサ設備一式の納入を開始。単相缶形コンデンサについてもEGAT（タイ王国発電公社）に供給を開始した。

その後、タイ国内電力会社への納入実績をもとにして、タイ国外への供給を開始。現在ではASEAN、西南アジア及び中東地域の電力・民需向けに缶形コンデンサ単品及びキュービクル式の供給を行っている。

3.3 日新電機（無錫）有限公司（NW）

2000年初頭からの中国国内の旺盛な電力需要伸長を契機に、中国の外資企業誘致政策と相まって、電力機器製造工場を相次いで設立した。現在、電力用コンデンサ及び油入分路リアクトルを同工場で製造している。

設立に際して中国トップシェアの缶形コンデンサメーカーの1社を吸収し、当社の特徴である「縮小形」「タンク形」「ユニット形」の製造技術を移管することで差別化と事業拡大を図ることとした。現在は2008年に設立した油入分路リアクトル製造工場を同社に統合し、特徴のある電力用調相設備メーカーとして認知されている。

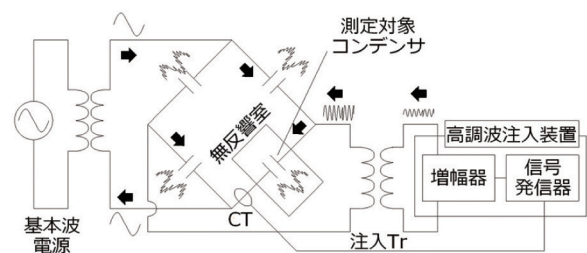
中国の旺盛な電力需要伸長に伴う送電網の建設、鉄鋼・化学・自動車などの重工業の工場建設により、電力会社の送配電系統及び工場の受電設備に複数の種類の調相設備が導入されている。

3.3.1 中国電力会社向け

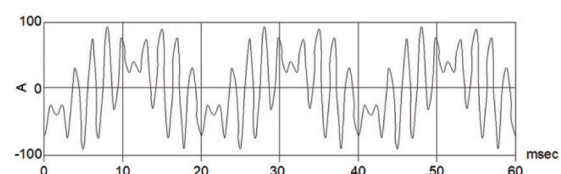
国家プロジェクトである超高压直流・交流送電網に絶縁架台式缶形コンデンサ設備を納入している。

缶形コンデンサ単体設計については、超高压直流送電網の交直変換所のフィルタコンデンサ設備に要求される騒音低減仕様に対応している。絶縁架台ラック設計についても、標高3000mを超える高地での架台絶縁仕様、地震発生地域の耐震仕様に対応している⁽³⁾。

図1に騒音測定用電源回路図を示す。測定対象コンデンサを含んだコンデンサ4台で2直列2並列のブリッジ回路とし、その中間点に高調波注入装置で高調波を注入する。高調波注入装置は複数の高調波成分を任意の大きさ及び割合で同時に生成することができる。超高压直流送電網の交直変換所ではそれぞれの案件で要求される騒音レベルと高調波成分比率が異なるが、この高調波注入装置によりそれぞれの案件の騒音低減要求に対応した試験を行うことができる。



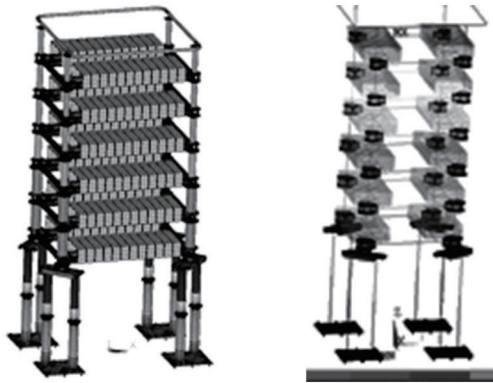
(a) 騒音測定用電源回路図



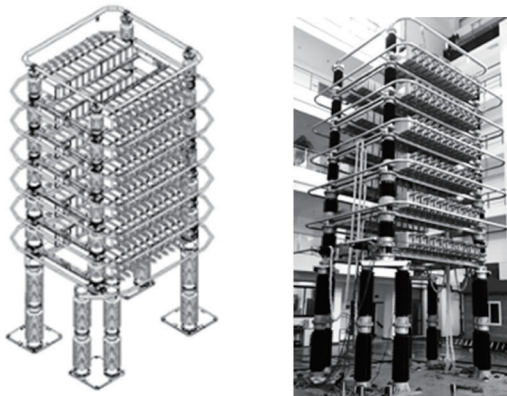
(b) 高調波波形図（基本波+注入高調波）

図1 騒音測定用電源回路図及び高調波波形例

図2に耐震仕様の検討例を示す。ラックの段数及び缶形コンデンサの配置を変えた複数の有限要素法モデルによりシミュレーションを行い、最終的な検証器の設計に反映する。その後、最終検証器を第三者の形式試験機関で耐震試験を行い認証を受けて国家プロジェクトの入札に対応している。



(a) 有限要素法モデル (b) 耐震シミュレーション例



(c) 検証用ラック最終案 (d) 耐震形式試験の状況

図2 絶縁架台式缶形コンデンサ設備の耐震設計検討

各省の送電網や配電システムの整備も続いており、各省の電力会社管内の変電所の新設・増設が継続している。その一方で1980～1990年代に導入した設備のリプレースも始まっている。このような需要に対してNWは架台式缶形ラックコンデンサ、縮小形コンデンサ、タンク形コンデンサ、ラック式缶形コンデンサ設備、油入分路リアクトルとほぼ全種別を供給している。

3. 3. 2 中国国内民需向け

鉄鋼・化学プラント・自動車など66kV,110kVなどで受電する工場の受電設備に10～35kVのコンデンサ設備が導入される。従来は架台式缶形ラックコンデンサが主流であったが、タンク形コンデンサ及びユニット形コンデンサの認知度が上がったことで、コンパクトかつ充電部遮蔽の安全性が評価されて採用が増えてきている。

3. 3. 3 中国国内EPC（エンジニアリング）会社 経由海外プロジェクト

一带一路に代表される中国の海外展開を背景にして、中国国内のEPC会社が多く海外プロジェクトを手掛けており、EPC会社が中国国内から各種の電力機器を調達している。エンドユーザ国は中国国策によりアフリカ、中南米、中央アジアが多いことが特徴である。絶縁架台式缶形コンデンサ設備及び缶形コンデンサ単体での調達が主であるが、中国EPC会社は他EPC会社との差別化を図るために当社のユニット形を採用する場合がある。

4. 各製造拠点間の相互補間

当社の海外製造拠点は設立当初は当該国内の事業を中心としていたが、近年は輸出のニーズが増えており、各製造拠点間の特徴を生かした連携を進めている。

4. 1 ASEAN地域電力会社向け

従来はタイ電力会社での実績を背景にアセアン地域の電力会社にはNET製で対応していた。近年は中国EPC会社の入札がASEAN地域で相次ぎ中国製電力機器の認知度が上がってきた。このような背景から、ASEAN地域電力会社にNW製の絶縁架台式缶形コンデンサで対応するようシフトを進めている。

4. 2 日系企業海外工場向け

日系企業の海外工場においても日本製だけでなく海外製電力機器の採用事例が増えてきている。NWはユニット形・タンク形について当社本社技術及び製造管理を導入していることが認められ、日系企業海外工場向けや日系EPC会社のプロジェクトに同社製ユニット形設備の供給を開始している。

4. 3 ASEAN地域民需向け

ASEAN地域向けキュービクル式コンデンサ設備はNETで製造している。缶形コンデンサ以外に直列モールドリアクトル、保護リレー用CTなどの多くの種類の付属機器を使用しており、顧客は付属機器も中国製の採用を容認する方向にある。このため、NWで使用実績のある信頼のある機器メーカー製を選定して適用するなど、サプライチェーンについても相互補完を進めている。

5. 今後の展望

電力用調相設備は電力需要の伸長により各地域で電力会社及び民間企業の受電設備に導入される機器であり、今後もグローバルで需要が継続すると期待される。

その一方で電力需要の伸びが鈍化して更新需要へとシフトする地域も出てくることが予測される。このようなグローバルでの需要の変化に対して、各生産拠点の特徴を最大限に生かしたサプライチェーンの連携を含む相互補間を進め、顧客ニーズに応え続ける所存である。

参考文献

- (1) 川口 他：「電力用コンデンサ事業のアジア展開」、日新電機技報、Vol.53 pp.6-12(2008)
- (2) 村岡 他：「電力用コンデンサの歴史」、日新電機技報、Vol.55 pp.43-52(2010)
- (3) 許偉 他：「直流フィルタ用缶形コンデンサ設備の800kV直流変換所への初納入」、日新電機技報、Vol.62 No.3 pp.99-100(2017)

表3 各生産拠点の製品と供給地域

生産拠点	製品種別	供給地域と顧客					
		日本国内		アジア地域		中国	
		電力	民需	電力	民需	電力	民需
日本	縮小形コンデンサ	●					
	タンク形コンデンサ	●	●		●		
	ユニット形コンデンサ	●	●		●		
	油入分路リアクトル	●				●	
タイ	缶形コンデンサ		●	●	●		
	ラック式缶形設備			●	●		
	キュービクル式			●	●		
中国	缶形コンデンサ			●		●	●
	絶縁架台式缶形			●		●	●
	ラック式缶形設備					●	●
	タンク形					●	●
	ユニット形コンデンサ				●	●	●
	油入分路リアクトル					●	●

執筆者紹介



板橋 悟 Satoru Itahashi
日新電機(無錫)有限公司
総工務師



平崎 敬朗 Norio Hirasaki
電力・環境システム事業本部
静止機器事業部 産業・海外技術部長



井上 弘行 Hiroyuki Inoue
電力・環境システム事業本部
静止機器事業部コンデンサ設計部長



山中 秀樹 Hideki Yamanaka
電力・環境システム事業本部
静止機器事業部 変圧器設計部長