IV. 変　　圧　　器

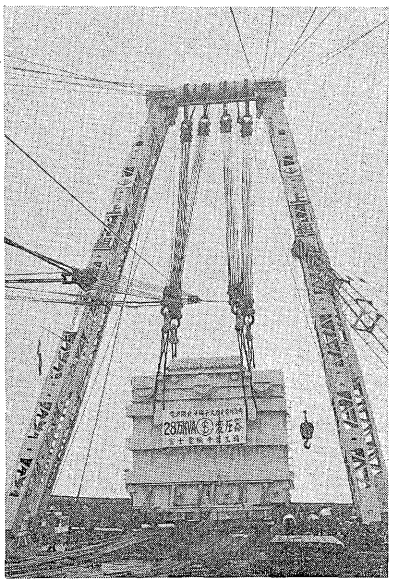
Transformers

IV. 1　大形電力用変圧器

(Large power transformers)

昭和41年中に製作・納入した45MVA 以上の大形電力用変圧器を第IV・1表に示す．昭和 41 年の特色として次の事項があげられる。

(1)　火力発電所用大容量送油風冷式低騒音変圧器の製作



第IV・1図　電源開発・磯子火力発電所 13.5/147kV, 280MVA 電力用変圧器

Fig. IV・1.　13.5/147 kV, 280 MVA power transformer delivered to Isogo Power Station, Electric Power Development Co.

(2)　単三方式大容量変圧器の製作

(3)　ボルト孔無し鉄心の製作

電源開発・磯子発電所納入 280MVA 変圧器（第IV・1図）および同じく竹原火力発電所納入 265MVA 変圧器は，いずれも火力発電所の昇圧用主変圧器である．その低圧巻線は電気炉用変圧器にも匹敵する位の大電流巻線となっている．このため巻線内うず電流損失を低減する目的とも相まって導体は数十本の並列回路を構成しており，しかも各1本1本が二次巻線と同等の磁気結合をなすように完全な転位を施してある．さらに，巻線部より引き出すリード自体は，多数のリードが互にその起磁力を打消すように配置し，リード近傍の構造材にうず電流損および局部加熱の生じないように配慮してある．また必要に応じ，たとえばリード貫通部などに，低損失の非磁性体を使用するなどの対策も講じている．低圧巻線は三角結線となっているが，リードおよびブッシングの電流容量を $1/\sqrt{3}$ に低減するために各相2本ずつのブッシングで引き出し，外部で三角接続を行なっている。

電源開発・磯子発電所向け 280MVA 変圧器は高圧側が 140 号であるので高圧巻線として無振動形成層巻線を使用している．この巻線の層間の渡りリードは並列導体を一括にしたものとせず，各巻線導体にそれぞれ接続された分割並列回路が構成されるようなリード構造とし，並列回路間の直列抵抗を大きくし，かつ転位も完全に行なうことによって各導体の電流が均等化するように配慮してある。

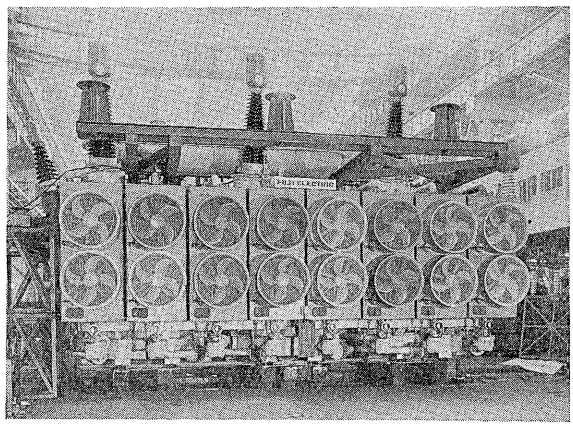
第IV・1表　大形電力用変圧器（45MVA 以上）年度納入表

Table IV・1.　Supply list of large power transformers (more than 45 MVA)

納入先	設置場所	相数	周波数 (~)	容量 (MVA)	電圧 (kV)	冷却方式	負荷時タップ切換	ファールバル形	台数	備考
電源開発	磯子	3	50	280	13.5/147	送油風冷			1	低騒音，エレファント
電源開発	竹原	3	60	265	12.3/110	送油風冷			1	低騒音
中部電力	知多	3	60	150	154/77	送油風冷	○	○	1	低騒音
台湾電力	高雄	3	60	120/120/40	154/69/11	送油風冷	○		1	単三方式
南オーストラリア電力庁	Para	3	50	120	275/66	送油風冷	○		2	三次盲限流リアクトル内蔵
東京電力	大師	3	50	100/100/30	143.5/66/21	送油自冷	○	○	1	低騒音，エレファント
中部電力	南豊田	3	60	100	154/77	送油風冷	○	○	2	低騒音
北陸電力	新武生	3	60	80	154/77	送油風冷	○	○	1	
宇部興産		3	60	70	110/44	送油風冷		○	1	エレファント
東北電力	一の関	3	50	60/60/20	154/66/31.5	送油風冷	○	○	1	低騒音
中国電力	水島	3	60	60/60/18	110/66/22	送油風冷	○	○	1	
日本鋼管	福山	3	60	50/40/15	110/11.5/3.45	送油風冷			2	エレファント
日本鋼管	福山	3	60	50/45/10	110/11.5/3.45	送油風冷			1	エレファント

電源開発・竹原発電所向け265MVA変圧器では高圧側が100号であるので，高圧巻線としては単一線輪と双線輪を適宜組み合わせて巻線ブロックを形成し，これを多並列に接続した構成とした．これにより巻線のインパルス特性が著しく改善された．さらに，各巻線ブロックからのタップの取り方も漏れ磁束の鎖交量が同等となるものを組み合わせるようにし，多並列のタップ間に生ずべき循環電流を抑制している．当然のことながら，上記一連の巻線では漏れ磁束密度の大きさに応じ導体の寸法を決め，それに直交する導体の幅をできるだけ小さくするように配慮して，うず電流損失の低減を期した．その他の対策とも相まって損失の低減に予期どおりの成果を収めることができた。

なお，前者280MVA変圧器は送油風冷であるが，コンクリートパネルを主とした複合防音壁による防音構造を採用し，また送油風冷式冷却器には特殊な防音ダクトを有する低騒音構造を採用し，この種の送油風冷式大容量器では初めての65ホンという低騒音化に成功している．その他，現在火力発電所用変圧器として東京電力向け210MVA変圧器および電源開発・高砂発電所向け265MVA負荷時タップ切換変圧器を鋭意製作中である。

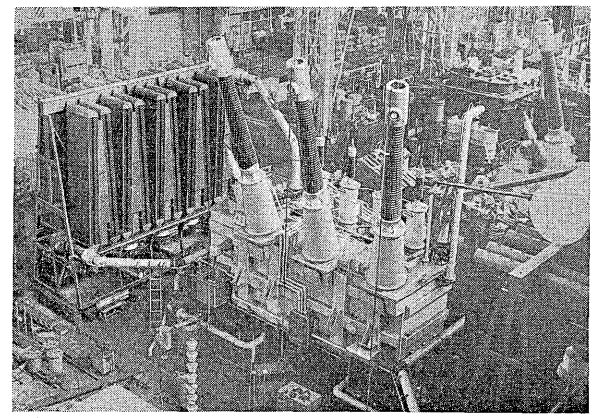


第Ⅳ・2図　台湾電力・高雄変電所 154/69/11kV, 120/120/40MVA 電力用変圧器

Fig. Ⅳ・2. 154/69/11 kV 120/120/40 MVA power transformer delivered to Takao Substation, Taiwan Power Co.

台湾電力・高雄変電所納入120/120/40MVAは単三方式による特別三相負荷時タップ切換変圧器である（第Ⅳ・2図）．高圧120号巻線には特殊編巻方式の円板巻線を採用し，インパルス特性をほとんど無振動に近いものにすることができた．この方式は，大容量変圧器になるにしたがい巻線導体の並列数が多くなることを巧みに利用して，直列キャパシタンスを増大させ，普通の編巻方式の特性を一段と向上させたものである。

一般に140号以上の高圧巻線には無振動形成層巻線を用いるのが標準であり，かつ経済的であるが，タップ切換の際のインピーダンスの変化傾向に特別な指定のあった場合などには，円板巻線を用い編巻として製作した方が有利になる場合がある．この種の超高圧巻線を編巻円板巻線で実施する方式は，関西電力向け200/200/60MVA変圧器および100/100/30MVA変圧器などに適用し鋭意製作中である．すなわち，当社では超高圧変圧器巻線として無振動形成層巻線と並んで特殊構成による円板巻線を目的に応じて使いわけている。



第Ⅳ・3図　南オーストラリア電力庁 Para 変電所 275/66kV 120MVA 電力用変圧器

Fig. Ⅳ・3. 275/66 kV 120 MVA power transformer delivered to Para Substation, Electricity Trust of South Australia

南オーストラリア電力庁納入120MVA変圧器（第Ⅳ・3図）は低圧側で電圧調整を行なう負荷時タップ切換変圧器である．このため，スイッチの切換電流は1,050A程度に上るが，すでに大容量変圧器に適用すべく開発済みの3DSC1形ヤンセン式負荷時タップ切換器を用いて充分対処することができた．なお，この変圧器は自冷容量600MVAを必要とするため冷却器（別置）と変圧器本体との間にわずかの高度差を設けることにより自冷時の冷却効果を増大させている．また，零相容量を300MVA（5秒）に制限する必要から，安定巻線に限流リアクトルを直列に接続して，零相インピーダンスを大きくしこれに対処した。

日本鋼管納入50/45/15MVA変圧器および宇部興産納入70MVA変圧器の鉄心は，センタクランプ方式によるもので，鉄心のけい素鋼板には，ボルト孔のない構造となっている．この方式により，同一磁束密度で無負荷損失を従来のものに比べて大きく低減することが可能となった．さらに，中形変圧器に対する強化プラスチックバンド締付け鉄心構造，および大容量変圧器におけるセンタクランプ，強化プラスチックバンド締付け併用構造などを開発し実際の製品に適用中である。

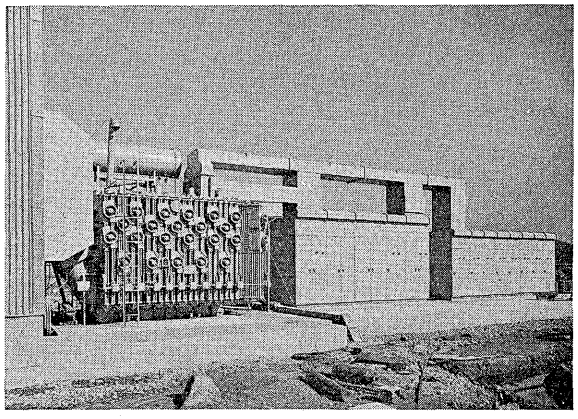
500kV級変圧器は近い将来国内でも実用化される機運にある．当社は昭和40年に試作単巻変圧器を完成して以来これを用いて種々の試験を行なった．500kV級変圧

器の衝撃電圧試験および交流耐圧試験を行ってこれに耐えることを確認したことはいうまでもないが，巻線外周と大地電極との距離および絶縁構成を変えて耐圧を検証することも行ない，豊富なデータを得た．また，超々高圧の分野での新しい研究対象である開閉サージ試験，コロナ試験を行ない有益な結果を得ている。

IV. 2　中形電力用変圧器
(Medium power transformers)

昭和40年に完成した10MVA 以上の中形変圧器を第IV・2 表に示す．日本鋼管・福山製鉄所納入 35MVA 変圧器（第IV・4図）は油入自冷／風冷の2重定格で風冷時は43.75MVA 連続定格となっている．110kV側はケーブルに接続され，変圧器の端子の引出方法は現地試験時変圧器とケーブル側を別々に試験が行なえるように，油入断路器付エレファントヘッドの構造が採用されている．また設置場所が海岸に近いため二次および三次側はブスダクト構造となっている。

日本国有鉄道・西船橋変電所納入の 30MVA 油入自冷式負荷時タップ切換変圧器は，海岸に近い市街地に設置されるため耐塩害でかつ低騒音の仕様であったが，コンクリートパネル式防音壁を用いて 55 ホン以下とすることができ，充分仕様を満足した。



第IV・4図　日本鋼管・福山製鉄所 110/22kV 43.75 MVA電力用変圧器

Fig. IV・4. 110/22 kV 43.75 MVA power transformer delivered to Fukuyama Works, Nippon Kokan K.K.

第IV・2表　中形電力用変圧器年度納入表

Table IV・2. Supply list of medium power transformers

納入先	設置場所	相数	周波数 (c/s)	容量 (MVA)	電圧 (kV)	負荷時タップ切換	台数	備考
日本鋼管	福山	3	60	35 (43.75)	110/22		1	油入断路付エレファント 風冷125%
日本軽金属	蒲原	3	60	35	150/11	○	2	
関西電力	佐野	3	60	30	73.5/22	○	1	
関西電力	中之島	3	60	30	73.5/22	○	1	Rad 別置
宇部興産	堺	3	60	30/15/15	70/3.45/3.45		1	エレファント，低騒音
国鉄	西船橋	3	50	30	63/20	○	1	低騒音，耐塩害
宇部興産	宇部（チッソ）	3	60	20	44/3.45			エレファント
宇部興産	宇部（鉄工所）	3	60	20/6/14	44/11/3.3		1	エレファント
宇部興産	堺	3	60	20	70/11		1	エレファント，低騒音
宇部興産	堺	3	60	20	70/3.45		1	エレファント，低騒音
宇部興産	堺	3	60	15	11/3.45		1	エレファント，低騒音
日本軽金属	角瀬	3	60	14.5	6.3/77		1	
インド，マハランシュトラ州	コイナP.S.	3	50	10/6/4	240/34.5/11.5		2	
関西電力	難波	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	三休橋	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	高津	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	元町	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	新塚口	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	十三	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	豊里	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	中川町	3	60	10	75.25/6.9-3.45	○	1	
関西電力	新田中	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
関西電力	甲南	3	60	10	75.25/6.9	○	1	
中部電力	加茂野	1	60	10	69.5/33	○	1	
北陸電力	宇野気	3	60	10	64.5/6.9	○	1	全装移動
北陸電力	友江	3	60	10	75.25/6.9	○	1	全装移動
日本鋼管	福山	3	60	10	22/3.3		1	エレファント，ブスダクト

日本軽金属・角瀬 16.5MVA，宇部興産・堺工場納入 15MVA はボルトなし鉄心構造のものである．これらはけい素鋼板を積層締付けを行なうのに従来の締付ボルトの代りに，ガラス繊維を基材とし，合成樹脂を含浸した強化プラスチックバンドを用いている．この新しい構造の鉄心では従来の鉄心に比べ，無負荷損および無負荷電流が減少し，またバンドにより均一な締付圧力が与えられるため振動も大幅に少なく，今後の中形変圧器の標準

第Ⅳ・3表　負荷時電圧調整器年度納入表
Table Ⅳ・3. Supply list of regulating transformers

納入先	設置場所	相数	周波数 (~)	線路容量 (MVA)	定格容量 (kVA)	電圧 (kV)	冷却方式	台数	備考
関西電力	東大阪	3	60	150	15,000	15.4/±25	油入自冷	1	
九州電力	竹田	3	60	6	450	6.9/6.9±7.5%	油入自冷	1	全装可搬
九州電力	松山	3	60	6	600	6.9/6.9±7.5%	油入自冷	1	全装可搬
九州電力	添田	3	60	9	450	6.9/6.9±7.5%	油入自冷	1	全装可搬
九州電力	行橋	3	60	9	675	6.9/6.9±7.5%	油入自冷	1	全装可搬
日本軽金属	蒲原	3	60	36 23-66.43	6,030	11/(11±20%)−(11±10%)	油入自冷	2	巻線および導体はすべてアルミ製
日本軽金属	新潟	3	50	39.9	5,200	11/10±15%	油入自冷	3	

第Ⅳ・4表　化学工業用・電鉄用変圧器年度納入表
Table Ⅳ・4. Supply list of chemical industry and electrical rail way transformers

納入先	設置場所	相数	周波数 (~)	容量 (MVA)	電圧 (kV)	二次電流 (A)	冷却方式	用途	負荷時タップ切換	台数	備考
日本カーバイト	中国	3	50	35	35/0.22	91,800	送油水冷	電気炉用	○	1	間接式（各相調整）
川崎製鉄	西宮	3	60	15/8.2/8.2-7.5	77/0.175/10.6-3.33	27,100	送油水冷	電気炉用	○	1	間式接，エレファント
大韓プラスチック	韓国	3	60	7.5/7.5/4.9	63/0.124/6.56	34,900	送油水冷	電気炉用	○	1	間接式
宇部興産	堺	3	60	2.5	33/0.44	3,280	油入自冷	電気炉用		1	
製鉄化学	姫路	3	60	1.2	3.3/0.104	6,667	油入自冷	電気炉用		1	
本田技研	狭山	3/2×単	50	0.35/2×0.175	3.3/0.55	318	油入自冷	電気炉用		1	スコット結線
東邦亜鉛	安中	3/2×単	50	0.289	6/0.55	455	油入自冷	電気炉用		1	スコット結線
日本軽金属	蒲原	3/2×3	60	9.58/2×4.79	11.5/0.376	7,350	送油風冷	シリコン用		4	S-former
同和鉱業	秋田	3/2×3	50/(60)	7.123/2×5.037/2.5	6.4-3.2/0.291/3.31	5,770	送油水冷	シリコン用	○	1	S-former
北海道ソーダ	幌別	3/2×3	50	6.35/2×4.49/3.75	22/0.216/3.2	6,930	送油水冷	シリコン用	○	1	S-former
江南	オーストラリア	3/2×3	50	2.305/2×1.63/0.025	11/0.1179/0.415	4,610	送油水冷	シリコン用	○	1	S-former
住友金属	別子	3/2×3	60	1.6/2×1.13	11/0.217	1,730	送油風冷	シリコン用	○	1	S-former
八幡製鉄	光	3/2×3	60	0.825/2×0.583	3.3/0.0692	4,450	送油水冷	シリコン用		1	S-former
住友金属	別子	3/2×3	60	3.25/2×2.3/1.6	11/0.225	3,470	送油風冷	シリコン用	○	2	
旭電化	屋久	3/2×3	50	一次(#)1.832 (−)0.916 / 2×1.295 / 2×0.648	11.45 / 0.0598−0.0299	7,220	送油水冷	シリコン用		4	
旭化成工業	赤穂	3	60	1.84/1.182/0.658	3.45/0.458/0.255	1,490	油入自冷	シリコン用		1	
川崎製鉄	水島	3 / 2×3 / 2×3	60	3.4 / 2×1.9 / 2×1.91	11 / 1.22 / 1.04	522 / 609	油入自冷	水銀整流器用		1	順逆変換装置用
国鉄	藤枝	3	60	3.39	70/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		1	全装移動形
国鉄	金町	3	50	4.53	60/1.2	2,180	油入自冷	シリコン用		1	全装移動形
国鉄	北千住	3	50	3.39	20/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		1	
国鉄	稲毛	3	50	3.39	20/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		1	
国鉄	久里浜	3	50	3.39	60/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		1	全装移動形
国鉄	袋井	3	60	3.35	70/1.185	1,630	油入自冷	シリコン用		1	
国鉄	金谷	3	60	3.39	70/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		1	
小田急電鉄	喜多見	3	50	3.39	60/1.2	1,630	油入自冷	シリコン用		2	電鉄用 S-former
京成電鉄	高砂	3	50	2.217	21/1.19	1,075	油入自冷	シリコン用		1	電鉄用 S-former
山陽電鉄	板宿	3	60	3.33	33-11/1.173	1,630	油入自冷	シリコン用		1	電鉄用 S-former
大阪市交通局	森の宮	3/2×3	60	2.19/3.1	22/2×0.688	751	油入自冷	シリコン用		1	不燃油入

として採用されるものである。

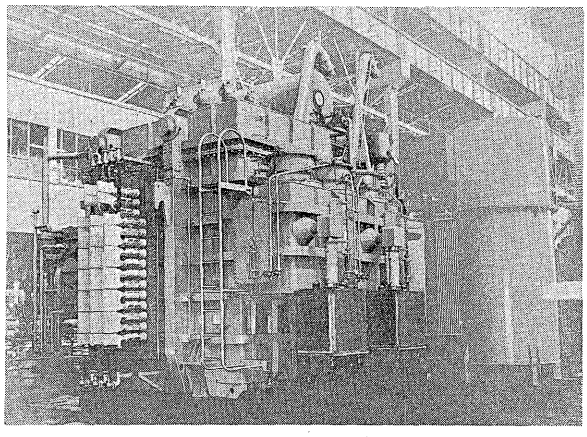
IV. 3 負荷時電圧調整器
(Regulating transformers)

昭和 41 年中に製作完了した負荷時電圧調整器を第 IV・3 表に示す．関西電力・東大阪変電所納入 15MVA は既設 250/77/15.4kV，150/150/45MVA 無電圧タップ切換変圧器の高圧中性点側に接続されるものである．日本軽金属・蒲原工場納入 6,030kVA はシリコン整流器用変圧器の電圧調整用で，巻線および内部接続リードはすべてアルミ線を使用している．当社はすでに前年 6,000 kVA 全アルミ変圧器を製作したが，その後の研究を活用しアルミの利点を生かし，本変圧器を優秀な成績で完成した。

IV. 4 化学工業用変圧器，電鉄用変圧器
(Transformers for chemical Industry and electric railway)

この分野の変圧器は比較的旺盛で昭和 41 年中に製作したおもなものを第 IV・4 表に示す。

電炉用変圧器は受電電圧 30kV 以上のものはいわゆる「じか落し方式」で主変圧器および直列変圧器から構成されている．日本カーバイド納入の電炉用変圧器（第 IV・5 図）は各相それぞれ独立に電圧を調整できる構造になっている．主変圧器の三次巻線は電圧を調整する以外に 11.47kV の端子を引出し，常時はこれに進相用のコンデンサを接続し力率改善に用いている．川崎製鉄・西宮工場納入の 15MVA アーク炉用変圧器は，尖頭過負荷および短絡がしばしば行なわれる溶解期においてタップ切換が繰り返し行なわれても充分信頼のおけるように，特にこれに適した定格の負荷時タップ切換器が採用されている．また主変圧器の三次巻線には，日本カーバイド向け変圧器と同様，コンデンサが接続されているほか 10.6kV の端子も引出して三次側で負荷をしゃ断する，ことのできる構造となっている。



第 IV・5 図　日本カーバイド 35/0.22kV 35MVA 91,800A 電気炉用変圧器

Fig. IV・5. 35/0.22 kV 35 MVA 91,800 A furnace transformer for Nippon Carbide Co.

シリコン整流器用変圧器はアルミ電解用，銅電解用，亜鉛電解用および食塩電解用など，化学工業の各分野にわたる用途のものが製作された．またこれらの変圧器の多くは電圧調整リアクトル，平滑リアクトルあるいは相間リアクトルなどを内蔵した変圧器とシリコン整流器とを一体構造にまとめたいわゆる「Sフォーマ」，すなわちシリコン変圧整流装置として製作されたものである。

日本軽金属・蒲原工場納入の 9,580kVA Sフォーマはアルミ電解用変圧器であり，4 台の変圧器を用いて 24 相整流が行なえる構造となっている．またこの変圧器の巻線および内部接続リードは，すべてアルミ材を使用している．北海道ソーダ幌別納入のSフォーマは主変圧器と直列変圧器から構成されている間接式で，主変三次巻線には力率改善用コンデンサを接続する端子が引出されている。

川崎製鉄・水島製鉄所納入の水銀整流器用変圧器は静止ワードレオナード装置の電源用変圧器で，順逆変換装置用として用いられる。

小田急電鉄・喜多見変電所納入 3,390kVA 電鉄用変圧器はこの分野では新しく開発された形式のものである．すなわち油入シリコン整流器と変圧器を一体化した電鉄用Sフォーマである。

IV. 5 試験用変圧器およびその他
(Testing transformers and others)

第 IV・5 表は昭和 41 年中に完成した試験用変圧器である．試験用変圧器は電圧がきわめて高く，試験中に供試体がせん絡することなど考慮して，衝撃特性にもっとも好適の多重円筒完全しゃへい無振動巻線を採用している。

第 IV・5 表　試験用変圧器年度納入表

Table IV・5. Supply list of testing transformers

納入先	設置場所	相数	周波数 (c/s)	容量 (kVA)	電圧 (kV)	冷却方式	台数	備考
古河電工	横浜	1	50	12,000 10 分	6-3/650/3	油入自冷	1	既設器と組合せ 1,700kV カスケード接続の第一段用
超高研	武山	1	50	3,000-1,500/ 3,000/1,500 30 分	15-7.5/600/6.6	油入自冷	1	カスケード接続可能
電中研	武山	1	50	1,500 30 分	6.6-3.3/350/6.6	油入自冷	3	カスケード接続とし 1,050kV

第Ⅳ・6表　接地変圧器年度納入表
Table Ⅳ・6. Supply list of grounding transformers

納入先	設置場所	相数	周波数 (c/s)	零相容量 (MVA)	定格出力 (kVA)	電圧 (kV)	冷却方式	台数	備考
関西電力	笹津	3	60	12　10秒	200	154/3.45	油入自冷	1	
中部電力	北一の宮	3	60	8.9　2分	500	77/6.9	油入自冷	1	全装可搬
中部電力	南豊田	3	60	8.9　2分	500	77/6.9	油入自冷	1	全装可搬

第Ⅳ・6表は昭和41年中に製作された接地用変圧器を示す．いずれも正相の出力を有し，零相短時間容量とともに2重定格のものである。

その他昭和41年中に完成されたものに分路リアクトルがある．定格は次のとおりである。

三相　77kV　40MVA　屋外用送油風冷式

この国内最大容量のリアクトルは，空心矩形状の巻線を3段積みのしゃへい鉄心窓内にそう入し，冷却油を各巻線に対して水平方向に流し，冷却器との間を循環させる当社独特の構造のものである。

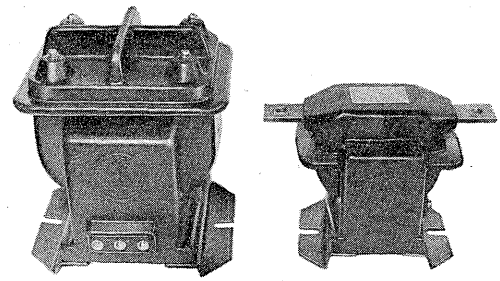
Ⅳ. 6　小形変圧器および計器用変成器
(Small transformers and instrument transformers)

昭和41年には，前年にひきつづいて，すぐれた電気的特性と，小形軽量の特徴をもつ小形油入変圧器，油入ロードセンタ用変圧器，H種乾式変圧器などの新系列が顧客の好評を博し，昭和40年にくらべ生産量はかなり伸びている．さらに昭和40年は汎用変圧器の新系列を完成したほか，アルミ条コイルの技術的検討を行ない，すでに相当多数の変圧器とアルミ条を用いて製作した。

単相3～200kVAおよび三相3～200kVA汎用変圧器についてはG級鋼板の特徴を効果的に発揮させる鉄心構造の採用，および絶縁構造の合理化などにより，従来のものにくらべて10～15%軽量化した新系列を完成させた．これは特性的および重量的に顧客の要求を充分満たすものであり，将来大幅な生産台数の伸びが期待されている。

変圧器にアルミ平角線を採用することは検討ずみで，すでに多数製品化しているが，昭和40年には特にアルミ条を低圧巻線に採用することを調査研究し製品化を行なった．従来平角線を多数並列に用いていた構造のものを，アルミ条を巻いただけのコイル構造に置きかえることにより，循環電流についての顧慮を不要とし，信頼性の高い変圧器を得ることができた。

10数年前より，ワニス含浸の乾式計器用変圧器に代わり，信頼性の向上を特徴としたモールド形変成器が採用されている．従来の構造のポリエステルあるいはエポキシモールド変成器では冷熱試験あるいは過電流強度試験でクラックの生ずる恐れがあった．これを避けるためのブチルゴムモールドについて数年前より検討を行なってきたが，昭和40年には，6kVの変流器および計器用変圧器の標準系列を完成した．この一例を第Ⅳ・6図に示す．これらはJIS C 1710～1714およびJEC 143のほか，電力規格B-115「モールド形計器用変成器」を充分満足する性能を備えている．なお実験により，ブチルゴムモールド形変流器の過電流に対する機械的強度のすぐれていることが判明し，この性能を充分に発揮する適用法を確立している。



第Ⅳ・6図　ブチルゴムモールド形計器用変成器(左)および変流器(右)
Fig. Ⅳ・6. Butyl rubber mold type potential transformer (left) and current transformer (right)

従来の30kV以下の油入変流器は鉄槽に鉄心，一次巻線などの主要部を収め，上部のブッシングより一次リードを導出する構造であった．これに対する改良として鉄心，一次巻線，二次巻線などの主要部をがい管中に収め上下に簡単な蓋を取り付ける構造とし，さらに放圧弁，一次端子，二次端子，接地端子，二次ターミナルキャップなどの合理化を行なった．これにより，従来品に比べ大幅に小形軽量化した30kV級以下の油入変流器の標準系列を完成した。

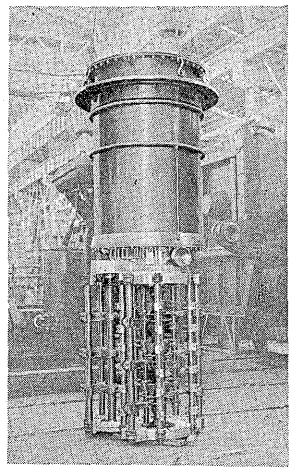
オーストラリヤ向け輸出変圧器用として製作したブッシング形変流器は仕様が特殊で二次開路時の発生電圧が非常に大きくなる．これに耐える絶縁構造とするのは不経済なので，サイリスタを用いた二次開路保護装置を考案し製作した．これをブッシング変流器と組合せ試験した結果，変流器を完全に保護できることを確認した。

同期式1サイクル空気しゃ断器は同期検出のために短絡時過渡電流の数サイクルを正確に変成する変流器を必要とする．北陸電力向けとして製作した200号変流器は一般的な継電器およびメータ用などの鉄心のほかに，同時に納入する同期式1サイクル空気しゃ断器用の鉄心も

内蔵している．この変流器としゃ断器の組合せ試験の結果，充分満足のゆく動作を確認できた。

IV. 7　負荷時タップ切換装置
(On load tap-changing equipment)

LRT 委員会で申し合わされた送電用変圧器に使用する負荷時タップ切換器の最高定格に対しては，昭和40年に形式試験を完了した 3 DSC 1 形が充分適用可能である．しかし電力系統の重要度および過負荷運転を考慮して，さらに高いタップ切換能力を要求される場合には，より大容量の負荷時タップ切換器が必要になる．このような要求と将来の大容量化を考慮して 3 DSD 1 形負荷時タップ切換器を新規開発し，関西電力向け，三相 200 MVA 154kV 変圧器用としてすでに形式試験を完了した．形式試験は，LRT 委員会の試験要項によって行なわれ，機械的 80 万回，電気的 20 万回の寿命および開閉能力などが検証され，所期の成果を得た．この超大容量負荷時タップ切換器の外形は第 IV・7 図のとおりであり，最大通過電流 1,400A，最高ステップ電圧 2,400V で，三相，500MVA 変圧器の 275kV 側中性点タップ切換用に使用することができる。



第 IV・7 図
3 DSD 1 形負荷時タップ切換器
Fig. IV・7.
On-load tap-changer;
Type 3 DSD 1

従来，DS形およびS形切換開閉器は，ステップ電圧の高低にかかわらず，過去数回の寿命試験で検証された比較的高いステップ電圧に対応する通過電流の限度内で使用されていた．しかし，3 DSC 1形について低いステップ電圧（=1,200V），通過電流 1,100A での寿命試験，開閉能力試験，短絡電流通電試験などの一連の性能試験を行ない，低いステップ電圧に対する通過電流の適用限度をたしかめることができた．これにより，DS形およびS形について，低いステップ電圧に対応する通過電流の適用限度が引上げられた．これらの一連の研究調査をまとめ，寿命および過電流切換能力を考慮した適用曲線を明らかにした。

標準負荷時タップ切換器系列の整備，改良が昨年にひき続いて進められた．特に 66/77kV 級 200A 用負荷時タップ切換器は，取付構造その他の改良により，外形寸法を縮少することができたので，中形変圧器の小形軽量化に大きく寄与することが期待できる。

当社は数年前から，機械的な開閉装置をもつ従来の負荷時タップ切換装置に代るものとして，サイリスタを用いた新形式の無電弧負荷時電圧調整装置の研究開発を進めており，すでに実用化の段階に達した．この無電弧負荷時電圧調整装置は，応動が超高速であること，無電弧であることおよび電圧の連続可変調整も可能であることなどの特長をもつもので，最初の製品として，超高圧研究所向け三相 60kVA 器を製作した．ついで，さらに大容量のサイリスタ式負荷時電圧調整装置の製作計画を完了し，将来工業用変圧器あるいは電力用変圧器などに応用すべく，この方面の技術の開発と実用化を推進中である。

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。