

## 電 線 技 術 の 動 向

## The Recent Trend of the Electric Wire and Cable Engineering

齋 藤 哲 夫\*

## 内 容 梗 概

最近の電線業界は事業の繁忙とともにその製造技術も大きく進展している。

本論文は最近の電線・ケーブルの技術的動向を各製品ごとに問題点を簡単に要約するとともに電線工業界における品質管理，発明考案についてもその概況を紹介している。

工業界において，人体にたとえると，神経か血管の役をつかさどるのが電線であり，ほかの関連工業の発展とともに，最近顕著な進歩を示している。

文明のパロメータとして，各国人口1人当りの電力使用量がよく引合いにだされているが，この観点よりすると，電線の使用量はその国の文化程度のメジャーであるともいえる。それだけに電線はわれわれの生活上においても縁の深いものである。

さて私は昨年3月に発行した日立評論電線ケーブル特集号(第1集)に引続き，その第2集を発行するに当り，主としてその間の進歩発展のあとをたどり，あわせて最近の裸線・電力ケーブル・通信ケーブル・絶縁線・巻線の技術的動向について述べてみたいと思う。

## 〔I〕 電線企業の概観

電線企業の動きは，電気銅の需給の難易によつて，大きく支配されている。

最近1年間をこの観点より見ると，電気銅の需給逼迫と，それにとまなう価格の異状の高騰とがいちじるしく特徴的であつた。すなわち，昭和30年4～9月において，国内経済は，海外景気の上伸による輸出の好調と，豊作の期待とが加わつて，いちじるしくあかるさを増し，その後いわゆる“インフレなき拡大”とか“数量景気”という言葉で表現される好況が本格化してきた。

このような事情に反映されて，電線の需給もいちじるしく活発化し，輸出もまた，米国への通信ケーブル，欧州への荒引線など，一般に有利な輸出とはいえないまでも，ようやく製品の海外進出がその緒についたといえよう。

一方技術的動向を見ると，作業の繁忙は，技術水準の上昇と作業合理化に拍車をかけ最近の電線技術の進歩には，つぎに示すような特筆に値するものが多い。

## 〔II〕 裸線・伸銅品

## (1) ローラーダイス伸線法

裸線・伸銅品関係の製造設備の合理化としては，熱間圧延設備の連続方式化・伸線速度の高速化・光輝焼鈍方

\* 日立電線株式会社電線工場(取締役，工場長)

式の検討などがあげられる。

一方伸線能率の向上を目指す基礎技術の開拓も行われており，本誌(7頁)に述べるローラーダイス伸線法も，その一つのあらわれである。

ローラーダイス伸線法は，従来行われてきた引抜伸線法にくらべ，断面縮少率の増大と伸線工程数の減少，伸線ダイスの磨耗軽減(孔型ダイスのかわりにローラーダイスをつかう)，伸線動力の節減や異形伸線に好適であるなどの特長をもっている。

## (2) ダイヤモンドダイスの真円度測定

伸線用ダイスの測定器としては，英・独が進んでいるが，これらの測定器を用いても，ダイヤモンドダイスの真円度を精密に測定することは困難である。

元来ダイヤモンドは，結晶軸の方向によつて，耐磨耗性がちがっているために，ダイスを真円に磨くことはむづかしく，また使用中にもダイスは一様に真円には耗つて行かない。

そこで，光の干渉を用いた特殊設計の真円度測定器を試作発表したところ，世界の注目をあびるようになったことは日本技術の誇りである<sup>(1)</sup>。

## (3) 銀入銅およびクロム入銅

電線用の導電材料としては，古くから銅が広く用いられているが，その後アルミニウムが経済的見地その他より主として送電線に使用されている。

なお最近の特殊用途向としては，耐熱性をもつた高抗張力導電材料への要求も高くなつてきている。すなわち，絶縁材料の進歩にとまなう耐熱整流子片，局部加熱や電流増加による温度上昇にたえるトロリ線，抵抗溶接器用電極などには，最近開発された高温クリープ性のよい銀入銅(本文27頁)やクロム入銅が賞用されている<sup>(2)</sup>。

## (4) ACSRの機械的諸問題

ACSR(鋼心アルミ撚線)を超高圧送電線として用いる場合に発生する諸問題のうち，つぎのような諸点はすでに解明されている<sup>(3)</sup>。

(A) アルミ線と鋼線の交互伸び

(B) 温度変化によるアルミ線と鋼線の交互伸び(熱応力の検討)

(C) ACSRの釣車通過試験(ゴムモールド釣車の

検討および歪分布の測定など)

- (D) 鋼スリーブの把持力
- (E) 複導体に添え線する場合の弛度
- (F) 風雪などによる繰返し荷重と弛度の検討
- (G) アルミスリーブの氷結による破裂事故防止対策

#### (5) ACSR の防蝕処理

ACSR が送電線として、海岸線付近や火山・工場地帯などに架設されると、主として潮風や亜硫酸ガスなどによる腐蝕を受けやすい。

そこで、その対策として ACSR の防蝕処理が強く要請され、本誌 (13頁) に掲載されたような各種の研究とともに、その製品化が行われ、東京電力千葉幹線には、わが国最初の 610 mm<sup>2</sup> 防蝕 ACSR が実用されている。

なおこの防蝕法は、電鉄用の吊架饋電線としての鋼心銅撚線 (CCSR) の場合にも適用して良好な結果をえている。

#### (6) 架線弛度測定用クリノメータ

超高压送電線を架設する場合、天候に支配されずに能率よく、しかも正確に架線作業を進めるためには、既知諸元を元にした能率的弛度計算と、架線弛度を地上で直読できるクリノメータが必要となってくる。

最近電源開発佐久間幹線の架線に用いられた容量型クリノメータは、その目的に添った可搬式弛角測定器である<sup>(4)</sup>。

#### (7) 大電流伝送用チャンネルブス

最近国内各造船所の繁忙化にともない、電気溶接器用電源を集中大型化して、設備の合理化をはかる傾向があらわれてきた。

この目的のために数千アンペアの大電流を無駄なく伝送したい場合が起ってくる。本誌 (20頁) にも、この問題を取上げ、チャンネルブスの配列法を検討して、有効な結果をえた報告がでている。

この結果はまた、大容量の発電所や電解工場においても利用できる内容を含んでいる。

### 〔III〕 電 力 ケ ー ブ ル

#### (1) 絶縁油および絶縁紙

絶縁油および絶縁紙は電力ケーブルの主材料であるが、ケーブル絶縁油については、電気学会(絶縁油部会)が中心となつて、着々と協同研究の実をあげており、最近では精製技術がいちじるしく向上してきている。しかしまだ日本の油は、米国あたりにくらべると、耐久性の点に改善点を残している。

一方絶縁紙については、合理的乾燥条件の究明、重合度の測定による熱劣化の判定、残留水分による電気的

性の変化などの問題について検討が行われている<sup>(5)</sup>。

#### (2) 主幹ケーブルの布設および強制冷却

最近の大容量発電所においては、導体断面積の大きい主幹ケーブルを多条並列布設される場合が多い。

このような場合の問題点としては、導体の構造(分割方式)・電流配分を均一にするための布設法およびその通風による冷却などがある。

これらの諸点については、モデル実験による検討を終え、その結果は九州電力築上火力発電所などで実用されている<sup>(6)</sup>。

#### (3) OF ケーブル

OF(油入)ケーブルの最近の傾向としては、単心より三心ケーブルに移行し、補強効果を兼ねたネオプレン防蝕層の利用による一重鉛被 OF ケーブルが広く用いられるようになった。

一方送電線の超高压引込用としての OF ケーブルの利用も目立つて多くなってきた<sup>(7)</sup>。

#### (4) 低ガス圧ケーブル

ソリッドケーブルの欠点(使用中のボイドの発生)を補いながら、鉛被事故の早期発見を目的とした低ガス圧ケーブルの実用化が進んできた。

このケーブルでは、ボイド放電による絶縁油の劣化が問題であり、使用中の自己回復能力と寿命との関係において研究が進められている。

本誌(41頁)においても、この点に検討を加えている。

#### (5) ブチルゴム絶縁電力ケーブル

耐コロナ性・耐熱劣化性のすぐれているブチルゴムの電力ケーブルへの応用が進み、加工技術の改善と相まって 20~30 kV 級ケーブルとしての実用化がいちじるしく進展した<sup>(8)</sup>。

特にそのすぐれた可撓性と、軽量なことおよび端末処理が簡単であることなどがブチルゴム絶縁ケーブルの特長である。

かような特長をもつ点より 20 kV 級以下のケーブルにおいては、紙ケーブルとその立場をかえるかも知れない。

また近頃では、ブチルゴム絶縁ケーブルの特長を生かして変電圧、海底ケーブルとしての用途もひらける気運になつている。

なお本誌(49頁)にも、ブチルゴム絶縁電力ケーブルの設計について述べておいた。

#### (6) ケーブル付属品

ケーブルの使用電圧が順次高電圧化するにともない、ケーブルの端末処理にも多くの問題が生じてきた。

その一つの解決策として、電界解析器の応用が進められており、ケーブルヘッドの絶縁構造の決定に役立つている<sup>(9)</sup>。

一方低電圧用ケーブルに対する簡易ケーブルヘッドの利用も、絶縁テープの特性向上によつて、非常な進歩を見た<sup>(10)</sup>。

(7) ケーブル鉛被およびアルミ被

圧力型ケーブル (OF ケーブル・ガス圧ケーブルなど) が、ひろく用いられる傾向にあるので、ケーブル鉛被の機械的強度 (耐クリープ性・耐振動疲労性など) を改善するための諸研究が行われている。

すなわち、基礎的研究としては、鉛および鉛合金の熔融酸化過程・ナトリウム処理・結晶成長過程・高温圧縮性などが、また実用的研究としては、鉛被の内圧試験と補強効果および布設法の検討などが行われている<sup>(11)</sup>。

なお鉛被では、その機械的強度が本質的に弱いので、鉛被にかわるアルミ被の製造・使用 (特に接続と耐蝕処理) についても種々試作・検討が実施されている<sup>(12)</sup>。

(8) 防蝕ケーブル

最近の防蝕ケーブルとしては、ネオプレンの低温加硫配合の確立と、連続加硫技術の向上とによつて、ネオプレンを用いた完全防蝕構造のものが広く用いられるようになった<sup>(13)</sup>。

〔IV〕 通 信 ケーブル

(1) ヒョウタン型ケーブル

近頃架空裸線による通信方式は、順次ケーブル化されており、それにともなつて、通信ケーブルとメッセンジャワイヤとを一体としたセルフサポーティングケーブルが一般に用いられるようになった。

ヒョウタン型ケーブルは、セルフサポーティングケーブルの代表的型式であつて、メッセンジャワイヤとケーブルとがビニル被覆によつて、一体となつていることを特長としている。

ヒョウタン型ケーブルの使用上の検討として、鋼線と伝送系との相互作用に関する数学的解析の結果、搬送通信に用いてもさしつかえのない方式であることがわかつた<sup>(14)</sup>。またヒョウタン型ケーブルを配電線添架電話線として使用しても、メッセンジャワイヤを接地しておけば、誘導障害は実用上防止できることがわかつている。

さらにこの方式は、遠隔制御ケーブルとしても有力な方法で、その使用例も多い。

(2) 通信ケーブルのプラスチック化

最近ポリエチレン・塩化ビニルなどの合成樹脂が、従来の紙や鉛を用いた通信ケーブルに置きかわる傾向がある。この機運は、発泡ポリエチレンの出現によつて、急速に促進されている。

現在では、発泡ポリエチレン市外ケーブルやビニル絶縁ナイロンジャケット局内ケーブル (本誌 62 頁) など

が実用され、発泡ポリエチレン搬送ケーブルやスチロフレックス絶縁搬送ケーブルなどが試作検討されている。

(3) 遮蔽ケーブル

交流電化にともなう通信線の誘導障害を防止するために、誘導遮蔽通信ケーブルの研究ならびに試作検討が国鉄を中心にして行われている。

また短距離搬送用市外ケーブルにおいては、カッド間の漏話結合を軽減するために、半導体遮蔽という新しい方式が考えられている (本文68頁)。

(4) 高周波ケーブル

世界的傾向として、長距離電話伝送には CCIF (国際電信電話諮問委員会) 推奨型同軸ケーブルが用いられるようになってきた。日本においても、最近この方向に向つて進んでいる。

高周波ケーブル用絶縁材料としては、従来充実型ポリエチレンがその大半を占めていたが、最近では発泡ポリエチレンが用いられるようになっており、ビデオペアケーブルや同軸ケーブル (電源開発佐久間発電所用工業テレビ伝送) などは発泡ポリエチレン絶縁の例もある<sup>(15)</sup>。

〔V〕 絶 縁 電 線

(1) 絶縁材料の最高使用温度

絶縁電線用新種絶縁物としては、塩化ビニル・ポリエチレン・弗素樹脂などの合成樹脂およびブチルゴム・ネオプレン・珪素ゴム・GR-S・ハイパロンなどの合成ゴムが用いられているが、それらの材料は一般に天然ゴムに対し、使用温度が高目になつており、それぞれ特殊の用途を開拓している。

第1表にそれらの材料の最高使用温度を示す。

(2) ビニル電線<sup>(16)</sup>

塩化ビニル電線の近頃の顕著な傾向は、その用途が屋

第 1 表 電線用絶縁材料の最高使用温度  
Table 1. Maximum Service Temperatures of Various Insulating Materials for Wires and Cables

材 料 の 種 類		最高使用温度 (°C)	
合 成 樹 脂	塩 化 ビ ニ ル 樹 脂	60	
	ポ リ エ チ レ ン	75	
	弗 素 樹 脂	三弗化塩化エチレン樹脂	150
		四弗化エチレン樹脂	250
天 然 ゴ ム		60	
合 成 ゴ ム	GR-S	75	
	ブ チ ル ゴ ム	80	
	ネ オ プ レ ン	(80)	
	珪 素 ゴ ム	180	
	ハ イ パ ロ ン	(120)	

(注) ( ) 内の値は推定値。

内用にかぎらず、屋外用にも広く拡大されたことである。

最近の研究の結果により、塩化ビニルには高度の耐候性(本文74頁)を付与することが可能となり、従来の綿・アスファルト質を用いた東京線にかわるようになった。

また RD (Rural Distribution) ケーブルなどの通信用線としても将来多量に用いられるものと考えられる。

さらにまた、いちじるしく耐寒性の高い(-55°C まで)ビニル配合も確立されており、航空機用電線の絶縁や寒冷地向各種電線のシースに利用されている。

一方高温用ビニル(100°C 前後)の技術も開拓され、ビニル口出線や通信用フックアップワイヤなどに実用されている。

### (3) ポリエチレン電線<sup>(17)</sup>

ポリエチレンは電気的特性とともに、耐水性もよく、高周波・通信ケーブルなどの用途のほか、耐候性ポリエチレンを用いた屋外用高圧引下線などに新しい用途を見出している。

そのほか、最近の低圧重合法で製造した結晶度の高いポリエチレンを使用することによつて、耐熱性の向上が可能となり、電力ケーブル方面などへの用途が広がってきている。

### (4) ナイロン被覆電線<sup>(18)</sup>

ナイロンの電気的性質はよくないが、ほかの絶縁材料と組み合わせ、ナイロンの機械的強度と耐熱性を活用する用途が見出され、局内ケーブルや特殊用途の通信線などに好成績をえている。

なおこれらの用途に使用する耐老化性のナイロンは、質・量ともに国内で自給できるようになった。

### (5) 弗素樹脂電線

弗素樹脂は、耐薬品・耐熱性を兼備している唯一の樹脂で、誘電特性もよい特長をもっている。

弗素樹脂には、三弗化塩化エチレン樹脂と四弗化エチレン樹脂との二系統がある。

前者は後者にくらべ耐熱性はやや劣るが、加工性もよく、国産化も早かつたので、実用化が先行した形となっている(本誌80頁)。

### (6) ブチルゴム絶縁電線<sup>(8)</sup>

ブチルゴム絶縁が、20~30kV級の絶縁にもたえ、電力ケーブルとして用いられていることは前述—[III] (5)—したとおりである。

ブチルゴムは、耐熱・耐水性などがすぐれているので、低電圧用(600V級)絶縁ゴムとして、従来の天然ゴムに一部置き換えられている。

### (7) ネオプレン被覆電線<sup>(19)</sup>

防蝕ケーブル用防蝕材料としてのネオプレンについては前述—[III] (8)—した通りである。

ネオプレンは、耐候性・耐燃性・耐油性にすぐれており、電線の保護被覆用として、輸入の大部分が電線用に使用されているのが現状である。

最近、耐寒性(-55°C)・耐水性・耐燃性が特殊の配合によつてさらに改善され、航空機用電線や鉱山用ケーブルの特殊個所に使用されるようになった。

### (8) 珪素ゴム絶縁電線<sup>(20)</sup>

珪素ゴムはH級(180°C)絶縁ゴムとして、終戦後紹介されて以来、逸早く電線用に使用されたが、最近では国産が可能となり、耐水性・機械的特性・熱空気加硫性(HAV)などの諸特性も、米国の最優秀品と匹敵するものがえられるようになった。

現在珪素ゴムは天然ゴムにくらべて値段が高いので(混和物で10倍以上)、特に耐熱性を要する特殊個所(H級口出線・ボイラー配線・船用線など)に限定使用されている。

### (9) GR-S 電線<sup>(21)</sup> とハイパロン電線<sup>(22)</sup>

GR-Sは耐熱・耐水性がよく、最近電線用コールドラバーが市販され、加工が容易となつたので、米国のRH(耐熱73°C)・RW(耐水)型の新しい電線として将来用途が拓けるものと思う。

ハイパロンはポリエチレンから誘導された新しい合成ゴムであり、耐コロナ性がよく、高圧引下線などに新用途を見出している。

### (10) 加工技術

上述したような、合成樹脂・合成ゴムなどの電線用材料は、いずれも熱可塑性(温度を上げると軟くなる)物質であるが、これらの材料については、流性学(レオロジー)にしたがつた最適押出加工技術が把握されている<sup>(23)</sup>。

なおさらに、ゴムの加硫方法についても、従来の籠加硫方式が、連続加硫方式に変つてきている<sup>(13)</sup>。

## [VI] 巻 線

### (1) ホルマール線<sup>(24)</sup>

油性系エナメル線にかわり、ホルマール線が登場してから7~8年となるが、その配合・焼付塗装法の改善などによつて、その特性は年とともに改善されている。その結果最近ではマグネットワイヤとして、きわめて広範囲に用いられるようになった。

### (2) ポリウレタン線<sup>(25)</sup>

ポリウレタンは耐溶剤性・耐ワニス性・耐熱性・銲接性などの点がすぐれている。

最近では、配合や使用上の問題点も解明され、マグネットワイヤや通信ケーブル用素線として用いられる傾向がでてきている(本文92頁)。

## (3) ポリエステルエナメル線

エナメル線用ポリエステルは、耐熱性・耐ワニス性・可撓性などがすぐれており、やや高価になるが、特殊用のマグネットワイヤとしての用途をもっている。

(4) 特殊エナメル線<sup>(26)</sup>

そのほか、シリコンエナメル線 (H級耐熱性)・テフロンエナメル線 (耐熱性) が一部工業的に検討されはじめている。

(5) ガラス巻線<sup>(27)</sup>

ガラス巻線も近頃は、シリコンワニスの検討とガラス系の選択・焼付塗装法の改善などによつて特性を高め、乾式変圧器やH級絶縁モータなどの巻線として異常な進展状況を示している。

## (6) 特殊巻線

そのほか特殊巻線としては、合成樹脂製テープや糸などを横巻きし、それぞれの特徴ある電線の製造を行っている。

アスベスト線は耐熱的でしかも占積率が良好で、均一性のある巻線となるので、火力発電機などに賞用されている (本文13頁)。

紙巻線は巻線のうちでは古くから大きい幅を占めながら大して変りばえのしない電線であるが、構造的に改善した複導体巻線は大型変圧器用として賞用されている<sup>(28)</sup>。

## 〔VII〕品質管理

製品の品質性能の向上をはかる一方、不良を減少して原価の低減をはかり、均質な品質の製品を安価に顧客に提供してサービスするというのが、品質管理の一つのねらいである。

電線企業においても、かような意味において、各社競つて品質管理を取上げ、製品の各製造工程においてこれを活用している。

元來電線はその特徴として、細長くて多量流れ作業的性質のものであるので、これを均一に生産する手段として、品質管理はもつとも有効な方法である、また実験計画法のような統計的手法を用いる電線技術の研究も相当活発である。

最後に、電線企業のうちにデミング実施賞を受賞している会社 (日立・古河) のあることもこれらの事情を物語っている。

## 〔VIII〕発明考案

技術活動の活発化にともない、その成果の一つとして、発明考案がでてくる。その意味では特許および実用新案の出願および登録件数は一応技術水準のパロメータとな

る<sup>(29)</sup>。

電線業界では最近新しい合成物質の応用が特にさかんなため、それら材料の特質を高度に活かした電線の構造や製造法で目につく特許・実用新案が多い。

一方電線の需要家よりの改善要望事項や夢の具体化されたものもふくまれており、電線の性能改善・使用方法・取扱方法の簡便化・価格の低減などに効果をあらわしている。

## 参 考 文 献

- (1) 久本, 柿崎: 日立評論 34 (4) 595, 精密機械 18 (10) 321 (昭 27)  
計測 4 (2) 60 (昭 29)  
Hitachi Rev., (6) 127 (1955)
- (2) 栗本, 飯塚: 日立評論 別冊 9 号 117 (昭 30)  
飯塚, 栗本, 山路: 日立評論 別冊 11 号 105 (昭 30)
- (3) 岩田, 山本, 岡: 日立評論 別冊 7 号 141 (昭 29)  
山本, 福田(重): 日立評論 別冊 9 号 117 (昭 30)  
山本, 岡, 福田(重): 日立評論 37 (4) 661, (7) 1079 Hitachi Rev., (11) 17 (昭 30)
- (4) 日立評論, オームに投稿中
- (5) 高橋: 日立評論 別冊 9 号 33 (昭 30)  
依田: 日立評論 37 (9) 1325 (昭 30)  
下山田, 橋本, 庄司(民): 日立評論 38 (5) 729 (昭 31)  
下山田, 常松: 日立評論 36 (12) 1823 (昭 29), 37 (11) 1568 (昭 30), 別冊 13 号 45 (昭 31)  
河合, 間瀬, 工藤: 日立評論 別冊 9 号 25 (昭 30)  
内藤, 島, 佐藤: 日立評論 別冊 2 号 7, 35 (12) 1753 (昭 28) Hitachi Rev., (5) 45 (1954)  
電学誌 74 (784) 26 (昭 29)
- (6) 橋本, 加子: 日立評論 別冊 4 号 123 (昭 28)  
田中, 石橋, 橋本(博), 橋本(清), 加子: 日立評論 36 (7) 1161 (昭 29)  
橋本: 日立評論 別冊 9 号 49, オーム 42 (6) 515 (昭 30) Hitachi Rev. (8) 31 (1955)  
加子: 日立評論 別冊 9 号 39 (昭 30)
- (7) 高橋, 今井(利), 橋本: 日立評論 別冊 7 号 129 (昭 29)  
高橋, 今井(敏): 日立評論 38 (5) 721 (昭 31)
- (8) 渡辺, 吉川, 庄司(博): 日立評論 別冊 9 号 73 (昭 30)  
吉川, 渡辺, 依田: 電三連大 161 (昭 30)  
庄司(博), 渡辺, 依田, 増岡: 電三連大 450 (昭 31)
- (9) 高橋, 依田, 中西: 日立評論 38 (7) 941 (昭 31)
- (10) 川和田, 吉川, 山県: 電三連大 157 (昭 31)
- (11) 山路, 大畠: 日立評論 37 (3) 635, (5) 858, (6) 963, (8) 1207, (昭 30) 38 (3) 485 (昭 31)  
山路, 大畠, 高橋, 大和田: 日立評論 37 (8) 1197 (昭 30), Hitachi Rev., (12) 17 (1956)

- (12) 山路：日立評論 37 (10) 1437 (昭 30)
- (13) 山本, 伊勢, 福田(太)：日立評論 38 (2) 373 (昭 31)
- (14) 八田：日立評論 37 (5) 847, (8) 1187 (昭 30), 38 (4) 623, (6) 833 (昭 31)  
信学誌 38 (10) 815 (昭 30), 39 8 715 (昭 31)
- (15) 日立評論に投稿予定 (佐久間関係)  
堀口, 庄司(一), 鈴木：日立評論 別冊 9号 7 (昭 30)  
今西, 角野, 堀口：テレビジョン 9 (3) 74 (昭 30)
- (16) 吉川, 川和田：日立評論 35 (10) 1481 (昭 28), 別冊 9号 63 (昭 30)
- (17) 川和田, 庄司(一)：日立評論 別冊 7号 151 (昭 29)  
橋本, 川和田：日立評論 36 (8) 1281 (昭 29)  
宮沢：生産と電気 6 (2) 14 (昭 29)  
庄司(一), 佐藤, 八田：日立評論 別冊 9号 17 (昭 30)
- (18) 山本, 大内：日立評論 34 (12) 1843 (昭 27)
- (19) 吉川, 福田(太), 渡辺：日立評論 35 (4) 721 (昭 28)  
福田(太), 吉川：日立評論 37 (10) 1451 (昭 30)
- (20) 吉川, 中牟田：日立評論 35 (7) 1091 (昭 28)
- 渡辺, 川和田, 武藤：日立評論 36 (9) 1377 (昭 29)
- (21) 渡辺, 吉川, 庄司(博)：日立評論 別冊 9号 73 (昭 30)
- (22) 渡辺, 吉川：日立評論 別冊 13号 37 (昭 31)
- (23) 山本：高分子化学 10 (102) 405 (昭 28), 11 (110) 227, (112) 317 (昭 29), 日立評論 37 (6) 971 (昭 30), 別冊 13号 51 (昭 31)  
山本, 大内：日立評論 35 (2) 457 (昭 28), 36 (3) 661, 36 (9) 1385 (昭 29), 37 (2) 493 (昭 30)
- (24) 間瀬, 江尻, 矢田：日立評論 別冊 9号 91 (昭 30)  
間瀬：電学誌 73 (783) 1397 (昭 28), 74 (790) 797 (昭 29)
- (25) 間瀬, 荻野, 植木：日立評論 38 (8) 1077 (昭 31)
- (26) 間瀬：オーム 42 (13) 1293 (昭 30), 43 (7) 737 (昭 31)
- (27) 間瀬, 荻野：日立評論 別冊 9号 105 (昭 30)
- (28) 栗田, 間瀬：実公昭 31-7451, 7452, 7453  
栗田, 間瀬, 江尻：実公昭 31-7454
- (29) 電線業界の特許実用新案の大部分は日立, 住友, 藤倉, 古河の4社によつて占められている。

日立評論 金属特集号 第2集 別冊 No. 16

工業の進歩発達とともにすべての機械類は高精度高性能が要求され、これにともなつて機械の主要構成材料たる金属の品質向上にたいする要求はいよいよ熾烈となつている。

本誌では昭和30年9月別冊11号として金属特集号を発行し、当時の最新の研究成果を発表し、読者諸賢の御好評をえた。

日立製作所においてはその後も引続き金属材料に関して熱心なる研究が続けられているが、今回その研究成果中より下記題目の論文をこゝに集めて、日立評論別冊 No. 16 金属特集号第2集とし、10月1日発行を見た。なにとぞ前回の金属特集号に増して御愛読を御願する。

- ◎ 異方性珪素鋼板の磁場中冷却処理について
- ◎ 25Cr-20Ni 熔着金属の機械的性質耐蝕性ならびに組織におよぼすCの影響
- ◎ 大物鍛鋼品の機械的性質に関する二三の考察
- ◎ 異方性磁石合金の磁性におよぼす磁場冷却方法の影響
- ◎ 耐熱鋼のダンピングキャパシテイ
- ◎ 鉄鋼組織の電子顕微鏡的研究
- ◎ 高炭素高クロム鋼の残留オーステナイトについて
- ◎ 高炭素クロムモリブデン鋼の機械的性質
- ◎ 鑄鉄の黒鉛化におよぼす原料の熱履歴の影響
- ◎ 鑄鉄のイノキュレーションについて
- ◎ 白鉄の予備加熱効果の研究
- ◎ 球状黒鉛鑄鉄の衝撃値等について
- ◎ 鑄物砂の管理
- ◎ 無酸素鋼のクリープ

東京都千代田区丸の内1ノ4  
(新丸の内ビルディング7階)

日立評論社

誌代特集号1冊 ¥100 円 16  
(振替口座 東京 71824 番)