

日立防蝕 ACSR の接続法

Joining Methods for "Hitachi" Corrosion Resistant ACSR (Aluminium Cable Steel Reinforced)

山路賢吉* 小形猛美* 大島和夫*
Kenkichi Yamaji Takemi Ogata Kazuo Oshima

内 容 梗 概

ACSR の防蝕処理については種々実験を行つた結果、鋼心上にラストールブを塗布し、その上にマイラーテープを巻きつける日立防蝕法を見出したが、今回はその日立防蝕 ACSR について接続ならびに付属品に関して種々実験、考察を加えた結果について報告する。

実験結果によれば、防蝕 ACSR を直線接続する場合、マイラーテープを取り去るだけですべて普通の ACSR の場合と同様に取り扱つてさしつかえない。またカムアロングを用いて架線する場合、OB クランプで引留める場合、いずれも介在防蝕層による影響は無視してよいことがわかつた。なお引留クランプ部の防蝕について種々考察した結果、日立独自の圧縮型防蝕引留クランプを見出した。

〔I〕 緒 言

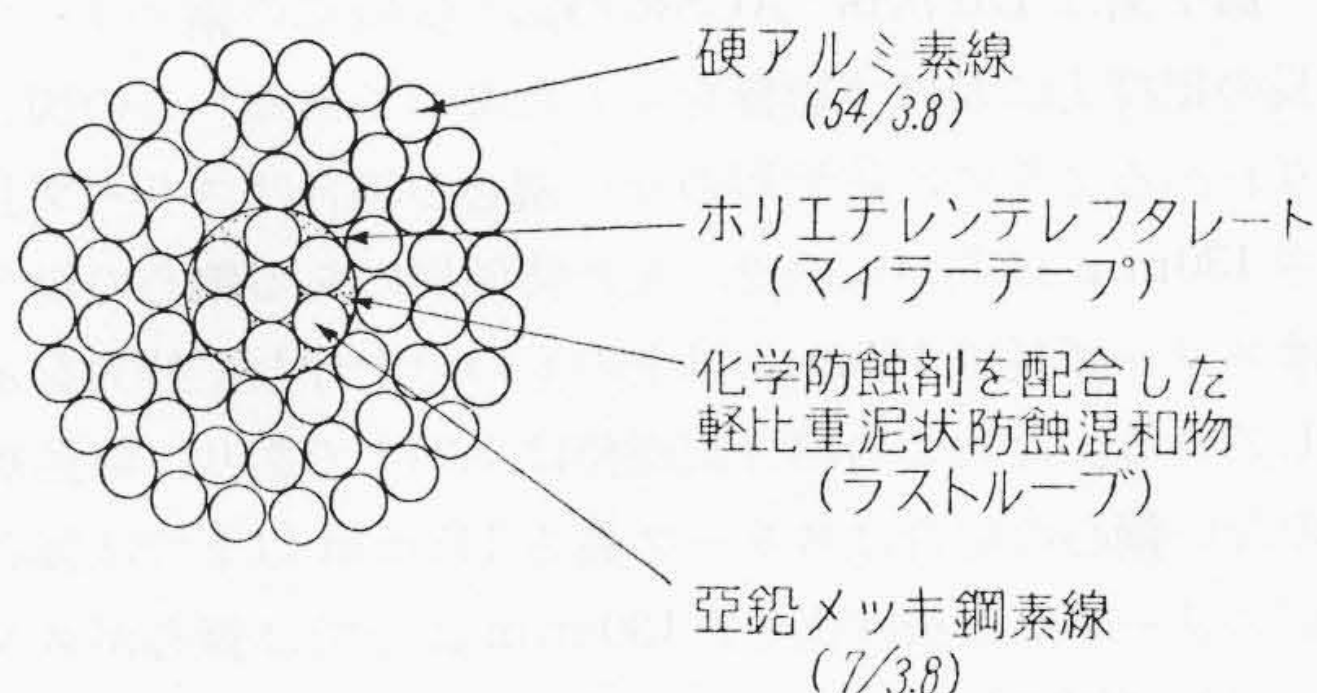
超高圧送電線に用いられる ACSR (鋼心アルミ撚線) は普通状態では、長年月の間でも腐蝕による事故を起すようなことはないが、海岸線、工場地帯などに近接して架設された場合には、塩水、亜硫酸ガスなどによる腐蝕事故が発生する⁽¹⁾⁽²⁾。

近時わが国においては火力発電所の建設が盛んとなり、その場所が海岸地帯に存在し、また大部分の工場がやはり海岸線付近に設立されているため架設する ACSR には特に防蝕処理を施す必要がある。

ACSR の防蝕処理について、われわれは数多くの実験を重ねた結果、鋼心上にラストールブを塗布し、その上にマイラーポリエステルフィルムを巻きつける日立防蝕処理法を見出した⁽³⁾。しかしながらその防蝕の目的から考えて ACSR を防蝕するだけでは不十分であり、その接続部、引留クランプなどについても防蝕法を施す必要がある。また実際に日立防蝕 ACSR を架線する場合その接続作業やカムアロング (Come-Along)、引留クランプなどの使用にあたり、どのような方法を用いればよいかについて究明する必要がある。これらの諸問題については諸外国においても比較的なおざりに付されていた傾向があるので本論文を記した次第である。

なお第1図は日立防蝕 ACSR の一例として、東京電力東千葉幹線に納入した 610 mm² 日立防蝕 ACSR の構造を示したものである。すなわち鋼心に化学防蝕剤を配合した軽比重の泥状防蝕混和物 (ラストールブ) を塗布充填した後、さらにその上にきわめて強靱で耐候性に富んだポリエチレンテレフタレートテープすなわちマイラーテープを巻きつけた構造をもっている防蝕 ACSR である。

* 日立電線株式会社電線工場



第1図 610 mm² 日立防蝕 ACSR

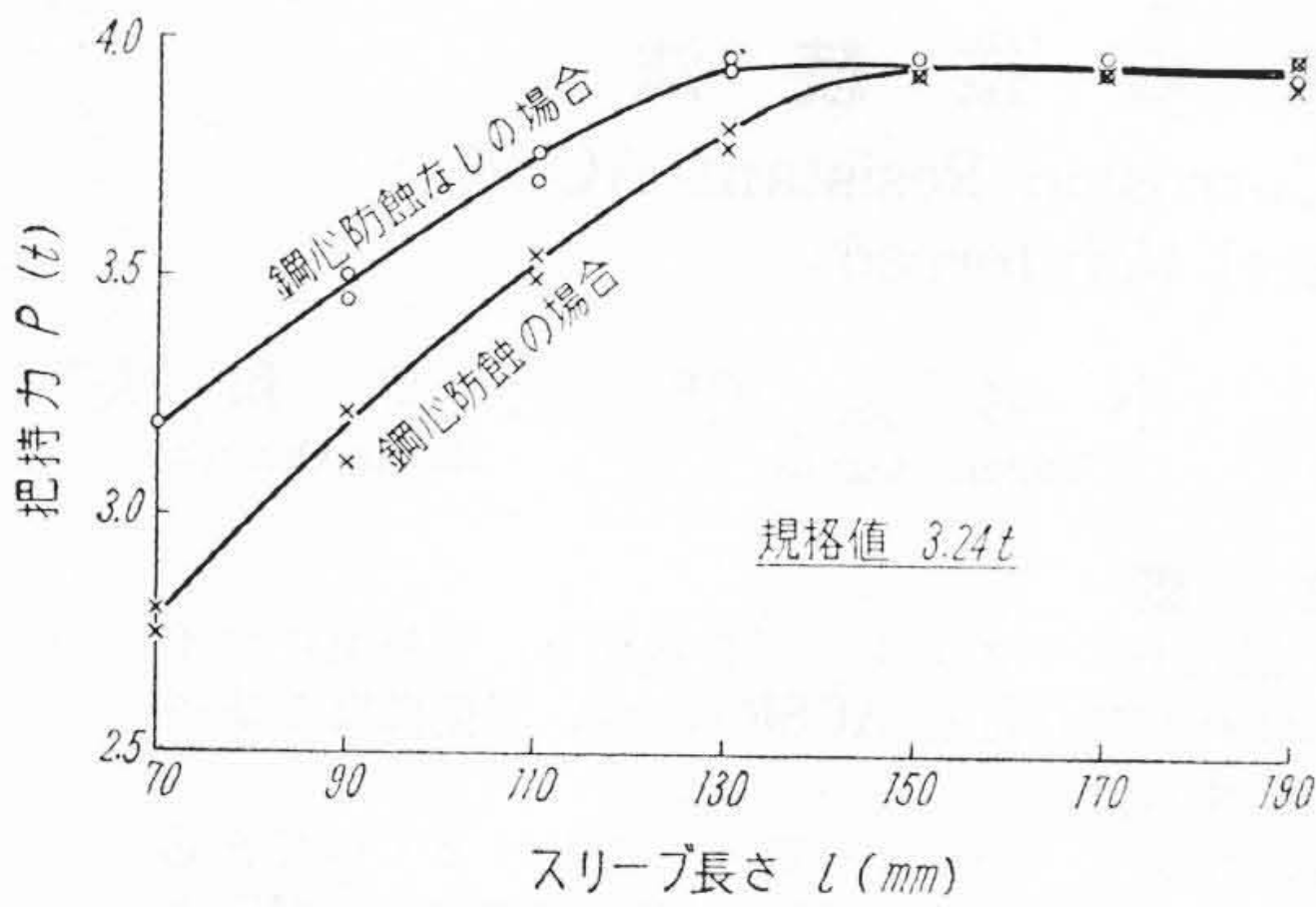
〔II〕 防蝕 ACSR の直線接続法

防蝕 ACSR を直線スリーブで接続する場合、鋼心上のマイラーテープを取り去ることは必要であり、また容易に取り除くことができるが、ラストールブを完全にぬぐいとることは困難であり、またその除去の必要性が問題である。したがつてわれわれは鋼心上にラストールブが付着したままの状態でも鋼スリーブを用いて圧縮した場合スリーブの把持力がどのように変化するかについて実験を行つた。供試材としては 170 mm² と 610 mm² の防蝕 ACSR を用いた。

(1) 170 mm² 防蝕 ACSR の直線接続法

従来の 170 mm² ACSR (26/2.9 Al+7/2.26 Steel) の直線接続用鋼スリーブの長さは 150 mm であるが、防蝕 ACSR の鋼心にラストールブをつけたままの状態でも鋼スリーブを圧縮する場合の長さの適否について検討を行つた。

供試材は外径 16mm、内径 7.4mm (従来の標準寸法) の鋼スリーブで、その長さは 70~190mm の 7 種 (各 2 本) を用い、防蝕 ACSR の鋼心 (ラストールブのみ付着) および無防蝕 ACSR の鋼心の直線接続を行つた計 28 供試材について接続部の引張り試験を行つた。



第2図 170 mm² ACSR 鋼心接続部の鋼スリーブの長さ と 把持力の関係

なお接続には各スリーブとも正六角形ダイスを用い、100 t 水圧機により圧縮を行った。

第2図は170 mm² ACSR の鋼心接続部の鋼スリーブ長の把持力に及ぼす影響を示したものである。この図よりわかるように、防蝕層のない鋼心の場合にはスリーブ長さ130mm 以上のもので、また防蝕層のある鋼心の場合にはスリーブ長さ150mm 以上のもので十分な把持力を示している。なおこの場合規格値は3.24 t であり、防蝕層のない鋼心の場合にはスリーブ長さ110mm 以下では鋼心がスリーブから抜け出し、130 mm 以上では鋼心がスリーブ内で切断していた。また防蝕層のある鋼心の場合にはスリーブ長さ130mm 以下では鋼心がスリーブから抜け出し、150 mm 以上で鋼心がスリーブ内で切断した。

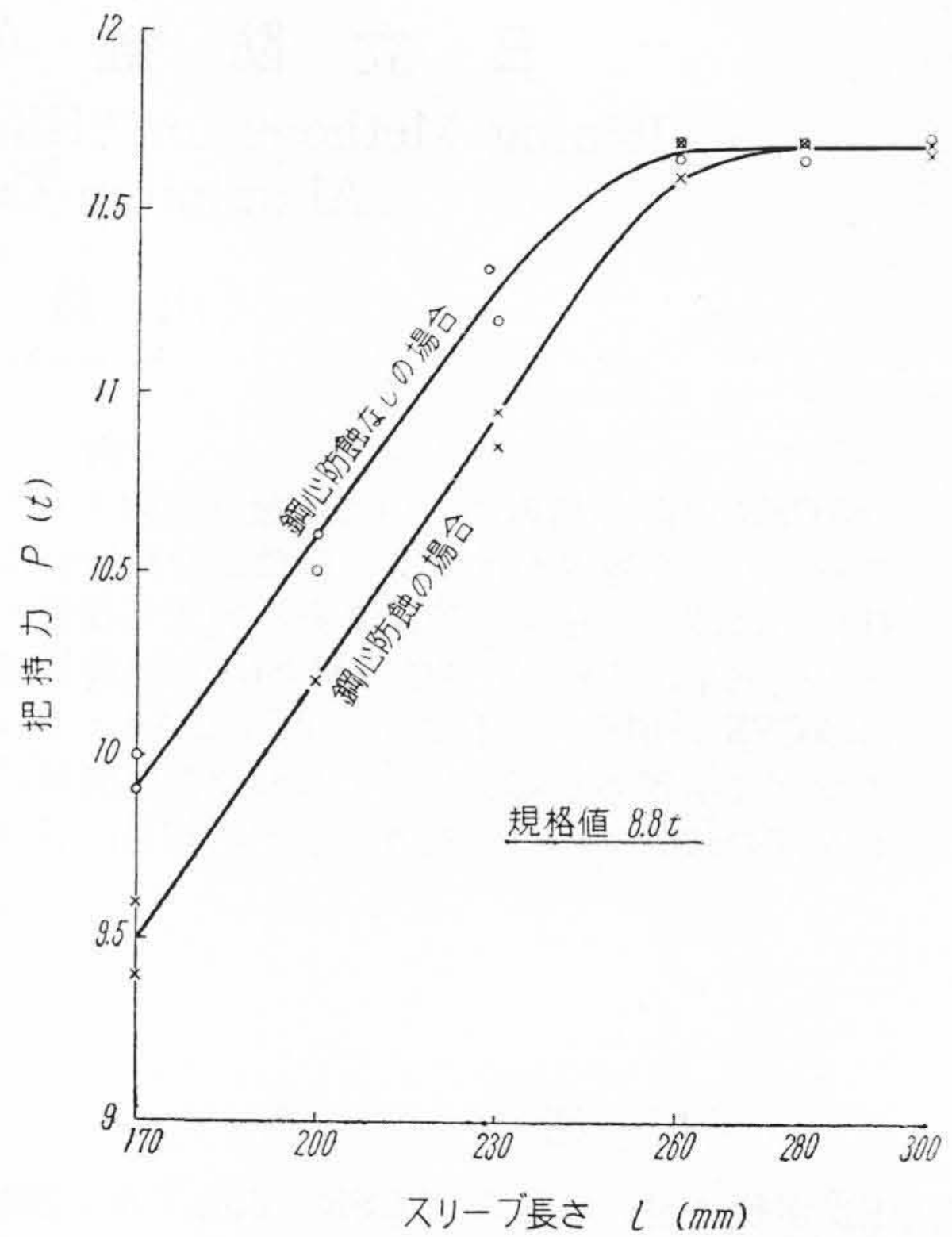
この結果から防蝕層のある鋼心の場合でも、スリーブ長さがある一定の長さ以上になるとラストループの減摩効果はうち消されることがわかった。すなわち防蝕層のある鋼心の場合でもスリーブ長さは従来の標準長さ150mm で十分であることがわかったが、実用上のスリーブ長としては160mm 程度が最適と考えられる。

(2) 610 mm² ACSR の直線接続法

従来の610 mm² ACSR (54/3.8 Al+7/3.8 Steel) の直線接続用鋼スリーブ長は280mm であるが、防蝕ACSR の場合どのようになるかについて(1)の場合と同じように検討した。

供試材は外径26.0mm、内径12.0 mm (従来の標準寸法) でスリーブ長は170~300 mm の6種(各2本)を用い、610 mm² 防蝕ACSR の鋼心(ラストループのみ塗布)および無防蝕ACSR の鋼心の直線接続を行ったものについてそれぞれの引張荷重を測定した。なお圧縮方法は前記(1)と同じである。

第3図は610 mm² ACSR の鋼心接続部の鋼スリーブ長の把持力に及ぼす影響を示したものである。この図からわかるようにスリーブ長さが230mm 以下の場合には、ラストループの減摩効果があらわれ防蝕、無防蝕の場合

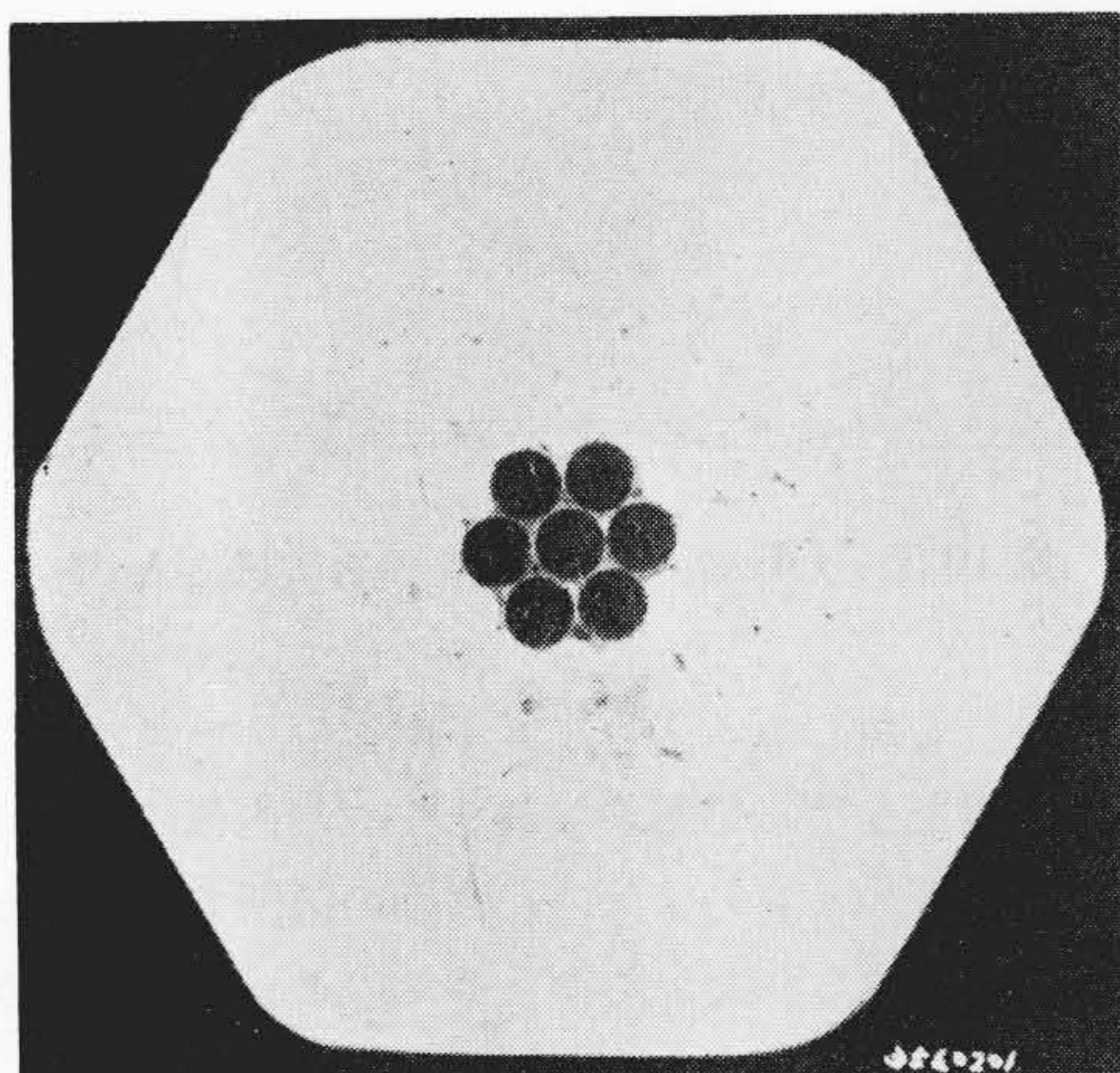


第3図 610 mm² ACSR 鋼心接続部の鋼スリーブの長さ と 把持力の関係

第1表 610 mm² ACSR 用鋼スリーブの圧縮前後の寸法

線種	試番	鋼スリーブ寸法				
		圧縮前			圧縮後	
		外径 (mm)	内径 (mm)	スリーブ長さ (mm)	スリーブ長さ (mm)	伸び (%)
鋼心防蝕の場合	1	26.1	12.1	300	355	18.2
	2	26.0	12.1	301	354	17.7
	3	26.1	12.0	281	328	16.7
	4	26.1	12.0	280	329	17.5
	5	26.1	12.0	261	307	17.6
	6	26.0	12.0	261	306.5	17.4
	7	26.0	11.95	230	270	17.4
	8	26.1	12.0	231	271	17.3
	9	26.1	11.95	201	236.5	17.7
	10	26.0	11.95	201	236.5	17.7
	11	26.2	12.0	170	201	18.2
	12	26.1	11.95	171	201	18.2
鋼心防蝕なしの場合	13	26.0	12.1	300	354	18.0
	14	26.0	12.0	300	354	18.0
	15	26.1	12.0	281	329	17.1
	16	26.1	12.0	281	328	16.7
	17	26.0	11.95	261	306.5	17.4
	18	26.0	12.0	261	306.5	17.4
	19	26.1	12.0	231	270.5	17.1
	20	26.0	11.95	230	270	17.4
	21	26.1	11.95	201	237	17.9
	22	26.1	12.0	200	236.5	18.3
	23	26.0	11.95	170	201	18.2
	24	26.2	12.0	170	201	18.2

に差異があるが、スリーブ長さが260mm 以上では両者にまったく差異がなかった。また鋼心の破断するスリーブの最短長さは両者とも260mm であつた。したがって



第4図 610 mm² 防蝕 ACSR 直線接続部の断面図

前者の場合も従来の標準長さ 280mm で実用上問題がないことがわかる。なお 610 mm² ACSR の把持力の規格値は 8.8 t である。

第1表は 610 mm² ACSR 用鋼スリーブの圧縮前後の寸法を示したものである。この表よりわかるように防蝕鋼心の場合と無防蝕鋼心の場合とでは圧縮後の寸法にほとんど差異がないことがわかる。

第4図は 610 mm² 防蝕 ACSR の直線接続部の断面写真を示したものでこの図よりわかるように鋼心間の間隙は防蝕剤により完全に充填されているので、普通の ACSR の場合のように鋼心間の間隙（アルミスリーブ圧縮によっても鋼心間隙はつぶれない）に雨水が侵入して接続部を腐蝕する懸念がない。

以上の実験結果より日立防蝕 ACSR を直線接続する場合、その鋼スリーブ長については特別に考慮を払う必要はなく、また鋼スリーブ間に存在するラストループは直線接続部への雨水の侵入を防止する効果のあることがわかる。

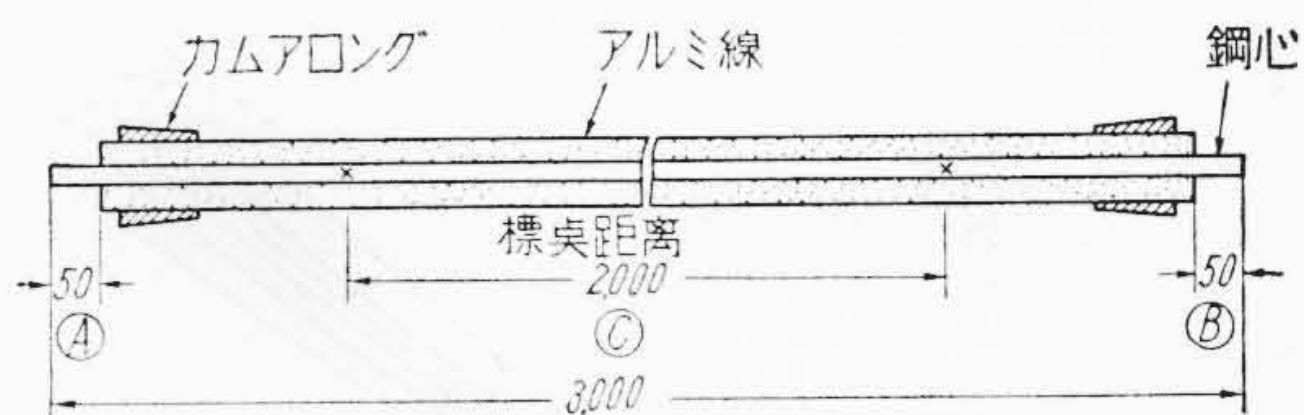
〔III〕 カムアロングの掌握力

防蝕 ACSR は鋼心とアルミ線間にラストループおよびマイラーテープが介在しているため、これらが潤滑の役目をしてカムアロングで ACSR を引出す場合その掌握力が低下することが考えられる。すなわち普通の ACSR に比較してアルミの方に荷重がかかりすぎて、アルミのみが伸長される懸念がある。そこで2種の ACSR についてカムアロング掌握力試験を行った。

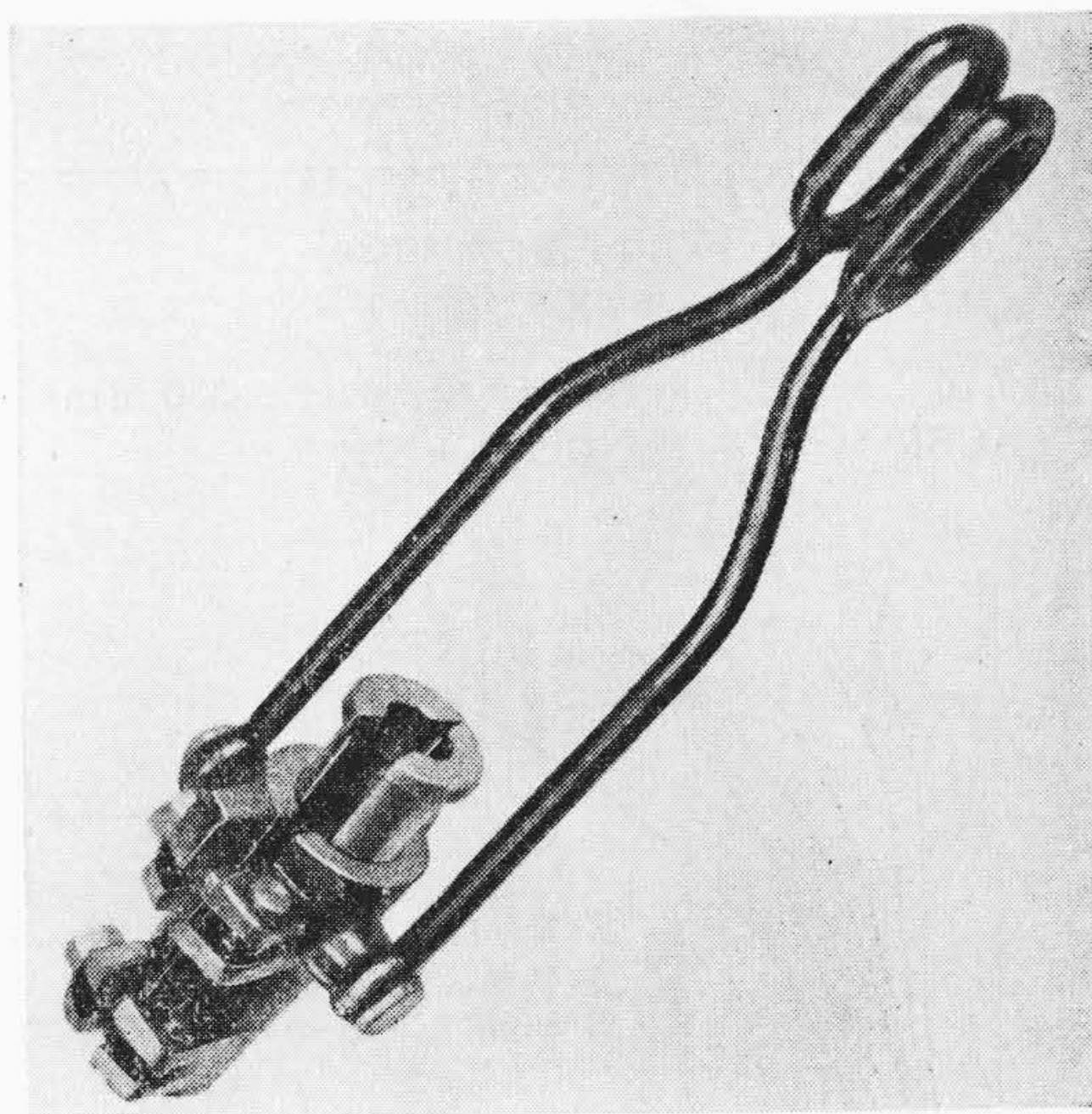
(1) 供試材および実験方法

(A) 供試材

防蝕および無防蝕の 330 mm² ACSR の長さ約 3 m のものをそれぞれ 2 本用意し、その両端のアルミ線を切りはなして結束し、第5図に示すように鋼心



第5図 カムアロング掌握力実験説明図



第6図 カムアロング外観

の部分をもき出した。

(B) カムアロングと実験方法

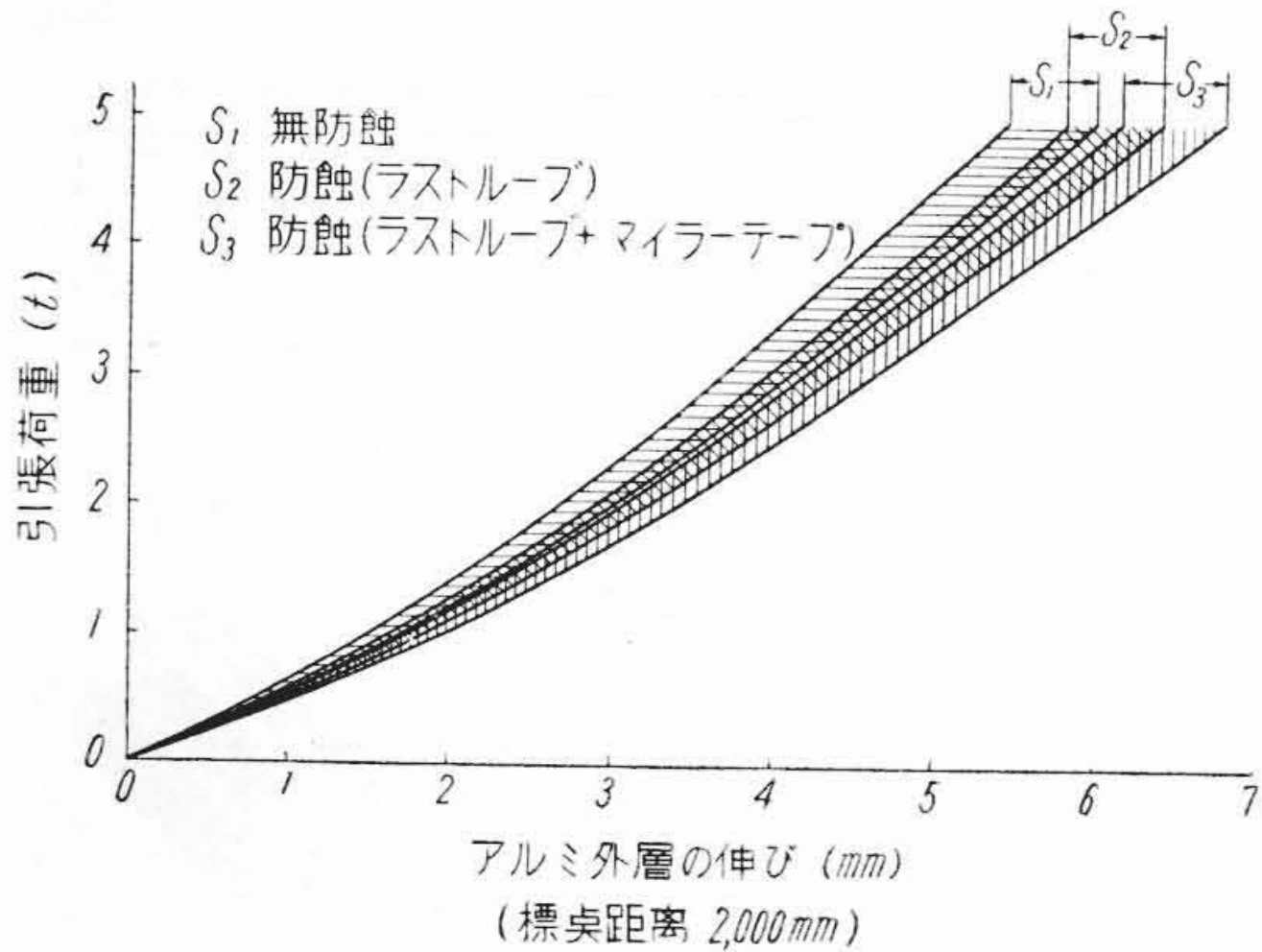
使用したカムアロングは第6図に示すものでつかみ部の長さは 263 mm であり、試験荷重は 5 t まで行うことができるものである。実験方法としては第5図のように試料両端をカムアロングでつかみ引張荷重を増加させながら④、③および②部の長さを測定した。これによりアルミと鋼心のずれならびにアルミ外層の見かけ上の伸びを求めた。また試験後カムアロング掌握部の防蝕層の劣化状況を比較した。

(2) 掌握力の検討

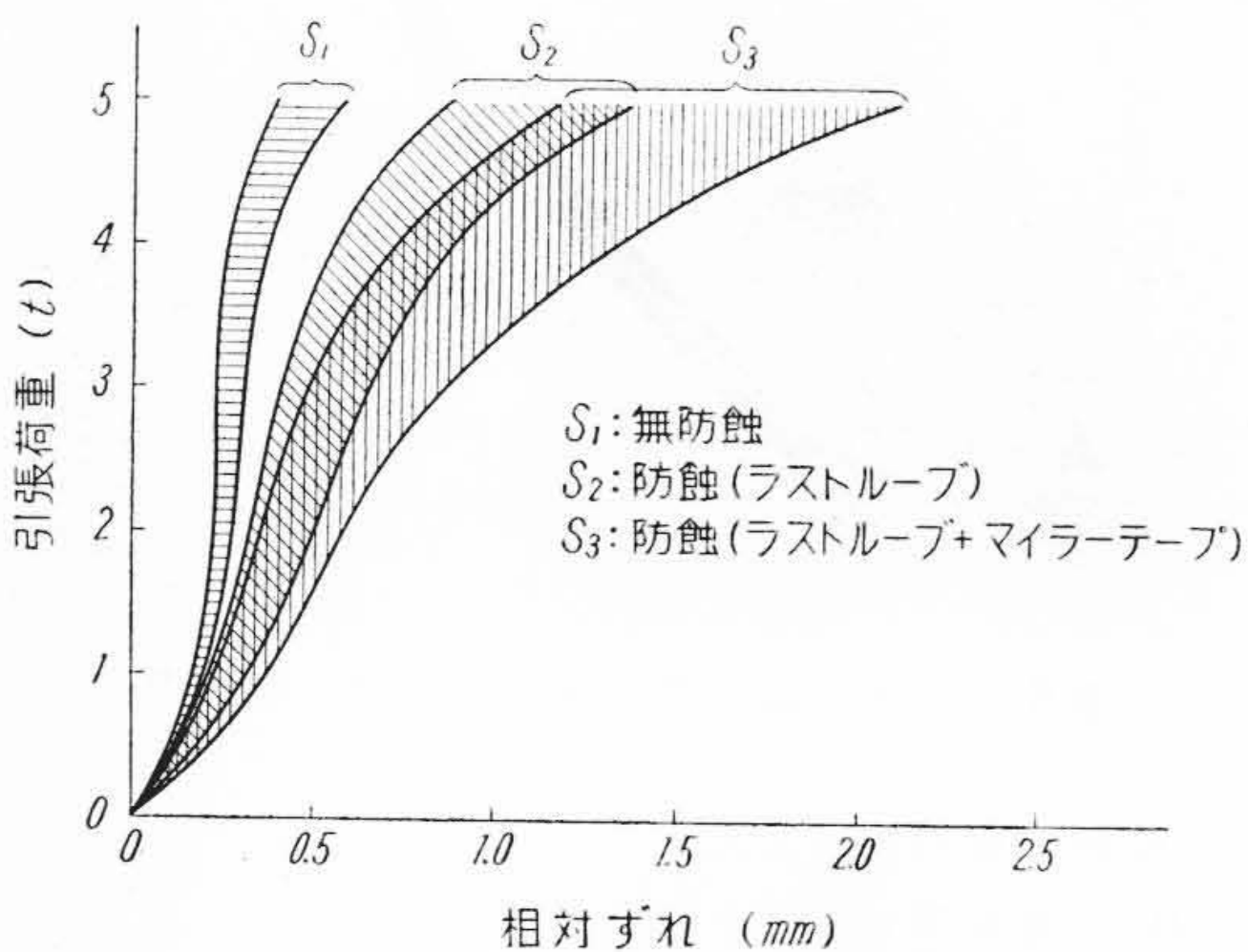
引張荷重 5 t までのアルミ外層の見かけ上の伸びを第7図に示す。防蝕 ACSR の方がアルミ外層の伸びが若干大きくその程度は約 0.05% である。

アルミと鋼心に不均一な荷重がかかればそれぞれの伸びの差による相対的なずれがおこる。したがって第5図に示した④と③の長さ変化の和はアルミと鋼心の相対的なずれを表わし、カムアロングがアルミと鋼心を均一につかんでいるかどうかの目安を与える。

第8図はカムアロング間隔 2.5 m の場合の相対的なずれを測定した結果を示す。この図よりわかるように引張荷重が低い間はアルミと鋼心間のずれが少なく、大きな荷重では防蝕と無防蝕の差がでてくる。



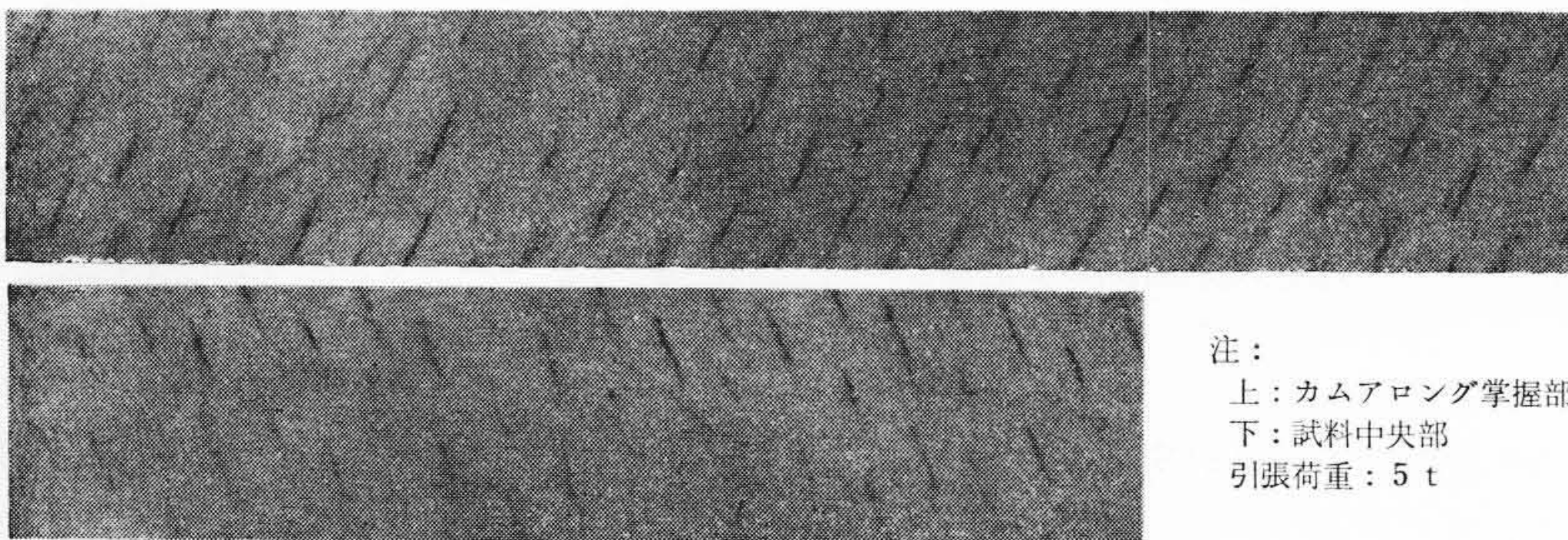
第7図 カムアロング掌握実験における 330 mm² ACSR アルミ外層の見かけ上の伸び



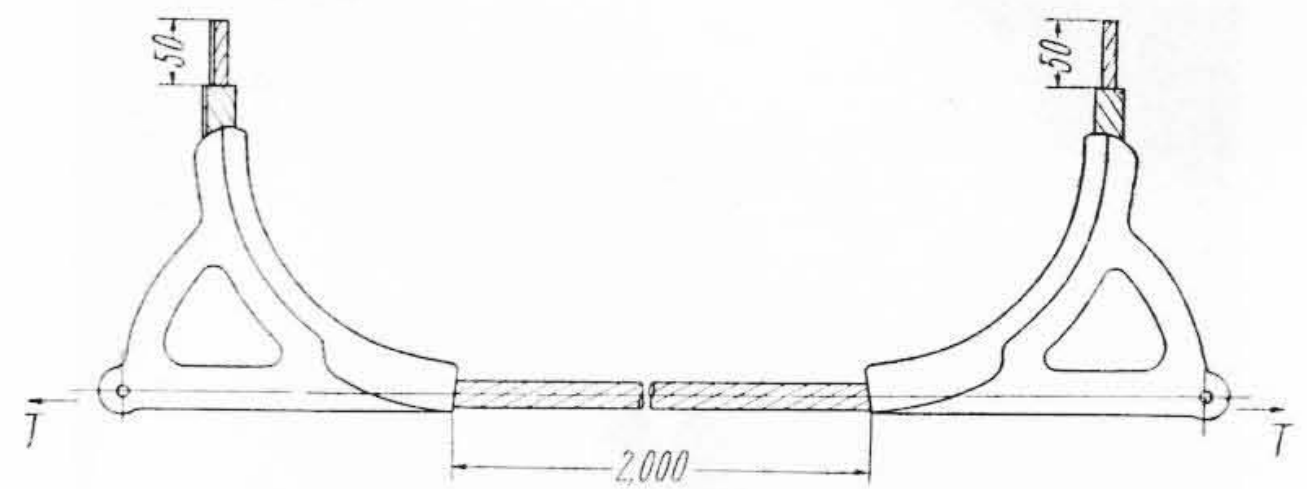
第8図 カムアロング掌握実験における 330 mm² ACSR の鋼心とアルミ外層の相対ずれ

しかしながらアルミと鋼心の相対的ずれは防蝕 ACSR においても引張荷重 5 t で 0.064% 程度であり、アルミ外層の伸び 0.3% (第7図参照) に比較して小さく、実用上心配される大きさではない。実験でも荷重 5 t まで異状は認められなかった。

つぎに荷重 5 t を加えた後のカムアロング部と供試材中央部の防蝕層を点検した。マイラーテープのきずの状況は第9図に示すように引張荷重だけを受けた箇所は異



第9図 カムアロング掌握力実験後のマイラーテープの状態



第10図 OB クランプの掌握力実験説明図

状がない。しかしカムアロング掌握部のテープは楔作用による圧縮をうける結果2枚巻テープの内側の1枚すなわち鋼心に接するものには、わずかの箇所ではあるが圧着切れが見受けられた。しかし外側のテープには皺ができただけで圧着切れはなかった。

以上の実験結果からカムアロングの掌握力は防蝕 ACSR の場合も一般 ACSR の場合とほぼ同じであると考えられる。

〔IV〕 OB クランプの掌握力

防蝕 ACSR を OB クランプを用いて引留めた場合、前項の場合と同様にその掌握力が変化することが考えられるので、簡単な実験を行った。

(1) 供試材および実験方法

供試材としては 330 mm² ACSR について防蝕したものとしなないものを用いた。

第10図は実験方法を示したものである。この図よりわかるように供試材の両端に OB クランプ (日可式鉄損節減耐張クランプ TN-12532) を取付けた。クランプ間の距離は 2 m とし、端末部は前項と同様にアルミ線のみを 50 mm 切りとつた。なおクランプ部には ACSR に厚さ 1.3 mm のアーマータープを巻きつけ、ボルト締付力は、12 インチモンキの締付力とほぼ等しくするためトルクレンチを用いて 29 kg-m とした。実験にあたってはボルト数 4 本 (端末側より 4 本)、6 本の場合について、端末部の鋼心とアルミ線間の距離の変化すなわちアルミ線のすべりを引張荷重を増加しながら測定した。

(2) 掌握力の検討

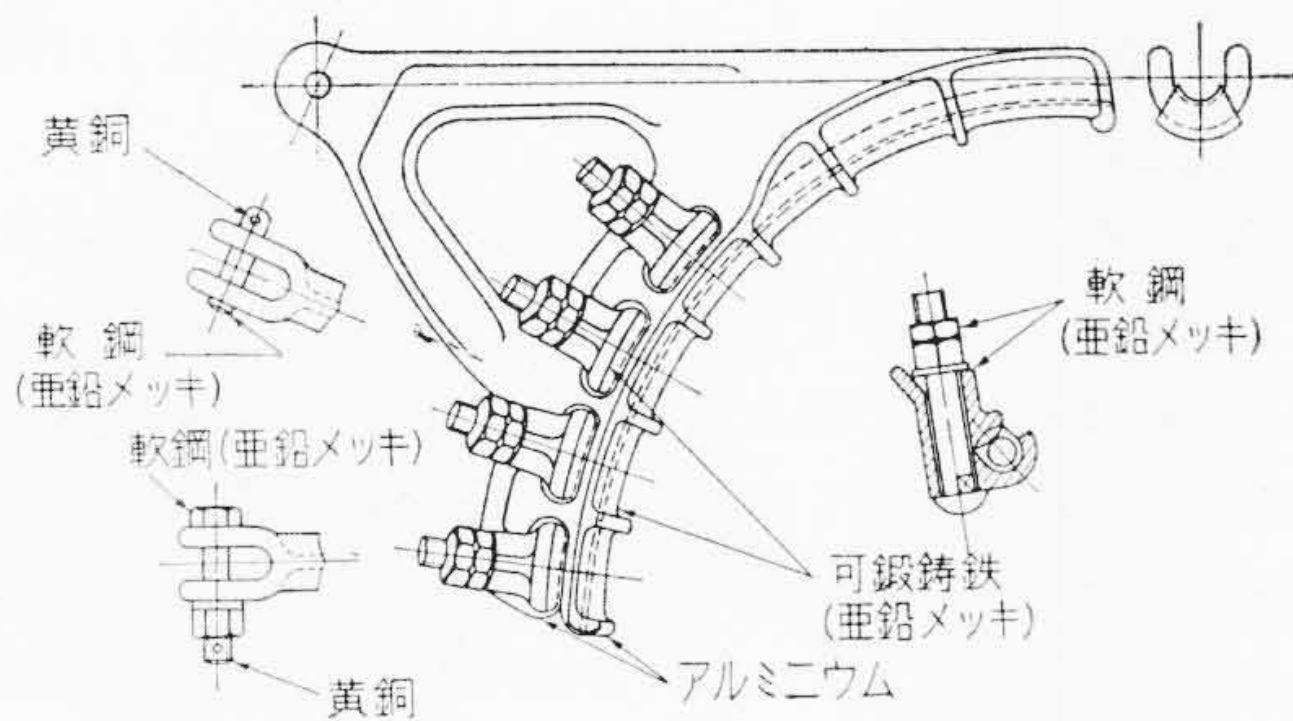
第2表は本実験結果を示す。この表よりわかるように防蝕 ACSR の場合は、ラストループおよびマイラーテープによる潤滑作用のためすべりはじめる引張荷重は、普通の ACSR に比べて小さい。しかしながら締付ボルト数が 6 本の場合は ACSR に想定される最大張力の約 2 倍の値を示すので実際には問題にならないものと思われる。

注：
上：カムアロング掌握部
下：試料中央部
引張荷重：5 t

第2表 OB クランプ掌握力実験結果

供 試 材	締付ボルト数 (本)	すべりはじめる引張荷重 (t)
防蝕 ACSR	4	6.75
	6	8.80
ACSR	4	(7.5t で ACSR が抜け出す)
	6	>12.50

(注) ケーブル想定最大張力: 4.37t



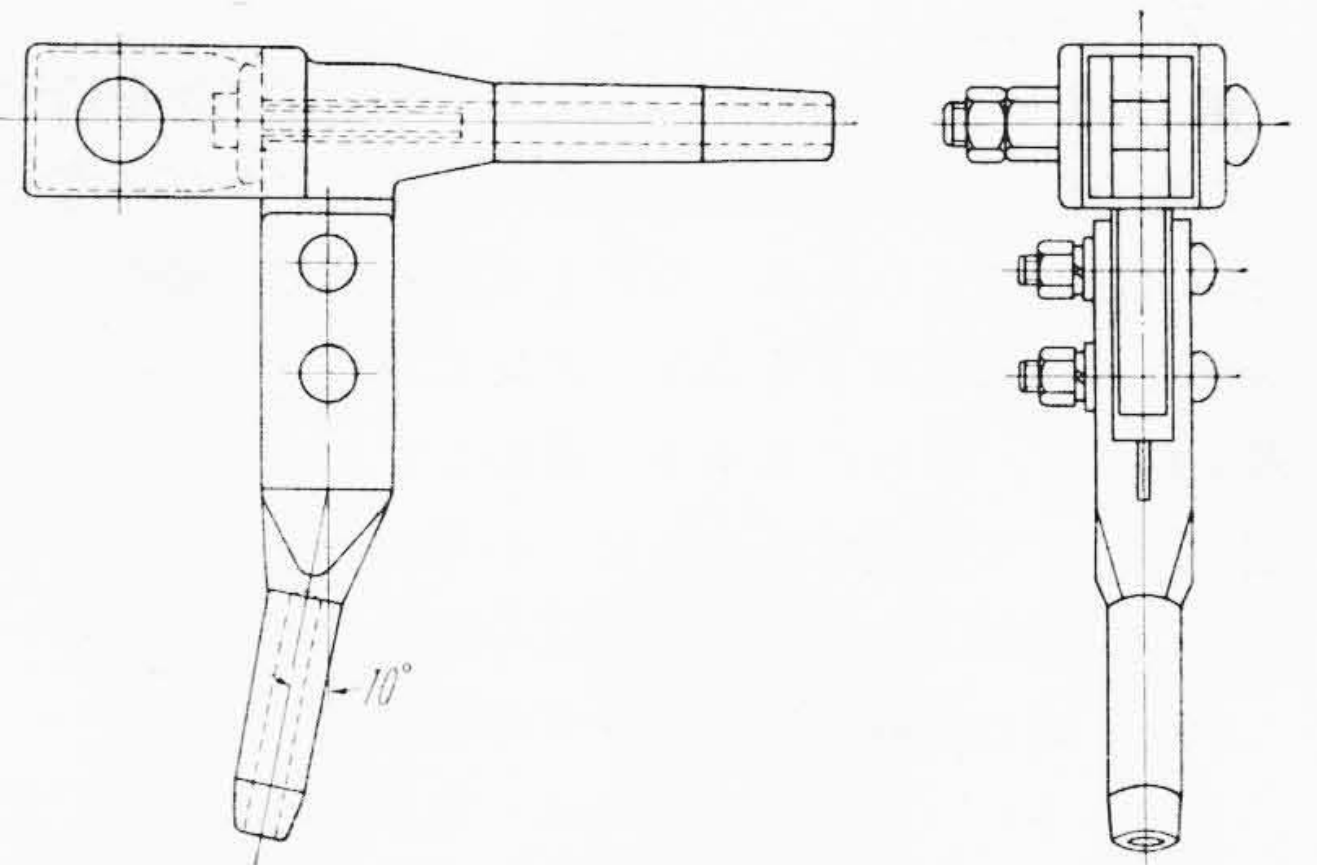
第11図 OB クランプの代表的構造

[V] 引留クランプの防蝕法

防蝕 ACSR の末端引留方式については前記同様重要な問題であるが、その構造がほかのものに比べ複雑であり、従来の方式を変更しないでその耐蝕性を付与しようとする思想がその改善を阻害している傾向がある。以下各種クランプの防蝕法について考察を加えよう。

(1) OB クランプの防蝕法

第11図は OB クランプの代表的構造を示す。この構造から外層アルミ線をきずつけないために内張りしてあ

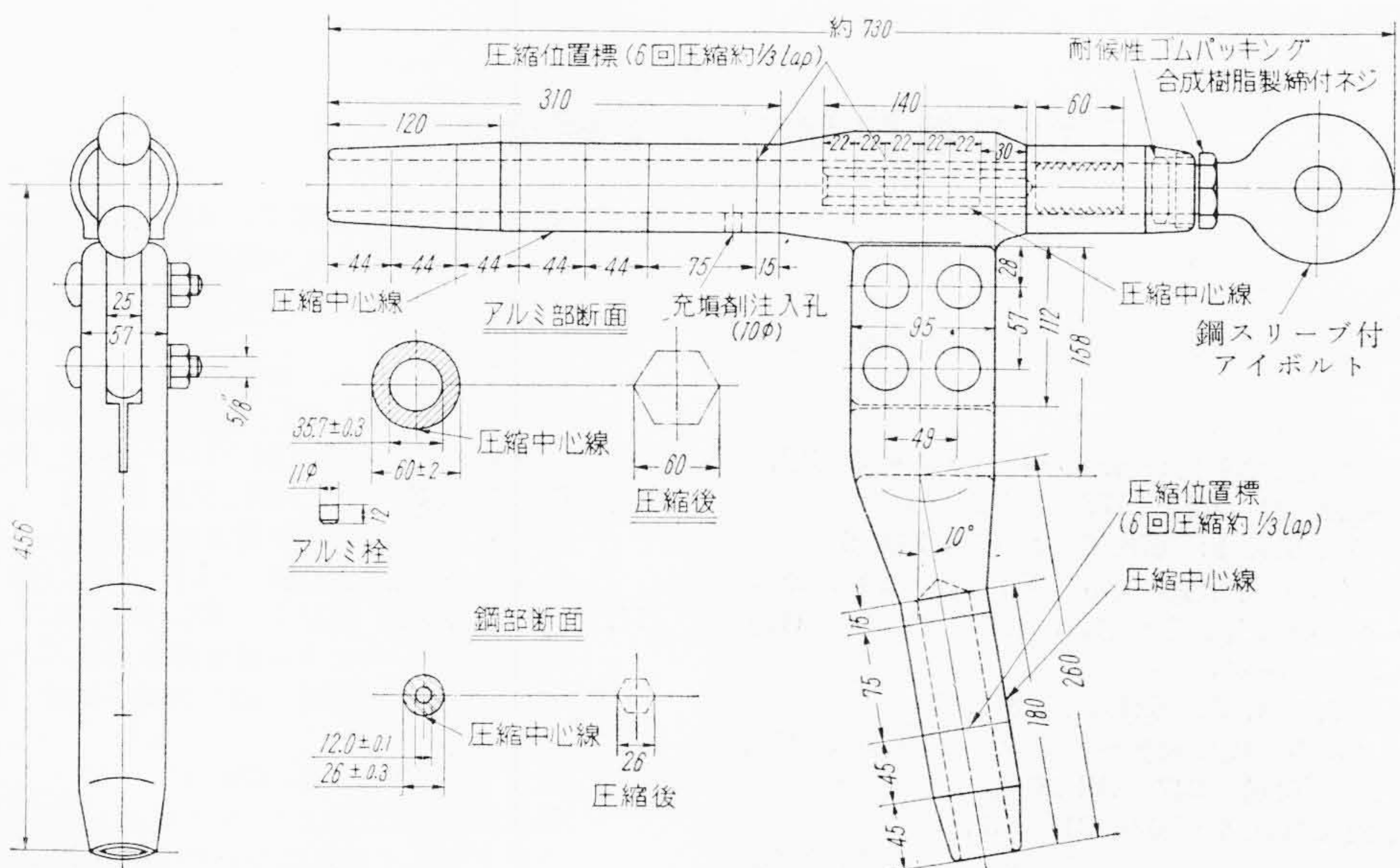


第12図 従来の圧縮型引留クランプの代表的構造

るアルミは、防蝕効果もあることが推定される。すなわち腐蝕状態で亜鉛メッキ層が侵蝕された場合、アルミ内張り層が鋼材との接触によるアルミ線の電気化学的腐蝕を保護することが考えられる。しかしながらこのような方式は使用の過程においてアルミ内張り層の侵蝕による電線掌握力の低下が考えられ保守の点に問題が残るように思われる。

ほかの対策として OB クランプをアルミナイジング (Aluminizing) することおよび強力耐蝕アルミ合金製の OB クランプを使用することが考えられる。

アルミナイジングには熔融法⁽⁴⁾⁽⁵⁾とスプレー法⁽⁶⁾があるが、耐磨耗性、耐蝕性から考えると前者の方がすぐれている。OB クランプをアルミ合金製にすることは、興味深い方法であるが現状ではコスト高になる欠点がある。



第13図 610 mm² ACSR 用防蝕型引留クランプ

(2) 圧縮クランプの防蝕法

第12図は従来の圧縮クランプの代表的構造を示す。この場合防蝕上最も問題になるのは鋼製クレビス部で種々の方法が考えられる。たとえばこの部分を箱形にして防蝕混和物を充填する方法、クレビス用ボルトにアルミ莢を挿入し、さらにボルトの頭部とナットをアルミ合金製キャップで被覆することなどが考えられるが、いずれも構造が複雑となりまた長期間の防蝕を保証できない。

(3) 日立防蝕圧縮クランプの構造

上記(1)、(2)の方法では不完全であるので、圧縮型クランプの欠点であるクレビス部を改良し第13図のような防蝕クランプを考案した⁽⁷⁾。この図においてアルミ圧縮部は圧縮スリーブの場合と同じであるが、図の右側部分は鋼スリーブ付アイボルトを用いた。アルミスリーブの端末と鋼スリーブ付アイボルトの境界は合成樹脂製のネジと耐候性ゴムパッキング、防蝕用充填物などを使用して異種金属の接触部を保護することとした。さらに引留クランプを組立てる締付ボルトは耐蝕性強力アルミ合金製(たとえば56S)として亜鉛メッキ締付ボルトなどにおこる局部電池形成による腐蝕を防止した。

〔VI〕 結 言

防蝕ACSRの接続、付属品などについて、また実際に日立防蝕ACSRを架設する場合の問題点について、究明するために行つた実験結果を要約すると次のとおりになる。

- (1) 防蝕ACSRを直線接続する場合、鋼心上のマイラーテープをはぎとりラストループが付着したままで圧縮してなんらさしつかえがない。もちろんこ

の場合使用する鋼スリーブの寸法は、同じ種類、寸法をもつ普通ACSR用のものである。

- (2) カムアロング掌握力試験の結果、防蝕ACSRと普通のACSRでは、その掌握力に若干の差異があるが、実用上には問題にならない程度と考えてよい。
- (3) OBクランプ掌握力試験の結果、防蝕ACSRは普通のACSRに比べて、クランプ部でアルミ撚線と鋼心間がすべりやすい傾向があるが、実用上は問題とならない。
- (4) 引留クランプの防蝕法は種々考えられるが、圧縮型クランプのクレビス部を改良し、鋼とアルミが直接接触しない構造を用いるのが良いと思われる。終りに本研究を行うにあたって御指導、御鞭撻をいただいた日立電線株式会社電線工場の久本、山本両博士ならびに高橋主任、岡主任、大和田氏および実験に協力された藤田氏らに御礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) J. S. Forrest, J. M. Ward: P.I.E.E., 101 (2) 271 (1954)
- (2) F. A. Champion, E. W. Skerry: Light Metals 11, 286 (1952)
- (3) 山路, 下山田: 日立評論, 別冊15号, 13 (昭31-10)
- (4) 多賀谷, 伊佐, 宮瀬: 金属, 26, 201 (昭31)
- (5) M. L. Hughes, D. P. Moses: Metallurgia, 48, 105 (1953)
- (6) 梶山: 金属, 26, 205 (昭31)
- (7) 特許出願中

日立電線関係の論文紹介(その8)

(第78頁より続く)

〔IV〕 巻 線 関 係

- (1) 621. 315. 334. 7
間瀬喜好: 絹巻線作業法に関する一考察, 日立評論 30 (2) 46 (昭23-4)
- (2) 621. 315. 616. 96
間瀬喜好, 荻野幸夫: 合成樹脂の電線への応用, 日立評論 31 (4) 177 (昭24-9)
- (3) 621. 315. 617. 4: 678. 642: 678. 744. 5
間瀬喜好, 荻野幸夫, 矢田 孝: ポリビニルホルマール線の改良とその応用, 日立評論 32 (11) 930 (昭25-11)
- (4) 621. 315. 334. 7: 621. 315. 617. 4
エナメル線皮膜の導体への接着性(第1報), 工化誌 54 (626) 347 (昭26-6)
- (5) 621. 315. 334. 7: 621. 315. 617. 4
間瀬喜好: エナメル線皮膜の導体への接着性(第2報) 工化誌 54 (626) 349 (昭26-6)
- (6, 7, 8) 621. 315. 334. 7: 621. 315. 617. 4
間瀬喜好: エナメル線皮膜の導体への接着性(第3~5報), 工化誌 54 (629) 563, 565, 566 (昭26-9)
- (9) 621. 315. 332. 6: 679. 59
間瀬喜好, 江尻 義: 国産珪素樹脂を用いたガラス巻線, 日立評論 33 (11) 949 (昭26-11)
- (10) 621. 315. 334. 7: 621. 315. 617. 4
間瀬喜好: エナメル線皮膜の導体への接着性(その1) 日立評論 34 (3) 499 (昭27-3)
- (11, 12) 621. 315. 334. 7: 621. 315. 617. 4
間瀬喜好: エナメル線皮膜の導体への接着性(第6, 7報), 工化誌 55 (635, 636) 143, 241 (昭27-3, 4)
- (13) 621. 315. 616. 96: 679. 57
間瀬喜好, 荻野幸夫: マグネットワイヤ用としてのポリアミド樹脂について, 日立評論 34 (5) 713 (昭27-5)

(第91頁へ続く)