ロープ端固定用ソケットメタルの研究 (第1報)*

——静荷重下におけるソケットメタルの附着力について——

正 会 員 幅 野 禎 太 郎**

White Metals for Socketting the Rope Ends

——Adhesive force of the metals under static tensile stress——

Teitaro HABANO

White metals for socketting the rope ends used in mine haulages, cable cranes and suspension bridges etc. are treated. The adhesive forces between some white metals and the steel wire are compared and the effects of the varying conditions of preparation are investigated.

The relation between the adhesive force and some mechanical properties of the white metals is also briefly described.

1. 緒 言

ロープ端固定方法には種々あるが、吊橋、ケーブルクレーン、捲上機等重要なる用途に用いられて良好な成績を示しているものは白色合金によるソケット止めである。しかしながら、この方法においても白色合金の選択と、適切な加工方法とは欠くべからざる条件である。

本報告においては、単線に対して、従来国内及び国外において主に使用されている白色合金について加工条件の差による静荷重下における附着力、強度の変化等、ソケットメタルとしての基礎的性質を調べ、種々の合金のソケットメタルとしての性能を検討した結果を述べる。

2. 実験方法

2.1 試 料

ソケットメタルは市販1級品の純金属を配合溶解したもので、第1表に示す組成を有する7種類を用いた。実験に供した鋼線は9.5mmφ、0.60%Cの線材を鉛パテニング後伸線加工を行い概ね抗張力165kg/mm²とし

第 1 表

番 号	化 学 組 成						抗 張 力 (kg/mm ²)	耐 圧 力 (kg/mm ²)
	Pb %	Sn %	Sb %	Bi %	Zn %	Cu %		
1	60	30	9	1	—	—	4.6	9.9
2	55	28	16	1	—	—	6.0	9.4
3	—	—	—	—	100	—	1.9	39.4
4	68	18	14	—	—	—	6.3	9.6
5	73	12	14	—	—	1	6.6	12.8
6	1	84	9	—	—	6	8.0	15.9
7	47	31	18	—	—	4	—	—

* 昭和29年5月19日受理 昭和27年10月 日本鋳業会近畿支部講演会(第2回ワイヤロープ研究会)にて講演

** 東洋製鋼株式会社 取締役技師長

た径1.30~5.32mmのものである。

2.2 実験方法

白色合金の鑄込温度、鋼線の前処理等を変化して鋼線の一端を白色合金で円錐形に鑄込み、これを20tアムスラー万能試験機により55m/minの速度で引抜き、次式により附着力を求めた。

$$P = B \times \pi dl$$

ここに P =引張荷重(kg), B =附着力(kg/mm²), d =鋼線径(mm) 及び l =鋼線の鑄込まれた長さ(mm)である。

3. 実験及びその結果

3.1 附着力に及ぼす線径及び附着面積の影響

ソケットメタル No.1 すなわち Pb60%, Sn30%, Sb9% 及び Bi1% の配合のものを用い、鋼線を HCl(1:1) + 20% ZnCl₂ で洗滌し、あらかじめ共金で熔融鍍金し、これに260°Cでソケットメタルを鑄込み附着力を求めた。用いた鋼線の径は1.3, 2.2, 3.09, 3.75 及び 5.3mmであり、鑄込の長さにより附着面積を変化した。その結果は第1図に示す。図中に附した数字は鋼線の鑄込み長

第1図 附着力に及ぼす附着面積の影響

さを cm で表わしたものである。図によれば鋼線とソケットメタルとの附着力は鑄込長さの増大に基く附着面積の増大と共に小となり、附着面積が或る値以上になると(350~450mm²) ほぼ一定値を示す。附着力と線径とはほとんど関係がない。したがって以後の実験においては線径はすべて 3.75mm を用いた。

1.3mmφ の鋼線では附着面積が 80mm² 以上になると、附着力が鋼線の強度以上となるので、引抜き試験においては線が切断する様になる。

なおソケットメタル No.6 を用いた場合も全く同じ傾向を示す。

3.2 附着力に及ぼす鑄込温度の影響

ソケットメタルの鑄込温度を 260, 300 及び 340°C に変化し、他の条件は 3.1 と全く同じくして実験を行った結果は第 2 図の通りである。すなわちこの温度範囲では鑄込温度の差によって附着力はほとんど差を示さない。又第 1 図と同様の附着力と附着面積との関係がここにも認められる。

3.3 附着力に及ぼす鋼線前処理の影響

(a) ソケットメタル No.1 の場合……鑄込み温度を

第 2 図 附着力に及ぼす鑄込温度の影響

第 3 図 鋼線の前処理 (洗線剤及び鍍金) の附着力に及ぼす影響

260°C とし、鋼線の前処理を次の如く変化した結果は第 3 図に示す通りである。

- i) HCl(1:1)+20% ZnCl₂ 洗滌後 Sn 鍍金
- ii) HCl(1:1)+20% ZnCl₂ 洗滌後共金鍍金
- iii) HCl(1:1) 洗滌後共金鍍金
- iv) HCl(1:1)+20% ZnCl₂ 洗滌 (鍍金せず)

図によれば洗滌剤としては HCl のみよりも、還元剤たる ZnCl₂ を加えたものが勝れており、鍍金には共金を用うるよりも Sn 鍍金がよい。良好に洗滌しても鍍金を施さぬものは附着力が低い。

(b) ソケットメタル No.3 (純 Zn) の場合……純 Zn を用い、前処理と若干の鑄込み条件を変化して附着力を求めた結果は第 4 図に示す。この場合はあらかじめ Zn 鍍金を施さない方が鍍金を施した場合よりも附着力は遙かに大である。

(c) ソケットメタル No.4 (Pb68%, Sn18%, Sb14%) の場合……第 5 図はソケットメタル No.4 の場合の前処理及び鑄込温度と附着力との関係を示したものである

ソケットメタル : NO.3 (純 Zn)

鋼線前処理 : HCl(1:1)+20重量% ZnCl₂ 洗滌 鍍金は Zn 共金

第 4 図 鋼線の前処理 (鍍金) 及び鑄込温度の附着力に及ぼす影響

第 5 図 鋼線の前処理及び鑄込温度の附着力に及ぼす影響

る。図から直ちに分る通り、前処理としての Sn 鍍金は共金鍍金に比して遙かに勝っている。鍍込温度は低目の方が附着力は稍高くなっている。洗滌の場合 HCl(1:1)+20% ZnCl₂ を用いても NH₄Cl 溶液のみを用いても附着力に差はない。以上 (a), (b) 及び (c) を総合すると、附着力に及ぼす前処理の影響中、最も顕著なものはあらかじめ鍍金するかしないかである。

Pb—Sn—Sb 系ソケットメタルにおいては共金鍍金を行う事により裸線の場合の約2倍、Sn 鍍金を行う場合は約3倍の附着力となる。Zn はこれに反してあらかじめ鍍金すると附着力は低下する。

3.4 附着力に及ぼす鍍金時間の影響

第6図はソケットメタル No.1 を用い、鋼線を HCl(1:1)+20% ZnCl₂ で洗滌し 260°C 鍍込において共金鍍金の時間を变化せしめた場合の結果である。時間を变化すると云う事は合金層の発達と鍍金附着力とを变化する事と解される。

この場合は附着力は鍍金時間に無関係である。第4図において Zn の場合にも同様の関係が示されている。

3.5 附着力に及ぼす鋼線形状の影響

鋼線の合金止めされる部分の形状が附着力に如何に影

第6図 鍍金時間の附着力に及ぼす影響

第7図 鋼線形状の附着力に及ぼす影響

響するかを調べる為に鋼線の端 10mm をそれぞれ 90° 及び 135° 曲げて実験した。ソケットメタルとしては No.1 を用い、処理は 3.4 の場合と同様に行つた。

その結果は第7図の如く、端を曲げて曲げなくても附着力にはほとんど差がなく、実験中、曲げた部分から線が切断する事もあつた。この場合は勿論附着力は低くなる。したがって曲げる事は有害とも考えられる。

3.6 各ソケットメタルの附着力

7種のソケットメタルの附着力をそれぞれ最も適した方法で鍍込んで附着力を比較すると第8図の通りである。

附着力は鍍金を施さない場合の Zn が最大である。Sn 台のメタル No.6 はほとんど Zn に劣らぬ附着力を示す。メタル No.4 は Sn 鍍金の場合極めて良好な附着力を示すが、共金鍍金では相当低下する。

3.7 ソケットメタルの機械的性質

(a) 状態図上における位置及び組織成分……実験に用いたソケットメタル中 Pb—Sn—Sb 系のものの状態図上における位置は第9図に示した。その組織成分はβ (SnSb), 共晶 (Pb+β) 及び Cu を含むものにあつては

第8図 各種ソケットメタルの附着力の比較

第9図 各ソケットメタルのPb—Sn—Sb状態図上の位置

更にこの外 ε (Cu_3Sn) 等である。

(b) 抗張力及び耐圧力……抗張力試片としては、乾燥砂型 ($25\text{mm}\phi \times 180\text{mm}$) に鑄込んだものを機械加工により、 $15\text{mm}\phi \times 150\text{mm}$ (標点距離) のものをつくり、圧縮試験片は同様 $20\text{mm}\phi \times 30\text{mm}$ のものを仕上げた。抗張力及び耐圧力は第1表に示した通りであるが、引張速度は 40mm/min とした。耐縮強度測定の方法には種々あるが、ここでは試験片に明らかな亀裂の生ずる時の応力を以つて耐圧力とした。各ソケットメタルの荷重—圧縮量曲線を第10図に示し、第11図にメタル No. 1 の場合の圧縮速度と耐圧力との関係を示した。

第10図 各ソケットメタルの圧縮量—荷重曲線

第11図 圧縮速度と耐圧強度との関係

3.8 附着力と機械的性質との関係

正当に処理した場合のソケットメタルの附着力は第8図に示した通り、純 Zn, Sn ベースのものに高く、Pb ベースのものに低い。

附着力と抗張力との関連は明確ではないが、耐圧力との関連は明瞭で、最も附着力の高い Zn の耐圧力は 39.4 kg/mm^2 で最高であり、Sn ベースがこれに次ぎ 15.9 kg/mm^2 、附着力の最も小さい Pb ベースでは $9.4 \sim 12.8 \text{ kg/mm}^2$ である。

したがってこの実験の範囲においては耐圧力の大きな合金程附着力が大である。なおこの点に関しては後報においてやや詳細に取扱う予定である。

4. 総 括

以上単線に対する各種ソケットメタルの附着力及び条件を変化した場合の附着力の変化を調べた結果を以下に総括する。

(1) 附着力 (kg/mm^2) は附着面積が増大する程小となり、附着面積がある値以上大になると漸進的に一定値に近づく。

(2) 附着力に対しては若干の鑄込温度の差、前処理としての鍍金時間及び鋼線形状等はほとんど影響を及ぼさない。

(3) 前処理中、洗滌液の組成、鍍金の有無及び種類は極めて顕著な影響を及ぼす。洗滌液としては HCl 単独よりも、これに強還元剤たる ZnCl_2 を添加すべきである。Pb ベースの合金にあつては、附着力は共金鍍金で裸の場合の約2倍、Sn 鍍金によつては約3倍となる。Zn はこれに反して予め鍍金はしない方がよい。

(4) ソケットメタルとして最も高い附着力を示すものは Zn である。しかしこれは鑄込温度が高いので使用に当つては慎重な考慮を要する。Zn に次では Sn ベース合金が良好で Pb ベースは最も附着力が少ない。

(5) ソケットメタルの附着力と圧縮強度との間には関連があるものの如く、圧縮強度の高いもの程附着力は大になつてゐる。

最新刊

学 術 用 語 集

(採 鉱 ヤ 金 学 編)

(文 部 省 編)

社団法人 日本 鉱 業 会 発 行

第1部 邦 語——英 語

第2部 英 語——邦 語

B 6 判 280 頁 ¥200 語数 4,700