近い値である。

附加的剪断歪に対する応力の補正項は全引拔力の約 20% となつている。又ダイス平行部の摩擦による補正項は 25~30% で意外に大きい。然し実際作業で同一の断面減少率に対してダイス平行部の長さが多いと引拔力は意外に大きくなり芯金共に切断することがある。

ダイス平行部に働く圧縮応力の平均値としてダイステーパー部出口の圧縮応力の 37% を用いたが之の値は補正項として最適の値を選んだものである。その圧縮応力の大きさ及び分布は今後の研究を要する問題である。

この研究は文部省試験研究費により実施したもので深く謝意を表します。

文 献

- 1) Drawing Thin-Walled Tubing with a Moving

Mandrel through a Single Stationary Die, by Sachs, Lubahn and Tracy.

J. App. Mechanics. Voll. 11. No.4. 1944.

- 2) A Theory of Tube Sinking, by Chung and Swift.

J. Iron and Steel Inst. Vol. 170, 1952.

- 3) i) 鋼管の引拔について, 矢沢重彦, 佐藤 清: 機械試験所報告, 9 月 1952.

ii) 鋼管冷間引拔について, 岡本豊彦: 住友金属鋼管製造所, 1951-1952 塑性加工の専門講演会発表

- 4) Die Grundlagen der bildsamen Verformung von Koerber und Eichinger, Stahl und Eisen. Sept. 1940

- 5) The Friction and [Lubrication of Solid, by Bowden and Tabor. 1950.

電解研磨工業化に関する研究* (第 2 報)

621.923.76

自転車用フリーホイール最終仕上として

正会員 谷 口 清 水** 協 谷 善 美**

Research on Electrolytic Polishing Applied to Industry (II)

For the final finish of free-wheel of bicycle.

Kiyomi Taniguchi, Yeshimi Wakitani.

The free-wheel parts electrolytic-polished is of great use for the decrease of rolling friction and increase of anti-corrosion.

This report describes the following items.

- (1) Design and trial manufacture of special jig which is able to polish all parts of these somewhat complicated rings at one time.
- (2) The result and proceeding of experiment for mass production by the apparatus with the above-mentioned jig and electrolytic solution consisting of orthophosphoric acid-acetic anhydrid-gelatin.
- (3) and others.

1. 緒 言

自転車用フリーホイール部品の最終仕上として電解研磨法を適用すれば, 回転摩擦を減少し,

* 昭和 27 年 10 月 5 日 精機学会秋季講演会に於て講演

** 兵庫県中央工業試験所

保存中の耐蝕性を増大して製品々位を相当向上しうる筈である。

これを工業化するに当つては, まずこのやゝ複雑な環形状をなしている各部を可及的均一に且つ数個同時に電解研磨する必要がある。そこでまずこれらの条件を満たす特殊の治具を設計試作し, 電解研磨液としては磷酸—無水醋酸—ゼ

ラチン系を採用して、その量産的な各種の条件について実験研究した。次いでその結果より適当と思われる電解槽を含む一連の装置を製作し、量産的試験を実施してかなりの成果をえた。

以下その概要を報告する。

2. 予 備 実 験

a. 被電解研磨部品

図 1

自転車用フリーホイールは図1の様 (JIS B 94 10 参照) である。電解研磨はその主要部分であるフリーギヤ、フタ及ネジフタ (共に殆んど同様な形状であるので以下フタと略称する) の他ツメ、中子等に対しても実施したが、本報告では量産を考慮したフリーギヤ、フタについてのみのべる。

フリーギヤ、フタの材質は JIS G3102 S10 C または同 G 4201 SH 50 による渗炭鋼で、硬度はショアで玉当り部 65 以上、歯 55 以上、(ツメ 65~85) である。

b. 事前処理

熱処理をしたフリーギヤ、フタをそのまま電解研磨し工程を減少することも可能であるが、電解時間の短縮、附着油脂及黒皮等による液の早期老化防止、研磨効率を良くする等のため、事前処理として酸洗を実施した。

尙この場合は電解研磨後の表面の荒れぬことが大切で、酸洗直後の表面の黒皮、光沢等は余り問題とならない。時間の短縮は液組成の変更により相当程度可能であるが、作業の安定を考えると、稀酸を用い比較的長時間行う方が良好な結果をえられる場合が多い様である¹⁾。

表1に実施例を示す。

	イ	ロ	ハ	ニ
水	1,000cc	1,000cc	1,000cc	1,000cc
硫酸 d 1.84	50	25	50	25
硝酸 d 1.42	5	2.5	—	—
状 況	電解研磨前後共 ある		60°C に 穩健であ なると電 なるが時間 解研磨後 ながか ある	
備考(採否)			温度を上げずに 浸漬する (1時間) (1時間以上) 採用 採用時々採用	

但、電解研磨は次項の要領による。

表 1 酸 洗

c. 電解研磨

使用電解液: この種部品製造工場で新設する際は直流電源よりもトランスの方が施設し易い点を考え、交流用研磨法を使用することとした。又高炭素鋼研磨にも有効であり、使用電圧、電流密度共に低く量産に好都合で、使用上の特性を熟知している点から本所電解研磨液²⁾を使用する事にした。その組成、電解条件は既往の実験より次の様に選び、使用した結果は良好であつた。

電 源 A.C.

正磷酸 d 1.7 100cc } 槽 電 圧 4~6V
無水醋酸 d 1.03 15cc } 電流密度 8~10A/dm²
ゼラチン 2gr } 研磨時間 1~5
温度範囲 常温

調合方法は、正磷酸に無水醋酸を徐々に混入してよく攪拌し、一晝夜放置して後ゼラチンを添加する。

条件と結果: まずフタ、フリーギヤについて夫々の二個を両極にして相互研磨を実施したが、フリーギヤについては適当でなかつた。そ

1) 電解研磨下地酸洗に関する文献は少く、今後の研究に俟たれると思われる。茲には表1に一応実験結果を掲げたが、今後更に研究の予定である。

2) 日本特許 137335 号: 金属材料の電解研磨方法。

慮して 0.7 mm 程度のアルミ板を図3の様に加工して用いた。

上記治具はフリーギヤを対象としたものであるが、フタに流用しても充用研磨できると思われる。或はフタはその形状が簡単であるから図2に示した二個相互研磨の考え方を拡大するか、又は図3の心金を使用せず、外側板、隔壁板等の小孔もないものを用い相手極までの距離 a, b, c 、を可及的に等しくした（前述の様に 15mm 程度）装置を製作使用するのが適当と思われる。

4. 本 実 験

a. 装置及び方法

電解液：前掲（2.c）組成のもの使用

電 源：A.C. 10 V 500 A スライダック

電解槽：鉄製 6 個用 40cm×25cm×22cm

所要電解液 15 l

鉄製 12 個用 65cm×25cm×22cm

所要電解液 25 l

治 具：前記（3）の量産治具をフリーギヤ及フタに使用した。

b. 研磨条件と結果

心金有枠孔明、枠孔明、枠孔無（孔明のもの）の両面に薄鉄板をハンダ付して孔をふさいだもの）の治具を用い、6 個或は 12 個研磨した場合の条件とその結果を表2、表3にまとめて示す。

以上について、

1) フタは形状が簡単なため電解研磨上の差異が認められなかつた。

2) 枠の孔明、孔無の場合の電流量が同等なのは電解に関係した表面積が同等なためと思われる。

3) フタの場合電流量の範囲が広いのは極間距離の影響と思われる（主としてフリーギヤ治

使 用 治 具	フ リ ー ギ ヤ	フ タ
心 金 有 枠 孔 明 6 個 用	約 5 V 60~120 A (90 A) 10~40°C 5 分 (1 度) 研磨状況良好	実施せず
枠 孔 明 6 個 用	約 5 V 50~100 A (75 A) 10~40°C 5~10 分 (1~2 度) 5 分ではやや時々玉当り部 等研磨不良あり	約 5 V 30~75 A (52.5 A) 10~40°C 2.5~5 分 (1~2 度) 研磨状況良好
枠 孔 無 6 個 用	約 5 V 50~100 A (75 A) 10~40°C 5~10 分 (1~2 度) 5 分では時々玉当り部等研 磨不良あり	約 5 V 30~75 A (52.5 A) 10~40°C 2.5~5 分 (1~2 度) 研磨状況良好

表 2 6 個 宛 の 場 合

使 用 治 具	フ リ ー ギ ヤ	フ タ
枠 孔 明 12 個	約 5 V 100~200 A (150 A) 10~40°C 5~10 分 研磨状況良好	約 5 V 60~150 A (105 A) 10~40°C 2.5~5 分 研磨状況良好
枠 孔 無 12 個	約 5 V 100~200 A (150 A) 10~40°C 5~10 分 研磨状況良好	約 5 V 60~150 A (105 A) 10~40°C 2.5~5 分 研磨状況良好

表 3 12 個 宛 の 場 合

具の流用のため)。

表3の上欄の場合の治具, 研磨状況, 被研磨物等を図4, 5, 6, 7に示す。

図4 12個用枠孔明治具

図5 12個同時電解研磨

研磨前 研磨後
図6 フリーギヤ

電解研磨せぬ完成品 各部品電解研磨後組立の完成品
図7 フリーホイル

c. 寸法形状の変化

フリーギヤ, フタでは余り問題とはならない。測定しやすい部分について2~3の測定を行ったがまづ0.004mm程度の減少であつた。フ

リーギヤ環形内面の玉当り部等の複雑な部分は測定しにくいので実施してないが, 今後適当な測定方法を研究し心金使用による各部均一溶解性につき厳密に研究したい。

d. 耐蝕性の向上

フリーホイルの耐蝕性は製品完成後自転車に装着するまでの期間に要求されるもので, 装着後は油脂充てんのため発錆することは殆んどない。完全に事後処理したフリーホイルについて3年間空気に放置し手の触れるに任せたが発錆はなく, 機械的研磨によるものに比し著しく優秀であつた。然るに自転車検査協会関西支部における, 15% NaCl 溶液 (20°C) による塩水噴霧試験の結果は良好ではなかつた。筆者等はいかかる濃度の高い方法は適当な耐蝕性試験方法ではないと思う。今後適当な方法を研究の上再試験したい。

e. 回転摩擦, 摩耗の減少

回転摩擦は手で回転しただけでも機械的研磨に比し著しく滑かなことが判つた。又自転車検査協会関西支部における JIS B 9410 による磨耗試験の結果は良好であつた。即ち中子を固定しフリーギヤを 250 r.p.m. にて 20,000 回転した場合の成績は, 玉当り部の光輝条痕最大巾はフリーギヤ, フタ, ネジフタで夫々 0.5, 0.5, 0.4 mm であつて, 電解研磨せぬものは同じく夫々 0.6, 0.8, 0.5 mm であつた。

f. 上記実験結果の考察

1) 同時に研磨可能な個数。少くとも12個, まだまだ増加しうと思われる。

2) 心金使用の効果。各部を比較的均一に電解研磨することが可能である(環形内面の溶出量をその他の面と可及的均一にしうる)。従つて電解研磨による形状変化を少なくすることが可能であり, 精密工作の場合等にも応用できよう。

7) この方法よりは少くとも JIS HO 421 ニッケルメッキおよびニッケル-クロムメッキ(鉄素地)検査方法の方が適当であると思われるが, 尙電解研磨面更にフリーホイルについての適否は問題である。

3) 枠の孔明, 孔無の場合の効果。孔明の場合は孔無の場合より多少集電状況を良好にする様に思われる。

4) 枠の側壁板, 隔壁板と心金とフリーギヤの関係位置。一応適当と考える。

5) 装置構成材料。適当と考える。

6) 「つまみ」。一応適当と考える。

5. 量産に対する計画と実験

a. 連続電解研磨作業について考慮すべき二三の点。

1) 電解研磨による液温上昇は約 2°C , 温度範囲は $10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 位が妥当と思われるが, 更に $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ 位の範囲では研磨可能であつた。この範囲は以前ショベルを電解研磨した場合の $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ ⁸⁾に比し相当広い。これはショベルは表面積が大きいので均一電解研磨が困難になつたためと思われ, 電解研磨実施には適当な表面積の限度がある様に思われる。この意味でフリーホイル部品等は電解研磨実施上適当なものと言える。

2) 電解液の消耗及変化。消耗は主として附着持出によつて起り, その量は1回につきフリーギヤ約2gr, フタ約1grであつた。連続電解研磨作業を行つたが液の著しい変化はなく, 研磨効果が減退した場合有機添加剤を加えるのみで充分回復できた。

b. 量産に対する計画

1) フリーホイルそれ自体が余り精密なものでないから治具の心金は不必要で(それでも各部は相当度むらなく研磨される)且その方が作業が容易である。

2) 一時に研磨する個数, 従つて量産治具の規模は一応12個程度が適当と思われる(余り多いと作業がしにくく又少いと能率が悪い)。

3) 電解研磨実施行程。酸洗—電解研磨—水洗—中和—水洗—乾燥—油拭。又事後処理については水洗, 乾燥, 油拭等について尙研究の余地がある。

8) (4)に同じ文献; 23頁。

4) 電解槽の冷却。電解による液温上昇は, 両極近傍より初まり両極間附近が著しく上昇するがすみずみには及びにくい。従つて電解槽の冷却方式としては, 電解槽を収容する連続換水可能な冷却槽の効果のみでは不十分で, 更に電解槽中に可及的に上述温度上昇部分の冷却効果に有効な様に, 上昇部分を囲む冷却管を設け連続通水する様にした。

5) 電解による泡の発生について, その電解液の特性による外, 有機質粘剤特に膠, ゼラチン等の添加量の多少に従い, 発生度に多少がある。これは通常すくいあげて除去するのであるが, 泡の発生によりクリップが覆われる様になるとクリップの寿命も短く, 作業管理上も望ましくないで, 「つまみ」中央高さ以上に泡が上らぬ様管制する必要を認め, 電解槽壁に切欠とそれを覆う泡溜を附加した。

以上より図8の様な構造の電解槽を3mm鋼板で製作した。

図 8

c. 量産実験

以上の計画の下に装置を整備し, 連続して4日に亘り1000個(フリーギヤ及フタ)を電解研磨した結果は良好であつた。連続して数1000個実施したかつたが試料の都合で不可能であつた。

6. 生産量及経費

a. 生産数

フリーギヤは1回12分, 1日6時間, 1月20日として7200個である。フタは1回6分であるが, 1個のフリーホイルに対して2個必要であるから, 同様な計算で1月7200組, つまり併せてフリーホイル1月7200個(1日では360個)できる。この場合人員は3名でフリ

ーギヤ、フタの2槽を取扱う。電源用トランスは本実験に使用した 500A のものであれば一基で事足りる。尚以上の計算は充分な余裕をみている。

b. 単価計算⁹⁾

上述生産量の場合の計算を表4に示す。

費 目	フリーギヤ 1槽 1.5人	フ タ 1槽 1.5人	フリーホイール 1個 3人
人 件 費	125銭	62.5銭	250銭
電 力 費	6	2.25	11
酸 洗 薬 品 補 充 費	0.25	0.125	0.5
電 解 液 補 充 費	50	25	100
消 耗 器 具 費	4	4	12
設備費減価償却(5年)			36
作 業 場 間 接 費			84
合 計			493.5

表4 単 価 計 算

7. 結 言

電解研磨をフリーホイール主要部品の最終仕上

- 9) 電解研磨の経費に関する文献は少ないが、例えば
北川：メタルフェース、1巻1号 35～38 頁(昭
24-8)。

として応用せんとし、必要な治具を試作し、各種の条件につき実験を行つた結果、耐蝕性は増加し、回転摩擦は減少し、製品々位を向上し量産が可能になつた。そこでもはや従来の方法をすて電解研磨を採用すべき段階に達したと考える。又本研究の基礎をなしている考え方は、他

の同種機械部品にも広く応用して効果のあるものと思われる。

尙この研究は特許庁自転車発明実施化試験補助金によるものであつて、関係工業所有権は特許願昭 27-5949, 実用新案登録願昭 25-21452, 同昭 27-9721 である。

終りに臨み、本研究に関する特許庁自転車発明実施化試験補助

金の申請者であり、且終始御指導御援助を賜つた兵庫県中央工業試験所機械金属試験場長兼同所機械金属部長丹羽成徳氏、並に試験試料を提供され又種々装置等の製作に便宜を計られた松本鉄工合資会社に感謝の意を表する。

機械振動型自動放電加工に關して 621.95:537.523.5

正 会 員 前 田 禎 三*

Researches on mechanical vibrating type automatic electric-spark-machining

Teizo Maeda

Researches on "electric spark machining" by mechanically up and down vibrating electrode were made with the circuit used by Dr. B. R. & N. I. Lazarenko (U.S.S.R) (fig. 1). As shown in fig. 2, the vibrating electrode and its holder are nearly balanced with a counter-weight, so with the advance of machining, the vibrating center of electrode, i.e. its holder, descends automatically, and machining is made automatic simply. With this automatic machine, the conditions to raise the machining speed were sought, when the work pieces of mild steel were machined in a dielectric fluid bath of petrol chiefly. The main results obtained are as follows.

(1) The smaller the sectional area of electrode is, the shorter the necessary working time becomes. So it is preferable to use a hollow electrode. And it is suitable that the wall of electrode is made 1.5mm² thick. (fig. 3 & 4)

* 東京大学工学部