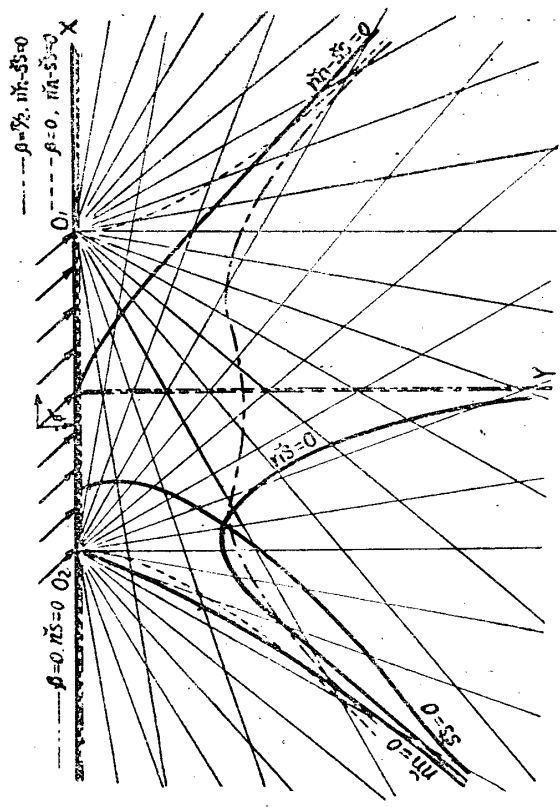


第 7 図



第 8 図

ウォームギヤの接触 (接触線の性質について)

磯 部 孝 一

1. 緒 言

歯車はほとんど強さの点よりも、摩耗の点で使用できなくなるものである。ことにウォーム傳動装置は、機構学上完全な滑り接触であるから、摩耗がはげしい。その主なる因子は、歯面の圧力、歯面の滑り、歯の材質、歯面の曲率、嚙合領域、給油の状態、および接触線の性質等であるが、特に接触線の性質は、給油の状態に関連して、重大な因子である。接触線の状態により、はるかに大きい傳動能力が得られることが唱えられている。⁽¹⁾

本論文は接触線を数値的に求める一般式を考

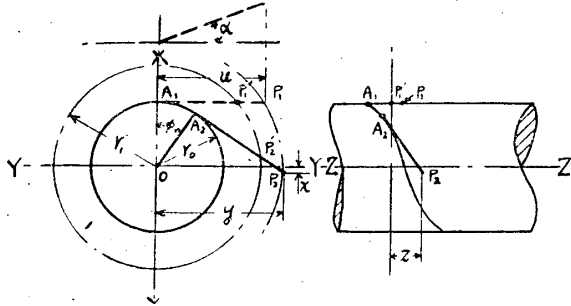
察し、これを用いてスクリーンヘリコイド、およびインボリュートヘリコイドに普遍し、第一段階として、スクリーンヘリコイドのウォームにつき、圧力角および進み角を変化した場合に接触線に及ぼす影響を解析したものである。

2. 接触線を求める式

接触線を求めるには二つの方法がある。その一つは、ウォーム歯車の軸に垂直な幾つかの面で、ウォーム嚙合を切断すれば、各断面はあたかもラックとピニオンの嚙合となるから、各断面における接触軌跡を求め、これを合成して求められる接触面と、ウォーム歯形との交点を求

める方法である。これは一部解析的で、一部図式的であるから不正確になるおそれがある。他の一つは煩雑ではあるが、次に述べるような数値的な方法である。

(a) 一般ねじ面の嚙合面



第 1 図

第1図に示すように、Z軸をウォーム軸にとり、X軸をピッチ点を通りウォーム軸およびウォーム歯車の両軸に直角、Y軸をこれらに直角な軸とする。

- いま r_0 = ウォームの基礎円の半径
- r_1 = ウォームピッチ円の半径
- α = 造形線とXY面とのなす角 (圧力角)
- β = 進み角
- h = 準ピッチ
- u = 造形線をXY面に投影せる長さ
- ϕ = 造形線の回転角

とすれば一般ねじ面の基礎式は

$$\left. \begin{aligned} x &= r_0 \cos \phi - u \sin \phi \\ y &= r_0 \sin \phi + u \cos \phi \\ z &= h\phi + \{u - \sqrt{(r_1^2 - r_0^2)}\} \tan \alpha \end{aligned} \right\} (1)$$

となる。造形線がピッチ面と交わる点 すなわち P_1' が XZ 面内にある点を z の基準面にとり z' とすれば

$$z' = h\{\phi - (-\phi_1)\} + \{u - \sqrt{(r_1^2 - r_0^2)}\} \tan \alpha \quad (2)$$

ただし $r_0 = r_1 \cos \phi_1$

となる。 $y = y_1$ として

$$u = \frac{y_1 - r_0 \sin \phi}{\cos \phi}$$

したがって

$$\begin{aligned} x &= r_0 \sec \phi - y_1 \tan \phi \\ z' &= h\phi + h\phi_1 + y_1 \sec \phi - r_0 \tan \phi \tan \alpha \\ &\quad - \sqrt{(r_1^2 - r_0^2)} \tan \alpha \end{aligned}$$

これはウォームの y_1 断面におけるラックの齒形であるから、法線を求めると

$$(X-x) \frac{dx}{d\phi} + (Z-z') \frac{dz'}{d\phi} = 0$$

$X = r_1, Z = 0$ を法線が通るように移動したとき、 $Z - z' = -\zeta$ とすると

$$\zeta = \frac{(r_0 \sin \phi - y_1)(r_1 - x)}{y_1 \sin \phi \tan \alpha - r_0 \tan \alpha + h \cos^2 \phi} \quad (3)$$

これが一般ねじ面の嚙合面の位置を示す。

(b) スクリューヘリコイドの同時接触線

スクリューヘリコイドは、上記一般ねじ面の特別な場合であつて $r_0 = 0$

したがって第1図において、造形線がX軸となす角を ϕ' とすれば、造形線は一般の場合より 90° 遅れて

$$\phi = \phi' - 90^\circ$$

となる。これらの値を上記の一般式に代入すれば

$$\left. \begin{aligned} x &= u \cos \phi' \\ y &= u \sin \phi' \\ z' &= h\phi' + (u - r_1) \tan \alpha \end{aligned} \right\} (4)$$

$$\zeta = y_1(r_1 - x) / (y_1 \cos \phi' \tan \alpha - h \sin^2 \phi') \quad (5)$$

として表わすことができる。

$y_1 = y$ として x, y の値を代入すると

$$\zeta = (r_1 - u \cos \phi') u \sin \phi' / (u \sin \phi' \cos \phi' \tan \alpha - h \sin^2 \phi')$$

$$= (r_1 - u \cos \phi') / (\cos \phi' \tan \alpha - h \sin \phi' / u)$$

$$= r_1 \sec \phi' - u / (\tan \alpha - h \tan \phi' / u) \quad (6)$$

同時接触線はウォームの造形線と、上記 ζ の値が一致したところであるから

$$z' = \zeta$$

として

$$\begin{aligned} h\phi' + (u - r_1) \tan \alpha &= (r_1 \sec \phi' - u) / (\tan \alpha \\ &\quad - h \tan \phi' / u) \end{aligned} \quad (7)$$

(7) 式はピッチ点を通る接触線であるから、他の位置における接触線を求めるには、ウ

ウォームのピッチを p とすると

$$z' = h\phi' + (u - r_1) \tan \alpha \pm p$$

として ϕ' を与えて u を解けばよい。すなわち

$$u^2 - u (r_1 \sin^2 \alpha + r_1 \sec \phi' \cos^2 \alpha + h \sin \alpha \cos \alpha \operatorname{inv} \phi' \pm p \sin \alpha \cos \alpha) + r_1 h \sin \alpha \cos \alpha \tan \phi' - h^2 \phi' \cos^2 \alpha \tan \phi' \pm p h \tan \phi' \cos^2 \alpha = 0 \quad (8)^{(2)}$$

計算の便宜上 (8) 式に

$$r_1 = 1, \tan \beta = \frac{h}{r_1}, \tan \beta = \frac{np}{2\pi r_1}$$

ただし n = ウォームの口数

の値を代入すると、次式のように u を α, β の関数として表わすことができる。すなわち

$$u^2 - u \{ \sin^2 \alpha + \sec \phi' \cos^2 \alpha + \tan \beta \sin \alpha \cos \alpha \operatorname{inv} \phi' \pm (2\pi/n) \tan \beta \sin \alpha \cos \alpha \} + \tan \beta \sin \alpha \cos \alpha \tan \phi' - \phi \tan^2 \beta \cos^2 \alpha \tan \phi' \pm (2\pi/n) \tan^2 \beta \tan \phi' \cos^2 \alpha = 0 \quad (8)$$

(c) インボリュートヘリコイドの同時接触線

インボリュートヘリコイドは、一般ねじ面において $h = r_0 \tan \alpha$

なる場合である。したがって一般式にこの値を代入すれば

$$\left. \begin{aligned} x &= r_0 \cos \phi - u \sin \phi \\ y &= r_0 \sin \phi + u \cos \phi \\ z' &= \phi r_0 \tan \alpha + \phi_1 r_0 \tan \alpha + u \tan \alpha - r_0 \tan \phi_1 \tan \alpha \\ &= (r_0 \phi + u) \tan \alpha - r_0 \tan \alpha \tan \phi_1 \\ \zeta &= (y_1 - r_0 \sin \phi)(x - r_1) / (y_1 \sin \phi \tan \alpha - r_0 \tan \alpha + r_0 \tan \alpha \cos^2 \phi) \\ &= (x - r_1) / \tan \alpha \sin \phi \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$= (x - r_1) / \tan \alpha \sin \phi \quad (10)$$

となる。接触線はスクリーヘリコイドの場合と同様に

$$z' = \zeta$$

として u について解けばよい。すなわち

$$u = (r_0 \cos \phi - r_1) \cos^2 \alpha / \sin \phi - (\phi - \operatorname{inv} \phi_1) r_0 \tan \alpha \sin \alpha \cos \alpha \quad (11)^{(3)}$$

となる。(11) 式に

$$r_0 = r_1 \cos \phi_1 \quad \phi = -\phi_1$$

を代入すれば

$$u = r_1 \sin \phi_1$$

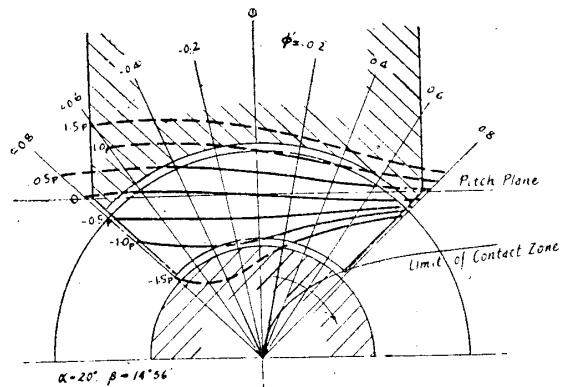
となりピッチ点を通ることが明かである。

3. 計算の結果および考察

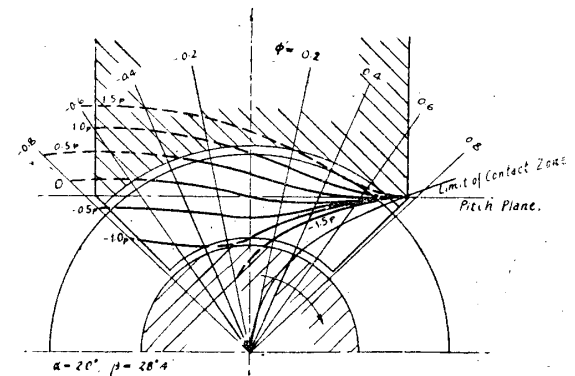
計算に用いたウォームは、スクリーヘリコ

イド歯形、ピッチ円の径75mm, モジュール10mmにして、表に示すように圧力角を 20° とし、進み角を $14^\circ 56'$, $28^\circ 4'$, $38^\circ 46'$ に変化したものと、進み角を $28^\circ 4'$ に一定し、圧力角を 14.5° , 25° , 35° に変化したものにつき、(8) 式によつて、 ϕ' を与えて u を計算した。

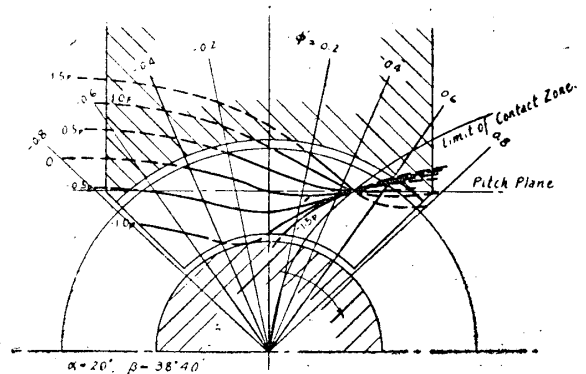
		β			
α		14.5°	20°	25°	35°
2口ねじ	$14^\circ 56'$		○		
4口ねじ	$28^\circ 4'$	○	○	○	○
6口ねじ	$38^\circ 46'$		○		



第 2 図

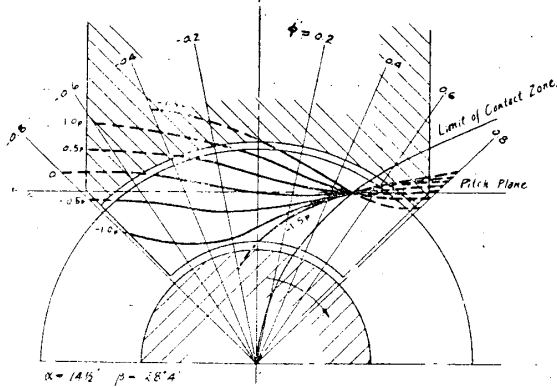


第 3 図

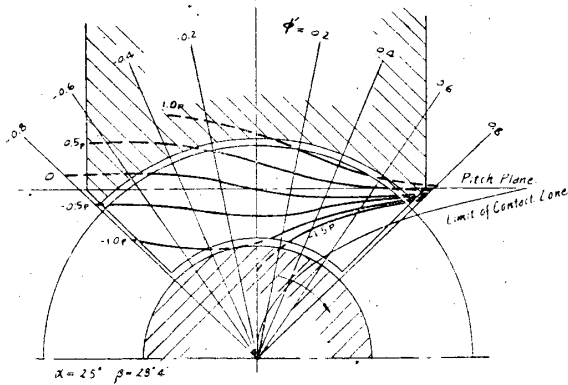


第 4 図

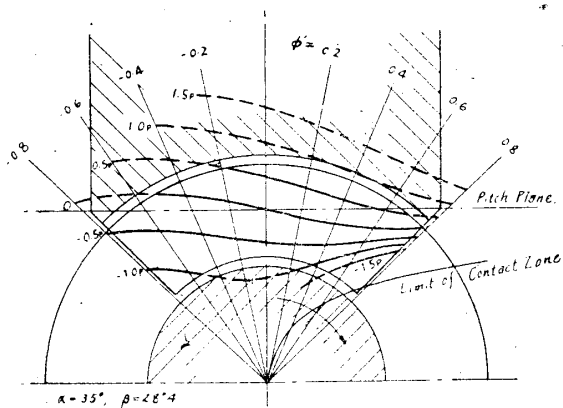
第2, 3, 4図は前者の場合、第5, 6, 7図は後者の場合の計算結果を図示したものである。いづれの場合も、 $0.5p$ 宛移動したときの接触線の状態を示している。



第5図



第6図

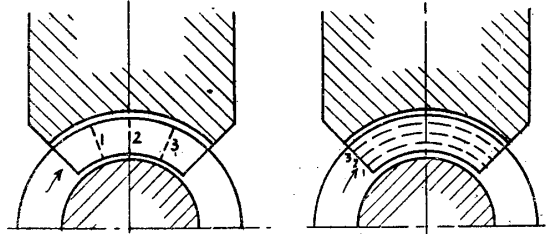


第7図

ウオームと嚙合うウオーム歯車については、言及してないので、したがって嚙合の領域、歯形の干渉は考慮されていない。各図に示す接触線の限界線は、XZ面に平行なウオームの断面において $dx/dz = \infty$ の点を連結したものであ

つて、これは圧力角および進み角を与えることにより、容易に求められる。(4)

計算結果を批判するにあたり、まづ接触線の両局端の場合—実際には存在しない—を考察してみよう。その一つは第8図のように接触線が



第8図

第9図

半径方向に放射状になる状態と、他の一つは第9図のように、ウオームの同心円の方向に存在する場合である。前者の場合は油を引き込み易く、かつ接触線に垂直な断面において、接触点は大きい曲率半径を有する。後者の状態では油を引き込む能力がなく、又接触点の曲率半径が小さいので、前者が後者に比し、接触線が短いにもかかわらず、大きい傳動能力を有することが推察される。(5)

計算結果を考察すると、図から明かなように接触線はすべてウオームの遠退き側のピッチ面に収斂する。第5, 6, 7図に示すように、進み角一定で圧力角を変化した場合は、圧力角の大きい程この収斂の点が、ウオームの軸心より遠ざかり、したがって接触線の傾斜は次第にゆるやかになるが、その傾向は著しくない。圧力角が大きい程、接触軌跡が短くなるのは当然である。次に第2, 3, 4図に示すように、圧力角を一定とし進み角を変化すると、進み角の大きくなるにつれて、収斂の点が軸心に近づく。したがって接触線の傾斜は次第に大となり、その変化は前者の場合より著しい。圧力角が一定だから、接触軌跡の長さには大なる変化はない。いづれの場合においても収斂の点が、ウオーム歯車の歯面内に存在すると、接触線の長さが減少する。要は収斂の点がウオーム歯車の歯面外にあり、接触線の傾斜が大なることが望ましい。接触線がピッチ面に収斂することから、転位してピッチ面を下げると、必然的に接触線の

傾斜が大となり、負荷能力を増すことが推察される。

参考文献

- (1) Kent's. Mechanical Engineers Handbook
11th Ed.
(2)(3) 佐藤申一. 歯車の歯形とねじ面
(4) W. Vogl. Eingriffsgesetze und analytische

Berechnungsgrundlagen des
zylindrischen Schneckentriebes.

- (5) Buckingham. Worm-wheel Contact.
A. S. M. E Vol. 49. 1927
Abbott. Worm Gear Contact. Instn. Mech.
Engrs., Proc. Vol. 133. 1936

宇部市に於ける 金属板の腐蝕に関する実験的研究 第1報 各種金属板の重量変化率について

※野瀬善勝・※※清水達次

1. 本研究の目的

宇部市の降下煤塵量は特に甚しく、最近2ヶ年間平均1ヶ月1平方軒当り50~78吨⁽¹⁾に達する。宇部市内には発電所や各種の工場が多く、而もその所在位置が当市の年間風向から見て必ずしも好適でないこと。燃料として使用される宇部炭の品質が良好でなく、灰分(30~40%)が特に多いこと。事業場に於ける收塵装置が完備していないこと等が降下煤塵を甚大ならしめて居るものと考えられる。斯くして、事業場の煙突から出る煤塵並に各種有害ガスと煙突以外から発散する各種の有害ガスが随所に飛散し、之等が市民の精神的肉体的保健衛生上に及ぼす悪影響は勿論のこと。周囲の建築物、金属類、器具類、衣料品類を毀損し、樹木農作物等に被害を及ぼす経済上の損失も亦決して少くない。野瀬は昭和25年4月以來、宇部市煤塵対策委員会の依託を受けて以上の諸点に関し、詳細なる調査研究を目下続行中である。而して、其の一環として宇部窒素工場の林、増野と共に金属板の腐蝕に関する実験研究を昭和25年10月~昭和26年1月の秋から冬にかけて3ヶ月間の曝露試験を実施した。⁽²⁾然し乍ら、宇部市の如く降下煤塵量の甚しき都市に於いては3ヶ月間の曝露試験は腐蝕度大に過ぎ金属板別の差違判定に困難が伴つた。

従つて、今回は昭和27年5月~8月の春から夏にかけて1ヶ月~2ヶ月の短期間の曝露試験に重点を置いて本実験は主として清水が行つたものである。

斯くして、前回の実験と併せて春夏秋冬の4季を通じ、金属の腐蝕そのものが直接間接市民の生活に及ぼす被害損失と斯る腐蝕を惹起促進せしめるが如き都市環境の衛生状態の良否程度を比較研究し、煤塵が市民の保健状態に及ぼせる影響を考察する場合の参考資料たらしめんとするものである。

2. 実験方法

(1) 実験場所 宇部市内を産業地域別に考慮して、次の10ヶ所に煤塵計を設置しているので各煤塵計に実験資料を夫々併置した。

即ち、工業地帯として ① 宇部化学工業株式会社 ② 沖の山炭鉱々業所。商業地帯として ③ 宇部興産本社 ④ 山口銀行宇部支店 ⑤ 第一平和荘(市営アパート) ⑥ 岬小学校。住宅地帯として ⑦ 市民館 ⑧ 藤山小学校 ⑨ 神原小学校。郊外地帯として ⑩ 山口大学工学部。

而して、煤塵計並に本実験試料は何れも上記建築物の屋上で、煙突に近接せざること。建物に囲まれていないこと。風当たりが特に強くないこと。大きな道路に面接していないこと等を考慮して設置されたものである。

※ 山口県立医科大学公衆衛生学教室 ※※ 山口大学工学部金属材料実験室