第 14 図 曲線通過の際のレールから車輪に働く前後荷重の作用方向

て、取りあえず結果のみを報告する。

前後荷重は、第 12 図 (A) のように曲線区間にはいるとある一定値に達し、曲線区間中持続するのが普通であるが、まれに同図 (B) のように車輪 1 回転ごとにスリップして荷重が抜けてしまう場合もある。第 13 図は各曲線における値の一例で、駆動力の影響ももちろん含まれているが、その値はつまびらかでない。全区間中の最大値は 1.9 t に達した。第 1 軸の測定値を、高知向進行および多度津向進行につき整理すると、曲線通過の際各輪にかかる前後荷重の作用方向は第 14 図のようになる。

4. 結 言

今回の測定では、車輪横圧および垂直荷重につきかなり精確な測定値が得られ、輪軸負荷の解析上有力な資料を加えた。またレールによる地上測定の結果と車

上測定とを比較し、その相互関係を知ることができたのも一収穫である。更に、初めて車輪に働く前後荷重の測定値を得ることに成功し、解析上必要な 3 方向の負荷に関する完全なデータがそろったことになるから、今後これらの理論的研究に努力したい。

この実験の遂行には、国鉄本社臨時車両設計事務所、四国鉄道管理局運転部、多度津工場の関係者諸氏、実験結果の検討その他につき、技研車両構造研究室 甘粕、林、石野、渡辺の諸氏に負うところ大である。ここに深甚なる謝意を表する。

文 献

- (1) 中村(宏), 中村(和), 小野, 第 561 回講演会前刷(昭 28-4), 14. または中村(宏), 西本, 松本, 鉄道技術研究所中間報告 3-88 (昭 28-10).
- (2) J. R. E. A. 試験概報(昭 28-8), または車軸折損事故防止対策専門委員会資料(第 2 回), (昭 28-10).
- (3) 中村(和), 中村(宏), 小西, 鉄道業務研究資料, 13, 11 (昭 31-6).
- (4) 小西, 第 32 期定時總會講演会前刷, 講演番号 546 (昭 30-4-8), 61.
- (5) 小西, 石野, 鉄道技術研究所中間報告, 6-102 (昭 30-8).
- (6) T. Miki, K. Nakamura, & H. Nakamura, *Bull. R. T. R. L., Eng. Edit.*, No. 1, (1955-5), J.N.R.
- (7) 中村(宏), 小西, 石野, 佐藤, 鉄道技術研究所完了報告, 5-172 (昭 30-3).
- (8) 鉄道技術研究所依頼試験報告, 6-164 (昭 31-3).
- (9) 詳しくは鉄道技術研究所依頼試験報告, 57-117 (昭 32-9).

539. 375. 6. 096:620. 178. 16

金 属 の 摩 耗 の 温 度 特 性*

佐 田 登 志 夫**

Thermal Characteristics of Metal Wear

by Toshio SATA

Wear tests were carried out by externally heating a test piece being compared with the experimental results of wear at room temperature. It was experimentally proved that wear varies dependently on the temperature of rubbing surface. From the comparison of these two results of wear tests, a method how to obtain the temperature of rubbing surface quantitatively was established, and then thermal characteristics of metal wear could be obtained quantitatively.

1. 緒 論

前に摩耗現象における温度効果を検討した⁽¹⁾際には、摩擦面の接触機構を考慮して摩擦面の温度上昇を

評価し、その結果を用いて金属の摩耗現象が摩擦面温度に依存することをあきらかにした。すなわちその検討によって

(1) 摩擦面内で実際に接触しているいくつかの突起部における温度上昇は、そこで発生する摩擦熱による温度上昇と、摩擦面内の他の接触点で発生する摩擦

* 昭和 30 年 2 月 28 日 第 598 回講演会において講演、原稿受付昭和 33 年 11 月 24 日。

** 正員、理化学研究所(東京都文京区駒込上富士前町)。

熱の伝導による温度上昇の和であると考えることによって摩擦面温度が推定される。

(2) 鉄合金などの摩耗曲線においては摩擦速度が比較的低いところで摩耗量が極大となるが、このような摩耗の臨界状態は接触圧力のいかんによらず摩擦面温度がある一定の値の時に起るものと考えられる。

(3) 摩擦面温度が等しい時には、摩耗量は接触圧力および接触面積に比例する。

(4) したがって単位接触圧力、単位接触面積および単位摩擦距離当りの摩耗量を比摩耗量と呼ぶことにすると、この比摩耗量は摩擦面温度のみに依存して変化する。

(5) 摩耗曲線の臨界状態を示す摩擦速度を単位として摩擦速度を表わすと、それは摩擦面温度の相対値を示し、比摩耗量とこの摩擦面温度の相対値との関係は接触圧力のいかんによらず一つの曲線の上になり、これが比摩耗量の温度特性を表わすものと考えられる。

以上のような結論を得た。

ところで摩擦面における接触機構すなわち真実接触点の数、その大きさ、および一つの真実接触点の持続時間などを定量的に知ることは不可能であり、したがって前に述べたような解析から摩擦面温度を定量的に推定することはできない。またこれまで実験的に摩擦面温度を求める方法として、異種の摩擦材料を熱電対とする方法⁽²⁾や一方の摩擦材料が透明である時には光電池を用いる方法⁽³⁾などが報告されているが、これらの方法はいずれも温度の絶対値を得ることが技術的になかなか難しく、また試験材料にも制約があり、一般的な方法とは言えない。

このような訳でこれまで普通の摩耗試験の結果から摩耗の温度特性を定量的に求めた例を見ない。そこでこの研究は初めに試験片を外部から加熱しながら摩耗試験を行ってみて、室温における摩耗試験結果との比較から摩耗の温度依存性を実験的に検討し、次にこの二つの摩耗試験結果から摩擦面温度を推定する方法を考え、これによって比摩耗量の温度特性を定量的に求めようとするものである。

2. 摩擦面の温度効果の実験的証明

前にあきらかにしたように、もしも比摩耗量と摩擦速度との関係が摩擦面温度に対応して考えられるならば、摩擦速度が低く摩擦熱による温度上昇があまり大きくないような状態で試験片を外部より加熱して摩耗試験を行えば、加熱温度を上昇させるとともに摩擦面温度もそれだけ上昇するから、比摩耗量と加熱温度との

迅速摩耗試験機使用、軸受鋼（焼入れ）同志乾燥摩擦
最大荷重 6.8 kg、摩擦距離 283 m

第1図 軸受鋼の常温摩耗試験

摩擦速度 18 cm/s、他の条件は第1図と同じ

第2図 軸受鋼の加熱摩耗試験

関係もまた類似の摩耗曲線を示すはずである。これを確かめるために行った実験結果を第1図および第2図に示す。すなわち第1図は焼入れした軸受鋼同志を迅速摩耗試験機⁽⁴⁾によって常温、乾燥状態で荷重条件を一定にし摩擦速度を変えて摩耗試験を行った時の比摩耗量と摩擦速度との関係である。また第2図は同じ試験片を小さな加熱炉でかこみ、摩擦速度を18 cm/sの一定に保ち、加熱しながら摩耗試験を行った時の比摩耗量と加熱温度との関係である。この二つの図から加熱温度をあげてゆく時の比摩耗量の値の変化は、予期したように常温における比摩耗量と摩擦速度との関係と類似の曲線をえがき、特に摩耗量が極大になる臨界状態における比摩耗量の値はどちらもほぼ $1.8 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ であって、この二つの摩耗曲線は横軸に

高速度工具鋼 SKH2 (焼入れ) 同志乾燥摩擦,
他の条件は第1図と同じ

第3図 高速度工具鋼の常温および加熱摩耗試験

適当な温度の尺度をとれば重ね合わせることができるものと考えられる。

摩擦速度を一定にして加熱温度を変える代りに、加熱温度を一定にして摩擦速度を変えても摩擦面温度は変るはずである。すなわち加熱温度があまり高くなく、摩擦係数や摩擦面の接触機構が室温の試験の場合にくらべてあまり変化しないと考えられる時には、加熱しただけ摩擦面温度が高くなるはずである。言い換えれば加熱した場合にはその加熱温度に相当するだけ低い摩擦速度で常温の摩耗試験の時に摩擦面温度が等しくなる訳で、したがって一定の加熱温度のもとで摩擦速度を変えて摩耗曲線を求めれば、その時の摩耗曲線は常温の時の摩耗曲線にくらべて加熱温度に相当する速度だけ低速度の方へ移行するはずである。第3図は焼入れした高速度工具鋼同志を常温 (15°C) および 115°C に加熱した場合の摩耗曲線を示す。この結果を見ると予期したように加熱した場合の摩耗曲線は常温の摩耗曲線にくらべて全体的に低速度の方へずれている。以上の第1図、第2図および第3図の結果から摩擦速度の上昇による比摩耗量の変化は摩擦面温度の上昇によるものであることが実験的に立証された。

3. 摩擦速度が低い場合の摩擦面温度の推定と比摩耗量の温度特性

ところで前項で述べた実験結果から、常温における比摩耗量曲線と加熱した場合の比摩耗量曲線とは摩擦面温度を単位として重ね合わせることができるので、この性質を利用してまず摩擦面温度の推定について検討する。

初めに摩擦速度があまり高くない場合について検討してみると、この場合には Jaeger の解析⁽³⁾によってもわかるように接触圧力が一定ならば摩擦面の温度上昇は摩擦速度に比例して増大するものと考えられる。すなわち試験片の母体温度を θ_b とすると、摩擦面温度 θ は

$$\theta = f(p) V + \theta_b \quad \dots\dots\dots (1)$$

の形で与えられる。ただしここで $f(p)$ は試験片の物理的性質、形状、摩擦面の接触機構などに関連するものと考えられるが、摩擦面の接触機構を定量的に知ることができず、したがってこの関数形が求められないので摩擦面温度を知ることができない訳である。しかしながらこれまでの検討によって常温と加熱した場合の二つの摩耗曲線において、たがいに対応し、比摩耗量の値が等しいところでは摩擦面温度は等しいと考えられるから、常温の場合の摩擦速度を V_r 、その時の室温を θ_r 、また加熱した場合の摩擦速度を V_h 、その時の試験片の加熱温度を θ_h とすれば、接触圧力が等しい常温および加熱した場合の二つの摩耗曲線の相対応する点では

$$f(p) V_r + \theta_r = f(p) V_h + \theta_h \quad \dots\dots\dots (2)$$

の関係が成立するはずである。したがって (2) 式から

$$f(p) = (\theta_h - \theta_r) / (V_r - V_h) \quad \dots\dots\dots (3)$$

を得る。この (3) 式から $f(p)$ が求められるので、摩擦面温度は (1) 式から

$$\theta = V(\theta_h - \theta_r) / (V_r - V_h) + \theta_b \quad \dots\dots\dots (4)$$

によって求められる。すなわち常温と加熱した場合の摩耗曲線上の相対応する点の温度と摩擦速度とを知れば、(4) 式によって摩擦面温度が求められるはずである。たとえば第1図と第2図とにおいて比摩耗量が $1.5 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ になる対応点では

$$\theta_r = 20^\circ\text{C}, \quad V_r = 29 \text{ cm/s}$$

$$\theta_h = 135^\circ\text{C}, \quad V_h = 18 \text{ cm/s}$$

である。ゆえに (3) 式から

$$f(p) = 10.5 \text{ } ^\circ\text{C s/cm}$$

を得る。したがってこの時の摩擦面温度 θ は

$$\theta = 10.5 \times 29 + 20 (^\circ\text{C}) = 320^\circ\text{C}$$

となる。第1表は第1図と第2図の摩耗曲線上のいくつかの対応点で今のようにして $f(p)$ の値を求めた結果である。この表を見ると条件が異なっても $f(p)$ の値はほとんど変っていないことがわかる。このことからこの程度の速度範囲では摩擦面温度は摩擦速度にほぼ比例して増大すると考えてよいことがわかる。なお第1図および第2図の実験では接触圧力は平均して 100 kg/cm^2 の程度であるから、この時には摩擦速

第1表 $f(p)$ の値の算出例

(実験値は第1図および第2図)

比摩擦量 w_s mm ² /kg	常 温 実 験		加 熱 実 験		$f(p)$ °C cm/s
	θ_r °C	V_r cm/s	θ_h °C	V_h cm/s	
1.8×10^{-7}	20	24	85	18	10.8
1.5	20	29	135	18	10.5
1.0	20	35	185	18	9.7
0.5	20	45	280	18	9.6
平均値					10.2

第2表 摩擦面温度の算出

(実験値は第1図および第2図)

試験 方法	摩擦速度 V cm/s	比摩擦量 w_s mm ² /kg	試 験 片 度 温 度 θ_b °C	摩擦熱によ る温度上昇 $f(p) \cdot V$ °C	摩擦面温度 θ °C
常 温 摩 耗	6.6	0.99×10^{-7}	20	67	87
	12	0.92	20	122	142
	18	1.05	20	183	203
	25	1.83	20	254	274
	37	0.74	20	378	398
	54	0.31	20	551	571
加 熱 摩 耗	18	1.48	45	183	228
	18	1.69	70	183	253
	18	1.85	98	183	281
	18	1.27	150	183	333
	18	0.76	195	183	378
	18	0.62	263	183	446

実験条件は第1図と同じ

第4図 摩擦熱による摩擦面の温度上昇の推定

度 1 cm/s 当り約 10.5°C だけ摩擦面温度が上昇してゆくことを示している。第4図は第1表で求めた $f(p)$ の平均値から摩擦面の温度上昇と摩擦速度との関係を求めたものである。この図から常温で摩擦速度 30 cm/s のような低速度でも摩擦面の温度は 300°C を越し、普通に想像される以上に高温になっていることがわかる。

このようにして摩擦面温度の値が定量的にきめられ

第5図 軸受鋼の比摩擦量の温度特性

摩擦速度 17 cm/s, 他の条件は第3図と同じ

第6図 高速度工具鋼の加熱摩擦試験

れば、この摩擦面温度を尺度として比摩擦量をとれば、その温度特性が求められるはずである。第2表は第1図、第2図の実験結果について第1表で求めた $f(p)$ の値を使って摩擦面温度を計算した結果で、この結果から比摩擦量と摩擦面温度との関係をとると第5図のようになる。この図を見ると常温の場合と、加熱した場合との二つの摩擦試験結果が摩擦面温度を横軸の尺度としてとることによって一つの曲線の上にあることがよくわかり、したがってこれによって比摩擦量が摩擦面温度だけに依存することが定量的に立証さ

第 7 図 高速度工具鋼の比摩耗量の温度特性

れた。言い換えれば第 5 図の曲線が軸受鋼同志を乾燥状態で摩擦する時の比摩耗量の温度特性を示すものと考えられる。

第 3 図に示した高速度工具鋼同志を摩擦した場合にも同じことが言えるはずである。第 6 図はこの材料同志で他の試験条件はすべて第 3 図のときと同じにして、摩擦速度を 17 cm/s に一定にしておいて、試験片の加熱温度を変えて摩擦試験を行った結果である。第 3 図と第 6 図の中の三つの摩擦曲線上のいくつかの対応する点において前と同様な方法で $f(p)$ の値を求めると、その平均として $f(p)$ は 10.6°Cs/cm になる。そしてこの結果から (1) 式を使って各実験条件に対する摩擦面温度を算出して比摩耗量との関係をとったものが第 7 図である。この図でも常温の摩擦曲線、一定の温度に加熱した場合の摩擦曲線および一定の摩擦速度で加熱温度を変えた時の摩擦曲線がいずれも摩擦面温度を尺度とする場合に一つの曲線に重なり合い、ここで述べたような方法によって摩擦速度のあまり高くない、すなわち摩擦面温度のあまり高くない場合の摩擦の温度特性が求められた。また第 5 図および第 7 図から焼入鋼同志を摩擦する場合、比摩耗量の値が極大になる臨界状態は摩擦面温度が 250~300°C 附近になる時に起ることがわかる。

4. 摩擦速度が高い場合の摩擦面温度の推定と比摩耗量の温度特性

摩擦速度が高くなると摩擦面温度と摩擦速度との比例関係はもはや成立しなくなるので、前項で述べたような摩擦面温度の推定方法は使えなくなる。Jaeger

が真実接触部分で発生する摩擦熱を移動熱源と考えて摩擦面温度を解析した結果⁽⁵⁾によれば、一般に摩擦面温度は摩擦速度の増加とともに増大するが、その増加の割合は次第に小さくなることが求められている。そこで摩擦面温度を一般的に

$$\theta = F(p, V) + \theta_b \quad \dots\dots\dots (5)$$

とおく。常温と加熱した場合との二つの摩擦曲線の上の相対応する点ではやはり前と同じように摩擦面温度は等しいと考えられるから、その時の摩擦速度と試験片の母体温度との間には

$$F(p, V_r) + \theta_r = F(p, V_h) + \theta_h \quad \dots\dots\dots (6)$$

の関係が得られる。したがって

$$F(p, V_r) - F(p, V_h) = \theta_h - \theta_r \quad \dots\dots\dots (7)$$

の関係から

$$\theta_h - \theta_r = \Delta\theta, \quad V_r - V_h = \Delta V$$

とおくと、この二つの摩擦曲線の接触圧力が等しく、また $\Delta\theta$ があまり大きくなければ、第一近似として (7) 式から

$$\left(\frac{\partial F(p, V)}{\partial V} \right)_{V=(V_r+V_h)/2} \div \frac{\Delta\theta}{\Delta V} \quad \dots\dots\dots (8)$$

と書ける。言い換えれば常温で摩擦速度を変えた場合の摩擦曲線と、 $\Delta\theta$ だけ試験片を加熱して摩擦速度を変えて求めた摩擦曲線との相対応する条件の摩擦速度の差 ΔV を求めれば、 ΔV はその時の摩擦面温度の $\Delta\theta$ だけの上昇に相当する摩擦速度であり、したがって (8) 式からもわかるように $\Delta\theta/\Delta V$ はその平均の摩擦速度における摩擦面温度の摩擦速度に対する増加率と考えられる。それゆえこの二つの摩擦曲線によ

迅速摩擦試験機使用、特殊工具鋼 SKS 2 (焼入れ) 同志
乾燥摩擦、最大荷重 9.0 kg 摩擦距離 283 m

第 8 図 特殊工具鋼の常温および加熱摩擦試験

実験条件は第8図と同じ

第9図 摩擦熱による摩擦面の温度上昇の推定

第10図 特殊工具鋼の比摩耗量の温度特性

て種々の摩擦速度で加熱温度 $\Delta\theta$ に相当する摩擦速度の低下 ΔV を求め、(8) 式を使ってそれを一度積分すれば摩擦面温度が得られるはずである。

たとえば第8図は焼入れした特殊工具鋼同志を迅速摩耗試験機を使って同じ荷重条件で常温 (10°C) と一定温度 (130°C) に加熱して摩耗試験を行った結果であって、この図から二つの摩耗曲線の対応点の速度低下 ΔV は摩擦速度が高くなるほど増大してゆくことがわかる。これは (8) 式から見ると、摩擦速度が高くなるほど摩擦面温度の増加率が少なくなってくることを意味するものであって、Jaeger の解析結果と定性的に合致している。第8図の結果からいろいろな摩擦速

度のところで $\Delta\theta/\Delta V$ の値をとって摩擦速度との関係を調べてみると、第9図のようにこの実験では $\Delta\theta/\Delta V$ の逆数、すなわち $\Delta V/\Delta\theta$ と摩擦速度との間にはほぼ直線的な関係が存在する。そこでこの関係を

$$\Delta V/\Delta\theta = (85 + 1.80 V) \times 10^{-3} \dots\dots(9)$$

$$\theta: ^\circ\text{C}, V: \text{cm/s}$$

の実験式においてみると、(8) および (9) 式から

$$\frac{\partial F}{\partial V} = \frac{10^3}{85 + 1.80 V} \dots\dots\dots(10)$$

となる。そして $V=0$ では $F=0$ であるから、この初期条件を使って (10) の微分方程式を解くと、この実験の摩擦熱による温度上昇 F は

$$F = 1.28 \times 10^3 \log (1 + 2.12 \times 10^{-2} V) \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{ただし } F: ^\circ\text{C}, V: \text{cm/s}$$

となる。(11) 式を計算した結果を第10図にあげる。摩擦面温度はこの値に試験片の母体温度を加えたものになる。このようにして摩擦速度が高い場合についても摩擦面温度が推定され、したがって比摩耗量の温度特性が求められる。第10図は第8図の実験値から比摩耗量とその時の摩擦面温度との関係をとったものである。この図においても試験条件が広範囲にわたって変化しているにもかかわらず、常温と加熱した場合の実験値がよく一つの曲線の上に重なってこれまでの推論の妥当なことを示している。第8図からわかるように常温の実験では摩擦速度 150 cm/s 附近から上で摩耗が急激に増大し、いわゆる焼付現象を呈するが、その時の摩擦面温度は第10図からみると約 800°C にもなり、焼付きを起していることがうなずかれる。焼入れした軸受鋼同志の摩耗の場合についても同じよう

な実験を行った。第11図はその時の常温 (20°C) と一定加熱温度 (130°C) とにおける摩耗曲線で、加熱した時の摩耗曲線における摩擦速度の低下から、前と同じように摩擦熱による温度上昇 F は

$$F = 1.14 \times 10^3 \log (1 + 2.04 \times 10^{-2} V) (^\circ\text{C}) \dots\dots\dots(12)$$

であることが求められる。第8図と第11図との実験はいずれも同じ荷重条件のもとで行ったもので、その結果から別々に求めた摩擦面温度上昇の計算式 (11) と (12) 式とをくらべてみると、非常に近い値になっていることがわかり、したがって以上の方法によって摩擦面温度が相当な精度をもって求められていること

加熱条件以外は第1図と同じ

第 11 図 軸受鋼の常温および加熱摩耗試験

第 12 図 軸受鋼の比摩耗量の温度特性

がわかる。この (12) 式を使って比摩耗量と摩擦面温度との関係をとったものが第 12 図で、この時も常温と加熱実験との結果がよく一致し、また摩擦面温度が 800°C 以上になると摩耗が急激に増大し、焼付きを起していることを示している。

(11), (12) 式あるいは第 9 図からわかるように摩擦熱による温度上昇は摩擦速度を増すと次第にその増加率を減じている。しかるに前に摩擦速度が低い場合の温度上昇を検討した時にはこの温度の増加率の減少を無視して、摩擦熱による温度上昇は摩擦速度に比例するものと考えた。しかしながら実際には第 1 表からもわかるように、このときの摩擦面温度の摩擦速度に対

第 13 図 軸受鋼の比摩耗量の温度特性

する比例定数 $f(p)$ の値は一定にならず、摩擦速度の増大とともに少しずつ減少する傾向を示している、前のような仮定は厳密には成立しない。したがって前に求めた摩擦面温度は (12) 式で求められる値よりも少し高めにでている。第 13 図は第 5 図の摩擦面温度を (12) 式で計算しなおした結果である。

5. 検 討

以上初めに常温と試験片を加熱した摩耗試験を行って摩耗が摩擦面温度に依存することを実験的に立証し、次にその結果を利用して摩擦面温度を推定する方法をあきらかにした。したがってこれによって比摩耗量の温度特性が定量的に求められることを示した。

実際の摩擦面内の真実接触部分の大きさは決して均一なものではなく、大小さまざまなものがあるろうし、またその接触持続時間も長短があるろうから、摩擦面温度は場所的にも、また時間的にも大きな変動があるはずである。したがっていろいろな方法で求められる摩擦面温度は多くの場合なんらかの意味での平均的な値である。ここで述べたような方法で求められる摩擦面温度も、その意味では摩擦面接触部分の摩耗現象に有効な平均温度と言えるであろう。上下の摩擦試験片を熱電対として摩擦面温度を測定する方法では、摩擦面温度が実際には相当高くなっていると思われるのに、測定される温度は繰返し摩擦によって生成する摩耗粉が摩擦面に介在するためなかなか高い値が得られない。しかしこの方法によれば少し摩擦速度が高くなると摩擦面温度が容易に 800~1000°C と

いう高温になることが示され、摩擦面の焼付き、あるいは溶融などの現象とよく対応していて、相当信頼性のある摩擦面温度の値が得られるものと思われる。

このようにして得られた比摩耗量の温度特性は、摩擦面温度によって表面の機械的な摩耗の性質、摩耗粉の摩擦面への附着状態とその形態変化、そしてその摩擦面の保護効果などが変化して、その結果として摩耗が摩擦面温度によってこのような変化をするということを示すものである。さらに突込んでなぜ摩耗が温度によってこのような変化をするかを知るためには、摩擦面温度による表面の物理的、機械的性質、摩耗粉の附着およびその形態などの変化の機構の詳細な検討が必要とされる。

いずれにしてもこれまでの摩耗試験が主として接触圧力、あるいは摩擦速度を変えてその時の摩耗量を求め、あるいはこれによっていくつかの材料の耐摩耗性を検討するということに終始していたのにくらべ

ば、以上の検討によって摩耗現象が比摩耗量と摩擦面温度という二つの物理量の間の定量的な関係として示されたことは、摩耗機構の解明、実用状態の摩耗と摩耗試験結果との間の関連づけなどに一つの進歩をもたらしたと言っても過言ではないであろう。

終りにのぞみ本研究に際し終始御指導をたまわった理化学研究所 大越諄主任研究員に厚く感謝の意を表す。また本研究の実施にあたり熱心な協力をいただいた理化学研究所 水野万亀雄氏に感謝する。なお本研究は昭和 29 年文部省科学研究助成費の補助を受けた。

文 献

- (1) 佐田, 科研報告, 30 (昭 29), 224.
- (2) F. P. Bowden & K.E.W. Ridler, *Roy. Soc., Proc.* (London), A 151 (1936), 610.
- (3) F. P. Bowden & P. H. Thomas, *Roy. Soc., Proc.* (London), A 223 (1954), 29.
- (4) 大越, 佐田, 水野, 機械学会論文集, 21, 107 (昭 30), 555.
- (5) J.C Jaeger, *Jour. Proc. Roy. Soc. N. S. W.*, 76 (1942), 203.

鉄鋼業界・第三次合理化計画

鉄鋼業界は 31 年度から 37 年度まで 7 年間の予定でいわゆる第二次合理化計画を進めているが、33年度から 34 年度にかけてはこの計画の最盛期に当り、主要工事の大半が完成するので、最近業界には早くも第二次に引続く第三次合理化計画の立案にかかっており、一部のメーカにはその大要を発表するものも現われている。

業界関係者の考えている第三次合理化のおもなねらいは (1) 製鉄能力と鋼材圧延能力の不均衡是正, (2) 品種別生産能力の調整, (3) 地域的な需要分布にみあった供給態勢の再編成などを中心とするものといわれているが、このため業界の一部にはメーカ間の設備自主調整の声も起っているなど、このところ鉄鋼業界では第三次合理化をめぐる論議が活発になってきた。

さて、いま業界が行っている第二次合理化計画は 31 年度から 37 年度までの間に約 4500 億円を投じ、完成後には年間鉄鋼生産能力を銑鉄 1385 万トン、粗鋼 2015 万トン、普通鋼熱間圧延鋼材 1383 万トンと計画着手時の 31 年度に比べ、ほぼ 2 倍に増強しようというものである。しかし、鉄鋼の需要は毎年ふえる。

37 度には第二次合理化が完成すれば、それで需要の増加が止まるわけではない。将来の鉄鋼需要の増加に対応する能力拡充を果すことは鉄鋼業界の使命であるというわけで、業界では第三次合理化計画を進めているわけである。

そして最近、特にこの問題が表面化してきた理由は第二次合理化の実施が昨年从去年から今年にかけての間に峠を越すこと、一昨年来の鉄鋼市況の不振から脱し、業界幹部の目が再び数年先をみとおした高い姿勢にもどったことなどによるものである。

このため、住友金属では和歌山製造所に 40 年度完成を目標とし高炉 1 基増設、ホット・ストリップミル、厚板連係設備の新設など、神戸製鋼所は灘浜工場の高炉 2 基増設、富士製鉄も東海製鉄の銑鋼一貫態勢の整備、広畑製鉄所の高炉 2 基の増設、室蘭製鉄所の大中形鋼連続圧延設備新設など、八幡製鉄でも戸畑製造所の製鉄、製鋼圧延部門の均衡と総合的な拡充、日本鋼管でも水江製鉄所の拡充整備、大阪製鋼も西島工場を高炉を新設計画など第三次合理化計画を着々と進めている。

(服部 敏夫)