

# 金屬磨耗の研究の趨勢

(日本鐵鋼協會第 20 回講演大會講演 昭和 13 年 10 月)

齋藤省三\*

## TREND OF THE STUDY ON THE ABRASION OF METALS.

Shozo Saito.

**SYNOPSIS:**—With the progress in the research on the wear by abrasion testing machines, it has become clear that varied experimental conditions have abnormal influence on the wear, the factors such as sliding speed, contact pressure, oxidation, surface temperature, surface smoothness, etc. being of prime importance.

It is lately considered, that the best way for solving the problem of abrasion is in the study of its mechanism. In this paper, the author tries to explain the factors influencing on the abrasion which have become clear until today, and he points out the trend of the research on this line.

金屬の磨耗に関する研究は相當古くより行はれ各方面に互り其の研究結果が發表されて居る。古い研究の一つとして鐵道軌條の磨耗に就て實地敷設してある軌條及び車輪の磨耗状態が發表されて居る。磨耗の問題に限らず一般に研究の始めは實物に就て統計的か又は時々記録に依て調査するのが普通の順序であると思はれる。然るに斯の如き方法に依ると其の結果を求めると長い時間を要し、従て多くの資料を集める事が困難である爲に適當な試験機械を考案して、此れに依て出来るだけ早く其の結果を求めようとしたのである。

試験機は研究者が自から考案せるもの又は専門の試験機製造所で考案せるものがある。既に發表された研究結果の大部分は斯様な試験機に依る結果である。此等の報告を見ると研究者に依り必ずしも一致した値を與へて居ない。例へば炭素鋼の磨耗に於て炭素含有量と磨耗量との關係を見ると、第 1 圖に示す如く炭素量と磨耗量とは反比例する様な場合と比例する様な場合とがある。即ち結果が反對になつて居る様に思へる。此れは試験機の相違から起つたのであつて、或る人は鑄鐵の如き標準材料との摩擦に依る磨耗を研究し、或る人は此の標準材料に紙鑪を採用し、又或る人は同一材料の相互の摩擦に依る磨耗を研究したからである。元來磨耗試験機はその性質上條件を出来るだけ單純に設計されて居る。其の條件の相違が磨耗量の色々な値を示すのであつて、場合に依ては同一材料でも反對の結果をも示すのである。従て今日迄發表された文獻より耐磨耗性のものを選定しようとするとその判断に苦しむ場合が相當多

いのである。

近年磨耗の研究が進むに従て磨耗に關係する條件が非常に多くあつてそれ等が多種多様に組合さつて磨耗を起す事が明らかにされて來た。今日迄に知られて居る磨耗に深い關係のある條件の主なものを簡単に説明すると

### 1) 摩擦面に油の様な潤滑剤が有るや否や

此の事は周知の事で油が有ると無いとでは磨耗量に數十倍、數百倍の差がある。

### 2) 摩擦面の接觸壓力は如何

材質に依て異なるが一般に接觸壓力と磨耗量とは比例をしない、例へば鑄鐵に於ては磨耗の限界壓力があつて、第 2 圖に示す如く此の壓力を越えると急に磨耗が増加する性質がある。鋼では此の限界壓力は明瞭でない。尤も鑄鐵に於ける限界壓力も試験機に依て異なるものであつて一定しない。最近の研究結果に依れば物體が摩擦により磨耗してゐる時の眞の接觸面積と見掛の接觸面積とは大に異り眞の接觸面積は見掛の接觸面積の數十分の一であると云ふ事が言はれて居る。従て假令へ限界壓力があつても試験機の構造に依り眞の接觸面積が異なる場合は見掛の接觸面積より測定する限界壓力が異なる様に見えるのは當然である。

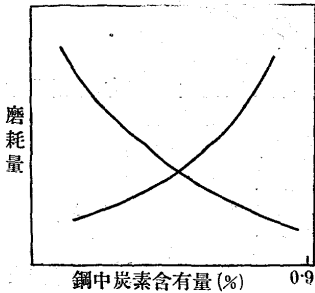
### 3) 摩擦面の相對速度は如何

摩擦速度も磨耗に大きな影響を與へ、材質に依り異なるが鑄鐵では第 3 圖に示す如く 0.8 乃至 1.0 m/s 位の速度の時に磨耗は最大となりそれ以上でも以下でも磨耗が減少する其の差が五、六倍以上に達する。鋼にも此の現象があるが鑄鐵程甚しくない。

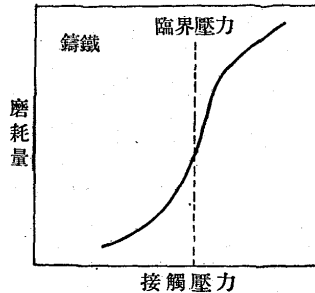
### 4) 摩擦の相手が一種なりや二種以上なりや

\* 住友金屬工業株式會社製鋼所

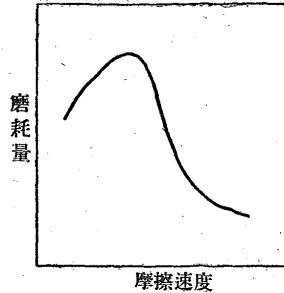
第1圖 鋼中炭素含有量と磨耗量との關係



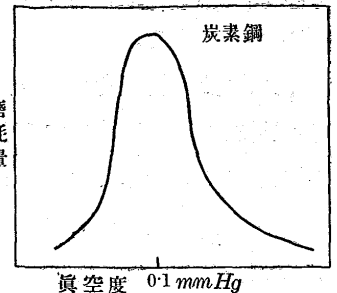
第2圖 接觸壓力と磨耗量との關係



第3圖 摩擦速度と磨耗量との關係



第4圖 眞空度と磨耗量との關係



此の問題は最も大きい影響を與へてゐる様に思はれる。實際の場合には數種のもの一つの摩擦系統内に入て來る事が多い。試験機の多くは試験片と相手が一種の摩擦の場合が多いから試験機で求めた結果と實際と一致しない事が多い。例へば鋼と鋼とが摩擦して居る時、其の摩擦面の一部に鑄鐵を摩擦させると(車輪の制輪子が二つある時一方を鋼とし一方を鑄鐵とした様な場合)鋼の磨耗は著しく減少し場合に依ては數十分の一、數百分の一になる。此の現象は「軌條と車輪と制輪子」との場合、コンミュテーターの如く炭素棒と鋼と絶縁物との間の如き場合に起るのであるが、車軸と軸受との間に油やグラファイトを入れた場合も此の特殊な場合に考へられる。

5) 摩擦雰圍氣は如何

磨耗は酸化作用と深い關係があるので摩擦が空氣中では行はれてゐるか他のガス中であるかは非常に問題になる。アムスラー試験機に依り鋼に就て試験した結果、摩擦雰圍氣を眞空にし眞空度を高めるに従て空氣中よりも磨耗量を増加し第4圖に示す如く 0.1 mm Hg 位の眞空度で最大になる。水素ガス、窒素ガス中では空氣中よりも磨耗量が遙かに多い。

6) 接觸面の温度如何

摩擦に依り接觸面の温度は上昇するがこの事は表面酸化或は硬度等に影響を及ぼすので重要な問題である。常溫で磨耗してゐると思はれる場合でも接觸面の温度は其の材料の熔融點に達して居ると云ふ研究もある。

此の外にも磨耗に影響を及ぼす因子があるがこれ等が同時に關係して居るから極めて解決が困難なのである。

以上述べた様な事から考へて試験機で實驗する事は實地應用には不適當であるとも考へられるので實地試験又は實地に極めて類似の試験装置を造て試験する事が相當行はれたのである。住友製鋼所に於て鐵道省と聯合して小型の電車を圓形軌道上を運轉して車輪と軌條の相互磨耗を研究し

たり、米國のベル・テレホン研究所で電話機のスイッチや自動電話機の料金を入れる處の磨耗を實際のものと同じのもので試験したりする方法が其の一例である。此の方法は最も有效であるが時日と研究費とを多く要しその上試験したものに限て其の結果を用ひられるが他の場合に應用が出来ない場合が多い。その理由は前述の如く條件が複雑であるからである。然し乍ら此處に大いに考慮しなければならぬ重要な事柄がある。それは實地試験で得た結論に誤りがあつた場合に其の結果に一般的の信頼性がある丈けに將來の發達を阻害する事があり得る。

例へば電車線路に於て使用するパンシユウに就て述べるに研究室に於て銅線に對して尤も耐磨耗性ある合金を發見したとする、此れを實地試験する際に多くは先づ試験的に一つのパンシユウに此の新合金を取り付けて試験する事になる。其の結果が豫期の成績が上らないと此の合金は實地試験で成績不良と云ふ結論が下され葬られてしまふのである。此の事は磨耗に就ての基礎研究が不足した事から起るのである。パンシユウの磨耗は常に相手の銅線に依て磨耗されるのであるから相手の銅線の接觸面の状態が尤も肝要なのであつて、此の線路を走る車輛が 100 臺あつて此の内 99 臺まで從來の銅板のパンシユウを使用して居るならば銅線の接觸面は此等 99 臺の銅板のパンシユウとの摩擦に依て表面が粗荒になつて居る。此の状態の銅線と1ヶの新合金との摩擦に依る磨耗は新合金の本當の性質を示さない。實驗室で得たと同一結果を求むるならば此の線路を走る車輛全部即ち 100 臺全部新合金のパンシユウに替へ、前使用の銅板パンシユウの銅線に對する影響が無くなる迄豫備運轉を行ひそれから後の磨耗量を測定しなければならぬ。斯の如くすれば良結果を示すのである。

斯の如く各種各樣の場合の實地試験を行ふには時間と費用とを非常に要し、且場合に依ては誤れる判斷を下す恐れもある。又少し設計を變更すれば磨耗防止の上からもつと

有効な事がある場合でも此の發見が困難である。例へば速度を變へたり、接觸壓力を變へる等は實地試験では困難が多いからである。

從て研究の目標を再び單純化して磨耗に關係する條件を各種材料に就て明瞭にする事が一般的に應用する上にも必要な事になって來たのである。即ち磨耗の機構の研究をなし此の機構が假令あらゆる材料に就て見出されぬとしても鋼や鑄鐵或は銅合金等に應用出来るならば耐磨耗の研究が一段と進歩する事と思はれるのである。日本學術振興會に於ても斯の如き理由から一般磨耗の研究とせず「磨耗の機構に關する研究」として委員會を造つたものと思はれる磨耗の機構に關する研究を進める事が一見極めて遠廻しの研究の如く見えるが磨耗の問題を解決する最も近道であると

も考へられるのである。

例へば

- 1) 材料疲勞と磨耗との關係
- 2) 接觸面の凹凸と磨耗との關係(速度, 壓力, 凹凸の形狀, 硬度等より見たる突起物破壊の機構)
- 3) 接觸面の溫度と磨耗との關係
- 4) 接觸面の酸化と磨耗との關係
- 5) 接觸面の凹凸を他の物質にて象嵌する現象と磨耗との關係

等に就て研究を進める事が肝要であり此れ等の研究が磨耗の問題を解決する近道であると思はれ從て此の方面の研究が漸時盛んになりつゝあるのである。