

# 重水素核衝撃による放射性ピストンリングについて

On a Study of Engine Wear by the Aid of Radioisotopes Rep. I —Availability of Piston-ring Irradiated by Deuteron for Engine Wear Determination—

加藤正夫・津田野敏・高井義郎・梅原 明

## I. 緒言

RI の工業への利用の分野において、放射性ピストンリングを用いたエンジン摩耗の研究は現在欧米で盛んに行われているが、これに用いられているピストンリングは原子炉などの中性子で放射化したものが大部分のようである。中性子を用いればピストンリングの放射能をほぼ均一に分布させることができ、したがって摩耗実験に対しては摩耗量と放射能との関係が直線的になって最も都合のよいものといえる。

一方物質の放射化ということから考えると、放射化は中性子にかぎらず、陽子、 $\alpha$  粒子、重水素核その他の重粒子で物質を衝撃することでも可能であり、とりわけ中性子とともに RI の製造によく利用されている重水素核でピストンリングを放射化し、その放射化したピストンリングで摩耗実験を行ってもよいのではないかという問題が生れる。

昨年7月、京都大学のご好意により、ピストンリングを同大学のサイクロトンで放射化する機会を得たので以下の実験を行った。この実験は重水素核で放射化したピストンリングがどのような性質をもつか、エンジン摩耗実験に使うとすれば中性子で放射化したピストンリングにくらべてどんな点が問題になるのか、またピストンリングだけでなく重水素核で衝撃したターゲット物質が他方面の研究に利用できないかどうかを検討するために行ったもので、いわばエンジン摩耗実験の予備の実験である。

## II. 実験

### 1. ピストンリングの放射化について

衝撃条件としては

- 加速装置 15 Mev サイクロトン (京都大学化学研究所)
  - ビーム 15 Mev 重水素核
  - 衝撃量 7.6  $\mu$ A · hr
  - 衝撃時間 30 分
  - 試料 ローソンエンジンピストンリング
- |   |    |     |                          |
|---|----|-----|--------------------------|
| { | 組成 | wt% | Fe 92.5, C 3.85, Si 2.60 |
|   |    |     | Mn 1.00, P 0.5, Cu 0.1   |
|   |    |     | Cr 0.05, その他, S, Ni,     |
|   |    |     | Co, など                   |

衝撃日時 1957年7月25日午後8時から

で、上記ピストンリング5本を重ね合わせて衝撃を行った。

### 2. 放射能の分布および深さ

#### a. 放射能の平面的分布

放射能の平面的な分布を直観的に知るためにX線フィルムでオートラジオグラフィを行ったのが写真1である。ここで白い部分が放射線で感光したところである。

しかし写真1では放射化層の生成は不明であるので、ピストンリングのまわりに鉛箔を巻きストリッピング型原子核乳剤膜でオートラジオグラフィを行ったのが写真2で、白い部分が放射化層をあらわしている。



写真1 ピストンリングのオートラジオグラフィ(1), X線フィルム使用

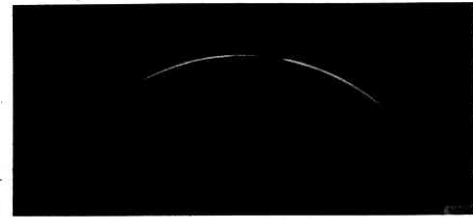
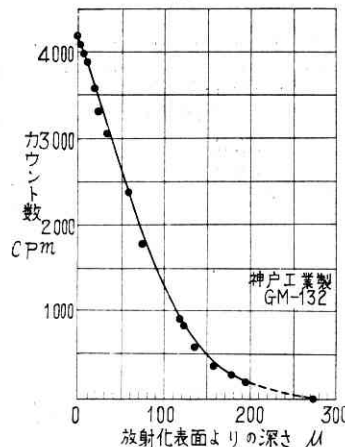


写真2 ピストンリングのオートラジオグラフィ(2), ストリッピング型原子核乳剤膜使用

#### b. 放射能の深さ方向の分布

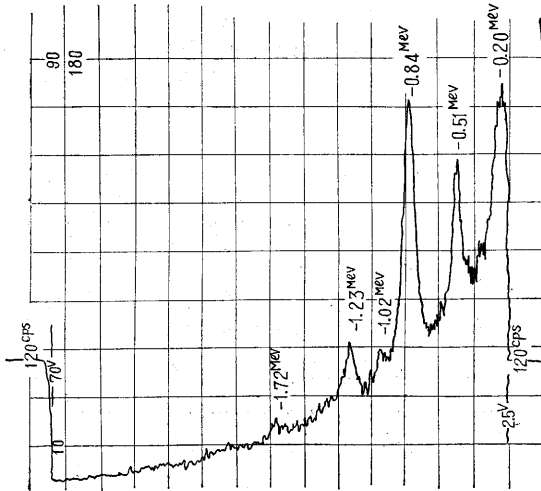
放射化層は写真でもわかるようにピストンリングの円環に対して三日月型になっていることがわかるが、その厚さは重水素核の Fe 中の飛程 (15 Mev で 316 $\mu$ ) よりも薄いことは当然であるが、その何%にあたるかを調べてみた。まずピストンリングの放射能最強部を一定の大きさに切り取り、HCl に溶



第1図 放射能の深さ方向の分布

り取り、HCl に溶

解しながらその重量減をはかり、表面が均一に溶解したと仮定して放射化表面の溶解量を算出するとともに放射能の測定を行い、その間の関係を求めたのが第 1 図である。この実験により放射化層の厚さは最大 280  $\mu$  (194 mg/cm<sup>2</sup>) 程度と考えられ、重水素核の飛程の 90% 程度が放射化されたものと考えられる。



第 2 図  $\gamma$  線スペクトル

3. 生成 RI の種類

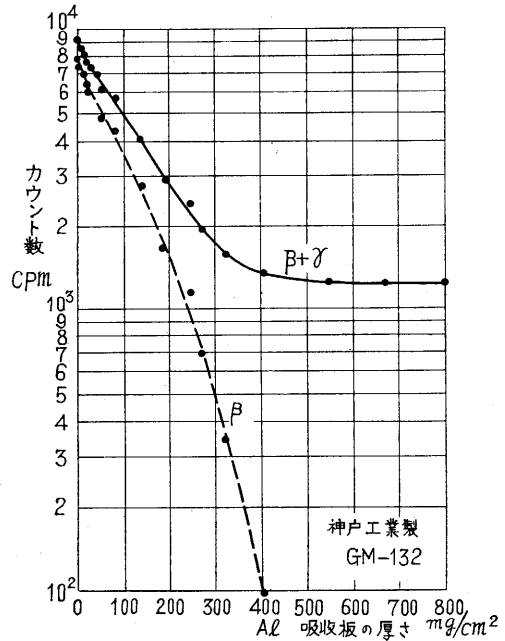
ピストンリングの成分元素は前掲のとおり、Fe が大部分を占めているが、生成した RI も長寿命のものは Fe に由来するものが多いと考えられる。第 2 図に  $\gamma$  線スペクトルを示し、第 1 表にスペクトルと生成を予想される RI との対応、核反応などを示した。

第 1 表  $\gamma$  線スペクトルとエネルギーの対応

		生成 RI の $\gamma$ 線エネルギー Mev					
RI		<sup>54</sup> Mn	<sup>56</sup> Co	<sup>57</sup> Co	<sup>58</sup> Co	<sup>32</sup> P	<sup>55</sup> Fe
0.12	Mev	—	—	0.119	—	—	—
0.20		—	—	—	—	—	0.21
0.84		0.84	0.845	—	0.81	—	—
1.23		—	1.26	—	—	—	—
1.72		—	1074	—	—	$\beta$ -1.70	—
核 反 応		<sup>56</sup> Fe (d, $\alpha$ )	<sup>56</sup> Fe (d, 2n)	<sup>56</sup> Fe (d, n)	<sup>57</sup> Fe (d, n)	<sup>31</sup> P (d, p)	<sup>55</sup> Mn (d, 2n)
半 減 期		324d	80d	270d	72d	14.3d	3.0y

4. Al 箔による放射能の吸収

ピストンリングの放射能の吸収曲線を Al 箔で求めてみれば第 3 図のようになる。その  $\beta/\gamma$  比は摩耗量の計測のときに問題になってくる。



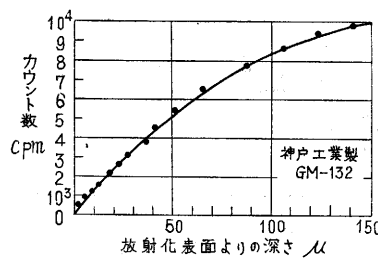
第 3 図 放射能吸収曲線

III. 考 察

1. 放射性ピストンリングのエンジン摩耗実験への適用

重水素核衝撃で放射化したピストンリングをエンジン摩耗実験に適用するには実際の摩耗量、摩耗量と放射能計数値との関係、摩耗量が測定できるとすればその精度、実験回数などの点が検討されなければならないが、摩耗量は従来の経験および実験より 1~5 mg/hr とみて、摩耗量と放射能計数値との関係を端密型および液浸型 GM 管使用の各場合について求めてみた。

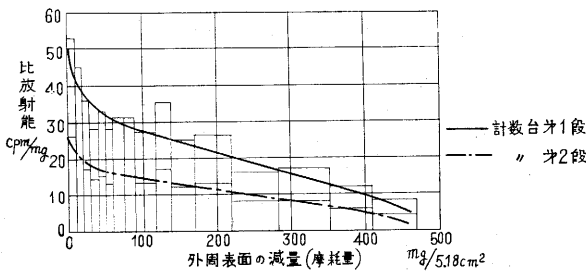
a. 端密型 GM 管の場合 摩耗はピストンリングとシリンダーの接触部(ピストンリングの外周表面)で均一におけると仮定して、外周表面の減量(深さ方向)と HCl 溶液中に出る放射能の関係を示したのが第 4 図で



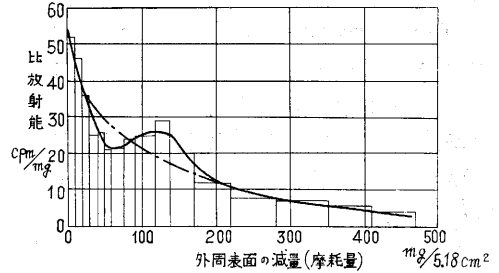
第 4 図 放射能~摩耗量の関係(1)

ある。これを書きなおして横軸に外周表面の減量(摩耗量)をとり、縦軸に比放射能をとった図が第 5 図である。これより、  
 二つの放射能の差が識別できる限界値を 20 cpm とすれば、端密型 GM 管で計数する場合には比放射能が小さすぎるため精度よく計測できないであろうし、一方この場合には試料調製の問題が入って種々の点で検討すべき必要が生ずる。

研究速報



第5図 摩耗量～放射能の関係(2), 端窓型 GM 管の場合



第6図 摩耗量～放射能の関係(3), 液浸型 GM 管の場合

b. 液浸型 GM 管の場合 液浸型 GM 管の試料採取率は 17 ml/1,000 ml であり, 端窓型 GM 管の 20 ml/1,000 ml とほぼ同様であるが, この場合には試料調整それに付随する諸操作が省ける。

前と同様に比放射能と摩耗量の関係を求めたのが第6図である。この場合表面が均一に HCl に溶解したとすれば鎖線のような曲線が得られるはずである。

液浸型 GM 管で計測を行った場合には, この図より外周表面 (5.18 cm<sup>2</sup>) の摩耗 50 mg (表面より 15 μ) までは実験は可能であろうがそれ以上は計測精度の点から多くの実験回数は望めないと考えられる。

2. 今後の問題点

本実験に関して問題となる点は HCl への溶解時における HCl 濃度と溶解性の問題, HCl と潤滑油の放射線吸収の差異などがあるが, これはおいて検討することとして摩耗実験を実際に行うときの問題となる点を述べてみると,

a. 半減期 放射能壊変曲線よりこの試料についての混合放射能の半減期は 70~80 日程度であることがわかった。

b. 衝撃量, エネルギーの問題 衝撃量は精度の点から現在の 4~6 倍 (30~50 μA·hr) が必要であろう。また重水素核のエネルギーは放射化層を厚くするために高いものが望ましい。

c. 衝撃方法 本実験では衝撃時ピストンリングを静置したままであったが, これを水平に回転しつつ衝撃すれば水平方向に放射能分布の差がなくなり深さ方向の分布だけになるから計測, 精度, 解析上好結果を与えるものと予想される。

IV. 結言

本実験はエンジン摩耗実験の基礎的, 予備的実験として行ったが, まだ種々の点で検討を必要とする問題が多く含まれてはいるけれども, 重水素核衝撃による放射性ピストンリングの摩耗実験への実用化は可能であると考えられる。また表面状態の研究などにターゲット物質が広く活用されるものと思われる。

本実験を行うに当たって種々ご指導, ご援助を賜った京都大学木村, 竹崎尚教授, 植村助教, 東大生産技術研究所小林助手に厚く御礼申上げる。(1958. 2. 20)

次号予告(5月号)

巻頭言

電子顕微鏡による金属の研究.....谷 安正

研究解説

計数率計の高速化.....森脇 義雄  
河村 達雄

ドリフト・トランジスタの誘導性アド.....安達 芳夫  
ミタンスとその接合障壁容量.....後川 昭雄

研究速報

エネルギー源としての熱核融合反応.....富永 五郎

Pb-0.02%Ag 合金の時効.....西川 精一

磁気テープ録音式多重情報蓄積装置.....藤高 周平  
野村 民也  
田代文之助  
山本 尚志

生研ニュース

正誤表(3月号)

頁	段	行	種別	正	誤
1	右下		第2図(d)	t/2	1/2
5	"	下3	本文	6kg-m/cm <sup>2</sup>	6kg-m/cm <sup>2</sup>
10	左	5	"	研削する方法	研究する方法
11	左	12	"	大きさEの	大きさの
12	右	下17	"	0 < ε, ε' < 1	0 > ε, ε' < 1
13	"	12	"	k ≥ 1	k ≥ 0

☆

☆

☆