

## ダクタイル鑄鉄の一二の性質について

—キャビテーション・エロージョン試験—

—磨耗およびピッチング限界応力—

西山太喜夫\* 牧野亘作\*\*

## Ductile Cast Iron and Its Characteristics

Cavitation and Erosion Test and Wear and Pitting Limit Stress—

By Takio Nishiyama and Kōsaku Makino

Kameari Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

Using a magnetostriction vibration system cavitation and erosion tester, the writers measured the amount of erosion of various metals dipped in pure water, such as ductile cast iron as cast, hardened, annealed and tempered, gun metal, cast iron, steel, etc. and studied the results on the comparative basis.

The results showed that the ductile cast iron underwent less corrosion than other metals and in the hardened one the corrosion was observed much less; in another words, there is a close relationship between the hardness of this iron and the amount of erosion, the latter decreasing as the former becomes greater. Then the writers tested this iron to see its wear resistance and sought the pitting limit stress thereby providing valuable data for determining allowable stress on tooth surface of gears, etc. The stress is measured to be around  $48 \text{ kg/mm}^2$  in case of ductile iron with pearlite structure.

## 〔I〕 緒 言

鑄鉄熔湯にMg処理を行つて、黒鉛を球状化せしめたダクタイル鑄鉄は、その機械的性質、耐磨耗性、耐熱性など<sup>(1)</sup>がすぐれているので広く実用に供せられる気運にある。ポンプ、水車などの水力機械材料として使用する場合にはキャビテーション・エロージョンに対する性能が問題になる。よつて磁歪振動方式によるキャビテーション・エロージョン試験法により、ダクタイル鑄鉄の鑄造のまゝおよび焼入、焼戻による種々の組織につき試験を行うと同時に砲金、鑄鉄、鋼のごとき二三の他の材質との比較を行つたところ優秀な結果をえた。

ダクタイル鑄鉄の耐磨耗性は優れているが<sup>(1)</sup>、これを歯車類に使用する場合には、歯面の許容応力決定のためピッチング限界応力を知ることが必要であるが、これを求めた実例がないのでこの限界を求める磨耗試験を行つた。ダクタイル鑄鉄の耐磨耗性のよい組織はパーライト

組織であるので、まずパーライト組織のものにつきアムスラー式磨耗試験機を用いて実験を行つた。これらの結果を取纏めて報告する。

## 〔II〕 キャビテーション・エロージョン試験

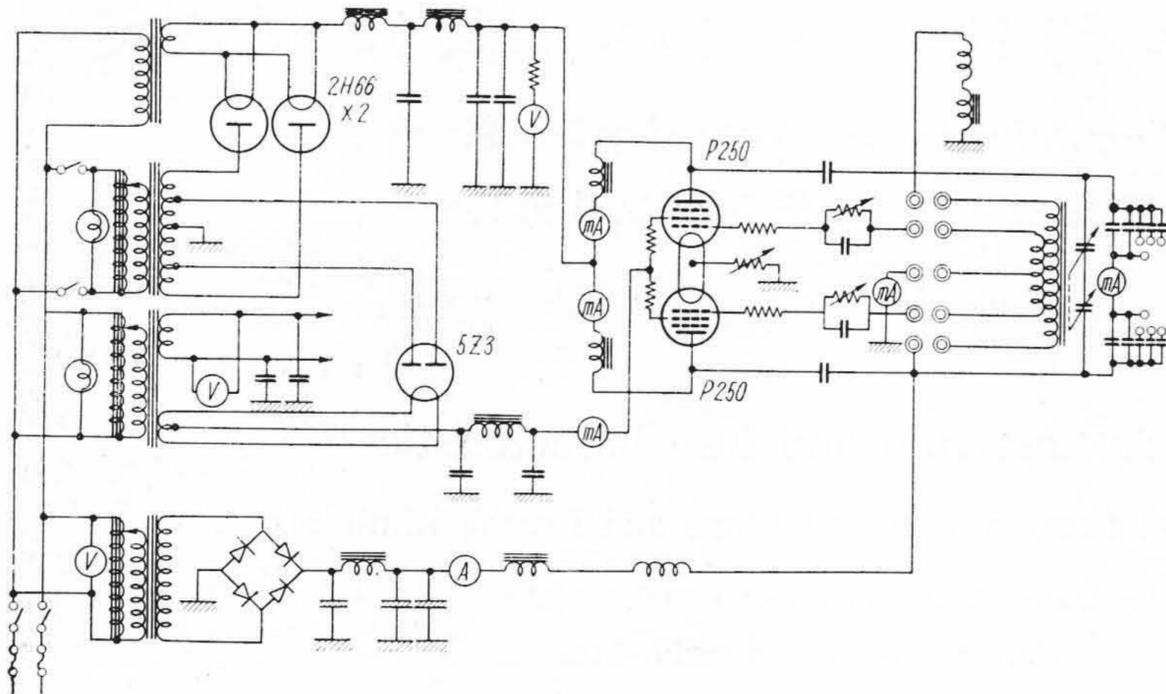
## (1) 実験方法

## (A) 磁歪振動方式によるキャビテーション・エロージョン試験法

この方式による試験法は1932年 N. Gaines<sup>(2)</sup>の研究報告に始まり、その後種々研究されて<sup>(3)(4)</sup>今日に至っているが、短時間で結果をうる便利な方法として利用されるにいたつた。本研究に使用した装置は日立製作所日立研究所で完成されたものである。

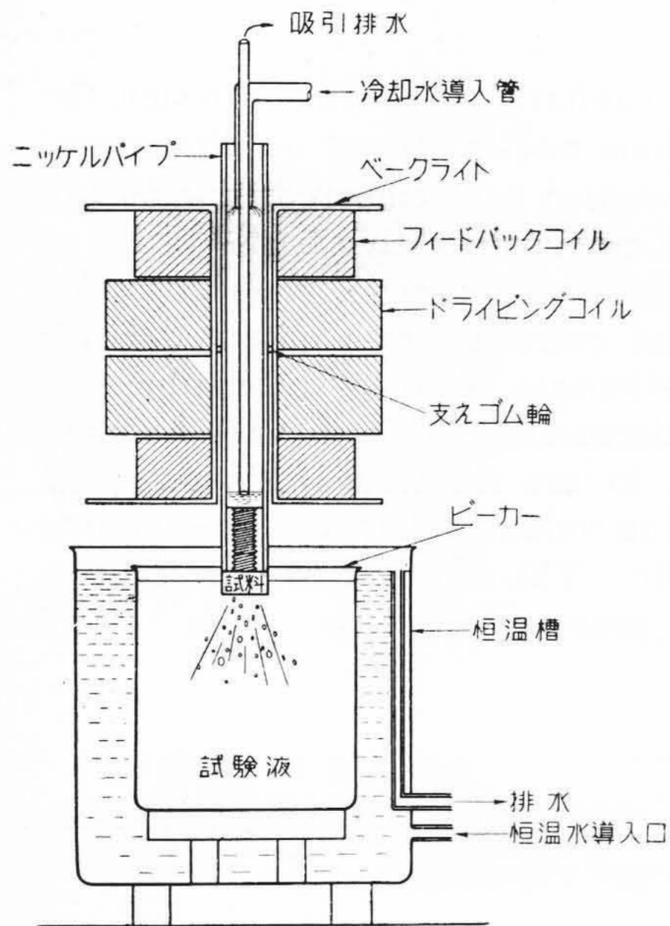
この方法はニッケルパイプの磁歪現象を利用したもので、発振器の出力回路のコイルの中心にニッケルパイプを支持すればパイプは高周波の縦振動を生ずるので、そのパイプの先端に試験片を固定して試験液中に浸すときは、試験片の先端に強力なキャビテーションが発生し、

\* \*\* 日立製作所亀有工場



第1図  
発振回路の配線図

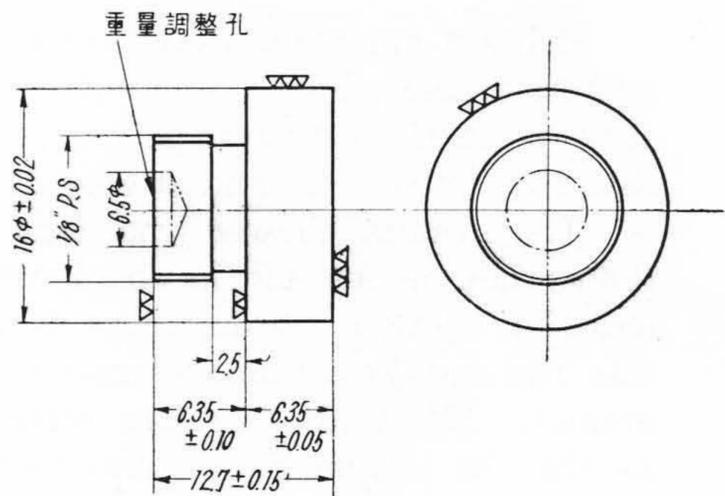
Fig. 1.  
Diagram of Oscillation  
Circuit



第2図 磁歪振動式キャビテーション・エロージョン試験装置

Fig. 2. Magnetostriction Vibratory-Type Cavitation-Testing Apparatus

材料が濃蝕を起すことを利用したものである。発振器の配線図を第1図に示した。発振管はP250を使用し、電源容量3kVA、周波数範囲5,700~7,000~,出力400Wで、電源電圧自動調整装置を備えている。振動装置は第2図に示すごとく、ドライビングコイル中心に直径16mm、厚さ0.7mm、長さ305mmのニッケルパイプを支持し、その先端に第3図のごとく加工した試験片を固定して、試験液の中にその半分を浸す。ニッケルパイプの内側には冷却水を流下せしめ、それを底部からアスピレータを利用して吸出している。試験液の容器は水槽の中



第3図 試験片  
Fig. 3. Test Piece

に入れ、水槽には温度を一定に保持した水を流入せしめて試験液を常に所定の温度に保持した。(第4図(a)(b))

試験片の振動数は6,300サイクルとした。発振回路の周波数はドライビングコイルの外側に巻きつけたサーチコイルに誘起される電圧と校正用の低周波発振器の出力電圧とをブラウン管オシロスコープに入れ、リサーチ図形を画かせて測定を行った。

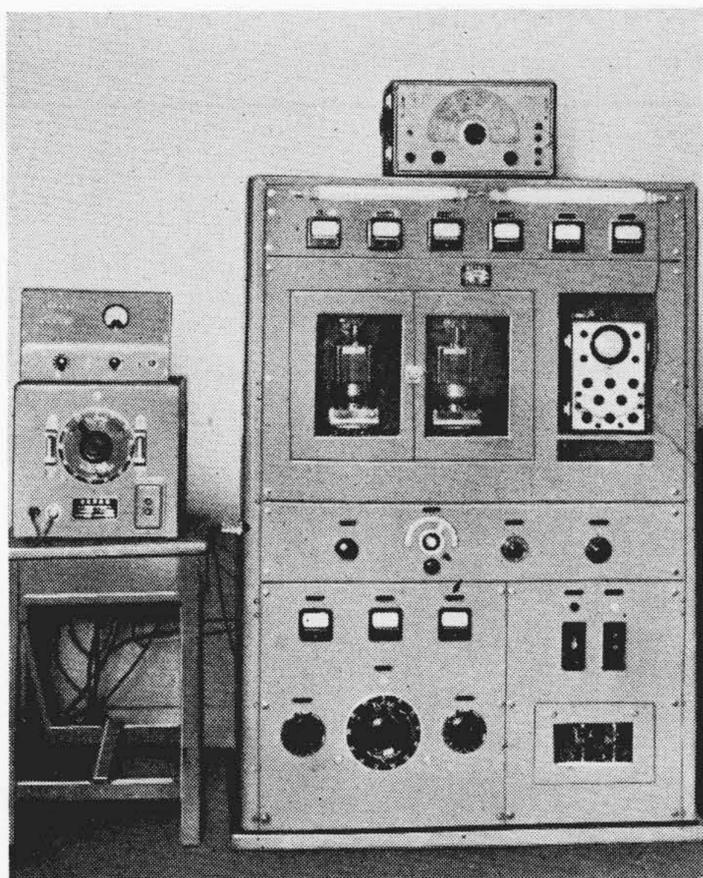
試験片の形状寸法は第3図に示すごとくで、重量は12gである。

(B) 試験液

試験液は今回はイオン交換樹脂で精製した純水を使用し、液温を25°Cに保持した。

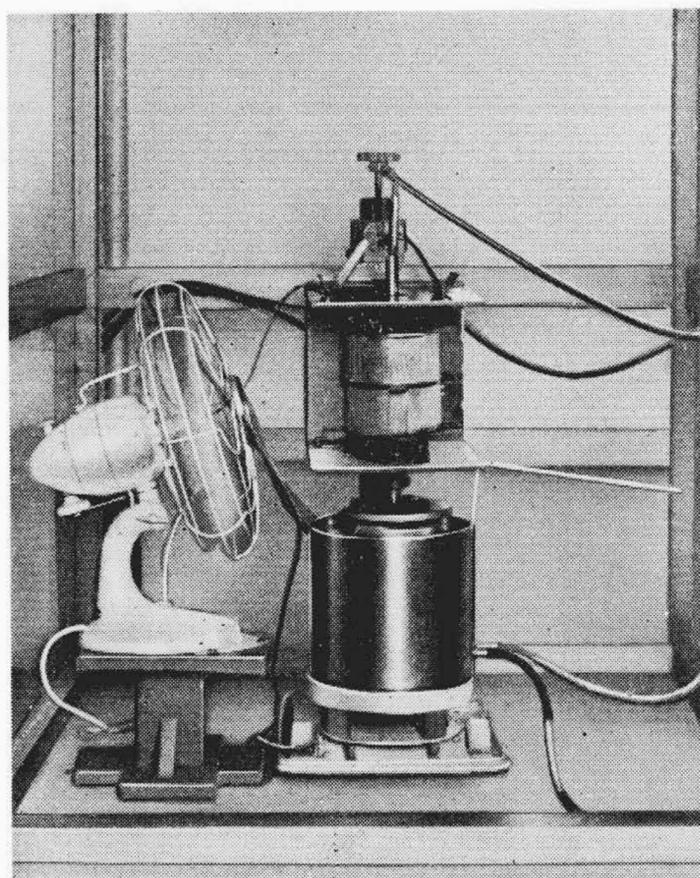
(C) 試料

ダクタイル鑄鉄の試料は製品鑄造用のキューポラ熔解の熔湯を第5図のごとき試片に鑄造し、その下部より抗張試験片およびキャビテーション・エロージョン試験片を採取した。たゞしSFC-1(第1表)の試料は普通鑄鉄の熔湯をMg処理して採ったものである。鑄造のまゝお



第4図(a) 磁歪振動式キャビテーション・エロージョン試験装置

Fig. 4. (a) Magnetostriction Vibratory-Type Cavitation Testing Apparatus



第4図(b) 磁歪振動式キャビテーション・エロージョン試験装置

Fig. 4. (b) Magnetostriction Vibratory-Type Cavitation Testing Apparatus

第1表 試料の化学成分

Table 1. Chemical Composition of Samples

符 号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo
*D	3.14	2.43	0.33	0.051	0.027	—	—	—
SFC-1	3.26	2.63	0.54	0.178	0.021	0.58	—	—
SFC-2	3.55	2.43	0.33	0.023	0.019	1.01	—	—
Fc 23	3.38	2.06	0.67	0.160	0.085	—	—	—
S 35 C	0.36	0.24	0.63	0.025	0.012	—	—	—
5%Cr-Mo	0.14	0.94	0.59	0.023	0.017	—	5.32	0.50

\* 第4表の DC 6~D 6 A に相当する。

第2表 試料の化学分析値

Table 2. Mechanical Properties of Samples

符 号	Cu	Sn	Zn	Fe	Mn	Pb	P	Al	Ni
BC 3 B	89.20	0.96	8.84	Tr	—	Tr	—	—	—
BC 1	89.70	3.87	6.43	Tr	—	—	Tr	—	—

よびD試料(第1表)を850°Cより油焼入れしたものを300, 450, 550, 700, 750°Cの各温度で30分間加熱し油中冷却したところの各組織の試験片につきキャビテーション試験を行つた。

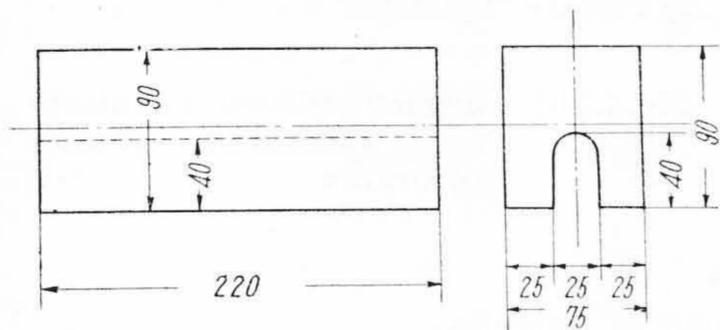
これらのダクタイル鋳鉄と比較するために、砲金(BC 3 B)および(BC 1), 鋼(S 35 C), 5% Cr-Mo 鋳鋼, 鋳鉄(Fc 23)を選んだ。これらの試料の分析値および機械的性質を第1表~第3表(次頁参照)に示した。

## (2) 実験結果および検討

試験片の端面はエメリ紙 05 で研磨し、ベンゼンにて油脂類を清掃し、化学天秤で秤量した後ニッケルパイプにとりつけて実験した。30分間振動せしめて後試験片をとり除いて秤量を行つて重量減を求める。再び試験片をとりつけて30分間振動せしめてさらに重量減を求める。これを4回繰返して全振動時間120分の重量減を比較した。なお同一試料につき同じ試験を2回行つた。

第3表 試料の機械的性質  
Table 3. Mechanical Properties of Samples

	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 (%)	シャルピー衝撃値 (kg-M/cm <sup>2</sup> )	ブリネル 硬 度	備 考
SFC-1	54.6	0	1.0	285	鑄造のまま
SFC-2	74.8	1.8	1.5	262	鑄造のまま
DC 6	73.0	2.0	0.62	285	鑄造のまま
D 1	54.0	0	0.32	578	850 °C×1 h 油焼入
D 6	106.0	0	0.80	514	850 °C×1 h 油焼入 300 °C×0.5 h 油冷
D 5	126.0	0	1.50	429	850 °C×1 h 油焼入 450 °C×0.5 h 油冷
D 4	106.0	1.1	1.50	352	850 °C×1 h 油焼入 550 °C×0.5 h 油冷
D 3	78.7	6.4	4.30	262	850 °C×1 h 油焼入 700 °C×0.5 h 油冷
D 2	80.0	7.75	6.70	241	850 °C×1 h 油焼入 750 °C×0.5 h 油冷
DA 3	59.0	11.0	2.40	201	910 °C×4 h 炉冷
D 6 A	50.1	22.2	—	170	完全焼鈍
Fc 23	23.4	0	1.9	201	鑄造のまま
S 35 C	57.5	29.1	8.4	149	
5% Cr-Mo	84.0	15.9	6.0	229	900 °C×4 h 空冷
BC 3 B	22.2	11.2	2.6	65	鑄造のまま
BC 1	21.9	16.8	11.1	61	鑄造のまま



第5図 鑄造試験片  
Fig. 5. Casting of Sample

同一試料に対する2箇の結果はよく一致していて、再現性があることを示している。各試料の2箇の平均値をグラフに示したものが第6図および第7図である。各試験片の潰蝕面の状況を示した写真が第8図(a)(b)で、顕微鏡組織を第9図に示した。

(A) 鑄放し状態における潰蝕量

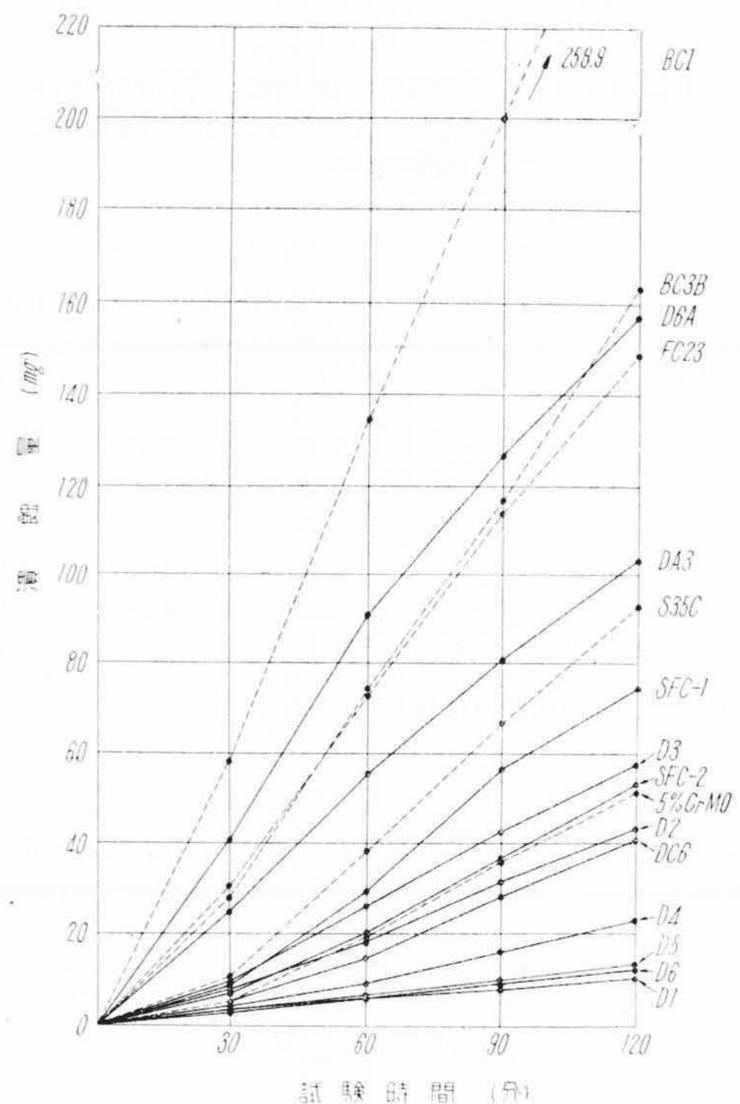
第7図および第8図にあきらかなごとく、ダクタイル鑄鉄は

(a) 鑄放しのままでも普通鑄鉄、砲金などよりは潰蝕量が著しく少く、5% Cr-Mo 鑄鋼の焼準状態のものと同様である。

(b) 鑄放し状態の SFC-1 が SFC-2 および DC 6 より潰蝕量が多いのは、第9図の顕微鏡組織でわかるように、SFC-1 には球状化不完全の準片状黒鉛が相当存在していることが原因の一つのごとく考えられる。

(B) 熱処理の影響

(a) 焼入状態の組織はマルテンサイトであり、硬度が高く、その潰蝕量は他のものに比し著しく少い。  
(b) 焼入れしたものを焼戻しすると、焼戻し温度が



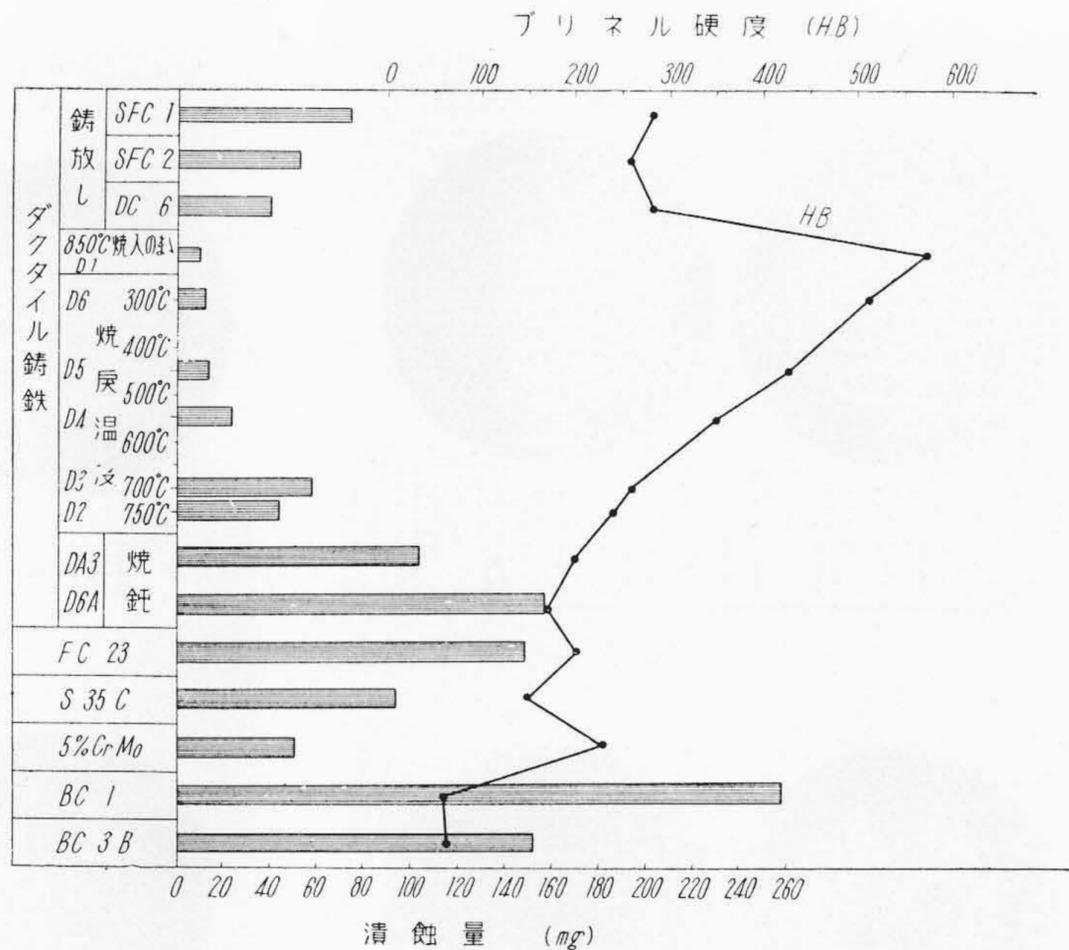
第6図 キャビテーション・エロージョン試験による潰蝕量

Fig. 6. Results of Cavitation Erosion Test

高くなるにつれて、組織はトルースタイト、ソルバイト、ついでパーライトになり硬度も次第に軟くなるが、潰蝕量は次第に増加している。

(c) 焼鈍してパーライトを分解して行くと、パーライトの減少につれて硬度は低下し、潰蝕量は急速

第7図  
キャビテーション・エロージョン試験による潰蝕量と硬度  
Fig. 7.  
Results of Cavitation Erosion Test and Hardness of Sample



に増加している。地が全部フェライトになっている D6A は FC23 程度の潰蝕量を示している。

(d) 第3表の機械的性質, 特に硬度と潰蝕量を比較してみると(第7図), ダクタイル鋳鉄においては硬度と潰蝕量はほぼ比例的に変化していて, 硬度が高いほど潰蝕量が少くなる傾向をあきらかに示している。しかし材種の異なるものの比較においてはこの関係が成立つとは限らぬようである。

〔III〕 磨耗およびピッチング限界応力

(1) 実験方法

歯車の噛合いは滑りを伴った転り移動であると考え、アムストラ磨耗試験機により、潤滑剤としてモビール #30 を滴下しながら、滑りを与えて磨耗試験を行った。

試験片の形状は第10図(第85頁参照)に示すごとく、外径 30 mm, 厚さ 8 mm で、表面はグラインダ仕上とした。この試験片を上下両軸に固定し、上試験片の回転数を 135 rpm, 下試験片の回転数を 185 rpm として回転

した。したがって両試験片間に生ずる滑りは、上試験片が下試験片に対して37%, 下試験片が上試験片に対して27% となる。

実験中における上下両試験片相互間に生ずる応力はいずれの場合も弾性体として取扱い、ヘルツの式をもつて算出した。ポアソン比が 0.3 の場合は

$$\sigma_{max} = 0.418 \sqrt{\frac{PE}{l} \cdot \frac{2}{r}} = 5.27 \sqrt{P}$$

ただし P: 荷重 (kg)

l: 試験片の厚さ = 8 mm

$\sigma_{max}$ : 最大表面応力 (kg/mm<sup>2</sup>)

r: 試験片の半径 = 15 mm

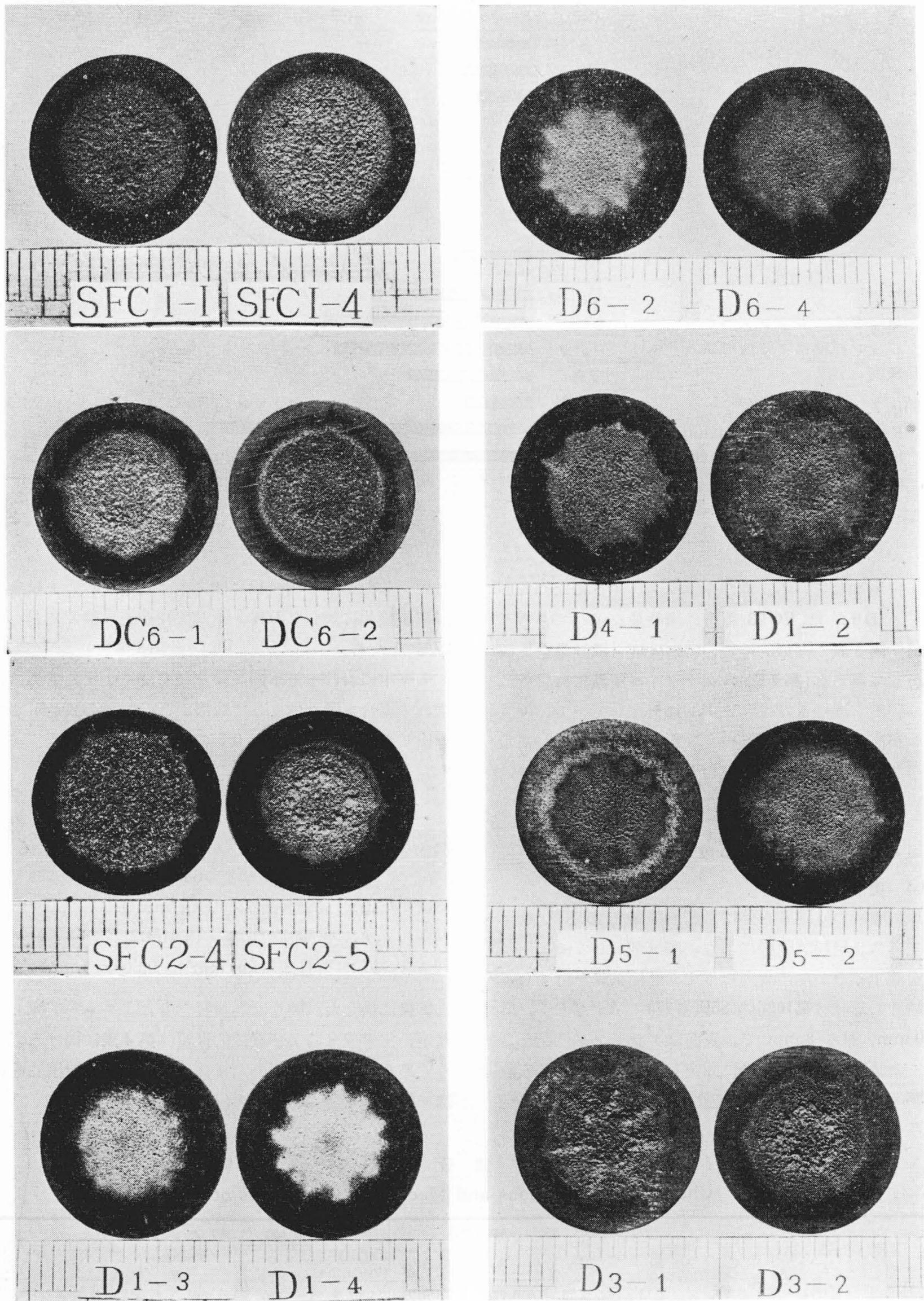
E: 弾性率 (kg/mm<sup>2</sup>) = 9,500 kg/mm<sup>2</sup>

実験に供した試験片は各材質ともに1チャージ宛としたが、化学成分および機械的性質は第4表に掲げるところである。本実験に用いたダクタイル鋳鉄の機械的性質は一般水準のものよりその値が概して小さい。

第4表 試験片の化学成分と機械的性質

Table 4. Chemical Compositions and Mechanical Properties of Samples

材種	符号	化学分析値 (%)					機械的性質			備考
		C	Si	Mn	P	S	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 (%)	ブリネル硬度	
ダクタイル鋳鉄	S1	3.79	2.13	0.36	0.028	0.019	67.5	1.0	262	鋳造のまま (パーライト組織)
	S2	3.63	2.42	0.30	0.091	0.029	55.6	2.58	217	鋳造のまま (ブルアイ組織)
普通鋳鉄	Fc 27	3.38	1.52	1.00	0.190	0.079	27.2	—	223	鋳造のまま (パーライト組織)

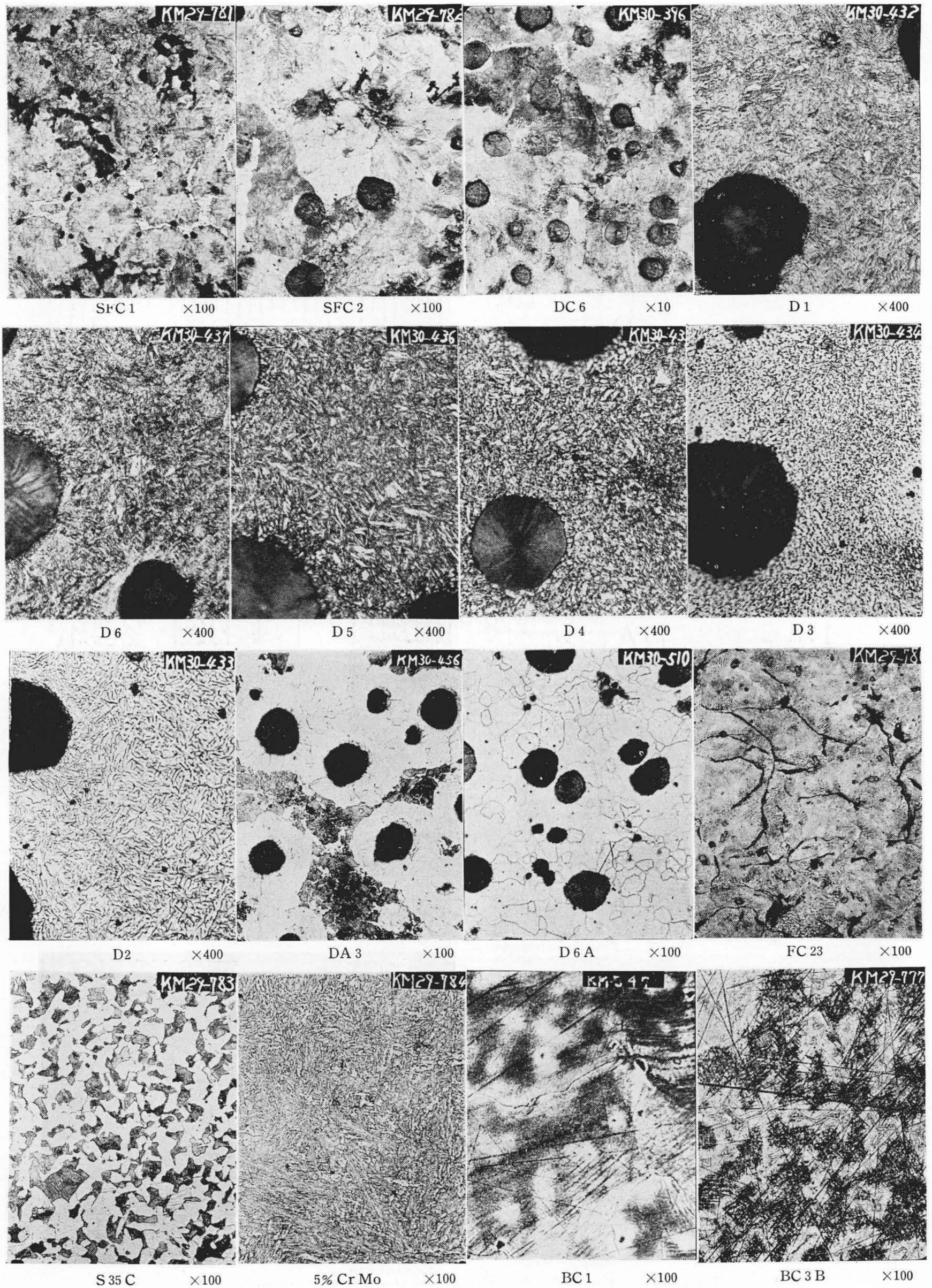


第8図(a) キャビテーション・エロージョン試験後の潰蝕面  
Fig.8.(a) Results of Cavitation Erosion Test



第8図(b) キャビテーション・エロージョン試験後の潰蝕面

Fig. 8.(b) Results of Cavitation Erosion Test



第9図 試験片の顕微鏡組織

Fig.9. Microstructure of Sample

実験は同質材同志の試験片を組合せて、各荷重について磨耗試験を行い、繰返数  $N=1 \times 10^4$  で第1回の磨耗量を 1/1,000 g 目盛の天秤で秤量し、引続き実験を続け同様な秤量を適当な繰返数について行つた。ピッチングの初期現象である亀裂が表面に認められたときをもつてピッチングの発生し始めと考え、それまでの繰返数  $N_p$  を読みとり、さらに実験を続け磨耗量を秤つた。

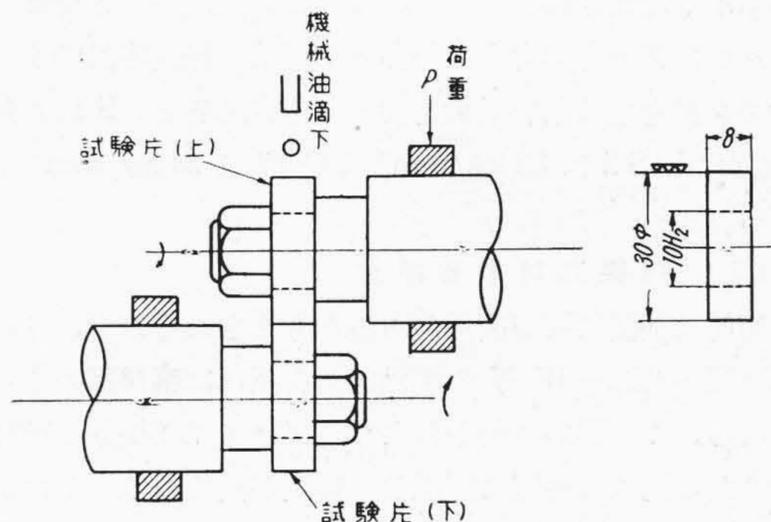
試験片の接触表面附近の顕微鏡組織は第11図～第13図に示すごとくである。第11図は S1 の組織であるが、黒鉛はほぼ完全に球状化しており、地は微細なパーライトである。第12図は S2 の組織であるが、黒鉛は一部が球状化して、塊状または準片状のものが相当あり、地は黒鉛の周りにフェライトの析出したパーライト地で、いわゆるブルアイ組織である。第13図は片状黒鉛を有するパーライト組織である。

(2) 実験結果

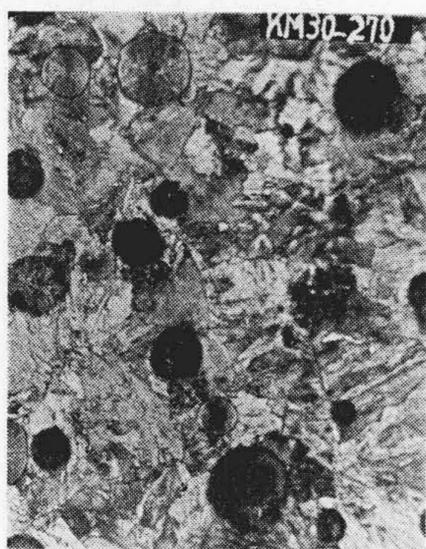
上記のごとく同質材同志を組合せて種々の荷重につき磨耗試験を行つて各ヘルツ応力  $\sigma_{max}$  に対してピッチン

グを発生した繰返数  $N_p$ 、ピッチングが上下いずれの側に生じたかの別および初期磨耗を含めたピッチング発生までの磨耗減量  $W$  を繰返数  $N$  で除した値を第5表に取纏めて記載した。

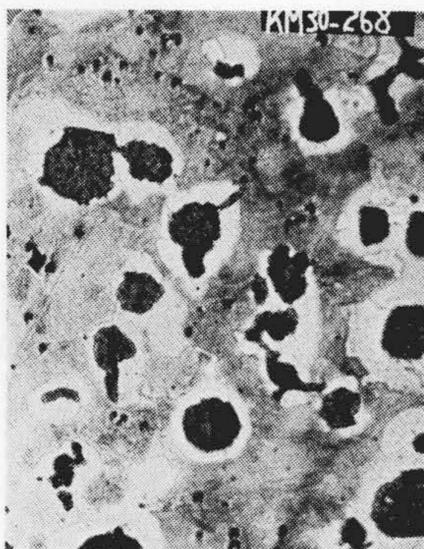
また各材質別に  $\sigma_{max}$  の値に対して  $W-N$  の関係を



第10図 磨耗試験機構  
Fig. 10. Mechanism of Wearing Test



第11図 試料 S1 の顕微鏡組織  
Fig. 11. Microstructure of S1



第12図 試料 S2 の顕微鏡組織  
Fig. 12. Microstructure of S2



第13図 試料 FC 27 の顕微鏡組織  
Fig. 13. Microstructure of FC 27

第5表 磨耗実験の結果

Table 5. Results of Wearing Test

組合せ	ヘルツ応力 $\sigma_{max}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	ピッチング発生迄の繰返数の総繰返数	ピッチングの発生した試験片の別	ピッチング発生迄の磨耗量 (W/N) ピッチング発生迄の総繰返数	
				上試験片	下試験片
S1 : S1	68	8.0 × 10 <sup>6</sup>	上	1.2 × 10 <sup>-5</sup>	0.9 × 10 <sup>-5</sup>
	55	2.5 × 10 <sup>6</sup>	上	0.3 × 10 <sup>-5</sup>	0.04 × 10 <sup>-5</sup>
	48	(7 × 10 <sup>6</sup> 回迄にピッチング発生せず)	—	0.07 × 10 <sup>-5</sup>	0.001 × 10 <sup>-5</sup>
S2 : S2	62	1.1 × 10 <sup>5</sup>	上	3.6 × 10 <sup>-5</sup>	3.6 × 10 <sup>-5</sup>
	54	1.5 × 10 <sup>5</sup>	上	1.6 × 10 <sup>-5</sup>	1.0 × 10 <sup>-5</sup>
	48	2.5 × 10 <sup>5</sup>	上	1.2 × 10 <sup>-5</sup>	1 × 10 <sup>-5</sup>
	42	2.5 × 10 <sup>5</sup>	上	1.0 × 10 <sup>-5</sup>	0.4 × 10 <sup>-5</sup>
	34	8.0 × 10 <sup>5</sup>	上	1.0 × 10 <sup>-5</sup>	0.3 × 10 <sup>-5</sup>
FC 27 : FC 27	48	6 × 10 <sup>5</sup>	上	2.1 × 10 <sup>-5</sup>	1.43 × 10 <sup>-5</sup>
	38	8 × 10 <sup>5</sup>	上	0.3 × 10 <sup>-5</sup>	0.2 × 10 <sup>-5</sup>
	34	5 × 10 <sup>6</sup> 回迄発生せず	—	0.08 × 10 <sup>-5</sup>	0.02 × 10 <sup>-5</sup>

図示すれば第14図～第16図のごとくである。第5表に記せるごとくピッチングはいずれの場合も上試験片にのみ生じていることが観察された。

これらの結果から縦軸に  $\sigma_{max}$  をとり、横軸にピッチングを生じた応力繰返数  $N$  をとり、関係図を画けば第17図に示すごとき線図がえられる。この線図から各材質のピッチング限界応力すなわち無限回数の繰返応力でもピッチングを生じない最大応力  $\sigma_g$  を求めると、S1は  $48 \text{ kg/mm}^2$ 、S2は  $32 \text{ kg/mm}^2$ 、FC-27は  $34 \text{ kg/mm}^2$  となる。

(3) 結果に対する検討

磨耗は硬度に深い関係があると考えられるので、さらに硬度— $\sigma_{max}$ — $W/N$  の関係線図を画けば第18図のごとくなる。この図からわかるようにダクタイル鑄鉄の磨耗量は鋼と同様に硬度に関係し、硬度が高くなるにしたが

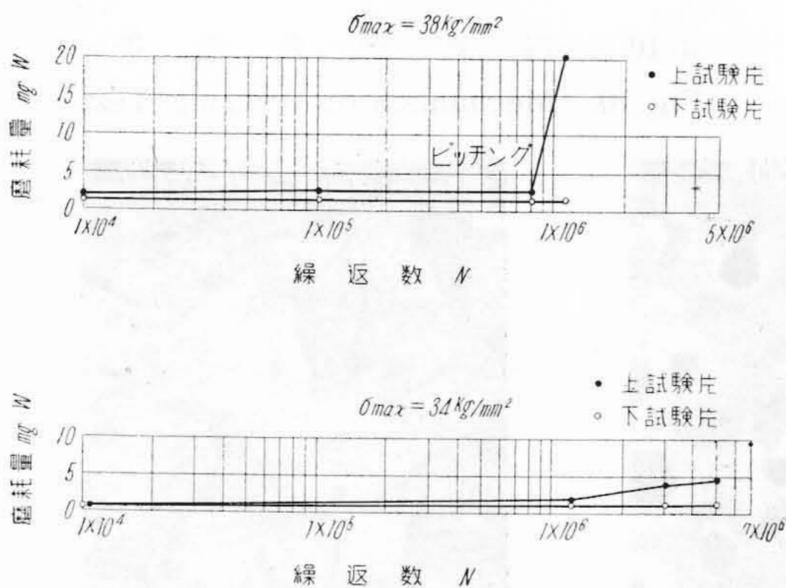
って磨耗量が減少する傾向にある。図には普通鑄鉄 FC27の結果は記入しなかつたが、第5表からその磨耗量を同一程度の硬度を有するブルアイ組織のダクタイル鑄鉄 S2と比較してみると、 $\sigma_{max}=48 \text{ kg/mm}^2$  では S2の方が磨耗量少く、 $\sigma_{max}=34 \text{ kg/mm}^2$  では逆に FC27の方が磨耗量が少い結果になっている。

しかし磨耗は組織中の黒鉛の形状および分布状態、フェライトの分布およびフェライト中に含まれる Si などの固溶元素量など種々な条件に左右されるので、さらに検討が必要であろう。

ピッチング限界応力と硬度の関係をみると、本実験の結果では硬度が高ければその耐久限度も高くなっている。

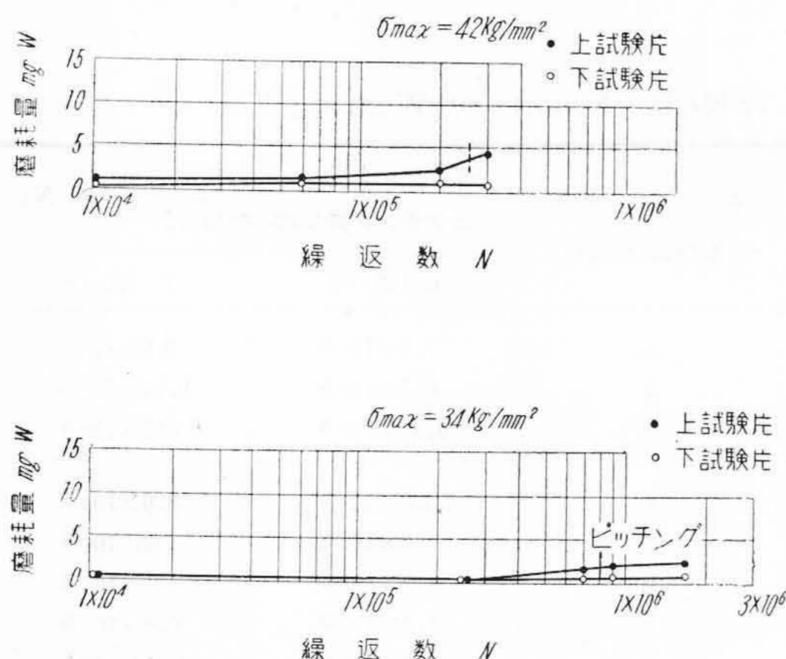
また引張強さとの関係もダクタイル鑄鉄間では、硬度と同じく引張り強さの高いものはピッチング限界応力も高いことがほぼわかつた。

しかし片状黒鉛鑄鉄は引張強さが弱くともピッチング限界応力が高い値をえているが、一般に鑄鉄は圧縮荷重に対しては強いので、本実験のごとき繰返圧縮荷重に対するピッチング限界応力が高いことはうなづけるものと考えられる。



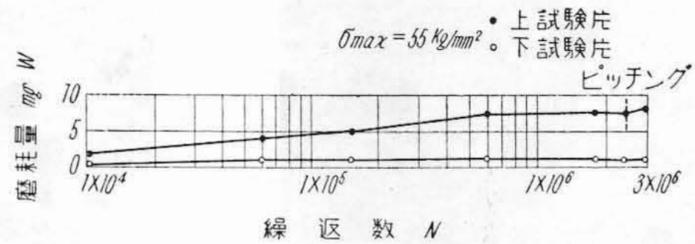
第14図 S1の同種組合せにおける磨耗量—繰返数線図

Fig. 14. Relation between Wear Loss and Repeated Number



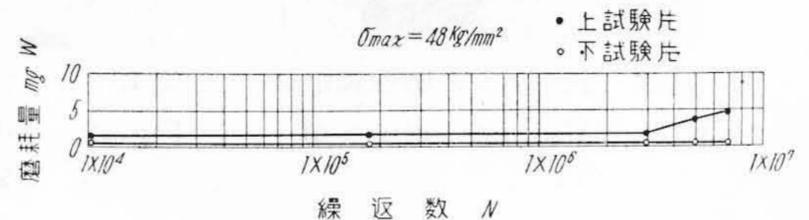
第15図 S2同種組合せにおける磨耗量—繰返数線図

Fig. 15. Relation between Wear Loss and Repeated Number



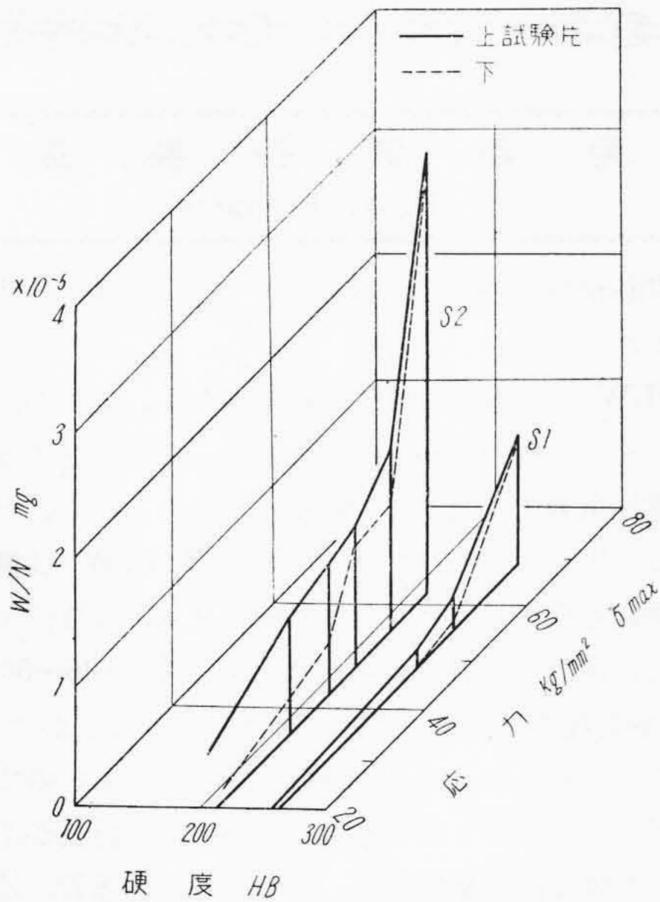
第16図 FC27の同種組合せにおける磨耗量—繰返数線図

Fig. 16. Relation between Wear Loss and Repeated Number



第17図 応力—繰返数線図

Fig. 17. Relation between Stress and Repeated Number



第18図 硬度— $\sigma_{max}$ — $W/N$  線図  
Fig. 18. Relation between Hardness and  $\sigma_{max}$  and  $W/N$

〔III〕 結 言

以上は少数の試料についての実験であるため、実験結果をもつてたゞちに一般的結論とすることは、妥当を欠くものかも知れないので、なお今後の研究を要することは勿論であるが、大体の傾向を示すものとして実験結果をとりまとめるとつぎのごとくである。

キャピテーション・エロージョン試験

(1) ダクタイル鑄鉄は鑄造のままのパーライト組織のものは普通鑄鉄、砲金類、S35C 程度の鋼より潰蝕量が著しく少く、5% Cr-Mo 鑄鋼の焼準状態のものと同様である。

(2) ダクタイル鑄鉄の黒鉛の球状化の不完全なものは、完全なものより潰蝕量が多い。

(3) ダクタイル鑄鉄の焼入状態のものは他のものに比し著しく潰蝕量が少く、これを焼戻しするときは焼戻し温度が高くなるにつれて潰蝕量が増加する。

(4) ダクタイル鑄鉄を焼鈍するときは、パーライトの分解が進むにつれて潰蝕量が多くなり、完全に分解したフェライト組織のものでは普通鑄鉄 (FC 23)、砲金 (BC 3 B) 程度になる。

(5) ダクタイル鑄鉄においては、硬度が高いほど潰蝕量が少い。

磨耗およびピッチング限界応力

(1) 硬度ならびに引張強さが高い程ピッチング限界応力は高く、滑り率 27% におけるその値は、パーライト組織のダクタイル鑄鉄 S1 は 48 kg/mm<sup>2</sup>、ブルアイ組織のダクタイル鑄鉄 S2 は 32 kg/mm<sup>2</sup>、パーライト組織の鑄鉄 FC 27 は 34 kg/mm<sup>2</sup> であつた。

(2) ダクタイル鑄鉄の磨耗量は硬度に関係が深く、硬度が高くなると磨耗量は減少する傾向がある。

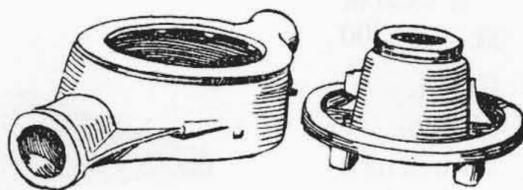
(3) ブルアイ組織のダクタイル鑄鉄 S2 と同程度の硬度を有する鑄鉄 FC 27 との磨耗量を比較すると、応力の高いときはダクタイルの方が少かつた。

(4) 以上は 1 チャージのみから採取した試片による結果であるから、実用的には材質のばらつきを考慮せねばならないが、本実験の試料は一般水準の下のものであつたから、これ以上の結果が期待せられる。

キャピテーション・エロージョン試験装置については日立製作所日立研究所小野主任研究員ならびに日立製作所亀有工場研究課富田主任より種々御指導および御協力を受け、その実験には浜野、平田両氏の手を煩わした。また磨耗実験は箭内氏の勞によつてなされたものである。終りに臨みこれらの諸氏に深く謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) 西山他：日立評論 33 767 (昭 26-9)
- (2) N. Gaines: Physics 3 206~229 (1932, 10)
- (3) J.C. Hansaker, H. Peters: Trns. A.S.M.E. 57 423~424 (1935)
- (4) S.L. Keer: Trans. A.S.M.E., 59 373~397 (1937)
- (5) W.J. Rheingans: Trans. A.S.M.E., 705~724 (1950)
- (6) 昭和30年日本金属学会春期大会第3分科会



**ダクタイル鋳鉄製シリンダーライナ**  
Ductile Cast Iron Syllnder Rinner

内燃機用シリンダライナに日立製作所では完全パーライト型ダクタイル鋳鉄を使用し好評をえている。

シリンダライナの使用条件は相当苛酷なものであつて、特にピストン上死点附近においてライナは高温高圧のガスにさらされ、ガスによる温度上昇、それに伴う酸化腐蝕などのため潤滑油の供給状況は悪く、熱間における乾燥磨耗に近い状況で使用される。

ダクタイル鋳鉄は微細均一に分布した黒鉛の潤滑作用により、乾燥磨耗の条件下にすぐれた耐磨耗性を有することが認められている。しかも耐熱性は普通鋳鉄とは比較にならぬ程すぐれている。

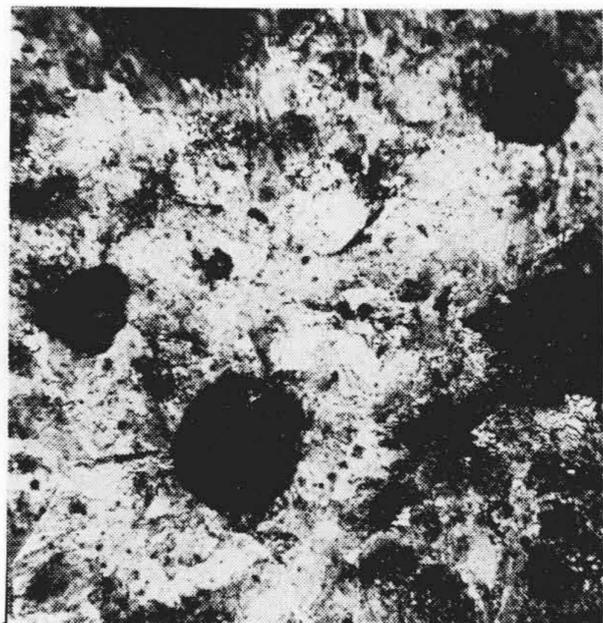
なおダクタイル鋳鉄は実験的にも一般に用いられるCu-Crライナ鋳鉄に比し、はるかにすぐれた耐磨耗性を有することが確かめられている。このダクタイル鋳鉄製ライナが特に耐磨耗性を有するものにするためには製造技術の上でつぎの考慮が必要である。

- (1) 黒鉛の球状化が良好であり、かつ均一に分布すること。
- (2) 基地にフェライトを析出しないこと。
- (3) 基地組織は微細均一なパーライトであること。
- (4) 基地中に遊離セメントイトを残留しないこと。  
(セメントイトは相手材の磨耗をはげしくする)

第1図にその組織を示す。なお機械的性質は第1表の通りである。

第1表 機械的性質  
Table 1. Mechanical Properties

ブリネル硬度	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)
302	98.7	4.0



第1図  
完全パーライト型ダクタイル鋳鉄の顕微鏡組織 ×300  
Fig.1.  
Micro-structure of Perfect Pearlitic Ductile Cast Iron ×300

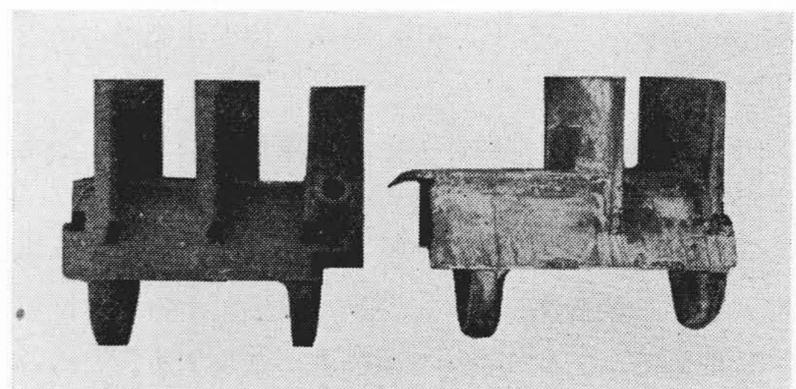
**耐熱鋳鉄製品**  
T. H. W. Products

日立超耐熱鋳鉄は高炭素高クローム系鋳鉄でT.H.W.といわれている。

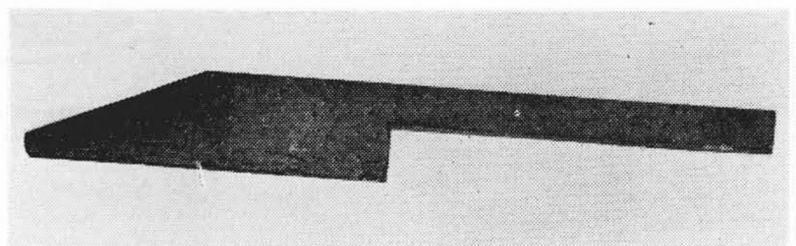
T.H.W.は高温で酸化減耗量が少く、成長がほとんどなくその上耐熱性がすぐれており、硫黄などのガスを含む雰囲気ガスに対しても抵抗性があるので、耐熱鋳物として広く用いられている。またT.H.W.は第1図の顕微鏡写真で見られるように硬いクローム炭化物が多いので、鋳放しで硬度がロックウェルCで46~50あるから、耐磨耗性を要する鋳物にも応用することができる。これらの性質に加えてこの鋳鉄は鋳造性がよいので、複雑な形状の鋳物でも製作することができる特長がある。すなわち焼鈍函、築炉部品、羽口金物、保護管、焙焼炉仕切板などに応用されている。これらの製品の二三例を示すと、第2図および第3図の通りである。



第1図  
T.H.W.の顕微鏡組織(鋳放し) ×50  
Fig.1.  
Microstructure of T.H.M. Product (As Cast) ×50



第2図 焙焼炉部品  
Fig.2. Parts of Ore Rosting Furnace



第3図 築炉部品  
Fig.3. Parts of Furnaces