

過熱蒸氣の鑄物に及ぼす影響に就いて

渡 邊 一 郎

〔I〕 緒 論

鑄物が繰返加熱を受けたる後成長することは H. C. Carpenter⁽¹⁾, H. F. Rugan & H. C. Carpenter⁽²⁾, I. Hollies⁽³⁾, S. Mann⁽⁴⁾, F. Miller⁽⁵⁾, J. E. Hurst⁽⁶⁾, Piwowars⁽⁷⁾ Ky, A. E. Ouberbridge⁽⁸⁾, 菊田多和男⁽⁹⁾, J. W. Donaldson⁽¹⁰⁾, T. E. Hull⁽¹¹⁾ 其の他の諸氏の研究に因つて明かにせられた。併しながらその實驗の多くは “Intermolecular rearrangement”⁽⁸⁾ を比較的促進しやすき高温に於て行はれた。又 Hollies, Mann 及 Miller の諸氏の研究は其の資料につき遺憾の點が多い。特に Carpenter は過熱蒸氣の鑄物に及ぼす繰返加熱の影響について次の如く結論した。「蒸氣温度が 400° F 以下の如く低くとも壓力が高ければ成長を助長する」と。著者は今過熱蒸氣の温度を 300°C とし比較的低い壓力に於て長時間繰返加熱を行ひ鑄物が成長するや否やを検するの目的を以て實驗を行つた。

〔II〕 試験片採取と試験方法

(イ) 試験片採取方法

試験片は乾燥砂型に鑄込んだ、砂型(第一圖)は乾燥爐にて充分乾燥し鑄込直前 2 本乃至 3 本金枠中に入れその周囲を普通の鑄物砂にて搗き固め(第二圖)取鍋にて 1 本宛その上部より注湯した。

(1) National physical Raboratory, Collected Researches, vol iii pp. 259.

(2) Iron & Steel Institute No. II. 1910 pp. 29.

(3) The Foundry, vol 35 Jan. 1910 pp. 197.

(4) " " vol. 35. Jan. 1910 pp. 198.

(5) " " vol 35 Jan. 1910. pp. 200.

(6) The Foundry, May, 1918 pp. 227, March, 1919 pp. 101.

(7) Giessereizeitüng 15, Juli, S 379, 1 August, 1926 S 414.

(8) Transaction of the American Institute of Mining Engineers. 1905 vol XXXV pp. 223.

(9) 鐵と鋼 大正十一年六月二十五日 417頁

金屬の研究 大年十四年二月一日 151頁

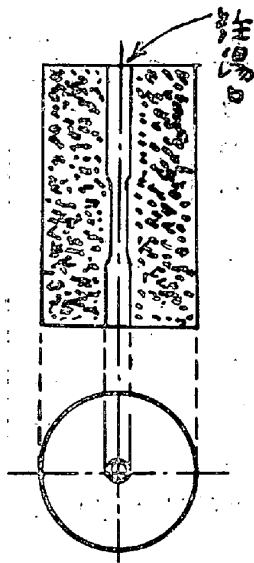
(10) The Foundry Trade Journal Feb. 17. 1927. pp. 143. Feb. 24. 1927. pp. 167.

(11) The Foundry, Apri 1. 1924 pp. 253.

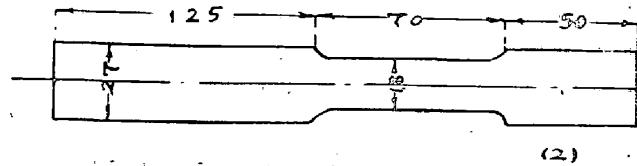
(12) 小野鑑正著 「鑄物の強さ」 28頁

(13) Geiger. "Handbuch der Eisen-und Stahlgiepererei" Erster Band S. 256.

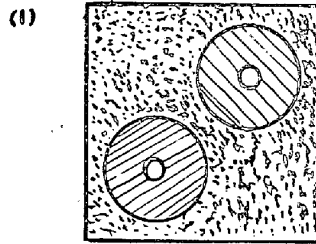
(14) W. H. Hatfield "Cast iron in the loght of Recent Research" pp. 127.



第一圖

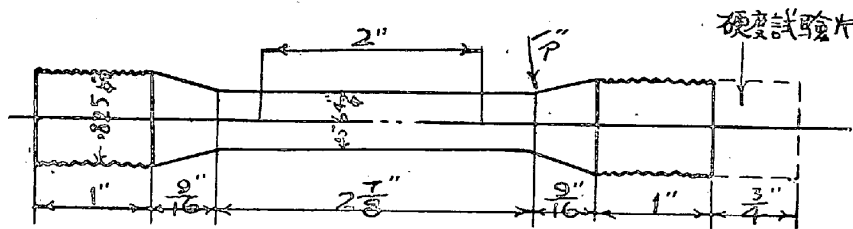


(2)



第二圖

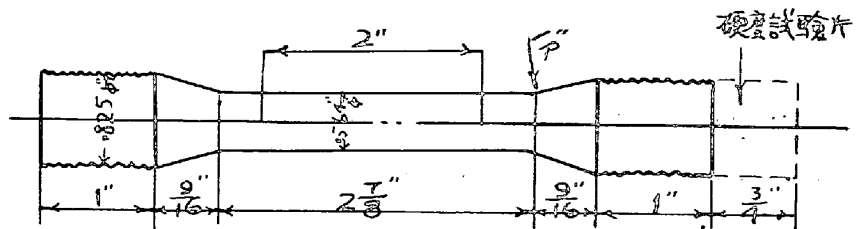
試験片は上部に充分押湯をつけ標点距離内に入る可き部分は仕上代を少くした。即ち鑄放しのまゝの状態に近くして試験するためである。試験片の疵あるものはその大小に關せずとらなかつた。實驗の種類に因り試験片の型を2種作つた。第三圖A型は高温度に於ける抗張力試験に供し、同B型は常



A型 高温度に於ける抗張力試験用

第三圖 A

B型 常温度に於ける抗張力試験 (及成長試験用硬
度試験箇所)



第三圖 B

温に於ての抗張力及成長試験用に供したのである。硬度は試験片の末端に於て測定した。硬度は試験箇所により相異があるので中心寄りと外側寄りと數ヶ所計りその“最大”及“最小”の價をとつてその硬
度とした、數字が一つしか掲げてないものは硬度が各場所一樣なることを示す。

舊來實驗に供せられたるものは永い間高温の蒸氣により影響を受けた「コック」或は「バルブ」等から取つたが本實驗は時日の關係で直接上記の如くして製作せる試験材を用いたのである。

(ロ) 試験材の化學成分と試験の結果

鑄鐵は熔鉄爐にて磷青銅は坩堝にて熔解した、その分析結果は下記の如し。

第一表 鑄 鐵

記 號	全炭素(%)	硅 素(%)	滿 倦(%)	磷 (%)	硫 黃	注 意
4N 772-0	3.11	1.15	0.90	0.44	0.11	
4N 773-0	3.49	1.44	0.59	0.51	0.15	
4N 772-4	3.16	1.87	0.38	0.30	0.10	

第二表 鑄 青 銅

記 號	銅	錫	磷
C-2	88.00	9.10	0.33
D-4	86.30	9.65	0.33

上記材料を B型に仕上げ何等熱處理を施さず Richel 試驗機に因り試驗せる結果次の如し。

第三表 鑄 鐵

記 號	断面□''×標點距離''	最高抗張力T/□''	橫橋力 lb/□''	シヨアー硬度
4 N 772-0	0.25 □'' × 2''	15.52	3,517	42~44
4 N 773-0	0.25 □'' × 2''	14.63	3,136	44~45
E-4	0.2472 □'' × 2''	17.31	—	42~43
F-5	0.2507 □'' × 2''	15.68	—	43~45
F-8	0.2507 □'' × 2''	17.60	—	36~43

第四表 鑄 青 銅

記 號	断面□''×標點距離''	最高抗張力T/□''	伸張率 (%)	收縮率 (%)	シヨアー硬度
D-4	0.25 □'' × 2''	19.24	26.00	22.00	22
C-5	0.25 □'' × 2''	19.50	28.00	24.00	23

寫真 No.1 参照

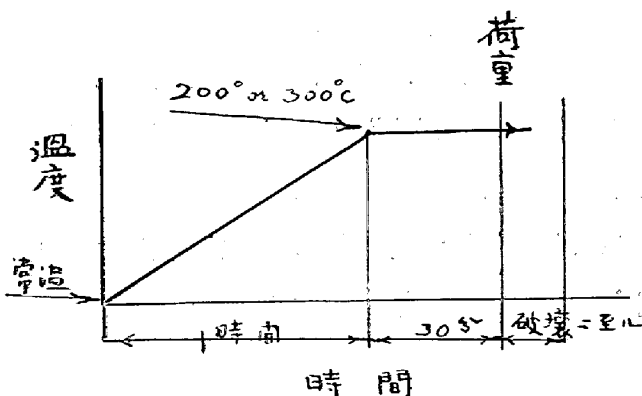
(ハ) 高温に於ける抗張力

A 型試験片を電気爐の中に入れ加熱しながら破断した常温より所要温度 200°C 或は 300°C に達

するに1時間を要する如くし、その温度に半時間保持し然る後に荷重した。この常温より所要の温度に達する迄の時間及所要温度に爐を保持する時間は皆一定にした。

所要温度に達し所期の時間を経て後直ちに荷重して破断せしめた。

上記の如くして得たる成績次の如し。



第四圖

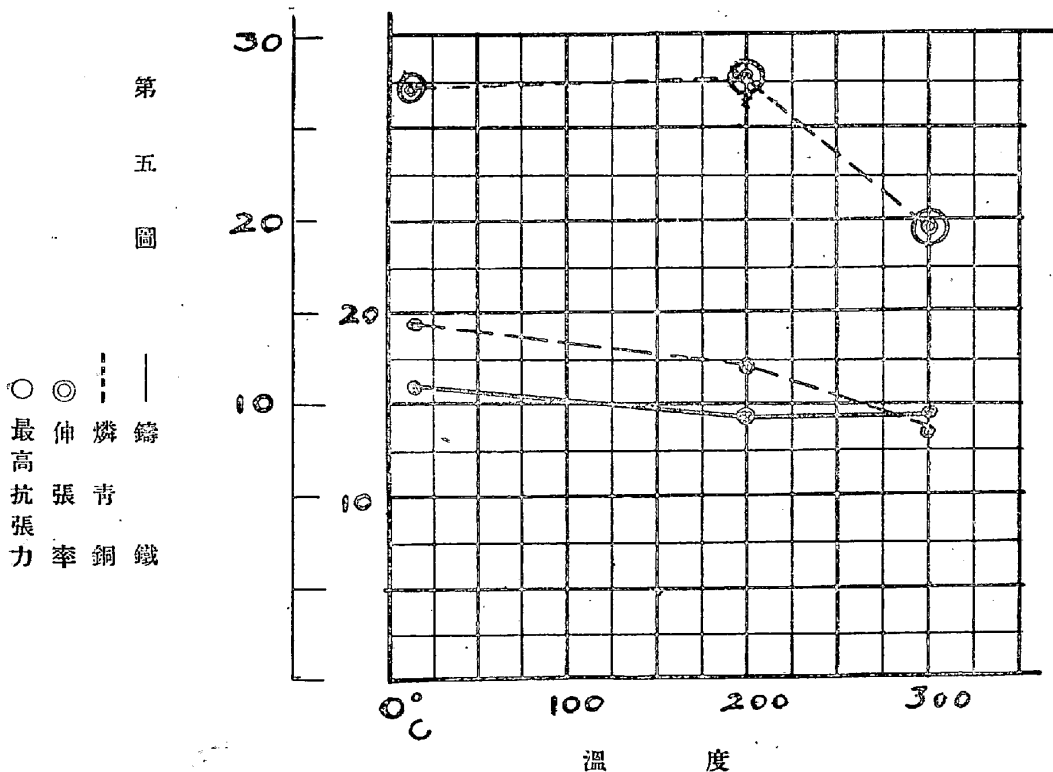
第五表 鑄 鐵

記 號	断面 ^{''} ×標點距離 ^{''}	最高抗張力 T/σ ^{''}	伸張率 (%)	シヨア-硬度	試験溫度(C°)
4N 772-2	25×2	13.10	5	45~47	200
4N 772-4	25×2	15.40	5	44	200
4N 772-3	25×2	14.30	5	44~45	300
F-6	248×2	16.50	1.0	43~44	300
F-9	200×1.8	16.60	1.1	43~45	300

第六表 磷 青 銅

記 號	断面 ^{''} ×標點距離 ^{''}	彈性限	最高抗張力	伸張率(%)	收縮率(%)	シヨア-硬度	試験溫度(C°)
C-1	0.249×2	8.1	14.60	22	22.9	22~25	300
C-2	0.248×2	8.2	16.10	24	23.2	22~25	200
C-3	0.250×2	8.4	12.60	15	15.7	22~24	300
C-4	0.246×2	8.4	17.80	31	30.5	21~25	200

上記結果より溫度と抗張力及伸張率との關係を圖示すれば第五圖の如し。〔附寫眞 No.II. No.III. 参照〕



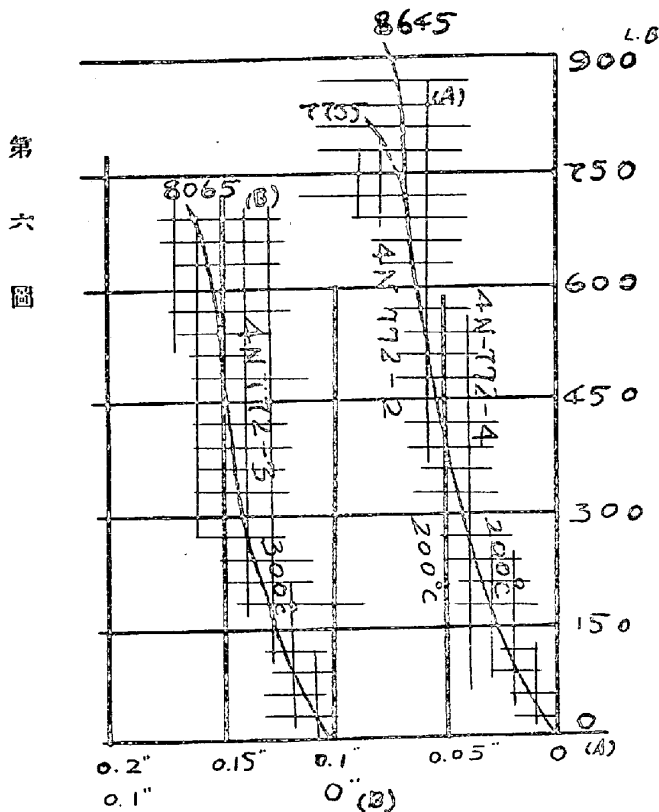
寫眞 No.II. に於ては鑄鐵[○]4N~3, 4N~2 は何等伸張狀況を見出し得ざるも、磷青銅 C~1~4 に於ては明かに伸張狀況を見ることが出来る。

寫眞 No. III は上記數種の破断面を示して居る、抗張力の異なるものはその破面均整にして品質は密なるを見る。

即ち、圖に示すが如く抗張力に就いては 300°C 以下に於ては磷青銅は鑄鐵より常に大なるも 300°C に於ては鑄鐵より小となる、次に伸張率に就いていへば磷青銅は 200°C 迄は大なる相異を見ざるも 300°C に於ては急に減少を示してゐる。

第六圖 200°C 及 300°C に於ける鑄鐵の Shess-Strain Diagrams

200°C 及 300°C に於ける特殊一鑄鐵の Shess-Strain Diagrams

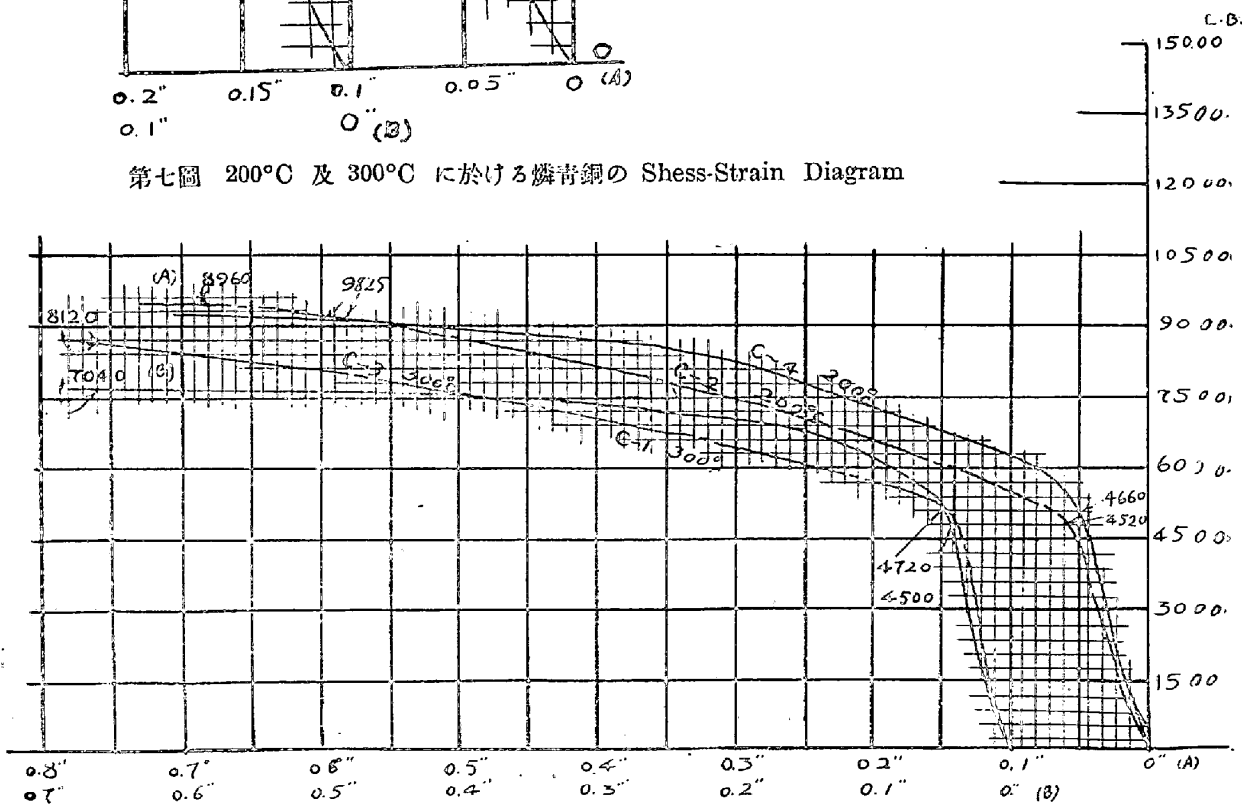


第六圖

第五表及第六表より全荷重を縦軸に全伸張を横軸にとつて鑄鐵及び磷青銅の 200°C 及 300°C に於ける Shess-Strain Diagram をとると夫々第六圖及第七圖の如くなる、第六圖曲線の示す如く鑄鐵は各温度共弾性限を見出すを得ず、曲線は圓滑であるが第七圖の磷青銅はその曲線の示す如く明かに弾性限の點を見ることが出来る、即ち磷青銅は弾性限を通過すると急に伸展増加して遂に破斷するに至るが鑄鐵に於ては破斷するに至る迄何等伸に關して特異の點をみない。

第六圖及第七圖に於て(A)及(B)の Origin を變へたのは曲線の重複を避ける爲である。

第七圖 200°C 及 300°C に於ける磷青銅の Shess-Strain Diagram



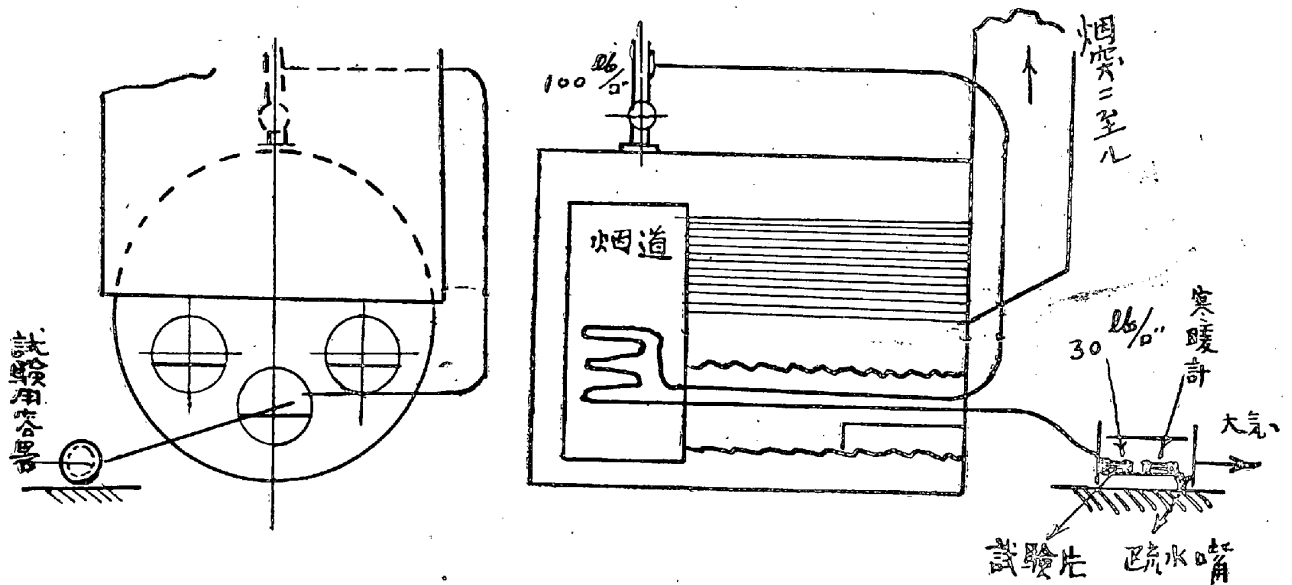
〔III〕 過熱蒸氣に因る繰返加熱の影響

(イ) 試験装置

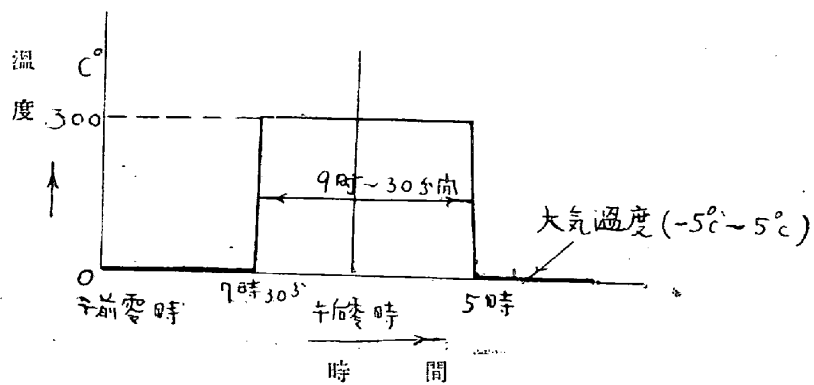
試験装置は第八圖に示す如きものである。汽罐は常用壓力 100 lbにしてこれより發生せる過熱蒸氣は管によりて試験片を填充せる鐵製の小箱に導入せらる、小箱中に入る蒸氣壓は 30 lb で凝溜水は箱の下側の疏水嘴により取出す、試験片を熱したる蒸氣は他の出口より大氣中に逸出する。

蒸氣を通ずる時間は1回を 9.5 時間とし 34 回繰返した、即ち合計約 304 時間繼續した。此の間蒸氣は 300°C に調整した。

第八圖 試験装置略圖



第九圖



(ロ) 試験結果

(1) 成長の有無

B 型試験片の両端を極めて精密に仕上げして上記試験を繰返しその 20 回目及 34 回目に於て試験片の長さの變化をマイクロメーターにて計測したるもマイクロメーターの誤差 5/10,000 以下にして殆ど計測し得ず。

即ち $5/10,000 \times 1/6.75 \times 100 = 0.741 \times 10^{-2} \%$ 以下なり故に 300°C の過熱蒸氣によりて鑄鐵及磷青銅 (特殊鑄鐵 E. 1, E. 2, R. 3, 4N 772-6, 4N 772-7 の5個、磷青銅は D-1, D-2, D-3 の3個を實驗に供した) は遂に成長を見なかつた。

[寫眞 IV 及 V 參照] IV 及 V に見るが如く皆表面は酸化せり、これに因りて重量の増加はある可きである、併し著者は今長さの成長を計るをもつて目的としたれば唯上記程度の酸化膜は長さに影響なきものと見るに止めたり。

(2) 過熱蒸氣によりて繰返加熱せられたるものゝ常溫に於ける抗張力試驗

34 回總加熱時間 304 時間過熱蒸氣によりて作用せられたるものを最後に常溫に於て抗張力試驗の結果は次の如し。

第七表 特殊鑄鐵 (300°C - 9.5時間 - 34回 - 304時間)

記	號	斷面 $\text{mm} \times$ 標點距離 mm	最高抗張力 T/mm^2	シヨア-硬度
	E-1	0.25 × 2	17.20	45~46
	E-2	0.25 × 2	16.30	45
	4 N 772-6	0.25 × 2	16.36	44
	4 N 772-7	0.25 × 2	15.64	44

第八表 磷青銅 (300°C - 9.5時間 - 34回 - 304時間)

記	號	斷面 $\text{mm} \times$ 標點距離 mm	最高抗張力 T/mm^2	伸張率 (%)	收縮率 (%)	シヨア-硬度
	D-1	0.25 × 2	21.00	34.0	26.8	23~24
	D-2	0.25 × 2	18.44	18.0	19.2	24
	D-3	0.25 × 2	19.60	23.5	25.6	22~23

鑄込みの儘にて何等熱處理を施さざるものと過熱蒸氣に曝されたるものとの試験成績を比較せば次の如し。

第九表 特殊鑄鐵 (平均値)

方	法	最高抗張力 T/mm^2		シヨア-硬度	
		4 N	E	4 N 772	E
鑄込みのまゝ		15.52	17.31	42-44	42~34
繰返加熱せるもの		16.00	16.75	44	~45

第十表 磷青銅 (平均値)

記	號	方	法	最高抗張力 T/mm^2	伸張率 (%)	收縮率 (%)	シヨア-硬度
D		鑄込みのまゝ		19.37	27.00	23.00	23
		繰返加熱せるもの		19.67	26.84	23.90	23

第九表に見るが如く 最高抗張力に於て 4N 記號のものは繰返加熱の後 0.48 ton/mm^2 の増加を示し同

記號のものは處理後 0.56 ton/0" の減少を示し硬度につきては殆ど變化なし。又磷青銅に於ては抗張力、伸張率、收縮率及硬度とも何等變化なしと見るも差支なし。

[IV] 總 括

(1) 高温度に於ける抗張力及伸張率

特殊鑄鐵は 200°C 及 300°C に於て其の抗張力は常温に於けるものに比し約 12% の減少を示し磷青銅は夫々約 13% 及 30% の減少を見たり。即ち 300°C に於ては特殊鑄鐵より其の抗張力小なり。これに因つて磷青銅は 300°C 以上に熱せられるが如き部分に使用するは危険なり。

特殊鑄鐵の伸張率は常温、高温共に現はれず、磷青銅は 200°C 乃至 300°C に於ては常温の際より約 15% 減少せり。

[第五圖参照]

(2) 繰返加熱の抗張力に及ぼす影響

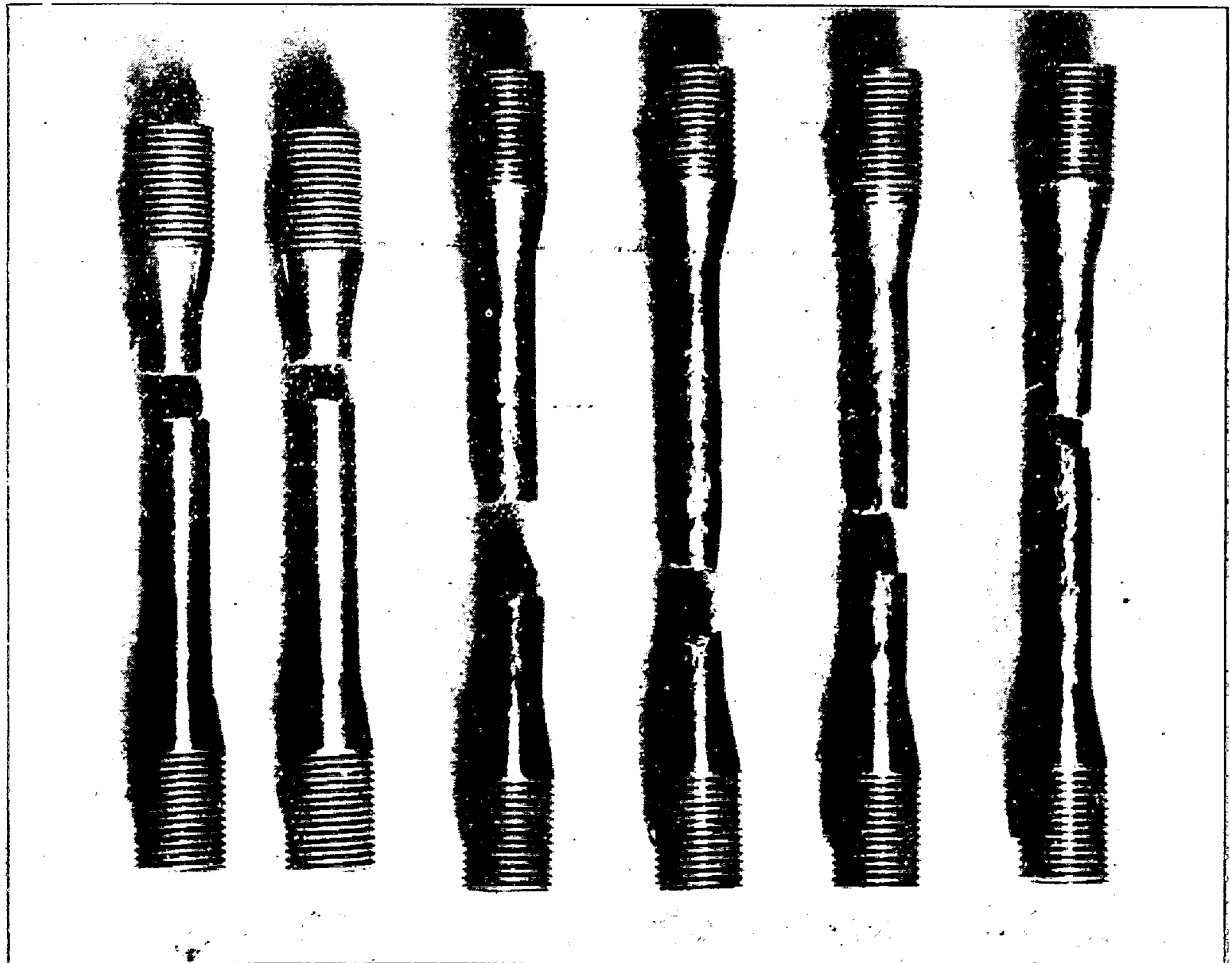
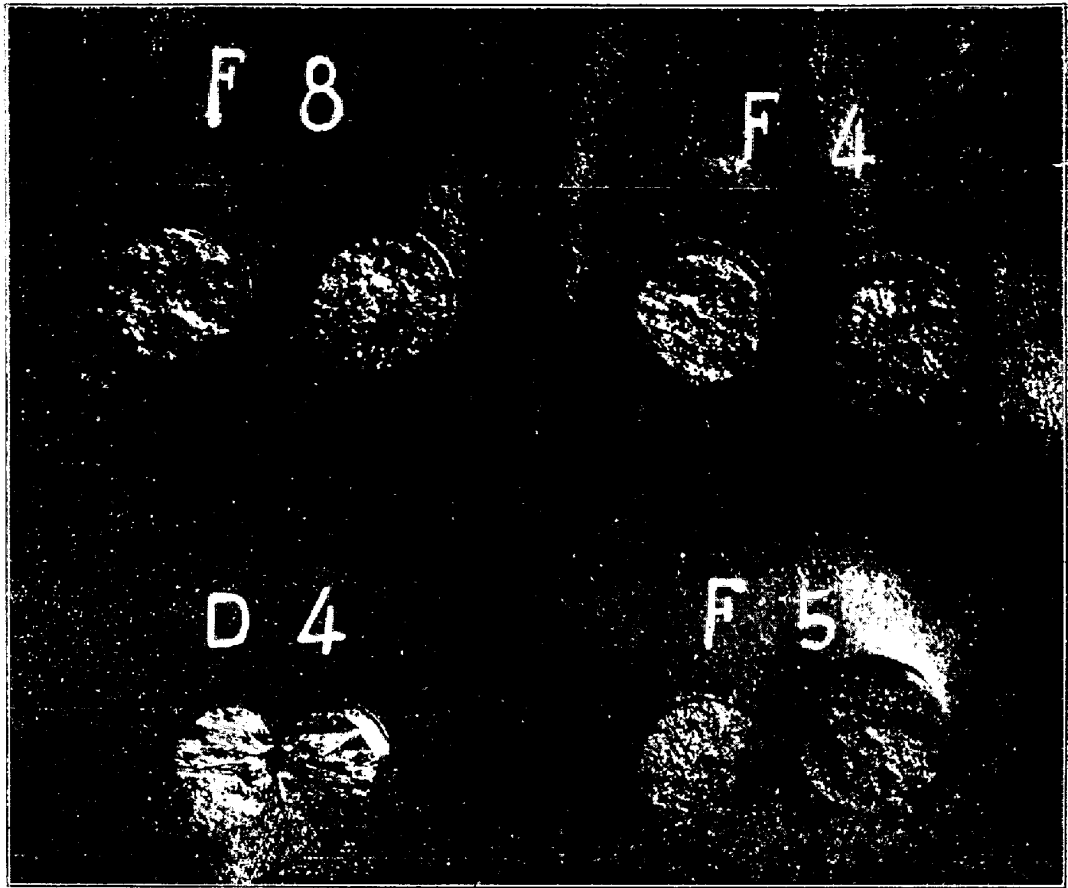
特殊鑄鐵及磷青銅共 9.5 時間を 1 回とし 34 回即ち 304 時間繰返加熱せるも其の抗張力及伸張率に何等の變化を認めず。

(3) 繰返加熱に因る成長

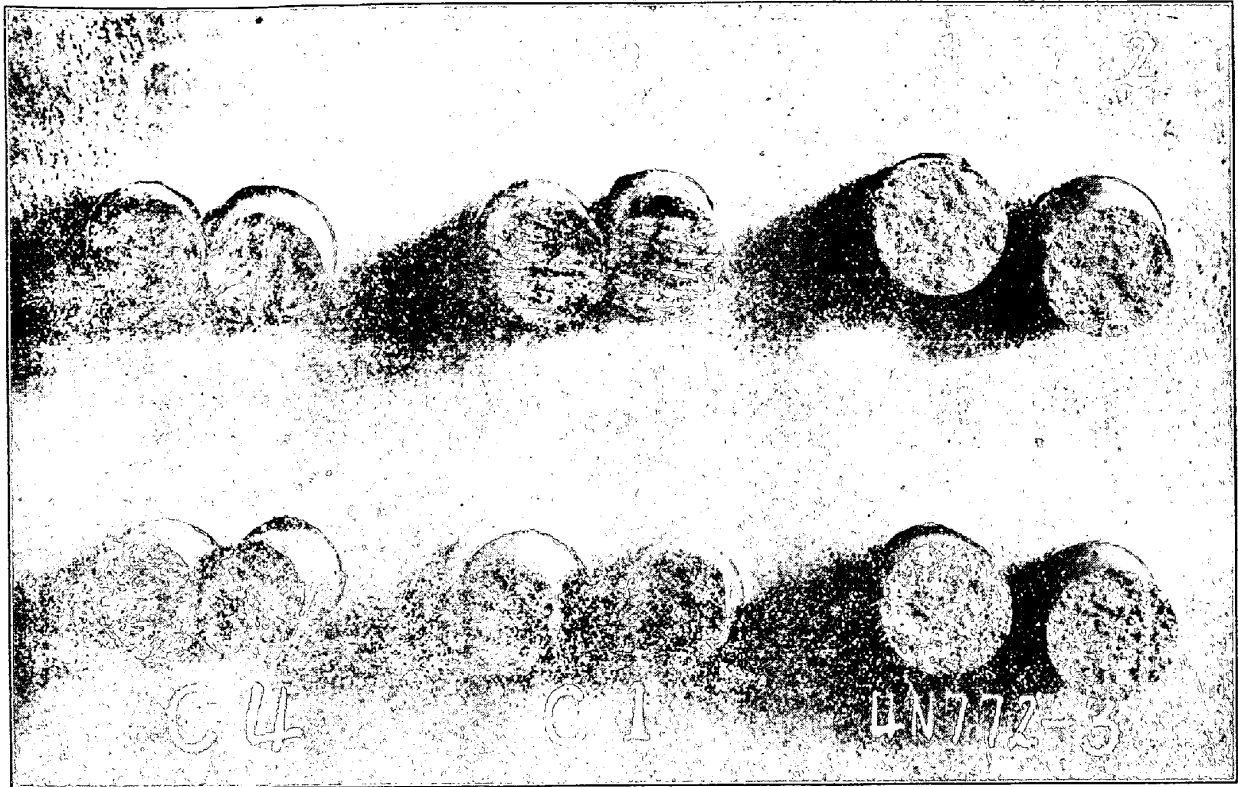
300°C より常温迄繰返加熱し其の回数 20 回目 (即ち 190 時間) 及 34 回目 (即ち 304 時間) の 2 回 [マイクロメーター] にて長さの變化を測定せるに何れも [マイクロメーター] の誤差以内にして成長を認めず。此れより硅素含有量少なく然も黒鉛化を充分なせる鑄鐵は長時間過熱蒸氣に曝して繰返加熱を受けしむるも成長をせざることを知る。又成長は温度と時間のみならず其の蒸氣壓により異る、即ち壓力低き時は成長を促進せしめず。^{(1)etc}

實驗に當り御指導を賜はれる俵、田中兩先生に厚く感謝すると共に種々御便宜を與へられたる上職並同僚諸君に深く御禮を申し上げます。(終)

D4 鐵鋼製斷面
FF F
8 5 4
鐵鋼製斷面

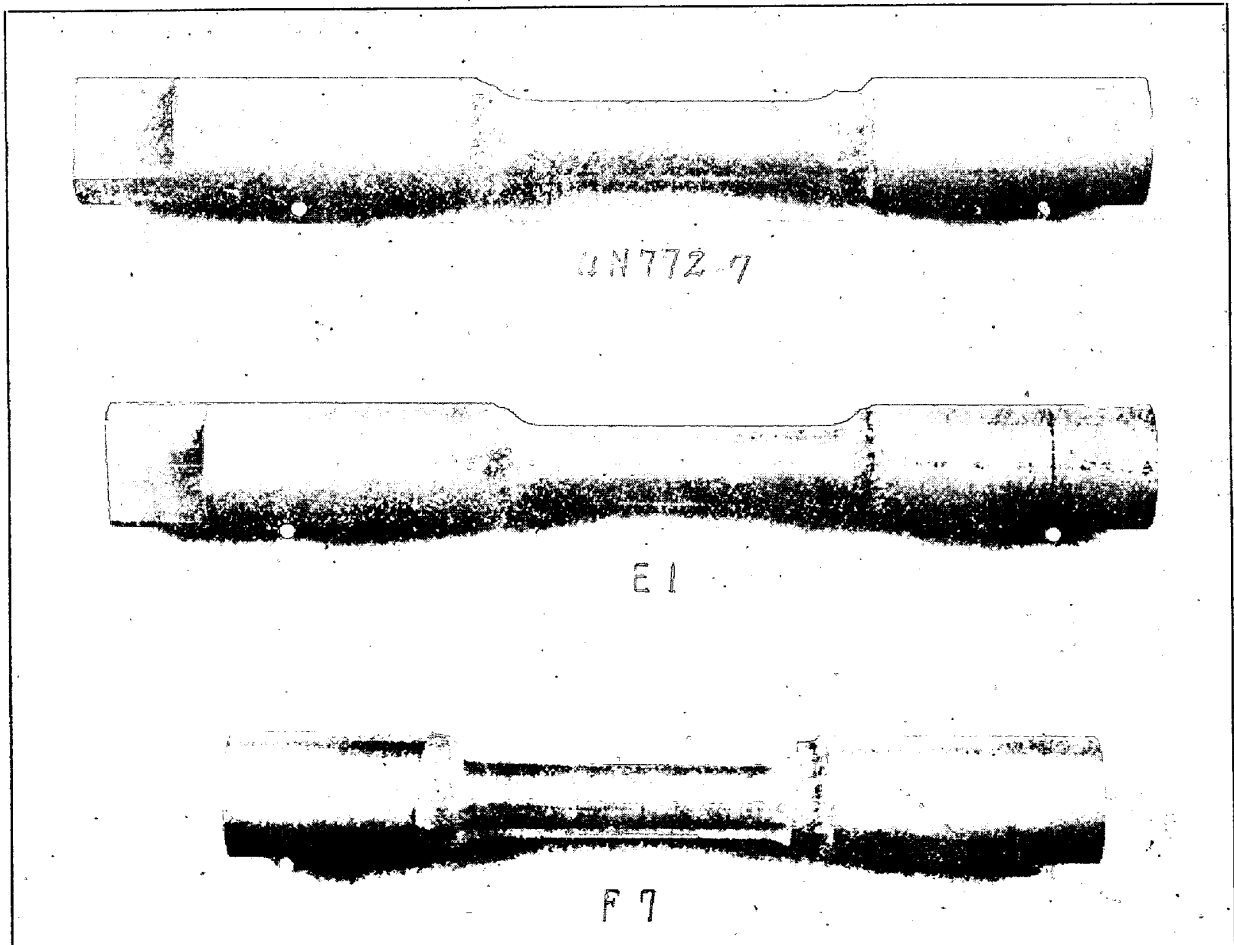


300°C 及 300°C に於ける破斷狀況 (第六表参照)



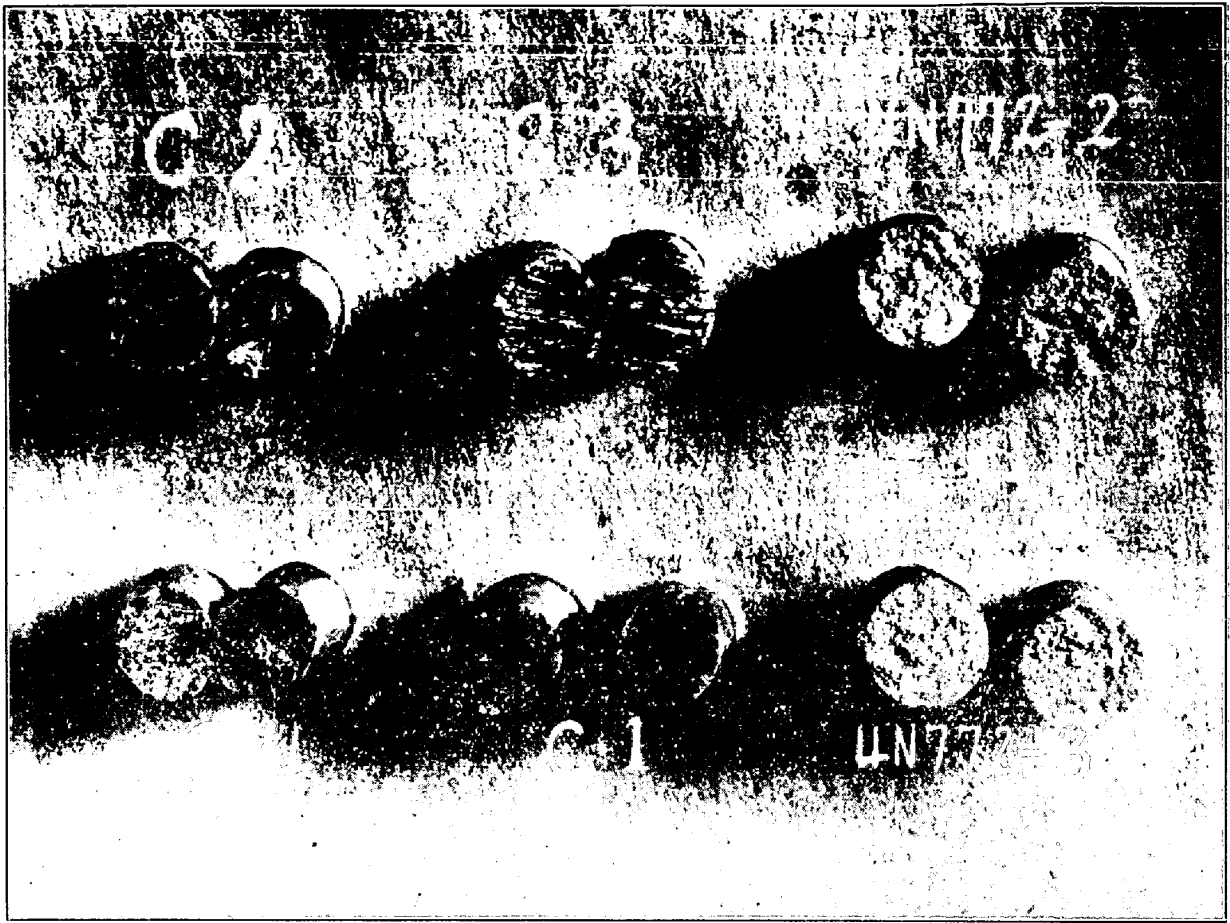
C-1, C-2, C-3, C-4,
燐百鋼破断面

4N 772-2, 4N 772-3,
鑄鐵破断面

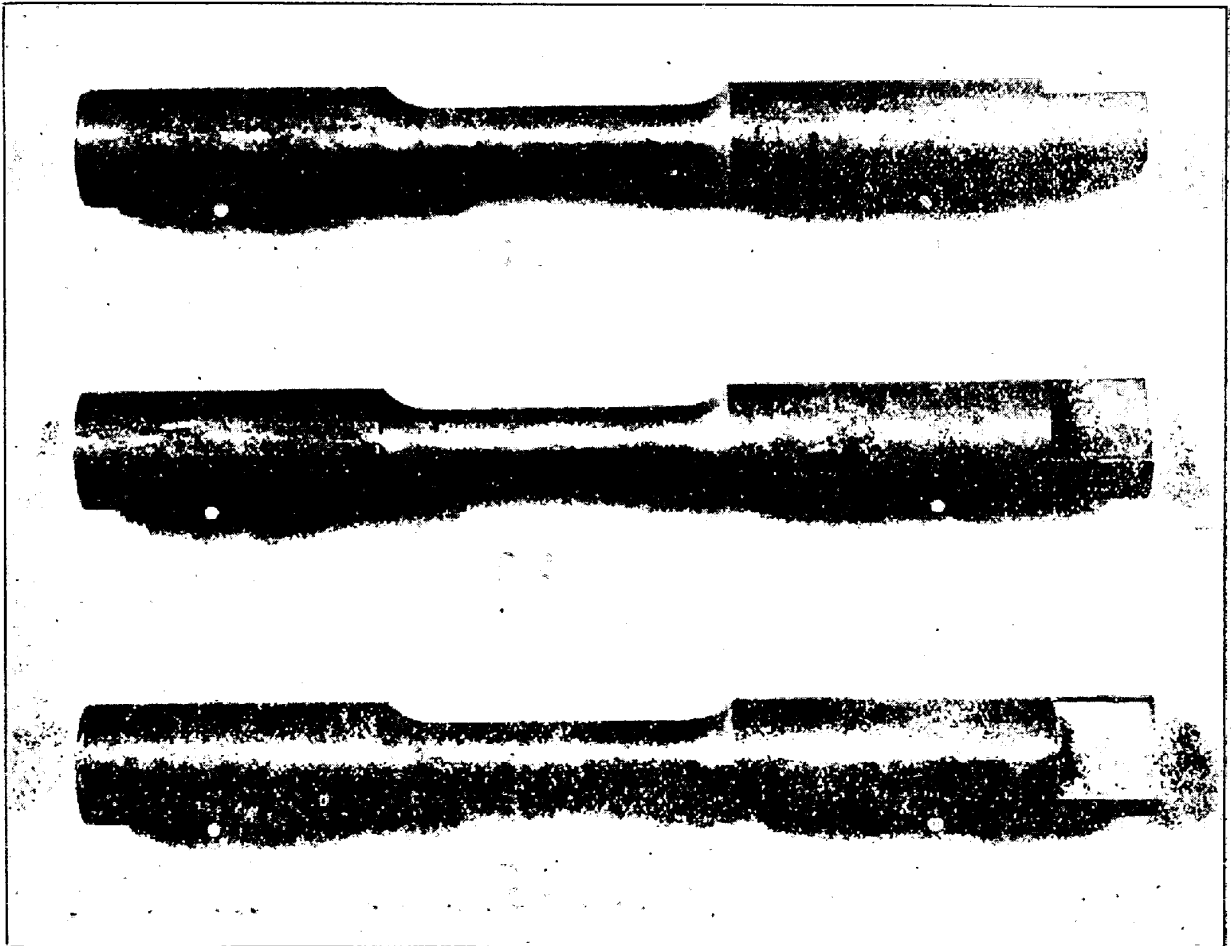


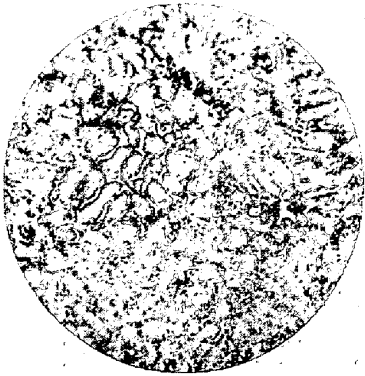
4N-7 と E-1 は 300°Cの過熱蒸氣に304時間曝したるもの、表面の酸化を示す、F-7は仕上の儘の状況

鐵の300°Cの過熱蒸氣に3時間曝したるものゝ表面の酸化を示す

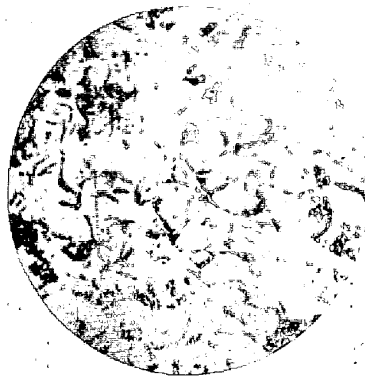


300°C過熱蒸氣に3時間曝したるものゝ表面のをもりを示す

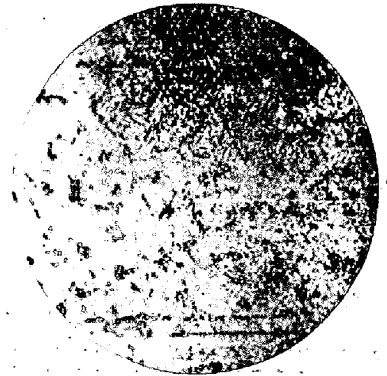




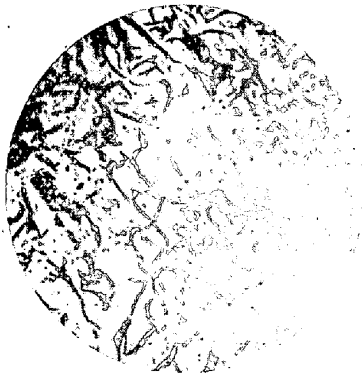
寫眞1. 鑄鐵 4N772-6 冷熱作用を加へず腐蝕したるもの 約×45



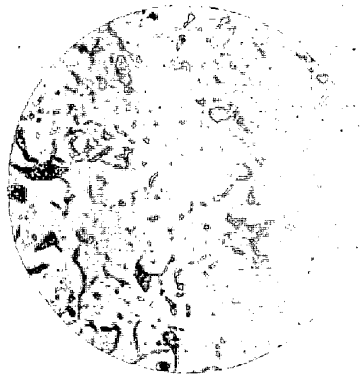
寫眞2. 寫眞1.のものを冷熱作用を加へたる後腐蝕せず 約×45



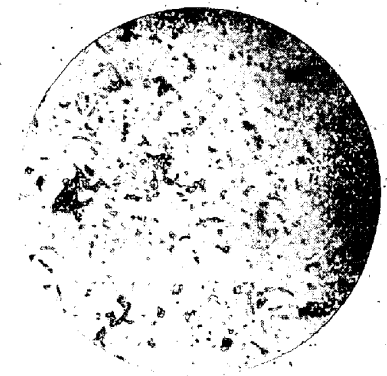
寫眞3. 鑄鐵E-1.冷熱作用を加へず腐蝕せず 約×45.



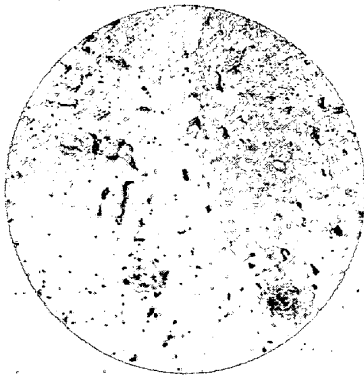
寫眞4. 寫眞3.の冷熱作用を加へたるもの腐蝕せず 約×45



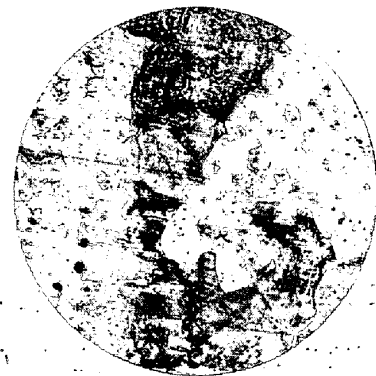
寫眞5. 鑄鐵4N772-7.冷熱作用を加へたる後腐蝕せず 約×45



寫眞6. 鑄鐵E-2.冷熱作用を加へざるもの腐蝕せず 約×45



寫眞7. 燐青銅D-1.冷熱作用を加へざるもの腐蝕す 約×45



寫眞8. 燐青銅D-1.冷熱作用を加へたるもの腐蝕す 約×45