

耐鑄鋼に関する研究 (I)

(昭和二年十一月五日 日本鐵鋼協會第三回講演大會講演)

川 上 義 弘

ABSTRACT

A STUDY OF STAINLESS STEEL, *Yoshihiro Kawakami.*

The author of this paper has conducted a through examination of the chemical and physical properties of nearly 35 different stainless steels collected from numerous steel manufacturers and laboratories.

The various samples have been subjected to identical tests, with the object of determining the most convenient applications of stainless steel, and to obtain full data with respect to the different qualities.

The contents of this Paper deals with-

- A. Introduction.
- B. Samples collected.
- C. The process of Investigations.
- D. The Results of the numerous Tests,
 - 1. Chemical Compositions & their Classification, as determined by the Author.
 - 2. Determination of Transformation Points & their Magnetic susceptibilities.
 - 3. Measurement of Hardness, and most suitable temperatures for Hardening & Annealing.
 - 4. Metallographic Study.
 - 5. Determination of Density.
 - 6. Corrosion Tests.
 - 7. Mechanical Tests at Ordinary, High & Low Temperatures.
 - 8. Determination of Thermal Expansion.
 - 9. Resistance to Oxidation, Working, Forging, Welding & Soldering.
 - 10. Cutting Tests.
- E. Ideal Stainless Steel.
- F. Uses & Prices.
- G. Conclusion.

This Work was started in Jan. 1924 and was Completed in Aug. 1927.

目 次

第一節 緒言	(IV) 顯微鏡的組織の研究
第二節 研究材料	(V) 比重の測定
第三節 研究の経過	(VI) 耐鑄試験
第四節 研究の結果	其一 露天試験
(I) 化學分析	其二 溶液試験
(II) 變態點の決定及磁性の有無判定	(A) 常溫試験
(III) 硬度の測定並に焼入及焼鈍温度の決定	(1) 水及稀薄なる溶液に對するもの

- (2) 濃厚なる酸及混酸竝にグリセリン溶液（火砲駐退液に對するもの）
- (3) 熱處理と耐鋳性との關係
- (4) 加工法と耐鋳性との關係
- (5) 鐵滓含有の多少と耐鋳性との關係
- (6) 溶液の動搖と耐鋳性との關係
- (7) 溶液の種類と浸蝕面状態との關係

(B) 熱間試験

其三 耐鋳試験結果の判定

(VII) 抗力試験

其一 常温試験

(A) 抗張試験

(B) 衝擊試験

其二 低温度試験

其三 熱間試験

(A) 抗張試験

(B) (a) 硬度試験竝に (b) 鍛造温度及 (c) 焼戻色の決定

(VIII) 膨脹係數の決定

(IX) 加工に關する實驗

(A) 酸化に關するもの

(B) 切削に關するもの

(C) 鑄削に關するもの

(D) 鍛造に關するもの

(E) 鑲着に關するもの

(F) 銲接に關するもの

(X) 切味に關する實驗

(XI) 理想的耐鋳鋼の選定

(XII) 耐鋳鋼の用途竝に價格に關する研究

第五節 結言

第一節 緒 言

耐鋳鋼は近來化學工業用装置、タービン翼、發動機弁等に應用せらるゝのみならず家庭用竝に齒科又は醫療用器具器械或は板材、線材又は管材等として自動車其他の構造用として漸次其用途を増加し來れるも未だ各種鋼材の用途其性質に適當ならざるため往々にして其目的に合せざるものあり、例へば刃物にして切味不良なるものあり、耐酸用具にして容易に浸蝕せらるゝものあり、或は加工性の研究充分ならずして所望の形狀を附與し得ざるもの或は其價值を認むるも之れが加工のため高價となり使用し得ざるものあり。著者は主として兵器用地金を目的とし現在市場に現はれたる各種耐鋳鋼に就き必要なる諸性質を研究し上記缺點を皆無ならしむると共に此種鋼材の使用者又は製造者に對し必要なる各種參考資料を呈供せんとするものなり。

耐鋳鋼に關する研究は從來各所に於て行はれ見るべきもの少なからざるも⁽¹⁾ 其多くは各製造所又

〔註〕 ① 日本製鋼所廣島工場—

各種ステンレス、スティール比較試験成績

(1) [ATV Alloy (Ni=29.4%, Cr=12.19%) 及 NS Steel (Ni=10.3%, Cr=11.46% に就ての比較)]

② Thos. Firth & Sons, Ltd., Sheffield.—

The Development of Stainless Steel.

Its properties and Uses.

③ Thos. Firth & Sons, Ltd., Sheffield.—

The Development of Staybrite Steel.

Its properties and Uses.

④ Böhler Bros. & Co., Ltd.—

Böhler Steel and its Use.

⑤ Krupp—Die Nichtrostenden Stähle. V2A, V4A, V6A. und ihre Anwendung in Appatebau.

⑥ Poldi Steel Co. Ltd.—

Poldi Rust Proof Steel.

⑦ Grucible Steel Company of America.—

Non-Corrosive and Heat Resisting Steel.

⑧ 吉川晴十氏—

は研究所に於て自己製造に拘る耐鑄鋼に就き研究するか或は特殊の鋼種に對する小規模の實驗にして未だ之れを以て直に上記目的に適用すること困難なりしを以て、本研究に於ては特に此點に留意し研究を實施せり。尙ほ從來多く研究せられざる耐鑄鋼の加工性、切味其他同鋼の應用に關し必要なる諸性質に就きても研究し、鋼種と是等諸性質との關係をして明かならしめたるものなり。

上述の如く本研究は元來兵器上の用途を目的として之を實施せしも、其結果は一般に應用せらるゝこと少なからざるを以て、以下各節に於て努めて本研究結果の全部を發表せんとするも、兵器に關し公表を避くべき事項竝に各種耐鑄鋼に對し一々之れが製造所名を明記することに就きては之れが記載を省略せり、讀者幸に之を諒せられんことを。

第二節 研究材料

研究材料の種類は次の如く各種耐鑄鋼を網羅⁽²⁾し、且つ製品として使用に供し得べきものを多く採用せり。之れ耐鑄性良好なるも製造困難なるか又は加工容易ならざるものありては之を實用に供し難く、尙ほ如斯鋼材は製品として市場に出顯することなければなり。

(A) 本邦製の部	合計	20 種
(B) 外國製の部	合計	24 種
總計		44 種

右記の内化學成分の略々相等しきものの研究は代表的の鋼材に就き之を實施し又 Ni の含有量非常に多き佛國アンフ^キ會社製耐鑄鋼の如きものありては其研究を一

部に止めたるものあり。

研究に際し普通の鋼材又は他の重要な鋼材と其性質を比較する爲め標準として次の如き鋼材を使用せり。

半硬鋼、銃身鋼、砲身鋼

上記研究材料は何れも壓延又は鍛伸せし鋼にして其内二三を除きては概ね次の寸法を有せし各材料より夫々實驗に要する試料を採取し以て實驗に對する條件をして等しからしむることに努めたり。

不鏽性ニツケル、クロム鋼、鐵と鋼、第十年第三號

② Hadfield 氏—

Rustless Steel & Iron.—

Special Steel—1923, P. 65—78.

③ J. H. G. Monypenny 氏—

Stainless Iron & Steel—1926.

④ W. Oertel u. Karl Würth 氏—

Stahl und Eisen—Vol. 47 Heft 18. 1927

上記の内 ②は最近の發表なるも主として 15% Cr 耐鑄鋼に對する C, Mo, Si の影響を研究せしものにして本研究の如く各種耐鑄鋼には論及しあらざるなり。

上記の外著者は常に内外の諸雜誌又は報告を參考し且つ研究事項の重複を避けたり、其主なるもの次の如し鐵と鋼、金屬の研究、水曜會誌

Stahl und Eisen, Revue de Metallurgie, Iron Age, Metal Industry, Trans. Amer. Society for Steel Treating, Scientific papers of the Bureau of Standards, Journal of Iron & Steel Inst., Chem. & Metallurg. Eng., Chemical Eng., Chemical Abstracts. 等

【註】 (2) 『④ Jorome Strauss 氏—Chemical & Metallurgical Engineering—July 14. 1924.』

⑥ 註 (1) に示せる文獻に基き廣く各製造所及研究所製造のものを内外に亘り蒐集し尙ほ其入手し得ざりしものは其成分を指定し之が製造を依託せり。

目 的	種 類	長 さ
1. 變態點測定のため	徑約 6-7 mm 圓 桿	500 mm
2. 抗力試験のため	徑約 10 mm 圓 桿 (但し長 500 mm に切斷差支なし)	5,000 mm
3. 抗力試験のため	方約 12 mm 角 材 (同 上)	5,000 mm
4. 耐鑄試験のため	方約 17 mm 角 材 (同 上)	2,000 mm

尚ほ耐鑄性に就きては其効果を比較するため次の各種耐鑄合金をも採用し比較試験を実施せり。

池山黃鋼、 飯高メタル、 ニツケルブロンズ

上記各材料の化學成分並金屬顯微鏡的組織に就きては以下に示せる相當各條項中に之を記述しあるものとす。

第 三 節 研 究 の 經 過

本研究は大正 13 年 1 月より昭和 2 年 8 月迄の間に於て之を実施せしものにして今研究經過の大要を述べれば次の如し。

先づ化學分析及諸物理學的並に化學的實驗の結果を参照し各耐鑄鋼を 8 種に大別し露天及微弱なる酸、アルカリ 溶液等に對する抵抗並に常溫及熱間に於ける耐酸性に就き研究し次に常溫、熱間並に低溫度に於ける各種抗力其他の物理的性質、切味の良否、可鍛性、鐵附並に熔接、鍍削及鑄削試験等各種耐鑄鋼の實用に當り必要なる諸性質に關し研究し其特性を知り、次に得たる諸件を基礎とし各種條件の下に理想的耐鑄鋼を選定し最後に是等諸耐鑄鋼の適當なる用途並に價格の點に就き研究せり。

本研究に於ては電氣的性能例へば導電率 (Electrical Conductivity) 又は磁氣的性能例へば導磁率 (Magnetic Permeability) 又は磁鋼として必要なる保磁力 (Coercive force) 及残留磁氣 (Remanent Magnetism) の値等を測定せず。之れ從來の研究上銅、アルミニウム又は炭素鋼或は此種目的のため特に製造せられたる特殊鋼に比し各種特殊なる性質に關しては優良なるものを得られざることを知ればなり。

第 四 節 研 究 の 結 果

第三節に示す如く主として次の如き諸實驗を施行し以て所望の結果を得たるものとす。

(I) 化學分析	其三、耐鑄試験結果の判定	(IX) 加工に關する實驗
(II) 變態點の決定及磁性の有無判定	(VII) 抗力試験	(A) 酸化に關するもの
(III) 硬度の測定並に焼入及焼鈍溫度の決定	其一、常溫試験	(B) 切削に關するもの
(IV) 顯微鏡的組織の研究	(A) 抗張試験	(C) 鍍削に關するもの
(V) 比重の測定	(B) 衝擊試験	(D) 鍛造に關するもの
(VI) 耐鑄試験	其二、低溫度試験	(E) 鐵附に關するもの
其一、露天試験	其三、熱間試験	(F) 熔接に關するもの
其二、溶液試験	(A) 抗張試験	(X) 切味に關する實驗
(A) 常溫試験	(B) 硬度試験並に鍛造溫度及焼戻色の決定	(XI) 理想的耐鑄鋼の選定
(B) 熱間試験	(VIII) 膨脹係數の決定	(XII) 耐鑄鋼の用途並に價格に關する研究

(I) 化學分析

本研究を開始せし以來各種耐鑄鋼及標準鋼並耐鑄合金の分析を行ひしもの約 50 種にして其代表的成分は掲げて附表第 1 (次頁にあり) に示せる如く、三角圖表を以てせば附圖第一 (次頁にあり) に示すが如く化學成分と耐鑄性とに一定の關係あり、尙ほ其成分並に特徴 (以下各實驗の結果をも加味し) により耐鑄鋼を 8 種に分類すること次の如し。

<p>第 1 種、Cr を主要成分として含有せるもの (a) Cr 11.0~17.0% を含有せるもの (3)(4)(5) 例 No. 6, No. 14, No. 16, No. 19, No. 21, No. 22, No. 23, No. 33, No. 34. (b) Cr 17.0% 以上を含有せるもの (6) 例 No. 5, No. 11.</p>	<p>第 2 種、Cr 及 Ni を主要成分として含有せるもの (a) Ni 5% 以下を含有せるもの 例 No. 2, No. 27, No. 31. (b) Ni 5% 以上を含有せるもの 例 No. 7, No. 13, No. 18, No. 20, No. 30, No. 32, No. 35.</p>	<p>第 3 種、Cr 及 Ni 以外の元素をも主要成分として含有せるもの (a) Si を含有せるもの 例 No. 8, No. 9, No. 15, No. 17, No. 25. (b) W を含有せるもの 例 No. 1, No. 3, No. 4. (c) Cu を含有せるもの 例 No. 12, No. 26. (d) V を含有せるもの 例 No. 24.</p>
--	--	---

全化學成分を通覽するに概して磷及硫黃の含有量少なく優良なる原料を使用するものと見るを得べく鐵滓の含有量も亦割合に少なきを認めたり (第四節 (IV) 項参照) 尙ほ二三のものを除きては其化學成分により判定するに電氣製鋼爐又は坩堝爐に依り製造するもの多きが如し。

附表第 1 に示せる耐鑄鋼以外に蒐集せし材料あるも次表に示す如く附表第 1 のものに類似せるを以て之が研究を省略せり。

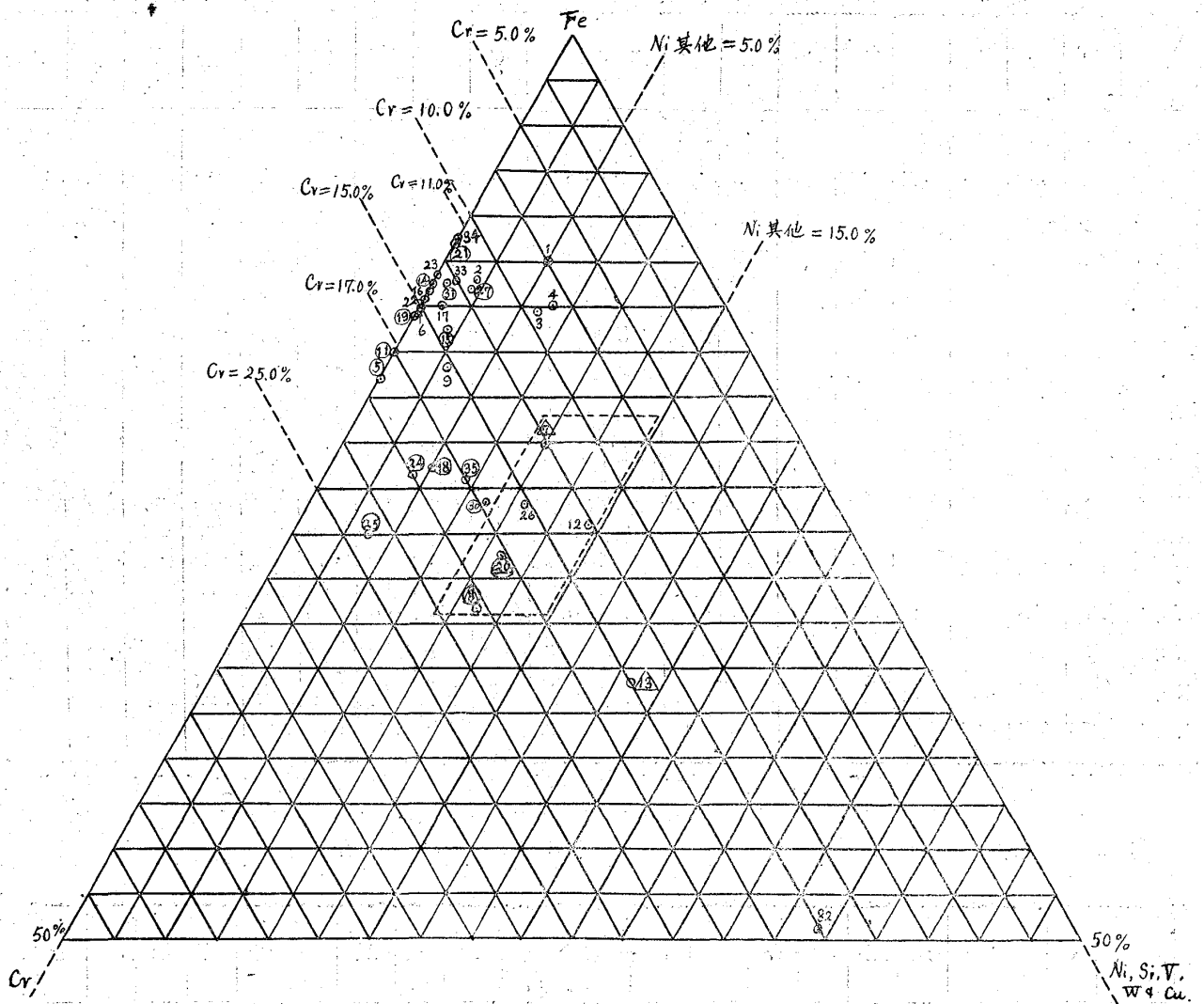
化學成分 番號	化學成分 %									相當鋼種	化學成分 番號	化學成分 %									相當鋼種
	C	Si	Mn	Cr	Ni	P	S	W	C			Si	Mn	Cr	Ni	P	S	W			
No. 37	0.51	0.10	0.12	9.22	2.97			3.49	No. 3	No. 10	0.58	1.27		15.50					No. 15		
No. 38	0.46			12.55	9.01				No. 7	No. 44	0.38	0.26	0.50	16.86	0.14	0.010	0.055		No. 19		
No. 39	0.43			11.85	8.65				"	No. 45	0.22	0.14	0.33	17.89	10.01	0.035	0.012		No. 20		
No. 40	0.45			10.25	7.44				"	No. 46	0.26	0.35	0.31	12.04	0.12	0.030	0.012		No. 22		
No. 41	0.31	2.82	0.27	14.44		0.013	0.014		No. 9	No. 47	0.09	0.43	0.73	16.20	0.047	0.017	0.038		No. 23		
No. 42	0.24	0.29	0.31	17.08		0.022	0.025		No. 11	No. 48	0.42	0.04	0.16	20.00	6.69				No. 30		
No. 43	0.29	0.76	0.26	13.97	0.23	0.017	0.013		No. 15	No. 49	0.16	0.29	0.26	13.68	2.08	0.049	痕跡		No. 27		

備考 No. 10 耐鑄鋼は實驗材料の關係上熱間抗力試驗以下の諸實驗に於て之を使用せり

[註] (3) Cr 11.0% 以下の耐鑄鋼にありては以下記述せる諸實驗に於て示す如く硝酸に對する抵抗少なきを以て Cr 11.0% を以て下限とせり
 (4) 英國に於ても Cr を主とする耐鑄鋼の Cr 含有量を 11.0~15.0% とする者多し、例 T.H. Burnham 氏 "Special steel" - 1923 年
 (5) Monypenny 氏は其著 "Stainless Iron & Steel" p. 203 に於て硝酸の "Normal" 溶液に對し Cr 含有量 10.9% と 12.0% との兩耐鑄鋼の耐鑄性に就き格段の差異あることを發表せり
 (6) Cr 17.0% 以上の耐鑄鋼にありては以下の諸實驗に於て示す如く燒入に依る硬度充分ならず尙ほ熱間耐鑄試驗の結果硝酸に對し著しく優良なる成績を示し Cr 17% 以下の耐鑄鋼と其性質を異にするを以て 17% を以て分類の限界とせり

附 圖 第 一

各 種 耐 鋳 鋼 化 學 成 分 三 角 圖 表



- 〔註記〕 1. 番號に丸印(例 ㊸)を附せしものは濃硝酸溶液に對し全く浸蝕せられざるもの若くは極めて僅かに浸されたるもの(No. 11 耐鋳鋼)を示す、即ち Cr>17% の耐鋳鋼は濃硝酸に對する耐抗性大なり。
2. 番號に三角印(例 △)を附せしものは濃鹽酸溶液に對し割合によく耐抗するものを示す、即ち Cr-Ni 鋼にして Ni>7% 若しくは更に Si を含有するものは濃鹽酸に對する耐抗性大なり。
3. 點線(---)内の各耐鋳鋼は濃硫酸溶液に對し割合によく耐抗す、即ち Cr-Ni 鋼にして Ni>7% 若くは更に Cu を含有するものは濃硫酸に對する耐抗性大なり。

上記分類に依る各耐鋳鋼は卷末附表第 26 に示すが如く其組織及耐鋳性は勿論其他の性質に關しても各分類毎に特異の性質を顯はし以て各特殊元素の交感を明にすること以下に記述せる各實驗の結果に於て示すが如し。

- 〔註〕 (a) 上記各種耐鋳鋼の製造所名は緒言の部に示す如く之が記載を見合せたり。
- (b) 附表第 1 中 No. 29 耐鋳鋼は本研究完了後入手せしを以て單に耐鋳試験の結果のみ參考として記載するに留めたり。

附表第一 耐鑄鋼標準鋼材並耐鑄合金化學成分表

其一、耐鑄鋼

鋼種	化學成分%										鋼種	化學成分%									
	C	Cr	Ni	Si	Mn	Cu	W	P	S			C	Cr	Ni	Si	Mn	Cu	W	P	S	
No. 1	0.51	7.54	2.67	0.07	0.25		2.18	0.018	0.010		No. 18	0.41	19.22	5.14	0.13	0.33				0.034	0.036
No. 2	0.75	11.40	1.32	0.13	0.48		0.60	0.014	0.010		No. 19	0.45	15.61		0.24	0.23				0.032	0.018
No. 3	0.63	10.13	2.58	0.05	0.25		3.35	0.032	0.011		No. 20	0.32	18.00	10.79	0.23	0.30	0.20			0.019	0.036
No. 4	0.76	8.31	2.51	0.08	0.19		3.88	0.004	痕跡		No. 21	0.08	11.78	0.20	0.11	0.20				痕跡	0.035
No. 5	0.65	18.58		0.60	0.07			痕跡	0.057		No. 22	0.27	14.42	0.23	0.53	0.42	0.13			0.014	0.031
No. 6	0.53	14.84	0.59	0.54	0.26			0.007	0.038		No. 23	0.10	13.09		0.33	0.28	0.04	v		0.020	0.020
No. 7	0.50	12.72	9.95	0.54	0.26			0.007	0.048		No. 24	0.53	20.21	痕跡	1.25	0.07		3.04		—	—
No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05	0.23	0.05		0.026	0.047		No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64	0.56				0.004	0.008
No. 9	0.70	15.24		2.58	0.40			0.009	0.010		No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73	0.84	1.34			0.010	0.032
No. 11	0.62	17.49		0.55	0.42			痕跡	0.025		No. 27	0.14	12.18	1.97	0.34	0.17			Mo	0.024	0.007
No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95	0.69	3.12		0.017	0.035		No. 29	0.42	21.00	7.20	0.85	0.21		2.39		0.013	0.007
No. 13	0.55	14.99	20.66	0.51	0.46	0.10		0.017	0.013		No. 30	0.35	17.46	8.50	0.30	0.29				0.019	0.061
No. 14	0.39	13.74		0.20	0.34			0.016	0.011		No. 31	0.15	12.94	0.61	0.21	0.15				0.031	0.008
No. 15	0.31	14.46	0.11	1.85	0.29			0.011	0.016		No. 32	0.28	12.11	36.72	0.15	1.14				0.02	0.045
No. 16	0.40	14.13	0.22	0.23	0.33			0.014	0.026		No. 33	0.33	12.57	0.05	0.10	0.33	0.12				0.021
No. 17	0.22	14.02	0.17	0.87	0.37			0.027	痕跡		No. 35	0.13	17.59	7.35	0.41	0.20				0.018	0.012

其二、標準鋼材

鋼種	化學成分%									
	C	Cr	Ni	Si	Mn	Cu	W	P	S	
半硬鋼	0.48			0.15	0.34	—		0.019	0.040	
砲身鋼	0.34	0.52	3.10	0.26	0.24	—		0.025	0.027	
銃身鋼	0.67			0.29	0.41	—	2.00	0.027	0.024	

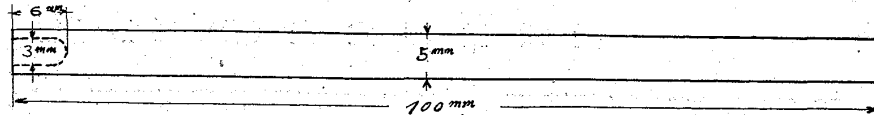
其三、耐鑄合金

種類	化學成分%									
	Cu	Ni	Al	Fe	Pb	Si	Mn	Sn	P	
池山黃銅	89.91	5.20	10.66	3.16	—	0.07	—	—	痕跡	
飯高メタル	85.88	4.29	7.23	2.60	—	—	—	痕跡	—	
ニツケル ブロンズ	84.21	5.14	5.29	5.21	0.15	—	—	—	—	

(II) 變態點の測定及磁性の有無判定

研究に供せし耐鑄鋼の一部は之が製造所に於て、焼入、焼鈍及鍛造溫度等を規定せるものあるも未だ之を發表せざるものあり従て已に發表しあるものは其適否を確め發表せざるものありては當所に於て之が決定を行ふの必要を認め變態點を測定せり。之れ耐鑄鋼の焼入、焼鈍及鍛造を行ふに適當なる溫度を定むる等のため極めて必要なるものあればなり。次で磁性の有無に就き研究し化學成分及組織と磁性の有無との關係に就き解決し耐鑄鋼の應用をして一層便利ならしめんとす。

(A) 變態點の測定 試料としては次記寸法の鋼片を用ひ本多式熱膨脹測定装置に依り各鋼の膨脹曲線を求め各變態點を測定せり。



測定の結果は曲線圖第 1 乃至第 3 に示す如く (代表的のもののみを掲ぐ) 之に依り決定せし變態點は附表第 2 に示す如し、〔附表第 2 は (B) 項の次にあり〕。

本研究に依れば Cr を主とする耐鑄鋼にありては (例 No. 5 耐鑄鋼) 其膨脹曲線の形狀略々普通の炭素鋼に等しく Cr 及 C 含有量に應じ Ac 及 Ar の値異なるも之を半硬鋼のものに比し稍々上昇するを見る。又 Cr 含有量 17.0% 以上にして Ni 5% 以上を有するか或は Cr < 17.0% なるも Ni 約 10% 以上のものにありては其變態點を認むることなし、之に反し Ni 5% 以下を含有せる耐鑄鋼例へば No. 27 及 No. 31 等にありては Ar の値極めて低く従て此種耐鑄鋼は鍛鍊の儘に於ては其硬度割合に大なるを知るなり⁽⁷⁾、又同時に W を含有する場合も同様の交感あり、次に Si を含有せるものは一般に其變態點高きが如く No. 17 耐鑄鋼及 Usines Holtzer に於ける實驗の結果⁽¹⁾に依りても之を確め得るものにして同實驗に使用せし鋼材の化學成分及變態點の値は次表に示す如し。

試料番號	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	變態點 Ac (°C)
No. 1	0.395	1.960	0.540	11.960	880
No. 2	0.390	2.900	0.540	12.060	950
No. 3	0.345	4.020	0.550	12.020	1070

(B) 磁性の有無 耐鑄鋼の大部は鋼の本性上磁性を有するも Ni 5% 以上を含有せるものにありては (No. 7, No. 8, No. 18 耐鑄鋼の如し) 反磁性體にして磁性を有せざるもの多し、後者にありては多く變態點を有せず其組織オーステナイトよりなるを通常とす、但し Ni の量増大し 35% に至れば其組織オーステナイトなるに拘らず No. 32 耐鑄鋼の如く再び磁性を有するを知るなり。

尙ほ本研究間オーステナイト鋼 (No. 35 耐鑄鋼) 中素材又は焼入の後抗力試験等を実施せし試験片に磁性を有するものあることを發見し、如斯外力を受けたる場合にありてはオーステナイトの状態にあるもの他の状態例へばマルテンサイトに近きものに變態するにあらざるかと判定せり、然るに其後 Westgren 博士は X 線的⁽⁸⁾に依り面心格子的組織を有するオーステナイト (γ 鐵) は冷間加

〔註〕 (7) L. Aitchison 氏は鋼中に於ける Ni は變態點を降下し殊に冷却の際著しきものあり、例へば Ni 5% の滲炭鋼は約 580°C 以上の温度より急冷するも焼入効果ありと發表せり。—Iron & Coal Trade Review—11 th Nov. 1921. p. 686-687.

(7) Revue de Metallurgie No. 6 1926. p. 322 & 323.

(8) J.H.G. Monypenny 氏—“Stairless Iron & Steel”—1926. p. 242.

工の爲め其一部は體心格子的組織を有する α 鐵の状態に變化せるを認め此事實を確定せり、從て是等鋼材をして反磁性體の状態に於て使用するためには焼入後之を使用するの必要あるを認めたり。

表附第 2

變態點測定表 (附) 磁性の有無

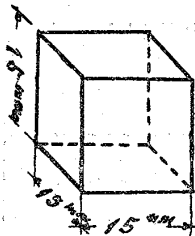
鋼 種		化 學 成 分 (%)						燒入組織	變態點 (°C)		磁性	
		C	Cr	Ni	Si	W	Cu(v)		Ac ₃	Ar ₃		
標準鋼材	半硬鋼	0.48			0.15			M	820	750	有	
第 1 種 (a) Cr 11%— 17% を主と して含有せ るもの	C 0.3% 以下	No. 21	0.08	11.78				M.F	910	770	有	
		No. 23	0.10	13.09				M.F	935	810	有	
		No. 22	0.08	11.78				M.F	930	800	有	
	C 0.3% 以上	No. 14	0.39	13.74				M	900	820	有	
		No. 16	0.40	14.13				M	920	810	有	
		Na. 6	0.53	14.84				M	825	725	有	
第 1 種 (b) Cr 17%以上	No. 11	0.62	17.49				M.C	875	740	有		
	No. 5	0.65	18.58				M.C	905	840	有		
第 2 種 (a) Cr 以外 Ni 5 %以下	No. 2	0.75	11.40	1.32			M	755	330	有		
	No. 27	0.14	12.18	1.97			T	850	305	有		
	No. 31	0.15	12.94	0.61			T	800	300	有		
第 2 種 (b) Cr 以外 Ni 5% 以上を 含有せるも の	Ni 9% 以下	No. 18	0.41	19.22	5.14			A	なし	なし	無	
		No. 35	0.13	17.59	7.35			A	なし	なし	無	
		No. 30	0.35	17.46	8.50			A	なし	なし	無	
	Ni 9% 以上	No. 7	0.50	12.72	9.95			A.C	なし	なし	無	
		No. 20	0.32	18.00	10.75			A	なし	なし	無	
		No. 13	0.55	14.99	20.66			A.C	なし	なし	無	
No. 32	0.28	12.11	36.72			A.C	なし	なし	有			
第 3 種 (a) Si を含有せ るもの	Ni を含有 せるもの	No. 17	0.22	14.02		0.87		F.C	960	870	有	
		No. 15	0.31	14.46		1.85		M	825	735	有	
		No. 9	0.70	15.24		2.58		F.C	—	—	有	
	Ni を含有 せるもの	No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64		A.C	—	—	有	
		No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05		A.C	なし	なし	無	
第 3 種 (b)	W を含有 せるもの	No. 1	0.51	7.54	2.67		2.18	M	820	400	有	
		No. 3	0.63	10.13	2.53		3.35	M	780	325	有	
		No. 4	0.76	8.31	2.51		3.88	M	800	300	有	
第 3 種 (c)	Cu を含有 せるもの	No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73		1.34	A.C	なし	なし	無
		No. 12	0.62	12.81	10.13			3.12	A.C	なし	なし	無
第 3 種 (d)	V を含有 せるもの	No. 24	0.53	20.21	1.25			(3.04)	A.C	—	—	有

今各種耐鋳鋼を焼入し其磁性の有無に就き測定せしに其結果附表第2に示すが如し。

如斯耐鋳鋼にして磁性を有せざるものは磁針計の外枠、時計機械の製造等特殊用途に使用せらるゝ望大なるものあらん

(III) 硬度の測定及焼入温度及焼鈍温度の決定

硬度はブリネル硬度及ショアー硬度の兩種に就き測定し前者にありては其結果を將來他所に於ける測定結果と比較し得んため大型ブリネル硬度試験機を用ひ 10 m.m 鋼球及壓力 3,000 kg を採用し (時間 15 秒) 試験片としては次の如き寸法のものを使用せり、尙ほ其精度を良好ならしむるため 1/100 m.m を看讀し得る測微機を用ひ凹痕の徑を測定し之により硬度數を決定せり。



即ち試験片の各邊長は 15 m.m なるも供試材料小なるものにありては各邊長 10 m.m のもの又は板狀試験片を採用す、此際硬度の測定は小型ブリネル硬度試験機を用ひ 1 m.m 鋼球、壓力 30 kg を採用せり (時間 15 秒) 又硬度數は三面の平均硬度數を示し其各面は 00 磨紙により同一程度に仕上げたるものとす。

厚さ 2.5 m.m 以下の板狀試片の硬度測定にはヴェイツカース、ダイヤモンド硬度試験機を採用し其硬度を當所に於て作成せし換算圖に依り上記ブリネル硬度數と一致せしめたり。

硬度の測定は先づ (II) 項に於て決定せし變態點竝に之を基として行ひたる研究結果に依り且つ各製造所の規定をも参考し焼入温度及焼鈍温度を決定し (附表第 3) 其温度に就き焼入及焼鈍を實施し其硬度を測定し且つ (IV) 項に記述せる顯微鏡的組織をも参考し其適否を判定せり。

本試験の結果は附表第 4 に示す如く焼入に依る硬度に就きてはブリネル硬度數を基準とせば C 含有量 0.3% 以上にして Cr 11.0% 以上を含有するか又は Cr の含有量 11.0% 以下にして W の少量 ($W < 4\%$) を含有せるものゝ硬度最大にして C 含有量 0.10% 以下なるか或は Cr の多量 ($Cr > 17\%$) と Ni の稍多量 ($Ni > 5\%$) 若くは Ni を多量 ($Ni > 20\%$) に含有するものゝ硬度最小なるを知れり、尙ほ Cr 以外 Ni 5-10% 又は Si 2% 以上を含有するものゝ硬度も小にして Cr を主とし $C < 0.3\%$ なるか、又は之に少量の Ni (5% 以下) を含有せるものゝ硬度は中位にあり。

Cr を主とする耐鋳鋼中 Cr 11.0~17.0% のものにありては C 及 Cr の含有量大なるに従ひ其硬度を増大し (No. 14 と No. 16 及 No. 22 と No. 23 C 0.3~0.5% のもの硬度最大とし Cr 17% 以上のものにありては Cr 含有量の影響著しく大ならざるを認めたり (No. 11 と No. 5)。

ショアー硬度數にありても略々ブリネル硬度數の大なるもの大なる硬度數を示すも其内に例外あり其硬度數の多少鋼種及試料寸法に依り差異あるを認め精確なる基準となすを得ず之を以て本研究に於てはブリネル硬度數を以て硬度の基準となすこととせり。

焼入を行へる鋼質の硬度と焼鈍せるものゝ硬度とは概して大差あるも Ni 及 Cr の兩元素を割合に

多く含有せるものにおいてはその差僅少なり、今此種關係を明にする爲に次の實驗を行へり。

各種耐錆鋼中其代表的鋼種を撰び先づ之れに焼入を施し、各々其硬度を測定し次に 100°C, 200°C, 300°C.....1,000°C 等順次に焼戻を行ひ是等各焼戻溫度に對する夫々の硬度を測定せり、但し100°C に於ける焼戻の作業は沸騰しつゝある水中に 30 分間保ち之を放冷せり、又 200°C 以上の焼戻は總て電氣爐中(圓筒形爐にして内管の徑 48 m.m) に於て之を實施し其の溫度に夫々 30 分間保ち其後爐中に於て之を緩冷せり、其結果は次の曲線圖(次頁にあり)に示すが如し今是等の曲線に依り結論を得るに當り之を I. 最初より硬度高きもの即ちマルテンサイト組織を有するものと II. 最初より硬度低きもの即ちオーステナイト組織を有するものとの2種に分ち本結果を考察せんとす。

即ち最初より硬度高きものは次表に示すが如く Ni を含有すること全く無きか又は其量少きものに屬しマルテンサイト組織を有す、然るに最初より硬度低きものは Ni の含有量中位以上のものに屬しオーステナイト組織を有するを知るなり。

鋼種	主要化學成分(%)				硬度	組織
	C	Cr	Ni	W		
Ni なし	No. 5	0.65	18.58		554	M+C
	No. 14	0.39	13.74		425	M
Ni 少し	No. 3	0.63	10.13	2.58	600	M
	No. 4	0.76	8.31	2.51	600	M+C
	No. 6	0.53	14.84	0.59	513	M
	No. 31	0.14	12.94	0.61	417	M
	No. 27	0.14	12.18	1.97	397	M
Ni 中位	No. 30	0.35	17.46	8.50	285	A
	No. 8	0.62	20.73	7.95	240	A+C
	No. 7	0.50	12.72	9.95	232	A+C
	No. 20	0.32	18.00	10.79	180	A
Ni 多し	No. 26	0.50	8.00	22.00	180	A+C
	No. 13	0.55	14.99	20.66	174	A+C

I. 最初より硬度高きもの

曲線圖によりて最初より硬度高きものゝ硬度對焼戻溫度の關係を通覽するに曲線は概して 500°C に至る迄は漸次に降下し同溫度を越ゆれば急激なる降下を示す、而して其の早きもの (No. 3, No. 4, No. 6 及 No. 27) は 700°C, 遅きものは 800°C (No. 14) 又は 900°C (No. 5 及 No. 31) 附近に於て硬度最小値に達す、次で焼戻溫度を高むるに従ひ再び硬度曲線は上昇し約 1,000°C に於て最高硬度を保持するものゝ如し (No. 6 は例外)。

斯の如く焼入せる耐錆鋼を焼鈍するに其溫度の上昇と共に漸次硬度を低下するはマルテンサイト組織の分解に依るものにして其硬度が最小に達したる後溫度の上昇に従ひ再び硬度の上昇を來すものにして此種硬度の増加は耐錆鋼の自硬作用に基くものと判斷し得、但し此際自硬作用完全ならざるを以

て其硬度は油中急冷のものに比し低きを通常とす。

而して此種自硬作用は Ni を含有せると含有せざるとに關せず最初よりマルテンサイト組織を有するものにありては之を認め得たり、例へば No.14 No.5 耐鋳鋼は共に Ni の含有なきもマルテンサイト組織にして曲線圖に現はれたるが如く明に其傾向あり。(但し No.5 は 1,100°C 程度に於ては未だ充分自硬作用を現はすに足らざるが如く今少しく冷却を速かならしむれば同現象を現はすに至るべし)

次に硬度の極小に到達すべき温度は C, Cr W 及 Ni の含有量と相關聯し變態點高きに従ひ一般に其硬度極小に到達すべき焼戻温度高く Cr 鋼のみを以て比較せば No.14 及 No.6 と No.5 耐鋳鋼に關する曲線とを比較すれば容易に本事實を認め得べし、即ち前二者は 700~800°C に於て硬度最小となり後者は之より高き焼戻温度 (900°C) を要するものゝ如し。

次に Ni 及 W の存在は硬度の極小に到達すべき焼戻温度を低下するものゝ如く例へば No.3 (Cr = 10.13%, Ni = 2.58%, W = 3.35%) 及 No.4 (Cr = 8.31%, Ni = 2.51%, W = 3.88%) 耐鋳鋼は共に其變態點低く硬度が極小に到達すべき温度低く 700°C 附近に存するものゝ如く之に反し W を含有せず Ni 含有量少なき Ni 27 (Cr 12.18%, Ni 1.97%) は其變態點稍々高く上記 No.3 及 No.4 に比し硬度が最小に達すべき温度稍々高きを認めたり。

上記の實驗よりして各種耐鋳鋼は必ず夫々に特有なる一定焼戻温度あり、之れより高温度に於て且つ本實驗に使用せし小型電氣爐の爐冷速度程度を以て焼鈍を行ふ時は再び其硬度を増大するものなるが故に是等の耐鋳鋼に機械的工作を施さんとする場合には必ず所定の温度より緩徐なる冷却を行ふの必要を認めたり。

II. 最初より硬度低きもの

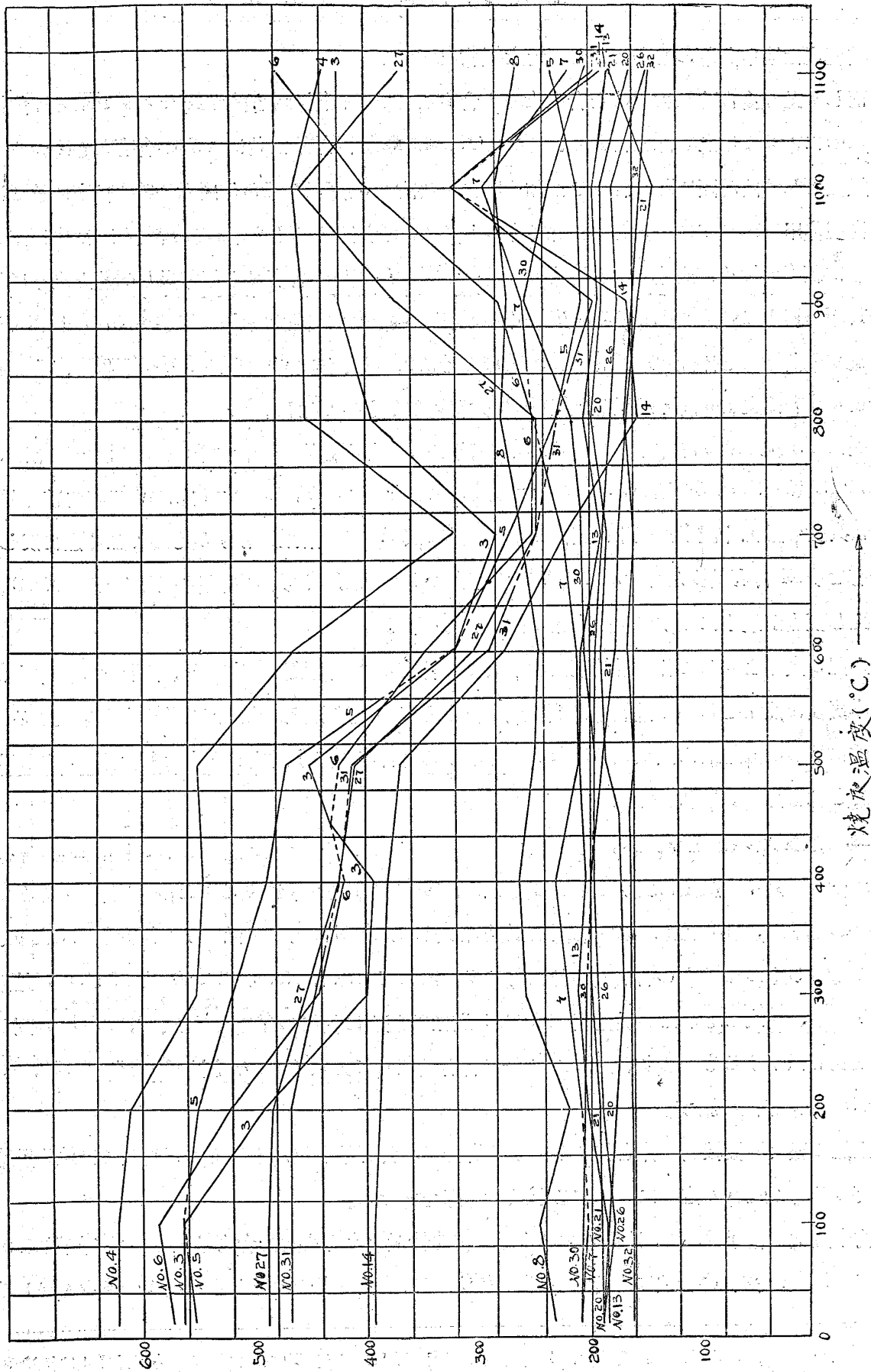
オーステナイト組織に屬するものは焼入に依り硬度に影響を蒙ること少く其内の或るものは約 700°C 以上 1,000°C 迄に於て少しく硬度を増大し 1,100°C に到りて低下する傾向を認めたり、此種鋼種に屬するものは Ni の含有量中位にあるものにして No.7, No.8, No.20 及 No.30 耐鋳鋼等總て然りとす、又或るものは焼戻温度 1,000°C 迄は其硬度に何等の變化を見ず、1,100°C に到りて僅に其硬度を低下するものあり、是等は Ni の含有量極めて大なるものに屬し例へば No.13, No.26 及 No.32 耐鋳鋼之に屬す。

上述の點より機械的工作を施さんとする場合 Ni 含有量中位にあるものに対しては焼入状態 (高温度より急冷の意) の儘之に工作するを以て好都合とせん。

尙本實驗の結果 No.21 は化學成分上他に何等特徴なきも唯炭素含有量極めて低く組織は M+F なれど I, II 何れの現象にも屬せず 1,000°C 迄は焼戻温度の上昇と共に硬度の減少を示し焼戻温度

〔註〕 (9) No. 3, No. 4 及 No. 6 耐鋳鋼の硬度 450°C 乃至 500°C に於て一時上昇するは組織中に幾分含有せる「オーステナイト」の分解に依り「マルテンサイト」を生ずるに因るものにして、最近發表せられたる O.E. Harder 氏の研究にも同様の事實を掲げあり。—Trans. of the Am. S.S.T. Jan. 1927. p. 36.

各種耐鑄鋼硬度と焼戻温度との關係曲線圖



A → 硬度 (ブリニル硬度数)

焼戻温度(°C) →

1,100°C に於て少しく其硬度を増大するを認めたり。

上述の如く高温度の場合には冷却速度の関係上 I に屬する耐鋳鋼にありては自硬作用を生じ完全なる焼鈍を行ひ難きものありたるを以て今其種類に屬する No. 5 及 No. 6 耐鋳鋼の兩種を採り次に示す如き加熱曲線圖 (焼鈍法) に基き 900°C 及 1,050°C に於て更に緩徐なる冷却方法により焼鈍せしに次の如き結果を得たり。

鋼 種	化 學 成 分 (%)		硬 度	
	C	Cr	焼鈍温度 1,050°C	焼鈍温度 800°C
No. 5	0.65	18.58	188	200 (207)
No. 6	0.53	14.84	178	208 (280)
備 考	括弧内は前記實驗に依り得たる數値を示す			

即ち此種鋼材にありては高温度より緩冷することに依り前記實驗より得たる最小硬度よりも更に小なる硬度を得べきを以て焼鈍温度として 1,050°C を採用するの適當なるを認めたり。

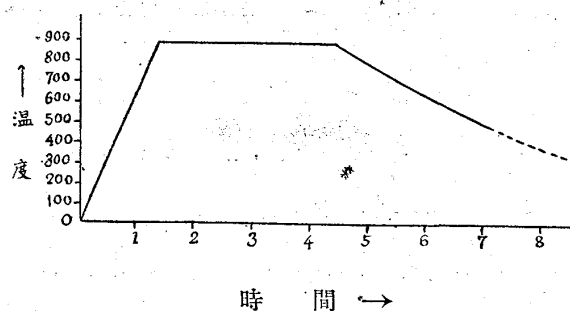
尙ほ同一加熱法に依り II に屬する耐鋳鋼 No. 8, No. 13 及 No. 20 並 No. 21 の各種に就き其硬度を測定せしに次の如き結果を得たり。

鋼 種	硬 度	
	焼鈍温度 1,060°C	焼鈍温度 900°C
No. 8	275	260
No. 13	172	170
No. 20	190	190
No. 21	136	147

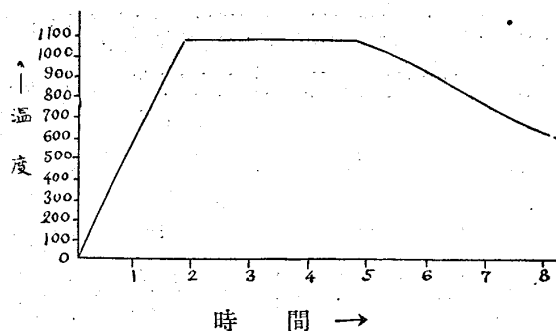
乃ち此種鋼材にありては No. 21 を除き 1,050°C よりも 900°C に於て緩冷するを適當と認めたり。従て No. 21 は 1,050°C を採用し其他のものは 900°C を焼鈍温度として採用せり。

是等焼鈍の場合に於ける熱處理法次の如し。

焼鈍法 其 1 900°C の場合

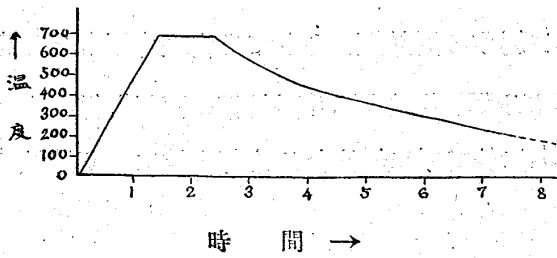


焼鈍法 其 2 1,050°C の場合



尙ほ No. 2, No. 27 等の耐鋳鋼にありては其硬度を小ならしむるためには上記實驗の結果 Ac 變態點以下の加熱を必要と認めたるを以て次の如き熱處理法を行ひしに前記焼鈍法の場合に比し著しく硬度の減少を見、本熱處理法を以て適當と認めたり (本節 (II) 參照)。

焼鈍法 其 3 700°C の場合



鋼種	硬 度	
	焼鈍温度 700°C	焼鈍温度 900°C
No. 2	182	450
No. 27	215	335

本研究中焼鈍に依て得たる硬度を次記素材の硬度と比較するに何れも焼鈍に依る硬度小にして素材の場合は鍛造又は壓延に依り其硬度増大しあるを知ると共に本研究に依る焼鈍法の適當なるを認めたり。

尙ほ No. 16 耐錆鋼の如き製造所に於ては焼鈍のため鋼材を 750°~800°C に加熱し空中に放冷すべく指示⁽¹⁰⁾しあるも本實驗の如き焼鈍法を採用せば次表の如く其硬度最も小なるを知るなり。

温 度	700°C	800°C	900°C
硬 度	225	190	175

従て (IX) 加工に関する實驗中 (B) 及 (C) に関する實驗は本焼鈍に依る硬度を以て切削及鑄削に適當なるものと認め同状態に於て實驗を實施せり。

鋼種	「ブリネル」硬度數		「シヨアー」硬度數		鋼種	「ブリネル」硬度數		「シヨアー」硬度數	
	素 材	焼 鈍	素 材	焼 鈍		素 材	焼 鈍	素 材	焼 鈍
No. 1	356	201	32	7	No. 8	347	260	25	24
No. 2	202	182	23	15	No. 9	280	233	24	23
No. 3	373	175	35	25	No. 14	147	138	13	9
No. 4	302	144	19	7	No. 15	226	182	10	5
No. 5	225	188	17	11	No. 16	231	175	12	7
No. 6	315	178	26	13	No. 17	193	170	6	7
No. 7	235	193	20	13	No. 32	224	164	16	11

上記の外硬度と顯微鏡的組織並に硬度と加工性との關係に就きては以下 (IV) 顯微鏡的組織及 (IX) 加工性に関する實驗の條下に之を研究しあるものとす。

[註] (1) 註 (1) の b. P. 5.

附表第3

各種耐鋳鋼焼入(急冷)温度及焼鈍温度

鋼 種		主要化学成分(%)						變態點 (°C) AC	焼入又は急冷温度(°C)		焼鈍 温度 (°C)
		C	Cr	Ni	Si	W	Cu (V)		製造所の規定	著者の決定	
第1種 (a)	C 0.3% 以下	No. 21	0.08	11.78				910	不 要 不要 要すれば 920 空中急冷 920 油中	950 油中	1,050
		No. 23	0.10	13.09				935		950 油中	900
		No. 22	0.27	14.42				930		950 油中	900
	C 0.3% 以上	No. 14	0.39	13.74				900	900~950 油又は空中	950 油中	900
		No. 16	0.40	14.13				920	900~1000 油中	1,000 油中	900
		No. 6	0.53	14.84				825	—	1,000 油中	1,050
		No. 19	0.45	15.61				850	—	980 油中	900
第1種 (b)	No. 11	0.62	17.49				875	1,000~1,050 油中	1,000 油中	900	
	No. 5	0.65	18.58				905	940 油中	950 油中	1,050	
第2種 (a)	No. 2	0.75	11.40	1.32		0.60	755	1,000~1,100 油又は空中	1100 油中	700	
	No. 27	0.14	12.18	1.97			850	900 油中	900 油中	700	
	No. 31	0.15	12.94	0.61			800	900 油中	850 油中	700	
第2種 (b)	Ni 9.0% 以下	No. 18	0.41	19.22	5.14			なし	— 硬度を小にするため 1,100~1,200 油中急冷 (11) 1,100 水中急冷	1,000 油中	1,050
		No. 35	0.13	17.59	7.35			なし		1,100 油中	1,100
		No. 30	0.35	17.46	8.50			なし		1,100 水中	1,050
	Ni 9.0% 以上	No. 7	0.50	12.72	9.95			なし	1,000 水中	1,100 水中	1,050
		No. 20	0.32	18.00	10.79			なし	不 要	不 要	900
		No. 13	0.55	14.99	20.66			なし	不 要	不 要	900
第3種 (a)	Ni を 含 有 せ ざ	No. 17	0.22	14.02		0.87		960	不 要	不 要	1,050
		No. 15	0.31	14.46		1.85		825	900~1,000 油中	1,000 油中	900
		No. 9	0.71	15.24		2.58		840	890~950 油又は水中	950 油中	1,050
	Ni を 含 有 せ	No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64		なし	不 要	不 要	—
		No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05		なし	1,000~1,100 油中	1,000 油中	900
第3種 (b)	No. 1	0.51	7.54	2.67		2.18	820	1,000~1,000 油又は空中	1,050 油中	700	
	No. 3	0.63	10.13	2.58		3.35	780	同 上	同 上	700	
	No. 4	0.76	8.31	2.51		3.88	800	同 上	1,000 油中	760	

第 3 種 (c)	No. 26	C 0.28	Cr 15.15	Ni 8.24	Si 1.73	W	Cu(V) 1.34	なし	不要 要すれば 870 油中冷却	870 油中	1,050
	No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95		3.12	なし	—	1,100 油中	1,050
第 3 種 (d)	No. 24	0.53	20.21	1.25	1.25		(3.04)	なし	不 要	不 要	—
基 準 鋼 材	銃身鋼	0.67			0.29		2.00	760	調質 860 油中 550 焼戻	同 右	900
	半硬鋼	0.48			0.15			820	830 油中	同 右	900
備 考		<p>(a) 第 1 種中にて No. 21, No. 6 及 No. 5 に於て特に其焼鈍温度を高めしは實驗の結果同温度に於て小なる硬度を得たるに依るものなり、但し一般には 900 にて充分なりとす。</p> <p>(b) No. 1, No. 3 及 No. 4 耐鋳鋼に於て略同一鋼種に就き各異の焼入温度を採用せしは焼入温度の高低と組織及耐鋳性等との關係を明かにせんためなり。</p> <p>(c) 調質とは焼入及焼戻により用途に適する所望の抗力を附與しあるものを意味す。</p>									

〔註〕 (11) Krupp Die Nichtrostenden Stahl V₂A, V₄A, V₆A und ihre Anwendung in Apparatebau— P. 3 に依れば V₂A 鋼 (No. 3) に相當す) は約 1,170°C の高温度より急冷すれば其質を柔軟にし靱性及化學的抵抗を増大すと。

附表第 4

硬 度 試 験 表

(硬度數の順序に依る)

鋼 種	主 要 化 學 成 分 (%)						組 織	ブリネル硬度		ショアー硬度	
	C	Cr	Ni (Mn)	Si	W	Cu (V)		焼 入 (急冷)	焼 鈍	焼 入 (急冷)	焼 鈍
半硬鋼	0.48		(0.34)	0.15			M	624	178	48	7
No. 2	0.75	11.40	1.32		0.60		M	623	182	55	15
No. 3	0.51	9.43	2.91		2.91		M	600	175	49	12
No. 4	0.78	8.31	2.51		3.88		M.C	600	144	60	7
No. 16	0.40	14.13					M	600	175	48	7
No. 11	0.62	17.49					M.C	566	175	50	11
No. 15	0.31	14.46		1.85			M.C	535	182	40	5
No. 5	0.65	18.58					M.C	554	188	40	11
No. 1	0.51	7.54	2.67		2.18		M	523	201	40	7
No. 6	0.53	14.84	0.59				M	513	178	37	13
No. 19	0.45	15.61					M	495	178	37	13
No. 22	0.27	14.42					M.F	441	181	41	8
No. 14	0.39	13.74					M	425	142	40	9
No. 31	0.16	12.94	0.61				T	417	271	40	16
No. 27	0.14	12.18	1.97				T	397	215	35	25
No. 23	0.10	13.09					M.F	390	146	33	5
銃身鋼	0.67		(0.35)	0.33	2.00		S	362 (調質)	178	40	15
No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64			A.C	352 (素材)		35 (調質)	(素材)
No. 24	0.53	20.21	1.25			(3.04)	A.C	335 (素材)		25 (調質)	(素材)
No. 18	0.41	19.22	5.14				A	337	252	24	18

	C	Cr	Ni(Mn)	Si	W	Cu(V)					
No. 30	0.35	17.46	8.53				A	285	255	32	23
No. 9	0.70	15.24		2.58			F.C	270	233	30	23
No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05			A.C	240	260	27	24
No. 7	0.53	12.72	9.95				A.C	232	198	22	13
No. 17	0.22	14.02		0.87			F.C	193 (素材)	170	22 (素材)	7
No. 12	0.62	12.81	10.13				A.C	190	196	25	20
No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73		1.34	A.C	180	175	13	13
No. 20	0.32	18.00	10.79				A	180	190	18	7
No. 21	0.08	11.78					M.F	176	136	15	9
No. 13	0.22	14.02		0.87			F.C	174 (素材)	170	18	10
No. 32	0.28	12.11	36.72				A.C	164	224 (素材)	15	24 (素材)
No. 35	0.13	17.59	7.35				A	163	224 (素材)	13	26 (素材)

(IV) 顯微鏡的組織の研究

各試料に就き素材、焼入組織及焼鈍組織並に鐵滓含有の状態に就き研究し寫眞圖第一、乃至第十五に示す如き結果を得たり、但し寫眞圖中 A:「オーステナイト」、M:「マルテンサイト」、T:「トルースタイト」、S:「ソルバイト」、C: 炭化物、(「セメントイト」を含む) F:「フェライト」、P:「パーライト」を示すものとす。

耐鑄鋼を檢鏡するため之が腐蝕に際しては其種類により難易あり、又同一種類のものにおいて一般に焼入組織のもの腐蝕困難にして焼鈍組織のもの容易なるを知る、其腐蝕困難なるものにおいて王水(硝酸1、鹽酸3)を使用し(稀)之に次ぐものは濃鹽酸を使用し(少し)之に次ぐものは4%硝酸のアルコール溶液に適量の濃鹽酸を加へたるもの(最も多し)に依り稍腐蝕し易きものにおいて4%硝酸のアルコール溶液(稍多し)を用ひ腐蝕せり。

(A) 鋼材の組織

第一種(a)耐鑄鋼(Cr 11.0~17.0%)において其組織素材に於てはソルバイト組織を、焼入後はマルテンサイト組織を有し炭素含有量0.3%以下の場合にはフェライトを混するを通常とす、(例 No. 6, No. 14, No. 16 及 No. 22 耐鑄鋼)、此種組織を有するものは何れも磁性あり。

第一種(b)耐鑄鋼(Cr 17.0%以上)において其組織素材に於て炭化物を含有せるオーステナイト組織を、焼入後は炭化物の多少を有するマルテンサイト組織よりなる、従て本鋼は第一種(a)と同じく磁性あり、(例 No. 5 及 No. 11 耐鑄鋼)。

第二種(a)耐鑄鋼(Cr 及 Ni を主成分とし Ni 5%以下を含有するもの)において其組織第一種(a)に類似し磁性あり、(例 No. 27 及 No. 31 耐鑄鋼)寫眞圖第九(5)及同十(1)に於ては焼入組織に於てトルースタイトを示すも之れ其焼入温度低きに因ること後述せる實驗に依り明なり(第四節(X)項参照)。

第二種(b)耐鑄鋼(Cr 及 Ni を主成分とし Ni 5%以上を含有するもの)において其素材はオーステナイトよりなり炭化物を混入するものもあるも焼入後の組織に於ては炭化物の出現なきか又

は出顯少なきオーステナイトを通常とす。磁性に就きては $Ni > 35\%$ 以上なる No. 32 耐錆鋼を除き全部之を有せず、(例 No. 7, No. 13, No. 18, No. 20, No. 30, No. 32, 及 No. 35 耐錆鋼)。

第 3 種耐錆鋼にありては含有せる元素の種類に依り各異の組織を示す、則ち次の如し。

(a) ① Cr を主とし Si を含有せるもの (例 No. 9, No. 15 及 No. 17) にありては素材は炭化物を有するフェライトよりなり、其焼入せられしものはマルテンサイト又は素材と大差なき組織を示し其組織一般に緻密なるの特徴を有す、尙ほ此種組織よりなるものは一般に磁性を有するを知る。

製造者側に於て此種鋼の使用に際し焼入不要とせるものあるは全く上記の如く Si を含有せるものは焼入組織として素材と大差なき組織を與ふるに原因するものと判断す。

② Cr 以外 Ni 及 Si を含有せるもの (例 No. 25 及 No. 8) にありては Cr 及 Ni の量により一定ならざるも研究せし鋼材に就ては (以下 b, c, d も同様) 素材は炭化物を含有せるオーステナイトよりなり其急冷組織は軟化せられたるオーステナイト組織 (炭化物を含む) を示し磁性は $Ni 5\%$ を限界として同量以下を有するものは之を有し、然らざるものは之を有せず。

(b) Cr, Ni を主とし W を含有せるもの (例 No. 1, No. 3 及 No. 4) にありては素材はソルバイト組織よりなり其焼入せられしものはマルテンサイト組織よりなり硬度大なる組織を示し焼入温度高きものは炭化物を有せず、又此種組織のものは磁性を有するを知るなり。

(c) Cr, Ni 及 Si を含有し尙ほ Cu を含有せるもの (例 No. 12 及 No. 26) にありては Cr, Ni の量により一定ならざるも研究せし鋼材に就ては (以下 b, c, d も同様) 素材及焼入組織共に炭化物を含めるオーステナイトよりなり硬度小なる組織を示し尙ほ焼入の場合炭化物の出顯少なきを見る、磁性無し。

(d) Cr の多量、 $Ni 5\%$ 以下を含有し尙ほ V を含有せるもの (例 No. 24) にありては其組織炭化物を含めるオーステナイトよりなり硬度小なる組織を示す、磁性無し。

硬度と組織との關係に就きては附表第 4 に示す如くマルテンサイト組織を有するもの (フェライトを含むものを除く) 硬度最大 (H: 425-623) にしてトルースタイト (H: 397-417) 及ソルバイト組織 (H: 362) を有するもの之に次ぎオーステナイト (H: 163-352) 及 エフライト (H: 136-270) 組織を有するもの硬度最小なり、但し如斯最小硬度を有するものも冷間加工に依り稍々之を増大し得べし例へば No. 35 耐錆鋼の硬度 163 なるも其素材の硬度 224 なるが如し。(附表第 4 参照)尙ほ同一鋼種にありては炭化物の出顯少なきもの程其硬度大なるを知るなり。

炭化物の出顯は C 又は Cr の含有量に關係し其含有量多きに従ひ其出顯多く (附表第 26 参照)尙ほ Cr の含有量少なき場合例へば第 3 種 (b) 耐錆鋼の如きものにありては焼入温度高き程炭化物の出顯少なく耐錆性可なるも (例へば No. 2 及 No. 3 と No. 1 及 No. 4 耐錆鋼とを比較すれば其差明瞭なり) 過高温度に依る焼入は抗力を減少すべきを以て目的に應じ焼入温度を決定するを要す、本研究にありては此種鋼は附表第 3 に示す如く試に各種温度に於て焼入を實行せり。

(B) 鐵滓含有の状態

耐鑄鋼中に存在せる鐵滓の含有量は割合に少なく、其内鐵滓含有量の多少に依り各鋼を分類せるに次の如き結果を得たり。

鐵滓の少なきもの No. 3, No. 4, No. 17, No. 21, No. 27, No. 30, No. 31.

鐵滓の多きもの No. 7, No. 8, No. 12, No. 13, No. 18, No. 24, No. 25, No. 32, No. 33.

則ち鐵滓の少なき耐鑄鋼は多く本邦並に外國に於て特殊鋼の製造に經驗を積みたる工場製造の耐鑄鋼にして鐵滓の多き耐鑄鋼は特殊成分の鋼材 (例 No. 32 Ni=36.72%) 又は此種鋼材の製造に經驗少なき箇所の製品に多きを知るなり、但し茲に多量と稱するも普通の鋼材に比すれば尙ほ普通の程度に近きものにして上述 (I) 化學分析の項をも参照するに各耐鑄鋼の製造には其原料を精選し製鋼法に注意しつつあるを知るなり。

鐵滓の多少の鋼材の耐鑄性に影響することに関しては第四節 (VI) 其二 (A) 鐵滓含有の多少と耐鑄性との關係の項に記述しあり。

(V) 比重の測定

比重の大小即ち材料の輕重を知ることは材料の應用上必要なる條件なるを以て (例へば發動機用傘地金に於て其輕量なることは衝擊作用に對し衰損を減少するため必要なるが如し⁽¹²⁾各耐鑄鋼に就き比重の測定を行ひ其大小と化學成分及組織との關係に就き研究せり。

比重の測定は試験片を毛髮に依り吊下し、始め空氣中にて、次で水中に於て其重量を秤定し次式に依り比重を算出せり。

$$S = \frac{W}{(W - W')} \cdot y$$

但し S……比重 W……空氣中にて秤定せし重量
y……水の比重 W'……水中にて秤定せし重量

試験片は硬度試験の場合と同様なる寸法を採用し且つ同様なる熱處理を施せしものとす。尙ほ測定結果の精確を期するため 1 試料に就き 2 回の測定を行ひ兩者より得たる數値を平均せり。

上記測定の結果は附表第 5 に示す如く其最大、中間及最小値を示せば次表の如し

鋼 種	比 重		主 要 成 分 (%)				
	測 定	計 算	C	Cr	Ni	W	Si
No. 32	8.09	8.05	0.28	12.11	36.72	3.88	
No. 4	7.97	7.80	0.76	8.31	2.51		
No. 20	7.94	7.66	0.32	18.00	10.79		
No. 6	7.74	7.53	0.53	14.84			
No. 8	7.66	7.10	0.62	20.73	7.95		3.05
No. 9	7.60	7.10	0.70	15.24			2.58

(12) Revue de Metallurgie, No. 6, 1926. P. 317-330.

凡て鋼材の比重は其組織及化學成分に關係するも耐鑄鋼の場合にありては W (比重 19.1), Cu (比重 8.9) 及 Ni (比重 8.8) の増大と共に増大し Si (比重 2.4) 及 Cr (比重 6.9) の増大と共に減少するも其大部分は概して普通鋼 (鍛造の後熱處理を行ひたるもの) の比重と大差なきを知るなり、但し No. 8, No. 5 及 No. 9 耐鑄鋼の如く其比重著しく小なるもの 及 No. 32 並 No. 3 耐鑄鋼の如く其比重著しく大なるものあり前者は Cr の多量を含むか又は Si の含有量稍々多き種類に屬し後者は Ni の多量を含むか又は W の稍々多くを含有するものなり。

今試に各元素の比重を基とし上記各耐鑄鋼の比重を算定せしに上記の如き結果を得たり (比重の欄計算の部) 次表は計算の一例を示す (No. 20 耐鑄鋼) ものとす。

成 分	Fe	C	Cr	Ni	Si	Mn	Cu	P	S
100 瓦中に於ける各成分の質量	70.11	0.32	18.0	10.79	0.23	0.30	0.20	0.019	0.036
比 重	7.90	1.90	6.9	8.80	2.40	8.00	8.90	2.200	2.100
100 瓦中に於ける各成分の體積	8.875	0.168	2.61	1.22	0.095	0.038	0.023	0.009	0.017
No. 20 耐鑄鋼 100 瓦の體積	13.054								
計算に依る比重	100 ÷ 13.054 = 7.66								

$$\text{No. 32 耐鑄鋼の比重} = \frac{100}{12.414} = 8.05 \quad \text{No. 6 耐鑄鋼の比重} = \frac{100}{13.277} = 7.53$$

$$\text{No. 4 " } = \frac{100}{12.816} = 7.80 \quad \text{No. 9 " } = \frac{100}{14.079} = 7.10$$

$$\text{No. 20 " } = \frac{100}{13.054} = 7.66 \quad \text{No. 8 " } = \frac{100}{14.091} = 7.10$$

各元素の比重を基として算出せし上記比重と前記測定せし比重とは鋼種に依り殆んど近似の値を得たるものあり、又は多少の差を有するも其差異少なるものあり、或は其差異割合に多きものあり今鋼種に依り是等差異の多少に就き表示すれば次の如し。

鋼 種	番 號	測 定 値	計 算 値	差 異	平 均	組 織
第 1 種 (a)	No. 6	7.74	7.51	(0.23)	} 0.13	M
	No. 14	7.73	7.61	0.12		M
	No. 16	7.73	7.60	0.13		M
	No. 22	7.70	7.58	0.12		M+F (中)
	No. 23	7.73	7.60	0.13		M+F (多)
第 1 種 (b)	No. 5	6.75	7.43	0.22	} 0.21	M+C (少)
	No. 11	7.67	7.47	0.20		M+C (多)

鋼 種	番 號	測 定 値	計 算 値	差 異	平 均	組 織
第 2 種 (a)	No. 27	7.73	7.68	0.05	0.07	T
	No. 31	7.77	7.68	0.09		T
第 2 種 (b)	No. 20	7.94	7.66	0.28	0.28	A+C (少)
	No. 32	8.09	8.05	(0.04)		A+C (中)
	No. 35	7.93	7.65	0.28		A
第 3 種 (a)	No. 8	7.64	7.10	0.54	0.52	A+C (中)
	No. 9	7.60	7.10	0.50		A+C (多)
第 3 種 (b)	No. 3	8.05	7.78	0.27	0.22	M
	No. 4	7.97	7.80	0.17		M+C (多)
第 3 種 (c)	No. 12	7.89	7.54	0.35	0.44	A+C (少)
	No. 26	7.96	7.44	0.52		A+C (多)

即ち上記計算値と測定値との差異は鋼種に依り略々一定し第三種 (a) 及 (c) のもの其差異最も甚しく 0.52 及 0.44 を示し之に次くを第 1 種 (b)、第 2 種 (b)、及第 3 種 (b) とし夫々 0.21, 0.28 及 0.22 を示し其差最も少なきを第 1 種 (a) 及第 2 種 (a) となし其値 0.13 及 0.07 に過ぎず、但し No. 6 は不純物として Ni の少量を含有し No. 32 は Ni の多量を含有するを以て例外と見るを得べし、又組織上より之を判断するに單一なる組織よりなるもの其差少なく炭化物の析出せるもの其差一般に多きものゝ如し。

本研究に依り各種耐鋳鋼の比重を其化学成分により算定せんには上記算定値に上表に示せる差異の平均値を附加せば以て測定値に近き値を得るを知るなり。

附表第 5 は各耐鋳鋼を其比重の大なるものより順次に排列せしものにして其化学成分並に組織との關係を考ふるに次の如き結論を得たり、化学成分に就きては Ni の含有量多きか W を含有するもの其比重最大にして 8.1 に近く又 Si の稍々多量を含有するもの其比重は最小にして 7.6 に近く此種鋼は發動機用弁地金として使用するに際し受くべき衝撃に對し良好なる結果を與ふるものと見るを得へし、尙ほ一般的に之を述べれば耐鋳鋼の比重大なるものは之を銃身鋼の比重に比し大差なきも其小なるものにおいて之を普通鋼及砲身鋼のものに比するに更に著しく小なるを認めたり。

組織と比重との關係に就きては Ni の多量を含有しオーステナイト組織を有するもの其比重最も大にして W を含むものにおいて其組織マルテンサイトなるもの其比重大なるを見る又一般に比重の小なるものは多くマルテンサイト組織、稀にオーステナイト組織にして Si の稍々多量を含有するか又は Cr の多量を有するものよりなるを認めたり。

附表第5

各種耐鑄鋼比重一覽表 (比重の大なるものより順次に記載す)

其一 耐鑄鋼及標準鋼材

鋼種	比重	化 學 成 分 (%)						焼入組織
		C	Cr	Ni	Si	W	Cu	
No. 32	8.09	0.28	12.11	36.72				A+C (中)
No. 3	8.05	0.63	10.13			3.35		M
No. 13	7.98	0.55	14.99	20.66				A+C (多)
No. 4	7.97	0.76	8.31	2.51		3.88		M+C (多)
No. 26	7.96	0.28	15.15	8.24	1.73		1.34	A+C (多)
No. 20	7.94	0.32	18.00	10.79				A+C (少)
銃身鋼	7.93	0.67				2.00		M
No. 35	7.93	0.13	17.59	7.35				A
No. 30	7.92	0.35	17.46	8.50				A
No. 7	7.90	0.50	12.72	9.55				A+C (中)
No. 18	7.89	0.41	19.22	5.14				A
No. 12	7.89	0.62	12.81	10.13			3.12	A+C (少)
No. 1	7.85	0.51	7.54	2.67		2.18		M
砲身鋼	7.85	0.34	0.52	3.10				M+F
半硬鋼	7.85	0.48						M+F
No. 31	7.77	0.16	12.94	0.61				T
No. 6	7.74	0.53	14.84					M
No. 14	7.73	0.39	13.74					M
No. 16	7.73	0.40	14.13					M
No. 27	7.73	0.14	12.18	1.97				T
No. 23	7.73	0.10	10.09					M+F (多)
No. 21	7.73	0.02	11.78					M+F (少)
No. 2	7.73	0.75	11.40	1.32		0.60		M
No. 17	7.72	0.22	14.02		0.87			F+C (少)
No. 19	7.71	0.45	15.61	5.14				M
No. 22	7.70	0.27	14.42					M+F
No. 15	7.68	0.31	14.46		1.85			M+C (少)
No. 11	7.67	0.62	17.49					M+C (多)
No. 8	7.66	0.62	20.73	7.95	3.05			A+C (中)
No. 5	7.65	0.65	18.58					M+C (少)
No. 9	7.60	0.70	14.40		2.58			F+C (多)

其二 耐鑄合金

種類	比重	化 學 成 分 (%)							
		Cu	Ni	Al	Fe	Si	P	Sn	Pb
No. (1)	7.57	80.91	5.20	10.66	3.16	0.07	痕跡		
No. (2)	8.20	85.88	4.29	7.23	2.60			痕跡	
No. (3)	8.37	84.21	5.14	5.29	5.21				0.15

(IV) 耐 鋳 試 験

耐鋳試験を分つて2種とす、露天試験及溶液試験之れなり、前者にありては各種耐鋳鋼の大氣中に於ける耐鋳性を試験するものにして、後者にありては常溫試験と熱間試験との2種に分ち之を實施し以て各種耐鋳鋼の主目的たる耐鋳性に關し其の抵抗の如何を判定すると同時に化學成分及組織と耐鋳性との關係、熱處理法と耐鋳性、加工法と耐鋳性、鐵滓含有の多少と耐鋳性、溶液の動搖と耐鋳性竝に溶液の種類と浸蝕面の狀態等各種關係に就き研究せるものとす。

後述せる實驗の結果に基き上記試験に用ひたる試料は何れも耐鋳性を充分に發揮し得べく適當なる焼入の狀態に於て之を使用せり、從て各種鋼の耐鋳性を充分に比較し得るものと信ずるも實際各種耐鋳鋼を使用するに當りては低溫度の焼戻は殆んど耐鋳性に變化なく⁽¹³⁾其抗力⁽¹⁴⁾及硬度に於ても焼入の狀態と大差なきを以て〔第四節 (VII) 其一 (A) 參照〕 目的に應じ所望焼戻狀態に於てするを適當と認む。

其一、露 天 試 験

後述各種溶液に對する耐鋳性試験は耐鋳鋼の特性及用途を決定するため極めて必要なる實驗なるも尙ほ耐鋳鋼の應用に際し必要なる此種實際的試験に依りて其特徴を極むるを目的とす、其法硝子板上に各種耐鋳鋼を配置し夏期2ヶ月間晴雨及晝夜を論せず戶外に暴露し發錆の有無に就き比較せり、尙ほ其耐鋳性を他種鋼材と比較するため銃身鋼、砲身鋼、半硬鋼竝に耐鋳合金3種をも同試験に加へたり、此際使用せし試料は硬度試験の際使用せし試料の寸法と同一にして各邊 15 mm の立方體よりなり(此寸法を與へ得ざるものは適宜の形狀に依る)其表面を〇〇研磨紙を以て研磨したる後エーテルを以て良く洗滌せしものとす。

本試験の結果に徴するに銃身鋼、砲身鋼及半硬鋼にありては第2日朝に於て已に發錆を見第3日に降雨あり、翌日其全面赤錆を以て覆るるに至れり、10日後に於ては全面赤錆に覆はれ30日後に於ては赤錆益々厚く2ヶ月後にありては赤錆更に厚きを見る、耐鋳鋼にありても1週間後若干錆の生ぜしものありと雖も其程度上記3種鋼材と大に異なり附表第6に示す如き結果を得たり、但し耐鋳鋼發錆面積の増加は之を他の鋼種に比し著しく小にして1ヶ月後の狀態と2ヶ月後の發錆の狀態を比較するに其間著しき變化を認めず、又耐鋳合金にありては3日後に於て表面に酸化被膜を生ぜしも以後大なる變化を認めざりき、寫眞圖第16(1)は本試験に於て各種耐鋳鋼滿2ヶ月後の狀態を示せるものとす。

附表第6を檢するに露天試験に於て最も優秀なる成績を示せし耐鋳鋼は No. 31, No. 18, No. 24 及

(13) Speller 氏—Corrosion—1926. P. 129 に Cr を主とする耐鋳鋼は 499°C 迄の溫度に焼戻を行ふも著しく耐鋳性を減少せずとあり。

(14) 著者は同一鋼材に就き焼入せし狀態と之を 200°C 及 400°C に焼戻せし狀態とに於て其耐鋳性を實驗せしに硝酸及鹽酸に對しては殆んど其差異を認めず硫酸に對してのみ 400°C に焼戻せるもの稍々其耐鋳性を減少するを見たり〔本節 (VI) 其一 (A) (3) 參照〕。

No. 25 の4種にして No. 31 を除き何れも 19% 以上の Cr を含有し尙ほ Ni の少量を含有す No. 31 は Cr < 17% にして如斯好結果を得たるは全く C 含有量の少なきと Ni の少量を含有せるに依るなり、之れに次ぎ耐錆性大なるは No. 35, No. 27, No. 6, No. 30, 及 No. 20 の5種にして何れも Cr 以外 Ni の多少を含有す、則ち Ni は露天試験に對する抗堪力を増大するを知るなり、從來の研究中⁽¹⁵⁾少量の Ni は何等良好なる結果を興へずと云ふ者あるも本研究に於ては其然らざるを知るなり。

No. 19, 耐錆鋼は Cr 17% 以下を含有又 No. 11 は Cr 17% 以上を含有せる耐錆鋼にして抗堪性前記九種の鋼材に次ぐ、No. 13 耐錆鋼は Ni の含有量多く No. 14, No. 5 及 No. 21 は何れも Cr 鋼にして抗堪性中位にあり。

次に最も抗堪性少なきは No. 1, No. 2 及 No. 4 耐錆鋼にして何れも Cr 含有量 11.0% 以下にして W を含有するか又は Ni を含有し C 含有量 0.5% 以上に達す、之に次ぐを No. 9 及 No. 15 耐錆鋼とし Cr 以外 Si を含有す、尙ほ Cu を含有せる No. 12 及 No. 26 耐錆鋼の抗堪性も良好なるものと云ひ難く上記 W, Si を含有せる耐錆鋼の上位を占むるに過ぎざるを知るなり。

本研究の結果露天試験に對しては Cr 含有量 17% 以上にして 5% 以下の Ni を含有するもの成績最も優秀にして之に次ぎ成績良好なるものは Cr 含有量 11.0% 以上にして Ni の少量を含有せるものにして是等鋼中の炭素含有量は少量なるに従ひ成績良好なるも Cr 含有量の増加に伴ひ若干 C 量を増加するも大なる不利を興ふることなく又 Cr, Ni 以外の元素例令 W, Si 及 Cu 等の含有は露天試験に對する抗堪性に就き大なる効果なきものの如し。

附表第6 各種耐錆鋼露天試験成績表

鋼種	主要化學成分 (%)						10 日後の景況	30 日後の景況	2 ヶ月後の景況	成績順序
	C	Cr	Ni	Si	W (Mo)	Cu (V)				
第1種 (a)	No. 21	0.08	11.78				變化なし	基部に僅に黄錆を出せり	前回に同じ	17
	No. 23	0.10	13.69				稜角に發錆せし所あり	基部に僅に黄錆を出せり	基部の錆赤褐色を帶ぶ	26
	No. 22	0.27	14.42				同上	同上	基部の錆赤色に變ず	25
	No. 14	0.39	13.74				殆ど變化なし	光澤は失はざれども硝子板に接する部に近く少し汚を生ぜり	前回に同じ	16
	No. 16	0.40	14.13				同上	表面の一部に少しく變化あり	前回に同じ	12
	No. 6	0.53	14.84				變化なし	No. 14 と同程度	前回に比し變化なし	8

〔註〕 (15) H. Burnham 氏 — “Special Steel” — 1923 p. 69-70.

		C	Cr	Ni	Si	W (Mo)	Cu (V)	10 日後	30 日後	2ヶ月後	
	No. 19	0.45	15.61					稜角に發錆せし 所あり	錆少々増加し塵 埃のため汚れを 生ぜり	前回と同じ	10
第 1 種 (b)	No. 11	0.62	17.49					變化なし	基部に汚れる生 じNo. 14と同様	前回と同じ	14
	No. 5	0.65	18.58					同 上	No. 14 と同程 度	前回と同じ	15
第 2 種 (a)	No. 2	0.75	11.40	1.32		0.60		壓延條痕らしき ものに沿ふて稍 々發錆す大部分 の光澤は其儘	全面光澤を失 ひ赤錆は全面 の 1/4	赤錆は全面の1/3	33
	No. 27	0.14	12.13	1.97				變化なし光澤よ し	基部に僅に黄錆 み生ぜり	前回と同じ只黄 錆増加す	6
	No. 31	0.15	12.94	0.61				同 上	極僅に斑錆を生 ぜる所あり	前回と同じく變 化少なし	1
第 2 種 (b)	No. 18	0.41	19.22	5.14				變化なし	基部に極僅かな る錆を生ぜり	前回と同じ此種 の汚れは外界の 埃にして自體は 變化なきものゝ 如し	2
	No. 35	0.13	17.59	7.35				變化なし	僅かに斑錆あり	前回と同じ	5
	No. 30	0.35	17.46	8.50				變化なし	基部に僅に黄錆 を生ぜり	基部の汚れ稍々 黄色を増加せり	7
第 3 種 (a)	No. 7	0.50	12.72	9.95				各稜角に沿ふて 錆を生ぜし外面 にも若干の斑錆 を見る	前回の場合より 更に表面に曇り を生じて赤錆は 全面の 1/6	赤錆は全面の1/5	31
	No. 20	0.32	18.00	10.79				變化なし	基部に僅かに黄 錆を生ぜり	No. 27 と同じ	9
	No. 13	0.55	14.99	20.66				變化なし	基部に汚れなし 壓延の方向に錆 條を僅に生ず成 績稍良好	前回と同じ	13
	No. 17	0.22	14.02		0.87			基部稜角に錆を 生ぜり	前回より稍々曇 る	前回と同じ	21
	No. 15	0.31	14.46		1.85			表面極めて僅少 の斑錆を生ぜる 外始めの光澤を 失はず	基部及之に近き 部分の錆著しく 全面の 1/3	前回と同じ	27
	No. 9	0.70	15.24		2.58			No. 7 と略同程 度只試料の基部 にのみ著しき發 錆を見たり	基部及之に近き 部分の錆著しく 全面の約 1/2 と なる	前回と同じ	29
	No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64			毫も變化なし光 澤よし	變化なし	基部の汚れ稍々 黄色を呈せり	4
	No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05			No. 7 と同程度 なるも面には光 澤あり	前回と變化少な く光澤は失はざ るも斑錆稍々増 加す錆は全面の 1/8	前回と殆んど變 化なし	19
第 3 種 (b)	No. 1	0.51	7.54	2.67		2.18		表面極めて僅少 の斑錆を生ぜる 外始めの光澤を 失はず	錆少々増加し全 面少しく曇り基 部に接する部分 に發錆多し角稜 の赤錆は全面の 1/8	赤錆は全面の1/6	30
	No. 3	0.63	10.13	2.58		3.35		各稜角に若干の 錆を生ず	稜角に錆を生せ る外光澤割合良 好錆は全面の 1/10	前回と同じ	20
	No. 4	0.76	8.31	2.51		3.88		基部に著しき錆 を生ぜる外光澤 あり	全面光澤を失ひ 赤錆全面の 1/4	赤錆全面の 1/3	32
	No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73		1.34	No.1 程度但し 斑錆は全面にあ り	斑錆全面に渡り基 部に汚れ多し錆全 面の 1/3 但錆縮し	錆進まず前に同 じく錆色淡し	22

第3種 (c)	No. 12	C	Cr	Ni	Si	W (Mo)	Cu (V)	10日後 僅かに錆を生じ たる部分あり (刻印及硝子に 接せし部分)	30日後	2ヶ月後	24
		0.62	12.81	10.13	0.95		3.12		前回と同じ	前回と同じ	
第3種 (d)	No. 24	0.53	20.21	1.25	1.25		(3.04)	毫も變化なし光 澤最もよし	變化なし	基部の汚れに稍 々黄色を呈せり	3
耐 錆 合 金	種類	Cu	Ni	Al	Fe	Pb	Si	10日後	30日後	2ヶ月後	
	No. (1)	80.91	5.20	10.66	3.16	—	0.07	表面酸化膜に包 まる	前回と同様	錆色を増す	2
	No. (2)	85.88	4.29	7.29	2.60	—	—	〃	〃	前回と同じ	1
	No. (3)	84.21	5.14	5.29	5.21	0.15	—	〃	〃	錆色灰黄を呈し 3種合金中最も 不良	3

其二、溶液試験

(A) 常溫試験

液溶の濃度に従ひ2種〔(1)及(2)〕に分ち其内(1)は水及稀薄なる酸又はアルカリ溶液及食鹽水に對する試験にして同試験に供せし溶液の種類次の如し。

井水、食鹽水(1%, 5%)、苛性曹達(1%, 5%)、硝酸(1%, 5%)、硫酸(1%, 5%)、鹽酸(1%, 5%)、醋酸(5%) 蔞酸(5%) 及拘櫛酸(5%)。

又(2)は次表に示す如き稍々濃厚なる酸、混酸及グリセリン溶液(火砲用駐退液)に對する試に驗して使用せし溶液の種類次の如し。

溶 液	濃 度
HCl	10%, 25%.
HNO ₃	10%, 25%.
H ₂ SO ₄	10%, 50%, 90%.
混 酸 No. 1	H ₂ SO ₄ 70% + HNO ₃ 20% + H ₂ O 10%.
混 酸 No. 2	H ₂ SO ₄ 60% + HNO ₃ 25% + H ₂ O 15%.
グリセリン	グリセリン 2, 水 1, の割合

上記各試験は何れも之を常溫に於て實施し(B)熱間試験と相俟つて各種耐錆鋼の用途を決定せしのみならず次に示す如き耐錆性に關する各種の關係に就きても必要なる實驗を行ひたるものとす。

(3) 熱處理と耐錆性との關係

(4) 加工法と耐錆性との關係

(5) 鐵滓含有の多少と耐錆性との關係

(6) 溶液の動搖と耐錆性との關係

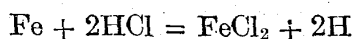
(7) 溶液の種類と浸蝕面状態との關係

試験に供すべき溶液は容量 450 cm³ のビーカーに 300 cm³ を保ち各邊 15 cm³ 體よりなる試料(硬度試験の際使用せし試料の寸法と同一にして豫め所望の焼入を行ひたる後表面の状態をして全部一樣ならしむるため 00 研磨紙を以て仕上磨き實施せるものとす)を之に沈漬す、試料は其表面をエーテルを以て良く洗滌⁽¹⁶⁾せしものにして油分あるものは先づ苛性曹達溶液及水を以て洗滌し然る後更

〔註〕(16) 次頁脚註 (17) 參照

にエーテルを用ひて之を洗滌せしものとす⁽¹⁷⁾斯くして 1日, 3日, 5日, 7日, 8日, 10日及 15日毎の重量を測定し原重量との差を原表面積にて除し其商を以て腐蝕度となす。

試験に供せし溶液は夫々濃酸を蒸溜水を以て稀釋し所望の濃度を得、又試験間試料の溶解するに従ひ生ずべき濃度の變化をして成る可く少なからしむるため次の如き計算により秤量の都度濃度の補正を實行せり但し濃度稍々異なるもの及其變色せるものは凡て新溶液と交換實驗を繼續せるものとす。



$$56 : 2 \times 36.5 = A : x$$

A = 試料の減量、x = 補充すべき酸の純量

$$x = \frac{73}{56} \times A = A \times 1.30$$

今之を濃鹽酸 (比重 1.2 : 40% HCl) を以て補充するものとせば

$$A \times 1.30 \text{ gr HCl} \text{ は } A + 1.30 \times \frac{100}{40} = A \times 3.25 \text{ gr}$$

之を cm^3 に換算せば比重 1.2 なるを以て

$$\frac{3.25 \times A}{1.2} = 2.71 \times A$$

即ち試料の減量に 2.71 を乗じたる cm^3 數だけ 40% HCl を以て補充す。

H_2SO_4 の場合にありては比重 1.84 : 96% の H_2SO_4 を以て補充するものとし

$$A \times 1.75 \times \frac{100}{96} \times \frac{1}{1.84} = A \times 0.99$$

即ち試料の減量に對し 0.99 を乘し得たる cm^3 數丈け 96% H_2SO_4 を補充せり。 HNO_3 の場合に於ても上記と同様にして比重 1.4 : 65% HNO_3 を用ふるものとし

$$A \times \frac{126}{56} \times \frac{100}{65} \times \frac{1}{1.4} = A \times 2.47 \text{ を得。}$$

即ち試料の減量に對し 2.47 (互數) を乗せる cm^3 數丈け 65% HNO_3 を以て補充するものとす。

從來の實驗⁽¹⁷⁾例へば含銅鋼の腐蝕試験にありては短時間に於ける實驗にありては反て之を純鐵に比するに多く腐蝕するも長時間の場合には腐蝕度少なく其理由を銅の溶解による液溶の濃度の減少なりと説明しあるものあり、之を以て本實驗にありては上記の如く液の能力を變化せしめず、且つ目的に應し短時間及長時日の實驗を併用し其結果をして實際に近からしむることに努めたり。

腐蝕の程度は初め精密なる寸法の測定に依り之を知らんとせしも浸蝕の状態は壓延又は鍛造の方向により少なからざる差異ある外後述する如く試料の表面は不規則に浸蝕せらるゝを以て止むを得ず、全重量の變化を以て之を測定し且つ試料の大小に關らず其結果を比較し得るため其減量を原表面積にて除し單位面積上の減量を以てせり。

[註] (17) 試料の洗滌に枸橼酸アンモニウム溶液を使用すれば便利にして且つ確實なりと云ふも (The Iron Age, March 9, 1916.) 本實驗には上記の方法に依り大なる不便を感じざりき

(17) 次頁にあり

耐錆試験實施間の温度は實驗室内に暖房の設備あると北側の實驗室を採用せし外盛夏は勤務時間の關係上之を實施せざるを以て寒暑の差甚しからず、概ね 15-25°C の間を上下せしものとす。

耐錆試験の結果は各場合に於て部分的に判斷を下しあるも最後に其三耐錆試験結果の判定の項に於て總括的に化學成分及試験の状態と耐錆性との關係を論じ耐錆性に關する諸件を一層明瞭ならしめたり、尙ほ耐錆試験の結果は卷末附表第 26 に一覽表として掲示しあるを以て以下の諸項看讀に際し同表を參照するを便なりとす。

(1) 井水及稀薄なる溶液に對する試験

此場合に於ては溶液の種類に應じ試料沈漬後 5 日又は 8 日或は 12 日、15 日等に於ける重量の變化と表面の状態とを檢せしものにして其結果は以下 (a) (b) … (I) の各項に於て之を記述するも今之を概説すれば次の如し。

- 1°. 水及食鹽 (1% & 5% NaCl) に對しては各種耐錆鋼は多く之に耐抗し其耐錆性の充分ならざるもの則ち C 含有量多きか又は Cr < 11.0% の耐錆鋼のみ僅に浸蝕せらるるを見る。
- 2°. 苛性曹達 (1% & 5% NaOH) 溶液に對しては No. 4 耐錆鋼 (C=0.76%, Cr=8.31%) を除き全部之に耐抗し原光澤を保つもの多し。
- 3°. 稀薄なる硝酸 (1% & 5% HNO₃) 溶液に對しては其濃度 5% のもの概して 1% のものより浸蝕の程度多きも良好なる耐錆鋼 (Ni を含有するか又は Cr を主とし C 含有量割合に少なきもの) は多く之に耐抗し得。
- 4°. 稀薄なる硫酸 (1% & 5% H₂SO₄) 溶液に對しては其濃度 5% のもの 1% のものより浸蝕の程度大にして本溶液に對し最もよく抵抗すべき耐錆鋼は Cr 及 Ni を主とするか又は Cu 及 Si を含有するものにして尙ほ銃身鋼の抵抗は略々抵抗力少なき耐錆鋼と同一の程度にあるを見る。
- 5°. 稀薄なる鹽酸 (1% & 5% HCl) 溶液に對しては其濃度 5% なるもの浸蝕の程度大にして本溶液に對し最もよく抵抗すべき耐錆鋼は Cr 及 Ni を主とし (時としては Cu 1-3% を含む) 概してオ

[註] (17) Chemical & Metallurgical Engineering - June 21, 1922. p. 1165-1169.

3% HCl に依る試験の結果は次の如し。

材 料	化 學 成 分 (%)					減 量	
	S	P	C	Mn	Cu	48 時間後	30 日後
純 鐵	0.02	0.005	0.010	0.009	0.020	0.08	4.31
銅 鐵	0.028	0.006	0.010	0.015	0.204	0.26	4.08
普 通 鋼	0.020	0.012	0.09	0.273	0.034	0.29	4.20
銅 鋼	0.025	0.011	0.110	0.423	0.235	0.52	4.13

—ステナイト組織を有するものなり、尙ほ本溶液に對する銑身鋼の抵抗は甚だ大にして僅に浸蝕せらるゝに過ぎざるを知るなり。

之を要するに水、食鹽水及苛性曹達に對しては耐鋳鋼の多くは之に依り浸蝕せらるゝことなく稀薄なる酸液 (1% 及 5%) に對しては硝酸に對する抵抗最も強く之に次ぎ硫酸及鹽酸の順序なるも鋼種に依り其抵抗力を異にし No. 24 耐鋳鋼の如く Cr=20.21% を含有する外少量の Ni, Si 及 V を含有するものは硝酸及硫酸に全く侵さるゝことなく No. 35 及 No. 20 耐鋳鋼の如く Ni>7% を含有せるものは硫酸には全く侵さるゝことなく鹽酸に對する抵抗も亦大なり、又 No. 26, 8, 13 耐鋳鋼は Cr 及 Ni の多量を含有し兩者に對する抵抗大なるも No. 30, No. 7 (兩者共 Ni>7% を含有す) 及 No. 23 耐鋳鋼 (Cr を主とし C=0.10%) は鹽酸に強く硫酸に對しては其抵抗力僅かに少なく No. 15 耐鋳鋼 (Si=1.85% を含有す) は硫酸に強く鹽酸に對しては其抵抗力稍々少なきを認めたり。

銑身鋼の抵抗は鹽酸に對しては極めて大にして他の酸液に對しては其浸蝕程度割合に大なるを知るなり之を以て W の含有は鹽酸に對する抵抗を増大するものと云ふを得べし。

耐鋳合金の抵抗は硝酸に對しては大ならざるも硫酸及鹽酸に對しては良く抵抗するを知るなり。

有機酸に對する抵抗は鋼種に依り異なるも概して良好にして No. 26, No. 21, No. 16 及 No. 2 耐鋳鋼のみ他種のものに比し僅かに多く侵さるゝも其量を前記無機酸に對するものと比較すれば著しく小にして實驗期間 8 日後の減量其大なるものありても醋酸に對しては夫々 0.00804 gr/mm² (No. 26: Cu を含有す)、0.0040 gr/mm² (No. 21: Cr=11.78%)、0.0032 gr/mm² (No. 16: Cr を主とす) にして醋酸に對しては 0.00834 gr/mm² (No. 21)、0.00215 gr/mm² (No. 16)、0.00119 gr/mm² (No. 2: C=0.75) なるを知るなり。

尙ほ枸橼酸に對する抵抗は一般に大にして殆んど變化せざるものと見るを得べく各耐鋳鋼共燒入の状態に於ては殆んど同酸に侵されざるものと見るを得べし、且つ本溶液の濃度は酢又は果實液中に存在せる酸の含有量を參考し之を決定せしも實際是等溶液中には他の有機化合物あり膠狀溶液 (Colloidal Solution) として是等溶液の浸蝕性を緩和⁽¹⁸⁾すべきを以て實際の場合の抗堪力は更に大なるものあるべく各種耐鋳鋼共に此種有機酸に抗堪し得るものと云ふを得べし。

以下各溶液に就き行へる實驗の結果に就き詳述せん。但し化學成分と耐鋳性に關する總括的結論に就きて其三耐鋳試驗結果の判定の項參照のこと。

(a) 水 の 場 合

各耐鋳鋼共概して減量なく原光澤を呈せり、但し次の各耐鋳鋼は若干の變化を認めたり

No. 2, 3, 4. の各種は耐鋳鋼として Cr 及 Ni の含有割合に少なく [第 3 種(b)] 又 No. 6 耐鋳鋼

[註] (18) Monypenny—“Stainless Steel & Iron” P. 184.

『純粹の有機酸液が金屬に及ぼす浸蝕作用の市販の酢又は果實液中に存在する同酸液に比し大なるは果實液中に存在する有機化合物膠狀溶液として存在し以て含有せる有機酸の作用減少せしむるものなりと』

は Cr を相當に含有するも何れも C 含有量多く爾余の各種耐鏽鋼に對し耐鏽性少なきものなり、又

鋼種	化學成分 (%)				變化 (實驗日數 15 日間、溫度 15-23°C)
	C	Cr	Ni	W	
No. 2 No. 3	0.75 0.63	11.40 10.13	1.32 2.58	0.60 3.35	溶液淡黄色を呈し試料面僅かに發鏽を見る
No. 4	0.76	8.31	2.51	3.88	器底に接する部分に僅少の發鏽を見る
No. 6	0.53	14.84			1 日後容器に接する部分に極少の鏽を生し其後大なる變化なし

顯微鏡組織上より之を見れば上記鋼の組織は何れもマルテンサイトを主とするを知るなり (No. 6 耐鏽鋼の組織はマルテンサイトの針狀特に大なるを認めたり、焼入溫度過高なるものと判斷す、但し材料の僅少なりし關係上實驗を再行するを得ざりき)。

然りと雖もマルテンサイトを主とする耐鏽鋼にありても水中に於て其作用を受けざるもの多きを以て上記 4 種の耐鏽鋼の水に侵されたるは其化學成分他の耐鏽鋼に比し幾分不適當なると No. 6 耐鏽鋼にありては上記焼入の稍々不良なりしことも之れが一因と見るを得べし。

次に本試験の結果を銃身鋼のものに比するに銃身鋼は實驗の第 1 日に於て已に溶液の黄色に濁れるを見、第 3 日に至り試料表面に斑狀黑色の發鏽を見、爾後其部分漸く大なるを認めたるも之を露天試験に比するに發鏽著しく少なきを見るなり、則ち現今承認せられある如く⁽¹⁹⁾ 後者は酸素の影響を受くること大なるものと見るを得べし。

則ち上記成績不良なる鋼種と雖も之を普通の合金鋼 (例、銃身鋼) に比するに其成績頗る優良にして耐鏽鋼は一般に水中に於て其作用を受けざるものと判斷し得べし。

(b) 1% 及 5% NaCl の場合

各種耐鏽鋼共概して浸蝕せらるゝこと少なきも其内次の如く若干の變化を認めたるものあり。

鋼種	化學成分 (%)					變化 (實驗日數 15 日間、溫度 15~20°C)
	C	Cr	Ni	W	Si	
No. 1 No. 2 No. 4	0.57 0.75 0.76	7.54 11.40 8.31	2.67 1.32 2.51	2.18 0.60 3.88		實驗第 1 日に於て數箇所赤鏽の斑點を見、第 2 日には稍々大となり日を経るに従て漸次其大きさを増大す
No. 3	0.63	10.13	2.58	3.35		5% 溶液にありては第 1 日より斑狀の發鏽を見、第 15 日に於ては全表面淡赤褐色を呈す
No. 6	0.53	14.84				1% 溶液にありては實驗第 1 日に於て底部に僅少なる發鏽を見液中に赤褐色の沈澱を生じ爾後鏽の部分増大す、5% 溶液にありては第 2 日より發鏽す
No. 7	0.50	12.72	9.95			1% 溶液にありては第 3 日より、5% 溶液にありては第 5 日より僅少の鏽を生じ漸次之を増大し稜角に於て甚しきを見る
No. 9	0.70	15.24			2.58	1% 溶液にありては第 1 日より、5% 溶液にありては第 3 日より僅かなる發鏽を見、溶液は次第に黄色より黄褐色に變ず

[註] (19) Speller 氏—Corrosion P. 38.

鋼 種	C	Cr	Ni	W	Si	變化實驗日數 15 日間、溫度 15~20°C
No. 14	0.39	13.74				5% 溶液にありては第 10 日目に於て僅かに發錆を見る
No. 19	0.45	15.61				第 1 日より少しく發錆を見爾後僅かに之を増大す
No. 18	0.41	19.22	5.14			5% 溶液にありては第 10 日目に於て表面に僅かなる發錆を見る

上記の各耐鑄鋼は何れも C 含有量多く且つ Cr 及 Ni の含有量割合に少なきか〔第 3 種(b)〕又は Cr を主とする耐鑄鋼〔第 1 種(a)〕及 Cr, Ni を主とし Ni の量 5% 以下にして〔第 2 種(a)〕何れも爾餘の耐鑄鋼に比し耐鑄性少なきものとす、但し之を銑身鋼の本溶液に對する耐鑄性に比すれば其發錆度極めて少なきものにして銑身鋼にありては實驗の第 1 日に於て發錆を見、日を重ねるに従ひ其範圍を擴大し使用せし溶液は黄色より黄褐色に變じ遂に黄褐色の沈澱を生ずるに至る之を以て見るも耐鑄鋼は其耐鑄性次等のものにあつても普通合金鋼に比し NaCl 溶液則ち海水（地點に依り異なるも本邦近海の平均概ね 3% 附近）等に對し其抵抗力著しく大なるものと云ふを得べし、要するに食鹽水に對しては C 含有量少なく Cr>17% 及 Ni>7% を含有せる耐鑄鋼を以て最も適當とし Cr 11~17% のものにあつても C 含有量 0.1% 附近にありては良く之に抵抗し得べきものとす。

(c) 1% 及 5% NaOH の 場 合

本溶液に對しても各種耐鑄鋼は殆んど變化を認めず、其内變化あるもののみ表示すれば次の如し、

鋼 種	變 化
No. 4 C 0.67% Cr 8.31% Ni 2.51% W 3.88%	5% 溶液に於て第 1 日試料の一面に僅少の發錆を見るも爾後大なる變化なし

本耐鑄鋼は C=0.76% を含有し然も Cr 及 Ni の含有量割合少なきものにして〔第 3 種(b)〕従て爾餘の耐鑄鋼に比し耐鑄性良好ならざるものなり之を以て先づ此種程度に於ける苛性曹達溶液(1% 及 5% NaOH) に對して耐鑄鋼は充分之に抵抗し得るものと判斷し得、尙ほ銑身鋼に就きて實驗するも本溶液に對しては何等の變化を認めざりき。

(d) 1% HNO₃ の 場 合 (曲線圖第 4 參照)

本溶液に對する各種耐鑄鋼の抵抗は次の如く 3 種に分つを得べし。

(1) 全く浸蝕せられざるか又は極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 8, No. 20, No. 21, No. 24, No. 29, No. 30, No. 31 及 No. 35 耐鑄鋼は前者に屬し、No. 5, No. 9, No. 13, No. 14, No. 15, No. 18, No. 19, No. 22, 及 No. 27 耐鑄鋼は後者に屬す、前者は鋼種上第 2 種(a), 第 2 種(b), 第 3 種(a) 及第 3 種(d) に屬し、Cr 鋼なるか又は之に少量の Ni を含有し共に C<0.3% なるか或は Cr 又は Ni の含有割合に多くして組織上オーステナイト鋼に屬するもの多し。

(2) 僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 6, No. 17, No. 2, No. 3, 及 No. 7 耐錆鋼(番號は浸蝕の少なき順序に配列す以下同し)等之に屬し鋼種上第 1 種 (a), 第 2 種 (b), 第 3 種 (a) に屬するもの多く Cr を主とするか又は之に Si を添加するか或は Cr の含有量少なく W の少量を含有せるものにして其組織はマルテンサイトに屬するもの多し。

(3) 浸蝕の程度割合に大なるもの

No. 1, No. 11, No. 4, No. 3, 及 No. 26 耐錆鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (b), 第 3 種 (b) 及 (c) のもの之に屬し Cr の含有量少なく又は之に W を含有せるもの或は Cr > 17% なるも C 含有量多きものにして其組織はマルテンサイトを主とし之に炭化物を混するもの多し—又本溶液に對する銑身鋼⁽²⁰⁾の抵抗頗る小なることを認めたり。

耐錆合金の耐錆性は上記分類中 (2) 及 (3) 類に屬し本溶液に對する抵抗は大ならざるものと見るを得べく其内 No. (2) の抵抗最大にして No. (1) 之に次ぎ No. (3) を以て最小とす。

化學成分と本溶液に對する抵抗力との關係に就きては 5% HNO₃ の場合に一括して之を述べ更に總括して其三耐錆試験結果の判定の項に記述しあるものとす以下の各項に於ても之に準するものとす。

(e) 5% HNO₃ の場合 (曲線圖第 5 参照)

本溶液に對する各種耐錆鋼の抵抗は前項 (d) の場合と同様に次の如く之を 3 種に分つことを得

(1) 全く浸蝕せられざるか又は極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 8, No. 18, No. 24, No. 25, No. 29, No. 30, No. 31 及 No. 35 耐錆鋼は前者に屬し、No. 9, No. 11, No. 13, No. 14, No. 15, No. 19, No. 22, No. 23 及 No. 27 耐錆鋼は後者に屬し、前者は鋼種上第 2 種 (a), 第 2 種 (b) 第 3 種 (a) に屬するもの多く Cr を主とし之に Ni の少量を有するも C 含有量少なきか又は Cr, Ni の多量を有し組織上オーステナイト鋼に屬するもの多く 1% HNO₃ 溶液に比するに本濃度の溶液は浸蝕性稍々大なるを認めたり。

(2) 僅かに浸蝕せらるるもの

No. 5, No. 3, No. 6, No. 16, No. 7 及 No. 2 耐錆鋼之れに屬し鋼種上第 1 種 (a), (b) 第 2 種 (a), (b) に屬するものにして Cr を主とするもの多くは組織上マルテンサイトを主とするもの多し。

(3) 浸蝕の程度割合に大なるもの

No. 1, No. 4 及 No. 26 耐錆鋼にして化學成分上第 3 種 (b) 及 (c) に屬するものにして Cr の量少なく W を含有し組織上マルテンサイト鋼を主とするもの及相當の Cr 量を有するも Cu を含有するもの之に屬す、而して W を含有する耐錆鋼にありては若干浸蝕を受けたる後表面に堅硬なる被膜を生じ爾後の浸蝕に對し抵抗するもの多し之れ其表面所謂パツシーヴ⁽²¹⁾ (Passive) の状態を保有

[註] (20) 曲線圖第四乃至第二十中銑身鋼は W. S なる符號を以て示す。

(21) “Passive” の状態とは鐵鋼が酸液中に於て其初期腐蝕せらるゝも暫時にして之に抵抗するに到る斯の如き時鐵鋼は「パツシーヴ」の状態にありと云ふ。

するものと云ふべし。

本溶液に対する銃身鋼の抵抗は小なるも No. 26 耐鑄鋼の上位にあり之を以て No. 26 耐鑄鋼は本溶液に対しても亦耐鑄効果なきものと認むるを得。

本溶液に対する耐鑄合金の抵抗は甚だ少なく上記分類中 (3) 類に屬するものと云ふを得べし。

1%—5% HNO_3 溶液に對し上記第 (1) 類に屬する耐鑄鋼に關し化學成分の影響に就き精査するに耐抗性最も大なるものは何れも Ni を含有するか又は Cr を主とし C 含有量割合に少なきものにして耐抗性之に次ぐものも亦 Cr の多量を有するか Ni 及 Si を含有せるものにして化學成分上第 1 種 (a) に屬するものは切味良好なるも (第四節(XI)参照) C 含有量割合に少なきものを除き本酸液に對する抵抗他の耐鑄鋼に比し僅かに劣るを知るなり。

次に W 及 Cu を含有せる耐鑄鋼は HCl 及 H_2SO_4 に對し成績良好なるも HNO_3 に對し效果少なきは一方 Cr の影響なるが如く思はるゝも W を含有せる銃身鋼 (W=2.0%) の他酸液殊に HCl に對し成績良好なるより見て W は硝酸に對し良好ならざるものと認むるを得べく後者即 Cu を含有せる耐鑄鋼にありては No. 26 の如く C 含有量少く Cr 15.15%, Ni 82.4% を含有し然も HNO_3 に對し成績不良なるは全く Cu の影響と斷言するを得べし。

(f) 1% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 6 参照)

本溶液に對する各種耐鑄鋼の抵抗は之を 4 種に分つことを得べし

(1) 全く浸蝕せられざるもの又は殆んど浸蝕せられざるもの

No. 35, No. 20, No. 24, No. 29 及 No. 35 耐鑄鋼は前者に屬し Cr の多量を含有し Ni の外 V 又は Mo を含有するか或は $\text{Ni} > 7\%$ を含有し No. 8, No. 12, No. 13, No. 18, No. 26, No. 30, 及 No. 31 耐鑄鋼は後者に屬し Ni, Cu 及 Si を含有し、鋼種上第 2 種 (a), (b) 及第 3 種 (d) [No. 26 は第 3 種 (c) に屬するもの] に屬し、No. 31 を除き全部オーステナイト組織よりなる [No. 31 は第 2 種 (a) に屬し、トールスタイト組織よりなる。]

(2) 極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 7, No. 27, No. 22 及 No. 15 耐鑄鋼之に屬し鋼種上第 2 種 (a) 及 (b) 第 3 種 (a) 及第 1 種 (a) よりなり多く Cr を主とするか又は之に Ni 及 Si を含有せるものにして組織上マルテンサイトを主とするもの多し。

(3) 僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 3, No. 9, No. 23, No. 1, No. 11, No. 16, No. 21, No. 17, No. 14 及 No. 2 耐鑄鋼にして鋼種上第 1 種 (a) (b), 第 2 種 (b), 第 3 種 (a) (b) 等各種の耐鑄鋼を含み何れも Ni 又は Cu を含有せざるか或は $\text{Ni} < 5\%$ を含有せるものにして其組織はマルテンサイトよりなるもの多し。

(4) 浸蝕程度割合に大なるもの

No. 19, No. 5, No. 6, No. 3 及 No. 4 耐鑄鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (a) (b) 及第 3 種 (b) にして多くマルテンサイト組織よりなり一般に C 含有量多きを認めたり、尙ほ銑身鋼の浸蝕程度は此種類に屬す。

本溶液に對する耐鑄合金の抵抗は割合に大にして上記分類中其 (1) に屬するを知るなり。

(g) 5% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 7 參照)

本溶液に對する耐鑄鋼の抵抗は之を次の 4 種に分つことを得。

(1) 全く浸蝕せられざるもの又は殆んど浸蝕せられざるもの

No. 35, No. 24, No. 20 及 No. 29 耐鑄鋼は前者に屬し No. 26, No. 12, No. 8 及 No. 13 耐鑄鋼は後者に屬す、鋼種上第 2 種 (b) 及第 3 種 (c), (d) に屬するものにして全部オーステナイト組織よりなる。

(2) 極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 18, No. 31, No. 15, No. 11, No. 14, No. 16 及 No. 7 耐鑄鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (a) (b) 第 2 種 (b) 第 3 種 (a) に屬し其組織はオーステナイト、マルテンサイトよりなる。

(3) 僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 6, No. 30, No. 3, No. 22 及 No. 23 耐鑄鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (a), 第 2 種 (a) (b) に屬し r を主とするか又は之に Ni, W 等を加へたるものにして其組織はマルテンサイトよりなるもの多し。

(4) 浸蝕程度割合に大なるもの

No. 1, No. 17, No. 9, No. 5, No. 27, No. 2, No. 4, No. 21 及 No. 3 耐鑄鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (a) (b) 第 3 種 (a) (b) 等各種に屬し Cr を主とするか又は之に少量の Si を加へたるもの或は少量の Ni を含有するか更に W を含有せるものにして其組織にも種々あり尙ほ銑身鋼の抵抗は No. 17 鋼と略々相等しきを知る。

本溶液に對する耐鑄合金の抵抗は割合に大にして上記分類中 (1) 及 (2) 類に屬すべきものと認めたり。

1%~5% H_2SO_4 溶液に對する上記第 (1) 類に屬する耐鑄鋼に關し化學成分の影響に就き精査するに抵抗最も大なる耐鑄鋼は何れも Cr の多量と Ni, V 又は Mo を含有するか若くは Ni > 7% を含有し抵抗之に次ぐものも亦 Cr 以外 Ni, Cu 又は Si を含有し鋼種上第 1 種 (Cr のみを主成分とするもの) に屬する耐鑄鋼は之に屬せざるを知るなり、則ち此種溶液に最も良く耐抗するためには Cr 以外 Ni, Cu, Si 又は Mo, V 等の元素を含有せしむるの必要あるを認めたり。

(h) 1% HCl の場合 (曲線圖第 8 參照)

本溶液に對する各種耐鑄鋼の抵抗は其程度により之を次の如く 3 種に分つことを得。

(1) 殆んど浸蝕せられざるもの及極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 24, No. 35, No. 20 及 No. 24 耐鋳鋼は前者に屬し No. 30, No. 12, No. 26, No. 8, No. 13, No. 7, No. 23 及 No. 31 耐鋳鋼は後者に屬す、No. 24 は全く侵されず No. 35 及 No. 20 耐鋳鋼の如きは 15 日間の實驗に於て夫々僅かに 0.0002 及 0.0001 gr/cm^2 の浸蝕に過ぎざりき尙ほ鋼種上より云へば前者は第 2 種 (b) 及第 3 種 (d) に屬し Cr 及 Ni の多量を含有するか又は Cr の多量と Ni Si の少量と V を含有し後者は第 2 種 (b) に屬するもの最も多く Cr 及 Ni の多量を含有し之に次ぐは第 3 種 (c) 及第 1 種 (a) に屬するものにして Cr 以外 Ni, Si 及 Cu を含有するか Cr を主とし C 含有量少なきか又は之に少量の Ni を添加せしものとす、其組織は主としてオーステナイトよりなるを知る、尙ほ Mo を含有せる No. 29 耐鋳鋼も此種に屬するものと云ふを得べし。

(2) 僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 1, No. 3, No. 14, No. 2, No. 16, No. 5 及 No. 17 耐鋳鋼之に屬し鋼種上より云へば第 1 種 (a) (b) 及第 3 種 (b) に屬し Cr を主とするか又は之に W 及 Si の加はりたるものとし其組織は主としてマルテンサイトよりなる。

(3) 浸蝕程度割合に大なるもの

No. 11, No. 27, No. 15, No. 22, No. 31, No. 6, No. 9, No. 21, No. 3, No. 4 及 No. 19 耐鋳鋼之に屬し鋼種上各種のものに屬するもの $\text{Ni} > 5\%$ を含有するものなくオーステナイトを有するものなし、則ち HCl に對しては Ni の效果大なるを認めたり、而して其組織は多種多様なりとす。

本溶液に對する銑身鋼の抵抗は甚だ大にして上記分類 (2) に屬するを知るなり又耐鋳合金の抵抗も亦大にして上記分類中 (1) 及 (2) 類に屬するを知るなり。

(i) 5% HCl の場合 (曲線圖第 9 参照)

本溶液に對する各種耐鋳鋼の抵抗は其程度により之を次の如き 3 種に分つことを得。

(1) 極めて僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 12, No. 8, No. 7, No. 20, No. 30, No. 26, No. 13, No. 18 及 No. 35 耐鋳鋼之に屬し No. 12, No. 8 及 No. 20 耐鋳鋼は夫々 15 日間の實驗に於て僅かに 0.0014 , 0.0023 及 0.0029 gr/cm^2 の浸蝕に過ぎざりき鋼種上より云へば是等耐鋳鋼は第 2 種 (b), 第 3 種 (a) 及 (c) に屬し何れも $\text{Ni} > 5\%$ を含有し更に Cu, Si を含有せるものあり組織上何れもオーステナイト鋼に屬す。

(2) 僅かに浸蝕せらるゝもの

No. 17, No. 27, No. 31, No. 14, No. 9, No. 3, No. 2, No. 6, No. 23, No. 5, No. 15 及 No. 4, 耐鋳鋼之に屬し鋼種上より云へば第 1 種 (a) 最も多く之に次ぐは第 3 種 (a) 及第 2 種 (a) 第 1 種 (b) とし、Cr を主とし $\text{Ni} < 5\%$, Si, W 等の少量を含有し其組織は主としてオーステナイト又はマルテンサイト又はトルースタイトよりなる。

(3) 浸蝕程度割合に大なるもの

No. 1, No. 16, No. 22, No. 11, No. 31, No. 19 及 No. 21 耐鋳鋼之に屬し鋼種上第 1 種 (a) (b) を

最多とし第 3 種 (b) 之に次ぎ Cr を主とするか又は少量の Ni を含有するものにして其組織はマルテンサイトを主とす。

本溶液に對する銃身鋼の抵抗は割合に大にして (2) 類の部に屬し W の HCl に對する效果を知り又耐鏽合金の抵抗割合に大なるは Ni の影響と見るを得べし而して何れも (2) 類に屬するを知るなり。

1%~5% HCl 溶液に對する上記第 (1) 類に屬する耐鏽鋼に關し化學成分の影響に就き精査するに本溶液に最も良く耐抗する耐鏽鋼は何れも Ni>7% を含有するか又は Ni<5% なるも Cu 及 Si 或は V 又は Mo を含有せるものにして耐鏽性之に次ぐものも亦 Cr 以外 Ni, Cu, Si を含有し Cr のみを主成分とせる耐鏽鋼の抵抗は上記各耐鏽鋼に劣ることを確め得たり、則ち鹽酸に對しては Ni, Cu, 及 Si は明に其效果を認め得べく W も其耐鏽性を増大する外 V 又は Mo も此種稀薄なる酸液に對しては良好なる結果を與ふることを斷言し得べし。

(j) 5% 醋酸 (CH_3COOH) の場合 (曲線圖第10参照)

上記各實驗に於て使用せし酸溶液は無機酸のみにして未だ有機酸に就き其抗堪性を試みざりしを以て先づ最も多く使用せらるゝ醋酸に就き實驗を行ふ、其濃度は普通市場に存するソース中に存在せる含有量 4~6% なることを顧慮し之を定めたり。⁽²²⁾

實驗の結果は曲線圖第10に示す如く、實驗期間 8 日後に於ける減量甚だ少なく No. 9, No. 16 及 No. 21 の 3 種耐鏽鋼は研磨後の光澤を失ふも他は初期の光澤を保持せり、鋼種により異なるも其浸蝕程度大なるものありては概ね 1 日乃至 3 日間割合に多き浸蝕を見るも其以後は浸蝕せらるゝことなくパツシーヴの状態にあるが如し、此事實は No. 9, No. 16 及 No. 21 耐鏽鋼の表面著しく變色し被膜を形成するに見て明らかなり、但し耐鏽合金にありては此状態を保持することなく其表面に薄き被膜を生ずるも實驗の経過と共に漸次腐蝕せらるゝを見る。

鋼種に就きて考ふるに Cr, Ni 以外 Cu 1.34% を含有せる No. 26 耐鏽鋼の腐蝕最も大にして之に次ぐを Cr を主とし其 17% 以下を含めるもの (No. 16, No. 21) とし、Si 又は Ni の少量を含有せるもの (No. 9, No. 2) 之に次ぎ、Cr 17% 以上を含有するか又は Ni 5% 以上を含有するもの (No. 8, No. 24, No. 5, No. 25 及 No. 18) の抵抗何れも大なるを知るなり、殊に Cr 及 Ni の含有量共に大なる No. 30 及 No. 35 耐鏽鋼の如き全然浸蝕を蒙らざるものとす。

終に No. 26, No. 21 及 No. 16 耐鏽鋼實驗 8 日間後の減量を示せば次表の如し。

次表の減量を檢するに表示 3 種耐鏽鋼の減量是他種鋼材に比し割合に多きも之を上記無機酸の場合に比し著しく小なるを知るなり。

註] (22) W.H. Hatfield 氏は英國「シェフィールド」市内にて得たる 5 種の「ソース」に就き分析し其内に含有せる醋酸の量 3.82-6.12% なることを知れり—"Chemical & Met. Eng."-6th Oct. 1924, p. 545.

鋼 種	化 學 成 分 (%)					8 日間後の減量 gr/cm ² (5%醋酸の場合)
	C	Cr	Ni	Si	Cu	
No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73	1.34	0.0080
No. 21	0.08	11.78				0.0040
No. 16	0.40	14.13				0.0032

(k) 5% 醋酸 (COOH₂) の場合 (曲線圖第 11 参照)

耐鑄鋼は製品として本酸液に接する場合少なきも工業上之を用ふる場合あり、尙ほ從來有機酸に對する耐鑄性試験に本溶液を採用せし者あるを以て本實驗の結果を彼と比較する等の目的を以て本溶液に對する試験を實施せり。

實驗の結果は曲線圖第 11 に示す如く各種耐鑄鋼の抵抗割合に大にして只 No. 21 及 No. 16 耐鑄鋼のみ爾他のものに比し稍々多くの減量を見るも之を前記無機酸の場合に比するに何れも小にして殊に No. 8, No. 18, No. 20, No. 25 及 No. 35 の各耐鑄鋼は全然浸蝕せらるゝことなし、則ち Ni 及 Cr 多量 (Ni > 5%, Cr > 17%) を含有せるもの有効にして Cr を主とし其 17% 以下を含めるもの (No. 21, 及 No. 16) 最も浸され易く之に次くを Cr 及 Ni の含有量少なき耐鑄鋼 (No. 2, No. 9 及 No. 31) なりとす。

終に耐抗性最も少なき No. 21, No. 16 及 No. 2 耐鑄鋼に就き實驗 8 日間後の減量を示せば次の如く之を前記各溶液の場合に比し其減量割合に少なきを知るなり。

鋼 種	化 學 成 分 (%)				8 日間後の減量 gr/cm ² (5%醋酸の場合)
	C	Cr	Ni	W	
No. 21	0.08	11.78			0.00834
No. 16	0.40	14.13			0.00215
No. 2	0.75	11.40	1.32	0.60	0.00119

本實驗にありては試料面に薄膜を生ぜしものあり爾餘の實驗に比し曲線圖の精確度幾分減少すべきも概ね之を以て各耐鑄鋼の抗堪性を比較し得べきものとす。

(l) 5% 枸橼酸 (H₃C₆H₅O₇) の場合

本酸液は果實液中に存する含有量を顧慮し上記濃度に於て實驗を行ふ、其結果上述の各種溶液に比較し浸蝕性最も少なく曲線圖により圖示すること困難なるを以て止むを得ず實驗各期間後の減量を以て實驗の結果を示さんとす、即ち次の如し但し表示のものは何れも減量大なるもの又は微少なる變化を受けたるもの換言すれば本酸液の作用を蒙りたるものにして次掲の表以外 No. 5, No. 8, No. 18, No. 20, No. 21, No. 24, No. 25, No. 31 及 No. 35 の各耐鑄鋼に就き試験を實施せしも何等の變化を認めざりき。

鋼種	化學成分 (%)						減量 (gr/cm ²) 又は試料面の變化			
	C	Cr	Ni	W	Si	Cu	1日目	3日目	5日目	8日目
No. 2	0.75	11.40	1.32	0.60			0.000079	同左	同左	同左
No. 3	0.63	10.13	2.58	3.35			0.000079	0.000148	0.000185	0.000296
No. 9	0.70	15.24		2.58			試料表面灰色を呈す	0.000148	0.000222	0.000222
No. 16	0.40	14.13					0 0.000112	試料表面灰色を呈す	0	0
No. 26	0.28	15.15	8.24		1.73	1.34	表面に斑狀の發錆を見る	0.000112	0.000185	0.000185

本結果に依れば各耐鑄鋼共殆んど此種溶液に對し良く抵抗すること明らかにして其内上表に示せる諸鋼則ち Cr を主とし其 17% 以下を含めるもの (No. 16) 及 Cr 及 Ni の含有量少なき耐鑄鋼 (No. 2, No. 3, No. 9) 及 Cu を含める No. 26 耐鑄鋼の成績稍々不良なるを確め得たり。

(2) 濃厚なる酸及混酸並グリセリン溶液 (火砲用駐退液) に對する試験

本試験に使用せし酸液の配合は火藥製造工業に使用せらるゝ配合を主とし之を決定せりと雖も尙ほ一般の用途をも顧慮し且つ他所に於て採用せし濃度を標準として採用せり之れ將來新耐鑄鋼の出現に際し本研究の結果を直に之と比較し得んがためなり。

此種溶液に對する試験の結果は耐鑄鋼の種類並に酸液の種類により其結果を異にするも露天試験並に稀薄なる溶液に對する試験の成績良好なるもの必ずしも本試験に對し良好ならず又濃硫酸に對し耐抗性稍々少きも混酸に對し全く浸蝕せられざるものをも發見せり (例 No. 31, No. 35 耐鑄鋼) 尙ほ耐鑄鋼中優良なるものは殆んど各種溶液の浸蝕に對し抵抗し僅に H₂SO₄ 及 HCl 溶液に對し 0.003~0.0093 gr/cm² の減量を見たるものあり (No. 13 及 No. 8 耐鑄鋼にして何れも Ni 5% 以上を含有す、但し No. 8 の 50% H₂SO₄ に對する減量は 0.0405 gr/cm²)、又混酸に對しては全く浸蝕を受けざるもの 8 種 (No. 16, No. 2, No. 31, No. 35, No. 8, No. 25, No. 1 及 No. 24 耐鑄鋼) を發見せり、但し實際の場合耐鑄鋼の應用に當りては各用途に就き本結果を參考し最も適當なる鋼種を撰定するの要あるを認めたり。

以下各溶液に區分し之を詳述せんとす。

(a) 10% HNO₃ の場合 (曲線圖第 12 參照)

本研究にありては 2% W を含有せる銃身鋼は最も腐蝕し易く第 3 日に於て全く溶解し盡されたり、次で抵抗力少なきはニツケルブロンズ及 W を含有せる耐鑄鋼 No. 1 及 No. 4 にして尙ほ飯高メタル及池山黃銅の抵抗力割合に少なし則ち此種溶液に對しては Cr を主とするか又は Cr 及 Ni を主成分とする耐鑄鋼の抵抗力大にして Cr 含有量の増加と共に其抵抗を増大す例へば Cr 含有量

[註] (23) Fried. Krupp-“Nichtrostende Stähle” 及 W.H. Hatfield-“Chem. & Met. Eng.-6th. Oct.

11.40% なる No. 2 の抵抗 No. 1 及 No. 4 耐鑄鋼に比し大なるは Cr の交感と見るべく又銑身鋼の抵抗著しく不良なるは W の影響とも見るを得べく又 Cu を含有せる No. 26 耐鑄鋼の抵抗少なきも Cu の含有に基因するものと見るを得べく尙 No. 1 耐鑄鋼に比し No. 3 耐鑄鋼の成績良好なるは Cr の含有量稍々多きと焼入温度高く炭化物の出顯少なきによるものと見るを得べし。

上記各種耐鑄鋼を除き本溶液に對する他種耐鑄鋼の抵抗は概して大にして殊に Cr 17% 以上を含める耐鑄鋼の抵抗著しく大にして 10 日間の實驗に於て全く侵されざるものあり、No. 8, No. 18, No. 20, No. 24, No. 29, No. 30, 及 No. 35 耐鑄鋼の如き之にして其他 No. 14, No. 21, No. 5, No. 31, No. 25 及 No. 24 等の耐鑄鋼も亦浸蝕せられざるを知るなり。

曲線圖第 12 に於て No. 2 及 No. 4 耐鑄鋼の第 3 日以後其減量を見ざるは其表面に薄膜を形成しパツシーヴの状態を呈するものにして爾後浸蝕せらるゝことなく其他の耐鑄鋼にありても概して同一の形況を呈するもの多く耐抗性割合に大なるも耐鑄合金にありては此種状態を形成することなし。

(b) 25% HNO₃ の場合 (曲線第 13 参照)

本溶液に對しては銑身鋼及耐鑄合金の抵抗著しく小にして之に次ぎ Cr 含有量少なく且つ W を含有するの (No. 3, No. 4) 若くは Cu を含有せる No. 26 耐鑄鋼竝に Cr を主とし C 含有量割合に多き耐鑄鋼 No. 2, No. 6 の抵抗少なく之に次ぐを No. 17 (Cr を主とし Si=0.87% を含有す) No. 16 (Cr 17% 以下) No. 12 (Cr=12.81%, Ni=10.13%, Cu=3.12%) とし之に次ぎ Cr 含有量少なき No. 7 耐鑄鋼の抵抗割合に少なく之に反し Cr を多量に含有するものの抵抗割合に大にして就中 No. 14, No. 21, No. 5, No. 19, No. 18, No. 27, No. 31, No. 20, No. 30, No. 35, No. 15, No. 8, No. 24 及 No. 25 耐鑄鋼は 10 日間の實驗に於て全く侵さるることなく、No. 29 耐鑄鋼も同様なる結果を示せり。則ち HNO₃ に對しては Cr の效果著しく Cu, W は不利なる影響を與ふるものゝ如し、上記銑身鋼及耐鑄合金の抵抗著しく少なるは Cr を含有せず Cu を多量に含有するに依るものと見るを得べし尙ほ本溶液に對しては銑身鋼及耐鑄合金の抵抗殆んど皆無なると耐鑄鋼に對しては之を 10% HNO₃ の場合に比し本溶液に對する抵抗著しく大なるを知るなり。則ち硝酸の耐鑄鋼に及ぼす作用は濃度に比例せず反つて濃度小なる 10% HNO₃ の作用著しく大なるを認めたり。

本溶液に對しても數日後 パツシーヴ の状態を呈する耐鑄鋼少なからざるを認めたり。

(c) 10% HCl の場合 (曲線圖第 14 参照)

本酸液に對しては耐鑄鋼の種類に應じ抵抗力に著しき差あり、Cr を主とする耐鑄鋼 (No. 11, No. 15, No. 16, No. 19, No. 21 及 No. 22) は他の場合に比し耐鑄性著しく少なく之に反し W, S 及 W を含有せる耐鑄鋼 (No. 1, No. 3, No. 4) は其抵抗他の諸酸に比し割合に大なるを認めたり、尙ほ Cr 以外 Ni を含有せるもの又は Ni 及 Si を含有せるものの抵抗力も大にして且つ耐鑄合金は何れも耐鑄性大なるを知るなり。但し何れの耐鑄鋼に於ても全く侵されざるもの無く其浸蝕最も少なきは No. 8 耐鑄鋼 (Ni, Cr を主とし Si=3.05% を含有す) にして 10 日間の實驗後僅かに 0.0027 gr/cm² の減量

に過ぎず、之に次ぐは No.7 耐錆鋼 (Cr 以外 Ni=9.95% を含有す) 及 No.13 耐錆鋼 (Cr 以外 Ni=20.66% を含有す) にして 10 日間の實驗後其減量夫々 0.0035 gr/cm² 及 0.0046 gr/cm² に過ぎず。

之を要するに本溶液に對しては耐錆合金を用ふるか又は Cr 以外 Ni の含有量多き (Ni>7.0% 以上) 耐錆鋼を用ふるを適當と認む。

(d) 25% HCl の場合 (曲線圖第 15 参照)

本酸液にありては腐蝕に依る減量 10% HCl の場合に比し大なるも各耐錆鋼の示せる抵抗力の大小概ね 10% HCl に於ける場合に等しく其抵抗力最も大なるものは耐錆合金竝に No. 8, No. 20 及 No. 13 耐錆鋼にして 10 日間の實驗に於ける減量夫々 0.0093 gr/cm² 0.0093 gr/cm² 及 0.0885 gr/cm² に過ぎず 10% 及 25% HCl 溶液の場合共に No. 8 耐錆鋼の抵抗強きは Si の少々多量を含有するがためにあらざるか今之が確證を得んため他の成分は略々同一にして Si 含有量を異にせる耐錆鋼に就き比較を行ひ次の如き結果を得たり。

鋼種	主要化學成分 (%)				減量 (gr/cm ²)	
	C	Cr	Ni	Si	10% HCl	25% HCl
No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05	0.0027	0.0093
No. 20	0.32	18.00	10.79	0.23	0.0056	0.0755

次に Ni の影響を検するため次の比較を行ふ

鋼種	主要化學成分 (%)				減量 (gr/cm ²)	
	C	Cr	Ni	Si	10% HCl	25% HCl
No. 18	0.41	19.22	5.14	0.13	0.0158	0.2282
No. 30	0.35	17.46	8.50	0.30	0.0097	0.0755

即ち 10%, 25% HCl に對しては Ni の影響亦少なからざるを以て No. 8 耐錆鋼の優良なるは此種兩元素の含有に依るものと判斷するを至當とせん。

之を要するに HCl に對しては Ni 及 Si は良好なる効果を有するを知るなり又 No. 12 及 No. 26, の成績に徴し Cu も亦良好なる影響を示すも其效果前二者に及ばざるものゝ如し。

(e) 10% H₂SO₄ の場合 (曲線圖第 16 参照)

本酸液に對しては HCl の場合に類似し耐錆鋼の種類に應じ抵抗力に著しき差あり。Cr を主とする耐錆鋼 No. 14, No. 16, No. 19, 及 No. 21 の耐錆性は著しく不良なるも No. 5 耐錆鋼の如く Cr の量 18% に至れば耐錆性少々増大するを知るなり、又銑身鋼及 W 竝に Si を含有せる耐錆鋼は其耐錆性前記諸鋼に優り、Cr 以外に Ni を含有せる耐錆鋼及耐錆合金は其耐錆性最大なるを知るなり。

本溶液に對し最も耐抗性大なるは No. 24 及 No. 29 耐錆鋼にして殆んど浸蝕せらるゝことなく之

に次ぐを No. 20 及 No. 26 耐鋳鋼とし 10 日間の實驗に於て夫々重量の減少 0.0027 gr/cm^2 及 0.001 gr/cm^2 に過ぎず、是等の耐鋳鋼は何れも多量の Cr 又は Ni を含有するか又は是等元素以外に Cu, V 又は Mo を含有するを知るなり。

(f) 50% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 17 参照)

本酸液に對しては 10% H_2SO_4 の場合に類似し各種耐鋳鋼に應じ各種の抵抗力を保持するも其浸蝕力稍々強く、パツシーヴの状態を呈するものなし。

化學成分と抗堪性との關係に就きては概して Cr を主とする耐鋳鋼 No. 21, No. 14, No. 5, No. 11, No. 22, No. 23 及 Cr 以外 Ni の含有量少なき耐鋳鋼 No. 2, No. 9 及 No. 27 等の抵抗割合に少なく耐鋳合金及 No. 26, No. 13, No. 15 耐鋳鋼の抵抗割合に大にして 10 日間の實驗に於て重量の減少夫々 0.0003 gr/cm^2 0.0031 gr/cm^2 及 0.0034 gr/cm^2 に過ぎず、何れも Cr 及 Ni の多量を含むか又は Si 及 Cu の少量を含有しあるものとす。

今此種濃硫酸に對する Si 及 Cu の影響を検するため次の 5 鋼種に就き比較せり

鋼 種	主 要 化 學 成 分 (%)					減 量 (gr/cm^2)		
	C	Cr	Ni	Si	Cu	10% H_2SO_4	50% H_2SO_4	90% H_2SO_4
No. 22	0.27	14.42	なし	0.53	なし	0.4130	1.0500	0.0037
No. 15	0.31	14.46	なし	1.85	なし	0.3370	0.0034	0.0360
No. 8	0.62	20.73	7.95	3.05	0.06	0.0050	0.0405	0.0002
No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73	1.34	0.0027	0.0003	0.0099
No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95	3.12	0.0022	0.0180	0.0003

則ち No. 22 と No. 15 耐鋳鋼とを比較すれば以て Si の影響を知ることを得べく又 No. 8, No. 26 及 No. 12 耐鋳鋼の成績を比較せば以て Cu の影響を明らかにすることを得べく兩元素 (Cu, Si) 共に此種酸液に對し効果あるものと見るを得べし。但し No. 22 耐鋳鋼の 90% H_2SO_4 に對し著しく抵抗強きは實驗の第 1 日より其表面、パツシーヴの状態となりしに因るなり。

(g) 90% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 18 参照)

本酸液は之を 10% 及 25% 溶液に比するに各耐鋳鋼の抵抗力は概して大なるも其程度は鋼種に依りて一樣ならず、Cr を主とする耐鋳鋼、No. 23, No. 19, No. 9, No. 16 並に耐鋳合金 No. (1) の抵抗最も少く Cr を主とし Si を含有せる耐鋳鋼 No. 17 及 No. 15 並に耐鋳合金 No. (3) 之に次ぎ Cr 以外 Ni 5% 以上を含有せる No. 8, No. 13, 及 No. 20 の抵抗最大にして 10 日間の實驗後重量の減少夫々 0.0002 gr/cm^2 0.0002 gr/cm^2 及 0.0001 gr/cm^2 に過ぎず、尙ほ No. 24 及 No. 25 は曲線圖に表はされども全く腐蝕せられず。即ち Cr 20% 以上を含有せるものは其耐抗性特に良好なるを知るなり。

Cr 及 Ni 以外 Cu を含有せるものにおいて次表の如く

鋼種	主要化學成分 (%)					減量 (gr/cm ²)		
	C	Cr	Ni	Si	Cu	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	90% H ₂ SO ₄
No. 7	0.50	12.72	9.95	0.54		0.0153	0.2530	0.0041
No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95	3.12	0.0022	0.0180	0.0003

No. 12 (Cu を含有せるもの) と No. 7 (Cu を除き略々 No. 12 と同成分、C 量稍々少なし) の抵抗力を比較するに Cu の含有は此種溶液に對し確かに効果あるものゝ如し。

Cr 以外 Ni 5% 以下を含有するか或は W を含有せるもの又は Cr を主とし C 含有量少なき耐鑄鋼は其抵抗力上記耐鑄鋼の中位にあるを認む、但し No. 3 及 No. 10 耐鑄鋼は此種類に屬するも耐鑄性割合に少なく銃身鋼にありては其耐鑄性上記諸鋼の中位にあるを認めたり。

(b) No. 1. 混酸の場合 (曲線圖第 19 照)

本溶液 (成分は曲線圖に示しあり) に對して最も抵抗力少なきは耐鑄合金及銃身鋼にして耐鑄鋼の抵抗力は何れも其上位にあり就中抵抗力の最も大なるは No. 1, No. 2, No. 8, No. 21, No. 24, No. 25, No. 29, No. 31 及 No. 35 耐鑄鋼にして 10 日間の實驗に於て重量の減少皆無なるを知る、其他の耐鑄鋼と雖も概ね良く抵抗し No. 26 耐鑄鋼 (10 日間に於ける重量の減少 0.0014 gr/cm²) を除けば其減少量何れも 0.001 gr/cm² 以下にあり、從て此種溶液の容器として耐鑄鋼は大なる將來を有するものと云ふを得べし。

(i) No. 2. 混酸の場合 (曲線圖第 20 参照)

本溶液 (成分は曲線圖に示しあり) に對して抵抗力最も少なきは耐鑄合金中、飯高メタル、[No. (2)] 池山黃鋼 [No. (1)] 及銃身鋼にして耐鑄鋼の抵抗力は何れも其上位にあり就中抵抗力最も大なるは No. 1, No. 2, No. 8, No. 21, No. 24, No. 25, No. 29, No. 31, 及 No. 35 耐鑄鋼にして 10 日間の實驗の結果何れも浸蝕せらるゝ事なし、其他の耐鑄鋼及ニツゲルブロンズ [No. (3)] と雖も No. 26 耐鑄鋼 (10 日間に於ける重量の減少 1.0014 gr/cm²) を除きては浸蝕量少にして其減少量 0.0005 gr/cm² 以下なりとす、從て此種混酸の容器として耐鑄鋼及ニツゲルブロンズは大なる將來を有するものと認めらる。

混酸 No. 1 及 No. 2 兩場合に於ける結果を精査するに上記各試驗に於て 50% H₂SO₄ 液に稍々多く侵されたる No. 21, No. 35 耐鑄鋼も混酸の場合には良く之に抵抗するを見たり、但し此種耐鑄鋼は何れも濃硝酸には良く耐抗するものなり、之を以て耐鑄鋼の撰定に當りては使用すべき溶液の種類に應じ鋼種を定むるの必要を認めたり。

(j) グリセリン溶液 (火砲用駐退液) の場合、(グリセリン 2、水 1 合の割合)

耐鑄鋼の火砲駐退液に對する抵抗に就き研究せしものにして液の配合はグリセリン 2、水 1 の割合

に依る、使用せし耐鋳鋼は No. 2, No. 5 及 No. 7 耐鋳鋼にして耐鋳性中等以下のものを採用せり、之れ耐鋳性良好なるものは是等溶液のため浸蝕せらるゝことなきを以てなり、而して試験の結果次の如く是等耐鋳鋼にありても浸蝕せらるゝことなきを確め得たり。

鋼 種	化 學 成 分 (%)				原重量 (瓦)	1.2.3 日目 の重量	5.6.7.8 日目 の重量	10 日 目 の重量	12 日 目 の重量	15 日 の重量
	C	Cr	Ni	W						
No. 2	0.75	11.40	1.32	0.60	7.7684	7.7689 變化なし	7.7689 變化なし	7.7686 變化なし	7.7683 變化なし	7.7679 變化なし
No. 5	0.65	18.58			7.8907	7.8906 變化なし	7.8905 變化なし	7.8905 變化なし	7.8906 變化なし	7.8906 變化なし
No. 7	0.50	12.72	9.95		9.4485	9.4483 變化なし	9.4486 變化なし	9.4482 變化なし	9.4485 變化なし	9.4483 變化なし

尙ほ試験後に於ける試料の概況は寫眞圖第十六 (2) に示す如し。

次に實際の場合を顧慮し活塞革 (クロウム革) と接觸せる場合に於ける變化に就き實驗せり、其結果 15 日間の實驗に於て試料と活塞革との接際部に於ても微少なる變化をも認めざりき、之を以て耐鋳鋼の多くは駐退液に對し浸蝕せられざるものと判斷し得べく此際射撃間に於ける場合を顧慮し高壓下に於ける實驗をも實施するを至當とするが如きも、此際加はるべき壓力は瞬間にして尙ほ從來の經驗に依るに駐退機活塞桿の腐蝕は保存期間に於て生ずるを常とするを以て之れが實驗を省略せり。

寫眞圖第十六 (2) は實驗の際に於ける試料と活塞革との關係位置を示し尙ほ實驗の結果を見易からしむるため接際部を上方にし寫眞を撮影せるものとす。

(3) 熱處理と耐鋳性との關係 (曲線圖第 21 乃至 24 参照)

表題の關係を明かにする爲め No. 1, No. 6, No. 15 及 No. 16 耐鋳鋼等耐鋳性中位のもの及下位のものを採り一は熱處理を施し他は熱處理を施さざるものに就き其耐鋳性を比較せり、其結果曲線圖第 21 乃至 24 に示す如く各耐鋳鋼共に熱處理を施せるもの耐鋳性良好なるを知れり、即ち

No. 1—耐鋳鋼にありては曲線圖第 21 に示す如く 5% HNO₃ 及 90% H₂SO₄ (何れも其差微少) の場合を除き各酸液に對し熱處理を施せるもの其抵抗力大にして各溶液に對する減量の多少及順位は熱處理を施さざる場合と略々同一なり。

No. 6—耐鋳鋼にありては曲線圖第 22 に示す如く濃厚なる酸液及稀薄なる酸液共に熱處理を施せるもの常に其抵抗大なるも各溶液に對する減量の多少及順位は熱處理を施さざる場合と異なるを見る。

No. 15—耐鋳鋼にありては曲線圖第 23 に示す如く熱處理を施せるもの常に (25% HCl 及 90% H₂SO₄ の場合を除く但し其差微少) 抵抗著しく大にして各溶液に對する減量の多少及順位は熱處理を施さざる場合と必ずしも一致せざるを見る、尙ほ熱處理を行へる場合には硫酸 1%, 5%, 10% 溶液に於てパツシーヴ状態に類似の現象を呈するものあるも熱處理を行はざるものは此現象を認めざ

りき。

No. 16—耐錆鋼に對しては曲線圖第 24 に示す如く稀薄なる酸液及濃厚なる酸液共に熱處理を施せるもの其抵抗大なるを知るなり、但し各溶液に對する減量の多少及順位は熱處理を施さざる場合と異なるを見る。

上記結果に就き考究するに各種耐錆鋼共に熱處理を施せるもの常に（稀に例外あるも其差微少にして實驗誤差内にあり）浸蝕に對する抵抗大なるを知る、但し耐錆性少なき耐錆鋼（例へば No. 1）にありては各溶液に對する減量の多少順位熱處理を施せるもの同一なれども耐錆性割合に大なるもの（例へば No. 15）にありては其差異割合に大なるを見る、其何れにするも熱處理を施せるもの其耐抗性大なるを以て本研究にありては各實驗共凡ての耐錆鋼に熱處理を施せる試験片を採用せり。

今熱處理を施せるものと然らざるものとを組織上比較するに次の如し。

則ちオーステナイト組織よりなる鋼に就きては其組織に大差なきもマルテンサイト組織を有するものは熱處理に依り炭化物（セメントイトを含む）の出顯をして少なからしめ（前者の場合にも同一なる現象あり）以て耐錆性を増大するを知るなり、例へば No. 3 及 No. 4 兩耐錆鋼に就き比較するに前者は其組織マルテンサイトのみにて炭化物を有せず、後者は炭化物を有するものにして其耐錆性劣れるを知るなり、尙ほ No. 1 乃至 No. 4 耐錆鋼にありては焼入温度の高低に應し炭化物の出顯に差異あること前述の如く（第四節第 (IV) 末尾参照）目的に應し焼入温度の高低を定むべきものとす。

次に同一鋼材に就き焼入せし状態と之を 200°C 及 400°C に焼戻せし状態とに於て其耐錆性を比較せしに曲線圖第 25 に示す如く硝酸及鹽酸に對しては殆んど其差異を認めず硫酸に對してのみ 400°C の焼戻しに於て稍々其耐錆性を減少するを見たり、之を以て低温度の焼戻しは著しく耐錆性を害するものにあらざるを知るなり。

(4) 加工法と耐錆性との關係

本關係を明らかにするため耐錆鋼 No. 1 を採り壓延素材の儘之を試料に作成し浸蝕作用稍々大なる 10% HNO_3 及 10% H_2SO_4 溶液に就き實驗せしに浸漬後 22 日の後寫眞圖第十七 No. 1 に示す如き結果を得たり、即ち耐錆鋼の壓延方向に平行せる面の抵抗は之と直角なる面の抵抗に比し耐錆効果大なるを知るなり、尙ほ同種耐錆鋼を熱處理し再び其耐錆性を檢するに寫眞圖第十七 No. 2, A に示す如く 10% H_2SO_4 溶液に對し壓延方向と之に直角なる面に於て尙ほ多少の差異を認むるも其耐錆性をして良好ならしむること明にして熱處理に依り鋼材纖維の方向を改變し得ざるも内部張力の減少により其耐錆性を増加することを知り尙ほ寫眞圖第十七 No. 2, B に示す如く浸蝕作用稍々劣れる 10% HNO_3 の場合に於ては其研磨面は酸液に對抗し浸蝕は隅角部より漸次内方に進みしこと明かにして鋼材の表面を研磨することが此種耐錆鋼の効果を發揚するに極めて必要なることを發見せり。

熱處理に際し試料に缺點を生ぜし場合例へば焼入の際焼割れを生ぜしものにありては同圖 C, D に

示すが如く焼割れ部分より浸蝕せらるゝを通常とす、従て此種鋼材の焼入に對しても大なる注意を要するを知るなり、従て本研究に於て決定せし如く焼入温度は此種焼割を生ぜざる如く焼入効果を得べき程度に於て成る可く低く選定するを適當と認む。

(5) 鐵滓含有の多少と耐錆性ととの關係

耐錆鋼の各種酸液に對する耐錆試験中、其化學成分相近似せる鋼種なるにも拘らず其耐錆性を異にするものあり、之に關し鐵滓含有量の多少の如きも亦其原因の一と見做し得べきを認め其關係に就き研究せるに其結果次の如し。

即ち(鐵滓含有の多少と耐錆性ととの關係を示す表)の如く耐錆鋼中其化學成分の極めて相類似し、且つ組織同様なるもの2種宛を採りて1組となし、寫眞圖に依て鐵滓の多少を定め以て上述の關係を査定せり。表中一印を付せるは鐵滓比較的の稍々多く、腐蝕の度合も亦大なる場合を示し二印を付せるものは鐵滓の量少なきにも拘らず、腐蝕の度大なる場合を示す。

第1組を見るに鐵滓の量稍々多き No. 16 は各種の酸液に對し概ね腐蝕せらるゝ度合多きを示す。されど H_2SO_4 に對する場合には各種濃度共反對の結果を示せり、今後者に就き考ふるに Cr の含有は HNO_3 に對する抵抗を増大すべきも、 H_2SO_4 及 HCl に對しては効果を認めざる〔(VI) 其三耐錆試験結果の判定の項(6) 參照〕を以て、其他の成分に就き考究するに No. 16 耐錆鋼中 Ni の少量を含有せるを以て、 H_2SO_4 溶液に對し初めて其効果を表はせしものにあらざるか、此點を除きては鐵滓の含有量稍々多き No. 16 のもの No. 14 に比し耐錆性稍々劣れるを知るなり。

第2組 (No. 31 及 No. 27) に於ては鐵滓の量稍々多き No. 27 腐蝕せらるゝ度合大なり。

上記結果に依り略々同一なる化學成分を有する耐錆鋼にありては、鐵滓の含有量多きもの其耐錆性小なるものと判断し得べし。

(6) 溶液の動搖と耐錆性ととの關係

耐錆性試験に際し溶液を動搖せば試料を溶液中に靜置するに比し著しく其耐錆性を減ずと稱する者あり、又斯の如く考へらるゝを以て茲に其眞疑を確め且つ若し然りとせば之に對する實驗を施行するの要あり、且つ又之れが原因に就き考究するの要あるべく以て本實驗を施行せり。

實驗に使用せし装置は寫眞圖第十八 No. 2 に示す如く供試溶液を容量 5 リットルのビーカー中に充て其内に装置せし硝子製攪拌具を電動機により廻轉し以て液の動搖を計りたるものなり、尙ほ同攪拌具の廻轉數は1分間約 200 回にして液の流速毎秒 18 乃至 20 cm(平均)とす。

使用せし溶液の種類は其作用稍々大なる 10% HCl 及 10% H_2SO_4 並に 5% 食鹽溶液にして靜液の場合と同様に 10 日間の試験を実施せり、其結果は曲線圖第 28 乃至第 30 に示すが如く尙ほ靜液の場合と比較し寫眞を以て腐蝕の概況に就き比較すれば寫眞圖第十八 No. 2 及第十九 No. 1 及 No. 2 に示すが如し。

本實驗の結果に依れば研究せし範圍に於ては液の動搖必ずしも耐錆性を減少するものにあらずして

之が影響は主として使用すべき溶液と耐錆鋼の種類に依り異なるものなり且つ其耐錆性を減少するものにありても各種耐錆鋼の耐錆性減少の割合略々同様なりしを以て各實驗に對し必ずしも動液に依る試驗を主とするの必要を認めざりき。

(a) 10% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 28 参照)

本酸液に對しては耐錆鋼の耐錆性、靜、動兩液に對し略々同様なるも No. 3, No. 4, No. 7 耐錆鋼及 No. (1), No. (2), No. (3) 耐錆合金の如く液の動搖により耐錆性を減少するものあり、或は No. 2, No. 8, No. 15, No. 17, No. 20 の如く之を増大するものあり。

今其然る所以を考ふるに浸蝕の程度割合に大ならざる酸液中に於て動液の速度相當大にして試料の表面に生ぜし被膜(浸蝕に因る)液の動搖に従て移動する如き場合にありては腐蝕を促進すべき被膜の除去により動液のもの反て腐蝕せらるゝこと少なく之に反し No. (1), No. (2), No. (3), 耐錆合金及 No. 3, No. 4, No. 7 耐錆鋼の如きものにありては被膜動搖し悪きか(Cr の含有量少なく W 又は N の多量を含有し比重大) (耐錆鋼) 又は腐蝕度少なきもの(耐錆合金)にありては上記の作用なく試料表面に於ける液の循環により幾分其浸蝕度を増加せらるゝものと見るを得べし。⁽²⁴⁾

尙ほ靜動兩液に對する實驗後試料の狀態を示せば寫眞圖第十八 No. 2 に掲ぐるが如し。

(b) 10% HCl の場合 (曲線圖第 29 参照)

本溶液に對しては曲線圖に示す如く一般に靜液の場合に比し動液のもの浸蝕度大にして實驗日數の經過と共に其浸蝕益々増大するも各耐錆鋼共に耐錆性を減少する割合概ね同一にして種類に依り著しき差異を見ず、之を以て此種浸蝕性大なる酸液に對しては試料表面に被膜を生成することなく従て(a)の場合に於けるが如く靜動兩液に對し各種の狀態を呈することなく常に動液に依り多く侵さるゝを知るなり但し本實驗の結果本研究の如く各種耐錆鋼の耐錆性の多少を比較するの目的に對しては前述の如く靜液試験のみに依り其優劣を判定し毫も差支へなきを認めたり。

寫眞圖第十九 No. 1 は各種耐錆鋼及耐錆合金本實驗後腐蝕の狀況を示すものとす。

(c) 5% 食鹽水の場合 (曲線圖第 30 参照)

此場合にありては動液の場合一般に腐蝕度大にして No. (1) 及 No. (2) 耐錆合金を以て最も甚しとし之に次ぐを No. 2, No. 4, No. 15, No. 19 耐錆鋼とし No. 7 耐錆鋼にありては靜液の場合に比し僅かに少なく No. (3) は兩場合に於て大差なく腐蝕度小なるを知るなり、則ち食鹽水動液の場合にありてはニツケルブロンズ及 No. 7 の如く Ni を多量に含有するか又は No. 6, No. 9, No. 14, No. 17 の如く Cr 又は Si を共に含有せる耐錆鋼は耐錆性の差異少なく、Cr 含有量少なく W を含有せ

[註] (24) 金屬の研究第一卷第一號所載石原富松氏論文“銹蝕と防銹法”中にある (1) 銹が緻密にして全體を包めば銹蝕作用の進行を防ぐ、又 (2) 銹が弛緩しあるとき電解作用 (galvanic action) の結果更に銹蝕作用を進むと云ふ事實は本實驗の結果を説明するに便なり、則ち液の動搖により耐錆性を減ずるものは被膜の存在と接觸すべき液の交換により (2) の作用により一層浸蝕を増大するものと考へ得べし

鋼中に含有の多少と耐蝕性との関係を示す表

鋼種	化学成分 (%)					鋼種	鋼厚	常温耐蝕試験														蒸気耐蝕試験					
	C	Cr	Ni	Si, Mn, P	S			稀薄なる溶液							濃厚なる溶液							10% HNO ₃	25% HNO ₃	60% HNO ₃	90% HNO ₃	90% H ₂ SO ₄	
								1% HNO ₃	5% HNO ₃	1% H ₂ SO ₄	5% H ₂ SO ₄	1% HCl	5% HCl	10% HNO ₃	25% HNO ₃	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	90% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl	混酸 No. 1						混酸 No. 2
								なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし						なし
1 (I)の(a)	No. 14	0.39	13.74	なし	0.011	M	少	0.0006	0.0004	0.2170	0.0279	0.0742	0.0375	なし	なし	0.0450	0.7450	0.0339	0.0520	0.7470	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003	0.0094	0.0073	0.4100
	No. 16	0.40	14.13	0.22	0.026	M	稍々多	0.0015	0.0063	0.1555	0.0526	0.0863	0.5420	0.0016	0.0002	0.8350	0.0184	0.0391	0.4020	0.9530	0.0009	0.0010	0.0397	0.0030	0.0157	0.0112	0.1335
2 (II)の(a)	No. 31	0.15	12.94	0.61	0.011	M	少	なし	なし	0.0311	0.0102	0.0174	0.0262	なし	なし	0.0242	0.3150	0.0025	0.0173	0.2280	なし	なし					
	No. 27	0.14	12.18	1.97	0.014	M	稍々多	0.0006	なし	0.0124	0.5300	0.1615	0.0234	0.0015	なし	0.5980	0.8070	0.0132	0.0377	0.5720	0.0003	0.0001					

る耐鋳鋼は其差異大なるを認めたり、例へば No. 2, No. 4 耐鋳鋼の如き之れなりとす、但し其何れの場合にありても本實驗中重量の減少は之を前述各實驗のものに比するに No. (1) 及 No. (2) 耐鋳合金を除き極めて小なるを知るなり。同時に耐鋳合金の食鹽水に對する耐鋳性は動液の場合大に減少するを見る。

寫眞圖第 28 No. 2 は本實驗後腐蝕の状態を示すものとす。

(7) 溶液の種類と浸蝕面状態との關係

耐鋳鋼に對し浸蝕性大ならざる溶液を用ふるか或は作用大なる溶液にありても耐鋳性大なる耐鋳鋼にありては其表面は寫眞圖第 20 No. 1 に示す如く各面一様に浸蝕せられ何等特異の状態を呈せざるも溶液の作用大なる場合には寫眞圖第 20 No. 2 に示す如く其表面恰も輕石の如き状態を呈し一見普通の鏽痕と區別し得、從て藥品に依る腐蝕は容易に之を普通の鏽痕と區別するを得べし。

(B) 熱間耐鋳試驗

本試驗は熱間に於ける耐鋳鋼の應用殊に其化學工業的用途を顧慮し次記各種溫度及酸液に依り實驗を行へるものとす。

種 類	溫 度
10% HNO ₃	90°~100°C
25% HNO ₃	90°~100°C
60% HNO ₃	100°~110°C
90% HNO ₃	75°~ 85°C
10% H ₂ SO ₄	90°~100°C
25% H ₂ SO ₄	90°~100°C
60% H ₂ SO ₄	120°~130°C
90% H ₂ SO ₄	160°~170°C

左記酸液の外 10% HCl (100°~110°C) 及 25% HCl (100°~110°C) 兩酸液に對する熱間試驗を實施せるも附表第二十六に示すが如く此種酸液に對し耐抗し得る耐鋳鋼を發見し得ざりき。

各酸液に對する溫度は成る可く高溫度を採用し實驗的用途(主として火藥工業)に近づかしめんとせしも酸液の種類に依り所望溫度を與へ難き場合あり止むを得ず左記溫度に依り基準を得ることに努めたるものとす。

本試驗の結果常溫に於て作用少なき酸液は概して高溫度に於ても同様なる結果を示せしを以て弱アルカリ液等に對する高溫試驗は之を省略せり。

本試驗に於て酸の濃度は刻々變化すべきを以て蛇管式逆流凝縮器を使用し蒸發せる水分及酸分を凝縮し短時間の實驗により實驗間其濃度の變化をして成るべく少なからしめたり、則ち實驗開始より 1 時間後、3 時間後、6 時間後及 10 時間後に於ける重量を測定し常溫耐鋳試驗と同様に各種時間後に於ける重量の減少を以て曲線を描畫せり。

使用せし試料は各種耐鋳鋼を代表せしむるため其化學成分に依り次表に示す如きものを採用せり。

番 號	鋼 種	主 要 化 學 成 分 (%)					
		C	Cr	Ni	Si	W	Cu
No. 21 No. 14 No. 16 No. 19	Cr 11.0-17.0% を主として含有するもの	0.08 0.39 0.40 0.45	11.74 13.74 14.13 15.61				
No. 5	Cr 17.0% 以上を主として含有するもの	0.65	18.58				
No. 31 No. 2	Cr 以外 Ni 5.0% 以下を含有するもの	0.15 0.75	12.94 11.40	0.61 1.32			
Fo. 18 No. 35 No. 7 No. 20	Cr 以外 Ni 5.0% 以上を含有するもの	0.41 0.13 0.50 0.32	19.22 17.59 12.72 18.00	5.14 7.35 9.95 10.79			
No. 17 No. 9 No. 8	Cr, Ni 又は Cr 以外に Si を含有するもの	0.22 0.70 0.52	14.02 15.24 20.73		0.87 2.58 3.05		
No. 3	Cr 及 Ni 以外に W を含有するもの	0.63	10.13	2.58		3.35	
No. 26	Cr 及 Ni 以外に Cu を含有するもの	0.28	15.15	8.24	1.73		1.34

(1) HNO₃ の場合

研究の結果 HNO₃ に対する抵抗は主として Cr 含有量に依り之を判定し得べく次記各酸液の場合を總括し Cr の含有量に依り耐錆鋼を次の 3 種に分類し得べし。

(イ) Cr 11.0% 以下の耐錆鋼 (ロ) Cr 11.0-17.0% の耐錆鋼 (ハ) Cr 17.0% 以上の耐錆鋼

(イ) の部類に属するものは高温度 HNO₃ に対する抵抗最も小にして、(ロ) に属するもの之に次ぎ (ハ) に属する耐錆鋼の抵抗最も大なるを知るなり尙ほ Ni の含有は本溶液に対する抵抗に關し大なる効果なきものと認めたり。

次に耐錆鋼使用上の限界に対しては 10% HNO₃ に対しては上記 (ハ) に属するもの及 No. 7 を使用し得べきも 25% HNO₃ にありては僅かに (ハ) に属する No. 18 及 No. 20 のみを使用し得、60% 及 90% HNO₃ に対しては全然之に侵されざるものなし、則ち此種酸液に対しては熱間に於て耐錆鋼を使用すること困難なるを知るなり。

以下各種濃度の酸液に対する耐錆試験の結果に就き細述せんとす。

(a) 10% HNO₃ の場合 (曲線圖第 31 参照)

本酸液に対しては Cr 11.0% 以下にして W を含有せる No. 2, No. 3 及 No. 4 耐錆鋼の抵抗最も小にして之に次ぎ No. 6, No. 15, No. 17, No. 14, No. 19 及 No. 9 の如く Cr 11.0-17.0% を含有せ

る耐鑄鋼の抵抗稍々小にして No. 18, No. 8, No. 20 及 No. 5 の如く Cr 17.0% 以上を含有せる耐鑄鋼の抵抗最も大なるを知るなり、但し No. 7 耐鑄鋼の Cr 含有量割合に少なきに拘はらず本酸液に對し其抵抗力大なるは Si 又は Ni の含有に依る如く思はるゝを以て Ni の含有は硝酸に對し多少の効果あるものと認め得べし。

其何れにするも曲線の形狀より見て No. 20, No. 5 及 No. 7 耐鑄鋼の減量は著しく小にして此種溶液に對し使用し得るものと云ふを得べし。

(b) 25% HNO₃ の場合 (曲線圖第 32 参照)

本酸液の作用を 10% の場合と比較するに其作用稍々強く No. 2, No. 3 及 No. 4 耐鑄鋼の抵抗最も小にして No. 9, No. 6, No. 15, No. 17, No. 7 及 No. 19 耐鑄鋼之に次ぎ No. 8, No. 14, No. 5, No. 21, No. 18 及 No. 20 耐鑄鋼の抵抗大にして就中 No. 21, No. 18 及 No. 20 耐鑄鋼にありては殆んど同酸液に侵されざる (10 時間後の減量夫々 0.00005, 0.00002 及 0.00001 gr/cm²) を知るなり、則ち (a) の場合と同様 Cr の含有量に依り抵抗にも大中小の 3 種を生ずるを知るなり、但し No. 21 耐鑄鋼は例外にして Cr 17.0% 以下なるも C 含有量非常に小なるを以て此點より耐抗性割合に大なりと云ふを得べきか、⁽²⁵⁾ 從來發表せられたる説に依れば C 含有量少なければ Cr 含有量少なるも C 含有量多くして Cr 含有量大なるものと同一耐鑄性を呈すと云ふ説に一致するものと見るを得べし。

前記常溫試験の場合をも参照し耐鑄合金は此種溶液に對し抵抗し得ざるを知り、又本結果に依り 25% HNO₃ 溶液に對し熱間に使用し得るものは No. 18, No. 21 耐鑄鋼と云ふを得べし。

(c) 60% HNO₃ の場合 (曲線圖第 33 参照)

本酸液の場合は前記 2 種酸液の場合に比し其作用更に強きも前者と同様に Cr 含有量 11.0% 以下なる No. 2, No. 3, 及 No. 4 耐鑄鋼の抵抗最も小にして Cr の含有量 11.0~17.0% なる No. 6, No. 7, No. 9, No. 14, No. 15, No. 17 及 No. 19 耐鑄鋼の抵抗之に次ぎ No. 8, No. 18, No. 21 及 No. 20 耐鑄鋼の抵抗最も大なるを知る、而して是等耐鑄鋼は何れも Cr の含有量多く尙ほ No. 21 を除き Ni 5% 以上を含有せる部類に屬す、但し如何なる耐鑄鋼にありても全然侵されざるものなきも No. 20 耐鑄鋼の 10 時間後に於ける減量は 0.00107 gr/cm² の少量なるを以て止むを得ざる場合には此種鋼材を本溶液に對し使用するを得べし。

(d) 90% HNO₃ の場合 (曲線圖第 34 参照)

此場合各種耐鑄鋼に對する作用 60% HNO₃ の場合に次ぎ前記各場合と同様に Cr 含有量の多少に従ひ抵抗に大小あるを見る則ち Cr 11.0% 以下を含有せる No. 3, 及 No. 4 耐鑄鋼の抵抗最も小にして Cr 11.0~17.0% を含有する No. 6, No. 7, No. 9, No. 14, No. 15, No. 16, No. 17, No. 21 耐鑄鋼之に次ぎ Cr 17.0% 以上を含有せる No. 8, No. 18, No. 20 耐鑄鋼の抵抗最も大なるを知るな

〔註〕 (25) The Metal Industry, 29 th Oct. 1926. P. 419.

り、但し No. 5 耐鑄鋼は Cr 18.58% を含有するも其抵抗中位に屬するは例外と見るを得べく之れ全く C 含有量の多きに因るものと判断するを得べく従て Cr 含有量の大小と本溶液に對する抵抗の大小との關係竝に C 含有量の影響著しく明瞭となるを認めたり、尙ほ Ni の影響に就ては No. 7, No. 15 及 No. 17 耐鑄鋼の成績を比較するも Ni の含有は HNO_3 に對し大なる効果なきものと認むるを得べし。

(2) H_2SO_4 の場合

研究の結果熱間 H_2SO_4 に對する抵抗は主として Ni 含有量の大小に關係し其 5% 以上を含有せる耐鑄鋼の抵抗割合に大なるを知る、又耐鑄合金の抵抗も割合に大にして此種耐鑄鋼の如き抵抗大なるものと同様なるを以て其用途に従ひ兩者何れかを使用するを適當とせん。

濃度 10% H_2SO_4 に對しては No. 8 及 No. 20 耐鑄鋼を使用し得、25% H_2SO_4 に對しては No. 20 耐鑄鋼を使用し得べきも 60% 及 90% H_2SO_4 溶液に對しては熱間之に抵抗し得べき耐鑄鋼なし。

(附表第二十六參照)

以下各種濃度の酸液に對する耐鑄試験の結果に就き細述せんとす。

(a) 10% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 35 參照)

此場合に於ては耐鑄合金の耐抗性割合に大にして耐鑄鋼にありては No. 7, No. 18, No. 8 及 No. 20 耐鑄鋼等 Ni > 5% を含有せるもの之に抵抗し得るに過ぎず其内減量最も少なきは No. 8 及 No. 20 耐鑄鋼 (何れも Ni 7% 以上を含有) 10 時間後に於ける減量夫々 0.00022, 及 0.00007 gr/cm^2 に過ぎず則ち此種鋼材は工業的に本溶液に對し使用するを得べし、

(b) 25% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 36 參照)

本場合に於ても (a) 項の場合と類似し耐鑄合金の抵抗割合に大にして No. 18, No. 7 及 No. 8 耐鑄鋼にありても浸蝕せらるゝこと割合に多く只た No. 20 耐鑄鋼のみ其耐鑄性前記耐鑄合金に優るを見るのみ (10 時間後の減量 0.00006 gr/cm^2 則ち止むを得ざれば本鋼のみ本溶液に對し使用することを得べし。

(c) 60% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 37 參照)

本場合に於ては耐鑄合金の抵抗大にして、No. 8, No. 7 及 No. 20 耐鑄鋼と雖も之に及ばざるを知るなり、但し耐鑄合金 No. (2) の抵抗は最も大にして 10 時間後に於ける減量 0.0106 gr/cm^2 なるを以て止むを得ざる場合に於ては本溶液に對し之を使用するを適當とせん。

(d) 90% H_2SO_4 の場合 (曲線圖第 38 參照)

本溶液に對しては各耐鑄鋼及耐鑄合金共に耐抗性少なく其最も抵抗力大なるものは No. 5 及 No. 7 耐鑄鋼なるも 10 時間後の減量夫々 0.0505 及 0.0492 gr/cm^2 に及ぶ、従て本溶液に對しては特殊の金屬合金又は物料を使用するの要あるを認めたり。

(3) HCl の場合。

本酸液に對しては耐鑄試験の結果附表第二十六に示す如く耐鑄鋼中熱間本酸液に耐抗すべきものなく、即ち他種金屬合金又は他種物料を使用するの必要あるを認めたり。

其三、耐鑄試験結果の判定

本試験の結果次の如き判定を得たり。

(1) 耐鑄鋼の耐鑄性は之を熱處理殊に焼入することに依り一層之を大ならしむるを得べく、鋼種に應し焼入温度高きに従ひ益々良好なるも過度に高温度を採用するか或は焼割れを生ぜし場合には其耐鑄性は著しく降下するを知るなり、〔第四節 (VI) 其二 (A) (2) の (a) 及 (4) 参照〕又低温度 (400°C 以下) の焼戻作業は耐鑄性を減少すること少なきも其温度高きに従ひ之を減少するものゝ如し、〔第四節 (VI) 其二 (A) (3) 参照〕。

(2) 耐鑄鋼の耐鑄性は表面の仕上法に依り著しく異なり仕上良好なるもの耐鑄性著しく大なるを知る〔第四節 (VI) 其二 (A) (4) 参照〕。

(3) 耐鑄鋼の耐鑄性は壓延又は鍛造の方向に依り異り壓延又は鍛造せられたる面の耐鑄性は之と直角なる面のものに比し大なるを知る、但し熱處理に依り鋼材纖維の方向を改變し得ざるも内部張力の減少に依り耐鑄性を増加し得ることを知れり〔第四節 (VI) 其二 (A) (4) 参照〕。

(4) 耐鑄性と耐鑄鋼組織との關係に就きては概してマルテンサイト組織のものよりもオーステナイト組織のもの耐鑄性大なるも之れ主として其化學成分に左右せらるゝものにして附表第二十六に示す如く Cr 以外 Ni 5% 以上を含むか又は Cr の多量と Ni 及 Si の少量 (3% 以下) 含有せるものオーステナイト組織を示し化學成分上よりも耐鑄性大なるに基因するものなれども化學成分と組織に於て上記關係の有する以上は耐鑄性に關してオーステナイト鋼を使用するを有利とするものなりと云ひ得べく、尙ほ同一成分及略々同一組織のものにありても中間介在物例へばセメンタイト或は鐵滓含有量の少なきもの耐鑄性大なるを認めたり。

(5) 溶液の動搖と耐鑄性ととの關係に就きては液の動搖必ずしも耐鑄作用を減少するものにあらずして耐鑄鋼の種類と使用すべき溶液の如何に依り差異あるを認めたり〔第四節 (VI) 其二 (A) (5) 参照〕。

(6) 溶液の作用大なる場合には浸蝕表面は輕石の如き状態を呈し一見普通の鑄痕と區別するを得べし〔第四節 (VI) 其二 (A) (7) 参照〕。

(7) 無機酸に對する各種耐鑄鋼の抵抗は含有元素の種類竝に其量に依り異なるものにして是等元素の交感を知らるため上記諸實驗の結果を附表第二十六に集め酸液の種類に應じ含有元素の交感を一目瞭然たらしめたるも各實驗の項に於て示せしが如く各種元素の交感複雑にして同表に依るも直に其交感を知得すること稍々困難なるを以て茲に同表を應用し各種元素の交感に對し一般的結論を求むること次の如し、但し表の作成上各種濃度の酸液を列記するの繁を避け同種酸液に對しては其作用強き濃度のものを以て代表せしめ必要なる場合には他の濃度のものをも採用せり。

(a) Cr. Cr の影響に就て考究するに次表に示す如く Cr を含有すれば硝酸に對する抵抗を増大するも硫酸及鹽酸に對しては大なる效果なく (以下結論参照) 則ち此種兩液に對しては Ni, Cr 又は Si, W 等の元素を加ふるの必要を認めたり。

鋼種	主要成分 (%)		常溫 10 日間後に於ける減量 (gr/cm ²)					
	C	Cr	5% HNO ₃	25% HNO ₃	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl
No. 16	0.40	14.13	0.0063	0.0002	0.8350	0.0184	0.4020	0.9580
No. 19	0.45	15.61	0.0008	なし	0.7860	0.7800	0.4480	0.7850
No. 11	0.62	17.49	0.0003	0.0007	0.6570	1.0800	0.4520	0.8750
No. 5	0.65	18.58	0.0020	なし	0.4850	1.3700	0.1463	0.6630
備考	附表第二十六中 No. 16 の 50% H ₂ SO ₄ に對し特に其抵抗大なるは Ni=0.22% を含有するにあらざるが、90% H ₂ SO ₄ に對しても 50% 同様其抵抗大なるを認めたり。							

次に Cr 含有量に應じ硝酸に對する抵抗の差異を知るため C<0.3% の場合と C>0.3% の場合とを區分して考究せんとす、之れ後述する如く C 含有量と Cr 含有量との間には一定の關係あり、C 含有量少なきものにありては Cr 含有量小なるも硝酸に對する效果大なるものあればなり、尙ほ Cr の效果は主として硝酸に對するものなるを以て他元素を有する耐錆鋼に就きても此種效果に就き比較する所あらんとす。

鋼種		主要成分 (%)		常溫 10 日又は 15 日間後の減量 (gr/cm ²)			
		C	Cr	1% HNO ₃	5% HNO ₃	10% HNO ₃	25% HNO ₃
C<0.3% 以下	No. 23	0.10	13.09	0.0006	0.0031	0.0001	0.0010
	No. 22	0.27	14.42	0.0004	0.0008	0.0004	0.0003
C>0.3% 以上	No. 1	0.51	7.54	0.0291	0.1630	0.2160	0.0056
	No. 3	0.63	10.13	0.0114	0.0062	0.0033	0.0004
	No. 2	0.75	11.40	0.0056	0.0175	0.0009	0.0009
	No. 16	0.40	14.13	0.0015	0.0063	0.0016	0.0002
	No. 19	0.45	15.61	0.0020	0.0008	0.0002	なし
	No. 5	0.65	18.58	0.0040	0.0020	なし	なし
	No. 24	0.53	20.21	なし	なし	なし	なし

上記の如く Cr 含有量大なるに従ひ硝酸に對する抵抗漸次大にして尙ほ Cr 含有量 11.0% 以下を含有せる耐錆鋼の耐錆性同量以上を含有する耐錆鋼のものに比し著しく異なるべきを以て Cr の含有量は分類の項に於て示す如く Cr 11.0% を以て限界とせるものなり。

熱間に於ける耐錆性に就きても略々同様にして硝酸に對しては Cr 17.0% 以上の耐錆鋼最も有效

なるを見る、例へば次表の如し。

鋼 種	主 要 成 分 (%)		熱間 10 時間後に於ける減量 (gr/cm ²)			
	C	Cr	10% HNO ₃	25% HNO ₃	60% HNO ₃	90% HNO ₃
No. 16	0.40	14.13	0.0397	0.0030	0.0167	0.01115
No. 11	0.62	17.49	0.00003	0.00024	0.01305	0.00885
No. 18	0.41	19.22	0.0001	0.00002	0.00328	0.00232

(b) Ni, Cr 以外 Ni を含有せる耐鋳鋼中 Ni は其量を増加するに従ひ硫酸及鹽酸に對する抵抗益々大なるも硝酸に對しては効果少し、例へば次表の如し。

鋼 種		主 要 成 分 (%)			常 温 10 日 間 後 に 於 け る 減 量 (gr/cm ²)				
		C	Cr	Ni	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl	25% HNO ₃
C 0.3 % 以下	No. 22	0.27	14.42	なし	0.4130	1.0500	0.5640	0.8180	0.0003
	No. 27	0.14	12.18	1.97	0.5980	0.8070	0.0377	0.5720	なし
	No. 35	0.13	17.95	7.35	0.0053	0.7050	0.0045	0.2700	なし
C 0.3 % 以上	No. 25	0.45	24.06	2.00	0.0590	0.4280	0.2510	0.8300	なし
	No. 18	0.41	19.22	5.14	0.0079	0.1025	0.0158	0.2282	なし
	No. 20	0.32	18.00	10.79	0.0010	0.0128	0.0056	0.0755	なし
	No. 13	0.55	14.99	20.66	0.0052	0.0030	0.0046	0.0093	0.0007

則ち Ni < 5% の場合と Ni > 5% の場合とを比較するに後者の場合硫酸及鹽酸に對する抵抗大なるのみならず更に Ni < 9% の場合と Ni > 9% の場合とを比較するに後者の場合其抵抗著しく大なるを知るなり、之を以て硝酸及鹽酸に對する抵抗を充分ならしめるためには Ni 5% 以上を含有せしむるを要し更に其抵抗をして一層大ならしむるためには少くも Ni 9% 以上を含有せしむるの要あるを認めたり。

(c) 炭素量と耐鋳性との關係に就きては炭素量の減少するに従ひ耐鋳性を増大するものにして(附表第二十六 参照)、⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾ 今 Cr 含有量と炭素量との關係に就き研究せるに次の如き關係を認めたり。

即ち研究試料中に於ける耐鋳鋼の化學成分と其耐鋳性に就きて考ふるに C と Cr 含有量とに就き C 0.1% に對し Cr 約 0.8% なる關係を發見し、今 C 含有量異なる耐鋳鋼の Cr 含有量を上記關係により同一 C 含有量のものに換算し其 Cr 含有量に依り耐鋳性を比較せしに明に (a) 項に於て述べたるが如く Cr 含有量の大なるもの程耐鋳性大なるを認めたり。

[註] (26) H. H. Abram 氏—Chem. & Met. Engineering—March 17th, 1924. P. 430-431.

(27) W. Oestel 及 Karl Würth 兩氏—Stahl und Eisen—5 Mai, 1927. P. 434,

C>0.7% を含有せる耐錆鋼の耐酸性は各酸液に對し著しく不良なるを以て以下の比較表中之を省略しあるものとす。

鋼種	主要成分 (%)		常溫 10 日間後に於ける減量 (gr/cm ²)		
	C	Cr	5% HNO ₃	10% HNO ₃	25% HNO ₃
No. 16	0.40	14.13	0.0063	0.0016	0.0002
No. 22	(0.27) 0.40	(14.42) 15.44	0.0008	0.0004	0.0003
No. 19	(0.45) 0.40	(15.61) 15.51	0.0008	0.0002	なし
No. 5	(0.65) 0.40	(18.58) 16.58	0.0020	なし	なし
備考	括弧内は研究材料の化學成分を示す				

(d) Si. Si を含有せる耐錆鋼中 Si の影響を求むれば次の如し。

Cr を主とせる耐錆鋼に就ては次表の如く Si は硝酸並に硫酸に對する効果を認め得べく鹽酸に對しても稍々其影響の認むべきものあり、但し次の (g), (h) 項に示す如く Ni を共に含有せるものに比し一般に其効果大ならざるを知るなり。⁽²⁸⁾

鋼種	主要成分 (%)			常溫 10 日間後に於ける減量 (gr/cm ²)					
	C	Cr	Si	10% HNO ₃	25% HNO ₃	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl
No. 16	0.40	14.13	0.22	0.0016	0.0002	0.8350	0.0184	0.4020	0.9580
No. 22	(0.40) 0.27	(15.46) 14.42	0.53	0.0004	0.0003	0.4130	1.0500	0.5640	0.8180
No. 17	(0.40) 0.22	(15.42) 14.02	0.87	0.0002	0.0003	0.3640	0.6410	0.0374	0.4060
No. 15	(0.40) 0.31	(15.18) 14.46	1.85	0.0004	なし	0.3370	0.0034	0.1180	0.5670
備考	括弧内は Si の影響を確定するため (c) 項に示す方法に依り同一 C 量に對する Cr 量に換算せしものとす。								

Cr 及 Ni 以外 Si を含有せる耐錆鋼にありても硫酸及鹽酸に對し其効果大なるを認め得たるも此際 Ni 又は Cu の影響と比較するため (g) 及 (h) の項に於て一括して之を記述する所あらんとす、但し Si の含有量は其組織並に機械的性質を顧慮し 3% 以下に留むるを適當と認めたり。

(e) W. W を含有する耐錆鋼には他に Cr, Ni 等の元素を含有するを以て先づ兩元素の影響を解決し、然る後 W 獨特の影響を判定せざるべからず、次表に依り檢するに硝酸に對する抗堪力は全

[註] (28) 第四節 (VI) 其二 (A) (2) 10% 及 50% HCl の場合參照

く Cr の含有に依るものにして W は硝酸に對し反て不利なる影響を與ふるものゝ如し、⁽²⁹⁾ 尙ほ此種耐鑄鋼は一般に Cr の含有量少く何れも 11.0% 以下のものなるを以て之を 11.0% 以上のものに比し硝酸に對する抵抗著しく少く、次に硫酸に對する抵抗を見るに同酸に對する抵抗は主として Ni の影響にして之を 5% 以上 Ni を含有するものに比し著しく少く、則ち W の影響は主として鹽酸に對するものにして W の含有と共に其抵抗力を増大するも其量 1% 以下にありては大なる影響なきを認めたり。而して機械的抗力を加味し W の量は 1~3% を以て適當とすることを發見せり。

鋼 種	主 要 成 分 (%)				常 温 10 日 間 後 に 於 ける 減 量 (gr/cm ²)						
	C	Cr	Ni	W	1% HNO ₃	5% HNO ₃	25% HNO ₃	10% HCl	25% HCl	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄
No. 2	0.75	11.40	1.32	0.60	0.0056	0.0175	0.0009	0.1520	0.6200	0.5560	0.8850
No. 1	0.51	7.54	2.67	2.18	0.0291	0.1630	0.0056	0.0835	0.3650	0.7410	0.7150
No. 3	0.63	10.13	2.58	3.35	0.0114	0.0062	0.0004	0.0404	0.0875	0.1810	0.3690
参 考	No. 19	0.45	15.61		0.0020	0.0008	なし	0.4480	0.7850	0.7860	0.7800
	No. 18	0.41	19.22	5.14	0.0001	なし	なし	0.0158	0.2282	0.0079	0.1025

(f) Cu. Cu の影響に就ては其量 1% を超ゆるときは耐鑄性を減ずと云ふ者あり、其理由とする所は Cu は其含有量 0.75% 以下にありては固溶態を形成すれども此量を過ぐれば Cu の分離を來すべしと云ふにあり、然れども本研究の結果に依れば Cu の含有は次表に示す如く硫酸及鹽酸の溶液に對し良好なる結果を示せり、但し硝酸に對しては稍々不利なる影響を與ふるものゝ如し (1% 及 5% HNO₃ の項末尾参照)。

鋼 種	主 要 成 分 (%)					常 温 10 日 間 後 に 於 ける 減 量 (gr/cm ²)				
	C	Cr	Ni	Cu	Si	25% HNO ₃	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl
No. 7	0.50	12.72	9.95	なし	0.54	0.0001	0.0153	0.2530	0.0635	0.0885
No. 26	0.28	15.15	8.24	1.34	1.73	0.0323	0.0027	0.0063	0.0059	0.0611
No. 12	0.62	12.81	10.13	3.12	0.95	0.0024	0.0022	0.0180	0.0065	0.0323

但し No. 26 の Cu 含有量 No. 12 に比し少き割合に成績良好なるは其 C 含有量少なきと Si の含有量割合に多き故なりと判断し得べく、本表の外硫酸に對する Cu の效果に就きては第四節 (VI) 其二 (A) (2) の内 (f) 及 (g) の項にも之を見るを得べく、Cu の上記酸液に對する效果は之を充分に認むるを得べきも著者は他の機械的性質をも参考し其量を 3% 以下に止むるを適當と認めたり、Saklatwalla 氏は約 0.5~1.5% の Cu 分は硫酸及鹽酸に對し特に效果あることを發表せり。⁽³⁰⁾

[註] (29) 第四節 (VI) 其二 (A) (2) 10% 及 25% HNO₃ の場合参照。

(30) "Iron Age" 24th April, 1924.

(g) 硫酸溶液に對する Ni, Si 及 Cu 3 元素の影響に就き比較するに次表の如く Cu の影響最大にして Ni の影響之に次ぎ Si は化學成分上有效なるも (d) 項に示す如く Ni を含有せざる種類にありては焼入によりオーステナイトを得ること困難にして (第四節 (IV) 参照) 多く焼入を行はずして使用すべきを以て其耐錆性前 2 元素を含有せる耐錆鋼に及ばざるを知るなり、尙ほ前述せるが如く Cu 及 Si は耐錆鋼の成分として 3% 以下に止むるを可とするを以て最も良く硫酸に對し抵抗すべき耐錆鋼は Ni を多量に含みたる種類なるを知るなり。

鋼種	化學成分 (%)					常溫 10 日間後に於ける減量 (gr/cm) ²		
	C	Cr	Ni	Si	Cb	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	90% H ₂ SO ₄
No. 19	0.45	15.61		0.24		0.7860	0.7800	0.0253
No. 17	0.22	14.02		0.87		0.3460	0.6410	0.0196
No. 7	0.50	12.72	9.95	0.54		0.0153	0.2530	0.0041
No. 8	0.60	20.73	7.95	3.05	0.05	0.0050	0.0405	0.0002
No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95	3.12	0.0022	0.0180	0.0003

今其然る所以を説明せんに前表中先づ No.7 と No.12 とを選び比較するに兩鋼種共に其 C, Cr 及 Ni の含有量に於て大差なく只だ No.12 に於て Cu 3.12% を含有するを異なりとし然も其 10% H₂SO₄ 及 50% H₂SO₄ に對する減量 No.7 に比し約 1/7 に過ぎざるを知るなり、尙ほ Si 3% を含有する No.8 も其抵抗 No.12 に及ばず、10% 及 50% H₂SO₄ に對する減量約倍加せるを知るなり。

次に No.17 と No.19 兩耐錆鋼を比較するに後者は前者に比し Si 含有量約 0.6% 少く上記兩酸液に對する減量約倍加し又 No.7 と No.8 とを比較するに前者は Ni 2% を増加せるも Si 含有量 2.51% 少く従て其減量約 4 倍に達するを見る、之を以て Ni の影響は Si に比し稍々劣れるものと見るを得べし、然るに No.15 及 No.17 等相當量の Si を含有するに拘らず其耐錆性中位にあるは Ni の含有皆無にして且つ焼入を行はずして使用するを通常とし No.8 に示す如く完全なるオーステナイトを形成しあらざるに因るなり。

(h) 鹽酸に對する Ni, Si 及 Cu 3 元素の影響に就き比較するに次表の如く

No.7 と No.12 とを比較するに他成分は略々同様に於て No.12 は Cu 3.12% を含有し又 No.12 と No.26 とを比較するに No.12 は Cu 1.78% を多く含有し兩場合共に No.12 のもの HCl に對する減量概して少なるは Cu の効果と見るを得べきも其影響大ならず、次に No.7 と No.8 とを比較するに No.8 は Si 2.5% を増加するも Ni の量を 2% 減少し No.8 の減量少なるのみならず No.8 と No.20 とを比較するに No.8 は Ni の含有量 2.84% を減するも Si は 2.82% を増加し No.8 の減量稍々少なきを見れば Si の効果幾分 Ni に優れるの感あり、尙ほ No.19 と No.18 とを比較し又 No.18 と No.7 とを比較すれば Ni の増加に従ひ益々抗堪性を著しく増大するを以

鋼 種	化 學 成 分 (%)					常 温 10 日 間 後 に 於 ける 減 量 (gr/cm ²)		
	C	Cr	Ni	Si	Cu	5% HCl	10% HCl	25% HCl
No. 19	0.45	15.61		0.24		0.4480	0.7850	0.7720
No. 18	0.41	19.22	5.14	0.13		0.0158	0.2282	0.0061
No. 20	0.32	18.00	10.79	0.23		0.0056	0.0755	0.0049
No. 13	0.55	14.99	20.66	0.51	0.10	0.0046	0.0093	0.0060
No. 7	0.50	12.72	9.95	0.54		0.0035	0.0885	0.0029
No. 8	0.60	20.73	7.95	3.05	0.05	0.0027	0.0093	0.0023
No. 12	0.62	12.81	10.13	0.95	3.12	0.0065	0.0323	0.0014
No. 26	0.28	15.15	8.24	1.73	1.34	0.0059	0.0611	0.0057

て此種酸液に對しては Ni 及 Si の交感 Cu に比し大なるものあるを知るなり。

(i) V 及 Mo—本元素を含有せる研究試料少量にして他元素の如く確言するを得ざるも次表に示す如く V は濃酸に對し大なる効果なきも

鋼 種	化 學 成 分 (%)					常 温 10 日 間 後 に 於 ける 減 量 (gr/cm ²)			
	C	Cr	Ni	Si	V	10% HNO ₃	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl
No. 24	0.53	20.21	1.25		3.04	なし	0.6550	0.3770	0.9450
No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64		なし	0.4280	0.2510	0.8300

次表に示す如く稀薄なる酸液に對し其抵抗を増大す。

鋼 種	化 學 成 分 (%)					常 温 15 日 間 後 に 於 ける 減 量 (g/cm ²)				
	C	Cr	Ni	Si	V	5% HNO ₃	1% H ₂ SO ₄	5% H ₂ SO ₄	1% HCl	5% HCl
No. 25	0.45	24.06	2.00	1.64		なし	0.0009	0.0623	0.0224	0.1660
No. 24	0.53	20.21	1.25		3.04	なし	なし	なし	なし	0.2000
No. 15	0.31	14.46		1.85		0.0008	0.0392	0.0242	0.1720	0.0220

Mo に就きても次表に示す如く濃酸に對しては大なる効果なきものゝ如きも、

鋼 種	化 學 成 分 (%)					常 温 10 日 間 後 に 於 ける 減 量 (gr/cm ²)				
	C	Cr	Ni	Si	Mo	10% HNO ₃	10% H ₂ SO ₄	50% H ₂ SO ₄	10% HCl	25% HCl
No. 29	0.42	21.00	7.20	0.85	2.39	なし	なし	0.3380	0.0153	0.2400
No. 18	0.41	19.22	5.14			なし	0.0079	0.1025	0.1435	0.2282

下表に示す如く弱酸に對しては其抵抗を増大するものゝ如し。

鋼種	化學成分 (%)					常溫 15 日間後に於ける減量 (gr/cm ²)					
	C	Cr	Ni	Si	Mo	1% HNO ₃	5% HNO ₃	1% H ₂ SO ₄	5% H ₂ SO ₄	1% HCl	5% HCl
No. 29	0.42	21.00	7.20	0.85	2.39	なし	なし	なし	なし	0.0003	0.0837
No. 18	0.41	19.22	5.14			0.0001	なし	0.0005	0.0087	0.0036	0.0061

(j) P 及 S の影響に就きては兩元素共に耐鑄鋼に含有せらるゝこと割合に少なきを以て特に之が影響と認むべきものなきも H. H. Abram⁽³¹⁾ 氏は S の含有は特に海水の浸蝕を受け易しと云ふ、本實驗にありても No. 7 及 No. 8 耐鑄鋼は夫々 0.048% 及 0.036% の S を含有し NaCl 溶液に對し稍々抵抗少なかりしは此種原因と見るを得べきか。

(8) 耐鑄鋼の有機酸に對する抵抗は割合に大にして 5% 醋酸に對しては No. 9, No. 16 及 No. 21 の 3 種耐鑄鋼のみ研磨後の光澤を失ふも他は初期の光澤を保有し又 5% 蔞酸に對しては Cr を主とし其 17% 以下を含有せるもの (No. 21 及 No. 16) 稍々侵され易く之に次ぎては Cr 及 Ni の含有量少きな耐鑄鋼 (No. 2, No. 9 及 No. 31) なりとするも實驗 8 日間後の減量前記無機酸に比し著しく小にして尙ほ 5% 枸橼酸に對しては各耐鑄鋼共に良く抵抗するを見る。

(9) 耐鑄合金の耐鑄性は溶液の種類に依り著しく差異あり 10% HCl, 25% HCl に對しては唯一の適當なる金屬なるも HNO₃ 溶液殊に 25% HNO₃ 溶液に對しては其抵抗皆無なるを知る、又 H₂SO₄ 溶液に對しては其 10% 及 25% のものに對し抵抗力大なるも 50% 及 90% のものに對しては抵抗力少なく混酸に對しても抵抗力少なきも「ニツケルブロンズ」のみ No. 2 混酸に對し大なる抵抗力を有するを異なりとす、尙ほ熱間の耐抗性にありても H₂SO₄ (90% H₂SO₄ を除く) 溶液に對し良く抵抗すべき合金なるを知るなり。

(10) 耐鑄鋼の露天試験に於て最も優秀なる成績を示せしものは 17% 以上の Cr を含有し尙ほ Ni 5% 以下を含有するものにして之に次ぎ耐鑄性大なるものも亦 Cr 以外 Ni の多少を含有するを知るなり、則ち Ni は此種状態 [(VI) 其一参照] に對し効果あるを知るなり。

(11) 耐鑄鋼の水、食鹽竝に苛性曹達溶液に對する抵抗は割合に大にして其耐鑄性充分ならざるもの僅かに浸蝕せらるゝを見るのみ。

(12) 耐鑄鋼の「グリセリン」溶液 (火砲用駐退液) に對する抵抗に關しては其耐鑄性中等以下のものにおいて尙ほ良く之に耐抗するを知れり。

[註] (31) Chem. & Met Engineering 17th March. 1924 P. 430-431.

各種耐錆鋼耐錆試験結果一覽表

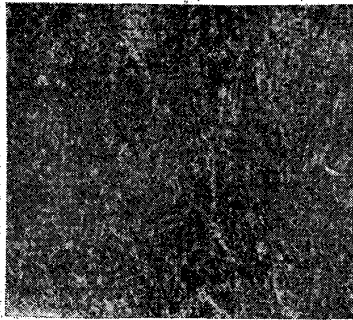
(本表は金末に附すべきものなれども便宜上(耐錆試験の結果)に附せ)

附各種耐錆鋼特徴一覽表

Table with multiple columns: 鋼種 (Steel Type), 主要化学成分 (Main Chemical Composition), 製造方法 (Manufacturing Method), 試験結果 (Test Results) including weight loss and corrosion rate, and 特徴 (Characteristics) such as corrosion resistance and mechanical properties.

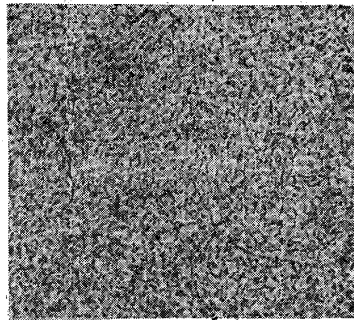
寫 眞 圖 第 一 耐 鋳 鋼 の 組 織 ×500

(1) No. 1 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.51%, Cr=7.54%,
Ni=2.67%, W=2.18%.



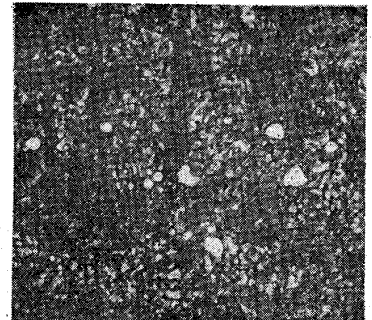
腐 蝕 劑 : 4% HNO₃

(4) No. 2 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.75%, Cr=11.40%,
Ni=1.32%, W=0.60%.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃

(7) No. 3 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.63%, Cr=10.13%,
Ni=2.58%, W=3.35%.



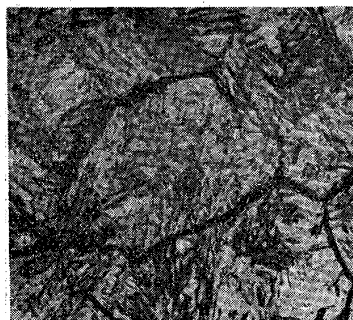
腐 蝕 劑 : 4% HNO₃

(2) 同 上 (1,050°C 油 燒 入)
Ac₃ : 820°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃ + C.HCl
組 織 : M
硬 度 : 523.

(5) 同 上 (1,100°C 油 燒 入)
Ac₃ : 755°C.



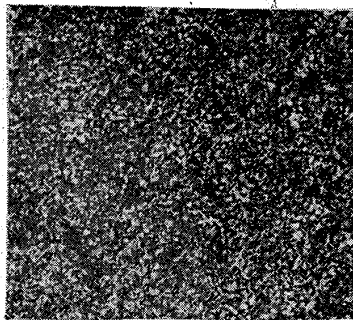
腐 蝕 劑 : 4% HNO₃ + C.HCl
組 織 : M
硬 度 : 623.

(8) 同 上 (1,100°C 油 燒 入)
Ac₃ : 780°C.



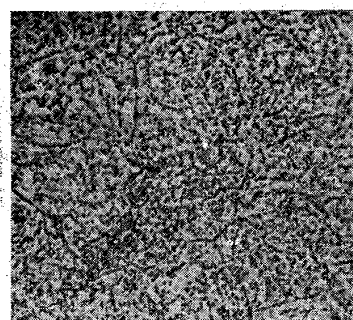
腐 蝕 劑 : 4% HNO₃ + C.HCl
組 織 : M
硬 度 : 600.

(3) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 700°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃
組 織 : P
硬 度 : 201.

(6) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 700°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃
組 織 : P
硬 度 : 182.

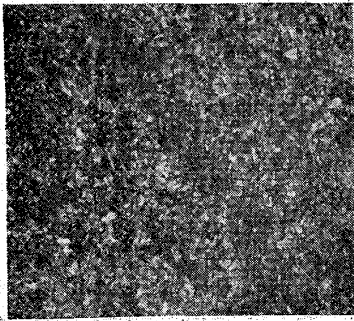
(9) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 700°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃
組 織 : P + C (中)
硬 度 : 175.

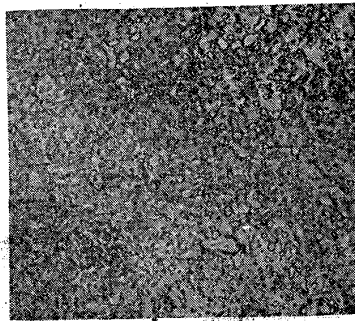
寫真圖第二 耐鑄鋼の組織 ×500

(1) No. 4 耐鑄鋼 (素材)
C=0.76%, Cr=8.31%,
Ni=2.51%, W=3.88%.



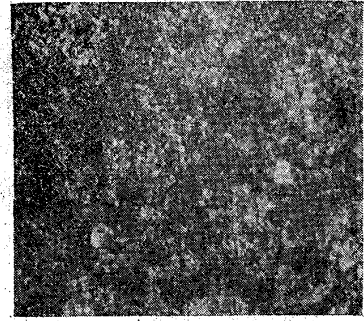
腐蝕劑: 4% HNO₃

(4) No. 5 耐鑄鋼 (素材)
C=0.65%, Cr=18.58%.



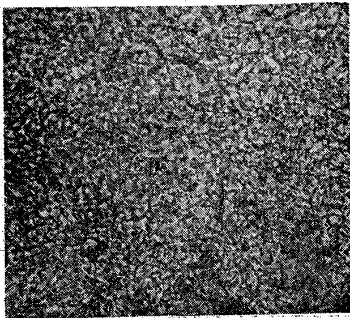
腐蝕劑: 4% HNO₃

(7) No. 6 耐鑄鋼 (素材)
C=0.53%, Cr=14.84%,
Ni=0.59%.



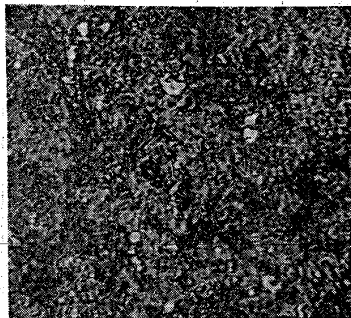
腐蝕劑: 4% HNO₃

(2) 同上 (1,000°C 油燒入)
Ac₃: 800°C.



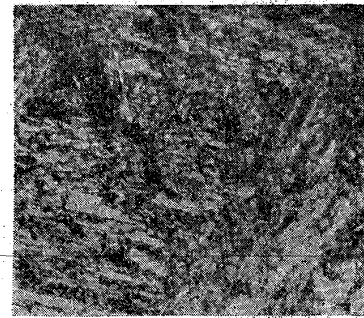
腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: M+C (多)
硬度: 600.

(5) 同上 (950°C 油燒入)
Ac₃: 905°C.



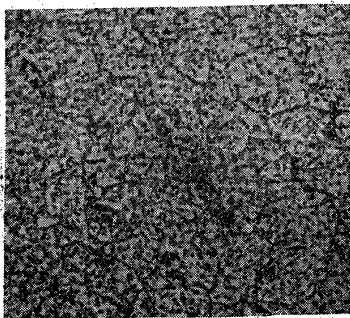
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: M+C (少)
硬度: 554.

(8) 同上 (1,000°C 油燒入)
Ac₃: 825°C.



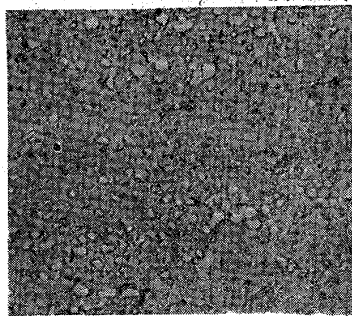
腐蝕劑: C.HCl
組織: M
硬度: 513.

(3) 同上 (燒鈍)
溫度: 700°C.



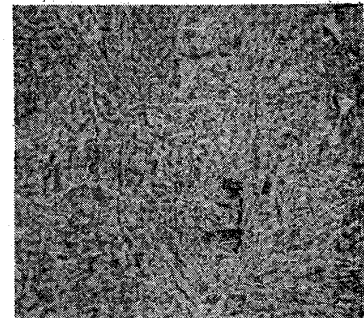
腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: P+C (中)
硬度: 144.

(6) 同上 (燒鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: A+C (多)
硬度: 188.

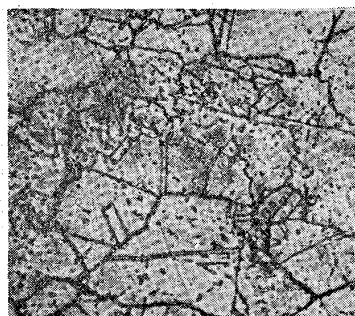
(9) 同上 (燒鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: P
硬度: 178.

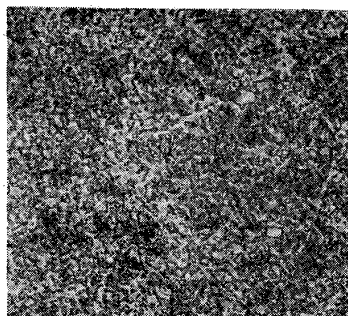
寫 眞 圖 第 三 耐 鋳 鋼 の 組 織 $\times 500$

(1) No. 7 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.50%, Cr=12.72%,
Ni=9.95%.



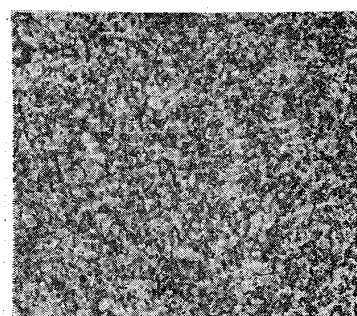
腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 .

(4) No. 8 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.50%, Cr=20.73%,
Ni=9.95%, Si=3.05%.



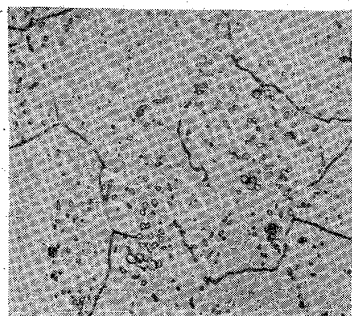
腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 .

(7) No. 9 耐 鋳 鋼 (素 材)
C=0.70%, Cr=15.24%,
Si=2.58%.



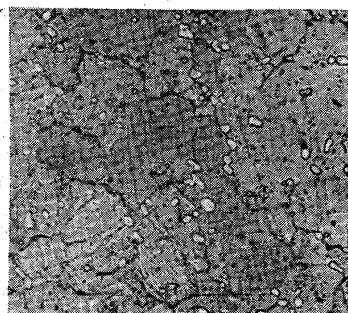
腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 .

(2) 同 上 (1,100°C 水 燒 入)
Ac: なし.



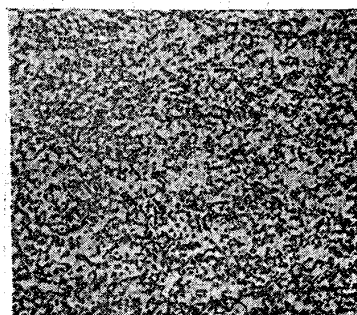
腐 蝕 劑 : C.HCl.
組 織 : A+C (中)
硬 度 : 232.

(5) 同 上 (1,000°C 油 燒 入)
Ac: なし.



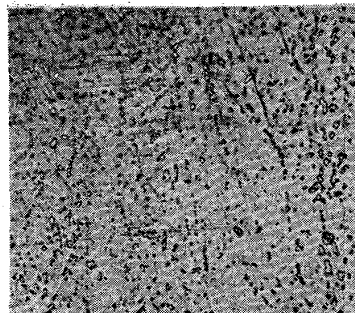
腐 蝕 劑 : C.HCl.
組 織 : A+C (中)
硬 度 : 240.

(8) 同 上 (950°C 油 燒 入)
Ac₃: 840°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO_3
組 織 : F+C (多)
硬 度 : 270.

(3) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 1,050°C.



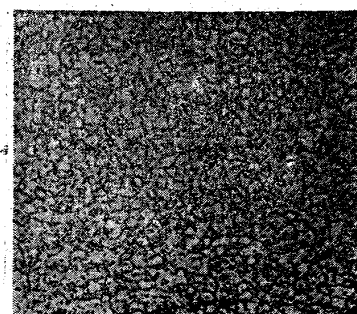
腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 + C.HCl
組 織 : A+C (多)
硬 度 : 198.

(6) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 10,00°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 + C.HCl
組 織 : A+C (中)
硬 度 : 260.

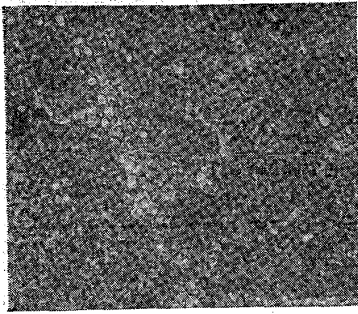
(9) 同 上 (燒 鈍)
溫 度 : 1050°C.



腐 蝕 劑 : 4% HNO_3
組 織 : F+C (多)
硬 度 : 233.

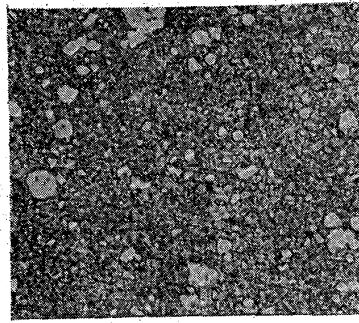
寫眞圖第四 耐鑄鋼の組織 ×500

(1) No. 10 耐鑄鋼 (素材)
C=0.58%, Cr=15.50%,
Si=1.27%.



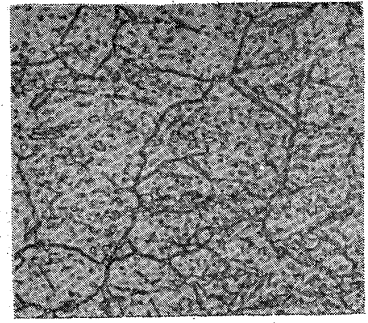
腐蝕劑: 4% HNO₃

(4) No. 11 耐鑄鋼 (素材)
C=0.62%, Cr=17.49%.



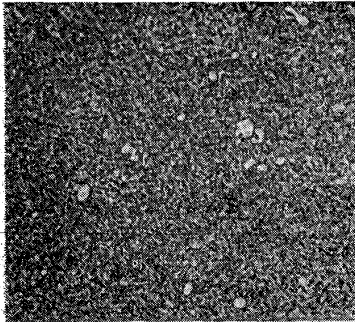
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl

(7) No. 12 耐鑄鋼
C=0.62%, Cr=12.81%,
Cu=3.12%, Ni=10.13%.



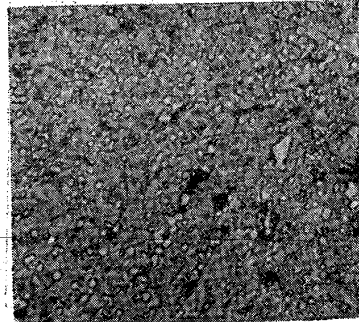
腐蝕劑: 4% HNO₃

(2) 同上 (950°C 水焼入)
Ac₃: 920°C.



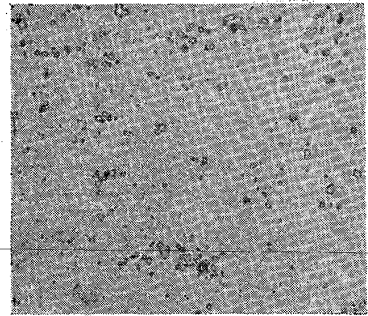
腐蝕劑: C.HCl
組織: M+C (少)
硬度: 588.

(5) 同上 (1,000°C 油焼入)
Ac₃: 875.



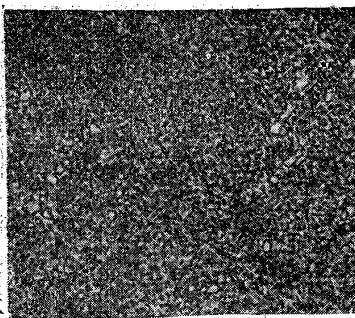
腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: M+C (多)
硬度: 485.

(8) 同上 (1,100°C 油焼入)
Ac: なし.



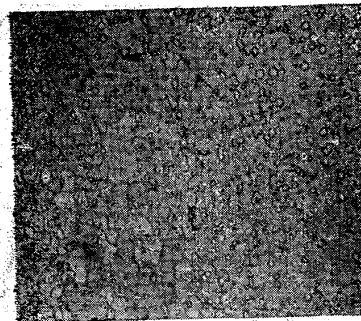
腐蝕劑: C.HCl
組織: A+C (少)
硬度: 190.

(3) 同上 (焼鈍)
温度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: P
硬度: 233.

(6) 同上 (焼鈍)
温度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: A+C (多)
硬度: 175.

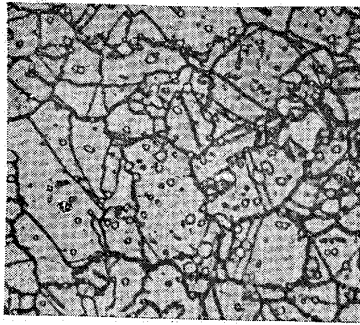
(9) 同上 (焼鈍)
温度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: A+C (中)
硬度: 196.

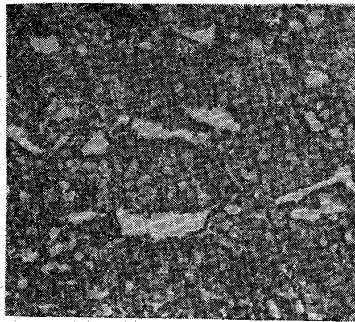
寫 眞 圖 第 五 耐 鋳 鋼 の 組 織 ×500

(1) No. 13 耐鋳鋼 (素材)
C=0.55%, Cr=14.99%,
Ni=20.66%.



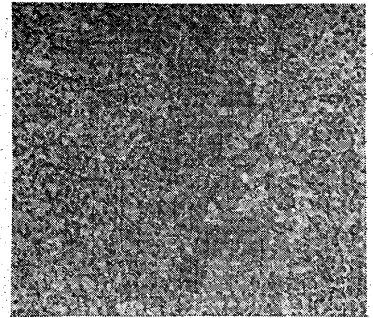
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(4) No. 14 耐鋳鋼 (素材)
C=0.39%, Cr=13.74%.



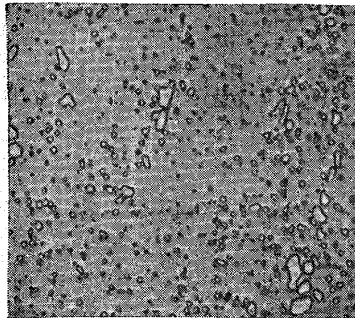
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(7) No. 15 耐鋳鋼 (素材)
C=0.31%, Cr=14.46%,
Si=1.85%.



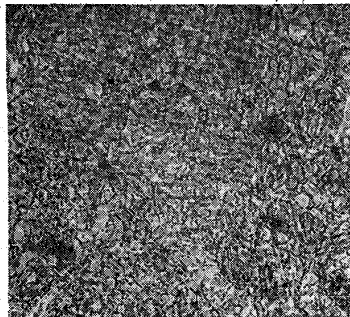
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl.

(2) 同上 (其儘)
Ac: なし.



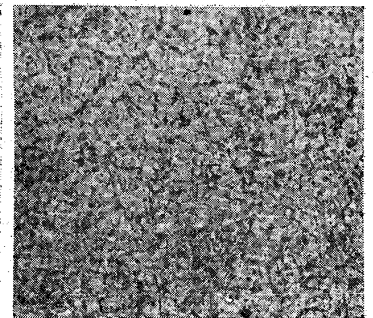
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: A+C (多)
硬 度: 198.

(5) 同上 (950°C 油焼入)
Ac₃: 900°C.



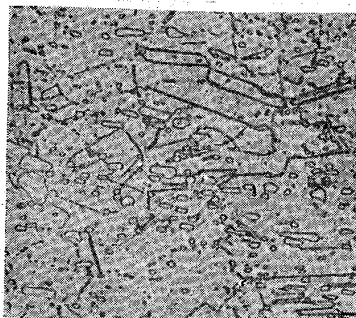
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: M
硬 度: 425.

(8) 同上 (1,000°C 油焼入)
Ac₃: 825°C.



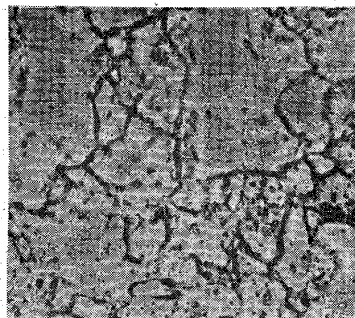
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: M+C (少)
硬 度: 565.

(3) 同上 (焼鈍)
溫度: 1,050°C.



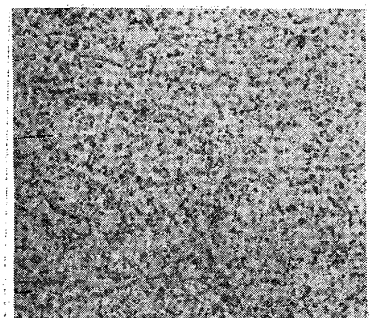
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: A+C (多)
硬 度: 172.

(6) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: P
硬 度: 142.

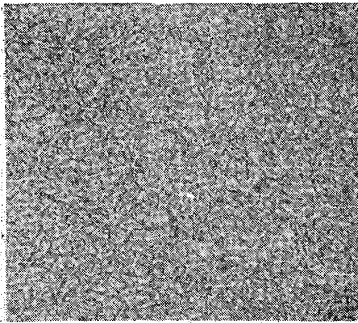
(9) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: P
硬 度: 182.

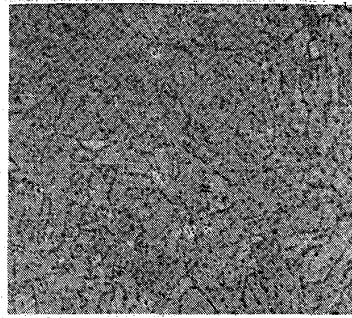
寫真圖第六 耐鑄鋼の組織 $\times 500$

(1) No. 16 耐鑄鋼 (素材)
C=0.40%, Cr=14.13%.



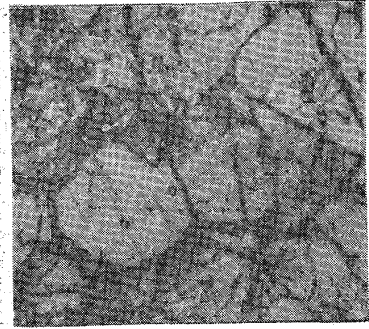
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(4) No. 17 耐鑄鋼 (素材)
C=0.22%, Cr=14.02%,
Si=0.87%.



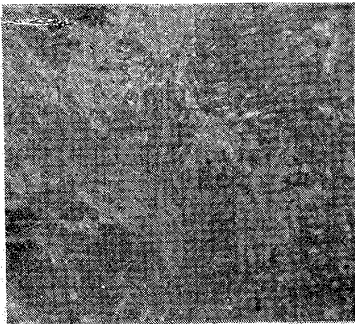
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(7) No. 18 耐鑄鋼 (素材)
C=0.41%, Cr=19.22%,
Ni=5.14%.



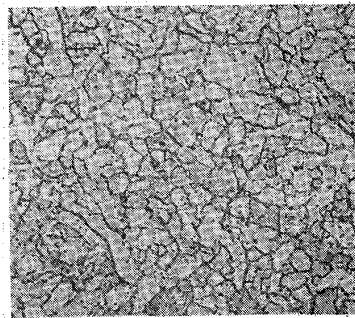
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(2) 同上 (1,000°C 油燒入)
Ac₃: 920°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: M
硬 度: 600.

(5) 同上 (1,000°C 油燒入)
Ac₃: 960°C.



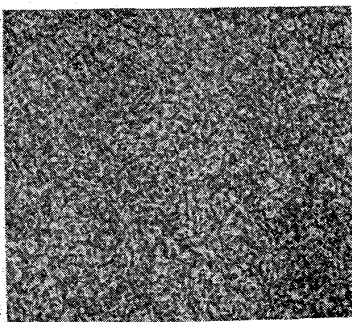
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: F+C (少)
硬 度: 193.

(8) 同上 (1,000°C 水燒入)
Ac: 71°C.



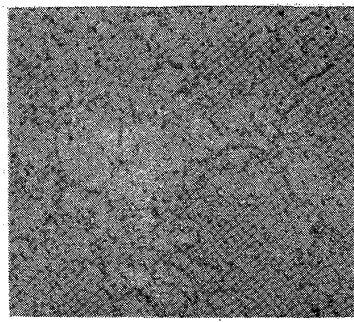
腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: A
硬 度: 307

(3) 同上 (燒鈍)
溫度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組織: P
硬 度: 175.

(6) 同上 (燒鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: F+C (中)
硬 度: 170.

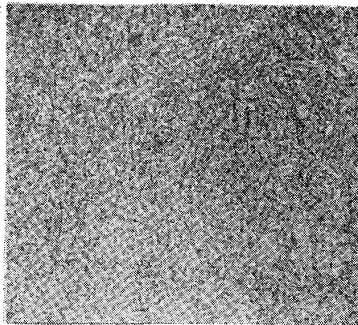
(9) 同上 (燒鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組織: A+C (少)
硬 度: 252.

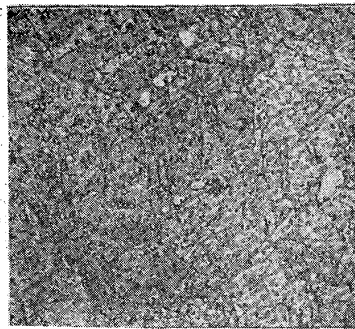
寫 眞 圖 第 七 耐 鑄 鋼 の 組 織 ×500

(1) No. 19 耐鑄鋼 (素材)
C=0.45%, Cr=15.61%.



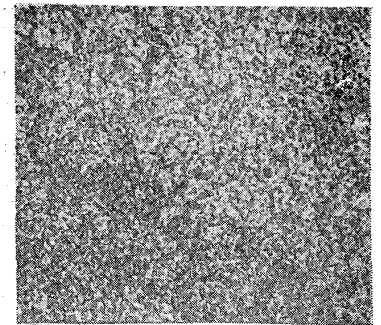
腐蝕劑: 4% HNO₃

(4) No. 20 耐鑄鋼 (素材)
C=0.32%, Cr=18.0%,
Ni=10.79%.



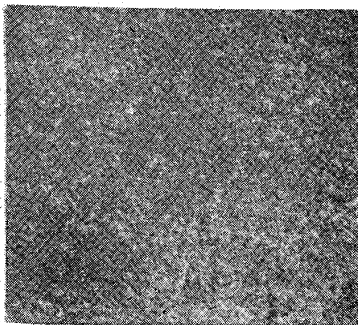
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl

(7) No. 21 耐鑄鋼 (素材)
C=0.08%, Cr=11.78%.



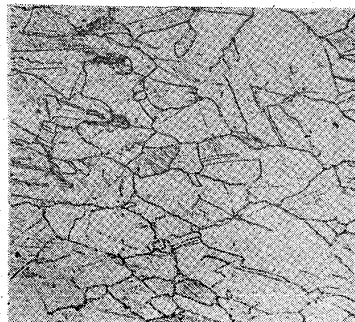
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl

(2) 同上 (980°C 油焼入)
Ac₃: 850°C.



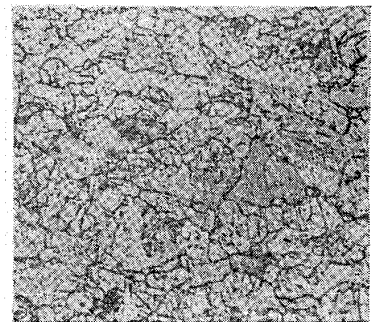
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組 織: M
硬 度: 495.

(5) 同上 (1,000°C 水中急冷)
Ac: なし.



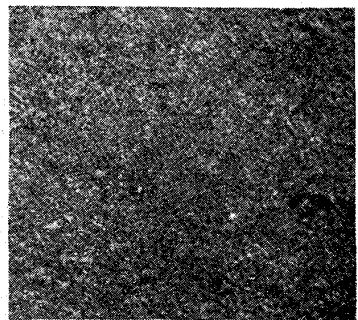
腐蝕劑: C.HCl
組 織: A
硬 度: 180.

(8) 同上 (950°C 油焼入)
Ac₃: 910°C.



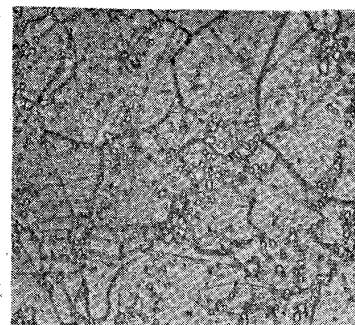
腐蝕劑: C.HCl.
組 織: F+M (少)
硬 度: 176.

(3) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



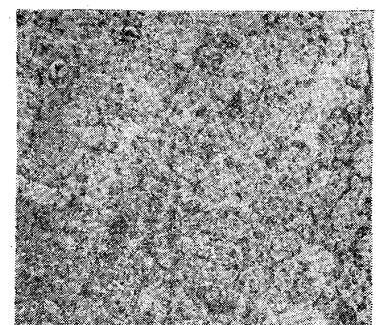
腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: P.
硬 度: 178.

(6) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



腐蝕劑: C.HCl
組 織: A+C (中)
硬 度: 190.

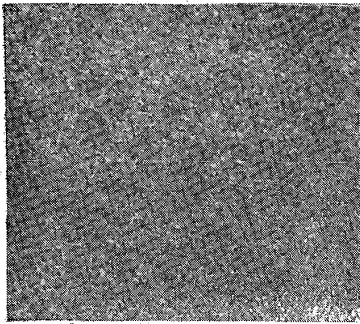
(9) 同上 (焼鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: F+C (少)
硬 度: 136.

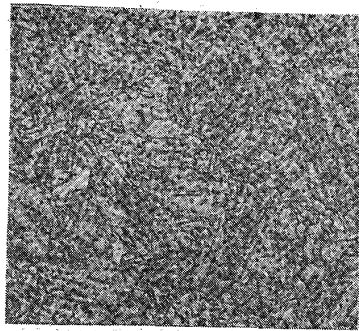
寫眞圖第八 耐 鑄 鋼 の 組 織 ×500

(1) No. 22 耐鑄鋼 (素材)
C=0.27%, Cr=14.42%.



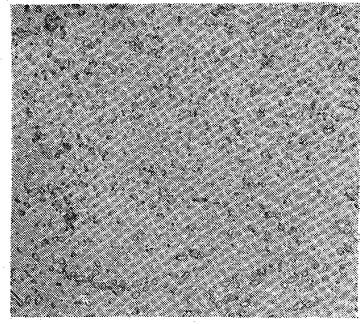
腐蝕劑: 4% HNO₃

(4) No. 23 耐鑄鋼 (素材)
C=0.10%, Cr=13.09%.



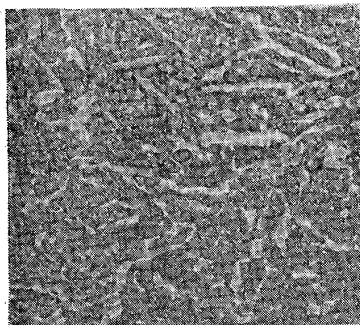
腐蝕劑: 4% HNO₃

(7) No. 24 耐鑄鋼
C=0.53%, Cr=20.21%,
Si=1.25%, V=3.04%.



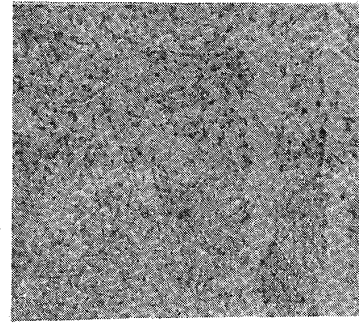
腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: A+C (多)

(2) 同上 (950°C 油焼入)
Ac₃: 930°C.



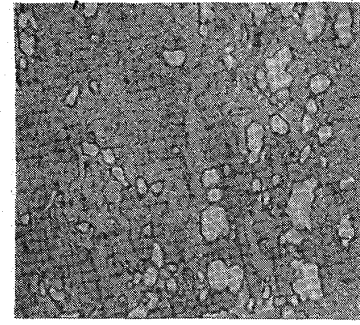
腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: M+F (中)
硬 度: 441.

(5) 同上 (950°C 空中放冷)
Ac₃: 935°C.



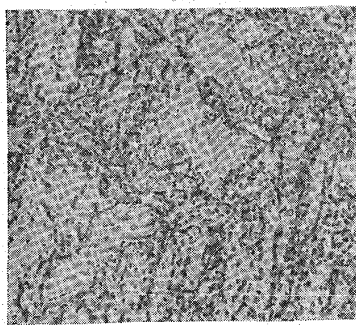
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: M+F (中)
硬 度: 390.

(8) No. 25 耐鑄鋼
C=0.45%, Cr=24.06%,
Ni=2.0%, Si=1.64%.



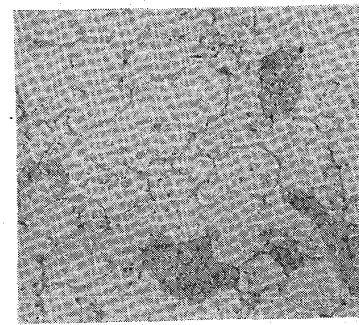
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: A+C (多)

(3) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



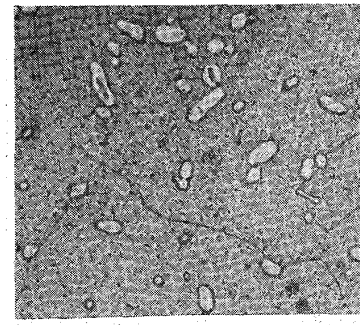
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: P
硬 度: 181.

(6) 同上 (焼鈍)
溫度: 900°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: F+P
硬 度: 146.

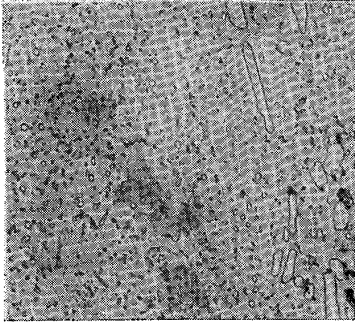
(9) No. 29 耐鑄鋼
C=0.42%, Cr=21.0%,
Ni=7.20%, Mo=2.39%.



腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組 織: A+C (多)

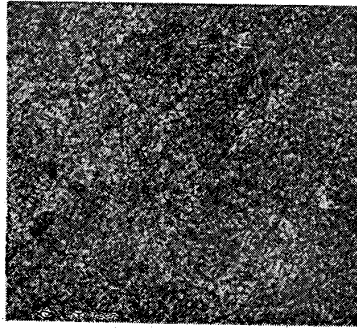
寫 眞 圖 第 九 耐 鑄 鋼 の 組 織 ×500

(1) No. 26 耐鑄鋼 (素材)
C=0.28%, Cr=15.15%,
Ni=8.24%, Si=1.73%, Cu=1.34%.



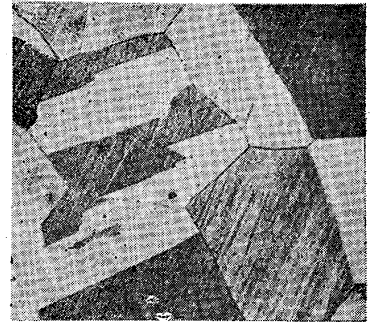
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl.

(4) No. 27 耐鑄鋼 (素材)
C=0.14%, Cr=12.18%,
Ni=1.97%.



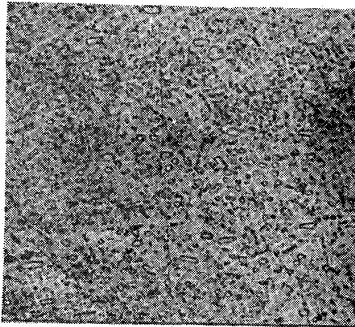
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(7) No. 30 耐鑄鋼 (素材)
C=0.35%, Cr=17.46%,
Ni=8.50%.



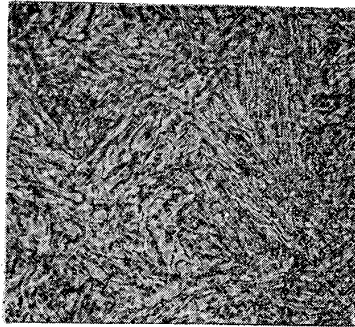
腐蝕劑: C.HCl.

(2) 同上 (870°C 水焼入)
Ac: なし.



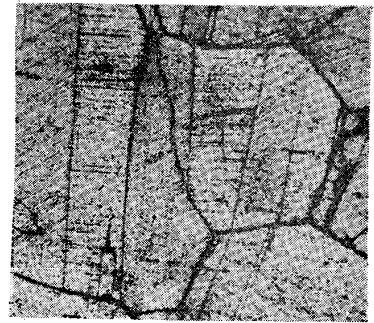
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組 織: A+C (多)
硬 度: 180.

(5) 同上 (900°C 油焼入)
Ac₃: 850°C.



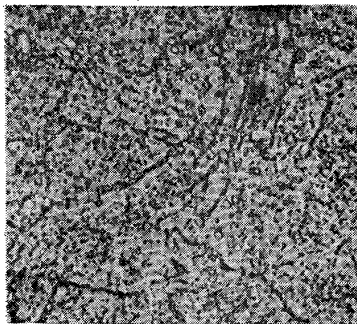
腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: T
硬 度: 397.

(8) 同上 (1,100°C 水焼入)
Ac: なし.



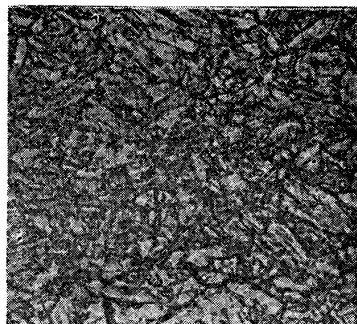
腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組 織: A
硬 度: 285.

(3) 同上 (焼鈍)
溫度: 1,050°C.



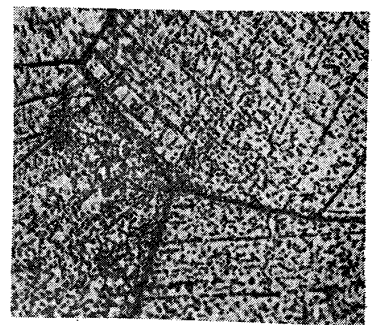
腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: A+C (多)
硬 度: 175.

(6) 同上 (焼鈍)
溫度: 700°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃ + C.HCl
組 織: P
硬 度: 215.

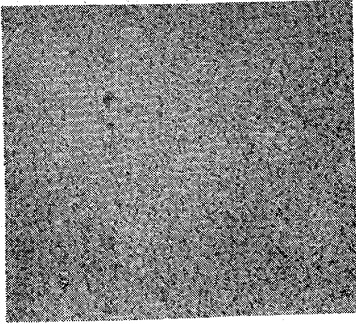
(9) 同上 (焼鈍)
溫度: 1,050°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃
組 織: A+C (多)
硬 度: 255.

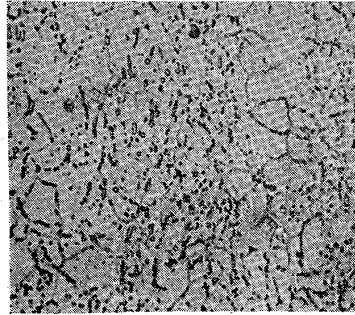
寫眞圖第十 耐鑄鋼の組織 ×500

(1) No. 31 耐鑄鋼 (素材)
C=0.15%, Cr=12.94%
Ni=0.61%.



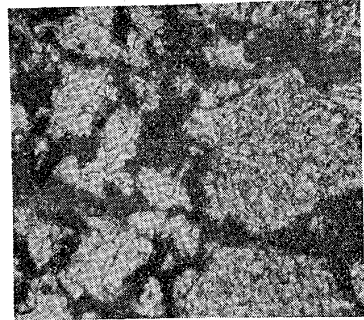
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(4) No. 32 耐鑄鋼 (素材)
C=0.28%, Cr=12.11%,
Ni=36.72%.



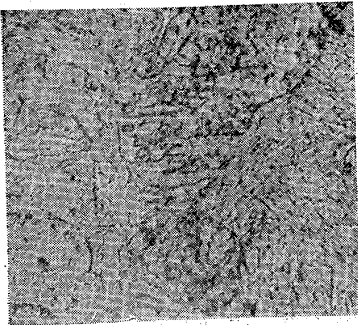
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl.

(7) No. 33 耐鑄鋼 (素材)
C=0.33%, Cr=12.57%.



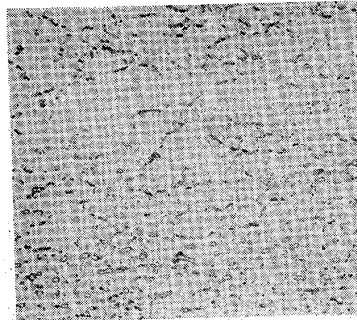
腐蝕劑: 4% HNO₃.

(2) 同上 (950°C 油燒入)
Ac₃: 800°C.



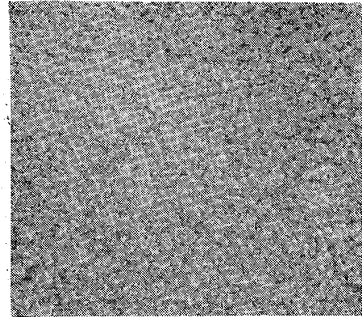
腐蝕劑: 4% HNO₃.
組織: T
硬度: 417.

(5) 同上 (1,100°C 油燒入)
Ac: なし.



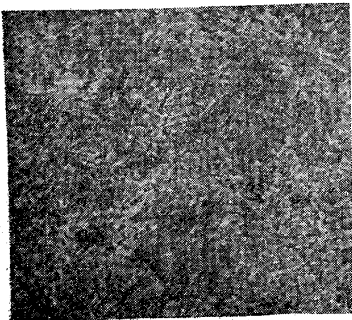
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl.
組織: A+C (中)
硬度: 164.

(8) 同上 (950°C 油燒入)



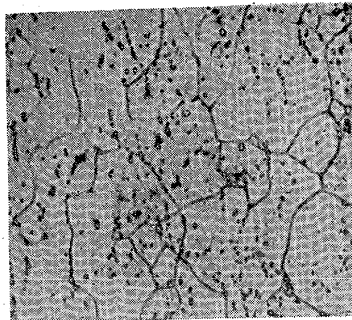
腐蝕劑: 4% HNO₃+C.HCl
組織: T+C (多)
硬度: 402.

(3) 同上 (燒鈍)
溫度: 700°C.



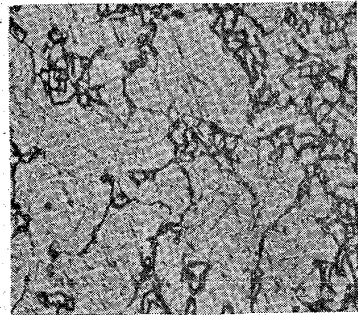
腐蝕劑: 4% HNO₃.
組織: P
硬度: 263.

(6) 同上 (燒鈍)
溫度: 1,000°C.



腐蝕劑: 4% HNO₃.
組織: A+C (中)
硬度: 164.

(9) No. 34 耐鑄鋼 (素材)
C=0.04%, Cr=11.78%.

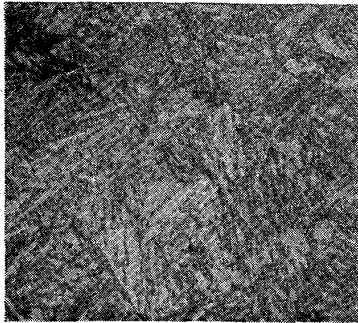


腐蝕劑: 4% HNO₃.

寫 眞 圖 第 十 一 耐 鑄 鋼, 標 準 鋼 材 及 耐 鑄 合 金 の 組 織

(×500, 但し (2), (3), (7), (8) 及 (9) は ×100)

(1) No. 34 耐 鑄 鋼.
(950°C 油 燒 入)



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃ + C.HCl
組 織 : M
硬 度 : 362.

(4) 半 硬 鋼 (830°C 油 燒 入)
(550°C 燒 戻)
C=0.48%, Mn=0.34%,
Si=0.15%.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃.

(7) No. (1) 耐 鑄 合 金
Cu=80.91%, Ni=5.20%,
Al=10.66%, Fe=3.16%,
Si=0.07%, P=痕 跡.



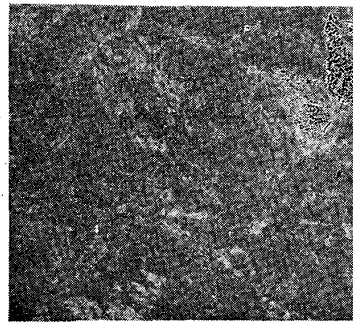
腐 蝕 劑 : 過 鹽 化 鐵.

(2) No. 35 耐 鑄 鋼 (素 材)
C=0.13%, Cr=17.59%,
Ni=7.35%.



腐 蝕 劑 : C.HCl

(5) 砲 身 鋼 (850°C 油 燒 入)
(550°C 燒 戻)
C=0.34%, Ni=3.10%,
Cr=0.52%.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃.

(8) No. (2) 耐 鑄 合 金 (素 材)
Cu=85.88%, Ni=4.29%,
Al=7.23%, Fe=2.60%.
Sn=痕 跡.



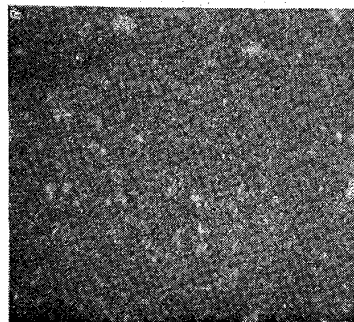
腐 蝕 劑 : 過 鹽 化 鐵.

(3) 同 上 (1,100°C 油 燒 入)
Ac: な し.



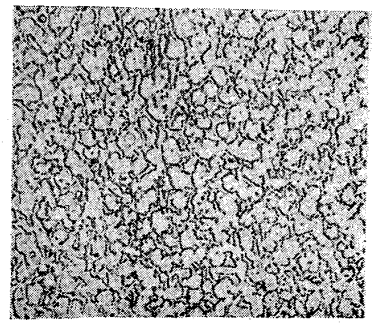
腐 蝕 劑 : C.HCl
組 織 : A
硬 度 : 163.

(6) 銃 身 鋼 (860°C 油 燒 入)
(550°C 燒 戻)
C=0.67%, W=2.0%.



腐 蝕 劑 : 4% HNO₃.

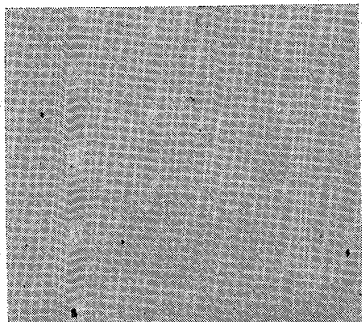
(9) No. (3) 耐 鑄 合 金
Cu=84.21%, Ni=5.14%,
Al=5.29%, Fe=5.21%,
Pb=0.15%.



腐 蝕 劑 : 過 鹽 化 鐵.

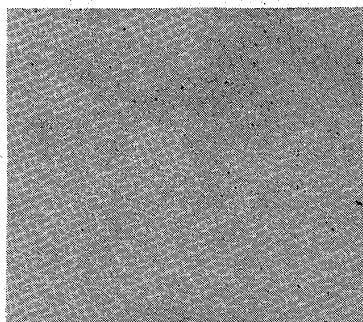
寫眞圖第十二 鐵 滓 含 有 の 狀 態 ×100

(1) No. 1 耐鑄鋼
(本邦製)



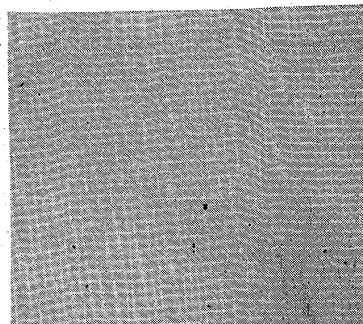
研 磨 の 儘

(4) No. 4 耐鑄鋼
(本邦製)



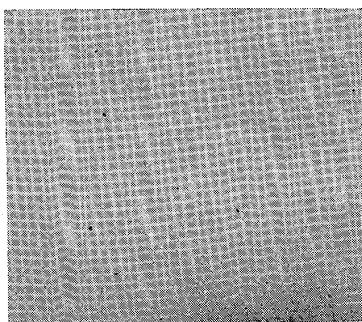
研 磨 の 儘

(7) No. 7 耐鑄鋼
(本邦製)



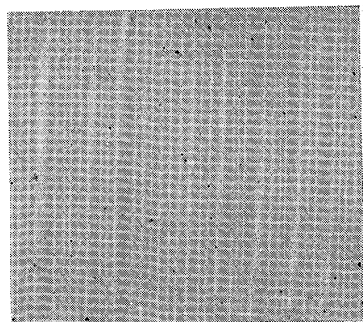
研 磨 の 儘

(2) No. 2 耐鑄鋼
(本邦製)



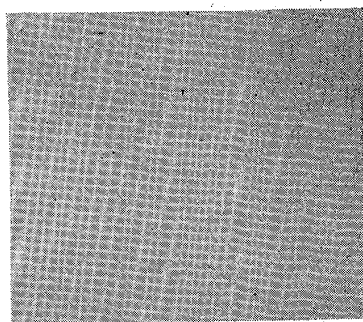
研 磨 の 儘

(5) No. 5 耐鑄鋼
(本邦製)



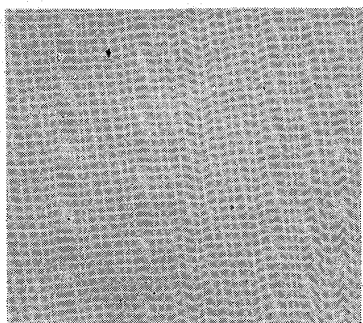
研 磨 の 儘

(8) No. 8 耐鑄鋼
(本邦製)



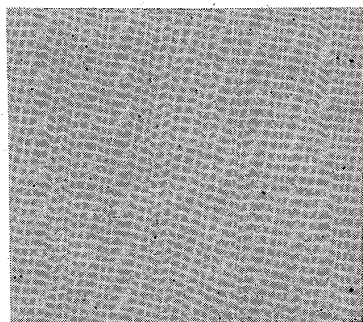
研 磨 の 儘

(3) No. 3 耐鑄鋼
(本邦製)



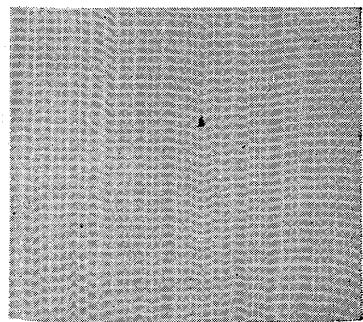
研 磨 の 儘

(6) No. 6 耐鑄鋼
(本邦製)



研 磨 の 儘

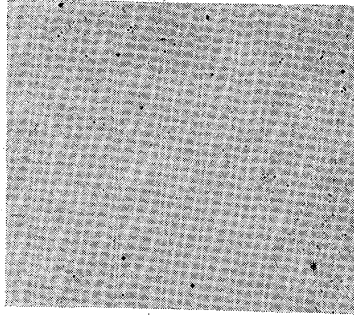
(9) No. 9 耐鑄鋼
(外國製)



研 磨 の 儘

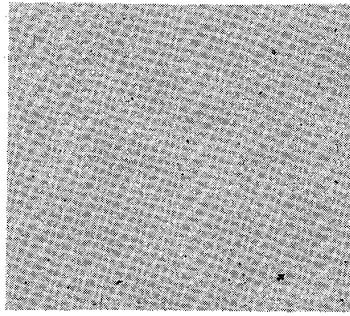
寫 眞 圖 第 十 三 鐵 滓 含 有 の 狀 態 ×100

(1) No. 10 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



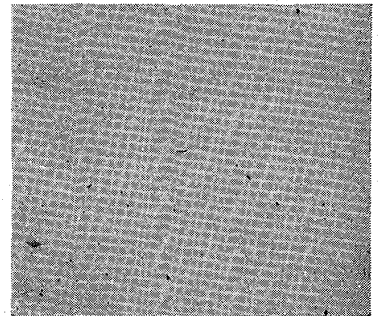
研 磨 の 儘

(4) No. 13 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



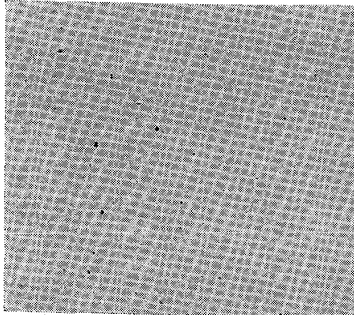
研 磨 の 儘

(7) No. 16 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



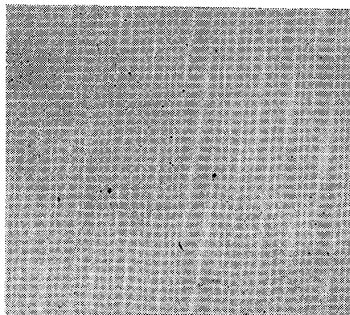
研 磨 の 儘

(2) No. 11 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



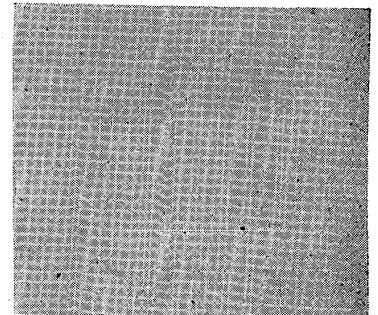
研 磨 の 儘

(5) No. 14 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



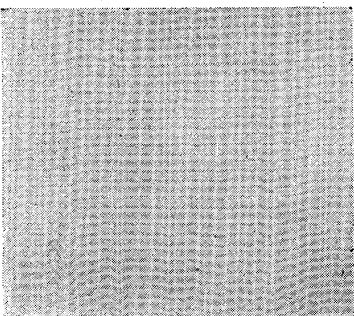
研 磨 の 儘

(8) No. 17 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



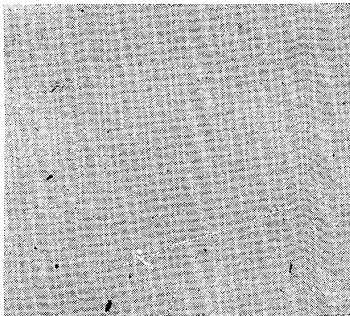
研 磨 の 儘

(3) No. 12 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



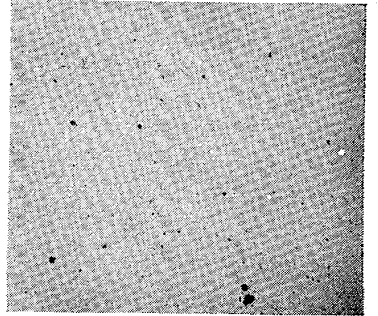
研 磨 の 儘

(6) No. 15 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



研 磨 の 儘

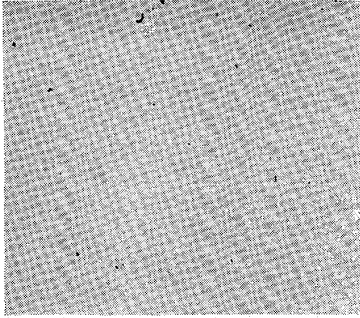
(9) No. 18 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



研 磨 の 儘

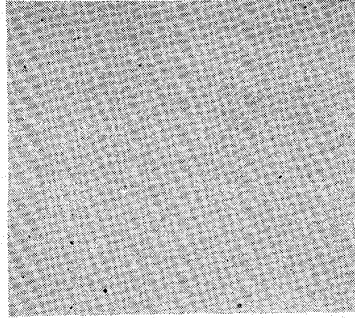
寫眞圖第十四 鐵 滓 合 有 の 狀 態 ×100

(1) No. 19 耐鑄鋼
(外國製)



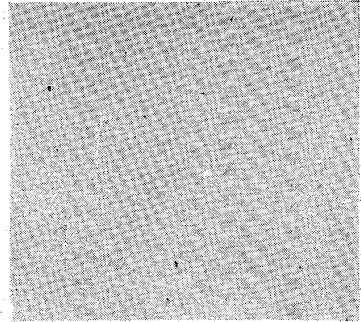
研 磨 の 儘

(4) No. 22 耐鑄鋼
(外國製)



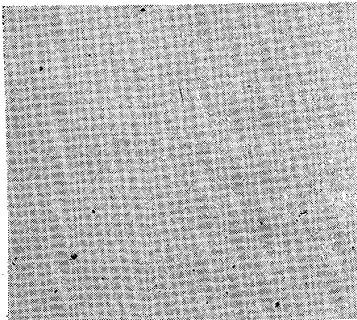
研 磨 の 儘

(7) No. 25 耐鑄鋼
(本邦製)



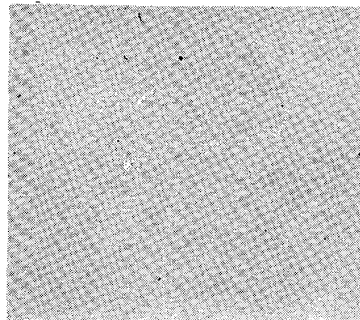
研 磨 の 儘

(2) No. 20 耐鑄鋼
(本邦製)



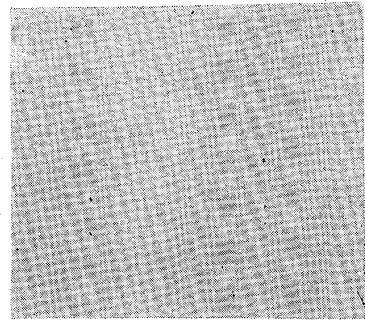
研 磨 の 儘

(5) No. 23 耐鑄鋼
(外國製)



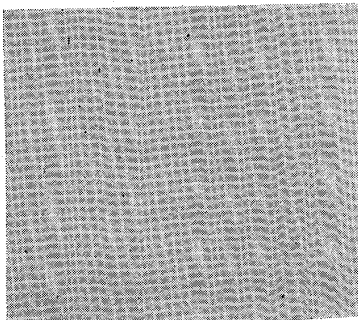
研 磨 の 儘

(8) No. 26 耐鑄鋼
(外國製)



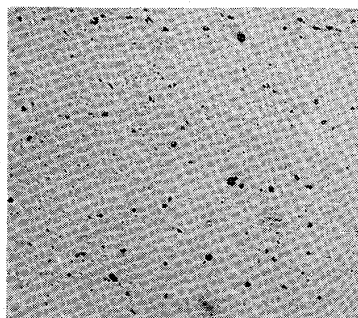
研 磨 の 儘

(3) No. 21 耐鑄鋼
(外國製)



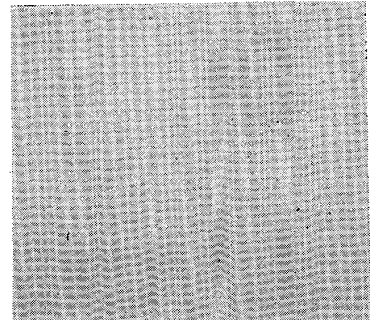
研 磨 の 儘

(6) No. 24 耐鑄鋼
(本邦製)



研 磨 の 儘

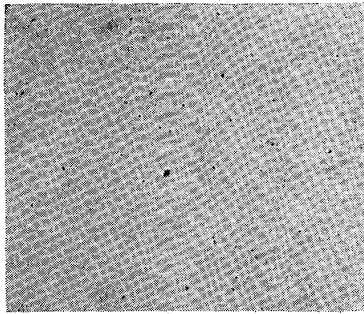
(9) No. 27 耐鑄鋼
(本邦製)



研 磨 の 儘

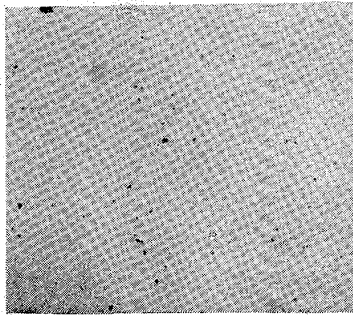
寫 眞 圖 第 十 五 鐵 滓 合 有 の 狀 態 並 板 フ ラ イ ス の 金 質
($\times 100$, 但 し (8) は $\times 500$)

(1) No. 29 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



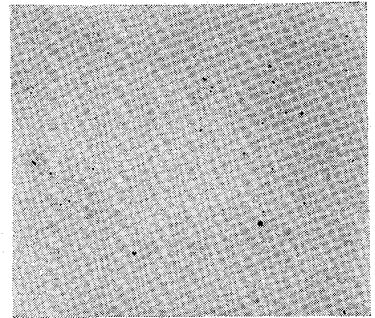
研 磨 の 儘

(4) No. 32 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



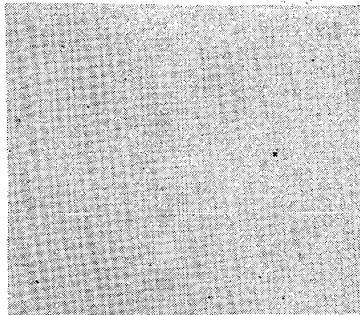
研 磨 の 儘

(7) No. 35 耐 鋳 鋼
(外 國 製)



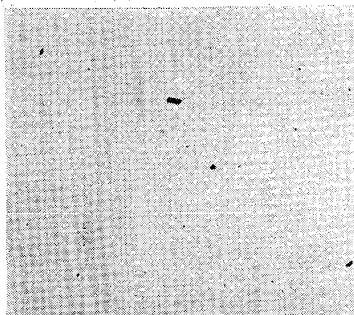
研 磨 の 儘

(2) No. 30 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



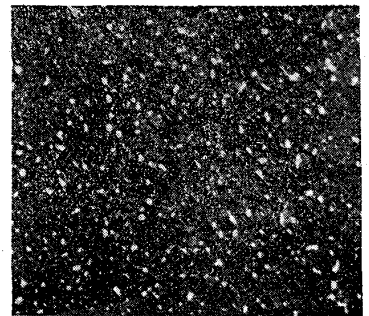
研 磨 の 儘

(5) No. 33 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



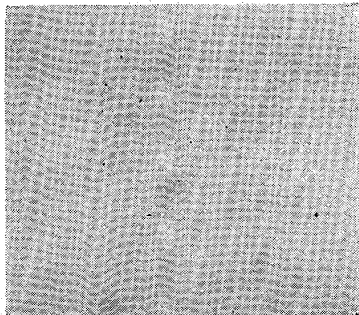
研 磨 の 儘

(8) 板 フ ラ イ ス (組 織)
C=1.46%, Cr=0.10%.



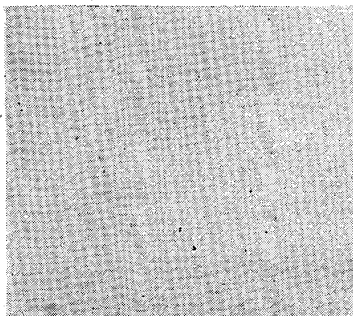
腐 蝕 劑 : 4% HNO_3 .

(3) No. 31 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



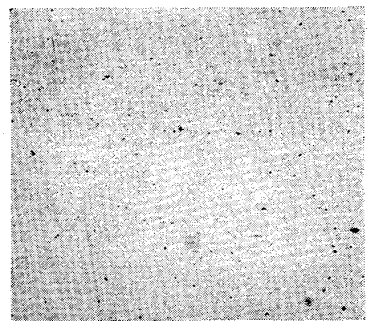
研 磨 の 儘

(6) No. 34 耐 鋳 鋼
(本 邦 製)



研 磨 の 儘

(9) 板 フ ラ イ ス
(鐵 滓)

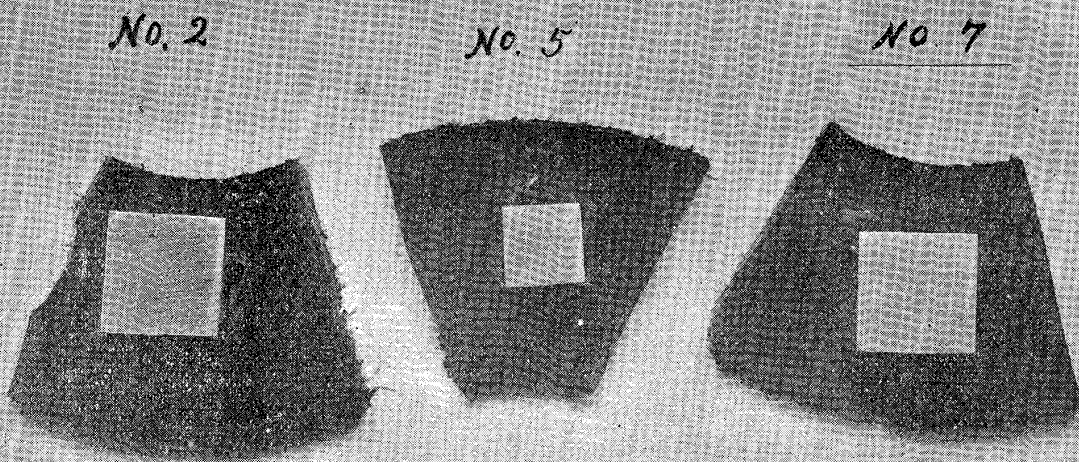


研 磨 の 儘

寫眞圖第十六 (1) 露天試驗後の状態を示す

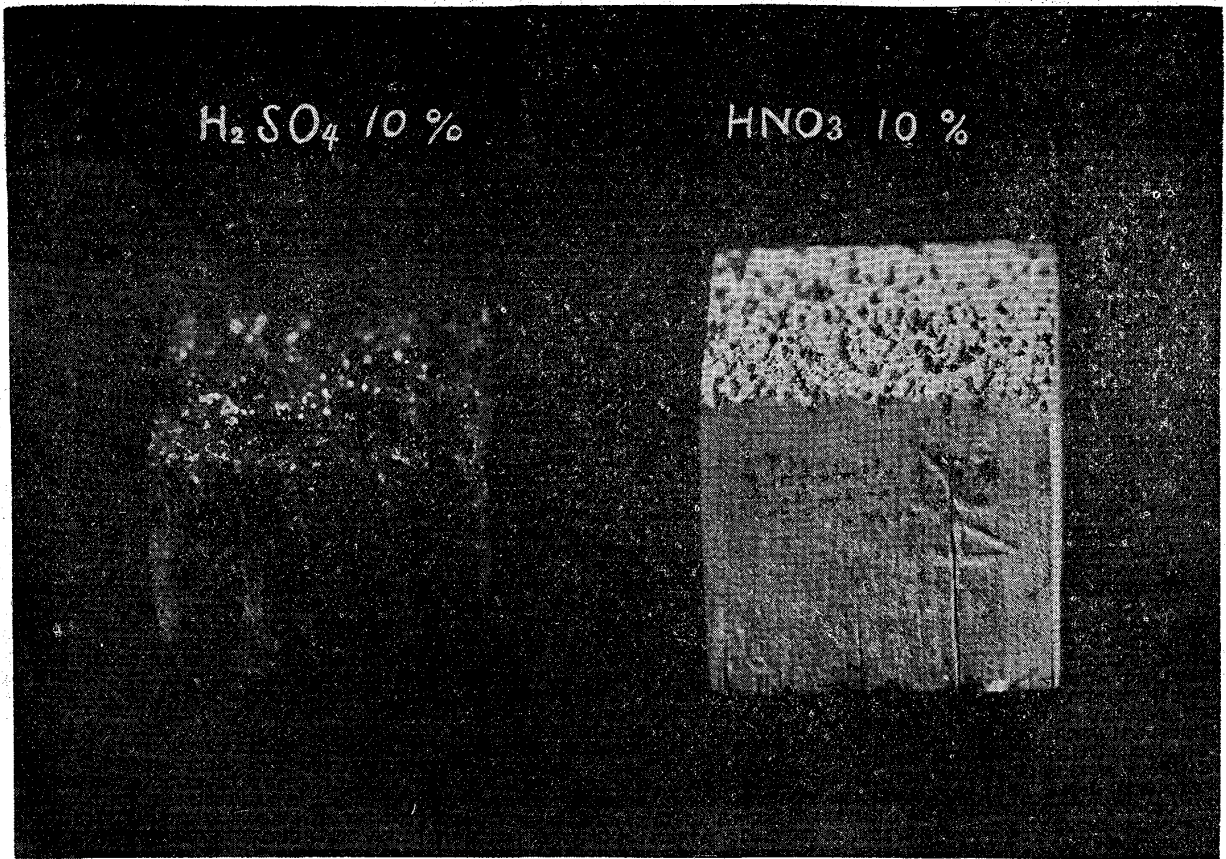
耐鑄鋼露天試験 (露天日数貳ヶ月)								
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18
No. 19	No. 20	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	No. 26	No. 27
No. 28	No. 30	No. 31	No. 32	No. 33	No. 35	No. 36	純チタニウム	純チタニウム
No. 37	冰山炭鋼	飯島メタル	ニッケル合金	半硬鋼				

(2) 「グリセリン」溶液=對スル實驗
(活塞葦ヲ裝セシ場合)

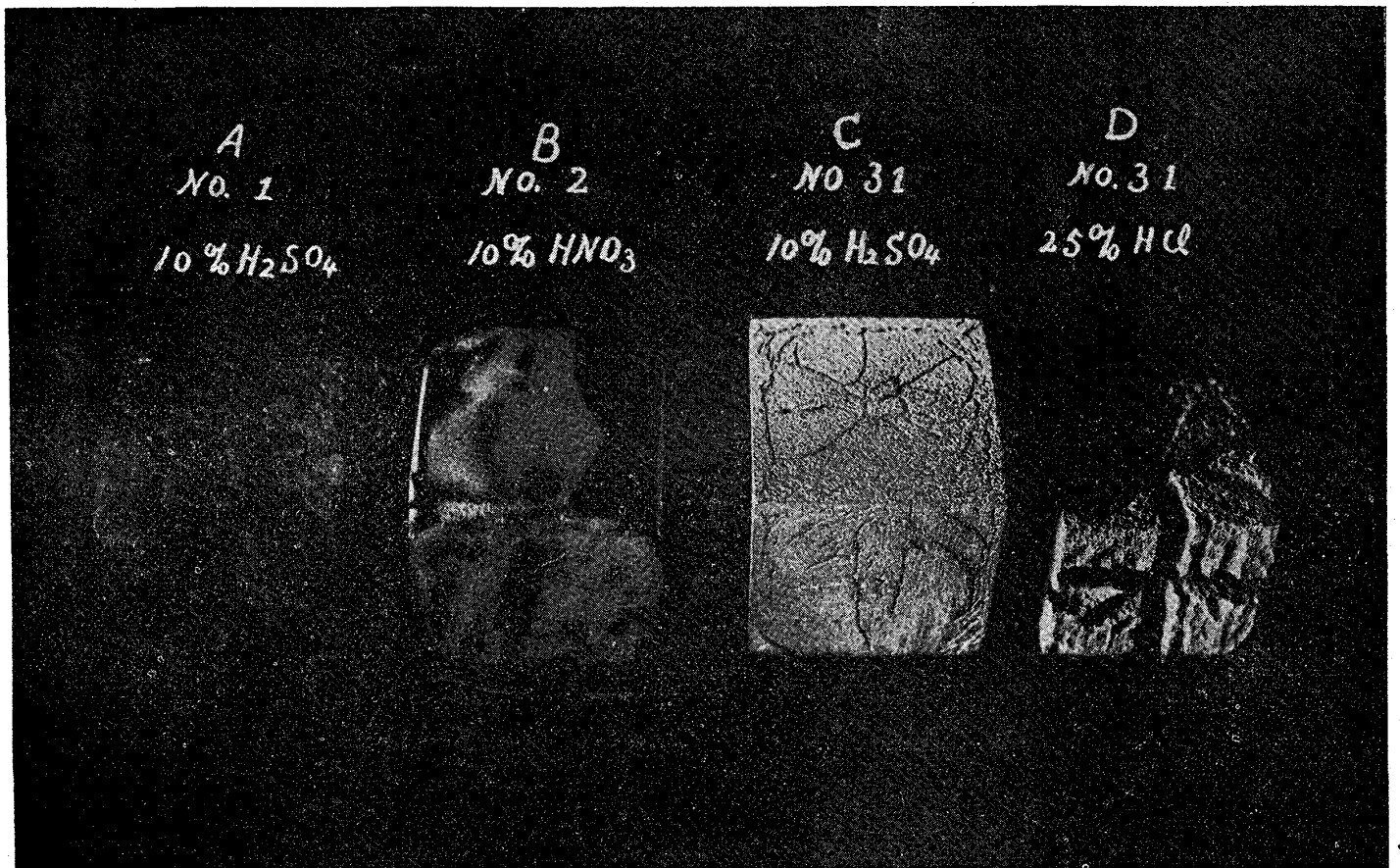


註 實驗ノ結果ヲ明瞭ナラシムル爲メ
試料ト活塞葦トノ接際部ヲ
表面ニシテ本寫眞ヲ撮影ス。

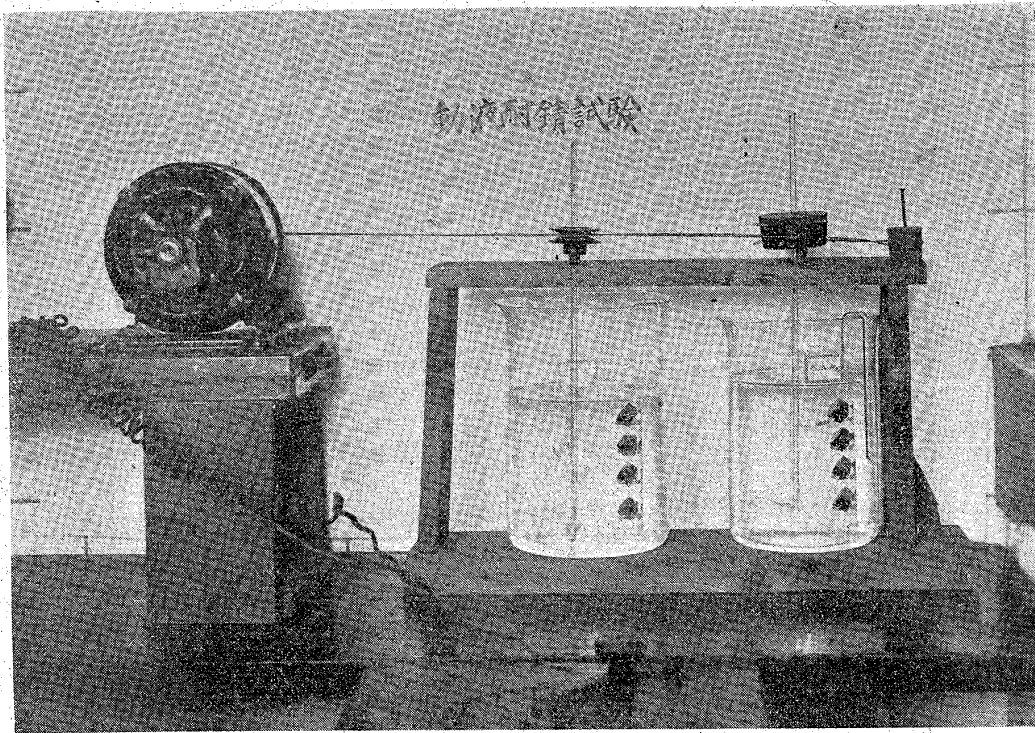
寫眞圖第十七 No. 1 壓延せる儘の状態
(浸漬後 22 日)



No. 2 熱處理を施せる状態
(浸漬後 15 日)



寫眞圖第十八 No. 1 動液試驗裝置



No. 2 靜動兩液耐蝕度の比較

(10% H₂SO₄ 溶液) 實驗結果 (攪拌時間 200/分)

	No. 2	No. 3	No. 4	No. 7	No. 10	No. (1)
動液						
靜液						
	No. (3)	No. 8	No. 20	No. (2)	No. 15	No. 17
動液						
靜液						

櫃

寫 眞 圖 第 十 九 實 驗 後 に 於 ける 試 料 の 状 態

No. 1

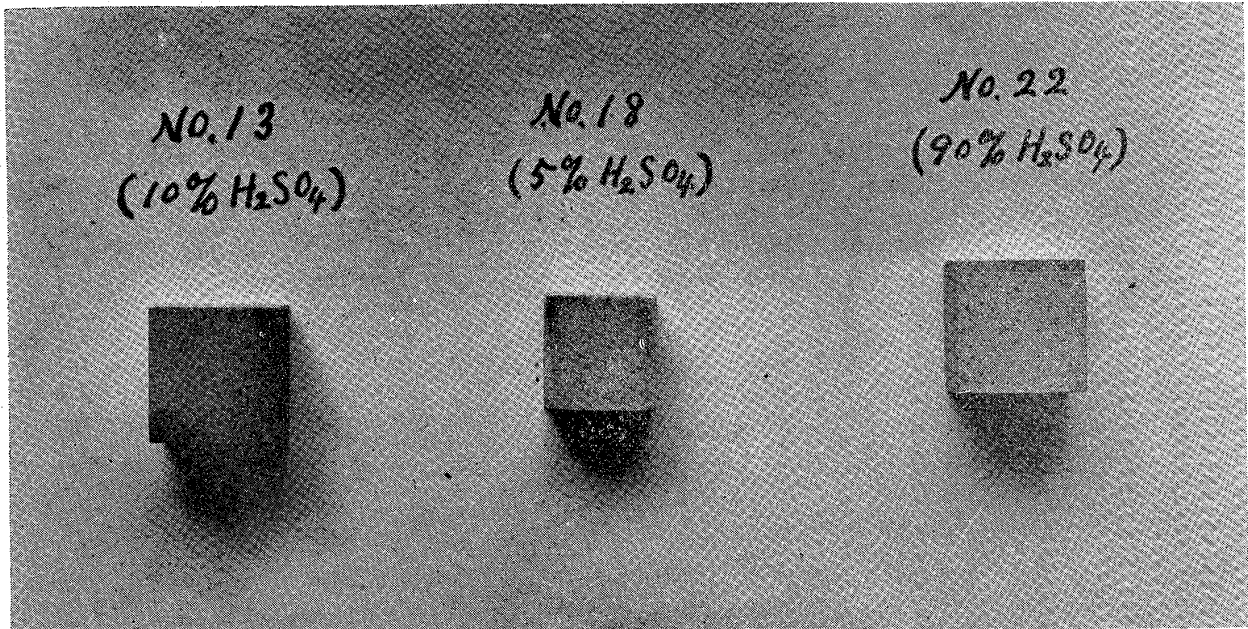
實 驗 結 果 (10% HCl 溶 液)				
	No. 2	No. 3	No. 4	No. 7
動 液				
靜 液				
	No. (2)	No. 15	No. 17	No. 20
動 液				
靜 液				

No. 2

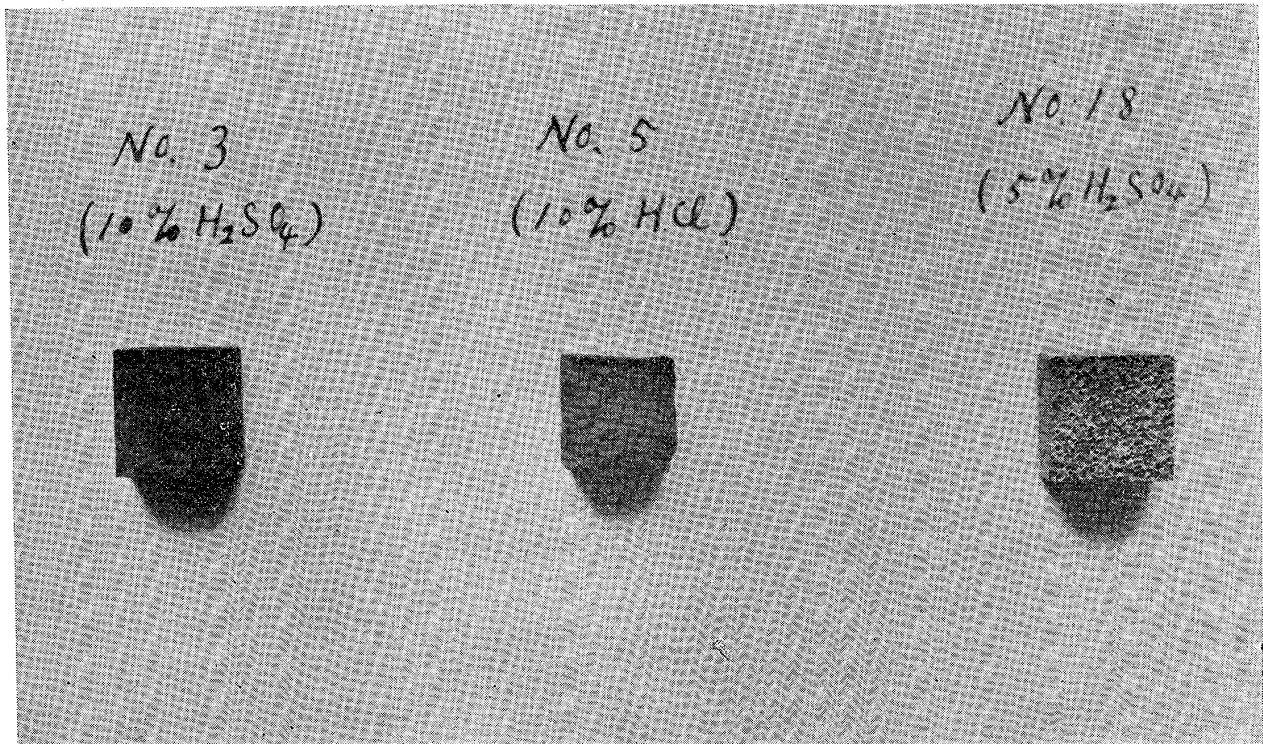
實 驗 結 果 (5% NaCl 攪 拌)			
No. 2	No. 4	No. 10	No. 14
No. 17	No. 15	No. 20	No. (2)

寫眞圖第二十 實驗後に於ける試料の状態

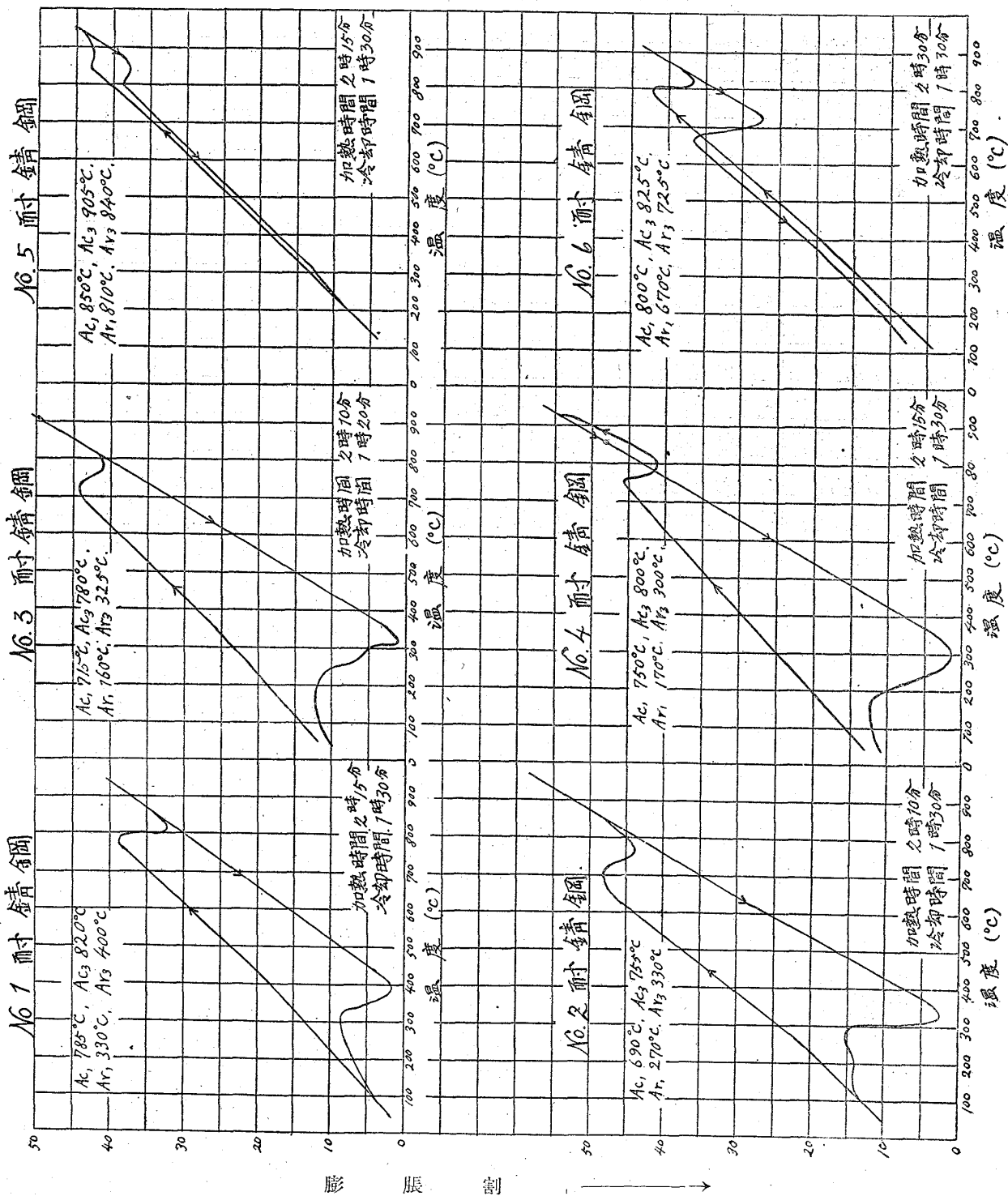
No. 1 表面一様に浸蝕せられし場合



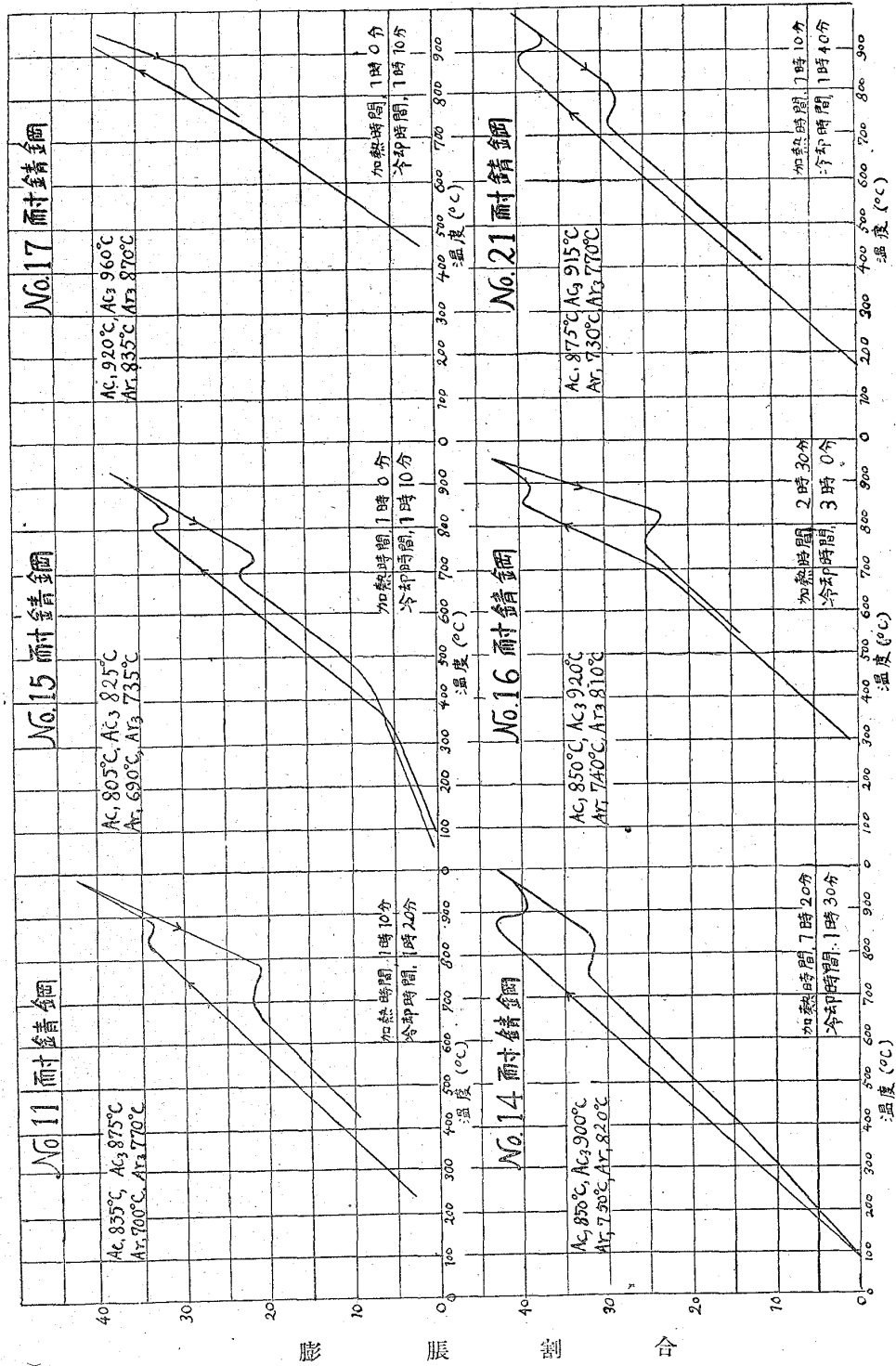
No. 2 表面の浸蝕著しき場合



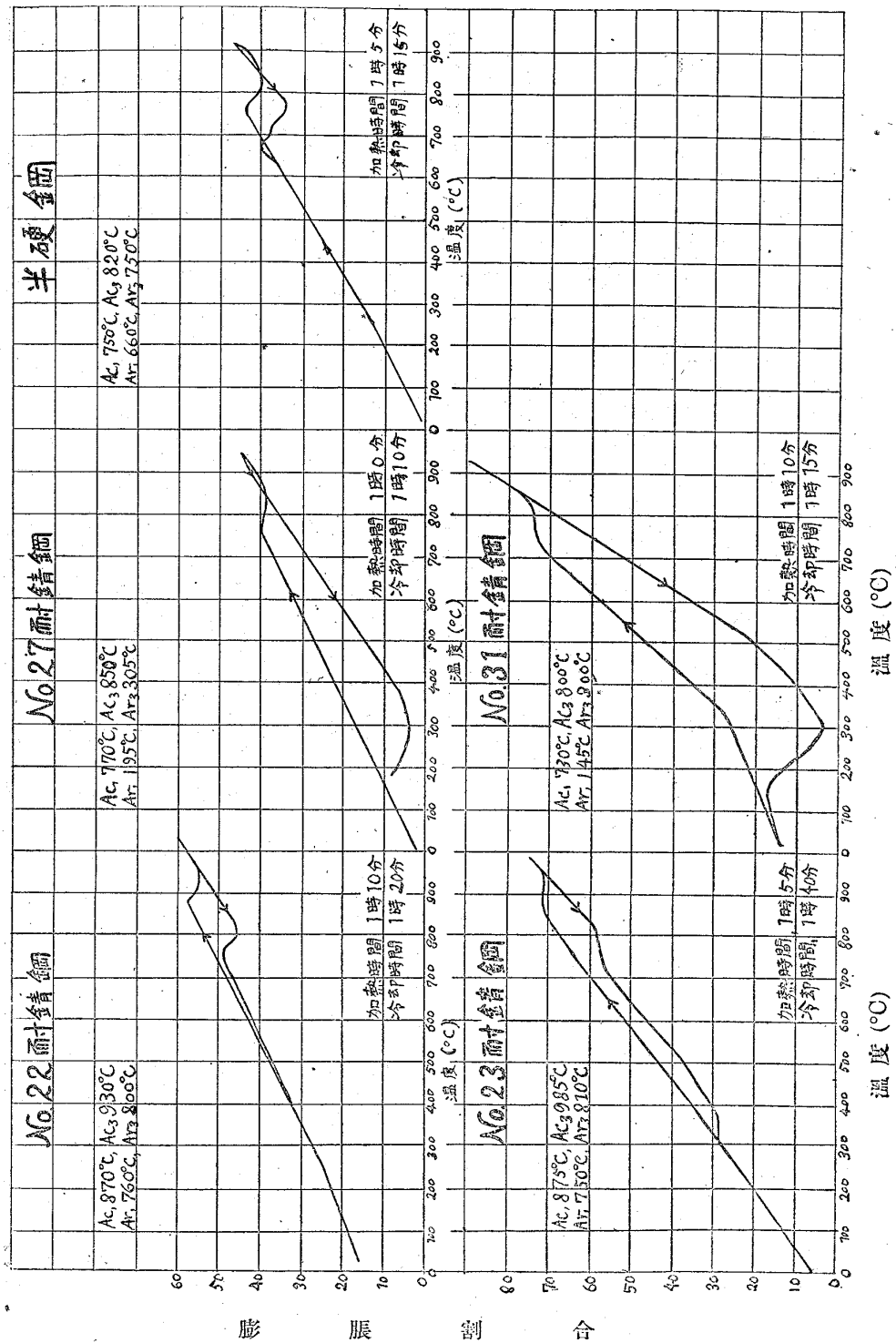
曲線圖第 I. 各種耐鑄鋼膨脹曲線圖 其一



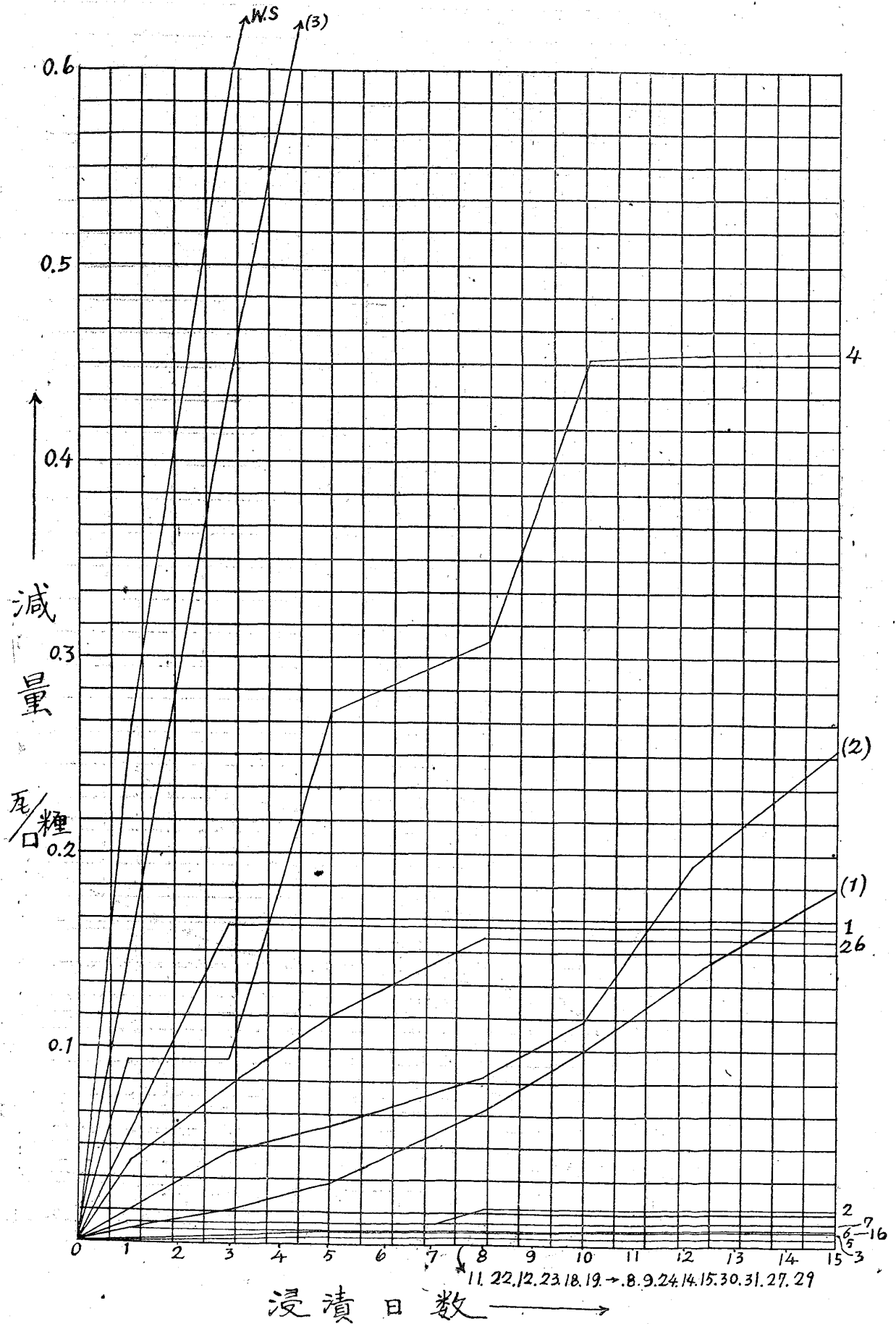
曲線圖第2 各種耐鑄鋼膨脹曲線圖 其二



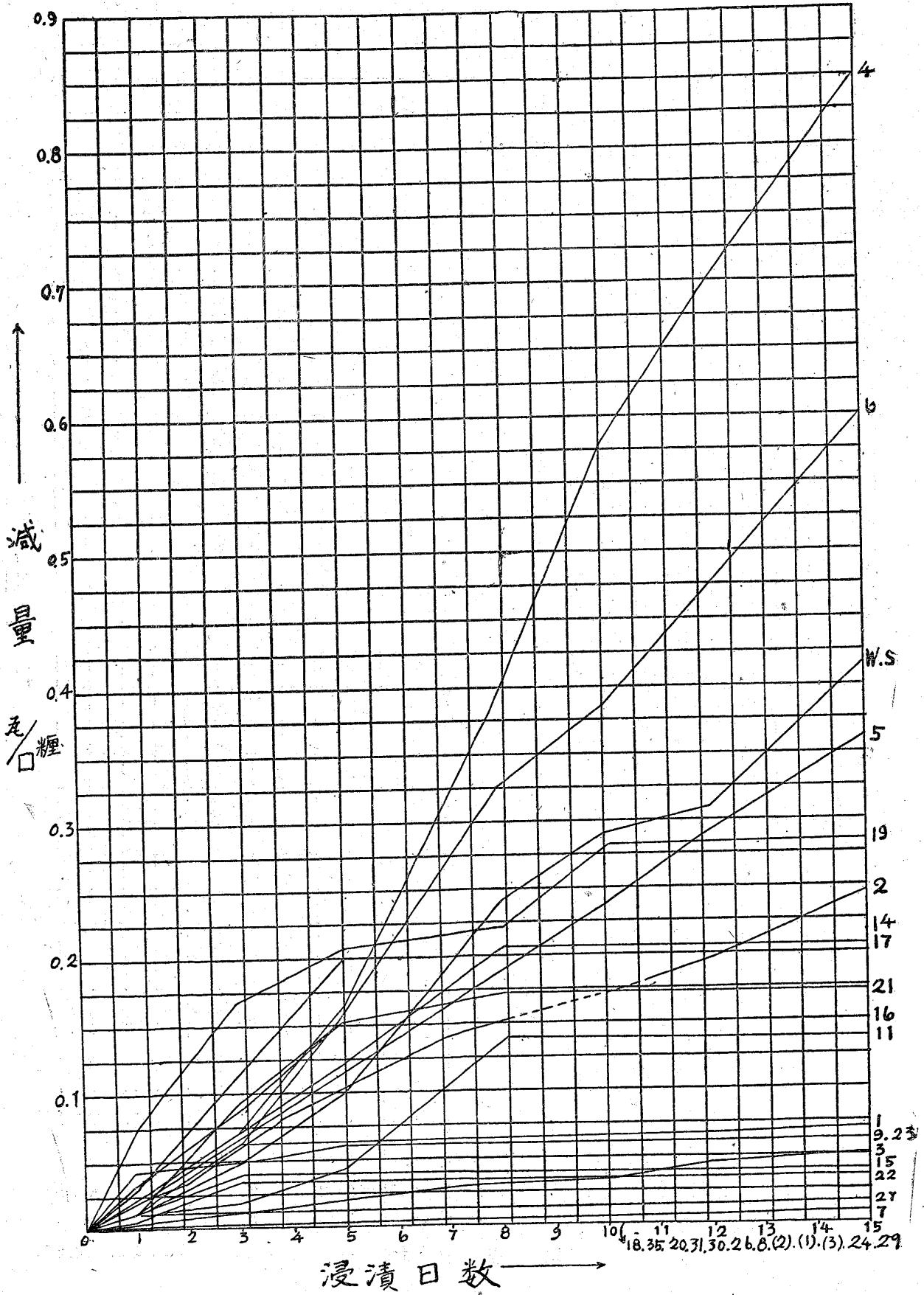
各種耐鑄鋼膨脹曲線圖 其三



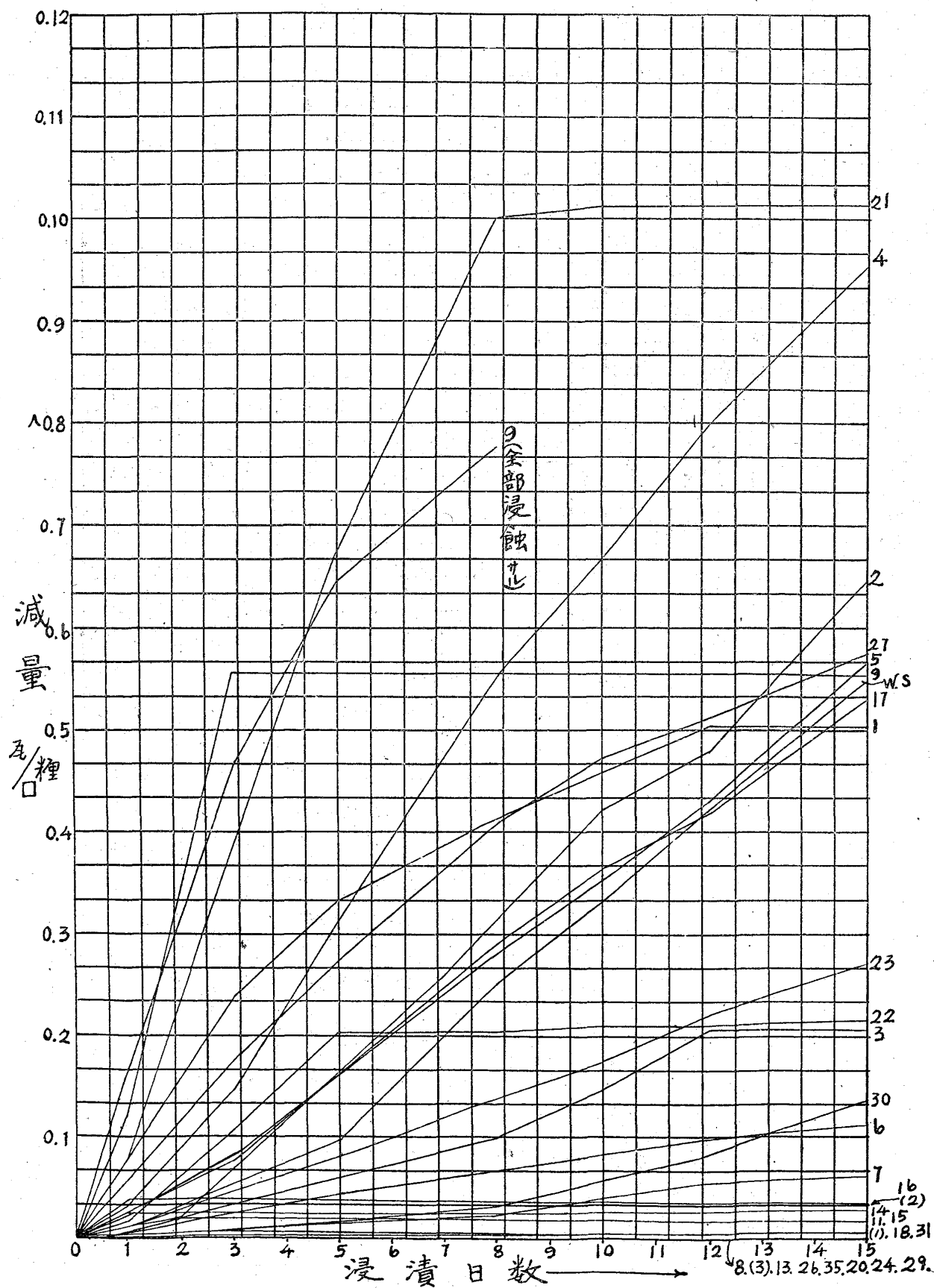
曲 線 圖 第 5 常 溫 溶 液 試 驗 成 績 曲 線 圖
(5% HNO₃ 溶 液)



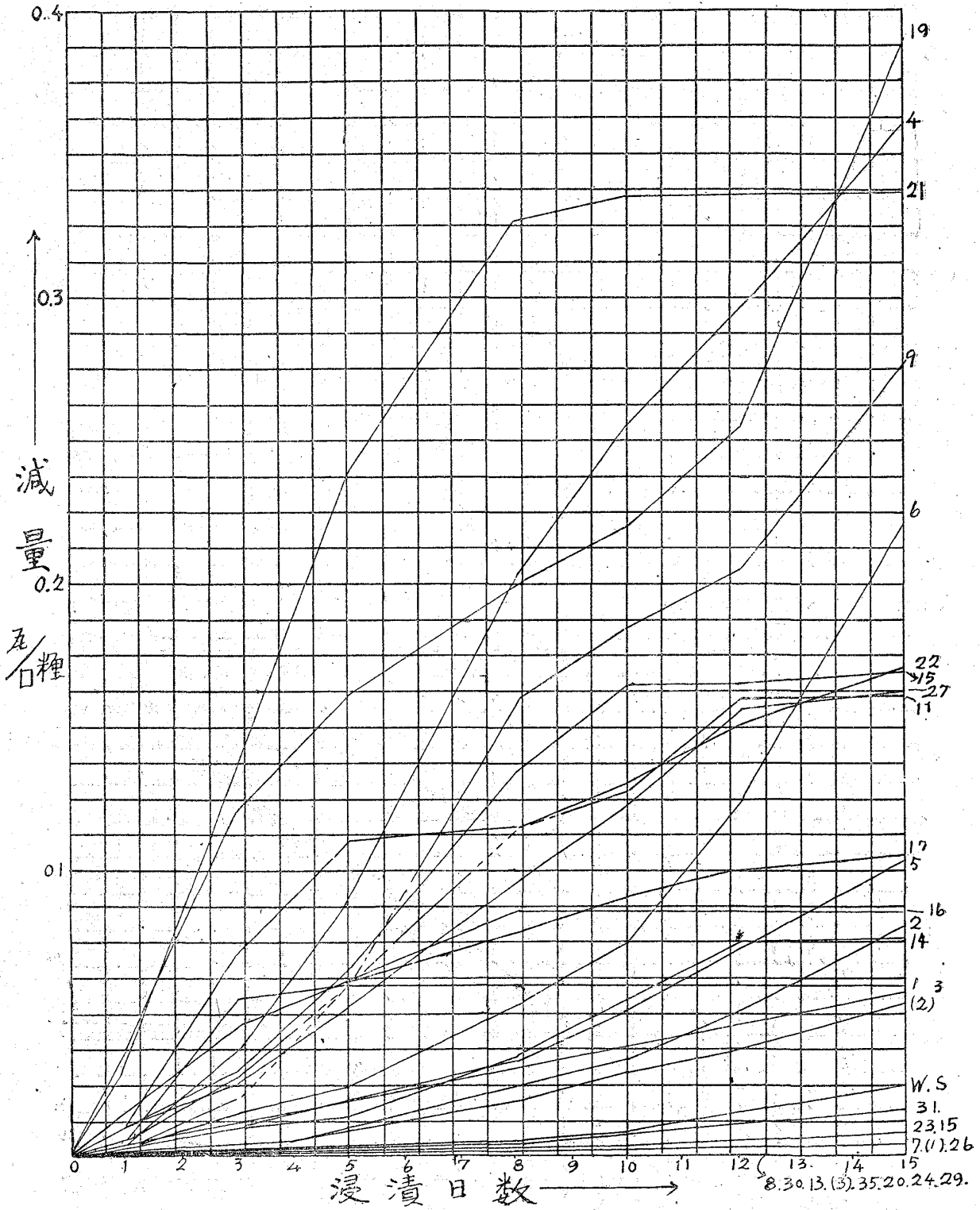
曲線圖第6 常溫溶液試驗成績曲線圖
(1% H₂SO₄ 溶液)



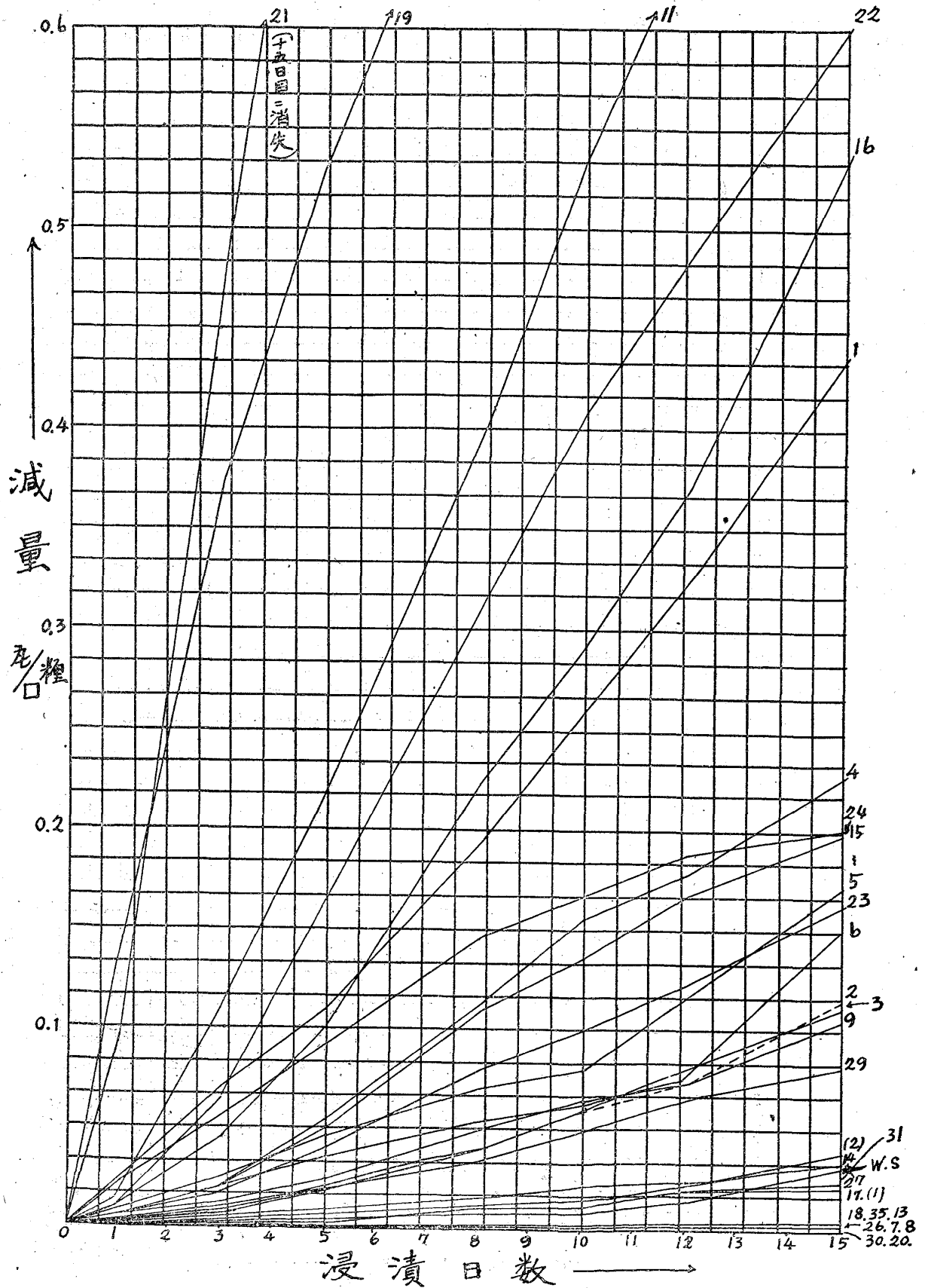
曲線圖第7 常溫溶液試驗成績曲線圖
(5% H₂SO₄ 溶液)

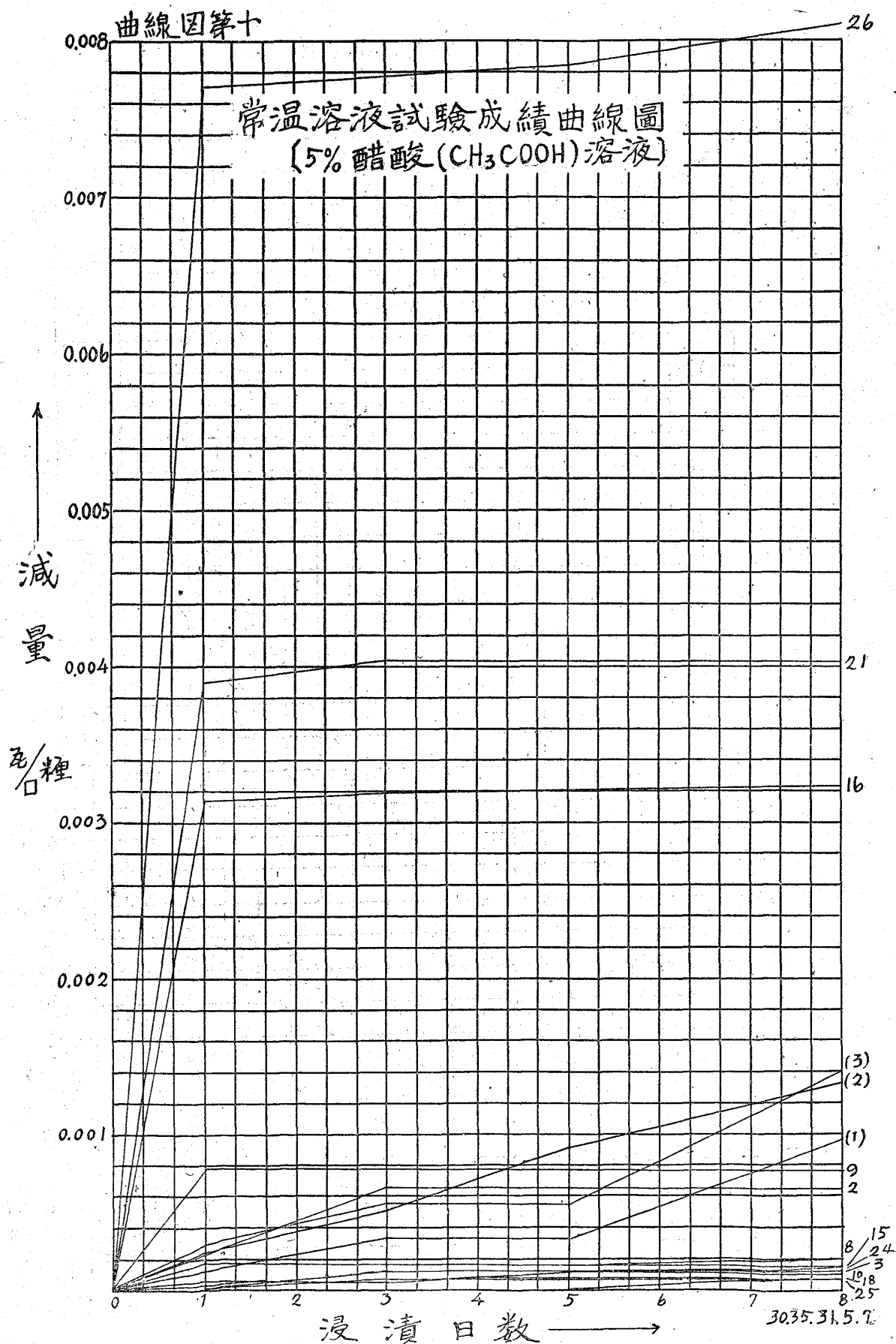


曲線圖第8・常溫溶液試驗成績曲線圖
(1% HCl 溶液)

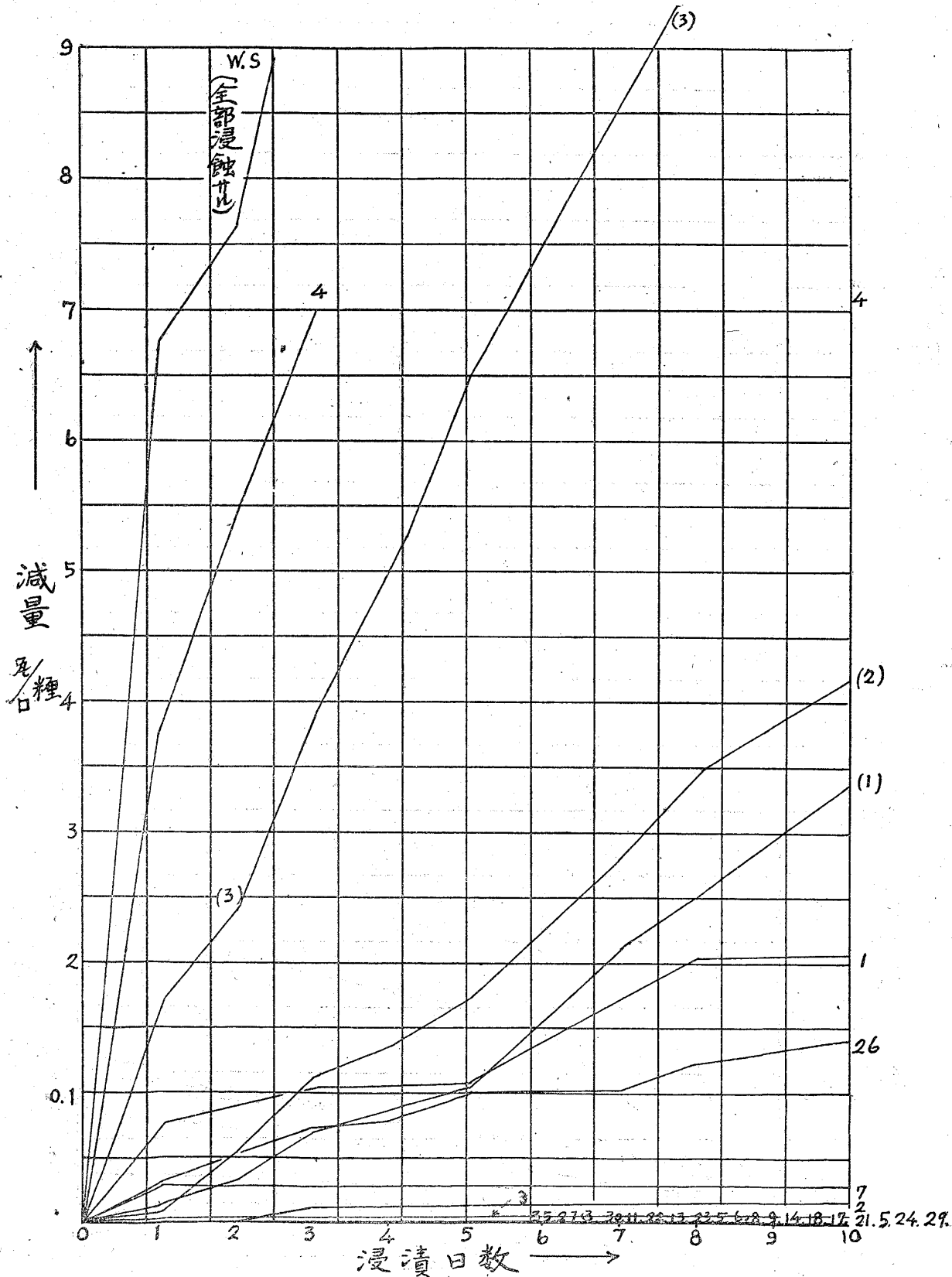


曲線圖第9 常溫溶液試驗成績曲線圖
(5% HCl 溶液)

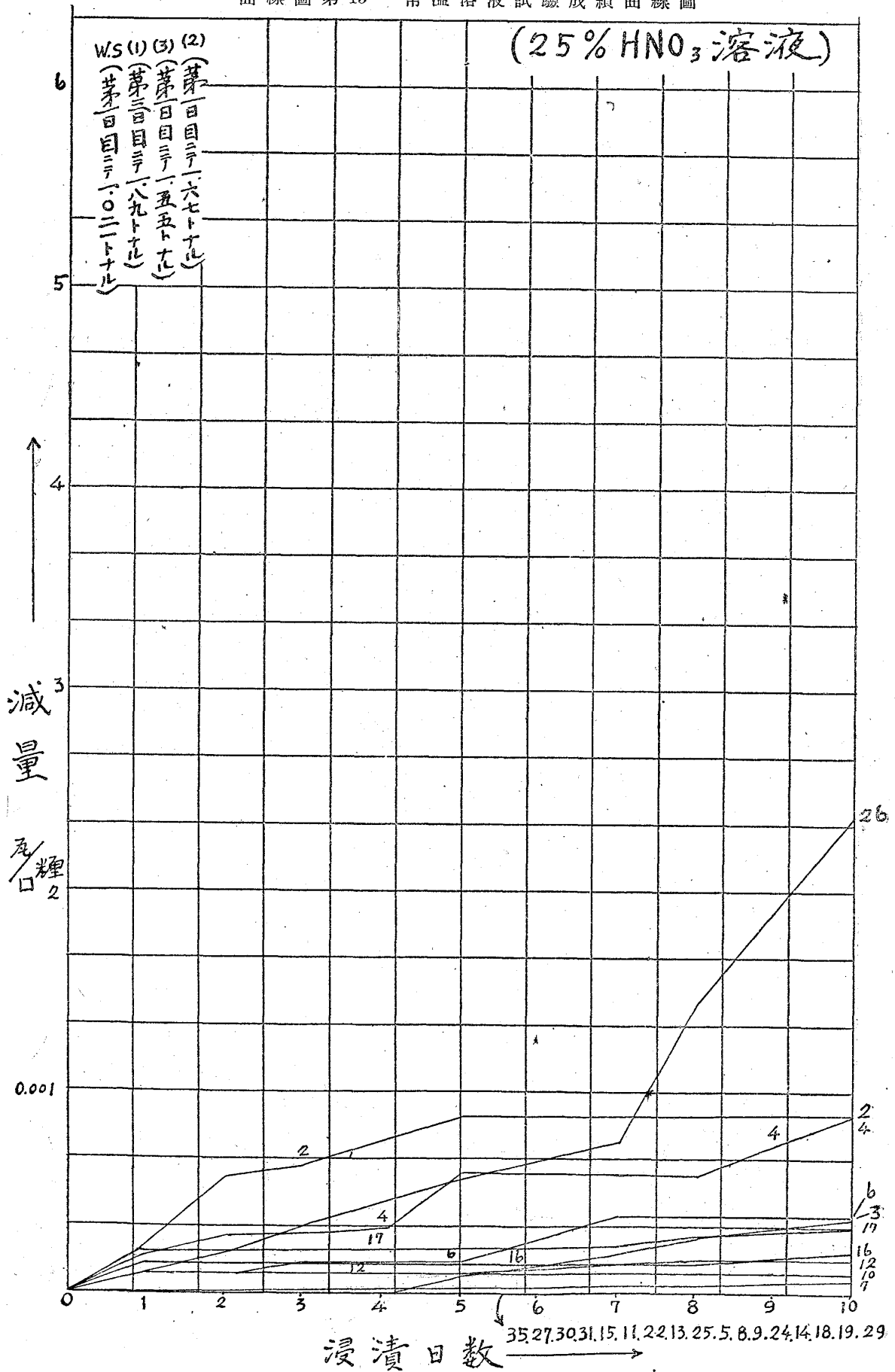




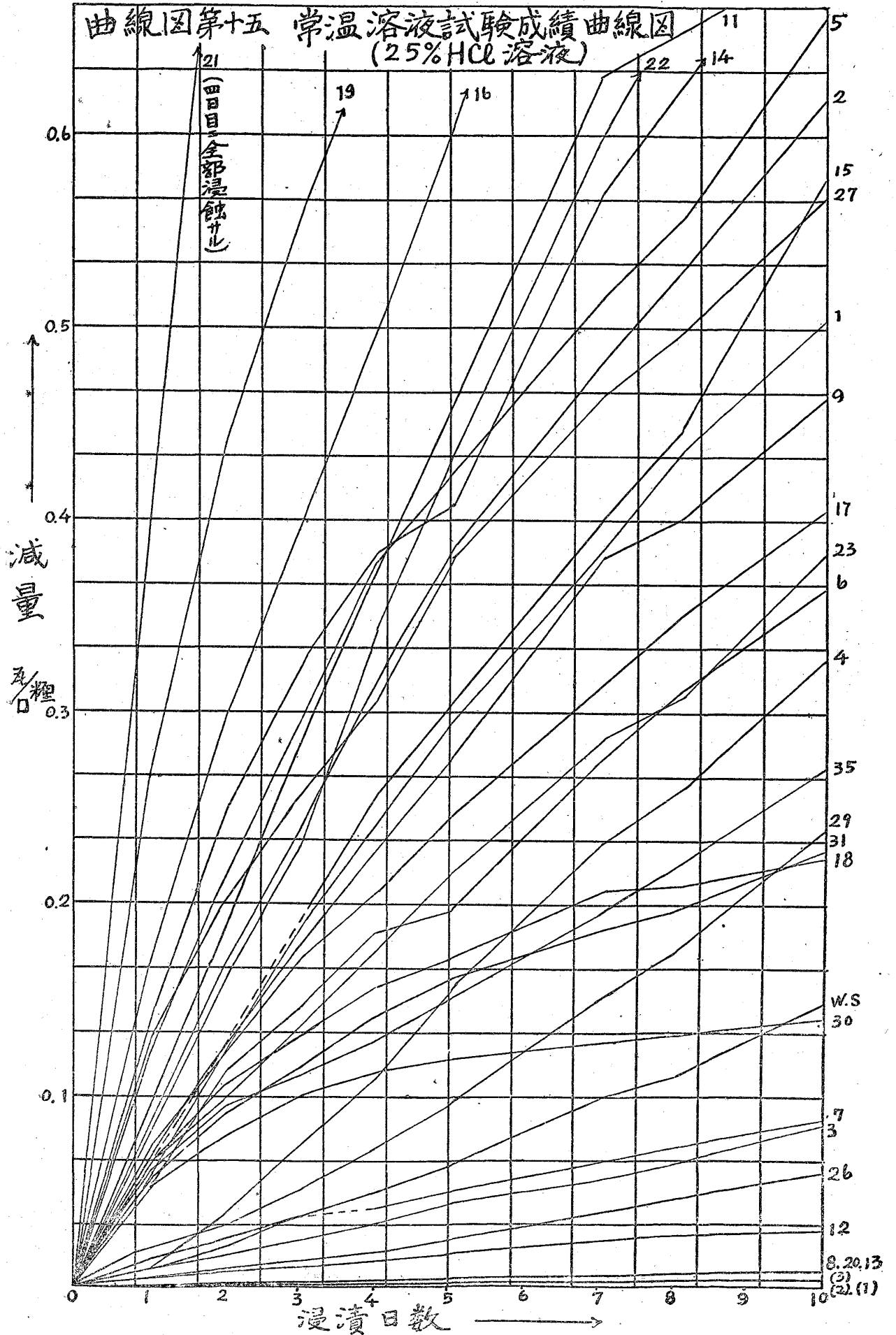
曲線圖第12 常溫溶液試驗成績曲線圖
(10% HNO₃ 溶液)



曲 線 圖 第 13 常 溫 溶 液 試 驗 成 績 曲 線 圖

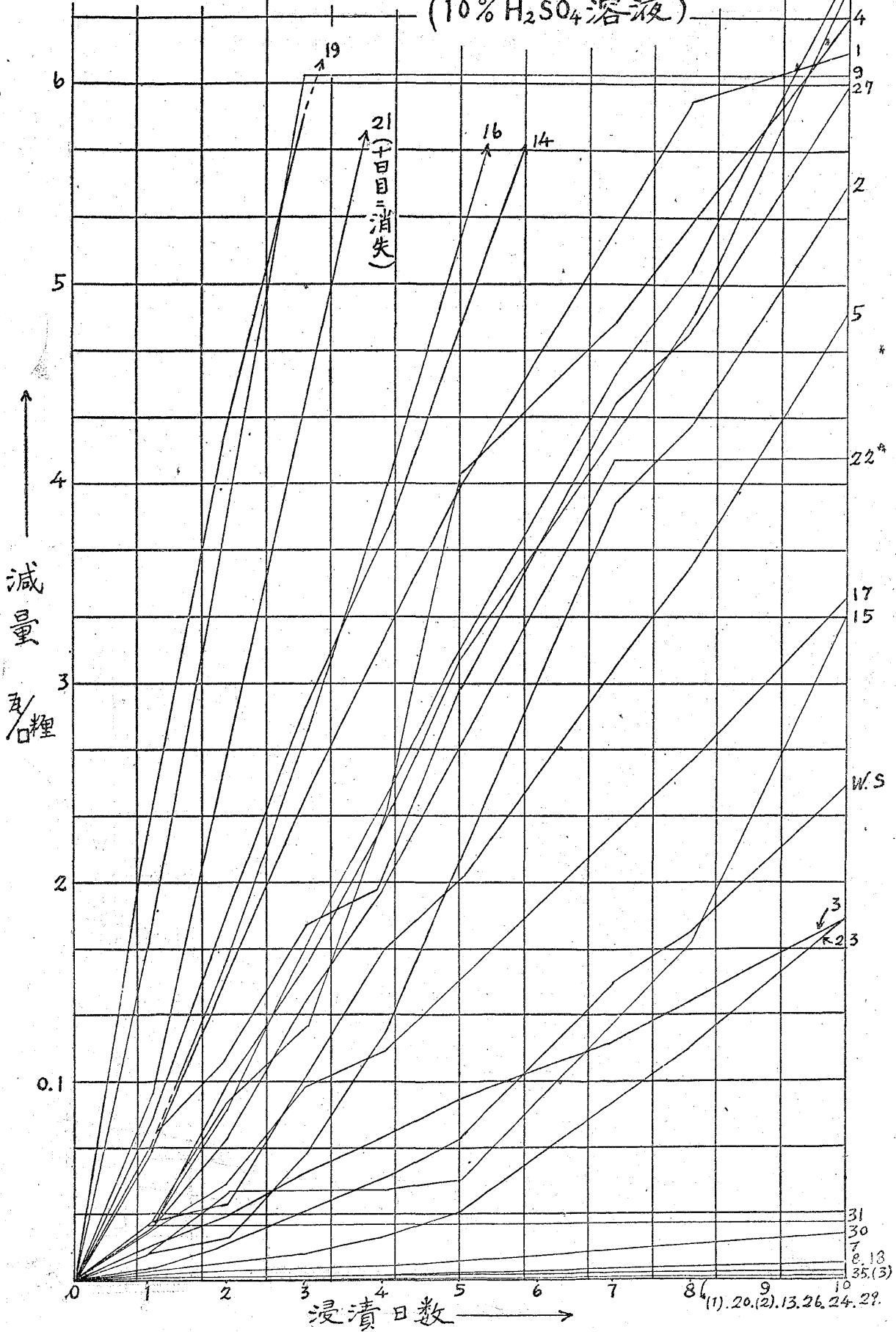


曲線圖第十五 常溫溶液試驗成績曲線圖
(25% HCl 溶液)

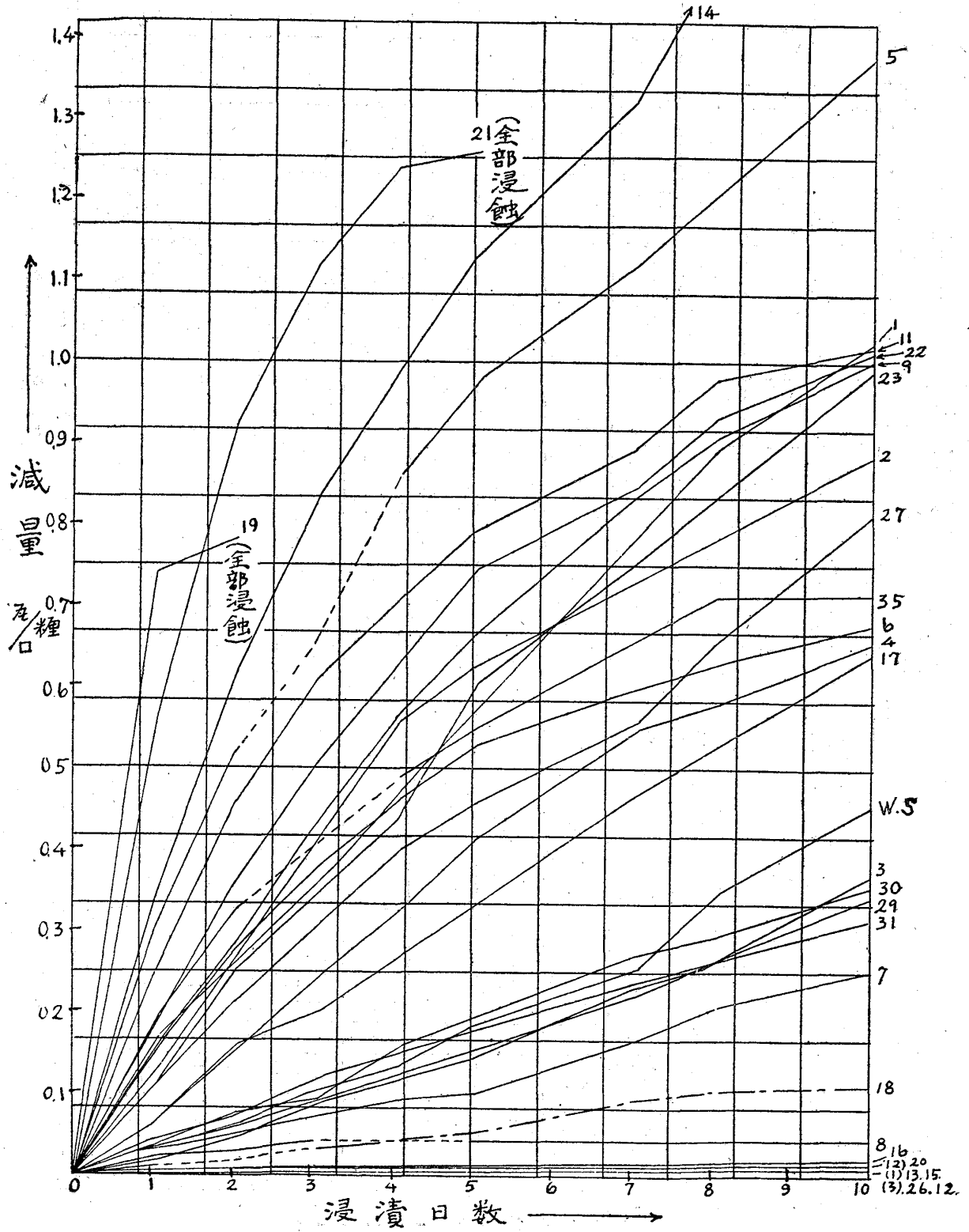


曲線圖第十六

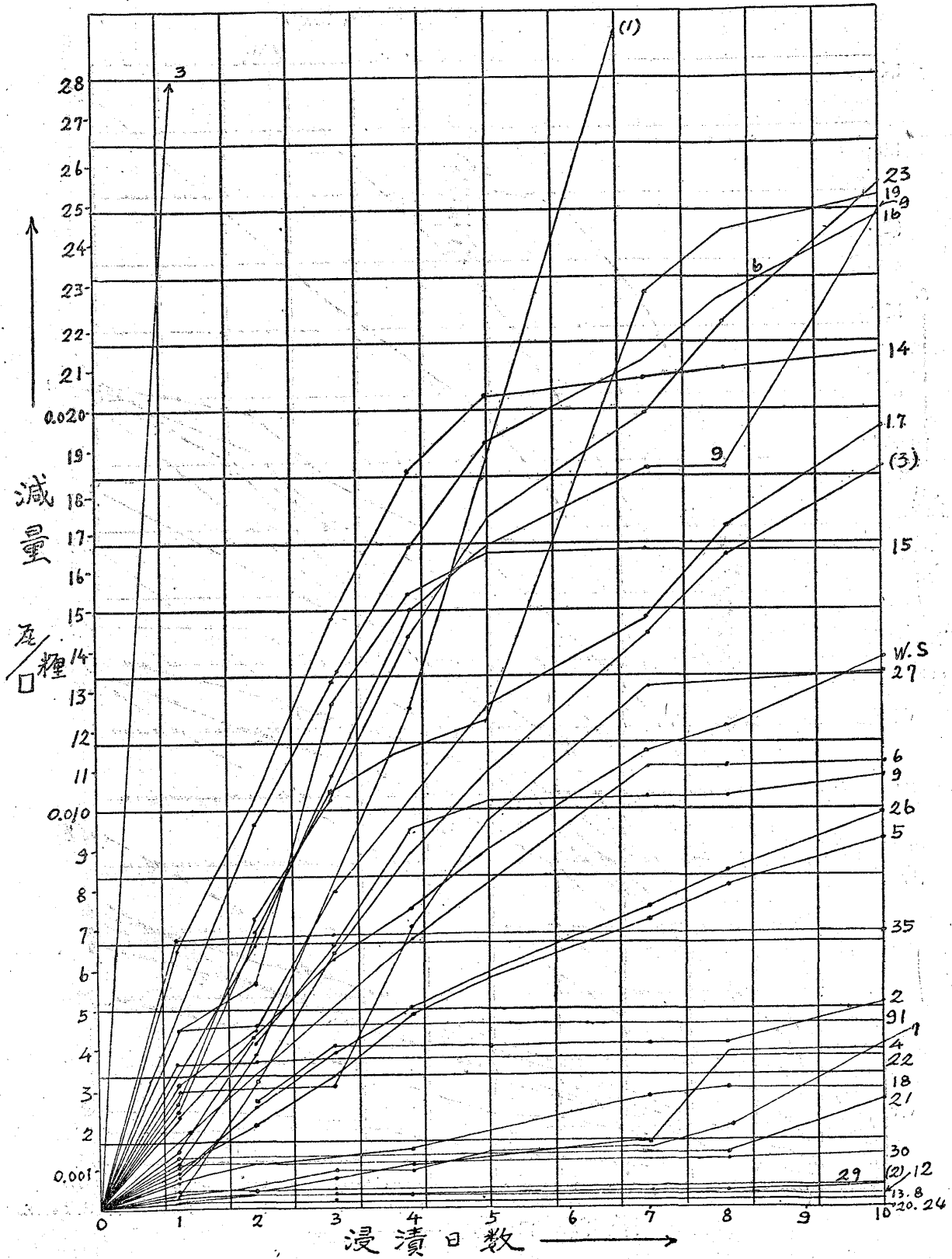
常溫溶液試驗成績曲線圖
(10% H₂SO₄ 溶液)



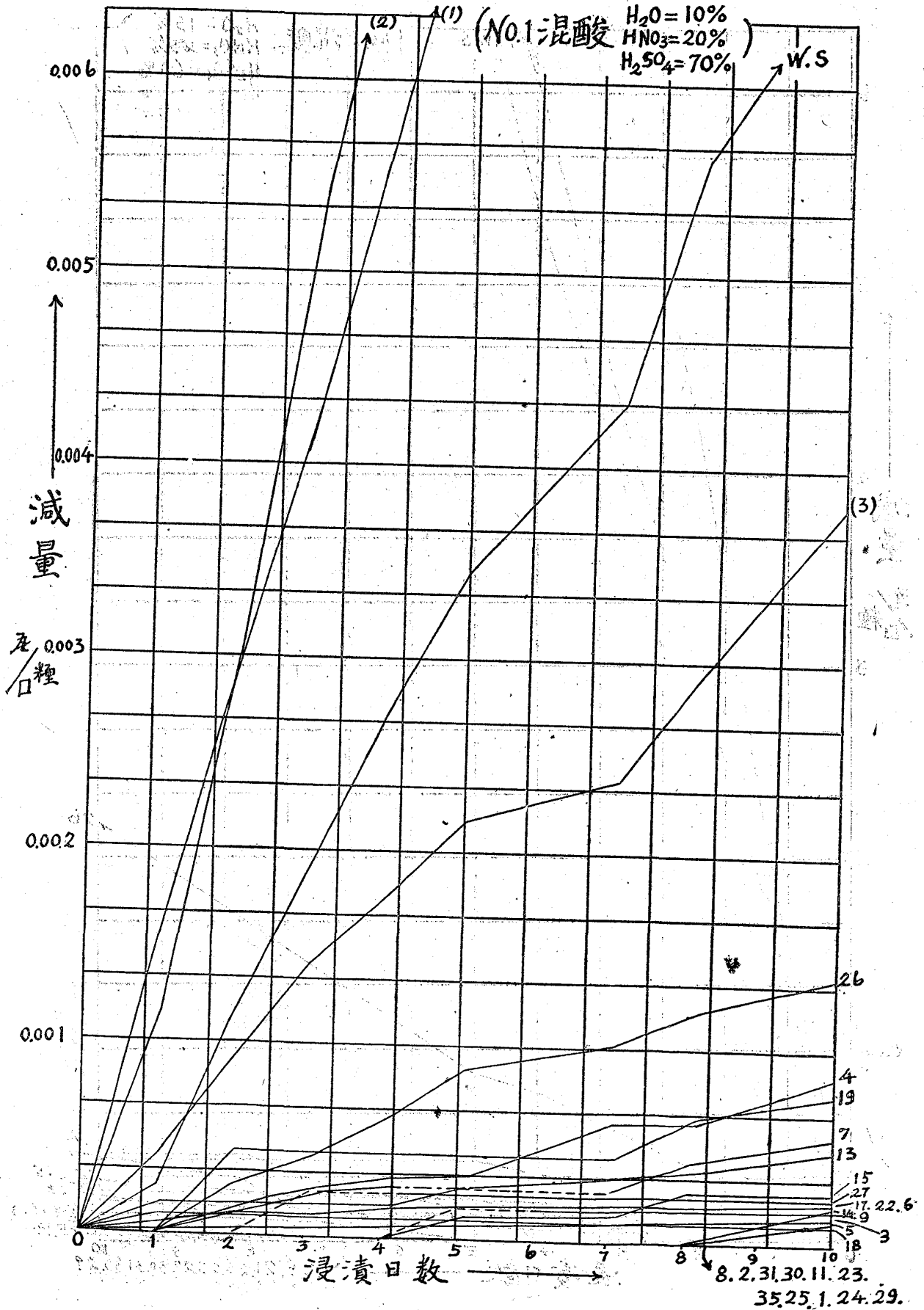
曲線圖第17 常溫溶液試驗成績曲線圖
(50% H₂SO₄ 溶液)



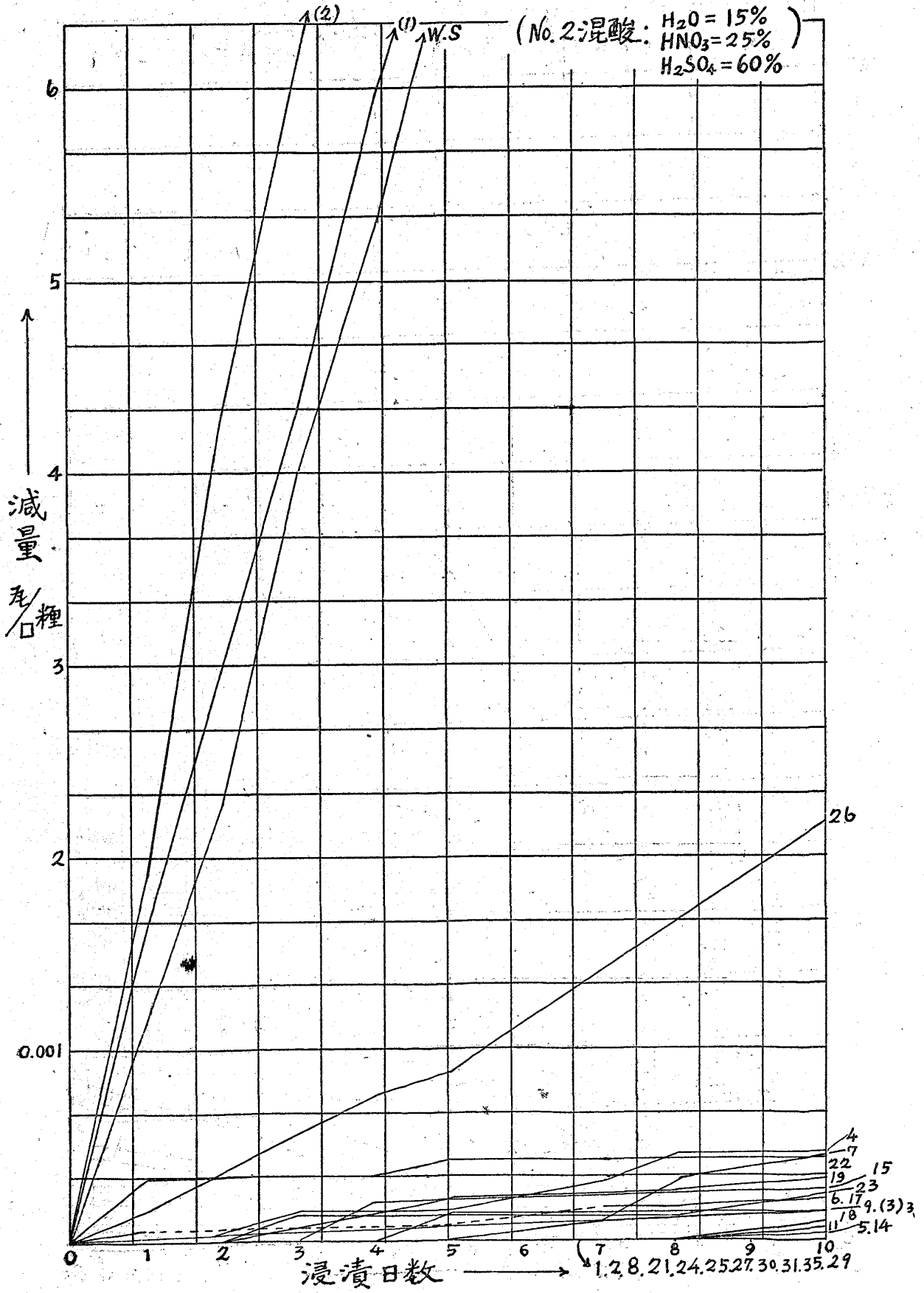
曲線圖第18 常溫溶液試驗成績曲線圖
(90% H₂SO₄ 溶液)



曲線圖第19 常溫溶液試驗成績曲線圖



曲線圖第20 常溫溶液試驗成績曲線圖

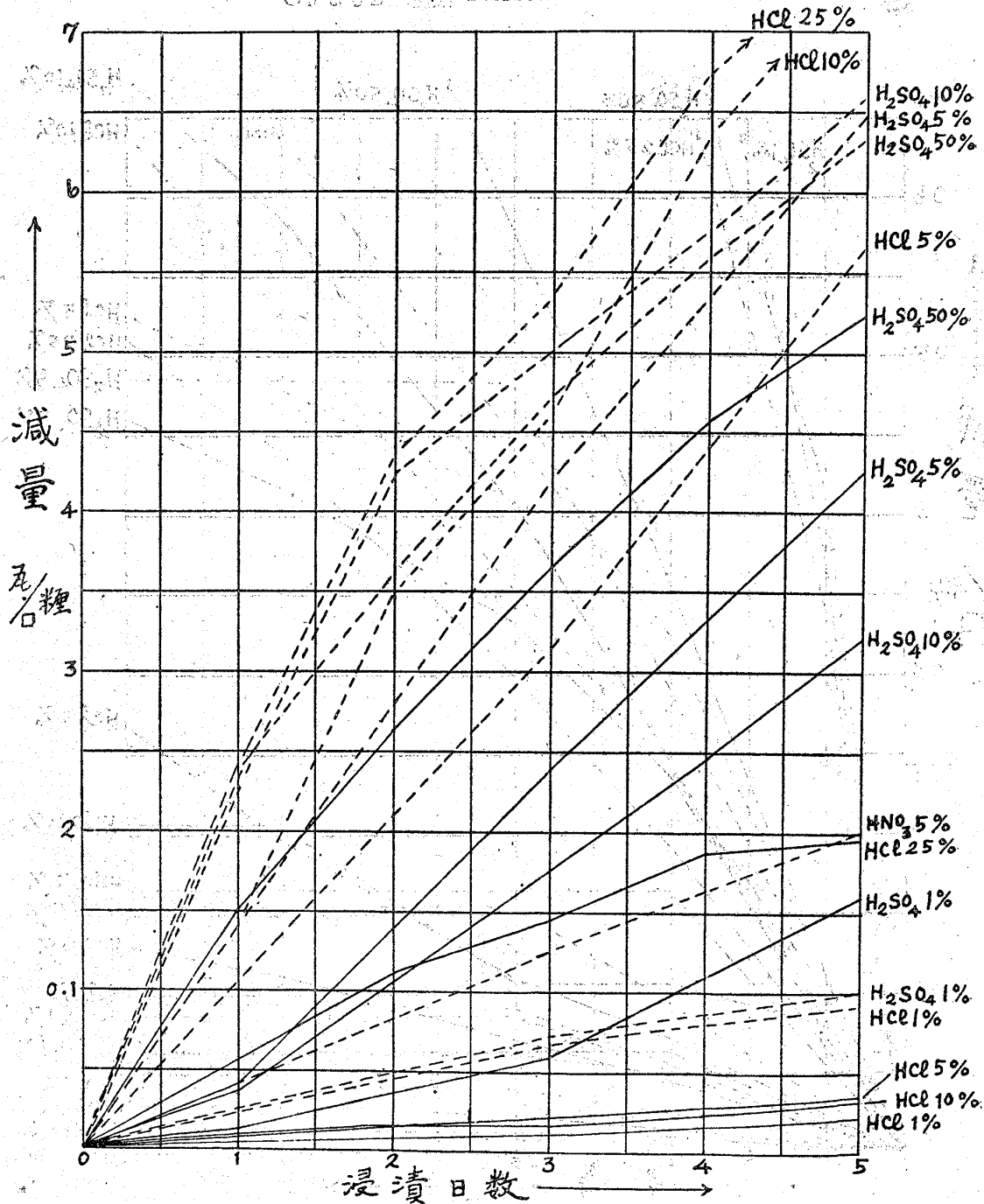


曲線圖第22 熱處理と耐酸性との關係

前圖の耐酸性鋼 (No. 6. 耐鑄鋼)

(——) 熱處理せるもの

(---) 熱處理せざるもの

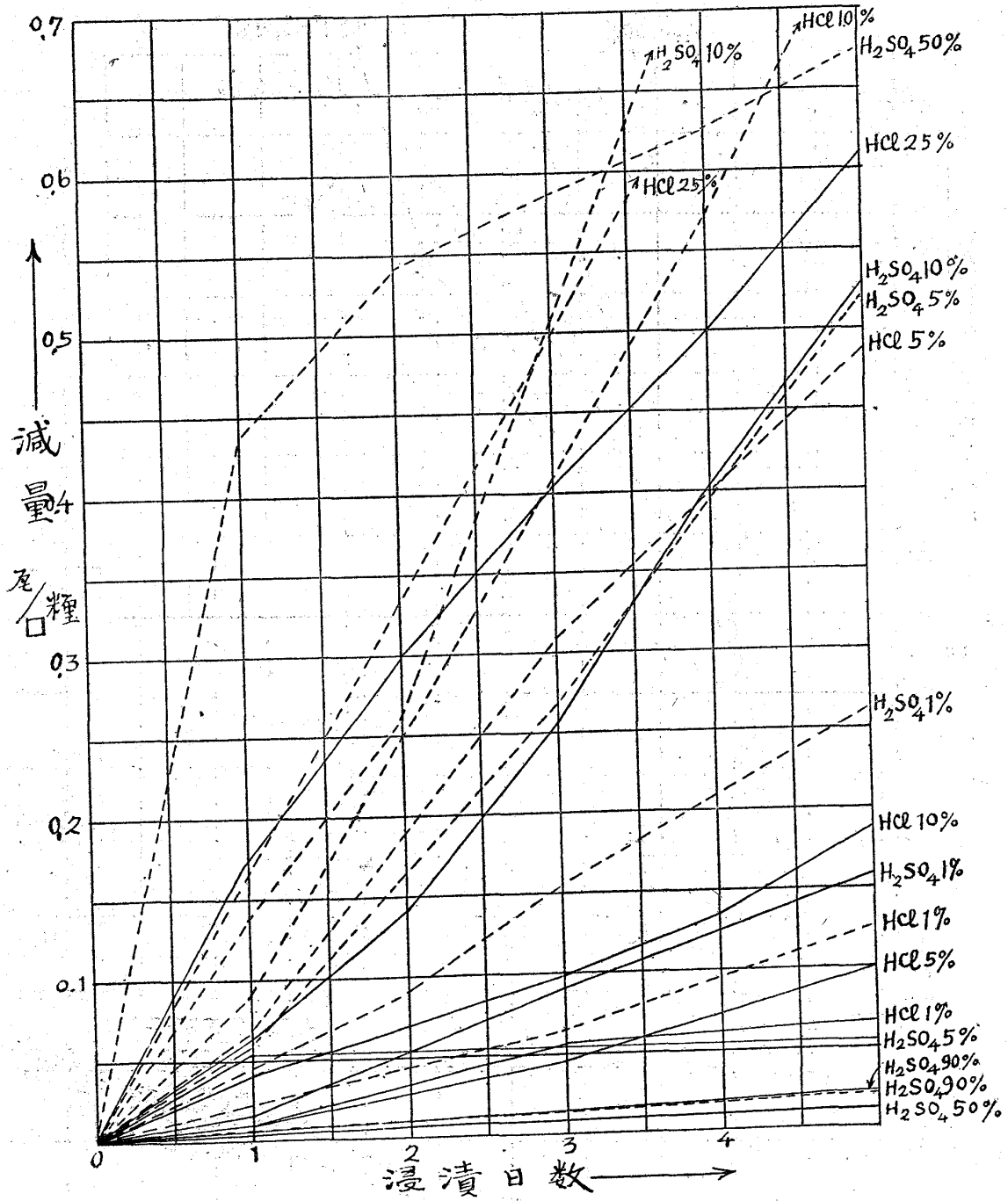


曲線圖第24 熱處理と耐酸性との關係

(No. 16. 耐鑄鋼)

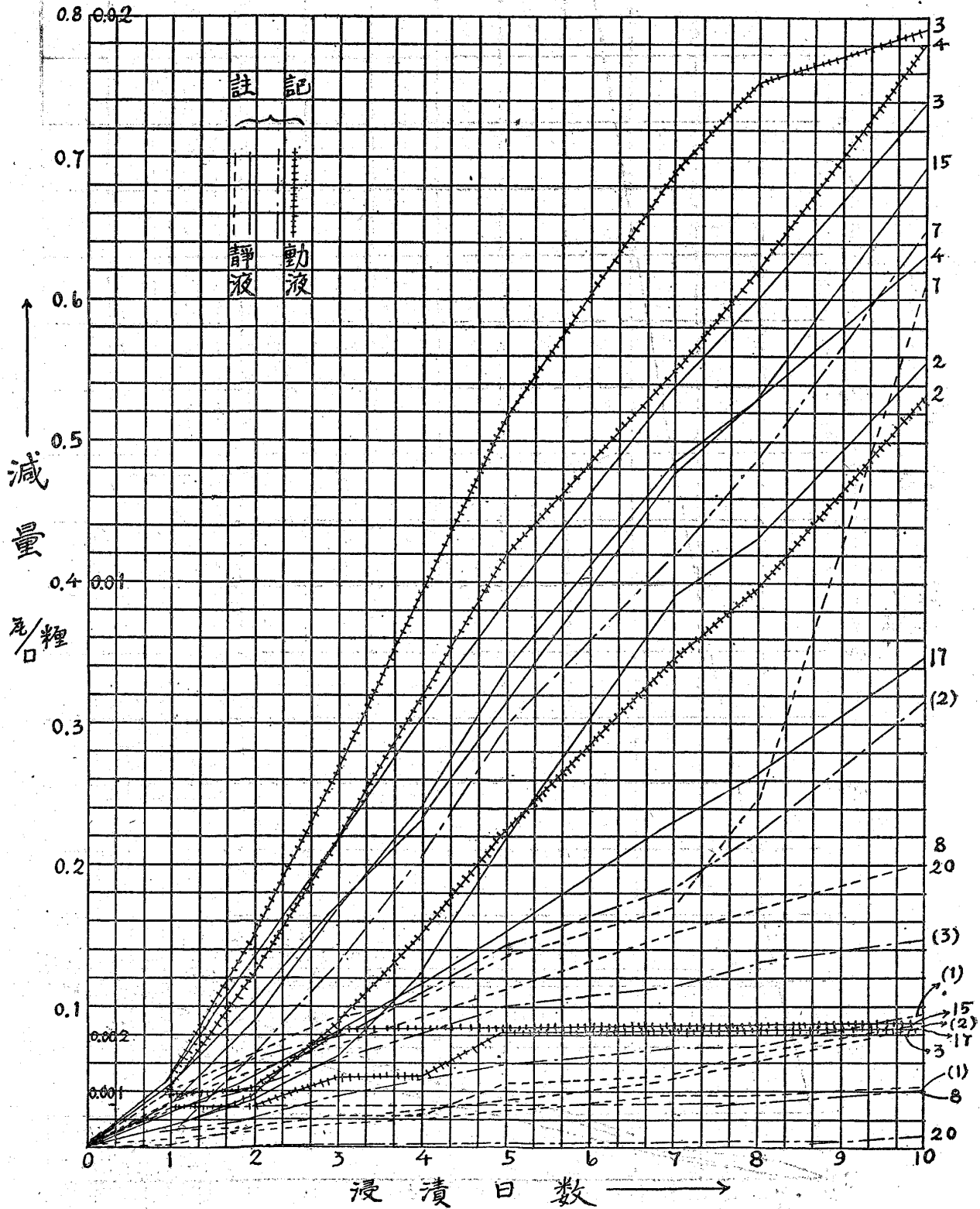
—— 熱處理せるもの

----- 熱處理せざるもの

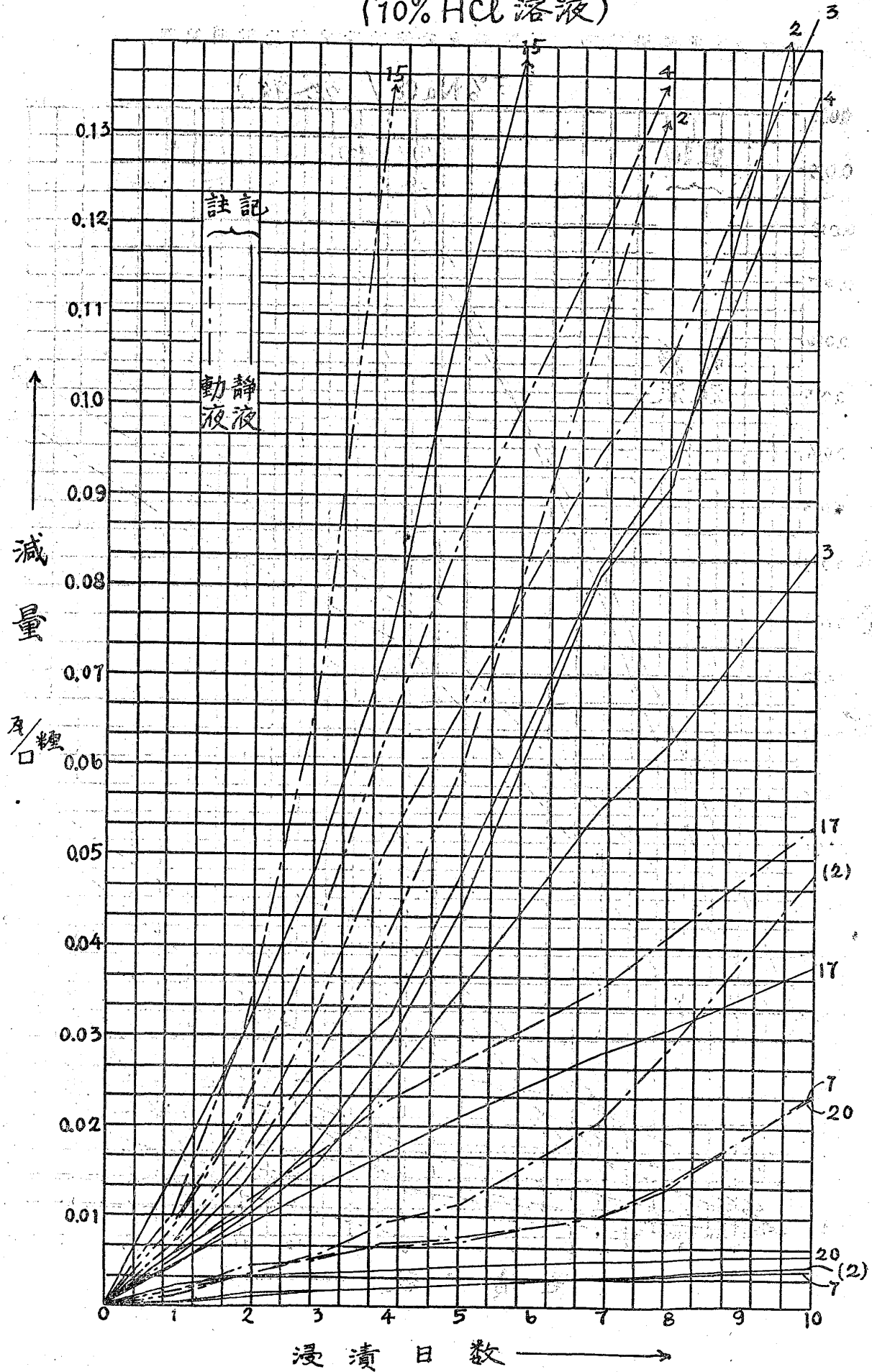


曲線圖第二十八

靜動兩液耐銹試驗成績比較曲線圖
(10% H₂SO₄ 溶液)

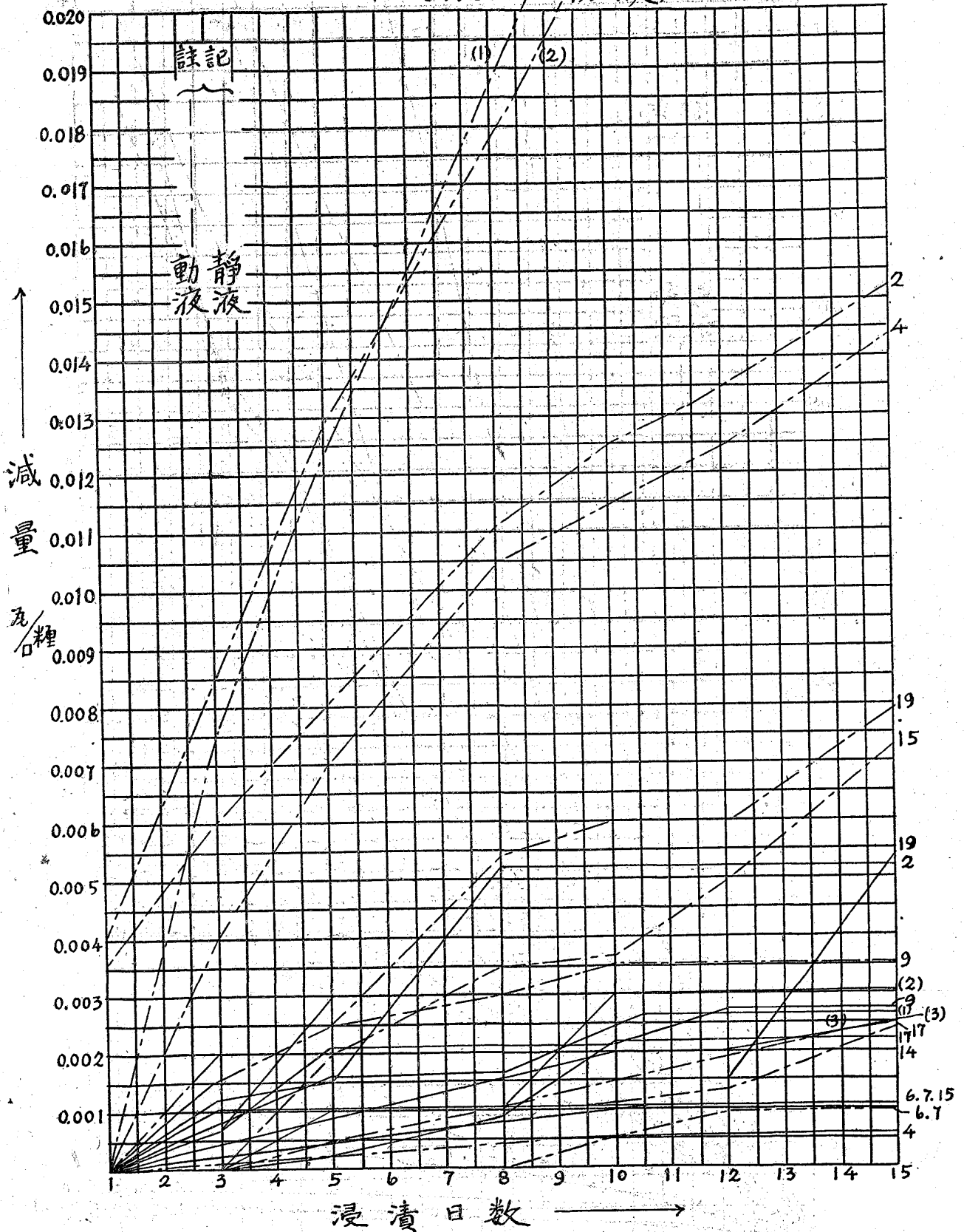


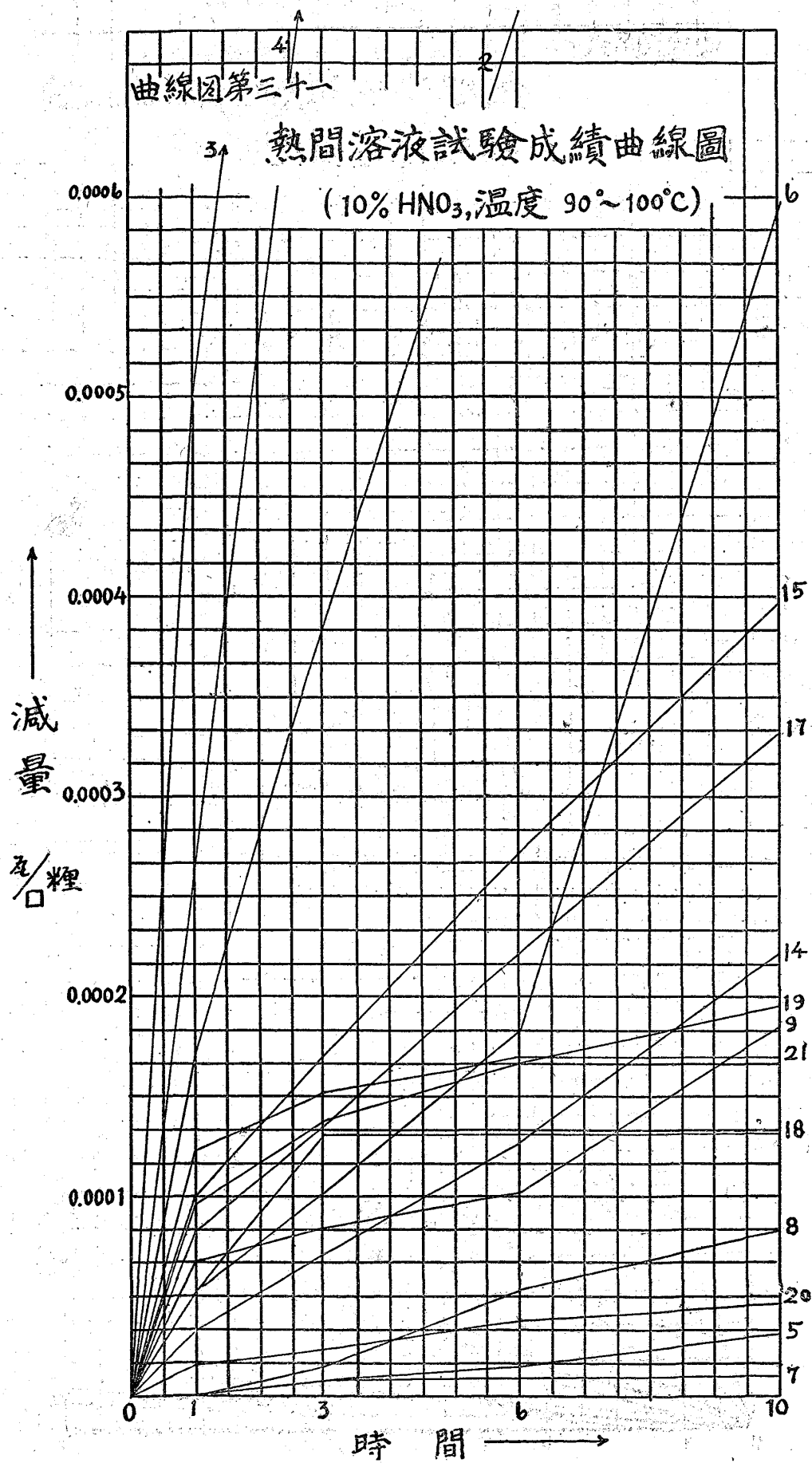
(10% HCl 溶液)



曲線圖第30 靜動兩液耐鏽試驗成績比較曲線圖

(5% NaCl / 溶液)

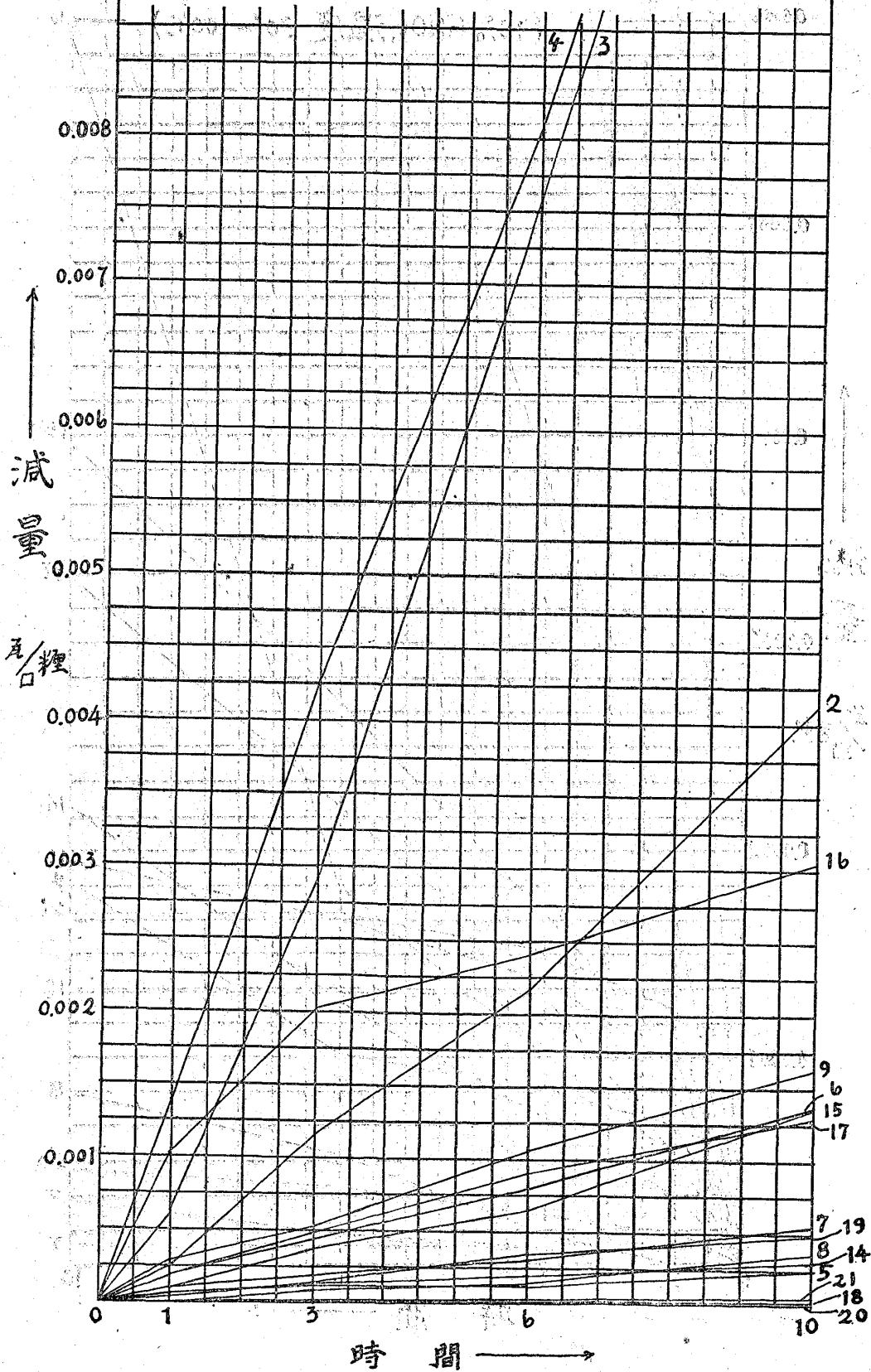




曲線圖第三十二

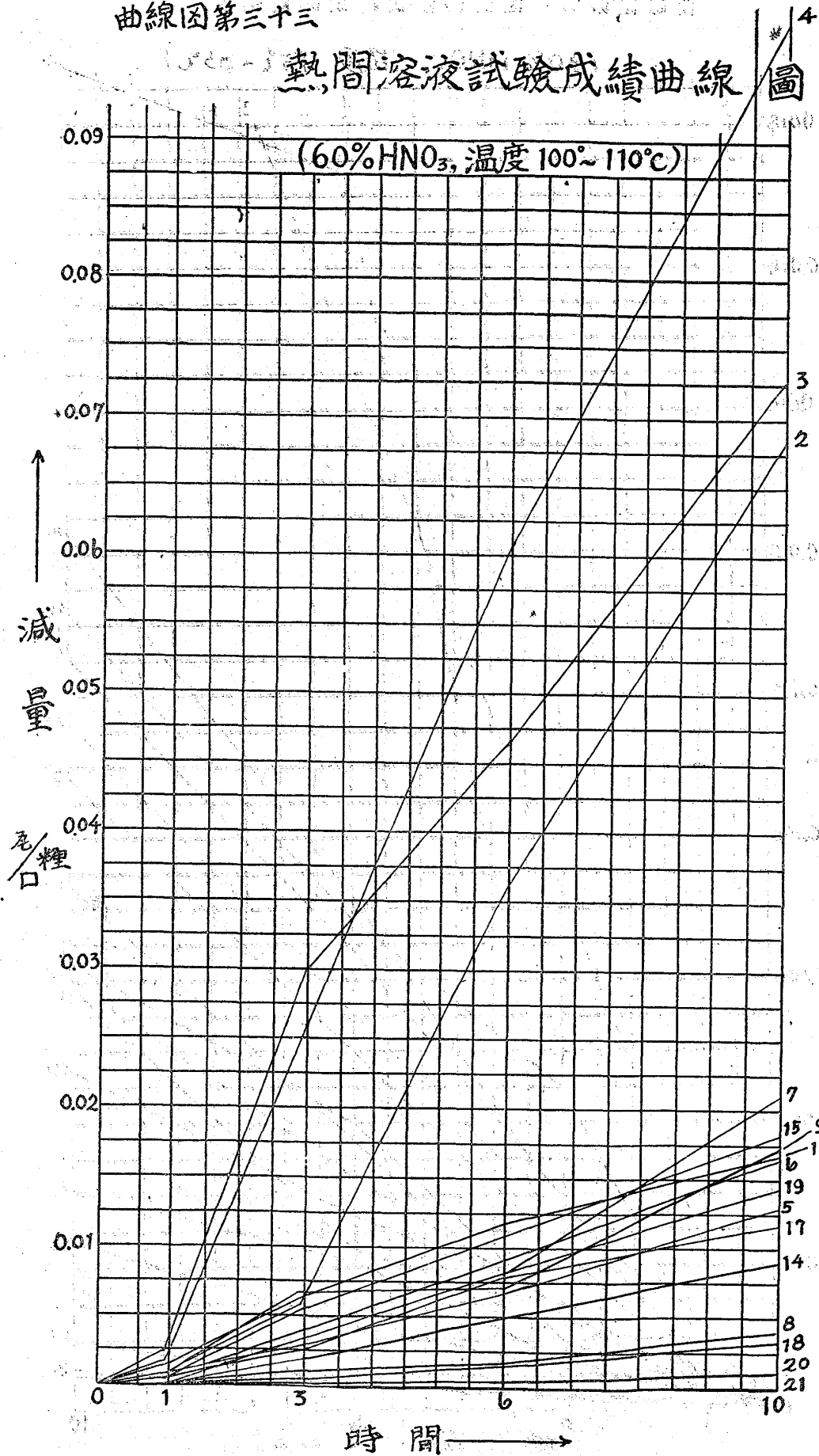
熱間溶液試驗成績曲線圖

(25% HNO₃, 溫度 90°~100°C)



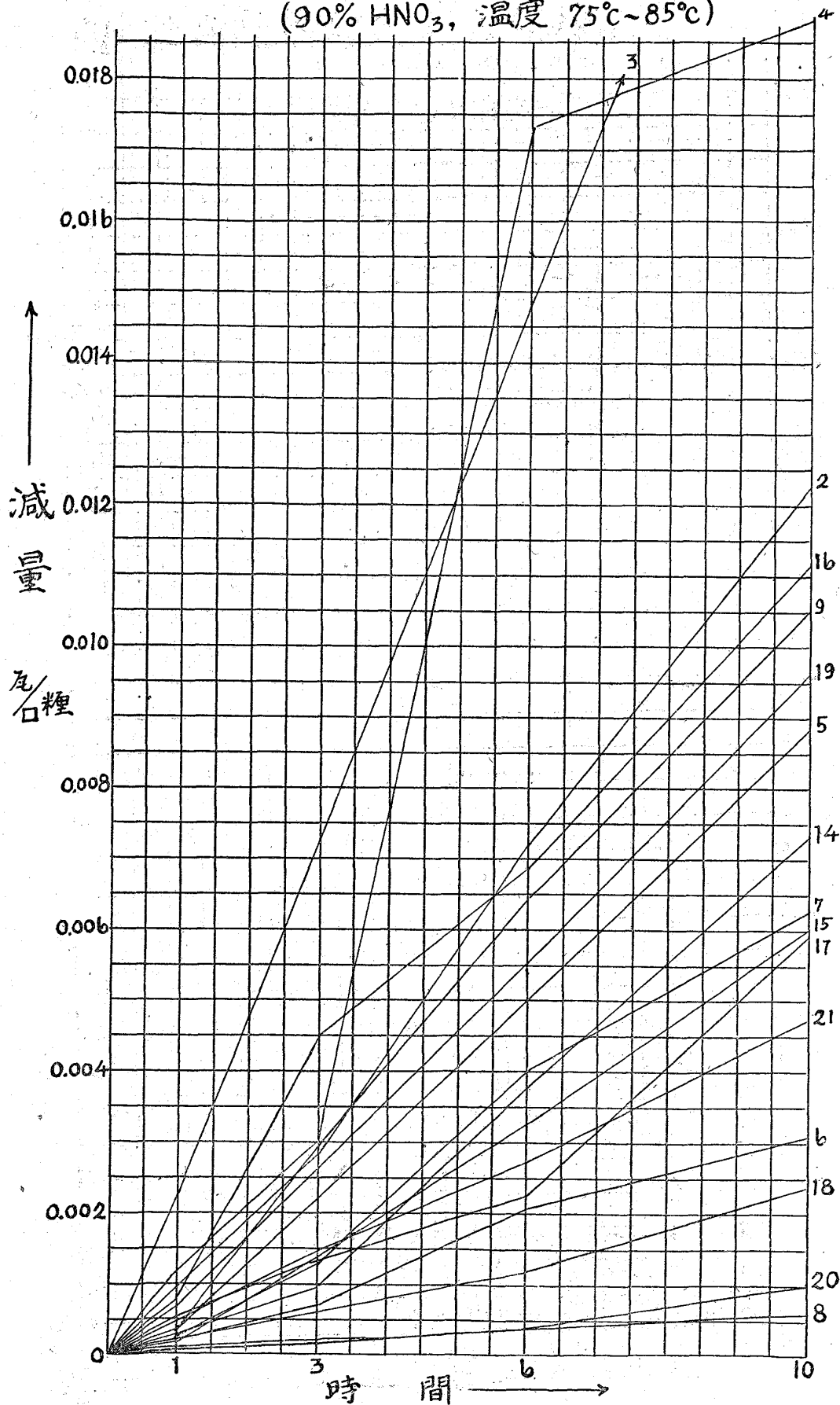
曲線圖第三十三

熱間溶液試驗成績曲線圖

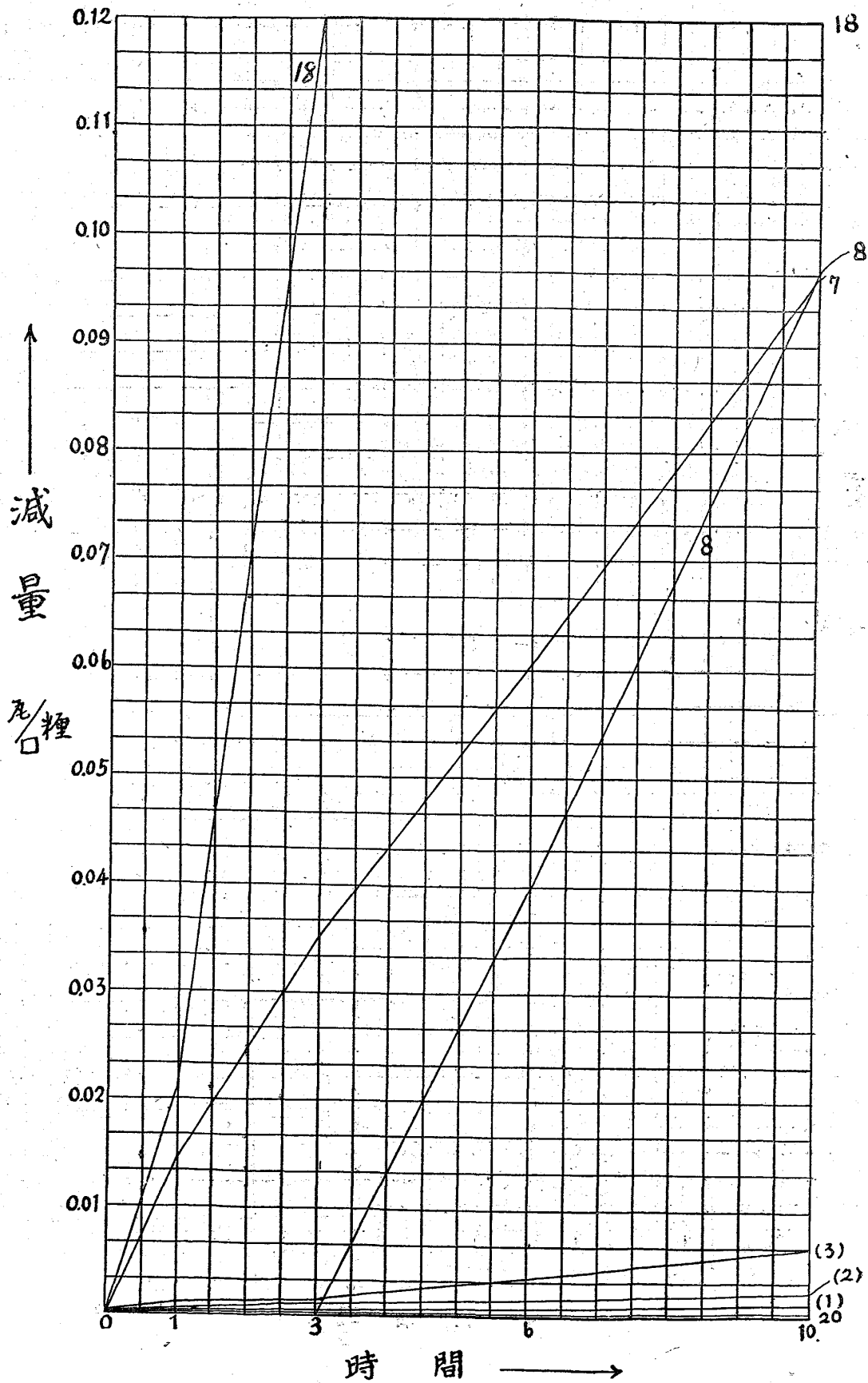


曲線圖第34 熱間溶液試驗成績曲線圖

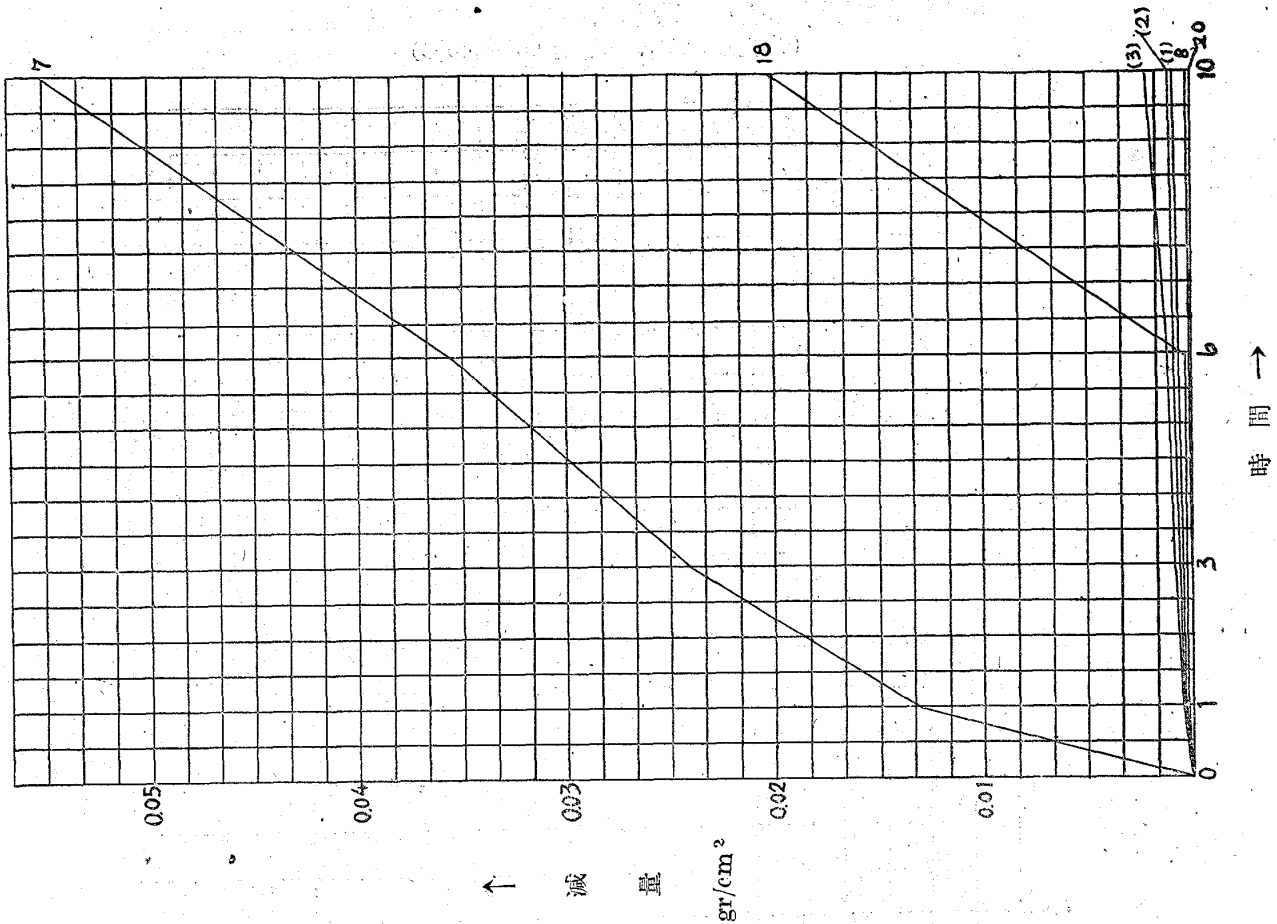
(90% HNO₃, 溫度 75°C~85°C)



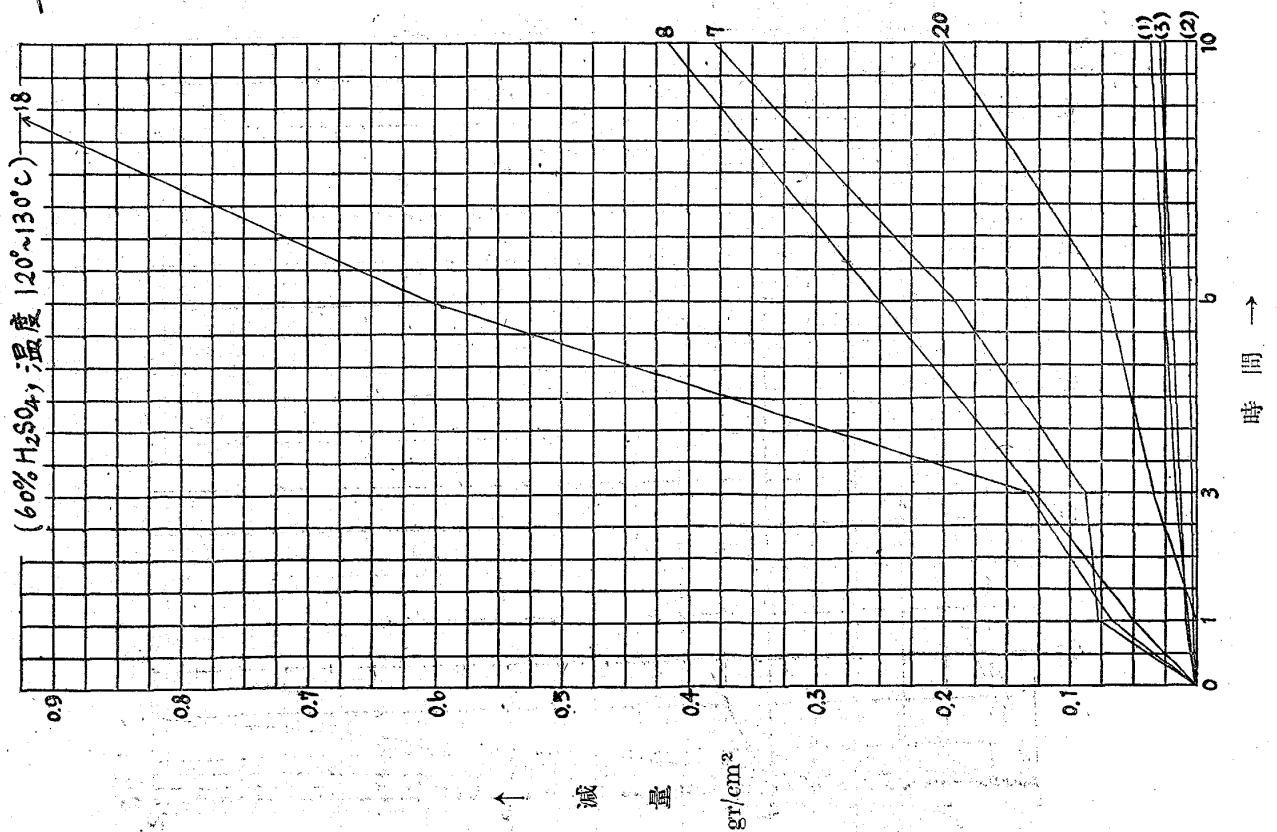
曲線圖第36 蒸間溶液試驗成績曲線圖
(25% H₂SO₄, 溫度 90°-100°C)



曲線圖第 35 熱間溶液試驗成績曲線圖
(10% H₂SO₄, 溫度 90°-100°C)



曲線圖第 37 熱間溶液試驗成績曲線圖
(60% H₂SO₄, 溫度 120°~130°C)



0.5 曲線因第三十八

熱間溶液試驗成績曲線圖
(90% H₂SO₄, 溫度 160°C ~ 170°C)

↑
減
量
克/口糧

