析無きことを認めたり.

第 3 表

試料	1	2	3	4	平均値	偏差
	%	%	%	%	%	%
25 N_1	0·038	0·037	0·036	0·037	0·037	0·002
25 N_4	0·019	0·019	0·020	0·018	0·019	0·002

2) **裏付マグネシヤに關する試驗** 蓋部附近に塗布せるマグネシヤが熔鋼に混入し金型中に流入し Al_2O_3 と共に定量せらるゝ虞あるを以て次の試驗を行ひたり. 先づ基本實驗として塗布せる純マグネシヤ粉末を Al_2O_3 分析の際溶解に用ひたる酸に浸漬せるに全部溶解せり. 次にこれを 1,700°C に灼熱して同樣浸漬したる處 5% の不溶性部分を殘存した. 仍て熔鋼に接したマグネシヤ裏付が不溶性殘渣として Al_2O_3 と共に定量せられる虞があるので Al_2O_3 殘渣中のマグネシヤを検出せるに分光分析にて明かに認められたが化學分析にては求め得なかつた. 故に裏付よりマグネシヤは試料中に混入されるが極く微量であるから分析値に影響を及ぼすとは考へられないが可及的混入しない樣注意して塗布する必要がある.

文　獻

1) Schenck, H: physik. Chemie d. Eisenhüttenprozess Bd. II. S.

2) McCutchcon, K. C. & L. J. Rautio

3) American Institute of Mining And Metallurgical Engineers Iron & Steel Diuision **140** (1940) 133.

錨 鎖 用 鋼 材 の 研 究

谷 山 巖*

INVESTIGATION OF THE ANCHOR CHAIN MATERIAL.

Iwawo Taniyama.

SYNOPSIS:— For producing anchor chains the use of wrought iron has been exclusively adopted and no other material has been introduced in this field.

However, the existing situation, so far as the material supply is concerned, has made the wrought iron gradually scarce and this proved worse in the case of Hingley Bars, which had been considered the most suitable for this purpose and recently become quite unobtainaole.

Under the circumstances the necessity for looking into another suitable substitute material is keenly felt and has became a matter of great importance. Furthermore, in manufacturing anchor chains many processes have been taken into practice, among which the "welding" by hand hammering is most widely addopted at present.

Therefore the material for this purpose should accord with the aforementioned process. The author manufactured three kinds of steel, assimilated-wrought-iron, non-killed steel, and killed steel, by basic open-hearth furnace and rolled them down to 75~25mmφ round bars. After the careful testing, we was led to a conclusion that the following low-carbon killed steel is the most suitable for the purpose;

C 0·08~0·12%, Si 0·10~0·20%, Mn 0·35~0·45%, P 0·05% maximum, and S 0·05% maximum.

目　次

1. 緒　言
2. 錨鎖製作法
3. 錨鎖用材料としての錬鐵
4. 錨鎖用材料としての軟鋼
   A. 概說　B. 軟鋼材に對する錨鎖製作者の意見　C. 結論
5. 錨鎖用軟鋼材の製造
   A. 概說　B. 錬鐵類似鋼の製造　C. 無鎭靜鋼の製造
   D. 鎭靜鋼の製造　a. 普通製鋼法　b. 特殊製鋼法　E. 結論
6. 總　括

I. 緒　　言

從來錨鎖用材料は專ら錬鐵が使用されて居て其の他の材料は殆んど用ひられて居なかつた. これは從來錨鎖を製作するには專ら鍛接法が行はれて居る爲であつて, それには錬鐵が最も適したからである. 即ち佐々川氏[1]の說の如くこれは錬鐵の鍛接性が良好なる爲に錨鎖の形を造るに便利で極めて容易なるを以て金屬工業の發達せる時代に於ても久しく錬鐵が用ひられて居るのである.

然るに錬鐵は次第に拂底して其の供給が困難となり, 殊に最も優秀なるヒングレー材は入手不可能となつた爲に, 一時錬鐵製の古車軸を購入して漸く間に合せて居た場合もあつたが, それも至難となつた.

次に船舶用錨鎖の價格は造船費の實に 2% に相當する故に少からぬ費用である. それ故にこのヒングレー材を初め

* 丸富特殊鋼會社

1) 佐々川清　鐵と鋼　18　第 8 號

其他の輸入錬鐵材に代用し得る國産品の出現が數年前より喧しく曰はれ出したのである.

これまで錨鎖用錬鐵の代用として極軟鋼が試作されたが，滿足なる結果は得られなかつた．即ち其の成分は類似して居ても其の鍛接性極めて惡く到底錨鎖として役立たなかつたのである．それ故に其の後極軟鋼を使用することの研究は一時中斷されたやうな形であつた．然し今日は其の研究を遂行せねばならぬ時代となつたのである.

次にヒングレー材は鍛接性は極めて良好であるが，材質としては完全なものではなく寧ろ軟鋼に劣ること甚しい．即ち材質は不均等にして甚だ脆く，而かも錬鐵に特有なる fiber あり，又時々横の龜裂もある故に錨鎖としても決して安全なるものとはいひ得ない．今若し軟鋼が良く鍛接し得れば錨鎖として極めて適當なるものである．それ故に著者は錨鎖の材料として適當なる極軟鋼を製造することの研究に手をつけて見たのである.

II. 錨鎖製作法

錨鎖を製作する方法は大體次の5種類であるが，手打ハンマーによる鍛接法が最も廣く行はれて居る.

1. 手打ハンマーによる鍛接法
2. 蒸氣鎚による鍛接法
3. 鑄鋼法
4. 電氣熔接法
5. 國光製鎖法

(1) 手打ハンマーによる鍛接法は簡單で小規模にて行はれ，最も經濟的に作業出來るといふ理由にて船舶用の錨鎖は殆んどこれで製作されて居る.

(2) 蒸氣鎚によるものは 1/4 噸位のもので鍛接して居るが，經濟的には餘り有利ではないから大阪製鎖で一部使用されて居るのみで餘り行はれて居ない.

(3) 鑄鋼錨鎖は其の費用が鍛接法の數倍であり，又時々內部に巣がある故に絶對なる信用を置くわけに行かぬから使用される程度は局部的である.

(4) 又電氣熔接法は batt weld であるから其の接續面積が少い故にはなれ易い．又 Stad がうまくつかず離れるから安全なものとは云ひ得ない.

(5) 次に國光製錨鎖は Stamp forge と電弧熔接とを以て行ふ故に比較的良好であるが，大きい徑のもの (1 1/2″ 以上) は製造困難なやうである.

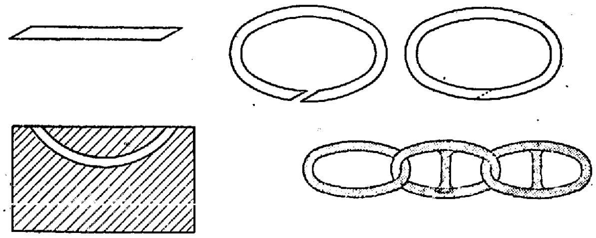
要するに今日は手打ハンマーを以て鍛接して良好なる錨鎖となし得る鋼材が要求されて居る．次に參考の爲に其の手打ハンマーによる鍛接法を述べて見よう.

(1) 先づ錨鎖用丸棒を一鎖鐶 (リンク) の長さに其の兩端が斜になるやうに切斷して鍛接し易き形にして置き.

(2) これを 1,000°C 位に熱して鐶狀にして鎖鐶の形にする.

(3) 次に人力にて行ふ場合は一組5人 (横座1人，先手1人，ハンマー打3人) にてリンクの形の一部をなすダイスの上に 1,250°C 位に熱せる材料をのせ其の鍛接部に少し硼酸を撒布して 30 lbs のハンマーにて 3 人が交互に 3 回即ち全體にて 9 回打ちて完全に鍛接せしむるものである.

かくの如くして曲げたる鎖鐶形を順次に前の鎖鐶に挿入し鍛接して一組の錨鎖を造るものである.



第1圖　手打ハンマー製錨鎖製作圖解

(4) 又機械にて行ふ場合は3回位にて鍛接し得る (大阪製鎖にては $1/4^{T}$ Steam hammer，國光製鎖にては $1/4^{T}$ belt hammer)．この機械力によるものは，人力にて困難なるものも容易に鍛接し得ると云ふ．それ故に赤い內に強い力を以て短時間で打てば良結果が得られると思ふ.

(5) スタツドを入れる場合は鍛接が終了した時に鐶の中に入れて締めるものである.

次に國光製鎖の特許法[1]は前述の如くスタンプフオージと電氣熔接とを併用して錨鎖を製造するものであるが，その製造順序を述べれば

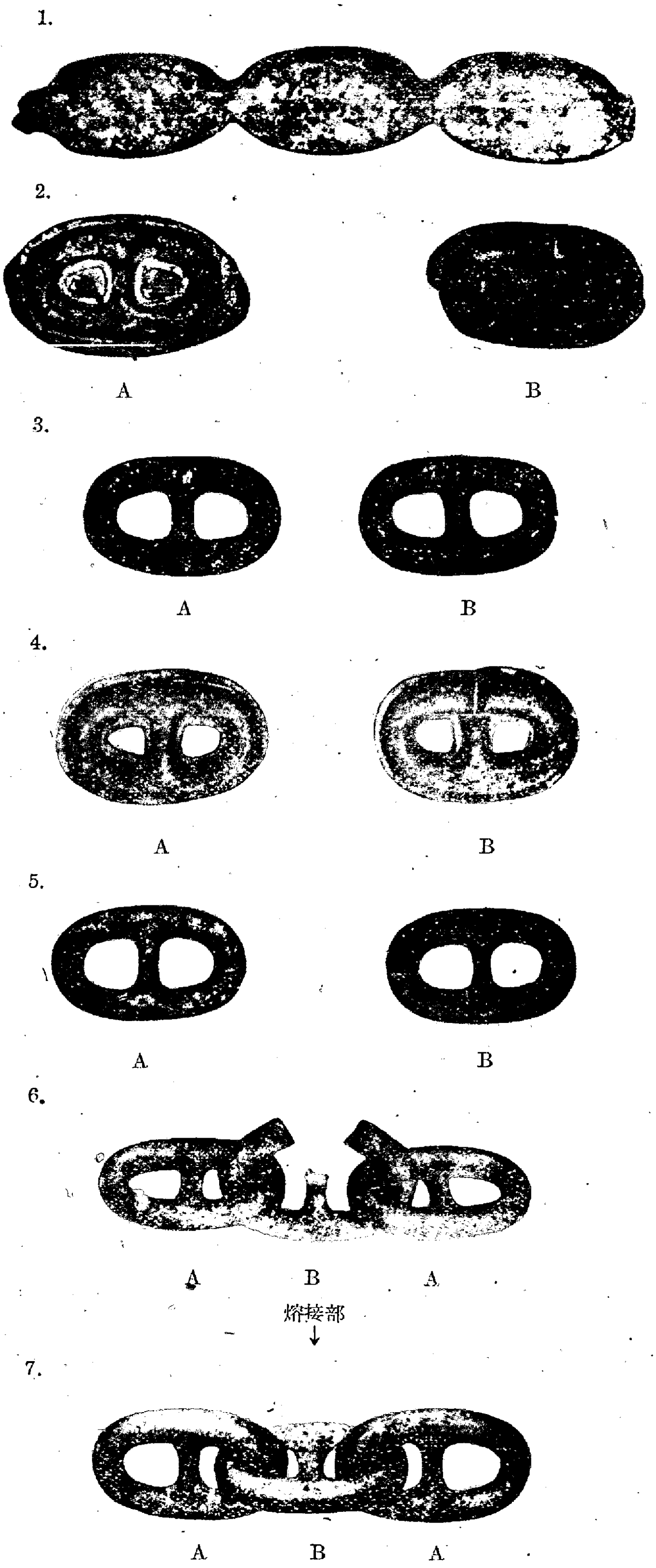
(1) 平鋼材から小判型の一リンクに相當するものを造り.

(2) これを 1,000°C に熱せる赤熱材をエキセントリツクプレス機により粗鎖鐶型＝スタンプ，フオージす.

(3) 粗型鎖鐶を常温にてイバリ抜をなし半整型鎖鐶とする.

(4) 半整型鎖鐶を 900°C 內外に加熱し再び仕上用エキセントリツクプレス機にて整型鎖鐶に仕上スタンプをな

[1]) 國光製鎖鋼業株式會社型錄 (昭和十二年六月)



A　V鎖環　　B　B鎖環

第2圖　國光製鎖法鎖製作順序

す.

(5) これをイバリ抜をなす.

(6) 整型鎖鐶の內熔接すべきもの (B) を 650°C 內外に加熱し, 開口機に依り鐶體の切斷部を外方に開き, 他の完全鎖鐶 (A) を挿入し同時に閉口機にて原形に戻し正確に整形の上連鎖する.

(7) 整形連接したる錨鎖の中切込面ある鎖鐶(B)の切込面を電氣熔接法により表裏より熔接する.

(8) 前項の工程を連續施工したる長連の錨鎖を 850°C 內外にて燒鈍をなし反射爐の出口に据付ある. 熔接部仕上スタンプ機により熔接部のみを平滑にスタンプする. 而して自然に空中冷却するものである.

III. 錨鎖用材料としての錬鐵

錨鎖用材料としては古より錬鐵が用ひられて居たが, 錬鐵中でも前述の如くヒングレー材が長く賞用されて居たのである. このヒングレー材が賞用されし理由は前述の如く只鍛接し易きことのみであつて決して完全なものとはいひ難い. 卽ちヒングレー材は 30 *lbs* のハンマーにて僅か9回位にて容易に鍛接出來て甚だ經濟的に錨鎖を製作し得るも錬鐵特有の縱筋があつてこれが甚しき時は大きな口を開いたやうな時もある. 使用者はこれは力のかゝる方向にある故に決して心配はないといへども, これも一種の材料疵であるから優良なものとは言ひ得ない. 又橫にも多少疵ある故に材料としては寧ろ不良なものである.

又この材料は1本の短きリンクにても甚しく不均一なる爲に甚しく脆い部分がある. 卽ち錨鎖にせし後も鍛接部より切れることは絕對になく, 必らず鍛接部以外の弱點部より破斷する. これは材料そのものが脆弱なる故である. それ故に極めて優秀なる錨鎖を製作するには錬鐵より强靱なる材料を用ひねばならぬ.

第1表　ヒングレー材の化學成分(%)

C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Cu*
0.02	0.13	0.10	0.238	0.002	0.06

IV. 錨鎖用材料としての軟鋼

A. 概　說

前述の如く錨鎖材料としては專ら錬鐵が用ひられて居て軟鋼は殆んど用ひられなかつたが, 軟鋼と雖も絕對に不可能なものではない. 製造法さへ良好なれば立派に錨鎖材料となり得るのである. それ故に如何にすれば錨鎖材料とし

て軟鋼が適當するかの研究をなしたのである.

B. 軟鋼材に對する錨

鎖製作者の意見 各製作所[1]に於てこれまでヒングレー材の代用となす爲に種々の軟鋼材を試驗せしが,軟鋼材は概して鍛接不良で到底ヒングレー材に匹敵することは出來ないといふのが綜合的批判である.即ち

各種類の材料を試驗せし中,某製鐵所の青印(極軟鋼)が最も良好で黄印(軟鋼)は不良であつた.

東京の或工場で製作せる軟鋼丸棒を試驗せしに,延びの良いものは鍛接惡く,延びの少いものが却つて鍛接良好であつた.そして不良材は鎖にして後試驗すれば無數の龜裂を生ずる.これより考へれば餘り炭素の低いものは不良なやうである.

某砂鐵株式會社のものは炭素,珪素及びマンガン等低くて分析上は實に立派なものであるが,試驗の結果は不良であつた.

又某製鋼所の材料も用ひたが,結局不良なものが多かつた.

大體ヒングレー材は少々燒過ぎても支障は來さぬが,軟鋼材は少し燒過ぎても割れたり,鍛接出來なかつたりする.又燒きが足らぬ場合でもヒグンレー材は大抵つくが,軟鋼は決してつかぬから作業が非常に困難である.軟鋼は不良なものは〔カイ先〕がつかずにすべる.甚しいものは打つ時にぼろぼろになることがある.

然し軟鋼でも良好な材料はヒングレー材と少しも變らない位に良く鍛接され,而も錨鎖とした後も極めて良好である.又軟鋼はよく鍛接されたものでも,鍛接部以外から切れることは決してなく大抵鍛接部から切れる故に,材料としては極めて良好である.

C. 結 論

以上の如く各製作者の意見を綜合すれば軟鋼材は鍛接し難いものと,然らざるものとがあつて不定である.即ち軟鋼材でも決して全部が不良で鍛接出來ないもののみでないから,今若しこの良好なものと不良なものとを科學的に研究すれば軟鋼材でも優に錨鎖材料となり得るのである.

即ち各製作者の過去に於ける種々な經驗から綜合すれば,炭素の低いことは第一の要素であるが,極端に炭素の低いものは不良である.これは炭素を低くする爲に過酸化に陷つてスケールを多く生ずる結果,鍛接を邪魔するやうに思はれる.それ故に炭素は極端に低くすることは決して最善の方法ではなく,炭素は少し高くとも精錬を良好にせねばならぬ樣に思はれる.

V. 錨鎖用軟鋼材の製造

A. 概 說

軟鋼の製造法には無鎭靜法即ち緣付鋼塊法と鎭靜法とがあるが,又錨鎖材料とする爲には錬鐵と同じ性質の鋼を製造することを考へる必要がある.それ故これ等の方法に就て何れが錨鎖材料として適當なるかを硏究したのである.

この錨鎖材料の研究は鹽基性平爐にて熔製し,176*kg* 鋼塊に鑄造して壓延機にて 75 乃至 25 *mm* の丸棒に壓延して,これを鍛接して錨鎖としたものである.

B. 錬鐵類似鋼の製造

大體錬鐵の鍛接性が良好なるは其の中に含まれて居る鐵滓の爲であり,又燐の含有量が多いことも多少原因するかも知れないとの意見も聞かれる故に,ヒングレー材に近づける爲に燐鐵とシリコン,マンガンとを添加して,錬鐵特有の纖維を有する極軟鋼を熔製せんと企てたのである.

初め燐鐵とシリコン,マンガンとを爐內に入れたが結果は不良であり,次に取鍋內に入れたが滿足なる結果は得られなかつた.

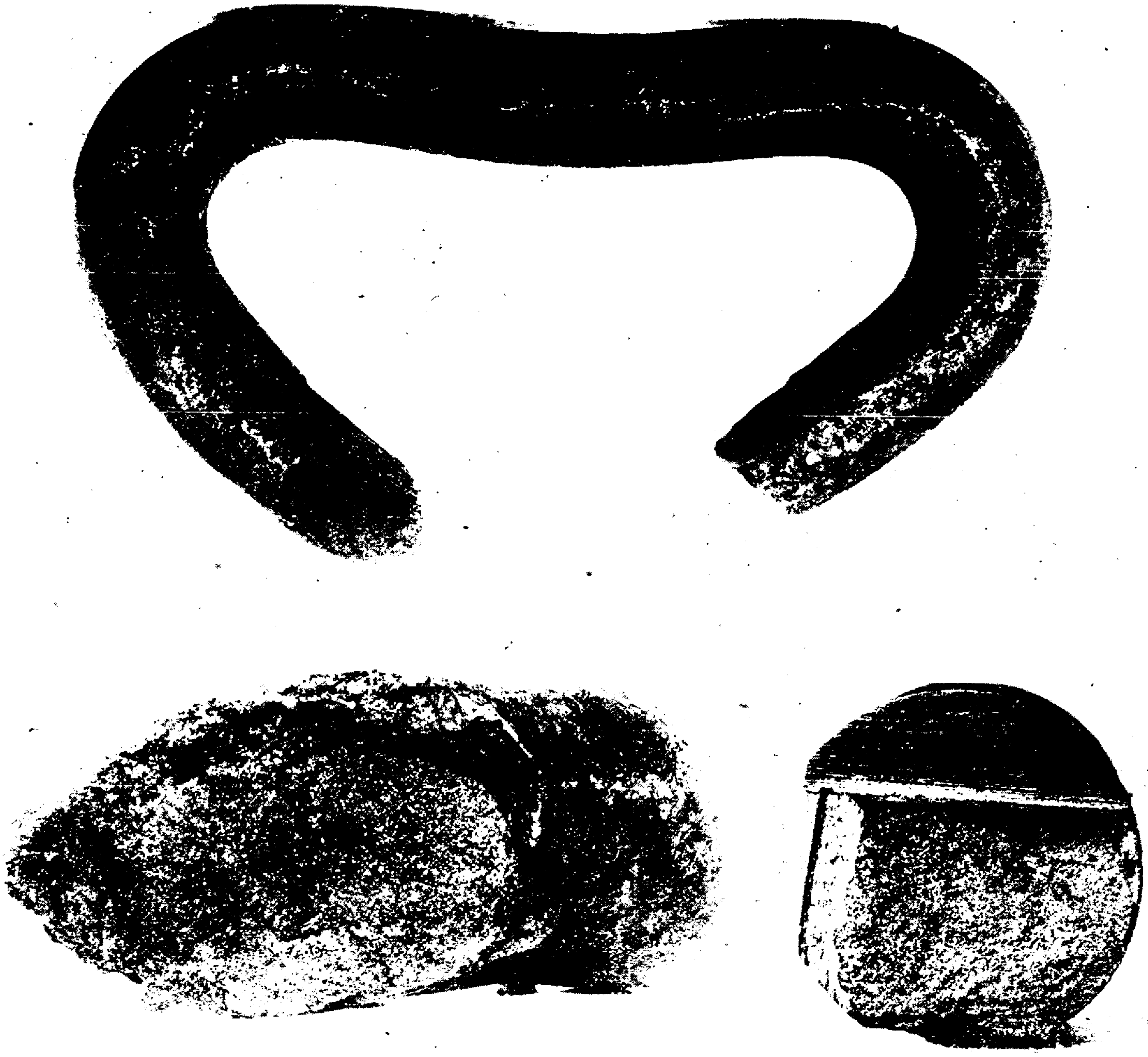
この操業方法は古來研究されたこともあるが[1],鋼材としては良好なものでないから,この種の研究は全く跡を絕つたのである.即ち鋼は純粹な程良好なるべき筈であるから,非金屬質介在物となるべきものを混入せしめることは製鋼業者の冶金學的良心に反するものである.然し只參考の爲にこの錬鐵類似の鋼を製造して鍛接試驗した所豫期の如く極めて不良な結果となつた.即ち丸棒に壓延したものは角に龜裂を生じ,又は表面に小疵が多くて丸棒として既に不良なものが多かつた.そして鍛接した所全く不可能であつた(第3圖參照).今參考の爲に添加方法を述べれば第2表の如きものである.

---

1) 中田製鎖所 大阪市此花區西九條上通
大阪製鎖造機株式會社 大阪市此花區春日出町
田中機械製作所製鎖部 大阪市浪速區木津川町
國光製鎖鋼業株式會社 大阪市住吉區濱口町

1) 拙著 最近電氣製鋼法 第322頁 參照
湯を強く酸化せしめて酸化を終れば直ちに珪素を加へ,この時多量生ずる珪酸鹽の分離する時間を殆ど與へないやうにする又出鋼する際に熔鋼中にシャモット又は鋼滓を混入すれば筋狀組織の鋼を造ることが出來る.

第3圖 錬鐵類似鋼製錨鎖材



第4圖　無鎳靜鋼製錨鏈材

第2表 合金鐵加入方法 (*kg*)

種類	爐中			鍋中				試驗回數
	燐鐵	シリコンマンガン	フエロマンガン	燐鐵	シリコンマンガン	フエロシリコン	アルミニウム	
1	60	—	120	—	—	40	10	3
2	—	—	120	60	—	40	10	2
3	60	50	80	—	—	25	10	2
4	—	—	80	60	50	25	10	2
回數合計	2	1	4	2	1	4	4	9

C. 無鎭靜鋼の製造

次に無鎭靜鋼即ち緣付鋼塊を製造して錨鎖材料に使用したが不適當であつた．即ちこの材料を錨鎖材料として試驗した所鍛接不良なものが多かつた．(第4圖參照) これは炭素を極端に下げ過酸化に陷つたものであるから，鍛接する際にスケールを多く生ずる故に鍛接が出來ないやうである．次に其の作業實例を示して見やう．

(1) 裝入量 (10 回分の平均)

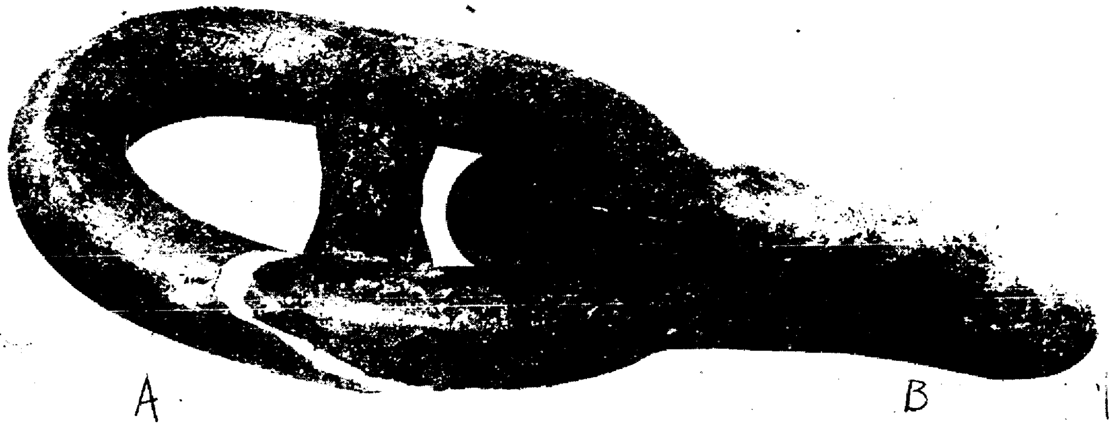
イ．主材料	
兼二浦鹽基性銑鐵	4,100*kg*
古銑	50
鋼屑	7,880
鋼ダライ粉	9,280
餘湯	200
割鋼	1,610
壓延材	260
小計	24,375
ロ．副材料	
7% *C* フエロマンガン	91·5
0·2% *C* 〃	54
アルミニウム	21·3
マンガン鑛石	280
鐵鑛石	430
螢石	50
石灰	1,740
石灰石	800
マグネシア	580
苦灰石	350
コークス	30
石炭	6,200
小計	10,546·8

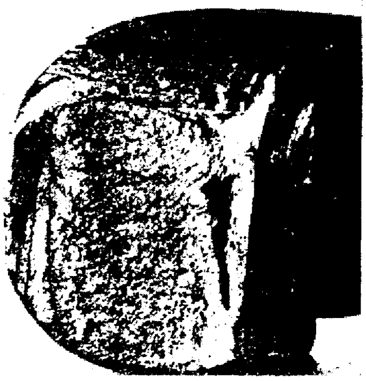
(2) 製鋼時間

番號	裝入時間	熔解時間	精錬時間	製鋼時間合計	熔解時炭素
1	2°〜30′	2°〜30′	1°〜20′	6°〜20′	0·35%
2	2〜00	3〜00	1〜20	6〜20	0·38
3	2〜30	2〜30	1〜10	6〜10	0·17
4	3〜10	2〜30	1〜20	7〜00	0·32
5	2〜30	2〜30	1〜20	6〜20	0·16
6	2〜50	2〜50	1〜20	6〜50	0·46
7	2〜40	2〜10	1〜50	6〜40	0·45
8	2〜40	2〜50	1〜40	7〜10	0·49
9	2〜30	2〜40	1〜50	7〜10	0·44
10	2〜45	2〜40	1〜40	7〜05	0·41

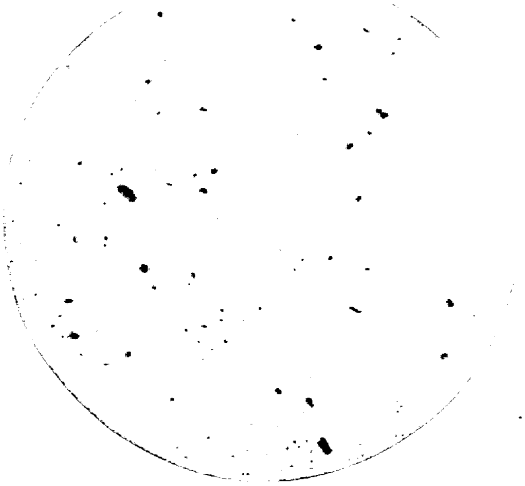
(3) 作業成績

番號	化學成分						熔解作業	壓延作業	鍛接狀態
	C	*Si*	*Mn*	*P*	*S*	*Cu*			
1.	0·06	0·04	0·19	0·015	0·040	0·40	熱良，滓良，湯況良として出鋼す．後刻分析表を見るにマンガンの步留り惡し．結局過酸化の狀態にありしものならん．No.1．定盤頭部膨脹，No.2 定盤 *Al* を使用し頭部良．	第1回目のロールに於て角隅に稍々大なる龜裂點綴せり．	不良
2.	0·07	0·03	0·29	0·019	0·013	0·28	熱良，滓良，湯況良．前回に顧みてフエロマンガンを使用す．No.1 及び No.2 定盤共に *Al* 使用，頭部收り良．	第3回目のロールに於て角隅に小龜裂發生す．	不良
3.	0·06	0·04	0·30	0·017	0·037	0·32	熱良，滓良，湯況良，No.1 及び No.2 定盤共に *Al* 使用頭部收り良．	前回と同樣の狀況なり．	不良
4.	0·07	0·01	0·28	0·021	0·040	0·35	滓稍々稀薄なるも，熱，湯共に良．No.1 及び No.2 定盤共に *Al* 使用．頭部收り良し	略々前回と同樣なれど，小龜裂大間隙に發生す．	稍良
5.	0·07	0·03	0·37	0·019	0·038	0·26	湯況は前回と異らず，龜裂防止として多量のフエロマンガンを使用し，脫酸に努む *Al* を使用し，頭部收り良し．	最後のロールに於て極小なる龜裂を認む．	稍良
6.	0·08	0·02	0·45	0·024	0·032	0·29	珪素鐵の代りにフエロマンガン及び *Al* を以て脫酸する方針に變更す．湯況良．*Al* 使用，頭部收り良し．	同上	稍良
7.	0·08	0·01	0·44	0·029	0·046	0·32	良好なる湯なり．凡ての條件悉く良好と思はれた．*Al* 使用頭部收り良し．	同上	稍良
8.	0·08	0·02	0·52	0·022	0·048	0·31	フエロマンガンを多量使用し脫酸を十分にす．*Al* 使用し頭部收り良し．	壓延結果良好兩端數 in を除く外龜裂一切なし．	良
9.	0·07	0·01	0·52	0·018	0·038	0·30	前回の結果によりフエロマンガン鐵を多量使用す．鑄型內部は多少上り難い程マンガンが多い樣に思はれた．*Al* を使用す．頭部收り良．	壓延結果頗る良好微疵をも認めず．	良
10.	0·07	0·02	0·48	0·033	0·054	0·36	脫酸の目的を以てフエロマンガン以外に多量の *Al* を使用す．鑄造中頭部に皮膜の張る程度なり．完全に脫酸せる鋼となす．	壓延結果頗る良好	良

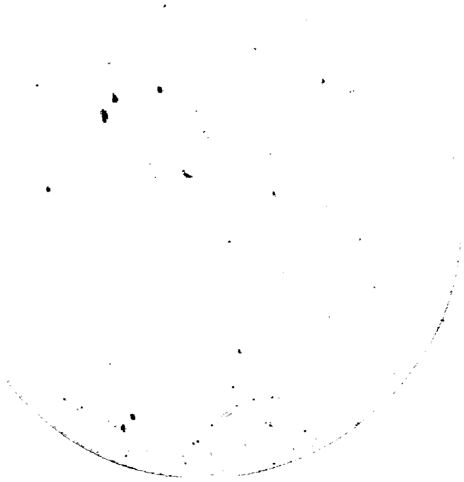



A

B


A

第 5 圖


B

（4） 小　結

以上の實例より考ふるに脱酸不完全なるものは鍛接困難であるから，錨鎖材料としては不適當であるが，精錬完全なるものは鍛接良好であるて，錨鎖材料に適するのである．（第5圖參照）．

D. 鎮靜鋼の製造

a. 普通變鋼法　前述の如く鋼の鍛接性は純良なる程良好なる故に出來るだけ純良なるものを製造することが錨鎖材料として適するものと思はれる．それ故に健全なる鎮靜鋼を製造することとした．即ち前述の良結果を得た實例より考へて，精錬時間 1*h*. 20*mn* を 1*h*. 30*mn* 乃至 2*h* に延長して，良好なる鋼滓を以て良く精錬し，尙製品にマンガンが 0·4% 以上留るやうにし，又アルミニウムを廼當り 80 *kg* より 120*kg* に增加するやうにせしに，極めて良好なる結果を得たのである．

b. 特殊製鋼法　然し尙ほ健全なる鋼を得る爲に特別なる方法を講じたのである．即ち固定式鹽基性平爐に冷材を裝入して熔解後先づ裝入口の前側に滓搔用バックを置き，搔き棒を以て裝入口より鋼滓を搔き出し，鋼滓を殆んど搔き出した後にフロマンガン及びアルミニウムを熔鋼中に入れ，次に石灰にフロマンガンの粉末を混じたものを投入して脱酸せしめて酸化性にあらざる鋼滓を造る．かくして鋼滓がよく出來た時に，更にアルミニウムを入れて脱酸せしむるものである．これは前後合せて 100 *kg* のアルミニウムであつて，裝入量に對して約 0·5% に相當する．

一般に固定式鹽基性平爐にて鋼滓を裝入口より搔き出すことは困難なりと思はれて居る故に，從來行はれてゐない．從來は只僅かに裏側の滓捨口より餘分の鋼滓を流して居るに止り，前側より鋼滓を搔き出して新しき鋼滓を造り變へる目的にて完全に搔き出す方法は行はれて居ない．然し完全なる鎮靜鋼を造る爲にはこの方法を行はねばならぬ．その作業實例を示せば次の如きものである．

試驗熔解年月日　　昭和 12 年8月 14 日

試驗爐及び出鋼番號　　25t 平爐，B 6485

製造鋼塊種別　　176*kg* 型鋼塊×108ヶ＝18, 360*kg*

（1ケの平均重量 170*kg*）

（1） 裝　入　量

イ．主材料	
銑鐵	7,500*kg*
鋼屑	5,250
鋼ダライ粉	7,010
熔鋼屑	4,730
計	24,490
ロ．添加材料	
1% C フエロマンガン	150
フエロシリコン	40
アルミニウム	115
計	305
ハ．造滓材料	
石灰	1,700
マンガン鑛石	400
粉末マンガン鐵	60
鐵鑛石	350
螢石	90
計	2,600
ニ．燃料	
石炭	7,500

（2） 熔 解 狀 態

イ．午前7時 30 分に裝入を始め，午前 10 時 40 分に終る．但し主材料には豫め石灰 1,000*kg*，マンガン鑛石 400*kg* を配合し，3 回に亘つて裝入す．

ロ，午後0時 51 分に完全に熔解す．熔解時に於ける分析は次の如きものである．大體熔落の成分としては良好なるものである．又熱もあつて熔解時に於ける條件は槪ね良好と思はれた．直ちに石灰 100*kg* を加へて熱の上昇をはかつた．

C 0·53　　*Mn* 0·37　　*P* 0·053

ハ．暫くして爐熱が上つたので1時 10 分より赤鐵鑛を以て酸化沸騰作業を開始した．赤鐵鑛 100*kg* づゝ 2 回都合 200 *kg* を投入した後の午後1時 30 分に於ける分析は次の如きものである．

C 0·32　　*Mn* 0·30　　*P* 0·048

ニ．其後石灰，螢石等を少量づゝ加へ鋼滓を良好ならしめた後，赤鐵鑛を 50*kg* づゝ 2 回投入して脱炭せしめた．午後1時 47 分に於ける分析は次の如きものである．

C 0·15　　*Mn* 0·18　　*P* 0·038

ホ．更に鐵鑛石 50*kg* 投入後の午後2時 00 分に於ける分析は次の如きものである．

C 0·05　　*Mn* 0·15　　*P* 0·032

ヘ．午後2時 10 分燐含有量多き酸化性鋼滓を捨てる爲裝入口の前側にバックを用意し，搔き棒を以て鋼滓を完全に搔き出す．午後2時 25 分終了．酸化性鋼滓の搔出し量は 2,140*kg* であつて，この鋼滓を空冷して破面を觀察した所黑色で光澤があつた．但し鋼滓の中央部には氣孔が集結し，稍々暗褐色を呈した．大體鹽基性鋼滓としては良好なものと思はれる．鋼滓除去後（除滓の程度は熔鋼の表面が微かに露出する程度であつて，全鋼滓量の約 80% 內外である）直ちに石灰 100 *kg*，螢石 20*kg*，フエロマンガン粉 20*kg* を配合して被覆した．

ト．續いて2時 30 分に脱酸の目的で豫め用意して置いたアルミニウム 7*kg* づゝ締め付けたもの5個卽ち合計 35 *kg* のアルミニウムを裝入口から交互に熔鋼中に深く突き入れた．1 個卽ち 7*kg* の熔解時間は平均 30*s* 內外である．以上の操作によつて熔鋼の著しい熱度の低下を見受けなかつた．

チ．午後2時 35 分更に石灰 300*kg*，フエロマンガン粉 20*kg*，螢石 50*kg* を加へて爐熱を上ぐ．

リ．午後2時40分爐熱稍々上つたので前回の方法で熔鋼中にアルミニウム35kgを添加し，石灰100kg，螢石15kg，フエロマンガン粉20kgを配合したもので被つた．

この時に於ける鋼の試料は既に半鎭靜狀態にあつた．又鋼滓及び熱度の條件も良好であつた．鋼滓を空冷したものは其の破斷面灰黒色で光澤を有し，氣孔は中心部に極めて少量發見するのみであつて，微細な目を有して居た．

ヌ，午後2時50分フエロマンガン120kgを添加す．引き續き前回の方法によつてアルミニウム35kgを添加した．

ル，この時の試料は完全なる鎭靜鋼と稱し得る程度であつて，熱度も良好であつた．鋼滓は前回同様であるが中心部に氣孔を認めなかつた．均一で頗る緻密なものである．又炭素量は0·07であり精錬は順調な經過を辿つたので出鋼の準備をなす

オ．午後3時00分出鋼を開始し，同5分終了した．取鍋中にフエロシリコン40kg及びアルミニウム10kgを投入した．

（3） 鑄造狀態

イ．午後3時10分鑄造開始，同3時30分終了．

ロ．取鍋ノズルの徑は45mm.

ハ．低炭素鋼だが珪素を有し，比較的良く鎭靜されたるを以て鋼塊の頂部に水をかけ，其の上部に皮を張らせ，下から良く押上げて健全なものとなした．

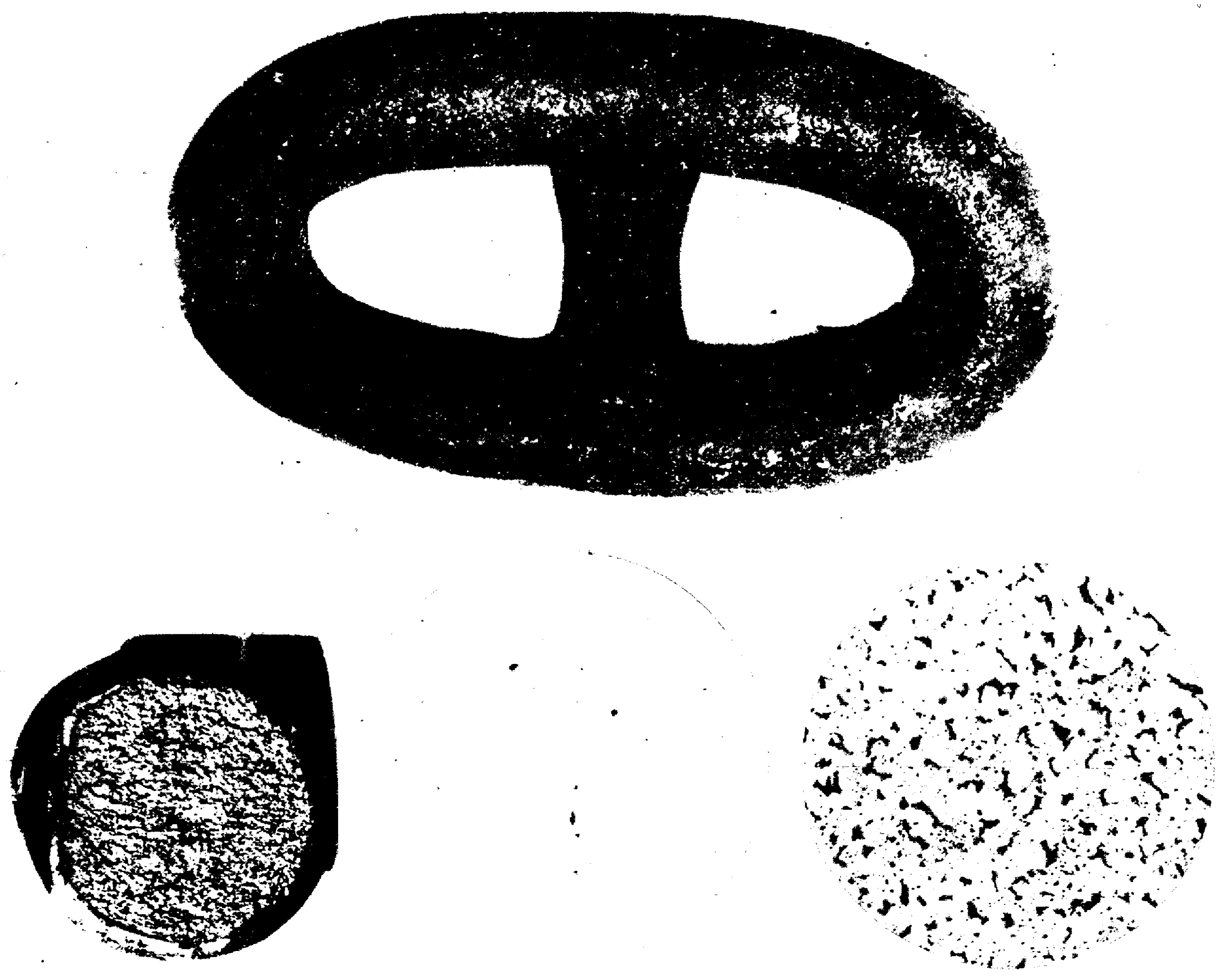
（4） 製品分析

C 0·09 Si 0·11 Mn 0·47 P 0·012 S 0·033

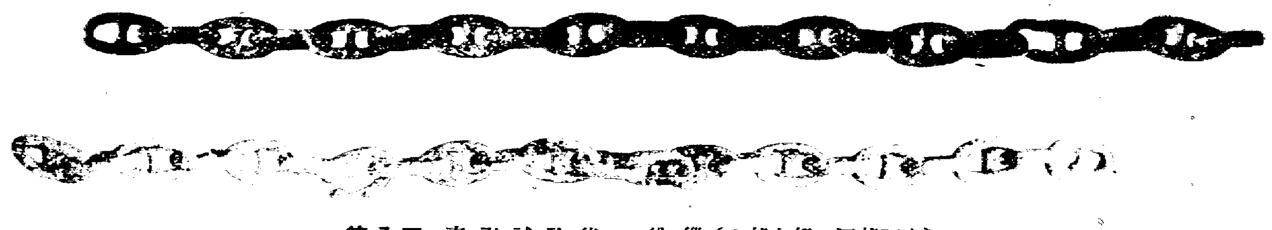
（5） 鍛接試驗

この材料を50mmの大きさに延したものを，鍛接試驗した所極めて良好な成績を得たのである．（第6圖參照）

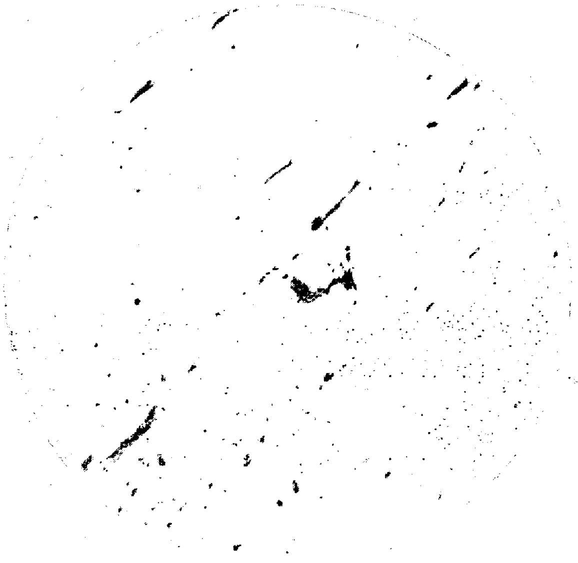
（6） 尙ほこの方法で製造した鋼材の成績は第3表の如きものであつて，一部を除けば皆錨鎖材料として適合したのである．



第6圖 特殊鎭靜鋼製錨鎖材

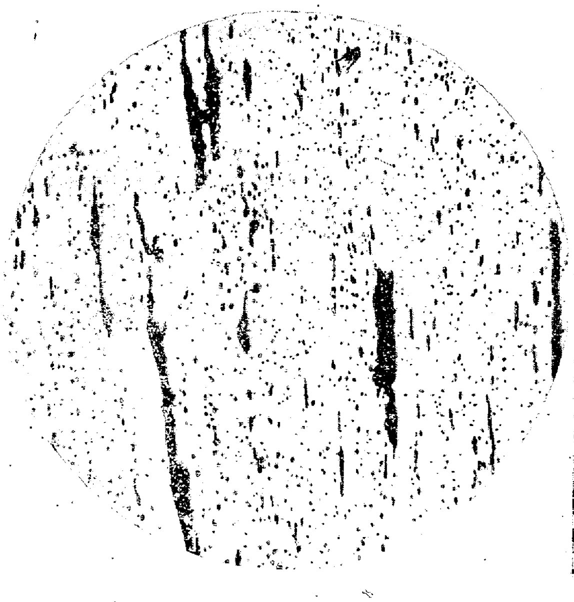


第7圖 牽引試驗後の錨鎖（上部良好，下部不良）



↑
← 第8圖 特殊鎮靜鋼鍛接部

第9圖 ヒングレー錬鐵鍛接面 →
↓



第3表　錨鎖材試驗成績

番號	化學成分					物理的成績				鍛接
	C	Si	Mn	P	S	降伏點 kg/mm²	抗張力 kg/mm²	收縮率 %	ブリネル硬度數	試驗
1	0·09	0·11	0·47	0·012	0·033	26·8	42·1	65·8	126	良
2	0·08	0·09	0·46	0·020	0·044	33·1	43·7	67·3	126	〃
3	0·07	0·09	0·37	0·035	0·051	25·6	37·8	71·3	99	〃
4	0.12	0·04	0·66	0·021	0·040	31·0	42·4	63·3	112	不良
5	0·07	0 09	0·38	0·032	0·052	28·2	41·7	—	109	良
6	0·07	0 09	0·31	0·037	0·061	—	26·1	68·4	116	〃
7	0·10	0·18	0·53	0·023	0·035	24·3	40·4	65·6	112	〃
8	0·11	0·15	0·49	0·025	0·042	26·0	39·5	69·0	109	〃
9	0·09	0·17	0·40	0·024	0·046	26·2	39·5	57·9	107	良
10	0·10	0·06	0·48	0 033	0·059	26·8	42·1	46·9	116	良
11	0·06	痕跡	0·53	0·066	0·029	24·5	38·0	68·0	94	不良
12	0·11	0·13	0·52	0·032	0·033	26·4	38·8	70·5	108	〃
13	0·11	0·20	0·40	0 032	0·045	27·2	39·0	68·0	110	〃
14	0·09	0·17	0 47	0·043	0·045	26·5	40·1	60·0	112	〃
15	0·09	0·10	0·47	0·049	0·045	2[illegible]·2	40·5	58·8	106	〃
16	0·10	0·05	0·40	0·048	0·052	26·0	41·0	59·0	110	不良
17	0·09	0·09	0·41	0·075	0·060	26·3	41 6	60·4	109	良

E. 結　論

要するに錨鎖材料としては次の如き成分の鎮靜鋼が良好である．然しこれは結局炭素其の他の成分が低い鎮靜鋼で

C 0·08～0·12%　Si 0·10～0·20%　Mn 0·35～0·45%

あればよいわけであるから，必ずしも前述の様な特殊な方法による必要はないのである．即ち普通の方法で十分鎮靜したものも十分役立ち得ることを附言して置く．

VI. 總　　括

（1）從來錨鎖用材料は專ら錬鐵が用ひられて居て，其の他の材料は用ひられなかつた．然し錬鐵は次第に拂底して其の供給が困難となり，殊に最も優秀なヒングレー材は全く不可能となつた．それ故に錬鐵に代用し得る錨鎖用材料が必要となつたのである．

（2）これまで錨鎖用鋼材の研究もなされたが，滿足な結果は得られて居ないやうである．

（3）次に錨鎖製作法には種々あるが，手打ハンマーによる鍛接法が最も廣く行はれて居る故に，この方法に適合する材料を造る必要がある．

（4）それ故に著者は錬鐵類似鋼，無鎮靜鋼及び鎮靜鋼の3種を，鹽基性平爐で熔製して 176kg 鋼塊に鑄造し，これを壓延機で 25～75 mm の丸棒に壓延して試驗したのである．

（5）試驗の結果錬鐵類似鋼は全然不良であつて，製條した丸棒にした時に既に使用する價値がなかつた．無鎮靜鋼も不良で鍛接不可能であつたが，鎮靜鋼は極めて良好な成績を示したのである．

（6）要するに錨鎖材料としては炭素の低いことは第一の條件であるが，極端に炭素の低いものは不良である．これは炭素を低くする爲に過酸化に陷つてスケールが多い爲鍛接の邪魔をするやうに思はれる．それ故に炭素を極端に低くすることが決して最善の方法ではなく，炭素は少し高くとも精錬を良好にせねばならぬ．

（7）終りにこの研究は著者が川崎造船所製鋼工場勤務中小島豐榮氏と共同研究したものであるから少し年月を經過して居るが，船腹擴充の聲喧しき折柄幾分の參考ともならんかと思ひて發表するのである．然し其の頃の狀勢と事情を異にする所あらば御叱正を乞ふ次第である．次にこの方法の一部は次の如き要項にて特許となつたものである．

低炭素鋼の製造法

（イ）132.680.

（ロ）昭和 14 年 10 月 14 日.

（ハ）谷　山　巖.

（ニ）株式會社川崎造船所.

（ホ）硬度極めて低く伸延性頗る大にして鋼線其他に加工容易なる低炭素鋼を經濟的に得.

（ヘ）鹽基性平爐を使用し燐其他の不純物を含む酸化性鋼滓を除去し中性又は還元性鋼滓となさしめたる後，爐内にアルミニウムを添加して脫酸せしめて純度高き鋼を製造することを特徴とする低炭素鋼の製造法.