

彙 報

土木學會誌 第十七卷第二號 昭和六年二月

錐鋼處理心得書

鐵道省建設局鑿岩爆破研究委員會報告

目 次

第一章 總 説	2
1 錐鋼處理心得書に就て	2 油爐及びシャープナーの取扱
3 鋼鐵の學理	
第二章 整 理	2
4 整理場所	5 鑿燒工場
6 錐鋼の消耗調査	
第三章 フォージング	3
7 新規錐鋼の切取長さ	8 フォージングの加熱溫度
9 油爐の溫度	10 錐鋼の溫度
11 加熱方法	12 ビットの加熱
13 ビットのフォージング	14 シャンクの加熱及びフォージング
15 シャンクの仕上	16 フォージング済錐鋼
第四章 焼 入	6
17 焼入加熱溫度	18 加熱方法
19 ビットの加熱	20 シャンクの加熱
21 クエンチング	22 ビットのクエンチング
23 シャンクのクエンチング	24 シャンクの焼入度合
第五章 檢 査	8
25 フォージング済錐鋼	26 焼入済錐鋼
27 不合格品の處理	
第六章 錐鋼の熔接	8
28 熔 接	29 熔接方法
30 熔接部分の寫眞	
附 録	
第一 鑿岩機用錐鋼仕様書	10
第二 油爐取扱注意	14
第三 シャープナー取扱注意	15
第四 鐵鋼大意	16
第五 主要鑛山に於ける鑿岩機使用錐鋼 I 組の内容	27
第六 清水隧道土樑口に於ける錐鋼熔接作業に就て	29

第一章 總 說

1. 錐鋼 (drill steel) 處理心得書に就て

錐鋼は鑿岩機の強烈な打撃力を直接岩石に傳達し之れを粉碎する重要な任務を果すものである。如何に優秀な鑿岩機も其の効力は結局此の錐鋼處理の良否に依つて支配されるのである。

本心得書は斯かる掘鑿上重要な役目をもつ錐鋼の處理に關しフォーjing、焼入、其の他の作業につき注意すべき諸點を簡単に説明したものであるが、錐鋼が炭素を多分に含む硬鋼又は特殊鋼である爲に、熱處理其の他の作業が普通の鋼より六ヶ敷いことは特に留意して置かなければならない。

本心得書は其の内容を整理、フォーjing、焼入、検査及び錐鋼熔接の五章に分つたが、其の説明を書くに當つては次の3要件を想定した。

- (1) 主としてトンネル工事を目的とした。
- (2) 使用錐鋼の品質は總て附録第一の鑿岩機錐鋼仕様書に依る検査試験に合格したものである。
- (3) 加熱には油爐 (oil furnace) をフォーjingには壓搾空氣運轉のシャープナー (sharpenner) を使用する。

蓋し鑿岩機を利用し多量の掘鑿を爲す場合に品質の曖昧な錐鋼を購入し、又其の熱處理に完全な設備を爲さざる如きは例外に屬することだと思ふ。

2. 油爐及びシャープナーの取扱

本心得書の適用に伴ひ同時に考慮しなければならない問題は油爐及びシャープナーの正確な取扱方であるが、之れに關しては附録第二(油爐取扱注意)及び附録第三(シャープナー取扱注意)を参照して貰ひ度い。

3. 鋼鐵の學理

本心得書に説明する錐鋼の熱處理に關しては鋼鐵に對する學理の大體を了解して置く必要があるが、之れに就ては附録第四の鐵鋼大意を参照して貰ひたい。

第二章 整 理

4. 整理場所

作業に持込める錐鋼は交代毎に之れを取纏め假令未使用のものが残つて居つても一旦は鑿

焼工場へ搬出しなければならない。

錐鋼は鋼として良質なもので價格も高價なものであるから取扱を嚴重にして紛失を防ぎ或は他に流用されない様に注意することが肝要である。

錐鋼使用現場と鑿焼工場との距離が遠い場合(例へば長隧道)或は鑿焼工場で夜間作業をしない場合等には適當な中継置場を設けても差支ない。

5. 鑿焼工場

鑿焼工場内には使用済錐鋼、加工済錐鋼及び加工中錐鋼の置場を鑿焼作業及び搬出入の關係から都合能く區別して置かなければならない。

これ等の置場を整然として置くことは鑿焼工場の作業能率を擧げるに是非共必要である。糶入未済の錐鋼が過つて現場に運ばるゝが如き不都合は多く此の置場整理が悪い爲から起るのである。

使用済錐鋼の置場として適當な臺を設け又加工済錐鋼の置場には検査臺、錐鋼の直徑及び長さ等により區別した棚又は立掛を作るのが便利である。

附圖第一、第二は 1 日鑿焼本數 800~1000 本程度及び 400~500 本程度の大小、二つの鑿焼工場設備の配置圖の一例である、鑿焼工場が廣い場合には加工錐鋼の取扱を便にする爲に特別に運搬車を作り使用するのが便利である。

6. 錐鋼の消耗調査

錐鋼の取扱責任者は常に錐鋼の紛失、折損及び磨耗等に注意し 3 箇月又は 6 箇月毎に使用中の錐鋼總重量を計り同期間の減量を調査して錐鋼の取扱成績を明かにしなければならぬ。

第三章 フォーミング (Forging)

7. 新規錐鋼の切取長さ

貯藏錐鋼材からビット (bit) 及びシャンク (shank) を付けた新規の錐鋼を作るには大體附表第一から錐鋼長さ及びビット・ゲージ (bit gauge) に應じて其の切取長さを決定すればよい。

例へばドリフター (drifter) 用のラッグ・シャンク (lug shank) の錐鋼直徑 $1\frac{1}{4}$ 吋に對し 2 呎飛、最長 8 呎の一組の錐鋼を作る場合を考へると、附表第一から $1\frac{1}{4}$ 吋直徑の錐鋼又はビットの最小のゲージは $1\frac{5}{8}$ 吋であるから各番錐鋼の切取長さは次の通りである。

$$\text{錐鋼長 2 呎} \quad \text{ビット直徑 2 吋} \quad \text{切取長さ} = 2'-0'' + 7\frac{1}{2}'' + 1'' = 2'-8\frac{1}{2}''$$

$$\text{〃 4} \quad \text{〃 } 1\frac{7}{8} \quad \text{〃} = 4'-0'' + 7\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' = 4'-8\frac{1}{4}''$$

$$\text{〃 6} \quad \text{〃 } 1\frac{3}{4} \quad \text{〃} = 6'-0'' + 7\frac{1}{2}'' + \frac{5}{8}'' = 6'-8\frac{1}{8}''$$

$$\text{〃 8} \quad \text{〃 } 1\frac{5}{8} \quad \text{〃} = 8'-0'' + 7\frac{1}{2}'' + \frac{1}{2}'' = 8'-8''$$

附録第五錐鋼 1 組の内容につき本委員會から主要鑛山に問合せたる回答を纏めたものである。

8. フォージングの加熱温度

フォーミングをする爲の加熱温度は錐鋼の品質主として其の含有炭素量によつて適當に定めなければならない。含有量少なきもの程高温で差支ないが、大體攝氏 950 度（約華氏 1750 度）を標準とすればよい。

尙此の詳細に就ては附録第四鐵網大意を参照のこと。

9. 油 爐 の 温 度

錐鋼を前節のフォーミング温度に加熱する爲には油爐の温度も之れに應ずる様適當に而も成る可く一定に保持しなければならない。

油爐の温度を錐鋼の加熱温度より如何程高くするかは爐の構造及び同時に挿込む錐鋼の數等により適宜決定しなければならないが、大體攝氏 100 度（約華氏 210 度）を標準とすればよい。

爐の温度を検定するには爐にパイロメーター (pyrometer) を取付けるがよい。

10. 錐 鋼 の 温 度

フォーミングを始める前には必ず錐鋼自體の加熱された温度を確めなければならない。

爐にパイロメーターを取付ければ爐の温度は検定出来るが之れに依つて錐鋼自體の加熱温度を確めることは出来ない。

錐鋼自體の加熱温度は其の光彩によつて判断するのは最も簡便であるが之れには經驗と熟練とを要する。

加熱温度と光彩との關係は大體次の通りである。

暗 紅 色	Dark red	約攝氏 606°	(約華氏 1112°)
櫻 實 紅 色	Cherry red	" 750°	(" 1382°)
オ レ ン ジ 色	Orange	" 900°	(" 1652°)
黄 色	Yellow	" 950°	(" 1742°)
レ モ ン 色	Light yellow	" 1006°	(" 1832°)
白 色	White	" 1200°	(" 2192°)

高温測定器としてオプティカル・パイロメーター (optical pyrometer), ラヂエーション・パイロメーター (radiation pyrometer), コンパラスコープ (comparascope) 等があるが職工が不熟練であれば時々之れに依つて錐鋼の加熱温度を検査して見るのは有効である。

11. 加 熱 方 法

フォーミングの加熱は徐々に且つ均整にやらなければならない。又必要以上長時間油爐中に錐鋼を放置して高熱に曝し焼過 (over heat) してはならない。

錐鋼は急激に高温に加熱されると加熱部に烈しい歪が起り割れや龜裂の出来る虞がある。だから加熱は徐々に一樣にやるのが肝要で又油爐に錐鋼を入れる際にも油爐内の熱度を考へて成る可く豫熱して順次豫定の最高温度に達する様にしなければならない。

爐の種類 (例へば足尾式) に依つては豫熱出来る装置があるから利用することを忘れてはならない。豫熱温度に達する迄の時間は錐鋼の寸法、爐の温度、同時に挿込む錐鋼數に依つて變更すべきもので一概に之れを數字的に定めるのは困難であるが大體最小を 5 分として必ず之れより時間をかけて加熱しなければならない。又豫定最高温度に達した後其の温度で 20 分以上も繼續加熱することは避けなければならない。

12. ビットの加熱

ビットに対する加熱部分の長さはビットのウイングの長さ（写真第一参照）以上に及んでは
ならない。

フォーミングに関係ない部分迄も加熱する必要はない。此の注意を守るためには油爐に錐鋼を挿込む
深さを加減しなければならない。

13. ビットのフォーミング

フォーミングは必ず錐鋼の變態點以上でやらなければならない。

變態點以下でフォーミングすると錐鋼の内部の組織が脆弱となり破壊し易い、だからフォーミング作業
はフォーミング中の減熱を見込んで變態點以上から始めなければならないが、併しフォーミングは變態
點以上で其の附近で終る程錐鋼の結晶組織は細密となるものであるから餘り變態點以上の高熱でフォー
ーミングを終るのはよくない。

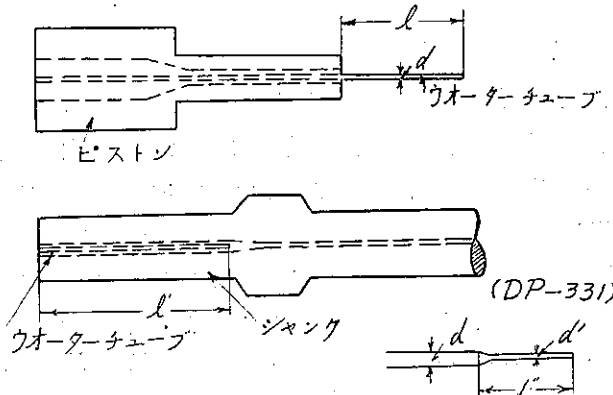
フォーミングを終る前に變態點以下に低下した場合には再度加熱して作業を続けなければならない。
錐鋼の溫度が變態點以上であるか否かを検査するには錐鋼が變態點以上に達すると磁力を失ふ特性を
利用して工夫されたマグネチック・インデケーター (magnetic indicator) を使用するのが便利である。

14. シャンクの加熱及びフォーミング

シャンクのフォーミングには次の注意と順序を守らなければならない。

- (1) 錐鋼端面を中心軸と正確に直角に作る。
- (2) ラッグ (lug) 及びカラー (collar) のすわりしろを見込んでラッグ又はカラーの出來
る部分迄を第八節の標準フォーミング溫度攝氏 950 度以上約 150 度位迄の溫度に加熱す
る。
- (3) 先端を焼入用流水中に急に冷却してラッグ又はカラーとなる可き部分約 3 吋許りの長
さだけを標準フォーミング溫度に残す。
- (4) 直ちにシャープナーにてラッグ又はカラーを作り其の儘錐鋼を徐々に冷却する。

第一圖



- (5) 再び油爐中に挿入して先端のみを標準フォーミング温度に加熱して先端の仕上フォーミングをなし中空孔なればパンチングをなす。
- (6) パンチングはフォーミング温度に於て鋼製ピンを用ひ約3吋の深さまでは直径5/16吋とする。

鑿岩機につきウォーター・チューブ (water tube) の錐鋼中に挿入する長さ其の他につき調査した結果は次の通りである。

寸法 鑿岩機名	ウォーター・ チューブ全長	l' (最大の時の値)	l (最大の時の値)	ウォーター・ チューブ径
Sullivan Mchy Co. DW-64	$16\frac{3}{4}$ "	$3\frac{3}{4}$ "	1"	d $\frac{3}{16}$ "
Sullivan Mchy Co. DP-331	$11\frac{9}{16}$ "	$2\frac{7}{8}$ "	$\frac{9}{16}$ "	d d $\frac{1}{4}$ " $\frac{3}{16}$ "

15. シャンクの仕上

シャンクはフォーミングの時稍長きに過ぎる様作り上げ之れをグラインダーに掛けてシャンク・ゲージを用ひ長さを正確にし端面を平面且つ錐鋼軸と直角に仕上げ又外周縁及び中孔の内縁に幾分丸味をつけて角ばらぬ様にしなければならない。

此の注意を守らないとピストンの打撃力を浪費しH.つピストンのウォーター・チューブ等の破損を招き易い。

16. フォーミング済錐鋼

フォーミングを終つた錐鋼は乾燥した所定の整理場所に置き徐々に常温度迄冷却した後焼入の加熱に移らなければならない。決してフォーミング温度から直ちに焼入してはならない。

第四章 焼 入

17. 焼入加熱温度

焼入するための加熱温度は各種錐鋼の變態點以上でなければならないが焼過する程度迄上昇してはならない。普通の場合錐鋼の内部迄加熱を及ぼすことを考慮して變態點以上攝氏20~30度(約華氏70~85度)迄は高くしてもよいが之れ以上にすることは避ける方がよい。

若し之れ以上に焼過したら之れを常温度迄徐々に冷却して再び焼入温度に加熱しなければならない。又燃焼 (burn) したものは其の部分の切捨てをしまはなければならない。

焼入の加熱温度はクエンチする時の加熱温度ではなく加熱中の最高の温度を云ふのであるから、一度甚だしく高温に熱したものを變態點近くに冷してクエンチしたのでは組織に最高温度の影響を受けるからよくない。尙此の詳細に就ては附録第四鐵鋼大意を参照のこと。

18. 加熱方法

焼入の加熱はフォージグの場合と同様に徐々に且つ均整に加熱しなければならない。

其の他加熱に関する注意はフォージグの條項を参照すること。

フォージグと焼入とは加熱温度が異ふから多数の錐鋼を連続的に處理する處では、油爐を此の各用途に對し別々に準備するのが得策である。

19. ビットの加熱

ビットの焼入加熱は先端を最高（焼入加熱温度）とし漸次低下する様爐中へ挿込む深さを加減しなければならない。

20. シャンクの加熱

シャンクの加熱は先端を最高（焼入加熱温度）とし、漸次低下してラッグ又はカラー迄を加熱する様爐中へ挿込む深さを加減しなければならない。

プレーン・シャンクのものは先端より約4吋迄を加熱しなければならない。

21. クエンチング (quenching)

加熱した錐鋼は變態點以上で直ちにクエンチしなければならない、若しクエンチする前に時間を経過したものは再び焼入温度迄加熱しなければならない。

22. ビットのクエンチング

ビットは水でクエンチングするのがよい、此の場合には流水としなければならない。焼入水槽の大きさは焼入中のビットとビットとの間が1/2吋以上となる程度に充分大きくして水の温度を一定に保つ様にしなければならない。

焼入の効果は水の冷却力に依るのであつて水の温度が昇ると冷却力は少くなる、水温が攝氏30度以上になると著しく影響を受ける。

クエンチングは錐鋼の刃先の周圍に於て焼入を一様にするために錐鋼を垂直にして行はなければならない、之れが爲には焼入水槽に錐鋼が直立する様な裝置をするのがよい（附圖第三參照）。

クエンチングの方法は下記の何れかに依らなければならない。

(1) 水槽中に空氣を吹かす方法に依り水に波動を與へる場合（附圖第三參照）。

ビットの先端のみ約 3/8 吋水中に浸し其の儘放置して錐鋼が黑色となつて後タンクより取出す。

ビットの先端以上餘分に焼入を及ぼさない様注意しなければならない、之れが爲には水面 3/8 吋下に丈夫な金網を張るのがよい（附圖第三參照）。

(2) 流水のみの場合

ビットの先端を約 3/8 吋水中に浸し引續き暫時之れを垂直に少しく上下に動かして先端の冷へるを待ち全部浸して錐鋼が黑色となつた後タンクより取り出す。

此の場合にもタンク的一端に水面より 3/8 吋下に適當なる柵を作り最初にピットをクエンチする深さを正確にするのがよい。

錐鋼を上下に動かすのは焼入が先端より順次にもとに及ぶ爲である、第一の場合の如く空気を吹かして流水に波動を興へるのは錐鋼を靜置しても之れを上下に動かしたのと同様な効果を得るためである。

23. シャンクのクエンチング

シャンクは油（普通鯨油を使用する）でクエンチするのがよい。

油槽の容量は最小 45 ガロンとして之れ以上は焼入の錐鋼數に依つて定めなければならない。油槽の構造は附圖第三に示す如く金屬製とし其の外部を流冷水で冷却し油の溫度を一様に保つと共に油面より約 7 $\frac{1}{2}$ 吋下に丈夫な金網を張りクエンチングの深さを一定にする様に注意しなければならない、クエンチングした錐鋼は黑色となつて後取出す。

24. シャンクの焼入度合

シャンクの焼入度合はピストンの硬度及び靱性等に依り又ピットの焼入度合は鑿岩する岩石の硬度及び靱性等に依つて適當に決定しなければならない。

今茲に數字的な値を規定するだけの資料がないのは甚だ遺憾であるが實際に當つては試験をやつて見るか、或は從來の經驗に依つて之れを定める外ない。

第五章 検 査

25. フォージング済錐鋼

ピット又はシャンクのフォージングを終つたら焼入前に其の寸法、形狀、孔の位置等の仕上を確實に検査しなければならない。

之れ等の検査には附圖第四に示した様な一定の鋼製ゲージを使用するのがよい。

ピットの寸法の許容誤差は大體ゲージ、ドロップの 25% 以下とすれば差支ない。

26. 焼入済錐鋼

焼入を終つた錐鋼は焼入度合、焼割の有無、スケールの溜り、其の他の仕上を確實に検査しなければならない。

ピットの焼入度合を簡単に検査するには所要の焼入をやつた檢照片を作り、軽く叩き合せて此の硬度と検査するピットの硬度とを比べて見るのがよい。

27. 不合格品の處理

以上の検査に不合格なものは所定の場所に整理し再度フォージングからやり直さなければならない。

第六章 錐鋼の熔接

28. 熔 接

錐鋼が折損又は消耗の爲短くなつた場合は熔接して使用するのが得策である。

鐵道省上越北線清水隧道工事現場での実績に依ると熔接1本に要する工費は約30錢位であるから明かに熔接を利用するのが經濟である。尙其の詳細に關しては附録第五の清水隧道土樋口に於ける錐鋼の熔接作業に就てを参照すること。

29. 熔接方法

熔接方法には種々あるが次に述ぶる方法は上越北線清水隧道工事現場で實行して好成績を納めて居るものである。

- (1) 錐鋼の接合部約3吋位を油爐で攝氏1000度位に熱した後取出し直角に切斷し平タガネで約1吋双目を入れ中に心金を打ち込み開き乍ら圓形に薄く伸ばし中孔も徑1/2吋の心金で擴げて接合する2片の各端を夫々寫眞第二甲及び乙の如く仕上げる。
- (2) 上記の仕上を終つた後更に此の部分をお爐で攝氏1000度(約華氏1800度)位に熱し寫眞第三の如く接觸部に接合劑スーダール(soulder)を挿入して嵌め込む。
- (3) 次に以上の如く嵌め込めたまま、靜かに油爐に入れ薄く伸ばした部分が熔解し始める頃合を見て取出し金床上で重さ3封度位のハンマーで軽く迅速に打ちつゝ兩片を密着せしめたる後徑1/8吋の鋼針金を以て中孔の通りをよくし仕上をなす(寫眞第四参照)。
- (4) 熔接用の加熱はコークス又は石炭を用ひず必ず油爐に依らなければならない、油爐には附圖第五及び寫眞第五の如き特殊の小型油爐を使用すると便利である。

30. 熔接部分の寫眞

寫眞第六は上記の方法により熔接せる接合部分の斷面寫眞、又寫眞第七及び寫眞第八は其の顯微鏡寫眞である。

寫眞中(イ)の部分は熔接不充分的箇所、(ロ)の部分は熔接完全なる箇所を示す。

附 錄

第一 鑿岩機用錐鋼仕様書

鑿岩機用錐鋼仕様書に對する注意

- 一 本仕様書は建設局鑿岩爆破委員會に於て研究の上作成したるものであるが實際に何回か使用の上其の適否を検する迄は暫定的の草案とする。
- 二 錐鋼の購入數量單位は重量を以てすること。
- 三 本仕様書は高炭素鋼 (high carbon steel) 錐鋼に對するものである。
國産品に對しては別途研究調査するつもりである。
- 四 第一表は主なる製造會社の錐鋼標準化學成分で各會社より提出せるものである。
第七條の化學成分の規定には本表を參考とすること。
- 五 第二表は錐鋼の重量表である。
- 六 錐鋼の選擇は鑿孔する岩質に依つて適當に定めなければならないが錐鋼の性質を大體其の含有炭素量から見ると

硬 度	炭素量多きものが大である。
熱 處 理	炭素量多きものが六ヶ敷い。
價 格	炭素量多きものが高價である。

 尙目下研究所櫻井技師のもとに於て實驗中である諸種の硬鋼と岩質とに對する衝撃磨耗試験の結果が發表されれば錐鋼選擇上有益な資料であると思ふ。
- 七 化學分析試験は試験片が數個なれば試験片が研究所に到着後遅くとも10日掛れば完了出来る。檢鏡試験なれば1日で出来る。

第一章 總 則

第一條 檢 査 官

本仕様書中の検査官とは錐鋼検査の爲特に命ぜられたるものを謂ふ。

第二條 檢 査

特別なる場合の外現品検査は建設事務所に於て行ひ材質検査は官房研究所に於て行ふものとす。

第八條に依る試験片は検査合格の場合に限り購入數量中に計上すべし。

第三條 標 記

納入現品には總て製造所名及び品名を區別明示すべき標記を付すべし。製造所名及び品名異なる2種以上のものを混せて同時に納入する場合には錐鋼の一端面をペイント塗により色別すべし。

第二章 現品検査

第四條 形狀寸法

錐鋼の形狀寸法は次の通りとす。

標準長……………

但し購入總重量 $\cdot\cdot\%$ 以内に於て 1.5 米突 (約 4 呎 1 吋) 以上の短尺ものを許すべし。

断面形狀

中空 $\cdot\cdot\cdot$ 形

無孔 $\cdot\cdot\cdot$ 形

断面寸法

外形寸法 $\cdot\cdot\cdot$

但し許容差は ± 0.4 耗 (約 $\pm 1/64$ 吋)

中空孔直徑 6.3 耗 (約 $1/4$ 吋) 以上 9.5 耗 (約 $3/8$ 吋) 以下, 但し全長に亙り直徑 6.3 耗 (約 $1/4$ 吋) 球が通過することを要す。

第五條 仕上り

錐鋼は全長に亙り形狀均等表面平滑にして材質に瑕疵なきものたるべし。

又其の兩端面は成可く錐鋼の中心に直角にして甚しき凹凸なきを要す。

中空錐鋼の孔心は錐鋼の全長に亙り錐鋼中心と一致し其の周壁平滑のものたるべし。

第六條 検査

形狀寸法の検査は購入全數量に對し行ふべし。但し検査官の承認ある場合に限り現品一部の検査に止むることを得。

第三章 材質検査

第七條 化學成分

錐鋼の化學成分は下の限度に依るべし。

成分	標準含有量	許容量
炭素 (C)……………	%	0.05%
硅素 (Si)……………	%	+0.10%
滿他 (Mn)……………	%	+0.10%
磷 (P)……………	0.035% 以下	
硫黄 (S)……………	0.035% 以下	

第八條 試験片

試験片は同一種類につき購入重量 1 噸又は其の端數毎に各 1 本宛の割合を以て納入現品全部を公平に代表する如く選定したる試料の一端より採取すべし。

試験片の長さは 300 耗 (約 1 呎) とす。

第九條 試験

材質試験は化學分析試験によるべし、但し検査官の承認ある場合に限り硅素及び滿俺の分析を省略することを得、又化學分析試験の代りに檢鏡試験によることを得。

第十條 檢 收

化學分析試験の結果試験片の全部が第七條の規格に合格する場合には之れ等の試験片が代表する現品は全部材質試験に合格とす。

若し總試験片の半數より多くが第七條の規格に合格せざる場合には之れ等の試験片が代表する現品は全部材質試験に不合格とす。

若し總試験片の半數以下或は試験片總數が2個以下の場合に於て試験片の2個又は其の1個が第七條の規格に合せざる場合には更に試験片の1個につき2本の割合を以て第八條の方法に準じ試料を選び此の各より2個の試験片を採取し化學分析試験を行ふ、此の第二回試験の結果試験片の全部が第七條の規格に合する場合には之れが代表する現品は全部材質試験に合格とするも然らざる場合には之れが代表する現品は全部不合格とす。

第十一條 再試験依頼

賣込人に於て當省の化學分析試験に不服ある場合には検査官と協議の上其の承諾を経たる第三者に本仕様書に依る化學分析試験を依頼することを得。

但し此の試験に要する費用は總て賣込人の負擔とす。

第十二條 特種試験

検査官が特に必要ありと認めたる場合には錐鋼としての適否を検査する爲化學分析試験以外に次の試験の何れかをなすことあるべし。

- 一 檢鏡試験及び臭素紙試験
- 一 擊衝試験
- 一 焼入試験及び硬度試験
- 一 岩石打撃試験

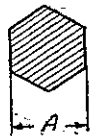
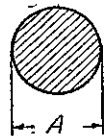
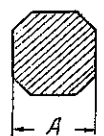
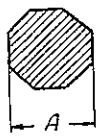
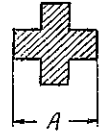
第一表 錐鋼の標準化學成分

製造所名	品名	標準化學成分(%)								
		炭素	硅素	滿俺	磷	硫黄	ニッケル	クローム	バナデウム	
Bohler Bros. & Co., Ltd. Vienna 奥國	2 Swan 651 Extra steel	0.65	0.20	0.40	0.03 以下	0.03 以下	—	—	—	
Jno. Hy. Andrew & Co., 英國	"Sturdy"	0.65	0.20	0.45	0.035 以下	0.035 以下	—	—	—	
" "	B. C. Special	0.65 0.72	0.25	0.55 0.65	0.035 以下	0.035 以下	0.50	0.15 0.20	—	
Arthur Balfour & Co., Ltd. Sheffield 英國	"An Eagle on a Globe"	0.65	0.10 0.20	0.40	0.025 以下	0.025 以下	—	—	—	
" "	"Capital"	0.70	0.18	0.29	0.017 以下	0.015 以下	—	—	—	

The Schoeller Bleckmann Steel Works Ltd., Vienna. 奧國	Phoenix No. 7	0.70 0.80	0.15	0.15 0.25	0.01 0.02	0.02 以下	0.10	—	—
Silesinstahl Werke, G.M.B.H. Berlin. 獨國	Baildon. B.H. 10.	0.70	0.25	0.40	0.024 以下	0.026 以下	—	—	—
Cruible Steel Co., 米國	"Black Diamond"	0.75 0.85	0.12 0.18	0.25 0.40	0.02 以下	0.02 以下	—	—	—
The Schoeller Bleckmann Steel Works Ltd., Vienna. 奧國	Phoenix No. 8	0.80 0.90	0.15	0.15 0.25	0.017 0.020	0.02 以下	—	—	—
"	Serpent Vanadium	0.80 0.90	0.15	0.15 0.25	0.01 0.02	0.01 0.02	0.10	—	0.30
F.W. Schule & Co., Hamburg. 獨國		0.80 0.90	0.15 0.25	0.30 0.40	0.03 以下	0.02 以下	—	—	—
Hofors Steel Works 瑞典國		0.83 0.87	0.18 0.30	0.30 0.45	0.02 以下	0.02 以下	—	—	—
Bohler Bros. & Co., Ltd., Vienna. 奧國	2 Swan 851 Extra steel	0.85	0.20	0.40	0.03 以下	0.03 以下	—	—	—
Ingersoll-Rand Co., 米國		0.85 0.95	0.10 0.20	0.15 0.30	0.02 以下	0.02 以下	—	—	—
Forsbacka Steel Works Co., Ltd. 瑞典國	"Speedy bore" No. 10. FJAB	0.86	0.19	0.30	0.02 以下	0.015 以下	—	—	—
Rochling Steel Works, Wetzlar. 獨國	"Rachling" RHB 9	0.90	0.15 0.30	0.30 0.45	0.30 以下	0.30 以下	—	—	—

第二表 維鋼重量表

孔なし維鋼 (1呎當り封度)

断面 寸法 A	 六角	 丸	 面取四角	 八角	 十字
$\frac{5}{8}$	1.15	1.04	1.25	1.10	
$\frac{3}{4}$	1.66	1.50	1.80	1.58	1.35
$\frac{7}{8}$	2.25	2.04	2.45	2.16	1.70
1	2.94	2.67	3.20	2.82	2.20
1- $\frac{1}{8}$	3.73	3.38	4.05	3.57	2.80
1- $\frac{1}{4}$	4.60	4.17	5.05	4.40	3.35
1- $\frac{3}{8}$	5.57	5.04	6.10	5.35	4.02
1- $\frac{1}{2}$	6.62	6.00	7.25	6.35	4.75
1- $\frac{5}{8}$	7.76	7.05	8.50	7.45	5.50
1- $\frac{3}{4}$	9.00	8.17	9.80	8.64	6.25
1- $\frac{7}{8}$	10.32	9.38	11.50	9.91	7.10
2	11.76	10.08	12.90	11.29	8.00
2- $\frac{1}{4}$	14.90	13.52	16.35	14.29	9.75
2- $\frac{1}{2}$	16.48	16.69	20.20	17.64	11.55

中 空 鋼 鋼 (1 呎 當 り 封 度)

斷 面 寸 法 吋 A	六 角	丸	面 取 四 角	八 角	十 字
$\frac{5}{8}$	0.97	0.85	1.10	0.90	
$\frac{3}{4}$	1.50	1.30	1.63	1.40	1.18
$\frac{7}{8}$	2.05	1.85	2.28	1.90	1.50
1	2.75	2.45	3.03	2.60	2.05
1 - $\frac{1}{8}$	3.50	3.15	3.88	3.30	2.60
1 - $\frac{1}{4}$	4.40	3.90	4.88	4.10	3.25
1 - $\frac{3}{8}$	5.30	4.75	5.90	5.00	3.80
1 - $\frac{1}{2}$	6.30	5.75	7.05	6.00	4.60
1 - $\frac{5}{8}$	7.50	6.75	8.30	7.10	5.30
1 - $\frac{3}{4}$	8.75	8.00	9.60	8.35	6.00
1 - $\frac{7}{8}$	10.00	9.20	11.00	9.60	6.80
2	11.50	10.40	12.50	11.00	7.75

第 二 油 爐 (Oil Furnace) 取 扱 注 意

一 据 付

(イ) 油爐の据付は室内中成可く日光の直射せざる場所を選ぶこと。

火焰及び加熱の光彩を判断するのに便する爲である。

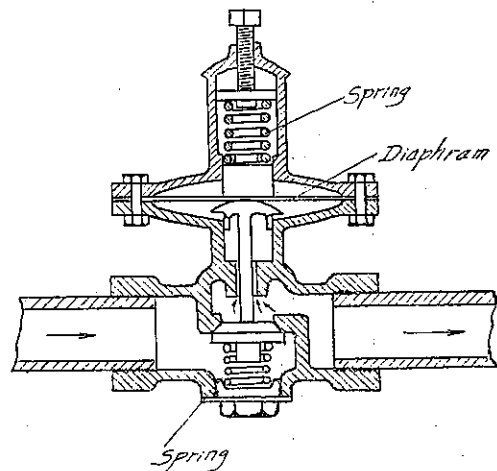
(ロ) 空氣管中可成火口 (burner) の近

くに空氣壓調整弁 (pressure reducing valve) を取付けること。

油爐の種類によつて使用する空氣壓力は定まつて居るものである。

空氣壓機から来る空氣壓力は時々刻々變化するものであるが之れを一定にして火口へ送るためには單にストップ・バルブを置いただけでは不可能で別に空氣壓調整弁を用ふることが必要である。ますれば油爐の溫度を一定に保つことが出來て、しかも油の使用量を減ずる結果となる、第二圖は空氣壓調整弁の一例で鐵道省上越兩線清水隧道路坑口にて使用せる Mason No. 33 reducing valve である。

第 二 圖



- (ハ) 50封度空氣壓力計 (air pressure) を火口と空氣調整弁との間に取付けること。
- (ニ) 重油管は油槽から火口までの間を可成爐の上部又は裏側面を通る様設置すること。
 之れは重油を豫熱して粘度を減ずるためである。重油の粘度が大となると重油の出方が不規則となり一定しないために温度の調整が出来悪いから従つて又重油の消費も増大し又火口を損することになる。油爐の種類によつては此の注意のもとに重油管の取付けが出来てゐるから据付けの際勝手に之れを變へないことが必要である。
- (ホ) 重油槽は可成爐の直上 8~10 呎以上の所に設置すること。
 重油に壓力を加へ且つ豫熱するためである。

二 作業開始前

- (イ) 錐鋼の加熱部分の長さに応じ爐室内部の幅を耐火煉瓦により適當に加減すること。
 油爐の種類によつては耐火煉瓦の移動装置を有するものがある。
- (ロ) 最初空氣管のみを開きドレーン (drain) を除去し空氣壓を検すること。
- (ハ) 油爐中に最初焚火して空氣及び重油の弁を開き點火せしむること。
- (ニ) 寒中にあつては重油管を人工的に暖めねば點火しないことがあるから、點火を行ふと同時に重油管を暖めること。

三 作業中

- (イ) 作業中絶えず焰の色に注意し白色の酸化焰とならざる様調整すること。
 酸化焰(音響をたて、白色を呈す)は錐鋼を脱炭及び燃焼し又爐のライニング (lining) を損する虞があるから作業の焰は黄色の完全燃焼より寧ろ少し黒ずんだ少々不完全燃焼の程度とする方が安全である。
- (ロ) 温度の調整を行ふ時は必ず空氣弁及び重油弁の兩方によること。
- (ハ) 作業中重油の温度が上昇するに従つて幾分重油弁の開きを減じ爐の温度を一定に保つこと。
 重油の粘度 (viscosity) が減じ油の出が多くなるから。
- (ニ) 可成挿入する錐鋼數を一定にすること。

四 作業後

- (イ) 爐の温度の降下を待つて直ちに火口を丁寧に掃除すること。
 冷却した後では掃除が困難になる。
- (ロ) 耐火煉瓦は作業後温度降下した時に注意して點檢し割れたるものは直ちに耐火煉瓦で埋めておくこと。
 不良の耐火煉瓦は温度降下の際の變化によつて割れることが多い、割れたものをそのまま用ひてゐることは爐の能率を低下させる。

第三 シャープナー (Sharpener) 取扱注意

一 据 付

- (イ) 基礎はコンクリート工とせず木枠栗石工とすること。
機械の烈しい衝撃を吸収する様にするためである。
- (ロ) 常に垂直に維持すること。
- (ハ) 作業口の高さを職工の身長に適合せしめること。

二 作業開始前

- (イ) 各部の締付及びゲージ・ブロック (gauge block) の整正を行ふこと。
- (ロ) 空気を吹かし機械の各部に溜れるドレーンを除去すること。
- (ハ) ドーレー (dolley) 及びダイ (die) の缺けたものは取換へること。
- (ニ) ドーレーとダイとを嵌め合せ其の間に不規則な間隙の有るものは何れか一方 (大抵の場合はドーレー) を取換へ間隙が不規則でない様にする事。
- (ホ) ドーレーのピン(中央にあり)に特に注意し不正なものは取換へを行ふこと。最も起り易い不正は曲ることと短くなることである。
- (ヘ) クランピング (clamping) 及びハンマーリング (hammering) の作業を司るレバーの機能を確認すること。
- (ト) 給油を充分にすること。

三 作業中

- (イ) 錐鋼3本毎位にスケール (scale) を空気で除去すること。
- (ロ) 空打をしないこと。
- (ハ) 錐鋼受は必ず使用すること。
- (ニ) 一時作業を中止する場合には上位のクランピング・ダイを安全な位置に置くこと。
- (ホ) 錐鋼を切斷する場合には十分に錐鋼を加熱(淡紅色)して行ふこと。
- (ヘ) シャープナーは加熱した錐鋼の作業以外に決して用ひないこと。

四 作業後

- (イ) ドーレーを取外し所定の場所に整理すること。
- (ロ) 掃除を完全にし空気を遮斷すること。

第四 鐵鋼大意

目	次
緒 言	鋼の溫度と結晶粒の關係
鐵 及 び 鋼	フォーミングと壓延作業
鐵 の 組 織	燒 鈍
鐵 の 變 態	燒 入
鋼 の 組 織	燒 割 れ
鋼の組織と性質	燒 戻
鋼 の 變 態	不純物の影響

緒言

鉄鋼の熱処理を施すには鉄鋼に関する大體の學理を了解しておくことが必要であるし又鉄鋼処理心得書中に使用してある熟語の意味を明かにする爲に鉄鋼に關し特に鉄鋼に必要な部分を大體以下順を追つて極めて平易に説明する。

鐵及び鋼

工業用に製せられた鋼の中には鐵 (Fe) 以外に他の元素〔炭素(C), 硅素(Si), 滿佞(Mn), 磷(P), 硫黄(S)等〕を多少含んで居るが、之れ等の元素の中で鐵の物理的性質に最も重大な影響を及ぼすものは炭素である。だから鋼とは鐵の中に炭素を入れたものであると考へて宜敷いので又此の炭素の含有量で鋼の種類を大體分類することが出来る。

今第三圖に示す様に横の方向に左から炭素の含有量(全重量の百分率)を取つて見ると最初は炭素0の點で純鐵で、段々と炭素が多くなつて約1.5%位達入つたもの迄を鋼と云つて其の中で炭素の少ないものを軟鋼多いものを硬鋼と名付けて居る。炭素が更に多くなつて約2.5%以上になると著しく性質が異つたものになる。此の部分を鑄鐵と言つて居るのである。

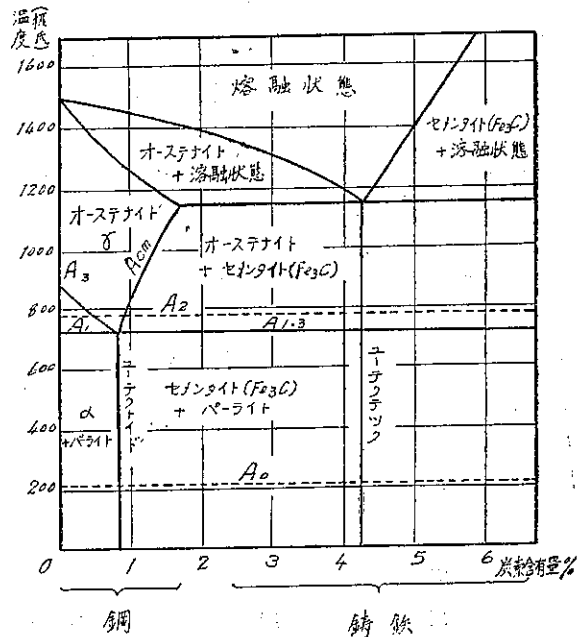
次に鋼に特殊の物理的性質を善くする目的で比較的少量に特殊の元素〔滿佞(Mn), 硅素(Si), クロム(Cr), ニッケル(Ni), バナデウム(V), タングステン(W)等〕を一種或は二三種入れたものがある。之れを特殊鋼 (special steel)

と云ひ普通の鋼を炭素鋼 (carbon steel) と云つて區別して居る。本書では此の炭素鋼の部分に就て説明する。

鐵の組織

鐵や鋼の性質を知るには之れを化學的に分析して其の成分の分量を知るだけでは不充分である。其の成分が如何なる状態で物理的に鐵や鋼を組織して居るかと言ふ其の組織を調べる必要がある。此の金屬の組織を調べるのに顯微鏡を利用して長足の進歩をした。此の

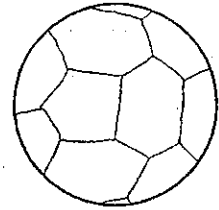
第三圖



學科を金屬組織學 (metallography) と云つて居る。

鋼が如何なる組織をして居るかを知るには先づ純鐵の組織を調べることが必要である。實驗用として純鐵に近い試料をとつて断面を顯微鏡で見ると第四圖に示す様に網目を現はして居る。熔融して居る鐵(1550°C以上)が凝固する時に微細な立方體の結晶が色々の方向に集合するから結局不規則な多面體の集合となるので其の断面は即ち網目を現はすことになる。此の多面體を結晶粒 (crystalline grain) と云つて居る。

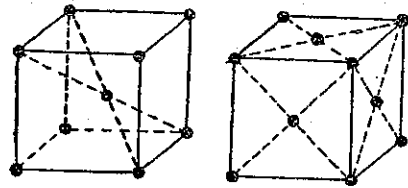
第 四 圖



鐵 の 變 態

鐵を常溫から加熱して行くと910°Cから以上と以下で其の性質が異つたものになる。だから其れを區別する爲に便宜上以下のものをα鐵, 以上のものをγ鐵と名付ける。又其の變化をA₁變態と云ひ其の時の溫度をA₁點と云つて居る(更に1420°Cで變態が起る之れをA₂變態と言ふが本文には必要がないから略する)。α鐵とγ鐵とは第五圖の様に鐵原子の配列が異つて居るのである。

第 五 圖



α 鐵
(體心立方形)

γ 鐵
(面心立方形)

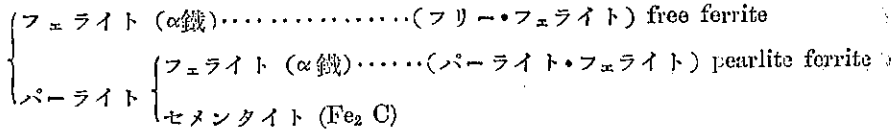
α鐵とγ鐵の性質の異ると云ふ事が鐵及び鋼を處理する上に非常に重要な關係があると云ふことを記憶して貰ひ度い。α鐵とγ鐵との性質の異なる重要な點を列記すると次の如くである。

	α 鐵	γ 鐵
比 重	小	大
電 氣 抵 抗	小	大
磁 性	強し	無し
硬 度	小	大
炭素を溶解する性質	溶かさない	溶かす

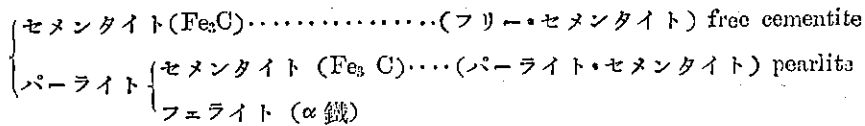
鋼 の 組 織

今茲では高溫度から極めて徐々に冷却した炭素鋼の標準の組織に就て述べる。顯微鏡で炭素含有量の少ない鋼を見ると其の組織は寫眞第九(1)の様に純鐵の場合と略ぼ同じであるが多角形の結晶粒の間に黒色の部分が見える事が異つて居る。此の部分をも更に擴大して見ると寫眞第九(11)の様に黒白の薄層をなして居る。此の白色の薄層は炭素と鐵の化合物 Fe₃Cで之れをセメントイト (cementite) と名付ける。黒色の部分は α鐵で之れをフェライト (ferrite)

と云つて居る。此のセメントイトとフェライトの薄層の積み重りの組織をパーライト (pearlite) と稱へる。而して多角形の結晶粒は α 鐵でフェライトである。だから炭素含有量の少ない鋼の組織は次の如きものである。

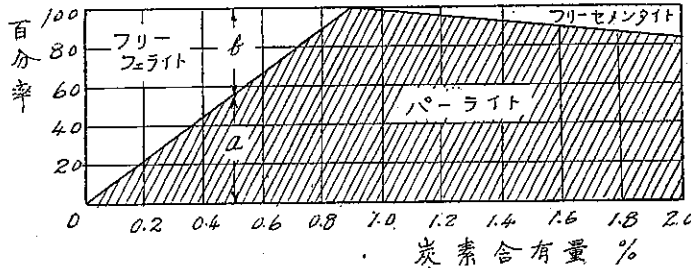


次に炭素の量が増して来るとセメントイト Fe_3C が増すからパーライトの部分が多くなつてフリー・フェライトの部分が少ない。炭素が 0.5% 位になるとパーライトの結晶粒の間にフェライトが挟まれた形になつて来る〔寫眞第九(2)乃至(5)参照〕更に炭素が多くなつて 0.9% になると全部がパーライト組織の結晶粒となる。此の鋼をユーテクトイド鋼 eutectoid steel と名付ける〔寫眞第九(9)参照〕。炭素が之れ以上になると今度はパーライトの結晶粒の間にセメントイトが挟まれた形になる。だから炭素 0.9% 以上の鋼は次の如きものである。



以上の如き関係を圖表にすると第六圖の様になる。

第六圖



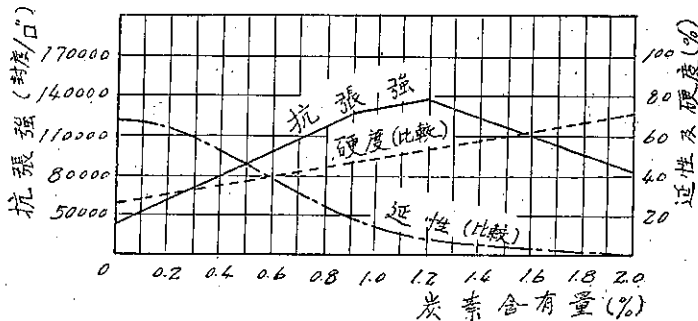
例へば炭素含有量 0.5% の鋼であれば第六圖の a, b の長さの比がパーライトとフェライトの比を示す事になる。逆にパーライトとフェライトの比を顕微鏡で見れば炭素含有量を推定することが出来る。

鋼の組織と性質

以下標準組織に就て其の性質を述べる。フェライトは α 鐵で鋼と同様に軟く粘いもので磁性に富んで居る。セメントイトは極めて硬くして脆いものである、従つてセメントイトを含んで居るパーライトはフェライトより堅硬であるが脆い事になる。炭素の含有量少ない即ち

低炭素鋼は堅硬なパーライトが少なく軟く粘いフェライトが多いから全體として軟くして粘いものになる、だから之れを軟鋼と云つて居る。又炭素量の多いもの即ち高炭素鋼は反對に堅硬で脆いパーライトが多いから鋼全體としては硬くて比較的脆いものになる、だから之れを硬鋼と言つて居る。抗張強も大體に於て炭素量が多くなれば増して来る。第七圖に之れ等の關係を示して置く。

第七圖



鋼の變態

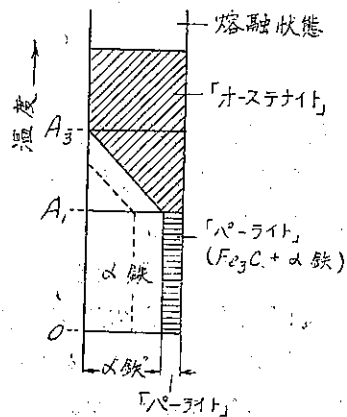
純鐵の場合 A_3 點で α 鐵が γ 鐵に變化する、而して γ 鐵は炭素を溶かすが α 鐵は炭素を溶かさないと云ふことを述べた。之れは鋼の燒入に重大な關係があるから注意して貰ひ度い。

鋼の場合炭素は Fe_3C セメントイトの形で α 鐵と混合して居ると云ふことを述べた。之れを加熱して α 鐵が γ 鐵に變化するとセメントイトが鐵と炭素に分解して炭素が γ 鐵の中に溶け込む此の組織をオーステナイト (austenite) と名付けて居る。

今炭素 0.9% 以下の鋼 (パーライト + α 鐵) を熱して行くと約 $700^\circ C$ でパーライトがオーステナイトに變化する、此の變態を A_1 變態と云つて居る。

更に熱して行くと残りの α 鐵が漸次 γ 鐵に變化する、此の變態は純鐵の場合の A_3 變態で其の全部が變化し終つた點を A_3 點と名付ける。第八圖を見ると此の關係がよく分る、垂直の方向は温度を示し横の方向は α 鐵及びパーライトの分量を示して居る。次に炭素の量が多くなればパーライトの量が増してフリー・フェライト α 鐵の量が少なくなるが第八圖點線の様に A_3 點が低くなる、而してフリー・フェライト α 鐵が 0 のもの即ち 0.9% の炭素を含むものは A_3 が A_1 に一致する。0.9 以上の鋼ではフリー・フェライトが無いから 0.9% のものと同様であるが此の他にフリー・セメ

第八圖



ンタイト Fe_3C が分解してオーステナイトとなり終る變態點 A_{cm} がある（此の他に A_0, A_2 の變態點があるが重要でないから略する）。第三圖は鐵と炭素が熔融狀態から 常溫に冷却する迄に起る色々の變化を示した圖表で之れを鐵及び炭素の平衡圖 equilibrium diagram と云つて居る。此の圖表を見ると鋼の變態がよく分る。此の變態の中で A_1 及び A_2 は鋼の熱處理に重要な點であるから特に注意して貰ひ度い。

鋼を加熱して行く時と冷却する時と同じ溫度で變態が起るべきであるが、實際は冷却の場合の方が $25^{\circ} \sim 50^{\circ}C$ 低い溫度で起る。だから之れを區別する爲に冷却の時は A_r 加熱の時は A_c と云つて居る。例へば加熱の際の A_1 點は A_{c1} 冷却の時は A_{r1} と云ふのである。

鋼の溫度と結晶粒の關係

鋼の結晶粒の大きさは鋼の性質に重大な關係があるから鋼を使用する者の最も注意すべき大切な事項である。一般に次の關係がある。

結 晶 粒	性 質
細 かい も の	強 度 大 て 粘 い 良
粗 い も の	強 度 小 て 脆 い 不 良

だから總て鋼を使用する上に結晶粒の細かいと云ふことが必要である。

鋼の加熱及び冷却の際、其の結晶粒の大きさの變化を知る事は鋼を處理する上に非常に必要な事項である。此の關係を第九圖で説明する。垂直の方向に溫度を示し、圓の直徑で結晶粒の大きさを示すものと考へると、加熱の場合 A_1 變態點迄變化は無いが A_1 以上になるとオーステナイトの結晶が初まつて溫度が高くなるに従つて其の粒が大きくなる。

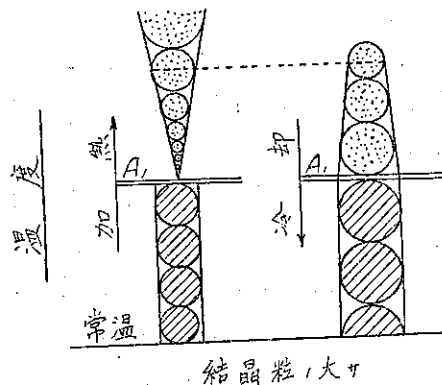
次に冷却の場合 A_1 に達する迄結晶粒は發達し A_1 以下では變化は無い。だから A_1 以上高い溫度から冷却したもの程其の結晶粒は粗くなる。

即ち不良な鋼となる。寫眞第九の(12)は結晶粒の粗大になつたものゝ一例である。同圖の他のものと比較して見ると面白い。

フォーミングと壓延作業

高溫度に熱せられたる鋼は其の溫度に相應した結晶粒の大きさを有つて居ると云ふことを前に述べた。而して之れに機械的作業を加へる、例へば打錠するとか壓延すれば其の結晶粒は破壊されて其の發達を妨げられる。加工が終れば結晶粒は發達し冷却して A_1 點に達する迄

第九圖



其の大きさを増す A_1 以下の温度では變化が無い。其の故にフォーシング或は壓延作業が充分なる時は其の仕上温度が A_1 點に近い程結晶粒は細かい、即ち組織は緻密で良い鋼が出来る。第十圖は此の關係を示して居る。

鋼をフォーシングすると云ふことは單に形を加工すると云ふことばかりでなく其の材質を良くすると云ふ事が必要であるから其の點に關し必要な事項を述べる。

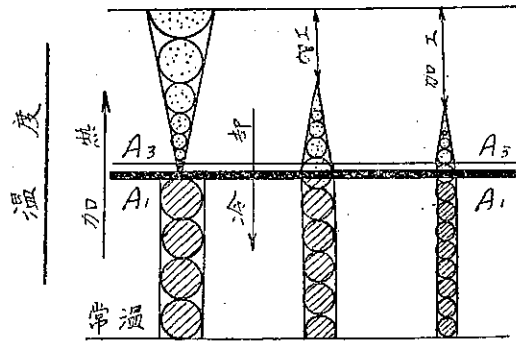
先づ A_1 點以下でフォーシしたら如何なる結果になるかと云ふに、前述の様に A_1 以下では結晶が新しく生じないから加工のため結晶が押つぶされた儘になつて甚しく其の組織が害されて居る。斯る鋼は硬くて脆いから悪い〔寫眞第十(1)参照〕。又鋼は 300°C 内外で著しく脆くなる。之れを青熱脆性 (blue shortness) (研磨した鋼面が青色を呈する温度) と云つて居るが、此の温度で打鈍すれば鋼は龜裂を生ずる事が多い (第十一圖は此の關係を示して居る)。斯の如き結果となるから A_1 以下でフォーシしてはならない。

次に非常なる高温度に加熱した場合は如何なる結果になるかと云ふと前述の様に結晶粒が段々粗くなつて来る。更に高温度に熱すれば結晶粒の境が角立つて亂れ初める爲に質は益々脆弱となる。斯る鋼を燒過 (over heating) したるものと云つて居る。其の影響は炭素の多いもの程著しい。軟鋼は

$1100^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C}$ 、硬鋼は 1000°C 以上に永く熱した場合其の影響を受ける。後に述べるが斯る鋼は燒鈍 (annealing) すれば元の組織に回復する事が出来る。

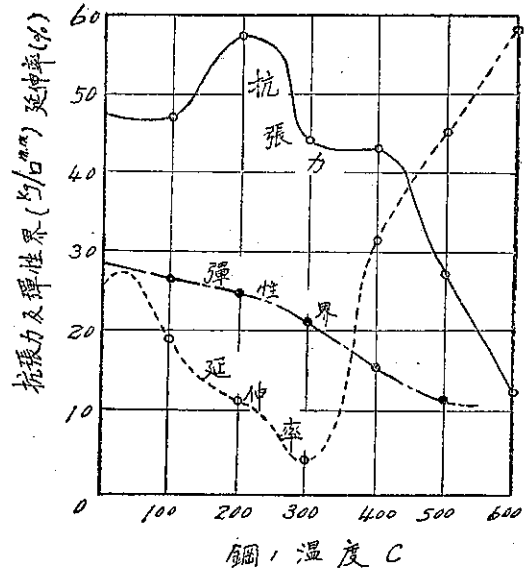
又鋼が極端に燒過されるか或は空氣中で永い間高温度に曝されると鐵中の炭素は酸化されて脱炭し、發生する瓦斯 (一酸化炭素や窒素水素等) の爲に亂れた結晶粒の間が離れて酸化

第十圖



結晶粒、大

第十一圖

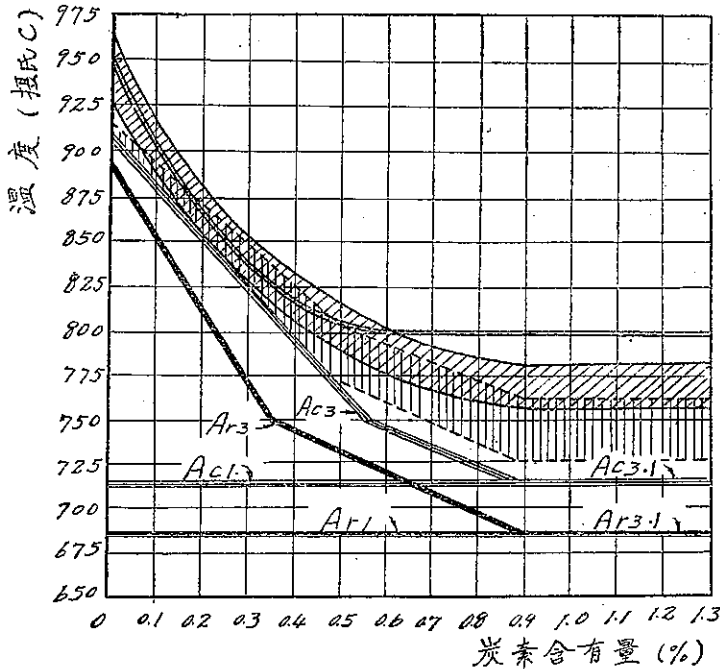


物が浸入し極めて脆くなる。斯る鋼は焼鈍しても元の組織に回復することが出来ないから最早や使用に堪えない廢物である。之れを燃焼 (burning) と云つて居る。

以上述べた様に高温に加熱する場合は焼過、燃焼、脱炭をしない様に注意することが必要である。

然らばフォージする場合には如何なる温度が適當であるかと云ふと、 A_c 點以上で焼過しない程度に高め仕上の終り温度を A_r 點に近くすると云ふことが理想的の方法である。フォージする品物の大きさによつて内部迄適當の温度に高めるには相當の加減を要するから實際の場合には相當の熟練を要する。 A_c 點は炭素量によつて異なるからフォージの温度も亦炭素量によつて加減しなければならぬ。此の炭素量とフォージの温度の大體の標準を第十二圖に示して置く。

第 十 二 圖



本圖表は大體の標準を示したものである。

- 冷却の變態點 Ar
- ==== 加熱の變態點 Ac
- 燒鈍の溫度 (Sauveur 氏によるもの)
- ||||| 燒鈍及び燒入の溫度 (Bullens 氏によるもの)
- //// 燒鈍及び燒入の溫度 (Stead 氏によるもの)

焼 鈍

以上述べた様に A_{c3} 點で新しいオーステナイトの結晶が発達し初め温度が高くなると段々に其の粒が粗くなるから成る可く A_{c3} 以上で低い温度から極めて徐々に冷却すると鋼の組織が細かになつて其の質が良くなる、此の方法を焼鈍 (annealing) と云つて居る。而して此の時の最高加熱の温度が鋼の組織に大なる影響があるから此の温度を焼鈍温度と云つて必要なものである。 A_{c3} 點が炭素含有量に依つて變化するから此の焼鈍温度も亦之れに比例してかへて行かなければならぬ。又實際の場合は品物の内部迄一樣に加熱することが最も必要であるから品物の大きさに依り温度と加熱時間を適當に加減する必要がある。第十二圖は此の焼鈍温度の大體の標準を示したものである。

焼鈍は大體次の場合に其の效力がある。

- (1) 不正なる熱処理を施したる場合鋼の組織を恢復させる時
 - (イ) 焼過した時
 - (ロ) 不正なる焼入をした時
- (2) フォージング壓延及び鑄造したもの、組織を改良して良質の鋼とする時
- (3) 鋼が内力を受けたる場合之れを取除かんとする時

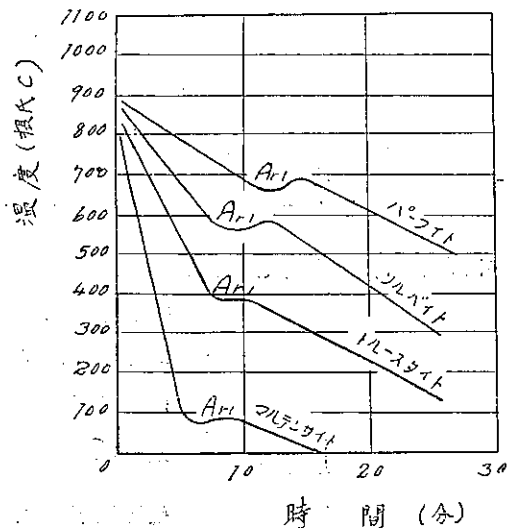
焼 入

高温度に加熱した鋼を徐々に冷却すると A_{r3} , A_{r1} の變態が起ると云ふことを前に述べた。

而して此の冷却の速度を速かにすると變態點が低い温度で現れる。即ち變態を起すのに時間がかかるから速かに冷すと其の現象が遅れて現れると云ふことになる。

以上の様に冷却の速度を段々と速かにして來ると A_{r1} の點が下がる、其の時にはセメントタイト Fe_3C と α 鐵の混合状態が細かになる。其の最も細かいものをトルースタイト (troostite) と云ひ少しく粗くなつたものをソルバイト (sorbite) と云つて居る。寫眞第十 (6) 及び (7) が其の組織を示す。更に粗くなれば即ちパーライトとなるのである。冷却の速度が極めて速かになつて A_{r1} が $300^{\circ}C$ 以下になると γ 鐵は α 鐵に變化するが、炭素が出られな

第 十 三 圖



くなつて止むを得ず α 鐵の中に熔け込んで居る状態となる。此の不安定な組織をマルテンサイト (martensite) と云つて居る。此の組織は非常に硬いものであるから鋼を硬くするのに此の方法を用ふる。之れが焼入 (hardening) の理論である。第十三圖は A_{r1} の低くなることと組織との關係を示して居る。

焼入は前に述べた様に冷却速度を速めて A_{r1} 變態點を 300°C 以下の温度に下げると云ふことが目的で其の爲に高温度のものを水とか油の中に入れて急冷させるのである、之れをクエンチング (quenching) と云つて居る。

此の急冷に使用する液を急冷液と云つて居るが普通は水を使用して居る。冷却を徐々にするには水銀とか油を使用し更に緩くするには鉛などを使用する。冷却を徐々にする程度に應じトールスタイトやソルバイトの組織となることは前に述べたがマルテンサイト、トールスタイト、ソルバイト、パーライトの順に硬度が低くなるから冷却を徐々にする程鋼は軟くなる。又炭素量の多い鋼はマルテンサイトが多く出来るから炭素量少ないものより硬くなる。

焼入の温度と云ふのは A_{c3} 點以上に高めた最高の温度で水に入れる時の温度ではない。例へば 900°C に高めて 800°C に下げてもオーステナイトの結晶粒の大きさには變化はないから 800°C に下げて水に入れても 900°C で水に入れても其の結果は同じことになる、だから温度を上げ過ぎた時は一度 A_{r1} 點以下に下げて再び所要の温度迄上げることが必要である。普通焼入温度は A_{c3} 點より $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 高い温度を使用して居るが、 A_{c3} 點は炭素含有量で異つて来るから焼入温度も亦炭素量で加減しなければならない。第十二圖に大體の標準を示してある。加熱の際品物の内部と外部とを一樣の温度に保つことが必要であるから加熱爐の温度を成るべく一定して所要温度に達して永い間置かない方がよい。普通 20 分位置けば充分である。變態點以上では鋼は磁性が無くなるからマグネットを利用して焼入の温度の標準を定める方法も實用的によい。

焼 割 れ

鋼を冷却する際には成るべく内外一樣に冷える様な方法を選ぶことが必要である。急冷の際オーステナイトがマルテンサイトに變化すると膨脹する之れは γ 鐵が α 鐵に變化する爲である。此の際品物の外部が先に冷えると内部が膨脹する餘裕がなくなるから外部に龜裂が出来る。之れが焼入の際に生ずる焼割れである。之れを防ぐには 300°C 以下に冷えた時油に入れてマルテンサイトの膨脹を徐々にさせるとよい。

又高炭素鋼では焼入後數時間乃至一日二日後に焼割れが出来る之れは不安定なマルテンサイトが安定の状態に戻る爲に收縮するから起るものである。之れを防ぐには一旦焼入したものを更に $100^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{C}$ に加熱して冷せ (焼戻し) ばよい。此の作業を焼入と一度に行ふので焼入したものを 100°C 附近の油又は湯の中に入れて焼戻しするとよい。

焼 戻

焼入した鋼を更に A_{c1} の以下の温度で加熱して冷却させるとマルテンサイトの組織がトールスタイト、ソルバイト及びパーライト組織になる。之れを焼戻 (tempering) と云つて焼入した硬いものは脆いから之れを幾分軟かにして粘くする目的に使用する。マルテンサイト組織の鋼を加熱して行くと $200^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$ の間で炭素が α 鐵から析出する、然して $300^{\circ}\sim 400^{\circ}\text{C}$ の間でセメンタイト Fe_3C となるので其の加熱温度と組織との變化の状態を次に列記する。

温度範圍	現 象	組 織
200°C 迄	不安定なマルテンサイトが安定になる	マルテンサイト
$200^{\circ}\sim 300^{\circ}\text{C}$	炭素が析出する	マルテンサイト+トールスタイト
$300^{\circ}\sim 400^{\circ}\text{C}$	炭素がセメンタイトを作る α 鐵歪の弛緩	トールスタイト+ソルバイト
$400^{\circ}\sim 500^{\circ}\text{C}$	歪がとれて再結晶が起るセメンタイトが集團を作る	ソルバイト+パーライト
$500^{\circ}\sim A_{c1}$	結晶が成長する	パーライト

$400^{\circ}\sim 500^{\circ}\text{C}$ で歪が全くとれるまで一時硬くなる、之れを焼戻硬化 (temper brittleness) と云つて居る。

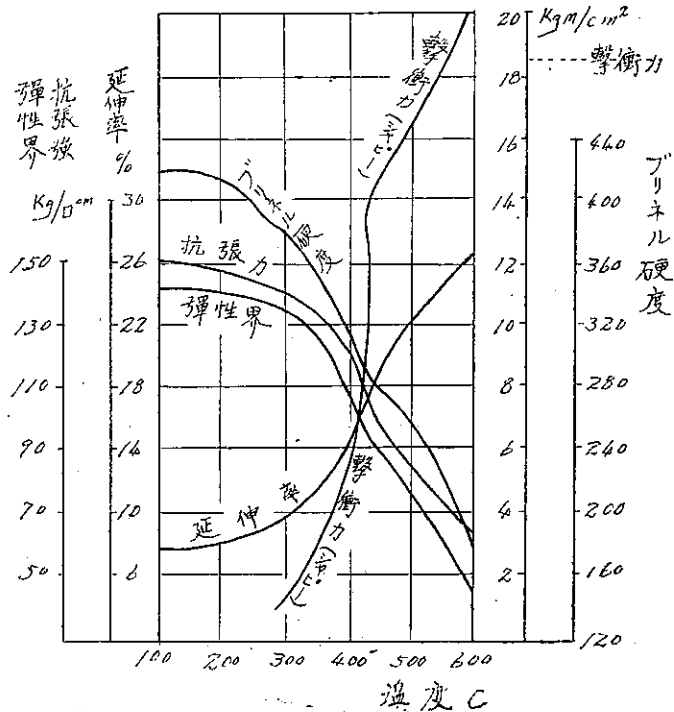
第十四圖

炭素 0.24% 鋼の焼戻温度と性質

焼戻に依り組織が變ると同時に色々の性質が變化する其の一例を第十四圖に示してある、炭素の量は異つても大體の傾向は此の圖の様に變ると見て差支がない。

使用する品物の用途に応じて此の焼戻温度をいろいろに加減することが必要である。例へば工具類であると 100°C から 150°C の間がよい。又鑿岩機の部分品や錐鋼ならば 200°C 位が適當であるレスプリングならば 300°C から 400°C の焼戻が適當である。

鋼の表面を充分に磨いて



加熱すると表面に酸化物の薄い膜が出来る。此の色で普通焼戻の温度を見るから之れを**焼戻の色** (temper colour) と云つて居る。

焼戻の色		温度(攝氏)
鮮	黄	220°
粟	色	230°
金	黄	243°
褐	色	255°
帶	紫	277°
紫	色	288°
藍	色	297°
暗	藍	316°

焼戻の際の冷却の緩急は鋼の性質に少しも影響を及ぼさないものである。此の焼戻の作業は焼入の作業と伴ふものであるから焼入した後直ちに焼戻を行ふものである。

不純物の影響

磷 磷は鋼に不純物として這入つて居るが、之れが多量になると常温で鋼を脆くする(之れを**冷脆性** cold shortness と云ふ)から磷は少ない程良い鋼である。普通 0.05% 以下は大なる影響ないものとして居る。

硫黄 硫黄も不純物として鋼に入つて居るが、矢張り多量になると赤熱した場合に鋼は脆くなる(之れを**熱脆性** red shortness と云ふ)から其の量の少ない程良い鋼である、普通 0.05% 以下は大なる影響はないものとして居る。

第五 主要鑛山に於ける鑿岩機使用錐鋼1組の内容

日立鑛山事務所に於ける錐鋼1組の内容

鑿	孔	深	米 1.5	ビット形状		摘要
				フラット ダブル	クロス テーパー	
錐	鋼	長	ゲージ寸法			
1		1.0	52			Collering のため gauge 少しく大
2		1.3	47			
3		1.6	44			
4		1.9	41			
備考	使用鑿岩機	日立式七番				
	錐鋼形状寸法	中空 29 耗六角				
	岩質	角閃片岩, 古生層, 坑内深く風化せず, 節理中				

尾去澤鑛山に於ける錐鋼 1 組の内容

鑿孔深	3.0~6.5	ビット形状	十字
錐鋼長	ゲージ	摘	要
1	2.5 以下	$2\frac{1}{8}$	double taper
2	2.5~3.5	2	
3	3.5~4.5	$1\frac{7}{8}$	
4	4.5~5.5	$1\frac{3}{4}$	
5	5.5 以上	$1\frac{5}{8}$	

備考 使用鑿岩機 Leyner Ingersoll No. 248. Waugh Turbro No. 7 併用

錐鋼形状寸法 $1\frac{1}{4}$ 吋丸中空(河合抜白紙編蝠印)

岩質 硬質の頁岩(硬度 4~6) 第三紀と稱せらるゝも古生層の夾れの如く硬し、節理不明なるを常とす。

足尾鑛業所に於ける錐鋼 1 組の内容

鑿孔深	6.8 尺	ビット形状	十字	鑿孔深	6.0 尺	ビット形状	十字
錐鋼長	ゲージ	摘	要	錐鋼長	ゲージ	摘	要
1	3.2 $1\frac{3}{4}$			1	2.7 $1\frac{3}{4}$		
2	5.4 $1\frac{5}{8}$			2	4.0 $1\frac{5}{8}$		
3	7.4 $1\frac{1}{2}$			3	5.3 $1\frac{1}{2}$		
				4	6.6 $1\frac{1}{8}$		

備考 使用鑿岩機ウオー 7 番又はタープロー 331

備考 使用鑿岩機 ライナー 26 番

錐鋼形状寸法 $\frac{7}{8}$ 吋六角中空

錐鋼形状寸法 $1\frac{1}{4}$ 吋丸中空

岩質 石英粗面岩 第三紀噴出坑内に付風化せず、節理餘り發達せず、堅緻時に粗模の部分あり。
 硅岩 古生層坑内に付風化せず成層面甚だ發達せるもの多きも時に全く發達せざるものあり甚だ堅硬なり。

任友別子鑛山に於ける錐鋼 1 組の内容

坑道掘進		探鑿坑道掘進用					礦塊粗割	
鑿孔深	ビット形状	鑿孔深	ビット形状			鑿孔深	ビット形状	
6.0 以上	十字	2.0~6.0	十字	十字			文字	
ゲージ		ゲージ	α	β	γ	ゲージ		
1 3.0	2	1 2.0 以上	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{16}$ "	90°	5°	14°	1 $1\frac{1}{8}$
2 4.0	$1\frac{7}{8}$	2 3.0 "	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{16}$ "	90°	5°	14°	2 1'.8 以上: 1 吋
3 5.0	$1\frac{3}{4}$	3 4.0 "	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$ "	90°	5°	14°	
4 5.0 以上	$1\frac{5}{8}$	4 5.0 "	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$ "	90°	5°	14°	

備考

備考

備考

使用鑿岩機 デンバーウオータープロ

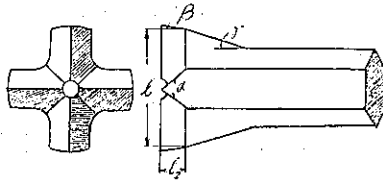
使用鑿岩機 別子式

使用鑿岩機 足尾式

錐鋼形状寸法 $1\frac{1}{4}$ 吋丸中空

錐鋼形状寸法 $\frac{7}{8}$ 吋六角中空

錐鋼形状寸法 $\frac{3}{4}$ 吋丸



岩質 石英片岩 鑽床近く 1'.0~10'.0 厚にて微晶質の極めて多量の石灰分を含み地層に平行し節理發達し風化を認めず堅緻耐質のもの少く乳白色を呈す。硬度は不純物の種類により硬度を異にす柘榴石等を含めるものは非常に高く紅糜石を含めるものは低し。

縛泥片岩 石墨片岩に挟まれ風化の程度著しからず節理概して發達す。

石墨片岩 漆墨脂質のもの及び灰白千枚岩状のものありて一定せず鑽床附近に於て概して灰白脆質絹雪母を介在するを普通とするを以て剝離性著し。

塊狀硫化鐵鑛 不規則なる節理多く風化せるものは灰黒色にして著しく脆弱なり。硬度は高からざるも穿孔に際し cutting point を摩消する性あり。

生野鑛山に於ける錐鋼 1 組の内容

鑿孔深 4'.0~5'.0			ビット形状 一文字	鑿孔深 4'.0~5'.0			ビット形状 十字	鑿孔深 4'.0~5'.0			ビット形状 一文字
錐鋼長	ゲージ	摘要		錐鋼長	ゲージ	摘要		錐鋼長	ゲージ	摘要	
1	2'.0	1 3/8"	普通五番迄 使用す	1	2'.0	1 3/4"	普通五番ま で使用す	1	2'.0	2"	普通五番ま で使用す
2	3'.0	1 1/2"		2	3'.0	1 5/8"		2	3'.0	1 7/8"	
3	4'.0	1 3/8"		3	4'.0	1 1/2"		3	4'.0	1 3/4"	
4	5'.0	1 1/4"		4	5'.0	1 3/8"		4	5'.0	1 5/8"	
5	6'.0	1 1/8"		5	6'.0	1 1/4"		5	6'.0	1 1/2"	

備考 使用錐鋼六角 3/4 吋中空 備考 使用錐鋼六角 1 吋孔なし 備考 使用錐鋼 1 1/4 吋丸中空

岩質 鑛脈は脈石として石英を多く有する銅鑛脈にして穿孔は相當堅硬なり、立入は母岩の石英粗面岩にして之れも相當堅硬にして節理發達餘りなし。

使用鑿岩機 Ingersoll N-70

 " N-72

 " 248

 " 26

C.C. 11 (stopper)

B.C. 21 (")

D.W. 64

D.C.R.W. 23

第六 清水隧道土樽口に於ける錐鋼熔接作業に就て

錐鋼の熔接作業に就ては錐鋼處理心得に記載した通りであるが、此の熔接作業の經濟的價値と作業上の注意を擧げれば次の通りである。

上越北線清水隧道土樽口の工事では鑿岩機用錐鋼は 1 日 3 交代で 1 000 本以上使用する、即ち 1 1/4 吋丸中空鋼 350 本、7/8 吋六角中空鋼 600 本、1 吋六角鋼 100 本の程度であるが

錐鋼の消費量は従来 1 箇年 15 噸以上に達した、然るに錐鋼の熔接作用を實施した結果其の消費量は従来に比して半減したのである。但し隧道の地質は閃綠岩であつて現在では 1 箇月間に餘掘を考へて約 800 立坪の掘鑿を行つて居る。

錐鋼の消耗はピットの磨耗に因る外シャンクの折損、錐鋼の中央部の折損に因るものが著しく多いのである。何れにしても錐鋼は之れ等の原因から消耗して漸次短くなるが錐鋼は其の寸法が定つて居るのであつて當隧道では一番錐鋼は 1 1/4 吋丸中空鋼では 2 呎 9 吋、7/8 吋六角中空鋼では 1 呎 9 吋である、之れ等の寸法より短くなつたものを熔接することによつて大部分活用出来るが此の作業を行はぬ時に之れ等の短小錐鋼は悉く不用物となるのであつて其の不用品の價格は 1 箇年數千圓に達するのである。尙シャンクの折損によつて著しく其の長さが不揃となるから錐鋼の長さの整理上からも熔接作用は必要である。

當所の現状は 1 日平均 1 1/4 吋中空鋼を 7 本、7/8 吋六角中空鋼を 10 本、計 17 本の熔接作業を行つて居る、此の 17 本の短くなつた錐鋼 1 本の長さを 1~2 呎と假定して其の價格を算出すると

1 1/4 吋丸中空鋼
 4封度 × 7本 × 2呎 = 56封度
 7/8 吋六角中空鋼
 2封度 × 10本 × 1呎 = 20封度
 計 76封度

1 封度の單價を 43 錢とする時は

$$76封度 \times 430円 = 32,680円$$

となる、而して錐鋼の熔接費用は 1 本に就て平均 30 錢であるから

$$17本 \times 0.30円 = 5,100円$$

故に 差額 27,580円.....の利益

を 1 日に見るのであつて 1 箇年間の利益は相當多大なものである。

錐鋼の熔接費用は平均 1 本に付き約 30 錢であるが詳細は次の通りである。

職工 2 人にて 1 日

1 1/4 吋丸型中空鋼 15 本

又は 7/8 吋六角中空鋼 25 本

を熔接する。

1 1/4 吋丸中空鋼 15 本熔接費額内譯

職 工	1 人	@ 2,500円	2,500円
同	1 人	@ 1,500	1,500

重油	18立	◎	0.038	0.680
Soulder	0.33kg	◎	2.900	0.970
計				5.650 ^円
故に1本に付				0.380 ^円

7/8吋六角中空鋼25本熔接費額内評

$$5.650^{\text{円}} \div 25^{\text{本}} = 0.226^{\text{円}}$$

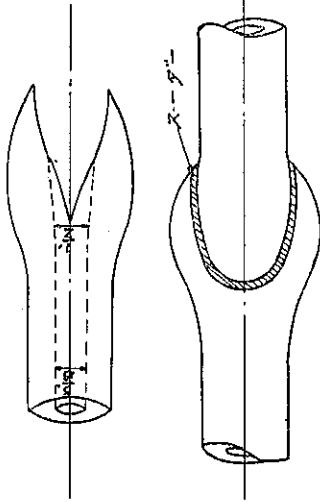
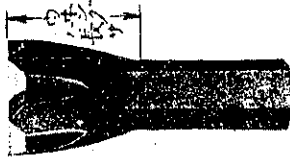
故に1本に付き 0.230^円

附 表 第 一

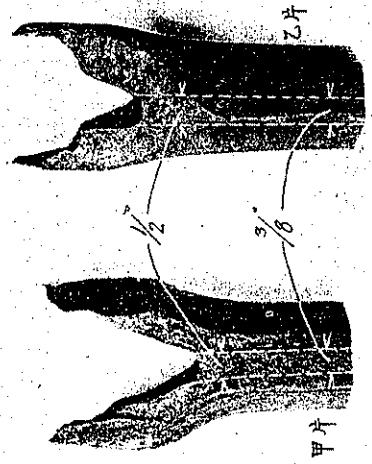
鑿 中空及び 無孔の六 角, 丸, 八 角或は十 字形	シ ヤ ン ク					ピ ツ ト の 直 徑 (吋)																									
	シヤンク及びシヤンクをフォージする爲に要する鋼の長さ					ピツトをフォージするに要する材料長さ																									
	9 $\frac{1}{2}$ " カラ シヤンク	4 $\frac{1}{2}$ " カラ シヤンク	ラ ッ グ シヤンク	ス ト ー バ シヤンク	ピ ス ト ン シヤンク	鑿 岩 機 用 鋼 シヤンク な き 場 合	十 字, ダ ブ ル ア ー ク 及 び 一 文 字 ピ ツ ト																								
+	7	8		6	5	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$
+	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{4}$	8	6	5 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	
+		7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	6	5 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	
+			7 $\frac{1}{2}$	6	5 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	

任意の長さの錐鋼を作るに必要な錐鋼材の切取長さは鑿孔の長(2", 4", 6"等或は1", 2", 3"等)に上表に示したシヤンク及びピツトの大きさに對する長さを加へたものである。

寫真第一



寫真第二

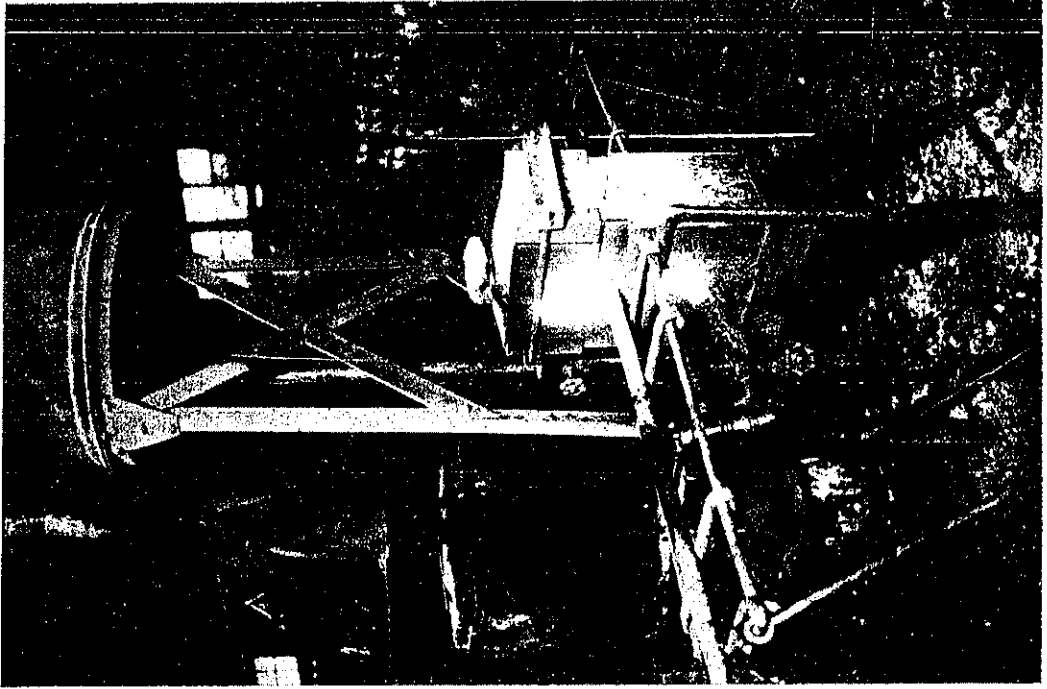


寫真第三



(此圖係根據日本服裝設計)

寫眞第五



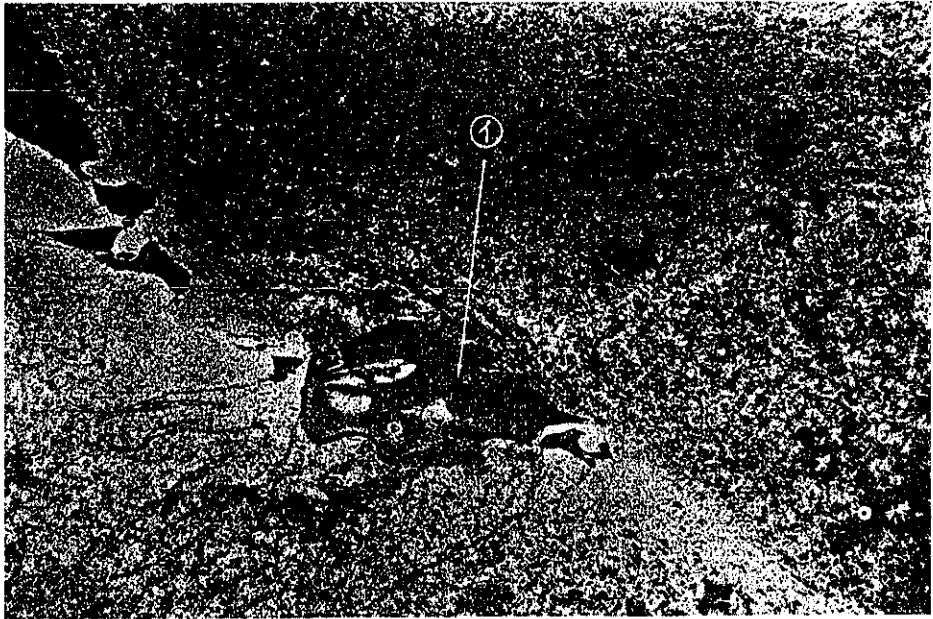
寫眞第四



寫眞第六 熔接せる接合部分の断面

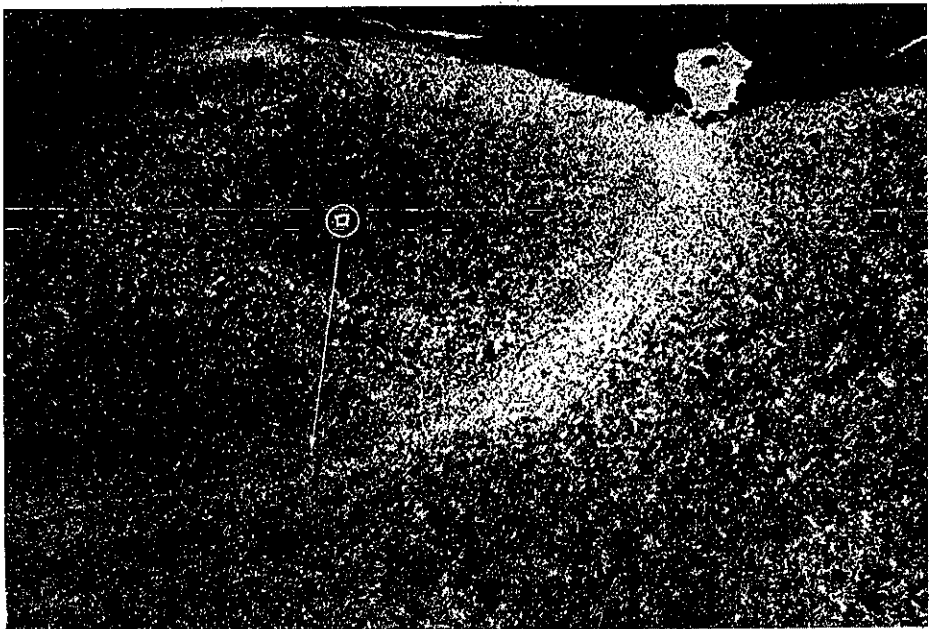


寫眞第七 顯微鏡寫眞



(1) の部分は熔接不充分的箇所

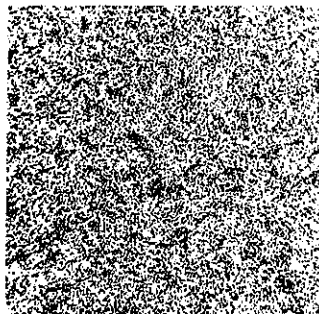
寫眞第八 顯微鏡寫眞



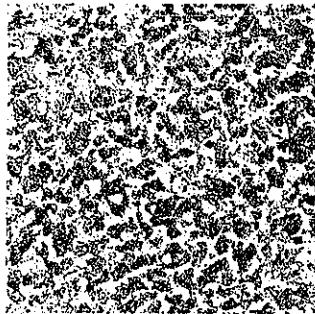
(ロ) の部分は熔接完全なる箇所

土木學會誌第十七卷第二號寫眞

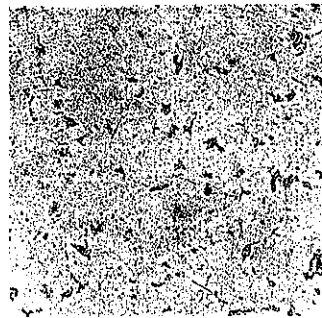
寫眞第九



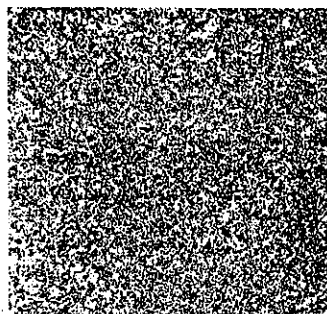
(9) C 0.9%



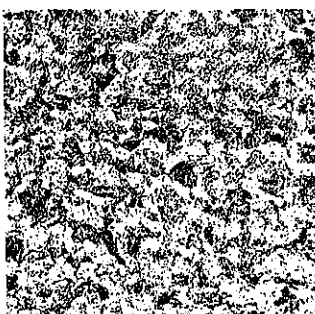
(5) C 0.5%



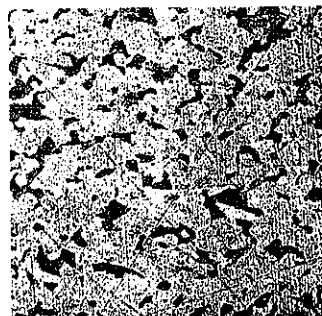
(1) C 0.1%



(10) C 1.0%



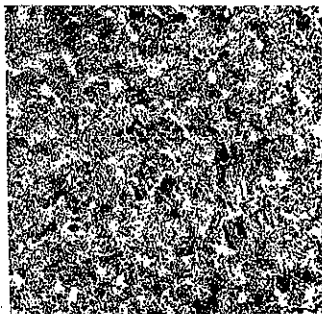
(6) C 0.6%



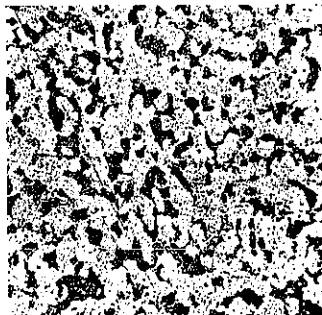
(2) C 0.2%



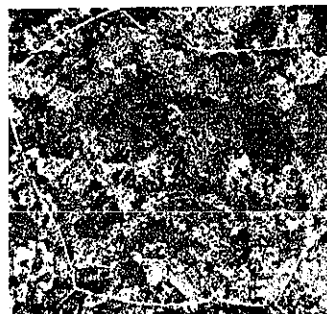
(11) パーライト (×200)



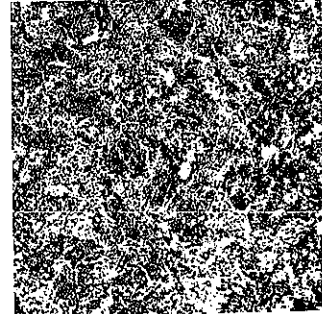
(7) C 0.7%



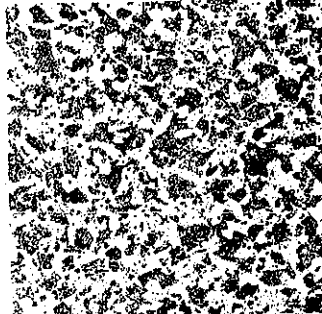
(3) C 0.3%



(12) C 0.8%

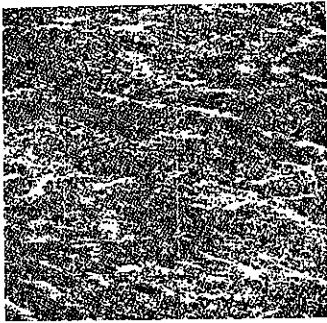


(8) C 0.8%



(4) C 0.4%

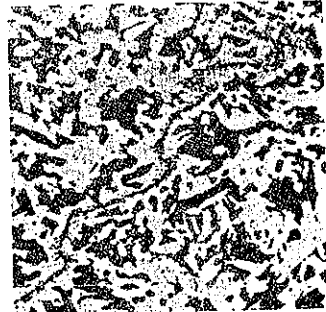
寫眞第十



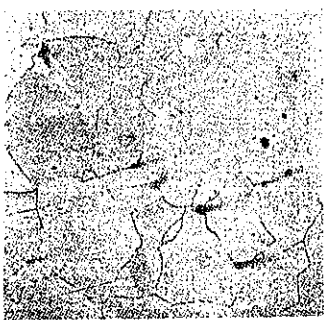
(1) 結晶粒のつぶれたもの×150



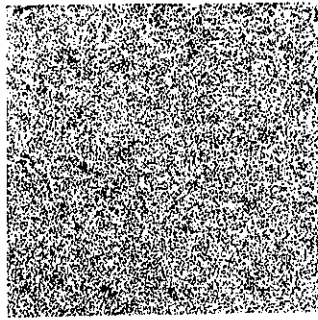
(2) 焼過ぎた鋼 ×100



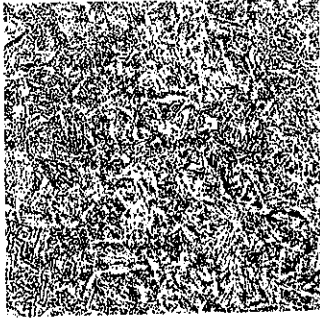
(3) 燃焼したる鋼 ×150.



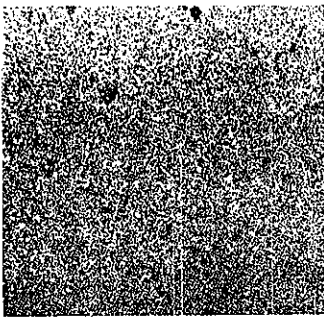
(4) オーステナイト ×100



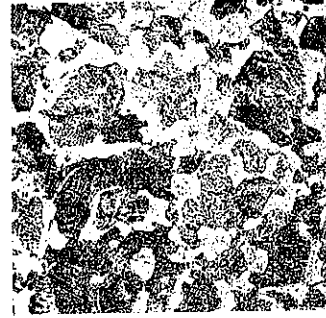
(5) マルテンサイト C. 0.8% ×150



(6) トルースタイト C. 0.7 ×100



(7) ソルバイト C.0.7% ×100



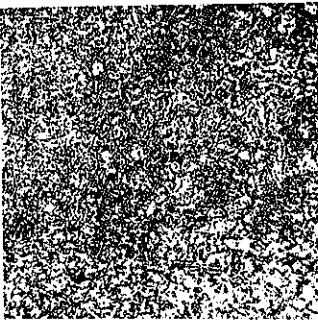
(8) C. 0.6% ×150



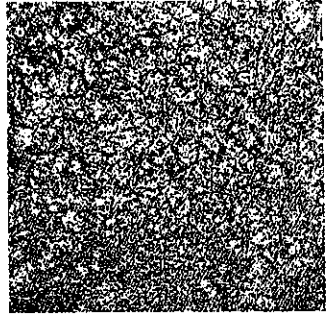
(9) C. 0.85 ×150



(10) ソルバイト ×150
球状セメンタイト

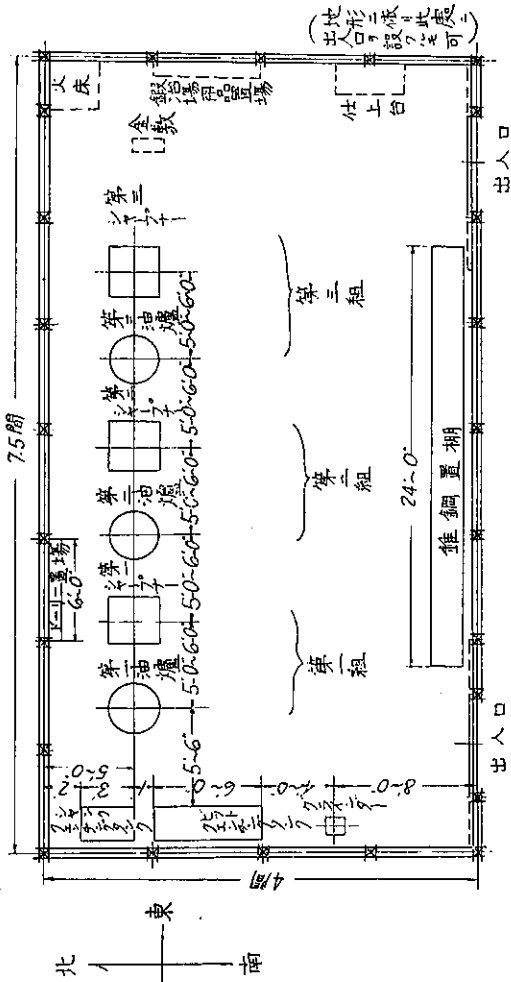


(11) (8)を焼入したもの
マルテンサイト ×150

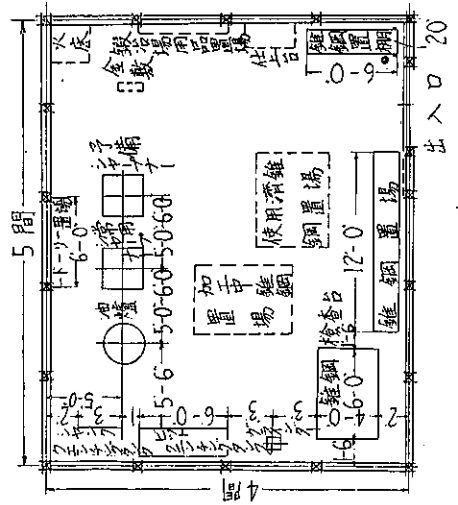


(12) (9)を焼入したもの
マルテンサイト ×150

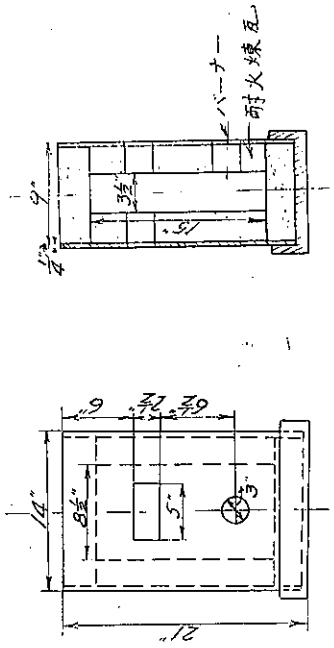
附圖第一



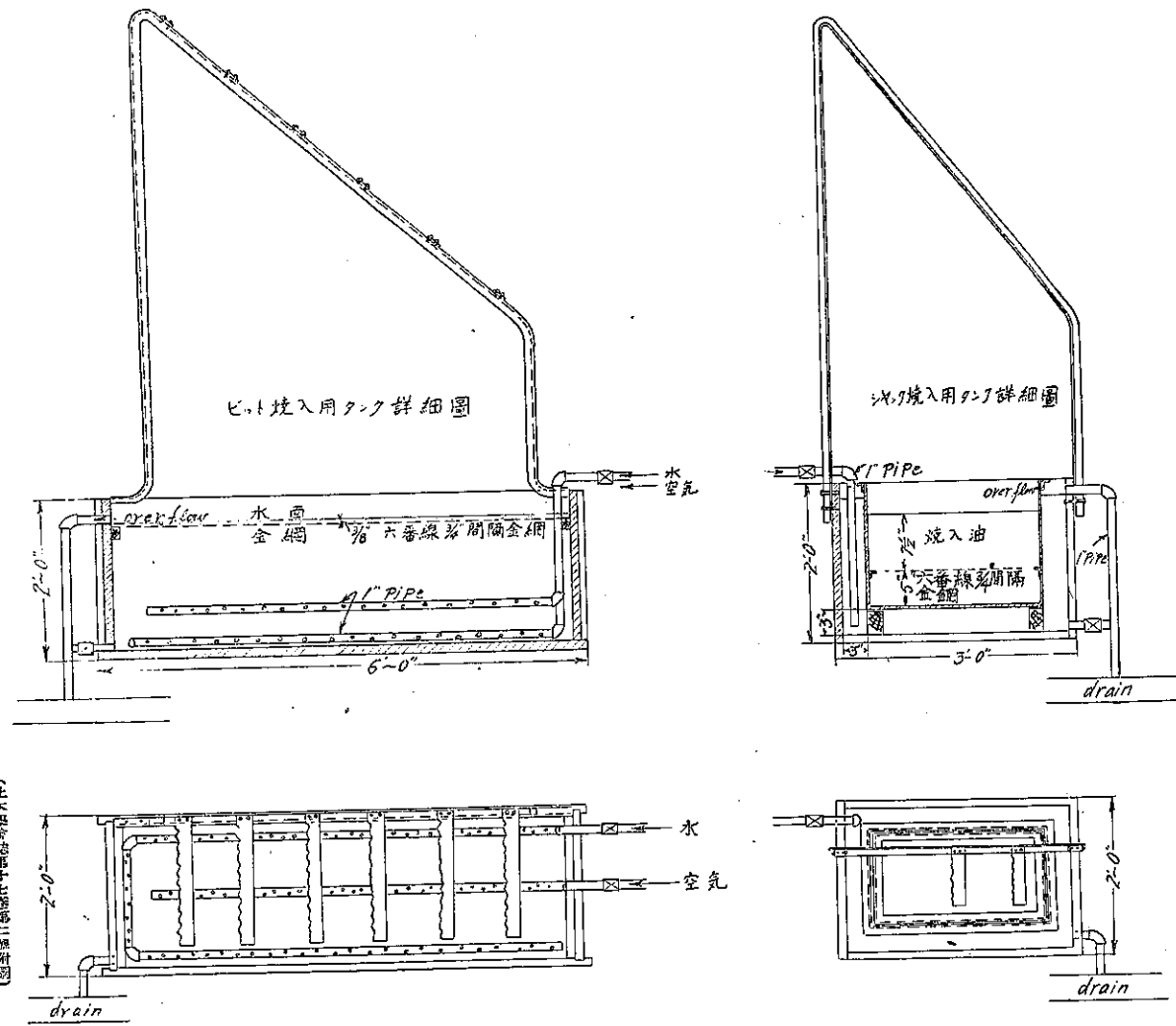
附圖第二



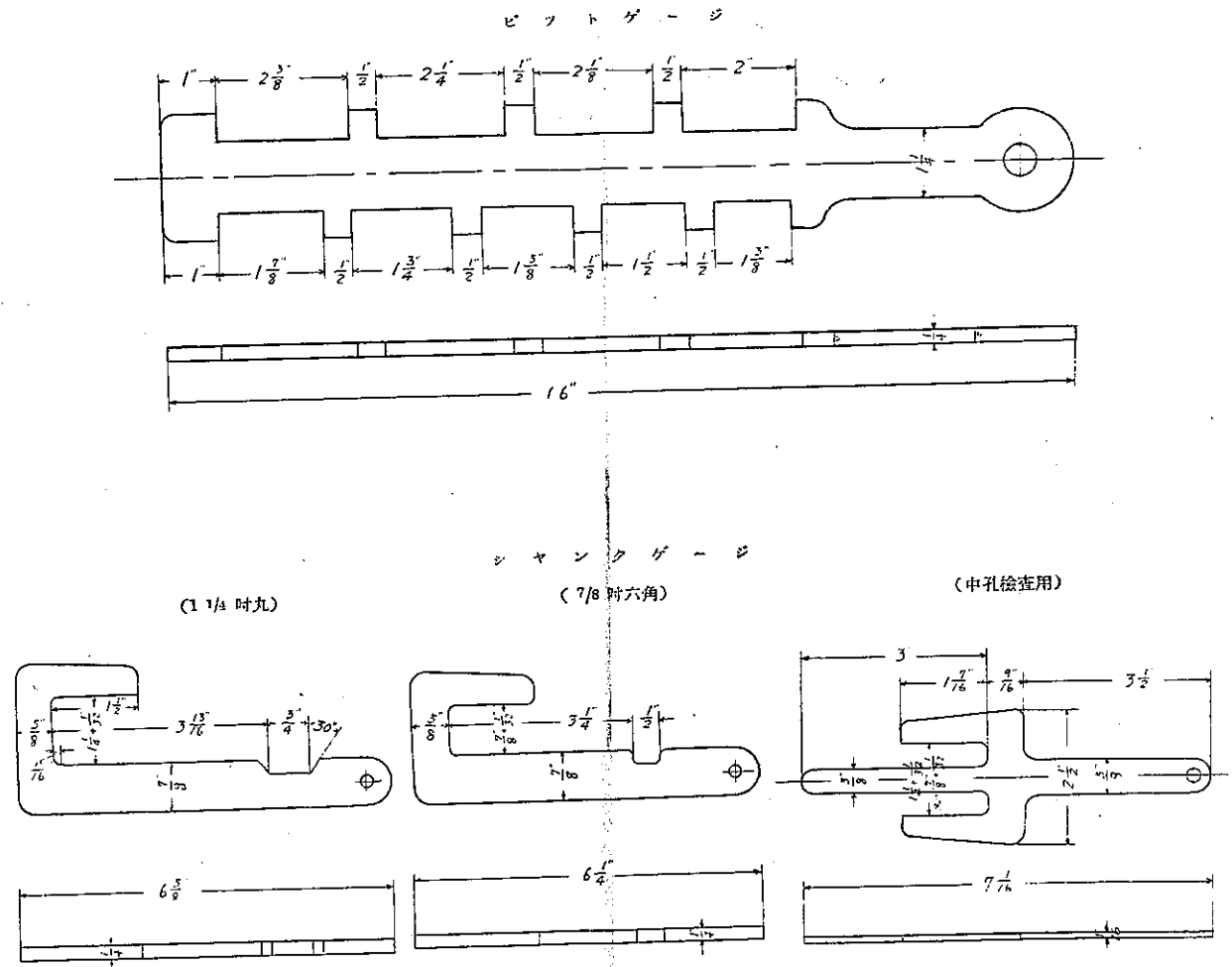
附圖第五



附圖第三 クエンチング・タンク



附圖第四



(上) 大澤製鋼所第十七号第二種規格