

## 拔 萃

### 獨逸に於ける甲板製造歴史に就て

(Emil Ehrensberger Stahl und Eisen, august. 1922)

佐々川 清

#### 一 初期の甲鉄

抑も攻撃兵器に對して軍艦を金屬材料を以て防禦しやうと試みた事は、軍艦自身の歴史同様随分古いものであるが、此の問題の困難は造兵術の進歩即ち火砲の出現に依り益々増大した、帆船時代には航海能力よりして重量大なる甲板を着ける事は出来なかつたが蒸汽船の出現と共に此の事實も變化して來た、十九世紀の後半になつて初めて眞の甲板の特種使用が現はれた即ち佛人デュプユイドロームは一八五四年に厚さ十一糎の鍊鐵甲板を有する浮砲臺を建設し之がクリミヤ戰爭中キンブルンの砲撃に於て十分なる効果を示した此の結果が軍艦を裝甲する様になつた抑も出發點になつた。一八五九年には佛國で甲鐵艦グロアールが進水し七八糎乃至一二〇糎厚の水線下二米に達する甲鐵帶を有して居た。英國に於ける最初の甲鐵艦は一八六〇年に建造せられたウォーリヤーで之は百十四糎厚さの甲鐵板を持つて居た、續いて百四十糎厚さの甲板を有するマイノタウア、アジンコート及びノーサンバークラウドが出来た、其後彈丸の増大する貫通能力は益々甲板の厚さを大ならしめ遂には伊太利の軍艦デウイリオ、ダンドロに

於ける五五糎、英艦インフレクシブルに於ける六〇糎厚甲板に見るに至つた。

一方斯の様な厚い鐵板の十分良好なものを製造する事は明かに困難なので一枚の代りに約半分の厚さの二枚の鐵板間に木材を充満させた所謂サンドウッチ甲板が考案された。

斯様に甲板重量が増大したため遂に艦の大部分に裝甲することが出来ぬと云ふ結果になり爲めに甲板の進歩も或は終點に達したものと考へられるに至つたが、一八七六年クルーズのシユナイダー社で甲板材料として鍊鐵の代りに鋼を用ゐることが行はれ射撃に對して同一抵抗力を持たせるに在來の板の三〇%薄いもので足りることになつた、併し鋼製板は射撃の爲めに裂罅を生じ個々に粉粹されると云ふ甚だ不良な性質を有して居た、尤もこの缺點は佛國の製造工場をなせる方法即ち油中にて處理すれば多少は避ける事が出来た。

英國に於てはシユフィールドのチャーレスキャメル社は一八七七年複合甲板を製造して甲板に一段の改良をなした、之は基板として鍊鐵を用ひ表面に全厚の約三分の一の厚さに硬鋼を鍛接したものである。當時各國の状態を見るに佛國海軍は鋼製甲板を使用し伊太利でも之を製造して居たが他の各海軍は皆複合甲板を採用した。

次に獨逸に於ける状態を顧るに最初の裝甲軍艦は英國より買つたもので一八六五年のケーニヒウクルヘルムを初めとしてカイゼル、ドイッチランド等之である、一八七七年十月デリングル製鋼工場で初めて一〇吋鍊鐵甲板を製造し同年十二月の射撃に特に優秀なる結果を擧げ此甲板は砲艦ウエスベ級に採用された續いて一二吋甲板を有するウッセルテンベルグ、

バーデンが造られ一八八〇年には初めてサンドウキツチ甲板をつけられた、ケーニヒウキルヘルムが一二噸の重量ある一二吋甲板を以て武装された、一八八〇年デリンゲル製鋼工場は複合甲板の獨逸に於ける製造權を受け良好なる試験結果の後砲艦ブルンメン、ブルムゼに使用の甲板オルデンブルグ其他に對する一二吋甲板及びブルカン造船所にて建造する三隻の支那海防艦に對する一二吋甲板等を造つた。

一八八〇年代の終りに獨逸海軍當局は艦隊威力増加の爲め大艦建造を目論んだ其最初のものがブランドンブルグ級の一萬噸艦四隻である。クルップ社は海軍當局の望に應ずること決心し甲板製造を開始した。

アルフレッド・クルップが彼の技術者に二〇糶甲板を製造する問題を出した事は注目に値する事であつて一八八六年一月二十三日附で次の如く彼が書いたものがある、「一五糶砲にて千米の距離で百發の彈丸を一米平方の面積に受け甲板は破損せず纜かの痕跡と衝撃にての纜かの裂罅とを受けるのみなる事を要する此の關係はより大なる口径の砲彈に對しても然るべし」と。一八八六年アルフレッド・クルップが彼の命令によりて製造された甲板の成功なりし射撃成績即ち $80 \times 160$ 糶板が三〇度乃至四五度の撃角で一〇・五糶砲よりの五十六發の射撃で大なる損害を受けなかつたと云ふ報告を得て次の如く書いてある、「今日の技術者の手腕よりしては斯の如き結果は達し得べからざる大成功の様に見える、然し自分は之では満足出來ず、更に優秀なるものに到達する事を望む」と。勿論此の射撃結果は後に獨逸海軍が軍艦裝備用甲板に對して要求し成功したものに比しては甚だ貧弱なものである。

クルップ社の新甲板工場の建設及甲板製造準備に對する時は非常に少なかつた、甲板工場としては三、五〇〇馬力のローリング機と直徑一・二米長さ四米のロールとそれに附隨してカルクのブローエルシュローマン會社製七千噸撓曲水壓機及び大型の各種切削機械を有する機械工場を造つた。

## 二 複合甲板の製造製法及び其の性質

複合甲板の製法は今日では歴史的のものとなつて居るが當時は非常に鐵工業者を驚かしたものである、複合甲板は前にも述べた様に二つの異つた部分から成立して居る、即ち柔軟なる鍊鐵よりなれる基板とその表面に注ぎ込まれた堅い鋼層とである、使用せらるゝ材料は〇・一%炭素、〇・二五%滿俺を有する出來るだけ純粹なるパツドル鐵で先づ鍛鍊せる大塊より巾一〇〇糶厚さ二〇糶の棒を作り之を一一層に十字に一七〇坩の重い束に積み重ね鐵鏈にて鍛接し長さ一、一〇〇糶巾五〇〇糶厚さ三〇糶の所謂デッケルに作り上げる、此のデッケルを七個か八個積み重ね鍛接して一、三五〇糶角厚さ三〇糶重量四〇〇坩のものとなし二倍の長さにロールする之を小形デッケルと稱す、次に之を剪斷機にて切斷し丁寧な表面の鐵滓を落す此所迄はどの甲板でも同じ處理で次に延伸工場に運ばれる。

此後の處理は甲板の大きさ厚さに依つて異り一〇個乃至二〇個の小形デッケルが甲板延伸機で二乃至三・五米の巾、厚さ八〇乃至一三〇糶の大形デッケルに鍛接延伸せられ再び鐵滓落しの後基板の重量により七個乃至八個の大形デッケルが積み重ねられ赤熱の儘ロールで基板に鍛へ上げられる大形デッケルを造る、材料の灼熱には煖爐もそれを取扱ふ人も十分熟練

したものを要する困難な仕事であるがそれにも拘らず基板の厚さ九〇糶重量五〇噸のものさへ製造された板材の内部が鍛接温度に達せぬ前に板材の端が熔接する様な事のない様に熱はゆつくり均等に上げる、之はシーメンスの考案になる焔が眞直自由に昇る方式の灼熱爐に依つて缺點なきを得た、爐床は動き得、板材は充分耐火性の煉瓦柱の上にのせられ豫定の熱度になつた時曳出し装置によりロールへ極短時間で運ばれ水壓装置の煖爐の戸が開かれて一分もたない内に第一回の壓延が始まる、第一回には非常に強く壓延し鍛鍊滓をしばらく出し鍛接を確實にする、巨大な眞赤に焼けた板材がロールの間を通り鐵滓の粒が二〇米以上も飛散する光景は非常に見物だ、材料の縁が爐中で熔接する事があると壓延しても鑛滓や瓦斯は充分しぼり出されず壓延の際大きな氣泡となりて残る此場合には壓延機臺に装置してある硬鋼の長い鑿の如き尖端を有する水壓装置で突き潰す、瓦斯は非常な勢で逃げるから其後更に完全に鍛接する。

基板の壓延は三〇乃至四〇分かゝる初めのパッドル鐵塊から之を作る迄の焼減りは約三七％である、壓延された板は冷却後注意して表面の黒皮を取り去り縁切り機で矩形に截斷される、一枚の基板に對して行はれた鍛接數より見るに計算によれば板は平均約一萬層よりなり、射撃に依つて裂罅が入りにくいのは當然の事である。

クルップ社で造つた基板中最も重いものは延伸後五十噸截斷後猶三七噸もあつた、最も厚い基板は四二噸の板材で九〇糶の厚さから延伸され出來上り厚さ五〇糶重さ三一噸もあつた。

截斷した基板に作業中最も厄介な鋼層の注入を行ふ之には注入鑄型が用ゐられる之は二つの部分になつて居る丈夫な延板で造られた箱で支柱を螺子で保つて居る、其の一方には厚さ三〇糶の鑄鐵製厚板を入れ箱壁にカスガヒで確ととめる鑄型の兩側壁は強い鋼製梁でつくられ基板の巾に相當した間隔にしてあり基板の側端が入るべき溝が作られてある。此の溝は各基板の厚さに依りて異なるがその深さに依り基板と鑄鐵製厚板との適當なる間隔即ち注入せらるべき鋼の厚さ（之は約基板の厚さの半分）が與へられる様に設計してある。型箱は耐火材を以て適當に底を高く積み上げ箱へ入れた基板が箱の上部へは出ぬ様にして置く先づ表面を金屬面を出す様に奇麗に磨いた基板の面に水硝子的のものを塗りその上を平らに一〇糶厚さに鍛鍊温度で容易に焼き付く砂で蔽ひ水平に煖爐に入れて攝氏一、一〇〇度に熱する（温度は今後も凡て攝氏）その温度になり一方鍛接すべき鋼の注入用意が出來れば煖爐の爐床が引き出され起重機の爪を二つ基板の頭部に豫め明けて置いた穴に入れて板を起重機で持ち上げる、蔽つて居た砂は硝子を壊した様に滑り落ち奇麗な白熱した板の表面が現はれる、板は大急ぎで鑄型上に運ばれ起重機のブレイキを加減して板が箱中の煉瓦臺上にしつかり充分に乗る様になす、次に板は兩側の梁に楔留めをされ合せ目は粘土で塗りつぶし注入作業に掛かる基板が煖爐から取り出されると同時に酸性平爐で熔解された鋼は二つの注口のある取鍋に注ぎ出され鑄型の用意が總て備はると取鍋は其の上を持ち來される、鋼の注入は二つの出口を有する二個の注込臺にてなされる、従つて鋼は四本の流れとなつて、基板の表面に近く落ち白熱せる基

板に多少浸蝕し熔接が確實になる、注込始めは煖爐の戸が開いてから約十分板の大きさに依り五分乃至八分まで注入が終る、注入される鋼は〇・八%炭素猶鍛錬し易い様に一・〇%滿俺及び〇・二五%珪素を有する、此の鋼の注入作業は特殊の技術を要するもので、凡て迅速に行はねばならぬ、然しクルツプ工場で製造された甲板中には一枚として鋼層の熔接不完全なものもなかつた。

注入後一時間半で鑄型に取付けた螺子を緩めて複合板を取り出す、次に板は灼熱爐に入れ鍛錬温度に熱する複合板の鍛錬は餘り簡單ではない、一、二〇〇度位の温度では滿俺多き鋼は鍛錬同様容易に打ち延し得るが冷却すると全く變つて大なる板程鋼層の方が甚だしく凹型になる傾向がある、又鋼層を上にして壓延すれば上へまくれ上り板がロールを通過するや非常な力でライプローラーを撃ち之を破壊する恐がある、従つて板を再びロールに送る事は困難で或場合には水壓機で曲りを直し再び熱して壓延する必要がある、この理由により普通は鋼層を下にする、此方法は鋼層の表面が壓延の際可燃物(粗朶の如き)で奇麗にされる事は出来ない不利があるが、前に述べた缺點には代へられないのである、猶複合板を熱する時下になれる鋼層は鐵層に比し温度が低く壓延は確實になる壓延作業は二〇分乃至三〇分掛かる、最後に板の性質をよくする爲め薄黒くなる迄水で冷却する、斯くして複合甲板の冶金的處理は終り、次には板を弱い赤味に熱し數回繰返して七千噸水壓機下で撓曲する曲げ方後機械作業に掛けるが之は少しも困難な事でない。

射撃成績に就ては三〇乃至三五糶板に對しては二八・三糶

二四〇疋の堅鐵榴彈が用ゐられ、その撃速は此板より一五%も厚い鍊鐵甲板を貫通するに充分のものであつた、四〇糶甲板の試験には三〇・五糶砲を用ゐる三二九疋の堅鐵榴彈で四七〇米の撃速で撃つた、之は二五%厚き即ち五〇糶鍊鐵甲板を貫通するに充分なる撃速である、甲板は一米厚さの樫の後板を有し鐵の支柱の上に取付けられ、撃點は各三口徑計り離して三發射撃し貫通せざるを領收規格とする裂罅は出來ても射撃後板が完全に後板から取り外し得れば宜い。

### 三 ニツケル鋼甲板の製造及び其性質

クルツプ社に於ける複合甲板の製造は短命であつた、鋼の製作に慣れた工場が甲板製造の開始と共に甲板の改良や、又複合甲板に代る他の優秀なる鋼を造り出す事を試るのは當然の事である、ブランデンブルグ級艦の建造が始まつた時には四〇糶厚さの複合甲板も甲板に對して常に進歩發達しつつあつた、彈丸の衝突勢力に抵抗するに充分でない時期に達して居た海軍當局がテルニ製鋼所に作らせた四〇糶のシユナイダ一式甲板も尙之よりも弱かつた、此の状態は各國海軍皆同様であつたが一八九一年十月クルーズーのシユナイダ一社は米國のアナポリス射撃場で行はれた射撃試験にニツケル鋼甲板を提出し良好なる結果を得た、クルツプ社も一八八八年來ニツケル鋼を熔解し甲板を作り射撃試験を行つて居たが一八九〇年九月に甲板改良の第一歩としてニツケル鋼甲板の製造に着手した。

一八九二年二月始めてデリングル製鋼所と共同にて非常に優秀な甲板を造つた、海軍當局も厚さ四〇糶のニツケル鋼甲板の成績良好なるを見て遂に之を複合甲板の代用にするこ

とに決定した、此の時代まで猶複合甲板の製造に成功して居なかつた各國は直に新しき甲板に走つた、クルップ社で製造した複合甲板は全部で一〇〇枚總重量は二、〇〇〇噸を超えた。

新ニッケル鋼甲板は鹽基性平爐で造られ、その分析は次の如くであつた。

炭素〇・一二%、ニッケル六・八〇%、滿庵〇・三六%、珪素〇・〇%

此甲板の製造は至極簡單で熔鋼は鐵製鑄型に注ぎ込まれ、鋼が固まれば鋼塊は灼熱爐に持ち運ばれ一、二〇〇度に熱し強く水で冷却しながら、或温度で極く緩徐に壓延する板には熱處理を施さないと云ふのは鍛鍊だけで板は既に目的の組織を造つて居るからである、次に曲げ方のため弱い赤味に熱する機械作業は簡單である。板の機械的性質は平均彈性限三五疋、破斷界四五・二疋、延伸率二三・一%、收縮率五八・二%である。

四〇糎ニッケル鋼甲板の射撃成績は複合甲板の場合と全く異つて居る、即ちニッケル鋼の優れた強靱性は穿入彈丸を總べて喰ひ留め全く裂罅を生じない直徑のより大なる彈丸に對しても同様である、此甲板射撃には徹甲榴彈が用ゐられ同厚の鋼製甲板を貫通するに充分なる撃速で射撃した結果、板は全く貫通されず裂罅も生じなかつた、三〇・五糎彈重量三二九疋で五一・五米の撃速で彈尖は板の表面より五〇糎後方迄穿入し彈丸は破壊反跳された、同様の方法で撃つた堅鐵榴彈は殆んど穿入せず、全く破壊され弾片は射場に散在して居た、此の板の抵抗力は此の板より一六%厚い複合甲板及び鋼製甲板或は六六%厚い鍊鐵甲板に相當する、此の板はブランドン

ブルグ級の戰艦に用ひられ複合甲板は最早用ゐられなくなつた。

#### 四 甲板の抵抗力の計算

前述の様な有様の間に海軍當局は排水量四千噸のジューグフリード級の新海防艦の建造を企て其の甲板として二四糎及び二〇糎厚さの板が計畫された、海軍省は普通の同厚の鋼板を貫通し得る撃速に耐ゆる二四糎の試験板作成を要求した、此の試験板に依つて新に開拓された進歩改良の點を述べ前記に甲板の抵抗力の計算に就て述べる、之迄屢々板が抵抗力に於て何パーセント厚い鋼板或は鐵板に匹敵すると述べた故之は何に依りて斯かる事が云へるかと質問される人もあらうと思ふが此の値が所謂甲板公式を應用して得られるので其の式中には板厚に對する彈丸の殆貫撃速、彈丸の直徑等の關係が表はしてある、簡単に云へば此等は主として實驗的に出されたもので、同一方法で製造された厚さの異つた甲板を各種直徑の彈丸で撃つた結果を一つの簡單なる形式に持ち來たものである、クルップ式算式は數學的基礎の下に作られたものである、通常使用せられる算式は次の如くである。

- クルップ式(鋼製甲板に對し)  $P \cdot V^2 = (1240)^2 A \cdot 5/3$  E 4/3
- バール式(鋼製板に對し)  $P \cdot V^2 = (1280)^2 A$  E 1.3
- バール式(軟鋼に對し)  $P \cdot V^2 = (1530)^2 A$  E 1.4
- クルップ式(無燒入等板に對し)  $P \cdot V^2 = (2408)^2 A$  E 2
- クラーブランク・グレン公式  $P \cdot V^2 = (2510)^2 A$  E 1.5
- P = 彈丸重量(磅)      A = 彈徑(磅)
- V = 射撃速度(米)      E = 板厚(磅)

獨逸海軍では佛人ドマールの算式で計算する事が習慣になつて居る、此の式を應用して出された彈丸の衝突勢力の値は

單に平滑なる板を勢力の餘り無く貫通する丈のもので木の背材のあるものに對しては別に木材式と云ふものがある、但し之は別に考に入れる必要のない位の極く緩かな値のものである。

鐵板や薄鋼板に對しても算式が作られてあるが、之等は省く。

此算式中には分數指數がある爲め對數で計算する必要がある、實際には此の算式を迅速に用ゐる爲め特別な計算尺が出来て居る、獨逸海軍で使用して居る軟鋼に對するドマールの算式は板厚大なるものに對する値は弱い材質を用ゐたとして丁度適當になり、薄板に對して計算された値はずつと強い材質で造つたもので丁度よく表はれる、此の事實は始め此式がシユナイダー式甲板に依つて作られ、此の甲板は油中で焼入れされ従つて厚板薄板に依つて牽引力の差異が起り得たと云ふ事による。

##### 五 ニツケル鋼甲板の調質

獨逸海軍當局は此の算式を用ゐて二三糎厚さ及びそれ以下の薄板の領收規格を四〇糎厚さの板に對する係數と同様になさんと考へたので、此等薄板に對しては明かにより強い力のものが必要になつた、それでクルップ社は七%ニツケル鋼で從來の炭素量〇・一二%を變じて〇・三五%のものを選んだ。

此鋼は珪素は無く鹽基性平爐で熔解する、但し此の鋼の有する良好なる性質は熱處理により始めて表はれるものである事は明瞭で、それで熱處理に莫大なる費用を掛ける事を餘儀なくされた。即ち九二〇度より種油中で冷却し又六六〇度に暖め徐々に冷却した。此の結果は破斷力六二・五珎、延伸率一

四・五%を得同時に衝擊試驗成績も良好で甲板斷面は凡て適當な組織を示した、一八九二年二月に行はれた射擊試驗に於ては豫想通りの結果を得た、一五糎及び二一糎彈にて全く裂罅を生ぜず良好なる抵抗力を示し、海軍當局の要求を滿しこの鋼は以後造らるべき薄板に適當な事が認められた。

嘗て鍊鐵甲板から複合甲板式はシユナイダー式鋼板に代つた爲めに堅鐵榴彈を防ぐことが出来たと同様に鋼製彈に就ても然るべくなり得る事は想像し得る此の目的に近寄りんとする種々な方法が考へられた。

最も簡單な第一の方法は今迄用ゐられた合金より遙かに硬い一様の鋼製板を造る事である、併し一方之は板に必要な強靱性を可成犠牲にしなければならぬ。

第二の方法は複合甲板の改造で強靱なる、ニツケル鋼の基板に非常に堅い炭素鋼又はニツケル鋼の表層を鍛接するのである、實際クルップ社もデリンゲル製鋼所も此種のニツケル鋼複合甲板を試験的に造つたが、此等合金鋼の鍛接が困難なるため此の試験も放棄された。所が此の缺點も第三の方法の進歩により除き得た、即ち炭和焼入により表面に堅硬層を得ると同時に板體自身との理想的接合が出来得る法である、抑も炭和法に依りて鋼中に炭素を浸み込ませる事は百年前から種々なる目的即ちロールや機械を堅硬にするに用ゐられて居た甲板に對しても深い浸炭といふ事は考へられて居た。

當時合衆國にても同様なる研究が行はれて居たが、一八九一年始めてアナポリス射擊場に於て、米國人ハービーに依り考案された甲板が試験された、此の板は軟鐵で造られ表面は木炭で浸炭され水で焼入されて居た、板に對して射擊された

鋼製彈は悉く破壊され歐洲海軍の注意は一時に此の板に集つた、當時ロンドンに出來たハービー製鋼會社から獨逸海軍に提出された試験甲板の一八九三年三月の射撃試験結果は鋼製彈を悉く破壊し殆んど獨逸の甲板領收規格に近い成績を示したが最後の一彈で破壊された此の射撃成績はニッケル鋼を用ゐて甲板を製造してからは優れて良好なものでは無かつた、ハービー甲板製造者は甲板が纖維組織を持たねばならぬといふ意味を知らなかつた、それで板は粉々に破壊されて砲塔や砲楯に使用の甲板には向かなかつた。

一方クルップ社は獨特の方法で炭和焼入板の製造を行つたそれは二六糶厚さのニッケル鋼甲板を其後獨逸海軍に採用された方法に近いもの即ち表面を石炭瓦斯にて炭和せる後焼入れたものである、此の目的の爲めに板の表面を十六日間一〇〇〇度の温度に保ち徐々に流れる石炭瓦斯に當て浸炭を行つた、此の方法は現在使用されて居る、甲板製造法を述べる時精しく説明する、炭和後此の板は熱處理に依り良好にされ炭和層を有すると共に板が強靱なる組織を得る様になり、次に此の強靱なる組織が再び破損されない程度の焼入温度で表面に焼きを入れた、此の目的の爲めに豫め小さい板で試験をして炭和層が急激な冷却で焼の入る最低温度を擇び板は此の温度即ち七七〇度に熱し表面は水の雨で焼きを入れ裏は其まゝ自然冷却する様にした、一八九三年三月に行はれた二六糶厚板に對する射撃成績は光輝あるものであつた、即ち板に對し射撃された一五及び二一糶は悉く破壊され此の種の口径砲では板の抵抗力の限界には到底到達し得ず、而も二一糶彈の最後のものは皆ては二倍の厚さの五三糶厚さの鍊鐵板をも貫

通し得たものであつた。

## 六 ニッケルクロム鋼甲板の製法及其性質

此の充分な成績にも係らずクルップ社は猶満足しなかつたと云ふのは此の板の製造方法の困難は並大抵でなく表面の焼入を充分にして而も裏面の靱性を保つために許される温度の範圍は極く狭く従つて炭和層の焼が充分入らぬとか、或は焼入は良好でも裏面の靱性が高温になつた爲め再び破壊され射撃により裂罅を生ずる等の危険が伴つたのである。

此の問題を解決せんと各種の材料の探究の結果在來のニッケル鋼の代りに一八九〇年來クルップ社にて造られしニッケルクロム鋼が現はれた、之は炭素〇・二—〇・四%、ニッケル三—四%、クロム一・七五—二・〇%を含有する、此の鋼に就ての研究は先づ焼入をしない鋼板に就て行はれ熱處理に依りて七%ニッケル鋼より以上の良好な機械的性質を持つた要求通りの強靱なる組織のものを得るか否かを實驗された、前に示した分析より見て即ちニッケルクロム鋼の焼入し得る能力の大なる事即ち變態點上よりの冷却速度は純粹なる炭素鋼に比し百倍も遅いと云ふ點より見て随分厚い板でもすべて強靱なる組織に爲し得べしとは考へ得られるのである、更に此の鋼の美點は機械的性質の非常に規則正しい點にある、即ち熱處理の方法によれば七五疋から一六〇疋の破斷力を得ることが出来る、然し試験の結果此の鋼は或る特別な性質を以て居る事を發見した、即ち薄い試験片では八七〇度より油焼入を爲し、六三〇度で鈍して目的通りの強靱性を得るが板自身の場合は左様にはゆかず熱處理後脆性を帯びるのである、此の現象は第二回に低い温度からの冷却速度による事が容易に解

つたといふのは小なる試験片は大なる板より冷却速度が早いからである、依つて板に對しては油焼入後六三〇度に熱してから速かに冷却する爲め水をかけた、事實之れに依り目的通りの結果を得、一萬噸押曲機の臺に作られた六〇糎厚板でさへ何處も皆強靱なるを得た。最近の金屬組織の書には或る種の鋼例へばニツケルクロム鋼の如きは緩冷が脆性の原因になると云ふ事に就て論じて居るが此の現象をクルップ病とすら稱して居る、クルップ社は此の現象を二十五年間も知らなかつたが其の醫藥は隨分以前から發見されて居た。

此の方法で造られた一五糎厚さのニツケルクロム鋼甲板は一八九四年七月の射撃試験に供せられ、其の結果は在來の七〇ニツケル均一甲板より明白に良好で同時に其機械的試験でも八二珣の破斷界一五・二〇%の延伸率を得た。

此ニツケルクロム鋼は非炭和板でも非常に高い強固性を得るにより炭和焼入板として應用研究するには適當のもの、様に見えた、然し常に吾人は焼入せる板が射撃に際して破壊せられない事を望むため板の裏面が充分なる強靱性を保つ焼入方法を欲して居た、従つて最初の焼入甲板製造當時と同様の困難があつた、處がそれに對して一つの方法が考へられた、即ち若し板の表面が目的の焼入をなすには必要な温度に上げられ同時に板裏は既に得し強靱性を失はぬ様に冷たい状態に置かれれば良好の結果を得るであらうと云ふのである、但し斯くの如き問題を解くには種々と頭を痛めなければならなかつたが、遂に理想的な簡単な方法が考案された、即ち高温の爐中にて板の表面だけが熱の影響を受け裏面は熱を受けることを出来るだけ防ぐのである、一四・六糎の板で表面は赤く裏

面は薄赤くした位が適當な様に見えた、此の板は迸しり出る水の下に完全に冷却され斯くして出來た板より取れる試験片は表面が板厚の約三分の一位の美しい非常に強い焼入状態で裏面に立派な強靱なる組織を表はした。

一八九四年二月には特記すべき良好なる射撃成績を得た、同様の處理法で造られた三〇糎厚さの甲板は一八九五年三月に射撃され、其の結果は凡べての豫想に優り板は三〇糎の最も強い彈丸でも貫通不能なる事を示し、同時に非常なる強靱性を有して少しの龜裂も生じなかつた、同様の結果が一八九五年十月に行はれた八及一〇糎の射撃にても示された、此の試験により所謂クルップ板なるもの、製造方法が完成され此の方法は各國の特許を得た。

獨逸海軍は其時から戰爭開始までに建造された新艦にこの種の板を用ゐた此の板が他の各種の板に比較して特に優秀なる點は硝子の硬度より大なる表面と次第にそれから變化して優れた靱性と強さを有する裏面組織との結合にあるのである、板質の抵抗力の進歩を圖解的に説明すると第一圖の如くである、此説明では焼入せるクルップ板を一として射撃に對して同一抗抵力を有するには他の板で何程の厚さが必要かを示して居る、數字はクルップ甲板の厚さに等しき直徑彈を以ての射撃を假想して算出せるものである、即ちクルップ甲板は三倍厚の鍊鐵甲板二・一倍の復合甲板或は鋼製甲板に匹敵するのである。

此のクルップ甲板は獨逸海軍が最近迄採用した許りか外國の海軍迄これを使用し世界中の大甲板工場は皆クルップ法に従つて製造した、前に述べた様に甲板處理法は今日に至る迄



第一圖

3.0	鍛鐵
2.1	複合又ハ均一鋼
1.8	無焼入ニッケル鋼
1.5	無焼入ニッケルクロム鋼
1.0	焼入ニッケルクロム鋼

同一抵抗カヲ示ス各種甲鉄ノ厚サ

より優れた結果を出すものは無く優れたりと稱して居るものは何かの誤解で多くは弱い弾丸を用ゐたものである。

抑も甲板の改良と云ふ事は常に非常に望まれ殊に二十世紀の初期になつて弾丸甲板の永久の競争に於て被帽弾の發見は弾丸側にて明かに非常なる飛躍をなしたもので優秀なる甲板

の出現を希望するや切なるものであつた。被帽弾は始め露

國のマカロフ提督により提出せられたが未だ完成せされず

其の儘になつて居たのをクルップ工場にて非常な進歩をさせ

せたのである。之れは通常の徹甲彈で其尖端に圓錐形の

強靱なるニッケル鋼の彈帽が極く低い温度で溶ける鐵で着

けてある、彈帽は彈尖を保護し板に當れる時彈丸の破損を

防ぎ自然に脱却する、既に一九〇二年一五種被帽彈にて三

〇・五種強は焼入せる四〇

〇・五種強は焼入せる四〇

〇・五種強は焼入せる四〇

〇・五種強は焼入せる四〇

事は出來なかつた唯板の改良としては大なるニッケル鍍金の出來る板を作り又特別の連結法で板と板とを堅固に繋ぎ合はせる事にした位のものであつた。

スカゲラツク海戦はクルップ甲板の優秀なる事の大なる證明になつた凡ての敵の彈丸は我國のものより優れし三四及三八種彈も我甲板の前では意氣地が無かつた。

七、甲板製造の冶金的及び技術的事項

優秀なる甲板を作るに第一に必要な事は良好なる鋼材の使用にあるのは勿論である、鋼は鹽基性爐床のシーメンスマルチン爐にて溶解される多量の鋼を産出する普通の爐の作り方は甲板製造の目的には全く不適當で容量は三〇噸乃至四〇噸で天井は高く火焰は湯面に直接當らず水平に進む様に設計してある、之れ溶鋼の急激なる酸化を防ぐためである、斯くしなくては製品を非常に狭い分析範圍内に造る事は出來ぬ、甲板用鋼の分析は次の如くである。

炭素〇、三五% ニッケル三、七五%—四、〇% クロム一、七五%—二、〇% 滿  
 俺〇、三〇%—〇、三五% 珪素 〇 燐及び硫黃〇、〇三五%以下

此等の數字は嚴守する事は製品の均等を請合ふに重大なる事である、甲板製造の際には頭部の切斷及び切削で鋼塊重量の約五〇%が屑鋼となるから爐内の装入物の半分は甲板屑であり其のクロム量も大部分消失するのである、製鋼技術者が斯くの如き多量のクロムを含有する鋼滓を取扱ふ事が如何に困難なるかを知つて居る、況んや所要の分析通りの製品を得るには猶更充分の注意を要するのである。

装入量の三分の一は自製のヘマタイト銑鐵で之れは滿俺一%、珪素二、五%を含む残りは良質の屑鋼を使用する、ニツ

ケルは純粹のものクロムは六〇%の高炭素フェロクロムとして用ゐるが此等は溶解の終りに赤熱して爐内に投入する、熔解せる鋼は直に注出される、注出されし鋼は落着きがないから取鍋へアルミニウムを入れて落着かせる、アルミニウムは純粹なるものを使用せずクルップ社特許の合金を用ふ、此はAMSメタルと稱しアルミニウム五%、滿俺一〇%、珪素一〇%を鐵と共に含有せるものである、此の合金を用ふれば純粹のアルミニウムを用ひた場合に出来るアルミナの害を避け得る、夫は此の合金を使用せばアルミナは同時に生ずる酸化滿俺及び珪酸と一緒に滓になり此の滓は滴の形にて鎔鋼中を上り上部に浮ぶ、此の合金は總重量〇・七%を加ふれば結構で其の以上は有害無益である、小なる立方體型に造られし合金を赤熱して取鍋に投入すれば鋼は忽ち平靜になる、鋼中の珪素量は加熱作業を困難にする故極く少ない方が良好同様滿俺の多量も望ましくならず、而しロールしたり撓曲したりするに必要な高温度で柔軟なる性質を得る爲めに〇・三%位あるとを要する、鋼は甲板の大きさにより一基或は二基の爐で熔解し鑄鐵製板型中に注入される、頂部を熱することはせず注入時間は噸當り一分間位で大なる鋼型の時は之れより短い、此鋼型は内部が全く凝固する迄其儘に冷す、注入より型抜き迄の時間は各鋼型の大きさに依り規定せられ成るべく充分保つ、一般に甲鐵製造の各作業に於ては出来る限り同様なものを作る爲めに時間温度其他各種の事に規定を造つて居た、熔解が済めば次に鋼塊延伸作業に掛かる、延伸作業には形狀を與へると組織を緻密にするのと二つの目的がある、鋼塊の儘では鋼塊の大きさ大なる程その組織も粗である、結晶中に

は屢々數厘直径のもの迄見る事があり腐蝕して見ればデンドリチック組織を見る、此の組織も延伸すれば全く破壊されて仕舞ふ。

鋼塊は延伸工場の前述せる煖爐中にて耐火柱の上に乗せて一、一五〇度に長時間保つ規定時間暖めし後既に複合甲板製造の際記述せる新しき延伸機にて延伸作業に掛ける、延伸機はサック、エンド、キーゼルバッハ製一萬馬力の可逆延伸機でロールは直径一、二五〇耗長さ四・五米である、此延伸機及び其の附屬品は以前の経験により建設したものである、ロールの兩側には強大なライブローラーがあつて鋼塊をロールに送り取り或は回轉させる、此外反轉装置もあり此は板の兩面を充分平滑にするに甚だ役に立つて居る延伸作業は四〇噸鋼塊にて約一時間も掛かる、終りには一耗以下位宛ロールを締めて上下より水にて冷却し乍ら延伸す此は延伸作業が鋼塊の内部迄及ぶためにするのである、數多の甲板製造者は鋼塊鍛鍊を重い水壓機の下にて爲さんと試みた、殊に米國人が左様であつた然し自分は經濟と云ふ事を全く考へに入れなくても猶ロールを推奨する充分なる自信を有する、水壓機は機械其物が高價なるのみならず一樣の厚さにする事は出来ぬ従つてロールせる板は粗材のまゝ用ゐるものが水壓機にて壓縮せる板は全體削らねばならぬ、甲板の延伸は作業時間の長さ事と水にて冷却する爲め鋼塊表面は黒く固くなる故ロールに大なる力を要する吾人の経験では滿俺含有量小なる甚だ純粹のヘマタイト銑鐵で作れる鑄鐵は最良であつた、中空の鋼製ロールも持ちはよくなかつた。

延伸後板は凡ての方向より一樣に冷却される様に一米位の

高さの三角臺上に置かれる、延伸後板の組織に就き結晶粒の太さは前と同じでデンドリチック組織の痕跡が猶残つて居る、次に六三〇乃至六五〇度に暖めて撓曲機の下で曲げ方を行ふ、甲板冷却後頭部は側面削り機や鋸機にて切斷し甲板表面を電氣で動く黒皮落し機で黒皮を去り次に炭和作業にかゝる、之にはクルップ社でも其他クルップ社から甲板製造作業法を習得した數多の甲板製造業者も皆一八九三年クルップ社により初めて試験せられ彼の特許になつた燈用瓦斯にて炭和作業を行ふ。

此は炭水化合物は熱によりて微細な炭素を分離すると云ふ著明な事實に基いてある、分離した炭素は秤り難い程細かなもので甲板表面到る處に入り込んだ瓦斯が非常に立派に然かも均等に鋼の炭化を爲すらしく此方法は炭和方法として最も推奨すべき價値あるものらしく見える、實際此方法は確實なる事、看視の簡単な事、清潔な事、炭素粉にての炭和に比して遙かに少き時間にて可なる事等で明かに優秀な事を示すものである。

一度の炭和に際して二板の合せ板即ち上下の板を必要とする事は當然な事で一つは下に一つは上に表面を向ひ合はせ百耗位の強い鐵柱で分けられてある、此柱は後の破斷試験の充分なる參考になるだけの大きさ形を有するものである。甲板の周圍は耐火材を以て圍み斯くして一つの部屋を造り其中へ燈用瓦斯が鐵の管より出入する様にする、板の外面は燒滅を防ぐ爲め粘土と曹達よりなる液を塗り豫め六〇〇度に熱する、爐中に此板の組合はせを二つ或は三つ注意してゆつくり入れ、熱を次第に九五〇度迄高め其温度になつた時燈用瓦斯を

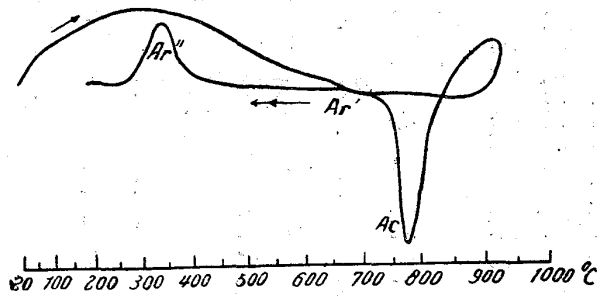
二本の管より兩板間に入れる、瓦斯は此中で分解されて二つの他の管より流れ出る此二つの管は交互に出入口になる、流れ出た瓦斯の分解された事はこの瓦斯を爐外に導き火をつけて見れば光明なる焰を出さぬので解かる如何に瓦斯が分解するかは次の分析を見れば明瞭である。

(容量%)	一酸化炭素	炭酸ガス	酸素	水素	窒素
燈用瓦斯	五、三三	〇、七三	三、四五	三、三〇	五、一〇
分解されし瓦斯	九、一四	〇、〇〇	〇、〇〇	六、〇八	〇、〇〇
				七、九四	三、五三

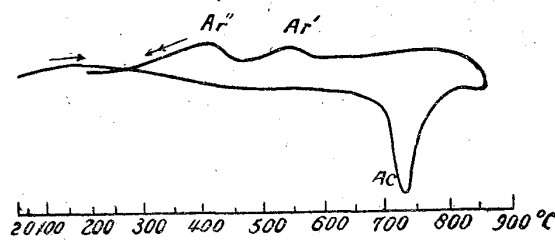
各箱(一枚の板の間)は一種の瓦斯溜りに聯結される、炭和に用ひらるる瓦斯の量は甲板の厚さ面積により異り一〇厘厚さの甲板に對しては一平方米の甲板表面積に付き約一六〇立方米、四〇厘厚甲板に對しては二八〇立方米の瓦斯を要した、因に炭和時間は前者にて九・五日間、後者は一五・五日間である、甲板を上げて見ると兩板の間は細かい煤を以て充されて居る、温度を一、〇五〇度に上げると此煤は黒鉛狀となり炭和は益速かになるが一方炭和層の組織は粗く脆くなる、依つて温度は常に九五〇度乃至九六〇度の間となし鋼を細かき靱性ある組織となる様に、心掛け従つて炭和時間は多少長くなる、七〇枚の各種板厚の炭和分析の結果は五耗深さにて板分析〇、三五%、炭素の者が一、五六%、一〇耗にて一、〇八%、一五耗にて〇、六四%であつて二五乃至三〇耗の深さの間にて炭和は消失して居た、炭和爐は灼熱其他燒入鈍し等に用ゐられし煖爐と同様に自由に焰の昇る蓄熱室を有する爐で焰は直接甲板に觸れる事はない、爐長は一五乃至二二米なり、煖爐は五度以内の差異で求める温度に保ち得る此精密度は最も必要で今日吾職工は全くそれに慣れて居る、此精密さがなけ

れば甲板の成功は全く偶然になつてしまふのである、温度の測定は電氣的測熱器による白金ロヂウムよりなれるもので爐中に放置しテルコン硝子で蔽はれて居る、温度測定は一個所に於て行ひ測定計も日數回検査す。

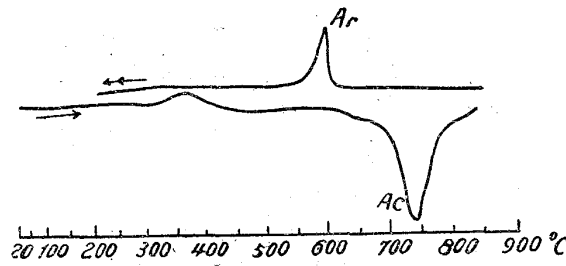
炭和後甲板の組織は非常なる柔軟なる者になつて居るので熱處理を施す必要がある、即ち先づ高温度より冷却し次に其



第二圖



第三圖



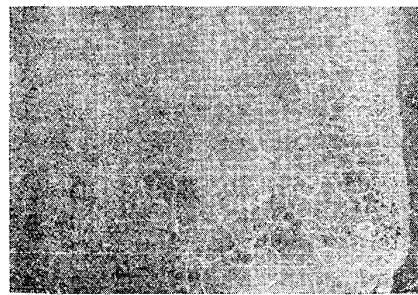
第四圖

ニッケルクロム鋼昇熱及冷却曲線

より低温にて又冷却するのである、其の温度の選擇に必要な鋼の變態點は第二圖乃至第四圖に示す昇熱及冷却曲線で解かる、此曲線はルシヤテリエーサラデイン式双電流計によりて畫いた者で第二圖は冷却時間九〇分、第三圖は一八〇分、第四圖は二八〇分である、炭和せる時の熱度は甲板組織改良にも利用せらるるので炭和が終つたら鋼中の炭素量により八五

○乃至八八〇度迄冷却して板を爐中から取り出し垂直に種油を充滿せる槽中に冷す、油槽は一二五立方米の油を入れ得て最大の甲板をも收容し得る様設計してある、クルップ社では

第五圖



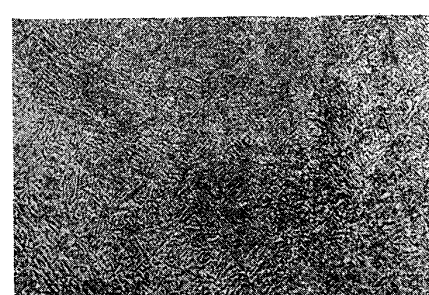
第六圖



第七圖



第八圖



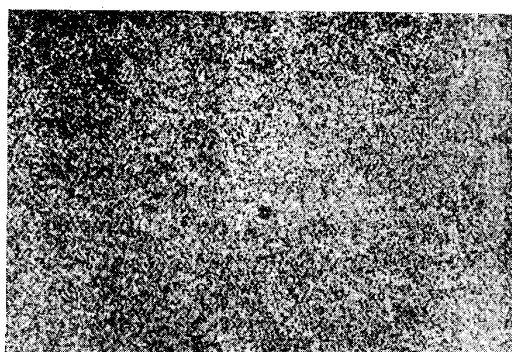
種油を用ゐるが所によりて閃火點三〇〇度以上の鑛油を用ゐる事もある、油槽は冷却の爲周圍に水を流し暖まつた油は管狀冷却器に送られる、板は龜裂を避ける爲油中に完全には冷

さす約三〇〇度迄とする、冷却時間は板の厚さにより異り八  
 糲板にて二〇分、四〇糲板にて二時間位である、第五圖より第  
 八圖迄は此油焼入後の板の組織を示す、第五圖は二〇糲板の  
 炭和せる表面を十倍に擴大せる者白線はセメントタイト、黒い  
 部分はユーテクトイドでマルテンサイトとトルースタイトよ  
 りなる、炭和層は明かに見える、第六圖は炭和層を、第七圖  
 は表面より六糲の所を一五〇倍に擴大せるもの此圖では白い

第九圖



第十圖



セメントタイト針状結晶のマルテンサイト及トルースタイトが  
 明かである、第八圖は油焼入後の板裏面を二〇〇倍に擴大せ  
 るものでセメントタイトは少しもなく凡てマルテンサイトとト  
 ルースタイトよりなる、實際の作業に於ては第五圖より第八  
 圖迄の様な組織が完全に出来る譯ではなく板は油より出るや  
 直ちに再び爐に装入せらる、此度は先づ薄赤味に熱し次に長  
 い間六三〇—六五〇度（鋼の種類により）に保たれる、此熱  
 處理（保つ時間は板の厚さより規定されてあるが）は細心の注

意と精密さが必用である、此處理の適否に依つて纖維組織に  
 なつたりならなかつたりする、板が豫定の温度に熱せらるれ  
 ば油中又は撒水で冷却する、吾人は清潔の點及び費用少き  
 點より水槽を用ゐる斯くして板は全く冷却されるのである、  
 所謂二度焼きと稱する、此の處理法は板の全厚を通じて最大  
 の靱性を得る爲めである、第九圖は此熱處理後の炭和層の組  
 織を二〇〇倍に擴大せるもの油焼入の時のマルテンサイトは  
 消失し白きはセメントタイト黒きはトルースタイト組織であ  
 る、第十圖は同一倍に擴大せる裏面の組織で板は最も機械に

掛け易く今度は機械工場に送られる、但し其前に板は一萬噸  
 水壓機の下にて適當に曲げられる、曲げ方に際して板は淡赤  
 味即ち六三〇度位に熱せられる、餘計曲げる時には七〇〇度  
 迄にする事があるがそれ以上には決してしない、板の曲げ方  
 特に通風筒等を作る時は非常な忍耐を要するもので特に熟練  
 工が必要である、板が冷えて曲げ難くなつたら直に焼き直さ  
 なければならぬ然らざれば龜裂が出来たり破壊したりする炭  
 和焼入無き甲板（之はクルップ社は海軍用として殆んど作ら  
 なかつた何故となれば他の甲板製造者は一五糲以下は炭和し  
 なかつたがクルップ社では八糲板迄炭和焼入を行つたからで  
 ある）は直ちに目的の形に作り得るが表面に焼入れるものは  
 最終の焼入で形状の變化するのを見込み偽の形に曲げて置く  
 のである。平面な板も焼入れに依り甚だしく凸形に曲るのが  
 見えるが弓形甲板は焼入すれば著しく曲るものである、此の  
 變形は厚い弓形甲板では少ないが平な薄板で殊に大なるも  
 ので非常な複雑なる方則によるから之は非常な困難を以て實  
 地から決定されて居る、此處では簡單に板の長さ及幅一米に

付少くとも三耗多き時は一八耗の變形がある故曲げる際にはそれ丈け當込をして置かねばならぬと云ふ事を述べるに留めて置く、曲り直し作業後甲板頭部端より試験片を切り取り水壓機で折斷し熱處理により目的の強靱性組織を得たか否かを見る、若し適當になつて居らぬ時(之はめつたにないが)は水鈍し場合に依つては油焼から繰返して目的の組織を得る、之が濟むと板は機械工場に送られ兩側に焼入の試験片を充分殘して板はすつかり切斷される機械作業が濟めば最終焼入にかゝる。

焼入の基礎理論は自分は既に述べた通り表裏面の温度の差にある、此差異的熱處理を爲すに始めて用ゐられた方法は將來完全なる方法の出て来る魁の積りて居た所が初めて成功せる方法は簡單でありながら然も信用が出来充分規則的なので自分等も他の甲板製造者も今日迄尙此方法によつて居る、即ち先づ曲げ方の濟んだ甲板を一〇乃至一五糎厚さの鐵板上に少くとも二〇糎の深さに積める耐火性砂の上に乗せゆるく積んだ煉瓦壁で甲板の周圍を取り巻き表面だけが表はれる様にする、後に切らねばならぬ場所即ち砲眼孔や照準孔とか板の縁が焼が入らざる様不良導體(石綿の如き)を以て蔽つて置く、板の上下には温度測定のため水測熱計の鋼柱を數多配置す、凡ての準備が出来れば板は數時間一、〇〇〇度に保たれた工合のよい爐に入れられる、此の豫熱が必要で之で爐内は充分なる熱を保ち板の表面は出来るだけ早く熱せられるのである、爐熱と板熱は絶えず測定される、各板厚に對して保つべき温度の嚴正なる規格が出来て居り充分な注意が拂はれる、一般に板厚の一耗に對して一分間爐中に置く即ち三〇糎板は

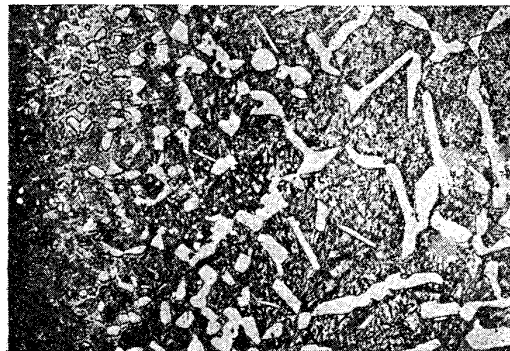
五時間置く事になる、温度は豫定の通りになれば爐は開かれ板の前後の温度はオブチカル及水測熱計で測定される、板は出来るだけ早く焼入装置へ運ばれる、焼入は前述の通り非常な熱で上下あり板へ水が掛けられるので下の水掛器は動き得る車に乗せてあり板が焼入位置に置かれると直ちに壓力のある水が出る様に用意されて居る上の水掛器は固定してある、水壓は五乃至六氣壓で水量は一時間一、五〇〇立方米に達する、小なる板に對しては不必要な水掛を避ける爲め水掛器は小さくしてある、エッセンの如く水を遠方より唧筒で導く必要のある所では節約の爲め水を循環させる、即ち流れた水は唧筒で高所にある水槽に押し上げそれから又焼入装置へ送られる、始の板に當る水は冷いが焼入の終に既に用ゐられた水を繰かへし用ゆれば温水は少し昇る、然し夫は害にはならぬ、板は全く冷却される迄其儘にして置く、一〇糎板は一時間、三〇糎板は三時間水掛け装置に置くのは普通である、焼入の温度は薄板に於ては表面は約八五〇度極く厚い板で九〇〇度裏面は前者は四五〇度後者は五五〇度位である、焼入が終れば板の兩端より全厚の試験片を切り取り水壓機下にて折斷し焼が目的通り入るか否かを見る板厚の約三分の一が焼入状態を示す目の細かい焼の入りし所に續いて強靱組織がある、焼入組織はハイパーユークトイドでセメントタイトとマルテンサイトよりなる、セメントタイトは第十二圖にて見る様に表面より約六耗の所まである表面より二〇耗の所は全くユークトイドで僅のマルテンサイトを含有する之は第二圖乃至第四圖に示す變態點 $A_c$ にて焼入せる時現はれる組織である、前述した表裏面の温度を變へて熱する事は常にこの様な帯が出来る

のは當然である第十四圖は板裏を示し六三〇度より冷却せる第十圖の時と同様の細かいパーライト組織を作つて居る、若し此試験で焼入が適當でないと思つた時は板は六三〇度に熱し冷却し曲り直しを行ひ再び焼入れ作業に掛けらる、最終焼入れの際の熱し方を或は長く或は短くして板に入れる焼の深さを自由になし得又多少なりとも分析差による變化を均一にする事が出来る、板厚不均一なるもの例へば水線帶甲板の様に上下が薄くなつて居る者を取扱ふ時は最終焼入の加熱の時間薄い部分には熱の傳導を妨げる如き蔽を被らせ加熱の間に適當なる焼が入る温度になる様に調節してやる、出來上り甲板の形状は見取圖或は造船部より送られし木型により定めらる、凡ての板は焼入れすると多少の變形を生ずるので水壓機下で仕上壓へと稱して板を其儘或は高くとも百度乃至二百度に熱して曲りを直す此曲り直しの際焼入れせる板は押して曲りを直すだけで曲りをつける事即ち表面がテンションを受ける事は絶對にしない、是は板の破損の危険があるからである、焼入にて曲つた板が平になつた時は此曲り直しは出來ず板は其儘鈍され新に曲げられ又焼入れを施すのである、故に曲りをつける時は注意して最終焼入れ後寧ろ餘計曲つて居る様にして置く此餘計な曲りは注意深き最終曲り直して容易に直される、クルップ社で作つた甲板は軍艦用の随分困難な形のもので非常に巧に出來た。焼入れが適當ならば試験片からは物理的及化學的試験が行はれる炭和層で焼入つた部分は牽引試験を施さない、炭和層の下はどうやら機械作業が出来るが一四〇乃至一六〇庇の破斷力五—三%延伸率板裏面は七五庇破斷力、一八%延伸率である、衝擊試験成績は八乃至二二・二

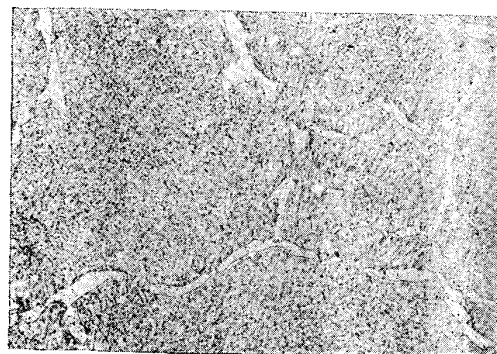
拔 萃 獨逸に於ける甲板製造歴史に就て

四米庇である、自分は以前甲板が彈丸に依つて裂罅の生ぜざる爲めには板裏は強靱なる纖維狀組織を持たねばならぬと主

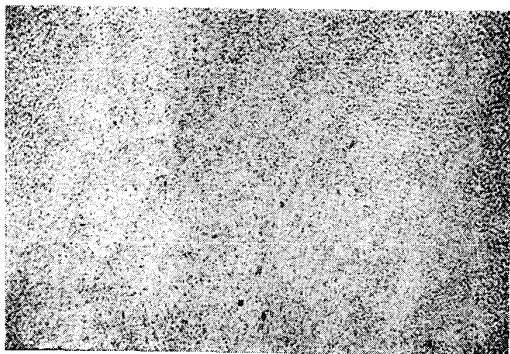
第十圖



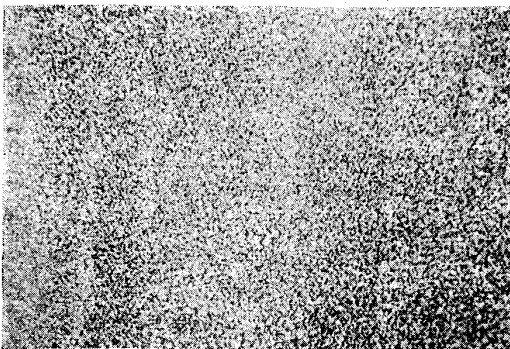
第二十圖



第三十圖



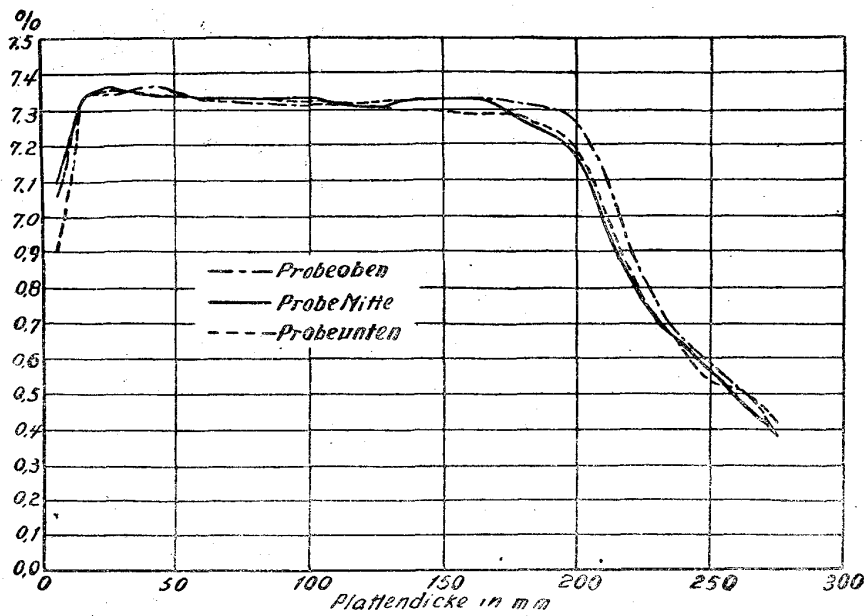
第四十圖



張して居た、是はクルップ社で用ひて居た甲板用合金鋼には全く適當であつた、然し熱處理方法が變更しなくても鋼種を

變へる事によつて纖維狀組織でなくて甲板製造に適當なる合金鋼があるかも知れぬ、斯くの如き鋼に對しては甲板が射撃を受けて裂罅を生ぜざる爲には少くとも衝擊試験成績が一八米庇あるを要すといふ規格が最も適當の様である。

第十五圖



鋼中炭化物含有量曲線

甲板の組

織の参考に  
大なる意味  
のある他の  
試験は化學  
分析である  
同一熱處  
理で鋼の組  
織の差別は  
化學的狀態  
の差により  
起るもので  
あることは  
確かである  
熱處理せ  
ざる又は焼  
入組織のニ  
ツケルクロ

ム鋼に於てはクロム炭素は固溶體になつて居る熱處理せる韌性に富む組織に於ては一部分の炭素クロムは  $FeCr_2O_6$  なるクロム鐵炭化物を造り此組織が増す即ち鋼が強靱性大なる程此炭化物は多くなる此炭化物は分析により容易に計り得るの

である、それで此の量により板の中央部分の如き他の方法で知り得ない所の焼入れ状態や靱性度等が試験され得る、即ち裏面より錐で一〇耗づゝ深さに試料を採出し是を化學的に分析するのである。第十五圖は斯くして得たる炭化物の量同時に炭化物の状態のクロム量を示すものである、板の真中で此量は約一・三三%である、鋼中のクロムは一・八%であるから靱性に富む部分に於ては七五%のクロムが炭化物として存在するわけである、板の裏面では炭化物として存在するクロム量は數多の熱處理の爲め脱炭されて約一%に減る、板厚の半分程より表面に近くなる程炭化物量は減少する炭和層(こゝは錐もみが出来ず)に近くなると〇・三七%位になる一方炭化物分析に比較して破斷面の硬度を見ると、硬度は炭化分析量が一番少い所が一番高く前の場合と同様に裏面より二十二纏の所が最も激しく減ずる此簡單なる試験は板質の良否を見る優秀な方法である。

凡ての試験にて満足なる結果が得られ熱處理法に残り落しが無ければ板は最後の仕上を爲すべく機械工場へ送られ板の表面に近い所は硬度高く機械にかゝらないので各種の研磨機を用ゐる、板の焼の入れない所は鉋やミリングを以て大した困難もなく適當の形に削り得る二枚の板の聯結法には(重ね掛け)(差込み)又は(楔接ぎ)等の方法がある、螺子は軟かいニツケル鋼で此聯結法は實際今回の戦にて効を奏し繼目から離れたものは一つもなかつた。

一度焼を入れた部分に機械作業をする例へば照準孔を板に明ける場合等には此部分を燈用瓦斯と酸素との焰を用ひて鈍すのである、斯くすれて困難であるけれど機械は掛かるので



ある。装甲艦建造の進歩と共に板の形状大きさに對する要求は益々大となり凡て甲板は手数の要る形となつた。

甲板の最後の取捨は射撃試験による製造中監督したる検査官によつて一枚の試験板が選ばれ射撃に供せらる、射撃方法は自然國々で異なる獨逸海軍では檜木の後板をつけ鐵の支柱で支へ板厚と同じ又はそれより少し大なる口徑の彈丸で射撃する但し三〇・五糎以上の大口徑彈は費用の關係で用ゐられない、板に對する要求は板厚に依り異なる撃速は軟鋼板に對するドモール式から計算した撃速の百分率として薄板にて一五五%厚板にて一四五%である、板は三乃至五個の彈丸を受けて貫通されず又深さ背面に達する裂罅を生ぜざるを要す、板が試験に通過すれば其板の代表する板群は領收となる、若し不良なれば更に數枚の試験板が選ばれ、それが凡て合格すればよし然らざれば其板群全部が廢却となる、猶前述の炭和熱處理焼入諸法は鋼鑄物に對して應用し得る、鋼鑄物はロールせる板では如何にしても出來ぬものみに用ひられるのは勿論でクルップ社ではどんな物でもロールした板から作つたから鑄物を用ひた事は嘗てない。

本文は海軍造兵中尉佐々川氏の詳しく翻譯せられたるものを紙面の都合上遺憾ながら之を短縮して掲載する事にした。(終)

### 英國に於ける可鍛鑄物試験分類

(Dec. 15, 1922, Iron Foundry)

はがね生

米國に於ける可鍛鑄物検査の分類は、出來得るだけ簡単ならしめんとして、唯一つの分類であるに比し、英國では七つに

分類してゐる、即ち英國では試験棒の長さが品物の大きさに由つて異なつてゐる。又米國では韌性検査の爲めに抗張力試験に於て延伸率が必要となされて居るに反し、英國では屈曲試験が必要となされてゐる。最も異なる點は試験棒の形の差異であるが二つの品物を比較せんとせば同一の形のものでなければならぬ。

今茲では英國に於ける分類法に就て述べる。先づ鑄物はブランク・ハートであるが可鍛鑄物となされたものたるを要する、しかも充分に焼鈍された瑕のない氣泡のない検査に申分のないものであるを要する。

試験 検査されんとする焼鈍済の良試験棒の大きさは次の如くである。

屈曲試験棒 —  $1\frac{1}{8} \times \frac{3}{8} \times 6\frac{1}{2}$

抗張力試験棒 — 左に示すが如く鑄物の平均斷面積の大きさによりて分類さる。

	A	B
一、特別輕き鑄物 (平均厚さ $1/4\frac{1}{2}$ 以下)	3"	2 1/2"
一、輕き鑄物 (同 上 $1/4\frac{1}{2} \sim 3/8\frac{1}{2}$ )	3"	2 1/2"
一、半ば輕き鑄物 (同 $3/4\frac{1}{2} \sim 1\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ )	3 1/2"	3"
一、中庸の鑄物 (同 $1\frac{1}{2}\frac{1}{2} \sim 5/8\frac{1}{2}$ )	4"	3 1/2"
一、半ば重き鑄物 (同 $5/3\frac{1}{2} \sim 3/4\frac{1}{2}$ )	4"	3 1/2"
一、重き鑄物 (同 $3/4\frac{1}{2} \sim 1\frac{1}{2}$ )	5"	4"
一、特別重き鑄物 (同 $1\frac{1}{2}$ 以上)	5 1/2"	4 1/2"

屈曲及び抗張力試験に對し百磅或はそれ以上の重さの鑄物よりは各一個宛の試験棒が鑄込まれる。

二十八磅乃至百磅の重さの鑄物は四つに區分され、各區分