

であります、ツール、スチールの製鋼所では大森の特殊鋼會社が一番大きい所であります。

世界の高級鋼材製造の方の工場の事は先づ之れ位にして次の題に移る事に致します。(未完)

ニッケル及ニッケル・クロム鋼及其他若干の合金材料用

鋼材に就て

(大正十二年四月十八日本會に於ける講演速記)

アー、ウキルチエツク君(獨逸語講演)

森 孝 三君 通譯

○會長(倭國一君) 是からウキルチエツク博士のニッケル及ニッケル・クロム鋼並に其他若干の合金材料用鋼材に就てと云ふ御講演があります、ウキルチエツク博士は今日態々名古屋から御上京になりました、特に本會の爲に講演をして下さるのでありますから御静聽を煩したいこととあります。

ウキルチエツク博士は一九〇七年から一九一三年まで獨逸の伯林のシャローツテンプルグの工科大学に在學されて、同年卒業されました、一九一三年にドクトルの試験に合格されてドクトル・エンジニアールとなられて、尋でチツセン系に屬して居りますクレフェルトの特殊鋼製鋼所の技師となつて七ヶ年勤務されて居りましたが先年來、大同電氣製鋼所の方に於きましてシーメンズ、シユツケルト社の推薦を得て御來朝になりました、本邦に今日迄二十ヶ月滞在されて、大同電氣製鋼所に於て専ら技術の方の顧問となつて居られる次第であります、是よりウキルチエツク博士の御講演を願ひます。

近年、合金材料鋼の利用は益々重要なものとなりました、殊に過ぐる大戦中に此の種の鋼材に就て未曾有の需要が起りました結果、交戦諸邦に於ては現在の工場設備では最早足らぬやうになりまして、新規の工場を建設したり舊工場を擴張せざるを得ぬやうになりました、這般戦争の進行中に幾多の

改良發明を見るに至りました、造兵術は益々鋼材に對する要求を高めまして、合金鋼の應用を一層廣汎ならしめたのであります、今茲に既往を追懷しまして戦争時中、如何に航空機が偉大なる進歩を遂げたかと云ふことを一例として舉ぐれば足ると存じます、而して是れには第一次に最も優良にして且つ最も信憑するに足る材料が必要であります、併し戦後に至つても各種の工業に於きまして合金材料鋼の需要は戦前より一層多くなつたのであります、世人は非合金材料と比較しての合金鋼の一大長所を益々認識するやうになりました、且つ近き將來に於きまして其の需要の一層増加することは期して待つべきであります、殊に鋼は或る添加劑に依りまして僅々數年前までは往々不可能なりと信ぜられたやうな性質を得るに至りました。

合金材料鋼中最も利用の廣いものはニッケル及クロムと合金したる鋼であります、或る含有量のニッケルが鋼の物理

的性質に及ぼす有益の作用に就ては一八八九年リレー (Riley) が初めて之を指摘したのであります、氏の劃紀元的の仕事は此の新しき鋼種に就て幾多の刺戟を與へまして、其結果ニッケル鋼は材料鋼の性質を非常に改良した最初の合金鋼であることが明瞭に確定したのであります。

良好なる材料鋼に對する要求は破斷界、彈性限及延伸率の絶對的高き外、第一に彈性限と破斷界との割合であります、近來に至つては尙ほ突然の衝撃的の負荷及所謂疲勞に對する抵抗力の高度の要求が出て參つたのであります、是等の最後に擧げましたる二性質を確定する事も重要な譯でありませぬけれども、而かも索引試験に因つて知り得たる破斷界及延伸率の價値を以て基本的の者と看做すべきであります、是等の價値に據りまして多くの場合には他の性質を推斷することが出來ます、此故に次には専ら是等三個の性質に就て述べようと思ひます。

ニッケルの添加劑が鋼に及ぼす作用は第一圖に明かであり、該表はギエーの研究に據りまして〇・二五%炭素の鋼に對して三〇%までに達するニッケル量の作用を示したるものであります、是に由つて觀まするに破斷界は一・二%ニッケルの量までは斷えず増加することが分ります、此限界は非合金材料に比較して約三倍に上り、且つ一二〇平方耗疋の高さに達します、而してニッケルの含有量が二〇%からは急速に下りまして二五%ニッケル量るときには僅に約五五平方耗疋であります、此限界はニッケル含有量が二五と三〇%との間なるときは殆ど變化しませぬ、彈性限のカーブの經過も之に類似して居ります、延伸率は漸次に下りましてニッケル量の

一〇乃至二〇%の場合には頗る僅少であります、ニッケル量の約二〇%の場合には破斷界の下ると共に著しく上ります、且つニッケル量二五%より以上のときは可なり永續いたします。

實際に於てはニッケル量の約五%以下及二五%以上の鋼のみが使用せられ、其中間の五乃至二五%の鋼は餘り硬過ぎて脆弱である爲め使用せられぬのであります。

ニッケル量約五%までの鋼がニッケル鋼採用以前殆ど専ら材料鋼として使用せられたる炭素鋼に比して有する長所は奈何でありますか、ギエーのダイヤグラムに明かなる如く、其長所はニッケルの添加に依つて破斷界及彈性限が著しく増加し、之に反して延伸率が比較的僅に減少するのみであることにあります、特に重要な點は彈性限が破斷界よりも一層大なる増加をなすことになり、一二の例に依つて之を説明したいと思ひます、オサン氏は其著書に於て〇・二二%炭素の炭素鋼と同一量の炭素及四・七%ニッケルを含有せるニッケル鋼とを比較して居ります、第一表は炭素鋼の四七の破斷界、二五平方耗疋の彈性限及二三%の延伸率を有するに對してニッケル鋼は六四平方耗疋の破斷界、四四平方耗疋の彈性限及二〇%の延伸率を有することを明かにしました、是に由つて之を觀ますれば四・七%ニッケル量に依りて破斷界は四七平方耗疋より六四平方耗疋に、即ち約三六%、彈性限は二五平方耗疋より四四平方耗疋に即ち約七六%増加し、之に反して延伸率は三%減少したることを知るべきであります、炭素鋼にあつては彈性限は破斷界の約五三%ニッケル鋼にあつては約六九%に達するのであります。

第二表もニッケルの作用を明確に示して居ります、即ち〇・四％の炭素量の兩種の鋼を比較するときは三・五％のニッケルの添加に依つて破斷界が五九・五より七七平方耗耗に、即ち約二九％、弾性限は三〇・一より五〇・四平方耗耗即ち約六七％増加し、延伸率は反つて二五％より一八％に下つたことを知り得ました、是等の價値はベスレム・スチール會社のウオターハウス氏が約〇・五％のマンガンを含むするシーメンスマルチン鋼で造つた鍛鋼片に就て試験した結果であります。

他の一面、同一破斷界の炭素鋼及ニッケル鋼ありとしますと、上述したる所に依りましてニッケル鋼の弾性限及延伸率は一層高きものなることを推斷することが出來ます、第三表は六〇・七〇、八〇平方耗耗の破斷界を有する炭素鋼とニッケル鋼とを比較したものであります、破斷界が同一である場合にも設計家は一層高き弾性限及一層高き延伸率を計算することが出來ます、隨て設計家は其計算の基礎に一層高き變形率 (Formveränderungsgränze) を以てすることが出來る、而かも同時に炭素鋼の如くに強靱性の減少を見込む必要が無いのであります、是に由つて設計家は斷面積を縮小し且つ著しく輕き材料を得ることが出來るのであります、是れ個々の工業に取つて重大なる點であつて、其迅速なる發達を遂ぐるに至つたる原因であります。

此點に就ては輕量と云ふことが能率の重要條件であります自動車及飛行機を一例として擧ぐれば足りると思ひます、其外、重量の輕減に依つて製作費を節約することが出來ます、即ち製作の際、最初より一層小さき容積で、即ち鍛鍊も仕上

げも少くて済む次第であります、ニッケル鋼の長所は所謂調質即ち焼入れと之に次ぐ焼戻しとの際一層顯はれます、第二表は明瞭に之を示して居ります、是等の價値はブレアリーの著書より採つたものであります、即ち炭素〇・三〇％、マンガン〇・六〇％の炭素鋼と炭素〇・三三％、シリコン〇・一三％、マンガン〇・六三％、ニッケル三・二八％のニッケル鋼とを比較したものであります、炭素鋼は攝氏八五〇度の水中にて焼入れ、ニッケル鋼は攝氏八二〇度の油中にて焼入れ、雙方とも異りたる温度にて焼戻したものであります、此比較に依れば調質によつて、ニッケル鋼にあつては毎平方吋一一二噸の破斷界に達することを得るも、炭素鋼にあつては僅に五〇噸に過ぎないことを示して居ります、破斷界及弾性限は絶對的に高いのでありますから破斷界に對する弾性限の割合は炭素鋼にあつては攝氏七五〇度に焼戻したる時七四％、ニッケル鋼によつては攝氏四〇〇度にて焼戻したる時、約九〇％に達して居ります、破斷界と弾性限とが非常に高いに拘らず延伸率も比較的の高いのであります、炭素鋼に比して僅に少プロセント少いのみであります。

五％以下のニッケルを含有せるニッケル鋼には多くの場合に於て尙ほクロームの添加を爲す慣例があります、クロームは通例一・五％を超えず其効果は一例に依つて最も明瞭に示されて居ります、即ちブレアリーは前述のニッケル鋼を炭素〇・三四％、シリコン〇・二二％、マンガン〇・六五％、ニッケル三・三〇％、クローム〇・八四％のニッケル・クローム鋼と比較しました、此鋼はクロームを含有する外はニッケル鋼と同一の成分であります、ニッケル鋼同様攝氏八二〇度の油中に

て焼入れ、且つ同様種々の温度にて焼戻したものであります、之に依つて得たる結果は第三表に明かであり、該表を第二表と對照するときはクロム含有量に依つて破斷界及弾性限は稍々増加し、延伸率は平均少しく減少したことを知ることが出來ます。

ニッケル・クロム鋼の最も大なる長所の一は容積の大なるものにて尚ほ完全なる焼入れを爲し得ることであり、是れニッケルのみの合金鋼の及ばざる所であり、完全焼入れは材料鋼の種々の部分の物理的性質 (Festigkeitseigenschaften) が互に餘り甚しく異らぬ證據であります、コトニ氏は七五耗角の棒に就き此關係の試験を爲しました、氏は切斷面の各部分より五個の試験材料を採つて居ります、試験材料を採る方法は第四表に明かであり、第四表は熱處理を施したる四個のニッケル鋼に就き其成績を示したのであります、是に由つて之を觀るに、試験材(一)即ち、邊端に最も近き試験材の約中央に位する試験材(五)との間に一大懸隔があるのを知ることが出來ます、例へばAの記號を附したる鋼の破斷界は試験材(一)にあつては八一平方耗疋、試験材(五)によつては僅に七〇平方耗疋、弾性限は試験材(一)にあつては七一平方耗疋、試験材(五)にあつては僅に五八平方耗疋、延伸率は試験材(一)にありては一一・三%、試験材(五)にあつては一三・五%であります、第五表は二個のニッケル・クロム鋼の成績を示したものであり、即ち實際上、焼入れの完全なることを證明したものであります、但し完全焼入れにはクロム含有量の外、炭素含有量の關係あることを指摘しなければなりません、例へば炭素〇・一〇乃至〇・二〇%、クロ

ム一%、ニッケル四%を有するニッケル・クロム鋼は其容積大なるときは焼入れは完全でない、ニッケル鋼に對するニッケル・クロム鋼の他の長所は該鋼が空氣淬鋼の性質を有することであり、是が爲め常に幾分面倒なる液中の焼入れを多くの場合に於て回避し且つ複雑なる部分をして甚しく歪み又は割れる危険なからしむる方法を得るに至つたのであります。

上述したるニッケル及ニッケル・クロム鋼を二種の鋼に區別します、一は肌焼入れの出來るもの、一は焼鈍又は調質の状態に於て使用せらるゝものであります、兩者は主として含有炭素量に依つて互に異りまして、其最大限度は、前者にあつては〇・二〇%、後者にあつては通例〇・五%であります、兩者ともマンガ量は約〇・五乃至一・〇%、シリコン量は〇・三五%より多からず、磷及硫黄の量は〇・〇三五%より多からず、肌焼入れをする炭素含有量の乏しき鋼は核心が強靱性に富み表面が成るべく堅硬なることを希望する場合に使用せらるゝ、堅硬にして炭素に富める鋼は材料に對する要求が頗る高き場合に使用せらるゝものであります。

第六表は實際に於て使用せらるゝ若干のニッケル及ニッケル・クロム鋼の含有する一二の物理的性質を示したものであります。

既に述べました如く約五乃至二五%のニッケル含有量の鋼は用途がありませぬ、之に反して二五%以上の鋼は工業上に使用せられます、今日は實際に於てニッケル六〇%の鋼を使用して居ります、但し其用途はプロセントの少きニッケル鋼に比して遙に制限せられます、ギエーのダイヤグラム第一圖

に示す如く此種のニッケル鋼は比較的低下程度度の破断界と彈性限及非常に高度の延伸率とを有します、然れども此プロセスの高さニッケル鋼は其物理的性質の爲めよりも寧ろ他の特殊の性質の爲め使用せらるゝ次第であります、即ち此鋼は磨滅に對し高度の抵抗力を有し隨てプロセスの高さマンガ鋼の代用として使用せられます、蓋し此鋼はマンガ鋼に比して容易に加工し得る利益あるが爲めであります、其外此鋼は膨脹係數の極めて微少なる特長があつて、是が爲め種々なる精密機械の製作に適して居ります、尙ほ此鋼は其電気抵抗力の高き爲め電気工業に於て抵抗線として使用せられます、此鋼は腐蝕に對する抵抗力と非磁性とを有して居ります、是等の性質は往々種々の工業に於て利用せられつゝあります、第七表は二五%及三〇%のニッケル鋼の物理的性質を示したものであります、最近に於てクロームとニッケルとの合金鋼にして比較的頗る高率のクロームを含有するものが實際に採用せられました、今茲にはクルップ會社の製品 V2A、V1M を指摘するに止めます、第八表に示す如く次の成分を

有するものであります即ち V2A は炭素〇・二五%、クローム二〇%、ニッケル七%、V1M は炭素〇・一五%、クローム一四%、ニッケル二%であります、是等の鋼は錆びず且つ耐酸性を有して是等の性質の爲め益々用途が廣くなつて居ります、此鋼は作業中高温度に置かるゝ部分例へば瓣ツバルに使用せられます、第五圖は是等兩種の鋼に就て種々なる温度に於て破断界及延伸率の如何を示したものであります、今日世上に喧傳せらるゝ所謂錆びざる鋼は實に材料鋼としてののみならず工具鋼として一大將來あることは敢て疑を容れませぬ。

以上説述したる所に依りましてニッケル及ニッケル・クローム鋼の炭素鋼に對して大に優越して居ることが分るのであります、前陳の如く其利用は多くの鋼加工業の進歩に與つて大影響がありました、然れども前述べました諸多の性質は適切なる製作及熱處理に依つて初めて達成することが出来るのであります、此點は普通品質の鋼種に就てよりも一層大なる注意を拂はなければなりません。

製造はシーメンスマルチン爐、坩堝爐及電気爐にて行はれます、近年、電気製鋼法は此種の鋼の熔解に就て一般特殊鋼の熔解と同様に益々普及するに至りました、今日市場に現はるゝニッケル及ニッケル・クローム鋼の大部分は電気爐にて製造せられたものであると斷言するところが出來ます、シーメンスマルチン爐及坩堝爐にての製造は斷えず減少の傾向があります、古來好成绩を呈したる坩堝爐をも見捨てた所以は今日電気爐にても其實際の應用上に於て坩堝爐と同一の優秀なる品質の鋼を製造し得るからであります。電気製鋼法はニッケル及ニッケル・クローム鋼を始め一般材料鋼の熔解に就て幾多の長所があります、材料鋼に就ては氣泡及鏽滓なき材料の製作に特別の注意を拂はなければなりません、此要求は特殊鋼一般に對するものであります、而かも材料鋼と工具鋼とは自ら其趣を異にして居ります、今茲に瑕瑾ある材料より製作せられ且つ焼入れ調質の際にも此瑕瑾を残した材料鋼と工具鋼とあつたとしますと、使用の際、工具鋼は殆ど専ら使用面のみ其荷は掛けられ、瑕瑾の箇所は使用面より遠ざかるに従つて其意義を失ふことになり、之に反して材料鋼にあつては其の有らゆる部分に就て荷を掛けられ、瑕瑾が孰れの

部分にあるにもせよ有害の結果を齎すのであります、瑕瑾は切斷面を微弱ならしむるの外、周圍の健全なる部分の組織の分離を來し、是が爲め結局破壊を生ずることとなるのであります、材料が急冷の際瑕瑾の箇所にて龜裂しますれば多くの場合に於て、材料及勞力の損失は材料鋼の方が工具鋼よりも一層大であります、工具は幾倍も小なる容積であるからであります、是に由つて之を觀れば鎔解したる材料の精煉の問題は材料鋼にあつては工具鋼よりも大なる意義があると言ふことが出来る、而して電氣爐にあつては燃料は鋼湯に格別の作用なきものでありますから熔體の金屬より鑛滓を分離し瓦斯を放散することを得て完全なる鎔體を得ることが出来るのであります。

電流が爐中の裝填物に大體影響を及ぼさないと云ふ性質に依りまして吾人は豫期する所の配合を得ることが出来るのであります、此事は殊に合金材料鋼に就て重要であります、此鋼材の配合量は其範圍極めて狭き爲めであります、例へば孰れの鋼材にあつても第一位を占むる炭素量の如き他の鎔解法にて達し得られざる程、正確に的中するのであります、又合金の鑛滓となるのは極めて僅少であります、斯くて電氣製鋼法にありましては同一品質の裝填物を鎔解するに方りまして化學的配合の變動を最少限度に減ずることが出来ます、此事は鋼の使用者に取つて重要であります、蓋し常に均一なる材料の供給を受けて殊にニッケル及ニッケル・クローム鋼にあつては再加工が甚だ容易となるからであります。

ニッケル及ニッケル・クローム鋼は鎔解と同様に熱處理も重要であります、此點は未だ往々閑却せられて居ります、或

る材料より極度の硬度を收めむとすれば最初より適切なる熱處理が必要であります、ニッケル及ニッケル・クローム鋼の鍛鍊又は壓延は炭素鋼に於けるよりも温度の限界が遙に狭いのであります、鋼を高温度で處理するときは組織が壞れて材料は脆弱となります、過度に低温度で變形するときは容易に組織の分離を來します、加熱作用に於きましては高温度まで徐々に熱すること竝に徐々に冷却することに注意しなければなりません。

材料鋼の製作に就て最も重要にして最も困難なる仕事は調質であります、是れ多くは豫め荒仕上したる材料に就て行ふものであります、製作行程中如何なる他の操作でも調質ほどにも温度を正確にする必要あるものはありませぬ、蓋し物理性質は第一次に此點に關係するからであります、隨て温度は決して單純に眼で見積るべきでなく、常に高温度計を使用して仕事をしなければなりません、不正確なる温度にては達成し得られざる物理的性質硬度の外、焼過ぎると材料鋼は急冷の際龜裂を生じて使用に耐へざるものとなります、併し高温度計を使用してしても尙ほ失策があります、高温度計は熱の一部分殊に接目のある箇所を指示するものであります、即ち温度が爐中全體又は少くも材料鋼のある箇所にて均一であるか否やが分明せぬのであります、然るに熱處理の成功には均一に完全なる加熱が甚だ重要であります、不均一に加熱したる材料は不均一の硬度を生じ且つ往々急冷の際裂け易くなります、此理由よりしまして焼入れ焼戻しの目的には成るべく均一の温度の得られる爐のみが役立つ次第であります、火焰は成るべく使用せぬ方が宜しいのであります、蓋し火焰

爐は往々にして隅に局部的過熱を起し是が爲め急冷の際龜裂を生じ又は飛散することがあります、又均一なる冷却と云ふことにも注意しなければなりません、不均一なる冷却の結果は不均一なる加熱のそれと同様でありまして、材料は歪んだり裂けたり致します。

調質の温度の高さ及均一に就て述べましたる所は肌焼入れをするニッケル及ニッケル・クロム鋼に就ても同様であります、今日でも尙ほ往々にして肌焼入れを實行するには高温が必要なりとの説が行はれて居ります、是に由つて鋼の組織は害せられ且つ不良なる物理的性質を生ずることになります、何時でも低き温度で加熱時間を稍々永くする方が其反對よりも宜しいのであります、肌焼入れの温度は決して攝氏八五〇度を超えてはならぬのであります、稍々時間を要する肌焼入れ作用を省略する爲めの仕事にして往々閉却せらるゝ所のものは滲炭後焼鈍することであります、是はニッケル及ニッケル・クロム鋼には大切なることとあります、滲炭の際、比較的高温度にて永き加熱時間中に起りたる粗大粒の組織は低温で焼鈍すると再び微粒の組織に變化します、此操作を省くと材料は焼入れ後幾分脆弱となりまして、使用の際、破壊又は龜裂するのであります。

ニッケル及ニッケル・クロム鋼の熱處理は容易なる仕事でなく、又種々の操作を適切に行ふには幾多の經驗を要することが分りました、多くの場合に於て熱處理を行ふ鋼の消費者は冶金家の補助に依りてのみ打克つことを得る困難に遭遇することがあります。

概して合金材料鋼の使用に際しては冶金家と設計家との親

密なる協力の必要なることが證明せられました、若し此事にして常に實行せられますならば今日尙發生する幾多の失策は避け得られたであらませう、既に鋼材の選擇に際して如何なる失策が爲され得るかと云ふことは近頃スタイル・ウント・アイゼンの雜誌に適例を掲げて居ます、或る設計家が破斷界七〇平方耗疋、彈性限五〇平方耗疋、延伸率一五%を有する直徑七〇〇耗の鍛鋼を要しました場合に或る表で炭素〇・二〇乃至〇・二五の炭素鋼の調質を爲したるものは是等の品質を有することを知りまして、此説明に基いて非合金の廉價なる鋼を使用し得べしと信じたのであります、然るに製鋼所では設計家に向つて此大きな切斷面の鍛鋼には前述したる配合の非合金鋼も尙ほ炭素量の多き非合金鋼も使用すべからず、寧ろニッケル二%及クロム約一・五%のニッケル・クロム鋼のみ役立つことを説明しました、合金材料鋼を正しく使用し且材料の品質を完全に利用する爲めには冶金家が永年の仕事に依つて初めて得た經驗を要します、斯の如き經驗は設計家としては稀に有する所であります、材料鋼が粹けたり又は故障の起つた場合には常に精密の調査をなして將來の参考としなければなりません。

ニッケル鋼の應用に依つて收め得たる成功に刺戟せられて、更に鋼の新規の添加劑に依つて出來得べくんば一層有利の品質を得、又は少くともニッケル鋼と同様又は之に近き品を得むと試みたのであります、本問題は殊に過ぐる大戦中起つたのであります、即ち造兵技術が鋼材に對して非常に程度の高き要求を爲し、且つ若干の交戦國はニッケル及ニッケル・クロム鋼の需要を充すだけのニッケルを充分に有せな

かつた爲であります、是等の有らゆる試みに就て概括的に言へば今日まで他の毫もニッケルを含有しない合金鋼を以てニッケル鋼に優越せむとした技術は遂に成功しなかつたのであります、今日使用せらるゝ最も優秀の材料鋼の主要成分はニッケルが材料鋼として必要の品質を鋼に附與するものであります。

以下若干の他の合金鋼に就て述べやうと思ひます。

鋼に對する銅の作用は幾多研究の題目であつたのであります、今日までの成績に依りますれば銅は將來鋼の添加劑として使用せらる見込はないのであります、併し試験の結果、從來冶金學者より鋼の敵と看做された銅は——之あるが爲めに赤熱脆性を起すので鋼の敵と看做され銅は從來世人の信じたる程恐るべきものでないと云ふ積極的成績も得たのであります、世人は一般に燐及硫黄同様、銅の極少量を以て許すべきものとして居ります、併し〇・五%までの銅含有量は材料鋼に就ては懸念なしと認むることを得るのであります。

ニッケル鋼に就てニッケルの一部分を銅に依つて代用せむと試みたのであります、例へば銅の五乃至二〇%の鐵鋼の合金は甚だ脆弱にして赤熱脆性を起し易いものであります、之にニッケルの二〇乃至五〇%を添加しますと頗る伸張力に富み容易に鍛へ展べ加工し得る合金を得るのであります。

又低率のニッケル鋼に就てもニッケルの一部分を銅に依つて代用する試みを爲たのであります、而してニッケル二・五%、銅一%の鋼は頗る好成績を呈したと云ふことであります、然れども是まで銅ニッケル鋼を實際に應用して成功したことを聞きませぬ、若し夫れ實際ニッケルの少部分を廉價の

鋼に依つて代用することに成功しましたならば是れ一大進歩であります、本問題の解決は例へば日本の如く多量の銅があつてもニッケルに乏しい國に取りましては利害關係尠少ならざることと思ひます。

又稀有金屬も材料鋼の添加劑として利用し得るや否やも試験せられたのであります、例へばウラニウム・クロムの作用を試みました、即ち炭素〇・二五乃至〇・四五%を有する鋼に就てウラニウムは延伸率に影響なく、破斷界及彈性限を高める結果を示して居ります、炭素〇・六%の鋼にあつては破斷界及彈性限は更に一層高められまして延伸率は甚だ減少します、〇・六%以上のウラニウム含有量は無要であります、蓋し是が爲め物理的性質は更に毫も増加しないからであります、然れども含有量の少い合金鋼も從來使用せられたる他の合金鋼に比して優秀なる品質を示させぬ、又ウラニウム・ニッケル、ウラニウム・クロム・ニッケル、ウラニウム・マンガン、ウラニウム・ヴァナヂウム鋼も研究せられたのであります、是等の鋼の孰れもが他の鋼の到達しなかつた物理的性質を有させぬ、是に由つて之を觀ますればウラニウムは鋼の添加劑として見込はありませぬ。

近年チタンの優秀なる性質が喧傳せられて居ります、然れども詳細なる研究の結果に據ればチタン鋼の技術的應用は問題とならないのであります、之に反してチタン脱酸劑として頗る好適であります、チタンを加へた鋼を以て作りたる鐵道レールは特に好成績であると傳へられます、北米合衆國に於きましてはチタンを含有する多量のレール材料が製造せられました。

今日冶金學者の興味を惹く最新の合金鋼はデルコンスチールであり、新聞紙の傳ふる所に據ればデルコン及デルコン含有の鑛石は南米及メキシコに多量に産し、學界は此原料と多大の應用可能性を包有する此原料を如何に處理すべきかに就て狼狽して居ります、從來稀有鑛石に數へられたるデルコンに就ては未だ何等の工業が起つて居りませぬ、今や之を鋼の添加劑として利用せむと試みてフェローデルコンを製作しました、此デルコン鋼は特別の硬度を有し且つ薄さ一吋の装甲板も他の最優良鋼より製したる厚さ三吋の鋼板と同様の性質を有すと傳へられて居ります、一〇耗の厚さのデルコンニッケル鋼板は装甲砲彈に對して略々二倍の厚みのクローム鋼板と同一の抵抗力を示したと云ふことであります、此風評にして事實なりとしますれば從來、材料鋼として第一位を占めたるニッケルはデルコンに依つて壓倒し去られるのでありませう。

各高級鋼製造工場では既に熱心に此新原料の研究に従事して居りますから最も近き將來に於て幾多の研究が公表せらるることと信じます。(拍手)

○會長(俄國一君) ウキルチエツク博士の御講演に對しましてどなたか御質疑のあります方は此際御申述を願ひます。

○今泉嘉一郎君 銅の材料鋼に及ぼす影響に就ては〇・五%までは心配は無いと云ふことでありますが、此銅含有は工具鋼に對して何%位迄は安全なものであるか、其點を伺ひたい。

○ウキルチエツク君 銅含有の鋼は普通工具鋼には〇・二%までは先づ安心である、勿論銅を含有する工具鋼は焼入しますと特に脆いのであります。

○今泉嘉一郎君 併し瑞典の最上級の鋼と稱するものでも〇・二%位あることがあるとアメリカの雜誌で見たことがあるが事實左様のことがあります。

○ウキルチエツク君 有り得べきことと思ひます。

○河村驍君 我國の様なニッケルの少い所では何かニッケル鋼の代用品と云ふものが欲しいと云ふことが一般の希望であります、先刻の御話ではニッケル鋼が一番良い、ニッケル鋼に代用するものは詰り戦争中出来なかつたと云ふ御話でありましたが、其中でも何かニッケル鋼の代用になり得るやうなポシビリチーのある合金鋼は御心當りはないでございませうか。

○ウキルチエツク君 戦時中には種々の試みをしました、一番それに近い效力のあつたのは熱處理を鄭重にして巧に熱處理をすることに依つて略それと同じやうな品質をマンガングで得たのであります。

○河村驍君 マンガンはマンガングだけであります、或は他の物と一緒に用ひるのであります。

○ウキルチエツク君 クローム満俺、クローム満俺珪素と云ふやうな配合であります。

○香村小録君 近來、南米及メキシコ方面で新しい材料が産すると云ふシリコン

○會長(俄國一君) デルコニウムです……

○淺田長平君 先程私の聴き間違があつたかも知れませんが、ニッケル・スチールをヒート・トリートメントしたのもニッケル・クローム・スチールをヒート・トリートメントしたのも中心迄平均に行つて居ると云ふことであります、所が實際日本でニッケル・クローム・スチールのホロシフトはボーリングしてから焼入れ焼戻しをして復たボーリングします、或は今の御講演の如くニッケル・クローム・スチールの如き中までヒート・トリートメントが平均に出来るものならば最初にボーリングせずとも其儘焼入れて後にボーリングしても宜いのではないでせうか。

○ウキルチエツク君 詰り左様な品は先きに餘り硬くして仕舞ふと仕事が出来ないから大底先きに孔をあけて置いて、さうして後に調質します。

○淺田長平君 所が二度ボーリングする經費から考へて見れば少し硬い位ならば一度にボーリングした方が餘程廉く上がる、併し製造方法として指定されて居るのはボーリングして焼入れ其後に復た孔をあける、即ち二度ボーリングをやらなければならぬことになつて居ります、若し今御述べの如く中までヒート・トリートメントが平均に利くものならば一度にボーリングすることにすれば製造家と

Einfluss des Nickels auf die Festigkeitseigenschaften von Stahl (Guillet)

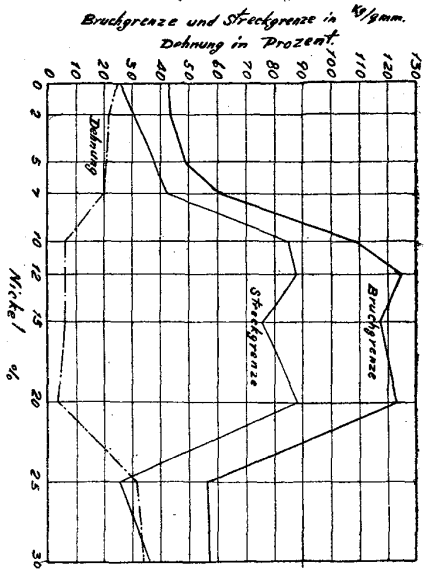


Schaubild 1

Vergleich der Festigkeitseigenschaften von kohlenstoffreichem und Nickelstahl bei verschiedenen Anlasttemperaturen (Beazley). (Die Werte beziehen sich auf eine Zernissprobe von 2" Länge und 0.564" Durchmesser.)

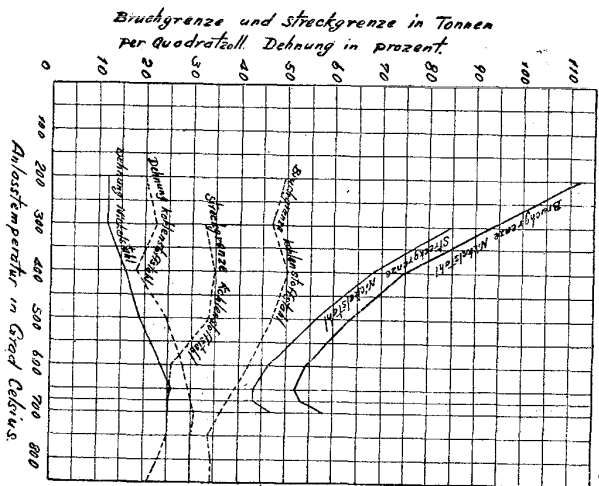


Schaubild 2

Festigkeitseigenschaften von Nickelchromstahl bei verschiedenen Anlasttemperaturen (Beazley). (Die Werte beziehen sich auf eine Zernissprobe von 2" Länge und 0.564" Durchmesser.)

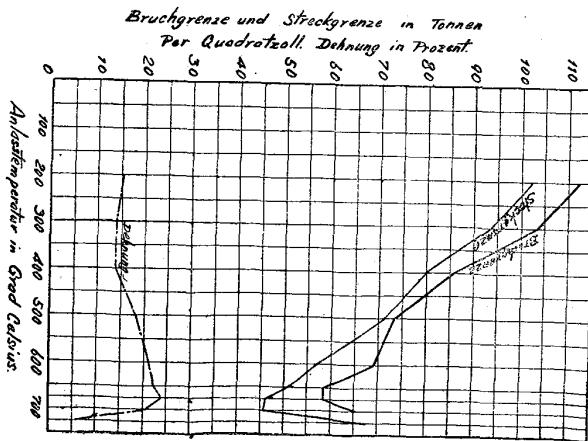


Schaubild 3

Art der Probenehe zur Untersuchung der Durchschlag bei Nickel- und Nickelchromstählen (Kohlgay)

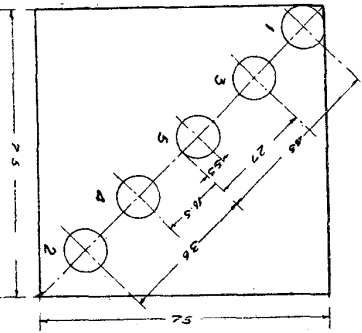


Schaubild 4

Bruchgrenze und Dehnung rostfreier Stähle bei verschiedenen Temperaturen

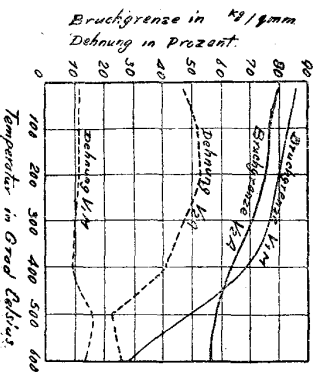


Schaubild 5

Einfluss des Nickels auf die Festigkeitseigenschaften von Stahl (Orann)

Grade	Ni %	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
0.22	—	4.7	2.5	2.3
0.22	4.7	6.4	4.4	2.0

Tabelle 1

Einfluss des Nickels auf die Festigkeitseigenschaften von Stahl (Machkause)

Grade	Ni %	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
0.2	—	38.5	19.6	3.4
0.2	3.5	59.5	33.6	2.6
Änderung pro 0.1% Ni: +0.6 +0.4 -0.23				
0.3	—	52.5	25.9	3.0
0.3	3.5	66.5	42.0	2.2
Änderung pro 0.1% Ni: +0.4 +0.46 -0.23				
0.4	—	59.5	30.1	2.5
0.4	3.5	77.0	50.4	1.8
Änderung pro 0.1% Ni: +0.5 +0.58 -0.2				
0.5	—	66.5	33.6	2.1
0.5	3.5	87.5	59.5	1.3
Änderung pro 0.1% Ni: +0.6 +0.74 -0.23				

Tabelle 2

Vergleich von Kohlenstoffstählen und Nickelstählen mit ein- und derselben Bruchgrenze (Die Werte beziehen sich auf eine Zerreissprobe von 100 mm Länge und 10 mm Durchmesser)

Grade	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
Kohlenstoffstahl	60	31	18
Nickelstahl	60	41	21
Kohlenstoffstahl	70	36	15
Nickelstahl	70	48	19
Kohlenstoffstahl	80	45	11
Nickelstahl	80	59	16

Tabelle 3

Einfluss des Grades der Durchhärtung auf die Festigkeitseigenschaften von vergüteten Nickelstählen (Kobay)

Bereich	C	Mn	Ni	Probe	Bruch- / Streckgrenze			Dehnung %
					$\frac{kg}{mm^2}$	$\frac{kg}{mm^2}$	$\frac{kg}{mm^2}$	
A	0.11	0.59	4.87	1	81	71	11.3	12.5
				2	80	76	6.5	12.5
				3	76	65	6.0	12.8
				4	72	60	6.0	13.5
				5	70	58	5.8	13.5
B	0.19	0.71	5.18	1	80	70	16.0	15.0
				2	79	67	15.0	14.0
				3	78	66	14.0	14.0
				4	77	65	13.8	14.0
				5	77	65	13.8	14.0
C	0.15	0.80	4.99	1	83	70	14.4	14.4
				2	83	71	14.4	14.4
				3	82	70	14.0	14.0
				4	80	68	14.4	14.4
				5	78	66	14.1	13.0
D	0.13	0.58	4.96	1	80	72	13.0	14.5
				2	78	64	14.5	15.0
				3	71	58	15.0	15.0
				4	71	56	15.0	14.8
				5	70	54	14.8	14.8

Tabelle 4

Einfluss des Grades der Durchhärtung auf die Festigkeitseigenschaften von vergüteten Nickelstählen (Kobay)

Bereich	C	Mn	Cr	Ni	Probe	Bruch- / Streckgrenze			Dehnung %
						$\frac{kg}{mm^2}$	$\frac{kg}{mm^2}$	$\frac{kg}{mm^2}$	
E	0.28	0.80	0.35	2.56	1	78	62	15.0	15.0
					5	76	60	14.0	14.2
					5	75	59	14.2	14.2
					5	74	59	13.9	13.9
					5	74	59	13.9	13.9
F	0.32	0.58	0.39	2.59	1	74	59	13.9	13.9
					5	74	59	13.9	13.9
					5	74	59	13.9	13.9
					5	74	59	13.9	13.9
					5	74	59	13.9	13.9

Tabelle 5

Festigkeitseigenschaften von Nickel- und Nickelchromstählen (Die Werte beziehen sich auf eine Zerreissprobe von 100 mm Länge und 10 mm Durchmesser)

Einsatzstähle

Grade	Verzögerung	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
Ni 3%	gegüht	50	35	2.2
Ni 3% nach dem Härten im Kern	—	90	70	1.5
Ni 3% Cr 0.5%	gegüht	60	45	2.0
Ni 3% Cr 0.5% nach dem Härten im Kern	—	110	90	1.0

Vergütungsstähle

Grade	Verzögerung	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
Ni 3%	gegüht	65	45	1.8
Ni 3%	verzögert	85	65	1.4
Ni 5%	gegüht	75	60	1.6
Ni 5%	verzögert	100	90	1.2
Ni 3% Cr 1%	gegüht	75	50	1.4
Ni 3% Cr 1%	verzögert	100	85	1.0
Ni 4% Cr 1%	gegüht	90	75	1.2
Ni 4% Cr 1%	an der Luftgehärtet	160	140	5

Tabelle 6

Festigkeitseigenschaften von hochprozentigen Nickelstählen (Die Werte beziehen sich auf eine Zerreissprobe von 100 mm Länge und 10 mm Durchmesser)

Grade	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
25% Nickelstahl	65	35	3.5
30% Nickelstahl	70	40	3.5

Tabelle 7

Zusammensetzung der Kруппschen rostfreien Stähle V2A und V1M (nach Stahl und Eisen)

Grade	C	Cr	Ni
V2A	0.25	20	7
V1M	0.15	14	2

Tabelle 8

Zusammensetzung und Festigkeitszahlen von hochprozentigen Kupfer-Nickelstählen

Grade	Ni	Cu	Bruchgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Streckgrenze $\frac{kg}{mm^2}$	Dehnung %
0.22	22.00	9.00	71.0	40.0	42.5
0.22	45.00	19.50	68.8	37.9	35.0

Tabelle 9

しては非常に助かるのであります。

○會長(倭國一君) チョット私が代つて御話して宜しうございますか……比較的クロームの入つた鋼が内部迄餘計に焼が入ると云ふので比較的問題であります。

○淺田長平君 現今は大抵徑六吋位のシャフトで徑三吋位の孔でも一度穴をあけ焼入れ焼戻して再び穴を仕上げることになつて居ります。

○ウキルチエツク君 前申上げました通り調質致しますと、仕事が仕悪くなりますから、先づ焼鈍状態の時にボーリング致しまして後に調質致します方が宜いと思ひます。

○室井嘉治馬君 先程ハツキリ聴取り兼ねましたがニッケルを二・五%而して銅を一%含んだ鋼は成功しなかつたと云はれたのであります、相當に好い成績を現はしたが實用には供せられなかつたと云はれたのでありますか。

○會長(倭國一君) それは其ニッケルの一%と銅の一%が相當する様に云ふけれども、それに就てさう云ふ例を單に云はれたのであります。

○今泉嘉一郎君 さう云ふことを主張されて居るが事實證明されて居ない、本當に鋼一%がニッケル一%に代用されることになればうまいが、さう云ふことは證明されて居ない……

○室井嘉治馬君 それに就きまして亞米利加のケミカル・アンド・メタラジカル・

衝撃試験に於ける衝撃エネルギーの衝撃値に 及ぼす影響に就て

一、緒言

近來衝撃試験は金屬材料の強弱試験の内最も重要なもの一つと認められ諸工場で盛に施行せられる様になつた。従つ

エンジンアリングで加奈陀のサッドベリーの鑽石を焼いて製鍊するのに、あれを當り前に製鍊して行きますと、銅とニッケルが一と二位な割合で自然にモネルメタルの様なものが出来ます其モネルメタルを今度スケールの方に入れますと今の様な配合のニッケル・コップパー・スチールが出来ます、亞米利加でそれに對してニキウ・スチールと云ふ名を付けて自動車の重要な部分等に使はれたと云ふことが詳細ではございませぬでしたが書いてあるのを三四年前に見ました、それにはハツキリした數字等は載せて居りませぬでしたが、其事を思合はせてどうかと考へました次第でございます。

○會長(倭國一君) そこ迄は云つて居られませぬ……

○會長(倭國一君) 別に御質問が御有りになりませぬければチョット茲にウキルチエツク博士に御禮を申し上げます。

今晚の講演は學識あり經驗に富めるウキルチエツク博士の御講演でありまして非常に興味あり且つ有益なるものでありまして吾人は之が爲めに大に學ぶ所がありました。

又今晚の講演に對しまして森孝三氏に通譯の勞を願ひました。會員一同に代りまして兩君に篤く御禮を申述べます。是で本日は終ります。

(終) (一同拍手)

室井嘉治馬
武内武夫

て又型式や能力の異つた試験機で行はれた結果を比較し度い場合も頗る多くなつた。理論上から云ふと同質同形の試験片を折斷するに要するエネルギーは試験機の型式又は能力の如