

ロール用合成樹脂軸受に就て

(日本鐵鋼協會第22回講演大會講演 昭和14年9月)

内 川 悟*

BAKELISED BEARINGS FOR ROLLING MILLS.

Satoru Uchikawa.

SYNOPSIS: Bakelised roll neck bearings manufactured by the Yawata Steel Works are called NITTELITE roll neck bearing and of a special synthetic composition. They are used in several rolling mills at Yawata Steel Works, showing such excellent results, as follows.

(1) On a cold roll for tin plate in which the whole series of stands had been fitted with NITTELITE bearings, the saving of power was 79%.

(2) On an 18in. continuous rolling mill, the power saving was 27%, and the life of the bearings, when compared with that of the Babbit, increased from 10,000 to 60,000.

(3) On a wire rod mill the installation of NITTELITE bearings increased the bearing life to 1.6 times and the power saving was 13%.

Further, other advantages, the methods for lubrication and the setting up of NITTELITE bearings are described in the present article.

1. 沿革

鋼材壓延機用ロール軸受は從來主として砲金バビット洋木等にして稀にローラーベアリング使用せらる。然して歐米に於ては相當以前より合成樹脂製軸受の使用を開始し又我が國に於ても諸種の商品名を以て近來販賣せらるるに到れり。當八幡製鐵所研究所に於ても中村技師指導のもとに石村技師擔當し昭和2年頃よりクレゾールを原料とする合成樹脂の製造研究に着手し適當なる促進劑を使用する事により石炭酸を原料とする製品より生産率高く又縮合せに要する時間短く尙且質に於て遜色なき製品を得る事を知れり。故に之を基礎とし最初鉾力工場冷板ロール用軸受を製作する豫定なりしも賦形劑の選定並に諸種の都合により比較的的小型なる線材工場ロール用軸受を諸種の賦形劑にて試作研究し略使用可能の見込立ちたるを以て昭和9年3月より當所工作課にて製作する事となり愈々本格的に製作並に使用に乗り出たり。昭和10年9月上記冷板ロール用軸受を1基分使用開始せしも實際使用に當り種々の難關に逢着せり。

然して仙石課長並に出光技師等の御努力により給水管の形狀、配置或は軸受の改良完成し且又製作者との緊密なる連絡研究により漸次良好となり本工場にて全基(12基)を之の合成樹脂軸受に改造完了せしは昭和11年6月にして當時の該軸受製作能力は1日1~2個程度とす。其の後上

記冷板ロールの成績は良好にして將來性有り且又各壓延工場よりの註文も漸く増加せしを以て特に該軸受製作工場を昭和12年4月當所戸畑修繕工場内に新設し其の需要に應ずる事となり1日3個宛製作可能となりたり。然して昭和12年7月今次事變勃發するに及壓延作業は愈々繁忙となり一方に於て從來の金屬製軸受の原料入手困難となり代用品使用の必要に迫られ本品の需要愈々急となりたるを以て昭和13年より水壓機を増設し又作業交代數を増加し1日16個製作し得る事となりたり。斯くて昭和13年7月當所に物資對策委員會設立せられ其の第一分科會に於てロールメタル及軸受の節約並に代用品の調査を研究する事となり積極的に合成樹脂軸受(以下「ニツテライト」と稱す)を使用する事となり現在にては薄板用熱間ロールを除き全ロール機に使用豫定にて製作中なり。尙既に製作完了し目下使用中の工場は大形ロール、中形ロール、小形ロール、連續ロール並に冷板ロール機等にして11工場に及べり。尙該軸受製作に關しては工作課長松原理事指導の下に戸畑工作課員の一致協力によるものにして諸物理的性質の研究は主として田澤技師擔當せらる。

2. 製造法並に材質

ニツテライト軸受製造法を簡単に申せばクレゾール及ホルマリンを原料にアンモニア及苛性曹達を促進劑として可融性可溶性樹脂即ちベークライトA状態のものを作り、之を帆布綿に浸潤せしめ加熱加壓により不溶解性にして耐酸

* 日本製鐵株式會社八幡製鐵所

耐熱耐水性のベークライトCとなしたる所謂コンパウンド軸受なり。

(イ) 合成樹脂 合成樹脂製造に當り普通石炭酸使用せらるれど價格低廉、縮合工程時間の短縮等の利點よりニツテライトはクレゾールを使用せり。然れども後者は其の強靱性に於て前者に劣るを以て促進劑として用ふるアンモニアの一部を苛性曹達に置換へる事により之を是正せり。尙苛性曹達を使用する事により製造上の操作比較的容易にして硬化に際しガスの發生少く從て無氣泡の製品造り易く且又製品の型離れ良好なり。

(ロ) 賦形劑 コンパウンド軸受製造に於て賦形劑の選定は最も重要にしてニツテライト軸受製造に當り最初各種賦形劑にて標本を製作し強度を調査せしも種々不便ありし爲線材工場に於て實施試験を行へり。其の結果は第1表に示す如く帆布綿製軸受最も耐久力強く鋸屑を使用せしもの最悪なり。又紙及麻袋布を使用せしものは容易に破損及磨滅する傾向あり。尙後述する如く諸種の材質試験に於ても帆布綿入最も結果良好の爲ニツテライトは帆布綿及洗滌帆布綿を約 7cm 角に切斷せしものを混用す。又大形物製作の場合には一枚物帆布綿を層狀に入れる事あり。

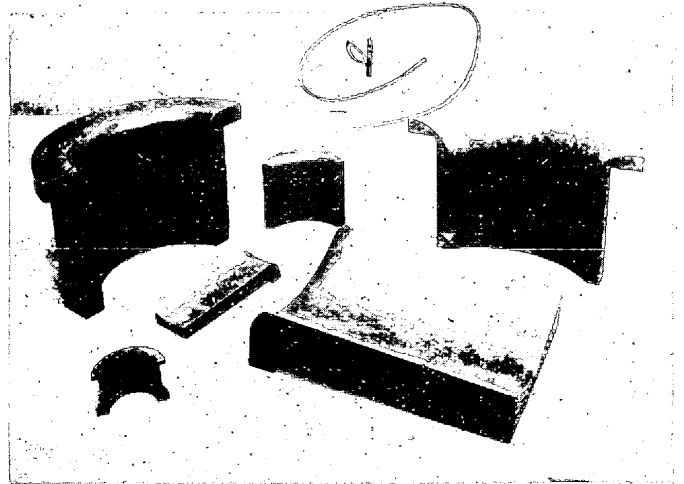
第 1 表 賦形劑に依る耐久耐數調

番號	混 合 物	製品中の 混合物(%)	壓延時間 (時~分)	壓延耐數 (t)	磨耗 mm	備 考
1	松 杉 鋸 屑	44	79~15	1,686.167	21	破壞使用不能
2	帆 木 綿	42	846~10	14,451.371	3	繼續使用可能
3	檜 鋸 屑	35	83~25	1,485.505	—	鋸部破損使用不可
4	洗滌帆布綿	43	591~05	9,898.597	7	鋸部磨耗甚し
5	フランネル	36	366~00	6,046.923	5	繼續使用可能
6	回收ボロ	38	366~00	6,046.923	3	同 上
7	セメント袋紙	40	245~25	3,975.079	2	同 上
8	麻 袋 布	36	126~05	2,259.426	—	破壞使用不可

(ハ) 製作法 上記原料並に促進劑を夫々適當量割合の上豫熱せる珽瑯引二重釜にて攪拌しつつ加熱し液が結合を始め沸騰するに及びて攪拌を停止し暫時靜置の後樹脂を釜より珽瑯引釜に移し數時間靜置放冷す。然る後上部に浮遊する水分を除去し大鍋にて更に未反應物を充分反應せしめ且又過剰フォルマリンを蒸發せしめる目的にて暫時加熱す。然して之に少量の酒精を注入し水様液に變化せしめ此の中に前記賦形劑を入れ充分攪拌し良く混和浸透せしむ。次で之の混合物を取枠に乘せ電気乾燥爐にて 50°C 位の低溫度にて數時間乾燥後指頭にて觸るるも樹脂附着せず。且折曲げたる場合に賦形劑破損せず容易に曲る程度にて取出し豫熱せる鑄鋼製金型に裝入し搗固めの上上型を被ひ加熱

しつつ水壓機にて壓縮するものなり。之の金型は上下外型の三部よりなり電気コイルにて加熱可能にして又常に溫度測定に便なる様寒暖計裝入孔を有す。又壓縮に當りては 150~200 kg/cm² の壓力を加へ溫度 180~200°C 迄上昇せしめ此處にて暫時保温後斷熱し常溫に復するを待ちて壓力を去り型より取出すものなり。溫度降下せざる内に型より抽出する時は製品變形する恐あり。尙取出せし製品の端々に嚙出しある場合は適當の研磨機にて除去す。又給水溝及孔は成形後加工せらる。斯くして完成せしニツテライト軸受は第1圖に示す如し。

第 1 圖 ニツテライト軸受



(ニ) 材質 ニツテライト軸受の材質試験に關し當ハ幡製鐵所研究所の報告* 下記の如し。

研 究 事 項*

ベークライトメタル材の熱膨脹率耐熱度測定

研究員 田所 芳秋・須賀 音吉・古川 百

ベークライトメタル材の耐酸程度水及油に對する強度試験

研究員 田澤敏次郎・八木 正一

軸受用合成樹脂の研究

研究員 石村 房司

ベークライトメタルの強度試験 研究員 元森 信夫・宮崎 彦眞

第2表は賦形劑別耐壓強度にして徑 20 mm 高 25 mm の

第 2 表 耐 壓 強 度

賦 形 劑	耐壓強度 kg/cm ² (大氣溫度)		耐壓強度 kg/cm ² (100°C)	
	2,692.8 2,570.4 2,521.0	平均 2,594.7	1,477.7 1,363.1 1,299.4	平均 1,380.1
帆 木 綿 (一枚物)	2,356.7 2,280.3 2,372.0	2,336.3	1,375.8 1,223.4 1,373.3	1,324.2
帆 木 綿 (切斷品)	848.9 886.4 1,073.6	936.3	407.6 598.7 522.3	509.9
藁	1,348.3 1,200.5 1,248.5	1,265.8	852.3 696.3 761.5	770.0
紙				

試料を大氣溫度及 100°C に於て試験せしものなり。之の表より明かなる如く 100°C に至れば大氣溫度の時に比し耐壓強度は約 $1/2$ となり。藁及紙を賦形剤とするものは帆木綿を使用せしものの約 $1/2$ なり。抗屈力は第3表に示す

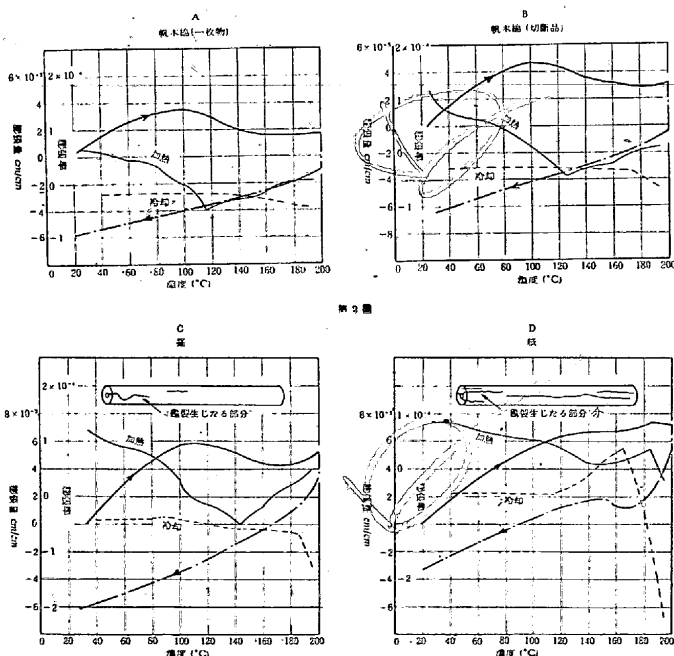
第3表 抗屈力試験

賦形剤 纖維方向	抗 屈 力			
	全 荷 重	撓	全 荷 重	撓
	kg	mm	kg	mm
帆 木 綿(一枚物)	2,340	4	3,460	3.9
帆 木 綿(屑物)	1,080	2.5		
紙	1,450	1.6	1,480	1.2
藁	640	1.6		

試験片寸法

如く帆木綿一枚物を層状に入れしもの最も良し。又第2圖は賦形剤別膨脹量及膨脹係数を長さ 100mm 径 17mm の試料により測定せし結果なり。何れも 100°C 前後迄膨脹し以後收縮を初む。其の最大量は下記の如し。

第2圖 膨脹率



賦形剤別

- A 帆木綿 (一枚物)
B 帆木綿 (切斷品)
C 藁
D 紙

賦形剤別 收縮を初むる溫度 ($^{\circ}\text{C}$)

- A 96
B 105

最大膨脹量 (%)

最大收縮量 (%)

- A 0.34
B 0.46
C 0.58
D 0.74

賦形剤別 收縮を初むる溫度 ($^{\circ}\text{C}$)

- C 105
D 140

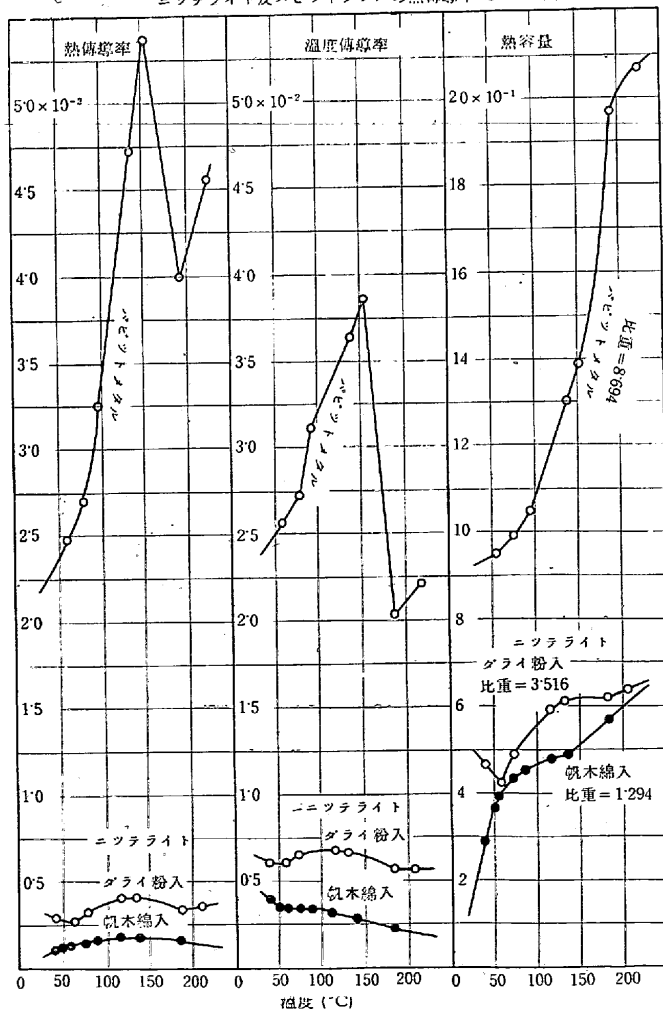
第4表 耐水試験

賦形剤	浸漬水	水最大吸収量 (%)	状 態	水最大吸収時間
A(帆木綿)	常溫 $25-26^{\circ}\text{C}$	0.2426	變化なし	3
B(同上)	"	2.3297	"	19
C(藁)	"	1.4518	面粗雑となる	"
D(紙)	"	1.2117	變化なし	16
E(帆木綿)	"	0.9983	"	15
A	溫水 50°C	0.508	白く褪色面ガラガラになる	7
B	"	2.760	面ガラガラになる	26
C	"	2.861	面粗雑となる	24
D	"	1.6324	變化なし	10
E	"	1.2777	面ガラガラとなる	13
A	沸騰水 100°C	0.5287	少し白く褪色面ガラガラとなる	7
B	"	1.9188	少し赤味を帯び面ガラガラとなる	9
C	"	2.4457	非常に面ガラガラとなる	15
D	"	1.5882	變化なし	16
E	"	1.5022	面ガラガラとなる	18

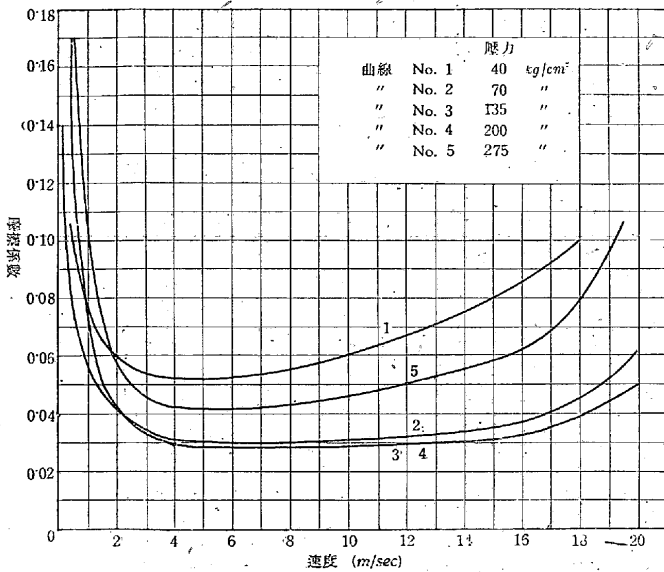
備考 { 吸収最大時間とは一定時間經過後重量の最大となる時間にして以後は繼續して浸潤するも増加を來さざるなり

第3圖

ニツテライト及バビツトンの熱傳導率 (C.G.S 單位)



第4図 摩擦係数曲線



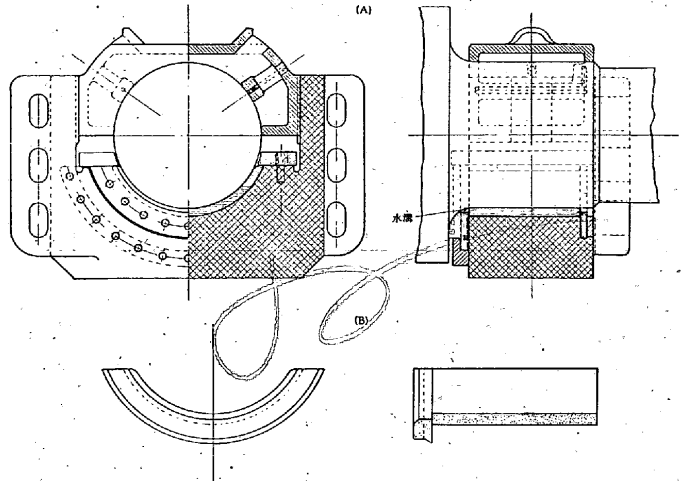
尙 200°C 加熱により帆布綿使用のものは異状なけれど藁及紙を使用せしものは第2圖 C. D に示す如く表面に數個の龜裂を生じ實際軸受としての使用度低き事を示せり。次に帆布綿入ニツテライトの比重は 1.294 にして熱傳導率は第3圖に示す如し。即ち從來ロール軸受として使用せしバビットメタルに比し熱傳導率は大氣溫度にて 1/8 となり溫度上昇に伴ふ變化は殆んど無し。又第4表は賦形劑別ニツテライト軸受の耐水試験結果にして 50°C 迄に於ては長時間浸潤するも材質に殆んど變化なきが如し。尙耐油試験に於ては石油、エーテル及モービル油の何れの場合も長時間の浸潤により材質的に何等變化なし。只前者の場合僅少なれども縮合物溶解の爲極く僅かなる重量の減少を來し後者の場合は吸収現象により僅少の重量増加となる。又帆布綿入ニツテライトは酸に對し一般に安定なれど藁、紙を賦形劑とせるものは何れも酸に對しての濃度の如何に關せず侵され易く濃酸程甚し。鑛酸中硝酸（五規定）に對しては一般に侵され易く藁、紙入は長時間浸潤により破碎し原形を止めざる程度に脆弱となる。次に摩擦係数は目下試験中に就き芝浦製作所より發表せられたる同製作所製コンパウンドロール軸受の摩擦係数を第4圖に掲ぐ。

3. 軸受使用法

ニツテライト軸受使用開始に當りては各ロール機共該軸受の形狀、給水、給油等の難問題に逢着し種々研究改造の上漸く本格的使用に到達せるもの多し、故に合成樹脂軸受使用に際し特に留意す可き諸點に就き以下に述べん。

(イ) 軸受形狀 軸受の形狀は一般に從來の金屬製軸

第5圖 ニツテライト軸受の圖

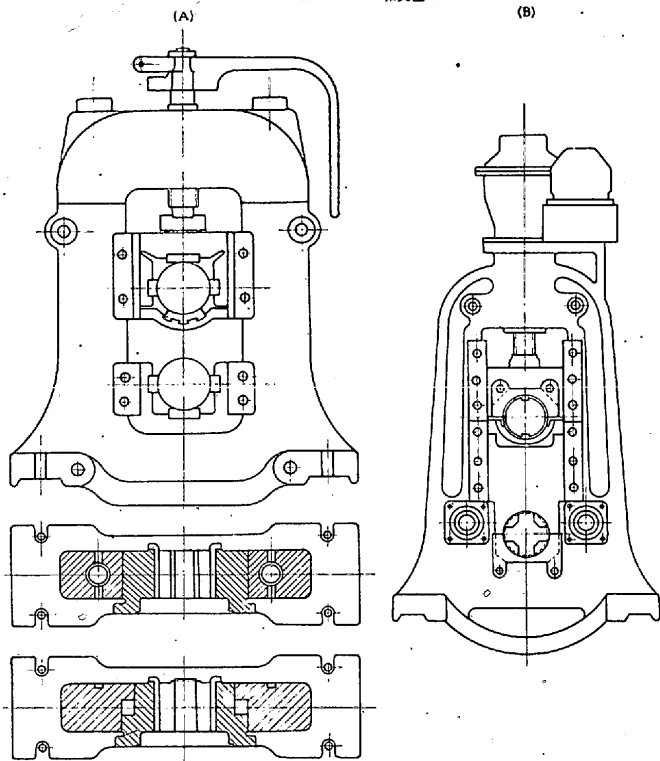


受形狀其の儘にて差支なきも軸受鑄部の利用少きもの又はロールの左右調整を他の機構にて施行し得るものにありては鑄部無き軸受を製作する事好ましく、又是非鑄部必要のもの例へば小形線材又は鋼片ロール等の如く開式孔型使用のロール機に於ては胴部と鑄部を分割製作せるものを使用する方得策なり。線材工場に於て從來の洋木軸受と同型のニツテライト軸受を使用せしに軸受胴部に比し鑄部の磨滅甚だしく之の爲胴部は尙充分使用に耐ふるものにて廢棄となるものは第5表に示す如く全廢棄數の6割を占む。故に斯る軸受にては第5圖に示す如く分割製作し磨損部のみ取替可能ならしむる必要あり。目下線材工場軸受は第5圖 B の如く改造中なり、尙鑄部の給水を容易に且充分ならしめると共に胴鑄部共新舊軸受を取交ぜ使用する場合不都合なき様圖に示す如く水溝を設くる事肝要なり。次に分塊ロール大形ロール等に於ける軸受形狀は普通第6圖に示す如く A, B の二種あり。A は獨逸製壓延機に、B は米國製壓延機に多し。然して A 型式にてラウト式三重ロール機に（平鋼工場にて厚鋼板壓延の際使用せり）リガライト軸受

第5表 ニツテライト軸受廢棄理由

ロール機別	メタル番號	壓延時間	壓延延數 (t)	廢棄理由
連續ロール	57	1,126°-40'	24,107,164	鑄部磨滅
"	134	705°-35'	13,555,220	鑄部磨滅胴部龜裂
"	203	1,122°-35'	21,193,605	鑄部磨滅
"	202	1,122°-35'	21,193,605	鑄部及胴部磨滅龜裂
"	206	1,122°-35'	21,193,605	鑄部及胴部龜裂
二列ロール	12	730°-20'	14,080,960	鑄部磨滅
"	20	1,236°-45'	23,348,040	"
三列ロール	182	898°-20'	16,776,275	鑄部磨滅及胴部龜裂缺損
"	248	662°-0'	12,328,475	鑄部龜裂
"	251	317°-30'	5,942,450	鑄部磨滅

第 6 圖 軸受型式



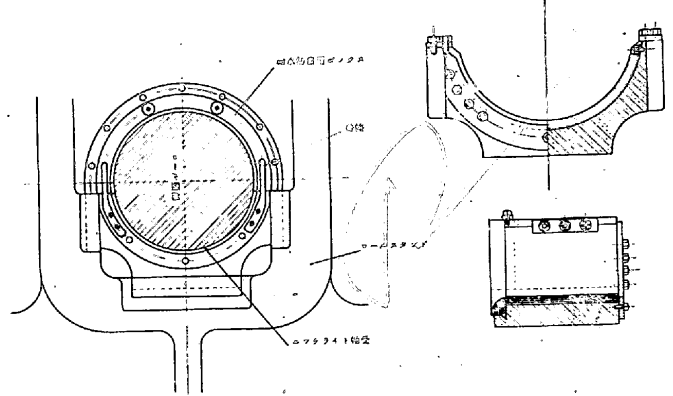
(日本理化工業製比重 1.2) を購入使用せしに使用開始後間もなく破損す。故に水量を倍加し再使用せしも約一週間後破損せり、又同様型式にてニツテライト軸受を軌條工場にて使用せし所 600~1,000 吨壓延にて焼損又は破損す。

只仕上ロール機の仕上孔型側は負荷の輕きと給水の容易なる爲從來の青銅軸受程度の耐久力 (5,000 吨) あり。要するに A の分割式軸受にてはロールの振動烈しき爲軸受中央部に縦割生じ易く又上下軸受はカップリング及調整ボルト有る爲給水管の取付困難にして焼損する事多し。故に目下斯る軸受は全部第 5 圖 A の如く改造中にて近く分塊ロール用軸受も完成の見込みなり。尙第 6 圖 B 型式のものはリテーニングバー及スラストカラー取付の爲軸受臺に一部加工の要あるのみにて軸受形狀は大體其の儘にて差支なし。

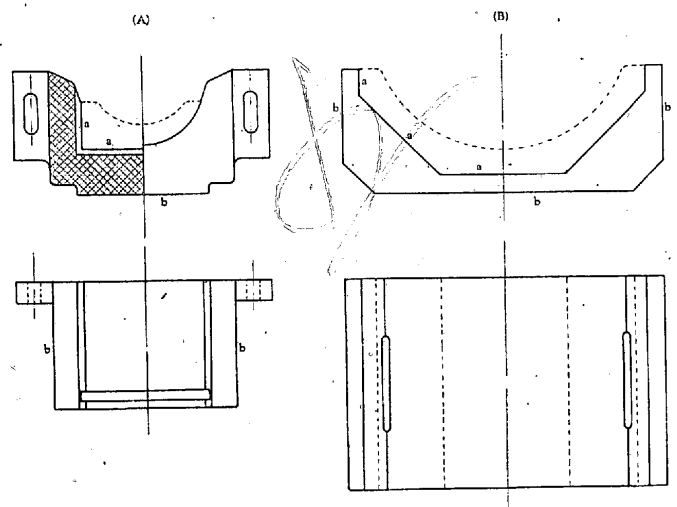
之の型式のものにて目下試験的に使用中のものに第三大形工場 (ロール頸部直徑 535 mm) 及第二中板工場 (ロール頸部直徑 530 mm) あり何れも大型軸受にして荷重大なるを以て取付に際し充分注意を要す。第 7 圖に第二中板工場下ロール用軸受の取付略圖を示す。

(口) 軸受臺 從來の金屬製軸受形狀其の儘のニツテライト軸受使用の場合は軸受臺も又勿論其儘使用可能なり。然して之の場合注意すべき事は從來の軸受臺は永年使用の結果殆んど何れも第 8 圖 ab 部が磨耗し居る爲該部を

第 7 圖 ニツテライト軸受の取付略圖



第 8 圖 軸受及軸受臺



充分肉盛仕上をなしニツテライト及ロールスタンドとの間隙を極力小にする様修理す可きものなり。又ロールスタンド磨損し居る場合も同様とす。若し間隙大なる場合には軸受は中央部に縦割を生ず。現場作業に於て間隙に薄鋼板等押込使用する事あれど好しからず。次に軸受と軸受臺との上面關係は第 8 圖 A に示す如く軸受面低き方軸受給水上良好にして B 圖の如く水平なるものは好しからず。尙軸受は A 圖の如く充分軸受臺に嵌り込む様設計の要あり。又三重式ロール機に於ては中ロール用上軸受臺は荷重により彎曲せざる様充分寸法を大にするか材質的に強力なるものとする必要あり。

然して軸受臺をロールスタンドに取付の場合は水平に左右軸受の中心を一致せしめるは勿論數臺のロール機をスピンドルにより連結する場合は組入ロールの徑により各スタンドのロールに高低を生ぜざる様豫め軸受臺を調整し置く可きなり。然らざる時はロールの振動により軸受破損或は片減りの原因となる。又壓延素材をロール噛み込みたる場合ロールの跳上りを防止する爲上ロール用吊ボルトは完全に調整する事肝要なり。

(ハ) **ロールネット** ロールネットは滑にしてクラック或は條あるものを使用す可らず，故に從來のロールを使用する場合は組入に當り頸部を充分手直し研磨の上使用する事大切なり。尙豫備ロールは充分錆止めを施行し風雨に露さず取扱を鄭重に爲すべきものとす。頸部錆止塗料としては下記の如き成分の特殊塗料試用せしに結果良好なり。

特殊塗料成分 (容積比)

粉末黒鉛 20% 水硝子 40% 水分 40%

尙各種ロール機を有する製鐵所に於てはロールネット及軸受の寸法形式を可及的に各機共通に統一することが好ましく當八幡製鐵所に於ても數回協議の結果統一案を作成し實行に移す事となりたり。之によりニツテライト製作上最も時間を要する金型の種類僅少となり製作上多大の便利を得たり。

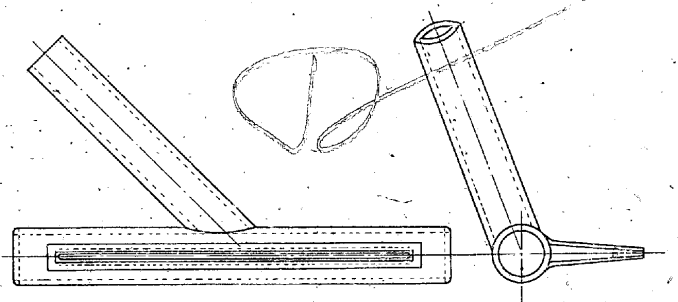
(ニ) **給水給油** ニツテライト軸受は金屬製軸受に比し熱傳導惡く第3圖に示す如く常溫に於てバビットメタルの1/8 又 150°C に於ては1/20 となる。故に特別の工夫をせざれば從來の給水量水質水溫にては使用出來ざる場合あり。ニツテライト軸受使用の能不能は給水問題にて決せらると云ふも過言にあらず。然して給水の目的は冷却及潤滑及軸受を磨損する如き物質を洗ひ落すにあり。先づ給水装置に就き述べん。之の目的を達する爲普通第9圖に示す如き給水管を使用し

a 孔の水はネットを冷却すると同時に塵埃及加熱せられし水を落すものなり。又 b 孔の水は軸受内に入り接觸面の冷却及潤滑をなす。之と同時に水管先端よりロールの推力面に一部は給水し此處に於ける冷却及潤滑の役目を爲さしめ軸受全面平均に相當の壓力を以て給水の必要あり。

尙水が接觸面に容易に入る爲軸受c部は必ず削り溝を作り且又軸受最上部は軸受臺の面以下とすることは前述せし如し。然して第9圖の如き給水管は比較的狹隘なる場所にてても取付可能なれど八幡製鐵所に於ける冷却水の如く戻水使用の場合は夾雜物により水孔閉塞せらるる危険ある爲適

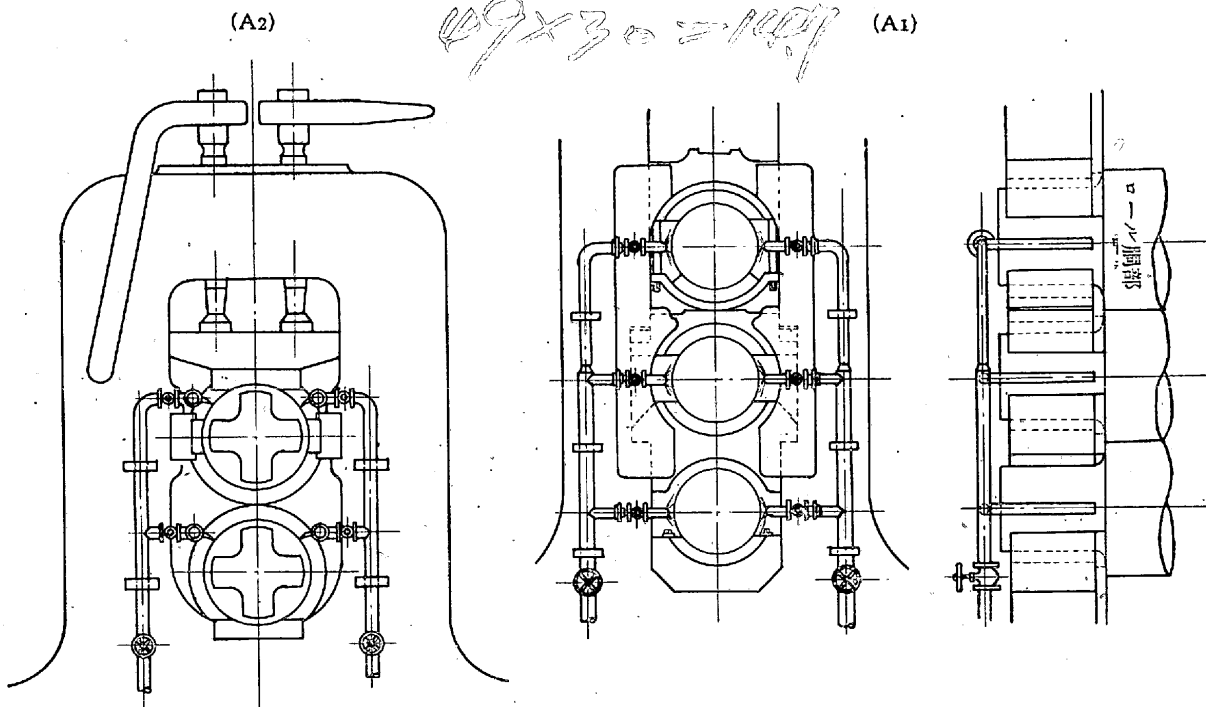
時水孔の掃除を施行す可きなり。斯る場合冷却水管取付場所廣き時は第10圖に示す如き口金を使用する方結果良好なり。又從來軸受冷却には水管に護謄管を連結し其の先端を軸受部に挿入使用せしも之は振動により落下の危険多く且又軸受全面平均に給水する事困難にして局部的燒損の恐あるを以て第11圖に示す如く改造固定するを可とす。

第10圖 給水管口金の一例



尙 BC は夫々上下軸受給水装置の一例を示せるものなり，然して軸受接觸面に於ける水の薄膜はロールネットの周速餘りに少なる時及負荷過大なる時には破れて潤滑の役目をなさず，故に逆轉式ロール及連續式鋼片ロール機の最初 2, 3 スタンド並に水の順環惡き各種ロール機の上軸受に就きては特に工夫の必要あり。第5圖 A 及第11圖 B は共に斯る目的に適合する様設計加工せられしものなり。第六分塊工場18" 連續式ロール機に於て最初ニツテライトを下ロール軸受として使用せしに各スタンド共成績良好なりし爲同様形狀のものを上ロール上軸受に使用せし所シートバー約3匁壓延にて摩擦熱の爲上軸受は燒損し使用不能となりたり。故に第11圖 B の如く軸受臺及軸受を加工後使用せしに下軸受同様成績良く目下全機使用中なり。其の後中形，小形ロール機に於ても上軸受は同様形式の水路加工の上使用開始せり。斯の如く給水は重大なるもの故軸受用給水管とロール孔型用給水管は別としロール回轉中は如何なる場合にても充分給水する様留意す可きなり。次に水量は金屬製軸受の場合より 1.5~2 倍位に増加する方良好なれど當八幡製鐵所に於ては諸種の關係により第二鉄力工場を除く外何れの工場も從來と殆んど變らず，現在ニツテライト軸受に使用せる水量は第6表の如し。次に冷却水の溫度は上昇するに従ひ粘着力を減少する故餘りに高温の水は結果不良なり。八幡製鐵所に於ける冷却用水は戻水を使用する關係上塵埃多く且又第7表に示す如く高温にして不都合の點多き爲種々考究中なり。第6及第7表に於て第六分塊工場18" 連續ロール機のみ水量特に多く且又水溫低きは

第11圖 給水管取付圖

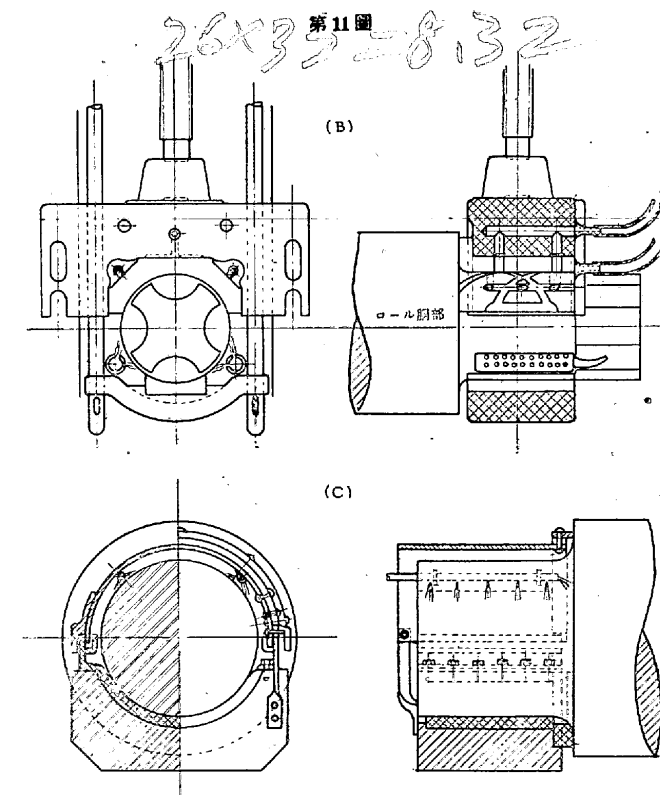


第6表 軸受冷却用水使用高調

工場名	ロール型式 スタンド数	全使用量		1時間當 軸受1ヶ 所當使用 量 m ³
		一分間當 m ³	一時間當 m ³	
二鉄力工場	二重連続 (冷板ロール) 9	1'358	81'5	2'26
軌條工場	二重逆轉 3	0'832	49'9	4'17
一中形工場	三 重 4	0'613	36'8	1'53
一小形工場	三 重 1 複 二 重 5	1'139	67'8	1'60
線材工場	二重(二列以下) 11	2'250	135'0	3'35
	二重(連続式) 8	1'150	69'0	2'16
六分塊工場	連続(18'') 6	2'500	162'0	6'76
三分塊工場	連続(18'') 6	1'400	84'0	3'50

第7表 冷却水温度調

工 場 名	夏期(°C)	冬期(°C)
第 三 大 形 工 場	44~46	26~27
第 二 中 板 工 場	44~46	26~29
軌 條 工 場	48~50	33~35
第六分塊工場 24'' 連続ロール	45~46	29~32
第六分塊工場 18'' 連続ロール	30~32	9~12
第二分塊工場 24'' 連続ロール	42~45	26~28
第三分塊工場 18'' 連続ロール	45~47	30~32
第 二 中 形 工 場	45~46	32~33
第 一 中 形 工 場	46~48	32~34
第 一 小 形 工 場	46~50	32~34
第 二 小 形 工 場	46~50	32~34
第 三 小 形 工 場	47~49	32~33
珪 素 鋼 板	29~30	17~19



バビットメタル使用當時普通の冷却水にては軸受の焼損甚だしく壓延作業困難なりし爲特別に冷却水管を敷設し其の後ニツテライト軸受使用に當りても其の儘使用繼續せしによるものなり。尙水温はロールの壓下率並に廻轉速度に係する事勿論にして當所第二鉄力工場冷板ロールに於ける

實驗結果は次の如し。壓力 140 kg/cm^2 廻轉速度 $5,080\text{ mm/sec}$ の時 66°C 迄安全、壓力 140 kg/cm^2 廻轉速度 $3,048\text{ mm/sec}$ の時 84°C 迄安全、壓力 210 kg/cm^2 廻轉速度 $3,048\text{ mm/sec}$ の時 74°C 迄安全なり。實際作業に當り 45°C 以下の水なれば温度高き場合は水量を増加し作業繼續可能なるも可及的溫度低きもの結果良好とす。次にニツテライト使用に當りネットの周速 500 mm/sec 以下或は 140 kg/cm^2 以上の荷重の場合及ロールを停止する時には給油の必要あり。前者は水の薄膜破損し危険につき潤滑剤として補給するものにして後者は停止中にネットの錆發生を防止し又再運轉開始の場合容易ならしむる爲なり。給油はロール停止直前に極少量古油又はグリースを供給すれば充分にしてタールを含有すべからず。又第7圖に示せる如くスケールの飛來を防止する事肝要なり。又スタンドの同一側に合成樹脂軸受と金屬製軸受の混用を爲す可からず。

4 各種軸受との比較

(イ) 軸受壽命 ニツテライト軸受の壽命は負荷の輕重周速度の遲速及使用法の良否等により甚だしき差異あり。當八幡製鐵所に於て使用開始當時は種々の事情の爲第8表の如く從來の軸受壽命に比し甚だしき見劣ありたれど

第8表 ニツテライト使用開始當時の新舊軸受壽命比較

試料	力	使用日數		矯 正 應 數			
		上軸受	下軸受	上軸受	耐久比	下軸受	耐久比
青銅		300 ^日	150 ^日	16,500 ^{kg}	1	8,250 ^{kg}	1
ニツテライト		82	99	3,688	0.22	4,404	0.53

線材ロール	壓延應數	耐久比
洋木	8,356 ^{kg}	1
ニツテライト	6,247	0.75

其の後製作技術の長足の進歩と現場使用者の該軸受に對する理解とにより今日に於ては各工場共軸受壽命は數倍となりたり。以下其の成績に就き述べん。第9表は線材工場に於ける最近の實績にして(第1第18スタンドの上及下は夫々從來の軸受使用中にして第19スタンドはローラーベアリング使用中とす)第1スタンド下軸受壽命割合に僅少ななるは第10表に示す如くロール頸部の周速度小なると鋼片のスケール落下甚だしくロール頸部及軸受を損傷する爲なり。又第12スタンドの上下軸受が他に比し短命なるも第10表に示す如く該ロールの壓縮率が全ロール機中最大なる理による。然してニツテライト軸受平均壽命は637時

第9表 耐久應數及時間調

スタンド	平均耐久應數	平均耐久時間	スタンド	平均耐久應數	平均耐久時間
1	上 8,011.913 下 8,011.913	399~40	11	上 29,975.505 下 22,654.017	1,500 ^分 47 ^分 1,125 08
2	上 11,215.570 下 9,422.813	585~0 336~30	12	上 6,760.086 下 8,639.671	347 42 445 43
3	上 26,374.610 下 16,348.445	1344~58 799~10	13	上 10,161.551 下 15,758.571	503 12 772 51
4	上 10,011.872 下 44,071.856	513~52 2178~52	14	上 11,040.947 下 12,851.183	544 12 641 14
5	上 18,824.236 下 26,579.625	928~47 1303~21	15	上 11,529.911 下 21,509.260	574 12 1,129 25
6	上 16,758.705 下 10,564.330	817~38 536~30	16	上 12,979.244 下 8,353.844	621 56 426 30
7	上 25,948.025 下 13,123.429	1272~26 659~53	17	上 22,288.713 下 12,612.565	1,111 43 661 30
8	上 10,899.969 下 9,032.707	529~58 452~06	18	上 9,603.867 下	472 05
9	上 18,300.635 下 17,320.758	916~40 865~44	19	上 下	
10	上 7,725.212 下 12,887.918	391~46 641~13	平均	13,748.813	637 27

第10表 線材工場ロール調

スタンド 番號	ロール 胴 徑 (mm)	ロール 頸部 速度 (mm/sec)	同轉數 (毎分)	壓縮率 (%)	スタンド 番號	ロール 胴 徑 (mm)	ロール 頸部 速度 (mm/sec)	同轉數 (毎分)	壓縮率 (%)
1	370	130	10.8	12.8	11	360	1,740	163.0	21.4
2	370	173	14.3	26.4	12	254	2,000	396	41.3
3	370	257	21.5	30.5	13	273	2,000	396	19.4
4	370	358	29.9	40.3	14	286	2,000	396	18.6
5	370	550	45.8	33.5	15	317	2,000	396	16.9
6	370	843	71.6	37.4	16	254	4,560	570	26.5
7	370	1,241	104.0	29.2	17	273	4,560	570	11.9
8	370	2,029	170.4	40.2	18	292	4,560	570	12.2
9	377	1,740	163.0	29.8	19	315	4,560	570	11.4
10	360	1,740	163.0	35.0					

間27分、13,749 應にして從來の洋木軸受の1.6倍なり。

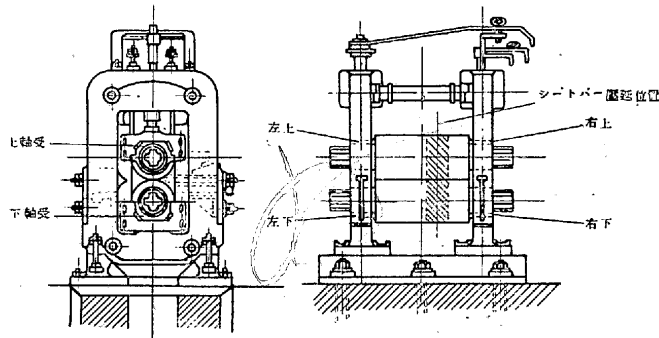
尙米國に於て線材工場に合成樹脂軸受を使用せし時ロール頸部の速度の小なる爲第1, 2, 3番スタンドに於ては失敗し第4スタンド以後に成功せりと之の時の速度は第1スタンド 172 mm/sec 第4スタンド 594 mm/sec なり。然して當八幡製鐵所に於ける線材工場のロール頸部速度は第10表の如く上記線材工場の速度以下なれど充分使用可能なり。次に第11表は第六分塊工場18" 連續式ロール機用軸受の成績なれど當工場は使用開始當時組入れしものを今尙使用中のものあり。然して從來のバビットメタル壽命との比較は表に示す如くニツテライト軸受斷然優秀にして平均6.1倍の壓延可能なり。又ニツテライト上軸受平均耐久時間及應數は夫々373時間30分、32,911 應なるに下軸受は殆んど2.5倍にして958時間17分、82,443 應なり。之の原因は上軸受は位置の關係にて下軸受に比し潤滑水の廻り悪く焼損爲し易く又素材噛み込みの場合上ロール用品ボ

第 11 表 18'' 連続ロール用軸受寿命比較表

スタンド	バビット メタル (t)	ニツテライト軸受 (t)	圆周速度 (mm/sec)
1	13,031	42,458 上 19,747 下 65,169	439.8
2	11,027	85,600 46,312 124,888	68.8
3	5,850	27,611 15,542 39,679	770.5
4	11,945	121,612 58,140 185,084	916.4
5	5,513	69,185 30,534 107,836	1,105.1
6	11,945	46,161 34,847 57,474	1,332.8
平均	9,885	60,429 32,911 82,443	
寿命比	1	6.1	

ールト調整不良により軸受を打ち尚且上ロールは常に昇降せしむる爲軸受臺及該部の接觸するスタンド面磨損しロール振動の爲軸受破損し易き爲なり。故に使用者に於て斯る點を今後一層注意研究する事により上ロール軸受寿命は倍加するものと考ふるものなり。次に第 11 表にて 6 基中第 1 及 3 スタンド用上下軸受が他に比し寿命短きはベアリングプレッシャー大なる爲なり。即ち厚 6.8mm 幅 250mm 黒板シートバー(炭素 0.12% マンガン 0.37%) 壓延の場合に於ける抗壓力及軸受單位面積の壓力は第 12 表の如し。(但

S, Ekelwnd のローリング、プレッシャー算式による) 又第 1 スタンド左側軸受は右側軸受に比しベアリング、プレッシャー小なるに軸受短命なるは該軸受周圍にカップリング及豎形ロール機有りて近寄れず給水給油に困難なる上豎形ロール機にて除去せるスケールの飛來多き爲なり。又第三分塊工場連続ロール機に於て同一スタンドに從來のバビット軸受とニツテライト軸受とを組入れ耐久廻数を比較せし結果は第 13 表の如く軸受磨耗 1mm に對しニツテライト軸受は約 5~8 倍の壓延可能なり。尙第一鉄力工場冷板ロール機に於ける成績は第 14 表に示す如く全軸受數 36 個の内毎月取替を要するもの 1~2 個平均耐久日數は 547



第 12 表 18'' 連続ロール「ベアリングプレッシャー」と耐久廻数との關係

ス タ ン ド	1		2		3		4		5		6	
ローリングプレッシャー (t)	125		101		116		83		93		96	
ベアリングプレッシャー (t)	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
ベアリングプレッシャー (軸受 cm ² 當)	46	79	37	63	43	73	30	52	34	58	36	60
耐久廻数 (t)	28,513	47,637	187,332	65,253	69,547	16,699	121,612	121,612	77,418	60,952	60,529	40,353

第 13 表 ニツテライト、バビットメタル同時使用試験成績

軸 受 別	使用箇所	壓延時間	壓延廻数	水 温 度	メタル 新品厚	メタル 解放後厚	磨 耗 量	磨耗 1mm に對 する壓延廻数	備 考
ニツテライト	左 上	467 時	20,674 111	43.5°	36 mm	32.9 mm	3.1 mm	6,650	尙再使用可能
"	左 下	"	"	"	34	31.9	2.1	9,850	"
バ ビ ッ ト	右 上	"	"	"	45	28.0	17.0	1,250	磨耗再使用不能
"	右 下	"	"	"	47	31.1	15.9	1,280	"

第 14 表 第一鉄力工場に於ける軸受耐久日數調

件 名	月 別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
使 用 日 數		28	24	27	23	27	23
矯 正 廻 數		4,122 873	4,114 414	4,613 458	3,618 275	4,723 903	3,963 511
矯 正 時 間		419	413	453	356	350	293
軸受取替個數	上 軸 受	0	1	0	0	1	0
	下 軸 受	2	2	1	2	0	1

日にして従来の青銅軸受の1.8倍なり。又第二鋳力工場に於ては上軸受 228 日下軸受 366 日にして何れも成績良好なり。以上は何れもロール機用軸受全部をニツテライトに改造せしものに就き述べし目下一部改造或は試験中のものに大中小形及中板ロール機等あり。何れも使用開始後日浅く使用軸受数も数 10 個にして確實なる耐久軸数判明せざれども中、小形工場の現状は何れも 1,000 軸なり。小形工場にては従来のバビット軸受より稍良好なれど中形工場にては舊軸受 1,338 軸には遠く及ばず。

然れども斯る中小形方面に於ては軸受使用法に於て前述せし如く給水管の完全取付軸受臺の完全修理を施行する事により近き將來に一層良好なる結果を得るものと期待し居るものなり。

(ロ) 電力消費量 電力消費量は壓延粗材の溫度材質壓縮量製品種別及孔型法等により差異あれど同一工場に於ける長期の平均製品軸當電力消費量は大体一定せるものなり。然して従来の軸受を合成樹脂軸受に取替へし爲諸外國に於ては普通 30~60% の節約を示せり。當八幡製鐵所に於てニツテライト軸受使用開始當初は鋳力工場、線材工場何れも従来の軸受を順次取替ふるに従ひ之に比例して電力

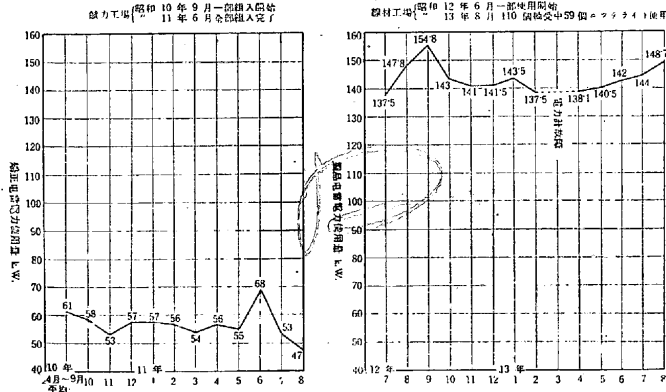
第 15 表 電力消費量比較 (軸當)

工場名	舊軸受	ニツテライト軸受	節約率
第一鋳力工場 冷板ロール機	74.36 (青銅)	15.86	79
第二鋳力工場 冷板ロール機	63.00 (")	21.60	66
第六分塊工場 18" 連續ロール機	19.55 (バビット)	14.20	27
線材工場 連續及平行ロール機	137.25 (バビット及洋木)	120.00	13

79%, 第二鋳力工場 66%, 又第六分塊工場 18" 連續ロール機、線材ロール機は夫々 27% 及 13% の節約をなせり。尙之の他目下取替途中の諸工場に於ても電力消費量は順次夫々節約の傾向にあり。其の一例として第三小形工場の成績を第 16 表に示す。然して當工場に於ける昭和 13 年 10 月より昭和 15 年 2 月迄の毎月生産軸数は大差なし。斯くの如く軸當消費量減少と共に無負荷運轉に於ける動力も又線材工場にては從來 455kW なりしが 436kW となり 19% の減少を示せり。要するに壓延機用軸受を合成樹脂軸受に変更する事により軸當電力消費量は少くとも 20~70% を減少する故當八幡製鐵所に於て薄鋼板壓延機を除く全壓延機の軸受を全部ニツテライト軸受に改造完了せし時は電力費に於て莫大なる経費の節約出来る見込なり。

(ハ) 作業能率 前述せし如く合成樹脂軸受を壓延機に使用する場合作業能率に及ぼす影響は甚だ大なるものにして先づ動力の節減大なる爲原動機能力により壓縮率又は同時壓延本數に制限を受け居る壓延機に於ては機械的或は運轉設備等改造せずとも壓下率又は本數増大する事を得。又同様に負荷時に於ける壓延速度の低下少き爲連續的に良熱の素材を壓延可能にして従てミスロール少く順調なる作業により單位時間當製産軸數の増加を來すものなり。例へば當所第三小形工場 B ロール機に於ては從來原動機過負荷の爲 4 本通し (同一ロールに同時に 4 本通過せしめる意) 不能なりしもニツテライト軸受使用開始後第 16 表に示す如く電力節減せられし爲容易に 4 本通し可能となりたり。又線材工場に於ては洋木軸受當時ミスロールの割合は全壓延本數の 4.4% なりしも今次事變の影響にて未熟練工多數採用せるに關せず近時 3.5% と減少せしは壓延途中に於ける素材溫度の低下少き爲と信ず。次にニツテライト軸受は潤滑劑として主に水のみを使用する爲直接間接利益となる點多く鋳力冷板ロール機に於ては軸部の摩擦熱は直ち

第 12 圖



消費量の減少を見ず却て第 12 圖に示す如く増加の傾向にありたり。之は軸受使用法にて前述せし如く従業員不慣の爲給水不調ロール組入不完全、軸受臺並にロール頸部の修理加工不充分、停止直前の注油怠慢及焼損軸受を其の儘使用せし等に起因するものなり。鋳力工場に於ける経験によれば焼損軸受を使用する場合は此軸受に對しては平常作業の 3~5 倍の電力を消費するものなり。其の後斯る諸點に注意し種々使用法研究の結果現在にては鋳力、線材工場は勿論其の後使用開始せし各工場も順調に電力消費量減少せり。即ち第 15 表は全軸受をニツテライトに取替へし工場の比較にして 鋳力冷板ロール機最高にて 第一鋳力工場

第 16 表 第三小形工場ニツテライト軸受使用状況

年月	電力消費量 k.W.H./ton	冷却水温度 (°C)	ニツテライト軸受数	軸受總数	年月	電力消費量 k.W.H./ton	冷却水温度 (°C)	ニツテライト軸受数	軸受總数
13' 10	83'61	48	0	136	14' 7	86'50	47	28	136
" 11	102'77	40	0	136	" 8	61'60	42	44	136
" 12	100'50	33	0	136	" 9	62'60	45	65	136
14' 1	103'20	32	1	136	" 10	59'70	34	65	136
" 2	103'00	32	1	136	" 11	58'40	28	84	136
" 3	88'00	35	3	136	" 12	52'20	29	82	136
" 4	92'00	32	3	136	15' 1	49'00	29	82	136
" 5	86'00	44	6	136	" 2	53'50	34	84	136
" 6	79'20	49	9	136					

第 17 表 鋳力工場冷板ロールに於ける青銅
軸受とニツテライト軸受比較

	青 銅	ニツテライト
ロール研磨時間 (四列にて一交代當)	2 時間	40分~1時間
矯正作業時間 (一交代當)	5時間10分	6 時間 10 分
矯正廻數 (")	55t	68t
グリース付のため不良品となるもの (毎 一 日)	100kg	な し
グリース使用量 (一ヶ月)	11,850kg	な し
人員節約	注 油 手	1
	ロール組替	全 員
		半 数

に除去されロールカーブに影響を及ぼす事なく至極順調に作業を繼續する事を得。且又金屬軸受の場合使用せし軸受部のグリース不用につきグリースによるロール疵無く随て研磨回数及時間の節約となり矯正廻數は第 17 表の如く一交代當 17% の増加を來し尙且製品は屢々ロールを研磨せざる爲光澤ある良品を得る。斯の如く能率増進せし爲從來鋳力製作工程中最も能力少く工場のネックとして心配せられ居たる冷板作業部は一躍他所に比し餘裕を生じ第一鋳力工場の如きは一系列の冷板ロール機を休止せしめ居る状態なり。又第六分塊工場 18" シートパーロールに於ては從來毎月 84 吨のスケールを生じ然してバビットメタル當時は毎月 4 吨の軟ピッチ (溶解温度 40~50°C) を使用し之と該スケールは混合し暗溝内にて固り毎修繕日には之の除去に長時間多人数を要せり。之の不良スケールの除去並に運搬に當りては非常なる困難をなしスケールは壓延工場の癌と云はるるも宜なるかなと感ぜしめたり。然して今日に於ては全然之の心配なくスケールは平常作業時に容易に撥出再使用可能なり、且又注油手一名節約出來工場内の清掃容易にして従業員に多大の便宜を與へ居れり。時間當生産量並に歩留は前後諸機械の關係及材料の都合等により只今迄大なる變化なけれど幾分共に向上の模様あり。

(二) 其他 ニツテライト軸受の比重は 1.294 にして從來の金屬製軸受に比し甚だ軽く取扱い容易にして取替に危険なし。又軸受生産費は原料に再生帆布綿等使用する關係上比較的安く従て軸受價格も低廉にして金屬製軸受の 6~7 割程度とす。故に該軸受使用工場は長壽による使用個數の減少と安價の點より莫大なる利益を得て居る次第なり。尙缺點とも申す可き點は無負荷運轉の場合幾分音響高き事なり之は從來のスピンドルカツプリング及ロール頸部等普通鑄放程度にて相互間の間隙大なる上ロールの軸受摩擦減少により運轉動力激減し上記金物の傳動接觸面が充分密着し居らざる爲なり。即ち連續ロール機にてシートバー壓延に當りロールに素材噛み込みの場合ロールは一瞬停止し素材は前面ロールとの間に彎曲せんとす。特に上記連結金物の磨耗大なる場合に甚し。斯る場合磨耗金物の取替は勿論接觸面の仕上を良好にし間隙を小にすると共にスピンドル用軸受を新設し音響と共に連結金物及傳動齒車破損の原因たる噛み込みの衝撃を防止する事肝要なり。

5. 結 論

鋳力冷板ロール機に於てロール軸受用潤滑剤として使用せしローラグリースは種々作業上に障害を來すこと多く之のグリースを廢し能率増進を計る目的にて試作使用せられニツテライト軸受は製作者と使用者の共同研究により順次成績は向上し今次事變勃發により鋼材の需要激増し作業は繁忙となり然も軸受原料入手困難となるや從來の軸受到に代り廣範圍に大歡迎を以て使用せらるるに至れり。然して使用結果は壽命に於て 2~6 倍にて價格の低廉と相俟てロール軸受費の大節約となり又電力消費量に於ても 13~79% の節減を示し近來電力不足の爲輪番作業休止等實施せられ居る折柄愈々該軸受使用の急務を痛感せり。之の他前述せし如く種々舊軸受に勝る特性を有し使用價值高きを以て今後一層我々は製作並に使用に倦まざる努力を致し可及的速に各種ロール機の全軸受をニツテライト化し以て 1 吨たりとも多量に 1 錢たりとも安價に良質鋼材を製作し前古未曾有の今次聖戰の目的遂行に幾分たりとも貢獻し得ば幸と考ふるものなり。尙當八幡製鐵所に於てはロール軸受のニツテライト化と平行に合成樹脂を以て各種輸送ローラー傳動軸等の軸受又は齒車等に就き研究試作し既に實施試驗も完了し之又本格的の使用に着手せり。特に軌條工場は其の代表的なるものにして一部使用のものは結果良好にして他は目下取急ぎ製作中なる事を附言致し置く次第なり。