

拔 萃

高温度に於ける汽罐板の強力 弾性及延性

(Chem. & Met. Eng. June 28, Aug. 2 & Aug. 16, 1923)

一、序節

從來常温以上に於ける鐵鋼の性質殊に強力及延性變化に關する研究は屢々發表せられたるところなるが頃者米國ビエロ、オブ、スタンダードに於て行はれたる汽罐板の高温度に於ける性質の研究の結果は略纏りたるものにして興味深きものなるを以て以下其の概要を摘録す。

二、高温作業を受けたる汽罐板の性質

(1) 鍊鐵又は軟鋼の抗張力は約三〇〇度(C) (五七〇度(F)) 附近に於て最大となるものなるが其の増加はハンチントン氏、エプス並にジョンズ兩氏及びブリー氏等に従へば常温を超ゆると共に直に始まるものなりと曰ひ、反之ホワード氏の如きは五〇乃至一五〇度(C) (一二五乃至三〇〇度(F)) 下の間に於て纔に減少し而も其の減少は炭素量少きもの程低温度にて生ずると曰へり、弾性に關しては一般に温度の上昇と共に減ずるものなりとせらる、エプス並にジョンズ兩氏は始めは減少するも稍温度の上昇するに隨ひて増加し約一八〇度(C) (三六〇度(F)) に於て最大値に達し再び減少すと曰へり「ブリー」氏の結果も略同様なり。

延伸率は常温を超ゆると共に徐々に減少し約一二五乃至二〇〇度(C) (二五五乃至三九〇度(F)) に於て最少値に達し此温度以上にては急に増加す、收縮率も常温を超ゆると共に纔に減少するも温度の上昇と共に減少急となり約二〇〇乃至三〇〇度(C) (三九〇乃至五七〇度(F)) の間に於て最少値に達し再び急に増加す。

(2) 本試験の結果

(イ) 試験材料 本試験に供せしは厚半吋燃焼室用及船用汽罐鋼板にして各規定の強力及成分は次表の如し。

第一表 試験材料

番 號	品 種	規定抗張力	成 分			
			封度/□	炭素	磷	硫黃
一	* ASTM 燃焼室用	41,000	0.25	0.010	0.03	
二	船 用	47,000	0.25	0.014	0.031	
三	汽罐車燃焼室用	47,000	0.25	0.014	0.031	
四	〃	47,000	0.25	0.014	0.031	

* American Society for Testing Materials 規定

燃焼室用鋼 規定 A 30-18

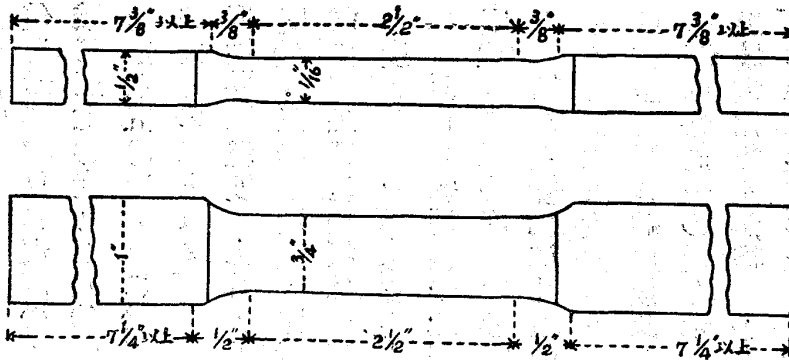
右表中(3)は其抗張力規定のものに比し少しく高かりしを以て(4)を以て之を補へり。

鋼板は總て鹽基性平爐を以て製したる鋼塊のセグレゲーションなき部分より壓延し略右表の規定に合致せしめたり。

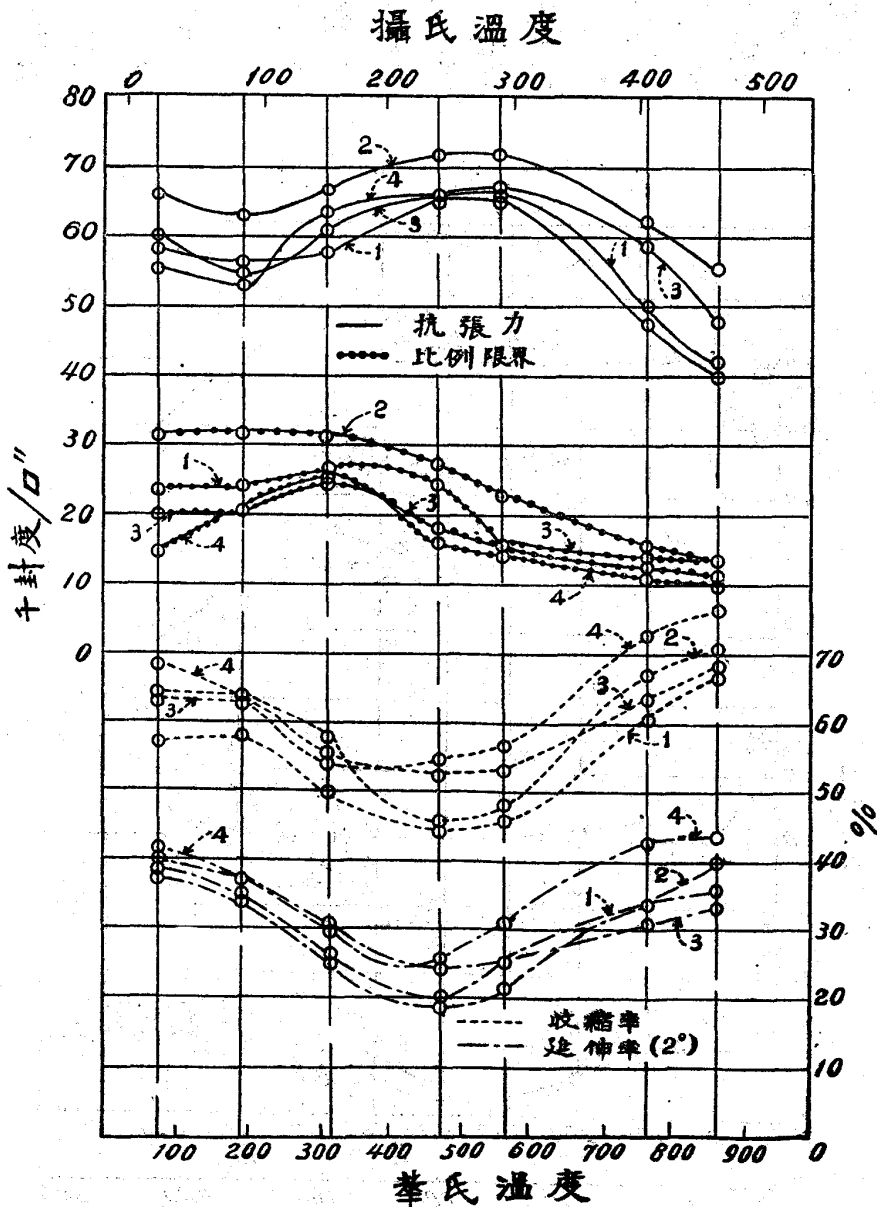
(ロ) 試験片、試験片は壓延の方向に採取し其の寸法は第一圖の如く採れり。

(ハ) 試験方法、試験片は長一吋の電氣爐中にて熱し所要の温度に達したるとき先づ約一、五〇〇封度/□の荷重を加へ、試験機に附したる装置は(本装置は比例限

第一圖



第二圖



界を定むるため用ひ内力及歪を同時に知らしむるものなり、詳細は (J. Trench, "Motion picture in Physical Testing Laboratory" Chem. & Met. Eng. Jan. 19, 1912. 参照) に依りて読み取り漸次五〇〇又は一、〇〇〇磅/〇

の實荷重を加ふる毎に読みを取り遂に比例限界を定め然る後装置を取り除け前と略同一の割合にて荷重を加へつゝ通常の場合の如く破断せしむ、各温度に於ては試験は數回反覆して行ふ而して此の場合比例限界は内力及歪の

關係圖より之を定む温度の平衡を保持せしむるため抗張荷重を加ふるに先ちて八分乃至一五分間所要の温度に保持せしむ、試験片の温度が實際平衡なるや否やを試験し

たるに其差纒に低温度に於て二〇度、高温度に於て三〇度 (C) (三六乃至五四度 (F)) に過ぎず。

(二) 試験の結果、第二圖は試験の結果を圖示するものな

拔 萃 高温度に於ける汽罐板の強力、弾性及延性

り。

(a) 抗張力は九五度(C) (二〇〇度(F)) 附近に於て數千磅/〇の減少を來し次に(1)(2)及(3)の汽罐板に對しては二九〇度(C) (五五〇度(F)) に於て而して(4)の汽罐板に對しては約二五〇度(C) (四八〇度(F)) に於て夫々最大値を示す、更に温度の上昇と共に強力を減じ三七〇度乃至四〇〇度(C) (七〇〇度乃至七五〇度(F)) に於て常温に於けると略同一の値となる。

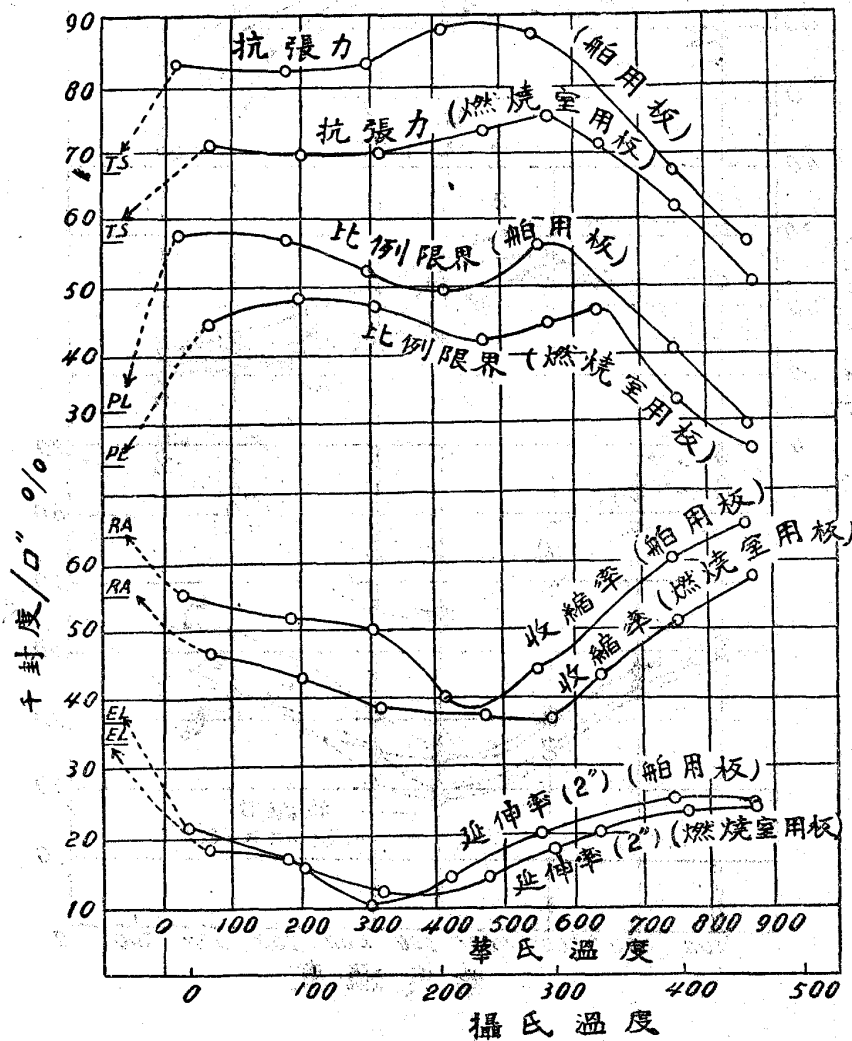
(b) 弾性界は温度の上昇と共に増加し一五〇度(C) (三〇〇度(F)) 附近に於て最大値に達す、燃燒室用板は船用板に比し増加の程度著しく且つ増加を持続する温度高し、而して船用板の比例限界は約一七五度(C) (三五〇度(F)) まで略一定の値を保つ、斯かる變化は比較的低温に於て認むるも三六五度(C) (八七〇度(F)) に於ては抗張力高き船用板及び燃燒室用板(1)並に(3)は略同一の値を示し抗張力最も低き燃燒室用板(4)が纔に小なる値を示す。

(c) 延伸率は温度の上昇と共に徐々に減少し約九五度(C) (二〇〇度(F)) の附近より稍減少の程度を増し約二四五度(C) (四七〇度(F)) に至りて最小値に達す、更に温度の上昇と共に延伸率は増加し本試験の範圍に於ても既に常温に於ける値に近く即ち四六五度(C) (八七〇度(F)) に於て船用板は常温に於ける値に達

せざるも燃燒室用板(4)は少しく之を超過。

(d) 收縮率は全く延伸率曲線に従ふも其の最小値を示すは稍高温に於てなり、但し抗張力最も低き燃燒室用板(4)は延伸率に於ける同温度に於て最小値を生ず、四六五度(C)

第 參 圖



(八七〇度(F)) に於ける收縮率は何れも常温に於ける値を超過す。

猶注意す可きは第二圖を参照するに一般に收縮率曲線と抗張が曲線又は延伸率曲線と比例限界曲線とは夫々相

互に相反せる彎曲の狀況を示し居れることなり。

三、常溫作業を受けたる汽罐板の性質

(1)鋼に常溫作業を行ふときは常溫に於ける彈性並に抗張力殊に前者を著しく増加し同時に延性を減少するものなり、而して其の變化は常溫作業の程度に比例す。

本試験に於ては厚1 $\frac{1}{2}$ 吋の燃燒室用及び船用鋼板を常溫壓延して其の厚を1吋即ち約一二・五%を減じたるものに付き抗張試験を行ひたり、其の結果は第三圖の如し。

之を第二圖の曲線(1)及び(2)に比較するに抗張力は常溫に於て約二〇%増加し約四六五度(C)(八七〇度(F))に至るまで同状態を持續す、即ち常溫壓延の影響は比較的高溫度に至るまで持續せらるゝことを知る、比例限界の變化は更に著しく且つ興味あるものなり、即ち常溫に於ては八〇乃至九五%を増加し更に二四五度(C)(四七〇度(F))に至る各溫度に於ては六〇乃至一〇〇%の増加あり、遂に青熱(二九五度(C)(五六五度(F))の範圍に至るときは船用板は一五〇%燃燒室用板は二〇〇%の大なる増加をなす。

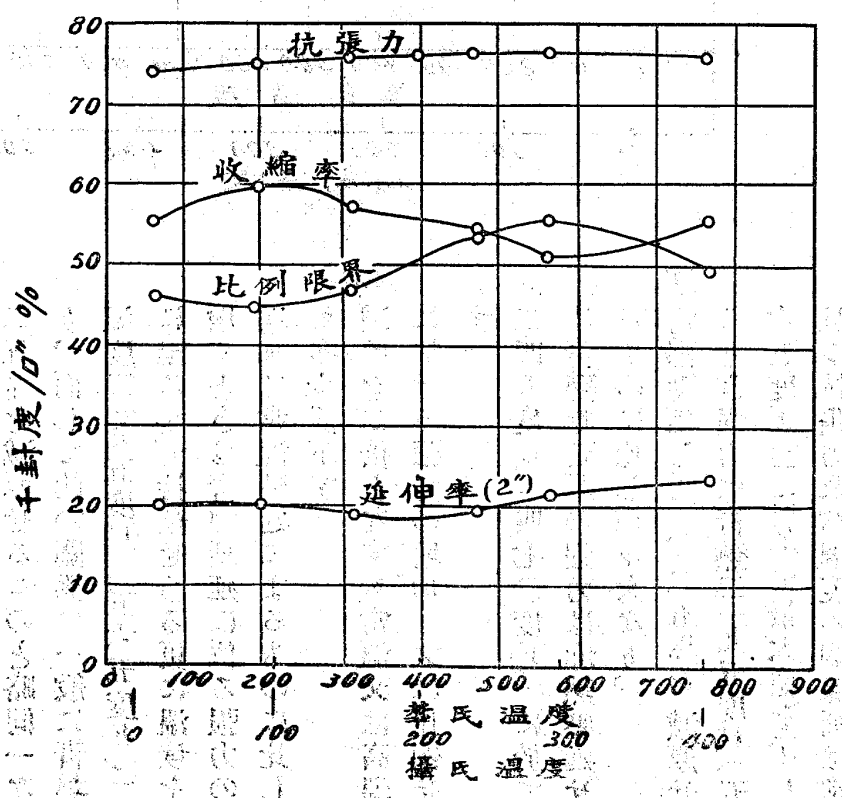
延性は反之減ぜられ延伸率は常溫に於て五〇%を減じ兩者とも高溫壓延せる船用板の青熱溫度二九五度(C)に於ける値に等しくなる。

(2)常溫壓延板を燒鈍するときの影響、上記青熱に於ける變化が常溫に於ても持續せらるゝや否やを確むるため試験材を種々の溫度に於て燒鈍したる後常溫に於て試験を行ひたり其の結果は第四圖に示す如し。

抗張試験の結果のみを考ふるるとき薄板繼目無し鋼管の如き常溫仕上せる工作物は之を青熱するの有利なることを知る。

拔 萃 高溫度に於ける汽罐板の強力、彈性及延性

第四圖



る。即ち青熱(二九五度(C)(五六五度(F))附近に於て短時間燒鈍するとき著しく彈性を増加し而も他の抗張性は殆ど害せられず燃燒用板の如き彈性界約二〇%を増加す猶燒鈍溫度を更に上昇せしむるも効果は殆どなきことを知る。

四、青熱作業を受けたる汽罐板の性質

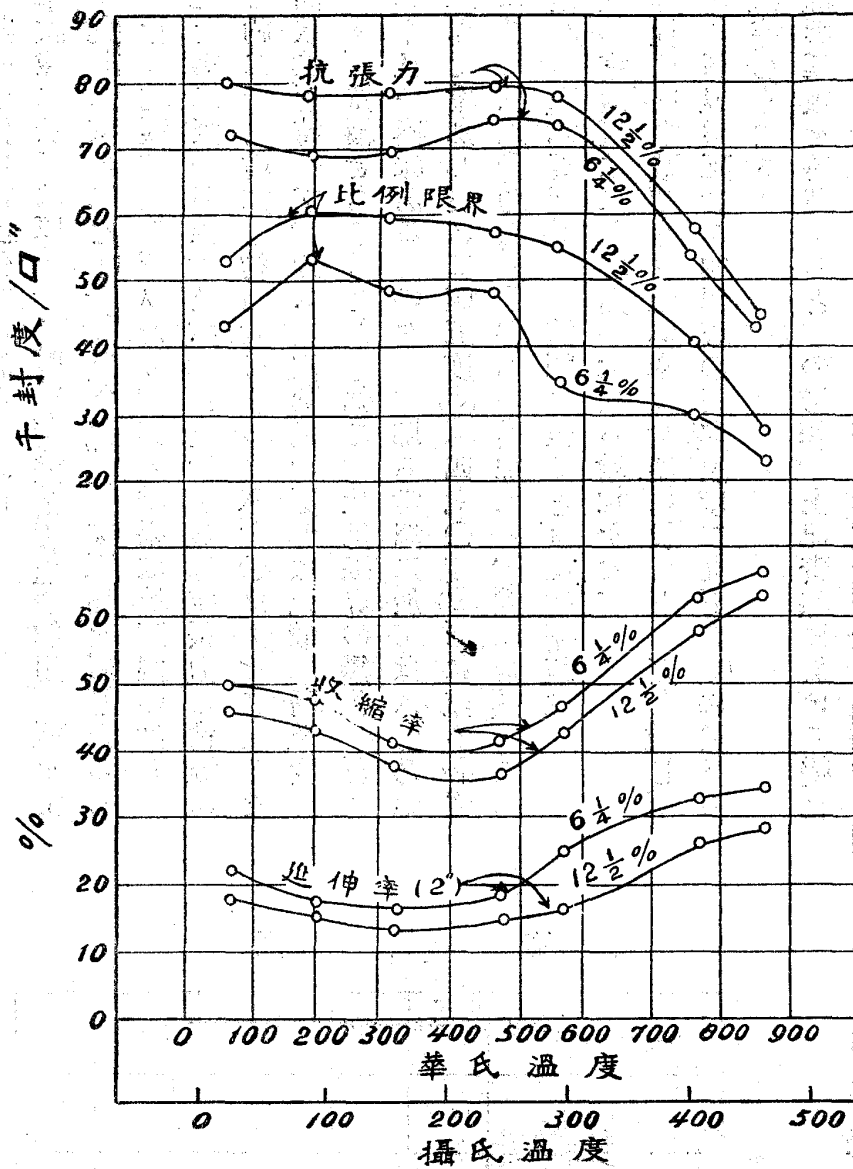
テムパーカラーを生ずる溫度の附近に於て鋼を作業するは有害にして寧ろ危険なる事實は古くより知られ既に一八八六年ストローマイエル氏は種々實驗の結果特に汽罐製造者の注意を促し鐵及鋼の作業は常溫又は赤熱に於て行ふ可

く青熱に於てす可からずと曰へり、然るに一方既にホウ氏の注意せる如く例へば多數の汽罐は青熱作業を受けたる鋼板を以て製造せられたるものあらんも破壊に至るものは甚だ稀なるの事實あり。

加ふるや否や粗大なる結晶性破面を呈して破断せり、試験の結果は第五圖に示す如し。

第五圖を第貳圖の曲線(4)に比較するに其の主要左の如し。
(a)常温に於て一二・五%を減厚せるとき常温に於ける強力の増加は青熱に於て其半ば即ち六・二五%を減厚せるものと略同一なり、而して此の關係は一般に青熱温度(二九五度(C) (五六五度(F)))に至るまで持續せらる更に温度を増すときは青熱壓延に依る強力の増加は常温壓延によるものに比して多少低下す。

第五圖



(b)減厚を二倍となすも常温又は高温に於ける強力の増加は之に比例せず。

(c)二四五度(C) (四七〇度(F))に於ては青熱壓延鋼の強力は赤熱壓延せるものに比し稍々大なり。

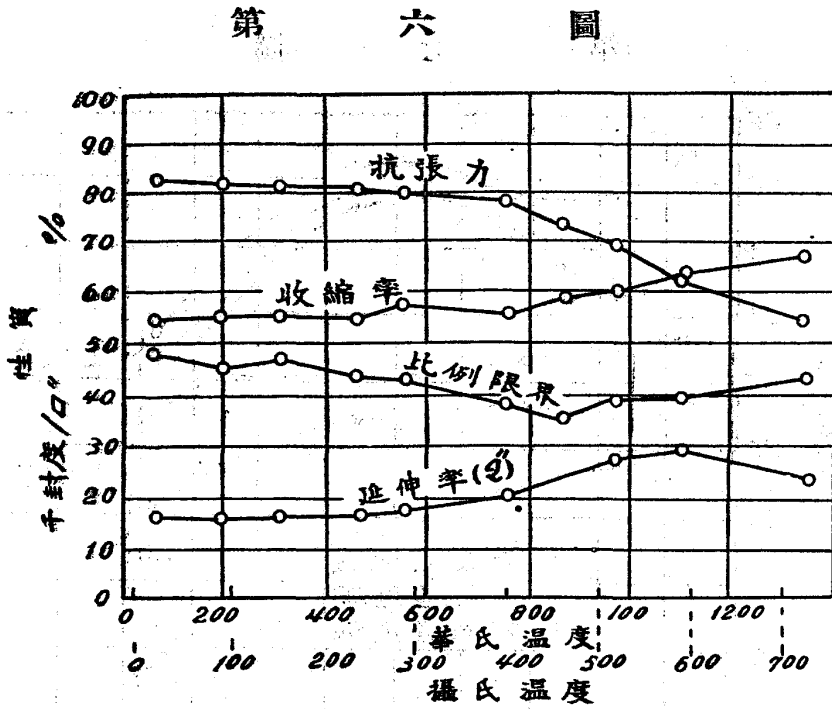
(d)青熱壓延して六・二五%を減厚せるとき強力は青熱(二九五度(C) (五六五度(F)))に於て最大値を示し且つ抗張力及び温度の關係圖は常温にて壓延せるものと相似たり、即ち曲線は青熱(二九五度(C))附近に於て急に方向を轉ず。

(1)本試験に於ては汽罐車燃焼室用鋼(4)を約三〇〇度(C)に於て青熱壓延し厚を夫々1-2吋より15-32吋及び7-16吋即ち六・二五%及び一二・五%を減じ種々の温度に於て試験せり、猶壓延後直に常温及び青熱に於て緊張したるに壓力を

(e)青熱壓延して六・二五%を減厚せるとき常温に於ける比例限界の増加は常温壓延して一二・五%を減厚せるものより

大なり、而して此の關係は二四五度(C) (四七〇度(F)) に至るまで持續せらるゝも之れ以上の温度に於ける増加は略等しくなる。

(f) 青熱減厚六・二五%の板に對する比例限界及び温度の關係



五%なるときは此の彎曲なし。

(g) 延伸率及び收縮率は温度と共に減じ二〇〇度(C) (四一〇度

(F) 附近に於て最小値に達し次に増加しつゝ、四六五度(C) 八七〇度(F) に至る、青熱減厚六・二五%のものを見るに延

曲線は常溫減厚一・二・五%の者に對すると相似なるも前者にありては第二次の最大値は二四五度(C)にして後者にありては三四〇度(C)なり、而して青熱減厚一・二・

伸率は二九五度(C) 乃至四一〇度(C) (五六五度乃至七七〇度(F)) に於ては増加急速にして比例限界の減少急速なるに一致せり。

(2) 青熱作業を受けたる鋼に對する焼鈍の影響

第六圖は其の結果を示すものなり、比例限界は焼鈍温度約五〇〇度(C) (九三〇度(F)) に至るまでは減少するも約六〇〇度(C) (一一一〇度(F)) に至るまでは焼鈍後冷却緩徐なるとき弾性比を著しく増加す、約七三〇度(C) (一、三四五度(F)) に焼鈍すること約三十分間なるとき完全に青熱作用の影響を除く。

五、青熱及常溫壓延の影響する範圍

上記の如く青熱及び常溫作業の效果は比較的高温度に至るまで持續せらるゝが強力増加の如き板の表面の硬化に由るものなるや或は板の全断面に及ぼされたる影響に由るや判然せず。

上記の問題を試験するため試験材の表面を漸次削り常溫に於て試験したるに甚しく表面を削りたる時と雖も其の強力殆ど變化なきことを知れり。

六、種々の温度に於ける横斷強力

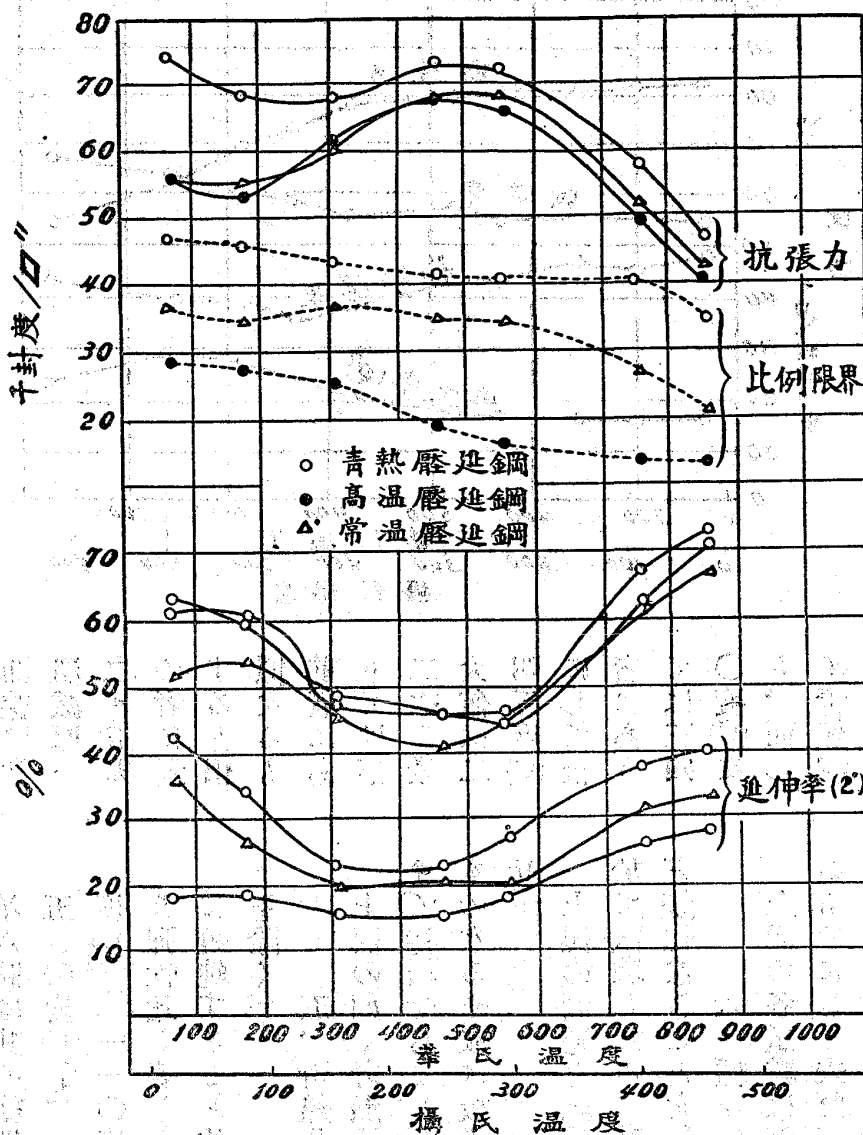
上記の各試験は壓延板より縦斷せる試験材に就きて行ひたるものにして未だ充分に各温度に於ける作業の影響を確定せず依りて燃焼室用板(4)を高温、常溫及び青熱壓延せるものより横斷して試験片を採りて試験を行へり其の結果は第七圖に示す如し。

曲線は略縦斷試験に於けるものに似たるも唯比例限界は温度の上昇と共に増加せず、重複試験を行ふに其の結果は縦斷

試験の場合の如く一致せず、青熱又は常溫壓延せる板の常溫に於ける抗張力は縦斷試験の場合に比し増加の程度著しく少し、又比例限界の増加及び延性の減少に就きても同様なり、猶比例限界に比し増加大なるも其の程度は縦斷試験の場合の

は増大し荷重が屈從點を超ゆるるとき比例限界は減少す、而して常溫に於ては長時間又高溫度に於ては短時間放置する時は急に復す、即ちメーア氏の實驗に依れば常溫にて二週間を要するものは一〇〇度(C)に於ては三乃至四分にて足る、而して零點(C)に於ては殆ど恢復すること能はずとホワード氏は高溫度に於て歪を生ぜしむるとき弾性界の増大する溫度の範圍は三九五度乃至四二五度(C) (七四〇度乃至八、〇〇〇度(F)) 以内にして荷重を加へてより試験するに至る時間の關係の重大なることを注意せり。

第七圖



本試験は上記の關係を研究せるものにして其の結果は第二表に示す如し、試験の範圍は抗張性の變化最も著しき青熱溫度に限定せり。
 青熱 (二九五度(C) (五六五度(F))) に於て比例限界を超過して緊張内力を加ふるるとき比例限界は荷重を取去りたる後短時間にて始め加へたる内力の値に近く (試料 H₂₆, H₂₇ 及び H₂₈) 然るに緊張後常溫まで冷却したる後直に試験せるものは比例限界を低下す。(試料

如く著しからず。

七、永久の歪の影響

バウシנגー氏の實驗せる如く鐵及び鋼を常溫に於て緊張すると其荷重が比例限界及び屈從點の間にあるとき比例限界

青熱に於て緊張を反覆するとき荷重が一定なるか又は増大するに拘はらず此溫度に於ける比例限界を著しく増長す、試料 H₂₆ に於て荷重を増加しつゝ二十二回加ふるると其の比

(J23)

例限界を一五、〇〇〇封度/□より漸次五六、〇〇〇封度/□に至るまで即ち三七五%増大す、然るに此の場合最後に破断せるときの抗張力、延伸率或は收縮率には變化を受けざるも

の如し、之等の結果は上記バウシंगाー氏其他の曰へる急速なる弾性界の恢復を證するものなり、比例限界が直に増大するは内力を加へたる温度に於けるものと知る可し。

第二表 燃焼室用板に及ぼす緊張の影響

試験 番 號	比例限界	加荷重	保持時間 分	温度	時間	温度	比例限界	抗張力	延伸率 (二時)	收縮率	温度	最初		最後	
												荷重	温度	荷重	温度
J. 9	三三三〇〇	三六六〇〇	五	常溫	五	常溫	三六六〇〇	五六七〇〇	三九〇	四八一	常溫	五	常溫	三六六〇〇	五六七〇〇
J. 10	三〇七〇〇	四〇〇〇〇	五	常溫	五	常溫	甚だ低し	五六四〇〇	四二〇	四八八	常溫	五	常溫	三〇七〇〇	四〇〇〇〇
J. 16	一四七〇〇〇	四〇〇〇〇	五	常溫	五	常溫	三七〇〇〇	五六一〇〇	四三〇	四七七	常溫	五	常溫	一四七〇〇〇	四〇〇〇〇
H. 23	一四七〇〇	三〇〇〇〇	五	二九五	五	二九五	二六〇〇〇	六六六〇〇	三三三	四一五	二九五	五	二九五	一四七〇〇	三〇〇〇〇
H. 22	—	一六二五〇	四	二九五	四	二九五	一七二〇〇	六六六〇〇	二八八	三三三	二九五	四	二九五	—	一六二五〇
H. 24	一五七〇〇	一六二五〇	五	二九五	五	二九五	一七二〇〇	六六六〇〇	二八八	四一六	二九五	五	二九五	一五七〇〇	一六二五〇
H. 25	一五〇〇〇*	一六二五〇*	五	二九五*	五	二九五*	—	—	—	—	—	五	—	—	—
H. 21	—	一三九六〇	四	二九五	四	二九五	一三九六〇	六六六〇〇	二六八	四〇三	二九五	四	二九五	—	一三九六〇
H. 23	—	一三九六〇	四	二九五	四	二九五	一三九六〇	六六六〇〇	二六八	四〇三	二九五	四	二九五	—	一三九六〇
J. 11	一六六〇〇	二二四〇〇	五	四六三	五	四六三	一五七五〇	五三三〇〇	三二八	五九六	四六三	五	四六三	一六六〇〇	二二四〇〇
J. 17	一六六〇〇	三三〇〇〇	五	四六三	五	四六三	二二〇〇〇	四三六〇〇	三二〇	六二〇	四六三	五	四六三	一六六〇〇	三三〇〇〇
J. 23	—	三三九〇〇	五	二九五	五	二九五	甚だ低し	五六六〇〇	三三〇	四七〇	二九五	五	二九五	—	三三九〇〇
J. 15	—	三〇〇〇〇	五	四六三	五	四六三	三三三〇〇	五六二〇〇	三二五	四八〇	四六三	五	四六三	—	三〇〇〇〇
J. 21	—	二六〇〇〇	五	四六三	五	四六三	曲線なし	五六四〇〇	三二五	四八一	四六三	五	四六三	—	二六〇〇〇
J. 2)	—	二五二六〇	五	四六三	五	四六三	—	五六二〇〇	三二五	四八七	四六三	五	四六三	—	二五二六〇
J. 18	—	二六〇〇〇	五	四六三	五	四六三	冷却後 45 1/3 時間常溫放置 3 分間冷却後 84.3° ノルマリ 1 分間冷却後 84.3° ノルマリ 2 1/2 時間にて常溫にて冷却	五六六〇〇	三二〇	四八七	四六三	五	四六三	—	二六〇〇〇
J. 19	—	三〇七〇〇	五	二九五	五	二九五	—	五六二五〇	四〇三	五〇七	二九五	五	二九五	—	三〇七〇〇

* 二十二回目の荷重に於けるもの、荷重は全部 88.3°(〇) 度にて五分間保持す。

+ 試料は各荷重を除きたる後 88.3°(〇) 度にて五分間放置す。

拔 萃 高温度に於ける汽罐板の弾力、弾性及延性

青熱に於て歪を生ぜしめたる鋼をAC₁變化點以上に熱したる後冷却するとき地金の彈性は常溫に於て直に恢復せらるる (J.19) 斯かる熱處理は比例限界を低下せず常溫に於て青熱に於ける始めの過荷重略等しき値を保持す、相當の高溫度に於て歪を生ぜしめたる鋼は常溫に放置するとき其の彈性を恢復す (試料 J.15, J.18, J.20 及び J.21)。

ローゼンハイン氏に従へば鋼が歪のために硬化せらるゝは一方方向に限り緊張の歪のために生ずる比例限界の増加は一方實は壓縮に於ては減少するものなり、而して壓縮及緊張を通じての彈性の限界 (Range of Elasticity) 殆ど變化せざるものと曰へり。

上記の事實を確むるため本試験に於ては船用板を二つの異なる溫度に於て比例限界以上に緊張したる後壓縮試験を行ひたり、其の結果は第三表に示すが如し。

第三表 放置後壓縮の彈性限界に於ける變化

常溫に於ける壓縮の比例限界*		緊張後の時間		平均比例限界
加緊張荷重	比例限界を超ゆる過荷重	時	間	
封度 / □"	(C) 溫度	二八	時	一三、二五〇
四五、〇〇〇	二〇	五二		一一、二五〇
		三		一九、五〇〇
		六		一九、八〇〇
		三〇		一七、五〇〇
		四九		一七、〇〇〇
		五四		一四、七〇〇
		三		一五、六五〇
		二九		一七、六五〇
四五、〇〇〇	二九五			
				二二、五五〇
三〇、〇〇〇	四六三			一七、五〇〇

* 壓縮試験片の大き、直徑 $\frac{1}{2}$ 、長 $1\frac{1}{2}$ 、標點間の長 $\frac{1}{2}$ 、試験片は $\frac{1}{2}$ 船用汽罐板より採取せり、常溫に於ける平均比例限界は 2375、雙層 $\frac{1}{2}$ なり、各放置時間に對し二個の試験片を試験せり。

即ち各常溫青熱及び四六五度(C) (八六五度(F)) に於ける緊張に由る歪の影響は常溫に於て試験せるとき其の壓縮の比例限界を減少するものなり、而して青熱及び其以下の溫度に於て緊張せしめたる鋼を放置するときは徐々に壓縮の比例限界を減ず、之れ緊張に於ける比例限界の増加するに相當するものにして彈性の限界の變化するものに非ずして變位するものなることを示す、然れども四六五度(C) に於て歪を生ぜしめたる鋼は少しく趣を異にし放置と共に壓縮の比例限界を増加し七〇時間の後には略其の厚の値に近し。

八、荷重増加の速度の影響

蒸氣過熱器、空中窒素固定裝置等の使用溫度に於て鋼が荷重増加の速度の影響を如何に受くるやの問題は從來文献比較的少く實際上並に理論上興味あるものなり。

米國材料試験協會の報告せる如く常溫に於ける鋼の抗張試験の諸性質は實際の場合の荷重増加の速度の範圍即ち毎分一乃至六時の伸長を伴ふ速度にては影響せられず然るに高溫度に於ての影響に關しては未だ確然たる説をなせるものなし。本試験に於ける結果は第四表の如し急速なる試験を行ふとき其の比例限界を讀む可き裝置は既に本稿の最初に記せるものを用ひ且つ活動寫眞を利用せり。(Chem. & Met. Eng. Jan. 1921)。

第四表 高温壓延汽罐板に加ふる荷重の速度の影響

試験温度 (C) 度	摺みの速度 時/分	比例限界 封度/□	抗張力 封度/□	延伸率 %	收縮率 %	試験回数
二	0.5	25.000	55.000	43.5	6.2	一
二	0.5	27.000	55.800	43.7	6.5	三
二	0.8	26.000	57.000	43.8	6.4	二
二	0.6	27.100	57.400	43.8	6.4	二
一	0.5	26.000	57.400	43.3	5.4	一
一	0.5	27.000	57.000	43.8	5.7	五
一	0.8	26.000	57.000	43.0	5.8	二
一	0.6	25.600	57.200	43.8	5.0	四
二	0.5	18.000	63.600	33.3	5.9	一
二	0.5	19.500	64.700	33.1	5.8	三
二	0.8	19.300	63.300	33.7	5.8	六
二	0.6	18.750	65.100	33.5	5.9	六
四	0.5	13.800	73.000	42.2	7.3	五
四	0.5	10.600	76.600	41.8	7.4	四
四	0.8	15.100	77.900	43.2	7.5	四
四	0.6	15.800	77.000	42.1	7.3	三

第五表 燐焼室用汽罐板の抗張性に及ぼす緩徐なる加荷重の影響

温度 (D) 度	度 (F) 度	加荷重の割合	比例限界 封度/□	抗張力 封度/□	延伸率 %	收縮率 %	摘要
一五六	三二三	*標 準	二六、六〇〇	五八、一〇〇	二四、九	四九、三	三回の平均
一五六	三二三	*標 準	47.000 封度/□に至るに 6.3時間	六四、三五〇	二二、八	四五、九	二回の平均
二九五	五六三	*標 準	一四、三三〇	六六、四三〇	二五、九	五三、一	三回の平均
二九五	五六三	*標 準	20.000 封度/□に至るに 3.5時間	六〇、〇〇〇	三六、〇	五九、二	—
四六三	八六五	*標 準	一三、二〇〇	四七、四六〇	三三、六	六八、五	三回の平均
四六三	八六五	*標 準	30.000 封度/□に至るに 6時間	三三、六〇〇	四二、〇	七八、四	—

*標準は約 0.03 分の割合なり。

斯く徐々に荷重を加ふるときは一五六度(C)(二二五度(F))に於ては強力を増し延性を減ずるも青熱以上に於ては強力を減じ延性を増す。

九、顕微鏡試験

上記種々の状態の鋼を種々の状況の下に破断したる破面を顕鏡したるに一般に結晶横断なることを知り、而して何れも相異は殆どなきものの如し。(完)

第四表を見るに

(a) 燃焼室用板の抗張試験の諸性質は青熱(二九五度(C)(五六五度(F)))附近に至るまでは荷重の加ふる速度に關係せず。
 (b) 四六五度(C)(八六五度(F))に於ては抗張力は荷重を加ふる速度と共に漸時増加したるも延伸率及收縮率を以て測定せる延性は殆ど一定なり。

此の最高温度に於ける内力及び歪の關係圖は良好なるものを得ること能はざりしも青熱以下及四六五度(C)(八六五度(F))に於て鋼は其の性質を夫々抗張力の變化の示す如く相異なるものなることを知る。

上記の試験の外燃焼用板を種々の温度に於て極めて徐ろに荷重を加へて抗張試験を行ひ其の影響を試験せり、荷重は比例限界を通過する或る範圍内にて五分間一〇〇封度を増加し最後に一定の速度を以て破断せり。其の結果は第五表の如し。