

學振 19 小委第 7 號 光高温計に依る熔鋼温度測定方法

(日本鐵鋼協會第 25 回講演大會講演 昭和 16. 4. 2)

倭 國 一 *

RECOMMENDED METHOD FOR MEASURING THE TEMPERATURE OF LIQUID STEEL WITH AN OPTICAL PYROMETER.

Being the Report No.7 of the 19 th Sectional Committee of the Japan Society for the Promotion of Scientific Research

By Kuniti Tawara, Kōgakuhakushi

SYNOPSIS:—In Japan, the temperature measurement of liquid steel is generally made with the aid of an disappearing-filament optical pyrometer. Since the beginning of 1935, the 19th Sectional Committee of the Japan Society for the Promotion of Scientific Research have endeavoured to establish the manner of calibration and to study the suitable method of measurement with an optical pyrometer. A standard electric lamp has been developed, with which acting observers of several steel works were assembled many times to measure the temperature of liquid steel simultaneously. After a long discussion, the value of emissivity was tentatively determined to be 0.45 in the usual case of the steel casting period under tundishes or ladles. In the present paper, the means for measuring the temperature of liquid steel, was fully explained, the emissivity value being taken as 0.45.

日本學術振興會第 19 小(特殊鋼材)委員會に於ては曩に 19 小委第 1~6 號迄を公にし、鋼材中のガス分析方法鋼材の鍛鍊作業の稱呼、鋼中の非金属介在物に依る鋼品位決定及び鋼の結晶粒度測定法などを報告した。今又光高温計に依る熔鋼温度測定方法を決定したから茲に報告する。

元來第 19 小委員會に於ては特殊鋼材の缺點を防止することを研究するを主要なる目的として居る。之を達成せんとせば製鋼法の研究を充分にせねばならず、それには先づ何度で熔けて居るか、何度に鑄込か等温度測定に充分なる自信を持つやうにせねばならぬ。熔鋼が 1,550°C の時と 1,600°C の時とは其の内に起る化學反應が著しく異なるものであり、又鑄込温度に於ても其範圍を可なり細かく規定する必要がある。然るに熔鋼温度の如き高温の測定は容易なる仕事ではない。

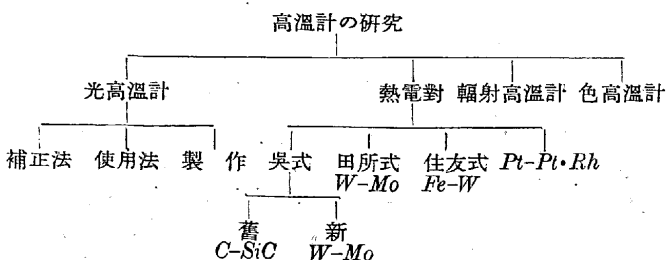
本委員會に於て從來研究し其の結果各委員に於て創製せられた熱電式高温計は第 1 表に示す通りである。

元來普通に使用する白金熱電對は熔鋼の如き高温には長時間に亘て使用することは不可能である。又目下の情況にて白金の如き貴重品は入手不可能である。そこで熔鋼に用ふべき種々なる熱電對が生れ出たのである。

吳式とは佐々川博士が吳にて創製せられたもので、最初は C-SiC の對であつたが、種々の困難がある。最も難しとするは爐内に挿入する様に 3m 長のもを一様に作ることである。それで相當好成績を上げられたが、後に W-Mo の電對に變られて新式を作られた。此等の金屬は酸化し易い不利がある爲に特殊なる被覆をされて酸化に對する保護と、兼て絶縁の用にせられて吳に於て常時熔鋼の温度を測つて居られる。現に最近平爐内の色々の局部の温度を測定して報告し、又大型電氣爐内の測定温度に就て最近報告して、電極直下の熔鋼の温度と爐壁に近き夫とは百何十度の差のあることを示された。同一高温計は著名なる製作所に注文して製作中である。

田所式は八幡製鐵所田所芳秋博士の創製せられたるもので W-Mo の熱電對を用ひ之が酸化消耗を防ぐ爲め不純水素ガスを通せらるゝものである。同様實際の爐内熔鋼の温度を測定して時々報告せられ、現に日本タイプライター會社にて之が製作に従事である。

第 1 表 日本學術振興會第 19 小委員會第 2 分科會



* 日本學術振興會第 19 小委員會

住友式は住友製鋼所の菅野猛理學士の創製せられたもので $W-Fe$ の熱電對を用いたものである。鐵は熔鋼に溶けるから不絶補充をせねばならぬ。爐から柄杓にて熔鋼を汲み出して柄杓中にて熱電對をぢかに漬け數秒で温度を測るのである。長時間に亘り爐内の熔鋼の温度を測ることは出来ないが、實用上頗る効果あるものと推賞されて居るので製作所で製造中である。夫に依り測定された結果得られた研究を菅野氏が本講演會で報告されて居り、現に今回も講演せられる。

白金—白金ロヂウムは長時間に亘て熔鋼の如き高温に使用出来ないが、一寸の測定には用ひらるゝので、室蘭日本製鋼所にては之を使用して平爐の樋内熔鋼の温度を測つて其の結果を報告された。

其他輻射高温計、色高温計は熔鋼温度測定には將來性のあるものと思はれるので、委員會に於ては大に望を囑して居るが、何分にも製作法殊に其の目盛の精確さの標準法が難しい爲めに進捗して居らぬ。僅かに一、二製作所で試製された程度であつて、今後は大に之が研究に力を注ぐことである。

併し從來何と云ても本邦各地の製鋼業者は重に光高温計を使用されて居る。之が一番手輕であるので、先づ委員會としては之が標準化、測定に就て研究したのである。今茲に報告するものはその光高温計にて測定するに際し測定者の注意心得を書いたものである。

何れの測器に就ても同様であるが正しく測定する爲には第1に測器そのものゝ精密さと、第2に測定者の精確さとの2つが物を云ふ。測器は本邦に於て多數の製作販賣せるものがあり之が標準を定むることが必要で、後者に就ては測定者の熟練、その測定方法を吟味せねばならない。

第1の測器其のものゝ正確さに就ては幸ひ我が委員會には商工省中央度量衡檢定所の渡邊所長が参加せられて居り、同所の特別の配慮に依り殊に技師天野清氏の盡力と共に、逡信省電氣試験所山内博士及び東京芝浦電氣株式會社マツダ支社の田治米亮造氏、北辰電機製作所森武保氏、横河電機製作所の西川甚太氏及び各委員各位の協力を得て着々實效を擧げて居る。即ち測器の標準としては優秀なる標準ランプの製作に成功し、商工省中央度量衡檢定所に於ては願出により光高温計の比較検査をなされて居る。之に關し同所にては標準電球に依る光高温計検査装置説明書及び光高温計の目盛検査と検査用標準電球の使用法が發表せられ

て第19小委員會報告 IX に掲げてある。

第2の測定法に就ては現に日々測熱に従事せる技術擔當者を1ヶ所に會合せしめ、以て同一狀況に在る熔鋼其の他の温度を同時に觀測し、其の値を比較して真正妥當なる値を見出し測定方法を定むべきである。既に昭和11年6月11、12の兩日吳海軍工廠に於て、第2回目を昭和15年5月20、21の兩日大阪住友製鋼所に於て第3回目を昭和16年2月28、3月1日の兩日川崎日本鋼管株式會社工場に於て多數同時觀測した。其の外昨年12月5日より4日間鐵鋼協會と學振との聯合にて高温計講習會を開きて其の際にも光高温計を以て、同所に於て熔鋼温度の同時觀測をなした。此等の實驗に於ては各工場當事者には多大なる御配慮を蒙りて其の目的を達した。其の得たる結果は最初から順次改良されて、妥當なる値となり、其の成績に就ては後程天野技師より御報告がある。

元來測定方法の正確さに就ては測定者の熟練に待たねばならぬが、他方測定方法も充分なる注意の下に行かねばならぬ。そこで外國でも注意として發表して居る様に我々の方でも一つの規約を定むる案が既に昭和13年3月の委員會に發議せられた。毎度の委員會で審議し又度々の實地に於ける同時觀測で得た經驗から編み出されたものが、本報告附録に掲げてある小委第7號、即ち相互の約束である。

光高温計は3ヶ月以内に標準ランプと比較検査をなし補正せねばならぬ。又標準ランプとの補正值が $\pm 30^{\circ}C$ 以上になった場合には之を使用しないで、適當に修繕せねばならない。或は測定に際する測定者の位置、其の情況をも規定してある。併し決定に對し最も議論のあつたのは輻射率の値であつた。各製鋼所内では表に示す如く一定の値を定めたものもあり、又國として英米に於ては國內の値を揃へてある。

第2表 輻射率採用値

提出個所	採用値	提出個所	採用値
大同製鋼	0.53	陸軍兵器本部	0.40
住友製鋼	0.45	吳工廠	0.40
神戸製鋼	0.45	米國、英國	0.45
日本製鋼	0.40	決定案	0.45

元來此の値は嚴密に云ふと目標とする鋼種に依り異なるものであり、否同じ鋼種にても爐内反應の進むに従て異なるものであるとの説がある。又測定者が測定に際し狙ひ所でも違ふので此値に狂ひが起る。殊に出鋼に當りては鋼湯の表面が荒れて滑かたなく其の外ガス、煙の多い場合、最も甚しいのである。従て同じ製鋼所でも時と場合に依り一々

その輻射率の値を其の都度變へねばならぬことになる。之は到底不可能事であり、之が又光高溫計の弱點でもある。併し輕便である此の測器のことであるから應用の範圍を定めて測定法の注意を十分にすれば略一定値を採用出来ることになる。同一製鋼所に於て輻射率の値が一定して居らるゝのは之を十分に吟味した上に決定せられたものと思ふ。國全體としても之を一定すると各所の溫度を比較研究する場合に非常に便利であるから本小委 7 號が生れ出たのである。此の意味に於て第 19 小委員會に於ては多量の Al , Mn などを含む鋼種を除きて普通の特種鋼に限り、又樋、取鍋下にて湯を注ぐ時に限りて實效波長 0.65μ の時 0.45 を

採用することに決定した。最も充分に此規約に定めてある注意を遵奉して測定すると云ふ豫定の下でのことである。

相當長い時に互り多數の人々が審議され決定したことであるから冀くは本邦の各製鋼者に於ては此の規則に従て光高溫計を使用し製鋼技術の向上を計らんことを希望する。

私は只委員長として御世話をした丈で之に關する智識のなきものであるが以上の主旨にて御話する次第である。長期に互り委員會委員各位殊に前掲の諸氏の多大なる盡力に對し深く御禮を申上げる。

【附録】 光 高 溫 計 に 依 る 熔 鋼 溫 度 測 定 方 法

學 振 19 小 委 第 7 號

第 1 章 總 則

第 1 條 本方法ハ光高溫計ニ依ル熔鋼ノ溫度測定ニ適用スル。

第 2 章 測 定 者

第 2 條 測定者ハ亂視、色盲、色弱等ノ缺陷ガ無ク、高溫度ニ關スル知識ヲ修メ、測定ノ目的ヲ認知シ、且光高溫計ニ依ル現場ノ測定方法ニ習熟シテ者デアロコトガ必要デアル。

第 3 條 測定者ハ強烈ナ光ノ直視ヲ避ケ、既ニ過勞或ハ視力ノ減退ヲ認メタトキハ他ト交替スベキデアル。

第 3 章 光 高 溫 計

第 4 條 光高溫計ハ優良ナ纖維消失型ヲ使用スル。

第 5 條 光高溫計ハ豫メ 3 ヶ月以内ノ期間ニ於テ、備考ニ示ス如ク本小委員會所定ノ補正方法ニ依ツテ正確ニ器差ヲ補正シテモノデアロコトヲ必要トスル。

第 6 條 光高溫計ハソノ使用溫度目盛範圍デ $\pm 30^{\circ}C$ 以上ノ器差ヲ認メタトキハ直ニ修繕スベキデアル。

第 7 條 使用ニ先立チ指針ノ零點ヲ檢査シ、測定姿勢ニ於テ之ヲ調整シ、且レンズヲ清拭スル。若シレンズノ損傷ヲ認メタトキハ直ニ之ヲ取換ヘル。

第 8 條 濾光ガラスヲ用ヒル場合ハ完全ニ挿入スルヤウ注意スル。

第 9 條 光高溫計ノ取扱ハ常ニ慎重ニ行ヒ、特ニ衝擊ヲ與ヘズ、著シイ輻射熱カラ保護シ、且望遠鏡筒ノ出入ハ急激ニ行ツテハナラス。

第 10 條 電球ニ過大ノ電流ヲ流サヌ様注意シ、又測定後

ハ直ニ電流ヲ遮斷スル。

第 11 條 使用中指針ノ漸次降下等ニヨツテ電池ノ消耗ヲ認メタトキハ、之ヲ充電シタ後使用スルカ又ハ直ニ取換ヘルヲ要スル。又光高溫計ノ使用ヲ終ツタトキハ電池ヲ器外ニ取出ス。

第 4 章 測定上ノ一般的注意

第 12 條 測定者ハ危険ナ場所、疲勞シ易イ姿勢ヲ避ケ、測定實施ニ先ダチ風上ノ適當ナ位置ヲ占メ、光高溫計ノレンズノ焦點ヲ豫メ調節シテ置ク。

第 13 條 測定ノ際ハ被測定物ヘノ日光、電燈等ノ直射、煙、火焰、蒸氣等ノ影響ヲ出來ル限リ避ケル。

第 14 條 測定開始ノ約 30 秒前カラ指針ヲ豫想サレル測定値附近ニ合セテ置キ、測定ノ際ノ調節ヲ僅少ノ範圍ニ止メルヤウニスル。

第 15 條 測定ハ計器ヲ過熱セヌ限リ、成ルベク被測定物ニ接近シテ行フベキデアル。

第 16 條 測定スベキ熔鋼ノ表面ハ成ルベク平滑デ清淨ナルコトヲ要スル。

第 17 條 測定ハ成ルベク被測定物表面ニ對シ直角ニ近い方向カラ行フ。

第 5 章 精練中ノ測定

第 18 條 爐内ノ熔鋼ハ適當ナ柄杓デ汲出シ、直ニ表面ノ鋼滓ヲ拂ヒ除キ迅速ニ測定スル。

但シ高周波爐内ノ熔鋼ハ表面ノ鋼滓ヲ拂ヒ除キ迅速ニ測定シテモヨイガ、コノ際爐蓋、爐壁等ノ反射ガアレバソノ狀況ニ相當シタ見掛ケ上ノ輻射率ヲ採ルベキデアル。

第6章 出鋼中ノ測定

第19條 平爐及び電氣爐出鋼中ノ熔鋼ハ、樋口カラ流レノ徑ノ約2倍離レタ熔鋼流ノ側面中央部ヲ、流レガ安定スルヲ待ツテ數回測定スル。

高周波爐出鋼中ノ熔鋼ハ、出鋼口カラ約150mm離レタ熔鋼流ノ側面中央部ヲ、出鋼開始後數秒經過シタ後測定スル。

第20條 測定スベキ熔鋼流表面ニ明暗ノ縞ガ有ルトキハ稍薄暗イ部分ヲ測定スル。

第7章 鑄込中ノ測定

第21條 鑄込中ノ熔鋼ハ取鍋口、取鍋ノツズル下又ハ懸堰ノツズル下カラ、流レノ徑ノ約2倍離レタ部分ノ明暗ノ縞少ク、且分流セヌ熔鋼流ノ稍薄暗イ部分ヲ數回測定スル。此ノ際懸堰ヲ用ヒルトキハ成ルベク懸堰ノツズル下デ測定スル。

第8章 記 録

第22條 本方法ニ準ジテ測定ガ出來ヌ場合ノ狀況及ビ測定結果ニ影響スルト認メラレル狀況ハ、之ヲ測定結果ニ附記スルヲ要スル。

第23條 計器ノ讀取值ハ必ず之ヲ記録シ、數回測定ノ場

合ノ讀取值ハ之ヲ平均スル。

第24條 計器ノ器差ハ必ず補正スル。

第25條 炭素鋼及ビ低合金鋼ノ鑄込中ノ測定ニ限り、輻射率ハ0.45ヲ採用スル。コノ際計器ノ器差ヲ補正シテ得タ値ニ加フベキ補正值ハ次表ニ示ス如クデアル。

補正值 (實效波長 0.65 μ)

器差ヲ補正シタ値°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1300	95	96	97	99	100	101	103	104	105	107
1400	108	109	111	112	114	115	116	118	119	120
1500	122	123	125	126	128	129	130	132	133	135

但シ補正後ノ値ハ2捨3入ニ依リ5°C單位トシテ記録スル。

第26條 赤色以外ノフィルタヲ使用シタ場合ハ之ヲ附記スル。

備考

光高温計ノ補正ハ第19小委員會報告IX. 144頁乃至149頁所載「標準電球ニ依ル光高温計検査装置説明書」中ニ記述サレタ装置ノ何レカニ依ルヲ要スル。検査方法ノ詳細ニ就テハ上掲報告ノ附録337頁乃至338頁参照。

實用的なる規格構造鋼品種別符號制定に關するフィッシャー氏の提案

1. 品種別符號の具備すべき要件 多種新鋼種規格制定の必要と共にこれが一時的符號の制定は焦眉の急に迫られてゐる。依つて茲に符號本來の目的を闡明し、その最も重要な系統に就て検討し、これに依つて一定の提案をなすことは合理的と思はる。品種別符號の意義並に目的は (イ) 鋼の性質、成分、製鋼方法の區別を明瞭ならしめること (ロ) 短縮されたこと (ハ) 國內並に國際的に多數の鋼種に應用され得ること (ニ) 新鋼種に困難なく適用し得る發展性を有すること。

2. 著名現在符號の検討

a. S. A. E. 系統 純粹なる數字系統で首位の數字を以て成分による鋼種を示す。即ち 1=炭素鋼, 2=Ni鋼, 3=Ni-Cr鋼, 4=Mo鋼, 5=Cr鋼, 6=Cr-V鋼, 7=W鋼, 9=Si-Mn鋼; 前から第2位又は第2及第3位の數字は主要合金元素で1%以上のものゝ大略成分を示し最後の數字はC量の平均値を示す (例, 略) かくて數字による1系統は確立されたが Cr-Mo, Cr-Mn及びMn鋼等に對しては今迄の系統は應用されず、2位よりなる系統をも之等に對し採用するときは主要元素量との區別を困難ならしめる。更に遺憾なるは既にその通則の破られたこと例へば 0.30~0.40 C, 1.25~1.75 Cr, 3.25~3.75 Ni鋼の符號を 3335となしたに對し 0.30~0.40 C, 0.60~0.95 Cr, 2.75~3.25 Ni鋼を 3435とした如くである。かく明確性と發展性を缺ぐものである。

b. DIN 系統 DIN 1661のCは炭素を現はし1662のCはCrを表はす如く通則がない。

c. VSM (瑞西) 系統 0.3 C, 3 Ni 0.8 Cr鋼を 3 Ni 30 Cr 8と示す如く萬國化學記號と元素含有量の1/1000單位を併記したものであるが冗長の感がある。

d. I. S. A 17委員會の提案 には根本的に2種の異なる場合がある。

1. 需要者は原則として熱處理に就て全く關知しない鋼製品の符號で (a) 文字: B=構築鋼, BL=低合金構築鋼, M=構造鋼, ML=低合金構造鋼; (b) 供給の際の最低抗張力を示す數字の2種よりなる。

2. 製鋼者又は需要者に於て熱處理を施した後實用に供すもので熱處理の異同に依つて機械的性質を異にするもので符號は (a) 主要合金元素化學記號をABC順に並べる、但炭素を示すCは炭素鋼のみに用ひる。 (b) 炭素鋼に於てはC量の1/10000單位で表はす數字を記す。 (c) 合金鋼では3桁の數字を用ひ首位は炭素量を他は主要合金量を何れも1/1000單位で示す。更に炭素鋼に於ける機械的性質の保證値或は他の成分による差異を分つ爲にISA 17委員會では標數0~9が用意してあり他の數字の後に直接つゞくときはポイントで別つ (電文では省略する)。合金鋼に於ては更に1種又は數種の他の重要元素を含むか又は他の點で實際に同一成分のものを分別する時には標數を用ひる。それは合金元素記號の後に來りポイントで別つ (電文では略す)。標數の意義は夫々の規格で異にする。調質に依る最低抗張力の差はV 80 (80kg/mm²に調質す)の如き記號を用ひる。 以下 404頁につゞく。