

研究部會報告

熱經濟技術部會，熱計器專門委員會報告

爐體の表面温度測定に関する基礎實驗

桑畑 一彦*

擔當委員 勝見 良平*

角田 辰亥*

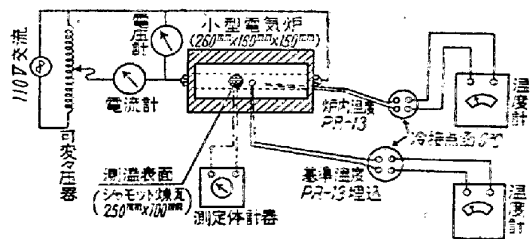
I. 目的

爐體から輻射や對流に依つて放散される熱量を測定し爐効率，操爐法保温効果等を調査検討する事は，熱經濟に於ける重要な一分野である。

然るに此の測定を行う基である「爐體の表面温度の測定」は非常に曖昧で，又之に就いての文献も少いので，現在考えられて居る色々な方法に就き比較實驗を行い，如何なるものが最も實際に則して居るかを考察した。

II. 装置 (第1圖並に寫眞参照)

實驗中常に任意の温度で一定に保つことの出来る煉瓦面を作る爲，實驗室内に平滑な表面(シヤモット煉瓦)を持つた簡単な小型電氣爐を作り測温場所とした。



第1圖 測定装置



熱源としては，エレマ發熱體(2本 90V, 計 12A)を使用し，表面以外の部分はイソライト，アスベスト等で十分に保温して表面に急激な温度變化の無い様にした。温度調節には變壓器を用い，爐内温度も参考の爲PR-13 で測定した。

基準となる温度を測定する爲測温場所の中央に熱電對を入れる溝(深さ 3mm, 幅 5mm, 長さ 50mm)を設け，この中に 0.5mmφの PR-13 熱電對を埋込み，其の隙間は煉瓦の細かい粉末を詰めて表面の状態を出来る限り亂さぬ様にして測定した。

冷接點は 0°C に保ち，懸垂型精密温度計で讀み正確を期した。

此の基準温度測定箇所直ぐ横で(基準温度測定箇所の上は不可)考えられる色々な測定體に就き測温を行い比較する事とした。

寫眞の中央が電氣爐で，その表面に上からぶら下つて接觸して居るのが測定體の一例である。第一表に實驗を行つた實驗番號と測定體の種類とを示す。

III. 實驗

基準温度 200°C 及び 400°C 附近で測定を行う事にし，測定體1個に對し，各 10 分間 1 分毎に讀みを取つた。それ以上の時間を見なかつたのは實際現場では實用性が無いと思つたからである。(但し寒暖計のみは一定になる迄讀んだ)

又現場では冷接點補償は其の附近の温度を別々に測定して行うのが一般である爲，此の實驗に於ても測定體から計器迄を補償導線で配線し室温を測定して補償した。

表面温度は僅かな微風に依つても左右されるので實驗

* 川崎製鐵株式會社荏合工場

第 1 表 測 定 體

整理 番號	種 類	形 態	取 付 寸 法	被 覆 方 法	接 觸 方 法	摘 要
1	クロメル・アルメル	1mm線	捩り	接觸部以外 インシレーター	10mm 折 曲	
2	"	"	"	"	40mm "	
3	"	"	平 行	"	10mm "	
4	"	2・3mm線	"	"	" "	
5	"	"	"	"	40mm "	
6	"	1mm線	10×10mm	"	銅板表面	
7	"	"	10×40mm ² 銅 板	"	"	
8	"	"	40×40mm ² 銅 板	"	"	
9	"	"	"	"	" 裏 面	
10	"	"	平 行	接觸部雲母乗セ	10mm 折 曲	
11	"	"	10×40mm ² 銅 板	"	銅 板 表 面	
12	"	"	40×40mm ² 銅 板	"	"	
13	"	帯 状 *1	既製, 突繼ぎ	ナ シ	50mm 接 觸	
14	"	"	"	接觸部以外雲母巻き	10mm "	
15	"	"	"	"	50mm "	*3
16	"	"	"	—	バネ 抑 え	既 製 品 型
17	"	"	"	接觸部以外雲母巻き	50mm接觸	アイロン型
18	"	"	既製, 突繼ぎ	接觸部雲母ノセ	鉄ブロック 乗せ	
19	"	"	"	" イソライト	50mm 接 觸	
20	"	"	"	" アスベスト	"	
21	水銀寒暖計	Max 360°C	—	ナ シ	垂 直 行	
22	"	"	—	"	平 行 行	
23	"	"	—	銅 板 卷 き	"	
24	"	"	—	銅 板 置 き	"	Cu-plate
25	"	"	—	アスベスト乗セ	"	
26	"	"	—	" 抑 え	"	Cu
27	"	"	—	武 装 *3	"	

*1. 幅 5mm, 長さ 200mm, 厚 0.3mm

*2. 同上Couple を用い, 接觸に便ならしむる爲にアイロン型にしたもの (北辰電機製)

*3. 寒暖計全體を眞鍮管にて保護したもの.

には部屋を殆んど締切つて風速に依る差異が無い様に努めた。

IV. 實 驗 結 果

第 2 圖は夫々の測定體の“特性曲線”とも云うべきものである。縦軸に基準温度に對する測定温度の%; 横軸に時間を探つた。即ち縦軸は精度; 横軸は應答度を示して居る。

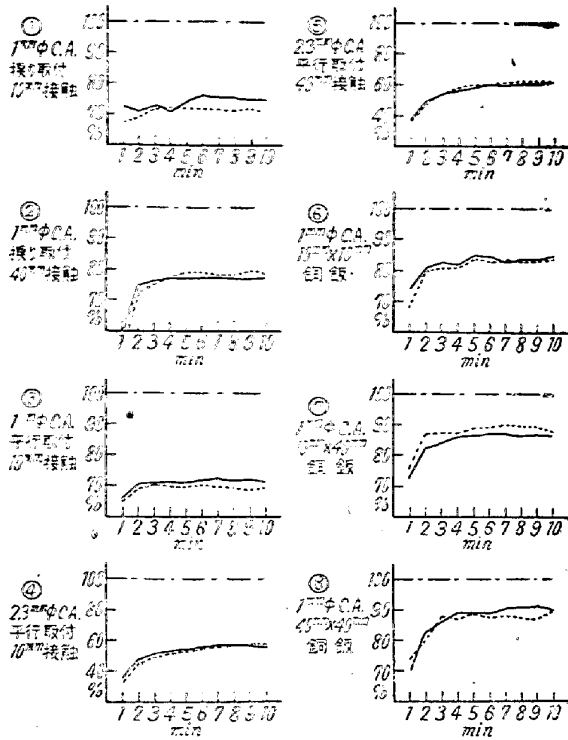
實線は 400°C 附近のもので、破線は 200°C 附近のものである。%目盛で示したのは、工場の電力使用状況の變化に依り、爐内温度、從つて表面温度を一定に保つ事が出来なかつた爲、dimensionless にして比較に便な

らしめる爲である。

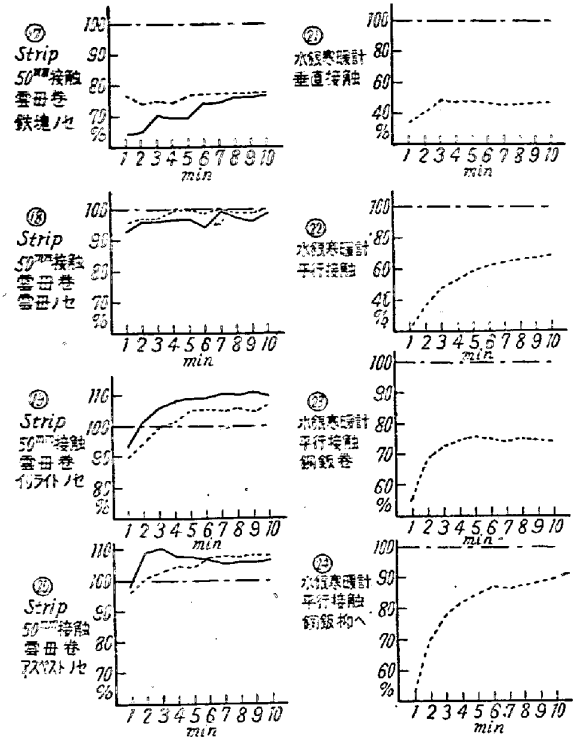
第 3 圖 (a) は 400°C, (d) は 200°C) は各測定體の比較圖である。横軸に各測定體を實驗番號で示し、下の縦軸は基準温度に對する測定温度の%で之の内太い實線の縦棒は有効測定温度の平均であり、其の上は最高温度である。此處で有効測定温度とは最高温度より 5%以内の温度を示したものの平均値である。

上の縦軸は時間(分)で、實線は有効測定温度になる迄の時間で、破線は最高温度に達する迄の時間である。此の實線と破線とが平行して居るのは面白い。

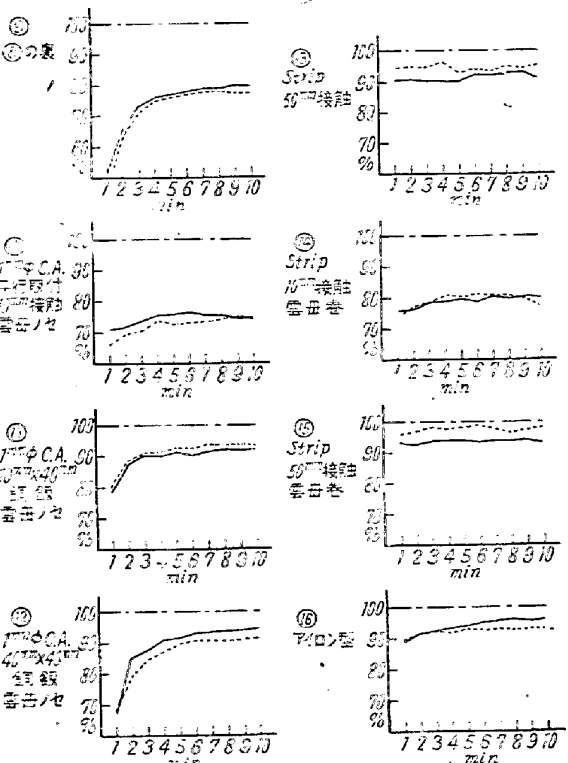
V. 考 察



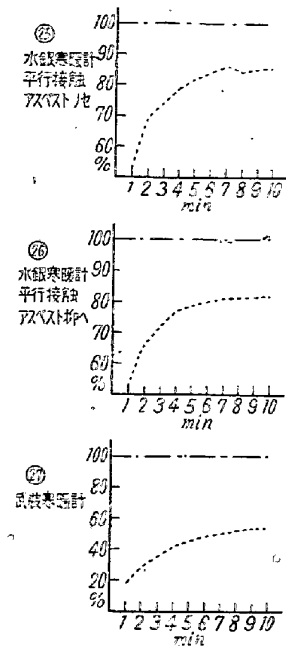
第2圖 特性曲線 (a)



第2圖 特性曲線 (c)



第2圖 特性曲線 (b)



第2圖 特性曲線 (d)

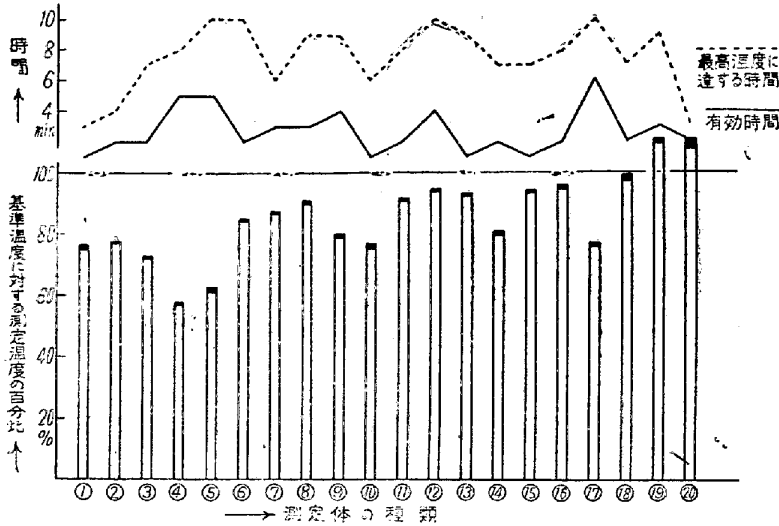
第3圖 (a) (b) を見て基準温度に近く、然も有効時間に到達するのに早いものは、⑮が最も良く次いで⑯、⑰等である。即ち⑮は帯状アルメル、クロメルを被測定表面に 50mm 接觸し、其の上に雲母を乗せ、又非接觸部も雲母で巻いたものである。然し實際現場では取扱い

易く製作されているアイロン型(北振電機製品)が便利である。

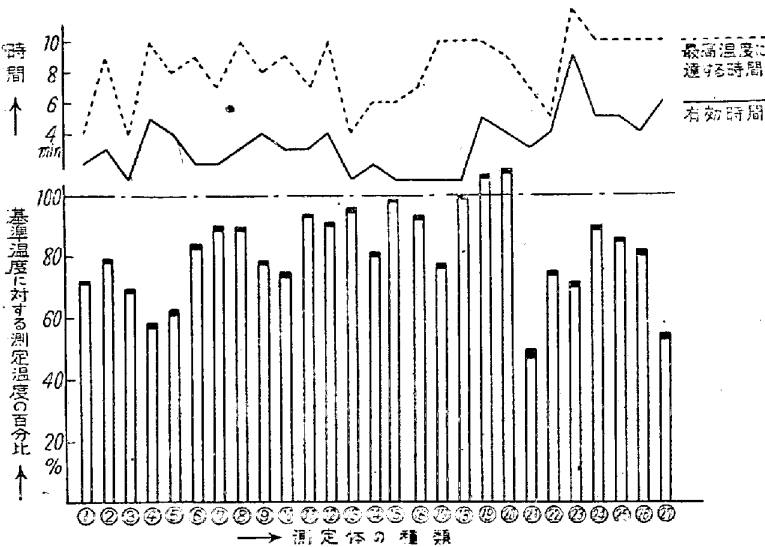
ii) 測温體の種類

アルメル・クロメルは太線より細線、線より帯状のものが良好である。寒暖計は 2.3mmφ線よりは良いが一般に悪い。

iii) 接觸面積



第3圖 (a) 400°C 附近に於ける有効平均並最高温度圖表



第3圖 (b) 200°C 附近に於ける有効平均並最高温度圖表

一般に接觸面積の大きなもの程良い。即ち同じ線で10mmより40mm接觸の方が良く、又銅板の様に熱容量の大きなものを取付けたものの方が良い。

然し銅板には其の温度に適した形状や大きさがあるものの如く、例えば200°Cでは40mm×40mmの銅板のものより10mm×40mmの銅板を取付けたものの方が良くなつて居る。又銅板は直接被測温表面に接觸させ其の上にカツプルを取付けるべきで被測温表面にカツプルを接觸し其の上に銅板を取付けたのでは効果が少い。

iv) 被覆

被覆のある方が遙かに良好である。測定體は被測温表面から熱を傳え、それ自體が温まると共に、又大氣に向つて發散するものであるから被覆して逃さない様にすれば、早く然も基準温度に近い温度となる。

又接觸部に被覆體を乗せる場合⑱、⑳のインライト、アスベストの様に熱傳導度悪く、又輻射熱を通さないもの

は基準温度より高くなる事は注意を要する。特に高温の場合には甚だしい。此の點、雲母を用いたのが良好である。

v) 指示の安定性

大體一定温度になつてから數%の上下あるのは測定物を手で持つて居た爲(現場ではそうする事が多い)接觸の不安定に依るものである。此の事は寒暖計系統並に2.3mmφ線のものに變化の少い事で判る。即ち前者は据置で測定した爲で後者は接觸力の強弱に依つて熱電對が曲る事が無かつた爲である。

故に實際測定に當つては接觸部の條件を良く考え完全に接觸する様にし、又接觸部を少し動かして、指示の一番高い温度を読むこと。

又接觸面積の大きい程指示は安定している。

vi) 壓接

接觸を良くしやうとして接觸面をドライバー等で抑えると放散熱が大きくなるから温度は下る。①の400°Cの場合1~5分間に於けるバラツキの低い所はドライバーで抑えた爲であり⑱の⑲⑳等に比べて悪いのは帶狀體の上に鐵片を置いた爲である。(⑱の200°Cの時は帶狀體と鐵片との間に雲母を置いた爲400°C程の差は見られない)。

帶狀體並に大きな銅板を取付けた場合強く壓接するより心持浮かせた方が指示が高い。又アイロン型の場合、手で抑え付けた場合と其の儘置いた時とでは前者はSpringの壓縮されただけ壓接度は大きいが指度には變化は無い。

實際には此の様な細いスプリングが壓接には最も効果的である。

vii) 微風の影響

之の實驗を初めた時微風の影響の非常に大きな事を経験したので本實驗は室内で殆んど閉切つて行つた爲含まれて居ないが現場で實際の測定の場合には考慮しなければならない問題である。

viii) 接觸時間

有効測定温度になる迄の接觸時間は測定體の種類に依つて異なるが一般に早いものは指示温度も良好である。又此の時間と最高温度になる迄の時間とが平行しているのは面白い。

實際現場測定に於ては10分以上も同一場所の測定を

行う事は困難であるが、此の實驗に於て判る様に大體3分を必要とする。

輻射型表面温度計

最近輻射型の表面温度計が発賣される様になつたが、之は使用如何に依つては現場測定には大變便利である。

即ち

利 點

i) 應答度が桁違いに早い事。

普通5秒位で、暑い現場で實際測定する場合最も効果のある點である。

ii) 局部的に色々温度分布の異なる場合計器の視野に入る面積の平均温度が求められる。

iii) 輻射量を計算するには此の計器の指示値を用ふれば、輻射能を考慮する必要が無いから輻射量が對流量を上廻る所では、正確が期せられる。

iv) 取扱いが輕便で足場の悪い所でも簡単に測定出来る。

v) 接觸する必要が無いから前項迄色々實驗された接觸に依る誤差は這入つて來ない

缺 點

i) 此の計器で温度を求める場合輻射能を定めなければならぬ。之は物質表面の状態、周囲の状況、温度關係等夫々で異り嚴密には決定し難い。

ii) 計器の視野内に被測定物以外のものが這入れば誤差を生ずる。

VI. 結 論

i) 最も正確を期するには事情が許せば基準温度を測定した方法に依れば良いが、實際現場で數十ヶ所も測定しなければならぬ様な場合不可能に近い。

ii) 接觸法に依る實驗では⑬即ち帶狀カッブルを被測定表面に出来るだけ廣く接觸し其の上に雲母を置き又非接觸部を保温する方法が最も良く、⑭(⑬の測温部に雲母を置かないもの)⑯、(アイロン型)が之れに次いでいる。而して此の方法を用いば接觸時間は1分間で接觸方法風速に注意する事。然し實際現場で測定を行う場合取扱い易く製作されているアイロン型が一番便利である。此のアイロン型は、接觸面上部が裸であるので此の上に雲母を被せる様にすれば理想的である。

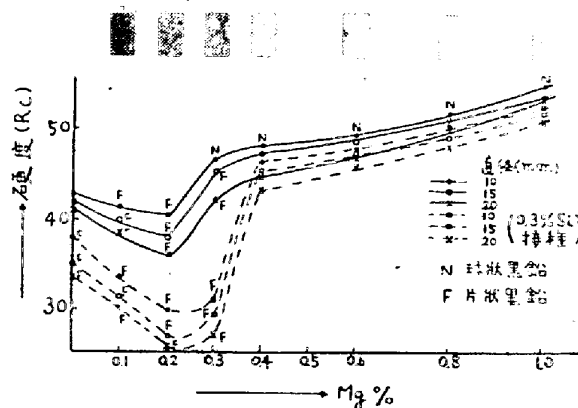
iii) 現場で數多く行うには輻射温度計が一番便利であるが眞表面温度を知りたい場合には物體の輻射能による換算が必要であり、その輻射能は決定することが困難である。

iv) 爐體の熱精算を行う様な場合は代表的な部分のみ i) 又は ii) の方法で眞温度を測定し、同一場所を iii) の輻射温度計で測定して輻射能を定め又併せて計器の精度を検定しつゝ、他の多くの場所を輻射温度計で測定すれば勞力少く短時間に多くの個所の測定を行う事が出来る。

v) 表面温度の測定には特に細心に丁寧に行う事が必要である。(昭和 26 年 9 月寄稿)

正 誤

前號(10月號)19頁右上第1圖中 Sulphur print 脱落せるため再掲す。



第1圖 鑄造状態に於ける Mg 處理量と硬度との關係。
上部のプリントは Sulphur print を示す。