
抄 録

2) 耐火材、燃料及 驗 熱

マグネサイト及びその他の耐火材料の電気傳導度に及す温度の影響及び其他の性質

鹽基性の電気爐作業に於て床付材料として缺くべからざるマグネシヤは温度の上昇に従つて電気傳導度を増すことは周知の事實であるが、この電気傳導度に及ぼす温度の影響に就き獨逸 Breslau の Technical High School に於て E. Diepschlag 及び F. Wulfestieg の兩氏によつて行はれた實驗の拔萃を参考までに記すこととする。(Foundry Trade Journal Oct. 17, 1929)

本研究は電気爐に於て試験せられたるものであつて、最も多くの鹽基性電気爐裏付耐火材料の機械的及び化學的性質の一なる電気傳導度の温度の變化による影響を試験したものである。著者は供試材料たるマグネサイト即ち一般に用ひらるる良く焼結したマグネサイトより試料に應ずる條件のものを作つた。この意味に於て均一といふことが總べての材料に就て確實に扱はれた。その材料は次の様な%の成分のものであつた。即ち $MgO=87$, $Fe_2O_3=8.10$, $SiO_2=0.8$, $Al_2O_3=0.5$, $CaO=2.4$, $Mn_3O_4=0.5$

マグネサイトの傳導度に對する各種成分の影響を決定するには粉末狀の材料が用意され、この材料と一定量のマグネサイトとを重量による種々の%に混合された。所望通りマグネサイトの電気傳導度に對する各種成分の影響の眞の標準を得る爲めにこれ等の供試材料は單に純粹の狀態に於てのみ試験せられた。なほ或る一定の%に於て互に混合せられた。化學成分の影響の外に粒の大きさ、壓縮程度の影響及び温度並びに焼付時間の影響が研究された。特に繰返し焼付けることが一の影響を有するや否やといふことに就ての疑問が起つた。成分の割合は 2% 程度に異つて居た複雑な試験が各混合物に就て行はれた。各試験に用ひられた材料の性質は一定であつて實際作業に用ふる材料の標準の性質と等しかつた。

その電氣的性質に關しては、マグネサイトは第 2 分類の導體として知られて居るあらゆる他の耐火材料と共に分類せられなければならぬ。斯様な導體は常温に於ては不導體であるものである、而して電磁場の progressive deterioration を昇らしむる働をなす温度によつて變化するものである。電気傳導度の變化の度は温度のみならず壓縮程度や煉瓦の積み方や與へられたる状況のもとに於ての材料の特性等他の物理的條件に關係する。材料といふものは絶對的には不導體ではない、例へばマグネサイトの如きも、若しその試片の兩端に電位の差があるならば或る一定量の電流の通することは常に許され電流のこの流れに對する一定度の抵抗が存するわけである。そこで著者はその實驗裝置、處置及び結果を記載して居る。

結論 實驗は概して從來に得て居る結果を確にした。その最も著しい性質は電氣抵抗が溫度に關係する度合の重大なことである。溫度の上昇するに従つて抵抗は最初急速に低下し、その低下は高溫度に於ては一層緩慢となる。生産の儘のマグネサイトの抵抗の一定不變の曲線といふものは恐らく存しないだらう、何となれば外觀的にも實質的にも完全に均等(homogeneous)な材料を得ることは明かに不可能なことであるからである。それ故或る實驗上の結果の平均の値を示す曲線を以て「材料の抵抗曲線」として考へねばならぬ。

豫め焼付けた材料の曲線と焼付けない材料の曲線とは非常な差異を示して居る。その理由は焼付の操作的變化が起り、その變化が完全に終るまでは電氣抵抗に影響を及ぼすものである。

組織の安定せる材料はその程度に準ずる正確な曲線を示す、標準まで達してないものは不安定な状態を示す、併しこれ等の状態は長い間焼付することによつて變へることができる。この理由は總べて不安定な材料は或る最小限度の焼付時間を必要とするからである。著者の實驗に用ひたマグネサイトに就てはその最小限の焼付時間は攝氏 1,550~1,560°C に於て約 26 時間であることが發見せられた。

あらゆる溫度に於て若し充分長時間保たるるならば實質的安定の状態に達し、これは一定不變の抵抗値を以て表される。加熱時間は溫度の種々異なる區間によつて異なる而してこの時間は作用の持續期間を決定する一助として有用なものである。第一の曲線と最後の曲線との差異は恐らく作用の強さの正しい概念を與へるものである。(此の圖は省略す)

試片を作る際に壓力を増すと値を減ずる。壓力、試片の氣孔の大きさ及び抵抗の間の關係が、疑なく存在はするが併しこのことは確定的に決定することはできない。

化學成分を變えることによつて曲線の形と同様に抵抗の値を變えることは可能である。明白なる曲線と暗色の酸化物の曲線の道筋に大切な差異がある。MgO SiO₂ Al₂O₃ 及び CaO は 1,500°C 以上の溫度に於ては殆んど直線的の曲線であり、Fe₂O₃ 及び Mn₃O₄ はそれ以下の溫度に於ては俄かに降る曲線を示して居る。抵抗の曲線は、次の様な順序即ち SiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO の順に排列して居る。

白色の酸化物特に SiO₂ 及び Al₂O₃ が増すと普通のマグネサイトの電氣抵抗を一層減ずる傾がある。

第 1 表は各溫度に於けるマグネサイトの電氣抵抗を示し、第 2 表は各溫度に於ける純粹の材料の電氣抵抗を示す、而して第 3 表は純粹の材料を種々の割合に混ぜたマグネサイトの電氣抵抗を示すものである。(矢作五三郎)

第1表 マグネサイトの電気抵抗

試験番号	実験の性質	実験温度				摘要
		1,100°C	1,250°C	1,400°C	1,550°C	
I	同一条件の下に於ける3種の異なる試料に就ての結果	72,110	31,700	2,500	89.7	同一条件の下に作られたる3つの試料の数値
		77,650	31,000	2,400	91.8	
		76,700	30,650	2,350	92.3	
II	試料を反復加熱した場合の影響	111,000	35,000	1,300	93.5	1 回加熱
		82,100	45,500	1,120	112.0	4 回 "
		83,370	49,000	2,100	102.0	8 回 "
		143,000	37,600	2,790	92.0	11回 "
III	加熱時間を異にする高温度に試料を保ちたる結果の影響	83,250	—	3,568	61.2	1 時間加熱
		109,000	—	2,947	73.0	2 " "
		120,200	—	3,450	62.0	4 " "
		—	—	3,450	62.8	6 " "
IV	試料製造の際加圧力を變へたる結果の影響	112,650	50,400	2,000	98.0	500 kg/cm ²
		111,600	35,000	1,300	93.5	1,000 "
		73,650	24,180	940	89.0	2,000 "
		72,450	20,180	918	86.0	3,000 "
		69,050	19,240	905	85.0	4,000 "
V	試料の粒子の大きさの影響	126,700	31,000	2,170	88.0	0.0—0.08mm
		135,200	33,500	2,310	89.0	0.16—0.24 "
		141,500	36,900	2,500	91.0	0.48—0.60 "
		148,000	39,600	2,680	97.0	0.75—0.90 "
		152,000	40,900	2,809	106.0	1.00—1.20 "
		154,500	43,400	2,900	117.0	1.20mm 以上

第2表 各種温度に於ける純粹材料の電気抵抗

試験材料	実験温度				摘要
	1,100°C	1,250°C	1,400°C	1,550°C	
MgO	158,000	16,395	2,500	1,105	反復加熱試料の値
SiO ₂	161,000	41,320	12,050	5,950	
Al ₂ O ₃	133,100	58,000	12,000	4,080	
CaO	117,740	34,180	10,860	830	
Fe ₂ O ₃	434	423	—	—	試料は類別
Mn ₂ O ₄	710	603	—	—	

第3表 純粹材料を種々の量にマグネサイトと混合せる時の電気抵抗

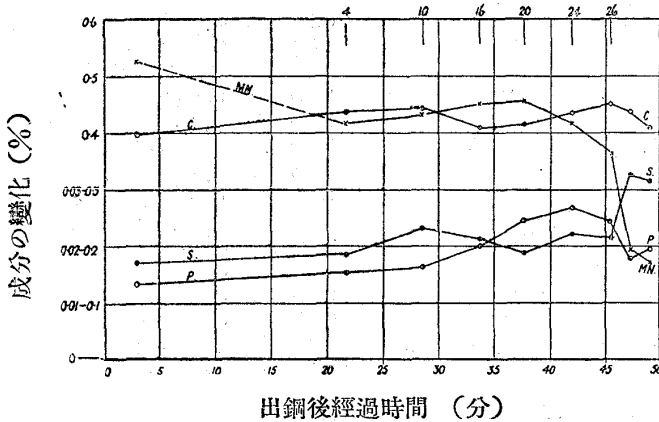
試験番号	材料	温度				摘要
		1,100°C	1,250°C	1,400°C	1,550°C	
I	マグネサイト+MgO	113,200	61,350	1,665	111	%
		82,550	39,660	1,940	123	2 MgO 混合物
		29,215	14,000	1,920	126	4 " "
		10,150	13,380	2,040	132	6 " "
II	マグネサイト+SiO ₂	107,200	32,700	1,410	123	10 " "
		98,750	29,970	1,580	572	2 SiO ₂ 混合物
		90,000	26,550	1,632	1,080	4 " "
		73,980	24,210	1,990	2,110	6 " "
III	マグネサイト+Al ₂ O ₃	105,000	33,000	1,380	180	10 " "
		54,160	16,750	1,510	290	2 Al ₂ O ₃ 混合物
		28,690	13,000	1,730	330	4 " "
		15,000	11,170	2,240	984	6 " "
IV	マグネサイト+CaO	101,000	66,250	1,420	103	10 " "
		61,420	65,000	2,000	180	2 CaO 混合物
		35,000	62,000	3,010	350	4 " "
		11,100	63,690	2,790	491	6 " "

V	62,950	24,900	1,130	92	2 Fe ₂ O ₃ 混合物
マグネサイト+Fe ₂ O ₃	38,000	17,000	1,050	99	4 //
	25,500	15,100	926	91	6 //
	14,700	1,700	190	55	10 //
	66,200	29,100	1,210	90	2 Mn ₃ O ₄ 混合物
VI	46,450	20,630	1,465	83	4 //
	22,530	5,000	984	64	6 //
	352	193	202	57	10 //

4) 鋼及鍊鐵の製造

取鍋中に於ける平爐鋼及銻滓の變化 C. H. Herty (Foundry Trade Journal Nov14, 1929)

第1圖 鑄造中に於ける取鍋内の平爐鋼成分の變化
鋼塊番號

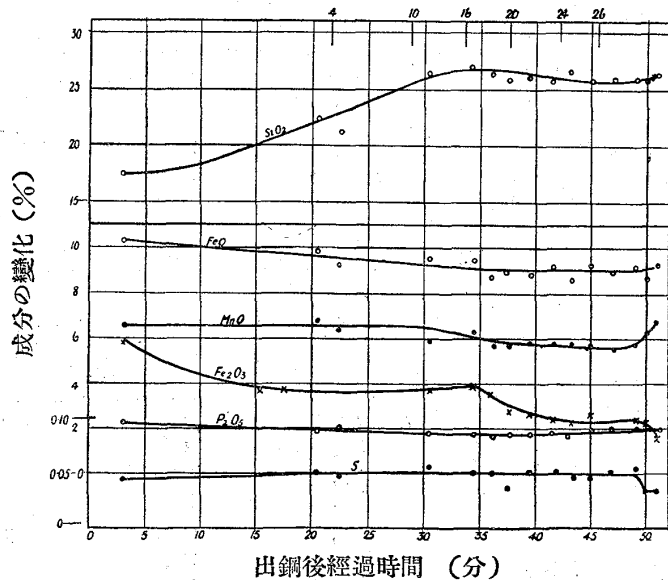


取鍋に於ける銻滓中の各元素の變化は第1圖、又銻滓の變化は第2圖の如きものである。これは出鋼してより3分の後鑄造し初め 26 箇の鋼塊に鑄造し 46 分間かゝりしものゝ作業状態を示せしものである。先づ銻鋼の變化は第1圖に示す如く炭素は變化はないが滿俺は終りの數箇を鑄造する頃より急に減じて居る。硫黄は反對に急に増加し又燐は低下するのである。

ある。

次に銻滓の變化は第2圖の如く SiO₂ は 15 番の鋼塊を鑄造する頃まで急激に増加し行くも、それ以上は變化しない。又 Fe₂O₃ は初めの間は低下するが暫くして停止し 16 番の鋼塊を鑄造する頃より再び低下する。其他の元素は大なる變化はない。(谷山巖)

第2圖 鑄造中に於ける取鍋内の平爐鋼滓成分の變化
鋼塊番號



5) 鑄造作業

最新式の熔銑法 (Foundry Trade Journal, Oct. 31, 1929) 最新式熔銑爐として考へらる可きものゝ中 (其の1) ブラッケルスベルグ廻轉爐 微粉炭燃焼爐である。最初は高級可鍛鑄鐵熔解用の目的に作られたが高級鑄物用にも適當である。1 噸半乃至 10 噸の爐が作られておる。第1圖(省略)は 5 噸爐である。横たはれる圓筒がローラー上に乗つておつて緩く廻轉す。50 度傾けて装入す。爐内は上

等の珪砂で内塗してある。粗悪炭を微粉燃焼す。還元焰酸化焰の調節は容易である。固定反射爐に比して熔解速度は遙かに速い。湯減は極めて少い。4 噸を 2 時間半で溶かす、石炭消費量は鉄鐵の場合 12 % である。よい湯が得られる、衝風は豫熱す。

(其の 2) ビュエス熔解爐 ブラッケルスベルグ爐に改良を加へたるものである。圓筒の兩端をエクセントリックに支へて廻轉して湯を振盪して軟鋼又は合金材の混合をよくし熔解速度を速くしてある第 2 圖は本爐の断面である。(圖は製版不可能の爲め省略す)

(其の 3) パウメイ氏熔鉄爐 歐大陸及英國で近時盛に用ひられてある。この式は爐腹の熔損及骸炭を著しく節約す。骸炭比は 6 乃至 7 % に低下せられてある。恐らく普通熔鉄爐では最も工合よくてもかくの如く骸炭の節約は出来にくい。普通式では熔解帯に於て骸炭を CO_2 に完全燃焼して經濟的熔解をなすものである。常に金屬の酸化を伴ふ。パウメイ氏式では熔解帯の大氣は CO である。骸炭を丁度 CO に燃すに必要な空氣を羽口より供給する。熔解帯直上部から爐頂下 1 米位の所迄に螺旋狀に小羽口を附けこの間で漸次に CO を CO_2 に完全燃焼せしめる。鐵の酸化は殆どなくて、よい湯が得られる。爐形は熔解帯に於て朝顔形をなしてある。上段羽口は爐壁に切線的に口を開けてある。圖示の通りである。(圖は製版不可能の爲め省略す)

殆ど同じ構造と合理論のグライナー式熔鉄爐も現今行はれてある。

(其の 4) 骸炭の形狀 骸炭は小さく割つて高壓の衝風を用ひて燃せば高熱を得られ熔解帯が短くなつて好都合である。酸化を防いでよい。(圖を略す) (川 端)

7) 鐵 及 び 鋼 の 性 質

高彈性限鋼 J. A. Jones. (Iron. Age. Oct. 10, 1929) 普通彈性限を高くする爲めには珪素滿俺及びニッケル等を用ひてゐるが、高彈性限の鋼を得る爲めには炭素は少くとも 0.3 % でなければならぬ。又如何なる場合にも彈性限は非常に仕上溫度又は最後のノルマライジングの狀態に關係するものである。實驗の結果によれば炭素を増すことは滿俺を増すよりも抗張力に對しては満足すべき方法ではない。又高炭素鋼は僅かの熱處理の變化によりて影響せらるゝことが大である。此 2 元素は互に調整せらるゝもので 0.2 % 炭素鋼に於ては滿俺は 1.8 % が最大量であるが、0.35 % 炭素鋼にては 1.5 % の滿俺でなければならぬ。これは $\frac{3}{4}$ " より薄き鉄に於ても尙ほ此關係は維持され得る。

試験の結果によれば 3 % 以上 4 % のニッケル鋼は大なる利益はない。空中硬化の影響を防ぐには滿俺は 0.8 % 以下でなければならぬ。低炭素鋼に於てはニッケルが少し増加しても靱性は増す。然し高彈性限鋼を製造する爲めには少くとも 3 % のニッケルか或はニッケルとクロムとの和が 3 % 位を加へねばならぬ。

1.5 % までの滿俺珪素の種々の量を含む 13 種の軟鋼につきて研究せしに、中滿俺鋼(珪素なき 1.5 % Mn) は 0.45 % Mn を含む珪素鋼よりも良好であるが、最もよき結果を與へるものは 1.3 % Mn 0.9 % Si の成分のものである。次の表は $\frac{3}{4}$ " 棒に就きて試験せる成績である。(谷山巖)

最良鋼の物理的性質

	珪素鋼	中滿俺鋼	ニッケル鋼		珪素鋼	中滿俺鋼	ニッケル鋼
A、分析				C、物理試験			
炭素	0.30	0.30	0.40	弾性限	58,000	45,000	58,000
珪素	0.90	<0.30	—	降服點	67,000	55,000	65,000
滿俺	1.30	1.60	0.60	抗張力	102,000	94,000	94,000
ニッケル	—	—	3.00	降服比*	0.65	0.59	0.69
B、熱處理				延伸率	30	32	29
豫備	N 950	—	N 900	收縮率	63	66	61
仕上	N 860	N 830	N 800	ブリネル	200	200	183
				アイゾット	44	46	48

N—ノルマライズ (攝氏溫度) * Yield ratio

電氣爐にて鋼を白熱する工業的研究 (Pomp u. Walther:—Stahl u. Eisen. 49 Jahrg., Nr.

37, 1929) 容量 25 kw の電氣白熱爐を用ひて常溫壓延帶鐵、針金、發電機及變壓器用板金等を白熱燒鈍した試験成績である。壓延帶金はこの電氣爐にて燒鈍すると、炭火を用ふる加熱爐に比し、加工材料の性質が改善される。この改善の原因は、電氣爐を使用すると熱の分布、加熱時間及燒鈍溫度を最も正確に調整し得ることに存する。處理材料の炭素量が餘り僅少でない場合には、脱炭による改善が水素瓦斯を以て僅に現はれる。良質なる帶金及針金を以て普通の方法と電氣爐にて加熱せる場合を比較するに、水素中の電氣加熱は再結晶を生ぜしむるに適當である。工業用水素は保護瓦斯として、鋼を 700°C まで加熱する場合には脱炭を起さしめない。發電機及變壓器用板金の加熱にありては、通過爐にて燒鈍せる板金に比すればワット損の數値を本質的に改善し得る。(古賀)

腐蝕疲労に及ぼす酸素の影響 (M. Binnie:—Engineering, Aug. 16, 1929) 供試材は 9 %C 酸性鋼で、標準化の後に特殊の試験片を作つた。これを Wöhler 試験機で試験すると疲労限界は 17.0 t/inch² であつた。腐蝕液は鹽 1、蒸溜水 4 の重量で作つた。試験片には 1 分間に約 4 滴宛この鹽水を滴下した。さうすると疲労限界が 7.5 t/inch² に降つた。次に水素中に於て試験すると、その疲労限界は 9.1 t/inch² となつた。最後の實驗として水素を白金綿を充せる U 字管を通過せしめて清淨にし、電氣加熱により 500°C に保つて實驗した。白金綿は接觸劑として作用し、酸素があれば水素と結合せしむる。極めて純粹の水素は斯くして作つた。砒素化合物によつて接觸劑が害を受けるのを防ぐ爲に、過滿俺酸鹽のアルカリ溶液中に瓦斯を泡立たした。斯かる設備を爲して實驗すると、疲労限界は約 11.8 t/inch² となつた。試験片の外観は空氣中に於て鹽水を注ぐ場合は急速に表面が黒色となり、水素中にて試験する場合は頗る僅に黒色となり、數百萬回後に侵蝕され、絶對純粹の水素中に於ては、試験片は最後まで光澤を有してゐた。(古賀)

10) 工業經濟及び政策

平爐鋼の値段に及ぼす鋼屑の影響 E. Kerl (Iron Age Oct. 17, 1925) 獨逸 Vereinigte Stahlwerks にて 120 噸可傾式平爐 2 基にて平爐鋼の製産費に鋼屑が如何に影響するかを實驗した。

それに用ひたる鋼屑は次の如きものである。

- | | | | |
|-------------|---------------|-----------|------------|
| (1) 塊状鋼屑 | 36.5×30×30 in | 2,204 lbs | (4) 清淨旋盤屑 |
| (2) 清淨薄板(束) | 18×16×6 in | 176 " | (5) 半清淨旋盤屑 |
| (3) 錫拔 " | (束) | | (6) 購入旋盤屑 |

1, 2, 3 及 6 の屑鋼を用ひて 8 回, 4 及 5 の屑鋼を用ひて 2 回實驗したる結果は第 1 表の如きものである。此 2 爐は骸炭爐瓦斯と銻鑛爐瓦斯との混合にて作業した。

第 1 表 平爐成績に及ぼす鋼屑の影響

鋼屑の種類	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
装入金屬 (%)	78.35	66.68	55.26	74.40	77.04	70.68
平均装入重量 (噸)	125.258	133.495	138.701	133.471	136.731	125.527
鋼 1kg 當り所要重量 (lb)						
(a) 鋼屑	1,834.12	1,650.31	1,384.28	1,824.59	1,905.20	1,659.41
(b) 銻銑	478.65	717.18	1,028.67	516.30	477.44	640.33
(c) 冷銑	14.98	34.25	48.51	33.06	48.20	14.89
(d) 瑞典鑛(68%Fe)	14.10	6.07	28.01	64.75	30.42	14.04
(e) 滿侖銑(73.5%)	7.61	9.81	12.71	12.71	8.23	10.54
計	2,349.46	2,417.62	2,502.18	2,451.11	2,469.49	2,339.21
銻解時間 (分)	360	372	392	340	432	310
沸騰時間 (分)	375	394	427	388	488	330
全作業時間 (分)	473	468	517	554	611	450
製出鋼 (%)	93.58	90.94	87.87	89.79	88.97	93.0
銻解減耗 (%)	4.24	6.38	9.64	7.37	9.26	4.54
鋼 1 噸當り炭量 (lb)	323.9	315.9	333.0	361.9	411.4	319.4
" 石灰量 (lb)	32.5	35.9	69.3	74.1	87.2	33.0
" 苦灰量 (lb)	36.6	36.6	36.6	36.6	36.6	36.6
爐の破損状態	普通	普通	—	破損甚し	—	普通

上表より屑鐵の種類によりて如何に異なるかが了解され得る。又一定の操業費に對し屑鐵の値も定められ得る。銑鐵が安くなれば屑鐵は高くとも差支なき故に今銑鐵の價を土臺として計算すれば屑鐵の値は次の如きものならば操業費は同一となるのである。即ち銑鐵が 65 Mks の時は清淨旋盤屑は 噸當り 54 Mks となる。又銑鐵が 75 Mks ならば清淨旋盤屑は 51 Mks を超えてはいけない。又銑鐵が 90 Mks の時は清淨旋盤屑は 46 Mks の廉價でなければならぬ。

第 2 表 鋼屑の値段 (Marks/Ton)

噸當り銑鐵	65 Mks	74 Mks	90 Mks
(5) 鍍付旋盤屑	51.50	48.50	44.50
(3) 錫拔薄板	49.50	42.00	29.50
(2) 清淨薄板	56.00	51.50	44.50
(6) 鋼屑	58.50	52.50	46.00
(1) 塊状鋼屑	58.50	56.00	52.00

銑鐵は出来るだけ平爐には銻融状態にて装入し又其成分は次の如きものでなければならぬ。4.42% C, 0.5% Si 3.77% Mn, 0.138% P, 0.03% S 及び 0.15% Cu であり、屑鋼は殆んどすべて軟鋼で 0.08% C, 0.4% Mn のものであり、又旋盤屑は 0.25% C, 0.6% Mn であるべきである。(谷山巖)