

真空処理であるにも拘らず 1600°C における熔鉄の水素の平衡溶解度にほぼ一致する程度となり効果的に脱水素が行われキルド鋼においても脱酸効果が認められる。従つて機械的性質にも影響し超音波検査の際の透過度も極めて優れ水素による欠陥はほとんど防止された。また鍛圧後の熱処理工程を短縮するがこれ等について詳細は講演大会にゆずることとする。

VII. 結 言

真空鑄造に関し独自に研究を進め実験室的規模および中間段階の試験を経て 20 t 鋼塊に対する鑄造設備を完成した。これによつてガスの低いものを造り、不良率を低減し、機械的性質を改善し、製造工程を短縮する等日常生産に満足すべき成果を挙げている。

(62) ストッパー煉瓦の無破壊検査とその実績およびこれに関連する二三の問題について

Non-Destructive Inspection of Stopper-Head Bricks, Its Results and Some Problems Related Thereto

I. Matsumura.

東海炉材, 刈谷工場
丹羽庄平・工〇松村 勳・理 上垣外修己

I. 結 言

造塊作業の成否を決定する重要因子の一つとして、ノズル・ストッパー煉瓦を挙げることが出来る。すなわちこれ等耐火物は熔損が少くかつ割れ事故等を起さないものが必要であることはいう迄もない。ノズル・ストッパーの熔損に関しては材質的研究が進み熔損量の少ない製品が使用されつつあるが、煉瓦自体の内質的欠陥により発生する割れ事故(その他の原因からも割れ事故は発生する)はメーカーで種々の製造管理を施しているにも拘らず時として起り勝である。この原因として内部のラミネーション・クラック・強度分布の不均一等が考えられる。従来よりこれ等の内部欠陥はほとんど検出不能に近く、使用して始めて判る程度であつた。筆者等はこの点に着目して、ラミネーションの無破壊検出法として、ストッパー煉瓦の共鳴振動スペクトルを測定する方法を研究し、すでに乾式成形法の採用により月産 130 t の量産に入っている当社のノズル・ストッパー煉瓦の中ストッパー煉瓦に全数検査を実施し、比較的好成績を得ているので、これについて報告する。さらに本検出法により検出不能な他の事故原因についても検討したので、これ等に結果も

併せて報告する。

II. 検査方法

本検査に採用した装置の概略は Fig. 1 の通りである。すなわち発振器からの交流を振動板により機械的振動に変換し、この振動をストッパー煉瓦に与え、ストッパー煉瓦の共鳴振動を測定する。

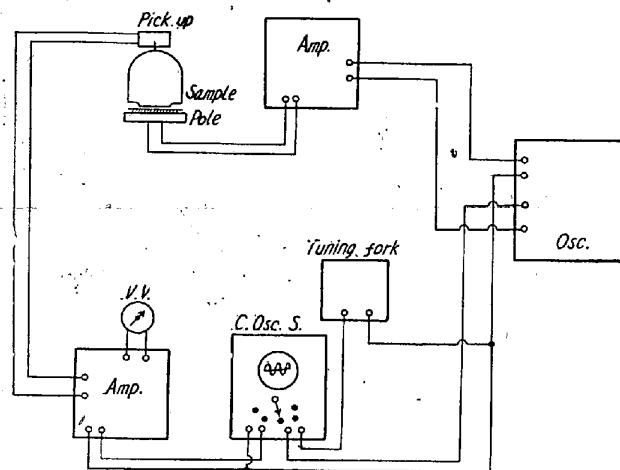


Fig. 1. Apparatus of measurement.

基礎実験の結果では、ストッパー煉瓦の頂部と頭部にラミネーションの存在するものは、一般に共鳴振動スペクトルの主極大の高さが、ラミネーションの存在しないもののそれに比し低くなり、またスペクトルの形が乱れることが判つた。ラミネーションがストッパー煉瓦の中央部に存在する場合は、比較的検出困難であるが、この場合でもラミネーションが大きければ検出可能である。なお全体としての検出確率は 85% 位である。これ等の結果にもとづき前述の如く本法を製品の全数に適用した。

III. 管理結果および実際作業における事故との関連
検査開始当初においては不良率 50% に達したその後製造法の改良により最近での管理例は Fig. 2, Fig. 3 の通りで、不良率としては約 4% 程度に止まっている。また事故発生回数は検査施行と同時に激減し顕著な効果があつた。しかしなお時としてその発生をみた。この事故発生ロットと不良率との関係は Fig. 3 の通りで、不良率と事故発生回数との間には相関が認められない。従つて上の事故発生は他に原因を求むべきである。すなわちこの事故の原因がクラック・ラミネーションによるものとするれば、仮令その直接の原因のクラック・ラミネーションが本検査法では検出困難である程度に小さなものであるとしても、一般的に不良率とは正の相関を持つべきであるからである。従つて上の原因として考えられるものは

①ストッパー煉瓦の縦方向のラミネーション

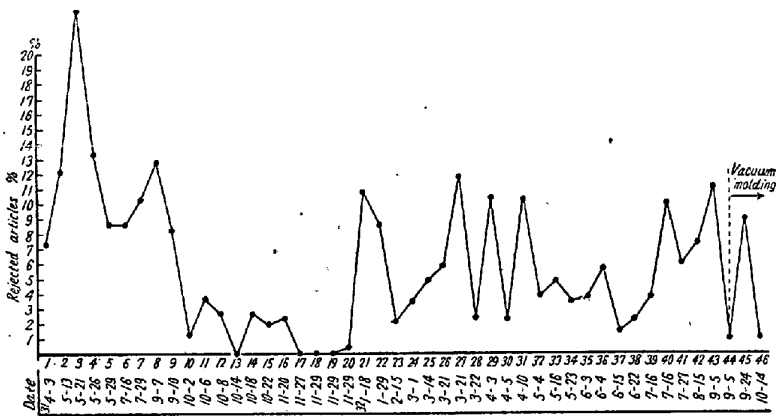


Fig. 2. Rejected articles % of chamotte stopper-head bricks supplied to B Co.

② ストッパー煉瓦の内部における強度分布不均一

③ ストッパー煉瓦の材質的バラツキによる強度低下

①の縦方向のクラック・ラミネーションは普通存在するのはきわめて稀れであるが本検査法ではほとんど検知不能で、②の強度不均一性も、内部歪として求める程度の検知は可能であるがこれも不確実である。

③の材質のバラツキはその製造管理によりほとんど生じていない。従つて本検査施行にも拘らず発生する事故への対策は①②に関するものとなる。②については従来の成形法によると Fig. 4, Table 1 の如く強度分布の不均一を生じ易く、事故発生ロットにこの強度の不均一の比較的大きなものが発見される傾向がある。これ等から筆者らは①②を除去する為、製造方法を改良した。すなわち「脱気成形」方式の採用でこの方式の効果の機構は余り明確でないが結果的には成形に際し一様な加圧が出来、強度の不均一性も減少した。結果の一例を Table 1 に示す。また縦方向のラミネーションに関してもその発生度数・大きさ共に減少した。また通常のそれも減り管理不良

率も低下した。この一例は Fig. 3の32 以後の如くである。

さらに脱気成形方式の本検査法との併用以後この例ではストッパー事故の発生は起つていない。

IV. 結 論

ストッパー煉瓦の無破壊検査法に関しては、

① ストッパーの煉瓦共鳴振動スペクトル検査法によりストッパー煉瓦のクラック・ラミネーションにもとづく

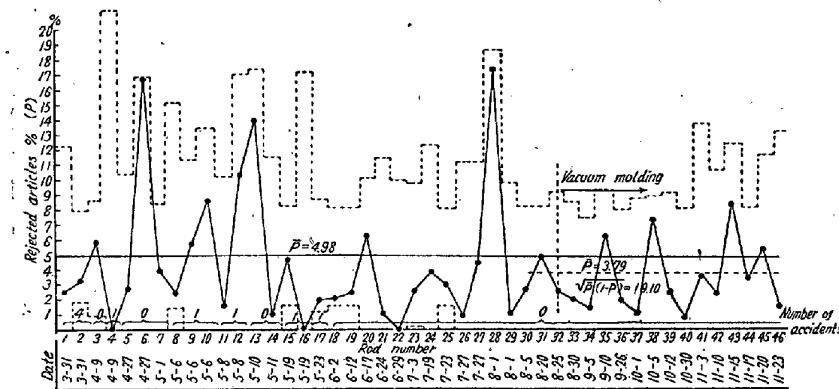


Fig. 3. Relation between rejected articles % and number of accidents. (Clay-carbon stopper-head bricks supplied to A Co.)

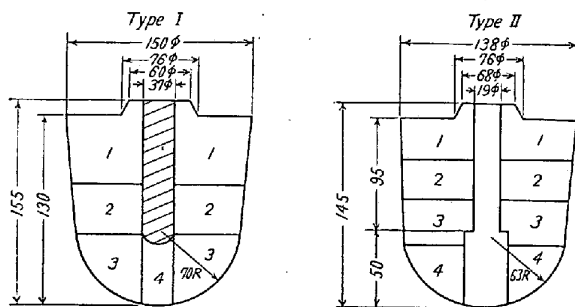


Fig. 4. Section of stopper head bricks for strength measurement.

Table 1. Strength distribution of stopper-head bricks.

Specimen		(1)	(2)	(3)	(4)	Notice
Type I	Crushing strenght (x)/(1)	330 1.00	300 0.910	300 0.910	290 0.88	Usual molding
Type I	Crushing strength (x)/(1)	407 1.00	367 0.906	367 0.906	350 0.86	Vacuum molding
Type II	Crushing strength (x)/(1)	466 1.00	449 0.964	380 0.820	383 0.821	Usual molding
Type II	Crushing strength (x)/(1)	450 1.00	430 0.96	465 0.92	413 0.92	Vacuum molding

(x)=(2), (3), (4)

事故はある程度除き得る。

②同時に製造方法の改善によりさらに良好な管理結果を得て造塊作業におけるストッパー煉瓦の事故を低減し得た。

なお、材質のおよび形状の問題すなわち熱衝撃性等にもとづく事故も存在すると考えられ、さらにこの方面での研究が必要であらう。

(63) 湯止レンガの損傷について

Damage of Stopper Head Refractories

Y. Isono, et alius.

日立製作所水戸工場 工〇磯 野 好 治

月 山 信 好

I. 緒 言

本研究は各種ストッパーレンガとノズルレンガを組合せて実用試験を行い、その損傷状況より損傷の原因を検討し、さらに良否判定法について検討を行ったものである。

II. 試料と実験方法

ストッパーレンガの損傷状況は諸種の条件により異なるが本研究では塩基性電気炉で熔製した炭素鋼について検討を行った。実用試験は試験用ストッパーレンガを 5 t または 10 t 取鍋に取付け、実際に鑄込作業を行い、ノズルレンガとの熔着性、湯止り状況を観察し、さらに使用後の外観および切断面の状況をしらべた。なおストッパーレンガの損傷は、(1) ノズルレンガとの熔着によるストッパーレンガの切断、(2) 急熱によるキレツ発生による切断、(3) 熔湯の流動による侵蝕のいずれかまたはこれらの組合せによることが考えられるため、実験は熔着性と急熱抵抗性について行った。熔着性実験は、(1) 粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(2) 粘土質ストッパーとアルミナ質ノズル、(3) 黒鉛塗布粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(4) コールタール浸漬粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(5) 黒鉛質ストッパーと粘土質ノズルの組合せにより行い、急熱抵抗性実験は原料、製造方法の異なる 15 種の黒鉛質ストッパーと粘土質ノズルの組合せで行った。

III. 実験結果

[1] ストッパーレンガとノズルレンガの熔着による損傷

(1) 粘土質ストッパーと粘土質ノズル。同質の粘土質ストッパーとノズルを使用した場合は、15 例中 5 例だけが良好であつただけでその他は大體 2 回目の注湯の

ときにストッパーの先端が切断され注湯不能となつた。使用後のストッパーとノズルの切断面を見るに、両レンガ界面は見られず完全に熔着している。この熔着現象は湯止良好のものにも認められるが、多少両レンガの接触面積が小さい。このため曲面半径の小さいノズルについて実験を行ったが、その結果は前同様 2 回目注湯のときストッパーが切断され、同質のストッパーとノズルの場合は熔着し易く切断されることが認められる。

(2) 粘土質ストッパーとアルミナ質ノズル。F. H. Norton¹⁾ はストッパーかノズルかどちらか一つは他より高耐火性のものを使用すべきであると述べているが、これは熔着を防止するためである。本実験ではアルミナ質ノズルを使用した。その結果はストッパーの切断は少く、使用後のストッパーとノズルの界面も判然としており確かに熔着は見られない。しかしなおときどきストッパーが切断されることがある。この原因を明らかにするためにアルミナ質より異質なものとして黒鉛質のものを検討した。

(3) 黒鉛塗布粘土質ストッパーと粘土質ノズル。黒鉛粉を糖蜜でよく練り、これをストッパーとノズルの接触面に約 1 mm 塗布した後 5~7 日間自然乾燥させたものについて実験した。その結果はストッパーの切断は少くなり、使用後の両レンガの界面は判然としているが、なお数回目の注湯のときストッパーが切断されることがある。この場合の両レンガの使用後の界面を見るに明らかに熔着している。このことは塗布した黒鉛が数回の注湯によりなくなつてしまつたためと考えられる。

(4) コールタール浸漬粘土質ストッパーと粘土質ノズル。ストッパーまたはノズルをコールタールに浸漬して使用することは古くから行われ報告²⁾もあるが、この目的はストッパーとノズルの熔着防止にある。しかしこの効果については明らかでない。実験の結果は黒鉛塗布と同様の成績であり、注湯時間が長い場合には熔着が起つた。この原因としてはコールタール浸漬法にもよるがストッパー中の炭素分は 4~5% であり、炭素分が少なかつたためによるものと考えられる。

(5) 黒鉛質ストッパーと粘土質ノズル。黒鉛質ストッパーはノズルとの熔着が最も小さいものとして近来大型取鍋に広く使用されているが、いまだ国内製品については多くの問題がある。本実験に使用したものはそれらの中で優秀なものであつたが、実験の結果は 79 例中 5 例を除き湯止め良好であり、使用後のストッパーとノズルの界面には全く熔着はみられなかつた。事故を起した 5 件も余湯注湯のときの熔湯温度低下によるものであつ