

CDU 669.141.25 621.744.37 620.191.3

鑄鋼の浸透型焼着に対する塗型の効果†

鈴木 是明* 中田 進 一**

Effects of Washing on Metal Penetration of Steel Castings

by Koreaki SUZUKI, Dr. Eng. and Shinichi NAKADA

Synopsis :

In order to clarify effects of mold washing on metal penetration, the resistance to metal penetration of cold-setting silica sand mold with various zircon washes has been investigated by means of the laboratory apparatus which is capable of simulating metal penetration, and the wash layer of penetrated sand mold has been observed.

It is shown that zircon wash is unable to prevent metal penetration and little particular change is recognized even if the wash layer is thicker. The reason for these is that cracks are generated in the wash layer when it comes into contact with molten steel and that molten steel penetrates into sand mold through these cracks.

1. 緒 言

大型鑄鋼品では、使用する砂型の表面に必ず塗型を用いており、溶鋼と直接に接触するのは、鑄物砂ではなくて塗型層である。したがって、大型鑄鋼品で問題となる焼着の主要な形態である浸透現象を考えるうえで、塗型は非常に重要な因子である。しかしながら、塗型の高温における性質及び挙動に関する研究は少なく、浸透型焼着に対する塗型の効果も解明されていない。

一方、大型鑄鋼品の浸透層を観察すると、塗型層がほぼ完全に残存していることが多く、塗型層が存在する場合の溶鋼の浸透経路を明らかにする必要がある。そこで、浸透型焼着における塗型の効果を明らかにするために、筆者らが開発した加圧浸透試験装置¹⁾を用いて、現用の各種塗型剤の耐浸透性の検討並びに浸透試料における塗型層を観察した。

2. 試験方法

2.1 現用塗型剤の耐浸透性の検討

(1) 供試材

供試砂型は5号けい砂にフェノールフラン・レジンで1.5%、硬化剤を0.30%配合したけい砂コールドセット型で、これに、表1に示す大型鑄鋼品用として市販されている各種のジルコン系塗型を施したものである。なお塗型要領は、砂型が完全硬化した後にはけで2回塗りし、

ガス・バーナーであぶつて乾燥した。また、浸透試験に用いた溶鋼は、0.3% C の炭素鋼である。

(2) 試験要領

大型鑄鋼における浸透型焼着を再現する加圧浸透試験装置を用いて、表2に示す条件で浸透試験を行い、塗型の効果を調べた。試験装置並びに試験法の詳細についてはすでに報告した¹⁾ので、ここでは、浸透試験法の概要を述べる。

まず、压力容器内に設置したるつぼ中で高周波誘導加熱によつて鋼を溶解し、成分の調整を行い、溶鋼の温度を1,530°Cに保持する。次に、石英管の先端に砂を込めた砂型試験片を、溶鋼の湯面上2mmのところから1min保持して予熱した後、溶鋼中に2mm浸漬し、湯面に所定のガス圧を加えて、浸透を発生させる。この方法により表2に示した条件で浸透を発生させた砂型試料について、浸透深さの測定、浸透開始時間の測定及び試料縦断面における浸透状況を観察した。

2.2 浸透型焼着試料における塗型層の観察

(1) 供試材

次に、塗型層が存在する場合の浸透経路を明らかにするために、浸透の発生した砂型について塗型層を観察した。調査した試料は2種類で、まず実験室における加圧

† 昭和50年12月19日原稿受理

* (株)日本製鋼所室蘭製作所研究所 工博

** 同

表1 供試塗型剤の化学成分 (%)

符号	種別	ZrO ₂	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
A	ジルコン系・水溶性	58.5	36.1	0.76	3.57	0.31	—
B	同上	59.2	34.7	こん跡	2.80	0.32	—
C	同上	63.5	34.0	1.76	1.40	0.25	—
D	同上	61.2	34.9	1.01	1.98	0.65	—
E	同上	49.4	42.6	1.01	1.53	0.29	—
F	ジルコン酸化クロム系・水溶性	32.6	17.6	1.00	0.83	こん跡	46.1

表2 加圧浸透試験条件

試験項目	供試塗型剤の種類	加圧力 kg/cm ²	保持時間 min
塗型剤の種類の影響	A, B, C, D, E, F	1.0	6
保持時間の影響	A	1.0	3, 6, 9, 12
塗型層厚さの影響	A	1.0	3

浸透試料は、けい砂乾燥型にジルコン系のA塗型を約1 mmの厚さに塗布した鑄型に、0.25% Cの炭素鋼を浸透させたものである。浸透条件は、加圧力1.0 kg/cm²、溶鋼温度1,530°C、保持時間3 minとした。そして、浸透試料縦断面の観察並びに横断面については、塗型層近傍の約1 mmの範囲を少しずつ研削して、浸透金属と塗型層との関係を調べた。

次に、焼着試料を採取した大型鑄鋼品の製造条件は、鑄型がけい砂乾燥型にジルコン系のA塗型を塗布したもので、塗型層の厚さは1~1.5 mmであった。鑄込み条件は、鋼種が高炭素 Cr-Mo 鋼、鑄込み温度1,500°C、鑄込み重量約7 tである。焼着試料は押湯下の外表面から採取し、試料の縦断面及び横断面について、浸透金属と塗型層との関係を観察した。

3. 試験結果並びに検討

3.1 現用塗型剤の耐浸透性の検討

(1) 塗型剤種類の影響

表1に示した化学成分の、各種市販塗型剤を使用した場合の浸透試験結果を表3に、また、各試料縦断面の浸透状況を図1に示す。なお、浸透開始時間は、加圧開始から砂型内へ2 mm浸透するまでの時間である。いずれの塗型剤の場合にも激しい浸透が発生しており、塗型によつて浸透を防止することはできなかつた。しかし、焼着の程度については塗型剤の種類によつて差異が認められ、B, C, D塗型の場合には、浸透を生じているにも

かかわらず、塗型層のところで容易に剥(はく)離した。これに対してA, E, F塗型では、鑄物と鑄型内に浸透した金属とが結合しているのが観察され、塗型層ではく離しなかつた。

この結果、浸透深さ、浸透開始時間及び焼着部のはく離状況からみて、試験した塗型剤のうちでは最もジルコン含有量の多いC塗型が、比較的良好な結果を示した。結局、けい砂コールドセット型と組合わせた場合には、現用のジルコン系塗型に、浸透を防止する効果は認められなかつた。

(2) 保持時間の影響

砂型を溶鋼中に浸漬し、加圧している保持時間を3 minから12 minまで変化させたときの浸透深さを、図2に示す。いずれの場合にも、塗型の有無による浸透深さの差は認められなかつた。いつたん溶鋼の浸透が発生してしまえば、浸透深さ及び浸透速度に対して塗型の有無は大きな影響のないものと考えられるが、このように保持時間を変化させても浸透深さに変化がないということは、使用した塗型に浸透を防止する力のないことを示している。

(3) 塗型層厚さの影響

浸透に対する塗型層の厚さの効果を明らかにするた

表3 浸透試験結果

塗型種類	溶鋼の最大浸透深さ, mm	浸透開始時間, sec	試験後のはく離状況
A	23	—	はく離せず
B	14	55	塗型層ではく離
C	12	97	塗型層ではく離
D	17	—	塗型層ではく離
E	20	25	はく離せず
F	15	17	はく離せず

め、けい砂コールドセット型にA塗型を1回塗りして塗型層厚さが0.3mmのもの、3回塗りして厚さが0.8mmの試料について、浸透試験を行った。その結果、表4に示したように、試験した範囲内では塗型層の厚さによって浸透状況に差は認められず、厚塗りの効果はなかった。

3.2 浸透型焼着試料における塗型層の観察

前述したように、現用の鋳鋼用塗型は浸透防止に効果

のないことが判明した。その理由を明らかにするため、浸透を起こした試料の浸透経路を観察した。

(1) 実験室における加圧浸透試料

実験室で加圧浸透装置によって作成した試料縦断面における浸透状況を図3に示す。そして、写真中のA部の顕微鏡組織を図4に示す。これらの写真からわかるように、鋳物と浸透層との境界には、塗型層が存在している。しかし、塗型層のところどころにき裂が見られ、そこを通して鋳物側の鋼と浸透層中の金属とが繋がっており、塗型層のき裂から溶鋼が鋳型に侵入したものと考えられる。一方、健全な塗型層内には、顕微鏡によって確認される程度の微小な点状の金属が多数存在してはいるが、塗型層内を通って溶鋼が鋳型内に侵入した形跡は認められない。

次に、浸透試料の塗型層と平行な横断面について、鋳物側から鋳型側に向かって少しずつ研削しながら、鋼の分布状況の変化を観察した。その状況を図5に示す。

これらの写真で観察されることは、まず塗型層に生じたき裂を浸透金属が埋めており、き裂部以外の塗型層には

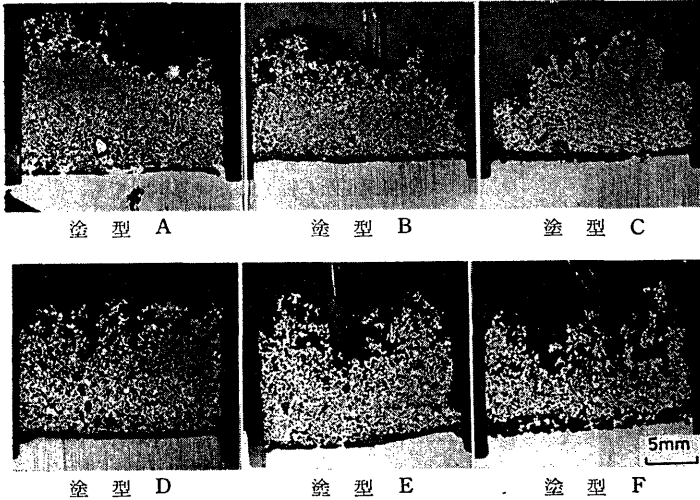


図1 各種塗型を使用した試験片縦断面の浸透状況

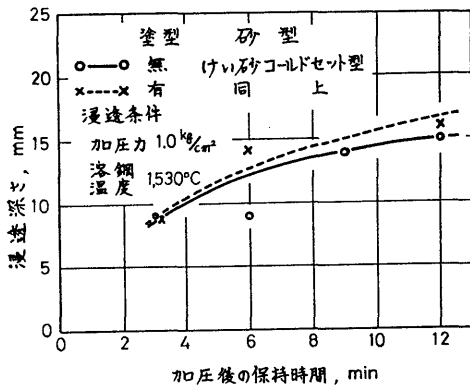


図2 塗型の有無が浸透深さに及ぼす影響

表4 浸透に及ぼす塗型層厚さの影響

塗型種類	塗布回数	塗型層厚さ mm	溶鋼の浸透深さ mm	2mmまでの浸透時間, sec	10mmまでの浸透時間, sec
A	1	0.3	20	21	83
A	3	0.8	24	23	67

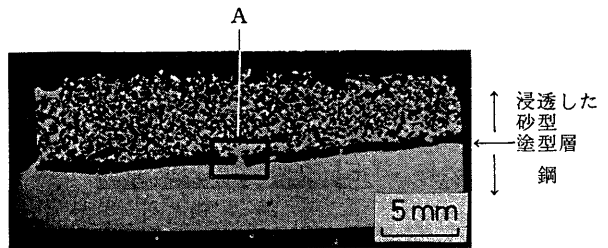


図3 浸透試料縦断面における浸透層のき裂発生状況

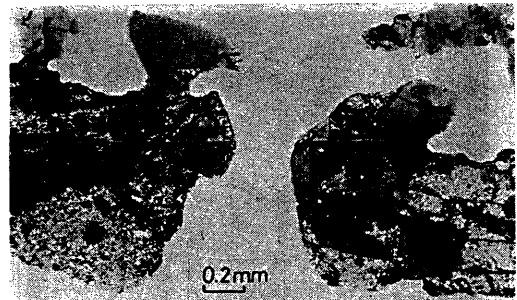


図4 浸透試料の塗型層の顕微鏡組織

浸透金属が観察されず、健全である。次に、塗型層が除去されると、鑄型に浸透した金属が粒状に現れてくる。そのときには、き裂部の金属は幅が広く、形が崩れてくる。そして浸透金属量は、やはりき裂の周囲に多い。さらに研削すると、鑄型全面にわたって浸透金属が現れ、その分布もほぼ均一となる。なお、試料横断面の中央に見られるき裂は、図3に示した縦断面の写真におけるA部の塗型層き裂と一致している。これらの観察結果は、溶鋼の浸透が塗型層に生じたき裂を通して起こることを示している。

(2) 大型鑄鋼品から採取した焼着試料

上述の実験室における加圧浸透試料についての観察結果を確認するために、大型鑄鋼品から採取した焼着試料について、同様の調査を行った。採取した焼着試料と鑄はだ面の状況を図6に示す。試料表面には大小多数のき裂状の模様がみられ、これらのき裂の中を金属が埋めており、その表面は酸化していた。

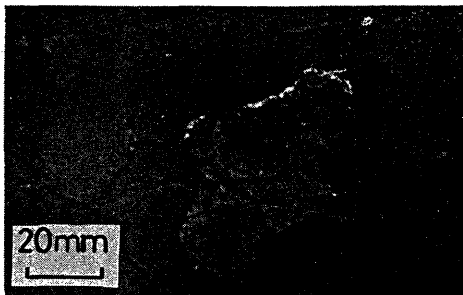


図6 大型鑄鋼品の鑄はだ面と焼着試料



砂型側
図5 浸透試料横断面における浸透金属と塗型層との関係

鑄型表面に平行に試料を研削して、浸透金属の分布状況を調査した結果、試料表面の凸(とつ)部を取り除くと、酸化層が除去されて、き裂の中に金属が浸透しているのが確認された。

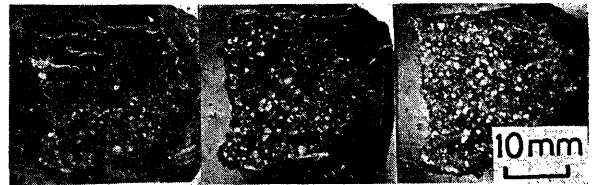
次に、表面から0.5mmの位置では、塗型層の残存している箇所には脈状の金属がみえるが、塗型層が除去されたところでは、浸透金属の分布はほぼ一様である。そして、試料表面から1mmの位置では、塗型層が完全に取り除かれ、試料全体にわたって浸透金属の分布は一様になっている。その状況を図7に示す。

次に、試料表面の脈状金属を横切った試料縦断面の状況を、図8に示す。これによつても、塗型層のき裂を通して金属が浸透していることがわかる。

結局、大型鑄鋼品から採取した焼着試料でも、実験室における浸透試料とまったく同様の現象が認められ、塗型のき裂を通して溶鋼の浸透が起こることが明らかになった。

4. 結 言

浸透型焼着に対する塗型の効果を明らかにするため、実験室における加圧浸透試験並びに浸透試料の塗型層の



鑄型表面 表面から0.5mm 表面から1mm

図7 大型鑄鋼品の焼着試料横断面における浸透金属の分布状況

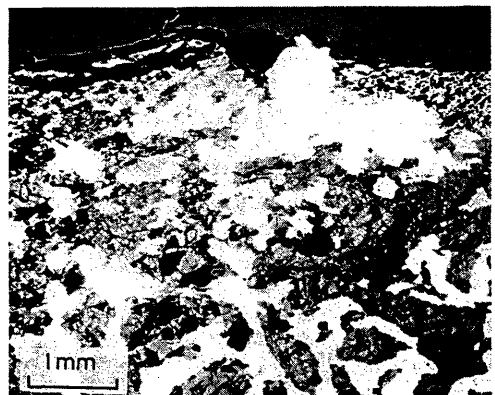


図8 大型鑄鋼品の焼着試料縦断面における浸透状況

観察を行った結果を整理すると、次のとおりである。

(1) 6種類の鑄鋼用塗型をけい砂コールドセット型に施して加圧浸透試験を行った結果、塗型の種類によって焼着状況に差異は認められたが、いずれも10~20mmの浸透が発生しており、現用の塗型では、浸透を防止することができなかった。

(2) 加圧浸透試験で、加圧保持時間を3~12minの間で変化させても、塗型の有無によつて浸透深さに差は認められなかった。

(3) 塗型層の厚さは、溶鋼の浸透深さ及び浸透開始までの時間にほとんど影響を及ぼさず、厚塗りの効果は認められなかった。

(4) 実験室の加圧浸透試料及び大型鑄鋼品の焼着試料において、溶鋼は塗型層のき裂を通して鑄型内に侵入していることが判明した。したがつて、溶鋼に接したときにき裂の生じる塗型は、浸透防止に対してほとんど効果が無いといえる。

7月号掲載予定の論文

研究論文

球状黒鉛鑄鉄の衝撃特性に及ぼすマンガ量と冷却速度の影響.....	大大	出平	五	卓郎
塩浴窒化したフェライト球状黒鉛鑄鉄の衝撃値と破面.....	高中	瀬村	孝	夫彦
高圧造型用砂粒子の性質について.....	中高喜	田多	康良	規清
球状黒鉛鑄鉄の摩耗特性に及ぼす硬さの影響.....	岡荒軍	倉井	常	之治
酸化物溶射被覆による鉄合金の耐溶融アルミニウム性の改善.....	山上新遠	田家	信	義
硬さを変えた球状黒鉛鑄鉄の疲れ特性.....	祖父江	昌	俊	宏
			完	人
			直	久

技術報告

コンピューターによるロストワックス鑄物工場の生産管理システム.....	佐和	々木	信	義勝
-------------------------------------	----	----	---	----