



第3圖 疵指数と注入速度

鋼に就いて注入温度，注入速度と疵指数との重相関分析を行つても，バラッキは大きい(鋼塊の頭部，底部の区分がなく，つゝ込みであるため)略々同様の傾向が見られる。この疵は注入温度，注入速度に逆比例しているので温度の下がる注入末期には注入速度を上げる必要があるが，煉瓦疵との関係もあるので鑄型塗装による湯面の保護なども重要となつてくる。

VI. 切捨長さの影響

疵は主として鋼塊頭部に出るから疵指数は当然庄延後に於ける切捨長さによつて変わると考えられる。切捨長さとの関係に就いて調べた結果は次の如くであつた。① 底部は切捨長さの影響が明らかでないが② 頭部は切捨長さとの密接な関係がある。疵指数は切捨長さの増加によつて一般に低下するが③ 注入速度の大きい場合には影響が明らかでない。注入速度の低下につれて影響度は急激に増加する。例えば注入速度 8~10mm/sec の所では殆んど変化がないが，3~4mm/sec の所になると，切捨長さが 50cm から 100cm に増すに従つて，疵指数は 63 から 23 に直線的に低下する。

VII. 結 言

中炭素鋼塊及び庄延成品に現れる疵，特にかぶり割れに就いて調査した結果によれば

① 庄延成品に於いて外見上同一と見られる疵も原因を異にしているものがあり，データの正確な解析には疵

の分類検定が重要である。

② 気泡及び気泡を伴う割れ(かぶり割れ)による疵は主として鋼塊の頭部に出るが，中部・底部に出るものもある。

③ 鋼塊スカフイングは 5mm 程度では効果が少ない。この傾向は鋼塊頭部に於いて特に著しい。

④ 定盤内位置による差は認められない。

⑤ 定盤間では第 1，第 2 定盤が良く第 3 定盤が悪いが，注入速度の早い場合には或程度防止される。

⑥ 鋼塊上下に於ける疵指数の差，即ち鋼塊頭部に向つて悪化傾向は注入速度に逆比例する。

⑦ 成品は切捨長さの増加によつて改善されるが，この傾向は鋼塊底部より頭部に於いて著しく，又同じ頭部であつても注入速度の遅い場合にはこれが特に著しい。

(81) 米國及び獨逸製ノズルストッパーについて

(On the Quality of Nozzle-Stopper Refractories made in U. S. A. and Germany.)

八幡製鐵所爐材課 工 中原文夫・○ 池田達雄

I. 緒 言

ノズル，ストッパーの製造技術向上の資料を得るため代表的メーカである米國 Vesuvius 及び SWANK，獨逸 Martin-Pagenstecher 及び Stoecher und Kunz，4 社の製品について化学成分や物理的性質を測定し併せて顕微鏡観察を行い材質，及び性状を調査した。各社製品とも形状，寸法に特徴を有し，原料の撰択，粒度調整，成型法，焼成温度などに各社各様の獨創と工夫が現われ裨益するところが大きであつた。なお 4 社製品の内，Vesuvius 社製黒鉛質ストッパー及び SWANK 社製ノズル，スリーブは当所第二及び第四製鋼工場において実用試験が行われたがその結果はきわめて優秀であつた。

II. 供 試 煉 瓦

メーカ別，煉瓦の種類，符号その他は第 1 表に示す。

III. 試 験 結 果

4 社製煉瓦の化学分析の結果及び耐火度，比重気孔率，耐圧強度，抗折力，スポーリング，熱膨脹，荷重軟化温度等の測定値は第 2 表~第 4 表に示す。

IV. 總 括

1) Vesuvius 社製品

第1表 供試煉瓦の種類, 符號, 單重

| 製造會社 | 種別 | 符號 | 單重 | 色調 |
|------------------------|-------------|--|---------|--------------|
| 米國 Vesuvius | 黒鉛質ストッパー | Vesuvius 409 Swissvale·PA E. J. B. | 3.16 kg | 黒色 光澤あり |
| 米國 SWANK | シヤモット質ノズル | SWANK | 11" | 黄白色 |
| " | シヤモット質スリーブ | " | 7.3" | 黄白色 |
| 獨逸 Martin-Pagenstecher | 黒鉛質ストッパー | S3G C | 2,850" | 淡黒色 無光澤 |
| " | 黒鉛質ノズル | 6A40G 1151 | 2,900" | 黒色 無光澤 |
| " | シヤモット質ストッパー | S3 751 PROBE 4 | 2,900" | 黄白色 |
| " | シヤモット質ノズル | 6A40 1151 | 2,900" | 黄白色 |
| " | シヤモット質スリーブ | 351 SR | 8,880" | 黄白色 赤味を帯ぶ |
| 獨逸 Stoecher und Kunz | 黒鉛質ストッパー | S412 35 534 | 3,700" | 黒色 光澤あり |
| " | 黒鉛質ノズル | 8A45 6 212 | 4,880" | 黒色 光澤あり |
| " | シヤモット質ストッパー | S412 4 553 | 3,760" | 茶褐色 |
| " | シヤモット質ノズル | 9A80 3 632 | 4,340" | 灰白色 |
| " | シヤモット質スリーブ | ALLEMAC SR412 54 | 10,160" | 茶褐色 |

黒鉛質ストッパー：天然鱗状黒鉛(約15%)，シヤモット，カーボランダム，粘土より成り低温焼成によるもので耐スポール性，荷重軟化性など良好である。我国製品及び獨逸製品は耐火度 SK 32~33 に対し本煉瓦は SK 30.6 (1682°C) できわめて特殊のものであつた。

2) SWANK 社製品

シヤモット質ノズル・スリーブ：ノズル・スリーブとも同一材質の高珪酸質粘土及びシヤモットより成り絹雲母を少量含み，アルカリ土類，アルカリ類，及び鉄の酸化物を7~10%程度含む。耐火度は我国製品，及び獨逸製品と比べ SK 4~5 番低くノズルは SK 27，スリーブは 1560°C であつた。耐スポール性は普通程度，荷重軟化性は良好であるが軟化開始点 T_1 は我国製のシヤモット質ノズルより 150~250°C 低い。熱膨脹性は最も注目すべき性状で 1050°C 附近より急激な膨脹を示し軟化変形する。實際使用の際には熔鋼に接触した煉瓦表面が，

1000°C 以上になると，その部分から発生する特殊の瓦斯的作用により著しく膨脹し，且つ硝子質の層となつて密封気孔を多量に生じ断熱効果をもたらすため短時間の加熱においては内部組織はほとんど変化しない。従つて見掛けの侵蝕量も少ないと考えられる。

3) Martin-Pagenstecher 社製品

各煉瓦とも耐火度，気孔率，耐圧強度，耐スポール性などは我国製品と異なるところはない。抗折力は 402~454 kg/cm² であり我々が最近測定した我国各社製品の値 76~316 kg/cm² と比較すると相当大きい開きである。特に注目されたのは熱間圧縮温度間隔 ($T_1 \sim T_2$) が広く黒鉛質ストッパーは 500°C，同ノズルは 555°C あり他の煉瓦も一般に荷重軟化性は良好な結果を示した。また各煉瓦試料を 1650°C × 30 min 加熱し組織の変化を調べたが黒鉛質ノズル，ストッパーの組織を見るとシヤモット粒に比べマトリックスの方がムライト針晶は大き

第 2 表 米國製ノズル・ストツパー・スリーブ煉瓦の諸性質

| 試験項目 | 試料名符號 | 黒鉛質ストツパー・ヘッド VESVIUS 409 SWISVALE Pa. EJB | シヤモツト質ノズル SWANK | シヤモツト質スリーブ SWANK |
|--|---|--|--|---------------------------------------|
| 化學成分 | | | | |
| Ig. Loss | | 17.24 | 0.20 | 0.44 |
| SiO ₂ | | 45.58 | 62.52 | 60.68 |
| Al ₂ O ₃ | | 29.42 | 27.83 | 31.92 |
| Fe ₂ O ₃ | | 3.30 | 3.92 | 2.76 |
| CaO | | 1.10 | 1.16 | 0.45 |
| MgO | | 0.99 | 1.17 | 0.75 |
| Na ₂ O | | 0.61 | 0.46 | 0.51 |
| K ₂ O | | 0.11 | 1.80 | 2.12 |
| Al ₂ O ₂ /SiO ₂ | | 0.64 | 0.44 | 0.52 |
| 耐火度 SK (°C) | | 30.6(1682) | 27(1610) | (1560) |
| 比 重 | カ 見 眞 サ 掛 比 比 重 | 1.77 2.40 2.53 | 2.10 2.60 2.61 | 2.05 2.63 2.67 |
| 氣 孔 率 | 見 密 眞 掛 封 氣 氣 孔 率 % 孔 率 % 孔 率 % | 25.9 4.1 30.0 | 19.1 0.4 19.5 | 22.1 1.1 23.2 |
| 耐 壓 強 度 | 抗 折 力 | kg/cm ² 115 121 | 405 386 | 227 409 |
| スポーリング | 龜 裂 開 始 (平均回目) 破 壞 開 始 (平均回目) | 10回でせず 10回でせず | 3.3 10回でせず | 2.3 8.3 |
| 膨 脹 | 最 大 膨 脹 率 % 殘 存 膨 脹 收 縮 率 % 收 縮 始 發 溫 度 °C | 0.51(1015°C) -1.51 1015 | 2.69(1140°C) +1.99 | 2.70(1200°C) +2.09(1200°C) 1000 |
| 荷重軟化點 | 荷重 2 kg/cm ² T ₁ (收縮始發)°C T ₂ (2%壓縮)°C T ₃ (20%壓縮)°C T ₅ (50%壓縮)°C 荷重 10 kg/cm ² T ₁ (收縮始發)°C T ₂ (2%壓縮)°C T ₃ (20%壓縮)°C T ₅ (50%壓縮)°C | 1310 1454 1661 1740 1185 1329 1443 1507 | 1065 1144 1236 1275 1020 1088 1158 1224 | 1020 1101 1195 1254 |
| 構 成 原 料 | | 天然鱗狀黒鉛 カーボランダム (0.3mm 以下) シヤモツト(1.5mm 以下) 粘土 | 高珪酸質シヤモツト (3mm 以下) 高珪酸質粘土 | 高珪酸質シヤモツト (約 2mm 以下) 高珪酸質粘土 |

く発達し硝子質を多く生じる点注目された。シヤモツト質ノズルとストツパーは使用温度で丁度ムライト微晶が生成するようにつくられており硝子質の生成量はきわめて少なかった。スリーブ煉瓦はムライト針晶が大きく発達し硝子化傾向が著しいのでこれによつて耐蝕性を發揮する煉瓦と考察された。各煉瓦ともアルカリ土類、アルカリ類、鉄の酸化物を 4.64~6.54% 含有する。

4) Stoecher und Kunz 社製品

煉瓦の焼成温度は他社製品と比較するとやや高く 1300~1400°C 程度と推定される。各煉瓦とも非常によく焼

締つており耐圧強度は 555~943 kg/cm²、抗折力は 441~680 kg/cm² あり 4 社製品中で最大であつた。耐火度、スポール性、熱膨脹性は我国製品と大差ない。なお各煉瓦ともアルカリ土類、アルカリ類、鉄の酸化物を 3.05~4.09% 含有する。

Martin-Pagenstecher 社製品、及び Kunz 社製品は実用試験を行わないので各煉瓦の優秀性は不明であるが材質試験の結果から夫々の用途に適合する性質を具えた煉瓦であると考察された。

第3表 獨逸 Martin-Pagenstecher 社製ノズル, ストツパー, スリーブ煉瓦の諸性質

| 試料名 符號 | | 黒鉛質ストツ パー・ヘッド S3G MP C | 黒鉛質ノズル 6A40G MP 1151 | シヤモット質 ストツパー MP S3 751 PROBE | シヤモット質 ノズル 6A40 P 1151 | シヤモット質 スリーブ 351 SR MP |
|--|--------------------------------|---|---|--|--|---|
| 試験項目 | | | | | | |
| 化學成分 | Ig. Loss | 9.90 | 6.50 | 0.32 | 0.44 | 0.22 |
| | SiO ₂ | 52.12 | 52.64 | 57.64 | 57.24 | 64.12 |
| | Al ₂ O ₃ | 30.47 | 33.31 | 36.68 | 36.28 | 30.80 |
| | Fe ₂ O ₃ | 2.72 | 2.81 | 2.73 | 2.89 | 2.23 |
| | CaO | 0.38 | 0.38 | 0.32 | 0.29 | 0.38 |
| | MgO | 0.84 | 0.74 | 0.32 | 0.35 | 0.29 |
| | MnO | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| | Na ₂ O | 1.64 | 1.92 | 1.46 | 1.80 | 1.28 |
| | K ₂ O | 0.36 | 0.44 | 0.34 | 0.20 | 0.42 |
| Al ₂ O ₃ /SiO ₂ | 0.58 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.48 | |
| 耐火度 SK (°C) | | 31.0 (1690) | 32.2 (1714) | 32.4 (1718) | 32.2 (1714) | 30.0 (1670) |
| 比 重 | カ 見 眞 | 1.87 | 1.91 | 1.97 | 1.96 | 1.92 |
| | サ 掛 比 | 2.52 | 2.51 | 2.45 | 2.40 | 2.44 |
| | 比 重 | 2.57 | 2.55 | 2.56 | 2.53 | 2.58 |
| 氣 孔 率 | 見 密 眞 | 25.7 | 23.6 | 19.7 | 18.1 | 21.3 |
| | 掛 封 氣 | 1.5 | 1.4 | 3.3 | 4.4 | 4.2 |
| | 率 率 率 | 27.2 | 25.0 | 23.0 | 22.5 | 25.5 |
| 耐 壓 強 度 kg/cm ² | | 260 | 210 | 227 | 347 | 257 |
| 抗 折 力 kg/cm ² | | 404 | 410 | 423 | 454 | 402 |
| スポー リング | 龜裂開始(平均回目) | 7.3 | 10回でせず | 4.3 | 3.3 | 3 |
| | 破壊開始(平均回目) | 10回でせず | | 10回でせず | 10回でせず | 10回でせず |
| 膨 脹 | 最大膨脹率 % | 0.472 | 0.452 | 0.585 | 0.630 | 0.674 |
| | 殘存膨脹收縮率 % | -2.830 | -1.990 | -0.997 | -0.641 | -0.242 |
| | 收縮始發溫度 °C | 955 | 985 | 1200 | 1270 | 1190 |
| 荷軟 化 重點 | T ₁ 收縮始發 °C | 1050 | 1050 | 1230 | 1190 | 1160 |
| | T ₂ 2% 壓縮 °C | 1290 | 1335 | 1365 | 1365 | 1317 |
| | T ₃ 20% 壓縮 °C | 1530 | 1563 | 1532 | 1510 | 1460 |
| | T ₅ 50% 壓縮 °C | 1550 | 1605 | 1580 | 1540 | 1475 |
| 構 成 原 料 | | 1)人造黒鉛 (約0.3mm以下) 2)粘土質シヤモ ット 3)陶石質シヤモ ット (約3mm以下 5mm程度僅少) 4)粘土 | 1)人造黒鉛 約0.3mm以下 稀に2mm位の ものあり 2)粘土質シヤモ ット (約5mm程度) (の粗粒が多い) 3)粘土 | 1)粘土質シヤ モット (約5mm大の 粗粒が多い) 2)粘土 シヤモット, 粘土とも 同一原料 | 1)粘土質シヤ モット (約3mm以下) 2)粘土 2)粘土 | 1)ムライト針晶 と硝子の生じた シヤモット粒 2)粘土質シヤモ ット(約5mm 大の粒が多い) 3)珪石煉瓦屑 (僅少) 4)カーボランダ ム(僅少) 5)高珪酸質粘土 |

第 4 表 獨逸 Stoecher und Kunz 社製ストツパー、ノズル、スリーブ煉瓦の諸性質

| 試料名 符號 | | 黒鉛質 ストツパー S 412 SK 35 534 M | 黒鉛質ノズル 8A 45 SK 6 212 M | シヤモット質 ストツパー S 412 SK 4 553 M | シヤモット質 ノズル 9A 80 SK 3 632 M | シヤモット質 スリーブ ALLEMAC SR 412 54 | |
|--|--------------------------------|---|---|--|--|--|------|
| 試験項目 | | | | | | | |
| 化學成分 | | | | | | | |
| Ig. Loss | | 8.12 | 10.68 | 0.44 | 0.34 | 0.39 | |
| SiO ₂ | | 54.40 | 48.88 | 56.84 | 54.30 | 61.60 | |
| Al ₂ O ₃ | | 32.95 | 35.96 | 40.51 | 42.30 | 35.65 | |
| Fe ₂ O ₃ | | 2.47 | 2.18 | 1.45 | 1.50 | 1.64 | |
| CaO | | 0.25 | 0.35 | 0.44 | 0.51 | 0.30 | |
| MgO | | 0.22 | 0.34 | 0.23 | 0.41 | 0.41 | |
| TiO ₂ | | 0.68 | 0.59 | 0.54 | 1.05 | 0.46 | |
| Na ₂ O | | 0.47 | 0.41 | 0.39 | 0.38 | 0.32 | |
| K ₂ O | | | | | | | |
| Al ₂ O ₃ /SiO ₂ | | 0.60 | 0.73 | 0.71 | 0.77 | 0.57 | |
| 耐火度 S.K. | | 32.0+ | 32.0 | 32.0+ | 32.0+ | 31.0~ | |
| 比 重 | カ | 1.99 | 1.95 | 2.05 | 1.97 | 1.92 | |
| | サ | 2.33 | 2.37 | 2.40 | 2.41 | 2.37 | |
| | 掛 比 | 2.54 | 2.55 | 2.58 | 2.57 | 2.56 | |
| 氣孔率 | 見 | 14.5 | 17.3 | 14.5 | 18.2 | 18.7 | |
| | 掛 | 7.1 | 6.2 | 9.0 | 5.1 | 6.3 | |
| | 封 氣 率 | 21.6 | 23.5 | 20.5 | 23.3 | 25.0 | |
| 耐壓強度 kg/cm ² | | 943 | 753 | 672 | 920 | 555 | |
| 抗析力 kg/cm ² | | 533 | 630 | 546 | 599 | 441 | |
| スリ ボン 1グ | 龜裂開始(平均回目) | 5回(1ヶ) 10回でせず(2ヶ) | 10回でせず | 2.5回 | 1.3回 | 4回 | |
| | 破壊開始(平均回目) | 10回でせず | 10回でせず | 10回でせず | 7回(1ヶ) 10回でせず(2ヶ) | 10回でせず | |
| 膨 脹 | 最大膨脹率 % | 0.660 | 0.669 | 0.657 | 0.605 | 0.592 | |
| | 殘存膨脹收縮率 % | -0.865 | -0.853 | -0.589 | -1.253 | -0.443 | |
| | 收縮始發溫度 °C | 1250 | 1395 | 1300 | 1290 | 1320 | |
| 荷重軟 化點 | 荷重 2kg/ cm ² | T ₁ (收縮始發)°C | 1260 | 1360 | 1300 | 1300 | 1260 |
| | | T ₂ (2%壓縮)°C | 1402 | 1485 | 1431 | 1425 | 1349 |
| | | T ₃ (20%壓縮)°C | 1545 | 1628 | 1515 | 1520 | 1440 |
| | | T ₅ (50%壓縮)°C | 1587 | 1635 | 1530 | 1526 | 1490 |
| | 荷重 10kg/ cm ² | T ₁ (收縮始發)°C | 1180 | 1240 | 1180 | 1160 | 1100 |
| | | T ₂ (2%壓縮)°C | 1302 | 1361 | 1277 | 1261 | 1234 |
| | | T ₃ (20%壓縮)°C | 1378 | 1415 | 1345 | 1338 | 1316 |
| | | T ₅ (50%壓縮)°C | 1409 | 1432 | 1365 | 1363 | 1345 |
| 構成原料 | | 1)粘土質シヤモ ット純白色 粒度約 5 mm 以下 2)天然鱗狀黒鉛 約 0.3mm 以下 3)粘土 | 1)粘土質シヤモ ット純白色 粒度約 3 mm 以下 2)天然鱗狀黒鉛 約 0.3mm 以下 3)粘土 | 1)粘土質シヤ モット 粒度約 6 mm 以下 2)粘土 | 1)粘土質シヤ モット 粒度約 3 mm 以下 2)粘土 | 1)粘土質シヤモ ット 稀に 8 mm 大 のものあり普 通 6 mm 以下 2)ムライト針晶 のよく發達し たシヤモット (僅少) 3)高珪酸質粘土 | |