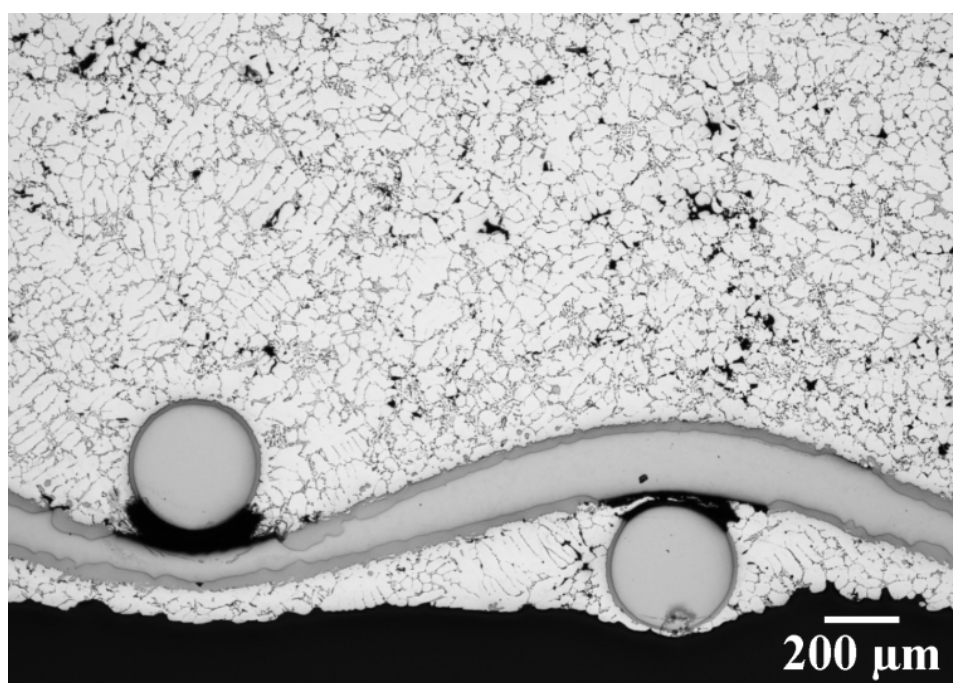


アルミニウム溶湯清浄度の検査具

あみはち
「網八」

使用説明書



2020年8月

MRDC

目 次

はじめに	・・・ 2
1. 網八	・・・ 3
1.1 「網八」とは	・・・ 3
1.2 対象とする合金	・・・ 3
2. 原理	・・・ 3
3. 検査方法	・・・ 5
3.1 容易するもの	・・・ 5
3.2 測定準備	・・・ 5
3.3 溶湯温度	・・・ 6
3.4 サンプルング	・・・ 6
3.5 重量の測定	・・・ 7
4. 品質の評価	・・・ 7
5. 測定例	・・・ 7
5.1 インゴット	・・・ 7
5.2 フラックス処理	・・・ 8
6. 自動化の可能性	・・・ 8
おわりに	・・・ 8

はじめに

日本国内におけるアルミニウム合金鋳物，ダイカストの本格的なリサイクルが開始されてから，既に50年以上が経過しています．このことは鋳造製品のほとんどが，数えられない程の溶解，鋳造を繰り返したことを意味しています．エネルギー的には素晴らしいことなのですが，十分な知識と技術がないと酸化物が増加する可能性があります．そして，酸化物の除去(溶湯処理)が不従分な場合，鋳造製品に不良が生じやすくなります．

これを回避するためには，十分なフラックス処理を行うとともに，その効果(溶湯清浄度)を炉前分析する必要があります．炉前分析に関しましては，幸いなことにKモールド法が十分に普及しており，JISにも登録されました．そのため，最近ではKモールドに加えて，より簡便な方法とその自動化が求められています．

そこで，(株)MRDCでは(株)豊田自動織機の技術協力のもと，溶湯清浄度の検査具である「網八(あみはち)」に関する種々の調査や操業データの検討を重ねて来ました．その結果，この検査具が溶湯清浄度の炉前判定具として極めて簡便で，また，自動化の可能性を有することが明らかになりました．そこで本冊子により，ご紹介をさせて頂く次第です．

(表紙：網八に捕らえられた酸化皮膜)

1. 網八

1.1 「網八」とは

「網八」はアルミニウム合金の溶湯中に存在する酸化皮膜や酸化物の多寡を、浸漬して引き上げた後の重量により検査する金網の商品名です。「網八」は特殊なステンレス製で、1辺10cmの四角形に機械切断されています(図1)。

1.2 対象とする合金

「網八」は溶湯に浸漬するだけです。合金種を問いません。AC4CH合金でもADC12合金でも、あるいは展伸材でも純アルミニウムでもかまいません。

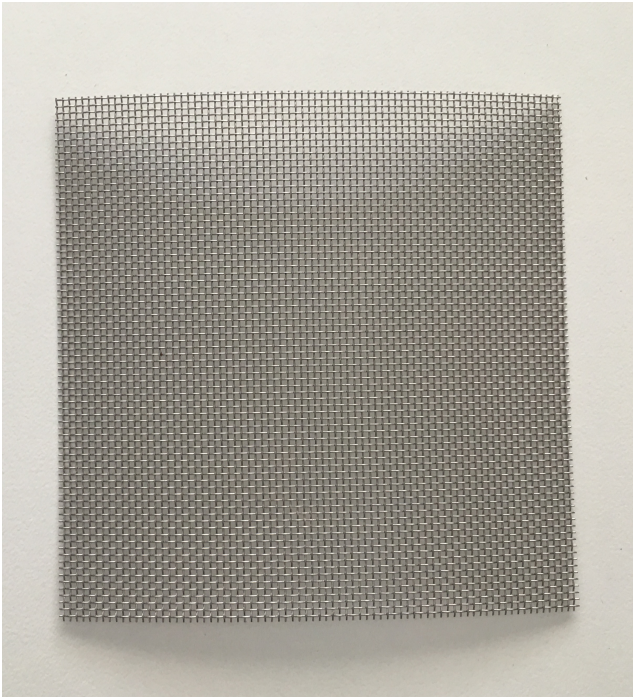


図1 「網八」。機械切断によりカットした1辺が10cmの正方形。特殊なステンレス製。

2. 測定原理

「網八」を溶湯に浸漬した後に引き上げますと、溶湯中に存在していた酸化物が付着しています。図2はその付着物を拡大して観察した例です。このように金網の隙間が開いているのは、酸化物が比較的小さい溶湯の場合です。灰色の被膜状のものが酸化物です。図3はその断面を観察したものです。図2における灰色の被膜状のものを断面(図3)で見ると、多数の線状に折り重なっていることがわかります。図4は図3の一部分を拡大して観察したものです。黒い線状のものは酸化皮膜であることがわかります。図5も同様です。

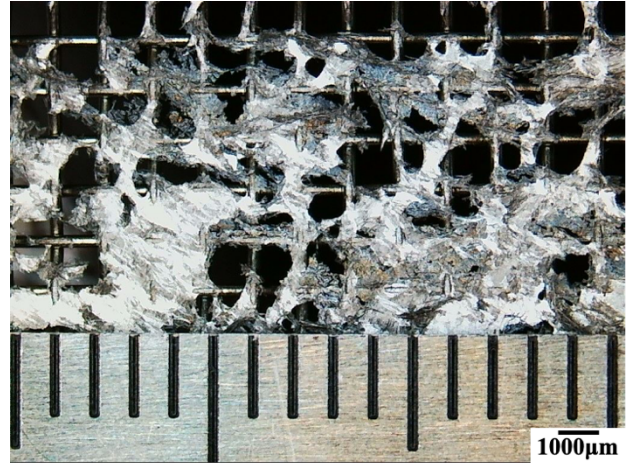


図2 浸漬して引き上げた網八の表面。(少量の例)

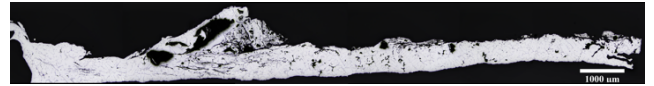


図3 図2の断面の観察。

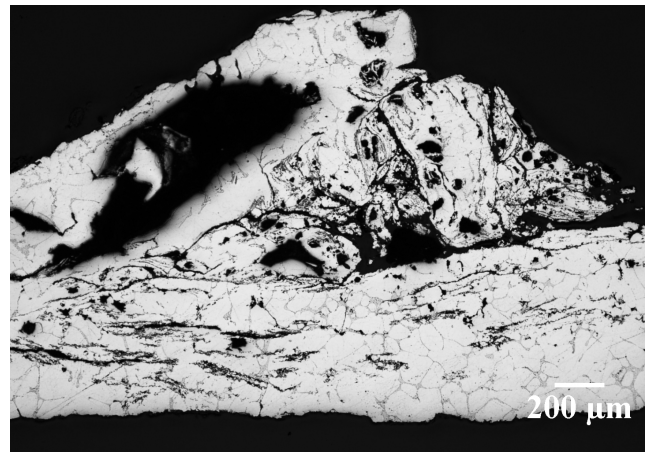


図4 図3の一部分の拡大観察。黒い線状のものが酸化皮膜。

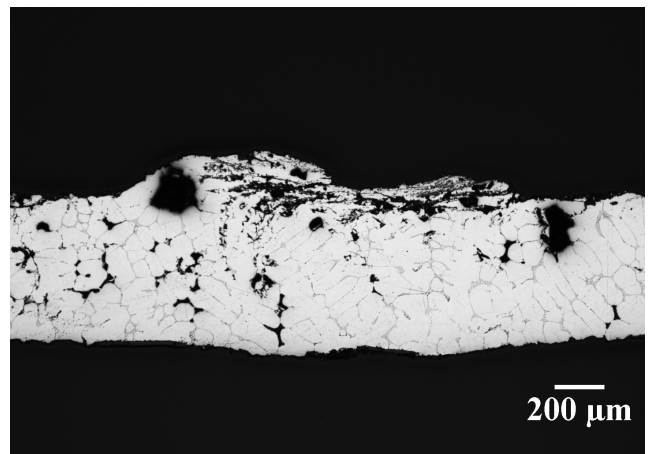


図5 図3の一部分の拡大観察。黒い線状のものが酸化皮膜。

次は、酸化物が多い場合の溶湯です。図6はそのような溶湯に「網八」を浸漬して引き上げた結果です。酸化物が多量の場合、このように全面に付着するとともに、分散しきれない分がダマになって凝集します。図7はダマの断面の観察結果の例です。SUSと記した灰色のものは「網八」のステンレス線の断面です。これより、「網八」の表面部に多量の酸化皮膜が観察されるとともに、酸化皮膜の間に溶湯が取り込まれていたことがわかります。図8は同じダマの表面側を観察した例です。やはり同様に、多量の酸化皮膜が観察されます。図9は図8の一部分を拡大して観察したものです。黒い線状のものは酸化皮膜であることがわかります。

図10は小さなダマを剥がしてFE-SEMで観察した例です。EDS分析の結果、ダマの部分からMg, Al, Oが検出されました(図11)。よって、この場合の酸化物は $MgAl_2O_4$ (スピネル)と考えられます。

以上より、「網八」は溶湯中の酸化物を捕捉していることがわかります。その量を重量計により測定することが「網八」による溶湯清浄度の測定原理です。

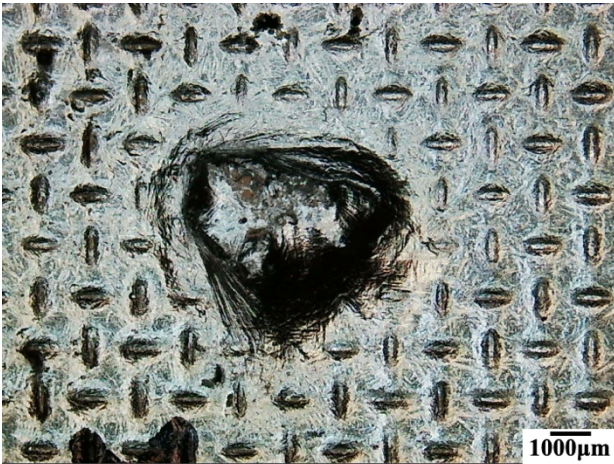


図6 浸漬して引き上げた網八の表面。酸化物が多量の場合、全面に付着するとともに、分散しきれない分がダマになって凝集する。

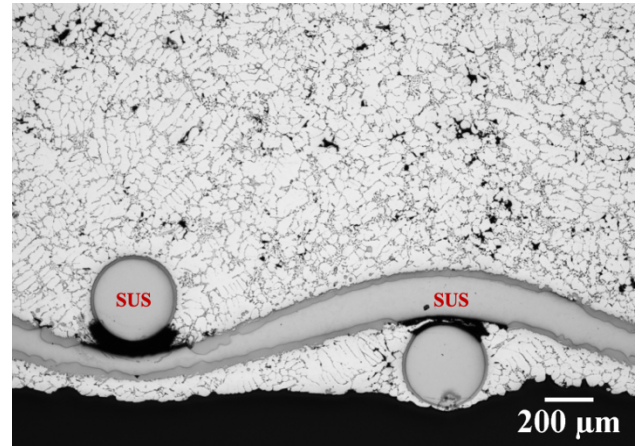


図7 ダマの断面を観察した結果。「SUS」と記したのはステンレス網の縦横の断面。ダマには多量の酸化皮膜が存在するとともに、それらの間に溶湯が取り込まれていたことがわかります。



図8 ダマの表面部の観察結果。多量の酸化皮膜が観察されました。

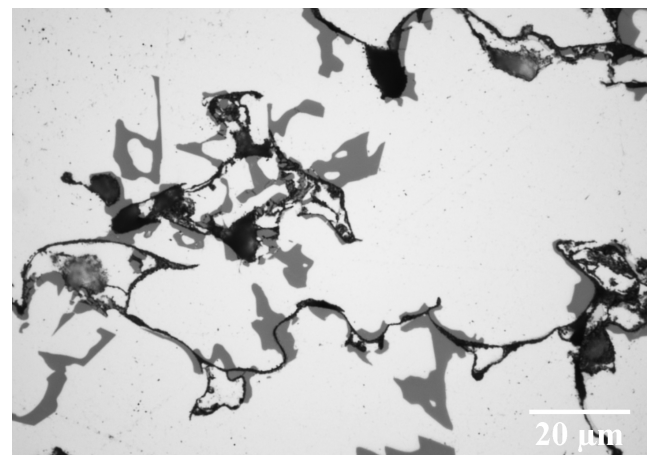


図9 図8の一部分の拡大観察。黒い線状のものが酸化皮膜。

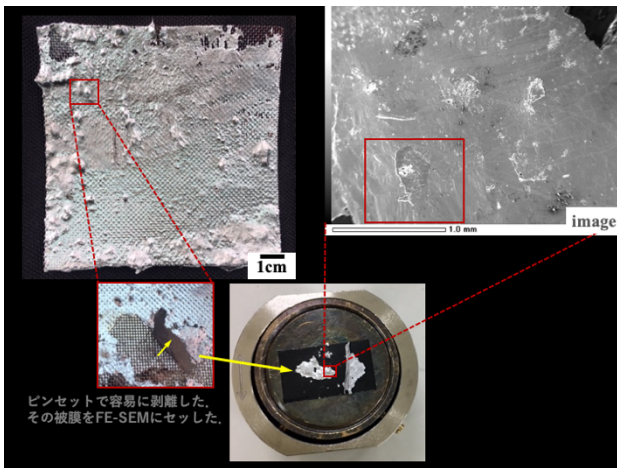


図10 小さなダマを剥がしてFE-SEMで観察。

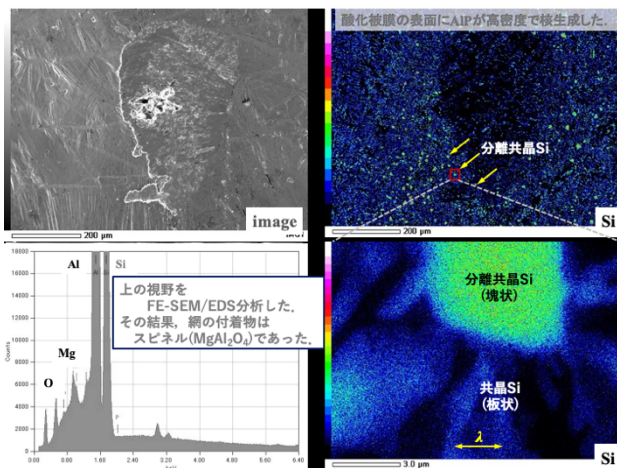


図11 FE-SEM/EDS分析の結果、ダマからMg, Al, Oが検出。MgAl₂O₄(スピネル)と考えられます。

3. 検査方法

3.1 容易なもの

「網八セット」の場合、「網八」、ヤットコ、重量計、耐熱材、BNスプレー、軍手が用意されています(図12)。

「網八」単体の場合、それらを準備して下さい。ヤットコはどのような形状、サイズでも構いません。ただし、あまりに小さいと持ち手が熱くなります。また、先端の形状が重要で、図13のように「網八」をしっかりと掴めることが要求されます。そうでなければ、測定中に「網八」を溶湯に落としてしまう恐れがあります。

重量計は特に精密なものはありませんが、小数点以下1桁までは表示できるものをお使い下さい。

耐熱材は熱い状態の「網八」を重量計に乗せるために必要とされます。5mm以上の厚さのものを使用して下さい。

BNスプレーはヤットコ先端部に塗布します。これはヤットコ先端部を「網八」とともに溶湯中に

浸漬するためです。

なお、「網八」は湿度の高い場所に保管しないで下さい。また、梅雨の時期や雨の日は、水分の付着に注意して下さい。さらに、冬季の結露にも注意して下さい。

3.2 測定準備

通常、「網八」は専用の段ボールに入れられた状態で準備されます(図14)。1枚を手にとり、付着物が無いことを確認して下さい。次に、重量計のスイッチを入れ、断熱材を乗せて下さい(図15)。その上に「網八」1枚を乗せて下さい(図16)。そして、重量表示をゼロにして下さい(ゼロ点調整)。乗せていた「網八」を手にとると、表示は -11g程度を表示します。

手袋をしてヤットコを持ち、「網八」の上端部の中央部を掴みます(図17)。これで測定準備は完了です。



図12 「網八」セット。ヤットコ、重量計、耐熱材、BNスプレー、軍手が付いています。



図13 ヤットコは先端の形状が重要で、「網八」をしっかりと掴めることが要求されます。

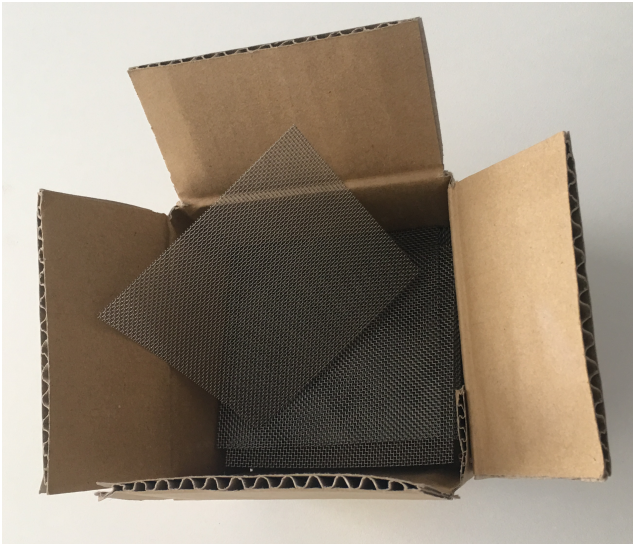


図14 「網八」は段ボールに入っています(100枚).



図15 重量計の上に耐熱材を乗せる。右は丸い耐熱材の例.



図16 「網八」1枚を乗せて、ゼロ点調整を行なって下さい.

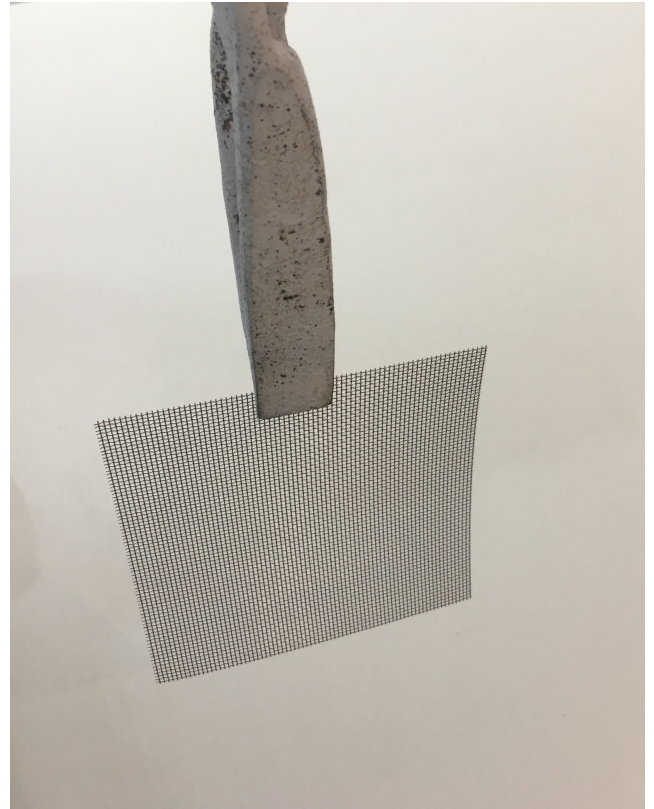


図17 準備完了。この状態で溶湯に浸漬します.

3.3 溶湯温度

測定する通常の溶湯温度は720～740℃程度です。ダイカストの場合は溶湯温度が低い場合が多いのですが、あまりに低いと「網八」の周囲で凝固が生じます。その場合、重量の測定値が大きく(重く)表示されます。そのためにダイカストの場合でも、なるべく680℃程度以上でご使用下さい。逆に純アルミニウムの場合は760℃以上と高い場合が多いのですが、この場合は問題がありません。

3.4 サンプリング

溶湯に対しておおよそ垂直に「網八」をゆっくりと挿入し、全体が浸かるまで浸漬します(図18)。そのまま、しずかに垂直に引き上げます。ただし、「網八」は炉前分析ですから、これらの操作を過度に厳格化する必要はありません。

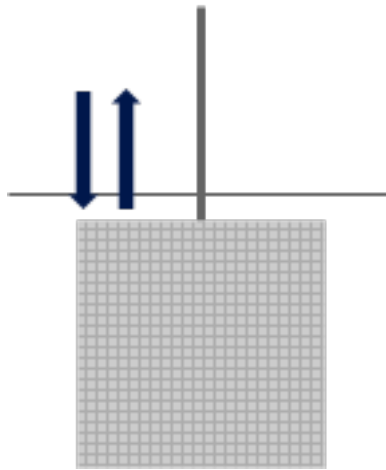


図18 サンプルング方法.

3.5 重量の測定

サンプルングした「網八」を、ゼロ点調整した重量計に乗せて下さい(図19). すると、付着した分の重量が表示されます(例えば5.2g). これが「網八」による溶湯性状度を示しています. きれいな溶湯は付着重量が少なく、きたない溶湯は付着重量が多くなります.



図19 サンプルングした「網八」を、ゼロ点調整した重量計に乗せて下さい.

4. 品質の評価

溶湯の清浄度は「網八」の付着重量の多寡により評価することができます. 図20は付着重量の例を示したものです. 付着重量が多くなる程、汚くなる(酸化物が多くなる)ことがわかります.

また、図21は「網八」とKモールド10倍拡大観察試

験法(K₁₀法)との関係(実験例)を示しています. 両者の間には相関が認められます. そのため、網八の付着重量が多くなる程、酸化物が多くなることがわかります.

ただし、何グラム以下であれば良いかという評価は、個々の事情により異なるでしょう. 使用される製品、工場などにより決定して頂ければ良いと思います. 一例を示せば表1のとおりです.

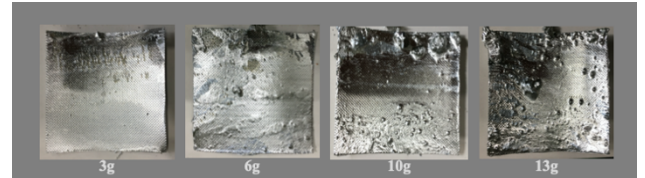


図20 付着重量の例.

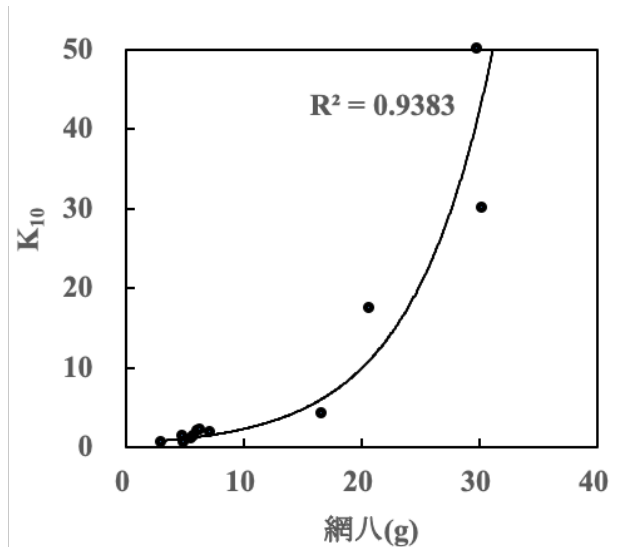


図21 「網八」とK₁₀法の関係例(実験値).

表1 品質の評価例.

	網八
延性鋳物ダイカスト	<2g
一般鋳物	<5g
一般ダイカスト	<8g

5. 測定例

5.1 インゴット

3社のインゴットを同条件で溶解して「網八」の測定を行ないました. C社については、キリコ溶解を行なったインゴットの調査も実施しました.

その結果、表2に示すように、インゴットのメーカーにより、酸化物量が異なることが判明しました.

また、キリコ溶解を行なったインゴットの酸化物量は多いことがわかりました。

表2 インゴット中の酸化物量の比較例.

	網八
A社	4.0g
B社	6.7g
C社	4.8g
C社(キリコ溶解)	5.6g

5.2 フラックス処理

B社のインゴット(6.7g)を同条件で3回溶解し、3種類のフラックス(0.4%添加)処理を行ないました。その結果、表3に示すように、優れた性能を示すフラックス(フラックス F)があることが判明しました。

表3 フラックスの性能の比較例.

	網八
フラックス D	5.1g
フラックス E	5.9g
フラックス F	4.3g

「網八」
100枚/ダンボール箱

メールでのお問い合わせ、御注文をお待ちしています。
✉ mm@MRDC.jp

6. 自動化の可能性

「網八」の動作は、溶湯に垂直に浸漬し、垂直に上昇させるだけの単純なものです。そのため、1軸の操作による自動化が可能と思われれます。検討されると良いでしょう。

おわりに

本冊子では、極めて簡便な溶湯清浄度の検査具である「網八」を紹介させて頂きました。铸造業者の皆様方がこれを大いに利用され、不良のない铸件、さらには延性の铸件やダイカストを製造して頂けることを願っています。

森中真行：アルミニウム溶湯清浄度の検査具「網八」使用説明書(2020)(株MRDC)

株式会社 MRDC
437-0215 静岡県周智郡森町森 845 番地の 4
www.MRDC.jp

M. Morinaka: "Al-net", an inspection tool for cleanliness of molten aluminum (2020) (MRDC Ltd.)
MRDC Ltd.
437-0215, Mori 845-4, Shizuoka, JAPAN
email: mm@MRDC.jp