

4. モールドフラックスの物性・成分測定方法

4-1. モールドフラックスの基本物性

モールドフラックスの基本的な物理的性質(以下、物性)には3つの重要な性質があります。

① 溶融速度

溶融速度とは、粉末もしくは顆粒状のフラックスが、外部からの熱を受けて溶け、スラグと呼ばれるガラス質の液体状態になるまでの速さの度合いのことを言います。

フラックスの溶融速度は、大き過ぎても小さ過ぎても操業や鋳片成績に影響を及ぼします。

適用する鋼種や操業条件に合った溶融速度に調整する必要があります。

② 溶融スラグの粘度

粘度とは、ある温度でのねばりの度合いのことを言います。

粘度は鋳型-鋳片間へのスラグの流入量を定める重要な因子です。

すなわち、粘度が高いと鋳型-鋳片間への流入量は減り、逆に低い場合は流入量は増えます。

極端に流入量が少ない場合、スラグ切れを起こし、潤滑不良となってブレークアウトの要因になります。

また極端に流入量が多い場合は、不均一流入(鋳型周方向で流入量に差がある状態)を起こし、

鋳片を不均一に冷却させた結果、縦割れ欠陥や湯面変動異常の要因になります。

鋼種・操業条件によっては、脱酸生成物(非金属介在物)の吸収や溶解により、溶融スラグの成分組成が変化し、粘度や凝固温度が変わることがあるので注意が必要です。

③ 溶融スラグの凝固温度

凝固温度は、鋳型-鋳片間のスラグフィルムが冷えて固まる温度で、鋳型-鋳片間の潤滑と鋳片の抜熱に関する重要な因子になります。

凝固温度の定義について各社各様あり、弊社定義については後述します。

ここで重要なことは、溶融速度に最も影響を与えるのは『骨材カーボンの種類と量』であり(【Fig.27】)、また溶融スラグの粘度および凝固温度に最も影響を与えるのは『化学成分組成』であるということです。

次に、各物性の測定方法の一例を御紹介します。

4-2. 溶融速度の測定方法

A. 滓化時間(ルツボ法)

試料3gの入った磁性ルツボを1300℃の電気炉内に静置し、試料が完全に溶けてガラス状になるまでの時間を計測します。

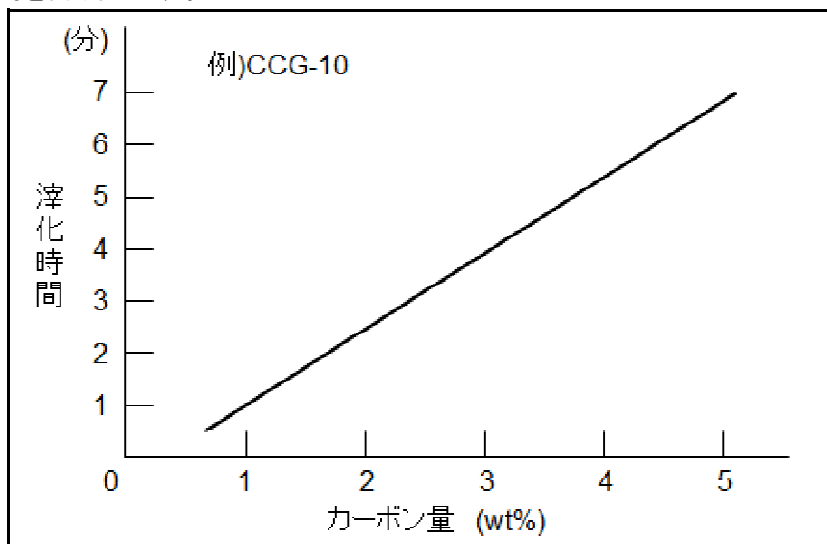


Fig.27 カーボン量と滓化時間(ルツボ法)の関係

B. 高周波誘導加熱溶解試験

所定温度に保持した溶鋼(3Kg)上に、試料50gを投入してスラグ層を形成します。

その上へ試料30g投入し、同時に試料上部より動画撮影を開始し、溶解過程を観測します。【Fig.28】

経過時間に対して溶解面積比率をプロットし、溶融タイプおよび溶融速度を評価する方法もあります。【Fig.29】

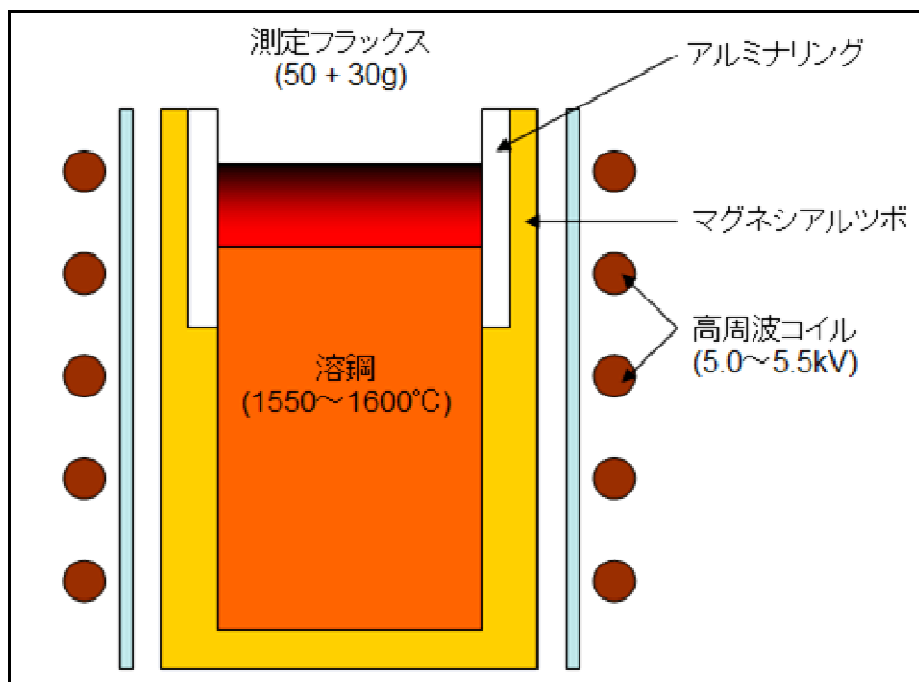


Fig.28 高周波誘導加熱溶解試験装置概略

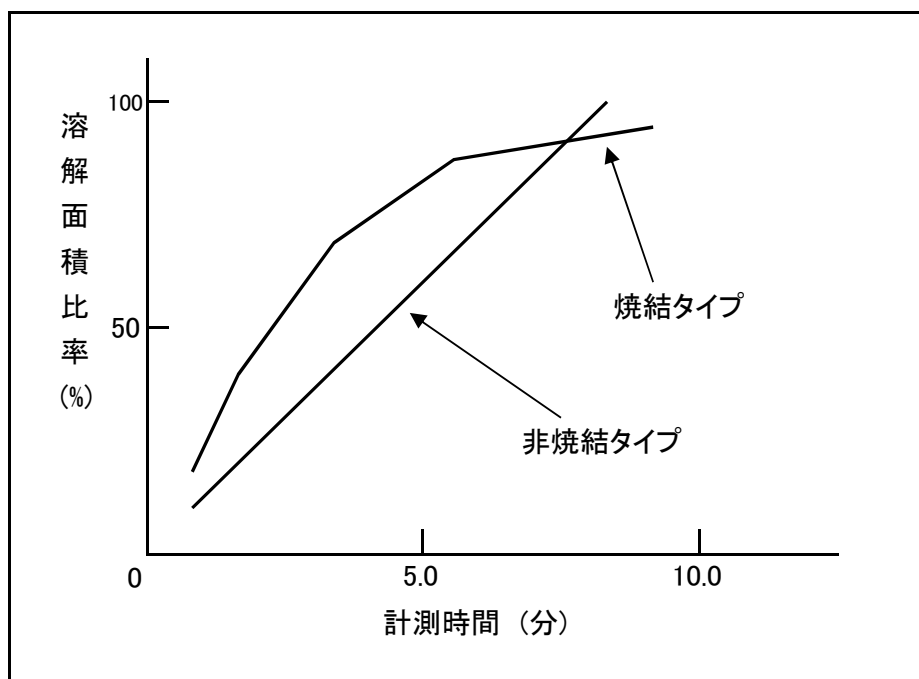


Fig.29 溶解面積比率評価の一例

4-3. 粘度・凝固温度測定方法

A. 回転円筒法

白金製ルツボ内の溶融スラグ400g中で白金製ローターをある回転数でモーター回転させた時に、モーターにかかる負荷(抵抗力)を測定し、次式によって粘度を算出します。【Fig.30】

また回転円筒法により測定した粘度データの一例をFig.31に示します。

通常、粘度値が100poiseを越えた時の温度をそのスラグの凝固温度としています。

【粘度計算式】

$$\eta = \frac{M(R_1^2 - R_2^2)}{4\pi h(R_1^2 R_2^2)2\omega}$$

η :	粘度	[Poise , g/sec·cm]
M :	モーターにかかる負荷	[g·cm ² /sec ²]
h :	ローターの高さ	[cm]
R ₁ :	ルツボ半径	[cm]
R ₂ :	ローター半径	[cm]
ω :	ローター回転速度	[1/sec]

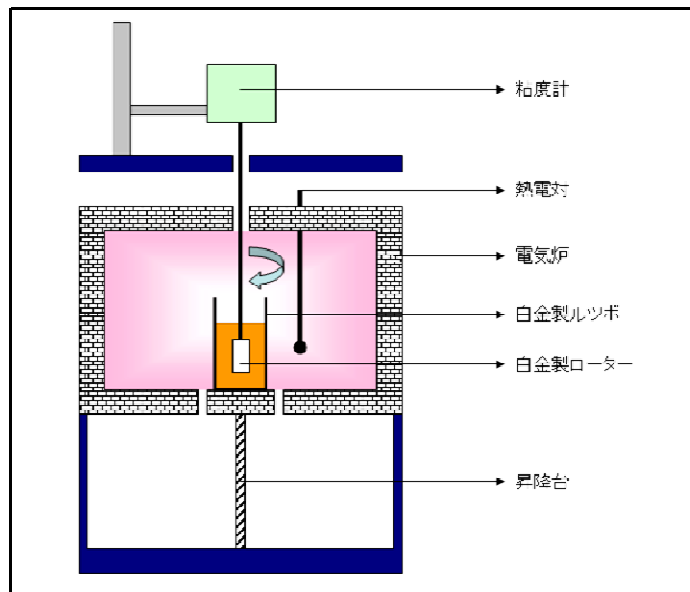


Fig.30 回転円筒式粘度測定装置概略図

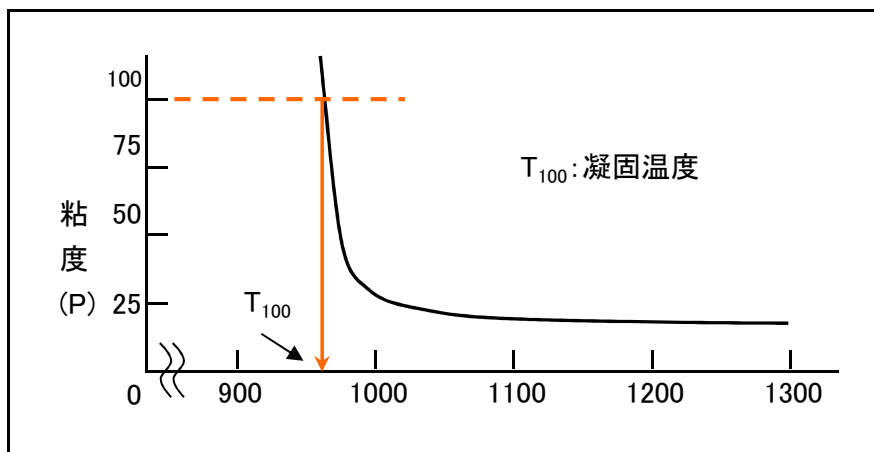


Fig.31 粘度-温度曲線

B. 球体引上法

白金線で吊るした白金製の球体を白金製ルツボ中の溶融スラグに浸し、ある重量の分銅を天秤に乗せた時に、白金球が単位距離を移動するのに要する時間を測定し、次式によって粘度を算出します。【Fig.32】

50g分銅を天秤に加えた時に、白金球が動かなくなった温度を凝固温度とします。

【粘度計算式】

$$\eta = KW(t - t_0)$$

η	: 粘度	[Poise , g/sec·cm]
K	: 装置定数	[1/sec ² ·cm]
W	: 分銅重量	[gcm]
t	: 白金球が単位距離を移動するのに要する時間	[sec]
t ₀	: 試料なしの状態に分銅Wを天秤に乗せた時、 白金球が単位距離を移動するのに要する時間	[sec]

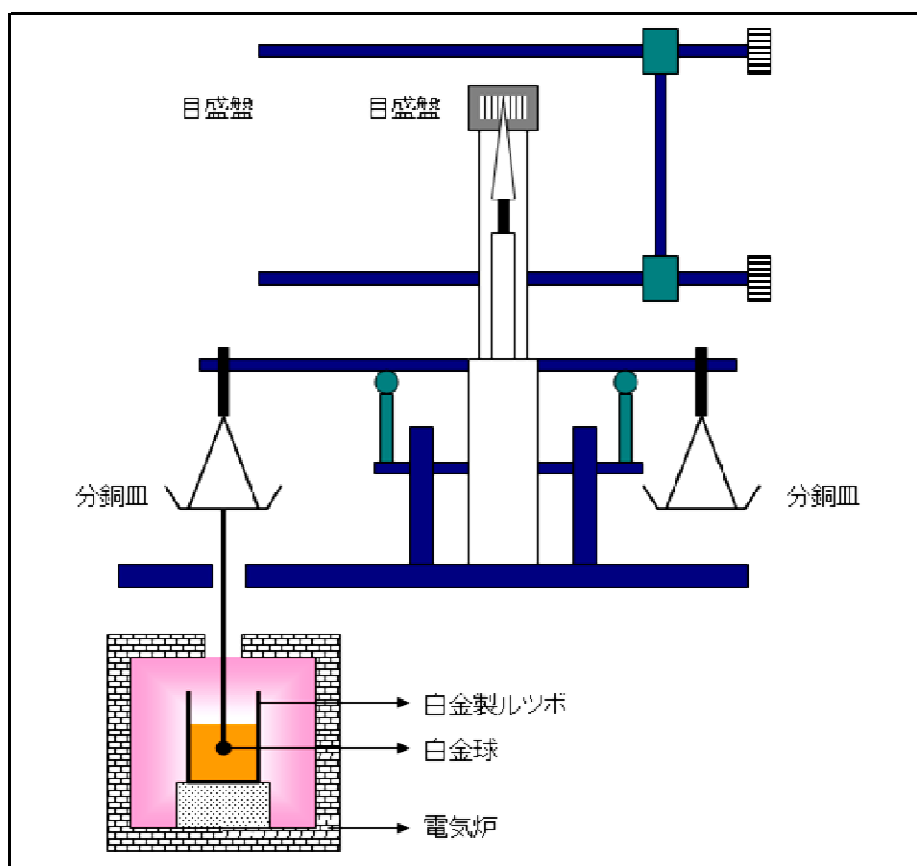


Fig.32 球体引上式粘度測定装置概略図

4-4.成分分析

A. 炭素分析

分析装置:堀場製作所製 熱伝導度式炭素分析装置 EMIA-321V

高周波燃焼装置により、分析試料を加熱、燃焼し、発生した二酸化炭素を熱伝導分析で定量し、試料中の炭素含有量を測定する。

B. 成分分析

分析装置:リガク電機製 蛍光X線分析装置 RIX3100

分析元素:SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、BaO、Fe₂O₃、Na₂O、K₂O、TiO₂、MnO、ZrO₂、F、S、P

標準試料の成分とX線強度とを対応させた検量線から、試料のX線強度を検量線上で読み取り、成分を算出する。

4-5.軟化温度・流動温度の測定(ボート法)

測定試料は、焼成(900℃×1時間)により脱炭処理(カーボンを除去)したものを使用します。

アルミナボート(右図)に測定試料を乗せ、所定温度の電気炉内に

15分間保持した後取り出し、試料の溶融具合を観察します。

この時、試料表面に光沢のある溶融スラグができた状態の温度を軟化温度、完全に溶融スラグ化したときの最低の温度を流動温度としています。【Fig.33】

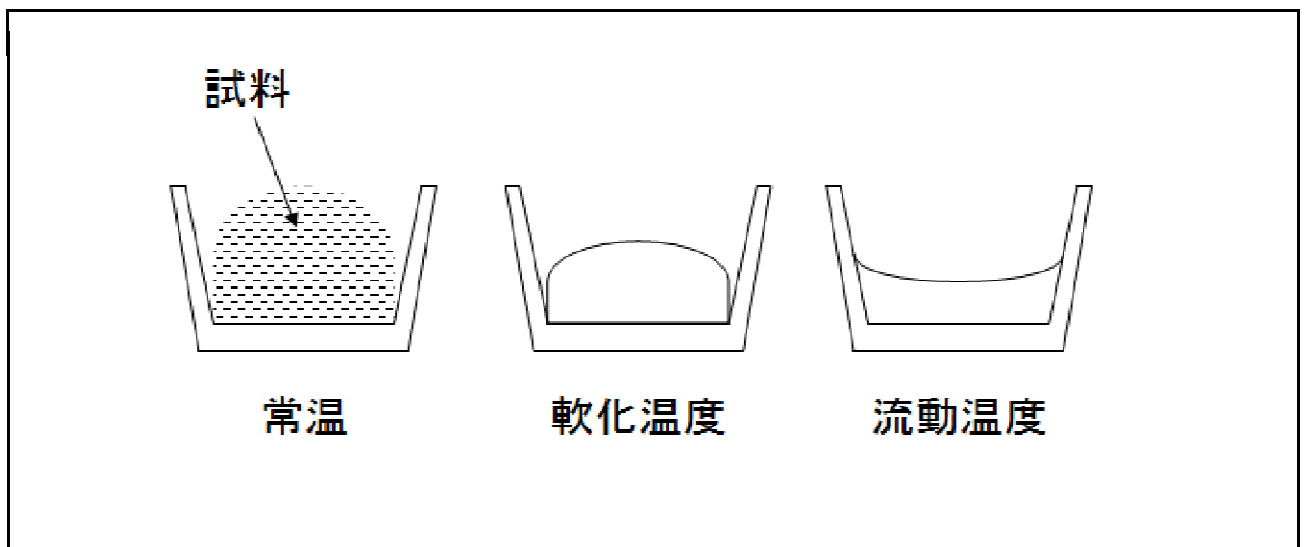
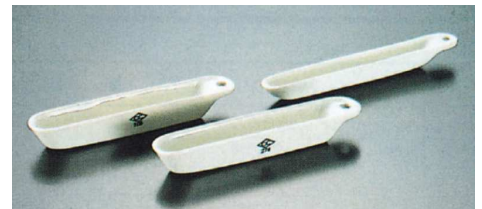


Fig.33 軟化温度と流動温度

参考文献

- 1) 戸崎泰之、第153,154回西山記念技術講座(1994)「スラブ鑄片品質向上技術の最近の動向」
- 2) 反町健一、第153、154回西山記念技術講座(1994)「連鑄プロセスへの電磁気力の利用技術」
- 3) 平櫛敬資、他、耐火物 38[4](1986)