

3. モールドフラックスの設計方法

3-1. 極低炭素鋼

(1) 浸炭防止

モールドフラックスから溶鋼への浸炭現象は、湯面の変動により溶鋼が熔融スラグ上のカーボン濃化層と接触して起こると考えられます。【Fig.21】

浸炭対策としては、①湯面変動に対して溶鋼とカーボン濃化層とがより接触し熔融スラグ層を厚くし(20mm以上)、接触しないようにする、②熔融スラグ上のカーボン濃化層を減らす、等の方法があります。

十分な熔融スラグ層の確保のためには、骨材カーボン添加量を必要最小限(1.0wt%前後)とし、さらに熔融がスムーズにいくよう軟化温度を低めとします。

またカーボン濃化層を減らすためには、カーボンを積極的に酸化させる助燃剤の添加も行われています。

(2) 脱酸生成物の吸収能向上

スラグの塩基度(CaO/SiO₂)を1.0以上に設定し、脱酸生成物の吸収能を高めます。

(3) 鑄片へのスラグ付着防止

凝固スラグのガラス化を促進することで、モールド下で鑄片に付着したスラグの剥離性を高め、表面欠陥を防止します。

(4) 凝固シェル爪部の成長抑制

炭素含有量4%未満の鋼においては、一般的にその溶鋼中の炭素量が少ないほど、鋼が凝固し始める温度、すなわち液相線温度は高くなります。【Fig.22】

したがって、炭素量の少ない極低炭素鋼は他の鋼種に比べて液相線温度が高く、溶鋼の保温性が不足すると凝固シェル爪部が過剰に成長し、浮上してきたガス(例えばAr)、あるいは脱酸生成物がトラップされて鑄片表面欠陥の発生要因になります。

爪の成長を抑える為のモールドフラックスの設計としては、①金属粉の添加、②スラグフィルム液相部の熱伝導率を小さくする、等の方法があります。

① 金属粉の添加

金属が酸化する際に熱を放出する発熱作用を利用し、メニスカス部の保温性を高め、凝固シェル爪部の成長を抑えることができます。

② スラグフィルム液相部の熱伝導率を小さくする

結晶の核となるZrO₂やTiO₂等を添加し、スラグフィルム液相部を懸濁させることにより熱伝導を下げ、凝固シェル爪部の成長を抑えることができます。【Fig.23】

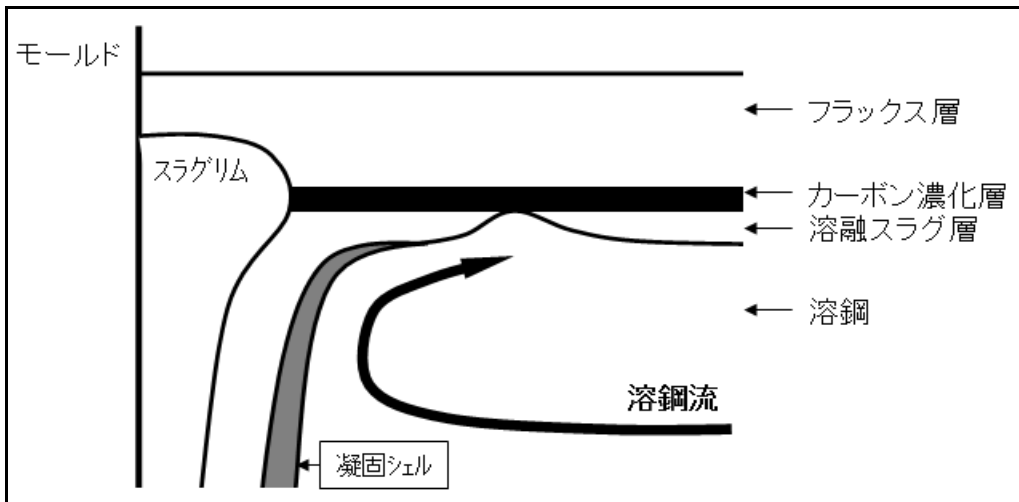


Fig.21 浸炭現象

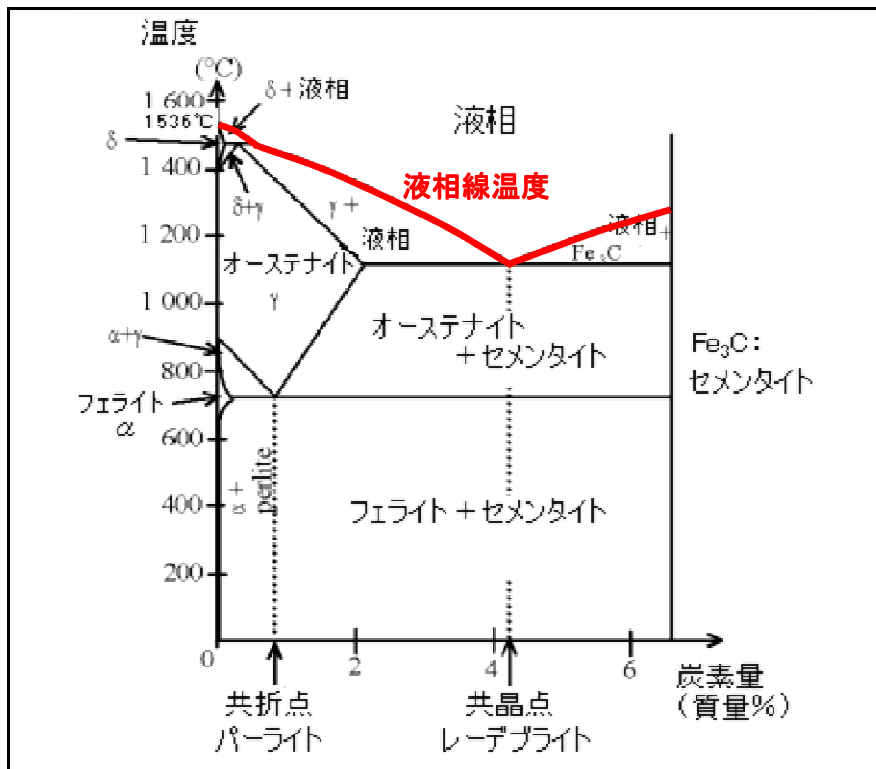


Fig.22 Fe-C状態図

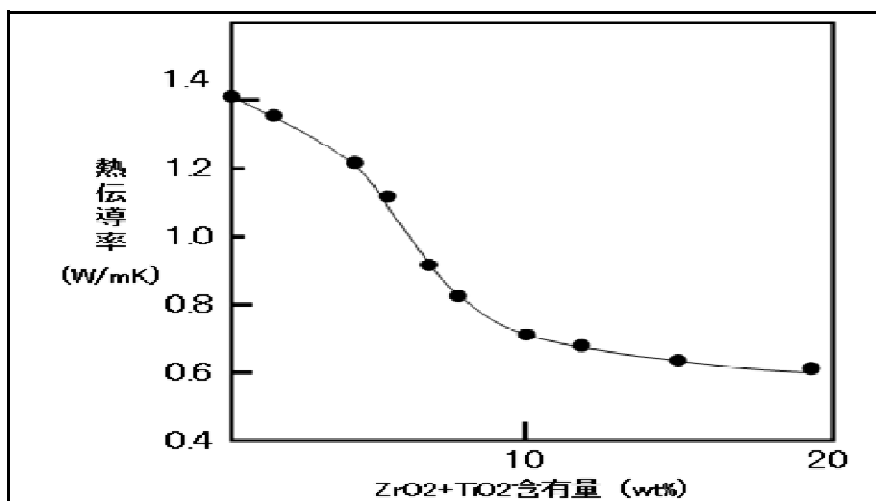


Fig.23 ZrO₂、TiO₂添加によるスラグの熱伝導率の変化

3-2.低炭素鋼(高速)

(1)粘度・凝固温度の調整

連鑄設備能力や生産効率の向上に伴って鑄造速度も年々大きくなってきています。

一般的に、鑄造速度が増すと鑄型振動数(単位時間当たりの鑄型の上下往復運動数)が増えるため、鑄型-鑄片間への溶融スラグの流入量は減少し、潤滑性が悪化します。

したがって、最大鑄造速度時に十分な流入量が確保出来るよう、モールドフラックスの粘度・凝固温度を下げる必要があります。【Fig.24】

融材の添加による粘度低下としては、 Li_2CO_3 、 NaF 、 CaF_2 の順に効果があります。

凝固温度低下としては、 B_2O_3 、 Li_2CO_3 、 NaF の順に効果があり、操業に合わせて組み合わせています。

(2)溶融速度の調整

上記融剤の添加量を多くすると、粘度・凝固温度は低下しますが、一方で、溶融過程における焼結層の割合は多くなります。とりわけ湯面変動の大きい場合、スラグリムが肥大化し、鑄型-鑄片間への溶融スラグの流入を阻害し、潤滑不良を起こす危険性があります。これらを防止する為には、焼結層の割合を少なくする必要があります。

焼結を抑えるには、微粒カーボン添加量を増やすと効果がありますが、逆にフラックスの溶融速度は小さくなってしまいます。この相反する特性を両立させるべく助燃剤を添加する手法がとられます。助燃剤によって微粒カーボンを積極的に酸化させ、溶融速度を調整するとともに、酸化に伴う熱をも利用して基材・融材をスムーズに溶解させます。

(3)顆粒フラックスへの膨張性原料の添加

顆粒フラックスは、その形状差故に粉末品よりも保温性に劣ります。この欠点を補うため、熱が加わると顆粒が壊れ、粉塵がたない程度に粉化するよう膨張性原料を添加します。膨張性原料の添加により、顆粒品でも粉末品と同等の保温性が得られます。

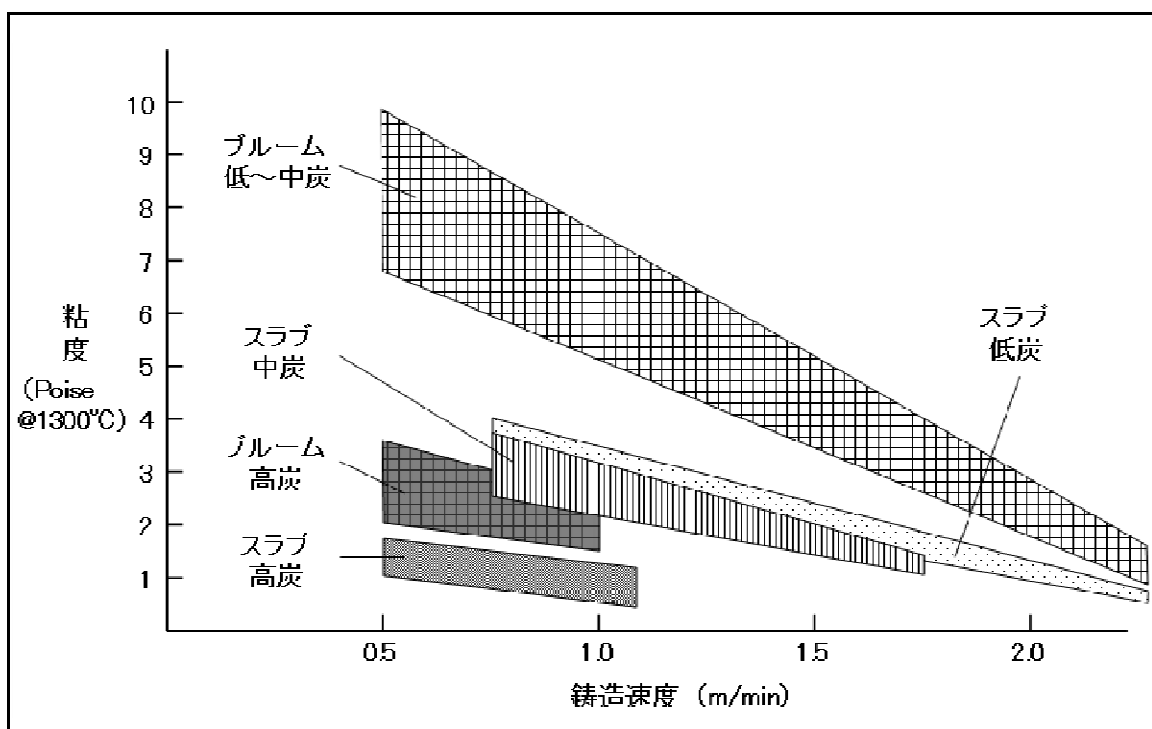


Fig.24 鑄造速度に対するフラックス粘度の適用範囲

3-3.中炭素鋼

(1)低粘度・高凝固温度

鑄型-鑄片間のスラグフィルム層において、①鑄片からの抜熱を均一にし、②鑄片からの抜熱を緩和することによって、鑄型内の鑄片を均一に凝固させ、鑄片割れを防止することができます。

鑄片からの抜熱量を均一にする為にはスラグフィルム厚みを一定にする必要があります。

すなわち、鑄型-鑄片間への溶融スラグ流入量を常に一定に保ち、エアーギャップ層の厚みを均一にする必要があります。

また、鑄片からの抜熱の緩和には、溶融スラグの凝固温度を上げてスラグフィルム の固相部厚みを大きくすることと、固相部の熱伝導度を下げる為に結晶化度を大きくすることが効果的です。【Fig.25】

凝固温度を上げると、スラグフィルム液相部が薄くなり潤滑能が低下しますので、これを補うために粘度を下げる必要があります。

塩基度(CaO/SiO₂)は1.1~1.4、凝固温度は1150~1250°C、粘度0.5~2.5Poise(at1300 °C)に調整するのが一般的です。

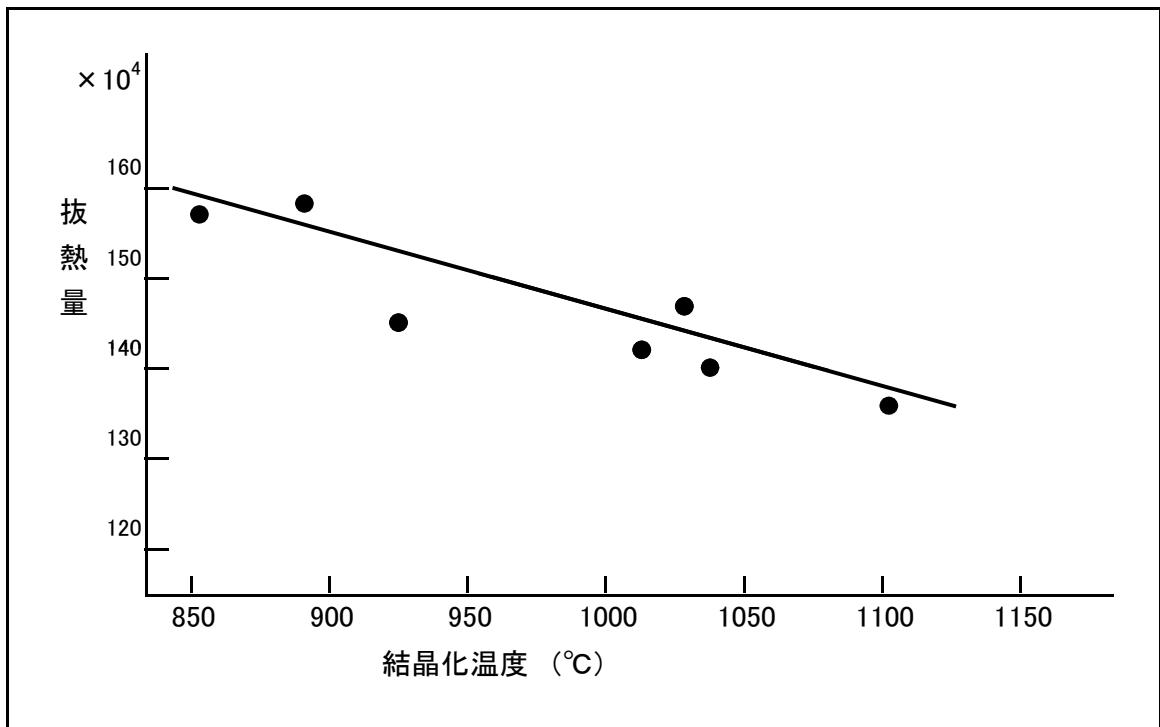


Fig.25 スラグの結晶化温度と鑄片抜熱量

