技術文献

機械的原因により発生する差し込み欠陥（1／3）

AFS　鋳型と金属の界面反応研究委員会（4－F）

Modern Casting, vol. 84, 1994, 9, 44

burn-on, burn-in 或いはpenetrationといわれている金属差し込み欠陥の発生原因説明のために、多くの理論がある。そのあるものは、実験と観察によって確められているが、実験的証拠に欠けるものもある。

本連載論文は、1990年のAFS研究報告No.2の中で詳細に探求された“鋳造金属の差し込み欠陥形成の理論の詳細論文”の概要である。

一般的には、溶融金属は、けい砂を濡さない。然しながら、過剰の圧力は溶融金属を砂粒子の中にある空所の個処に押しつける。機械的或いは溶融状態の差し込みが生じるためには、即ち溶融金属を細い孔に押し込むためには、鋳型と金属の界面に十分な圧力が存在していなければならない。

金属の静水圧

金属の静水圧とは、鋳型キャビティ中の金属と重量の測定値である。金属静圧による差し込みに必要な圧力は、金属の表面張力と鋳型の密度に比例する。それは、鋳型集合体の大きさと形状及び全体の鋳型－金属系の濡れ特性により影響を受ける。集合体の粒子の大きさが増すと砂粒子間の空間が増え、金属が鋳型に差し込むのに必要な圧力は減少する。それは、各種の篩分布粒度の砂が適当な鋳型の通気度を維持するためと、完全な混砂と突き固めのため必要とされるからである。

金属静水圧による差し込みでの他の要因は温度である。粘土系粘結系砂では、差し込み圧力は温度が増える時には、直線的には減少しない。生型で932～2552F（500～1400C）の温度では、粘結用粘土の膨張のため、平均の細い孔の半径を減らす。2552～2912F（1400～1600C）では粘土は焼結し砂粒子と融合する。2912F以上では、鋳型と金属の界面は、不浸透性のガラス化した表面と融合する。このガラス化した表面を鋳物から除去し安さの難易は、金属の冷却速度如何による。

温度は又化学粘結系でも役割を演じる。可使時間を過ぎているか又は高温で化学粘結剤を使用すると、低密度の中子を作ることになり、金属差し込みの深さを増す。鋳込温度が低いと差し込みも少ないが、金属粘度への温度の影響は、金属差し込みにさほど大きな影響は及ぼさない。

'95-10-02 14:11 T-808 P.01

動的圧力

動的或いは動力学的圧力は、鋳型キャビティへの溶湯流入により発生した圧力が原因となる。動的圧力の影響は鋳込速度を調整し、鋳型への溶湯の充填を静かにするように鋳造方案を適切に設計することにより、最小にすることが出来る。溶湯を迅速に鋳込まなければ、動的圧力により引き起される差し込みの可能性は少なくなる。

爆発圧力

もし機械的差し込み或いは液状差し込みが、やわらかい鋳型の原因で金属静水圧により生じた場合は、解決方法は鋳型をより高い密度に突き固めるしかない。しかし、高圧鋳型でもしばしば差し込み不良が多発することがある。この原因は鋳込みサイクル間に突然、水蒸発によって引き起された鋳型キャビティ中の爆発圧力の結果であり、爆発の際の強さが差し込み範囲の深さと大きさを決める。もし金属が急速に凝固すると、上記のバブルが鋳物の中に閉じ込められることがある。

爆発差し込み欠陥は、鋳込み条件、鋳型突き固め及び鋳型成分との関連で界面における鋳型の熱伝導度に関係するように見える。

鋳込み条件

鋳込み速度が早く、鋳込み温度が低いと爆発差し込みが増す。これは、より高い鋳込み速度により引き起された高い接触圧力の作用により、より急速な熱移動との関連で低い鋳込み温度でより早く凝固している金属に差し込むための結果として発生する。

鋳型突き固め圧力

鋳型の突き固めを増す事と爆発差し込みとの関係は鋳型硬さと鋳型の熱伝導能力との関係によって説明される。鋳型の硬度と密度が上ると鋳型の熱伝導能力も又増加し、より早い湿度の蒸発を生じる。このことは高密度造型法には適当な空気抜きが必要となることを再確認させる。

鋳型の突き固め

粘結剤としての粘土とその他の添加剤は、鋳型材料のより高い熱伝導能力と低い通気度を導く結果となる。このことは水爆発の傾向を増すことになる。造型用砂の水分調節と適当な砂選択が高密度造型法にはもっと必要となる。
この研究では粘土粘結剤或いは他の粘結剤と鋳型の通気度との関係は特に調査しなかった。

浸出圧力

鉄が凝固する間、黒鉛の析出により金属の膨張を引き起こす。高圧造型ではこの

'95-10-02 14:12 T-808 P.02

膨張が鋳物砂の中に無理に押しつけられる事がある。粗い粒子の鉄の場合、凝固の途中で残留している溶解鉄は、鋳型の中に存在している空所に追いやられ易い。つまり、粗い粒子は共晶セルが大きく網目が広いため溶解鉄にとり広い水路となるためである。

接種した鉄の凝固の場合には、細い結晶組織と付随して起きる膨張は、浸出による差し込み欠陥を防ぐ。浸出差し込みは炭素当量と共に増し、共晶組成で最高に達する。亜共晶鉄での浸出差し込みの可能性は少ないが、この理由は現在のところ不明である。りんを少量に添加（約0.2％）すると、浸出差し込み発生を減らすか無くす。

しかし、りんを増すと引け巣欠陥が増える。

（S．M．）