

铸铁的孕育

中江 秀雄

(1.日本坩埚株式会社; 2.早稻田大学)

1 序言

众所周知,对铸铁液进行孕育,白口深度将变浅,共晶凝固温度将上升。因此,对片状石墨铸铁液进行孕育的结果,D型石墨变成A型石墨,抗拉强度将增大(图1)。而对球状石墨球铁液进行孕育,则石墨颗粒数增加,缩孔倾向减少。根本原因在其凝固形态发生了变化。

2 铸铁的宏观凝固

片状石墨铸铁的凝固过程是先析出初生奥氏体,之后开始共晶凝固。而球状石墨铸铁,通常先析出初生石墨,之后开始共晶凝固。对片状石墨铸铁液进行激冷,即加快凝固速度(铸件的壁厚减薄)则产生白口组织,同时易析出D型石墨(如图2)。图2的上方是白口倾向测试试样,越往右凝固速度越大,凝固速度大的部分将产生白口组织,这与凝固温度—凝固速度曲线相一致。与此相对应,直径30mm的圆棒凝固时间为5min。这个圆棒的凝固速度为 $15\text{mm}/5\text{min} = 180\text{mm/h}$ 。这个速度被称为宏观凝固速度。

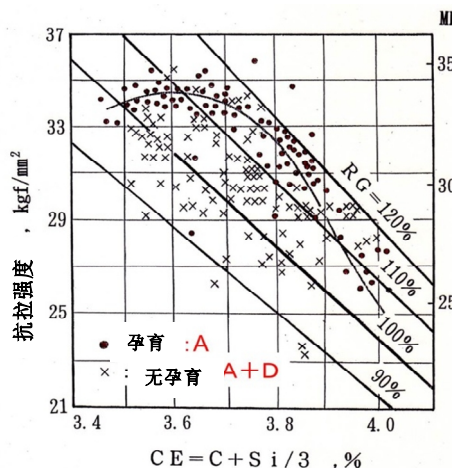


图1 孕育处理对片状石墨铸铁的影响

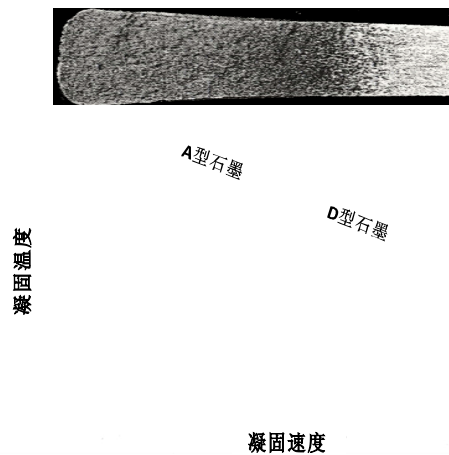


图2 凝固速度对片状石墨铸铁组织的影响

3 铸铁的微观凝固组织

具有共晶成分的片状石墨铸铁液在 1500°C 保温,孕育对试样的共晶团的影响如图3所示。从图中可知,保温时间越长共晶团晶粒直径越大,孕育处理使共晶团晶粒直径变小。未进行孕育处理的共晶团晶粒的直径大约 0.9mm ,而进行孕育处理的试样的共晶团晶粒的直径大约 0.25mm 左右。这个共晶凝固过程产生的结晶称为共晶团。

在前边叙述过的直径为 30mm 的试样的宏观凝固速度是 180mm/h 。这时各个共晶团凝固时间与试样完全凝固时间大约相同。因此,未进行孕育处理的试样的共晶团直径为 0.9mm , 5min 凝固完毕,其微观凝固速度为 10.8mm/h 。与此相对应,进行孕育处理的试样微观凝固速度为 3.0mm/h 。由此可知,由于孕育处理使微观凝固速度大幅度变小。结合图2分析,可观察到孕育使共晶团的凝固速度

从 10.8mm/h 减小到 3.0mm/h。即可以认为图 2 中的凝固速度从右向左移。由于孕育处理微观使凝固速度变小, 结果 D 型石墨变成 A 石墨, 白口变成 D 型石墨。

对球状石墨铸铁进行孕育, 则增加石墨数量(石墨的直径变小)。球状石墨铸铁来讲, 一个石墨形成一个共晶团。因此, 孕育处理使球状石墨铸铁减小微观凝固速度。

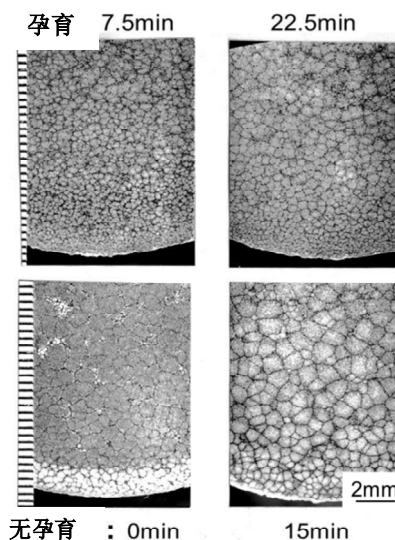


图 3 孕育和铁液保温时间对共晶团的影响

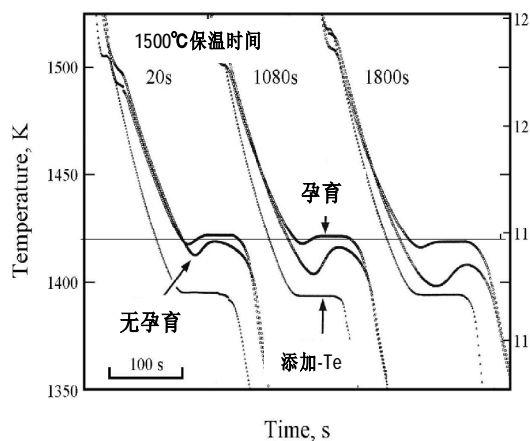


图 4 共晶凝固温度对孕育和铁液保温的影响

直径为 30mm 的圆棒铸型里浇注球墨铸铁液, 得到的石墨半径大约为 10 μ m 的石墨。其详情这里不在叙述, 但由此可求得球墨铸铁共晶团的半径为 24 μ m。不管是球墨铸铁还是片状石墨铸铁铸件完全凝固时间大约相同(直径 30mm 试样), 凝固时间需约 5min。因此, 球状石墨铸铁的微观凝固速度约为 290 μ m/h = 0.3mm/h。与片状石墨铸铁的 10.8mm/h 相比, 可知球铁石墨铸铁的凝固速度很缓慢。同时这个现象带来了球墨铸铁的共晶凝固温度的下降。

4 结语

孕育处理, 片状石墨铸铁还是球状石墨铸铁都有细化共晶团的作用, 其结果使微观凝固速度变慢。这个现象减少了白口化倾向, 造成共晶温度上升。而且, 片状石墨球铁中通过石墨的 A 型化, 带来了抗拉强度的上升, 而球墨铸铁孕育处理可减少缩孔和防止异常石墨的生成。