

厚肉FCDに対する掛堰2次接種の効果

(株) 宇部スチール ○榎谷 歩 鶴井幸雄 糸藤春喜
村上 勝 山田 肇

1. 緒言

FCDの接種処理は、一般に取鍋にて球状化処理と同時に進行。しかし、この処理方法を厚肉FCD品に用いた場合、処理～ casting～凝固開始までの経過時間に伴うフェーディングが問題である。そこで本実験では、処理～ casting間のフェーディングを補う為の掛堰2次接種の実施、及び casting内でのフェーディングを抑える為の冷金使用の効果、又、両者の関係について検討した。以下に具体的な処理方法、及びマイクロ組織と機械的性質に及ぼす効果等について報告する。

2. 実験方法

2-1 掛堰2次接種

10Ton 低周波誘導炉にて溶製した元湯9Tonを、サンドイッチ法にて球状化及び一次接種処理を同時に行った。この溶湯を、Fig. 1に示す要領で各テストブロック（以下、TBと略す）に castingした。掛堰での2次接種処理は1654Kで行い、2次接種溶湯を1627Kで、無接種溶湯を1609KでTBに castingした。球状化及び1次接種処理から casting完了までの時間は10～15分とした。各TBの中心には熱電対をセットし、凝固冷却曲線の測定も行った。尚、TBの機械的性質は、FCD400を目標とした。

2-2 ミクロ組織の調査

全てのTBより、Fig. 2に示す要領で20mm立方体のミクロ試験片を採取し、ミクロ組織の調査を行った。調査は、球状化率 (JIS G 5502), 黒鉛粒数, 黒鉛粒径, フェライト率について行なった。

2-3 機械的性質の調査

機械試験は、引張試験及びHB硬度試験について実施した。引張試験片はJIS 4号とし、Fig. 3に示す要領で採取した。又、HB硬度試験(10/3000)は、各引張試験片のホルダー部で実施した。試験は、TB縦断面方向を基準に実施し、冷金使用のTBについては、横断面方向についても実施した。

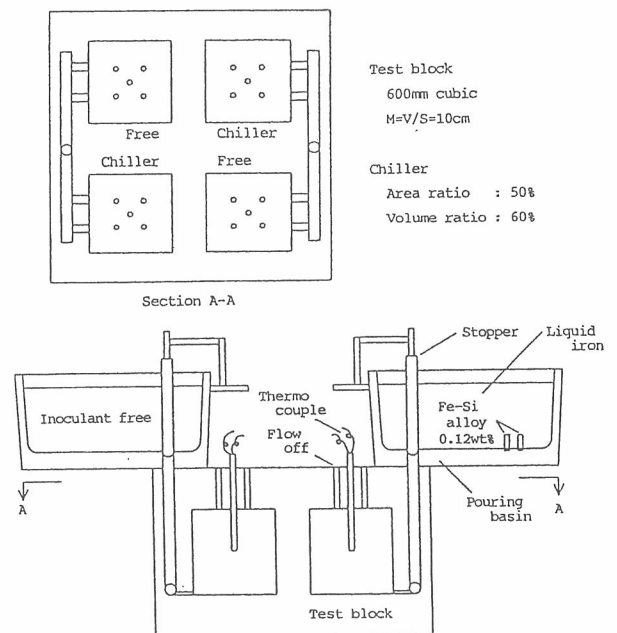


Fig.1 Experimental procedure for post inoculation at pouring basin and cast design for test blocks.

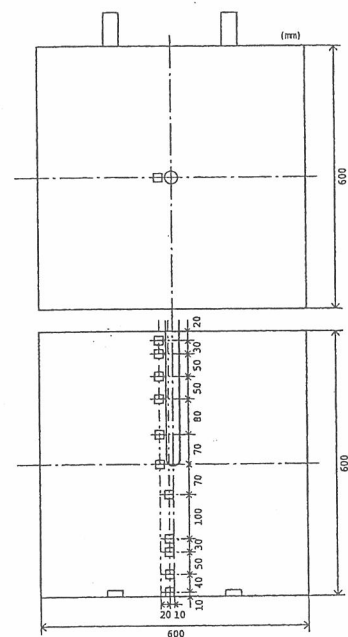


Fig.2 Position taken micro test pieces in test blocks.

3. 実験結果

3-1 接種剤の歩留り及び凝固挙動への影響

掛堰における Fe-Si合金の溶け込みは良好で、0.08wt% Si-up の目標に対し、ほぼ 100%の歩留りを示した。化学成分の分析結果をTable 1に示す。各TBの凝固冷却曲線 (Fig. 4) より、冷金を使用していないTBでは、掛堰2次接種を行った方の初晶に若干の再輝現象が見られた。一方、冷金を使用したTBでは、2次接種を行った掛堰の方が鑄込み温度が高かったにもかかわらず、凝固が30分以上も早く終了し、共晶凝固に伴う温度停滞もほとんど見られなかった。

3-2 ミクロ組織

Fig. 5に、試験片採取位置に対する黒鉛粒数、黒鉛粒径、球状化率それぞれの推移を示す。尚、黒鉛粒数、黒鉛粒径については、冷金を使用していないTBの場合、Fig. 6に示す様な長時間凝固に伴う黒鉛形状の劣化、粗大化が認められ、球状黒鉛組織として取り扱う事が困難であった為、冷金を使用したTBについてのみ調査を行った。まず、冷金を使用したTBにおける黒鉛粒数、黒鉛粒径については、掛堰2次接種による改善が明らかに認められ、各測定点において黒鉛粒数で10~50個/mm²、黒鉛粒径で5~20 μ mの差が生じた。球状化率では、冷金使用の有無に関わらず、各測定点の間で若干の差が見られた。又、TB間の比較では、相対的に掛堰2次接種を行った方が高い値を示した。フェライト率についても、球状化率と同様の傾向であった。Fig. 7に、冷金を使用したTBのミクロ組織の一例を示す。

3-3 機械的性質

Fig. 8に、試験片採取位置に対する抗張力、0.2%耐力、伸び、絞りそれぞれの推移を示す。各試験位置共、掛堰2次接種を行った方の抗張力、0.2%耐力が高い値を示した。伸び、絞りについては、ほぼ同等であった。HB硬度は、掛堰2次接種を行った方が、若干高い値で推移する傾向を示した。

4. 結言

厚肉FCDに対して、掛堰2次接種と冷金を併用することにより、ミクロ組織中の黒鉛粒がより微細化し、粒数が増加することを確認した。又、機械的性質に関しては、強度の改善に有効であることがわかった。

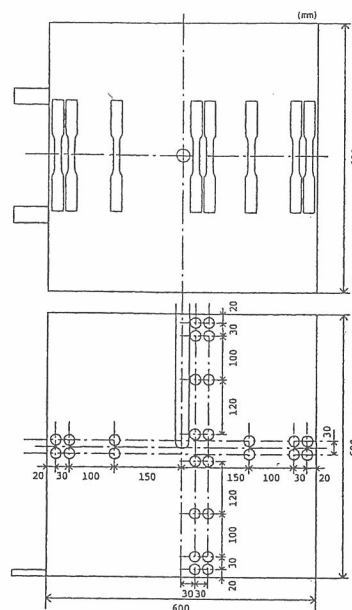


Fig. 3 Position taken tensile test pieces in test blocks.

Table 1
Result of chemical composition by emission spectrographic analyzer(wt%).

Sample	C	Si	Mn	P	S	Ce	Mg
Base	3.47	1.47	0.16	0.053	0.013	-	-
Ladle	3.43	2.41	0.17	0.053	0.010	0.009	0.052
Pouring basin 1 (Post inoculation)	3.48	2.49	0.17	0.054	0.010	0.007	0.049
Pouring basin 2 (No inoculation)	3.51	2.40	0.17	0.057	0.010	0.007	0.045

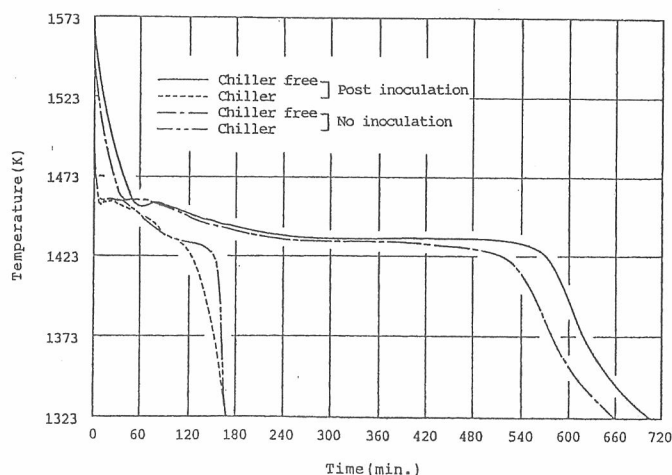


Fig. 4 Cooling curve of test blocks post inoculated and uninoculated at pouring basin.

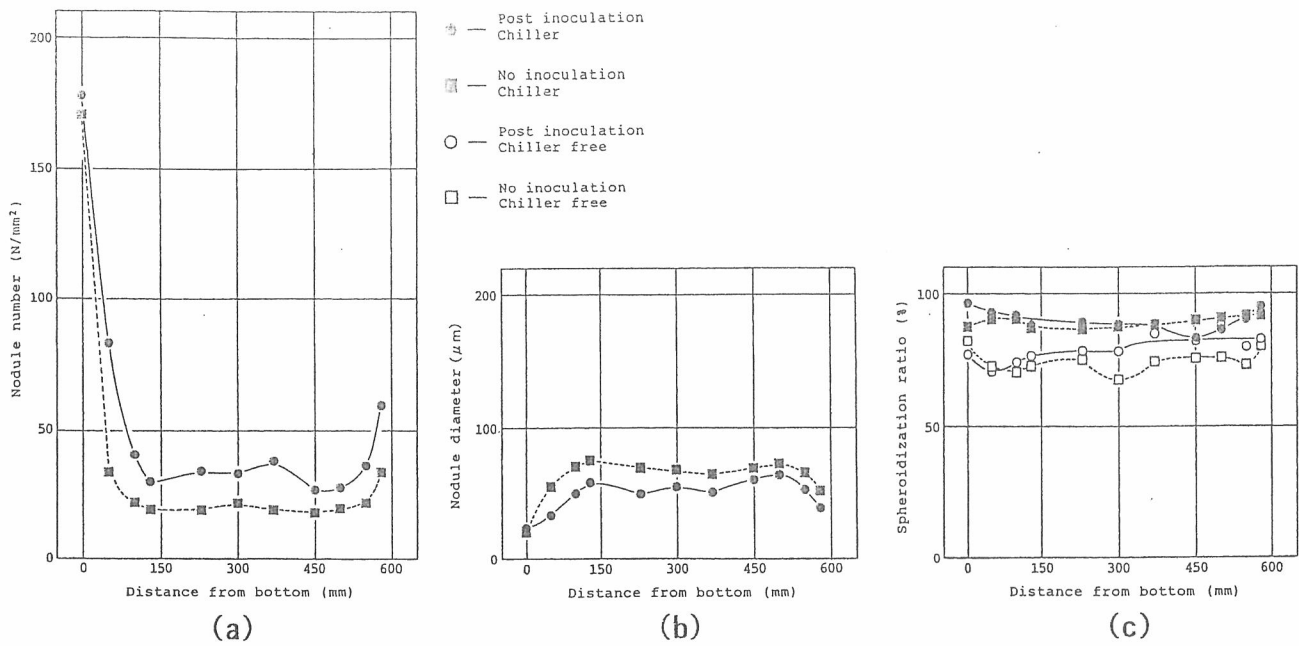


Fig.5 Influence of post inoculation and chillers on microstructural properties; (a) nodule number, (b) nodule diameter and (c) spheroidization ratio.

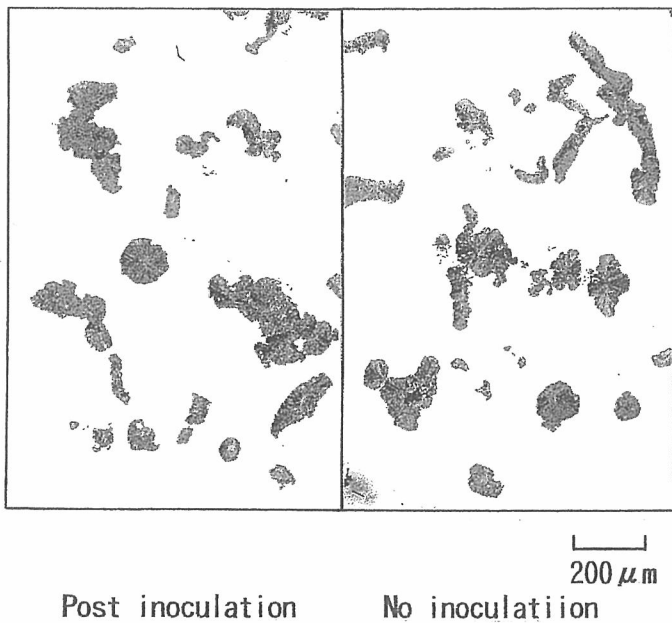


Fig.6 Graphite structure at center in chiller free test blocks. (5% Nital etch)

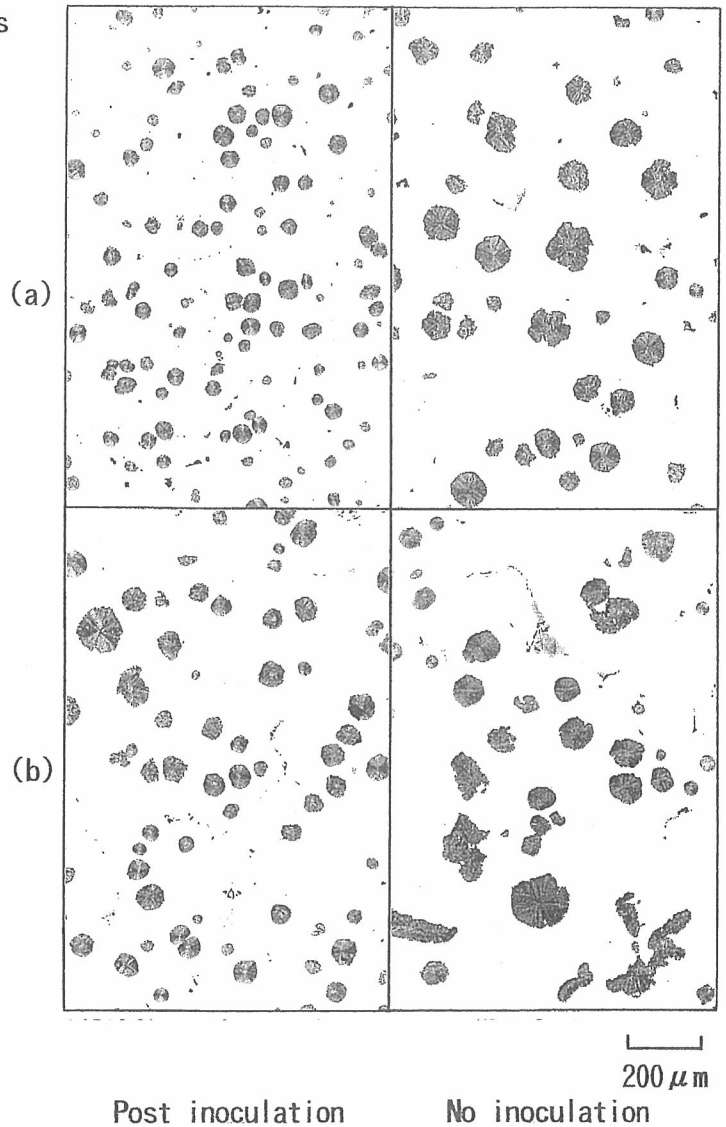
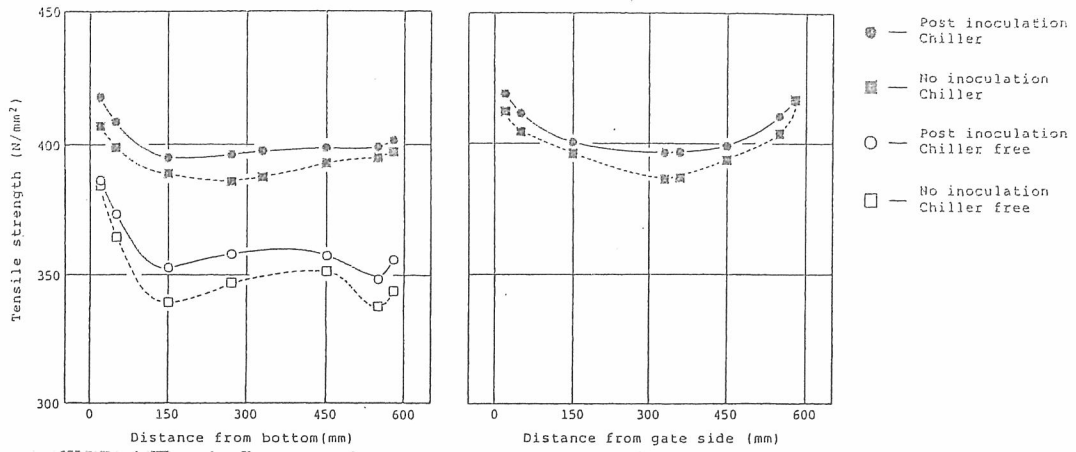
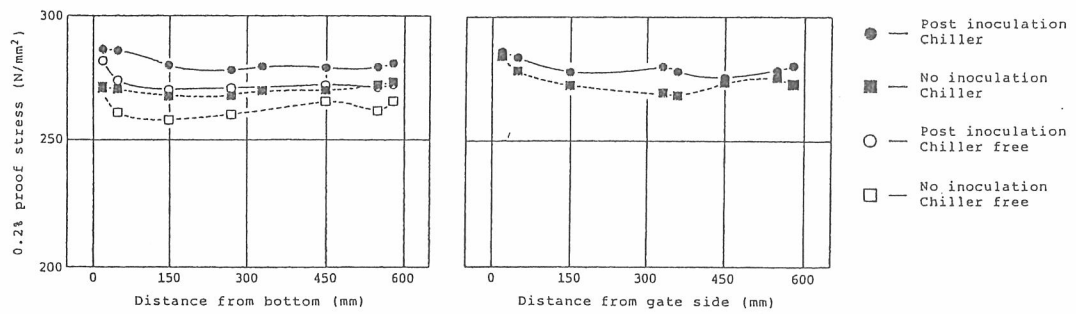


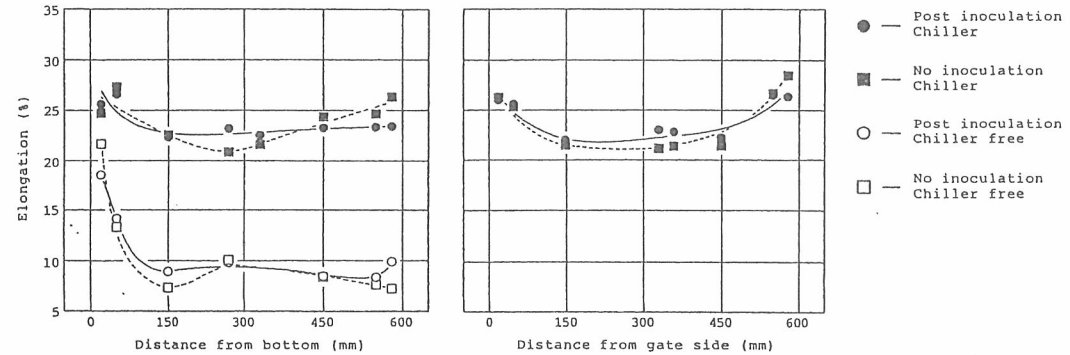
Fig.7 Improved graphite structure by post inoculation and chillers in test blocks; (a) 50mm from bottom and (b) center. (5% Nital etch)



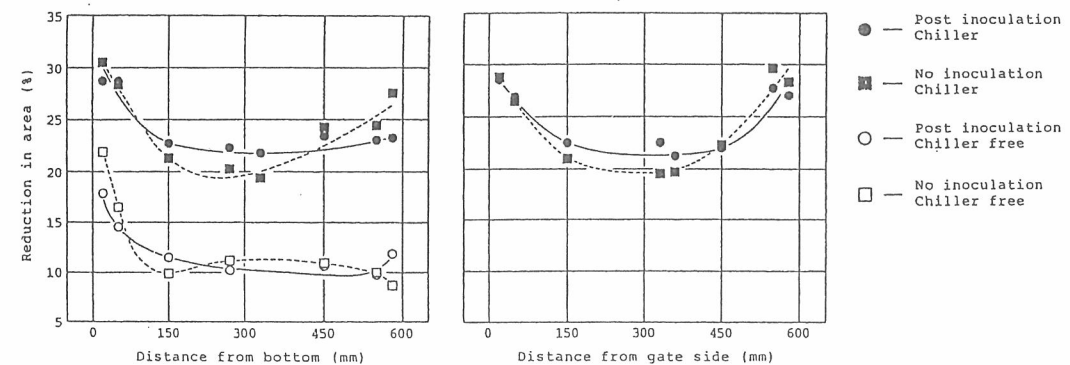
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.8 Comparison of tensile properties between post inoculated and uninoculated test blocks; (a) tensile strength, (b) 0.2% proof stress, (c) elongation and (d) reduction in area.