

(様式第8号)

工研第01-97号の3
平成22年 2月25日

日研工業株式会社
代表取締役 中村 昭 様

三重県工業研究所長



受託研究終了報告書

記

平成21年10月 6日付け受託研究契約により実施しました受託研究の結果について、下記のとおり終了しましたので報告します。

1 研究課題名 ねずみ鋳鉄強度試験用製品の溶解試験および強度評価

2 研究期間 平成21年10月 6日～平成22年 2月19日

3 研究報告概要 ※詳細は別紙のとおり

ねずみ鋳鉄の強度評価のため、直径30mm、長さ300mmの丸棒形状採取用鋳型と機械加工なしで試験を行える鋳型の中央部を直径20mmの形状にした簡易型鋳型製品との引張強さを比較した。化学成分の異なるねずみ鋳鉄溶湯をそれぞれの鋳型に注湯し、機械加工なし、機械加工ありで引張強さを比較した。その結果、FC150、FC200では簡易型鋳型製品は、機械加工を要する引張強さと同等の強度が得られ、現場での品質保証試験として使用できることを実証した。

問い合わせ先(事務担当)

三重県工業研究所

企画調整課 林一哉

電話：059-234-4037

FAX：059-234-3982

(様式第8号)

(別紙)

平成 22 年 2 月 25 日

受託研究報告書

- 1 研究課題名 ねずみ鋳鉄強度試験用製品の溶解試験および強度評価
- 2 研究期間 平成 21 年 10 月 6 日～平成 22 年 2 月 19 日
- 3 研究委託者 日研工業株式会社
- 4 実施機関 三重県工業研究所
- 5 研究内容

5. 1 鋳鉄の溶解および強度評価用製品への注湯

溶解は、表 1 に示す鋳鉄などの原材料を配合し、図 1 に示す高周波るつぼ型誘導炉 (50kW、3000Hz、アルミナるつぼ) で溶解した。溶解量は25kgを基本とした。最高溶解温度1500℃到達後、セラミックスファイバー製スプーン (取鍋) に約 8 kgを出湯、強度評価用製品に注湯した。

表 1 原材料の化学分析値

	mass%				
	C	Si	Mn	P	S
鋳鉄	4.18	0.33	0.15	0.018	0.007
鋼	0.038	0.028	0.12	0.015	0.003
Fe-Si	0.14	75.1		0.020	0.009
Fe-S		1.9			50.2



図 1 鋳鉄溶解に使用した高周波るつぼ型誘導炉

(様式第8号)

ねずみ鑄鉄の溶解は、FC150、FC200、FC250の材質について行い、スプーン（取鍋）内でFe-Si-Ba系接種剤0.3%～24gを添加する溶湯処理を行うことを基本とした。なお、参考までに接種なしでの注湯も行うこととした。

図2および図3に強度評価用製品の外観を示す。いずれも熱硬化樹脂を粘結剤としたシェルモールド鑄型で作製した。図2は日本工業規格JISで定められている直径30mm、長さ300mmの丸棒加工型である。



図2 丸棒加工型製品



図3 簡易型製品

(様式第8号)

図3は、機械加工なしで試験を行えるよう鑄型の中央部を直径20mmの形状にした簡易型製品である。

図4に注湯直後の製品外観を示す。なお、湯もれ防止のため、製品を貼り合わせ面に糊で接着し、さらに、バンドで鑄型を固定した。解砕までの時間は注湯から1時間とした。

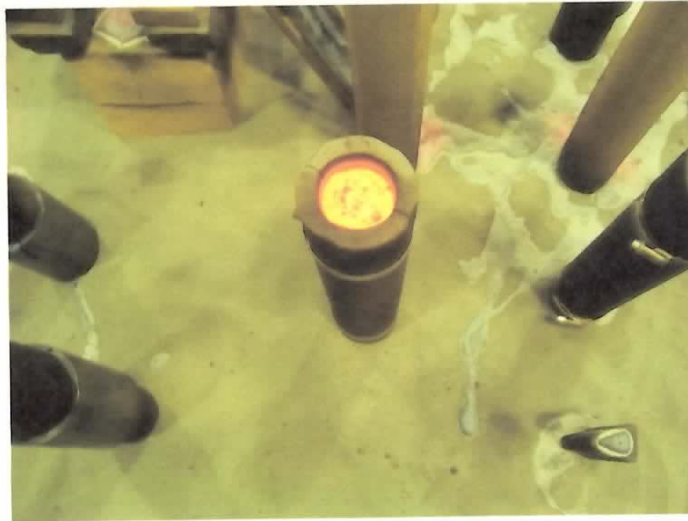


図4 注湯直後の製品外観

5. 3 強度の評価

図2、図3に注湯した鑄物のうち、図2の直径30mm、長さ300mmの丸棒について、中央部を直径20mm、平行部20mm、40Rに旋盤で機械加工し、引張試験用試験片とした。一方、図3のように、予め、鑄型の中央部を直径20mmの形状のものについては、そのまま引張試験用試験片とした。図5に引張試験機の外観を示す。



図5 引張試験機外観

(様式第8号)

5. 4 引張試験の結果

図6にFC150、FC200、FC250の材質で接種した溶湯の引張強さを示す。

簡易型製品と丸棒加工製品における引張強さは、ほぼ同じ結果が得られ、簡易型製品は、製造現場管理用としての利用に十分なことがわかった。図7に各製品に注湯したFC250の材質で接種した引張試験片の破断状況を示す。

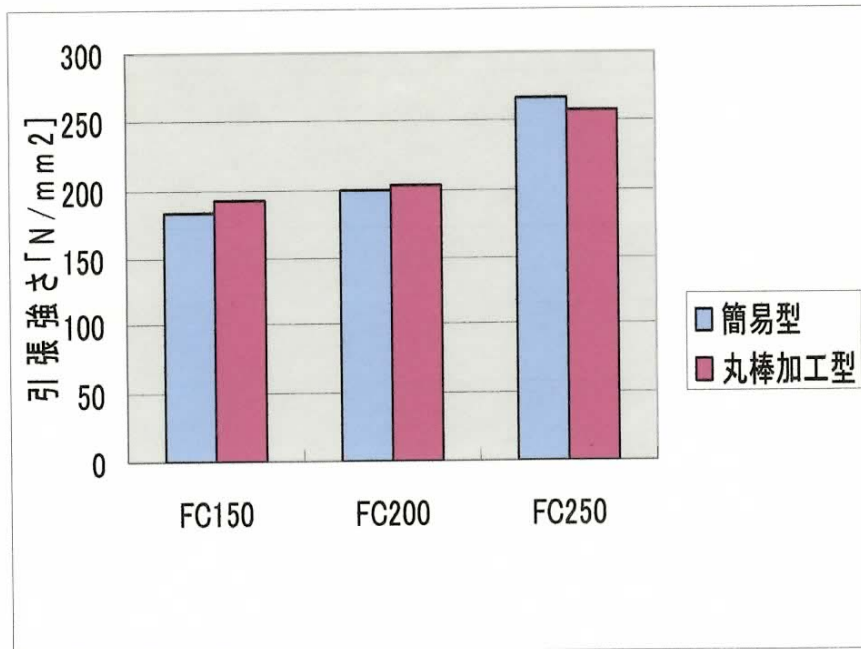


図6 材質別(FC150～FC250)の強度比較(接種あり)



図7 破断後の引張試験片

上：簡易型

下：丸棒加工型

(様式第8号)

図8にFC150、FC200、FC250の材質で接種なしの溶湯での鋳型製品の引張強さを示す。

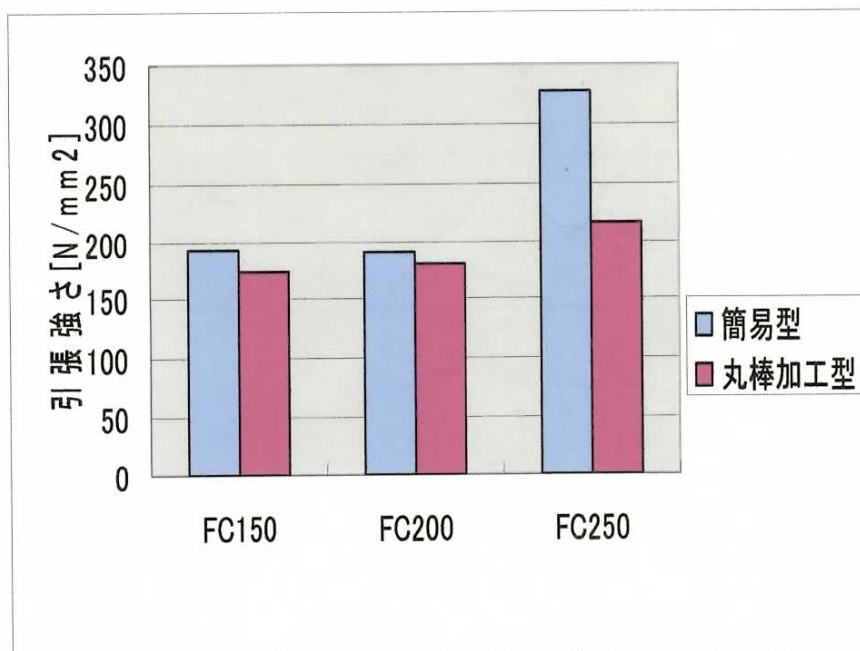


図8 材質別(FC150～FC250)の強度比較 (接種なし)

接種なしの鋳造では、FC250の材質において簡易型製品と丸棒加工型製品で著しい差が認められ、簡易型製品による引張強さは大きい値となった。両者の引張試験後の破断面は、図9に示すように、簡易型製品では、多くの白銑（チル）組織が観察された。丸棒加工型製品にも白銑（チル）組織が観察されるもののわずかであり、直径が異なることによる冷却速度の影響が現れたものと思われる。



簡易型製品による

引張強さ 320N/mm²

外周部に多くのチル組織が存在



丸棒加工型製品による

引張強さ 218N/mm²

中心部に一部チル組織

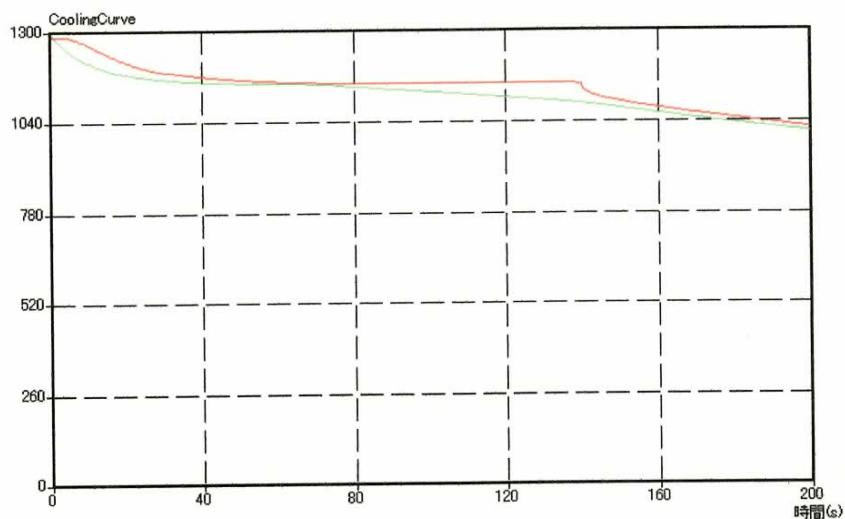
図9 引張試験片の破断面

白い部分がチル組織

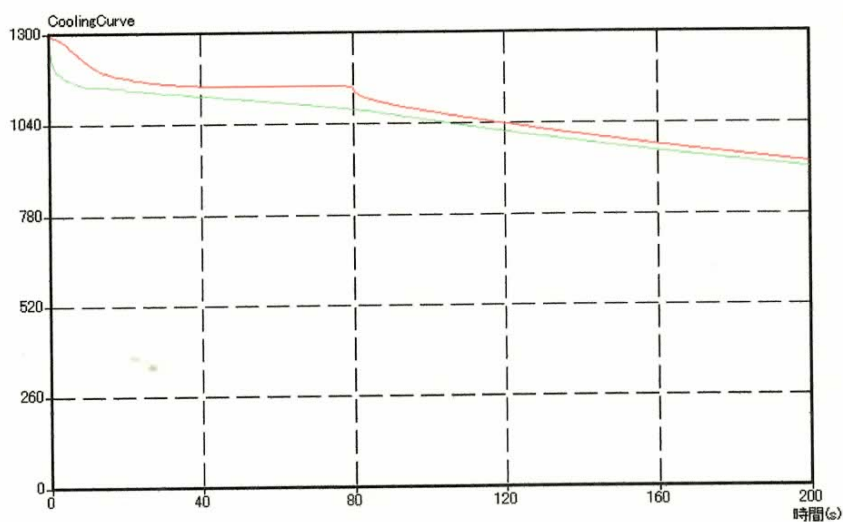
このようなチル組織は、FC150、FC200の材質では見られないが、簡易型製品で採取した試験片の引張強さは、丸棒を加工する鋳型製品で採取した試験片の引張強さに比べてやや大きい傾向が見られることから、直径20mmと30mmによる冷却速度の影響が現れたものと推察される。

ねずみ鋳鉄においては、一般に、接種による溶湯処理を行うことによって共晶セル数を増大させ、冷却速度の影響を緩和して製造することが多いが、例えば FC150 以下の材質で接種をしない製品では、冷却速度の影響を考慮する必要となり、簡易型製品の利用には注意する必要がある。

参考までに鋳造CAEによる簡易型製品と丸棒加工型製品で採取した試験片の冷却過程の温度変化を図10に示す。簡易型製品を用いたほうが丸棒加工型製品に比べて直径が小さいことにより冷却速度が大きくなっている。



丸棒加工型製品による 鋳放し直径30mm



簡易型製品による 鋳放し直径20mm

図10 試験片の冷却速度

測定位置 赤：中心部 緑：直径20mm

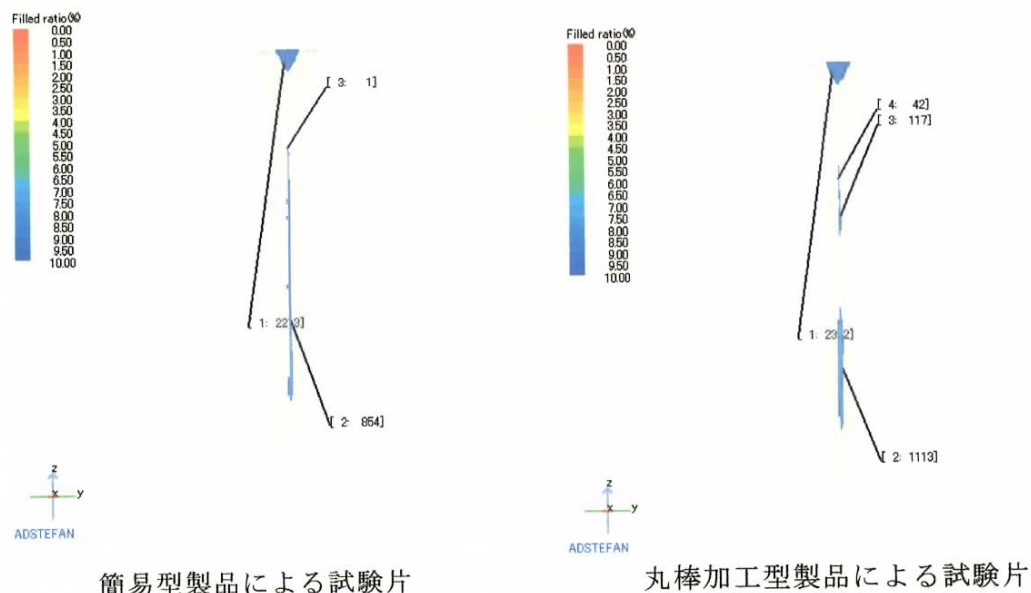


図 1.1 引け巣発生予測 青：引け巣の可能性

また、図 1.1 に示す引け巣の発生解析においては、簡易型製品より丸棒加工型製品で採取した試験片のほうが平行部での引け巣が発生しやすい。

5. 5 簡易型鋳型製品の改善について

強度試験片採取用として簡易型鋳型製品の有効性は確認できたが、このままの形状では湯口部に広がりがあるため、図 5 に示す引張試験機のつかみ歯に試験片をセットすることができない。このため、湯口部分にノッチ（切り込み）を入れて現場で叩いて折ることのできるようにするためのノッチ径について検討した。図 1.2 に $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 、 $\phi 15$ とノッチ径を変えた作成した試験片を示す。 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ については、叩いて折ることができたが $\phi 15$ は、折れなかった。ノッチが小さいと折れやすいが、溶湯の充填速度や注湯後の引け巣に影響を与えることを考え、 $\phi 12 \sim \phi 15$ の間での選択が適当と考えられる。



図 1.2 ノッチ径を変化させた試験片

6 まとめ

ねずみ鋳鉄の強度試験を行うために開発した試験片採取用シェルモールド製品について、通常の機械加工を要する直径 30mm の丸棒形状採取用鋳型と機械加工なしで試験を行える簡易型の製品に、同じ鋳鉄溶湯を鋳込んで、鋳鉄の強度試験をした結果、以下のことが明らかになった。

- (1) FC150 から FC250 のいずれの材質において、溶湯を接種したものは、丸棒加工型と簡易型製品の引張強さはほぼ同じ値であり、簡易型製品は、製造現場での強度評価用として十分活用できる品質を有している。
- (2) FC150 から FC250 のいずれの材質において、溶湯接種を施さないものは、高強度の材質 FC250 において破断面に白銑（チル）組織が観察された。このため、FC250 の材質は、丸棒加工型と簡易型製品とで大きく異なる結果となった。一般にねずみ鋳鉄においては、通常接種による溶湯処理を行うため、実用上このようなケースは考えにくい。接種を施さない場合には、冷却速度の影響にも配慮する必要がある。