

7.2 ギ酸メチル硬化法の生型鑄造ラインへの適用

河合 真 樋尾 勝也

1. 結 言

ギ酸メチル硬化法は、造型および注湯時に臭気がほとんどなく、比較的安全なギ酸メチルを使用したガス硬化法として生産性も高く、現在、注目される中子造型法である。

このプロセスは常温ガス硬化法で、樹脂を添加した混練砂の可使時間が長いこと、窒素分、硫黄分を含まないこと、毒性が小さいため設備、メンテナンス等が簡略なことなどの優れた特性を示すことが明らかになっている。

このため、各樹脂メーカーは競って本方法を利用した商品を開発してきたが、このプロセスで作製した中子を実際の生型鑄造ラインで使用され、生型砂の特性にどのような影響を及ぼすのかについては十分な検討がなされていない。

実際の生型鑄造ラインへ新しい中子プロセスを導入する場合、作製される中子の基本特性（強度、組成、発生ガス等）はもちろんのこと、中子砂が生型鑄造ライン砂へ混入した場合の生型砂の特性変化を把握することが重要である。

また、最近の廃棄物投棄の問題もあり、繰り返し再生利用できることも大きな課題である。

そこで、まず、中子砂および中子から発生するガスが生型砂特性に与える影響を調査し、次に、生型へ中子をセットして実際に鑄鉄を鑄込む繰り返し鑄込み試験を行い、中子砂が混入した場合の生型砂特性の変化を調査した。

さらに、中子砂が混入した生型砂を再生してシェル鑄型用コーテッドサンドとして使用可能かどうか検討した。

2. 実 験 方 法

2.1 中子発生ガスおよび中子砂混入が生型砂の抗圧力に及ぼす影響

生型砂、中子砂ともオーストラリア産のけ

い砂を用い、粘結材等は表1の配合で造型した鑄型を図1の実験装置にセットし、上部からねずみ鑄鉄溶湯を注湯した。注湯後2時間ファンを回して中子からの発生ガスを生型に捕捉させ、生型砂の色変化の認められた部分の砂（生型中子界面から40mmの範囲）を採取し、CB値45%となるよう水を添加して混練し、抗圧力を測定した。

表1 中子発生ガス捕捉実験に使用した中子、生型砂の配合

プロセス		粘結材等の配合
中子砂	ハードックス法	樹脂1.1%、 過酸化物0.5%
	ギ酸メチル法	樹脂1.8%、 ギ酸メチル1.1%
生型砂		ベントナイト8.0%

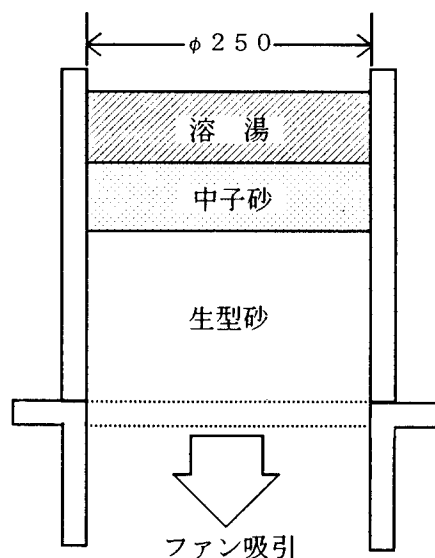


図1 中子発生ガス捕捉実験装置

次に、中子砂混入の影響については、生型砂へ中子砂が30%混入すると仮定し、この30%のうち熱分解した中子崩壊砂と熱は受けたが崩壊せずブロックとして生型へ入る未崩壊砂との比率を7対3として配合した。すなわち、生型砂14kgに対し、電気炉で焼成した中子砂（崩壊砂）4.2kg、中子を砕いた砂（未崩壊砂）1.8kgを混合し、ベントナイトを0.4%添加して混練し、抗圧力を測定した。

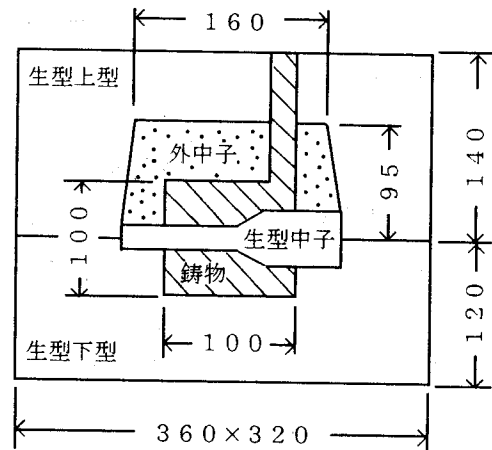


図3 試験鑄型の形状

2.2 繰り返し鑄込み試験

図2に繰り返し鑄込み試験の方法を示す。

図2に示すように、まず、実際に使用されている生型造型ラインの砂をベースに、ベントナイト、石炭粉、デンプンを表2に示す実際のラインで使用している添加量で、水分はCB値が $48 \pm 2\%$ となるように添加し、シンプソントタイプの混練機で1分間混練後、手込めにて図3に示す鑄型を造型した。

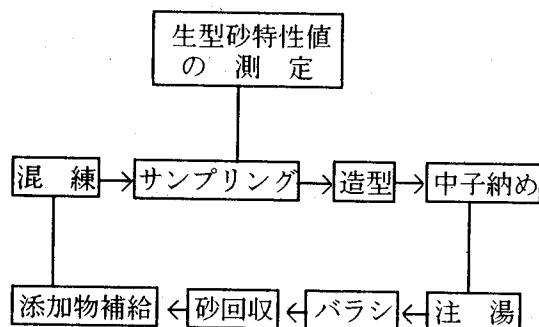


図2 繰り返し鑄込み試験方法

表2 生型砂添加物の配合(%対砂)

ベントナイト	0.40
石炭粉	0.13
デンプン	0.06

この主型に予め表1の中子砂の配合に従い造型した中子をセットしてFC200相当の溶湯を $1400 \pm 10^\circ\text{C}$ で注湯した。

注湯後30分間冷却し型ばらしを行い主型砂、中子砂とも全量回収して、その都度表2に示す添加物を添加して混練を行い、主型を造型することを繰り返した。

この鑄込みを作業を14回繰り返し、その都度中子砂の混入した生型砂をサンプリングして、中子砂の混入に伴う生型砂特性値の変化をハードックス法と比較することによって評価した。

毎回サンプリングした生型砂の特性値を表3の項目について測定した。

なお、14回の繰り返し鑄込み試験の結果、最終的な生型砂の混入率は約40%となった。

表3 生型砂特性値の測定項目

CB値、水分量、全粘土分、活性粘土分、抗圧力、イグロス、PH、N量、S量

2.3 シェル砂への再生利用

生型砂にギ酸メチル法の中子砂が40%混入した回収砂を焙焼+リクレーマー処理を行いレ

ジンコーテッドサンドとして再生利用可能かを調査した。

その方法としては、生型砂+中子砂（混入率40%）を700℃で3時間焼成し、リクレーマー処理を5分および10分行った再生砂の粒度、イグロス、PHについて測定した。

また、リクレーマー処理を10分行った再生砂について、レジン2.5%（対砂）、ヘキサメチレンテトラミン15%（対レジン）、ステアリン酸カルシウム 0.1%の配合でコーテッドサンドを作製し、シェル抗折力の測定を行った。

3. 実験結果

3.1 中子発生ガスおよび中子砂混入が生型砂の抗圧力に及ぼす影響

図4にガス捕捉前と捕捉後の抗圧力の結果を示す。捕捉前に比べ捕捉後の方がかなり抗圧力は劣化するが、比較材としたハードックス法に比べると、強度低下は小さい。

次に、中子砂を30%混入させた場合の抗圧力の変化を図5に示す。

中子砂の混入で約30%の強度低下を示すが、比較材としたハードックス法よりもその程度は小さい。

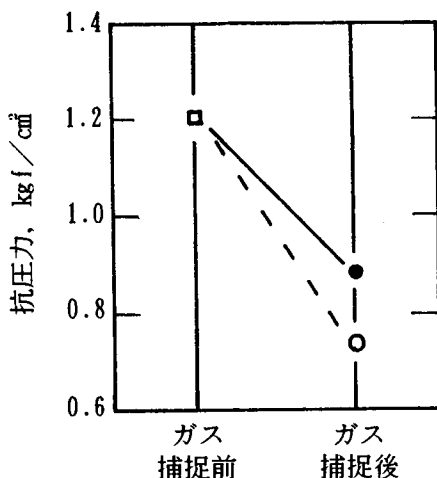


図4 中子発生ガス捕捉による抗圧力の変化

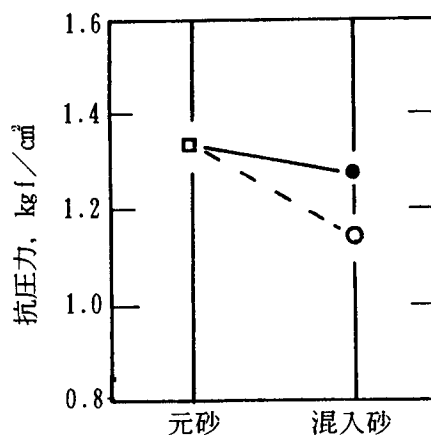


図5 中子砂混入による抗圧力の変化

この結果、中子発生ガスおよび中子砂の混入により、生型砂の抗圧力は低下するが、その程度は比較材としたハードックス法よりも小さいことが明らかとなった。

3.2 繰り返し鑄込み試験

繰り返し鑄込み試験の各繰り返し回数での生型砂の特性変化を図6と図7に示す。

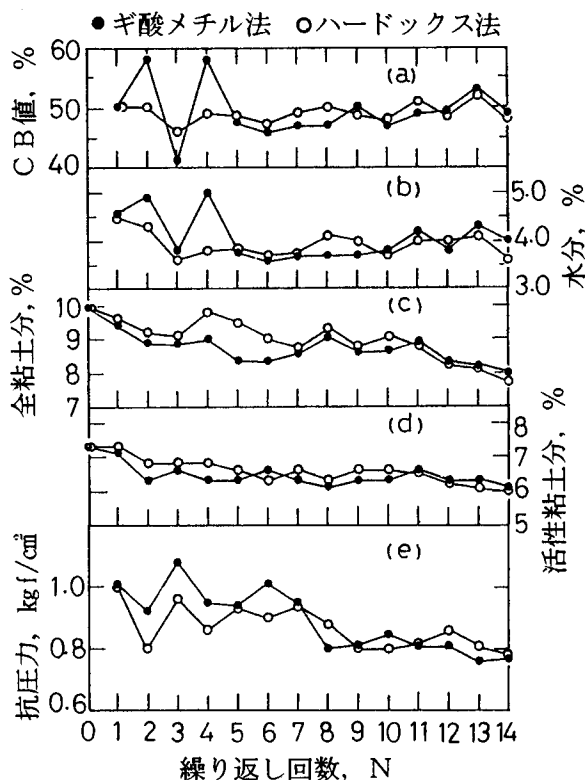


図6 繰り返し鑄込みによる生型砂特性値の変化
(a)CB値, (b)水分, (c)全粘土分
(d)活性粘土分, (e)抗圧力

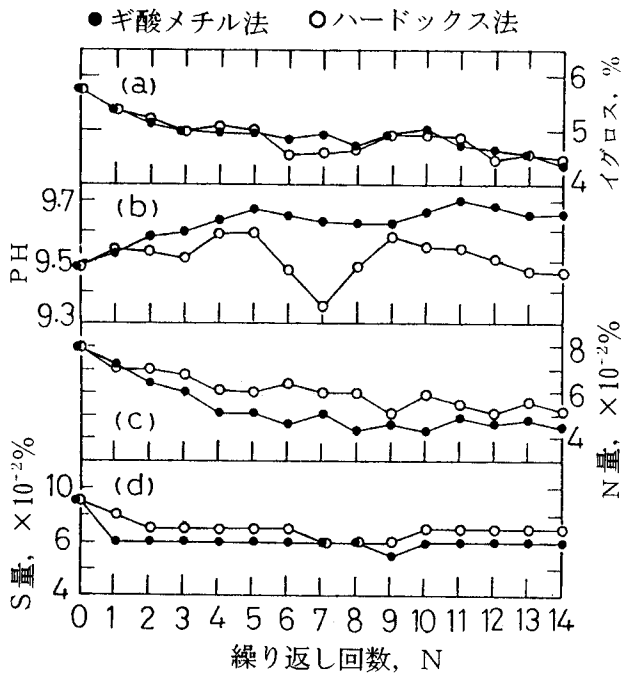


図7 繰返し鑄込みによる生型砂特性値の変化
(a)イグロス, (b)PH, (c)N量, (d)S量

図6 (a)のCB値および(b)の水分が繰返し回数4回までは目標値に入っていないものもあり、かなりばらついているが、これは実験初期の設定ミスによるもので、それ以降の繰返しでは水分、CB値とも安定している。

また全粘土分、活性粘土分は繰返しとともに減少しているが、中子砂の混入量およびベントナイトの減耗量を考慮してベントナイトを添加したにもかかわらず、バランスがとれておらず、添加量が少なかったものと考えられる。

これらの結果、抗圧力は繰返し前半でばらついたが、全体では約1.0から0.8kgf/cm²まで減少した。

この傾向は、ギ酸メチル法とハードックス法とも同様の傾向を示し、有為差は認められない。

一方、図7に示すPHでは、アルカリ性の樹脂を使うギ酸メチル法はPHが上昇しており、注意を要する結果となっている。

また、ギ酸メチル法ではもともと樹脂中に窒素および硫黄を含まないことから、NおよびS量は減少傾向を示し、ハードックス法よりもやや少ない値で変化している。

この結果、繰返して使用した場合、抗圧力

の低下とPHの上昇に注意すれば他の生型砂特性値では問題なく使用できることがわかった。

3.3 シェル砂への再生利用

焙焼およびリクレーマー処理5分と10分での砂の歩留はそれぞれ5分では82%、10分では78%であった。

この再生過程での砂の粒度指数、イグロスおよびPHの変化を図8から図10に示す。

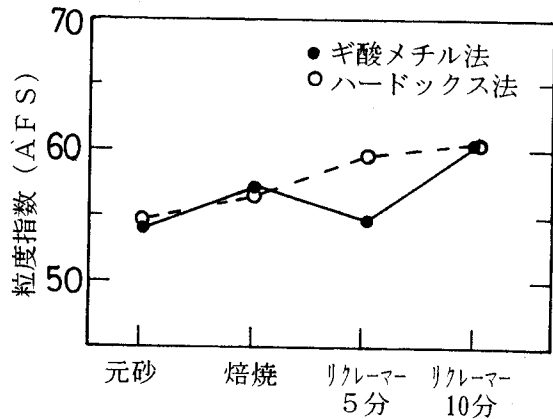


図8 再生過程での粒度指数の変化

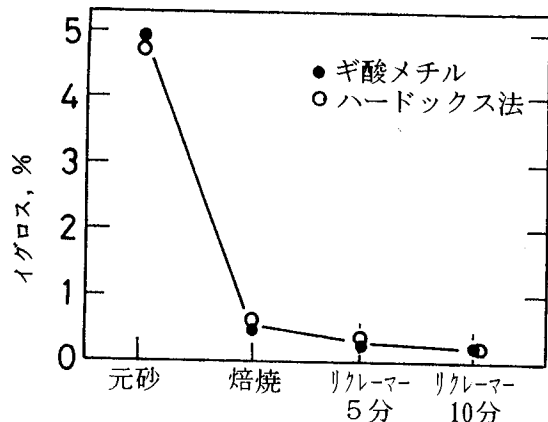


図9 再生過程でのイグロスの変化

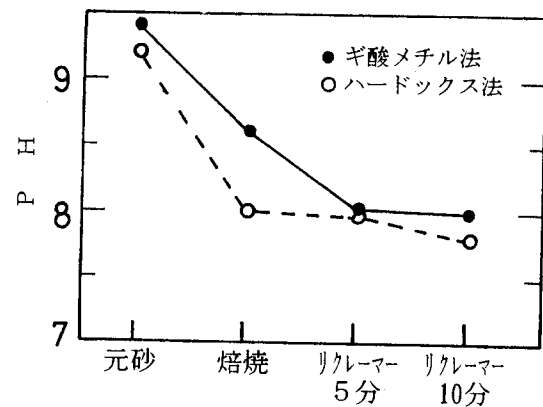


図10 再生過程でのPHの変化

砂の粒度は工程を経るたびに細かくなり、最終的には AFS 指数で 5 程度大きくなることがわかった。

また、イグロスは焙焼のみで問題ない水準となり、その後のリクレーマー処理でも減少する。

このことから、700℃での焙焼で残存樹脂分および石炭粉など添加材の炭素分は熱分解しているものと考えられる。

一方、PH は焙焼時に大きく低下しているが、これは残存しているアルカリ性の樹脂分と活性な粘土分が熱により分解あるいは変化したものと考えられる。その後のリクレーマー処理によってさらに粘土分等が除去されリクレーマー処理 10 分で十分低下させることができる。

顕微鏡観察でも、焙焼時に、アルカリ物質による砂の焼結を示すようなところは見られない。

この結果、シェル砂として十分に使用に耐えると考えられる。

焙焼+リクレーマー処理 10 分の再生砂からコーテッドサンドを作製し、そのシェル鑄型としての抗折力を図 11 に示す。

抗折力はギ酸メチル法の方がハードックス法よりも高い。しかし、どちらの方法もシェル砂として実用可能なレベルで、再生利用できることが確認できた。

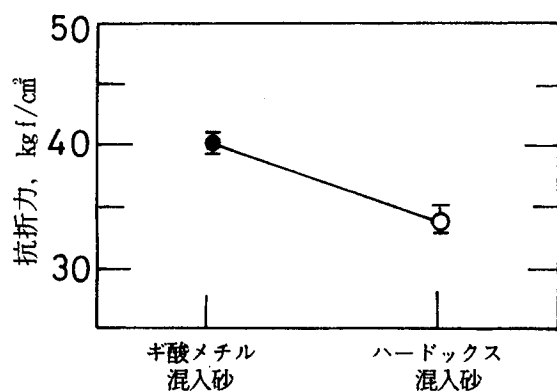


図 11 再生砂を使用したシェル抗折力

4. 結 言

ギ酸メチル硬化法による中子を生型鑄造ラインで使用した場合の諸問題について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 中子砂および中子から発生するガスが生型へ入った場合には、ギ酸メチル法およびハードックス法とも生型砂の抗圧力は低下する。
- (2) 繰り返し鑄込みで中子砂が生型へ混入しても砂特性にはほとんど問題ない。実際に使用した場合には、生型砂の PH の上昇と抗圧力の低下について監視が必要と思われる。
- (3) ギ酸メチル硬化法の中子砂が混入した生型回収砂でも焙焼およびリクレーマー処理を行えばレジコーテッドサンドとして再生利用が可能である。

終わりに、本研究はアイシン高丘(株)、神戸理化学工業(株)、互交産業(株)、と共同で行ったもので、関係各位の御協力に対し厚く感謝します。