

# 超大型クランクケースの製造



(株)宇部スチール

国本 哲 広  
工博 糸 藤 春 喜

## 1. はじめに

当社の鑄造工場は、典型的な多品種少量生産方式を取っており、単重100kg~130 ton の鑄鋼及び鑄鉄品を同一ラインで製造している。不良発生は、大型鑄造品であるが故に、大幅な製造現価の追加を余儀なくされる。特に、鑄鉄は、鑄鋼と比べて溶接補修性が極めて劣るため、不良発生は、そのままお釈迦を意味する。このため、鑄鉄品の造込みには、細心の注意を払っている。

このたび、図1に示すようなFCD製超大型クランクケースを製造した。このクランクケースは、FCD製鑄造構造物としては国内最大級のものである。更に、主要部については、内外共に無欠陥であることが要求された。またユーザ及び当社共に、過去にこのような大きさで、しかも高品質な製品の製造例がなく、正に社運をかけての挑戦であった。

幸いにも、同様な品質で鑄放し重量が30 ton 級のもは、常時製造している。そこで、この大型FCDの製造技術を基準にして、製造条件を設定・実施した。以下に、その製造例を紹介する。

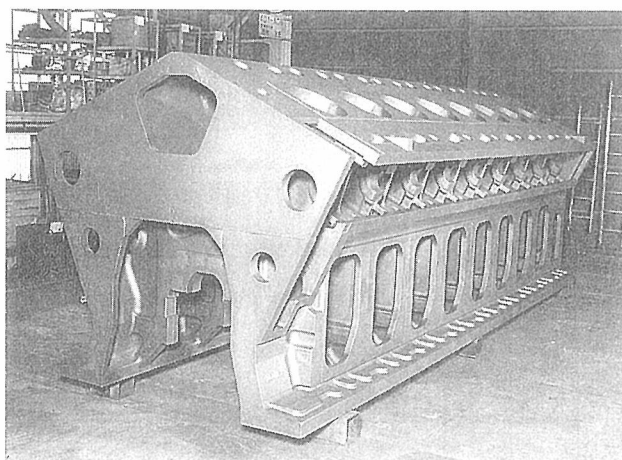


図1 16Vディーゼルエンジンのクランクケース

## 2. 目標の品質

仕様に応じて、以下に示す品質をクリアすること

を目標とした。

- (1) 指定箇所引巣、亀裂、その他の欠陥がない。
  - (2) 実体の球状化率を80%以上とする。
  - (3) 実体強度としてFCD450を確保する。確認は、製品の最大肉厚と同じ本体付3"Yブロックにて代行試験とする。
  - (4) 鑄放しにてニア・ネット・シェイプとする。
- 納期及び経済性を考慮すると確性試験を実施することは不可能であった。従って、一度で目的の品質を造込む必要があった。このため、品質と製造条件の関係を綿密に整理し、図2に示す製造工程における方案を決定した。各工程におけるポイントは、以下の通り、

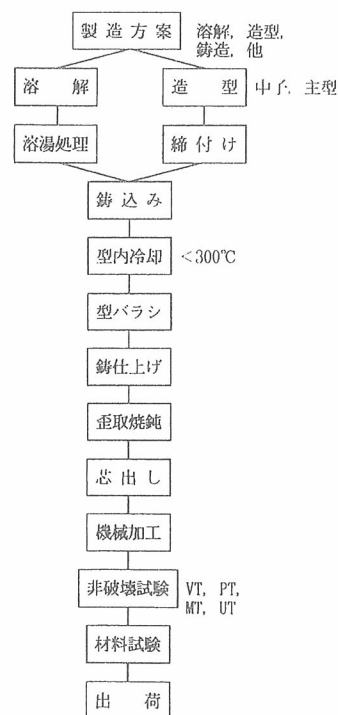


図2 クランクケースの製造工程

## 3.1 溶解

鑄込みに必要な重量は、約90 ton であった。元湯は、多重炉合わせ溶解 (10 ton 低周波誘導炉+30 ton

アーク炉+60 ton 取鍋精練炉) により溶製した。球状化及び接種処理は、元湯を鑄型の近くまで移動させて、サンドイッチ法により同時に行った。大量処理のリハーサルとして、80 ton の溶湯を一括処理し、鑄込み重量が約40 ton の製品2個に同時に鑄込むことによって、溶解・溶湯処理、鑄込み条件を詳細に決定した。Mg 及び接種のフェーディング対策には、特に注意を払った。

### 3.2 材料強度

大量処理のリハーサルと共に、上記の鑄込み重量が約40 ton の製品に3"Yブロックを取付け、強度仕様を満足させるための化学成分及び冷却速度条件を決定した。

### 3.3 鑄造方法

湯口系は、Mg ドロスの発生及び混入が最小となるような湯口系にした。引巢防止は、凝固シミュレーションにより対策を検討した。また、実体強度を確保するための凝固冷却制御も、検討項目として加味した。シミュレーションの精度を確認するため、凝固冷却曲線の実測を行い、シミュレーションと実測の対比を行った。

### 3.4 中子・主型造型及び塗型の塗布

主型は、全て中子組立て法により造型される。中子の総数は144個で、総重量は約165 ton となる。従って、中子の強度・寸法及び表面品質が、そのまま製品の寸法及び表面品質を決定する。このため、中

子不良の特性要因を図3にまとめ、以下のことを実施した。

#### 3.4.1 寸法精度の向上

木型、中子及び中子セット寸法のチェックを行い、記録した。変形、ふくれ及び寸法不良をなくするため、中子木型の側面に張止めを行った。抜型後、中子形状・寸法が許容外の場合は、新たに造型し直した。

#### 3.4.2 中子強度管理

##### (1) 砂混練条件の設定

混練ミルの実質能力の確認として、砂、樹脂及び硬化剤の吐出量の計量を行って、適量に調整した後、強度と可使用時間を把握した。

##### (2) 砂純度の確保

回収・再生設備の稼働能力を設定して、砂純度を確保し、中子造型砂として使用した。

##### (3) 中子の強度試験

実作業では、ほぼ中子造型ごとにサンプリングを行い、抜型強度(目標1.5~2.0 MPa 以上)及び24時間後の強度(目標3.4~4.4 MPa)を測定した。抜型強度を確保すると、中子のだけ変形を防止できることが分かった。強度が低い中子は、造型し直した。強度のばらつきには、造型時における混練砂の可使用時間が大きく影響することが分かった。また、鑄込み時の中子強度(目標4.4~5.4 MPa)の推定を行った。

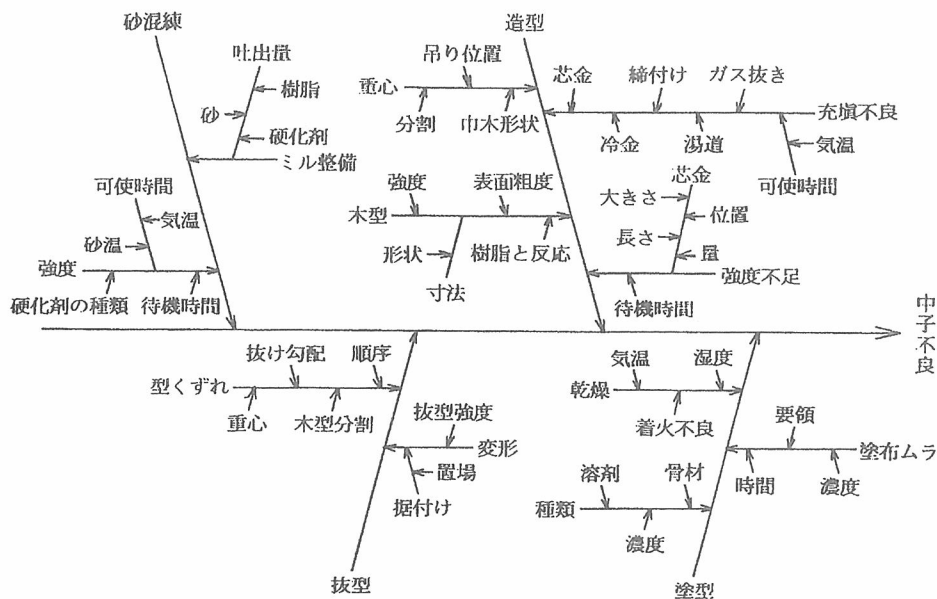


図3 中子不良の特性要因図

### 3.4.3 焼着防止

#### (1) 中子表面

充填度、ひび割れ及び欠損を目視によりチェックし、粗悪なものは造型し直した。修正及び吊環部の整形に当たっては、専用のバッチ式ミルを設置し、可使時間内での砂の使用を確実に行った。また、場合によっては、黒鉛マネを使用した。

#### (2) 塗型の種類

塗型は、事前に水性とアルコール性塗型とを比較テストを行い、その結果により決定した。焼着に関しては、両者に大きな違いは見られなかった。しかし、中子表面の安定度及び鑄込み時のガス発生量に関しては、水性塗型の方がアルコール性塗型に比べて、極端に良い結果が得られた。このため本番では、水性塗型を採用することにした。

#### (3) 塗布要領

中子表面の強度低下が懸念されたため、塗布時期・濃度・乾燥方法を詳細に決定した。これにより表面のぼらつきは、全中子とも見られなかった。

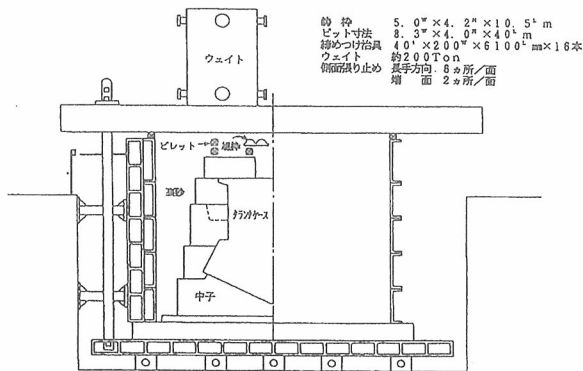


図4 造型及び締付け方法

### 3.5 締付け

引巢の発生は、化学成分、鑄込み温度鑄造方案等の他に、静圧及び凝固膨張圧による鑄型壁の移動が大きく関与する。このため、図4に示す要領でその防止を行った。締付けに対する鑄型壁の移動量を測定し、次期生産の参考資料を作成した。

### 3.6 型ばらし

製品全体の冷却挙動が把握できるように、鑄物の三か所で凝固冷却曲線を測定した。型ばらしは、最

遅冷却部が約300℃となる時期を目安とした。

## 4. 製造結果

主要部分に内外表面欠陥がなく、全体的に寸法精度の良い、要求されたとおりの品質を納期内に製造することができた。心配された砂の焼着も殆ど発生しなかった。造型寸法と鑄放し寸法精度を図5に示す。鑄型壁移動の測定箇所と測定結果を図6、7、8に示す。表1に本体付きTPの材料試験結果を示す。この製品を4台製造したが、目標とした品質を全てクリアし、全製品共にノートラブルであった。

歯止めとして、全製造工程の作業標準を作成した。

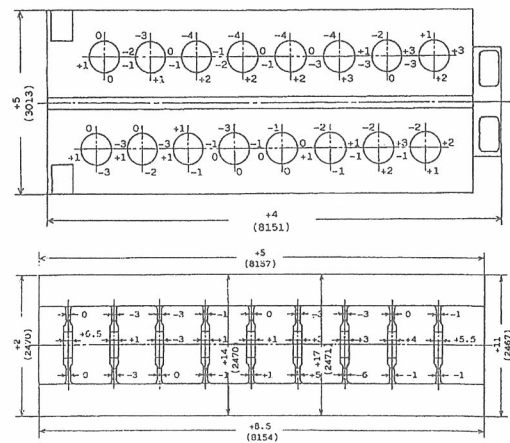


図5 造型寸法に対する鑄放し寸法精度  
上図：ボア部の内径寸法  
下図：クランク軸受部の肉厚寸法

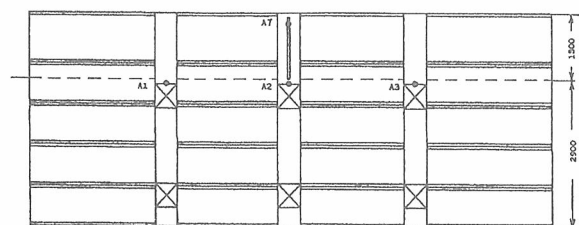


図6 鑄型壁移動の測定箇所

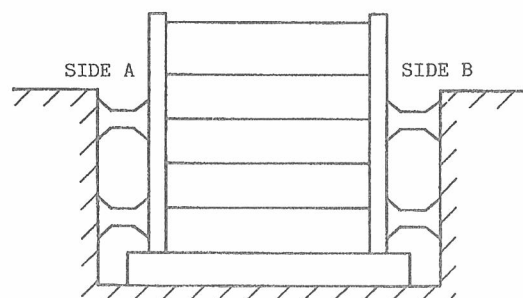


図7 ピット内での張止め要領（鑄型長手方向側面）

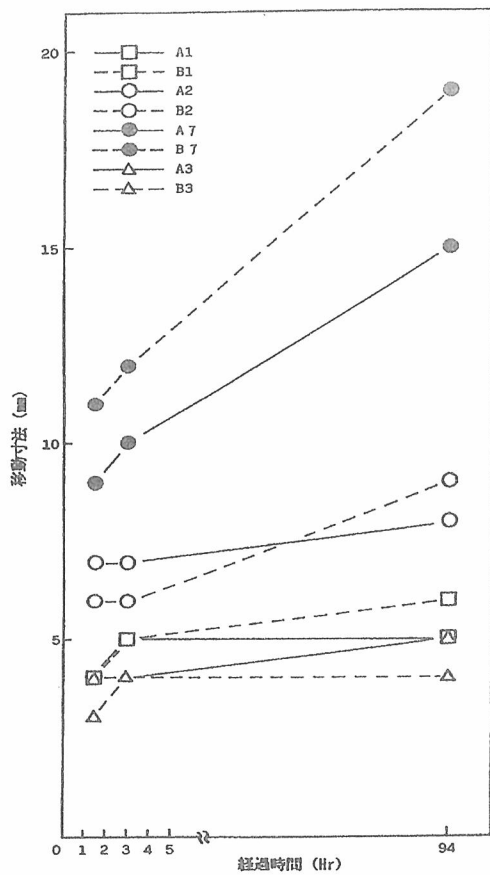


図8 鋳型壁移動の測定結果

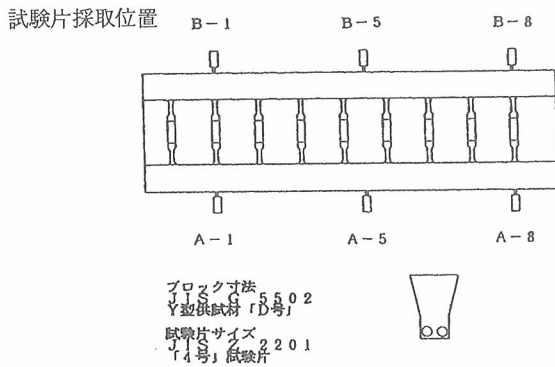


表1 本体付TPの材料試験結果

規格	0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	硬度 HB
	≥280	≥450	≥10	—	143~217
A-1	334	474	16.8	17.7	156
	303	481	18.0	16.4	156
A-5	308	467	19.6	17.9	156
	326	472	20.0	17.8	156
A-8	310	469	20.0	19.4	162
	308	475	19.0	17.7	159
B-1	295	482	19.0	16.2	157
	303	468	19.6	19.0	155
B-5	313	474	19.4	15.8	158
	303	471	12.2	13.8	155
B-8	331	467	19.2	17.6	157
	306	473	17.2	16.4	156

## 5. まとめ

今回の製造を通じて、新しい仕事及び高度な技術が必要とされる製品については、各工程への技術支援がますます必要なことが、改めてよく分かった。今後の教訓を以下に箇条書きする。

- (1) 通常レベルと異なる製品製造には、技術スタッフの現場支援が必ず必要である。
- (2) この支援の良否が、製品品質に大きな影響を与える。
- (3) 木型及び中子の品質が製品の品質を決定する重要な要素となる。
- (4) 過剰品質でない限り、造型に重点を置いて、トータルで製造コストの低減をはかる。

以上のように、高品質大型FCD製造技術確立のための必勝パターン例が、また一例増えた。