

現場改善事例

超大型クランクケースの製造管理

(株)宇部スチール

サークル名 技術エイトマン

国本 哲広
佐川 秀美, 鶴井 幸雄, 榎谷 歩,
高野 千晶, 吉岡 秀穂, 糸藤 春喜,
三浦 信正



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、単重数百kg~130tonの鑄鋼及び鑄鉄品を同一ラインで製造している。私達の職場は、鑄造品の品質向上を目指して、確性試験・クレーム処理・技術交流及び技術資料の収集等、各人が広範囲にわたって現場の技術支援を行っている。また、学会発表を通じて会社の

宣伝をすることも、重要な仕事の一つである。

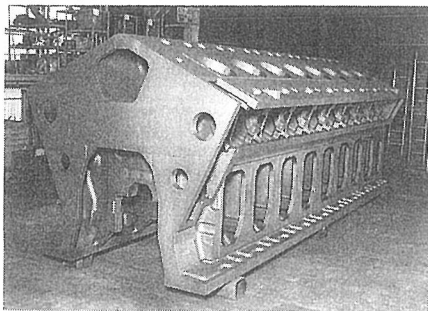
今回の報告は、図1に示す超大型クランクケース製造への当グループの現場支援例である。この超大型クランクケースは、FCD 鑄鑄造構造物としては国内最大級のものであり、要求される品質も非常に厳しいものであった。また、ユーザ及び当社共に、過去にこのような製品の製造例がなく、正に社運をかけての挑戦であった。

2. テーマ選定理由

この超大型クランクケースの主要部については、内外部共に無欠陥であることが要求された。幸いにも同様な品質で鑄放し重量が30ton級のは、常時製造している。そこで、この大型厚肉FCDの製造技術を基準にし、品質の確保及び製造技術の確立をテーマとして取り上げた。

3. 現状把握

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。したがって、一度で要求される品質を造り込む必要があった。このため、品質と製造条件との因果関係を綿密に整理し、名人の果すべき役割とポイントを決した。各工程のポイントは以下の通りである。



材質：FCD 450
鑄放し重量：73 Ton
概略寸法：3^W × 2.7^H × 8.1^Lm

図1 16Vディーゼルエンジンのクランクケース

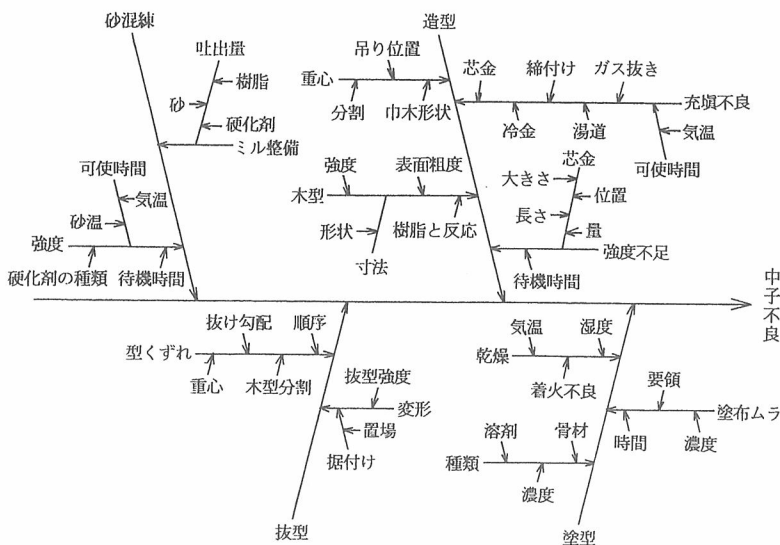


図2 特性要因図

- (1) 溶解：多重炉合せ溶解 (10 ton 低周波炉 + 30 ton アーク炉 + 60 ton 取鍋精錬炉) = 90 ton, 球状化及び接種処理法
- (2) 鑄込み：Mg 及び接種のフェーディング・Mg 系ドロス・温度
- (3) 材料強度：化学成分・TPサイズ・実体への取付け方法・予備テスト
- (4) 鑄造方案：木型方案・湯口系・凝固シミュレーション・実体凝固曲線の測定・中子セット法
- (5) 中子造型・寸法精度・抗压試験・砂純度・表面充てん度
- (6) 主型造型：中子セットと鑄放し寸法

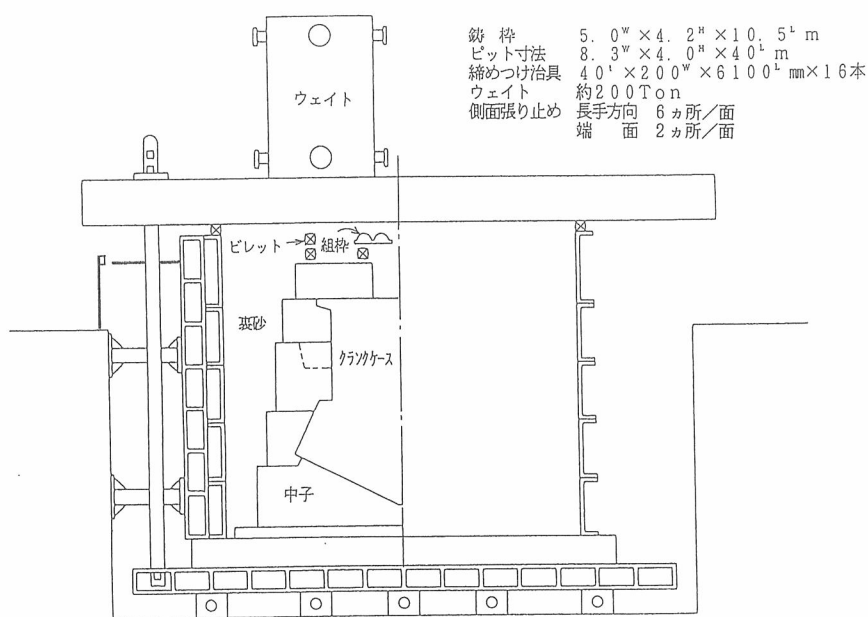


図3 造型法と縮付け

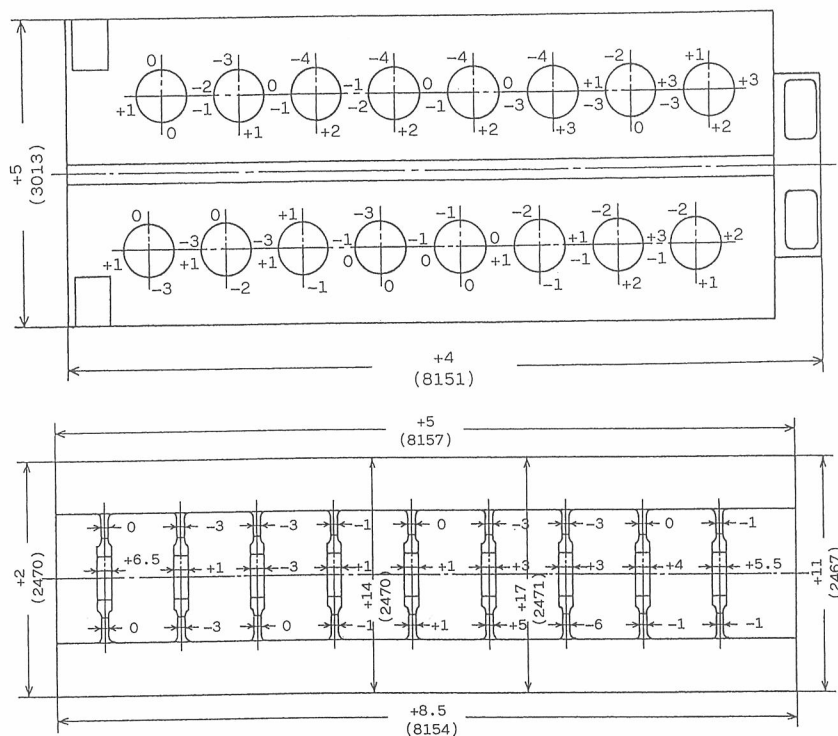


図4 造型寸法と鑄放し寸法精度
 { 上側：ボア部の内径寸法
 { 下側：クランク軸受部の肉厚寸法

精度との対応

- (7) 塗型：種類・塗布時期及び要領・乾燥
- (8) 縮付け：鑄型壁の移動・張り気計算
- (9) 型ばらし：温度

4. 目標設定

要求された品質を納期内につくる。仕様に応じて、以下に示す品質を達成させることにした。

- (1) 特定場所にひげ巣・亀裂・その他の欠陥の発生が

ない。

- (2) 実体の球状黒鉛化率を80%以上とする。
- (3) 実体付き3"YブロックにてFCD450を確保する。
- (4) 鑄放し状態でニアネットシェープであること。

5. 対策の立案・実効

5.1 溶解

鑄込みに必要な溶湯重量は、約90tonであった。このため実作業の中で、鑄込重量が約40tonの製品を2

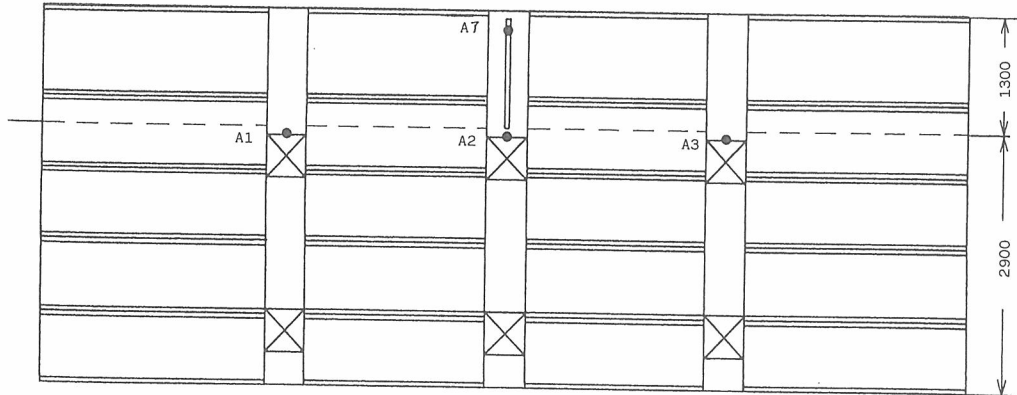


図 5 鑄型壁の測定箇所

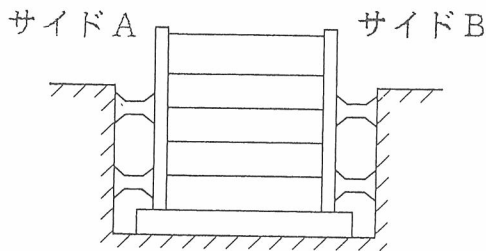


図 6 ピット内の張り止め(鑄型長手方向側面)

個同時に鑄込むことによって、溶解・溶湯処理・鑄込みの予備テストを実施し、作業工程及び分担を詳細に決定して本番に臨んだ。

5.2 材料強度

肉厚が同程度で重量が約 40 ton の別製品に 3" Y ブロックを取付け、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。

5.3 鑄造方案

湯口系は、Mg 系ドロスの発生及び混入が最少となるような湯口系にした。ひけ巣防止は、凝固シミュレーションにより対策を検討した。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。

5.4 中子・主型造型及び塗型の塗布

主型は、すべ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。したがって、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 2 にまとめ、以下のことを実施した。

5.4.1 寸法精度の向上

(1) 木型・中子造型及び中子セットの管理

木型・中子寸法及び中子セット寸法のチェック及び記録を行った。変形・ふくれ・寸法不良をなくすため、中子木型の側面に張り止めを行った。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。

5.4.2 中子強度管理

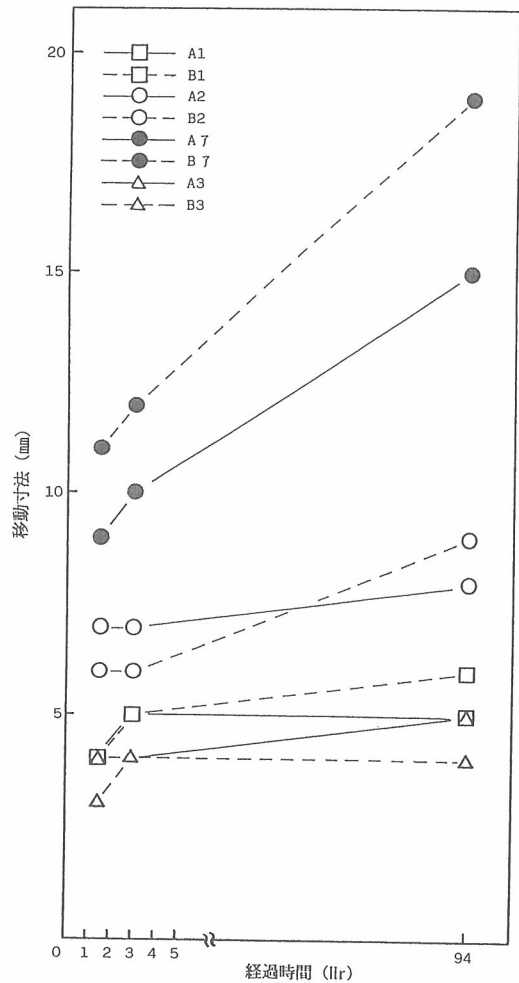


図 7 鑄型壁の移動結果

(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・硬化剤の吐出量の計量を行って、適量に調整した後、強度・可使用時間を把握した。

(2) 砂純度の確保

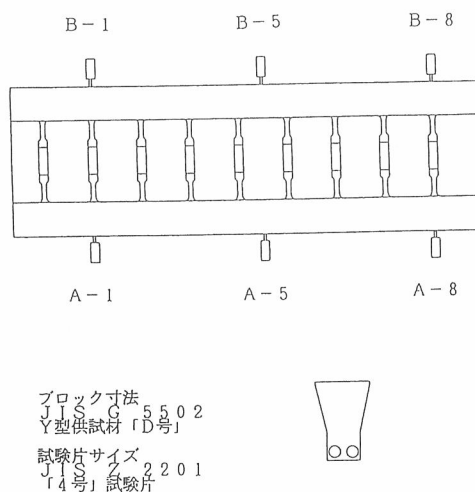
回収・再生設備の稼働能力を設定して、砂純度を確保し、中子造型砂として使用した。

(3) 中子の強度試験

表1 本体付TPの材料試験結果

規格	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	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

試験片採取位置



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1.47~1.96 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、中子のだれ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。

5.4.3 焼着防止

(1) 中子表面

充てん度、損傷及びひび割れを目視によりチェックを行い、粗悪なものは造型し直した。修正及び吊環部への整形に当たっては、専用ミルを設置し、可使用時間内の砂の使用を確実にを行った。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、水性とアルコール性塗型とを比較テストの結果により決定した。焼着きに関しては、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ろつきは、全中子とも見られなかった。

5.5 締付け

引巢の発生は、鑄造方案の他に、静圧及び凝固膨張圧によると思われる鑄型壁の移動が大きく関与する。この

ため、図3に示す要領でその防止策を行った。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。

5.6 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。

6. 効果の確認

以上の改善活動の結果、主要部分に内外表面欠陥がなく、全体的に寸法精度が良い。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きもほとんど発生しなかった。造型寸法と鑄放し寸法精度を図4に示す。鑄型壁移動の測定箇所と測定結果を図5, 6, 7に示す。表1に本体付きTPの材料試験結果を示す。

箇止めとして、全製造工程の作業標準を作成した。

7. 反省と今後の進め方

今回の活動を通じて、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、各工程に分かれて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、全製造コストの低減をはかる。