

鑄造技術貢献賞受賞文献

CBテスターの開発

—ライン組み込み型自動コンパクタビリティ測定装置—

日本アイリッヒ株式会社

幸永秀昭

1. 開発のコンセプト

製造業だけでなくIT業界他あらゆる業界においても深刻な不況を伝えるニュースが聞こえてくる。中国の安価な製品の流入により市場では、価格競争が激化している上、長納期・大量生産時代は終了し、短納期・多品種小ロットの時代になり、デフレ状況下で、ユーザーが買い得感を持つ価格つまり競争力のある価格帯でおかつ利益を出すには、以前にも増して工夫が問われる昨今である。

さて、多品種小ロットの鑄造が一般的になった現在、品種毎のサンドメタル比や中子比の違いにより砂の性状を一定にすることは非常に困難である。砂性状の重要な指標であるコンパクタビリティについて述べると、以前は砂を一定の水分に制御することで一定のコンパクタビリティを得られたが、現在では砂を一定水分に制御しても一定のコンパクタビリティにならないケースがほとんどである。従って、コンパクタビリティをリアルタイムにコントロールする必要性はいよいよ重要になってくることが考えられる。一方ISO 9001取得を目指す企業も増加傾向にあり、品質管理体制も大きく問われるようになってきている。

これらの流れを受け当社では、既存商品(自動砂試験機)のコンセプトとデザインを見直し

- 1) 「低 価 格」 : 小規模ラインでも投資効果が得られる価格帯を目標とする。
- 2) 「必要十分な性能」 : 機能を特化した上で、設計の流用と差別化により原価を抑える。
但し、性能は同程度あるいはそれ以上を目標とする。
- 3) 「情報技術の付加」 : ユーザーの品質管理に寄与できる情報機能を付加する。
- 4) 「低ランニングコスト」: 駆動部品数を減らし、故障の可能性を下げる。
部品交換が容易になるよう、モジュール単位で取外し、しやすくし、メンテナンス時間とコストを抑える。

ことをコンセプトとして、砂性状の主指標であるコンパクタビリティを自動測定する商品を開発した。

2. 装置概要

1) 名称

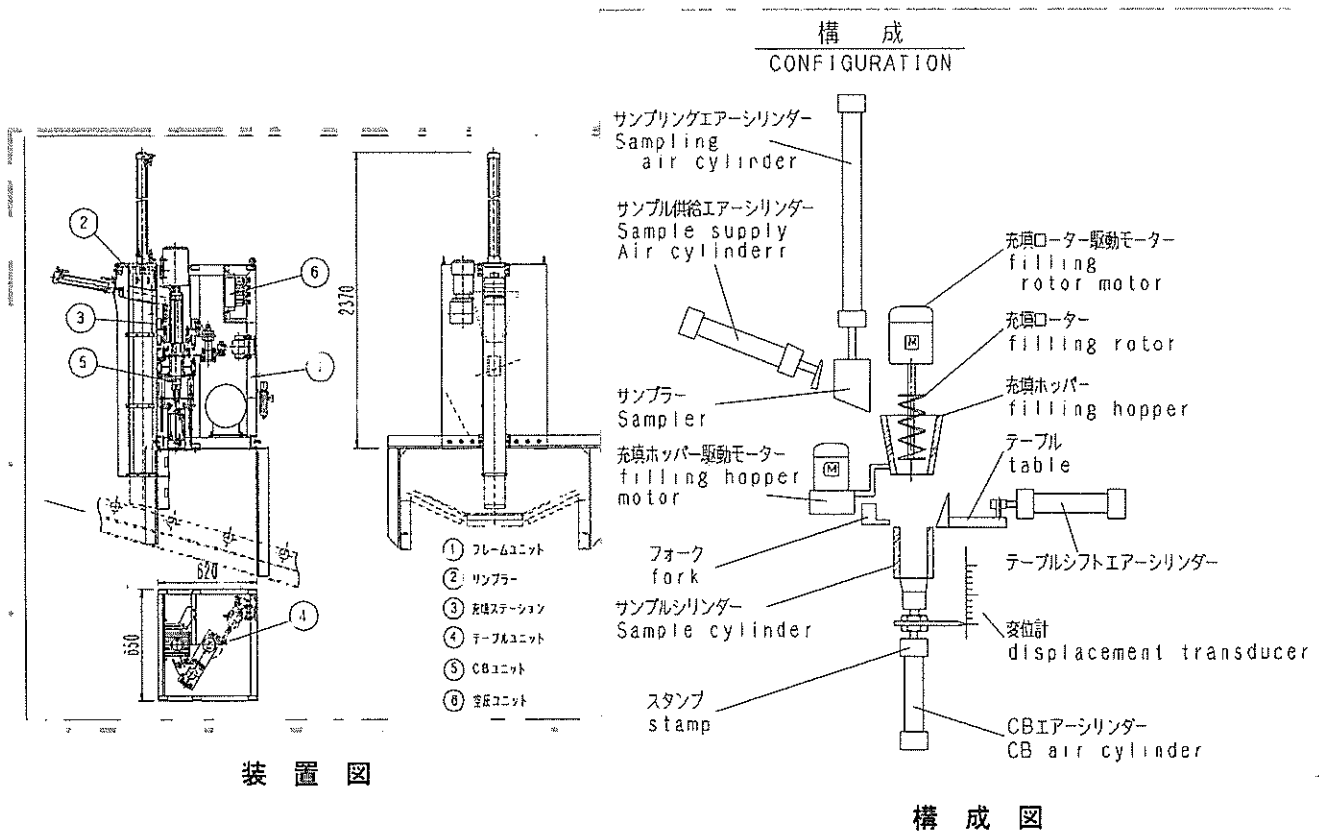
「CBテスター」

2) 機能概要 <参照：装置図>

本装置は、通常混練砂を切出すベルトコンベア上に設置される。

生型砂処理における砂の管理指標であるコンパクトビリティーをライン上でアイリッヒミキサーと連動して自動的に測定する。測定サイクルは、90~120秒でこの間に3サンプルのコンパクトビリティー値(以下CB値)を測定し平均化処理するため、各混練バッチのコンパクトビリティーがリアルタイムに管理でき、また、測定したコンパクトビリティーを目標値と比較し必要に応じて、回収砂へ加える加湿水分を補正する。このフィードバック機能により造型機へ供給する砂のコンパクトビリティー値を安定させる。このフィードバック機能を最適なものにするために各種設定要素(パラメータ)が設けられており、これらパラメータとして、フィードバックの頻度や水分の補正量そして目標値に対する管理幅設定等がある。各パラメータの設定値はユーザーの管理指標及び実際の砂性状変化を参考にして設定する。

測定されたコンパクトビリティー値は、タッチパネルに付属したCFカード(32MB)に保存され、保存されたデータは計算ソフトのEXCELLで開き編集できるので品質管理の一旦として利用することが出来る。測定されたデータは当社製品MIC(自動水分調整装置)との連動運転で砂混練において、より適切な加水量のフィードバックが可能となる。



3) 装置構成と運転工程 <参照：構成図，運転行程図>

装置は次の各ステーションから構成されている。

① サンプリングステーション

サンプル採取からサンプルの供給充填までを行う。

サンプルを採取するサンプラーは、サンプルが通過できる構造となっており、サンプル採取時に前バッチの砂が付着していたとしても、サンプル砂によって払い落とされる。

サンプルを充填するためのホッパーは、ユニークな形状と動きによって、砂が適切に解かれながらサンプルピースに充填されるよう設計されている。

サンプルを解す充填ローターは、サンプル解しと充填が最適にできる回転数を選択できるようインバータ制御される。

<構成部品>

☆サンプラー付エアースリンダー

☆サンプル押し板付サンプル供給エアースリンダー

☆サンプルを解し充填するための充填ローター

☆サンプル充填ホッパー

電動機仕様：充填ローター 0.4 kW (インバータ起動)

充填ホッパー 0.2 kW (直起動)

② CB測定およびサンプル廃棄ステーション

CB測定のため、サンプルを圧縮しその変位(%)を測定する。

サンプルシリンダーに充填された砂は、テーブルに設けられたエッジにより擦り切れ、CBエアースリンダーが上昇し、サンプルを圧縮する。3～4秒圧縮状態を保持した後、変位量が変位計により読み取られCB値が算出される。

サンプルに接触するスタンプには、砂付着防止用ヒーターが内蔵されており、測定完了後、テーブルはスタート位置に戻り、そしてCBエアースリンダーがさらに上昇しサンプルを押し出し、押し出されたサンプルは、テーブルとフォークにはさむことで壊され廃棄される。

最後にエアブローにより、サンプルと接触する各箇所の砂が払い落とされる。

<構成部品>

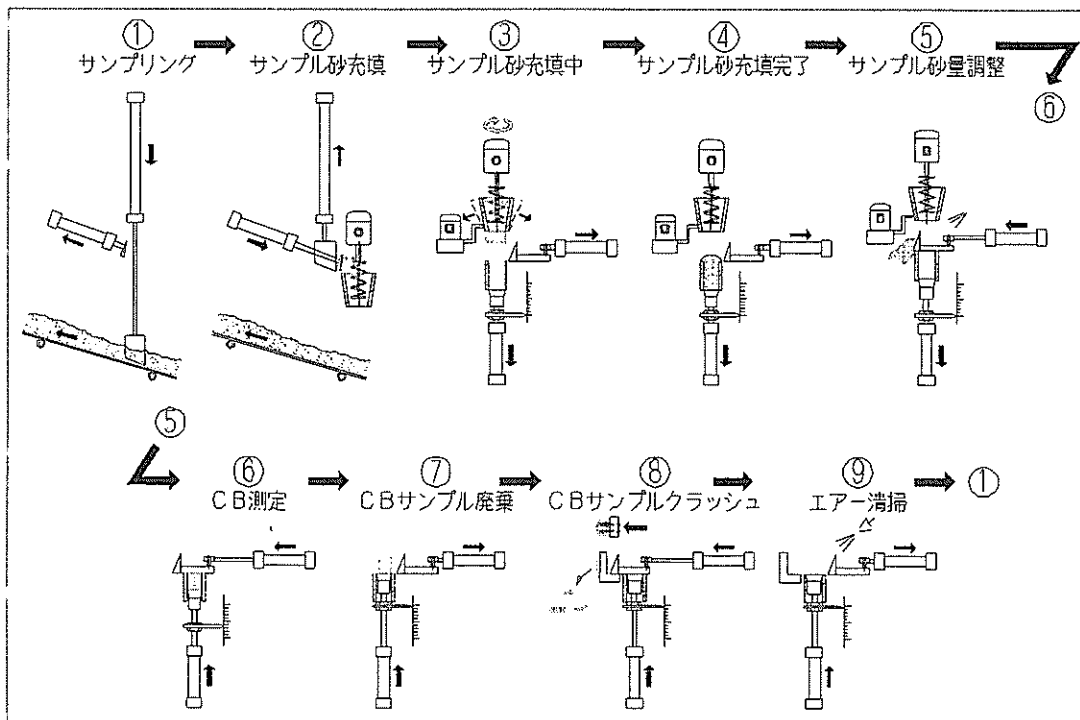
☆サンプルシリンダー

☆スタンプ付CBエアースリンダー

☆変位計

☆テーブル付テーブルシフトエアースリンダー

☆フォーク



運転行程図

3. 本装置の特長とそのために取り組んだ事

砂性状を自動測定する装置は、すでに数社が導入しているが、そのほとんどは、測定対象の砂サンプリングから廃棄・清掃の行程は自動化されておらず人手によって行われているのが現状である。この場合、砂処理の自動運転ラインに組み込むことはできないので、人手を要している部分を自動化する必要がある。

ラインに組み込むには、別途サンプリングから廃棄と清掃までの自動運転する機構が必要となり、ライン上に組み込み、砂のサンプリングから砂性状測定までを自動でおこなう、自動砂試験機(名称:クオリマスター AT1)を以前より提供しているが、但しその価格により小規模ラインに設置した場合その投資効果が少ないため、機能の特化・設計の流用・良好なメンテナンス性等を新設計のコンセプトにして、基本性能は同等かそれ以上を目指して、価格を下げる取り組みをした。

1) 低価格化と性能の維持

既存商品はコンパクトビリティー、剪断力、抗圧力の測定をおこなっていたものをコンパクトビリティーのみの測定に限定した。これにより、剪断力と抗圧力測定機構の省略のみならず、最もコストの高いサンプルシリンダー回転テーブル装置が省略できた。

砂切り出し部(ベルトコンベアー等)より測定のためのサンプルを採取し、サンプルピースへ充填する。このサンプル砂のサンプリング及び供給充填機能が適切であるかどうか、この装置の性能を大きく左右する。この機構については、実績のある既存装置の機構を採用した。CB測定から廃棄までの機構は、信頼性と低コストをコンセプトに新しい発想のもと新設計(内容について前述の装置概要を参照のこと)してある。

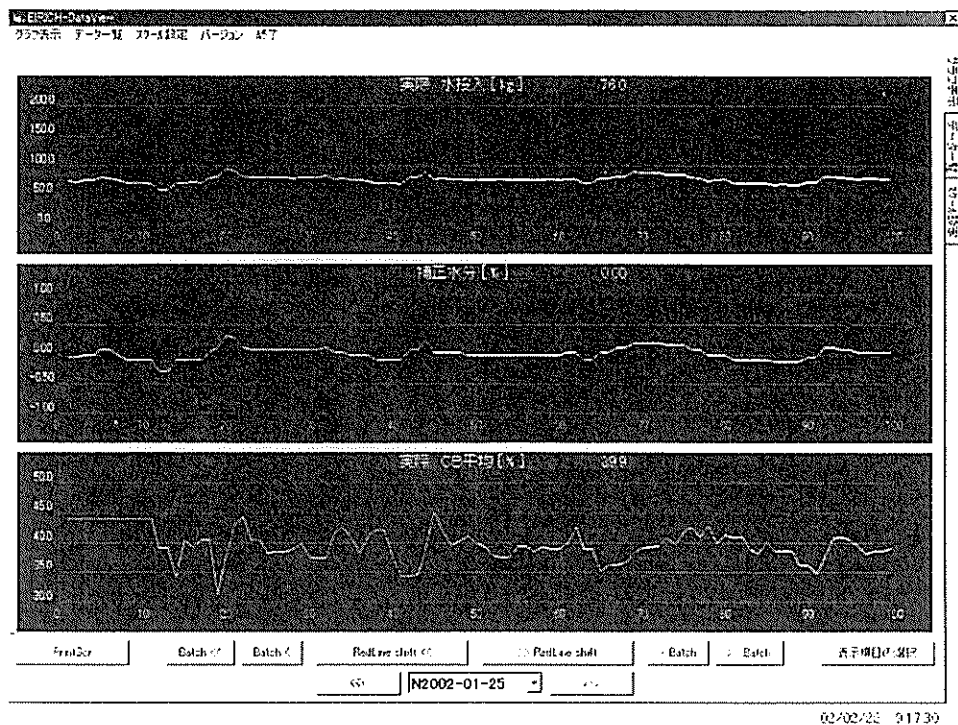
その結果、コンベア上等に設置後は、サンプル採取からサンプルの供給、充填そして廃棄と清掃までを含めた全測定(コンパクタビリティー)を自動で行ない、コンパクタビリティーを管理・制御できる装置が低価格で提供できるようになった。

2) 情報技術の付加

① データロギング機能

測定されたコンパクタビリティー値は、タッチパネルに付属したCFカード(32MB)に保存され、保存されたデータは計算ソフトのEXCELLで開き編集できるので品質管理の一旦として利用できる。さらに、アイリツヒ Data-View データーロギングソフト(参照：アイリツヒ Data-View 画面例)とリンクすることで、砂温度、水分、使用砂量、モーター負荷等の砂処理関係のあらゆる情報のロギングが可能である。

アイリツヒ Data-View 画面例



② 混練負荷とコンパクタビリティーの相関関係を利用した混練砂管理機能(CB値先読み制御)

ミキサーの混練負荷データを常に取り込み、CB値との相関を検量線化して、混練中の砂のCBを予測し、これにより2バッチ目よりミキサーから排出される砂のCB管理がリアルタイムで可能となる。

混練負荷を測定したバッチのCB平均値をPLC内に取り込み検量線をつくり、この検量線より次バッチでは、混練負荷から自動的にCB値が算出される。

予想CB値が誤差範囲外の場合は、混練砂切出しを停止し警報で作業員へ知らせる。

なお、将来には予想CB値をもとに加水等で、ミキサー内でCBを一定化する制御を製品化

する予定であり、これにより2バッチ目以降は理論上、常に目標CBが得られる。
なお、この混練中にCB値を予測しての加水制御については、実験検証を複数回実施した後に製品化する予定である。

<CB値先読み制御の概要>

- 操業時、毎バッチのCB測定値をPCに記憶させる。
- 操業時、毎バッチの混練(アジテーター)負荷をPCに記憶させる。
- 記憶したCB測定値に対応する混練負荷ピークとの関係をPCで検量線化する。
- この検量線を引くためのデータとして直前の数バッチ分を使用する。
- 検量線には最新のデータが使用されるので、その時の装置(アジテーター軸受けやVベルト等)の状態が変化しても、CB測定値/混練負荷の関係は保たれる。
- このCB測定値/混練負荷ピークの検量線により、目標のCB値が混練負荷によりミキサーから排出する前にミキサー内のCB値が把握できる。
- ミキサーから排出する前にCB値を把握することでミスバッチを出す確率が極めて低くなる。

アイリッヒミキサー



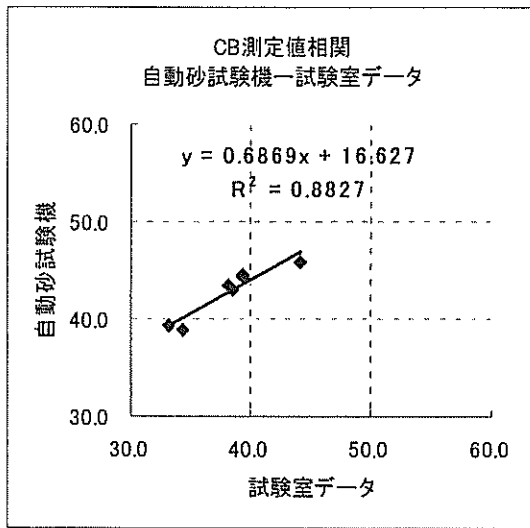
4. 測定データの評価

納入装置2台についてその測定データを試験室データと比較し検証した。

測定データ1は従来機「クオリマスターAT1」のもので、測定データ2は今回の開発装置「CBテスト」のものである。試験室データとはランマーにより測定したCB値で、試験室データと自動砂試験機測定データとの相関性は試験者や砂特性にも依存するのでどちらの測定精度が優れているかは判断できないが、見る限り従来機と同程度の精度であると考えられる。

データ1

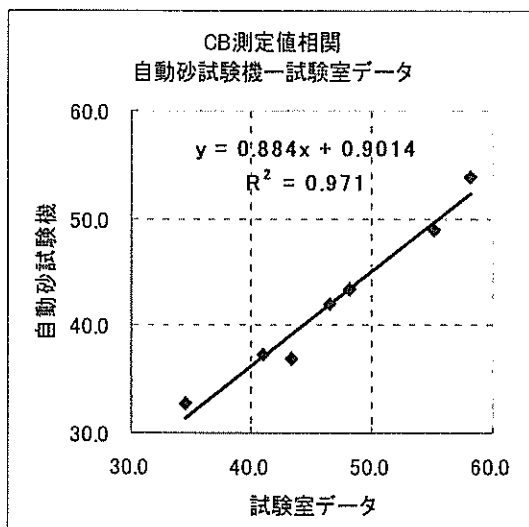
クオリマスタ AT1



バッチ	コンパクタビリティ測定値'98.12.08	
	試験室データ	自動砂試験機
16	34.3	38.9
17	33.1	39.4
23	39.3	44.7
24	38.2	43.5
25	39.3	44.3
26	44.1	45.8
27	38.4	43.0

データ2

CBテスター



バッチ	コンパクタビリティ測定値'02.03.13	
	試験室データ	自動砂試験機
7	34.5	32.8
8	58.2	53.8
9	48.2	43.4
10	43.3	37.0
11	46.5	42.0
12	41.0	37.3
13	55.2	49.0

<測定データの評価>

5. 結 び

どの製造現場でも、製品の不良ゼロとよりよい寸法精度を目指して、砂性状の安定には様々な工夫や努力がなされている。本装置によって、コンパクタビリティーを安定させることで製造現場のお役に立てればと思っており、これからも低価格でより使いやすい商品になるよう努力して行きたいと思う。