



Continuous casting
process automation

連続鋳造プロセスオートメーション

当社の豊富な経験に基づく連続鋳造プロセスの最適化

次世代連鑄機向けインテリジェントオートメーションシステム

鑄造プロセスの改善による最適なパフォーマンスの実現

CC Optimization (CC最適化) は次世代の連鑄機向けインテリジェントオートメーションシステムです。当社の優れた多数のエキスパートモデルを最適に融合して活用することにより、オペレータに幅広いサポートが提供され、ヒューマンエラーのリスクを最小限に抑えることができます。CC Optimizationは、フルオートメーションによる鑄造を実現する次世代システムです。

当社のソリューション

Primetals Technologiesの実証済みオートメーション製品は、鑄造プロセスの最適化とモニタリング機能を適時適切に提供します。世界に先がけとなるコンポーネントベースのアーキテクチャにより柔軟性の高いシステムを提供します。

マルチレイヤソフトウェア設計を基本とするデータベースを使用してシステムおよびモデルのパラメータを取得し、過去のデータおよび品質関連データにアクセスします。ヒューマンマシンインターフェース (HMI) 用のアプリケーションは、オブジェクトレイヤによりデータベースから切り離されます。

Primetals Technologiesは実証済みパッケージにもとづき、安定したプロセス最適化システムを開発しました。

安全は当社の最優先事項です。当社は、HMI上でオペレータが品質と安全に関する作業にのみ専念できるような完全に自動化された生産を目指しています。

柔軟なプロセスモデルにより、生産開始前のオフライン調整およびシミュレーションが可能となります。その結果、モデル挙動に適合させるためのソフトウェア修正は不要となります。

Primetals Technologiesは、各地域の拠点およびリモートリンクを通じて冶金上の問題およびオートメーションに関するグローバルなサポートを提供することにより、さらに手厚く幅広いサービスを実現します。



pure.hmi -各種デバイスで多用途に使用





長所

- **容易な導入**

当社の幅広い冶金モデルおよびパッケージ製品は、既設または新設のスラブ、ブルーム、ビレット連铸機に容易に導入することができます。

- **プロジェクト完成期間の短縮**

最初のヒートから100%機能する Connect & Cast® 製品により、プロジェクト完成期間が短縮されます。

- **ダウンタイムの短縮**

既に検証されプリセットされている実証済みコンポーネントを最大限利用することで、工場のダウンタイムが最小化されます。

- **メンテナンスとサポート**

高いセキュリティを有するデータ接続により、冶金関連事項、メンテナンスおよびオートメーションに関する迅速なサポートを提供します。

- **専用HMIパッケージ**

専用HMIパッケージによる操業およびメンテナンスのサポートを提供します。

- **サービスとサポート**

操業開始後、将来のシステム拡張向けのサービスおよびサポートを提供します。

CC OPTIMIZATIONの導入

PRIMETALS TECHNOLOGIESの製品により連鑄機の最適化を実現



CC Optimizationの全体画面

CC OPTIMIZATIONの主な機能

CC Optimizationの基本機能は、生産計画の管理および最初のヒートから最後のスラブが連鑄機のランナウトテーブルから搬出されるまでの操業中のヒートとスラブのトラッキングです。生産イベント（例えば、ヒートの変更およびタレットやタンディッシュの動きなど）および品質関連情報をトラッキングします。

ベーシックオートメーションシステム（CC Controlまたは既存システム）と密接にインターフェースすることにより、連続鑄造モデルおよびエキスパートモデルによる適切な信号処理にもとづく最適な操業を実現します。生産計画システムおよび上流設備からのデータを処理することにより、トラッキング、ヒートベーシングおよび品質評価を行います。

生産を最適化するため、モデルのアウトプットはベーシックオートメーションシステムに自動的に転送されます。

システム拡張

オープンシステムアーキテクチャにより、他のPrimetals Technologies製品を容易に連鑄プロセスオートメーションソフトウェアに統合することができます。

ヒューマンマシンインターフェース（HMI）

生産プロセスの間は常に、HMIがオペレータにガイダンスを表示します。オペレータは、品質および安全に関する作業に専念することができます。

- 重要な情報はメインディスプレイに表示されます。詳細は各種専用画面から簡単にアクセスすることができます。
- オペレータ画面は、お客様の使用する言語と単位で表示されます。
- システム管理者は、アプリケーションソフトまたはそれぞれの画面単独のアクセス権を設定することができます。
- Primetals Technologiesのプロセスエクスプローラは、構成可能なアプリケーションソフト群で構成されています。
- ユーザーは、入力する代わりにあらかじめ定義されたテキストを選択することにより操作ができます。
- 生産に関するオーバービュー画面では、現在のデータをWebベースで表示します。



2ストランド連続機のスラブ切断状況の全体画面

メンテナンスおよびシミュレーションシステム

Primetals Technologiesは、設定、テストおよびメンテナンスツールを一体としてパッケージに組み込んで提供します。

- ソフトウェアのインストール、設定、起動、停止、再起動およびCC最適化プロセスの継続監視およびトラブルシューティングを行います。
- ベーシックオートメーション関連データおよび緊急時上書き機能をオンラインでチェックします。
- Link Analyzerは、冷間試験またはレガシーシステムとのパララン時にベーシックオートメーション関連データの整合性を長期的にモニタリングします。

シミュレーションおよびテスト内容

Simulatorには、システムを円滑に起動できるように、オフライン環境でオペレータをテスト・トレーニングするのに必要な機能が備えられています。

シミュレーションの内容は以下のとおりです。

- 他のオートメーションシステムとの通信
- あらかじめ決められたスクリプトファイルを使用したさまざまな casting 方法の再現とテスト
- ソフトウェアの修正による効果を記録するための長期ストレステスト

YIELD EXPERT

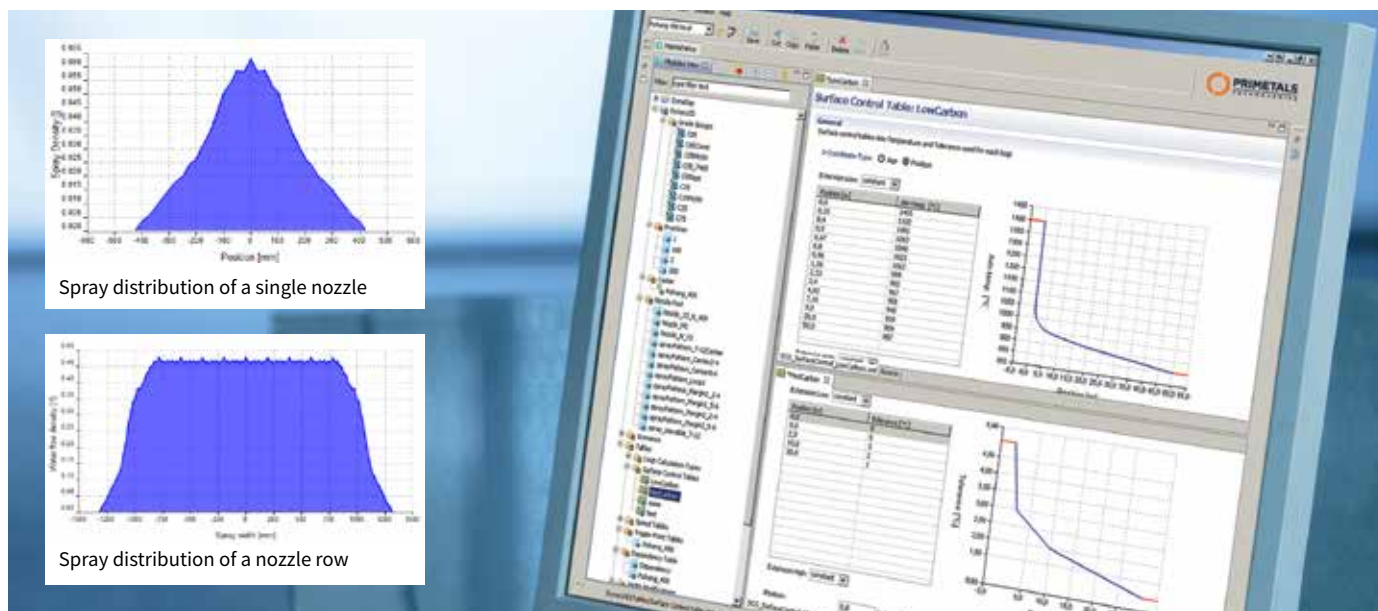
Yield Expert (歩留りエキスパート)の目的は、スクラップを最小にして歩留りを最適化することです。Yield Expertは、スクラップとなる部分、品質欠陥、重量制限、サンプルカットおよび幅変更を考慮に入れて、予定の製品数量が最大となるように計画します。

- スクラップとなる部分や品質の欠陥がある場合には、製品長または製品重量を最適化します。
- モールド幅の調整スケジュールを作成します。
- アルゴリズムによりスクラップとなる部分を割当てます。
- 最適化ステップはオンラインでON/OFF切換え可能です。
- 実際の生産状況下においても、切断長の最適化ステップの再現が可能です。

オンラインサポート

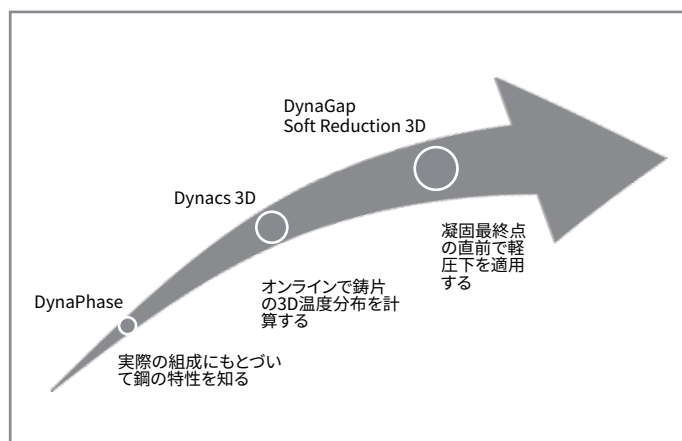
Primetals Technologiesは、高いセキュリティを有するオンライン接続により全世界のお客様にサポートとサービスを提供するとともに、Primetals Technologiesの各地域の拠点とお客様対応のメンテナンス要員が高水準のサポートを提供できるように支援します。サービス契約では、ローカルでの対応が不可能な、まれに発生するシステムに 関係する問題のサポートが保証されます。

DYNAPHASE、DYNACS 3D、DYNAGAP SOFT REDUCTION 最先端モデルグループ



Dynacs 3Dメンテナンスシステム

最先端のDynaPhase、Dynacs 3DおよびDynaGap Soft Reductionのモデルグループは、まったく新たな考えにもとづいており、これまでにない次元で、2次冷却および軽圧下の精度と制御機能を提供します。



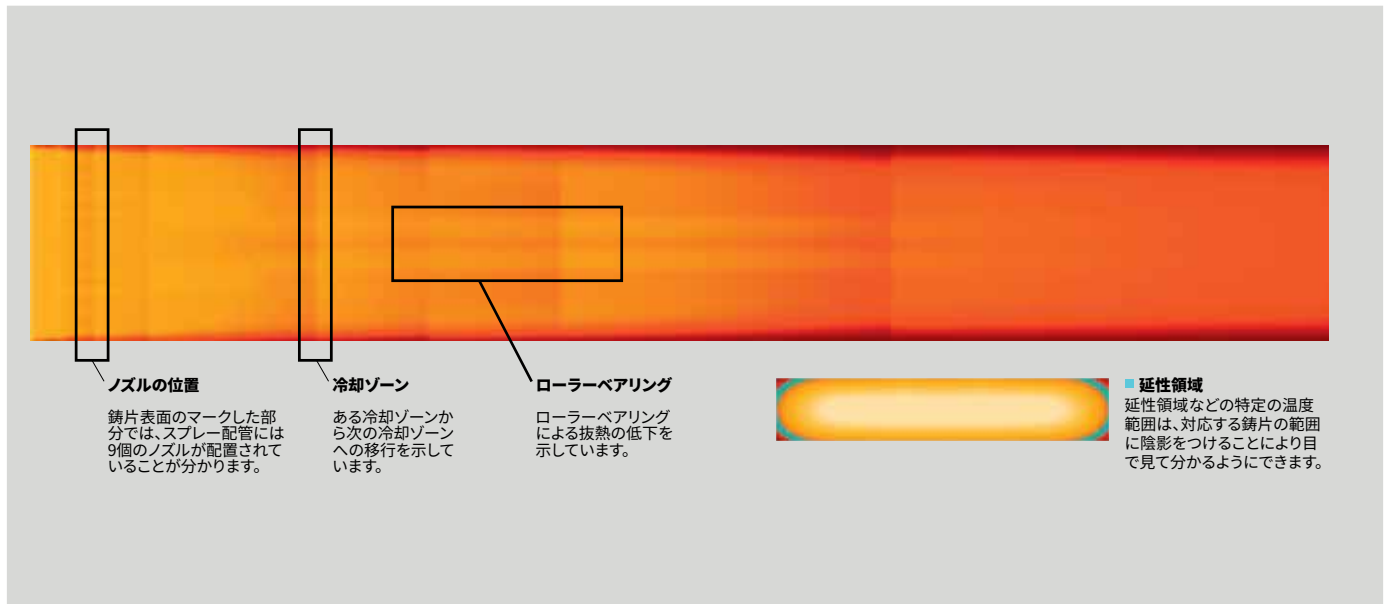
MSS—Maintenance and Setup System (メンテナンスとセットアップシステム) —を用いることにより、モデルグループのパラメータと設定値のメンテナンスが可能になります。この強力なツールは、オフラインにおいてシミュレーション環境で使用することにより、冶金エンジニアの日常作業をサポートします。これによりオペレータは、マシン寸法、冷却条件、ならびに各種の公式(各冷却システムの冷却水分布と抜熱量、放射熱、ロールからの抜熱量、モールドからの抜熱量、および自然対流を表す公式)を入力することができます。

DYNAPHASE

鑄片の3次元温度プロフィールを計算するためには、温度の関数としてのエンタルピー、固相率、密度、熱伝導率などの特性を知る必要があります。これらの材料特性はMSSに入力するか、またはアドオンパッケージのDynaPhaseを使用して入手することができます。このDynaPhaseでは、熱力学のギブス自由エネルギーとアブラミモデルを使用して鋼の化学成分からこれらのパラメータを決定します。

従来、鋼種はグループ分けされ、材料特性を決定するためには、そのグループの代表的な化学成分値を使用していました。DynaPhaseでは、材料特性は実際の鋼の分析値から得られます。計算では、実際の鋼分析値を用いた場合と鋼種グループの成分値とを用いた場合を比較すると、最終凝固点の差が50 cm以上あり得ることが示されています。このことは、鑄造製品の品質を改善するためには実際の鋼種を使用してオンライン計算を行うことが重要であることを実証しています。

DynaPhaseは、現在の鋼の分析結果が包晶であるかどうかを示し、予期しない包晶グレードであることが分かった場合にオペレータに警告します。これにより、ブレイクアウトのリスクを減らし、品質を改善することができます。



HMI上での铸片の平面図と断面図

DYNACS 3D

最先端の2次冷却モデルのDynacs 3Dは、一時的な铸造状況の変化（鋼種変更、铸造速度の変化、タンディッシュ温度の差、タンディッシュ交換、および铸造シーケンスの開始と終わりなど）でも正しい流量を与えます。各冷却ゾーンの流量は、铸造シーケンス全体にわたって与えられた表面温度分布を維持するように計算されます。

熱伝達式を解くためには有限体積近似を使用し、密度および位置ごとの製品断面などの材料特性の温度依存性を考慮します。

メンテナンスシステムでは、冶金エンジニアが冷却方法の変更をしやすくし、お客様が指定する冷却方法を導入できます。オフラインでのシミュレーションシステムを用いて、製造プロセスで使用する前に各種の铸造状況における新しい設定値の影響をテストすることができます。

利点

- クリティカルな端部温度を含む高温铸片の3次元温度分布が得られます。
- 铸片幅方向の凝固領域の計算精度が向上します。
- 最適なロールギャップ調整を行うための自然収縮量が計算されます。

DYNAGAP SOFT REDUCTION® 3D

このパッケージには、Smart SegmentとDynacs 3Dの熱トラッキングモジュールが組み合わされています。このパッケージは、過渡的な铸造条件下においてもロールギャッププロファイルを時々刻々調整します。

- スtrand全体にわたってロールギャッププロファイルを時々刻々調整します（機械セグメントの設定に応じて）。
- 設計範囲内で任意の厚さで自由に铸造できます。
- マシンを保護するため、ロール圧下量が最適化されます。
- とくにパイプ材と厚板材に関して中央偏析が最小化され、内部品質が改善されます。

DynaPhase、Dynacs 3DおよびDynaGap Soft Reductionのモデルグループは、モジュール設計のため、スラブ、ブルーム、ピレットキャスターおよび他社から納入されたキャスターにも適用することができます。



QUALITY EXPERT

連続鋳造における品質管理改善のマイルストーン

Primetals Technologiesは、操業、冶金およびオートメーションの専門知識にもとづいて、まったく新しいコンピュータ支援品質管理システムであるQuality Expertを開発しました。このQuality Expertは、これまで全世界200基を超えるスラブ/ブルーム/ビレットキャスターで採用されているVAIQに取って代わるシステムです。

このQuality Expertは、品質に関係するプロセスパラメータに必要な定義を定め、生産時には実際のデータを収集して鋳造製品の品質を予測し、さらに次の製品のパラメータを自動的に決定します。このシステムは、オンラインでの品質の警告表示とマシン内の鋳片品質をあらかじめチェックすることにより、オペレータを支援します。

Quality Expertにはまったく異なる2つのバージョンが利用できます。このバージョンはそれぞれ、基本的な製品品質評価と総合的な製品品質評価を行う機能を有しています。

DISCOVERY SYSTEM

収集された情報と計算結果はすべて、Quality Expertの生産モジュールから、いわゆるDiscovery Systemに転送することができます。このDiscovery Systemは、収集された大量の情報を長期に保存して評価するための専用のシステムです。

利点

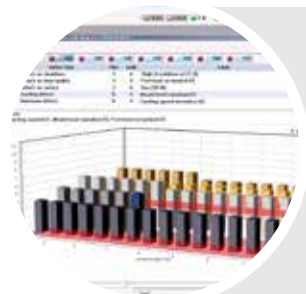
- **製品品質の改善**
オペレータが利用できる一貫した、動的な生産方法に関する情報により達成されます。
- **コスト削減**
製品検査および手入れ作業を大幅に省くことができ、材料のロスやハンドリング費用を削減できます。
- **構成の自由度**
Quality Expertは、柔軟な知識ベースコンポーネントを活用し、ユーザーのニーズに合わせて構成することができます。
- **ダイレクトチャージまたはホットチャージにおける品質の保証**
鋳造製品のオンライン品質予測により、下流の製造ラインに搬送する前に欠陥がある可能性のある製品を抜き取ることができます。
- **品質保証**
プロセスの仕様、プロセスの履歴、および品質結果を長期的に文書に記録することにより、ISO 9001規格に従う品質の保証をサポートします。

Quality Expertは、ボトムアップで柔軟に対応できるように設計されています。柔軟なルールエディタを含む総合的な設定システムを使用することにより、生産条件の変更に際して容易に適応させることができます。またQuality Expertは、プロセスデータトラッキング機能も特長です。マシンを学習する機能により、与えられたサンプルデータにもとづく製品の製品品質評価機能の調整が容易になります。



プロセスデータトラッキング

製品品質に影響を与えるプロセスデータは、対象となるプロセスファイルと品質予測ファイルに詳細に記録されます。データは、ベーシックオートメーションシステムおよびプロセスコンピュータから伝送されたとおり、高速周期(通常1秒)で記録されます。影響を受ける冶金関連データを検討する高度な予測方法を用いることにより、鑄片ごとの鑄造製品の正確な製造条件を決定することができます。



品質予測

Quality Expertはまったく新しいフレキシブルなルールエディタが特長です。清浄度、表面品質および内部品質を含め複数の種類の製品欠陥を予測するルールシステムは、単純な方法からさらに高度な方法まで開発することができます。Quality Expertは、これらの品質ルールをオンラインで評価し、結果として得られる品質評点を表示します。現在鑄造が進行中の鑄片および切断後の製品については、品質評点の説明とあわせてこれらの品質プレビューを利用することができます。



品質の監視

製造中に限界値に達した場合、あるいは仕様が逸脱した場合にオンラインでオペレータに警告を発生します。プロセスエンジニアは、オペレータがどのプロセスパラメータを監視するか、また、どの種類の警告を認識する必要があるか指定することができます。オペレータは、モールドから離れている間に、鑄造中の鑄片の事前の品質評点をプレビューすることもできます。表示されたこれらの評点の説明により品質欠陥が明らかにされ、オペレータは必要な場合に直ちに介入することができます。

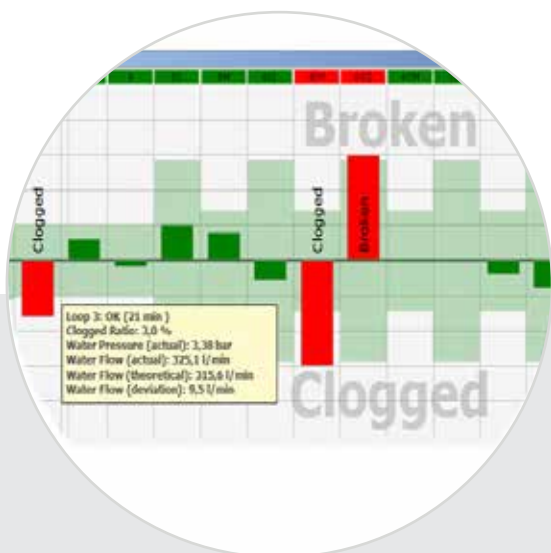


メンテナンスおよび設定システム

オンライン品質管理機能は、Quality Expertのメンテナンスおよび設定システムを使用して、柔軟に構成することができます。必要な技術的な専門知識は冶金データベースに保存されています。エンドユーザー(冶金エンジニア、プロセスエンジニア)は、品質ルールを適応させるか、またはソフトウェアエンジニアの支援なしに新しいルールを入力することができます。Quality Expertでは幅広い構成を簡単に実行できるため、プロセスエンジニアは品質要求の変化に迅速かつ柔軟に対応することができます。

各種のエキスパートモデル

専門知識を結集し、品質と生産性を保証



NOZZLE EXPERT

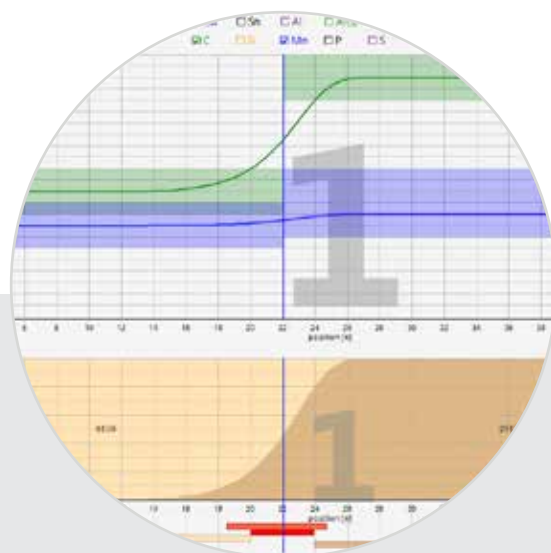
Nozzle Expertは、連铸機のノズル詰まりおよびホースの破損を検出することができるため、铸片が均一に冷却され、高品質の鋼の製造が可能となります。Nozzle Expertは、統計モデルを使用して各冷却ゾーンのノズル詰まり率を示します。

Nozzle Expertは铸造中のノズルの状態を自動的に監視します。このモデルは铸造中断時にはマニュアルで起動させることもできます。この利点は、メンテナンス作業あるいはセグメント変更後のノズルの状態をチェックすることができ、铸造を再開する前に(必要に応じて)直ちに修理することができる点にあります。

連铸機のセグメントの変更は、問題を発生させる原因となる場合もあります。ホース類は簡単に破裂したり詰まったりします。メンテナンス担当者はホースの漏れやノズル詰まりの結果がどうなるか分かっており、ノズルが正常に作動しているかどうかを確認するために多大な時間を費やしています。

利点

- メンテナンス時間の大幅な低下によりコストが削減されます。
- ノズル詰まりやホースの破損を早期に間違いなく検出します。
- ノズル詰まりの問題を铸造開始前に検出して修正できます。
- オペレータは警報で知らされたゾーンのみを点検するだけで済みます。



INTERMIX EXPERT

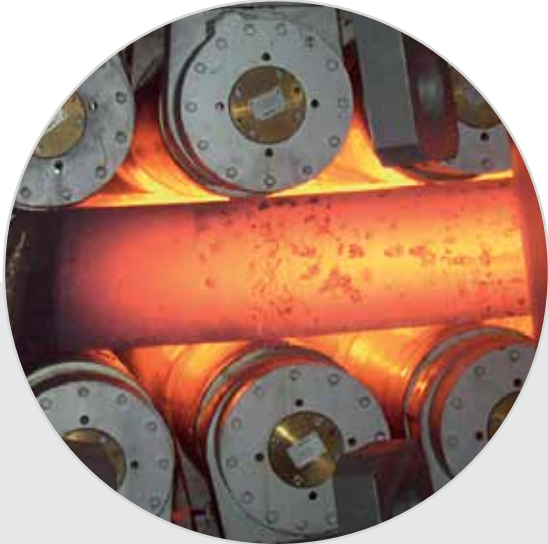
Intermix Expertは、連铸の際に異鋼種が混合する場合に一級品の铸片が正確に定められることを確実にします。この情報により、Yield Expertは铸片の不適合部分の前後で一級品を切断することができます。鋼の成分混合はタンディッシュ内のみならずモールド内および铸片最上部でも発生します。これらの場所における混合は、铸造ストランドのどの位置においても鋼の化学成分を計算可能なIntermix Expertの混合ボックスタイプのサブモデルにより評価されます。

鋼の化学成分にもとづいて、Intermix Expertは鋼の混合領域が所定の製品用途に使用することができるかどうか、あるいは鋼の等級を下げるか、またはスクラップとするのかどうかを計算します。

分析値、タンディッシュ重量、ストランド寸法などの入力パラメータが考慮され、計算結果はHMI上に表示されます。

利点

- Intermix Expertの出力とYield Expertを組み合わせることにより、最高レベルの歩留りが得られます。
- ストランドに沿った铸片の混合領域および不適合な铸片部分が計算されます。
- 異なる鋼種の混合をテストするための強力なシミュレーション環境が用意されています。
- 铸造スラブの任意の位置において正確な化学分析値が得られます。



SPEED EXPERT

品質向上および生産量がSpeed Expertの注力する点です。Speed Expertでは、鑄造速度に影響を与える要因を組み合わせることにより、任意の鑄造状況にマッチする最適な鑄造速度を繰返し計算します。

連鑄機における適切な鑄造速度の選択は非常に重要です。多数の要因(例えば、過熱度、鋼種ごとの最小/目標/最大速度、品質、安全、マシンの制約および生産上の要件)が鑄造速度の選択に影響を与えます。

鑄造速度の計算ではさまざまな制約にもとづき、さまざまな要因を考慮します。各ルール毎に、その要件を満たす速度範囲を決定します。Speed Expertは、これらすべての速度範囲の交差部分から最適な鑄造速度を決定します。

各ルールに優先順位を割り当てることもできます。結果が矛盾する場合、優先順位の低いルールは無視されます。

利点

- 生産量を増加させ、品質を改善する最適な鑄造速度が選ばれます。
- 定常状態では、最終凝固点が最適な軽圧下を行うセグメントの最後に位置するように推奨速度が計算されます。
- 速度の設定点はHMIに表示され、レベル1システムに送信されて自動的に実行されます。
- 新規のルールまたは変更した既存ルールを定義する強力なメンテナンスシステムが用意されています。



EQUIPMENT EXPERT

Equipment Expertの役割は、設置された鑄造機の設備をモニタリングし、必要なメンテナンス作業に関する重要な情報をオペレータに提供することにあります。設備としては、セグメント全体、個々のロール、モールドまたはモールドプレートがあります。すべての設備に関して、ライフサイクルまたは部分ライフサイクル基準が定義されます。この基準は、ヒート数、鑄造時間、鑄造長さ、トン数、操業期間または他の要素があります。Equipment Expertは、各設備に関してこれらの基準を集め、オペレータにライフサイクル基準に達する時期を知らせます(例えば、「ヒート数が500回になる可能性があるため、モールドの幅方向サイドプレートを変更する」等)。この情報により、連鑄機の予防保全作業を適切に系統立てて行うことができます。製鋼工場に2基以上の連鑄機がある場合には、同じ設備を2台の連鑄機で使用することができるため、1つのEquipment Expertですべての連鑄機に対応することができます。

利点

- プログラミング作業なしで新しい設備の追加が可能です。
- 連鑄機の予防保全を適切に系統立てて行うことができます。
- RFIDの使用により設備が自動的に検出されます。
- 設備の試験報告書、マニュアル類、使用説明書がHMIで利用可能です。
- 既存設備の交換が必要な場合には、オペレータに適切な情報が警告として出されます。

Primetals Technologies Austria GmbH

三菱重工業とパートナーとの合併企業

Turmstrasse 44
4031 Linz
Austria

[primetals.com](https://www.primetals.com)

パンフレット番号: T03-1-N094-L2-P-V3-JP

Printed in Austria

© 2020 Primetals Technologies Ltd. All rights reserved.

本書記載の情報 (図や番号等を含む) は、未検証の見込みおよび推定に基づく、概略または性能特性についてのみ説明しています。

どのような程度においても、契約または契約に至る申し出を表明、構成および/または証拠となることなく、当事者に対する拘束力を有しません。各特性を提供および/または実証する義務は、同契約条件について明示的に同意した場合のみ、存在することとします。

これらの見込みおよび推定は、ケースバイケースで分析する必要があり、製品開発が進む中で変更となる可能性があります。

Primetals Technologies では、所定の情報、見込みおよび推定による、または関連した責任は

適用除外とします。所定の情報、見込みおよび推定は、将来の申し出および/または契約のいずれにも偏ることはないこととします。

Primetals Technologies から受取人への情報の使用には、適用される機密義務が適用され、かつ受取人の便宜および受取人専属のリスクに適用されることとします。