

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-40593
(P2012-40593A)

(43) 公開日 平成24年3月1日(2012.3.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 1 B 37/76 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 1 3 2 B	4 E O 2 4
B 2 1 B 37/00 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 B B M	
B 2 1 B 45/02 (2006.01)	B 2 1 B 45/02 3 2 O T	
B 2 1 C 51/00 (2006.01)	B 2 1 C 51/00 E	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-184508 (P2010-184508)
(22) 出願日 平成22年8月20日 (2010.8.20)

(71) 出願人 000001258
J F E スチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(74) 代理人 100105968
弁理士 落合 憲一郎
(74) 代理人 100130834
弁理士 森 和弘
(72) 発明者 小笠原 知義
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
F E スチール株式会社内
(72) 発明者 西浦 伸夫
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
F E スチール株式会社内

最終頁に続く

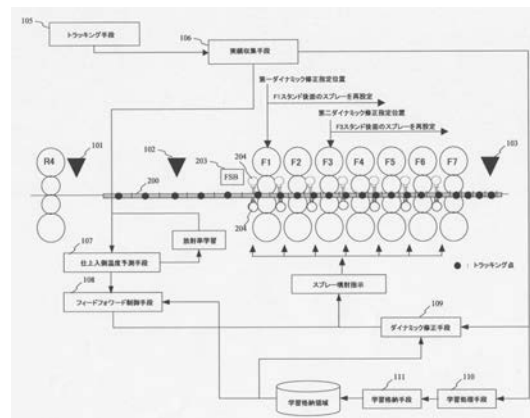
(54) 【発明の名称】 熱間圧延における仕上温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】精度良く応答性に優れた、熱間圧延における仕上温度制御装置を提供することを課題とする。

【解決手段】トラッキング手段と、該トラッキング手段と各種実績計測手段を用いて、セクション毎の実績結果を収集して保存する、実績収集手段と、仕上入側温度を予測する仕上入側温度予測手段と、スタンド間スプレーの水量を設定するフィードフォワード制御手段と、スタンド間スプレーの設定を再設定するダイナミック修正手段と、温度モデルの補正係数を求める学習処理手段と、補正係数を格納する学習格納手段とを具備する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼板の粗圧延機出側温度を計測する粗出側温度計測手段と、鋼板の仕上圧延機入側温度を計測する仕上入側温度計測手段と、鋼板の仕上圧延機出側温度を計測する仕上出側温度計測手段と、各仕上スタンドの圧延荷重を計測する圧延荷重計測手段と、各仕上スタンドの回転速度を計測する回転速度計測手段と、各仕上スタンド間で圧延中の鋼板を冷却するスタンド間スプレーとを具備した仕上圧延機に対して、前記スプレー水量を制御することで前記仕上圧延機出側温度を目標温度に制御する熱間圧延における仕上温度制御装置において、

鋼板の長手方向を等間隔で仮想的に分割したセクション毎の位置情報を記憶するトラッキング手段と、

該トラッキング手段と各種実績計測手段を用いて、セクション毎の実績結果を収集して保存する実績収集手段と、

粗出側温度と鋼板放射率と粗出側温度計測手段から仕上入側温度計測手段までの搬送時間を用いて仕上入側温度を予測する仕上入側温度予測手段と、

該仕上入側温度予測手段により予測した仕上入側温度を初期値として圧延スケジュールと圧延荷重予測値と搬送速度予測値と学習処理手段により算出した温度モデルの補正係数を用いて、各セクションが通板する前に目標の仕上出側温度となるスタンド間スプレーの水量を設定するフィードフォワード制御手段と、

前記トラッキング手段を利用して、各セクションが仕上圧延機内の指定位置に到達したタイミングで各セクションの指定位置までの実績情報と学習処理手段により算出した温度モデルの補正係数を取り込んで各セクションの指定位置までの温度を再計算し、搬送速度の予測を再実行した後に指定位置より下流のスタンド間スプレーの設定を再設定するダイナミック修正手段と、

各セクションの仕上温度実績を収集した時点で温度モデルの補正係数を求める学習処理手段と、

該学習処理手段で計算した温度モデルの補正係数を格納する学習格納手段とを具備することを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、

前記フィードフォワード手段とダイナミック修正手段における圧延荷重予測値は、鋼板が仕上スタンドに噛み込むまでは設定値を、噛み込み後は各スタンドの最新の荷重実績値を用いることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、

前記仕上入側温度予測手段において使用する鋼板放射率は、粗圧延機出側温度と仕上入側温度と粗出側温度計測手段から仕上入側温度計測手段までの搬送時間を用いてオンラインで逆算したものであることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、前記ダイナミック修正手段は、複数スタンドの位置を指定できることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、前記学習格納手段は、次に圧延する材料の初期値として格納する領域と圧延中の材料に適用するために格納する領域とを別々に保持していることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、熱間圧延における仕上温度制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

熱間圧延（一般的に熱延と略して呼ばれており、以下では熱延とも記載する）とは、一般的に、連続鋳造または造塊、分塊によって製造されたスラブ状の金属材料を、加熱炉にて数百～千数百度に加熱した後、熱間圧延ライン上に抽出し、1対または複数対のロールで挟圧し、そのロールを回転させることで、薄く延ばし、コイル状に巻き取るプロセスのことである。

【0003】

近年熱延ラインにて圧延されるコイルに要求される品質は厳格化しており、特に、仕上圧延機出側での鋼板の温度で品質が大きく変化するため、この温度を目標どおりに制御することが求められている。

10

【0004】

このため、例えば特許文献1では、仕上出側温度の偏差（目標温度と実績温度との差）に応じてストリップクーラント（スプレー）の本数を増加減させている。特に、板速度が低下すると見込まれる場合で、ストリップクーラントの使用数を増加させる場合には、現在の使用数を維持するようにし、逆に使用数を減少させる場合は、減少した本数を出力するようにしている。これにより、減速による仕上出側温度の低め外れを回避している。

【0005】

また、特許文献2では、切板鋼板を、仕上圧延設備の入側で、所定長さを有するように仮想分割した切板からなると想定する。そして、各切板に対して、仕上圧延設備の入側温度を把握し、仕上圧延設備内を複数のゾーンに分割したときの、ゾーン内での搬送時間を求め、求めた仕上入側温度および搬送時間を参照して得られる、仕上出側温度（FDT：Finisher Delivery Temperature）が目標値に最も近くなるような注水パターンおよび注水タイミングを求め、さらに、求めた注水パターンおよび注水タイミングにしたがって注水動作を行うように各冷却設備を制御するようにしている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-43811号公報

30

【特許文献2】特開平10-94814号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した特許文献1に開示された技術では、想定している仕上入側温度の変動が実績と異なってくる場合やオペレータの手介入による速度変化の場合に対応できないという課題がある。

【0008】

また、上述した特許文献2に開示された技術では、FDT目標に対する制御誤差への対処法については言及されていない、さらに圧延中に変動する板速度や圧延荷重を取り込んでスプレーの設定を行っていないため、圧延状態が変動することでスプレーの設定を誤る可能性があるという課題がある。

40

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、精度良く応答性に優れた、熱間圧延における仕上温度制御装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題は次の発明により解決される。

【0011】

[1] 鋼板の粗圧延機出側温度を計測する粗出側温度計測手段と、鋼板の仕上圧延機

50

入側温度を計測する仕上入側温度計測手段と、鋼板の仕上圧延機出側温度を計測する仕上出側温度計測手段と、各仕上スタンドの圧延荷重を計測する圧延荷重計測手段と、各仕上スタンドの回転速度を計測する回転速度計測手段と、各仕上スタンド間で圧延中の鋼板を冷却するスタンド間スプレーとを具備した仕上圧延機に対して、前記スプレー水量を制御することで前記仕上圧延機出側温度を目標温度に制御する熱間圧延における仕上温度制御装置において、

鋼板の長手方向を等間隔で仮想的に分割したセクション毎の位置情報を記憶するトラッキング手段と、

該トラッキング手段と各種実績計測手段を用いて、セクション毎の実績結果を収集して保存する実績収集手段と、

粗出側温度と鋼板放射率と粗出側温度計測手段から仕上入側温度計測手段までの搬送時間を用いて仕上入側温度を予測する仕上入側温度予測手段と、

該仕上入側温度予測手段により予測した仕上入側温度を初期値として圧延スケジュールと圧延荷重予測値と搬送速度予測値と学習処理手段により算出した温度モデルの補正係数を用いて、各セクションが通板する前に目標の仕上出側温度となるスタンド間スプレーの水量を設定するフィードフォワード制御手段と、

前記トラッキング手段を利用して、各セクションが仕上圧延機内の指定位置に到達したタイミングで各セクションの指定位置までの実績情報と学習処理手段により算出した温度モデルの補正係数を取り込んで各セクションの指定位置までの温度を再計算し、搬送速度の予測を再実行した後に指定位置より下流のスタンド間スプレーの設定を再設定するダイナミック修正手段と、

各セクションの仕上温度実績を収集した時点で温度モデルの補正係数を求める学習処理手段と、

該学習処理手段で計算した温度モデルの補正係数を格納する学習格納手段とを具備することを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【 0 0 1 2 】

[2] [1] に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、

前記フィードフォワード手段とダイナミック修正手段における圧延荷重予測値は、鋼板が仕上スタンドに噛み込むまでは設定値を、噛み込み後は各スタンドの最新の荷重実績値を用いることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【 0 0 1 3 】

[3] [1] または [2] に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、前記仕上入側温度予測手段において使用する鋼板放射率は、粗圧延機出側温度と仕上入側温度と粗出側温度計測手段から仕上入側温度計測手段までの搬送時間を用いてオンラインで逆算したものであることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【 0 0 1 4 】

[4] [1] ないし [3] のいずれか 1 項に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、

前記ダイナミック修正手段は、複数スタンドの位置を指定できることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【 0 0 1 5 】

[5] [1] ないし [4] のいずれか 1 項に記載の熱間圧延における仕上温度制御装置において、

前記学習格納手段は、次に圧延する材料の初期値として格納する領域と圧延中の材料に適用するために格納する領域とを別々に保持していることを特徴とする熱間圧延における仕上温度制御装置。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、仕上入側温度の変動、オペレータの手介入による速度の変動、圧延荷重の変動があっても、仕上出側温度を応答良くかつ高精度に制御できる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明に用いる実績収集のための装置構成例を示す図である。

【図2】本発明に係る熱間圧延における仕上温度制御装置の装置構成例を示す図である。

【図3】温度計算区間の構成例を示す図である。

【図4】学習処理手段における学習処理手順の一例を示す図である。

【図5】仕上出側実績温度と仕上出側温度1および2との関係を概念的に示した図である。

【図6】本発明を適用した場合の結果(仕上出側温度)を示す図である。

【図7】仕上入側温度の推移を示す図である。

【図8】搬送速度の推移を示す図である。

【図9】フィードフォワードのスプレー設定と実績の比較を示す図である。

【図10】F1ダイナミック修正の結果を示す図である。

【図11】F2ダイナミック修正の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図1は、本発明に用いる実績収集のための装置構成例を示す図である。図中、101は粗圧延機出側温度計測手段を、102は仕上圧延機入側温度計測手段を、103は仕上圧延機出側温度計測手段を、104は各種実績計測手段を、105はトラッキング手段を、106は実績収集手段を、200は鋼板を、201は粗圧延機を、202は仕上圧延機を、203はFSBを、および204はスプレーをそれぞれ表す。なお、ここでは、粗圧延機出側、粗圧延機出側温度、仕上圧延機入側温度などと特定の圧延機の特定の位置、または物理属性を示す場合に、途中の圧延機との記載を省略して、それぞれ、粗出側、粗出側温度、仕上圧延機入側温度とも称するものとする。また、鋼板を単に板とも記載している。

【0019】

図1は、粗圧延機201の出側からFSB(Finisher Scale Breaker)203、さらに7スタンドの入側にスプレー204を有する仕上圧延機202に至る、鋼板200の熱間圧延ラインを示している。

【0020】

101~103の各温度計測手段には、例として放射温度計がある。そして、各種実績計測手段104としては、例えば、圧延状態の実績を計測する圧延荷重計測手段、回転速度計測手段、スプレーの実績と搬送時間の実績を計測する手段などの各種の実績計測手段がある。

【0021】

トラッキング手段105は、鋼板200の長手方向を等間隔で仮想的に分割したセクション毎に各トラッキング点の移動をトラッキングする。実績収集手段106は、101~104の各計測手段およびトラッキング手段105を用いて、セクション毎に割り付けて実績結果を収集する。

【0022】

図2は、本発明に係る熱間圧延における仕上温度制御装置の装置構成例を示す図である。図中、107は仕上入側温度予測手段を、108はフィードフォワード制御手段を、109はダイナミック修正手段を、110は学習処理手段を、および111は学習格納手段をそれぞれ表す。なお、その他の符号は、図1と同様である。

【0023】

まず、仕上入側温度予測手段107は、実績収集手段106により収集したセクション毎の粗圧延機出側温度と粗圧延機出側温度計測手段から仕上圧延機入側温度計測手段までの搬送時間、さらに鋼板放射率を読み込み、温度モデルにて仕上入側温度を予測する。ここで、先頭セクションの鋼板放射率はテーブルから読み込むことにし、先頭以降のセクションは1セクション前の実績に対して逆算した放射率を読み込むものとする。これにより

10

20

30

40

50

実績の仕上入側温度に近い予測計算ができる。

【 0 0 2 4 】

ここで、本発明で用いる温度モデルについて以下に説明を行う。なお、ここで説明を行う温度モデルは一例であり、本発明の主旨を逸脱しない範囲で変更が可能である。

【 0 0 2 5 】

まず基本は、以下の(1)式に示す、1次元非定常熱伝導方程式を冷却区間に応じた境界条件で解くことにより、温度を予測する。この1次元非定常熱伝導方程式の解法として、時間方向に対して2次精度で計算できるクラック・ニコルソン法(差分法)が知られており、一般的に使用され本発明でもこの解法を用いている。

【 0 0 2 6 】

【 数 1 】

$$\rho \cdot C \cdot \frac{\partial \theta(x,t)}{\partial t} = \lambda \cdot \frac{\partial^2 \theta(x,t)}{\partial x^2} + Q \quad \dots\dots(1)$$

境界条件:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{表面: } \lambda \cdot \frac{\partial \theta(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = q_1 \\ \text{裏面: } \lambda \cdot \frac{\partial \theta(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=h} = q_N \end{array} \right.$$

ここで、

ρ : 比重 [kg/m³]、 C : 比熱[kcal/kg・°C]、 λ : 熱伝導度[kcal/m・hr・°C]

Q : 発熱量[kcal/m³・hr]、 q_1 : 表面熱流束[kcal/m²・hr]、 q_N : 裏面熱流束[kcal/m²・hr]

$\theta(x,t)$: 板温度[°C]、 t : 時間[hr]、 x : 板厚方向位置[m]

【 0 0 2 7 】

図3は、温度計算区間の構成例を示す図である。温度計算は、粗圧延機出側温度(RDT: Rough rolling mill Delivery Temperature)の計測位置から仕上圧延機出側温度(FDT: Finisher Delivery Temperature)の計測位置までを分割して行う。各区間は、例えば、RDTの計測位置からFET(Finisher Entry Temperature)の計測位置までの空冷、FSB水冷、スプレー水冷、ロールクーラント、ロールパイト(圧延)、ルーパーなどの区間からなり、実機で考えられる熱移動の要因を考慮している。それぞれの区間についてのモデルを以下に述べる。

【 0 0 2 8 】

(a) 空冷モデル

鋼板の放射冷却と自然対流冷却をモデル化したものである。(2)式に空冷熱伝達係数 a の算出式を示す。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

【数 2】

$$\alpha_a = \varepsilon\sigma \left((\theta + 273.15)^4 - (\theta_a + 273.15)^4 \right) / (\theta - \theta_a) + \alpha_f \dots\dots (2)$$

ここで、

名称	値	単位
ε : 放射率	調整パラメータ	—
σ : ステファン・ボルツマン定数	4.88e-8	kcal/m ² ・hr・°C ⁴
α_f : 自然対流熱伝達率	調整パラメータ	kcal/m ² ・hr・°C
θ : 板表面温度	計算	°C
θ_a : 外気温度	保熱が ^有 無 20/有 100	°C

10

【0030】

(b) FSB水冷モデル

FSB(Finisher Scale Breaker)は、スケールを鋼板から剥離するための高圧カスプレーである。FSB毎に、鋼板との熱伝達係数を持つ。

20

【0031】

(c) スプレー水冷モデル

スプレーは、スケール対策と仕上温度制御の観点から導入される設備である。スプレー毎に鋼板との熱伝達係数を持つ。

【0032】

(d) ロールクーラントモデル

ロールクーラントは、基本的には水切りワイパーでロール冷却水が鋼板にかからないようになっているが、多少の水乗りを表現するためにモデル化した区間である。個別に熱伝達係数を持つ。

30

【0033】

(e) ロールバイト(圧延)モデル

圧延区間の熱移動をモデル化したものであり、次に示す1)加工発熱モデル、2)摩擦発熱モデル、および3)ロール抜熱モデルとからなる。

【0034】

1)加工発熱モデル

以下に示す(3)式のモデルでは圧延圧力(平均面圧)を用いているが、変形抵抗でも良い。

40

【0035】

【数 3】

$$\Delta Q = \frac{\eta_{df} \cdot P_m \cdot \log\left(\frac{h_{in}}{h_{out}}\right)}{A \cdot \tau} \times 10^6 \times 3600 \quad \dots\dots (3)$$

ここで、

名称	単位
ΔQ : 加工発熱による内部発熱	kcal/m ³ ·hr
P_m : 圧延圧力	kg/mm ²
h_{in} : 入側板厚	mm
h_{out} : 出側板厚	mm
A : 熱の仕事当量 = 427	kgf·m/kcal
ρ : 鋼板密度	kg/m ³
τ : 接触時間	sec
η_{df} : 加工発熱補正係数	-

10

20

【 0 0 3 6 】

2) 摩擦発熱モデル

(4) 式は、ロールと板の摩擦発熱をモデル化したものである。

【 0 0 3 7 】

【数 4】

$$\left. \begin{aligned} q_{\mu} &= -\frac{a \cdot \mu \cdot P_m \cdot V_{RM}}{A} \cdot 10^6 \\ V_{RM} &= \frac{f^2 + b^2}{f + b} \frac{V_R}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

ここで、

10

名称	単位
q_{μ} : 摩擦発熱による熱流束	kcal/m ² ・hr
a: ロールと板への分配係数	-
μ : 摩擦係数	-
P_m : 圧延圧力	kgf/mm ²
V_R : ロール周速	m/hr
V_{RM} : ロールと板の相対速度	m/hr
f: 先進率	-
b: 後進率	-
A: 熱の仕事当量=427	kgf・m/kcal

20

【 0 0 3 8 】

3) ロール抜熱モデル

ロールによる板の抜熱を、(5)式のように表現した。

【 0 0 3 9 】

30

【数 5】

$$\left. \begin{aligned}
 q_r &= \frac{120\lambda_s}{\sqrt{\pi\alpha_{rS}\tau}} (\theta_{so} - \theta_m) \\
 \theta_m &= \frac{\lambda_s\theta_{so}/\sqrt{\alpha_{rS}} + \lambda_R\theta_{Ro}/\sqrt{\alpha_{rR}}}{\lambda_s/\sqrt{\alpha_{rS}} + \lambda_R/\sqrt{\alpha_{rR}}} \\
 \alpha_r &= \frac{\lambda}{\rho \cdot C_p}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots (5)$$

10

ここで、

名称	単位
q _r : ロールから鉄に移動した単位面積あたりの熱量	kcal/m ²
λ: 熱伝導率 (添え字: S:鉄側 R:ロール側)	kcal/m·hr·°C
α _r : 温度拡散率 (添え字: S:鉄側 R:ロール側)	m ² /hr
θ _{so} : 鋼板側の接触前の温度	°C
θ _{Ro} : ロール側の接触前の温度	°C
τ: 接触時間	sec

20

【0040】

(f) ルーパーモデル

30

ルーパーは、スタンド間張力を安定化するために、鋼板を下面から持ち上げる機構であり、その際の抜熱をモデル化したものである。上面は空冷モデル、下面はロール抜熱モデルとなっている。

【0041】

以上で、温度モデルの説明を終え、図2の説明に戻る。

【0042】

フィードフォワード制御手段108では、まず、仕上入側温度予測手段107で予測した鋼板温度と温度モデルの補正係数と後述する実績収集手段により収集した最新の圧延荷重を仕上入側温度予測手段107を経由して読み込む。ここで鋼板が各スタンドを通板していない場合は圧延荷重の最新実績がないので、代替として仕上設定計算で算出した設定荷重を読み込む。

40

【0043】

また、最新荷重を取り込む理由は、設定荷重と実績荷重が異なった場合に温度モデルの誤差となるためスプレーの設定を誤ってしまうことを回避するためである。さらに、温度モデルの補正係数は、鋼板の先頭が仕上出側に到達していないため後述する学習処理手段110が実行できない段階では、学習格納領域の初期値に使用する領域から読み込み、学習処理手段110を実行できた段階で圧延中に適用する領域から読み込むものとする。

【0044】

温度モデルの補正係数を読み込むことより、材料毎の温度モデルの外れ傾向や圧延中の温度モデルの外れ傾向を修正できるため、スプレーの注水設定が正しく行えるようになる

50

。続いて、搬送速度予測を実行し、最終的に温度モデルを用いて仕上出側温度が目標に近くなるようなスプレーの注水を設定する。

【0045】

なお、材料ごとに必ず使用するべきスプレー、使用が禁止されているスプレー、および使用するスプレーの優先順という、スプレーの使用方法に関する制約が決められている。従ってスプレーの注水設定にあたっては、この制約のもとで温度モデルを用いて仕上出側温度が目標に近くなるように設定する。

【0046】

次に、ダイナミック修正手段109では、トラッキング手段105を利用して、各セクションが仕上圧延機内の指定位置に到達したタイミングで各セクションの指定位置までの実績情報（圧延荷重、ロール速度、搬送時間、スプレーの実績）と学習処理手段110により算出した温度モデルの補正係数、指定位置より前方（下流）のスタンドの圧延荷重最新値を取り込んで各セクションの指定位置までの温度を再計算し、搬送速度の予測を再実行した後に指定位置より下流のスタンド間スプレーの設定を、上述したスプレーの使用方法に関する制約のもとで再設定する。一般的に圧延荷重は、温度に対して感度が高いので指定位置は指定スタンドにしておき、実績荷重を取り込んだ後にダイナミック修正を実行するほうが望ましい。一例として、F1、F3スタンドをダイナミック修正の指定位置にする場合を、図2に図示している。

10

【0047】

図4は、学習処理手段における学習処理手順の一例を示す図である。温度モデルで計算した仕上出側温度が実績計測温度と等しくなるような温度モデルの補正係数（学習値）を求める処理である。

20

【0048】

学習処理手段110では、実績収集手段106で得られた各セクションの実績値取得（Step01）し、上述した各温度モデルによる温度計算を実行して仕上出側温度1を算出する（Step02）。

【0049】

そして、Step03にて仕上出側温度1と仕上出側実績値を比較判定する。仕上出側実績値が大きい場合等しい場合にはStep04、または仕上出側実績値が小さい場合にはStep05のように新しい学習値 α_1 を求める。そして、求めた学習値 α_1 を用いて各温度モデルによる温度計算を再実行して仕上出側温度2を算出する（Step06）。

30

【0050】

さらに、再度新しい学習値 α^* を、Step07に示す演算式を用いて求める。最終的に、次材の初期値としての学習値 α_0 を、求めた学習値 α^* で置換えて処理を終わる。図5は、仕上出側実績温度と仕上出側温度1および2との関係を概念的に示した図である。図2のStep03の判定による場合分けと、仕上出側温度1から仕上出側温度2にさらに実績計測温度へと至る補正係数（学習値）の変化を示している。

【0051】

学習格納手段111は、学習処理手段110で得られた温度モデルの補正係数を、材料の尾端が仕上最終スタンドを抜けない場合では、圧延中の材料に適用するための領域に、材料の尾端が仕上最終スタンドを抜けたら次材の初期値として使用する領域に格納する。

40

【0052】

このように分けて格納することにより、前述の鋼板の先頭が仕上出側に到達するまでの間の学習処理が不可能な状況での温度モデル精度を向上させることができ、その結果、先端でのスタンド間スプレーの設定が正しくできるという効果がある。

【実施例】

【0053】

仕上厚さおよび板幅が、それぞれ1.6mmおよび925mmの低炭材を対象にした実施例である。図6は、本発明を適用した場合の結果（仕上出側温度の推移）を示す図である。さらに、図7は仕上入側温度の推移を、図8は搬送速度の推移を、それぞれ示す図である。図7の

50

仕上入側温度、ならびに図8の搬送速度の時間推移に対して、適切なスプレー設定がなされているために、図6に示すように仕上出側温度が目標通りに制御されている。

【0054】

図9は、フィードフォワードのスプレー設定と実績の比較を示す図である。フィードフォワードではスプレーの設定が実績より遅いことが分る。したがって、フィードフォワードのみの設定で制御すると、コイル中間で目標に対して高めに外れてしまう。これは加速タイミングの予測と実績のずれから生じるものであり、オペレータの手介入によるものであるので回避が不可避である。

【0055】

一方、図10はF1後面のスプレーを再設定したF1ダイナミック修正の結果を示す図である。また図11はF2後面のスプレーを再設定したF2ダイナミック修正の結果を示す図である。図9と比べるとスプレーの設定が早くなっており、これは搬送時間の実績を取り込んで再設定したことと実績の荷重を取り込んだ効果であると言える。

10

【0056】

以上、仕上入側温度の変動、オペレータの手介入による速度の変動、圧延荷重の変動があっても、本発明により仕上出側温度を応答良くかつ高精度に制御できることが確認できた。

【符号の説明】

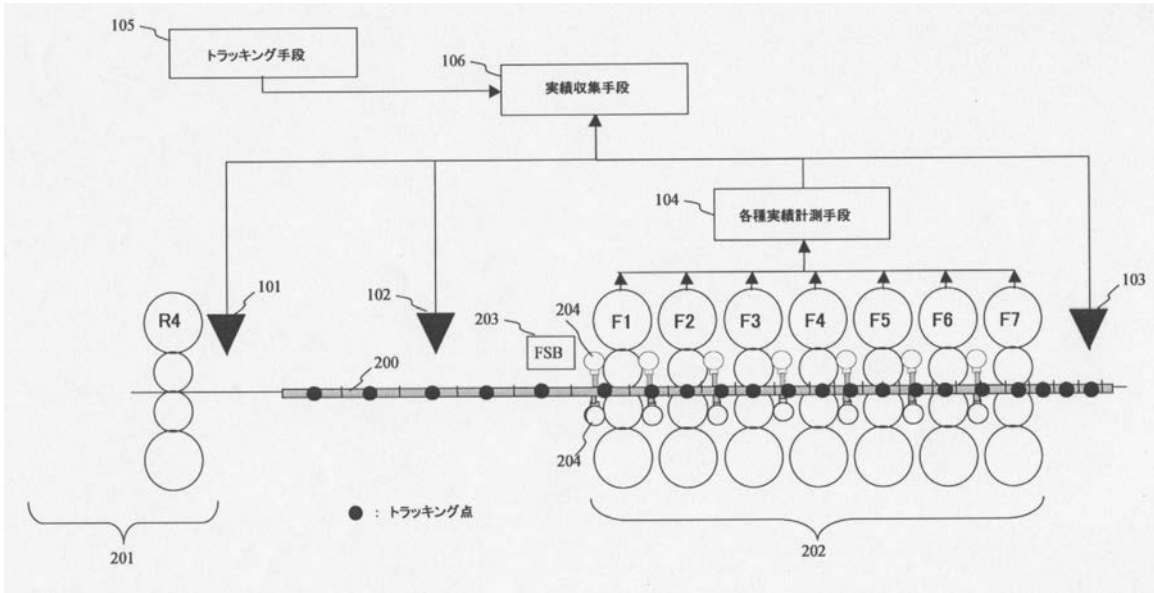
【0057】

- 100 材質予測演算要求入力部
- 101 粗圧延機出側温度計測手段
- 102 仕上圧延機入側温度計測手段
- 103 仕上圧延機出側温度計測手段
- 104 各種実績計測手段
- 105 トラッキング手段
- 106 実績収集手段
- 107 仕上入側温度予測手段
- 108 フィードフォワード制御手段
- 109 ダイナミック修正手段
- 110 学習処理手段
- 111 学習格納手段
- 200 鋼板
- 201 粗圧延機
- 202 仕上圧延機
- 203 F S B
- 204 スプレー

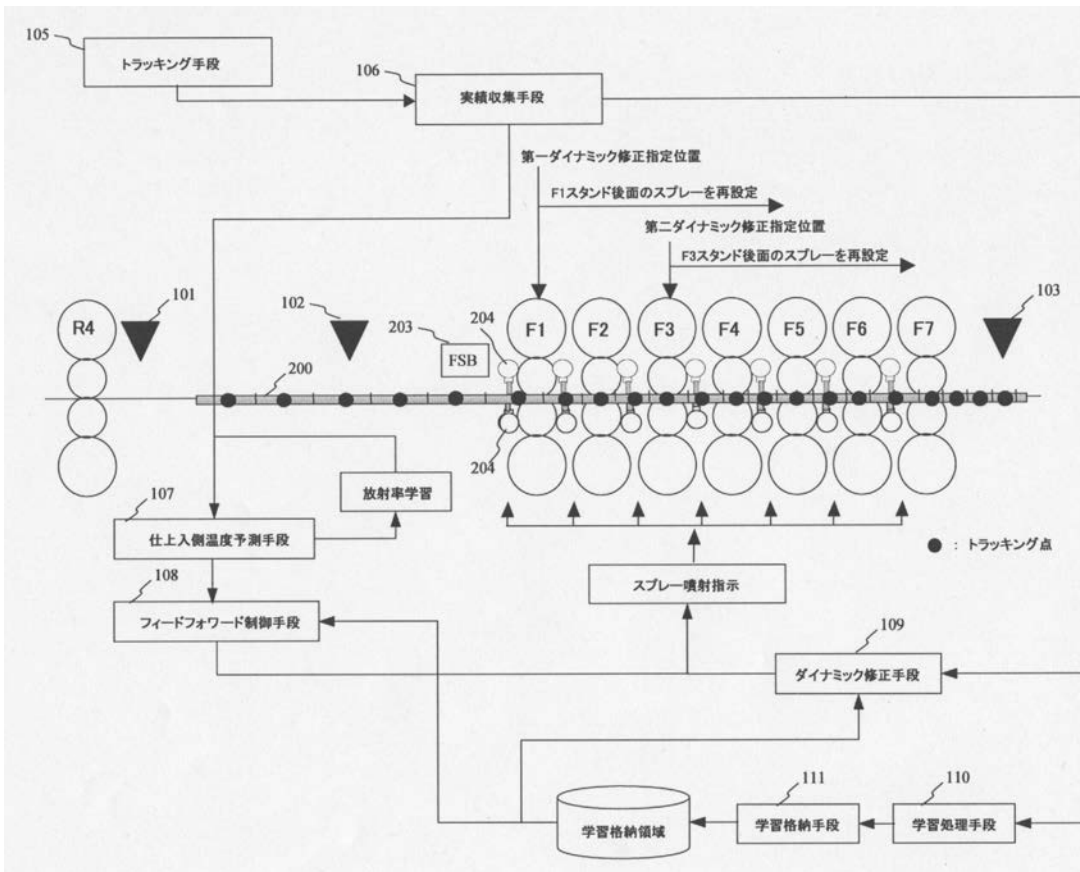
20

30

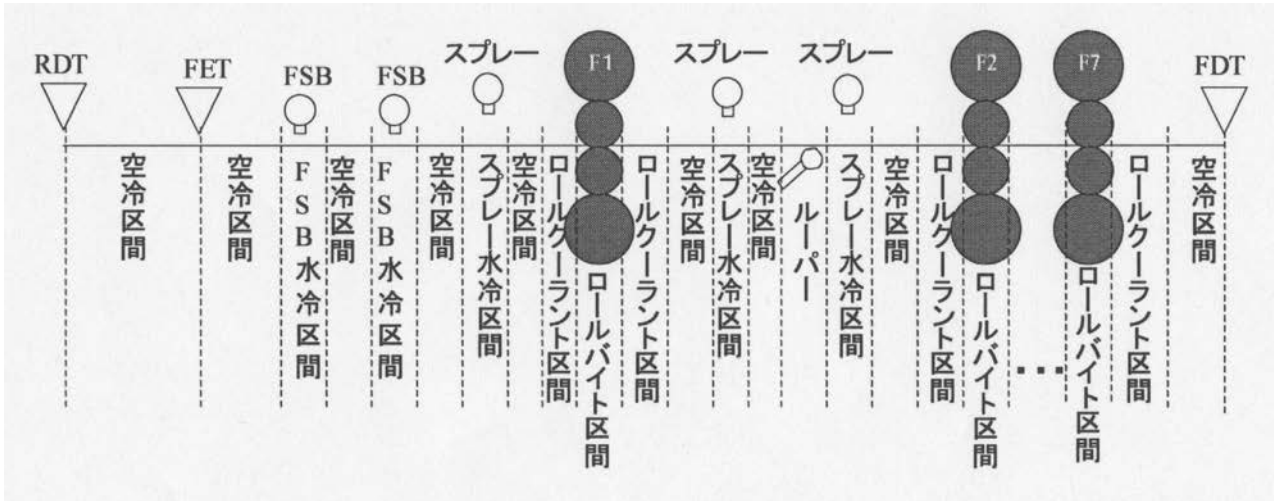
【図1】



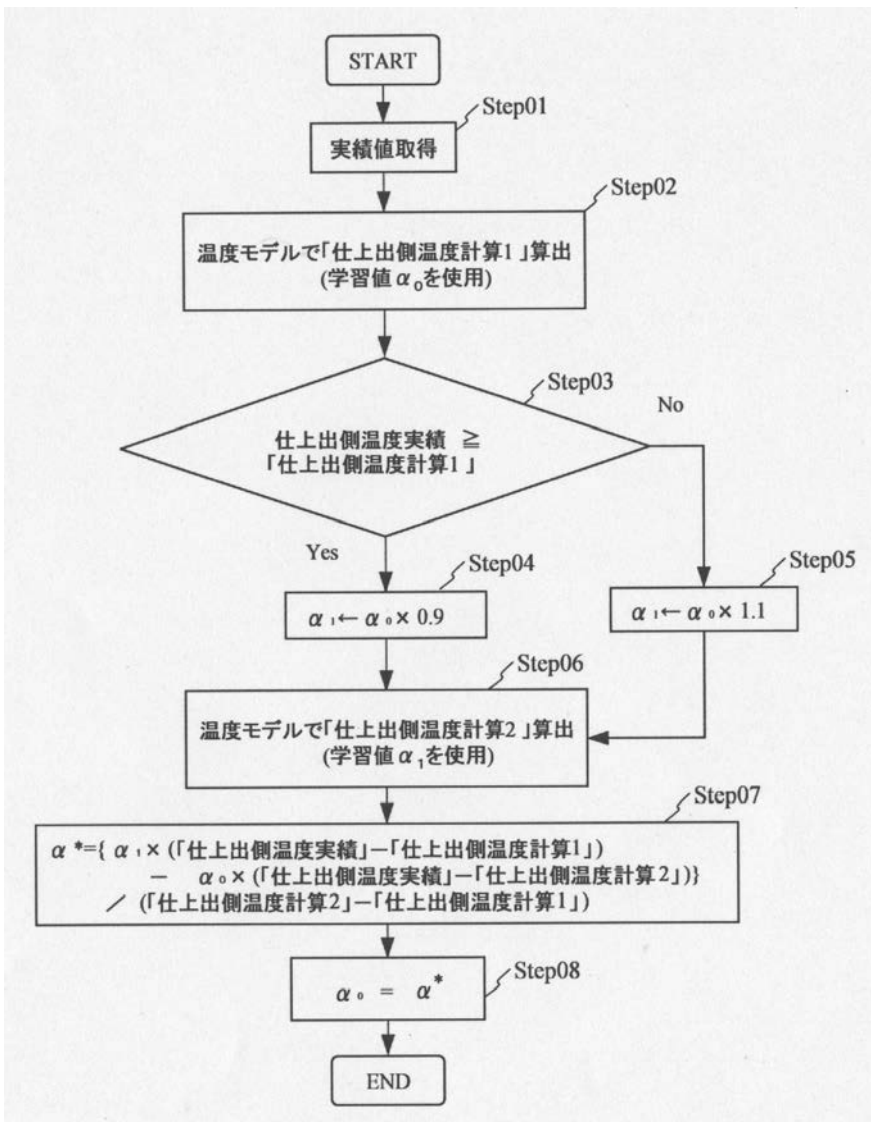
【図2】



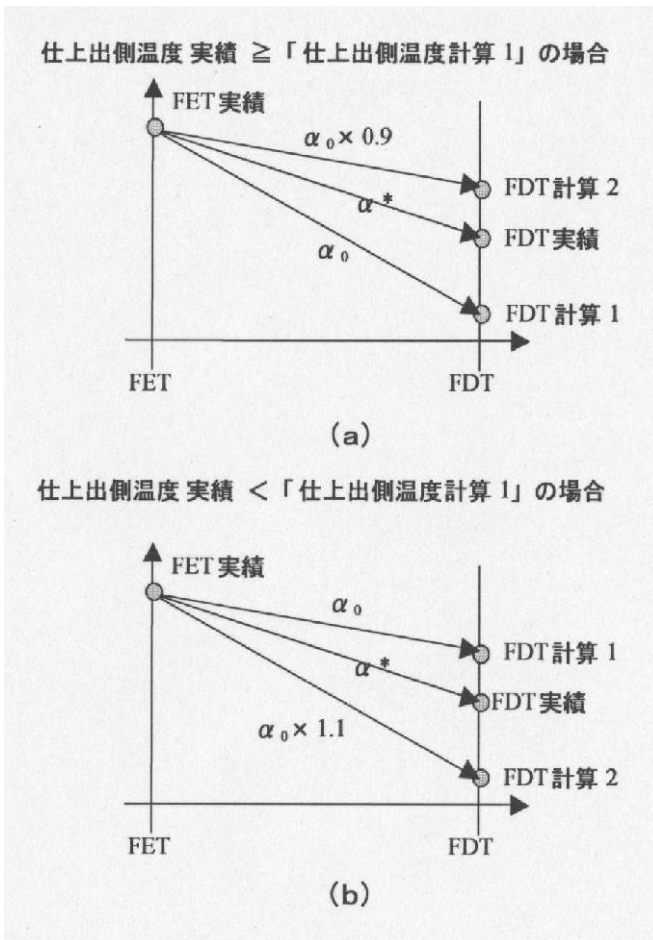
【図3】



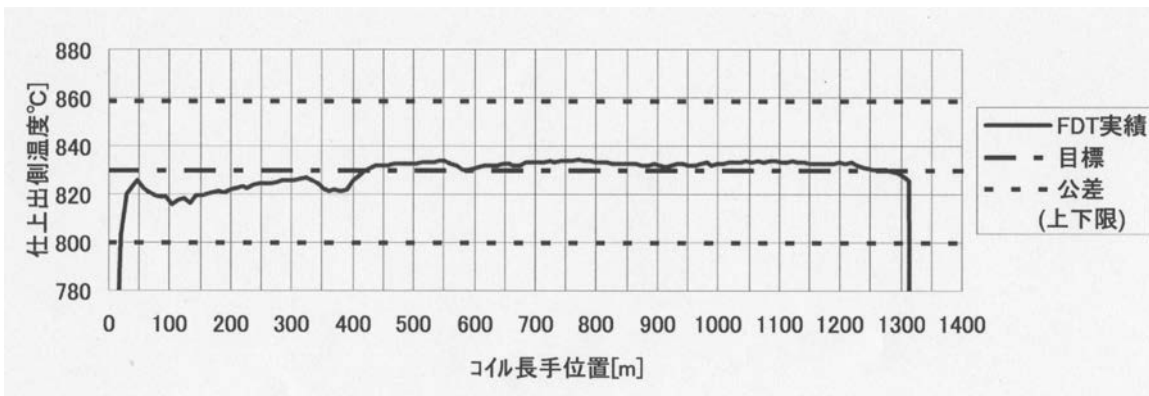
【図4】



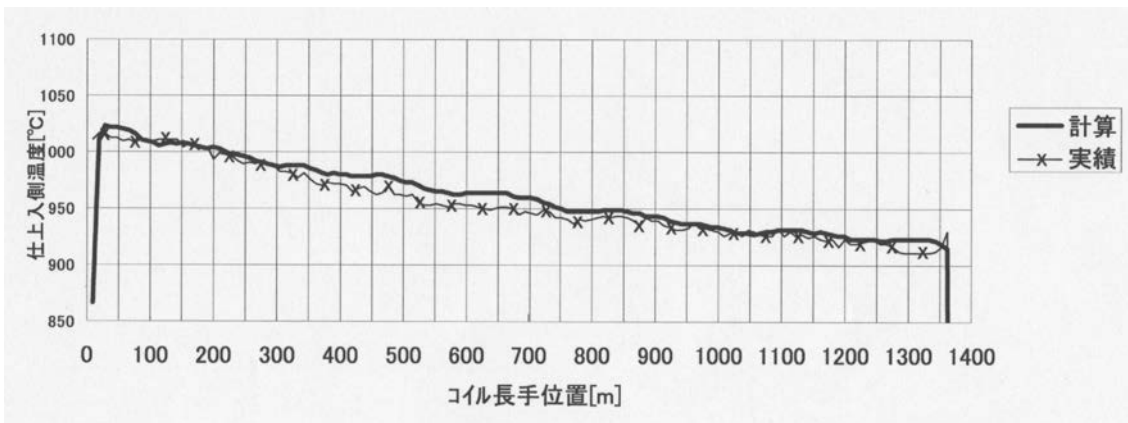
【 図 5 】



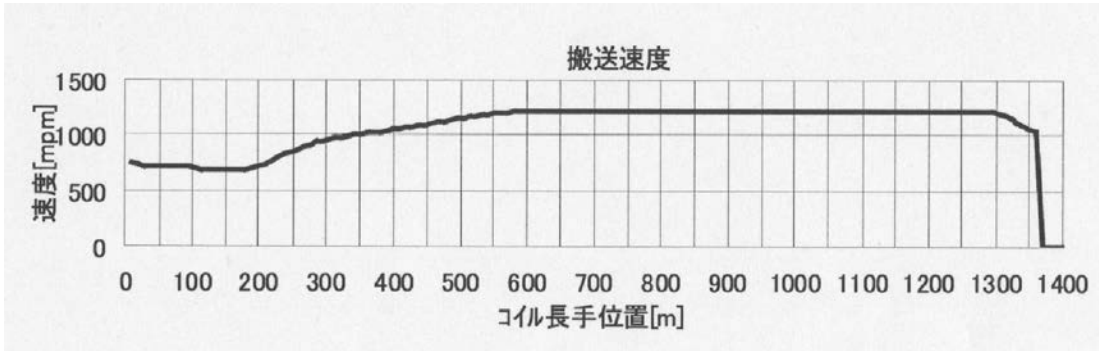
【 図 6 】



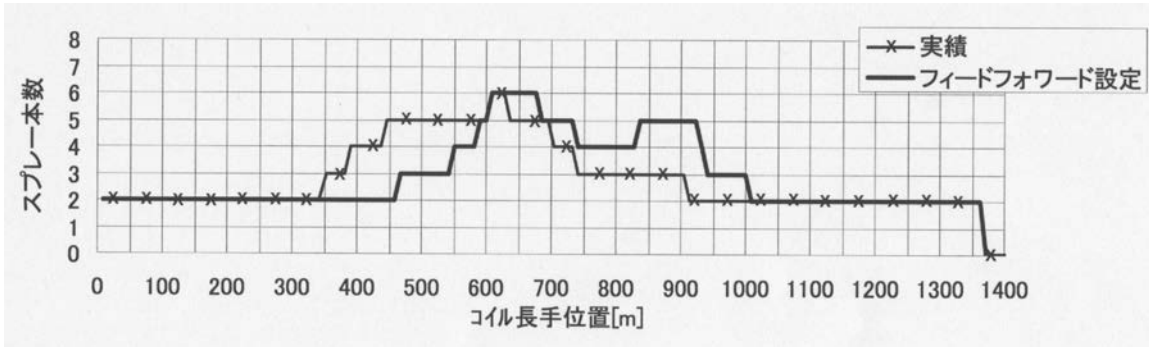
【 図 7 】



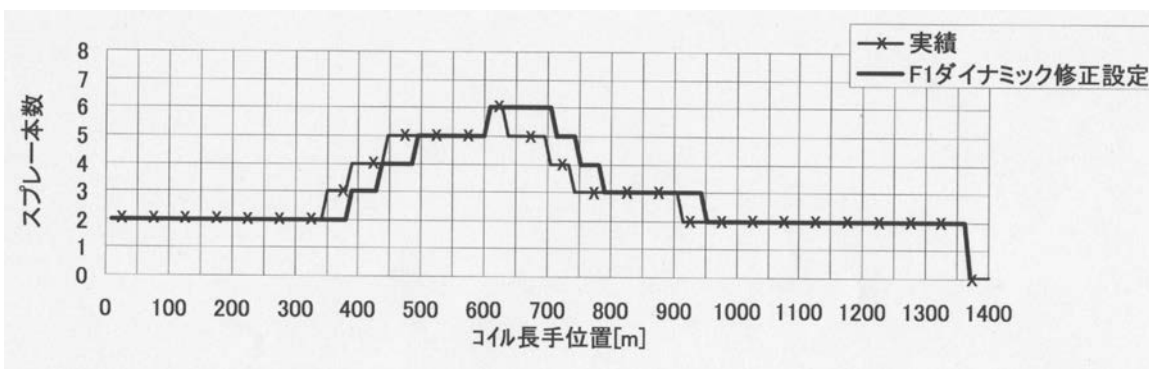
【 図 8 】



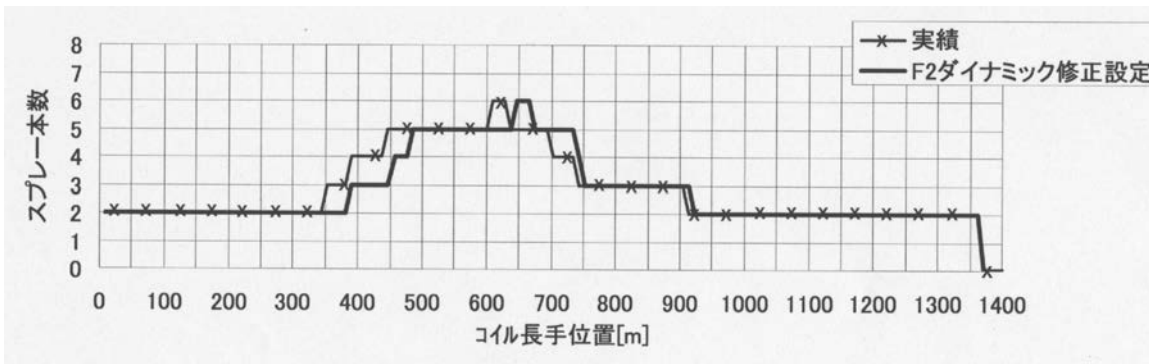
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 八尋 和広

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

(72)発明者 飯島 慶次

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

Fターム(参考) 4E024 BB06 BB07 BB08 CC02 EE01 GG00 GG10