

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4377805号  
(P4377805)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月18日(2009.9.18)

(51) Int. Cl. F I  
 GO 1 N 19/02 (2006.01) GO 1 N 19/02 A  
 GO 1 M 17/10 (2006.01) GO 1 M 17/02 A

請求項の数 8 (全 16 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-343369 (P2004-343369)  | (73) 特許権者 | 000173784           |
| (22) 出願日  | 平成16年11月29日(2004.11.29)       |           | 財団法人鉄道総合技術研究所       |
| (65) 公開番号 | 特開2006-153610 (P2006-153610A) |           | 東京都国分寺市光町2丁目8番地38   |
| (43) 公開日  | 平成18年6月15日(2006.6.15)         | (74) 代理人  | 100100413           |
| 審査請求日     | 平成19年4月11日(2007.4.11)         |           | 弁理士 渡部 温            |
|           |                               | (72) 発明者  | 飯田 浩平               |
|           |                               |           | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 |
|           |                               |           | 団法人 鉄道総合技術研究所内      |
|           |                               | (72) 発明者  | 西山 幸夫               |
|           |                               |           | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 |
|           |                               |           | 団法人 鉄道総合技術研究所内      |
|           |                               | (72) 発明者  | 前橋 栄一               |
|           |                               |           | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 |
|           |                               |           | 団法人 鉄道総合技術研究所内      |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦評価量測定装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定物の表面に押し当てられるスリップローラーと、  
 該スリップローラーを被測定物の表面上において所望の回転周速 ( $V_r$ ) で回転させる  
 回転手段と、

前記スリップローラーを被測定物の表面に沿って所望の移動速度 ( $V_f$ ) で移動させる  
 移動手段と、

被測定物の表面に対する前記スリップローラーの法線方向の押圧力を設定する押圧力設  
 定手段と、

前記押圧力を検出する押圧力検出手段と、

前記スリップローラーが回転しつつ移動する際に該ローラーにかかる接線力を検出する  
 接線力検出手段と、

前記スリップローラーの周囲3箇所において各々が被測定物の表面に当たって転動する  
 回転自在の補助ローラーと、を備え、

装置使用時に、前記補助ローラーが被測定物の表面に当たり、次いで、押圧力設定機構  
 を操作して、スリップローラーを被測定面に押し付けが可能であり、

前記スリップローラーの回転周速 ( $V_r$ ) と移動速度 ( $V_f$ ) を異ならせ、前記スリッ  
 プローラーを被測定物の表面でスリップさせながら、被測定物の表面の摩擦評価量を測定  
 可能なことを特徴とする摩擦評価量測定装置。

【請求項2】

被測定物に固定される固定フレームと、  
 該固定フレームの長手方向に延びるガイド、及び、該ガイドに沿ってスライド可能に設けられたスライダを有するスライド機構と、  
 該スライド機構のスライダに揺動可能に設けられた測定フレームと、  
 該測定フレーム及び前記スライダを前記ガイドに沿って移動させる移動手段と、  
 該測定フレームに回転可能に取り付けられたスリップローラと、  
 該スリップローラを被測定物の表面上で回転させる回転手段と、  
 前記測定フレームに設けられた、被測定物の表面に対する前記スリップローラの法線方向の押圧力を設定する押圧力設定機構と、  
 前記スリップローラの押圧力を検出する押圧力検出手段と、  
 前記スリップローラの周囲3箇所において前記測定フレームに回転自在に取り付けられ、各々が被測定物の表面に当たって転動する補助ローラと、  
 前記回転手段によって前記スリップローラを回転させつつ、前記移動手段で前記測定フレームを移動させる際に、前記スリップローラにかかる接線力を検出する接線力検出手段と、  
 を具備することを特徴とする摩擦評価量測定装置。

10

## 【請求項3】

前記測定フレームが、  
 前記スライド機構のスライダに揺動可能に設けられた、前記各補助ローラを回転自在に支持する外フレームと、  
 該外フレームに揺動可能に設けられた、前記スリップローラを回転可能に支持する内フレームと、  
 を備えることを特徴とする請求項2記載の摩擦評価量測定装置。

20

## 【請求項4】

前記接線力検出手段が、前記内フレームと前記外フレーム間に配置されていることを特徴とする請求項3記載の摩擦評価量測定装置。

## 【請求項5】

前記移動手段が、  
 被測定物の表面に着脱可能に配置されるフレキシブルラックと、  
 前記測定フレームに設けられた駆動用モーターと、  
 該駆動用モーターの出力軸に設けられた、前記フレキシブルラックに噛み合うピニオンと、  
 を備えることを特徴とする請求項2、3又は4記載の摩擦評価量測定装置。

30

## 【請求項6】

前記回転手段が、  
 前記測定フレームに設けられた駆動用モーターと、  
 該駆動用モーターの出力軸と前記スリップローラの支持軸との間に架け渡されたタイミングベルトと、  
 を備えることを特徴とする請求項2～5いずれか1項記載の摩擦評価量測定装置。

## 【請求項7】

前記固定フレームに、該固定フレームを被測定物に着脱自在に固定する固定手段が設けられていることを特徴とする請求項2～6いずれか1項記載の摩擦評価量測定装置。

40

## 【請求項8】

スリップローラの周囲3箇所に配置した回転自在の補助ローラを被測定物の表面に当て、次いで、被測定物の表面にスリップローラを押し当てて、被測定物の表面に対する前記スリップローラの法線方向の押圧力を設定し、

前記スリップローラを被測定物の表面上において所望の回転周速( $V_r$ )で回転させつつ、被測定物の表面に沿って所望の移動速度( $V_f$ )で移動させ、

これら回転周速( $V_r$ )と移動速度( $V_f$ )を異ならせ、前記スリップローラを被測定物の表面でスリップさせながら、被測定物の表面の摩擦評価量を測定することを特徴と

50

する摩擦評価量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道車輪の踏面等の摩擦評価量（クリープ力、クリープ係数）を測定する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道車輪やレールの動摩擦係数を測定する装置としては、例えば鉄道総合技術研究所製の『 $\mu$ テスター』が知られている。この $\mu$ テスターは、車輪又はレールの表面に接してすべりながら回転するスリップローラーを備えており、このスリップローラーと車輪又はレールとの間に働く摩擦力の特性（動摩擦係数）を測定する装置である。 $\mu$ テスターは、現場において、車輪又はレールの様々な位置に様々な姿勢で取り付け用いることができ、現在広く普及している。

10

【0003】

ところで、この $\mu$ テスターは、車輪又はレールの動摩擦係数の測定は可能であるが、クリープ係数等の摩擦評価量までは測定することができない。これに対し、本出願人は、特許文献1（特願2003-399122号）において、すべり率とクリープ力との関係（クリープ飽和特性）を測定することが可能な『クリープ力測定装置』を提案した。このクリープ力測定装置によれば、レール上に測定ローラー（スリップローラー）を押し付けた状態で転動させることにより、実際のレール上でのクリープ力飽和特性を簡易に測定することが可能である。

20

【0004】

【特許文献1】特願2003-399122号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、実際の車輪とレールとの間は、微小すべり（すべり率 - 10% ~ + 10% 程度）を伴う転動が生じている。この微小すべり状態における摩擦評価量を測定可能な装置が求められている。

30

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、鉄道車両の踏面等について、微小すべり状態における摩擦評価量を測定可能な装置及び方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の摩擦評価量測定装置は、被測定物の表面に押し当てられるスリップローラーと、該スリップローラーを被測定物の表面上において所望の回転周速（ $V_r$ ）で回転させる回転手段と、前記スリップローラーを被測定物の表面に沿って所望の移動速度（ $V_f$ ）で移動させる移動手段と、被測定物の表面に対する前記スリップローラーの法線方向の押圧力を設定する押圧力設定手段と、前記押圧力を検出する押圧力検出手段と、前記スリップローラーが回転しつつ移動する際に該ローラーにかかる接線力を検出する接線力検出手段と、前記スリップローラーの周囲3箇所において各々が被測定物の表面に当たって転動する回転自在の補助ローラーと、を備え、装置使用時に、前記補助ローラーが被測定物の表面に当たり、次いで、押圧力設定機構を操作して、スリップローラーを被測定面に押し付けが可能であり、前記スリップローラーの回転周速（ $V_r$ ）と移動速度（ $V_f$ ）を異ならせ、前記スリップローラーを被測定物の表面でスリップさせながら、被測定物の表面の摩擦評価量を測定可能なことを特徴とする。

40

【0008】

この装置によれば、被測定物の表面上において、押圧力設定手段によりスリップローラ

50

ーを所望の押圧力で押し当てた状態で、スリップローラーを所望のすべり率で転走させながら摩擦係数等を測定することができる。この際、スリップローラーは、回転手段により回転周速 $V_r$ で回転しつつ移動手段により移動速度 $V_f$ で移動し、これら $V_r$ 、 $V_f$  ( $V_r - V_f$ )を適切に設定することで、すべり率 $S = (V_r - V_f) / \{ (V_r + V_f) / 2 \}$ を任意の微小な状態とすることができる。そのため、従来の装置でも測定可能な $V_r = 0$  ( $S = -200\%$ )の完全滑走すべり状態、及び、 $V_f = 0$  ( $S = 200\%$ )の完全空転すべり状態に加えて、微小すべり(すべり率 $-10\% \sim +10\%$ 程度)状態における摩擦評価量(摩擦係数等)を測定することが可能となる。また、微小すべり状態における摩擦力が測定可能になることで、例えば被測定物の表面に付着した塵埃等が摩擦力に与える影響を解析できるようになる。

10

なお、測定時には、回転周速 $V_r$ 及び移動速度 $V_f$ を一定(したがってすべり率 $S$ を一定)としてスリップローラーを転走させる以外に、すべり率 $S$ を滑走領域から空転領域で変えつつスリップローラーを転走させることもできる。

#### 【0009】

本発明の他の摩擦評価量測定装置は、被測定物に固定される固定フレームと、該固定フレームの長手方向に延びるガイド、及び、該ガイドに沿ってスライド可能に設けられたスライダーを有するスライド機構と、該スライド機構のスライダーに揺動可能に設けられた測定フレームと、該測定フレーム及び前記スライダーを前記ガイドに沿って移動させる移動手段と、該測定フレームに回転可能に取り付けられたスリップローラーと、該スリップローラーを被測定物の表面上で回転させる回転手段と、前記測定フレームに設けられた、被測定物の表面に対する前記スリップローラーの法線方向の押圧力を設定する押圧力設定機構と、前記スリップローラーの押圧力を検出する押圧力検出手段と、前記スリップローラーの周囲3箇所において前記測定フレームに回転自在に取り付けられ、各々が被測定物の表面に当たって転動する補助ローラーと、前記回転手段によって前記スリップローラーを回転させつつ、前記移動手段で前記測定フレームを移動させる際に、前記スリップローラーにかかる接線力を検出する接線力検出手段と、を具備することを特徴とする。

20

#### 【0010】

この装置を使用する際には、まず、装置全体を被測定物上に載置して固定フレームを固定する。このとき、3箇所の補助ローラーが被測定物の表面に当たる。次いで、押圧力設定機構を操作して、スリップローラーを被測定面に押し付ける。この際の押圧力は、押圧力検出手段で検出される。そして、回転手段と移動手段とを同時に駆動し、スリップローラーの回転周速 $V_r$ と、スリップローラーを支持する測定フレームの移動速度 $V_f$ を制御して、所望のすべり状態でスリップローラーを転走させる。この際のスリップローラーにかかる接線力は、接線力検出手段で検出される。この装置においても、被測定面上において、スリップローラーを所望の押圧力で押し当てた状態で、スリップローラーを所望の微小すべり率で転走させることができるので、従来の装置でも測定可能な片方の接触面が静止( $V_r$ もしくは $V_f$ が0)している完全すべり状態に加えて、微小すべり状態における摩擦評価量を測定することが可能となる。

30

#### 【0011】

本発明の摩擦評価量測定装置においては、前記測定フレームが、前記スライド機構のスライダーに揺動可能に設けられた、前記各補助ローラーを回転自在に支持する外フレームと、該外フレームに揺動可能に設けられた、前記スリップローラーを回転可能に支持する内フレームと、を備えるものとしてすることができる。

40

この場合、スライド機構に対して外フレームが揺動し、外フレームに対して内フレームが揺動する二重の揺動構造が実現され、測定時のスリップローラーの姿勢は3つの補助ローラーで維持される。そのため、被測定物の表面が曲面状であっても、スリップローラーを望ましい姿勢に保ちつつ曲面に沿って転動させることができる。

#### 【0012】

本発明の摩擦評価量測定装置においては、前記接線力検出手段が、前記内フレームと前

50

記外フレーム間に配置されているものとする事ができる。

この場合、押圧力検出手段及び接線力検出手段がスリップローラーに近接して配置されているので、測定誤差を少なくすることができる。

なお、各検出手段としては、ロードセル等を用いることができる。

#### 【0013】

本発明の摩擦評価量測定装置においては、前記移動手段が、被測定物の表面に着脱可能に配置されるフレキシブルラックと、前記測定フレームに設けられた駆動用モーターと、該駆動用モーターの出力軸に設けられた、前記フレキシブルラックに噛み合うピニオンと、を備えるものとする事ができる。

例えば被測定物が鉄道車輪の踏面の場合、車輪のフランジ頂部にフレキシブルラックを配置し、これにピニオンを噛み合わせて測定フレームを駆動させることができる。フレキシブルラックは、測定対象となる回転対称曲面と同心円周上に配置することができるので、測定フレームの駆動（ピニオンの噛み合い移動）とスリップローラーの移動速度  $V_f$  を一定に保ちつつ測定を行い易い。

#### 【0014】

本発明の摩擦評価量測定装置においては、前記回転手段が、前記測定フレームに設けられた駆動用モーターと、該駆動用モーターの出力軸と前記スリップローラーの支持軸との間に架け渡されたタイミングベルトと、を備えるものとする事ができる。

このタイミングベルトと前記移動手段のフレキシブルラックを用いるとともに、スリップローラーの移動方向を一定とすると、測定フレームやスリップローラーの駆動系のすべりやバックラッシ等の悪影響を低減できる。さらに、フレキシブルラックに噛み合う前記ピニオンをノーバックラッシギアに代えると、滑走すべりから空転すべりあるいはその逆のような、すべりの向きを反転させたときのバックラッシの悪影響も低減できる。

#### 【0015】

本発明の摩擦評価量測定装置においては、前記固定フレームに、該固定フレームを被測定物に着脱自在に固定する固定手段が設けられているものとする事ができる。

この固定機構を用いることで、装置の被測定物への固定及び固定解除を容易に行うことができる。そのため、装置を別の測定部位に移すのに手間がかからず、多くの測定部位を短時間で測定することができるようになる。

#### 【0016】

本発明の摩擦評価量測定方法は、スリップローラーの周囲3箇所に配置した回転自在の補助ローラーを被測定物の表面に当て、次いで、被測定物の表面にスリップローラーを押し当てて、被測定物の表面に対する前記スリップローラーの法線方向の押圧力を設定し、前記スリップローラーを被測定物の表面上において所望の回転周速（ $V_r$ ）で回転させつつ、被測定物の表面に沿って所望の移動速度（ $V_f$ ）で移動させ、これら回転周速（ $V_r$ ）と移動速度（ $V_f$ ）を異ならせ、前記スリップローラーを被測定物の表面でスリップさせながら、被測定物の表面の摩擦評価量を測定することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明によれば、微小すべり状態における摩擦係数等の摩擦評価量を測定可能な摩擦評価量測定装置及び方法を提供できる。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0018】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施の形態は、被測定物が鉄道車両の車輪の場合である。

図1は、本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の全体図（正面図）である。

図2は、同摩擦評価量測定装置の側面断面図である。

図3は、同摩擦評価量測定装置の平面断面図（図1のX-X線断面図）である。

図4は、同摩擦評価量測定装置の測定部の上面図である。

図5は、同摩擦評価量測定装置の測定部の外フレーム部及びその連結構造の分解斜視図

10

20

30

40

50

である。

図 6 は、同摩擦評価量測定装置の測定部の内フレーム部及び測定ヘッド部の斜視図である。

なお、以下の説明において、上下・左右・前後とは、特に断らない限り各図における矢印方向を指すものとする。

【 0 0 1 9 】

図 1 ~ 図 6 に示す摩擦評価量測定装置 1 は、大きく分けて、以下の各部 ( A ) ~ ( F ) を備えている。

( A ) 被測定物である車輪 C に固定される固定フレーム部 1 0。この固定フレーム部 1 0 は、固定用マグネット 1 5 ( 固定機構 )、ガイド 2 1 及びスライダ 2 2 を有するリニアガイド 2 0 ( スライド機構 ) を含む。

10

( B ) 固定フレーム部 1 0 の内側でリニアガイド 2 0 のスライダ 2 2 に取り付けられた測定部 3 0。この測定部 3 0 は、スライダ 2 2 に揺動可能に取り付けられた外フレーム部 4 0 ( 図 5 参照 )、外フレーム部 4 0 に揺動可能に取り付けられた内フレーム部 5 0 ( 図 6 参照 )、内フレーム部 5 0 の内側に配置された測定ヘッド部 6 2 ( 図 6 参照 ) を有する。

【 0 0 2 0 】

( C ) 測定部 3 0 の測定ヘッド部 6 2 に設けられたスリップローラ 6 0 及びその回転機構 6 1 ( 図 2、図 6 参照 )。

( D ) 測定部 3 0 の測定ヘッド部 6 2 に設けられたスリップローラ 6 0 の押圧力設定機構 7 1。この押圧力設定機構 7 1 は、スリップローラ 6 0 の押圧力検出用ロードセル 7 9 ( 検出手段 ) を含む。

20

( E ) 測定部 3 0 の外フレーム部 5 0 に組み付けられた接線力検出部 8 0。この接線力検出部 8 0 は、接線力検出用ロードセル 8 1 ( 検出手段 ) を含む。

( F ) 測定部 3 0 を移動させる移動機構 9 1 ( 図 2 参照 )。

【 0 0 2 1 】

以下、各部の詳細について説明する。

( A ) 固定フレーム部 1 0

図 1 及び図 2 に示すように、固定フレーム部 1 0 は、上プレート 1 1 及び縦フレーム 1 2 を備えている。縦フレーム 1 2 は、上プレート 1 1 の左端から垂下している ( 図 2 参照 )。縦フレーム 1 2 の下側両隅部には、左右方向に延びる位置決め棒 1 3 が設けられている ( 図 1 参照 )。各位置決め棒 1 3 は、装置 1 の設置時に車輪 C のフランジ部 C f に当たり、装置 1 全体を位置決めする。なお、固定フレーム部 1 0 の上プレート 1 1 に開けられた孔 1 1 a ( 図 2 参照 ) は、後に詳述する押圧力設定機構 7 1 を操作するための工具 ( 図示されず ) を通すためのものである。

30

【 0 0 2 2 】

縦フレーム 1 2 の前後下端それぞれには、固定用マグネット ( 永久磁石又は電磁石 ) 1 5 が設けられている。各固定用マグネット 1 5 は、装置 1 の設置時に車輪 C のフランジ部 C f の側面に吸着し、装置 1 全体を定位置に固定する。この固定用マグネット 1 5 には、レバー 1 6 が取り付けられており、このレバー 1 6 の切り換えに応じて磁力が生じるようになっている。このような固定用マグネット 1 5 を用いることで、装置 1 の車輪 C への固定及び別場所への設置時の固定解除を容易に行うことができる。

40

【 0 0 2 3 】

図 1、図 2 ( 及び図 5 ) に示すように、固定フレーム部 1 0 の上プレート 1 1 の下面には、リニアガイド 2 0 が設けられている。このリニアガイド 2 0 は、上プレート 1 1 の長手方向 ( 前後方向 ) に延びるガイド 2 1 と、このガイド 2 1 に沿ってスライド可能に設けられたスライダ 2 2 とからなる。ガイド 2 1 は、上プレート 1 1 の下面に固定されており、このガイド 2 1 にスライダ 2 2 がスライド可能に設けられている。

【 0 0 2 4 】

( B ) 測定部 3 0

50

測定部 30 は、前述の通り、外フレーム部 40、内フレーム部 50、測定ヘッド部 62 を備えている。

図 5 に最もわかり易く示すように、外フレーム部 40 の上部は、バネ受けプレート 31、支持プレート 32、連結コイルバネ 35 を介して、リニアガイド 20 のスライダ 22 に揺動可能に連結されている。バネ受けプレート 31 は、スライダ 22 の下面に固定されている（図 2 参照）。このバネ受けプレート 31 の下面には、支持プレート 32 がビス 39 で固定されている。この支持プレート 32 の対向する左右の側面には、一对の支持ピン 33 が突設されている。

#### 【 0025 】

支持プレート 32 の各支持ピン 33 には、外フレーム部 40 の係合突片 41 がそれぞれ係合している。係合突片 41 は、左右の支持ピン 33 のそれぞれに対応して、外フレーム部 40 上面の左右端に二本ずつ形成されており、二本の係合突片 41 間のスペースに支持ピン 33 が嵌り込んでいる（図 1 参照）。さらに、バネ受けプレート 31 の下面四隅と、外フレーム部 40 の上面四隅とは、連結コイルバネ 35 で連結されている。各連結コイルバネ 35 には、それぞれ補強ピン 37 が内挿されている。各補強ピン 37 は黄銅材等からなり、外フレーム部 40 の上面四隅に取り付けられている。これら補強ピン 37 は、連結コイルバネ 35 の座屈防止の役割を果たす。

#### 【 0026 】

外フレーム部 40 全体は、係合突片 41 が両支持ピン 33 に当たることで前後水平方向の変位は規制されるが、両支持ピン 33 を支点として前後方向に揺動可能であり、且つ、上下方向に若干摺動可能である。各連結コイルバネ 35 は、バネ受けプレート 31 に対して外フレーム部 40 を連結支持しつつ、外フレーム部 40 全体を下方向に付勢している。外フレーム部 40 の前後方向の揺動時において、各連結コイルバネ 35 は伸縮・屈曲変形する（後述する図 8、図 9 参照）。

#### 【 0027 】

外フレーム部 40 は、三つの脚部（左側の前後二つの脚部 43、及び、右側の V 字状の脚部 44）を備えている。各脚部 43、44 の下端それぞれには、補助ローラー 45 が回転自在に取り付けられている。これら補助ローラー 45 は、測定ヘッド部 62 に取り付けられたスリップローラー 60 の周囲 3 箇所に位置し、装置 1 の車輪 C への設置時において、各々が車輪 C の踏面 Cs に当たって転動する。

#### 【 0028 】

外フレーム部 40 の内側には、内フレーム部 50 が揺動可能に設けられている。図 2 及び図 6 にわかり易く示すように、内フレーム部 50 は L 字状をしている。この内フレーム部 50 上端の左右側面には、それぞれ支持ピン 53 が突設されている。各支持ピン 53 は、外フレーム部 40 の左右側面に埋め込まれたベアリング 47（図 1、図 2 参照）にそれぞれ嵌め込まれている。内フレーム部 50 は、支持ピン 53 を支点として前後方向に揺動可能である。本実施の形態では、固定フレーム 10・リニアガイド 20 に対して外フレーム部 40 が揺動し、この外フレーム部 40 に対して内フレーム部 50 が揺動する二重の揺動構造が実現されており、測定時のスリップローラー 60 の姿勢は 3 つの補助ローラー 45 で維持されるようになっている。そのため、曲面状の踏面 Cs であっても、スリップローラー 60 を望ましい姿勢に保ちつつ、踏面 Cs に沿って転動させることができる。

#### 【 0029 】

内フレーム部 50 の内側には、測定ヘッド部 62 が配置されている。この測定ヘッド部 62 と内フレーム部 50 との間には、ガイド 56 及びスライダ 57 からなるリニアガイド 55 が介装されている。このリニアガイド 55 は、内フレーム部 50 と一体に揺動するが、後に詳述する押圧力設定機構 71 の押し付けネジ 75 を擦り込んだ際に、内フレーム部 50 側のガイド 56 に対して、スライダ 57 が測定ヘッド部 62 とともに若干下方向にスライドする。測定ヘッド部 62 には、後述するスリップローラー 60、回転機構 61、押圧力設定機構 71 が設けられている。

#### 【 0030 】

(C) スリップローラー 60 及びその回転機構 61

スリップローラー 60 は、車輪 C の踏面 Cs に接した状態で、回転機構 61 の駆動により回転する。図 2 及び図 6 にわかり易く示すように、スリップローラー 60 は、測定ヘッド部 62 の二股状の下端に、支持軸 60 a を介して回転可能に設けられている。測定ヘッド部 62 の右側面からは、ステージ 64 (図 2 参照) が外側に張り出しており、このステージ 64 上には回転機構 61 のパルスモーター 63 が配置されている。

【0031】

このパルスモーター 63 の出力軸 63 a には、歯車 63 g が設けられている。一方、スリップローラー 60 の支持軸 60 a は、測定ヘッド部 62 の側面から突き出ており、ここにも歯車 60 g が設けられている。そして、これら両歯車 60 g、63 g には、ループ状のタイミングベルト 65 が掛け渡されている。回転機構 61 のパルスモーター 63 が駆動して出力軸 63 a・歯車 63 g が回転すると、タイミングベルト 65 を介して歯車 60 g・支持軸 60 a が回転し、スリップローラー 60 が回転する。

【0032】

(D) 押圧力設定機構 71

押圧力設定機構 71 は、車輪 C の踏面 Cs を測定する際に、スリップローラー 60 の押し付け荷重を手動で設定する機構である。この押圧力設定機構 71 を操作することにより、クリーブ係数の算出に必要なスリップローラー 60 の押し付け荷重を調整することができる。図 2 及び図 6 にわかり易く示すように、押圧力設定機構 71 は、測定ヘッド部 62 の穴 62 a 内部に配置された押し付けバネ 73 を備えている。この押し付けバネ 73 の上端は、押し付けネジ 75 の下端のピストン 76 に係合している。

【0033】

押し付けネジ 75 の上端は、下側から順に、外フレーム部 40 上面の孔 40 a、支持プレート 32 の孔 32 a、バネ受けプレート 31 の孔 31 a を通って、固定フレーム 10 の上プレート 11 近くまで延びている。押し付けネジ 75 は、上プレート 11 の孔 11 a (図 2 参照) から L 型六角レンチ (図示されず) 等を差し込んで回転させることができる。押し付けネジ 75 のネジ部は、内プレート部 50 上面のネジ孔に噛み合っている。押し付けネジ 75 は、内プレート部 50 のネジ孔に噛み合った状態で、上下方向に進退可能である。押し付けネジ 75 が進退する際には、ピストン 76 が測定ヘッド部 62 内部の穴 62 a にガイドされて上下する。

【0034】

押し付けバネ 73 の下端は、押圧部材 78 に係合している。この押圧部材 78 の下側において、測定ヘッド部 62 の穴 62 a 底部には、押圧力検出用ロードセル 79 が配置されている。このロードセル 79 は、スリップローラー 60 の直上に位置している。押圧力設定機構 71 による押し付け力の設定値 (押し付けネジ 75 の捻じ込み量) は、ピストン 76 押し付けバネ 73 押圧部材 78 を介して、ロードセル 79 で検出される。ロードセル 79 の検出値は、モニタ (図示されず) に表示される。

【0035】

(E) 接線力検出部 80

図 1、図 3、図 6 に示すように、接線力検出部 80 は、接線力検出用ロードセル 81 を備えている。このロードセル 81 は、測定ヘッド部 62 の後端面に接するように、前述した押圧力検出用ロードセル 79 の近くに配置されている。前述の通り、ロードセル 79 はスリップローラー 60 の直上に位置しており、ロードセル 81 もスリップローラー 60 に近接して配置されているので、測定誤差を少なくすることができる。

【0036】

接線力検出用ロードセル 81 は、固定ブロック 83 の前端面に固定されている。この固定ブロック 83 は、固定プレート 85 で測定部 30 の外フレーム部 40 に固定されている。図 1 に示すように、外フレーム部 40 と測定ヘッド部 62 との間には、コイルバネ 89 が設けられている。このコイルバネ 89 により、外フレーム部 40 側に測定ヘッド部 62 が引き寄せられ、測定ヘッド部 62 とロードセル 81 との接触状態が常に確保される。口

10

20

30

40

50



ードセル 8 1 の検出値は、制御部（図示されず）に送出され、この制御部においてクリープ力、クリープ係数に換算されて表示される。

なお、詳しい測定原理については、図 7 を参照しつつ後述する。

#### 【 0 0 3 7 】

##### ( F ) 移動機構 9 1

移動機構 9 1 は、スリップローラー 6 0 を含む測定部 3 0 全体をリニアガイド 2 0 に沿って移動させる機構であって、前述の回転機構 6 1 とは独立の駆動系である。図 1 ~ 図 3 に示すように、移動機構 9 1 は、フレキシブルラック 9 3 を備えている。このフレキシブルラック 9 3 は、装置 1 本体とは別体であって、測定時に車輪 C のフランジ部 C f 頂部に着脱可能に配置される。フレキシブルラック 9 3 は、車輪 C の踏面 C s と同心円周上に配置することができるので、測定部 3 0 の駆動とスリップローラー 6 0 の移動速度を一定に保ちつつ測定を行い易い。

10

#### 【 0 0 3 8 】

図 2 及び図 3 に示すように、測定部 3 0 の外フレーム部 4 0 の左側面からは、ステージ 4 9 が図の左側に張り出している。このステージ 4 9 の下面には、コイルバネ 9 8 を介してパルスモーター 9 2 が設けられている。このパルスモーター 9 2 の出力軸 9 2 a には、フレキシブルラック 9 3 に噛み合うピニオン 9 4 が設けられている。ステージ 4 9 の前端には、下方に垂下する側壁 4 9 a が形成されている。この側壁 4 9 a とパルスモーター 9 2 との間には、ガイド 9 6 及びスライダ 9 7 からなるリニアガイド 9 5（図 3 参照）が介装されている。このリニアガイド 9 5 は、ピニオン 9 4 がフレキシブルラック 9 3 に噛み合

20

#### 【 0 0 3 9 】

ここで、図 7 を参照しつつ、前述の構成を有する摩擦評価量測定装置 1 を用いた摩擦評価量（摩擦係数）の測定原理について説明する。

図 7 は、本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定原理を説明するための概念図である。

図 7 には、測定部 3 0、補助ローラー 4 5、スリップローラー 6 0、押圧力設定機構 7 1 が概念的に示されている。この図において、R 1 は車輪 C の踏面 C s を示し、R 2 は移動機構 9 1 のフレキシブルラック 9 3 とピニオン 9 4 との噛み合い線を示す。P 1 は接線力検出用ロードセル 8 1 の検出作用点を示し、P 2 は押圧力検出用ロードセル 7 9 の検出作用点を示し、P 3 は測定部 3 0 の内フレーム部 5 0 に設けられた支持ピン 5 3 の揺動支点を示す。さらに、揺動支点 P 3 から検出作用点 P 1 までの上下方向の長さを L 1 で示し、揺動支点 P 3 からスリップローラー 6 0 の踏面 C s との接点までの上下方向の長さを L 2 で示す。スリップローラー 6 0 の半径は r とする。L 1、L 2、r は、装置 1 の仕様に基づき決まる値である。

30

#### 【 0 0 4 0 】

スリップローラー 6 0 は、回転機構 6 1 の駆動により角速度  $\omega$  で図中時計回りに回転し、測定部 3 0 は移動機構 9 1 の駆動により速度 V で図中左側から右側へと軌跡 R 2 に沿って移動するものとする。さらに、押圧力設定機構 7 1 による押圧力設定力（すなわち、検出作用点 P 2 における押圧力検出用ロードセル 7 9 の検出値に対して重力の影響等を補正した値）を W とし、測定ヘッド部 6 2 の押圧力（すなわち、検出作用点 P 1 における接線力検出用ロードセル 8 1 の検出値に対してコイルバネ 8 9 の影響等を補正した値）を F とする。

40

#### 【 0 0 4 1 】

車輪 C の踏面 C s 上において、押圧力設定機構 7 1 によりスリップローラー 6 0 を所望の押圧力 W で押し当てた状態で、スリップローラー 6 0 を所望のすべり率 S で転走させる。この際、スリップローラー 6 0 の回転周速（接触面におけるスリップローラー 6 0 表面の物質速度）V r は、

$$V r = r \cdot \omega$$

50

となり、スリップローラー60の移動速度（接触面における車輪Cの踏面Csの物質速度） $V_f$ は、

$$V_f = (R_1 / R_2) \cdot V$$

となる。そして、スリップローラー60の転走時のすべり率Sは、

$$S = (V_r - V_f) / \{ (V_r + V_f) / 2 \}$$

で与えられる。

#### 【0042】

このスリップローラー60の転走の際、回転周速 $V_r$ と移動速度 $V_f$ とが異なるようにし（もし回転周速 $V_r$ と移動速度 $V_f$ とを等しくするとすべり率 $S = 0$ となるため、回転周速 $V_r$  移動速度 $V_f$ の条件が必要になるのである）、角速度 と速度 $V$ とを適切に制御すると、スリップローラー60を所望の微小なすべり率（-10%～+10%程度）で転動させることができる。そして、このような微小すべり状態における摩擦評価量（摩擦係数）を測定することができる。なお、測定時には、回転周速 $V_r$ 及び移動速度 $V_f$ を一定（したがってすべり率 $S$ を一定）としてスリップローラー60を転走させる以外に、すべり率 $S$ を変えつつスリップローラー60を転走させることもできる。

10

#### 【0043】

このようにしてスリップローラー60を所望のすべり率 $S$ で転走させつつ、接線力検出用ロードセル81で測定ヘッド部62の押圧力 $F$ を検出する。この押圧力 $F$ を用いて、車輪Cの踏面Csのクリープ力（接線力） $F_c$ が

$$F_c = (L_1 / L_2) \cdot F$$

20

で算出される。さらに、クリープ係数 $R_c$ が

$$R_c = F_c / W$$

で算出される。

#### 【0044】

次いで、主に図1、図8及び図9を参照しつつ、前述の摩擦評価量測定装置1の総合的な作用について説明する。

図8は、本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定開始時の状態を示す全体図である。

図9は、本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定終了時時の状態を示す全体図である。

30

#### 【0045】

本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置1は、以下(1)～(3)の手順で使用する。(1)まず、準備段階として、固定フレーム10の内側において、測定部30を前端部移動原点に移動させておく(図8参照)。そして、固定フレーム10の位置決め棒13が車輪Cのフランジ部Cf頂部に当たるようにして装置1全体を載置した後、固定用マグネット15を用いて装置1を車輪Cに固定する。この時点で、スリップローラー60の周囲3箇所の補助ローラー45が車輪Cの踏面Csに当たる。これとほぼ同時に、車輪Cのフランジ部Cf頂部に移動機構91のフレキシブルラック93を取り付け、ピニオン94(図2、図3参照)を噛み合わせる。

#### 【0046】

40

(2)押圧力設定機構71を操作して、スリップローラー60の踏面Csに対する押し付け荷重 $W$ を調整する(図2参照)。押圧力設定機構71の操作は、上プレート11の孔11aからL型六角レンチ(図示されず)等を挿入し、押し付けネジ75の上端に係合して回転させる。すると、押し付けネジ75は、内プレート部50のネジ孔に噛み合った状態で擦り込まれ、この擦り込み量がピストン76 押し付けバネ73 押圧部材78を介してロードセル79で負荷 $W$ として検出される。前述の通り、このロードセル79の検出値 $W$ は、モニタ(図示されず)で識別できる。

#### 【0047】

(3)回転機構61のパルスモーター63と、移動機構91のパルスモーター92を同時に駆動する。すると、スリップローラー60は、車輪Cの踏面Csに押し付けられた状態

50

で、回転周速  $V_r$  で回転しつつ、測定部 30 とともに移動速度  $V_f$  で移動する（図 8 図 9）。測定部 30 の移動範囲の規制は、パルスモーター 92 の制御、又は、始点・終点に取り付けた光センサ（図示されず）等で行うことができる。この際、前述の通り、回転周速  $V_r$  と移動速度  $V_f$  を適切に制御することで、スリップローラー 60 を微小なすべり状態で転走させることができる。

#### 【0048】

測定部 30 においては、固定フレーム 10・リニアガイド 20 に対しては外フレーム部 40 が支持プレート 32 の支持ピン 33 を支点として揺動し、各連結コイルバネ 35 が伸縮・屈曲変形しつつ測定部 30 全体を踏面 Cs に向けて付勢する。また、外フレーム部 40 に対しては内フレーム部 50 が支持ピン 53 を支点として揺動し、コイルバネ 89 で外フレーム 40 側に付勢される。スリップローラー 60 の姿勢は、3つの補助ローラー 45 で維持され、測定ヘッド部 62、ピニオン 94 の曲面追従性はそれぞれリニアガイド 55、95 で補償される。これにより、スリップローラー 60 は望ましい姿勢に保たれつつ、踏面 Cs に沿って転動する。

10

#### 【0049】

そして、この転動の際に、スリップローラー 60 にかかる接線力に応じた測定ヘッド部 30 の押圧力  $F$  が、接線力検出ロードセル 81 で検出される。測定ヘッド部 62 は、コイルバネ 89 で外フレーム部 40 側（ロードセル 81 側）に引き寄せられているので、測定ヘッド部 62 とロードセル 81 との接触状態が常に良好に確保される。このロードセル 81 の検出値  $F$  は、制御部（図示されず）に送出され、この制御部においてクリープ力  $F_c$ 、クリープ係数  $R_c$  に換算されて表示される。測定の際には、前述の通り、ロードセル 79 がスリップローラー 60 の直上に位置し、ロードセル 81 がスリップローラー 60 に近接しているため、測定誤差がより少ない。

20

#### 【0050】

この（3）の一連の動作において、回転機構 61 の回転伝達手段としてタイミングベルト 65 を用いるとともに、移動機構 91 の駆動手段としてフレキシブルラック 93 を用い、スリップローラー 60 の転走方向を一定としているため、測定部 30 やスリップローラー 60 の駆動系のすべりやバックラッシュ等の悪影響が低減されている。なお、ピニオン 94 の代わりにフレキシブルラック 93 に噛み合うノーバックラッシュギアを用いると、空転すべりから滑走すべりに移行するような測定の際にも、バックラッシュの悪影響を低減することが可能となる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0051】

【図 1】本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の全体図（正面図）である。

【図 2】同摩擦評価量測定装置の側面断面図である。

【図 3】同摩擦評価量測定装置の平面断面図（図 1 の X - X 線断面図）である。

【図 4】同摩擦評価量測定装置の測定部の上面図である。

【図 5】同摩擦評価量測定装置の測定部の外フレーム部及びその連結構造の分解斜視図である。

【図 6】同摩擦評価量測定装置の測定部の内フレーム部及び測定ヘッド部の斜視図である。

40

【図 7】本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定原理を説明するための概念図である。

【図 8】本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定開始時の状態を示す全体図である。

【図 9】本実施の形態に係る摩擦評価量測定装置の測定終了時時の状態を示す全体図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0052】

1 摩擦評価量測定装置

50

|             |             |         |         |
|-------------|-------------|---------|---------|
| 1 0         | 固定フレーム部     |         |         |
| 1 1         | 上プレート       | 1 2     | 縦フレーム   |
| 1 3         | 位置決め棒       |         |         |
| 1 5         | 固定用マグネット    | 1 6     | レバー     |
| 2 0         | リニアガイド      |         |         |
| 2 1         | ガイド         | 2 2     | スライダー   |
| 3 0         | 測定部         |         |         |
| 3 1         | バネ受けプレート    | 3 2     | 支持プレート  |
| 3 3         | 支持ピン        | 3 5     | 連結コイルバネ |
| 3 7         | 補強ピン        | 4 0     | 外フレーム部  |
| 4 1         | 係合突片        | 4 3、4 4 | 脚部      |
| 4 5         | 補助ローラー      | 4 7     | ベアリング   |
| 5 0         | 内フレーム部      | 5 3     | 支持ピン    |
| 5 5         | リニアガイド      |         |         |
| 6 0         | スリップローラー    | 6 0 a   | 支持軸     |
| 6 0 g、6 3 g | 歯車          | 6 1     | 回転機構    |
| 6 2         | 測定ヘッド部      | 6 2 a   | 穴       |
| 6 3         | パルスモーター     | 6 3 a   | 出力軸     |
| 6 5         | タイミングベルト    |         |         |
| 7 1         | 押圧力設定機構     |         |         |
| 7 3         | 押し付けバネ      | 7 5     | 押し付けネジ  |
| 7 6         | ピストン        | 7 8     | 押圧部材    |
| 7 9         | 押圧力検出用ロードセル | 8 0     | 接線力検出部  |
| 8 1         | 接線力検出用ロードセル | 8 3     | 固定ブロック  |
| 8 5         | 固定プレート      | 8 9     | コイルバネ   |
| 9 1         | 移動機構        |         |         |
| 9 2         | パルスモーター     | 9 2 a   | 出力軸     |
| 9 3         | フレキシブルラック   | 9 4     | ピニオン    |
| 9 5         | リニアガイド      | 9 8     | コイルバネ   |

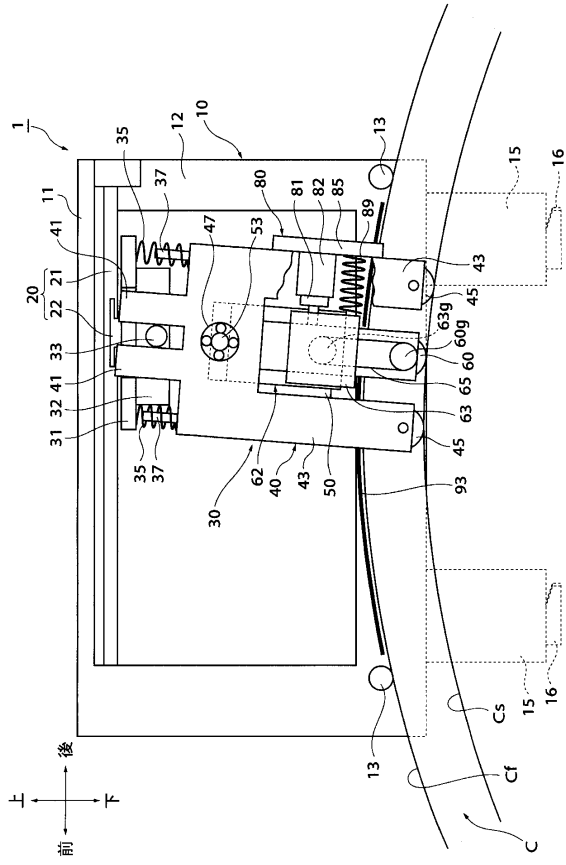
10

20





【図9】



---

フロントページの続き

審査官 福田 裕司

- (56)参考文献 特開2003-269948(JP,A)  
特開2003-057135(JP,A)  
特開2005-156505(JP,A)  
特開平11-008901(JP,A)  
特開2006-078306(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 19/02  
G01M 17/10