(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3545060号
(P3545060)
(45)発行日　平成16年7月21日(2004.7.21)　(24)登録日　平成16年4月16日(2004.4.16)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B60T 8/58　B60T 8/58 Z

請求項の数 2　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平6-222256
(22)出願日　平成6年9月16日(1994.9.16)
(65)公開番号　特開平8-85440
(43)公開日　平成8年4月2日(1996.4.2)
審査請求日　平成13年6月22日(2001.6.22)

(73)特許権者　000003056
トキコ株式会社
神奈川県川崎市川崎区富士見１丁目６番３号
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100091904
弁理士　成瀬　重雄
(72)発明者　北野　豊
神奈川県川崎市川崎区富士見１丁目６番３号　トキコ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】アンチスキッド制御方法及びアンチスキッド制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

アンチスキッド制御時に、ホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させた際に、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率から、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に再減圧を行うアンチスキッド制御方法において、

再増圧中車輪速度に脈動がない場合に、

車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、前記変化率を演算することを特徴とするアンチスキッド制御方法。

【請求項２】

車輪速度を検出する車輪速度検出器と、ホイールシリンダのブレーキ液圧を少なくとも減圧または増圧可能なモジュレータと、該モジュレータの作動を制御するコントローラとを有し、

前記コントローラは、アンチスキッド制御時に、前記モジュレータによりホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度に脈動が

ないと判定される場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算し、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に前記モジュレータにより再減圧を行うことを特徴とするアンチスキッド制御装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、制動時のホイールロックを防止するアンチスキッド制御方法及びこれを用いたアンチスキッド制御装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

制動時のホイールロックを防止するアンチスキッド制御装置には、アンチスキッド制御時に、モジュレータによりホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度検出器からの検出情報から、例えば、車輪速度が減少する範囲内における車輪加速度が、所定のしきい値を上回る場合に、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋがｋ＞０の安定制動状態にあるとしてモジュレータによりブレーキ液圧の再増圧を維持させ、前記しきい値を下回る場合に、変化率ｋがｋ＜０の不安定制動状態にあるとしてモジュレータによりブレーキ液圧を減圧させるようになっている。

また、本出願人は、このようなアンチスキッド制御装置の改良として、四カ所の測定点における車輪速度等から、変化率ｋを演算する方法について先の出願を行なっている（特願平５－２３３９０６号）。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記先の出願のアンチスキッド制御装置においては、四カ所の測定点における車輪速度から、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋを演算することになるため、演算処理時間が多少長くなり、よって、この点でさらなる改善の余地があった。

【０００４】

したがって、本発明の目的は、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋから、安定・不安定制動状態を判断する場合において、さらに演算処理時間を短縮することができるアンチスキッド制御方法およびこれを用いたアンチスキッド制御装置を提供することである。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明のアンチスキッド制御方法は、アンチスキッド制御時に、ホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させた際に、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率から、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に再減圧を行う方法であって、再増圧中車輪速度に脈動がない場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、前記変化率を演算することを特徴としている。

【０００６】

本発明のアンチスキッド制御装置は、車輪速度を検出する車輪速度検出器と、ホイールシ

リンダのブレーキ液圧を少なくとも減圧または増圧可能なモジュレータと、該モジュレータの作動を制御するコントローラとを有し、前記コントローラは、アンチスキッド制御時に、前記モジュレータによりホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度に脈動がないと判定される場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算し、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に前記モジュレータにより再減圧を行うことを特徴としている。

【０００７】

【作用】

本発明のアンチスキッド制御方法によれば、アンチスキッド制御時に、ホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させた際に、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を、車輪速度に脈動がない場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、演算し、その結果、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に再減圧を行うことになる。

【０００８】

本発明のアンチスキッド制御装置によれば、コントローラは、アンチスキッド制御時に、モジュレータによりホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度検出器からの検出情報から、車輪速度に脈動がないと判定される場合に、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、演算し、該変化率が所定のしきい値を下回る場合にモジュレータにより再減圧を行わせることになる。

【０００９】

【実施例】

本発明の一実施例によるアンチスキッド制御方法について図面を参照して以下に説明する。

なお、以下においては、図１に模式的に示すように、車輪１にかかる荷重をW_0、車輪１の有効半径をＲ、車輪角速度をωとし、また、車輪角速度の微分値をω’、車軸２に関する慣性モーメントをＩ、車軸２にかかる軸トルクをＰ、車輪１と路面との間の路面摩擦係数をμとして説明する。なお、W_0は、車体重量に応じる当該車輪荷重の基準値等が用いられ、Ｒは、車輪有効半径の基準値等が用いられる。

【００１０】

まず、一般的に、車輪スリップ率λに対する路面摩擦係数μの関係は図２に示されるようになっており、変化率ｋ＝ｄμ／ｄλが、Ｘの範囲では変化率ｋ＞０、Ｙの時点では変化率ｋ＝０、Ｚの範囲では変化率ｋ＜０となっている。ここで、スリップ率λはλ＝１－Ｒω／ｖから求められるものであり、Ｒωは車輪速度検出器（後述）からの信号から割り出

される車輪速度で、ｖは、一般に該車輪速度等から推定される模擬車体速度等である。
そして、ｋ＝０の時点Ｙを中心に、スリップ率λが小さい範囲Ｘにあると、ホイールロックを生じることがない安定制動状態と判定され、逆にスリップ率λが大きい範囲Ｚにあると、図２において破線で示すコーナリングフォースＦｃが低下してホイールロックを生じやすい不安定制動状態と判定される。

【００１１】

ここで、アンチスキッド制御中の時間ｔに対する車輪速度Ｒωの関係は、図３に示すような特性をなすことになる。そして、本実施例は、アンチスキッド制御時に、ホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させた際に、車輪速度に脈動がない状態で、車輪１が加速状態から減速状態に転じる区間T_{M1}において再度減圧を行わせるタイミングを制御する方法の判定に用いられる変化率ｋの演算方法についてであり、制動初期の減圧の開始タイミング、減圧から再増圧への切り換えのタイミング、および車輪が全体として減速状態にある区間T_{M2}において再度減圧を行わせるタイミングを制御する方法等の他の制御は、従来と同様に行われる。

【００１２】

上記したように車輪にかかる荷重をW_0、車輪有効半径をＲ、車輪角速度をω、車輪角速度の微分値をω’、車軸に関する慣性モーメントをＩ、車軸にかかる軸トルクをＰ、重力加速度をｇとすると、

$$R\omega' = (g / C_0)\{\mu - P/(W_0 R)\} \quad \cdots$$

…式（１）

である。

ただし、$C_0 = I/(W_0 R^2/g)$である。

また、ある時刻t_nにおいては、

$$R\omega'_n = (g/C_0)[\mu_n - \{P/(W_0 R)\}_n]$$

……式（２）

となる。

【００１３】

また、車輪スリップ率λ、車輪速度Ｒωおよび車体速度ｖの関係は、

$$\lambda = 1 - (R\omega / v) \quad \cdots\cdots式（３）$$

で定義される。

微少時間内で車両速度ｖを一定と考え、式（３）の両辺を時間で微分すると、

$$\lambda' = -R\omega' / v \quad \cdots\cdots式（４）$$

となる。

【００１４】

さらに、路面摩擦係数μの車輪スリップ率λに対する変化率ｋは、その定義より、

$$k = \mu' / \lambda' \quad \cdots\cdots式（５）$$

となる。

上記式（４）および式（５）より、

$$\mu' = -(k/v) R\omega' \quad \cdots\cdots式（６）$$

となる。

【００１５】

ここで、図４は、アンチスキッド制御においてブレーキ液圧を減圧後、制動トルクを、制動トルクの時間に対する上昇率Ｑが一定になるように増加させて、車輪速度が加速状態から減速状態に向う図３に示す区間T_{M1}（この区間T_{M1}は車輪速度検出器からの信号で検出できる）での、車輪速度Ｒω、路面摩擦係数μおよび制動トルクＰ／（W_0 Ｒ）を示したものである。なお、μ－λ特性、ｋ、ｖ、W_0およびC_0は、すべて一定とする。

そして、この図４では、式（２）のカッコ［　］内の路面摩擦係数μおよび制動トルクＰ／（W_0 Ｒ）が、共に無次元量として示されており、μ＞Ｐ／（W_0 Ｒ）の状態では車輪は加速し、μ＜Ｐ／（W_0 Ｒ）の状態では車輪は減速する。

【００１６】
t_n時点における車輪速度$R\omega_n$、t_{n+1}時点における車輪速度$R\omega_{n+1}$、t_{n+2}時点における車輪速度$R\omega_{n+2}$を、一定時間間隔Ｔ／２毎に測定し、$R\omega_n = R\omega_{n+2}$に選ぶ。図４において、$t_n$時点の路面摩擦係数$\mu_n$と$t_{n+2}$時点の路面摩擦係数$\mu_{n+2}$との関係は、$R\omega_n = R\omega_{n+2}$であるから、μとＰ／（$W_0$ Ｒ）とに挟まれた面積A_1とA_2とは等しい。
まず、以下のように面積A_1を求める。
最大車輪速度$R\omega_E$に相当する点Ｅを原点とし左方にx_1軸をとり、曲線（μ_E～μｎ）をy_1とし、y_1をx_1の２次曲線で近似する。すなわち、
$y_1 \quad \{(\mu_n - \mu_E)/(T/2-\Delta T)^2\} x_1^2$
故に、面積A_1は、$a = T/2-\Delta T$とすると、
$A_1 \quad \int_0^a \{(\mu_n - \mu_E)(x_1/a)^2 + (Q/(W_0 R))x_1\} dx_1$
$= (1/3)(\mu_n - \mu_E)a + (1/2)(Q/(W_0 R))a^2$
……式（７）
なお、Ｑ／（W_0 Ｒ）は、区間（t_n～t_{n+1}）における制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算したものである。ここで、Ｑは、ポンプ特性とホイールシリンダおよびそれを結ぶ油圧配管系統によって決まるホイールシリンダの圧力上昇速度に応じる制動トルク上昇速度を用いる。
【００１７】
次に、以下のように面積A_2を求める。
点Ｅを原点とし右方にx_2軸をとり、曲線（μ_E～μ_{n+2}）をy_2として次式で近似する。

$$y_2 \fallingdotseq \{(\mu_n-\mu_E)/(T/2+\Delta T)^2\}x_2^2$$

故に、面積A_2は、$b = T/2+\Delta T$とすると、

$$A_2 \fallingdotseq \int_0^b \{(Q/(W_0R))x_2 - (\mu_n-\mu_E)(x_2/b)^2\}dx_2$$
$$= (1/2)(Q/(W_0R))b^2 - (1/3)(\mu_n-\mu_E)b \quad \cdots\cdots式(8)$$

【００１８】
ここで、面積$A_1 = A_2$であるため、

$$(1/3)(\mu_n-\mu_E)(T/2-\Delta T)+(1/2)(Q/(W_0R))(T/2-\Delta T)^2$$
$$\fallingdotseq -(1/3)(\mu_n-\mu_E)(T/2+\Delta T)+(1/2)(Q/(W_0R))(T/2+\Delta T)^2$$
$$\text{故に、}(2/3)(\mu_n-\mu_E)(T/2) \fallingdotseq 2(Q/(W_0R))(T/2)\Delta T$$
$$\text{故に、}(\mu_n-\mu_E) \fallingdotseq 3(Q/(W_0R))\Delta T \quad \cdots\cdots式(9)$$

【００１９】
式（９）を用いると、

$$\text{面積}A_1 \fallingdotseq (Q/(W_0R))\Delta T(T/2-\Delta T)+(1/2)(Q/(W_0R))(T/2-\Delta T)^2$$
$$\fallingdotseq (1/2)(Q/(W_0R))(T/2)^2\{1-(\Delta T/(T/2))^2\} \quad \cdots\cdots式(10)$$

また、Ｅ、Ｆ、μ_{n+1}で囲まれた面積ΔＡを三角形で近似すると、

$$\text{面積}\Delta A \fallingdotseq (1/2)(Q/(W_0R))(\Delta T)^2$$
$$= (1/2)(Q/(W_0R))(T/2)^2(\Delta T/(T/2))^2$$
$$\text{故に、}(R\omega_{n+1}-R\omega_n) = (g/C)(A_1-\Delta A)$$
$$\fallingdotseq (1/2)(g/C)(Q/(W_0R))(T/2)^2\{1-2(\Delta T/(T/2))^2\} \quad \cdots\cdots式(11)$$

【００２０】
次に式（９）を用いると図４より明らかに、

$$R\omega_n' = (g/C)\{(Q/(W_0R))(T/2-\Delta T)+(\mu_n-\mu_E)\}$$
$$\fallingdotseq (g/C)(Q/(W_0R))(T/2+2\Delta T)$$
$$= (g/C)(Q/(W_0R))(T/2)\{1+2\Delta T/(T/2)\} \quad \cdots\cdots式(12)$$

式（１１）、式（１２）を用いて、

$$\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}/R\omega_n'$$
$$\fallingdotseq\{1-2(\Delta T/(T/2))^2\}/\{1+2\Delta T/(T/2)\}$$
$$=1-2(\Delta T/(T/2))\{1+\Delta T/(T/2)\}/\{1+2\Delta T/(T/2)\}$$

故に、

$$1-\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}/R\omega_n'$$
$$=2(\Delta T/(T/2))\{1+\Delta T/(T/2)\}/\{1+2\Delta T/(T/2)\} \quad \cdots\cdots式(13)$$

【００２１】

一方、

$$(R\omega_{n+1}-R\omega_n)=(v/k)(\mu_n-\mu_{n+1})=(v/k)\{(\mu_n-\mu_E)-(\mu_{n+1}-\mu_E)\}$$
$$=(v/k)(\mu_n-\mu_E)\{1-\Delta A/A_1\}$$
$$\fallingdotseq(v/k)3(Q/(W_0R))\Delta T[1-(\Delta T/(T/2))^2/\{1-(\Delta T/(T/2))^2\}] \quad \cdots\cdots式(14)$$

故に、

$$\Delta T/(T/2)\fallingdotseq(k/v)(1/3)(1/(Q/(W_0R))\{(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}$$
$$x\{1-(\Delta T/(T/2))^2\}/\{1-2(\Delta T/(T/2))^2\}$$

これを式(13)に代入すると、

$$1-\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}/R\omega_n'$$
$$\fallingdotseq\{(k/v)(1/3)(1/(Q/(W_0R)))\}\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}$$
$$x[\{1+\Delta T/(T/2)\}\{1-(\Delta T/(T/2))^2\}$$
$$/\{1+2\Delta T/(T/2)\}\{1-2(\Delta T/(T/2))^2\}] \quad \cdots\cdots式(15)$$

【００２２】

式（１５）の右辺の［］内は１に近似であるので、

$$1-\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}/R\omega_n'$$
$$\fallingdotseq\{(k/v)(1/3)(1/(Q/(W_0R)))\}\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}$$

故に、

$$k\fallingdotseq 3v(Q/(W_0R))[1/\{2(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/(T/2)\}-1/R\omega_n'] \quad \cdots\cdots式(16)$$
$$=3v(Q/(W_0R))[1/\{4(R\omega_{n+1}-R\omega_n)/T\}-1/R\omega_n'] \quad \cdots\cdots式(17)$$

ここで、$R\omega_n=R\omega_{n+2}$であるため、

$$k\fallingdotseq 3v(Q/(W_0R))[1/\{4(R\omega_{n+1}-R\omega_{n+2})/T\}-1/R\omega_n'] \quad \cdots\cdots式(18)$$

とすることもできる。

【００２３】

すなわち、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋは、車輪速度が等しい第一時点t_nおよび第二時点t_{n+2}の真中時点t_{n+1}における車輪速度$R\omega_{n+1}$から、第

一時点t_nにおける車輪速度$R\omega_n$または第二時点t_{n+2}における車輪速度$R\omega_{n+2}$を減算し、この減算値（$R\omega_{n+1}-R\omega_n$）または減算値（$R\omega_{n+1}-R\omega_{n+2}$）を４倍するとともに第一時点$t_n$から第二時点$t_{n+2}$までの時間Ｔで除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点t_nの車輪加速度$R\omega_n$’の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点t_{n+1}の制動トルクの上昇速度Ｑを車輪荷重W_0と車輪有効半径Ｒとの積（W_0 Ｒ）で除算した値Ｑ／（W_0 Ｒ）と車両速度ｖとを乗算し、該乗算値を３倍することにより、演算されることになるのである。

【００２４】

そして、本実施例においては、このような式（１７）または式（１８）で演算された変化率ｋが、予め定められた所定のしきい値（例えば０）を下回った場合に、アンチスキッド制御における再増圧後の減圧を開始させる制御を行うことになる。

【００２５】

次に、以上に述べた演算方法が適用されたアンチスキッド制御装置について、以下に説明する。

図５は、車両用のアンチスキッド制御装置の一ブレーキ液圧系を示しており、ブレーキペダル１１の入力によりブレーキ液圧が発生されるマスタシリンダ１２と、伝達されるブレーキ液圧により車輪１を制動するホイールシリンダ１３との間にモジュレータ１４が設けられている。なお、ホイールシリンダ１３は例えばディスクブレーキあるいはドラムブレーキ等の液圧作動装置である。

【００２６】

上記モジュレータ１４は、電磁常閉弁１５と、容量可変のリザーバ１６と、該リザーバ１６からブレーキ液を吸入し吐出するポンプ１７と、流量制御弁１８とを有しており、流量制御弁１８は、アンチスキッド制御の非作動時に電磁常閉弁１５が閉じられた状態においてマスタシリンダ１２とホイールシリンダ１３とを連通させ、アンチスキッド制御の減圧時に電磁常閉弁１５が励磁されて開かれることによりマスタシリンダ１２とホイールシリンダ１３との連通を遮断しつつホイールシリンダ１３とリザーバ１６とを連通させて該ホイールシリンダ１３のブレーキ液をリザーバ１６に流入させ、アンチスキッド制御の再増圧時に電磁常閉弁１５が閉じられた状態でポンプ１７から吐出されるリザーバ１６内のブレーキ液を、ホイールシリンダ１３に単位時間当りの流量を一定に制御しつつ流しブレーキトルクの上昇速度を一定に保つようになっている。

なお、アンチスキッド制御の減圧時において、リザーバ１６に流入されたブレーキ液は、ポンプ１７によりマスタシリンダ１２側に戻されるようになっている。

【００２７】

そして、上記電磁常閉弁１５およびポンプ１７はコントローラ１９に接続されており、このコントローラ１９には、車輪１の回転速度を検出し車輪１の回転に応じたパルスを出力する車輪速度検出器２０が接続されている。

【００２８】

なお、コントローラ１９は、アンチスキッド制御の開始（初期減圧開始）の判断については、車輪速度検出器２０からの出力により、模擬車速に対する車輪１のスリップ率または車輪１のスリップ量を演算しスリップ率またはスリップ量があらかじめ設定されたしきい値を超えたら車輪１がロック傾向にあると判定してアンチスキッド制御を開始し、または、車輪１の減速度があらかじめ設定されたしきい値を超えたら車輪１がロック傾向にあると判定してアンチスキッド制御を開始し、あるいはこれらを組み合わせる等、一般的なアンチスキッド制御の開始判断を行うようになっている。

【００２９】

また、コントローラ１９は、アンチスキッド制御の減圧から再増圧への判断についても、減圧中にスリップ率またはスリップ量があらかじめ設定されたしきい値以下となったら車輪１がロック傾向から回避されたと判定して再増圧を開始し、または、車輪１の減速度があらかじめ設定されたしきい値以下となったら車輪１がロック傾向から回避されたと判定してアンチスキッド制御を開始し、あるいはこれらを組み合わせる等、一般的なアンチス

キッド制御の減圧から再増圧への判断を行うようになっている。

【００３０】

上記コントローラ１９の制御内容の特徴部分について説明する。

アンチスキッド制御の作動中において、ホイールシリンダ１３のブレーキ液圧を減圧させている減圧中および保持させている保持中のいずれかの状態にあるか、再増圧させている再増圧中であるかをメモリ中の記憶から判定する。そして、減圧中または保持中である場合には、従来と同様、それぞれに応じた別の制御を行い、一方、再増圧中である場合には、車輪速度に脈動が有るか無いかを、車輪速度検出器２０からの出力信号により判定する。

【００３１】

そして、車輪速度に脈動が有る場合には、従来と同様、脈動発生時の制御を行ない、車輪速度に脈動が無い場合には、予め定められた一定間隔で車輪速度をサンプルするためにサンプル時間を監視して、サンプル時刻が検出されたか否かを判定し、サンプル時刻が検出された場合には、車輪速度Ｒωをスタック記憶する。　ここで、スタック記憶とは、記憶データを新しいものから順に記憶する所定数のデータ記憶部を準備し、最新のデータを取り込む毎に、既に記憶されているデータの最も古いデータを消去するように記憶するものである。一方、サンプル時刻が検出されない場合には、車輪速度検出器２０からの信号で割り出される車輪速度Ｒωにより車輪が加速状態から減速状態に転じる区間にあるか、車輪が全体として減速を継続している区間にあるかを判定する。そして、車輪が全体として減速を継続している区間にある場合には、従来と同様の制御を行ない、車輪が加速状態から減速状態に転じる区間にある場合には、上記演算方法により、変化率ｋの値を演算する。

そして、コントローラ１９は、上記のようにして演算された、変化率ｋの値の演算値を予め定められた所定のしきい値と比較して該しきい値を下回る場合には、アンチスキッド制御を増圧から減圧に切り換えることになる。

【００３２】

以上のように、本実施例のアンチスキッド制御方法を用いたアンチスキッド制御装置によれば、コントローラ１９は、アンチスキッド制御時に、モジュレータ１４によりホイールシリンダ１３のブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度検出器２０からの検出情報から、車輪速度に脈動がないと判定される場合に、車輪速度が等しい第一時点t_nおよび第二時点t_{n+2}の真中時点t_{n+1}における車輪速度$R\omega_{n+1}$から、第一時点t_nにおける車輪速度$R\omega_n$または第二時点t_{n+2}における車輪速度$R\omega_{n+2}$を減算し、該減算値（$R\omega_{n+1}-R\omega_n$）または（$R\omega_{n+1}-R\omega_{n+2}$）を４倍するとともに第一時点$t_n$から第二時点$t_{n+2}$までの時間Ｔで除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点t_nの車輪加速度$R\omega_n$’の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点t_{n+1}の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した値Ｑ／（W_0 Ｒ）と車両速度ｖとを乗算し、該乗算値を３倍することにより、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋを演算し、該変化率ｋが所定のしきい値を下回る場合にモジュレータ１４により再減圧を行わせることになる。

したがって、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率ｋを演算する際に、演算に用いる車輪速度の測定点の数が少なくすみ、演算処理時間を短縮することができる。

【００３３】

なお、条件的に、（$R\omega_{n+1}-R\omega_n$）　（$R\omega_E-R\omega_n$）とおける場合は、$R\omega_n$、$R\omega_n$’、$R\omega_E-R\omega_n$、$R\omega_n$と同じ値$R\omega_{n+2}$になるまでの時間Ｔを測定すればよいので、さらに、簡便となる。

【００３４】

【発明の効果】

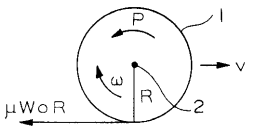
以上詳述したように、本発明のアンチスキッド制御方法によれば、アンチスキッド制御時に、ホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、再増圧させブレーキトルクを含む制動ト

ルクを時間に対して直線的に増加させた際に、車輪速度に脈動がない場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算し、その結果、該変化率が所定のしきい値を下回る場合に再減圧を行うことになる。
したがって、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算する際に、演算に用いる車輪速度の測定点の数が少なくすみ、演算処理時間を短縮することができる。

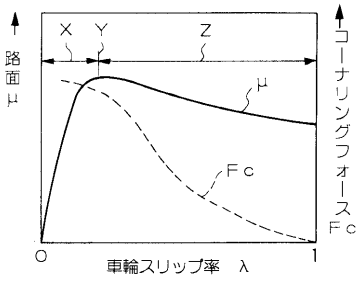
【００３５】
本発明のアンチスキッド制御装置によれば、コントローラは、アンチスキッド制御時に、モジュレータによりホイールシリンダのブレーキ液圧を減圧後、所定の条件下で再増圧させブレーキトルクを含む制動トルクを時間に対して直線的に増加させるとともに、この再増圧時において、車輪速度検出器からの検出情報から、車輪速度に脈動がないと判定される場合に、車輪速度が等しい第一時点および第二時点の真中時点における車輪速度から、第一時点または第二時点における車輪速度を減算し、該減算値を４倍するとともに第一時点から第二時点までの時間で除算し、該除算値の逆数をとって、該逆数から、第一時点の車輪加速度の逆数を減算し、さらに、該減算値に、真中時点の制動トルク上昇速度を車輪荷重と車輪有効半径との積で除算した除算値と車両速度とを乗算し、該乗算値を３倍することにより、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算し、該変化率が所定のしきい値を下回る場合にモジュレータにより再減圧を行わせることになる。
したがって、車輪スリップ率に対する路面摩擦係数の変化率を演算する際に、演算に用いる車輪速度の測定点の数が少なくすみ、演算処理時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の一実施例によるアンチスキッド制御方法が適用される車輪の運動モデルを示す模式図である。
【図２】車輪のスリップ率λに対する、路面摩擦係数μおよびコーナリングフォースＦｃの関係を示す特性線図である。
【図３】本発明の一実施例によるアンチスキッド制御方法の、アンチスキッド制御中の時間ｔに対する車輪速度Ｒωの関係を示す特性線図である。
【図４】本発明の一実施例によるアンチスキッド制御方法の、車輪速度が加速状態から減速状態に向う区間での、車輪速度Ｒω、路面摩擦係数μおよび制動トルクＰ／（W_0 Ｒ）の関係を示す特性線図であって、車輪速度に脈動が発生していない状態を示すものである。
【図５】本発明の一実施例によるアンチスキッド制御装置を概略的に示す構成図である。
【符号の説明】
１　車輪
１３　ホイールシリンダ
１４　モジュレータ
１９　コントローラ
２０　車輪速度検出器

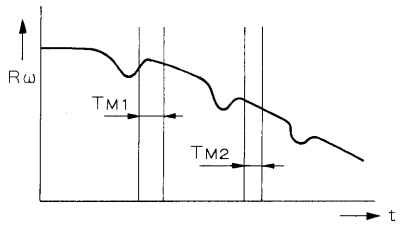
【図１】


P
1
v
ω
R
2
μWoR

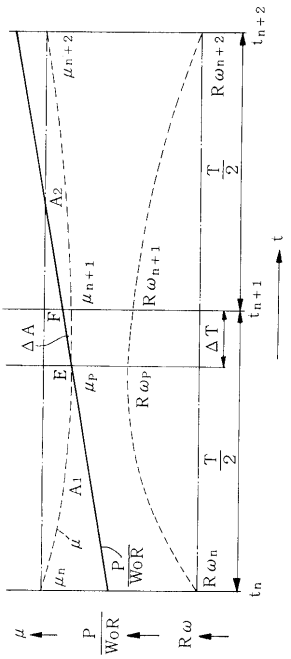
【図２】


X
Y
Z
μ
Fc
路面μ
コーナリングフォースFc
0
1
車輪スリップ率 λ

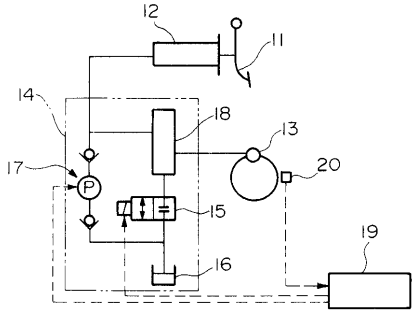
【図３】


Rω
TM1
TM2
t

【図４】


μn+2
Rωn+2
tn+2
T/2
A2
μn+1
Rωn+1
tn+1
t
ΔA
F
ΔT
E
μP
RωP
T/2
A1
μ
μn
P/WoR
Rωn
tn
μ
P/WoR
Rω

【図５】


12
11
14
18
13
17
P
20
15
19
16

フロントページの続き

(72)発明者　佐久間　賢
山梨県中巨摩郡櫛形町吉田１０００番地　トキコ株式会社　山梨工場内
(72)発明者　高山　利男
山梨県中巨摩郡櫛形町吉田１０００番地　トキコ株式会社　山梨工場内

審査官　村上　聡

(56)参考文献　特開平０１－２７３７５９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０６３４５８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２１９２６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０６７６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２４６１５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－００７６４８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２４７２７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B60T　8/58