

** 研究課題 ** (10件)

高真空用歯車のトライボ性能評価

Evaluation of Tribological Performance of Gears in High Vacuum

すべり・転がり接触機械要素の高真空トライボロジー特性

Tribological Properties of Sliding/Rolling Contact Machine Elements in High Vacuum

高機能材料の高温トライボロジー

Tribology of High Functional Materials at High Temperature

航空宇宙用材料の真空高温摩擦・摩耗特性

Friction and Wear Characteristics of High Functional Materials Applied to Space and Air Crafts in Vacuum and at High Temperature

表面改質機械要素の転がり疲れと表面テクスチャー解析

Rolling Contact Fatigue of Surface Modified Machine Elements and Analyses of Surface Texture

プラズマ浸炭硬化粉末焼結歯車の疲れ強さと動的性能

Fatigue Strength and Dynamic Characteristics of Plasma Case-Hardened Sintered Gears

プラズマ浸炭硬化粉末焼結ローラの面圧強さ

Surface Durability of Plasma Case-Hardened Sintered Rollers

複合表面処理歯車の面圧強さ

Surface Durability of Multiplex Surface Treated Gears

破壊力学に基づく粉末焼結機械要素の面圧強さ評価

Evaluation of Surface Durability of Sintered Machine Elements Based on Fracture Mechanics

ショットピーニングローラの面圧強さに関する研究

Study on Surface Durability of Shot-Peened Rollers

** 研究報告 ** (9件)

ウェーブレット変換による歯車動的性能の評価（粉末焼結歯車と鋼製歯車との比較）

吉田 彰，大上祐司，木脇祐二

日本機械学会論文集（C編），64巻618号，698頁～706頁，1998年2月

高周波焼入れ粉末焼結歯車と鋼製歯車の動的性能を動力循環式歯車試験機を用いて，歯車回転速度1600から10000rpmの範囲で測定した．歯元ひずみ，歯車箱振動および騒音のいずれも，焼結歯車のほうが鋼製歯車よりも小さいことが明らかとなった．歯車ねじり振動を間接的に表す歯元ひずみをウェーブレット変換を用いて時間・周波数解析した結果から，焼結歯車の歯の振動の減衰係数は，鋼製歯車のそれよりも大きいことがわかった．焼結材内部の気孔の存在により焼結歯車は減衰効果が鋼製歯車よりも優れていることを明らかにした．

耐摩耗性鋼のスcaffingに及ぼす硬度と表面改質の影響

吉田 彰，藤井正浩，原野智哉，木村哲也*，三浦健藏**（*（株）村田製作所，**三井造船（株））

日本機械学会論文集（C編），64巻619号，1041頁～1048頁，1998年3月

本研究で用いた耐摩耗性鋼は，船用ディーゼルエンジンの高出力化に対応して，従来の高磷片状黒鉛鋳鉄に代わるシリンダしゅう動部材として新たに開発した鉄鋼材料である．耐摩耗性鋼のスcaffingに及ぼす表面硬さと表面改質の影響を調べるため，二円筒試験が油潤滑下で行われた．試験円筒の硬さは軸受などに用いられる860HVとシリンダしゅう動部材に用いる370HVであった．表面改質処理として，無電解Ni-P合金めっき処理および浸硫処理が用いられた．鋼炭素クロム軸受鋼SUJ2に比べて耐スcaffing能の高かった耐摩耗性鋼は，摩擦係数が小さく，なじみも大きかった．耐摩耗性鋼の耐スcaffing能は硬度により異なり，なじみの大きい低硬度の場合，耐スcaffing能は向上した．耐摩耗性鋼に無電解Ni-P合金めっき処理を施した円筒の場合，スcaffing発生時の荷重および摩擦係数はすべり率に左右されにくいと，特に高すべり率において耐スcaffing能が高かった．耐摩耗性鋼に浸硫処理を施した円筒の場合，比較的初期の荷重段階で浸硫層が摩耗脱離するため，耐スcaffing能向上はほとんど認められなかった．一方，なじみ性向上を目的とした表面改質の効果はSUJ2において顕著であった．

表面改質ローラの転がり疲れとスcaffing（無電解Ni-P合金めっきローラと浸硫処理ローラの場合）

吉田 彰，藤井正浩，原野智哉，木村哲也*，邵 惠江**，三浦健藏***（*（株）村田製作所，**奥村鍛工，***三井造船（株））

日本機械学会論文集（C編），64巻621号，1801頁～1807頁，1998年5月

本研究では，従来の熱処理による表面硬化処理に加えて，表面改質処理による複合表面処理を施し，歯車をはじめとするすべり・転がり機械要素の疲れ強さならびに耐スcaffing能の向上を図った．本研究で取上げた表面改質処理は，無電解Ni-P合金めっき処理および浸硫処理である．本研究では，二円筒試験機を用いて，熱処理後に無電解Ni-P合金めっき処理および浸硫処理を施したローラの転がり疲れ試験ならびにスcaffing試験を行い，転がり疲れ強さおよびスcaffing強さに及ぼす表面改質の影響を実験的に明らかにした．無電解Ni-Pめっきローラのスcaffing強さおよび転がり疲れ強さは，未処理ローラの場合より大きかった．スcaffing強さの向上は，とくに高すべり率で顕著であった．浸硫層の摩耗が速かった浸硫処理ローラの場合，未処理ローラの場合と比較して，スcaffing強さは若干大きい程度であったが，転がり疲れ強さは向上した．転がり疲れ試験において生じた表面損傷は，表面改質の有無によらず，すべてローラ表面下のき裂発生に起因するスcaffing損傷であった．無電解Ni-P合金めっきでは摩擦係数が小さいことが，浸硫処理では改質層の摩耗に伴う表面あらさの低下が，耐スcaffing能の向上ならびに転がり疲れ強さの向上に寄与したと考えられた．

高周波焼入れ粉末焼結ローラの面圧強さに関する研究 (粉末粒子径および相対曲率半径の影響)

吉田 彰, 大上祐司, 玉置昌弘*, 烏野 勇** (*三菱石油エンジニアリング(株), **住友金属工業(株))
日本機械学会論文集 (C編), 64 巻 622 号, 2183 頁 ~ 2190 頁, 1998 年 6 月

高周波焼入れ粉末焼結ローラの面圧強さに及ぼす粉末粒子径と相対曲率半径の影響を調べるために, 6 種類のローラを用いて滑り転がり接触条件下で疲れ試験を行った. 損傷形態は, スポーリングであった. 粉末粒子径が大きくなると面圧強さは低下するが, 粉末粒子径が小さくなりすぎても面圧強さは上昇しなかった. また, 相対曲率半径が小なるほど面圧強さは増した. 画像処理装置を用いて気孔分布を計測した結果, 気孔の大きさと気孔の密集度が面圧強さに影響を及ぼす因子であることを明らかにした. そして, 気孔の大きさとフラクタル次元で表した気孔の密集度の積で面圧強さを整理できることを示した.

高周波焼入れ粉末焼結歯車の疲れ強さに及ぼす粉末粒子径の影響

吉田 彰, 大上祐司, 川崎裕章*, 烏野 勇** (*住友ゴム工業(株), **住友金属工業(株))
日本機械学会論文集 (C編), 64 巻 622 号, 2191 頁 ~ 2198 頁, 1998 年 6 月

高周波焼入れ粉末焼結歯車の面圧強さに及ぼす粉末粒子径の影響を調べるために, 3 種類の歯車を用いて歯車運転疲れ試験を行った. 損傷形態は, 小さいピットを伴うスポーリングであった. 粉末粒子径が大きくなると面圧強さは低下するが, 粉末粒子径が小さくなりすぎても面圧強さは上昇しなかった. 画像処理装置を用いて気孔分布を計測した結果, 気孔の大きさと気孔の密集度が面圧強さに影響を及ぼすことを明らかにした. そして, ローラ試験の結果と同様に, 気孔の大きさとフラクタル次元で表した気孔の密集度の積で面圧強さを整理することができることを示した.

浸炭硬化鋼ローラの転がり疲れ強さに及ぼすクラウニング半径の影響

吉田 彰, 大上祐司, 松尾浩平*, 佐伯 親*, 早川悌二** (*(株)ジャパンエナジー, **三井造船(株))
日本機械学会論文集 (C編), 64 巻 626 号, 3982 頁 ~ 3988 頁, 1998 年 10 月

浸炭硬化鋼ローラの転がり疲れ強さに及ぼすクラウニング半径の影響を調べるために, クラウニング半径 7.5, 15, 30mm を有するローラを用い滑り転がり接触条件下で疲れ試験を行った. 疲れ強さは, クラウニング半径が小なるほど増加した. 損傷形態は, クラウニング半径 30mm のローラではピッチングのみが現れたが, そのほかの半径ではピッチングと破壊的摩耗損傷が現れ, この違いの原因としてクラウニング半径の違いに起因する潤滑状態の差が考えられた. ヘルツの最大接触応力 p_{max} , 膜厚比 Λ , ローラ表面硬さ H_v とするとき, $p_{max}/(\Lambda \cdot H_v)$ を指標として用いれば, ローラの転がり疲れ寿命を評価することができることを示した.

Rolling Contact Fatigue Strength of Electroless Ni-P Alloy Plated Steel Rollers

Akira Yoshida, Masahiro Fujii, Kenzo Miura*, and Tomoki Harano (*Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.)

Proc. of the First Asia International Conference on Tribology, Vol.2, pp.465-470, October 1998

As a fundamental study of applying surface modification treatments to machine elements under oil lubrication, Ni-P plated case-hardened steel rollers were fatigue-tested under pure rolling and sliding-rolling contact conditions. Rolling contact fatigue and surface failure mode were elucidated. In case of non-coated rollers the rolling contact fatigue strength under the pure rolling contact condition was higher than that under the sliding-rolling contact condition. On the other hand in case of Ni-P plated rollers, the fatigue strength under the pure rolling contact condition was almost equal to that under the sliding-rolling contact condition. The failure mode of all rollers was spalling caused by subsurface cracking. The fatigue strength of Ni-P plated roller was greater than that of

the non-coated roller and the friction coefficient of Ni-P plated rollers was smaller than that of non-coated rollers.

The influence of the Young's modulus of a plated layer on the contact pressure and the shear stress was examined with BEM (Boundary Element Method) analyses. The contact pressure and the shear stress on subsurface of rollers covered with a plated layer were decreased by the decrease of the Young's modulus of the plated layer.

The reasons why the fatigue strength of the Ni-P plated rollers were greater than that of the non-coated rollers might be due to the smaller friction coefficient and the smaller shear stress on subsurface.

A Study on Diagnosis of Tooth Surface Failure by Wavelet Transform of Dynamic Characteristics

Akira YOSHIDA, Yuji OHUE and Hiroshi ISHIKAWA* (*Kagawa University)

Proceedings of the 5th International Tribology Conference in Australia, pp.11-16 December, 1998.

A gear fatigue test was performed and the dynamic characteristics were analyzed in a time-frequency domain using the wavelet transform. The vibration acceleration of the gear box and the tooth root strain were measured and the tooth surfaces were observed during the fatigue test. The test gear had some tooth profile error due to the pressure angle before the fatigue test. At the initial stage of the fatigue test, this profile error closed to zero by moderate wear. Therefore, the wavelet intensity at each harmonic frequency of the tooth mesh frequency was considerably decreased at the initial stage of the fatigue test. A tooth surface of the gear was damaged by spalling failure with the progress of the fatigue test. The wavelet intensity at each harmonic frequency showed a high value when the spalled gear tooth meshed. It could be understood that a failed tooth can be diagnosed by this analysis when one tooth failed. However, in the case of adjoining plural failed teeth, it was difficult to diagnose each failed tooth.

Scuffing Capacity of Electroless Ni-P Alloy Plated Rollers

(In Case of Wear Resisting Steel and High Chromium Bearing Steel Rollers)

Akira Yoshida, Masahiro Fujii, Kenzo Miura*, and Tomoki Harano (*Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.)

Proceedings of the 5th International Tribology Conference in Australia, pp.335-340 December 1998

In order to investigate the influence of electroless Ni-P plating on scuffing of steel rollers, the two-cylinder test was carried out under oil lubrication. The test rollers were made of a wear resisting steel WRS and a high chromium bearing steel SUJ2. The WRS was newly developed for the purpose of improving scuffing capacity and reducing wear. The scuffing capacity of the electroless Ni-P plated rollers was compared with that of the non-coated rollers and was discussed from the view point of the variation of the surface roughness. The scuffing capacity of the electroless Ni-P plated rollers was hard to be affected by the specific sliding, so in the higher specific sliding region the scuffing capacity was still high. The electroless Ni-P plating increased the scuffing capacity of SUJ2 rollers, while the increase of the scuffing capacity of WRS rollers was slight.

[**学術講演** \(13件\)](#)

吉田 彰

表面硬化鋼および焼結歯車の歯面強さと損傷の予知・診断

中部歯車懇話会 平成 9 年度歯車シンポジウム 明日の歯車技術 (設計 , 加工 , 強度と精度管理) , 18 頁
- 46 頁 1998.2.6

吉田 彰 , 藤井正浩 , 出塩幸彦

ジルコニアセラミックスの摩擦・摩耗に及ぼす温度の影響

日本機械学会中国四国支部第 36 期総会・講演会講演論文集 , No.985-1 , 講演番号 904 , 299 頁-300 頁
1998.3.10

吉田 彰 , 小西大二郎* , 大上祐司 , 大下 功 (*津山工業高等専門学校)

ショットピーニングローラの面圧強さに関する研究 (ショット投射速度の影響)

日本機械学会中国四国支部第 36 期総会・講演会講演論文集 , No.985-1 , 講演番号 905 , 301 頁-302 頁
1998.3.10

吉田 彰 , 大上祐司 , 岡野隆男 , 烏野 勇* (*住友金属工業(株))

プラズマ浸炭硬化粉末焼結ローラの面圧強さに及ぼす圧粉密度の影響

日本機械学会中国四国支部第 36 期総会・講演会講演論文集 , No.985-1 , 講演番号 906 , 303 頁-304 頁
1998.3.10

吉田 彰 , 大上祐司 , 楊 振亮 , 岡野隆男* , 烏野 勇** (*村田製作所(株) , **住友金属工業(株))

プラズマ浸炭硬化粉末焼結ローラの転がり疲れ強さに及ぼす粉末粒子径の影響

日本設計工学会中国支部講演論文集 , No.16 , 41 頁-46 頁 1998.6.20

吉田 彰 , 大上祐司

粉末焼結歯車の面圧強さと硬さの関係

日本機械学会第 76 期全国大会講演論文集 , 講演番号 2223 , 1998.10.2

Akira Yoshida, Masahiro Fujii, Kenzo Miura*, and Tomoki Harano (*Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.)

Rolling Contact Fatigue Strength of Electroless Ni-P Alloy Plated Steel Rollers

Proceedings of the First Asia International Conference on Tribology, Vol.2, pp.465-470 1998.10.12

吉田 彰 , 大上祐司 , 池川泰造

破壊力学に基づく粉末焼結材の面圧強さの評価

日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山地方講演会講演論文集 , No.985-2 , 講演番号 301 ,
61 頁-62 頁 1998.10.22

吉田 彰 , 大上祐司 , 大西康資 , 本郷俊明

プラズマ浸炭焼結歯車の歯面損傷に関するウェーブレット変換による診断

日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山地方講演会講演論文集 , No.985-2 , 講演番号 302 ,
63 頁-64 頁 1998.10.22

吉田 彰，藤井正浩，原野智哉，中嶋 宏

転がり接触機械要素の疲れ寿命に及ぼす表面改質の影響

日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山地方講演会講演論文集，No.985-2，講演番号 304，
67 頁-68 頁 1998.10.22

吉田 彰，藤井正浩，原野智哉，三浦健藏* (*三井造船(株))

高真空歯車試験における歯面摩耗評価に関する研究(歯元ひずみ波形との相関)

日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山地方講演会講演論文集，No.985-2，講演番号 306，
71 頁-72 頁 1998.10.22

Akira YOSHIDA, Yuji OHUE and Hiroshi ISHIKAWA* (*Kagawa University)

A Study on Diagnosis of Tooth Surface Failure by Wavelet Transform of Dynamic Characteristics

Proceedings of the 5th International Tribology Conference in Australia, pp.11-16 1998.12.7

Akira Yoshida, Masahiro Fujii, Kenzo Miura*, and Tomoki Harano (*Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.)

Scuffing Capacity of Electroless Ni-P Alloy Plated Rollers

(In Case of Wear Resisting Steel and High Chromium Bearing Steel Rollers)

Proceedings of the 5th International Tribology Conference in Australia, pp.335-340 1998.12.8

総説・解説 (3件)

表面硬化鋼および焼結歯車の歯面強さと損傷の予知・診断

吉田 彰

平成9年度 歯車シンポジウム「明日の歯車技術 ―設計，加工，強度と精度管理―」教材，中部歯車懇話会，18 頁-46 頁，1998 年 2 月

歯車のスポーリング損傷を主な対象として，歯面損傷，強さに関する実験結果をレビューするとともに，破壊に対するストレス-強度モデルの概念に基づき，硬さHvに対する接触応力により生じるせん断応力の振幅 $A(\tau/Hv)$ を用いて，損傷，寿命，強さ，スポーリングに対する最適硬化層深さを算定する簡便な方法を紹介し，また焼結歯車においては，損傷，歯面強さが気孔分布に著しく影響されることより，気孔の密集度をフラクタル次元で表した D_f および接触応力による気孔周りのせん断応力集中を気孔の大きさおよび気孔間距離を考慮してFEMにより求めた結果より歯面強さを評価する方法を解説した。さらに，これらの歯面損傷の予知・診断のために歯車動的性能変化のウェーブレット変換解析を行い，その可能性について記述した。

歯車のピッチング

吉田 彰

トライボロジスト，第43巻第2号，106 頁-112 頁，1998 年 2 月

歯車のピッチングに関し，ピッチングき裂の発生，伝ぱと寿命，EHL，潤滑油，硬さとピッチング，鋳造，焼結歯車のピッチング，ピッチング発生の予知，診断について解説した。

トライボロジーとメカの周辺

吉田 彰

岡山経済，岡山経済研究所，第 21 巻第 248 号，28 頁-31 頁，1998 年 9 月

トライボロジーの概念，その経済性および最近の研究・技術動向と新しい技術分野について概説した．