

繰返し接触荷重を受けるサーメット溶射皮膜のはく離強度評価

中佐啓治郎

李 成爲 博士(現在:ベバストジャパン勤務)の学位論文の内容の一部を紹介します。

研究背景:金型,工具,ローラーなどでは,表面の摩耗がそれらの寿命を決めるため,各種の耐摩耗表面改質が行われている。その一つとして,硬いサーメットの溶射コーティングがある。高い接触荷重が加わる時には,摩耗に加えて,ピッチングなどの表面損傷によるき裂の発生とコーティング層のはく離が,腐食雰囲気で行われる場合には,界面からのはく離が問題となる。

研究目的:高圧高速フレイム溶射 WC-Co サーメット皮膜表面に,繰返し接触荷重(面圧,転がり荷重,すべり摩擦荷重)を加え,皮膜の表面損傷および界面損傷の進行を調べる。

界面強度評価法: 引張り試験法(破壊靱性値による評価), エッジインデント法

1. 繰返し面圧試験

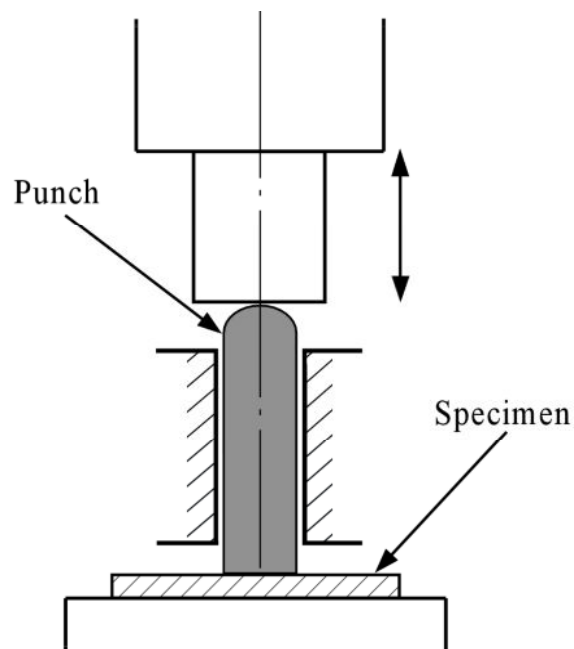


Fig.1 Apparatus for repeating surface pressure.

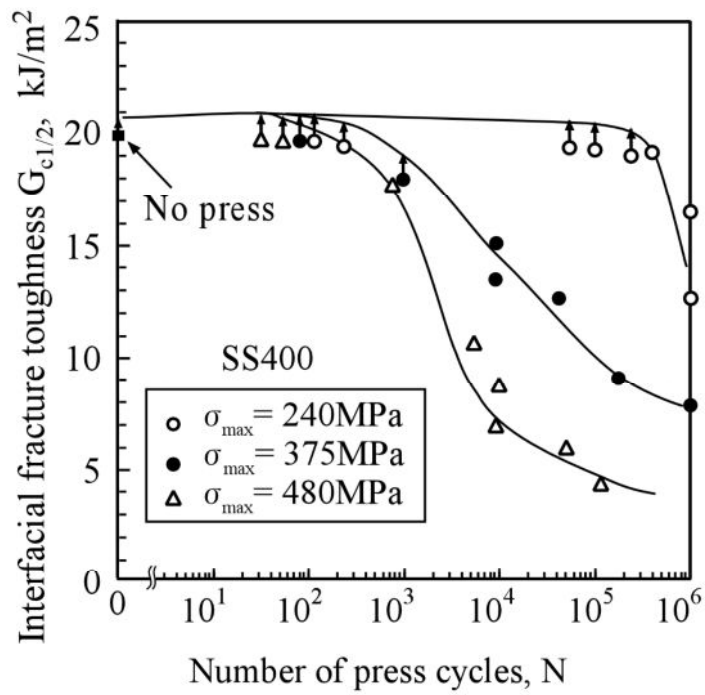


Fig.2 Relationship between number of press cycles and interfacial fracture toughness.

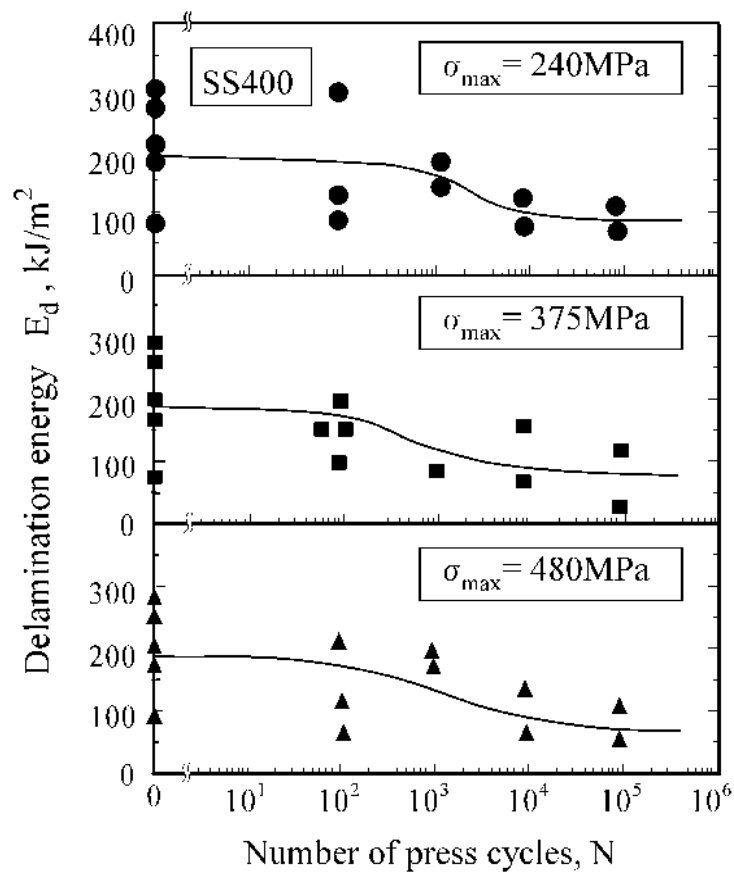


Fig.3 Relationship between number of press cycles and delamination energy (SS400).

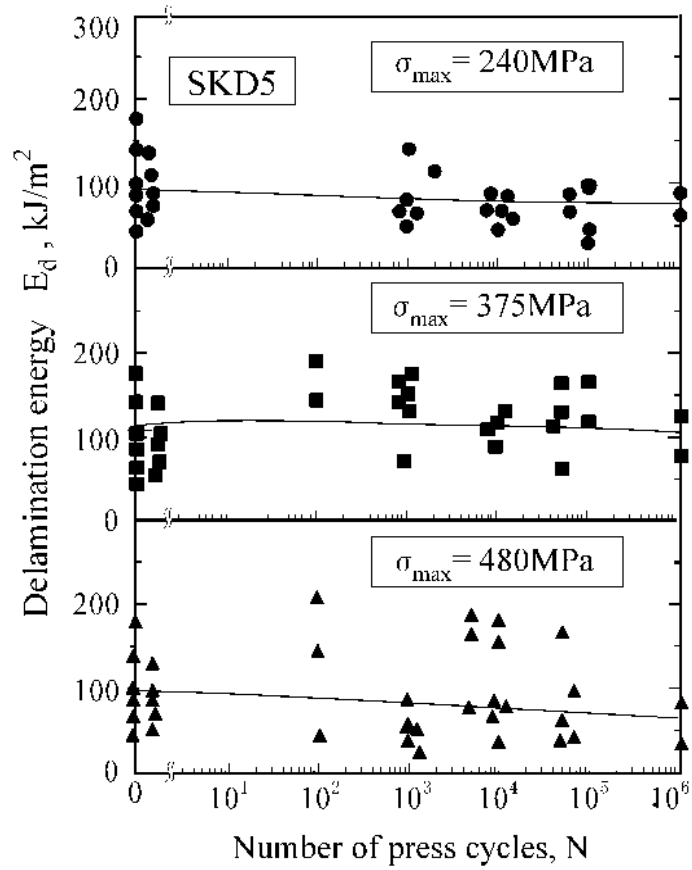


Fig.4 Relationship between number of press cycles and delamination energy (SKD5).

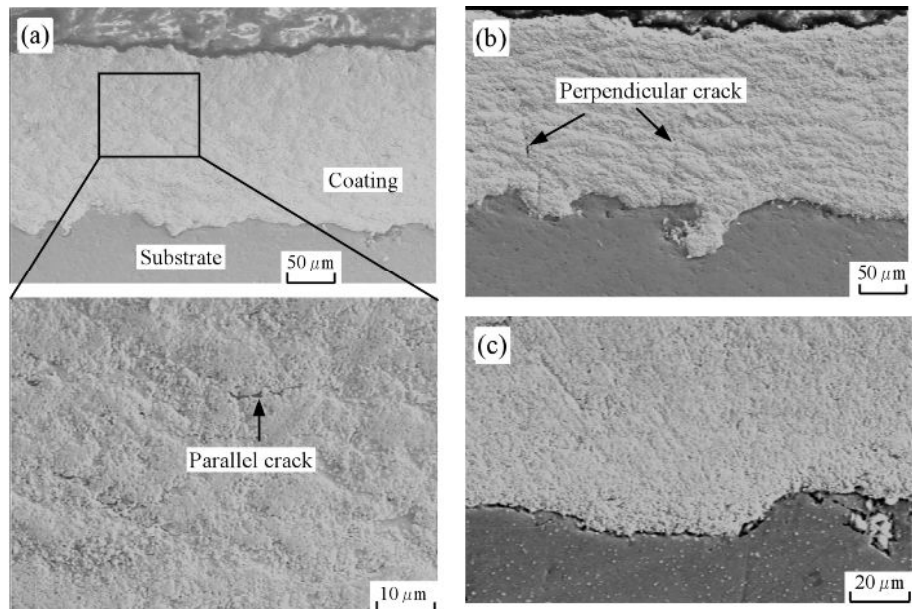


Fig.5 SEM micrographs of cross section of specimens after repeating pressure.

(a) SS400, $\sigma_{max}=0\text{MPa}$, $N=0$, (b) SS400, $\sigma_{max}=480\text{MPa}$, $N=10^5$,

(c) SKD5, $\sigma_{max}=480\text{MPa}$, $N=10^5$.

2. 転がり接触疲労試験

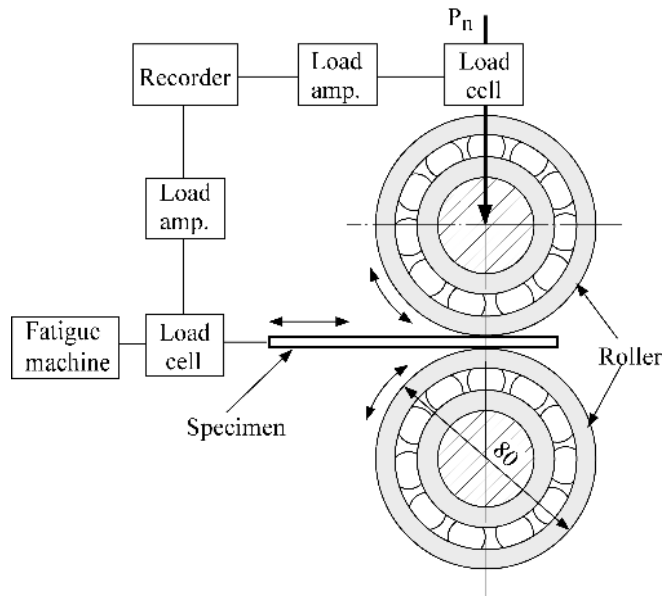


Fig.6 Schematic diagram of rolling contact fatigue test machine.

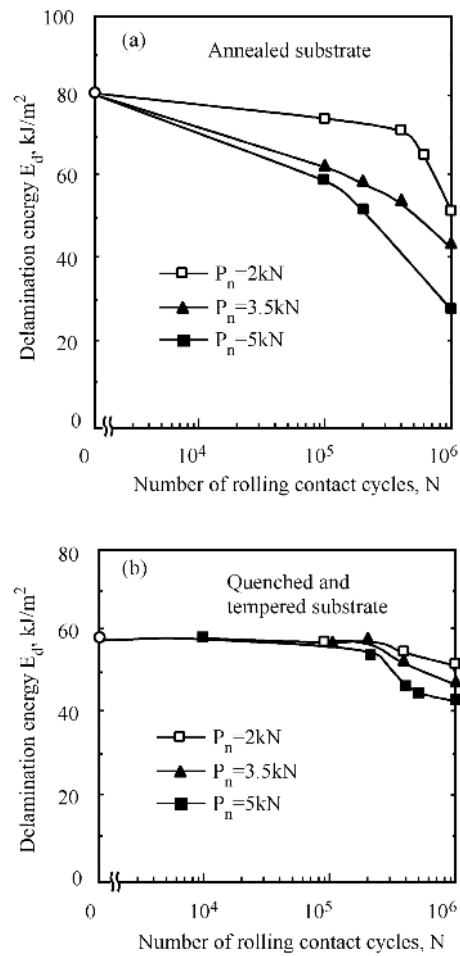


Fig.7 Relationship between number of rolling contact cycles and delamination energy.

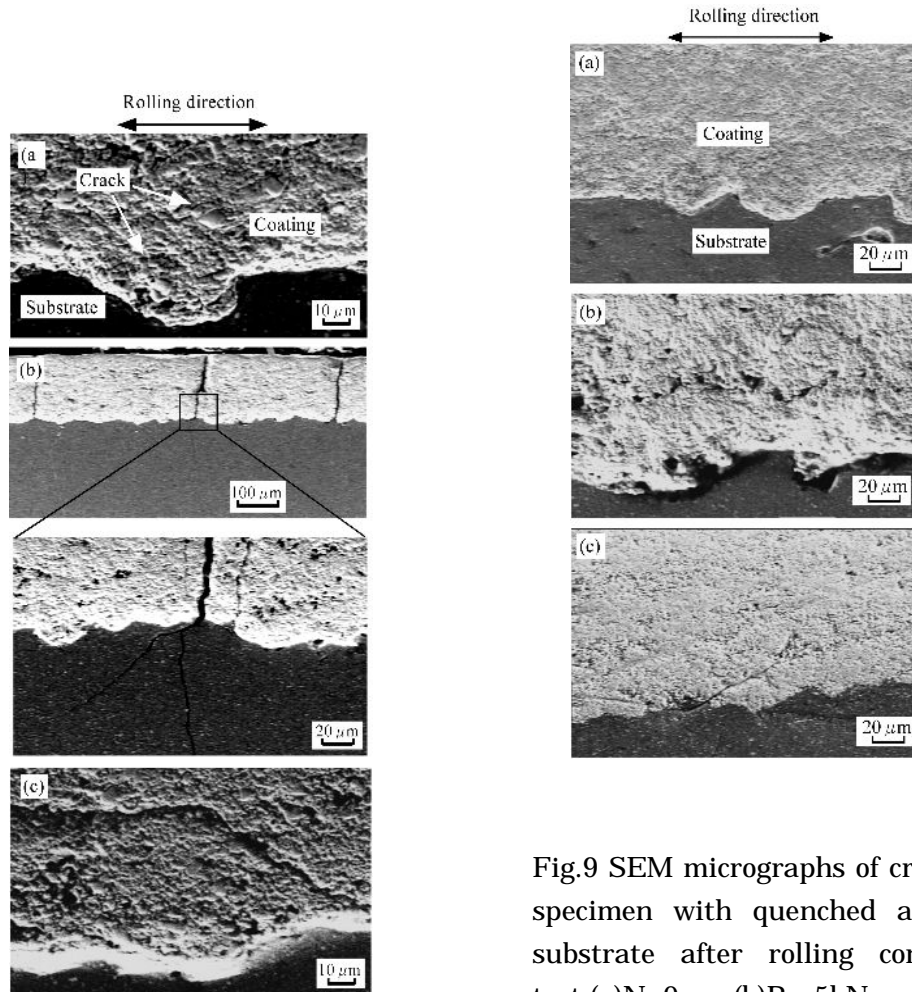


Fig.9 SEM micrographs of cross section of specimen with quenched and tempered substrate after rolling contact fatigue test. (a)N=0, (b)P_n=5kN, N=10⁶, (c) P_n=3.5kN, N=4×10⁵.

Fig.8 SEM micrographs of cross section of specimen with annealed substrate after rolling contact fatigue test. (a)N=0, (b)P_n=5kN, N=2×10⁵, (c) P_n=3.5kN, N=4×10⁵.

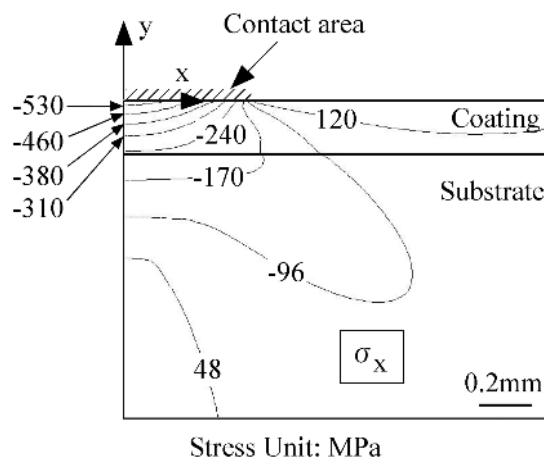
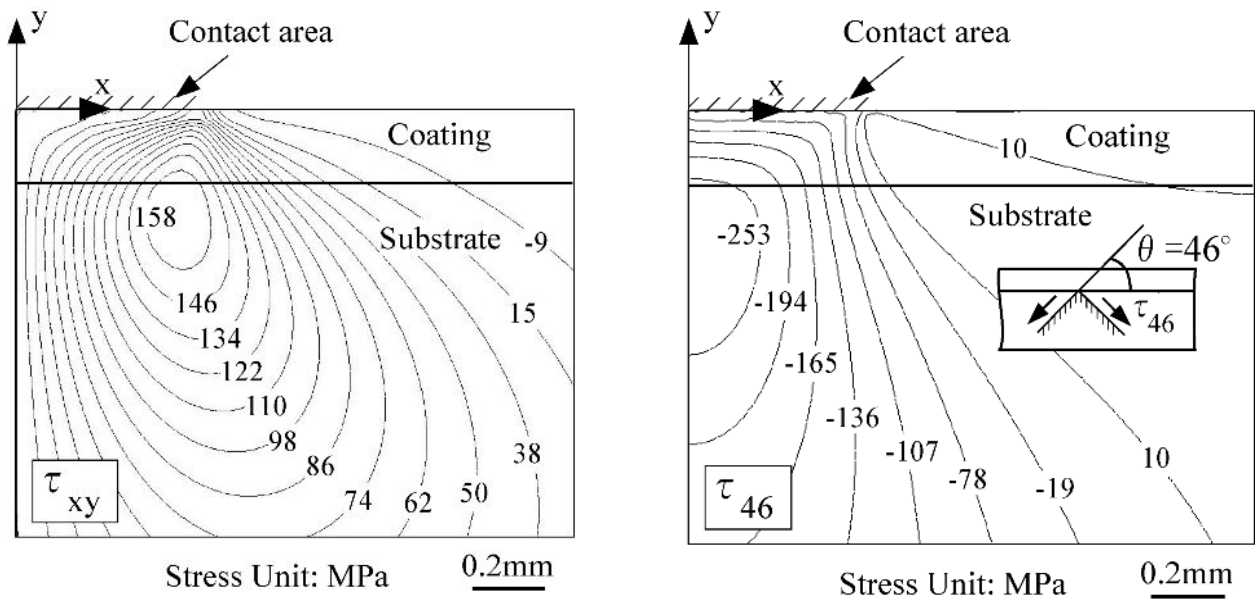


Fig.10 Distribution of stress in x direction σ_x for annealed substrate specimen (P_n=5kN).



(a)

(b)

Fig.11 Distribution of shear stress (a) τ_{xy} and (b) τ_{46} for quenched and tempered substrate specimen ($P_n=5kN$).

3. すべり摩擦

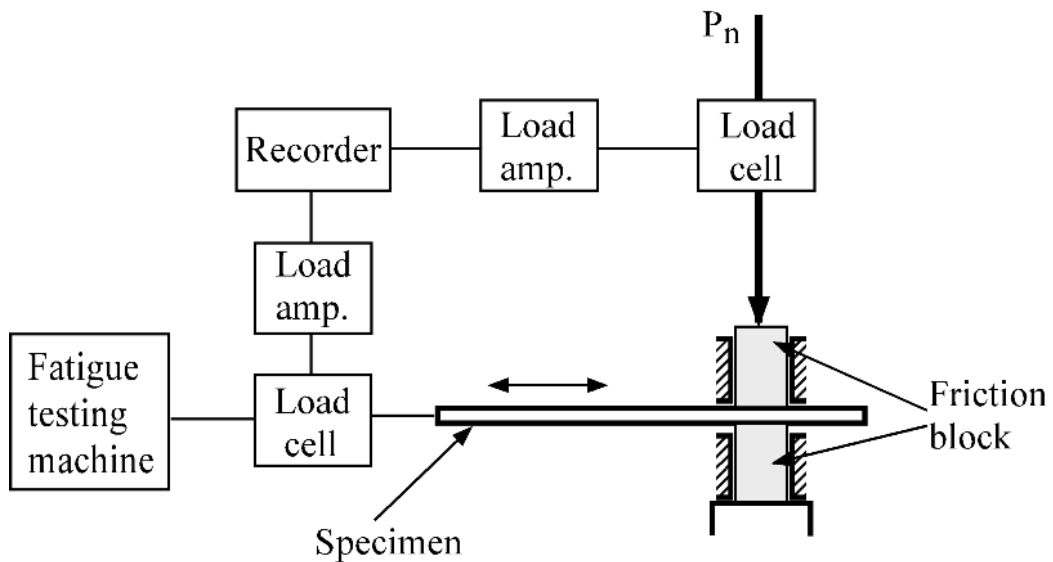


Fig.12 Schematic diagram of repeating friction test system.

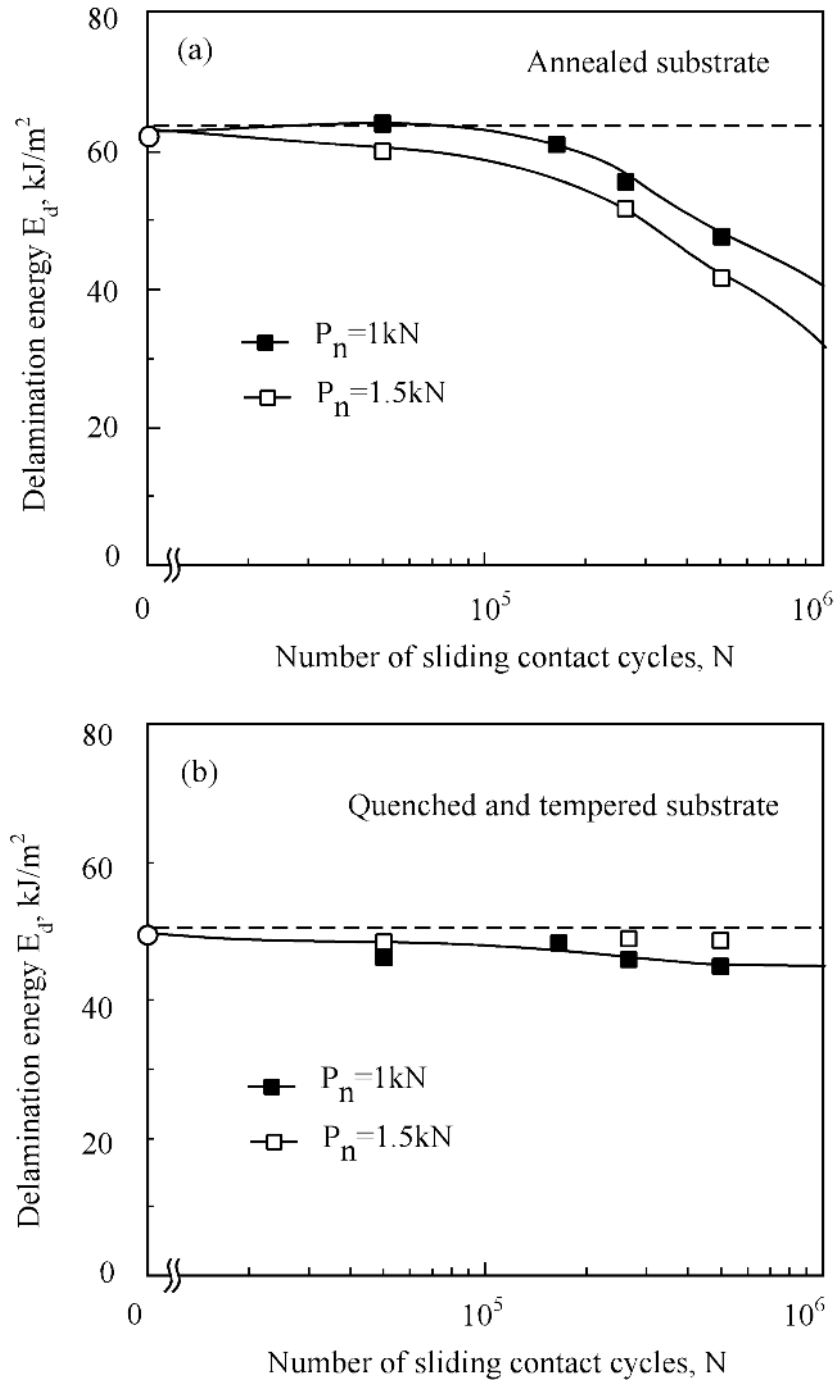


Fig.13 Relationship between number of sliding contact cycles and delamination energy.

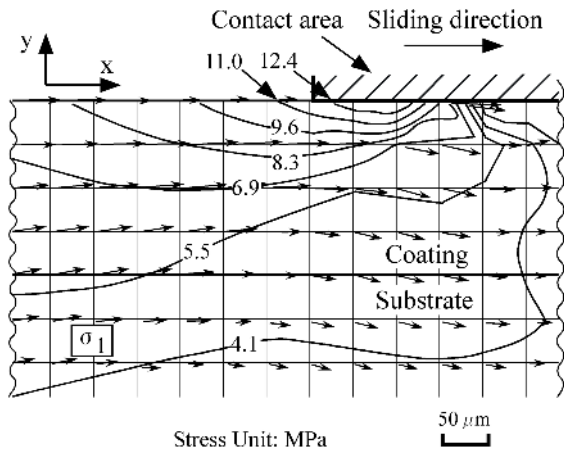


Fig.14 Distribution of maximum principal stress for annealed substrate specimen, and arrows show direction of σ_1 .

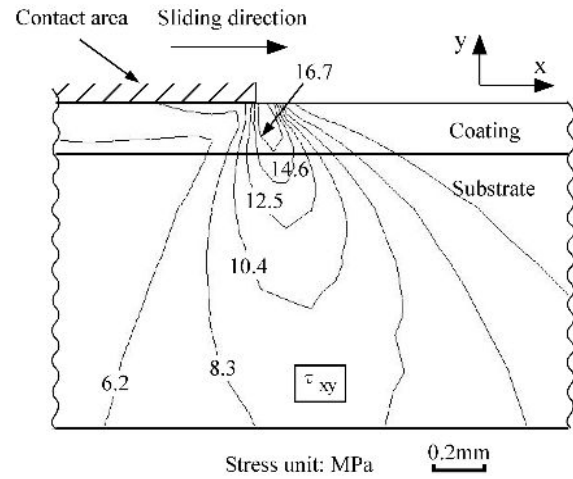


Fig.15 Distribution of shear stress τ_{xy} .

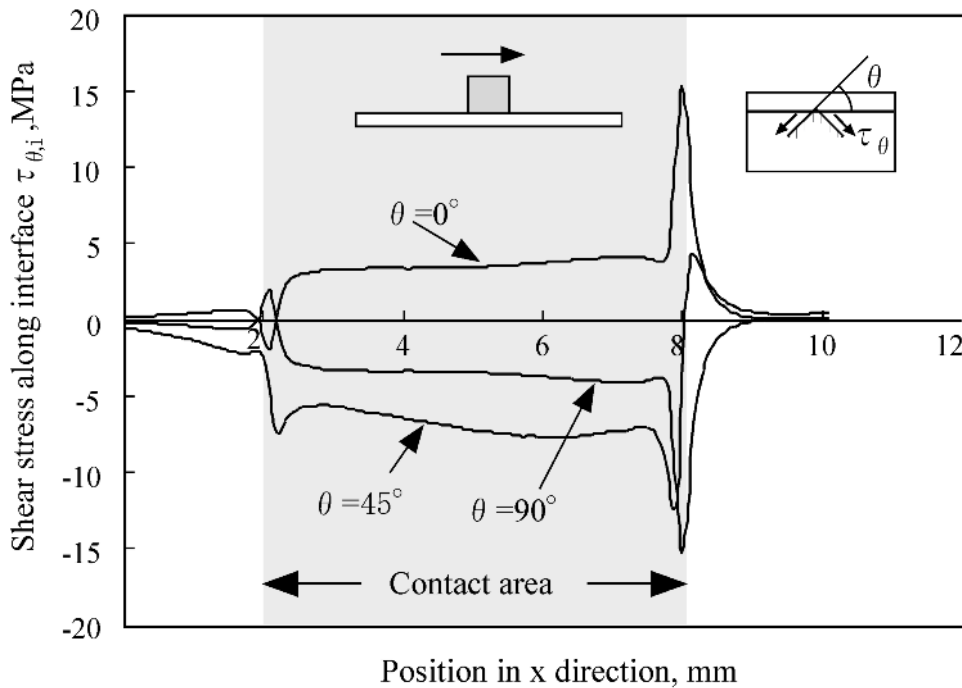


Fig.16 Distribution of shear stress $\tau_{\theta,i}$ along interface at different θ .

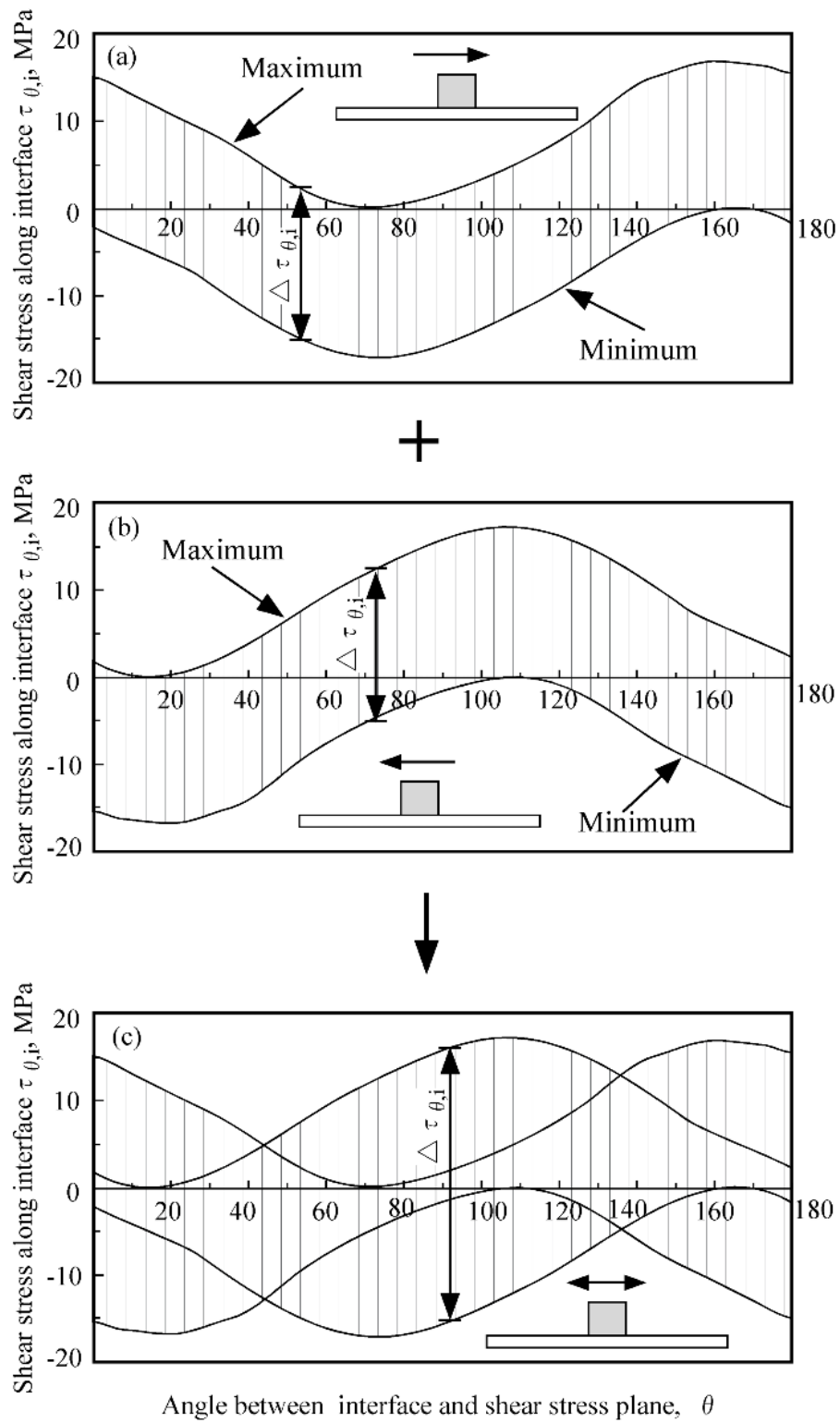


Fig.17 Relationship between angle θ and maximum or minimum shear stress near interface $\tau_{\theta,i}$.

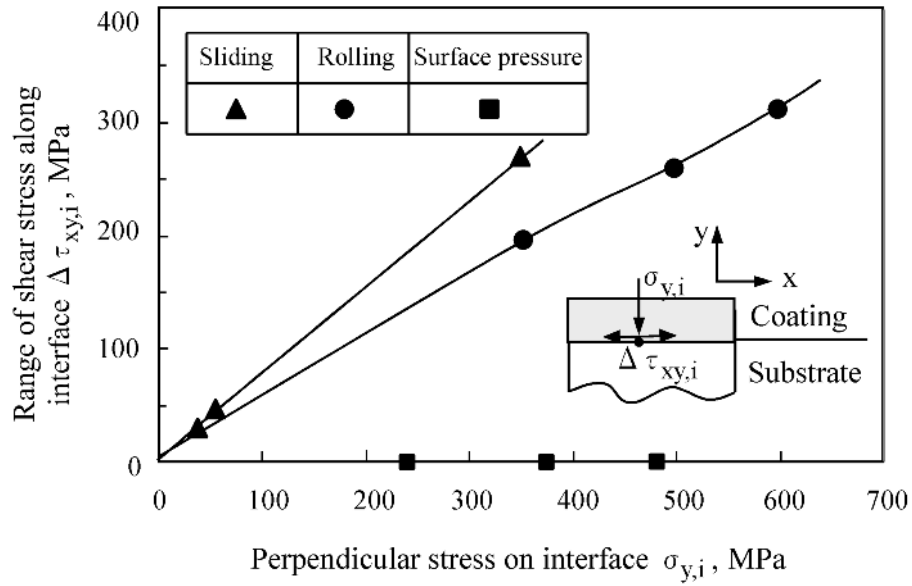


Fig.18 Relationship between perpendicular stress and range of shear stress along interface.

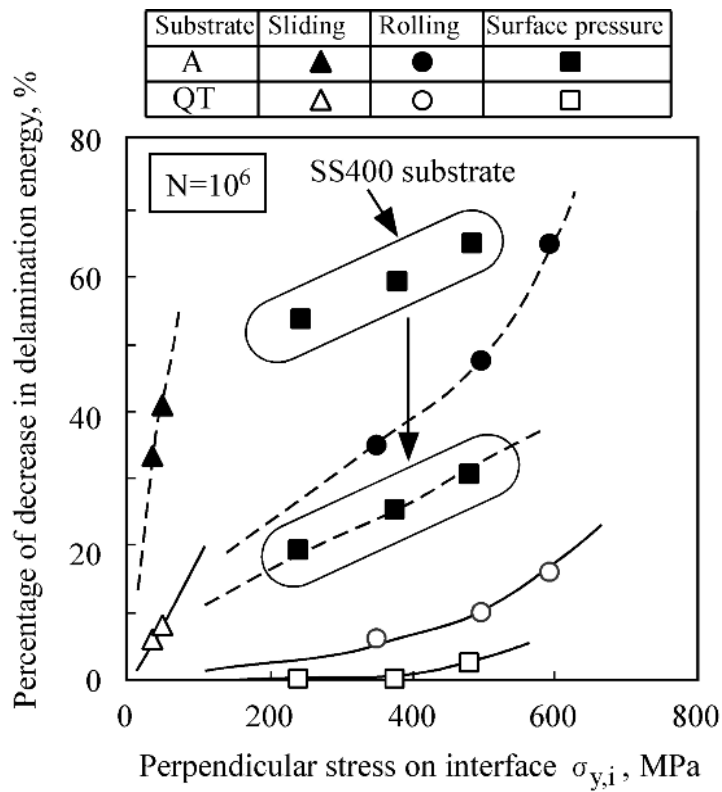


Fig.19 Relationship between perpendicular stress $\sigma_{y,i}$ and percentage of decrease in delamination energy .

結 論

1. 繰返し接触荷重は，WC-Co サーメット溶射皮膜のはく離エネルギーを低下させる。その程度は，すべり荷重の場合が最も大きく，転がり荷重，繰返し圧縮荷重の順に小さくなる。
2. 接触荷重を加えない場合には，基材硬さの大きい焼入れ焼戻し基材よりも基材硬さの小さい焼なまし基材の方がはく離エネルギーが大きい，接触荷重下では，焼なまし基材の方が，はく離エネルギーの低下率が大きい。
3. FEM 解析の結果によると，同じ接触面圧に対して界面せん断応力が大きいほど，はく離エネルギー低下率が大きい。

本研究に関する公表論文

1. 李 成為，加藤昌彦，中佐啓治郎，張 東坤：高圧高速フレーム溶射 WC-Co 皮膜のはく離強度に及ぼす繰返し面圧の影響，材料，Vol.51，No.8(2002)，pp.892-899。
2. C.Li，M.Kato，D.Zhang and K.Nakasa：Effect of Cyclic Surface Pressure on Delamination Strength of WC-Co Coating Sprayed by High-pressure High-velocity Oxygen-fuel，Proceedings of 9th international conference on the mechanical behaviour of materials，Geneva，Switzerland，2003。
3. 李 成為，加藤昌彦，中佐啓治郎：高圧高速フレーム溶射 WC-Co 皮膜のはく離強度に及ぼす基材脱炭層の影響，材料，Vol.53，No.3(2004)，pp.313-320。
4. 李 成為，加藤昌彦，章 博，中佐啓治郎：高圧高速フレーム溶射 WC-Co 皮膜のはく離強度に及ぼすころがり接触疲労の影響，材料，Vol.53，No.8(2004)，pp.862-869。
5. Chengwei Li，Masahiko Kato and Keijiro Nakasa：Effect of Decarburized Layer of Tool Steel on Delamination Strength of WC-Co Thermally Sprayed Coating，Key engineering Materials，Vol.261-263，(2004)，pp.447-452。
6. 李 成為，章 博，加藤昌彦，中佐啓治郎：高圧高速フレーム溶射 WC-Co 皮膜の表面および界面損傷に及ぼす繰返しすべり摩擦の影響，材料，第 55 巻，第 12 号(2006) pp.1088-1094。

ホームページに戻る

<http://www006.upp.so-net.ne.jp/nakasa/>