

真実接触面積とは接触面積と
何が違うのですか？

真実接触面積とは接触面積と何が違うのですか？

Q:部品設計において焼付き防止のためには接触面積を増やすことが定番ですが、実際は本当に接触している面積である真実接触面積を考える必要があるのではと思いますが求め方がわかりません。どのように考えればよいか教えてください。

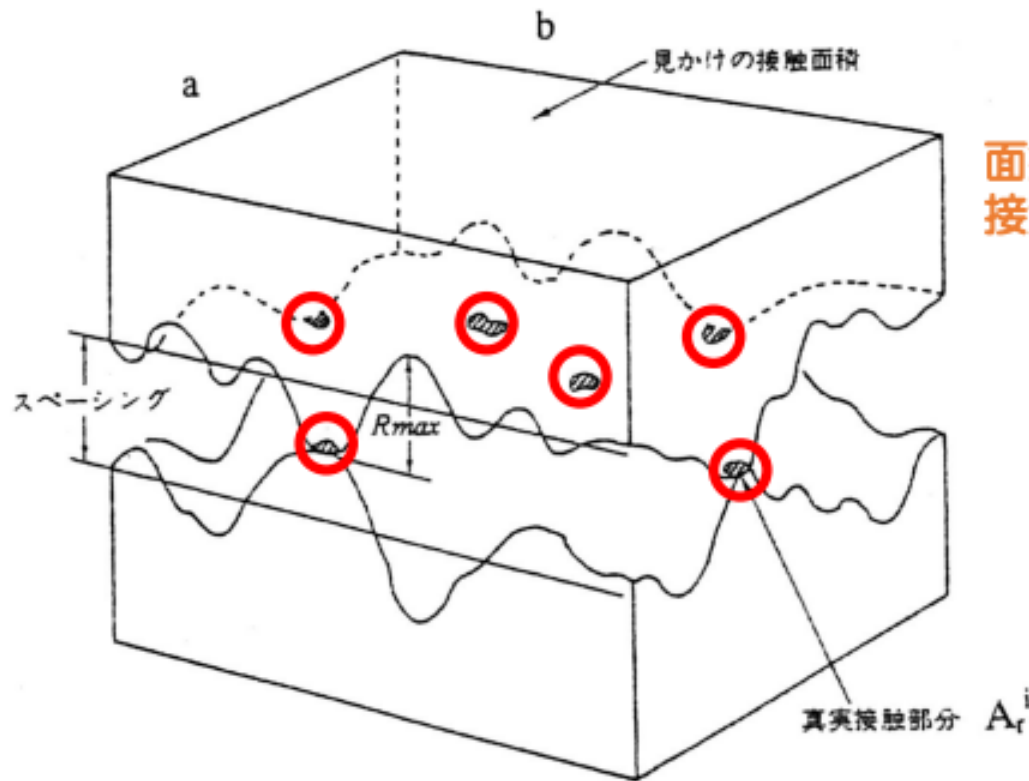
A:添付図にあるように、面接触は面同士が全体的に接触しているようで表面には粗さや凹凸が必ずあるので部分的にしか接触していません。これらの面積の積を真実接触面積と言います。しかしこの真実接触面積を正確に測定することは難しく、実験的には感圧紙で当たりの状況を測定（感圧紙はインクカプセルの大きさに依存する）しているのが実情です。

真実接触面積を相対的に増やす方法を次に紹介します。粗さを細かくすれば接触点が増えるので真実接触面積は増加します。また、面精度を向上させることも有効です。さらに2面間になじみを与えて、接触部を増加させることも有効です。潤滑油添加剤を検討してなじみ性を向上させることも可能です。リン酸マンガン塩処理などの表面処理を施してなじみ性を向上させることもしばし検討されます。

2-3-4. 面接触（真実接触）

固体面には微視的な凹凸があるため垂直荷重を支える

「真実接触」部は一般に「見かけの接触面積」のごく一部である。



面接触は実は部分的にしか
接触していない！！

摩擦係数との関係は？

「摩擦係数は一般的に接触面積によらず一定」

とされているが、真実接触面積との関係は？

→これは、接触部分の面積が変わらず、その接触部の摩擦係数が接触応力によらず一定である前提であれば摩擦係数は同じと言えるが、接触応力により真実接触面積の増減がある、もしくは摩擦係数の変動がある場合は同じにならない。

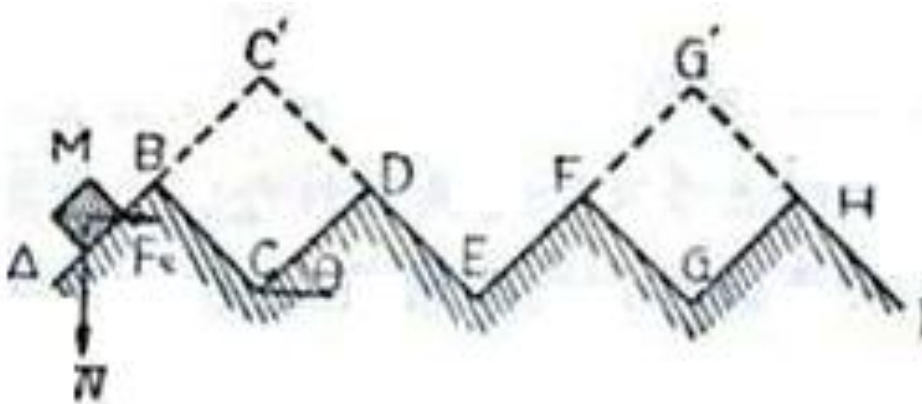
3-2. 摩擦の法則

摩擦力についてクーロンの法則 あるいはアモン・クーロンの法則と呼ばれる次の三つが近似的に成り立つことが知られている。

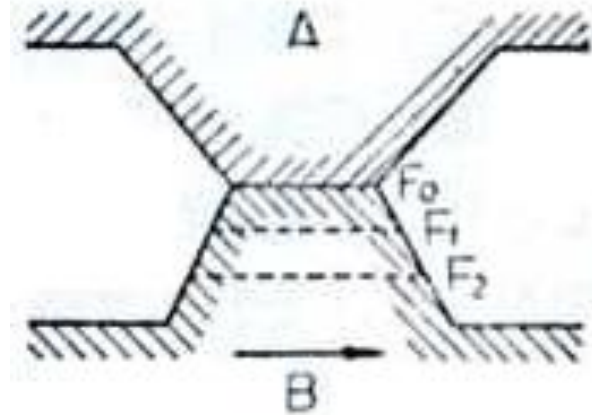
- 1) 摩擦力は接触面に加わる垂直荷重に比例し
見かけの接触面積には無関係
- 2) 摩擦力は相対的なすべり速度に無関係
- 3) 静摩擦は動摩擦よりも大きい

3-3. 摩擦のメカニズム

摩擦の原因として 凹凸の噛み合いと接触部の凝着が考えられていた。
現在 **一般的な工業材料の摩擦は凝着による**ものと考えられている。



凹凸説によるすべり摩擦の模型



摩擦面の局部的凝着とせん断の模型

曾田範宗 摩擦と潤滑
岩波書店 (1954) より引用

3-4 . 凝着説による摩擦の説明

凝着説では摩擦係数が次のようにしてきまると考える。

◆ 真実接触面積 A_r は 微視的な真実接触部の降伏によって発生する

$$A_r = (\text{垂直荷重 } P) / (\text{材料の塑性流動圧力 } P_m)$$

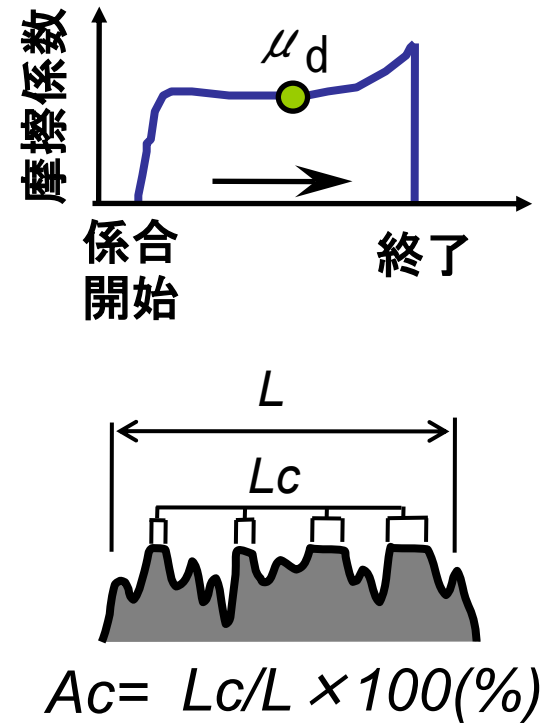
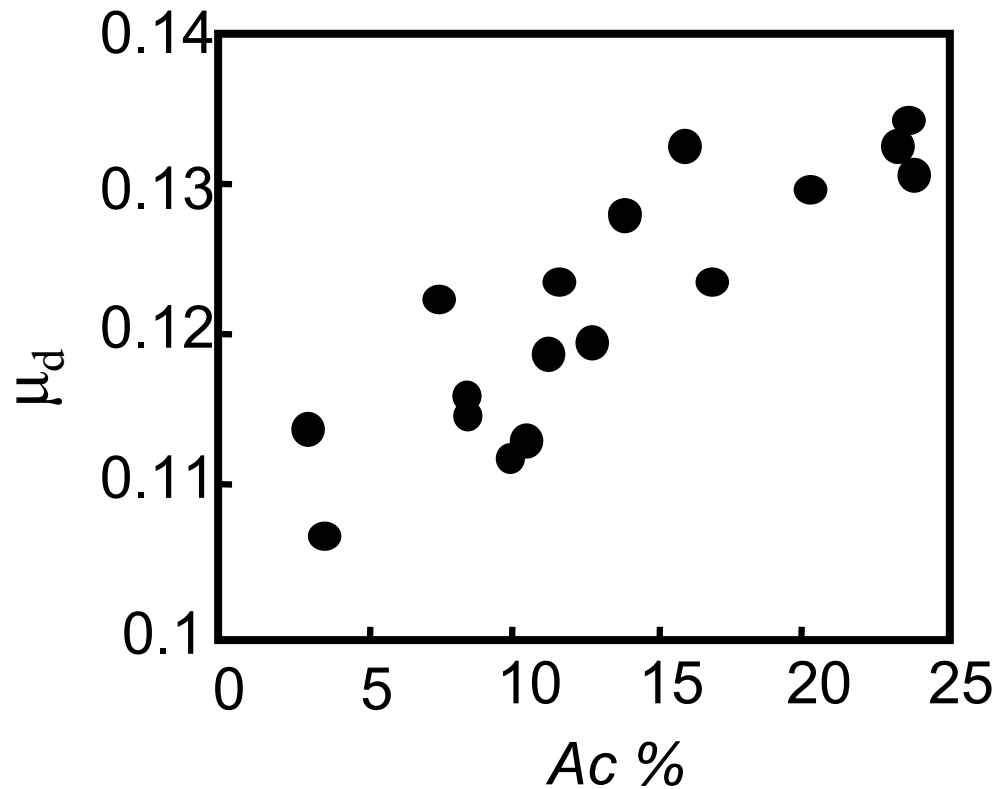
◆ 真実接触部をせん断する力 F が 摩擦力になる

$$F = (\text{真実接触面積 } A_r) \times (\text{真実接触部のせん断強さ } S_i)$$

◆ 摩擦係数 μ は 摩擦力と垂直荷重の比で与えられる

$$\mu = (\text{摩擦力 } F) / (\text{垂直荷重 } P) = S_i / P_m$$

清浄な金属面など真実接触部のせん断強さ S_i がきわめて大きい場合には せん断力も降伏に寄与することがあり 修正が必要になる。



Contact Area and Friction Properties

負荷長さ率($P_{mr}(c)$, $R_{mr}(c)$, $W_{mr}(c)$) : 旧JIS tp

P:断面曲線 R:粗さ曲線 W:うねり曲線

表1 負荷曲線に関連するパラメータ²⁾³⁾

パラメータ	対応規格
① $P_{mr}(c)$, $P\delta c$, P_{mr} , $R_{mr}(c)$, $R\delta c$, R_{mr} , $W_{mr}(c)$, $W\delta c$, W_{mr}	JIS B 0601
② Rpk , Rk , Rvk , $Mr1$, $Mr2$	JIS B 0671-2
③ Rpq , Rvq , Rmq , Ppq , Pvq , Pmq	JIS B 0671-3

表2 輪郭曲線の負荷曲線パラメータの定義

定義	パラメータ		
負荷長さ率	$R_{mr}(c)$	$P_{mr}(c)$	$W_{mr}(c)$
切断レベル差	$R\delta c$	$P\delta c$	$W\delta c$
相対負荷長さ率	R_{mr}	P_{mr}	W_{mr}

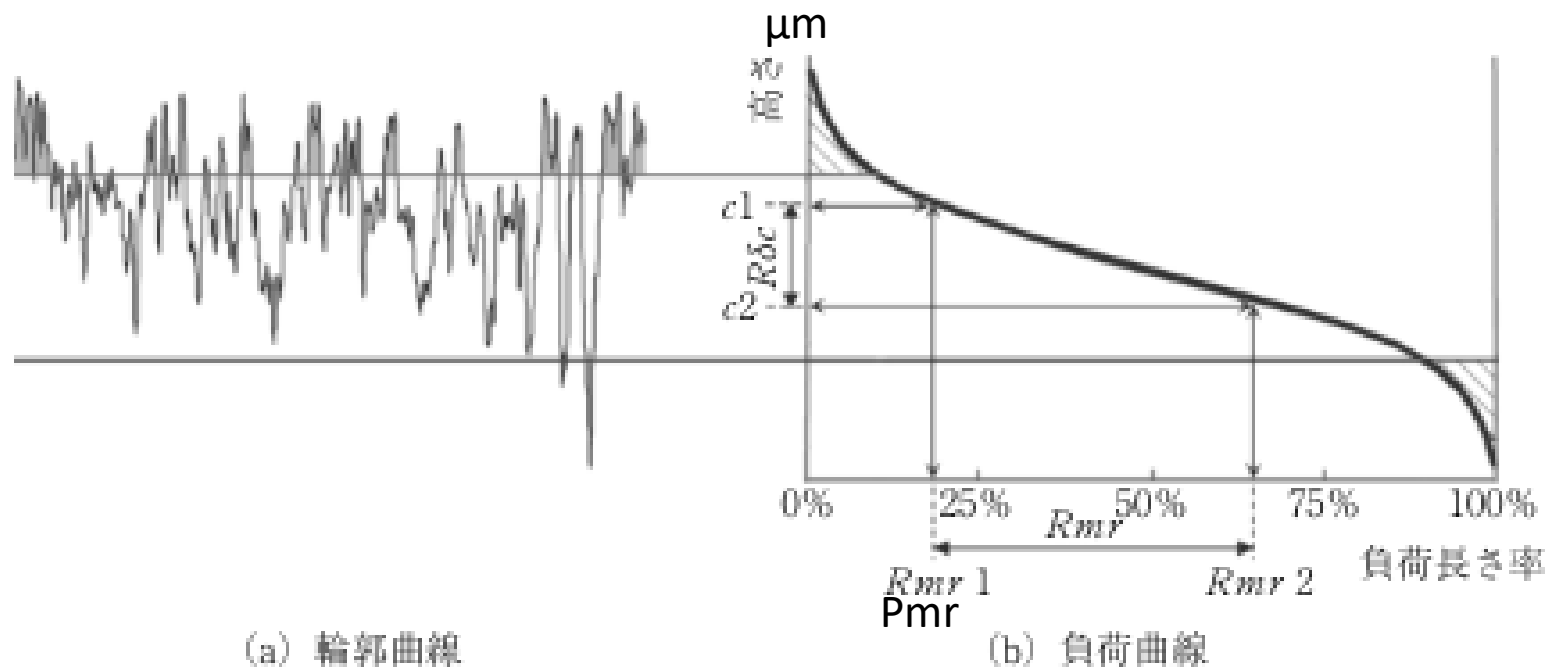
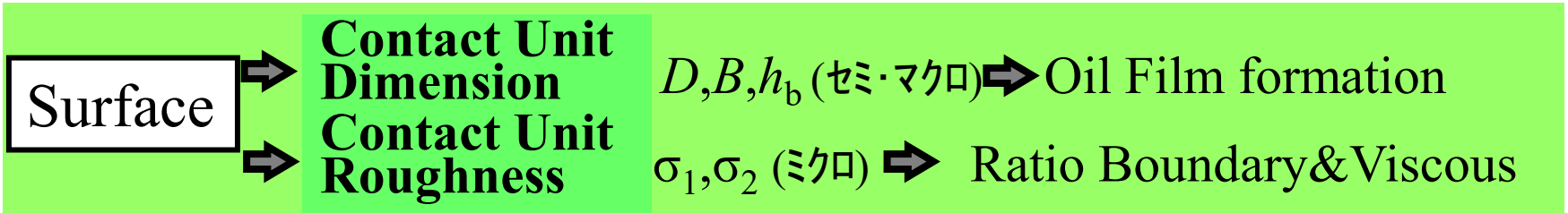
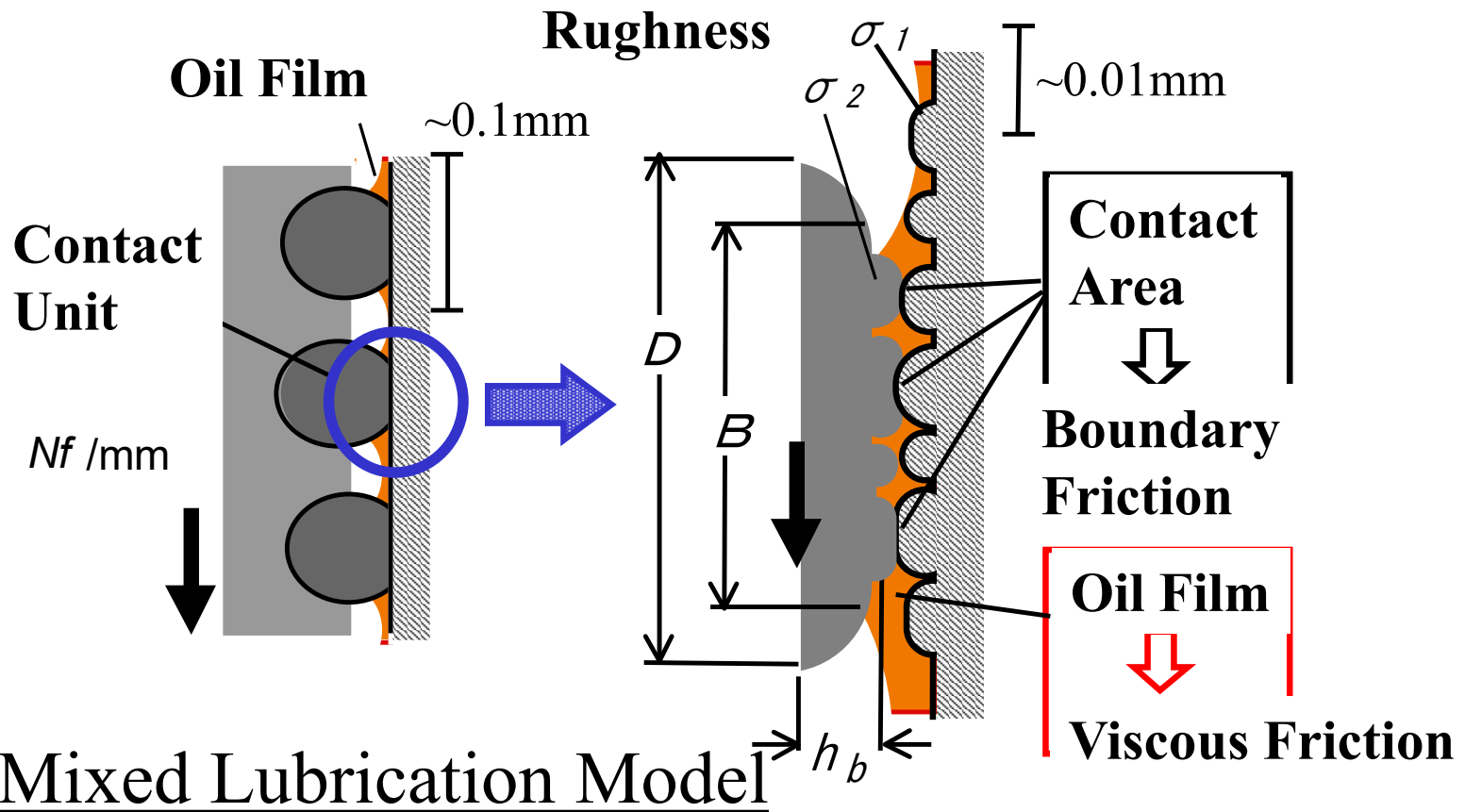


図1 輪郭曲線と線形の負荷曲線

断面曲線から求めることが多い→ $P_{mr}(c)$: カットレベルC μm の負荷長さ率



4-5. 境界潤滑

4-5-1. 摩擦係数

◆固体どうしが接触している割合： α

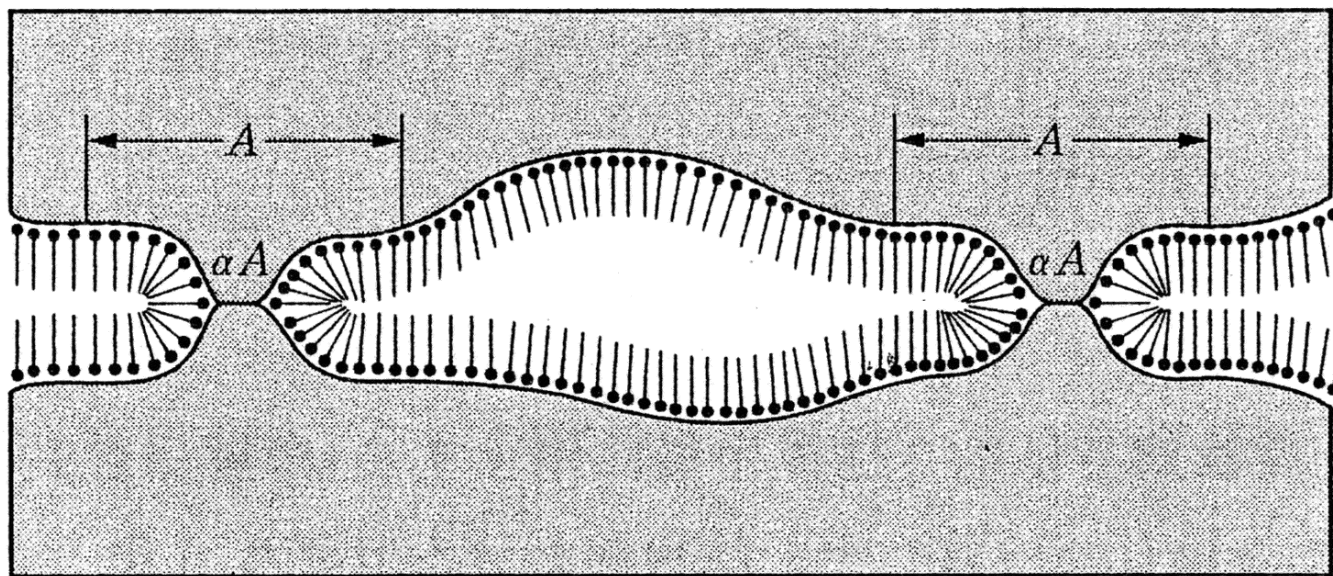
◆固体どうしの接触部のせん断強さ： s_m

◆境界潤滑膜のせん断強さ： s_l

◆真実接触部のせん断強さ： $s_i = \alpha s_m + (1-\alpha) s_l$

◆摩擦係数： $\mu = s_i / p_m = \{ \alpha s_m + (1-\alpha) s_l \} / p_m$

※ p_m ：材料の塑性流動圧力
P15参照

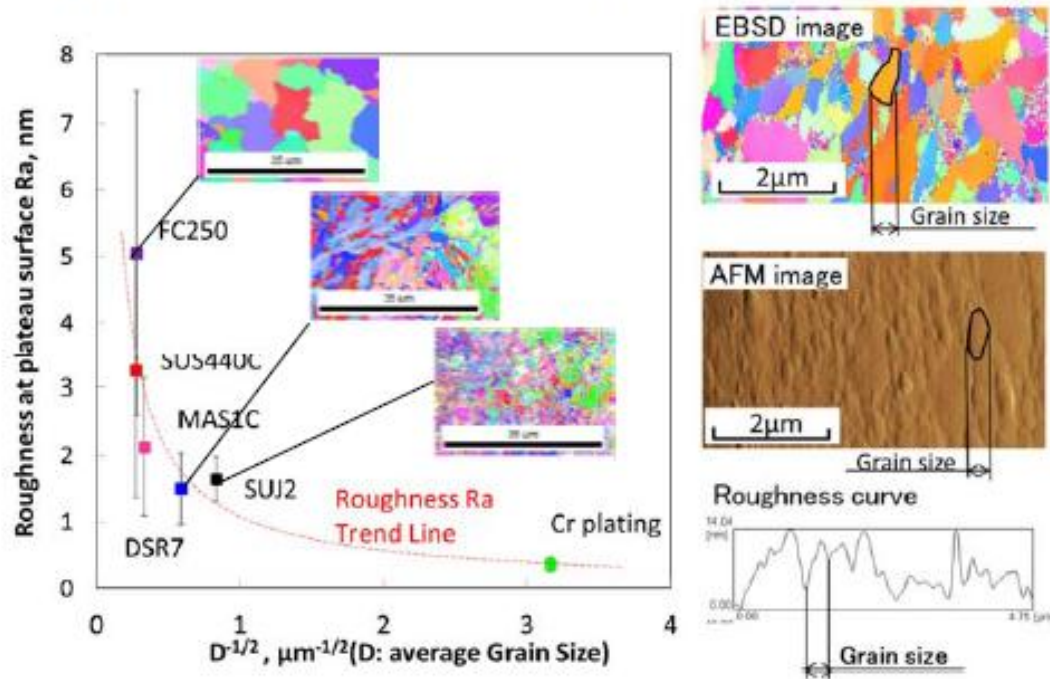


F. P. Bowden and D. Tabor, The Friction and Lubrication of Solids, Clarendon Press, Oxford (1950) より引用

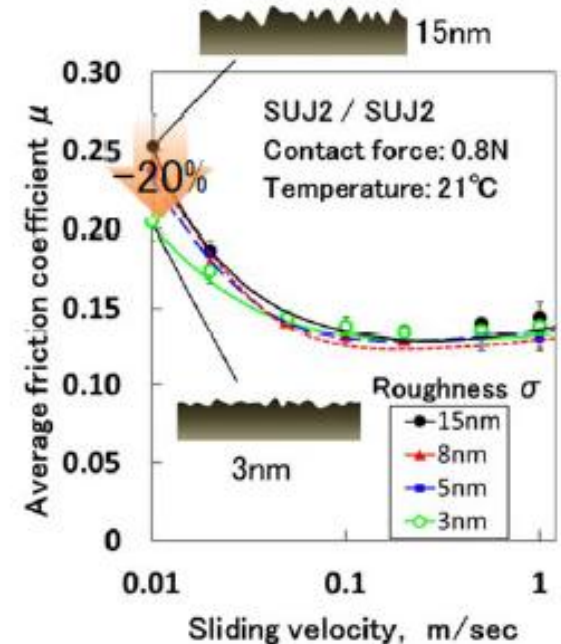
②金属組織が粗さ・摩擦に与える影響

＜研究課題＞

なじみにより摩擦面が平滑化していく過程, 安定化する粗さが材料により異なる理由が不明



摩擦してなじんだ面の粗さと金属組織の関連



粗さと摩擦の関連

金属組織や物性がなじみ面の粗さ・摩擦特性に影響することが分かり,
結晶粒径制御により境界摩擦を低減する可能性を見出した