

# HPT加工した純鉄の摩耗特性

生産システム工学専攻 木嶋 順

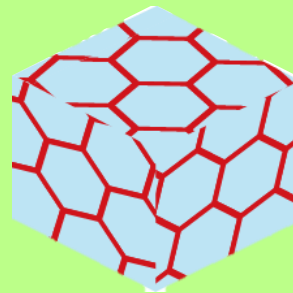
近年、金属材料の強化法として**結晶粒微細化**が注目されている。

<材料の強化法>

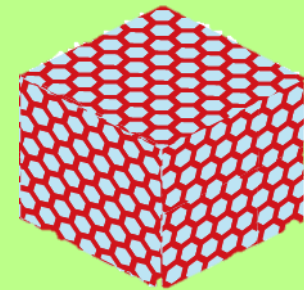
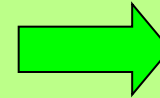
- ・熱処理
- ・析出強化
- ・固溶強化

・**結晶粒微細化**

**結晶粒微細化**



通常材料の組織



微細結晶粒組織

**結晶粒微細化**の特徴

- 1) 従来の強化法では為し得なかった**高強度・高靱性の両立が可能**
- 2) 合金元素を添加しないので**材料の組成を変化せずに強化できる**

微細結晶粒組織を得る方法

……

**超強加工**

注目されている加工法！

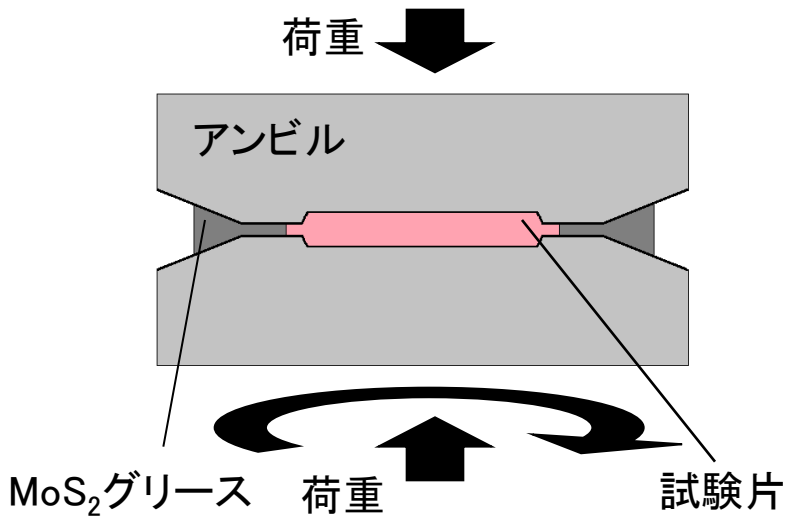
HPT(High Pressure Torsion)法

# HPT (High Pressure Torsion: 高圧ねじり) 法

- 特徴
- サブミクロンオーダーの結晶粒微細化が可能
  - 低温で極めて大きな歪量・歪勾配の付与が可能
  - 形状不変化プロセス
  - 硬い材料や脆い材料でも適用可能

## HPT法:

上下から荷重をかけながら  
試験片にねじり回転を加える  
⇒ 試験片を結晶粒微細化



### HPT法による効果

引っぱり強度	} ... 上昇する
硬さ	
<b>摩耗特性</b>	<b>... 未解明</b>

摩耗特性に影響

材料硬さ・延性
凝着性
雰囲気

**結晶粒サイズ**

さらにこれらは  
結晶粒サイズの  
影響を受ける

# 本研究の目的・・・HPT加工した材料の摩耗特性の解明

## HPT加工した純鉄ディスク

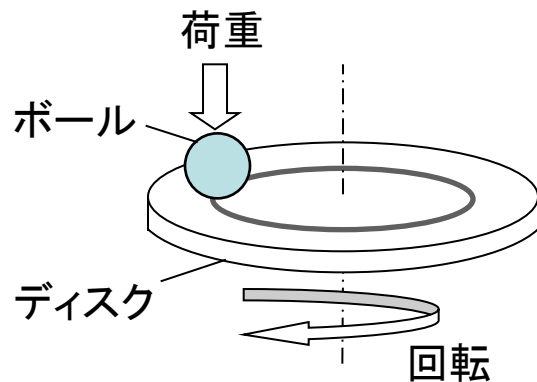


HPT加工のねじり回転回数N

N=0(無加工,ND),1/4,1/2,1,5,10の6水準

⇒HPT加工の度合いによる影響を調査

## ボールオンディスク摩耗試験



ディスク材:HPT加工材(6水準)

ボール材:SUJ2(鉄系), 超硬合金(非鉄系)

⇒摩擦の相手材の影響を調査

詳細条件: 荷重;39.2N

摩擦速度;0.042m/s

摩擦時間;10min

雰囲気;大気中

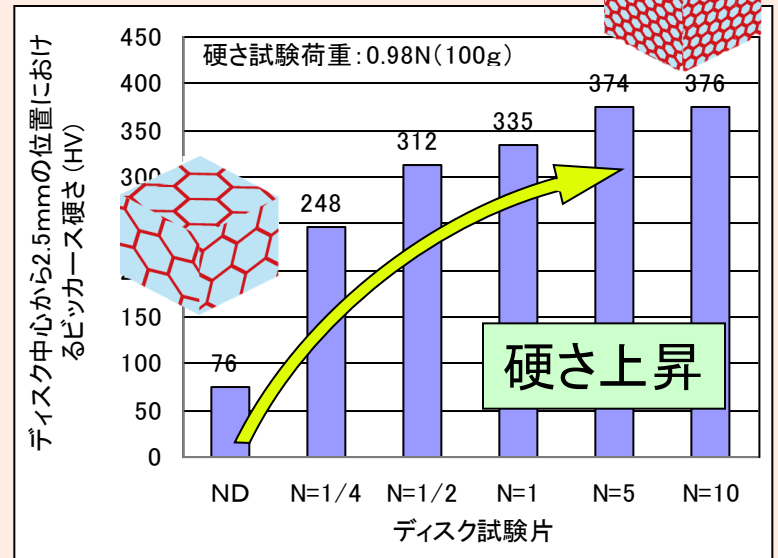
# HPT加工により硬さ向上

HPT加工により  
硬さが3~5倍程度上昇

HPT加工回転回数N:増



試験片硬さ:増



一般に硬い材料は耐摩耗性に優れる

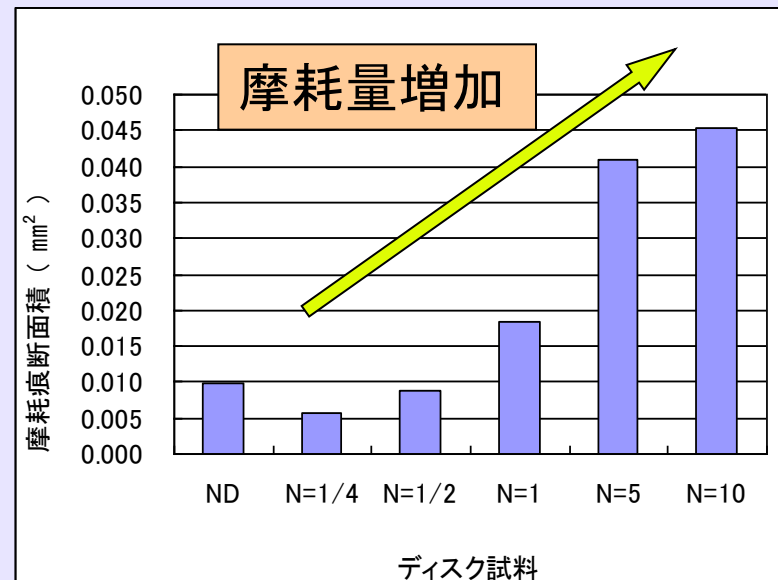
...にも拘らず,

相手材がSUJ2の場合で,

HPT加工回転回数N:増



試験片摩耗量:増



**一般の摩耗現象と逆の結果!**

# 摩擦面の観察

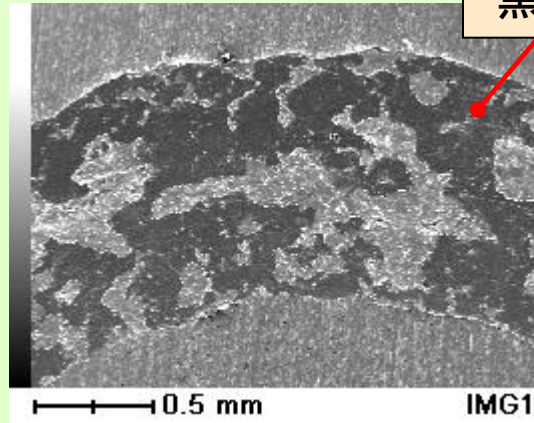
相手材がSUJ2の場合

HPT加工材に特異な摩耗現象

## 無加工材 (ND)

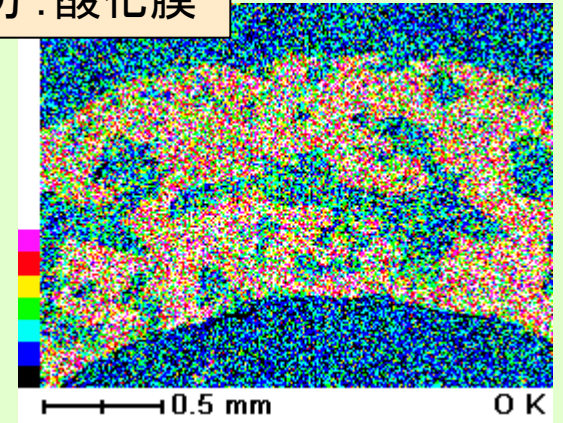


摩耗試験後のディスク外観



SEM像

黒い部分:酸化膜

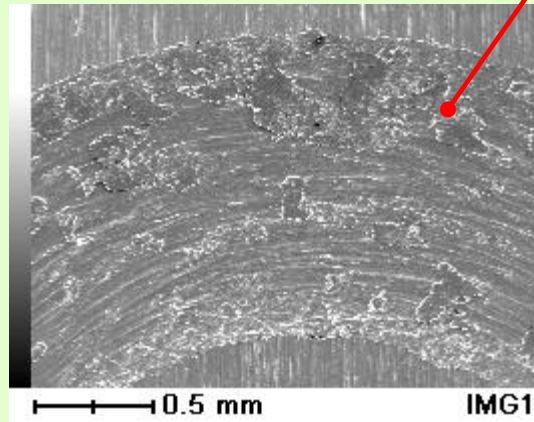


酸素マッピング(EDS)

## HPT加工材 (N=10)

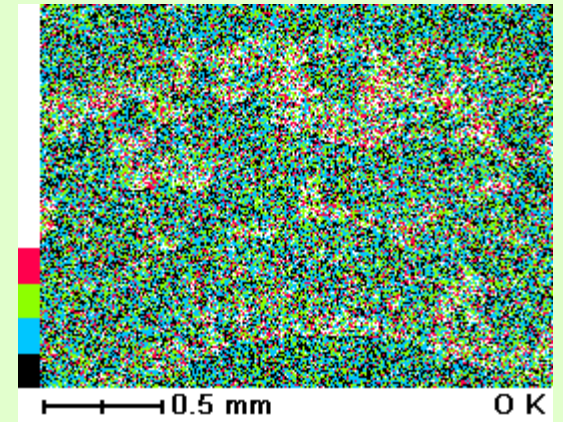


摩耗試験後のディスク外観



SEM像

銀色の部分:凝着摩耗



酸素マッピング(EDS)

# 考察と結論

HPT加工材の摩耗特性  $\longrightarrow$  相手材がSUJ2ボールの場合で特異な摩耗結果  
硬度上昇  $\rightarrow$  摩耗量増加

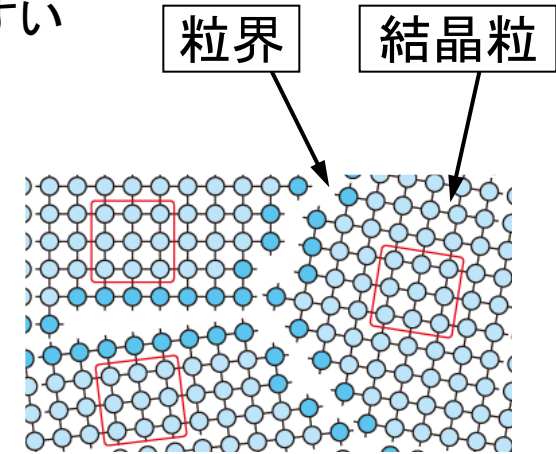
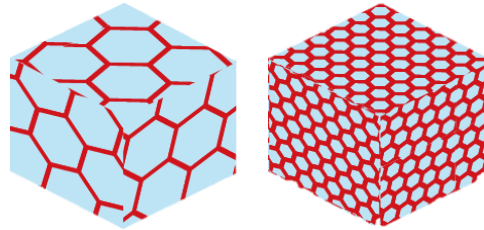
## 考察

**材料脆さ** : 硬くなったことにより脆化したか  
 $\Leftrightarrow$  クラック認められず

**酸化** : 無加工材は酸化により摩耗量が低減  
 $\Leftrightarrow$  一般に微細結晶粒材料は酸化されやすい

**凝着性** : HPT加工材で激しい凝着摩耗痕  
 $\Rightarrow$  凝着性が強い

- ・粒界は反応性が高い
- ・微細結晶粒組織は粒界だらけ  
 $\Rightarrow$  微細結晶粒組織は凝着性が強い



HPT加工材: 純鉄, SUJ2: 鉄系  
HPT加工により凝着性が強い

$\Rightarrow$  摩擦面の酸化速度  $<$  凝着による摩耗速度  $\Rightarrow$  摩耗量増大

**結論** : 微細結晶粒組織は凝着力が増すと考えられる