



# 目 次

1. 総 論 .....	1
1.1 固体潤滑法の基本的考え方.....	1
1.2 固体潤滑法の実際.....	2
1.3 固体潤滑剤の種類.....	4
1.4 固体潤滑剤の用法とその特徴.....	12
1.5 固体潤滑剤の実用と問題点および将来.....	16
2. 固体摩擦理論.....	19
2.1 摩擦力とは.....	19
2.2 粗面説から凝着-掘り起こし説へ.....	20
2.2.1 接触のモデル.....	20
2.2.2 摩擦係数.....	22
2.3 凝着説の洗練.....	22
2.3.1 結合部の生長.....	23
2.4 摩 耗.....	26
2.5 比摩耗率.....	31
3. 固体潤滑法.....	33
3.1 固体による潤滑の原理.....	33
3.1.1 固体同士を接触させないこと.....	34
3.1.2 結合力の弱い組合せ.....	34
3.1.3 結合部付近を弱くすること.....	34
3.1.4 接触部のみですべること.....	37
3.1.5 本質的に摩擦摩耗の小さい材料を使うこと.....	38
3.2 雰囲気効果と潤滑作用機構.....	44
3.2.1 $\alpha$ への影響.....	44
3.2.2 強度への影響.....	47
3.2.3 最近の研究結果.....	51
3.2.4 雰囲気効果で説明できる摩擦特性.....	53

3.3	表面被膜の付着	61
3.4	固体による潤滑応用法	63
4.	固体潤滑剤	67
4.1	黒鉛	67
4.1.1	黒鉛の製造法	67
4.1.2	黒鉛の一般的性質	67
4.1.3	黒鉛の潤滑性	72
4.1.4	黒鉛潤滑剤の適用例	82
4.2	二硫化モリブデン	84
4.2.1	モリブデン硫化物の種類	84
4.2.2	天然 MoS <sub>2</sub> について	86
4.2.3	MoS <sub>2</sub> の潤滑性能	90
4.2.4	MoS <sub>2</sub> の酸化について	93
4.2.5	MoS <sub>2</sub> 潤滑剤採用の考え方	94
4.3	二硫化タングステン	95
4.3.1	二硫化タングステンの製造法	95
4.3.2	二硫化タングステンの性質	101
4.3.3	潤滑剤としての性質	103
4.3.4	二硫化タングステンの潤滑剤としての応用	107
4.4	窒化ほう素	110
4.4.1	結晶構造	110
4.4.2	窒化ほう素の製造法	111
4.4.3	一般的物性と用途	111
4.4.4	潤滑特性	113
4.4.5	潤滑剤としての応用法	116
4.5	ふっ化黒鉛	119
4.5.1	ふっ化黒鉛の構造	119
4.5.2	ふっ化黒鉛の特性	119
4.5.3	ふっ化黒鉛の合成	121
4.5.4	ふっ化黒鉛の潤滑性	126
4.5.5	ふっ化黒鉛の応用法	130
4.5.6	ふっ化黒鉛のその他の応用	136
4.6	金属酸化物およびふっ化物	138

4.6.1	酸化物	138
4.6.2	一酸化鉛	140
4.6.3	ふっ化物	143
4.7	窒化けい素	149
4.7.1	窒化けい素の製造方法	149
4.7.2	窒化けい素の性質	152
4.7.3	窒化けい素の潤滑性と耐摩耗性	153
4.7.4	窒化けい素の応用	154
4.8	プラスチック	157
4.8.1	プラスチックの摩擦摩耗の基礎	157
4.8.2	プラスチックの摩擦摩耗特性	165
4.9	金属	175
4.9.1	金属潤滑の諸性質	176
4.9.2	金属による潤滑の応用	183
4.10	その他の固体潤滑剤	188
4.10.1	類別	188
4.10.2	遷移金属の硫化物, セレン化物, テルル化物	188
4.10.3	その他の層状結晶構造物質	191
4.10.4	硫黄を含む化合物	193
4.10.5	りん酸塩類	195
4.10.6	陽極被膜	196
5.	固体潤滑法各論	200
5.1	グリース, ペースト, 油への混合効果	200
5.1a	研究室の実験を中心に	200
5.1a.1	固体潤滑剤の添加量	200
5.1a.2	固体潤滑剤の粒径	205
5.1a.3	固体潤滑剤の粒形	213
5.1a.4	分散系中の固体潤滑剤の作用機構	216
5.1a.5	固体潤滑剤と他の添加剤との混合効果	218
5.1a.6	潤滑油の2次特性に与える固体潤滑剤の影響	222
5.1a.7	応用例	226
5.1b	実的な試験を中心に	228
5.1b.1	固体潤滑剤の混合	228

5.1b.2	自動車への応用	228
5.1b.3	一般産業への応用	234
5.1b.4	その他の応用例	236
5.2	乾燥被膜	237
5.2a	有機結合	237
5.2a.1	有機結合固体被膜潤滑剤の分類	240
5.2a.2	有機結合固体被膜潤滑剤の製造	241
5.2a.3	有機結合固体被膜潤滑剤の性能の評価	242
5.2a.4	有機結合固体被膜潤滑剤の適用	244
5.2a.5	有機結合固体被膜潤滑剤の応用	250
5.2b	無機結合乾燥被膜	255
5.2b.1	二硫化モリブデンを主にした被膜の一般的性質	256
5.2b.2	被膜の種類	263
5.2b.3	セラミック被膜	266
5.2c	その他の被膜	272
5.2c.1	バインダーを含まない潤滑性乾燥被膜	272
5.2c.2	複合めっき	275
5.2c.3	多孔質表面への含浸	275
5.2c.4	その他	277
5.2d	金属薄膜による潤滑	278
5.2d.1	潤滑の概念	278
5.2d.2	金属薄膜のめっき法	279
5.2d.3	膜の作製条件と潤滑法	283
5.2d.4	潤滑法	290
5.3	複合材料	304
5.3a	プラスチックベース	304
5.3a.1	各種組合せプラスチック複合材料のしゅう動特性	307
5.3a.2	プラスチック複合材料のしゅう動部への応用	324
5.3b	金属ベース	330
5.3b.1	製造方法と性質	332
5.3b.2	摩擦条件と摩擦摩耗	344
5.3b.3	応用の方法	350
5.3c	無機ベース	353
5.3c.1	カーボンベース複合材料の特徴	354

5.3c.2	カーボンベース複合材料の製造方法	356
5.3c.3	しゅう動特性	357
5.3c.4	カーボン繊維ベース複合材料	359
6.	試験法	363
6.1	試験法の種類	363
6.1.1	試験項目	363
6.1.2	摩擦摩耗試験法	368
6.2	固体潤滑剤の規格	379
6.2.1	固体潤滑粉末について	379
6.2.2	油やグリースと混合した固体潤滑剤	384
6.2.3	乾燥被膜	389
6.2.4	金属薄膜	398
6.2.5	すべり軸受	403
7.	固体潤滑剤の応用	409
7.1	大気中常温での潤滑とその具体例	409
7.1.1	応用例・使用目的による大分類	409
7.1.2	ペースト状の組立用潤滑剤	410
7.1.3	オイルとグリース	416
7.1.4	乾燥被膜潤滑剤	418
7.1.5	エンジニアプラスチックおよびゴム	419
7.1.6	チョーク	420
7.1.7	具体例	420
1)	構造物、橋梁への応用	420
2)	生産機械への応用例	429
3)	交通機関への応用	433
4)	電磁気まわりへの応用例	435
5)	その他の応用例	437
7.2	真空中における潤滑	438
7.2.1	潤滑剤	438
7.2.2	使用法	442
7.2.3	応用例	451
7.3	高温および低温における潤滑	455

7.3.1	金 属	456
7.3.2	炭化物, セラミック, サーメット類	460
7.3.3	柔らかい金属, ふっ化物, 酸化物, 硫化物など	467
7.3.4	層状固体潤滑剤	473
7.3.5	低温における潤滑	477
7.3.6	高温における応用例	478
7.4	腐食性雰囲気での潤滑	482
7.4.1	固体潤滑剤の耐食性	482
7.4.2	潤滑性乾燥被膜と耐食性	483
7.4.3	バルクとして用いられる固体潤滑剤	485
7.4.4	表面化学反応生成物による潤滑	487
7.4.5	腐食性雰囲気への応用例	488
7.5	放射線場における潤滑	490
7.5.1	固体潤滑剤自身と放射線	490
7.5.2	固体潤滑剤被膜と放射線	499
7.5.3	複合材料と放射線	505
7.5.4	応 用 例	505
7.6	電気接点の潤滑	511
7.6.1	カーボンブラシの抵抗と摩耗	511
7.6.2	MoS <sub>2</sub> -銀ブラシの真空中のすべり特性	514
7.6.3	真空中のスリップリング	516
7.6.4	ころがり	522
7.7	塑性加工における潤滑と具体例	523
7.7.1	塑性加工における潤滑性の特徴	523
7.7.2	潤滑剤選定の条件	525
7.7.3	使用可能な潤滑剤と適用法	526
7.7.4	実用化への展望	530
7.7.5	応 用 例	531
付 表	種々な固体潤滑剤の諸性質	539
索 引		545

