

58工技普第 54 号 3

昭和 58 年 8 月 27 日

港区新橋 1-13-12

4代田第一工業株式会社 殿

東京都立工業技術センター

所 長 酒 井 嘉 保



受託事業報告書 (終了)

昭和 58 年 7 月 11 日付 58 工技庶調第 54 号をもって
受託事業契約を締結した (研究(調査)・試験・特別技術指導・
設計及び試作) については、終了したので、下記のとおり
通知する。

記

1. 受託題目 ダイクロン (商品名) の特性調査

2. 受託結果 別添のとおり

ダイクロン処理品の調査報告書

提出された試料 (ダイクロン: 硬質クロムメッキの一種) について下記の項目を調査した。また, 提出試料と比較検討するため一部の項目については, 他の表面処理品 (例えば硬質クロムメッキ, 軟窒化など) もあわせて実施した。

以下各項目についての結果を報告する。

1 調査項目

- (1) 表面粗さ測定。
- (2) 硬さ分布測定。
- (3) 断面の組織観察。
- (4) 密着性試験。
- (5) 耐摩耗性および耐焼き付性試験。
- (6) 耐疲労性試験。

2 調査結果

2-1 表面粗さ

メッキ処理後の表面粗さは母材の表面粗さに依存するものであり, この粗さの良否が使用中の機械的性質あるいは耐食性などに大きく影響をおよぼすものである。したがって, メッキ前に母材の表面粗度を小さくしておくかあるいはメッキ後研磨をし粗さを小さくする必要がある。

研磨後の表面粗さはメッキ層の硬さに依存するものであり, ニッケル, 鉛メッキなどのごとく比較的軟かいものに比べ硬質クロムメッキなどのように表面が硬いものは研磨によって鏡面となりやすく各々の性質が向上する。ダイクロン処理も硬質クロムメッキの一種であり, メッキ層が後述のごとくHV800前後もあり非常に硬いため研磨によって容易に鏡面とすることが出来る。図1はダイクロン処理後, また, 図2はダイクロン処理後バフ研磨を行ったものの表面粗さを求めた結果を示めたものである。これによるとダイクロン処理のみでは約1.2 μmRa の粗さのものがバフ研磨を行うことにより約0.02 μmRa 以下となり非常に鏡面となることがわかる。

なを, 写真1はダイクロン処理表面のマクロ組織を示したものである。

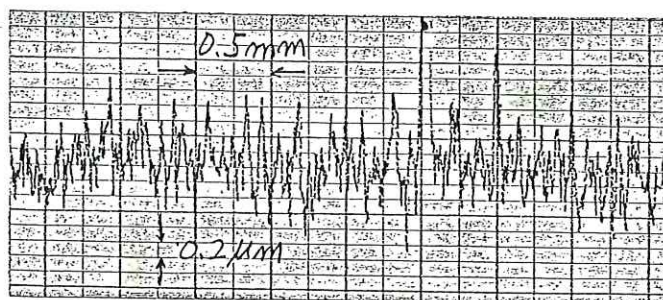


図1 ダイクロン処理後の表面粗さ

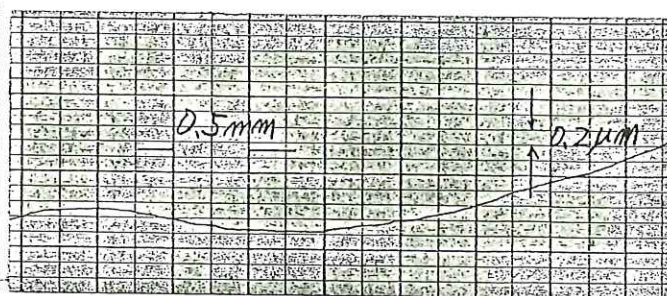


図2 処理後パフ研磨仕上げしたもの

2-2 硬さ分布曲線

耐摩耗性あるいは耐焼き付き性などの向上を目的として種々の表面硬化処理が行われているが、硬質クロムメッキも例外ではなく、高い表面硬さが得られるため耐食性とあわせて各方面で利用されている。図3はダイクロン処理した試料の硬さ分布曲線を求めた結果を示したものである。

この結果によると表面より20μm程度まではHV820前後の硬さが得られ、より内部は母材の硬さとなることが認められる。

図において硬化層の厚みはダイクロン処理時間の相違によって左右されるものであるが、いずれにしても硬化層の硬さはHV1200前後と非常に高い値を示すことがわかる。

また、ダイクロン処理は温度上昇に対しても優れた特性を示し、各温度における軟化抵抗が非常に大きい。図4はダイクロン処理および硬質クロムメッキ処理品について400℃および700℃においてそれぞれ3時間加熱保持した後の常温でのマイクロビッカース硬さにおけるダイヤモンド圧子の圧痕を示したものである。

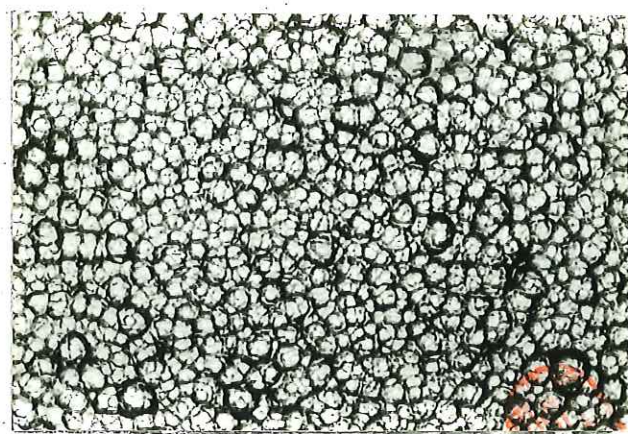


写真1 表面のマクロ組織 X100

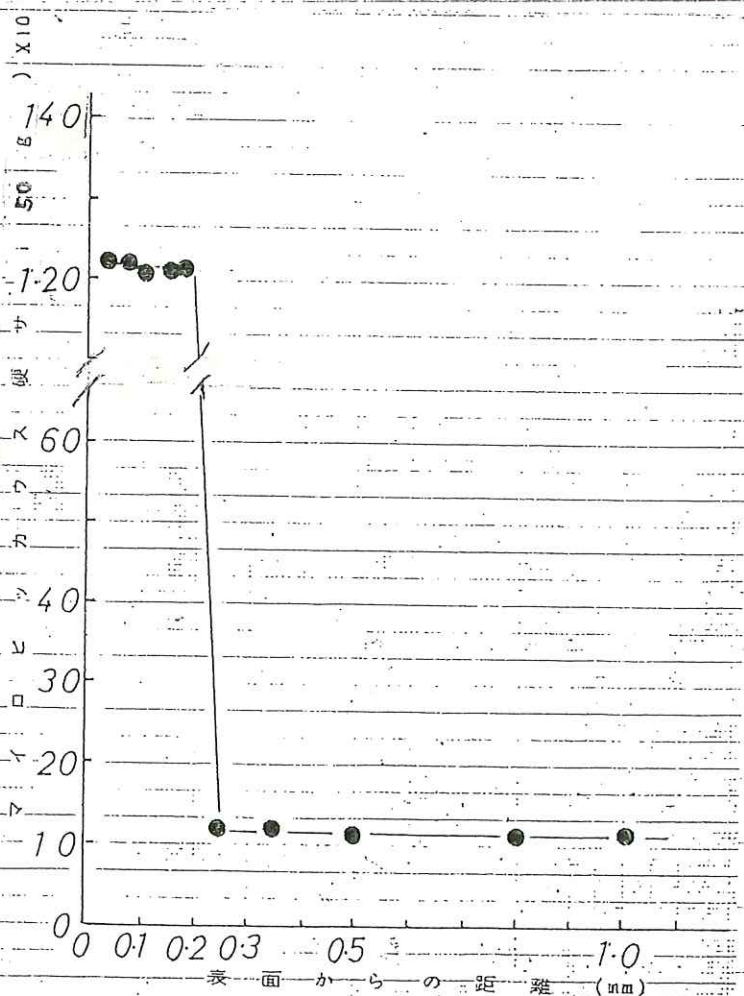


図3 ダイクロン処理した試料の硬さ分布曲線。

各加熱温度とも硬質クロムメッキに比べダイクロン処理の圧痕が小さいことが認められる。すなわち、硬質クロムメッキの場合は各加熱温度において Cr_2O_3 のみが生成するのに対しダイクロン処理の場合は 400°C 前後までの加熱温度において Cr_7C_3 のクロム炭化物が生成され、また、より高温では Cr_2O_3 が表面に生成するため軟化抵抗が大きいものと思われる。(炭化物については依頼者側の試料による。) ダイクロン処理

硬質クロムメッキ処理

母材

メッキ層

母材

メッキ層

加熱なし

加熱なし

400°C

3時間加熱

400°C

3時間加熱

700°C

3時間加熱

700°C

3時間加熱

図4 各温度に加熱した場合のダイヤモンド圧痕の比較 (X100) 荷重500g

2-3 断面組織

工業用硬質クロムメッキのごとく硬い表面層を生成させる処理を行うと、メッキ処理の過程で硬化層(メッキ層)内に層の厚みと垂直方向に微細なクラックを生ずる。写真2は硬質クロムメッキおよびダイクロン処理品についての一例を示したものである。ダイクロン処理においても例外ではなく微細なクラックが認められる。しかしながら、硬質クロムメッキに比べその発生割合が非常に少なく、かつ微細である。また、ダイクロン処理の場合硬質クロムメッキと大きな違いは、メッキ層と母材との境界において酸化物と思われる黒色層が認められないことである。この黒色層が生成しないことがダイクロン処理の特色といわれ、後述する密着性テストにおいて優れた性質を示すものと思われる。

ダイクロン処理

硬質クロムメッキ

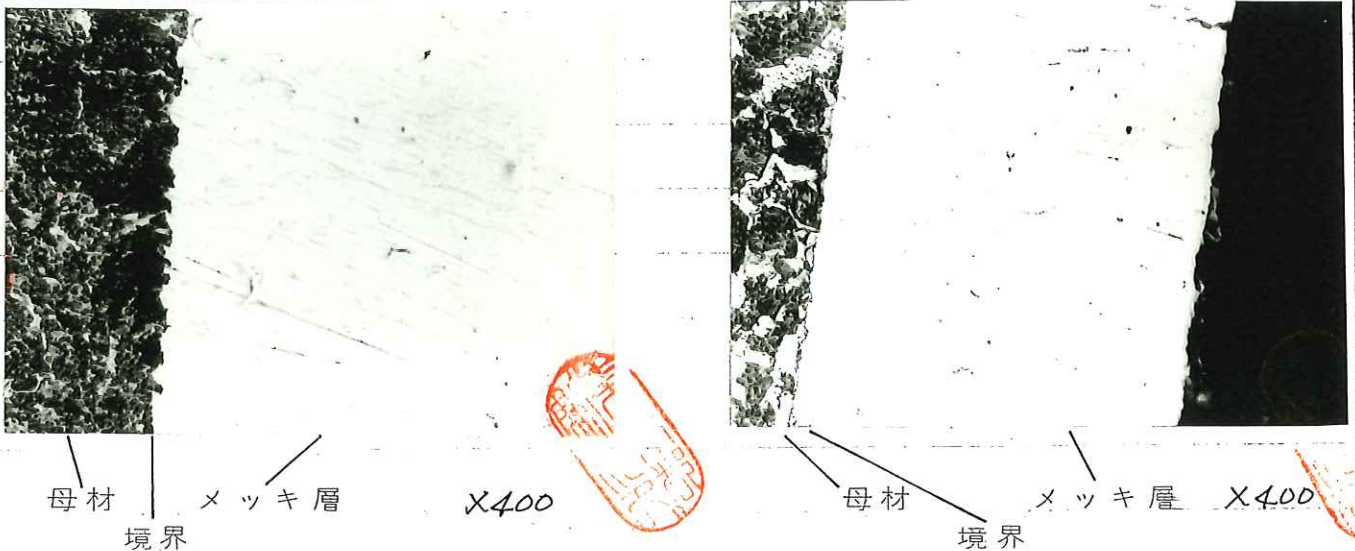


写真2 断面の組織

2-4 密着性試験

表面硬化処理品に要求される特性は、使用中に硬化層と母材とのはく離現象がないことである。本調査においても写真3に示すごとくJIS H 8615における折り曲げによる方法によって密着性の試験を行った。すなわち、1, 2, 3のごとく曲げ加工を行い表面に最大せん断応力を与え、ロール方向に平行な断面を検討した。試験片は母材として1mm厚のSS材を用い、メッキ層の厚みを $20\mu\text{m}$ 一定とした。写真4は実験後の表面のマクロな面および写真5は断面のはく離現象を検討した結果である。この結果によると、いずれも表面には微細なクラックが認められ、その深さは写真5に示すごとくメッキ層と母材の境界にまで達している。しかしながら、クラックの数および母材とのはく離現象はともにダイクロン処理が優れた特性を示す結果が得られた。

なお、本実験においてはJIS通り曲げ角度を 90° としたが 45° の角度においても両者いずれも表面には微細なクラックの発生が認められた。しかし、この場合ダイクロン処理材は母材との境界にまでクラックは達していない。

以上のような結果は前述したごとく母材とメッキ層の境界に生成する酸化物の有無が大きく影響をおよぼしているものと考えられる。

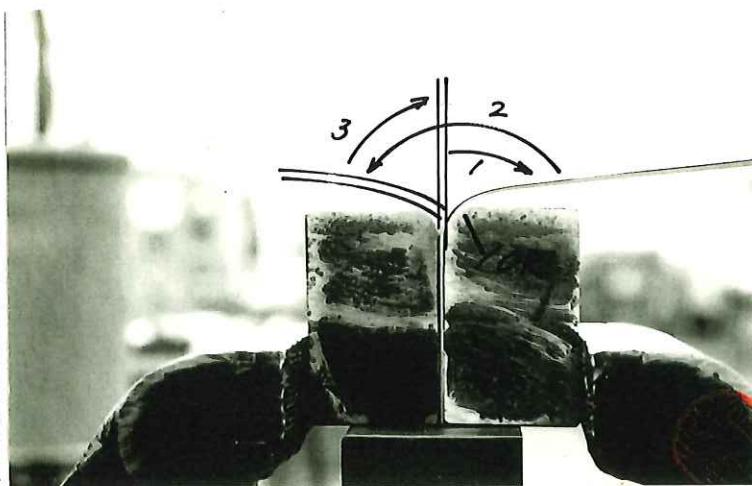


写真3 密着性試験方法

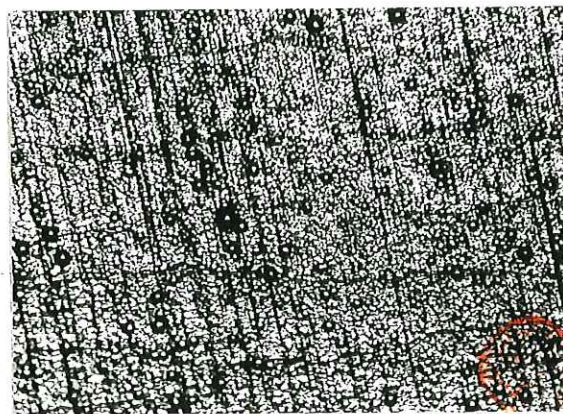
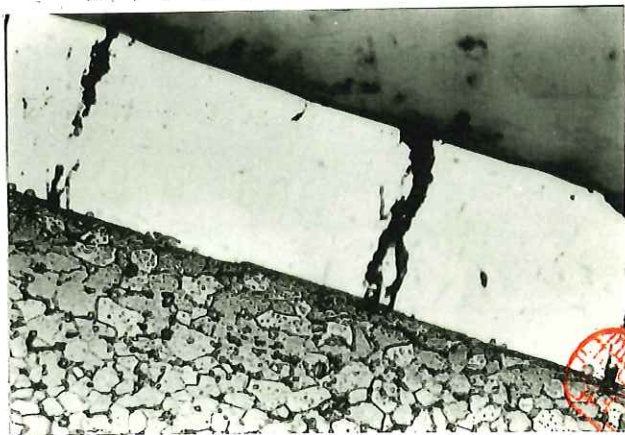


写真4 表面のマクロ組織
(ダイクロン X50)

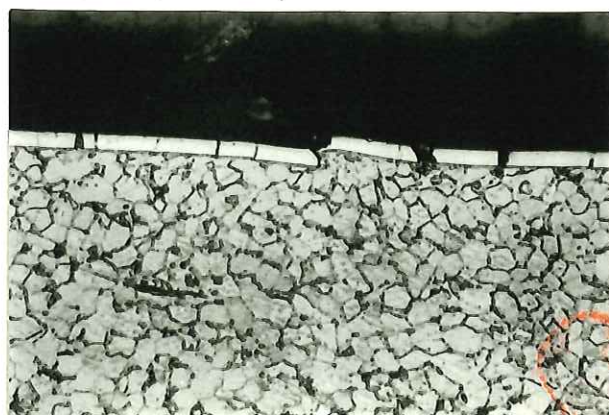
ダイクロン



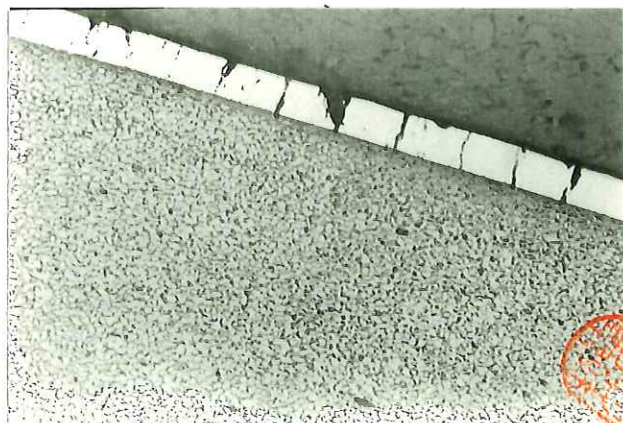
X400

母材

硬質クロムメッキ



X400



X100

写真5 JISの方法によって試験した試料の断面組織（3%ナイタル）

2-5 耐摩耗性および耐焼き付性

硬質クロムメッキを含めた表面硬化処理の大きな特徴の一つは、耐食性と並び耐摩耗性および耐焼き付性の向上がある。図5は大越式摩耗試験機を用い乾燥状態での試験結果を比較したものである。図より明らかなごとく硬質クロム

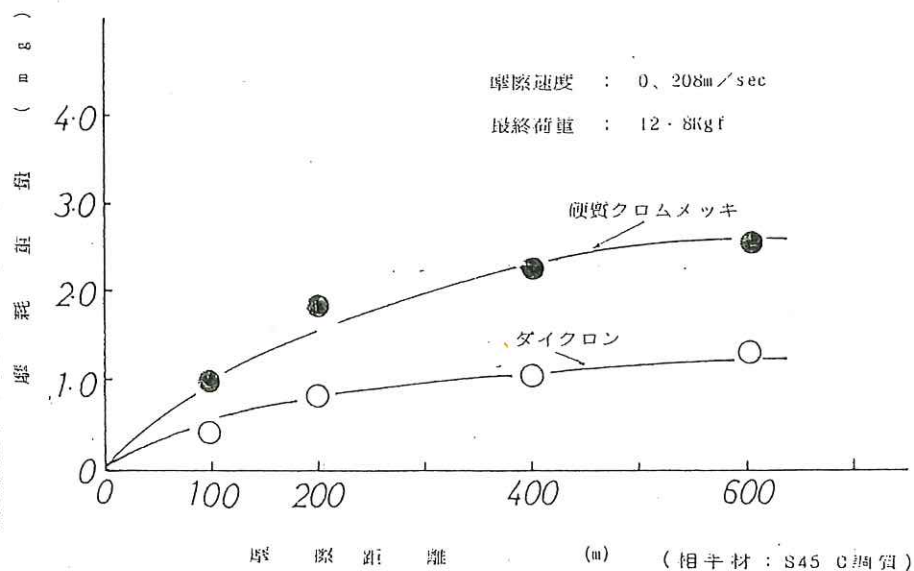


図5 各試料の摩耗距離と摩耗重量との関係

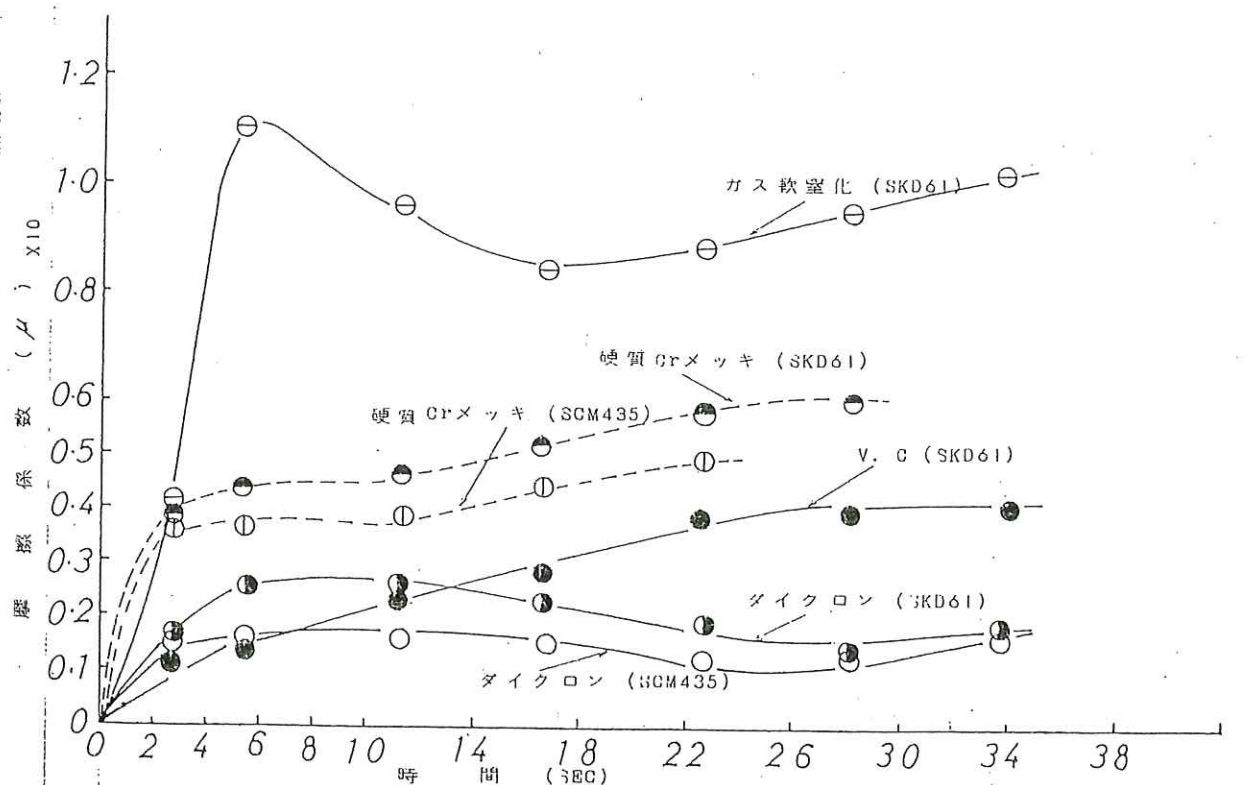


図6 各種表面処理鋼の耐焼き付性の試験結果

(V形試験片・S45C, 硬化層はいずれも15μm)

メッキに比べダイクロン処理が優れた耐摩耗性を示し、その差は摩擦距離が長くなるほど大きくなる傾向を示す。また、図6は耐焼き付性の実験結果を示したものであり、他の表面処理を施したものに比べいずれの鋼種においてもダイクロン処理を施すことにより、低い摩擦係数を示す結果が得られた。

このようにダイクロン処理が同じ硬質クロムメッキ処理に比べ、5～6倍と摩擦係数が低くなる現象については、前述したごとく温度の上昇にともない、硬い Cr_{23}C_6 の複炭化物が生成され、さらに Cr_2O_3 がより高温で生じる為と思われる。

2-6 耐疲労性

高周波焼入れあるいはガス軟窒化などの表面硬化熱処理は処理過程において大きな圧縮残留応力が生成するため、耐摩耗性の向上とともに耐疲労性も向上することが知られている。

これらの処理はすべて拡散現象をともなうものであり、疲労によるき裂は最大せん断応力を受ける表面に生ずる。しかしながら、メッキ処理のごとく拡散をともなわずメッキ層と母材が境界を持つような材料においては繰返し応力によって最表面のメッキ層よりはむしろ母材表面にき裂が生ずる。したがって、メッキ処理による耐疲労性の向上はあまり認められず、母材の強度に左右される。図7はダイクロン処理した平滑材のSS4 / について、両面の曲げ疲労実験を行いS-N曲線を求めた結果である。この結果によると、ダイクロン処理を施した試料においても母材の疲労限と同等の値を示し、顕著なダイクロン処理の効果は認められない。また、表1は各鋼種について、硬質クロムメッキなどとダイクロン処理した試料について比較検討したものであるが、この結果においてもメッキ処理の相違による差は認められない。

表1 各種メッキ処理した試料の疲労限の比較

材 料	表 面 処 理 (メッキ層)	疲 労 限
SUS 6 3 0	硬質クロムメッキ (0.02mm)	40.0 kgf/mm ²
	" (0.14mm)	26.0 "
	ダイクロン (0.02mm)	49.0 "
	" (0.14mm)	25.0 "
SCM 4 1 5	浸炭+硬質クロムメッキ (0.03mm)	58.0 "
	浸炭+ダイクロン (0.03mm)	57.0 "
SNCM 4 3 9	硬質クロムメッキ (0.03mm)	34.5 "
	ダイクロン (0.03mm)	35.0 "

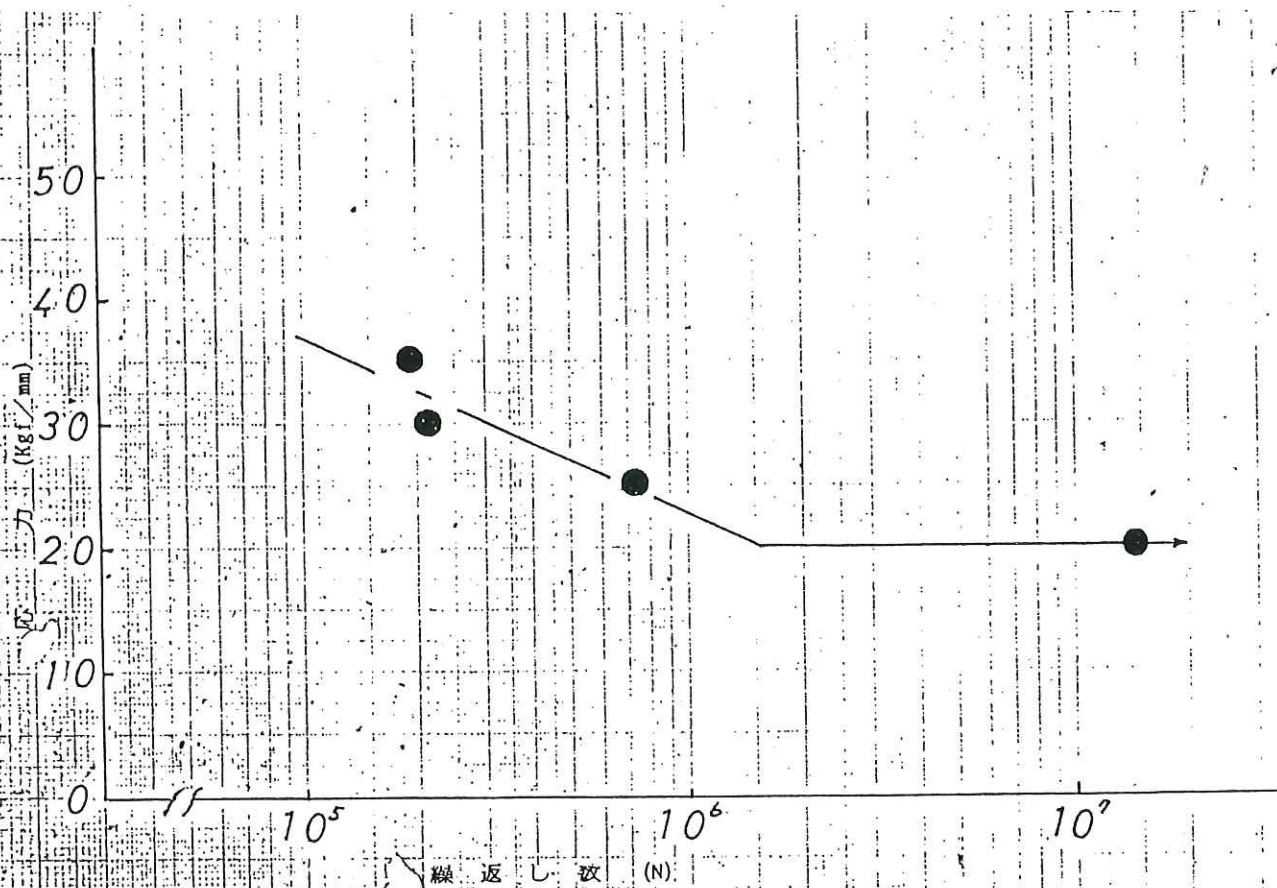


図1 タイタニウムクロム処理鋼のS-N曲線

以上