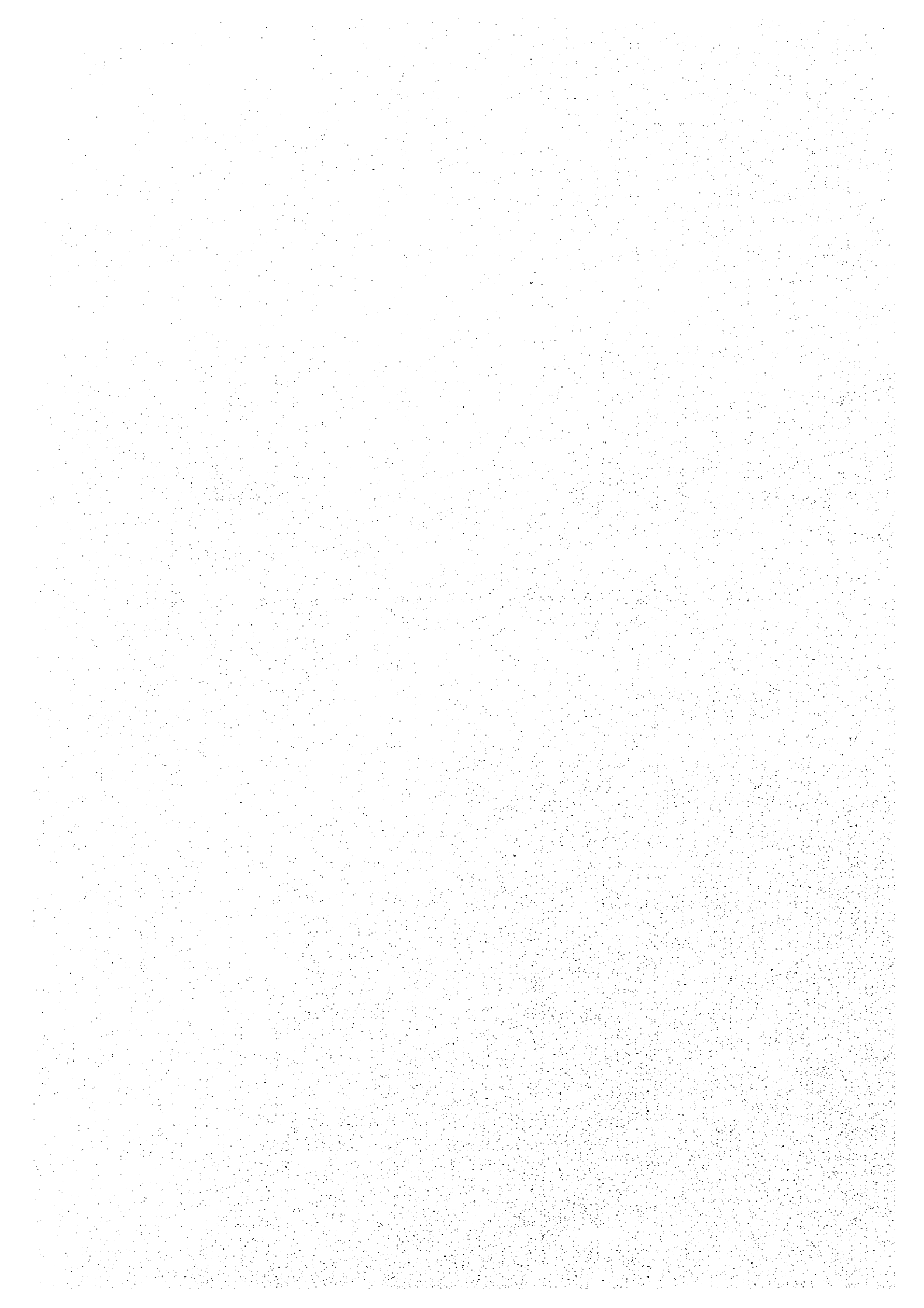


付属資料

付属资料 - 1

ベンチプラントの概要



ベンチプラントの概要

ベンチプラントは、めっきセンターの技術スタッフがめっき加工および排水処理技術の研修・試験開発を進める上で有力な手段を提供する。まためっきセンターが実施するめっき加工および排水処理技術の技能訓練コースの実技指導にも有用である。

ベンチプラント設置の目的は、これによってまずめっきセンターの技術水準を高め、ついで技術スタッフが理論に裏付けされた技術としてのめっき操作を指導・普及し、めっき産業発展の技術的基盤を確かなものにするにある。

現在めっきセンターで行っている銅・ニッケル・クロム・亜鉛・真鍮（めっき槽はあるが使用していない）について基礎技術ならびに応用技術を学ぶためには、生産設備では種々の条件設定が困難であり、不経済で事実上不可能である。この目的ならびに新技術の習得・研究開発・教育訓練のためには実験室規模のベンチプラントが必要である。それに付随して作業管理と製品評価のための機器も装備しなければならない。

- | | | |
|-----|---|-------|
| (1) | めっき実験槽 (20L) | 4 槽 |
| | • Ni, Cu, Zn, Cr めっき用実験槽 | |
| | • 整流器 | |
| | • めっき実験槽 (ブスバー、リード線、エアーパイプ、エアーポンプ、各種アノード、アノードバッグ、濾過機、温度調節器) | |
| (2) | 前処理槽・後処理槽・水洗槽 | 8 槽 |
| | • SUS 製 脱脂、電解脱脂用 | 2 槽 |
| | • PVC 製 酸洗、酸漬、クロメート用 | 5 槽 |
| | • PVC 製 水洗用 | 1 槽 |
| (3) | ハルセル試験装置 | 1 セット |
| | • 整流器 | |
| | • 加熱式ハルセル槽 (ヒータ、温度調節器、リレーボックス、エアーポンプ、各種アノード、各種カソード) | |
| (4) | 卓上精密電圧計、電流計 | |
| | • 高精度用 (0.5 級)、0~1、3、5、10V、0~1、3、5、10A | |
| (5) | 排水処理用測定機器 | |
| | • 簡易排水分析計 (工場排水管理用) | 1 台 |

- ORP 計 1台

以上の機器については Appendix 11 に見積額を示した。

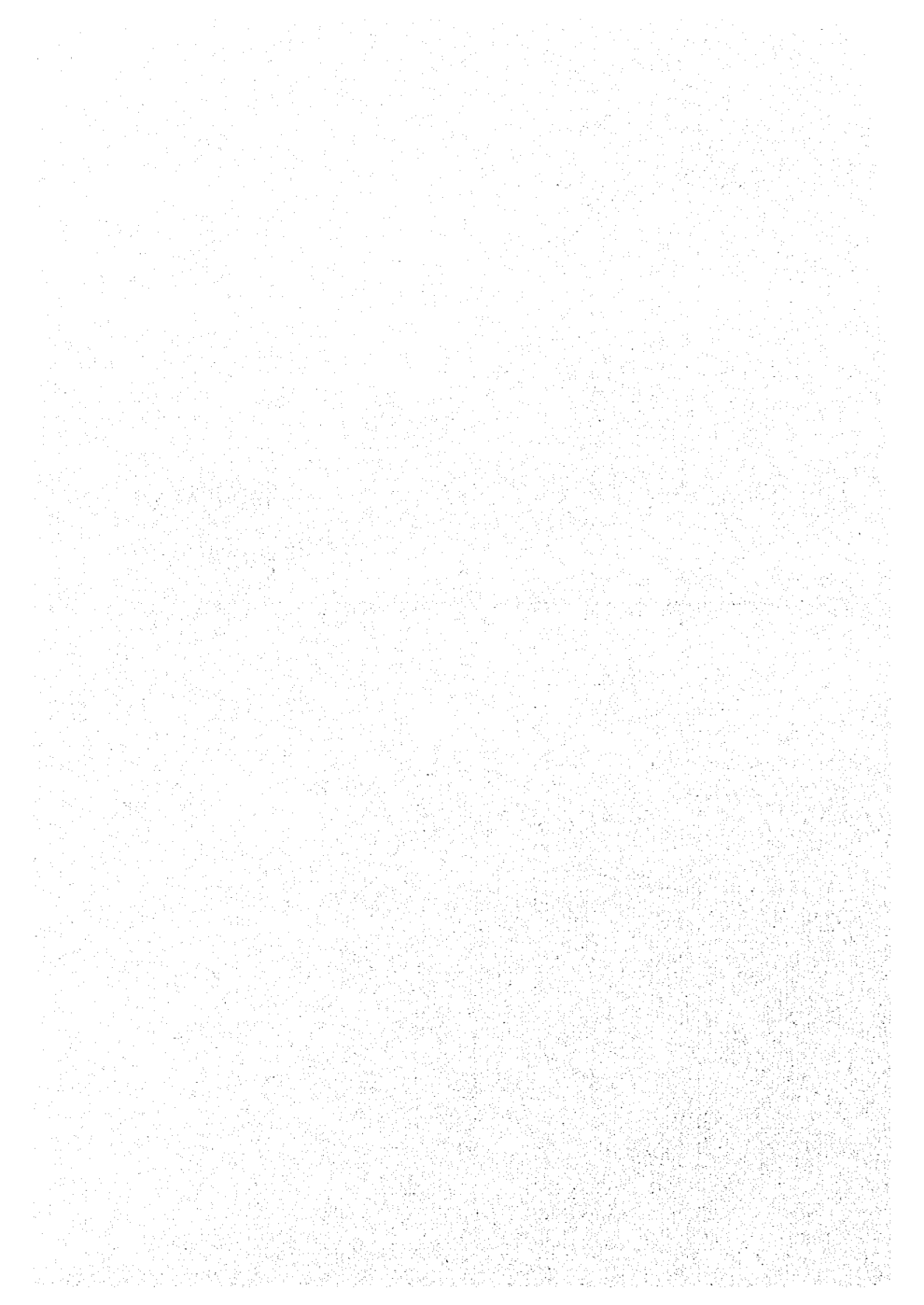
(6) その他の試験・測定機器

めっきセンターが、今後装備した方がよい機器類をリストアップしておく。

- 加熱式ハーリングセル試験装置
- トリクロームメータ
- 金属顕微鏡
- めっき厚さ測定用試料製作研磨機
- 渦電流膜厚計
- 中性塩水噴霧試験機
- CASS 腐食試験機

付属資料 - 2

排水の回分処理



排水の回分処理

めっきセンターの排水処理装置の主要な改造点と処理手順は次のとおりである。

- ① 現在受槽がなく、排水が直接処理槽に入っているが、受槽を地下槽にし、水洗槽から落差で流入させる。
- ② 受槽から処理槽にポンプアップする。受槽にレベル計をつけ自動移送する。
- ③ 処理槽でバッチ処理する。pH 計および ORP 計を入れ薬品貯槽から薬品を手動または自動で入れる。処理槽に攪拌機をつける。
CN の処理槽では、始めに NaOH を入れ、pH を 10.5 にする。次に NaClO を ORP が 350mV になるまで入れる。この間 pH が下がったら NaOH を入れて pH10.5 を保つようにする。約 10 分後 H₂SO₄ を入れて pH 8 とし、ORP 650mV まで NaClO を添加する。
- ④ 約 30 分後必要により NaOH を入れて pH 9~9.5 として沈降槽にポンプで送る。途中で高分子凝集剤を入れ、移送途中で混合、フロックを作る。
- ⑤ Cr の処理槽では、始めに H₂SO₄ を入れて pH を 3 にして、次に NaHSO₃ を ORP が 250mV になるまで入れる。この間 pH の変動があれば調整する。
- ⑥ 約 10 分後 NaOH を入れて pH を 9~9.5 として後、CN 系と同様沈降槽にポンプで移送する。
- ⑦ 一夜放置後、上澄み液を中和槽に入れ、H₂SO₄ を入れて pH を 6~8.5 に調整してポンプ側溝に放流する。中和もバッチ処理してもよいし、上澄み液を自動で連続 pH 調整して放流してもよい。
スラッジ濃度が低すぎたり、なんらかの理由で沈降しにくく上澄み液にスラッジが混入する場合、また重金属の規制値が一般に 1ppm 以下と厳しい場合は、上澄み液をポンピットに落とした後、レベル計を用いてポンプアップし、濾過器を通して中和槽に入れる。
- ⑧ スラッジは定期的に沈降槽の下から取り出し、砂床 (sand bed) で濾別して天日乾燥する。濾液は受槽に戻す。スラッジ量が多い場合は沈降槽に入れて濃縮した後フィルタープレスで脱水する。上澄み液はポンプアップで砂床を通した後中和槽に入れる。
- ⑨ 処理水量が少ない場合は、処理槽と沈降槽を同一槽とすることも可能である。当然設備費は安くなる。即ち CN 受槽からの排液を処理槽兼沈降槽に移送し、CN を分解した後、次に Cr 受槽からの排液を処理槽兼沈降槽に移送し、Cr を還元する。その後排液の pH を調整し、凝集剤を入れフロックをつくり、一夜静置させた後、上澄みは濾過、中和、放流、スラッジは脱水して廃棄する。

回分処理も系統別排水量、規制値、排水中の金属濃度等によって適切な処理法が異なる。

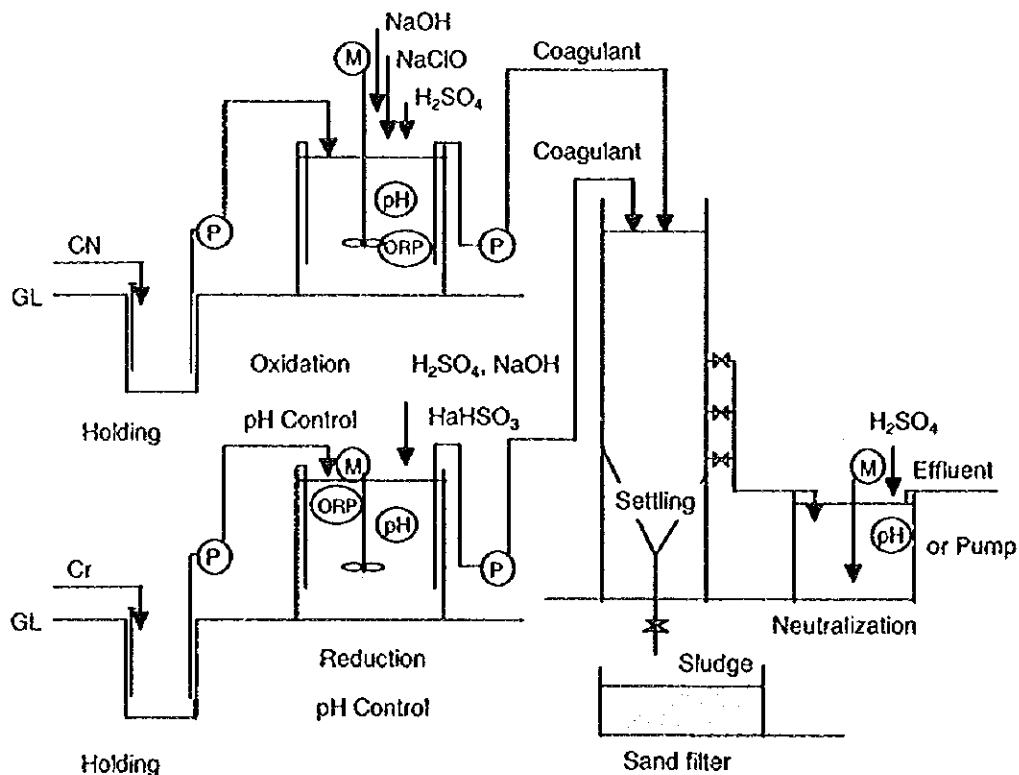
pH 調整によって金属イオンを水に不溶性の金属水酸化物として、固液分離によって放流水から除く場合、排水中の金属イオン濃度が低すぎると、スラッジ濃度が低く、凝集剤によるフロック形成が十分でなくて沈降しにくく、金属水酸化物が上澄み液に浮遊し流出する。

めっき工程において、水洗方式が不適切であったり、水量が液の持ち出し量に比べ過大であった場合、排水中の金属イオン濃度が低くなりすぎ、このような問題が生じるので、排水中の金属イオン濃度の管理が必要である。

また凝集沈降の際の適切な pH は排水中の金属の種類と濃度で異なるので、それぞれの排水について選定しなければならない。

凝集剤の選定も排水によって凝集効果が異なるので、ジャーテストあるいはシリンダーテストを行って選定する必要がある。

FLWSHEET OF BATCH TREATMENT



付属资料 - 3

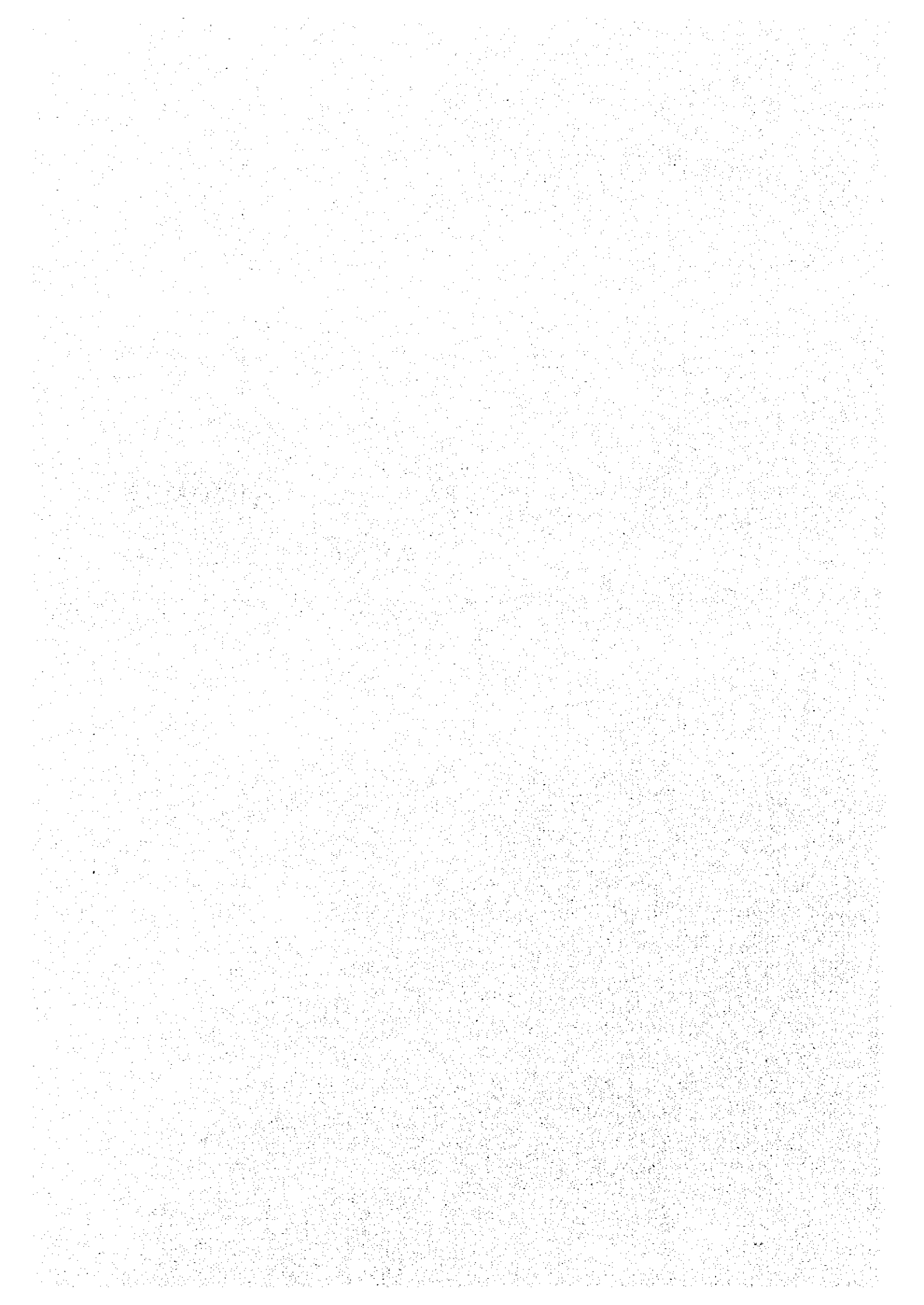
めっき技能训练カリキュラム

**CURRICULUM FOR ELECTROPLATING TECHNOLOGY
TRAINING COURSE**

| | | | |
|------|--------------|---------|---|
| 基礎学科 | 電気工学概論 | 30 hrs | 電圧、電流及び抵抗、オームの法則、電力及び電力量、電流の動き、交流及び整流作用 |
| | 生産工学概論 | 20 | 生産と工場、生産の合理化、生産活動の分析、計画及び統制、作業の改善及び標準化、原価計算、品質管理 |
| | 電気化学 | 60 | 基礎化学、化学当量、電気分解、ファラデーの法則、電極電位、分極、電流効率、電流分布、腐食及び防食 |
| | 金属加工法 | 20 | 機械加工・鍛造・鋳造・溶接・熱処理等の加工と金属表面 |
| | 金属表面処理法 | 50 | めっき、陽極酸化処理、塗装、気相めっき |
| | 安全衛生 | 20 | 産業安全及び労働衛生、安全衛生管理の実際、安全衛生関係法規の概要、具体的災害防止策 |
| | | 200 | |
| 基礎実技 | 測定基本実習 | 70 | 電気測定、重量の測定、容量の測定、表面積測定、比重、粘度、pH測定、皮膜生成計算 |
| | ○ 薬品取扱実習 | 20 | 酸・アルカリの取扱いと濃度調整、温度計算 |
| | コンピュータ操作基本実習 | 40 | コンピュータの基本操作 |
| | 装置および計器取扱実習 | 50 | 電流電圧計・整流器・スライダック・電極類・トスターの取扱い |
| | ○ 安全衛生作業法 | 20 | 薬品等に係る災害の防止、保護具等の取扱い、整理整頓、応急処置 |
| | | 200 | |
| 専門学科 | 材料 | 20 | めっき材料、金属材料 |
| | ○ めっき法 | 140 | めっき皮膜の規格、めっき浴の種類、めっき浴の調製及び管理、作業工程（前処理、研磨、めっき加工、後処理）、めっき設備、付帯設備・治具、設備管理、めっき皮膜の剥離法、めっき皮膜の試験法、めっき液の分析法 |
| | 特殊めっき法 | 20 | 鍍物、ステンレス、プラスチック、セラミックス等のめっき法、合金めっき、金属着色、金属塗装 |
| | ○ 排水処理 | 20 | 排水処理、公害防止設備 |
| | | 200 | |
| 専門実技 | ○ めっき実習 | 160 | ひっかけの製作、処理浴の調製、ハレルセル試験、ハーリングセル試験、めっき作業、めっき設備の運転、めっき剥離 |
| | 分析実習 | 30 | めっき液の分析、処理液の分析、排水の分析 |
| | ○ 検査実習 | 40 | 耐食試験、厚さ試験、密着性試験、硬さ試験 |
| | ○ 排水処理実習 | 20 | 中和処理、シアン酸分解、クロム酸還元処理、重金属類沈殿処理、pH調整 |
| | | 250 | |
| | | 850 hrs | |
| | ○ 印：重要科目 | | |

付属资料 - 4

既存設備の整備および改修



既存設備の整備および改修

(1) めっき液の濾過機の設置

めっき液を循環濾過できるように濾過機を設置あるいは改修しなければならないが、まず光沢ニッケルめっき系列に集中して改善する。そのため濾過機（循環ポンプ、モータ付）を2基導入する。

(2) アノードバッグの取付け

クロムめっき以外のすべての陽極にアノードバッグを取付ける。

(3) アノードの点検

めっき浴に浸漬している陽極板の面積と本数を確認し、合理性をチェックする。

(4) ヒータ・温度計・温度調節器の取付け

めっき浴の温度管理をするために、ヒータ、温度計・温度調節器を取り付ける。これについても光沢ニッケル系列を先行する。2セットが必要である。

(5) 直流電源の増設および抵抗器盤の点検・整備

光沢ニッケル系に整流器2基を増設し、併せて既存の抵抗器盤の抵抗を点検・整備する。

(6) オイルレス・ブロワの設置および点検・整備

光沢ニッケル系にオイルレス・ブロワ1基を導入する。ブロワの設置場所は騒音軽減を考慮して作業場の隅あるいは戸外（雨避けをする）が望ましい。

既存のブロワについても点検・整備し、騒音の発生を軽減させる。

(7) 引掛けの製作^①

既存の引掛けは導線（銅線）を適当に折り曲げて使っているが、めっきの品質を向上させるには専用の引掛けが不可欠である。

引掛けの絶縁部をコーティングするコーティング材の融解槽は、スリ・ランカで自製できるものとして、引掛け製作用の加熱炉（max 300℃）を導入する。

^① 引掛けはめっき対象物を支持・固定する。引掛けで固定しないと、浴液の空気攪拌も採用できない。また電流をめっき対象物に有効に通電するように設計される。めっき膜厚は、めっき対象物のめっき槽内での配置やめっき対象物相互の距離によっても異なるので、引掛けはめっき膜厚の均一化にも役立つ。

めっき対象物の形状・大きさによって引掛けの形状も変わる。また浴液に浸漬するめっき対象物との接触部以外の部分を絶縁コーティングする必要がある。さらに接触部には電着物（deposit）が付着成長するので、これを絶えず除去しなければならないなど引掛けに関するノウハウは多い。

めっきセンターがまず引掛けの製作法を習得して、次にこれを民間企業に指導し、引掛け製作業者を育成する。めっきセンターはめっき対象物に合わせて引掛けを製作し（このためには海外からの技術指導が必要である）、コーティング（コーティングソルは輸入）と通電部の剥膜技術を合わせ習得する。民間の引掛け製作業者ができるまではめっきセンターが受注生産することもあり得る。

(8) 熱風乾燥器の設置

光沢ニッケルめっき製品などめっき製品を乾燥するために、熱風乾燥器 1 基を設置する。めっきセンターのめっき製品からみて、汎用性のある熱風乾燥器がよい。

(9) ポリ塩化ビニル (PVC) 溶接

PVC 溶接も既存設備の整備・改修には欠かせない。PVC 溶接棒と熱風銃を輸入し、溶接技術を習得する（国内あるいは国外から技術指導を受ける）。溶接技術がないために、槽の補修やライニングができないことは設備をメンテナンスする上で致命的である。

めっき品質・生産性の向上に役立つ引掛けの製作、ならびに槽の製作あるいは槽の PVC ライニングを可能にする PVC 溶接技術を、めっきセンターが習得し普及させることはめっきセンター本来の役割の一つである。

(10) 排水処理対策としての改修

めっき工場内を排水処理の観点から次のように改修する。

- 設備配置を床落ちのないよう、工程間を離さないように変更する。
- 槽間にドリップボードを付け、めっき液の床落ちを防止する。
- 床落ちが防げない場合は、CN、Cr 別に作業場を床に堰をつくり、ポンプピットを設けポンプで受槽へ移液する。
- 加温浴は正しく加温する。
- めっき槽に回収槽を設ける。
- 少なくとも二段向流水洗にする。
- クロムめっき後、空槽で液切りを行い、スプレー水洗する。

以上の項目のうち設備・機器の新・増設に関係する (1) 濾過機、(4) ヒータ、温度調節器、(5) 整流器、(6) オイルレス・ブロワ、(7) 引掛け製作用加熱炉、(8) めっき製品用熱風乾燥機について、Appendix 11 で価格を見積もっている。

付属資料 - 5

基本的な実験用機器／試薬

基本的な実験用機器／試薬

- (1) 純水製造装置
- (2) 自動化学天秤
- (3) pH 計
- (4) ORP 計
- (5) 溶存酸素濃度計
- (6) 導電率計
- (7) COD 計
- (8) 光電光度計
- (9) 比色計
- (10) シアン蒸留装置
- (11) ガラス器具乾燥機
- (12) デシケータ
- (13) 電熱加熱器
- (14) 分析用器具（メスフラスコ、メスシリンダ、ピペット、フラスコ、ビーカ、試薬瓶、サンプル瓶、濾過器具、マグネチック・スターラなど）
- (15) 容量分析用滴定装置
- (16) 消耗品（活栓潤滑用グリース、万能 pH 試験紙、濾紙など）
- (17) めっき関連分析用試薬

以上の基本的な実験用機器／試薬のうち (4) ORP 計については Appendix 11 に見積額を示した。(4) を除く (1) ～ (10) の機器はめっきセンターがすでに所有しているか、所有することが確実な機器である。(11) 以降はスリ・ランカ国内で調達できるものである。

付属資料 - 6

実験装置・試験検査機器の拡充

実験装置・試験検査機器の拡充

(1) ベンチプラント

新しく導入する表面処理技術（非シアンめっき、プラスチックめっき、硬質クロムめっき、陽極酸化）と Appendix 1 で設置したベンチプラントの活用状況を勘案して、必要ならばベンチプラント一式を増設する。

(2) 試験機器

めっきに関しては、主要な機器は Appendix 1 のベンチプラントの試験機器として掲げた。

ここでは主として、陽極酸化皮膜およびプラスチックめっきを対象とする。

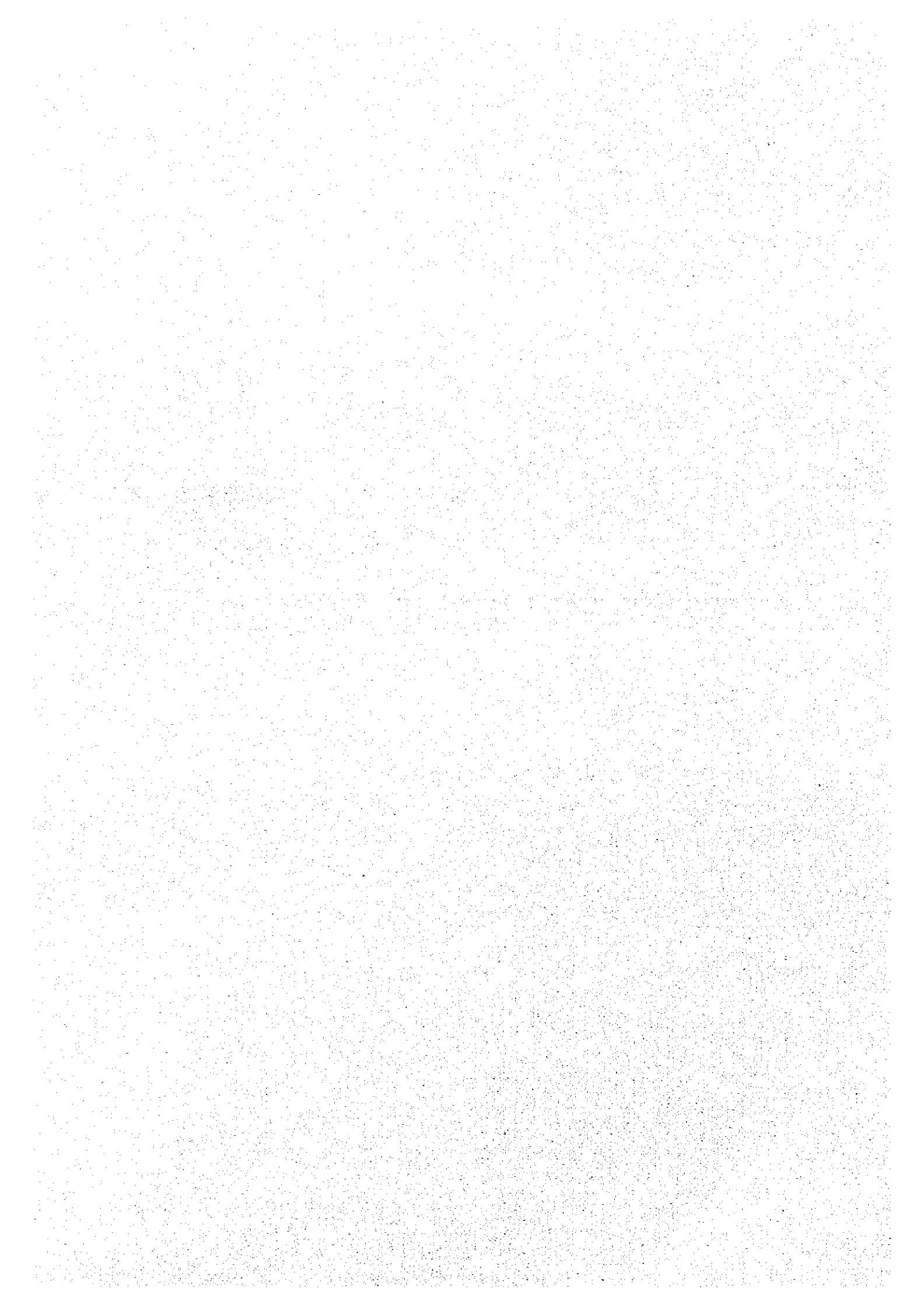
- 微少硬さ計
- 砂落とし試験機
- アルカリ滴下試験機
- 引き剥がし試験機
- 冷熱試験機

(3) 将来的には、一般の工場では購入が困難で使用頻度も少ない高価な機器の導入についても検討するのが望ましい。ただしこれらの機器の操作は高度の技術を要するので、機器の購入は操作要員の確保と同時に考えなければならない。

- 走査型電子顕微鏡
- 原子吸光分析装置

付属资料 - 7

非シアン亜鉛めっき浴



非シアン亜鉛めつき浴

亜鉛めつき浴には4種類がある。即ちシアン浴、ジンケート浴、塩化浴および硫酸浴でそれぞれ得失がある。初めの3つの浴はめつき工場で行われているが、硫酸浴は鋼板のめつき工場で行われている。

ジンケート浴、塩化浴、および硫酸浴が非シアン浴である。ここでは非シアン浴の特徴について記述する。

(1) ジンケート浴

ジンケート浴は ZnO 、 $NaOH$ 、光沢剤からなる。この浴では光沢剤が重要な役割を持っており、これを添加しないと粉末状の皮膜となる。十分に前処理を行う必要がある。均一電着性が優れているのが利点である。排水処理は分解しにくい錯塩がないので中和が十分に行われる。

(2) 塩化浴

塩化浴には2種類（アンモニウム、カリウム）がある。

アンモニウム浴は $ZnCl_2$ 、 NH_4Cl 、光沢剤からなり、カリウム浴は、 $ZnCl_2$ 、 KCl 、 H_3BO_3 、および光沢剤である。これは均一電着性は悪いが被覆力はよい。亜鉛がついていれば均一でなくてもよい日用品には向いている。さらにまた、高炭素鋼や鋳鋼にも使える。（シアンやジンケート浴では使えない）。アンモニウム浴中の亜鉛-アンモニウム錯塩は安定であるから $Zn(OH)_2$ は水洗水量が少ないときは（希釈量が100倍以下）完全には沈澱しない。このために、排水処理装置の容量に限界があって水洗水が十分に供給できない場合はカリウム浴が代わりに使われる。

(3) 硫酸浴

この浴は均一電着性が非常に悪いので、ポウル形のような器には適用できない。しかし電流効率がよいので、均一電着性を必要としない鋼板上の連続めつきに應用されている。

参考までにシアン浴の特徴を以下に示す。

(4) シアン浴

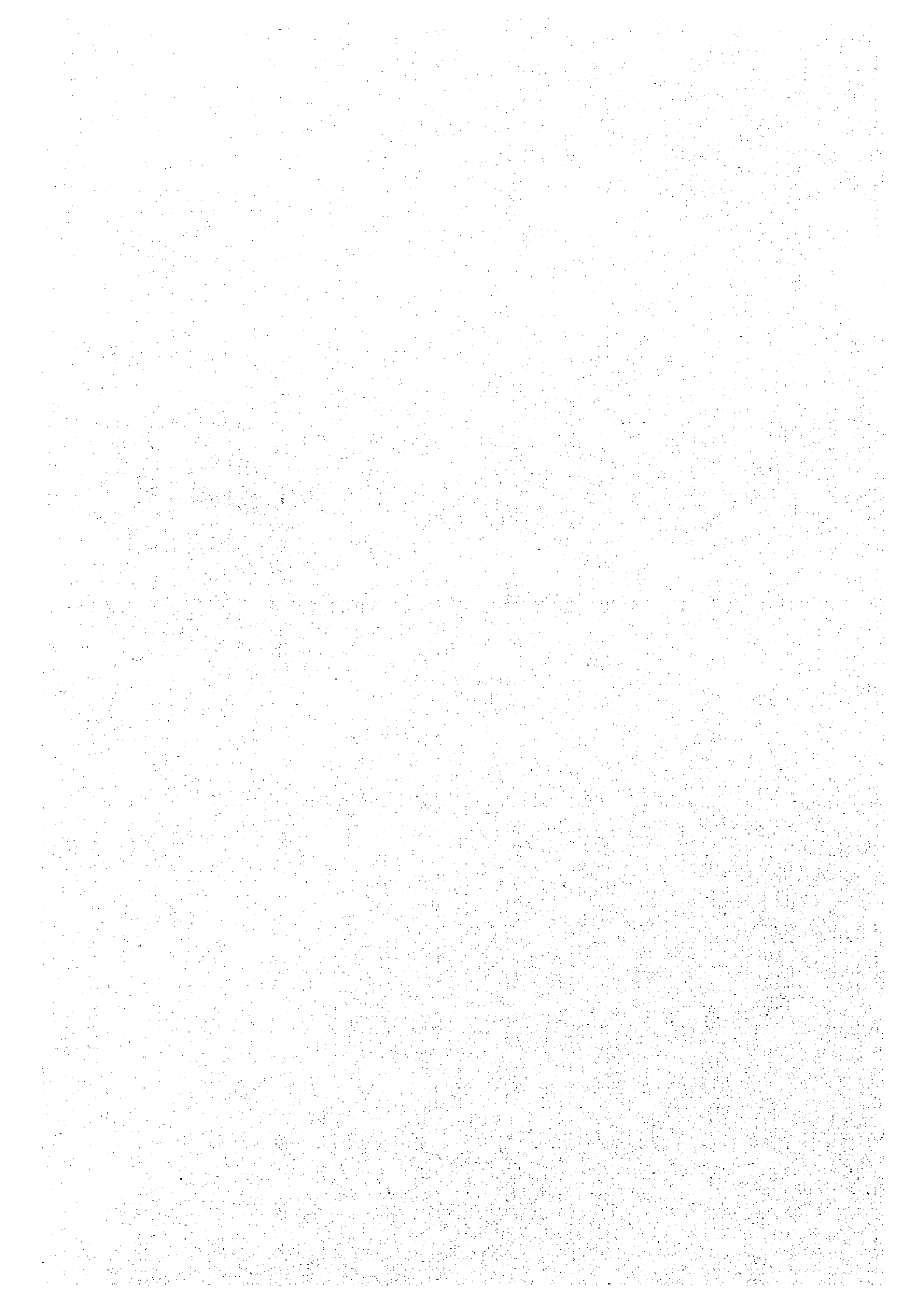
シアン浴は ZnO 、 $NaCN$ 、 $NaOH$ 、光沢剤からなる。 $NaCN$ は極めて有毒で、人に対する致死量は約60mgである。しかし、よいめつき皮膜をつけるには欠くことのできない薬品である。この種の浴では皮膜の前処理が不十分でも密着に影響することはない。熱処理を行った品物は一般にめつきが困難であるが、シアン浴は比較的容易である。

亜鉛めっき浴の利用状況

| 浴の種類 | | 日本 | U.S.A. | 西ドイツ |
|-------|--------|-----|--------|------|
| ジケート浴 | | 20% | 15% | 10% |
| 塩化浴 | アンモニウム | 14% | 9% | 18% |
| | カリウム | 1% | 9% | 22% |
| シアン浴 | | 65% | 76% | 50% |

付属资料 - 8

プラスチックめっき技術



プラスチックめっき技術

プラスチックの表面を金属化しようとする試みは古くからあって、電気めっき法が確立される以前は真空蒸着で行われていた。プラスチックの電気めっき法の初期は、表面を物理的に粗し、100 μm 以上の非常に厚いめっきを施すいわゆる Encapsulation 法によって行われていた。

1962年にめっきに適したABS樹脂が開発され、この上に電気めっきするプロセスが米国で確立された。すなわち樹脂の表面を化学的にエッチングすることによって、電気めっきが実用上十分な密着性が得られるようになり、新しい分野が開かれた。

ABS樹脂への電気めっきが工業的に量産化され始めたのは日本では1965年で、用途は亜鉛ダイキャスト部品の代替えであった。ダイキャスト品に比べ軽量、デザインの多様性などの点で優れているため、家電・自動車・家庭用品・事務機・建築部品・雑貨に用いられるようになった。また電子機器ではEMI(Electro-Magnetic Insulation)シールドに無電解めっきが施されている。

ABS樹脂以外の樹脂へのめっきも行われているが、プラスチックのめっきの約85%がABS樹脂へのめっきである。ABS樹脂は、AS樹脂の母体にゴム質のブタジエンが約20%、0.1~1 μm の球状粒子として分散している。ABS樹脂のめっきは、ABS樹脂を酸化力の強い CrO_3 溶液に浸漬すると、ブタジエンが選択的に酸化され溶出し、表面に小さな穴が1,000/ cm^2 以上でき、化学処理によって生成される極性基と微細な穴によってめっきの密着が得られる仕組みになっている。

したがってプラスチックのめっきで最も重要なめっきの密着性は、成形品の表面にブタジエンがいかに均一に、球状の形が変型せずに分散しているかにある。このため、成形金型の設計・射出成形条件、すなわち樹脂温度・射出速度・射出圧力・金型温度の選定と管理が極めて重要である。単に成型品を作るというのではなく、よいめっきの密着性を得るためには、ブタジエンを配向なしに均一に分散させることが必要である。プラスチックのめっきが行われ始めた当初は、成型品表面のブタジエンの分散が悪いためめっきの密着性が得られず、不良率が高かった。その後めっき加工工場で成形を行ったり、管理可能な成形工場を持つことにより、成型品表面の管理を行い不良率が低減できるようになった。プラスチックのめっきは、めっきすることは簡単であるが、密着のよいめっきを得るのが難しい。単に成型品の形状だけでなく、めっきの密着に必要な成型品の表面が得られるような管理が重要である。

めっき工程は、通常次のような工程からなる。

脱脂 → エッチング → 中和 → 触媒化 → 化学めっき → 電気めっき

エッチングは CrO_3 と H_2SO_4 あるいは CrO_3 、 H_2SO_4 と H_3PO_4 の液が用いられる。普通は硫酸溶液に対し CrO_3 が飽和した液でエッチングが行われる。エッチングが不足であるとブタジエンの液出が不完全で、表面のくぼみが少なくよい密着が得られない。また過剰であるとマトリックスの AS 樹脂まで侵されて球状のくぼみが得られず、よい密着は得られない。したがってよいめっきの密着性を得るためには、エッチング液組成と作業条件の管理が重要である。 CrO_3 はブタジエンのエッチングにともなって Cr^{2+} に還元されるので、酸化するか、新しく CrO_3 を補給する。

電気めっきのために樹脂表面を導電性にする目的で無電解めっきが施される。無電解めっきは、樹脂表面を触媒化したのち無電解めっき液に入れ、銅あるいはニッケルを析出させる。無電解めっきを施してから一般にストライクめっき、硫酸銅めっきが行われ、以後は金属めっきと同様である。

品質検査は、外観・めっきの構成とめっき厚さ・密着性・耐食性などで、密着性は重要な検査項目である。密着性は冷熱サイクルと引き剥がし試験で行う。冷熱サイクルの温度条件と試験回数は製品の使用目的によって異なる。引き剥がし試験は、1cm 幅にめっき膜を剥がすに必要な強度で、引っ張り試験機で行う。

ABS 以外の樹脂にもめっきを施すことが行われているが、めっきの密着が得やすい樹脂への変性、めっき前のエッチング液の開発が重要である。

プラスチックのめっきは一時需要の伸びが見られたが、コスト削減からめっきを止めたり、蒸着に換えたり、一部海外にシフトしたりで、日本の需要は低迷している。

プラスチックのめっきを行うに当たっては、どのような部品にめっきするのか、量的な需要を調査する必要がある。成型品の金型技術・成形技術・エッチング・触媒化・無電解めっき技術・部品の運搬技術などを持っていないと困難である。現在のめっきセンターのめっき技術ならびに管理の状況からは、めっきはできるけれど密着性が安定して得られるのは困難であろう。エッチング液の管理、無電解めっき浴の管理において問題があると思われる。前処理からめっきの作業管理・分析管理・引っかけ・メンテナンスなどの基礎技術を習得することが先決と考える。

付属資料 - 9

硬質クロムめっき技術

硬質クロムめっき技術

硬質クロムめっきは工業用クロムめっきとも呼ばれ、基本的には装飾クロムめっきと変わらないが、めっき厚さが装飾クロムめっきでは0.1~0.5 μm に対し硬質クロムめっきでは2 μm 以上である。硬さがHv700以上で硬く、摩擦係数が小さく、耐摩耗性がよく、離型性がよい。このため航空機のクランクシャフト・ピストンリング・ピストンロッド、機械のゲージ・マンドレル、製紙のシリンダー・ロール、印刷のロール、繊維のポピン、金型などに用いられている。

基本的にめっき浴は CrO_3 と触媒根として H_2SO_4 あるいは珪弗化物からなっていて、通常浴温45~50℃で、電流密度20~40A/dm²でめっきが行われる。浴中に Cr^{3+} が3~6g/l必要で、電解により Cr^{6+} をカソードで還元して生成させる。電解中アノードとカソードの面積比によって Cr^{3+} 濃度が増減するので、適正濃度に管理しなければならない。

クロムめっきは電流効率が10~25%と低く、均一電着性が他のめっきに比べて悪い。装飾クロムめっきでは、めっき厚さが薄いので、さほど問題にならないが、硬質クロムめっきでは、めっき厚さが厚いので、均一電着性がとくに問題となる。均一な析出を得るために、アノードとカソードの位置、遮蔽版、補助陰極、補助陽極、部品の形状、槽内の位置、浴の電導度など一次電流分布に影響する因子および、浴温、電流密度、電流効率など二次電流分布に影響する因子について対策が必要である。

他のめっきに比べ、電流密度が高いので引掛けが重要で、十分な電流容量を持った引掛けが必要であるし、部品とはスプリングで固定する必要がある。

硬質クロムめっきは Cr^{6+} の浴管理（減ったら増やす、増えたら減らす）のほかとくに他のめっきに比べ、均一電着性が悪いので上記対策が不可欠で、均一電着性に及ばず因子を理論的にまた経済的に理解していないと不可能である。

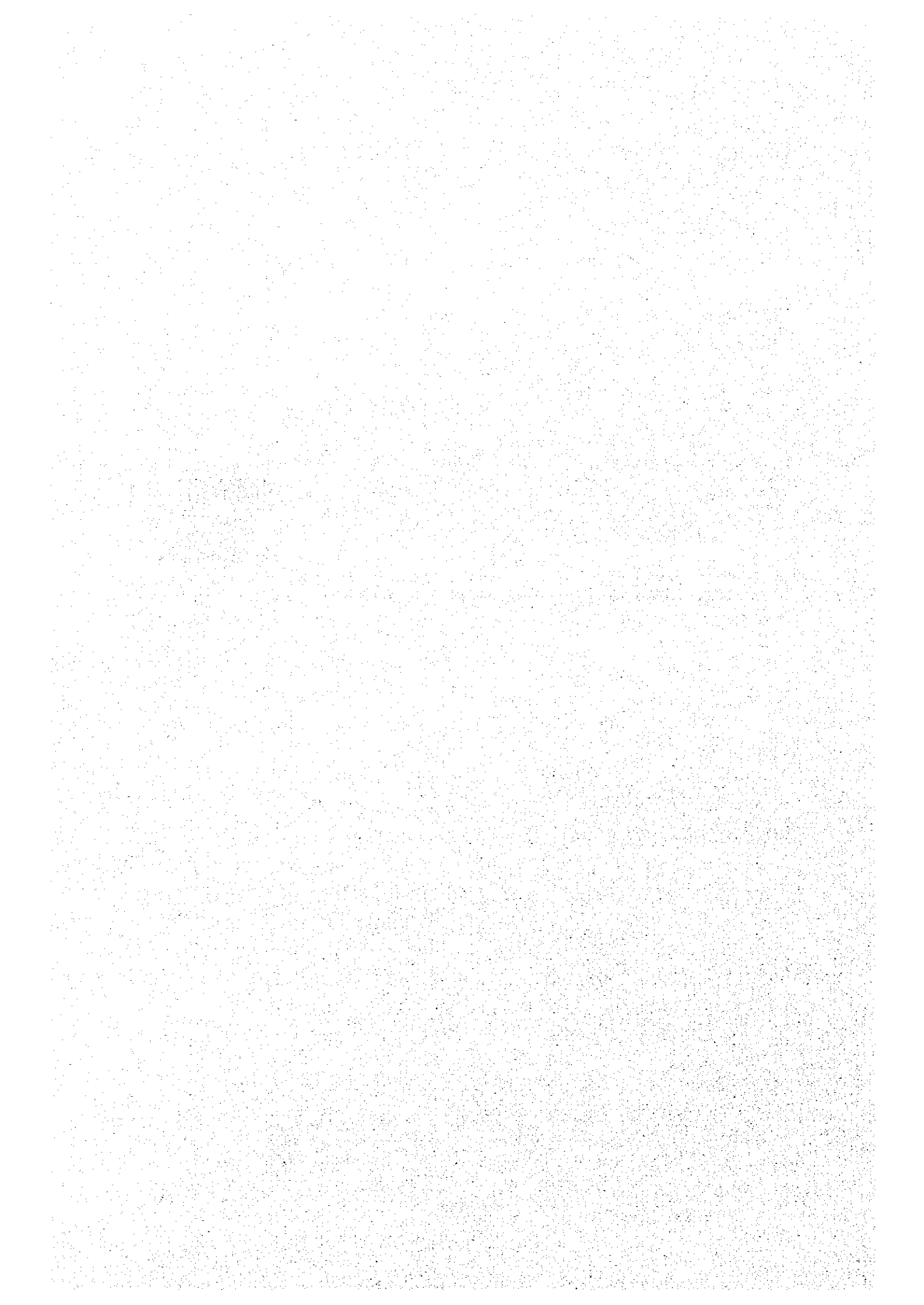
めっき工程は、通常次のように進められる。

素地加工 → 仕上げ研磨 → 予備脱脂 → マスキング → 治具取付け →
仕上げ洗浄 → 酸付け → 陽極処理 → クロムめっき → 治具はずし → 乾燥

硬質クロムめっきは、均一電着性に関する基礎知識と経験的要素を、現在行っているめっき作業において習得した（現在のスリ・ランカのめっき作業は均一電着性に関しては全く無関心）後に行うべきであるし、ばね式引掛けと絶縁コーティングの製作ができないと不可能である。精度を要求されるローラの硬質クロムめっきでは、めっき表面を精密研磨する機械加工設備が必要である。

付屬資料 - 10

陽極酸化技術



陽極酸化技術

アルミニウムおよびアルミニウム合金の耐食性向上の目的で陽極酸化が施される。陽極酸化は耐食性のみならずデザイン効果を期待した装飾的目的にも用いられている。

用途は建材・自動車部品・弱電部品・家庭用器物・光学機械・装身具・ネームプレートなど広い分野に用いられている。

アルミニウムを硫酸の中で電解すると、アノード面に発生する酸素によってアルミニウムの表面に酸化アルミニウムの皮膜が生成する。皮膜は垂直な細孔を持ったセルの集合体で、細孔底部（バリアー層）に電場がかかると、ここで皮膜の生成と同時に溶解が起こり、バリアー層を一定に保ちながら皮膜は電解時間とともに厚くなる。生成した酸化アルミニウムの皮膜は多孔質であるため、処理後封孔処理を行って水酸化物とし、体積の増大により細孔をうめる。また多孔質表面は処理直後は活性であるため、染料の吸着がよく染色が容易である。

処理工程は使用目的で異なるが、家庭用器物の陽極酸化処理の工程は、次のとおりである。

脱脂 → 化学研磨・電解研磨 → 陽極酸化 → 染色 → 封孔

脱脂は素材をエッチングしない硫酸などによる酸脱脂、研磨はリン酸・硝酸・尿素などによる化学研磨あるいはリン酸・クロム酸・硫酸などによる電解研磨で行われる。そのあと 15% 程度の硫酸による陽極酸化、染料による染色、加圧水蒸気・沸騰水・酢酸ニッケル・クロム酸塩による封孔処理が行われる。

陽極酸化処理そのものは硫酸、シュウ酸、リン酸、クロム酸の中で電解する単純な作業であるが、ほとんどが硫酸で行われている。素材の上にコーティングするめっきと異なり、素材の表面が酸化されて皮膜ができるので、酸化皮膜の外観ならびに膜の欠陥は素材表面の各種合金金属によって影響される。銅、亜鉛は溶出し、珪素・鉄は膜中に残り、マグネシウムは同時に酸化される。アルミニウム-マグネシウム系が最も酸化性が優れている。

陽極酸化処理の一般的な処理は、硫酸濃度 10~30%、電流密度 0.8~1.2A/dm²、直流・交流・交直重畳のいずれかによって行われる。

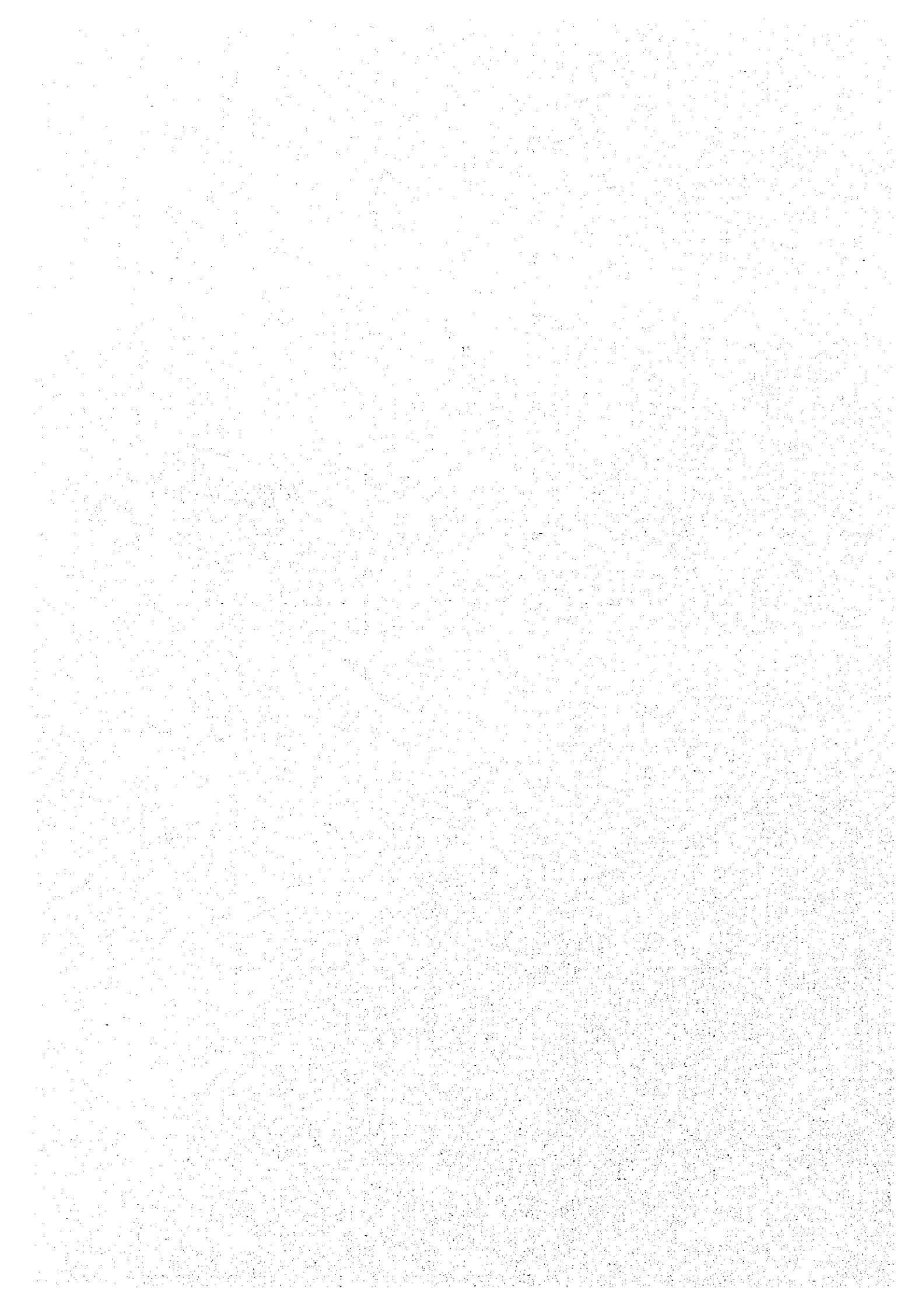
製品の使用目的により化学研磨、電解研磨、染色、電解着色、電着塗装などの要素技術が必要である。最近では陽極酸化の市場は日用品からアルミサッシなどの建築用品に変わってきている。アルミサッシは、使用環境から耐食性が要求される。押し出しによって作

られたアルミ素材を陽極酸化したのち、透明な塗料のコーティングを浸漬塗装あるいは電着塗装で行う。色相によっては染料による染色よりも耐候性のよい二次電解着色によって着色が行われる。すなわちブロンズ色はニッケル塩、赤銅色から黒色は銅塩、黄色はセレン塩の溶液の中で電解してこれらの金属を析出させることによって着色する。

陽極酸化皮膜の特性は、膜厚、耐摩耗性、耐食性、硬さなどで検査される。膜厚は顕微鏡あるいは非破壊式の高周波渦電流膜厚計、耐摩耗性は砂落とし試験機、耐食性は CASS 腐食試験機、アルカリ滴下試験機、硬さは微少硬さ計を用いて行う。

付属資料 - 11

設備・機器の見積もり



設備・機器の見積もり

Appendix 1、4 および 5 でリストアップした設備・機器本体の見積もり（カタログ価格、日本）を下表に示す。

（Appendix 1 および 5 関連設備・機器）

| 設備・機器 | 仕様・数量 | 見積額（千円） |
|-----------------------|---|---------|
| 1. めっき槽 | 20Lプラスチック槽めっきセット | 1,540 |
| (1) めっき実験槽一式（Niめっき用） | 2セット | 1,250 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 整流器（0～15V、30A） ・ 20Lプラスチック槽（410x240x290）一式 プラスチック槽、ブスバー、リード線 エアパイプ、エアポンプ、 アノード（陽極電極 100x100、Cu、Ni、Zn、Pb 各 2 枚） アノードバッグ、濾過器 | |
| (2) めっき実験槽（Znめっき用） | 1槽 | 140 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 20Lプラスチック槽 ・ 濾過器 | |
| (3) めっき実験槽（Crめっき用） | 1槽 | 130 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 20Lプラスチック槽 ・ ヒータ ・ 温度調節器 | |
| (4) 予備槽（活性炭処理用） | 1槽 | 20 |
| 2. 前処理槽・後処理槽・水洗槽 | | 65 |
| (1) SUS槽（300x150x300） | 2槽 | 30 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 脱脂用 ・ 電解脱脂用 | |
| (2) PVC槽（300x150x300） | 5槽 | 25 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 酸洗用 ・ 酸漬用 ・ クロメート用 | |

| | | |
|---|-----|-------|
| (3) PVC 水洗槽 (300x350x300) | 1 槽 | 10 |
| 3. ハルセル試験装置 | | 350 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 整流器 (0~15V、10A) • 加熱式ハルセル槽 • ヒータ • 水銀温度調節器 • リレーボックス • 支持台 • エアーポンプ • アノード (Cu、Cu-P、Ni、Pb、Zn、Sn、Sn-Pb 各 1) • カソード (Cu、真鍮、銅板各 100) | | |
| 4. 卓上精密電圧計・電流計 | | 63 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 直流電圧電流計 (測定範囲切替機能付き) | | 63 |
| 5. 排水処理用測定機器 | | 513 |
| (1) 簡易排水分析計 | | 261 |
| <ul style="list-style-type: none"> • デジタル簡易水質計 (工場排水管理用) • Cu 30 回、Ni 50 回、Cr⁶⁺ 50 回、全 Cr 30 回 Zn 40 回、全 CN 40 回分試薬付 | | |
| (2) ORP 計 (pH 計) | | 252 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 電源電圧 230V、ORP 専用電極付き | | |
| (1 項から 5 項までの小計) | | 2,531 |

(Appendix 4 関連設備・機器)

| 設備・機器 | 仕様・数量 | 見積額 (千円) |
|-----------------------|-------------------------|----------|
| 1. 濾過機 | | 444 |
| ・ 半光沢ニッケル、光沢ニッケルめっき用 | 2台 | 444 |
| | 濾過容量=清水 5,000~6,000L/H | |
| 2. 石英ヒータ・温度制御装置 | | 800 |
| ・ 400V、3KW | 2セット | 800 |
| | (1セット:石英ヒータ 2、温度制御装置 1) | |
| 3. シリコン整流器 | | 1,200 |
| ・ 2次側 8V、500A | 2台 | 1,200 |
| 4. 空気攪拌用ロータリーブロワ | | 160 |
| ・ ベルトがけ方式 | 1台 | 160 |
| 5. 加熱炉 | | 940 |
| ・ 引掛け製作用 (max 300℃) | 1台 | |
| 6. 熱風乾燥器 | | 210 |
| ・ めっき製品乾燥用 (max 200℃) | 1台 | 210 |
| (1項から6項までの小計) | | 3,310 |
| 見積額総計 (千円) | | 5,841 |

JICA