

平成26年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「リチウムイオン電池用タブリードの高精度せん断加工技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成27年3月

委託者 関東経済産業局

委託先 公益財団法人にいがた産業創造機構

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1	研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-2	研究体制	1
(1)	研究組織及び管理体制	1
(2)	管理員及び研究員	3
(3)	経理担当者及び業務管理者の所属、氏名	4
(4)	他からの指導・協力者名及び指導・協力事項	5
1-3	成果概要	6
(1)	高精度バリなしせん断加工技術の開発	6
(2)	極軟質金属薄板の平坦化技術の開発	6
(3)	非接触表面検査技術の開発	6
(4)	非接触搬送装置の開発	6
1-4	当該研究開発の連絡窓口	6

第2章 高精度バリなしせん断加工技術の開発

2-1	はじめに	7
2-2	PCD 製せん断工具の開発	7
2-2-1	PCD の疲労試験	7
2-2-2	PCD 工具による予備加工試験	8
2-2-3	タブリード加工用 PCD 工具の開発	8
2-3	ゼロクリアランス金型の開発	9
2-4	加工試験	10
2-5	まとめ	11

第3章 極軟質金属薄板の平坦化技術の開発

3-1	はじめに	12
3-2	簡易レベラーの製作	12
3-3	高精度レベラーの製作	12
3-4	まとめ	13

第4章 非接触表面検査技術の開発

4-1	はじめに	14
4-2	バリの非接触検出	14
4-3	キズの非接触検出	14
4-4	非接触検査装置の生産ラインへの組み込み	20
4-5	まとめ	21

第5章 非接触搬送装置の開発

5-1	はじめに	22
5-2	プレス工程後のタブリード搬送ライン	22
5-3	まとめ	23

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

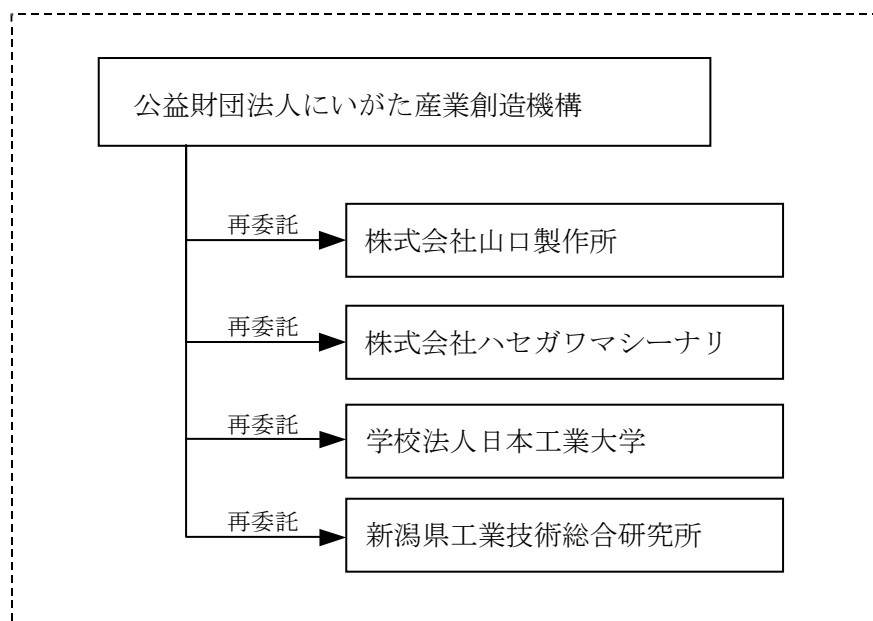
電気自動車等に採用されているラミネート型リチウムイオン電池のタブリードには、純アルミニウムや純銅の焼き鈍し材が使用されているが、極軟質材のためにキズや反りが発生しやすく、高精度・高品質なタブリードを低コストで安定的に量産することは困難な状況にあった。本研究開発の目的は、多結晶焼結ダイヤモンド(Poly Crystalline Diamond、以下 PCD)を使用したゼロクリアランス金型及び高精度レベラー等の新技術を開発し、この極軟質金属薄板を高精度・バリなしでせん断加工する技術を確立すること及びその加工をリチウムイオン電池メーカーのコスト要求に応えるために低コストで実現することである。

研究の目標として、純アルミニウム及び純銅の薄板のせん断加工において、平坦度 0.1 mm 以下、バリ高さ 5 μ m 以下の加工精度を実現する。また、厚さ 0.5 mm 以下の純アルミニウム及び純銅の薄板コイル材を平坦度 0.1 mm 以下で平坦化する技術を確立する。さらに、量産化に対応した高速搬送技術や表面検査技術を開発し、40spm 以上の連続生産による量産化を実現する。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

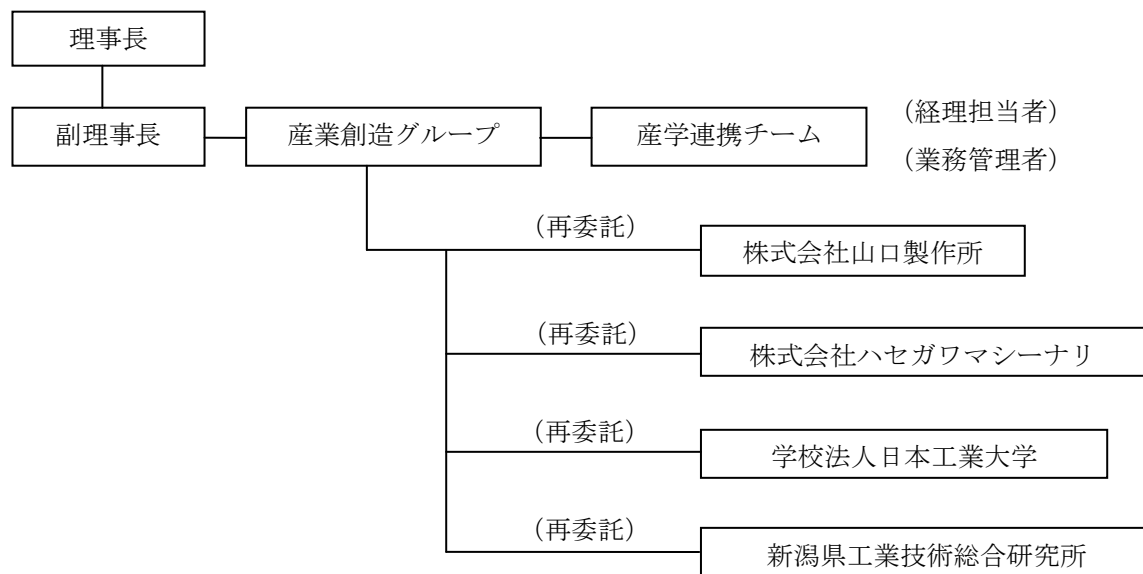
1) 研究組織（全体）



2) 管理体制

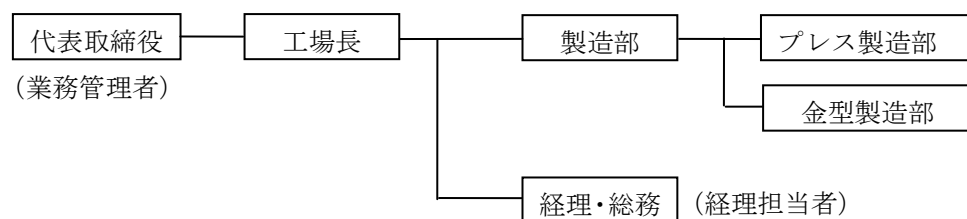
①事業管理者

[公益財団法人にいがた産業創造機構]

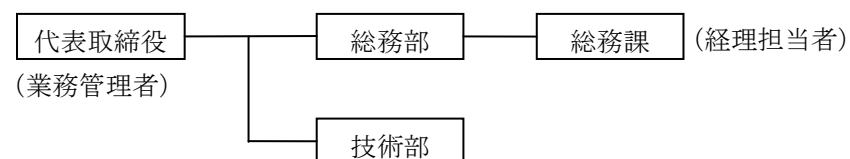


再委託先

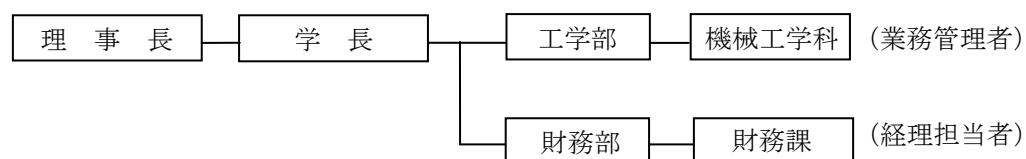
[株式会社山口製作所]



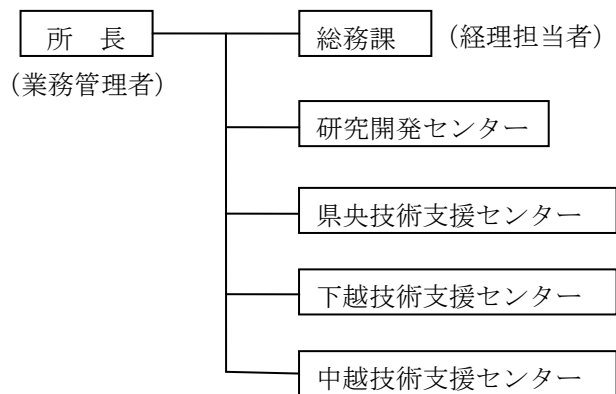
[株式会社ハセガワマシーナリ]



[学校法人日本工業大学]



[新潟県工業技術総合研究所]



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】公益財団法人にいがた産業創造機構
(管理員)

氏 名	所属・役職
田辺 寛	産業創造グループ シニアエキスパート
五十嵐 晃	産業創造グループ シニアエキスパート

【再委託先】

(研究員)

株式会社山口製作所

氏 名	所属・役職
山口 貴史	代表取締役
上村 忠	工場長
阪詰 智裕	製造部 課長
沢中 純一	製造部 プレス製造部
橋本 毅	製造部 金型製造部

株式会社ハセガワマシーナリ

氏 名	所属・役職
長谷川 博	代表取締役
長谷川 聡	技術部員
高山 公介	技術部員
笠原 静夫	技術部員
小林 勇	技術部員
高島 伸之	技術部員
佐藤 高幸	技術部員

学校法人日本工業大学

氏 名	所属・役職
古閑 伸裕	工学部 機械工学科 教授

新潟県工業技術総合研究所

氏 名	所属・役職
斎藤 博	県央技術支援センター センター長
林 成実	県央技術支援センター 専門研究員
皆川 要	県央技術支援センター 専門研究員
天城 和哉	中越技術支援センター 参事
木嶋 祐太	中越技術支援センター 主任研究員
大野 宏	下越技術支援センター 専門研究員
中部 昇	研究開発センター 専門研究員

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(管理法人)

公益財団法人にいがた産業創造機構

(経理担当者) 産業創造グループ 産学連携チーム マネージャー 斉藤 茂樹
(業務管理者) 産業創造グループ 産学連携チーム 総括マネージャー 宮下 祐一

(再委託先)

株式会社山口製作所

(経理担当者) 経理 山口 晴子
(業務管理者) 代表取締役 山口 貴史

株式会社ハセガワマシーナリ

(経理担当者) 総務部 総務課 長谷川 正子
(業務管理者) 代表取締役 長谷川 博

学校法人日本工業大学

(経理担当者) 財務部 財務課 課長 磯 雄二
(業務管理者) 工学部 機械工学科 主任教授 村田 泰彦

新潟県工業技術総合研究所

(経理担当者) 総務課 総務係長 田澤 聡
(業務管理者) 所長 野中 敏

(4) 他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

[開発推進委員会委員]

氏名	所属・役職	備考
山口 貴史	株式会社山口製作所 代表取締役	PL
斎藤 博	新潟県工業技術総合研究所 県央技術支援センター センター長	SL
長谷川 博	株式会社ハセガワマシーナリ 代表取締役	
古閑 伸裕	学校法人日本工業大学 工学部 機械工学科 教授	
白倉 哲男	公益財団法人にいがた産業創造機構 産業創造グループ ディレクター	
田辺 寛	公益財団法人にいがた産業創造機構 産業創造グループ シニアエキスパート	
岡 実	株式会社ネッツ 取締役 工場長	アドバイザー
宮野 幸治	技術アドバイザー	アドバイザー
利根川 雄大	新潟県 産業労働観光部 産業振興課 課長 (現)	アドバイザー (H26. 7. 14～H27. 3. 31)
渡辺 琢也	新潟県 産業労働観光部 産業振興課 課長 (前)	アドバイザー (H26. 4. 1～H26. 7. 13)

1－3 成果概要

(1) 高精度バリなしせん断加工技術の開発

PCD 製せん断工具を組み込んだゼロクリアランス金型を開発し、量産試験（せん断加工数 5 万回）を行った結果、バリ高さの目標値 $5\mu\text{m}$ 以下を達成した。

(2) 極軟質金属薄板の平坦化技術の開発

特殊機能を有する高精度レベラーを開発し、ワークの平坦度 0.1mm 以下を実現した。

(3) 非接触表面検査技術の開発

ワークのバリ、キズを非接触で検査できる装置を開発し、インラインで非接触検査ができる見通しを得た。

(4) 非接触搬送装置の開発

タブリードのプレス加工後に、人手を介することなくワークの搬送や非接触検査が可能なワーク搬送装置を開発した。搬送実験の結果、人手に触れることなくワーク搬送が可能であり、ワーク非接触検査が可能との見通しを得た。

1－4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人にいがた産業創造機構

〒950-0078

新潟県新潟市万代島 5 番 1 号「万代島ビル」10 階

産業創造グループ

産学連携チーム シニアエキスパート 田辺 寛

産学連携チーム シニアエキスパート 五十嵐 晃

TEL 025-246-0068 FAX 025-246-0033

E-mail h-tanabe@nico.or.jp

a-ikarashi@nico.or.jp

第2章 高精度バリなしせん断加工技術の開発

2-1 はじめに

ラミネートタイプのリチウムイオン電池の電極となるタブリードは、金属薄板を素材としており、プレスせん断加工により製造されている場合が多い。切口面のバリ高さは、通常十数 μm あるが、近年はメーカーからの高品質要求により、バリ高さを $5\mu\text{m}$ 以下に抑える必要がある。そのためには、せん断時の金型のクリアランスをほぼゼロとし、パンチとダイの工具刃先は金属が凝着しにくい材料を使用するだけでなく、シャープさを維持する必要がある。そこで、本研究では、上述の要求を満たすために、工具材料としてPCDを採用するとともに、ゼロクリアランス金型の開発を行うこととした。PCDは、以下の優れた特長がある。

- 1) 地球上で最も硬いダイヤモンドの粒子を焼結しており、高硬度で耐摩耗性に優れている。
- 2) 単結晶ダイヤモンドでは難しい大面積を使用できる。
- 3) 金属結合材（コバルト等）により導電性があり、放電加工が可能。
- 4) 多結晶構造のため等方性であり、全方位で均一な特性を示す。

PCD製工具が利用できれば、工具の刃先や側面の摩耗低減、被加工材（金属薄板）の工具への凝着による切口面精度の悪化が防止できるようになることが期待される。

一方、プレスにおけるせん断加工は、金型内を上下動するパンチをガイドにより案内しているが、パンチとガイド間には一定の隙間が存在するため、せん断加工時の材料変形により工具へ側方力が作用する。そのため、隙間分だけパンチが後方へ移動してクリアランスが増加し、これによりバリが増大すると考えられる。そこで、せん断加工中にパンチ側方から側方力よりやや大きな力を作用させた状態（パンチが移動してクリアランスが増大しない状態）でせん断が行える機構を新たに付加したゼロクリアランス金型を開発する。

2-2 PCD製せん断工具の開発

2-2-1 PCDの疲労試験

PCDが打抜きせん断工具として十分な疲労強度を有するかを確認するため、PCDの圧縮疲労試験を行った。PCDのダイヤモンド平均粒径は $0.5\mu\text{m}$ である。図2-1に示すように、先端部にPCDをろう付けした $\phi 3.9\text{mm}$ の丸棒により、下方の鋼材を押し下げること、PCDに約 65.7kN の繰り返し圧縮荷重（板厚 1mm のステンレス鋼板を打抜く際のパンチに作用する荷重に相当）を作用させる方法で

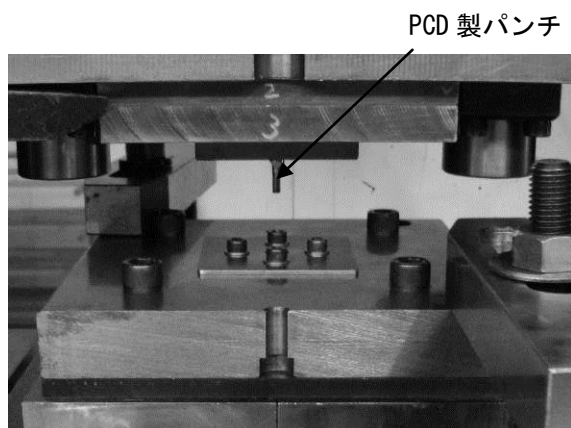


図 2-1 圧縮疲労試験の様子

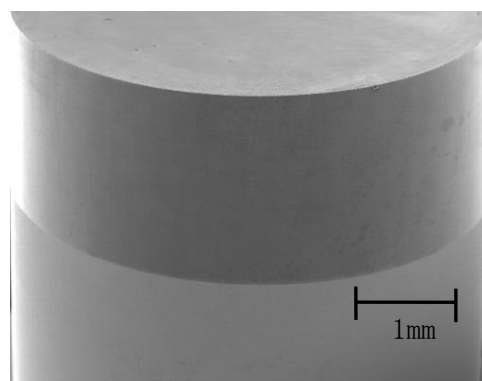


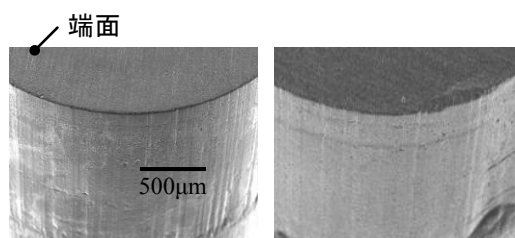
図 2-2 疲労試験後の PCD

100 万回の疲労試験を行った。その結果、図 2-2 に示すように、試験後も PCD には全く異常が認められなかった。

2-2-2 PCD 工具による予備加工試験

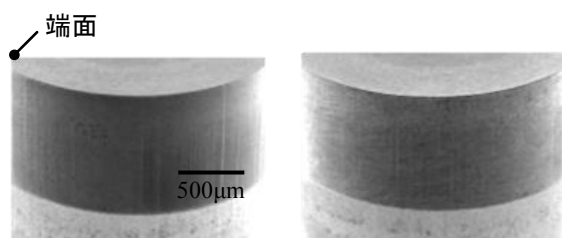
PCD 製工具（外径 $\phi 3.9\text{mm}$ のパンチと穴径 $\phi 4.0\text{mm}$ のダイ）により、板厚 1.0mm のステンレス鋼板（SUS304）の無潤滑連続打抜き試験を行った。比較のため、SKD11 製工具についても同様の条件で打抜き試験を行った。図 2-3 に示す 5 万回と 10 万回打抜き後の SKD11 製パンチからもわかるように、刃先側面が大きく摩耗する現象が認められた。これに対し、PCD 製パンチは、図 2-4 及び図 2-5 に示すように、刃先、側面いずれもほとんど摩耗が認められなかった。これにより、図 2-6 のように、SKD11 製工具の場合は、被加工材の切口面のかえり高さが加工回数の増加とともに急増するのに対し、PCD 工具では 20 万回までほとんど変化が認められなかった。

この結果から、繰り返し衝撃応力が作用する打抜き（せん断）加工用工具にも PCD が適用できる見通しを得ることができた。



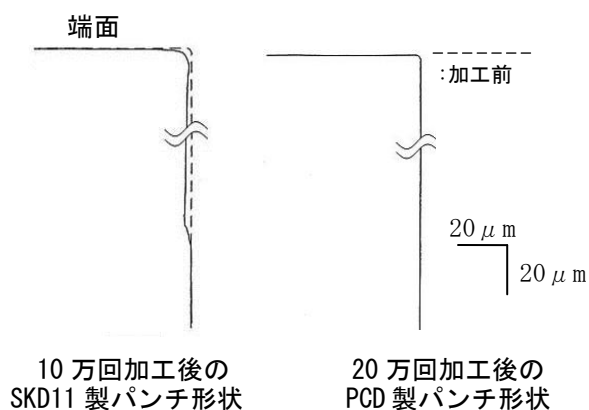
5 万回加工後 10 万回加工後
SKD11 製パンチ刃先性状

図 2-3 加工後の SKD11 製パンチ



5 万回加工後 10 万回加工後
PCD 製パンチ刃先性状

図 2-4 加工後の PCD 製パンチ



10 万回加工後の SKD11 製パンチ形状 20 万回加工後の PCD 製パンチ形状

図 2-5 加工後のパンチ刃先形状

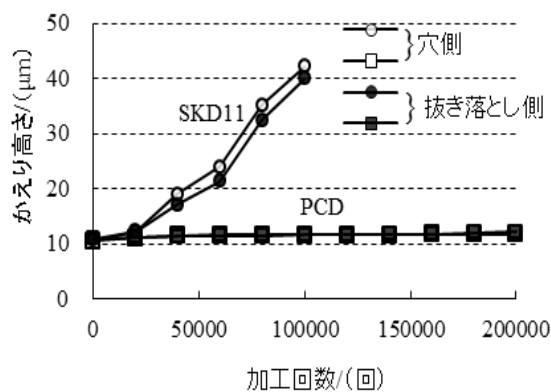


図 2-6 加工回数とかえり高さの関係

2-2-3 タブリード加工用 PCD 工具の開発

図 2-7 に PCD 製工具を組込んだパンチ、ダイの外観を示す。仕上げは研削加工で、工具先端エッジ部の欠けは $4\mu\text{m}$ 程度に仕上げている。

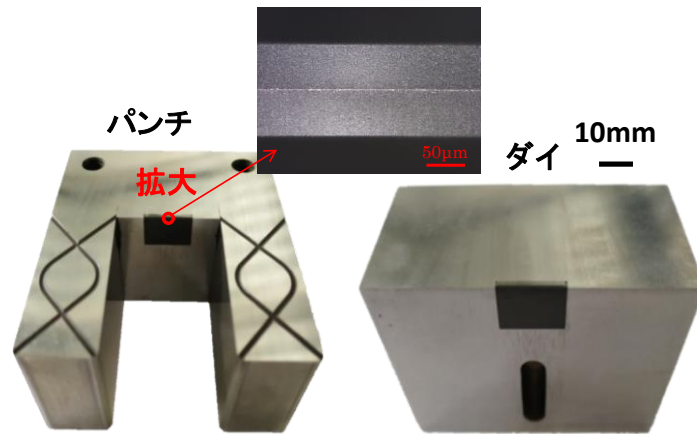


図 2-7 PCD 製工具を組込んだパンチ及びダイの外観

2-3 ゼロクリアランス金型の開発

極軟質金属の薄板を高精度でせん断加工するためには、金型のパンチとダイスのクリアランスを極力少なくすることが重要である。そのためにはパンチとダイが干渉することなく、極めて正確に摺動する必要がある。しかし、通常のダイセット等を用いた金型構造では、このような金型は実現することが困難なため、ダイとパンチのクリアランスを極力少なく保った状態でせん断加工が可能な金型構造を検討した結果、シャーリング方式を採用することとした。シャーリング加工の場合、せん断加工中に図 2-8 に示すような最大せん断荷重 P_m の 20%~30%程度の側方力が作用する。そこで、その側方力よりやや大きな力を作用させながらせん断加工を行えば、ゼロクリアランスでのせん断加工が実現できると考えられる。開発したゼロクリアランス金型の外観を図 2-9 に示す。

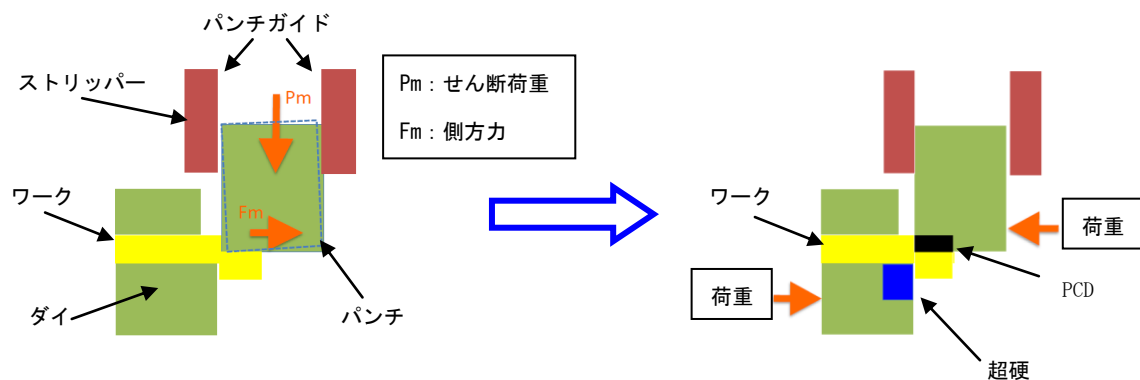


図 2-8 ゼロクリアランスせん断加工

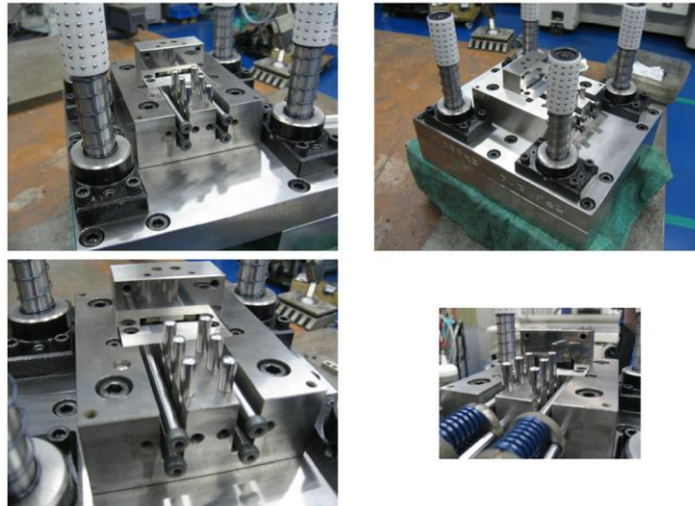


図 2-9 ゼロクリアランス金型

2-4 加工試験

PCD 製工具を組み込んだゼロクリアランス金型により、幅 10mm の純アルミニウム板 (A1100、板厚 0.4mm) のコイル材を長さ 20mm で切断する、量産化を目指した無潤滑連続せん断実験を行った。図 2-10 に切口面角部に発生するバリ高さを評価した結果を示す。1 回目以降、5 万回まではバリ高さの増大は認められず、バリ高さは $2.5\mu\text{m}$ 以下を維持していることが分かる。図 2-11 にせん断切口面のバリ観察結果を示す。

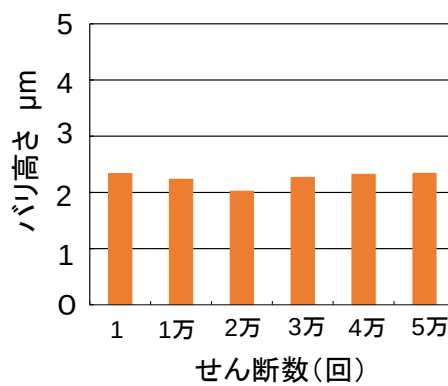


図 2-10 バリ高さの評価

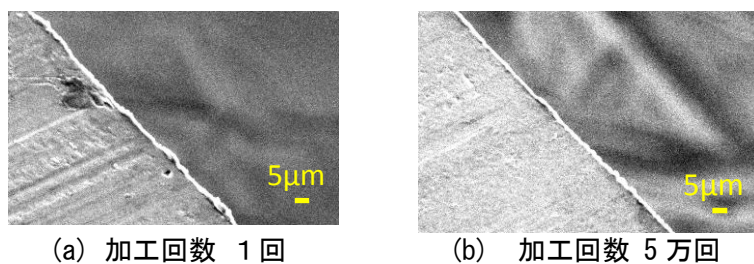


図 2-11 バリの観察結果

2-5 まとめ

疲労試験や打抜き実験により、PCD はせん断加工工具に必要な疲労強度、耐チッピング性を有していることが分かった。また、工具先端エッジ部の欠けを $4\mu\text{m}$ 程度に抑えたタブリード加工用 PCD 工具を開発してゼロクリアランス金型に組み込み、量産化を想定した 5 万回までのせん断加工試験を行った結果、バリ高さは $2\sim 2.4\mu\text{m}$ であり、目標とする $5\mu\text{m}$ 以下を達成した。

第3章 極軟質金属薄板の平坦化技術の開発

3-1 はじめに

本研究で対象としているタブリードの材料は、純アルミニウム及びニッケルメッキを施した純銅の焼き鈍し材であり、極軟質のために変形しやすく取り扱いが難しい。また、製品に要求される平坦度は0.1 mm以下であり、この極軟質金属の平坦化技術の開発が重要な課題となっている。市販されている通常の薄板用の高精度レベラーは、リン青銅やステンレスなどの硬質材料を対象にしているため、極軟質材の平坦化に適用するのは難しい。そこで極軟質材料の薄板を高精度で平坦化できるレベラーを開発した。

3-2 簡易レベラーの製作

極軟質材を高精度で平坦化するためのレベラー構造及び加工条件を検討するために、ローラーピッチ、ローラー圧下量等を自由に変えることのできる簡易レベラーを試作した。図3-1に試作したレベラーの外観を示す。本レベラーを用いて純アルミニウム板(A1050-O、板厚0.3 mm)の平坦化試験を行った。φ13 mmのローラーを上下10本ずつ配置し、ローラーピッチ20 mmで矯正試験を実施した結果、コイル材のために大きく変形した被加工材の反りをほぼ除去できることが分かった。

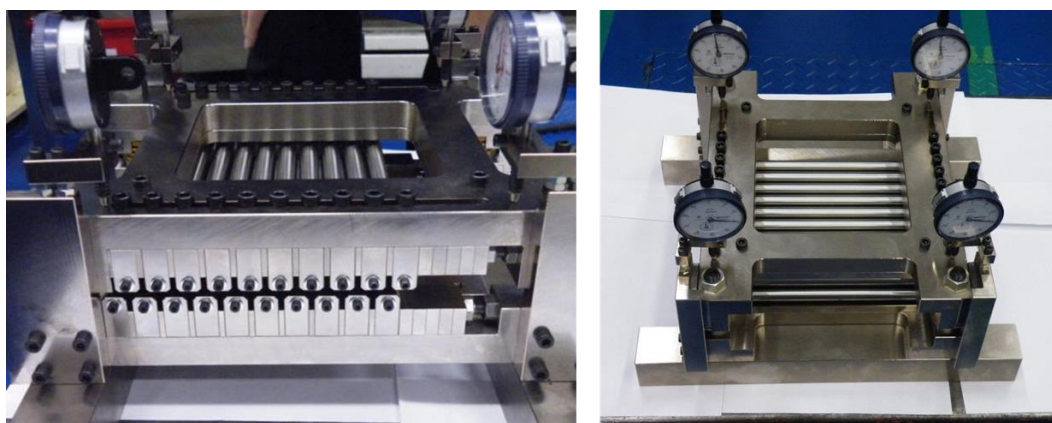


図3-1 簡易レベラーの外観

3-3 高精度レベラーの製作

簡易レベラーの試験結果に基づき、高精度レベラーを製作した。図3-2に外観を示す。



(a) 全体

(b) ロール部

図3-2 高精度レベラーの外観

本高精度レベラーを用いて純アルミニウム板(A1050-0、板厚 0.3 mm)の矯正試験を行い、被加工材の反りを除去し、かつプレス機 40spm に同期して材料が停止できることを確認した。高精度レベラーを通過し、ゼロクリアランス金型によるせん断加工を施した被加工材（幅 30mm×長さ 50mm）の平坦度を測定した結果の一例を図 3-3 に示す。X 軸、Y 軸とも 1mm 間隔で 1,581 点の高さ方向の変位を測定して平坦度を求めた。ランダムに抽出したサンプルの平坦度は 0.05～0.06mm 程度であり、目標値である平坦度 0.1mm を大幅に下回ることができた。

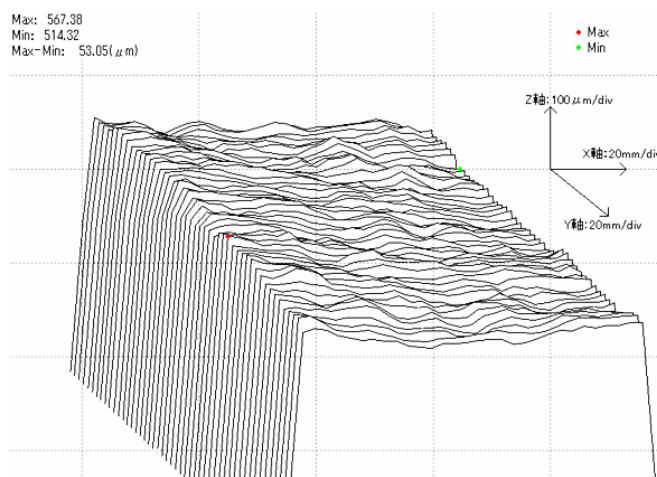


図 3-3 平坦度の測定例

3-4 まとめ

開発した高精度レベラーによる純アルミニウム薄板の平坦度は約 0.05mm となり、許容限度である平坦度 0.1mm 以下を満足し、極軟質金属の矯正加工が可能であることが分かった。

第4章 非接触表面検査技術の開発

4-1 はじめに

純アルミニウム及び純銅の薄板せん断加工において、高さ $5\mu\text{m}$ 以上のバリ及び不良となる被加工材表面のキズを検出するための非接触表面検査装置を開発した。また、本装置を実際に生産ラインに組み込み、インラインでの非接触検査を実施した。

4-2 バリの非接触検出

バリの検査は、図4-1に示す光切断法を利用し、切断面にバリがあるか判別する。検査対象のワークにラインレーザを当て、その画像を広帯域カメラで撮像し、そのラインを画像処理で検出する。このラインがワークの三次元形状となり、切断面にバリがあると突起となって検出される。図4-2に検出例を示す。実際のバリの判別は、基準線を求め、これより大きい場合にバリとする。

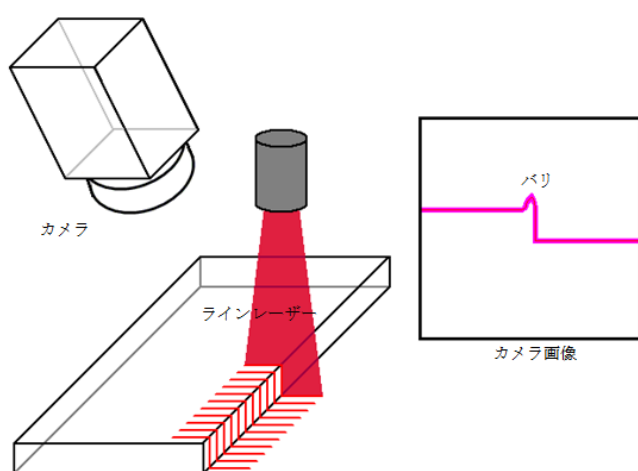


図 4-1 バリ判別方法

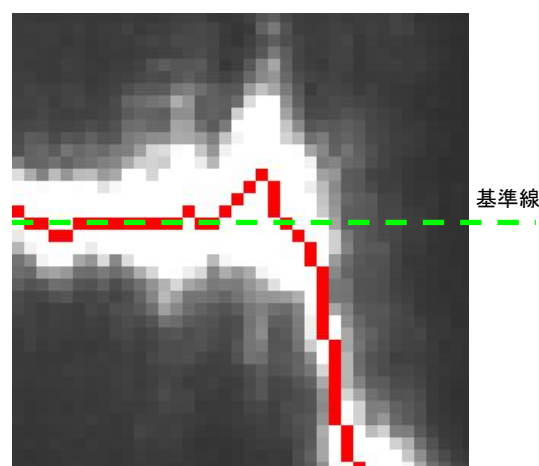
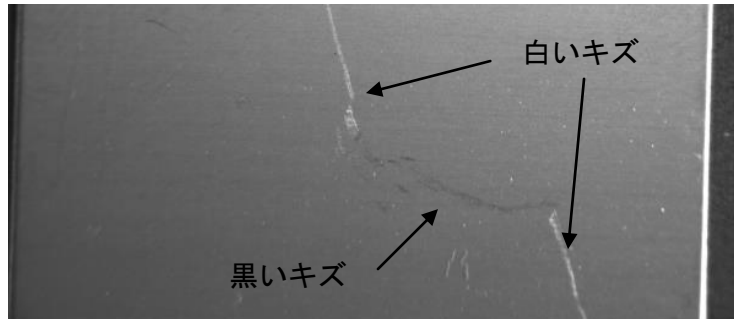


図 4-2 バリ検出の例

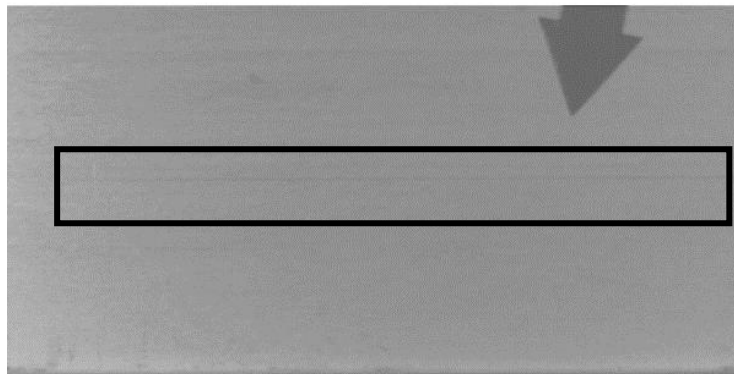
4-3 キズの非接触検出

従来は目視でワーク表面のキズの有無を判別しているが、キズの種類は、図4-3に示すとおり、白いキズ、黒いキズ、微小な黒いスジ、及び打痕によるへこみがある。これらを2次元カメラ画像から判別する。ベルトコンベアに照明と2次元カメラを設置し、コンベア上を移動するワークの画像を取り込み、これを解析してキズの有無を判別する。2次元カメラで取得した画像は、画素ごとに値を持つが、白いキズや黒いキズの部分は、周囲の地の部分に比べて値が大きく変わる。そのため、ある適当な閾（しきい）値で2値化し（キズの部分を1、正常の部分を0）、1の固まりの大きさがある程度大きいものをキズと判別する。2値化によるキズの判別の流れを図4-4に示す。

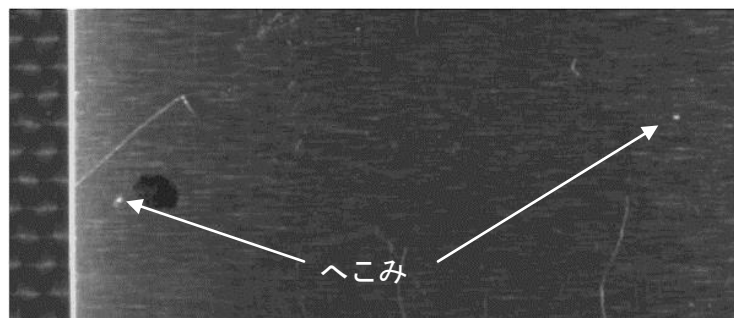
検査装置では、ワークに照明を投射して画像を得るが、ワークの場所によって照明からの距離が異なるため、光の強さも異なり、閾値固定の2値化処理では光の不均一の影響を受ける。図4-5(a)に示す光の強さが一定の理想的な画像では、キズだけが明るくなるため、閾値固定の2値化処理でこれを検出できるが、実際には同図(b)のように、光の強さが場所により異なるため、閾値固定の2値化処理では、光が強い右端もキズと検出してしまう。そのため、ここでは、照明の不均一さの影響を除去する動的2値化を行う。これは、ワークの地の明るさ（照明の強さ）に応じて、閾値を変動させる方法である。実際には、図4-6に示すとおり、ワークの地の明るさを考慮してワークの画像の方を補正し、固定の閾値でキズを判別する。ある画素の周辺との平均画像を求めると、光の強さの不均一



(a) 白いキズと黒いキズ



(b) 黒い微小なスジ

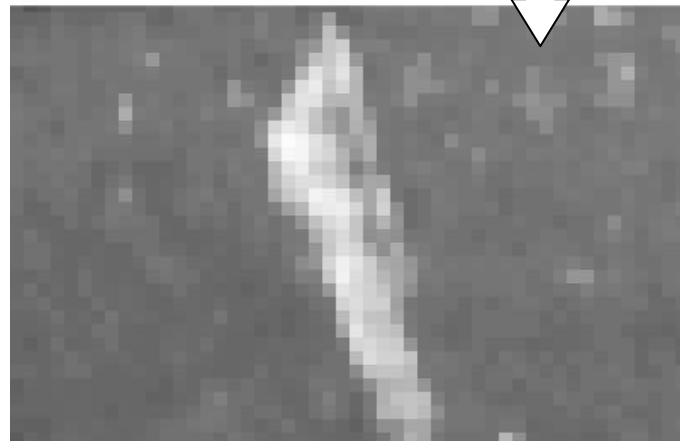


(c) 打痕によるへこみ

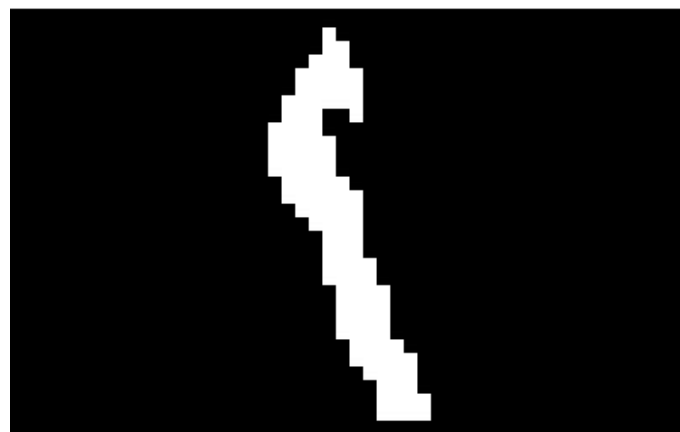
図 4-3 キズの種類



(a) ワークの画像

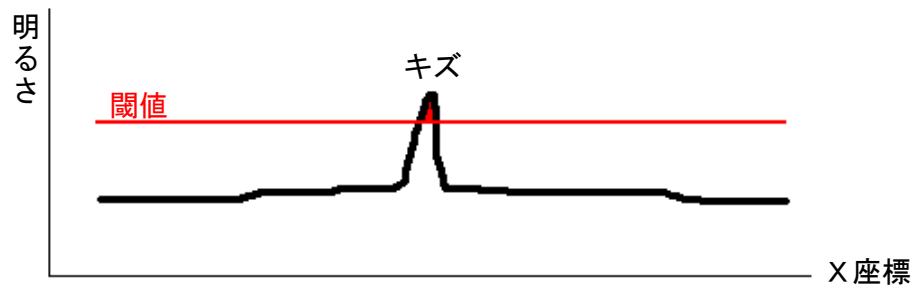


(b) 拡大画像

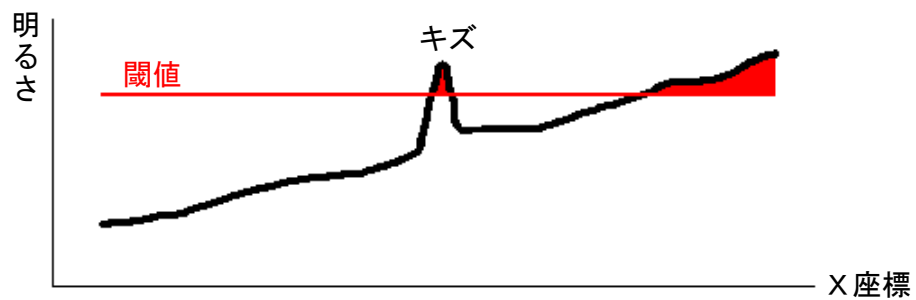


(c) 2 値化画像（塊りが大きいのでキズと判別）

図 4-4 キズ判別の流れ

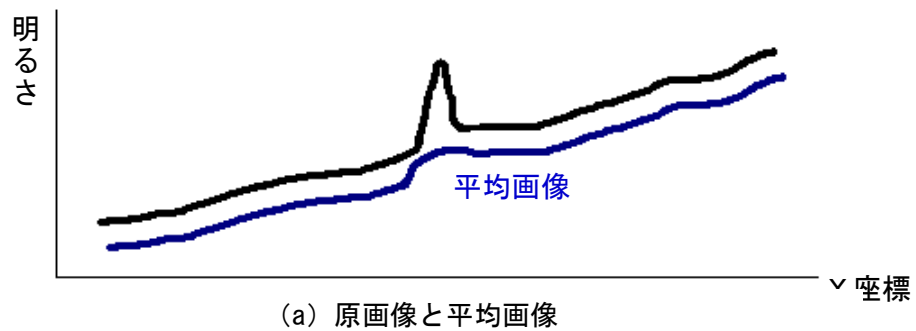


(a) 理想的な画像（光の強さが一定で地の明るさも一定）

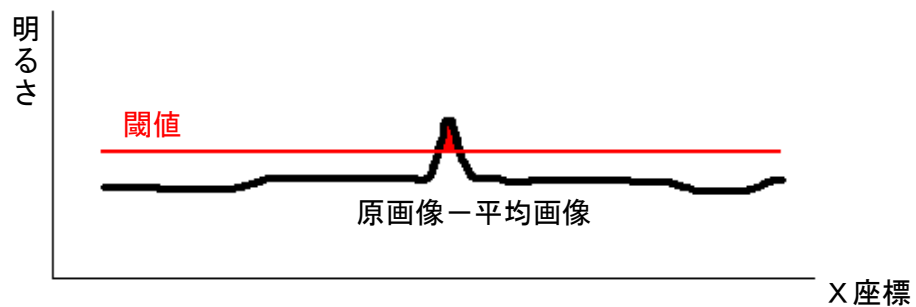


(b) 実際の画像（地の明るさが場所により変わる）

図 4-5 閾値固定の2値化処理



(a) 原画像と平均画像



(b) 原画像－平均画像

図 4-6 動的2値化処理

さを算出でき、原画像から平均画像を引くと、光の不均一の影響を除去し、地の明るさが一定の画像が得られる。図 4-7 に動的 2 値化処理における、(a)原画像、(b)平均画像、(c)原画像から平均画像を引いて光の不均一の影響を除去した画像、(d)コントラストを強調して白いキズを際立たせた画像を示す。(a)と(c)の画像を比較すると、(a)では地の明るさが場所によって異なるが、(c)ではある程度均一になっていることがわかる。この処理を行うことにより、照明の強さの不均一さの影響を抑え、キズを検出することができる。黒いキズも同様の処理で検出可能となる。黒い微小なスジは、地の色と差が少ないため、黒いキズを判別する閾値より小さな閾値を別に設定し、細くて長いものをスジと判別する。また、深いへこみは、面積が小さいため、白いキズを判別する閾値より大きな閾値を別に設定し、2 値化後の面積が小さくてもへこみ不良と判別する。

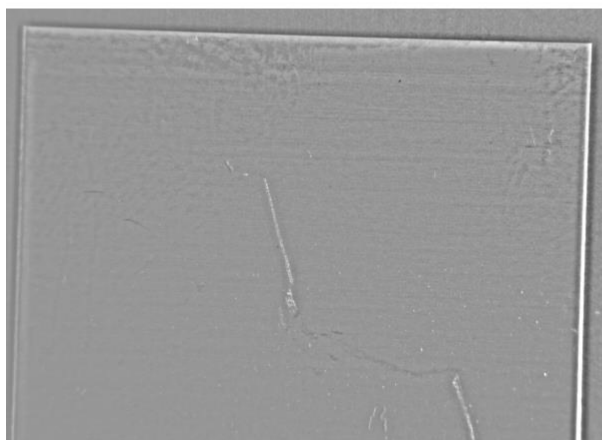
ベルトコンベア上を流れるワークのキズを判別する場合、ワークの領域を算出し、この領域のみを対象としてキズがあるかどうか判別処理を行うことで処理時間を短縮することができる。ベルトコンベアとワークでは画像の明るさが異なるため、その境界をエッジ処理で求めてワークの領域を算出する。原画像、エッジ処理した画像、ベルトコンベアとワークの境界を求めた画像を図 4-8 に示す。ベルトコンベア上を流れるキズの判別試験を行うシステムを図 4-9 に示す。両脇に取り付けた LED 照明でワークに光をあて、上部の 2 次元カメラで画像を取り込み、コンピュータで画像処理を行い、キズ



(a) 原画像



(b) 平均画像



(c) 原画像－平均画像



(d) コントラスト強調画像

図 4-7 動的 2 値化処理における各画像

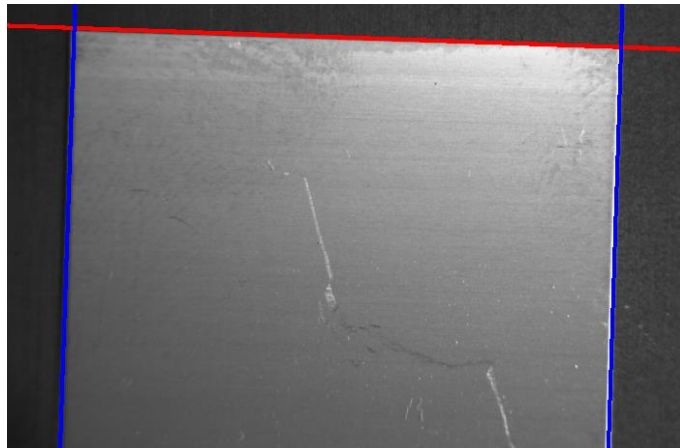


図 4-8 ワーク領域画像

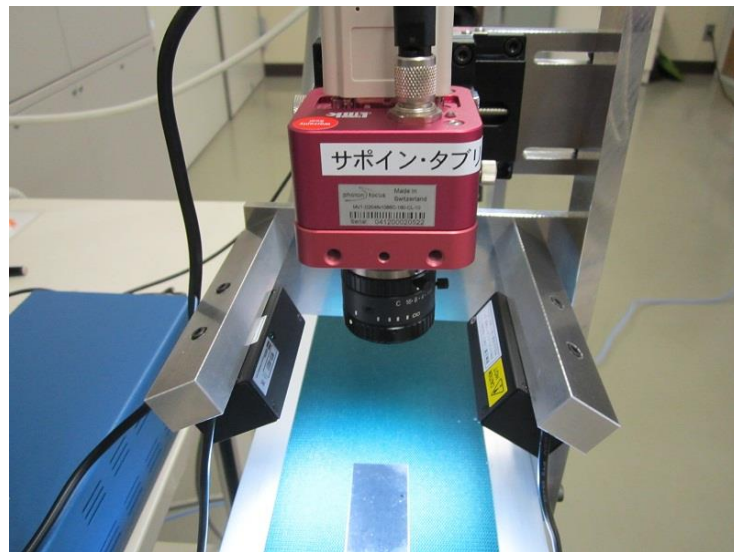


図 4-9 キズ判別試験装置

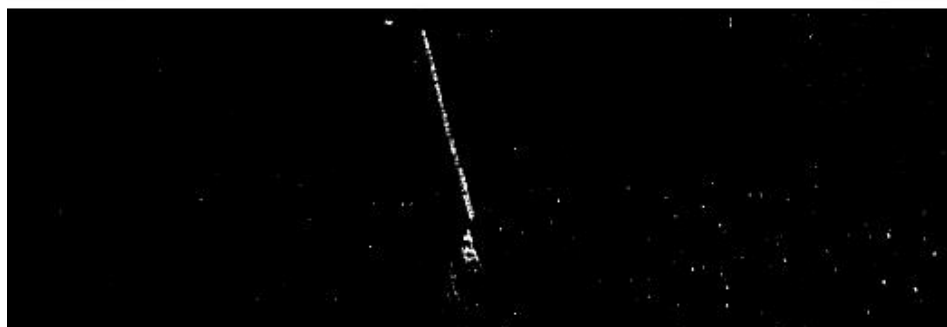
表 4-1 カメラの主要諸元

解像度 (ピクセル)	2,048×1,088
シャッタースピード	10 μ s ~ 0.41/25ns ステップ
1 秒当たりの最大フレーム数	70

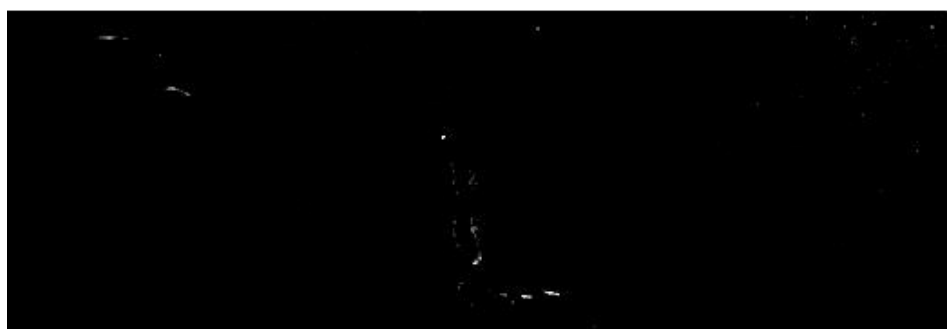
の有無を判別する。2次元カメラの主要諸元を表 4-1 に示す。1 画素は約 0.04mm に相当する。ベルトコンベアの最大速さは 0.3m/s である。白いキズと黒いキズを動的 2 値化で検出した一例を図 4-10 に示す。



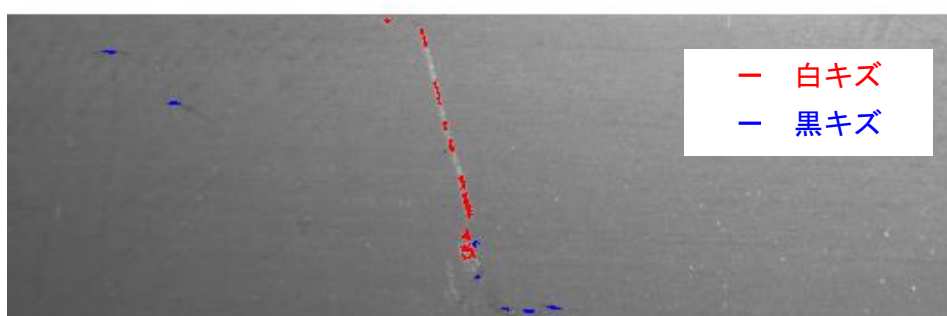
(a) 原画像



(b) 白キズのコントラスト強調画像



(c) 黒キズのコントラスト強調画像



(d) キズ判別画像

図 4-10 キズの判別の一例

4-4 非接触検査装置の生産ラインへの組み込み

キズ検査装置、バリ検査装置を製造ライン上に設置し、評価試験を行った。インライン検査では、タブリードの位置や傾きに注意する必要があることが明らかとなった。

4－5 まとめ

非接触でバリ及びキズを検査可能な画像検査装置を開発した。本装置を製造ライン上に設置し評価した結果、バリ検査装置については、光切断法によりワークの位置や傾きが安定している状況下では $5\mu\text{m}$ のバリが検出できた。インライン検査ですべてのタブリードを精度よく検査するためには、タブリードの位置や傾きを安定させる必要がある。キズ検査については目視検査を行うのとはほぼ同等の検査ができるようになった。アルミ品の一部キズ検査に関しては、様々な方向から光を当てて検査することが有効であることが分かった。

第5章 非接触搬送装置の開発

5-1 はじめに

本事業で対象としているタブリードの材料は、純アルミニウム及び純銅の焼き鈍し材であり、極軟質のために変形しやすく、取り扱いが難しい。そのため、タブリードの生産ラインでは、ワークに極力キズや変形を与えずに移送可能な方式や構造を搬送装置において採用する必要がある。一方、プレス工程から排出されたタブリードは、搬送装置上でインラインかつ非接触で検査しなければならないため、搬送装置は非接触検査にも対応した機能を有する必要がある。そこで、タブリードの生産ラインにおいて、人手を介在せずに非接触で移送可能で、かつ非接触検査にも対応した搬送装置を開発、製作した。

5-2 プレス工程後のタブリード搬送ライン

図 5-1 にプレス工程後のタブリードの搬送ラインの構想図を示す。プレス後のワークは、プレス金型内から小型コンベアで移送され、タブリード搬出コンベアに乗り移る。ワークは、タブリード搬出コンベア上で、スリッターバリ及び表面欠陥（キズ及び打痕等）を非接触で検査する。その後、搬送ラインは切断部の検査のため、直角に曲がる必要があり、ワークはタブリード搬出コンベアからシューターへ落下する。タブリードは、軟質材料であるため、多少の落下でもキズや変形が発生しやすく、シューターには落下衝撃を緩和するような工夫が必要である。また、非接触検査では、ワーク端面または全面にレーザ光やLEDによる光を照射し、反射光をカメラで撮影して、画像処理を行う。その際、ワークは、ワークの所定箇所、または全面にレーザ光や照明が照射されるよう、コンベア上で整列するような工夫が必要である。シューターから移動したワークは表面検査コンベアにて、切断バリの検査を実施し、その後、裏面検査コンベアに吸着される。同コンベアでは、ワーク裏面の切断バリ及び裏面の非接触検査が行われ、搬送ラインは終了となる。

図 5-2 にワーク搬送ライン全体の写真を示す。プレス加工した実際のワークを後工程の搬送ラインに移送し、ライン全体が機能することを確認した。

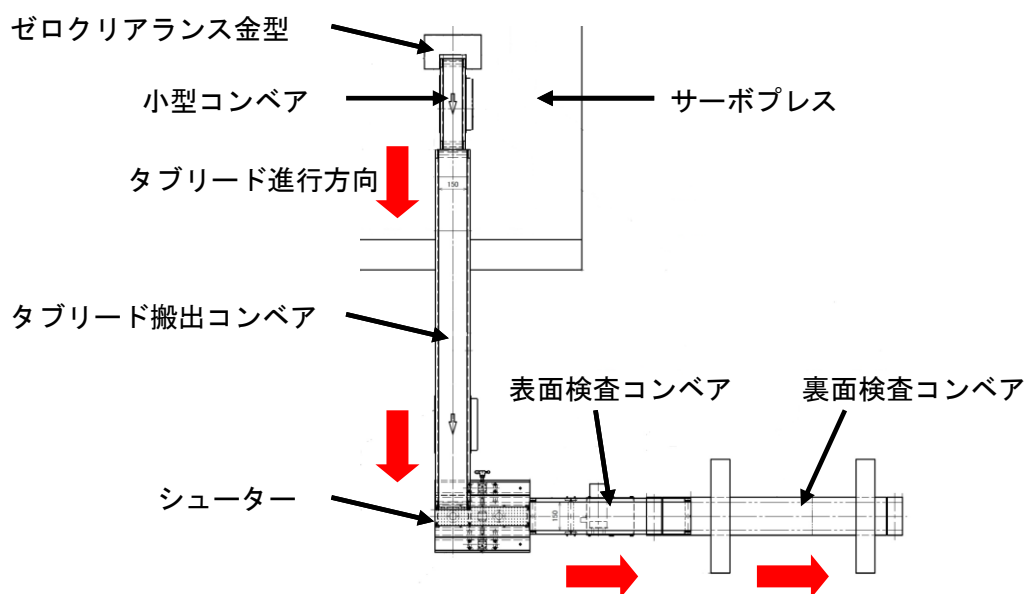


図 5-1 プレス工程後のタブリード搬送ライン



図 5-2 ワーク搬送装置の全体写真

5-3 まとめ

タブリードの生産ラインでは、極軟質なワークを考慮し、極力キズや変形を与えずに移送可能な方式や構造を有する搬送装置を採用する必要があるが、エアフローを採用してワークの落下衝撃を緩和するシューターを開発するとともに、非接触検査工程を考慮し、ワークの整列するための工夫を行うなど、人手を介在せずに非接触で移送可能で、かつ非接触検査にも対応した搬送装置を開発、製作した。