ISSN 0918-0192
CODEN:HKSHEQ

兵庫県立工業技術センター研究報告書

第 10 号

平成 13 年版

兵庫県立工業技術センター

Hyogo Prefectural Institute of Technology

兵庫県立工業技術センター研究報告書　第10号　目次

創造的・先端的基盤技術

			ページ
1	「SR(シンクロトロン放射光)利用技術研究」 澱粉枝切り酵素の構造と機能に関する研究	勝矢良雄，三上文三，尹恵珍， 岩本博行	1
2	「SR(シンクロトロン放射光)利用技術研究」 ＳＲ－Ｘ線回折法によるＴｉＮ系硬質膜の構造評価	兼吉高宏，泉　宏和，上月秀徳， 吉岡秀樹，石原継生，山田和俊， 山下　満，高橋輝男，河合　進	3
3	「地域コンソーシアム研究開発((財)新エネルギー産業技術総合開発機構委託事業)」 2及び3次元イオン注入装置による金型表面特性評価に関する研究開発	長谷朝博，鷲家洋彦，森　　勝， 奥村城次郎，石川　齊，山口幸一， 吉田和利	5
4	「中小企業創造的基盤技術研究(中小企業総合事業団委託事業)」 織物強化された熱可塑性エラストマーおよびゴム複合材料の衝撃吸収特性	藤田浩行，山口幸一，仙崎俊明， 佐伯光哉，平瀬龍二，小紫和彦， 瀬川芳孝，古谷　稔	7
5	「産学官共同研究事業(VR(バーチャルリアリティ)を用いた新製造技術産業の創出)」 感覚フィードバックの開発	中本裕之，才木常正，三浦久典， 一森和之，三宅輝明	10
6	「産学官共同研究事業(VR(バーチャルリアリティ)を用いた新製造技術産業の創出)」 生体情報を用いた疲労監視システムの開発	三宅輝明，一森和之，松本哲也， 三浦久典，金谷典武，中里一茂， 才木常正，瀧澤由佳子， 中本裕之	12
7	「産学官共同研究事業(VR(バーチャルリアリティ)を用いた新製造技術産業の創出)」 視覚支援システムの開発	永本正義，西羅正芳，富田友樹， 稲葉輝彦，山中啓市， 岡本善四郎，上月秀徳， 後藤浩二，園田　司，山岸憲史， 柴原正文，西岡敏明，脇坂彰一	14

地域産業の活性化

8	「中小企業技術開発産学官連携促進事業」 摩擦撹拌接合法によるマグネシウム合金の接合技術の開発	有年雅敏，杉本　護，森山茂樹， 富田友樹	16
9	「地域中小企業集積創造的発展支援事業」 新原料による建設用粘土製品の開発	河合　進，石間健市，赤松　信， 吉岡秀樹，石原嗣生，山下　満， 元山宗之，松井　博	18
10	「地域中小企業集積創造的発展支援事業」 繊維素材の製織技術に関する研究	古谷　稔，佐伯光哉，竹内茂樹， 藤田浩行，瀬川芳孝，小紫和彦， 仙崎俊明，山口幸一	20
11	「地域中小企業集積創造的発展支援事業」 ポリアクリルシロキサンによる皮革の機能性改善に関する研究	角田和成，水谷茂章，隅田　卓， 志方　徹，安藤博美，佐伯　靖， 中川和治	22
12	「地域中小企業集積創造的発展支援事業」 革製品廃棄物（靴）の超臨界水処理	原田　修，隅田　卓，角田和成	24
13	「地域中小企業集積創造的発展支援事業」 アルミニウム合金の接合技術と信頼性評価に関する研究	有年雅敏，杉本　護，森山茂樹	26

14「地域中小企業集積創造的発展支援事業」
2024アルミニウム合金の微細組織と機械的特性に及ぼす粒子分散強化の効果
高橋輝男，山田和俊，柏井茂雄，兼吉高宏，河合　進，元山宗之 28

15「地域中小企業集積創造的発展支援事業」
生産の安定化・高能率化のための加工技術の開発
山中啓市，柴原正文，園田　司，永本正義，上月秀徳，西岡敏明，脇坂彰一 30

16「地域中小企業集積創造的発展支援事業」
ケミカルシューズ産業の高機能及び安全性に関する研究
鷲家洋彦，吉田和利，長谷朝博，西森昭人，森　勝，奥村城次郎，石川　齊，石原マリ 31

技術改善研究事業

17 ５基本味覚物質による味覚評価ソフトウエアの特徴
井上守正，熊澤由佳子，藤村　庄，毛利信幸，松下　啓 33

18 市販調味素材による素麺つゆ評価ソフトウエアの作成
井上守正，熊澤由佳子、藤村　庄，毛利信幸，松下　啓 34

19 薄肉非鉄合金鋳物の製造技術に関する研究
柏井茂雄，兼吉高宏，山田和俊，高橋輝男，赤松　信，河合　進，元山宗之，高谷泰之 35

20 生分解性高分子材料の開発
森　勝，吉田和利，山崎　潔，奥村城次郎，石川　齊，安井三雄，藤村　庄 37

21 超音波計測による表面粗さ計の開発
森山茂樹，浜口和哉，杉本　護，阿部　剛 39

22 ガラス基板状に析出した無電解めっき皮膜の密着性に関する研究
山岸憲史，西羅正芳，園田　司，脇坂彰一 41

23 織物企画設計における風合いの高度利用技術に関する研究
藤田浩行，古谷　稔，佐伯光哉，小紫和彦 43

24 3次元瓦を利用したホームページにおける宣伝技法の研究
平田一郎，後藤泰徳，真鍋元保 45

25 バーバー（床屋）法による環境適合型皮革製造技術
中川和治，松本　誠，隅田　卓，水谷茂章，角田和成 47

デザイン振興事業

26 ユニバーサルデザイン開発～体感遊具
後藤泰徳，平田一郎，真鍋元保 49

経常研究

27 食品加工副生物から機能性食品素材の開発
宮本知左子，目崎喜弘，藤村　庄 51

28 低抵抗率酸化亜鉛系透明導電膜およびオプトエレクトロニクス薄膜の開発
吉岡秀樹，石原嗣生，泉　宏和，山下　満，河合　進，元山宗之 52

29 通気性金型材の開発
高橋輝男，山田和俊，柏井茂雄，河合　進，元山宗之 53

30 輸送包装に係わる環境負荷に関する研究
山崎　潔，奥村城次郎 54

31 集合状態の制御による光機能性有機材料の開発
石原マリ，森　勝，奥村城次郎 55

32 水熱化学反応のゴムへの応用に関する研究
西森昭人，石原マリ，森　勝，石川　齊 56

33 レーザ照射による金属板の曲げ加工	岸本　正，杉本　護，森山茂樹，元山宗之	57
34 製品の振動特性評価と振動耐久性向上に関する研究	安東　隆志	58
35 機械部品のバリ取りと研磨に関する研究	山本章裕，杉本　護，森山茂樹，岸本　正，三宅輝明	59
36 疲労試験中のひずみ測定技術の開発	野崎峰男，森山茂樹，杉本　護	60
37 画像処理を利用した距離計測技術に関する研究	金谷典武，一森和之 熊澤由佳子	61
38 電子スペックル干渉法(ESPI)を用いた振動モードの可視化技術に関する研究	松本哲也，一森和之，北川洋一，中里一茂	62
39 チタンの表面硬化処理ならびにユニバーサルデザイン開発による共用品の開発	稲葉輝彦，山田和俊，西岡敏明，脇坂彰一，後藤泰徳，平田一郎，真鍋元保	63
40 脱フロン対策用代替洗浄機による仮もどし効果	後藤浩二，園田　司，山中啓市	64
41 鉛フリーめっき浴の開発に関する研究	園田　司，後藤浩二，山中啓市	65
42 プラズマによる材料表面改質に関する研究	柴原正文，岡本善四郎，上月秀徳，富田友樹	66
43 染色用水の水質管理技術の向上、高度化に関する研究	杉本　太，礒野禎三，仙崎俊明	67
44 顕微FT-IR等を利用した繊維素材の分析技術	平瀬龍二，中野恵之，小紫和彦	68
45 綿織物の加工収縮の安定化に関する研究	瀬川芳孝，竹内茂樹，長谷川勝	69
46 染色排水の着色の軽減に関する研究	礒野禎三，杉本　太，長谷川勝	70
47 製革準備工程改善による排水汚濁負荷の低減に関する研究	佐伯　靖、松本　誠	71

1　澱粉枝切り酵素の構造と機能に関する研究

勝矢良雄，三上文三*1，尹恵珍*2，岩本博行*3

開発部，*1 京都大学大学院農学研究科，*2 ソウル大学，*3 福山大学生命工学部

1　目　　的

澱粉糖化工業等において利用される糖質関連酵素の中から、澱粉枝切り酵素を対象として構造と機能の関連の解明に取り組んだ。

澱粉枝切り酵素は、澱粉中のα-1,6-グルコシド結合を特異的に加水分解する酵素で、澱粉糖化工業において重要な酵素であり、その基質特異性の違いによりイソアミラーゼとプルラナーゼの２つに分類される。両酵素について基質結合様式を解明するため基質アナログとの複合体のＸ線結晶構造解析を試みた。

2　結　　論

イソアミラーゼ及びプルラナーゼ共に、基質アナログとの複合体のＸ線構造解析に成功した。両酵素において分岐基質の結合様式は極めて類似していることがわかった。

3　実験方法

試料として*Pseudomonas amyloderamosa*由来のイソアミラーゼと*Klebsiella pneumoniae*由来のプルラナーゼを用いた。

酵素-基質アナログ複合体に対してＸ線結晶構造解析を行った。イソアミラーゼ複合体の調製に関しては酵素結晶を１０mMマルトテトラオースに浸漬して行い、プルラナーゼ複合体については、酵素結晶を３００mMのイソマルトース、マルトース、マルトトリオース、マルトテトラオースに浸漬して行い、SPring-8兵庫県ビームライン（BL24XU）にて理学電機製イメージングプレート回折計R-AXIS4及びR-AXIS5を用いてＸ線回折データを収集した。分子置換と精密化はX-PLOR（イソアミラーゼ）及びCNS（プルラナーゼ）を用いて行った。

4　結果と考察

４．１　イソアミラーゼ

酵素－マルトテトラオース複合体について１．８Å分解能での構造精密化の結果、結晶学的Ｒ値は１９．０％、R_{free}値は２４．４％になった。

見いだされたグルコース残基９個の中で、５個の結合位置は触媒部位から非還元末端側に連続して位置し、還元末端から非還元末端に向かってサブサイト－１～－５に結合している。その中で最も還元末端側に存在するサブサイト－１に結合したグルコース残基はTyr250とスタッキング相互作用する位置にあり、α－アミラーゼファミリー酵素において相当するグルコース残基と立体的によく重なる。またマルトテトラオースはサブサイト－１～－４に結合するものとサブサイト－２～－５に結合するものの２種の様式で結合しており、精密化の結果それぞれの占有率は０．４４と０．３８であった。

残り４個のグルコース残基は活性クレフト中で、サブサイト－１～－５に結合したマルトテトラオースよりも酵素分子の外側に連続して位置し、マルトテトラオース１分子分にあたる。還元末端側から２番目のグルコース残基を、そのＯ１とＯ４を結ぶ軸を中心に約３０度回転させると６位の水酸基がサブサイト－１に結合したグルコース残基の１位の水酸基と近接し、その結果α-1,6-グルコシド結合の形成が可能であることがわかった。２つのグルコース残基の間をα-1,6-結合で結び、分岐形成に直接寄与しない他のグルコース残基を固定してプログラムCHARMmを用いて分子力学的にエネルギー最小化を行った分岐基質結合モデルを図１に示す。

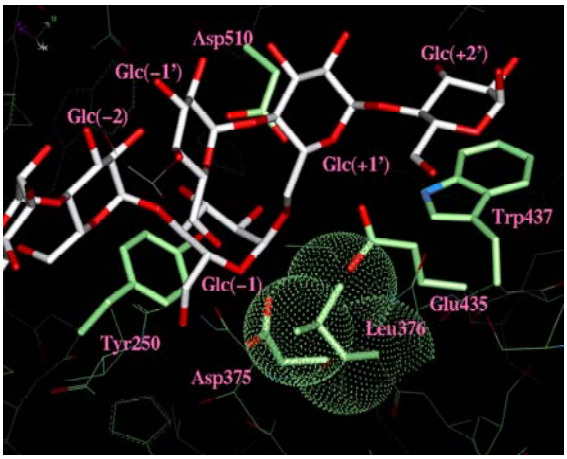


図１　イソアミラーゼの基質結合モデル

サブサイトー１～－５に結合したグルコース残基は分岐の枝側に属し、残りのグルコース残基は幹側に属する。幹側の還元末端のグルコース残基はArg461との水素結合及びTrp437とのスタッキング相互作用で保持されている。また、アミノ酸配列の相同性に関する解析の結果、これらアミノ酸はイソアミラーゼ類で保存されていることがわかった。また幹側のサブサイトは分岐位置よりもさらに非還元末端側にも少なくとも２残基分存在する。

α－アミラーゼファミリー酵素における基質結合様式と比較すると、加水分解位置よりも非還元末端側に位置する分岐側は直鎖状基質の場合と類似しているが、分岐が結合している幹側グルコース残基は、直鎖状基質において＋１サブサイトに結合したグルコース残基の位置とは類似性に乏しい。これは触媒残基であるAsp375に隣接するLeu376による立体障害の影響によるものと考えられる。すなわち、このLeu376がイソアミラーゼが直鎖状基質を加水分解することを妨げる上で決定的な役割を果たしているものと推定される。また、これに相当するロイシン残基は、澱粉枝切り酵素類で保存されていることが、アミノ酸配列の解析の結果からも確認され、澱粉枝切り酵素を特徴づけるものであることがわかった（表１）。

表１　イソアミラーゼ及びプルラナーゼの保存配列

イソアミラーゼ		
Pseudomonas amyroderamosa	371	GFRFDLASV
Flavobacterium sp.	384	GFRFDLASV
Myroides odoratus	391	GYRFDLASV
Rhodothermus marinus	355	GFRFDLAAA
Rice	350	GFRFDLASI
Maize	413	GFRFDLASI
Arabidopsis thaliana	406	GFRFDLGSI
プルラナーゼ		
Klebsiella pneumoniae	692	GFRFDLMGY
Klebsiella aerogenes	671	GFRFDLMGY
Bacillus stearothermophilus	348	GFRFDLMGI
Rice	572	GFRFDLMGH

４．２　プルラナーゼ

構造精密化計算に用いた分解能は、酵素－マルトース複合体では１．８Å、酵素－イソマルトース複合体及び酵素－マルトトリオース複合体では１．９Å、酵素－マルトテトラオース複合体では１．７Åであった。精密化の結果、結晶学的Ｒ値はそれぞれ１８．７％、１８．８％、２０．０％、１９．４％となった。

酵素－イソマルトース複合体では、触媒部位から２残基非還元末端側（サブサイトー２）にグルコース１つ分の電子密度が認められた。また酵素-マルトース複合体では、触媒アミノ酸残基をはさんで還元末端側と非還元末端側（サブサイトー１、－２）にそれぞれ１分子分のマルトースの存在が認められた（図２）。還元末端側マルトースの還元末端グルコース残基の６位の水酸基と、サブサイトー１に結合したグルコースの１位の水酸基が近接していることから、この部分が澱粉の分岐部分だと考えられる。一方、酵素－マルトトリオース／マルトテトラオース複合体では、分岐した枝に相当する糖鎖の電子密度が非還元末端側（サブサイトー３、－４）に伸びていたのに対して、幹に相当する糖鎖部分の電子密度は還元末端側ではなく非還元末端側に伸びていた。この非還元末端側に伸びた２本の糖鎖は分子の外側に導かれ、また２本の糖鎖の間には２本の水素結合がかかっていることが認められた。

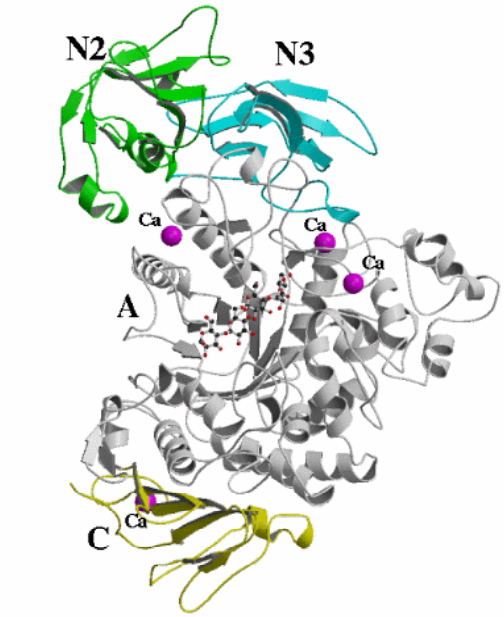


図２　プルラナーゼとマルトース複合体の構造

４　謝　　辞

SPring-8兵庫県ビームラインを利用したＸ線回折実験は実験課題Ｃ００Ａ２４ＸＵ－５０１Ｎ、Ｃ００Ｂ２４ＸＵ－５００１Ｎ及びＣ０１Ａ２４ＸＵ－５００１Ｎにおいて実施した。精製酵素試料の提供について（株）林原生物化学研究所の久保田倫夫博士並びに堺修造氏に感謝します。またR-AXIS5の利用の便宜の提供に関して理化学研究所の山本雅貴博士に感謝します。

本研究は「糖質関連酵素の構造と機能に関する研究」の中で実施した。

（文責　勝矢良雄）
（校閲　藤村　庄）

２　ＳＲ-X線回折法によるＴｉＮ系硬質膜の構造評価

兼吉高宏，泉　宏和*1，上月秀徳*2，吉岡秀樹，石原嗣生，山田和俊*3，山下満，高橋輝男，河合　進

無機材料部，*1 企画情報部，*2 生産技術部，*3 機械金属工業指導所

１　目　的

コーティング膜や機能性膜などの薄膜化、高機能化に対する要望が増す中で、膜の構造解析は重要な役割を占めている。解析技術においても膜の複雑化により高精度、高分解能測定技術が要望されている。

本研究では、種々の薄膜作製法により超硬チップや高速度鋼上に形成したＴｉＮ系薄膜について、薄膜の局所的な結晶構造、配向性、残留応力等の状態を明らかにし、膜特性との関連および優れたコーティング薄膜の作製条件、特に、剥離要因となる残留応力の除去法を見い出すことを目的とした。

２　結　論

高輝度放射光を用いることにより、局所領域での X 線回折測定が可能となり、局所領域での配向性や残留応力の解析が可能となった。その結果、超硬チップ上に作製したＴｉＡｌＮ薄膜の中央部および製品として重要となるエッジ部分での配向性および残留応力の分布状態の把握、また、残留応力については、熱処理による応力緩和の効果についても明らかにすることができた。

３　実験方法

兵庫県ビームライン（ＢＬ２４ＸＵ）Ｂハッチにおいて、WC超硬チップおよびエンドミル上にイオンプレーティング法により作製したＴｉＡｌＮ薄膜の斜入射および微小領域でのＸ線回折測定を行い、結晶構造、配向性、残留応力などの局所測定を実施した。X 線回折には、放射光を１００μｍΦのピンホールを通し、サンプル上に照射し、０～１２０° の範囲の回折パターンを一度に取り込むことができるＰＳＰＣ（位置敏感型Ｘ線検出器）を用いて、迅速な測定を行った。

４　結果と考察

図１に、イオンプレーティング法におけるバイアス電圧を変えて製膜したＴｉＡｌＮ膜の局所配向性を示す。グラフ横軸は、超硬チップのエッジ部分からの距離であり、左側がエッジ部を表している。また、縦軸は配向度を表しており、高いほどその面の配向性が強いことを示している。図からバイアス電圧が低い場合(-20V)は、配向性が無く（無配向）、バイアス電圧が-40V 以上になると、（１１１)配向性が強くなることがわかった。また、（１１１）配向性は、膜中央部分で強く、エッジ部で配向性が低くなることがわかった。超硬チップなどではエッジ部を用いることが多く、この結果は、局所領域での配向性などの評価が重要であることを示していると言える。

図 2 は、超硬チップ上に-70V のバイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜の（１１１）配向性の面内分布（マッピング）を表したものである。これは、図 1 で示した配向性の 1 次元分布状態を、2 次元に拡張したものである。黒い領域は、（１１１）配向性が強く、白い領域は配向姓が無いこと（無配向）を表している。なお、チップ右上の白い領域は、穴があいているため、データが無い部分で、無配向を示しているものではない。図 1 の結果と同様に、チップ中央部で(１１１)配向性が強く、

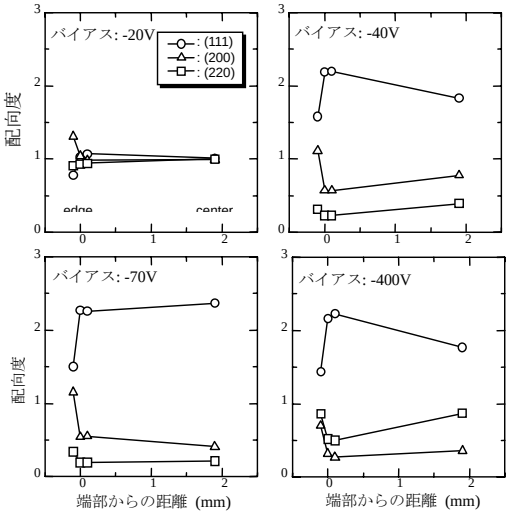


図 1　各バイアス電圧で超硬チップ上に作製したＴｉＡｌＮ膜の配向性分布（線分析）

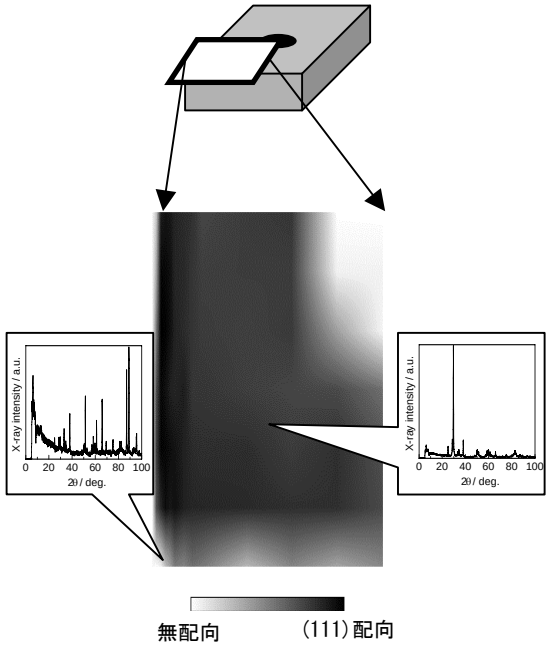


図２　超硬チップ上に－70V のバイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜の配向性の面内分布

エッジ部分で配向性が低いことが一見してわかる。このデータの測定では、1 点当たり 30 秒で 300 点、計 9000 秒（2 時間半）で完了しており、強力な放射光を用いることによって、局所領域での迅速な測定が可能となった。

図 3 に各バイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜の内部応力の変化およびチップ内の各位置での内部応力の測定（線分析）結果を示す。図 1 と同様に横軸はチップのエッジ部分からの距離を表している。各位置での残留応力は、いずれのチップにおいてもほぼ一定の値を示しており、ほぼ均一な応力分布を示していることがわかった。

以上の結果をもとに、熱処理による残留応力の緩和を試みた。図 4 に各バイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜を１０５０℃、真空中で熱処理した時の残留応力の変化示す。図中の○および●印は、膜の中央部分における熱処理前および熱処理後の残留応力を、□および■印は膜のエッジ部分における熱処理前および熱処理後の残留応力を表している。なお、回折パターンから熱処理による膜の変質は認められなかった。バイアス電圧の違いによる残留応力の変化は、バイアス電圧が－１００Ｖの時に最大の残留応力（約２．４ＧＰａ）を示した。また、残留応力除去のため１０５０℃で熱処理を行ったものは、ほとんどのバイアス電圧の膜において残留応力が低下し、最大約５５％の応力緩和が認められた。特に、ドリルやバイトなどで製品で重要となるエッジ部での残留応力がほとんど除去されていることから、熱処理による残留応力除去が非常に有効であることがわかった。

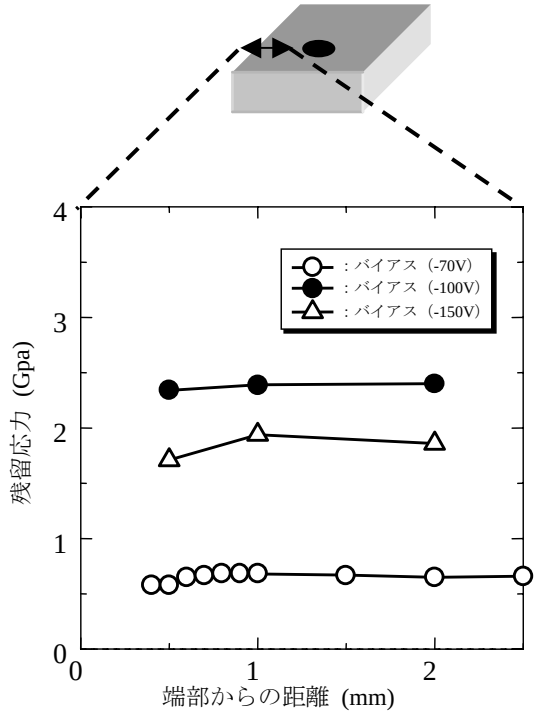


図 3　各バイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜の内部応力の変化およびチップ内の各位置での内部応力の測定（線分析）結果

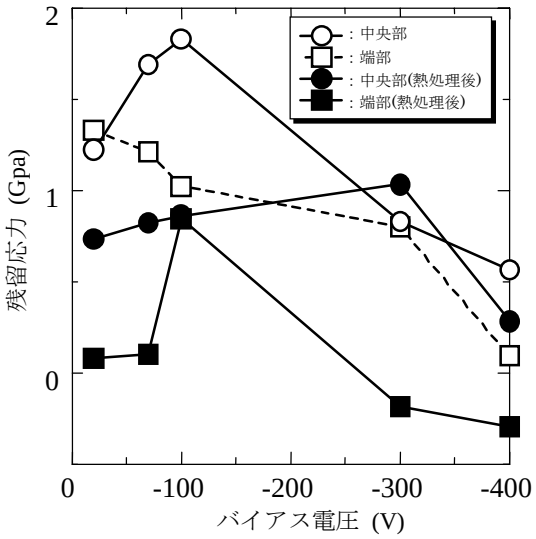


図４　各バイアス電圧で製膜したＴｉＡｌＮ膜の残留応力の熱処理による変化

（文責　兼吉高宏）
（校閲　元山宗之）

「地域コンソーシアム研究開発」

３　２及び３次元イオン注入装置による金型表面特性評価に関する研究開発

長谷朝博[*1]，鷲家洋彦，森　勝，奥村城次郎，石川　齊，山口幸一[*2]，吉田和利

有機材料部，*1 企画情報部，*2 繊維工業指導所

１　目　　的

ゴム材料の加硫成形に使用する金型は高温で加硫を繰り返す中で表面がゴムにより汚染されることから、金型から離れにくくなったり、ゴム表面の外観や製品寸法が損なわれるなどの問題が生じる。この問題を解決する手段として離型剤の使用があるが、それもまた金型汚染の原因となることから耐汚染性金型の開発が望まれている。

このような課題を解決する方法に金型の表面改質があり、その一例として金型表面へのイオン注入がある。これは窒素、フッ素などのプラズマガス雰囲気中に金型をおき、電圧をかけることで金型表面にイオンを打ち込むことで金属表面層の改質を行うものである。

一方、ゴム材料の中でも自動車部品、電線・ケーブル、ベルト等で多く使われているエチレンプロピレンゴム（EPDM）は、耐候性、耐オゾン性等優れた性能を持つが、他のゴムと同様に加硫成形する金型は表面がゴムにより汚染される。特に EPDM が得意とする高温射出成形では汚染が起こりやすい。

本研究ではこの EPDM の金型に対する汚染を軽減させるための処理条件を、まずイオン注入処理硬質クロムめっき鋼平板（２次元）の繰り返し加硫試験から検索し、次にそこで得られた条件をモデル金型（３次元）に適用して繰り返し高温射出成形試験を行った。

２　結　　論

硬質クロムめっき処理金型（炭素鋼基材）に窒素イオン注入処理を施すことによって、１０～４０倍程度の耐金型汚染性、離形性が改善されることが分かった。この技術を活用することによって、高温射出成形での金型交換回数が少なくなり、不良率が低減する成形技術の確立が期待される。

３　実験方法

３.１　イオン注入条件の検討

使用した EPDM の配合はゴムの成形加工の主流となる射出成形を想定した高温短時間加硫配合で行った。硬質クロムめっき鋼板試料へのイオン注入条件は、イオン種を窒素イオンもしくはフッ素イオンで行った。注入エネルギーは１０ keV、２０ keV で、注入時間は１０分間、６０分間で行った（イオン注入処理試料６点、CrN 薄膜表面処理試料、未処理試料）。

繰り返し加硫試験は、各種イオン注入した硬質クロムめっき鋼板を金型にセットし、１９０℃、５分間プレス加硫し、特定回数ごと（１０、２０、・・５０回）に離型性及び汚染性の評価を金属面、ゴム面両者で行った。

３.２　離型性及び汚染性の評価法

離型性評価は独自基準を作成して行い、汚染性評価は目視による評価とスキャナーを用いてクロムめっき鋼板表面のグレースケール画像を取り込み、ピクセル濃度と度数のヒストグラムから求めたピクセル濃度平均値の初期値からの変化量を汚染度として評価する画像処理による評価を行った。

３.３　射出成形機による汚染性評価

イオン注入硬質クロムめっき鋼板試料の結果を基にイオン注入処理を施した射出成型用モデル金型の耐金型汚染性評価を行った。金型としては防振パット用金型と靴底用金型の２種類を用い、射出成形機は実用化を踏まえて汎用機を使用した（図１）。耐汚染性の評価は、スキャナーによる画像の取り込みが立体的な金型では困難なため、独自基準による目視判定を行った。



図１　実寸大モデル金型

4　結果と考察

4.1　イオン注入条件の検討

EPDM の１９０℃加硫においてイオン注入処理したクロムめっき鋼板の繰り返し加硫後の耐汚染性を評価したところ、注入エネルギーが 20keV の窒素イオン注入試料は未処理試料よりも耐汚染性に優れており、注入時間が長いほど効果的であることが目視評価、画像処理評価から明らかになった（図２）。しかしフッ素イオン注入は効果が見られなかった。CrN 薄膜表面試料は耐金型汚染性、離形性の改善に有効であることが分かった。

4.2　射出成形機による離形性、耐汚染性評価

射出成型機試験に使用する金型は、４.１の結果に基づき、窒素イオンを注入エネルギー 20keV、注入時間 60 分間で処理したものと、フッ素イオンを注入エネルギー 10keV、注入時間 10 分間で処理した合計 2 条件のモデル金型を準備して射出成形に用いた。射出成形機には、イオン注入処理した防振パット用、靴底用金型及びそれらの未処理金型を取り付けて、EPDM 加硫成形を 1,000 ショット連続で行った。

防振パット用金型の場合、加硫成形において、未処理金型は 10 ショットあたりから光沢がわずかに低下し､30 ～ 50 ショットではゴムの流動性の影響と思われる部分的な汚れが観察され、その後回数を重ねるごとに明確な模様が表れた。同時に離形後のゴム面にも曇りが転写されるようになった（図３）。

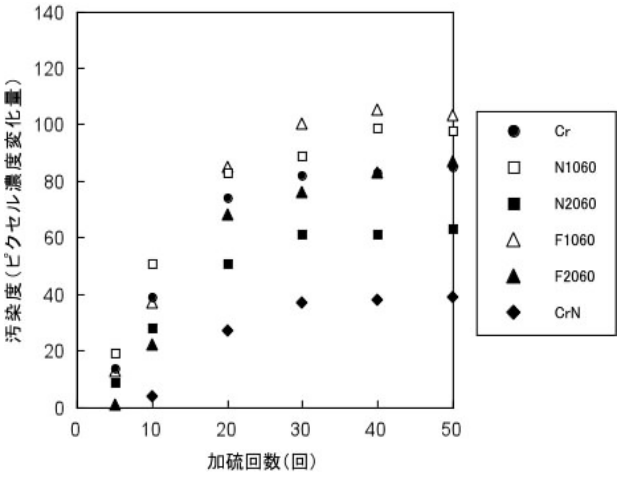
窒素イオン注入処理金型では、1,000 ショットで部分的な曇りが見られる程度で､ゴム表面に問題はなかった。フッ素イオン注入処理金型では、窒素イオン注入処理金型よりもやや早く曇りが発生し、1,000 ショットで光沢の低下があり離形性も悪くなった（図４）。

これらの結果からイオン注入処理金型は未処理金型に比べて 20 倍以上の耐金型汚染性、離形性が改善され、特に窒素イオン注入処理は 1,000 ショットでも実用上問題がなかった。

靴底用金型でも加硫成形において、防振パット用金型と同様の挙動を示し、未処理金型では 200 ショットが限界で、窒素イオン注入処理は耐金型汚染性、離形性が大幅に改善された。

用途によっては異なるが、金型にイオン注入処理を施すことによって、１０～４０倍程度の耐金型汚染性、離形性が改善されることが明らかになった。

（文責　吉田和利）
（校閲　石川　齊）



各種イオン注入処理クロムめっき板の汚染性
エチレン･プロピレンゴム　イオウ加硫系
プレス加硫　190℃, 3分

図２　１９０℃加硫における汚染度と加硫回数

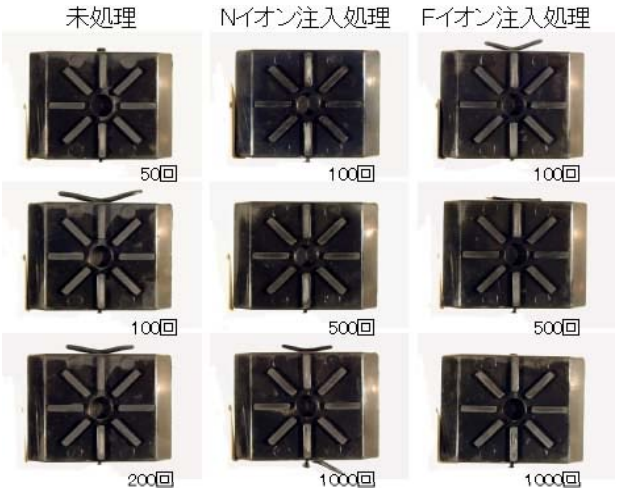


図３　防振パット用金型の表面処理毎における成型品の外観

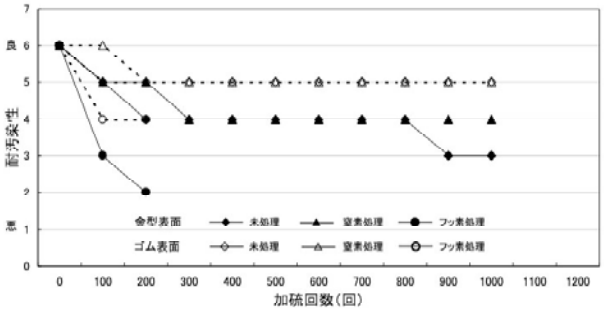


図４　防振パッド用金型への射出成形サイクル数と対耐金型汚染性

「中小企業創造的基盤技術研究」

4　織物強化された熱可塑性エラストマーおよびゴム複合材料の衝撃吸収特性

藤田浩行，山口幸一，仙崎俊明，佐伯光哉，平瀬龍二，小紫和彦，瀬川芳孝，古谷　稔

繊維工業指導所

1　緒　　言

ゴムと織物を積層した複合材料は、ゴム単体と比較して高い剛性を有するとともに、地震のように非常に大きな荷重が負荷されたときには、内部の繊維が破壊することにより大きなエネルギーを吸収する。材料が破壊することにより､それが支承する材料の損傷を防ぐことから、このような材料はヒューズ型バネ素材と呼ばれている。この優れた特徴を活かし、落橋防止壁用の緩衝材や橋梁用ゴム支承材などの用途展開が期待できる。これらの衝撃吸収特性は、それを構成するゴムおよび繊維の機械的特性、さらにはゴムと繊維の接着性により大きく変化する。また、近年、ゴム弾性を有し、リサイクル性にも優れた熱可塑性エラストマーが、加硫ゴムに替わる材料として注目を集めている。

そこで、本研究では、マトリックスとして天然ゴムおよび熱可塑性エラストマー､繊維素材としてはナイロン、アラミドおよびガラス織物を用いて複合材料を作成し、その衝撃吸収特性について繊維とマトリックスの接着性などの観点から検討したので、その結果を報告する。

2　結　　論

マトリックスとして天然ゴムおよび熱可塑性エラストマー、強化繊維としてナイロン織物、アラミド織物およびガラス織物を用いて複合材料を成形し、それらの衝撃吸収特性を明らかにした。これらの衝撃吸収特性はマトリックスおよび繊維の機械的性質だけでなく、マトリックスと繊維の接着力に大きく影響を受けることがわかった。

3　実験方法

3.1　実験試料　　作成した実験試料は、表１に示す３種類の複合材料である。Nylon/NR は、ナイロン平織物１層と天然ゴム(NR) ２層より成形し、厚みは約 1mm である。Aramid/NR は、アラミド平織物１層と NR ２層の構成で、約 1mm の厚みである。アラミド織物は接着性改善のため、RFL 処理したものを用いた。GF/TPEE の成形に用いた熱可塑性エラストマーはポリエステル系で、東洋紡㈱製のペルプレンPタイプ（P-90B）である。また、GFは、旭ファイバーグラス㈱製の平織のガラス織物であり､MS253C と MS251 の２種類用いた｡MS253C は、マトリックス樹脂との接着性向上のため、繊維表面にアクリルシラン処理を施したものであり､MS251 は、繊維の表面処理はしていない。また、収束剤も付着していない。ガラス織物の枚数は1,2,4枚の３種類としたが、試料厚みは、約1.3㎜一定となるように成形した。

表１　実験試料

	ﾏﾄﾘｯｸｽ	強化繊維	織物枚数
Nylon / NR	天然ｺﾞﾑ	ﾅｲﾛﾝ織物	1 枚
Aramid / NR	天然ｺﾞﾑ	ｱﾗﾐﾄﾞ織物	1 枚
GF/TPEE	ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ系 TPE	ｶﾞﾗｽ織物	1,2,4 枚

3.2　衝撃試験　　衝撃試験に用いた試験機は、(株) 島津製作所製の油圧アクチュエータ式衝撃試験機（HTM-10kN）である。この試験機は、図１のようにピストン先端に取り付けられたロードセル一体型ポンチ（φ 12.7）により、最大 15m/s の速度で試験片を貫通破壊させ、動的な荷重と荷重負荷点変位を計測することが可能である。なお、貫通式の衝撃試験では、一般的に、変位と荷重は図２のような関係を示す。荷重は急激に増加して最大値を示した後、荷重は大きく減少その後、変動しながらもさらに減少する形態を取る。図２において、▨は、荷重が最大値を取るまでの変位と荷重で囲まれ

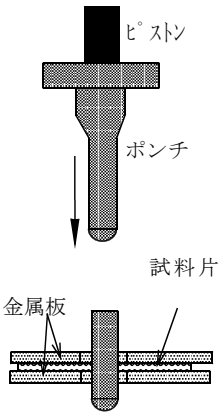


図１　衝撃試験機

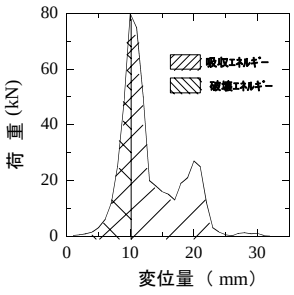


図２　変位－荷重曲線

た領域であり、材料の破壊エネルギ ーである。また、▨は、破壊エネルギーを含めた全領域であるが、これは、材料の破壊時の吸収エネルギーである。衝撃特性の評価項目としては、最大荷重、最大荷重を示した変位および吸収エネルギーの３つとした。ポンチの貫通速度は、2, 5, 10m/sの３条件とした。

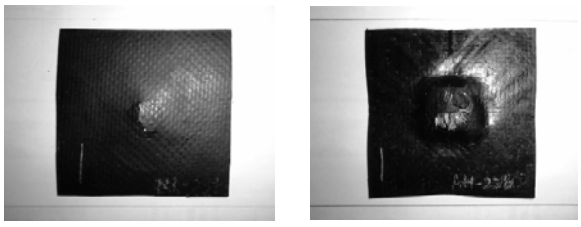
4　実験結果および考察

4.1　**Nylon/NR** および **Aramid/NR** の衝撃吸収特性

表２に、Nylon/NR および Aramid/NR の衝撃吸収特性の実験結果を示す。なお、Aramid/NR の実験において、速度が 5,10m/s の場合、ポンチが試験片を貫通せず、上下の金属板から抜け出してしまったため、空欄となっている。図３に衝撃試験後の試料を示す。Nylon/NR は、たて糸方向にのみ亀裂が入っている。一方、Aramid/NR はポンチの直径範囲だけでなく、その周辺も破壊している様子が見られる。これはナイロンとアラミド繊維の弾性率および NR との接着性の違いによるものと考えられる。図４に Nylon/NR の荷重－変位曲線を示す。速度の増加にしたがい、最大荷重および変位とも大きくなっている。したがって吸収エネルギーも増加した。また、2m/s の場合、Nylon/NR の方が Aramid/NR よりも変位は大きいが最大荷重が小さいため、その影響で吸収エネルギーは Nylon/NR の方が小さくなった。

表２　衝撃吸収特性の速度の影響

1ply	Nylon/NR			Aramid/NR		
速度	最大荷重	変位	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ	最大荷重	変位	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ
(m/s)	(kN)	(mm)	(J)	(kN)	(mm)	(J)
2	1.587	13.567	9.683	1.668	12.109	11.482
5	1.633	16.328	11.425	——	——	——
10	1.842	20.325	12.952	——	——	——



(a) Nylon/NR　　(b) Aramid/NR

図３　衝撃試験後の試料

4.2　**GF/TPEE** の接着強度と衝撃吸収特性

4.2.1　ガラス繊物と熱可塑性ｴﾗｽﾄﾏｰの接着強度

GF/TPEE のガラス繊物と熱可塑性エラストマーの接着強度は、T 型はく離試験方法により行った。図５に、接着強度と成形温度の関係を示す。成形温度が高くなるにしたがい、接着強度が向上した。これは、成形温度上昇によるマトリックの含浸性の向上によるものと考えられる。また、GFの表面処理の有無により、明らかに接着強度が異なり、アクリルシラン処理をしたガラス繊物の方が、1.7 ～ 1.8 倍の接着強度があることがわかった。

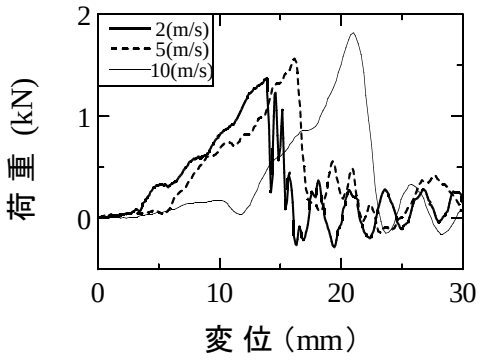


図４　Nylon/NR の変位-荷重曲線

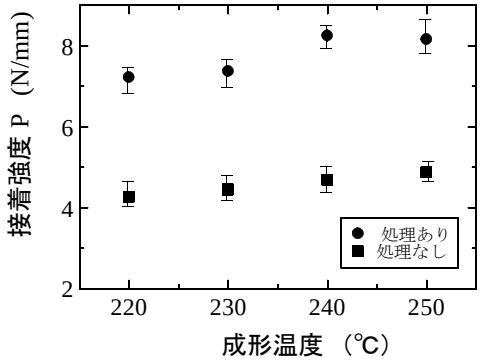


図５　GF/TPEE の成形温度と接着強度

4.2.2　**GF/TPEE** の衝撃吸収特性

(1) 速度の影響　　表３に、織物枚数が２枚の GF/TPEE の衝撃吸収特性と速度の関係を示す。また、図６に表面処理をしたガラス織物の GF/TPEE（2ply）の衝撃試験における変位と荷重の関係を示す。速度が増加することにより、最大荷重、変位および吸収エネルギーは大きくなった。また、GF に表面処理をした GF/TPEE の方が、各数値は大きくなった。この原因としては、表面処理をした GF/TPEE は、樹脂層と GF の接着性が良いため強度が大きくなり、ポンチが貫通するために必要な荷重が増加する。さらに、接着性が良いと破壊に至るまでに要する変位が大きくなって、吸収エネルギーが増加したと考えられる。図７に衝撃試験後の試料を示すが、たて糸およびよこ糸に沿って破壊している様子が見られ、明らかに図３の破壊形態と異なった。

表３ 衝撃吸収特性の速度の影響

2ply	表面処理あり			表面処理なし		
速度 (m/s)	最大荷重 (kN)	変位 (mm)	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ (J)	最大荷重 (kN)	変位 (mm)	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ (J)
2	0.988	6.359	2.216	0.916	5.391	1.856
5	1.279	6.667	3.104	0.951	5.953	2.158
10	1.302	6.901	3.610	1.227	6.693	3.041

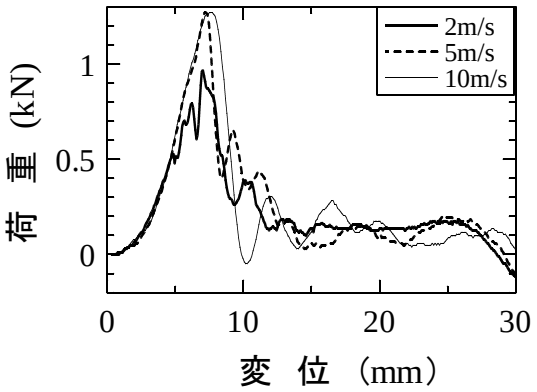


図６ GF/TPEE の衝撃特性と速度
（表面処理あり、2ply）

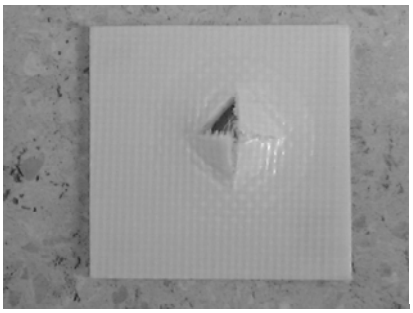


図７ 衝撃試験後の試料（GF/TPEE）

(2) 織物枚数による影響 表４に、速度が 5m/s のときの GF/TPEE の衝撃吸収特性と織物枚数の関係を示す。また、図８に、表面処理をしたガラス織物の GF/TPEE の衝撃試験（5m/s）における変位と荷重の関係を示す。最大荷重および吸収エネルギーは､織物枚数が増えると、大きくなった。これは、織物枚数が増えると GF/TPEE の強度が向上することにより、貫通に要する荷重が大きくなったためであり、そのため、吸収エネルギーも上昇したと考えられる。しかし、変位については、以上の傾向は見られなかった。一方、GF に表面処理をしたものと未処理のものを比較すると、織物枚数が２，４枚の場合は、吸収エネルギーは、1.4 倍以上と大きくなったが、逆に、織物枚数が１枚のときは、表面処理をしていない方が吸収エネルギーは大きくなった。

以上の結果は次のように考えられる。織物枚数が少ないと GF/TPEE の強度は小さくなり、そのため、貫通に要する最大荷重は小さくなる。一方、GF と TPEE の接着力が弱いと、GF と TPEE 間の荷重の伝達は少なく、TPEE 単体の特性の影響を受けやすくなる。ちなみに、TPEE 単体で、速度 5m/s の衝撃試験の結果、最大荷重は 0.685kN、変位は、8.728mm となった。つまり、織物枚数が少なく、かつ GF と TPEE の接着性が悪いと TPEE 素材の特性が強く現れ、接着性の良い場合と比較して、最大荷重は低下するが、変位がかなり大きくなるため、吸収エネルギーは増加したと思われる。しかし、織物枚数が多いと、ガラス織物の特性が強く現れ、強度および弾性率は大きくなり、TPEE の特性は薄れる。この場合、接着性が悪くても、貫通のための荷重が大きくなり、それに伴い変位も大きくなって吸収エネルギーが増加したと考えられる。

表４ 衝撃吸収特性の織物枚数の影響

5m/s	表面処理あり			表面処理なし		
織物枚数 (ply)	最大荷重 (kN)	変位 (mm)	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ (J)	最大荷重 (kN)	変位 (mm)	吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ (J)
1	0.893	4.781	1.731	0.781	7.734	2.582
2	1.279	6.667	3.104	0.951	5.953	2.158
4	1.742	6.589	4.874	1.201	5.332	2.716

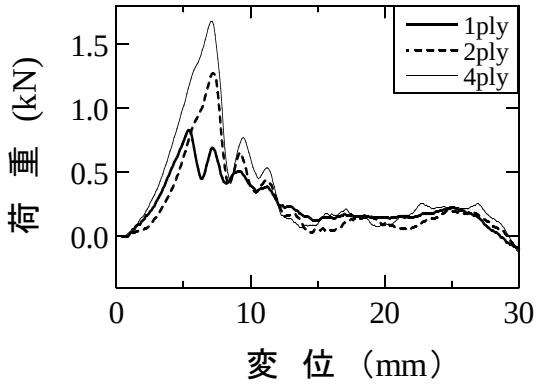


図８ GF/TPEE の衝撃特性と速度
（表面処理あり、5m/s）

本研究は平成 11,12 年度の中小企業創造基盤技術研究事業において実施した研究成果であり、シバタ工業（株）および同志社大学と共同で行った。関係各位に感謝いたします。

（文責 藤田浩行）
（校閲 山口幸一）

5　感覚フィードバックの開発

中本裕之，才木常正，三浦久典，一森和之，三宅輝明

電子部

1　目　　的

従来、工場の生産ラインでは産業用マニピュレーティングロボットが活躍してきた。これらは繰り返し制御であり、通常外界の情報を得るためのセンサは備えていない。しかし昨今発表されているロボットのように、繰り返し制御ではなく自律制御で作業を行うロボットには、特に接触情報を得るためのセンサが必要不可欠である[1)]。

そこで、我々はロボットハンドの触覚として応用できる分布型圧力センサの研究開発を行っている。このセンサに必要な機能はまず圧力分布を計測できることである。また、食品などの柔軟物を包み込みように把持できるよう、表面が粘弾性体であることが挙げられる。開発したハンドと分布型圧力センサを図１に示す。

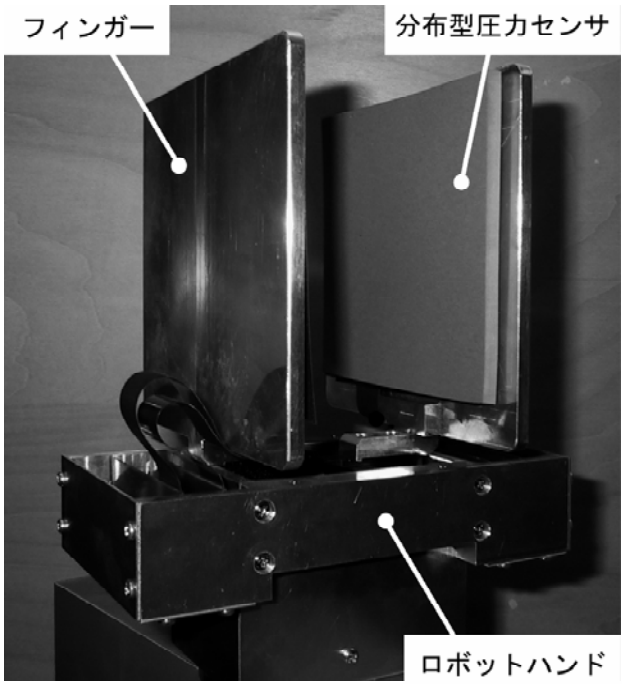


図１　分布型圧力センサを実装したロボットハンド

2　結　　論

本研究では、分布型圧力センサを感圧導電性ゴムとシリコンスポンジを用いることで構成した。また、分布型圧力センサを制御する回路とＰＣ上で圧力分布を表示するソフトウェアを開発した。また、球体を使った加圧実験を行った結果、球体の形状を分布的な圧力値に変換することが分かった。今後は、分布型圧力センサを使って得られた結果から、接触面の形状を認識する研究に取り組む予定である。

3　実験方法

3.1　感圧導電性ゴムの特徴と動作原理

開発した分布型圧力センサには感圧導電性ゴムを用いた。感圧導電性ゴムは、柔軟で薄く、大面積化が可能、高密度な電極を用いた高分解能のセンサ構成が可能、そして低消費電力、安価など数多くの優れた特徴がある。

感圧導電性ゴムは、絶縁性のゴム材料中に導電性粒子が均等に分散された状態で成形されている。無加圧時、導電性粒子は互いに接触していないので体積抵抗は１０^{7}Ω以上の非常に高い電気抵抗値を示す。しかし、図２にあるように圧力を加えることにより、導電性粒子が接触し導通経路が形成され電気抵抗値は小さくなる。すなわちその電気抵抗値を計測することで、感圧導電性ゴムが受けている圧力を求めることができる。

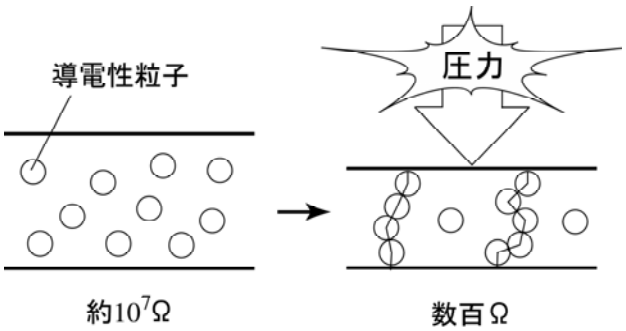


図２　感圧導電性ゴムの断面図

3.2　センサ構成

試作した分布型圧力センサの構成図を図３に示す。このセンサは４層構造になっており、第１層は粘弾性体であるシリコンスポンジ(以下、スポンジ、主な仕様を表１に示す)である。第２層と第４層はフレキシ

ブル基板による６４本のストライプ電極(１.５[mm]ピッチ)である。この２組の電極で、第３層の感圧導電性ゴム(イナバゴム㈱製)を縦横に挟んでおり、計測点は６４×６４点となる。

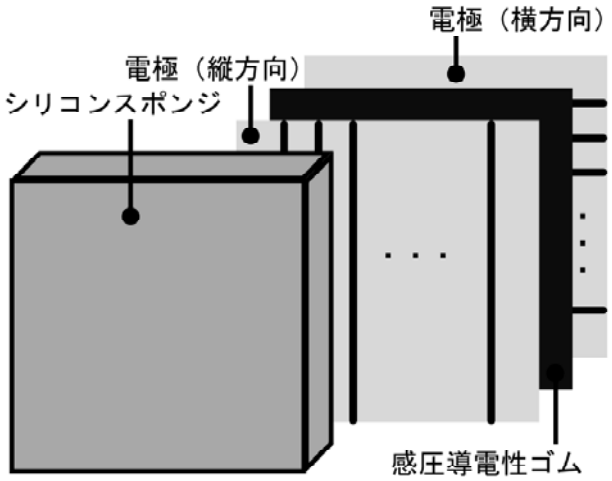


図３　分布型圧力センサの構成図

表１　シリコンスポンジの仕様

密度	０.２２[g/cm3]
２５%圧縮荷重	０.０２[MPa]
５０%圧縮荷重	０.０７[MPa]
大きさ	１００×１００×５[mm]

3.3　センサ制御回路と圧力分布表示ソフトウェア

感圧導電性ゴムの抵抗を計測するために、5[V]の電圧を掛ける回路とその時に流れる電流を電圧値へ変換する回路を組み合わせて、分布型圧力センサの制御回路とした。得られた電圧値はA/Dボードを通じてPCに取り込まれる。圧力分布表示ソフトウェアの実行画面を図4に示す。ウィンドウの白い部分に左右それぞれのフィンガーのセンサが計測できた圧力分布値をグラデーション表示している。色の濃い部分がより大きな圧力が掛かっている。

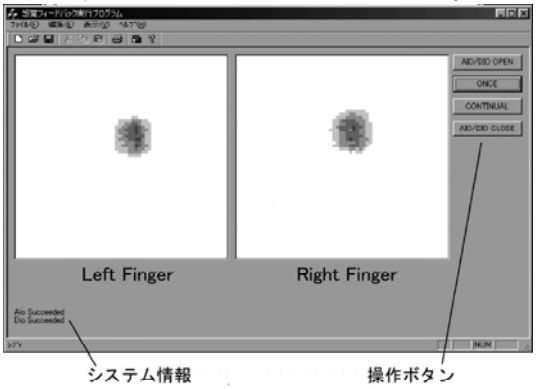


図４　ソフトウェア実行画面

3．４　計測実験

開発した分布型圧力センサを用いて次のような計測実験を行った。まず、スポンジ面を上にして分布型圧力センサを水平に置いた。次に、直径３８[mm]の球体をスポンジの表面に接する位置に設置した。そして、スポンジに対して球体を１[mm]垂直に加圧し、圧力分布を計測した。

４　結果と考察

この計測結果を３次元のグラフにしたものを図５に示す。図５では、x=0、y=0[mm]で圧力が最も大きく周囲に向かって徐々に小さくなっている。また、y=0[mm]を含み xy 平面に垂直な平面上における圧力値のグラフを図６に示す。図６では、圧力値が多少上下するが放物線型となっている。この結果は、粘弾性体であるスポンジが球体の形状を分布的な圧力値に変換したものである。ここで、もしスポンジがなければ球体とセンサの接触点近傍の数点で集中的な圧力を計測することになる。しかしスポンジの存在によって、接触面の形状を含めた圧力値として計測できている。

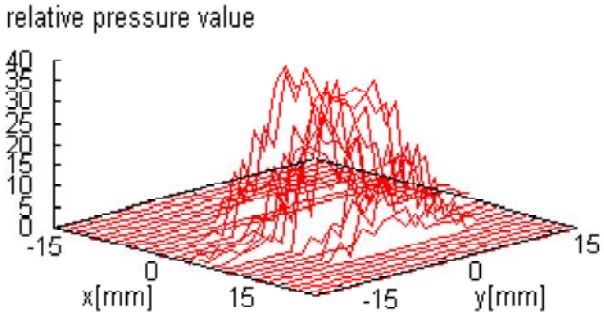


図５　計測実験結果の３D表示

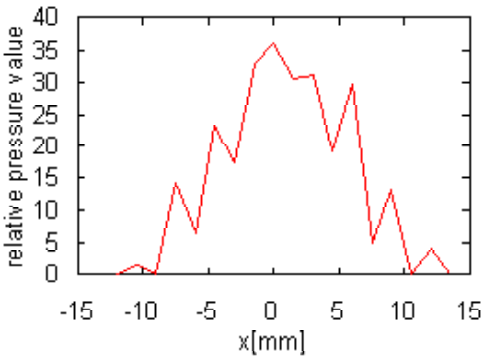


図６　計測実験結果の y=0 での２D表示

参 考 文 献

1）大湯:人間協調・共存型ロボットシステムの研究開発,ロボット,No.131,pp.3-7,(社)日本ロボット工業会(1999)

(文責　中本裕之)

(校閲　三宅輝明)

「産学官共同研究事業：ＶＲ(ﾊﾞｰﾁｬﾙﾘｱﾘﾃｨ:仮想現実)を用いた新製造技術産業の創出」

6　生体情報を用いた疲労監視システムの開発

三宅輝明，一森和之，松本哲也，三浦久典，金谷典武，中里一茂，才木常正，瀧澤由佳子，中本裕之

電子部

1　目　　的

人による遠隔ロボット操作は疲労等のヒューマンエラーにより重大事故に繋がる可能性がある。そこで、生体情報から疲労を監視するシステムを構築する。

今回は、作業者の作業中の緊張やストレス等の疲労によって変化する脈拍数[1)]の測定を作業に支障することなく行うことを前提とする。通常、脈拍数の測定では指にセンサを取り付けて測定する場合が一般的に用いられているが、作業しながらの場面では指を動かすことが多く、測定が行いにくいことが考えられる。そこで、作業の負担にならずに疲労監視を行うため、眼鏡に搭載可能な脈拍センサの開発を行った。開発したシステムを図１に示す。

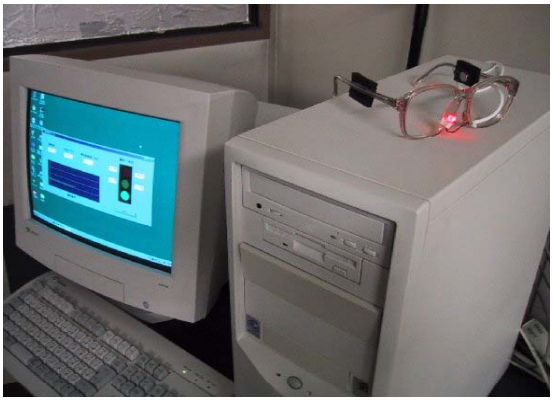


図１　脈拍数が測定可能な疲労監視システム

2　結　　論

今回、眼鏡のパッドに脈拍センサを取り付け、鼻部の毛細血管から検出した信号を解析して脈拍数を測定する疲労監視システムを構築した。また、このシステムによって測定した脈拍数と、一般に普及している指にセンサを取り付けて測定した方法による脈拍数の結果との比較を行った。その結果、両者でほぼ同じ値が得られることができた。今後、波形の解析部の改良を行うとともに体温、酸素飽和度の測定が行えるシステムの構築に取り組みたい。

3　疲労監視システムの開発

3．1　脈拍の測定原理

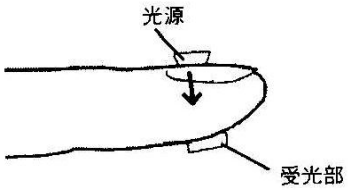


図２　脈拍測定の原理図[2)]

脈拍を検出する原理について指の場合で説明する。図２に示すように、光源から出た光が指の中を通過して受光部に取り込まれる。なお、指中の毛細血管が心臓からの血液の送出によって収縮、膨張を繰り返しているが、それが光の吸光度と同期しているため、受光された光量が脈拍と同期する関係になっている（図３参照）。そのため、受光される光量を検出し電気信号に変換することにより、脈拍波形の検出ならびに脈拍数を測定することが可能となる。

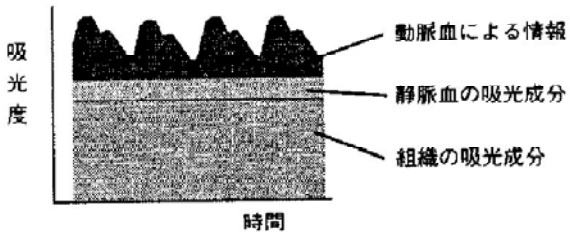


図３　脈拍と吸光度の関係[2)]

3．2　眼鏡に搭載した脈拍センサ

一般に普及している指にセンサを取り付けて脈拍数を測定する方法では、作業中の場合は指を動かすことが多く、作業に支障をきたすことが考えられる。そこで、作業者が作業を行いながら脈拍数を測定するための方法として、眼鏡のパッドにセンサを貼付して、作業者の鼻から脈拍情報を検出する手法を試みた。試作物を図４に示す。左側のパッドに発光部、右側のパッドにセンサの受光部を取り付ける。発光部から照射された光が鼻部の毛

細血管を通過して受光部に取り込まれる。その後、受光部における光量を電気信号に変換し、検出された脈拍波形から脈拍数を測定した。

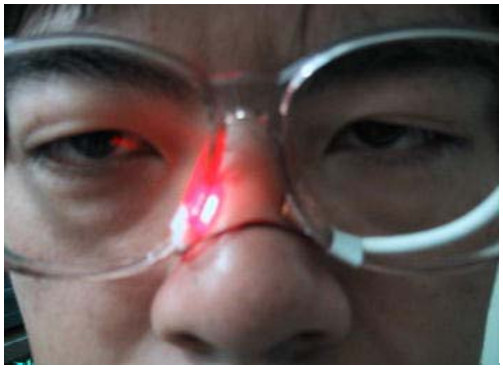


図４　眼鏡に搭載した脈拍センサ

３．３　測定結果表示ソフトウェア

脈拍センサから得られた信号はパソコンに取り込まれ、解析が行われてその結果がパソコンのディスプレイに表示される。

今回作製した測定の結果表示画面を図５に示す。画面左上部に脈拍数の数値データ、左下部に測定した脈拍波形を表している。また、右部に脈拍数の増大によって警告するランプを表示している。通常であれば一番下の緑のランプが点灯するが、脈拍数が増大すると脈拍数によって二番目の黄、一番上の赤に切り替わるようになっており、作業者の状況を推測することができる。なお、緑から黄、黄から赤に変わる脈拍数は自由に設定することができる。

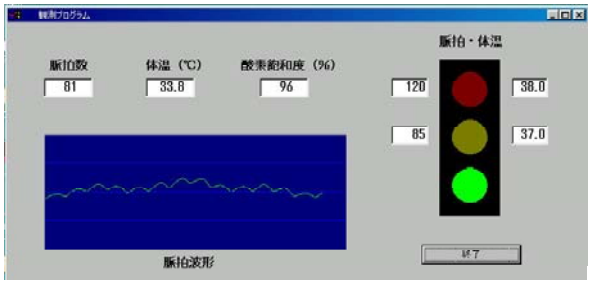


図５　測定結果表示画面

４　実験方法と結果

今回の測定方法による結果の妥当性を確認するため、被験者５人に対して、今回開発した疲労監視システムによる測定方法で測定した脈拍数と指にセンサを取り付ける方法で測定した脈拍数との比較を行った。指型のセンサを図６、測定結果を表１に示す。その結果、標準偏差値が2.55でばらつきとしては少し大きいが、相関係数の値が0.93で強い相関があることがわかり、両者でほぼ同じ結果が得られることが確認できた。ただし、現在の段階では脈拍波形の振幅が小さく、誤差が生じやすい状態となっている。そのため、誤差を少なくするために出力信号をさらに効率よく増幅させることが今後の課題となった。

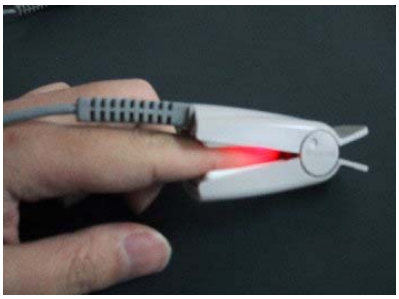


図６　指センサ

表１　疲労監視システムと指センサによる測定結果の比較

	疲労監視システム	指センサ	差
Aさん	73	71	−2
Bさん	60	64	4
Cさん	57	58	1
Dさん	59	58	−1
Eさん	58	61	3
		平均	1
		標準偏差	2.55
		相関係数	0.93

参 考 資 料

1) 産業疲労ハンドブック
日本産業衛生学会・産業疲労研究会編集委員会 編
2) 日本コーリン株式会社製　患者監視装置
ＢＰ－５０８取説

（文責　中里一茂）
（校閲　三宅輝明）

7　視覚支援システムの開発

永本正義，西羅正芳，富田友樹，稲葉輝彦，山中啓市，岡本善四郎，上月秀徳
後藤浩二，園田　司，山岸憲史，柴原正文，西岡敏明，脇坂彰一

機械金属工業指導所

1　目　　的

鋼材の火花試験は、グラインダーからでる火花の形や色で、鋼中に含まれる化学成分や鋼種を見分けられるという便利な方法である。しかし、火花試験は熟練や特殊な技能を必要とされがちなため、最近では活用の停滞感は否めない状況にある。また、火花試験を採用している業界では技術の伝承に苦慮しているのが現状である。

そこで、ＪＩＳに規定する火花試験法をもとに、火花試験のビジュアル映像化に着目し、試験法の習得と鋼種判別訓練に結びつけるための研究を行った。

2　結　　論

ＩＴ技術を活用することでﾊﾟソコンの画面で火花試験が体験でき、且つ学習と訓練が可能なCD-ROM火花写真集ならびに訓練用ソフトウエアの開発に結びついた。そして、ビジュアルな映像による視覚支援の手法は現場の技術者にとって有効な学習・訓練手法として受け入れられることが分かった。

3　火花像の撮影

火花試験は図１で示した㈱山本科学工具研究社製の火花試験ブースと火花試験標準片４５鋼種を使用し、砥石部分は鋼片への圧力を一定にする新たな治具を取り付けた。撮影ではデジタルビデオカメラ、デジタルカメラ、35mmの一眼レフカメラを定位置に据え付け、撮影条件を変え遠近から全体像と先端像を細かく撮影した。

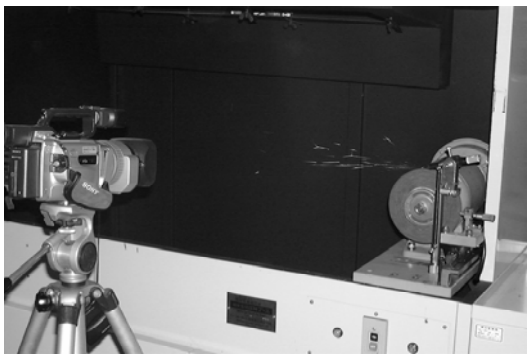


図１　火花試験の撮影風景

4　火花試験のCD-ROM学習版

4.1　CD-ROM作成手順

画像入力・編集はSONY製のパソコンPCV－RX70K機種を用い、ビデオカメラのデジタルデータはi.LINK接続で取り込んだ。編集にはAdobe Premiereなどのソフトウエアを利用した。一眼レフ撮影では現像フィルムからフィルムスキャナーで画像を読みとり静止画とした。図２は写真集として作製したCD-ROM作成の手順を示した。CD-ROMはInternet Explorerで読めるHTMLファイルとしてまとめた。



図２　CD-ROM作成の手順

4.2　CD-ROM写真集

国内で流通している代表的な鋼材４０数種類について、ビデオカメラを用いて遠近の火花像を撮影し、人の目による観察と撮影画像とを照合させながら、それぞれの鋼材の持つ特徴シーンを抽出し、静止画ならびに動画ファイルにまとめている。

写真集では鋼種毎に静止画と動画を随時表示し、その特徴を解説している。また、鋼材に含まれる炭素やクロム、タングステンなどの合金元素、形・色、手ごたえなど、分類項目別に検索できるよう枝分かれ的に整理した構成にしている。この構成により、火花試験の学習がよ

り効率的に行えるものと考えられる。 図３は写真集のトップページ画面を示した。また、図４は機械構造用炭素鋼Ｓ１０Ｃの静止画を選択した画面を示す。この画面には同類鋼種の火花像や火花が似ているが違う鋼種の火花像などのページに枝分かれ的にジャンプするリンクを貼り付けている。

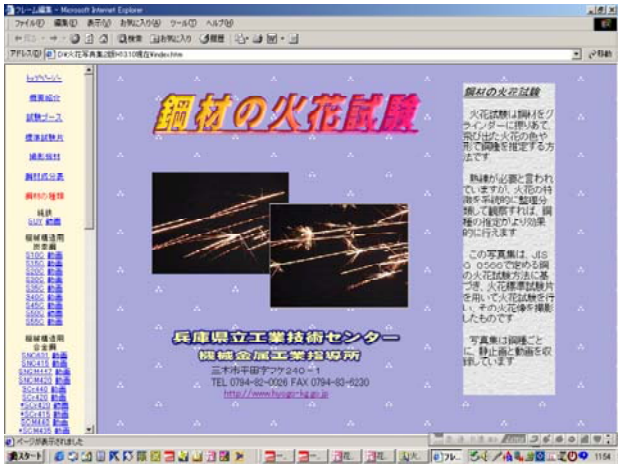


図３　写真集のトップページ

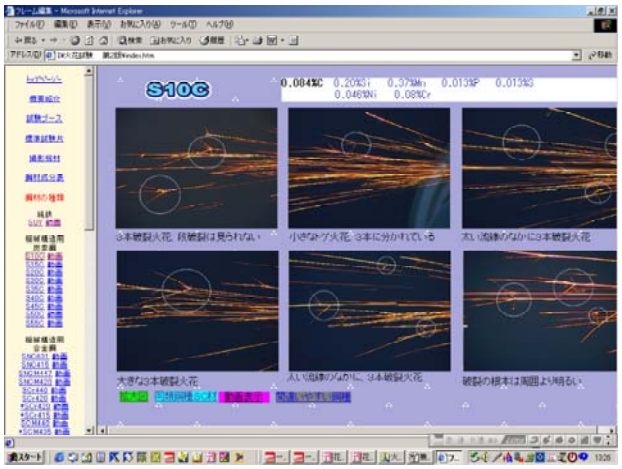


図４　鋼材Ｓ１０Ｃのトップページ

５　技能訓練・簡易判別用ソフトウエア

パソコンの画面上で実際の火花像を表示させて技能訓練に役立てるソフトウエアをＶＢ言語により作成した。訓練用プログラムは４０鋼種のデータベースから１－指定した鋼種をあてる、２－データベースのなかからランダムに抽出した鋼種をあてる、３－不明鋼種（材料を知りたい製品の鋼種）を探し当てる、この３つのメニューをもつソフトウエアとしている。１のメニューではレベルを５段階とし、学習レベルに応じた工夫を取り入れている。特に図５で示した不明鋼種をあてるメニューでは、未知の鋼種を推定する実用的な面を強調した内容である。手順は未知の鋼種をビデオカメラで撮影し、直ちにパソコンに取り込み、静止画、動画ファイルを作る。次に、再びこのファイルを読み込んで画面上に表示させる。そして、表１で示した１０項目の火花の観察項目にチェックを入れることでデータベースを検索し、撮影した未知の鋼種に近い鋼種を絞り込み画面に表示させる。鋼種にはそれぞれに表１で示した火花の特徴に対しラベル付けを行っている。推定はあくまで目の観察が主体となるが慣れれば操作は簡単である。

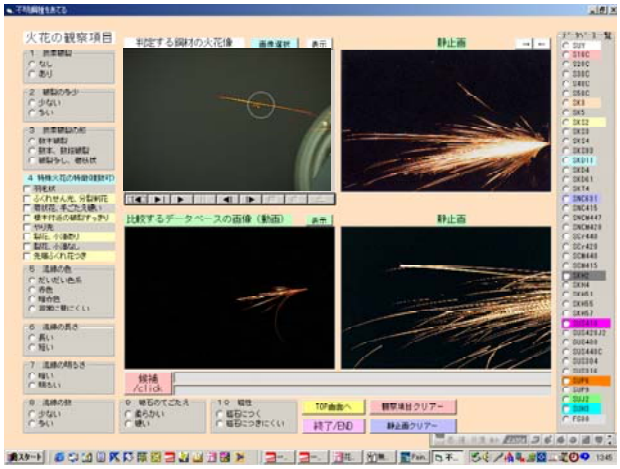


図５　不明鋼種の判別画面

表１　鋼種毎にラベル付けする火花の観察項目

	特徴		
観察項目	1	2	3
Ａ炭素破裂	なし	あり	
Ｂ破裂の多少	少ない	多い	
Ｃ炭素破裂の形	数本破裂	数段破裂	樹枝状
Ｄ特殊火花の特徴	羽毛状	菊花状	やり先
Ｅ流線の色	だいだい	赤	暗赤色
Ｆ流線の長さ	長い	短い	
Ｇ流線の明るさ	暗い	明るい	
Ｈ流線の数	少ない	多い	
Ｉ砥石のてごたえ	柔らかい	硬い	
Ｊ磁性	ない	ある	

６　今後の展開

今後、判別に至る効率的な手順を見いだすとともに、より精度の高いデータベースを蓄積しつつ技能の養成を目指した学習効率の高いシステムとして完成度を高めたいと考えている。

（文責　永本正義）

（校閲　脇坂彰一）

「中小企業技術開発産学官連携促進事業」

8　摩擦撹拌接合によるマグネシウム合金の接合技術の開発

有年雅敏，杉本　護，森山茂樹，富田友樹[*1]

生産技術部，*1 機械金属工業指導所

1 目　的

マグネシウム(以後、Mgと略す)合金は、実用金属中最も軽量で、リサイクル性、切削性などに優れているため、省エネ化とリサイクル化を推進する上で不可欠な構造部材である。しかし、Mg合金は接合性が悪く、しかもTIG溶接など通常の溶融接合では継手強度が低く、熱変形が大きい。このため、Mg合金を溶かすことなく、高能率で高い継手性能を得るための接合技術の開発が急務となっている。

本研究は、Mg合金薄板の接合に摩擦撹拌接合法を適用し、接合部の変形状態、金属組織、継手の強度について調べた。

2　結　論

板厚1.0～3.5mmのMg合金(AZ31)同士を突き合わせて摩擦撹拌接合を行った。接合部の金属組織は、動的再結晶によって微細化していた。継手の強さは、いずれの板厚においても引張試験では母材の90%以上の強度が得られた。Mg合金を摩擦撹拌接合した継手は、他の溶融接合法に比べると、変形状態、金属組織および継手強度の面で優れており、実用的には問題がないことが明らかになった。

3　実験方法

3．1 摩擦撹拌接合法の原理

摩擦撹拌接合法は、図１に示すように円形状の接合ピン（以後、ピンという）を回転させながら接合部に圧入し、ピンと接合材との間で発生する摩擦熱と塑性流動を利用して溶かさずに接合する方法である。

摩擦撹拌接合は、凝固割れの発生がなく、酸化皮膜の影響を受けることなく、大気中で接合ができるなど、他の溶融接合にはない優れた利点を持っている。

図２は、本実験で使用した摩擦撹拌接合装置である。ピンの回転数Ｎは最高6000rpm、接合速度は最高1800mm/minである。

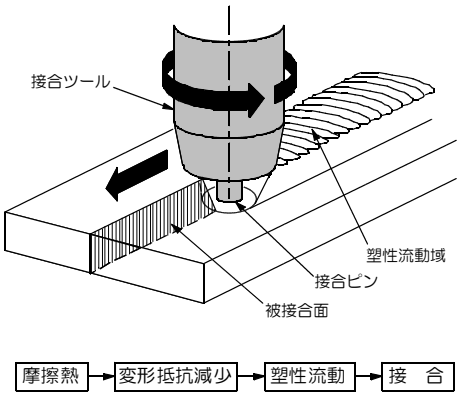


図１　摩擦撹拌接合の原理



図２　摩擦撹拌接合装置の外観

3．2 供試材と接合条件

使用したMg合金は、展伸材の中で機械構造部品等への需要が見込まれているAZ31であり、その板厚は1.0、2.0、2.6および3.5mmの薄板である。各板厚とも突き合わせ形状で接合した。ピンの回転数Ｎは、2000～6000rpm、接合速度Ｆは250～1500mm/min、ピンがMg合金中へ押し付ける加圧力Ｗは2～5kNの範囲で接合した。

3．3 金属組織観察および継手性能の評価

接合部の変形状態、金属組織を観察することによって接合機構を検討した。また、継手性能は引張試験と曲げ

試験によって評価した。

4　結果と考察

4．1 接合部の金属組織観察

図３は、板厚2.0㎜のAZ31同士を摩擦撹拌接合した継手の外観の一例であるが、他の接合法に比べて接合部の変形が小さいことが認められた。



図３　摩擦撹拌接合継手の外観

図４は、板厚が2.0㎜とした接合部の横断面写真である。接合部の板厚は、接合条件によって異なるが、母材よりも5～10%薄くなっていた。



図４　摩擦撹拌接合部の横断面写真

図５は、回転数Ｎ＝ 6000rpm、接合速度Ｆ＝ 1000mm/min として接合した継手の光学顕微鏡組織である。母材部(a)から塑性流動部(b)、接合部の端部(c)、接合部の中心付近(d)に向かうにつれて結晶粒が微細化していた。透過電子顕微鏡による観察では、接合部の中心付近では動的再結晶がかなり進んで微細化した組織が形成され、接合部の端部では転位が多く残留していた。接合速度が早くなると、接合部の中心付近ではさらに微細化する傾向を示した。他の板厚においても、同様な金属組織が観察された。

4．2 継手強度

図６は、板厚が 2.0mm における継手の引張強さに及ぼすピンの回転数の影響を示したものである。引張強さは、接合速度Ｆが 1000mm/min の場合、回転数Ｎの増加とともに上昇し、Ｎ＝ 6000rpm において 236MPa(母材

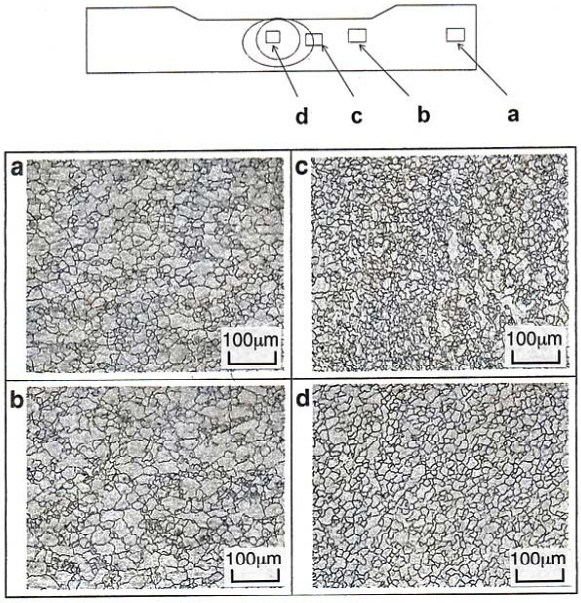


図５　摩擦撹拌接合継手の光学顕微鏡組織

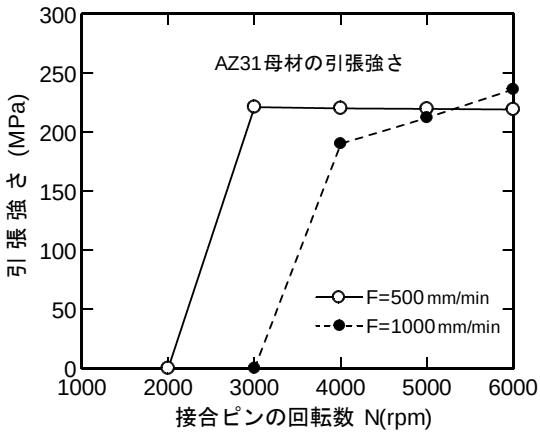


図６　継手の引張強さに及ぼす回転数の影響

強度の 96 %)に達した。一方、Ｆ＝ 500mm/min の場合、Ｎ≧ 3000rpm において引張強さは 220MPa(母材の 90 %)で、ほぼ一定であった。

他の板厚における継手の引張強さを調べた結果、いずれの場合とも母材の 90 %以上の引張強さが得られた。また、高い引張強さを持つ継手については、表、裏曲げ試験（曲げ角度：90 度）において、割れは観察されなかった。

（文責　有年雅敏）
（校閲　杉本　護）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

9　新原料による建設用粘土製品の開発

河合　進，石間健市[*1]，赤松　信，吉岡秀樹，石原嗣生，山下　満，元山宗之，松井　博[*1]

無機材料部，*1 企画情報部

1　目　的

粘土瓦の三大産地の一つである淡路島の粘土瓦業界では、年間約 1 億 2 千万枚の粘土瓦が生産され、約 35 万トンの粘土が消費されており、淡路島内の粘土の低品位化や枯渇化対策が重要課題となっている。このため、粘土瓦業界では、原料開発や品質向上を目指しており、未利用資源による新原料開発及び原土処理技術の確立が求められている。淡路島内の未利用原料として知られている硬質粘土及び砂礫層粘土に着目し、これを用いた粘土瓦用素地の開発を行うとともに、原土処理技術の確立による粘土瓦品質の向上について検討を行った。

2　結　論

淡路島内の未利用原料である硬質粘土、砂礫層粘土及び配合粘土を用いた粘土瓦用素地を調整し、1040 ℃で焼成することにより吸水率を 10 %以下にすることができた。また、現用配合粘土についても同様の処理を行った結果、同じ粘土であっても従来の処理法に比べて吸水率が 1 ～ 1.5 %低下し、原土処理の高度化が効果的であることが明らかになった。砂礫層粘土を用いて大型平板瓦の試作を行った結果、高強度・低吸水率の大型平板瓦が得られた。

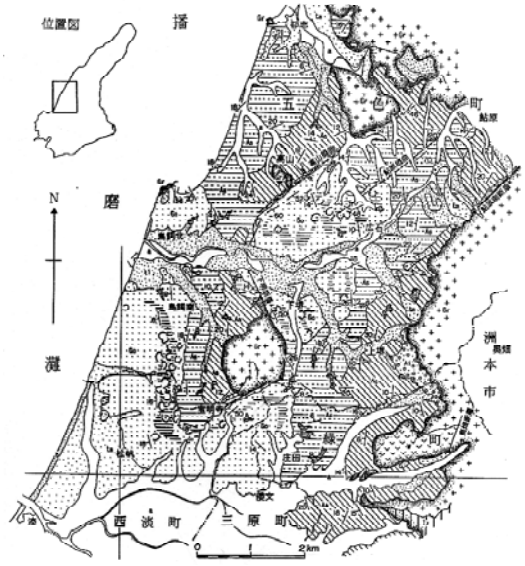


図１　試料採取位置

3　実験方法と結果

３．１　産状と性質

試料の採取位置を図１に示す。

津名郡五色町広石地区の硬質粘土は青灰色を呈しており、細砂分を比較的多く含む粘土である。三原郡西淡町松帆地区の砂礫層粘土は、現在粘土瓦用原料として使われている赤粘土や青粘土の上層あるいは層間に分布しており、層厚は数m～数十mに達し、2 ～ 100mm 程度の礫や 2mm 以下の砂を含み、粘土分が少量であるため、現在までは廃棄物として扱われている。

図２に示すように、硬質粘土の鉱物組成は、石英、長石、雲母、緑泥石、スメクタイト、角閃石からなり、現在瓦用粘土として使用されている配合粘土と同様であった。砂礫層粘土の鉱物組成は、櫟田産は配合粘土と同様であったが、慶野産はスメクタイトを含まず、カオリン鉱物が粘土鉱物であった。

硬質粘土の水への分散性は、細砂の多い広石地区のものは良好であったが、粘土分の多い小山田地区のものは 1 mm 程度の粘土塊が残存し、いわゆる「コワ土」であった。砂礫層粘土では慶野地区のものは分散しなかったが、櫟田地区のものは完全に分散した。硬質粘土の可塑性は、粘土分の量に比例して変化し、広石地区に比べて小山田地区のものが良好であった。

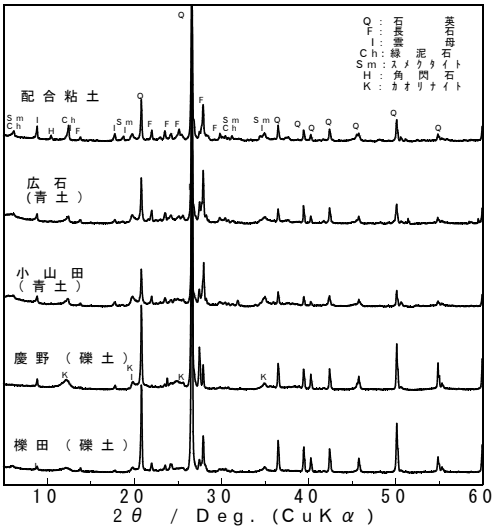


図２　試料のＸ線回折図

熱膨張収縮測定によると 500 ～ 600 ℃に石英のα→β転移による膨張がいずれも認められ、収縮が完了して再膨張が始まる温度である焼結温度は、硬質粘土が約 1220 ℃、砂礫層粘土が約 1250 ℃であり、現在の瓦用配合粘土の約 1200 ℃よりも高い傾向を示した。

３．２　原土処理技術の検討

各露頭から採取した硬質粘土は、乾燥後、フレットミルで 0.5mm 以下に粉砕し、砂礫層粘土は 20mm ふるいで分級して縦型ミルで 0.5mm 以下に粉砕した。各粘土は、現在使用されている赤粘土及び青粘土と配合・混練して原土を調製し、真空土練機で押し出し成形した。配合割合は、赤粘土 30、青粘土 30、硬質粘土 20、砂礫層粘土 20 %である。成形体は 1020 ～ 1060 ℃で焼成して収縮率、吸水率を測定した。なお、比較試料として現用配合粘土を同条件で成形、焼成した。

新配合粘土の成形体表面は、現用配合粘土が 1 ～ 2mm の粗粒を含んでいるのに対し、0.5mm 以下に粉砕していることから極めて平滑であり、いぶし瓦の発色に効果的であると考えられる。 図３に焼成体物性に示したが、新配合粘土の吸水率を 10 %以下とするためには 1040 ℃での焼成が必要であり、現在の粘土瓦の焼成温度より若干高くなることが明らかになった。また、粘土瓦業界が目標としているいぶし瓦の吸水率 9 %以下、陶器瓦の吸水率 8 %以下を達成するためには、1050 ～ 1060 ℃の焼成温度が必要であった。さらに、現用配合粘土についても新原料と同様の処理を行った結果、焼成温度は同じ粘土であっても従来の処理法に比べて吸水率が 1 ～ 1.5 % 低下し、原土処理の高度化が効果的であることが明らかになった。

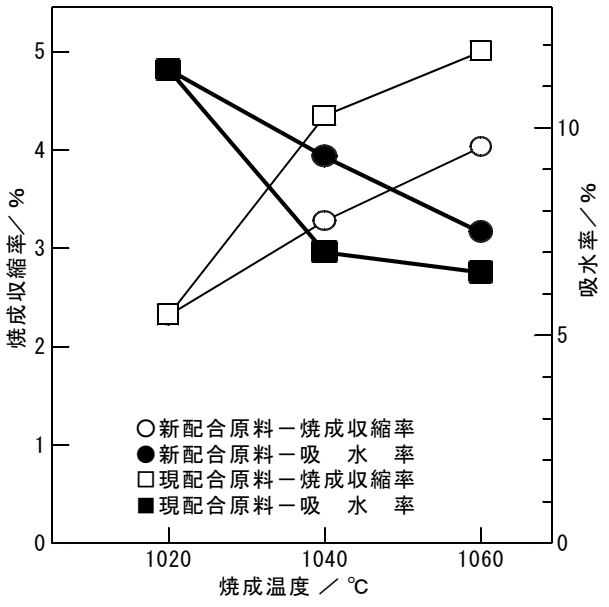


図３　焼成温度と物性の関係

３．３　大型平板瓦への砂礫層粘土の適用

大型平板瓦は、図４に示すように加圧脱水プレス法により成形し、ローラーハースキルンによる焼成を行うことを特長とした製造プロセスを採用している。大型平板瓦の原料は、砂質粘土及び配合粘土が主成分であるが、良質な砂質粘土も枯渇化傾向にあることから砂礫層粘土の適用について検討した。

砂礫層粘土 55 %、配合粘土 25 %、その他ガラス粉などを配合し、水分を 23 ～ 25 %で坏土を調整した。成形は、プレス圧 12MPa、プレス時間 20 秒の条件で連続成型を行った。成型体の大きさは、450 × 450 × 12mm である。乾燥収縮率は、0.2 %と極めて小さく、急速乾燥を行っても亀裂発生などの欠陥は認められなかった。

焼成は、1100 ℃、酸化雰囲気で行い、ローラーハースキルン（40m）の通過時間を３時間に設定した。

表２に大型平板瓦の物性を示す。

大型平板瓦は、焼成収縮率が小さいのに比較して吸水率が 6.1 %と低く、曲げ強度も 33N/mm^2　であり、高強度であった。



図４　大型平板瓦製造プロセス

表１　大型平板瓦の物性

乾燥収縮率（%）	0.2
全収縮率（%）	1.4
吸水率（%）	6.1
曲げ強度 (N/mm^2)	33

（文責　河合　進）
（校閲　元山宗之）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

10　複合素材の製織技術に関する研究

古谷　稔，佐伯光哉，竹内茂樹，藤田浩行，瀬川芳孝，小紫和彦，仙崎俊明，山口幸一

繊維工業指導所

１　目　　的

播州織産地では、用途・素材・機能性・デザイン等の様々な角度から、高度化や差別化が模索されている。また、アジア諸国の追い上げによる価格競争力の低下のため、高生産力を優先した輸出型から、高付加価値化素材の導入や、差別化製品の開発、少ロット生産対応の内需型への転換が進んだ。しかし、バブルの崩壊以降、消費の低迷と、消費者嗜好の多様化、個性化に伴い、さらに工夫を凝らした斬新な製品の開発が要求されている。

平成11年度に合糸機とダブルツイスターを導入し、共同研究によるピーコック・ワインダーの開発で、これらの装置間の連携操作ができるようになった結果、糸加工による多様な複合糸の作成が可能となった。

そこで、多種多様な糸を多面的にアレンジして複合糸を創作し、デザイン性豊かで、布表面変化に富む、高感性な織物を作成する製織技術について検討を行ったので報告する。

２　結　　論

従来製品との差別化がはかれ、特にいままでにない風合いの織物が作成できた。高付加価値商品として、新しい柄やイメージを持った織物の作成ができ、さらに用途の拡大（雑貨、インテリア、婦人アウター等）につながる可能性がある。

また、常に斬新なアイディアのある製品を市場に供給していくことが可能で、播州織産地全体の新商品開発力の向上が図れ、製品の競争力を高め、用途の巾が広がり、他産地やアジア諸国との差別化が図れる。

３　複合素材の開発と製織

４種類のタイプの違う複合糸を作成し、それらの糸を用いた製織実験を行った。

３．１　意匠撚糸による複合素材の開発

用いた装置は次のとおりである。

合糸機：No.608型（㈱村田製作所製）

ダブルツイスター：DDW型（㈱石川製作所製）

糸の作成については、先の研究結果[1)]、再に基づき、再度複合糸の作成実験を繰返した。この結果、素材の複合化によりもたらされた、意匠的に価値をもつ複合糸を作成した。

３．１．１　たすき糸の創作

たすき糸は、芯に綿20/1^{S}Ｚ甘撚り糸を用い、絡み糸に綿50/1^{S}Ｓ撚りと綿50/1^{S}Ｚ撚り糸を用いて作成した。この糸を用いて製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：綿20/1^{S}（２色）、たすき糸（２色）
　　密度：60本／インチ
よこ　素材：綿20/1^{S}
　　密度：54本／インチ
組　　織：ドビー組織

製織後の織物の仕上げ加工はワッシャー加工であり、試作した織物が図１である。



図１　たすき糸を使った織物

意匠糸を使うことで、アクセントのある斬新なデザインの織物ができた。

３．１．２　伸縮糸の創作

伸縮糸は､芯にポリウレタン20D、絡み糸に綿50/1^{S}Ｓ撚り糸と綿50/1^{S}Ｚ撚り糸を用いて作成した。この糸を用いて製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：綿20/1^{S}（２色），たすき糸（２色）
　　密度：86本／インチ
よこ　素材：綿20/1^{S}，伸縮糸，たすき糸（２色）
　　密度：60本／インチ
組　　織：ドビー組織

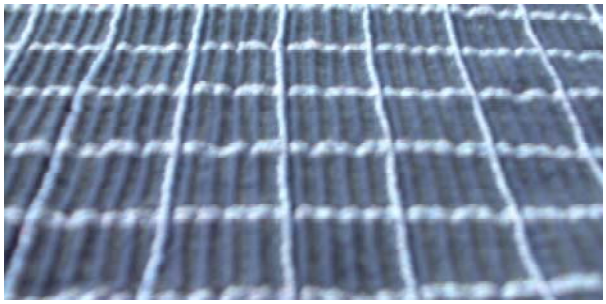


図２　伸縮糸を使った織物

製織後の織物の仕上げ加工はワッシャー加工であり、試作した織物が図２である。

伸縮糸の撚りの入り方から独特の伸縮性が現れ、表面に凹凸を持った非常に特徴的な織物に仕上がった。

３．２　糸繋ぎによる複合素材の開発

用いた装置は次のとおりである。

合糸機：No.608型（㈱村田製作所製）

ダブルツイスター：DDW型（㈱石川製作所製）

ピーコック・ワインダー：（㈱片山商店製）

電子ジャカード：SEJ Type1300(ハリサ工業㈱製)

織機：RE(津田駒工業㈱製)

３．２．１　異種素材繋ぎ糸の創作

開発中のピーコック・ワインダーを使用した。ピーコックワインダーは、複数の種類（最大12種）の糸から任意に選択し、任意の長さにカットした後に繋いで糸を巻く装置である。

この装置にしかできない糸づくりを目的に、メタル糸と綿40/1^{s}を繋いだ。この糸をたて糸に用い、この糸と綿50/1^{s}を合糸した糸をよこ糸に用いて製織実験をした。織物規格は次のとおりである。

たて　素材：繋ぎ糸(綿40/1^{s}＋メタル糸)
　　綿40/1^{s}
　　密度：96本／インチ

よこ　素材：繋ぎ糸(綿40/1^{s}＋メタル糸)＋綿50/1^{s}
　　密度：76本／インチ

組　　織：平織



図３　異種素材繋ぎ糸を使った織物

製織後の織物の仕上げ加工はシルケット・サンフォライズ・柔軟加工であり、試作した織物が図３である。

メタル糸を繋いだ部分に、今までにないデザイン的に斬新な先染織物ができた。

３．２．２　異番手による複合素材の創作

ここで作成した繋ぎ糸は、綿20/1^{s}６種類と綿40/1^{s}６種類の合計12種類の糸から任意に選択した糸をランダムにピーコック・ワインダーで繋いだ。この糸をたて糸に使用した。次に、この糸を２本合糸し、約800回／インチの追撚した糸をよこ糸に使用した。

製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：繋ぎ糸(綿20/1^{s}＋綿40/1^{s})
　　密度：120本／インチ

よこ　素材：繋ぎ糸２本合糸　追撚800回／インチ
　　密度：55本／インチ

組　　織：紋組織（雪の結晶柄）

製織後の織物の仕上げ加工はワッシャ加工であり、試作した織物が図４である。



図４　異番手繋ぎ糸を使った織物

異なる番手の糸を繋ぐことで、イレギュラーに出現する糸の太細が面白い表面感を作り出した。合糸することで、糸の太細が強調され、更に強撚糸化することで、伸縮性と独特の風合いとザックリ感が表現できた。

本研究の逐行にあたり、ご協力をいただきました片山商店の関係者に心より感謝いたします。

参 考 文 献

1）佐伯光哉,竹内茂樹,藤田浩行,平瀬龍二,古谷稔,礒野禎三,杉本太,小紫和彦,仙崎俊明,山口幸一,兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所研究報告（平成12年度）,32,1(2000)

（文責　古谷　稔）
（校閲　山口幸一）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

11　ポリアクリルシロキサンによる皮革の機能性改善に関する研究

安藤博美，志方　徹，中川和治，佐伯　靖，隅田　卓，水谷茂章，角田和成

皮革工業指導所

1　目　　的

天然皮革について消費者からの苦情で最も多い項目は染色摩擦堅ろう度（色落ち）であり、過去に様々な取り組みが行われてきた[1,2]が十分でない。本研究はポリシロキサンとアクリル又はメタクリル系モノマーとのブロック共重合体（PAS）を用い、両モノマーの特性を皮革に付与し、皮革の摩擦堅ろう度、透湿性、耐水性等の機能性改善を図ることを目的とした。

2　結　　論

１）PASは水系でドラム処理を行った皮革表面に沈着した。２）皮革表面のPAS沈着量が多い程染色摩擦堅ろう度および耐水性は向上した。３）透湿度についてはPASの種類により効果が異なり、添加量の増加とともに効果に大きな差異が見られた。

3　実験方法

３．１　供試PASの性状

供試PASの組成は表１に示した。なお、PAS＃１と＃３は10%のエチルアルコール溶液を、＃２は10%のｎ－プロピルアルコール溶液をそれぞれ調製した。

表１　調製したポリアクリルシロキサンブロック共重合体

試料	成分比（重量%）			Mw	Mn	ＤＭＳの
	MAA	BMA	DMS			分子量
＃１	４５	３２	２３	139,000	90,000	10,000
＃２	０	８０	２０	119,000	65,000	5,000
＃３	４１	２３	３７	59,000	30,700	10,000

ＭＡＡ：メタクリル酸、ＢＭＡ：メタクリル酸t-ブチル、ＤＭＳ：ジメチルシロキサン

Mw ： 重量平均分子量、Mn ： 数平均分子量

３．２　供試革の調製

３．２．１　ウエットブルーからの供試革の調製方法

常法により調製したウエットブルーを用い、小型ドラム（サンド社製：30cmφ）を使用し、中和後に染色・加脂を行い、染料はC.I.Acid　Brown235の市販品を用い、加脂剤は主成分が硫酸化牛脚油の市販品を用いた。以後は、馬掛け、吊り干乾燥、味取り、バイブレーションステーキング、室温でのトグル張り風乾を行った。

３．２．２　試験項目および方法

処理革表面のキャラクタリゼーションは赤外分光分析装置（バイオラッド社製FTS-40）に赤外全反射吸収スペクトル装置を取り付け、プリズムはKRS-5を用いた。透湿度はＪＩＳ Ｋ 6549により求めた。動的耐水性試験は動的防水試験機を用い、ＢＳ法に準じ屈曲ストロークを10%（圧縮率）で行った。摩擦堅ろう度試験（乾燥、湿潤）はＪＩＳ Ｋ 6547により、乾燥試験は200回、湿潤試験は100回行った。

4　結果と考察

４．１　処理革表面のキャラクタリゼーション

PAS処理革のスペクトル中の1640cm^{-1}（C=O伸縮とC-N伸縮振動：アミドⅠバンド）の吸収に対する802cm^{-1}の吸収（Si-CH_3伸縮および横ゆれ振動）の吸光度比を求め図１に示した。各PASともに添加量の増加とともに吸光度比が増大し、PASの種類により差異が見られた。

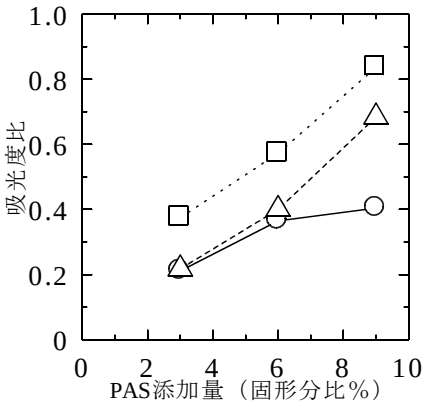


図１　吸光度比（802cm^{-1}/1653cm^{-1}）の変化に及ぼすPAS添加量の影響

○：＃１、△：＃２、□：＃３

４．２　摩擦堅ろう度（乾燥試験）に及ぼすPASの影響

染色摩擦堅ろう度（乾燥試験）の結果を図２に示した。各PASともに添加量が増加するとともに色落ちは改善され、DMSよりアクリル系の影響が考えられた。

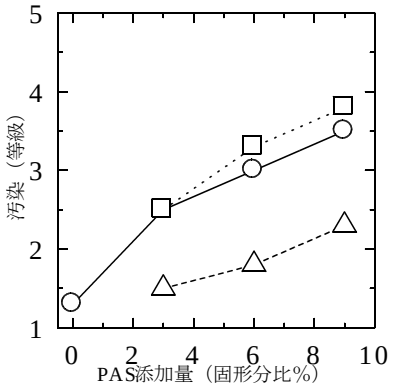


図２　染色摩擦堅ろう度（乾燥試験）に及ぼすPAS添加量の影響
○：＃１、△：＃２、□：＃３

４．３　染色摩擦堅ろう度（湿潤試験）に及ぼすPASの影響

染色摩擦堅ろう度の湿潤試験の結果を図３に示した。色落ちの改善は分子量の大きい＃１と＃２の効果が大きいが、乾燥試験より効果が少ないようであった。

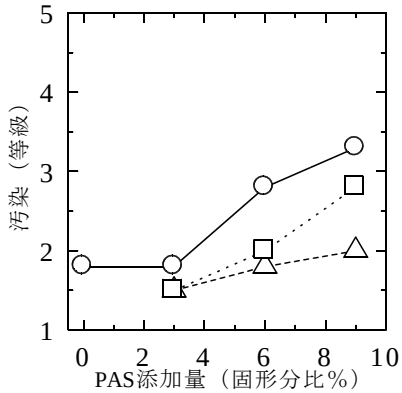


図３　染色摩擦堅ろう度（湿潤試験）の変化に及ぼすPAS添加量の影響
○：＃１、△：＃２、□：＃３

４．４　透湿度に及ぼすPASの影響

皮革の透湿度は図４に示すようにPAS添加量が増加するとともに増大傾向がみられた。＃１と＃３は添加量とともに皮革の透湿度を増大させるが、＃２は逆に低下の傾向を示した。すなわち、DMSの含有量が少ないPASは透湿性には効果がなかった。

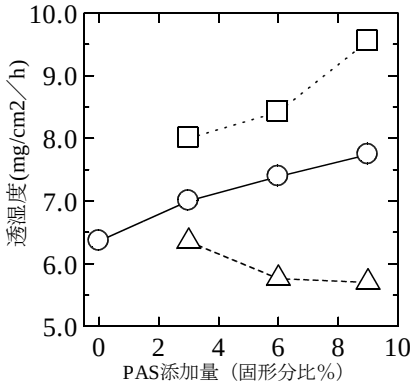


図４　透湿度に及ぼすPAS添加量の影響
○：＃１、△：＃２、□：＃３

４．５　動的耐水度に及ぼすPASの影響

PAS処理が皮革の動的耐水性に及ぼす影響について検討した結果を図５に示した。その結果、PASの添加量が増加するに従って各処理革ともに動的耐水性は増加した。固形分比で９％添加の場合は＃２と＃３は最も高く、＃１がやや少ない結果であった。

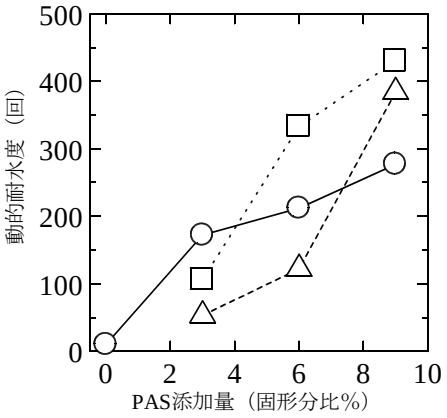


図５　動的耐水度に及ぼすPAS添加量の影響
○：＃１、△：＃２、□：＃３

参 考 文 献

1)日本皮革技術協会「皮革の染色技術」研究プロジェクトチーム：皮革技術,31,No.2,88(1990)
2)岡村　浩：皮革技術,34,No.2,65(1993)

（文責　安藤博美）
（校閲　角田和成）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

12　革製品廃棄物（靴）の超臨界水処理

原田　修，隅田　卓，角田和成

皮革工業指導所

1　目　　的

クロムを含むために焼却処分できない革製品の廃棄物、特に革靴に関して、靴の甲革および靴底を超臨界水処理し、それぞれの分解挙動および分解物の性状について検討することを目的とした。最終目標は分解物中のコラーゲンペプチドの再利用である。

2　結　　論

１）260～410℃の処理で甲革のほとんどが分解された。クロムは水酸化クロムとして回収され、鞣し剤としての再利用が可能である。２）甲革の分解物の組成はほとんどがコラーゲンペプチドであると考えられ、処理温度により分子量数百～数万のコラーゲンペプチドの調製が容易にできることがわかった。３）靴底は、過酸化水素を添加して行った超臨界水酸化実験でも完全に分解することができないことから革に比べて極めて難分解性で、コラーゲンペプチドを有効利用するためには革と分別する必要があると考えられた。

3　実験方法

３．１　供試廃棄靴の調整

供試廃棄靴の甲部（クロム含有量3.9%、黒色染料使用）は120℃で30分間オートクレーブ処理した後乾燥して微粉砕処理して試料とした。また、靴底（EVA-ウレタン）は数ミリ角に切断して試料とした。

３．２　甲革の超臨界水処理

20%甲革スラリーを連続式超臨界水処理装置で分解処理した。処理温度は260～410℃、送液量が35ml/min、および圧力が25MPaで処理を行い、この条件では処理時間は0.21秒（410℃）～1.15秒（260℃）である。

３．３　靴底の超臨界水処理

靴底の微粉砕化が容易でないため、バッチ処理で分解実験を行った。内容量10mlのバッチ式反応管を用いて、試料0.2gと水3.6ml、または反応を促進させるために0.1N水酸化ナトリウムまたは過酸化水素水を媒体として反応管に投入し、400℃に調整したソルトバスに反応管を所定時間浸漬することにより処理を行った。

4　結果と考察

４．１　甲革の処理

処理液は、処理温度が300℃を越えると褐色であったがそれ以下では染料由来の黒色であった。よって、使用した黒色染料の分解温度が300℃付近であると考えられる。

処理液のpHを図１に示す。初期pHが6.0であるのに対して、300℃までの処理ではpH4.8と低下している。これは処理過程で有機酸が発生したものと考えられる。300℃以上の処理でpHが上昇したのは、有機酸、アミノ酸の脱炭酸やアミン類が発生したことを示唆している。

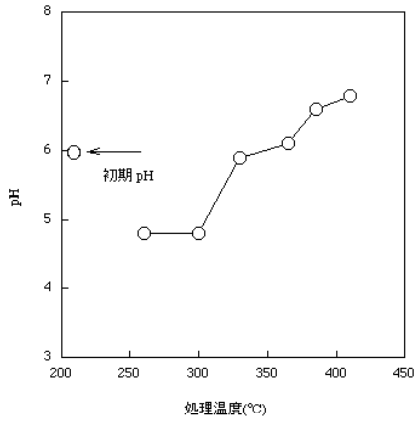


図１　処理液のpH

処理液中にはクロムが含まれていることが予想され、加水分解して得られるコラーゲンペプチドを再利用するにはクロムの含有は大きな障壁となる。そこで、排出液を遠心分離して水酸化クロムとして浮遊するクロム沈殿物の分離を行った後処理物中のクロム含有量を分析し、その結果を図２に示す。その結果、高温で処理するほどクロム含有量が低下する傾向が見られ、330℃ではクロム含有量0.08%であった。この値は水酸化マグネシウム

等のアルカリの添加によりさらに低下させることが可能である[1)]。

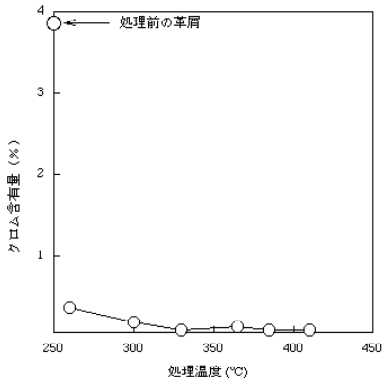


図２　処理物のクロム含有量

処理物のGPCによる分子量分布を図３示す。その結果亜臨界水領域では分子量１万前後の高分子量ポリペプチドが観察された。そして、臨界点を越えた超臨界水処理では急激に低下し、分子量数百のペプチドが観察された。このことは、臨界点（374℃付近）を境に水分子の分子運動等の物性が大きく変化することが起因していると考えられる。

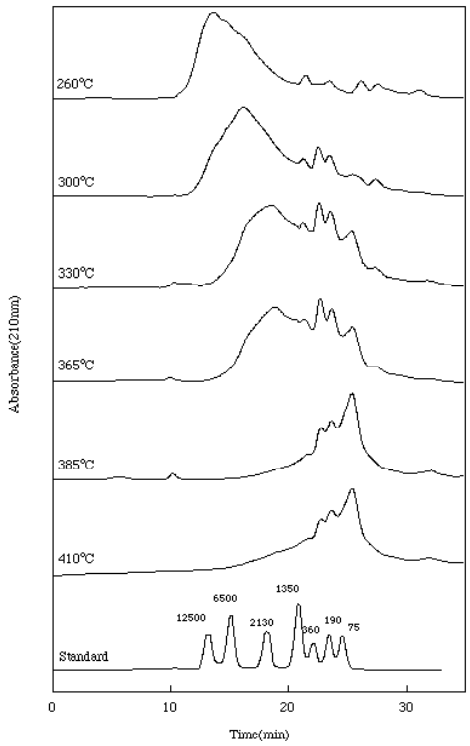


図３　処理物の分子量分布

４．２　靴底の処理

図４にそれぞれの媒体での分解率と処理時間との関係を示した。各媒体における処理時間は水が１～10分、0.1N水酸化ナトリウムが６分、過酸化水素水が１および６分である。水を媒体にした超臨界水処理では、処理時間が10分間でも分解率は64％で、前述した甲革の分解（260℃、約１秒間で分解率はほぼ100％）に比べ靴底（EVA-ウレタン）は相当難分解性であることがわかった。分解率を上げるため0.1N水酸化ナトリウム溶液を媒体として超臨界水処理したが、さほど分解率は向上しなかった。さらに、過酸化水素水で行った結果、６分間の処理で93％の分解率が得られたが、完全には分解することができなかった。また、靴底の分解成分はEVA-ウレタンのモノマー類で刺激臭があり、靴底を分別しないとコラーゲンペプチドを再利用するには難しいと考えられる。

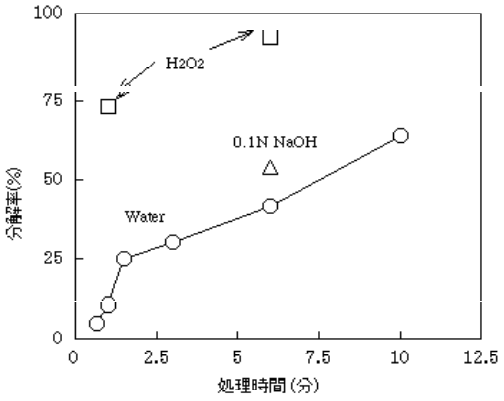


図４　靴底の分解率

参 考 文 献

1)隅田　卓，原田　修，有馬純治，杉田正見，皮革科学，44，132（1998）

（文責　原田　修）

（校閲　角田和成）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

13　アルミニウム合金の接合技術と信頼性評価に関する研究

有年雅敏，杉本　護，森山茂樹

生産技術部

1　目　　的

4000系Al-Si共晶アルミニウム合金(以後、Al合金と略す)は、 高強度で耐摩耗性に優れており、精密機械用の歯車、ピストン等に適用されている。Al合金と異種金属、例えばステンレス鋼と高い継手性能を持つ接合ができれば、さらに高機能な機械部品部品として広範に適用されるものと期待される。しかし、従来の溶融接合法では、同金属間において良好な強さが得られる接合はまだ達成されていない。

本研究は、Al合金とステンレス鋼との接合に固相接合の摩擦圧接法を適用し、継手の強さを支配する因子と考えられるSiの挙動について調べた.

2　結　　論

Siを10%含んだAl合金とステンレス鋼との摩擦圧接を行い、継手強度を支配する因子について調べた。圧接面近傍のAl合金側に微細化したSiが再配列して分散していた。継手の引張強さは、Al合金母材強度の84%まで得られた。継手は圧接面で破断した。破断経路を調べた結果、圧接面に形成された反応層と高濃度に分散したSi粒に沿って破断が進展することが明らかになった。

3　実験方法

3．1 供試材

供試材は、Al合金と異種金属としてオーステナイト系ステンレス鋼SUS304である．図１にAl合金の母材組織、表１に化学組成を示す。

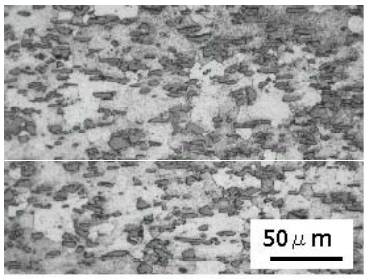


図１　Al合金の母材組織

表１　Al合金の化学組成

（質量%）

Si	Cu	Fe	Mn	Mg	Al
10.91	2.00	0.22	0.03	0.32	Bal.

3．2 圧接条件

Al合金およびステンレス鋼は、接合部の直径が16mmの同径丸棒に加工して、ブレーキ式の摩擦圧接機によって接合した。表２に圧接条件を示す。

表２　圧接条件

摩擦圧力	P_1	30 ～ 100 MPa
アプセット圧力	P_2	60 ～ 240 MPa
摩擦時間	t_1	0.3 ～ 3.0 s
アプセット時間	t_2	6.0 s
回転数	N	40 s^{-1}

3．3 圧接部の金属組織観察および継手の性能評価

圧接部の金属組織は光学顕微鏡、SEM、EPMAなどによって観察した。継手性能は、JIS-4号引張試験片を用いて引張試験を行い、引張強さによって評価した。

4　結果および考察

4．1　圧接部の金属組織

図２は、 t_1=0.8sの場合、 圧接面および圧接面からAl合金側へ2mm離れた位置での光学顕微鏡組織である。母材部では、細長い共晶SiがAl合金の軸方向に並んでほぼ均一に分散しており、Alの結晶粒径は30～50μm であった。圧接面近傍のAl合金中では、共晶Siが小さな球状になり、高密度に分散していた。マトリックス中のAlの結晶粒も少し微細化していた。 圧接面から2mm離れた位置では、母材とほぼ同じ組織であった。

摩擦時間の経過とともに、 t_1=0.8sの場合にみられた微細なSiはバリに排出され、図３に示すように t_1=2.0sでは母材部でみられた細長い形状のSiが圧接面に平行に再配列していた。

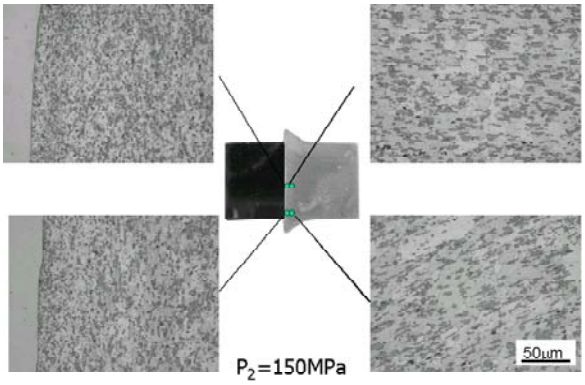


図２　圧接部の光学顕微鏡組織（t_1＝0.8s）

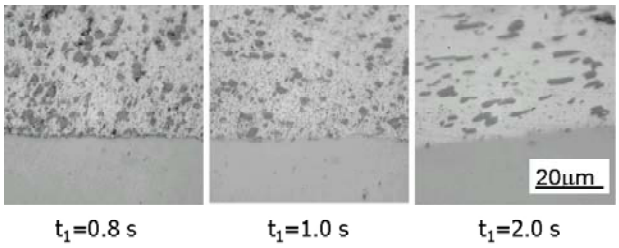


図３　Siの分布に及ぼす摩擦時間の影響

圧接面近傍の金属組織を詳細に観察した結果、図４に示すように、反応層が検出された。反応層の厚さは、厚い部分でも僅か数百nmであった。これは、これまで行った5000系(Al-Mg)、6000系(Al-Mg-Si) のアルミニウム合金とステンレス鋼との摩擦圧接において圧接面で形成された反応層の厚さ（厚い部分では数百 μmに達する）に比べるとはるかに薄いものであった。次に、微細なSi粒が分散したり、反応層が形成された継手強度について調べた。

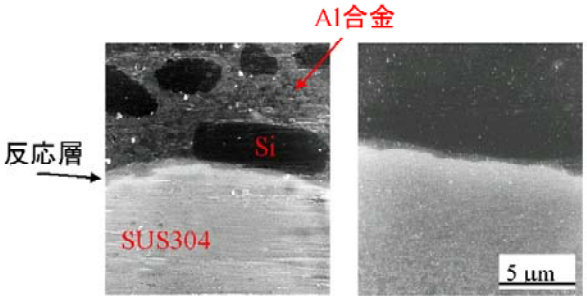


図４　圧接面における金属組織
（P_2=150MPa、 t_1=1.0s）

４．２　継手強度に及ぼす圧接条件の影響

表３は、継手の引張強さに及ぼすアプセット圧力P_2の影響について示したものである。P_2の増加とともに継手の引張強さは上昇する傾向を示した。継手の引張強さの最高値は、 t_1=1.0sにおいてP_2=240MPaの場合、296MPaで、母材強度の約84%であった。

表３　継手の引張強さに及ぼすアプセット圧力の影響
（t_1=1.0s）

アプセット圧力 (MPa)	引張強さ (MPa)
100	250
150	285
240	296
Al合金母材	354

破面を観察した結果、図５に示すようにAl合金側およびステンレス鋼側のいずれの破面からSi粒が検出された。破面上にはディンプルが観察されるなど、延性破壊した様相が認められた。なお、摩擦時間が長くなると、継手の引張強さは低下する傾向を示し、継手はすべて圧接面で破断した。

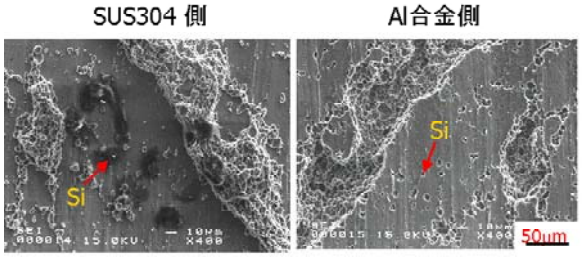


図５　引張試験後の破面写真

圧接面における金属組織と破面観察におけるSi粒の分布状態を調べた結果、継手の破断経路は図６に示すように圧接面に接した反応層と高濃度のSi粒が分布した箇所に沿って進展したものと考えられる。

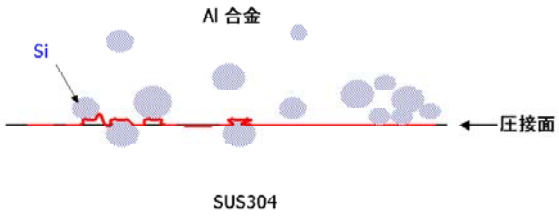


図６　引張試験における破断経路

（文責　有年雅敏）
（校閲　杉本　護）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

14　2024アルミニウム合金の微細組織と機械的特性に及ぼす粒子分散強化の効果

高橋輝男，山田和俊*1，柏井茂雄，兼吉高宏，河合　進，元山宗之

無機材料部，*1 機械金属工業指導所

1　緒　言

実用ｱﾙﾐﾆｳﾑ合金として超ｼﾞｭﾗﾙﾐﾝ合金である 2024Al 合金[1]が広く使用されている。しかし本合金は時効硬化処理を施されることによって強化されており、高温での使用は合金を過時効状態にし強度を低下させてしまう。この様な特性を持つ合金の強化には粒子分散強化[2]が有効であると考えられる。本研究では分散粒子を形成する元素を出発材料とし、ﾒｶﾆｶﾙｱﾛｲﾝｸﾞ(MA)法による Al-B-C 系三元化合物の粒子分散強化[3]に加えて、さらに時効処理を施すことによって、より高強度合金の開発の可能性について検討した。

2　実験方法

出発材料は、2024Al 合金（東洋ｱﾙﾐﾆｳﾑ;平均粒径 15 μm)、純 Al(平均粒径 150 μm)、無定型 B(同 0.7 μm)および黒鉛(同 2.2 μm)の各粉末である。熱処理後にそれぞれ Al-B-C 系三元化合物が析出するものと仮定し、その体積率が 5、10、20 および 30vol%となるように配合した。比較のために B および C を添加しない 2024Al 合金のみの粉末も MA した。なお以後は添加濃度によって、合金を No.0、05、1、2 および 3 と称する。MA 処理には Spex8000 粉砕/混合ﾐﾙを使用し、ｱﾙｺﾞﾝ雰囲気中で 72ks 処理した。72ksMA した合金粉を真空中で熱処理し、X 線回折法（CuK α、40kV、40mA 黒鉛湾曲結晶で単色化）により生成相の同定を行った。得られた MA 粉を 823K、3.6ks で脱ガスを兼ねた反応析出熱処理後、823K で熱間押出しにより固化成形した。溶体化は 773K で 2 時間保持後、冷水中に焼き入れた。その後 425 および 453K で時効処理した。得られた合金について透過電子顕微鏡(TEM)によりﾐｸﾛ組織および析出粒子形態および分布などを観察するとともに、機械的強度試験を行った。

3　結果および考察

混合粉 No.1 の MA 処理による X 線回折図形から、短時間の MA 処理により黒鉛の回折線は消滅し、72ks の MA 処理によりほぼ均質な合金粉が生成することが明らかになった。

図 1 は、混合粉 No.1 の 72ksMA 処理粉末の加熱による X 線回折図形変化を示す。673K では Al-B-C 系三元化合物は生成しておらず、安定相である $CuAl_2$ および Al_2CuMg(S 相)の析出が認められた。773 ～ 823K の熱処理により $CuAl_2$ および Al_2CuMg に加えて、Al-B-C 系三元化合物が生成していることが明らかである。以前に報告された Al-B-C 系三元合金[3]の MA-反応熱処理では、Al-B-C 系三元化合物の析出温度は 673K 以上で認められた。この析出温度の相違は、ﾏﾄﾘｯｸｽの組成に起因すると推定された。

本合金の安定相は Al_2CuMg であるが MA 粉末の加熱によって $CuAl_2$ が現れた原因を明らかにするため、これらの粉末について SEM-EDX で分析した。その結果、加熱温度が上昇するに従って Mg の含有量はわずか減少していることが明らかになった。これは脱ガスを兼ねた 573 ～ 823k での反応熱処理により Mg が蒸発により失われたことに起因する。しかしながら 823K で 3.6ks の加熱でも 1.5mass%Mg を含有しており、蒸発により失われる Mg は比較的少ないと考えられた。Mg は Al ﾏﾄﾘｯｸｽにも存在し、その結果析出物相は $CuAl_2$ および Al_2CuMg になったと考えられる。

図 2(a)は、MA 合金粉 No.1 を 823K で熱間押出し後、773K で 3.6ks 溶体化した場合の TEM 像を示す。Al-B-C 系三元化合物の大きさは合金 No.05 ～ 3 において、ほぼ太さ約 20nm でｱｽﾍﾟｸﾄ比は 4 ～ 10 であり、合金濃度の

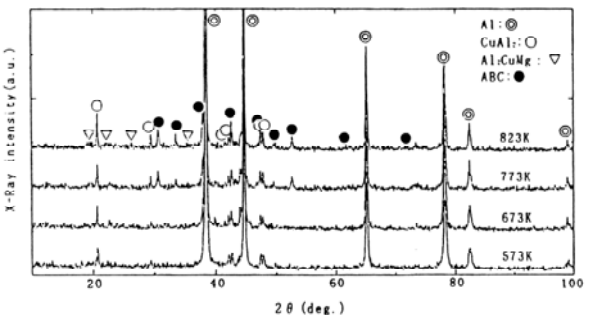


図 1　混合粉 No.1 の 72ksMA 処理粉末の加熱による X 線回折図形変化

増加により僅かにｱｽﾍﾟｸﾄ比は小さくなる傾向が認められた。しかしながら同一の合金濃度では、その大きさはほぼ一定であった。これは脱ｶﾞｽを兼ねた反応熱処理温度が 823K で一定であり、その時に析出した Al-B-C 系三元化合物が後の溶体化の時に成長しなかったものと考えられる。

図 2(b)は、合金 No.1 溶体化材を 453K で 3.6ks 時効処理した場合の TEM 像を示す。いずれの合金でも Al ﾏﾄﾘｯｸｽに微細な析出物が認められた。

図 2(c)は、No.1 溶体化材を 453K で 288ks 時効処理した場合の TEM 像を示す。いずれの合金においても、Al ﾏﾄﾘｯｸｽの結晶粒はわずかに大きくなっていたが、著しい成長は認められなかった。これは Al-B-C 系三元化合物分散粒子が成長を妨げた結果と考えられる。

Al-B-C 系三元化合物を分散した合金の機械的性質を明らかにするため、引張り強度試験および硬さ試験を行った。本 MA 合金は、時効硬化がごく僅かしか認められなかったので、機械的強度試験は溶体化材について行った。No.05 および 1 合金の機械的強度試験の結果、最大引張り強度はそれぞれ 54 および 63kgf、伸びは 4.6 および 2.5%であり、かたさはそれぞれ 171 および 189HmV であった。

4 結 言

本研究の結果をまとめると次のようになる。

(1) 72ksMA した合金粉末の脱ガス処理を兼ねた 573 ～ 823k で 3.6ks の反応熱処理により、全温度領域で $CuAl_2$ および Al_2CuMg が析出した。一方、ABC 系三元化合物は 773K 以上で生成し、その大きさは太さ約 20nm で、ｱｽﾍﾟｸﾄ比は 4 ～ 10 であった。

(2) 溶体化処理により $CuAl_2$ および Al_2CuMg は消滅したが、453K で 3.6 ～ 7.2ks の時効処理により Al_2CuMg および $CuAl_2$ が析出した。

(3) 熱間押出し材の Al 結晶粒径および析出する ABC 系三元化合物の大きさは、合金添加量が増大するに従って小さくなったが、ABC 系三元化合物のｻｲｽﾞの合金濃度依存性は Al 結晶粒径に対するよりも小さかった。

(4) Al-B-C 系三元化合物分散強化合金を長時間時効処理しても Al の結晶粒成長はわずかであった。

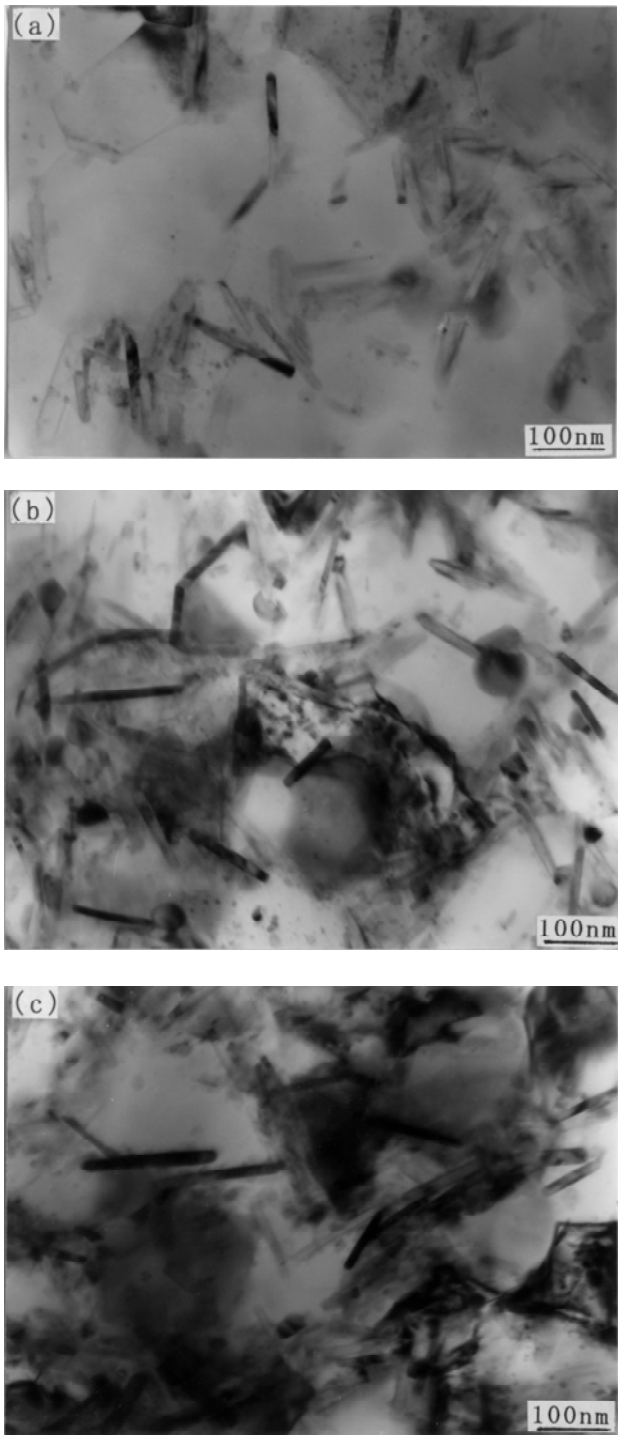


図 2 (a)は溶体化後、(b)および(c)は溶体化後、453K で 3.6 および 288ks 加熱した合金 No.1 の代表的なＴＥＭ像

参 考 文 献

(1) I.J.Polmear ; Light Alloys, Metallurgy of the light metals, Third edition, Arnold, London,(1995),p.107.

(2) T.Takahashi, K.Yamada and M.Motoyama ; Proc.ICAA-6, vol.3(1998), p.1823.

(3) T.Takahashi and M.Motoyama ; Proc.Adv.Pow.Metall.& Particu.Mater.,MPIF,Princeton,N.J.,vol.7(1992),p.413.

(文責　高橋輝男)

(校閲　元山宗之)

15　生産の安定化・高能率化のための加工技術の開発

山中啓市，柴原正文，園田司，永本正義，上月秀徳，西岡敏明，脇坂彰一

機械金属工業指導所

１　目　　的

機械加工における研削加工は、仕上げ加工に位置しており、従来、寸法精度のきびしい加工や難加工材料は、研削作業で行うのが一般的であった。

しかし、機械加工の高精度や高剛性化および寸法補正の容易なＮＣ機の普及、また、高硬度材料でも切削可能な高硬度用工具（超高圧焼結体、超微粒子超硬合金）の普及によりトータルコスト低減を目的に、研削作業が切削加工に置き換えられることが多くなってきている。

そこで、強靱で安全性の高い回転刃物を作ることを目的として、ＣＢＮ焼結体工具による高硬度材料の微小仕上げ加工と回転円板刃の刃先先端のアール加工する場合の旋削・研削加工について検討した。

２　結　　論

超精密旋盤による高硬度材料の微小切削におけるドライ切削とミスト切削による表面粗さの違いは、ＣＢＮ焼結体工具の刃先に付着物が付きにくいミスト切削の方が若干良い結果が得られた。また、回転円板刃の刃先に微小の丸みを創成する最適条件が得られることにより切削動力は多少大きくなるが、衝撃力に強くなり、欠けにくく品質向上が図られる。

３　実験方法

３．１　ＣＢＮ焼結体工具による高硬度材料の旋削加工

高級刃物材料として利用されているマルテンサイト系ステンレス鋼（SUS４２０J２）を焼入れ、焼き戻しの熱処理をし高硬度（５３～５４HRC）に加工した物を被削材とした。実験は、超精密旋盤（UPL-1：理研製鋼製）で市販のＣＢＮ焼結体工具による、微小旋削の工具摩耗と表面粗さを調べるために、切削条件と切削方式との関係について検討した。切削条件は、切削速度を１００、１５０mm／ｍｉｎ、送り０．０１mm／ｒｅｖ、切り込み１０μｍとした。切削方式は、円筒切削でドライ切削とミスト切削（空気圧０．３４MPaと高含水超潤滑切削油剤：ＭＴ１０、４．４～４．５ｃｃ／ｍｉｎの混合）とを行った。

３．２　回転円板刃の刃先先端のアール加工

回転円板刃（チップソー、サイディングカッター等）の先端にろう付けされた異種金属（超硬チップ、サーメット等）の刃先に微小の丸みを創成するためにダイヤシートをホイール状にした回転工具を試作した。実験は、回転円板刃を旋盤に取り付け回転し、ダイヤホイール回転工具を逆回転し回転円板刃の刃先の前逃げ面とすくい面との稜線に微小の丸みを創成する研磨条件を検討した。

４　結果と考察

４．１　高硬度にしたマルテンサイト系ステンレス鋼の微小切削におけるドライ切削は、ステンレス鋼が熱伝導率の低さから切削熱が分散しにくく、刃先温度が高くなるためミスト切削より工具摩耗の進行が幾分早い。

４．２　回転円板刃の刃先先端のアール加工については、回転円板刃の周速を大きくするとダイヤシートが切断する。またダイヤシートのダイヤ粒度が大きいと刃先先端が欠ける場合がある。刃先先端アール加工の最適条件はＲ０．２である（図１、図２）。

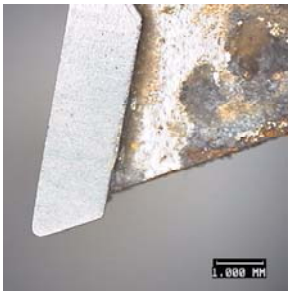




図１　サイディングカッター　図２　チップソー
（窒化ケイ素セラミックス製）　（超硬合金Ｋ２０）

回転円板刃は、高速回転で使用されることが多い。特にチップソーは、強靱で安全性の高い製品を作らなければならないので、まだまだ生産工程で改善するところが多く、今後更に研究を続ける必要がある。

参 考 文 献

1)安井秀樹：機械と工具，工業調査会，(1997)　p.6

（文責　山中啓市）

（校閲　脇坂彰一）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

16　ケミカルシューズの高機能化及び安全性に関する研究

鷲家洋彦，吉田和利，長谷朝博*1，西森昭人，森　　勝，奥村城次郎，石川　齊，石原マリ

有機材料部，*1 企画情報部

1　目　　的

神戸は日本のゴム工業発祥の地であり、それによりケミカルシューズ産業が発展したが、価格競争の激化、長期不況による消費意欲の減退等で受注は減少している。神戸地区のケミカルシューズ産業の振興を図るためには、新しい素材による靴、足にやさしい靴の開発とともに、靴製造技術を活用したファッション衣類、小物製造業への展開が必要とされている。特に足にやさしい靴、例えば履き心地のよい、長時間履いていても足が疲れにくい等、多くの消費者がそれらを実感して履ける靴作りが重要である。これまで、人の足形と製造時に使用するラストの形状の測定、及びラストから製造された実際の靴の内法を測定し、足にやさしい靴となる足形の形状について指針を検討してきた。また、靴底の乾燥面、濡れた面での滑りやすさについても検討を重ねてきた。

近年の消費者の嗜好の多様化を受け、化学繊維等の雑材を使用した製品の割合が高まっているため、従来の天然皮革、合成皮革とは違った物性の評価方法が重要である。これらの商品開発を技術的に支えるには、あらゆる素材、部材の物性をあらかじめ測定しておいたうえで具体的な値を示し、技術相談等で業界を支援する必要がある。そこで今年度はケミカルシューズの各種部材を収集し、靴底の意匠デザインと実際の摩耗にはどのような関係があるのかを明らかにするために、靴底部の摩耗容積を測定した。また、最近相談の多いケミカルシューズの甲と表底のはく離についてもあわせて評価を行い、技術面からの支援を行った。

2　結　　論

靴底の摩耗容積は、今回の試験方法では意匠の有無に依存しないことが明らかになった。また、素材によっては試し履きと摩耗試験の結果が異なるため、他の試験方法の検討が必要である。はく離については、表底と甲材のはく離強さの最大値、平均値、最小値のいずれかを測定することで、シューズのはく離強さの傾向が把握できることが明らかになった。

3　実験方法

3．1　摩耗容積の測定

摩耗容積の測定には、部材を個々に収集するのではなく、製品となったケミカルシューズ本体から表底を切り取り試料片の作成を行い、以下の条件で試験を行った。

試験機：定荷重ウイリアムス摩耗試験機
試験方法：ＪＩＳ Ｋ ６２６４、Ｂ法
試験温度：２０℃

ＪＩＳでは６分間の試験を行うとあるが、当所の試験機の回転速度が１分間に３９回転であるため、本試験では５分４２秒間試験を行い摩耗量を測定した。得られた摩耗量は試料片の比重で除し、１０００回転当たりの摩耗容積に換算した。

3．2　はく離強さの測定

はく離強さの測定も、摩耗容積の測定と同様に製品となった実際のケミカルシューズを使用し、つま先からかかとに向けて以下の条件ではくり試験を行った。

試験機：島津製作所製オートグラフＡＧ－１０００Ｄ
試験速度：５０ｍｍ／ｍｉｎ
はく離方法：１８０度はく離
試験温度：２０℃

はく離強さのデータ収集は、表底のつま先から１ｃｍの部分を最初の測定点とした。以下かかと方向に２ｃｍおきに測定し、ケミカルシューズ１足につき、７～９点のはく離強さを測定した。

4　結果と考察

4．1　摩耗容積について

ケミカルシューズ表底の摩耗容積と比重の例を表１にまとめた。今回の測定に用いたケミカルシューズは、すべて婦人用ヒールもので、サイズは２３．５ｃｍおよび２４．０ｃｍを対象としている。

比重は小さいものは０．６４、大きいものは１．４４であり、そのほとんどが１．２から１．３に分布していた。スポーツ用シューズ等のように軽量性を追求するわけではなく、滑りやすさを意識した意匠デザインに重点を置いていることが明らかである。

一方、摩耗容積に注目してみると、０．１０ｃｍ^3～１．８５ｃｍ^{3}と差があるのがわかる。表１にまとめた容積は、意匠デザインがきれいな状態からの摩耗容積である。意匠デザインの差による摩耗量の差を比較してみたが、平均すると０．６０ｃｍ^{3}の値に落ち着き特にデザインの差による摩耗容積の差は認められなかった。これは、あられ模様のような細かい意匠デザインは、見た目にはすぐに意匠がはがれ落ち、波模様や意匠なしのケミカルシューズ底材と比べると減りが早い気がする一因である。

これまでケミカルシューズの摩耗容積の基準のようなものはなく、相談に訪れても具体的な数値を示すことが難しかった。実際に販売されているケミカルシューズを今回の測定の対象としているため、表底の摩耗容積の平均値０．５～０．６ｃｍ^{3}は摩耗量の目安として考えられる。ところが今回の試料とは別に測定したクレープ底、ＥＶＡ底等は摩耗試験の結果と、実際に試し履きした結果が相反するため試験結果と相関性が小さい素材は、実履きの結果を優先させる必要がある。

表１　表底の比重と摩耗容積

試料	比重	摩耗容積 (cm^3/1000回)	試料	比重	摩耗容積 (cm^3/1000回)
MA	1.31	1.37	MF	1.25	0.10
MB	1.32	0.52	MG	0.92	1.85
MC	1.28	0.41	MH	1.26	0.61
MD	1.30	0.52	MI	0.93	0.57
ME	1.35	0.19	MJ	1.31	0.71
ME	1.31	0.49	MK	1.44	0.63

４．２　はく離強さについて

ケミカルシューズのはく離強さの例を表２にまとめた。１足につき８点のはく離強さと、その最大値、最小値である。はく離１はつま先から約１ｃｍの箇所のはくり強さである。はく離２は、はく離１の測定箇所からかかと方向に２ｃｍ移動した箇所であるつま先から３ｃｍの箇所のはく離強さを示している。以下、はく離３、はく離４はそれぞれつま先から５ｃｍ、７ｃｍの箇所におけるはく離強さを示している。

最大値については６割以上のサンプルがはく離１に集中している。これは表底の幅によらず、はがし始める際に一番はく離強さが大きいことを示している。同時に一度はがれ始めると、それ以下の力で充分はがれることを示している。表中ではく離４～はく離６に当たる値が表底の幅広い部分であるが、必ずしも幅が広い部分とはく り強さが一致していないことがわかる。

一方、最小値は表底中央部より、かかと側に分布している傾向がある。これはつま先と比べて、接着剤が十分に塗布されていない部分接着の範囲がある、あるいは軽量化のために接着範囲が狭い理由があり、はく離強さとしては低くなる。

図１にはそれぞれのケミカルシューズの最大値、最小値、及び平均値をプロットした。図１からケミカルシューズのはく離強さをそれぞれ同じ尺度で比較するには、最大、最小、平均のどのデータをとっても同じ傾向を示しているが、なるべくつま先に近い部分のはく離し始める強さも併せて評価の指標に加える必要があると考えられる。

表２　はく離強さの例

試料	HA	HB	HC	HD	HE
はく離1(N)	93	171	60	112	119
はく離2(N)	84	87	83	94	70
はく離3(N)	61	100	77	71	88
はく離4(N)	42	95	84	64	58
はく離5(N)	42	80	70	80	54
はく離6(N)	76	40	77	70	55
はく離7(N)	64	77	48	48	72
はく離8(N)	34	88	53	77	96
最大値(N)	93	171	84	112	119
最小値(N)	34	40	48	48	54
平均値(N)	62	92	69	77	77

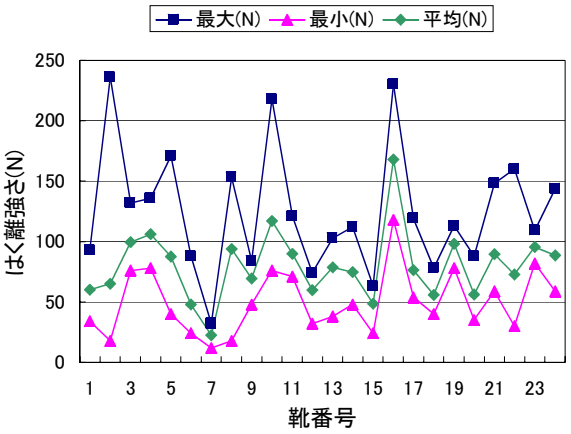


図１　はく離強さの傾向

（文責　鷲家洋彦）
（校閲　石川　齊）

17　５基本味覚物質による味覚評価ソフトウエアの特徴

井上守正，瀧澤由佳子*1，藤村　庄，毛利信幸，松下　啓

開発部，*1 電子部

１　目　　的

醤油をベースとする混合調味液の味覚評価を行うことを目的として作製した５基本味覚物質による味覚評価ソフトウエア（以下、ソフトウエアと略す。）[1)] の特性を把握するため、市販の素麺つゆを用いて、味覚評価挙動を観察した。

２　結　　論

素麺つゆ濃度の増加に対して、酸味と旨味のセンサー指示値（以下、評価値と表現する。）は増加したが、塩味と甘味の評価値は減少し、対照的な変化を示した。この挙動は本ソフトウエアの特徴の一つと考えられた。

３　ソフトウエアの概要

高次元情報型センサは、有機物で修飾した金電極からなる物質認識部、電気化学的非線形応答とフーリエ変換（ＦＦＴ）からなる信号変換部、ニューラルネットワーク（ＮＮ）を用いた信号評価部からなる。この高次元情報型センサに、食塩、酢酸、D-グルコース、カフェイン、L-グルタミン酸ナトリウムを５基本味覚物質とするソフトウエアを組み込んでいる。

ソフトウエアの作製方法は、参考文献 1)を参照。

また、利用しているＮＮは、㈱エム研製のＭＮＮであり、全 27 対のデータをＮＮに入力し、平均二乗誤差が 0.1 以下になるまで学習させている。

４　実験方法

市販のヒガシマル醤油㈱製素麺つゆ（希釈用）を希釈して、０.５，１，２，４，１０，２０％の水溶液を作製し、味覚評価を行った。

５　結果と考察

本ソフトウエアは、醤油系の調味液４種（濃口醤油、薄口醤油、ポン酢、だし醤油）を区別できるとか、調味液の濃度が大きいからといって、評価値は必ずしも大きくないといった特徴をもっている。そこで、後者の状況をもう少し詳細に把握するために、希釈した市販の素麺つゆに対する評価値を求めた。図１に素麺つゆの各濃度における評価値をプロットした。

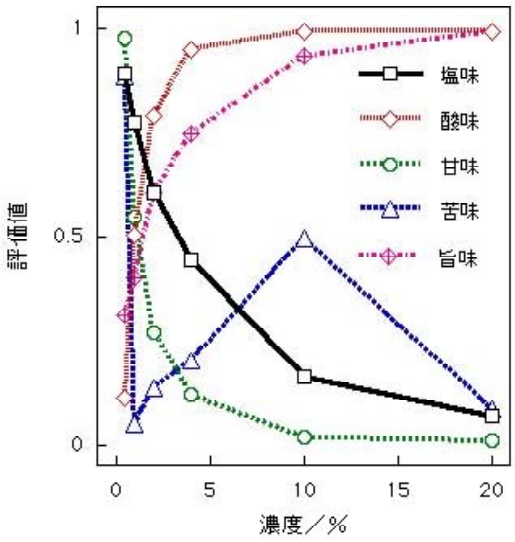


図１　市販素麺つゆの評価結果

低い濃度の場合には、塩味や甘味を大きく、酸味と旨味を小さく評価し、高い濃度の場合には、塩味、甘味を小さく、酸味、旨味を大きく評価するという様に、塩味、甘味と酸味、旨味の評価値は対照的な変化を示した。この変化の傾向は、濃口醤油や薄口醤油において見られた傾向に類似しており、本味覚評価ソフトウエアの特徴の一つと考えられる。

なお、０.５％と２０％の液を味わってみると、前者は塩味や甘味はわずかしかなく、非常に水っぽいものであった。また、後者は、評価値に見られるような強い酸味はなく、非常に美味しく感じた。

参 考 文 献

1）藤村庄，毛利信幸，瀧澤由佳子，井上守正，北川洋一，宮本知左子：平成１０／１１年度技術開発研究事業「食品機能のセンシング技術の開発と食品資源の機能開拓への応用」普及講習会テキスト，中小企業庁他，(2000)，第１章

（文責　毛利信幸）

（校閲　藤村　庄）

18　市販調味素材による素麺つゆ評価ソフトウエアの作製

井上守正，瀧澤由佳子*1，藤村　庄，毛利信幸，松下　啓

開発部，*1 電子部

1　目　　的

高次元情報型センサは、組み込む味覚評価ソフトウエア（以下、ソフトウエアとする。）によって、様々な目的に利用できる。現在、食塩等の試薬を基本味覚物質としたソフトウエアを作製しているが、調味液の濃度の増加に伴い、塩味が減少する等の結果となり、我々の味認識とは異なると思われる評価[1)]が見られた。そこで、基本味覚物質の代わりに、市販の調味素材である、醤油、みりん、だしの素を用いてソフトウエアを作製し、その特徴を検討した。

2　結　　論

作製したソフトウエアを用いて、市販素麺つゆを測定したところ､素麺つゆ濃度の増加と共にセンサ指示値(以下、評価値と表現する。）は増加した。

得られた評価値を利用して、市販品の４％及び２５％相当と推定される水溶液を、３調味素材で調製し、市販品と味を比較したところ、調製液は、いずれも甘味が強く、塩味が弱かった。調味素材の配合割合等を見直し、ソフトウエアの再構成が必要であると考えられた。

3　実験方法

醤油（ヒガシマル醤油㈱製のうすくちしょうゆ（本醸造））、みりん（明石醗酵工業㈱製の本みりん)、だしの素（㈱シマヤ製の風味調味料（かつお））から混合水溶液を調製し、高次元情報型センサを用いて、ソフトウエアを作製した。ソフトウエアの作製は基本味覚物質による場合[2)]に準じた。ただし、市販調味素材の混合割合は、直交表$L_{27}(3^{13})$に基づき、醤油、みりん、だしの素を、それぞれ水準１では４％、４％、１％、水準２では０.８％、０.８％、０.２％、水準３では０.１６％、０.１６％、０.０４％とした。

4　結果と考察

市販のヒガシマル醤油㈱製素麺つゆ（希釈用）を希釈して、２％、４％、１０％、２０％、３０％の水溶液を作製し、それぞれの評価値を求め、図１に示した。

いずれの評価値も素麺つゆの濃度と共に大きくなっており、５基本味覚物質によるソフトウエアのときの変化の傾向とは異なった[1)]。なお、１０％以上の濃度では、みりんの味であるとする評価値が、入力した教師データの応答値（０.２５－０.７５）の範囲外となっており、教師データの検討が必要である。

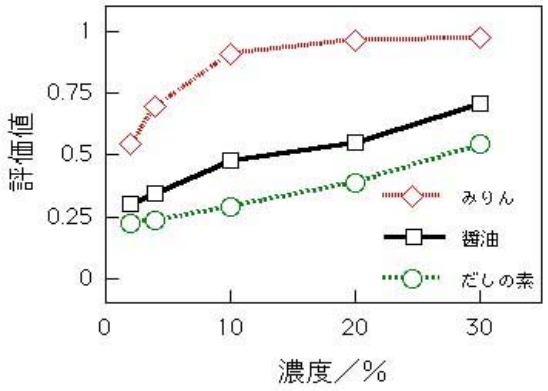


図１　市販素麺つゆの評価結果

次に、この評価結果を用いて市販素麺つゆの４％及び２５％に相当すると推定される水溶液を、前述の市販調味素材から調製し、味覚をチェックした。その結果、いずれも甘味が強く、塩味を殆ど感じなかった。ソフトウエアに用いた調味素材の配合割合に原因があるものと推定している。

参 考 文 献

1)井上守正，瀧澤由佳子，藤村　庄、毛利信幸、松下　啓，兵庫県立工業技術センター研究報告－ 2000,(2001),p33.

2)藤村庄，毛利信幸，瀧澤由佳子，井上守正，北川洋一，宮本知左子：平成１０／１１年度技術開発研究事業「食品機能のセンシング技術の開発と食品資源の機能開拓への応用」普及講習会テキスト，中小企業庁他，(2000)，第１章

（文責　毛利信幸）

（校閲　藤村　庄）

「技術改善研究事業」

19　薄肉非鉄合金鋳物の製造技術に関する研究

（重力鋳造法の湯流れ解析における湯口境界条件について）

柏井茂雄，兼吉高宏，山田和俊，高橋輝男，赤松信，河合進，元山宗之，高谷泰之*1

無機材料部，*1 企画情報部

1　目　　的

近年、鋳物の薄肉、軽量化にともない、湯流れ解析による鋳造中の湯流れ状態の的確な把握とコントロールが重要となっている。しかし、湯流れ解析においては湯口境界条件の設定により結果が変化するために、湯流れ解析の応用化にあったっては境界条件等の検討による適切な解析の実行が重要である。重力鋳造の湯流れシミュレーションにおいて、湯口での注湯条件の与え方として速度境界条件より圧力境界条件が適していると考えられるが、この場合でも実際の湯流れと一致した解析結果を得るために工夫が必要である。

そこで、本研究では圧力湯口境界条件で湯だまりを考慮した場合の湯流れ解析結果の相違を考察し、重力鋳造に適した境界条件の設定方法を検討した。また、重力鋳造法により製造されているアルミニウム製リング鋳物への適用を試みた。

2　結　　論

通常の圧力境界条件は湯だまりからストッパー用いて鋳込む場合の境界条件に、また湯だまりを考慮した圧力境界条件は取り鍋から湯だまりを介して注湯する場合の境界条件にそれぞれ適していることが明らかとなった。湯だまりモデルにより実製品の湯流れ解析を行ったところ、実際の流れと良く対応した解析結果が得られ、製造工程への適用が可能であると考えられた。

3　実験および解析方法

湯流れ解析は３次元湯流れシミュレーションソフトMulti-Flow（JSCAST）を使用した。まず図１に示す簡易板状モデルを用いて、速度境界条件、圧力境界条件および湯だまりを考慮した圧力境界条件の場合の湯流れ状態について検討した。速度境界条件では流速0.4m/s、圧力境界条件では圧力0Paで計算した。次に、アルミニウム製大型リング鋳物について、実鋳物での鋳造と水モデルを用いた実験により湯流れ過程を直接観察し、解析結果と比較検討した。

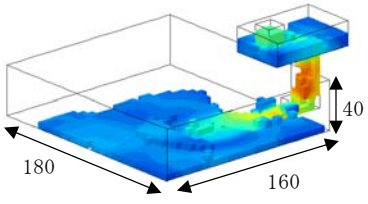


図１　簡易板状モデル

水モデルでは、湯だまりに75mm高さまで水を満たしてストッパーを引き抜く注湯法（ストッパーモデル）と、取り鍋から湯だまりに水を注ぎ込む注湯法（湯だまりモデル）でそれぞれ実験を行った。実鋳物の鋳込みはストッパーを使用せず手動注湯機からかけ堰へ注湯する方法で行った。図２にリング鋳物の解析モデルを示す。

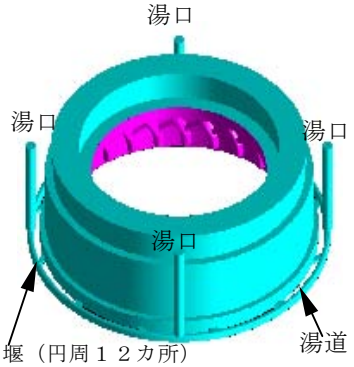


図２　リング鋳物の解析モデル

4　結果と考察

簡易板状モデルについて各種境界条件での堰からの溶湯流入速度の時間変化を図３に示す。（a）の圧力境界条件では注湯の初期段階に流速が加速し、その後鋳物内の溶湯高さが上昇するに従い注湯速度は減速に転じるようになり、重力鋳造の特徴に一致した結果が得られた。ま

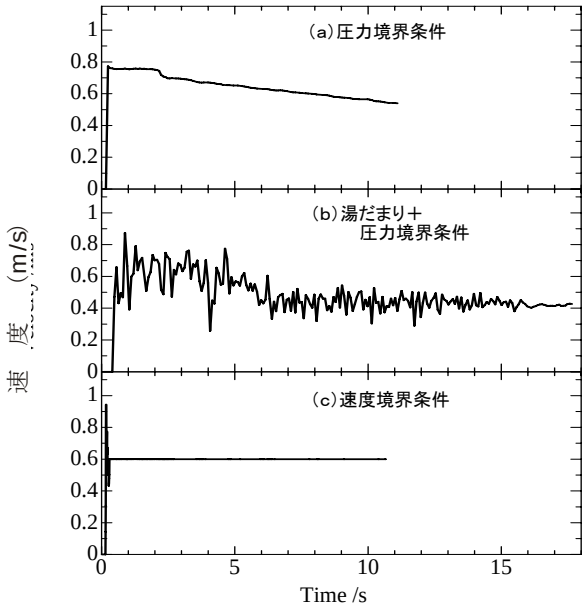
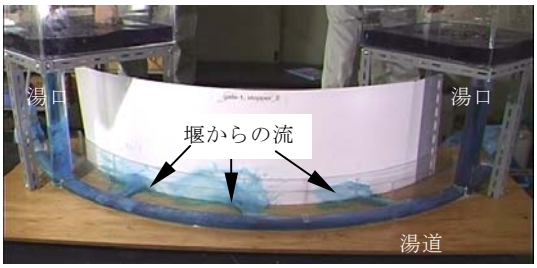
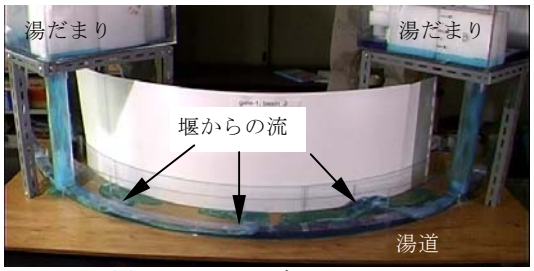


図３　堰からの溶湯流入速度の変化

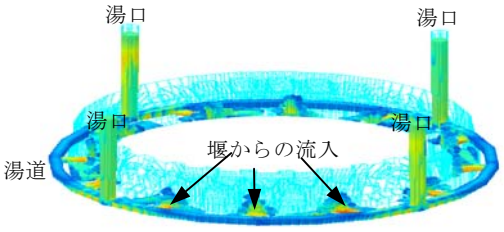


(a)ストッパーモデル　1.3秒後

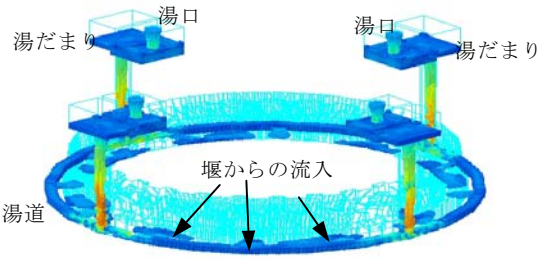


(b)湯だまりモデル　3.5秒後

図４　堰からの流入状態（水モデル）



(a)圧力境界条件　1.2秒後



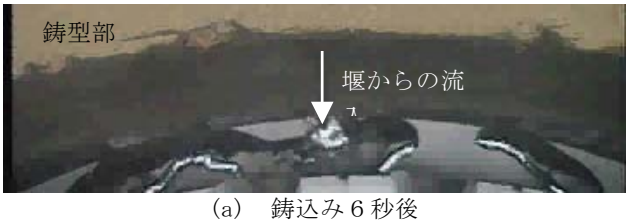
(b)湯だまり+圧力境界条件　3.6秒後

図５　各種圧力境界条件での解析結果

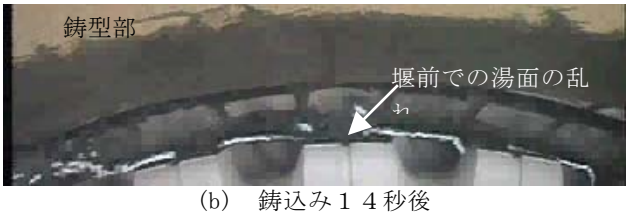
た、(b)の湯だまりを考慮した圧力境界条件では、平均流入速度は激しく変動しており、その平均値には圧力境界条件の場合よりも小さい値であり、充填時間も(a)比べて長い結果であった。これは湯だまりから流入する際に、溶湯が湯口を満たすことなく断続的に流入していることを示していると考えられた。一方、(c)の速度境界条件では注湯面から一定速度で流入するため、充填期間中堰からの溶湯流入速度は一定であり、鋳型充填パターンは実際とは異なる。速度境界条件の場合、注湯速度を時間とともに変動させる境界条件の設定方法も考えられるが、速度の変動曲線は湯口系および鋳物形状寸法により異なるため設定が困難である。

図４にリング状鋳物の水モデル実験結果を示す。堰からの流入状態に注目すると、ストッパーモデルでは速い速度で流入し、1.3秒後には鋳型面に激しく溶湯が衝突した。一方、湯だまりモデルでは流入までに時間がかかるとともに溶湯は緩やか流入した。図５に圧力境界条件と湯だまりを考慮した圧力境界条件で計算した湯流れ結果を示す。圧力境界条件では溶湯が激しく鋳型壁面に衝突しているが、湯だまりを考慮した場合は穏やかな流入状態となった。水モデルと解析の流入状態を比較すると、ストッパーモデルは圧力境界条件による計算に、湯だまりモデルは湯だまりを考慮した圧力境界条件による計算に対応していることが明らかとなった。

図６にアルミニウム製リング鋳物について、堰からの湯流れ状態をビデオにより観察した結果を示す。湯だまりを考慮しない場合は勢いよく溶湯が流入し実際とは大きく異る解析結果であった。これに対し、湯だまりを考慮した圧力境界条件で計算した場合は図７に示すように、流入状態は解析と実際の流れと良く一致した。

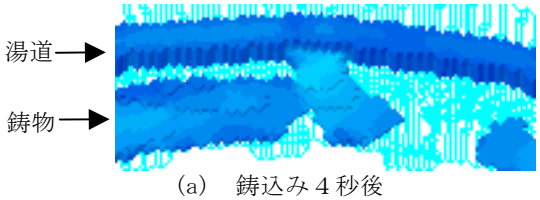


(a)　鋳込み６秒後



(b)　鋳込み１４秒後

図６　リング鋳物の堰からの溶湯流入状態



(a)　鋳込み４秒後



(b)　鋳込み１２秒後

図７　湯だまりを考慮した湯流れ解析結果

（文責　柏井茂雄）
（校閲　元山宗之）

「技術改善研究事業」

20　生分解性高分子材料の開発

森　勝，吉田和利，山崎　潔，奥村城次郎，石川　齋，安井三雄[*1]，藤村　庄[*1]

有機材料部，*1 開発部

1　目　　的

プラスチックは軽量、安価で耐久性があるため、日用品、産業用など、社会生活に必要なあらゆる製品に使用されている。これらのプラスチックは耐久性があるため自然界では分解せず、大量に廃棄され海洋汚染、埋立地の短命化などの環境問題を引き起こしている。早急にこれらの問題を解決することが求められている。そこで、これまでのプラスチックに代わる新しい環境適合材料として生分解性プラスチックが開発された。

生分解性プラスチックには原料として石油系のものと天然物系のものがあるが、石油の枯渇の問題からも原料として天然物を利用することが望ましい。セルロースは地球上で最も大量に存在する有機化合物であり、資源として再生産可能な原料であり、生分解性である。しかし、セルロース系プラスチックは溶融温度が高く加工性があまり良くない。軟化温度を下げるために種々の可塑剤が用いられる。アセチルセルロース用としてフタル酸エステル類がもっとも普通に使用されている。しかし、これらは環境ホルモンの疑いが持たれている。そこで、それらに代わる可塑剤の使用が期待されている。

そこで本研究では、セルロース系プラスチックに安全で生分解性を有する可塑剤を添加することにより、加工性および物性の優れた生分解性プラスチックの開発を目的とした。

2　結　　論

アセチルセルロースに生分解性で安全なカーボネート系油を可塑剤として添加して、加工性および物性の変化を調べた。比較のため、可塑剤としてよく用いられている２種類のフタル酸エステルを添加した試料についても同様の実験を行った。その結果、カーボネート系油は２種類のフタル酸エステルよりも加工性を向上させることがわかった。また、引張強さは、可塑剤の添加量とともに低下するが、カーボネート系油を添加した試料がもっとも引張強度が大きく、耐熱性も大きかった。

3　実験方法

3．1　試料

セルロース系プラスチックとしてアセチルセルロース（和光純薬工業㈱、分子量:40,000、酢化度：53～56%、アセチル化度：38～40%）を用いた。可塑剤としてフタル酸ジメチル（和光純薬工業㈱）、フタル酸ジエチル（和光純薬工業㈱）およびカーボネート系のバーレルプロセス油PC（松村石油㈱）を用いた。

3．2　物性測定

引張強さは㈱島津製作所製オートグラフAG-1000Dを使用し、粘弾性は㈱レオロジー製DVE-V4レオスペクトラーを使用し測定した。ラボプラストミルは東洋精機製5HPを使用した。

3．3　ラボプラストミルによる混練

可塑剤添加による加工性の向上はラボプラストミルを用いて次のようにして調べた。アセチルセルロース70gに可塑剤35ｇを加え、ビーカー中で予備混合した。この混合物をラボプラストミルに投入し、２本のロールを回転させながら210℃まで昇温し、ロール速度を20rpmに固定した。完全に軟化しているのを確認後、温度調整をオフにし自然冷却させた時の温度とロールのトルク変化を記録した。

3．4　引張試験および動的粘弾性用フィルム試料の作成

アセトン5ml中に所定量のアセチルセルロースを加え、溶解するまで室温かくはんした。完全に溶解後、所定量の可塑剤を加え、均一になるまで室温かくはんした。得られた溶液をガラス板上にキャストし、室温で乾燥させ、フィルム状試料を得た。

4　結果と考察

4．1　ラボプラストミルによる試験

図１にアセチルセルロースおよび３種類の可塑剤を添加した試料のトルクと温度の関係を示す。可塑剤を添加することによりトルクが大きく減少している。同一温度におけるトルクの値は、バーレルプロセス油PCを添加した試料が最も低かった。この結果よりバーレルプロセス油PCは、他の二つの可塑剤と比べてアセチルセルロース

の軟化温度を下げる効果が最も高く、加工性の向上に適していることがわかる。

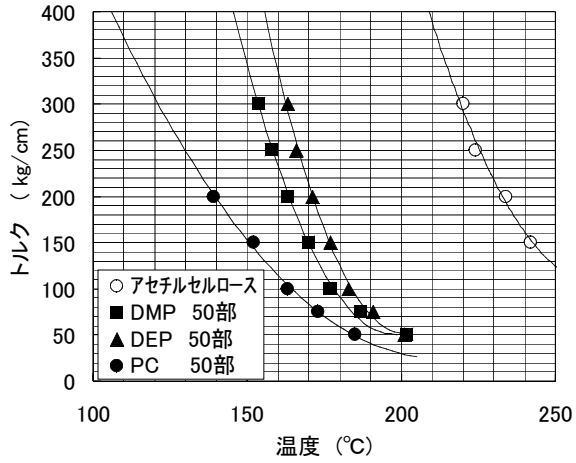


図１　ラボプラストミルによる温度とトルクの関係

４．２　引張試験

図２に３種類の可塑剤の添加量を変えた場合の引張強度の変化を示す。いずれも可塑剤の増加とともに引張強度は減少している。バーレルプロセス油PCは他の二つの可塑剤に比べて引張強度の減少が最も小さい。DMPとDEPはほぼ同じ引張強度を示した。

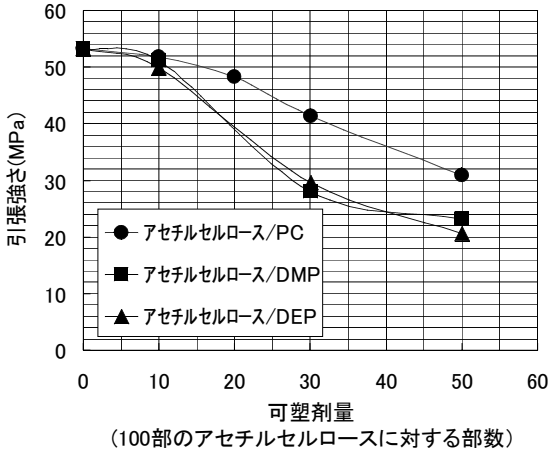
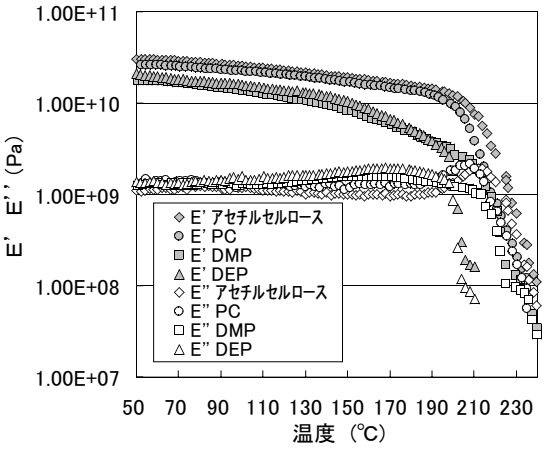


図２　可塑剤添加による引張強さの変化

４．３　動的粘弾性特性

図３にアセチルセルロースおよび可塑剤を50wt%を添加した試料の動的粘弾性試験の結果を示す。バーレルプロセス油PCの添加によるE’、E’’およびtanδの変化は他の二つの可塑剤に比べて最も小さかった。DMPおよびDEPを添加するとE’およびE’’は減少しており、200℃付近まではほぼ同じであるがDEPはDMPより低温の200℃付近から急に減少している。耐熱性はバーレルプロセス油PCが最も高く、DMP,DEPの順で低下していることを示す。以上のことよりバーレルプロセス油PCを添加してもアセチルセルロースの耐熱性などの物性を保持していることがわかる。



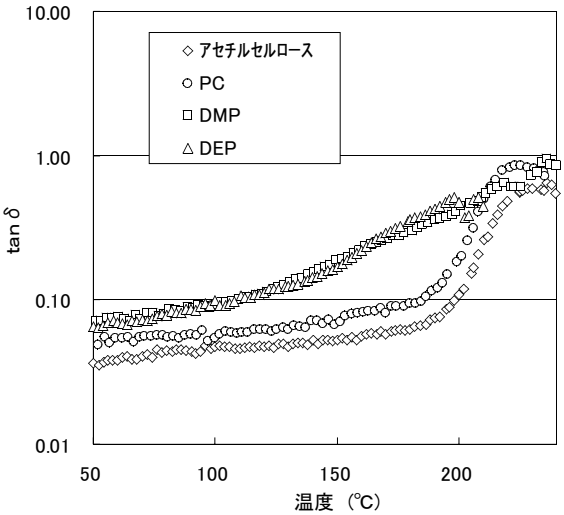


図３　可塑剤を50部添加したアセチルセルロースの動的粘弾性特性

謝辞

本研究を遂行するに当たり、中小企業中堅技術者養成研修の一部として協力された松村石油㈱の中西径氏に厚くお礼申し上げます。

（文責　森　　勝）

（校閲　石川　齊）

「技術改善研究事業」

21　超音波計測による表面粗さ計の開発

森山茂樹，浜口和也，杉本　護，阿部　剛[*1]

生産技術部、＊１　企画情報部

１　目　　的

表面粗さを測定する方法として、触針式やレーザーによる非接触式が用いられている。これらの方法は、細い穴の内部や細いスリットの底面の表面粗さの測定は困難である。また、触針式では、表面に傷が付いたり、表面が柔らかい試験片は困難で、しかも円筒などの２次元平面の粗さ測定が困難である。レーザーによる測定では、表面の柔らかいものや２次元面の測定が可能であるが、時間がかかる欠点がある。

超音波計測による表面粗さを測定する方法は、超音波が試験片表面で反射するとき、表面粗さによって、超音波反射強度が異なることを利用して表面粗さを測定する。この方法は、表面が柔らかい試験片や細穴の内部や細いスリット底面、円筒外面などの２次元平面粗さも短時間で測定可能である。そこで、超音波表面粗さ計の開発のための基礎的な研究を行った。

２　結　　論

超音波による表面粗さ測定器の開発のための基礎的な研究を行った結果、次のことが明らかになった。

(1)表面粗さが粗くなると超音波エコー高さ分布のピークは低い方へシフトし、ピークは低く、分布が幅広くなる。したがって、超音波による表面粗さの測定は可能である。

(2)表面を加工する方法によって、粗さとエコー高さの関係が異なる。このため、現在使用されている粗さ計で使用されている粗さ標準試験片が必要である。

３　実験方法

３.１　試験片及び内面粗さ測定ジグ

試験片は、ＪＩＳ規格に定められた試験片で、市販されている。フライス加工(エンド部及びサイドでの加工、)形削り盤、平面研削盤で加工された４種類の標準試験片と放電加工による試験片を用いた。

３.２　測定方法

測定は試験片を水に漬けて行う水浸法により行った。基準感度として平面研削盤の０.８Ｓの部分のエコー高さを使用した。探触子は、水浸用集束型探触子で周波数が２０ＭＨｚと２５ＭＨｚで、それぞれ焦点距離は１インチである。

粗さ測定のための超音波画像は10 × 10ｍｍの範囲を０.２ｍｍピッチで走査して作成した。したがって、画像を構成する画素数は２５００点となる。この各画素のエコー高さをヒストグラムに表示した。エコー高さは０から２５５の２５６階調に分けて表示している。

４　結果と考察

図１は、フライスでエンドミル加工した面の粗さと２０ＭＨｚの探触子で超音波測定を行った結果を示す。

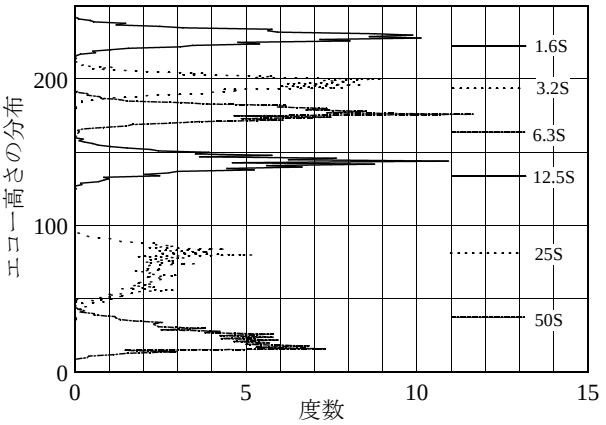


図１　フライス加工（エンド）面粗さと超音波計測との関係

エコー高さの最大頻度の位置が１.６Ｓでは２２５付近に、１２.５Ｓでは、１４５付近に、５０Ｓでは２０付近にある。このように、エコー高さの最大頻度が低くなるにしたがって表面粗さも粗くなることが分かる。

また、表面粗さが粗くなると、エコー高さの分布範囲が広くなることが分かる。これは、表面粗さの値が小さい場合は､面粗さが一定の値に収束していると考えられ、粗さの値が大きい場合は、小さい値と大きい値が混在しているためエコー高さの幅が広くなると考える。

図２は、フライス加工のエンドミルのサイドで加工した面の粗さと超音波計測の結果である。粗さが異なっても、超音波エコーのピーク位置がほとんど同じである。

これは、サイドで加工した場合、エンドミルのツールマークの高さが粗さとなっており、表面が波を打っている状態で、波の細かな部分では表面粗さが同じであるためにこのような結果になったと考える。

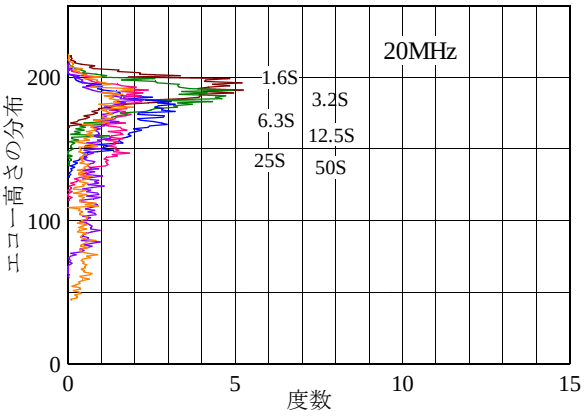


図２　フライス加工（サイド）面粗さと超音波計測の関係

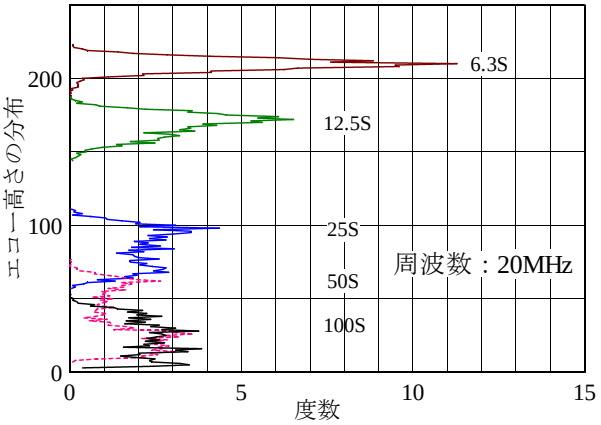


図３　形削り盤による加工面粗さと超音波計測との関係

図３は、形削り盤による加工面の粗さを２０ＭＨｚの探触子で測定した結果を示す。フライスの場合と同様に、粗さの値が小さいときはエコー高さの分布の幅は狭く、ピークがはっきりしているが、粗さが粗くなるとエコー高さは幅広く分布することが分かる。表面粗さが５０Ｓは、２つの分布のピークが認められ、エコー高さの低い方のピークは１００Ｓのピークとほぼ同じ位置にある。この原因は、５０Ｓ、１００Ｓになると、ねじのような山と谷になり、超音波の反射が確実に行われなかったためと考える。したがって、超音波表面粗さ測定では、粗さが極端に粗い場合は、測定誤差が大きくなることがいえる。

図４は、平面研削盤で加工した面を超音波周波数２５ＭＨｚで測定したときの結果である。上の図は表面粗さが、０.８Ｓ、１.６Ｓ、３.５Ｓの結果を示した。下の図は、表面粗さが６.３Ｓ、１２.５、２５Ｓの結果を示した。上の図では、エコー高さの差は少ないが、表面粗さが粗くなるとエコー高さのピークは低くなっている。

１２.５Ｓと２５Ｓでは、ピークの位置はほとんど変わらないが、２５Ｓの方がピークの高さが低く分布の幅が広くなっており、ピークの位置と高さと分布の幅をデータ処理すれば、粗さの推定は可能であると考える。

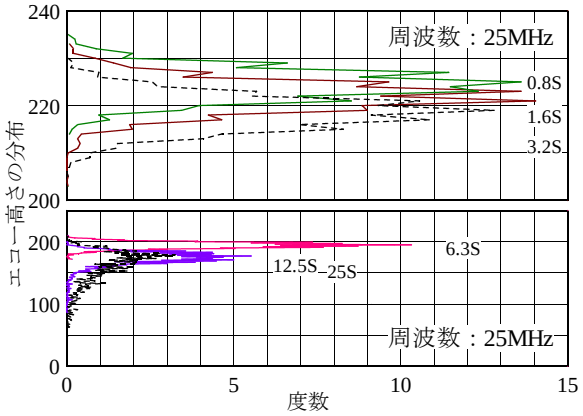


図４　平面研削盤の加工面粗さと超音波計測との関係

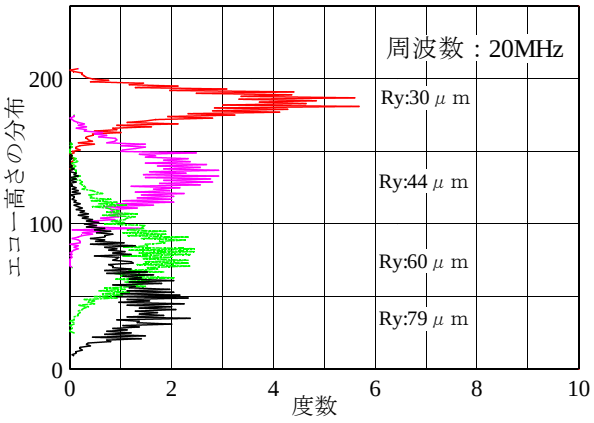


図５　放電加工による加工面粗さと超音波計測との関係

図５は、放電加工機による表面加工を行ったときの表面粗さとエコー高さの関係を示したものである。放電加工機による場合は、粗さはＲｙ（最大表面粗さ表示）で示している。表面粗さＲｙの値が大きい場合はエコー高さの分布も値の小さな方へ移っていることが分かる。他の結果と同様に、Ｒｙが 30 μｍを越えると分布の拡がりが大きくなる。

粗さが粗くなると度数分布の幅が大きくなる傾向があるのは、粗さが小さい場合は、小さい部分に粗さの値があるが、粗くなると、小さな部分から大きな部分まで、粗さが分布しているので、エコー高さの分布が広くなると考えられる。

（文責　森山茂樹）
（校閲　杉本　護）

「技術改善研究事業」

22　ガラス基板上に析出した無電解めっき皮膜の密着性に関する研究

山岸憲史，西羅正芳，園田　司，脇坂彰一

機械金属工業指導所

1　目　　的

ガラスは、電気的絶縁性、光学的透明性、化学的耐薬品性、平滑性などに優れることから、マイクロエレクトロニクス分野の発展とともに、各種デバイス用の材料としてその利用が増加してきている。ガラスをはじめとする非電導性材料(他にセラミックスやプラスチックなど)表面に電導性皮膜をコーティングする方法は、真空蒸着法、スパッタリング法などの乾式法とめっき法による湿式法の２つに大別できる。現在、この分野においては、主に乾式法が利用されているが、微細パターンの形成や生産性などの面から、それに変わる方法として無電解めっき法が注目されている。無電解めっき法により非電導性材料上にめっきを析出させるためには、基板表面に触媒性を付与するための活性化前処理が必要である。本研究は、その方法の１つである二液法（センシタイジング-アクチベーティング法）について検討を行っており、これまで触媒核の吸着量や形態に及ぼす前処理条件の影響について調べてきた[1, 2]。今回は、ガラス基板上に析出するめっき皮膜の密着性について検討した。非導電性材料上のめっき皮膜の密着性に関して、エッチングによるアンカー効果、めっき条件、めっき後の熱処理などの影響について調べた報告[3, 4]はあるが、活性化前処理条件について検討されている例は少ない。そこで、前処理条件と触媒核の形成状態、めっき皮膜の密着性の関係について調べた。また、めっき皮膜の表面状態(光沢性)についても調べた。

2　結　　論

二液法前処理により析出するめっき皮膜の密着性は、触媒核の吸着量が多くなる条件で高くなった。繰り返し処理は密着性を向上させた。めっき皮膜の光沢性は、凝集吸着物が少なくなる塩酸浸漬処理を行うことで向上することがわかった。

3　実験方法

試験片は、吸着量の測定用にスライドガラス(76×13×1mm)を、密着力の測定用に厚板ガラス(80×25×5mm)を用いた。図１に、二液法活性化前処理によるガラス基板上へのめっき工程を示す。各工程間には、イオン交換水に浸す水洗処理を行った。二液法前処理の液組成と処理条件を表１に示す。センシタイジング処理後に中間処理として、塩酸浸漬処理(12mol･m^{-3}塩酸水溶液に10秒間浸漬)を行った。無電解めっきには、コハク酸ナトリウム、DL-りんご酸を錯化剤とした無電解Ｎi-Ｐめっき浴(ｐH4.8、浴温343K)を用い、２分間めっきを行った。

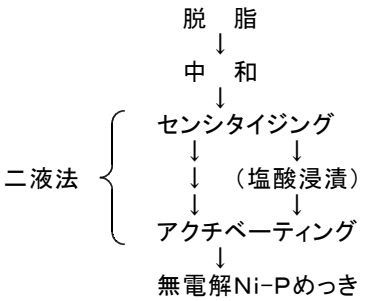


図１　ガラス基板上へのめっき工程

表１　二液法活性化前処理の液組成と処理条件

センシタイジング処理	アクチベーティング処理
$SnCl_2$：0.89 (mol･m^{-3})	$PdCl_2$：0.56 (mol･m^{-3})
HCl ： 2.4 (mol･m^{-3})	HCl ： 12.0 (mol･m^{-3})
処理温度 ： 300 (K)	処理温度 ： 300 (K)
処理時間 ： 120 (s)	処理時間 ： 60 (s)

各処理後における基板表面のＳｎ吸着物およびＰｄ吸着物の量(以下、それぞれＳｎ吸着量、Ｐｄ吸着量と記す)をＩＣＰ発光分光分析装置(セイコーインスツルメンツ製　ＳＰＳ４０００)により測定した。吸着物およびめっき皮膜表面を走査型電子顕微鏡(ＳＥＭ：日立製作所製　Ｓ-４０００)により観察した。密着性は、めっき面に直径６㎜の鉄製ピンをエポキシ系接着剤で接着し、垂直に引っ張って引きはがし力を測定することにより評価した。

4　結果と考察

４種類の条件で前処理を行った場合のＳｎおよびＰｄ

吸着量を図２に示す。センシタイジング処理に引き続きアクチベーティング処理を行ったものを標準前処理：(B)とした。中間処理として塩酸浸漬処理を行うと、Ｓｎ、Ｐｄ吸着量は減少した。センシタイジング処理、アクチベーティング処理を交互に繰り返すことにより、Ｓｎ、Ｐｄ吸着量は増加した。図２に示した４種類の前処理条件を、吸着量の少ないものから順番に(A)～(D)としてめっきを行い、めっき皮膜の密着性と光沢性を調べた。密着性試験の結果を図３に示す。標準前処理：(B)と比較して、Ｓｎ、Ｐｄ吸着量の少ない(A)は引きはがし力が低く、吸着量の多い(C)(D)は引きはがし力が高かった。図４は密着性試験を行った後の試験片にスケールを写し込んだ写真である。めっき皮膜の光沢性は(A)が最も良く、吸着物量の多いものほど悪かった。

めっきの密着性は初期析出形態に、光沢性は表面形態に影響されると考えられる。初期析出形態は、析出核となるＰｄ吸着物の量や分布状態により変化すると考えられる。析出初期の状態をＳＥＭにより観察した結果、(A)は析出粒子密度が低く、次いで(B)、(C)(D)は同程度で最も高くなっていた。析出核密度が高く、緻密な皮膜となったものが、高い密着性を示したと考えられる。一方、めっき後のＳｎ、Ｐｄ吸着量を測定したところ、前処理後とほぼ同量であり、めっき後も基板とめっき皮膜の界面に残存していると考えられる。(D)が(C)より密着性が低くなったのは、過剰の吸着物が密着性を低下させたと考えられる。めっき表面のＳＥＭ観察の結果、図５(b)に見られるような粗大な析出粒子が観察され、光沢性が悪いものほどその量は多くなっていた。光沢性の良好な(A)には、ほとんど見られなかった。この析出粒子は、図５(a)の前処理後表面に見られる凝集吸着物と数、分布状態が対応していると思われ、これを核として形成されたと考えられる。密着性に影響する析出核の数密度は数千個／μm^2、凝集吸着物の数密度は数個／μm^2であり、両者は異なった要因に影響されていると考えられる。核密度が高く、凝集析出物のない前処理方法を開発することで、密着性、光沢性が共に良いめっき析出が可能になると考えられる。

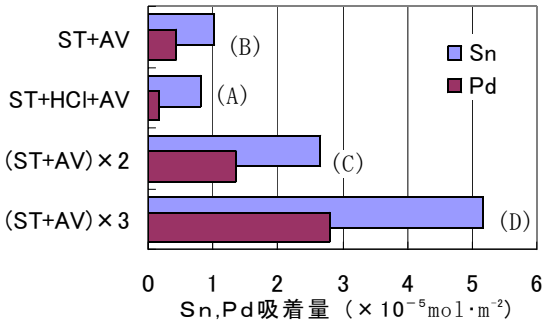


図２　前処理条件とＳｎ，Ｐｄ吸着量の関係

ＳＴ：センシタイジング処理，ＡＶ：アクチベーティング処理
ＨＣｌ：塩酸浸漬処理，×２，×３：２回，３回繰り返し処理

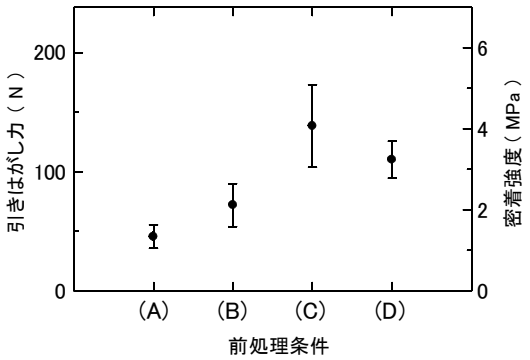


図３　前処理条件と密着性の関係

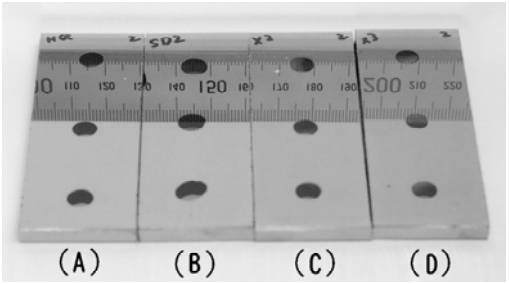
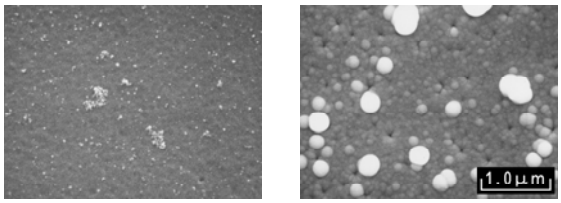


図４　前処理条件とめっき皮膜の光沢性の関係



(a)前処理後　　(b)めっき後

図５　二液法活性化前処理後およびめっき後の表面ＳＥＭ像　（標準前処理：(B)）

参 考 文 献

1)山岸憲史，曽我倫明，西羅正芳，八重真治，松田均，表面技術，50，(1999)，378.

2) 山岸憲史，八重真治，西羅正芳，松田 均，表面技術，51，(2000)，215.

3)H Honma and K Kanemitsu, Plat. Surf. Finish., 74, (1987), 62.

4)堀田慎一，鈴木佳司，渡辺幹男，本間英夫，表面技術，44，(1993)，831.

（文責　山岸憲史）
（校閲　脇坂彰一）

「技術改善研究事業」

23　織物企画設計における風合いの高度利用技術に関する研究

藤田浩行，古谷　稔，佐伯光哉，小紫和彦

繊維工業指導所

1　目　　的

風合いは、布に触れたときの触感であり、官能的なものである。近年、繊維製品に対する消費者の多様化などから、機能性やデザイン性だけでなく、風合いという感性的な性能への要求が高まっている。播州織の先染織物においても、多品種小ロット短納期化が進む中、消費者ニーズへ、より迅速に対応することが求められており、要求性能を生かした製品づくりが必要である。しかし、風合いは感性的なものであることから、要望された風合いを企画設計段階で得ることは困難であり、さらにその評価は、官能検査に頼っているのが現状である。また、織物の風合いは、糸の密度・太さおよび織組織など数多くの構造的特徴により変化することから、数多くの織物試料の風合いを定量化することなどが必要となる。

そこで、本研究では、織物の風合いを客観的に評価するとともに、織物規格と風合いの関係について明らかにすることにより、企画設計段階で風合いを考慮した製品づくりの支援を目的とする。また、織物規格から風合いを予測する手法の提案を行ったので、その結果についても報告する。

2　結　　論

複数の綿織物を試織し、風合いを定量化することで、織物規格と風合いの関係を明らかにした。その結果、企画・設計時の風合い予測が可能になった。また、試織なしで風合い予測が可能な手法を開発した。

3　実験方法

3.1　織物試料の作成

風合い計測用の織物試料は、電子ジャカード付きレピア織機（津田駒工業（株）製 ER 型）を用いて試織した。作成した織物は、たて・よこ糸ともに、120/2^{s} の綿糸であり、組織は、図１のような６種類とした。たて糸密度はすべて 120 本/ｲﾝﾁとし、よこ糸密度は 65,76,87,98 本/ｲﾝﾁの４種類とした。つまり、合計 24(= 6 × 4)種類の綿織物を試織した。表１に作成した 24 種類の織物規格を示す。作成した織物は、糊抜き、シルケット加工およびサンフォライズ加工後、風合い計測用の試料とした。なお、図１の組織図の黒色部は、たて糸が浮いている箇所で、白色部はよこ糸が浮いている部分である。

3.2　風合い計測

布の風合いの定量化には、引張り、せん断、曲げ、圧縮、表面の各特性および目付を測定し、合計 16 の計測値により、KOSHI, HARI, SHINAYAKASA, FUKURAMI,

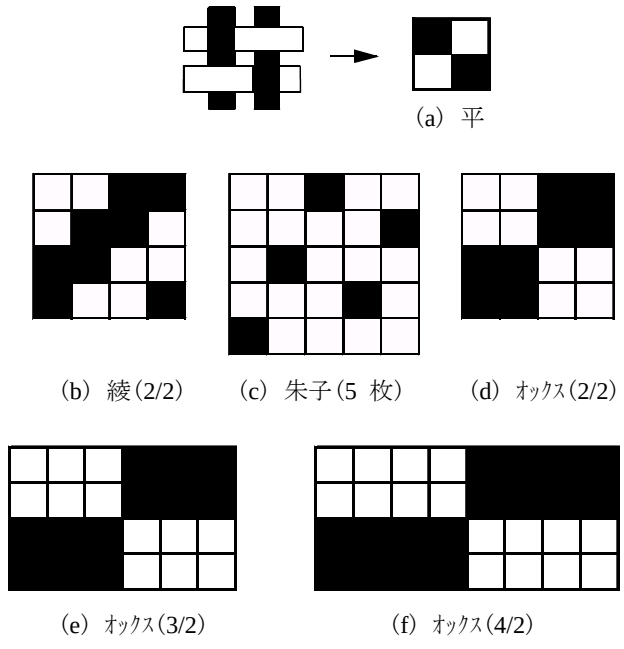


図１　試織織物の組織図

表１　試織織物の規格

試料 No	組　織	密度	試料 No	組　織	密度
H-98	平	98	O2-98	ｵｯｸｽ(2/2)	98
H-87	平	87	O2-87	ｵｯｸｽ(2/2)	87
H-76	平	76	O2-76	ｵｯｸｽ(2/2)	76
H-65	平	65	O2-65	ｵｯｸｽ(2/2)	65
A-98	綾(2/2)	98	O3-98	ｵｯｸｽ(3/2)	98
A-87	綾(2/2)	87	O3-87	ｵｯｸｽ(3/2)	87
A-76	綾(2/2)	76	O3-76	ｵｯｸｽ(3/2)	76
A-65	綾(2/2)	65	O3-65	ｵｯｸｽ(3/2)	65
S-98	朱子(5 枚)	98	O4-98	ｵｯｸｽ(4/2)	98
S-87	朱子(5 枚)	87	O4-87	ｵｯｸｽ(4/2)	87
S-76	朱子(5 枚)	76	O4-76	ｵｯｸｽ(4/2)	76
S-65	朱子(5 枚)	65	O4-65	ｵｯｸｽ(4/2)	65

SHARI, KISHIMI という基本風合いを数値化することができる。各特性は、風合い計測システム（カトーテック（株）製 KES-AUTO 型）を用いて計測した。

4　実験および考察

4.1　織物規格と風合い

風合いに与える織物規格の影響に関して、その一例について検討する。織密度と各風合い値の関係について、平織の場合を図２に示す。織密度が大きいほど、KOSHI, HARI は大きくなるが、逆に SHINAYAKASA は小さくなった。図３に、よこ方向に曲げた場合の、曲率と曲げモーメントの関係を示すが、密度が少ない方が、曲げ剛性は小さくなっており、曲げ剛性の影響が風合いに強く表れたと考えられる。

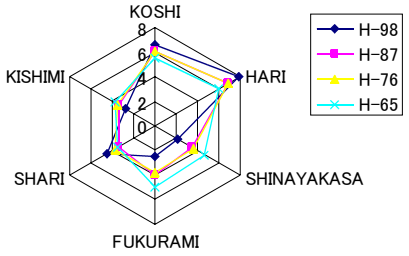


図２　織密度と風合い値

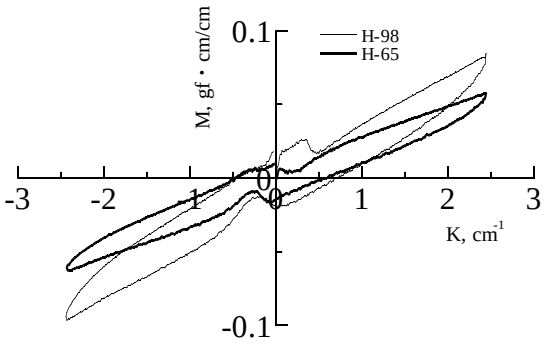


図３　織密度と曲げ特性

つぎに、織組織と各風合い値の関係を図４に示す。KOSHI は、どの組織についてもあまり変化はないが、３種類のオックスとも SHARI が大きくなった。図５に、よこ方向の表面粗さ曲線を示す。オックスの方が明らかに表面粗さが大きく、そのためざらつき感である SHARI が増したと考えられる。この要因としてオックスは糸が引き揃えで組織化されていることから、糸の凹凸感が強く表れ、同一密度であっても SHARI が大きく異なる結果となったと考えられる。

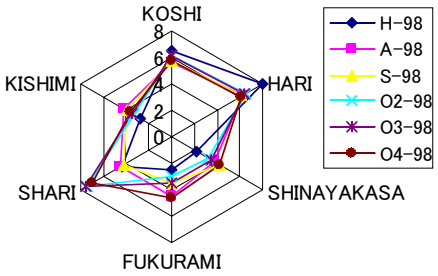


図４　織組織と風合い値

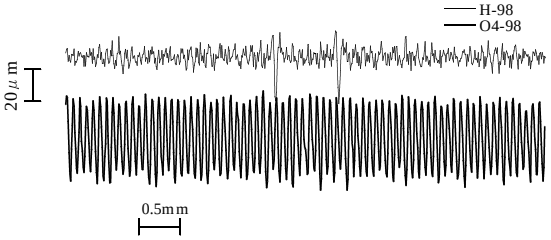


図５　織組織と表面粗さ曲線

4.2　風合い予測手法の提案

企画設計段階で風合いを知るには、織物規格と風合いに関するデータベース化を行うことが望ましいが、数多くの織物の風合いを計測することは困難である。そのため、糸の太さ･密度および組織などと風合い値もしくは各物性値との関係について多変量解析などにより定式化することが考えられるが、その場合、組織の取り扱いが困難である。そこで、文字認識などに利用されているニューラルネットワークの活用方法を提案する。ネットワークはバックプロパゲーションアルゴリズムにより、学習を行い、風合い予測用のネットワークの構築を試みた。学習データは、織組織のパターンおよび織密度、教師データは各風合い値とした。図６にネットワークによる学習結果を示すが、実験データを十分予測できるネットワークの構築が可能となった。

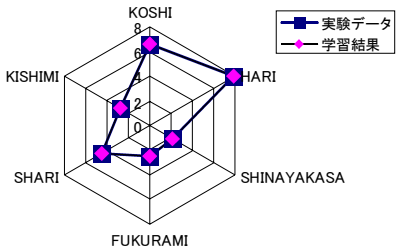


図６　ニューラルネットによる風合い予測

（文責　藤田浩行）
（校閲　山口幸一）

「技術改善研究事業」

24　３次元瓦を利用したホームページにおける宣伝技法の研究

平田一郎，後藤泰徳，真鍋元保

産業デザインセンター

１　目　　的

平成１１年に兵庫県陶器瓦工業組合青年部ＹＣＣ会と共同研究を組んで進めていった「ブリックの景観シミュレーション技法の研究」で、瓦やブリックのようなエクステリア製品においては、製品の性能をアピールするだけでなく、それを使って施工した状態をシミュレーションすることで効果的なプレゼンテーションができることがわかった。（図１）

「ブリックの景観シミュレーション技法の研究」の時には､製品をデジタルカメラ等を使用して画像に変換し、その画像を景観写真と合成させるシミュレーション技法について研究した。製品写真との合成によるシミュレーション技法は、比較的簡単に色や形状の雰囲気を表現することができる。しかし、光源の設定や製品の質感、立体感等の表現力においては劣ってしまう。製品写真との合成によるシミュレーション技法よりも表現力を高める技法として、ＣＧ（コンピュータグラフィック）で瓦のモデルを作成する方法がある。ＣＧは、質感や立体感も本物に近く表現でき、シミュレーションを行うための有効なツールであるが、モデルの正確な寸法や、質量計算等の図面的要素は不得意である。しかし、図面のＣＡＤ化が進む大手住宅メーカーもクライアントである瓦産業にとって、自社製品の詳細な寸法図面や CAD データを保有していることは効果的な宣伝要素である。

本研究では、３次元ＣＡＤで作成した瓦モデルを使用することにより、瓦データが景観のシミュレーション素材としてだけではなく、実際の CAD データとしても利用できるようにする。また、シミュレーションした画面をホームページ上で見られるようにすることで、インターネットにアクセスできる環境であればどこからでも見られるようにする。



図１　ブリックの景観シミュレーション

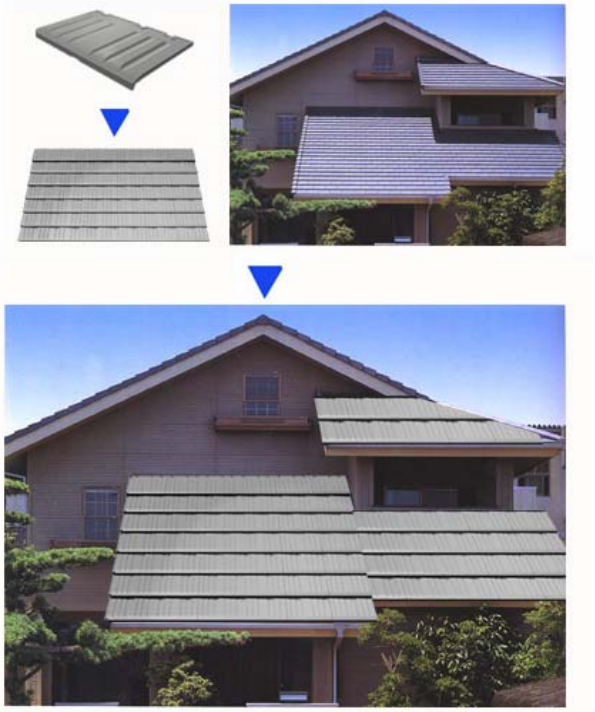


図２　３次元 CAD によるシミュレーション

２　結　　論

本研究では、3 次元 CAD を使用したシミュレーションによる製品宣伝技法を行うだけでなく、新たなプレゼンテーション方法として、3 次元 CAD モデルのレンダリング画像を使用し、擬似的な３次元モデルをホームページに表示させる手法が提案できた。

3　研究内容

３．１　３次元ＣＡＤによるシミュレーション手法

製品写真の代わりとして３次元モデルを使用する利点の１つに研究開発段階の製品をシミュレーションできることがある。そこで、兵庫県陶器瓦工業組合が平成１０年度から研究開発している大型平板瓦を３次元ＣＡＤでモデリングした。モデリングした瓦を積み重ね、合成する住宅写真の屋根の角度に近づけた画像を作成し、大型平板瓦を屋根に葺いた状態のシミュレーションを行った。（図２）図２に示した画像と同じ手法で、他の瓦を住宅屋根に葺いた状態のシミュレーション画像も作成し、それぞれの瓦を屋根に葺いた画像をウェブに載せることで、効果的な製品の宣伝ができる。

３．２　web3D による３次元モデル表示

シミュレーション画像作成以外での３次元モデルを使用した表現方法についても考えた。写真と違い、3 次元で作成しているので、製品形状を色々な角度から見られるようにし、屋根に葺く前の単体での詳細が確認できるようにすることで、より効果的なプレゼンテーションができる。調査の結果、3 次元データをウェブページに表示させる方法が幾つかある事がわかった。それらの技術を総称して web3D と呼ぶが、研究段階では規格が統一されていない事と、各 web3D 専用のプラグインをブラウザにダウンロードする必要がある事などから、どれを採用すれば良いのかが難しい所であった。

本研究では、XVL というファイル形式を採用した。（図３）この形式は、他の web3D　に比べ、データ量が圧倒的に軽い事や、研究意図の１つである３次元ＣＡＤデータとしての利用化が一番有効にできる利点がある。

３．３　擬似３次元瓦モデルによる表示技法

web3D はプラグインの規格が統一されていないことから、web3D の情報収集・表現研究を続けると同時に、web3D の技術を使用せずに表現する方法についても研究した。

3 次元 CAD による瓦モデルを１０度毎に回転させた状態をレンダリングし、その画像をアニメーション作成ソフトに取り込み編集を行った。このソフトで作成したファイルを表示するために必要なプラグインはブラウザソフトに最初から入っているため、新たにダウンロードする必要がない。２次元画像による疑似的な３次元モデルをウェブページで表現することで、データ量も押え、表現力を向上させる「疑似３次元瓦モデルによる表示技法」の提案ができた。（図４）

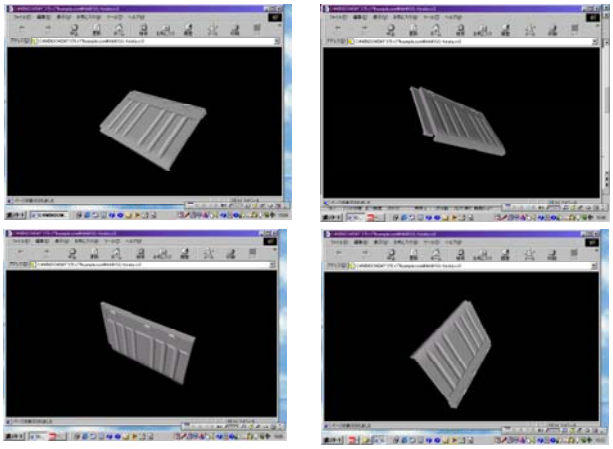


図３　ＸＶＬファイルによるモデル表示
（自由な角度から瓦をみることができる）



図４　10 度毎に回転した画像を制作し、
アニメーションソフトで編集を行った

4　結果と考察

今回の研究成果で、３次元ＣＡＤのデータをそのままウェブページに表示させる手法以外に、画像による擬似的な３次元表現技法による製品宣伝方法が提案できた。今後の展開として、製品アピール方法だけでなく、製品形状の検討等をウェブ上でやりとりする方法を取り入れ、業界支援の製品開発方法としての産官連携活用システムも考えていく。

今回の研究で使用した３次元ＣＡＤデータを使用し、ホームページの素材以外での利用方法も検討し、各業種製品開発に有効活用する。

（文責　平田一郎）
（校閲　加藤敏春）

「技術改善研究事業」

25　バーバー（床屋）法による環境適合型皮革製造技術

中川和治，松本　誠，隅田　卓，水谷茂章，角田和成

皮革工業指導所

1　目　　的

皮革製造業は用水型産業といわれ、多量の水を使用する。そのため、排水処理コストは高く、さらにその汚泥はクロムを含むため汚泥処理コストも非常に高い[1)]。汚泥の全蒸発残留物のうち、有機物（全蒸発残留物の強熱減量）が 28%を占め、その内の約 40%が脱毛工程で排出されている[2)]。このように、皮革製造で一般に行われている毛を溶解する脱毛方法（ヘアバーニング法）により排出される毛の分解物が汚泥の多くの割合を占めるため、毛を回収する脱毛方法（ヘアセービング法）が検討されている[2)]。この方法は非硫化物系の脱毛促進剤や少量の硫化物を使用し、毛の分解を極力抑えて排水の COD（化学的酸素要求量）などの負荷量を抑える目的で行われ、一部外国では実用化されている。しかし、銀面に擦れが生じるという問題点があるため、県内の企業では採用されていない。また回収した毛は薬品処理による損傷を受けているため、インタクトな（生のままの）毛に比べ付加価値が低い[3)]。そこで、薬品処理をされる前に毛を機械的に刈り取る脱毛法（バーバー法と呼ぶことにする）により皮革を製造すれば、排水処理汚泥の削減につながるばかりでなく、副廃物の有効利用という点でも多いに役立つと期待できる。この場合、毛は薬品に侵されていないので、化粧品など高付加価値製品への応用が考えられる。機械的に毛を刈る機械を開発する方法を検討する必要があるが、それができれば毛の高付加価値商品への展開に希望がもてるようになる。そこで、その前段階としてバーバー法が下地革の品質に及ぼす影響を検討した。

2　結　　論

今回の試験で次のことが明らかとなった。

1．皮革排水汚泥のうち、有機物に起因する強熱減量はバーバー法の導入により従来法の約１／４になった。汚泥全体としては従来法に比べ約 40 %減少した。

2．バーバー法で回収した毛のアミノ酸組成は従来法で回収した毛に比べてシスチンの含有量が多く、システイン酸の含有量が少なかった。その他のアミノ酸については大きな差は見られなかった。バーバー法により回収された毛は、化粧品原料などに利用できると考えられる。

3．バーバー法で毛を回収した皮から製造された下地革の機械的性質、化学組成および官能特性は従来法で得られた下地革とほとんど差がなかった。

4．バーバー法を実用化するためには、毛を刈る作業を自動化する必要があるが、これは今後さらに調査・研究すべき課題である。

3　実験方法

各実験ごとに、水漬後のキップ（小牛皮）１枚を入手し、背割りを行った。半裁の一方を電気バリカンで毛を刈り、他方は対照としてそのまま使用した。それぞれの皮は、別々のドラムで脱毛を行った。脱灰以降の処理は一つのドラムで行った。使用したドラムは直径 1.2m、幅 0.6m であった。脱毛に及ぼす硫化物の添加量の影響に関する実験では左右の半裁をそれぞれ３等分し、実験に供した。そのときの脱毛処方は、次の通りである。

300%	水(20℃)	
２%	水酸化カルシウム	
0.8～1.2%	水硫化ナトリウム	30分間回転
		30分間停止
２%	水酸化カルシウム	
0.8～1.2%	硫化ナトリウム	15分間回転
		45分間停止
		5分間回転
		45分間停止
		１時間に２分間回転で、３時間処理
		翌朝まで静止
		翌朝２分間回転後、排浴

脱灰以降の工程は通常の方法で行い、靴用甲革を下地革まで製造した。官能検査の評価を容易にするため、仕上げはしなかった。

4　結果と考察

4.1　硫化物の添加量の影響

脱毛工程における全薬品使用量を４％水酸化カルシウムと、水硫化ナトリウムおよび硫化ナトリウムをそれぞれ 0.8 ％ずつ、1.0 ％ずつおよび 1.2 ％ずつとすると、硫化物使用量が 0.8 ％ずつの場合バーバー法による皮は垢は残るものの毛は除去された(表１)。一方、硫化物使用量が 0.8%ずつのとき、従来法では残毛が見られた。

硫化物使用量が 1.0 ％ずつのときバーバー法と従来法はともに毛はほとんど除かれたが、従来法では垢が多く残っていた。硫化物使用量が 1.2 ％ずつのとき、いずれの方法も垢もなく、完全に脱毛が行われていた。以上の結果から、バーバー法と従来法で差が見られる硫化物使用量 1.0 ％ずつの条件で、下地革に及ぼす脱毛法の違いの影響を検討した。

表１　バーバー法と従来法による脱毛効果

$NaSH + Na_2S$ 添加量(%)	バーバー法	従来法
0.8 + 0.8	**	*
1.0 + 1.0	***	**
1.2 + 1.2	***	***

*　　脱毛不十分、残毛あり
**　　脱毛中程度、表面に垢が残る
***　脱毛良好、垢はほとんどない

4.2　下地革の品質に及ぼす影響

4.2.1　脱毛排水

バーバー法と従来法で脱毛したときの脱毛排水を回収した。その排水の全蒸発残留物、強熱減量および強熱残量を表２に示す。添加した水酸化カルシウムに起因すると考えられる全蒸発残留物中の強熱残留物は両方法でほとんど変わらない。ところが、バーバー法の排水の全蒸発残留物は従来法の約 60 ％であった。その原因は、全蒸発残留物とその強熱残留物の差、すなわち強熱減量が非常に減少していることに起因する。強熱減量は毛などの有機物に起因すると考えられる。

表２ 脱毛工程排水の組成

	バーバー法	従来法
全蒸発残留物 (g/l)	27.8 (17.6)	48.2 (26.2)
強熱減量 (g/l)	6.1 (4.7)	25.1 (11.8)
強熱残量 (g/l)	21.7 (12.9)	23.1 (14.4)

括弧内はろ過した排水の値を示す

4.2.2　下地革の性状

バーバー法と従来法で得られた下地革の官能特性と機械的性質および化学分析結果を調べた。バーバー法で得られた革（以下バーバー革とする）の引張強さは従来法で得られた革（従来革）の引張強さよりもわずかに小さく、バーバー革の伸びは従来革の伸びよりもわずかに大きいが、試料のばらつきの範囲内と考えられる。また、引裂強さは両方法で得られた革に違いは見られない。

化学分析結果のうち、全灰分、クロム含有量および皮質分は両方法で得られた革に差はないと考えられるが、バーバー革の脂肪分は従来革に比べ少なかった。

官能特性として柔軟性、充実性、しわ、しぼ、平滑性および吸水性について従来革を対照として評価した。バーバー革では、充実性が若干低い値を示す以外は従来革とほとんど違いはなかった。

4.2.3　回収した毛のアミノ酸組成

バーバー法で回収した毛のアミノ酸組成は従来法で回収した毛に比べてシスチンの含有量が多く、システイン酸の含有量が少なかった（表３）。バーバー法により回収された毛は、脱毛工程での薬品による処理を受けていないので、化粧品原料などに利用できると考えられる。

表３　キップの毛のアミノ酸組成

	バーバー法	従来法
システイン酸	32	50
シスチン	37	9

1000 残基当たりのアミノ酸残基

参 考 文 献

1)　（社）日本タンナーズ協会・日本皮革技術協会，皮革工業，No.6, 41（1993）.
2)　日本皮革技術協会：総合皮革科学，（1998），p.22, p.180.
3)　K.Uehara, A.Matsunaga, K.Arai, H.Toyoda, and Y.Chonan, J. Am. Leather Chem. Ass., 82,（1987）,77.

（文責　中川和治）
（校閲　角田和成）

26　ユニバーサルデザイン開発～体感遊具

後藤泰徳, 平田一郎, 真鍋元保

産業デザインセンター

1　目　　的

本研究では、製品の共用品化を推進するため、特に遊具に焦点を絞り、ユニバーサルデザイン（UD）の試作開発を行った。今回のユニバーサルデザインの想定使用対象者は作業療法を必要とする障害児や高齢者と健常児である。

2　結　論

一般的な遊具でありながら、老健施設等や病院での作業療法的リハビリテーションにも使用できるユニバーサル（障害者と健常者が共用できる）なデザインにすることでコストダウンを図った遊具の提案ができた。

また、遊具のサイズをできるだけ大きなサイズで展開することで、「身体全体を使って大勢で遊べる」体感遊具の提案ができた。

3　基本コンセプト

幼児教育において遊具を取り入れた代表的な教育者として、マリアモンテッソーリがあげられる。彼女はイタリア最初の女性医学博士で、ローマ大学卒業後、障害児の治療教育に携わった。 彼女によれば、２～３歳の子どもは身体をある程度自由に動かすことができるようになり、さかんに身体を動かして環境に働きかける時期とされている。２歳ごろの子どもを観察すると、オブジェクトを大きさの順に並べたり、形別に分けたりする。さらに、これらを構成することを覚え、創造性の萌芽が芽ばえる。このような遊びのできる遊具は発達期の幼児だけではなく、リハビリテーションの必要な高齢者の作業療法にも用いられている。作業療法では積み木やパズルなどのパーツを集めて組み合わせたり、作り直したりするような遊びを構成遊びと言う。 この療法のメリットとしては、作業者に目と手の協調性を促すことである。また、上肢の基本動作、筋力強化などの治療目的にあわせて、素材や形状の動作の選択が可能なことである。

以上のように、ある基本形態（ユニット）を組み合わせるシステムが幼児の知能の発達や高齢者のリハビリテーションに有効であるので、双方に使ってもらえるような「共用を目的とした遊具」の開発を行うことにした。ただし､基本的には幼児の使用を主眼に置くことにした。

また、今回の開発のもう一つのポイントは身体を使うということである。前述のモンテッソーリの教材も含めて構成遊びに使われる遊具は机の上にのるサイズが多い。確かにこの方が場所はとらないし、視覚上もオブジェクトを把握しやすい。すでにこの手のタイプは市場にあるので、できるだけ大きなサイズにして「身体全体を使って大勢で遊べる」ことを開発コンセプトのもう一つの柱にした。

4　デザインのプロセス

以上の基本コンセプトに従いデザインを進めた｡まず、基本形状（ユニット）をどのようなかたちにするかというところから始めた。

開発当初から念頭にあったのはバックミンスターフラーのジオテジックドームである。フラーは３角形のユニットをつなぎ合わせて球上の構造物を構成する工法を考えた。それまで建築物といえば垂直と水平の構成原理しかなかったので、フラーのドームは画期的であった。この方法は建築だけでなく、立体パズルのような教育玩具としても世にだされている。ただ、この方法では基本となるユニットが３角形しかない。そこで、４角形や５角形など多角形を基本ユニットにできないかと考えた。ただ、あまり基本ユニットが多いとユーザーも混乱するので５角形までとした。

また、動物など有機的な形態の制作ができるようにすることも考慮して、多角形だけでなく、1/4 円のユニットを加えた。

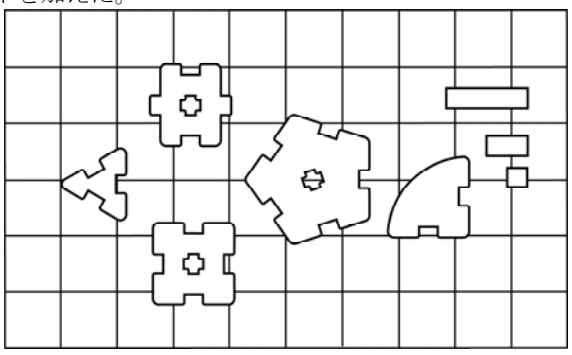


図１　基本ユニット

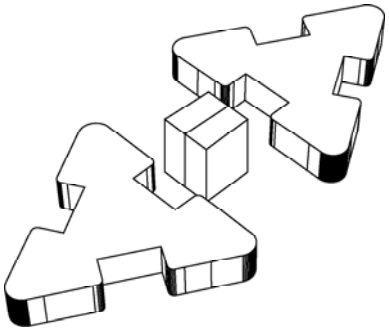


図２　ジョイント方法

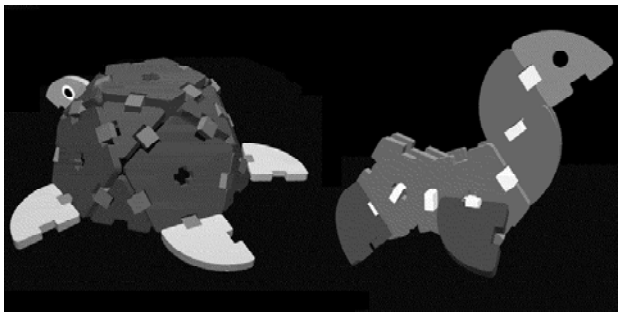


図３　CG で制作したサンプル

基本形状のおおよそのかたちを決めたあとに考慮したことは、素材の選択である。かなり大きなユニット（子供の身体程度）を想定していたので、相当比重の軽い素材を用いなければ、幼児が扱うことができない。そこで、この手の構成遊びで用いられるような木材やプラスチックはやめ、EVA と呼ばれる堅めのスポンジのような発泡材を用いることにした。これにより子供でも簡単にとり回しができ、またクッション性に優れているので安全面でも安心して遊ばせることができる。

次に考慮したことは、基本形状（ユニット）同士の組み合わせ方法（ジョイント）である。通常よく見られるように垂直・水平に構成するだけでなく、30゜や45゜の角度で構成できるように、ジョイント部分と本体を分離し、任意の角度で組めるようにした（一部凹凸ユニット有り）。また、発泡材を使用するので、仕口の形状は樹脂製や木製ブロックのように複雑にする必要はない。また木材であれば凹凸同一のサイズ・形状にしなければならないが、発砲材自身が結合中には変形し、結合後には復元するので必ずしも同一にする必要はなく、凹部に対し凸部を 1mm 程度大きくすることで十分に結合できる。

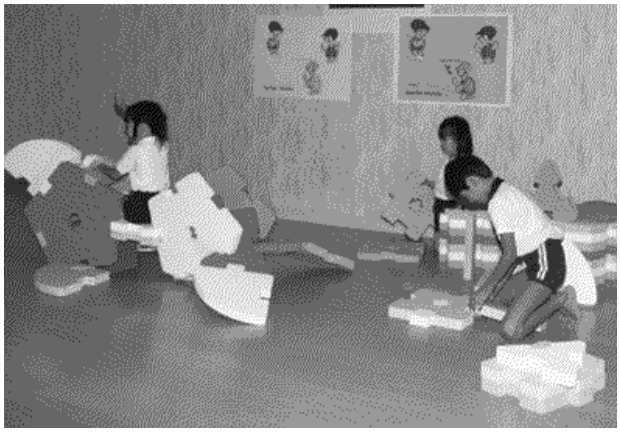


図４　プロトタイプで遊ぶー動物を作る

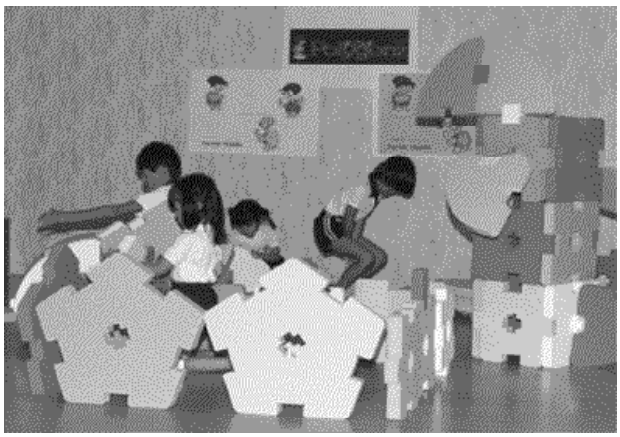


図５　プロトタイプで遊ぶー基地を作る

5　試作開発

上述のプロセスを経て、CG でバーチャルモデルを制作した。使用したアプリケーションは Alias である。アドビイラストレータで描画した基本ユニットの２次元図面をベースに３Ｄモデリングした後、そのユニット群を構成し、サンプルとして動物を模した構成を行う。ユニット同士が組みあがるプロセスはクイックタイムムービーとして制作した。このようにすることで、プロトタイプを製作することなく、どのようなモデルを構成するかをシミュレーションできる。

以上のようにモニター上で構成可能なモデルを検討した後、アドビイラストレータで描画した基本ユニットの２次元図面を DXF ファイルに変換したデータを元にカッティングし、試作モデルを制作した。

参 考 文 献

1）バックミンスターフラー, テトラスクロール,(1985)

（文責　後藤泰徳）
（校閲　加藤敏春）

27　食品加工副生物から機能性食品素材の開発

宮本知左子，目崎喜弘，藤村　庄

開発部

1　目　　的

現在豆腐製造過程に生じる廃棄物として処理されている大豆胚芽には、骨粗鬆症防止効果等の機能を持つイソフラボンが多く含まれている。このイソフラボンに注目し有効利用をするため、大豆胚芽粉末を主成分とする栄養補助食品開発に向けて、錠剤化の特性を検討した。

2　結　　論

各種乾燥粉末を用いた錠剤化について検討した。大豆胚芽単独よりも結晶性セルロース等の糖類を添加することで錠剤の破壊強度は強くなったが、ラフィノース添加については機器に付着しやすく錠剤化が困難であった。また、打錠圧力には適度な圧力があり、大きすぎると逆に脆くなる傾向が見られた。

3　実験方法

3．1　使用原料とモデル配合

豆腐製造副産物として大豆胚芽とオカラを、結合剤として結晶性セルロース、デキストリンの各乾燥粉末を使用した。さらに、栄養補助食品とするためラフィノース、コラーゲンの添加を試みた。また、製品に近いモデルとして、大豆胚芽38.5%、オカラ3.4%、結晶性セルロース36.3%、デキストリン3.0%、ラフィノース10.6%、コラーゲン8.2%の割合で配合したものを用いた。

3．2　試料の混合

錠剤化に用いる試料は、ホモジナイザーにて混合しながら、粉末試料合計20gに対して28%エタノール溶液5mlを噴霧して加えた。さらによく混合したものを60℃で30分乾燥した。

3．3　打錠方法

錠剤化には、赤外分光測定用試料を作成するためのペレット製造器（直径1cm）を用いた。所定圧力に達するまでに10秒かけ、所定圧力で一定時間保持した後常圧に戻した。作製したペレットは、重さ、厚さを測定後、圧縮強度を測定した。

3．4　破壊強度の測定

平板状ジグを取り付けた圧縮試験機を用い、錠剤が圧縮破壊された時の荷重を破壊強度(kN)とした。

4　結果と考察

4．1　各種原料を用いた錠剤の強度

各種原料を用い圧力200kg/cm^2、保持時間約30秒にて錠剤化を行った。どの原料とも、錠剤の厚さが増すと脆くなる傾向が見られたが、厚さ2.5mmのものでは大豆胚芽は他よりも脆く、デキストリン、結晶性セルロースでは10kNでも破壊されなかった。また、大豆胚芽を基本とし、ラフィノース、デキストリン、結晶性セルロースをそれぞれ10、50%混合し錠剤化を行ったところ、ラフィノースを添加したものはペレット製造器に付着しやすく錠剤化が困難であった。これらの結果は表に示した。

表　錠剤の組成比が比重と破壊強度に及ぼす影響

大豆胚芽への糖類添加率		比重(g/cm^3)	破壊強度(kN)
大豆胚芽	100%	1.19	0.66
ラフィノース	10%	1.20	0.70
	50%	1.30	1.51
	100%	1.47	8.25
デキストリン	10%	1.20	1.07
	50%	1.30	1.88
	100%	1.44	>10
結晶性セルロース	10%	1.20	1.55
	50%	1.30	5.30
	100%	1.49	>10

(厚さ2.5mm)

4．2　モデル配合物による打錠条件の検討

モデル配合物を用いて、打錠条件による強度の違いを検討した。圧力を200kg/cm^{2}にし、保持時間を5、30秒、1、2分と変化させたところ、5秒では3.83kNであったが、その他は約4.28kNと、ほとんど影響はなかった。また保持時間を1分と固定し圧力を変化させたところ、図のように、圧力が大きすぎると逆に脆くなる傾向が見られた。

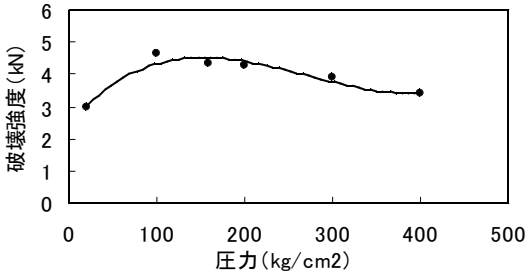


図　加圧条件と破壊強度の関係

（文責　宮本知左子）

（校閲　藤村　庄　）

28　低抵抗率酸化亜鉛系透明導電膜およびオプトエレクトロニクス薄膜の開発

吉岡秀樹、石原嗣生、泉　宏和、山下　満、河合　進、元山宗之

無機材料部

1　目　　的

透明導電膜は、各種ディスプレイの透明電極として用いられ、ＩＴ技術を支えるオプトエレクトロニクス材料のひとつである。なかでも、インジウムとスズの酸化物からなるＩＴＯ膜は、容易に10^{-4}Ωｃｍ台の低抵抗率が得られるため、広く利用されている。しかし、インジウムは希少金属であり、代替材料の開発が求められている。本研究では、資源的に豊富な酸化亜鉛系透明導電膜のスパッタリング法による作製について検討した。

2　結　　論

高周波マグネトロンスパッタリング装置により、Alドープ酸化亜鉛（ＡＺＯ）膜を作製した。純アルゴン雰囲気中で成膜した場合に、もっとも低い抵抗率（$9.9\times10^{-4}\Omega cm^{-1}$）が得られた。低抵抗率膜は、Ｘ線回折測定で高い結晶性を示した。

3　実験方法

高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて、表１に示す条件で膜を作製した。市販のＡＺＯ焼結体ターゲット（２ｗｔ％Ａｌドープ）を使用し、スライドガラス基板上に成膜した。膜の厚さは表面段差計で測定した。結晶構造は、Ｘ線回折法で検討した。電気的性質は、４探針式表面抵抗計（シート抵抗）とホール測定（抵抗率、キャリア電子密度、ホール移動度）によって評価した。

表１　ＡＺＯ膜の作製条件とシート抵抗

試料	A	B	C	D	E
高周波出力	25W	35W	20W	20W	20W
雰囲気	Ar+O_2	Ar+O_2	Ar+O_2	Ar	Ar
圧力	8Pa	8Pa	0.6Pa	0.6Pa	0.6Pa
基板温度	200℃	200℃	300℃	25℃	300℃
シート抵抗	113kΩ	360kΩ	2.2kΩ	270Ω	31Ω

4　結果と考察

４０分間の成膜で約３００ｎｍのＡＺＯ膜が生成した。膜のシート抵抗値を表１に示す。成膜雰囲気がアルゴン＋酸素（２０％）で圧力が８Ｐａでは、１００ｋΩ以上の高い抵抗値を示した。圧力を０．６Ｐａまで下げると抵抗値は２．２ｋΩに低下した。これに対して、純アルゴン雰囲気では、室温成膜で２７０Ω、基板温度が３００℃では３１Ωの抵抗値が得られた。

これらのＡＺＯ膜は、すべてｃ軸配向した結晶性の回折パターンを示した。図１に００２回折線を比較して示す。アルゴン＋酸素雰囲気中で作製したＡＺＯ膜（Ａ－Ｃ）は、００２回折線の幅が広く結晶性が低いのに対して、純アルゴン中で作製した膜（Ｄ、Ｅ）は高い結晶性を示している。特に試料Ｅはピークが鋭く、しかもピーク位置が高角度側にシフトしており、歪みの少ない結晶が成長していると考えられる。

表２は、試料ＣとＥのホール測定結果を示す。Ｅでは、10^{-4}Ωｃｍ台の低抵抗率が得られた。また、キャリア電子密度、移動度ともに上昇しており、抵抗率の改善は結晶性の向上によることが確認できた。

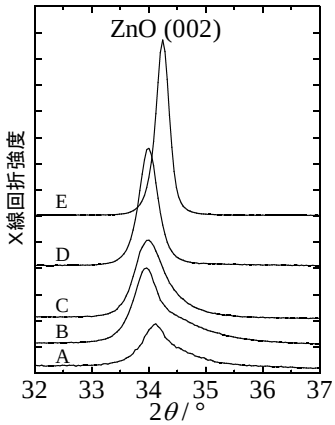


図１　ＡＺＯ膜の００２Ｘ線回折ピーク

表２　試料ＣとＥのホール測定結果

試　料	C	E
抵抗率 /　Ωｃｍ	2.7×10^{-3}	9.9×10^{-4}
キャリア電子密度 / cm^{-3}	2.5×10^{20}	4.4×10^{20}
ホール移動度 / $cm^2V^{-1}S^{-1}$	９．３	１４．２

（文責　吉岡秀樹）
（校閲　元山宗之）

29　通気性金型材の開発

高橋輝男，山田和俊[*1]，柏井茂雄，河合進，元山宗之

無機材料部，*1 機械金属工業指導所

1　目　　的

ｺﾞﾑおよびﾌﾟﾗｽﾁｯｸなどの射出成形に使用される高性能な金型を開発するための基礎となるデータを得ることを目的とした。図 1[(1)]に示されているように Al-Sn 系２元合金の平衡状態は相互に固溶度のない共晶合金であるが、Al 表面に存在する強固な酸化物層がどの程度拡散に影響を及ぼすかも重要な問題である。本研究では先ず塊状の Al とｽｽﾞの拡散実験を行い、その後粉末 Al とｽｽﾞの拡散実験を行なった。

2　結　論

Al と Sn の拡散実験から、塊状 Al と粒状 Sn を使用した場合、673K で 7.2ks の加熱で合金層が得られた。しかし粉末 Al と粒状 Sn を使用した場合、673K で 7.2ks の加熱でも合金層が得られないことが明らかになった。本研究により通気性金型材開発の基礎データが得られた。

3　実験方法

純 Al は 10 × 10 × 10mm の大きさにし、表面は#1200 ｴﾒﾘｰﾍﾟｰﾊﾟｰで研磨した。研磨後の塊状 Al と粒状 Sn をｱﾙﾐﾅﾀﾝﾏﾝ管に装填し、573、673 および 773K で 7.2ks 真空中で加熱した。加熱後、試験片を切断し、走査型電子顕微鏡により微細組織を観察した。

また、Al 粉末と粒状 Sn を使用し、塊状 Al と粒状 Sn の場合と同様の実験を行った。

4　結果および考察

塊状 Al と粒状 Sn の場合、573K で 7.2ks では、全く反応層は観察されなかった。これは Al 表面に存在する酸化皮膜が Al と Sn の相互の拡散を阻止したためと考えられた。さらに高温での 673K で 7.2ks の加熱では、図 2 に示されているように塊状 Al の周囲に Al-Sn の共晶が形成された。

粉末 Al と粒状 Sn の拡散実験から得られた合金の表面を SEM により観察した。その結果を図 3 に示す。これから明らかなように、Sn は Al の表面に微細な粒子となって存在し、Al 粉を相互に接合する力は小さいと考えられた。

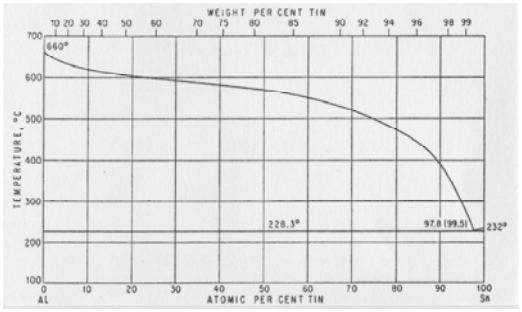


図 1　Al-Sn 合金の平衡状態図[(1)]

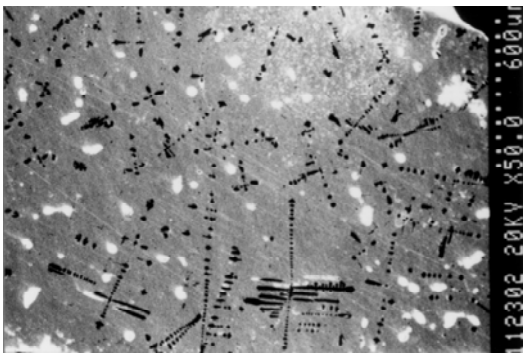


図 2　塊状 Al と粒状 Sn を使用し、673K で 7.2ks 加熱することにより得られた合金層の微細組織

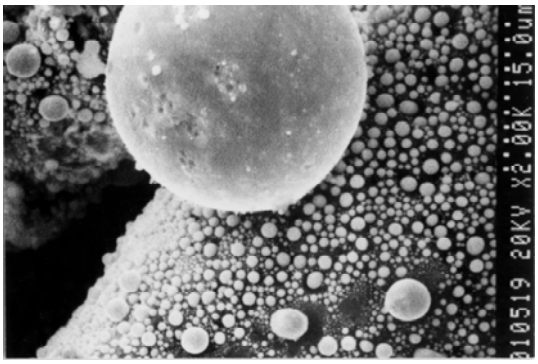


図 3　粉末 Al と粒状 Sn を使用し、673K で 7.2ks 加熱することにより得られた合金の SEM 像

参 考 文 献

(1) M.Hansen and K.Anderko ;Constitution of binary alloys, McGraw-Hill,(1958), p.135.

（文責　高橋輝男）（校閲　元山宗之）

30　輸送包装に係わる環境負荷に関する研究

山崎　潔，奥村城次郎

有機材料部

1　目　　的

包装は製品の品質・性能を損なうことなく末端ユーザーに届けるための保護機能を云うが、流通中の様々な環境条件に対応した適正包装が求められる。

輸出包装の場合、とくに流通期間が長い、劣悪な環境条件の仕向先があるなど、ともすれば過大包装となり物流コストに圧迫を加えていた。

本研究では、輸出包装設計の基準となる輸送環境レベルの把握と、包装合理化の指針を得るために行った。

2　結　　論

輸出包装適正化の検討として、東南アジア（タイ国）向け貨物について、衝撃ならびに温湿度環境を計測し、物流合理化に係わる以下の指針を得た。

1 衝撃に対して、海外の港湾においても機械化が進み、特別に過大な包装の必要性は考えられない。

2 温湿度環境について、現状の防湿包装で充分な機能を果たしているが、オーバースペックな要素も見られ、包材ならびに乾燥剤の使用に対し、簡素化による合理化の余地が考えられる。

3　実験方法

輸出モデル貨物の輸送環境計測実験は表１の条件にておこなった。実験は西日本梱包工業組合の協力の下、計測は神戸商船大学が実施した。

表1　輸送環境計測テスト条件

梱包貨物	;密閉合板木箱(182×127×131 cm)
	ダミーウエイト　約800 kg
	スチールボックス(110×110×74 cm)
	バリア包装(アルミバリア材)
計測器取付け	;スチールボックス内、木箱空スペース
	衝撃、温湿度計測
仕向先・期間	;バンコック(タイ国),4月28日～5月17日

4　結果と考察

輸送中の貨物の破損の大部分は振動・衝撃に起因し、その防止対策は包装設計の重要な役割である。図１にモデル貨物にかかる衝撃加速度の時系列発生状況を示した。

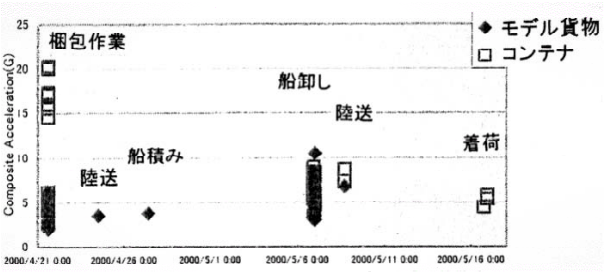


図１　衝撃加速度時系列

梱包作業時のコンテナに発生した加速度の大きさが目につくが、その衝撃の作用時間は短く、大きなダメージには繋がらない。また荷役作業について、船積みまでの国内作業に比べて、海外（仕向先）での衝撃が幾分大きく出ているのが若干気がかりではあるが、全般的に破損に繋がるような大きな衝撃値は発生していない。

次に輸出機械等に頻発する錆トラブルに関連する防湿包装の成果を検証した。図２にメタルバリアによって防湿包装された貨物内とコンテナ内の湿度の時系列変化を示した。コンテナはデッキ最上部に置かれ、厳しい温湿度に晒された結果、常に80%RHを越える湿度雰囲気を持続しコンテナ内は劣悪な状況にあったにもかかわらず、防湿包装内は乾燥剤にて初期湿気を吸収した後は、終始10～25%RHの乾燥状態を維持した。しかし最後で急激に湿度が上昇しているのが不可解であるが、荷役作業中のトラブルに原因するものかどうか判明できていない。

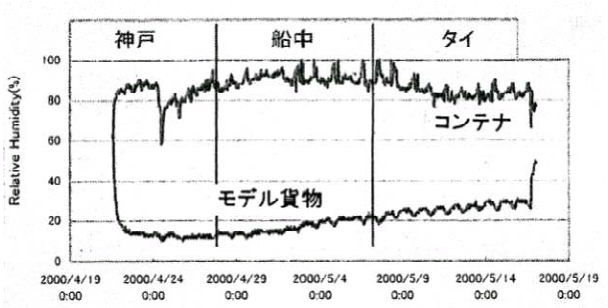


図２　湿度変化時系列

（文責　山崎　潔）

（校閲　石川　齋）

31　集合状態の制御による光機能性有機材料の開発

石原マリ，森　勝，奥村城次郎

有機材料部

1　目　　的

近年の情報化社会の進展にともなって、大量の情報を高速かつ正確に処理することが求められ、光メモリのさらなる高性能化が望まれている。光メモリの記録原理として、光の熱に基づく材料の形態変化を利用する方法（ヒートモード）および光のエネルギーによる材料の化学変化を利用する方法（フォトンモード）が考えられている。これまでに実用化されている有機系光デイスクはヒートモードによる記録であるが、フォトンモードによる記録は、ヒートモードの場合と比較して原理的に高速・高密度記録が可能であると考えられ注目されている[1)]。市村らは、基板表面に設けたアゾベンゼン単分子層の光反応が多数の液晶分子の配向制御を引き起こすことを報告している[2)]。この現象は、フォトンモードによる記録素子への応用が可能であるのみならず、新規な分子配向制御システムとして重要であると考えられるが、液晶以外の有機分子配向制御に対してはほとんど適用されていない。本研究は、フタロシアニン等の有機色素分子の配向制御ならびにこれを用いた光メモリ素子の開発を目的としている。本報告では、光メモリ素子における記録層として用いるアゾベンゼン薄膜および銅フタロシアニン薄膜の電子吸収スペクトルについて報告する。

2　結　　論

4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene 薄膜の電子吸収スペクトルを紫外光照射前後において測定し、4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene の trans-cis 光異性化を確認した。また、銅フタロシアニン蒸着膜の電子吸収スペクトルを測定し、蒸着膜の結晶形はα型であることがわかった。

3　実験方法

4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene(㈱同仁化学研究所製)の 4.7×10^{-3}M アセトン溶液を調整し、この溶液からガラス基板上に薄膜を作製した。得られた薄膜に紫外光を10分間照射する前後の電子吸収スペクトルを測定した。また、β型銅フタロシアニン(東京化成工業㈱製)を真空蒸着することによりガラス基板上に銅フタロシアニン薄膜を作製し、得られた薄膜の電子吸収スペクトルを測定した。

4　結果と考察

4．1　アゾベンゼン薄膜

図１に 4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene 薄膜の電子吸収スペクトルを示す。

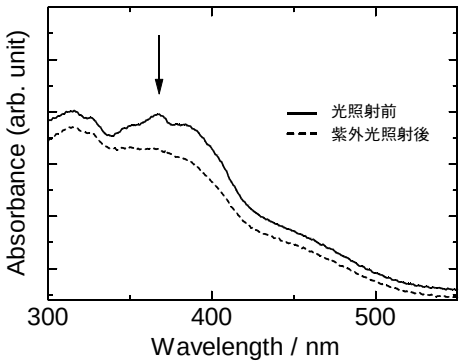


図１　4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene 薄膜の電子吸収スペクトル

薄膜への紫外光照射により、370㎚付近のバンド強度が減少した。このことから、紫外光照射によるアゾベンゼン薄膜の光異性化を確認することができた。

4．2　銅フタロシアニン薄膜

銅フタロシアニンは結晶多形であり、結晶形によって吸収スペクトルは多少異なることが知られている。作製した銅フタロシアニン蒸着膜の電子吸収スペクトルにおいて620および690㎚にバンドを観測したことおよび観測した吸収スペクトルの形状から、銅フタロシアニン蒸着膜の結晶形はα型であることがわかった。

参 考 文 献

1)堀江一之　編：光・電子機能有機材料ハンドブック，朝倉書店，(1997)，p.317.

2)K.Ichimura, Chem.Rev., 100, 1847(2000).

（文責　石原マリ）

（校閲　石川　齊）

32　水熱化学反応のゴムへの応用に関する研究

西森昭人，石原マリ，森　　勝，石川　齊

有機材料部

1　目　　的

水は、温度・圧力によって物性が大きく変化する。また、無機イオンや有機物質の添加することによって蒸気圧・誘電率などが大きく変わり、無機反応から有機反応までの様々な反応場として利用することができる。このように特異な物性を有する水を反応場とする水熱化学反応を、廃ゴムの分解処理方法に応用することを目的とした。耐圧反応容器に水と廃ゴム等を入れて加熱し反応させ、おもに水が超臨界水になる臨界点（374.2℃、218.3気圧）を越えない比較的マイルドな条件で反応を行うことを目指した。

2　結　　論

高周波加熱分解容器および密閉式反応容器を用いてゴムの分解反応を試みたが、反応条件が合わずに分解することはできなかった。今後は反応温度や酸の添加による反応性向上について検討していくことが必要である。

3　実験方法

3．1　試料

ゴム廃棄物として、使用済み乗用車タイヤの粉砕物を用いた。試料に含まれている水分及び無機物はそれぞれ、100℃での乾燥及び600℃での灰化による重量変化より求めた。反応容器には約100mgの試料と蒸留水2mlを入れて実験した。

3．2　反応容器

高周波加熱分解容器[1)]（耐圧200気圧、最高使用温度230℃）は、P-25（三愛科学株式会社製、ポリプロピレン製外筒、テフロン製試料容器）にテフロン製反応容器DV-7（三愛科学株式会社製、内容積7ml）を入れて使用した。

高圧用反応容器は、HU-25（三愛科学株式会社製、耐圧ステンレス外筒、テフロン製試料容器）にテフロン製反応容器N-3（三愛科学株式会社製、内容積4.5ml）を入れて使用した。

3．3　反応

高周波加熱分解容器は、一般家庭用の電子レンジ（東芝製、ER-520H、最大500W）を用いて、出力を弱にし4分及び11分間加熱した。高圧用反応容器は、卓上マッフル炉（株式会社デンケン製、KDF S70）を220℃に温度設定して反応させた。室温より220℃まで30分間かけて昇温し、その温度に30分から２時間保ったのち放冷した。このとき容器内部は約15気圧まで上昇している。反応前後での状態を見て分解を判断した。

4　結果と考察

表１に試料の重量分析結果を示す。

表１　ゴム廃棄物の組成

有機物	灰分	水分
96.2%	2.8%	1.0%

灰分として含まれているものは、タイヤに使用されるスチールコードに由来するものと思われる。

高周波加熱分解容器では、短時間で効率よく昇温できるが分解反応までは進まなかった。

高圧用反応容器では、220℃での保持時間を30分・１時間・２時間と変えて反応を行ったが保持時間の差によるは違いは見られなかった。

上記のいずれでも反応前後で変化は見られなかった。使用した２種類の反応容器に含まれているテフロンの軟化温度からして、この温度以上での反応は困難である。そのため、超臨界状態に比較して低温・定圧のマイルドな条件下で分解反応を進めるには、水のみではなく硝酸等の薬品を添加する必要があることが判明した。

参 考 文 献

1)H. Isoyama, T. Uchida, K. Oguchi, C. Iida, and G. Nakagawa, Anal. Sci., 6, 385 (1990)

（文責　西森昭人）

（校閲　石川　齊）

33　レーザ照射による金属板の曲げ加工

岸本　正，杉本　護，森山茂樹，山本章裕

生産技術部

1　目　　的

レーザ照射による金属板の曲げ加工は、レーザビームを金属板に照射し、熱応力による塑性変形を利用して行う新しい曲げ加工技術である。この加工技術は、金型を必要としないので、多品種少量生産のものでも短納期、低コストで製作することができる。そこで、このレーザ照射による金属板の曲げ加工について研究を行い、その加工の特徴を明らかにする。

2　結　　論

ステンレス鋼板に、炭酸ガスレーザビームを照射する実験を行った結果、以下の結論を得た。

(1) レーザ照射条件の選定によって、金属板に塑性変形を生じさせることができる。

(2) 曲げ中心の深さは、板厚の約70%である。

(3) 金属組織に対する熱影響は、認められない。

3　実験方法

供試材は、厚さ2.9mmのオーステナイト系ステンレス鋼板(SUS304)である。ステンレス鋼板の塑性変形量を測定するために、照射する前に表面および裏面に100mm間隔で一直線状に罫書線を入れる。ステンレス鋼板の表面には、レーザビームの吸収をよくするために、カーボンブラックを均一に塗布する。

ビーム径20mm、出力2kWのマルチモードの炭酸ガスレーザビームを、焦点距離7.5inch(190.5mm)のレンズを用いた焦点はずし方式により、パワー密度分布を変換して用いる。レーザビームの出力、焦点はずし距離を変えて、ステンレス鋼板に、3mm間隔、35回、一直線状にレーザビームを照射する。表１に、レーザビームの照射条件を示す。なお、照射条件は、表面の溶融がない条件とする。

レーザビームの照射後、塑性変形したステンレス鋼板の形状を計測する。また、100mm間隔で入れた罫書線の間隔を計測し、塑性変形量と曲げ中心深さを計算により求める。さらに、金属組織に対する熱影響を調べるために、ステンレス鋼板の断面に電解研磨を行い、顕微鏡を用いて観察する。

表１　レーザビームの照射条件

番号	レーザの出力 (W)	ビーム径 (mm)	照射速度 (mm/min)
1	1100	9.1	2000
2	1500	11.2	2000
3	2000	14.4	2000

4　結果と考察

表２に、塑性変形したステンレス鋼板の形状を示す。なお、表２および表３の各番号におけるレーザビームの照射条件は、表１の照射条件を示す番号と対応している。レーザビームの出力が、大きくなるにしたがって、塑性変形も大きくなることがわかる。

表２　塑性変形したステンレス鋼板の形状

番号	曲げ半径(内径) (mm)	曲げ角度(100mm) (deg)
1	109.5	51.2
2	77.0	72.5
3	66.5	83.4

表３に、ステンレス鋼板の塑性変形量を示す。レーザビームの出力が、大きくなるにしたがって、表面および裏面の塑性変形量も大きくなるが、計算で求められた曲げ中心深さは、約70%であることがわかる。

表３　ステンレス鋼板の塑性変形量

番号	表面の変形量 (%)	裏面の変形量 (%)	曲げ中心深さ(%)
1	-2.00	0.85	70.2
2	-2.70	1.18	69.7
3	-3.15	1.30	70.8

金属組織に対する観察からは、熱影響は認められないことがわかる。

（文責　岸本　正）

（校閲　杉本　護）

34　製品の振動特性評価と振動耐久性向上に関する研究

安東隆志

生産技術部

1　目　　的

製品の性能が向上するに従い、製品の持つ仕様性能に加え、耐久性、信頼性が要求さるようになってきている。本研究では、振動特性を評価し、製品の稼動時、搬送時に発生する振動に対する耐久性と信頼性を向上し、製品の仕様性能と寿命の確保を目的とする。

2　結　　論

製品の振動特性評価と振動耐久性に対する企業からの要望件数は年々増加する傾向にある。また、衝撃試験をおこなう要望や、床・壁面の防音・防振に対する相談も持ち込まれることがあり、ここで紹介した振動特性評価法を利用することができる。

3　振動特性評価法

一般に構造物に発生する振動特性は質量とばね要素、減衰要素を用いて表現することができる。ここでは、最も単純な振動モデルとして１自由度振動を扱う。この場合、質量は製品の質量、ばね要素は製品の筐体または支持物の剛性であり、減衰要素はこれらの材料に含まれる機械的減衰であり、伝達関数 G(s)は次式となる。

$$G(s)=(2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)/(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)$$

ここに、ω_n は固有振動数、ζ は減衰係数である。振動伝達率は $\| G(j\omega) \|$ として表される。ここに、ω は角振動数、j は虚数単位である。振動発生機に製品を載せ、振動テーブルと製品に取り付けた加速度センサーから得られる信号を比較することにより振動伝達率の曲線を得ることができる。１自由度振動系の振動伝達率は振動数の低域では振動伝達率は 0[db](1 倍)となり、振動数が上がるに従い振動伝達率は増加して極大値に達して単調に減少する。振動伝達率が極大になる振動数を共振振動数といい、通常は固有振動数とほぼ一致するが、減衰が大きい場合には共振振動数は固有振動数よりも小さくなる。この特性から分かることは、共振振動数において製品は外部から受ける振動を増幅するので、外来振動の持つ振動数成分と共振振動数が一致すると、製品は強い振動負荷を受け、稼動中の誤動作の原因や、破損の原因となる。しかし、振動特性を評価することにより、このような設計上のミスを排除することができる。このような試験法は自動車、鉄道、電気部品などに対して JIS(自動車部品振動試験方法[JIS D 1601]、鉄道車両部品振動試験方法[JIS E 4031])、IEC、IEEE、海事協会、ロイド船級試験などに規定されている。

4　実施結果

平成 12 年度において企業から持ち込まれた製品に対する振動特性評価の実施結果は 53 件、振動耐久性評価は 203 件であった。その内訳は制御器、計測器、ディスプレイなどの電気製品、鉄道台車ブレーキや船舶に搭載するアクチュエータなどの機械製品の他、送風機羽根、インク、蛍光灯などの包装品であった。

(文責　安東隆志)

(校閲　杉本　護)

35　機械部品のバリ取りと研磨に関する研究

山本章裕，杉本　護，森山茂樹，岸本　正，三宅輝明[*1]

生産技術部，*1 電子部

1　目　　的

最近、機械部品の精度と信頼性に対する要求はますます厳しくなる傾向にある。特に、端面の形状は、機械部品の機能を発揮する上で重要であるばかりでなく、寸法や形状精度とは異なり、ハンドリングの際には、鋭すぎると人を傷つけたりすることがあるので、安全面からも製品となった場合に非常に重要な精度の一つであると、最近では考えられるようになっている。

バリは、端面形状に大きな影響を与える因子であり、部品の組立てにおける障害や製品完成後の脱落は故障の原因となる。そのため、バリ取りは端面形状の重要な仕上工程となっている。しかし、未だバリ取りの重要性に対する認識は低く、バリ取りは手作業で行われる場合が多いので、端面形状の仕上がりも不均一である。

そこで、本研究では機械部品のバリ取りの効率と端面形状の向上を図るため、遠心バレル研磨における研磨条件がバリ取りに及ぼす影響について検討する。

2　結　論

機械構造用炭素鋼の旋削加工によるバリを用いて、遠心バレル研磨法でバリ取りを行った結果、バリ高さの大きい方がバリ取り時間は長くなり、メディア装入率が小さい方が、バリ取り時間は短くなることがわかった。

3　実験方法

機械構造用炭素鋼を用いて、旋削加工によりバリ取り実験用の均一なバリを製作するための切削条件を調査した。調査した切削条件に基づいて、旋削加工により均一なバリを持つ、バリ取り実験用の試料を作製した。そして、一辺が4㎜高さが4㎜の正三角柱状のメディアを使用して、バレル回転数240min^{-1}でバリのついた試料の遠心バレル研磨をメディア装入率を変化させて行った。遠心バレル研磨に際しては、バリ取りが完了するまで、一定の研磨時間毎に工作物重量の測定を電子天秤で行うとともに工作物端面のバリの有無を観察し、バリの大きさとバリ取りに要する研磨時間の関係を求めた。

なお、メディア装入率とは、バレル容器の容積に対する装入したメディアの体積の割合である。

4　結果と考察

表１は、切削条件とバリの寸法の関係を示したもので、旋削における正面削りにより、バリ取り実験用のバリを工作物エッジ部に一様に生成させることができることが明らかになった。また、バリの高さは切り込みにほぼ比例しており、ロールオーバーバリであることがわかる。

図１は、厚さが0.1㎜で高さの異なるバリを除去した場合のメディア装入率とバリ取り時間の関係を示したものである。ここで、バリ取り時間とはバリの高さがゼロになるときの研磨時間であり、バリ取りを完了するに要する時間と考えることができる。

同図より、バリ高さの大きい方がバリ取り時間は長くなり、メディア装入率が小さい方がいずれのバリ高さにおいても、バリ取り時間は短くなることがわかった。

表１　切削条件によるバリ寸法

切　削　条　件			バリ寸法	
切込み mm	送り mm/rev	切削速度 m/min	高さ mm	厚さ mm
0.15	0．2	150.7	0．2	0．1
0.30	0．1	95.5	0．3	0．1
0.40	0．1	95.5	0．4	0．1

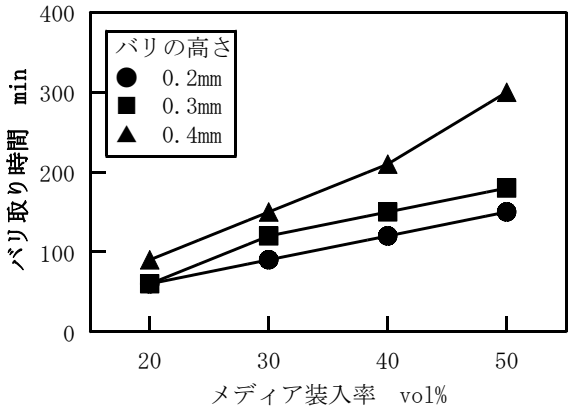


図１　メディア装入率とバリ取り時間の関係

（文責　山本章裕）

（校閲　杉本　護）

36　疲労試験中のひずみ測定技術の開発

野崎峰男，森山茂樹，杉本 護

生産技術部

1　目　　的

繰返し負荷を受ける強度部材等の応力集中部を設計する場合、Coffin-Manson則[1)]等を用いひずみ基準で設計対象の寿命予測を行うことが多い。したがって、設計に用いる材料の繰返しひずみに対する破損寿命を正確に把握する必要がある。本研究では、供試材の破損寿命を求める試験に用いる伸び計を試作し性能試験を実施した。

2　結　　論

今回試作した伸び計を用いA6061アルミニウム合金の低サイクル疲労試験を室温で行った結果、伸び計はひずみ速度0.05～0.5%/sの範囲で試験片の繰返し変形に追随し、ひずみ制御が可能なことが明らかとなった。

3　実験方法

本研究で試作した伸び計を図１に示す。伸び計は、試験片に先端を押当て板ばねを支点として標点の変位が差動変圧器に伝達される構造である。同先端部は耐熱ガラスでできており、高温での疲労試験にも対応できるようにした。さらに試験中に伸び計の先端のずれを防ぐため先端部に120° の切欠きを設けた。図２に伸び計を試験機に組込んだ状態を示す。伸び計の保持方法は上方および側面からコイルばねで引張り、試験片に接触させた。

性能試験は、A6061アルミニウム合金を用い室温でひずみ制御の低サイクル疲労試験を行った。ひずみ範囲は $\Delta\varepsilon$ =1.5%であり、ひずみ波形はfast-fast、fast-slow、slow-fastおよびslow-slow波である。ここでfastとはひずみ速度が0.5%/sで、slowとは0.05%/sである。種々のひずみ速度で試験を実施し、それぞれの波形に対する伸び計の追随を検証した。

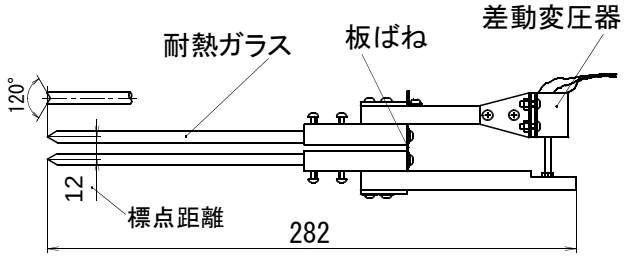


図１ 伸び計

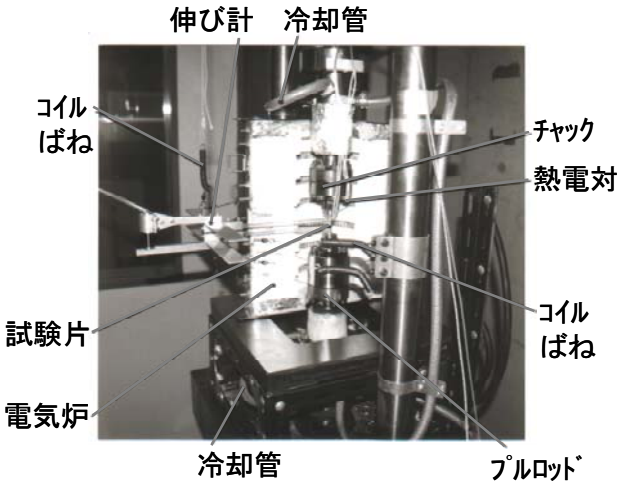


図２ 伸び計の保持方法

4　結果と考察

本研究で試作した伸び計を用いたfast-slow波の低サイクル疲労試験におけるひずみ波形を図３に示す。これによるとfast部、slow部、fastからslowへの遷移部およびslowからfastへの遷移部においてひずみが適切に検出されており、fastおよびslowのひずみ速度に対して伸び計が正確に追随した結果となった。

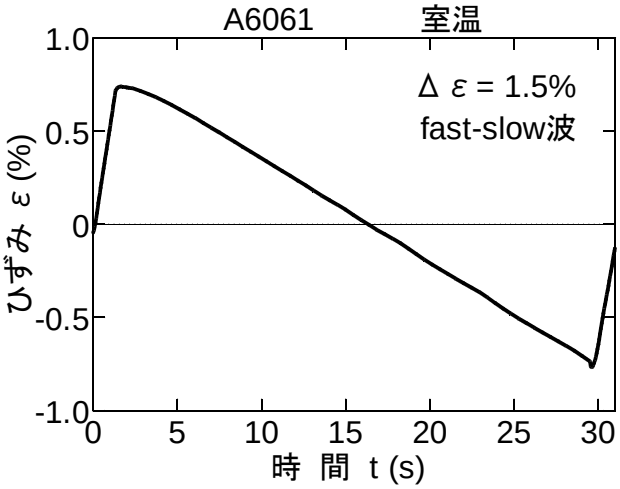


図３ 伸び計が検出したひずみ波形

参　考　文　献

1)駒井謙治郎:機械材料学,日本材料学会,(1997),p.121.

（文責 野崎峰男）

（校閲 杉本　護）

37　画像処理を利用した距離計測技術に関する研究

金谷典武，一森和之，瀧澤由佳子

電子部

1　目　　的

本研究は画像処理を利用して非接触で距離を計測する技術の開発を目的とし、計測手法の検討[1]を行った。誌面の都合上、本報告では距離計測に利用した全方位視覚センサと画像面について記述する。

2　計測原理

本研究では双曲面ミラーを利用した全方位視覚センサを利用した。全方位視覚センサの構成を図１に示す。全方位視覚センサは、鉛直方向下向きに設置した双曲面ミラーと、その下に鉛直方向上向きに設置したＴＶカメラから構成される。双曲面ミラーの焦点O_Mとカメラのレンズ中心O_cは、二葉双曲面が持つ２つの焦点（0,0,+c），(0,0,-c）に位置し、画像面となるｘｙ平面はＸＹ平面に平行でカメラのレンズ中心O_cからカメラの焦点距離ｆだけ離れた平面とする。ミラー面とその焦点O_M、カメラのレンズ中心O_cは次式で表される。

ミラー面　$\dfrac{X^2+Y^2}{a^2}-\dfrac{Z^2}{b^2}=-1\ (Z>0)$

ミラーの焦点O_M　(0,0,+c)

カメラのレンズ中心O_c　(0,0,-c)

（ $c=\sqrt{a^2+b^2}$ ）

(1)

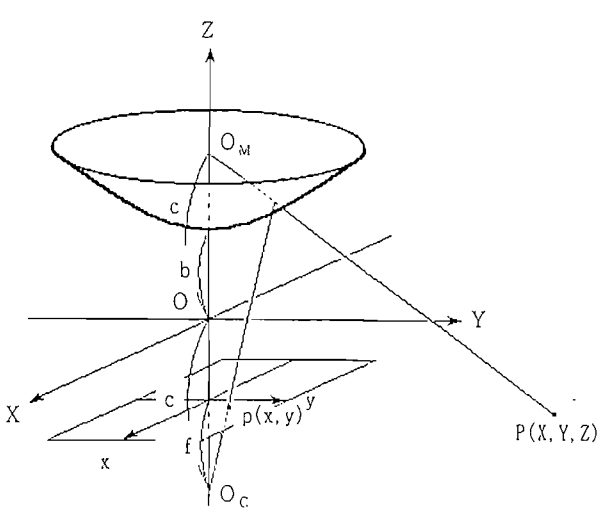


図１　全方位視覚センサの概要

ここで、a,b は双曲面の形状を定義する定数である。ミラーの焦点O_Mに集まる像は、双曲面ミラーを介してカメラのレンズ中心O_cに集まる。従って、O_cにレンズ中心をおいたカメラでO_Mへの全方位画像を撮影することができる。

ミラーの焦点O_Mとカメラのレンズ中心O_cとの位置関係ならびに双曲面の特性により、３次元環境中の点Ｐ(X,Y,Z)と全方位画像上の写像点ｐ(x,y)の間には次式の関係が成立する。

$$x = X\times f\times\frac{(b^2-c^2)}{(b^2+c^2)(Z-c)-2bc\sqrt{X^2+Y^2+(Z-c)^2}}$$

$$y = Y\times f\times\frac{(b^2-c^2)}{(b^2+c^2)(Z-c)-2bc\sqrt{X^2+Y^2+(Z-c)^2}}$$

(2)

つまり、点Ｐ(X,Y,Z)が与えられれば、点ｐ(x,y)を求めることができる。また、

$$Z = \frac{-f(b^2+c^2)+2bc\sqrt{x^2+y^2+f^2}}{(c^2-b^2)x}\ X + c$$

$$Z = \frac{-f(b^2+c^2)+2bc\sqrt{x^2+y^2+f^2}}{(c^2-b^2)y}\ Y + c$$

(3)

であるので、点ｐ(x,y)が与えられれば、XとZ、YとZの関係がわかり、点Ｐ(X,Y,Z)が通る直線を求めることができる。

3　ま と め

距離計測に利用した全方位視覚センサと画像面について記述した。本研究は平成１３年度も継続して実験を続けており、計測原理の続きを平成１３年度の研究報告書に記述する予定である。その報告書より先に詳細な情報を知りたい方は参考文献を参照していただきたい。

参 考 文 献

1）金谷典武，白井良明，" 全方位視覚センサを利用したステレオ視"，信学技報 PRMU2000-69(2000).

（文責　金谷典武、校閲　三宅輝明）

38　電子スペックル干渉法(ESPI)を用いた振動モードの可視化技術に関する研究

松本哲也，一森和之，北川洋一[*1]，中里一茂

電子部，*1 企画情報部

1　目　　的

家電や車載機器をはじめとして、日常的に振動下で使用している機器は、共振による疲労破壊或いは誤動作を防ぐため、その振動特性を評価することが求められている。

振動特性を評価するために必要な振動モードを測定するには、加速度ピックアップで多数点の振動測定を行ってソフトウェアにより解析する手法が一般的であるが、リアルタイムに測定できず、軽量な振動面に対してはピックアップの重量が影響を及ぼし、また得られる振動モードはあくまで推測であるという問題があった。

今回我々は、 2 次元の振動モードをリアルタイムでかつ非接触に測定可能な電子スペックル干渉法(ESPI)の検討を行った。

2　結　　論

レーザ光を振動面全面に照射させ、反射光中に生じるスペックルパターンを参照光と干渉させ、 2 次元振動モードの可視化を行う ESPI 法について検討を行った。参照光の導光にシングルモード光ファイバを用いたシステムにより検討を行った結果、少ない光学素子で安定して振動モードが得られることがわかり、また直径 100mm のスピーカーに対して、高いビジビリティーで振動モードを観測できた。

3　実験方法

本研究で組み上げた、ESPI法による振動モード測定システムの構成を図 1 に示す。 He-Ne レーザ光をビームスプリッタで 2 つに分割し、一方のビームを発散光にして振動面全面に照射する(物体光)。もう一方のビームは、対物レンズを通してシングルモード光ファイバに入射させる(参照光)。この光ファイバからの出射光は、 CCD カメラに入射される。 CCD カメラは振動面を観測しており、振動面からの反射光スペックルパターンと光ファイバからの参照光が干渉し、振動の振幅に応じた濃淡の縞が現れる。支点の位置、振動面の厚さ等々により縞模様すわわち振動モードが変化する。この振動モードを観測することにより、機器の振動解析が容易となる。

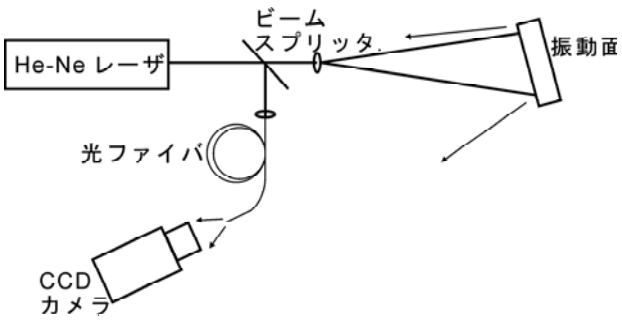
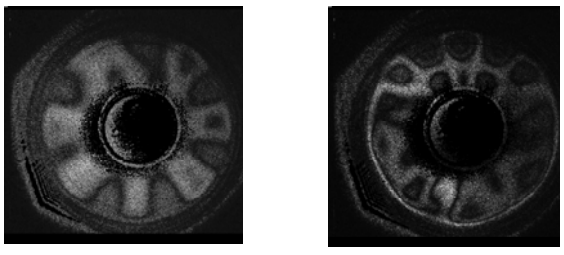


図 1　電子スペックル干渉法による振動モード測定システムの構成

このシステムは参照光の導光に光ファイバを用いているため、ミラー系を用いた場合に比較し、少ない光学素子数でシステムを構成でき、また参照光のアライメントの自由度も高い点が特長である。

4　結果と考察

本技術の特性を評価するため、直径 100mm のスピーカーを一定の周波数で加振し、振動モード測定を行った。スピーカーの表面は黒色で反射率が低いため、白色の艶消しラッカーを塗布した上で実験を行った。加振周波数 f =1.7kHz, 2.2kHz の場合の振動モード測定結果を図 2 の (a), (b) にそれぞれ示す。最も白い部分が振幅 0 ミクロンで、そこから隣りの黒い部分、さらに隣りのやや白っぽい部分に行くに従って振幅が大きくなっている。



(a)　f = 1.7kHz　　(b)　f = 2.2kHz

図 2　スペックル干渉法により得られる振動モードの例

(文責　松本哲也)

(校閲　三宅輝明)

39　チタンの表面硬化処理ならびにユニバーサルデザイン開発による共用品の開発

稲葉輝彦, 山田和俊, 西岡敏明, 脇坂彰一, 後藤泰徳*1, 平田一郎*1, 真鍋元保*1

機械金属工業指導所,*1 産業デザインセンター

1　目　　的

共用品の市場規模は、年々増大している。本研究では、地場製品の共用品化を推進するため、特に調理包丁を対象に、センター開発技術（β チタン合金の表面硬化法）の適用を検討し、またユニバーサルデザイン（UD）の視点から試作開発を行った。

2　結　　論

チタンの表面硬化においては、これまで不明であった硬化挙動と組織との関係を明らかにすると共に、刃先を硬化した包丁を試作した。一方、UD 包丁の業界移転の結果、ステンレス刃物鋼製 UD 包丁が商品化された。当包丁は、大手新聞、介護雑誌、婦人雑誌、流行情報誌、日本作業療法士協会広報誌で掲載されるなど高い市場評価を得た。

3　チタンの硬化挙動と組織との関係

β 型チタン合金において、アルゴンシールドガス中に窒素を含有した TIG 溶接機で表面部を溶融すると、溶融部は、時効により大きく硬化する。時効により得られる硬さは、窒素を微量に添加したときに最大を示す。この理由を明らかにするため、図１に示した処理装置を用いて、組織学的観点から検討した。

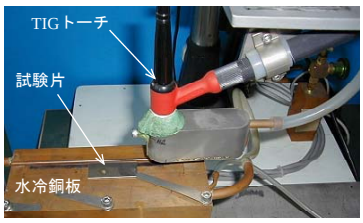


図１　実験装置

図２に、窒素添加量を変えて処理した溶融部の組織を、擬２元系状態図上に示した。組織には残留 β 相とマルテンサイト変態で生じた α 相が認められる。窒素は α 相安定化元素であることから、α 相体積率は窒素添加量に対応して増大し、硬化に寄与する。一方、析出硬化は、残留 β 相からの α 相析出により生じることから、残留 β 相が減少するに従って硬化しなくなる。最も時効硬化するのは図中に示した組織であり、これより、時効硬さは、残留 β 相と α 相の体積率により決定されるといえる。本実験では、Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al 合金を供試材に用いたが、β 型合金の相変態挙動から、上記関係は、β 型合金における一般則と考えられる。

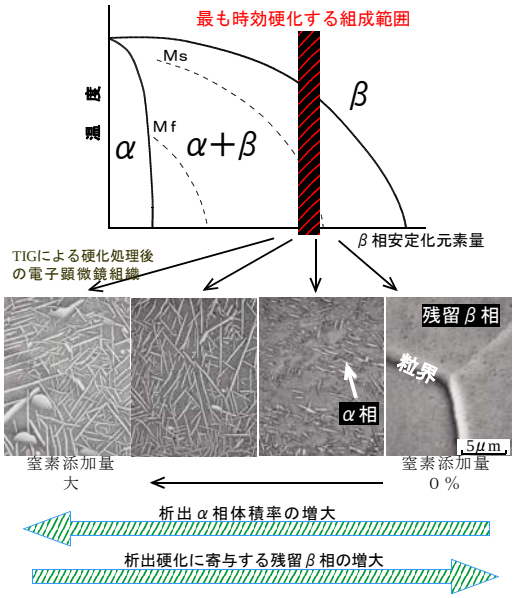


図２　時効硬さに極大が生じるメカニズム

4　UD 包丁の試作

包丁の柄の角度を可変とすることで、障害者も健常者も共に使える UD 包丁となる [1)]。本研究では、どの角度に調節しても握りやすく調理操作しやすい柄を、日本人の人体計測データ（(社)人間生活工学センター発行）を参考にしながら検討した。

図３に、試作したチタン合金製刃部および柄部を示す。当試作 UD 包丁は、業界移転の結果、既存のステンレス刃物鋼を用いた製品として商品化に至った。



図３　試作ならびに商品化された UD 包丁

参 考 文 献

1) 稲葉輝彦, 脇坂彰一, 小山美代, 後藤泰徳, 第 14 回リハ工学カンファレンス,(1999),119.

（文責　稲葉輝彦）（校閲　脇坂彰一）

40　脱フロン対策用代替洗浄機による仮もどし効果

後藤浩二，園田司，山中啓市

機械金属工業指導所

1　目　　的

刃物・工具類の製造工程において、真空脱脂洗浄機による洗浄に焼もどし効果がどの程度あるかを検証し、脱フロン対策とともに地球環境に対する問題意識の高揚と品質の向上に貢献する。

2　結　　論

真空熱処理（油焼入れ）直後に真空脱脂洗浄を施した炭素工具鋼において､顕著な焼もどし効果が認められた。

このことは、脱フロン対策として真空脱脂洗浄機を使用することが、焼もどしという熱処理の一工程に変わり得る可能性を示唆するものである。

3　実験方法

板厚が4.6㎜の炭素工具鋼（ＳＫ５）を供試材とし、図１のようなフローによって処理した７試料について硬さや残留応力の測定､ミクロ組織の観察などを行った。

なお、真空脱脂洗浄の処理条件を表１に示す。

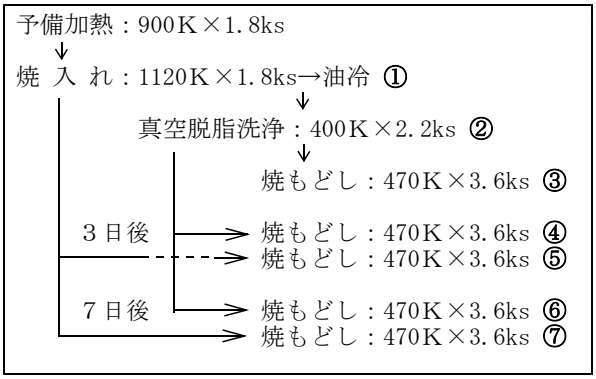


図１　各試料の処理フロー

表１　真空脱脂の処理条件

処理条件	洗 浄 時	乾 燥 時
洗浄液温度	４１３K	４１３K
蒸気室温度	４０６K	４０３K
洗浄室温度	４０６K	４０１K
所 要 時 間	１．０２ks	１．２０ks
真　空　度	６．６７Pa	０．５３Pa

4　結果と考察

表２に得られた試料のビッカース硬さと残留オーステナイト量の測定結果を示す。

焼入れ直後の鋼は、Ｃを過飽和に固溶したマルテンサイトであり、非常に硬いがきわめて脆いため、実用に耐えない。また、微視的および巨視的残留応力をもっているからできるだけ速やかに焼もどし処理してこの残留応力を緩和させる必要がある。どうしてもその日のうちに所定の焼もどしができない場合は、熱湯のなかへ品物を漬けておくだけの湯もどしでも効果があるとされている。[1)]

試料①では、適正な焼入れ硬さ（８７４ＨＶ1.0）が得られたが、残留オーステナイト量は11.2%であった。これに対し、真空脱脂洗浄を施した試料②は、残留オーステナイト量にあまり変化が認められないながら、硬さは８５４ＨＶ1.0と低下しており、真空脱脂洗浄の影響が認められた。

表２　試料の硬さと残留オーステナイト

試料 No.	ﾋﾞｯｶｰｽ硬さ （ＨＶ1.0）	ﾛｯｸｳｴﾙＣ硬さ 換算値(HRC)	残留ｵｰｽﾃﾅｲﾄ量 (vol%)
①	**８７４**	６６．５	**１１．２**
②	**８５４**	６６．０	**１１．１**
③	**７３０**	６１．５	**８．０**
⑦	**７４１**	６２．０	**８．６**

また、ミクロ組織もマルテンサイトの形態に変化が観察されたが、試料③～⑦については、硬さや残留オーステナイト量､さらに強度的にも差違が認められなかった。

このように真空脱脂洗浄に仮もどしとしての効果のあることは検証できたが、放置したものとの優位さについての検討は、今後の課題である。

参 考 文 献

1)田村今男，泉久司，伊佐重輝：鉄鋼材料学，
朝倉書店，(1981)，p.47.

（文責　後藤浩二）

（校閲　脇坂彰一）

41　鉛フリーめっき浴の開発に関する研究

園田司，後藤浩二，山中啓市

機械金属工業指導所

1　目　　的

電子部品のはんだ付け性を改善するため、スズ一鉛合金めっきが使用されているが、スズ一鉛合金により接合された電子部品を用いた家電製品が屋外に廃棄されることにより、鉛が溶出し、地下水が汚染される危険が生じる。そこで、鉛フリーめっき浴を作製し、皮膜特性を調べることにより、地球にやさしい製造技術を開発する。

2　結　　論

環境にやさしい中性浴を用いて、スズめっき皮膜中に銅または亜鉛を含有させることにより、ウイスカーの発生しないスズ合金めっき皮膜の作製が可能となった。

このことは、地球環境に対する問題意識の高揚だけではなく、スズ一鉛合金めっきを行っている県下めっき業界の環境対策につながるものと思われる。

3　実験方法

スズめっき浴として、中性グルコン酸浴[1)]を基本として、亜鉛および銅塩を添加し、各種金属塩添加量とめっき皮膜中の合金元素含有量との関係を調べた。

めっき皮膜中の各合金元素含有量は、銅板または鉄板上に約5～10μmのスズ合金皮膜を電析させ、エネルギー分散型X線分析装置により分析した。

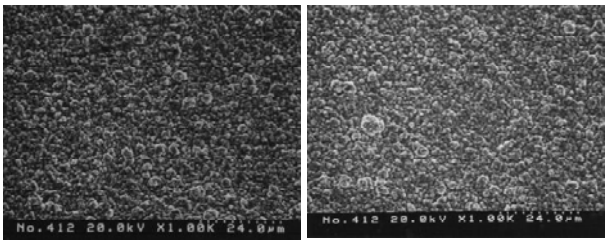
ウィスカー発生試験は、銅板上に約５μmのスズ合金めっきを行った後、323Kの恒温乾燥器中に保存し、保存後の表面形態を走査型電子顕微鏡にて観察した。

スズ一銅合金めっき皮膜の作製では、銅（+0.33V）の電極電位がスズ（-0.14V）よりも貴な電位であるため、銅が優先析出する。このため、銅の優先析出を抑制するための錯化剤を添加したところ、銅含有量1.0%のスズ一銅合金めっき皮膜の電析が可能となった。

一方、スズ一亜鉛合金めっき皮膜の作製においては、スズ（-0.14V）と亜鉛（-0.76V）の電位差が大きく、スズの方が亜鉛よりも電極電位が貴であるため、スズが優先析出する。このため、浴中のスズ／亜鉛濃度比を変化させたところ、共晶組成に近い亜鉛含有量を有するスズ一亜鉛9.8%合金めっき皮膜の電析が可能となった。

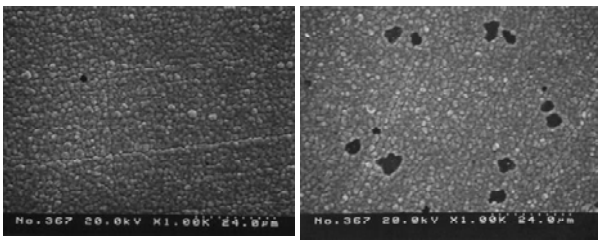
4　結果と考察

図１に、恒温乾燥器中に323Kで210日間放置したスズおよびスズ一銅合金めっき皮膜の表面形態を示す。酸性浴から電析させたスズめっき皮膜からは、数十μm程度のウィスカーの発生が観察されたが、中性浴から電析させたスズ一銅1.0%合金めっき皮膜では、ウィスカーの発生は観察されなかった。一方、スズ一亜鉛9.8%合金めっき皮膜においてもウィスカーの発生は観察されなかったが、皮膜表面に多数の欠陥が観察されたことから、皮膜の耐食性に劣ることが推察される。スズ合金めっき浴の安定性についての検討は、今後の課題である。



試験前　　210日後

（a）スズ一銅1.0%合金めっき



試験前　　210日後

（b）スズ一亜鉛9.8%合金めっき

図１　スズ合金めっき皮膜のウィスカー発生特性

参 考 文 献

1)園田　司，杉本　護，縄舟英美，水本省三：表面技術，41,140(1990)

（文責　園田　司）

（校閲　脇坂彰一）

42　プラズマによる材料表面改質に関する研究

柴原正文，岡本善四郎，上月秀徳，富田友樹

機械金属工業指導所

1　目　　的

金属の表面改質技術は、製品に耐食、耐摩耗等の高機能特性を付与する要の技術として、活発な研究開発が行われている。なかでも、プラズマを応用したものは、全く独創的な機能を実現でき得る技術として注目されている。本研究は、表面改質技術の中でも新機能性表面を創成する技術として注目されているプラズマ応用技術（プラズマ粉体肉盛法、プラズマＣＶＭ加工法、イオンプレーティング法、プラズマ浸炭・窒化複合処理法）を用いて、耐食、耐摩耗、耐抗菌性等を持つ高機能な材料表面の開発を行う事を目的とした。

2　結　　論

プラズマ粉体肉盛法、プラズマＣＶＭ加工法、イオンプレーティング法、プラズマ浸炭・窒化複合処理法等のプラズマ応用技術の利用によって、これまで未開発分野であった軽量・低融点金属材料の表面改質や、難加工材料であるモリブデン等の精密加工、そして、ダイヤモンドに匹敵する窒化炭素膜のコーティングや、極低温浸炭によるステンレスの表面改質など、耐食、耐摩耗、耐抗菌性等を持つ高機能材料を開発する上での貴重な知見を得ることができた。このことによって、中小企業が押し進めている新製品開発や新産業創成に寄与していくものと思われる。

3　実験方法

1. マグネシウム合金(ＡＺ31)に対しプラズマ粉体肉盛法により肉盛合金層を形成し、処理条件や溶着材料が硬化特性に及ぼす影響について検討した。
2. 反応ガスにCF_4を用いてモリブデン材料のプラズマＣＶＭ加工を行った場合、加工表面に酸化物が付着することから、ガス条件をF_2、NF_3などに変化させて検討した。
3. 切削工具等の耐摩耗性改善用コーティング膜として利用するため、ダイヤモンドに匹敵する硬さをもつ窒化炭素膜の作製条件について検討した。
4. プラズマ浸炭により極低温域での耐食材料(ＳＵＳ304材)の表面硬化状態を検討した。

4　結果と考察

1. 溶着材料に純チタン粉末を用いることによりマグネシウム合金中に純チタン粒子が分散した肉盛合金層が得られ、硬さも上昇（ＨＶ70 → ＨＶ100）することが判明した。今後は、得られたチタン粒子分散マグネシウム合金の耐食性等を評価していく予定である。
2. F_2、NF_3を用いると、酸素添加の必要は無く加工速度も高いが、加工表面粗さは極めて悪化した。F_2、NF_3は反応性のより高いラジカル種を発生することが判明した。従って、マイルドな加工表面を得るには、反応ガスにCF_4を用いる事が必要となるため、酸化物等の反応生成物を循環フィルターを設けて除去していく予定である。
3. 基板バイアス電圧-20Ｖで窒化 炭素膜を作製したとき、膜中の窒素含有量が最大となり、最も硬質な被膜が得られることが判明した。今後は、30%以上の窒素含有量を持ち、ビッカース硬さ5000以上の窒化炭素膜の作製条件を検討する。
4. ＳＵＳ304は高温に加熱した場合、粒界にクロム炭化物が析出し、耐食性が劣化すると言われている。本研究では、540℃の比較的低温域でプラズマ浸炭した結果、表面部には浸炭窒化層と思われる帯状の極めて腐食されにくい白層の存在が認められた。硬さ測定の結果、表面から0.01㎜付近では490～528HVであり、若干低い値を示しているが、表面から0.03～0.04㎜付近では683～695HVの高硬度な値が得られ、未処理材に比べて４倍以上硬化していた。

4　参考文献

1)柴原正文ら：1999年度精密工学会春季大会学術講演会論文集，424(1999)
2)柴原正文ら：2001年度精密工学会秋季大会学術講演会論文集，231(2001)
3)岡本善四郎ら　：　2000年度第８回ﾌﾟﾗｽﾞﾏ応用科学会研究講演　会ﾌﾟﾛｼｰﾃﾞｨﾝｸﾞ，71(2001)

（文責　柴原正文）
（校閲　脇坂彰一）

43　染色用水の水質管理技術の向上，高度化に関する研究

杉本　太，礒野禎三，仙崎俊明

繊維工業指導所

1　目　　的

染色加工における最近の関心事としては、用水の水質問題がある。用水の水質が悪化すると、染色時の色斑などが原因となるクレーム問題が起こり品質が低下する。安定した水質の用水を得るためには、原水の前処理の管理技術の向上や用水の高度化が必要となる。

そこで、染色に対し色斑等の問題を起こすと考えられている塩類、特に、カルシウムについて取り上げ、カルシウムイオンが染色に与える影響について検討し、未然に色斑等を防止する技術を確立することを目的とした。

2　結　　論

原水と原水処理後の用水のカルシウムイオン濃度の現状調査をした結果、染色工場の用水処理としては、イオン交換などの軟水化処理は少なく、金属封鎖剤などでカルシウムなどをマスキングしている処理が多かった。つまり、添加する金属封鎖剤の許容範囲の量のカルシウム等の硬度成分が原水に含有する場合に、色斑などのクレームが発生するものと考えられる。実際に分析を行い、カルシウム硬度100mg$CaCO_3$/l以上を含む用水を用いた綿糸のチーズ染色において、綿糸上に白色沈殿物(リン酸カルシウム、炭酸カルシウム)が発生するクレーム発生事例を確認した。

3　実験方法

3.1 カルシウムの分析操作

カルシウムを含む検水に共沈剤として塩化ストロンチウム溶液(2gSr/l)10mlと炭酸カリウム溶液(20w/v%)10mlを加え、室温で30分間撹拌し、カルシウムイオンを定量的に共沈させる。生成した沈殿物はメンブラン上に捕集する。この沈殿に硝酸(1+12)2mlを加え、室温で5分間浸漬溶解させた後、蒸留水で100mlとして原子吸光分析を行った。

4　結果と考察

播州織産地では染色用水となる原水は、河川の表流水、伏流水および地下水などであり、年2回の(2000年8月、12月)原水(西脇市内で採水)中のカルシウム硬度を分析した結果、河川水では、30～80mg$CaCO_3$/l、地下水で60～100mg$CaCO_3$/lであり、水質の変動が見られた。染色用水の水質基準としては、全硬度で50mg/l以下などの数値もあり、突発的にその許容値を超える値が見られた。

また、実際の染色工場の染色用水の処理工程を調査し、原水を処理後に採水して着色度や濁度を分析した結果を表１に示す。当産地内でよく行われている染色用水の前処理は、原水に硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウム等を加えて行う凝集沈殿処理、活性炭やアンスラサイトなどによる吸着処理といったSS(懸濁物質)成分や着色成分を除去する方法が主体である。表１に見られるように、着色度や濁度などは処理工程が進めば、その値は減少するが、硬度は余り変化しないことがわかった。実際、染色工場では用水対策として、金属イオン封鎖剤を精練･漂白や染色の各工程で加え、塩類による影響を抑えているが、上記にも示したように原水中のカルシウム濃度などが、突発的に染色可能な許容値を超える場合に、染色に対して問題を引き起こすものと思われる。

表１　染色の用水処理における各工程処理水の分析結果

採水試料	原水	1	1+2	1+2+3
着色度	75	13	11	8
濁度(mg/l)	5.4	0.8	0.6	0.4
pH	7.1	7.1	7.0	7.3
Ca濃度(mg/l)	12.0	10.6	11.2	13.1
Ca硬度(mg$CaCO_3$/l)	30.0	26.5	27.9	32.8

1：凝集沈殿処理(硫酸アルミニウム+高分子凝集剤)；
2：吸着剤処理(アンスラサイト)；3：吸着剤処理(活性炭)；着色度：希釈法；濁度およびpH：JIS K0101 9.4,11(1998)

(文責　杉本　太)
(校閲　山口幸一)

44　顕微ＦＴ－ＩＲ等を利用した繊維素材の分析技術

平瀬龍二，中野恵之，小紫和彦

繊維工業指導所

１　目　　的

繊維製品に発生した色むらや汚れ等によるクレームは、混入繊維や汚染物質や異物を同定することで原因を解明できる場合が多い。本研究では FT-IR 装置（顕微装置付き）を用いて、クレーム処理における原因物質の正確で簡便な有機物の分析方法を確立することを目的とした。

２　結　　論

測定対象物の形状、状態によって場合分けし、それぞれに対する分析手法を確立した。また、従来では測定不可能であった微小物質の分析も可能となった。さらに、目視法や溶解法と比較して、正確かつ簡便に物質の同定が可能となった。これらの結果から、迅速で正確なクレーム分析方法が確立できた。

３　分析手法

繊維製品を汚染している物質の形態は様々なため、図１に示すような分析手法の判断方法を定めた。これにより迅速な対応が可能となった。

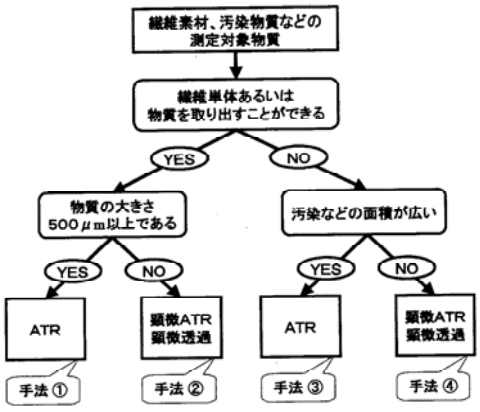


図１　分析手法の判断方法

４　実験方法

パーキンエルマー製　Spectrum One FT-IR / Auto IMAGE　赤外顕微鏡を用いて分析を行った。また、１回反射ダイアモンド ATR 測定装置、多重反射 ATR 測定装置および顕微装置も分析に併用した。

５　結果と考察

５.１　混紡繊維の分析

合成繊維を含む混紡糸を分析する場合は溶解法を利用するのが一般的であるが、１回反射ダイアモンド ATR 測定法を用いると簡単に同定可能であることがわかった。（図２）

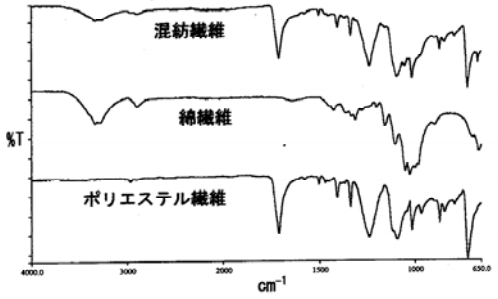


図２　混紡繊維の測定結果例

５.２　汚染物質の分析

生地にシミ状の汚染物質が付着している場合は、抽出や分離という操作が必要であるが、ATR 法により汚染部分と正常部分を測定し、その差を算出したスペクトルを得ることから、原因物質がシリコン系油剤であることが判明した。（図３）

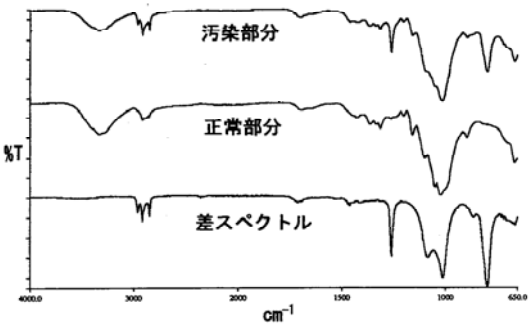


図３　汚染クレームの測定結果例

その他、分離不可能な小さな付着物質の分析も、顕微装置を活用することにより可能である。

（文責　平瀬龍二）

（校閲　山口幸一）

「播州織産地の活性化のための技術支援に係る研究」

45　綿織物の加工収縮の安定化に関する研究

瀬川芳孝，竹内茂樹，長谷川勝

繊維工業指導所

1　目　　的

織物は、洗濯しても縮まなくしたり、撥水性や柔軟性などの機能を付けるために仕上加工が施されている。最近、この仕上加工において、たて方向の収縮が大きくて織物が規定の長さより短く仕上がる現象が多発している。調査の結果、高速織機のよこ糸の打ち込み速さ、つまり織機の回転数が毎分800～900回転と従来の織機に比べて高速で、たて糸張力を大きくしなければ織れないことから、高速織機による製織が原因と考えられた。そこで、織機の回転数のみを変化させて同一規格の織物を試織し、それを同一条件で仕上加工して織機の回転数と加工縮みの関係を検討した。

2　結　　論

織機の回転数が上がるほど加工縮みが大きくなる現象が明確になった。本研究条件の織物では、回転数が814回転/分になると加工縮み率が約６％となった。また、シルケット条件が加工縮みに大きく影響することもわかった。

3　実験方法

試験織物は、たて糸よこ糸共に綿50番手単糸を用い、組織は平組織、密度は、たて糸130本、よこ糸80本/ｲﾝﾁの規格を一定として、織機の回転数を毎分610、690、814回転の３条件で試織した。次に、３種類の織物を20ｍずつ連続縫合し、毛焼きー糊抜きーシルケットーサンフォライズの一連の仕上加工を行った。加工縮み率は、織物のたて方向に１ｍ間隔のマーキングを付け、仕上加工後に計測し算出した。尚、一連の仕上加工は、条件を変えて３回行った。

4　結果と考察

図１に回転数の違いによる織物の加工縮み率を加工別に示した。回転数と加工縮み率には明らかに相関があり、回転数が上がるほど加工縮みが大きくなることがわかった。610回転と690回転は、加工縮みに大差はないが814回転となると極端に大きく縮み、加工No.1においては６％も収縮する。加工No.2やNo.3のように加工縮みが大きくなるからといって余り引っ張りすぎると規格のよこ糸密度80本/ｲﾝﾁに満たなくなる。今回試験した規格織物では、よこ糸密度を合わすのであれば加工縮みは４％程度にとどめなければならない。また、加工縮みの程度は、仕上加工工程中にあるシルケット加工条件に大きく影響していることもわかった。シルケット加工中の織物は原反よりも伸び、伸び率は回転数の少ない織物ほど大きく、回転数を上げて織った織物ほど小さい。加工No.3は、No.1やNo.2に比べて強く引っ張られてよく伸びているため、図１で示す加工縮みが全ての回転数において小さいことがわかる。全般的に見て、高速で織った織物は、シルケット加工による伸び率が小さくて加工縮みが大きいことがわかった。しかし、シルケット加工において高いテンションを掛けて強く引っ張れば加工縮みは小さくなり織物の長さは基準には合格するが、よこ糸密度が規格より少なくなり風合いや織物物性などに影響を与えてくる。織物企画の段階からどんな用途に使うのか、どんな素材、組織なのか、織機は何か、回転数は如何ほどか等、詳細に検討する必要がある。加工縮みに関すれば、高速織機で織るためよこ糸密度を１本/ｲﾝﾁ増やす等の対策が必要となってくる。本試験は、加工技術委員会と共同で実施したものであり、委員の方々に厚くお礼申し上げます。

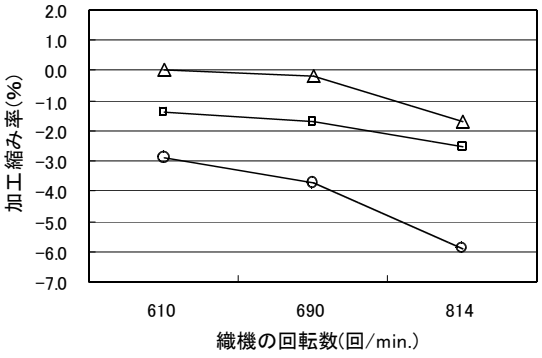


図１　織機の回転数と加工縮みの関係

○:加工No.１　□:加工No.２　△:加工No.３

（文責　瀬川芳孝）

（校閲　山口幸一）

46　染色排水の着色の軽減に関する研究

礒野禎三，杉本　太，長谷川勝

繊維工業指導所

1　目　　的

播州織用綿糸の染色は、高い品質が要求されるため反応染料で行われているが、反応染料は固着率が低いため排水の着色が大きな問題となっている。そこで、着色を軽減するための研究を行ってきた。

今年度は、河川の着色状態の把握を行うと共に、平成11年度に引き続いて染色工程の改善による排水の着色軽減に向けての検討を行った。

2　結　　論

杉原川・加古川水系の表流水の着色度を、染色工場の排水が流入しない上流部から河口部までの12箇所で採水し着色度を測定した結果、生活排水や他の工場排水及び加古川本流や野間川等の合流の影響についても検討を加えなくてはならないが、闘竜灘もしくは新大河橋付近まで染色工場の排水が影響を与えていると考えられた。

染色工程の改善による排水の着色軽減については、超低浴比で染色が可能なプレスチーズ染色技術の改良を行っており、チーズ外層の物性差の解消に向けてソフト巻技術を検討した結果、かなり改善することができた。

3　実験方法

3．1　河川水の採取

図１に示すように、杉原川の上流から瀬戸内海に注ぐ河口までの12箇所の橋で採取した。採取は年間の変動を把握するために、２、６、９、11月の４回工場排水の影響が安定すると考えられる週の後半で、降雨から３日以上経過した後の昼間に行った。

3．2　着色度の測定

着色度の測定は、三好らの提案した方法[1)]に基づいて、No.5Cの濾紙で濾過した後、日本電色工業(株)製NDR－2000型着色度計を用いて測定した。

3．3　プレスチーズ染色

平成11年度と同様の方法[2)]により行った。

4　結　　果

杉原川・加古川水系の表流水の着色度を、染色工場の排水が流入しない上流部から河口部までの12箇所で採水し着色度を測定した。その結果、流入する染色工場数が増えるに連れて着色度は高くなり、５工場の淡排水が一度に流入する西脇大橋で最も高い値を示した。その後、滝野町の闘竜灘もしくは小野市の新大河橋付近まで徐々に低下した。生活排水や他の工場排水及び加古川本流や野間川等の合流の影響についても検討を行わなくてはならないが、闘竜灘もしく新大河橋付近まで染色工場の排水が影響を与えていると考えられた。

チーズ外層の物性差の解消に向けて、張力の漸減率を大きくした結果、かなり改善することができたが、機械的な張力のコントロールでは完全に解消することができなかった。

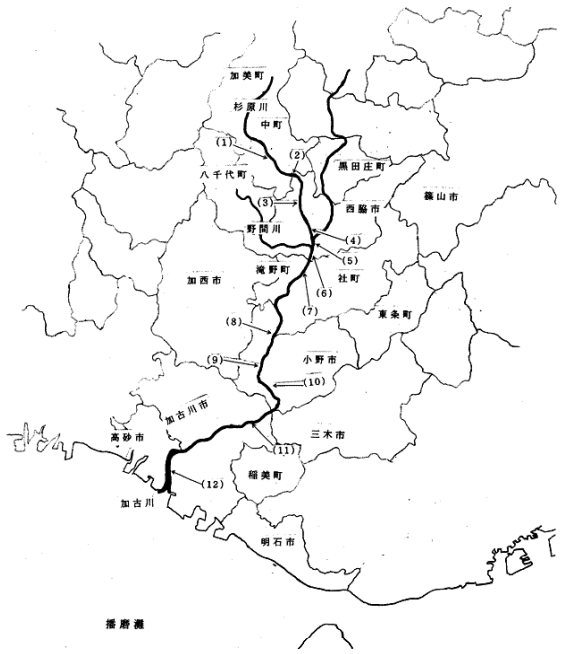


図１　河川水の採取地点

(1) 加都良橋，(2) 羽山橋，(3) 春日橋，(4) 西脇大橋，(5) 野村橋，(6) 板波橋，(7) 闘竜灘，(8) 新大河橋，(9) 栗田橋，(10) 大住橋，(11) 上荘橋，(12) 相生橋

参 考 文 献

１）三好康彦 ら,公害と対策,27,715(1991)

２）礒野禎三 ら,兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所研究報告,32,6(2000)

（文責　礒野禎三）

（校閲　山口幸一）

47　製革準備工程改善による排水汚濁負荷の低減に関する研究

佐伯　靖，松本　誠

皮革工業指導所

1　目　　的

皮革排水処理において、製革準備工程中の汚泥の処理経費の負担が大きな問題となっている。その結果、汚泥の減量化技術が求められている。

そこで、本研究では準備工程の主要な汚泥発生工程である脱毛石灰漬け工程から牛毛を回収する汚泥削減を検討した。

2　結　　論

現行の方法から原皮重量に対して約２％の毛回収により、皮革排水汚泥固形分の約２０％が削減された。革のクロム含有量、脂肪分、熱収縮温度と引張強さ、引裂強さ、銀面割れは現行の方法とほぼ同様で、毛を回収しても従来と同等の革ができることがわかった。

3　実験方法

３．１　牛毛の回収と排液の分析

原料皮に対する浴比300%、硫化水素ナトリウム1.0%、硫化ナトリウム1.0%、水酸化カルシウム5%の現行の方法による脱毛石灰漬けを行い、水酸化カルシウム添加6時間後に、浴液を約2㎜径のフィルターで濾し、牛毛を回収した。毛を回収しない革をコントロールとし、以後の製革工程は同様に行った。脱毛石灰漬け終了後、毛を回収した排液とコントロールから、排液の蒸発残さを測定し、回収した毛の量から汚泥の削減率を計算した。

３．２　ウェツトブルー及び素上げ革の組成分析と機械的性質の測定

脱毛石灰漬け後の皮は、クロム鞣し剤7%による鞣し処理を行った後、クロム含有量と液中熱収縮温度の測定を行った。クロム鞣し後の革は加脂剤7%の加脂工程を行い素上げ革とした後、クロム含有量、脂肪分の測定と引張強さ、引裂強さ、銀面割れ試験を行った。

4　結果と考察

４．１　牛毛の回収量と汚泥の削減率

約30kgの原料皮では、脱毛石灰漬け工程から排液90ℓ中、固形分として約3kgの汚泥が排出される。表１より、現行の方法から毛を回収することにより、2.0%の毛が回収され、固形分中の22%の汚泥が削減された。このことより毛回収と省硫化法の併用により、汚泥削減効果が上がると予想される。

表１　脱毛石灰漬け排液から回収した毛の量

原料皮重量 (kg)	毛の回収量 (g) *	排液の蒸発残さ（固形分） (g/L)	汚泥の削減率 (%)
28.6	579	29.9	22
26.8	-	37.5	—

*乾燥重量

４．２　毛を回収した革の組成及び機械的性質

毛を回収した革の組成は表２よりコントロールとほぼ同様で、毛回収は、クロム鞣しや加脂に大きな影響を及ぼさないことがわかった。

表２　ウェットブルー及び素上げ革の分析結果

試験革	ウェットブルー		素上げ革	
	クロム含有量(%)*	液中熱収縮温度(℃)	クロム含有量(%)	脂肪分 (%)
毛回収	4.1	111	3.5	3.9
ｺﾝﾄﾛｰﾙ	4.2	111	3.4	3.6

*無水物に換算した値

また、表３より機械的性質についてもコントロールと同様な結果を示し、従来と同品質の革の製造が可能であると考えられる。

表３　素上げ革の機械的性質

試験革	厚さ (㎜)	引 張強さ (MPa)	引裂強さ (N/㎜)	銀面割れ試験	
				荷重 (N)	高さ (㎜)
毛回収	1.2	11	20	180	9.2
ｺﾝﾄﾛｰﾙ	1.1	11	20	172	8.6

（文責　佐伯　靖）

（校閲　角田和成）

所在地

（企画情報部、開発部、無機材料部、有機材料部、生産技術部、電子部、産業デザインセンター）
〒654-0037　神戸市須磨区行平町３丁目1-12　TEL (078)731-4481　FAX (078)735-7845

（機械金属工業指導所）〒673-0405　三木市平田字フケ240-1　TEL (0794)82-0026　FAX (0794)83-6230

（繊維工業指導所）〒677-0054　西脇市野村上ノ段1790-496　TEL (0795)22-2041　FAX (0795)22-3671

（皮革工業指導所）〒670-0811　姫路市野里東河原3　TEL (0792)82-2290　FAX (0792)22-9043

兵庫県立工業技術センター研究報告　第10号

（平成13年度版）

平成１４年３月１日　発行

発行所　兵庫県立工業技術センター

〒654-0037　神戸市須磨区行平町３丁目1-12

13 産 T2-007A4