

○田中 正暁(JAEA), 大島 宏之

OS12-(2)

15:50~17:30 [座長 文字 秀明 (筑波大)]

- 912 偏心を有する円管内オリフィス背後の物質輸送係数の評価—
旋回流の影響— 261
○伊藤 嘉人(新潟大院), 山縣 貴幸(新潟大), 藤澤 延
行, 高野 剛
- 913 二種燃料を用いた HCCI 燃焼の分光計測と素反応数値計算に
よる解析 263
○小田切 康博(日大院), 齋藤 健児, 高橋 勇介, 飯島
晃良(日大), 吉田 幸司, 庄司 秀夫
- 914 高速炉蒸気発生器伝熱管におけるナトリウム—水反応時の水
側伝熱特性 265
○栗原 成計(JAEA), 大島 宏之, 柳沢 秀樹(NESI)
- 915 平板間に発達する自然対流熱伝達に関する研究 267
○白土 哲郎(茨城大院), 稲垣 照美(茨城大)
- 916 液相状態における相変化蓄熱媒体の熱流動特性に関する研究
269
○北澤 元気(茨城大院), 稲垣 照美(茨城大), 上江洲
智政(茨城大院)

第10室 [3階 36番教室]

OS13 オーガナイズドセッション《生体医工学及びバイオマテリアル》

[オーガナイザ: 岡崎 義光 (産総研), 尾関 和秀 (茨城大)]

OS13-(1)

9:40~10:40 [座長 兵藤 行志 (産総研)]

- 1001 味覚に対する個体脳波パターン反応解析 (塩味, 酸味) 271
○進士 倫之(茨城大院), 伊藤 拓真, 仲尾 友希(茨城
大), 住谷 秀保, 馬場 充
- 1002 実時間眼球動作事象誘起脳波パターン判別インタフェース 273
○伊藤 拓真(茨城大院), 進士 倫之, 住谷 秀保(茨城
大), 馬場 充
- 1003 人工血管への応用を目的とした高分子材料への DLC コーティ
ングとその物性評価 275
○宮澤 真吾(茨城大院), 尾関 和秀(茨城大), 平栗 健
二(東京電機大), 増澤 徹(茨城大)

OS13-(2)

10:50~11:50 [座長 久森 紀之 (上智大)]

- 1004 インプラント表面に生成する皮膜の電気化学的評価 277
○石田 勝則(茨城大院), 岡崎 義光(産総研), 尾関 和
秀(茨城大)
- 1005 光弾性法を用いた人工股関節における設計条件の最適化に関
する一考察 279
○前崎 信孝(芝浦工大), 江角 務, 蜂谷 将史(横浜南
共済病院)
- 1006 整形外科デバイスの実験力学的評価—模擬骨応力場イメージ
ング法 281
○兵藤 行志(産総研), 野中 勝信, 徐 超男, 三島 初
(筑波大), 宮川 俊平

OS13-(3)

14:00~15:40 [座長 岡崎 義光 (産総研)]

- 1007 次世代医療機器に対するガイドラインの策定—円滑な開発と
審査の迅速化のために— 283
赤松 幹之(産総研), ○本間 一弘, 岡崎 義光, 田口 隆
久, 鎮西 清行, 鷲尾 利克, 山下 樹里, 竹村 文, 木
山 亮一
- 1008 チタン製インプラントの冷間鍛造化による組織・硬度への影響
285
○岡室 養子(タイショーテクノ)

- 1009 金属光造形複合加工法を用いたカスタムメイド医療機器製造
技術開発 287
天谷 浩一(松浦機械), ○漆崎 幸憲, 松原 英人, 前田
敏男

- 1010 電子ビーム金属造形法により作製した Ti-15Zr-4Nb-4Ta 合金
の機械的性質 289
○福田 英次(ナカシマメディカル), 杉野 篤史, 土居
憲司, 蔵本 孝一, 岡崎 義光(産総研)

- 1011 チタン鍛造品の医療分野への展開 291
○蘇武 剛雄(宮本工業), 宮本 尚明

OS13-(4)

15:50~17:10 [座長 本間 一弘 (産総研)]

- 1012 円孔を有するチタン・ステンレス鋼の疲労特性評価 293
○久森 紀之(上智大)

- 1013 チタン合金の曲げ疲労特性の評価 295
○久森 紀之(上智大), 山口 友里江(上智大院), 萩原
行人(上智大)
- 1014 イヌ脛骨巨大離断欠損部再生における水酸アパタイト/コラ
ーゲン骨類似ナノ複合体の気孔率の影響 297
○菊池 正紀(NIMS), 小山 富久(東京医歯大), 枝村 一
弥(日大), 高久田 和夫(東京医歯大), 田中 茂男(日大)
- 1015 インプラント材料評価センターの動向 299
石沢 嘉一(JFE-TEC), ○森田 智之, 山下 正明

第11室 [3階 37番教室]

OS13-(5)

9:20~10:40 [座長 尾関 和秀 (茨城大)]

- 1101 生体応用可能な PEG 化ポリアミンナノゲルの設計 301
○田村 磨聖(筑波大), 一戸 智史, 田村 篤志, 池田
豊, 長崎 幸夫
- 1102 癌細胞選択的なアミノレブリン酸取り込み評価 303
○釘宮 慎太郎(筑波大院), 池田 豊, 松井 裕史, 長崎
幸夫
- 1103 細胞・組織加工製品に関する承認審査の動向 305
○廣瀬 志弘(産総研)
- 1104 マイクロ X線 CT による再生骨軟骨の構造評価 307
○三澤 雅樹(産総研), 林 和彦, 白崎 芳夫, 高橋 淳
子

OS13-(6)

10:50~12:10 [座長 廣瀬 志弘 (産総研)]

- 1105 再生医療を目指した初代肝細胞スフェロイドアレイの作製と
機能評価 309
○中曾根 佑一(東京理大院), 山本 雅, 里見 智美, 片
岡 一則(東大院), 立石 哲也(NIMS), 大塚 英典(東京
理大)
- 1106 再生医療のための a-C:H 膜プラズマ後処理の生体適合性評価
311
○鳥生 敦子(東京電機大院), 野中 一洋(東京電機大),
大越 康晴, 平栗 健二, 舟久保 昭夫, 福井 康裕
- 1107 シランカップリング剤により APS 改質された a-C:H 膜の細胞
親和性評価 313
○星野 祐太(東京電機大院), 大越 康晴(東京電機大),
平栗 健二, 福井 康裕(東京電機大院)
- 1108 PELID 法を用いた三次元状細胞組織の作製技術 315
○梅津 信二郎(東海大), 北嶋 隆(理研), 櫻木 誠, 大
森 整, 伊藤 嘉浩

OS6 オーガナイズドセッション《振動・音響・制御》

[オーガナイザ: 塩幡 宏規 (茨城大), 近藤 良 (茨城大), 清水 年美 (茨城大)]

OS6-(1)

14:00~15:20 [座長 清水 年美 (茨城大)]

- 1109 パラレル駆動型ホッピングロボットの跳躍制御 317
田村 尚規(茨城大院), ○佐川 昌也, 近藤 良(茨城大)
- 1110 2足歩行ロボットのエネルギー予測に基づく歩容制御 319
○五月女 翔(茨城大院), 近藤 良(茨城大), 青木 悠介
(茨城大院)
- 1111 鉄道車両台車の曲線区間における摩擦係数推定に関する研究
321
○長澤 研介(茨城大), 道辻 洋平
- 1112 オンライン部分空間モデル同定アクティブ制振制御 323
○赤木 一顕(茨城大院), 日向野 聡(AFD Inc.), 住谷
秀保(茨城大), 馬場 充

OS6-(2)

15:30~17:10 [座長 道辻 洋平 (茨城大)]

- 1113 低振動型旋盤用チャックの開発 325
○塩幡 宏規(茨城大), Iskandar Suriyanto(元茨城大),
大和 幸雄(伸栄工業)
- 1114 超高速ターボ回転軸系の設計技術 327
○富澤 康深(茨城大院), 塩幡 宏規(茨城大), 天沼 光
博(ASI 総研)
- 1115 蒸気タービンの翼軸連成振動現象解明 329
○中島 大喜(茨城大院), 塩幡 宏規(茨城大), 岡部 明
(日立プラントテクノ), 工藤 健(日立)
- 1116 超音波振動加工装置の試作に関する研究 331
○宮本 裕文(帝京大院), 古澤 利明(帝京大)
- 1117 ラビリンスシールの動特性に関する実験的研究 333
○遠藤 彰(日立機研), 山口 和幸, 工藤 健(日立日立)

1008 チタン製インプラントの冷間鍛造化による組織・硬度への影響

Change in Microstructure and Hardness of Titanium Orthopedic Implants manufactured by cold-forging

○岡室 養子 (株式会社タイショーテクノ)

Yoko OKAMURO, TAISHOTECHNO INC. Technostage 1-5-2, Izumi-shi, Osaka

To develop the manufacturing process of metallic osteosynthesis devices and artificial hip joints, the effects of cold forging conditions on microstructure and hardness of cold forged devices was investigated using grade 2 of commercially pure titanium. The micro cracks were not observed in forged surface, and the microstructure was fine. The hardness increased with increasing the forging load. As the change in surface roughness was small, it was clear that working time for surface finish can be short.

Key words: Cold forging, Work hardening, Surface transition, Surface roughness, Microstructure

1. 緒言

高齢化社会を迎え、骨接合材料、人工関節などの整形インプラントの使用量が急速に増加する傾向にあるが、その使用量の約90%が海外製品に依存している状況が続いている⁽¹⁾。日本が得意とする先端的なものづくり技術を活用して、低コストで高品質なインプラント製品を製造できる技術の開発とその実用化が望まれている。そこで、鍛造技術を活用した整形インプラント製造技術の開発に向けての取り組みを行った。

2. 実験の概要

本実験では、チタン材料の中でも工業分野で使用量が比較的多く安価な工業用純チタン2種を用いて、骨折治療に非常に多く使用されている骨接合用材料及び人工関節を、冷間鍛造し、長期力学的信頼性の高い製品を製造しうるかを検証する足がかりとした。具体的には、形状の異なる2種類の骨プレート及びハーフサイズの人工股関節ステムをモデル材として、鍛造負荷加重条件を変化させつつ鍛造を実施し、鍛造品の硬度変化、表面状態、内部組織などの品質の変化を確認した。

使用機械：AIDA K-1 2500E

表面潤滑処理：二硫化モリブデン

素材：① Bone plate L 板材 2×10×100

② Bone plate S 板材 4×13.5×70

③ Stem 板材 9×22×86 丸棒φ12×86

工程：素材取り → 表面潤滑処理 → 鍛造(一工程) → トリム・ピース → 仕上げ切削

板材からの加工においては、余肉を少なくするニアネットシェイプ加工となるような素材取りを行ったため、加工荷重が少なくなり製品硬度は上がらないだろうと予想された。そこで、ステムを丸棒材から加工するという、据え込み率の大きな加工荷重の大きくなるレイアウトも行い、硬度の違いを検証することとした。その際の素材径の選定においては、余肉を大きく出しその部分の割れ等を観察するという目的のため、質量調整は行わなかった。

3. 結果と考察

工業用2種純チタンを原材料とした場合には、全ての製品で割れの発生は見られずに2種類の骨プレート及び人工股関節ステムを冷間鍛造することができた(Fig. 2)。鍛造品のミクロ組織も微細でミクロ的な割れは観察されなかった(Fig. 2)。

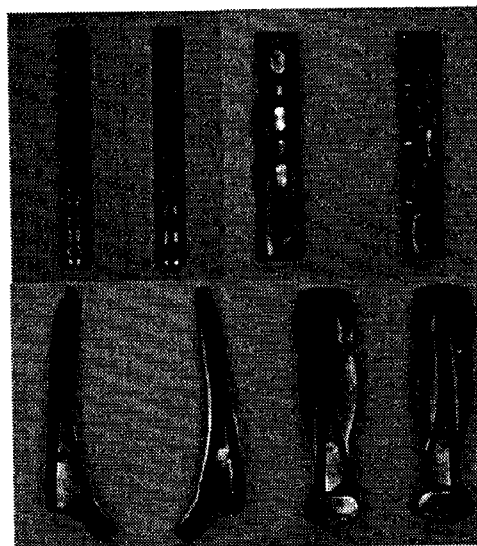
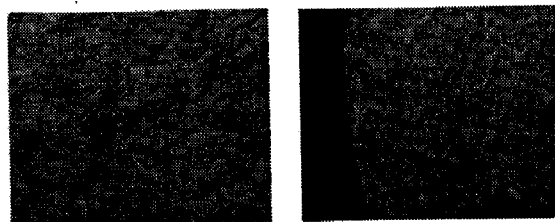


Fig.1 Cold forged devices. (Bone plate L, Bone plate S Stem with Plate, Stem with bar)



a) before forging b) cold forged
Fig.2 Microstructure in forged stem. (×200)

鍛造負荷加重条件を変化させた荷重試験から鍛造製品の硬度変化との関係が明らかとなり、冷間鍛造の基礎的な特性を得ることができた。いずれの形状においてもストローク長さが増加するにつれて（鍛造負荷荷重が増加するにつれて）鍛造品の硬度は高くなり、STEMにおいては素材形状の違いからくる加工負荷荷重の違いにより、同一点における硬度がHVで70ポイント以上の違いがあった。(Fig. 3) (素材硬度HV 140, 板材からの加工品HV 180, 丸棒材からの加工品HV 250)。これによって工程レイアウト設計において製品性能上必要な硬度に挙げられるような設計をすることで、製品の性能向上につなげられる可能性が見いだされた。

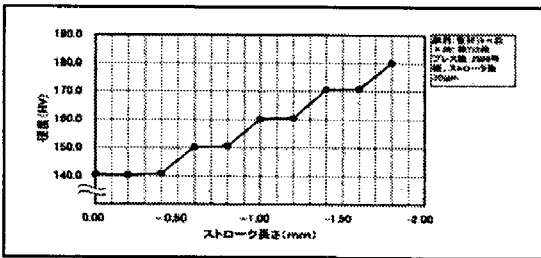


Fig.3-1 Hardness Variation. (with Plate)

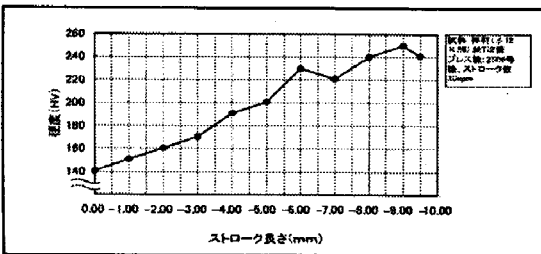


Fig.3-2 Hardness Variation. (with Bar)

Fig. 4にて、現行使用されている整形インプラントにおけるヤング率と引張り強さおよび引張り強さと硬度の関係を示す⁽²⁾。今回の研究にて得られたHV 250超という硬度は4種チタンの硬度・強度に相当し、このことから類推すると現在輸入品で使用されている製品の強度と同等以上の力学的な性能を有することがわかった。

Fig. 5に金型と鍛造品の表面粗さ測定結果を示す。金型の表面粗さと鍛造品の表面粗さが同等であり、金型設計や工程レイアウトを工夫することで、チタンにおいても金型の仕上げ精度の工転写性が期待でき、少ない仕上げ加工で製品化の可能性が見いだされた。

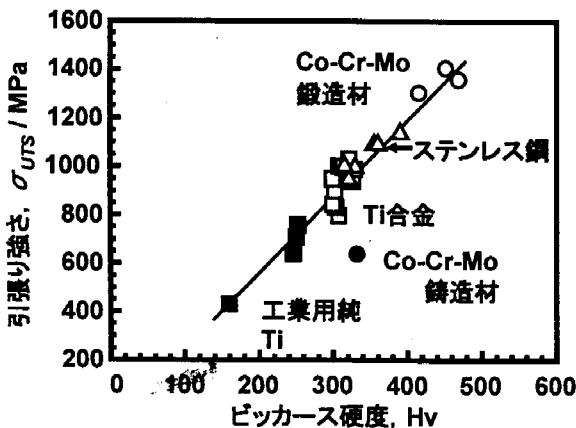


Fig. 4 Relationship between hardness and tensile strength

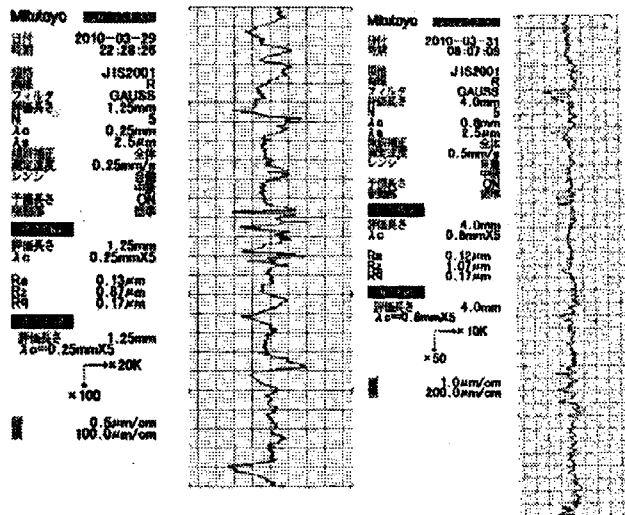


Fig.5-1 Surface roughness of die Fig.5-2 Surface roughness of cold forged devices.

4. 結言

今後、今回の研究を基礎として、高純度純チタン、工業用純チタン3種、工業用純チタン4種、各種チタン合金など、チタン材料の種類を広範囲に変化させ同様の試験を実施し、さらに、骨接合材料が適用される部位に応じて製品の種類を変化させて冷間鍛造を行い、さらに得られた鍛造製品の機械的性質、耐久性試験などを行い総合的に検討することで、高性能な製品を製造可能な技術として確立することが重要と考えられた。

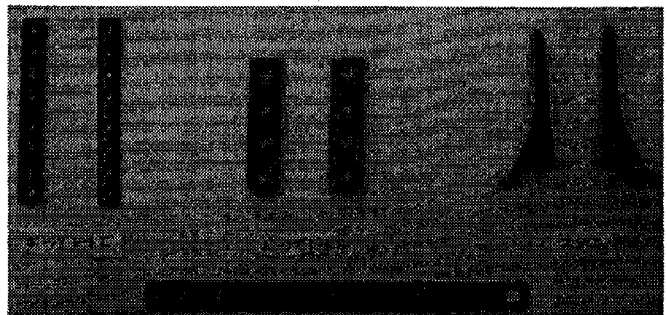


Fig. 6 Forged products after finish.

参考文献

- 1) 岡崎義光：インプラント用金属材料の標準化動向及び破損等の不具合解析（「金属」Vol. 77(2007), No. 2)
- 2) 岡崎義光：日本人工関節学会誌，第40巻（2010）