

チタン製インプラントにおける アバットメントスクリュー破折の1症例

山下秀一郎¹, 中塚 佑介¹, 谷川 雄一¹, 吉田 貴光²

¹松本歯科大学 大学院 顎口腔機能制御学講座

²松本歯科大学歯学部 歯科理工学講座

A case report of abutment screw fracture of titanium dental implant

SHUICHIRO YAMASHITA¹, YUSUKE NAKATSUKA¹,
YUICHI TANIGAWA¹ and TAKAMITSU YOSHIDA²

¹Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University

²Department of Dental Materials, School of Dentistry, Matsumoto Dental University

Summary

Titanium implant is now widely used as the most reliable dental implant. Although titanium has excellent mechanical properties, some clinical cases of fracture of titanium implants have been indicated. We experienced a fracture of the abutment screw of the titanium dental implant placed at the lower molar region. This report demonstrated the way of removing the fractured screw remained in the fixture component and also examined the mechanism of fracture by observing the fracture surface.

緒 言

チタン製インプラントは、ヒトの骨組織との結合において組織学的な証明がなされ¹⁾, またその優れた機械的強度特性のため²⁾, 今日では信頼されるインプラント材の1つとして認識されるに至った。しかし, このような特性を有するチタン製インプラントでありながら, 長期経過観察の中では破折に至る症例が散見されるようになってきたのも事実である³⁻¹²⁾。師岡ら¹³⁾は, 約2800本の埋入に対して42例の破折が認められたという報告

を近年行っている。これらのデータは, インプラント体の破折, アバットメントの破折, およびアバットメントスクリューの破折に大別されるが, すべての破折症例でアバットメントスクリューが破折していることを特記事項として強調している。

今回我々は, 上部構造装着後2年5か月経過したインプラント補綴装置において, アバットメントスクリュー破折に伴う上部構造脱離の症例を経験した。そこで, 症例の概要, インプラント内部に残留した破折スクリューの撤去法, および破折

スクリューの破断面の観察結果について報告する。

症 例

1. 症例の概要

患者は65歳の男性であり、上顎欠損部に装着した義歯不適合による咀嚼障害を主訴として、2005年2月に来院した。上顎右側第2小白歯から第2大白歯に至る3歯と上顎4前歯の計7歯の欠損に対して、3年程前に近医にて部分床義歯を装着したが、機能時の義歯の動揺が大きく、異物感も強かったという。口腔内検査およびエックス線検査の結果、全顎的な中等度慢性辺縁性歯周炎、上顎欠損部の不良補綴物による咬合不全と咀嚼障害、および上顎右側第1小白歯と下顎右側第1大白歯の慢性根尖性歯周炎と診断した。

治療方針としては、まず歯周治療と並行して保存不可能と判断した慢性根尖性歯周炎の2歯の抜去を行うと同時に、上顎義歯の修理と調整を行い咬合の安定を図ることとした。最終補綴では、上下顎の欠損部を部分床義歯あるいはインプラント支台のクラウンを用いて修復することとした。

患者に以上の計画を提示したところ、欠損部は部分床義歯ではなくインプラントを用いた固定性の補綴装置で治療して欲しいという強い希望があった。そこで上顎については、右側第1小白歯から第1大白歯相当部に3本と4前歯相当部の計7本、下顎では右側第1、第2大白歯相当部に2本のインプラントを埋入して咬合の再構成を行う治療計画を説明し同意を得た。

治療方針に従って補綴前処置を行い、上顎では2005年5月と7月にインプラント体の埋入、同年12月に二次手術、2006年5月に上部構造の装着を行った。下顎では2007年3月にインプラント体の

埋入、同年5月に二次手術、同年6月に上部構造の装着を行った。使用したインプラントは、上顎ではBrånemark System® Mk III TiUnite（ノーベルバイオケア社）、下顎ではReplace Select® Tapered TiUnite（ノーベルバイオケア社）である（表1）。いずれのインプラントも初期固定は十分であり、プロビジョナルレストレーションを装着し咬合状態の確認を行った後、レジン前装鋳造冠を用いた上部構造を装着した。上部構造装着時には、アバットメントを35Nのトルクで締め付けし、上部構造は仮着用セメントを用いた術者可撤式とした。

2. 術後の経過とアバットメントスクリューの破折

術後6か月ごとの定期健診により、咬合検査、口腔衛生状態の確認を行っていたが、上部構造装着後2年経過時（2009年7月）のエックス線検査では、下顎右側第1、第2大白歯部のインプラント頸部に、軽度の骨吸収像を認めた（図1）。

2年5か月経過時（2009年11月）に下顎右側第1大白歯部の上部構造脱離を訴えて患者が来院した（図2）。脱離した補綴物を確認したところ、アバットメントごと脱離しており、アバットメントの先端には破折したアバットメントスクリューの一部が付着していた。エックス線画像上では、アバットメントスクリューの破折した先端部がインプラント内に残留しているのが確認された（図3）。この破折部位は、アバットメントスクリューのねじ山の基底部に相当しており、インターナルコネクションタイプのアバットメント

表1：使用したインプラントの埋入部位、径、長さ、および種類の一覧

部位	6	5	4	2	1	1	2	7	6
径 (mm)	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.3	4.3	4.3
長さ (mm)	13	13	13	15	13	13	13	13	13
種類	Brånemark System® Mk III TiUnite							Replace Select® Tapered TiUnite	

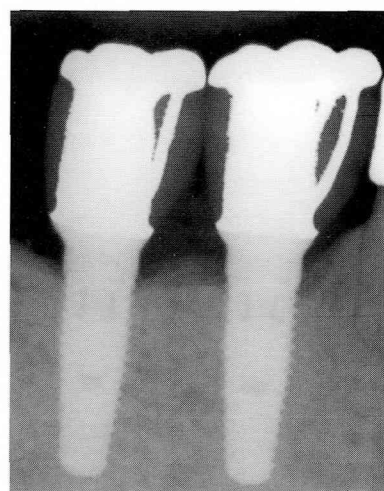


図1：咬合荷重開始後2年経過時のエックス線写真



図2: 上部構造脱離時の口腔内写真

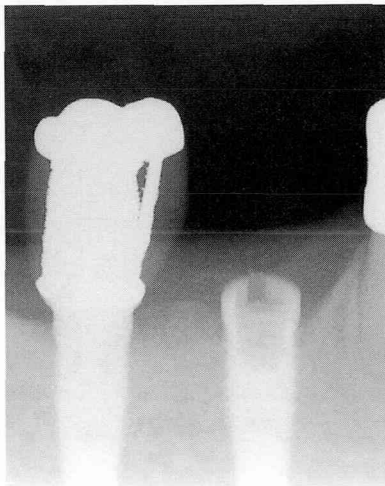
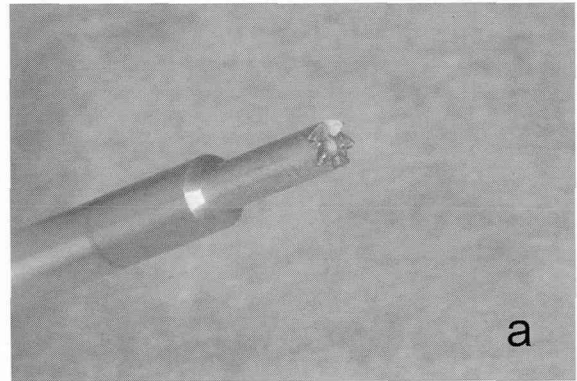


図3: 上部構造脱離時のエックス線写真, アバットメントスクリーウの破折した先端部がインプラント内に残留しているのが確認される

を, インプラント体内部に適合させるためのハウジングの最深部と一致していた。

インプラント体自体には損傷等が認められなかったため, 再度支台として利用することを最優先に, インプラント内に残留したアバットメントスクリーウの撤去を試みた。専用のスクリーウ除去用インスツルメントをインプラント内に挿入し(図4-a, b), アバットメントスクリーウ破断面上部に指圧でトルクを加えたところ, 残留したスクリーウの撤去を行うことができた(図



a



b

図4: インプラント内に残留したアバットメントスクリーウ撤去時の様子

- a: 専用のスクリーウ除去用インスツルメント
- b: インスツルメントをインプラント内に挿入し, 残留したスクリーウにトルクを加えている様子

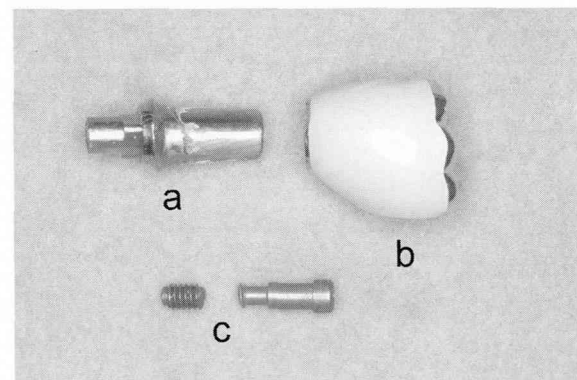


図5: 脱離したアバットメント, 上部構造, 破折したアバットメントスクリーウ。

- a: アバットメント
- b: 上部構造
- c: アバットメントスクリーウ

5, 6)。撤去後には自覚的にも他覚的にも問題となる症状は認められなかったため, 当日はヒーリングアバットメントを装着し患者を帰宅させた。脱離したアバットメントと上部構造については, 仮着状態から両者を分離させる際に損傷を加えたため, 再製作の必要性が生じた。後日改めて印象採得を行い, 再補綴を完了した。

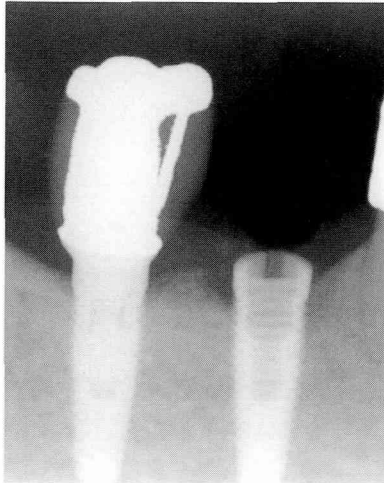


図6：インプラント内に残留したアバットメントスクリュー撤去後のエックス線写真。

3. アバットメントスクリュー破断面の観察

走査型電子顕微鏡（キーエンス社製：VE-9800，以下SEM）を用いてアバットメントスクリューの破断面の観察を行った。インプラント内に残留したアバットメントスクリューの破断面は、スクリュー除去用インスツルメントにより人為的な傷をつけている可能性があるため観察対象とせず、アバットメントとともに脱離したスクリューのみを対象とした。

図7～9に破断面のSEM像を示す。破断面はその断面性状により2種類の領域（図7-a, b）に大別された。右上部（図7-a）には最終破壊面と思われるデンプル状の延性破壊像（図7-c, 8）が認められた。一方、残りの破断面（図7-b）には疲労破壊特有の細かい波状の起伏（ストライエーション）が明瞭に認められた（図7-d, 9）。さらに、破断面における腐食生成物の有無を確認したが、存在をうかがわせる変色は認められず、孔食と呼ばれる局部腐食に関連した欠陥も観察されなかった。以上より、破折のメカニズムとして、左下部から右上部（図7）の方向へと疲労破壊が進行し、最終的に右上部が破断して一気に分離したと推測される。

インプラント体の破折が起こる場合には、舌側あるいは頬側から反対側への進行の多いことが文献的に報告⁴⁾されている。今回はインプラント体ではなくアバットメントスクリューの破折ということもあり、破断面の像から破折の頬舌方向を断定するには至らなかった。

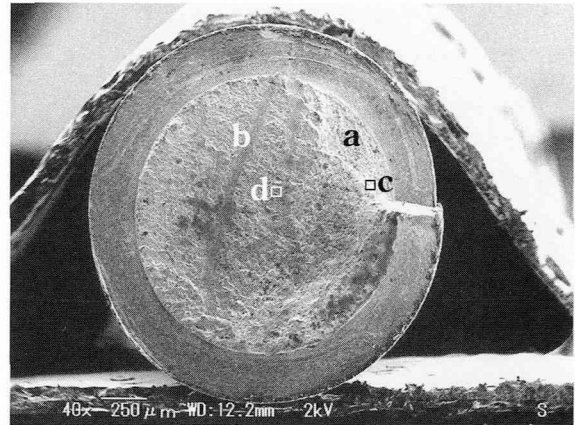


図7：アバットメントスクリュー破断面のSEM像（弱拡大）
a, b：大別された2種類の領域
c：領域aの強拡大対象部位
d：領域bの強拡大対象部位

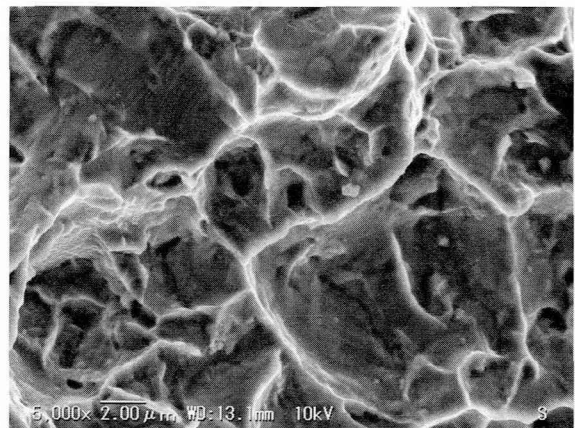


図8：アバットメントスクリュー破断面のSEM像（図7-c部分の強拡大）

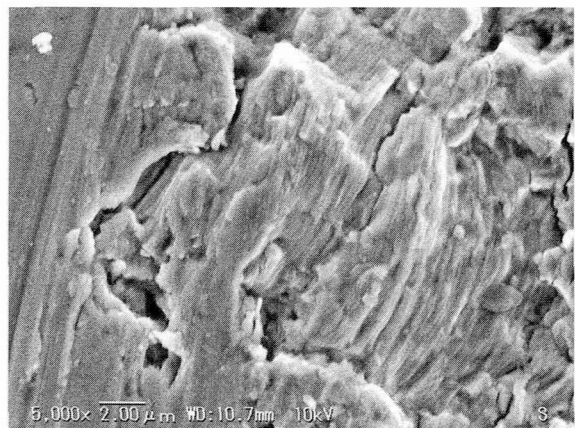


図9：アバットメントスクリュー破断面のSEM像（図7-d部分の強拡大）

考 察

オッセオインテグレートドインプラントはその予知性向上に伴い、近年では単独歯欠損症例に

も頻繁に用いられるようになった。Polizzi ら¹³⁾は臼歯部に用いた単独インプラントの3年間の観察結果において、93%という高い成功率を有すると報告している。一方では、長期間の使用に伴いさまざまな偶発症が報告されており、これらは外科手術に関連したもの、辺縁骨や周囲軟組織に関するもの、上部構造に関連したものなどに大別される。中でも Goodacre らの報告⁹⁾をもとに補綴的偶発症を頻度順に示すと、オーバードンチャーにおける維持力の喪失や調整 (30%)、オーバードンチャーのリライン (19%)、オーバードンチャークリップの破折 (17%)、床の破折 (7%) と可撤性補綴装置のトラブルが高いことが示唆される。また固定性装置においては、レジン前装の破折 (22%)、ポーセレン前装の破折 (14%) などが比較的高い頻度で認められる。アバットメントスクリューに関連したトラブルでは、スクリューの緩みが6%であったのに対し、本症例のようなスクリューの破折は2%で認められたと報告されている。Pjetursson ら¹⁰⁾は5年後のインプラント関連のトラブルについて累積発生率を算出しており、類似した結果を示している。さらに、Goodacre ら⁹⁾は、アバットメントスクリュー破折の原因として、上部構造の適合不良、スクリューの緩みによる可動性の発現、強い咬合力などをあげている。また、このようなスクリュー部のトラブルの発生は、小白歯部や大白歯部における単独冠で補綴されたケースに多いことも述べている。

このようなトラブルを未然に防ぐために、インプラント体とアバットメントとの嵌合状態にはさまざまな工夫が施されている。インプラント体にかかる力の有限要素解析による比較では、アバットメントの嵌合状態がエクスターナルコネクションのタイプでは、アバットメントスクリューの基部に力が集中するものの、インターナルコネクションでは力が分散するという報告¹⁴⁾がある。しかし、本症例で使用したインプラントは、三角形の回転防止機構が存在するインターナルコネクションのタイプであることから、たとえどのような安全機構が組み込まれていたとしても、破折の危険性は完全には拭い去れるものではないことを再認識する必要がある。確かに、回転防止機構を持ったアバットメントと持たないアバットメント

の破折に達する強度に、統計的な差はなかったとする報告¹⁵⁾もあることから、今後の理工学的な研究成果が期待されることである。

本症例におけるアバットメントスクリュー破折の原因については、破断面の観察から、ストライエーション様の縞模様が認められ、金属疲労によるものであることがうかがわれた。ストライエーションとは、1回の応力が作用する毎に亀裂がわずかに進み、その繰り返しの跡が縞模様となって残ったものであることから、当該部位に繰り返し応力が作用したことを示す根拠となる。つまり、インプラント体に繰り返し負荷された咬合力が局所に集中して微小な亀裂を生じ、やがてその亀裂が進展し、ついに破折に至ったと考えられる。口腔内のような腐食環境下においては繰り返し応力が負荷されると、腐食疲労が原因となってチタン製のインプラントが破折したという報告もある¹²⁾。しかし、本症例では破断面に腐食をうかがわせる欠陥は観察されなかったため、腐食によって疲労破壊が促進されたというよりも、繰り返し応力によって疲労破壊が進展したと考察する方が妥当であろう。

このような疲労破壊の原因となる繰り返し応力について考察すると、本症例の口腔内環境は、患側と反対側の下顎左側第1大白歯が延長ポンティックによって補綴され、さらに第2大白歯は欠損のまま放置されているため、咬合力が患側である右側のインプラント部に集中していたことが予測される。同部位には偏心位において離開する咬合様式を付与し、側方力を回避していたにも関わらず、疲労破壊に至るだけの応力が作用したと考えられる。文献的にはアバットメントスクリュー破折というトラブルの発現頻度はそれほど高いものではないが、インプラント体のおかれた環境が厳しければ十分に発現しうるトラブルであることが再認識された。今後左側の欠損部に対する補綴方法を再検討しない限り、同様なトラブルの再発する可能性が予測される。

インプラント構造物の破折によって被る患者負担の重症度について、師岡ら¹⁶⁾は軽症なものから順にA~Dの4つのグレードに分類を行っている(表2)。グレードDで定義されているように埋入されているインプラント本体の除去に至る症例の場合には、患者に大きな不利益を及ぼすことに

表2：インプラント構造物の破折により生じる患者の負担度によるグレード分類（文献11より引用）

Division A：患者の被る被害がもっとも軽度な破折例

中ネジが破折しているが、インプラント内に折れ込んだ中ネジ（破折片）は簡単に除去でき、インプラントおよび上部構造をそのまま使用できる。

Division B：患者の被る被害が中程度の破折例

インプラント内に折れ込んだ中ネジ（破折片）は、インスツルメントや超音波スケーラーなどを使用して除去できるが、インプラントのみが使用可能なため、新たなアバットメントと上部構造を弁済する。

Division C：患者の被る被害が重度な破折例

インプラント内に折れ込んだ中ネジ（破折片）が除去不可能な例である。そのため破折片を切削・除去した後、インプラント内にネジ山かポストを形成し、新たなアバットメントと上部構造を弁済する。

Division D：患者の被る被害がもっとも重度な破折例

インプラント、アバットメント、中ネジが破折している例である。埋入されているインプラントを用いた再補綴の余地がないため、すべてのインプラント構造物が使用不可能となり除去に至る。患者・術者ともにもっとも負担が大きく、患者の信頼を失うというリスクがある。

なり、同時に信頼を失うというリスクも伴っている。今回我々の経験したのはグレードBに分類される症例であり、インプラント本体のみが使用可能なため、新たなアバットメントと上部構造の製作が必要となる。

インプラント体内部に残留したアバットメントスクリューの除去方法については、超音波スケーラー等による振動の応用が一般的に推奨されている。本症例では、メーカーから専用のスクリュー除去用インスツルメントを入手可能であったため、そちらを使用した。除去を行うにあたり、2ステップの手法が紹介され、第1ステップで除去不可能となれば第2ステップに移行するようになっている。第1ステップは、先端に摩擦を高める加工を施したインスツルメントをインプラント内に挿入し、アバットメントスクリュー破断面上部に圧接したままトルクを加えることによって残留したスクリューを一緒に回転させる方法である。第2ステップは、ラウンドバーでアバットメントスクリューの破断面上部からスクリュー内部に向かってピンホールを形成し、そこに楔状のインスツルメントを挿入し、残留したスクリューを一緒に回転させる方法である。今回は比較的難易度の低い第1ステップで除去を行えたのは幸いであると言えよう。

結 論

今回我々は、上部構造装着後2年5か月経過したインプラント補綴装置において、アバットメン

トスクリュー破折に伴う上部構造脱離の症例を経験した。専用のスクリュー除去用インスツルメントを用いてインプラント内部に残留した破折スクリューの撤去を行うことができ、インプラント体には損傷を与えずに再補綴を行うことが可能であった。また、破折スクリューの破断面の観察結果から、破折の原因は当該部位に作用した繰り返し応力による金属疲労であることが確認された。

文 献

- 1) Schroeder A, van der Zypen E, Stich H and Sutter F (1981) The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* **9** : 15-25.
- 2) 成島尚之 (2005) チタン, チタン合金. *バイオマテリアル* **23** : 86-95.
- 3) Adell R, Lekholm U, Rockler B and Branemark PI (1981) A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* **10** : 387-416.
- 4) Morgan MJ, James DF and Pilliar RM (1993) Fractures of the fixture component of an osseointegrated implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* **8** : 409-14.
- 5) Balshi TJ (1996) An analysis and management of fractured implants : a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* **11** : 660-6.
- 6) Goodacre CJ, Kan JY and Rungcharassaeng K (1999) Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* **81** : 537-52.
- 7) Eckert SE, Meraw SJ, Cal E and Ow RK

- (2000) Analysis of incidence and associated factors with fractured implants : a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* **15** : 662-7.
- 8) 渡津 章, 井汲憲治, 野浪 亨 (2001) 純チタン製人工歯根の破折症例の破面解析. *歯科材料・器械* **20** : 243-8.
- 9) Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K and Kan JY (2003) Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* **90** : 121-32.
- 10) Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Bragger U, Egger M and Zwahlen M (2004) A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. I. Implant-supported FPDs. *Clin Oral Implants Res* **15** : 667-76.
- 11) 師岡通雄, 石川高行, 伊藤 努, 福地綾子 (2008) 多発するチタン製歯根型インプラントおよび構造物の破折と対処法について -症例報告 -. *Quintessence Dental Implantology* **15** : 329-44.
- 12) 山口葉子, 立川敬子, 近藤尚知, 宗像源博, 鬼原英道, 塩田 真, 春日井昇平 (2009) 2本連結したインプラント体の破折機序に関する研究. *日口腔インプラント誌* **22** : 122-35.
- 13) Polizzi G, Rangert B, Lekholm U, Gualini F and Lindstrom H (2000) Branemark System Wide Platform implants for single molar replacement : clinical evaluation of prospective and retrospective materials. *Clin Implant Dent Relat Res* **2** : 61-9.
- 14) 萩原芳幸 (2005) アバットメントと上部構造の現状 QDT別冊 インプラント上部構造の現状 Part 4, 18-34, クインテッセンス出版, 東京.
- 15) Wiskott HW, Jaquet R, Scherrer SS and Belser UC (2007) Resistance of internal-connection implant connectors under rotational fatigue loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* **22** : 249-57.