

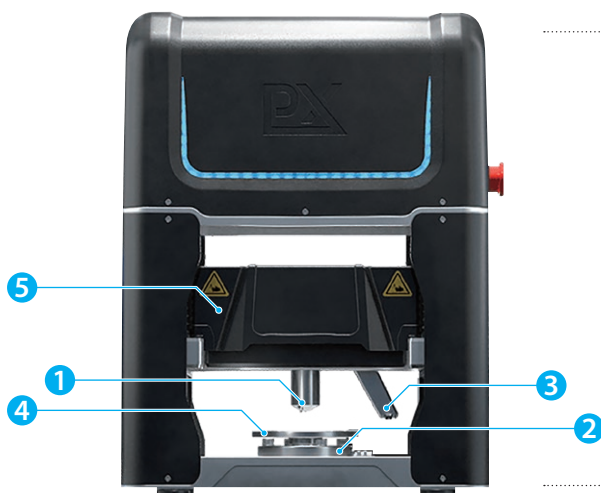
次世代インデンテーション試験 | 英国PLASTOMETREX製 プラストメータ 金属AM材の引張特性を逆解析を用いて高速評価

金属材料のAM(Additive Manufacturing、3Dプリント)は、航空機部品製造や医療機器の製造など多岐にわたる分野で活用されており、従来の製造方法では難しい形状や機能を実現することが可能です。AM材の降伏応力や引張強さのデータ取得には、一般的に引張試験を実施する必要がありますが、積層造形・試験片加工・引張試験・データ解析といった一連のプロセスには多大なコストと時間が発生するため、研究開発や品質管理の障害になっています。

これらの試験評価上の課題解決のため、(株)神戸工業試験場では、英国ケンブリッジ大学発ベンチャー企業のPLASTOMETREXが開発したプラストメータを導入し、受託試験サービスを開始しました。

インデンテーションプラストメータの原理および特徴

当社が導入したインデンテーションプラストメータ(PIP: Profilometry-based Indentation Plastometry)は、高精度な圧痕形状の測定データ(圧痕プロファイル)と有限要素法の逆解析(iterative FEM)を組み合わせることにより、通常、**引張試験で得られる応力-ひずみ曲線を短い工期で取得することが可能な卓上試験機**です。



BENCHTOP PLASTOMETER

- ① 圧子の先端およびLVDT
- ② ロードセル
- ③ プロフィロメータ
- ④ サンプルプラットフォーム
- ⑤ クロスヘッド

PLASTOMETREX社のHPより引用:

▶▶▶ <https://plastometrex.com/>

■ シンプルな試験片：引張試験片の**試験規格推奨の精度の高い試験片加工は不要**です

※1：サンプルの最小サイズ：直径約10mm、板厚1.5mm

※2：表面は#1000程度の研磨仕上げ

■ オペレーション：試験操作はほぼ自動化されており、ヒューマンエラーの心配はありません

■ 逆FEM解析：モデリングや最適化などの計算も自動化されています

■ データ解析：試験後のデータ整理作業も不要です

■ 報告書：試験終了と同時に試験データ(csvファイル)とともに報告書(PDF)が生成されます

※アウトプットとなる報告書の例を下記のダウンロードリンクからご覧いただけます。

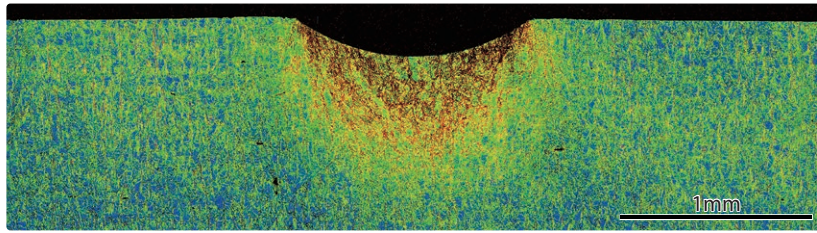
▶▶▶ https://www.kmtl.co.jp/wp-content/themes/kmtl/data/plastometer_20240625.pdf

AM材の引張特性評価を圧倒的に加速させることが可能!

ケーススタディ① AM材の引張特性評価

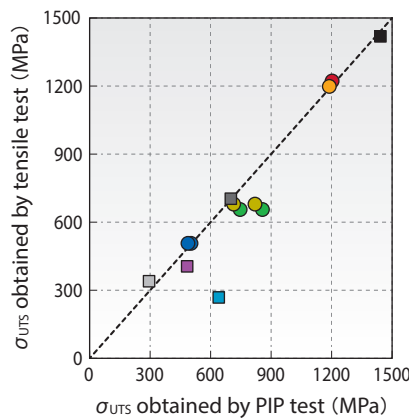
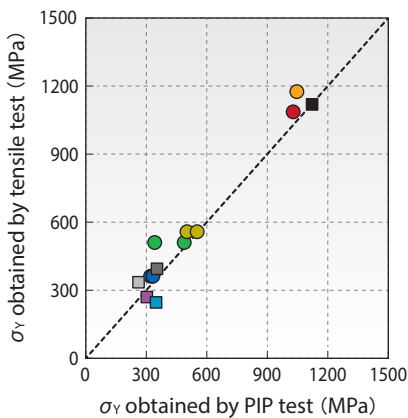
提携機関：Cetim-Matcor および南洋理工大学 (Nanyang Technological University)

ここでは、Cetim-Matcor および南洋理工大学 (Nanyang Technological University) と連携して実施したインデンテーションプラストメータによるTi-6Al-4V、炭素鋼、SUS316LのAM材の引張特性評価についてご紹介いたします。



圧痕の断面をEBSDで解析したKAMマップ

- ▶ 圧子半径：1 mm
- ▶ 押し込み速度：1~25 $\mu\text{m/s}$

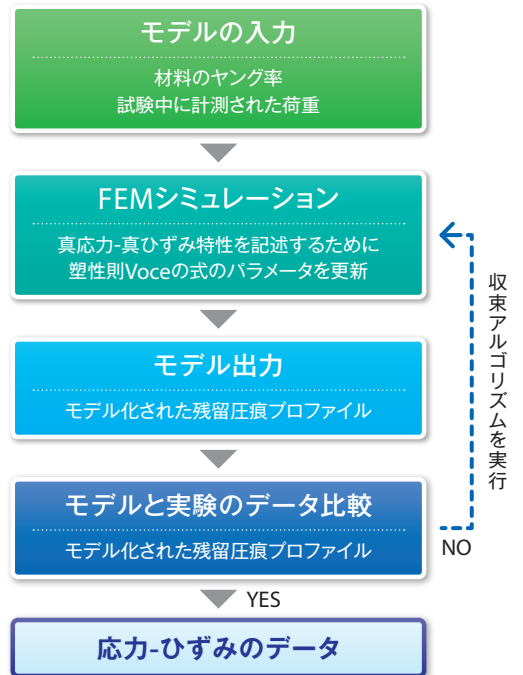


広範な強度レベルのAM材に適応できることを確認

(※AM材の引張試験は、Cetim-Matcorにおいて実施)

■謝辞

We are grateful to Nanyang Technological University (NTU) for sharing their data with us. Special acknowledgment goes to Prof. Updarasta Ramamurty and his Lab for their remarkable contributions and cooperation in this research.



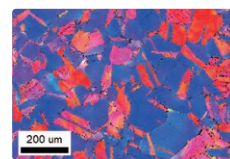
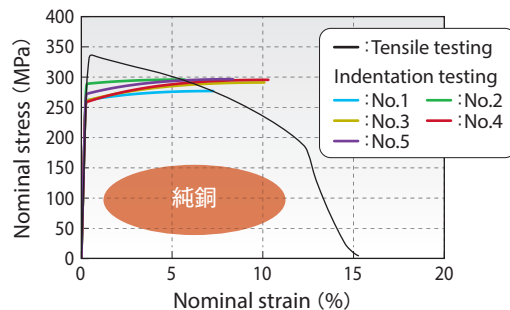
AM材	汎用材
● : Ti64 (XY)	■ : Inconel 718
● : Ti64 (XZ)	■ : 炭素鋼
● : 316L (XZ)	■ : 純チタン
● : 316L (XY)	■ : 片状黒鉛鋳鉄
● : ER70S	■ : 純銅

ケーススタディ② 異方性や加工硬化特性に注目した汎用材に対する適応性

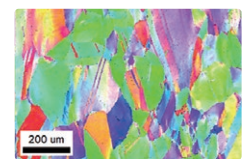
冷間加工された純銅の事例を紹介いたします。EBSD分析は、強い異方性を示した。KAMマップにおいても、検査した銅試料において高いKAM値が検出されました。

異方性、加工硬化能、ネックング前の早期破断をもたらす材料欠陥を含む材料への適応性には課題が残されているため、慎重な評価が必要な場合もあります。

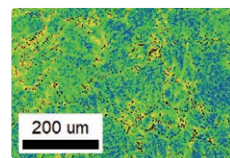
引張試験とPIP試験で得られた 応力-ひずみ線図の比較



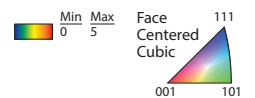
▲横断面



▲縦断面



▲KAMマップ



PIP試験では、加工硬化に基づく最適化を行っており、強加工を受けた材料には適応可

製造過程において冷間加工で高い塑性ひずみが導入されている

