

押込み・スクラッチ試験による
材料表面特性評価装置の調達
仕様書

令和 8 年 8 月

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
ブランケット研究開発部ブランケット工学研究グループ

1. 件名

押込み・スクラッチ試験による材料表面特性評価装置の調達

2. 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、発電用ブランケットの開発のため、各種材料分析装置の整備に加えて、大面積熱負荷試験施設の増強、安全実証試験装置の増強や、強磁場環境下での性能試験に向けた技術開発を進めている。現行装置はテストブランケットモジュール（以下「TBM」という。）の設計検証に必要な最小限の補機及び計測系で構成されており、幅広い熱負荷試験等への適用には制約があることから、計測系の増強を図るものである。

本件は、熱負荷試験等に供する材料及び試験体について、押込み試験及びスクラッチ試験により、硬さ、弾性率等の機械的特性並びに材料表面の変形及び損傷挙動を評価するための材料表面特性評価装置を整備するものである。これにより、試験前後における材料表面の機械的特性の変化を定量的に把握するとともに、スクラッチ試験における荷重、侵入深さ等の測定結果と損傷状態を対応付けて評価し、今後の熱負荷試験条件及び材料評価に必要な基礎データの取得を図る。

3. 調達品仕様

- ・押込み・スクラッチ試験による材料表面特性評価装置

調達品の内訳は下記 相当品不可

	品名	製品番号	数量
1	マイクロコンビテスタ：MCT ³		1 台
1-1	・マイクロコンビヘッド StepX00 用(2U ヘッド)	226177	
1-2	・Step301 プラットフォーム 1 テストモジュール搭載	264938	
1-3	・アドバンストビデオ顕微鏡 20	267228	
1-4	・エアーコンプレッサー (115 V)防振台用	148560	
1-5	・構成に係る付属品など		1 式
2	取扱説明および操作教育		1 式

3.1.1 装置概要

本装置は、材料表面に対する計装化押込み試験及びスクラッチ試験を行い、硬さ、弾性率、耐スクラッチ性及び損傷挙動等を評価するための装置である。試験により得られる測定信号及び試験痕の画像情報を用いて、試験前後における材料表面の機械的特性及び損傷挙動の変化を定量的に評価できるものとする。

3.1.2 装置仕様

本装置は、以下に示す仕様と同等以上の性能を有すること。

- 1) 押込み・スクラッチ試験による材料表面特性評価装置

項目	性能
■スクラッチ試験	
最大荷重	30 N 以上
荷重分解能	10 μ N 以下
荷重ノイズフロア (RMS)	100 μ N 以下

荷重速度	300 N/min 以上
深さレンジ	1,000 μm 以上
深さ分解能	0.05 nm 以下
深さノイズフロア (RMS)	1.5 nm 以下
サンプリングレート	192 kHz 以上
スクラッチ速度	0.1～600 mm/min の範囲を含むこと
■インデンテーション試験	
最大押込み荷重	30 N 以上
荷重分解能	6 μN 以下
荷重ノイズフロア (RMS)	100 μN 未満
最大押込み深さ	1,000 μm 以上
深さ分解能	0.03 nm 以下
深さノイズフロア (RMS)	1.5 nm 未満
サンプリングレート	192 kHz 以上

3.1.3 装置の仕様の詳細及び規格

- 計装化押込み試験により、硬さ、弾性率等の機械的特性を評価する機能を有すること。
- スクラッチ試験により、密着性、耐スクラッチ性及び表面損傷挙動を評価可能であること。
- 押込み試験において、荷重及び侵入深さを取得する機能を有すること。
- スクラッチ試験において、荷重、侵入深さ等の測定信号を取得可能であること。
- スクラッチ痕の画像と各測定信号を位置情報に基づいて同期して解析する機能を有すること。
- スクラッチ試験における真の押込み深さ及び試験後の残存深さを評価する機能を有すること。
- スクラッチ試験における臨界荷重を自動判定可能であること。
- ビッカース硬さ試験に対応し、圧痕の検出及び測定が可能であること。
- 測定条件、測定結果及び解析結果を表示、保存及び管理する機能を有すること。
- ISO 14577 に準拠した計装化押込み試験が可能であること。

3.1.4 取扱説明及び操作教育

1) 取扱説明及び操作教育

受注者は、納入据付調整後、本装置の基本操作、測定方法及び日常的な取扱いについて教育を実施すること。

4. 納期

令和 9 年 2 月 19 日

5. 納入場所・納入条件

青森県上北郡六ヶ所村尾駸表館 2-166

QST 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 ブランケット工学試験棟 1 階 実験室 A

据付調整持込渡し（※動作確認を含む）

6. 検査条件

5 項に示す納入場所への納入据付調整後、員数検査及び外観検査の合格、取扱説明及び操作教育の完了をもって検査合格とする。

7. 保証期間とその範囲

- ・納入後 1 年以内に製造上の原因と認められる故障が発生した場合は無償修理すること。
- ・保証の範囲は製品の無償修理を限度とする。
- ・次に該当する故障の場合は、保証の対象から除外される。
 - ① 誤った操作方法により発生した故障および損傷
 - ② 納入元の責によらない電氣的・機械的な改造の実施による故障および損傷
 - ③ 本装置検収完了後の設置環境の変化による性能低下、故障および損傷等
 - ④ 天変地異・その他不可抗力なものによって発生または誘発された故障
 - ⑤ 消耗品及びこれに準ずる部品

8. 協議

契約後、本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について相違・疑義が生じた場合は、QST と協議の上、実施内容を調整し、その決定に従うものとする。

9. グリーン購入法の推進

本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

以上

選定理由書

1. 件名	押込み・スクラッチ試験による材料表面特性評価装置の調達
2. 選定事業者名	株式会社アントンパール・ジャパン
3. 目的・概要等	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）は、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化に向け、燃料増殖ブランケットの開発を進めている。燃料増殖ブランケットの構造解析においては、プラズマからの熱負荷等に伴う熱応力に加え、プラズマ制御時やディスラプション時に発生する電磁場及び誘導電流に起因する電磁力を同時に考慮する必要があり、複合環境を考慮した構造解析技術の開発と、その妥当性を確認するための実験的検証が不可欠である。 本件は、熱負荷試験等に供する F82H 等の試験材料について、計装化押込み試験及びスクラッチ試験により、試験前後の硬さ、弾性率等の機械的特性及び表面損傷挙動の変化を定量的に評価するため、材料表面特性評価装置を整備するものである。
4. 希望する適用条項	契約事務取扱細則第 29 条第 1 項第 1 号カ（特許権、実用新案権その他の知的財産権の権利者が他人にその実施を許諾していない場合又はその実施権者が単独である場合であって、その者と権利の実施を伴う工事製造その他の請負又は物件の買入れをするとき。）
5. 選定理由	本件で対象とする低放射化フェライト／マルテンサイト鋼 F82H 等の試験材料については、熱負荷試験等の前後における材料表面の機械的特性及び損傷状態の変化を定量的に評価する必要がある。F82H は微細な組織を有することから、ナノインデンテーションのような極めて微小な押込みでは局所的な結晶組織の影響を強く受ける可能性がある。このため、本件では局所的な単一組織のみを対象とするのではなく、よりマクロ的な材料の機械特性を評価するため、押込み試験の実施に伴い、押込み深さと硬さの履歴による材料の機械特性を定量的に評価する。 また、押込みによる硬さ及び弾性率等の評価に加え、材料表面に対するスクラッチ試験を行い、荷重の増加に伴う変形及び損傷の発生挙動を評価する必要がある。このため、微小荷重域から 30 N までの広い荷重範囲における計装化押込み試験及びスクラッチ試験を同一の測定ヘッドで実施できるとともに、スクラッチ試験においては、単にスクラッチ痕を観察するだけでなく、き裂、塑性変形その他の損傷が発生した位置を特定し、その位置

	における荷重、侵入深さ等の測定値を対応付けて、損傷が発生する条件を定量的に評価する必要がある。これらを実現するため、スクラッチ痕全体の画像と各測定信号を圧子位置に基づいて同期させ、画像上で確認された損傷発生位置と、その位置に対応する測定値を直接関連付けて解析することが可能な Anton Paar 社製 Micro Combi Tester MCT³（以下「MCT³」という。）が必要である。MCT³は、前記の画像と測定信号を位置情報に基づいて同期させる機能として、Synchronized Panorama Mode を有しており、スクラッチ痕の画像と測定データを対応付けて解析することが可能である。当該同期パノラマ技術については Anton Paar 社が米国特許 US 8261600 及び欧州特許 EP 2065695 を保有しており、スクラッチ試験中に取得した荷重及び各種測定パラメータと、スクラッチ痕の複数画像から再構成したパノラマ画像とを位置情報に基づいて同期させる解析方法が特許技術として確立されている。本件で必要とする、スクラッチ痕上の損傷発生位置と当該位置に対応する荷重、侵入深さ等の測定値を直接関連付けて解析する評価は、当該特許技術を用いることによつてのみ可能であり、これにより本件の試験目的を達成することができる。 株式会社アントンパール・ジャパンは、Anton Paar 社製品の日本国内における販売及び保守サービスを実施する唯一の事業者である。 以上の理由から、上記要件を満たす事業者は他に存在しないため、株式会社アントンパール・ジャパンを選定したい。
--	--