

微小球反発試験機 - 汎用高性能ですぐ使える硬さ試験機

Small Ball Rebound Tester - universal, high quality, and easy-to-use hardness tester



構造材料研究拠点 解析・評価分野 環境疲労特性グループ

宮原 健介 MIYAHARA.Kensuke@nims.go.jp

研究の背景

- ものづくり現場では、素材・部品・製品など多くの分野で材料試験が必要とされている。
- 反発式の硬さ試験機は、くぼみの読み取り不要で、直ちに結果が出る現場向きの試験機である。
- 従来の反発試験機は、重いインパクトボディのために小さな試料を正確に測定できない。

研究の狙い

- 微小な球単体をインパクトボディに採用することで、より小さな試料も測定できる。
- 光による速度センサにより、硬く、軽量、均一で安価なセラミック球を利用できる。
- 開発した製品は持ち運び自由で、あらゆる向きに高精度で安定した試験を行える。

最先端研究トピックス

1. 試験機の特徴

- ・直径3mmのアルミナ微小球を試料に衝突させる反発式の硬さ試験機
- ・対象は金属／食品／セラミックス／ゴム／木材など、汎用性に優れる
- ・小さな試料(目安として厚さ5mm以上)から大きな構造物まで対応
- ・試験は360° 全方向対応／瞬時に完了／ばらつき少なく安定
- ・微小球は約0.06gで試料ダメージ小／試験機外に出ないため安全
- ・ポータブル／くぼみの読み取り不要(=個人差なし)／調整不要

2. 原理

微小球を試料に衝突させ、行きと帰りの速度をそれぞれ計測する(Fig. 1)。この速度比を反発係数 e という。試料が弾性変形の場合、理想的には行きと帰りの速度は同じになり、 $e = 1$ になる。試料が塑性変形する場合は、くぼみの形成に費やされた分だけ微小球の運動エネルギーが失われるため、 $e < 1$ となる。試料が塑性変形しやすいほど e が小さくなるため、反発係数 e は試料の硬さの目安となる。

3. 微小球を使用することのメリット

採用している直径3mmのアルミナ微小球は約0.06gであり、従来の反発硬さ試験機のインパクトボディの数十～数百分の一と極めて軽い(Fig. 2)。そのため試料に与える影響が小さく、従来の試験機と異なり、試料をしっかりと鋼製の台に固定しなくても正確な反発係数が得られる(Fig. 3)。

4. 製品化

複数の企業と共同で本原理に基づく製品を開発した(Fig. 4)。ポータブルで360° あらゆる向きに試験可能ながら、高精度で安定した試験ができ、現場で利用しやすい試験機となっている。2017年に発売後、日本機械学会優秀製品賞(2019年度)、千葉ものづくり認定製品(2020)等の実績がある。

5. 資料 (Fig. 5に各QRコードあり)

共同開発した企業が公開している動画など

- (a)「黄銅の曲げ加工前後の硬さ試験」…加工硬化をその場で確認
- (b)「あずきバーの硬さ試験」…従来の硬さ試験機では測定しにくいものもOK
- (c) その他に豊富な適用事例あり。詳細は微小球反発試験機の説明資料を参照

$$\text{反発係数 } e = V_2 / V_1$$

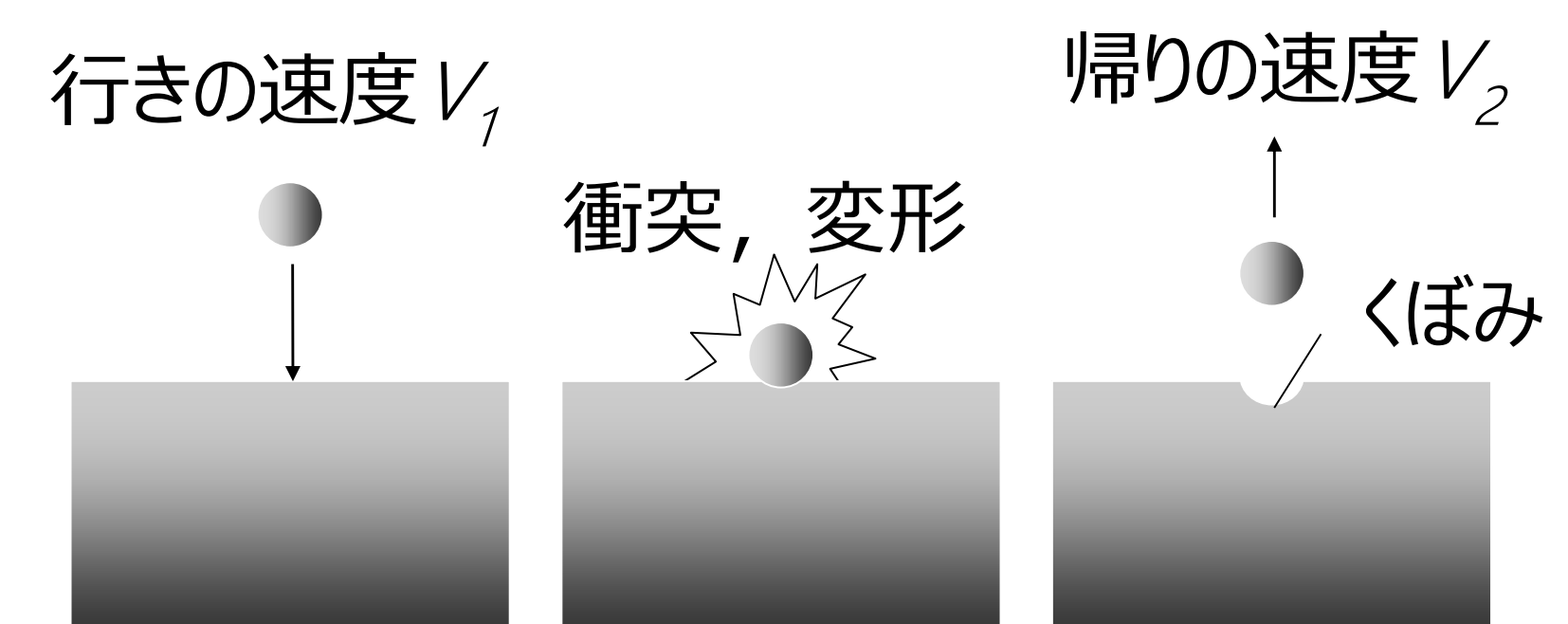


Fig. 1 原理



Fig. 2 インパクトボディ比較

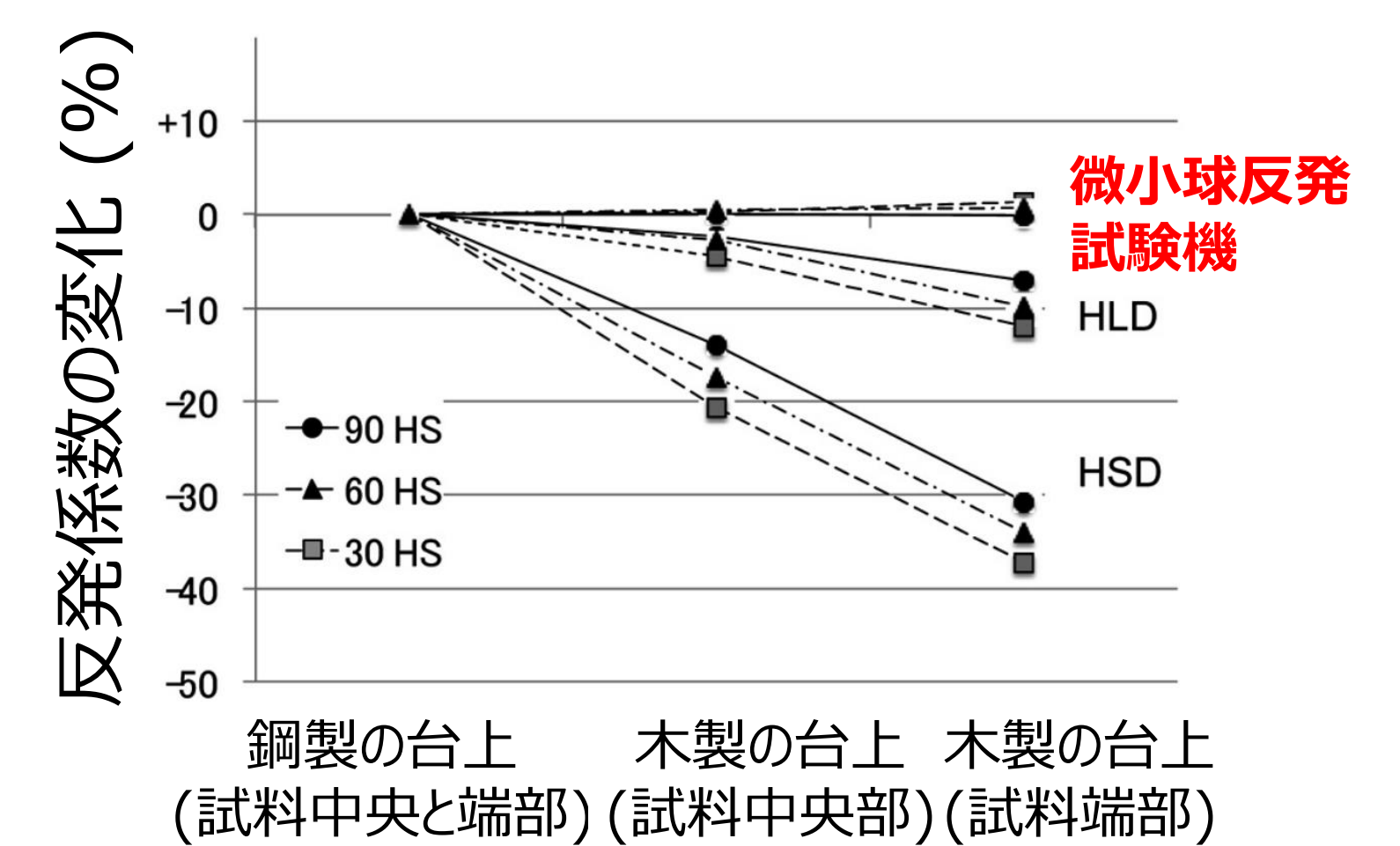


Fig. 3 試料(380g)固定の影響



Fig. 4 製品の外観



(a) 黄銅の曲げ加工前後の硬さ試験(動画)



(b) あずきバーの硬さ試験(動画)



(c) 微小球反発試験機の説明資料(PDF)

Fig. 5 QRコードによるリンク

応用分野と今後の展開

- 研究開発, 品質管理, 事故調査, 劣化診断
- 構造材料, 食品, 自動車, 航空宇宙, 原子力
- 高温・低温などの極限環境

実用化へ向けた課題

- 既に製品化され、様々なユーザーニーズに対応するため、現在も開発チームで改良が続けられている
- 適用事例の拡大が期待される