

# 受託分析：硬さ試験

## 【硬さ試験（ナノインデンテーション試験）とは】

ナノインデンテーション法は、圧子の押し込み荷重と深さを連続的に測定し、顕微鏡像ではなく、押し込み深さと荷重の曲線から硬さ(インデンテーションハードネス)やヤング率を算出する方法です。

## 【試験方法】

インデンテーション硬さ $H_{IT}$ は、投影接触面積 $A_p$ と最大荷重 $F_{max}$ から以下の様に示されます。 $A_p$ は、理想的形状の圧子として計算する場合と標準片（主に Fused Silica）により実際に使用する圧子ごとに補正を行い算出する場合があります。理想的先端形状の圧子を用いる場合、インデンテーション硬さ（ $H_{IT}$ ）は、以下のようになります。

$$H_{IT} = \frac{F_{max}}{A_p}$$

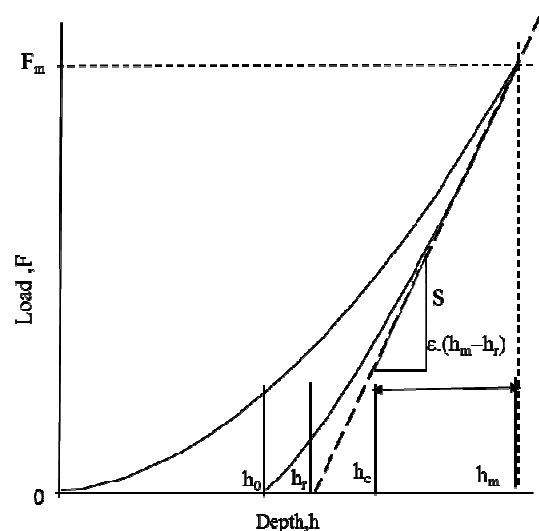
## 【試験結果の見方】

右図に硬さの測定結果の例として、荷重—深さ曲線を示します。Sは、除去荷重の傾きから算出された剛性です。理想的先端形状のベルコビッチ圧子を用いる場合、インデンテーション硬さ（ $H_{IT}$ ）は、以下のようになります。

$$H_{IT} = \frac{F}{A_p(h_c)} \cong \frac{F}{23.96 \cdot h_c^2}$$

インデンテーションヤング率（ $E_{IT}$ ）は、除荷時の曲線における傾きから算出します。

$$E_{IT} = \frac{1 - \nu_s^2}{\frac{1}{E_r} - \frac{1 - \nu_i^2}{E_i}}$$



ナノテック株式会社 表面分析センター lab@nanotec-jp.com

TEL:04-7135-6152(表面分析) / 04-7135-6111(代表) FAX:04-7135-6126

## 【推奨試料サイズ】

高さ10～15mm以下、 $\phi$ 30mm以下

(特殊治具等対応した場合は、高さ30～35mm、 $\phi$ 30mm以下も可能)  
測定的位置決めも可能です。断面研磨サンプルの測定も数 $\mu$ mピッチで可。

## 【用途事例】

プラスチック（各種フィルム、コーティングフィルム含む）、部品材料（自動車部品、金型、電極等）、鉄鋼材料（SUS系、SKH、SKD、超硬等）、DLC、TiN、CrN、Crメッキ、Niメッキ、アルミナ、窒化ケイ素、SiC、Cu、Auメッキ、溶射膜、各種有機系コーティング

## 【注意事項】

試料は、上面下面が平行で平面であることが必要です。  
表面粗さが大きい場合、測定できない場合やばらつきの要因になる場合があります。押し込み深さが、膜厚の10%（基板や膜の硬さにより変動）以下でない場合に基材の硬さの影響を受ける可能性があります。

## 【測定例】

- ・ サンプル  
W（タングステン）樹脂埋め基材
- ・ 測定条件  
ベルコピッチ圧子  
最大荷重15 mN  
荷重速度30 mN/min

- ・ 測定結果  
位置指定した硬さ圧痕の写真を右図に示す。  
ナノインデンテーション硬さとヤング率及びビッカース硬さ換算値の結果を表に示す。

数 $\mu$ mの測定位置指定可能



Indentation Hardness		Indentation Young's Modulus		HV 換算値 (Vickershardness)	
[GPa]		[GPa]			
平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
4.9	0.3	52.4	1.2	456	25

ナノテック株式会社 表面分析センター lab@nanotec-jp.com

TEL:04-7135-6152(表面分析) / 04-7135-6111(代表) FAX:04-7135-6126