



Title	連続微小押込み法による硬さ測定の基礎的研究
Author(s)	堀井, 健
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1795
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 ・ (本籍)	堀 井 健
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 3 9 7 9 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 5 月 12 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	連続微小押込み法による硬さ測定の基礎的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 山田 朝治 (副査) 教 授 牧之内三郎 教 授 築添 正 教 授 中川 憲治 教 授 川辺 秀昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は主として金属材料の硬さや表面膜の具備する性状を計測するために、従来の硬さ試験の特色を生かした連続微小押込み法の基本的性質の解明、装置の開発およびその応用をはかったものである。圧子押込み変形の近似解法を確立し、押込み変形と荷重—押込み深さ曲線との関係を明らかにした。また、最適な押込み機構を考案し、硬さや表面膜厚の計測法を開発した。本論文は 6 章から成り、その概要を述べると次の通りである。

第 1 章では、従来の研究結果を論述するとともに、本論文の目的と意義について述べた。

第 2 章では、圧子押込み変形の理論的展開を行った。その結果、圧子押込みの際の変形挙動は材料の加工硬化指数、予ひずみならびに圧子角によって一義的に定まり、荷重—押込み深さ曲線を示す関数の第 2 階微分係数によって硬さ値や押込みの変形挙動が求まることを明らかにした。

第 3 章では、圧子押込み試験の結果について述べた。押込み変形は圧子角と予ひずみに依存して、圧縮型、亀裂型および切削型に分かれ、平均接触圧力および降伏応力比の値は圧縮型押込みの範囲で理論値と 15% 以内で一致した。理論で求めた変形領域は実験結果に類似し、変形領域を定めるうえで弾性解は有効であった。代表ひずみの値は圧子角が $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ の範囲で理論値と一致し、めっき膜を有する試料の圧子押込みでは境界において流動変形が阻害され、その変形過程は理論に一致した。

第 4 章では、連続微小押込み装置と自動データ処理システムの開発を行った。押込み装置は 5 つの機能から構成され、荷重および押込み量の各精度はそれぞれ 0.5g、 $0.3\mu\text{m}$ であった。データ処理システムは小型計算機を主体に 4 つの基本要素から成り、その精度は A/D 変換の精度で定まった。荷重—押込み深さ曲線は押込み速度に依存し、微小荷重域では表面あらさ等の試験条件にも大きく影響される

ことがわかった。

第5章では、連続微小押込み装置によってめっき膜を有する試料およびその素地材料の荷重—押込み深さ曲線を求めた。これらの荷重—押込み深さ曲線や押込み変形過程は、硬さ比の小さい範囲で理論と一致し、硬さ値の計測誤差は5%以内であった。膜厚検出には非鉄金属および非金属材料を問わず適用可能であり、計測誤差は10%以内であった。検出可能な膜厚は4～5 μm 以上であった。

第6章は総括である。

論文の審査結果の要旨

本論文は硬さ試験において、圧子を押込むときの変形挙動を詳細にしらべた後、従来の試験法と異なり、押込み荷重と押込み量との関係曲線から、試料の硬さや表面膜の性状を求めるという方法について研究したものである。

まず、材料の加工硬化性を考慮して、理論的に圧子押込み変形の解析を行い、実験結果と比較検討した。すなわち、押込み変形は材料の加工硬化指数と予ひずみならびに圧子角に依存しており、軟鋼、銅および黄銅試料に対する平均接触圧力、降伏応力比ならびに変形領減の大きさ等の理論的解析結果は、圧縮型押込みの範囲で実験結果とよく一致していることが認められた。

また、押込み変形と荷重—押込み深さ曲線との関係を理論的に明らかにし、硬さや押込みの際の変形挙動は、荷重—押込み深さ曲線を示す関数の第2階微分係数によって求められることを示している。

つづいて、連続微小押込み装置の試作を行い、軟鋼、銅およびアルミニウム試料ならびにめっき膜および塗膜等を有する試料について、荷重—押込み深さ曲線を求めた。これらは、いずれもそれぞれの理論曲線に一致していることを見出し、硬さならびに膜の厚さ等を求める上で、本方法は有効な試験法であることを明らかにした。

以上のように、本論文は硬さ試験法等において多くの新しい知見を得ており、工学および工業上貢献するところが大きく、博士論文として価値あるものと認める。