参 考 資 料

岩石と鉱物のビッカース硬度*

Vickers Hardness of Rocks and Minerals

神 田 良 照* 鈴 木 道 隆*
Yoshiteru Kanda Michitaka Suzuki

1. はじめに

岩石あるいは鉱物の硬度は、建築材料とくに表面装飾などに用いられる岩石の摩耗や、岩石の切削に用いる刃先の摩耗、それに鉱物の粉碎性¹⁾などを問題とする場合に、考えなくてはならない性質である。

これまで、岩石や鉱物の硬度としては、測定簡単なモース硬度が一般に広く使用されてきている。これは任意に選んだ10種類の標準鉱物と測定試料とを相互に引っかき合わせて傷の有無からその硬度を定める方法であり、定量的にきちんと比較して定められたものではないという問題を含んでいる。複雑な性質を持つ岩石や鉱物の研究調査には、まず定量的な比較が行なわれなければならないことを考えれば、岩石あるいは鉱物についての定量的な硬度の測定が必要と考える。

以上の観点から著者らは、金属材料の分野で広く用いられており、またガラス質試料²⁾や、大理石³⁾についてはすでに測定が行なわれたことのあるビッカース硬度を多くの岩石や鉱物について測定し、その結果を以下に報告する。

2. 装置ならびに実験方法

ビッカース硬度 H_V は、押し込み硬度の一種である。対面角 θ が 136° の四角錐形のダイヤモンドを、一定荷重 P [Kg] で一定時間測定試料に押し込み、試料表面に圧こんを生じさせ、その対角線の長さ d_x, d_y [mm] から Eq.(1) を用いて算出するもので、[Kg/mm²] の単位である⁴⁾。

$$H_V = \frac{2P \cdot \sin \frac{\theta}{2}}{d_x \cdot d_y} = 1.85437 \frac{P}{d_x \cdot d_y} \quad \dots\dots(1)$$

なお、ビッカース硬度測定時の圧こんの形は、Fig. 1

Fig. 1 Model of impression with a diamond pyramidal indenter

のモデルに示したような正方形であり、対角線の長さ d_x, d_y もこの図のようにして求める。

測定には、明石製ビッカース硬度計立体で型および微小硬度計 MVK-D 型を使用し、試験荷重 1kg、荷重保持時間20秒⁵⁾で測定を行なった。測定点は、各試料ごとに28~56点である。なお、カッ石については試料の硬度が非常に小さいために、試験荷重 50 g で測定を行なった。

3. 測定結果

各試料について測定したモース硬度 H とビッカース硬度 H_V 、それに産地名を Table 1 に示した。

測定した試料は、Table 1 の上から順に、重晶石、玄武岩、片麻岩（黒雲母片麻岩）、ホウケイ酸ガラス、火打石、石炭（三井砂川炭、淮北炭、インビンシブル炭）、コークス、銅玉石、水晶、セン緑岩、チョウ石、螢石、方鉛鉱、花コウ岩、セッコウ、赤鉄鉱、石灰石、磁鉄鉱大理石、黄鉄鉱、ケイ石、セキエイガラス、炭化ケイ素スレート、ソーダガラス、カッ石、黄玉の合計27種類、29試料である。なお、片麻岩、花コウ岩、セン緑岩などの多成分からなる岩石については、各成分ごとに硬度を測定し、平均鉱物組成⁶⁾を利用して求めた平均値である。また、Table 1 において産地を示さない試料は、産地名が不明のものである。

昭和51年3月11日受理
* 山形大学工学部化学工学科 (〒992 米沢市城南4-3-16)
TEL 0238-22-5181

Table 1 Hardness of Samples

Kinds of sample	Mohs hardness H [—]	Vickers hardness H_V [kg/mm ²]	Habitat
Barite	3.0	91.1	Thailand
Basalt	6.0	653	Yonezawa, Yamagata
Biotite gneiss	6.0	539	Kōenzan, [Nara
Borosilica glass	6.5	594	Kokura glass
Chert	8.0	1110	Kumogahata, Kyoto
Coal	2.5	66.2	Sunagawa, Hokkaido
Coal	2.5	53.0	Waihoku, China
Coal	2.5	71.0	Invincible, Australia
Coke	4.0	300	—
Corundum	9.0	1070	—
Crystal	7.0	854	—
Diorite	6.0	390	Ono, Fukui
Feldspar	6.0	307	Shiraiwa, Fukushima
Fluorite	4.0	175	Hiraiwa, Gifu
Galena	2.5	60.2	Hosokura, Miyagi
Granite	5.5	410	Yonezawa, Yamagata
Gypsum	2.0	37.5	Morocco
Hematite	6.0	413	Blazil
Limestone	4.0	115	Ikura, Okayama
Magnetite	6.0	429	Kamaishi, Iwate
Marble	3.0	107	Yamaguchi
Pyrite	7.0	942	Matsumine, Akita
Quartz	6.5	245	Shiraiwa, Fukushima
Silica glass	6.5	465	Tōshiba ceramics
Silicon carbide	9.0	2350	Tōshiba ceramics
Slate	4.0	303	Ogatsucho, Miyagi
Soda glass	5.5	521	—
Talc	1.0	12.0	Korea
Topaz	8.0	1090	—

Fig.2 から Fig.5 に、ビッカース硬度を測定した際の圧こんの顕微鏡写真を示した。ここでは数多い試料のうちから代表例として、ソーダガラス、ケイ石、石炭（淮北炭）、それにカッ石の写真を示した。

Fig.2 に示したように、ガラス質試料については、一般に Fig. 1 のモデルに近いきれいな圧こんが得られたが、天然産試料の中には、Fig.3 のケイ石や、Fig.5 のカッ石の場合のように、周辺部がめくれるものもあった。しかし、このような試料についても、周辺のめくれた部分を無視し、中心部の正方形の部分について、 α 方

Fig. 2 Impression made in soda glass

Fig. 3 Impression made in quartz

Fig. 4 Impression made in coal

向、 γ 方向の対角線の長さを測定し、これより硬度を算出した。

4. モース硬度とビッカース硬度との関係

これまで、岩石や鉱物の硬度として、一般に広く使用

Fig. 5 Impression made in talc

されてきたモース硬度と、著者らが今回測定したビッカース硬度との関係を求めることは、実用上重要な意味を持つと思う。Fig. 6 に、各試料について測定したモース硬度 H とビッカース硬度 H_V との関係を、両対数紙上に示した。

Fig. 6 からわかるように、この両者の間には、ほぼ一定の関係が成立していた。

5. おわりに

岩石や鉱物の定量的な硬度として、これまで金属材料

Fig. 6 Relation between Mohs hardness H and Vickers hardness H_V

を中心として用いられているビッカース硬度を、29試料について測定し、その結果を Table 1 に示した。そしてその値は、これまで広く用いられているモース硬度との間に、Fig. 6 のような一定の関係を示した。

使用記号

d_x, d_y : diagonal of indentation	[mm]	P : applied load	[kg]
H : Mohs hardness	[—]	θ : angle between opposite faces (136°)	
H_V : Vickers hardness	[kg/mm ²]		

引用文献

- 1) 神田良照, 鈴木道隆; 粉体工学研究会誌, 12, 625 (1975)
- 2) 今野徳; 表面, 11, (1973)
- 3) Walker, D.R., Shaw, M.C; *Trans. A.I.M.E.*, 199, 313 (1954)
- 4) JIS, Z 2244 (1955)
- 5) 化学大辞典 (1963) 共立出版