

大阪大学大学院 学生会員 ○吉田 昌登

大阪大学大学院 正 会 員 川崎 了

大阪大学大学院 正 会 員 谷本 親伯

1. はじめに 金属材料の弾性的性質や強度特性の把握を目的に開発された試験機の1つに、エコーチップ反発硬度試験機がある¹⁾。(写真1参照)筆者らは、本装置を用いることで、一般の岩盤構造物や複雑な曲面形状を有する石造文化財の表面の劣化調査に対しても、計測方向に関係なく迅速な作業の実施が現場で可能になるものと考え、現在研究を進めている。本報告では、試験条件が測定値(以下Ld値とする)に与える影響に関する基礎的な検討結果と岩石材料への適用上の留意点について述べる。

2. 形状寸法の違いがLd値に与える影響 アルミニウム、真鍮、およびアクリルの3種類の供試体を用いて、形状寸法(厚さ)の変化がLd値に与える影響について検討した。各供試体は、ともに厚さ(一辺)が1, 2, 3, 4, 5cmの立方体5個とし、それぞれ付属の鉄製テストブロック上で1回の測定を行った。測定結果を図1に示す。これより、各供試体とも厚さが3cm以上であれば概ね一定の値を示すが、3cm以下になると下敷材料の影響を受けるためかLd値の変動が大きくなること、また、図中においてLd値が低下する厚さは金属材料とアクリルとは異なること等がわかる。

次に、白浜砂岩(一軸圧縮強度 $q_u=48.0\text{MPa}$)、および石膏($q_u=32.2\text{MPa}$)で作成した円柱供試体(直径 $5\text{cm}\times$ 高さ 10cm)を用いて、下敷材料の影響を受けず測定を行える供試体の最小厚さについて調査した。円柱供試体の上下端面のうち、一方の面を岩石カッターで 1cm 切断することにより耐水ペーパーで研磨を施し、供試体を実験室の机の上に静置させて研磨した端面についてそれぞれ10回の測定を行った。Ld値の平均値、および標準偏差の変化をプロットしたものを図2に示す。これより、測定値の1割程度を誤差の許容範囲とすると、厚さ3cm以上では岩種によらず概ね安定したLd値が得られるが、3cm以下になると下敷材料の影響のためかLd値が低下する傾向を示し、特に石膏供試体においては、加えてばらつきも大きくなることわかる。また、Ld値の減少傾向に関しては、石膏供試体では実験室の机のLd値に近づいているようにも解釈でき、比較的硬質な白浜砂岩よりも軟質な石膏のほうが供試体下の下敷材料の影響を受けやすいものと推定できる。



写真1 エコーチップ反発硬度試験機の測定状況

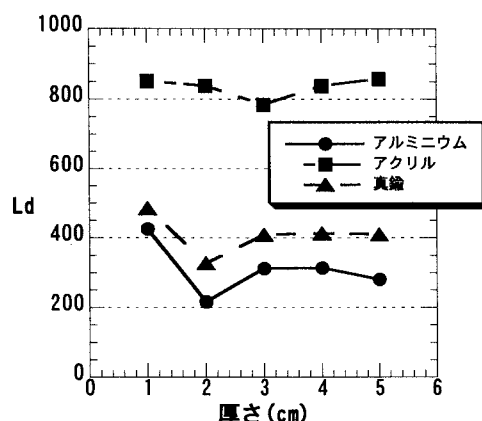


図1 Ld値と供試体寸法の関係

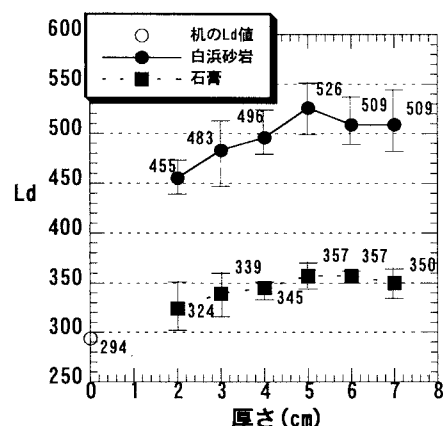


図2 Ld値と供試体厚さの関係

3. 表面粗度がLd値に与える影響の検討 はじめに、石膏で作成した円柱供試体を用い、一方の端面について岩石カッターで1cm切断すごとに、耐水ペーパーで研磨を施した場合と、40番のサンドペーパーで凹凸をつけた場合に関するLd値の変化について検討を行った。測定結果を図3に示す。これより、研磨した端面のLd値とサンドペーパーで凹凸をつけた端面のLd値との間には明瞭な差異は見られず、石膏で作成した円柱供試体において、この程度の凹凸ではLd値に影響を及ぼさないといえる。また、別途実施した白浜砂岩($q_u=48.0\text{MPa}$)、多胡砂岩($q_u=15.1\text{MPa}$)、来待砂岩($q_u=33.7\text{MPa}$)、白河岩($q_u=28.1\text{MPa}$)、田下石($q_u=13.7\text{MPa}$)、および稲田花崗岩($q_u=188.0\text{MPa}$)を供試体に用いた端面と側面のLd値の比較結果を図4に示す。同図より、不均質な多胡砂岩を除けば端面のLd値は側面の約1.0~1.2倍程度であることがわかる。よって、今回対象とした岩石では、カッターで切断した面や、ボーリングコアの側面程度の凹凸であれば、Ld値に差は小さく、試験上の問題はほとんどないといえる。

次に、自然の岩石供試体を用いて、さらに大きな粗度がLd値に与える影響についての検討を実施した。供試体として用いた岩石は、前述の来待砂岩、および稲田花崗岩の円柱供試体(直径5cm×高さ5~6cm)であり、上端面は粗く、逆に下端面は整形されている。測定回数はそれぞれ10回とした。なお、両供試体の表面粗度は等しくない。これらの供試体を用いて得られたLd値の平均、最大、最小値を、整形を施した同じ岩石コアの上下端面における1回の測定値の平均値(これを Ld_0 とする)で除し、それを縦軸にプロットしたものを図5に示す。同図より、本検討で用いた岩石供試体程度の凹凸であれば、およそ0.1~1.0 Ld_0 となることがわかる。そのため、今後このような状況下で測定を行う場合は、以上のような傾向に注意する必要がある。また、2つの供試体で比較すると、整形を施した端面における測定では来待砂岩よりも高いLd値を示した稲田花崗岩の方が、1.0からの距離($Ld/Ld_0=1.0$ からの減少幅)は大きくなる結果となった。

4. まとめ 本試験を下敷材料の影響を受けることなく行うためには、円柱、および立方体の供試体形状で厚さ3cm以上あることが望ましい。また、今回の検討結果では、岩石供試体の粗い端面におけるLd値は、整形を施した端面のLd値の約0.1~1.0倍となったが、岩石カッターでの切断面、およびボーリングコアの側面程度の凹凸であれば、試験上の問題はほとんどない。

参考文献

- 1) W. Verwaal & A. Mulder : Estimating Rock Strength with Equotip Hardness Tester : Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., Vol. 30, No. 6, pp. 659~662, 1993.

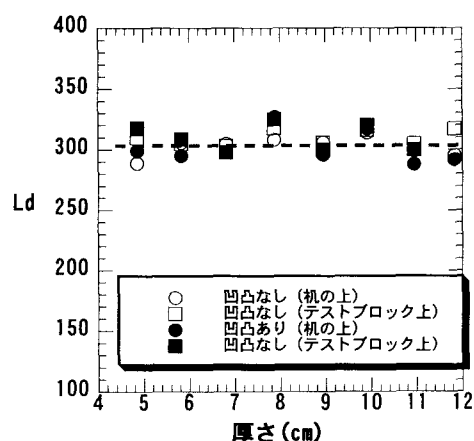


図3 Ld値と表面粗度の関係

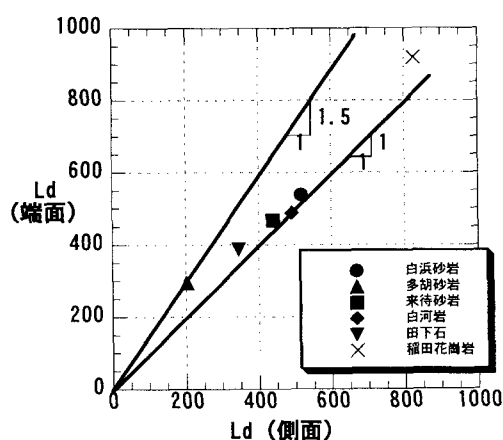


図4 端面と側面のLd値の関係

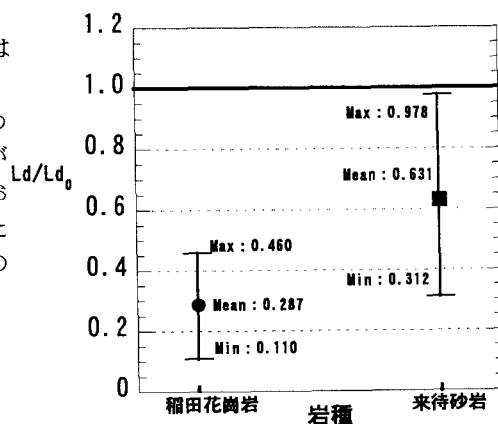


図5 岩石供試体における表面粗度の影響