

エコーチップ硬さ試験機による岩石の一軸圧縮強度の推定

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
 (株)ダイコンサルタンツ 正会員 小泉和広
 (株)ダイコンサルタンツ 石川正基

1. はじめに 筆者らは、金属材料の弾性的性質を把握するために開発されたエコーチップ硬さ試験機に着目し、本試験機の岩質材料への適用性について検討を実施中である。シュミットハンマーの小型版とも言える本試験機を用いて岩石の力学的特性を現場あるいは室内で簡便に推定することができれば、岩盤(岩石)力学の面で非常に有効となる、しかしながら、現時点では国内外の諸現場において試行的にデータ取得のみが実施されている程度に過ぎず、得られた試験結果が十分に生かされていないのが現状と思われる。これらの試験結果を広く、かつ有効に活用して本試験機の岩質材料への早期実用化を図るためには、得られた試験結果の解釈も確かに重要であるが、まずは試験結果の前向きで積極的な公表に期待するところが大きいと考える。

以上のことから、本報告では国内の数地点から採取された岩石コアに対してエコーチップ硬さ試験を実施し、現在までに得られている試験結果を用いて岩石の代表的な力学的特性である一軸圧縮強度の推定に関する検討を行った結果について述べる。

2. 岩石試料 試験に用いた岩石試料は、直径 50mm のボーリングコアである。また、岩石の性状は、すべて強制湿潤状態であり、さらに未風化の状態(または風化の程度が非常に小さい状態)にある。岩種は、砂岩(愛媛県産、徳島県産)、頁岩(和歌山県産)、緑色片岩(愛知県産×2 地点)、ホルンフェルス(広島県産)、花崗岩(広島県産)であり、一軸圧縮試験に供するために直径 50mm ×高さ 100mm の円柱形に(端面)成形した。なお、供試体の本数は、試験に使用できるコアの長さによる制約条件から、岩種(地点)によって 3~11 本と大きく異なっている。一方、エコーチップ硬さ試験で用いる試料は、深度方向において円柱形供試体の直上および直下付近に存在する別のコアとし、さらに文献1)を参考にして高さが約 40mm 以上の岩石コアを供試体とした。

3. 試験方法 一軸圧縮試験は、毎分 0.1%程度の軸ひずみ速度で行った。一方、エコーチップ硬さ試験では、前述した供試体に対して 10 回ずつ試験を実施し、その平均値を硬さの指標 L とした。また、 L 値は種々の試験条件による影響を受けるため、その影響を避ける目的で試験に関するその他の試験条件については文献1)を参考にして試験を行った。

4. 試験結果 砂岩、頁岩、緑色片岩、ホルンフェルスの岩種に着目して整理した一軸圧縮強度 q_u と L の関係を、それぞれ図1~4 に示す。ここで、同図中に示された数式は、最小自乗法により得られた q_u - L 関係の回帰直線と相関係数 R であり、図中では実線あるいは点線で表現されている。これらの図より、以下のことが言える。①回帰直線は、全体的に右上がりの直線となっている。すなわち、 q_u と L の間には正の相関関係が存在する。② R が比較的大きいのは、砂岩(Ehime)、頁岩(Wakayama)、緑色片岩(Aichi-2)の 3 つであり、いずれも R が 0.8 以上の値である。③ R が比較的大きい q_u - L 関係を示す岩石に関しては、今回得られた L 値の範囲内において回帰直線を用いれば、 L 値から q_u の値を大略推定できる可能性が高い。

次の図-5 は、本試験で使用した岩石すべての q_u - L 関係である。なお、図中の直線および点線などは、最小自乗法で得られた q_u - L 関係の回帰直線である。この図より、試験データの大部分は、上から砂岩(Tokushima)、砂岩(Ehime)、緑色片岩(Aichi-2)、緑色片岩(Aichi-1)の 4 本の回帰直線よりも右側に分布しているのがわかる。また、 L 値が最も大きいのは花崗岩(Hiroshima)であるが、 q_u が一番大きいのは砂岩(Tokushima)であり、 L 値が最も大きい岩石の q_u が一番大きいとは限らないことを示している。

以上のことから、 q_u - L 関係は岩種ごとに異なる関係式が存在することが推定されるため、ここで砂岩を例にした場合の既存の試験結果¹⁾を含めた q_u - L 関係を図-6 に示す。同図を見ると、 q_u - L 関係は左下から右上の方向に伸びる下に凸の 1 本の曲線(放物線)として表現されており、砂岩の場合にはこの q_u - L 関係を用いれば L 値から q_u が推定できる可能性が高いと考えられる。なお、同図の縦軸(q_u 軸)を対数目盛にすれば、 q_u - L 関係は片対数紙上で直線になりそうであり、利用者が使いやすい関係式の表現方法についても検討する必要がある。今後は、さらなる試験データの収集を実施して、砂岩の q_u - L 関係の精度および信頼性を高めると同時に、砂岩以外の岩石の q_u - L 関係およびその他の関係(例えば弾性波速度と L)についても検討を行う予定である。

キーワード：エコーチップ硬さ試験機、岩石、一軸圧縮強度

連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7346 FAX 06-6879-7617

参考文献 1) 川崎了・吉田昌登・谷本親伯・舛屋直(2000)：簡易反発硬度試験による岩質材料の物性評価手法の開発—試験条件の影響と基本特性に関する調査—, 応用地質, 第41巻, 第4号, pp. 230-241.

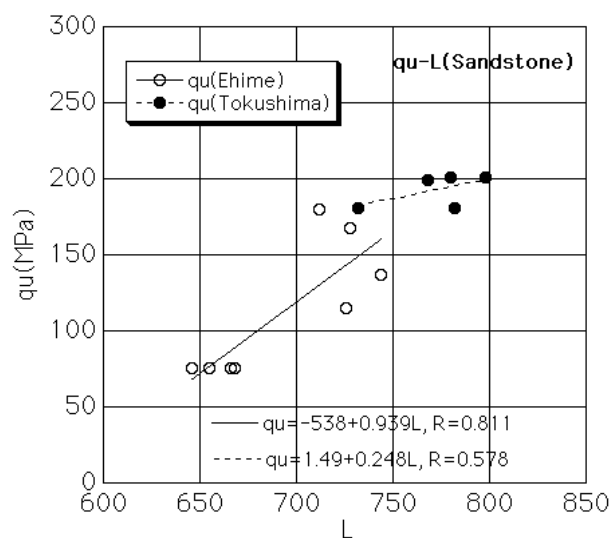


図-1 砂岩の $qu-L$ 関係

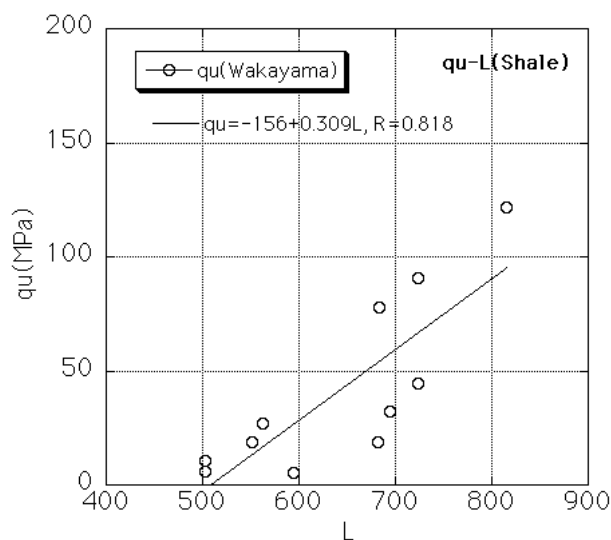


図-2 頁岩の $qu-L$ 関係

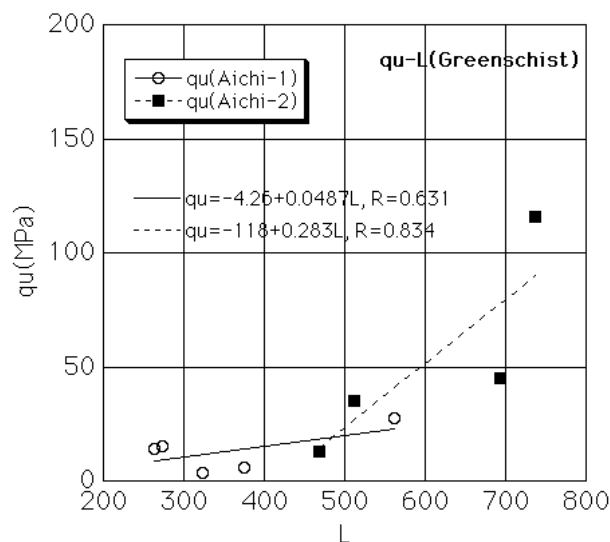


図-3 緑色片岩の $qu-L$ 関係

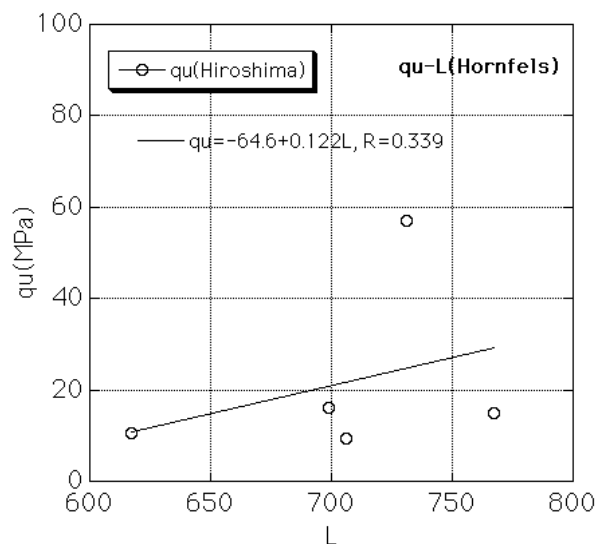


図-4 ホルンフェルスの $qu-L$ 関係

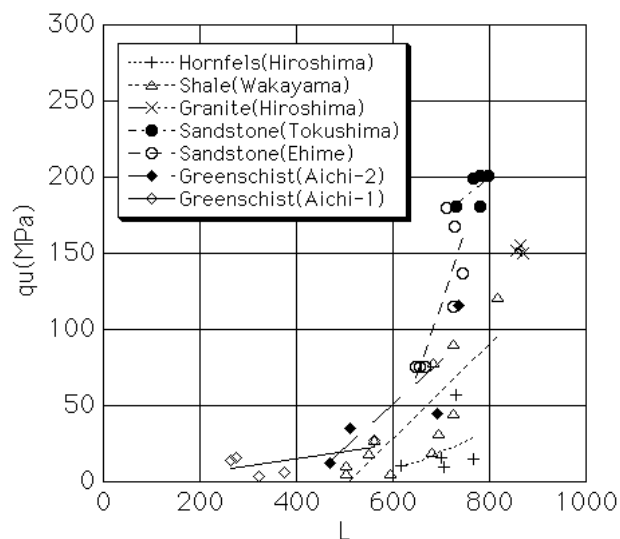


図-5 試験に使用した全岩石の $qu-L$ 関係

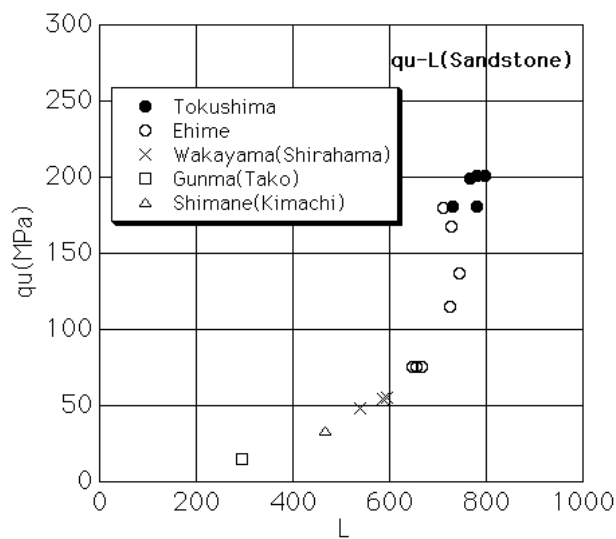


図-6 既存の試験結果を含めた砂岩の $qu-L$ 関係