

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○松塚 直也
 京都大学大学院工学研究科 正会員 大津 宏康

1. はじめに

山岳トンネルの地山推定は、弾性波探査、ボーリング調査等の事前地質調査結果を踏まえて、地山推定手法を用いることで行われる。弾性波速度と一軸圧縮強度の相関が高いことより、地山分類表を用いて、弾性波探査結果のみから地山推定がされていることが多い。しかし、地山分類表を用いた地山推定は、各トンネルの地山特有の地盤状況を反映していないと考えられる。

本研究では、各トンネルの地盤状況を反映した地山推定を行うことを目的として、近年提案されているコア評価点を用いた地山推定手法¹⁾(以下、コア評価点法と称する)について考察する。そして、コア評価点法を用いる際に考慮すべきことを提案する。

2. コア評価点法

コア評価点法とは、ボーリング調査によって算出されるコア評価点を用いる地山推定手法である。コア評価点は、旧 JH で採用されているトンネル施工時に切羽面を区分して支保を算出するために利用されている切羽評価点法を参考に、ボーリングコアに適用すること算出する。具体的には、圧縮強度・風化変質・割目間隔・割目状態について技術者が評点をつけ、表-1を用いて各項目の評点における点数を算出し、その点数の合計として算出する。なお、表-1は岩質が塊状の場合のみを示しており、またコア評価点は湧水・劣化の項目により調整されていることに留意されたい。

コア評価点法は、ボーリング孔におけるコア評価点と弾性波速度(主に速度検層結果)に相関があると仮定して推定式(以下、 V_p-C_p 関係と称する)を算出し、地山全体の弾性波速度分布から推定式を用いて地山全体のコア評価点を推定する方法である。なお本研究では、既往の研究で行われてきた最小二乗法に基づいた一次関数による近似が可能であると仮定する。

3. V_p-C_p 関係の事例検証

コア評価点と弾性波速度が評価している対象について考える。コア評価点はボーリングコアに対して各種

表-1 各評価項目の評点区分の配点

岩質/評価区分			評点					
			1	2	3	4	5	6
圧縮強度	塊状	硬質岩	36	29	22	14	7	0
		中硬質・軟質岩	32	26	19	13	6	0
風化変質	塊状	硬質岩	19	12	6	0	-	-
		中硬質・軟質岩	19	13	6	0	-	-
割目間隔	塊状	硬質岩	19	14	9	5	0	-
		中硬質・軟質岩	24	18	12	6	0	-
割目状態	塊状	硬質岩	26	20	13	7	0	-
		中硬質・軟質岩	25	19	12	6	0	-

試験を行い算出されている。よってコア評価点は岩石としての評価といえる。一方、弾性波速度は岩石だけでなく不連続面によって値は影響する。よって弾性波速度は岩盤としての評価といえる。すなわち、コア評価点と弾性波速度が評価している対象は厳密には異なる。そして、トンネルは岩盤を基礎とする構造物である。 V_p-C_p 関係の相関が強ければコア評価点を岩盤としての評価として用いることができると考えられるが、相関が弱ければコア評価点を岩盤としての評価として用いることは不適当だと考えられる。従来はこのことを考慮されていなかった。このことを踏まえて V_p-C_p 関係の事例検証を行う。

まず、T トンネルにおける V_p-C_p 関係について検証する。T トンネルの地質は頁岩を主体とした地山である。図-1にT トンネルにおける V_p-C_p 関係を示す。なお、T トンネルでは速度検層が実施されておらず、弾性波速度はボーリング孔沿いの高精度弾性波探査結果を用いている。図-1より、T トンネルは V_p-C_p 関係に一定の相関がみられ、コア評価点法の整合性はあると考えられる。

次に、B トンネルにおける V_p-C_p 関係について検証する。B トンネルの地質は花崗岩を主体とした地山である。図-2にT トンネルにおける V_p-C_p 関係を示す。図-2

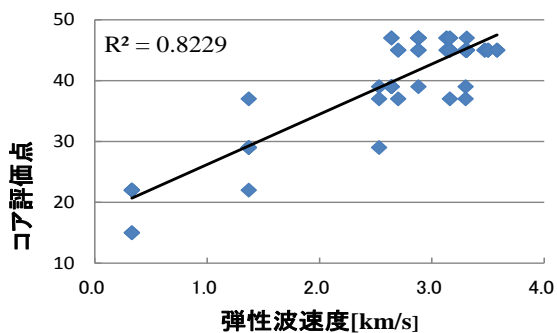


図 - 1 T トンネルの V_p-C_p 関係

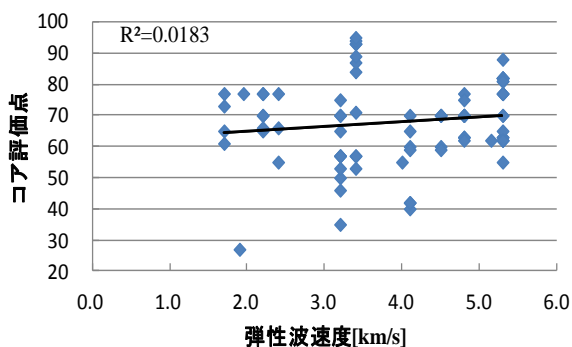


図 - 2 B トンネルの V_p-C_p 関係

は図 - 1 と異なり V_p-C_p 関係に相関がほとんど見られず、コア評価点法を用いることは不相当だと考えられる。このような結果になった理由は、B トンネルの地質が硬岩である花崗岩を主体とした地山であることより、岩盤としては不良の場合でも、岩石としての評価であるコア評価点が高い場合があるからだと考えられる。このことを検証するため、B トンネルのボーリング調査結果の一部を表 - 2 に示す。なお、表 - 1 における塊状の硬質岩の配点を用いてコア評価点は算出されている。表 - 2 より、弾性波速度は低いのにに対し、コア評価点は高い。そしてコア評価点を構成している項目の内、表 - 1 より圧縮強度の配点は他項目より高く、表 - 2 より圧縮強度の評点は高い。したがって、圧縮強度の評点が主因となりコア評価点が高くなり、 V_p-C_p 関係に相関がほとんど見られない結果になったと考えられる。

4. V_p-C_p 関係算出方法の提案

B トンネルの V_p-C_p 関係において、弾性波速度は低いですが、コア評価点は高いボーリング孔データを除外して推定式を算出することを提案する。この方法を用いること

表 - 2 B トンネルのボーリング調査結果

深度 [m]	評価区分				評価点				コア評価点	弾性波速度 [km/s]
	圧縮強度	風化変質	割目間隔	割目状態	圧縮強度	風化変質	割目間隔	割目状態		
9	2	1	3	3	29	19	9	13	70	2.0
10	2	2	3	2	29	12	9	20	70	2.0
11	2	1	4	3	29	19	5	13	66	2.0
12	2	1	5	3	29	19	0	13	61	2.0
13	2	1	3	2	29	19	9	20	77	2.0

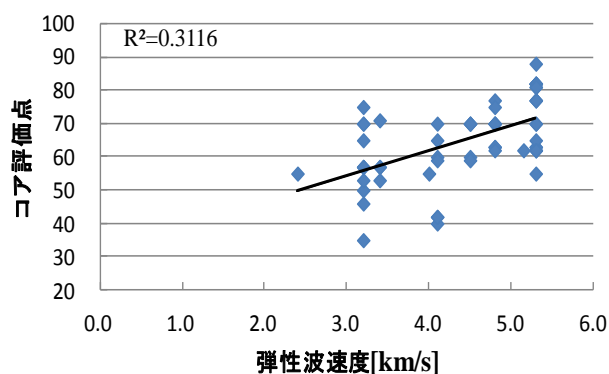


図 - 3 B トンネルの V_p-C_p 関係 (検討結果)

で、コア評価点を岩盤としての評価として用いることができるかどうか検討する。また、B トンネルでは極端に弾性波速度が低く、地山全体に反映させるべきではないデータも除外した。検討結果の V_p-C_p 関係が図 - 3 になる。一定の相関が見られ、コア評価点を岩盤としての評価として用いることの整合性があるといえる。以上より、このような検討の後、コア評価点法を用いるべきだと考えられる。

5. まとめ

コア評価点法について事例を踏まえて考察を行った。その結果、岩種によって V_p-C_p 関係の相関が見られる場合と見られない場合があり、岩石と岩盤の違いを考慮してコア評価点法を用いる必要があることを示した。

参考文献

- 1) 木村正樹, 杉田理, 大塚康範: 評価点法を用いた事前調査による地山評価と施工, 第 11 回トンネル工学研究発表会論文・報告集, 土木学会トンネル工学委員会, pp.87-91, 2001.