

ボーリングコアの採取後からの経過日数に応じた物理特性の変化について

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○岡崎 健治
土木研究所寒地土木研究所 正会員 倉橋 稔幸

1. はじめに

トンネル施工中の地質調査として先進ボーリング調査¹⁾を実施する場合があります，同時に行う原位置試験，室内での物理試験や力学試験の結果とあわせてトンネル切羽前方の地山性状を再評価している．しかし，採取したボーリングコアの弾性波速度や吸水率等の物理特性は，コア採取から室内試験を実施するまでの間に変化する場合がある．これまで，筆者らは，熱水変質を受けた安山岩質地山における道路トンネルのボーリングコアを対象に，コア採取から室内試験を実施するまでの経過日数が大きい場合，有効間隙率が 20%より大きいケースで P 波速度が低下する場合のあることを示した²⁾．

本稿では，これまで北海道で建設された国道トンネルの施工中に実施された先進ボーリング調査によるコアの吸水率，有効間隙率，P 波速度及び一軸圧縮強さの試験結果について，コア採取から室内試験を実施するまでの日数に応じた変化を既発表²⁾ に用いたデータを含めて調べたので，その結果を報告する．

2. 調査方法

本調査は安山岩溶岩と火砕岩類を地山とする 10 本の国道トンネルを対象とした（表-1）．10 トンネルでは合計 87 孔，総延長 8.5Km の先進ボーリング調査が実施された．1 孔当たりの掘削延長は平均 96.2m であり，その掘削日数は平均 3.2 日である．一方，室内試験は 557 回（溶岩 375 回，火砕岩 182 回）実施され，コア採取から室内試験までの平均日数は，吸水率と有効間隙率で 6.9 日，P 波速度で 6.6 日，一軸圧縮強さで 7.0 日であった．これらの室内試験の結果から，吸水率と有効間隙率，P 波速度及び一軸圧縮強さの関係を岩種別に調べるとともに，コア採取から各試験までの日数と P 波速度の関係を吸水率の違いに応じて岩種別に分析した．なお，ボーリングの掘削開始日から終了日までの中間日から各試験を実施した日までをコア採取から試験までの日数とした．また，吸水率を 10%未満，10%以上 20%未満，20%以上 30%未満及び 30%以上に区分した．

3. 調査結果

図-1 に岩種別の吸水率，有効間隙率，P 波速度及び一軸圧縮強さの関係を示す．吸水率と有効間隙率には正の相関が確認できる．P 波速度の平均値は溶岩で 3.7 km/s，火砕岩で 3.14 km/s を示し，溶岩で高い．また，一軸圧縮強さの平均値も溶岩で 34.3 MPa，火砕岩で 19.3 MPa を示し，溶岩で高い．

表-1 調査トンネルのボーリング調査と室内試験

トンネル			ボーリング調査				室内試験		
							コア採取から試験までの日数(日)		
No.	名称	延長(m)	孔数	延長(m)	延長(m)/孔	掘削日数/孔	試験数	吸水率 有効間隙率	P波速度 一軸圧縮強さ
1	OG	2,995.0	27	2884.9	106.8	3.7	130	6.8	8.2
2	OR	2,509.4	14	1377.3	98.4	2.9	135	5.8	4.3
3	UI	873.7	4	334	83.5	2.8	33	5.3	5.3
4	YT	360.0	1	95	95.0	2.0	2	6.0	6.0
5	BI	1,048.0	7	742	106.0	2.0	69	8.7	6.9
6	KT	1,075.5	11	764	69.5	3.5	34	9.4	9.4
7	UW	732.0	2	171.9	86.0	3.0	9	4.3	3.7
8	MY	1,970.0	9	890.2	98.9	3.6	81	6.4	6.4
9	HS	4,748.0	3	360	120.0	4.0	21	8.7	11.4
10	AW	963.0	9	882.6	98.1	4.4	43	7.6	4.3
計		17,274.6	87	8,501.9	-	-	557	-	-
平均		-	-	-	96.2	3.2	-	6.9	6.6

キーワード ボーリングコア，経日変化，吸水率，P 波速度，有効間隙率

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 TEL 011-841-1775

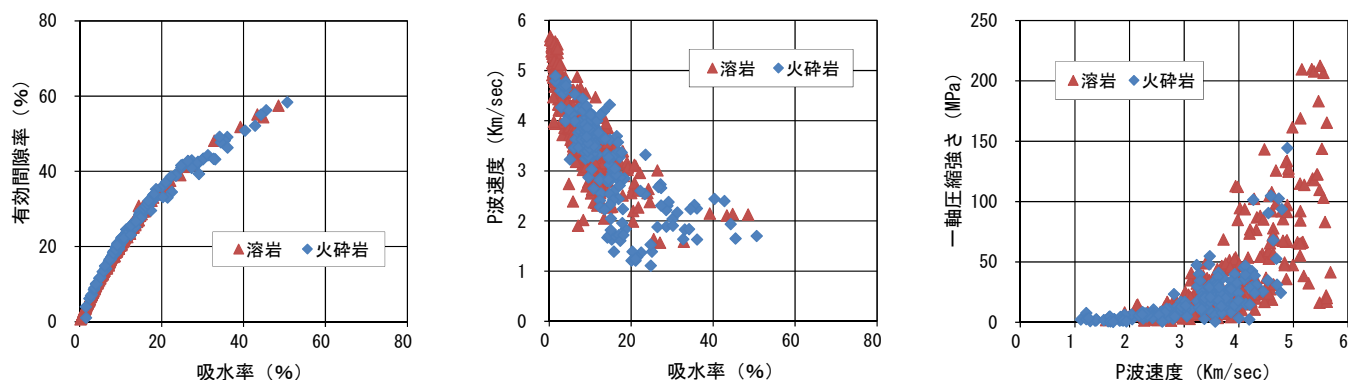


図-1 岩種別の吸水率，有効間隙率，P波速度，及び一軸圧縮強さの相関

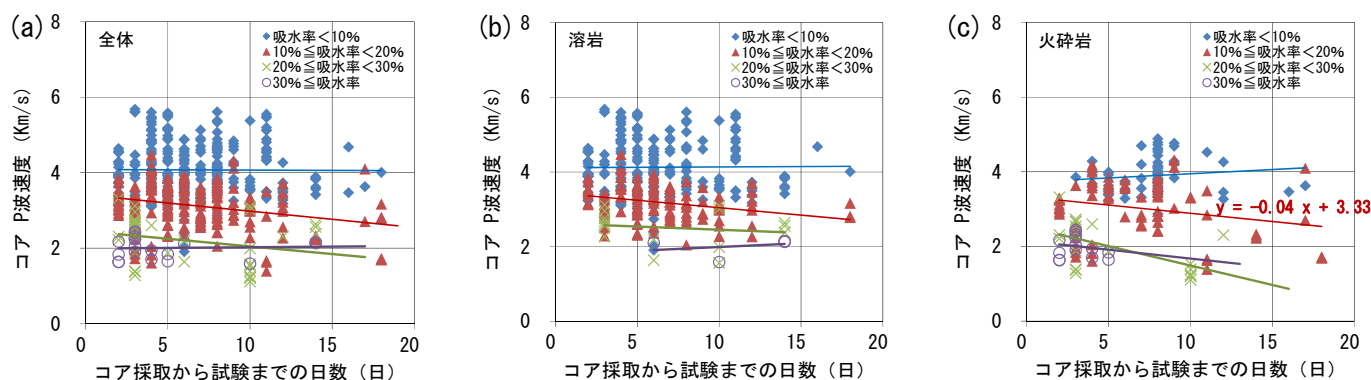


図-2 岩種別，吸水率別のコア採取から試験までの日数とP波速度との相関

図-2 にコア採取から試験までの日数とP波速度の関係を岩種別，吸水率別に示す。図中の線は吸水率の区分に応じた回帰直線である。吸水率が10%未満では日数の経過に応じた変化がほとんど見られないが，吸水率が10%以上20%未満と20%以上30%未満では日数の増加に応じて低下する傾向が見られた。このことは，ボーリング掘削から室内試験までの経過時間が多くなると，コアの物理特性が変化することを示唆している。この傾向は溶岩よりも火砕岩で大きい。図-2(C)に示す吸水率10%以上20%未満の関係式を用いて低下割合を計算すると，コア採取から試験までの日数が0日でP波速度は3.33km/s，14日で2.77 km/sとなる。トンネルの掘削に伴い生じる緩み領域への対策では，弾性波速度を入力値とする計算式によって緩み層厚やロックボルトの長さを求める場合がある^{3,4)}。しかし，実際より低下しているP波速度を計算に用いると，緩み層厚やロックボルトの長さを過小評価する場合がある。それを防ぐには，低下前の弾性波速度に修正した値を計算に用いるなどの留意が必要である。

4. おわりに

本調査では，トンネル施工中に実施された先進ボーリング調査によるコアの物理特性の関係を岩種別に調べるとともに，物理特性の経日変化が吸水率の違いによって異なる場合のあることを示した。今後は，コア採取から試験までの日数に応じた物理特性の低下予測や補正方法に関する研究を進めたい。最後に，本調査の実施にあたり，資料を提供いただいた国土交通省北海道開発局の関係各位に，ここに記して深謝致します。

参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局：道路設計要領，第4集トンネル，第11章 観察・計測工，pp.7-9，2020。
- 2) 岡崎健治・倉橋稔幸・山崎秀策：トンネル施工時の速度検層と岩石試験による弾性波速度に関する一考察，平成29年度日本応用地質学会北海道支部研究発表会講演予稿集，Vol.37，pp.25-26，2017。
- 3) 日本トンネル技術協会：トンネル掘削によるゆるみ領域の調査報告書，p.135，1982。
- 4) 土木学会：トンネルの地質調査と岩盤計測，pp.114-141，1983。