

ボーリングコアの評価手法の研究と課題 (その4)

関西地質調査業協会 技術委員会 ○金田 朋之、桑野 一彦、谷垣 勝久、宮田 浩志郎

1. はじめに

関西地質調査業協会の技術委員会では、「ボーリングコアの評価手法」について検討・研究中であり、本発表はその研究成果の途中経過報告である。また、H28～H30年度の技術フォーラムで桑野他が発表した「ボーリングコアの評価手法の研究と課題(その1)¹⁾、(その2)²⁾、(その3)³⁾」のその後の検討・研究の成果報告でもある。

従来、ボーリングのコア採取は主にコア採取率により評価されてきたが、本研究では「コア採取の難易度」と「コアの見栄え」の2観点を反映するコア評価手法を検討してきた。本発表では、過去3回の技術フォーラムで発表した評価手法(案)をより深く議論し、修正したコア評価手法(案)について報告する。また、この評価手法を用いた結果について分析・評価を行ったので報告する。

2. 本研究の目的

本研究の目的は、次のとおりである。

- ①調査ボーリングの掘削単価の見直し
- ②若手技術者・ボーリングオペレータの技術力向上

本研究の主目的は、良好なボーリングコアの採取には「技術力」と「労力」が必要であることを発注者に理解していただき、ボーリング調査の適正な評価(対価)をいただけるように変えていくことにある。また、発注者や協会会社の手・ボーリングオペレータに技術向上を促していくツールとすることも目的の一つである。

そのためには、誰が評価したとしても同じ結果となるボーリングコアの評価方法を定める必要がある。また、良い品質や悪い品質のボーリングコアを多く発注者に理解をいただき公開できるようにしていく必要がある。

一般にイメージされる、良い品質(乱れが少ない)のボーリングコア、悪い品質(乱れが多く、元状態を想像できない)のボーリングコアのイメージを図-1に示す。

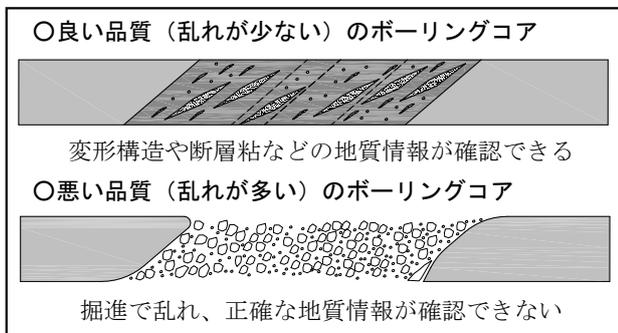


図-1 コア品質の違いのイメージ(破碎帯の場合)

3. 今年度の研究内容および結果

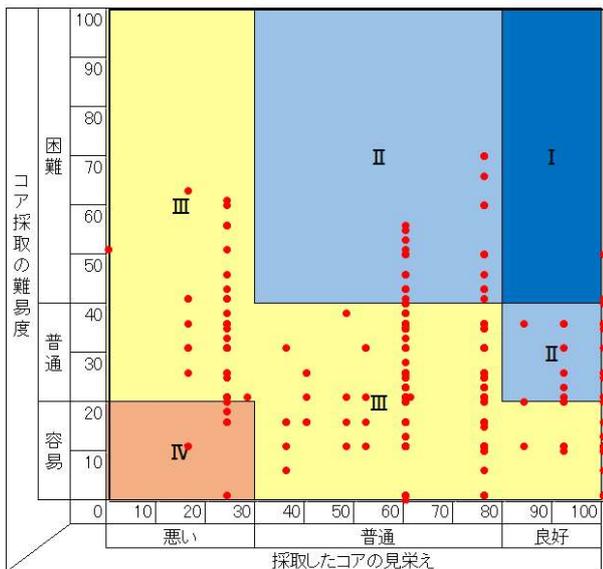
今年度は昨年度に引き続き「コア採取の難易度」および「コアの見栄え」について、配点・重み係数の調整を行い、修正コア評価手法(案)を作成した(表-1 参照)。

表-1 修正コア評価手法(案)

地質条件(90点満点)		配点	重み係数
①～②は評価区間の主体となる項目(同じ割合の場合は配点が高い方を1つ選択、③は該当する構造、岩種から各1つ選択可、④は該当する項目を選択)			
①硬軟の不均質性 (25点満点)	隣接する上部区間から著しく軟質となる岩盤 (硬軟区分3ランク以上の軟質に変化する場合 :例A=D、E、B=Eなど)	5	5
	隣接する上部区間から大きく軟質となる岩盤 (硬軟区分2ランク以上の軟質に変化する場合 :例A=C、B=Dなど)	3	
	隣接する上部区間から軟質となる岩盤 (硬軟区分1ランクの軟質に変化する場合 :例B=C、C=Dなど)	1	
	隣接する上部区間に硬軟の差が無い もしくは、軟質から硬質へ変化する岩盤	0	
②亀裂の発達度 (25点満点)	砂状～粘土状が主体の岩盤 (形状区分VI～VII、亀裂が認められない)	3	5
	角礫状が主体の岩盤 (形状区分VI)	4	
	片状コアが主体の岩盤 (形状区分IV、亀裂間隔が概ね5cm以下)	5	
	片状から短柱状コア主体の岩盤 (形状区分III、亀裂間隔が概ね5以上15cm未満)	2	
	柱状～棒状コア主体の岩盤 (形状区分I～II、亀裂間隔が概ね15cm以上)	0	
③特殊地質 (30点満点)	構造	5	3
	岩種	5	
	膨張性が顕著な蛇紋岩など 亀裂が多い硬質岩(チャートやホルンフェルスなど) 高角度の片理面が発達した片岩 岩種として特殊な地質ではない	0	
④地下水状況 (10点満点)	湧水が地表面以上(被圧水)に認められる 逸水が顕著(送水量の50%以下の排水量)に認められる。 地下水の問題はない	5	2
	掘削条件(⑤～⑦より該当する項目を選択)(10点満点)	配点	
⑤掘削孔径 (1点満点)	φ66mm以下	1	1
	φ66mm以上	0	
	50m以下	0	
	50m超80m以下	1	
	80m超120m以下	2	
	120m超	3	
	鉛直下方(鉛直±10°)	0	
⑦掘削方向 (3点満点)	斜め下方(水平から下方10～80°)	1	1
	水平(水平±10°)	2	
	斜め上方～上方(水平から上方10～90°)	3	
	①～③より該当する項目を選択(100点満点)	評価点	
①コア採取率 (40点満点)	100%	5	8
	95%以上100%未満	4	
	90%以上95%未満	3	
	50%以上90%未満	1	
	50%未満	0	
②コアの乱れ (40点満点)	割れ目や塵状部等コアの乱れがないコア	5	8
	掘進による割れ目の開口、マトリックスに乱れ生じているが、岩質や構造等の識別が可能なもの 岩質や構造、割れ目等の識別が可能なコア。あるいは、スライム	3	
	割れ目が自然状態に保たれている。	5	
③割れ目の状態 (20点満点)	掘削時の振動などで生じた割れ目の開口が見られる。場合によっては、新たな割れ目が生じていたり、割れ目にスライムが付着したりする。	3	4
	掘削の影響で、コアが角礫状等に砕け、割れ目の識別ができない。	0	

今年度の修正は、「コア採取の難易度」および「コアの見栄え」とともに100点満点となるように配点・重み係数を調整した。さらに、閾値の調整も行った。「コア採取の難易度」の閾値は、容易(0～20点)・普通(20～40点)・困難(40～100点)に区分した。一方、「コアの見栄え」の閾値は、悪い(0～30点)・普通(30～80点)・良好(80～100点)に区分した。

図-2 に示したコア評価プロット図は、表-1 をもとに再評価した結果である。



I	普通工法ではごく一部のオペレータしか採取できないレベル
II	普通工法では熟練の技術力を要するオペレータしか採取できないレベル
III	通常の技術力を要したオペレータが普通工法で採取可能なレベル
IV	技術力の低いオペレータであり、調査目的によっては掘り直すレベル

図-2 コア評価プロット図(修正コア評価手法(案)による)

また、表-1 に示す評価法の妥当性について、数値解析等を用いて、分析・評価を行った。その結果を図-3~5 に示す。図-3 は、コア採取の難易度と見栄えを対比した図であり、見栄えが良いものほど採取が容易なものも多く、見栄えが悪いものほど採取が困難のものが多いことを示している。図-4 は、コア採取の難易度を数量化2軸による分析にて検討した結果である。図-5 は、AHP分析により重み係数の妥当性を検討した結果である。

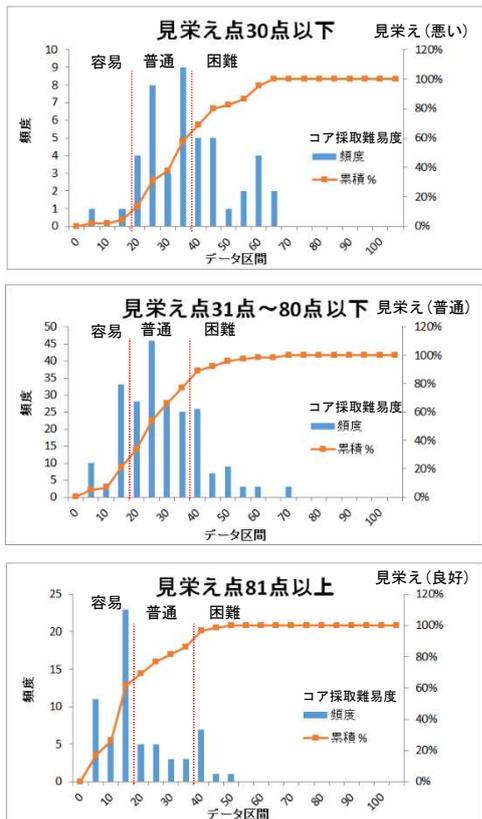


図-3 コア採取の難易度と見栄えの対比

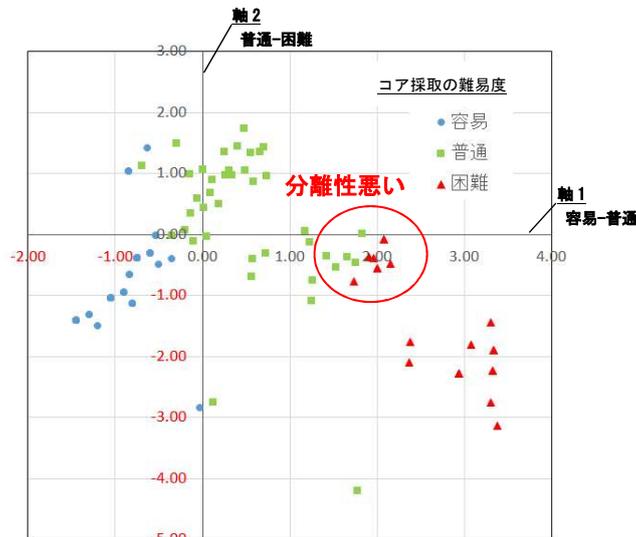


図-4 コア採取の難易度の判別分散図(2軸評価)

現在設定されている各要因「重み」は十分な議論の上で設定された重みである。

多くの経験者によるアンケート結果と見なす

これを一対比較した場合の日本語での表現イメージは以下とする。

重み比率	5	5	3	3	1	1	2
現在の重み	破砕	キレット	構造	岩種	地下水	孔径	掘削深度
5 破砕		同じ	やや重要	やや重要	極めて重要	極めて重要	やや重要
5 キレット			やや重要	同じ	重要	重要	若干重要
3 構造					重要	重要	若干重要
3 岩種					同じ	同じ	深度が少し重要
1 地下水							深度が少し重要
1 孔径							深度が少し重要
2 掘削深度							

数値に直すると以下となる。(現在設定している重みに相互比率)

重み比率	5	5	3	3	1	1	2
現在の重み	破砕	キレット	構造	岩種	地下水	孔径	掘削深度
5 破砕		1.00	1.67	1.67	5.00	5.00	2.50
5 キレット			1.00	1.67	5.00	5.00	2.50
3 構造				1.00	3.00	3.00	1.50
3 岩種					3.00	3.00	1.50
1 地下水						1.00	0.50
1 孔径							0.50
2 掘削深度							

これを用いてAHP計算を行った。結果は以下のとおりである。

一対比較表	破砕	キレット	構造	岩種	地下水	孔径	掘削深度	ウェイト	最大固有値
破砕	1	1	1.67	1.67	5	5	2.5	0.25	6.9968
キレット		1	1.67	1.67	5	5	2.5	0.25	
構造			1	1	3	3	1.5	0.149	整合度
岩種				1	3	3	1.5	0.149	-0.001
地下水					1	1	0.5	0.049	
孔径						1	0.5	0.049	
掘削深度							1	0.100	整合比



図-5 重み係数の妥当性の検討

4. 今後の課題と展開

現在、「修正コア評価手法(案)」に対する妥当性を検証している。たとえば、図-4の分析では、一部で分離性の悪い箇所が見られるので、見直しが必要と判断される。今後は、「コア採取の難易度」や「コアの見栄え」の各項目についても統計処理などにより評価手法の妥当性や評価傾向についても、さらに検証を重ねていく。

《引用・参考文献》

- 1) 桑野他:全地連「技術フォーラム2016」熊本
- 2) 宮田他:全地連「技術フォーラム2017」旭川
- 3) 谷垣他:全地連「技術フォーラム2018」高松