

超音波式ボアホールスキャナ計測における孔内泥水の影響評価

(株)レアックス ○加藤 欣也、石井 啓滋、喜多 淳滋

1. はじめに

超音波スキャナ（USS：Ultra Sonic Scanner）は、光学式カメラ（ODS：Optical Digital Scanner）による視認が困難な泥水環境下においても、孔壁イメージングが可能な孔内検層技術の1つである。一般に、USS計測は孔内の泥水性状の影響を受けることが知られているが、その影響の程度については把握されていない。

そこで本論では、泥剤の種類及び濃度を变化させた室内試験により、その影響を評価した。

2. 試験条件

(1) 使用機器の特徴

試験に使用した機材は、ODS 及び USS である。ODS の特徴は孔壁全周の定方位連続画像を光学的にフルカラーでデジタル記録するのに対し、USS は1.0MHzの超音波を360° 円周方向に回転させながら発信し、反射強度と反射到達時間の2つのデータを取得して孔壁イメージングを行うものである。

(2) 模擬試験孔の作成

模擬試験孔は VU125（内径125mm、塩ビ管）を使用した。試験孔には、孔壁画像の鮮明度を評価するために、以下の加工を施した（図-1参照）。

- ①塩ビ管の切断（岩盤割れ目を想定）
- ②塩ビ管の凹凸加工（孔壁の凹凸を想定）
- ③インスタントセメント、ゴム系接着剤による加工（塩ビ管との質感の違い）

(3) 泥剤の種類と濃度

試験に供した泥剤は、調査ボーリングで使用されている泥剤の中で代表的な『ベントナイト（BEN）』『イーゼードリル（EZ）』『TK-60B（TK）』の3つを選定した。表

-1に各泥剤の性状を示す。

試験濃度は各資料^{1), 2)}に掲載されている標準濃度を参考としたが、現場では標準濃度を超過した使用も予想されるため、より高濃度の条件においても試験した。

各泥水は作泥後1～3日程度静置させてから試験したが、試料攪拌による影響を評価するため、泥水の色が透明で気泡混入等の状況を目視できる試験濃度0.2のTK泥水では攪拌直後の試験を加えた。また、作泥後の泥水の濁度（NTU）、仮粘度（s300/300）を測定した。一般的に、泥水の粘度にはファンネル粘性（s500/500）が用いられるが、本試験で用いた泥水の粘度が高く、一般的な方式では測定不能であった。そのため、本試験では仮粘度として、より流出口の大きい漏斗を用意し、一定量の泥水が漏斗を流下し終わるまでの時間を計測した。

表-1 各泥剤の性状

泥剤 ()は略称	ベントナイト (BEN)	イーゼードリル (EZ)	TK-60B (TK)
主成分	モンモリロナイト	PHPAポリマー	特殊高分子ポリマー
泥水の色	乳灰色	白色	透明色
形状	粉体	液体	粉体
ファンネル粘性 (s500/500)	25～35	25～35	—
標準濃度 (g/清水100ml)	0～5	0.1～0.3	0.15～0.20
試験濃度 (g/清水100ml)	0.5、3.0、5.0、 10	0.1、0.5、1.0、 2.0、3.0、4.0、 5.0	0.2（攪拌直後含む） 0.5、1.0

3. 結果

USS の反射強度による孔壁画像の鮮明度を評価するため、模擬試験孔の加工箇所に対比される孔壁画像の各箇所について、鮮明度の程度を3段階で区分した。鮮明度の評価については、前章で示した①の割れ目の判別を重視して、①～③全ての判別が容易であれば◎、①以外の判

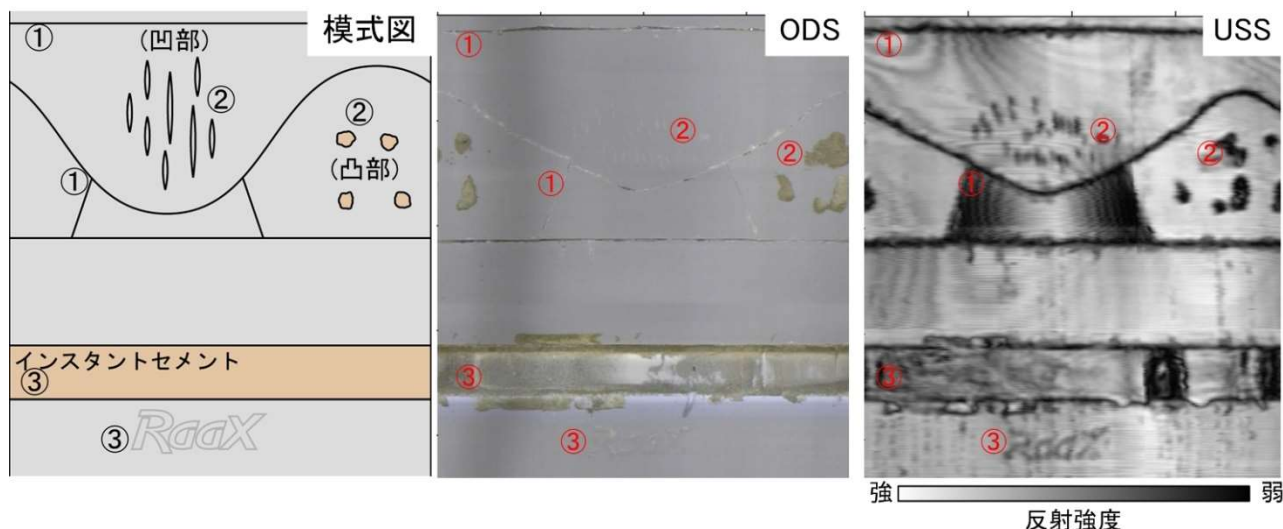


図-1 模擬試験孔の孔壁画像

別が困難もしくは全く判別できない場合は△、①の判別が困難もしくは全く判別できない場合は×と評価した。

表-2にUSS孔壁画像における鮮明度の区分と評価結果を示す。

4. 考察

図-2に泥剤の濃度変化による鮮明度評価を示す。

(1) 鮮明度と濃度の関係について

3種の泥剤について、標準濃度内の鮮明度の評価は概ね清水と同様であった。一方、標準濃度を超過した場合、鮮明度の評価は△または×であったが、濃度と鮮明度の関係性は明確ではない。

(2) 鮮明度と濁度の関係について

濁度が0～10000NTU程度の泥水について、鮮明度の評価は◎または△であった。一方、濁度が最も高い試験濃度10のBEN泥水（24000NTU）について、鮮明度の評価は×であった。一般的に、超音波は伝播媒体に含まれる粒子等によって減衰することが知られており、ベントナイト泥水中の粒子の影響により、鮮明度が低下したと考えられる。

(3) 鮮明度と仮粘度の関係について

EZ泥水とTK泥水については、濃度が高くなるに従い仮粘度が増大しているものの、鮮明度の評価に変化はない。また、BEN泥水については、濃度によらず仮粘度はほぼ一定であり、鮮明度との関係は明確ではない。

(4) 鮮明度と攪拌の影響について

試験濃度0.2のTK泥水については、通常時（攪拌無）における鮮明度の評価が◎であったのに対し、攪拌時では×に転じている。これは攪拌によって生じた気泡が、超音波を減衰させたため、鮮明度を著しく低下させたと考えられる。

5. 結論

- 代表的な3種の泥剤について、一般的な標準濃度の範囲では、USS計測による割れ目の鮮明度に重大な影響は認められない。
- 泥水の濁度が著しく高い場合（例えば、24000NTU程度）、鮮明度は低下する可能性がある。
- 泥水中の気泡等の存在により鮮明度が著しく低下する場合があるため、その対処法として、作泥後の泥水を一定時間（例えば、1日程度）静置させる等の工夫が考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) TK-60B 使用説明書, 株式会社テルナイト
- 2) 全国地質調査業協会連合会編: ボーリングポケットブック [第5版], p.166, 2013.9.

表-2 USS孔壁画像における鮮明度の区分と評価結果

泥剤 (0は標準濃度)	試験濃度 (g/清水100ml)	区分			評価	濁度 (NTU)	仮粘度 (s300/300)
		①	②	③			
BEN (0~5)	0.5	2	2	2	◎	1200	2
	3.0	2	2	2	◎	7200	2
	5.0	2	2	1	△	12000	2
	10	0	0	0	×	24000	2.3
EZ (0.1~0.3)	0.1	2	2	2	◎	120	2.1
	0.5	2	1	1	△	600	4.6
	1.0	2	1	2	△	1200	6.3
	2.0	2	1	0	△	2400	19
	3.0	2	1	1	△	3600	45
	4.0	2	1	0	△	4800	78
TK (0.15~0.2)	0.2	2	2	2	◎	0	2.2
	0.2(攪拌時)	1	0	0	×	0	2.2
	0.5	2	2	1	△	0	3
	1.0	2	1	0	△	0	11
cf)清水	-	2	2	2	◎	0	2

【区分凡例】

2点:加工箇所の判別が容易。1点:加工箇所の判別が困難。

0点:加工箇所が全く判別できない。

【評価基準】

◎:①~③の全てが2点。△:①以外が0~1点。×:①が0~1点

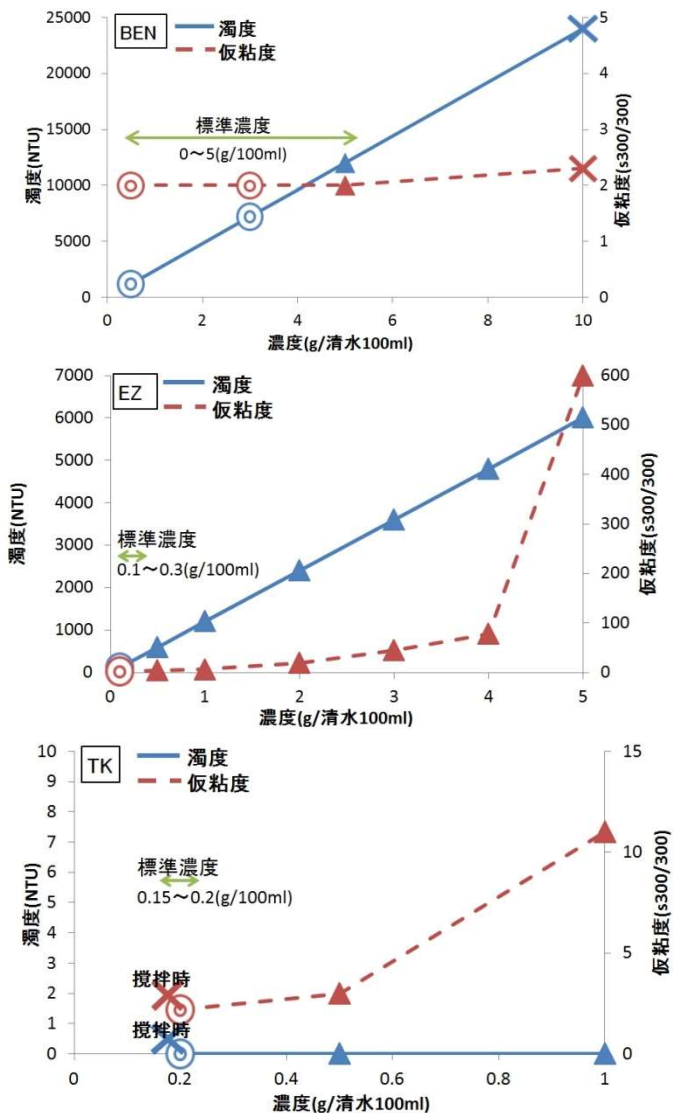


図-2 泥剤の濃度変化による鮮明度評価

(上:ベントナイト 中:イーゾードリル 下:TK-60B)

グラフ内のマーカーは表-2の評価に準ずる。