

ボーリング孔を用いた可燃性ガス調査の事例

興亜開発株式会社 中部支店 ○杉本 佳優, 森山 登

1.はじめに

本調査は丘陵地において計画されているシールド工の設計施工に伴い実施された既往地質調査の追加調査として2箇所のボーリング調査を実施した。

調査項目の一つであるメタンガス調査について、微量であるが既往調査および本調査ともにメタンガスが検出された。既往調査と本調査とでメタンガスの調査頻度(回数および検体数)に対するメタンガス検出数の傾向に差がみられた為、本報告では既往調査と本調査の結果を整理し要因の考察を行った。

2.調査対象地盤について

調査地は起伏を伴う丘陵地にあたり、シールド計画区間において本調査および既往調査が実施されている。

丘陵地を形成する地質は新第三期 鮮新世の粘性土、砂質土、礫質土からなり、粘性土においては固結状を呈す。N値は地表部付近等を除き概ね50以上を呈する。

図-1に今回実施した追加調査の簡略柱状図を示す。同図には計画されているシールド通過断面を示した。メタンガスの詳細調査(遊離ガス採取、地下水溶存ガス採取)はシールド通過断面における砂質土を対象に実施した。

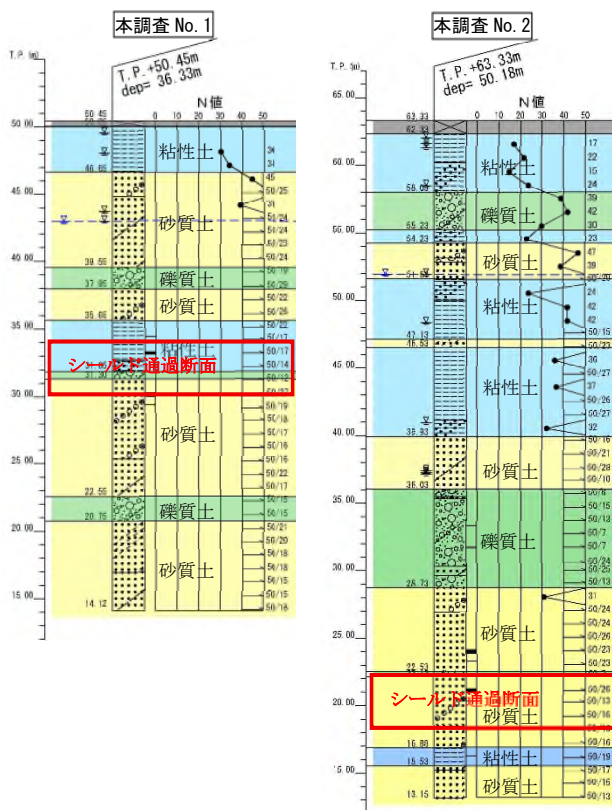


図-1 本調査の簡略柱状図

3.メタンガス調査方法

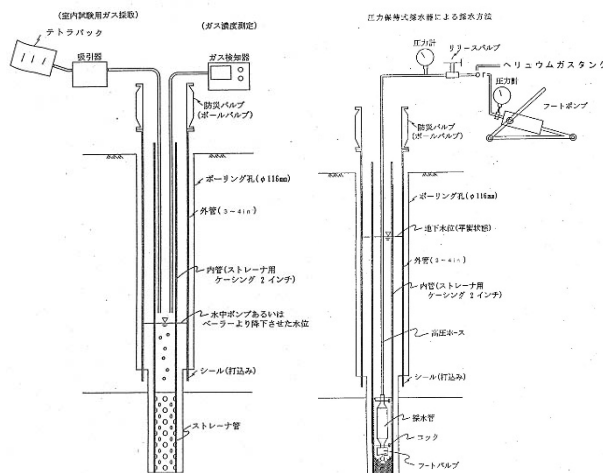
メタンガス調査はポータブルガス検知器による孔口の遊離ガス簡易測定および、室内分析の為の詳細調査として孔口の遊離ガス採取および地下水溶存ガス採取を実施した。

遊離ガスは孔口で捕集バッグに密封して採取し、地下水溶存ガス分析の為の地下水採取には、圧力保持式採水器を使用した。圧力保持式採水器は地下水に圧力(間隙水圧+大気圧)を保持した状態で採取する採水器である。

メタンガス調査にあたっては、孔内の掘削泥水を清水で洗浄後、孔内水を地下水に置換する為に自然地下水位(清水位)を目安とした孔内水容積の3倍程度以上を揚水した。

孔内水揚水後に孔口のケーシングパイプに防災バルブを設置して孔口を閉塞した後、本調査では24時間以上経過後にポータブル検知器による遊離ガスの簡易測定および遊離ガス採取、圧力保持式採水器による地下水採取を実施した。

図-2にメタンガス調査(遊離ガス採取、地下水溶存ガス採取)の概要図を示す。

図-2 遊離ガス採取、地下水溶存ガス採取の概要図¹⁾

4.メタンガス調査結果

表-1にメタンガスをはじめとする地中ガスの特性を示す。同表よりメタンガスの爆発濃度は5.3vol%~14vol%とされており、メタンガスの濃度の表示について爆発下限値の5%を100%LELとされることが多い。

本調査結果におけるメタンガス濃度を%LELの単位で整理するものとした。

表-2に本調査および既往調査によるメタンガス調査結果を整理した集計データを示す。

表-1 ガスの特性他²⁾

ガスの種類	ガスの特性 ^{a)}			予想される 障害・危険	法令上 ^{c)} 、就 労禁止すべき 値
	比重 ^{b)}	色・臭気等	燃発限界（容積%）		
一酸化炭素（CO）	1.0	無色・無臭	12.5～74	中毒・爆発	100ppm
炭酸ガス（CO ₂ ）	1.5	—	—	酸素欠乏症	1.5%
硫化水素（H ₂ S）	1.2	無色・腐卵臭	4.3～45	中毒・爆発	10ppm
酸素（O ₂ ）	1.1	無色・無臭	—	酸素欠乏症	18%
メタン（CH ₄ ）	0.6	無色・無臭	5.3～14	爆発	1.5% ^{d)}

^{a)} 人体に対する症状は、濃度と経過時間によりそれぞれ異なるので、労働科学研究所：現代労働衛生ハンドブック等の文献を参考にするのがよい。

^{b)} 気体の標準状態（0℃、1気圧）における同じ状態の空気に対する比重

^{c)} 労働安全衛生規則、酸素欠乏症防止規則、労働省告示等

^{d)} メタンの爆発下限値は5.3～14%であり、安全衛生規則によれば「可燃性ガスの濃度は爆発下限値の30%以下」と規定されており、1.5%としている。

表-2 本調査および既往調査のメタンガス調査結果

			(単位)	本調査	既往調査
調査箇所数			(箇所数)	2	28
孔口簡易測定	遊離ガス	測定回数	(回)	3	47
		検出回数	(回)	2	18
		検出率	(%)	67	38
		最小値	%LEL	0	0
		最大値	%LEL	3	9
		平均値	%LEL	1.7	1.1
詳細調査	遊離ガス	分析検体数	(検体)	2	21
		検出数	(検体)	1	0
		検出率	(%)	50	0
		最小値	%LEL	<0.2	<0.2
		最大値	%LEL	0.036	-
		平均値	%LEL	-	-
	地下水溶存ガス	分析検体数	(検体)	2	21
		検出数	(検体)	2	1
		検出率	(%)	100	5
		最小値	%LEL	0.020	<0.002
		最大値	%LEL	2.8	0.002
		平均値	%LEL	1.410	-

(1) 孔口簡易測定(遊離ガス)

本調査では3回測定し、2回メタンガスが検出された。
既往調査では47回測定され、18回検出された。

検出率は本調査が67%、既往調査が38%であった。

(2) 詳細調査(遊離ガス)

本調査では2検体分析し、1検体でメタンガスが検出された。既往調査では21検体分析し、検出数は0検体であった。

検出率は本調査が50%、既往調査が0%であった。

(3) 詳細調査(地下水溶存ガス)

本調査では2検体分析し、2検体ともメタンガスが検出された。既往調査では21検体分析し、1検体が検出された。

検出率は本調査が100%、既往調査が5%であった。

5.まとめ

本調査2箇所におけるメタンガス調査は、孔口簡易測定3回、詳細調査2検体と少ないが、既往調査28箇所の孔口簡易測定47回、詳細調査21検体に対してメタン

ガス検出率が高かった。既往調査の孔口簡易測定では47回のうち18回でメタンガスが検出され、最大値で9%LELが検出されているが、詳細調査ではほぼ検出されていない。

既往調査でメタンガスの検出率が低い要因について下記可能性を考えた。

(1) 調査時期による可能性

- ・既往調査：10月～2月
- ・本調査：4月～5月

既往調査は秋期から冬期へと降水量が減少していく時期にあたり、自然地下水位の低下に伴う水圧の減少で溶存ガスが遊離し、地下水中に賦存しているガス量が減少した可能性が考えられる。

(2) 調査対象地下水の違いによる可能性

本調査および既往調査はシールド計画区間沿いに配置され、同じ地質時代の地層が分布する丘陵地にあたる。分布する地層は傾斜しているため、調査対象となる帯水層は複数層にわたり、メタンガスの賦存程度に差がある可能性が考えられる。

(3) 作業用水および泥水回収容量不足の可能性

孔内洗浄および揚水による地下水置換に必要な作業用水および排出される泥水の回収容量が不足することで、孔内水の地下水置換が不十分となる可能性が考えられる。

現場状況により作業用水の運搬が必要な場合もあり、十分な水量を確保できない可能性も考えられる。

(4) 防災バルブおよびケーシング継ぎ目のシール不良の可能性

ケーシング孔内の気密状態が不十分で貯留されたメタンガスが漏出し、正確な調査が行えなかった可能性が考えられる。

今回の調査地で検出されたメタンガス濃度は微量であったが、本調査と既往調査で検出率の差がみられ、その要因を考察した。

シールド工の設計施工に伴うメタンガスのリスクに対して、シールド坑内など閉塞された空間や粘性土が傘のようにキャップ層として分布している箇所では貯留し濃度が高まる可能性があるため留意が必要であると評価した。

ボーリング調査の現場は様々な制約や条件が生じる可能性があるが、調査手法を適切に遂行してより正確な調査結果の把握に努めることが大切であると考え。

《引用・参考文献》

- 1) 改訂版現場技術者のための地質調査技術マニュアル（2015）：（一社）関東地質調査協会，pp. 189.
- 2) トンネル工事における可燃性ガス対策技術基準：大阪市交通局，pp. 19-1-19-35.