

労働省産業安全研究所 正 前 郁夫

" 花安繁郎

" ○ 鈴木芳美

1. まえがき

昨今のトンネル建設工事のなかには、環境保全や用地確保などの問題等から路線設定などの多くの制約を受けメタン等の可燃性天然ガスを保有する箇所での工事が増えている。これに伴って、可燃性ガスの湧出によるガス爆発災害の発生あるいはその危険性を有するトンネル工事は数量ともに増加し、現在施工中のそのようなトンネルは全国で30区以上になる。また実際にガス爆発等による労働災害を経験したトンネル工事は、重大災害のみを取上げても最近1年間で11件に達している。このような状況のもとで、筆者等はトンネル建設工事におけるガス爆発による労働災害の防止を目的として、全国各地の可燃性天然ガス湧出トンネル工事現場における施工状況についての調査を行った。今回はこれらの調査結果の概略について報告すると共に特にトンネル工事で遭遇する可燃性天然ガス湧出地層に関する若干の検討結果について述べる。

2. 湧出可燃性ガスの種類及び地質特性

問題となる可燃性天然ガスは、その生成原因や存在形態などからは、油田ガス・炭田ガス・水溶性ガスなどに分類できるが、その組成等に若干の差異はあるもののいずれもメタンを主体とするガスと考えてよい。トンネル工事等で遭遇するこれらのガスは、いわゆる山岳トンネルにあっては油田ガス、平野部等でのシールドトンネルにあっては水溶性ガスが主なものであり、各々全国に広く分布するもののそれらを保有する地層や地質構造には特徴があり、マクロ的に見るとガス湧出地層はかたより特定できると考えられる。特に油田ガスにあっては、油田ガスの存在を規制する地質条件（ガスの生成・移動・集積を可能とする条件）を考慮すると地質時代・地質構造・岩相等からその存在有無をかたより推定できる。図-1は、油田ガス分布地域のうち代表的な地域の標準層序を示したものであるが併せて当該地域内にある今回の調査トンネルの幾つかについてその掘進地層の範囲とガス湧出の

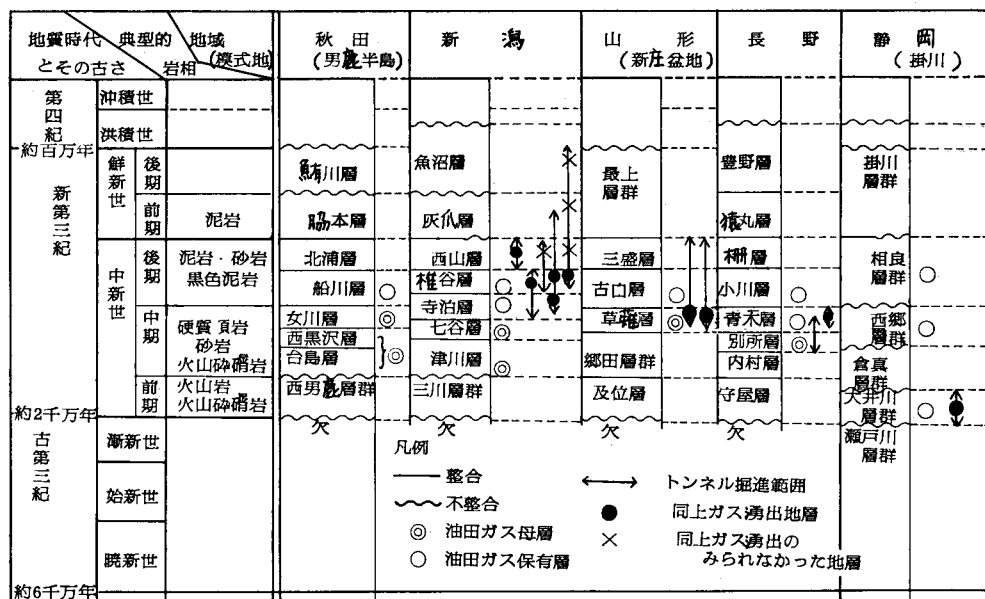


図-1. 油田ガスの標準層序とガス湧出状況

有無とを調査した結果を対比させて記号で示したものである。図に示されるように、工事中のガス湧出は、ガス母層・ガス保有層とされる地層あるいはそれに対比される地層にほぼ限られている。

3. ガス湧出パターン

施工現場におけるガスの湧出パターンは、今回の調査対象トンネルにおけるガス湧出状況からは、1)微量で定常的な湧出、2)ある程度量の短期的・突発的な湧出、3)大量かつ長期間に亘るかたよりの圧力を有する湧出、の3種類に大別される。実際の施工や労働災害防止の上で問題となるのは、2)、3)タイプの湧出であるが、これらの湧出地点を詳細に検討すると各現場とも地質的には、褶曲・断層・破砕帯・層厚等の地質構造上の要因あるいは成層状況の変化・岩脈・亀裂の存在・岩相変化等の岩相上の要因が必ず指摘でき、ガス湧出を念頭に置いたより詳細な事前の地質調査が災害防止につながると考えられる。

4. ガス湧出トンネルの施工状況調査結果

表-1は今回の調査結果の概略である。各現場とも湧出ガスに対する基本的な対応方は共通で、定常的なガス湧出に対しては、送気による希釈・濃厚低下を計り換気によるこれらの排出、また突発的な大量のガス湧出に対しては、ガス検知によるこれらの把握とともに基づく電源遮断・作業員避難等の措置との2本立てである。しかし換気方式・検知警報システム・防爆機器の使用状況等の細部については、各現場の諸条件・施工方式などによる差異が大きい。また湧出ガス量の予測・算定には事前調査ボーリング等を用いたガス吸引試験やコア採取によるガス抽出試験等の結果が用いられたものが多いが、施工区域全域をカバーできる性質のものではなくまた突発的なガス湧出を予測できるものでもない。これらはガス湧出トンネル工事における今後の問題点と言える。したがって先進ボーリングによるガス状況の事前チェックは実際の施工の中で大きな比重を占めると考えられる。表-1には各現場の先進ボーリング実施状況を併記したが全体の施工計画との関連等からその施工状況は各現場毎に差異も大きく、有効な湧出ガス対策とするために検討すべき点が多く残されている。

表 - 1 調査トンネルの状況一欄

番号	種類	場所 (県)	断面 (m ²)	主な掘削方式	掘進地層	湧出ガス 種類	湧出ガス濃度 の状況(実績)	基本的な 換気方式	定置式 検知・警報 設備の有無	防爆機器・ 設備の有無	水平先進ボーリング	
											掘孔長(m)	本数
1	道路	静岡	108	側壁導坑上半	新第三紀中新世	油田系ガス	～3.0% (掘孔中)	送排気併用	有	無	22～102	2
2	道路	〃	108	側壁導坑上半	〃	〃	～1.0% (掘孔中)	送排気併用	〃	〃	60～100	3
3	鉄道	長野	62	上半先進	〃	〃	～1.0% (掘孔中)	送気、坑道排気	〃	未	15～20	1
4	鉄道	〃	67	底設導坑上半	〃	〃	～5%以上(亀裂中)	排気、坑道入気	〃	無	5～10	1
5	鉄道	〃	67	底設導坑上半	〃	〃	～3.8% (掘孔中)	送気、坑道排気	〃	〃	30	2
6	道路	新潟	137	側壁導坑上半	新第三紀 新第三紀・中新世	〃	未検出	排気、坑道入気	〃	〃	50	1
7	道路	〃	137	側壁導坑上半	〃	〃	未検出	排気、坑道入気	〃	〃	50	1
8	道路	〃	137	側壁導坑上半	新第三紀中新世	〃	～1.5% (気流中)	送気、坑道排気	〃	〃	20～50	1
9	道路	〃	137	側壁導坑上半	〃	〃	～1.5% (気流中)	送気、坑道排気	〃	〃	15～50	1
10	鉄道	〃	77	上半先進	〃	〃	～2.6% (気流中)	送気、坑道排気	〃	一部	3	5
11	鉄道	〃	77	中央導坑	〃	〃	～0.8% (気流中)	送気、坑道排気	〃	〃	3	
12	水路	山形	7	全断面	〃	〃	～4.8% (掘孔中)	送気、坑道排気	〃	〃	50～60	2
13	水路	〃	14	全断面	〃	〃	～10.0% (掘孔中)	送気、坑道排気	〃	〃	10～20	2
14	水路	〃	11	全断面	〃	〃	～10.0% (掘孔中)	送気、坑道排気	〃	全	10～40	2
15	下水道	滋賀	12	泥水シールド	沖積世・洪積世	水溶性ガス	～6.8% (調査中)	排気、坑道入気	〃	一部	調査ボーリング	7
16	下水道	〃	14	圧気シールド	〃	〃	～17.6% (観測孔中)	送排気併用	〃	無	〃	15
17	下水道	〃	16	泥水シールド	〃	〃	～0.2% (天盤)	送気、坑道排気	〃	〃	〃	10
18	下水道	〃	08	推進	〃	〃	未検出	送気、坑道排気	無	〃	〃	5
19	水路	北海道	6	全断面	新第三紀 新第三紀・中新世	油田系ガス	0.2% (気流中)	排気、坑道入気	〃	〃	12～38	1
20	上水道	長野	7	全断面	新第三紀中新世	〃	～2.0% (掘孔中)	送気、坑道排気	有	全	40	1

参考文献

- 1)金原他「天然ガス」(朝倉書店)、昭33 2)高木、トンネルと地下、Vol. 8, No. 3, PP13～21
3)鈴木他、産業安全研究所特別研究中間報告、昭54.5, PP1～29 4)地学事典(平凡社)
5)日本油田・ガス田分布図、地質調査所 6)地層名辞典、日本地質学会編