

圧気掘さくによる砂れき屑の発熱について

大阪市交通局 ○正員 道田淳一
 同 上 正員 春名富生
 同 上 正員 大櫃和也
 佐藤工業船場作業所 正員 竹内 修
 同 組恵美須出張所 正員 津久井真一

1. まえがき

大阪市の地下鉄堺筋線のトンネル建設に当って、2つの区間で圧気シールド工法が用いられたが、これらの区間で切羽の発熱や、沿道地上への蒸気の発生といった発熱現象がみられ、その後、ずい道内への酸性地下水の湧出があった。直ちにこの原因を究明するため、一連の測定を実施したが、ここに現在までの結果を報告するものである。

2. 2つの発熱現象

日本橋シールド（日本橋-恵美須町間）：昭和42年11月1日、土かぶり約8m、作業気圧0.4kg/cm²で南行軌道側NO62リングを推進掘さく中、真横の旧松坂屋ビルに沿って約80m間の歩道に蒸気の噴出があり、その温度は86℃にも達した。（図-3） 続いて1月5日ずい道内の高压パイプが地下水により腐蝕し漏気しているのを発見し、地下水を検査すると、PH2.4でSO₄が25,900ppm含まれていた。

船場シールド（堺筋本町-長堀橋間）：昭和43年1月30日、土かぶり9m、作業気圧0.4kg/cm²で南行軌道を掘進中、NO100リング附近においてシールド切羽部分が異常に熱く臭気があるのに気づき切羽の温度を測定したところ、砂れき屑が47℃の高温となっていた。（図-4） この高温は約30mの推進によって消滅したが、NO103リングから湧出した地下水を分析したところ、PH3.5でSO₄を5,600ppm含有していた。

3. 各種の測定およびその結果

漏電検査：シールド機械と大地間の絶縁を測定したが異状は認められなかった。

温度測定：発熱地帯附近にボーリング孔を設け、深さに応じて検査を行った。（図-2）

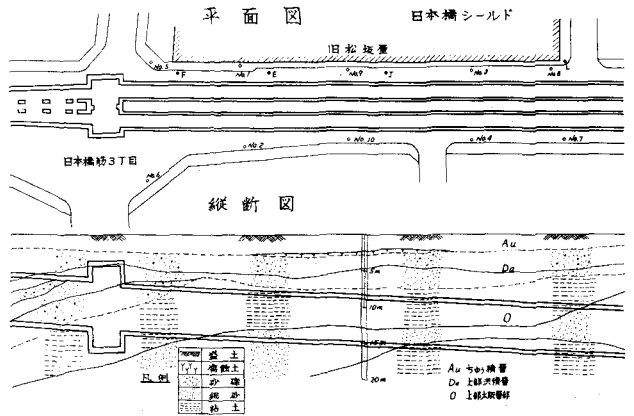


図 - 1

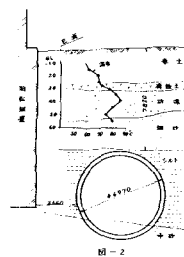


図 - 2

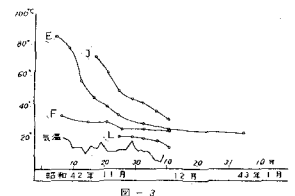


図 - 3

100リング切羽断面 船場シールド

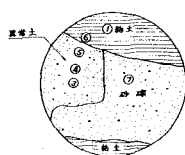


図 - 4

酸性地下水の分布：ずい道内の漏水をPH試験紙（東洋濾紙製）でその分布を調査したところ発熱箇所と一致していた。

土質の調査：ボーリングを密に行って資料を採集するとともに、地質の構成をしらべ柱状図を作成した。（図-1）

土の吸気性の測定：資料を空気とともに密封して放置しておいたところ、周囲の空気の減少がみられた。

土の化学性の測定：資料のPHをPHメーターにより測定し、また酸化還元電位(EH)を測定して土の活性をしらべた。

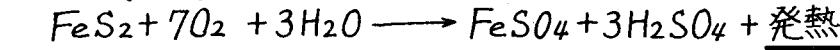
土の分析：資料を定量分析して硫化物(S²⁻)の含有量と可溶性硫酸(SO₄²⁻)の含有量をしらべ、またX線分析法による定量分析の結果、パイライト(FeS₂)の存在が認められた。

表-1、図-5はこれらをまとめたものである。

4考察

以上の各種の測定結果から次のことが考えられる。

(1) 発熱は砂れき中に含まれるパイライト(FeS₂)を始とし、硫化物の酸化による発熱であり、その化学反応は、



と推定される。すなわち、作業室に加えられた圧さく空気が砂れき中を流れて行くとき、圧さく空気中の濃度の高い酸素が砂れき中の硫化物と反応して発熱し、その結果として硫酸が生成され、それが地下水とともに流出したものである。

(2) 発熱は主として砂れき層（図-2、4、5に表われている）で起っており、分析表（表-1）にも表われているようにS²⁻が多量に含まれていて、かつ酸化還元電位の小さい所があるので、将来もこの反応の起る可能性がある。

(3) 普通砂れき層のような水や空気の通りやすい地層には硫化物の存在がみとめられないと言われているが、土質柱状図をみると、発熱層の下部の大阪府群は断層が多く複雑であって、その上くぼんでいるところから、この部分はもと、川のような部分であったのだろう。そうして硫化物を含んだ砂れき層が堆積すると、すぐその上に粘土のような空気や水の透しにくい層で覆われるなど、特別な状態で堆積したものであろう。

なお本調査にあたり、大阪市立大学工学部三瀬貞教授、理学部鶴巻道二先生の指導を得たことを併記して、謝意を表わす次第である。

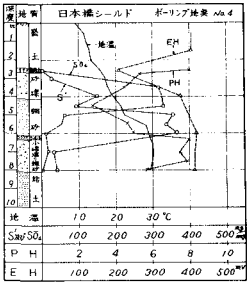


図-5

表-1

ボーリング 地 質	日 本 橋 シールド				船 場 シールド		
	No. 1 (55 リン)	No. 9 (83 リン)	No. 4 (110 リン)	No. 7 (140 リン)	G (78 リン)	C (130 リン)	D (159 リン)
深さ範囲(m)	6.0~7.5	4.5~6.5	3.5~6.0	3.5~6.0	8.5~9.0	10.5~10.0	12.0~13.5
土の 種 類	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂
温度(℃)	26~29	16~20	28~30	20~21	17.6	28~29	27
P H	2.4~2.8	2.8~3.6	2.8~5.2	3.8~6.9	7.7	3.5~3.7	5.5~5.8
E H (mv)	425~530	305~400	347~422	320~400	70	430	390~440
S ²⁻ (%)	—	330	330~370	120~2640	1522	—	30
SO ₄ (%)	232~306	356~400	316~300	23~41	0	110	12
測 定 日	昭和43年2月30日~43年4月20日				昭和43年6月16日~43年8月5日		