

動力炉核燃料開発公団 久保 恭輔
三重県環境衛生検査センター 金子 誠二
大成建設(株) 正会員 ○ 原田 史也

1. まえがき

中央自動車道・恵那山中津川方トンネルを掘進中、坑口から工区境(約4.3km)にかけていくつかの「被圧水帯」と「土石流」などに遭遇し、その都度工事は難工を極めた。さて、「濃飛流紋岩類」(中生代 白亜紀後期)の坑内で「被圧水帯」などに次の特徴が見られた。

- 1) 中津川方からみて 逆さ目(サシ目)の断層破砕帯が大部分を占めた。
- 2) 下盤側に、緑色沈澱物により全面おゝわれた黒緑色角礫状のもの、緑色粘土状のものなどが多量に存在する場合があった。
- 3) 2)のような場合に、最初に還元性の水が湧出する傾向がみられた。
- 4) 緑色化したものが多いと「被圧水帯」或いは「異常地圧」を伴う悪地質に遭遇する公算が高い。

これらの関係について考察を試み、半定量的試験を実施した。また、以下述べる「迅速判定法」が実用上も効果的であることがわかったのでここに報告する。

2. 地下水

- 1) 恵那山中津川方トンネル付近一帯を構成している「濃飛流紋岩類」は多くの断層運動により、著しい破砕を受けている。

- 2) 破砕帯は地下水の移動蓄積する場となりやすく、新鮮な岩体よりも風化作用を受けやすい。

- 3) 一般的に(深層)地下水は還元的条件をもっている。

- 4) 緑色沈澱物は堀削ズリ出し後、坑外で風化して容易に緑色から褐色に変化した。

これらの検討にあたり、地下水の調査も実施した。

このトンネルの地下水は、図-1に示すように「Na+K・HCO₃型」である。

また、表-1・図-2に示すように井戸・沢水などは「酸化型」に属するが、「被圧水」「異常地圧」を伴う地下水は「中～強・還元型」を示す傾向がみられ、時間経過に伴って湧水は「酸化型」に移行した。

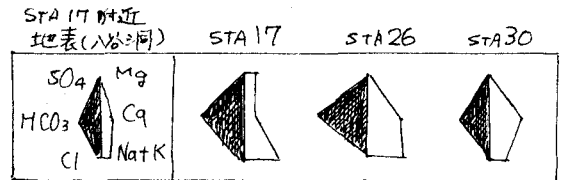


図-1 水の Hexadiagram

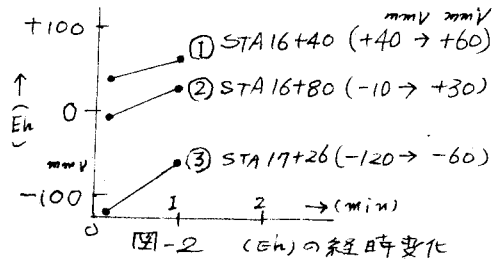


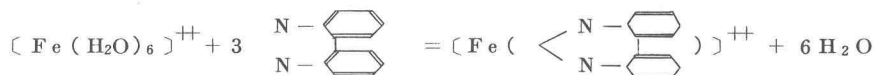
表-1 酸化還元電位 (Eh) の測定

坑内の湧水 恵那山中津川方トンネル (パロツトトンネル)				東濃地区の沢・井戸	
坑内位置	mV		坑内位置	mV	代表的測定値
STA 3+60	-30	被圧水	STA 11+58	+60	+100 ~ 200 mV
+70	-10		15+10	+60	
8+00	+40		16+40	+40	
+50	+60		+80	-10	
9+40	+80		17+26	-120	
					緑色 被圧水

3. Fe^{++} の定性

「還元型」の地下水中に存在する酸化されやすい物質は一般的に無機物 $Mn \cdot Fe$ が先ず考えられ、このうち Mn は黒色をなすから、緑色である Fe^{++} について定性を行なうことにした。

$\alpha - \alpha'$ Dipiridyl 酢酸溶液を緑色沈澱物に滴下すると緑色から直ちに赤色に呈色反応した。(写真-1 及びスライド参照) $\alpha - \alpha'$ Dipiridyl は Fe^{++} ion と次のような反応で赤色の錯化合物を形成する。



($\alpha - \alpha'$ Dipiridyl)

(赤色の錯化合物)

(Fe^{++} に配位している 6 個の水分子が 3 個のジピリジル分子に置き換え、安定な赤色の錯化合物を生成する。

したがって、この緑色沈澱物は Fe^{++} の化合物であると推定した。

4. X線回析

Fe^{++} 化合物は、空気中の O_2 にふれて Fe^{+++} 化合物となり(室内ではかなり日数がかかる)、緑色から次第に褐色化する。この褐色化した沈澱物について、X線回析による化合物の同定を行なった。

(Fe 化合物は $CuK\alpha$ の X線回析では Background が上がり同定しにくいので資料を乾燥し、コロジオン膜によって封入して行なった。) その結果、 $\alpha - FeO(OH)$ の化合物が同定された。

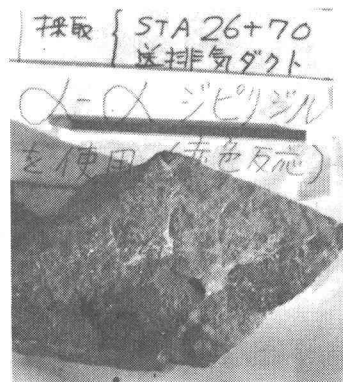


写真 - 1

5. 考察

(1) 成因の推定

緑色沈澱物は、還元性の強い地下水中で生成された Fe^{++} 化合物であろうと考えられた。

溶存 O_2 の少ない状態で Fe^{++} として溶液に存在していたものが PH その他の条件により、 $Fe(OH)_2$ のような化合物となって沈着したものと推定される。従って、この Fe の沈着物がみられることは、地下水が還元的な条件であると共に、沈着物を形成するに足る流れの状態を保つ貯留条件が存在したことが考えられる。

また、現在も緑色であることは、地下水面下という条件が保たれているものと考えられ、トンネル掘進に際して問題が起きる要素となる。

(2) 迅速判定法

施工中に $\alpha - \alpha'$ Dipiridyl 酢酸溶液滴下により、 Fe^{++} 化合物の存在を容易に且つ迅速に肉眼により確認することが出来る。

(3) トンネルへの応用

緑色化したら「被圧水帯」や「強地圧の作用」に遭遇する公算が高いという施工時の「経験則」の意義が上述した事柄により、(半定量的乍ら)裏付けられた。

また、上述の迅速判定によって赤色反応がみられた場合、施工上は次第に悪地質に遭遇すると受けとめ、事前に対策をとることが可能になった。また、施工中坑内換気には充分留意した。

6. あとがき

緑色沈澱物の X線回析にあたり、坂巻幸雄氏のご指導を受けた。 $\alpha - \alpha'$ Dipiridyl について、扇孝三郎氏、宮崎克之助氏から助言をいただいた。ここに紙上を借り謝意を表わす。

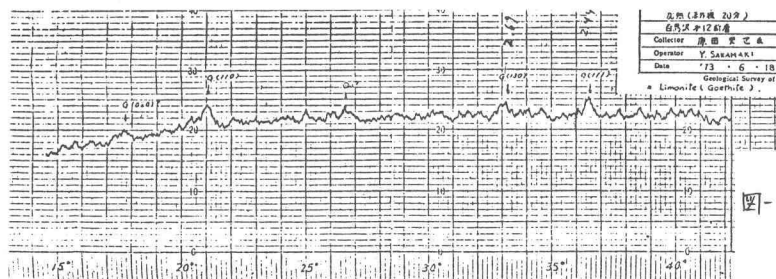


図-3