

A''₁がハッチング内に入る条件は

$$|a-b| > |c-d| \quad (2)$$

(この両辺が差の絶対値であることに注意)

この(1) (2)の両条件を満足すればcrankで、

(1)を満足しなければ外側拘束のlever,

(2)を満足しなければ内側拘束のlever,

(1) (2)を満足しなければ両側拘束のleverとなる。

3. 考 察

i. cとdとを入れかえてもaの運動条件は変わらない。

ii. aとbとを入れかえても、bはaと同じ性質の運動をする。

iii. aがcrankならば、 $ab < cd$ となる。(逆は真ならず、以下同様)

iv. aが外側拘束のleverならば $a^2 + b^2 > c^2 + d^2$

v. aが内側拘束のleverならば $a^2 + b^2 < c^2 + d^2$

vi. aが両側拘束のleverならば $ab > cd$

排水管の水垢附着防止に関する研究(1) 坑内水に関する二、三の知見

今 川 博, 吉 野 隆

1. 序 言

炭坑内の湧水は排水管を通して絶えず地上に排出されて居るが、これ等の管内には多量の水垢が単時日の間に厚く附着して管径を狭め排水能率を著しく低下させる。この対策としては従来、「ねずみ、ねこ」と稱するものを管内に入れその通過によつて水垢を掻き落して居る。

筆者等は水垢附着の機構を根本的に調査して、有効なる対策を得んとし先づ坑内水の種々の性質を調べた。これにつき報告する。

2. 坑内水の性状

新鮮な坑内水はわずかに黄色を帯び透明であるが、開放容器中では速かに濁濁し黄褐色の沈澱を生ずる。密閉容器中では沈澱の生成が遅く生成量も少い、坑内水のP_Hは3.5~8位の広い巾を持つものであるが筆者等の扱つたものはP_H 6附近である。坑内水の分析結果は第1表に示す。

この地方の坑内水が海水を混ざる事は周知であるが、Chlorinityから見ればその稀釈度は約2.7倍である、これにFe₂O₃, SiO₂等の地殻成分が加つて居る。

3. Scaleの性状

「ぬらぬら」とした黄褐色の物質であるが乾

第 1 表
坑内水の組成

全固形物	固形物の主要成分		
	酸化物	百分比	成分比
18.999g/l (食塩多量)	SiO ₂	0.107%	≒1/8
	Fe ₂ O ₃	0.808	1
	CaO	3.113	≒4
	MgO	1.649	≒2
	Cl-	6.9326g/l	
	SO ₄ ⁼	著 量	
	還元性物質	微 量	
炭 酸	1.335 · 10 ⁻³ mol. /l (大部分 遊離炭酸)		

燥したものは、褐色を帯びた黄色の塊で、指頭で圧すれば微粉状となる。主成分の含有率は第2表の如くである。

第1表及び第2表中の成分比から坑内水及びScale中の(Fe₂O₃+SiO₂)と(MgO+CaO)の比を見るとScaleの(Fe₂O₃+SiO₂)/(MgO+CaO)は坑内水のその6倍に近い。坑内水ではMgO, CaOがFe₂O₃, SiO₂に比しはるかに大きい事を考えると、Scale中のMgO, CaOは

第 2 表
Scale の組成

酸化物	百分比	成分比
SiO ₂	6.62%	≒1/4
Fe ₂ O ₃	29.3	1
CaO	13.01	≒1/2
MgO	16.01	≒1/2

Scale の含有水に伴はれるものが大部分と予想される。即Scaleの主要成分は Fe₂O₃、SiO₂であり従つて又これが Scale 生成の主因をなすものと考へられる。

4. Scale 附着機構の予想

上述の如く Scale 生成の主因は鉄、珪酸の化合物であるが、これ等がScaleとなる寸前では、電荷を帯びた Colloid 粒子として存在すると見るのが至当であり、この意味からは鉄管と液の電位差が Scale 生成の一要素と考へられる。又この様な Colloid 粒子が最初から Colloid 状態であるか或は二次的生成物であるかは考慮に値する点であるが、密閉容器中では沈澱物の生成極めて遅く、開放容器中で速かな事から溶存CO₂の逸出、空中酸素の酸化作用等が密接な関係を持つ事は明白であり、この事は Colloid 生成が化学平衡乃至は化学反応に起因する事を示して居る。即 Colloid 以前に溶解状態を考へるのが至当であり結局

溶解状態→析出→コロイド→沈積
の順序を経てScaleが生成されると予想される。

5. 実験

(4)の予想に基き次の実験を行つた。

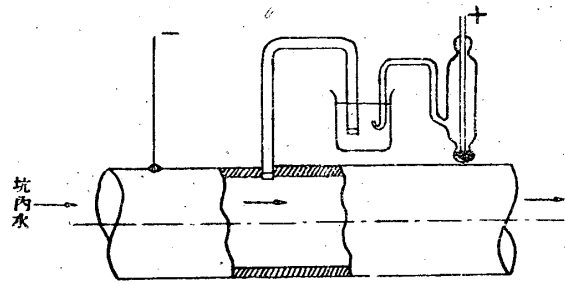
a) 鉄管と坑内水の間の電位差測定

第1図に示す如く塩橋を管壁に近く挿入しカロメル電極と電池を形成せしめて測定した。

鉄管は坑内水よりも0.27V (E_H) 負である。この電位が熱力学的なものであるか、或は流動電位的なものであるかは簡単に決定出来ないが、水酸化鉄の Colloid が多くの場合陽性である事を考へるとこの電位関係は Scale 生成に有利な条件である。

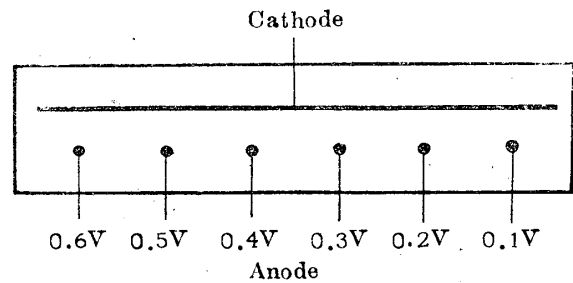
b) 電位とScale附着の関係

先づ第2図の実験を行つた。電位は分解電圧

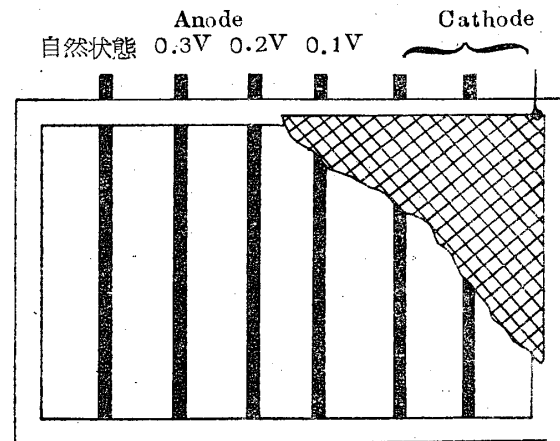


第 1 図

以下であり、且電極面積も小さいため電流は mA の程度である。予想の如く陰極には多量の Scale を生成し、陽極は電位が高い程 Scale 生成が少く、両極間電位 0.3V 以上の場合は殆ど Scale を生じない事が判明した。



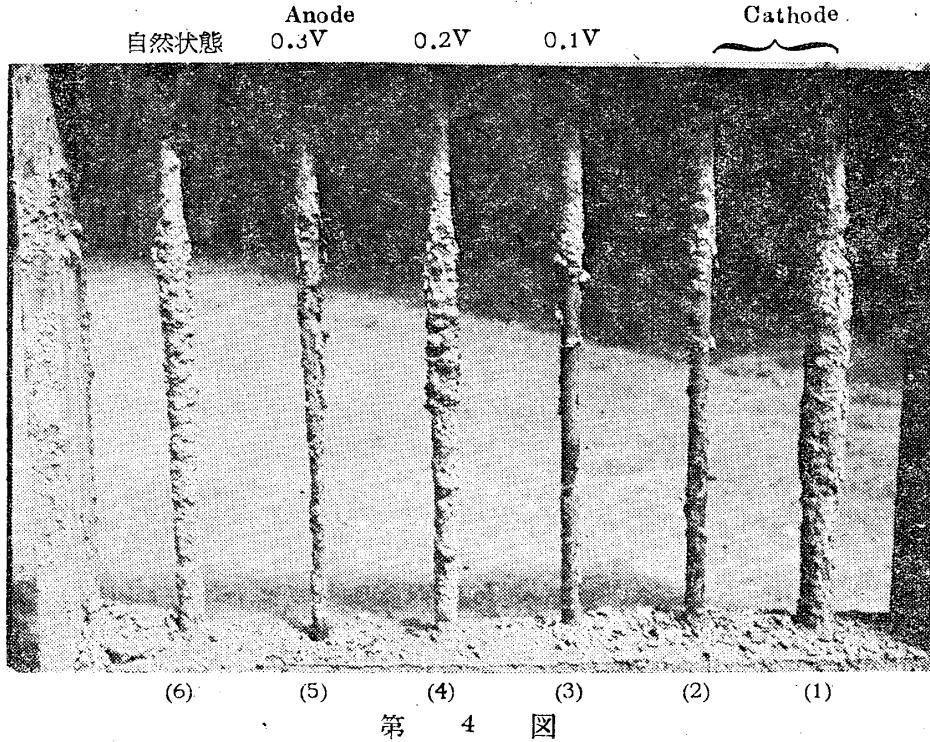
第 2 図



第 3 図

第3図は現場における実験である。6本の鉄棒を電極として、これを木枠で固定し排水管口に近く排水溝内の水中に全没せしめて電圧を与えた。最初は図中に示す如く鉄網陰極を配置したが、これに附着する Scale が網目を狭め水の流通を害するので中途からこれを除いた。しかも陽極配置は変更し得なかつたので、液一極間の電位は類似のものとなり不満足な実験となつたが1週間後の状態は第4図の如くである。極(1)及び(2)は共に陰極で Scale 附着量は最も

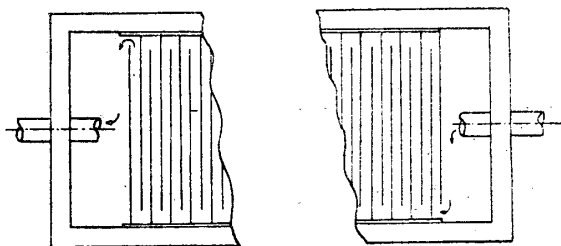
多く、かつ同程度であつたが極(2)は撮影前に脱落した。極(3)は(1)及び(2)について多量に附着していたがこれも脱落した。陽極は高電位になるに従つて附着量少く極(5)においては写真の示す如く既に鉄の溶出が起り極棒が細くなつて居る。電位の影響はまた Scale の硬さにも現れ、低電位極のものは脆さを感じる位の硬さを有するが高電位極のそれは殆ど泥状に近い。



第 4 図

c) 電気濾過

多数の正負極を具へた電解槽内に坑内水を通じ入口と出口の鉄含有量の差から電氣的濾過の能率を見んと試みた。槽の構造は第 5 図の如くである。槽は容積 $10 \times 10 \times 23 \text{cm}^3$ で正負各極は $10 \times 10 \text{cm}^2$ の極板 16 枚を有し極板の間隔は 5mm である。流量 224c. c. / min. 、流速 1.2cm/sec. 、極間電圧 1.0V 、回路電流 0.4A において 43% の鉄が除去された。現場実験であるため多数回の測定を行い得なかつたが電氣的濾過の有効な事



第 5 図

は明かである。

d) 炭酸ガス除去による水垢成分の沈澱効果
坑内水に空気を吹き込めば数分以内に Scale 成分が沈澱する。この事を定量的に行うため第 6 図の如き実験を行つた。即 CO_2 をあらかじめ除いた空気を吸入しつゝ、坑内水中の CO_2 を引出し、水酸化バリウム溶液に吸収せしめて、 CO_2 量を測定すると共に、沈澱物の量を測つた結果は次の如くであつた。

試料水 1000cc に対して

CO_2

$1.34 \cdot 10^{-3} \text{mol.}$

沈澱生成量

120mg (煅焼后)

沈澱物中の Fe_2O_3

38.3mg

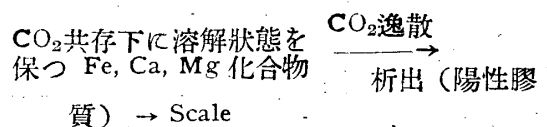
沈澱物中の Fe_2O_3 含有率は第 2 表に示した Scale 中の鉄含有率よりも低い。従つて沈澱物即 Scale 生成物質と考へる事は不当の様であるが、

坑内水の組成や Scale の組成は一定不変のものでなく、又沈澱物中の鉄化合物が主として Scale を作り他は流れ去ると考へれば沈澱物の除去即 Scale 成分の除去と迄は言い得るであろう。沈澱物を濾過した母液は殆ど無色透明で長期間放置するも濁濁を来さない。

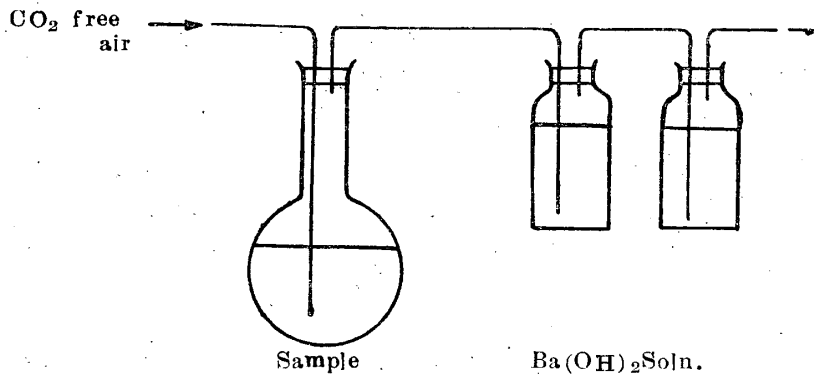
沈澱物が全部 Scale に変ずるとしてもその量は排水 1 ton に対して 120g に過ぎず案外に少ないものである。

6. 考 察

上記各種の実験から Scale 生成の経路は

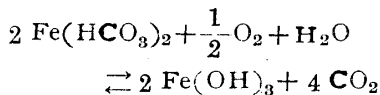


の如しと考へられる。 CO_2 共存下で溶解状態を保つものとしては重碳酸塩が先づ考へられ只今



第 6 図
坑内水中の炭酸の定量

の場合もこれであろう。重炭酸第一鉄を例にとれば、この場合は空中酸素による酸化も同時に行はれ



の如く $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が沈澱する。この平衡を概略 $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2] = K [\text{Fe}(\text{OH})_3] [\text{CO}_2]^2 / [\text{O}_2]^{1/4}$ と考へれば $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, $[\text{O}_2]$ は夫々一定温度において一定と考へられるから

$$[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2] = K' [\text{CO}_2]^2$$

となり、 CO_2 が零となれば $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ も零となる。又途中に炭酸鉄を生ずる変化も考へられるが、鉄の炭酸塩は殆ど完全に加水分解するものであるから、 CO_2 が逸出すれば

重炭酸塩 → 炭酸塩 → 加水分解生成物

の変化は速かに進行し鉄は完全に近く析出する。Ca、Mg も一部は重炭酸塩として存在すると考へられるが、之等も CO_2 逸出により炭酸塩として析出する。又これ等の沈澱生成に際し坑内水中に存在する浮遊物も一部は包含されて共

洗すると考へられる。この様な析出物は最初は膠状であり、比較的速かに凝集して沈澱生成に至ると見るのが妥当で、従つて電氣的附着を示すのは膠状状態の期間と言う事になる。この膠状状態の電荷は吾々の実験結果から見れば正であるが、その由来の究明は膠質全般に共通する困難事故只今は考へぬ事とする。

Scale 防止の方法として吾々は電氣的反撥、捕捉と CO_2 除去による Scale 成分の予備沈澱を考へる事が出来る。然し前者は只今の如く多量の塩類を含み、電導度高き水に対しては種々不都合を生じ、例へば電解を起す如きである。従つて後者によるのが良策と思へる。吾々の経験では一度沈澱した Scale 成分は、攪拌や、振盪で分散させても速かに再沈澱し、器壁に附着する傾向は殆どない。

この事から、ポンプに吸収する以前に空気吹込みによつて CO_2 を除去し、Scale 成分を沈澱させて置けば其後は単なる泥状物として排出し得るものと予想される。水 1 m^3 につき Scale 成分 120 g 、含有 $\text{CO}_2 30\%$ の程度であり、沈澱速度は大きく数分にして完了するものであるからその実施は左程困難はないものと予想される。

終りに本研究に対し研究費と実験の便を与へられた松浜炭坑並びに御指導や御斡旋を賜つた本学樋口教授に深謝の意を表する。

地震探鉱圖式解析に於ける誤差に就いて

宮 崎 健 三

I. 緒 論

現在地震探鉱法に於てその解析に図式解法が用いられて居る。この図式解析法を行うに當つて屈折角或は入射角は分度器により一度単位程度の精度に於て計られ、又層の厚さは 0.1 mm

程度の正確さに於て作図する事は困難な事であるので、この程度の誤差は常時生じ居るものと考へなければならぬ。そこでこれらの誤差がどの程度走時に影響を及して居るかを調べる事の必要性が痛感され此処に発表に及んだ次第で