

國際協力事業団
中華人民共和國
有色金屬工業總公司

No. 36

中華人民共和國德興銅鉍山 鉍廢水處理計畫調查

最終報告書

資料集

1995年3月

德興銅鉍山鉍廢水處理計畫調查共同企業體
代表者 三井金屬資源開發株式會社
構成員 同和工營株式會社

鉍調資

J R

95-111

JICA

中華人民共和國德興銅鉍山鉍廢水處理計畫調查

最終報告書資料集

1995
年
3
月

國際協力
機構

105
66.1
MPN

JICA LIBRARY



1123100 [8]

国際協力事業団

2016

JICA LIBRARY



1123101 [6]

28686

國際協力事業団
中華人民共和國
有色金屬工業總公司

中華人民共和國德興銅鉍山 鉍廢水處理計畫調查

最終報告書
資料集

1995年3月

德興銅鉍山鉍廢水處理計畫調查共同企業體
代表者 三井金屬資源開發株式會社
構成員 同和工營株式會社

国際協力事業団

28686

最終報告書 資料編目次

別冊資料 鉄酸化バクテリア法についての検討結果

表関係

第4章

- 河川等排水系の水量水質測定結果一覧表 (表4-1-1～表4-1-3)
- 雨量および蒸発量の測定解析結果一覧表 (表4-1-4～表4-1-6)
- 流出量、処理量解析結果一覧表 (表4-2-1～表4-2-3)
- 中和処理連続試験結果表 (1993年9月実施) (表4-4-6～表4-4-12)
- 中和処理連続試験結果表 (1994年7月実施) (表4-4-16～表4-4-30)
- 連続中和試験バランスシート (表4-4-31～表4-4-45)

第7章

- 機器仕様書 (7-5-2(a))
- 機械設備運転管理基準書 (7-5-2(b))
- 機械設備点検管理基準書 (7-5-2(c))
- 点検設備日誌 (7-5-2(d))

図面関係 (別函入り)

I 地質評価関係

第3章 3-3-2

- 北山・南山採掘場水質調査結果図 徳興一地質評価一001
- 祝家廃石場水質調査結果図 徳興一地質評価一002

第6章 6-1

- 新設廃水処理場建設候補地点調査結果図 徳興一地質評価一003

II 機械等設備関係

第6章 6-3

- 新規廃水処理場フローシート 徳興一設備設計A-001
- 新規廃水処理場位置図 徳興一設備設計A-002
- 新規廃水処理場配置図 徳興一設備設計A-003
- 新規廃水処理場設備概略図
 - a 2次中和混合槽 徳興一設備設計A-004
 - b 溢流分配槽付き水門ゲート 徳興一設備設計A-005
 - c 空冷塔及び循環槽 徳興一設備設計A-006
 - d 6 ϕ 軽油屋外貯蔵タンク及び防油堤 徳興一設備設計A-007
 - e 1次中和槽返送ポンプ回り 徳興一設備設計A-008
 - f 溢流液流送樋 徳興一設備設計A-009
 - g 新規廃水処理場歩廊 徳興一設備設計A-010

h	1次中和槽攪拌空気配管	.....	徳興一設備設計A-011
i	機械基礎基概略設計仕様	.....	徳興一設備設計A-012
第7章	7-2			
	既設廃水処理場現状フローシート	.....	徳興一設備設計A-001
III	電気・計装関係			
第6章	6-4			
	新規廃水処理場PID	.....	徳興一電気・計装-001
	単線結線図	.....	徳興一電気・計装-002
	システム構成図(1/2)	.....	徳興一電気・計装-003
	システム構成図(2/2)	.....	徳興一電気・計装-004
	電気室配線図	.....	徳興一電気・計装-005
IV	ダム・土建関係			
第6章	6-5			
	(1) 土木関係			
	敷地造成平面図	.....	徳興一ダム・土建-001
	敷地造成縦断面図	.....	徳興一ダム・土建-002
	敷地造成横断面図	.....	徳興一ダム・土建-003
	(2) 建築関係			
	ブローワー・コンプレッサー室建屋			
	平面図、立面図、断面図	.....	徳興一ダム・土建-004
	発電機室、電気室及び事務所建家			
	平面図、立面図、断面図	.....	徳興一ダム・土建-005
	修理工場	平面図、立面図、断面図	徳興一ダム・土建-006
	車庫棟	平面図、立面図、断面図	徳興一ダム・土建-007
	原水受け槽、溢流分配槽及び中和槽			
	平面図、断面図	.....	徳興一ダム・土建-008
	主要機器基礎図	.....	徳興一ダム・土建-009
第7章	7-5-3			
	楊桃塙酸性水貯留ダム	平面図	徳興一ダム・土建-011
	楊桃塙酸性水貯留ダム	断面図	徳興一ダム・土建-012
第8章	8-2			
	西源酸性水貯留ダム	平面図	徳興一ダム・土建-013
	西源酸性水貯留ダム	断面図	徳興一ダム・土建-014
	露天堀り廃水用沈砂池配置図	.....	徳興一ダム・土建-015
	露天堀り廃水用沈砂池設計図	.....	徳興一ダム・土建-016
第8章	8-3			
	送水概要図	.....	徳興一ダム・土建-017
	送水ルート平面図	.....	徳興一ダム・土建-018
第10章	10-2			
	1、2号尾鉱庫覆土・植栽計画図	.....	徳興一ダム・土建-019

鉄酸化細菌法 についての検討結果

目次

1. 経緯・目的	-----	1
2. 結論	-----	1
3. 調査項目及び日程	-----	2
4. 調査結果	-----	3
5. 細菌酸化方式プラントの検討	-----	6
5-1 設計諸元の検討	-----	6
5-2 プラント建設費の概算	-----	11
5-3 プラント総業費の概算	-----	14
6 考察と提言	-----	16

鉄酸化バクテリア法についての検討結果

1. 経緯・目的

1993年3月に開始された中国徳興銅鉱山廃水処理計画調査（以下、本調査）が実施される過程で、中国側より徳興銅鉱山廃水処理法としてバクテリア酸化法の適用の可否及び本調査で検討中の方法と同法との比較の希望が出された。

一方、1992年3月11日付予備調査団協議議事録によれば、バクテリア酸化等技術は本調査では取り上げない旨明記されている。しかし、中国側では日本で実績がないと理解していたが既に2鉱山に採用実績があり、当該条文に効力はないと主張した。その後、日中協議の結果、1994年度調査の中で、バクテリア酸化法が徳興銅鉱山廃水の処理に適合するのかが机上検討を行う事で合意された。

よって、徳興銅鉱山周辺、特に酸性廃水中にバクテリアが生存する可能性、生存する場合のバクテリアの生存条件並びに同バクテリアを利用した廃水処理プロセスの机上検討を行い、バクテリア酸化法による廃水処理プラントの建設費及び操業費の概算とバクテリア酸化法の適用の可能性を検討することとした。

2. 結論

徳興銅鉱山の廃水は日本の同種の廃水を出している松尾銅鉱山の廃水と比較してトータル鉄イオンに占める第一鉄イオンの比率がかなり低い。第一鉄イオンの絶対量は松尾廃水の3倍と大きい。また、 $8.4Ax$ 値が松尾廃水に比べ徳興廃水は極めて高い。則ち、徳興廃水に通常の一段中和処理法の適用を試みると莫大な中和剤が必要となり、鉄酸化法を採用しても中和剤節減の利点もなくなる。

一方、幸いにも徳興銅鉱山には選鉱系統から大量のアルカリ性廃水が発生しており、これを有効利用する事により必要なアルカリ量を相当減量する事が出来る。また、このアルカリ源の利用により、バクテリア酸化法を導入すれば必要な酸化設備も不要となる。さらに、本調査ではpH調整費を更に節減できるアルカリ二段中和法の導入が検討され、新設排水処理場の設計に採用されている。二段中和法を採用し選鉱から出るアルカリ性廃水を利用すれば中和用のアルカリ成分が旨くバランスし、新たなアルカリ供給源としての消石灰工場の建設も必要なくなった。したがって、当面、バクテリア酸化法の適用は必要ない。

しかし、将来、酸性水が多量に発生しアルカリ水とのバランスが崩れる事も考えられる。その場合に予想される中和剤の不足を補完する為、低pHで第一鉄を酸化する鉄酸化細菌を利用したバクテリア酸化法の適用検討を今から開始しておく事は大変有意義である。

3. 調査項目及び調査日程

調査項目及び調査日程を以下に示す。

(1) 現地調査（図付－1 日程表参照）

現地調査は第5次現地調査の中で実施した。調査期間は平成6年7月17日から平成6年8月5日の20日間の内、移動期間を除き正味調査期間は11日間であった。

カウンターパート（以下、C/P）は下記に示す北京（有色金属設計研究総院）から1名、徳興鉱山から2名の合計3名である。

- ・劉栄仁：北京有色金属設計研究総院、
- ・黎維中、張志琴（徳興鉱山）

調査項目は以下の通りである。

- ① 廃水処理の現状調査
- ② バクテリア生存環境の予備調査
- ③ バクテリア生存条件の検討
- ④ バクテリア酸化方式廃水処理プロセスの概念設計
- ⑤ バクテリア酸化方式廃水処理プラントの立地条件の検討

- ⑥ バクテリア酸化方式廃水処理プラント設計諸元の検討
- ⑦ 建設費及び操業費の試算の為の資料収集

(2) 国内作業

国内作業は現地調査から帰国直後開始し、以下の項目について実施した。

- ① バクテリア生存条件の再検討
- ② バクテリア酸化方式廃水処理プロセスの概念設計の見直し
- ③ バクテリア酸化方式廃水処理プラント設計諸元の再検討
- ④ バクテリア酸化方式廃水処理プラント建設費の試算
- ⑤ バクテリア酸化方式廃水処理プラント操業費の試算

なお、第6次の現地調査結果を踏まえ、必要な見直しを行うとともに、建設費、操業費について検討する。

4. 調査結果

現地調査の結果、調査項目の①から⑤に必要な資料は不十分ながら入手出来たが、⑥及び⑦に関する資料は殆ど入手出来なかった。

また、徳興鉱山現場では、リーチングの試験・研究は熱心に行われていたが、バクテリア酸化の研究は殆ど行われておらず、従って、徳興鉱山周辺に生存すると思われるバクテリアの活動度（酸化力）、増殖速度等に関する入手資料も不十分なものであった。

したがって、以下の検討は、上記の調査状況の中で得られた資料及びC/Pとの協議で合意された内容を基に実施した。特に、費用の試算については、現地の積算資料が充分入手出来なかった。したがって、一部日本国内資料ベースで積算を行った。

(1) バクテリアの棲息（生存）環境

バクテリアが棲息している可能性のある環境として、酸性水の発生する露天掘採掘場及び廃石堆積場がある。廃石堆積場の酸性水は、既に堆積が終了した楊桃塙堆積場からのものと、堆積中または新たに堆積を始めた西源堆積場並びに祝家堆積場からのものがある。また、廃石堆積場の浸透水を利用して銅を回収する為に行われるダンブリーチングの廃液もバクテリアの棲息環境の一つと考えられる。なお、C/Pからの聞き取り調査を含む現地調査結果、把握できたバクテリアの棲息（生存）環境条件を付表-1に示す。

付表-1 バクテリアの棲息（生存）環境

項目	単位	内 容						
・ pH		1.8 ~ 3.0						
・ 温度	℃	4 ~ 30						
・ 共存イオン		楊桃塙酸性水						
・ A含有成分								
種類		Cu	T-Fe	Fe ²⁺	SO ₄	Al	8.4Ax	
濃度	mg/l	140	1,700	900	1,000	800	9,500	
・ B有害成分								
種類		Cd	As	F	Cl			
濃度	mg/l	0.053	0.095	5	-			

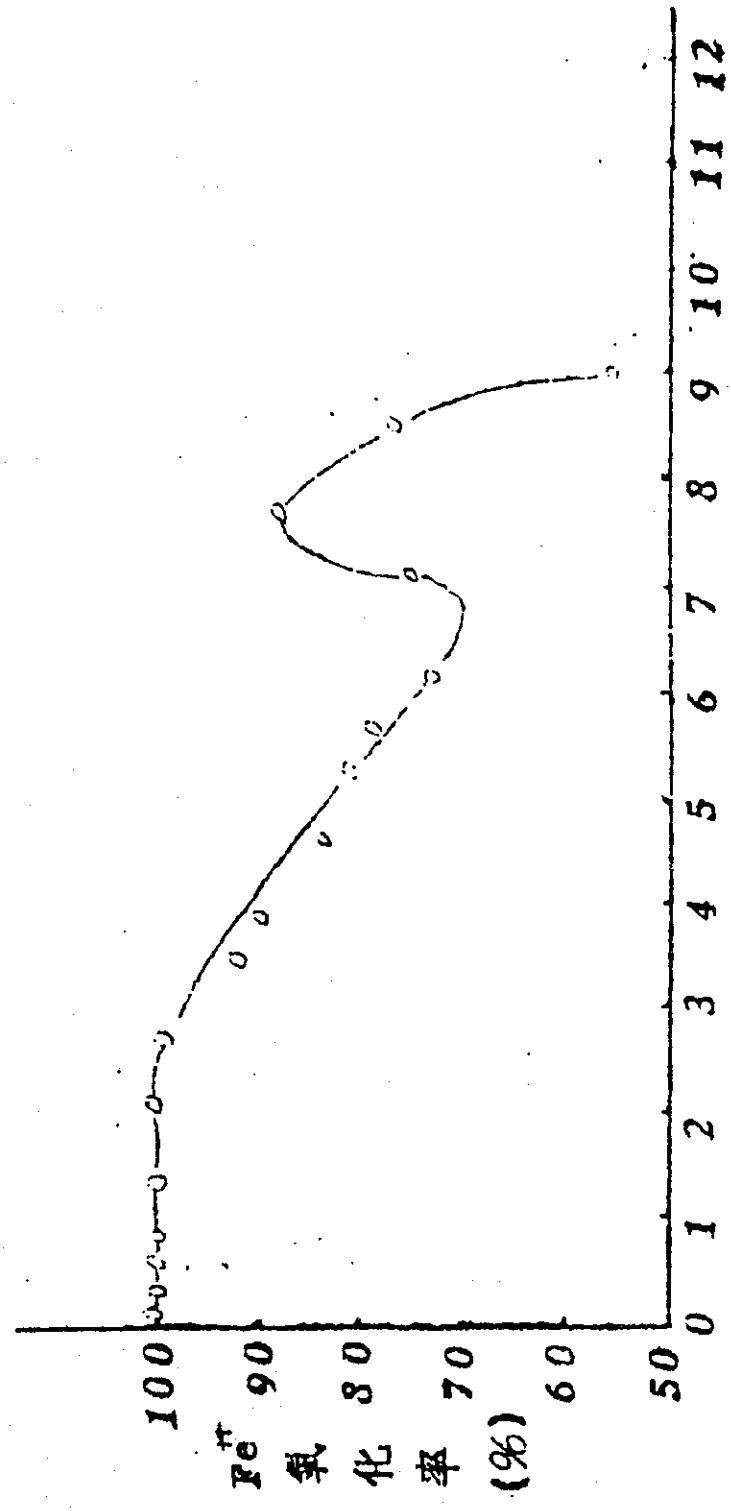
(2) バクテリアの棲息（生存）環境の設定（制御条件）

付表-1に示すバクテリアの棲息（生存）環境の調査結果から、バクテリア酸化の
為のプロセスの制御条件を付表-2に示す。

付表-2 バクテリアの棲息（生存）環境の設定（制御条件）

項目	単位	内 容
・ pH		2.2
・ 温度	℃	4 ~ 30 (バクテリア酸化速度* = 0.5 / 1)
・ 共存イオン		
・ A含有成分		
種類		Cu T-Fe Fe ²⁺ SO ₄ Al 8.4Ax SS
濃度	mg/l	95 2,700 760 9,700 640 8,600 3,000
・ B有害成分		
種類		Cd, As, F, Clについてはバクテリア活動に影響を及
濃度	mg/l	ぼす程濃度が高くない

*バクテリア酸化速度 = 0.5 / 1 : 中国側提供資料（付図-2）に基づく推定値



(85.9.23起) 浸出時間 (月数) (86.9.22止)

堆浸銅过程中浸出液内細菌活性变化情况

付図一 2 酸化率 (バクテリアの酸化能力) の季節変動

5. バクテリア酸化方式プラントの検討

5-1 設計諸元の検討

1) プラントの基本理念

中国側C/Pとの打ち合わせ結果、プラントの検討の為の前提条件を付表- 2の如く仮定した。特に、夏と冬のバクテリアの酸化速度比をC/P提供資料(付図- 2)を基礎にした討議の結果から1/0.5と想定したが、この想定値は今後、現地に於いて実験により確認した上で適正な修正を行う必要がある。

また、処理プロセスの基本理念は、技術的且つ経済的に比較し易く、さらに技術的に無理が無いように、廃水処理計画調査の基本プロセスの概念、即ち酸性水の処理過程で選鉱尾鉱をアルカリ性水として中和のために混入し、中和後の処理液を第四尾鉱庫へ放流する方式に合わせた。

従って、水量及び水質についても、廃水処理計画調査の基本プロセスの調査結果から求められた西暦2003年の電解銅2,000t/年生産の場合の豊水年の設計基礎水量(付表- 3)に於ける予測値を基礎としている。

付表- 3 設計基礎水量(西暦2003年の電解銅2,000t/年生産の豊水年の場合)

発生源	流量 (ml/min)	水質 (mg/l)							
		pH	Cu	T-Fe	Fe ²⁺	SO ₄	Al	8.4Ax	SS
露天掘	14.18	3.0	30	500	200	2,500	150	1,300	6,000
リフing廃液	3.13	1.6	<100	17,000	<2,000	30,000	1,500	34,000	
廃石堆積場	10.83	2.5	150	1,800	1,000	12,000	900	10,000	
合計	28.14	2.3	95	2,663	757	9,679	640	8,571	3,076

徳興銅鉱山の酸性廃水の特徴は本報告書本文に説明されているように、Fe、S、Al、Cu等の元素の濃度が非常に高い事である。また、バクテリア酸化法を利用した日本の代表的な酸性廃水処理場である松尾処理場の処理源水(付表- 4参照)と比較してFe²⁺の濃度が高い(特に廃石堆積場)事も特徴の一つで、これは松尾処理場よりバクテリア酸化工程(Fe²⁺→Fe³⁺)を強化する必要がある事を示している。

付表一 4 松尾廃水処理場処理源水の水質

発生源	流量 (ml/min)	水質 (mg/l)							
		pH	Cu	T-Fe	Fe ²⁺	SO ₄	Al	8.4Ax	SS
坑内水	19.2	2.2	-	285	264	-	70	1.453	-

2) バクテリア酸化プロセスの概念フロー

以上の前提条件の下に徳興銅鉱山の酸性廃水に対するバクテリア酸化プロセスの検討結果を以下に説明する。

なお、付図一 3に、徳興銅鉱山廃水処理の基本プロセスのコンセプトに基づいたバクテリア酸化法の概念フローを示す。

① 源水受槽

各所で発生した酸性廃水は源水受槽に混合集約される。

② 源水分配工程

源水受槽に集水された酸性廃水は、同じプロセスからなる並列して設けられた3系列の処理プロセスの内二つの系列に分配される(1系列は予備)。

③ バクテリア酸化工程

ここで、バクテリア回収槽で回収され循環されてくるバクテリアが添加され、空気攪拌・酸化される。必要に応じ(特に初期の段階で)、窒素(N)、磷(P)等の栄養が付加される。

④ バクテリア回収工程

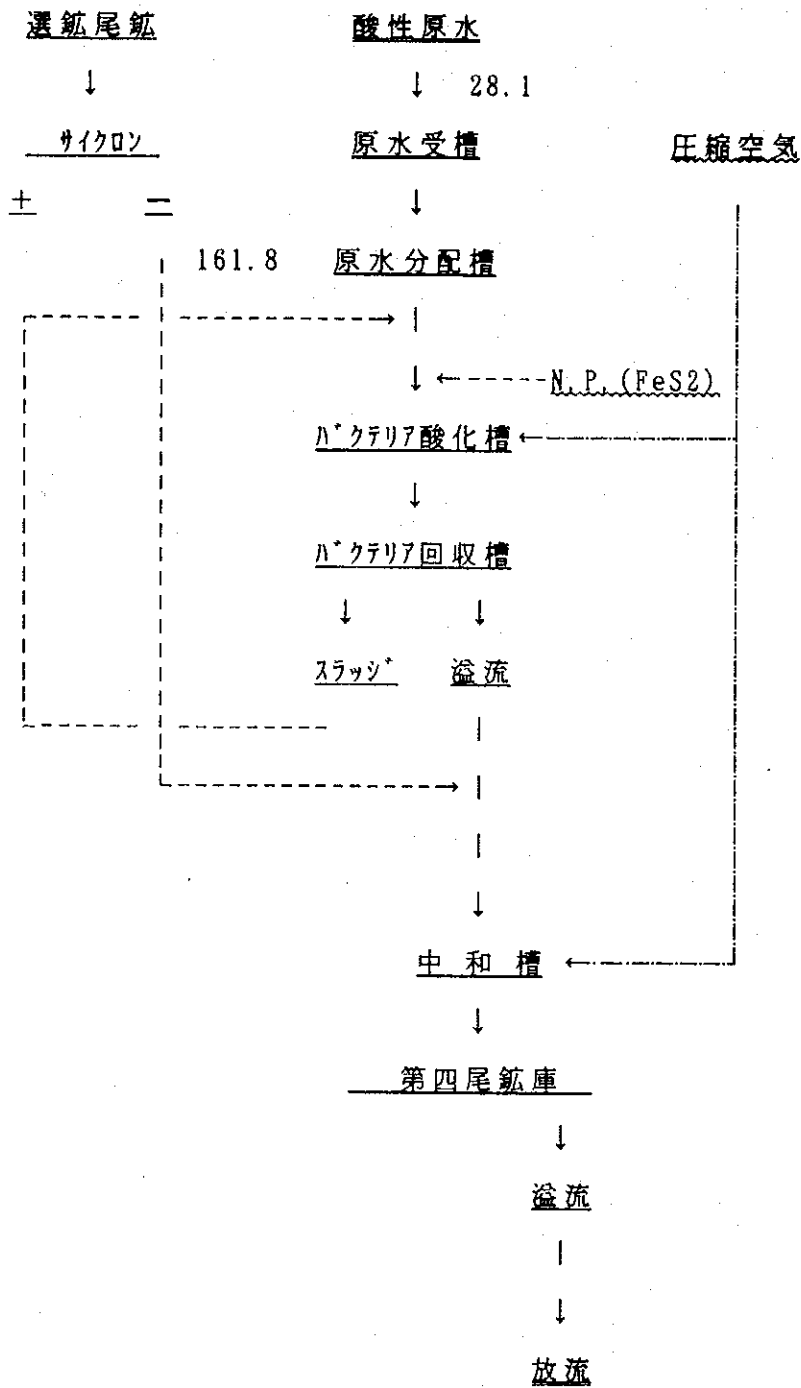
酸化が終了した廃水はバクテリアと共にバクテリア回収工程へ送られ、ここでバクテリアがスラッジとして回収の上酸化工程へ循環され、酸化された廃水は溢流水として次の中和工程へ送られる。

⑤ 中和工程

酸化が終了した廃水に選鉱尾鉱のサイクロンオーバー(アルカリ性細粒スラリー)が加えられ中和される。中和不十分の場合は、補助的に石灰が添加される。

中和された廃水は第四尾鉱庫へサイクロンアンダー(粗粒スラリー)と共に投入される。

付図 - 3 概念フロー (■3/分)



3) バクテリア酸化プロセスの主要設備

バクテリア酸化プロセスの効率に大きく影響するのはバクテリアの活動度（酸化速度）で、温度の影響が大きい。4 (2) 項のバクテリアの棲息環境の設定で検討した如くバクテリア活動が最も停滞する冬（酸性水温 4℃）のバクテリアの酸化速度は夏のそれに比べて 1/2 となるので、バクテリア酸化に関する設備容量は、冬は夏の場合の 2 倍の能力が必要となる。従って、以下この考え方に沿って検討を行う。

この P/J のバクテリア酸化プロセスが必要としている設備は前述の如く、28.1 m³/min の酸性水を処理出来るものである。また、酸性水は止まる事無く不断に流出するので設備を止める訳には行かない。従って、14.2 (= 28.1 / 2) m³/min の水量を処理できる系統を 3 系列並列に設け、常時 2 系列操業、1 系列予備とする。

以上の考え方で、しかも初期投資額を極力小さくする為の必要最小限の容量の設備を設計すると主要設備は次頁の付表 5 に示す仕様と数量のものとなる。

付表 5 主要設備・機器一覧表

No.	機器名称	仕様	数量	記事
1.	分配設備			
(1)	原水受槽	1,169m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	1	
(2)	送水ポンプ	15m ³ /分,29mH,230/200,耐酸,90kW	3	
(3)	原水分配槽	900m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	1	
2.	酸化設備			
(1)	酸化槽	3,600m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
(2)	鉄バクテリア回収槽	900m ³ ,φ22円形,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
(3)	スピゴット抜出ポンプ	4.3m ³ /分,20mH,200/180,耐酸,37kW	4	予備 1台
3.	中和設備			
(1)	中和槽	2,427m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
4.	バクテリア添加設備			
(1)	バクテリア培養槽	22m ³ ,φ40円形,SUS,攪拌機付,6.8kW	1	3系列
(2)	添加ポンプ	45ℓ/分,17mH,耐酸,3.0kW	6	2台シリーズ
5.	栄養剤添加設備			3系列用
(1)	計量ホッパー	432ℓ/分,角型,SS,1.5kW	2	
(2)	溶解槽	15m ³ ,円形,SS,攪拌機付,3.7kW	2	
(3)	定量ポンプ	6ℓ/分,30mH,0.8kW	3	
6.	その他設備			
(1)	ブロー	122Nm ³ /分,P=1.3kg/cm ² ,373kW	3	
(2)	用水タンク	300m ³ ,角型,コンクリート		
(3)	ジージェル発電機	2,000kVA	1	非常用
(4)	軽油タンク	900ℓ		
(5)	ピットポンプ	3.1m ³ /分,10mH,75/50,15kW	4	
	合計	総設備容量 1,632kW		

5-2 プラント建設費の概算

付表 5 に示す主要設備・機器は、全く何も無い所にバクテリア酸化法による酸性廃水処理設備を設置する場合に必要な主要設備を示している。一方、新設廃水処理場の設備と付表 5 の設備とは共通する部分が有る。したがって、新設廃水処理場にバクテリア酸化法の設備を追加して建設する場合に必要な設備・機器は、付表 5 に示す主要設備の内 2. (1)、(2)、(3)、4. (1)、(2)、5. (1)、(2)、(3) である。

バクテリア酸化方式廃水処理プラント建設費の試算は上記の専用設備を主体に日本国内資料に基づき実施した。共通設備については新設廃水処理場の設備積算で実施された中国側積算を利用し、日本国内資料に基づいた積算を付記した。

また、超概念設計の為、基礎工事、電気計装工事等の付帯工事費は日本に於ける同種・同規模工場の建設を参考にした係数計算により簡便的に求めた。

○機械設備費

No.	名称	中国側資料積算	日本側資料試算
		金額(千元)	金額(千円)
1.	分配設備	1,308.3	69,341
(1)	原水受槽	(703.8)	(29,225)
(2)	送水ポンプ		(17,616)
(3)	原水分配槽	(604.5)	(22,500)
2.	酸化設備	—	61,808
(1)	酸化槽		(30,000)
(2)	鉄バクテリア回収槽		(27,000)
(3)	スピゴット抜出ポンプ		(4,808)
3.	中和設備	4,162.2	183,000
(1)	中和槽	(4,162.2)	(183,000)
4.	バクテリア添加設備	—	8,742
(1)	バクテリア培養槽		(4,000)
(2)	同上攪拌機		(3,200)
(3)	添加ポンプ		(1,542)

5. 栄養剤添加設備	—	25,705
(1) 計量ホッパー		(13,000)
(2) 溶解槽		(9,000)
(3) 同上攪拌機		(3,000)
(4) 定量ポンプ		(705)
6. その他設備	14,517.3	279,040
(1) フロー	(4,973.4)	(78,000)
(2) 用水タンク		(15,000)
(3) ジェネラル発電機	(8,399.4)	(150,000)
(4) 軽油タンク	(48.9)	(400)
(5) ヒットポンプ		(4,800)
(6) その他付帯設備	(1,095.6)	(29,840)

合 計	19,987.8 千元	626,636 千円
機械設備		319,911
コンクリート槽類		306,725

→ 626,600,000円
(19,987,800元)

○電気計装費

電気計装費は機械設備費の25%とする。

$$¥319,911,000 \times 0.25 = 79,977,000$$

→ 80,000,000円
(7,578,800元)

○配管工事費

配管工事費は機械設備費の10%とする。

$$¥319,911,000 \times 0.10 = 31,991,100$$

→ 32,000,000円
(3,398,200元)

○土木建築費

土木建築費は全設備費の25%とする。

$$¥738,600,000 \times 0.25 = 184,650,000$$

→ 184,650,000円
(8,672,300元)

合計 923,250,000円
(39,637,100元)

工場建設費は日本側試算では約923百万円となり中国側積算資料を応用すれば40百万元となる。即ち新設廃水処理施設概念設計に関して実施された中国側積算を参考にすれば、土木建築類を中国側で実施する場合は日本の費用の約1/2に収まる。

5-3 プラント操業費の概算

操業費についても、建設費同様十分な資料を入手出来なかったため、日本国内単価を用いて求めた。中国側単価及び必要人数を代入すればそのまま中国国内に於ける操業費が産出できる。

○労務費

●管理職	名	
・所長	1	
・技師長	1	
・保全技師	2	
●一般職		
・操業技師	20	
・分配・酸化・中和設備運転	(8名 = 2名 X 4方)	
・周辺機器運転	(8名 = 2名 X 4方)	バクテリア・栄養剤添加、ブローア他運転
・補助	(4名 = 1名 X 4方)	計器監視等
・保全技師	4	
・機械技師	(2名 = 2名 X 1方)	
・電気・計装技師	(2名 = 2名 X 1方)	
・資材管理員	1	
・事務員	1	
人員計	30名	

労務費計 30人 X 6,550元/人・年 = 196,500 元/年

→ (2,358,000元/年)

○電力費

運転を開始した場合の設備の稼働状況を下記の如く仮定する。

- ・初期の空気吹込量を理論空気量の10倍以上（所要動力は設備動力の1/2程度、バクテリアの活動が軌道に乗った時点で1/3と仮定する）
- ・実消費電力は設備動力の60%
- ・設備稼働率は90%

設備は3系列あり、常時はその内2系列が稼働する。

従って、立ち上がり（初期）次期の電力費は

$$((2,186\text{kW} - 615.8\text{kW} - (560\text{kW} \times 2)) + (560\text{kW} \times 2 \times 0.5)) \times 0.6 \times 0.90 = 545.508\text{kW}$$

$$0.31\text{¥/kWh} \times 4,778,650\text{kWh} = 1,481,382\text{¥/Y} \quad \rightarrow (1,481,000\text{元/年})$$

と成るが、定常状態では

$$((2,186\text{kW}-615.8\text{kW}-(560\text{kW} \times 2))+(560\text{kW} \times 2 \times 1/3)) \times 0.6 \times 0.90=545.508\text{kW}$$

$$\textcircled{\text{0.31}}\text{¥/kWh} \times 3,185,767\text{kWh} = 987,588\text{¥/Y} \quad \rightarrow \quad (\underline{988,000\text{元/年}})$$

と成ると推定される。

○機械部品費

機械部品費は機械設備費の2.5%と仮定する。

$$\text{¥}431,911,000 \times 0.025 = 10,798,000 \quad \rightarrow \quad \underline{10,800,000\text{円/年}}$$

$$(\underline{900,000\text{元/年}})$$

○消耗物品費

消耗物品の主体は試薬、栄養剤並びに潤滑油である。さらに、試薬の殆どはpH調整用の炭カルと消石灰であるが、これらは選鉱廃滓が不足した場合の補助であり、定常状態では不足しない見込みなので費用としては無視できる。

潤滑油費用は機械設備費の0.5%と仮定する。

$$\text{¥}431,911,000 \times 0.005 = 2,159,500 \text{ 薬剤費を含め} \quad \rightarrow \quad \underline{2,160,000\text{円/年}}$$

$$(\underline{180,000\text{元/年}})$$

○保全点検費

操業は3系列ある設備のうち2系列で行う。したがって、定期修理は休転中の1系列について2回/年の頻度で実施する。保全点検費の内、交換部品費用は機械部品費の項に含まれている。また、日常発生する軽微な故障は工程に配置されている保全員が処置する。保全点検費の殆どが外注工事費用になると推定される。

そこで、保全点検費は機械設備費の5%と仮定する。

$$\text{¥}431,911,000 \times 0.05 = 21,595,550 \quad \rightarrow \quad \underline{21,600,000\text{円/年}}$$

$$(\underline{1,800,000\text{元/年}})$$

$$\text{合計} \quad \underline{\underline{6,226,000\text{元/年}}}$$

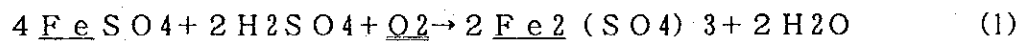
以上操業費はバクテリアの活動が定常化した時点で年間約623万元と推定される。

6. 考察と提言

坑廃水に含まれる鉄イオンの相当部分は Fe^{2+} （第一鉄イオン）として存在する。このイオンを除去する最も一般的な方法として中和沈澱法があるが、この方法で Fe^{2+} を沈澱させる為には液pHを弱アルカリ性になるまで上げる必要があり、大量の消石灰や苛性ソーダ等のアルカリ用pH調整剤が必要となり不経済である。したがって、 Fe^{2+} を予め低pHで沈澱する Fe^{3+} に酸化する方法を取る事が望ましい。

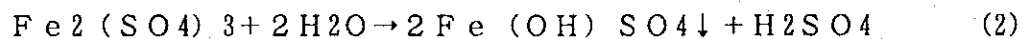
酸性廃水処理にバクテリアを採用する主たる目的は、 Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化する為の酸化工程に鉄酸化細菌の酸化力を利用し、処理費用を低減する事にある。

第一鉄イオンの酸化反応は一般に次式によって進行するとされている。



第一鉄

第二鉄



(1)式に於いて、理論上4モルの第一鉄イオンに対して1モルの酸素が必要となる。すなわち、1モルの第一鉄イオンを含む廃水1m³を第二鉄にするためには理論上28%の空気が必要となる。

徳興鉱山の廃水に含まれる第一鉄イオンの計画値は760mg/lであるから必要な理論空気量は約390%と計算出来る。

一方、空気の水に対する溶解度は90%/m³(20℃)であるから、廃水中に溶解している空気量だけでは300%程不足する。また、廃水中には鉄イオンの他にも酸素消費物質が存在する為必然的に理論量だけでは足りなくなる。

この為、従来空気吹き込み、機械攪拌等の強制的に空気を送り込む物理的な方法が取られて来た。しかし、鉄酸化細菌の利用は(1)式の反応をコストの高い物理的な方法に依らないで進める事が出来る。

なお、徳興鉱山の廃水は日本の同種の廃水を出している松尾鉱山の廃水と比較してかなり異なった傾向にある。具体的には、トータル鉄イオンに占める第一鉄イオンの比率が松尾廃水の90%(264/285)に対し徳興廃水は40%(760/2700)を示し、徳興廃水の第一鉄イオン比率は松尾廃水にくらべかなり低い。第一鉄イオンの絶対量は松尾廃水の3倍と大きい。また、8.4Ax値が松尾廃水の1400に比べ徳興廃水は8600と極めて高い。則ち、徳興廃水に通常の一段中和処理法の適用を試みると莫大な中和剤が必要となる。一方、幸いにも徳興鉱山には選鉱系統から大量のアルカリ性廃水が発生しており、これを有効利用する事により必要なアルカリ量を相当減量する事が出来る。しかし、通常法を採用する限りなおアルカリ分の不足は解決できない。そこで、本調査ではアルカリ二段中和法の導入が検討され、新

設排水処理場の設計に採用されている。二段中和法を採用し選鉱から出るアルカリ性廃水を利用すれば中和用のアルカリ成分が旨くバランスし、また、消石灰工場の建設も見合わせる事となった。したがって、当面、バクテリア酸化法の適用は必要としない。

しかし、将来、酸性水が多量に発生し、アルカリ水とのバランスが崩れる事も考えられる。その場合に予想される中和剤の不足を補完する為、低pHで第一鉄を酸化する鉄酸化細菌を利用したバクテリア酸化法の適用検討を今から開始しておく事は大変有意義である。

本来、アルカリ廃水の利用を主体にし、不足の場合にバクテリア酸化法で補強する方法が現実的であると考えられるが、本付録資料ではバクテリア酸化法を軸としアルカリ廃水で補強する方法を検討した。前者は本方法を参考にすれば容易に応用出来、コスト圧縮の代替案が策定できることから、応用例を多く検討できるように典型的な例を検討の代表として採用した。

今回の調査では、期間が短かった関係から徳鉱山の三種類の酸性廃水（露天採掘場廃水、リーチング廃液、廃石堆積場廃水）に存在すると思われるバクテリアを同定するまでに至らなかった。したがって、夏期と冬期の温度差によるバクテリアの活動度以外の概念設計に必要な諸データの殆どは松尾廃水処理場及び柵原鉱山の資料を参考にしている。前述の如く、徳興鉱山の酸性廃水の水質と松尾廃水処理場等の廃水の水質とは異なるので、今後、独自の調査を進め基本設計、詳細設計用のデータを収集しなければならないが、今回の調査ではその為の設備が不足している事がわかった。基本的には、最小限、下記に示す調査・研究設備を揃える必要がある。

○バイオテクノロジー研究設備

- | | |
|-------|---|
| ・研究室 | 144m ² (48m ² X3) |
| ・空調設備 | 温度・湿度調整式 |
| ・防塵設備 | 二重扉式 |
| ・更衣室 | 研究衣更衣用 |

○

バイオテクノロジー研究機器

- | | |
|-----------------|---------------------------------------|
| ・バイオリアクター | 500m ^l 程度、スタンド付き、バッチ式 |
| ・デジタルpHコントローラー | 発酵用電極付、最小分解能 0.01 |
| ・薬液用チューブポンプ | 0~3.2m ^l /min |
| ・恒温振盪培養機 | 970X610mm、室温~60℃、10~400rpm |
| ・汎用小型フェーマンター | 500m ^l 、φ150X220mm、ジャケット付き |
| ・加温型マグネチックスターラー | 6連式、室温~50℃、20~200rpm |

- ・サーモテックインキュベーター 室温+5~60℃±0.2℃、デジタル表示
- ・恒温水槽 室温~60℃、ステップ式温度設定、1kW、
- ・マルチタイマー 0.5sec~100hr
- ・ねじ口デシケーター（バイオ用）φ250mm
- ・コロニーカウンター デジタルLED表示、ルーペ付き
- ・滅菌用オートクレーブ 110~121℃、1.2kg/cm²、乾燥装置（180℃）付き
- ・低温保管用冷凍冷蔵庫 300ℓ
- ・純水製造装置 1.8ℓ/hr、蒸留→イオン交換→濾過方式
- ・脱水設備
 - ・磁製ブフナーロート φ96、φ160mm
 - ・濾過瓶 φ300mm、下口付き
 - ・真空ポンプ 7.5X10⁻²トル、
- ・高速小型遠心分離機 15000rpm、スイングローター式
- ・無温無菌ボックス 殺菌灯 15WX2、1300WX900DX1860H
- ・分注器、ピンセット 2~10、10~100、100~1000、1000~5000μℓ
- ・バイオ用耐熱ガラス・樹脂器具
 - ・サンプル瓶（栓付き）
 - ・培養試験管
 - ・バイオピペット
 - ・バイオ三角フラスコ
 - ・ディスポシャーレ
 - ・耐熱ねじ口瓶用ステンレスキャリアー
 - ・菌保存用フリージングボックス
 - ・恒温槽型培養用フラスコ
 - ・その他バイオ研究用雑品
- ・バイオ研究用保護具類
 - ・白衣、帽子
 - ・ラテックス手袋
 - ・保護眼鏡

○バイオテクノロジー研究用薬品

- ・培地用試薬
- ・酸・アルカリ調整用試薬
- ・P, K, N栄養剤

以上、研究設備を除き約12百万円である。

なお、他に電気泳動測定設備（約6百万円）、生物顕微鏡（750千円）、双眼実体顕微鏡（220千円）、写真撮影装置（650千円）等があれば便利である。

徳鉦鉦山では、終了したJICAの技術援助の成果の一つとして酸化銅鉦抽出の為のヒープリーチングの研究が継続して進められている。したがって、バイオテクノロジーの研究には抵抗が無くまた研究者もいる為、バクテリア酸化の研究も専用設備が揃えば容易に開始できる。

鉄酸化細菌法についての検討結果

1. 経緯

1993年3月に開始された中国徳興銅鉱山廃水処理計画調査（以下、本調査）が実施される過程で、中国側より徳興銅鉱山廃水処理法として細菌酸化法の適用の可否及び本調査で検討中の方法と同法との比較の希望が出された。

一方、1992年3月11日付予備調査団協議議事録によれば、細菌酸化等技術は本調査では取り上げない旨明記されている。しかし、中国側では日本で実績がないと理解していたが既に2鉱山に採用実績があり、当該条文に効力はないと主張した。その後、日中協議の結果、1994年度調査の中で、細菌酸化法が徳興銅鉱山廃水の処理に適合するのか机上検討を行う事で合意された。

2. 目的

徳興銅鉱山周辺、特に酸性廃水中に細菌が生存する可能性、生存する場合の細菌の生存条件並びに同細菌を利用した廃水処理プロセスと概念設計、細菌酸化法を利用した廃水処理プラントの建設及び操業の概略費用と細菌酸化法の適用の可能性を検討する。

3. 調査項目及び調査日程

調査項目及び調査日程を以下に示す。

(1) 現地調査（図付-1 日程表参照）

現地調査は第5次現地調査の中で実施した。調査期間は平成6年7月17日から平成6年8月5日の20日間の内、移動期間を除き正味調査期間は11日間であった。

カウンターパート（以下、C/P）は下記に示す北京（有色金属設計研究総院）から1名、徳興銅山から2名の合計3名である。

- ・劉榮仁：北京有色金属設計研究総院、
- ・黎維中、張志琴（徳興銅山）

調査項目は以下の通りである。

- ① 廃水処理の現状調査
- ② 細菌生存環境の予備調査
- ③ 細菌生存条件の検討
- ④ 細菌酸化方式廃水処理プロセスの概念設計
- ⑤ 細菌酸化方式廃水処理プラントの立地条件の検討

- ⑥ バクテリア酸化方式廃水処理プラント設計諸元の検討
- ⑦ 建設費及び操業費の試算の為の資料収集

(2) 国内作業

国内作業は現地調査から帰国直後開始し、以下の項目について実施した。

- ① バクテリア生存条件の再検討
- ② バクテリア酸化方式廃水処理プロセスの概念設計の見直し
- ③ バクテリア酸化方式廃水処理プラント設計諸元の再検討
- ④ バクテリア酸化方式廃水処理プラント建設費の試算
- ⑤ バクテリア酸化方式廃水処理プラント操業費の試算

なお、第6次の現地調査結果を踏まえ、必要な見直しを行うとともに、建設費、操業費について検討する。

4. 調査結果

現地調査の結果、調査項目の①から⑤に必要な資料は不十分ながら入手出来たが、⑥及び⑦に関する資料は殆ど入手出来なかった。

また、徳興鉱山現場では、リーチングの試験・研究は熱心に行われていたが、バクテリア酸化の研究は殆ど行われておらず、従って、徳興鉱山周辺に生存すると思われるバクテリアの活動度（酸化力）、増殖速度等に関する入手資料も不十分なものであった。

したがって、以下の検討は、上記の調査状況の中で得られた資料及びC/Pとの協議で合意された内容を基に実施した。特に、費用の試算については、現地の積算資料が充分入手出来なかった。したがって、一部日本国内資料ベースで積算を行った。

(1) バクテリアの棲息（生存）環境

バクテリアが棲息している可能性のある環境として、酸性水の発生する露天掘採掘場及び廃石堆積場がある。廃石堆積場の酸性水は、既に堆積が終了した楊桃塙堆積場からのものと、堆積中または新たに堆積を始めた西源堆積場並びに祝家堆積場からのものがある。また、廃石堆積場の浸透水を利用して銅を回収する為に行われるダンプリーチングの廃液もバクテリアの棲息環境の一つと考えられる。なお、C/Pからの聞き取り調査を含む現地調査結果、把握できたバクテリアの棲息（生存）環境条件を付表- 1 に示す。

付表一 1 バクテリアの棲息（生存）環境

項目	単位	内 容
・ pH		1.8 ~ 3.0
・ 温度	℃	4 ~ 30
・ 共存イオン		楊桃塙酸性水
・ A含有成分		
種類		Cu T-Fe Fe2+ SO4 Al 8.4Ax
濃度	mg/l	140 1,700 900 1,000 800 9,500
・ B有害成分		
種類		Cd As F Cl
濃度	mg/l	0.053 0.095 5 -

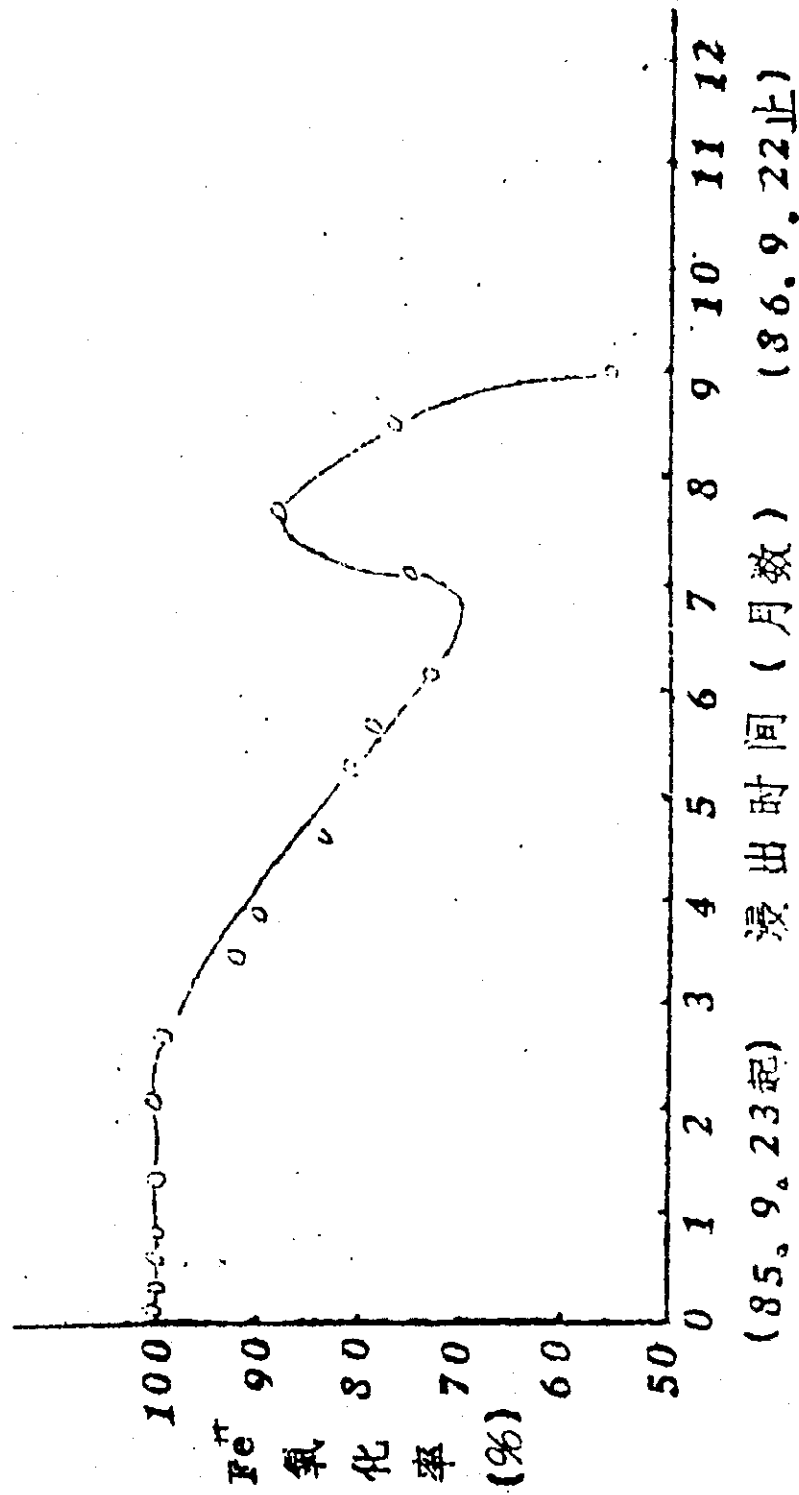
(2) バクテリアの棲息（生存）環境の設定（制御条件）

付表一 1 に示すバクテリアの棲息（生存）環境の調査結果から、バクテリア酸化の為のプロセスの制御条件を付表一 2 に示す。

付表一 2 バクテリアの棲息（生存）環境の設定（制御条件）

項目	単位	内 容
・ pH		2.2
・ 温度	℃	4 ~ 30 (バクテリア酸化速度* = 0.5 / 1)
・ 共存イオン		
・ A含有成分		
種類		Cu T-Fe Fe2+ SO4 Al 8.4Ax SS
濃度	mg/l	95 2,700 760 9,700 640 8,600 3,000
・ B有害成分		
種類		Cd, As, F, Clについてはバクテリア活動に影響を及ぼす程濃度が高くない
濃度	mg/l	

*バクテリア酸化速度 = 0.5 / 1 : 中国側提供資料 (付図一 2) に基づく推定値



堆浸铜过程中浸出液内细菌活性变化情况

付図一 2 酸化率 (バクテリアの酸化能力) の季節変動

(3) バクテリア酸化方式廃水処理プラントの検討

1) プラントの基本理念

中国側C/Pとの打ち合わせ結果、プラントの検討の為の前提条件を付表一 2の如く仮定した。特に、夏と冬のバクテリアの酸化速度比をC/P提供資料(付図一 2)を基礎にした討議の結果から1/0.5と想定したが、この想定値は今後、現地に於いて実験により確認した上で適正な修正を行う必要がある。

また、処理プロセスの基本理念は、技術的且つ経済的に比較し易く、さらに技術的に無理が無いように、廃水処理計画調査の基本プロセスの概念、即ち酸性水の処理過程で選鉱尾鉱をアルカリ性水として中和のために混入し、中和後の処理液を第四尾鉱庫へ放流する方式に合わせた。

従って、水量及び水質についても、廃水処理計画調査の基本プロセスの調査結果から求められた西暦2003年の電解銅2,000t/年生産の場合の豊水年の設計基礎水量(付表一 3)に於ける予測値を基礎としている。

付表一 3 設計基礎水量(西暦2003年の電解銅2,000t/年生産の豊水年の場合)

発生源	流量 (ml/min)	水質 (mg/l)								
		pH	Cu	T-Fe	Fe ²⁺	SO ₄	Al	8.4Ax	SS	
露天掘	14.18	3.0	30	500	200	2,500	150	1,300	6,000	
リーフing [*] 廃液	3.13	1.6	<100	17,000	<2,000	30,000	1,500	34,000		
廃石堆積場	10.83	2.5	150	1,800	1,000	12,000	900	10,000		
合計	28.14	2.3	95	2,663	757	9,679	640	8,571	3,076	

徳興銅鉱山の酸性廃水の特徴は本報告書本文に説明されているように、Fe、S、Al、Cu等の元素の濃度が非常に高い事である。また、バクテリア酸化法を利用した日本の代表的な酸性廃水処理場である松尾処理場の処理源水(付表 4参照)と比較してFe²⁺の濃度が高い(特に廃石堆積場)事も特徴の一つで、これは松尾処理場よりバクテリア酸化工程(Fe²⁺→Fe³⁺)を強化する必要がある事を示している。

付表一 4 松尾廃水処理場処理源水の水質

発生源	流量 (ml/min)	水質 (mg/l)							
		pH	Cu	T-Fe	Fe ²⁺	SO ₄	Al	8.4Ax	SS
坑内水	19.2	2.2	-	285	264	-	70	1,453	-

2) バクテリア酸化プロセスの概念フロー

以上の前提条件の下に徳興銅鉱山の酸性廃水に対するバクテリア酸化プロセスの検討結果を以下に説明する。

なお、付図一 3に、徳興銅鉱山廃水処理の基本プロセスのコンセプトに基づいたバクテリア酸化法の概念フローを示す。

① 源水受槽

各所で発生した酸性廃水は源水受槽に混合集約される。

② 源水分配工程

源水受槽に集水された酸性廃水は、同じプロセスからなる並列して設けられた3系列の処理プロセスの内二つの系列に分配される(1系列は予備)。

③ バクテリア酸化工程

ここで、バクテリア回収槽で回収され循環されてくるバクテリアが添加され、空気攪拌・酸化される。必要に応じ(特に初期の段階で)、窒素(N)、燐(P)等の栄養が付加される。

④ バクテリア回収工程

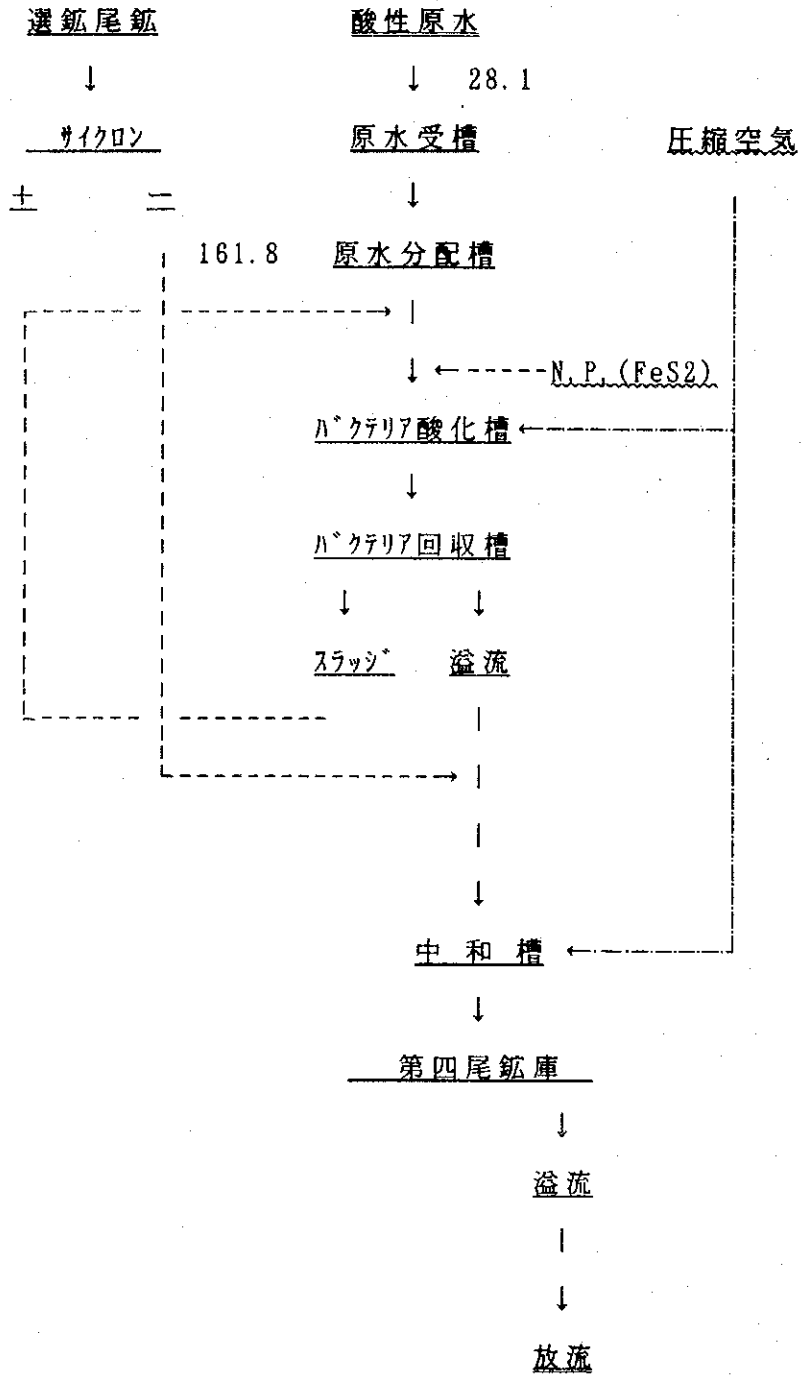
酸化が終了した廃水はバクテリアと共にバクテリア回収工程へ送られ、ここでバクテリアがスラッジとして回収の上酸化工程へ循環され、酸化された廃水は溢流水として次の中和工程へ送られる。

⑤ 中和工程

酸化が終了した廃水に選鉱尾鉱のサイクロンオーバー(アルカリ性細粒スラリー)が加えられ中和される。中和不十分の場合は、補助的に石灰が添加される。

中和された廃水は第四尾鉱庫へサイクロンアンダー(粗粒スラリー)と共に投入される。

付図 - 3 概念フロー (m3/分)



3) バクテリア酸化プロセスの主要設備

バクテリア酸化プロセスの効率に大きく影響するのはバクテリアの活動度（酸化速度）で、温度の影響が大きい。4 (2) 項のバクテリアの棲息環境の設定で検討した如くバクテリア活動が最も停滞する冬(酸性水温 4℃)のバクテリアの酸化速度は夏のそれに比べて 1/2 となるので。バクテリア酸化に関する設備容量は、冬は夏の場合の 2 倍の能力が必要となる。従って、以下この考え方に沿って検討を行う。

この P/J のバクテリア酸化プロセスが必要としている設備は前述の如く、28.1 m³/min の酸性水を処理出来るものである。また、酸性水は止まる事無く不断に流出するので設備を止める訳には行かない。従って、14.2 (= 28.1 / 2) m³/min の水量を処理できる系統を 3 系列並列に設け、常時 2 系列操業、1 系列予備とする。

以上の考え方で、しかも初期投資額を極力小さくする為の必要最小限の容量の設備を設計すると主要設備は次頁の付表 5 に示す仕様と数量のものとなる。

付表 5 主要設備・機器一覧表

No.	機器名称	仕 様	数 量	記 事
1.	分配設備			
(1)	原水受槽	1,169m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	1	
(2)	送水ポンプ	15m ³ /分,29mH,230/200,耐酸,90kW	3	
(3)	原水分配槽	900m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	1	
2.	酸化設備			
(1)	酸化槽	3,600m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
(2)	鉄バクテリア回収槽	900m ³ ,φ22円形,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
(3)	スピゴット抜出ポンプ	4.3m ³ /分,20mH,200/180,耐酸,37kW	4	予備1台
3.	中和設備			
(1)	中和槽	2,427m ³ ,角型,コンクリート,樹脂ライニング	3	3系列
4.	バクテリア添加設備			
(1)	バクテリア培養槽	22m ³ ,φ40円形,SUS,攪拌機付,6.8kW	1	3系列
(2)	添加ポンプ	45ℓ/分,17mH,耐酸,3.0kW	6	2台シリーズ
5.	栄養剤添加設備			3系列用
(1)	計量ホッパー	432ℓ/分,角型,SS,1.5kW	2	
(2)	溶解槽	15m ³ ,円形,SS,攪拌機付,3.7kW	2	
(3)	定量ポンプ	6ℓ/分,30mH,0.8kW	3	
6.	その他設備			
(1)	ブロー	122Nm ³ /分,P=1.3kg/cm ² ,373kW	3	
(2)	用水タンク	300m ³ ,角型,コンクリート		
(3)	ジーンセル発電機	2,000kVA	1	非常用
(4)	軽油タンク	900ℓ		
(5)	ピットポンプ	3.1m ³ /分,10mH,75/50,15kW	4	
	合 計	総設備容量 1,632kW		

(4) バクテリア酸化方式廃水処理プラント建設費試算

付表 5 に示す主要設備・機器は、全く何も無い所にバクテリア酸化法による酸性廃水処理設備を設置する場合に必要な主要設備を示している。一方、新設廃水処理場の設備と付表 5 の設備とは共通する部分が有る。したがって、新設廃水処理場にバクテリア酸化法の設備を追加して建設する場合に必要な設備・機器は、付表 5 に示す主要設備の内 2. (1)、(2)、(3)、4. (1)、(2)、5. (1)、(2)、(3) である。

バクテリア酸化方式廃水処理プラント建設費の試算は上記の専用設備を主体に日本国内資料に基づき実施した。共通設備については新設廃水処理場の設備積算で実施された中国側積算を利用し、日本国内資料に基づいた積算を付記した。

また、超概念設計の為、基礎工事、電気計装工事等の付帯工事費は日本に於ける同種・同規模工場の建設を参考にした係数計算により簡便的に求めた。

○機械設備費

No.	名称	中国側資料積算	日本側資料試算
		金額(千元)	金額(千円)
1.	分配設備	1,308.3	69,341
(1)	原水受槽	(703.8)	(29,225)
(2)	送水ポンプ		(17,616)
(3)	原水分配槽	(604.5)	(22,500)
2.	酸化設備	—	61,808
(1)	酸化槽		(30,000)
(2)	鉄バクテリア回収槽		(27,000)
(3)	スピゴット拔出ポンプ		(4,808)
3.	中和設備	4,162.2	183,000
(1)	中和槽	(4,162.2)	(183,000)
4.	バクテリア添加設備	—	8,742
(1)	バクテリア培養槽		(4,000)
(2)	同上攪拌機		(3,200)
(3)	添加ポンプ		(1,542)

5.	栄養剤添加設備	—	25,705
(1)	計量ホッパー		(13,000)
(2)	溶解槽		(9,000)
(3)	同上攪拌機		(3,000)
(4)	定量ポンプ		(705)
6.	その他設備	14,517.3	279,040
(1)	ブロー	(4,973.4)	(78,000)
(2)	用水タンク		(15,000)
(3)	ゾーセル発電機	(8,399.4)	(150,000)
(4)	軽油タンク	(48.9)	(400)
(5)	ピットポンプ		(4,800)
(6)	その他付帯設備	(1,095.6)	(29,840)

合 計	19,987.8 千元	626,636千円
機械設備		319,911
コンクリート槽類		306,725

→ 626,600,000円
(19,987,800元)

○電気計装費

電気計装費は機械設備費の25%とする。

¥319,911,000 X 0.25 = 79,977,000 → 80,000,000円
(7,578,800元)

○配管工事費

配管工事費は機械設備費の10%とする。

¥319,911,000 X 0.10 = 31,991,100 → 32,000,000円
(3,398,200元)

○土木建築費

土木建築費は全設備費の25%とする。

¥738,600,000 X 0.25 = 184,650,000 → 184,650,000円
(8,672,300元)

合計 923,250,000円
(39,637,100元)

工場建設費は日本側試算では約923百万円となり中国側積算資料を応用すれば40百万円となる。即ち新設廃水処理施設概念設計に関して実施された中国側積算を参考にすれば、土木建築類を中国側で実施する場合は日本の費用の約1/2に収まる。

(5) バクテリア酸化方式廃水処理プラント操業費試算

操業費についても、建設費同様十分な資料を入手出来なかったので、日本国内単価を用いて求めた。中国側単価及び必要人数を代入すればそのまま中国国内に於ける操業費が産出できる。

○労務費

●管理職	名
・ 所長	1
・ 技師長	1
・ 保全技師	2
●一般職	
・ 操業技師	20
・ 分配・酸化・中和設備運転	(8名 = 2名 X 4方)
・ 周辺機器運転	(8名 = 2名 X 4方) バクテリア・栄養剤添加、ブロー他運転
・ 補助	(4名 = 1名 X 4方) 計器監視等
・ 保全技師	4
・ 機械技師	(2名 = 2名 X 1方)
・ 電気・計装技師	(2名 = 2名 X 1方)
・ 資材管理員	1
・ 事務員	1
人員計	30名

労務費計 30人 X 6,550元/人・年 = 196,500 元/年

→ (2,358,000元/年)

○電力費

運転を開始した場合の設備の稼働状況を下記の如く仮定する。

- ・ 初期の空気吹込量を理論空気量の10倍以上(所要動力は設備動力の1/2程度、バクテリアの活動が軌道に乗った時点で1/3と仮定する)
- ・ 実消費電力は設備動力の60%
- ・ 設備稼働率は90%

設備は3系列あり、常時はその内2系列が稼働する。

従って、立ち上がり(初期)次期の電力費は

$$((2,186\text{kW}-615.8\text{kW}-(560\text{kW} \times 2))+(560\text{kW} \times 2 \times 0.5)) \times 0.6 \times 0.90=545.508\text{kW}$$

$$\text{①}0.31\text{¥/kWh} \times 4,778,650\text{kWh} = 1,481,382\text{¥/Y}$$

→ (1,481,000元/年)

と成るが、定常状態では

$$((2,186\text{kW}-615.8\text{kW}-(560\text{kW} \times 2))+(560\text{kW} \times 2 \times 1/3)) \times 0.6 \times 0.90=545.508\text{kW}$$

$$\text{0.31}\yen/\text{kWh} \times 3,185,767\text{kWh} = 987,588\yen/Y \quad \rightarrow (\text{988,000元/年})$$

と成ると推定される。

○機械部品費

機械部品費は機械設備費の2.5%と仮定する。

$$\yen 431,911,000 \times 0.025 = 10,798,000 \quad \rightarrow \underline{10,800,000\text{円/年}}$$

(900,000元/年)

○消耗物品費

消耗物品の主体は試薬、栄養剤並びに潤滑油である。さらに、試薬の殆どはpH調整用の炭カルと消石灰であるが、これらは選鉱廃滓が不足した場合の補助であり、定常状態では不足しない見込みなので費用としては無視できる。

潤滑油費用は機械設備費の0.5%と仮定する。

$$\yen 431,911,000 \times 0.005 = 2,159,550 \text{ 薬剤費を含め} \quad \rightarrow \underline{2,160,000\text{円/年}}$$

(180,000元/年)

○保全点検費

操業は3系列ある設備のうち2系列で行う。したがって、定期修理は休転中の1系列について2回/年の頻度で実施する。保全点検費の内、交換部品費用は機械部品費の項に含まれている。また、日常発生する軽微な故障は工程に配置されている保全員が処置する。保全点検費の殆どが外注工事費用になると推定される。

そこで、保全点検費は機械設備費の5%と仮定する。

$$\yen 431,911,000 \times 0.05 = 21,595,550 \quad \rightarrow \underline{21,600,000\text{円/年}}$$

(1,800,000元/年)

合計 6,226,000元/年

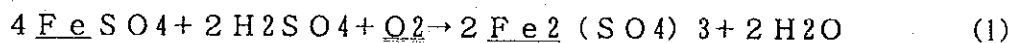
以上操業費はバクテリアの活動が定常化した時点で年間約623万元と推定される。

5. 解析

坑廃水に含まれる鉄イオンの相当部分は Fe^{2+} （第一鉄イオン）として存在する。このイオンを除去する最も一般的な方法として中和沈澱法があるが、この方法で Fe^{2+} を沈澱させる為には液pHを弱アルカリ性になるまで上げる必要があり、大量の消石灰や苛性ソーダ等のアルカリ用pH調整剤が必要となり不経済である。したがって、 Fe^{2+} を予め低pHで沈澱する Fe^{3+} に酸化する方法を取る事が望ましい。

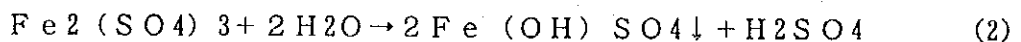
酸性廃水処理にバクテリアを採用する主たる目的は、 Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化する為の酸化工程に鉄酸化細菌の酸化力を利用し、処理費用を低減する事にある。

第一鉄イオンの酸化反応は一般に次式によって進行するとされている。



第一鉄

第二鉄



(1)式に於いて、理論上4モルの第一鉄イオンに対して1モルの酸素が必要となる。すなわち、1モルの第一鉄イオンを含む廃水1m³を第二鉄にするためには理論上28ℓの空気が必要となる。

徳興鉱山の廃水に含まれる第一鉄イオンの計画値は760mg/ℓであるから必要な理論空気量は約390ℓと計算出来る。

一方、空気の水に対する溶解度は90ℓ/m³(20℃)であるから、廃水中に溶解している空気量だけでは300ℓ程不足する。また、廃水中には鉄イオンの他にも酸素消費物質が存在する為必然的に理論量だけでは足りなくなる。

この為、従来空気吹き込み、機械攪拌等の強制的に空気を送り込む物理的な方法が取られて来た。しかし、鉄酸化細菌の利用は(1)式の反応をコストの高い物理的な方法に依らないで進める事が出来る。

なお、徳興鉱山の廃水は日本の同種の廃水を出している松尾鉱山の廃水と比較してかなり異なった傾向にある。具体的には、トータル鉄イオンに占める第一鉄イオンの比率が松尾廃水の90% (264/285) に対し徳興廃水は40% (760/2700) を示し、徳興廃水の第一鉄イオン比率は松尾廃水にくらべかなり低い。第一鉄イオンの絶対量は松尾廃水の3倍と大きい。また、8.4Ax値が松尾廃水の1400に比べ徳興廃水は8600と極めて高い。則ち、徳興廃水に通常の一段中和処理法の適用を試みると莫大な中和剤が必要となる。一方、幸いにも徳興鉱山には選鉱系統から大量のアルカリ性廃水が発生しており、これを有効利用する事により必要なアルカリ量を相当減量する事が出来る。しかし、通常法を採用する限りなおアルカリ分の不足は解決できない。そこで、本調査ではアルカリ二段中和法の導入が検討され、新

設排水処理場の設計に採用されている。二段中和法を採用し選鉱から出るアルカリ性廃水を利用すれば中和用のアルカリ成分が旨くバランスし、また、消石灰工場の建設も見合わせる事となった。したがって、当面、バクテリア酸化法の適用は必要としない。

しかし、将来、酸性水が多量に発生し、アルカリ水とのバランスが崩れる事も考えられる。その場合に予想される中和剤の不足を補完する為、低pHで第一鉄を酸化する鉄酸化細菌を利用したバクテリア酸化法の適用検討を今から開始しておく事は大変有意義である。

本来、アルカリ廃水の利用を主体にし、不足の場合にバクテリア酸化法で補強する方法が現実的であると考えられるが、本付録資料ではバクテリア酸化法を軸としアルカリ廃水で補強する方法を検討した。前者は本方法を参考にすれば容易に応用出来、コスト圧縮の代替案が策定できることから、応用例を多く検討できるように典型的な例を検討の代表として採用した。

今回の調査では、期間が短かった関係から徳鉱山山の三種類の酸性廃水（露天採掘場廃水、リーチング廃液、廃石堆積場廃水）に存在すると思われるバクテリアを同定するまでに至らなかった。したがって、夏期と冬期の温度差によるバクテリアの活動度以外の概念設計に必要な諸データの殆どは松尾廃水処理場及び柵原鉱山の資料を参考にしている。前述の如く、徳興鉱山の酸性廃水の水質と松尾廃水処理場等の廃水の水質とは異なるので、今後、独自の調査を進め基本設計、詳細設計用のデータを収集しなければならないが、今回の調査ではその為の設備が不足している事がわかった。基本的には、最小限、下記に示す調査・研究設備を揃える必要がある。

○バイオテクノロジー研究設備

- | | |
|-------|---|
| ・研究室 | 144m ² (48m ² X3) |
| ・空調設備 | 温度・湿度調整式 |
| ・防塵設備 | 二重扉式 |
| ・更衣室 | 研究衣更衣用 |

○

バイオテクノロジー研究機器

- | | |
|-----------------|---------------------------------------|
| ・バイオリアクター | 500m ^l 程度、スタンド付き、バッチ式 |
| ・デジタルpHコントローラー | 発酵用電極付、最小分解能 0.01 |
| ・薬液用チューブポンプ | 0~3.2m ^l /min |
| ・恒温振盪培養機 | 970X610mm、室温~60℃、10~400rpm |
| ・汎用小型フェーマンター | 500m ^l 、φ150X220mm、ジャケット付き |
| ・加温型マグネチックスターラー | 6連式、室温~50℃、20~200rpm |

- ・サーモテックインキュベーター 室温+5~60℃±0.2℃、デジタル表示
- ・恒温水槽 室温~60℃、ステップ式温度設定、1kW、
- ・マルチタイマー 0.5sec~100hr
- ・ねじロシケーター (バイオ用) φ250mm
- ・コロニーカウンター デジタルLED表示、ルーペ付き
- ・滅菌用オートクレーブ 110~121℃、1.2kg/cm²、乾燥装置 (180℃) 付き
- ・低温保管用冷凍冷蔵庫 300ℓ
- ・純水製造装置 1.8ℓ/hr、蒸留→イオン交換→濾過方式
- ・脱水設備
 - ・磁製ブフナーロート φ96、φ160mm
 - ・濾過瓶 φ300mm、下口付き
 - ・真空ポンプ 7.5X10⁻²トル、
- ・高速小型遠心分離機 15000rpm、スイングローター式
- ・無温無菌ボックス 殺菌灯 15WX2、1300WX900DX1860H
- ・分注器、ピンセット 2~10、10~100、100~1000、1000~5000μℓ
- ・バイオ用耐熱ガラス・樹脂器具
 - ・サンプル瓶 (栓付き)
 - ・培養試験管
 - ・バイオピペット
 - ・バイオ三角フラスコ
 - ・ディスポシャーレ
 - ・耐熱ねじ口瓶用ステンレスキャリアー
 - ・菌保存用フリージングボックス
 - ・恒温槽型培養用フラスコ
 - ・その他バイオ研究用雑品
- ・バイオ研究用保護具類
 - ・白衣、帽子
 - ・ラテックス手袋
 - ・保護眼鏡

○バイオテクノロジー研究用薬品

- ・培地用試薬
- ・酸・アルカリ調整用試薬
- ・P, K, N栄養剤

以上、研究設備を除き約12百万円である。

なお、他に電気泳動測定設備（約6百万円）、生物顕微鏡（750千円）、双眼実体顕微鏡（220千円）、写真撮影装置（650千円）等があれば便利である。

徳鉱山では、終了したJICAの技術援助の成果の一つとして酸化銅鉱抽出の為にヒープリーチングの研究が継続して進められている。したがって、バイオテクノロジーの研究には抵抗が無くまた研究者もいる為、バクテリア酸化の研究も専用設備が揃えば容易に開始できる。

河川等排水系の水量水質測定結果一覧表

(第4章 4-1-1)

表4-1-1 ~ 表4-1-3

表4-1-1 河川水測定結果一覧表

場所：河川1（露天掘採掘場廃水）

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月08日	10時00分	はれ	0.164	9.86	591
6月09日	15時34分	はれ	0.151	9.05	543
6月10日	15時59分	はれ	0.142	8.50	510
6月12日	08時25分	くもり	0.097	5.82	349
6月13日	09時20分	くもり	0.980	58.78	3,527
6月14日	16時03分	あめ	3.570	214.00	12,866
6月14日	16時30分	あめ	2.380	143.00	8,562
6月14日	17時00分	あめ	2.480	149.00	8,916
6月17日	15時20分	くもり	0.695	41.72	2,503
6月18日	15時45分	あめ	1.142	68.51	4,111
6月19日	09時21分	あめ	2.231	133.87	8,032
6月21日	09時22分	あめ	1.282	76.90	4,614
6月21日	15時21分	あめ	1.605	96.30	5,778
6月22日	09時17分	あめ	2.369	142.12	8,527
6月23日	09時00分	くもり	1.207	72.43	4,346
9月06日	09時24分	はれ	0.022	1.34	80
9月10日	09時52分	はれ	0.019	1.15	69
9月15日	14時51分	はれ	0.019	1.13	68
9月16日	09時 6分	はれ	0.015	0.92	55
9月18日	09時 4分	はれ	0.051	3.08	185
最小値			0.015	0.92	55
平均値			1.03	61.90	3,712
最大値			3.57	214.00	12,866

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月08日	27.9	2.76							
6月09日	28.2	2.85	4.78	24	654	301	353	2,795	4,123
6月10日	29.1	2.89	4.48						
6月12日	20.4	3.27	2.07						
6月13日	25.3	2.90	3.60						
6月14日	24.5	4.08	1.80	15	482	418	64	1,273	29,685
6月14日	24.5	3.16	2.76	32	556	432	124	2,087	7,205
6月14日	24.2	3.11		36	1,323	1,186	137	2,266	4,444
6月17日	23.9	2.68							
6月18日	23.6	2.85	3.41	25	322	108	214	2,963	3,632
6月19日	22.0	2.91	3.09						
6月21日	22.9	2.62	4.37						
6月21日	23.6	2.66	4.07	28	563	334	214	7,673	5,198
6月22日	23.1	2.73	3.08						
6月23日	23.4	2.59	5.32						
9月06日	24.5	3.36	2.27	34	247	18	229	2,552	699
9月10日	25.5	3.61	2.67	24	198	11	187	988	3
9月15日	26.7	3.67	2.55						
9月16日	25.9	3.93	2.57	25	175	8	167	1,275	28
9月18日	26.2	3.31	2.67						
最小値	20.4	2.59	1.80	15	175	8	64	988	3
平均値	24.6	3.11	2.92	27	502	313	188	2,652	6,113
最大値	29.1	4.08	5.32	36	1,323	1,186	353	7,673	29,685

表 4-1-1 河川水測定結果一覧表

場所：河川2 (露天掘採掘場廃水)

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月10日	16時30分	はれ	0.28	16.8	1,010
6月12日	08時39分	くもり	0.24	14.6	877
6月13日	10時22分	くもり	0.90	54.2	3,255
6月14日	15時46分	あめ	6.93	415.5	24,930
6月14日	16時15分	あめ	5.48	329.0	19,742
6月14日	16時31分	あめ	4.74	284.4	17,063
6月14日	16時57分	あめ	4.18	251.0	15,059
6月17日	15時39分	くもり	0.75	44.9	2,697
6月18日	09時30分	あめ	1.09	65.5	3,931
6月18日	10時20分	あめ	0.79	47.2	2,832
6月18日	10時33分	あめ	0.69	41.7	2,499
6月18日	16時48分	あめ	0.94	56.3	3,377
6月19日	10時16分	あめ	2.85	171.0	10,259
6月21日	10時18分	あめ	1.59	95.4	5,723
6月21日	15時35分	あめ	1.89	113.6	6,814
6月22日	10時09分	あめ	3.25	195.1	11,706
6月23日	09時34分	くもり	1.39	83.2	4,992
9月6日	09時53分	はれ	0.18	10.8	650
9月10日	09時39分	はれ	0.18	10.6	634
9月15日	15時01分	はれ	0.16	9.6	577
9月16日	09時26分	はれ	0.11	6.4	382
9月18日	09時14分	はれ	0.25	14.9	893
最小値			0.11	6.4	382
平均値			1.77	106.0	6,359
最大値			6.93	415.5	24,930

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月10日	25.0	3.05	3.08	24	308	115		3,067	579
6月12日	22.1	3.53	2.87						
6月13日	23.1	2.98	3.19						
6月14日		3.4		15	1,171	1,107	64	986	4,456
6月14日		2.8		23	633	596	37	1,117	14,948
6月14日		2.7		25	1,017	949	68	1,392	9,694
6月14日		2.7		25	380	302	78	1,506	6,963
6月17日	22.4	2.8							
6月18日	21.9	2.9	3.00						
6月18日	22.1	2.7	3.10	29	156	28	128	2,626	7,426
6月18日	22.6	2.86							
6月19日	21.0	2.86	2.56						
6月21日	22.3	2.70	3.31						
6月21日	22.2	2.72	3.13	29	297	163	134	1,955	274
6月22日	22.0	2.86	2.24						
9月06日	23.0	2.65	2.47	24	75	10	65	1,893	349
9月10日	22.7	3.53	2.30	24	71	6	65	700	264
9月15日	26.4	3.69	2.31						
9月16日	24.1	3.84	2.27	21	75	8	17	1,522	1,729
9月18日	24.7	3.44	2.33						
最小値	21.0	2.65	2.24	15	71	6	17	700	264
平均値	23.0	3.04	2.39	24	418	328	73	1,676	4,668
最大値	26.4	3.84	3.31	29	1,171	1,107	134	3,067	14,948

表4-1-1 河川水測定結果一覧表

場所：河川3 (楊桃塢磨石場浸透水)

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月09日	17時00分	はれ	0.004	0.2	14.0
6月12日	10時15分	くもり	0.001	0.1	4.0
6月13日	10時39分	くもり	0.014	0.9	52.0
6月18日	17時34分	あめ	0.009	0.6	33.0
6月19日	10時38分	あめ	0.037	2.2	134.0
6月21日	10時33分	あめ	0.025	1.5	88.0
6月21日	15時52分	あめ	0.031	1.9	111.0
6月22日	10時12分	あめ	0.043	2.6	154.0
6月23日	09時41分	くもり	0.029	1.7	103.0
9月06日	10時45分	はれ	0.000	0.02	1.35
9月10日	09時10分	はれ	0.000	0.01	0.72
9月16日	09時35分	はれ	0.001	0.05	2.72
9月18日	09時35分	はれ	0.000	0.01	0.75
最小値			0.000	0.01	0.72
平均値			0.015	0.9	54.0
最大値			0.043	2.6	154.0

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月09日	17.9	2.65	4.01	25	686	680	6	5,115	85
6月12日	19.1	2.68	4.34						
6月13日	18.9	2.65	4.85						
6月18日	18.4	2.59		27	300	283	17	6,585	124
6月19日	18.1	2.53	4.87						
6月21日	18.9	2.62	4.33						
6月21日	18.2	2.54	4.60						
6月22日	18.8	2.63	4.33	1	966	888	78	4,528	16
6月23日	18.3	2.70	2.21						
9月06日	23.0	2.65	2.47	17	359	352	7	4,301	45
9月10日	21.3	2.77	3.78	15	344	340	4	3,004	1
9月16日	23.6	2.77	3.19	17	305	300	5	2,799	58
9月18日	23.2	2.77	3.23						
最小値	17.9	2.53	2.21	1	300	283	4	2,799	1
平均値	19.8	2.66	3.85	17	493	474	20	4,389	55
最大値	23.6	2.77	4.87	27	966	888	78	6,585	124

場所：河川4 (楊桃塢磨石場溢流水)

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月21日	10時40	あめ	0.16	9.5	568.0

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月21日	24.5	3.14	8.28	41	1,706	360	1,346		

表4-1-1 河川水測定結果一覧表

場所：河川5（西源廃石場浸透水）

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月23日(a)	10時05分	くもり	1.11	66.5	3,988.0
9月11日(b)	10時00分	はれ	0.01	0.8	51.0
9月17日(c)	10時00分	はれ	0.01	0.7	43.0

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月23日	19.1	2.47		9	56	43	15	2,317	33
9月11日	22.1	2.87	2.94	17	57	39	18	5,371	26
9月17日	23.9	2.94	5.00	23	45	43	3	5,433	11
9月17日	30.2	2.98	5.60	21	71	57	14	5,515	545

場所：河川6（大場川）

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月09日	15時51分	はれ	0.26	15.5	929
6月12日	09時40分	くもり	0.18	10.9	655
6月13日	10時54分	くもり	0.29	17.3	1,040
6月18日	10時04分	あめ	0.35	21.2	1,274
6月18日	17時00分	あめ	0.42	25.0	1,503
6月19日	10時27分	あめ	1.77	106.3	6,375
6月21日	10時26分	あめ	1.07	64.3	3,860
6月21日	15時45分	あめ	1.09	65.1	3,907
6月22日	10時25分	あめ	1.88	112.6	6,755
6月23日	09時46分	くもり	1.13	68.0	4,082
9月06日	10時30分	はれ	0.07	4.5	269
9月10日	9時25分	はれ	0.07	4.2	254
9月16日	9時35分	はれ	0.05	3.1	184
9月18日	9時25分	はれ	0.06	3.6	213
最小値			0.05	3.1	184
平均値			0.62	37.3	2,236
最大値			1.88	112.6	6,755

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(ms/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月09日	19.8	2.63	1.58	3	224	221	3	1,087	3,662
6月12日	20.2	2.74	1.67						
6月13日	20.4	2.84	1.29						
6月18日	21.6	2.40	1.32	2	158	143	15	926	247
6月18日	19.7	2.68	1.02						
6月19日	19.5	2.75	0.96						
6月21日	19.7	2.77	1.26						
6月21日	19.6	2.66	1.18						
6月22日	20.2	2.71	1.00	0.2	70	67	3	457	276
6月23日	19.2	2.79	1.24						
9月06日	21.3	2.71	1.45	4.5	219	208	11	1,294	17
9月10日	20.0	2.74	1.70	4.4	72	68	4	123	43
9月16日	21.2	2.78	1.86	7.5	222	217	5	1,070	66
9月18日	21.9	2.86	1.65						
最小値	19.2	2.40	0.96	0.2	70	67	3	123	17
平均値	20.3	2.72	1.37	3.6	161	154	7	826	719
最大値	21.9	2.86	1.86	7.5	224	221	15	1,294	3,662

表4-1-1 河川水測定結果一覧表

場所：河川7（祝家）

測定日	時間	天気	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時
6月08日	09時30分	はれ	0.48	29.0	1,740
6月09日	17時22分	はれ	0.29	17.5	1,052
6月12日	10時44分	くもり	0.20	12.3	736
6月13日	8時40分	くもり	0.66	39.6	2,376
6月17日	16時27分	くもり	0.90	53.8	3,230
6月18日	09時20分	あめ	1.23	74.0	4,438
6月18日	09時40分	あめ	1.04	62.5	3,753
6月18日	17時34分	あめ	1.10	65.7	3,942
6月19日	8時40分	あめ	3.49	209.4	12,563
6月19日	11時00分	あめ	3.31	198.5	11,908
6月21日	08時50分	あめ	1.62	97.3	5,835
6月21日	10時52分	あめ	1.72	103.3	6,197
6月21日	16時06分	あめ	2.03	121.5	7,290
6月22日	08時50分	あめ	2.89	173.4	10,406
6月23日	08時30分	くもり	2.35	140.9	8,454
9月06日	11時10分	はれ	0.15	9.0	537
9月10日	08時59分	はれ	0.19	11.2	670
9月15日	15時13分	はれ	0.05	2.7	163
9月16日	09時49分	はれ	0.04	2.6	155
9月18日	09時43分	はれ	0.10	6.0	363
最小値			0.04	2.6	155
平均値			1.19	71.5	4,290
最大値			3.49	209.4	12,563

測定日	水温 (°C)	pH	電気伝導 度(μs/cm)	Cu (ppm)	TFe (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	SO ₄ (ppm)	SS (ppm)
6月08日	20.1	7.09							
6月09日	22.1	7.00	86	0	2	2	0	16	22
6月12日	21.3	7.10	83						
6月13日	20.8	6.45	99						
6月17日	20.0	6.73	75	1	146	134	12	123	1,175
6月18日	20.4	6.98							
6月18日	20.1	6.87							
6月18日	19.8	6.88							
6月19日	18.8	6.66	78						
6月19日	18.8	6.55	60						
6月21日	19.1	6.42	62						
6月21日	19.4	6.37	64						
6月21日	19.4	6.41	70						
6月22日	19.7	6.72	65						
6月23日	18.7	6.55	60						
9月06日	25.3	7.11	100		0.042		0.042	16.46	2.5
9月10日	22.0	7.34	128		0.086	0.055	0.031	5.76	7.6
9月15日	29.5	6.93	160						
9月16日	25.9	6.81	151					18.9	7.4
9月18日	25.6	6.66	270						
最小値	18.7	6.41	60	0	0.04	0.05	0	5.76	2.5
平均値	21.3	6.85	100						
最大値	29.5	7.34	270	1	146	134	12	123	1,175

表 4-1-2 坑内水測定結果一覽表

場所：旧坑 A

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月09日	0.017	1.03	62	19.3	2.93	5.13
6月11日	0.016	0.98	59	20.4	3.27	5.88
6月13日	0.016	0.99	59	19.7	2.98	4.69
6月18日	0.017	1.01	60	19.5	2.77	
6月19日	0.014	0.84	51	19.7	2.80	8.28
6月21日	0.022	1.29	78	19.8	2.74	7.81
6月22日	0.024	1.42	85	19.8	2.73	7.95
6月23日	0.020	1.20	72	19.8	2.82	8.38
9月07日	0.016	0.97	58	19.7	3.02	3.90
9月13日	0.006	0.38	23	22.4	3.03	5.33

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	77	410	167	243	7,866	422
6月19日	136	353	329	24		246
6月21日	119	367	352	15		12,060
9月7日	74	172	144	28	7,203	106
9月13日	1	162	154	8	5,721	220

場所：旧坑 B

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月09日	0.03	1.8	105	19.5	3.42	1.95
6月11日	0.03	1.6	95	20.3	3.89	1.82
6月13日	0.10	5.9	353	19.3	2.87	1.85
6月18日	0.08	4.6	276	19.5	3.09	2.41
6月19日	0.09	5.6	337	19.6	2.94	1.60
6月21日	0.09	5.7	341	19.7	2.93	2.86
6月22日	0.11	6.7	404	19.5	2.95	2.28
6月23日	0.11	6.6	395	19.8	2.99	2.27
9月07日	0.04	2.4	146	21.5	3.44	1.99
9月13日	0.03	1.7	101	22.0	4.36	1.24

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	22	83	33	50	1,429	328
6月19日	60	97	82	15		360
6月21日	50	103	90	13	2,470	621
9月7日	11	63	4	59	617	261
9月13日	6	22	1	21	123	131

場所：旧坑 C

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月09日	0.01	0.4	22	21.5	6.12	0.29
6月11日	0.00	0.1	8	21.5	4.27	3.15
6月13日	0.00	0.2	14	20.5	4.08	2.39
6月18日	0.00	0.3	16	20.8	4.32	1.03
6月19日	0.01	0.4	26	20.4	4.01	2.09
6月21日	0.01	0.3	21	20.4	3.57	0.98
9月07日	0.002	0.09	5.6	20.2	4.32	2.57
9月13日	0.001	0.07	4.1	21.0	4.33	2.18

表 4 - 1 - 2 坑内水測定結果一覽表

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	67	199	26	173	2,629	343
6月19日	41	6	2	4		99
6月21日	51	83	2	81	2,099	172
9月7日	68	154	11	143	1,070	117
9月13日	69	134	0	134	3,786	116

場所：旧坑D

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月09日	0.00	0.1	6	20.8	3.96	3.18
6月11日	0.00	0.1	3	21.1	3.91	4.37
6月13日	0.00	0.1	7	21.0	3.89	3.23
6月18日	0.00	0.3	18	22.2	3.39	2.90
6月21日	0.00	0.2	11	20.4	3.57	
9月07日	0.001	0.031	1.9	20.3	4.01	3.20
9月13日	0.001	0.031	1.9	21.2	4.00	3.00

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	36	667	19	648	5,365	349
6月21日	41	402	13	389	3,811	112
9月7日	47	234	2	232	1,914	36
9月13日	51	218	0	218	2,757	133

場所：旧坑E

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月9日	0.03	1.8	109	19.9	3.01	4.00
6月11日	0.02	1.4	87	19.2	3.04	
6月13日	0.07	4.1	245	20.9	2.70	4.11
6月18日	0.04	2.2	134	19.5	2.78	
6月19日	0.05	3.1	185	20.5	2.58	3.94
6月21日	0.05	3.1	184	20.4	2.73	4.35
6月22日	0.08	4.6	275	20.5	2.62	4.23
6月23日	0.07	3.9	236	20.4	2.76	4.41
9月7日	0.03	1.6	95	19.7	3.02	3.90
9月13日	0.02	1.0	61	19.8	3.08	3.79

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	105	73	67	6	5,295	89
6月19日	73	202	185	17		80
6月21日	97	154	145	9	5,042	80
9月7日	98	64	50	14	3,910	24
9月7日	114	61	42	19	3,992	44

場所：旧坑F

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月9日	0.07	4.4	263	22.2	3.40	3.64
6月11日	0.06	3.8	226	21.6	3.10	4.01
6月13日	0.13	7.9	473	22.4	2.98	3.57
6月18日	0.14	8.5	510	21.3	3.10	3.03
6月19日	0.23	13.9	833	20.5	3.08	3.94

表 4 - 1 - 2 坑内水測定結果一覽表

6月21日	0.18	10.7	641	21.2	2.96	3.30
6月22日	0.26	15.5	930	21.3	2.85	3.18
6月23日	0.20	11.9	712	20.8	2.91	3.60
9月7日	0.06	3.4	202	23.7	3.49	3.19
9月13日	0.04	2.4	143	25.2	3.51	2.99

坑内水 F

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月11日	104	74	67	7	5,295	89
6月19日	62	133	113	20		765
6月21日	49	132	70	62	3,313	1242
9月7日	39	122	2	120	2,346	97
9月13日	35	108	3	105	2,593	10

場所：旧坑 G

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月11日	0.010	0.576	35	19.9	3.01	4.00
6月13日	0.014	0.818	49	20.3	3.05	3.03
6月18日	0.012	0.714	43	20.5	2.91	
6月19日	0.019	1.146	69	20.4	2.86	3.64
6月21日	0.017	0.993	60	21.1	2.94	3.67
6月22日	0.020	1.223	73	20.8	2.87	3.71
6月23日	0.009	0.533	32	21.2	3.00	3.67

坑内水 G

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月19日	148	74	58	16		24
6月21日	157	38	30	8	2,980	10
6月22日	22	65	63	2	3,144	65

場所：旧坑 H

測定日	流出量 m ³ /秒	流出量 m ³ /分	流出量 m ³ /時	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm
6月07日	0.005	0.28	17.1	21.4	2.74	4.95
6月13日	0.003	0.15	9.1	27.9	2.94	4.37

坑内水 H

測定日	Cu ppm	TFe ppm	Fe ³⁺ ppm	Fe ²⁺ ppm	SO ₄ ppm	SS ppm
6月7日	68	590	507	83	4,857	149
6月13日	34	270	121	149	1,317	271

表 4 - 1 - 3 選鉱工程廢水測定結果一覽表

1. 選鉱工程廢水流出量

測定日	時間	場所番号	場所名称	m ³ /秒	m ³ /分	m ³ /時
6月15日	09:45	1-1	第1選鉱場選鉱水	0.041	2.43	146
6月18日	08:50	1-1	第1選鉱場選鉱水	0.051	3.05	183
9月08日	09:30	1-1	第1選鉱場選鉱水	0.103	6.05	372
9月14日	09:14	1-1	第1選鉱場選鉱水	0.040	2.40	144
6月08日	15:30	1-2	大山銅精鉱溢流水	0.065	3.87	232
6月15日	10:00	1-2	大山銅精鉱溢流水	0.049	2.96	177
6月22日	08:40	1-2	大山銅精鉱溢流水	0.094	5.65	339
9月08日	10:37	1-2	大山銅精鉱溢流水	0.090	5.41	325
9月14日	10:31	1-2	大山銅精鉱溢流水	0.049	2.96	177
6月15日	16:30	1-3	第1・2選鉱場回水	0.245	14.70	882
6月22日	09:40	1-3	第1・2選鉱場回水	0.374	22.45	1,347
6月23日	16:01	1-3	第1・2選鉱場回水	0.239	14.32	859
9月08日	15:44	1-3	第1・2選鉱場回水	0.014	0.81	49
9月14日	10:20	1-3	第1・2選鉱場回水	0.019	1.12	67
6月16日	16:50	1-4	第4尾鉱庫溢流水	2.508	150.47	9,028
6月24日	09:38	1-4	第4尾鉱庫溢流水	2.530	151.81	9,108
9月09日	10:30	1-4	第4尾鉱庫溢流水	0.009	0.54	32
9月15日	09:41	1-4	第4尾鉱庫溢流水	0.014	0.86	52
6月16日	17:30	1-5	第2尾鉱庫溢流水	0.467	28.01	1,681
6月24日	09:56	1-5	第2尾鉱庫溢流水	0.512	30.71	1,842
9月09日	10:21	1-5	第2尾鉱庫溢流水	0.258	15.50	930
9月15日	10:05	1-5	第2尾鉱庫溢流水	0.151	9.06	543
6月15日	09:00	2-1	第1破碎集塵水	0.034	2.03	122
6月18日	08:30	2-1	第1破碎集塵水	0.023	1.40	84
9月08日	08:51	2-1	第1破碎集塵水	0.032	1.92	115
9月14日	08:46	2-1	第1破碎集塵水	0.046	2.74	165
6月18日	08:40	2-1b	第1破碎集塵水	0.016	0.95	57
9月08日	09:06	2-1b	第1破碎集塵水	0.007	0.43	26
9月14日	08:54	2-1b	第1破碎集塵水	0.010	0.62	37
6月22日	08:40	2-2	第1選鉱場廢水	0.068	4.10	246
6月15日	09:30	2-3	第1選鉱場廢水	0.043	2.59	156
6月18日	09:00	2-3	第1選鉱場廢水	0.024	1.42	85
9月08日	09:22	2-3	第1選鉱場廢水	0.011	0.66	39
9月14日	09:05	2-3	第1選鉱場廢水	0.004	0.23	14
6月15日	11:05	2-4	第2選鉱場篩分水	0.260	15.62	937
6月22日	09:04	2-4	第2選鉱場篩分水	0.367	22.00	1,320
9月08日	09:57	2-4	第2選鉱場篩分水	0.159	9.54	572
9月14日	09:35	2-4	第2選鉱場篩分水	0.241	14.43	866

表 4 - 1 - 3 選鉱工程廢水測定結果一覽表

測定日	時間	場所番号	場所名称	㎥ ³ /秒	㎥ ³ /分	㎥ ³ /時
6月16日	16:28	2-5	第4尾鉱庫浸透水	0.49	29.66	1,779
6月24日	09:02	2-5	第4尾鉱庫浸透水	0.67	40.19	2,412
9月09日	09:30	2-5	第4尾鉱庫浸透水	0.07	4.14	248
9月15日	09:20	2-5	第4尾鉱庫浸透水	0.10	5.87	352
6月15日	10:40	3-1	第2選鉱場篩分水	0.051	3.09	185
6月22日	09:31	3-1	第2選鉱場篩分水	0.057	3.43	206
9月08日	09:48	3-1	第2選鉱場篩分水	0.068	4.07	244
9月14日	09:46	3-1	第2選鉱場篩分水	0.066	3.96	238
6月08日	14:30	4-1	第1・2選鉱場回水	1.023	61.39	3,683
6月15日	15:30	4-1	第1・2選鉱場回水	0.910	54.57	3,274
6月22日	09:46	4-1	第1・2選鉱場回水	0.943	56.57	3,394
6月23日	15:52	4-1	第1・2選鉱場回水	1.219	73.11	4,387
9月08日	15:35	4-1	第1・2選鉱場回水	0.872	52.32	3,139
9月14日	10:16	4-1	第1・2選鉱場回水	0.965	57.87	3,472
6月15日	17:00	4-2	第1・2選鉱場回水	0.826	49.57	2,974
6月22日	09:55	4-2	第1・2選鉱場回水	0.929	55.76	3,346
6月22日	15:40	4-2	第1・2選鉱場回水	0.450	27.00	1,620
9月08日	15:22	4-2	第1・2選鉱場回水	0.220	13.20	792
9月14日	10:07	4-2	第1・2選鉱場回水	0.173	10.40	624
6月16日	10:30	4-3	消石灰工場廢水	0.006	0.34	20
6月22日	09:00	4-3	消石灰工場廢水	0.040	2.40	144
9月08日	10:09	4-3	消石灰工場廢水	0.015	0.92	55
9月14日	09:29	4-3	消石灰工場廢水	0.011	0.65	39
6月15日	15:30	4-4	第1・2選鉱場回水	0.046	2.75	165
6月16日	15:30	4-4	第1・2選鉱場回水	0.031	1.87	112
6月22日	09:55	4-4	第1・2選鉱場回水	0.130	7.79	467
6月23日	15:30	4-4	第1・2選鉱場回水	0.014	0.84	51
6月22日	08:53	4-5	第1選鉱場篩分水	0.091	5.46	328
9月08日	10:25	4-5	第1選鉱場篩分水	0.046	2.74	164
9月14日	09:14	4-5	第1選鉱場篩分水	0.010	0.63	38
6月22日	09:20	4-6	第2選鉱場破碎水	0.026	1.54	92
6月22日	10:29	4-7	中和处理場廢水	0.068	4.07	244
9月14日	10:26	4-7	中和处理場廢水	0.125	7.53	452
9月08日	15:05	4-8	第1・2選鉱場回水	0.262	15.69	941
9月14日	09:57	4-8	第1・2選鉱場回水	0.043	2.55	153
6月10日	09:28	5-1	第4尾鉱庫回水	0.628	37.69	2,261
6月10日	10:11	5-2	大山選鉱場尾鉱水	0.479	28.74	1,724
6月10日	10:25	5-3	大山選鉱場選鉱水	0.450	27.01	1,620
6月11日	09:00	5-4	第1・2選鉱場回水	0.60	36.0	2,162

表4-1-3 選鉱工程廃水測定結果一覧表

2. 選鉱工程廃水の水質

測定日	場所番号	場所名称	水温 ℃	pH	電気伝導度 ms/cm	Ca ppm	4.3Bx meq/l	SS ppm
6月15日	1-1	第1選鉱場選鉱水	24.5	10.26	0.20	22	551	49
6月18日	1-1	第1選鉱場選鉱水	24.3	9.26	0.15	25	304	142
9月08日	1-1	第1選鉱場選鉱水	26.3	11.66	1.46	133	305	1,058
9月14日	1-1	第1選鉱場選鉱水	28.0	10.74	0.47	46	113	108
6月08日	1-2	大山銅精鉱溢流水	26.7	12.30				
6月15日	1-2	大山銅精鉱溢流水				585	1239	94
6月22日	1-2	大山銅精鉱溢流水	24.7	10.90		266	403	214
9月08日	1-2	大山銅精鉱溢流水	29.3	12.08	4.92	532	2,051	262
9月14日	1-2	大山銅精鉱溢流水	30.4	12.15	3.72	430	1,179	150
6月15日	1-3	第1・2選鉱場回水	22.8	8.60	0.97	64	45	19
6月22日	1-3	第1・2選鉱場回水	22.3	5.99		78	22	70
6月23日	1-3	第1・2選鉱場回水	23.0	4.24				
9月08日	1-3	第1・2選鉱場回水	27.8	11.14	1.27			
9月14日	1-3	第1・2選鉱場回水	28.3	10.81	1.21			
6月16日	1-4	第4尾鉱庫溢流水	27.9	10.81	0.75			
6月24日	1-4	第4尾鉱庫溢流水	23.0	10.57				
9月09日	1-4	第4尾鉱庫溢流水	25.1	11.46		191	122	19,808
9月15日	1-4	第4尾鉱庫溢流水	24.9	8.67	0.66	122	43	272
6月16日	1-5	第2尾鉱庫溢流水	26.7	10.05		16	44	1,105
6月24日	1-5	第2尾鉱庫溢流水	22.3	10.28		53	46	319
9月09日	1-5	第2尾鉱庫溢流水	24.4	10.56		111	44	2,043
9月15日	1-5	第2尾鉱庫溢流水	25.1	7.94	1.73	141	109	1,702
6月15日	2-1	第1破碎集塵水	24.2	7.99	0.13	18	61	1,450
6月18日	2-1	第1破碎集塵水	24.4	7.88		16	44	1,105
9月08日	2-1	第1破碎集塵水	27.1	8.15	0.92	12	48	293
9月14日	2-1	第1破碎集塵水	27.6	8.01	0.13	29	35	3,710
6月18日	2-1b	第1破碎集塵水	23.7	7.40	0.13			
9月08日	2-1b	第1破碎集塵水	26.0	8.38	0.11	13	35	295
9月14日	2-1b	第1破碎集塵水	26.0	7.83	0.15	21	48	1,137
6月22日	2-2	第1選鉱場廃水	22.8	10.80		45	93	573
6月15日	2-3	第1選鉱場廃水	25.4	12.22	2.66	41	59	278
6月18日	2-3	第1選鉱場廃水	25.1	11.40	2.45	162	38	318
9月08日	2-3	第1選鉱場廃水	26.3	11.28	2.25	201	410	112
9月14日	2-3	第1選鉱場廃水	24.5	11.57	1.08	103	323	116
6月15日	2-4	第2選鉱場節分水	24.3	6.98	0.24	248	54	979
6月22日	2-4	第2選鉱場節分水	23.0	4.96		48	6	184
9月8日	2-4	第2選鉱場節分水	26.4	8.47	0.76	148	35	1,712
9月14日	2-4	第2選鉱場節分水	27.3	6.89	0.83	137	15	1,292

表4-1-3 選鉱工程廃水測定結果一覧表

測定日	場所番号	場所名称	水温 ℃	pH	電気伝導度	Ca	4.3Bx	SS	
					ms/cm	ppm	meq/l	ppm	
6月16日	2-5	第4尾鉱庫浸透水	29.0	7.91	0.38	54	65	76	
6月24日	2-5	第4尾鉱庫浸透水	22.0	6.77					
9月09日	2-5	第4尾鉱庫浸透水	25.9	8.23		115	70	12	
9月15日	2-5	第4尾鉱庫浸透水	27.7	8.13	1.69	119	87	20	
6月15日	3-1	第2選鉱場篩分水	24.7	7.00	0.41	47	35	149	
6月22日	3-1	第2選鉱場篩分水	23.2	6.88		42	57	1,642	
9月08日	3-1	第2選鉱場篩分水	26.7	8.35	1.52	78	35	790	
9月14日	3-1	第2選鉱場篩分水	27.8	7.00	1.04	178	31	719	
6月08日	4-1	第1・2選鉱場回水	24.4	9.34					
6月15日	4-1	第1・2選鉱場回水	22.7	9.31	0.98				
6月22日	4-1	第1・2選鉱場回水	21.9	5.23					
6月23日	4-1	第1・2選鉱場回水	22.8	4.06					
9月08日	4-1	第1・2選鉱場回水	28.4	11.31	1.40				
9月14日	4-1	第1・2選鉱場回水	28.1	11.00	1.27				
6月15日	4-2	第1・2選鉱場回水	22.9	8.39					
6月22日	4-2	第1・2選鉱場回水	22.0	5.96					
6月22日	4-2	第1・2選鉱場回水	22.7	4.26					
9月08日	4-2	第1・2選鉱場回水	28.1	11.25	1.28				
9月14日	4-2	第1・2選鉱場回水	27.5	10.78	1.12				
6月16日	4-3	消石灰工場廃水	25.7	10.92	0.29	30	83	627	
6月22日	4-3	消石灰工場廃水	23.9	10.20		31	59	528	
9月08日	4-3	消石灰工場廃水	26.9	11.73		109	96	375	
9月14日	4-3	消石灰工場廃水	27.4	10.08	0.25	25	31	170	
6月15日	4-4	第1・2選鉱場回水	22.8	8.36					
6月16日	4-4	第1・2選鉱場回水		4.88					
6月22日	4-4	第1・2選鉱場回水	22.0	4.77					
6月23日	4-4	第1・2選鉱場回水	22.7	4.10					
6月22日	4-5	第1選鉱場篩分水	22.9	7.83		10	35	209	
9月08日	4-5	第1選鉱場篩分水	25.6	8.89	0.11	15	44	246	
9月14日	4-5	第1選鉱場篩分水	27.6	8.64	0.08	10	39	215	
6月22日	4-6	第2選鉱場破碎水	23.0	7.07		14	44	148	
6月22日	4-7	中和処理場廃水	24.8	3.52				516	
9月14日	4-7	中和処理場廃水	29.4	6.64	3.17				
9月08日	4-8	第1・2選鉱場回水	27.9	11.24	1.36	205	79	160	
9月14日	4-8	第1・2選鉱場回水	27.9	11.10	1.27	235	72	169	
6月10日	5-1	第4尾鉱庫回水	26.2	10.56	1.07				
6月10日	5-2	大山選鉱場尾鉱水	23.5	4.88	1.02				
6月10日	5-3	大山選鉱場選鉱水	23.8	4.69	1.01				
			pH	Cu	TFe	Fe ³⁺	Fe ²⁺	SO ₄	SS
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
6月22日	4-4	第1・2選鉱場回水	4.33	0.17	0.57	0.06	0.51	217	46
6月22日	4-8	第1・2選鉱場回水	3.73	0.62	0.82	0.11	0.71	363	92

雨量および蒸発量の測定解析結果一覧表

(第4章 4-1-2)

表4-1-4 ~ 表4-1-6

表 4-1-4 雨量測定結果一覽表

銅廠雨量計 (雨量單位 mm)

降雨日	6/1	6/4	6/5	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/18	6/19	6/20
日雨量		47	2	48	37	52	15	0	45	44	13

德興氣象站雨量計 (雨量單位 mm)

降雨日 時 間	6/1	6/4	6/5	6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/18	6/19	6/20
0			0.6				3.6			4.7	
1			0.2				0.9			2.2	
2					6.6		10.2		0.1	0.5	1.7
3			0.1		10.2		3.9		0.5	3.4	0.6
4			0.2		1.6	0.8	0.1		0.5	6.7	2.9
5			0.7		2.7	0.1			0.4	2.1	
6					0.6	0.4	0.1		0.8	0.3	
7			0.1			1.6			1.1	1.7	
8			0.4			0.1	0.3		3.8	3.1	
9			0.2				0.5		11.3	1	
10		1.7	0.1	0.6					1.2	1.5	
11		0.3			5.3				1.1	1.6	
12		2.4			7.3	17.6	0.1		3.1	0.5	0.3
13	0.1	5.2							1.8	0.6	
14	0.2	5.1			3.3	2.9		0.2	4.9	0.4	
15	0.2	9				24.8		0.1	1.9	1.2	
16	0.2	10		11.6	0.1	2.5			0.8	0.2	
17		6.1				3.4			1	0.7	
18		2		8.2		2.6			0.4	0.2	
19		0.8		16.5	0.2	1				0.4	
20		0.6		19.4	0.2	0.1			0.3		
21		1		0.1					1	2.1	
22		0.4							0.6	0.1	
23		0.3							3.9	0.1	
日雨量	0.7	44.9	2.6	56.4	38.1	57.9	19.7	0.3	40.5	35.3	

表 4 - 1 - 5 雨量資料解析結果一覽表

年・月雨量

年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
月	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	50.9	88.0	47.9	33.4	76.8	69.5	173.4
2	93.6	59.3	190.4	60.8	101.7	188.9	168.7
3	108.4	227.1	237.1	119.2	318.8	191.1	157.8
4	397.8	284.0	73.6	360.7	248.2	115.2	286.4
5	490.5	189.8	239.9	174.2	185.1	398.6	349.4
6	461.2	228.8	282.0	191.3	266.4	218.6	301.7
7	301.7	74.3	199.3	139.5	187.6	46.6	335.9
8	91.6	140.9	42.9	47.0	137.0	185.8	237.0
9	231.4	141.7	87.7	119.7	131.9	145.4	245.1
10	188.4	72.8	45.4	104.5	140.5	14.6	74.1
11	15.3	45.2	115.1	25.9	80.0	2.7	28.0
12	26.9	66.1	49.1	19.6	39.4	5.7	40.7
計	2,457.7	1,618.0	1,610.4	1,395.8	1,913.4	1,582.7	2,398.2
順位	1	7	8	10	5	9	2

年	1990	1991	1992	月雨量 平均	月雨量 標準偏差	月雨量 の比率
月	mm	mm	mm	mm	mm	%
1	100.3	112.6	67.4	82.0	38.1	4.31
2	227.5	130.5	99.0	132.0	55.6	6.94
3	155.9	265.3	480.2	226.1	105.3	11.89
4	266.9	341.8	188.6	256.3	99.0	13.48
5	219.3	335.2	279.4	286.1	99.7	15.05
6	381.9	101.8	509.6	294.3	118.6	15.48
7	107.6	93.0	317.2	180.3	100.9	9.48
8	106.7	90.8	183.1	126.3	59.5	6.64
9	172.6	60.2	117.0	145.3	55.1	7.64
10	67.2	26.0	6.4	74.0	54.5	3.89
11	150.2	26.1	26.5	51.5	45.6	2.71
12	81.7	72.8	71.6	47.4	24.1	2.49
計	2,037.8	1,656.1	2,346.0	1,902	368	100.00
順位	4	6	3			

表 4-1-6 蒸發計蒸發量資料解析結果一覽表

年・月蒸發量

年	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
月	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	38.3	36.3	39.9	44.0	50.8	36.2	43.1
2	50.7	26.1	45.4	54.1	60.7	43.4	44.4
3	56.7	78.3	53.1	75.6	56.1	47.9	84.2
4	105.5	96.2	108.1	77.0	117.0	106.4	75.0
5	149.7	119.6	134.3	168.7	124.8	136.2	113.0
6	137.6	120.8	160.1	126.8	123.8	132.7	143.6
7	170.1	200.6	187.1	196.4	151.3	205.4	197.9
8	200.7	206.4	193.1	220.1	176.9	170.2	202.1
9	148.2	130.2	128.9	177.0	109.9	117.3	145.2
10	87.0	95.2	86.6	103.9	90.6	132.6	122.1
11	74.9	73.3	62.1	67.4	46.8	86.4	98.2
12	59.7	36.9	39.5	64.2	63.0	61.7	72.8
合 計	1,279.1	1,219.9	1,238.2	1,375.2	1,171.7	1,276.4	1,341.6

年	1990	1991	1992	蒸發計 蒸發量 月平均	蒸發係數	有 効 蒸發量 月平均
月	mm	mm	mm	mm		mm
1	40.2	28.1	40.7	40	0.5	20
2	25.9	52.5	65.5	47	0.5	23
3	93.8	51.2	46.5	64	0.5	32
4	105.9	87.4	124.2	100	0.5	50
5	156.0	141.7	131.6	138	0.5	69
6	169.8	150.2	143.1	141	0.5	70
7	255.7	241.7	143.7	195	0.5	97
8	191.8	217.5	193.8	197	0.5	99
9	126.4	176.3	152.2	141	0.5	71
10	112.2	139.5	141.1	111	0.5	56
11	68.7	86.5	92.4	76	0.5	38
12	45.7	43.1	44.7	53	0.5	27
合 計	1,392.1	1,415.7	1,319.5	1,303		651

流出量、処理量解析結果一覧表

(第4章 4-2)

表4-2-1 ~ 表4-2-3

表 4-2-1 流出量・流出係數解析結果一覽表

1. 年流出量・年流出係數

豐水年	10%超過 雨量 P(mm)	年平均 蒸發量 E(mm)	年 流出量 D(mm)	年流出 係數 F
	2,374	651	1,723	0.72
平水年	50%超過 雨量 P(mm)	年平均 蒸發量 E(mm)	年平均 流出量 D(mm)	年流出 係數 F
	1,902	651	1,251	0.65
渴水年	90%超過 雨量 P(mm)	年平均 蒸發量 E(mm)	年平均 流出量 D(mm)	年流出 係數 F
	1,430	651	779	0.54

2. 月流出量・月流出係數

月	月雨量 比率 Ri	豐水年 雨量 Py(mm)	月 雨量 Pi(mm)	月 蒸發量 Ei(mm)	月 流出量 Di(mm)	月流出 係數 Fi
1	4.31	2,374	102	20	82	0.80
2	6.94	2,374	165	23	142	0.86
3	11.89	2,374	282	32	250	0.88
4	13.48	2,374	320	50	270	0.84
5	15.05	2,374	357	69	288	0.80
6	15.48	2,374	367	70	297	0.80
7	9.48	2,374	225	97	128	0.56
8	6.64	2,374	158	99	59	0.37
9	7.64	2,374	181	71	110	0.60
10	3.89	2,374	92	56	36	0.39
11	2.71	2,374	64	38	26	0.40
12	2.49	2,374	59	27	32	0.54

表 4 - 2 - 2 河川廃水量解析結果一覽表

銅廠露天掘採掘場 (10年確率雨量)

月	流出量	集水面積	廃水量	集水面積	廃水量	集水面積	廃水量
	(1996年)	(1996年)	(2003年)	(2003年)	(最終年)	(最終年)	(最終年)
	mm	km ²	万 m ³	km ²	万 m ³	km ²	万 m ³
1	82	1.73	14.2	3.21	26.3	2.71	22.2
2	142	1.73	24.6	3.21	45.6	2.71	38.5
3	250	1.73	43.3	3.21	80.3	2.71	67.8
4	270	1.73	46.7	3.21	86.7	2.71	73.2
5	288	1.73	49.8	3.21	92.4	2.71	78.0
6	297	1.73	51.4	3.21	95.3	2.71	80.5
7	128	1.73	22.1	3.21	41.1	2.71	31.6
8	59	1.73	10.2	3.21	18.9	2.71	15.9
9		110	1.73	19.0	3.21	35.3	2.71
29.8							
10	36	1.73	6.2	3.21	11.6	2.71	9.8
11	26	1.73	4.5	3.21	8.3	2.71	7.0
12	32	1.73	5.5	3.21	10.3	2.71	8.7
合計	1,723		297		552		466

西源廃石場 (10年確率雨量)

月	流出量	集水面積	廃水量	集水面積	廃水量
	(1996年)	(1996年)	(2003年)	(2003年)	(2003年)
	mm	km ²	万 m ³	km ²	万 m ³
1	82	1.50	12.3	2.50	20.5
2	142	1.50	21.3	2.50	35.5
3	250	1.50	37.5	2.50	62.5
4	270	1.50	40.5	2.50	67.5
5	288	1.50	43.2	2.50	72.0
6	297	1.50	44.6	2.50	74.3
7	128	1.50	19.2	2.50	32.0
8	59	1.50	8.9	2.50	14.8
9	110	1.50	16.5	2.50	27.5
10	36	1.50	5.4	2.50	9.0
11	26	1.50	3.9	2.50	6.5
12	32	1.50	4.8	2.50	8.0
合計	1,723		258		430

表 4 - 2 - 2 河川廃水量解析結果一覽表

楊桃塙廃石場（10年確率雨量）

月	流出量	集水面積	廃水量
	mm	km ² (最終)	万 m ³
1	82	1.80	14.8
2	142	1.80	25.6
3	250	1.80	45.0
4	270	1.80	48.6
5	288	1.80	51.8
6	297	1.80	53.5
7	128	1.80	23.0
8	59	1.80	10.6
9	110	1.80	19.8
10	36	1.80	6.5
11	26	1.80	4.7
12	32	1.80	5.8
合計	1,723		309

祝家廃石場予定地（10年確率雨量）

月	流出量	集水面積	廃水量	集水面積	廃水量	集水面積	廃水量
	mm	km ² (1996年)	万 m ³ (1996年)	km ² (2003年)	万 m ³ (2003年)	km ² (最終年)	万 m ³ (最終年)
1	82	1.70	13.9	2.00	16.4	3.60	29.5
2	142	1.70	24.1	2.00	28.4	3.60	51.1
3	250	1.70	42.5	2.00	50.0	3.60	90.0
4	270	1.70	45.9	2.00	54.0	3.60	97.2
5	288	1.70	49.0	2.00	57.6	3.60	103.7
6	297	1.70	50.5	2.00	59.4	3.60	106.9
7	128	1.70	21.8	2.00	25.6	3.60	46.1
8	59	1.70	10.0	2.00	11.8	3.60	21.2
9	110	1.70	18.7	2.00	22.0	3.60	39.6
10	36	1.70	6.1	2.00	7.2	3.60	13.0
11	26	1.70	4.4	2.00	5.2	3.60	9.4
12	32	1.70	5.4	2.00	6.4	3.60	11.5
合計	1,723		292		344		619

表4-2-3 廃水処理量解析結果一覧表

祝家廃石場予定地（10年確立雨量時）

月	廃水量	リフク量	処理量	未処理量	廃水量	リフク量	処理量	未処理量
	(1996年)	(1996年)	(1996年)	(1996年)	(2003年)	(2003年)	(2003年)	(2003年)
	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³
1	13.9	-14.2	-10.2	-0.2	16.4	-14.2	-14.5	-0.1
2	24.1	-14.2	-10.2	-0.5	28.4	-14.2	-14.5	-0.4
3	42.5	-14.2	-10.2	18.1	50.0	-14.2	-14.5	21.3
4	45.9	-14.2	-10.2	39.6	54.0	-14.2	-14.5	46.6
5	49.0	-14.2	-10.2	64.2	57.6	-14.2	-14.5	75.5
6	50.5	-14.2	-10.2	90.3	59.4	-14.2	-14.5	106.2
7	21.8	-14.2	-10.2	87.7	25.6	-14.2	-14.5	103.1
8	10.0	-14.2	-10.2	73.3	11.8	-14.2	-14.5	86.2
9	18.7	-14.2	-10.2	67.6	22.0	-14.2	-14.5	79.5
10	6.1	-14.2	-10.2	49.3	7.2	-14.2	-14.5	58.0
11	4.4	-14.2	-10.2	29.3	5.2	-14.2	-14.5	34.5
12	5.4	-14.2	-10.2	10.3	6.4	-14.2	-14.5	12.2
計	292	-171	-121		344.0	-171	-173	

祝家廃石場予定地（10年確立雨量時）

月	廃水量	リフク量	処理量	未処理量
	(2003年)	(2003年)	(2003年)	(2003年)
	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³
1	16.4	-28.5	-0.2	-0.1
2	28.4	-28.5	-0.2	-0.4
3	50.0	-28.5	-0.2	21.3
4	54.0	-28.5	-0.2	46.6
5	57.6	-28.5	-0.2	75.5
6	59.4	-28.5	-0.2	106.2
7	25.6	-28.5	-0.2	103.1
8	11.8	-28.5	-0.2	86.2
9	22.0	-28.5	-0.2	79.5
10	7.2	-28.5	-0.2	58.0
11	5.2	-28.5	-0.2	34.5
12	6.4	-28.5	-0.2	12.2
計	344.0	-342	-2	

楊桃塙廃石場（10年確立雨量時）

月	廃水量	処理量	未処理量
	(最終)	(最終)	(最終)
	万m ³	万m ³	万m ³
1	14.8	-25.8	0.3
2	25.6	-25.8	0.1
3	45.0	-25.8	19.2
4	48.6	-25.8	42.0
5	51.8	-25.8	68.0
6	53.5	-25.8	95.7
7	23.0	-25.8	92.9
8	10.6	-25.8	77.7
9	19.8	-25.8	71.7
10	6.5	-25.8	52.4
11	4.7	-25.8	31.3
12	5.8	-25.8	11.3
計	309	-309	

表4-2-3 廃水処理量解析結果一覧表

祝家廃石場予定地（10年確立降雨時）

月	廃水量	リフing量	処理量	未処理量	廃水量	リフing量	処理量	未処理量
	(1996年)	(1996年)	(1996年)	(1996年)	(2003年)	(2003年)	(2003)	(2003年)
	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³
1	13.9	-11.3	-13.1	-0.8	16.4	-22.6	-6.2	-0.8
2	24.1	-11.3	-13.1	-0.3	28.4	-22.6	-6.2	-0.3
3	42.5	-11.3	-13.1	17.8	50.0	-22.6	-6.2	20.9
4	45.9	-11.3	-13.1	39.2	54.0	-22.6	-6.2	46.2
5	49.0	-11.3	-13.1	63.8	57.6	-22.6	-6.2	75.1
6	50.5	-11.3	-13.1	89.9	59.4	-22.6	-6.2	105.7
7	21.8	-11.3	-13.1	87.3	25.6	-22.6	-6.2	102.6
8	10.0	-11.3	-13.1	72.8	11.8	-22.6	-6.2	85.7
9	18.7	-11.3	-13.1	67.1	22.0	-22.6	-6.2	78.9
10	6.1	-11.3	-13.1	48.8	7.2	-22.6	-6.2	57.4
11	4.4	-11.3	-13.1	28.8	5.2	-22.6	-6.2	33.9
12	5.4	-11.3	-13.1	9.7	6.4	-22.6	-6.2	11.5
	292	-135	-157		344.0	-270	-74	

祝家廃石場予定地（10年確立降雨時）

月	廃水量	リフing量	処理量	未処理量
	(最終年)	(最終年)	(最終年)	(最終年)
	万m ³	万m ³	万m ³	万m ³
1	29.5	-22.6	-29.0	0.9
2	51.1	-22.6	-29.0	0.4
3	90.0	-22.6	-29.0	38.4
4	97.2	-22.6	-29.0	84.1
5	103.7	-22.6	-29.0	136.2
6	106.9	-22.6	-29.0	191.5
7	46.1	-22.6	-29.0	186.1
8	21.2	-22.6	-29.0	155.7
9	39.6	-22.6	-29.0	143.7
10	13.0	-22.6	-29.0	105.2
11	9.4	-22.6	-29.0	63.0
12	11.5	-22.6	-29.0	22.9
計	619	-270	-348	

楊桃塙廃石場（10年確立降雨時）

月	廃水量	処理量	未処理量
	最終	最終	最終
	万m ³	万m ³	万m ³
1	14.8	-25.8	0.3
2	25.6	-25.8	0.1
3	45.0	-25.8	19.2
4	48.6	-25.8	42.0
5	51.8	-25.8	68.0
6	53.5	-25.8	95.7
7	23.0	-25.8	92.9
8	10.6	-25.8	77.7
9	19.8	-25.8	71.7
10	6.5	-25.8	52.4
11	4.7	-25.8	31.3
12	5.8	-25.8	11.3
	309	-309	

中和処理連続試験結果表

(第4章4-4-1 連続試験 1993年9月試験)

表4-4-6 ~ 表4-4-12

表 4-4-6 中和处理 連続試験結果表 (試験No.1)

1. 日時: 1993年9月16日 (木) 10:00-15:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蕃、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 滞留時間、混合比
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
50	2.10	79.2	2557	194	9138	13000

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9 / 15採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
490	11.5	0.05	5.43	2.75	873	1.086	13.2

(150 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 : 3)

一次中和

流量	pH	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	%	分
200	4.0	0.06	5.93	1.18	30

(340 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 : 6.8)

二次中和

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
540	9.00	3.7

沈降分離(沈降速度 0.157m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9.02	0.18	0.38	0.04	947

残渣

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
28 (18h)	141	504	0.06	5.93	2.34

表 4-4-7 中和処理 連続試験結果表 (試験No.2)

1. 日時: 1993年9月17日 (金) 14:00-16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 滞留時間、混合比
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
25	2.08	82.8	2618	321	10784	10140

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9/15採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
252	11.5	0.05	5.43	2.75	873	1.086	13.2

(55 ml/min.)

(酸性水:溢流=1:2.2)

一次中和

流量	pH	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	%	分
80	3.9	0.07	7.41	1.10	75

(197 ml/min.)

(酸性水:溢流=1:7.88)

二次中和

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
277	9.0	7.2

沈降分離(沈降速度 0.174m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9.05	0.05	0.44		906

残渣

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
30(17h)	153	510	0.06	5.93	2.25

表 4-4-8 中和処理 連続試験結果表 (試験No.3)

1. 日時: 1993年9月22日 (水)
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 混合比、尾鉱溢流の差
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
40	2.20	81.9	2638	11.4	10702	10075

選鉱尾鉱溢流 (第一、二) 9/20採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
233	11.5	0.1	6.61	3.75	4495	1.09	13.2

(85 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :2.1)

一次中和

流量	pH	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	%	分
125	4.06	0.01	6.62	2.43	48

(148ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :3.7)

二次中和

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
273	9.0	7.3

沈降分離(沈降速度 0.184m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
8.94		0.13	0.02	906

残渣

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
25 (41h)	117	468	0.01	5.64	3.29

表 4-4-9 中和処理 連続試験結果表 (試験No.4)

1. 日時: 1993年9月21日 (火) 10:00-16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: CaOの必要量
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
37	2.08	60.1	2596	102		10140

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9 /17採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
90	11.39	0.05	4.94	1.91	2095	1.11	18.4

(90 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :2.4)

一次中和

流量	pH	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	%	分
127	4.02	0.07	5.02	0.97	47.2

CaO(化学品)

流量	濃度	添加量
ml/m	g/l	g/l/酸水
32	5	4.30

二次中和

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
159	9.0	12.6

沈降分離(沈降速度 0.228m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
8.4		0.79	0.11	

残渣

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
25(16h)	113	452	0.09	5.29	1.44

表 4-4-10 中和処理 連続試験結果表 (試験No.5)

1. 日時: 1993年9月18日 (土) 10:00-16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: CaCO₃の必要量
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
80	2.08	82.8	2618	321	10784	10140

CaCO₃(工業用)(98%)

流量	濃度	添加量
ml/min	g/l	g/l酸水
16	50	10

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9/20採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
165	11.39	0.05	4.94	1.91	2095	1.11	18.4

一次中和

流量	pH	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	%	分
96	4.00	0.09	19.8	0.06	62.5

(165 ml/min.)

(35ml/min.)

(酸性水:溢流=1:4.71)

二次中和

(61ml/min.)

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
200	9.03	10

沈降分離(沈降速度 0.149m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
8.37	0.05	0.34	0.12	1276

残渣

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
29(41h)	161	557	0.06	4.47	1.68

表 4-4-11 中和処理 連続試験結果表 (試験No.6-A)

1. 日時: 1993年9月24日 (金) 8:30-10:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔奮、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
45.4	2.01	81.9	2638	105		10270

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9/15採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
203.4	11.37			6.09	5106	1.090	14.3

(72.4ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.6)

一次中和

(液成分)

(残査成分)

流量	pH	Cu ²⁺	TFe	Fe ²⁺	Cu	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		ppm	ppm	ppm	%	%	%	分
117.8	4.0	2.70	152	146		2.93	3.50	50.9

(酸性水:溢流=1 :2.9)

二次中和

(45.4ml/min.)

流量	pH	滞留時間
ml/min		分
248.8	8.85	8

沈降分離(沈降速度 0.134m/Hr)

上澄水

残 渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
8.85	0.07	0.43	0.11	

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
41(3.7h)	134	327		2.53	5.60

表 4-4-12 中和処理 連続試験結果表 (試験No.6-B)

1. 日時: 1993年9月24日 (金) 8:30-10:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔齋、(北京設計院) 占幼鴻、王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 4000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
28	2.01	81.9	2638	105		10270

選鉱尾鉱溢流 (第三) 9 / 23採取

流量	pH	Cu	TFe	CaCO ₃	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	ppm		%
184	11.37		1.97	6.09	5106	1.090	14.3

(184ml/min.)

(酸性水:溢流=1 : 6.6)

一次中和

流量	pH	Fe	CaCO ₃	滞留時間
ml/min		%	%	分
212	8.85	2.26	5.85	28.3

沈降分離(沈降速度 0.179m/Hr)

上澄水

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
8.85		0.29	0.09	

安定容積	濃度	圧密濃度	Cu	TFe	CaCO ₃
%	g/l	g/l	%	%	%
31 (16 h)	138	445		2.26	5.85

中和処理連続試験結果表

(第4章4-4-2 連続試験 1994年7月試験)

表4-4-16 ~ 表4-4-30

表 4-4-16 中和処理 連続試験結果表 (滞留 1)

1. 日時: 1994年7月13日 (水) 10:00 - 11:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田 (調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅 (徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和の滞留時間の比較試験 (滞留時間10分目標)
5. 結果:

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
57	2.25	122.1	1970	339.8	9261	8813

選鉱溢流 (東方分級) 7月11日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
225	11.44	0.07	4.28	2.15	2.27	5478	1.141	19.3

(58 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 : 1)

一次中和 (1L容器) 実滞留時間8.7分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
115	4.0	7.80	262.7	251.2	544	0.11	5.40	1.43	2.24	1.074	115

(酸性水:溢流=1 : 2.9)

(167 ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間12分

流量	pH	滞留時間	液比重	濃度
ml/min		分		g/l
282	9.0	12	1.112	175

沈降分離 (沈降速度 0.14 m/Hr)

上澄水

安定容積 39%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9.0	0.152	0.145	0.145	2058

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
39	449	0.08	4.9	1.98	2.18

表 4-4-17 中和処理 連続試験結果表 (滞留 2)

1. 日時: 1994年7月14日 (木) 9:30 - 11:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和の滞留時間の比較試験(滞留時間30分目標)
5. 結果:

混合酸性水(2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
54	2.25	122.9	2198	428.3	10496	9086

選鉱溢流(東方分級) 7月11日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	mg/l		%
53	12.18	0.07	4.28	2.15	2.27	4500	1.136	18.7

(53 ml/min.)
(酸性水:溢流=1 : 1)

一次中和 (3L容器) 実滞留時間28分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
107	4.0	34.5	342.6	328.3	1066	0.11	4.22	0.95	2.47	1.063	98

(酸性水:溢流=1 :) (ml/m)

二次中和 (2L容器)

流量	pH	滞留時間	液比重	濃度
ml/min		分		g/l

沈降分離(沈降速度 m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm

残渣

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%

表 4-4-18 中和処理 連続試験結果表 (滞留 3)

1. 日時: 1994年7月14日 (水) 14:30 - 16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和の滞留時間の比較試験(滞留時間60分目標)
5. 結果:

混合酸性水(2003年,豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
59	2.25	122.9	2198	428.3	10496	9086

選鉱溢流(東方分級) 7月11日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	mg/l		%
47	12.14	0.07	4.28	2.15	2.27	4500	1.136	18.7

(47 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :0.8)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間57分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
104	4.0	51.3	342.6	299.8	1306	0.09	4.60	1.11	2.23	1.073	114

(酸性水:溢流=1 :)

(ml/m)

二次中和 (2L容器)

流量	pH	滞留時間	液比重	濃度
ml/min		分		g/l

沈降分離(沈降速度 m/Hr)

上澄水

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%

表 4-4-19 中和処理 連続試験結果表 (滞留 2-1)

1. 日時: 1994年7月16日 (土) 9:00 - 10:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田 (調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅 (徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和の滞留時間の比較試験 (滞留時間30分目標)
5. 結果:

混合酸性水 (2003年, 豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
55	2.25	122.0	1970	340	9261	8813

選鉱溢流 (東方分級) 7月11日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	mg/l		%
47	11.90	0.07	4.28	2.15	2.27	7578	1.136	18.7

(47 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 : 0.9)

一次中和 (3L容器) 実滞留時間 29.4分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
107	4.0	48.6	242.7	221.3	1110	0.10	4.86	0.90	2.41	1.066	103

(酸性水:溢流=1 :)

(ml/m)

二次中和 (2L容器)

流量	pH	滞留時間	液比重	濃度
ml/min		分		g/l

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm

残渣

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%

表 4-4-20 中和処理 連続試験結果表 (混合 1)

1. 日時: 1994年7月18日 (月) 14:30 ~15:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 尾鉱溢流の差(採取日)による酸性水と溢流の混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年,豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
95	2.20	105.0	1941	364.0	10496	8378

選鉱溢流(東方分級) 7月14日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	mg/l		%
467	12.22	0.05	4.59	3.01	2.60	6462	1.120	16.7

(113ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.2)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 28.8分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
207	4	25.0	340.4	297.9	1001	0.07	4.56	1.48	2.06	1.075	117

(酸性水:溢流=1 :3.7)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 3.6分

(354ml/m)

354=561-207

(計算値採用)

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
561	9	1.098	153

二次中和量=実測平均値
(613+509)/2=561

沈降分離(沈降速度 0.16 m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.11	0.16	0.16	2353

残渣

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	
33	455	0.06	4.41	2.48	2.26

表 4-4-21 中和処理 連続試験結果表 (CaO 1)

1. 日時: 1994年 7月 19日 (火) 9:15 ~ 10:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔奮(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: CaOの使用量試験
5. 結果:

混合酸性水(2003年,豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
96	2.18	106.6	1896	340.4	10496	8628

選鉱溢流(東方分級) 7月14日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
116	12.10	0.05	4.59	3.01	2.60	6928	1.120	16.7

(116 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.2)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 28.3分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
212	4	29.0	331.9	319.1	1175	0.07	4.61	1.86	2.03	1.071	111

二次中和

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
299	9	1.052	81

CaO乳

流量	濃度	純度
ml/min	g/l	%
104	5	97

沈降分離(沈降速度 0.42 m/Hr)

上澄 水 233 L/d

安定容積 22%

残渣 66 L/d

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.056	未検出	未検出	2552

圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
g/l	%	%	%	%
282	0.09	4.86	2.40	2.96

表 4-4-22 中和処理 連続試験結果表 (混合 2)

1. 日時: 1994年7月20日 (水) 8:30 ~10:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田 (調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅 (徳興銅鉱)、
4. 目的: 尾鉱溢流の差 (採取日) による酸性水と溢流の混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
94	2.15	105.7	1850	308.5	10187	8628

選鉱溢流 (東方分級) 7月19日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
774	11.72	0.06	3.82	2.21	2.20	5990	1.129	17.85

(119ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.3)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 28.2分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%			g/l
213	4	35.1	331.5	331.5	1137	0.07	4.13	1.47	1.80	1.063	98

(酸性水:溢流=1 :7.0)

(655ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 2.2分

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
895	9	1.103	161

沈降分離 (沈降速度 0.14 m/Hr)

上澄水

安定容積 22%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.52	0.39	0.39	1492

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
34.2	471	0.05	3.88	2.25	2.12

表 4-4-23 中和処理 連続試験結果表 (CaO 2)

1. 日時: 1994年 7月 20日 (水) 14:15 ~ 16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: CaOの使用量試験
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
91	2.15	105.7	1850	308.5	10187	8628

選鉱溢流(東方分級) 7月19日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
107	11.72	0.06	3.82	2.21	2.20	5990	1.123	17.1

(107 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.2)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 30.3分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
198	4	42.4	325.1	318.7	1306	0.06	4.14	1.24	1.83	1.075	117

CaO乳

流量	濃度	純度
ml/min	g/l	%
114	5	97

二次中和

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
297	9	1.046	72

沈降分離 (沈降速度 0.40 m/Hr)

上澄水

安定容積 20.5%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.054	0.23	0.23	3036

圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
g/l	%	%	%	%
351	0.09	4.19	1.85	2.78

表 4-4-24 中和処理 連続試験結果表 (混合 3)

1. 日時: 1994年7月22日 (金) 8:30 ~10:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 尾鉱溢流の差(採取日)による酸性水と溢流の混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年,豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
106	2.23	100.7	1914	336.9	9776	8759

選鉱溢流(東方分級) 7月21日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CO ₂	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
616	11.82	0.04	3.97	2.80	2.91	6400	1.115	16.12

(111 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.0)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 27.6分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
217	4	25.70	342.2	342.2	1088	0.07	4.90	1.63	2.60	1.067	105

(酸性水:溢流=1 :4.8)

(505 ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 2.8分

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
722	9	1.087	136

沈降分離(沈降速度 0.16 m/Hr)

上澄水

安定容積 35%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.071	0.31	0.18	2212

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
35	397	0.04	4.19	2.60	2.37

表 4-4-25 中和処理 連続試験結果表 (CaO 3)

1. 日時: 1994年 7月 21日 (木) 14:15 ~ 16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田 (調査団) 孔蒼 (北京設計院) 王永紅 (徳興銅鉱)、
4. 目的: CaOの使用量試験
5. 結果:

混合酸性水 (2003年、豊水年、銅2000t/年)

流量	PH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
99	2.28	101.0	1930	401.1	9570	8596

選鉱溢流 (東方分級) 7月21日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
109	11.99	0.04	3.97	2.80	2.91	6462	1.115	16.12

(109 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :1.1)

一次中和 (6L容器)実滞留時間 28.8分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
208	4	23.6	336.9	320.8	925	0.07	4.62	1.55	2.49	1.059	92

二次中和

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
305	9	1.040	62

CaO乳

流量	濃度	純度
ml/min	g/l	%
113	5	97

沈降分離 (沈降速度 0.46 m/Hr)

上澄水

安定容積 24%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.036	未検出	未検出	2341

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
24	258	0.08	4.72	2.45	3.28

表 4-4-26 中和処理 連続試験結果表 (混合 4)

1. 日時: 1994年7月25日 (月) 14:30 ~16:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 尾鉱溢流の差(採取日)による酸性水と溢流の混合比の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
121	2.27	100.7	1727	385.0		8269

選鉱溢流(東方分級) 7月25日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
383	12.11	0.10	5.41	2.27	2.71	6820	1.087	12.5

(97ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :0.8)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 27.5分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
218	4	41.2	438.5	438.5	1708	0.22	6.04	0.82	2.38	1.034	53

(酸性水:溢流=1 :2.4)

(286ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 3.9分

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
513	9	1.061	95

沈降分離(沈降速度 0.28 m/Hr)

上澄水

安定容積 32.5%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.12	0.31	0.31	512

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
32.5	289	0.15	5.43	1.86	2.36

表 4-4-27 中和処理 連続試験結果表 (CaCO₃ 1)

1. 日時: 1994年7月26日 (火) 8:30 ~10:30
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和のCaCO₃と尾鉱溢流の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 2000t/年)

CaCO₃乳

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
124	2.31	102.8	1732	288.8	10393	8324

純度	濃度	添加量
%	g/l	g/l
97	25	12.3

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 32.1分 (62~64ml/m)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
187	4	51.4	213.9	192.5	1306	0.24	13.85	3.26	22.9	1.005	8

選鉱溢流(東方分級) 7月25日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
335	12.07	0.09	5.41	2.27	2.71	6922	1.087	12.5

二次中和(2L容器)実滞留時間 3.8分 (酸性水:溢流=1:2.7)

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
522	9	1.053	83

沈降分離(沈降速度 0.40 m/Hr)

上澄水

安定容積 27%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.18	0.43	0.16	3190

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
27	307	0.13	5.49	2.82	3.33

表 4-4-28 中和処理 連続試験結果表 (空気 1)

1. 日時: 1994年7月28日 (木) 9:00 ~11:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 空気攪拌による酸性水と溢流の反応の比較
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
118	2.25	100.5	1754	320.8	11422	8487

空気吹込量(8L/min.)
6L容器平面積(0.0314m²)
8/0.0314=254(L/m²/min.)

選鉱溢流(東方分級) 7月25日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	mg/l		%
339	11.86	0.09	5.41	2.27	2.71	5653	1.087	12.5

(100ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :0.8)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 27.5分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
218	4	34.7	352.9	352.9	1305	0.18	6.04	0.60	2.66	1.035	55

(酸性水:溢流=1 :2.0)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 4.4分

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
457	9	1.070	109

流量は計算値

沈降分離(沈降速度 m/Hr)

上澄水

安定容積 34%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9	0.05	0.16	0.16	2367

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
34	321	0.13	5.29	2.09	2.40

表 4-4-29 中和処理 連続試験結果表 (滞留 3-1)

1. 日時: 1994年7月29日 (金) 8:30 - 11:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田 (調査団) 孔蒼、(北京設計院) 王永紅 (徳興銅鉱)、
4. 目的: 一次中和の滞留時間の比較試験 (滞留時間60分目標)
5. 結果:

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
64	2.22	100.2	1765	363.6	10084	8182

選鉱溢流 (東方分級) 7月25日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
242	11.67	0.1	5.41	2.27	2.71	6492	1.087	12.5

(50 ml/min.)

(酸性水:溢流=1 :0.8)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間52.6分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
114	4.0	36.9	417.1	417.1	1654	0.14	5.98	0.77	2.38	1.041	64

(酸性水:溢流=1 :3.0)

(192 ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間 6.7 分

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l
299	9.0	1.076	118

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

安定容積 33.5%

残渣

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm
9.0	0.046	0.12	0.12	4116

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%
33.5	352	0.12	5.39	2.32	2.55

表 4-4-30 中和処理 連続試験結果表 (一段中和 1)

1. 日時: 1994年7月30日 (土) 9:00 ~10:00
2. 場所: 徳興銅鉱 環境観測ステーション 試験室
3. 試験員: 柴田(調査団) 孔蒼、(北京設計院)王永紅(徳興銅鉱)、
4. 目的: 一段中和試験 (PH9まで一段で中和する)
5. 結果:

混合酸性水(2003年、豊水年、銅 2000t/年)

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	8.4AX
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
42	2.21	99.24	1829	342.2	10804	8161

選鉱溢流(東方分級) 7月25日 採取

流量	pH	Cu	TFe	CO ₂	CaO	4.3BX	液比重	濃度
ml/min		%	%	%	%	ppm		%
159	11.65	0.09	5.41	2.27	2.71	7496	1.087	12.5

(酸性水:溢流=1 :3.8)

一次中和 (6L容器) 実滞留時間 29.9分

流量	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX	Cu	Fe	CO ₂	CaO	液比重	濃度
ml/min		ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%		g/l
201	9	0.12	0.55	0.02	61.4	0.13	5.41	2.24	2.36	1.074	115

(酸性水:溢流= :) (ml/m)

二次中和 (2L容器) 実滞留時間

流量	pH	液比重	濃度
ml/min			g/l

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻
	ppm	ppm	ppm	ppm

残査

安定容積	圧密濃度	Cu	TFe	CO ₂	CaO
%	g/l	%	%	%	%

連続中和試験バランスシート

(第4章4-4-2 連続試験 1994年7月試験)

表4-4-31 ~ 表4-4-45

表 4-4-31 連続中和試験バランスシート (滞留 1)

試験 No. : 滞留 1 (1994. 7. 13. 時間 10:00~11:00)

試験目的 : 一次中和の滞留時間の比較 (滞留時間10分目標)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

82.1 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		122.1	1970	339.8	8813
g/d	2.25	10	162	28	723

尾鉱溢流 (一次)

83.5 L/d		18.4 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.28	4.88	2.27
g/d	11.44	788	898	418

(酸性水:溢流= 1 :1.0)

一次中和 (滞留時間 8.7 分)

液分 158.8 L/d = (流量165.6 -19.0/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		7.8	262.7	251.2	544
g/d	4.0	1	42	40	86

固形分 19.0 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.11	5.40	3.25	2.24
g/d	21	1026	618	426

一次中和

CaCO₃消費量 (898-618)/82.1=3.41 (g/l)

8.4AX // (723- 86)/82.1=7.76 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

240.5 L/d		53.0 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.28	4.88	2.27
g/d	11.44	2260	2586	1203

(酸性水:溢流= 1 :2.9)

二次中和 (滞留時間 12 分)

流量 L/d	pH
406	9.0

沈降分離 (沈降速度 0.14 m/Hr)

上澄水 247 L/d

安定容積 39%

殿物 158 L/d

液分 380.0 L/d = (流量406 -71.1/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.15	0.15	2058
g/d	9.0	0.06	0.06	782

固形分 71.1 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	459 g/l	0.079	4.90	4.95	2.18
g/d	72.5	56	3484	3519	1550

表 4-4-32 連続中和試験バランスシート (滞留 2)

試験 No. : 滞留.2 (1994.7.14. 時間 9:30~11:00)

試験目的 : 一次中和の滞留時間の比較 (滞留時間30分目標)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

77.8 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		122.9	2198	428.3	9086
g/d	2.25	10	171	33	707

尾鉱溢流 (一次)

76.3 L/d		16.2 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.28	4.88	2.27
g/d	12.18	693	791	368

(酸性水:溢流= 1 : 1.0)

一次中和 (滞留時間 28.0 分)

液分 148.7 L/d = (流量154.1 - 15.1/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		34.5	342.6	328.3	1066
g/d	4.0	5	51	49	159

固形分 15.1 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.11	4.22	2.16	2.47
g/d	17	637	326	373

一次中和

CaCO₃消費量 (791-326)/77.8=5.98 (g/l)

8.4AX // (707-159)/77.8=7.04 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

L/d		kg/d		
	pH	Fe	CO ₂	CaO
%				
g/d				

(酸性水:溢流= :)

二次中和 (滞留時間 分)

流量	pH

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

殿物

L/d				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	
ppm				
g/d				

L/d		kg/d			
	圧密濃度	Cu	Fe	CO ₂	CaO
%	g/l				
g/d					

表 4-4-33 連続中和試験バランスシート (滞留 3)

試験 No. : 滞留 3 (1994.7.14. 時間 14:30~16:00)

試験目的 : 一次中和の滞留時間の比較 (滞留時間60分目標)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

85.0 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		122.9	2198	428.3	9086
g/d	2.25	10	187	36	772

尾鉱溢流 (一次)

67.7 L/d		14.4 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.28	4.88	2.27
g/d	12.14	616	703	327

(酸性水:溢流= 1 : 0.8)

一次中和 (滞留時間 57 分)

液分 146.9 L/d (=流量149.8 -17.1/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		51.3	342.6	299.8	1306
g/d	4.0	8	50	44	192

固形分 17.1 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.09	4.60	2.52	2.23
g/d	15	787	431	381

一次中和

CaCO₃消費量 (703-431)/85=3.20 (g/l)

8.4AX // (772-192)/85=6.82 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

L/d		kg/d		
	pH	Fe	CO ₂	CaO
%				
g/d				

(酸性水:溢流= :)

二次中和 (滞留時間 分)

流量	pH

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

L/d				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	
ppm				
g/d				

殿物

L/d		kg/d			
	圧密濃度	Cu	Fe	CO ₂	CaO
%	g/l				
g/d					

表 4-4-34 連続中和試験バランスシート (滞留 2-1)

試験 No. : 滞留 2-1 (1994.7.16. 時間 9:00~10:30)

試験目的 : 一次中和の滞留時間の比較 (滞留時間30分目標)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

79.2 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		122.0	1970	340	8813
g/d	2.25	10	156	27	698

尾鉱溢流 (一次)

67.7 L/d		14.4 kg/d		
	PH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.28	4.88	2.27
g/d	11.9	616	703	327

(酸性水:溢流= 1 :0.9)

一次中和 (滞留時間 29.4 分)

液分 141.0 L/d = (流量146.9 -15.1/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		48.6	242.7	221.3	1110
g/d	4.0	7	34	31	157

固形分 15.1 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.10	4.86	2.04	2.41
g/d	15	734	308	364

一次中和

CaCO₃消費量 (703-308)/79.2=4.99 (g/l)

8.4AX // (698-157)/79.2=6.83 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

L/d		kg/d		
	pH	Fe	CO ₂	CaO
%				
g/d				

(酸性水:溢流= :)

二次中和 (滞留時間 分)

流量	pH

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水

L/d				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	
ppm				
g/d				

殿物

L/d		kg/d			
	圧密濃度	Cu	Fe	CO ₂	CaO
%	g/l				
g/d					

表 4-4-35 連続中和試験バランスシート (混合 1)

試験 No. : 混合 1 (1994.7.18. (金) 14:30~15:30)

試験目的 : 酸性水に対する日別溢流の混合比の比較

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

136.8 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		105.0	1941	364.0	8378
g/d	2.20	14	266	50	1146

尾鉱溢流 (一次)

162.7 L/d		30.4kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.59	6.83	2.60
g/d	12.22	1395	2076	790

(酸性水:溢流= 1 :1.2)

一次中和 (滞留時間 28.8 分)

液分 286.9 L/d = (流量299.5 -35.0/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		25.0	340.4	297.9	1001
g/d	4.0	7	98	85	287

固形分 35.0 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.07	4.56	3.36	2.06
g/d	25	1596	1176	721

一次中和

CaCO₃消費率 (2076-1176)/136.8=6.58 (g/l)
8.4AX // (1146- 287)/136.8=6.28 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

508.3L/d		95.1 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.59	6.83	2.60
g/d	12.22	4365	6495	2472

(酸性水:溢流= 1 :3.7)

二次中和 (滞留時間 3.6分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
807.8	9.0	153

沈降分離 (沈降速度 0.16 m/Hr)

上澄水 (541L/d)

安定容積 33%

殿物 (266.8L/d)

液分 763.3 L/d = (流量807.8-123.6/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.11	0.16	2353
g/d		0.08	0.12	1796

固形分 123.6 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.06	4.41	5.63	2.26
g/d	464 g/l	74	5450	6959	2793

表 4-4-36 連続中和試験バランスシート (CaO-1)

試験 No. : CaO 1 (1994.7.19. (火) 9:15~10:30)

試験目的 : 二段中和におけるCaOの反応率 (溢流混合比との比較)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

138.2 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		106.6	1896	340.4	8628
g/d	2.18	15	262	47	1192

尾鉍溢流 (一次)

167.0 L/d		31.2kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		4.59	6.83	2.60
g/d	12.10	1432	2131	811

(酸性水:溢流 = 1 : 1.2)

一次中和 (滞留時間 28.3 分)

液分 293.0 L/d = (流量305.2 - 33.9/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		29.0	331.9	319.1	1175
g/d	4.0	8	97	94	344

固形分 33.9 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.07	4.61	4.22	2.03
g/d	24	1563	1431	688

一次中和

CaCO₃消費率 (2131-1431)/138.2=5.07 (g/l)
8.4AX // (1192- 344)/138.2=6.14 (g/l)

CaO 乳

150 L/d			kg/d
純度	濃度	使用量	
%	g/l	g/l (酸水)	
97	5	5.3	

二次中和 (滞留時間 4.6分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
430.6	9.0	81

沈降分離 (沈降速度 0.42 m/Hr)

上澄水 (335.9L/d)

安定容積 22%

殿物 (94.7L/d)

液分 418.0 L/d = (流量430.6- 34.9/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.056	未検出	2552
g/d	9	0.02	0	1067

固形分 34.9 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.089	4.86	5.45	2.96
g/d	459 g/l	31	1697	1902	1033

表 4-4-37 連続中和試験バランスシート (混合 2)

試験 No. : 混合 2 (1994.7.20. (水) 8:30~10:00)

試験目的 : 酸性水に対する日別溢流の混合比の比較

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

135.4 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		105.7	1850	308.5	8628
g/d	2.15	14	251	42	1168

尾鉱溢流 (一次)

171.4 L/d		34.5kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.82	5.02	2.2
g/d	11.72	1318	1732	759

(酸性水:溢流= 1 : 1.3)

一次中和 (滞留時間 28.2 分)

液分 296.0 L/d = (流量306.8 - 30.1/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		35.1	331.5	331.5	1137
g/d	4.0	10	98	98	336

固形分 30.1 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.07	4.13	3.34	1.80
g/d	21	1243	1005	541.8

一次中和

CaCO₃消費率 (1732-1005)/135.4=5.37 (g/l)

8.4AX // (1168- 336)/135.4=6.14 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

943.2L/d		190.1 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.82	5.02	2.20
g/d	11.72	7262	9543	4182

(酸性水:溢流= 1 : 7.0)

二次中和 (滞留時間 2.2分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
1288.8	9.0	161

沈降分離 (沈降速度 0.14 m/Hr)

上澄水 (848.0L/d)

安定容積 34.2%

殿物 (440.8L/d)

液分1214.2 L/d=(流量1288.8-207.5/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.52	0.39	1492
g/d	9	0.6	0.5	1813

固形分 207.5 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.05	3.88	5.11	2.12
g/d	494 g/l	115	8451	4901	4617

表 4-4-38 連続中和試験バランスシート (CaO 2)

試験 No. : CaO 2 (1994.7.20. (水) 14:15~16:00)

試験目的 : 二段中和におけるCaOの反応率 (溢流混合比との比較)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

131.0 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		105.7	1850	308.5	8628
g/d	2.15	14	242	40	1130

尾鉍溢流 (一次)

154.1 L/d		29.6kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.82	5.02	2.20
g/d	11.72	1131	1486	651

(酸性水:溢流= 1 :1.2)

一次中和 (滞留時間 30.3 分)

液分 273.1 L/d = (流量285.1 -33.4/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		42.4	325.1	318.7	1306
g/d	4.0	12	89	87	357

固形分 33.4 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.06	4.14	2.81	1.83
g/d	20	1383	939	611

一次中和

CaCO₃消費率 (1486-939)/131.0=4.18 (g/l)
8.4AX // (1130-357)/131.0=5.90 (g/l)

CaO 乳

164.2L/d kg/d		
純度	濃度	使用量
%	g/l	g/l (酸水)
97	5	6.1

二次中和 (滞留時間 6.7分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
427.0	9.0	72

沈降分離 (沈降速度 0.40 m/Hr)

上澄水 (339.5L/d)

安定容積 20.5%

殿物 (87.5L/d)

液分 416.0 L/d = (流量427.0- 30.7/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.054	0.23	3036
g/d	9	0.02	0.1	1263

固形分 30.7 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.09	4.19	4.20	2.78
g/d	351 g/l	28	1286	1289	853

表 4-4-39 連続中和試験バランスシート (混合 3)

試験 No. : 混合 3 (1994.7.22. (金) 8:30~10:00)

試験目的 : 酸性水に対する日別溢流の混合比の比較

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

152.6 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		100.7	1914	336.9	8759
g/d	2.23	15	292	51	1337

尾鉱溢流 (一次)

159.8 L/d		28.7kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.97	6.36	2.91
g/d	11.82	1139	1825	835

(酸性水:溢流= 1 : 1.0)

一次中和 (滞留時間 27.6 分)

液分 300.7 L/d = (流量312.5 - 32.8/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		25.7	342.2	342.2	1088
g/d	4.0	8	103	103	327

固形分 32.8 kg/d

	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.07	4.90	3.70	2.60
g/d	23	1607	1214	853

一次中和

CaCO₃消費率 (1825-1214)/152.6=4.00 (g/l)

8.4AX // (1337- 327)/152.6=6.62 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

727.2L/d		130.7 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.97	6.36	2.91
g/d	11.82	5189	3660	3803

(酸性水:溢流= 1 : 4.8)

二次中和 (滞留時間 2.8分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
1040	9.0	136

沈降分離 (沈降速度 0.16 m/Hr)

上澄水 (676 L/d)

安定容積 35%

殿物 (364 L/d)

液分 989 L/d = (流量1040 - 141.4/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.071	0.31	2212
g/d	9	0.07	0.3	2188

固形分 141.4 kg/d

	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.04	4.19	5.90	2.37
g/d	389 g/l	61	5925	8343	3235

表 4-4-40 連続中和試験バランスシート (CaO 3)

試験 No. : CaO-3 (1994.7.21. (木) 14:30~16:00)

試験目的 : 二段中和におけるCaOの反応率 (溢流混合比との比較)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

142.6 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		101.0	1930	401.1	8596
g/d	2.28	14	275	57	1226

尾鉱溢流 (一次)

157.0 L/d		28.2kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		3.97	6.36	2.91
g/d	11.99	1120	1794	821

(酸性水:溢流= 1 :1.1)

一次中和 (滞留時間 28.8 分)

液分 289.7 L/d = (流量299.6 - 27.6/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		23.6	336.9	320.8	925
g/d	4.0	7	98	93	268

固形分 27.6 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.07	4.62	3.52	2.49
g/d	19	1275	972	687

一次中和

CaCO₃消費率 (1794-972)/142.6=5.76 (g/l)

8.4AX // (1226-268)/142.6=6.72 (g/l)

CaO 乳

162.7 L/d			kg/d
純度	濃度	使用量	
%	g/l	g/l (酸水)	
97	5	5.7	

二次中和 (滞留時間 6.6分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
452.2	9.0	62

沈降分離 (沈降速度 0.46 m/Hr)

上澄水 (343.7L/d)

安定容積 24%

殿物 (108.5L/d)

液分 442.1 L/d = (流量452.2- 28.0/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.036	未検出	2341
g/d	9	0.02	0	1035

固形分 28.0 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.08	4.72	5.56	3.28
g/d	258 g/l	22	1322	1557	918

表 4-4-41 連続中和試験バランスシート (混合 4)

試験 No. : 混合 4 (1994.7.25. (月) 14:30~16:00)

試験目的 : 酸性水に対する日別溢流の混合比の比較

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

174.2L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		100.7	1727	385.0	8269
g/d	2.27	18	301	67	1440

尾鉱溢流 (一次)

139.7 L/d		19.0 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		5.41	5.15	2.71
g/d	12.11	1028	979	515

(酸性水:溢流= 1 : 0.8)

一次中和 (滞留時間 27.5分)

液分307.9 L/d = (流量313.9-16.6/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		41.2	438.5	438.5	1708
g/d	4.0	13	135	135	526

固形分 16.6 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.22	6.04	1.86	2.38
g/d	36	1003	309	395

一次中和

CaCO₃消費率 (979-309)/174.2=3.85 (g/l)

8.4AX " (1440-526)/174.2=5.25 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

411.1L/d		56 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		5.41	5.15	2.71
g/d	12.21	3030	2884	1518

(酸性水:溢流= 1 : 2.4)

二次中和 (滞留時間 3.9分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
738.7	9.0	95

沈降分離 (沈降速度 0.28 m/Hr)

上澄水 (541L/d)

安定容積 32.5%

殿物 (240.1L/d)

液分 713.4 L/d = (流量 738.7-70.2/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.12	0.31	512
g/d	9	0.09	0.22	365

固形分 70.2 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.15	5.43	4.22	2.36
g/d	292 g/l	105	3811	2962	1657

表 4-4-42 連続中和試験バランスシート (CaCO₃ 1)

試験 No. : CaCO₃ 1 (1994.7.26. (火) 8:30~10:30)

試験目的 : 一次中和のCaCO₃の反応試験

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

178.6 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		102.8	1732	288.8	8324
g/d	2.31	18	309	52	1487

CaCO₃

90.7 L/d		2200 g/d
純度	濃度	添加量
%	g/l	g/l(酸水)
97	25	12.3

一次中和 (滞留時間 32.1 分)

液分 269.3 L/d					
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		51.4	213.9	192.5	1306
g/d	4.0	14	58	52	352

固形分 2.2 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.24	13.85	7.40	22.9
g/d	5	305	163	504

一次中和

CaCO₃消費率 (2200-163)/178.6 = 11.40 (g/l)

8.4AX // (1487-352)/178.6 = 6.35 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

482.4L/d		65.5 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		5.41	5.15	2.71
g/d	12.07	3544	3373	1775

(酸性水:溢流= 1 :2.7)

二次中和 (滞留時間 3.8分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
751.7	9.0	83

沈降分離 (沈降速度 0.40 m/Hr)

上澄水 (548.7d)

安定容積 27%

殿物 (203.0L/d)

液分 729.3 L/d = (流量751.7 - 62.4/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	Fe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.18	0.43	3190
g/d		0.1	0.3	2326

固形分 62.4 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.13	5.49	6.40	3.33
g/d	307 (g/l)	81	3426	3994	2078

表 4-4-43 連続中和試験バランスシート (空気 1)

試験 No. : 空気 1 (1994.7.28. (木) 9:00~11:00)

試験目的 : 一次中和を空気で攪拌する。

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

170.0L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		100.5	1754	320.8	8487
g/d	2.25	17	298	55	1443

尾鉱溢流 (一次)

144.0L/d		19.6 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		5.41	5.15	2.71
g/d	11.86	1060	1009	531

(酸性水:溢流= 1 :0.8)

一次中和 (滞留時間 27.5分)

液分 307.8 L/d = (流量314.0- 17.3/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		34.7	352.9	352.9	1306
g/d	4.0	11	109	109	402

固形分 17.3 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.18	6.04	1.36	2.66
g/d	31	1045	235	460

一次中和

CaCO₃消費率 (1009-235)/170 = 4.55 (g/l)
8.4AX // (1443-402)/170 = 6.12 (g/l)

尾鉱溢流 (二次)

343.4L/d		46.7 kg/d		
	pH	Fe	CO ₂	CaO
%		5.41	2.27	2.71
g/d	11.86	2526	1060	1265

(酸性水:溢流= 1 :2.0)

二次中和 (滞留時間 4.4分)

流量 l/d	pH	濃度g/l
657.4	9.0	109

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水 (433.9L/d)

安定容積 34 %

懸物 (223.5L/d)

液分 631.6 L/d = (流量 657.4-71.7/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.05	0.16	2367
g/d	9	0.03	0.1	1495

固形分 71.7 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%		0.13	5.29	4.74	2.40
g/d	321 g/l	93	3793	3399	1721

表 4-4-44 連続中和試験バランスシート (滞留 3-1)

試験 No. : 滞留 3-1 (1994.7.29. 時間 8:30~11:00)

試験目的 : 滞留時間の比較 (滞留時間60分目標)

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

尾鉍溢流 (一次)

92.2 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		100.2	1756	363.6	8182
g/d	2.22	9	162	34	754

72.0 L/d		9.8 kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
%		5.41	5.15	2.71
g/d	11.67	530	505	266

(酸性水:溢流= 1 : 0.8)

一次中和 (滞留時間 52.6 分)

液分 160.4 L/d = (流量164.2 - 10.5/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		36.9	417.1	417.1	1654
g/d	4.0	6	67	67	265

固形分 10.5 kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.14	5.98	1.75	2.38
g/d	15	628	184	250

一次中和

CaCO₃消費量 (505-184)/92.2 = 3.48 (g/l)

8.4AX // (754-265)/92.2 = 5.30 (g/l)

尾鉍溢流 (二次)

275.8 L/d		37.5kg/d		
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO
mg/l		5.41	5.15	2.71
g/d	11.67	2029	1931	1016

(酸性水:溢流= 1 : 3.0)

二次中和 (滞留時間 6.7 分)

流量 l/d	pH
430.6	9.0

沈降分離 (沈降速度 m/Hr)

上澄水286.6L/d

安定容積33.5%

殿物 144L/d

液分 412.3L/d = (流量430.6-50.8/2.78)				
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	SO ₄ ⁻⁻
ppm		0.046	0.12	4116
g/d	9.0	0.02	0.05	1697

固形分 50.8kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	g/l	0.12	5.39	5.27	2.55
g/d	352	61	2738	2677	1295

表 4-4-45 連続中和試験バランスシート (一段中和 1)

試験 No. : 一段中和 1 (1994.7.30 (土) 9:00~10:00)

試験目的 : 酸性水に対する溢流の混合比の比較

混合酸性水 (2003年, 豊水年, 銅 2000t/年)

60.5 L/d		kg/d			
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		99.24	1829	342.2	8161
g/d	2.21	6	111	21	494

尾鉱溢流 (一段)

229.0L/d		31.1 kg/d			
	pH	Fe	CaCO ₃	CaO	4.3BX
%		5.41	5.15	2.71	7496
g/d	11.65	1683	1602	843	1717

(酸性水:溢流= 1 :3.8)

一段中和 (滞留時間 29.9分)

液分 277.5 L/d = (流量289.5- 33.3/2.78)					
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	Fe ⁺⁺	8.4AX
ppm		0.12	0.55	0.02	61.4
g/d	9.0	0.03	0.2	0.005	17

固形分 33.3kg/d				
	Cu	Fe	CaCO ₃	CaO
%	0.13	5.41	5.08	2.36
g/d	43	1802	1692	786

一段中和

CaCO₃消費率 (1602-1692)/60.5= 0 (g/l)

8.4AX // (494- 17)/60.5= 7.88 (g/l)

尾鉱溢流

L/d		kg/d			
	pH	Fe	CO ₂	CaO	4.3BX
%					
g/d					

(酸性水:溢流= 1 :)

二次中和 (滞留時間 分)

流量 l/d	pH	濃度g/l

沈降分離 (沈降速度 m/hr)

上澄水(L/) 安定容積 % 殿物(. L/d)

液分 L/d = (流量 . . . /				
	pH	Cu ⁺⁺	TFe	SO ₄ ⁻⁻
ppm				
g/d				

固形分 kg/d					
	圧密濃度	Cu	Fe	CO ₂	CaO
%					
g/d	g/l				