

## 目 次

§ 1. ま え が き	-----	1
§ 2. 試 験 方 法	-----	1
1. 試 料		
2. 試 験 装 置		
§ 3. 試 験 条 件	-----	2
1. セグレ条件変更によるL <sub>27</sub> テスト		2
2. セグレゲーションに対する鉄石の微粉砕の効果		3
3. 石炭とコークスの配合比変更試験		3
§ 4. 試 験 結 果	-----	3
1. セグレ条件変更によるL <sub>27</sub> テスト		3
2. セグレゲーションに対する鉄石の微粉砕の効果		7
3. 石炭とコークスの配合比変更試験		9
§ 5. 試 験 結 果 の 解 析	-----	11
1. セグレ条件変更によるL <sub>27</sub> テスト		11
§ 6. 試 験 結 果 の 検 討	-----	20
1. L <sub>27</sub> テスト結果		20
2. セグレゲーションに対する鉄石の微粉砕の効果		22
3. 石炭とコークスの配合比変更試験		23
§ 7. お そ り	-----	24

## §1. まえかき

文一報から文四報に示した基礎試験の結果、ベルンゲラー鉱のセグレ条件は大体把握したが、銀のセグレーションに関しては

1) 銀の採取率は銅の採取率と高度の正の相関関係が認められるが、常に銀の採取率が銅の採取率

に比し約 10% 程度低いことから、銀、銅の両者は違ったセグレーションの適正条件があるのではないか？

2) 銀の採取率計算に用いる分析値に関し、尾鉱中の銀品位が王水法と弗酸法で大きく異なることから

鉱石中の銀が微粒子で、その周囲を珪酸質で被覆されているのではないか？ 鉱石を微粉砕すること

によって銀の採取率を向上できるか？

3) 先に還元剤として石炭とコークスを混合してコークス単味に比べ遜色の悪い成績がえられたので、更に混合比

使用量を大きく変化させ、これらが成績にどう影響するかと調べる試験

等の追及を行い、その結果についてニニク文五報で報告する。

## §2. 試験方法

試験に供した試験料及び装置は次の通りである。

### 1. 試験料

ベルンゲラー鉱山, エスマンゲル鉱

品位; Cu 126 ~ 133 %  
Ag 410 ~ 470 g/t

## 2 試験装置

M.M.S 式 100g セグレゲーション試験機

MS 型 浮遊塵試験機

## 3 試験条件

## 1. セグレゲーション条件変更による L27 テスト

下記に示す要因、その水準がセグレゲーション成績、特に鉛に対して及ぼす影響を調べ、水準の変更は大方にわたる。

L27 テストの要因とその水準

(1) セグレゲーション温度	800°C	850°C	900°C
(2) セグレゲーション時間	30分	45分	60分
(3) 硫化鉄鉛(硫黄分)の添加 (対鉛)	0%	0.5%	1.0%
(4) 塩化剤の種類	NaCl	CaCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl
(5) 塩化剤の使用量 (対鉛)	0.5%	1.0%	1.5%

註: 硫化鉄鉛の添加と試験の要因を加えては、  
ア. 酸化鉛層の下部の硫化鉛層の存在可能性が強く、その移行部分では酸化、硫化鉛の混合部が存在する。

イ. 硫黄の燃焼による炉内の還元雰囲気への影響

の概要を知ることが出来る。

## 2 セグレゲーションに対する鉄屑の微粉砕の効果

- (1) 原鉄と -65 mesh の粉砕試料と 二の試料と  
更に振動シム R.S.2 200 mesh の粉砕試料の場合の

### 比較試験

- (2) -65 mesh の原鉄で セグレゲーションを行ってから 湯選にお  
精鉄と尾鉄を分離した後 尾鉄を乾燥して 振動シム  
で -200 mesh の粉砕 二の試料に対して再度セグレゲーション  
と湯選を行って 尾鉄品位が低下するかどうかの試験

(二回のセグレゲーション試験)

## 3 還元剤として石炭とコークスの配合比変更試験

先の実験で 石炭とコークスを 50% の配合比でセグレ  
ゲーションした結果が コークス単体と比べて 遜色のないことがわかった。

更に配合比、使用量を変化して追加試験を行った。

- (1) 還元剤配合比

石炭 : コークス, 60 : 40, 80 : 20

- (2) 還元剤の使用量 (対原鉄) 二回の試験

6%, 5%, 4%  
5%, 4%, 3%

## §4 試験結果

### 1. セグレ条件変更による L<sub>27</sub> 試験。

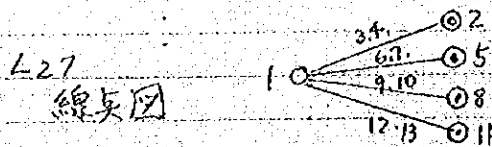
セグレ条件の要因として §3-(1) に示した如く セグレゲーション  
温度、セグレゲーション時間、酸化鉄の添加、塩化剤の種類、塩化剤の量

のそれぞれ 3水準を組合せ 実験計画法による 27 回の試験を実施した。

この試験の組合せを下記表の文1表の83Kで示す。

文1表 L27 正交要因組合せ表

試験 No.	要因 (試験順序)	①列 温度	②列 時間	③列 酸化鉄量	④列 塩化剤	⑤列 全灰量	備考
1	(26)	800°C	30'	0	NaCl	0.5%	使用量は
2	(9)	800°C	30'	0.5%	CaCl <sub>2</sub>	1.0%	対原灰(90)
3	(21)	800°C	30'	1.0%	NH <sub>4</sub> Cl	1.5%	
4	(25)	800°C	45'	0	CaCl <sub>2</sub>	1.5%	
5	(14)	800°C	45'	0.5%	NH <sub>4</sub> Cl	0.5%	
6	(4)	800°C	45'	1.0%	NaCl	1.0%	
7	(13)	800°C	60'	0	NH <sub>4</sub> Cl	1.0%	
8	(1)	800°C	60'	0.5%	NaCl	1.5%	
9	(3)	800°C	60'	1.0%	CaCl <sub>2</sub>	0.5%	
10	(24)	850°C	30'	0	NaCl	0.5%	
11	(23)	850°C	30'	0.5%	CaCl <sub>2</sub>	1.0%	
12	(6)	850°C	30'	1.0%	NH <sub>4</sub> Cl	1.5%	
13	(20)	850°C	45'	0	CaCl <sub>2</sub>	1.5%	
14	(22)	850°C	45'	0.5%	NH <sub>4</sub> Cl	0.5%	
15	(5)	850°C	45'	1.0%	NaCl	1.0%	
16	(11)	850°C	60'	0	NH <sub>4</sub> Cl	1.0%	
17	(7)	850°C	60'	0.5%	NaCl	1.5%	
18	(16)	850°C	60'	1.0%	CaCl <sub>2</sub>	0.5%	
19	(8)	900°C	30'	0	NaCl	0.5%	
20	(18)	900°C	30'	0.5%	CaCl <sub>2</sub>	1.0%	
21	(12)	900°C	30'	1.0%	NH <sub>4</sub> Cl	1.5%	
22	(17)	900°C	45'	0	CaCl <sub>2</sub>	1.5%	
23	(15)	900°C	45'	0.5%	NH <sub>4</sub> Cl	0.5%	
24	(10)	900°C	45'	1.0%	NaCl	1.0%	
25	(27)	900°C	60'	0	NH <sub>4</sub> Cl	1.0%	
26	(19)	900°C	60'	0.5%	NaCl	1.5%	
27	(2)	900°C	60'	1.0%	CaCl <sub>2</sub>	0.5%	



次の試験結果を示す表2表の通りである

表2表 L27テスト試験結果

原鉱品位; 1.26% Cu (サ=70V 279平均)  
4.10% Ag ( " " )

摘要 試験No	精 鉱			尾 鉱			採 収 率 (%)			
	鉱量 (%)	品位 Cu (%) Ag (g/t)		鉱量 (%)	品位 Cu (%) Ag (g/t)		順 算		逆 算	
							Cu	Ag	Cu	Ag
1	7.38	15.48	4.343	73.99	0.18	134	90.7	78.1	89.6	76.4
2	7.99	15.66	4.277	77.53	0.24	95	99.3	83.3	87.1	82.3
3	13.27	9.23	2.583	67.06	0.19	125	97.2	83.6	90.6	80.4
4	7.71	10.45	2.970	71.84	0.60	255	63.9	56.2	65.2	55.7
5	10.02	10.44	2.550	70.16	0.48	236	83.0	62.2	75.6	66.7
6	13.30	9.20	2.220	70.30	0.19	144	97.1	72.0	90.2	74.5
7	7.61	9.12	2.482	72.18	0.90	322	55.1	46.1	51.7	44.8
8	10.61	9.97	2.890	70.02	0.22	165	84.0	74.8	87.3	72.6
9	8.00	9.70	2.439	72.73	0.60	274	61.6	47.6	64.0	49.5
10	10.20	11.52	3.286	68.71	0.16	121	93.3	81.8	91.5	80.1
11	10.57	9.70	2.922	70.36	0.34	180	81.4	75.3	81.1	70.9
12	12.72	9.18	2.565	67.68	0.27	138	94.1	80.8	86.7	78.0
13	10.07	6.44	1.911	68.22	0.99	342	51.5	46.9	49.0	45.2
14	6.78	14.92	3.818	73.20	0.44	240	80.3	63.2	75.9	59.6
15	8.51	11.40	2.696	73.56	0.52	221	77.0	56.0	71.7	58.5
16	9.47	11.49	3.086	68.91	0.38	178	86.4	71.3	80.6	70.4
17	8.30	13.62	3.386	72.83	0.33	180	89.7	68.5	82.5	68.2
18	13.14	7.44	1.955	67.56	0.60	257	77.5	62.7	70.7	59.7
19	7.32	11.33	3.188	71.85	0.75	248	65.8	56.7	60.6	56.6
20	10.42	10.40	2.893	68.88	0.46	205	86.0	73.5	77.4	68.1
21	7.52	10.12	2.878	71.37	0.75	268	63.4	53.1	59.9	53.3

摘要 試験 No.	精 鉱			尾 鉱			採 収 率 (%)			
	鉱量 (%)	品位		鉱量 (%)	品位		順 算		逆 算	
		Cu (%)	Ag (g/t)		Cu (%)	Ag (g/t)	Cu	Ag	Cu	Ag
22	8.37	13.24	3.533	70.65	0.46	196	88.0	72.1	77.3	68.1
23	9.78	9.23	2.780	68.21	0.56	200	71.6	66.3	70.3	66.6
24	6.64	10.59	2.990	72.04	0.93	298	55.8	48.4	51.2	48.0
25	8.43	11.26	3.520	68.25	0.46	187	75.3	72.4	75.1	69.9
26	12.28	7.98	2.327	64.03	0.62	216	77.8	69.7	71.2	67.4
27	18.86	4.23	1.368	60.11	0.80	281	63.3	62.9	62.4	60.4

註(1) 鉱量(%)は対原鉱，セグV4-7/10にては鉱量の  
焼き減りがあるため、精鉱と尾鉱の合計は100%  
にならない原鉱量より少くなる。

(2) 順算採収率(%); 
$$\frac{\text{精鉱鉱量} \times \text{精鉱品位}}{\text{原鉱鉱量} \times \text{原鉱品位}} \times 100$$

(3) 逆算採収率(%); 
$$\frac{\text{精鉱鉱量} \times \text{精鉱品位}}{\text{精鉱鉱量} \times \text{精鉱品位} + \text{尾鉱鉱量} \times \text{尾鉱品位}} \times 100$$

(4) 順算採収率と逆算採収率に差がある時  
$$\text{原鉱鉱量} \times \text{原鉱品位} = \text{精鉱鉱量} \times \text{精鉱品位} + \text{尾鉱鉱量} \times \text{尾鉱品位}$$

の式で割り

$$\frac{\text{精鉱鉱量} \times \text{精鉱品位} + \text{尾鉱鉱量} \times \text{尾鉱品位}}{100 (\text{原鉱の鉱量} \%)} = 1$$

の式で計算して原鉱の逆算品位は、試験サ7102  
274の35で

Cu: 1.21 ~ 1.44% (原鉱の分析値は 1.26%)

Ag: 392g/t ~ 443g/t (原鉱の分析値は 410g/t)

と変動しており、この変動は原鉱の分析値を 100% とすると  
Cu で 96.0% ~ 114.3%, Ag で 95.6% ~ 108.0% と変動している

ことから、セグレ条件の比較検討データとしては逆算採収率  
を用いることが好ましいと考えられる。

### 3. セグレゲーションに対する 鉱石の微粉砕の効果

先にセグレ産物の分析法について名々研究した結果、セグレ  
尾鉱の Ag の分析に際しては、通常の王水法に比し、弗酸と

過塩素酸を用いた分析法による分析値が高くなり、この高い分析値  
を用いると、逆算の原鉱品位計算値が 13% 原鉱品位に

合致する。ことから、弗酸と過塩素酸を用いた分析法が  
妥当であると判断している。(次回報 84 にて報告す)

弗酸と過塩素酸を用いた分析値と王水法の分析値の関係は

$$y = 0.89x + 81 \quad (\text{g/t})$$

と示される。

y: 弗酸と過塩素酸法の Ag 分析値  
x: 王水法の Ag 分析値

この現象から、尾鉱中に含まれる銀は、王水には溶解しない  
が、弗酸と過塩素酸に溶解する。ことから、非常に微粒子で

かつ周囲を環酸質でカバーされていることを想像され、このこと  
から、原鉱を微粉砕すれば、セグレ成績が向上する可能性

があるので、原鉱を振動ミルで -200 mesh に粉砕した試験と、  
通常のセグレ試験 (-48 または -65 mesh) の尾鉱を原鉱と同じ方法で



振動ミルで -200 mesh の粉砕し、この粉砕鉱と原鉱に同じ条件で再度セグレグーションを行ない、尾鉱品位が低下するかどうかを調べた。

この試験結果を示す次の表の通りである。

表3 微粉砕鉱石のセグレグーション試験結果

No	鉱種	銀量 (%)	品位		銅採取率 (%)		銀採取率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (g/t)	順算	逆算	順算	逆算	
1	原 鉱	100.0	1.29	436	100.0		100.0		原鉱品位
	“(逆算)”		(1.30)	(434)		100.0		100.0	-65 mesh
	精 鉱	15.4	7.85	2,290	93.7	92.7	80.9	81.2	
	尾 鉱	67.9	0.14	120	7.4	7.3	18.7	18.8	
	焙焼ロス				-1.1		0.3		
2	原 鉱	100.0	1.29	415	100.0		100.0		原鉱品位
	“(逆算)”		(1.28)	(405)		100.0		100.0	-200 mesh
	精 鉱	14.9	8.20	2,300	93.4	93.9	81.5	83.6	(振動ミルで15分)
	尾 鉱	71.1	0.11	93	6.1	6.1	15.9	16.4	粉砕)
	焙焼ロス				0.5		2.6		
3	原 鉱	100.0	1.29	415	100.0		100.0		原鉱品位
	“(逆算)”		(1.22)	(414)		100.0		100.0	-200 mesh
	精 鉱	13.3	8.70	2,600	89.7	95.0	83.3	83.5	(振動ミルで5分)
	尾 鉱	66.8	0.09	102	4.7	5.0	16.4	16.5	粉砕)
	焙焼ロス				5.6		0.3		
4	尾 鉱(1)	100.0	0.13	86	100.0		100.0		尾 鉱(1) 品位
	“(逆算)”		(0.12)	(83)		100.0		100.0	-200 mesh
	浮 鉱	22.3	0.27	114	46.2	50.1	27.6	30.2	(振動ミルで15分)
	尾 鉱(2)	74.9	0.08	77	46.1	49.7	67.0	69.8	粉砕)
	焙焼ロス				7.7		3.4		
5	尾 鉱(1)	100.0	0.13	117	100.0		100.0		尾 鉱(1) 品位
	“(逆算)”		(0.12)	(112)		100.0		100.0	-200 mesh
	浮 鉱	17.8	0.25	190	34.0	36.8	28.7	30.6	(振動ミルで5分)
	尾 鉱(2)	76.5	0.10	102	58.8	63.2	66.7	69.4	固粉砕)
	焙焼ロス				7.2		4.4		

共通セグレーション条件

セグV温度 820°C  
 セグV時間 30分  
 還元剤 石炭:コークス (1:1) 5% 対給鉛  
 塩化剤 NaCl 0.5%

3. 石炭とコークスの配合比変更試験

還元剤として石炭とコークスを配合する試験は前回報告にて  
 いるが、セグレーションの経費削減の目的で、石炭の配合比  
 を増加した場合、その使用量がセグレーションの成績にどう  
 影響するかを調べる試験を実施した。(2種のサンプル使用)  
 その結果を表4表に示す。

表4表 石炭とコークスの配合比変更試験結果(401)

摘要 No	鉛種	鉛量 (%)	品位		銅採取率(%)		銀採取率(%)		備考
			Cu(%)	Ag(g/t)	順算	逆算	順算	逆算	
1	原 鉛	100.0	1.33	470	100.0		100.0		還元剤量 3% (対原鉛 1%) 配合石炭 80) コークス 20)
	" (逆算)		(1.27)	(442)		100.0	100.0		
	精 鉛	11.2	10.63	3,300	89.8	93.8	98.8	83.8	
	尾 鉛	71.9	0.11	100	5.9	6.2	15.3	16.2	
	焙焼収				4.3		5.9		
2	原 鉛	100.0	1.33	470	100.0		100.0		還元剤量 4% 石炭 80) コークス 20)
	" (逆算)		(1.29)	(458)		100.0	100.0		
	精 鉛	11.2	11.00	3,440	93.0	95.6	82.2	84.4	
	尾 鉛	71.2	0.08	100	4.3	4.4	15.2	15.6	
	焙焼収				2.7		2.6		
3	原 鉛	100.0	1.33	470	100.0		100.0		還元剤量 5% 石炭 80) コークス 20)
	" (逆算)		(1.31)	(452)		100.0	100.0		
	精 鉛	9.6	124.8	3,800	90.1	91.6	77.6	80.6	
	尾 鉛	73.0	0.15	120	8.2	8.4	18.6	19.4	
	焙焼収				1.7		3.8		

No	銅種	重量 (%)	品位		銅採取率 (%)		銀採取率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (%)	順算	逆算	順算	逆算	
4	原 銅	100.0	1.33	4.70	100.0		100.0		還元劑量 3% 石炭 60 2-72 40)
	" (逆算)		(1.27)	(4.64)		100.0		100.0	
	精 銅	12.4	9.74	3.050	90.9	94.7	80.5	81.6	
	尾 銅	71.0	0.09	12.0	4.8	5.3	18.1	18.4	
	焙燒ロス				4.3		1.4		
5	原 銅	100.0	1.33	4.70	100.0		100.0		還元劑量 4% 石炭 60 2-72 40)
	" (逆算)		(1.30)	(4.62)		100.0		100.0	
	精 銅	10.2	12.15	3.820	93.2	95.5	82.9	84.3	
	尾 銅	72.6	0.08	100	4.4	4.5	15.4	15.7	
	焙燒ロス				2.4		1.7		
6	原 銅	100.0	1.33	4.70	100.0		100.0		還元劑量 5% 石炭 60 2-72 40)
	" (逆算)		(1.30)	(4.60)		100.0		100.0	
	精 銅	10.0	12.42	3.880	93.4	95.6	82.8	84.3	
	尾 銅	72.1	0.08	100	4.3	4.4	15.3	15.7	
	焙燒ロス				2.3		2.1		

表5 石炭 60 の配合比変更試験結果 (492)

No	銅種	重量 (%)	品位		銅採取率 (%)		銀採取率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (%)	順算	逆算	順算	逆算	
1	原 銅	100.0	1.15	3.95	100.0		100.0		還元劑量 6% 石炭 60 2-72 40)
	" (逆算)		(1.14)	(3.89)		100.0		100.0	
	精 銅	9.6	11.02	3.285	92.4	93.4	80.2	81.4	
	尾 銅	75.2	0.10	76	6.5	6.6	18.3	18.6	
	焙燒ロス				1.1		1.5		
2	原 銅	100.0	1.15	3.95	100.0		100.0		還元劑量 5% 石炭 60 2-72 40)
	" (逆算)		(1.12)	(3.89)		100.0		100.0	
	精 銅	9.6	10.60	3.180	88.3	90.6	77.1	78.3	
	尾 銅	75.5	0.14	112	9.2	9.4	21.4	21.7	
	焙燒ロス				2.5		1.5		

No	銀種	銀量 (%)	品位		銅採収率 (%)		銀採収率 (%)		備考
			Cu (%)	Ag (%)	順算	逆算	順算	逆算	
3	原銀	100.0	1.15	395	100.0		100.0		還元剤量 4% 石炭 60) 2-72 40)
	(逆算)		(1.10)	(380)		100.0	100.0		
	精銀	8.1	12.10	3550	86.5	89.6	73.1	76.0	
	尾銀	75.2	0.15	12.0	9.9	10.4	23.1	24.0	
	焙焼ロス				4.6		3.8		
4	原銀	100.0	1.15	395	100.0		100.0		還元剤量 6% 石炭 80) 2-72 20)
	(逆算)		(1.17)	(403)		100.0	100.0		
	精銀	11.8	8.90	2650	91.6	90.4	77.4	77.8	
	尾銀	75.0	0.15	119	9.8	9.6	22.6	22.2	
	焙焼ロス				-1.4		-2.0		
5	原銀	100.0	1.15	395	100.0		100.0		還元剤量 5% 石炭 80) 2-72 20)
	(逆算)		(1.18)	(390)		100.0	100.0		
	精銀	9.9	11.20	3200	96.4	94.3	80.2	81.3	
	尾銀	75.1	0.09	97	5.9	5.7	18.4	19.7	
	焙焼ロス				-2.3		1.4		
6	原銀	100.0	1.15	395	100.0		100.0		還元剤量 4% 石炭 80) 2-72 20)
	(逆算)		(1.13)	(393)		100.0	100.0		
	精銀	8.9	12.02	3600	93.4	94.7	81.5	81.9	
	尾銀	75.0	0.08	95	5.2	5.3	18.0	18.1	
	焙焼ロス				1.4		0.5		

§5. 試験結果の解析

1. セグV条件変更による L27テスト

今迄の試験結果から銀の採収率は銅の採収率と高度の相関関係があることがわかってゐるが、銀の採収率が常に銅の

採収率を下回つてゐることは、セグV条件を大巾に変更して、銀の採収率が銅の採収率を上回つた L27テストを遂行した。

27テストの統計的解析を次に示す。

採用した特性値; Cu, Agの逆算採収率を四捨五入した。

例 表2から

試験 No.1 Cu採収率 89.6% → 90  
Ag採収率 76.4% → 76

尚計算に用いた

各試験の上記数字の27回の平均値を差引いた他は

使用した。(試験27回の平均採収率 Cu 76%, Ag 65%)

例 試験 No.1 Cu採収率  $90 - 76 = 16$   
Ag採収率  $76 - 65 = 11$

試験 No.7 Cu採収率  $52 - 76 = -22$   
Ag採収率  $45 - 65 = -20$

### 要因の分類

	水準	1	2	3
列番 A, セグレーション温度,		800°C	850°C	900°C の3水準
" B, セグレーション時間,		30分	45分	60分 " "
" C 硫化鉄鉱の添加,		0%	0.5%	1.0% " "
" D 塩化剤の種類,		NaCl	CaCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl " "
" E 塩化剤の使用量,		0.5%	1.0%	1.5% " "

試験の要因と特性値とをまとめると表6表のようである。

文6表 要因のあり方と特性値

要因 No	A	B	A×B	A×B	C	A×C	A×C	D	A×D	A×D	E	A×E	A×E	採収率			
														Cu		Ag	
														平均 (%)	$\sigma_{L1}$	平均 (%)	$\sigma_{L2}$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90	16	76	11
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	87	13	82	17
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	91	17	80	15
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	65	-9	56	-9
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	76	2	67	+2
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	90	16	74	9
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	52	-22	45	-20
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	87	13	73	8
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	64	-10	49	-16
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	91	17	80	15
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	81	7	71	6
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	87	13	78	13
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2	49	-25	45	-20
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3	76	2	60	-5
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	92	-2	59	-6
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1	81	7	70	-5
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2	82	8	68	3
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	71	-3	60	-5
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	61	-13	57	-8
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	77	3	68	3
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	60	-14	53	-12
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1	77	3	68	3
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	70	-4	67	2
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3	51	-23	48	-17
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	75	1	70	5
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1	71	-3	67	2
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	62	-2	60	-5

計 1.976 -2 1.751 -4  
 1.994/27 = 74 1.751/27 = 65

(1) Cuの採収率に関する解析

$$1 \text{ 修正項, } CF = \frac{T^2}{N} = \frac{(-2)^2}{27} = 0.15 \div 0$$

$$1. \text{ 全変動, } \sum x_i^2 - CF = 4.152 - 0 = 4.152$$

$$\left[ (16)^2 + (13)^2 + (17)^2 + (-9)^2 \dots - CF \right]$$

2. 偏差 2 乗和の計算

表 6 表 偏差 2 乗和の計算表

No	要因	a (水準 1 の和)	b (水準 2 の和)	c (水準 3 の和)	$a^2 + b^2 + c^2$	$\frac{a^2 b^2 c^2}{9} = d$	d - CF	S	備考
1	A	36	24	-62	5,716	635	635	635	A = 温度
2	B	59	-40	-21	5,522	614	614	614	B = 時間
5	C	-25	41	-18	2,630	292	292	292	C = 酸化物
8	D	29	-33	2	1,934	215	215	215	D = 炭化物 (質)
11	E	-5	0	3	34	4	4	4	E = " (量)
3	AxB	34	32	-68	6,809	256	256	766	AxB
4	AxB	7	-3	-6	94	10	10		AxB 交互作用
6	AxC	-11	-22	31	1,566	174	174	526	AxC
7	AxC	-47	27	18	3,262	362	362		AxC 交互作用
9	AxD	61	0	-63	7,690	854	854	940	AxD
10	AxD	7	-23	14	794	86	86		AxD 交互作用
12	AxE	-15	9	4	322	36	36	151	AxE
13	AxE	6	-26	18	1,036	115	115		AxE 交互作用

工. 分散分析の結果解析

上記 偏差 2 乗和の計算結果を用いて  
分散分析表を作成。表 7 表の結果がある。

表 分散分析表

要因	S	φ	V	自由度	F <sub>0</sub>	E(V)
A	635	2	317.5		3.71	$\sigma_E^2 + 9\sigma_A^2$
B	614	2	307.0		3.59	$\sigma_E^2 + 9\sigma_B^2$
C	292	2	146.0			
D	215	2	107.5			
E	4	2	2.0			
A×B	766	4	191.5	$S_E' = 1198$ $\phi_E = 14$	2.54 2.14	$\sigma_E^2 + 3\sigma_{A \times B}^2$
A×C	536	4	134.0	$V_E = 85.6$		
A×D	939	4	234.8		2.75	$\sigma_E^2 + 3\sigma_{A \times D}^2$
A×E	151	4	37.8			
計	4152	26				

$$F_{14}^2(0.01) = 6.51 \quad F_{14}^2(0.05) = 3.74$$

$$F_{14}^4(0.01) = 5.04 \quad F_{14}^4(0.05) = 3.11$$

いずれの要因にも有意差は認められなかった。  
 したがって、温度と時間の要因は Ca の採取率に同じ比較的影響を及ぼす傾向がある。

(2) Ag の採取率に同じ解析

修正項  $CF = \frac{T^2}{N} = \frac{(-4)^2}{27} = \frac{16}{27} \approx 0$

全変動  $\sum x_i^2 - CF = 3044 - 0 = 3044$

$$[(11)^2 + (17)^2 + (15)^2 + (-9)^2 + \dots - CF]$$

よ、偏差2乗和の計算



文8表 偏差2乗和の計算表

No	要因	a (水準1 の和)	b (水準2 の和)	c (水準3 の和)	$a^2+b^2+c^2$	$\frac{a^2+b^2+c^2}{9}$	d-CT	S	備考
1	A	17	6	-27	1054	117	117	117	A = 温度
2	B	60	-41	-23	5810	645	645	645	B = 豚肉
5	C	-28	38	-14	2424	270	270	270	C = 硫化物
8	D	17	-16	-5	570	63	63	63	D = 塩化物(質)
11	E	1	-8	3	74	8	8	8	E = " (量)
3	AxB	34	38	-76	8376	932	932	974	AxB
4	AxB	14	-12	-6	376	42	42		AxBの交互作用
6	AxC	1	-17	12	434	48	48	476	AxC
7	AxC	-48	39	5	3850	428	428		AxCの交互作用
9	AxD	32	-1	-35	2250	250	250	370	AxD
10	AxD	14	-28	10	1080	120	120		AxDの交互作用
12	AxE	-16	14	-2	456	51	51	121	AxE
13	AxE	-15	-9	20	634	70	70		AxEの交互作用

工 分散分析 v. 83 解析

文9表 分散分析表

要因	S	$\phi$	V	70-N	$F_0$	E(V)
A	117	2	58.5	$SE' = 1.425$ $\phi_E' = 2.0$ $V_E = 21.25$	4.5*	$\sigma_E^2 + 9\sigma_B^2$
B	645	2	322.5			
C	270	2	135.0			
D	63	2	31.5			
E	8	2	4.0			
AxB	974	4	243.5	$SE' = 1.425$ $\phi_E' = 2.0$ $V_E = 21.25$	3.4*	$\sigma_E^2 + 3\sigma_{AxB}^2$
AxC	476	4	119.0			
AxD	370	4	92.5			
AxE	121	4	30.3			
計	3044	26				

$F_{20}^2(0.05) = 3.49$

$F_{20}^4(0.05) = 2.87$

$F_{2,0}^2(0.01) = 5.85$

$F_{2,0}^4(0.01) = 9.43$

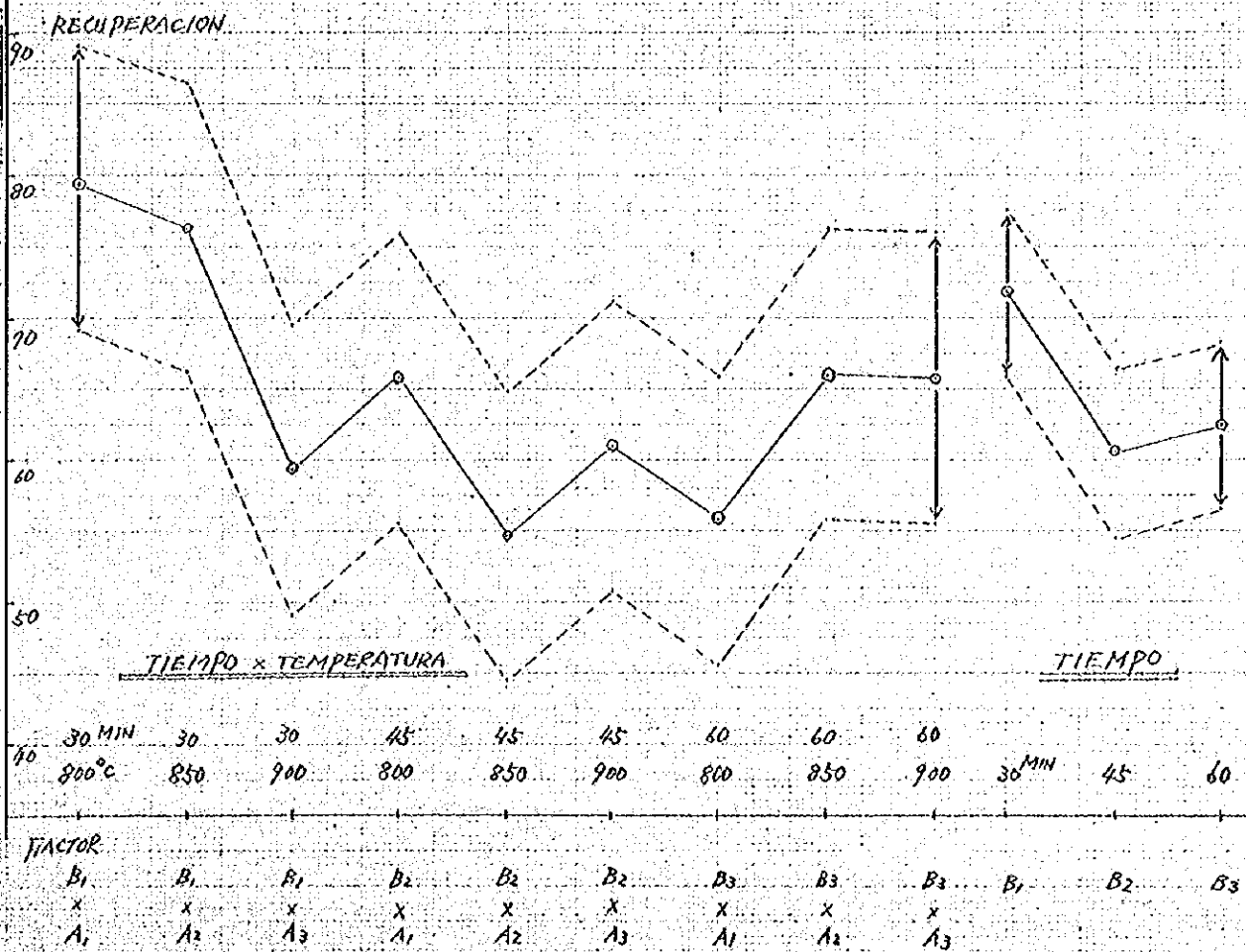
セグレ時間と温度×セグレ時間の交互作用、両方とも5%の有意差が認められた。

(3) Ag 採取率の推定

CuK については有意差が認められなかったが、AgK についてはセグレ時間、セグレ温度×時間の交互作用に有意差が

認められたので、それぞれの日平均とその推定精度を求め、グラフ化したのが図1である。

図1. Ag 採取率とセグレ時間、セグレ温度との関係図



次に25℃のV温度と反応時間との交互作用の母平均は

30分, 800°C の場合 (B<sub>1</sub> × A<sub>1</sub>) 79.3 %

30分, 850°C " (B<sub>1</sub> × A<sub>2</sub>) 76.3 "

30分, 900°C " (B<sub>1</sub> × A<sub>3</sub>) 59.0 "

45分, 800°C の場合 (B<sub>2</sub> × A<sub>1</sub>) 65.7 %

45分, 850°C " (B<sub>2</sub> × A<sub>2</sub>) 54.7 "

45分, 900°C " (B<sub>2</sub> × A<sub>3</sub>) 61.0 "

60分, 800°C の場合 (B<sub>3</sub> × A<sub>1</sub>) 55.7 %

60分, 850°C " (B<sub>3</sub> × A<sub>2</sub>) 66.0 "

60分, 900°C " (B<sub>3</sub> × A<sub>3</sub>) 65.7 "

確率 95% の母平均の信頼限界

$$\beta = t(\phi'_{E, \alpha}) \sqrt{\frac{VE'}{ne}}$$

ne は 繰返し数

$$\begin{aligned} \beta &= t(20, 0.05) \sqrt{\frac{71.25}{3}} \\ &= 2.086 \times 4.87 = 10.2 \text{ \% 程度} \end{aligned}$$

又反応時間rに対する母平均は

30分 の場合 (B<sub>1</sub>) 71.7 %

45分 " (B<sub>2</sub>) 60.4

60分 " (B<sub>3</sub>) 62.4

確率 95% の母平均の信頼限界

$$\beta = t(\phi'_{E, \alpha}) \sqrt{\frac{VE'}{ne}}$$

$$\begin{aligned} \beta &= t(20, 0.05) \sqrt{\frac{71.25}{9}} \\ &= 2.086 \times 2.81 = 5.9 \end{aligned}$$

(4). 銅採収率と銀採収率の相関関係

27頁の結果から 2749.77%を用い 銅採収率と銀採収率の相関関係を求めよ。 水 283.47%。

$$\begin{aligned} \text{相関係数 } r &= \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \\ &= \frac{3209}{\sqrt{4.152 \times 3044}} = 0.903 \quad ** \end{aligned}$$

(r表で  $\phi 25$  のとき 1%の確率  $> 0.4869$ )

1%の確率で相関関係がある  $\therefore$  から 高度の相関関係がある  $\therefore$  ことがわかる。

又その回帰方程式を求めよ

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{3209}{4.152} = 0.773$$

$$0.773(x - 73.9) = (y - 64.6)$$

( $x$ : Cuの採収率  
 $y$ : Ag)

$$\begin{aligned} \therefore y &= 0.773x + 64.6 - 57.1 \\ &= 0.8x + 7.5 \end{aligned}$$

$$\underline{y = 0.8x + 7.5}$$

即ち Agの採収率は Cuの採収率の80% + 7.5% 加える  
知て 表示される  $\therefore$  ことができる。

## §6 試験結果の検討

### 1. L27 テスト 結果

今回の L27 テスト ではセグVの条件とかなり大きく変化させ Cu, Ag の成績に及ぼす影響について調べた。

セグVゲージの成績は 鉛石に含有される 銅、銀の含有割合が塩酸又は塩素と反応した還元剤の表面に金属状に析出

され、これを溶解し回収する。その採収率をもつてセグVゲージの成績を表示していることから、還元剤上に多く金属状に析出

した、その雰囲気による金属状の表面が酸化をうけたりすると溶解し易く回収が非常にむづかくなる。

従ってセグVの採収率が低いからと言って必ずしも金属析出量が少いとは限りないのである。(析出量が多ても溶解しにくいことがある)

試験結果を解析した結果から次の事が考えられる。

(1) 銀と銅の採収率には高度の相関関係が認められる。即ち銀の採収率が高い条件は銅に対しても採収率が高い条件である。

(2) ベンゲ-エ-銀 エストラルグスル の鉱石の銀採収率は銅の採収率と下廻り、概略次の式で下される。

$$y = 0.8x + 7.5$$

y: 銀の採収率 (%)  
x: 銅の採収率 (%)

(3) 銀の場合にはセグV時間とセグV時間×セグV温度の交互作用の二つの要因が採収率に影響を与えている。

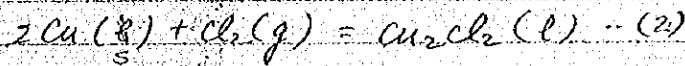
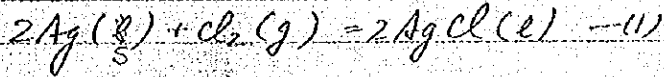
銅の採収率に対しては各要因があまり影響していないと見られる。銀の場合には銅よりもむしろ後者の

温度の反応時間を短くして著者のデータを確かめる。

文献 "Thermodynamic Relationship in Chlorine Metallurgy" (TRANSACTION A.I.M.E., JOURNAL of METALS, JUNE, 1950) p. 332

Ag, Cu の自由エネルギー  $\Delta G^\circ$  について次の記載がある

金属 + 塩化水素の反応の式を示す



Ag の場合  $726^\circ K \sim 1234^\circ K$  ( $453^\circ C \sim 961^\circ C$ ) の範囲

Cu の場合  $703^\circ K \sim 1356^\circ K$  ( $430^\circ C \sim 1083^\circ C$ ) の範囲

の式中に示す a, b, c, d, e の値が示される

$$\Delta G^\circ = a + bT + cT^2 + dT \log T + e \quad T = K$$

Ag;  $a = -56,420, b = 75,71, c = 1,78 \times 10^3, d = -19,86, e = 0$

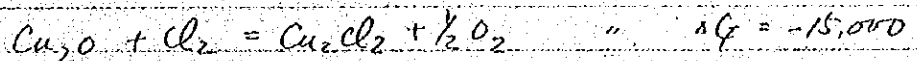
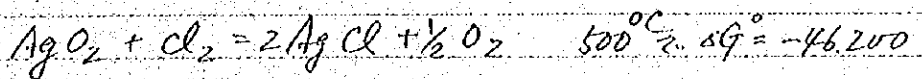
Cu;  $a = -65,500, b = 86,31, c = 1,74 \times 10^3, d = -20,35, e = 0$

これらの温度が  $800^\circ C, 850^\circ C$  のときの Ag, Cu の自由エネルギー  $\Delta G^\circ$  を計算すると 塩素 1 分子あたり

		Cal	Cal	
Ag	$800^\circ C$ のとき	-37,757	$850^\circ C$ のとき	-37,179
Cu	"	-37,097	"	-36,083

との大差がある。

次に 金属酸化物についての記載を示す



とある。これは  $Ag_2O$  の分解反応の値を示している。

セグレージョン反応は同一雰囲気中で酸化還元反応が同時に起ることはあり上記の事を実験的に説明できないのである。

銀に關するセグレージョンは当試験結果から 800°C, 30分  
の条件のものが成績良好であったので 更に温度を若干下げ

反応時間を30分より短くした場合の試験を行つた適正条件  
を追究する必要がある。

### 2. セグレージョンに対する銀石の微粉砕の効果

今回の試験では銀石を微粉砕するに依りて銀の採収率  
の向上は認められた。

微粉砕の効果は銀鉱物と塩化剤の反応を容易なら  
しめると考えられるが、微粉砕による銀石表面積の増加

以下のセグレージョンの雰囲気(還元剤、塩化剤の量、温度、  
セグレージョン時間 etc)を微粉砕した場合と同一で試験するに

問題があるのかも知れない。

又銀石の微粉砕はセグレージョン後の残渣に悪影響を及ぼす

ことも考えられ、銀採収率が上昇しているのはセグレージョンの銀  
の析出が増加しているのか、増加しても残渣が悪影響の

結果的に採収率が上昇しているのかの、いずれかと思われる。  
もしも結果的に採収率が若干増加しているのなら

銀石の微粉砕は次の点から不利益である。

(1) 粉砕に経費がかかること

(2) 焙焼時に粉塵の飛散が多くなり 又集塵装置  
の設備費が大きいこと

(3) 片手処理が困難

等

### 3. 石炭とコークスの配合比変更試験

今回の試験の結果、石炭：コークスの配合比を 80：20 にし、前回のテスト（前回報）の石炭：コークス 50：50 から

66.7：33.3 の成績に、かなりの結果がえられた。

表10 石炭：コークスの配合比変更試験比較

前回の試験(前回報)				今回の試験(I)				備考
石炭配合比 (%)	還元剤の量 (%)	Cu 採収率	Ag 採収率	石炭配合比 (%)	還元剤の量 (%)	Cu 採収率	Ag 採収率	
50	4	92.4 <sup>(%)</sup>	77.9 <sup>(%)</sup>	80	3	93.8 <sup>(%)</sup>	83.8 <sup>(%)</sup>	採収率は逆算表示
	5	92.7	81.2		4	95.6	84.4	
	6	88.9	75.6		5	91.6	80.6	
平均		90.3	78.9			93.7	82.9	
前回の試験(前回報)				今回の試験(II)				
66.7	4	95.2	82.3	80	4	94.7	81.9	
	5	92.3	82.4		5	94.3	81.3	
	6	78.1	68.7		6	90.4	77.8	
平均		88.5	74.7			92.8	80.3	

原鉱品位、前回の試験 Cu 1.29% Ag 450g/t  
 今回 (I) Cu 1.33% Ag 470g/t  
 " (II) Cu 1.15% Ag 395g/t

前回の試験と今回の試験の共通点として、還元剤として石炭とコークスに混合した場合、還元剤の過剰添加はセグメンテーションの成績を低下させている結果が見受けられる。これは、石炭がコークスより早く燃焼し、還元雰囲気が強くなり過ぎる為であるからだと推定している。この現象は、コークスに石炭を加えることで還元剤の使用量が減少できる可能性があることを示唆し、好ましいことである。



§7 おすか

これまで完全に未だ試験から次の事が云える。

(1) 銅と銀のセグV成造時の高度の相関関係があり、銀の成造と上付は銅の成造と上付の必要があった。

(2) 銀のセグVの最適条件は銅の条件より若干低減温度であり、しかも反応時間は90分未満のうちにあり下りある。

(3) 銀石の微粉砕による銀採取率の上昇はごく僅かであり、粉砕経費、集塵設備の増強等操業面、投資面で問題があるため得策でない。

(4) 還元剤として同産石炭の混合使用は可能であるが、文回報に報に依り石炭単独は適当でない。

コークスの混合比はセグV温度、セグV時間との関係があり、この中で、安定な成造を行うための混合比の更なる追求する。併せて木炭の地産化率の低い石炭等の混合についても検討する。

石炭をコークスに混合する事でその使用量の減少と経費節減が見込まれる可能性が大きい。

以上

ハール側 クラック・ポイント

セグVゾーン : ホルハ・キスハ  
メルセデス・ミサリ

分析 : アルカ・ハルデス  
マリP・ハラ

ペルー共和国

ペルー銀セグレーション基礎試験

(六六報)

パロ外・フグ外試験に供する銀石に対する追加試験  
並に銀採収率向上を目的とした諸試験。

昭和 63 年 11 月

ペルー酸化銀処理プロジェクト

中 尾 正 英

浅 利 金 三

新 谷 勇 男

中 邨 政 雄

## 目 次

§ 1. ま え が き ----- 1

§ 2. 試験の概要 ----- 1

(1) 原鉱種別試験 ----- 1

(2) エスマラダ・スル(T-5)鉱に関する試験 ----- 1

(3) 銀採収率向上を目的とした試験 ----- 2

(4) その他の試験 ----- 2

§ 3. 試験結果 ----- 2

(1) 原鉱種別試験 ----- 2

(2) T-5 鉱に関する試験 ----- 6

-i セグレーション条件追及 L16 テスト ----- 6

-ii 予備焙焼の銀採収率に及ぼす影響について ----- 11

-iii 還元剤・塩化剤の増減量試験 ----- 13

(3) 銀採収率向上を目的とした試験 ----- 15

-i 硫酸根(硫酸銅)添加試験 ----- 15

-ii 砒酸銅と炭酸銅を含む鉱石の添加試験 ----- 16

-iii その他の銀採収率向上を目的とした試験 ----- 17

(4) その他の試験 ----- 18

-i バレンジャー鉱 鉱種別混合試験 ----- 18

-ii 磁選試験 ----- 19

(5) おまけ ----- 20

## §1. まえがき

パイロット・プラントは1987年2月末に落成式を行い、以後機械の調整並びにセグレションの条件追求試験を続けている。

パイロット・プラントの試験と並行して種々の基礎試験を実施し、その結果をまとめてレポート報告する。

パイロット・プラントに供与する鉱石は、ミネソタ・パル社より提供され、約90tのベレゲラー鉱石で、その鉱石の大部分はエスタリダ・スル

地区の比較的銀の含有の多い鉱石である。

この鉱石についての基礎試験の結果では銅の採収は容易で

あるが銀の採収が比較的困難であった。(No.1報～No.5報)

この欠の引続き銀の採収率向上を主目的とした試験とその他

の諸試験を実施した。

## §2. 試験の概要

### (1) 原鉱種別試験

パイロット・プラント試験に提供されている原鉱は合計6種類であり、(そのうち1種類は品位調整用の研)、その他

についてのセグレション基礎試験を実施した。

### (2) エスタリダ・スル (T-5) 鉱に関する試験

i. 還元剤・塩化剤・鉱石サイズ・焙焼の有無・硫化物の混入を要因として16回の組合せ(L16)試験

ii. 予備焙焼に関する追求試験

予備焙焼の温度と時間の影響の追及

iii. 還元剤, 塩化剤の増減量試験

(3.) 銀採取率向上と目的の試験

i. 硫酸根(硫酸銅)添加試験

ii. 硫酸銅と炭酸銅を含む鉱石の添加試験

(4.) その他の試験

§ 3. 試験結果

(1) 原鉱種別試験

パイロット・プラント試験用としてミネロベル-801供与された  
ベレンゲラー-鉱山産原鉱石は次の6種類である。

表1 表 パイロット・プラント試験用原鉱石一覧

原鉱	採取箇所	銀量 (t)	分析品位				鉱物學内訳(本邦) 推定品位		
			Ag (%)	Cu (%)	Mn (%)	Fe (%)	Ag (%)	Cu (%)	Mn (%)
T-1	WESTARN-No.7	4.9	4.33	2.08	24.14	7.50	2.32	1.22	22.3
T-2	" - No.5+No.5A	5.6	14.8	1.08	12.12	5.12	1.89	1.98	10.7
T-3	" - No.7A	4.9	34.6	1.45	12.72	4.88	2.72	2.48	23.8
T-4	" - No.5	5.4	1.78	1.16	10.13	4.44	3.16	1.98	6.8
T-5	ESMERALDA-S	55.6	4.51	1.33	19.10	6.81	5.10	1.40	22.8
T-6	品位調整用鉱	13.6	1.37	0.93	5.92	2.75	-	-	-
計		90.0							

試験は各鉱石の種類毎に繰返して2回行った。その結果は文2表に示す通りである。

セグレーションの共通条件:

100gの定置式基礎試験機を用い、

供用鉱石: 100g -65 mesh 粉砕

セグレーション条件: 温度 800°C, セグV時間 30分

塩化剤(食塩) 0.5%, 還元剤(Zn) 5%

文2表 原鉱種別セグレーション試験結果

原鉱	鉱種	鉱量 (g)	品位		Ag採取率		Cu採取率		備考
			Ag	Cu	順算	逆算	順算	逆算	
T-1	原鉱	100.0	4.33	2.08	100.0		100.0		* 精鉱+尾鉱 が<100g は焼減4.0%
	(計算)		(4.34)	(2.10)		100.0		100.0	
	精鉱	13.50	2.855	14.6	89.0	88.7	94.8	93.8	
	尾鉱損失	69.08	71	0.19	11.3	11.3	6.3	6.2	
					-0.3		-1.1		
	原鉱	100.0	4.33	2.08	100.0		100.0		
	(計算)		(4.32)	(2.05)		100.0		100.0	
	精鉱	15.22	2.487	12.7	87.4	87.5	92.9	94.2	
	尾鉱損失	66.53	81	0.18	12.4	12.5	5.8	5.8	
					0.2		1.3		
[平均]	原鉱	100.0	4.33	2.08	100.0		100.0		
	(計算)		(4.33)	(2.08)		100.0		100.0	
	精鉱	14.36	2.656	13.6	88.2	88.1	93.8	94.0	
	尾鉱損失	67.80	76	0.18	11.9	11.9	6.0	6.0	
					-0.1		0.2		

原銀	銀種	銀量	品位		Ag採取率		Cu採取率		備考
			Ag	Cu	收算	送算	收算	送算	
		(g)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
T-2	原銀	100.0	148	1.08	100.0		100.0		
	(計算)		(137)	(1.07)		100.0		100.0	
	精銀	17.07	605	5.7	69.8	75.6	90.1	90.8	
	尾銀	65.33	51	0.15	22.4	24.4	9.1	9.2	
	損失				7.8		0.8		
	原銀	100.0	148	1.08	100.0		100.0		
	(計算)		(136)	(1.03)		100.0		100.0	
	精銀	16.03	645	6.0	69.9	76.3	89.1	93.1	
	尾銀	64.37	50	0.11	21.7	23.7	6.6	6.7	
	損失				8.4		4.3		
[平均]									
原銀	100.0	148	1.08	100.0		100.0			
(計算)		(136)	(1.05)		100.0		100.0		
精銀	16.55	625	5.8	69.8	76.0	89.6	92.0		
尾銀	64.85	50	0.13	22.0	24.0	7.8	8.0		
損失				8.2		2.6			
T-3	原銀	100.0	346	1.45	100.0		100.0		
	(計算)		(338)	(1.45)		100.0		100.0	
	精銀	18.69	1,405	6.5	75.9	77.8	83.8	83.9	
	尾銀	59.62	126	0.39	21.7	22.2	16.0	16.1	
	損失				2.4		0.2		
	原銀	100.0	346	1.45	100.0		100.0		
	(計算)		(331)	(1.44)		100.0		100.0	
	精銀	13.93	1,908	9.1	77.0	80.4	87.6	88.0	
	尾銀	64.41	101	0.27	18.8	19.6	12.0	12.0	
	損失				4.2		0.4		
[平均]									
原銀	100.0	346	1.45	100.0		100.0			
(計算)		(334)	(1.44)		100.0		100.0		
精銀	16.31	1,620	7.6	76.4	79.1	85.7	86.0		
尾銀	62.02	113	0.33	20.2	20.9	14.0	14.0		
損失				3.4		0.3			

原磁	磁種	磁量	品位		Ag採收率		Cu採收率		備考	
			Ag	Cu	順算	逆算	順算	逆算		
T-4	原磁	(8)	(8A)	(90)	(90)	(90)	(90)	(90)	(90)	
	(計算)	100.0	178	1.16	100.0		100.0		100.0	
	精磁	(174)	(1.17)		100.0		100.0		100.0	
	尾磁	18.95	800	5.8	85.2	87.2	94.8	94.3		
	損失	60.32	37	0.11	12.5	12.8	5.7	5.7		
					2.3		-0.5			
	原磁	100.0	178	1.16	100.0		100.0		100.0	
	(計算)		(174)	(1.17)		100.0		100.0		100.0
	精磁	15.40	965	7.3	83.5	85.3	96.9	94.1		
	尾磁	63.79	40	0.11	14.3	14.7	6.1	5.9		
	損失				2.2		-3.0			
	[平均]									
原磁	100.0	178	1.16	100.0		100.0		100.0		
(計算)		(174)	(1.18)		100.0		100.0		100.0	
精磁	17.18	855	6.5	84.4	86.2	95.8	94.2			
尾磁	62.06	39	0.11	13.4	13.8	5.9	5.8			
損失				2.2		-1.7				
T-5	原磁	100.0	451	1.33	100.0		100.0		100.0	
	(計算)		(442)	(1.38)		100.0		100.0		100.0
	精磁	12.64	2,650	10.2	72.3	75.9	96.9	93.7		
	尾磁	67.02	159	0.13	23.6	24.1	6.5	6.3		
	損失				4.1		-3.4			
	原磁	100.0	451	1.33	100.0		100.0		100.0	
	(計算)		(434)	(1.37)		100.0		100.0		100.0
	精磁	12.45	2,580	10.1	71.2	74.0	94.5	92.1		
	尾磁	67.18	168	0.16	25.0	26.0	8.1	7.9		
	損失				3.8		-2.6			
	[平均]									
	原磁	100.0	451	1.33	100.0		100.0		100.0	
(計算)		(438)	(1.38)		100.0		100.0		100.0	
精磁	12.54	2,620	10.2	71.8	75.0	95.7	92.9			
尾磁	67.10	163	0.15	24.3	25.0	7.3	7.1			
損失				3.9		-3.0				



原鉱	鉱種	銀量 (g)	品位		Ag採収率		Cu採収率		備考
			Ag (%)	Cu (%)	順算 (%)	逆算 (%)	順算 (%)	逆算 (%)	
T-6	原鉱 (計算)	100.0	137 (132)	0.93 (0.23)	100.0		100.0		T-6は 品位調整
	精鉱	16.07	392	3.1	46.0	47.7	53.6	53.6	用いた原鉱
	尾鉱	68.00	10.1	0.63	50.4	52.3	46.4	46.4	次の試験 は1回のみ。
	損失				2.6		0.0		

以上6種の原鉱石について同一条件でセグレーション試験を行ったが、その成績にはかなりの差異が認められ、T<sub>1</sub>鉱とT<sub>4</sub>鉱が比較的良好であった。銀採収率と銅採収率の間には相関関係が認められるが、その比例定数は原鉱石によって相違がある。

パイロット・プラント試験に供与する原鉱の中でT-5鉱が最も銀量が多いが、この原鉱石(エズラIV<sup>号</sup>原鉱)について過去実施した試験(文1報~文5報)の成績と、今回の試験成績と比べると、特に銀採収率に関して成績が見劣りをするのでT-5鉱について引続き試験を実施し、セグレ条件を追及した。

(2) T-5 鉱に関する試験

(2)-1. セグレーション条件追求 L<sub>16</sub>テスト

T-5 鉱についてのセグレーション条件を追求するにあたり、L<sub>16</sub>試験を行うものとして

1. 食塩の添加量 0.5%, 1.5% の 2水準
2. コークスの添加量 5%, 3% "
3. 予備焙焼(750°C, 20min) 有, 無 "
4. 硫化鉄の混入 無, 2%混入 "
5. 原鉱の粉砕状況 -48 mesh, -100 mesh "

と採用した。水準の差を比較的大きくしたのは各要因の

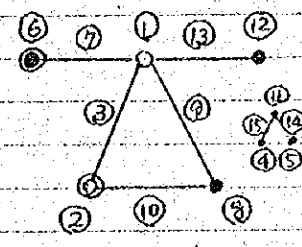
効果と広い範囲を求めたものである。

実験計画法 L16 を用いた原因と水準は文3表に示す通り

で実験順序はランダムで行った。

文3表 L16 に対する L16 実験計画

試験 No	要 因					備 考
	食塩の量 (%)	工欠の量 (%)	予備焙焼	硫化鉄 (%)	粉砕粒度 ( $\mu$ 12)	
1	0.5	5	no	0	48	直交対称表の対称
2	0.5	5	no	2	100	文1列 ① 食塩 文2列 ② 工欠
3	0.5	5	Si	0	100	文6列 ⑥ 予備焙焼
4	0.5	5	Si	2	48	文8列 ⑧ 硫化鉄 文12列 ⑫ 粒度
5	0.5	3	Si	0	48	
6	0.5	3	Si	2	100	
7	0.5	3	no	0	100	
8	0.5	3	no	2	48	
9	1.5	5	no	0	48	
10	1.5	5	no	2	100	
11	1.5	5	Si	0	100	
12	1.5	5	Si	2	48	
13	1.5	3	Si	0	48	
14	1.5	3	Si	2	100	
15	1.5	3	no	0	100	
16	1.5	3	no	2	48	



①と②の交互作用 → ③  
 ①と⑥ " → ⑦  
 ①と⑧ " → ⑨  
 ①と⑫ " → ⑬  
 ②と⑤ " → ⑩  
 ④⑤⑪⑫⑬⑭⑮は誤差  
 項。  
 セグメント条件  
 800°C 30分

上記の16回の試験結果を示すと文4表の通りである。試験成績はすべて逆算で表示した。尚原因の分析品位は Ag 404% (411%, 397%の平均値) Cu 1.26% (1.25%と1.28%の平均) であつた。

文4表 L16 試験の結果

試験 No.	精 銅			尾 銅			採収率		備 考
	銅量 (g)	Ag品位 (%)	Cu品位 (%)	銅量 (g)	Ag品位 (%)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)	
1	9.26	3.419	12.56	71.37	92	0.08	82.8	95.3	採収率の逆算
2	15.26	1.763	6.96	68.48	134	0.24	74.6	86.6	
3	12.98	2.067	8.96	68.53	98	0.06	80.0	96.6	原銅量は 100g/回
4	17.58	1.315	5.57	65.95	234	0.36	60.0	80.5	
5	12.95	2.461	9.67	65.62	131	0.05	78.7	97.4	精銅+尾銅 が100gより大 小は焼き減り のKの
6	19.18	1.393	5.46	62.15	197	0.40	68.6	80.8	
7	10.23	3.286	11.85	68.71	67	0.10	88.0	74.6	
8	13.60	2.348	8.72	69.63	123	0.13	78.9	92.9	
9	12.17	2.496	8.32	67.53	88	0.13	83.6	92.0	
10	15.60	1.516	5.76	65.21	204	0.53	64.0	72.1	
11	17.78	1.358	6.91	62.42	209	0.09	64.9	95.6	
12	14.60	1.049	4.98	67.17	345	0.67	39.7	61.8	
13	10.07	2.348	11.25	66.12	221	0.08	61.8	95.5	
14	15.89	1.303	6.06	64.18	282	0.52	52.4	74.3	
15	12.15	2.542	8.93	67.38	86	0.17	84.2	90.5	
16	9.52	2.999	10.59	69.94	164	0.33	71.3	81.4	

上記の試験結果を解析すると、特性値として銀・銅の採収率を以て、各製法の間の分散分析を行った結果は

文5表(銀)、文6表(銅)に示す通りである。

尚採収率として、バツマの関係から逆算採収率を用いた。

逆算による原銅品位の平均は Ag 380g/t, Cu 1.23% である。原銅品位の分散分析は Ag 404g/t, Cu 1.26% であり、若くは平均値と比べている。

### 表5 銀採収率各要因の分散分析

要因	S	D	V	F <sub>0</sub>	判定	E(V)
① 食塩	462.3	1	462.3	28.7	**	$F_{9}^{1}(0.01) = 10.6$
② コークス	90.2	1	90.2	5.6	*	$F_{9}^{1}(0.05) = 5.12$
⑥ 予備焙焼	961.0	1	961.0	59.7	**	
⑧ 硫化鉄	756.0	1	756.0	47.0	**	
⑫ 粒度	16.0	1	16.0	1.0		
①×⑥ 交互作用	156.3	1	156.3	9.7	*	
誤差	145.2	9	16.1			
計	2,587.0	15				

以上の解析結果から銀採収率について次のことがわかる。

a. 食塩は 1%の有意差で、添加量 0.5%の方が添加量 1.5%のときよりも成績が良好

0.5% 添加のとき	銀採収率 平均値	76.4%
1.5% " "	" "	65.4%

b. コークスは 5%の有意差で、添加量 3%の方が添加量 5%のときよりも成績が良好

3% 添加のとき	銀採収率 平均値	73.1%
5% " "	" "	68.7%

c. 予備焙焼は 1%の有意差で、実施のときの方が成績が良好

予備焙焼を実施のとき	銀採収率 平均値	78.4%
" " " "	" "	63.4%

d. 硫化鉄(黄鉄鉱)の混入の有無の場合、混入した場合に比し、1%の有意差で成績が良好である。

硫化鉄が混入しない場合	銀採収率の平均値	78.0%
" 混入(2%)の場合	" "	63.8%

e. 5%の有意差で食塩の量と予備焙焼の肉に交互作用があると云える。

食塩量 0.5% で予備焙焼のない場合	銀採収率の平均値	81.0%
" " 予備焙焼のある場合	" "	71.8%

食塩の量 1.5% で予備焙焼のない場合	銀採収率の平均値	75.0%
" " 予備焙焼のある場合	" "	55.0%

表6 銀採収率と各要因の分散分析

要因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>	判定	
① 食塩	256.0	1	256.0	9.7	**	* ②コークス ⑥予備焙焼 ②粒度のS値が 非常に大きくて、( ) 誤差項より大きく、 $F_{12}^1(0.01) = 9.33$ $F_{12}^1(0.05) = 4.75$
② コークス	(49.0)					
⑥ 予備焙焼	(30.2)					
⑧ 硫化鉄	1,024.0	1	1,024.0	38.9	**	
⑫ 粒度	(2.2)					
①×⑧の交互作用	100.0	1	100.0	3.8		
* 誤差	316.0	12	26.3			
計	1,696	15				

以上の解析結果から銅の採取率に因り次のことが云える。

a. 食塩は1%の有量差で、添加量0.5%の方が添加量1.5%の場合より成績が良好である。

添加量 0.5% のとき	銅採取率の平均	90.6%
" 1.5% "	"	82.8%

b. 硫化鉄の混入は銅採取率に悪影響を与え1%の有量差で混入しない方が良好であると云える。

硫化鉄が混入しない場合	銅採取率の平均	94.6%
" 混入(2%)の場合	"	78.8%

以上の解析結果を考察すれば、明らに銀と銅のセグレグーションの条件に異なるところがあり、特に銀の予備焙焼の点に著しく、即ち高温度での

長時間予備焙焼は銅にのみあまり影響を与えないが銀に大きく影響し採取率の低下をもたらす。

現設のハイロート・フローは予熱炉にフローと採用している関係から比較的長時間の予備焙焼を行なう構造となっている。

これから次に予備焙焼の温度と時間の関係と銅への試験と実施するに依る。

又硫化鉄の混入による成績低下は、硫黄分の燃焼による酸素の消費の故、このため還元雰囲気は強化に結びついている点も考慮して

いる。セグレグーションにおいては炭酸ガス分圧と一酸化炭素の百分の比較極めて重要なファクターであり、一酸化炭素の増加は

セグレグーション及銅に悪影響を及ぼすと云われている。

## (2)-ii 予備焙焼の銀採取率に及ぼす影響について

先のレポートで予備焙焼が銀採取率に悪影響を与えることがわかったので、更に予備焙焼の追加試験を実施した。

試験結果を示す文7表の通りである。

文7表 予備焙焼の条件変更試験

焙焼条件		精 鉛			尾 鉛			採収率		備考
時間 分	温度 C°	鉛量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	鉛量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)	
30	700	9.73	2.220	11.00	57.94	270	0.19	57.2	90.4	原鉛量 100g
"	750	10.77	1.940	10.25	60.11	290	0.08	54.5	95.8	セグレ条件 ±7% 5%
"	800	12.62	1.550	9.50	58.94	320	0.12	50.9	94.4	品位 0.5%
"	850	9.73	1.530	10.55	60.38	370	0.32	40.0	84.2	温度 800°C
15	700	12.62	2.200	9.13	58.94	180	0.12	72.4	94.2	
"	750	13.00	2.060	8.75	57.93	190	0.09	70.9	95.6	
"	800	13.44	1.980	8.15	57.37	200	0.08	70.0	96.0	
"	850	12.22	1.875	8.70	58.00	253	0.10	61.0	94.8	
—	—	12.64	2.650	10.20	67.02	159	0.13	75.9	93.7	予備焙焼なし

文7表の結果より次の事が云える。

高温度 並びに長時間の予備焙焼は 銅の採収率に かなりの影響

を有し 鉛の採収率に 極度の悪影響を及ぼす。これは 鉛中の 銀 鉛化物の 酸化 及び 変質 により セグレ 反応 が 進み かつ ける ため である

と 考へ ている。

セグレ パイロメタリジス では 予備焙焼 が 避 け 難い 工程 である ため

出来る限り低温で運転の方が銀採収率の面で有効であろう。

(2)-iii. 還元剤 塩化剤の増減量試験

先のL16テストの結果では予備焙焼、硫化銀の混入による影響が大きすぎ、還元剤、塩化剤の影響がはっきり出たので、予備焙焼、硫化銀の混入、その状態で還元剤、塩化剤の影響を確認する試験を実施した。

結果を文8表に示す

文8表 還元剤 塩化剤の影響の確認試験

還元剤 (%)	塩化剤 (%)	精 鉱			尾 鉱			採収率		備 考
		銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)	
2	NaCl 0.3	6.50	4.467	18.0	75.40	189	0.24	67.1	86.6	
4	0.5	8.29	3.998	14.93	72.13	149	0.12	75.4	93.5	
5	0.3	11.65	2.610	10.56	74.58	158	0.15	72.1	91.7	
5	0.5	9.85	3.310	12.15	65.61	157	0.13	76.0	93.3	
5	0.6	15.01	2.210	8.15	60.16	165	0.17	77.0	92.3	
6	0.5	10.77	2.925	11.10	73.86	172	0.17	71.3	90.5	
10	0.3	17.92	1.516	4.72	62.80	212	0.71	67.1	63.2	
5	CaCl <sub>2</sub> 0.5	9.96	3.396	12.35	70.24	138	0.13	76.0	93.1	



又8表の結果から食塩は0.5%程度必要で0.3%では若干成績が低下する傾向があるが、成績はあまり影響しない。

食塩の代りに化学分解の早い塩化カルシウムを使用しても食塩と同様の効果が認められるが、塩化カルシウムは吸湿性が大い

なため、ハイロート・ポゾルで使用するには取扱が面倒で得策でないと思われる。

コークスの添加について、過剰添加は還元雰囲気が強くなりセグレ及底に悪影響を及ぼすことと考えられる。3%~5%が基礎

試験では適正と判断するが、ハイロート・ポゾルにおいては底灰が内燃式で基礎試験の密封型外燃式と全く異なることから

基礎試験のデータと若干の採用する款にはいかな。

即ち密封型外燃式の場合、添加するコークスの一部は最初から

存在している酸素と消費し炭酸ガス、更に還元が進むと一酸化炭素を発生する。この内燃式の場合加熱用の燃料が燃焼し

炉内の酸素を消費するところ、添加するコークス量は密封型外燃式より少くしてよいと考へてある。

又一方、内燃式の場合燃焼によって生ずる水蒸気があるため、セグレ及底に必要な塩酸ガスの分圧が低くなること、炉内を通過

する炭酸ガス、水蒸気を含むガスの流速が早くなるため雰囲気調整がたががしむることと考へられる。

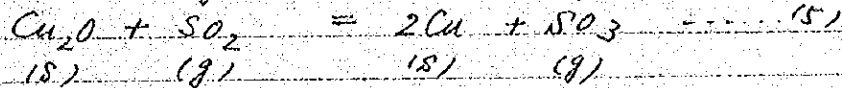
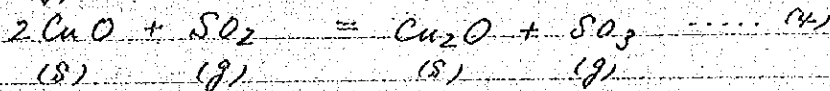
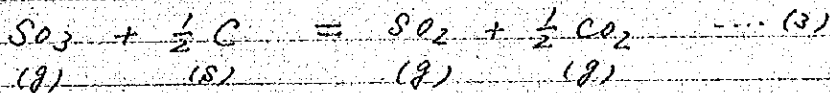
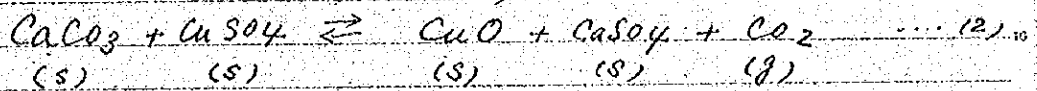
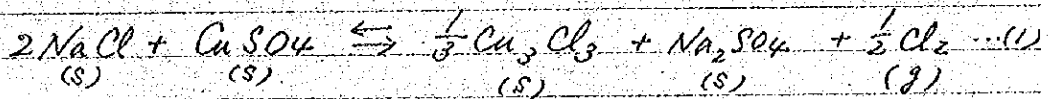
ハイロート・ポゾルでの還元剤、塩化剤の適正添加量はハイロート・ポゾル試験のくり返しによって決定されるべきであるが、これらの

基礎試験の結果は一つの指針となるものである。

(3) 銀採取率向上を目的とした試験

(3)-1 硫酸根(硫酸銅)添加試験

セグレ-ションの反応において硫酸銅が存在すれば



等の反応が考えられ、(1)式から塩酸が不足の補助になることが有り得るので、セグレ-ションの際に硫酸根と

硫酸銅を添加する試験を実施した。結果は表9表示す。

表9 硫酸銅添加試験

硫酸銅添加 (%)	逆算元銀品位		精 銀			尾 銀			採 取 率	
	Ag (g/t)	Cu (%)	銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)
0	434	1.32	10.95	3,000	11.5	72.60	145	0.09	95.7	95.1
0.5	430	1.42	14.82	2,250	9.2	67.34	143	0.09	77.6	95.7
1	446	1.52	14.32	2,400	10.2	70.39	146	0.08	77.0	96.3
2	436	1.80	14.19	2,350	12.2	70.25	146	0.10	76.5	96.1

備考: 銅の採取率は添加した硫酸銅中の銅の回収割合  
 原鉱の分析品位は Ag 452 g/t, Cu 1.36%, Mn 16.5%

文9表からセグレションに硫酸銅を加える事は銀の採収率向上に効果は無いが、セグレションに悪影響は与え無いと考えられる。

(3)-ii. 硫酸銅と炭酸銅を含む鉱石の添加試験

銅と銀のセグレション反応は基本的に異なると云われている<sup>\*</sup> (ミノタ大等、イワサキ教授)

即ち銅の場合には  $Cu_2Cl_2$  の分圧が比較的高いから、一度揮発し、次にカーボンに少く還元され金属銅としてカーボンの表面に析出するが、銀の場合は  $AgCl$  の分圧が  $800^{\circ}\sim 850^{\circ}C$  程度では非常に低く揮発しないと云われている。

この実際のセグレションの試験から銀はセグレションによる精鉱に回収されることから、銀は銅と合金を作る

のではないかと思われる。この場合銅と銀の同化する比率の範囲が存在すれば、元鉱中の銅の品位を上昇させれば銀の

採収率が向上するのではないかと考え、原鉱に他鉱山産の高品位酸化銅鉱を少量添加し、銀採収率の変化を調べた。

結果を文10表に示す。

文10表 酸化銅鉱の添加試験

酸化銅鉱 添加比 (%)	逆算原鉱品位		精 鉱			尾 鉱			採収率	
	Ag (%)	Cu (%)	鉱量 (g)	Ag品位 (%)	Cu品位 (%)	鉱量 (g)	Ag品位 (%)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)
0	4.18	1.35	12.50	2.445	10.2	71.85	154	0.11	73.5	94.2
2	4.12	1.87	10.85	2.760	16.0	73.28	153	0.18	72.8	92.9
4	4.09	2.36	13.66	2.080	14.2	72.81	172	0.58	69.4	82.1

酸化銅添加比	逆算原銀品位		精 銀			尾 銀			採収率	
	Ag (g/t)	Cu (%)	銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	銀量 (g)	Ag品位 (g/t)	Cu品位 (%)	Ag (%)	Cu (%)
6	407	2.93	14.07	2,120	17.92	68.72	158	0.60	73.3	85.9
8	375	3.34	13.38	2,030	20.0	70.21	178	1.15	72.3	80.0
10	370	3.65	13.57	2,100	21.8	68.78	124	1.01	77.0	81.0
* 50	210	14.04	15.10	1,200	60.0	68.73	42	7.25	86.3	64.5

備考：①添加した酸化銅は磁孔質石、孔質石と至成方と  
 して、凡の銀と合する。その品位は Cu 25.0% Fe 1.4% である。  
 \* 添加比 50% の試験は各試料を充分攪拌してあり  
 銅量に対して適正セグレーション条件で行ったので、銅採収率は  
 ②セグレーション条件 元銀 100g, NaCl 0.5%, C. 5%, 800°C

又10表より高品位の酸化銅とバニゲラ-銀の混合に、銅品位  
 と高めの銀の採収率を向上させることはむづかしいと判断する。

銀-銅の合金がセグレーションで出来るに依る場合、銀が銅の  
 中に入り込むので、銅が銀の中に入り込むと考へる事  
 が毎時である。これによって銅量と増加して銀の採収率  
 アップには結びつかないと思はれる。

(3)-iii その他、銀採収率向上を目的とした試験

- ① 磁石を微粉砕して銀銀物の表面積を大きくしセグレーションを  
 効果的に行うことを目的とした試験。

又4報に報告した通り効果は良かった。微粉砕すれば  
 パイロ-プロセスの運転が困難な以上粉塵として飛散する  
 量も多いため、全く臭い対策となる。

(4) その他試験

(4)-i バレンジャー鉱 鉱種別混合試験

ハイロウト・70%試験に使用するバレンジャー鉱と銅量が多量の  
T-5 鉱と低品位の T-2 鉱について混合試験を実施した。結果  
は文11表に示す通りである。

文11表 T-5 鉱と T-2 鉱の混合試験

配合比		逆算元銀品位		精 鉱			尾 鉱			採収率	
T-5	T-2	Ag	Cu	銅量	Ag品位	Cu品位	銅量	Ag品位	Cu品位	Ag	Cu
(%)	(%)	(g/t)	(%)	(g)	(g/t)	(%)	(g)	(g/t)	(%)	%	%
100	-	428	1.35	17.26	1.930	7.50	63.13	150	0.09	77.9	95.8
-	100	128	1.05	22.28	464	4.40	61.63	40	0.12	80.7	93.0
50	50	268	1.18	16.05	1266	6.85	65.53	99	0.12	75.8	93.3
70	30	338	1.28	17.12	1488	7.05	64.72	130	0.12	75.1	94.0
30	70	228	1.16	18.88	947	5.66	65.27	75	0.14	78.5	91.9

備考:  
セTV 4-1/2V 条件: 800°C, 30分, フラッシュ 5% 食塩 0.5%

文11表より T-5 と T-2 鉱を混合処理してもお互い影響  
は与えられないと思われる。

混合処理の試験結果では若干成績が低下しているがこれは  
試験を繰り返して適正条件を探求すれば、成績は向上する  
と見られる。

(4) - ii 磁選試験

ペルリター-鉛には マンガンを含むことから セグV産物より マンガン  
 精鉱も磁選による分離回収できるか、予行試験を実施した。

結果を文12表に示す。

文12表 セグV産物の磁選試験

磁選産物	総量 (%)	品位				分布率			
		Ag (%)	Cu (%)	Fe (%)	Mn (%)	Ag (%)	Cu (%)	Fe (%)	Mn (%)
(+100μm以下)									
0.4A 着	39.4	417	1.54	8.36	37.91	44.3	48.3	54.1	64.0
0.7A 着	10.6	464	1.70	7.63	32.59	13.2	14.4	13.3	14.8
1.0A 着	30.2	362	1.34	5.38	14.63	29.5	32.2	26.7	18.9
1.0A 不着	19.8	243	0.32	1.83	2.68	13.0	5.1	5.9	2.3
合計	100.0	371	1.26	6.09	23.33	100.0	100.0	100.0	100.0
(-100μm以下)									
0.4A 着	32.2	421	1.49	8.78	37.00	40.7	44.2	49.2	57.0
0.7A 着	12.5	444	1.66	8.13	33.68	16.7	19.1	17.7	20.1
1.0A 着	21.9	356	1.42	6.01	18.33	23.4	28.7	22.9	19.2
1.0A 不着	33.4	192	0.26	1.75	2.31	19.2	8.0	10.2	3.7
合計	100.0	333	1.09	5.74	20.91	100.0	100.0	100.0	100.0

備考:

- 磁選機, フランツ型 アイソダイミック セパレーター  
 概用磁界強度 (MAX) 0.4A とき 5.200 Gauss  
 " 0.7A " 9.200 "  
 " 1.0A " 12.800 "

セグV条件  
 800°C, 30分, コーク 5%, 焙焼 0.5%

文12表の結果から判断して、セグV産物と磁選による マンガン  
 精鉱を採収し、その精鉱品位は 37% Mn 品位である。

ほとんどの商品価値はFe。 (通常、セグレ精鉱としては 45%~50% Mn以上の品位を要求されている。)

ペレンゲラー鉱中の Mn品位と Fe品位は高度の相関関係が認められ、このことから MnとFeはスピネルの形で結晶していると

推定される。

セグレ焙焼鉱の場合

相関係数  $0.98^{**}$  (データ数 9)

回帰方程式  $y = 0.19x + 1.8$   
但し  $y = \text{Fe品位}$   $x = \text{Mn品位}$

原鉱の場合

相関係数  $0.99^{**}$  (データ数 13)

回帰方程式  $y = 0.28x + 1.3$

原鉱と712の磁選試験結果は 0.4A着で Mn品位が 28%と越える低品位であり、このため試験データは省略した。

原鉱とセグレ焙焼鉱の FeとMnの回帰方程式に同じ比例定数が異なることは、セグレ処理時に随伴鉱物の

$\text{CaCO}_3$ 等が分解する外、Fe、Mn分と何かの化学反応が起きていることも考えられる。

## §5 ますい

パイロット・プラント供用する鉱石を用いてセグレ精鉱の条件の追及試験を行った結果をまとめてみる。次のようにある。

ペレンゲラー鉱山の助ヶ野の鉱床から採取したセグレのうち比較的銀品位の高い、スマグラー鉱は銅の採取率は高率で問題ないが

銀の採取率が 70%台で見物りが決いたので、銀採取率の向上を第一の目的として諸試験を行った。加適当な方法は見出せなかった。

定置式外熱方式の基礎試験と内燃式のパイロト・フュエル試験との  
 大中の条件が異なることも予想されるが、基礎試験の求められた適正条件

と参考として今後パイロト・フュエル試験の条件の確認を行っていく。  
 今回の基礎試験の得られた結論は次の通りである。

(1) 高温度・長時間(30分位)の予備焙焼は銅の採取率に  
 あまり影響はないが鉛の採取率に極めて悪影響を与える。

(2) コークスの過剰添加は還元雰囲気強化に効果があり、セグレ  
 ーション反応に悪影響を与える。

(3) 食塩の添加は 0.5% 程度である。

(4) 銅採取率向上の目的で、硫酸根、 $\times$  銅分の増加のため  
 銅鉱石(孔雀石、砒孔雀石)と若干添加した場合は

効果が認められなかった。

(5) セグレーション焙焼鉱を精選処理し、その尾鉱から磁道に  
 より、 $\times$  銅を精鉱を採取しようと試みたが、磁着物の品位は

最高で 37% のため、これはマンガン精鉱としての価値は非常に  
 低い。

以上のことからパイロト・フュエル試験を先ず確認に於ける試験  
 条件は

(1) 予熱炉の温度を  $700^{\circ}\text{C}$  以下にする。

パイロト・フュエルの予熱炉にはローリッド炉を採用し、その成る程度  
 の焙焼時間を要し、時間を短縮する場合は可なり。従って

焙焼温度を低下させ、銅採取率の低下を防ぐ。

(2) 反応炉内の雰囲気は強還元性とする。CO,  
 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> を監視し、CO ガスの濃度を十分に

高く、CO<sub>2</sub> ガスの濃度を 15% 程度に保つこと。



この調整は主として反応炉の燃焼用バターの空気比によって調節し、コークス添加量は5%以下とする。

(3) 塩の添加量は0.5%以下とする。

上記三項目の反応の影響について調査し、ついで順次セグレーション条件を改善していく。

以上

[ パル側実験担当者 ]

冶金カウチンパート; ヌセダス・ミサリ

石上 ; ホルハ・キヌハ

分析担当 三ツアリア ハラ

" ; フリア パラ

No.

Date

パイロット・プラント 試験報告書

1989 6 15

JICA

ペル-酸化鉛処理 プロジェクト

## 目 次

§ 1. ま え が き	1
§ 2. パイロット・プラント試験の目的	1
§ 3. パイロット・プラントの装置の改善	2
§ 4. パイロット・プラントの試験条件	4
§ 5. 試験結果	5
資料(1)パイロット・プラント熱収支計算	12
資料(2)燃焼に伴うガス発生量	15
資料(3)粒子浮上量	16
§ 6. お そ り	17

## §1 ま え が き

昭和62年7月のパイロット・プログラム試験の落成式が行われたが、これはあくまで形式的なものであり、今後機械電気の短期専攻の底上げに、この

プログラム・パイロット・プログラムにて技能を養育できようとするべく、昭和63年に入ってからである。

パイロット・プログラム試験は、今後実施される研究室レベルの基礎試験のデータともこれに昭和63年4月8日開始した。

今後パイロット・プログラムの試験条件が長期間安定するよう設備の改善を行ってこれらとして、昭和63年末頃から漸く安定した試験がなされる

こと。

平成元年からの試験成績も、基礎試験結果の再現がなされる

ようになっている。3月16日試験採集を動力部山崎、三ノ宮、ホール、池田、三社、テレビ局、新聞の関係者に公開し、更に5月にはセミナル

を開催して6月24日に再度公開した。当レポートは、これをまとめたものである。

## §2 パイロット・プログラム試験の目的

パイロット・プログラム試験の目的は、バッチ式の基礎試験を連続式に置き換える場合、成績がどのようになるか、新しい本格的な工場と建設

に必要の諸データと求められている。

試験の成績については、試験条件を充分にコントロールできる基礎試験

の成績には及ばないのが通例である。

当セミナレーション試験においては、基礎試験は密封外熱方式

である。従って、パイロット・プログラム試験は内燃式であるためセミナレーションの雰囲気は基礎試験の条件と異なり、又調整も非常に困難

であることから、内燃式セグレーションの条件を先ず追及することにより、操業上問題のある英の解決に重点をおいた。

### §3 パイロット・プラントの装置の改善

当パイロット・プラントは処理する対象の鉱石として、一般の酸化銅鉱石を基礎に設計され、又装置はカナダ鉱山（ハル）の操業実績と勘案

に設計されたものである。

実際パイロット・プラントで処理する鉱石はペレンゲラ鉱山の鉱石で

あり、この鉱石は一般の酸化銅鉱石とは性状が著しく異り、多量のマンガニウムと含有し、銅鉱物は非晶質で比較的少量の鉛を

含有している。

基礎試験の結果は、銅の採取率は85%~93%、鉛の採取率は

70~80%を示し、セグレーションの連続性があつたが、セグレーション法はペレンゲラ鉱石に対する有効な処理方法であることがあつた。

基礎試験はバッチ式であるが、パイロット・プラント試験は連続式で、反応炉が内燃式であるため、試験開始後予期せぬ

トラブルが発生したため、逐次装置の改善を行つた。主な改善案は次の通りである。

#### (1) 副原料（塩・コークス）添加の安定化。

反応炉で発生する燃焼ガス中に含まれる水蒸気のため、倉庫から湿気を帯び、同量を添加が必要であつた。このため添加口はローリー

バルブを取り替、イキモシール以上添加用バルブにバイパスを取り付け、

#### (2) 予熱炉、反応炉と臭検器の取付

内部臭検器を取り付け、効果は大きかつた。

## (3) エコファール 31V 内の改修

ボール又は鉛石が給・排水コネクタとラセンの間に詰り振動と生ずることがあるため改善を行う。

## (4) 予熱炉に対する給水の安定化

給水ポンプのバルブの位置変更とスクリーナー 内部点検を容易化する。

## (5) 炉内冷却装置排水の緑水の使用

冷却水のリサイクルによって水の消費量が少くなり、パイロットポイントの長時間運転が可能になる。

## (6) エンジンタンクから汚濁回路へのポンプシステムの整備

腐蝕の発生を防止し、寿命を延ばすための改善を行う。

## (7) 汚濁回路内の用水の緑水使用

汚濁用水使用減を目的として長時間運転が可能になる。

## (8) 汚濁処理 脱水用 スリバーフィルター 改良と脱水方法の一部改善

汚濁処理の腐液が高 pH になる非難沈降し易く、スリバーフィルター内のレキに異物がたまり、休転補修する回数が増える。

レキの駆動部分の補強と、尾流の粗粒部はタンクフィルターの新設により脱水が容易になる。

## (9) 計測関係部の改修

実操業に合わせ、各所改修を行う。

§4 ハイロケット・70%の試験条件

ハイロケット・70%の試験条件については当初、基礎試験の立ち上げ条件と基準として試験を開始したが、ハイロケット・70%の反応炉は内燃式の可燃性基礎試験の条件と試験方法の結果から判断し順次変更して行く。その変更内容は下記のとおりである。

表1 基礎試験ハイロケット・70%試験条件の比較

条 件	基礎試験	ハイロケット・70%試験
加熱方式	一段、外熱密封式	二段 (予熱炉、反応炉) 内燃式開放型
セグレ温度	800°C ~ 850°C	予熱炉 700°C 反応炉 800 ~ 850°C
還元剤(コーク)	5% (対給鉄)	3% (対給鉄)
増化剤(“)	0.5% ( “ )	0.5% ( “ )
雰囲気 (反応炉)	測定不可、 (ガスは排気時の膨張 方向に排出される)	O <sub>2</sub> 3~5% CO = 0 (4%L) CO <sub>2</sub> > 13%
セグレ時間	30分	約20分 (計算値)

尚、ハイロケット・70%試験では当初、予熱炉温度を800°Cにて試験を開始したが、銀の収率が低く満足な結果

が得られなかったため、順次低下させ、700°Cにて試験を実施している。700°C以下にすると、バーナーの能力が理論的より20%

無理である。温度を低下させるのは熱風炉の温度を下げなければならないが、予熱炉のメインバーナー、熱風炉のバーナー共に最低で運用しており、

給鉄量を増加可能な、熱風炉の新鮮空気を増加する以外に他はない。

稀釈空気を増すに炉内の風速が増し粒子の浮上終速度が速く粗粒が浮上するに依り問題が解消、熱効率からし面白くも。

又予熱炉の温度を下げて及尾炉への給硫温度を下げると、及尾炉内の雰囲気保持が困難になるから、予熱炉の温度は700°Cが限度で適当な温度があると思ふ。

§5. 試験結果

(1) 試験成績

ハコロト702炉は運転経費がかかるに依り数回の試験データを得たに依り一回の試験期間を当初予定していた3日から昇湯も含め

1日に減産のため、濾選槽が充ちるまで待つに依り成績の判定はセグレ焙焼銀と時間毎にサンプリングして、そのサンプリングに

試料に対しバッチ式濾選機(能力2kg)を用いて濾選試験を行い成績の判定基準とした。

成績の一例を示すに次の通りである。

表2表 ハコロト702炉試験成績

期日	銀種	銀量	品位		採収率		記事
			Cu(%)	Ag(g/g)	Cu%	Ag%	
87年2月8日		(%)					(濾選機2kgバッチ式)
Am 7:30	焙焼銀	100.0	1.64	543			525mg 2ル銀(T5)
	(二遊身)	(100.0)	(1.64)	(536)	(100.0)	(100.0)	予熱炉 700~750°C
	精銀	5.6	26.9	6700	91.9	70.0	及尾炉 850°C (雰囲気)
	尾銀	94.4	0.14	170	8.1	30.0	O <sub>2</sub> ; 2~3%
							CO <sub>2</sub> ; >14%
Am 9:00	焙焼銀	100.0	1.53	507			CO ; 0~0.2%
	(二遊身)	(100.0)	(1.61)	(522)	(100.0)	(100.0)	CO <sub>2</sub> ; 1.4~1.8%
	精銀	5.7	25.8	6700	91.3	73.1	H <sub>2</sub> ; 0.8~1.0%
	尾銀	94.3	0.15	149	8.7	26.9	



期日	炉種	炉量 (%)	品位		採收率		記事
			Cu(%)	Ag(%)	Cu(%)	Ag(%)	
89年2月15日							
Am 7.30	焙燒炉	100.0	1.63	5.68			T-5 炉 予熱炉 700°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.83)	(5.57)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	5.1	31.3	7.500	87.1	68.7	
	尾 炉	94.9	0.25	18.4	12.9	31.3	
Am 9.00	焙燒炉	100.0	1.68	5.75			3月1日 ~ 2日 36H 運轉 T-5 炉 焙燒炉 14.5 ~ 13.8 %/hr 予熱炉 750°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.74)	(5.61)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	5.1	26.80	7.000	78.7	63.6	
	尾 炉	94.9	0.39	2.15	21.3	36.4	
3月1日							
Am 2.00	焙燒炉	100.0	1.59	5.12			3月1日 ~ 2日 36H 運轉 T-5 炉 焙燒炉 14.5 ~ 13.8 %/hr 予熱炉 750°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.61)	(5.06)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	6.1	23.0	5.300	87.1	63.8	
	尾 炉	93.9	0.22	1.95	12.9	36.2	
3月2日							
Am 9.00	焙燒炉	100.0	1.70	5.35			T-5 炉 予熱炉 700°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.78)	(5.56)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	5.6	28.5	6.300	89.9	63.5	
	尾 炉	94.4	0.19	2.15	10.1	36.5	
Am 12.00	焙燒炉	100.0	1.52	4.80			T-5 炉 予熱炉 700°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.61)	(4.84)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	6.5	22.0	4.600	88.9	61.8	
	尾 炉	93.5	0.19	1.98	11.1	38.2	
3月16日							
Am 9.00	焙燒炉	100.0	1.67	5.22			T-5 炉 予熱炉 700°C 灰熱炉 850°C O <sub>2</sub> ; 4.4% CO; 0.1% CO <sub>2</sub> ; 12.4%
	(100.0)	(100.0)	(1.74)	(5.35)	(100.0)	(100.0)	
	精 炉	7.0	22.45	5.000	90.4	66.1	
	尾 炉	93.0	0.18	1.95	9.6	33.9	

期日	鉱種	重量	品位		採収率		記事
			Cu(%)	Ag(%)	Cu(%)	Ag(%)	
Am. 10.00	焙焼鉱	100.0	1.60	545			7-72; 2.1~29% 塩; 0.4%
	(1. 逆算)	(100.0)	(1.73)	(569)	(100.0)	(100.0)	
	精鉱	7.0	22.00	5.200	89.2	64.0	
	尾鉱	93.0	0.20	220	10.8	36.0	
Am. 11.00	焙焼鉱	100.0	1.69	546			"
	(1. 逆算)	(100.0)	(1.92)	(610)	(100.0)	(100.0)	
	精鉱	4.5	37.5	91.00	88.0	67.1	
	尾鉱	95.5	0.24	210	12.0	32.9	
Am. 12.00	焙焼鉱	100.0	1.68	566			"
	(1. 逆算)	(100.0)	(1.91)	(620)	(100.0)	(100.0)	
	精鉱	3.9	42.2	10.500	86.4	65.6	
	尾鉱	96.1	0.27	225	13.6	34.6	
Pm. 12.30	焙焼鉱	100.0	1.67	553			"
	(1. 逆算)	(100.0)	(1.91)	(623)	(100.0)	(100.0)	
	精鉱	3.5	45.8	11.450	83.6	64.4	
	尾鉱	96.5	0.32	230	16.2	35.6	

尚 約選は非常に容易で、この試料使用量は用岩次の通り

アミル ガーゼ | カリ ; 220 g/l  
 パイン 油 ; 100 "  
 ケロシン ; 50 "

以上の試験結果から、約選試験成績は基礎試験の成績よりも多少の差があるが、この数値は得られた比較的安全な状態を得るに足る。

尚、この約選に関する試験の結果から、本物の工場の採収成績の中心値とこの試験結果、良好な基礎試験の成績の中心値との差は

この中で、ベルギーの場合採収率は Cu 88%, Ag 70% 以上  
 可能と判断する。これはベルギーは銀採掘の中心地である

多量に他の鉱床についての追加試験が必要である

(2) 各種測定結果

1) 銻量測定 及び 試験成績の要略

表3 各種銻量測定結果

期日	給 礫 量			焙 焼 礫		J-R 対給礫%	増 対給礫%	備 考
	湿礫 (kg)	水 (%)	乾礫 (kg)	乾 礫 (kg)	対給礫%			
87年2月10日 ~4月10日	154.2	2.75	149.9	67.0	44.7	2.0	0.5	
87年3月10日 ~3月20日	138.0	"	134.2	61.0	45.5	2.1~2.9	0.4	
	141.0	"	137.1	62.1	45.3	"	0.4	
	142.5	"	138.6	62.7	45.2	"	0.4	
	145.0	"	141.0	63.7	45.2	"	0.4	
87年4月13日	144.0		140.4	72.7	51.8	3.5	0.5	
	122.4		119.3	76.7	64.3	4.1	0.6	
	124.8		121.7	66.5	54.6	4.0	0.5	
	132.0		128.7	88.7	68.9	3.9	0.5	
87年 4月24日	122.4		119.3	71.5	59.9	3.7	0.6	
平均 焙焼礫比率					52.5			
					(4月13日以降) 59.9			

銻量測定の結果から 当バロウト・70%以上 礫石から約60%のセグレ焙焼礫がえられると考へてよい。

基礎試験の結果から 約20%の石炭分、等の分解、結晶水の放出等の焙焼中に 焼失減成が生じているので 約20%のサロソ

を回収せず バッグフィルターで捕集されている。(総量測定の実績で約 20% の数値をえている。)とわかる。

エロクセルミルでの粉砕粒度の違いによって、バッグフィルターで捕集される総量が異なるので、セグレーションの成績に影響の範囲

で、出射量の粗粉砕が減少し。

当パイロットプラントではバッグフィルターで捕集した総量に対する

処理設備が...が、実稼働の場合にはサイクロン設備と強化して、バッグフィルターへ逃げる総量を少なくし、上、バッグフィルター

ではコックル等、捕集した微粒子は適量の倉庫、コンクリートと混合してペレット化しセグレーション工程へリサイクルする必要がある。

必要がある。

参考として、当パイロットプラントで使用している粉砕機の一部

を示すと、表 4 のようになる。

表 4 表 給餌用の焙焼機の粒度分布表

サイクル		給 餌				焙 焼 機			
メッシュ	μ	総量 (%)	CaO (%)	Ag (%)	Mn (%)	総量 (%)	CaO (%)	Ag (%)	Mn (%)
+48	297.0	5.6	1.53	6.98	17.8	9.2			
+65	210.0	18.7	1.58	5.75	20.8	38.1	分析	実施せず	
+100	149.0	13.0	1.60	5.40	21.0	17.4			
+200	74.0	15.6	1.55	5.20	20.5	14.0			
+325	44.0	9.8	1.38	4.50	18.2	6.3			
+33.9		0.3				15.0			
+214.9		2.2							
+117.1		4.8							
+11.7		4.4							
+8.6		4.4							
-8.6		21.2							
計		100.0				100.0			

備考: 1989年4月13日採取分

+325メッシュ以下の分級はサイクロンで行われる。

ペレグラーの鉱石は、酸化鉱物中の新生スライムが多く、 $0.1 \sim 1 \mu$ の微粒子が約20%も含まれている。

通常乾式サイクロンでは、 $-325 \text{ mesh}$  ( $44 \mu$ )は捕収が非常に困難と云われている。高い分級効率の分級機を選ばなければならない。

当パイロット・プラントの操業実績を次の条件で表し表と  
表5表の通りとする

- (。乾式サイクロンで捕収されるバグフィルターへ送られる分 20%)
- (。試験データは 3月16日の Am 11.00 のものを採用)

表5表 パイロット・プラント 試験成績(実績)

鉱種	鉱量 (%)	品位		全重量		捕収率		備考	
		Cu (%)	Ag (g/t)	Cu	Ag	Cu (%)	Ag (%)		
原鉱	100.0	1.48	480	148.3	4880	100.0	100.0		
セグレ給鉱	66.7	1.71	563	114.1	3754	76.9	76.9	セグレ捕収率	
バグフィルター	20.0	1.71	563	34.2	1,126	23.1	23.1	Cu	Ag
セグレ濃縮機	60.0	1.91	625	114.3	3,754	76.9	76.9	(%)	(%)
浮選精鉱	23.4	42.2	10,500	98.7	2,457	66.6	50.3	88.0	67.1
浸出尾鉱	57.66	0.27	225	15.6	1,297	10.3	26.6	12.0	32.9

上記の表で、セグレ給鉱の83%鉱量減量、予選分を10%、尾分を10%合計20%と推定して計算した。

バグフィルターへ送られる微粒子と同様のセグレ・シオン基礎試験では通常の鉱石と同様の成績が認められると云われている。

上記の微細な全量セグレ処理ができれば、捕収率は

Cu 88%, Ag 67% が得られることである。

次に各精選槽の渣の分析結果は、パイロット運転時同知  
知して、前回の試験の渣が全部置換されているので

精選尾鉱はバッチ式 2kg 試験機で得られた分析品位より  
高くなっている。これは前回の試験から期間が相当経過して

いるため、セクレット銅精鉱が酸化して透過し、尾鉱の品位  
流小たことの意味にしている。

### ii) その他の測定結果

#### A. 燃料消費量

炒り釜火は熱上が終了、次に給鉱を始める約5時間位  
経過した時の燃料消費量は大体次の通りである。

○ 軽油消費量 平均 18 l/hr  
バッチの能力は熱風炉の温度から推定する。

熱風炉分 6 l/hr  
予熱炉分 10 l/hr とする。

○ ガス消費量 平均 3.3 m<sup>3</sup>/hr  
バッチの能力は予熱炉の温度から推定する。

予熱炉バッチ 0.5 m<sup>3</sup>/hr  
及予熱炉バッチとパイロットバッチ 2.8 m<sup>3</sup>/hr

と推定している。これは基本にパイロット運転の熱収支計算と  
行うと資料(1) (P.12 ~ P.14) の通りである。

#### A. 風量測定

風量測定はドリフトを用いての精度が低いものの発生ガス  
量も考え、発生ガス量、粒子浮上空気量と計算して資料(2)(3)  
の通りである。(P.15 ~ P.16)

(資料1) ハイロケット・ボイラー 熱収支計算

1. 運転条件

1) 銻石; 給銻量 140 kg/R, 水分; 2.7%

銻石分 136.3 kg 比熱 0.35

水分 3.8 kg

2) 予熱炉 (熱風炉)

燃料消費量 6 l/R (油)

$$6 \text{ l/R} \times 0.82 \text{ kg/l} \times 10,500 \text{ kcal/kg} = 51,660 \text{ kcal/R}$$

空気量 (含灰部)

$$2.8 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min} = 168 \text{ m}^3/\text{R}$$

3) 予熱炉 (本体)

燃料消費量 10 l/R (油)

$$10 \text{ l/R} \times 0.82 \text{ kg/l} \times 10,500 \text{ kcal/kg} = 86,100 \text{ kcal/R}$$

ハイロケット・ガス消費量 0.5 m<sup>3</sup>/R (LPGガス)

$$0.5 \text{ m}^3/\text{R} \times 2 \text{ kg/m}^3 \times 12,000 \text{ kcal/kg} = 12,000 \text{ kcal/R}$$

空気量 4.1 m<sup>3</sup>/min × 60 min = 246 m<sup>3</sup>/R

4) 灰熱炉

燃料消費量 2.8 m<sup>3</sup>/R (LPGガス)

$$2.8 \text{ m}^3/\text{R} \times 2 \text{ kg/m}^3 \times 12,000 \text{ kcal/kg} = 67,200 \text{ kcal/R}$$

2. 熱収支

1) 入熱;	a) 予熱炉 (熱風炉)	燃料 (油)	51,660 kcal/R
	b) " (本体)	"	86,100 "
	c) " (ガス)	"	12,000 "
	d) 灰熱炉	" (ガス)	67,200 "
			<hr/>
			216,960 kcal/R

2) 出熱, a) 水の加熱熱

$$3.8 \text{ kg} \times \left\{ 100 \text{ kcal} + 540 + (750 - 100) \times 0.48 \right\} = 3617 \text{ kcal}$$

\* 予熱は 20°C から加熱

0.48 は水蒸気の比熱の平均

b) 排ガス中の持出熱量

$$\text{排ガス量} * 8.2 \text{ N/m}^3/\text{min} \times 60 = 492 \text{ N/m}^3/\text{hr}$$

$$492 \text{ N/m}^3 \times (180 - 20) \times 0.22 = 17,318 \text{ kcal}$$

$$\text{空気比熱} \quad 0.28 \text{ kcal/kg} \div 0.22 \text{ kcal/N}^3$$

\* 流量計表示, 13 m<sup>3</sup> 180°C

$$\frac{N \times (273 + 180 - 20)}{273} = 130 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$20^\circ\text{C} \text{ の } N = 8.2 \text{ N/m}^3/\text{min}$$

c) 7-3-a の持出熱量

7-3-a の入口温度 450°C

出口, " 180°C

$$8.2 \text{ N/m}^3 \times 60 \times (450 - 180) \times 0.22 = 29,225 \text{ kcal}$$

(4) バックファイアの粉砕機の顕熱

$$136.2 \text{ kg} \times 0.2 \times (180 - 20) \times 0.35 = 1,525 \text{ kcal}$$

20 kg/分 \* 比熱

(5) CaCO<sub>3</sub> の分解熱の吸熱

1144

流量の 15% の CaCO<sub>3</sub> が分解する。

$$136.2 \times 0.15 \times \frac{1}{0.1} * 1 \times 42.8 = 8,744 \text{ kcal}$$

\* 1 CaCO<sub>3</sub> 1 mol = 40 + 12 + 48 = 100g = 0.1 kg

\* 2 CaCO<sub>3</sub> の分解吸熱 42.8 kcal/mol



(6) セグV炉焼入れの顕熱

$$\begin{aligned} \text{流量} &= \text{給排} - (\text{焼き減}) 20\% - (\text{バングライク} 20\%) \\ &= 136.2 \times 0.6 = 81.7 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

$$81.7 \times (850^\circ - 20^\circ) \times 0.35 = 23,734 \text{ kcal}$$

$$(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) = 84,163 \text{ kcal}$$

(7) 炉壁その他からの放熱 (及炉内ガスからの)

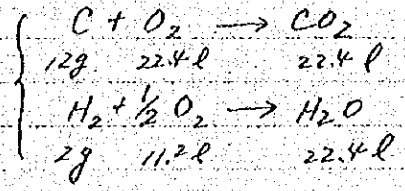
$$\begin{aligned} \times \text{熱} &= 84,163 = 216,960 - 84,163 = 132,797 \\ \text{炉内 (及炉内ガス中の顕熱の損失)} &= 14.3 \text{ m}^3 \times 56 \text{ kg} \times (760 - 20^\circ) \times 0.22 = 13,037 \end{aligned}$$

3. 熱バランズ (1時間あたり)

入 熱			出 熱		
	(kcal)	(%)		(kcal)	(%)
予熱炉 熱風炉 (油)	51,660	23.8	炉内中の水蒸気の蒸気熱	3,617	1.7
本体 (油)	86,100	39.7	予熱炉排ガス顕熱	17,318	8.0
" (ガス)	12,000	5.5	炉壁からの放熱	29,225	13.5
及炉内			バングライク-炉内顕熱	1,525	0.7
本体 (ガス)	67,200	31.0	CaCO <sub>3</sub> 分解の吸収熱	8,744	4.0
			セグV炉焼入れの顕熱	23,734	10.9
			及炉内ガスの顕熱	* 13,037	6.0
			炉壁その他からの放熱	11,9760	55.2
計	216,960	100%	計	216,960	100.0

(資料 2)

燃烧に伴うガス発生量



燃料の組成

- 軽油 C 85% H 15%
- LPG C 80% H 20%

・軽油 1kg の発生するガス量

$$CO_2 \rightarrow 22.4l \times \frac{1000 \times 0.85}{12} = 1,586.7 \div 1.6 m^3$$

$$H_2O \rightarrow 22.4l \times \frac{1000 \times 0.15}{2} = 1,680 \div 1.7 m^3$$

・LPG 1kg の発生するガス量

$$CO_2 \rightarrow 22.4l \times \frac{1000 \times 0.8}{12} = 1,493.3 \div 1.5 m^3$$

$$H_2O \rightarrow 22.4l \times \frac{1000 \times 0.20}{2} = 2,240 \div 2.3 m^3$$

炭ガス量

空気率	軽油 1kg 対	H <sub>2</sub> 1kg 対
1.0	O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 9.4 + 3.3 = 12.7 m <sup>3</sup>	10.5 + 3.8 = 14.3 m <sup>3</sup>
1.1	0.25 + 10.3 + 3.3 = 13.9 m <sup>3</sup>	0.28 + 11.6 + 3.8 = 15.7 m <sup>3</sup>
1.2	0.50 + 11.3 + 3.3 = 15.1 m <sup>3</sup>	0.53 + 12.6 + 3.8 = 16.9 m <sup>3</sup>
1.3	0.75 + 12.2 + 3.3 = 16.3 m <sup>3</sup>	0.84 + 13.7 + 3.8 = 18.3 m <sup>3</sup>
1.4	1.00 + 13.2 + 3.3 = 17.5 m <sup>3</sup>	1.12 + 14.7 + 3.8 = 19.6 m <sup>3</sup>

(資料3)

粒子の上昇空気量 (70-ソット内部)

空気の粘性係数

$$\mu = 1.578 \times 10^{-6} \times \frac{380}{380 + t} \times \left( \frac{273 + t}{273} \right)^{3/2} \text{ kg s/m}$$

 $t = 700^\circ \text{C}$  のとき

$$\begin{aligned} \mu &= 1.578 \times 10^{-6} \times \frac{380}{1080} \times \left( \frac{973}{273} \right)^{3/2} \\ &= 1.578 \times 10^{-6} \times 0.352 \times 6.73 = 3.74 \times 10^{-6} \text{ kg s/m} \end{aligned}$$

終速度

$$v_m = \frac{d_s^2 (p_s - p_a) g}{18 \mu}$$

$$p_s \gg p_a$$

$d_s$  = 粒子直径 ... m  
 $p_s$  = ... 密度 ...  $\text{kg/m}^3$   
 $p_a$  = 空気 " "  
 $g$  = 重力加速度 ...  $\text{m/s}^2$

$$\circ \quad 200 \text{ mesh} = 74 \mu = 7.4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$p_s = \frac{3,100 \text{ kg}}{7.8}$$

$$v_{m1} = \frac{(7.4 \times 10^{-5})^2 \times 3,100}{18 \mu} = 0.252 \text{ m/sec}$$

700°C の空気量

$$L_{a1} = A v_{m1}$$

 $A = \text{ソットの面積}$ 

$$1.2 \text{ m } \phi \rightarrow 1.13 \text{ m}^2$$

$$L_{a1} = 1.13 \times 0.252 \times 60 = 17.1 \text{ m}^3/\text{min}$$

20°C の空気量  $\text{Nm}^3$ 

$$17.1 \times \frac{273 + 20}{273 + 700} = 5.15 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\circ \quad 100 \text{ mesh} = 105 \mu = 1.05 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$v_{m2} = \frac{(1.05 \times 10^{-4})^2 \times 3,100}{18 \mu} = 0.508 \text{ m/sec}$$

$$L_{a2} = 1.13 \times 0.508 \times 60 = 34.4 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 10.4 \text{ Nm}^3/\text{min}$$

1. 20°C の空気量は 2.1 m<sup>3</sup> であり、200 mesh の粒子は 2.1 m<sup>3</sup> の空気量に比べて 10.4 Nm<sup>3</sup> の空気量を必要とする。

## § 6. 概要

レベル別・科目別・段階別 セグレーション試験は、主として以下3つの観点  
(T-5 録) をついでに行うが、他の録石のうちの試験は、レベル

カウンターパートの手を引いて継続されることを希望する。  
その他パイロット・プログラム目的は

(1) 基礎試験で得られた成績を確保すること。

一般にパイロット・プログラムの処理量が少いため工程の変動が大きく  
不安定であるため成績は基礎試験に比してかなり通常通り。

したがって本格的採集の見込成績は、パイロット・プログラム試験  
で得られた最良の成績が基礎試験の成績を参考にする  
のが普通である。

(2) 本格的採集の条件の装置についてテスターを得ること。

パイロット・プログラム試験と基礎試験は試験条件に大きな  
差異（例えば、内燃式と密封式）があるため

パイロット・プログラムで本格的採集の条件を追求することから  
パイロット・プログラム試験中のトラブルを参考に本格的  
採集の装置の選択をより改良が行われる。

(3) 機械装置の取扱いはトレーニング・カウンターパート  
の能力アップを行うこと。

装置について原理・取扱方法を熟知させることにより故障  
時の修理、機械の保全管理を行うこと本格的採集に制

止の場合スムーズな運転がなされること

等である。

今後実施するパイロット・プログラム試験において全般的

以上が、かなりの程度までヘル側への技術的ヴァルアツが  
出来たと見えてくる。

今後の本報を便に更にヴァルアツを行ってヘル側の  
期待する。

尚当データを以てベルギー-鉱山の調査に関する  
予察的の建設案を先に提出してこれに付記する。

以上

酸化鉛処理プロジェクト

- リーダー： 向井 靖雄
- 冶金専門家： 中尾 正英
- “： 浅利 金三
- “： 新谷 勇男
- “： 中野 政雄

ヘル側カウンタート

- 課長： F. カルデナス
- 主任： K. ベルムデス
- 技術： J. キスヘ  
F. セガラ  
P. ワマン  
C. バレンシア  
W. トルヒーゴ  
M. ミサリ