- 7) 渡辺洋一：田老鉱山において最近発見された6個の新鉱床について，東北鉱山，13巻，3・4号，p. 49～56 (1966)
- 8) 渡辺洋一・江島啓吉：ケービング採鉱法の再検討について，北海道鉱山学会誌，昭和25年2月号，p. 492～502
- 9) 弘田文男：田老鉱山の採鉱法，日本鉱業会誌，73巻 832号，p. 612～614 (1957)
- 10) 日下謙理：田老鉱山，日本鉱業会誌，83巻，956号，p. 1761～1764 (1967)
- 11) 吉本文平：鉱物工学，p. 389～486 (技報堂，1959)
- 12) 榎早易二：河守選鉱場の概要，日本鉱業会誌，77巻 879号，p. 779～783 (1961)
- 13) 日本鉱業会選鉱専門委員会・粉砕小委員会：Work Index に関する調査・試験研究報告，日本鉱業会誌，81巻，932号，p. 1059～1077 (1965)
- 14) 石亀隆：宮古工場の銅製錬について，日本鉱業会誌，84巻 963号，p. 705～707 (1968)
- 15) 満生達一：灯油浮選による鉛精鉱の精選について，日本鉱業会誌，70巻 795号，p. 409～414 (1954)

小坂内の岱選鉱工場

Kosaka-Uchinotai Plant

久保田友信¹

Tomonobu KUBOTA

吉田稔²

Minoru YOSHIDA

1. 概 説

1.1 位置・交通

同和鉱業小坂鉱業所は秋田県鹿角郡小坂町にある。小坂町は人口15,000，北に国立公園十和田湖をようし，周辺には花岡鉱山，釈迦内鉱山，古遠部鉱山，相内鉱山等があり，いわゆる“北鹿黒鉱地帯”として有名である。

当工場は海拔約250mの内の岱にあつて，冬期積雪量1m程度，最低気温-15℃程度である。

国鉄主要駅からの交通は，次の2つの経路がある。

(A) 奥羽本線大館駅→小坂鉄道小坂駅(22.3km)

(B) 花輪線十和田南駅→バス連絡(7.6km)

1.2 沿革

文久元年 小坂元山鉱床の発見(1861)銀山として稼行
明治31年 稼行対象を銅に切替(1898)坑内採掘開始
41年 露天掘開始，月産銅量 600 t となり国内最大銅山となる
昭和12年 低品位銅鉱処理 5,000t/月 元山選鉱場完成
17年 元山選鉱場 6,000t/月 処理に増強
21年 元山鉱床採掘中止，選鉱場閉鎖，沈澱銅の採取開始
34年 内の岱鉱床発見
37年 黄鉱処理20,000t/月内の岱選鉱場完成
38年 黄・黒鉱混合処理開始，鉛採取系統増設
39年 30,000t/月処理に増強，スライム系精鉱を主系に混合処理
40年 35,000t/月処理に増強
41年 38,000t/月処理に増強
42年 バライト精鉱採取開始，銅精鉱流送設備完成
青化銅回収設備完成
43年 Cu-Pb温水分離浮選開始，40,000t/月処理に増強

写真1

44年 40,500t/月処理に増量，亜鉛精鉱流送設備完成，坑内水処理設備完成(青化銅設備を転用)

45年 鉛精鉱乾燥設備完成

1.3 地質・鉱床

内の岱鉱床付近は古生層を基盤とし，その上に火山碎屑層を主体とした第三紀層が堆積しており，更にその上に第四紀の沖積層，十和田火山噴出物等が分布した地質構造を示している。

鉱床は一般に赤森凝灰岩を上盤とし，元山型火山角礫岩，白色化流紋岩を下盤とした，塊状乃至層状の形態を示す黒鉱鉱床であつて，母岩は珪鉱部周辺を除き一般に粘土化が著しい。

小坂鉱山には現在までに元山鉱床，内の岱鉱床，上向鉱床群等が発見，稼行されているが，元山鉱床はすでに終掘し，現在内の岱鉱床が稼行の主体となつており，上向鉱床群は探鉱開発中である。

内の岱鉱床は元山鉱床の南々東1.5kmにあり，付近は海拔260m前後の第四紀層からなる台地で，荒川を挟んで西鉱床と東鉱床にわかれており，それぞれ約140m，200mの深さにある。

上向鉱床は内の岱鉱床の東南方約500mにあり，現在までに，第1～第5鉱床が発見され，探鉱開発が進められている。

1.4 工場建家

当工場は海拔約250mの内の岱台地上に建設された，

1. 正会員 同和鉱業株式会社小坂鉱業所 鉱山部長

2. 正会員 同和鉱業株式会社小坂鉱業所

完全平面選鉱場であり、鉱石は斜坑ベルトコンベヤによつて坑外に搬出され、破碎工場、摩鉱浮選工場で処理され、一部の精鉱は場内で、他はそれぞれ製錬所脇および小坂駅までパイプ流送され脱水処理されている。

建家はすべて鉄骨構造となつており工程管理、資材の搬入搬出、将来の増設を配慮した設計となつている。全床面積は試薬室、ボイラー室、SO₂発生室等の付属設備を含めて4,380m²となつている(約0.1m²/t)。

2. 粗鉱の性状

2.1 鉱石の種類

鉱石は黒鉱、半黒鉱、黄鉱、珪鉱、石こうからなり、それぞれの鉱種の特質について下記に述べる。

(1) 黒鉱 閃亜鉛鉱、方鉛鉱、重晶石を主とし黄銅鉱、四面銅鉱、黄鉄鉱を伴う黒色緻密の鉱石で、鉱床上部の四面銅鉱、方鉛鉱に富むものは金、銀品位が高く、Au 10g/t、Ag 1~5kg/tに達するものがあり、特に上向鉱床にこの傾向は著しい。鉱石中には通常石英、粘土はほとんど含まれないが層状の粘土が薄層をなして含まれることがある。

(2) 半黒鉱 黒鉱の下部は通常黄鉱に漸移し、その境界は不明瞭であるので、この中間的性質の部分の半黒鉱と呼んでいるが、半黒鉱は黒鉱に比して構成鉱物は粗粒であることが多い。

(3) 黄鉱 黄鉄鉱、黄銅鉱を主とする鉱石である。緻密質黄鉱、粘土質黄鉱、粉状黄鉱等その性状の変化が大きく、黒鉱に近接する部分では、重晶石、閃亜鉛鉱の含有をみる。

第 1 表

	主成分鉱物	副成分鉱物
黒 鉱	重晶石、閃亜鉛鉱 方鉛鉱、黄鉄鉱 黄銅鉱、四面銅鉱	斑銅鉱、藍銅鉱 輝銅鉱、自然金 輝銀鉱
黄 鉱	黄鉄鉱、黄銅鉱	石英、閃亜鉛鉱 方鉛鉱、藍銅鉱 斑銅鉱、輝銅鉱
珪 鉱	1. 石英、黄鉄鉱、黄銅鉱 2. 石英、黄鉄鉱 母岩の破片	黄銅鉱
石 こう	雪花石こう、繊維石こう 母岩の破片	

第 2 表

	鉱 種	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	S %	BaSO ₄ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	As %
内 の 岱	黒 鉱	2.1	646	1.41	9.42	18.29	2.50	14.39	56.45	1.78	0.37	0.06	0.22	0.118
	半 黒	1.8	160	5.30	1.49	10.72	17.49	26.15	36.14	1.10	0.57	0.07	0.11	0.056
	黄 鉱	0.7	27	5.38	0.27	0.15	42.77	49.78	0.42	0.76	0.42	0.07	0.11	0.040
	珪 鉱	0.4	18	2.24	0.48	0.16	21.55	24.26	0.44	48.49	0.81	0.08	0.12	0.042
上 向	黒 鉱	3.0	859	1.27	10.42	23.20	11.75	10.98	31.16	3.90	0.21	0.07	0.16	0.112
	半 黒	0.7	109	8.59	6.61	8.82	30.66	38.75	3.75	1.17	0.49	0.05	0.13	0.176
	黄 鉱	0.3	19	1.46	2.41	6.98	15.82	19.10	13.72	34.16	4.26	0.05	0.15	0.024
	黒鉱質珪鉱	0.5	106	0.67	4.13	8.72	3.76	9.22	42.13	17.56	7.18	0.07	0.25	0.125

試金コアの分析値

第1図 小坂内の岱選鉱主要鉱物の単体分離度曲線

緻密なものは銅品位10%以上に達するものがある。

(4) 珪鉱 主として黄鉄鉱、黄銅鉱が珪化した白色流紋岩、火山角礫岩中に、鉱染状、細脈状、網状に胚胎したもので、一般に堅硬である。

(5) 石こう 雪花石こう、繊維石こうからなり、鉱床末端部の黄鉱の下位、珪鉱の上位にあり、塊状を呈する。

2.2 鉱種別構成鉱物 (第1表)

2.3 鉱床別、鉱種別分析品位 (第2表)

2.4 主要鉱物の単体分離度曲線 (第1図)

3. 操 業 概 況

3.1 概 要

当工場の公称処理能力は月間40,000 t (25日操業)であり、操業は2週間を単位とした、12日間連続運転、2日間休転整備の2連操方式を原則としている。

操業は水洗、二段閉回路破碎、ロッドミル、ボールミルによる三段閉回路摩鉱、浮選、脱水の工程で行なわれ廃さいはサイクロンで坑内充填材を採取し、オーバーフローをダムにポンプ流送している。

その他付属する鉱水処理設備により坑内水を全量処理している。

3.2 破 碎

水洗系統、塊鉱破碎系統、スライム分級系統からなり2方操業で処理能力は150t/h、初生スライムの重量割合は対元鉱20%前後である。中碎機としてハイドロコー

ンクラッシャを閉回路で使用しており、-100mm の出鉱鉱石を-18mm に破碎している。

水洗スライムは二段分級の後ポンプによりシックナに送られる。

3.3 摩 鉱

三段摩鉱、二段分級を行ない、その産物を-200mesh 約90%としている。

ロッドミル、シリンドリカルミルの採用による粉碎効率の向上、多数ビンの使用による元鉱の品位、サイズ等の変動の吸収、給鉱量、給水量の一定化制御等に留意して設計された設備となつている。

3.4 浮 選

SO₂ 水を使用したCu・Pb-Zn-Sp-Ba 優先浮選方式を採用している。

Cu系、Zn系、Cu・Pb 分離系では再摩鉱を行なっている。

また水洗スライムはサイクロンおよび浮選で脱泥し主系に混合処理している。

3.5 精鉱処理

各精鉱はそれぞれシックナ、フィルタの工程で処理され搬出されている。

3.6 廃さい処理、廃水処理

廃さいは、サイクロンで分級して、アンダフローを坑内充填材として使用し、オーバフローはダムへポンプ流送されている。(250mmφ×1,400m→中継ポンプ→250mmφ×200m, H+88m)

廃水は一部を循環水として使用し、残りは選鉱場脇の清澄池を経て、河川に放流されている。

3.7 坑内水処理

坑内水は全量(約3m³/min)坑内水処理施設までポン

プで揚水され、H₂Sにより収銅され、石灰により中和脱鉄の後 pH 10~11 で河川に放流されている。

系統の概要を第2図に示す。

3.8 計装および自動化

- (1) pH の完全自動制御
- (2) 工程管理用専用蛍光X線分析装置使用
- (3) 試薬溶解室から場内タンクまで自動圧送
- (4) ロッドミル給鉱量はコンスタントフィーダで一定にしている
- (5) ミル使用水量は流量計により一定にしている
- (6) SO₂ 発生炉は自動制御運転
- (7) ボイラーは自動制御運転
- (8) 温度はZn系、Cu-Pb 分離系について自動制御
- (9) モーターの運休転は高圧機器は手動、低圧機器についてはインターロック方式による集中管理を行なっている。

4. 操 業 成 績

選鉱成績、人員、直接費百分率等を第3~6表に示す(各数値は1969年10~12月平均を示している)。

5. 技術的特色と今後の問題点

5.1 設備上の特色

- (1) 平面選鉱場である。
- (2) ロッドミルを採用し、効率の低い破碎設備を少数機械でまとめることにより、総合的な粉碎効率の向上と操業の安定をはかっている。
- (3) ミルピンは直径に対して約3倍の高さをもつ円形ピンを多数使用することにより、元鉱品位とサイズの変動を吸収している。

第3表 選 鉱 操 業 成 績

		鉱 量		品 位 (%)							分 布 率 (%)						
		重 量 (t)	歩付 (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu	Pb	Zn	Py-S	BaSO ₄	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Py-S	BaSO ₄
元鉛銅亜鉛重硫 精 精 精 精 化 鉄 石 化 品 晶 晶 晶 硫 硫 硫 硫 重 重 重 重 硫 硫 硫 硫 磨 磨 磨 磨	鉱	41,055	100.0	1.07	124	2.27	2.36	6.07	15.15	15.70	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	鉛	1,328	3.2	7.71	933	2.70	51.51	12.95	2.55	2.51	23.4	24.3	3.8	70.6	6.9	0.6	0.5
	銅	3,938	9.6	4.66	684	20.39	4.34	4.20	14.18	0.10	41.9	52.9	86.2	17.7	6.6	9.0	0.1
	亜鉛	3,769	9.2	1.21	163	1.03	1.91	54.83	5.47	1.32	10.5	12.1	4.1	7.4	82.9	3.3	0.8
	重硫	10,256	25.0	0.67	35	0.30	0.13	0.38	48.59	1.96	15.7	7.1	3.3	1.4	1.6	80.1	3.1
	精 精	2,870	7.0	0.17	4	0.02	0.02	0.11	0.27	97.05	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	43.2	43.2
	精 精	14	-	0.50	12	40.42	0.84	0.38	-	1.66	-	-	0.6	-	-	-	-
	硫 硫	18,880	46.0	0.17	9	0.09	0.14	0.25	2.27	17.86	7.4	3.4	1.9	2.8	1.9	6.9	52.3

第4-1表 主 要 原 単 位

試 薬 名	日 香	AF#208	ACC # 825	E X	S	ZnSO ₄	CuSO ₄	Ca (OH) ₂	H ₂ SO ₄	H ₂ S	Na ₂ SiO ₃	Na ₂ CO ₃	ア コ ー フ ロ ッ ク
原単位 g/t	57	182	175	320	1,746	219	621	5,748	986	183	291	427	5

第4-2表

用水 m ³ /t	電力 kWh/t
6.1	52.7

第5表 人 員

月 給 者	日 給 者
9	32

第6表 選鉱直接費百分率

労務費	物品費	電力費	経 費	計
10.3	61.1	16.9	11.7	100.0

	シツクナ	パイプ 流送	脱水場所
銅 精 鉱	30mmφ	50mmφ×1700m, -65m	製錬所内
鉛 精 鉱	12mmφ		選鉱場内
亜鉛精鉱	20mmφ	68mmφ×1800m, -80m	小坂駅構内
硫化鉄精鉱	24mmφ	80mmφ×1800m, -80m	小坂駅構内
バライト精鉱	なし		選鉱場内

← 第2図-a 内の岱選鉱工場系統図
(昭和45年6月)

(4) 高能率機械設置によりスペースの縮小(0.1m²/t)をはかり能率向上, 修理費の低減をはかっている—シリンドリカルミルの採用等

(5) 低速運転機械の採用によりコストの低減をはかっている—アジテータ浮選機, バックシールポンプ

(6) センターポスト方式の大型シツクナの設置

5.2 操業上の特色

(1) 主回路はSO₂水を使用した弱酸性浮選方式を採用しており鉱量, 濃度, pH の他に浮選温度条件を制御管理している。

(2) 青化物を一切使用していない。

(3) 黄鉱, 黒鉱の完全混合処理を行なっている。

(4) 水洗スライムはサイクロンおよび浮選により脱泥処理したものを主系に混合処理している。

(5) バライトの回収を行なっている。

(6) 2週間連続操業を実施している。

5.3 今後の問題点

(1) 摩鉱産物粒度の制御管理
(2) 計装の強化(オンライン分析等)

(3) 精鉱脱水工程の改善

第2図-b 鉱水処理系統図

注(1) シツクナのオーバーフローは一部循環水として使用し他は放流
(2) 各精鉱処理状況