

中華人民共和國  
廣西大廠銅坑鉍山近代化計画  
調查報告書  
(要約版)

昭和 62 年 9 月

國際協力事業團

鉍計資
J R
87-152



JICA LIBRARY



1041559[4]



中華人民共和國

廣西大廠銅坑鉍山近代化計畫

調查報告書

(要約版)

昭和 62 年 9 月

國際協力事業團

國際協力事業団	
貸付 88.3.14	105
貸付 No. 17282	66.1
	MPN

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国広西大廠銅坑鉱山近代化計画のフィージビリティ調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、三井金属資源開発株式会社 大田光弘氏を団長とする各分野の専門家からなる調査団を編成した。

調査団は、1987年 3月 2日から1987年 3月31日までの間、現地調査を実施し、同調査で得られた現地の諸情報ならびに収集した資料の検討、解析などの国内作業を行なった。

本報告書は、これらの成果を取りまとめたものである。本報告書が広西大廠銅坑鉱山の近代化計画の推進に役立つとともに、中華人民共和国の社会的、経済的発展に寄与し、ひいては、同国と我国の経済交流、友好親善をより一層深めることに貢献できれば幸いである。

最後に、本調査の任に当られた団員各位の御努力に敬意を表すとともに、調査に際し、多大のご協力をいただいた中華人民共和国政府、国家経済委員会、有色金属工業総公司、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し、深く感謝の意を表すものである。

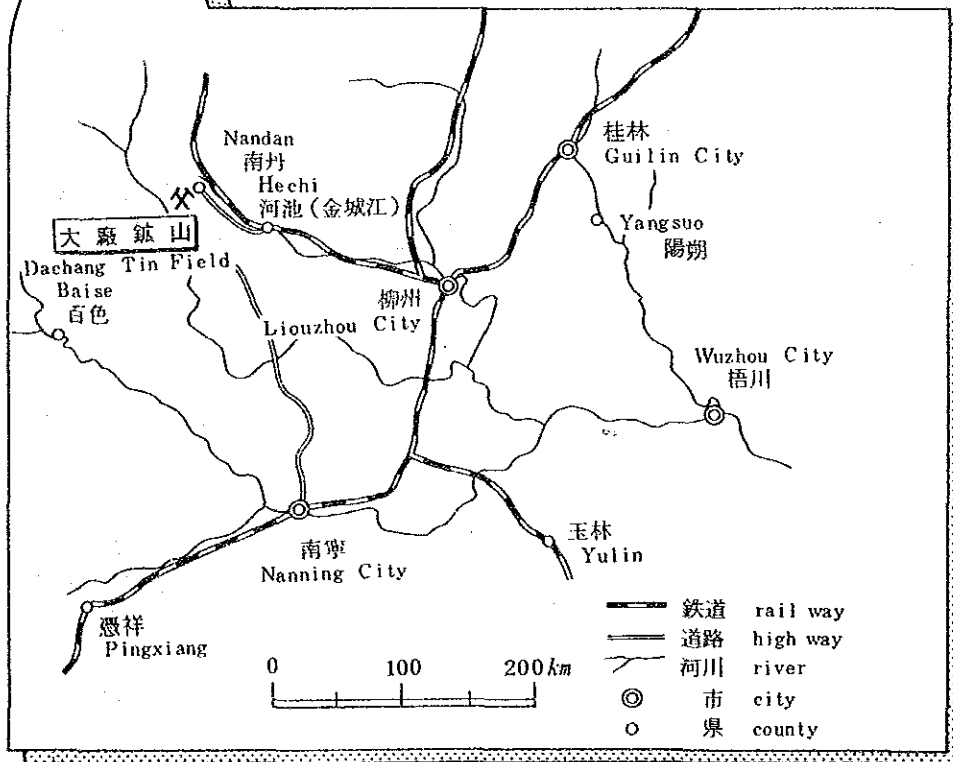
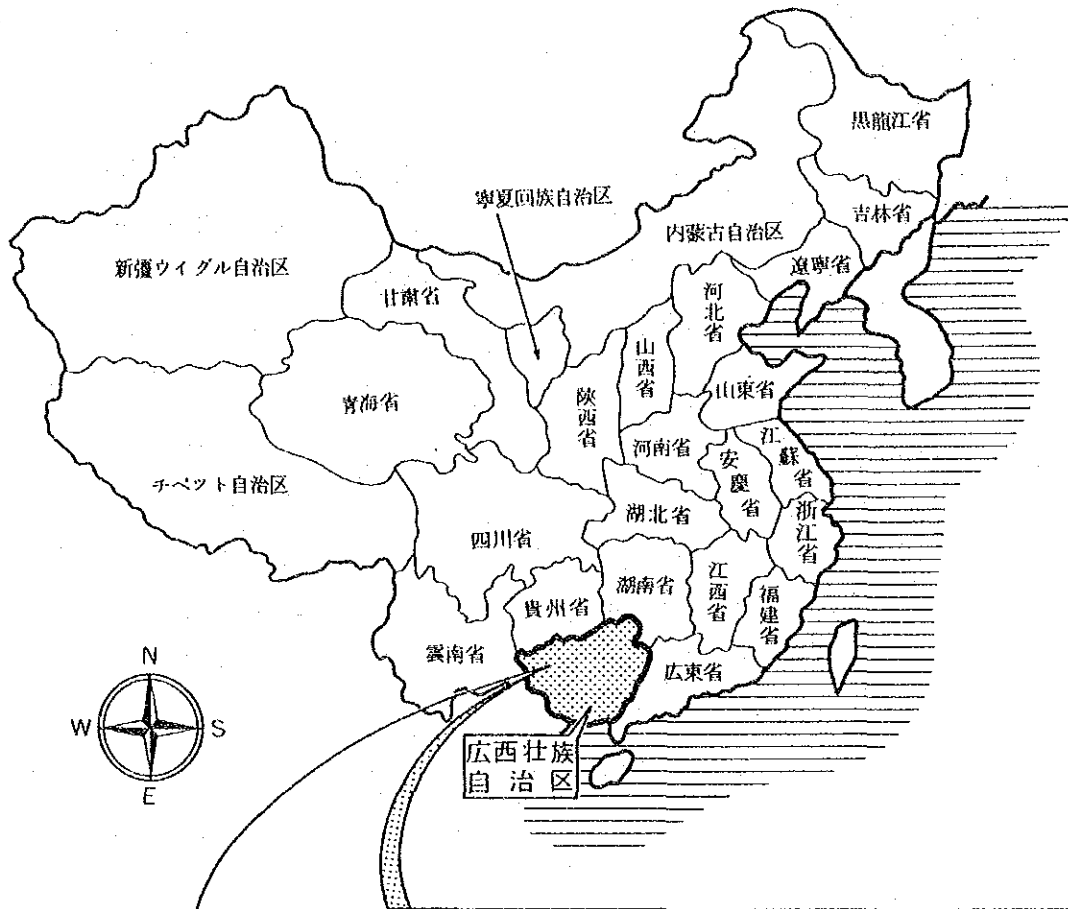
1987年 9月

国 際 協 力 事 業 団  
総 裁 有 田 圭 輔

有田圭輔







大廠鉍山位置図



## 目 次

1. 大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体概要	1
(中国側提供資料に基づく)	
1. 位置・交通・気候他	1
2. 地質・鉍床	3
2-1. 広域地質・鉍床概要	3
2-2. 鉍床近傍の地質および地質構造	3
2-3. 細脈帶型鉍体の鉍量計算(中国側計算)	12
2-4. 岩盤特性	15
3. 採 鉍	17
3-1. 出鉍量・品位	17
3-2. 採鉍法	18
3-3. 開 坑	19
3-4. 採 鉍	21
3-5. 切羽運搬	23
3-6. 運 搬	24
3-7. 通 気	26
3-8. 排 水	26
3-9. 給気・給水	27
3-10. 作業別人員配置および主要採掘機械設備	28
4. 坑内火災	31
4-1. 火災発生原因と状況	31
4-2. 火災対策と効果	32
4-3. 火災の現状	33
5. 管理体制	35

II. 大廠銅坑鉍山採鉍部門の問題点	37
(細脈帯型鉍体)	
1. 中国側より提示された問題点(事前調査時)	37
2. 現地調査で明らかとなった問題点	39
2-1. 坑内火災について	39
2-2. 出鉍不調について	41
2-3. 地質における問題点	49
III. 大廠銅坑鉍山の近代化(改善)計画(案)	51
(細脈帯型鉍体)	
1. 近代化(改善)計画の方針	51
2. 当面の緊急改善策	53
2-1. 通気網の改善	53
2-2. 開坑(抽出坑道設計)	53
2-3. 採鉍(穿孔および発破)	53
2-4. 切羽運搬	54
2-5. 地質	54
3. 採鉍法の近代化(改善)計画	55
3-1. 坑内火災の鎮火	55
3-2. 採鉍法の変更	58
4. 管理体制	75

IV.	大廠銅坑鉦山近代化（改善）計画（案）実施スケジュール （細脈帶型鉦体）	8 3
1.	実施スケジュールの基本的な考え方	8 3
2.	大型機械導入による各作業の高能率化および 大型機械の必要台数と必要稼働切羽数	8 5
3.	大廠銅坑鉦山近代化（改善）計画（案）実施スケジュール	8 7
V.	大廠銅坑鉦山近代化（改善）計画（案）に要する経費	9 3
VI.	結論と勧告	9 7

添付図一覽表 (図面番号は報告書と同番である)

第 1 図	(1)	大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体地区地表地質平面図	
"	(6)	"	No. 4 レベル地質平面図
"	(7)	"	No. 5 レベル "
"	(8)	"	5 9 5 m 準 "
"	(9)	"	5 7 0 m 準 "
"	(10)	"	5 0 5 m 準 "
第 2 図	(4)	大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体	6 号線 地質断面図
"	(6)	"	10 号線 "
"	(9)	"	16 号線 "
"	(12)	"	A 線 "
"	(13)	"	B 線 "
第 3 図	(1)	大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体鉍量計算鉍画図	( I 号 鉍 体 )
"	(2)	"	( I 号 上 盤 鉍 体 )
"	(3)	"	( II 号 鉍 体 )
"	(4)	"	( II 号 下 盤 鉍 体 )
第 4 図		採鉍準備 (穿孔作業) 進捗状況	
第 5 図		稼動中抽出坑道の導入口位置とその状況調査	
第 6 図	(1)	大廠銅坑鉍山通気網調査 (地表)	
"	(2)	"	(No. 0 レベル)
"	(3)	"	(No. 1 レベル)
"	(4)	"	(No. 2 レベル)
"	(5)	"	(No. 3 レベル)
"	(6)	"	(No. 4 レベル)
"	(7)	"	(No. 5 レベル)
"	(8)	"	(5 9 5 m 準)

第 7 図	(1)	基本開坑計画(1)	(地表)
"	(2)	"	(No. 4 レベル)
"	(3)	"	(No. 5 レベル)
"	(4)	"	(5 9 5 m 準)
"	(5)	"	(5 7 0 m 準)
"	(6)	"	(5 5 0 m 準)
"	(7)	"	(5 2 5 m 準)
"	(8)	"	(5 0 5 m 準)
"	(9)	"	(4 5 5 m 準)

第 8 図 基本通気計画 (近代化計画改善後)

第 9 図	(1)	基本開坑計画(2)	(No. 4 レベル)
	(2)	"	(No. 5 レベル)
	(3)	"	(6 1 3 m 準)
	(4)	"	(5 9 5 m 準)
	(5)	"	(5 8 4 m 準)
	(6)	"	(5 7 0 m 準)
	(7)	"	(5 5 0 m 準)
	(8)	"	(5 4 0 m 準)
	(9)	"	(5 2 5 m 準)
	(10)	"	(5 0 5 m 準)





## I. 大廠銅坑鉦山細脈帶型鉦体概要

(中国側提供資料に基づく)



# I. 大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体概要 (中国側提供資料に基づく)

## 1. 位置・交通・気候他

大廠錫鉍山は広西壮族自治区北西部の南丹県に位置し、広西壮族自治区の首都南寧市の北方約250 Kmにある。鉍山地域は漢・壮・瑶の少数民族の住む山岳地帯にあり、首都南寧より武鳴、都安を経て自動車約7時間のところにある。県都南丹は北に46 Kmの距離にあり、東は83 Kmで金城江に至り、黔桂鉄道と連絡している。

大廠錫鉍山地域は現在中国第2位の世界的な錫鉍床胚胎地域で、標高500～1,000 mの起伏の大きな山岳地帯にあり、約30 Km<sup>2</sup>の範囲に数個の鉍床群が賦存している。

気候は温暖・湿潤の亜熱帯性気候で、年間平均気温は16～18℃であり、春は多霧、夏は多雨、冬は氷雪は少なく、年間の気温変化は少ない。

12月～1月の気温は10℃程度で、最低気温は-3℃である。7月～8月の平均気温は26℃、最高気温は35℃である。

雨は5～8月に多く、この期間の1日平均降雨量は19 mm、最大降雨量は155 mm/日で、年間降雨量は1,100～1,600 mmである。

季節風は春季には南東方向に、秋季は北西方向に吹く。多年のデータによる平均風速は1.4～1.8 m/秒である。



## 2. 地質・鉱床

### 2-1. 広域地質・鉱床概要

大廠銅坑鉱山を含む大廠鉱床田地域は、江南楯状地の南西縁にあって、カレドニアン・パリスカン・インドシニアン（三疊紀）およびヤンシャニアン（ジュラ紀～白亜紀）の造山運動の痕跡を残す、いわゆる Shan 構造帯内に存在する。

大廠鉱床田付近には、デボン紀から三疊紀に至る厚さ 7,000 m 以上の堆積岩類が露出している（第 I-1 図参照）。

これらは主として頁岩・泥灰岩および石灰岩からなり、砂岩・珪岩を伴っている。これらの堆積岩類は、主として南北方向に進入した白亜紀の花崗岩類に貫入され、一部熱変成を蒙っている。

本地域の主要構造は、衝上断層によって特徴づけられる北西-南東方向の複背斜構造であり、これと平行に主要断層系が発達している。これら北西-南東系構造を切って北東-南西系正断層と小規模な南北系断層が見られる。大廠鉱床田の鉱化作用は上記の衝上断層とこれを切る断層および褶曲構造に規制されている。

G・Taneli ほか（1985）によると大廠鉱床田地域の既知鉱化作用は次の 4 グループに分けられる。

- ① 錫石+銅・鉄・鉛・亜鉛硫化物および複硫塩
- ② 亜鉛・銅スカルン
- ③ アンチモニー・タングステン鉱脈
- ④ 錫・鉄酸化物の残積成鉱床および砂鉱床

上記のうち④を除く主要な初生鉱床は上部デボン系中に胚胎し、白亜紀の花崗岩質貫入岩体の周囲に分布している。

大廠鉱床田地域の主要鉱化作用は、①の錫石+硫化物・複硫塩グループであり、長坡鉱山・銅坑鉱山・巴里鉱山および龍頭山鉱山等の脈状・網状・層状鉱体が開発されている。

### 2-2. 鉱床近傍の地質および地質構造

#### (1) 地質

大廠銅坑鉱山は南西側に隣接する長坡鉱山とともに、長坡複背斜構造の東翼に分布する上部デボン紀の榴江層群および同車江層群の地層中に賦存している。

調査対象となった細脈帯型鉱体（以下、細脈鉱体と略称）の母岩は、第 I-1 表に示すように下位から上位に  $D_3^2c$ （小扁豆状石灰岩）・ $D_3^2d$ （大扁豆状石灰岩）・ $D_3^3a$ （泥灰岩・頁岩）および  $D_3^3b$ （炭質頁岩）で構成されている。さらに上位の  $D_3^3c$ （砂岩

・頁岩・泥灰岩)にも弱い鈹化作用が及んでいると考えられるが、今回の調査では確認していない。

鈹体母岩の岩種毎の特徴を以下に述べる。なお、現地調査で採取した試料の薄片検鏡結果とX線回折結果を第I-2表および第I-3表に示す。

a)  $D_3^2$ <sup>c</sup> (小扁豆状石灰岩)

本岩は白色～灰白色を呈し、厚さ3cm以下の石灰岩と灰色～灰褐色泥灰岩の薄層が互層して縞状層理を示す。石灰岩薄層は膨縮して扁豆状・レンズ状となることが多い。一般に、層理面での剥離は少なく塊状である。

b)  $D_3^2$ <sup>d</sup> (大扁豆状石灰岩)

本岩は灰色～灰白色を呈し、厚さ数cm以下の扁豆状～レンズ状石灰岩と灰色～黒灰色泥灰岩との不規則な互層よりなる。一般に層理面の発達は弱く塊状であるが、石灰岩と泥灰岩との境界部で剥離しやすい。本岩は下位の $D_3^2$ <sup>c</sup>を整合的に覆うが、しばしば境界面に沿って逆断層が発達して、方解石を主とし、錫石・硫化鈹物を伴う鈹脈を胚胎している。

c)  $D_3^3$ <sup>a</sup> (泥灰岩・頁岩)

泥灰岩の岩質は細粒・緻密・やや軟質で、灰色～黒灰色を呈し、一部に黒灰色緻密な炭質頁岩と灰白色石灰岩の薄層を挟在している。本岩は石灰質で、希塩酸によって発泡が見られる。通常、5cm～数十cmの単位で層理面が発達している。下位の $D_3^2$ <sup>d</sup>との境界は整合的に漸移する。

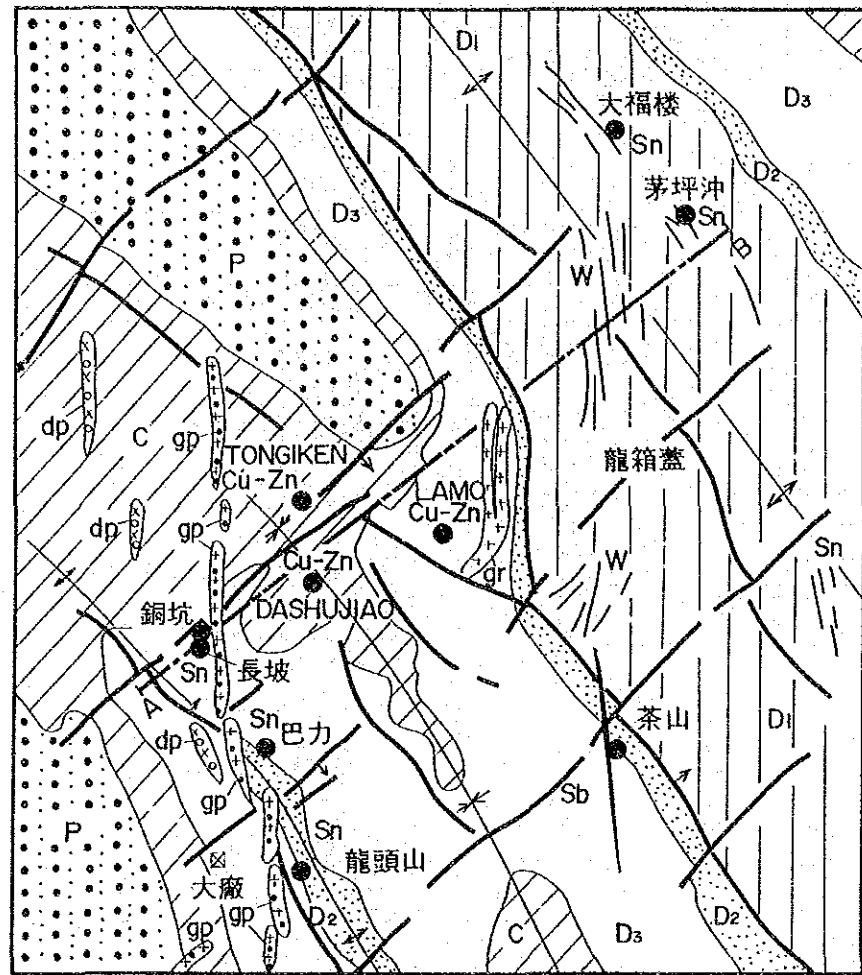
d)  $D_3^3$ <sup>b</sup> (炭質頁岩)

本岩は、黒灰色の緻密・やや軟質な頁岩で、下部で泥灰岩を挟在する。通常、数cm以下の単位で層理面が発達している。炭質物と考えられる黒色不透明物質を多数含有し、工業分析の結果、4個の試料で固定炭素が2.9～6.0%を示した。下位の $D_3^3$ <sup>a</sup>との関係は整合で、下部ではこれと指交関係にある。

e)  $D_3^3$ <sup>c</sup> (砂岩・頁岩・泥灰岩)

本層は主として黒灰色の千枚岩質頁岩よりなり、灰白色細粒砂岩・灰色緻密泥灰岩・黒灰色石灰岩および灰色チャートを挟在する。本層は銅坑内には分布せず、細脈鈹体上方の地表部で下位の $D_3^3$ <sup>b</sup>を整合的に覆って分布している。

# 第 I - 1 図 大廠鉍山地域地質図及び地質断面図



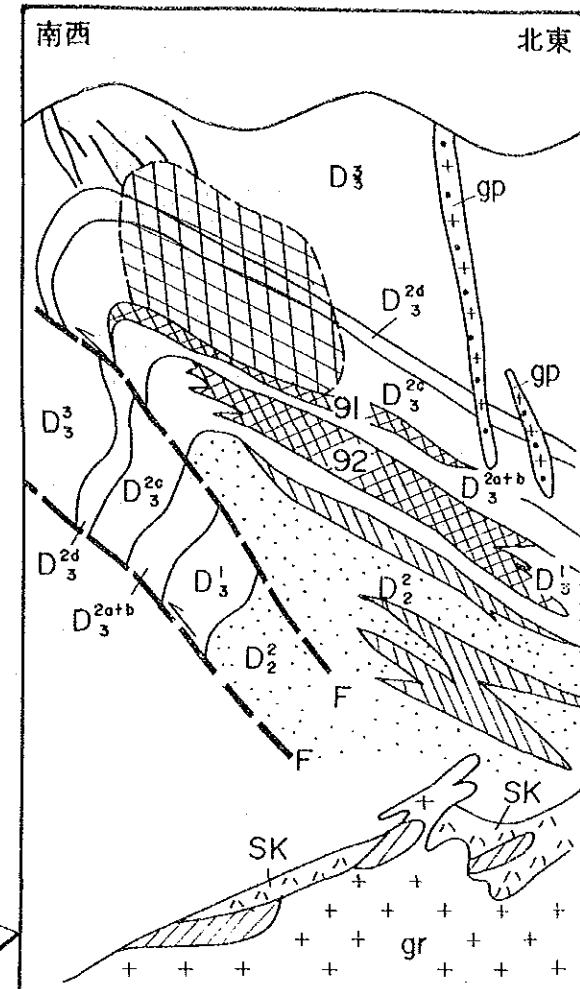
原図 G. Tanelli, P. Lattanzi (1985) に加筆



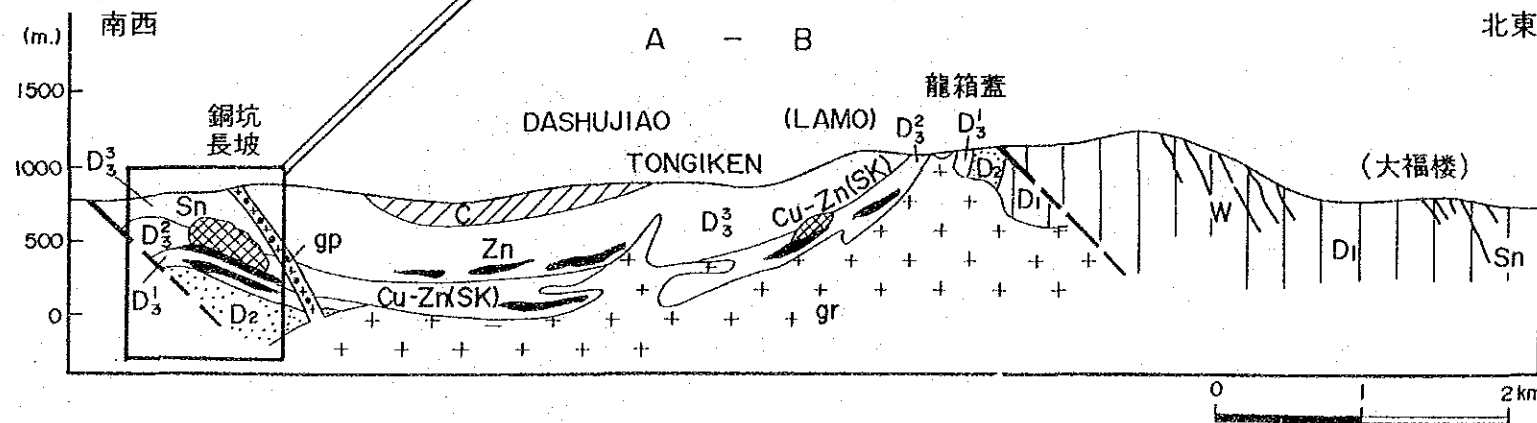
## 凡例

- P 二疊系
  - C 石炭系
  - D<sub>3</sub> 上部デボン系 (D<sub>3</sub><sup>1</sup> ~ D<sub>3</sub><sup>3</sup>)
  - D<sub>2</sub> 中部デボン系
  - D<sub>1</sub> 下部デボン系
  - gr 黒雲母花崗岩
  - gp 花崗斑岩
  - dp 閃緑玢岩
  - 断層
  - 背斜軸
  - 向斜軸
  - 鉍山
  - 塊状
  - 網状
  - 脈状
- Sn = 錫    Sb = アンチモニー  
 Cu = 銅    Zn = 亜鉛  
 W = タングステン  
 SK = スカルン

## 拡大図 (鉍床概念図)



215地質探査隊原図に加筆



## 凡例

- D<sub>3</sub><sup>1</sup> - D<sub>3</sub><sup>3</sup> 上部デボン系
- D<sub>2</sub> 中部デボン系
- gr 黒雲母花崗岩
- gp 花崗斑岩
- F 断層
- 鉍脈型錫鉍体
- 細脈帯型錫鉍体
- 層状, 細脈状, 網状交代錫鉍体
- 亜鉛鉍体
- 亜鉛・銅鉍体
- SK スカルン





第 I - 1 表 大 廠 銅 坑 鉍 山 地 質 層 序 表

時 代		地層名	層 厚	岩 相	地層間 の關係	火 成 活 動	鉍體胚胎層準	
古 生 代	上 部	同 車 江 層 群	D <sub>3</sub> <sup>3c</sup>	80m+	砂岩・頁岩・ 泥灰岩	整 合	↑ 花 崗 岩 ・ 花 崗 斑 岩 (白 亜 紀)  鉍 脈 帶 型 錫 鉍 體 鉍 脈 型 錫 鉍 體  層 狀 ・ 細 脈 狀 ・ 網 狀 錫 鉍 體 垂 鉛 鉍 體	
			D <sub>3</sub> <sup>3b</sup>	60~ 130m	炭質頁岩	整 合		
			D <sub>3</sub> <sup>3a</sup>	50~ 100m	泥灰岩・頁岩	整 合		
	下 部	江 層 群	D <sub>3</sub> <sup>2d</sup>	10~ 20m	大扁豆狀 石灰岩	整合, 逆 断 層		
			D <sub>3</sub> <sup>2c</sup>	90~ 110m	小扁豆狀 石灰岩	?		
			D <sub>3</sub> <sup>2b</sup>	10~ 20m	細縞狀砂質岩 ・ 石灰岩	?		
			D <sub>3</sub> <sup>2a</sup>	10~ 25m	縞狀石灰岩 ・ 泥灰岩	?		
	中 部	下 部	D <sub>3</sub> <sup>1</sup>	50~ 70m	珉質岩	?		
			中 部	D <sub>2</sub> <sup>2b</sup>	30~ 50m	珉質岩・ 石灰岩・頁岩		

第1-2表 薄片検査結果一覧表

番号	試料番号	採取場所	岩石名	地層名	基質						岩片							備考	
					石英	方解石	絹雲母	緑泥石	閃亜鉛鉱	不透明鉱物	黒色不透明物質	微小岩片	石英	方解石	絹雲母	ルチル	シリコン		電気石
1	7-2	595m準	小扁豆状石灰岩	D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	・	◎	△			・	(黄鉄鉱?) (炭質物?)								絹雲母薄層を介する
2	5-4	No.5レベル	大扁豆状石灰岩	D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	・	◎	△					・	(炭質物?)					△	泥灰岩々々片を包有する (炭質物?)
3	4-9	No.4レベル	泥灰岩	D <sub>3</sub> <sup>a</sup>	○	○	○			・	(黄鉄鉱)								泥灰岩々々片を包有する
4	4S-3	No.4レベル	炭質頁岩	D <sub>3</sub> <sup>b</sup>	◎	◎	◎			△	(炭質物?)								珪質砂岩々々片を包有する (黄鉄鉱)
5	20-2	地表	炭質頁岩	D <sub>3</sub> <sup>b</sup>	△	△	△					○	(炭質物?) (頁岩)						同質頁岩々々片を包有する
6	7-10	595m準	小扁豆状石灰岩 (細脈鉄石を含む)	D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	△	◎	△			○	(黄鉄鉱)								
7	4-6	No.4レベル	泥灰岩 (細脈鉄石を含む)	D <sub>3</sub> <sup>a</sup>	○	◎	◎			△	(黄鉄鉱)								

◎…多量 ○…中量 △…少量 ……微量

第I-3表 X線回折結果一覽表

番号	試料番号	採取場所	岩石名	地層名	X線回折結果										
					石英	方解石	アンケライト	絹雲母	緑泥石	角閃石	石膏	黄鉄鉱	白鉄鉱	閃亜鉛鉱	
1	7-2	595m準	小扁豆状石灰岩	D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	◎	◎		△				△			
2	5-4	No.5レベル	大扁豆状石灰岩	D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	△	◎		△							
3	4-9	No.4レベル	泥灰岩	D <sub>3</sub> <sup>a</sup>	◎	○		○				△			
4	4S-3	No.4レベル	炭質頁岩	D <sub>3</sub> <sup>b</sup>	◎	◎		○				△		△	・
5	20-2	地表	炭質頁岩	D <sub>3</sub> <sup>b</sup>	◎	◎		○							
6	7-10	595m準	小扁豆状石灰岩 (細脈鉄石を含む)	D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	○	◎	△?	・		・?		△	△	△	・
7	4-6	No.4レベル	泥灰岩 (細脈鉄石を含む)	D <sub>3</sub> <sup>a</sup>	◎	◎		○					◎		△

◎…多量 ○…中量 △…少量 ・…微量

(2) 地質構造

大廠銅坑鉍山付近のデボン系はN20°W方向の軸を有する長坡複背斜構造の東翼に位置し、鉍床区域内には褶曲構造と断裂構造が発達している。

銅坑坑内においても、北西方向へ沈降する軸を持つ向斜構造および背斜構造が想定され、これらの褶曲構造によって地層は北または北西へ通常15°~30°傾斜するS字形の波曲構造を示している。

断裂帯は長坡複背斜構造の軸部およびその翼部を切り、軸にほぼ直交して発達している。断裂帯の走向は北東-南西で、南東へ60°~70°傾斜し、その規模は、延長1,400m、幅300~400m、深さ450mに達する。

(3) 鉍床

長坡複背斜構造の東翼に発達した北東-南西系断裂帯と褶曲構造翼部の層間のズレ部が銅坑鉍山および南西に隣接する長坡鉍山の重要な鉍床胚胎構造を形成している。

黄民智ほか(1985)によると長坡鉍床は、垂直方向に上部から下部へ鉍脈型鉍体-細脈帯型鉍体-層面ヒ型鉍体-層状・細脈状鉍体-層状・網状鉍体-亜鉛鉍体-亜鉛・銅スカルン鉍体の順に配列している。大廠銅坑鉍床の場合も、ほぼ同様な鉍体配列を示すものと推定される。

調査対象となった細脈鉍体は、現在までに北東-南西方向の走向を示すほぼ平行して隣接する2つの主要鉍体が開発され、南側からI号鉍体、II号鉍体と呼ばれている。さらに、I号鉍体の上盤側およびII号鉍体の下盤側にもいくつかの小規模な鉍体が確認されている。主要鉍体の規模・性状は次表のとおりである。

第1-4表 主要鉍体の規模・性状一覧表

鉍体番号	規 模			鉍体賦存標高(m)	地 山 かぶり厚(m)	性 状	
	走向延長(m)	鉍体幅(m)	傾斜延長(m)			走 向	傾 斜
I	最大 530	最大 65	最大 203	464~705	65~160	東部 N32°~42°E	SE 上部14°~90°
	平均 425	平均 30				西部 N30°~40°E	下部60°~70°
II	最大 640	最大 80	最大 234	461~717	50~115	東部 N40°~48°E	SE 上部77°~86°
	平均 483	平均 35				西部 N25°~40°E	下部53°~70°

注) 平均数値は№4レベル・595m準・570m準および505m準の平均値である。

細脈鉍体は複雑な分岐・会合を繰返す密集した細脈で形成され、単一細脈の走向・傾斜は鉍体全体の構造と一致する。細脈の密度は場所により著しく変化するが、中国側資料ではその平均密度は約7条/mである。脈幅は、一般に、0.5~3cm(最大脈幅1m)、延長は5~30mである。層理面を切るこれらの急傾斜脈のほか、No.5レベル等では、泥灰岩等の層理面に沿って胚胎した層面ヒ(最大幅0.7m)が発達している(第I-2図(B)参照)。

坑内東側の背斜軸と西側の向斜軸に挟まれる褶曲構造の翼部に相当し、層理面の走向と細脈鉍体の走向がほぼ一致する部分では、鉍体の厚さが肥大し、層面ヒも発達して富鉍体を形成する傾向が認められる。

第I-2図のスケッチに示すように細脈鉍体の品位は非常に不均質なのが特徴である。

細脈鉍体全体の平均品位は、中国側資料によると錫:0.56%、亜鉛:2.76%であり、鉍体の上盤側が低品位で下盤側が高品位、上方部が低品位で下方部が高品位という特性を持っている。

鉍物組成は比較的複雑で、今回の鉍石試料・炭質頁岩試料の研磨片検鏡結果から黄鉄鉍・硫砒鉄鉍・磁硫鉄鉍・白鉄鉍・閃亜鉛鉍・黄錫鉍・錫石・黄銅鉍・硫鉄ニッケル鉍・閃安鉛鉍・Pb-Sb-S系鉍物(Zinkenite?)・Pb-As-S系鉍物(Dufrenoyite?)およびPb-(Bi·Sb·As)-S系鉍物(Kobellite?)を確認した。

このほか、文献では、方鉛鉍・輝安鉍・毛鉍およびFranckelite等が報告されている(黄民智ほか、1985)。

主要脈石鉍物は方解石・石英であるが、黄民智ほか(1985)は少量の電気石・絹雲母・螢石・石膏・カリ長石および緑泥石を報告している。

鉍石鉍物および脈石鉍物の組成・性状については、今後もさらに検討し、鉍物の生成順序、累帯配列等を明らかにして、将来の探鉍指針とする必要がある。

鉍化作用に伴う母岩の変質作用は、試料数が少なく明瞭ではないが、検鏡結果・X線回折結果から炭酸塩化・絹雲母化・黄鉄鉍化・白鉄鉍化および珪化が認められ、将来の探鉍指針になると考えられるので、今後も詳しく検討する必要がある。

2-3. 細脈帯型鉍体の鉍量計算(中国側計算)

地表ボーリングおよび坑道探鉍の結果に基づき、1962年、215地質探査隊によって埋蔵鉍量が計算された。その後、No.4レベル以上の埋蔵鉍量については、坑道開きくおよび採掘の進展に伴って、銅坑鉍山により鉍量の修正が毎年実施されている。

(1) 鉍量計算基準および鉍体範囲決定原則

錫の限界品位を0.15%とし、鉍体の平均錫品位が0.3%以上のものを工業鉍体としているが、平均錫品位が0.15~0.29%の場合でも亜鉛品位が4%以上の時には工業鉍体とされる。(\*: 稼行対象鉍体)

鉍脈の最小可採幅は、急傾斜鉍体は1m、緩傾斜鉍体で1.8mである。鉍体と研部との境界は不明瞭なので1m間隔で採取された試料の分析結果で鉍体範囲を決定しており、抽出坑道において錫の平均品位が0.3%以上の範囲が鉍体と見なされる。

鉍体中の厚さ4m以上の中石(錫品位0.15%未満)は研として鉍体から除外される。この研の範囲は、研が抽出坑道に単独に存在する場合は上下・左右に隣接する抽出坑道の間までを研範囲とし、研が隣接する抽出坑道にも存在する場合は併合して研範囲とし、鉍体から除外される。

なお、中国においては錫の工業鉍量は下記のクラスに分類される。

- A級鉍量……幅 10m × 高さ12m以内の網度で確認されたもの
- B級鉍量……幅 50m × 高さ50m ”
- C級鉍量……幅100m × 高さ100m ”

(2) 埋蔵鉍量計算

埋蔵鉍量は、各レベル・各中段における鉍体の水平断面積と平均品位に基づき計算されている。なお、鉍石比重は2.94、研比重は2.70としている。

1986年末現在における505m準以上の細脈鉍体埋蔵鉍量は次表に示すとおりである。

第1-5表 細脈帯型鉍体埋蔵鉍量(中国側計算)

1986年末現在

レベル	埋蔵鉍量(千t) (A+B+C)	品位(%)			金属量(t)		
		錫	鉛	亜鉛	錫	鉛	亜鉛
No.2(663.5)	151	0.33	0.61	1.04	502	925	1,573
No.3(650.5)	462	0.35	0.56	1.73	1,632	2,577	7,976
No.4(635.5)	1,264	0.52	0.71	2.58	6,449	8,976	32,600
5 中段(595)	2,611	0.57	0.53	2.69	14,873	13,868	70,363
6 中段(570)	2,002	0.60	0.72	3.02	12,039	14,327	60,412
9 中段(505)	4,011	0.61	0.56	3.15	24,491	22,395	126,334
合計	10,501	0.57	0.60	2.85	59,986	63,068	299,258







#### 2-4. 岩盤特性

中国側資料による鉍石および母岩の一軸圧縮強度は次表のとおりである。

第1-6表 岩種別一軸圧縮強度(中国側資料)

岩石名	一軸圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
細脈鉍石	1,260
泥灰岩	1,177
板状泥灰岩	1,197
大扁豆状石灰岩	1,150
小扁豆状石灰岩	1,220

鉍石の一軸圧縮強度は1,260~1,562 kg/cm<sup>2</sup>で比較的堅い。母岩の一軸圧縮強度は922~1,652 kg/cm<sup>2</sup>である。



### 3. 採 鋇

#### 3-1. 出鋇量・品位

細脈鋇体の当初設計による生産規模は、日産 4,000 t (3万/日操業体制；年間出鋇量 1,320千t)である。

中国側提供資料に基づく1984年～1986年の細脈鋇体の出鋇実績は下表のとおりである。

第1-7表 細脈帯型鋇体出鋇実績

項 目	年 度	単 位	1984 (実績)	1985 (実績)	1986	
					(実績)	(計画)
出 鋇 量	操業日数	日	303	312	319	330
	掘場出鋇 (1日当り)	千t (t/日)	256 (845)	414 (1,328)	287 (899)	705.5 (2,139)
	*その他	千t	106	94	57	70.0
	合 計 (1日当り)	千t (t/日)	362 (1,196)	508 (1,627)	344 (1,079)	775.5 (2,350)
品 位	錫 (Sn)	%	0.48	0.46	0.80	0.295
	亜鉛 (Zn)	%	1.66	2.08	2.54	1.200
	鉛 (Pb)	%	0.42	0.53	0.46	0.435

\*：その他鋇量の内訳は、開さくにともなう本番鋇および高品位の下部層状鋇体からの出鋇である。(ただし、1986年の計画には層状鋇体からの出鋇は含まれていない)

### 3-2. 採 鋇 法

#### (1) サプレベルケーピング法の適用と鋇石損失率および研混入率

採掘の主力は上部の細脈鋇体で、古くよりシュリンケージ法による採掘が行われている模様であるが、1981年よりトラックレスマイニングを採用したサプレベルケーピング法（崩落採鋇法）を適用し、大規模採掘を行っている。

1986年末現在、採鋇量は215万t、出鋇量は158万tに達している。

細脈鋇体の設計上の可採率および鋇石損失率・品位貧化率（研混入率）は、それぞれ75%および25%であるが、鋇石損失率および品位貧化率はともに悪化して高くなっている。

中国側提供資料による各レベルでの実績鋇石損失率および研混入率を以下に示す。

第1-8表 レベル別鋇石損失率および研混入率実績

レ ベ ル	工業鋇量 (千t)	鋇 石 損 失 率 (%)				研混入率 (%)
		設 計 <sup>1</sup>	未回収 <sup>2</sup>	採 掘 <sup>3</sup>	計	
No.0レベル	182	3.5	15.1	45.2	63.8	31.9
No.1レベル	560	0.1	9.1	33.3	42.5	29.1
No.2レベル	768	4.6	7.1	39.2	50.9	

\* 1 : 切羽運搬坑道および坑井の保護ピラー等、設計段階で可採範囲から除外したもの

\* 2 : 操業上の理由（岩盤脆弱、火災影響等）により採掘できなかったもの

\* 3 : 研の早期混入等により計画どおり抽出できなかったもの

#### (2) サプレベルケーピング法における各諸元

設計による採掘レベル間隔は12～13mである。抽出坑道は鋇体の走向に直角に設けられ、坑道間隔は10mで、上下レベルの抽出坑道は、いわゆる「品」字形の千鳥方式に開さくされる。

坑道断面規格は、切羽運搬坑道：幅4.0m×高さ3.5m、抽出坑道：4.0m×3.2m、発破自由面を確保する切割坑道は3.0m×3.0mである。

### 3-3. 開 坑

#### (1) トラックレス坑道（切羽運搬坑道・抽出坑道および斜道）の開さく

坑道掘進は主としてレグドリルとロードホールダンプの組合せで行っており、レグドリルの穿孔径は40mmφで、使用空気圧は6～7kg/cm<sup>2</sup>である。

1発破当りの穿孔長は1.8～2.0mで、穿孔本数は40～45本である。火薬は2#岩石爆薬（硝安系爆薬）を使用しており、非電気式の導爆雷管により起爆している。

坑道掘進の速度は一般に20～25m/月である。

また、坑道掘進用穿孔機械として電気式全油圧ジャンボ（2ブーム）および空動さく岩機搭載ジャンボ（1ブーム）を各1台保有しているが、現在、細脈鉱体の開坑には使用されていない模様である。

#### (2) 主要運搬坑道の開さく

レグドリルとレールローダー（700型級）の組合せで行っている。

#### (3) 立坑（鉱石・研および通気立坑等）の開さく

現在、立坑開さくはほとんど行われていないが、50m以上の長い立坑は鳥籠方式（吊缶巻揚）で開さくされている。この方式での最大立坑開さく長は90mで、月間の開さく能力は30～50mである。

50m以下の立坑は普通方式（木材による足場積上げ）により開さくしており、月間の開さく能力は20～25m（1m/日）程度である。

#### (4) 開坑用人員配置（No.5レベル 開坑クルー）

さく岩工	3	人/方
発破工	1	“
運搬工	2	“（ロードホールダンプ運転）
修理工	1	“
計	7	人/方

#### (5) 支 保

岩盤は比較的堅固で、一般に支保は不要であるが、軟弱岩盤個所には長さ2.0mの全面接着タイプのロックボルト（接着剤：セメントモルタル）を施しているほか、セメント吹付やコンクリートライニング等も施工している。

(6) 開坑量の計画と実績

1984～1986年での坑道掘進計画量と実績は以下のとおりである。

第I-9表 坑道掘進計画量と実績

年 度	*計画量 (m)	実 績 (m)
1984	3,200	4,418
1985	3,443	3,814
1986	4,658	2,518

\*：この開坑量は銅坑鉱山全体のものと思われる。

(7) 開坑の進捗状況

細脈鉱体は595m準で大きく上下に二分されており、現在採掘対象となっている上部ブロック(595m準以上)については骨格構造を決める基本開坑は終了している。

現在、切羽開坑は、No.5レベルの切羽運搬坑道および抽出坑道の開さくをほぼ終了しており、現在のサブレベルケーシング法による出鉱態勢を続ける場合には開坑遅れはない。

また、下部ブロックについては、主要トラックレス斜道(人員および資機材搬入路)は595m準までしか開さくされておらず、505m準～595m準を結ぶ各種立坑(鉱石・研および通気立坑等)もまだ開さくされていない。

### 3-4. 採 鉱

#### (1) 長孔穿孔

採鉱のための発破孔は長孔穿孔専用機械により直接抽出坑道地並から上向に扇形穿孔を行っている。

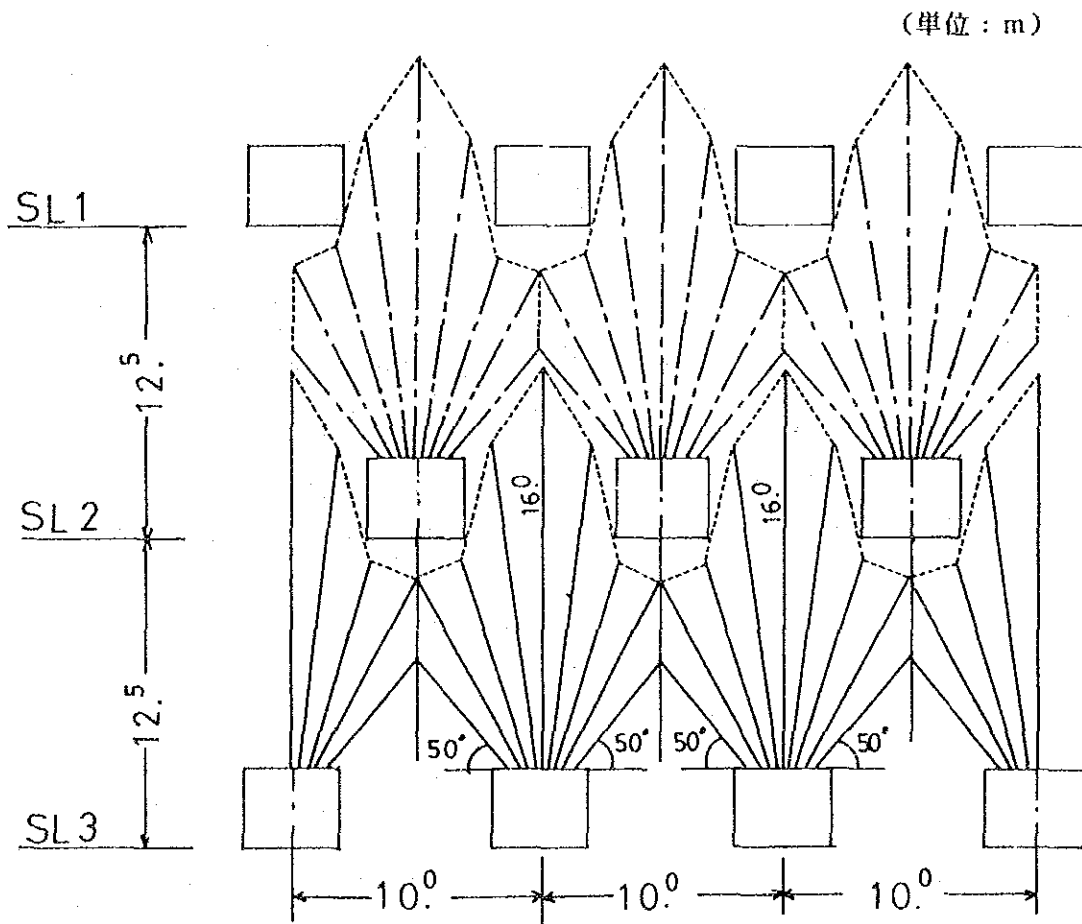
穿孔径は一般に65mmφで、1列に9~10本の穿孔を行う。穿孔々長は短いもので3.5~5.0m、長いもので1.5~1.6mである。最小抵抗線(穿孔列間隔)は1.6~1.8mで、1回に2列ずつ発破を行う。また、穿孔径が100mmφの場合には最小抵抗線(列間隔)は2.5mで計画している。

穿孔機械設備には台車搭載型(空気動自走式)とスタンド型(人手でセット)があり、穿孔時は各機械に2~3人/方が配番されている。

穿孔能率は、65mmφの穿孔径で45~55m/方、100mmφの穿孔径で15~20m/方である。

#### (2) 標準穿孔配置

大廠銅坑鉱山における抽出坑道配置と標準穿孔配置(設計)を下図に示す。



第1-3図 大廠銅坑鉱山における標準穿孔配置

### (3) 発 破

火薬は、2 # 岩石硝安爆薬（粉状）を加圧式火薬装填器（容量 5 0 kg、空気圧 3 ~ 4 kg/cm<sup>2</sup>）で導爆線を添えて装薬し、非電気式の導爆雷管により起爆しており、1 列同段の斉発方式で発破している。

発破の起砕粒度は、発破設計上は 6 0 0 mm 以上の大塊は生じないことになっているが、実際には 6 0 0 mm を越える大塊が出てくる。この大塊発生割合は 5 % 程度であり、多少高くなることもある。

また、火薬装填・発破作業用に火薬装填器を搭載した自走式の外国製火薬装填車を 1 台保有しているが、まだ実際には現場で使用していない。

### (4) 採鉱準備（穿孔作業）進捗状況

現在、抽出坑道の開さくの終わっている No. 4 レベルに穿孔機械 6 ~ 7 台を搬入し、穿孔作業を実施している。

添付図第 4 図「採鉱準備（穿孔作業）進捗状況」に示すように、No. 4 レベルの全範囲のうち約半分程度の範囲で穿孔作業が終了しており、採鉱準備遅れはない。



### 3-5. 切羽運搬

#### (1) 作業形態

発破で起砕された鉱石（研）の積込・運搬は、主としてバケット容量3.8m<sup>3</sup>のロードホールダンプで行う。

切羽で600mmを越える大塊が出てきた場合には、ロードホールダンプで他の抽出準備坑道に運び、1回に集中して小割発破を行い処理している。小割発破は張付発破により行い、通常1日1回実施している。

#### (2) 作業人員および能率

ロードホールダンプ1台に3人配番され、鉱石抽出作業・破碎作業およびその他作業（導入口高詰り処理等）を行う。

切羽運搬の作業能率は200～250t/台・方である。

#### (3) 出鉱量管理

細脈鉱体の採掘対象鉱量は、品位分析結果により高品位部・低品位部および研部に分けられる。この区分により、

『採掘鉱量に対し、

- ・高品位部（錫品位0.3%以上）は100%の抽出量
- ・低品位部（0.15～0.29%）は80%の抽出量
- ・錫品位0.15%未満の場合は20～30%の抽出量

と決め、予定鉱量を抽出したら終了する』

という抽出鉱量管理を行っている。

ただし、焼鉱（石）灰の早期流下・混入により出鉱品位が低下した場合は、予定鉱量に達しない場合でも抽出は中止する。

#### (4) 稼働切羽の現況

現在、No.3レベルで鉱石抽出作業を実施中であるが、添付図第5図の「稼働中抽出坑道の導入口位置とその状況調査」に示すように、No.3レベルの抽出坑道の約半分以上が抽出を終了している。

### 3-6. 運 搬

#### (1) 人員および資材の運搬

人員の入出坑および資材の搬入は、主要トラックレス斜道（地表～5.95 m準の間、約1,500 m）と2#立坑（地表770 m準～305 m準）経由で行う。

トラックレス斜道は自動車の通行が可能であり、人員輸送車・資材運搬車・ロードホールドンプ・さく岩ジャンボおよび人員は斜道を経由して、直接採掘切羽に進入する。

2#立坑には1デッキ4 m×1,47 mのダブルデッキのケージが設備されており、人員・資材の同時運搬が可能である。

#### (2) 鉱石運搬（5.95 m準水平運搬）

抽出坑道レベルで鉱石立坑に投入された鉱石は、5.95 m準の空動式漏斗で6 m<sup>2</sup>底明け式鉱車に積込まれ、主要鉱石坑井に運搬・排鉱される。

5.95 m準の鉱石運搬は設計能力4,000 t/日で、トロリー電車2台と6 m<sup>2</sup>底明け式鉱車10車を1トレーンとして、2トレーンの3方操業で計画されている。

また、主要鉱石坑井の貯鉱容量は次のとおりである。

5.95 m準～4.30 m準間 : 4,000 t

4.30 " ~ 3.92 " : 1,000 "

---

計 5,000 t

#### (3) 研運搬（5.95 m準水平運搬）

抽出坑道における抽出研および開坑に伴う開さく研は、各レベルで研立坑に投入され、5.95 m準の手動式漏斗で2 m<sup>2</sup>横明け式鉱車に積込まれ、主要研坑井に運搬・排石される計画となっている。

5.95 m準の研運搬は設計能力800 t/日で、トロリー電車1台と2 m<sup>2</sup>グランピー鉱車12車の1トレーン（3方操業）で計画されているが、本操業ではまだ実際の研運搬は行っていない。

主要研坑井（研ビン）の容量は次のとおりである。

5.95 m準～3.92 m準間 : 1,000 t

#### (4) スキップ立坑運搬

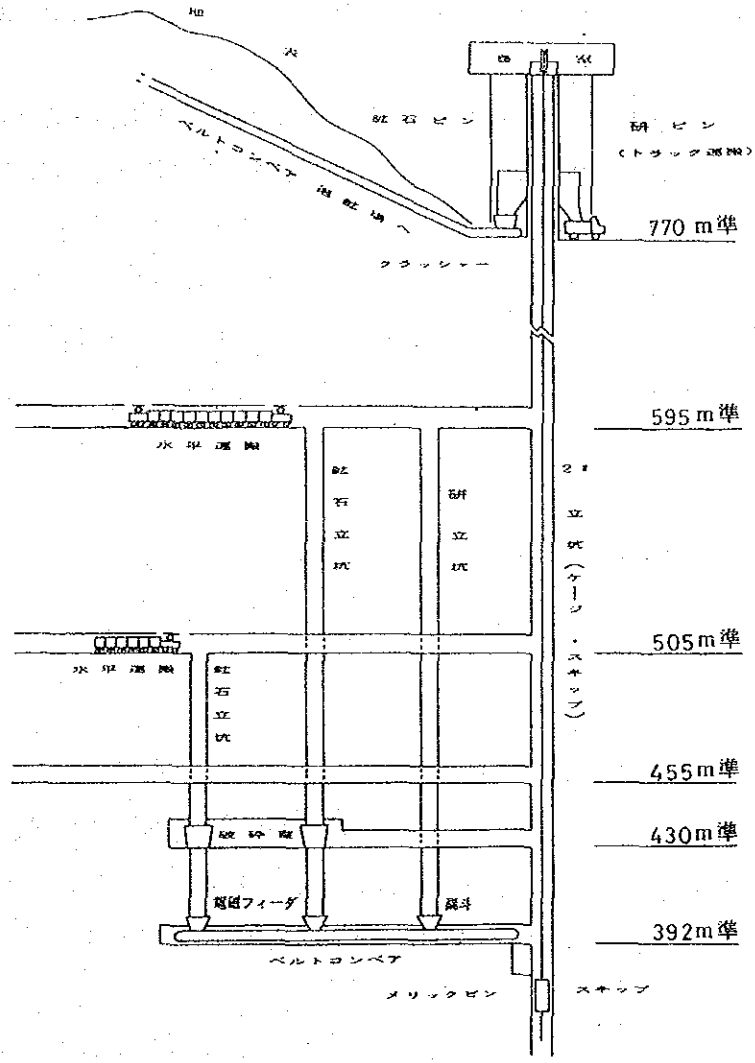
鉱石は4.30 m準で主要鉱石坑井から引抜かれ、クラッシャーで300 mmサイズに破碎され、貯鉱ビンに入る。その後、3.92 m準でベルトコンベアに引出され、計量ビン（現在は容量16 t）に運ばれた後、20 tスキップに積込まれる。

スキップに積込まれた鉱石は、ケーベ式巻上機（JKM×4型）で地表まで巻上げられ、巻上櫓内の貯鉱舎に入る。巻上櫓の下にはコーンクラッシャーが設置されており、鉱石は-75 mmまで破碎され、スチールベルトコンベアで選鉱場に送られる。

研は、坑内研ビンからクラッシャーを通さずに直接ベルトコンベアに引出され、計量ビンを経由してスキップに積込まれ、地表まで巻上げられた後、巻上機内研ビンに入る。機内研ビンからは直接トラック積みされ、研処理する計画となっている。

(5) 運搬系統模式図

鉍石および研の運搬系統を以下に模式図で示す。



第1-4図 細脈帯型鉍体鉍石および研の運搬系統模式図

### 3-7. 通 気

#### (1) 通気系統の基本計画

上部細脈鉱体部の通気は強制吹込式通気を採用している。新鮮な空気は2#通気立坑を経由して入り、595m準の主要中段坑道に至る。通気はさらに、595m準から5#・9#および10#の各入気立坑を経由して各採掘レベルの切羽を洗い、1#・6#および7#の各排気立坑を通して、687.5m準(No.0レベル)に至り、4号探鉱線上にある排気立坑から地表に排気される。

#### (2) 主要扇風機

2#通気立坑地表部にTOB2-21No.28型軸流扇風機(1,000KW)2台を設置し、1台運転により風量167m<sup>3</sup>/秒、扇風機圧力225mm水柱を確保している。

#### (3) 火災発生後の通気系統の変更

火災域の空気遮断のための坑道密閉、および通気扉の設置を実施した他、火災域で発生した有害ガスが密閉不十分な立坑を流下してくるため、稼働レベル(現在はNo.3レベル)の各立坑下に局部扇風機を設置して強制吹込みを行い、切羽へのガス流入を防いでいる。

#### (4) 現状の通気系統

現状の通気系統については第I-5図に示す。

### 3-8. 排 水

#### (1) 坑内排水系統および排水量

各採掘レベルの坑内水は水抜孔・排水側溝等を通して流下し、505m準の水倉に集水され、2#立坑を経由して坑外の800t水バックに揚水される。

坑内(上部細脈鉱体部)には優勢な地下水脈(湧水帯)はなく、505m準以上の平均坑内排水量は4,160m<sup>3</sup>/日、最大排水量は27,400m<sup>3</sup>/日である。

#### (2) 主要排水設備

主要排水設備は2#立坑505m準のケージプラットフォーム付近にある。同準の水倉容量は2,400m<sup>3</sup>、揚水ヘッドは290.8mで、水質は酸性である。(調査時には、坑外バック放水管口でpH6程度であった)

排水ポンプは耐酸性200D-43×9型タービンポンプ(揚水量280m<sup>3</sup>/時、ヘッド330m、440KW)が6台据付けられている。

排水管の管径は275mmで、排水管は2系統準備されている。

#### (3) 坑内排水実績

1986年: 1,391千m<sup>3</sup> (平均2.65m<sup>3</sup>/分)

### 3-2 給気・給水

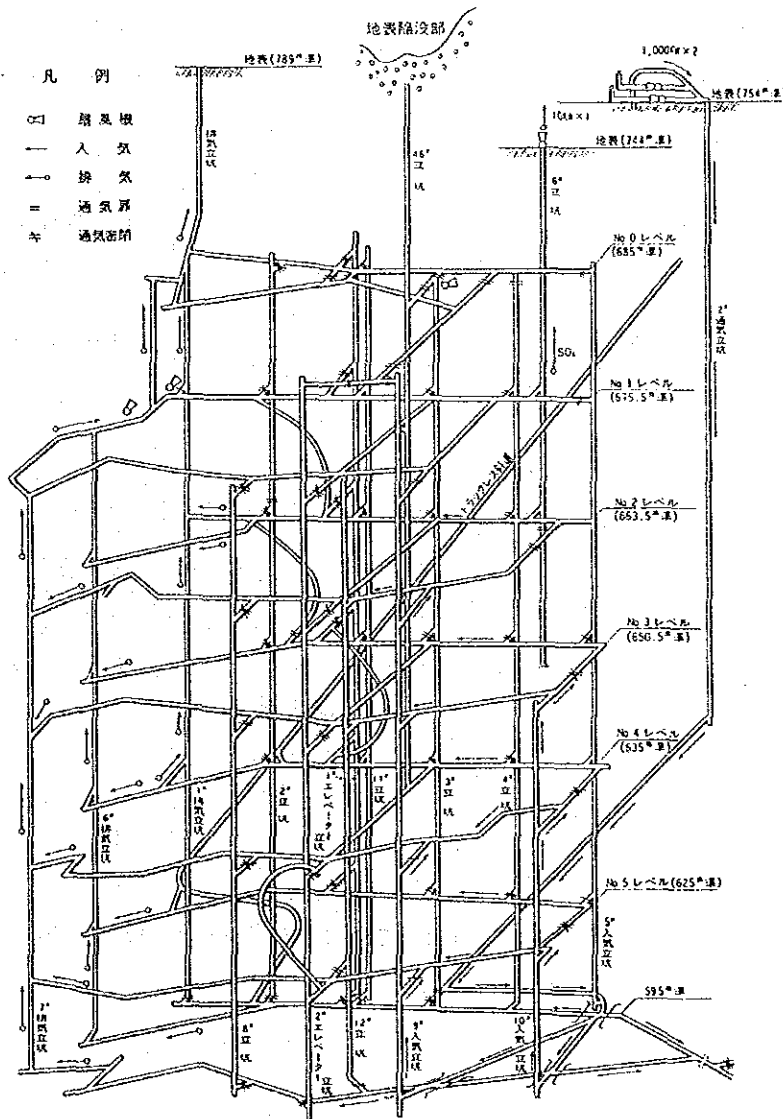
#### (1) 給気および給水系統

両系統とも、それぞれ2#立坑口にある水バック（坑内排水用：容量800t）およびコンプレッサー室から2#立坑を経由して595m準の主要坑道に主要配管が布設されており、595m準より5#・9#等の通気立坑を通して各採掘レベルにさく岩用水および圧縮空気が供給される。

#### (2) 空気圧縮機設備

コンプレッサーは550KW（吐出圧8kg/cm<sup>2</sup>、吐出量100m<sup>3</sup>/分）が4台および455KW（吐出圧8kg/cm<sup>2</sup>、吐出量82m<sup>3</sup>/分）が2台設置されている。

現状のコンプレッサーの運転状況は、550KWおよび455KWコンプレッサー各1台の常時2台の運転となっている。



第I-5図 大廠銅坑鉞山細脈帶型鉞体 坑内通気系統図

### 3-10. 作業別人員配置および主要採掘機械設備

#### (1) 作業別人員配置（作業方別）と機械の組合せ

銅坑鉱山における作業別人員配置（作業方別）と使用機械の組合せは以下のとおりである。

第1-10表 作業別人員配置および使用機械

作 業	使 用 機 械	人 員 配 置 (人)
掘 進	7655型(YT-24型)レッグさく岩機2台 +CT-6000型(LF-4・1型) ロードホールダンプ	さく岩員 3 発破員 1 切羽運搬員 2 修理員 1 } 7
長孔穿孔	YQ-90型さく岩機搭載CZ2-700型台車	採鉱員 2
長孔発破	AF-100型火薬装填機	発破作業員 11
切羽運搬	CT-6000型(LF-4・1型) ロードホールダンプ	切羽運搬員 3
運 搬	ZK10-7・62/250型電車2台 +6m底明け鉱車10台	積込員 5 電車運転員 3 発破員 1 } 9
鉱石巻上	JKM4×4のケーベ式巻上機+20tスキップ	立坑巻上員 9

#### (2) 主要採掘機械設備

銅坑鉱山（全体）で保有する主要採掘機械設備は次頁の一覧表に示すとおりである。

第1-11表 主要採掘機械設備一覧

種 類	型 式	台数	記 事
(坑道掘進) レグドリル 油圧ジャンボ ジャンボ	7655型, YT-24型 H832C L832C	18 1	2ブーム, ATLAS COPCO (電気) 1ブーム, " (")
(切上)	J02-4-8	4	切上能力90m、40m/月
(長孔採鉱) 台車搭載型 " スタンド型	CTC141, CZZ-700 TJ-25 YQ-100	7 6 6	中深孔用, 45~55m/方 " 大孔用, 15~20m/方
(火薬装填) 装填機 火薬装填車	AF-100 TM-40	3 1	フランスローダー (ジーゼル)
(切羽運搬) ロードホール ダンプ	CT-6000 LF-4・1	16 6	フランスローダー, 3.8m <sup>2</sup> 西独製, 2.0m <sup>2</sup>
(局部扇風機)  (トラックレスサービス車) 人員輸送車 材料運搬車 工作整備車 潤滑油運搬車	軸流ファン  TM-40 " " "	40 ~ 50  2 1 1 1	2.2Kw~28Kw  フランスローダー, 20人乗り " " "
(電車)	ZK10-T62型	7	10tトロリー電車
(鉱車) 6m <sup>2</sup> 鉱車 2m <sup>2</sup> "	底明け式鉱車 グランビー鉱車	25 20	鉱石運搬用 研 "
(試錐機)	KD-100	2	能力100m, (空動)





## 4. 坑内火災

### 4-1. 火災発生原因と状況

#### (1) 火災の発生原因

1972年、上部細脈鉱体南部の101Nブロックの採掘にサブレベルケーシング法の適用をはかり、採掘を開始した。1975年、101Nブロックの出鉱量は20万t（採鉱量30万t、未回収鉱量10万t）に達し、採掘稼行範囲は5,000㎡と広範囲に及んだ。

このため、採掘範囲の天盤部が725m準まで抜上がり、1976年々初には地表部に貫通した。これに伴って、鉱体上方部に厚さ50～70mにわたって分布している炭質頁岩（炭分6%、硫黄分4%）が崩落・堆積し、頁岩中の炭分と硫化鉱物（特に黄鉄鉱）中の硫黄分が酸化・蓄熱を起こし、燃えはじめた。

#### (2) 火災発生状況

火災は、先ずNo.0レベルの8号～10号探鉱線間（025～029坑道付近）で発生し、逐次火災範囲が広がっていった。地表部貫通直後は噴煙の発生量は少なかったが、時間の経過とともに発生ガス量が多くなり、ガス濃度も濃くなってきた。

火災発生個所に近いNo.0レベルおよびNo.1レベルの一部の区域では発破孔の孔温が100℃前後に上昇（最高196℃）し、亜硫酸ガスが作業場にも流れ込んできたため、採鉱・出鉱作業が進められなくなった。

また、地表と貫通した710m準の坑道は有害ガスが充満し、坑内温度は41℃に上昇した。地表では亜硫酸ガス等の有害ガスが生産現場や居住生活区に流れ込み、環境を汚染した。

火災の発生ガスには炭酸ガス（CO<sub>2</sub>）のほか多量の亜硫酸ガス（SO<sub>2</sub>）や一酸化炭素ガス（CO）、硫化水素ガス（H<sub>2</sub>S）等の有害ガスが含まれている。

火災発生時の主なガスの測定濃度は次のとおりである。

○亜硫酸ガス濃度（ガス濃度単位：ppm）

地表陥没域（157）、4号孔（84）、坑内2～5中段（70）、  
025坑道（77）

○一酸化炭素、炭酸ガス濃度

坑内2～5中段：一酸化炭素（10ppm）、炭酸ガス（0.6～1.0%）

#### (3) 火災範囲の拡大

1975年の101Nブロック地表部貫通以降もサブレベルケーシング法による採掘の進展に伴い地表の陥没は進み、火災域も広がっていった。

## 4-2. 火災対策と効果

### (1) 火災対策

火災対策として鉱山は次の対策を実施してきた。

- ① 地表部からの大量注水 (鎮火対策)
- ② 火災域の空気遮断のための坑道密閉 ( " )
- ③ 陥没火災域の覆土密閉 ( " )
- ④ 通気系統の整備, 高圧大容量扇風機による吹込式強制通気の採用  
(発生ガスの切羽への流下防止対策)

### (2) 火災対策の実施経過とその効果

鎮火対策として主に鉱山が実施してきた大量注水工事の経過および効果は次のとおりである。

- ・ 1976年 101Nブロック地表貫通により火災発生, 地表から煙霧噴出。
- ・ 1978年 地表からの注水により火災噴煙消失。(注水量: 15千 $m^3$ )
- ・ 1979年 再び煙霧発生し, 坑内岩盤温度上昇。
- ・ 1981年6月 再度地表部から注水により岩盤温度低下し, 煙霧減少。  
~1982年12月 (注水量: 420千 $m^3$ , 含石灰水・食塩水)
- ・ 1984年4月 再度火災煙霧発生し, 地表に大量噴出。
- ・ 1984年 地表部から注水するも火災範囲拡大。  
~1986年12月 (注水量: 400千 $m^3$ , 含石灰水・食塩水)

また, 陥没域への注水および覆土密閉の効果は以下のとおりである。

第I-12表 鎮火対策(注水および覆土密閉)とその効果

陥没域番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
陥没域 噴煙状況	未噴煙	有噴煙 1979	有噴煙 1976	未噴煙	未噴煙	有噴煙 1986	有噴煙 1985	有噴煙 1985	未噴煙	有噴煙 1985	有噴煙 1986	有噴煙 1986
鎮火措置法	—	注水 7日密閉	注水 水力覆土	—	—	注水 水力覆土	注水 水力覆土	覆土	—	—	注水 水力覆土	注水 水力覆土
鎮火効果		1983年 煙消失	煙消失			煙消失	煙消失 有蒸気	煙消失		煙極少		1986年 煙消失

#### 4-3. 火災の現状

火災発生以来、地表からの注水・坑道密閉および陥没火災域の覆土密閉等の鎮火対策の実施により、火勢は一時的に弱まったことはあったが、採掘の進展とともに1984年以降、火災範囲は拡大してきており、現在も多量の鉱石や鉱体上部にある炭質頁岩が燃えている。

##### (1) 現状の火災範囲

現在、地表での火災範囲は4#～12#の陥没区域間で総面積約2万㎡に及んでいる。レベル的には地表よりNo.0レベルもしくはNo.1レベル付近までの範囲が燃えている。

各採掘レベルにおける火災による高温域（孔温が50℃以上の区域）をまとめると次のとおりである。

第1-13表 火災による高温域と火焼鉱（灰）影響範囲

レベル名	高温域範囲 (面積)	火焼鉱(灰)影響範囲 (面積)
No.0レベル	下盤・025～029坑道 (520㎡)	下盤・024～029坑道 (700㎡)
No.1レベル	上盤・122～131坑道 (3,690㎡)	上盤・120～132坑道 (4,000㎡)
No.2レベル	上盤・226～235坑道 (1,840㎡)	上下盤219～237坑道 (7,000㎡)
No.3レベル	上盤・326～335坑道 (3,150㎡)	上下盤316～342坑道(13,000㎡)

##### (2) 地表部温度とガス濃度

現在、地表陥没部6#・7#および46#立坑付近での岩盤（表土）温度は300℃以上となっている。現地調査時に測定した排気立坑、6#立坑および地表旧坑（4号探鉱線南側）からの噴出ガス濃度は次のとおりである。

第1-14表 地表部噴出ガス濃度の測定結果

(ガス濃度単位：ppm)

測定箇所	亜硫酸ガス (SO <sub>2</sub> )	一酸化炭素 (CO)	硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	炭酸ガス (CO <sub>2</sub> )	窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> )	アルシンガス (As <sub>2</sub> H <sub>3</sub> )
排気立坑口	500 > スケールアウト	520	—	1.1%	—	—
6#立坑排気口	110	50	—	*	—	—
地表旧坑 (4号探鉱線南側)	40	60	*	*	*	*

\* 未測定。また、濃厚なガスが噴出している46#立坑は、周辺通路が危険なためガス測定できなかった。

### (3) 坑内状況

#### a) 坑内温度

現在、高温箇所での岩盤温度は65℃、坑道・作業切羽箇所の温度は33℃となっている。

#### b) 坑内各レベルの有害ガス状況

- ・No.0, 1レベル坑道：とくに高温範囲の坑道は亜硫酸ガス等の有害ガスが岩盤より直接発生しており、人の進入は不可能である。
- ・No.2レベル坑道：上下盤の坑道（未密閉の鉱石立坑、研立坑およびトラックレス坑道を含む）には亜硫酸ガス等の有害ガスが上部より流下している。

現地調査時点のガス濃度測定結果は次のとおりである。

##### ○3#立坑（12号探鉱線上北側）

亜硫酸ガス（SO<sub>2</sub>）： 300ppm以上（スケールアウト）

一酸化炭素（CO）： 1,050ppm

##### ○11#立坑（10号探鉱線上南側）

亜硫酸ガス（SO<sub>2</sub>）： 300ppm以上（スケールアウト）

一酸化炭素（CO）： 500ppm

- ・No.3レベル坑道：8#立坑、4#、11#、12#、5#、13#、6#の鉱石立坑・研立坑およびNo.1、No.2エレベーター立坑は上部レベルより亜硫酸ガス等の有害ガスが流下してくる。

こうした有害ガスの流下に対処するため、部扇風機の設置により有害ガスの切羽への侵入を防いでいる。

### (4) 地表への影響

火災により発生する有害ガスは草木類に甚大な悪影響を与えている。雨季には地表陥没部が揉め上りやすく、揉め上った後で特に火災ガス煙の噴出が激しくなる。

## 5. 管理体制

銅坑鉱山の総人員は3,000人で、そのうち採鉱課『坑口』には1,400人がいる。  
 鉱山の組織は、鉱部（本部）～車間（課）～工区（係）の3段階となっている。

銅坑鉱山の管理体制は次のとおりである。

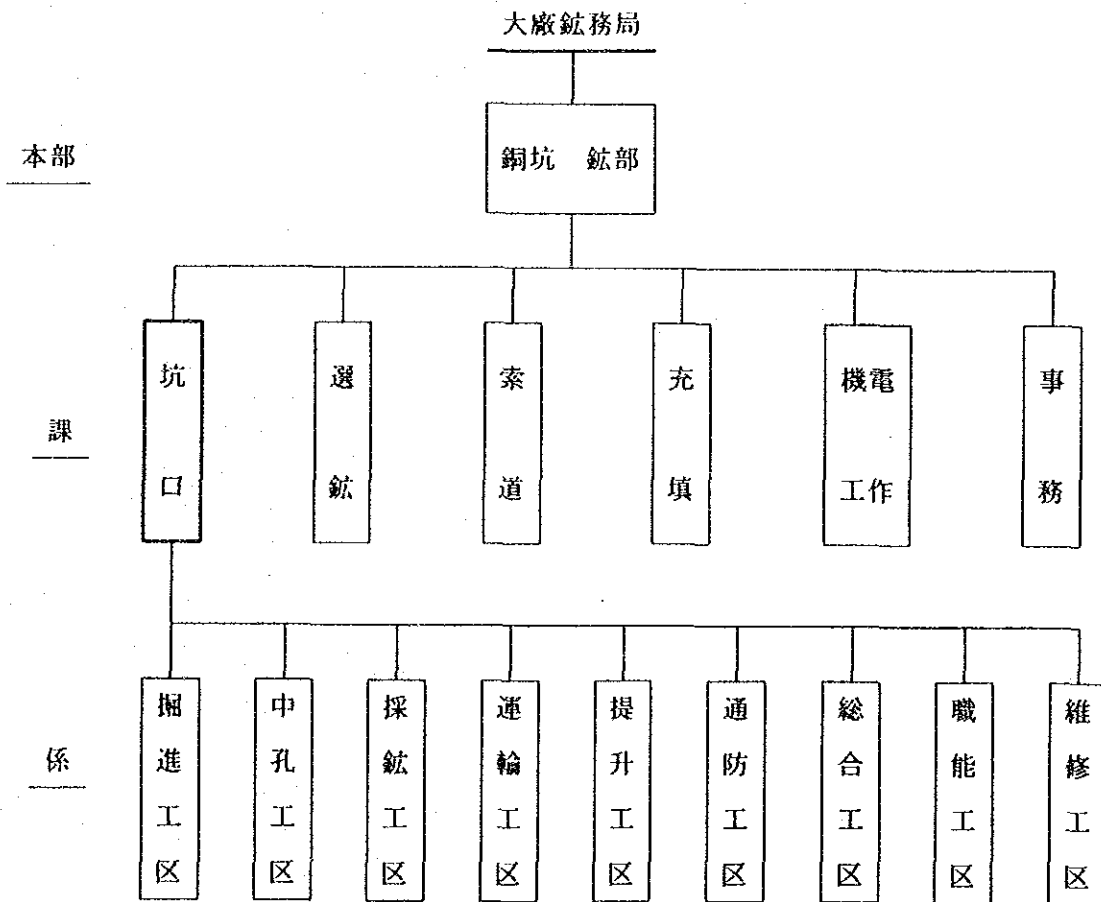
操業の管理は生産担当の副鉱長が生産管理本部－採鉱課生産管理室のラインで行っており、  
 採鉱課生産管理室は主任1人と室員2人／方で構成されている。

技術・設計管理は鉱山の主任技師が担当し、本部技術室－採鉱課技術係で行っている。  
 また、長孔の採鉱計画および1.0 t以下の発破計画は採鉱課技術係が担当している。

機電関係の管理は機電担当の副鉱長・副主任技師が担当し、機電工作本部－採鉱課機電  
 工作係で行っており、ここでは鉱山全体の機械類の日常修理・点検および加工・製作も担当  
 している。

このほか、補助管理部門として経営管理・福利厚生（含産婦人科・幼稚園）および労働  
 人事管理組織があり、それぞれ担当の副鉱長が管理している。

以下に鉱山の管理体制を示す。



第1-6図 大廠銅坑鉱山の管理体制



## II. 大廠銅坑鋸山採鋸部門の問題点

(細脈帯型鋸体)





## Ⅱ、大廠銅坑鉍山採鉍部門の問題点 (細脈帯型鉍体)

### 1. 中国側より提示された問題点(事前調査時)

大廠銅坑鉍山では上部細脈帯型鉍体(細脈鉍体)にサブレベルケーシング法の適用をはかり、1972年より採掘を開始した。

1976年、坑内採掘空洞が崩落を起こし、地表部まで貫通した。このとき、鉍体上方部にある炭質頁岩が自然発火を起し、坑内火災が発生した。

鎮火対策として、坑道密閉による空気遮断の他、地表からの大量注水等を行ってきたが、火勢は衰えることはあっても完全に鎮火せず燃え続け、今日に至っている。

最近では火災範囲は拡がる一方であり、その影響は坑内生産だけでなく、地表の立木や住民にも悪影響を及ぼしている。

さらに、企業体質等にも問題があり、生産計画4,000t/日(粗鉍生産量)に対し、実際には1,900t/日しか生産されていないのが現状である。

具体的な問題点は以下のとおりである。

#### (1) 火災による操業への影響

- a) 火災によって炭質頁岩および鉍石が燃えており、その焼鉍(石)灰が抽出鉍石中に早期に混入して、研混入率の増大・鉍石回収率の低下を招いている。
- b) 火災による坑内温度の上昇、燃焼ガス(SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S)の切羽への流入、焼鉍(石)灰による粉じんの発生等作業環境が悪化し、生産能率が低下している。

#### (2) 火災による地表への影響

地表陥没跡・地表部亀裂および排気立坑等により排出される噴煙中に高濃度の有害ガス(主としてSO<sub>2</sub>ガス・COガス)が含まれており、火災区域近辺の住民および農作物に悪影響を及ぼしている。

#### (3) その他の問題点


鉍山の管理体制が遅れており、労働生産性が低く、生産コストが高い。このため、経済効率が低い。

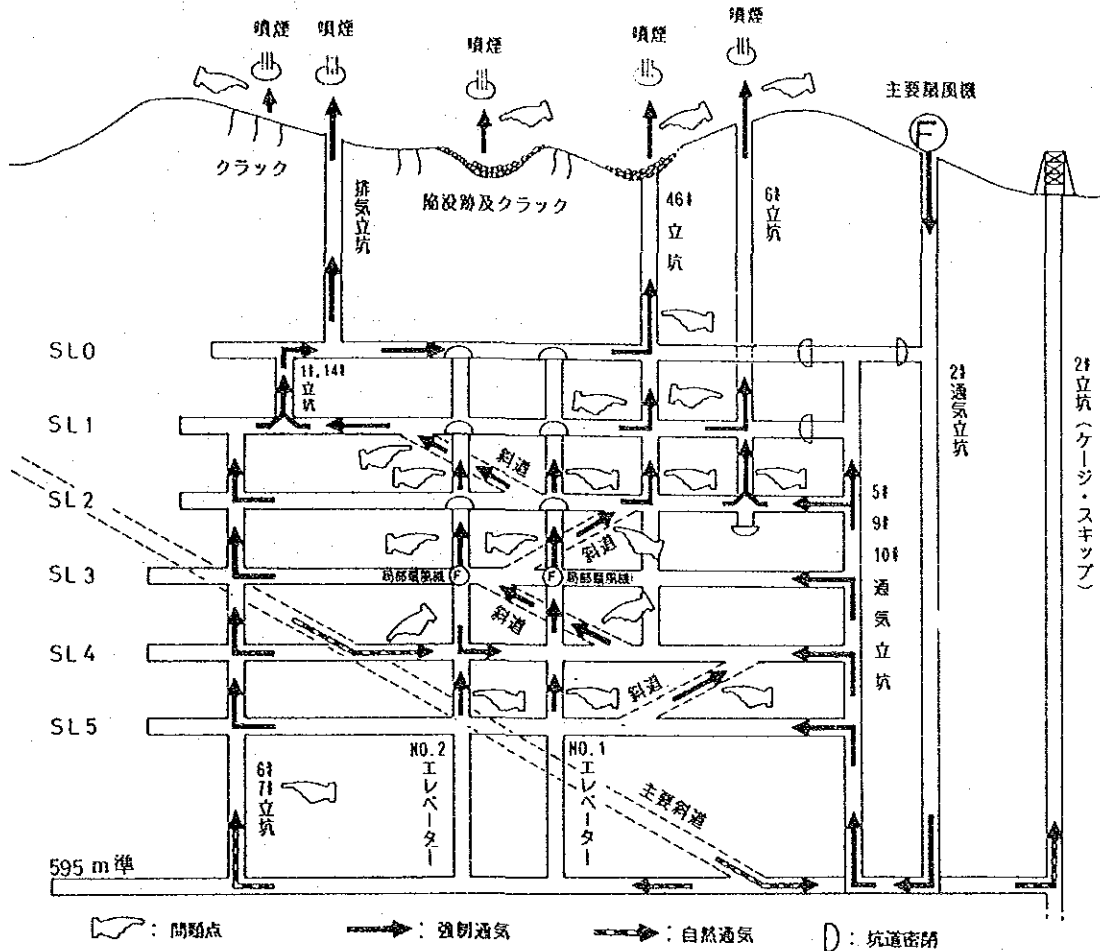


## 2. 現地調査で明らかとなった問題点

### 2-1. 坑内火災について

#### (1) 通気網における問題点（添付図第6図「大廠銅坑鉾山通気網調査図」参照）

地表の噴煙・坑内通気網（各レベルにおける通気の流れ）および有害ガスの発生状況と問題点（印で指摘）を簡単に模式図で表わすと以下のとおりである。



第II-1図 大廠銅坑鉾山細脈帯型鉾体通気系統模式図と問題点

通気網調査で判明した主な問題点は次のとおりである。

- ① 各所の密閉が不十分であり、2#通気立坑より強制吹込みされた通気はNo.2レベル以上の旧採掘跡を通り、ガスを伴って、排気立坑・46#立坑・6#立坑・地表陥没跡および陥没に伴う岩盤亀裂から噴煙となって地表に排出されている。

また、地表部に貫通していると思われる旧立坑付近や地表部の旧探査坑付近からの噴煙も強く、強制吹込式通気が坑内火災の火勢を煽る結果となっている。

- ② とくに、No.3レベル～No.2レベル～No.1レベルを連絡しているトラックレス斜道の

通気量が多く、No.2レベル以上の斜道通気は濃いガスをともなって排気立坑へ導かれ、排気立坑より排出されている。

- ③ No.1エレベーター・No.2エレベーターは、機械設備がNo.0レベルに放置されたままになっているが、火災鎮火後に再利用を計画しているためNo.3レベル～595m準間は開放されている。

また、No.1レベルおよびNo.2レベルではエレベーター立坑の連絡口は密閉されているとのことであったが、通気がある以上密閉不十分と考えられる。

- ④ 2#通気立坑に設置してある主要扇風機が停止すると有害ガスが9#立坑・No.2エレベーター立坑・3#立坑等を通して流下してくる。
- ⑤ No.3レベルのNo.1エレベーター立坑口に設置してある局部扇風機が停止するとガスが流下してくる。(局部扇風機の停止後17分でガスが流下し、SO<sub>2</sub>ガス濃度は30ppmであった)
- ⑥ No.3レベルにおいて、4#研立坑および11#鉍石立坑には常に有害ガスが流下してきている。このガスの流下を抑えるため局部扇風機で強制吹込みを行っているが、十分にガスの流下を抑えきれしていない。(立坑前通路SO<sub>2</sub>ガス濃度5～10ppm)
- ⑦ No.4レベルでは旧掘場(長坡鉍山)へ流れる通気量が火である。この通気(漏風)が火災にどのように影響しているか不明であるが、銅坑鉍山の計画通気網を乱している。
- ⑧ 冬期間は主要斜道よりの自然通気がNo.4レベルで入気となり、強制通気網を助長する形となるが、夏期間には逆にNo.4レベルの切羽を洗った通気が主要斜道へ排気され、計画通気網を乱している。
- ⑨ 排気立坑である7#立坑(595m準～No.1レベル間)の排気量が小さい。No.1レベルで坑道破壊等による通気抵抗の増大が心配される。

## (2) 炭質頁岩(燃焼物質)鉍体範囲内出現の問題点

銅坑鉍山の坑内火災の発火メカニズムは次のように考えられる。

崩落採鉍法の採用→地表部炭質頁岩の崩落堆積→酸化蓄熱→自然発火

また、炭質頁岩は硫化鉍(黄鉄鉍等)も含んでおり、硫化鉍の酸化熱も自然発火を助長したものと考えられる。

添付図第1図～2図「大廠銅坑鉍山地質平・断面図」に示すように、こうした炭質頁岩はNo.4レベル以下の坑内にもNo.4～No.5レベル間の鉍体範囲北部に分布しており、採掘方法によっては新たな坑内火災発生の可能性も考えられる。

一方、No.5レベル以下の鉍体範囲は炭質頁岩の層準から外れており、炭質頁岩が出現する可能性は少ないが、泥灰岩中にも炭質頁岩が挟在するので留意する必要がある。

## 2-2. 出鉱不調について

### (1) 坑内火災による操業への影響

- ① 電力不足により2#通気立坑主要扇風機が3日間停止したが、この間、稼働切羽（No.3レベル・No.4レベル・No.5レベルおよび595m準）にガスが流下してきて作業が全面ストップした。
- ② 2#通気立坑主要扇風機が運転していても、切羽の通気が不十分な個所では亜硫酸ガス濃度が5～10ppm程度ある。（No.3レベルにおける4#研立坑および11#鉱石立坑付近）
- ③ ロードホールダンプで鉱石抽出作業（切羽運搬）中、導入口に鉱石と一緒にガスが流下することがある。（作業の一時中止）
- ④ 粉体となった焼鉱（石）灰が抽出早期に流下し、可採率の低下と研混入の増大を招いている。
- ⑤ 高温範囲（8号～12号探鉱線）の抽出坑道では焼鉱灰が流下して、作業場温度が上昇する。（中国側の説明によると作業場温度は33℃程度まで上昇する）

### (2) 開 坑

#### a) 抽出坑道の基本設計と現状

大廠銅坑鉱山における基本設計では、抽出坑道間隔は10m、レベル間隔は12～13mで、上下レベルの抽出坑道はいわゆる「品」字形の千鳥方式となっており、各諸元とも一般的に行われている諸元の範囲内であり、問題はないと考えられる。

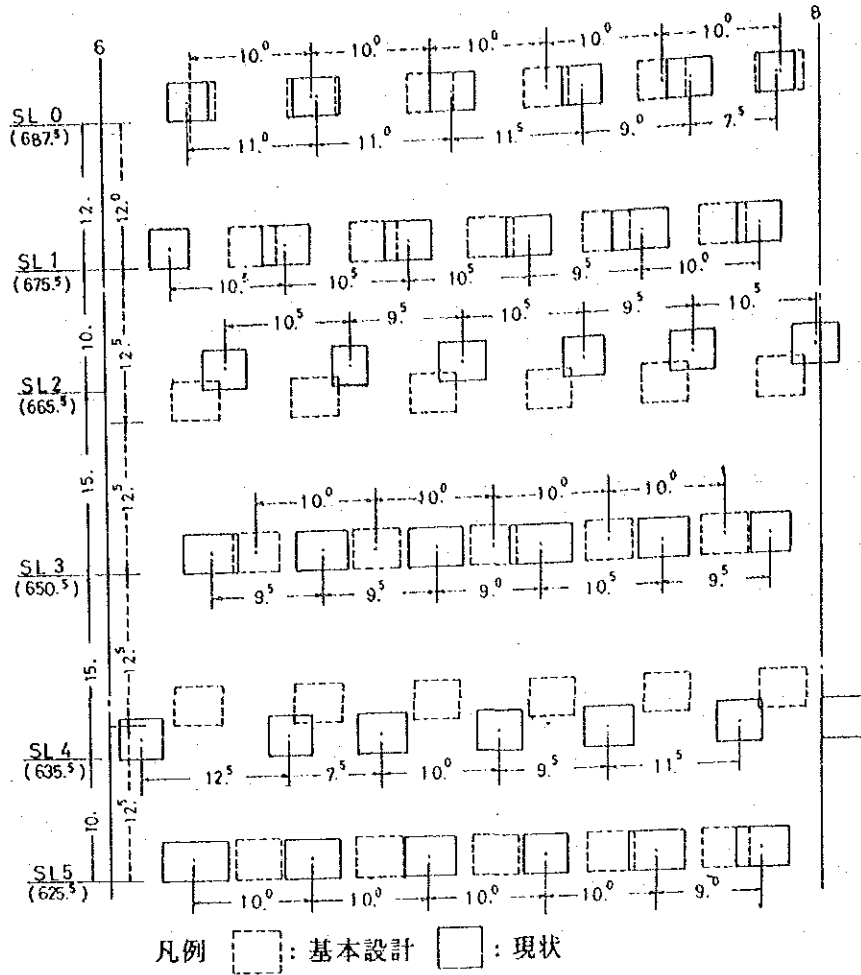
しかし、実際の抽出坑道の配置は、第Ⅱ-2図に示すように設計どおりの規則的配列になっていない。（実績は南（S）側、6号～8号探鉱線間の抽出坑道配置）

このため、第Ⅱ-4図で明らかなように鉱石回収範囲を大きくするために抽出量を増せば（流動楕円体大）研混入が増大する。

#### b) 切羽運搬坑道の設計

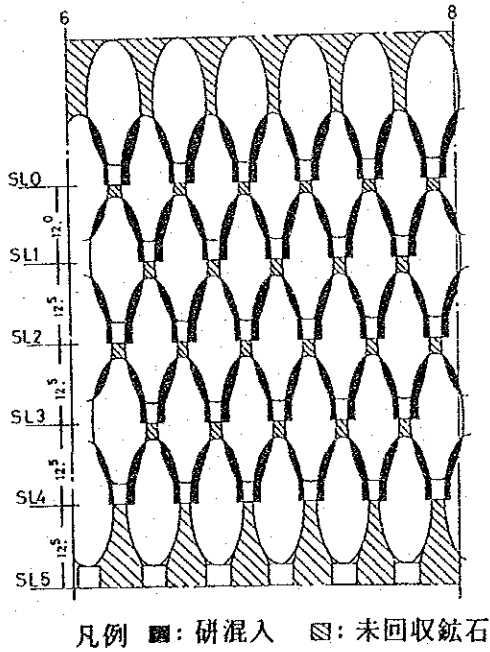
運搬坑道は各レベルとも鉱体に近く（一部は鉱体の中）計画されており、採鉱発破の影響を受け易く、不安全的状態となっているため採掘順序に柔軟性がなくなっていると同時に、鉱体中の運搬坑道付近は保護ピラーとして採掘不能鉱量となっており、鉱石回収率（可採率）の低下につながっている。

(単位：m)



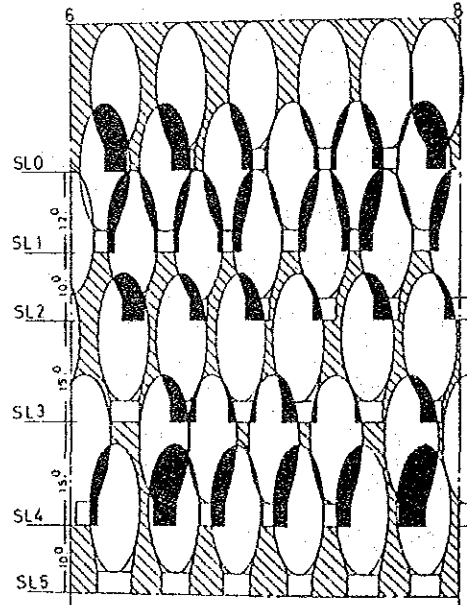
第Ⅱ-2図 大廠銅坑鉍山における抽出坑道配置 (基本設計と現状)

(単位：m)



第Ⅱ-3図 基本設計における研混入と鉍石回収範囲

(単位：m)



第Ⅱ-4図 実際の抽出坑道配置における研混入と鉍石回収範囲

### (3) 採 鉱

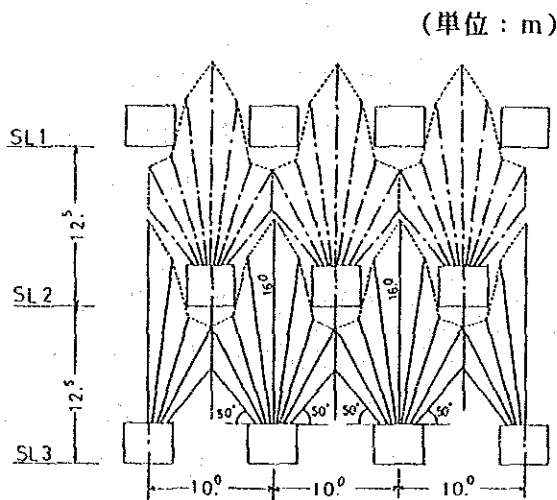
現地調査の結果、多くの導入口で発破後、空洞となっていることが判明した（添付図第5図参照）。

発破が不首尾に終わっていることについては、穿孔配置・発破自由面・最小抵抗線・装薬状況および発破孔の質（傾斜・方向等）などに問題があると考えられる。

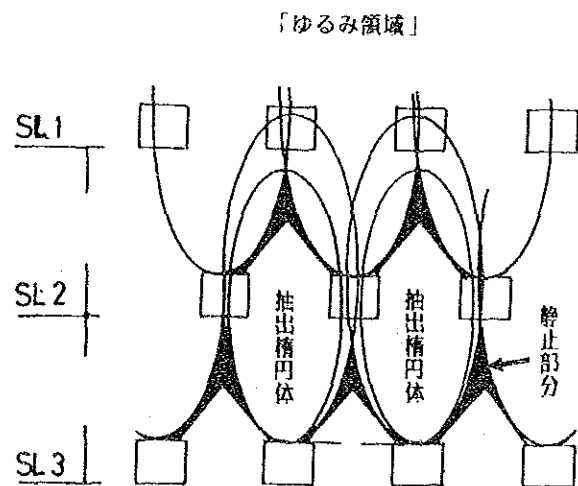
発破後空洞となった場合、現状では残留孔に再度装薬発破して揉ましているが、それでも揉めてこない場合はそのまま後退している。これは可採率の低下につながっている。

#### a) 穿孔配置

大廠銅坑鉱山における標準穿孔配置図を第II-5図に示すが、大廠銅坑鉱山では使用している穿孔機械の最大穿孔能力が15~16m程度と制約があり、これをカバーするために側壁側に50°の穿孔を実施している。しかし、50°の穿孔は第II-6図に示すように、「ゆるみ領域」からはずれており、発破自由面が不十分なため発破効果に疑問が残る。

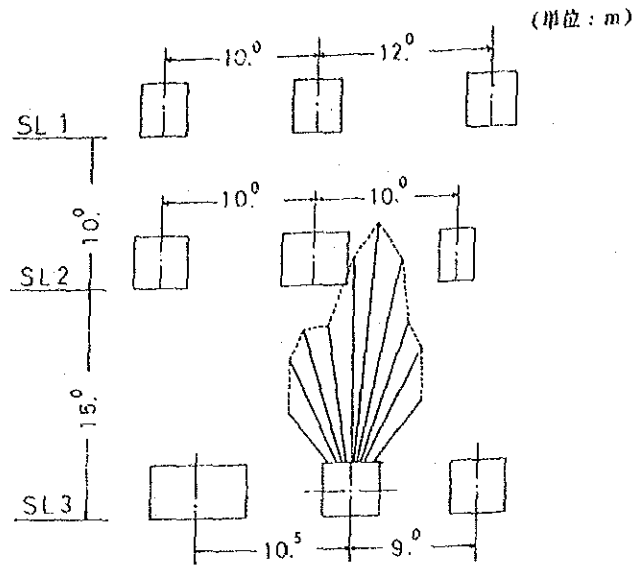


第II-5図 大廠銅坑鉱山における標準穿孔配置



第II-6図 抽出楕円体ゆるみ領域および静止部分

また、343S抽出坑道での実際の穿孔状況を第II-7図に示すが、抽出坑道が規則的に配列されていないため、無理な穿孔配置となっている。



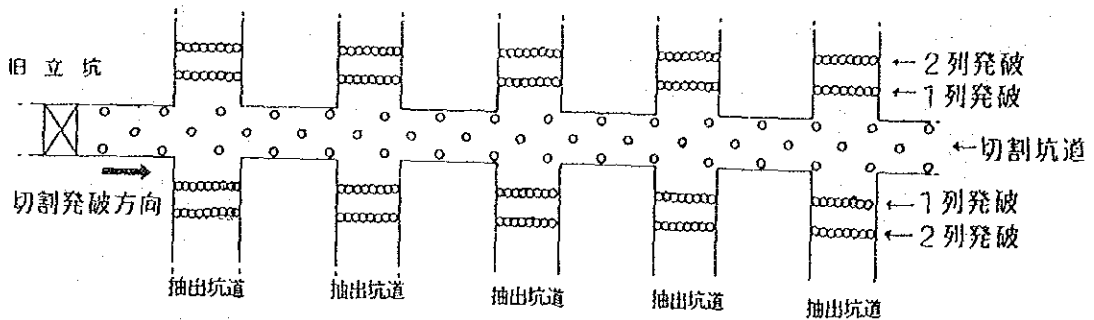
第II-7図 大廠銅坑鉱山における実際の穿孔配置例(343S)

b) 発破自由面

サブレベルケーシング法においては、起砕鉱石の抽出後は、抽出楕円体の周囲に形状が相似の「ゆるみ領域」が形成され、このルーズな研部が発破自由面となっている。従って、「空間」とは異って発破効果は悪く、ゆるみが不十分な場合には発破が不首尾に終ることが多い。

大廠銅坑鉱山の場合には、鉱体の低品位部分は発破起砕量の20～30%程度しか抽出しないため「ゆるみ領域」範囲が小さく、後の発破に十分な自由面が得られない。

またI号・II号鉱体間の研部または低品位部に3.0m×3.0mの切割坑道を開さくし、切上(スロット)を上がった後、長孔発破を行い、この面を発破自由面として抽出坑道の発破を実施しているが、切割坑道の長孔発破は孔数も少なく十分な発破効果が得られていないと考えられる。



第II-8図 切割坑道および抽出坑道穿孔配置



e) 最小抵抗線と発破孔の質

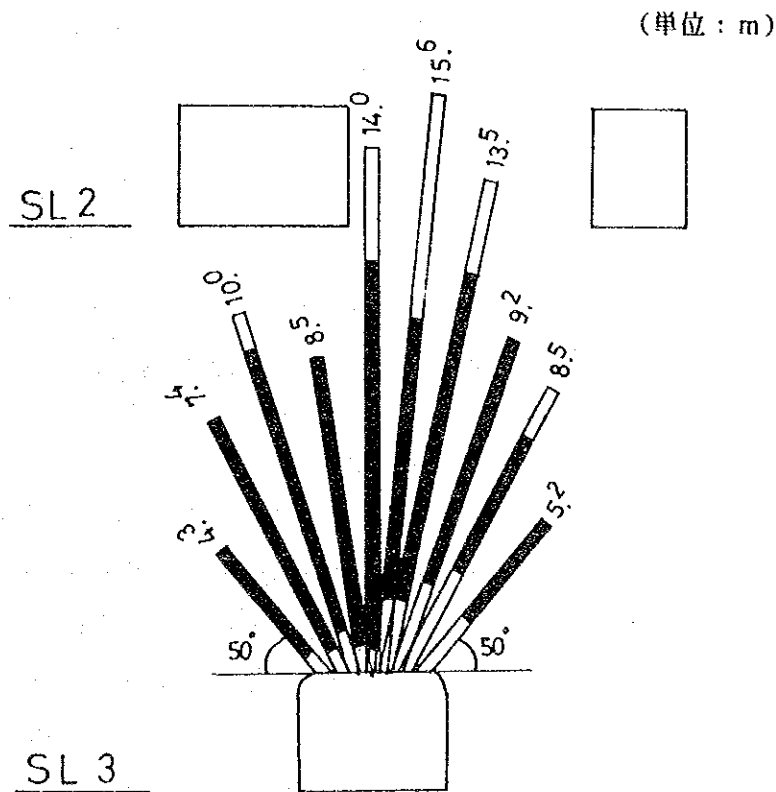
大塚銅坑鉱山の場合には、最小抵抗線は65mmφ孔径で1.6～1.8m、100mmφ孔径では2.4～2.5mで計画されているが、実際には65mmφ孔径で1.1～1.9m、100mmφ孔径で2.0～3.0mとバラツキが大きい。

発破不首尾（発破後空洞）の問題とともに1m以上の塊鉱発生が多く、高詰り等の問題を引き起していることなどから「最小抵抗線が大きすぎる」・「発破孔の質が悪い」等の問題があると推測される。

d) 装薬・発破

343S抽出坑道での発破孔の装薬状況を第II-9図に示すが、孔荒れによる装薬不能孔があり、発破効果に問題が残る。また、口元装薬残孔長が0.5～0.7mと口元まで装薬過多となっており、発破により導入口のアゴ部が高落ちする危険性が大きい。

さらに、発破効果を上げるためには込めもの（タンピング）を実施するのが通常であるが、調査時は込めもの装填を実施しなかった。



第II-9図 抽出坑道(343S)における火薬装薬状況

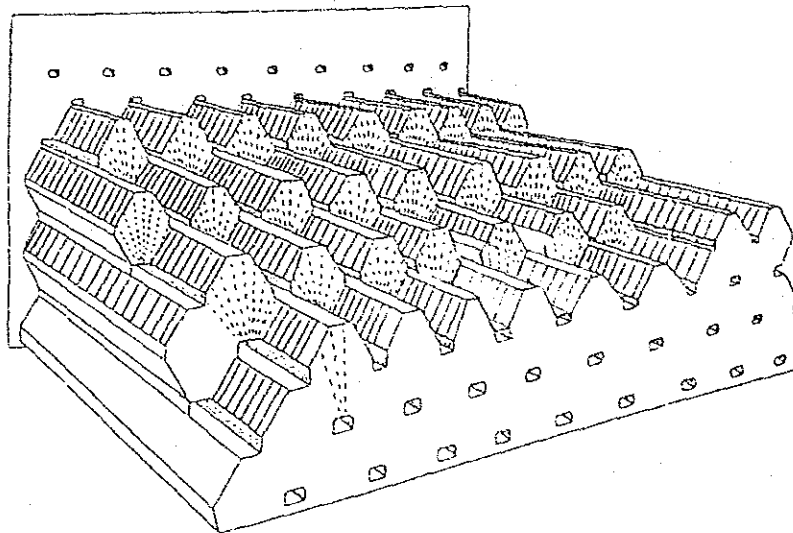
#### (4) 切羽運搬

##### a) 出鉱切羽の現状

出鉱切羽の現状を添付図第5図「稼動中抽出坑道の導入口位置とその状況調査」に示すが、空洞処理待・大塊破碎待および不安全状態処理待（発破後の抽出坑道天盤高落ち等）の「処理待切羽」が多い。

サブレベルケーシング法では、第Ⅱ-10図に示すように同じレベルにおいては同列に抽出を行う均一抽出が通常であるが、大廠銅坑鉱山における導入口の位置は隣接切羽とそろっていない。

また、均一抽出により可採率を上げるためには大塊が導入口に詰った場合、迅速に大塊破碎作業を行うことが必要であるが、破碎用ジャンボ等の設備がない。

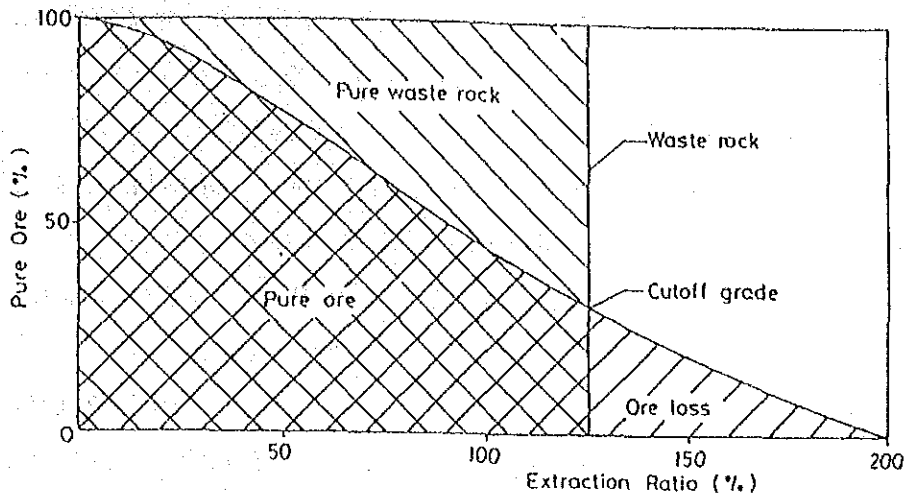


第Ⅱ-10図 サブレベルケーシング抽出状況模式図

##### b) 抽出鉱量管理および研処理

サブレベルケーシング法においては、鉱石抽出の初期段階では研混入なしで鉱石抽出が行われ、抽出が進み抽出楕円体が大きくなるにつれて側壁および上面の研を引き込む（第Ⅱ-11図参照）。このため、抽出鉱量の管理が重要であり、一般的には、抽出鉱量とサンプリング品位を併用して抽出終了時点を決定している。

大廠銅坑鉱山においては、採掘鉱量に対し、錫品位0.3%以上の高品位部は100%抽出、0.15~0.29%の低品位部は80%抽出、0.15%未満の研部は20~30%の抽出量と決めており、予定抽出量に達すれば鉱石と思われる場合でも抽出を中止している。また、抽出中に焼鉱（石）灰の混入が多くなった場合には予定抽出量に達する前でも抽出を終了する（可採率の低下）。



第Ⅱ-11図 抽出曲線（理論概念図）

この「抽出鉱量管理」の問題点は、研処理すべき錫品位0.15%未満のものについても発破自由面確保のために20~30%程度の研量を「鉱石」として抽出処理している点である。サブレベルケーピング法を採用している鉱山においては、一般的に研処理を行いながら鉱石回収率の向上をはかるが、大廠銅坑鉱山では研処理を行っていない。

(5) 運搬（鉱石および研運搬）

a) 鉱石運搬系統

鉱石運搬系統は概要に述べたとおりであり、現在のところ、出鉱量（運搬量）が少ないためとくに問題は発生していないが、坑内破碎機の能力およびスキップ積込設備能力（ベルトコンベアへの給鉱設備等）の問題が懸念される。

スキップ巻上能力からの検討では1サイクルが164秒となり十分に巻上処理できる計算となるが、現地調査時においては1サイクルに5分（300秒）程度かかっていた。これはメリックへの給鉱待時間が大きい（ベルトコンベアへの給鉱に問題がある）ためと考えられる。

b) 研運搬系統

研運搬系統は概要に述べたとおりであるが、研の場合、破碎設備がないためベルトコンベアへの給石設備口（漏斗口）での高詰り等のトラブルが考えられる。

## (6) 圧気系統

圧縮空気は、2 #立坑々口横にコンプレッサー室があり、2 #立坑内に布設された426mmφ配管を通して各レベルに給気されている。

### ○コンプレッサー設備能力

550kwコンプレッサー（中国製）4台、吐出量 100 m<sup>3</sup>/分、吐出圧 8kg/cm<sup>2</sup>

455kw       "       （日本製）2台、吐出量 82 "       "       "

現状のコンプレッサー運転台数は常時2台（550kw1台、455kw1台）となっている。

切羽末端への給気管は5インチであるが、同一給気系統内で採鉱機械が多数同時稼働する場合、切羽末端では動圧が3.7~4.0kg/cm<sup>2</sup>に低下していた（静圧6.1~6.2kg/cm<sup>2</sup>）。コンプレッサーの設備能力からみて問題はないと考えるが、フル操業時の必要空気量の計算と漏気テストを行うことが望ましい。

## (7) 給水系統

坑内排水をためる坑外貯水バックより給水される。現地調査時には水質はpH6であり、特別の問題はない。

## (8) 排水系統

排水系統は概要で述べたとおりである。水質は坑外貯水バックがpH6程度であることからpH2~3の酸性水は少量と考えられる。また、排水ポンプに耐酸性のポンプを使用していることからほとんど問題はない。排水能力については、坑内の湧水はほとんどなく、坑内水としては地表水（雨水および火源への注水用水）とさく岩用水だけであり、排水ポンプの設備能力から考えて問題はない。

## 2-3. 地質における問題点

### (1) 地質資料・データ

- ① 銅坑の採掘開始に先立ち、215地質探査隊が実施した探鉱ボーリングおよび探鉱坑道の資料が大廠鉱務局および銅坑地質課になく、採掘開始以後の探鉱・採鉱計画に活用されていない。

すなわち、大廠鉱務局の属する有色金属工業会社と地質探査隊との組織が異なり、交流も少ないことが探鉱・採鉱の支障になっている。

- ② 銅坑地質課が現有する地質関係図面としては、No.0レベル～No.5レベルの抽出坑道スケッチ（縮尺：1/100）・各レベル地質概要図（縮尺：1/1,000）・No.0レベル～No.4レベル品位分布図（縮尺：1/200）および各号地質断面図（縮尺：1/1,000）がある。

これらは採掘に最低限度必要なものに限られており、詳細地質図等はない。このため、長年の探鉱・採鉱の進展に応じて蓄積された地質データが次の探鉱・採鉱計画に活かされていない。

### (2) 採鉱法および開坑計画

- ③ 細脈鉱体の場合、採掘対象となる工業鉱体の形状は非常に不規則で、各レベルで著しく変化する。このため、坑道計画はできるだけ鉱体形状を確認した後に行うことが望ましい。

しかしながら、現在開坑中のNo.5レベルの場合にはNo.4レベルおよび595m準の鉱体範囲からNo.5レベルの鉱体範囲を推定し、これに沿って開坑計画を立案・実施している。このため、計画坑道ではカバーできず、後々採掘困難な鉱体が見つかる可能性がある。

- ④ No.5レベルの抽出坑道530N付近には錫品位1%以上の富鉱部が形成されている。この富鉱部の採掘に可採率が低く、研混入率の高いサブレベルケービング法の適用は不適當であり、こうした高品位部も低品位部と同じ採掘法が適用されているのは問題である。

### (3) 抽出鉱量管理

- ⑤ No.5レベル以上の埋蔵鉱量計算は毎年1回行われているが、抽出坑道毎の可採粗鉱量が計算されていない。このため、適切な出鉱管理・品位管理が出来ていない。
- ⑥ 鉱石抽出完了時点の決定は、前述のように抽出鉱量の管理が主体であり、肉眼鑑定およびサンプリングによる判定は、ほとんど行われていない模様である。



### Ⅲ. 大廠銅坑鋹山の近代化（改善）計画（案）

（細脈帯型鋹体）





### Ⅲ. 大廠銅坑鉍山の近代化(改善)計画(案) (細脈帯型鉍体)

#### 1. 近代化(改善)計画の方針

現地調査結果における問題点と原因をまとめてみると次のとおりである。

- |          |  |
|----------|--|
| ①坑内火災    | 崩落採鉍法の適用(炭質頁岩の崩落→蓄熱→発火)<br>通気系統不備                  |
| ②鉍石回収率低下 | 崩落採鉍法と焼鉍灰による研混入の増大・研処理系統の不備・<br>抽出坑道設計計画と実情とのギャップ等 |
| ③保安      | 火災による有害ガスの発生・流入と焼鉍灰による粉塵発生・<br>坑内温度の上昇             |
| ④出鉍不調    | 開坑・採鉍(穿孔および発破)・切羽運搬等                               |

問題点①～③の根本的な対策は坑内火災の完全鎮火と採鉍法の変更とによるが、これらは不可分である。

すなわち、現状のサブレベルケーシング法を継続しながら坑内火災を鎮火することは地表からの空気遮断が困難であり、たとえ、一時的に火勢が衰えたとしても再発する可能性が大きいので問題の解決にはならない。

また、採鉍法の変更については新しい採鉍法のための準備期間が必要となる。

しかし、一方では中央(国家計画委員会→中国有色金属工業総公司→南寧公司→大廠鉍山)から出鉍の要請があるため、改善のために操業を一時停止することができないという中国側の事情もあるため、下記のように2段階の改善策を実施する方針とする。

##### (1) 当面の緊急改善策

現状のサブレベルケーシング法による出鉍をつづけながら、通気系統の改善(主として坑道密閉)を実施して火災の影響を減ずるとともに、開坑・採鉍および切羽運搬作業の改善を行い、出鉍体制を建て直す案を実施する一方、将来の採鉍法改善のための準備(基幹開坑・採鉍)を急ぐ。

##### (2) 採鉍法の改善(近代化計画)

早期に採鉍法の切換えを行うため、全体の採掘計画に影響を与えない範囲で主要鉍体(I・II号)の一部および周辺鉍体の早期開さく・出鉍を行い、4000t/日の出鉍体制が準備できたところでサブレベルケーシング法による採掘を中止する。(段階的な増産を目指す)



## 2. 当面の緊急改善策

### 2-1. 通気網の改善

坑内の坑道（立坑）密閉が不十分なため、有害ガスの流下による操業への悪影響だけでなく、坑内火災の火勢を煽る結果になっている。

したがって、基本的には、火源へ向かう坑内からの通気を遮断し、坑内火災個所と現稼働レベルとを完全に分断することが肝要である。これにより坑内火災の操業に及ぼす影響は緩和されるし、火災の勢いは衰える。

具体的には、

- ① No.3レベル以上に通じている立坑の完全密閉を実施し、No.3レベル以上に通気がないようにする。（コンクリート密閉2～3段方式が望ましい）
- ② No.1およびNo.2エレベーター立坑をNo.3レベル以下の各レベルで完全密閉する。
- ③ No.3レベル～No.2レベルの切羽連絡斜道を完全密閉する。（コンクリート密閉）
- ④ 旧掘場への漏風をなくすため連絡口を密閉する。（とくにNo.1レベル）
- ⑤ 主要トラックレス斜道～切羽進入通路に扉を設け、通気を遮断する。

### 2-2. 開 坑（抽出坑道設計）

- ① 現在、No.5レベルまでの抽出坑道開さくがほぼ終了している段階であり、修正の余地があまりないが、No.4レベルおよびNo.3レベルの抽出坑道配置を考えて修正できる個所は修正する。
- ② 発破自由面確保のために必要なスロット切上を各所に設計する。（スロット切上は極力、錫品位0.15%未満の研部を採掘しないように設計する）

### 2-3. 採 鉱（穿孔および発破）

- ① 最初の段階である切割坑道発破は、後の抽出坑道の発破効果を上げるためにも完全に行わなければならない。  
従って、穿孔々数を増やすとともに最小抵抗線（列間隔）を1.2～1.5m程度にする。
- ② 抽出坑道の最小抵抗線（孔列間隔）は1.6～1.8mとなっているが、問題点で指摘したように大きすぎる。  
従って、現状の穿孔列の間に5本程度の補助孔を追加穿孔する。
- ③ 穿孔した孔への装薬は完全に行う。（事前の孔掃除の実施・適正装填ホースの選定）
- ④ 発破後の導入口の天盤高落ちを防ぐため、口元装薬は孔口残長が1.5～2.0m程度とする。

- ⑤ 50° 発破孔は抽出範囲から外れており、発破効果も悪いので中止する。
- ⑥ 発破孔の質を上げるため、機械をセットした段階で角度・方向等チェックする。

#### 2-4. 切羽運搬

- ① 導入口の位置を隣接切羽とできるだけ揃えて均一出鉱を行う。
- ② 導入口に大塊が詰った場合、すぐ破碎して導入口全面より抽出する。(破碎ジャンボ設備の導入)
- ③ 研処理を実施する。(とくに、切割坑道および抽出坑道の低品位部においても後の発破効果を上げるため、十分量抽出する)
- ④ 抽出を終了するときには、抽出鉱量管理だけでなく、品位鑑定の地質員のチェックの判断のもとで終了する。
- ⑤ 発破不首尾で空洞になったものについては、残留孔に再度装薬し、発破する。それでも採めない場合は、空洞採ましのため空洞に向かって後方より穿孔を行って発破するか、切上および中段によるアプローチも検討する。

#### 2-5. 地 質

- ① 各レベルの抽出坑道が完成したところで品位分布図を作成し、抽出坑道ごとの可採粗鉱量を計算して採鉱計画を立てる。(現状の抽出管理表では不十分)
- ② 各レベル(中段)を開発する場合は、既存の水平坑道または斜道を利用してボーリング等で予め探鉱を実施し、鉱体範囲を確認した後坑道設計する。  
ただし、基本坑道の開さくがほぼ終了しているNo.5レベルの場合は、鉱体範囲の確認のため、立入(水平)ボーリングを実施し、必要ならば坑道設計変更する。  
(とくに、I号・II号鉱体周辺部の小規模鉱体群の把握が急務である)

### 3. 採鉱法の近代化（改善）計画

#### 3-1. 坑内火災の鎮火

当面の緊急対策としての通気網の改善策（主として坑内密閉）では、火災の影響は緩和されるが、根本的な鎮火対策とはならない。従って、以下の改善策を実施する。

##### (1) 通気系統の変更

変更案の内容および問題点は下表のとおりである。

第Ⅲ-1表 通気系統変更案

案	通気方法	問題点
A	2#通気立坑入気～基幹斜道排気 (主要扇風機により2#通気立坑強制吹込み)	人員が通行する斜道への排気は、中国法規に抵触するので不適
B	2#通気立坑入気～3#通気立坑排気 (主要扇風機により2#通気立坑強制吹込み)	・通気切替坑道 (No.5 レベル) 240m必要 ・505m準以下の層状鉱体の通気網を乱す心配あり。
C	基幹斜道入気～2#通気立坑排気 (主要扇風機により強制吸出し)	・切羽が負圧となり、旧坑への坑道密閉が不十分な場合は、有毒ガスを引き込むおそれがある。 ・準備開坑 (No.5 レベルで、基幹斜道～No.6 およびNo.7 立坑への連絡坑道) 260m必要 ・主要斜道の風速が大きくなる。

通気系統変更後の通気系統模式図を次頁に示す。

##### (2) 地表密閉と覆土

- ① 595m準以上の通気系統を変更した時点で、現在の排気立坑および6#立坑の坑口密閉を実施する。
- ② サプレベルケーピング法による採掘を中止し、地表陥没が静止した時点で、46#立坑および各所岩盤亀裂等、噴煙のある箇所を一つずつ確実に覆土・密閉する必要がある。
- ③ 中国側の提案した「ボーリング機械による火源への穿孔とセメントモルタル注入」についても検討してみる必要があるが、
  - 噴煙箇所は広範囲に亘っており、現状の火災範囲が特定できない
  - 地表地形が急峻でボーリング機械の設営が困難である
  - 穿孔中の保安の問題
  - また、穿孔できてもケーピングによる岩盤ゆるみ帯へのセメントモルタルの注入量は多くなり、経費および時間がかかる
 等の諸問題が発生し、実現性に乏しい。

④ 地下空洞の位置と規模の測定と処置方法（中国側希望）

a. 電気探査法（比抵抗法）

地表上の任意の地点（推定空洞の大きさより小さい測定間隔）で、その地点の見掛比抵抗値を測定し、見掛比抵抗分布図を作成する。

地下空洞および岩盤ゆるみ領域（崩落箇所）は、高比抵抗値で測定される。あらかじめ測定された岩石の比抵抗値をもとに、モデル計算とシュミレーションにより空洞の位置と大きさを推定する。

b. 地震探査法（屈折法）

地表の測線上に発破をかけ、火薬の爆発によって起こる地震波の初動を測定し、地震波速度から、その位置を測定する。

大きさについては、周辺の測定回数を増すことによって推定できる。

c. 地震探査法（浅層反射法）

地表の測線上で、機械による打撃振動を与え、反射してきたすべての反射波を測定、解析し、空洞の位置と大きさを推定する。（モデル計算とシュミレーション）

注）モデル計算を行う場合には、岩盤が均質であるという条件が前提となるが、大蔵銅坑鉱山の地表測定位置には、地表貫通崩落箇所が多くあり、ゆるみ領域をどのように評価するかによって、空洞の位置および大きさの特定の精度が左右される。

d. 空洞を特定できたら、空洞の崩落予想範囲外から、大型機械などによる穿孔を行い、発破による強制崩落により空洞を充填する。穿孔を利用して充填物を投入する方法も考えられるが、サブレベルケーシング法を継続すれば、再び空洞が発生する。

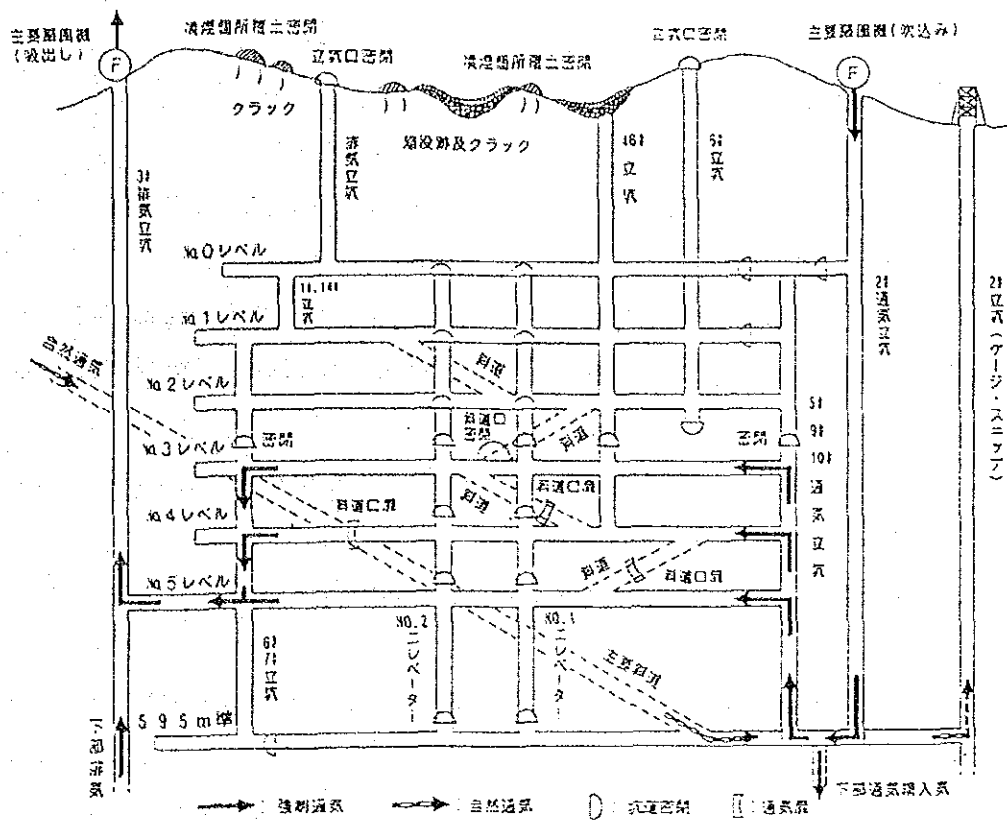
⑤ 火源（坑内火災）の位置とその温度測定（中国側希望）

○ 地温探査法

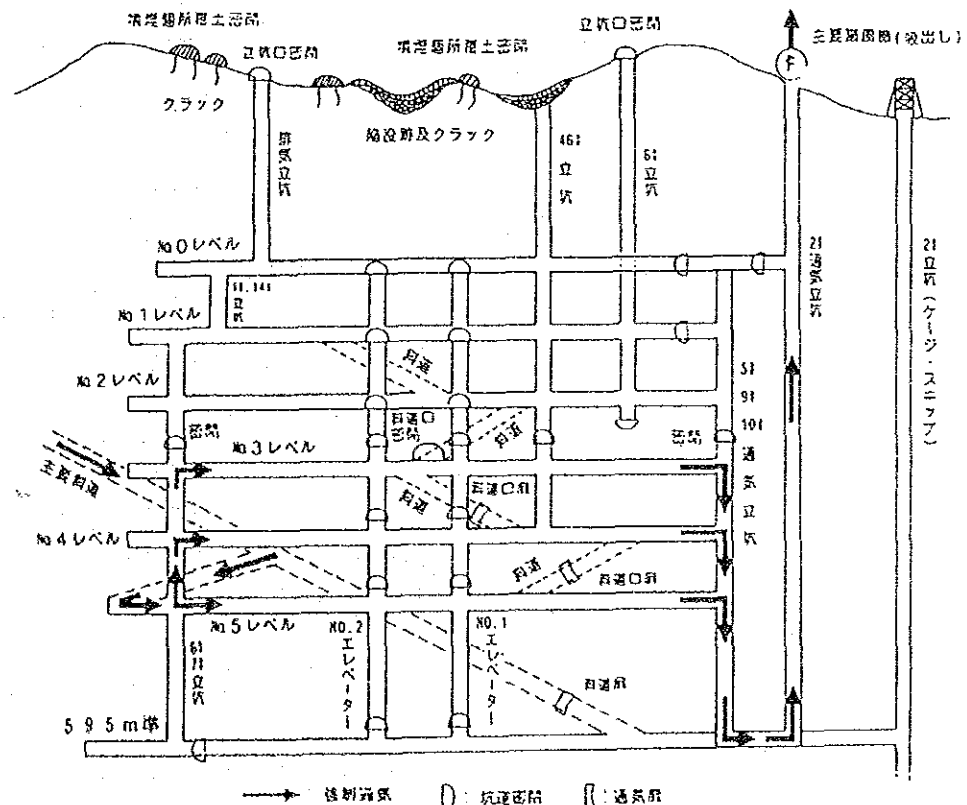
地表下 1m 深地温を測定して地表温度分布図を作成し、高温中心部を推定する。

あらかじめ岩盤の熱伝導率を測定しておき、モデル計算およびシュミレーションによって火源の深さ、大きさおよび温度を推定する。

注）ゆるみ領域（崩落部）および火源に通じている岩盤亀裂の評価が問題となるが、電気探査法による比抵抗分布図と組み合わせて解析すれば、より信頼性のある結果も期待できる。



第 III - 1 - (1) 図 通気系統模式図 (B 案)



第 III - 1 - (2) 図 通気系統模式図 (C 案)

### 3-2. 採鉱法の変更

#### (1) 近代化計画対象鉱画の岩盤状況

##### a) 炭質頁岩層の分布とその性質

炭質頁岩層は添付図第1図・第2図に示すように、細脈帯型鉱体地区の地表部および銅坑坑内の主として上部レベルに分布している。

炭質頁岩は炭質物を普遍的に含有するほか、黄鉄鉱・白鉄鉱をはじめとする燃焼性硫化鉱物を鉱脈状・鉱染状に包有するため、坑内火災の原因（発火および類焼の主要燃料）と考えられる。

No.5レベル以下の鉱体範囲は炭質頁岩の層準から外れているが、泥岩中にも炭質頁岩が挟在するので留意する必要がある。

また、炭質頁岩および鉱石の自然発火性の試験結果については以下のとおりである。

第Ⅲ-2表 炭質頁岩および鉱石の自然発火性試験結果

試料名	20-2 地表炭質頁岩	4S-3 平均的頁岩	3S-4 高品位頁岩	4S-1 高品位頁岩	3S-4 70-2 高品位頁岩+鉱石
粒度(mm)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
水分(%)	0.3	0.3	1.0	1.0	
かさ比重(g/ml)	1.45	1.37	1.46	1.42	
(60℃) 酸素吸収速度 K値 (ml/g·hr)	0.193	0.135	0.108	0.091	
酸素吸収速度 A (ml/ml·hr)					
CO <sub>2</sub> 発生量 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	
熱伝導率 λ (Kal/s.h.°C)					
A/λ					
昇温試験 50℃→93℃ (hr)	50.3~96.4℃ 360hr			50.4~ 97.1℃ 180hr	51.51~97.50℃ 121hr.
着火温度 (°C)	> 400	> 400	> 400	> 400	> 400



○ 炭質頁岩についての考察

- ・ 酸化による昇温速度は、通常の石炭に比べてきわめて遅いが、着実に上昇している。(添付資料4, 第4-1図・第4-2図参照)
- ・ 着火温度試験では、試験装置の限界温度 400℃まで上げたが着火しなかった。
- ・ 今回の酸化昇温試験においては、坑内No.4 レベルまで採取した高品位頁岩の方が、地表炭質頁岩より酸化昇温速度が早いとの結論が出た。現在試験中の試料高品位頁岩+硫化鉱石の混合試料(混合比3:1)の酸化昇温速度はさらに早い傾向にある。これは、それぞれの酸化の相乗効果のためと考えられる。
- ・ 今回の試験結果では、炭質頁岩の自然発火は起きにくいと判断されるが、現実の坑内火災は、地表部炭質頁岩の自然発火が原因と考えられており、No.4 レベル以下の炭質頁岩も現在の崩落採鉱法を採用しているかぎり新たな自然発火の可能性があると考えられる。

b) 採掘対象鉱体内の岩盤特性

現地調査においてサンプリングを実施した岩盤の強度試験結果は次のとおりである。

第Ⅲ-3表 岩石強度試験結果

試料番号	7-1	7-2	5-4	4S-3	7-10
岩石名	泥灰岩	小扁豆状石灰岩	大扁豆状石灰岩	炭質頁岩	細脈帯鉱石
採取場所	595 <sub>a</sub> 準	595 <sub>a</sub> 準	No.5 レベル	No.4 レベル	595 <sub>a</sub> 準
見掛比重	2.69	2.72	2.72	2.63	2.76
*圧縮強度 (平均)	kg/cm <sup>2</sup> 1,188	kg/cm <sup>2</sup> 1,509	kg/cm <sup>2</sup> 961	kg/cm <sup>2</sup> 2,062	kg/cm <sup>2</sup> 1,445
引張強度 (平均)	kg/cm <sup>2</sup> 157.3	kg/cm <sup>2</sup> 106.4	kg/cm <sup>2</sup> 127.9	kg/cm <sup>2</sup> 209.0	kg/cm <sup>2</sup> 114.4
ヤング率	kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>5</sup> 2.65	kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>5</sup> 5.76	kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>5</sup> 5.29	kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>5</sup> 3.39	kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>5</sup> 5.90
ポアソン比	0.18	0.28	0.15	0.19	0.23

\* この圧縮強度は一軸圧縮試験によるものである。

○ 考察

層理およびクラックの影響を少なくするため、試験片を小さくして試験を実施したが、強度的には堅い岩石に分類される。

(2) 近代化計画対象鉱画範囲と対象埋蔵鉱量

a) 採掘対象範囲

No. 5 レベル～505 m 準間の I 号・II 号・III 号および上下盤周辺の群小鉱体とする。

b) 対象埋蔵鉱量

中国側より提示された資料をもとに、No. 4 レベル～455 m 準間の細脈帯型鉱体について計算した。

埋蔵鉱量の計算結果は次のとおりである。

第Ⅲ-4表 高品位鉱(錫0.3%以上)埋蔵鉱量  
(No. 4 レベル以下～455 m 準)

鉱体名	鉱量 (千t)	品位 (%)		金属量 (t)	
		錫	亜鉛	錫	亜鉛
		I 号	5.562	0.62	2.98
I 号上盤	34	0.40	1.55	135	521
II 号	5.904	0.64	2.89	37.647	170.813
II 号下盤	499	0.42	1.63	2.107	8.134
計	11.999	0.62	2.88	74.219	345.473

第Ⅲ-5表 低品位鉱(錫0.15～0.29%)埋蔵鉱量  
(No. 4 レベル以下～455 m 準)

鉱体名	鉱量 (千t)	品位 (%)		金属量 (t)	
		錫	亜鉛	錫	亜鉛
		I 号	438	0.15	1.22
II・III 号	820	0.18	1.94	1.490	15.944
計	1,258	0.17	1.69	2.134	21.284

c) 日中鉱量の対比

No. 4 レベル～505 m 準間の高品位鉱について、中国側計算による埋蔵鉱量と日本側計算による埋蔵鉱量を対比すると、鉱量は中国側の評価に対して日本側の評価では12.3%に増加し、また、含有錫金属量および含有亜鉛金属量でもほぼ同様に増加となっている。

(3) 細脈帯型鉱体採掘法の選定と可採粗鉱量

a) 坑内採掘法の分類

坑内採掘法は、安全性・経済性および金属実収率を追及して決定される。代表的採掘法とその特徴を以下に示す。

第Ⅲ-6表 坑内採掘法の分類

代表的な採掘法名	適用する鉱床の形態および条件等
(空洞採掘法) ルームアンドピラー法	鉱石・上下盤とも堅固であり厚くない緩傾斜の層状鉱床。
シュリンケージ法	鉱石・上下盤とも堅固で急傾斜の層状・脈状鉱床。
サブレベルストーピング法 (空洞無充填放置)	鉱石・上下盤とも堅固急傾斜の塊状・脈状の大規模鉱床。
(充填採掘法) サブレベルストーピング法 (採掘後急速充填)	採掘期間中の空洞を維持できる鉱石および母岩の強度必要。
上向充填採掘法	比較的軟弱な岩質および不規則な鉱床に適用できる。
下向充填採掘法	鉱石・母岩とも軟弱な鉱床にも適用できる。
(ケービング法) サブレベルケービング法	鉱石・母岩とも軟弱な場合にも適用できる。大規模で規則的な急傾斜鉱床が望ましい。
ブロックケービング法	同上
(支柱採掘法) スクエアセット法	軟弱岩盤の鉱床にも適用できる。

b) 細脈帯型鉱体適用採掘法の選定

大廠銅坑鉱山の地質状況・鉱床形態および母岩の強度特性をまとめると以下のとおりである。

- ① 燃焼物質である炭質頁岩が鉱体中および鉱体上部に出現している。
- ② I号・II号鉱体は大規模、III号および周辺鉱体は小規模で、いずれもかなり不規則である。

③ 岩盤特性は、比較的堅固であるが、層理およびクラックが発達しており、大きな空洞は形成できない。

従って、坑内火災の再発防止・安全性および経済性等を考慮した場合、充填採掘法（充填式サブレベルストーピング法および上向充填採掘法の組合せ）の採用が最も適切である。

c) 近代化計画対象鉱画可採粗鉱量

① 可採率および研混入率の設定

日本におけるサブレベルストーピング法および上向充填採掘法の実績を参考にし、以下のように設定した。（神岡鉱業㈱栃洞鉱山）

- ・ 大規模鉱体（Ⅰ号・Ⅱ号鉱体）：可採率90%，研混入率10%
- ・ 中規模 “（Ⅲ号鉱体）： “ 85%， “ 15%
- ・ 小規模 “（上下盤群小鉱体）： “ 70%， “ 20%

② 可採粗鉱量総括表

第Ⅲ-7表 大廠銅坑鉱山細脈帯型鉱体可採粗鉱量集計表

レベル	埋蔵鉱量 (千t)	平均 可採率 (%)	平均研 混入率 (%)	可採 粗鉱量 (千t)	品位 (%)		可採金属量(t)	
					錫	亜鉛	錫	亜鉛
595m準 (No.5レベル ~595m準間)	2,889	89	10	2,881	0.55	2.45	15,938	70,498
570m準 (595m準~ 570m準間)	2,855	89	11	2,844	0.46	2.34	13,031	66,482
505m準 (570m準~ 505m準間)	5,013	89	11	5,002	0.49	2.54	24,745	127,099
合計	10,757	89	11	10,728	0.50	2.46	53,715	264,080

注) 本表の鉱量には低品位鉱を含む。

(4) 近代化計画（採鉱法改善）の基本計画 …… 計画 (I)

a) 適用採掘法および採掘切羽幅・鉱柱幅についての基本的な考え方（添付資料7参照）

- ① 大規模鉱体であるI号・II号鉱体は、一次と二次に分けて採掘する。一次採掘はサブレベルストーピング法（採掘後充填式）、二次採掘には上向充填採掘法を適用する。
- ② III号鉱体および上下盤周辺の小規模鉱体はサブレベルストーピング法および上向充填採掘法により採掘する。
- ③ 大規模鉱体（I号・II号鉱体）採掘における切羽幅および鉱柱幅の設定は、切羽および鉱柱の配列を鉱体走向方向に直角とし、一次採掘時の切羽幅は15m、鉱柱幅（二次採掘）は20mとする。
- ④ I号・II号鉱体の一次採掘は、2段階に分けて採掘を行う。1次抽出レベルは505m準、2次抽出レベルは570m準に設定する。

b) 開坑計画（添付図第7図参照）

① 基幹斜道

鉱体外北側に2本の基幹斜道を開さくする。

- ・基幹斜道I：従来の主要斜道を延長（595m準～505m準）
- ・基幹斜道II：20号採鉱線周辺（No.4レベル～505m準）

② 中段（サブレベル）・切羽開坑

各サブレベルおよび抽出坑道の開さくは、この基幹斜道より掘進する。

③ 中段（サブレベル）坑道間隔（垂直）の設定

サブレベルストーピングにおけるサブレベルの間隔は、一般的には15～30m程度である。

大廠銅坑細脈帯型鉱体は不規則であり、とくに垂直方向での変化が激しく、採掘レベル間隔を大きくすると、可採率の低下および研混入の増大をまねく結果となる。

従って、中段（サブレベル）坑道間隔を以下のように設定する。

第Ⅲ-8表 中段（サブレベル）坑道間隔

摘 要	坑道レベル	レベル間隔 (m)	記 事
抽出レベル	505m準		1次抽出
S L 1	525m準	20 (505m～525m)	
S L 2	550m準	22 (525m～550m)	
S L 3	570m準	22 (550m～570m)	旧坑道利用 2次抽出
S L 4	595m準	28 (570m～595m)	"
S L 5	No.5 レベル	30.5 (595m～No.5レベル)	"

④ 開坑量総括表

第Ⅲ-9表 近代化計画(案)開坑量総括表

種別	名称	目次別	No.1レベル	No.5レベル	595m準	570m準	550m準	525m準	505m準	455m準	計		備考			
											m	㎡				
坑道	F級坑道(595m準) D級坑道(505m準) No.1レベル(505m準) 上下 自 自 自 自 自 自 自 自 自	対水			150	129	130	120				540	7,560	1.0×3.5(断面)		
		坑道	145	140	150	120	150	120				181	2,254			
		坑道	15	90	15	15	65	25				385	17,110			
		坑道			240	595						210	3,780			
		坑道				511						1,241	17,934			
		坑道				508	325	190	185			540	15,216			
		坑道					493	470	406			338	30,744			
		坑道					210					1,830	22,820			
		坑道		15			94	231	234			225	3,150			
		坑道			118		183	33	35			270	12,992			
立坑	立坑開き 研立坑開き 通気立坑開き II	対水			15						15	90	360	2×2		
		立坑									65	50	115		480	
		立坑										581	1,395		1,750㎡	
		立坑	145			65						472	1,133			
		立坑	145	140	300	210						1,405	19,870			
		立坑	90	538	933	2,329	1,403	1,189			2,085	9,312	130,788			
		立坑	145		15	85						402	1,254		3,348	
		立坑	380	718	1,248	2,634	1,703	1,429			2,462	1,128	12,905		153,408	
		立坑				113						945	1,082		14,468	4×3.5
		立坑				2,159	19	89				2,008	4,958		69,344	
切羽	Vカット坑道 山アール坑道 フロベド坑道 II	対水			103	2,159	19	89				582	6,144	5×6.5		
		切羽			200		180	202				542	6,144			
		切羽			2,438	2,159	2,048	1,838				6,545	149,538			
		切羽			875	528	323	594				2,528	10,172		2×2	
		切羽			2,742	5,055	2,248	2,189				2,951	15,145		241,334	
		切羽			675	528	323	594				484	2,528		10,172	
		切羽			3,417	5,583	2,571	2,163				3,359	17,813		252,050	
		切羽														
		切羽														
		合	II		380	718	1,503	8,359	4,274	4,192	5,328	1,428	29,874		105,454	

⑤ 坑道掘進(斜道および水平)

近代化計画では、ディーゼル駆動のジャンボとロードホールダンプの組合せによるトラックレス方式とし、クルーシステム作業により高能率をめざす。

⑥ 立坑開さく

鉍石立坑・研立坑および通気立坑等の立坑開さくが数多く必要となってくるが、近代化計画においては、従来の大廠銅坑鉍山の切上方式の他、立坑開さくスピード・開さく能力増大のため、レイズボーラーの導入を計画する。

(5) 近代化計画(採掘順序とサブレベル間隔の変更) 計画(2) (中国側希望)

① 近代化基本計画(計画(1))との相違点

- I号・II号鉍体の採掘は、最初にNo.5レベル~570m間を採掘(1次および2次)し、終了後570m~505m間を採掘する。
- 鉍石主要運搬坑道は、505m準(No.5~570m採掘)及び455m準(570m~505m採掘)とする。
- 中段(サブレベル)間隔を以下のように設定する。

第Ⅲ-11-(2)表 中段(サブレベル)坑道間隔

順序	摘要	坑道レベル	レベル間隔(m)	記事
前半 採掘	抽出レベル	570m準		旧坑道利用
	SL 1	584m準	14m (584m~570m)	
	SL 2	595m準	11m (595m~584m)	
	SL 3	613m準	18m (613m~595m)	
	SL 4	No.5レベル	12m (625m~613m)	
後半 採掘	抽出レベル	505m		
	SL 1	525m	20m (525m~505m)	
	SL 2	540m	15m (540m~525m)	
	SL 3	555m	15m (555m~540m)	

注) 570m~555m間は水平ピラーとして残し、1次採掘終了後、2次採掘とする。

○ 通気系統は、中国側の希望によりC案(基幹斜道入気~2#通気立坑排気)を採用して、開坑計画を作成した。

② 計画(2)の長所および短所

長所: ・最初に570m準以上を採掘するため、本格出鉱時期が6ヶ月早まる。

(計画(1)の場合28ヶ月、計画(2)の場合22ヶ月)

・サブレベル間隔が小さいため、鉱床の膨縮に対応しやすい。

・サブレベル間隔が小さいため、採鉱用穿孔長が小さくなる。

(大蔵銅坑鉱山保有の採鉱機械が活用できる。)

短所: ・中段(サブレベル)数が多いため総開坑量が増す。

(29.678m→37.336m 25.8%増)

・570m~555m間を水平ピラーとして残すため、水平ピラーの可採率が低下する。(85~90%→70%程度)

③ 開坑量総括表

第Ⅲ-12-(2)表 近代化計画(案)開坑量総括表(計画(2))

開 坑 名	種 別	1 次 採 坑										2 次 採 坑					合 計		
		No.1-1ベム		No.1-2ベム		No.1-3ベム		No.1-4ベム		No.1-5ベム		No.1-6ベム		No.1-7ベム		No.1-8ベム		m	t
		採	掘	採	掘	採	掘	採	掘	採	掘	採	掘	採	掘	採	掘		
高野山	高野山1	採																157	1,531
		掘																43	419
	高野山2	採	145	16			74	91										352	3,411
		掘	21	25														110	1,019
	上層坑	採			150		455	240	419				499	413	511			1,445	13,510
		掘			110		814	340	272				310	245	245	100		2,316	22,149
	孤立坑	採			57				272									272	2,610
		掘																	
孤立坑	採			10				101									101	970	
	掘																		
孤立坑	採							530									530	5,020	
	掘																		
孤立坑	採																115	1,110	
	掘																		
孤立坑	採							270	270	441									
	掘							85	85	152									
孤立坑	採																158	1,506	
	掘																		
孤立坑	採			115					155	372									
	掘								55	132									
孤立坑	採							115		261									
	掘																		
孤立坑	採																152	1,472	
	掘																		
孤立坑	採	145	16			144	145		355			200	200	199	211		112		
	掘	21	25																
孤立坑	採			1,139		45	1,722	4,222	420	3,252									
	掘			155				165	535	655									
孤立坑	採			1,549		213	1,913	1,357	755	6,411	35,021								
	掘			410															
孤立坑	採								351	11,435									
	掘								4,341	33,517									
孤立坑	採			342		101	42		2,042	24,627				15	11	2,014	1,072	23,603	
	掘																		
孤立坑	採			1,491		1,456	2,133	435	7,574	132,545				2,101	2,015	1,315	6,107	166,743	
	掘																		
孤立坑	採			275		157	252		327	3,761				221	316	466	206	1,609	
	掘																		
孤立坑	採			3,178		2,534	1,456	4,291		12,194				3,431	4,413	2,191	2,981	10,415	
	掘			175		312	151	319		327							900	1,137	
孤立坑	採			1,364		1,218	2,624	6,421		21,227	222,749						10,215	745,142	
	掘																		
合 計		210	410	4,134	1,141	4,521	4,011	765	19,364	111,144	250	1,456	4,039	4,621	4,452	915	17,372	132,337	



## (6) 大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体適用採掘法の概説

### a) サプレベルストーピング法

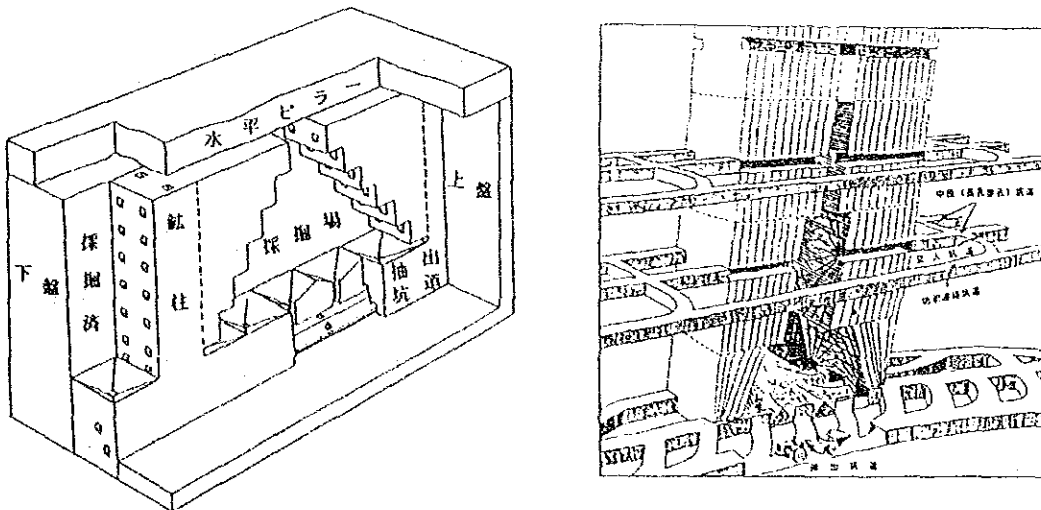
大廠銅坑鉍山細脈帶型鉍体の近代化計画では、大規模なI号・II号鉍体の一次採掘およびIII号鉍体の採掘に、サプレベルストーピング法を適用する。

この採鉍法の基本は、ある垂直間隔で数本の平行なサプレベルを開さくし、この坑道から発破孔を穿孔し、自由面近くの鉍石を起砕する。起砕鉍石は重力により落下させ下方より抜き取るというものであり、鉍体の形としては大きな塊状のものか、ある程度の厚さを持つ急傾斜（約 $50^\circ$ 以上）な脈状のものに適している。

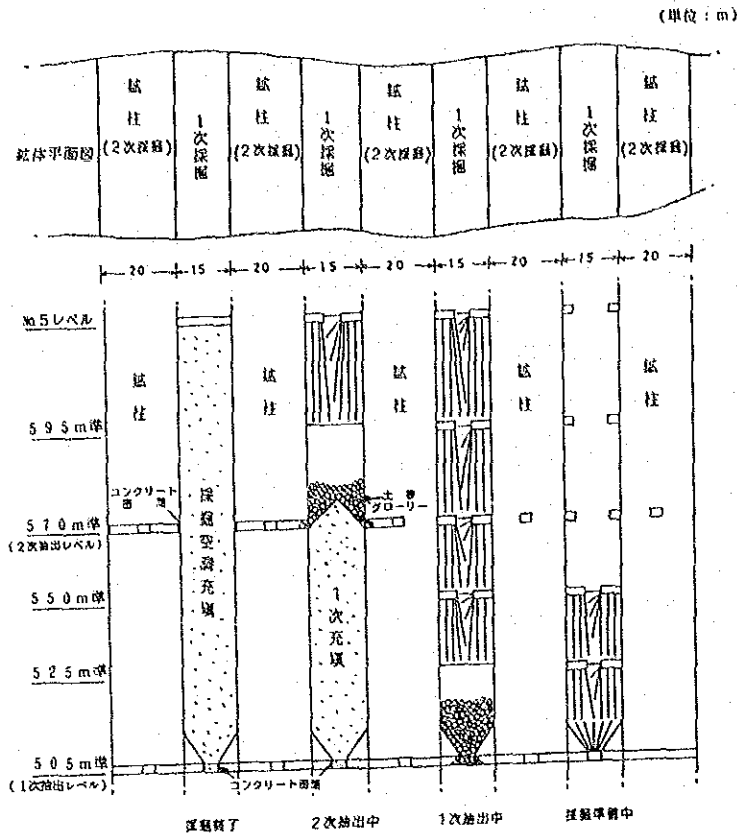
また、採掘跡は一般に大空洞となるため、無支柱でこの空洞の安定を維持するだけの周辺岩盤の強度が必要である。

この採掘法の特徴は、大規模集約採掘ができるため、生産性が高く採掘費が安いこと、作業がサプレベル坑道や抽出坑道などに限られるため比較的安全な採掘法であるが、鉍石の品位調整が困難であることや二次採掘を行っても採掘実収率が低いことが欠点としてあげられる。

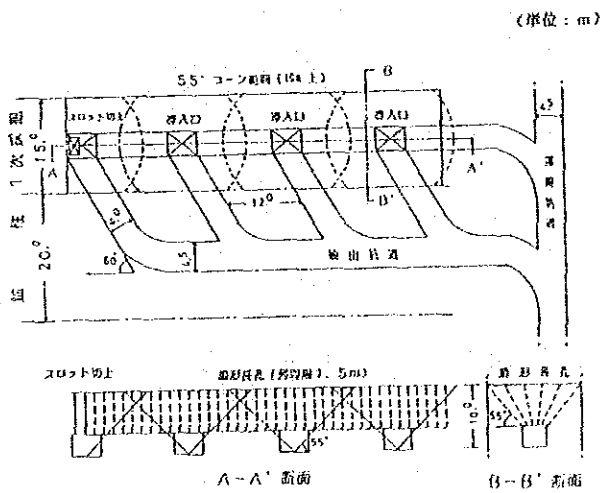
従って、サプレベルストーピング法は、品位は中～低品位でも比較的均質で大規模な鉍床に適していることになる。



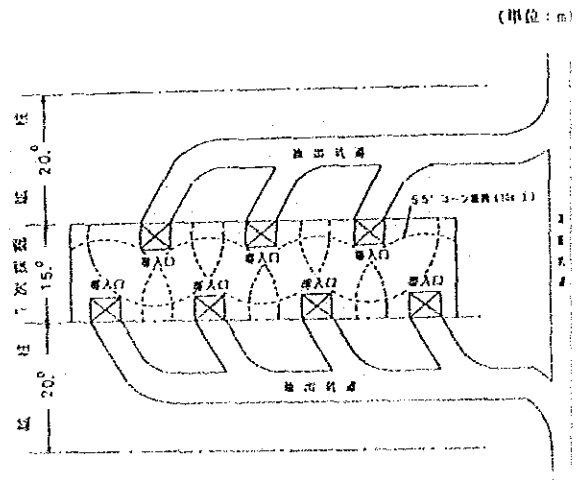
第III-2図 サプレベルストーピング法の概念図



第Ⅲ-3図 サブレベルストーピング法による一次採掘模式図



第Ⅲ-4図 一次抽出坑道 (50.5m準)  
および導入口設計図



第Ⅲ-5図 2次抽出坑道 (57.0m準)  
および研ゲローリ-設計図

○ 長孔穿孔と発破

各サブレベルで長さ20～30mの下向きの扇型長孔とし、孔間隔3.0m、最小抵抗線(列間隔)1.5mの千鳥式の穿孔配置とする。穿孔径は65mmφとする。

穿孔で最も重要なことは、長孔の穿孔・発破により鉋柱を損傷しないことであり、特に鉋柱側の穿孔・発破には正確な穿孔技術の習得とともにS・B法等のコントロール発破の採用が望ましい。

装薬・発破については、7～8割装薬を標準とするが、鉋石の起砕粒度をみながら調節する。

穿孔機械については、20～30mの下向長孔穿孔となるため、十分な穿孔能力を有する油圧式の長孔穿孔機械を導入する。

抽出坑道でのVカット用の上向穿孔については、現在、大廠銅坑鉋山で保有している長孔穿孔機械CTC141またはCZZ-700を使用する。

b) 上向充填採掘法（カットアンドフィル法）

大規模なⅠ号・Ⅱ号鉱体の周辺に散在する群小鉱体およびⅠ号・Ⅱ号鉱体の二次採掘に上向充填採掘法を適用する。

上向充填採掘法は、一般に鉱床条件（規模・傾斜形状の変化等）に敏速に対応することができ、鉱石の回収率は一般的に85～100%程度ときわめて高い。

さらに、採掘空間が比較的小さく、この空間を迅速に充填するので、大規模な崩落等の事故も少なく、比較的軟岩盤にも適用できるという長所を持っている。

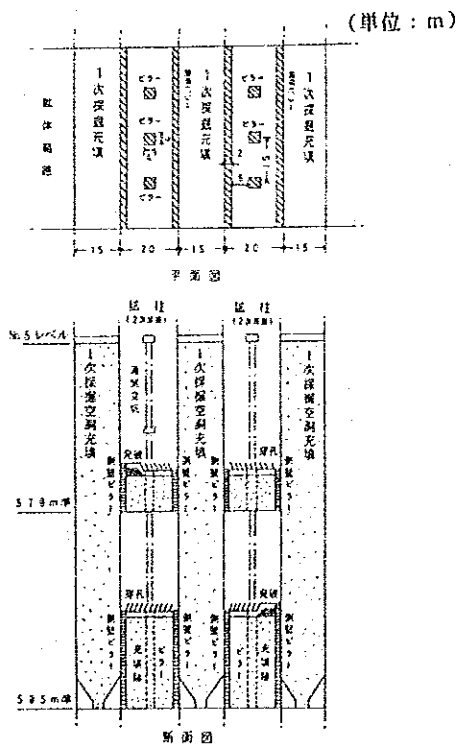
しかしながら、反面、必要な時期に充填材が準備されていなければならないこと、充填中は出鉱ができないこと等の作業上の欠点のほかに、常に新しい岩盤（天盤・側壁）露出面の下で作業を行うので、浮石災害発生の危険性がつきまとう等保安上の問題がある。

以下に上向充填採掘法の模式図を示す。



研究類による上向充填採掘法

第Ⅲ-6図 上向充填採掘法（カットアンドフィル法）模式図



第Ⅲ-7図 上向充填採掘法による二次採掘模式図

○ 二次採掘における鉱石回収率について

鉱柱を二次採掘する場合には、天盤のロックボルディング施工のほか、隣接切羽からの研の流入を防ぐための側壁ピラー（1.5～2.0 m程度）や天盤保持のための切羽内ピラー（4 m×4 m程度）の設置を考慮しなければならない。

仮に、鉱柱（幅20 m×長さ60 m）に対し、側壁ピラーを2 mとし、切羽内にピラー（4 m×4 m）を設けた場合、鉱柱の回収率は76%となる。

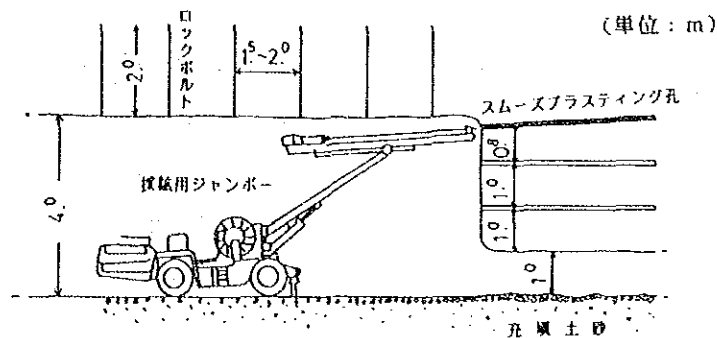
○ 上向充填採掘法における岩盤制御（密充填方式とスムーズブラスティング法）

上向充填採掘法による採掘後の空間天盤高さは一般に約5 m程度となる。従って、天盤等に浮石が発生した場合、浮石等の処置が困難となる。

このため、浮石等の発生し易い軟弱岩の場合には、採掘後の天盤高を調整（低く）できるようにするため、採掘空間をできるだけ密充填（残隙間0.8～1.0 m）し、この充填面を足場として水平穿孔を行い、穿孔・発破・切羽運搬の短サイクルによる採掘方式が最近適用されている。

この密充填方式では水平穿孔を行っているため、最終仕上がり水平孔にスムーズブラスティング発破法を採用することによって岩盤の損傷を抑えることができるが、さらに、ロックボルディング施工と組合せれば、きわめて安全に採掘することができる。

しかし、穿孔・発破・切羽運搬の短サイクル作業の繰返しであり大量出鉱等出鉱調整ができないことおよび採掘能率が低いこと等の欠点もある。



第Ⅲ-8図 密充填採掘方式とスムーズブラスティング法模式図

c) 切羽運搬

① 切羽運搬機械は、大廠銅坑鉍山保有のCT-6000でまかなう。

② 破砕用ジャンボ

塊鉍破砕用1ブームジャンボ(ディーゼル駆動)を導入する。

d) 充填

充填採掘法でもっとも重要なことは、必要な時期に必要な量の充填材を確保することである。もし充填が遅れた場合は、出鉍量の確保ができないばかりでなく、空洞崩壊の危険性もある。従って、充填系統の確立が重要となってくる。

① 充填材の基本的な考え方

群小鉍体に適用する上向充填採掘法の充填材は、開坑研およびサブレベルケーシングにおける抽出研をあてる。

I号およびII号鉍体の一次採掘(サブレベルストーピング法)後の充填材は、研充填またはセメント混入のサンドスライム充填とする。

III号鉍体および二次採掘の充填材は、研またはサンドスライム(セメント混入不要)のどちらでもよいが、切羽連続出鉍のためには研充填が望ましい。

② 大廠銅坑鉍山における充填設備

現在、下部層状鉍体採掘のために、充填プラント設備(サンドスライム+セメント混入設備)を建設中である。細脈帯型鉍体の採掘については、充填プラント設備の利用を考慮していないので充填プラントを利用する場合、設備能力不足となる。

一次採掘後セメントモルタルの充填による人工ピラー方式を考える場合には、充填設備の増強が是非とも必要となる。

③ 研充填計画

近代化計画においては、研充填を主体とし、研充填のための立坑をNo.4レベルから地表まで開さくし、地表研を充填材とする。さらに、No.4レベル以下に充填立坑を延長し、必要なレベルで研抽出ができるように計画する。

また、地表採土の他、選鉍廃石(比重選鉍廃石)のトラック運搬も考えるべきであろう。

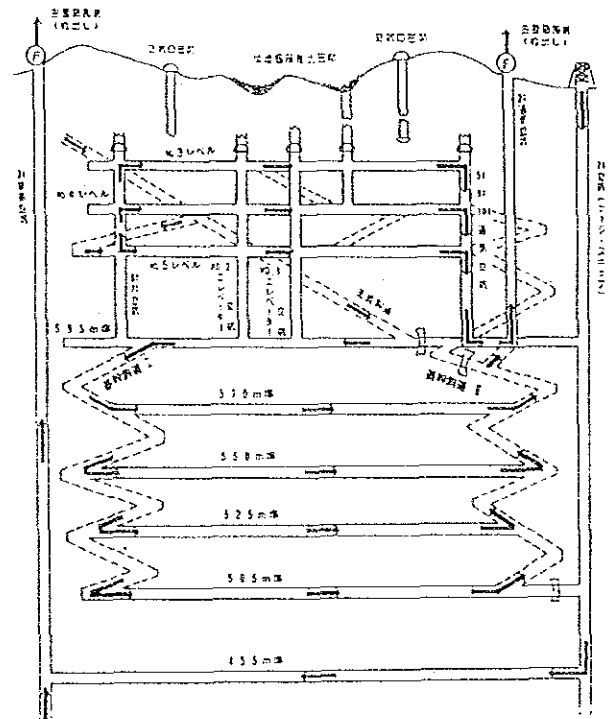
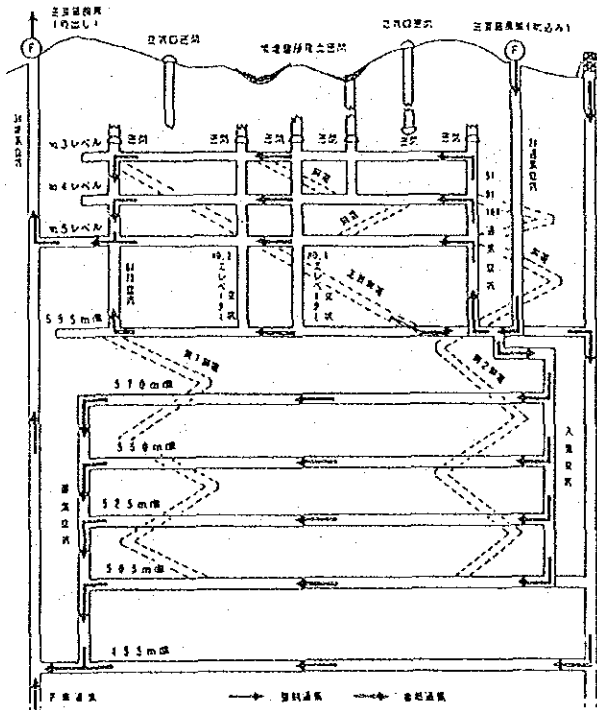
o) 通 気

緊急対策で示した通気系統を595m準以下も含めた細脈帯型鉱体全体の通気系統にも適用する。すなわち、595m準以下の入気系統は505m準～590m準間に入気立坑を開き、2#通気立坑につなぐ入気系統とする。

この入気立坑よりの通気は各レベルの切羽を洗い、排気立坑（570m準～455m準）を通り、3#排気立坑に排気される。（B案）

C案については、基幹斜道Ⅰを入気とし、各レベルの切羽を洗った通気は、基幹斜道Ⅱを通して2#通気立坑に排出される。

以下に改善後の通気系統の模式図を示す。



第Ⅲ-9図 改善後の通気系統模式図（B案） 第Ⅲ-10図 改善後の通気系統模式図（C案）

## f) 運 搬

### ① 鉍石運搬

595m準以下の採掘鉍石の主要運搬レベルは455m準とする。鉍石立坑は、北側（細脈帯型鉍体下盤）に3本、南側（細脈帯型鉍体上盤）に2本とし、立坑間の距離は180～200mとする。

鉍石運搬は、大廠銅坑鉍山で現在行われているトロリー電車2台+6m底明け式鉍車10台の組合せで行うものとする。

### ② 研運搬

開坑により発生する開さく研およびサブレベルケービング抽出研は、カットアンドフィル切羽を早期に準備することによって、できるだけ充填材として消費するが、余剰研は、595m準または455m準で土砂運搬を行い、スキップで坑外へ搬出する。

### ③ 鉍石トラック運搬の検討

455m準の鉍石立坑～スキップ立坑間の平均距離は約700mである。この程度の距離では坑内トラック運搬方法がきわめて高能率である。

## g) 排 水

細脈帯型鉍体下部においても坑内湧水はあまり出現しないと考えられるので、現状の排水系統で十分である。もし、開坑中の坑内湧水があればグラウティングによる止水を行うべきである。



## 4. 管理体制

組織・人員・管理体制については、現地調査期間が短かったため、収集した情報も少なく、組織がうまく機能しているかどうかの把握も不十分であったうえ、鉱山の状況；習慣；社会体制の違い等があり、以下に述べる問題点と改善点については、大廠銅坑鉱山に役立つものかどうか不明であるが、現在の日本の鉱山における一般的な管理体制と比較しながら提言を行うこととする。

### 4.1. 大廠銅坑鉱山における管理上の問題点

#### (1). 管理組織上の問題点

大廠銅坑鉱山の管理組織は、「I. 大廠銅坑鉱山細脈帯型鉱体概要. 5. 管理体制」で述べたように、

鉱部（本部）～車間（課）～工区（係）の3段階になっている。課は、坑口（採鉱）を含め8課、坑口（採鉱）課は、掘進係など9係に分れている。

このように細分化された管理組織は、一見、管理体制がととのっているようにみえるが、実際は、「セクショナリズムにおちいる」「過剰管理となる」「課（係）内の調整が困難となる」、等人員、機械、施設および技術等の総合的な有効活用の面で劣ることになる。

更に、大廠銅坑鉱山のように、それぞれの段階で、正規長（坑長、課長、係長）のほか、付長（付鉱長、付課長、付係長）が配属されている場合には、必然的に管理者が増えることになる。

#### (2). 非生産部門の比率が高い。又、生産部門の中での主作業率（直接生産に携っている人員の比率）が低い。

大廠銅坑鉱山の人員は約3,000人であるが、生産部門と非生産部門の人員比率は約6：4、更に生産部門における主作業率は約50%である。

すなわち、3,000人のうち、約1,200人が補助管理部門であり、更に生産部門1,800人のうち、直接生産人員は、900人となり、直接生産に従事する人員は、わずか全体の約30%にすぎない。

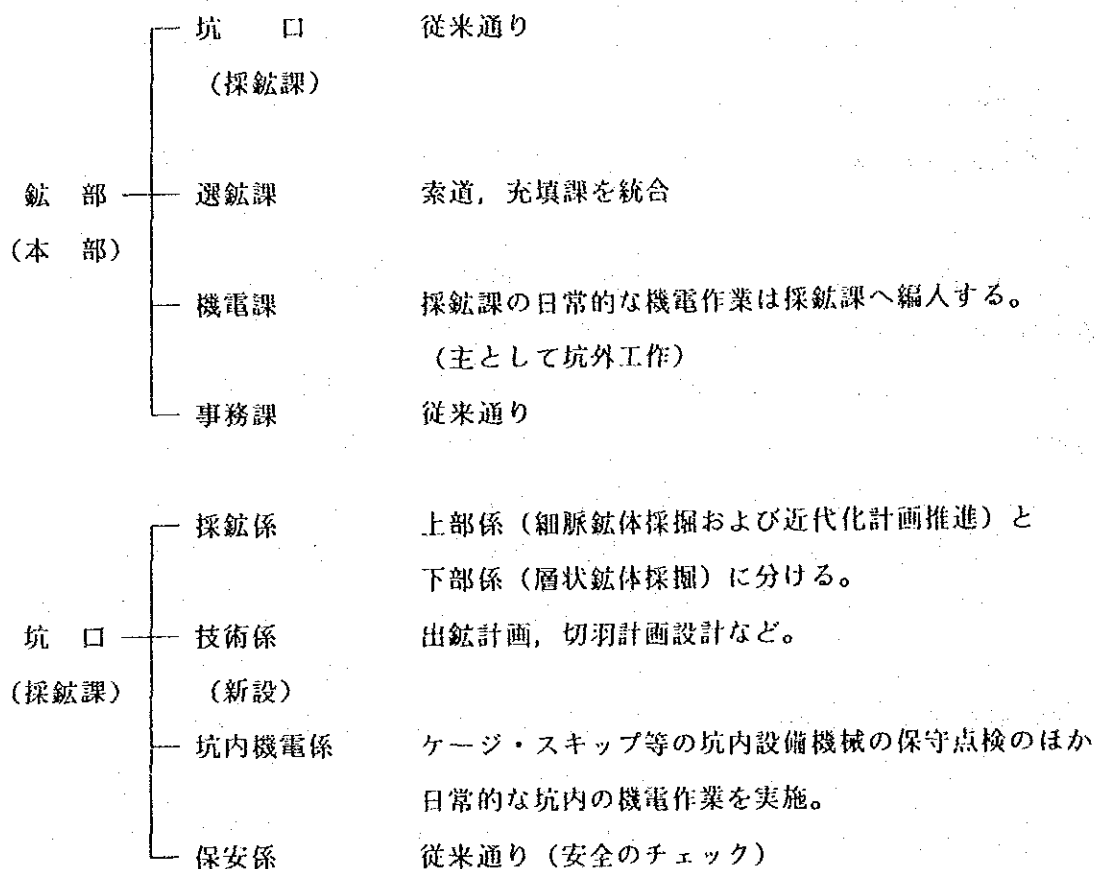
#### (3). 学校（幼稚園、小学校、中学校）、病院および商店（デパート）等の経営および管理も鉱山が行っている。

## 4-2. 改善案

### (1) 組織の簡素化

日本の鉱山においても、以前は組織の細分化がなされていたが、前述の欠点を修正するために、共通項をもつ課（係）の統合などの組織の簡素化がなされた。これによって、管理職および補助管理部門等非生産部門の人員圧縮が可能となった。

以下に、大廠銅坑鉱山の組織の簡素化の一案を示す。



### (2) 生産部門における主作業率のアップ

主作業率をアップさせるには、まず、雑作業の内容、何故その作業ができたのか、その作業をなくせないか、その作業の能率アップができないか、等の分析を行なう必要がある。

大廠銅坑鉱山における雑作業の内容を十分把握していないので、有効な改善案を提言できないが、一般的には、生産部門で行われる各作業の品質管理を十分行なえば、その後の無駄な作業が省かれることが多い（例えば、スムーズプラスティング発破法による、浮石除去作業減、留付作業減等）。更には、使用機械の日常点検実施、早期修理実施等によって、修理工数減を図る等、作業教育が大切である。

(3) 学校、病院および商店の独立経営、管理

日本でも、以前は、鉱山町という特殊環境のところでは、学校、病院および商店などを経営、管理していた鉱山も多い。しかし現在では、ほとんど地方行政に移管されている。

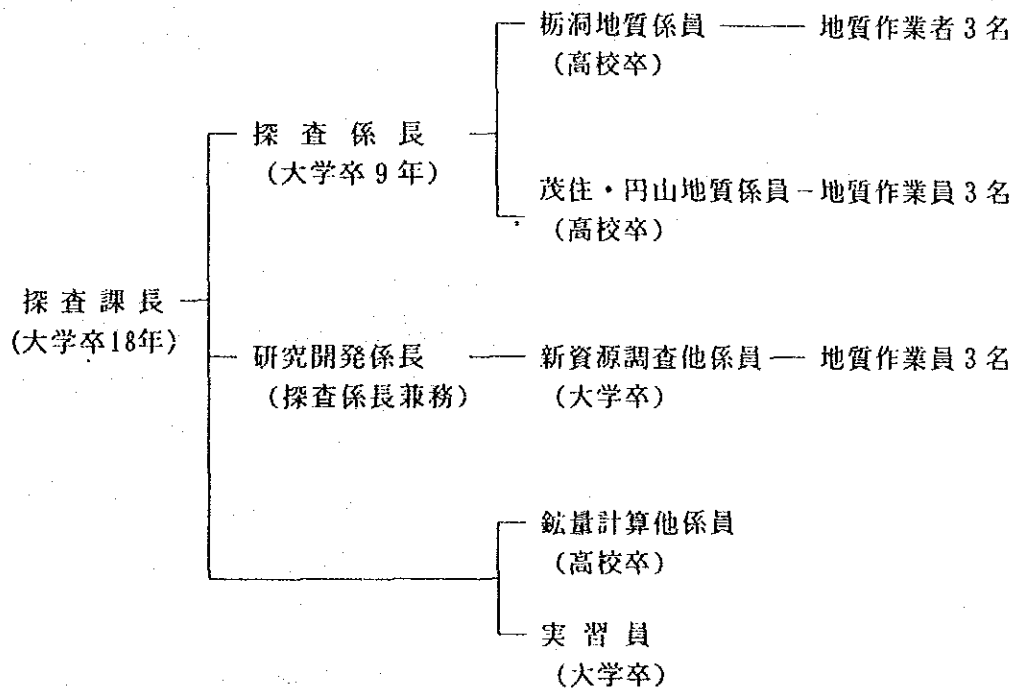
中国の社会体制から、「独立経営、管理」という考え方が適当かどうか疑問であるが、「鉱山管理」という面からみれば、鉱山の本業以外の経営・管理は、明らかに異質であり、鉱山管理に与える負担も大きい。

4-3. 日本の鉱山における組織・管理体制の一例

日本と中国の鉱山管理方法については、鉱山の状況・習慣・社会体制の違い等があり、単純にその優劣を比較することはできない、従って、日本の鉱山の一例（神岡鉱業所）における探査・採鉱における組織・人員と操業管理体制）を提示して中国側の参考に付す。

(1) 神岡鉱業所・探査課

a) 組織および人員



人員： 管理職 2 名，係員 5 名，作業員 8 名，合計 15 名

b) 業務内容

①探査課

- 探鉱活動・鉱量計算などの総括
- 探鉱長期計画・予算の策定

## ②探査係

- 主として既知鉱床周辺（枋洞・茂住）の調査研究，探鉱（坑道・試錐）計画と実施状況調査（昭和62年度予算；坑道探鉱 2,750m・試錐探鉱10,000m）
- 開坑・探鉱へのRecommendation（切羽巡回）
- 鉱量計算

## ③研究開発係

- 新鉱床発見のため最新の知識・技術を導入し，斬新なアイデアで広域にわたり調査研究の実施
- 国策に沿う資源探査の一環として広域調査・精密調査の実施（昭和62年度予算；精密探鉱 400m・試錐探鉱 850m）
- 新資源（金・レアメタル・陶石など）の調査研究・探鉱（地表試錐）
- 技術コンサルタント分野（温泉・土木地質・サンシャイン計画等）の諸調査
- 地質・鉱物基礎調査
- 鉱区関係業務

## e) 操業管理のための各種会議と参画メンバー

### ①長期計画会議（年単位，不定期）

3年～5年の長期展望に立ち，課の方針および探鉱計画を作成し，上申する。  
参画メンバーは，係員以上。

### ②予算会議（6ヶ月予算）

6ヶ月単位の探鉱予算・人員予算および経費予算を作成し，上申する。  
参画メンバーは，係員以上。

### ③C・A(Check and Action)会議（1回/月）

前月の操業実績（作業量および経費）を取りまとめ，課長会議で探査課長が報告する。実績の取りまとめと対策協議は係員以上で実施。

### ④係員会議（1回/月）

係員以上で1ヶ月間の作業目標，保安上の問題，その他の打合せを行う。

### ⑤グループ会議（2回/月）

作業の標準化・簡素化・システム化などを目的にテーマを取り上げ，係員および作業員で会議を持つ。

### ⑥グループミーティング（毎朝）

係員および作業員間で，1日の作業面および保安面について打合せを行う。

### ⑦ 探鉱係との打合せ会議

1回/年の鉱量計算会議（可採率・研混入率）のほか，1回/月のリコメン会議（探鉱・探鉱現場検討会議）を行う。



b) 業務内容

- ① 鉱長は鉱全体の総括
- ② 係長は担当係の総括
- ③ 採鉱係員のうち、各係に1名の生産管理係員がおり、各係全体の出鉱計画・開坑計画等の立案のほか、毎日の出鉱量・品位管理を行っている。(前日の選鉱成績のフィードバック)
- ④ その他の採鉱係員は、受持区域の人員配番および作業管理(探開坑量・出鉱量・出鉱品位・作業者の保安面等)を行う。
- ⑤ 保安技術係のうち技術係員は、鉱長の指示を受けて技術改善または新技術導入のための基礎試験を行う。

保安係員は、鉱全体の保安推進のための計画立案のほか、災害集計等保安に関する業務を行う。

工作係員は、鉱全体の機械の整備を担当し、特に定期点検・機械の更新計画を立案実施する。

c) 操業管理のための各種会議と参画メンバー

① 長期計画会議(年単位、不定期)

3年～5年の長期展望に立ち、鉱の方針(出鉱量・品位・人員および経費)を計画立案し、上申する。とくに技術革新のための新技術・新機械の導入等を長期計画に折り込む。

参画メンバーは、鉱長、採鉱保安技術係長、各係の生産管理担当係員、技術係員。

② 予算会議(6ヶ月予算)

各係で、6ヶ月単位の作業量・人員・経費予算を作成し、上申する。

参画メンバーは、係長および生産管理係員が主となる。

③ C・A(Check and Action)会議(1回/月)

前月の鉱全体の操業実績(出鉱量・品位・経費)を取りまとめ、課長会議で鉱長が報告する。また、各係毎には係長が担当係の実績を取りまとめ、対策(Action)とともに鉱長に報告する。

参画メンバー、社長、各担当部長、各課課長。

④ 係員会議(1～2回/月)

各係で、前月の操業実績をチェックし、翌月の目標・対策をたてる。鑑定作業(作業実績量のチェックと作業者の能率給決定)のほか、作業番割りを行う。

参画メンバーは、係長および係員。

⑤グループ会議（1回/月）は探査課と同じ。

⑥保安関係会議（1回/月）

全山保安委員会（各課の作業代表の保安委員・各課課長以上で構成）の保安方針・目標に基づき、鉱の保安対策を協議する。

鉱保安委員会さらに、その後、各係毎に保安常会（係全員参加）を実施するほか、鉱長と各係係員との保安対話（1回/月）も行う。

⑦操業成績報告（毎日）

前日の操業成績（出鉱量）について生産管理係員が取りまとめ係長へ報告、係長は鉱長へ報告する。

⑧番割り（毎日作業前）

作業開始前に係員と作業員間で、作業および保安の打合せを行う。（10分～20分）

⑨作業員ミーティング（毎日作業前）

番割りを受けた後、番割作業関係のある作業員間で作業・保安の打合せ・確認を行う。

⑩他係との会議

探査課との会議は前述のとおり。





## IV. 大廠銅坑鋁山近代化（改善）計画（案）

### 実施スケジュール

（細脈帯型鋁体）



## Ⅳ. 大廠銅坑鉦山近代化(改善)計画(案)実施スケジュール (細脈帯型鉦体)

### 1. 実施スケジュールの基本的な考え方

#### (1) 坑内火災対策

- ① 緊急対策で計画した坑内各所の坑道密閉を、通気系統の変更(No.5レベルで3#排気立坑へ連絡)前に完了させる。(準備期間:4~5ヶ月)
- ② 細脈帯型鉦体の通気系統変更のため、No.5レベルで坑道開さくを行い、現在の下部層状鉦体用3#排気立坑と細脈帯型鉦体用の6#・7#排気立坑の連絡を行う。
- ③ 5.95m準以上の通気系統変更が完了した時点で、地表部において、現在の細脈帯型鉦体用排気立坑口および6#排気立坑口を密閉する。
- ④ 地表陥没跡および岩盤中のクラック等からの噴煙箇所の覆土密閉については、現状のサブレベルケーピング法を継続するかぎり、地表陥没が進行し、保安上および鎮火効果の上からも問題があるため、採鉦法の切替後に実施する。

#### (2) 採鉦法の近代化(改善)作業実施の条件

- ① 早期に採鉦法の切替を行うため採掘準備作業(基幹開坑および切羽開坑)は、大型機械の導入や開坑クルーの多数投入をはかり、集中作業・高能率作業により採鉦法の切替工期の短縮をめざす。
- ② 採鉦(一次採掘および二次採掘)についても大型機械を導入する。ただし、カットアンドフィル法に使用する採鉦用ジャンボには、坑道掘進用ジャンボを転用する。(ガイドセルの取替が必要)
- ③ 大廠銅坑鉦山の保有する機械類をできるだけ活用する。

#### (3) 近代化実施スケジュール

- ① 近代化計画の基本計画(計画(1))スケジュール  
(最短スケジュール)
- ② 近代化計画の基本計画(計画(1))スケジュール  
(ベースダウンスケジュール)
- ③ 近代化計画(計画(2))スケジュール



## 2. 大型機械導入による各作業の高能率化および 大型機械の必要台数と必要稼働切羽数

### (1) 坑道掘進作業（斜道および水平）

一次採掘の主力採掘法であるサブレベルストーピング法は、採掘切羽の進行が下から上へと向う上向採掘法である。従って、出鉱を早めるためには早期に505m準（1次抽出レベル）に到達し、採掘準備作業（抽出坑道・Vカット坑道の開さく等）を開始しなければならない。

このため、大型機械の導入により坑道掘進作業の高能率化をはかる。

#### ① 機械の組合せ

掘進用ジャンボ+ロードホールダンプ+AN-FO装填車

#### ② 作業能率（ジャンボ1台当り）

斜道掘進（1個所持ち）：60m/月とする。（神岡鉱山実績）

水平掘進（ “ ” ）：80m/月とする。（ “ ” ）

#### ③ 坑道掘進用機械必要台数

・坑道掘進用ジャンボ：18台（スケジュール表より）

・ロードホールダンプ：9台（ジャンボ2台に対し、LHD1台）

・小型AN-FO装填車：6台（ジャンボ3台に対し、装填車1台）

### (2) 立坑開さく作業

#### ① 立坑開さく方式

100m以上の長距離切上および65m以上の傾斜切上の開さく用に、レイズボーラー（BM-100、立坑径1,750mmφ）を1台導入する。

75m以下の垂直切上は、立坑開さくスケジュールの関係から、大廠銅坑鉱山の切上方式（吊缶方式）により開さくする。また、30m以下のスロット切上りは普通方式による開さくとする。

#### ② レイズボーラーによる立坑開さく作業能率（150m級立坑開さくの平均実績）

立坑開さくスピード：50m/月

準備・撤収作業：0.5ヶ月（機械搬入・組立・撤去・搬出）

### (3) サブレベルストーピング法（I号・II号鉱体の一次採掘）長孔穿孔作業

#### ① 全油圧式さく岩機搭載の長孔穿孔機械の導入

各サブレベルより2.5～3.0mの下向長孔穿孔を行うため、全油圧式さく岩機搭載の穿孔機械を導入する。長孔穿孔能率は空気動さく岩機と比べ約2倍である。

② 長孔穿孔機械の採鉱能力と機械導入台数

- ・長孔穿孔作業能率：7.5 m/方・台
- ・長孔採鉱能力：780 t/方・台

③ 長孔穿孔機械の導入台数

※機械稼働率

$$4,000 \text{ t/日} \div (780 \text{ t/方} \cdot \text{台} \times 3 \text{ 方/日} \times 0.7) \approx 2.44 \text{ 台}$$

予備機を含め4台を導入する。

(4) 上向充填採掘法（カットアンドフィル法・二次採掘）穿孔作業

① カットアンドフィル採鉱用ジャンボ（坑道掘進用ジャンボの転用）

坑道掘進用ジャンボからのカットアンドフィル採鉱用ジャンボへの転用にはガイドセルの交換だけでよい。

② カットアンドフィル採鉱用ジャンボの採鉱能力と導入機械台数

- ・採鉱能力：280 t/方・台

- ・採鉱用ジャンボの必要台数（試算）

※機械稼働率

$$4,000 \text{ t/日} \div (280 \text{ t/方} \cdot \text{台} \times 3 \text{ 方} \times 0.7) \approx 7 \text{ 台}$$

予備機を含め、9台必要である。

(5) 一次採掘および二次採掘における4,000 t/日出鉱体制必要切羽数

① 一次採掘（サブレベルストーピング法）時の必要切羽数

ロードホールダンプの切羽運搬能力より

※切羽稼働率

$$4,000 \text{ t/日} \div (200 \text{ t/方} \cdot \text{箇所} \times 3 \text{ 方} \times 0.85) \approx 8 \text{ 切羽}$$

出鉱切羽数は8切羽以上必要となる。

② 二次採掘（カットアンドフィル法）時の必要切羽数

- ・1サイクル必要方数：5.5方（穿孔2方・発破1方・切羽運搬2.5方）

- ・1切羽・1日当り出鉱量：565 t  $\div$  5.5方  $\times$  3方  $\approx$  308 t / (切羽・日)

※充填期間を考慮した切羽稼働率

- ・必要切羽数：4,000 t / 日  $\div$  (308  $\times$  0.6)  $\approx$  22切羽

二次採掘時の必要切羽数は22切羽以上となる。

(6) その他の機械導入

① ロックボルトジャンボ：1台

坑道掘進時および上向充填採掘法による採掘時の岩盤補強のために導入する。

② 局部扇風機：10台

2本の基幹斜道および各中段開さく時の局部通気確保のために設置する。

③ 破碎ジャンボ：2台

導入口抽出による切羽運搬時の大塊破碎作業用に導入をはかる。