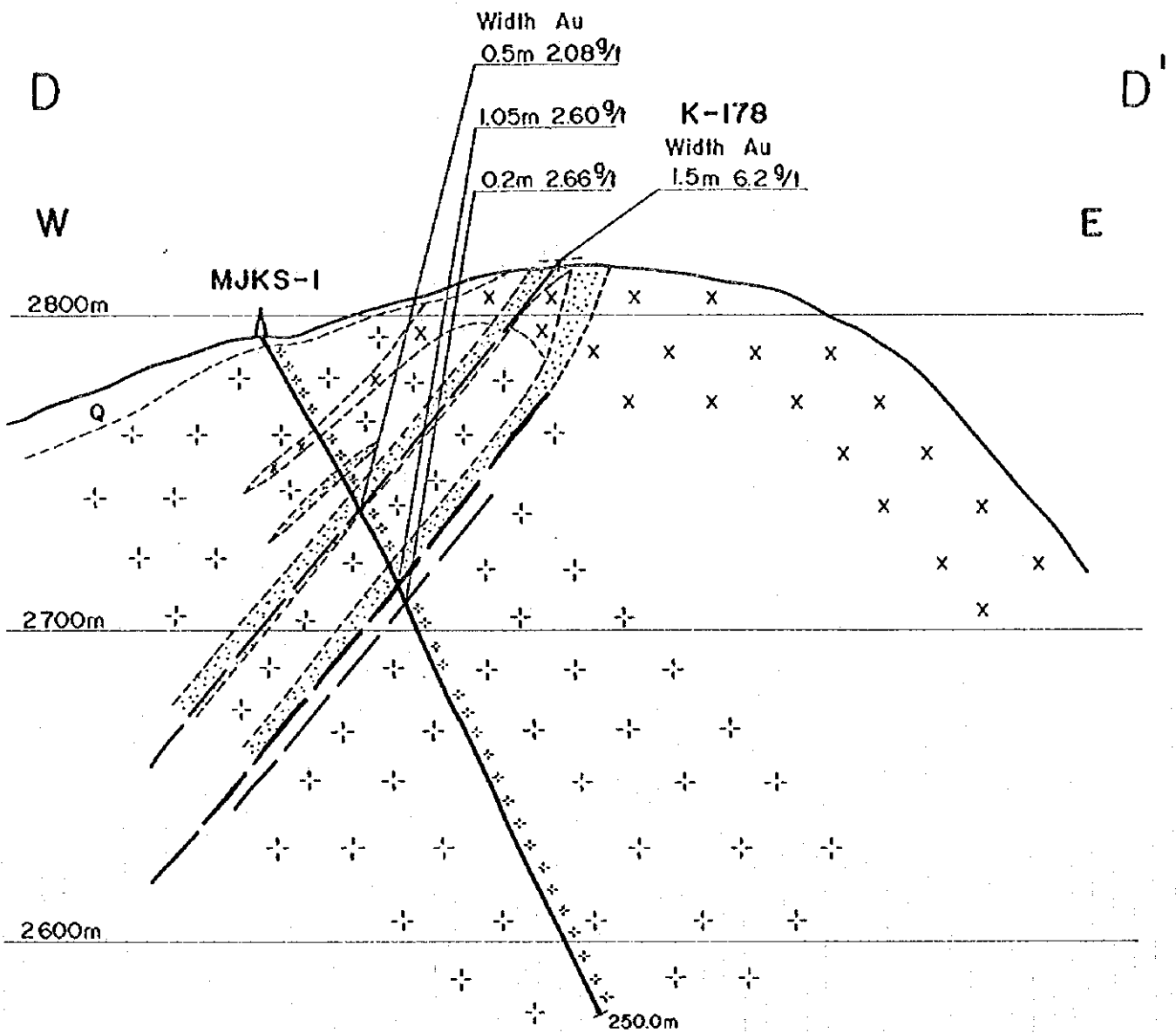


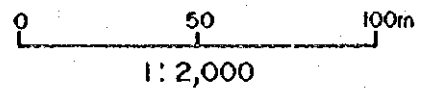
APPENDICES

APPENDIX 1

Geological Cross Section along Drillings in Shyraldzhyn Area

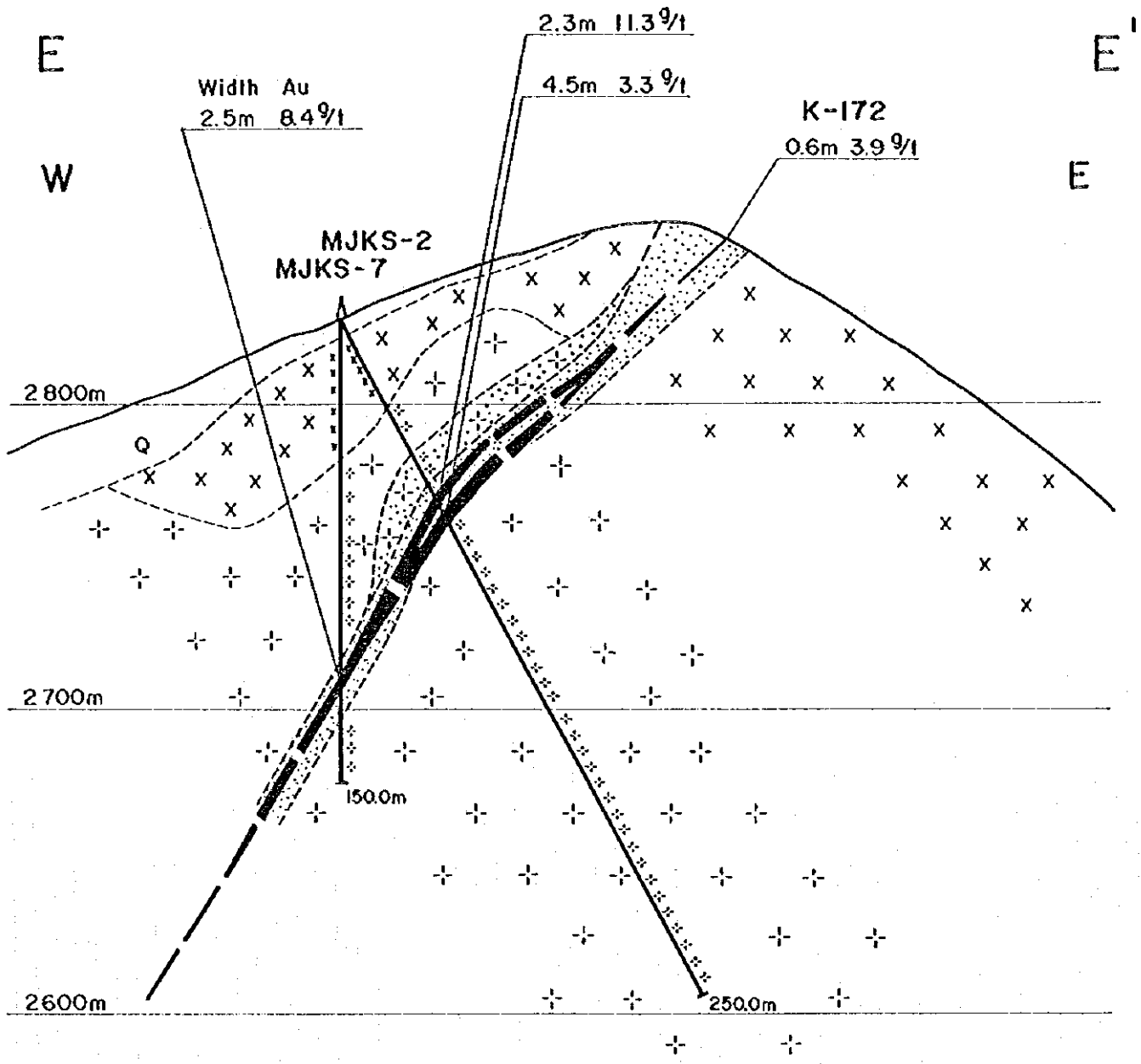


LEGEND	
Q	Quaternary deposit
+	Granite
X X	Granite porphyry
* *	Aplite
•••	Greisen
••••	Greisenized granite
•••••	Beresitized granite
—	Quartz manganosiderite vein

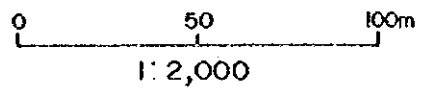


Geological Cross Section along MJKS-1

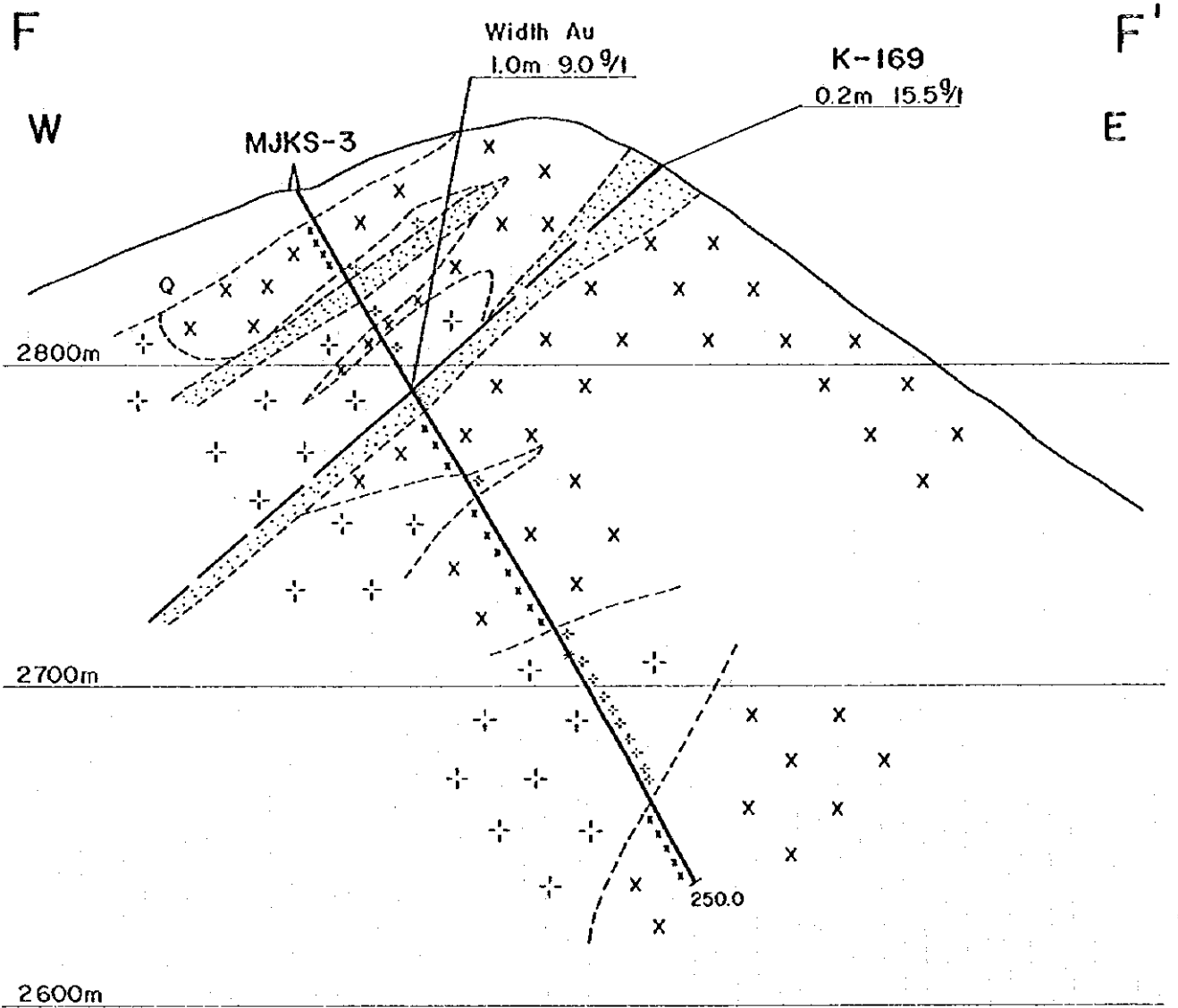
A-1



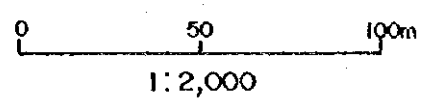
LEGEND
 (See Fig. II-3)



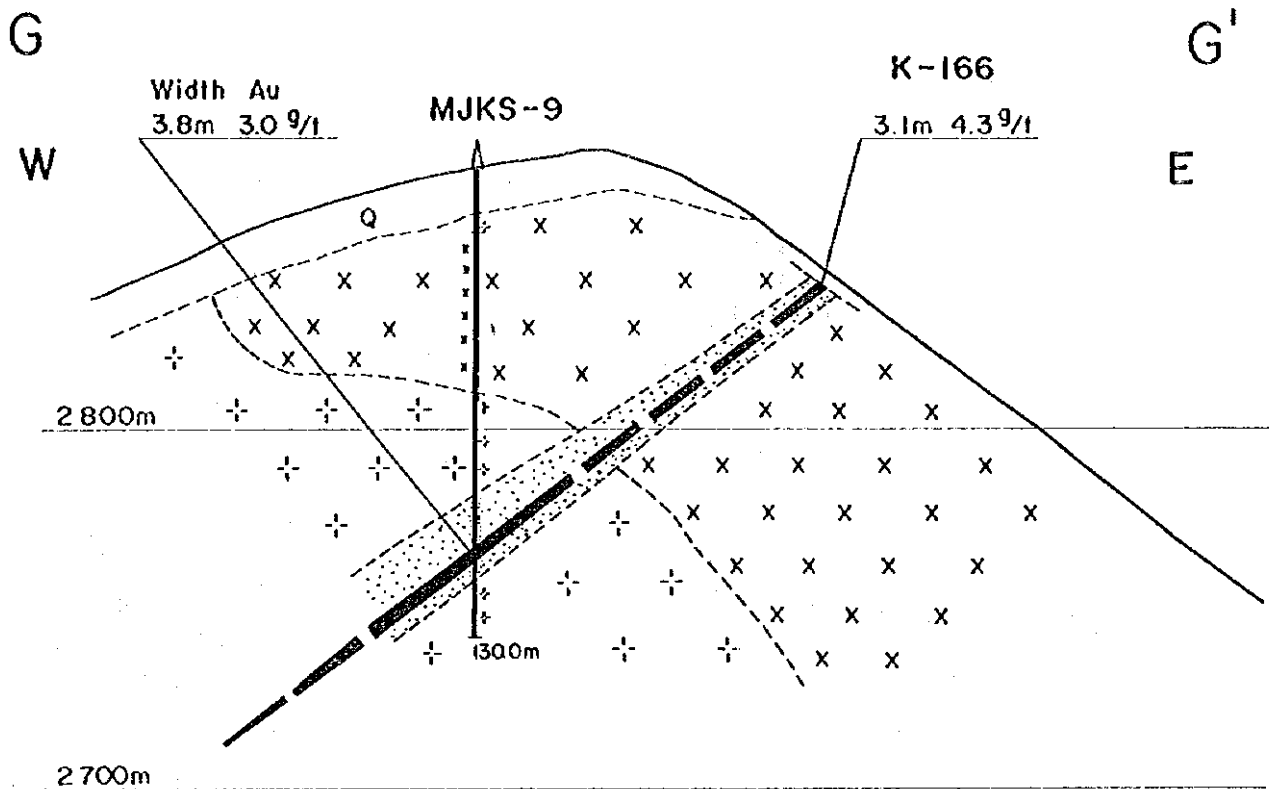
Geological Cross Section along MJKS-2 and 7



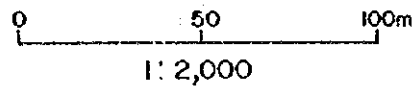
LEGEND
 (See Fig. II-3)



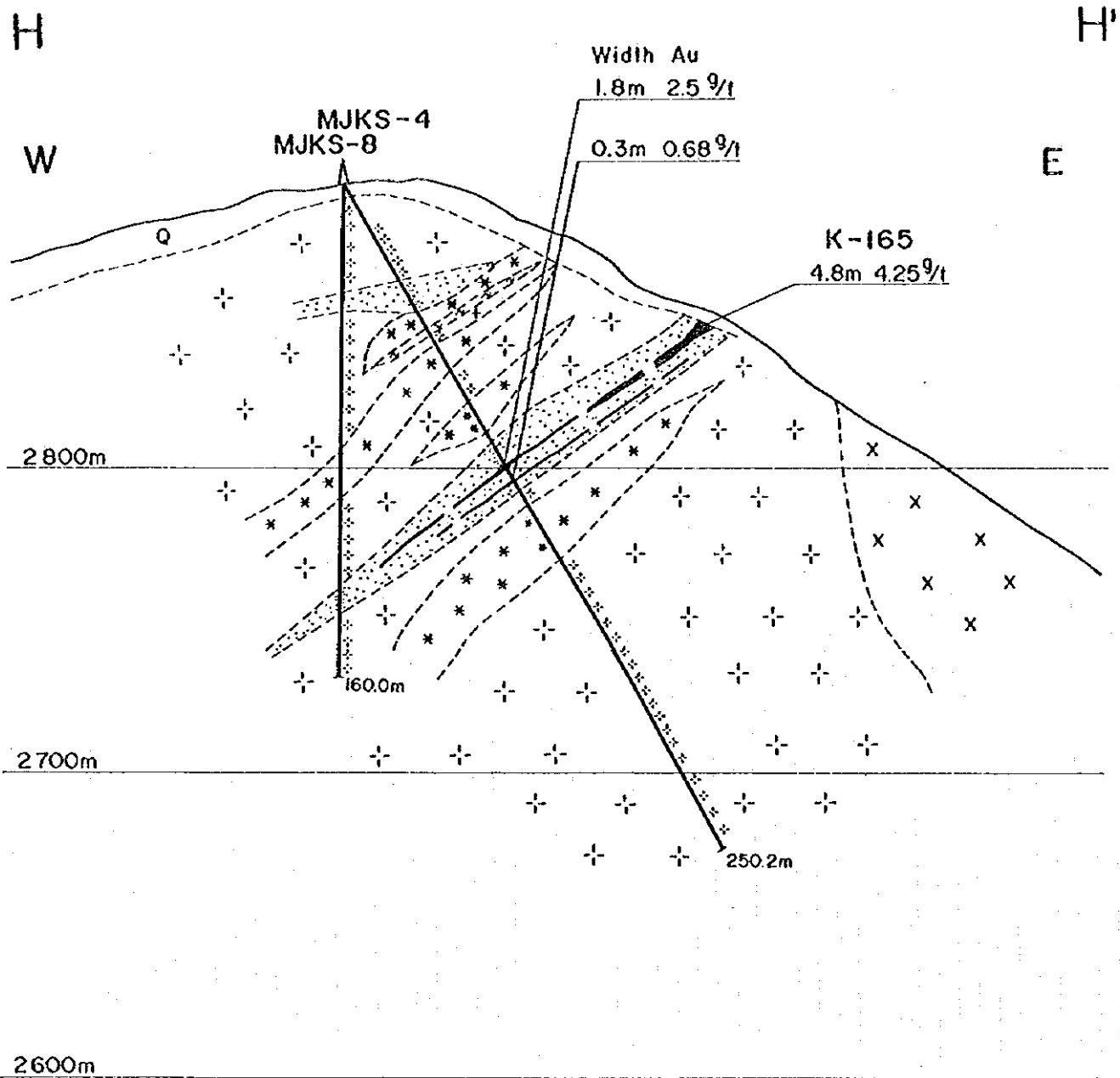
Geological Cross Section along MJKS-3



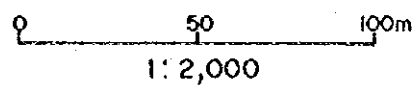
LEGEND
 (See Fig. II-3)



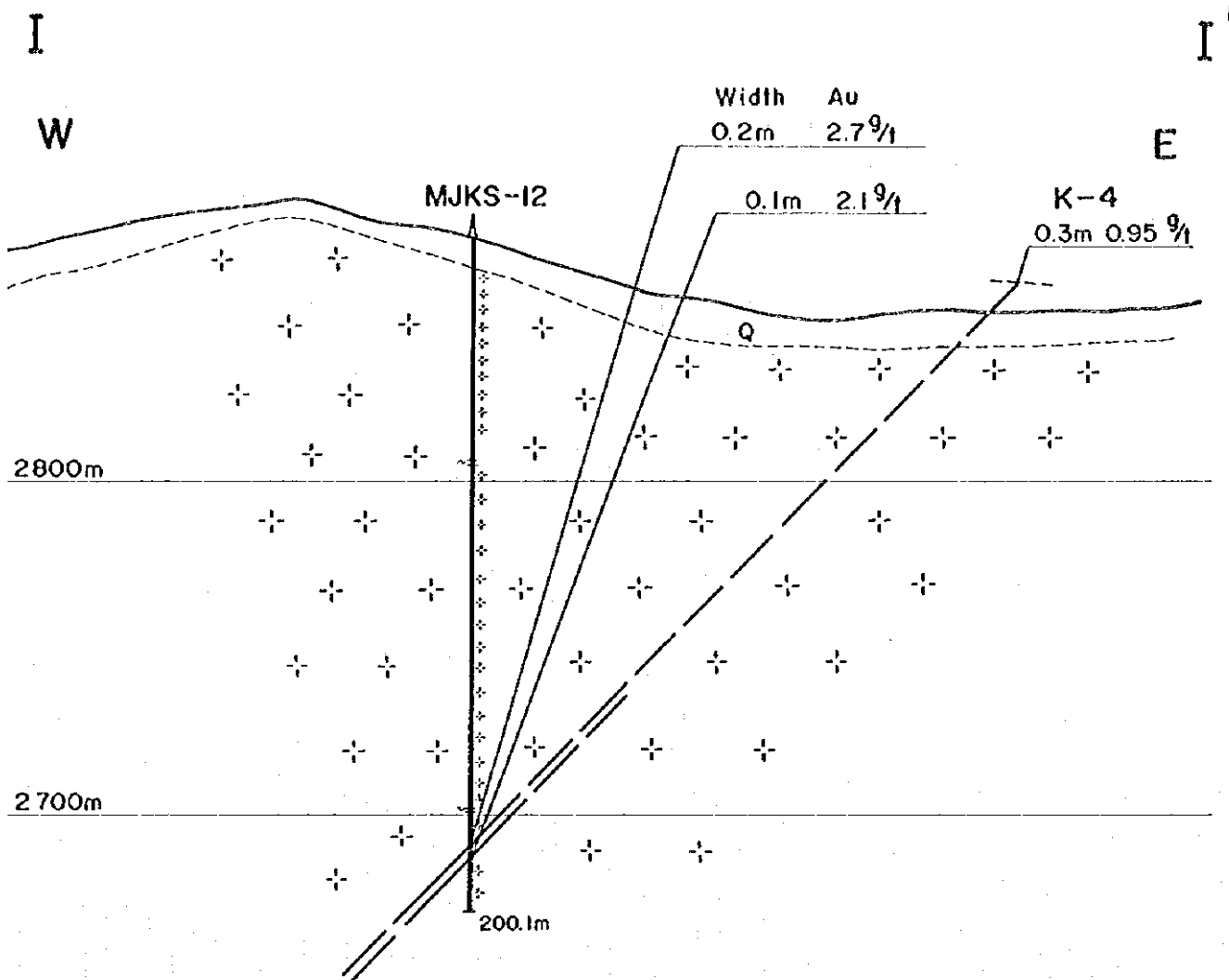
Geological Cross Section along MJKS-9



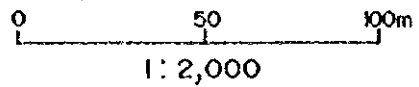
LEGEND
(See Fig. II-3)



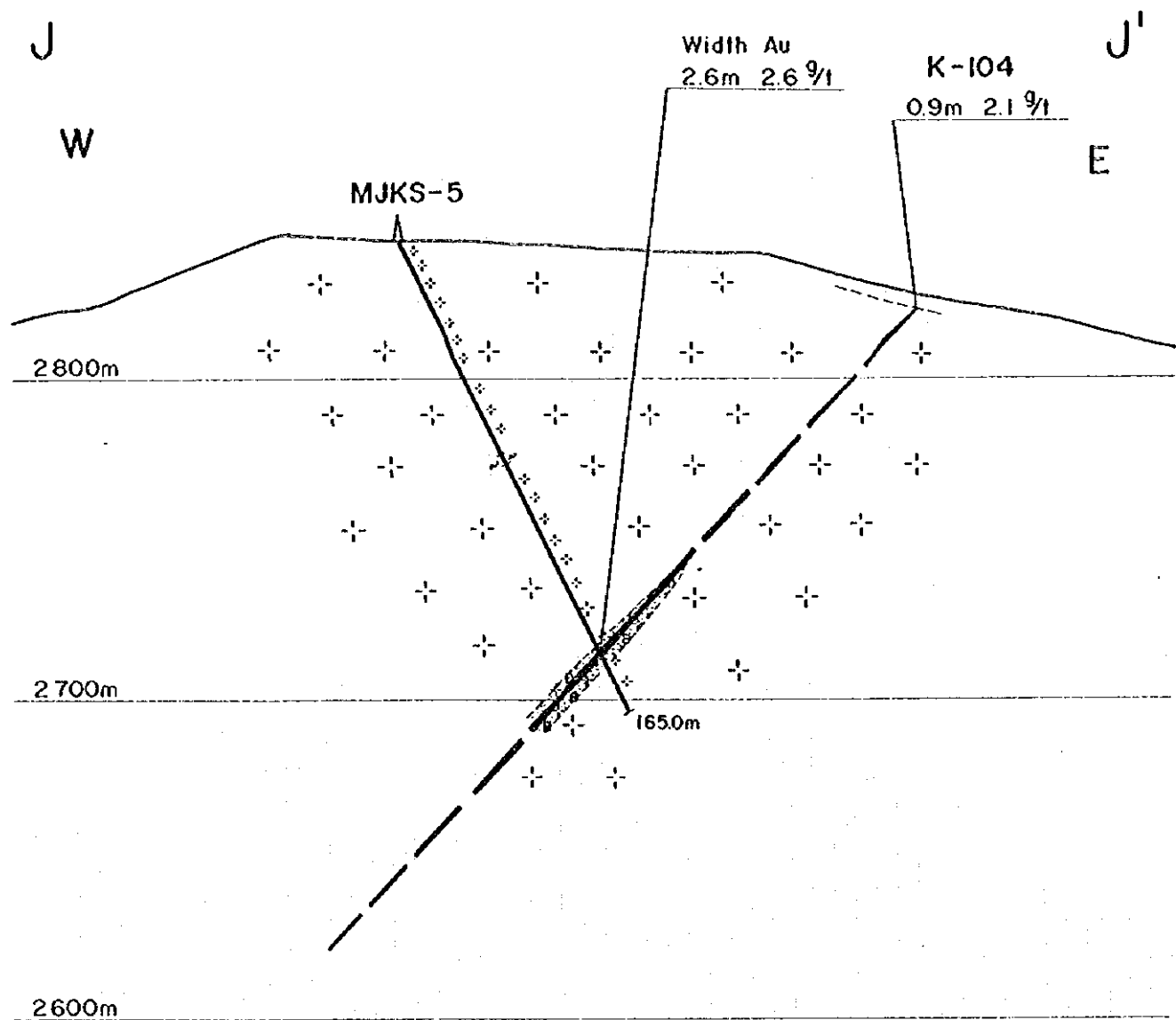
Geological Cross Section along MJKS-4 and 8



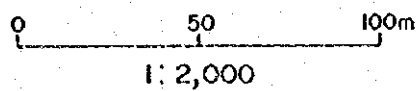
LEGEND
 (See Fig. II-3)



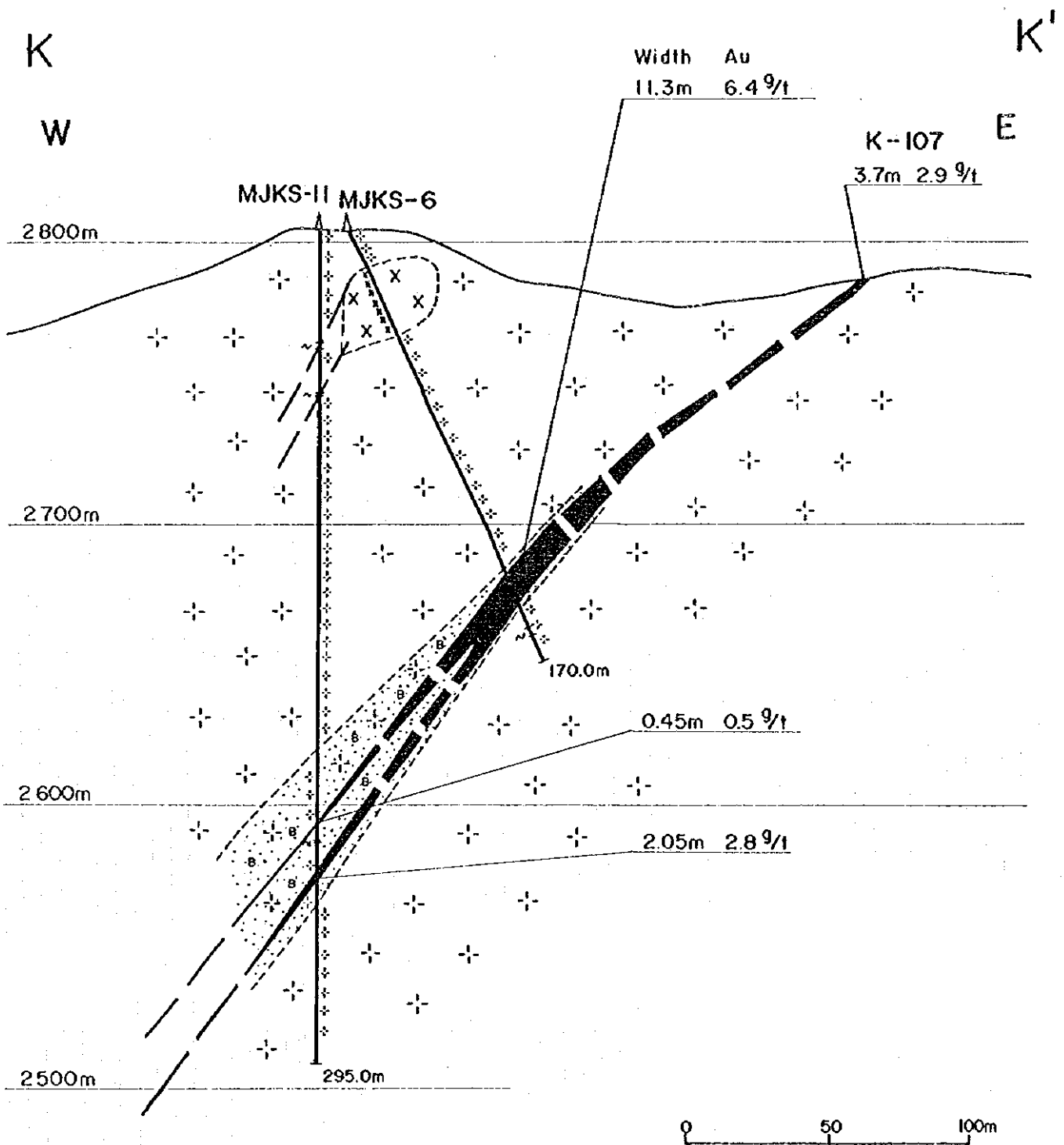
Geological Cross Section along MJKS-12



LEGEND
 (See Fig. II-3)

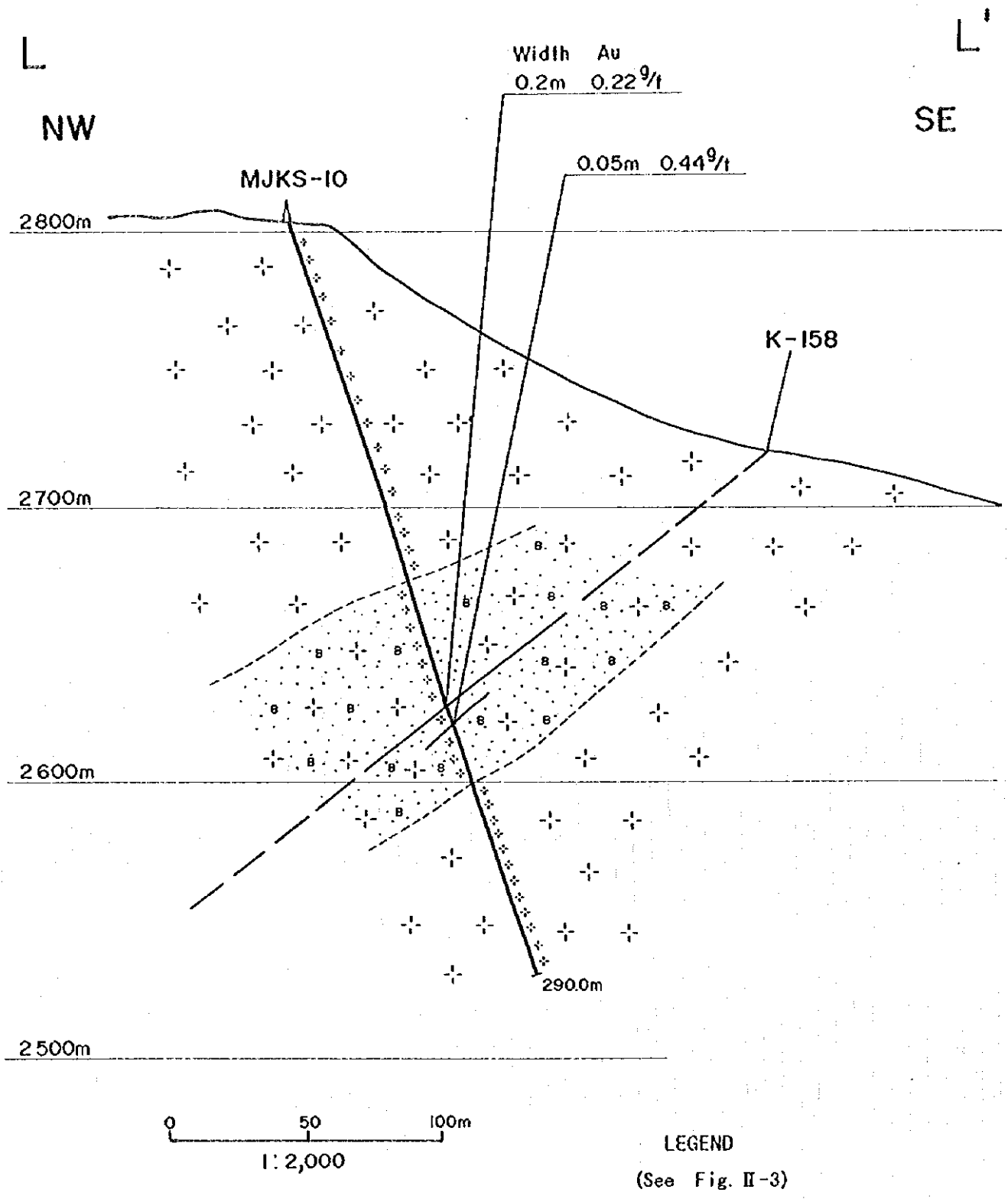


Geological Cross Section along MJKS-5



LEGEND
(See Fig. II-3)

Geological Cross Section along MJKS-6 and 11



Geological Cross Section along MJKS-10



APPENDIX 2

Details of Mining Development Program



Apx. 2 鈹山開発計画調査詳細

1 鈹床周辺の環境

シラルジン鈹床は、標高2,890mの山頂に位置する。鈹床に最も近い村は、鈹床の北西約20kmにあるベイシケ(Beisheke)である。鈹床付近には未舗装探鈹用の機械搬入道路はあるが、それ以外の設備は無い。送電線からは約26km離れている。水源は約3km離れ、高低差400mポンプアップする必要がある。

現在、タラス州には操業及び開発中の鈹山は無く、金製錬コンビナートも無い。またキルギスでは金銀の電解精製は、国策によりカラバルタ・コンビナートで一括処理している。このため、本鈹床の鈹山開発計画を策定するにあたり、電解精製前の青金を生産する青化金製錬工場を建設することを前提とした。

2 探掘対象鈹量

シラルジン鈹床の調査結果、着鈹部の走向延長は約1,100m、脈幅1.3m~4.2mである。開発対象鈹量を予想鈹量とした。埋蔵鈹量は1,043千トン、Au品位5.2g/tである。後述するようにカットオフAu品位を4g/tとすると、可採粗鈹量は644千t、Au品位5.1g/tとなる。

3 開発方針

3-1 採鈹部門

標高2,700m準を鈹石運搬坑道とする。坑口は鈹脈の両端に開削し、機械の移動を容易にして掘場の稼働率を向上させると共に通気を確保する。また、坑道は坑内に向かって緩い登り傾斜とし、坑内湧水を自然排出させる。鈹石立坑・土砂立坑を優先して開削し、通気状況を良好に保ち、局部扇風機は使用するが大型扇風機による強制通気は避ける。

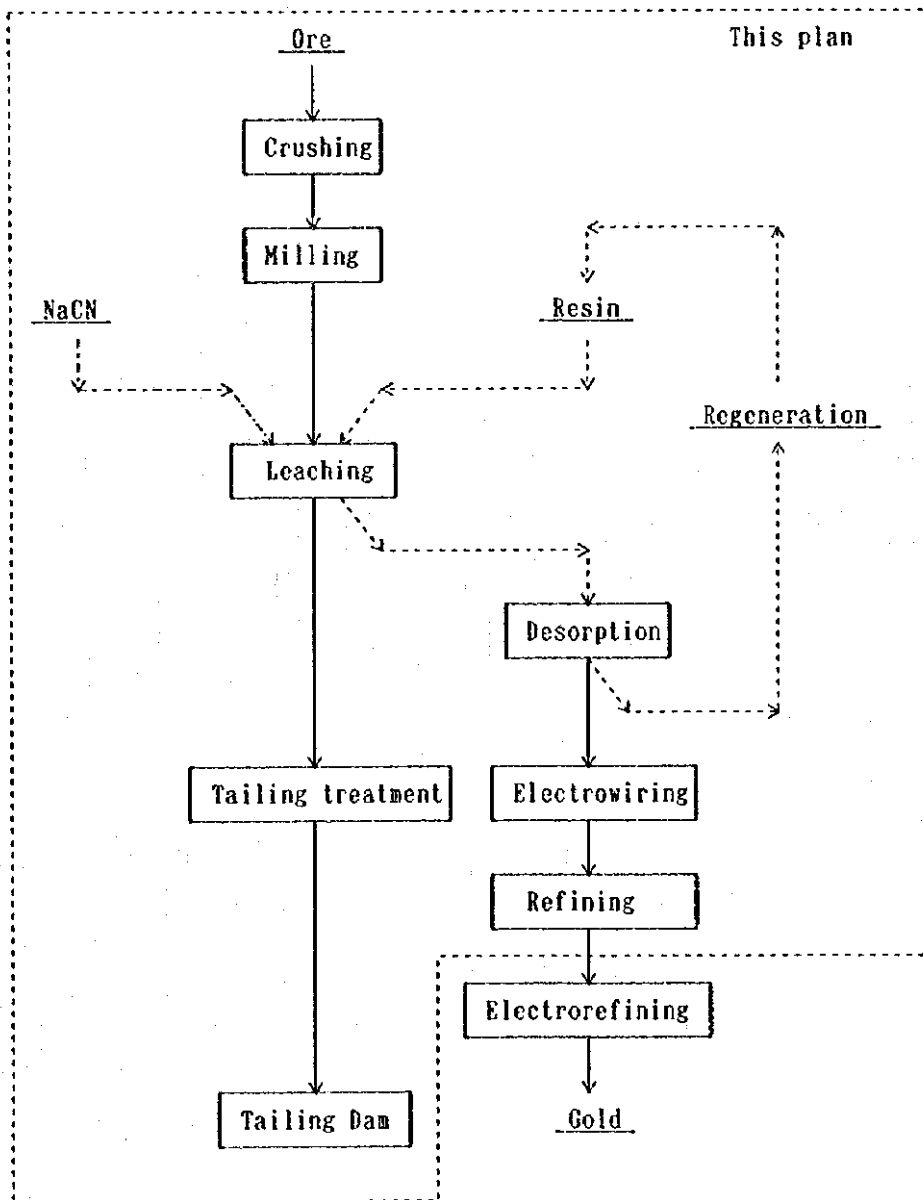
採掘方法はトラックレスによる上向充填採掘法とし、機械力を活用するが細脈については手持ち鑿岩機を使用する。鈹石運搬坑道レベル以下の鈹石に対しては下向斜坑を開削して採掘し、鈹石は運び上げる。

鈹床付近には機械搬入道路以外の設備はなく、開発のためにはインフラストラクチャー・基幹坑道・採鈹機械等を建設・購入する必要がある。これら起業費を可採粗鈹量で割ってトン当たり起業費とした。なお、金利は除いた。

3-2 製錬計画

製錬場の建設にあたり、その処理方式を検討した。鉱石試料の鉱物研究から、金は数 μm ~数十 μm の細かい自然金として、石英、褐鉄鉱と共生している。この粒度は細かく、比重選鉱で回収することは困難と判断される。従って、金銀製錬で一般的に採用している全泥青化製錬法を採用した。

全泥青化製錬法には、通常用いられる亜鉛末置換(Merrill Crowe)法とカーボン・イン・バルブ(CIP)法に大別される。CISの青化製錬工場では、カーボンの代わりにレジンを使用するレジン・イン・バルブ(RIP)が多いため、本計画でもレジン・イン・バルブとした。キルギスでは国策により、電解精製はカラバルタ・コンビナートで一括処理しているため、本工場は電解精製前の精金精製までとした。レジン・イン・バルブ法の概略処理フローを以下に示す。



4 可採粗鋳量

4-1 カットオフAu品位

採掘した鋳石価値が、採鋳操業費+製錬操業費を下回れば、その鋳石は掘るに値しない。製錬採取率85%、電解精製採取率95%とし、Au建値を360\$/TOZと仮定すれば、可採カットオフAu品位(X)は、以下の式で求められ、3.2g/tとなる。

$$X \text{ g/t} \times 0.85 \times 0.95 \times 360 \text{ \$/TOZ} \div 31.1 \text{ g/TOZ} \geq (18.1+12.2) \text{ \$/t}$$

$$X \geq 3.2$$

ずり混入率を20%とすると、埋蔵鋳量ベースでのカットオフAu品位は、次式で求められ、4.0g/tとなる。

$$3.2 \text{ g/t} \div (1-0.2) = 4.0 \text{ g/t}$$

Au品位4.0g/t以上の鋳画は、1、2、3、7の4つの鋳画である。

4-2 可採粗鋳量と粗鋳品位

可採率80%、ずり混入率20%とした時の可採粗鋳量と粗鋳品位を次に示す。可採粗鋳量は、644千トン、粗鋳Au品位は5.1g/tである。

Block No	True width (m)	Au grade (g/t)	Ore reserve (t)	Au grade of crude ore (g/t)	Crude ore reserve (t)	Au metal (kg)
1	1.6	10.5	78,900	8.4	79,000	664
2	2.2	6.0	182,400	4.8	182,000	874
3	1.3	6.4	69,200	5.2	69,000	359
7	4.2	5.5	313,500	4.4	314,000	1,382
Total	2.3	6.4	644,000	5.1	644,000	3,275

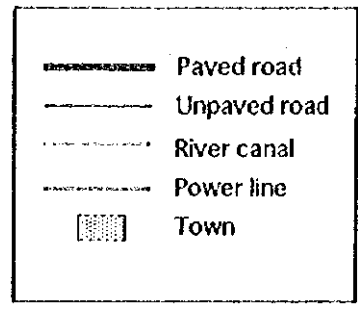
5 採鋳部門

5-1 起業費

(1) インフラストラクチャー

製錬工場は鋳床から25kmの地点に建設するものとし、鋳石運搬道路は3kmを新設し、22kmを改修する。送電線は26km、給水管は3km敷設する。坑外施設は、鋳石運搬レベルである標高2,700m準に建設する。社宅は建設せず、従業員は通勤バスでカラスーから通う。鋳山関係施設配置図を次頁に示す。インフラストラクチャーの起業費は次のとおり。





KARASU

BEISHEKE

Cyanidation Plant & Tailing Dam

Transportation road
25km

26km

Mountainous area

3,495

Shyraldzhyn deposit
sea level +2700m

Water supply point

3km

Location map of Shyraldzhyn development facilities



① 鉱石運搬道路(新設)	$250,000\$/\text{km} \times 3\text{km} = 750,000\$\text{}$
(改修)	$100,000\$/\text{km} \times 22\text{km} = 2,200,000\$\text{}$
② 送電線(通信線も併設)	$30,000\$/\text{km} \times 26\text{km} = 780,000\$\text{}$
③ 給水管(管径100mm)	$30,000\$/\text{km} \times 3\text{km} = 90,000\$\text{}$
④ 水ポンプ(高低差400m)	40,000
⑤ 補助施設(事務所, 修理工場, 倉庫, 火薬庫等)	800,000
⑥ 下水処理施設	100,000
⑦ 環境保全費	$(\text{①} + \sim + \text{⑥}) \times 0.15 = 714,000\$\text{}$
⑧ 仮設費	$(\text{①} + \sim + \text{⑥}) \times 0.05 = 238,000\$\text{}$
合 計	5,712,000\$

(2) 基幹坑道

・加背：4m×3m, 断面積10.8m², 80mm孔はm当たり4m, 51mm孔はm当たり40m穿孔する。

爆薬量25Kg/m, 雷管14.8本/m, ロックボルトは1列9本で1.2m毎に打設する。

(9本/列÷1.2m/列=7.5本/m) ロックボルト打設率は50%

・水平：1,600m×1.1=1,760m

・斜坑： $(170+150+80)\text{m} \times 6 \times 1.1 = 2,640\text{m}$ (斜坑傾斜：1/6)

・立坑： $0R(150+120+90)\text{m} + WR(150+90)\text{m} = 600\text{m}$ (立坑直径：2.5m)

・基幹坑道は合計5,000m (次頁の坑内概念図を参照)

・路面舗装：水平鉱石運搬坑道1,600mはコンクリートで舗装する。

① 鉱石運搬坑道：1,600m×900\$/m=1,440,000\$

② 主要坑道 : 2,800m×700\$/m=1,960,000

③ 立坑(OR,WR) : 600m×1,600\$/m= 960,000

基幹坑道計 4,360,000\$

(3) 機械・設備費

・穿孔機械(1ブーム油圧ジャンボ) 328,000\$×2台=656,000\$

・手持ち鑿岩機(細脈、ロックボルト) 4,000\$×8台= 32,000

・運搬機械(バケット容量3.8m³) 299,000\$×3台=897,000

・運搬機械(バケット容量1.5m³) 188,000\$×1台=188,000

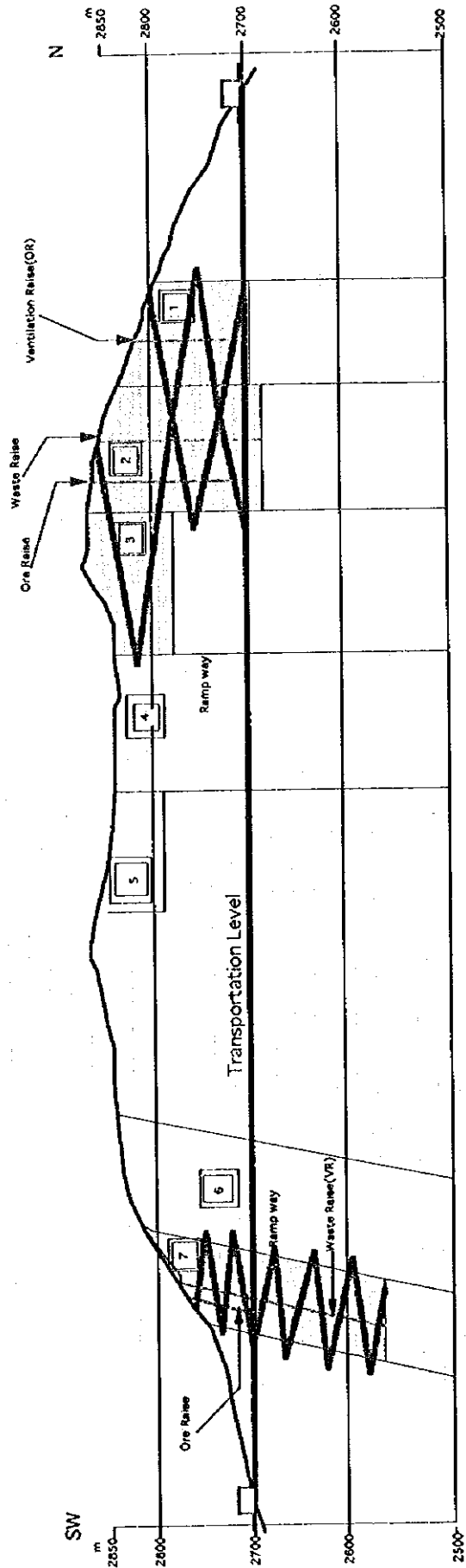
・コンプレッサー(900cfm) 105,000

・ファン(150,000cfm) 30,000\$×2台= 60,000

・坑内通信設備 50,000

・通勤バス 100,000\$×2台=200,000





□ Ore block used for development plan

Conceptual Structure of Underground Development



・補助車輛	30,000\$×4台=120,000
機械・設備費計	2,308,000\$

(4) トン当たり起業費

・インフラストラクチャー	5,712,000\$
・基幹坑道	4,360,000
・機械・設備費	2,308,000
建設費計	12,380,000\$

可採粗鉍量は644千tであるからトン当たり起業費は、19.2ドルとなる。

$$12,380,000\$ \div 644 \text{千t} = 19.2\$/\text{t}$$

5-2 操業費

年間操業日数を300日とし、1日3交代、出勤率85%とした。開坑量は千トン当たり15m、本番鉍は採掘量の5%、採掘の際のロックボルトは1本/m²、打設率は50%とした。粗鉍生産量を100t/日から600t/日までの6とおりで試算した結果、100t/日(30千t/年)が最適操業規模となった。操業規模別の試算結果を次頁に示す。以下に200t/日での採鉍操業費算出方法を記す。

(1) 労務費

①坑内作業者工数

- ・穿孔： $60 \text{千t} \times 15 \text{m/千t} \times 4 \text{m/m} \div 52.5 \text{m/工} = 69 \text{工}$
 $60 \text{千t} \times 15 \text{m/千t} \times 40 \text{m/m} \div 105 \text{m/工} = 343 \text{工}$
 $60 \text{千t} \times 0.95 \div 2.86 \text{t/m}^3 \times 1.1 \text{m/m}^3 \div 105 \text{m/工} = 209 \text{工}$

・運搬

- 掘進運搬量： $60 \text{千t} \times 15 \text{m/千t} \times 10.8 \text{m}^3 \times 1.6 = 15,552 \text{m}^3$
- 採掘運搬量： $60 \text{千t} \times 0.95 \div 2.86 \text{t/m}^3 \times 1.6 = 31,888 \text{m}^3$
- 充填運搬量： $60 \text{千t} \div 2.5 \text{t/m}^3 = 20,979 \text{m}^3$
- 土砂中出：上記の運搬量の12%、 $68,419 \text{m}^3 \times 0.12 = 8,210 \text{m}^3$
- 坑外土砂運搬： $(60 \text{千t} \div 2.86 \text{t/m}^3 - 60 \text{千t} \times 13.4 \text{m/千t} \times 10.8 \text{m}^3 \times 1.6) = 7,397 \text{m}^3$
- 鉍石運搬： $60 \text{千t} \div 2.86 \text{t/m}^3 \times 1.6 = 33,566 \text{m}^3$
 $(15,552 + 31,888 + 33,566) \text{m}^3 \div 76 \text{m}^3/\text{工} = 1,066 \text{工}$
 $(20,979 + 8,210 + 7,397) \text{m}^3 \div 152 \text{m}^3/\text{工} = 241 \text{工}$

・発破

$$(60 \text{千t} \times 15 \text{m/千t} \times 25 \text{Kg/m} + 60 \text{千t} \times 0.95 \div 2.86 \text{t/m}^3 \times 1.89 \text{Kg/m}^3) \div 200 \text{Kg/工} = 301 \text{工}$$

・ロックボルト

掘進 $60 \text{千t} \times 15 \text{m} / \text{千t} \div 1.2 \text{m} / \text{列} \times 9 \text{本} / \text{列} = 6,750 \text{本}$

採掘 $60 \text{千t} \times 0.95 \div 2.86 \text{t} / \text{m}^3 \div 4 \text{m} \times 1 \text{本} / \text{m}^2 \times 1.2 \times 0.5 = 2,990 \text{本}$

$(6,750 + 2,990) \text{本} \div 30 \text{本} / \text{工} = 325 \text{工}$

坑内主作業工数合計

2,554工

細脈採掘による工数増加率20%，主作業率を70%とすると，

坑内作業工数は，4,379工となる。 $(2,554 \text{工} \times 1.2 \div 0.7 = 4,379 \text{工})$

人員配置を次に示す。

	1st shift	2nd shift	3rd shift	Total
Manager	1			1
Mining engineer	1			1
Geologist	1			1
Mechanician	1			1
Electrician	1			1
Foreman	1	1	1	3
Staff	6	1	1	8
Driller	2	1	2	5
Blaster	1	1		2
L.H.D man	3	3	3	9
Timber man	1	1	1	3
Repair man	3	2	2	7
Surveyor	2			2
Guard	1	1	1	3
Clerk	1			1
Worker	14	9	9	32
Total	20	10	10	40

②労務費合計

坑内作業者： $4,379 \text{工} \times 6 \$ / \text{工} = 26,274 \$$

坑外作業者： $3,315 \text{工} \times 5.3 \$ / \text{工} = 17,570$

坑内係員： $3 \text{人} \times 210 \$ / \text{人} \cdot \text{月} \times 12 \text{月} = 7,560$

坑外係員： $3 \text{人} \times 190 \$ / \text{人} \cdot \text{月} \times 12 \text{月} = 6,840$

管理職： $2 \text{人} \times 300 \$ / \text{人} \cdot \text{月} \times 12 \text{月} = 7,200$

福利厚生：上記の49.5% 32,395

労務費合計 97,839\$

(2) 爆薬費

坑道掘進1m当たりの爆薬量を25Kg/m，雷管本数を14.8本/m，採掘1m³当たりの爆薬量を1.89Kg/m³，雷管本数を1.11本/m³とする。

・爆薬	$(900\text{m} \times 25\text{Kg/m} + 60,000\text{t} \times 0.95 \div 2.86\text{t/m}^3 \times 1.89\text{Kg/m}^3) \times 0.85\$/\text{Kg} =$	51,143\$
・雷管	$(900\text{m} \times 14.8\text{本/m} + 60,000\text{t} \times 0.95 \div 2.86\text{t/m}^3 \times 1.1\text{本/m}^3) \times 0.6\$/\text{本} =$	21,265
・その他	15%	10,861
爆薬費合計		83,269\$

(3) ロックツール費

・80mmビット	$900\text{m} \times 4\text{m/m} \div 300\text{m}/\text{個} \times 500\$/\text{個} =$	6,000\$
・51mmビット	$(900\text{m} \times 40\text{m/m} + 60,000\text{t} \times 0.95 \div 2.86\text{t/m}^3 \times 1.1\text{m/m}^3) \div 700\text{m}/\text{個} \times 120\$/\text{個} =$	9,930\$
・12ftビット	$(900\text{m} \times 44\text{m/m} + 60,000\text{t} \times 0.95 \div 2.86\text{t/m}^3 \times 1.1\text{m/m}^3) \div 2,500\text{m}/\text{本} \times 350\$/\text{本} =$	8,613\$
・その他	上記の15%	3,681\$
ロックツール費計		28,224\$

(4) 燃料、潤滑油費

・穿孔機械	$68\text{hp} \times 0.06\text{L}/\text{hp-hr} \times 1.2\text{hr}/\text{d} \times 300\text{d} \times 2\text{台} =$	2,938L
・運搬機械	$81,006\text{m}^3 \div 15.2\text{m}^3/\text{hr} \times 1.1 \times 185\text{hp} \times 0.12\text{L}/\text{hp-hr} =$	130,143
	$36,586\text{m}^3 \div 30.4\text{m}^3/\text{hr} \times 1.1 \times 185\text{hp} \times 0.12\text{L}/\text{hp-hr} =$	29,389
・補助車輛	$60\text{hp} \times 0.06\text{L}/\text{hp-hr} \times 6\text{hr}/\text{d} \times 300\text{d} \times 4\text{台} =$	25,920
軽油計		188,390L
・燃料費	$188,390\text{L} \times 0.2\$/\text{L} =$	37,678\$
・潤滑油他	$37,678\text{\$} \times 0.15 =$	5,652\$
燃料、潤滑油費計		43,330\$

(5) タイヤ費

・運搬機械	$81,006\text{m}^3 \div 15.2\text{m}^3/\text{hr} \times 1.1 \div 3,000\text{hr}/\text{本} \times 4 \times 3,900\$/\text{本} =$	30,484\$
	$36,586\text{m}^3 \div 30.4\text{m}^3/\text{hr} \times 1.1 \div 3,000\text{hr}/\text{本} \times 4 \times 3,900\$/\text{本} =$	6,884
・その他	上記の10%	3,737
タイヤ費計		41,105\$

(6) ロックボルト費

$$(6,750 + 2,990)\text{本} \times 10\$/\text{本} = 97,400\$$$

(7) 電力費

・穿孔機械	$80\text{Kw} \times 0.8 \times 0.7 \times 12\text{hr}/\text{d} \times 300\text{d} \times 2\text{台} =$	322,560Kwh
・ファン	$75\text{Kw} \times 0.3 \times 0.7 \times 24\text{hr}/\text{d} \times 300\text{d} \times 2\text{台} =$	226,800
・コンプレッサー	$150\text{Kw} \times 0.7 \times 0.6 \times 21\text{hr}/\text{d} \times 300\text{d} \times 1\text{台} =$	396,900

・その他	上記の20%	189,252
------	--------	---------

電力計		1,135,512Kwh
-----	--	--------------

電力費	$1,135,512\text{Kwh} \times 0.025\$/\text{Kwh} = 28,388\$$
-----	--

(8) 修繕費

・穿孔機械 2台×80,000\$/台・年×1年=160,000\$

・運搬機械 3台×50,000\$/台・年×1年=150,000

・補助車輛 4台×10,000\$/台・年×1年=40,000

・その他	上記の10%	35,000
------	--------	--------

修繕費計	385,000\$
------	-----------

(9) 鉱石運搬費

製錬場までの鉱石運搬距離は25kmである。ハンドリングを考慮して、*マクマル鉱山(運搬距離30km)でのコストの90%とする。

・運搬費 $60,000\text{t} \times 5.23\$/\text{t} \times 0.9 = 282,600\$$

(10) 操業費合計 (1)+~+(9)

年間操業費の合計は、1,087,155ドルとなり、トン当たり18.1ドルとなる。

*マクマル鉱山：キルギスの中央部にある操業中の金山。露天掘りて年間粗鉱 300千トン(1,000t/日)、Au品位 5g/tを生産する。

6 製錬部門

6-1 起業費

青化製錬工場の起業費の算出に当っては、日産処理量500トンを基準とした。500t/日の製錬場起業費は、900万ドル(設備費720万ドル、労務費180万ドル)である。操業規模別の起業費は、次式で求めた。起業費には、青化製錬工場本体の他に、廃さいダム建設を含む。

$(\text{処理量t/日} \div 500\text{t/日})^{0.65} \times 900\text{万\$}$

処理量100t/日の場合は、 $(200 \div 500)^{0.65} \times 900\text{万\$} = 4,961,140\$$ となる。

トン当たり起業費は、 $4,961,140\$ \div 644\text{千t} = 7.7\$/\text{t}$ である。

6-2 操業費

青化製錬工場の操業費は、マクマル鉱山の操業実績を参考とした。マクマル鉱山の製錬操業費はトン当たり16.2ドルであり、その構成比は次のとおり。

マクマル鉱山の実績操業費とシラルジンの推定操業費

	マクマル鉱山		シラルジン
・物品費	49%	7.9\$/t	6.3\$/t
・電力費	10	1.6	1.6
・修繕費	25	4.1	3.3
・労務費	6	1.0	1.0
・管理費	10	1.6	
操業費計	100	16.2\$/t	12.2\$/t

マクマル鉱山では比重選鉱も実施しているが、操業実績データから詳細な区分はできない。また、管理費比率が非常に高く、一般にはこれほど高くはない。どのような管理形態であるか不明なこともあり、シラルジンの操業費には管理費は見込まなかった。物品費と修繕費については、本工場は新設工場にため、マクマル鉱山の80%とした。その結果、操業費はトン当たり12.2ドルとなる。

7 確認探鉱量

可採粗鉱量644千トンを探掘するには、操業に際し確認探鉱が必要である。確認探鉱は、鉱画番号1, 2, 3, 7の鉱画に対し、50m x 50mのグリッドで、地表からボーリング探鉱をすると仮定した。この結果、探鉱量は2,000m以上が必要となる。メータ当たり探鉱費を300ドルとすると、粗鉱トン当たり探鉱費は、0.9ドルとなる。

8 収支

8-1 収入

粗鉱Au品位5.1g/t、製錬採取率85%、電解採取率95%とした。金建値360\$/TOZとすれば、トン当たりの収入は、47.7ドルとなる。

$$5.1\text{g/t} \times 0.85 \times 0.95 \times 360\$/\text{TOZ} \div 31.1\text{g}/\text{TOZ} = 47.7\$/\text{t}$$



8-2 支出

200t/日の操業時の支出は、次のとおり。

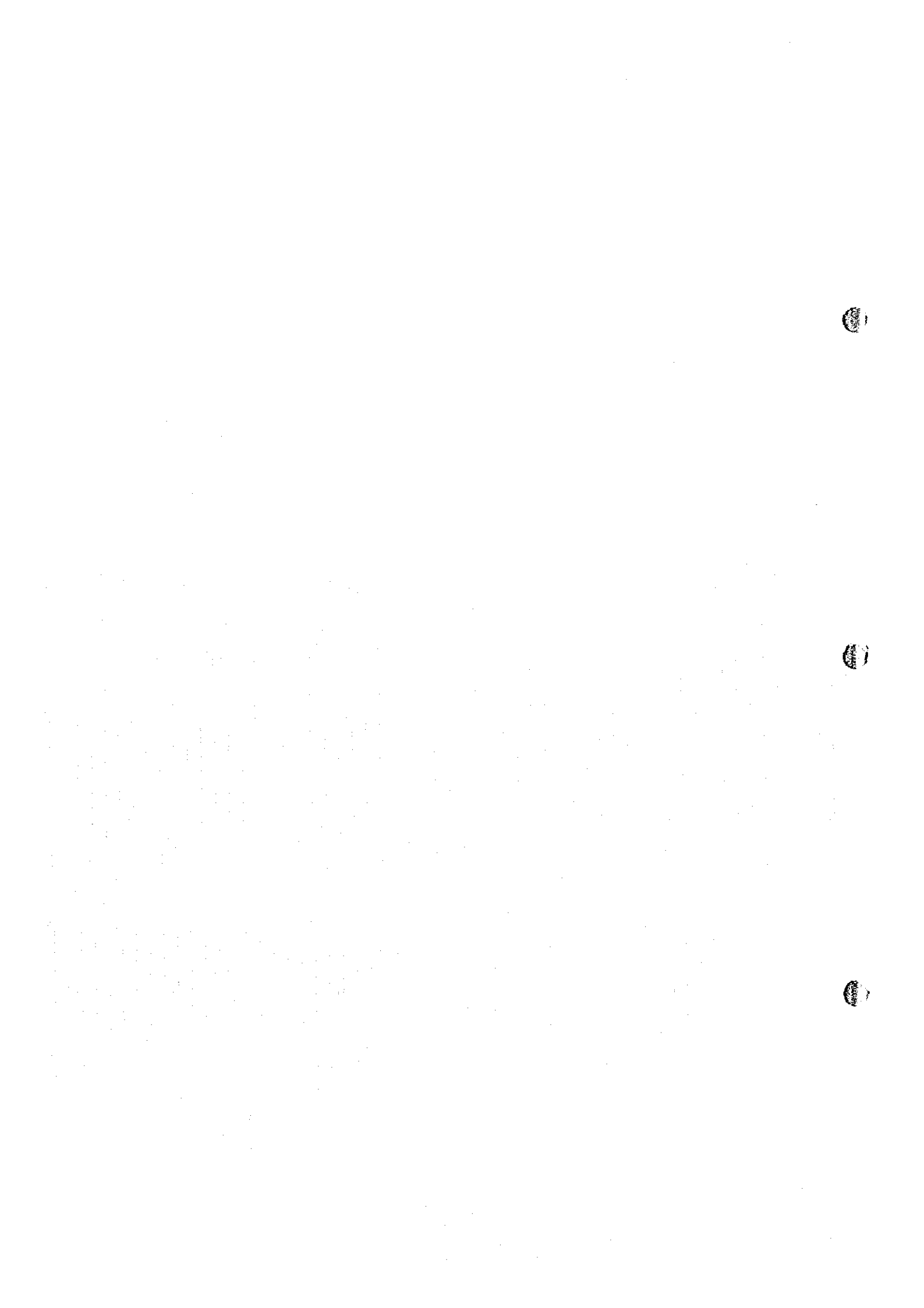
・建設費(採鉱部門)	19.2\$/t	
(製錬部門)	7.7	
・操業費(採鉱部門)	18.1	
(製錬部門)	12.2	
・一般管理費	3.0	(操業費の10%)
・確認探鉱費	0.9	
<hr/>		
トン当たり支出	61.1\$/t	

8-3 収支

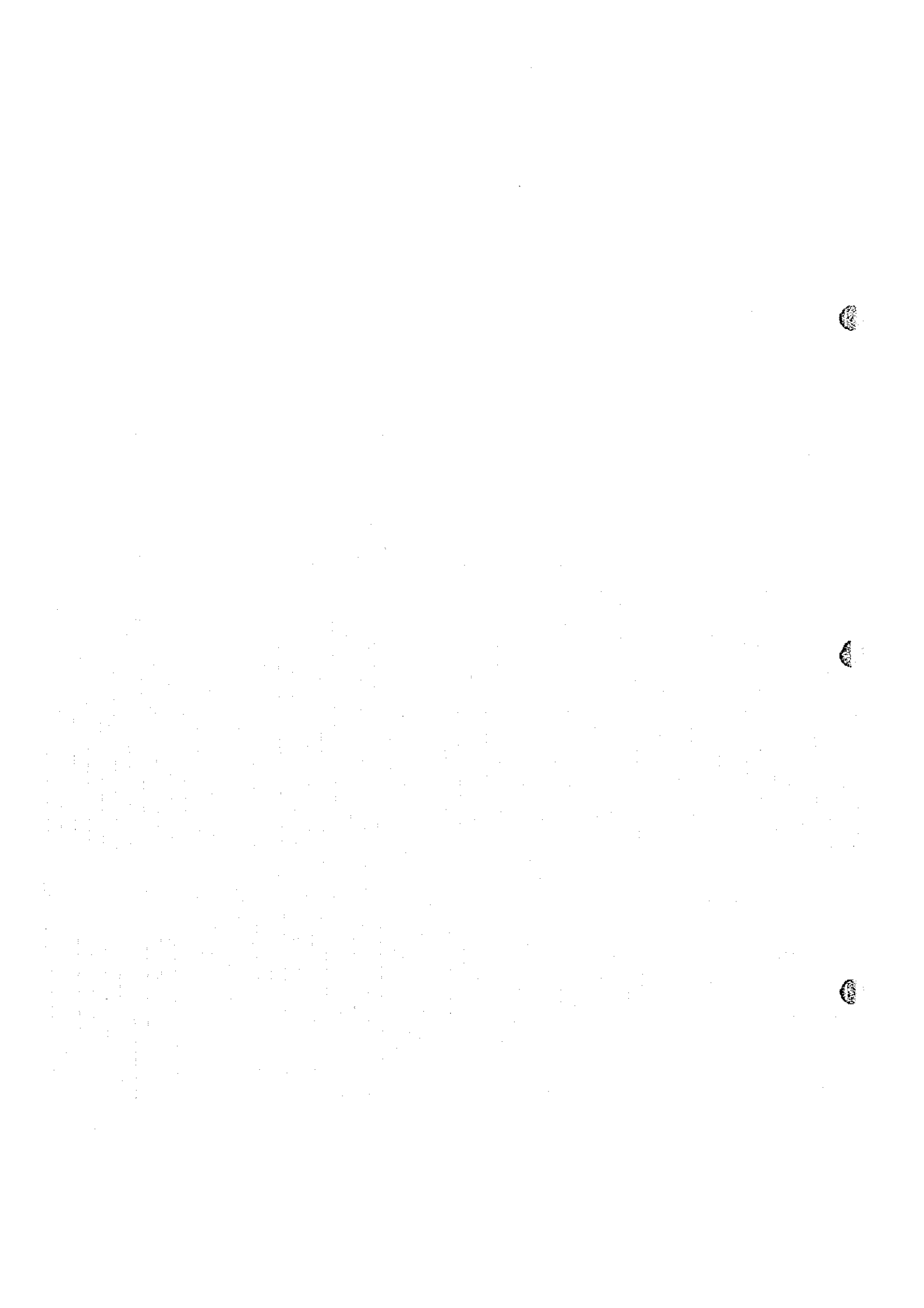
本文に示した操業規模別の収支比較表によれば、200t/日の操業では、次式のとおり粗鉱トン当たり13.4ドルの損失を生じる。

$$47.7\$/t - 61.1\$/t = -13.4\$/t$$

最も収支が良い100t/日の操業でも、トン当たり12.5ドルの損失となる。







JICA