

始



日本鑛山協會資料第八輯

金屬鑛山に於ける採鑛法と
落磐との關係調査報告

(大阪地方之部)

社 團
法 人
日 本
鑛 山
協 會

金屬鑛山に於ける採鑛法と落磐との關係調査報告 (大阪地方之部)

目次

緒言	.....	一頁
調査概要	.....	二
各論	.....	七
岩美鑛山	.....	七
飯盛鑛山	.....	一一
生野鑛山	.....	三〇
明延鑛山	.....	三五
桐原鑛山	.....	四一
竹野鑛山、沖ノ浦鑛山	.....	七六
高越鑛山	.....	八二
東山鑛山	.....	八六
白瀧鑛山	.....	八九
別子鑛山	.....	九五



金屬鑛山に於ける採鑛法と落磐との關係調査報告 (大阪地方之部)

緒言

日本鑛山協會大阪地方常務委員會に於ては昭和二年度に於て落磐による災害に付調査を實行せる結果、更に採鑛法と落磐との關係につき調査研究を續行するを緊要と認め、右決議に基き昭和三年度に於て報告を見たるものを本調査報告となす。



本調査に従事せられし鑛山は十一にして調査委員左の如し。

- | | |
|------------|--------|
| 岩美鑛山 | 三毛菊次郎氏 |
| 飯盛鑛山 | 伊藤萬清氏 |
| 生野鑛山 | 三宅静治氏 |
| 明延鑛山 | 岩尾行造氏 |
| 柵原鑛山 | 濱口壽彦氏 |
| 竹野鑛山、沖ノ浦鑛山 | 加藤穆夫氏 |
| 高越鑛山 | 岩元友次郎氏 |
| 東山鑛山 | 前川源次氏 |

緒言

白瀧 鑛山 壇 上 良 一 氏
別子 鑛山 水 谷 誠 鈺 氏

調査概要

各鑛山調査報告の眼目とする所並に大阪地方常務委員會及調査委員會にて審議せる狀況の概略左の如し。

岩美鑛山

本鑛山の主要鑛床たる本鍾は幅員膨大、鑛體脆弱にして普通の金屬鑛床とは著しく趣を異にし、特種の採鑛法を採用するを要し、機械掘を適用し難し、鑛脈の狀態脆弱なるに不拘過去に於て落磐に依る災害極めて少なく、本山復活以來落磐に依る犠牲者僅かに一人に過ぎざるは注目すべき點にして、右は主として特種のホリゾンタル、スライズ法の採用に歸因せり。

右報告に對しては充填後の坑木の處置、充填材料、鑛夫の教養方法、小頭の員數等に關し質問あり、充填後の坑木は約一〇%回收不可能なる事、充填材料は選鑛廢石を大部分とするものなりと云ふ。

飯盛鑛山

本鑛山報告によるも落磐に依る災害比較的多く、右は一般結晶片岩系の諸鑛山の場合と同様なり、本山鑛床は其の鑛帶狭小なる場合は傾斜八十度前後に達し、富鑛部の肥大部分に反て緩にして三十度以下となる特性あり、母岩は開鑿後時日を経るに従ひ石理に沿ひ龜裂を生じ之が弱線より板

狀に剝離するの特性を有す、従て採鑛法も之に適應せしむるのみならず常に天井側壁の狀況に關しても深甚の注意を怠らざるものとす、採鑛法は大體上向階段堀なるも其の鑛幅三尺以下なるときは母岩も共に掘鑿し得るが故に必ず研充填をなし得るも、鑛幅三尺以上の部分は研充填の材料を得難く支柱を構設するものにして落磐防止上完全ならざるも其の延長は普通二百尺以下に止ると云ふ。

右に對しては採鑛跡をその儘放置するは落磐防止上首肯し難く必ず研充填を行ふを最上とすとの意見に歸着せり、然して本鑛山報告に於ける支柱材に關する諸計算は特に興味ある問題なりしも種々の論議を見たり、即ち安全率の取り方、支柱材の強さ、落磐の實際狀況と論理上と不符合の點等に關し質疑あり、右計算が實際作業上の實效の程度に關しても意見ありたり。

生野鑛山、明延鑛山

本鑛山に於ける鑛床は一部のものを除き何れも母岩堅緻にして落磐に對しては比較的安全なるも、鑛脈の傾斜急、脈幅一般に廣大なるが故に階段堀を採用する事は保安並に經濟上得策に非ずしてシュリンケータ法を採用し、他の採鑛法は特種の場合に限らるゝが故に主としてシュリンケータ法に關し種々論議を見たり。

論議の主なるものは該法に於て缺點の一たる鑛石拔取りの際に於ける保安施設にして所謂「ハイカラ坑道の構設、三角山詰實施等の意見あり、尙經費の點に關し階段堀との比較研究等あり、同一條件の下にシュリンケータ法は上向階段堀に比し著しく採掘費廉なるは何れも認むる所なりき、然

してシュリッケーザ法の利害得失に關しては種々論議を見たるも兩磐堅硬なる場合に最適なるは勿論、作業中常に天井の浮石検査に便にして落磐防止上効果あるも、上述の如く鑛石拔取の際に於ける危険竝に不便に對しては相當施設を講ずるを要し、作業の性質上一定期間鑛石を蓄積する必要上、相當數多き切羽を有する鑛山に非れば經濟上不得策なる場合あるべしとの結論を得たり。

柵原鑛山

本鑛山の鑛床は既に報告の如く一大塊状なるを特徴とし従て之か採鑛法も亦特種なるを免れず、本報告によれば採鑛法は殘柱式に依るものにしてその根本基調とする所は

- 一、採鑛場に於ける切羽は横合背を縦合背より大にす。
- 二、採掘順序は最下部より着手し順次鑛床上部に達す。
- 三、安全鑛柱を殘留し地盤の安全を保持する範圍内に於て順次之を縮小すること。
- 四、採掘跡は土石を以て充填し手詰法によること。
- 五、掘鑿は原則として鑿岩機を使用すること。

右報告に關しては露天堀實施の能否、採鑛實收率に關し論議あり、本鑛山の計畫によれば九〇%を理想とするも場合によりては計畫通り殘柱を縮小し難き部分あるべく、實收率は結局八四%乃至九〇%の間に止るべき豫想なり。

竹野鑛山、沖ノ浦鑛山

本山の母岩の大部分は軟弱なる凝灰岩なるも、靱性頗る強く母岩竝に鑛床共剝離性に乏しく保安

上良好なるも、只斷層の存在裂罅の多少、湧水の有無等により左右せらるゝ事多し、即ち沖ノ浦鑛山西部に於ける走向斷層、凝灰質頁岩の裂罅に富めるもの、竹野鑛山に於ける石英粗面岩脈の分解したるものゝ如き注意を要す、採用せる採掘方式は上向竝に下向階段堀にして全部鑿岩機を採用し鑿孔方式は水平向と直上向の二法ありて其の詳細は報告の如し。

是に對しては特種の論議を見ざりしも凝灰岩の吸濕性の程度、支柱費の割合等に關して質疑あり、支柱費は採鑛費の一〇%に當る旨發表あり、又ストーパーとドリフターとの保安上竝に能率上優劣に關して意見の開陳ありたるも、能率上はストーパーを優れりとし、保安上はドリフターを優れりと認めたり。

高越鑛山

當鑛山鑛床は褶曲著しく發達して鑛體は電光狀又はS字狀を呈し、厚さは緩傾斜の場合には廣大ならず〇・五—二・〇米に止るも急傾斜の場合は一・五—七・〇米に及び急傾斜の場合には兩磐共に堅緻強固なるも、緩傾斜の場合には却て脆弱性にして剝離性を帯ぶるを以て注意を要す。

緩傾斜の場合の採鑛法は主として上向階段法によるも、緩なるを以て本棚又は足場棚を構築せず、又上部坑道踏前に龍頭を殘さず、急傾斜の場合には其の狀況に應じ普通上向階段堀、研充填上向又は下向階段堀を採用するも、何れの場合と雖も採掘跡は研充填を行ひ落磐を防止す、材料は坑内よりの研竝に坑外よりの選鑛廢石を充當せり、然して殆んど手堀のみ採用せるは注目し、値し工程能率上機械堀の優れは勿論なるも、災害防止の目的のみならず粉鑛を避くる經濟的見地より出でた

るものなる旨説明あり、各委員の興味を引き機械堀と手堀との優劣に關し種々質問竝に論議を見たるも、本鑛山に於ける手堀鑛夫の工程を見るに一工當深三尺の孔三箇を穿孔し得るが故に他鑛山に比し其の工程優良と認め得べく、此工程を以てしては經濟上機械堀より優良なるべしと認定せられたり。

東山鑛山

本山の鑛床は綠泥片岩中に介在せる含銅硫化鐵鑛床にして鉛幅平均一尺内外の狭小なるものなり、母岩は層狀をなし剝離性に富み保安上注意を要するものとす。

白瀧鑛山

本鑛山は報告書記載の如く鑛床特種の形狀且つ狭小なるを以て組織的なる採掘方法を採用すること能はず、鑛床の形狀により種々適應せる方法を採用せるものにして特に記載すべき議論なかりしを以て詳細は報告書記載に譲る。

別子鑛山

本鑛山の鑛床狀態は前回竝に今回の報告に詳記しある點にして周知の次第なるが、本山の報告に於ては特に下磐坑道の開鑿により能率を増進し災害を減少したる點を力説し、一般採鑛法たる上向採鑛法竝に舊採鑛掘跡の二代鑛石採鑛法等に關し詳細なる説明あり、尙寸線法の研究、災害豫防獎勵金制度等に關し意見の開陳ありたるも特記すべき論議を見ざらむ。

各論

岩美鑛山

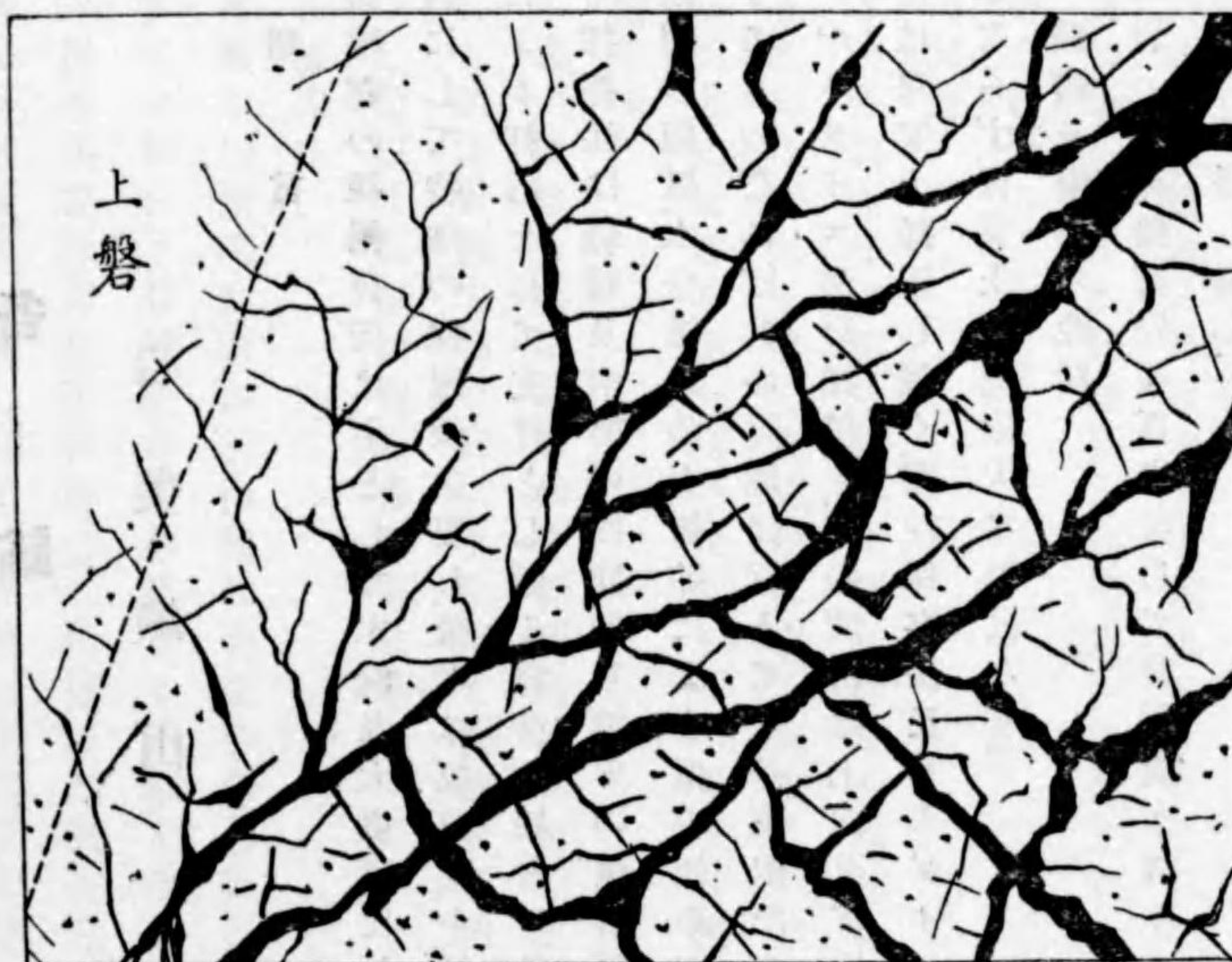
一 緒言

本山現在の採掘箇所は主として本鑛及大盛鑛にして前者は全採掘量の約八割を産し、幅員膨大、鑛體脆弱にして特殊の採掘法を要し、後者は幅員狭少、鑛鑛兩磐共に堅緻にして落磐の患少く普通の階段法により打込を以て支柱とし頗る容易に採掘し得るを以て、本報告書には専ら本鑛に付て詳述す。抑も採掘法は鑛體及兩磐の性状、即ち鑛床の傾斜、幅員の大小、品位の良否、靱性の強弱、剝離性の多少、斷層龜裂の關係、水分滲透の有無等により保安、能率兩方面の利害得失を考察して適宜の方法を案出、實施するものなれば其の詳細に亘りて千差萬別たるを免れずと雖も、大體の様式としては所謂「ホリゾンタルスライス法」を採用す、其の理由は上向及下向階段法、シュリンケージ法及「パーチカルスライズ」法は保安上採用し難く、鑛柱保存法及「ケーヴィング」法は鑛石の品位優良なる故、經濟上不利益なるのみならず、保安上の危険大なればなり。

二 鑛體及兩磐の性状

母岩 石英粗面岩及頁岩にして岩質軟き割合に靱性強く、剝離性比較的少く、斷層の龜裂多く、水分滲透し易し。

第一圖 網狀鑛床が上磐に推移する状態



黒線は優良なる鑛條
黒點は浸染せる微細なる良鑛

鑛體

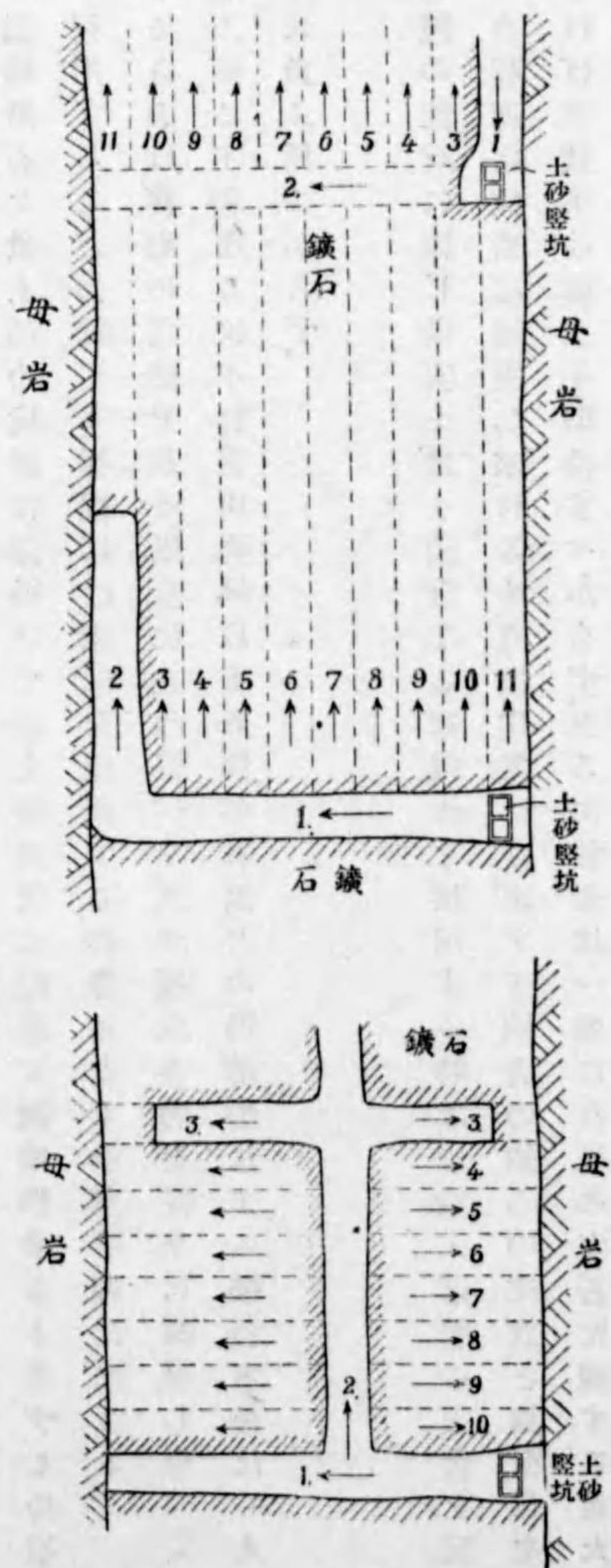
傾斜約七十度幅員最大三十五米突、平均二十米突の膨大なる網狀鑛床にして含銅率高き鑛條(鑛條最大六十種厚薄頗る不定縦横に錯綜し、鑛條に綴られたる岩石の部分には微細なる良鑛浸染し、兩磐は劃然たる境界を存せず漸次移化するものとす、鑛床の性質上岩石甚しく變質して軟脆となり小斷層龜裂介在して水の滲透容易なり(第一圖參照))

三 探掘法

上下の間隔三十米突乃至四十米突毎に鑛鍾に沿ひて横坑を開鑿し、兩磐の表はる、迄腰割をなして鑛體の性状を確めたる後、適宜の位置より走向に沿ひ間隔二十米突乃至三十米突毎に堀上りをなして上下の

横坑を連絡し、土砂充填用堅坑となす、鑛體の形状により便宜の位置に運搬坑道の留付をなして之に沿ひ約十米突の間隔に探掘粗鑛搬出及人道用の鑛井を設置し、其の周囲の空間は土砂を以て天井迄充填す。

第二圖 採掘順序及方向之圖 (平面圖)



斯くして探掘準備完成する時は土砂堅坑に近き鑛井の部分より第一段第一列のホリゾンタルスライスを開始す、其の方向及位置は第二圖の如し(數字は順序を示す)

掘進の順序及方向は鑛床の性状並に鑛井の位置によりて種々變化すれども大體圖示の如く走向に沿ひて掘進する場合と、走向に直角の方向へ掘進する場合とあり。

探掘加脊は高さ幅共に約二米突とし天井側壁の崩解を防ぐ爲め堀進一米突毎に土臺を敷きて三枠

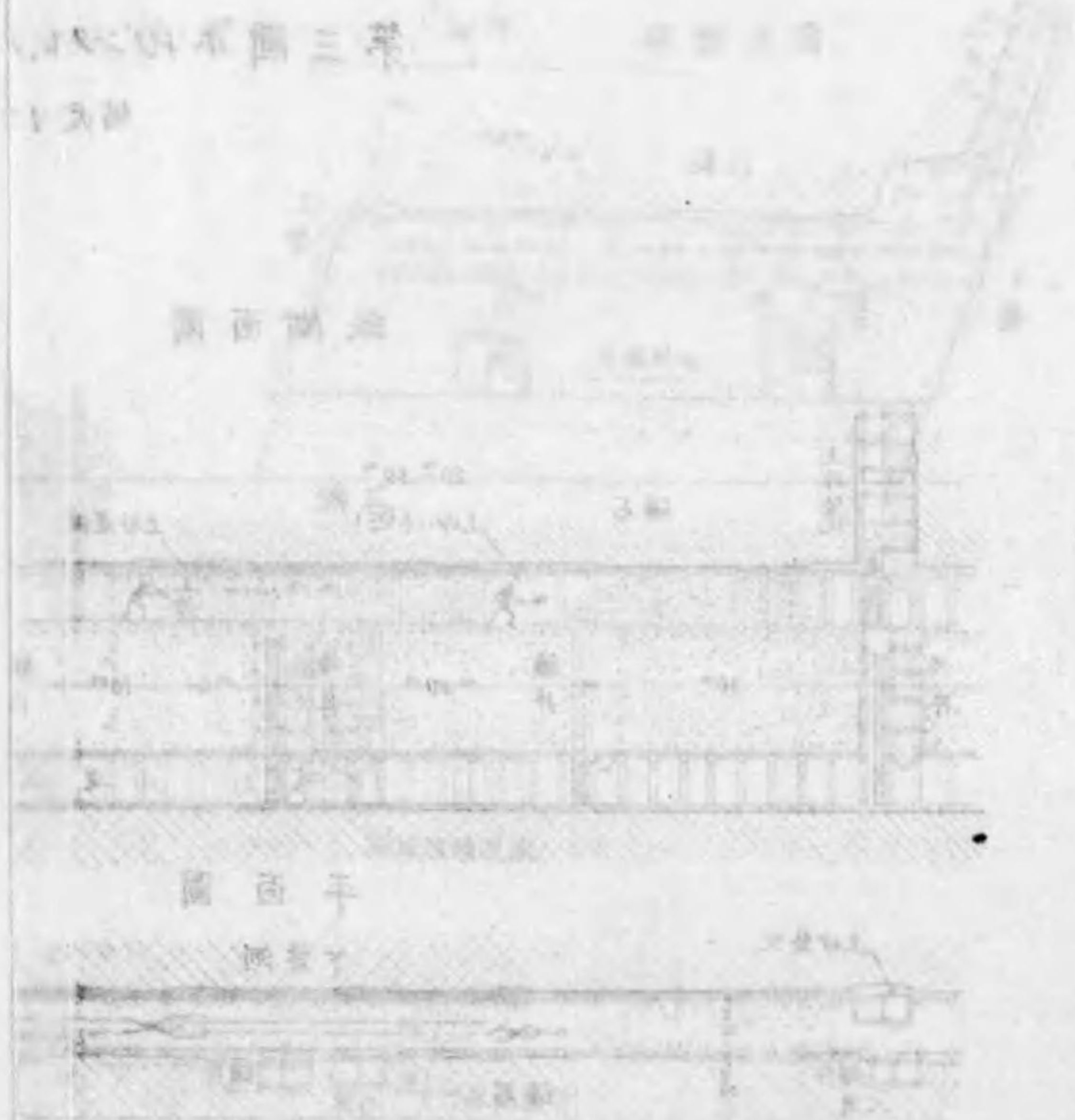
支柱を施し、矢木又は矢板を以て周囲を堅めつゝ前進す、一米突掘進の間と雖も崩解の憂あるときは其間隔を縮少し又は差切法によりて掘進するものとす、一つの「スライズ」終了するときには土砂堅坑下より軌條を敷設し、鑛車にて土砂を搬出し、土砂堅坑に遠き部分よりスコップにてはね込み天井迄充填しつゝ後退す、次に隣接するスライズを開始し、遂次同様の方法を繰返して一段全面の採掘を了したる後、其の上段に移るものとす。(第三圖参照)

充填用の土砂は選鑛廢石を最上部の坑道に捲揚げて各土砂堅坑に配給す、採鑛作業より生ずる捨石を各坑道に於て利用すること勿論なり、採掘には機械を使用するの餘地なく全部手掘法による。

前記の方法によるときは落磐の危険を最小限度に止め得べく、且つ鑛床全體を完全に採掘し得べし、鑛床の性狀保安上頗る不利なるに不拘、當山再興以來五箇年五箇月の間落磐による犠牲者僅に一人なるは此採掘法に負ふ所少からず。

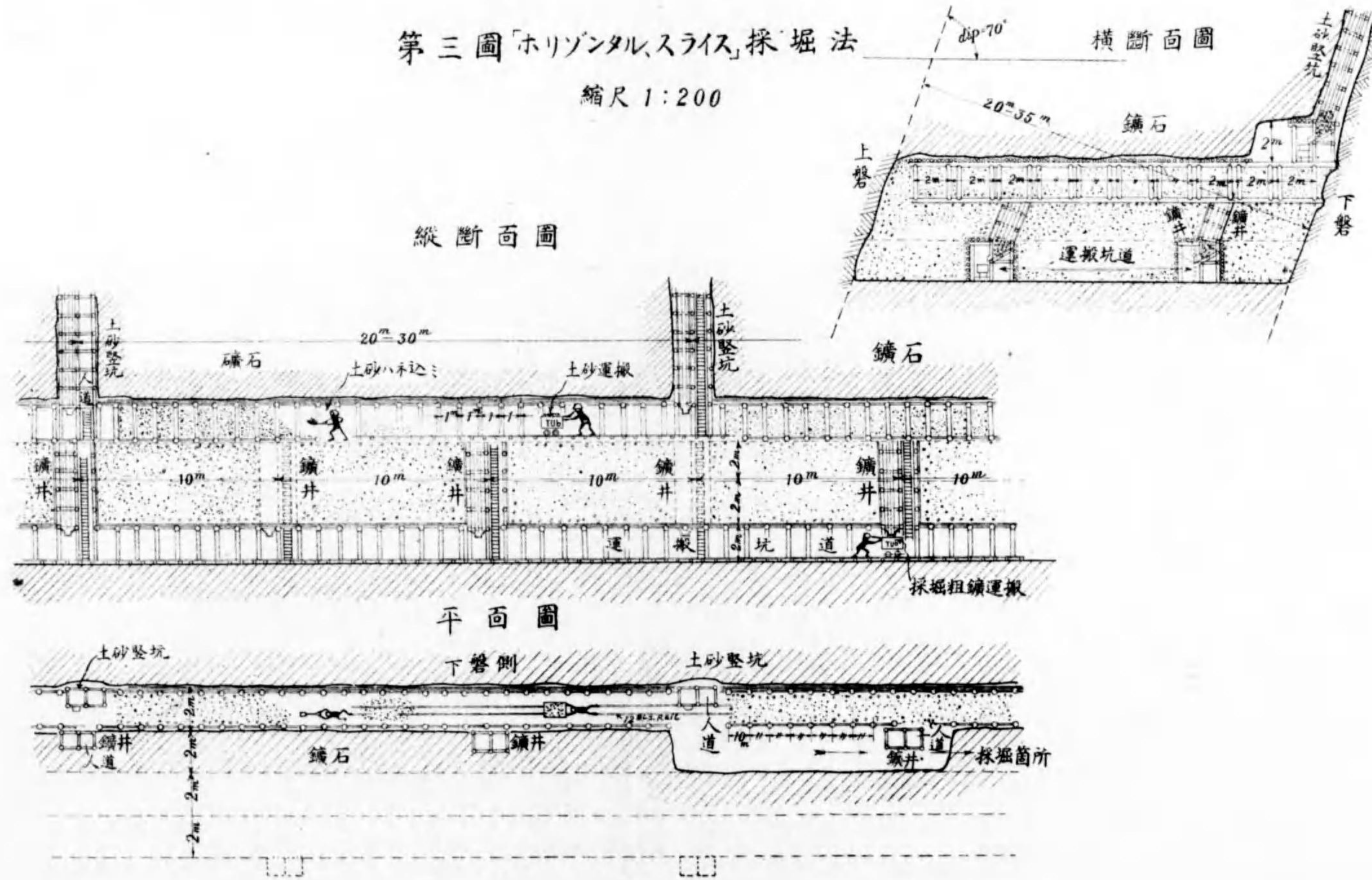
四 結 論

要するに磐岩鑛體の性狀に應じ保安上最も適當なる採掘法を採用する時は、理論上落磐の災害を完全に防止し得べき程度に技術は發達し來れるも、直接作業に従事する鑛夫の細心の注意と眞面目なる施工によらざれば其効果は固より期待すべからず、然るに鑛夫は一般に自己の安否に關する重大問題なるに不拘、危険に馴れて放膽となり、手間を惜みて疎略に流るゝ通弊有り、是れ最も戒心すべきこととして終始役員、小頭の嚴重なる監督を要する所以なれば、保安の萬全と能率の増進を期するには、原則として鑛夫の訓練を徹底せしむるを肝要とす、之が具體的方法としてはポスター、パンフレツ

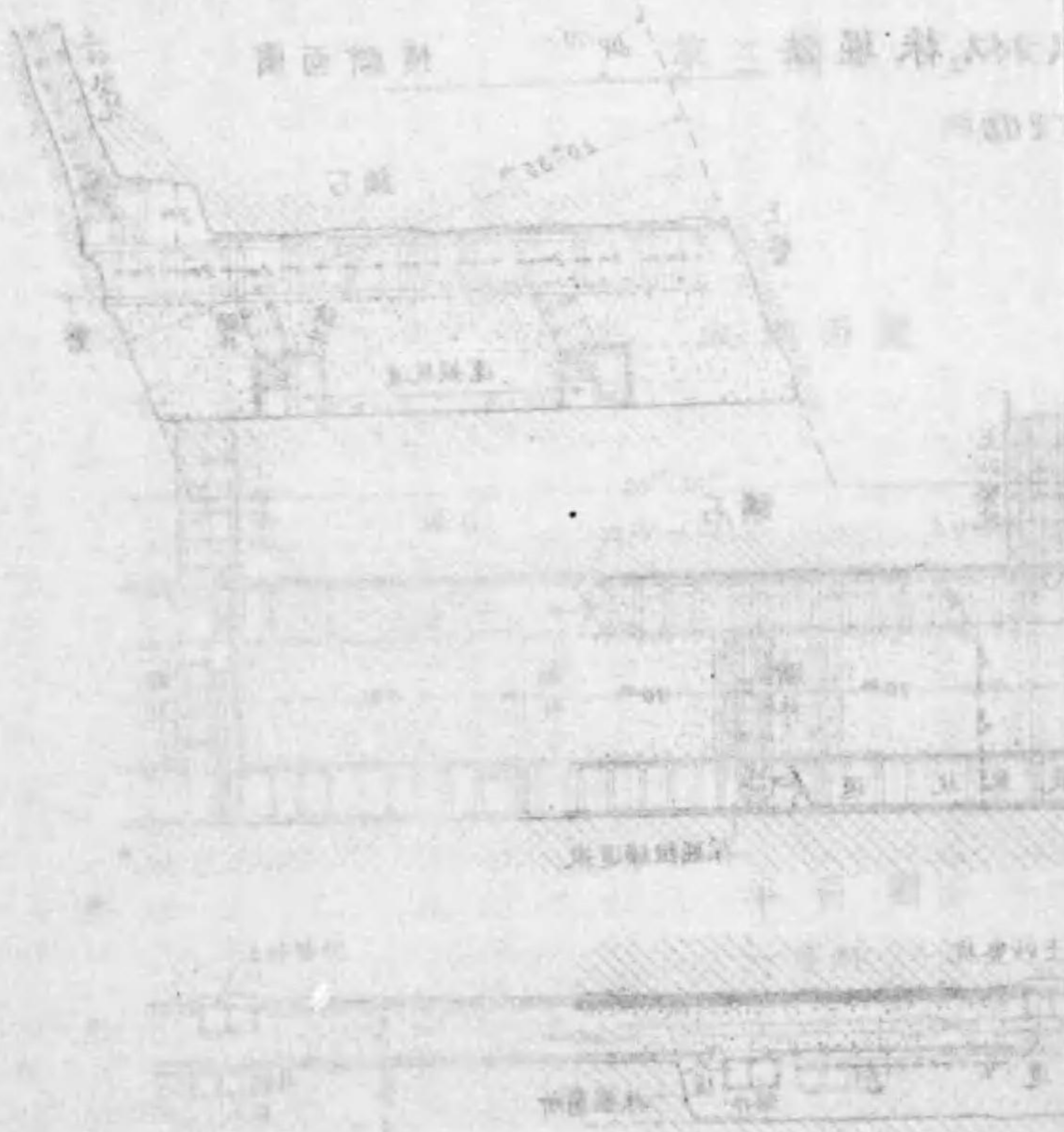


第三圖「水平スライス」採掘法

縮尺 1:200



要するに鑛岩鑛體の性状に應じ保安上最も適當なる採掘法を採用する時は理論上落盤の災害を完全防止し得べき程度に技術は發達し來れるも、直接作業に従事する鑛夫の細心の注意と眞面目なる施工によらざれば其効果は固より期待すべからず、然るに鑛夫は一般に自己の安否に關する重大問題なるに不拘、危險に馴れて放膽となり、手間を惜みて疎略に流るゝ通弊有り、是れ最も戒心すべきことにして終始役員、小頭の嚴重なる監督を要する所以なれば、保安の萬全と能率の増進を期するに、原則として鑛夫の訓練を徹底せしむるを肝要とす、之が具體的方法としてはポスター、パンフレット



トによる宣傳教化、安全週間の勵行、講演の開催等を有効に利用し少くとも鑛夫をして現在の小頭程
 度、小頭をして現在の役員程度に向上せしむべく努力しつゝあり。

飯盛鑛山

一 總論

採鑛作業中災害度数の最大なるは落磐たることは已に一般衆知にして議論の餘地なきが如し、當鑛
 山も其の範圍を脱する能はず今最近八箇年間の坑内負傷數を大別せば次の如し。(自大正八年至昭
 和二年)

飯盛鑛山	落磐	捲揚機 昇降中	鑛車の 爲め	發破又は 藥の爲め	中瓦 毒斯	機械の 爲め	電氣の 爲め	其他	計	重傷輕傷 合計
全國金屬鑛山	一七・七三%	〇・〇七%	一・二六五%	〇・七〇%	〇%	〇・七三%	〇・〇七%	六・〇四%	一〇〇%	
全國石炭山	四三・四三	四・六九	一〇・六四	〇・二三	〇・三一	〇・三三	〇・〇六	四〇・五四	一〇〇	
全國金屬鑛山	一一・〇七	一・四三	八・三七	〇・七三	〇・二五	〇・八三	〇・三三	七・二〇	一〇〇	
全國石炭山	四三・四三	四・六九	一〇・六四	〇・二三	〇・三一	〇・三三	〇・〇六	四〇・五四	一〇〇	社會 調查局

即ち表中第一欄は當鑛山の重輕傷數の比率を示せるものにして總件數中落磐に關するもの一七・七
 三%にて其他の欄を除き第一位にあり、其の比率を石炭山の著大なるに比較せば大に安んずべしと
 雖も、金屬山の平均に比すれば五・六六%大なり、但し當鑛山の落磐件數中には小石大のもの落下して

微傷せるものをも悉く加算せるを以て嚴正なる落磐の解釋による時は大に減少すべしと雖も、金屬山の平均以下たる能はざる可し。是れ全く鑛床及兩磐の性質に因るものにして鑛床の傾斜は鑛帶狹少なるときは八〇度近き事ありと雖も富鑛部は傾斜比較的緩にして甚だしきは三〇度以下なる事あり、平均四五度内外なるのみならず其母岩は太古統の結晶片岩に屬する綠泥片岩にして、普通岩石の分類に於ては少なく共第二位に屬す可き堅岩なれば、開鑿當時は相當堅硬にして何等落磐の恐れなきも、開鑿後時日を経過するに従ひ風化して漸次脆弱となり、特に其石理に沿ひて龜裂を生じ易く、此の弱線より板狀を呈して剝離するの缺點を有す、尙石理以外に斷層又は湧水箇所存するときは亦弱線により脱落の傾向大なるは明かなり。

故に係員は勿論一般鑛夫は斯かる母岩の特性を能く了解し常に其仕事場附近に於ける天井側壁の狀況に注意し剝離の虞を認めたる時は直ちに自ら姑息其他の方法を施し、尙危険なりとするときは遲滞なく係員に報告して善處せざるべからず。

二 開 坑

(1) 普通開坑

當山の開坑加春は次に示せる如く最大坑道幅一〇尺、最高七尺内外なれば開鑿當時落磐の危険なきは勿論、開坑後相當年月を経過するも天井側壁共に未採掘又は掘入坑道なる限り殆んど支柱の必要なきも、斷層附近、湧水箇所其他特に石理による弱線を呈せる箇所のみ部分的に支柱を施せば

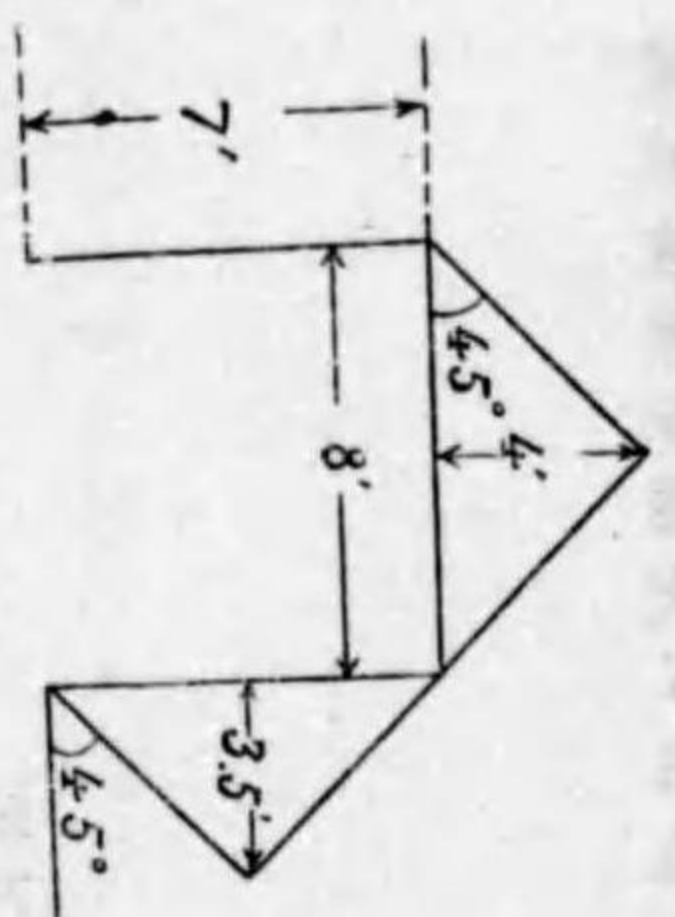
大體落磐の憂なしと雖、常に係員のみならず通行者は注意して危険箇所を豫知し、之が防止に努めざる可からざること言を俟たず。

既述の如く掘入坑道及び採掘部の坑道は殆んど支柱を要せざるも、採掘跡に保存する坑道に於ては相當の支柱を施さざる可からず。

而して採掘跡は専ら研充填を行ふが故に其充填物の支柱に影響する範圍は其の大小不定の破砕岩の轉動角度(四十五度)により得べく、又採掘跡ならざる坑道の天井及側壁の石理により落下せんとする母岩の重量も、尙四十五度線を以て計算せば充分なる可し。

今加春八・七の坑道に於ける三柰留の支柱材の末口を計算せば次の如し、但し支柱の中心距離を四尺、一尺立方の母岩の重量を一九〇封度とす。

(1) 天井木の彎曲破壊に對する力。



$$W = \text{Total load} = \frac{8' \times 4' \times 4'}{2} \times 190 = 12,160 \text{ lb}$$

$$M = \frac{WL}{4} = \frac{1}{4} \times 12,160 \times 8 = 24,320 \text{ lb}$$

$$= \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 6,000 \times S = 500 S$$

$$\therefore S = \frac{24,320}{500} = 48.64$$

$$S = 0.0982 D^3 = 48.64$$

$$\therefore D^3 = 495 \quad D = 8'' = 6.4 \text{ 寸}$$

茲に

M = Maximum bending moment

L = Span = 8'

K = Ultimate bending stress/ \square'' = 12,000 lb/ \square''

S = Section modulus = 0,0982 D³

D = Dia. of timber

(2) 天井木の剪力に對する力。

$$F = \text{Shearing force} = \frac{1}{2} W = \frac{1}{2} \times 12,160 = 6,080 \text{ lb}$$

Ultimate unit stress parallel to the grain = 2,000 lb/ \square''

$$\text{Shearing stress} = fS = 2,000 \times 0.0982 D^3 = 196 D^3 = 196 \times 512 = 100,352 \text{ lb}$$

$$\therefore \frac{100,352}{6,080} = 16 \text{ 倍}$$

Where f = Ultimate unit shearing stress/ \square''

D = 8''

(3) 柱の上壓に對する力。

Length of post = L = 7' = 84''

Least dia. of post = R = 6'' say

Least radius of gyration = r = 1.5'' = $\frac{R}{4}$

$$\frac{L}{r} = \frac{84}{1.5} = 56$$

\therefore Ordinary column に屬する formula を用ふ

$$\text{Compressive force} = \frac{1}{2} \times 12,160 = 6,080 \text{ lb}$$

Ultimate unit comp. stress = $a \left(1 - \frac{L}{60d}\right)$

$$= 3,000 \left(1 - \frac{L}{60d}\right) = 3,000 \left(1 - \frac{84}{360}\right) = 2,300 \text{ lb}/\square''$$

Area of section of least side = $\frac{\pi d^2}{2} = 28.8 \square''$

$$\therefore 2,300 \times 28.8 = 65,090 \text{ lb} \quad \therefore \frac{65,090}{6,080} = 10 \text{ 倍}$$

Where

a = Ultimate compressive stress of timber / \square''

d = Dia. of least side of timber

W = Total load = $\frac{7' \times 3.5' \times 4'}{2 \times 2} \times 190 = 6,650 \text{ lb}$

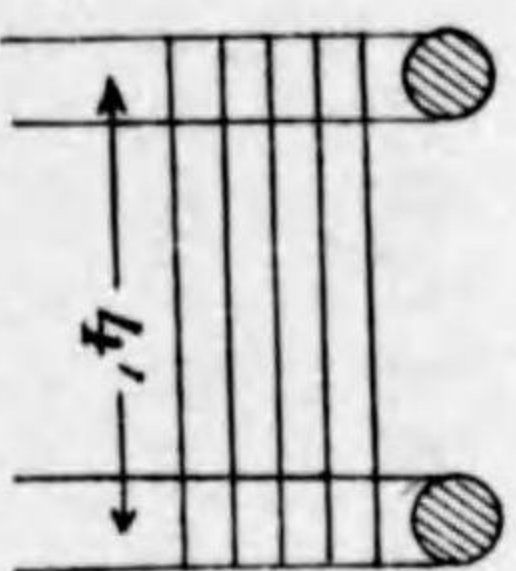
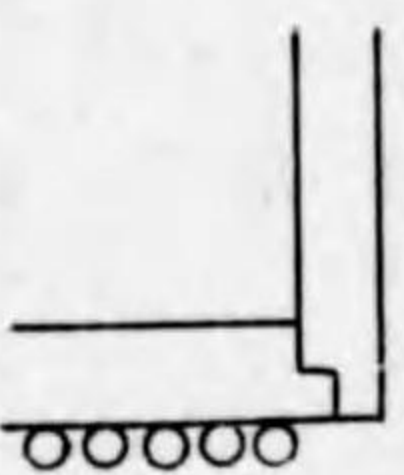
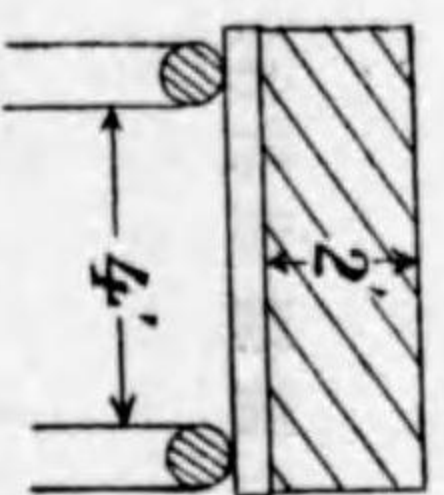
$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 6,650 \times 7 = 11,640 \text{ lb}$$

$$= \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 6,000 S = 500 S$$

$$\therefore S = \frac{11,640}{500} = 23.3$$

$$S = 0.0982 D^3$$

(5) 天井木に並べる矢木の力。



$$\therefore D^3 = \frac{23.3}{0.0982} = 237 \quad \therefore D = 6''$$

Total uniform load = $W = 4 \times 2' \times 190 = 1,520 \text{ lb/ft}$

$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 1,520 \times 4 = 1,520 \text{ lb/ft}$$

($M = \frac{1}{8} WL$ なるも安全のため $\frac{1}{4} WL$ とす)

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 6,000 S = 500 S$$

$$S = 0.0982 D^3 = \frac{1,520}{500} = 3.04$$

$$D^3 = \frac{3.04}{0.0982} = 31 \quad \therefore D = \sqrt[3]{31} \div 4 = 3.2 \text{ 寸}$$

(6) 側壁に並べる矢木の力。

$$W = \frac{4' \times 3.5}{2 \sqrt{2}} \times 190 = 950 \text{ lb/ft}$$

$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 950 \times 4 = 950 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{6,000}{12} S = 500 S$$

$$S = 0.0982 D^3 = \frac{950}{500} = 1.9$$

$$D^3 = 19.4 \quad D = 3'' = 2.4 \text{ 寸}$$

	長さ	最小末口	定全末口
天井木	八尺	六四寸	七寸以上
柱	七尺	四八寸	五寸以上
天井矢木	四尺	三二寸	三五寸以上
横矢木	四尺	二四寸	三寸以上

計算の結果を示せば次の如し。

以上の計算は總て新しき場合を考へたるものなるが故に、之れが腐朽又は其他の原因により力の減少する場合は速に取換へ又は増木を施さざる可からず。尙参考の爲め支柱なく母岩の定全に保ち得る限度を求むる時は次の如し(加脊八七の場合)

$$\text{Total load} = W = \frac{8 \times 4}{2} \times 190 = 3,040 \text{ lb/ft}$$

$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 3,040 \times 8 = 6,080 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 2,000 \times \frac{12^2 \times 12}{6} = 48,100$$

$$\therefore \frac{48,100}{6,080} = 8 \text{ 倍}$$

Where K = Modulus of rupture of rock

$$\therefore \frac{16,660}{3,958} = 4.2 \text{ 倍}$$

Where $K = \text{Working bending moment} = 1,000 \text{ lb}/\square''$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

(2) 長さ 3 横枠

$$W = \frac{15 \times 4 \times 2' \times 190}{2\sqrt{2}} = 8,143 \text{ lb}$$

$$M = aWL = \frac{1}{10} \times 8,143 \times 4 = 3,257 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 1,000 \times \frac{12 \times 10^2}{6} = 16,660 \text{ lb}$$

$$\therefore \frac{16,660}{3,257} = 5 \text{ 倍}$$

Where $a = \frac{1}{10}$

(3) 横張天木

$$W = \frac{1 \times 4 \times 2 \times 190}{2\sqrt{2}} = 543 \text{ lb/ft}$$

$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 543 \times 4 = 543 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1,000}{12} S$$

$$S = \frac{543 \times 12}{1,000} = 0.0982 D^3$$

$$\therefore D^3 = \frac{543 \times 12}{1,000 \times 0.0982} = 66.3 \quad D = 4''/\text{ft}$$

\therefore 3 倍

(4) 臺 枠

一枠に使用する木材の總容積 = 100c. f.

一 Cub. ft. の重量は水分を含むを以て 40 lb とす。

一臺枠上に積む枠數 = 5

一箇所に設置する臺枠の數 = 4 本

臺枠一本の重量 = $10' \times 1.0 \times 0.8 = 8 \times 40 = 320 \text{ lb}$

$$\therefore \text{一本の臺枠上に懸る重量} = \frac{100 \times 40 \times 5}{4} + 320 = 6,320 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} WL = \frac{1}{12} \times 5,320 \times 8' = 3,547 \text{ lb}$$

(Uniform load, fixed beam)

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 1,000 \times \frac{10 \times 12^2}{6} = 20,000 \text{ lb}$$

$$\therefore \frac{20,000}{5,320} = 5.6 \text{ 倍}$$

即ち安全率六を以て計算するも、何れも尙三倍乃至五・六倍の應力を有するが故に、實際必要以上の材料を使用せるが如きも其使用年月大なるを以て、斯く充分なる安全率を見るが反つて得策なる可し。

捲揚斜坑の支柱材の最小必要末口を求むる時は次の如し。
但し平均傾斜四五度支柱の中心距離を四尺とす。

$$\text{天井木 } W = \frac{14 \times 3.5 \times 4 \times 190}{\sqrt{2}} = 26,600 \text{ lb}$$

$$M = aWL = \frac{1}{10} \times 26,600 \times 4.7 = 12,500 \text{ lb}$$

$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{1}{12} \times 6,000 S = 500 S$$

$$\therefore S = \frac{12,500}{500} = 25 = 0.0982 D^3 \quad D = 7''$$

其算式を略して其結果を表示せば次の如し。

天井木	五・六寸	現用末口	八〇—七〇寸
柱	四・八		七〇
横矢木	二・四		三〇
天井矢木	三・二		三五

三 探 鑛

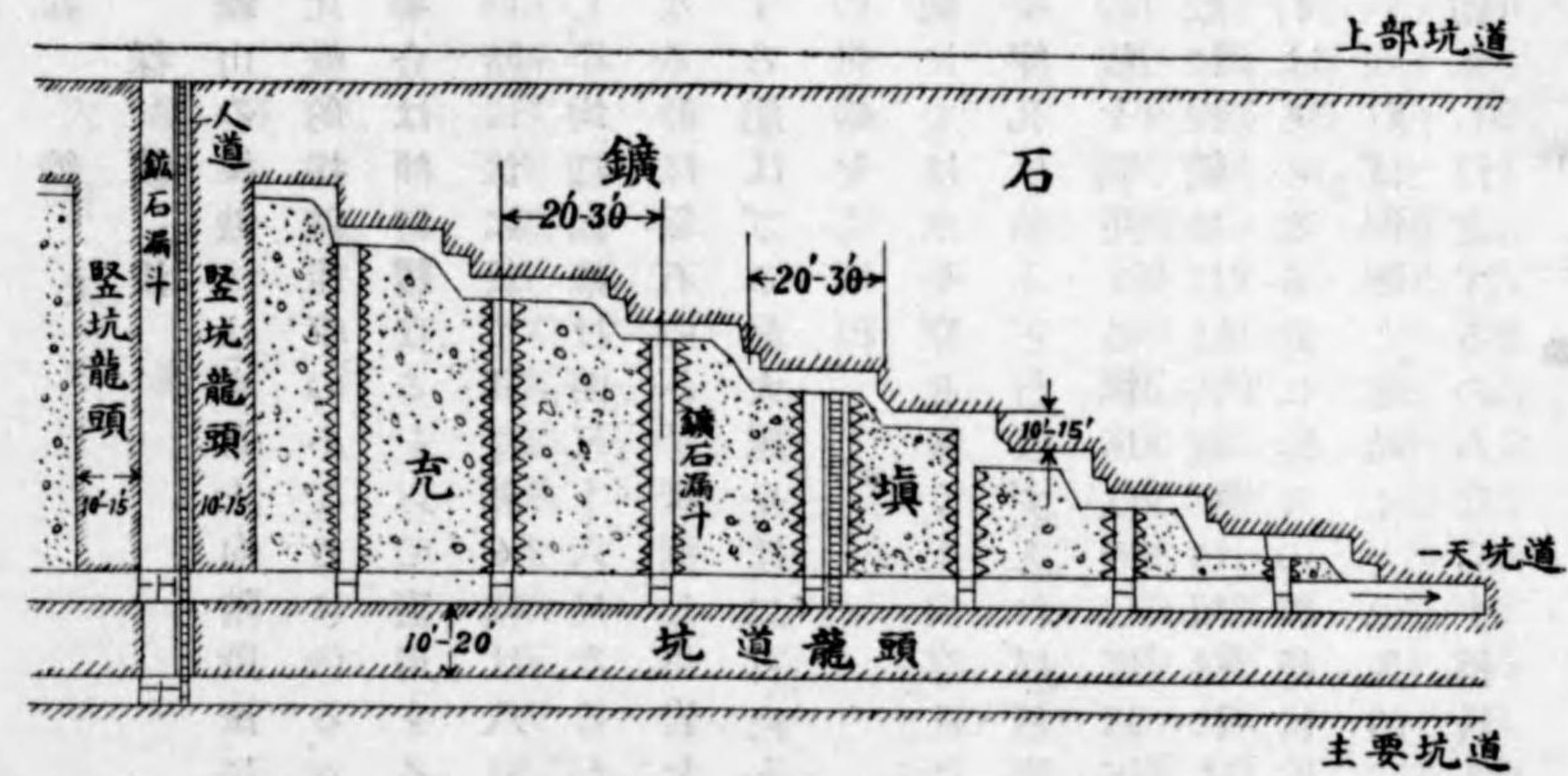
(1) 探 鑛 法

當鑛山の探鑛法は専ら上向階段法にして、下向階段法は龍頭探掘又は特別の場合の外應用せず、之れ比較的探鑛能率の小なるに依る、シュリンケージ法は一般に脈幅狭少なると、幅稍々廣く有利なる場合は傾斜緩なるを以て應用する場合甚だ稀なり。

上向階段法に於て其探鑛々幅は八寸乃至六尺なるも、鑛幅三尺以下にあつては上又は下磐を共に起し、平均探掘幅は四尺—六尺なるが故に其廢石は切羽にて選別し極力充填用に供す、鑛幅三尺以上なる時は鑛石のみを採掘し母岩を起さざるが故に研充填不完全なる所あり、然りと雖全く研充填する能はざる最大延長は二百尺とす、多くの場合斷層又は鑛幅の狭少等により二百尺以下にて研の供給を受け得。

手掘にては水平穿孔多く、上向穿孔は比較的少きも、鑛岩機を使用するときは専ら上向穿孔にして水平穿孔は殆んど行はず、之れ探鑛能率に因る併し上向穿孔と雖鑛床の傾斜平均四五度にて殊に鑛岩機を利用する箇所は四〇度以下なること多く作業中落磐の危害を被ること殆んど無し。

一般に探鑛場には其掘跡に傾斜により坊主留、荷負留、打込留、縦横押木留を施行して其間に研充填を行ふものなり、故に時日の経過に伴ひ支柱は腐朽するも研は其壓力に應じて或程度迄沈降するのみなれば掘跡と雖殆んど永久的に安全なり、但し切羽に於ては坑夫自ら仕事の始め及發破後充分姑息し注意するのみならず、係員も常に巡廻して警戒すれば稀に不注意の爲落石の輕傷ありと



雖大落磐による災害を惹起すること甚だ稀なり。然りと雖前述せる如く部分的には全く充填すべき研なく只支柱のみにて稼行し採鑛後時日の経過と共に石理に沿うて弛みを生じ易く特に斷層線湧水箇所あるときは其傾向大なり故にかゝる採鑛後の空洞は作業終了後全然通行を禁止し自然の崩壊に任せるものとす。若し止むを得ず採鑛後尙當分必要なる場所は坑夫係員共に注意し支柱の破損又は腐朽に應じ遲滞なく増木を施し浮石を姑息するものとす。而してかゝる比較的廣き空洞は相當の時日経過後は必然落磐すべきも大體其時期は永年の經驗により豫知し得るが故に前以て之が危害を避くべき準備をなす充分の餘裕あり。

(ロ) 大落磐の實例

(一) 大正十二年十一月、五坑中坑西二三井にて鑛石厚さ三尺、傾斜四〇度、延長二〇〇尺、高距一〇〇尺間落磐せり、同所は比較的上磐堅硬にして廣範圍の間充填物なく只坊主留のみにて作業中何等危険無かりしが、作

業終了後半年以上経過して落磐の前日午後より同所附近の切羽にて時々ピチ／＼と上磐の裂ける如き音響を聞き得たるを以て、遠からず落磐すべきを確認したれば同所下部に位する中坑道の保存に全力を注ぎ増木を施したるも、遂に同坑道も上部の崩壊と共に全潰せるも勿論一人の輕傷者も無し。

(二) 大正十四年二月、五坑中坑西一七井にて鑛石の厚さ三尺、傾斜三七度、落磐の延長五〇尺、斜高距七〇尺なり、同所の西側に斷層あり、之に沿うて落磐せるものにて十日前より支柱破折の音及小落石の音を聞きたれば、其附近必要箇所には其影響無からしむる様應急手當を施せり。

(三) 昭和三年六月、五坑西二八井鑛石の厚さ四尺、傾斜三五度、延長一二〇尺、斜高距七〇尺、前日迄何等の豫報無く夜間人無き時落磐せり、同所は出水斷層等無く上磐も比較的堅硬なりし爲支柱の數稍々少なかりしが如し。

(四) 昭和三年十一月、五坑中坑西一八井にて鑛石の厚三尺、傾斜三五度、延長七〇尺、斜高距四〇尺間落磐せり。

同所の上部に小斷層あり、此附近一般に上磐脆弱なりしを以て之に沿うて落磐せるものなるも、二箇月前已に採鑛を終了し何等支障無き様準備せるものにて其間時々メリ／＼と破裂の音響を聞きたるものなり。

此等落磐状態を表示し、支柱施行當時の其壓縮に對する應力を計算し、其安全率を求め表示すれば次の如し。

切羽名	延長	幅	傾斜	鑛幅	落磐の厚さ	斷層の有無	湧水の有無	経過日時	豫報	支柱の間隔	安全率
五中二三井	二〇〇尺	一〇〇尺	四〇度	三〇尺	三・五尺	なし	なし	六月	一日	六尺	六
同一八井	五〇	七〇	三七	三〇	二・五	あり	少しあり	一〇	一〇	五尺	一二
五下二八井	一二〇	七〇	四〇	四〇	三・五	なし	なし	三	なし	九尺	一三
五中一八井	五〇	四〇	三五	三〇	三・五	あり	なし	八	六〇	四尺	一七

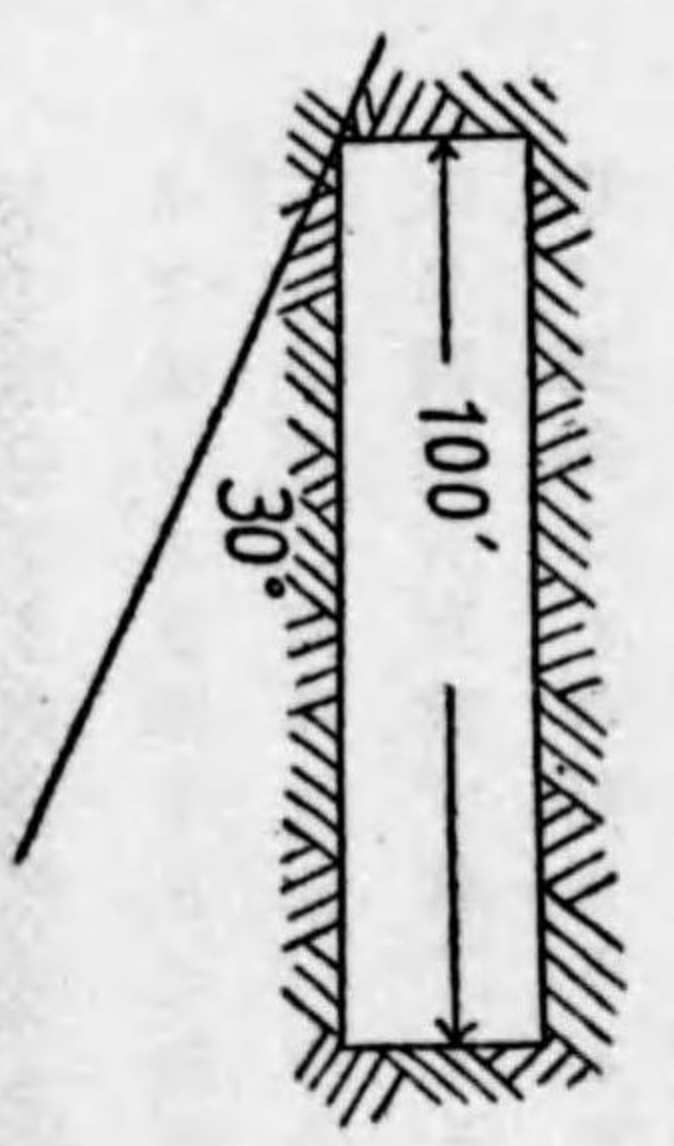
備考 支柱は殆んど坊主留にして押木留を混用す、材料は末口六、七寸長五、六尺とす。

即ち支柱の安全率小なる時は豫報無く安全率大となるに従ひて豫報時間大なるが如し。

(ハ) 研充填なき採鑛跡の研究

(イ) にて既に述べたる如く採鑛跡に充填す可き研ある時は半永久的に安全なる事明かなれば之れを略し、(ロ) に列擧せる如き研なき場合を次に研究せんとす。

(一) 全く支柱を施さずして母岩自體の壓力に堪へ得る安全なる可き延長を求むれば左の如し、但し斜高距一〇〇尺、傾斜三〇度とす。



$$W = \frac{100'}{2} \times \frac{X}{2} \times X \times 160 \times \sin 60^\circ = 4,209 X^2$$

$$M = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} WX = 4,209 X^2 / 4 = 1,052 X^2$$

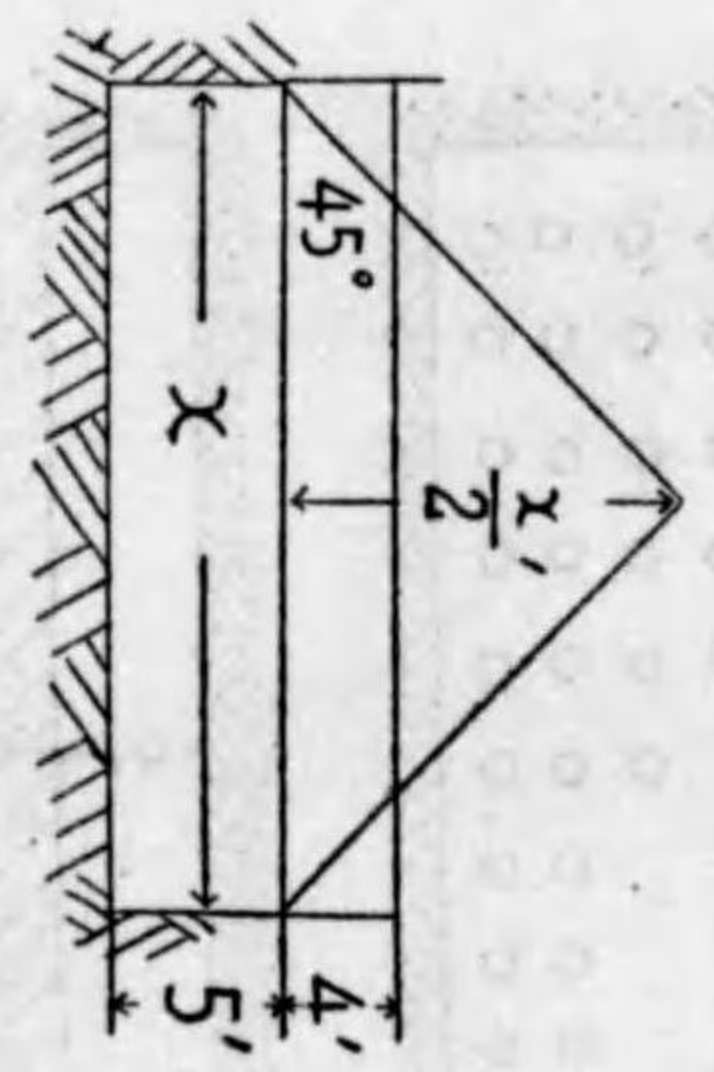
$$M = \frac{1}{12} KS = \frac{2000}{12} \times \frac{100 \times 12(14 \times 12)^2}{6} = 76,800,000 \text{ lb}$$

$$\therefore X^2 = \frac{76,800,000}{1,052} = 73,000$$

$$\therefore X = 42'$$

Where K = Modulus of rupture of rock / □'

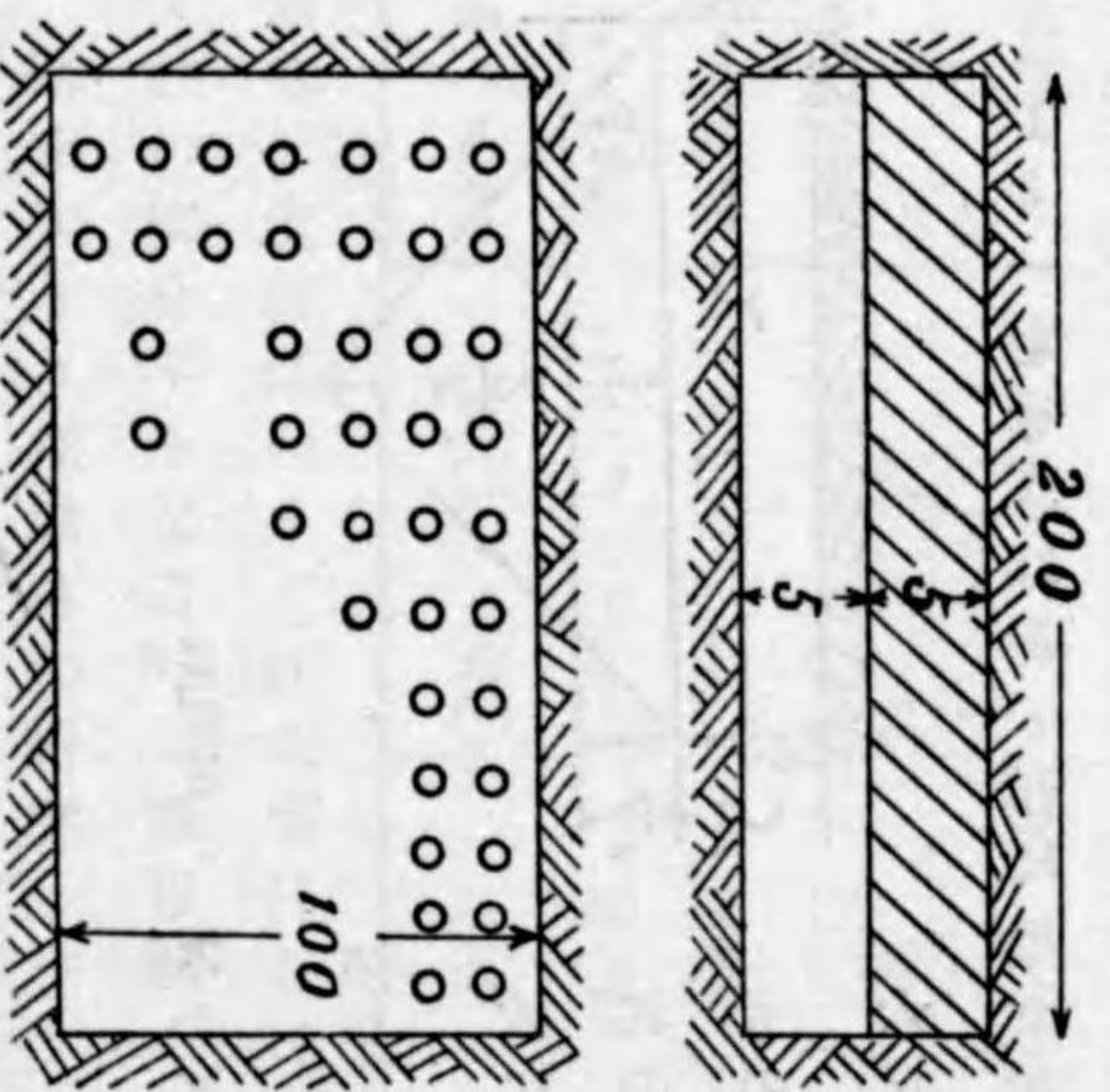
$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 12(14 \times 12)^2}{6}$$



故に新しき採掘跡にて斷層、湧水及危険なる石理なき堅岩と雖も其の延長四二尺以上支柱なく放任するときは遠からず落磐するものと考へる可からず、今此の母岩の安全率を七に採れば $\frac{42}{7} = 6$ 六尺の間隔に坊主留を施工す可きなり、實際に於て其切羽の状況により一定せざれども五尺乃至九尺の間隔に末口五寸乃至八寸、長さ五尺乃至七尺の坊主留或は押木留を施すが故に腐朽其他の故障なき限り安全なる可きなり。

(二) 當鑛山にて起り得べき最大延長二〇〇尺、斜高距一〇〇尺、鑛石の厚さ五尺、傾斜三〇度の場

合に於て末口六寸、長さ六尺の坊主留幾本を施工す可きかを實例を參考して計算すれば次の如し、但し落磐の厚さは經驗上四尺以下なるも平均五尺とす。



$$W = 200' \times 100 \times 5 \times 190 \sin 60^\circ = 16,834,000 \text{ lb}$$

$$\text{Length of timber} = L = 72''$$

$$\text{Least dia. of timber} = d = 7.5''$$

$$\text{Area of section of timber} = 44 \text{ sq. in.}$$

Ultimate unit stress of compression

$$= 3,000 \left(1 - \frac{L}{60d}\right)$$

$$= 3,000 \left(1 - \frac{72}{60 \times 7.5}\right) = 2,520 \text{ lb./sq. in.}$$

Total ultimate compressive stress of timber

$$= 2,520 \times 44 = 110,880 \text{ lb.} \dots\dots\dots(a)$$

$$\therefore M \text{ of prop(or) stall} = \frac{16,834,000}{110,880} = 152$$

Safety factor of timber = 4 とせし $152 \times 4 = 608$ 本

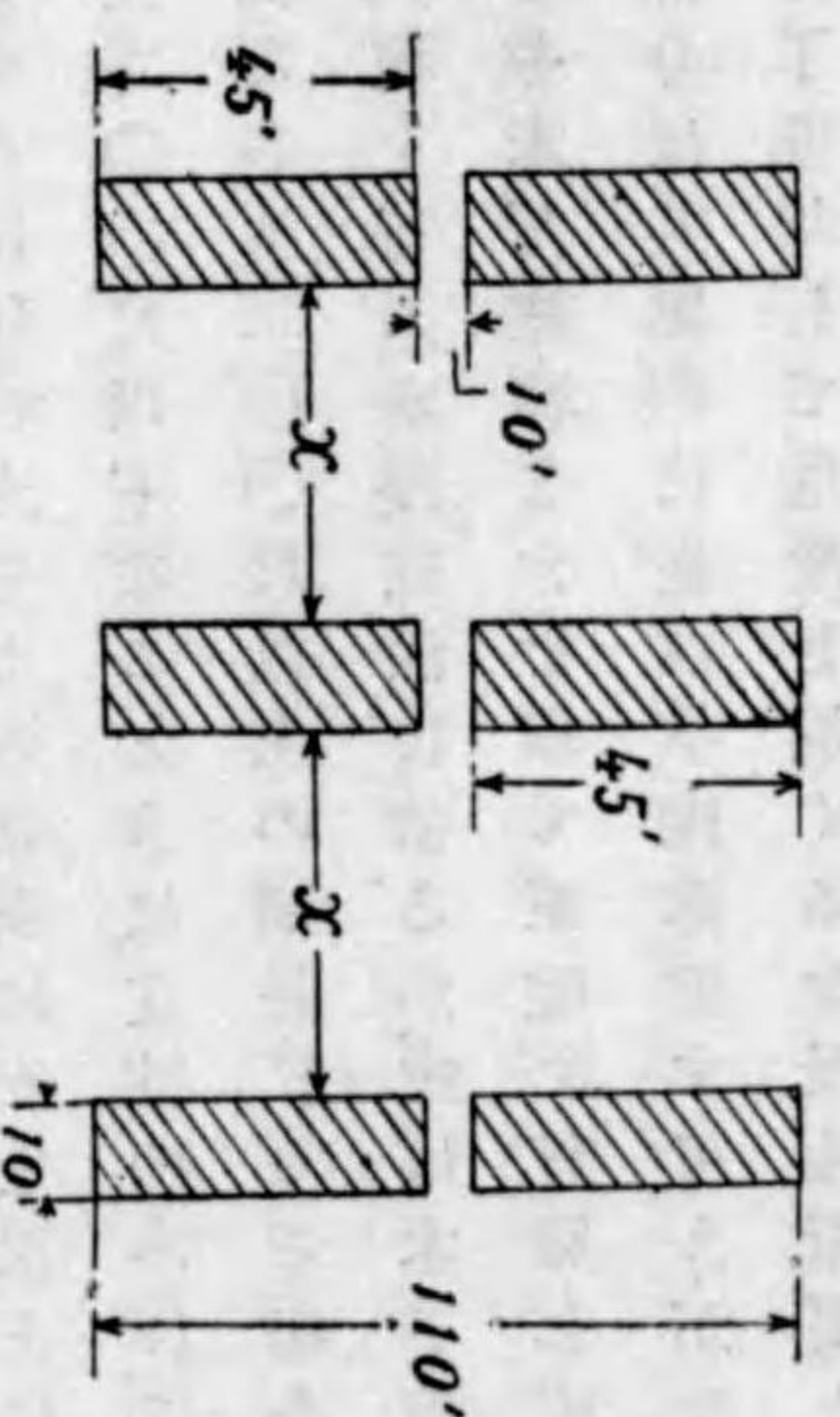
$$\therefore \frac{200 \times 100}{608} = 33 \text{ sq. ft.}$$

$$\therefore \sqrt{33} = 6$$

Where $3,000 \text{ lb} = \text{Ultimate compress. stress of timber / sq. in.}$

即ち經驗より計算するも、支柱なくして上磐の自ら破壊す可き推論より求むるも、大體一致して六尺間隔に支柱を施工する時は安全なりと云ひ得るが如し。

(三) 今若し斜高距を一〇〇尺とし、傾斜三〇度、鑛石の厚さ三尺以上にて延長二〇〇尺以上に亘りて少しも充填す可き研なしとし、之れが落磐防止の爲めに斜高距に沿うて幅一〇尺、長さ四五尺の鑛柱を十尺の間隔に残すと假定し、残柱の壓縮に堪へ得る延長を求むる時は次の如し。



$$W = \frac{100}{2} \cdot \frac{x}{2} \cdot x \cdot 190 \cdot \sin 60^\circ = 4,209 X^2$$

$$\text{Total section of pillar} = 90 \times 10 \times 12^2 = 129,600 \text{ sq. in.}$$

$$\text{Working compressive stress of ore} = 1,500 \text{ lb./sq. in.}$$

$$\text{Total compressive stress} = 1,500 \times 129,600 = 194,400,000 \text{ lb}$$

$$\therefore X^2 = \frac{194,400,000}{4,209} = 46,187$$

$$X = 215'$$

即ち延長二一五尺間の上磐の壓力に堪へ得る理なれば、残柱の中心距離即ち延長を二〇〇尺とし、其採掘跡には前節に述べたる如く七尺置に支柱を施工し、残柱以外全部の採掘を終りて天井の落磐後安定したる後残柱を採鑛するを最も得策なりと信ず、但し他より容易に研を運搬し得る時は残柱の代りに二〇〇尺の間隔を以て研充填を行ふを便とす可し、或は方四角の木子積を

斜高距に五尺の間隔に配列するものとせば約四〇尺の延長に堪へ得べきが故に其間に同じく七尺置に坊主留を施すも一方法なり、但し木子積内に研を充填し得るときは延長二〇〇尺内外まで充分なる可し。

(二) 結論

要するに研の充分なる切羽は安全以上に研充填し得るが故に問題なきも、研なき採鑛場に於て延長二〇〇尺以下なるときは支柱のみにて全部採掘し速に退却して自然に放任し、今日まで未だ其例なきも二〇〇尺以上の延長に亘る場合は他より研を運搬し、延長二〇〇尺間隔を限度として研充填を行ふか、残柱法に依るか、或は木子積を以て之れに代用す可きものとす、其の何れが經濟的なるや未だ經驗なきを以て正確に打算し得ざるを遺憾とす、何れに依るも支柱のみにて支へらるゝ部分は其腐朽に従ひ早晚落磐す可きが故に其時期を経験及び計算によりて豫測し敏速に稼業を終了退却して危険を避くるを最も緊要とする所なり、尙小落磐及落石程度のものに就ては係員初め鑛夫一般に共力注意し浮石の検査、姑息を嚴重に行ひ適當なる支柱の施工、取換、増木等の手當を怠らざる時は充分防止し得るものとす。

生野鑛山

一 鑛床の自然的條件

本鑛山鑛脈は傾斜七〇度乃至八〇度、鑛幅三米乃至七米を算し狭き所少し。

母岩は主として石英粗面岩及凝灰岩にして、脈石は多く石英なり、時々母岩の介在を見る事あり、母岩及脈石は何れも堅硬にして、處々走向斷層により、脈體の切斷せられたる部分のみ(鑛石を失ひ)軟弱となるも、其他は落磐の危険は甚だ少し、即幅廣く且つ鑿岩採鑛の場合は、天井に浮石を生ずるも、岩石堅緻なる爲落下する事少く、上下兩磐に至つては殆んど浮石を生ぜず、シュリンケージ採鑛跡と雖も、充填を行はず放置し大なる崩壊を來す事なき程度なり、但し南部十三年鍾は三十號及蟹谷二斷層の間にて、地磐は甚だしく轉位を受けたる關係上、上磐及下磐共に脆弱にして採鑛跡を空虚の儘放置するときは崩壊する事多し。

以上の如く自然的條件は、岩石堅緻にして、十三年鍾を除くの外、落磐に對し比較的的安全なるものなれども、鑛脈は略直立し、且つ脈幅一般に廣大なるが故に棚足場による普通の階段堀を用ふる事は、保安上策の得たるものに非ず、且つ經濟上に於ても亦有利ならざるが故に好んでシュリンケージ法を採用し十三年鍾の如く幅廣く且つ兩磐崩壊し易き場所には充填法を用ふる事とし、脈中狭き特別の箇所限り、普通段缺堀法に依る、尙岩石堅硬なるを以て、採掘には主として鑿岩機を使用す。

二 採鑛法

(イ) シュリンケージ法

當山は概して脈幅廣く且つ磐岩堅緻なるが故に現今にては主として此の方法により採鑛をなしつゝあり、即ち坑道上部約二階段を採掘して、本棚を構築し、第三階段以上は採掘せる鑛石を足場とし、採掘による容積増加の剩餘分は、下部坑道に於ける鑛石井戸より拔出し、採掘面と鑛石との高さ

を常に二米以内に止め、斯くして次第に上部へ採掘を進むるものとす。

(一) 保安關係

此の方法は普通の段缺堀等に比し、保安上危険少し、即本法は鑛石を以て自ら堅固なる足場を形成するを以て如何に幅廣き所と雖も支柱の折損其他足場の不完全に起因する事故を一掃するのみならず、鑛石と採掘面との高さが二米以内に保持せらるゝを以て常に浮石の検査を完全になす事を得べく、又採掘作業中は採掘跡に鑛石充滿するを以て、兩磬の轉落する事全くなし、尙鑛石を全部搬出せる跡と雖も、本法は母岩の比較的堅緻なる所に採用するものなるを以て、崩壊による危険も亦至つて少し。

(二) 能率關係

足場完全にして危険の虞なきと作業容易なるにより坑夫一工當り採掘量も多く能率甚だ良好なり、鑛石搬出上も勿出の手数を要せざるを以て便益少からず、唯階段法及研充填法と異りシュリンケージ法に於ては其の特長たる工程の進捗に意を注ぐと(他法と同様小割を行ひつゝあるも)井戸投入をなさざる爲時々大石を見残し之が井戸口に來りて拔出に苦み、井戸口にて小割發破を行ふの手数を要する場合あり、此の點は運搬能率に幾分の惡影響を及ぼす嫌あるものとす。

(三) 經濟關係

經濟上本法は最も有利なる採掘法にして他の方法に比し次の如き利益あり。

(1) 支柱は本棚及人道二箇所位(走向に沿ひ百尺乃至二百尺の採掘場一箇所に付)設くるのみにて可なるを以て支柱に要する費用極めて少し。

(2) 研充填の必要なし。
(3) 採掘作業終了後、場合により其の儘貯鑛とし、産鑛の量及品位に對し調節に役立たしむる事を得。

(1) 及(2)により採掘費を著しく減少する事を得、然れ共其場の採掘作業中は採掘鑛石の約半ばは貯鑛を要せざる場合と雖も、之を貯鑛として最後迄残さざるべからざるの不利あり。

(ロ) 研充填法

此の方法は主として十三年鍾に採用しつゝある方法にして、同鍾は前述の如く鑛幅廣く且つ兩磬比較的脆弱にしてシュリンケージ法に依るときは鑛石拔出の際、兩磬の轉落多く鑛石品位を低下し且つ井戸より拔出の際甚だしく困難を生じ、遂には搬出不可能となる場合あるを以て特に此の充填法を採用しつゝあり。

今方法の大略を記すれば坑道上部に階段を採掘し本棚を設くる事はシュリンケージ法と同様なり、次に棚上約二乃至三階段を採掘し鑛石を搬出し、此の跡に研を充填し更に此の研を足場として又二乃至三階段の採掘を行ひ、鑛石搬出、研充填等前同様とし、漸次上部に採掘を進むるものにして採掘面は普通水平とするも時にリルの形式による事あり。

(一) 保安關係

此の方法も保安上危険を増加する事なきは勿論シユリッケージ法の場合に鑛石を足場とする如く、本法は充填せる研を足場とするものなるを以て、シユリッケージ法と同様保安上極めて有効なるを特長とす。

(二) 能率關係

十三年鑛は鑛幅廣く且つ他の個所に比し岩石も幾分軟弱なるを以て、採掘能率は甚だ良好なるも、鑛石の搬出及研充填の際は採掘を休止せざるべからざるを缺點とす、鑛石搬出に就ては、完全に小割を行ひ、井戸に投入するを以て、井戸口にて發破をなす等の事なきも、井戸に投入する手間を要する故に、運搬費としてはシユリッケージ法と大差なし。

(三) 經濟關係

支柱は本棚及人道を設くる事シユリッケージ法と同様なり、尙五乃至八米の間隔に鑛石井戸を上部迄組上ぐる必要あるを以て、夫れ丈多額の費用を要す。

採掘跡は研充填をなすを以て、多大の經費を要し採掘費の増加を來す。

採掘鑛石は其の都度全部搬出し得るを以て、無用の貯鑛を強ひられざる利益あり。

三 從來の採鑛方法及其の成績

十三年鑛五番、四番間の採鑛にシユリッケージ法を採用せる事あり、然るに上部迄採掘を了り、下部鑛石井戸より、鑛石搬出をなすとき、兩磐の轉落甚だしく、大なる磐岩井戸に來りて遂に鑛石拔出しを不可能ならしめたり、故に其後現在の研充填法に改めたり。

要之當鑛山に於てはシユリッケージ法は能率良好經費少く保安關係亦佳良にして、最適の採鑛法と認められ、十三年鑛の如き磐岩剝落し易き所以外は此の方法を採用する方針なり。

明延鑛山

一 主要採掘場

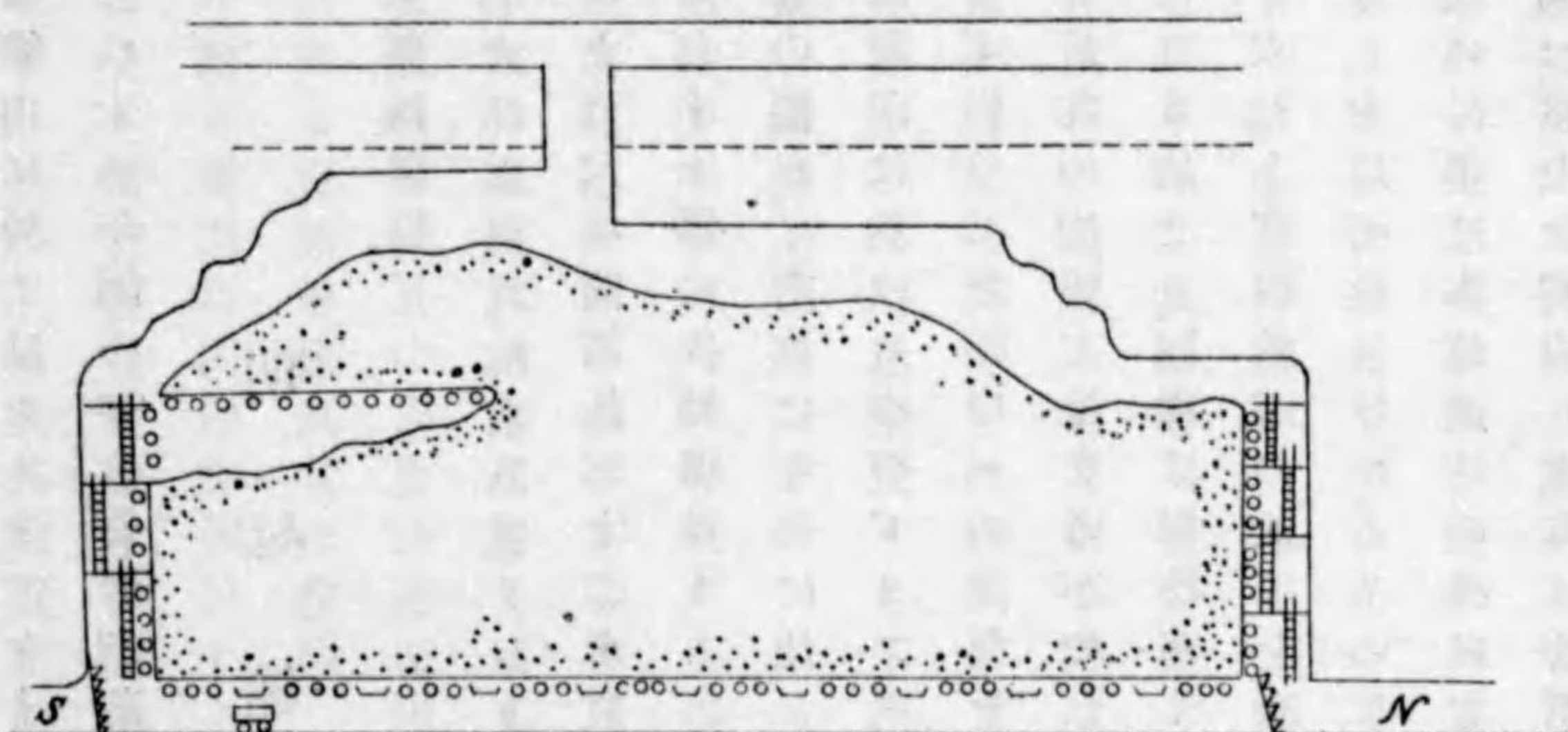
(イ) 大仙脈百尺坑南三號シユリッケージ法

本坑と百尺坑間高低三十二米突の採掘にして、鑛脈幅員〇・五〇—二・〇米突、走向六十米突、傾斜六十度とす、上鑛の採掘場なり。

鑛脈の幅員は南部は北部に比して狭まし、D C R W 23 番型ドリフター二臺を使用す。狭脈階段に於ける小型ドリフターの使用はカラム、水槽等取扱の煩あるも一方鑛脈の上下磐を破碎せず、従つて粗鑛中への混磐を輕減し、且つ又上磐破碎より來る落磐防止の點に於て、當坑内に於ける最良の採鑛方法なるが如し、圖示の如く南部は漏斗口より約十五米突の所に中棚を約二〇米突に亘り施せり、同處は堀跡漸く一米突幅なれば、下部漏斗口より拔取りの際往々にして大地の迫持を來し上部粗鑛面の沈下を來さず、此れを足場とする作業夫の危険は勿論操業圓滑を缺く不便ありしを以て取付けたるものなり。

今後の計畫は本坑道路の殘柱を厚さ五米突迄割り進め點線の如くし、本棚、中棚中の粗鑛全部を抜き拂ひ、堀上を利用し直ちに捨石充填に移る、懸て捨石の推積適量に達せば厚さ十五米突の殘柱を

本坑百尺坑間大仙脈シュリンケージ堀場、



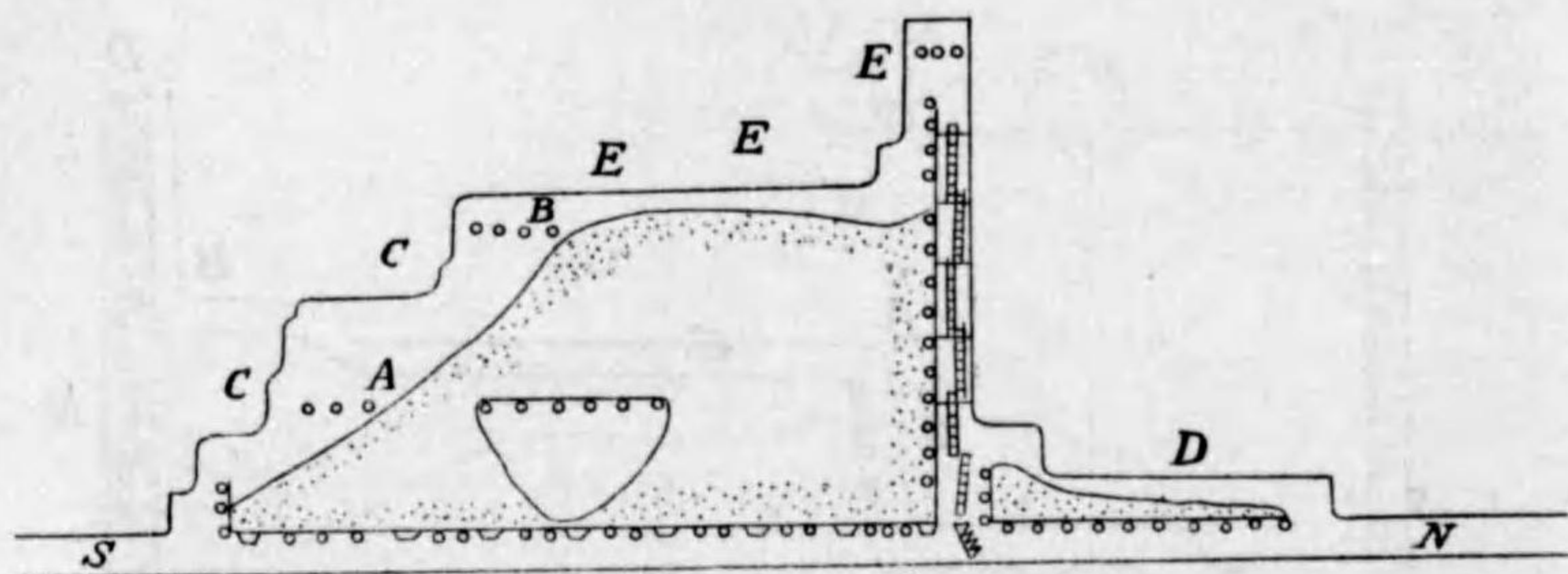
厚さ二米突迄採掘せんとす。

(ロ) 赤榮脈二百尺坑北六號シュリンケージ法
六十尺坑二百尺坑間高低約四十二米突、鑛脈幅員一〇乃至一五米突、走向五十三米突、傾斜六十三度とす、上鑛を産出す、幅員は南部狭く北部に於ては廣し、D C R W 23 番型ドリフターにて階段に掛り堀上は cc11 ストーパーによる、A B は附近狹脈にして粗鑛の採取容易ならず、階段面に對する粗鑛面の間隔を適當に保つ事困難なるを以て、中棚を施す、保安上、鑿岩操業上甚だ有利なり。

D 部は南北に比して品位劣るを以て、堀上以南の完了を俟つて着手せんと欲するものなり、今後約十七米突の堀上を續行し、六十尺坑に貫通せしめて通氣を計り、C 及 E の採掘を漸進して適度に六十尺坑の踏の残柱を残し、同處の採掘を完了せんとす、最後に捨石充填を施す事(イ)と同じ

(ハ) 大仙脈二百尺坑南十七號シュリンケージ法
百尺坑二百尺坑間高低約三十三米突、走向六十米突の採掘にして、幅員一米五〇乃至二米突、下鑛堀場なり、傾斜六十一度とす。

二百尺坑赤榮脈北シュリンケージ堀場



各
論

D W 64 番型ドリフター一臺使用、上下磐堅緻にして採掘跡の危険少し、
今後はCの鑛況不振なるを以てA B 走向にて進行せしめ百尺坑迄の採掘を行はんとす、D 堀上による捨石充填は最後に行はんとするものなり。

二 鑛脈の自然的條件

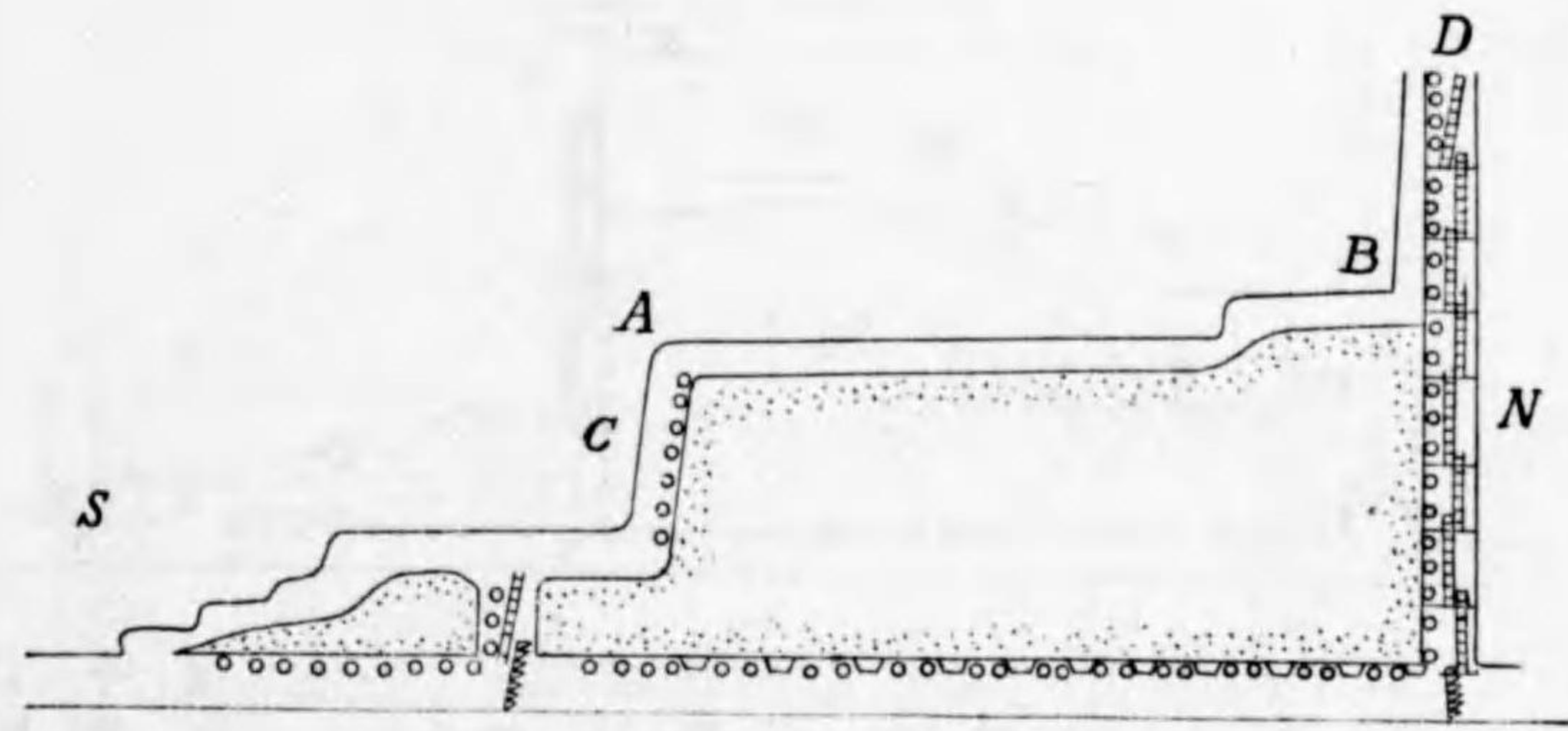
(イ) 各鑛脈の位置
明延錫鑛床は三條の主脈より成り、各脈の間隔は二百五十米突乃至三百米突にして一脈の採掘が他脈に保安上の懸念あらしむる事絶體になし。

(ロ) 各鑛脈の傾斜
各脈は東方傾斜六〇度乃至七〇度にしてシュリンケージ法採掘に好適のものなり。

(ハ) 各脈幅員
〇五〇乃至二米突五〇にして、普通一米突六〇の採掘幅とす、即ち支柱用材取扱或は支柱工事に對し程良き幅員なりとす。

(ニ) 斷層
鑛脈と交叉する斷層は白岩斷層、九井斷層、大仙斷層、大嶽斷層其他の小斷層にして採掘法と災害豫防に關して、多少の不利は免れざれど

二百尺坑大仙脈



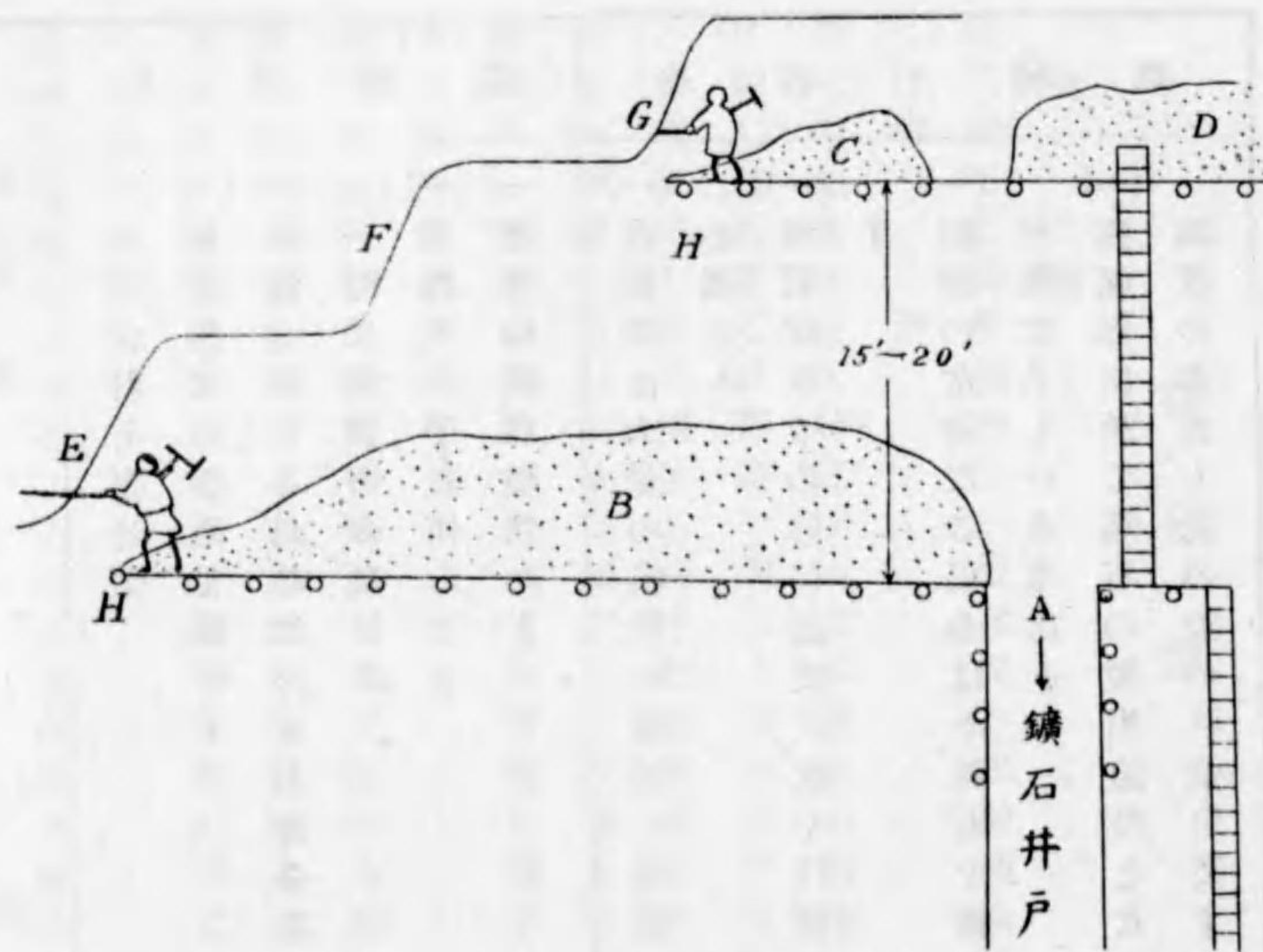
も、其の存在位置明かなるを以て對策容易なり、之れに反し本鑛床各脈に來る平行斷層は採掘法と災害豫防に對し著しき關係を有す。

平行斷層の存在は各脈の上磐側なるか、下磐側なるか一定せず、鑛脈を斜に截斷して上磐側に在りしを下磐側に移る事あり、從つて盛況なる堀場も走向斷層の爲めに俄かに狭少なる鑛脈に變る事往々あり。

採掘場或は採掘跡に於ける落磐或は落石の多くは平行斷層を剝離する石塊或は石片なり、之れが爲めに平行斷層が鑛脈の上磐に存在するときは、採掘に際し特別の注意を要し鑛脈丈けを採掘し直ちに捨石充填を行ふか、上磐押へ打張を施工するか或は粗鑛への混磐を覺悟して平行斷層の剝離に任せるかの外なくシュリッケージ法にては捨石充填を施す能はざるを以て、適所に打張を施し、然らずんば徹底的に上磐の柔弱部を落下せしむる事とせり。

(ホ) 坑内水

斷層殊に平行斷層を浸潤し來る坑内水は屢々落磐を助成する



事あるを以て、水帯に對しては特に留意するも、かゝる場合は稀なり。

三 從來の採掘方法及其の成績

從來の採掘方法は過去數箇年に亘り主に粗鑛を足場となし、採掘せる粗鑛の餘りは、人手或は坑井を利用して適度に抜き去り、粗鑛足場の高さを保たしむ様にせり、此の方法は手堀、鑿岩兩者に施行せり、其の以前にありては主に足場棚採掘法による。

即ち上圖の如く B C D の如き粗鑛は山取運搬にて坑井 A に落し、棚上粗鑛を常に適量に保たしめ、E F G 面の進行に連れて H の張出を併行せしむるものとす。

四 現在採掘方法及其の特徴、成績

茲に往時の足場棚方法と現時のシュリッケージ法を比較すれば次の如し。

シ ユ リ ン ケ ー ジ 法	棚 張 法
<p>比 較 利 點</p> <ul style="list-style-type: none"> (一) 足場材料を要せず (一) 粗鑛芻出の手續を要せず (一) 粗鑛足場なる爲めに保安上安全なり (一) 一時に粗鑛の多量を得 (一) 支柱夫の手数僅かなり (一) 仕事の秩序整然たり 	<p>比 較 利 點</p> <ul style="list-style-type: none"> (一) 所要の鑛石は何時も搬出する事が出来る (一) シュリンケージ法の如く最後の抜取りの時に上磐の危険或は其他の事由により粗鑛の一部を残留する事なし (一) 或る期間鑛石を蓄積する必要なし
<p>不 較 比</p> <ul style="list-style-type: none"> (一) 或期間は大量の粗鑛を堀場に残留する必要あり (一) 鑛石抜取りの時に適度に抜く注意を要す (一) 兩磐の危険なる場合は全鑛石を搬出不可なり (一) 可能ならしむる事あり (一) 狭脈部に於て鑛石の搬出、迫持となり不如意の事あり、此の際の注意を要す 	<p>不 較 比</p> <ul style="list-style-type: none"> (一) 支柱材を多量に要す (一) 粗鑛芻出の手数多し (一) 足場の損傷する事往々あり保安上不可なり (一) 支柱夫の手数割合に多し

柵 原 鑛 山

一 概 論

本項に於ては柵原鑛山の一般状況中、本問題論述の前提として鑛床の自然的條件を略記すべし。

(イ) 地 形

鑛床の地表に於て特記すべきは鑛床の西南に當り吉井川の流下することとなり、吉井川は直接採鑛に關し落磐、落石に影響を與ふる事は少きも概して水量豊富なる大河川に屬する點に於て不斷的の脅威を呈し、而も鑛床の直上附近を流下するものに在りては、採掘と共に地磐の弛緩を招く時は河底の缺裂を生じ危険を醸すことなきを保し難く、殊に斷層の存在其附近に現はるゝものに於ては坑内一般作業に對しては常時警戒を要するものなり。

(ロ) 鑛床の概形

鑛床は不規則なる馬鞍形にして、下底側の母岩の頂點より兩側に跨り南北兩側に對し各々約五〇度の傾斜を有し堅固なる地磐の上に築造されたるが如き状態を呈す。其廣表は東方より西南方迄最大延長尺千二百尺、鑛床中央部の幅員は三百五十尺、鑛床の厚さ三百尺に達す。

鑛床を圍繞する地質は堅硬なる輝綠岩、硅化粘板岩にして多少の劈性脆性を有する個所あるも概して強靱なるを以て地磐は鞏固なりと云ふべし、鑛床内部に時々硅質粘板岩様の夾岩ありて大小

不定の形状を有し、鑛塊に挟まれ鑛體との接觸部は判然と分離し易きも塊狀的に離脱すること少く危険の度合は至つて少し。

(ハ) 鑛床及鑛石の性質

鑛體は全然硫化鐵鑛床にして純粹なる硫化鐵鑛より成るものとす。鑛體は略ぼ南北に併行して長大なる石理を有し、之に直角なる方向に無數の小石理を以て交錯せるを以て、爆破に對しては頗る破壊され易く、姑息堀乃至玄翁堀容易なれども、此の點は一面に於て採掘の進展と共に落磐、落石に對し拂ふことを要す。

(ニ) 鑛床附近の地質

鑛體附近の地質は東北西の三方共に堅緻なる輝綠岩に依りて繞まれ、南方下部は凡て堅硬なる石英斑岩なり、此等の岩石及鑛床を通して南北に多數の石英斑岩及玢岩々脈併走し、是に略ぼ直角即ち東西に正斷層横行す、然れ共斷層の走向側に於ける伸展に比し斷層の幅員は狭少にして最大二〇尺に止まり、方解石等斷層の間隙を自然に充填し導水極めて稀なり、既述の如く鑛床の形狀、岩磐の状態、斷層及地質の條件等概して好適にして唯だ鑛石の石理剝離性大なることは落磐、落石に對して幾分採掘上危険の伴ふことなき能はざるなり。

二 落磐及落石の原因

當山に於て起り得べき落磐及落石の種類及原因を説明すれば下の如し。

(一) 表土若くは地磐の崩潰

- (二) 採掘跡處理の不完全による落磐
- (三) 鑛床又は鑛石の剝離性による落磐
- (四) 採掘跡間に於ける落磐及落石
- (五) 地質及岩石の性状による落磐
- (六) 爆破後の浮石不始末による落磐

(一) 表土及地磐の崩潰 採掘跡充填用に供する土砂の採掘竝に坑内採掘方法及其處理の不完全により生じ得べきを以て、其被害の波及すべきを豫想し留意操作するものにして、又吉井川の柵原鑛床附近に横はることは常に脅威を免れず、現在柵原坑内に於ては吉井川直下に接近することを避け、同河底を横斷する採掘は元より同方面に對する採掘坑道の如きも柵原坑内より着手する事を差控へ後日前述の安全なる方法を講ずるまで之を保留し其決裂を未然に防止せり。

(二) 採掘跡處理の不完全就中遲延に依る地磐の崩壊 當鑛山として最も重大事項にして當鑛山採掘上より生ずる災害中最大の注意と最慎重なる取扱を要すべき性質のものたり、本事項に關しては後章に於て更めて詳述すべきも、之を一言すれば豫定の採掘準迄達するときは直ちに上部坑道より廢石を投入して其採掘跡を充填し其充填物容積の收縮するを待ちて更に之に坑水除害に依る沈澱物を混入投下して其隙間を填充して附近の地磐を安定せしむるの方法を執れり。

(二) 鑛石の剝離性に依る落石 當鑛山の鑛床又は鑛石の自然的に具有する性質に係はるもの

にして、之が採掘を續行する期間中は不斷的に免れ能はざる事項に屬するものとす、故に發破作業の直後に於て特に注意を要する事なるを以て、此の場合に特に現場見巡りの制を設けて浮石と共に之を落下せしめ、尙ほ一般に鑿岩機夫、手掘坑夫、支柱夫等をして注意を喚起せしめて作業の事前に之れ等の採收を行はしむるものとす。

(四) 採掘跡間に於ける落磐及落石 前項と略ぼ同様事項なるを以て、其注意も前項に準ずるのみならず採掘跡間に於て危険を感ずるは運搬作業に従事する運搬夫に對しては生ずべき事多きを以て、運搬作業着手前見廻制度に依りて之を防止し、其安全を見極めたる後運搬に従事せしめ居れり。

(五) 地質岩石の性状に依る落磐 前々項記載の外鑛床附近に於ける斷層岩脈中山の存在並に鑛床との分離性の強弱に關係するものにして、鑛床附近數多の斷層は存在するも、多くは幅員狭小なる正規斷層にして、其鑛床部の附近をして錯雜せしむるものにあらず、又岩脈も諸所に存在すれども、其幅員の狭小なるのみならず岩石堅硬にして鑛床との識別容易なるを以て落石防止は容易なり、又中山も鑛床中諸處に存在すれ共、鑛床の末端は往々にして磁硫鐵鑛の存在を伴ひ其境界を豫知することを得べく、剝離性大ならざるを以て落磐の憂少し、尙ほ岩脈、中山は鑛體中を自然に區劃する状態に在るを以て之を其の儘に利用して側壓竝に上壓を防ぎつゝ、其部分の採掘を完成する自然的防禦壁たることを得る場合ありとす。

(六) 浮石處置の不當に關するもの 現在は通風の關係上所謂「上り發破」を採用せるを以て、發破

の後直ちに現場監督者指揮の下に熟練坑夫を各切羽に派し浮石の存在、鑛石の剝離の有無を檢視せしめ、其後始末を完全にし危険なきを確めたる上にて採掘又は運搬作業を開始せしむ。

三 採鑛準備作業(開坑)

本項に於ては當山に於ける採掘準備作業(開坑方法、坑道の配置區劃を記述せむとす。

(イ) 採掘箇所深さ 柵原硫化鐵鑛地は吉井川水準より上方に垂直百五十尺、下方に垂直下三百尺なるを以て、概して淺在鑛床にして頗る地表に近く地表以下に埋藏さるゝ部分と雖も僅かに二百七十尺に過ぎざるものとす。

(ロ) 坑道の配置

一番坑道は吉井川水準より四十二尺上方に在り、更に上方百尺に充填坑道を存置す。充填坑道は後述の如く主として鑛體各部に於ける堀跡充填用材料供給の爲めとす。

又同川水準以下垂直三十六尺にして二番坑道以下下方に順次に垂高五十尺毎に三、四、五、六番坑道を有す、新鑛體に於ては六番坑下垂高三十尺にして七番坑道を存置するものとす。

(ハ) 開坑又は採掘準備作業

採掘準備作業たる開坑は之を時期に依りて異なるあり、又坑道準を境界として鑛床の状態に依りて異なるものあり、又鑛床の新舊に依りて異なるものとあり。

(一) 開坑時期に依る區別 時期に依る區別は主として開坑と採鑛とを併用せるものと、採鑛

計畫完成後に依りて分たる。

- (1) 舊時に於ける方法
(2) 近時に於ける方法

前者は柵原舊硫化鐵鑛體の初期開坑當時にして、全鑛體の大きさ及品位明ならざりしのみならず、硫化鐵鑛の需用少き時期に在りて一定せる方法を採らずして鑛床の存続に従ひて坑道掘を以て進み、大體採掘切羽面を五十尺として採掘を進めたり。

後者は前者に比し採掘作業の著しく進展せるにつれて、舊鑛體の概形、品位、中山の存在状態等詳しく分明し、加ふるに硫化鐵鑛の需要年と共に増加したるにより、所謂大量生産に適應すべく、而も其生産額を維持するに足るべく各坑道面に於ける採掘區劃を規則正しく設置し、同一鑛床中各坑道は上下之を一致せしむる計畫とせり。

- (二) 坑道準に依る區別 鑛體中の坑道水平面を境界として區別するときは次の如し。

- (1) 二番坑道準以上鑛床の頂部迄(上部坑)
(2) 三番坑道準以下鑛體の最低部迄(下部坑)

柵原舊鑛體二番坑準以上は既に概述せしが如く、舊時の不規則なる開坑に従ひ不規則なる採掘を行ひたるを以て、現在に於ても統一せる作業に編入し難き事情あり、爲めに此等の方面に於ては既述の坑道を利用して採掘を行ふを寧ろ得策と考ふるを以て、故らに規矩に泥まず、既設開坑を其儘利用するものにして、唯一番坑の一部分東部に於ては組織的に新規開坑を行ひ

て採掘も之に適應すべく準備しつゝあるものとす。

後者は前者に比しては時期に於て遅れ鑛床の性状漸く判然するに至りしものなるを以て、前者に比しては稍々整頓するを得可く組織的に開坑するを得たり。

- (三) 鑛體の區別に依るもの 開坑作業は鑛體によりて幾分の區別あり。

- (1) 舊鑛體
(2) 新鑛體

(1) は二番坑道以上は往年の採掘に係る舊坑多く、既に採掘跡の充填せられし部分あるを以て、概して二番坑道準を境界として其上下二部に大別して各部共通なる採掘に準據し難く、夫々其實際に順應すべき採掘を行ふものにて、即ち二番坑準以上に於ては從來同坑準に不規則に残留せる十五尺乃至三十尺平方の鑛柱を其儘に繼續して將來の地盤安定に備へ、既採掘跡を處理しつゝ之を足場として上向階段式に採掘を進めて一番坑道準に達せんとす。

又一番坑道準以上に於ても成るべく二番坑道準に於ける鑛柱を基礎として其上方を支持せしめ、同じく鑛體の頂部に向ひて上向階段法を以て採掘を施すものとす。

斯くして一番坑及二番坑道は既設開坑を成るべく其儘利用するものにして採掘に對して特殊なる開坑を行ふこと少く、唯だ運搬充填等の爲め上下竝に側方水平連絡を行ふ爲めに必要な開鑿を行ふに止まるものとす。

(1) の中三番坑道以下に於ては前者に比しては比較的最近の作業に係るを以て、採掘法も亦概

して規則正しく之を一定すること利にして、即ち採掘計畫を樹立して一定の方式を遵行するに在るを以て、自然二番坑道以上に於けると異なるものなり、従ひて其採掘準備作業たる開坑方法も亦前者に異なるは勿論なり、之を詳言すれば三番坑以下に於ては三、四、五及六番坑道を各垂直高距五十尺に水平に開鑿し、各坑道地並は鑛床の境界に至る迄全面積に亘りて東西四十尺南北五十尺の間隔を以て上下一致の坑道を開設す。

東西坑道を條坑道とし合背(幅十尺高八尺)とし南北坑道を號坑道と稱し合背(幅二十尺高八尺)とす、斯くして開坑されたるものは長四十尺、幅二十尺の長方形の鑛柱を形成するものにして、之を保存し下底より採掘を待つものなるを以て、比較的大なる鑛柱として長期間坑道の安定を保持すべきなり。

以上の準備坑道の開鑿を終れば下底より採掘を開始す。

(2)に於ては原則として鑛床の頂部より最下低迄規則正しく同一方式採掘法を実施せんとするものにして、其採掘準備作業たる開坑も亦之に従ふ、即ち一、二、四、五及六番坑に於て舊鑛體の場合と等しく各々垂直高距は五十尺とし、且つ各坑道準は鑛床の境界に至る迄東西に合背(一〇×八)を以て條坑道を開鑿し、之を直角に五十尺の間隔を以て南北に各背(二〇×八)の號坑道を開鑿して一番坑以上六番坑迄、長四十尺、幅三十尺の鑛柱を上下一致して残留す、斯くして諸坑道の開坑作業期間は、開坑より生ずる鑛石を以て出鑛量を調節するものとす、各坑道に於ける水平式開坑の完成すると共に各坑道間を垂直に連絡する開坑をも行ふものにして、之に

依つて坑井を作成し鑛石及土石の投下に備ふるものとす。

四 採掘法

前項敘説の如き開坑法を行ひ之に引續き上記の開坑によりて示されたる順序を追ひて採掘を実施するものとす、依て本項に於ては既述開坑を基礎として採掘實狀を説明するものとす。

(イ) 採掘法の根本主義

柵原鑛山に於ける採掘方法の根本基調と爲す所のものを列記すれば次の如し。

(一) 採掘場に於ける切羽の大きに付ては天井の高きを落磐、落石に關する危険多きものと認め、寧ろ横合、背の大なるは前者に比して危険少きものと爲す、故に採掘場は横合背を大とし縦合背を小とす。

(二) 採掘順序は鑛床の最下底より着工し漸次に上向階段堀を以て鑛床の頂部に達せんとす。

(三) 原則として安全鑛柱を残留し其場合の狀況に應じて各残留鑛柱は地磐の安全を保持する範圍内に於て成るべく之を縮小的に採掘すること。

(四) 採掘跡は土石を以て充填すること、乾式手詰法に依ること。

(五) 掘鑿方法は原則として鑿岩機を使用すること。

以上五大原則に依りて採掘を行ふものにして該五大原則の各部竝に採掘上に關して之と落磐の關係に就ては此の採掘方法と離れて自ら批判を加へ將來自他共に其研究の資料に供せんとす。

(ロ) 鑛柱採掘法

本項に於ては採掘準備坑道の開鑿を終りて、此等坑道を基本として既開鑿坑道に依りて分割されたる残鑛柱を最下底坑道準に於て順次追切り式に採掘し、該坑道を一定の高さに採掘して、採掘と堀跡充填とを交互に反覆しながら鑛體の上部に達せんとする實際方法を記述せんとす、而して採掘さるべき鑛體は新舊に依りて幾分其方法を異にし、且つ舊鑛體に在りては上部坑と下部坑とに依りて全然採掘手段を異にすべきを以て各別に之を記述すべし。

(一) 舊鑛體採掘法

- (1) 二番坑道以上(上部坑道)の採掘 此の方面に於ては從來傳統的に同坑道準に不規則状態に残留されたる鑛柱(大さは十五尺四角又は三十尺四角等)を其儘に繼續して該部の地盤を安定に支持せしめ、各鑛柱間の既採掘跡、即ち土石の充填跡を採掘足場として上向階段式に採掘を進めて漸次に一番坑道準に進達せんとするものなり、一番坑道準以上に於ても可成的に二番坑道準に於ける鑛柱は之を基礎として其儘存続せしめ、其れ以上の地山を支へつゝ、鑛體の頂部に向ひて上向きに階段採掘を実施するものなり。
- 事情右の如きを以て採掘切羽面は之を一定にすること能はず、其場所に於ける實際的狀況主として場所の廣狹、地山の堅否、鑛床及鑛石の性質に依りて所謂臨機應變的に之を設定するを要するものにして、新鑛體又は舊鑛體の三番坑以下に於けるが如き採掘法式に故らに還元せんとすることは徒らに煩雜に失して實益なきものとす。
- 換言すれば鑛質堅靱にして中山岩塊の存在なき、又其地域内に於ける廣袤大なるものに對

しては、其切羽面を大きくして採掘し鑛柱も又之を縮小し二番坑道準に於けると必ずしも同大を維持することなし、之に反して鑛質軟弱なる部分、又は中山岩塊、岩脈の交錯する所、斷層の伏在する箇所は切羽面を小さくし之と反對に鑛柱を大にして以て地盤の安定を保持するに努むるものとす。

斯くの如くして切羽面は合背幅最大三十五尺、最小十五尺、高は殆んど常に八尺に一定するも切羽の長さは一定すること能はず、既設坑道は状態に應じて長短種々あるものとす、即ち鑛體の廣袤、運搬の都合、採掘跡處理の難易、地盤の安否等に依りて之を五十尺或は六十尺に取ることあり、此等は概して長き場合なれども斷層、岩脈、中山等の交錯する場合には殘留鑛柱間のみ即ち二十尺又は三十五尺を前進するに止まるものにして通常二十尺又は三十尺なりとす。

一番坑及二番坑道準共に各々其地並より前記の合背を以て採掘し、所定の長さに至りて之を止め、鑛石は之を搬出して更に反覆して採掘し、其の採掘跡高十六尺に達して採掘を止め、鑛石は全部之を運搬して其最初の採掘地並より高十尺迄充填を行ひ、採掘跡間を六尺に保ちて以て前と同じく採掘を續行し、此以後は採掘と充填とを交互に行ひ、既採掘跡充填面と未採掘鑛石の天井との間隔は之を六尺に保つものとす。

以上の如く二番坑道準の中央以西の部分にして一番坑道準との間に中間採掘跡なき場合には舊充填材料の存在なきを以て、採掘は簡單にして停滯なく進行するものなれども、中段

坑道ありて採掘を行へるもの及一番坑道床との採掘連絡は、前者に比すれば稍面倒にして既採掘跡充填の墜落を防ぐが爲めに特に水平鑛柱を残留するか、或は地山を利用して下部よりの採掘を保護するの必要を生ずるものとす。

二番坑道準に於ても東部は一番坑道準鑛柱との連絡あるを以て、可成的に兩坑道の殘柱を上下に亘りて一致せしめ、略ぼ前記と同様に上向階段堀に依り上方に漸進し、一番坑道床龍頭十五尺に達する迄之を續行す。

一番坑道準に在りては床龍頭あるを以て二番坑道より堀上りを待つことなく上向階段法を實行す、然れ共二番坑道と鑛體の連絡なき東部に於ては二番坑道準より掘入坑道を設けて其直上部に達し是よりシュリンケージ採掘法を實施することあり、蓋し同坑道準東部は鑛石一般に頗る堅硬強靱にして其範圍も亦狭小にて、落磐落石の憂殆ど絶無にして、該採掘法式に適する條件を具備せり、シュリンケージ法の一採掘場は高四十尺、幅員三十五尺、長六十尺とす、此區劃の採掘を終れば鑛石は全部之を拔取り運搬の後上部より堀跡に土石を投下充填して之を堅め、再び高さ三十八尺を採掘して一番坑道準に達し第三次シュリンケージ採掘を行ひ一番坑道準以上に繼續するものとす。

二番坑道東部に於ける該シュリンケージ採掘の實施箇所は鑛體幅七十尺、長百尺の範圍に於て、又幅三十五尺、長一〇五尺にして此以外に於ては地盤の關係に依り安全に該方法を行ふこと能はざるものとす。

但し本シュリンケージ採掘法は柵原鑛山の特殊採掘方式に屬するものにして其周圍の好條件を具備せる場合のみに限局し或意味に於て試験的操業に類するものなり、尙本法式に據るときは堀鑿は手堀に依るものとす。

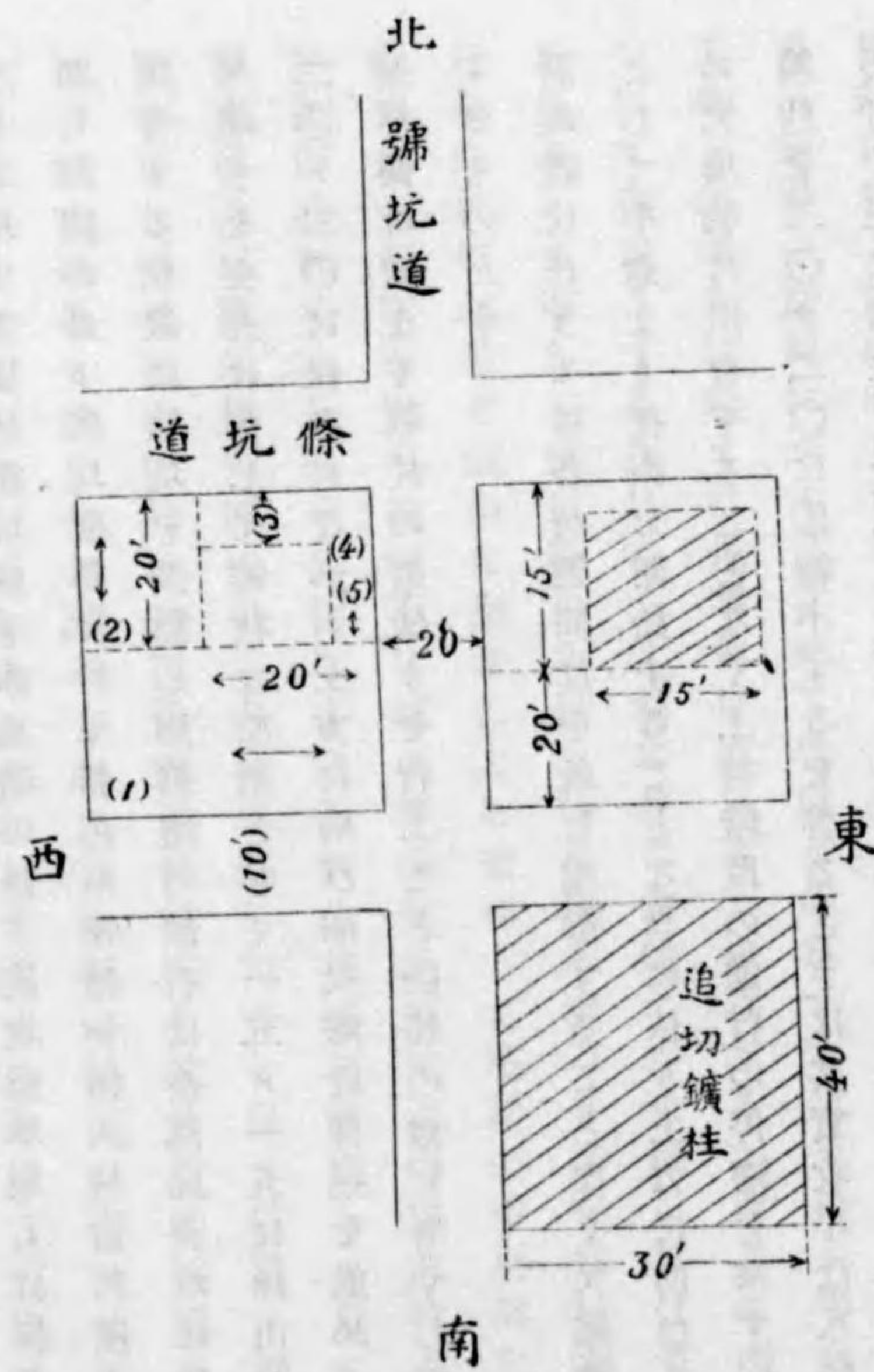
(2) 三番坑道準以下(下部坑) 三番坑道以下に於ては開坑の項下に既述せる如く、採掘準備坑道を開鑿し三、四、五及六番坑道各準に於て、原則として東西條坑道に沿ひ合背一〇×八にて中心間隔四十尺、南北號坑道に沿ひ合背二〇×八にて中心間隔五十尺の長方形狀に鑛體の開坑を完成すれば、初めて最下底坑道準より採掘、即ち鑛柱の追切り採掘に着手するものなり。

鑛體の最下底坑道に於ける追切りの方向に二ありて東西及南北とす、東西に向ふものは條坑道に平行して進むものにして、南北に進むものは號坑道に平行し既設坑道の片側に沿ひて殘鑛柱を何れも追切式に採掘するものとす、而して其鑛柱の追切順序及合背長さ等は左の如し。

- (1) 條坑道に平行に合背一〇×八、長二〇尺を以て鑛柱の南側を追切りなすもの
- (2) 條坑道に平行に合背五×八、長二〇尺を以て鑛柱の北側を追切りなすもの
- (3) 號坑道に平行に合背五×八、長二五尺を以て鑛柱の東側を追切りなすもの
- (4) 條坑道に平行に合背一二×八、長一五尺を以て鑛柱の南側を(2)に亞ぎて追切りをなすものなり。

に於て採掘準備坑道の開鑿を終るときは鑛體の最下底坑道準より鑛柱を追切式に採掘し、採掘基底坑道準より採掘の高さ十六尺に達したるときは堀跡充填を開始し、採掘跡間を六尺に保つ迄、即ち採掘基底坑道準より高十尺に迄充填し、次に第三段の階段採掘に着手し、之より採掘と堀跡充填とを交互に繰り返して上方に進むものとす、之を詳言すれば上記の各坑道準に於て採掘準備坑道たる條坑道を合背一〇×八に、之に直角に號坑道を合背二〇×八に、即ち坑道の中心間隔を各五〇尺に開鑿し、鑛柱は東西三十尺、南北四〇尺の大きさに區劃を行ふ時は、鑛體の最下底坑道より採掘を開始するものにして、其採掘方法は同坑道準に残されたる鑛柱を左記に示す如く追切式に採掘を行ふ其追切りの合背、長、順序等は次の如し。

- (1) 條坑道に平行に合背二〇×八、長さ三十尺に各鑛柱の南側に沿ひて追切りを行ふもの
 - (2) 號坑道を平行に合背一〇×八、長さ二十尺に各鑛柱の西側に沿ひて追切りを行ふもの
- 以上は原則として各鑛柱に對し例外なく採掘を行ふものなり、若し事情許せば更に次の如き採掘を行ふに在りとす。
- (3) 條坑道に平行に合背五×八、長一五尺―二〇尺に鑛柱の北側に沿ひて追切りを行ふもの
 - (4) 號坑道に平行に合背五×八、長二〇尺―一五尺に鑛柱の東側に沿ひて追切りを行ふもの
- 上記鑛柱の追切り採掘順序を圖示すれば左の如し。
- 右の順序を以て鑛柱を一五×一五に追切り縮小したるときは、第二段採掘を開始するものにして條坑道及號坑道の直上に前と同一合背を以て採掘し、夫より鑛柱を既述の順序並に合背を以て追切りを行ひ以て最下底坑道準即ち採掘基底坑道準より採掘跡間十六尺に達したるときは鑛石を搬出し、鑛體内の運搬坑道を除くの外全部を上部より土石を以て充填を行ふものにして、前記採掘基底坑道準より高十尺に迄充填を行ふものとす、二段階段面よりは坑道への運搬の爲めに鑛石漏斗を要するものにして、條坑道及號坑道面に沿ひて二區劃構造の坑井を設けて其半徑三五尺の範圍に於ける鑛石は之に收容するものとす、斯くして漸く第三



段の採掘を開始するものにして、其順序、合背、追切り方法等は前に述べたるが如く、斯くして第三階段より以上に採掘を進め、斯くして採收率を九〇%に上昇せしめ得べし、斯くの如くして新鑛體及舊鑛體の下部坑の採掘は採掘切羽の幅員を狭小にして、縦に上方に連續的階段採掘を行は

ずして常に採掘高を各坑道準より一定にして漸次に上方に進むを主とするスライズ採掘法を採用するものなり。

(ハ) 鑛石運搬

舊鑛體二番坑道準以上は之を除きて新舊兩鑛體共に鑛體の最下底の坑道準より採掘を行ふものなるを以て、主要運搬坑道も亦鑛體の最下底坑道準即ち採掘基底坑道準に設置すべきを當然とす、即ち鑛體の最下底坑道準に於て新舊兩鑛體を楕入坑道に依りて連絡して兩鑛體の略ぼ中央部に該當する位置に豎坑を開鑿し兩鑛體の鑛石は全部同豎坑に依り捲揚を行ふものとす、採掘は堀跡充填とを交互に、而して鑛柱は原則として一五×一五に地山の弛緩落磐の關係等に依りては之を二〇×二〇に保存しながら上方に向ひ漸次階段採掘を進めて其直上の坑道準に達す、茲に於て採掘準備坑道より鑛柱の追切りを行ふこと既述の如し、斯くして漸次上方に進みて鑛體の上部に達するものとす。

新鑛體に在りては各坑道間には中段を開鑿することなく、又鑛體の最下底坑道準以外に於ては原則として中途より採掘を開始することなきに依り、上方に向ひて採掘を進捗する上に於て既採掘跡の充填物に出會することなく、上向階段の進行の停滯を來すべきことなし、新鑛體の採掘に於ては鑛柱を二〇×二〇に迄縮小するを得るときは其實收率は八四%にして此程度の採掘は確保され得可く、更に鑛柱を一五×一五に縮小採掘するときには九〇%の高實收率は擧げ得べし。

前記楕入坑道は新舊鑛體内に入りては其中央部に於ける條坑道と直接に連絡し又條坑道間は號

坑道に依りて連絡するを以て採掘基底坑道準の採掘に於ては其運搬は頗る容易なり、又第二段の採掘に在りては未だ充填を開始せざるを以て基底坑道準の追切り採掘の場合に於けると相等し、第三階段の採掘に及んで其終了後既採掘跡の充填を行ふ場合に於ては前者と少しく状態を異にす、即ち此場合に於て採掘準備坑道を多く保存するが如きは困難にして又其保存費の嵩加すべきを以て得策とする所にあらず、茲に於て鑛體の中央部に於ける條坑道を充填物の間に於て保存するものとす、而して第三階段面以上に於ける鑛石を保存條坑道に搬出する爲めに必要なる號坑道は前記の條坑道を直角に南北に之を横切りて鑛體の中央部に設置するものとす、尙採掘切羽の運搬坑道への鑛石搬出は鑛車に依り條坑道及號坑道面に設置されたる漏斗に投入す、斯くして運搬坑道面に於て之を搬車に採取り之を楕入坑道に搬出して以て捲揚豎坑に至るものとす。

前記楕入坑道は兩鑛體の母岩内に開鑿したるを以て鑛體の採掘進捗するも其保存難を感ずべき理由なし、兩鑛體内に於ける運搬坑道條坑道及號坑道は採掘の進展するに伴ひて堀跡充填物の爲めに漸次壓迫を受くるに至るを以て其保存は採掘の進捗に比例して困難を生ずべきは勿論なれ共採掘跡は既述の如く漸を追つて之を充填するを以て、充填されたる地域内に於ては地壓に依る壓迫は比較的均済に來る可く、充填内に於ける小數坑道保存は不可能に非るべきなり、蓋し鑛體は各坑道準に於て其境界迄の廣袤を異にするも其鑛體の中心部は新舊鑛體共に上下を通じて一致するに依り、其の中心部に運搬坑道を設置するときは鑛體の頂部迄採掘を續行するも尙能く不變的に便利多きを以てなり。

(二) 採掘跡處理

採掘跡は土石を以て之を充填す、充填は之を上方より下方掘跡に投下し成るべく重力を利用して勞力の輕減と緊密且つ硬化を計るものとす、掘跡充填を行ふために鑛體の頂部に近く地表と連絡して充填材料供給の爲めに充填坑道を開設し該坑道準と鑛體最下底とを垂直に連絡す可き土砂堅坑を開鑿せり、之に由り充填材料を同堅坑に投入し、同堅坑より鑛車を以て採掘切羽に運搬し掘跡に對し下方に之を投入す、而して充填材料は大別すれば左記の如く三種とす。

(一) 坑内捨石

(二) 地表土砂

(三) 坑水の石灰中和に由る沈澱乾泥土

(一)は主に採鑛箇所より生ずる礫にして當山に於ては選鑛に依り生ずべき捨石は殆んど稀なるを以て坑内掘跡充填に供給するに足らず。
(二)は柵原坑外に於て主として既述の充填坑口附近より母岩風化體を採取するものとす。
(三)は柵原坑内に於ける坑水を沈澱池に於て石灰中和に依り生ずる沈澱物を乾泥池に於て乾固したるものを前記の土石類と混合的に供給するものとす。
舊鑛體の一番坑、二番坑及新舊鑛體の最下底坑道準に於て夫々採掘を行ひ更に第二階段を採掘完了する迄採掘跡を充填せざるは、充填方法が手詰式にして其重力を利用せんとするに基くものにして採掘基底坑道準に於て八尺の高さに採掘を行ひたる空間を充填することは此方法の最も困

難なることに屬し且つ採掘跡間を始めて生じて而も其高さ八尺に止まる場合に於ては之か充填を施さざるも敢て地磐の弛緩落磐の憂なきものと考へらる。

斯くて第二段の採掘を終る時は其採掘の實施順序に従ひ、既述土砂堅坑より直接に鑛車に依りて之を切羽に運搬して土石を投下するものとす、斯くして採掘基底坑道地並より高さ十尺に充填を行ひ放置するときは土石中に含まれたる水分の蒸發又は地山の壓迫等に因りて自然に其の約四〇—五〇%容積を收縮するを以て、採掘跡間は六尺以上に達せんとする傾向を生ずべく、斯くては採掘中に於て天井崩落の危険を増すべきにより更に既充填面に土砂を補充して採掘切羽附近に於ける空間の増加を防止するものとす、斯くして充填面と天井との間隔は之を六尺以内に止めんとし又充填物を充實して掘跡の硬化緻密を行ひ以て採掘場及既採掘跡に對する地山の安定を圖り落磐及落石の機會を減少せんとするものなり。

五 採掘法と落磐との關係

鑛體の採掘を行ふ上に於て一般的に最も蒙り易き災害は落磐に歸因するもの多し、而して落磐の生ずるは其鑛床及之を圍繞する所の自然的状態に因ること亦少からずと雖も、之が稼業の方法、即ち技術の巧拙、施設の有無、注意の厚薄等、人爲的原因にて主導すること亦尠からざるなり。本項に於ては之等の概要を記し柵原鑛山に於て行ふべき既述採掘法と落磐との關係を併記するものとす。

(1) 落磐の生ずべき鑛床及鑛床附近の自然状態

自然状態に於て落磐の起り易き場合は凡そ左の如し。

- (一) 母岩及鑛石の軟弱
 - (二) 母岩及鑛石の脆弱性
 - (三) 鑛體及鑛石の石理の存在
 - (四) 斷層、中山の交錯
 - (五) 鑛體の廣表
 - (六) 鑛石の母岩及中山との離脱性
 - (七) 水脈の存在及湧水量
 - (八) 鑛體の境界及内部に於ける粘土の存在
- 桐原鑛山に於ては
- (一)の狀態に相當するものなく、否之と反對に母岩は頗る堅硬強靱なる輝綠岩及硅化粘板岩にして、又鑛石は堅硬なる塊狀性硫化鐵鑛なるを以て、軟弱性に基く落磐に付ては少しも憂ふるに足るものなし。
 - (二)に關しては鑛石の堅硬なる半面に於て脆性を有することは採掘の容易なると共に自ら離脱し易き危険を有するものとす。
 - (三)に關しては主として南北に併走する所の主石理と、之を直角に東西に平行する從石理の存在すること、亦鑛石の自然墜落を起し易く此の點に對する危険を含むものとす。

- (四)に關しては概して正斷層の略南北に平行に通ずることあるも、縱横に相互に之を切斷するが如きことなきを以て其交錯して地山及鑛體内部を紛糾せしめ其附近の地磐を弛緩せしむるが如き危険の伴ふことなし。
 - (五)に關しては既述の如き大塊狀を呈する鑛體なるを以て局部的地山の弛緩現象を認識し難く、概して該鑛體に對する地壓の壓迫を感受し易きものとす。
 - (六)に關しては鑛石の母岩及中山に對する關係は比較的離脱性に富むの點、鑛石の自然的に剝落し易き傾向あるも其兩者の境界は判然識別するを得べきを以て人爲的に其防止を行ふこと易し。
 - (七)に關しては全然之を否定すること能はざるも、母岩及鑛石が水に浸され難く、鑛體内に於ける存在頗る稀にして、又湧水量は概して少く、地山及鑛體を之に因りて弛緩すること少し。
 - (八)に關しては全然之を認めざるを以て之に對する危険なし。
- 落磐に關する一般的論證よりする時は、桐原鑛山も自然状態に於て全然天恵を享有するものとは云ふべからずして、或る程度の危険性を有することを免れず。
- 鑛床及其附近の自然的状態に於て有する危険性は之を人爲的に防止除去するの外なし。
- (ロ) 人爲的缺陷に因る落磐
- 既述の如く鑛體の採掘には既に自然状態に於て落磐に關係深きも人爲的缺陷に因ること亦頗る多し、即ち採掘技術上より發生し易き落磐は之を一般的に論ずれば左の如し。

- (一) 採掘場に於ける天井の高きこと。
 (二) 採掘場に於ける一採掘合脊の横幅の長大なること。
 (三) 採掘跡間の廣大なること。
 (四) 採掘跡處理の遅延。
 (五) 採掘跡處理の不完全。
 (六) 石目に對する採掘切羽の方向選擇の不適當。
 (七) 採掘切羽に於ける天井浮石採收の不完全。
 (八) 鑿岩機堀に因る影響。
 (九) 採掘場に於ける採掘速度の遅延。
 (十) 鑛體内に於ける運搬道の保存の不完全。

以上諸項目の柵原鑛山の採掘に對する關係を記すべし。

- (一) 採掘場に於ける天井 之れは一採掘合脊の高さを以て天井の高さとすることは最小限度の天井高にして、一採掘合脊を以て採掘を終了すれば直に其堀跡を處理して空間を存置せしめざるを以て最も安全なりとす。
- 既述の如く舊鑛體の二番坑及最下底坑道及新鑛體の最下底坑道準より追切りを開始し第二段の採掘を行ふ時は、採掘基底坑道面よりの高さは十六尺となる。然し其高さは正に十六尺にあらずして一採掘合脊の高さを八尺に取る時は、八尺以上に鑛石の破碎され易きを以て、第二段の採

掘を行ふ場合には其高さは十六尺を超過すること多し、而して石目發破の利きに依り鑛石の離脱するときは局部に於て天井の高さは一八尺—二〇尺にも達すること皆無ならずとせば、既に此高さに達する時は天井に生ずべき浮石の採取は勿論燈火を以ては視力の及ばざるものありて天井墜落の危険なき能はざるなり。

第二段の採掘を終れば採掘基底坑道準より高さ十尺に至る迄充填を施すを以て、第三階段面の採掘の場合には計算上に於ては採掘跡充填面よりの天井の高さは十四尺となるも、前述の理に依りて天井鑛石の自然離脱等に基き此の高さ十五、六尺に達することあるべきを以て、第二階段面の採掘の場合に亞ぎて同様の危険を起すことなきにしもあらず、尙ほ採掘の場合のみならず、前の場合に於ける第二階段面の採掘終了に依り堀跡に於ける鑛石を全部搬出する場合には、其時期は短小なるも採掘開始地並よりの高さは最大に達すべく、更に第三段以上を採掘せし後に於ても鑛石搬出の場合に於ては充填面よりの天井の高さは最大に達すべきを以て、天井墜落の危機は此際最も多きを認む、現時柵原鑛山に於ては一方に於ては採掘作業を行ひ、二の方に於て運搬作業に行ふを以て、二の方作業の最初に當りて採掘夫をして巡視せしめ、天井の浮石の否、冠の状態を檢定せしめて事前に其障礙を去り、運搬作業及翌日に於ける採掘作業を安全ならしめ居れり。

(二) 採掘場に於ける一採掘合脊の横幅 此の幅員に就ては柵原鑛山に於ては五、十、十二、二十尺の四種あり、一合背の幅員二十尺なるは相當廣大なりと謂ふ可く従つて危険を含む最も安全な

る見地より論ずる時は十尺以内に止めざる可からず、又五尺の幅員は機械採掘を利用する上に於て能率の不良を考へらるゝを以て二十尺の幅員は之を鑛柱追切りの場合に用ひざるを以て安全とすべし。

(三) 採掘跡間の距離 之に就ては本項下(一)の場合に於て其の高さを論じたるが更に採掘跡の空間に對する横幅をも併考すべし。

之れは採掘基底坑道準より採掘準備坑道の兩側に鑛柱の追切り式採掘を行ふに由りて生ずべき空間を意味す。

是に對して左の二の場合を示さん。

(1) 舊鑛體の採掘切羽

(a) 採掘基準坑道準より第二階段面を採掘せし場合にして此場合には鑛柱(東西)の間隔は二五尺、南北には二五尺乃至三七尺にして高さ(鑛石を搬出するときは)十六尺に達す。

(b) 採掘基底坑道準より第三階段面以上の採掘を行ひきるときは鑛柱間の東西及南北空間距離は(a)の場合と等しく高さは十四尺とす。

(2) 新鑛體の採掘切羽

(a) 採掘基底坑道準より第二階段面の採掘を終りし場合に於ては鑛柱間の東西空間の距離は三〇尺乃至三七尺、南北空間の距離は三〇尺―三二尺にして高さは十六尺とす。

(b) 採掘基底坑道準より第三階段以上に採掘を進めたる場合には鑛柱間の空間距離は(a)の

場合に相等しく高さも亦相等し。

以上は何れも採掘跡間として、相當に廣大なるものを含むものにして、此の點より考ふる時は幾分危険性を伴ふを免れず、勿論採掘跡間は採掘の順に従ひ地盤の状況に應じて充填を施す可きを以て各採掘切羽に於て右の如き跡間を形成すべき範圍を、より以上に廣からしめざるを要す、從來に於て或る期間は右の如き跡間の支持に堪ふべきやを試験したる結果、今後採掘の進展したる場合に於ても其可能を首肯せらるゝも要は採掘跡間を其儘長く存在せしむることなく、採掘跡をして迅速に充填處理を行ふことに依りてのみ跡間の地盤安定を保持せしむるを得べし。

(四) 採掘跡處理の遅延

柵原坑内に於ける採掘跡は乾式又は手詰式に依る充填法なりとす、既に手詰式充填法に依る以上は其の充填能力には限度ありて、如何に採砂採土石の状態に於て充實し、如何に充填夫を多く掘跡に部署するも、其充填工程に限度ありて、之を機械應用の充填法又は他の濕式充填法に於けるが如く充分の充填能力を發揮すること不能なり、充填所要期間は主として其採掘跡の容積の多寡に據れども普通状態に於ては一週間以上を要す。

採掘跡間の廣大なるに従ひ又其の儘に放置する期間の長大なるに伴ひて地盤の弛緩延びて落磐の危険を益々多からしむるの傾向あるは免れず、將來既述の如き採掘切羽に於て廣大なる空間を生じつゝ採掘を續行するに至らば其の充填を迅速ならしめ、少くとも一週間以内に於て完了するを期せざる可からず、充填系統を變更するときは充填工程を遙に上昇することを得可く

迅速なる堀跡處理を行ひ得可きを依然として手詰充填法を續行する範圍に於て其迅速を促進せんとすれば、採掘切羽に對する土石の供給を潤澤ならしめざる可からず、尙ほ土石の充填作業の遅延する場合には採掘切羽に於て適當に中山又は採鑛ヶ所出の母岩を以て石壁を築造し又古坑木類を用ひて堅固なる實木積、空木積を施して其附近に於ける激烈なる破壊を防止せざる可からず。

(五) 採掘跡處理の不完全 一般に乾式又は手詰式充填方法に據る時は充填跡不完全なるを免れず、充填の不完全は主として(1)充填物の容積の收縮(2)硬化の遅延(3)堀跡空間の填塞の普及せざること(4)充填物の緻密度の低小なること等なり、之等の諸缺點を具備するものにして地山の壓迫の強烈なるものに遭ふ時は著しく其容積を縮小するに依り其間往々地盤の弛緩を招來すること多し、然れ共柵原鑛山に於ける土石充填は原則として土石を上部より下方の堀跡に投下し坑内廢石、土砂及沈澱泥土を適當に調合すれば大に充填物の緻密度を加へ之を硬化せしむるものなり。

(六) 石目に對する採掘切羽の方向選擇の可否 柵原坑内硫化鐵鑛塊は其石目の存在恰も石炭山に於ける炭理に酷似するものあり、採掘切羽の方向は之を板目に向つて進む時は採掘は頗る容易なるが故に一般に採鑛面は板目を以て原則とせざる可からざれども、板目に進むときは天井墜落の危険を増すことなきにあらず、其の爲めに鑛石採掘の點を幾分犠牲に供するも地盤安全保持上特に板目に堀進するの要あるものとす、右鑛石面に於ける石理は採掘切羽に於ける採

掘後時日を経過すること多きに從ひて縱横に通ずる龜裂大くなりて自ら立方形狀に破碎せんとする傾向あるを以て注意しつゝあり。

(七) 採掘切羽に於ける天井浮石の採收の不完全 採掘切羽に於ては浮石の生ずることは其作業の性質上回避すること能はざるを以て能く採收を行ふに依りて後患を除去する外なきなり、柵原鑛山に於ては凡て採掘は一の方制を以て之を行ひ出坑せんとする際に於て行ふ「上り」發破制度なるを以て此の點浮石採收上不便多し、現に此の危険を防止するため二の方運搬作業の開始前に各採掘切羽を巡視せしめて各所に於ける浮石を採收せしめ運搬作業に對する落磐の危険を防止するに努めつゝあり、然れ共採掘切羽に於ける浮石の採收も亦其箇所にて採掘に従事せる採鑛夫をして各自擔當せしむること完全に近きものなるを以て將來此の「上り」發破制に付ては變更を要することなきにあらず、目下其對策攻究中なりとす。

(八) 鑿岩機法に依る影響 採鑛法と落磐との關係に對して堀鑿方法を其の中に加ふるが如きは坊間其例少しと雖も、採掘に關する地山の影響を仔細に點檢調査する時は蓋し效果を有すること尠からず、夫の穿孔の長大、爆發藥裝填量の手堀に比して著大なること、爆發威力の著大坑内空氣の衝動の大、發破餘振の大、機械操縦の際に於ける激振等は互に相扶けて坑内各部に與ふる衝撃少からず、殊に保存すべき鑛柱に對する自然的剝離脱落等は鑛石の性質と相共に其傾向を多からしめんとす、然れども之が爲めに鑿岩機堀を廢止するの理由なきを以て、此の影響の少からざるを感知するに伴ひ他の方面に於て極力之と相殺すべき施設或は防止方法を攻究せんと

す。

(九) 採掘場に於ける掘進速度の遅延 地山は胚胎されたる自然状態に依りて平衡を保つべきに依り、鑛石を採掘することに依り、此平衡状態を漸次破壊して地山の弛緩を招き、落磐、落石の現象を呈するに至るものなり、而して鑛石を採掘したる後の期間の長大なるに伴ひて原始状態より漸次に破壊すること多きものとす、採掘を行ふ切羽面が次第に前進するときは之に依りて現はれ来る天井が漸次沈降して強大なる壓迫を起す、此の天井壓迫を適當に調節するときには切羽面に於て先づ天井が自ら下方に彎曲しながら、鑛壁を壓迫するが故に鑛石は自ら破壊する傾向を生じ、著しく掘探を容易ならしむ、之に反し其調節を誤るときは切羽面の壓迫不足の爲め、鑛石極めて堅硬にして掘探困難なるか、若くは之に反し過大なる壓迫を受け、遂に切羽面に於て天井の墜落を起すこと屢々にして、其結果採掘法をして全く失敗に終らしむるものとす、抑も採掘跡に於て認めらるゝ上磐乃至上層の沈降は大體に二期に來るものと稱すべく、第一期に於ては切羽面に接する天井が其後方より漸次彎曲沈降するものにして、其結果として生ずる壓迫は多くは甚しく強大ならざるを以て支柱及充填壁等に依りて之を支持すること、敢て難きにあらず、第二期に於ては其上に位する地層が沈降するものにして、其勢力頗る強大なるがために何物を以てするも之を支ふること能はず、此際に於て運搬坑道の如きは甚しく破壊せらるゝと共に下磐も亦膨起し大修理を施すに非れば其用をなさざるに至るを常とす、而して第一期に於ては天井が自己の重量に基き其後端より下方に向つて彎曲するものなれども、第二期に在り

ては之に反し上部より沈降する岩磐が第一期に沈下せし天井に乗り懸りつゝ、後方より切羽面に向つて押し寄せ來るものにして、之がために其天井は更に上方に向つて彎曲せらるゝ傾向あり、第一期に於て一度下方に彎曲せられたるものが第二期に至りて更に上方に彎曲せらるゝ結果として天井の破壊は特に著大にして切羽に近き各種の坑道は甚しき損害を蒙るものなり、斯くの如き第二期の壓迫に對しては殆ど全く抗すること不能と雖も第一期の壓迫は吾人の掌中に於て或る程後迄管理し得可きものなるが故に最も深き注意を要するものとす、抑も吾人の望む所は切羽の天井が破壊することなくして徐々に後方より彎曲沈降し之に依りて採掘面に對して適度の壓迫を加へ採掘を容易ならしむるに在りて、之に關與する事項は天井支持力の強弱、天井岩石の性質、鑛質の硬軟、石理の方向、採掘面の曲直及採掘面進行の速度等なりとす、殊に天井壓迫を満足に調節し採掘面に過大の壓迫の來るを防がむには可及的採掘面の前進を急速ならしめんことに努めざる可からず、右の天井支持力の強弱、天井岩石の性質、鑛質の硬軟、石理の方向等は、何れも大體に於て既定事項にして唯だ其の人為的調節の範圍に入り得べきものは採掘面の曲直及採掘面進行の速度の二項に限るものとす、而も後者は相互に相牽聯するものなるを以て特に採掘上重きを置くを要するものなりとす、

(一〇) 鑛體內に於ける運搬坑道の不完全 柵原鑛山の如く鑛體の位置淺く地表より數百尺以内にして母岩及鑛石の著しく堅硬なるものありては、充填中に在りても保存坑道は安全鑛柱の側壁に之を設け、保護壁の用をなさしむるに、鑛柱の太は稍小なれども其性質堅固にして數多き

ため、坑道の保存は比較的安安全にして採掘跡充填の迅速と完全は坑道保存上にも亦大に必要あること無論なり。

六 落磐の防止法

柵原鑛山に於ける採鑛法は既に記載せるが如し、而して之を夫の落磐の一般的原因に對比する時は其間自ら操業の缺陷の有無、落磐に對する關係の厚薄を知る可し。

落磐に因る實際的危害は各鑛山に依りて異り、必ずしも一般原則のみに支配される可きには非れども、一般に缺陷視される可き事項に就ては決して之を等閑に附するを許さず、極力落磐の防止乃至之に由りて發生せんとする操業の缺陷を救済することこそ災害防止の主旨に合致すべし、換言すれば採掘切場に於て可成的に實驗を行ひて其影響を考察し、實際上の不安を豫測するときは之が緩和策を攻究し、其程度に應じて操業計劃の一部に改造を加へ施設を改善して安定作業を具體化するを要するものなり。

(イ) 柵原採鑛法の一般原則に對する缺陷

採鑛法に關する研究は古來多くの學者、實務の經驗家に依りて論述せられ又諸炭鑛、金屬鑛山並に非金屬鑛山の實驗に依りて其一般的得失に就ては深く攻究せられ又發表せられ居れり。

既に採鑛法に關する研究たる以上は特に災害防止の見地に依らざるも、其の採鑛法たる必ずや實收率の大小、作業費の輕重、作業の安否を含むものにして其範圍に於て落磐の原因、多少等記述せられざるなし。

採鑛法の如きも理論と實際との合致を以て尊ぶべく兩者單獨に存在すべきものにあらず、其意味に於て全然新規なる事例を作らんとするは唯だ其獨創の價値は賞すべきも實際上危険を増すと多く其結果の上乗たるを得ること能はざる場合多し。特定の鑛體に於て其具有する特有事情を斟酌して合理的採鑛法を行ふことを以て當然となす、即ち採鑛法の選定には一般的得失を主とし各山に於ける特有事情を從として之を編入すべきものとす。

此の意味に於て柵原坑内に於ける採鑛法たる殘柱法は、一般的理論の見地に於ては實收率の如き必ずしも理想的方法と稱す可からざれども、塊狀硫化鐵鑛體の採鑛に就いては見て以て範と爲すに足るべき相似の鑛體の存在に乏し、而して柵原坑内に於ては地表は沈降することを許さず、而も出鑛量は年と共に増加しつつあるものにして或る意味に於て理想的採鑛法を攻究する餘裕なく、出鑛の實行方法を取らざるべからざる關係上、殘柱法に歸したるものにして所謂殘柱法の採用する處の一般的動機と相異なるものなし。

次に前項に叙述せる如き落磐に深き關係ありと一般的に看做されたる「人為的缺陷に因る落磐」なる事項中(一)より順次(六)までは柵原坑内に取りて何れも決して輕視する能はざるものなり、就中採掘跡處置の迅速ならざること、採掘跡處置の不完全なること、採掘跡間の比較的廣大なること、採掘場に於ける天井の高きこと等は斯くの如き大塊狀を呈する鑛體の採掘に對して最も落磐の危険を含むものと見て過言にあらず、依て此等に對する缺陷の輕減、落磐の危険に對する防止に就き後

項之を記述すべし。

(ロ) 落磐危険に對する具體的防止方法

本項に於ては主として技術上に關する落磐の危険を主題として柵原坑内に於ける採掘法上缺陷視さるべき事項に付、逐次其防止方法を批判的に記載すべし。

- (一) 採掘場に於ける天井の高 採掘場に於ける天井の高さは危険防止の見地より考ふれば可成的低小なるを可とすべし、既述の如く採掘基底坑道より一採掘高さに迄スライヌ堀に依りて横拂を終へて第二階段を採掘するに至れば、其採掘作業中は破碎鑛石の一部に依りて堀跡を塞ぎ居るを以て、基底坑道準より高さ十六尺には達せず、破碎鑛石の上面より天井迄約十尺—十二尺程度のものなれども、石理に依り自ら落下する鑛石あり、又他の發破に依りて地山より離脱墜落するものありて稀に規定高さを超過して或は一八尺—二〇尺にも達することあり、況や第二階段面の採掘を終りたる後、鑛石を堀跡より搬出せる時は其の時期は短小なりとも基底坑道準より十六尺位は事情に依り剝脱することあり、此の事情を緩和して落磐の危険を輕減せんとするには採掘基底坑道準より高さ八尺にスライヌ堀により横拂を行ひたる時は、採掘の先後に依り順を追ふて充填を實施し、それより第二階段面の採掘の開始を以て第二階段面の横拂ひを行ふこと以下順次斯くの如く作業を續行するを以て理想とすべし。
- (二) 採掘切場に於ける一採掘合背の横幅の制限 既に前項に於て記したるが如く採掘準備坑道の開鑿に於ても合背二〇×八を用ひたり、準備坑道開設は安全なれども鑛柱の追切りを

行ふ場合に於ては、鑛柱の各部は鑛石自ら破壊せられ或は離脱すること多き傾向を生ずるものなるを以て、天井高さの場合に於て論じたと略ぼ同様に横方に對しても二十尺以上に擴大せらるゝは多少危険を伴ふ場合あり、此の關係よりすれば二十尺の幅を用ふる處には十尺を以て二回に之を追切りを行ふこと安全なり、而して横幅最大十二尺に制限するを以て一般に安全作業を續行するを得べきなり。

- (三) 採掘跡間の制限 採掘跡間に對する天井の高さは(一)に於て記したるが、横幅即ち採掘跡に於ける鑛柱間の空間は舊鑛體にありては二五×二五—三七新鑛體に在りては三〇—三五×三〇—三五に達し、更に高さの關係を考ふれば該採掘跡間は幾分廣大に失することなきや、幸ひ當山に在りては鑛體の自然状態の好都合により比較的安全なれども、採掘跡の廣大に最も密接なる關係を有するは堀跡處理の遲延處理法の完否にして後二者にして順調操業を續行すること能はざる場合に於ては横幅二十尺内外に止むれば最も安全なりとす。

- (四) 採掘跡處理の完全法 採掘跡處理たる土石充填法を完全ならしむる事、即ち充填作業の迅速なるに伴ふて其堀跡を殆ど空間なからしむる程度に間隔なく充填すること、充填物の硬化の迅速なること、緻密なる充填物を得ること等を理想とし、現在に於ては手詰式充填法を採用せるも將來採掘量の増加に伴ひ或は灑水土砂充填法の如きも研究の餘地あり。

七 結 論

一般に淺在鑛床にして其廣袤の大なる塊狀鑛體に在りては所謂露天採掘法に依りて其實收率の最

高落磐に關する危険の稀有、操業費の低廉等を得る例多きも、柵原の如き鑛體附近の地形の關係に由りて露天採掘法を採用すること能はざる場合に於て採るべき坑内採掘法に普通二様あり。

- (イ) ケーヴィング採掘法
- (ロ) 充填採掘法

前者は一般に實收率の比較的高大、採掘費の低廉なる點に於ては恐らく坑内掘中其比を見ず露天採掘法に匹敵すべきものなれども、柵原鑛體にありて採用する能はざること露天採掘法の場合と同じく結局充填採掘法に據るの外なきものなり。

充填採掘法に於て乾式手詰充填法は各鑛山に於て直に實施するを得可き簡易なる方法なるを以て之を採用すること多きも、之を以て安全に採掘を行ひ得べきは主に兩磐堅韌にして狭小なる鑛脈の如き場合にして、其鑛幅の厚大にして磐岩の軟弱なる場合に在りては完全に其の目的を達成すること不能なるを一般の例とすれども、唯だ柵原鑛山の場合に在りては磐岩及鑛體の性質極めて堅硬強韌なるため、殘柱式採掘法を用ひ鑛柱の大き及び其配置を適當にし、切羽の加背及採掘跡間の空隙を過大ならしめざる様採掘し、且つ採掘跡の充填をして迅速圓滑に遂行することに依りて専ら落磐の危険を防ぎ、安全に採掘を進行することを得べき状態にあり。

竹野鑛山 沖ノ浦鑛山

一 落磐の原因

鑛山に於ける坑内災害の多數を占むるものは落磐に依る災害にして、炭礦に著しく金屬山には比較的少しと雖も、鑛床の性質に應じ、充分調査研究の必要あるものとす。

而して之れが豫防策としては、先づ落磐を誘起すべき原因に對し、充分研究すべきものにして、本鑛山に於て其主要なる原因と目すべきものを擧ぐれば次の如し。

- (イ) 磐岩鑛質の韌性

磐岩鑛質の硬軟は落磐に比較的關係少く、寧ろ其韌性に依るべきもの多大なりとす。

本山の如きは、大部分軟き凝灰岩なれども、幸に韌性頗る強く爆破に依り裂罅の生ずることも少なく、保安上良好なりとす。

- (ロ) 鑛床の剝離性

本山の磐岩鑛床は共に剝離性に乏しく、危険の憂ひ少しと雖も、沖ノ浦鑛山に於ける如きは時として母岩の剝離し易きものなしとせず、之れ即ち鑛床、磐岩自體の剝離性に飯因すべきものに非ずして、寧ろ次項の走向斷層に依るべきものなりとす。

- (ハ) 斷層の有無

鑛床に對し斷層の有無は落磐に對し多大の關係を有するものにして、殊に走向斷層を伴ふ場合に於ては注意を要すべきものとす、即ち沖ノ浦鑛山西部に於ける如き數條の走向斷層粘土化し、磐岩中に入込み剝離し易く、保安上最も注意を要すべきものとす。

- (ニ) 裂罅の多少

岩質に於て裂隙多數入り込み居るものは、俄に崩壊落磐を來すことあり、仍ち竹野鑛山に於ける石
英粗面岩々脈の分解したるもの、沖ノ浦鑛山に於ける凝灰質頁岩の如き適例なりとす。

(ホ) 湧水の有無

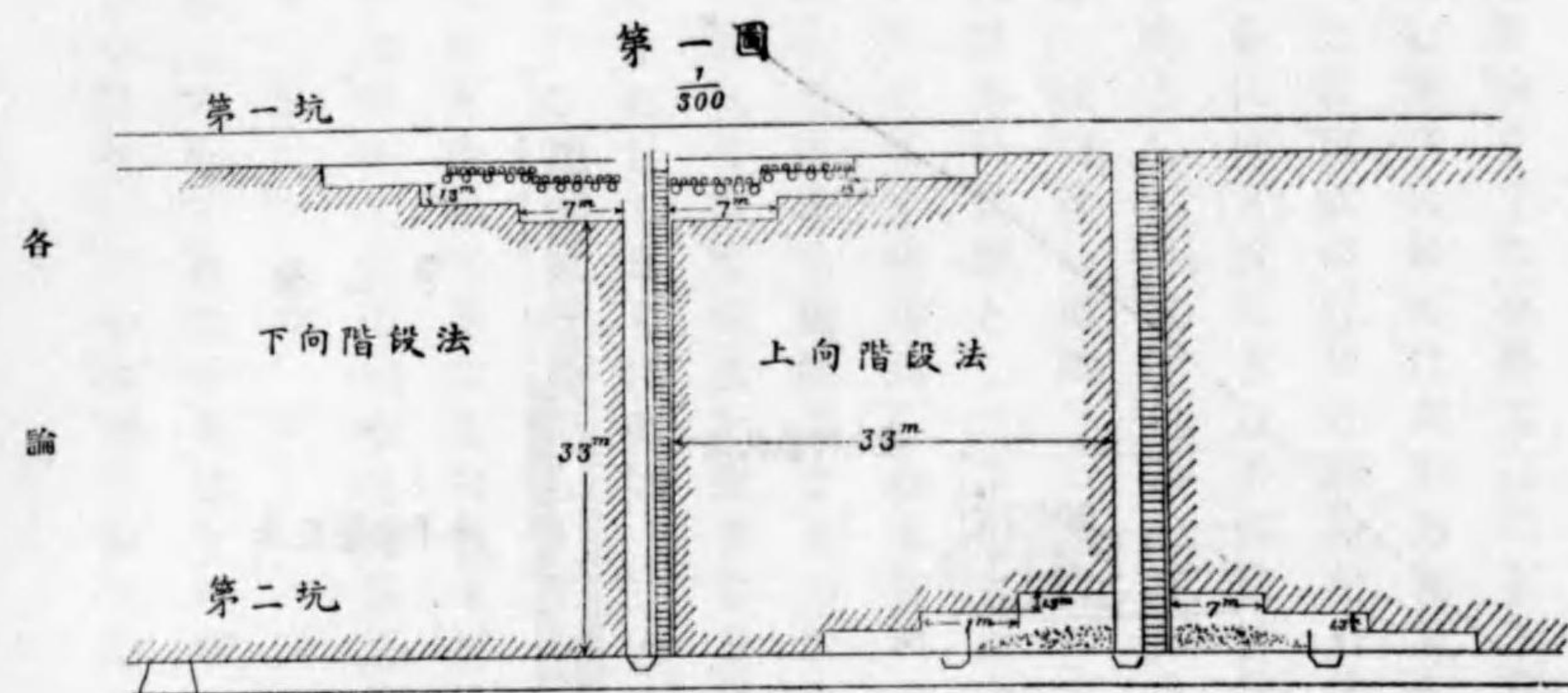
鑛床中往々裂隙より滴水することあり、其量微少なりと雖も、岩質によりては之れが爲めに容積の
膨大を來たし落磐を惹起することあり、沖ノ浦鑛山西部の凝灰岩の如き開鑿當時比較的堅緻にし
て何等の異状を認めざれども、滴水を受け漸次容積増大し崩壊を來たすものとす。

以上は單に本山に於ける主要原因に就き概述したるも、各山鑛床の特質により尙其他種々の原因存
在すべきものと信ず、而して之れが豫防方法としては常に天井及側壁に對し嚴重なる検査を行ふは
勿論なりと雖も又鑛床自體に就ても、充分其物性を考察して之れに適應せる採掘法を實施するを得
策なりとす、以下各項に亘り本山に於て經驗せし採掘方法其他につき記述すべし。

二 採掘法式

金屬山の幅餘り大ならざる鑛床を採掘する場合に於て主として採用せられ居る採掘法式は、上向階
段法、下向階段法及其折衷法なりとす。

本山に於て試用せしものは前二者にして、其方法に關しては先づ採掘準備として鑛脈の上下三〇米
毎に水平錘押坑道を開き、更らに其延長に對し三〇—五〇米毎に堀上を開鑿し、之を中心として上方
或は下方に階段狀に採掘を行ふものにして其詳細は第一圖の如し、尙ほ採掘せし鑛石の運搬堀跡充
填等の關係上本山にては階段の高さは一—三米、階段間の距離は七—一〇米になし居れり。

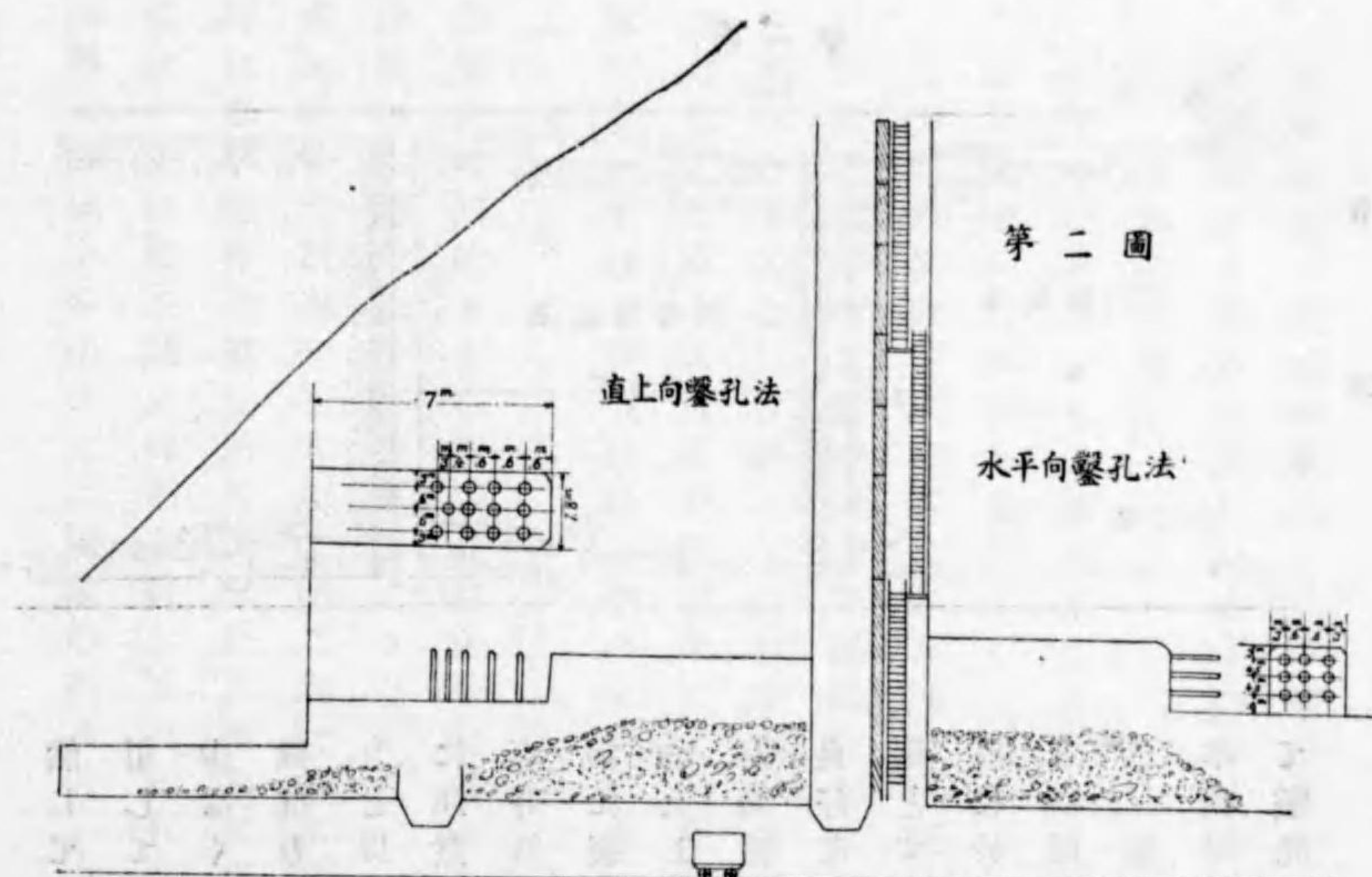


各論

然して下向階段法は鑛脈幅小にして兩磐堅緻なる場合には適
用して有利なることあれども、一般に磐岩は採掘當時は裂隙も
少なく比較的堅緻なれども、漸次時日を経過するに従ひ磐岩の
抵抗力を減じ、裂目を生ずる傾向あるのみならず、天井は常に高
きを以て充分検査し得られざる缺點あるを以て磐岩に對し特
に注意すべき箇所にては好ましからず、反之上向階段法にては
天井低きを以て充分なる検査を行ひ得るのみならず、作業者は
常に裂隙の未だ生ぜざる新切羽面にて操業なし居るを以て、保
安上よりして本山は専ら上向階段法を採用なし居れり。
尙鑛脈幅三米以上に膨大せし部分を採掘する場合に於て、兩磐
良好なる時には先づ下磐側を採掘し然る後上磐側をとるを通
則とすれ共、鑛脈の状態により時として上磐側特に軟弱なる場
合に於ては先づ此部分より採掘し、堀跡を充填したる後、下磐側
を採掘なし居れり。

三 鑿孔法式

本山に於ては殆んど全部鑿岩機により採掘し居るを以て、従つ
て鑿孔法に次の二種あるものとす。(第二圖参照)



仍ち

(イ) 水平向鑿孔法

(ロ) 直上向鑿孔法

(イ)はライナー二六番型の如き鑿岩機により水平向に穿孔し(ロ)はB、C二番型の如き採鑿鑿岩機によりて直上部に穿孔するものにして、此兩者に就いて其得失を論ずれば次の如し。

水平向鑿孔法の有利とする點は鑿岩機に注水装置あるを以て鑿塵を受くること少なく且爆破作業による浮石も上部には餘り生ぜずして寧ろ引立の方向に多きのみならず、作業者の頭上部は全く鑿孔せざるを以て鑿孔に依る不慮の災害を起すことなく、保安上安全なれ共(ロ)式に比し稍々採掘容積の僅少なること、採掘切羽面の多數を要することは唯一の缺點なりとす。

(ロ)式の利點は鑿孔容易にして採掘量多大なること、一時に多數の鑿孔を爲し得るを以て、切羽箇

所を多くする必要なけれども、鑿孔は常に作業者の頭上部に於て行はるゝを以て斷層其他剝離性に富む箇所に於ては充分の注意を要するものとす。

要之に兩式の採用は鑿床、磐岩の状態に應じ適當に決定すべき問題にして、兩磐悪しく鑿床軟弱なる場合には(イ)式の方法を推奨すべしと雖も、本山の如きは幸に比較的鑿床の自然的條件良好なるを以て主として(ロ)式を適用し居れり。

四 採掘跡の處理

採掘跡の處理として、本山には支柱法に依るものと、廢石充填法に依るものと二種あり、勿論シュリンケージ法も利用爲し得る箇所なきに非ざるも兩磐の状態、鑿石、磐岩の混合、其他の諸點より考察し本山にては専ら鑿幅廣きものに對しては廢石充填法を行ひ、脈幅狭き一米以下にて兩磐良好なるものに對しては支柱法を應用なし居れり、然して廢石充填法は採掘階段の高さ二・五米に達せば一旦採掘を休止して直ちに高さ一・三米まで充填を行ふを以て採掘作業不連續となり、多くの切羽を準備なし置く必要あるのみならず、充填には多大の經費を要すれども、本山の如き鑿床の上下に亘り、長く連續し而も鑿幅五米以上に亘る部分に對しては、結局二、三年間に腐朽する支柱法よりも寧ろ廢石充填法を採用する方有利ならんかと考へらる。

五 結 論

前述の如く落磐の災害を豫防せんが爲めには、常に磐岩鑿脈に對し其性狀の變化を委細に考察し、落磐を誘起すへき原因を研究し、而して後鑿床の各部分に應じ、適當なる採掘方法を採用するを得策な

りとす、仍ち本山に於ては兩磐良好にして、鑛脈狭き處に於ては上向階段法に依り、上向鑿孔を行ひ採掘跡は單に支柱にて支へ居るも、幅廣く兩磐不良なる場合は上向鑿孔を禁じて水平向鑿孔を行ひ、速かに之を採掘して直ちに充填し、可及的開整面を長く廣く空氣中に曝露せざる方針を取り居れり。幸に本山は從來落磐に依る災害を惹起せしこと少しと雖も、沖ノ浦鑛山の如き漸次下底に進むに従ひ、母岩軟弱となる傾向あるを以て將來落磐に對しては、甚大の注意を要すべきものと思惟す。

高越鑛山

一 鑛床の傾斜と厚さとの關係竝に採鑛法

當鑛山に於ける鑛床の傾斜は二十度乃至八十度の間にありて一定せず、且つ傾斜に沿へる褶曲著しく發達して鑛體は電光形或はS字形を呈す、而して傾斜變轉の個所は鑛體の厚さ大にして「跳ね込み」と稱する分岐脈を伴ふを例とす。鑛體の厚さは、緩傾斜の場合は比較的廣大ならず○五米突乃至二米突位にして、急傾斜の場合は一五米突以上七米突に及ぶ事あり、而して緩傾斜の場合は兩磐共に多少脆弱にして剝離性を帶ぶるも急傾斜の場合は堅緻にして強固なり。緩傾斜の場合の採鑛法は主として上向階段法に則り、斜切上りを中心として羽翼狀に下部より左右に採掘を始め漸次上部に採掘するも、普通の上向階段法と異り緩傾斜なるを以て本棚又は足場棚等を構築するの要なく、又上部坑道の踏前部に床龍頭を残さず全部採鑛を爲すものなり。

此の場合鑛體の厚さ大ならざれども上磐比較的脆弱にして且つ層狀を呈し剝離性あること多きを以て、採鑛跡は直に坊主留又は撞木留を施して冠部を保護し、可及的速に研充填を行ふ、急傾斜の場合は鑛幅の廣狹其他の狀況に應じ普通上向階段掘法、下向階段掘法等を採用し、堀跡は何れの採鑛たるを問はず可及的研充填を行ひ落磐を防止しつゝあり。

充填の材料は坑内にて生ずる研と坑外より搬入せる選鑛廢石とを其用に供す。

二 採鑛と落磐防止

(イ) 鑛床の厚さ一乃至二米突内外を有し岩磐比較的堅硬強靱にして兩磐の良好なる場合は當鑛山に於ては普通上向階段法により採掘を爲す、此の場合に於ては發破後の浮石落し(姑息)を充分徹底的に行ひ又發破後にあらずとも稼行に着手前には必ず浮石の有無を検する事により落磐の防止に努む、又磐石に大なる緩みを生じ姑息し難き時には打さき留(層狀の時)は撞木留を施し剝離せんとする個所を押へ母岩の脱落するを防止す、斯くして採鑛完了後は可成的迅速に堀跡の充填をなして大なる落磐を防止しつゝあり。

(ロ) 鑛床の厚さ三米突内外若くは其以上の場合は當鑛山に於ては研充填上向階段掘法を爲す、兩磐比較的良好なる場合はシュリンケージ法にて稼行するを適當とすることあるも後述の理由にて目下シュリンケージ法を行はず、全部研充填上向階段法にて稼行しつゝあり、此の方法にては兩磐多少剝離性あるも研充填により階段水平面と研面との空間は常に二米突以内を保たしめ天井及側壁等を充分検査し得る状態と爲し置き、若し浮石を生じたる場合は徹底的落下せし

- め若し發破によらざれば落ちざる如き大なるものは一時坊主留を建て穿孔し發破により落すものとす、尙處々に撞木留又は坊主留を施して大なる落磐による危険を防止しつゝあり。
- (ハ) 鑛床厚さの廣狹に係はず坑道の床龍頭を採掘する場合は當鑛山にては下向階段堀により採掘を爲す、此の場合には採鑛開始前に於て舊採掘跡は床龍頭の直下まで研充填をなし置くを以て落磐に對する危惧少なく單に坑道保存に關する注意をするを以て足れりとす。
 - (ニ) 鑛床の厚さ狭少にして一米突以下となりたる場合、又は鑛況變化の著しき場合竝に局部的の殘鑛採掘には拔採式に其の鑛石部分のみを採鑛す、此の場合には小規模の採鑛なるを以て單に發破後及穿孔前に浮石の有無を検するのみにて落磐を防止し得るものなり。
 - (ホ) 當鑛山にてシュリンケージ法を行はざる理由
 - (一) 當山の鑛石は褶曲、膨縮常なく形狀一定せず、採鑛跡の傾斜に變化ある爲め採掘完了後に鑛石抜き取りの際危険多き事。
 - (二) 緩傾斜の個所多き爲めシュリンケージ法を行ふに適せざる事。
 - (三) 多量の鑛石を長期間死蔵せざるべからざるの不利あり其の經濟的見地より此の法を行はず。
 - (ヘ) 採鑛夫は總て一の方のみとし交代作業をなさしめず又特別の場合の外は全部手堀とす、機械堀の手堀に比し工程能率の優良なるは言を俟たざる所なるも之を經濟的見地より觀れば必ずしも然らず、機械堀に於ては採掘鑛石の粉狀となるもの多く爲に鑛石の價値を減ず、且つ鑛

- 體の大小形狀の如何によりては却て手堀法の優れる場合往々にして存す、然れども當山に於て採鑛に専ら手堀を用ふるは右の經濟的見地よりするにはあらずして實に災害防止よりの理由に據るものなり、機械堀に於ては爆藥使用の量著しく増加するを以て磐石を破壊し、且つ震動大なるを以て之に緩みを生ぜしめること多く、其の浮石も大なるを以て從て危険の度大なり、尙浮石落しは機械堀にてはジョーレン又は玄翁等にて極力之を行はしむる様督勵しつゝあるも、手掘坑夫が掘り鑿を以て姑息を行ふが如く徹底的に浮石を落すこと困難なればなり。
- 唯鑛石非常に堅緻強硬にして手掘にては能率非常に低減せる場合にのみ機械掘を行ふ、幸に當山にては斯る場合は概ね鑛體の厚さ二米突以内にして兩磐強靱なる場合なること多きを以て危険多からず。
- 機械堀の場合には純然たる切上りを除くの外、可成的上向穿孔を禁じ水平穿孔をなさしめつゝあり。
- (ト) 發破後の跡仕末

發破後の跡仕末に付ては坑夫は發破後少時煙の晴るゝを待ちて後直に浮石落しに着手す、冠部等の大なる浮石は危険多きを以てジョーレンにて之を落し小なる浮石又は充分發破の效力なかりし多少強靱性ある浮石は短き手振鑽とセットとを以て姑息を行ひ充分浮石落しをなさしむ、當山の鑛石竝に岩石は比較的堅靱なるを以て特別の場合を除くの外發破後三十分にして姑息を終はるを常とす、斯く充分に浮石を落さしめて後坑夫は退場することとせり。

(チ) 係員の監督

坑内係員は各切羽を午前、午後、に涉り一日少くも各員二回以上巡視し落磐防止に付充分の注意を拂ひ常に天井及壁等を検査し、特に上磐に緩みを生じ居らざるやを検査し、多少なりとも危険の懸念ある時は直に其程度に相當する保安の方法を講ず。

坑夫は作業前には必ず其天井及側壁等はセツトを以て打検し、多少にても浮石ある時は之を姑息して後作業するを以て、身邊に近き小なる浮石に對しては危険を防止しつゝあるも、大なる浮石の場合は係員並に坑夫の鎚による打検のみにては容易に認識し難く、時として意外の大なる落磐を惹起するの恐れあり、之を以て係員は各切羽にて其石理の關係、龜裂の有無、岩質等に對し詳細注意し其狀況により支柱を施すべきや、又一時假留を施し更に穿孔して發破により之を落すべきや等の指揮監督を爲す。

三 結 論

採鑛に伴ふ落磐の災害防止は之を要するに全員の一致協力に據る周到の用意と、甚深なる注意とに俟たざるべからず、而して之れが根柢をなすものは常に道德的見地に立脚せるものならざるべからず。

東 山 鑛 山

一 地質鑛床

採掘方法と落磐との關係を叙述するに先ち地質鑛床の性狀を略述せん、地質は古世紀結晶片岩系に屬する石墨片岩、綠泥片岩及び紅簾片岩の互層より成り鑛床は綠泥片岩中に介在せる含銅硫化鐵鑛にして其の走向略東西、北斜五十五度内外、鑛幅は概して細く一尺より十尺内外に及ぶも三―四尺を普通とす、鑛石は該鑛中に一枚又は數條の縞狀をなして介在し之を本鑛と稱す、本鑛の下磐二―四尺に紅簾片岩層なり、厚さ一―五尺にして更に綠泥片岩一―三尺を夾みて下磐鑛あれ共鑛幅細く其品位概して粗惡のため從來稼行せられず。

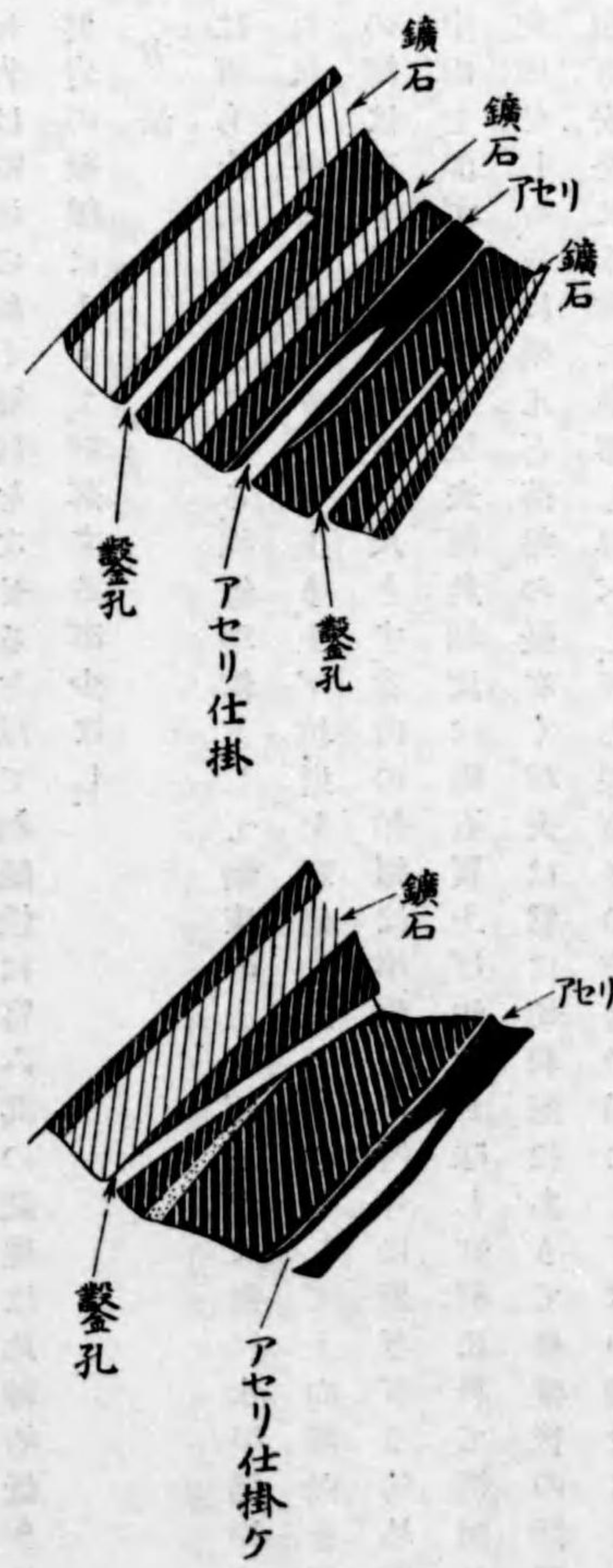
鑛床並に母岩は前述の如く層狀をなせるを以て剝離性に富み、其の硬度は比較的低きも韌性頗る強く爲めに磐岩の發破によりて剝落する事少なし。

二 採掘方法

採掘方式は専ら上向階段法による、採鑛準備として鑛床の上下百二十尺毎に水平鑛押坑道を開鑿し、更に水平百尺内外毎に堀上りを切上り、上下坑道を聯絡し之を中心として上向階段を行ふものにして、一階段の幅は三十尺内外高さ六尺とす、當山の鑛幅は平均一尺内外に過ぎざる爲め採掘に當りては多量の中山を混ざるを以て坑夫請負制度に鑛石買上げ法を加味し切羽に於て撰別せしめ研は堀跡へ順次充填せしむ故に殆んど落磐の憂なく坑夫は常に切羽際において發破後の浮石剝落に對し注意行き届き安全に作業に従事し得べし、若し採鑛場の磐岩脆弱にして次の階段による迄磐岩の剝落を防ぎ難き場合は一時打込み坊主又は撞木留を施す。

採掘法に當り特記すべきは鑛の内に其の所在は不定なれ共幅二―六寸の中山の極めて軟き個所あ

り、之を俗にアセリと稱す、作業に當り先づアセリの部分を尖端を鋭利に引き延せる鑿に依り幅五寸一尺、深さ二―三尺をコック堀にて仕掛けたる後其の南側又は片側を發破によりて破砕す。



アセリ仕掛中、鑿の内稍軟弱なる個所に於ては南側自然に緩みを生じ剝落することあり、不熟練なる坑夫にありてはアセリ仕掛けに熱中の餘り周囲の注意を怠り上磐の剝落により不慮の災害を惹起せしことあり。

坑内係員及び坑内小頭は各切羽を午前、午後に涉り少くも各員二回以上巡視し堀場の状況に注意し常に側壁及天井等を検査し多少たりとも落磐の懸念あるときは當該坑夫をして充分姑息せしめ危険なきを確めたる後他の場所を巡回することに定めあり。

三 結 論

前述の如く鑿床の性状上向階段法に適せるもの、如く唯アセリ仕掛に留意せば落磐に依る災害を防止し得べきものと思惟す。

白 瀧 鑛 山

一 鑿床の状態

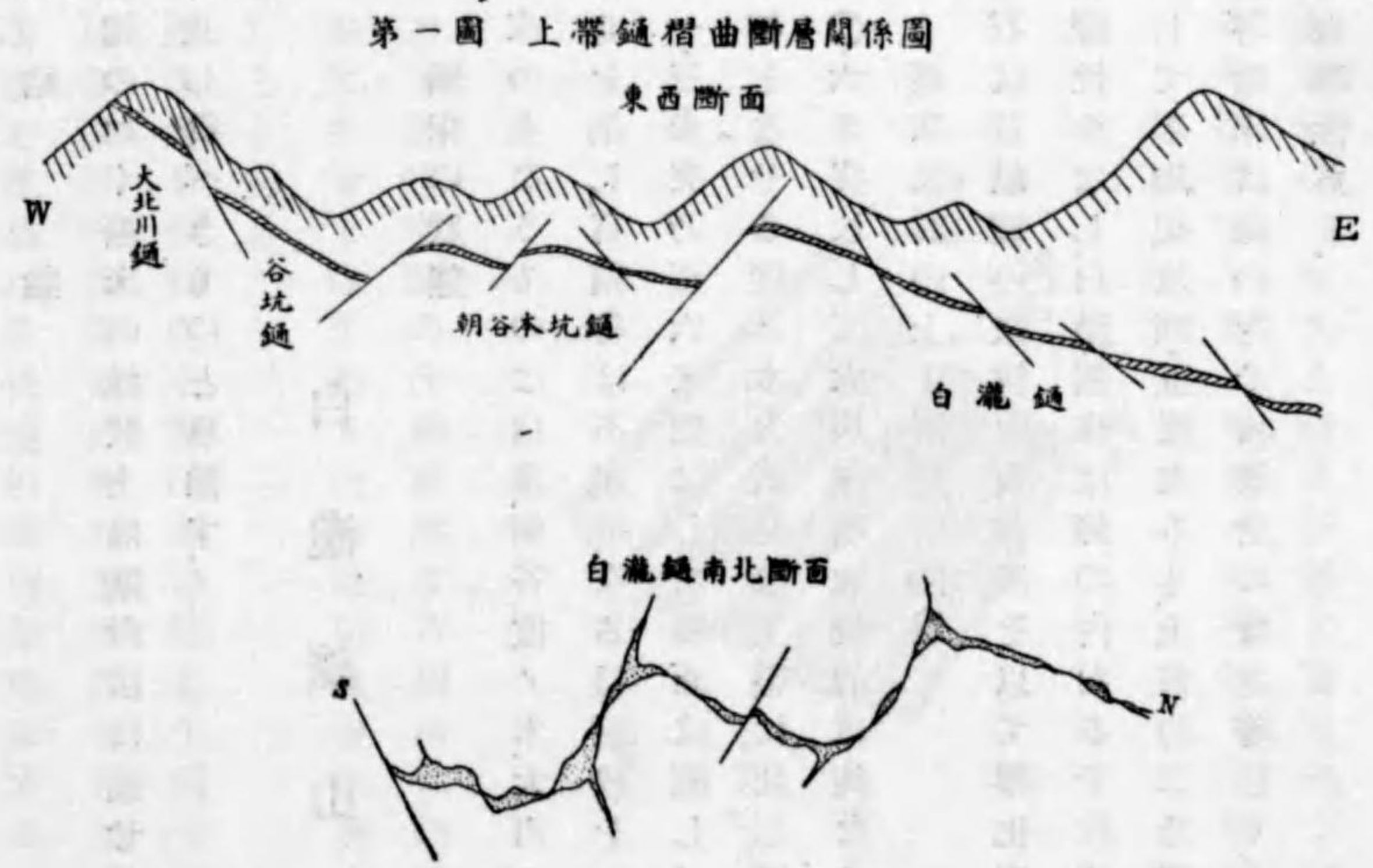
鑿床の主なるものは白瀧、朝谷、樅ノ木、大川にして其の上帯をなせる白瀧及朝谷坑は南北に錯雜せる褶曲を呈し、富鑛帯は不規則なる扁豆狀をなし東に向つて十度乃至四十度の傾斜をなす、鑿の内は厚さ一・三米突乃至六米突にして鑛石は概して其の下磐際に在り、厚さ〇・一乃至六米突とす。

下帯をなせる樅ノ木、大川鑿は上帯に比し變動少く、傾斜平均北二十度位なり、鑛石の厚さは〇・〇五乃至〇・六米突にして大川鑿は比較的單純なる板狀をなせり。

二 鑿床及其の上下兩磐の性質

鑛石は黃鐵鑛の微粒を黃銅鑛を以て膠化充填せる俗に目ゴマと稱するものにして、平均硬度四五度剝離性少なし、白瀧鑿床は鑿の内たる千枚銅金の發達少く、概して上下兩磐共靱性に富める綠泥片岩にして平均硬度四五度なるも、上磐約二乃至六米突を経て綠泥千枚岩あり、硬度三五度剝離性あり。

朝谷鑿床は鑿の内千枚銅金の發達著しく、上下磐共概して綠泥千枚岩にして、硬度上磐四度、下磐三五度剝離性あり。



大川鑛床は上下磐共に綠泥片岩にして、上磐は硅化して硬度四五度、下磐は四度内外にして鑛石より平均二二米突の所に滑石化せる薄層あり、此の部分及鑛石と磐岩とは剝離性あり。

三 斷層褶曲其他地層の變動狀態

當山附近一帶は地磐の變動著しく殊に上帶は褶曲斷層の影響甚だしく、斷層は鑛帶を横斷する正規のものを普通とす、其の落しの方向は一定せざれ共、大體に於て白瀧朝谷兩坑の境を爲せる西落の大斷層を境とし以東は東落となり、以西は西落となる、斷層は僅かに一裂罅狀をなせるあり、又軟弱なる粘土及錯雜せる褶れを夾み其の幅二—三米突に及べるものあり、朝谷坑は地表に近きため斷層線に添ふ浸水多少あるも、白瀧坑は地下深くして湧水甚だ少し。

縦ノ木、大川等の下帶は上帶に比し褶曲斷層等の變動少し。

第一圖上帶鍾褶曲斷層關係圖を參照のこと

四 探掘方法

(イ) 開 坑

上帶鍾 白瀧坑に於ては九番坑道以上は富鑛帶の落しの方向(九〇乃至一二〇度)に沿ひて斜坑(加脊一・五×二・七米、傾斜一五乃至三〇度)を延長し、斜面三〇乃至六〇米突毎に横坑(加脊一・五×二・〇米)を造り、鍾押探鑛を行ふ、九番坑道以下は豎坑(加脊一・八×二・五米)を開鑿し、約三〇米突毎に横坑(加脊一・五×二・〇米)を作り、鍾押探鑛を行ひ、必要に應じ任意の場所に坑井を造るものとす。

朝谷坑に於ては普通富鑛帶の方向に沿ひて斜坑(加脊一・五×二・五米、傾斜五〇度内外)を延長し、斜面二〇乃至八〇米突の間に於て任意に横坑(加脊一・五×二・〇米)を造り、鍾押探鑛を行ふものとす。

縦ノ木、大川等の下帶は露頭下適當の位置より桶入を入れ、着鍾の上は横坑(加脊一・五×一・八米—一・五×二・〇米)にて鍾押探鑛を行ひ、更に適當の位置に堀上、堀下(加脊一・五×二・〇米)を入れ、傾斜線の探鑛を行ひたる後、探掘に着手するものとす。

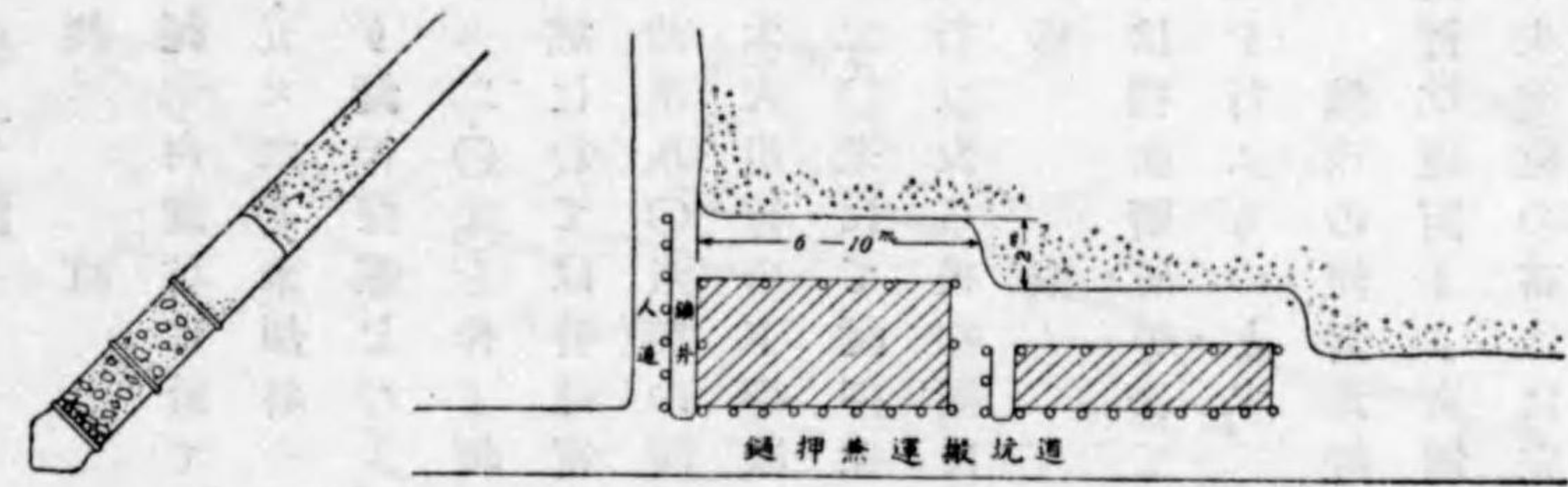
(ロ) 探 掘

鑛床は褶曲斷層等にて局部的の變動甚しき爲め、規則正しき探鑛困難にして不規則なる階段掘及拔掘を行ふものとす。

(一) 鑛床の傾斜比較的定まりたる場合の上向階段掘

鍾押坑道面より富鑛部に沿ふて六乃至一〇米突の幅にて堀進す、其の進行に連れて坑道面より二米突位の高さに完全なる底入を造る、棚木は末口二〇厘長さ一・五乃至三米突位にして上下兩

第二圖 上向階段掘

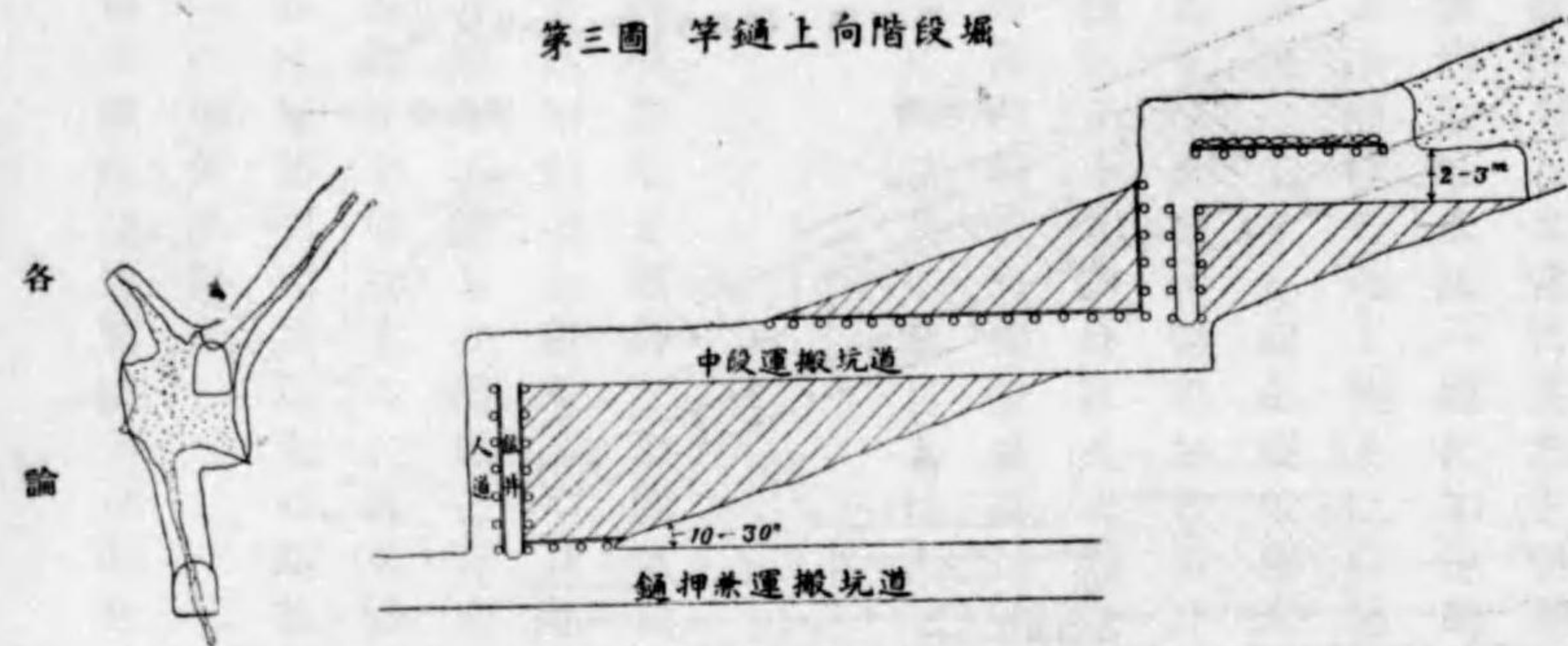


磐に根入を爲して堅く打ち込む。棚木の間隔は一米突内外とし上に矢木を並べ其上に捨石を積みて完全なる棚となす。棚には六乃至一〇米突毎に鑛井を設け順次第二、第三段と掘進す。其の進行と冠の状態に應じ適當に打込留(坊主)を入れて足場兼用の支柱をなす。採掘せる粗鑛中の捨石は出来る限り選別して採掘跡を充填し可及的空地を残さざる様になす。(第二圖参照)

(二) 褶曲部等に肥大せる鑛竿を掘昇る場合
鑛竿の軸は一〇乃至三〇度位の傾斜にて東に下るを普通とす。鍤押坑道面に表れたる肥大部に沿ふて掘り昇るものにして、鑛竿の大きさにより切羽の高さ三米突以下ならば一段として進み、其れ以上に及ぶ時は下部一段を進め、適當の位置に足場棚を設け第二段を採掘するものとす。軸に沿ふて掘進するに従ひ下部運搬坑道との距離遠ざかり粗鑛の搬出不便となるに付採掘跡を利用し中段運搬道及鑛井を作りて連絡す。(第三圖参照)採掘せし粗鑛中より捨石を選別し充填する事は前者に同じ。

(三) 褶曲の谷を中軸として掘下る場合
褶曲軸は一〇乃至三〇度位の傾斜にて東に下るを普通とす。鍤押坑道

第三圖 竿鍤上向階段掘

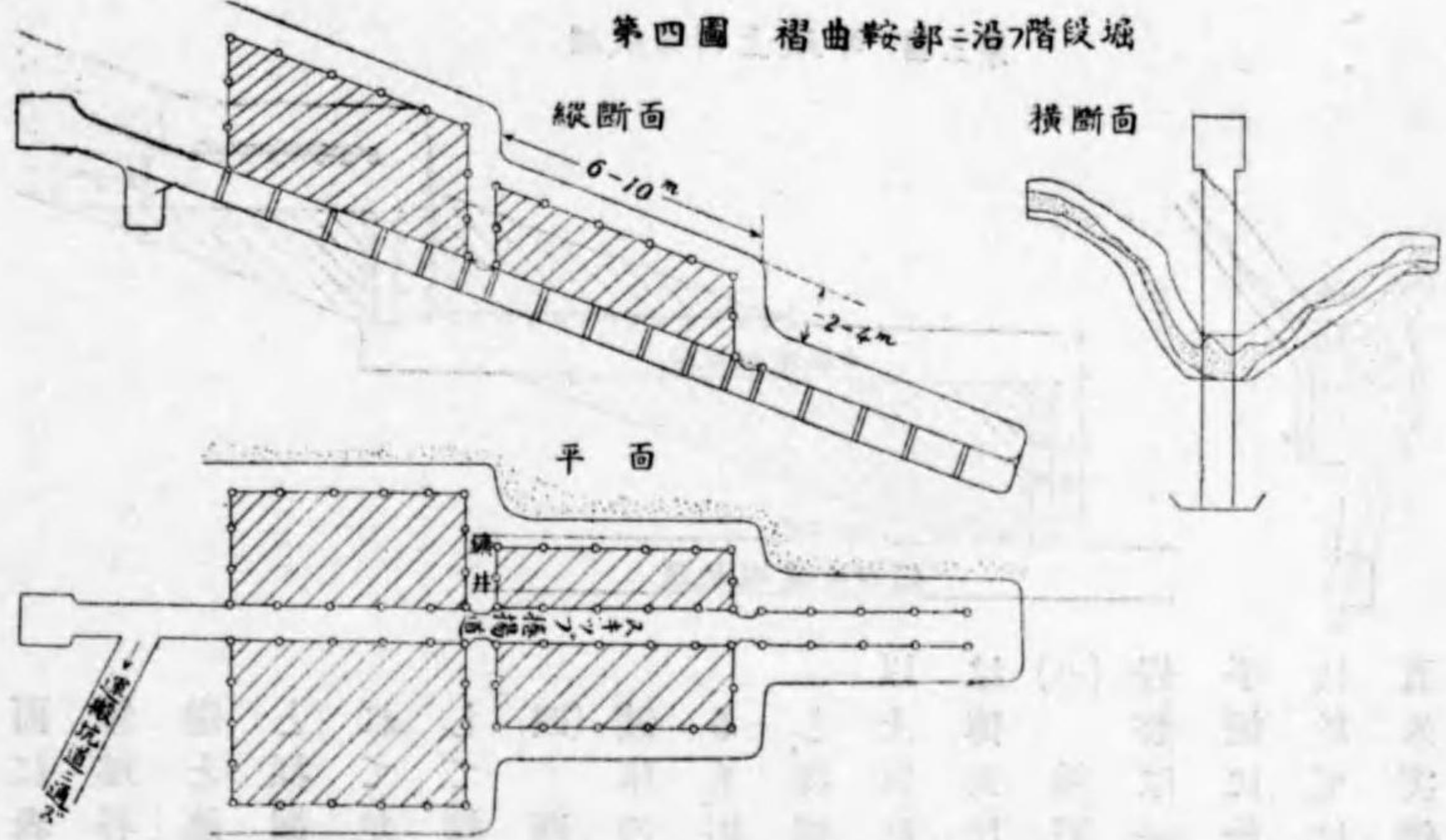


面に表れたる谷に沿ひ三、四米突の幅にて第一段の掘下りを行ひ、採掘跡谷の最低部を利用し輕便捲揚道を造りスキップ捲により上部坑道と連絡す。第一段の採掘進むに連れ谷を中心として兩翼に二段三段と採掘するものとし、採掘跡は冠の状態に應じ適當に打込留(坊主)を入れて足場兼用の支柱を施し、採掘せし粗鑛中の研は出来る限り選別して採掘跡を充填し空地を残さざる様にす。(第四圖参照)

(四) 残存立柱を外す場合
鑛床の傾斜概して緩なるに付立柱を外すに當りて別に困難を感ぜざらるも、出來得る限り安全を期する爲め手堀により鑛石の部分を拔掘とし、採掘跡は必要に應じ支柱及充填をなせり。

以上何れの場合も掘鑿は坑夫、留付及棚入充填は支柱夫、選別、山刻及運搬は傳夫になさしむ。

(ハ) 鑛石及岩石の掘鑿方法
岩磐は一般に堅實にして掘鑿には全部爆薬を使用し手掘、機掘を併用す。手掘に於ては二〇耗八角長鋼を使用し普通〇・四—一〇米突鑽孔し機掘に於ては二〇耗丸、二二耗六角中空鋼及二五耗六角鋼を使用し〇・五—一・五米突鑽孔破碎す。



第四圖 褶曲鞍部沿階段域

掘鑿は手掘、機掘共に請負とし切羽の條件其の他に應じ才掘、斤目掘寸線を爲す。

以上は當山に於て實施せる採掘方法の概要にして鑛床の變化著しき爲め其の變化に連れて採掘法も亦(一)より(二)或は(三)に移る等隨所に變化せざる可からず、從て落磐との關係上何れを用ふると云ふ一定の方針建て難し。

手掘と機掘とを比較する時は發破により磐に損傷を受くる程度は手掘の方少けれ共當山の如き堅牢なる鑛岩の掘鑿は機掘によるも危険を感ずる事少し。

五 落磐防止に就て
落磐防止には

- (イ) 發破後浮石を完全に外すこと。
- (ロ) 採掘跡を完全に充填し、冠及側壁を容易に調査し得らるゝ状態に置くこと。
- (ハ) 採掘跡の浮石及斷層際に注意し必要に應じ支柱を施すこと。

天井及側壁に對しては現場係員は不斷の注意を拂ひ、且つ就

業員をして常に注意を喚起せしめ以て協力之に當ること必要條件なり。當所の鑛床は一般に不規則且つ狭小なるを以て組織的なる採掘方法を用ふる能はず、鑛床の形狀により前述の如く種々之に適應せる方法を用ひ居れり、採掘跡の充填は出来る丈採掘、採鑛より生ずる研にてなし尙必要に應じ支柱を施せり、幸に兩磐堅牢にして大なる落磐を生ずること少し、最も注意すべきは切羽に於ける浮石及斷層際の落磐にして、之に對しては擔當係員は常に微細なる注意を拂ひ且つ就業員にも之が注意を喚起し、浮石の有無を検し、之に對しては適當なる處置をなさしめ且つ其の顛末を保安日誌に記録す、發破後の浮石外しは坑夫自ら行ふを普通とすれ共、切羽の状態によりては必要に應じ支柱夫を專屬せしめ嚴重に實行しつゝあり。

別子鑛山

採掘方法と落磐との關係を叙述するに先ち少しく地質鑛床の性質及形狀を略述し、併せて採鑛法の沿革を叙述し以て其の状態を明にせんとす、之れ採鑛法の適不適は専ら之れに基因するのみならず、落磐と密接なる關係を有すればなり。採鑛法を解説するに當て往々卑見を挾みたるものあり、若し幸に實用に適合することを得ば本懷之れに過ぎず、大方諸賢の高教を乞ふ。

一 地質及鑛床

別子銅山の地質は古世紀結晶片岩系に屬する石墨片岩及び綠泥片岩の互層より成り、岩層の走向平

均百二十度にして北に傾斜し、鑛床に近接しては平均五十三度位なれど上磐は漸次急となり八十度に至る所あり、之に反し下磐は漸次緩となり往々二、三十度に至るものあり。

鑛床は之等岩層中に介在し走向平均百二十度、傾斜平均五十三度半にして露頭附近に於ては北々東四十五度なれども下方に進むに従ひ急峻となり現在稼行せる中央部に於ては五十度乃至五十五度最下底に於ては遂に七十五度に至る而して走向の延長平均四千二百尺鑛床の深さ四千尺以上に及ぶ之れを本鍾と稱す。

鑛床の兩磐は石英絹雲母片岩にして厚さ十尺以上に及ぶ所あれども三、四尺内外を普通とす、此の石英絹雲母片岩は鑛床に接する方には殊に石英に富み比較的堅硬、粘靱にして鑛床を離るゝに従ひ絹雲母に推移し遂に石墨片岩中に消滅す、採鑛法の項に於て述ぶる如く鑛石採掘の場合に於て此の石英に富める絹雲母片岩は採掘作業上最も重要な要素を構成する岩石にして鑿孔、爆破に當ては常に之れを損傷せざることに努むるものなり。

鑛床中稼行に堪ゆる部分の厚さ一、二尺より二十五尺に至り平均八尺なり、其成状を見るに上磐側には含銅硫化鐵鑛(俗稱イヤ)中央に硫化鐵鑛又は黃銅鑛と綠泥石との薄き互層たる縞狀鑛石(俗稱カワ)下磐側には再び含銅硫化鐵鑛(俗稱アツバク)あり、而して走向の約中央部に綠泥片岩層突然現れて鑛床を二分し下磐に沿へるものは下鍾となり、上磐に沿へるものは上鍾と稱せらる、上鍾と下鍾との距離十尺乃至十五尺にして其厚さ上鍾は平均五尺、下鍾は平均三尺なり、又別に最下鍾と稱するものあり、本鍾の下磐約二十尺の所に存し走向延長約三百尺厚さ平均二尺傾斜本鍾と同一なり。

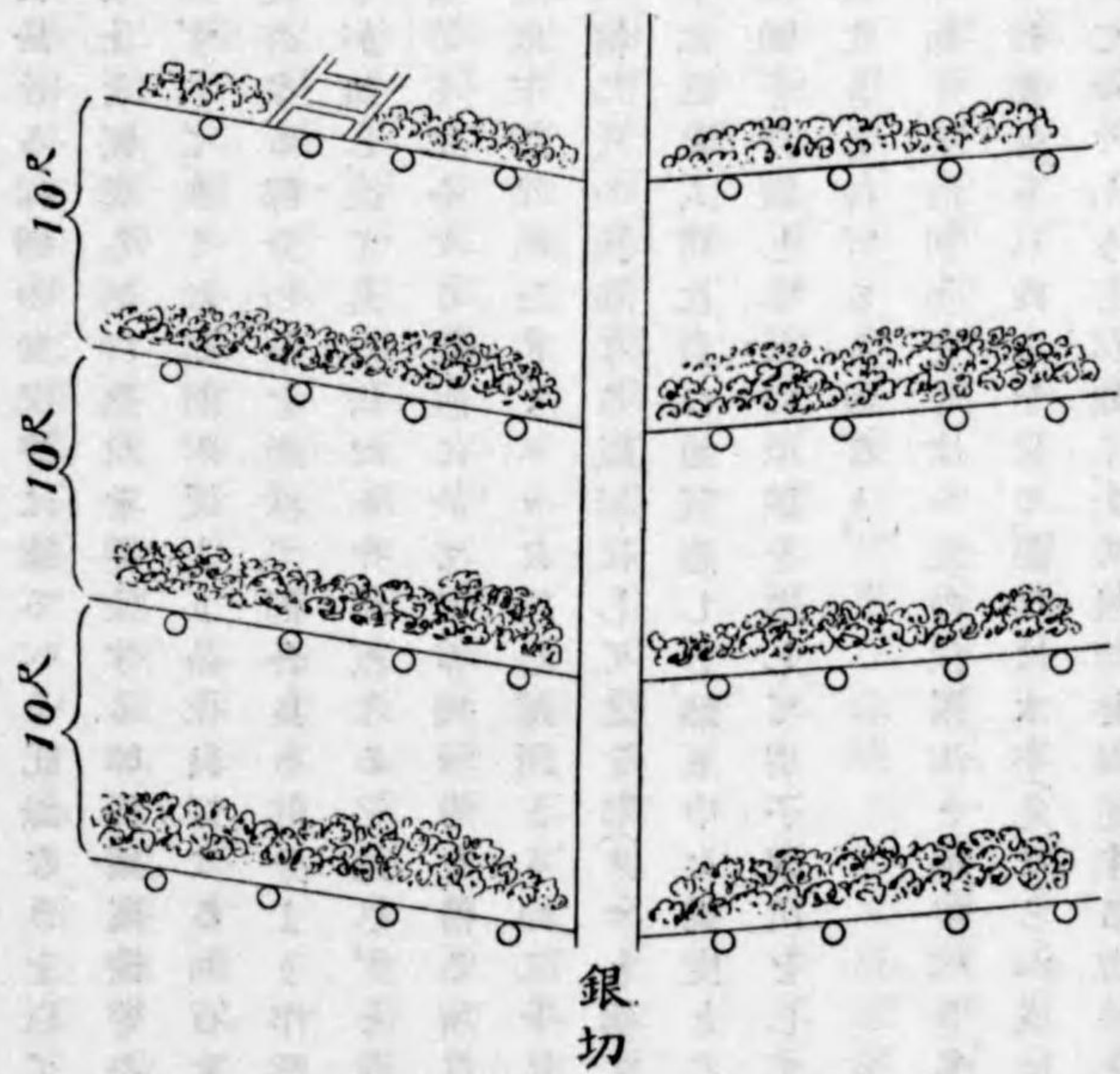
二 採鑛法の沿革

別子銅山は元祿三年に發見せられ同四年開坑に着手し爾來今日に至るまで二百三十有九年を經、其間多少の盛衰ありたれども連綿住友家の經營にかゝる。

往時に於ける採鑛の狀況等は據るべき記録なきを以て不明なるも、今日の如く規則正しき坑道を掘進し切上を開鑿し斜坑、堅坑を開設する等採掘運搬等の準備工事を施し整然たる操業をなしたるものに非ずして、多くは露頭附近より品位良好なる鑛石を縦横に探索しつゝ下部に進み、鑛石の採掘は品位優秀なる部分のみを選びて都合良き部分より作業する等一定の採鑛法を用ひて操業せるものに非るが如し、従て其方法たるや幼稚なるを免れずと雖も火藥の威力無く、運搬の設備整はず、加之排水、通氣等不完全なる状態に於て何等機械力を借る所なく専ら人力のみに依り、明治初年迄に已に八番坑道以下百尺の三角(ミスマ)に達し露頭より約二千尺の深所にまで掘進せるを見る、而も其加勢は高三尺幅二尺の狹隘なる銀切にして之を鑿(テツ)と稱すと手槌とを唯一の器具として掘進し、掘鑿せる鑛石は之を人肩に負ひ通氣惡しき熱氣中を幾度となく匍匐しつゝ昇降して敢て意とせず、不撓不屈の精神を持續し奉公の至誠を盡して別子銅山をして今日あらしめたる先人の效績に想到せば感謝の辭なきを得ざるものなり。

斯くの如く明治初年までは一定の採掘法と稱すべきもの無く、銀切の掘進は多く露頭附近より下部に向て作業せられたるを以て、銀切は水平(走)なるか或は切下(佐本)にして、今日の如き上方に進む切上は極めて少なかりしが如く、此の銀切を掘進する方法を廻切と稱し、技倆優秀なる坑夫を選び作業せ

第一圖

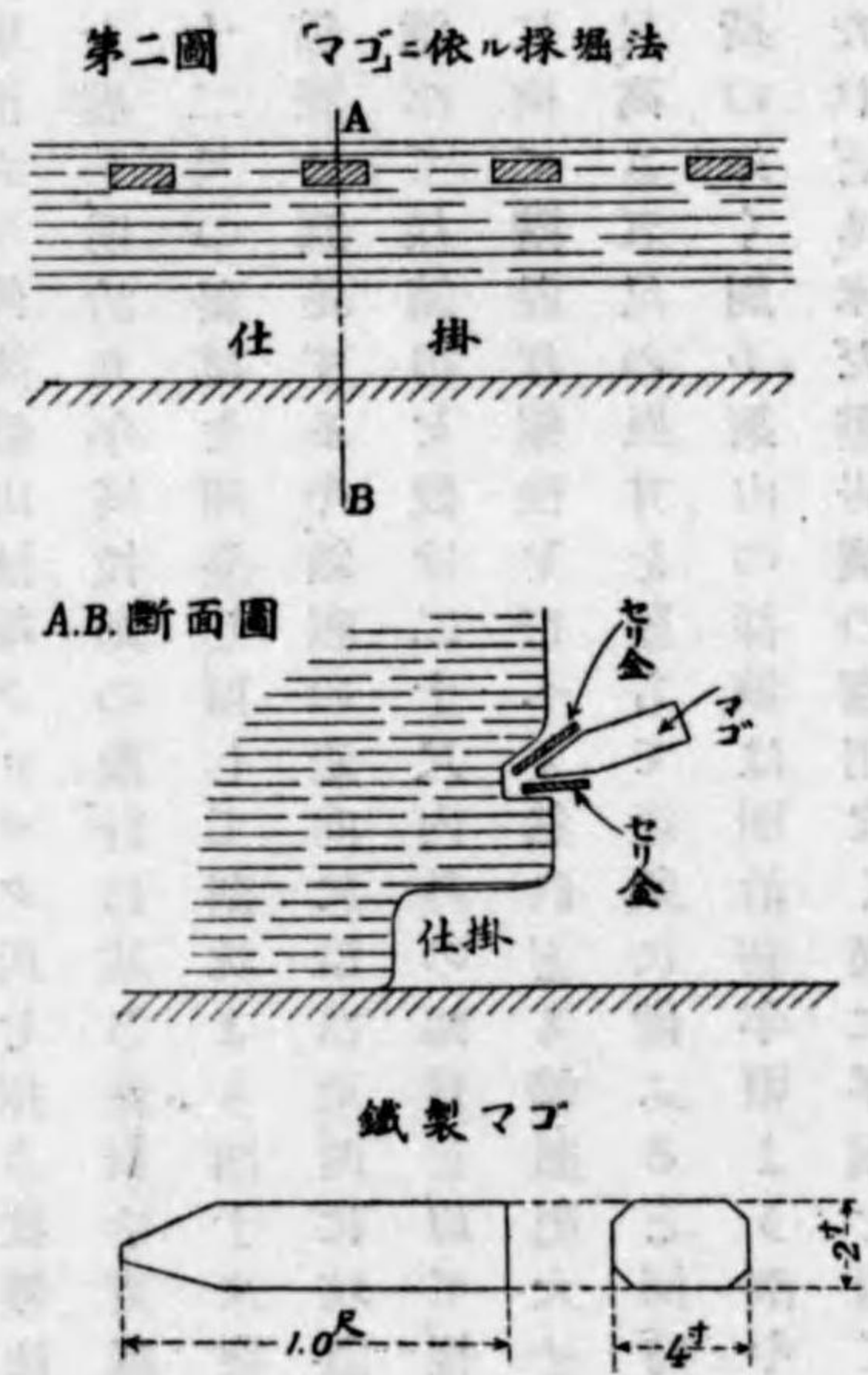


れ前述の如く坑道の加勢狭隘なるを以て運搬をして便ならしめんが爲なり。往時鑛立中の品位優良なる部分のみを採掘し上下磐に残せるものを現時採掘しつゝあり、之を二代採鑛と稱し其等の業場より上記六角型の坑木を發見すること往々あり。

しめたり、採鑛の方法は銀切を中心として左右に進み(法立坪と稱す)上部に向て採鑛する上向業場(天井坪)は極めて稀にして、下部に向て掘下る採鑛方法(佐本坪)は稀に採用せられたるが如し。

採鑛の方法は第一圖に示す如く、幅約十尺を坑夫一人の採鑛業場と定め、走向に沿ふて採掘し、採掘進むに従て三尺毎に底入柱を樹て其上に矢板を敷き上部に通行し得る廣さを残して、品位低劣なる鑛石を以て掘跡を充填し行く。

支柱材は多く檜材を用ひ、其上皮の部分を削り、腐朽し難き堅牢の部分のみを残し、之を六角型となし使用したるものにして、之



上磐龜裂多く殊に磐壓大にして危険なる個所には井桁積をなし落磐より來る危険を防止せり。鑛石採掘の方法は當時火藥の助け無かりしを以て、下磐に沿ひ仕掛銀切の所を鑿に依りて高さ一、二尺より奥行三尺程切り取り、後石質に應じて其上部に高さ二寸、幅四寸、深さ五寸の孔を傾斜に沿ひて一、二尺又は五、六寸の距離に穿ち、幅二寸、厚さ三分、長さ七寸位の鐵板(セリ金)を此孔の上下に置き鐵製の楔(マゴ)を夾み玄翁にて打撃を與へ鑛石を破碎せり。

又地表に接し換氣良好なる業場に於てはマゴを用ふる代りに其仕掛に薪木等を井桁に積み重ねて點火する、所謂火入採掘法に依り上部の鑛石を崩壊し易き状態となし落させしめたり、當時大規模の採鑛法として長さ七十尺、幅三十尺の仕掛に一年を費し火力に依りて落下せしめたる鑛石を運搬するに亦一年を要したりと傳へらる。星霜移り世は明治の聖代となるや、泰西の文物漸く輸入せられ鑛業界も亦昔日の陋習を一新し進歩的技術を應用するに至り、別子銅山にも學術的方法を採用する氣運に向ひたり、明治元年或地方に於て石材を切出すに火藥を用ふる所あるを聞き、人を派して實地を調査せしめ、遂に其法を別子銅山に

移し、小足谷銀切(疏水道)に使用して大に其工程を増進せしめたり。蓋し此時を以て別子銅山に於ける採鑛に爆藥(黒色火藥)を使用したる濫觴とす。然るに當時は現時の如く導火線なるもの無く、篠竹を縦に割り幅一寸位の長さ日本紙に火藥を載せて紙燃を作り、其篠竹にて双方より挟み其上を更に紙或は藁にて巻き、之に點火するには其一端に木灰にて揉みたる日本紙(俗稱ヤクガミ)或は紙燃に油を塗りたるもの(俗稱ショツク)を差込み之れに點火して使用したるものなれば、極めて不完全にして危険を伴ふこと多く、廣く使用するに至らざりしが、幾多の犠牲と研究を拂ひ明治五年頃より漸次愛用さるゝに至り、明治四十年ダイナマイトを使用するに至るまでは専ら之れに依り操業を持続せるものなり。

明治六年佛國鑛山技師ラロツク氏を招き採鑛法の改良を企畫すると共に、從來の不規則なる採鑛法を廢し、明治九年同技師の設計に基き地表字東延より鑛脈の下磐に沿ひ傾斜四十九度、延長千七百四十二尺の斜坑を開鑿し、而して斜坑より四十米突乃至八十米突毎に上磐に向て水平に坑道を掘進し、鑛脈に到達するや、鑛脈の走向に沿ひ東西に坑道を開鑿し、坑道延長するに従ひ其上下適宜の箇所を選びて採鑛場を設け二十尺内外の幅員を以て掘下げ又は切上りを施し適宜の距離に於て上下左右に向て階段採鑛法を行へり、然れども鑛脈肥大せる箇所は主として上向階段掘法を用ひ又特に幅五尺、高さ五尺の風井を鑿ちて通氣に備ふると同時に採鑛の準備に供せり。

斯の如く別子銅山の採鑛は明治初年頃より漸やく不規則なる方法より規則正しき方法に改められたれども、未だ鑿岩機の應用なく僅に手掘を以て操業を繼續し、通氣排水の設備亦不完全にして操業

困難を極め坑夫を三交代に分ち専ら出鑛に努めたり。明治十七年別子山北の谿谷より坑内下底に達する小足谷(別子)疏水道の貫通するや、排水通氣頓に改善され操業上に與へたる鴻益多大なると同時に爾後坑道の深下に伴ひ下底通洞の必要を感ずること益々切なるものあり、於茲愈々第三通洞を開鑿することとなり、明治二十七年一月現在の坑口より開坑に着手し、同三十五年八月に至る八年八箇月を費して竣成し、爾來昭和二年に至るまで別子銅山に於ける主要運搬坑道たり、之れが開鑿には初め手掘を以て着手したるも、明治二十八年二月ベルト式水車及空氣壓搾機の建設成りたるを以て、初めてシユラム式鑿岩機を使用して掘進に努むると共に、明治三十一年二月東延斜坑々底八番坑道より外部に向ふ所の墜道向鎚銀切に着手し、幾多の困難と障碍とを排して開通するに至れるものにして、別子銅山第二の基礎を定めたる通洞なり。爾來明治四十年頃迄は大なる變化も無く、鑛石の採掘は専ら手掘に依り坑道の掘進には多くシユラム式鑿岩機又は乾式手持鑿岩機を使用し、危険を防ぐ目的にて手掘は七尺の幅を持つ法立採鑛法又は上向階段掘を専ら應用し、上下磐を構成する石英片岩を損傷することなく落磐より來たる危険の防止に努めつゝ、採掘を繼續せり。

逐年採掘鑛量増加し坑道の開鑿益々下底に進むに従ひ、別子銅山將來の發展を期するため深度二千尺の大堅坑の掘鑿と之れに連絡する延長一萬五千尺の第四通洞開鑿を企畫し、前者は明治四十四年二月、後者は同四十三年二月夫々工事に着手し、一方坑道は鑛脈の延長に沿ひ高距三百尺乃至四百尺毎に開設して主要運搬坑道となし、之れに二本乃至三本の中坑道を設け仕掛切上りとしては百尺乃

至三百尺毎に鑛脈の傾斜に沿ひ掘進し上下坑道を連絡したる後採鑛に着手する等鋭意操業の發展に努めたる結果先づ大堅坑竣成し續いて第四通洞貫通し工を起してより五年八箇月を費し大正四年九月遂に之を完成し別子銅山最後の基礎を定めたり。

三 現行採鑛法と落磐との關係

(イ) 坑道の掘進

從來別子銅山に於ては高底九十尺乃至百五十尺毎に鑛床中に坑道を開鑿し更に鑛床の延長に沿ひ百五十尺乃至三百尺毎に仕掛切上りを配置し上下坑道を連絡して運搬採鑛準備を整へたる後採鑛に着手せり然れども鑛脈中に坑道を掘進するは鑛石採掘を兼ね有利なるが如く考へらるゝも此の方法に依る時は下坑道の採鑛發展して上坑道に近接するに従ひ支柱の破損軌道の狂壞續出し往々運搬に支障を來たし坑道保存上著しく不都合を生ずるのみならず坑道冠の鑛石を採掘するに際しては甚しく危険を伴ふ等操業順調に運ばざる事情あるを以て十番坑道以下の新坑道に於ては必要に應じ鑛床の下磐約二十尺の位置を選び新に七八の坑道を開鑿し之れに鐵支柱を施し完全なる運搬坑道を設く此坑道には三十尺の間隔を置き六十度の傾斜にて被入をなし鑛床に達せしめ鑛石摺に用ふるものとす。

仕掛切上りは從來の方法と大差なく三尺毎に支柱板張りを施し人道と摺とに區分す掘進の方法は人道側に假底入をなし岩石墜落に依る危険を防止し假底入の上には掘進より生ずる岩石を積重ねて足場とするものにして傾斜四十五度以上の場合には此の足場は二十尺毎に仕替へて岩石崩

落より來る危険を防止す。

(ロ) 鑛石の採掘

採掘法としては鍾幅及兩磐の狀況等を顧慮し採鑛場の作業條件に應じ原則として水平採鑛法、上向採鑛法及シュリンケージ式採鑛法を採用し時として上向階段法、斜階段法、下向採鑛法若しくは之等に類似せる其他の方法に依ることあり。

由來別子銅山に於ては上部坑道(八番坑道以上)と下部坑道(九番坑道以下)とに於ける業場の作業條件は鑛脈の傾斜上下兩磐の岩質等に依り著しく異なるのみならず各業場に於ても其作業條件自ら異なるを以て規則正しく一定せる採鑛法を用ふることを得ず殊に上部坑道の如き二代採鑛(普通鍾立中の品位優良なる部分のみ採掘し其他は上下磐に残しあり之を二代と稱し之を採掘するを二代掘又は二代採鑛と稱す)又は操替(昔時採掘して品位低劣なりしたため掘跡充填材料として使用せられたる鑛石を再び採集し他の岩石と置換するを云ふ)を要する業場に於ては然りとす従て採鑛方法も千種萬態を免れずと雖も

(一) 舊採鑛場跡採掘法

(二) 新鍾立採鑛法

の二つの場合に大別し得べし。

(一) 舊採鑛場跡採掘法

前述の如く上部坑道に於ては往時品位優良なる部分のみを採掘し比較的品位低劣なる鑛石を

上下磐に残存し、或は品位低き鑛石は全く採掘せられずして其儘坑道の崩壊と共に埋没残存し、又は掘跡充填材料として低品位の鑛石を使用したる部分が磐壓の爲め固結残存せる氷山等を採掘するを二代採鑛又は操替と稱し今尙採掘しつゝあり。之等は主として二番坑道以上に多く三番坑道下九番坑道に至る間にも各坑道共に數箇所に點在す。

此の採掘法を用ふる業場は鑛床の傾斜緩にして四十度乃至四十五度を普通とし、四十五度以上に及ぶは稀なると上部坑道は下部坑道に比し兩磐堅牢粘靱なるのみならず、鑛立何れも小なるを以て作業比較的困難ならず。

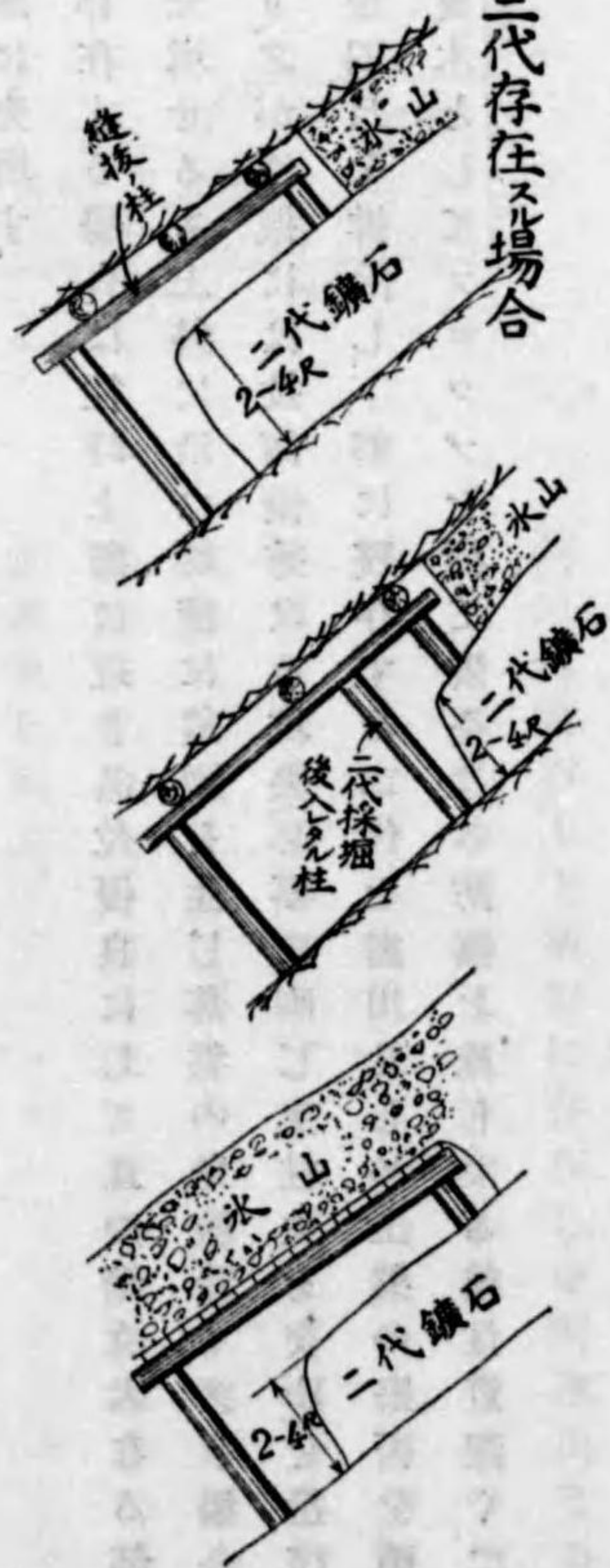
採鑛準備作業は先づ縫抜き或は鑿孔に依り水平坑道を開設し、次に仕掛切上りを掘進すること下部坑道に於ける新鑛立の場合と同様にして、只其の作業方法は残鑛又は氷山の如き崩壊墜落し易き場所なるを以て、絶へず支柱を施しつゝ作業を續行し支柱方法の如きは残鑛の有無氷山の固結程度に應じ危害豫防を旨とし適當に施行するも、普通三尺乃至六尺の間隔に支柱を施し氷山の最も軟弱なる箇所は本支柱に先ち假支柱を施す。

二代採鑛 往時含銅品位高き部分のみを採掘し品位低き部分を殘せるものを二代と稱し、掘跡充填の部分を氷山と稱す、而して之等を再び採掘するを二代採鑛と稱す、之等の業場に於ては初め鑛立大にして往々二十尺以上に及ぶ所も長年月の間に磐壓のため著しく壓縮せられ多くは鑛立四五尺内外なるを以て上磐幾分弛みを生じ居るも、採掘に當ては單なるブロッ

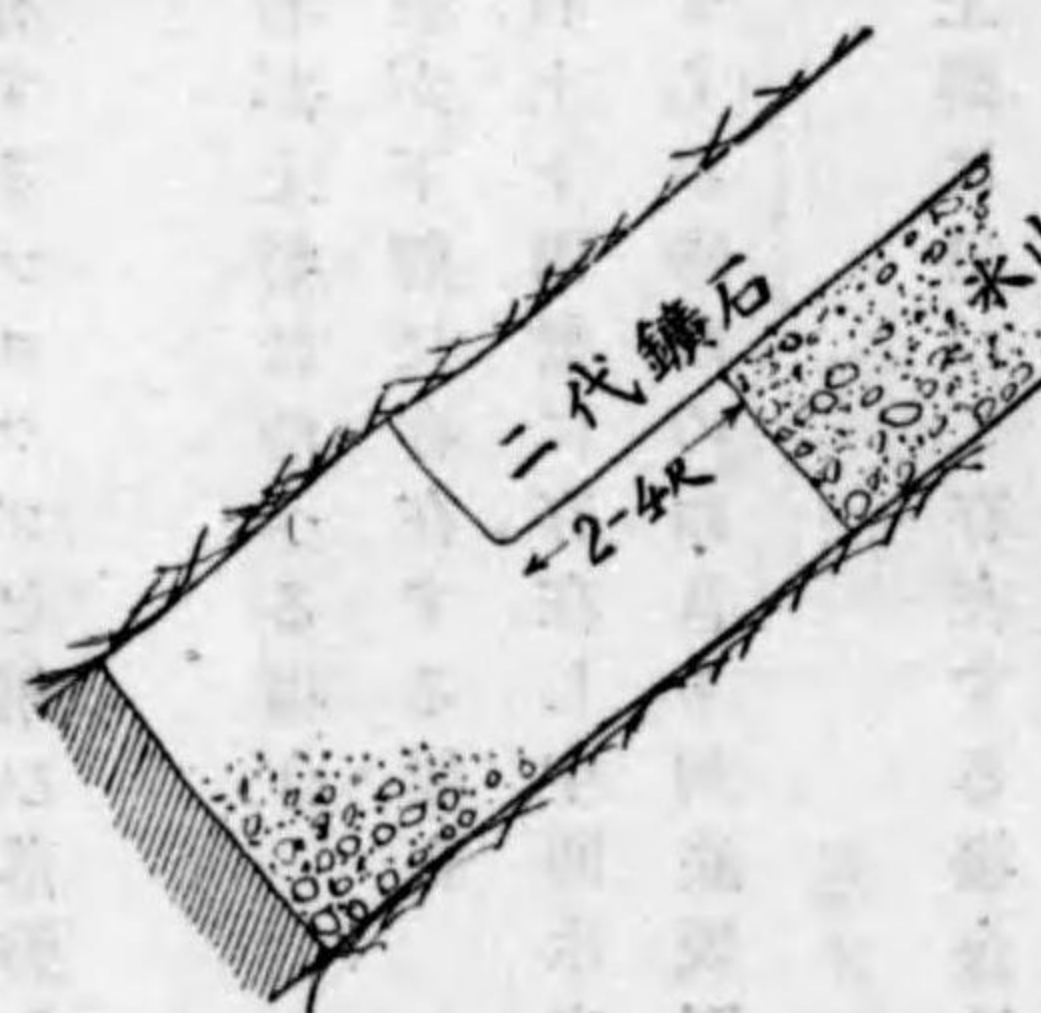
二代採鑛圖

各論

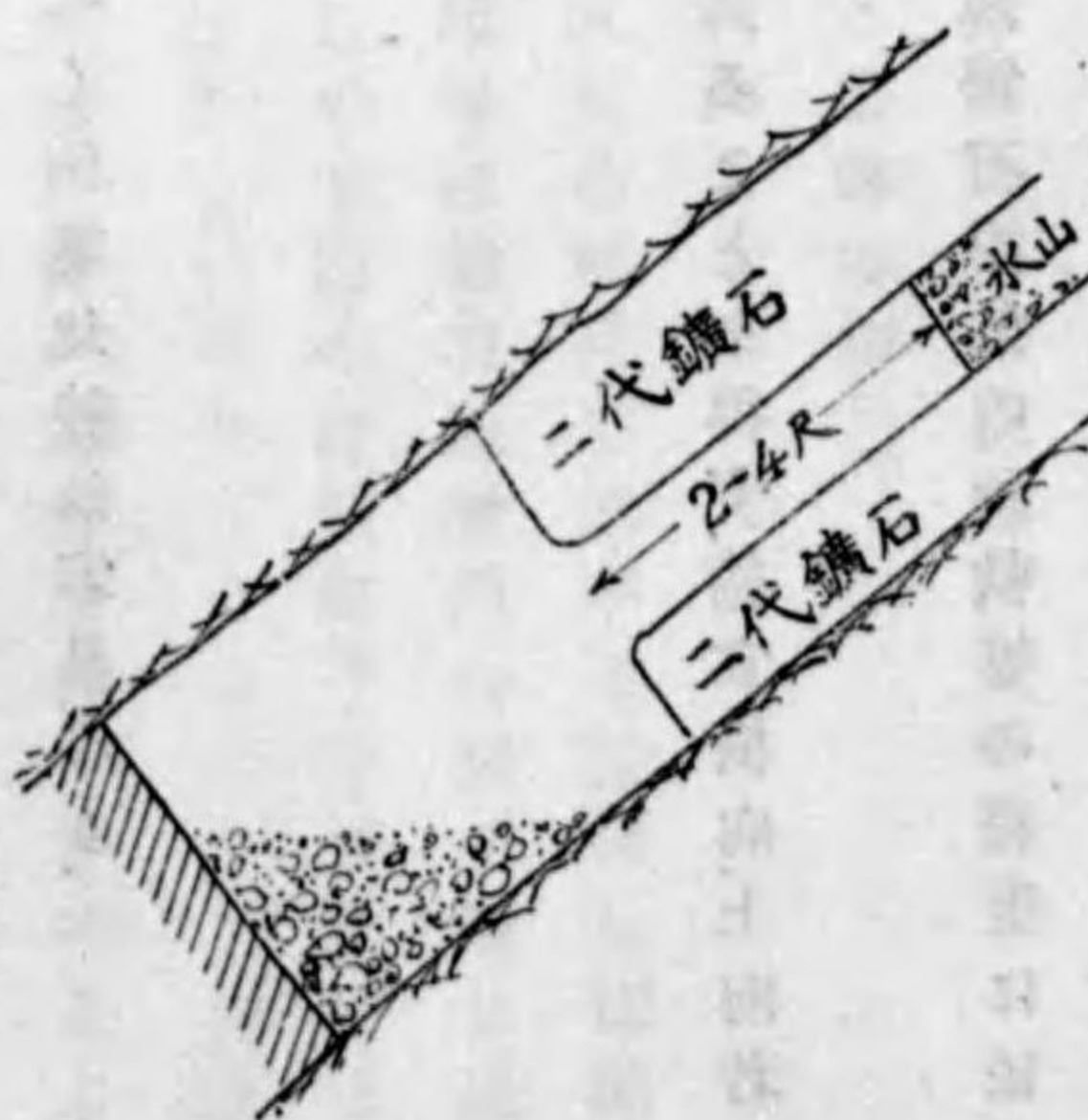
下磐三沿と二代存在する場合



上磐三沿と二代存在する場合



上下磐三沿と二代存在する場合

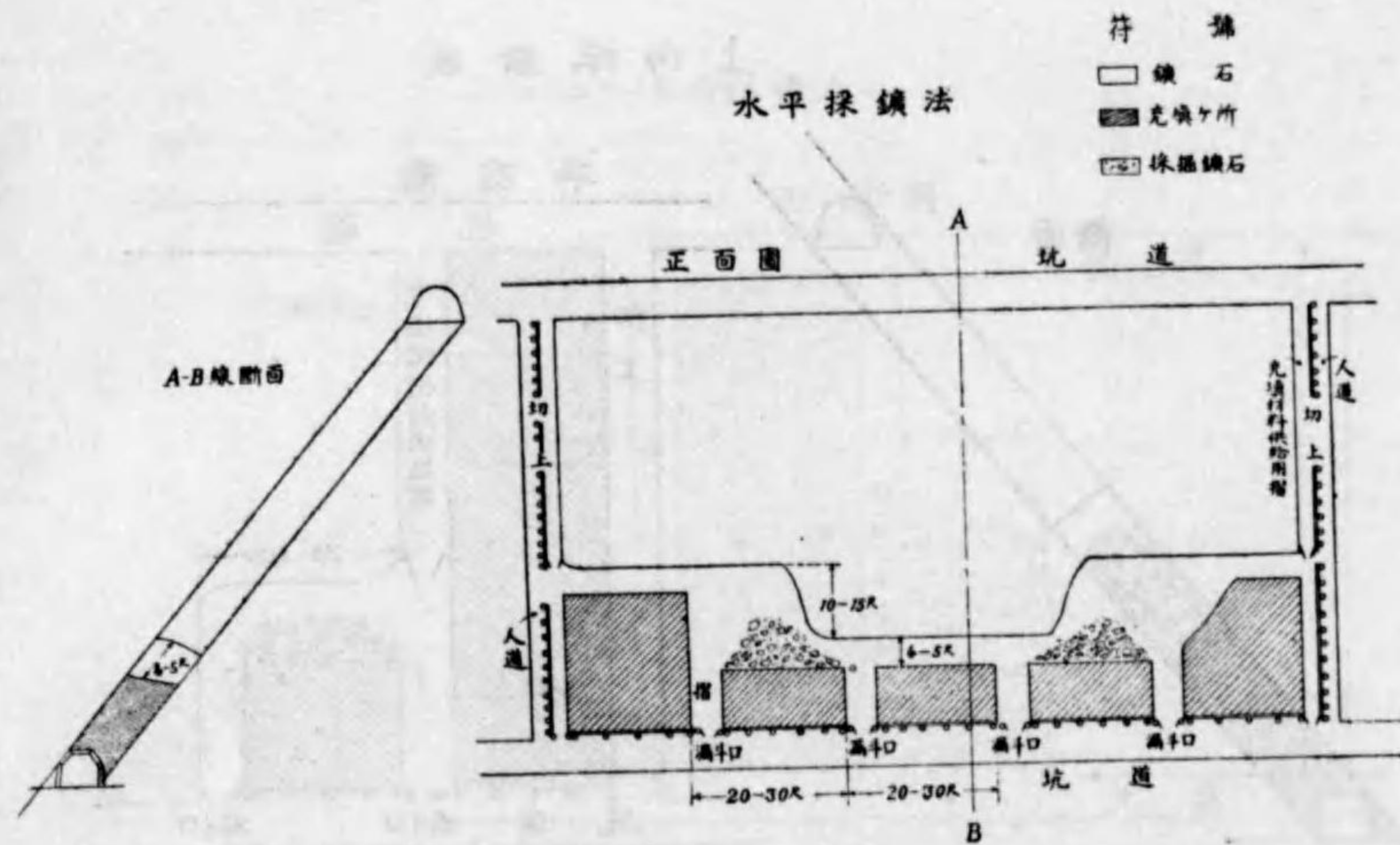


ブ又は支木を有するプロップを用ひ落磐を防止し得べく作業比較的容易なり。
採鑛方法は

- (1) 二代鑛石が上磐に沿へる場合
 - (2) 二代鑛石が下磐に存在する場合
 - (3) 二代鑛石上下兩磐に存在し中間氷山の場合
- 等に依り左右せられ階段の如きも到底規則正しく用ふることを得ず、適宜横向上向若しくは下向を用ふ。

(1) 二代鑛石が上磐に沿ひて存在する場合は氷山の厚薄鑛石兩磐の硬軟等の程度に依り異なると雖も普通氷山を深さ二尺乃至四尺排除したる後二代の採鑛をなし、必要に應じプロップを立て落磐を防止す、之れと同時に採掘せらるべき氷山は含銅品位の如何に依り、鑛石として搬出し若しくは排石として採掘跡に充填す。

(2) 二代鑛石が下に存在する場合は往時上磐に近き品位優良にして且つ鑛立大なる部分を採掘せし跡にして完全に充填せるも、上磐に沿ひ縦横に龜裂を生じ落磐の危険最も多き場合なるを以て採鑛も自然困難なり、之が採掘には技倆優秀なる坑夫、必要に應じ支柱夫を交ゆを選び、先づ上磐に沿へる氷山二尺乃至四尺を排除し、下磐に残存する二代を露出せしめ、上磐の堅否を確かめ、支木付プロップ又は板を支木としてプロップを樹て、安全なる防禦を施したる後注意深く二代の採掘に移るものとす。



(二) 新鑛立採鑛法

(3) 二代鑛石上下兩磐に存在し中間氷山なる場合は、中間の氷山二尺乃至四尺を排除し然る後先づ下磐二代を採掘し、次に上磐二代に及ぶ、此の場合には兩磐概ね堅固なるを以て支柱は單なるプロップにて充分落磐を防止し得、又舊坑取明後新に鑛立の發見ありたる場所には兩磐の状態、鑛立の大小等に依り新鑛立の場合に於ける一般の採鑛法を用ふ。

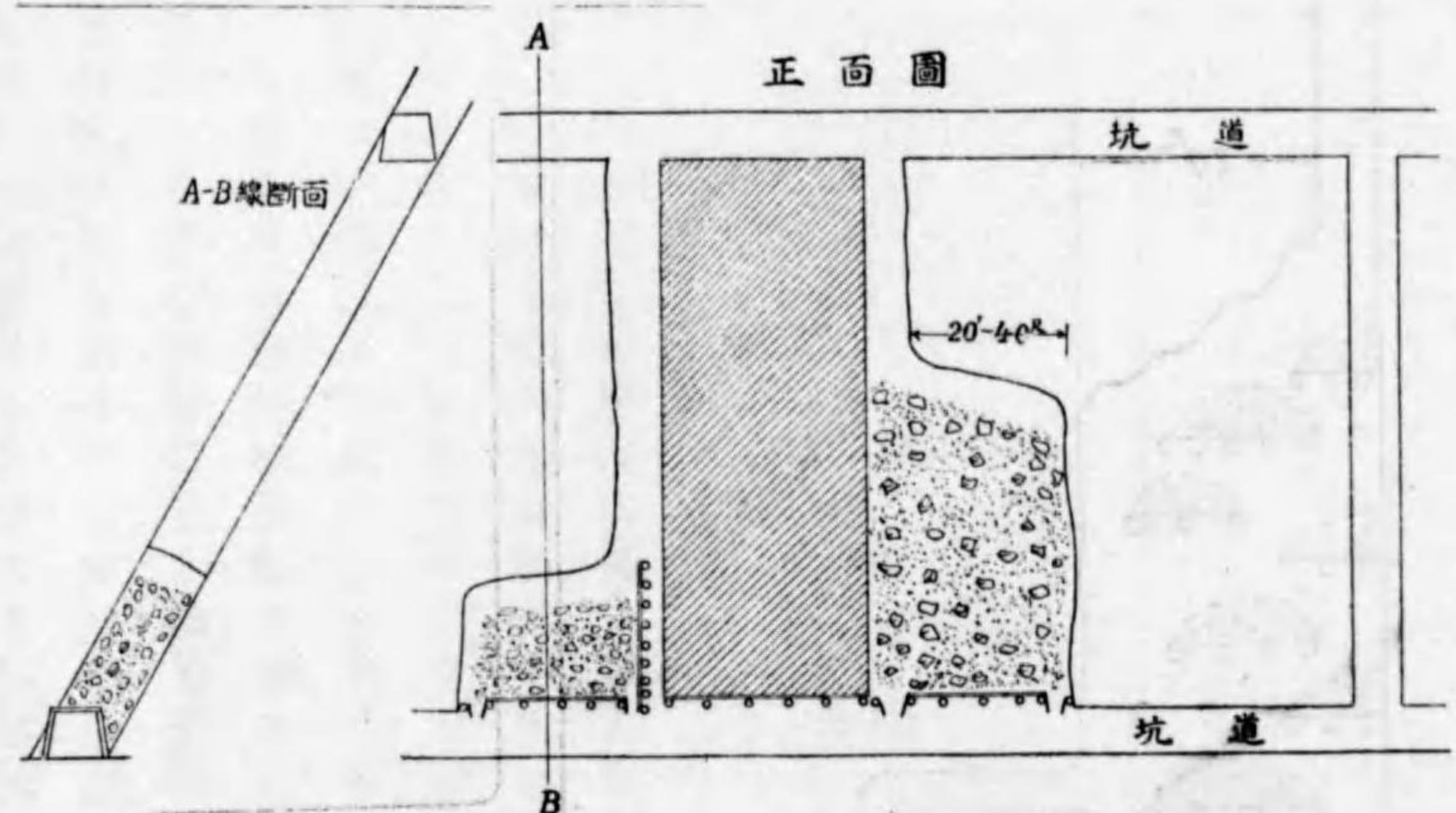
(1) 水平採鑛法

新鑛立の採鑛方法は作業條件に應じ適法を適所に應用するも、主として水平採鑛法、上向採鑛法及シュリンケージ式採鑛法を採用せること已述の如し。

十尺乃至十五尺の幅にて水平に採鑛し採掘進捗するに従ひ二、三十尺毎に鑛石運搬用の槽を残し、後方より充填する方法にして下段の採鑛終了せざれば上段の採鑛に着手することなし。

此の方法は充填材料の運搬に鑛車を用ふるを以て、鑛立

シュリッケージ式採鑛法

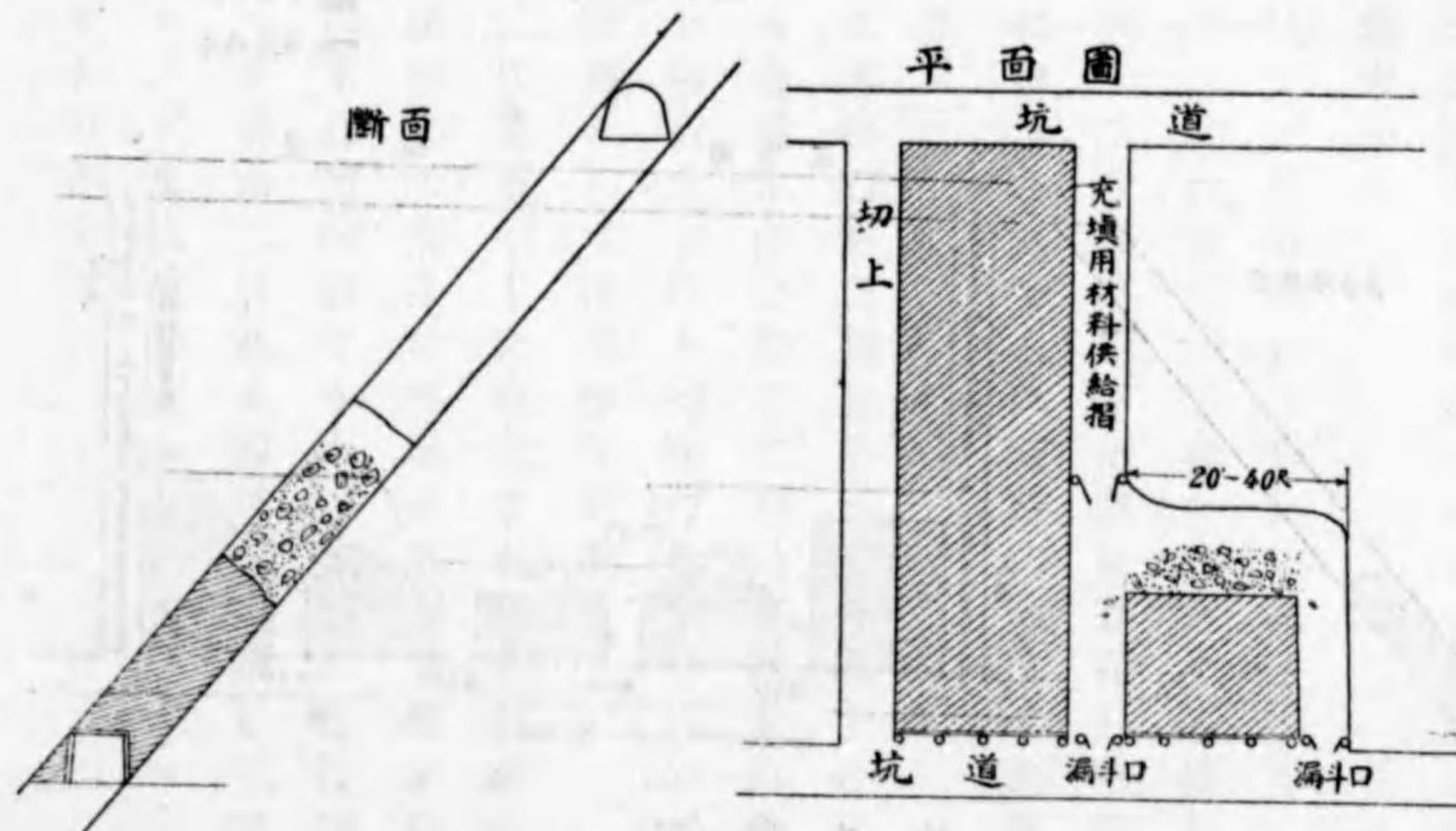


なる場合は安全を期し水平採鑛法に依るか場合に依りては手掘採鑛に依る、鑛立大にして上磐堅牢なる場合は鑛立九尺位までは上向若しくはシュリッケージ式採鑛法に依るも、鑛立十尺を超ゆる時は水平採鑛法を用ひ、鑛立大にして且つ上磐脆弱なる場合は特に幅を七八尺位に減じ、浮石の成生、上磐の剝落より来る危険を防止しつゝ、水平採鑛法に依るか若しくは手掘採鑛を採用す。斯くの如く適法を適所に應用し落磐より来る危害を防止すと雖も、前述の如く上部坑道と下部坑道との作業條件自ら異なるを以て採鑛方法の選擇に就ても特に考慮を要す。

上部坑道に於ては東部の鑛脈肥厚なる部分は採鑛終了を告げ、西部に於ける下鑛、最下鑛の如き鑛立狭小にして上磐比較的堅牢なる部分に於ける安全有利なる採鑛法としては、蓋し次の如き採鑛法を採用するを可とす。

先づ坑道準より十尺の幅を持ち約四十尺間水平採鑛法を施行し、然る後坑道支柱を施し二十尺を隔て、二ヶ所

上向採鑛法



小にして鑛車の通行を許さざる個所には採用し得ず。

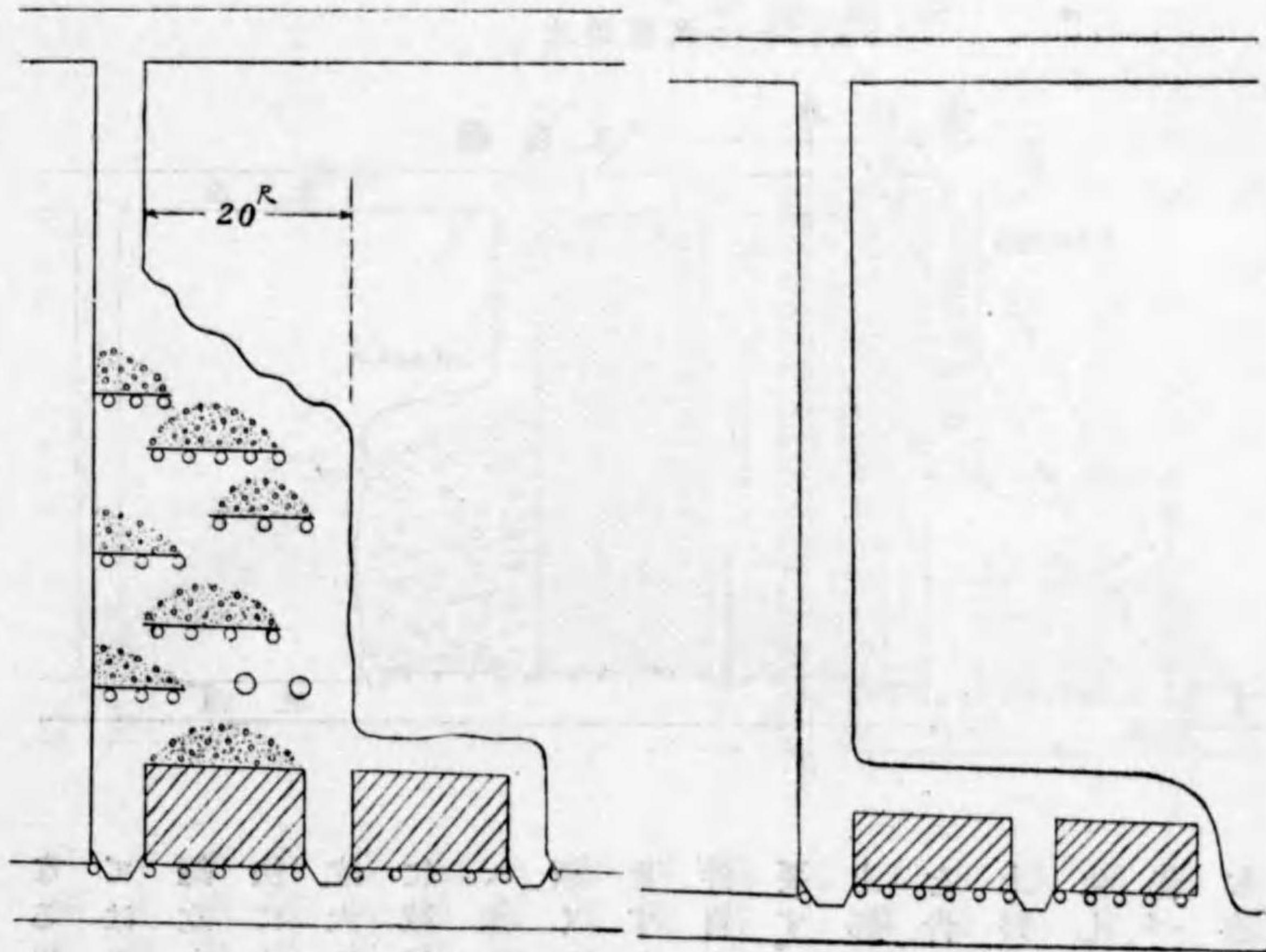
(2) 上向採鑛法

鑛床の傾斜に沿ひ二十尺乃至四十尺の幅にて上向に採鑛し、兩磐の状況に應じ一時採鑛を中止して充填を行ふ方法にして、一の採鑛業場が上位坑道に達するに先ち次の採鑛業場を設くること妙し。

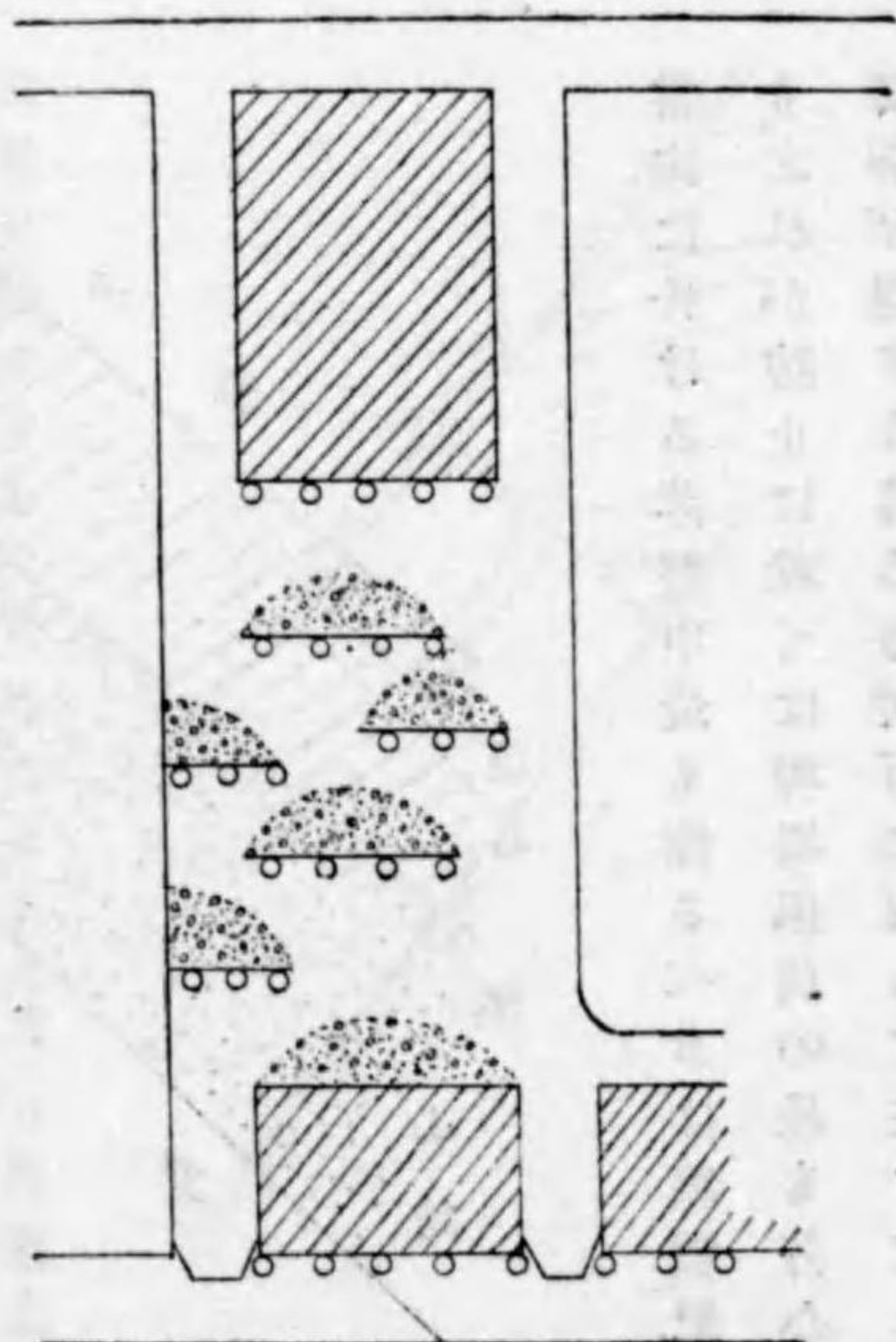
(3) シュリッケージ式採鑛法

兩磐堅牢にして傾斜急なる場合(普通五十度以上)にのみ採用し得る方法にして、鑛床の傾斜に沿ひ二十尺乃至四十尺の幅にて採鑛し、採鑛したる鑛石は容積の増加したるだけ下方の漏斗口より拔取り、其他は上磐の支持及鑿孔作業の足場として残し、採鑛が上位坑道に達せし時に拔取り其跡を充填するものなり。

鑛石及岩石の採鑛は主として鑿岩機を用ひ、舊坑又は上磐脆弱にして危険なる鑛立に於ては専ら手掘採鑛を採用す、要之鑛立小にして上磐堅牢なる場合は業場の状況に應じ上向、水平及シュリッケージ式を採用し、上磐脆弱

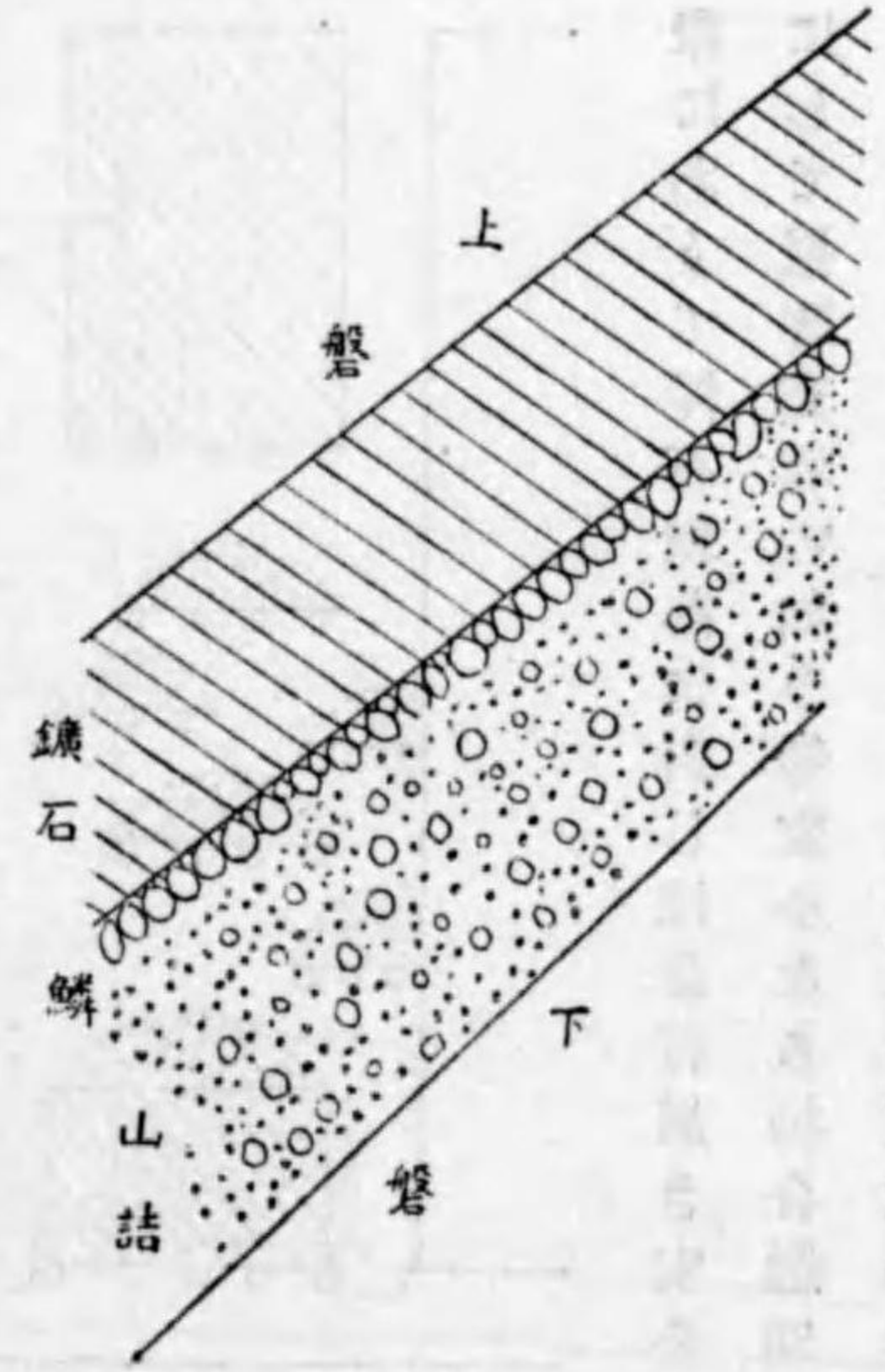


に漏斗口を作りて探鑛準備を整ふ。次に水平面に二十尺の幅を持ち上向に探掘を開始し探掘の進むに従ひ被受けと足場とを兼ねて十尺乃至二十尺毎に底入を施くること上左圖の如し(上磐の悪しき個所は離れ柱を入ること勿論なり)斯くして探掘を続け約三ヶ月にて上位坑道に達したる後上部より順次底入上の鑛石を落し上磐の状態に依り變化すと雖も約三十尺に達したる時底入を利用して山留を作り夫れより上部の空隙の充填を行ふ。而して再び下部の鑛石を浚へ充填をなしつゝ全部の石を採取す。若し探掘すべき業場の鑛立が最下鍾の如く二尺五寸以下なる時は探掘を容易ならしむる爲め下磐を掘鑿して約三尺五寸位の高さとなす其の爲



際において浮石剝落に對し注意行届き安全に作業に従事し得べく、而かも探掘鑛石の運搬容易にして掘跡充填の如き鑛立小なる場合選別したる素石を以て簡單に之を行ひ得る利益あり。下部坑道に於ては鑛立の大小、上磐硬軟の程度、鑛脈存在の形狀等に依り異なる探鑛法を用ふる。と雖も、一般に下部に向ふに従ひ兩磐漸次脆弱となり落磐増加の傾向あり、就中鑛床の形狀より見るに中央部最も肥厚し、上磐亦脆弱にして東部に進むに従ひ鑛立縮小し、上磐漸く堅牢となる傾向あり、而も東端に近く縞狀鑛(カワ)消滅し、硫化鑛のみとなる。又西部に於ては下鍾を除いては上磐堅牢ならざれども鑛立漸次縮小す。斯の如き状態なるを以て下部坑道に於ては東端に近き業場に於ては普通上向探鑛法又はシユ

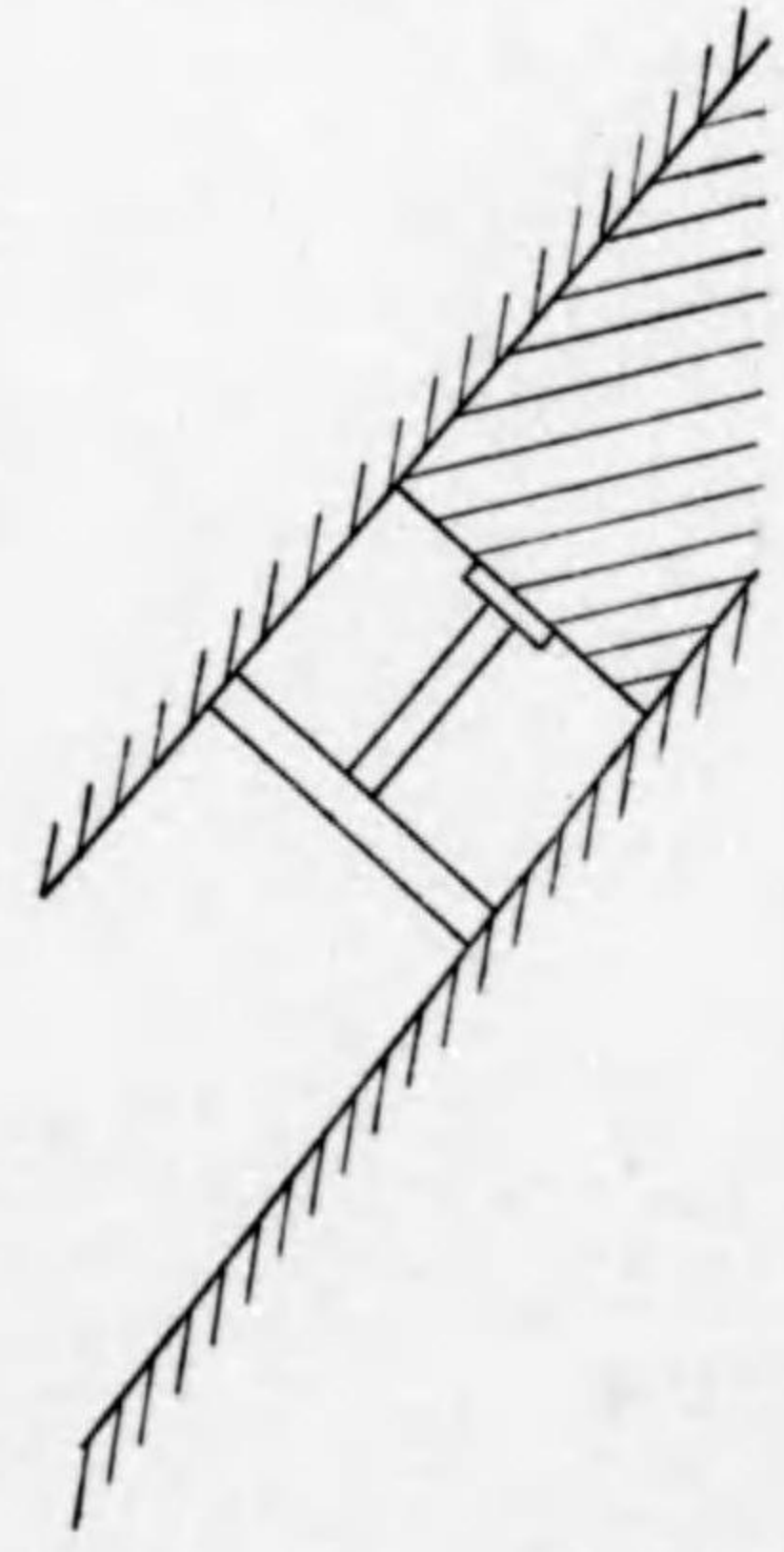
リシケージ探鑛法を用ふるを可とすべく、中央部に於ては水平探鑛法を用ひ採掘幅を限定して十尺以下となし採掘跡の鑛立を設置することなく充填を急ぎ落磐の減少に努む、若し鑛立十二尺以上に及び兩磐脆弱なる場合は二段採掘を施行す、此の方法は先づ下磐側を六尺乃至十尺採掘し上位坑道準まで進む、採掘跡は一旦充填したる後上磐側を採掘す、下磐側の採掘は上磐に鑛石を残すを以て落磐の憂渺なく採掘容易にして危険渺し、上磐側に残存せる鑛石の採掘に於て



も鑛立小なるため假令上磐脆弱なりと雖も鑛立全部を一時に採掘するに比すれば危険鮮小なり、唯だ下磐側採掘跡に充填せる素石が鑛石に混ざる恐れあれども、充填の際上圖の如く上磐鑛石に接する部分に小石を以て石積俗に鱗と稱すを施し充填後上磐の鑛石を採掘する時に素石の混ざる恐れ無からしむるを以て極めて安全なる採掘法なり。

西部に於ては水平、上向の兩法を適當に採用す、當山に於ける落磐中最も怖るべきは鑛脈肥大せる鑛立の倒壊にして往々數十尺に亘ることあり、之れが防止に就ては現場係員の最も苦心する所にして浮石除去に努むるは勿論なれど一層安全を期する爲め鑛立面に沿ひ支柱をなし必要なる部分は之に直角に支木付枕木を施して堅

固に支持すること次圖の如し。



採鑛法として特に考慮を要するは發破の方法にして残留せる火薬に綫當て不慮の災害を蒙ること無しとせず、故に近時孔數多き銀切業場は二回に分ちて發破を行ふ方法を試みつゝあるが、行程増進と相俟ち成績良好なり。

斯くの如く坑内業場に於ける採鑛法としては適法を適所に應用して落磐を防止し、之れより來る危害を減少するに努め居るも、又一方作業上の制度宜しきを得且つ鑛夫全體が細心の注意と緊張とを以て作業に従事するに非れば蓋し效果無きを慮り、發破に従事する坑夫と運搬其他に従事する鑛夫との入坑時間に二時間の差を與へ、二時間遅れて入坑したる坑夫は一般鑛夫の退坑後發破を行ひ、然る後浮石除去を完全になし、次番入坑の一般鑛夫に災害の及ぶことなきを期す、然れ共作業場の變化は一時も休止することなく磐壓頻りに至る業場の如き、浮石發生多き個所は特に係員は支柱夫坑夫を引率して一般鑛夫より一時間早く入坑し各業場を巡回し保安に努むる外八の日を保安日と定め坑内全般に亘りて保安を勵行し、或は災害豫防獎勵金給與制度を設け安全なる採鑛法と相俟ち落磐其他より來たる危害の豫防に努む。

昭和四年九月廿七日印刷
 昭和四年九月三十日發行

東京市京橋區木挽町九丁目二十九番地
 商工省地質調査所内

日本鑛山協會
 振替口座東京七八〇七八番

竹 永 喜 一

東京市京橋區岡崎町二丁目三十番地

石 井 精 一 郎

東京市京橋區岡崎町二丁目三十番地

安 信 舍 印 刷 所



圖其資料するは地質調査所より

89
322

終