

第 8 章 付属設備および周辺施設 の検討と計画

新加坡国立大学 NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE

第8章 付属設備および周辺施設の検討と計画

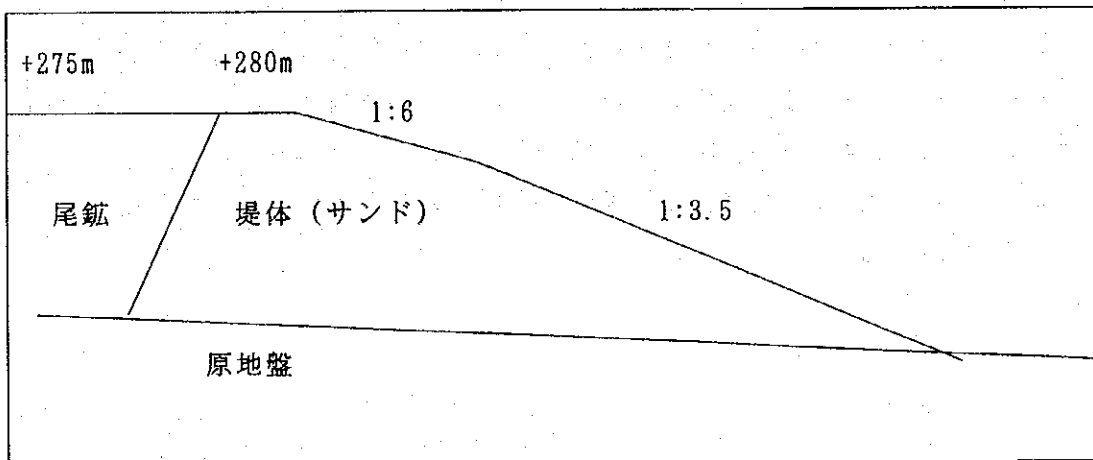
8-1 4号廃滓堆積場の安定性検討

4号尾鉱庫（廃滓堆積場）は、尾鉱の堆積場として設計されている。今回の廃水処理計画では、新たに中和澱物を尾鉱と共に堆積する為、堆積場の安定性に与える影響を検討する。

なお安定解析に使用する土質定数、浸潤水位等は、推定値によるものが多く、今後、詳細な調査、試験を実施し、現状に即した安定解析を行う必要がある。

・地盤構成

本堆積場はサイクロン分級による分離堆積を行っており、検討地盤はアンダーフロー（サンド）を材料とした堤体部分と、オーバーフロー（尾鉱）の堆積部、及び原地盤から構成される。（図 8-1-1）



以下、日本国内の類似の堆積場を参考にして検討した。

・解析結果

解析結果は次表に示すとおりである。

	スライムの密度 γ_t (g/cm^3)	最小安全率
中和澱物の堆積がない場合	1.89	1.88
中和澱物が堆積する場合	2.35	1.87

・考察

地震動による液状化については、堤体部における浸潤水位が地表面より 40m以上下方にあるので、液状化の発生はないものと判断した。

解析結果はどちらも日本国内における規準安全率 1.2を上回った。また、中和澱物の堆積による差異はみられなかった。（これは、最小安全率を与えるすべり面が尾鉾堆積部をほとんど通らない為、中和澱物の堆積による尾鉾の密度差が安定計算に影響を及ぼさなかったことによる。）

しかしながら、今回の解析においては、使用した物性値の多くが推定値であり、あくまでも概念検討の枠を超えていないことに留意しなければならない。

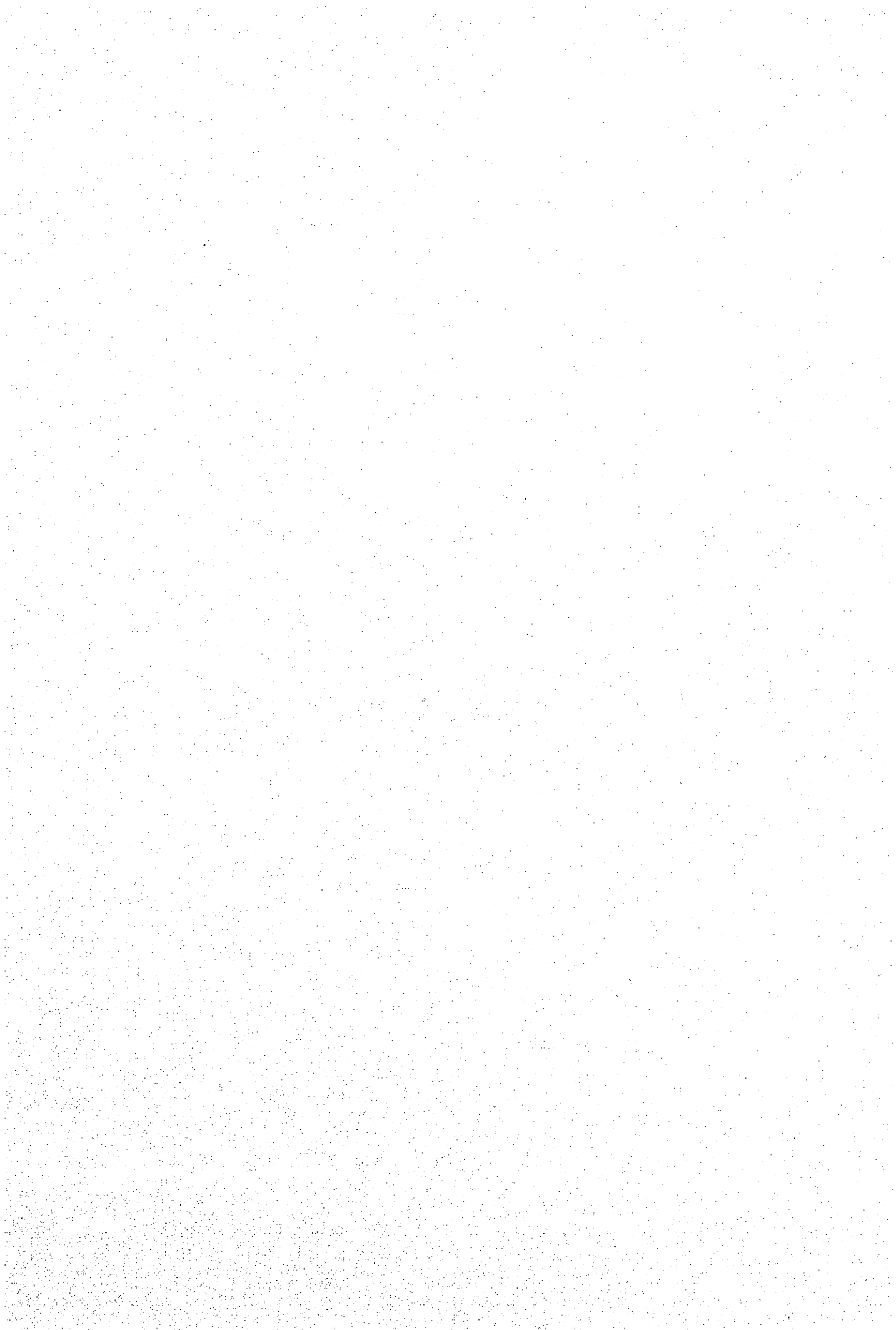
今後の詳細検討では、規模を考慮し、二次元動的有限要素法による解析検討が必要と思われる、必要な調査、試験を早期に実施する必要がある。

また、中和澱物の堆積が、堆積場の安定に与える影響についても今後、十分な調査が必要である。

8-2 酸性廃水貯水計画

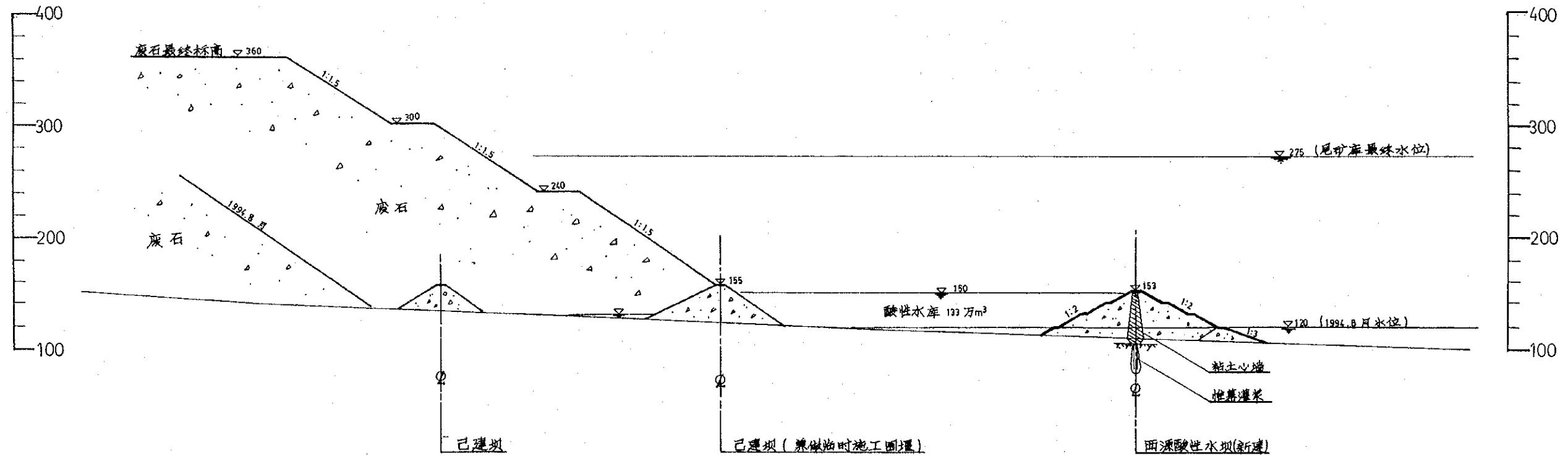
(1) 西源酸性水貯留ダム

西源廃石場からの浸透水（酸性水）を貯水するダムを設ける。このダムは降雨強度による酸性廃水の流量変動を均等化して、廃水処理設備容量の適正化を図るためのものであり、必要な貯水能力は第4章、4-2の検討結果により、133万 m^3 である。堰堤の建設位置は、廃石場の計画が2つの沢に跨っているため、沢の合流位置直下流の峡谷とする。必要な貯水容量を得られるダムの常時満水位を計算した結果、海拔150mであり、これに越流水深（2mと想定）と余裕高1mを加え、堰堤の高さを海拔153mとした。

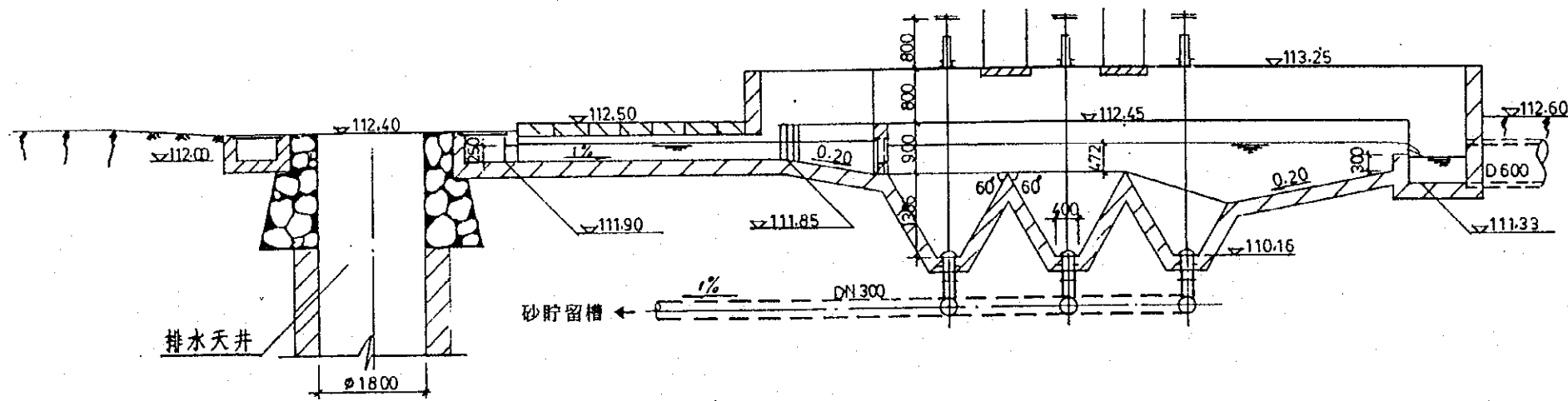


西源酸性水大坝设置计划纵剖面

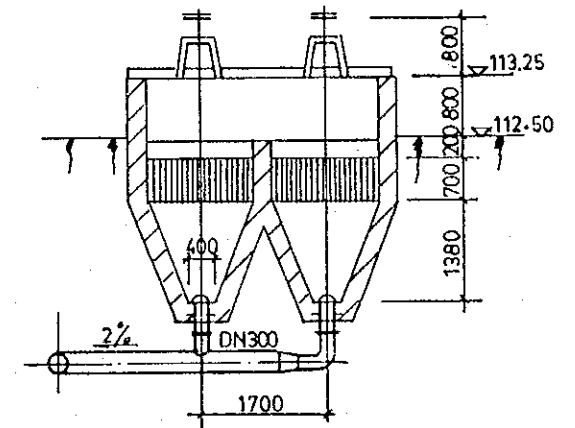
1/2000



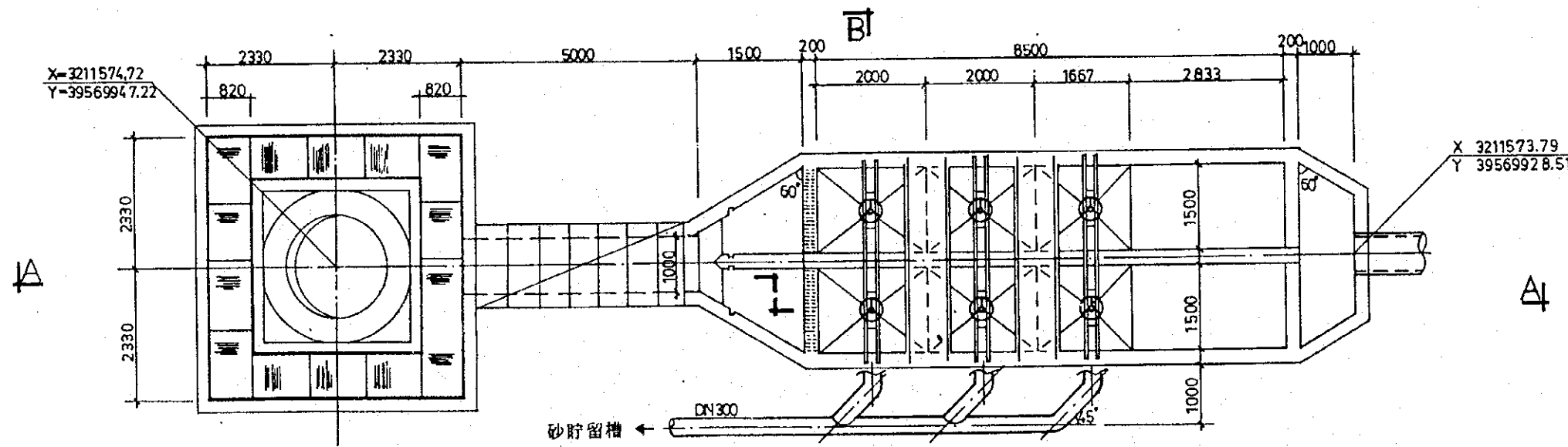
概图	PJ名称	德興銅鉞山鉞廢水處理計劃調查
設計	圖面名称	西源酸性水貯留ダム
製圖		断面図
尺度	図面番号	德興一ダム・土建-014
1/2000		
作成日	年月日	



A-A 剖面图

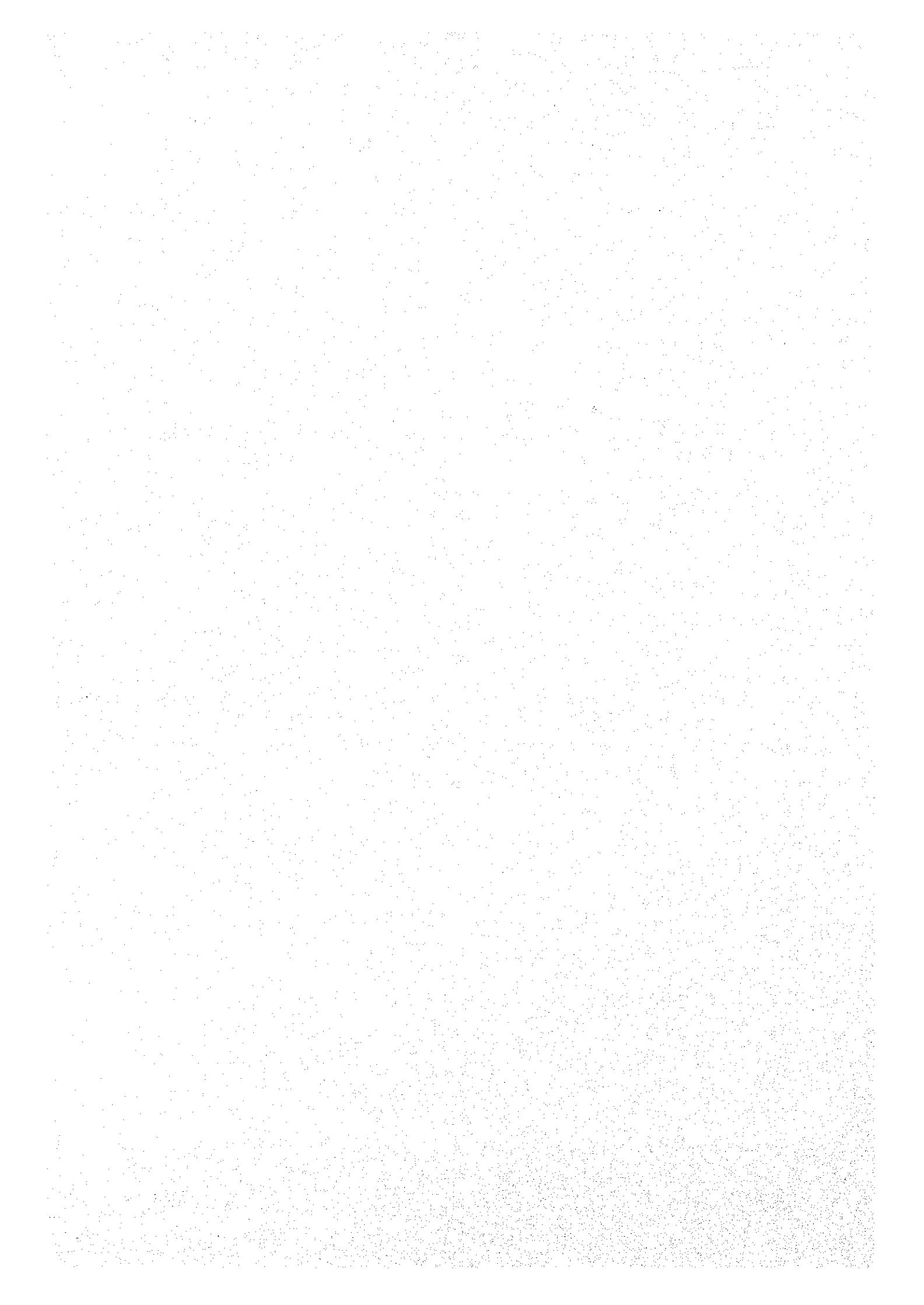


B-B 剖面图



平面图

檢図	P J 名称 徳興銅鉞山鉞廃水処理計画調査
設計	図面名称 露天掘り排水用沈砂池
製図	設計図
尺度	図面番号 徳興一ダム・土建一〇一六
作成日	年 月 日



ダム型式は、規模を考慮し、中心遮水ゾーン型フィルダムとした。

なお、詳細設計に当たっては、地盤及び堤体材料の強度、圧密特性、透水性等について詳細な調査、試験を実施し、堤体断面、透水対策を決定する必要がある。

西源酸性水貯留ダム 断面図 ----- 徳興一ダム・土建一014

(2) 露天掘り廃水用沈砂池

露天採掘廃水には多量の土砂が混入しており、流送設備、廃水処理設備の摩耗防止、および沈澱防止のため、沈砂池を設置する。

沈砂池の設置場所としては、露天採掘範囲外であること、及び沈砂処理後の排水が自然落差で祝家廃水ルートに接続できることを考慮し、西部破碎場の東側、大場川川岸に設置する。

排砂設備としては、砂だまり下部に排砂弁を取り付け、定期的に排出する。排出した土砂は、廃石場に運搬し堆積する。

なお、沈砂池の設計は、日本下水道協会「下水道施設設計指針」を参考とした。

本設備は文字どおり沈砂池であり、沈砂設備としては有効であるが、貯水容量はない。降雨時には余剰水が溢れる場合もあるが、数年を経ずして露天採掘場ピット底は自然河川のレベルより下がることになり、直ちに大容量のダムを建設する必然性に乏しい。

露天掘り排水用沈砂池 設計図 ----- 徳興一ダム・土建一016

8-3 送水ルート計画

祝家ダム、西源ダム、および露天掘り採掘場それぞれから、新規廃水処理場まで酸性廃水を送水する必要がある。

ルートとしては、新規廃水処理場から最も遠距離にある祝家ダムを起点として、1号廃滓堆積場、2号廃滓堆積場および4号廃滓堆積場堰堤下流側を迂回し、新規廃水処理場に至る全長約13kmのルート为主线とし、露天掘り採掘場からの送水と西源ダムからの送水が合流する形式とする。メインルートは途中で中継ポンプステーションを2ヶ所設置し、自然流送とポンプ揚水を繰り返しながら新規廃水処理場まで達する。なお、山越えとなる箇所は、適宜隧道を掘削しショートパスさ

せる。

送水概要図 ----- 徳興ダム・土建-017

露天掘り採掘場からの廃水は沈砂池で土砂を除去した後、大塙川に沿った流送樋で自然流送し、祝家廃水隧道出口でメインルートと合流する（全長約1km）。

西源ダムに貯留された酸性廃水は、浮船式ポンプステーションおよび中継ポンプステーションで第3選鉱場サイトまで揚水後、既設の第3選鉱銅精鉱流送用隧道を利用して1号廃滓堆積場付近まで自然流送されメインルートに入る（全長約6km）。

なお、メインルートの約8割程度は、中国側計画に基づき施工済みで、NO. 3ポンプステーションまで完成している。ただし、新規排水処理場の立地は4号東岸と決定したため、ルートとしては4号廃滓堆積場下流の谷部を横断して、東岸の処理場までポンプアップする送水設備を延長しなければならない。また、東岸は西岸に対して、一次分級ステーションのレベルが約60m高い位置（海拔160m→220m）にあるため、NO. 3ポンプステーションの中継ポンプを高揚程ポンプに置き換える必要がある。

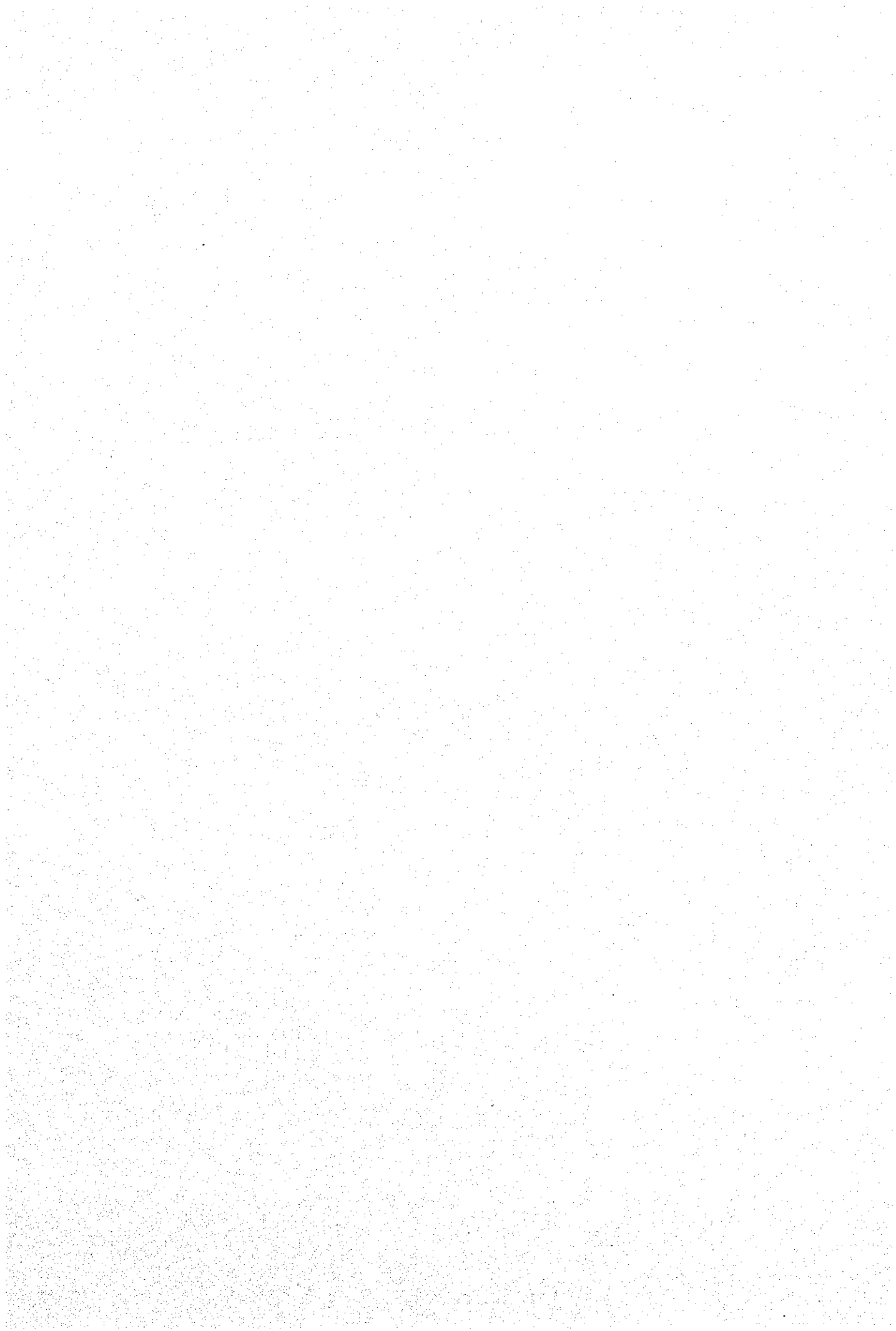
8-4 消石灰施設に関する改善提案

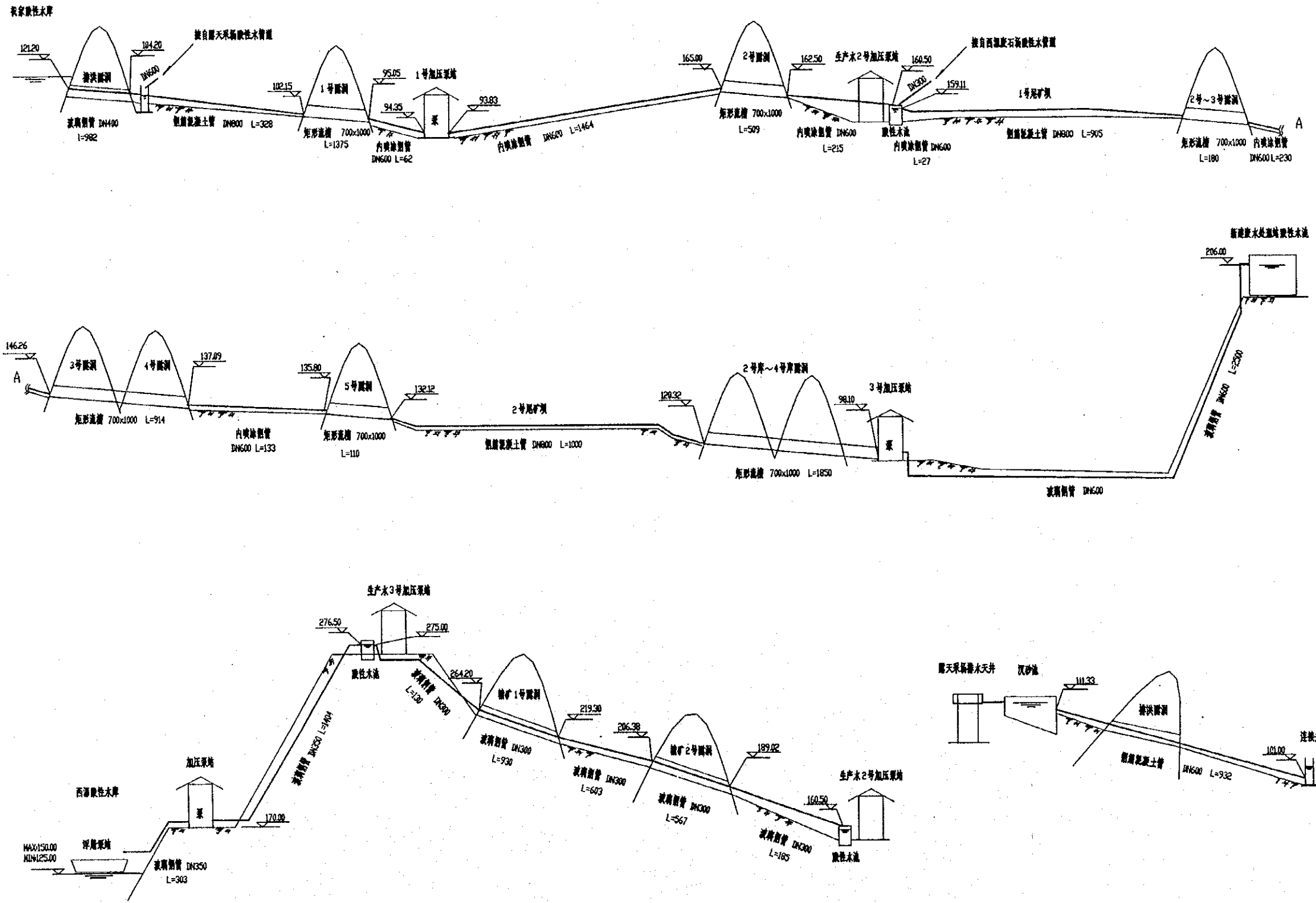
現在、消石灰工場は各選鉱場に付属して三工場あるが、各工場とも消石灰乳の製造工程は同じであり、ボールミルとスパイラル分級機・サイクロンの二段分級設備による閉回路湿式粉碎方式である。（「図 8-4-1 既設消石灰工場フロー」参照）

これらの工場の操業状況、機器仕様を調査するとともに、使用原料の溶解・篩分試験を実施し、各粒度毎の成分分析を行い、この試験の結果に基づき、より品位が高く、濃度、粒度の安定した処理フローについて、二案の改善提案を行った。

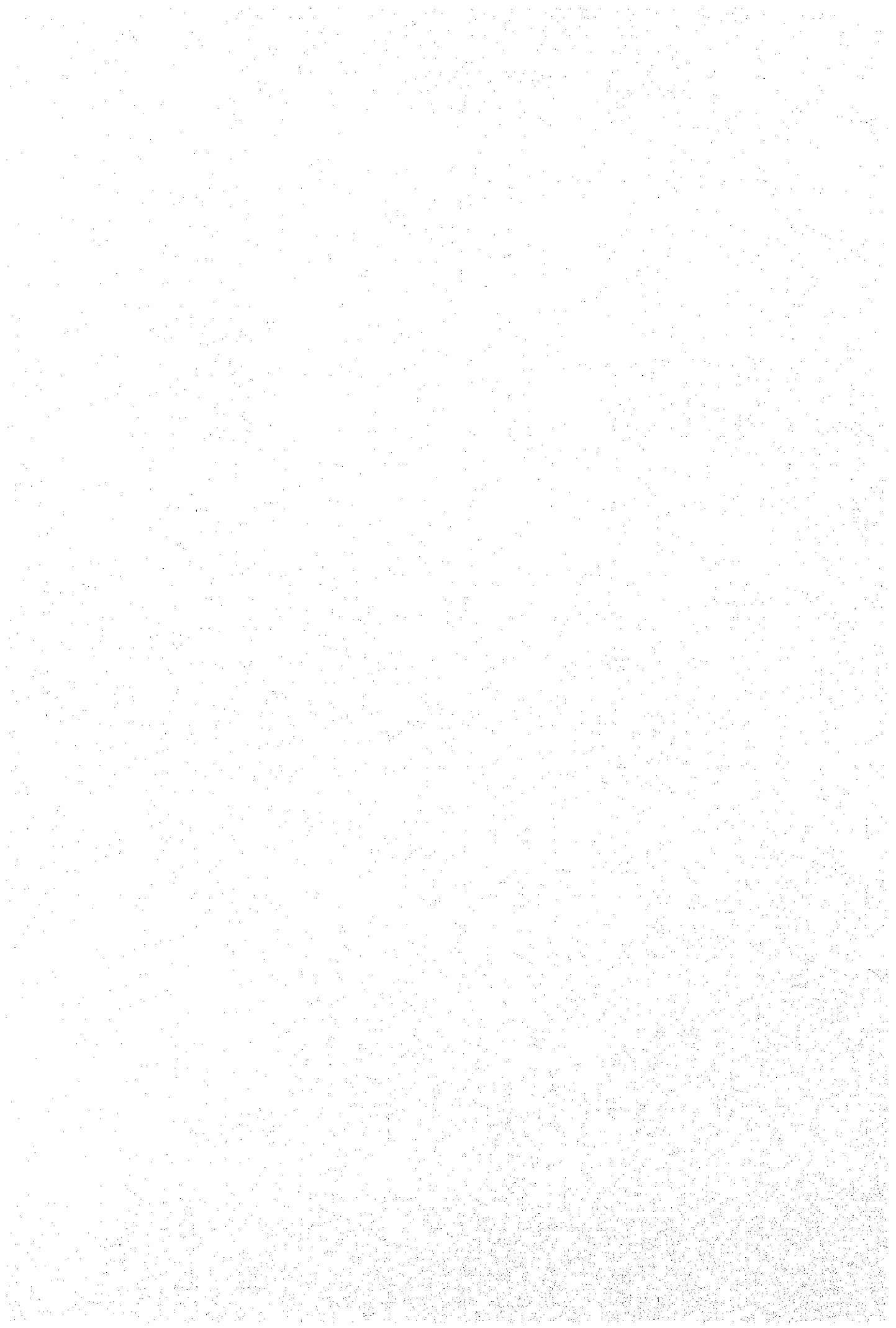
(1) 処理フロー（その1） 「図 8-4-2 消石灰工場改善提案フロー（その1）」

原料生石灰はホッパーに直接受ける。ホッパー下部よりフィーダーで原料を拔出し、スクリーンを通し原料の大きさを一定サイズ以下にする。網上はクラッシャーで破碎し、網下と一緒にする。次に、メリックスーケル付きコンベヤで供給量を測定し、リパルパータンクに投入する。リパルパータンクでは、測定重量に合った水を供給し消石灰乳化を行う。





图名	PJ名称 德興銅鉞山鉞廢水處理計調圖
設計	圖面名称 送水概要圖
製圖	
尺度	圖面番号 德興一ダム・土建一017
作成日	年 月 日



乳化されたリパルパータンク・オーバーフロー分は、スクリーンを通し、消石灰乳として濃度調整タンクに入る。ここで目的の濃度に調整後、廃水処理設備側消石灰乳タンクへポンプにて送る。

スクリーン網下は、リパルパータンク・アンダーフロー分とともに、ボールミルに水とともに入れ、湿式粉碎後スクリーンを通し、その網下は炭酸カルシウム乳として使用し、網上は不純分として廃石とする。

また、工程中、発塵の考えられるホッパー投入口、抜き出しフィーダー出口、スクリーン、クラッシャー部は、フード等により囲み集塵を行い、ダスト分は洗浄塔で水洗する。洗浄水はリパルパータンク用水として使用する。

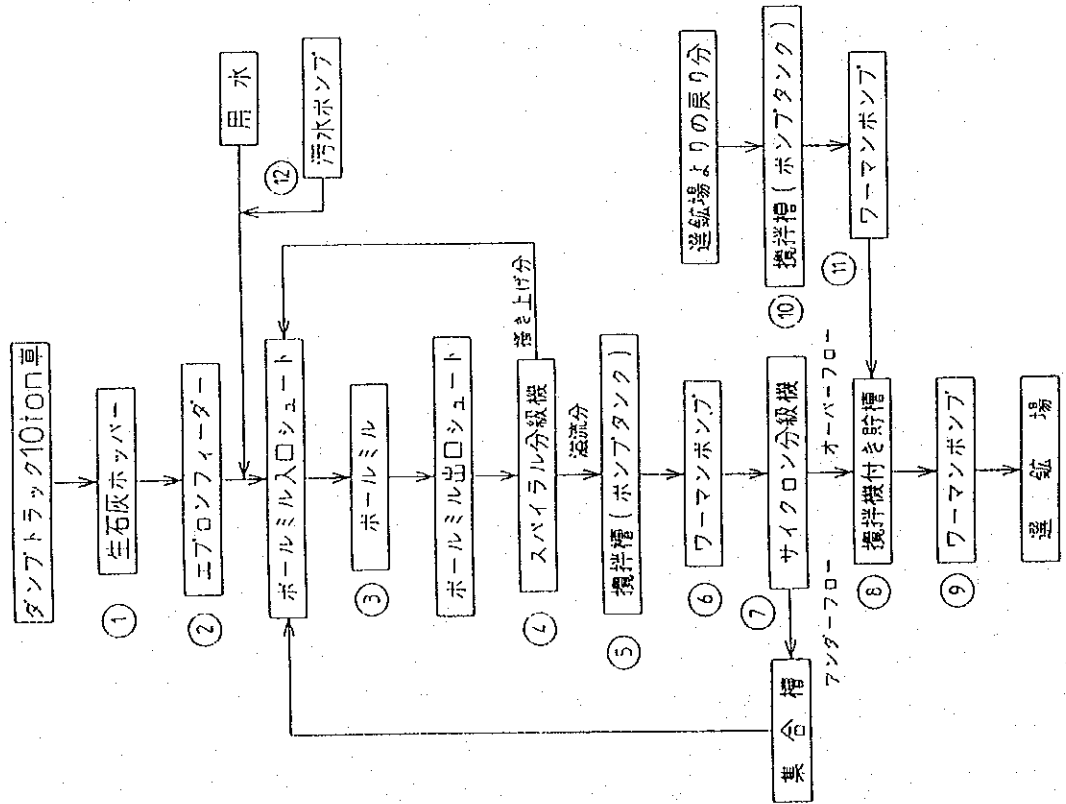
(2) 処理フロー（その2） 「図 8-4-3 消石灰工場改善提案フロー（その2）」

建設コストの節減を目的として、リパルパー後の乳の粗粒分（ $1\text{mm} \gg 150\mu\text{m}$ ）をそのまま炭酸カルシウム乳として使用する。このため、スクリーンを二段としてボールミルを省略し、 1mm 以上のサイズは廃石とし、中間産物は炭酸カルシウム、網下（ $15.0\mu\text{m}$ ）を消石灰乳として使用するものである。

図 8-4-1

既設消石灰工場フロー

第2消石灰工場フロー



第3消石灰工場フロー (2系列)

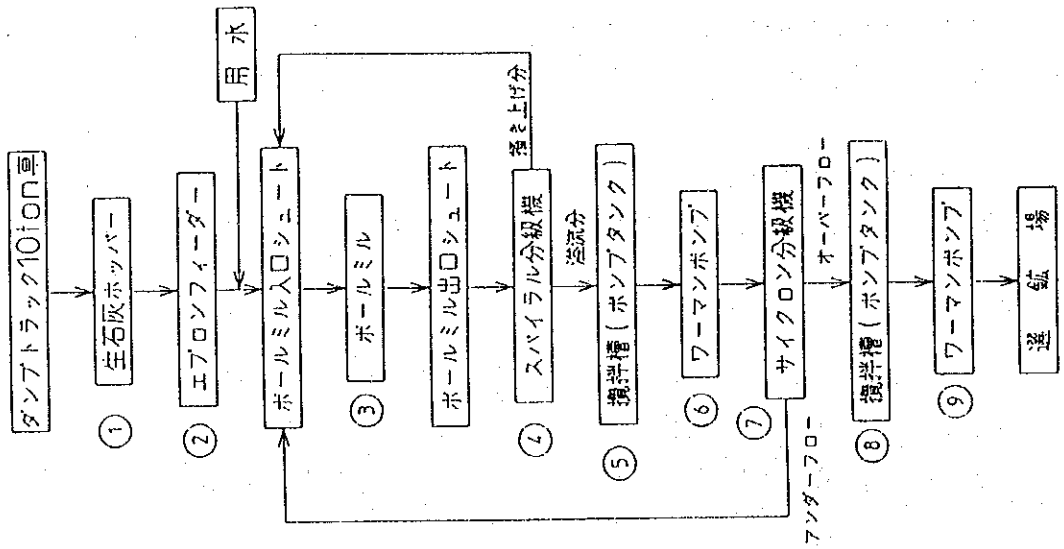


図 8-4-2 消石灰工場改善提案フロー(その1)

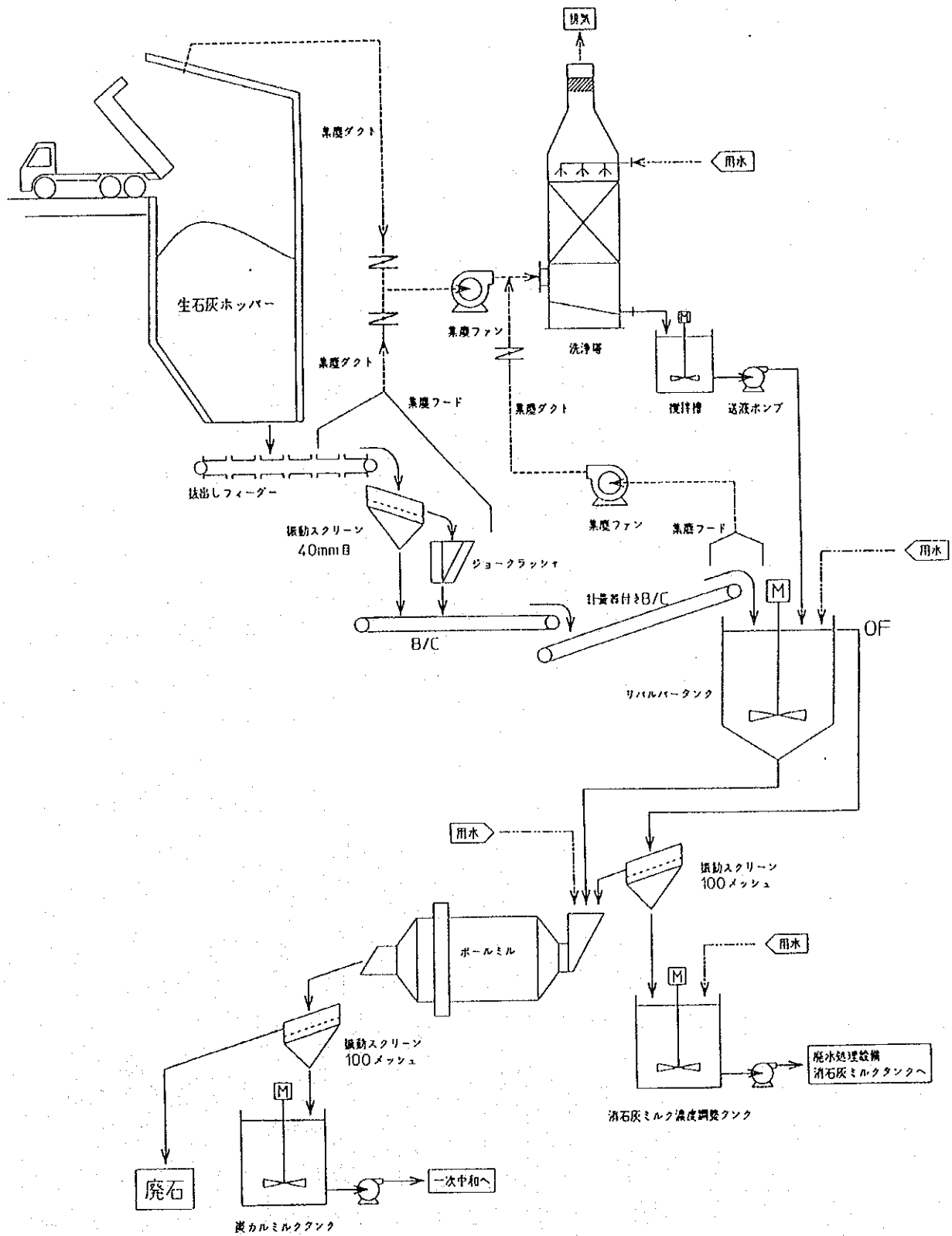
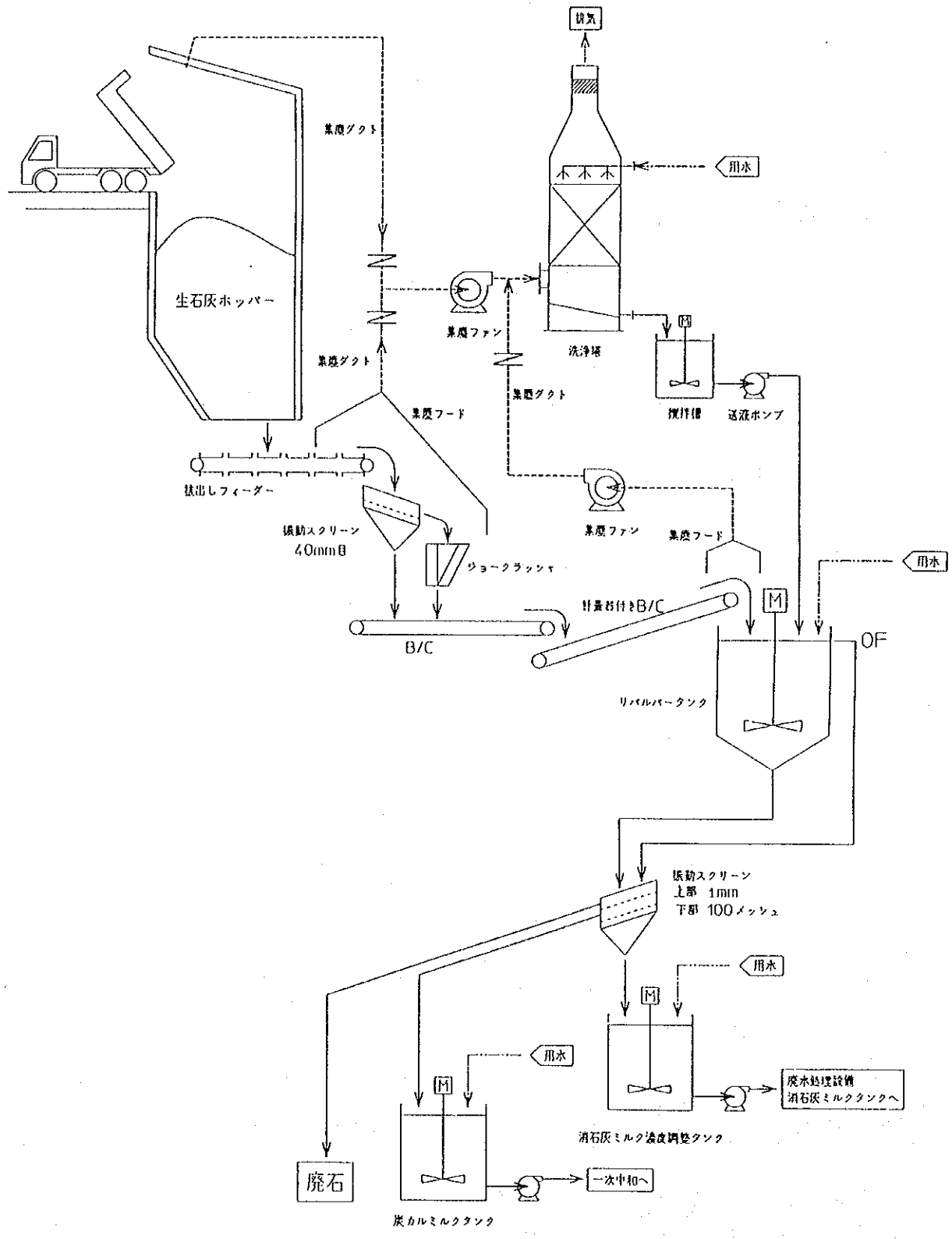


図 8-4-3 消石灰工場改善提案フロー (その2)



第 9 章 環境モニタリング計画

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101

LECTURE NOTES

BY [Name]

DATE [Date]

CHAPTER 1

THE PHILOSOPHY OF

SCIENCE

1.1 THE SCIENTIFIC METHOD

1.2 THE SCIENTIFIC METHOD

1.3 THE SCIENTIFIC METHOD

1.4 THE SCIENTIFIC METHOD

1.5 THE SCIENTIFIC METHOD

1.6 THE SCIENTIFIC METHOD

1.7 THE SCIENTIFIC METHOD

1.8 THE SCIENTIFIC METHOD

1.9 THE SCIENTIFIC METHOD

1.10 THE SCIENTIFIC METHOD

1.11 THE SCIENTIFIC METHOD

1.12 THE SCIENTIFIC METHOD

1.13 THE SCIENTIFIC METHOD

1.14 THE SCIENTIFIC METHOD

第9章 環境モニタリング計画

9-1 環境モニタリング計画

徳興周辺は汚染の歴史が永く、しかも鉱山以外にも汚染源が存在するため、バックグラウンド値の把握は困難であるが、本調査の中で行うモニタリングには処理設備の効果の確認と将来の汚染の改善予測のため基礎データを収集する二つの目的がある。

この目的のために、水質調査を実施しその結果から次の4カ所を常時監視地点としてモニタリング地点に選定した。

即ち、大塙川水系では鉱山区域上流側の地点と張家橋の2箇所、楽安川水系では浮溪口、中州の2箇所の合計4箇所である。また、楽案川に直接排水している、2号および4号廃滓堆積場の溢流排水口でも常時測定（少なくともpH値）をする必要がある。

モニタリングには、当然ながら環境保護のために鉱山廃水に直接関係しない一般的な生活項目も測定をすること、できるだけ多く測定点で長期間にわたり測定することが普通である。また、廃水だけでなく底質物およびその溶出成分も測定する必要がある。

上記の4ヶ所のモニタリング地点では、一般に下記の内容をモニタリングすることを提言する。

(a) 常時監視項目

pH、温度、濁度、導電率、溶存酸素

(b) 日または週平均試料測定項目

銅、鉛、亜鉛、総鉄、溶解性鉄、SS、硫酸根

(c) 月一回測定項目

総砒素、総カドミウム、総クロム、総水銀、総ニッケル、総硫黄、COD

(d) 年四回測定項目

溶解性マンガン、六価クロム、塩素、フッ素、セレン

(e) 年一回測定項目

シアン、アルキル水銀、有機リン、ノルマルヘキサン抽出物質（油分）、フェノール類、大腸菌群数、有機塩素類

(f) 底質測定項目（年二回）

底質の測定では直接底質を分析する他に底質の溶出試験分析も実施する必要がある。分析項目としては下記の項目とする。

銅、鉛、亜鉛、総鉄、総砒素、総カドミウム、総クロム、総水銀、総ニッケル、総硫黄、総マンガン

中国には部外者には理解できない問題もあるが、近い将来に日本と同じ排出口での規制へ移行が予想されるので、水路の整備統合等により清濁分離を実施し、かつ生産現場に対する環境管理意識の強化をはかる必要がある。（既に、徳興鉱山においては現在複雑に錯綜している排水路を一本に統合する計画がある）日本側は常時監視方式および日平均試料のモニタリングを提案するが、実施上は徳興鉱山の分析設備に限界もあり、地方人民政府、研究機関等の協力が必要であろう。

第10章 代替案と将来計画への提言

青島市公共圖書館藏書

第10章 代替案と将来計画への提言

10-1 代替案との比較検討

既に、中国側でパイロット・プラント規模の一段中和試験を行っているので、ここでは、一段中和法を代替案として、二段中和法との比較検討を行うこととする。

一段中和法は、酸性廃水と尾鉱溢流を自然落差を利用して両者を混合し、尾鉱庫に放流しながらpH9に中和し、堆積する処理法である。

従って、動力を殆ど使用せず、中和処理設備も極めて単純であり、建設費の安い処理法ということが出来る。

しかし、中国側の試験結果から、一段中和では、尾鉱溢流のpHと混合比の関係は、「図 10-1-2 尾鉱溢流pHと混合比」に示す通りである。一方、尾鉱溢流の調査結果から、溢流のpHは平均11.97であるから、この場合の混合比は図から約12となる。さらに酸性廃水の発生量に対する尾鉱溢流全量の比率は、2003年、豊水年のケースでは混合比が平均7であり、混合比で約5だけ不足することになる。

二段中和では、混合比7で中和pHは9となり、溢流は不足しない。両法を比較すれば、「表 10-1-1 代替案との比較表」に示す通りである。

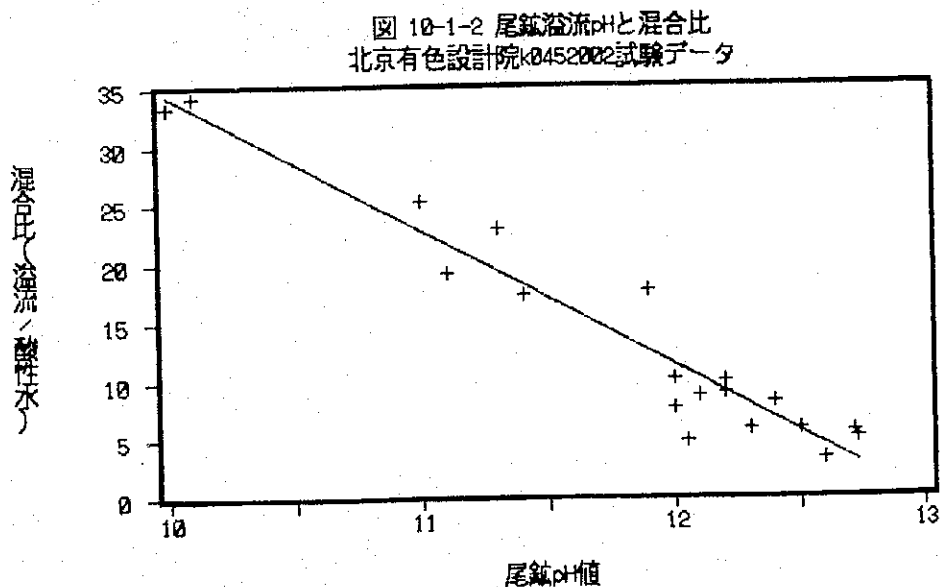


表 10-1-1 代替案との比較表

項 目		二段中和法	代替案 (一段中和法)
処理法の概要		<p>酸性廃水と第三選鉱尾鉱溢流をほぼ 1:1 の割合で pH4 に保ち、30 分強制攪拌する (一次中和)。余剰の溢流は更に自然落差を利用して混合し、堆積場に放流するが、この時、第一、二選鉱尾鉱溢流と混合放流し、pH9 にする (二次中和)。バランス上溢流量は不足しない。</p> <p>(混合比 = 溢流量 / 酸性水量 = 7)</p>	<p>酸性廃水と選鉱尾鉱溢流を混合して、一気に pH9 に中和する。混合方法としては、自然落差を利用して乱流をつくり、そのまま、堆積場に混合放流堆積する。バランス上、溢流が不足するので、その分は消石灰を補充する。</p> <p>(混合比 = 溢流量 / 酸性水量 = 12)</p>
設備投資		一次中和装置を余分に必要とする。	<p>隔板混合槽が主要設備となる。</p> <p>消石灰工場を必要とする。</p>
操業費	電力	<p>一次中和槽での攪拌用動力、及び槽下底抜き出し繰り返し用ポンプ動力を必要とする。</p> <p>2003年、豊水年で、14400kWh/日</p>	消石灰工場用の電力以外は電力を必要としない。
	中和剤	<p>溢流中の炭酸カルシウムを利用するので、酸性水と溢流の量比は 7 でバランスし pH9 になる。従って、溢流だけで中和できる。</p>	<p>溢流中の消石灰だけしか利用できないので、不足分を補充する必要がある。</p> <p>2003年、豊水年、リーング銅、2000t/年の補充生石灰量は、171t/日 (純度70%)</p>
将来性及び対応性		<p>酸性廃水の酸性度が強くなった場合や、溢流のアルカリ度が低下した場合でも、炭酸カルシウムの反応率が上がる可能性があるため、水質変動に対し対応性がある。</p>	<p>酸性廃水の水質が悪化したり、尾鉱溢流中の消石灰分が不足した場合は、消石灰を増やす必要がある。</p>

10-2 覆土・植栽及び清水と濁水との分離

10-2-1 廃滓堆積場の覆土・植栽

徳鉱銅鉱山では、1965年に1号廃滓堆積場の初期ダム築造、堆積が開始され、1986年に堆積を終了している。また、現在使用中の2号廃滓堆積場は、1984年初期ダムを築造、2005年には堆積を終了する予定である。これらの廃滓堆積場は内盛式堆積場で、堤体下流法面は、覆土（約50cm）が実施されて、周囲から種子（割芒草他）が飛来し、徐々にではあるが自然緑化が進んでいる。しかし、放置されている堆積部には降雨の度に水溜まりができ、自然緑化も進んでいない。

堆積終了後の廃滓堆積場は、速やかに覆土植生工および表面水排水溝工事を施し、雨水による堆積物の洗掘・流出の防止、風による堆積物の飛散防止、並びに、浸透水の減少を図り、地山化を促進することが望ましい。そのまま放置すれば、洗掘・流出が繰り返され浸透水の増加と相俟って、やがてはダムの決壊事故を引き起こす危険がある。

1、2号廃滓堆積場覆土・植栽計画図 ----- 徳興-ダム・土建-019

10-2-2 廃石場の覆土・植栽

第3章3-3-2に述べた通り、西源、楊桃場、祝家等主要な廃石場以外にも、往時の坑内堀の廃石を含め、大小幾つかの廃石場が点在している。沢水は、これらの廃石場を通過すると酸性に変化し、重金属を溶解して流下する。したがって、雨水、沢水をこれら廃石に触れることなく、河川まで導いてやれば、酸性水量を減少させるのみならず、河川の浄化にも大きく寄与できる筈である。

しかし、現状のまま山腹水路等によって沢水（清水）を分離しようとするれば、そのための水路の総延長は莫大なものとなる。そこで、各廃石場の整地、覆土、植栽を進めることによって清水の集水系統を単純化し、かつ、廃石場への浸透水の減少によって酸性水の発生を抑制することが可能になる。その一例として、楊桃場廃石場について検討した。

楊桃場廃石場覆土・植栽計画図 ----- 徳興-ダム・土建-020

10年以上の計画でもよいが、この様な工事を大小の廃石場に施工し、清水と緑の復元に努力されることを希望する。

10-3 基本設計または詳細設計への助言

二段中和プロセスは、日本で柵原鉱山の廃水処理の例にもあるように、実績のある処理プロセスであるが、徳興鉱山の場合は、中和剤として選鉱廃さいを利用するとともに、尾鉱中の消石灰分だけでなく、元鉱由来の炭酸カルシウムを利用することを特徴としており、この様なプロセスは世界的に例がない。しかも、今回の概念設計の基礎とした連続試験の規模は、せいぜい、500ml/分程度の試験であり、実操業規模の10万分の1である。

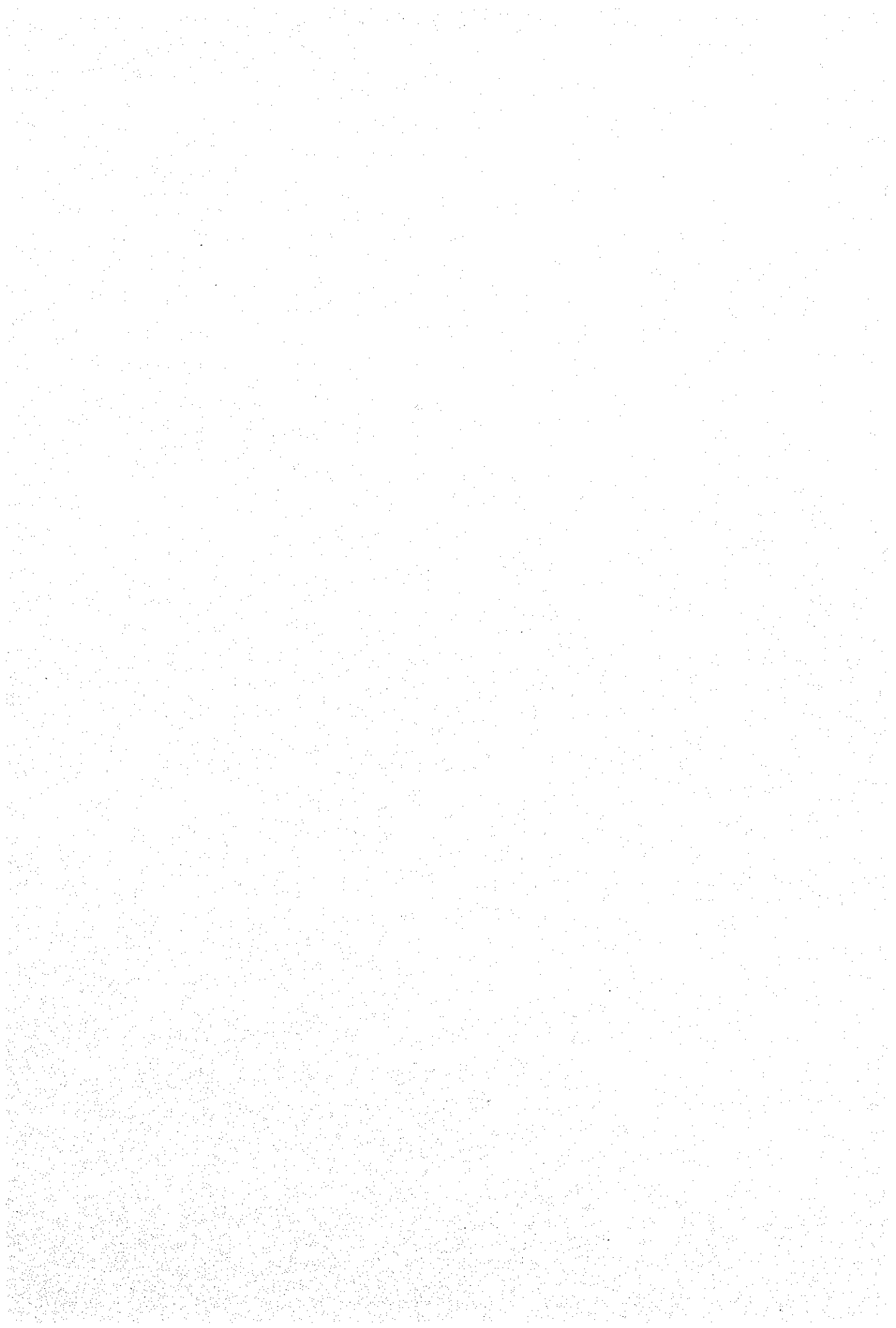
従って、基本および詳細設計に当たっては、パイロットプラント規模の連続試験を行い、設計精度を高める必要がある。

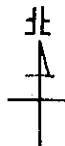
特に、尾鉱溢流を大量に使用することから、攪拌用空気量と沈降性との関係を精査すれば、もっと空気量を節減できる可能性がある。

また、一次中和の反応時間も確認する必要がある。

本調査の経験から、中国側から提示され、概念設計の基礎となっている設計諸元値が、時間が経過すると、生産計画の変更等の情勢の変化もあって、修正を必要とすることも考えられる。また、調査団の現地調査が短期間に限られ、例えば、冬季の実績データが不足していることも危惧される。これらに対応するため、今後は徳興鉱山自体の調査能力を充実し、実態に合ったデータを収集蓄積し、基本または詳細設計に活用する必要がある。

今度の概念設計では、廃水処理の管理技術の中心となる計装に相当重点を置いてあるが、計装設備の運用については操業担当者の経験が重要である。設備面の充実（性能、耐久性に信頼のおける計装設備を設置する）とともに、設備操作、運用技術の習得も欠かせない。事前の教育が必要であり、このためにもパイロットプラント試験は絶好の機会を提供すると考えられる。





1、2号尾矿库平面图

1/10000

39570

39571

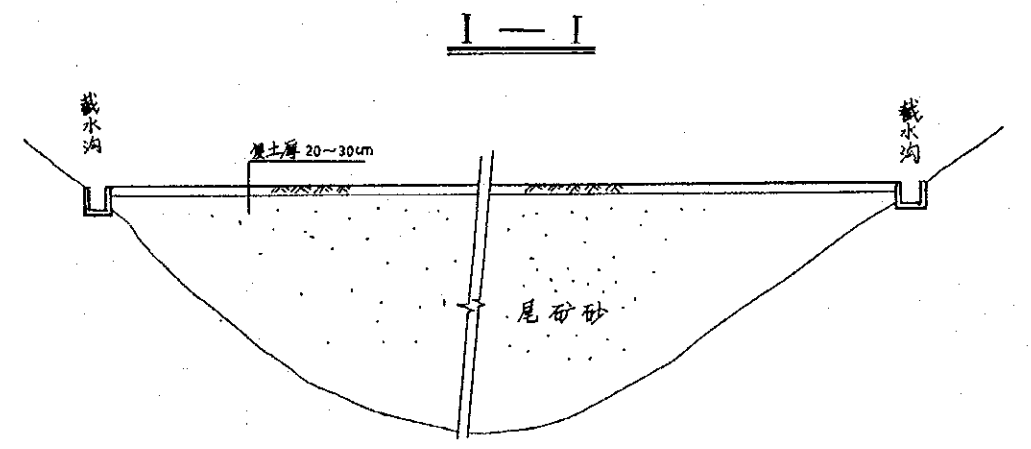
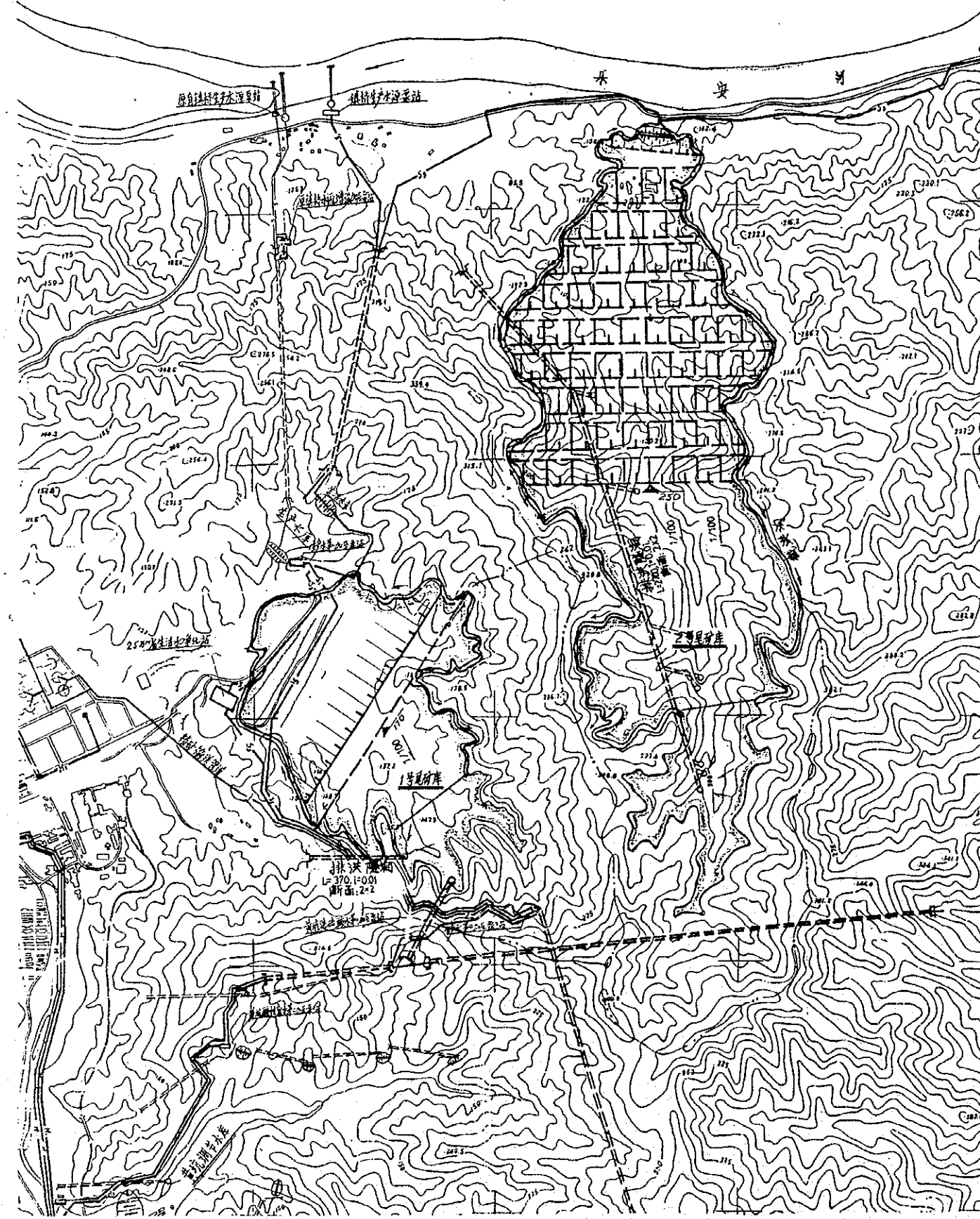
39572

3217

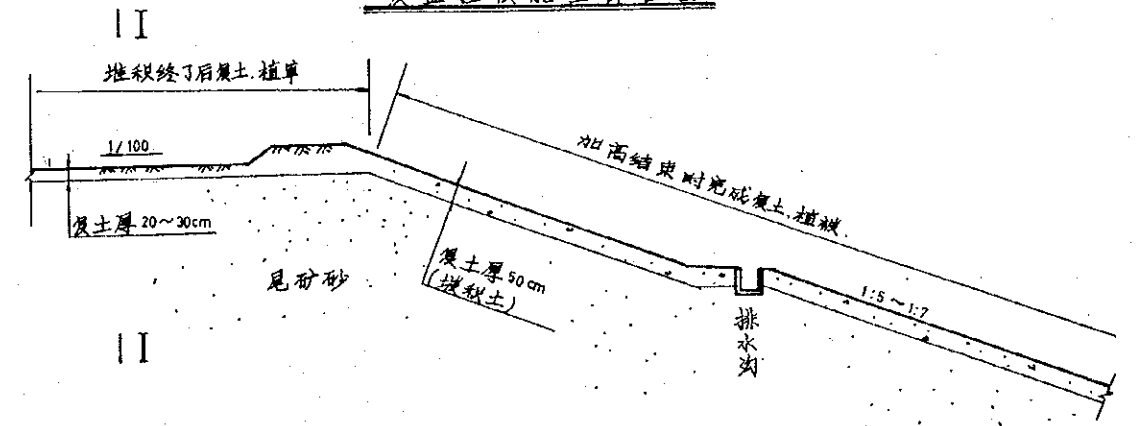
3216

3215

3214



复盖植被施工标准图



图名	PJ名称 德興銅鉞山鉞废水处理計画調査
设计	图面名称 1、2号尾矿库覆土・植栽計画図
制图	
尺度	图面番号 德興一ダム・土建一019
作成日	年 月 日

北

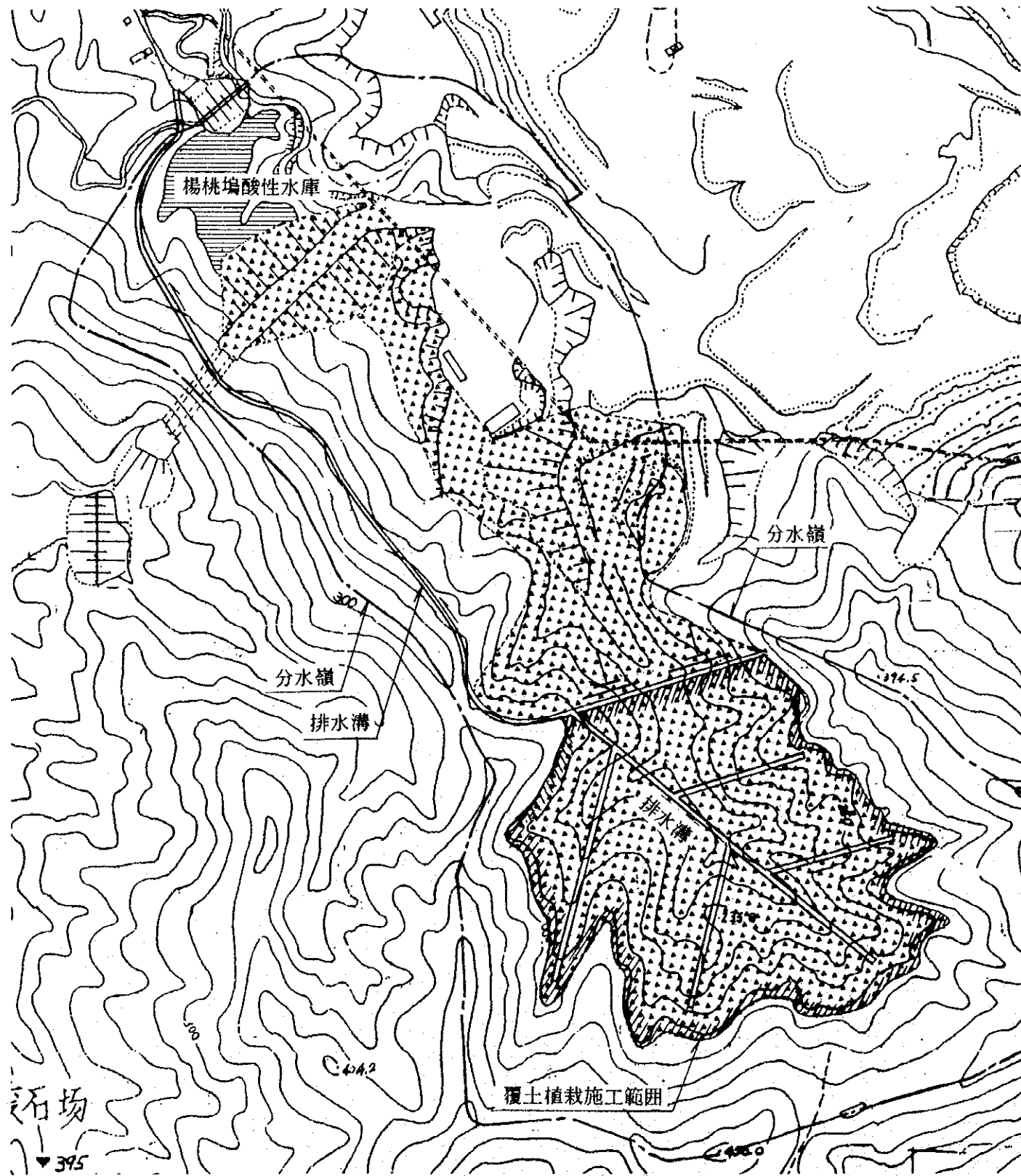
39570

39571

3211

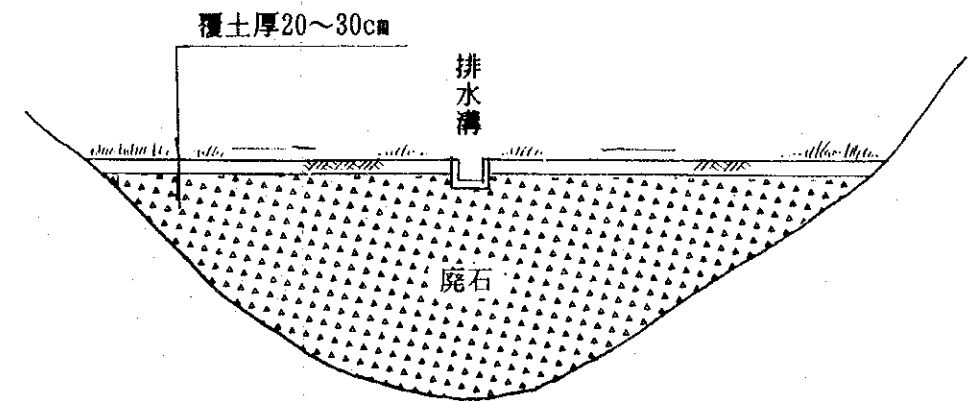
3210

3209

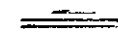


楊桃塢廢石場平面圖 S=1/10,000

覆土植栽施工標準圖



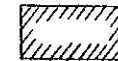
凡例



排水溝



廢石



覆土植栽施工範圍

繪圖	PJ名称	德興銅鉞山鉞廢水處理計畫調查
設計	圖面名称	楊桃塢廢石場
製圖		覆土植栽計畫圖
尺度	圖面番号	德興一ダム・土建一020
作成日	年 月 日	

第11章 経済性の検討

第 1 1 章 経 済 性 の 検 討

1 1 - 1 建設費用

廃水処理場建設に係わる総投資額は9,953万元である（表11-2-1）。この内施設の範囲内に相当する投資額は5,101万元、範囲外の投資額は4,852万元である（消石灰工場は含まず）。

表 11-2-1 総投資額

（金額単位：万元）

摘 要	範囲内	範囲外	合 計
直 接 費			
工 事 費	1,765.12	2,791.80	4,556.92
設 備 費	1,444.68	239.14	1,683.82
据 付 費	85.12	70.95	156.07
小 計	3,294.92	3,101.89	6,396.81
その他費用			
間 接 費	370.68	348.96	719.64
予 備 費	549.84	517.63	1,067.47
同(価格アップ)	277.47	339.07	616.54
建 中 金 利	568.33	544.89	1,113.22
小 計	1,766.32	1,750.55	3,516.87
建設費合計	5,061.24	4,852.44	9,913.68
環境モニタリング設備費	39.47		39.47
総投資額	5,100.71	4,852.44	9,953.15

また、上記総投資額の内、外貨部分（電気関連設備及び環境モニタリング設備）は 1,007万元で、総投資額の10%を占める。交換レートは元=12円を適用。

1 1 - 2 操業費用

操業費は、2003年・平水年の廃水量 1,215万m³をベースに計算した。年間操業費は 705万元、1 m³ 当たり処理費0.58元である（表11-3-1）。

表 11-3-1 年間操業費

摘 要	数 量	購入単価 (元)	金 額 (万元)	m ³ 当	%	備 考
1. 直接費						
原材料費						
生石灰	4,496t	58/t	26.1	0.02	4	
人件費	31名	6,550/人	20.3	0.02	3	
電力料	4,313kwh	0.31/kwh	133.7	0.11	9	
軽油	97kl	2/l	19.4	0.02	3	
工業用水	157千m ³	0.3/m ³	4.7	-	-	
保全費			71.4	0.06	10	設備費x4%
直接費 計			275.6	0.23	39	
2. 間接費						
福利厚生費			1.6	-	-	524元/人
管理費			10.5	0.01	2	直接費x3.8
減価償却費			417.6	0.34	59	%
間接費 計			429.7	0.35	61	
合 計			705.3	0.58	100	

廃水処理量が変化した場合操業費がどのように変化するかを豊水年、平水年、渇水年別に見ると表11-5-1のようになる。

表 11-5-1 水量と運転費用

摘 要	豊 水 年		平 水 年		渇 水 年	
	1,450万 m ³		1,215万 m ³		1,022万 m ³	
費 用 内 訳	数量	金額	数量	金額	数量	金額
1. 直接費		万元		万元		万元
1) 原材料費						
生石灰 (t)	5,390	31.3	4,496	26.1	3,781	21.9
2) 人件費 (名)	31	20.3	31	20.3	31	20.3
3) 電力料 (千kwh)	5,000	155.0	4,313	133.7	3,475	107.7
4) 軽油 (kl)	115	23.0	97	19.4	82	16.4
5) 工業用水 (千m ³)	194	5.8	157	4.7	133	4.0
6) 保全費		71.4		71.4		71.4
小 計		306.8		275.6		241.7
(元/m ³)		(0.21)		(0.23)		(0.24)
2. 間接費						
1) 福利厚生費		1.6		1.6		1.6
2) 管理費		11.7		10.5		9.2
3) 減価償却費		417.6		417.6		417.6
小 計		430.9		429.7		428.4
(元/m ³)		(0.30)		(0.35)		(0.42)
合 計		737.7		705.3		670.1
(元/m ³)		(0.51)		(0.58)		(0.66)

11-3 経済・財務分析

(1) 経済費用

移転所得である税金と利子を財務費用から控除して国の立場から見た廃水処理施設建設コスト（＝経済費用）を算出すると表11-6-2に示す通り、8,195万元となる。

表 11-6-2 経済費用

(単位：万元)

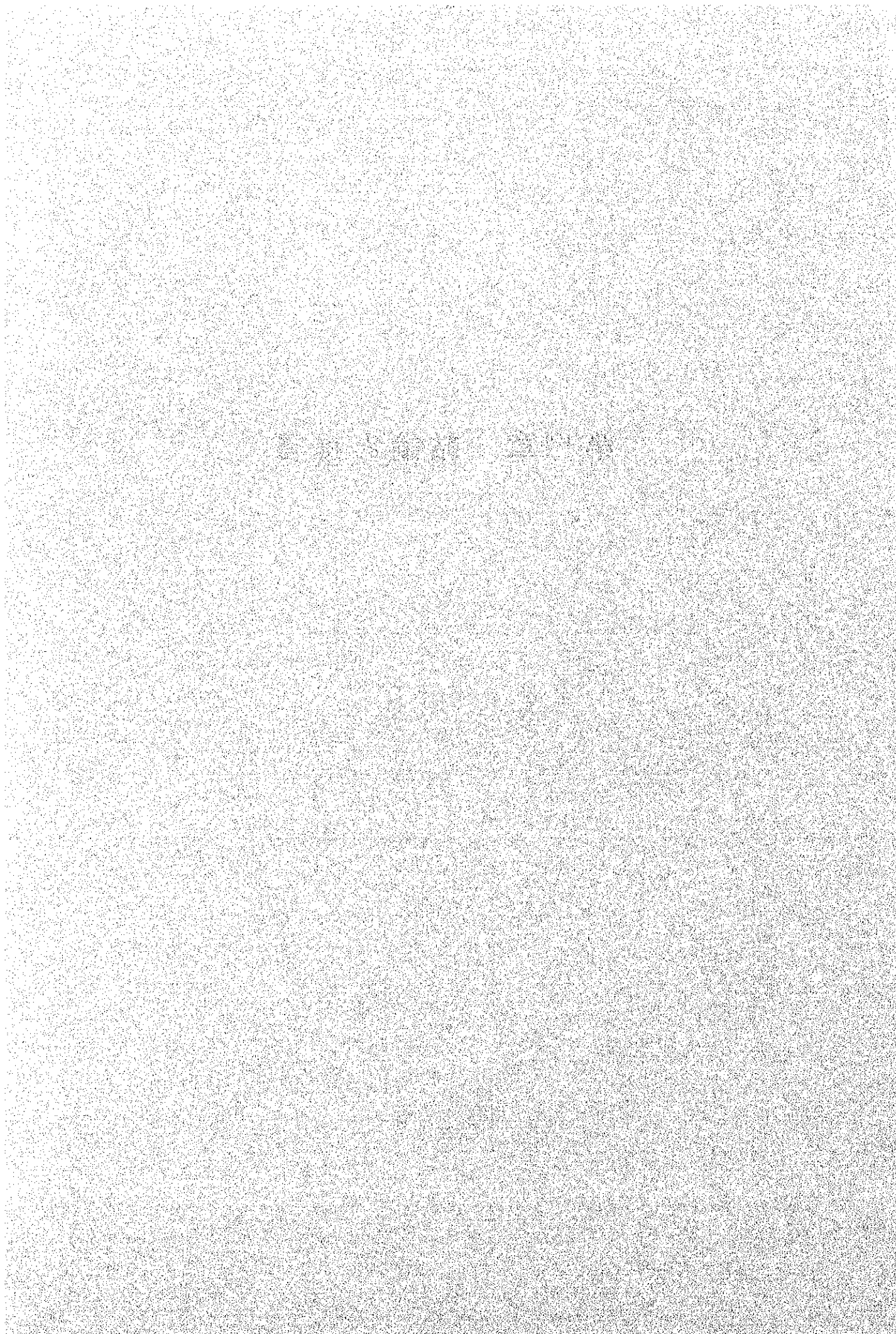
摘 要	範囲内	範囲外	合 計
総投資額（財務費用）	5,100.71	4,852.44	9,953.15
控除：増値税	223.39	40.65	264.04
営業税等	196.11	184.62	380.73
建中金利	568.33	544.89	1,113.22
総投資額（経済費用）	4,112.88	4,082.28	8,195.16

(2) 本プロジェクトのもたらす経済便益

本プロジェクト実施により、以下に示すような事態及びそれらのもたらすであろう経済損失が回避されるものと推測される。

- ① 農業被害の拡大
- ② 生活用水汚染の進行
- ③ 下流域への重金属汚染の拡大
- ④ 操業停止

第12章 結論と提言



第 1 2 章 結論と提言

1 2 - 1 結論

現地調査の結果

- (1) 徳興鉱山からの廃水によって楽安川を汚染して動植物生態系に影響を与え、重金属を含む河底堆積物は洪水の度に下流に運ばれていて、中国最大の淡水湖である鄱陽湖に達している恐れがある。
- (2) 廃水の主なものは、露天掘や捨て石堆積場から発生する酸性廃水（硫酸酸性pH 1.5～4.0）と選鉱場から発生するアルカリ廃水（消石灰によるpH11～12）であり、その量は2008年豊水年を計画年として、前者が 4.9万m³/日、後者が28.1万m³/日である。これには、祝家谷ダンプリーチング廃液も含まれ、この水量・水質をもって、本概念設計の設計諸元とした。

廃水処理計画

- (1) 主たる廃水は新規廃水処理施設で処理される。但し、既設廃水処理場で脱銅・中和処理される楊桃塢酸性水（0.8万m³/日）及び徳興鉱山管轄外の旧坑廃水は対象としない。
- (2) 新規廃水処理施設の処理方式として、二段中和方式による酸性廃水とアルカリ廃水との混合中和法を提案する。
二段中和法を採用することにより、アルカリ廃水中に含まれる炭酸カルシウムの中和力が引き出され、両廃水の中和力がバランスして余分な中和剤添加が省略される。
- (3) 既設廃水処理場については、現在硫化ソーダによる脱銅を止め鉄置換法による沈澱銅採取に切り替えているが、これは技術的に逆行するものであり、プロセス管理を強化することにより現有設備を十分生かしたプロセスに戻すことを希望する。そのための改善計画を各工程にわたって提示した。（第7章7-5）

環境モニタリング計画

汚染前のバックグラウンド値は測定できないため、今後建設される処理施設の効果確認と将来の汚染に対する改善予測をするための基礎データを収集する目的でモニタリングを実施する。

モニタリング地点としては、大塢川2ヶ所、楽安川2ヶ所を選定し、常時及び定時観測を行うとともに、年2回程度底質物分析も実施する。

建設費と操業費

新規排水処理施設に係わる建設費は、施設範囲内で 5,100 万元、範囲外を含めると 9,953 万元と算出された。建設期間は 2 年、総建設費の 60% は初年度に支出されると思われる。また、操業費は、平水年の水量を基準として m^3 当り 0.58 元となる。なお、豊水年、渇水年では、それぞれ 0.51 元および 0.66 元となり、水量が大きいほど単価が下がり、水質の影響は顕著ではない。

12-2 提言

徳興鉱山からの廃水は全て処理するように概念設計の中では計画している。しかし、下記に述べる汚染水が発生する恐れまたは現実に発生している場合もある。中国側でも、選鉱場から発生する廃水が、精鉱溢流、集塵機洗浄水、雑廃水等等、現在数本の排水路に分かれて大塙川に流入しているものを、一本に統合して処理できるよう計画している。この様に、将来計画の中では一滴の汚染水も河川には流さないという精神で、十分な管理と処理対策とを期待するものである。項目によっては、地方政府の協力あるいは協議を必要とするものもあるが、当事者側の積極的な対応が望まれる。

(1) 廃滓堆積場余剰水排水系の事故処理対策

本調査期間中、2号廃滓堆積場の排水口から多量の尾鉱が混入して楽安川に放流されていた。排水路の一部損傷に原因があると思われるが、廃滓堆積場には、この種の事故は、時には起こるものと想定した設備の改善、並びに、より速やかな修復が出来るような組織の整備が望まれる。

(2) 停電等事故によるアルカリ廃水の流出防止対策

停電による尾鉱の逆流、その他の事故のため選鉱場からアルカリ水が溢れる場合がある。現在、「事故池」によって対応しているが、連続して事故が起こると前回事故の堆積物除去が間に合わず汚染水が系外に排出される。停電を回避する方策が最も重要であるが、カロコーンの設置等による事故池の負荷低減、事故後の残留堆積物の速やかな除去等対策を講じる必要がある。

(3) 不法立入の禁止

農民グループによる酸性水系からの沈澱銅回収や、尾鉱流送路からの銅精鉱回収などしばしば鉱山施設を損傷させたり、操業に支障を与えている場面に遭遇する。地域的に特別な事情があるにせよ、無法な立入による農民達自身の安全や鉱山操業の安全が脅かされ、また無法操業による廃水の不法放流も見られる。一日

も早い農民グループを含む無関係者の鉱山域内立入禁止を実現すべきである。

(4) 管轄外廃水の処理

大場川最上流には近代以前の旧坑群があり、それより発生している酸性水は本概念設計の対象外とされた。しかし、2段中和法の採用によってアルカリ廃水の方にむしろ余裕が出て来たので、管轄外廃水についても処理できる状況になったことを付言する。

(5) 廃水量および排物質総量の抑制

現在は、工場内または周辺地域とも廃水が発生するに任せ、廃水の量そのものを抑制しようとする対策は取られていない。第10章 代替案と将来計画への提言、10-2 で述べたような汚染水を可能な限り少なくする努力と並行して、濁水(SS)の量の抑制等、汚染水とそれに含まれる汚染物質の総量を抑制する努力も重要である。

(6) 結び

鉱山従業者、付近住民の環境保護に対する意識の低さが問題とされるが、現在濁流がpHを変えながら流れ下る大場川を清流に戻せば、人々の意識も自ずと向上されて来るものと考えられる。

JICA

