

第4章 新規廃水処理設備の詳細設計

第4章 新規廃水処理設備の詳細設計

目 次

4-1	目的	4-1
4-2	基本方針	4-1
(1)	基本的な考え方	4-1
(2)	準拠すべき資料	4-1
4-3	基本計画	4-2
(1)	建設予定地	4-2
(2)	処理システムの概要	4-2
4-4	設計条件	4-3
(1)	設備一般	4-3
(2)	処理する廃水	4-4
(3)	廃水の量と質	4-5
(4)	処理水の基準	4-7
4-5	全体設計	4-9
(1)	全体配置	4-9
(2)	プロセスフロー図	4-10
(3)	エンジニアリングフロー図	4-10
4-6	機器（水槽）等の設計	4-12
(1)	廃水供給管（参考）	4-12
(2)	酸性水貯槽（S-01）	4-12
(3)	尾鉍溢流液分配槽（S-02）	4-14
(4)	一段中和槽、二段中和混合槽への供給配管	4-16
(5)	一段中和槽（S-03A、B、C）	4-20
(6)	循環返泥槽（S-05A1、A2、B1、B2、C1、C2）	4-24
(7)	排泥溝（X-01A、B、C、X-02A、B、C）	4-26
(8)	二段中和混合槽（S-04）	4-27
(9)	二段中和混合槽流入、流出配管、結合井	4-29
(10)	一段中和槽用鼓風機（B-01A、B、C、D）	4-29
(11)	攪拌用空気配管	4-31
4-7	その他	4-34
(1)	非常用発電機計画	4-34
(2)	土木設計用データ	4-36

第4章 新規廃水処理設備の詳細設計

4-1 目的

新規廃水処理設備の詳細設計を進めるに当り、先の調査において実施された概念設計の設計指針に準拠し、加えて実証試験結果及び類似の日本国内の事例を参考にして、基本となる設計条件、諸元等を決定する。これに基づき機器等の詳細設計を行う。

4-2 基本方針

(1) 基本的な考え方

事前調査団協議議事録（1996年2月1日）に示されているように、鉍廃水処理設備は技術的に最適で、かつ経済的な規模の施設とし、建設コスト及びランニングコストを最小とする設備を設計するものである。

なお、設計は日本国において施行されている法律及び規則に従い実施する。また、詳細設計で作成される全ての文書と図面に起因するプロジェクト実施の結果に対しては、本プロジェクトの実施機関である中国有色金属工業総公司がその責任を負うものである。

(2) 準拠すべき資料

①詳細設計調査	実証試験報告書	1997年11月
②詳細設計調査予備・事前調査報告書		1996年5月
③鉍廃水処理計画（概念設計）最終報告書		1995年3月

以下、特別に記載のないものは鉍廃水処理計画（概念設計）最終報告書のページ（P.XX）を示す。

4-3 基本計画

(1) 建設予定地

新規廃水処理設備の建設予定地は概念設計時に決定されたもので、4号尾鉱庫付近の山地を整地し確保される。

添付資料2. 1 図-1「鉱山廃水処理施設用地図」参照

(2) 処理システムの概要

処理システムは概念設計において実験室規模でほぼ確立されており、実証試験においてその有効性が確認されたプロセスである。以下、プロセスの概要について述べる。

添付資料2. 2 図-3「プロセスフローシート」参照

1) 廃水源

- (a) 徳興銅鉱山から排出される酸性廃水は、2ヶ所の酸性水ダム、1ヶ所の沈砂池に貯留された後、24Bの配管により処理設備内の酸性水貯槽(S-01)に送られてくる。
- (b) 東方分級ステーションのサイクロンで分級された尾鉱溢流液(アルカリ性廃水)は開水路(溝)により処理設備内の尾鉱溢流液分配槽(S-02)に送られてくる。

2) 廃水の供給

- (a) 酸性水貯槽に受け入れた酸性廃水は、流量制御されて一定量ずつ一段中和槽へ自然流下で送られる。
- (b) 尾鉱溢流液分配槽に受け入れたアルカリ性廃水は、一段中和槽の混合液pHを計測するpH計(ARC-3)からの信号で、pH4になるように調節弁で流量制御されて一段中和槽(S-03)へ送られる。

3) 一段中和

- (a) 一段中和槽は3系列からなり、常時3系列または2系列で運転される。
- (b) 一段中和槽では、流入した酸性廃水とアルカリ性廃水が槽底から吹き込まれる空気によって攪拌され完全混合・中和される。
- (c) 槽底に沈殿した汚泥は連続的に排出され、排泥溝(X-01、X-02)を流下して循環返泥槽(S-05)に集められ、返泥ポンプ(PU-01)によって一段中和槽入口へ返送・循環される。
- (d) 一段中和槽を流れる間にpH4付近に中和された一段中和処理液は、溢流して処理液溝に流れ込み、二段中和混合槽(S-04)へ流下する。

4) 二段中和

- (a) 一段中和槽へ供給して余剰になった尾鉱溢流液は、尾鉱溢流液分配槽を溢流し

- て開水路（溝）を流れ下り、二段中和混合槽入口で一段中和処理液と合流する。
- (b)二段中和混合槽には、水平迂流で流れるように水路内に取り付けられた7枚の邪魔板により攪拌が行われ、短時間で混合・中和が行われる。ここで中和処理液のpHは6付近ないしそれ以上となる。
- 5) 放流
二段中和処理液は隣接する結合井（S-07）に流下し、3本の配管で四号尾鉱庫へ自然流下、放流される。
- 6) その他
- (a)一段中和槽入口部下のポンプ室床下に排水槽（S-06）、排水ポンプ（PU-02）を設置し、循環返泥槽のドレン、床洗浄水、ポンプ軸封水、雨水などを集め、排出する。
- (b)一段中和槽攪拌用空気を送る鼓風機（B-01）、計装用空圧機、非常用発電機は処理装置から離れた室内に設置される。

4-4 設計条件

(1) 設備一般

1) 建設予定地

添付資料2 図-1「廃水処理施設用地図」参照

徳興銅鉱山四号公路から入った造成地： 90m x 190m

北北西（X=5300.691、Y=4740.638）

北北東（X=5325.498、Y=4827.152）

南南西（X=5118.051、Y=4793.009）

南南東（X=5142.858、Y=4879.523）

四号公路入口中心（x = 5131.557、Y = 4840.111）

2) 処理方式

銅鉱山から排出される酸性廃水とアルカリ性廃水を「空気攪拌による二段階中和法」により中和処理する。

3) 設計の基準年（P.140）

① 2003年を設計基準年とし、

② 豊水年

③ リーチング銅生産高 2,000[Ton/年]

において予想される廃水量を基に設計する。

4) 運転方式

① 24時間連続自動運転方式とする。

② 計画休職による尾鉱使用不能日年間35日は運転を停止する。従って、廃水処理設備の稼働日は、年間330日とする。

5) 予備の考え方

機器類は原則として予備を有するものとし、その数量は個々の機器設計において決定する。

6) 制御方針 (P.143)

(a) 定常運転が継続できるように停電をなくすために二電源受電とする。更に、非常用発電機を設置する [設計範囲外]。

(b) 停電が発生した場合、5分以内に非常用発電機から非常用電力が供給されるものとする。

(c) 計装設備の程度としては、日本における廃水処理設備のうち、高いレベルにある廃水処理場を基準とし、かつ経済性を考慮して設計する。

(d) 計測機器の信頼性を考慮して、計測機器は日本製品の使用を前提とする。

(e) 計器室に簡易DCSを設置するものとし、運転状況を表示するグラフィックはCRT上に表示するものとする。

(f) 回転機器の起動・停止は原則として現場操作とするが、計器室からの遠隔操作が可能な設計とする。

7) ユーティリティ

電気、用水、制御用空気等、一切のユーティリティ設備の設計は範囲外である。

ただし、非常用発電機、計装用空圧機の規模については、日本側がデータを提供する。

8) その他

計器室、電気室に設置される機器、計器類を除き、その他の機器、水槽、計器類の一切は屋外に設置されるものとする。

(2) 処理する廃水

添付資料2.1 図-2 「新規廃水処理施設 流量バランス図」参照

(P.146に基づき作成したもの)

1) 酸性廃水

銅鉱山で発生する下記の酸性廃水を処理対象とする。

① ダンプリーチング廃水

② 祝家廃石堆積場雨水、湧水

③ 露天採掘場雨水、湧水

④西源廃石堆積場雨水、湧水

2) アルカリ性廃水

(a)東方分級ステーション廃液

- ①東方分級ステーションのサイクロン溢流液 (Overflow) を「一段中和用」として一段中和槽に使用する。
- ②一段中和槽へ供給し余剰になったアルカリ廃液を「二段中和用」として二段中和混合槽に使用する。
- ③東方分級ステーションのサイクロン底流液 (Underflow) は二次分級し、溢流液は二段中和処理液と合わせ四号尾鉱庫へ放流する [範囲外]。
- ④同上二次分級後の底流液 (Underflow) は築堤に使用する [範囲外]。

(b)西方分級ステーション廃液 [範囲外]

- ①西方分級ステーションのサイクロン溢流液 (Overflow) は、二段中和処理液と合わせ四号尾鉱庫へ放流する。
- ②同上サイクロン底流液 (Underflow) は築堤に使用する。

(3) 廃水の量と質

1) 酸性廃水

(a)流量

設計基準年 2003年における豊水年、リーチング銅生産高 2000[ton/年]を基準とした時の、処理対象とする酸性廃水量は次の通り (P.140)。

$$\diamond \text{ 廃水量 : } 28.1[\text{m}^3/\text{分}] = 40,536[\text{m}^3/\text{日}]$$

ただし、1996年現在の廃水量は 17.8[m³/分]

<条件確認事項>

- ①上記の流量は最大流量とする。
- ②年間の酸性廃水発生量は、尾鉱休止日を除くため
28.1[m³/min] x 60[min/h] x 24[h/d] x (365-35) [d/年]
= 13,353,120[m³/年]
以下であること。
- ③ (P.108) 表 5-1-2 2.によると ([計] - [楊桃塢廃水])

$$\cdot 33.77[\text{m}^3/\text{分}] - 5.63[\text{m}^3/\text{分}] = 28.14[\text{m}^3/\text{分}] \quad \text{OK.}$$

$$\cdot 48,648[\text{m}^3/\text{日}] - 8,112[\text{m}^3/\text{日}] = 40,536[\text{m}^3/\text{日}] \quad \text{OK.}$$

運転休止日、年間 35 日を考慮すると、年間最大処理量は次のようになる。

$$40,536 [\text{m}^3/\text{日}] \times (365-35) [\text{日/年}] = 1,337.69 [\text{万m}^3/\text{年}] \quad \text{OK}$$

(b) 水質

表 4-1 酸性廃水の水質 単位{mg/l}

項目	pH	*Cu ²⁺	TFe	*Fe ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX
水質	1.9	65	1800	280	550	10000	9100
	~2.2	~71	~2700	~300	~590	~13000	~12000

[注] 上記の数値は (P.67) 表 4-3-2 による。

上記数値は濃度の範囲を示す。

*印は今回 (P.67) 表 4-3-1 より再計算したもの。

<条件確認>

実証試験に使用した楊桃塢酸性廃水は、下記の項目において酸性廃水の設計水質とかなり相違している。実証試験の結果を下記に示す。

- ・ pH: 2.62 (2.4~2.9)
- ・ Cu²⁺: 53 (20~147)
- ・ Fe²⁺: 1,050 (570~1,550)

新規廃水処理設備で処理する酸性廃水は、この廃水よりは酸性の度合いが大きいダンプリーチング廃水が加わる。そのため実証試験の結果よりは酸性の度合いが大きくなると考えられるので、表 4-1 の濃度を採用するものとする。また、Cu²⁺、Fe²⁺の濃度は、露天掘廃水により希釈されるため、表 4-1 の濃度を採用する。

2) アルカリ性廃水

(a) 流量 (p.140、141)

- ① 東方分級ステーションサイクロン溢流液：
93.8[m³/min] (一段中和、二段中和用)
- ② 東方分級ステーションサイクロン底流：
23.1[m³/min] (放流) [範囲外]
- ③ 西方分級溢流液：
78.0[m³/min] (放流) [範囲外]

(b)水質

表 4-2 アルカリ性廃水

項目	pH [-]	濃度 [%]	液比重 [-]	粒度 [-]	CaCO ₃ * [%]	4.3BX* [mg/l]
東方分級 溢流液	11.5 ~12.5	17.5	1.13	-200mesh>70%	4.8 ~6.8	4500 ~7500
(参) 西方 分級溢流液	11.5 ~12.5	13.0	1.09	-200mesh>70%		

[注] 上記の数値は (P.141) による。 *印は (P.92) 表4-4-46 「東方分級溢流」の平均値を示す。上記数値は濃度の範囲を示す。

(4) 処理水の基準

1) 処理液の水質基準

(a) 一段中和 (一段中和槽出口)

pH 4 (3.8~4.2)

(b) 二段中和 (二段中和混合槽出口)

pH 6 付近、またはそれ以上

(c) 放流水 (四号尾鉱庫)

「重有色金属工業汚染物質排出基準」が優先され、これに規程されない物質 (項目) については、一般的な「汚染総合排出基準」が適用される (P.38)。

表 4-3 徳興銅砒廃水の排出基準 単位[mg/l]

項目	T-Hg	有機Hg	T-Cd	Cr ⁶⁺	T-Cr	T-As	T-Pb	T-Ni
基準	0.05	不検出	0.2	0.5	1.5	0.5	1.0	1.0

項目	pH	T-Cu	T-Zn	S ²⁻	COD	SS
基準	6~9	2.0	5.0	1.0	150	300

[概念設計での自主基準]

項 目	dis-Fe	Mn
基 準	10	10

表 4-3の排出基準は4号尾鉱庫からの放流水に適用されるものである。従って、COD 150[mg/l]、SS300[mg/l]の値も基準値以下になると考えられ、通常時には問題はない。

2) 環境水質基準（地表水） P.37、39

(a)適用場所

大塙川と楽安川の合流点の前

(b)適用基準

環境水質基準（地表水）第四類

表 4-4 環境水質基準（地表水）第四類 単位[mg/l]

項 目	pH	T-Cu	T-Zn	T-Pb	T-Cd	T-As	COD
基 準	6.5~8.5	1	2	0.05	0.005	0.1	20

4-5 全体設計

(1) 全体配置

添付資料2. 2 図-4「全体配置図」参照

新規廃水処理設備の全体配置計画は、概念設計で計画された配置をもとに4号尾鉱庫付近に予定されている造成地の地形を考慮して、中国側によって作成されたものである。施設全体では約90m x 190mで、このうち廃水処理設備は約50m x 110mが予定された。調査団は処理装置の詳細設計で概略寸法を決定し、概念設計に基づく中国側の配置計画を参考に、配管、運転操作ルート、保守用地などを考慮して処理装置の配置を決めた。配置を計画するにあたり配慮した主な点を下記に示す。

1) 中国側の要望

- ① 予定地中央道路の北西、北寄り半分を処理設備用地とする。
- ② 現地盤高さを考慮して、廃水は北側（標高200.40）から受け入れて、処理液は西側中央（標高192.00）から4号尾鉱庫へ放流するものとする。
- ③ 処理設備の用地は多少大きくなってよいが、結合井（放流部）はできるだけ現計画地とすること。
- ④ 処理設備地区は雨水の排水を考慮して、中央道路側（192.20）、廃水放流側（192.00）とする。
- ⑤ 地下構造物となる循環返泥槽、排水槽の底面は、4号尾鉱庫の水位と関係があるので、出来るだけ浅く（高く）計画すること。

2) 調査団の配置計画上の考慮点

- ① 懸濁液で流入し堆積の恐れがあるアルカリ性廃水（尾鉱溢流液）のルートが最短になるように計画する。
- ② 廃水の受け入れ地点（標高200.40）と中和装置の地盤高さ（標高192.20）はプロセス、運転、施工を考慮し、必要最小限にする。
- ③ 廃水は、運転、安全性、施工を考慮して、できるだけ地上に近いところで処理する。
- ④ 配管（空気、工水、制御用空気）、電気・計装ケーブルダクト（ピット）の敷設用地、照明、消火配管・消火栓、メンテナンス通路、車両用道路等の用地を確保する。
- ⑤ 日常の運転・保守点検のルートが短くなるようにする。

3) その他

- ① 配置図作成においては、通常「北が上」になるように作図する。あるいは、できれば「水の流れが左から右」になるように作図する。調査団は配置計画にあたりその旨指摘したが、概念設計の配置計画図がイメージとしてあ

り、混乱を招かないためにも、これまで通り「北を下にして横長」の予定地として配置図を作成することとした。

- ②施設全体用地は「90m x 190m」の計画が途中「88m x 190m」に変更になった。詳細設計が進み水槽類の配置計画、道路・配管用地を検討した結果、「90m x 190m」が好ましいとの日本側の要望で最初の寸法に戻った。

(2) プロセスフロー図 (PFD)

添付資料 2. 2 図-3 「プロセスフローシート」参照

廃水処理設備の設計において、もっとも基本となるプロセスシステムを集約したものがプロセスフロー図 (Process Flow Diagram) である。プロセスフロー図を作成するにあたり考慮した主な点を以下に記す。

- ①プロセスは、概念設計、実証試験で行われたプロセス通りとする。
- ②プロセスフロー図で鉍廃水処理設備の処理システムがおおよそ把握できる情報を盛り込むものとする (配管ごとの流量、水質を記載)。
- ③「フロー (流れ) は左から右へ」流れるように描き (一段中和槽用攪拌空気を除く)、処理設備の配置と対応する流れとした。

(3) エンジニアリングフロー図 (EFD)

エンジニアリングフロー図 (Engineering Flow Diagram) または P & I 図 (Piping & Instrument Flow Diagram) は、後者の名前が示すようにシステムフローに配管 (機器類を含む) と計装の情報を付加したものである。記号、表示については、図面の上を示してあるが、機器番号、配管番号について以下に説明する。

1) 機器番号等

- | | |
|----------|-------------|
| (a)回転機械類 | PU:ポンプ |
| | B:鼓風機 (ブロー) |
| (b)水槽類 | S:水槽 |
| (c)その他 | X:その他 |

2) 配管番号

配管には次のように配管番号を付した。

□□*¹B-□□□*²-□□□*³-□□*⁴

* 1 : 配管サイズ (インチ表示)

* 2 : 流体記号 WAC 酸性廃水

WAL アルカリ性廃水 (尾鉍溢流液)

WS 排水、排泥

WI 工水

AP 攪拌用空気

AI 制御用空気

* 3 : 配管の番号 (順番)

* 4 : 配管材質 A 1 銅管 (SGP)

B 1 SUS304

C 1 PE (ポリエチレン管) または同等品

D 1 亜鉛めっき銅管 (SGPW)

3) 計装用記号

エンジニアリングフロー図 (DWG NO TO-DD-16-01-1) 参照のこと。

4-6 機器（水槽）等の設計

(1) 廃水供給管（参考）

設計の範囲外であるが、水槽、配置計画に関係するので、供給廃水管のおおよその管径を試算する。

1) 酸性廃水

酸性廃水は1本の配管で廃水処理設備へ送られてくる。

- ・材質：ポリエチレン管（PE）または同等品
- ・最大流量 = 28.1[m³/分]
- ・管径 24B（600A）内径 $d=600$ [mm] として、管内流速 $u=1.66$ [m/sec]
22B（550A） $\times d=550$ [mm] \times 、 $u=1.97$ [m/sec]

従って、流入酸性廃水管は22B～24Bで供給される。

2) アルカリ性廃水（尾鉍溢流液）

東方分級ステーションサイクロン溢流液の送水管

(a) 1本の配管で送られてくるものとした場合

- ・材質：STPY(41)、 $t=7.9$
- ・最大流量 = 93.8[m³/min]
- ・管径 40B（1000A）内径 $d=1000.2$ [mm]、管内流速 $u=1.99$ [m/sec]
36B（900A） $\times d=898.6$ [mm]、 $\times u=2.45$ [m/sec]

(b) 1本の開水路（溝）で送られてくるものとした場合

- ・最大流量 = 93.8[m³/min]=1.56[m³/sec]
- ・幅 $b=1.5$ [m]とすると $h=0.50$ [m]、 $u=2.10$ [m/sec]
幅 $b=1.4$ [m]とすると $h=0.52$ [m]、 $u=2.14$ [m/sec]
幅 $b=1.3$ [m]とすると $h=0.55$ [m]、 $u=2.20$ [m/sec]

従ってアルカリ性廃水が配管で供給される場合は、直径1m程度、開水路（溝）で供給される場合は幅1.3～1.5m程度の水路で供給される。

(2) 酸性水貯槽（S-01）

1) 機能

- ①酸性廃水を一定量貯留する。
- ②液面を常に満水（付近）に保ち、一定量の廃水を一段中和槽へ自然流下させる。
- ③酸性廃水に含まれる酸化鉄（鉄錆）を沈殿分離する。

2) 設計仕様

- ①廃水の水質：前記4-4 (3) 1)の通り。

- ②形状：長方形または正方形とする。
- ③数量：1槽とする。
- ④構造：鉄筋コンクリート製とし、内面は耐酸樹脂系ライニングとする。
流入部は偏流を防ぐよう考慮すること。
- ⑤大きさ：最大流量 28.1[m³/min]において滞留時間 30[min]とする。
- ⑥北京有色冶金設計研究総院の標準図（コンクリート水槽、壁貫通配管）に準ずる。

[説明]

- ①流入する酸性廃水は容量の大きなダム、沈砂池から一定量ポンプで送水されてくるため、流量の変動はほとんどないと考えられる。従って、水質の変動もそれほど大きくないものと考えられるので、酸性水貯槽は「流量・水質の調整機能 (Equalization)」を持たなくてもよい。
- ②酸性水貯槽から一段中和槽へは自然流下で一定流量以上流す必要がある。そのため液面は計算で求まるある一定高さ（水位）が必要である。
- ③鉄錆堆積による滞留時間の減少は考慮しない。

3) 外形寸法の計算

- ・必要な容積 (V) :

$$V = 28.1[\text{m}^3/\text{min}] \times 30[\text{min}]$$

$$= 843[\text{m}^3]$$

- ・必要な面積 (A) : 有効水深 $h_1=5\text{m}$ とすると

$$A = 843[\text{m}^3] / 5[\text{m}]$$

$$= 168.6[\text{m}^2]$$

- ・平面寸法 (LxW) :

- ① $L=W$ とすると

$$W^2 = 168.6[\text{m}^2] \quad W=L=13[\text{m}]$$

- ② $L=1.5W$ とすると

$$1.5W^2 = 168.6[\text{m}^2] \quad W=10.6[\text{m}] \quad L=16[\text{m}]$$

いずれを採用するかは、配置計画において決定する。

- ・高さ H : 余裕深さ $h_2=0.5[\text{m}]$ とすると

$$H = 5[\text{m}] + 0.5[\text{m}]$$

$$= 5.5[\text{m}]$$

酸性水受槽の概略外形寸法 = 13[m] x 13[m] x 5.5[m] 高さ

または $\quad \quad \quad = 10.6[\text{m}] \times 16[\text{m}] \times 5.5[\text{m}]$ 高さ

以上、検討したが、北京有色冶金設計研究総院 (ENFI) にコンクリート水槽の標準図があるので、それを採用する。

☆☆ ENFI 標準設計図 (V=1000[m³]) ☆☆

15.9[m] x 15.9[m] x 4.0[m]H

※余裕深=0.3[m]、配管下=0.3[m]とすると、有効貯水量=859[m³] OK.

3) 付帯設備

(a) 機械設備

① 階段、ステージ

*内梯子：酸性水は腐食性が強く、内梯子を設置する場合は耐酸性材料を使った高価な内梯子にする必要があるが、酸性水貯槽を空にして内部に入ることほとんどないと考えられるので、内梯子は設けないものとする。

(b) 計装設備

①酸性廃水流量記録計：酸性廃水が開水路で供給される場合、パーシャルフリューム（液面計を用いて測定）を使用する。

②pH記録計（潜漬型、超音波洗浄装置付）

③液面指示調節計（上下限警報付）

(c) 付帯配管

①溢流管：二段中和槽へ送られる尾鉱溢流液の開水路（溝）へ流す。

②ドレン：ドレン弁の設置、排出先、配管が必要になるが、酸性水貯槽を空にすることは滅多にないため、ドレン弁は設置しない。

5) 検討の経過

①調査団は、定期点検等の際に運転を停止せずに1槽ずつ清掃、補修ができるよう、2槽設置する設計で進めていたが、中国側からの要望で1槽で設計することになった。

②調査団は水槽を空にする時のことを考えドレン弁を設けていたが、中国側は不要とのことで削除した。

(3) 尾鉱溢流液分配槽 (S-02)

1) 機能

①東方分級ステーションサイクロン溢流液（アルカリ性廃水）を受け入れ、流入の勢いを緩和する。

②一定の水位を保ち、アルカリ性廃水を調節弁により一定量ずつ一段中和槽へ自然流下、供給する。

③一段中和槽へ供給後、余剰となったアルカリ性廃水を二次中和混合槽へ自然流下で供給する。

2) 設計仕様

- ① 廃水の水質：前記 4-4 (3) 2) の通り。
- ② 形状：長方形または正方形を基本とする。
- ③ 数量：1 槽
- ④ 構造：鉄筋コンクリート製とする。
槽内は偏流、堆積を防ぐよう考慮すること。
- ⑤ 大きさ：滞留時間 0.5[min] 容量とする。ただし、流入部は除く。
 - ・ 一段中和槽最大供給流量： 28.1[m³/min]
 - ・ 二段中和混合槽最大供給流量： 65.7[m³/min] 合計 93.8[m³/min]
- ⑥ 高さ：必要量のアルカリ性廃水が一段中和槽へ自然流下するために必要な水位（水頭）を有すること。

[説明]

- ① 分配槽はアルカリ性廃水の水量貯留の機能を有しなくてよいものとする。従って、滞留時間は短くてよい。
- ② 流入の勢いを緩和して、一段中和槽へ、できるだけ均等に分配すること、槽内に堆積が起らない構造が必要である。

3) 外形寸法の計算

(a) 必要な容積 (V)

$$\begin{aligned} V &= 93.8[\text{m}^3/\text{min}] \times 0.5[\text{min}] \\ &= 46.9 \rightarrow 47.0[\text{m}^3] \end{aligned}$$

(b) 必要な面積 (A)：有効平均水深 $h_1=2.4\text{m}$ とする

$$\begin{aligned} A &= 47.0[\text{m}^3] / 2.4[\text{m}] \\ &= 19.6[\text{m}^2] \end{aligned}$$

・ 平面寸法 (LxW)：

3本のアルカリ性廃水の供給配管を引き出すため、 $W=6.0\text{m}$ とする。

$$19.6[\text{m}^2] / 6.0[\text{m}] = 3.3 \rightarrow 3.5[\text{m}]$$

・ 高さ H：余裕深さ $h_2=0.3\text{m}$ 、ポンプ吸い込み管～槽底まで $h_3=0.3\text{m}$ とすると

$$\begin{aligned} H &= 2.4[\text{m}] \times 1.2 + (0.3+0.3) [\text{m}] \\ &= 3.5[\text{m}] \end{aligned}$$

尾鉾溢流液分配槽（概略）外形寸法 = 6.0[m] x 3.5[m] x 3.5[m] 高さ

ただし、流入部を除く。流入部分はできるだけ均一な流れになるように減速する構造とする。

4) 付帯設備

(a) 機械設備

- ・ 階段、ステージ、内梯子

・粗目スクリーン（流入部）[範囲外]

(b)計装設備

- ①尾鉍溢流液流量記録計（パーシャルフリューム；流入開水路に設置）パーシャルフリュームは流路を流れる水面高さを測定して流量を求めるものであるが、尾鉍粒子濃度が10%以上の懸濁液であるから沈積、泡立ちなども考えられ流量精度は約±10%と精度はあまり期待できないものと思われる。
- ②pH記録計（潜漬型、ブラシ洗浄装置付）
- ③液面指示計（下限警報付）

5) 検討の経過

- (a)調査団は、保守点検などの際に運転を停止せずに1槽ずつ清掃、補修ができるよう、2槽設置するものとして設計で進めていたが、中国側からの要望で1槽で設計することになった。
- (b)調査団は、槽底、隅での尾鉍の堆積が懸念されるので、槽底から攪拌空気を吹き込んで沈積を防止する設計であったが、中国側の尾鉍専門家から鉍山の実績で槽底に傾斜をとることで堆積は起こらないとの説明があり、空気攪拌は取り止めた。
- (c)また、アルカリ性廃水が開水路（溝）で送られてくるので、ごみ、枯葉などの混入が懸念されたので、これを除く「粗目スクリーン」の設置を計画したが、必要があれば中国側で実施するというので、図面には入れなかった。
- (d)分配槽入口部正面に流れを緩衝するために衝立（整流壁）を設けるよう設計したが、中国側は不要とのことだったので削除した。

(4) 一段中和槽、二段中和混合槽への供給配管

1) 機能

- ①一定量の酸性廃水を供給一段中和槽へ供給する。
（流量計、調節弁の取付け）
- ②一段中和でpH4に調整する量のアルカリ性廃水を一段中和槽への供給する
（流量計、調節弁の取付け）
- ③尾鉍溢流液分配槽から一段中和槽への供給後、余剰となったアルカリ性廃水を二段中和混合槽へ供給する。

2) 設計仕様

- ①廃水の水質：前記4-4.(3)1) 2)の通り。
- ②材質：酸性廃水配管＝ポリエチレン管（PE）または同等品
アルカリ性廃水：一段中和槽へ＝鋼管（SGP）
二段中和混合槽へ＝コンクリート製開水路（溝）

③管内流速：管は 1.5~2.5[m/sec]

開水路（溝）は 1.0~1.5[m/sec]

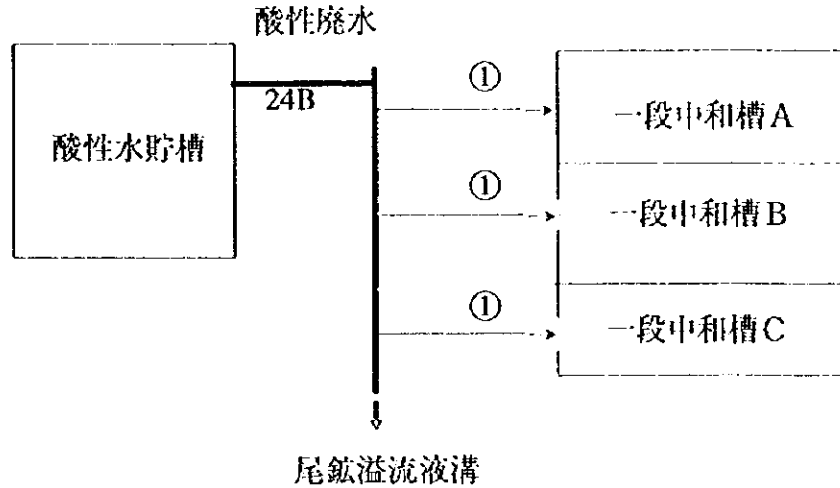
④供給力：水位差による自然流下による。

管、水路とも勾配をつける。（勾配=10/1000）

3) 管径の計算

(a) 酸性廃水

一段中和槽への酸性廃水の供給は下記のようにする。



① 管径

・廃水量：28.1[m³/min]/2 = 14.1[m³/min]

・管径 16B (内径 d=390.6[mm]、管内流速 u=1.96[m/sec]) ←
 18B (≧ d=441.4[mm]、 ≧ u=1.54[m/sec])

② 損失水頭の計算

・ 16B管長さ	30m	
弁(2)相当長さ	6m	
90° 弯(4)相当長さ	52m	P ₁₆ =1.0mH ₂ O/100m x 238m = 2.38mH ₂ O
槽-配管急縮小 ≧	15m	(u=1.96[m/sec])
管-槽へ急拡	3m	
電磁流量計	2m	
調節弁	130m	
合計	238m	

・ 損失水頭

$$P_{16} = (1.0\text{mH}_2\text{O}/100\text{m}) \times 238\text{m}$$

=2.38m

・必要とする水頭=全損失水頭+ [(余裕+錯ロス)=20%]

$$P_{16} = 2.38 \times 1.2 = 2.86 \text{ m}$$

③有効水頭

・酸性水貯槽 Overflow Level 204.00-0.30= 203.70m

・一段中和槽流入管 Top of Pipe 199.70+0.15+0.40= 200.25m

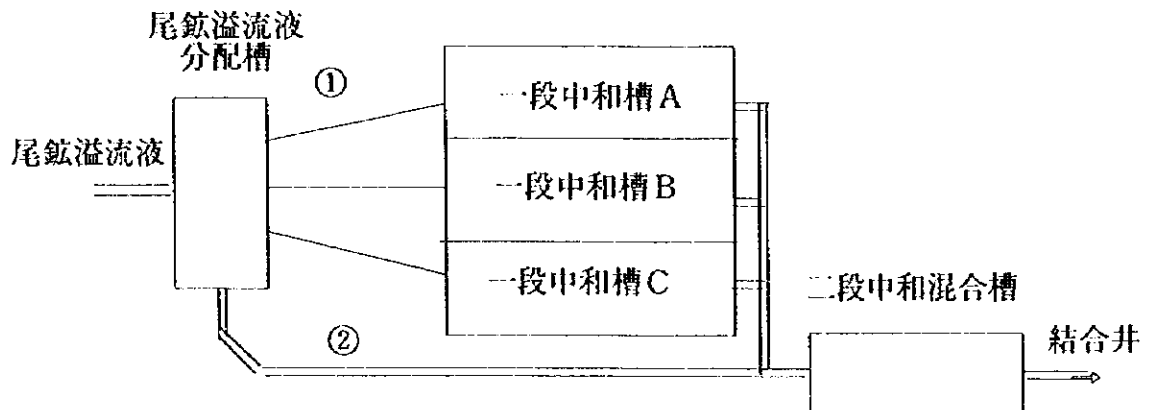
水頭差 3.45m

HWL - 0.59m (=3.45-2.86) までは、必要流量 (28.1[m³/min]) の酸性廃水が一段中和槽へ自然流下する。

以上により、酸性廃水の一段中和槽供給配管は16B (400A) で計画する。

(b)アルカリ性廃水

アルカリ性廃水の一段中和槽、二段中和混合槽への供給は下記の通り。



(b-1)一段中和槽供給管

①管径

・廃水量：28.1[m³/min]/2 = 14.1[m³/min]

・管径：16B (内径 d=390.6[mm]、管内流速 u=1.96[m/sec])

②損失水頭

・配管長さ	33m
・仕切弁(1)相当長さ	3m
90° 1本 (2) ♪	26m
45° 曲がり (3) ♪	24m
槽-配管急縮小 ♪	12m
配管-槽急拡大 ♪	15m
電磁流量計 ♪	2m
調節弁 ♪	130m

$$L_{16} = 245\text{m}$$

$$P_{16} = 1.0\text{mH}/100\text{m} \times 245\text{m} = 2.45\text{mH}_2\text{O}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{必要とする水頭} &= \text{全損失水頭} + [(\text{余裕} + \text{スケールロス}) = 20\%] \\ &= 2.45 \times 1.2 = 2.94 \end{aligned}$$

③有効水頭

$$\cdot \text{尾鉾溢流液分配槽 Overflow Level } 203.90 - 0.50 + 0.2 = 203.60\text{m}$$

$$\cdot \text{一段中和槽流入管 Top of Pipe } 199.70 + 0.15 + 0.40 = 200.25\text{m}$$

$$\text{水頭差} \qquad \qquad \qquad 3.35\text{m}$$

検討の結果、16B で必要流量 (28.1[m³/min]) が流れるので、16B (400A) で計画する。

(b-2)二段中和混合槽供給管

常時の流量は「アルカリ/酸」の比の大きい2.3の場合であるが、非常時は廃水のすべてを一段中和槽をバイパスして二段中和混合槽へ流すことがある。

$$\begin{aligned} & \text{「流入尾鉾溢流液の全量」} + \text{「酸性廃水全量」} \\ & = (93.8) + (28.1) = 121.9[\text{m}^3/\text{min}] \end{aligned}$$

長方形開水路 (溝) は1本とする。

$$\cdot \text{最大流量} = 121.9[\text{m}^3/\text{min}] = 2.03[\text{m}^3/\text{sec}]$$

$$\cdot \text{幅 } b = 1.0[\text{m}] \text{ とすると } h = 0.77[\text{m}], u = 2.62[\text{m}/\text{sec}]$$

$$\text{幅 } b = 1.2[\text{m}] \text{ とすると } h = 0.69[\text{m}], u = 2.45[\text{m}/\text{sec}]$$

$$\text{幅 } b = 1.5[\text{m}] \text{ とすると } h = 0.59[\text{m}], u = 2.30[\text{m}/\text{sec}]$$

二段中和混合槽への開水路 (溝) は幅1.2m x 高さ1.5mで計画する。

4) 取付計器

(a)酸性廃水管

流量記録調節計 + 調節弁

「酸性水貯槽 → 一段中和槽」 口径 16B=400mm x 3組

(b)アルカリ性廃水

流量記録計 + 調節弁 (pH調節計の調節弁)

「分配槽 → 一段中和槽」 口径 16B=400mm x 3組

5) 検討の経過

(a)調査団の計画では、酸性廃水は酸性水貯槽から一段中和槽各系列へそれぞれ配管する予定であったが、中国側の計画を採用し、24B (600A) のヘッダーで一段中和槽近くまで配管した後、分岐しそれぞれの槽へ16B配管で供給するようにした。(尾鉾溢流液配管との交差法を検討する必要がある)。

b) 調査団の計画では、実証試験と同じく二段中和混和槽でpH7~9付近になるようにアルカリ性廃水の供給量を制御 (手動弁) するため、二段中和混

合槽へのアルカリ性廃水の供給は配管で計画していた。

中国側の計画は二段中和混合槽では pH 調整は行わず、尾鉱溢流液分配槽のオーバーフローを全量開水路（溝）を流して二段中和混合槽へ供給するもので、設計ではこのシステムを採用した。従って、二段中和処理液の pH は 6 付近ないしはそれ以上とした。

(5) 一段中和槽（S-O3A、B、C）

1) 機能

酸性廃水にアルカリ性廃水を加え、槽底から吹き込む空気により効率よく攪拌・混合し、pH 4 付近に中和する。中和反応では、尾鉱溢流液中の炭酸カルシウムを有効に利用する。

2) 設計仕様

①処理水量： 「酸性廃水：アルカリ性廃水」 = 1 : 1 とする。

$$28.1[\text{m}^3/\text{min}] + 28.1[\text{m}^3/\text{min}] = 56.2[\text{m}^3/\text{min}]$$

②廃水の性状： pH 1.9（酸性廃水）～ 12.5（アルカリ性廃水）

比重 1.06

③一段中和処理液： pH 4（3.8～4.2）

④系列と滞留時間

・常用 3 系列運転： [1 系列 = 18.8[m³/min] x 30[min]]

または

・ 2 系列運転 + 1 系列（停止）： [1 系列 = 28.1[m³/min] x 20[min]]

⑤攪拌空気の吹き込み量： 0.3[m³/min/m²]

攪拌空気の上昇速度： 0.3～0.5[m/sec]

⑥槽材質：（本体） 鉄筋コンクリート（RC） + 耐酸樹脂ライニング

（取付部品類） SUS304 または PVC

⑦槽内の流れ： 水平迂流式

⑧垂直部有効水深： 3[m]

⑨ 1 室の大きさ： 3m x 6m

⑩ 1 系列の室数： 10 室

⑪排泥循環率： 処理量の 10%

[説明]

(a) 滞留時間

・ 24 時間 x 330 日、常に最大流量（28.1m³/min）の酸性廃水を処理する必要はないと考える。

- ・実証試験では、pH変化、炭酸カルシウムの利用率から判断し、一次中和槽の滞留時間は30分あれば十分である。
- ・滞留時間は短くなるが、所定流量を2系列運転で処理すれば、1系列を停止し保守点検できるので予備を設ける必要はない。
- ・経済的（建設費、維持費）
以上の理由で、2系列運転で最大水量（28.1[m³/min]）を滞留時間20分で処理するものとして設計する。運転をしてみて滞留時間が不足と考えられる場合、3系列運転で対応する。あるいは、常時3系列で運転し、メンテナンス時に2系列で運転する。

(b) 攪拌空気量

概念設計では、槽容量の13%を見込んでいる。考え方としては、吹き込んだ空気が槽内に滞留している容量と考えられるので、水深を3m（空気吹き込み位置は+1m）、空気吹き込み量を0.3~0.5[m³/min/m²]として計算すると

- ・気泡の滞留時間は $4.0[m]/(0.3\sim 0.5)[m/sec] = 13\sim 8[sec]$
- ・槽内の空気量は $0.3[m^3/min/m^2] \times 13/60[min] = 0.07[m^3/m^2]$
- ・この気泡による液面上昇は全面均一に上昇するものではない。

液面が上昇部分を槽の1/2とすれば、 $0.07[m]/(1/2) = 0.14[m]$

この増加比率は

$$0.14[m]/3[m] \times 100 = 4.7 \rightarrow \text{約 } 5.0[\%]$$

であり、概念設計の13%は多過ぎると思われる。

(c) 水平迂流式

槽内の水の流れは水平迂流式で設計する。これは空気攪拌によって各室で十分完全混合が行われており短絡流は起らないものとする。

概念設計で採用している上下迂流式では、上部に四角堰、下部に四角の穴を開けることになる。これに対して水平迂流式は、隅の壁の一部を上から下まで切り欠きを作るため（強度保持のため上部に梁を残す）、施工が容易で槽内の清掃時、いちいち昇り降りする必要がなく隣室へ行くことができ、作業も容易にできる。また、同じ系列の隣合う室間の水圧差を考える必要はないので壁厚も薄くできるなどメリットが多い。

(d) 室数の半減

概念設計では、3m×3mの室で分割したが、2室間の壁をなくし室数を20室から10室に半減した。これは3m×3mごとに逆角錐を設けるので汚泥がその中央に沈積する。2室を1つにしても適切な空気攪拌を行えば槽内の汚泥堆積は防止できる。室数を減らすことより壁の数が減り、汚泥の抜き出し箇所数も半減する。

3) 外形寸法の計算

寸法は構造、基礎の計算（中国側の範囲）を行う段階で決定されるが、基本寸法は次の通り。

(a)容積：

- ・ 全容積 $(28.1[m^3/min]+28.1[m^3/min])/2[系列] \times 20[min] \times 3[系列] = 1686[m^3]$
- ・ 1系列当りの有効容積 $1686[m^3]/3 = 562[m^3]$

(b)表面積：

- ・ 全表面積 有効水深 = $(3.0+0.2) m=3.2m$ とすると
 $1686[m^3]/3.2[m] = 527[m^2]$

- ・ 1系列当りの有効表面積
 $527[m^2]/3 = 175.6 \rightarrow 180[m^2]$

(c)槽幅 (W) x 槽長さ (L)

- ・ 1系列は、1室を $(3[m] \times 6[m]=18[m^2])$ とすると、
 $180[m^2]/18[m^2]=10$ 室
- ・ 全体では、
 $(6m \times 3=18[m]) \times (3m \times 10室=30.0[m])$ ただし、壁厚を含まない。

(d)槽高さ：

①垂直部（上部）

・ 有効水深：	3.0 [m]
・ 吹き込み空気による盛上がり：	0.14[m]
・ 槽内損失水頭（入口-出口）：	0.2 [m]
・ 越流高さ：	0.3 [m]
・ 余裕深：	0.3 [m]
垂直部高さ	3.94→4.0[m]

②下部

・ 角錐深さ： $3[m] \times 1/2$	1.5 [m]
・ 水槽壁厚さ： $(2 \times (0.25)^2)^{0.5}$	0.35[m]
・ 排泥管ノズル：	0.2 [m]
・ ボール弁（2 B）：	0.24[m]
・ 直管（最上流部）	0.15[m]
・ 樋深さ：	0.30[m]
・ 樋勾配： $0.02 \times (3.25 \times 7)$	0.46[m]
・ 余裕：	0.20[m]
脚部	3.40[m]

4) 付属設備

(a) 機械設備

① 攪拌空気吹込管：ブロー（鼓風機）と合わせ詳細は別途検討する。

② 排泥弁

・ 1本からの排泥量は

$$(28.1+28.1) / 3[\text{m}^3/\text{min}] \times 0.1 \times 1 / 10 = 0.187[\text{m}^3/\text{min}]$$

・ 拔出し速度は、

< 2B SUS304TP sch10Sの場合 >

管径 $d=54.9\text{mm}$ 、管断面積 $A=0.00237[\text{m}^2]$

$$u = 0.187[\text{m}^3/\text{min}] / 60[\text{min}/\text{sec}] / 0.00237[\text{m}^2] = 1.32[\text{m}/\text{sec}]$$

< 1-1/2B SUS304TP sch10Sの場合 >

管径 $d=54.9\text{mm}$ 、管断面積 $A=0.00237[\text{m}^2]$

$$u = 0.187[\text{m}^3/\text{min}] / 60[\text{min}/\text{sec}] / 0.00145[\text{m}^2] = 2.15[\text{m}/\text{sec}]$$

・ 排泥管のサイズは1-1/2Bで十分であるが、詰まりの問題から太い2Bとする。

③ 階段、操作ステージ

流入配管と、攪拌用空気配管の空気量調整用バルブ操作のため、一段中和槽のすべての壁上に操作ステージを設置する。

* 内梯子は、取り付けの問題、腐食対策、使用頻度などを考慮して、固定梯子は設置しない。別に可搬式の梯子を用意するものとする。

(b) 計装設備

pH記録調節計（潜漬型ブラシ洗浄装置付） 3組

5) 検討の経過

(a) 一段中和槽の表面積

1系列当たりの滞留時間を30分から20分にしたことで、槽の深さを概念設計（垂直部＝約6m）通りとすれば表面積は約2/3になる。吹き込み空気の圧力はやや大きくなるが、吹き込み空気量は減少するので、調査団はこれで計画を進めた。これに対して中国側からは、表面積を概念設計と同じくして水槽の深さを浅くするよう提案され、設計ではこの案を採用した。

(b) 一段中和槽の構造

空気攪拌は吹き込み管の配置により容易に完全混合が可能であることが実証試験で確認された。また、適切な空気の吹き込みと槽底からの汚泥の抜き出しにより、槽底の汚泥堆積は防止できる。そこで調査団は、概念設計の3mx3mの室を設け中央から汚泥を引き抜く考え方を大きく変え、1系列を長方形の3室により構成されるようにして、汚泥の抜き出し個所を2ヶ所と少なくした。これにより隔壁を大幅に削減できる上、構造が簡単で施工が容易になる。

また、汚泥の循環は未利用の炭酸カルシウムの有効利用を主目的と考えていたが、実証試験結果では、それよりも槽底の汚泥堆積防止効果的も大きいことが判明した。槽底に設けた逆角錐中央に汚泥が沈積するのであって、汚泥の循環量もそれほど多くは必要ないと考えられるので、排泥箇所、排泥循環設備容量も小さくすることができる。

これに対して中国側は概念設計の1系列(3m×3m)×20室の考えを尊重し、調査団もこれに従って設計を進めてきたが、最終的には中央隔壁をなくして(3m×6m)×10室で設計をすることになった。

(6) 循環返泥槽 (S-O 5 A1、A2、B1、B2、C1、C2)

1) 機能

一段中和槽の槽底から汚泥を連続的に抜き出した汚泥を排泥溝(樋)を通して集め、一段中和槽入口へ返送・循環するためのポンプピット

2) 設計仕様

- ① 排泥量： 処理水量の最大 10[%]
- ② 汚泥性状： pH 3.5~4.5、 比重 1.2~1.3
- ③ 滞留時間： 4 [min] 程度
- ④ 形状、材質： 地下鉄筋コンクリート製+耐酸ライニング
- ⑤ 数量： 1 系列 1 槽+1 槽予備 (計 6 槽)
- ⑥ 2 槽間の壁上部に切り欠を設け、相互のオーバーフローとする。

[説明]

循環返泥槽は一段中和槽の入口側の槽下部に設置し、上流側 2 室から No. 2 排泥溝により、下流側 8 室から No. 1 排泥溝により排泥を集めて各循環返泥槽へ排出する。1 系列につき 2 組の循環返泥槽、返泥ポンプを有し、交互に使用する。従って、排泥溝には仕切板を取り付け、切り替えてどちらの槽へも流せるようにする。

3) 外形寸法など

① 排泥流入量： $(28.1 \times 2) / 3 [\text{m}^3/\text{min}] \times 0.1 = 1.9 \rightarrow 2.0 [\text{m}^3/\text{min}]$

② 必要な容積： $2.0 [\text{m}^3/\text{min}] \times 4 [\text{min}] = 8.0 [\text{m}^3]$

③ 寸法： 幅 $W = 2.9 \text{m}$

有効高さ $h = 1.8 [\text{m}]$ (垂直部 1.1m) とする。

縦断面 $= 2.9 \text{m} \times 1.8 \times 0.8 \text{m} * = 4.2 \text{m}^2$

* 20% は槽底に傾斜をつけるための容積減と仮定した。

長さ $L = 8.0 [\text{m}^3] / 4.4 [\text{m}] = 1.8 [\text{m}]$

槽内寸法 $= 2.9 \text{m} W \times 1.8 \text{m} L \times 2.3 \text{m} H$

$$\begin{aligned} \text{槽高さ} H &= 1.8\text{m} + \text{上部}0.2\text{m} + \text{下部}0.3\text{m} \\ &= 2.3\text{mH} \end{aligned}$$

4) 付属設備

(a) 機械設備

① 返泥ポンプ

i) 吐出し量：2.0[m³/min] (循環返泥槽流入量)

ii) 吐出圧力：

・ 排泥槽底～床～：一段中和槽天端	199.70
配管サポート	0.30
ポンプ室床高さ	-189.70
吸込管	-0.50
高さ	9.8m

・ 配管損失：

直管	20[m]	
配管損失：急縮小、急拡大直管相当長さ(4)	24[m]	
仕切り弁(2)、可撓継手	10[m]	(8B) u=1.6[m/sec]
逆止弁	18[m]	P6=1.7[mH ₂ O]/100
90°エルボ(5)	35[m]	=4.6[m]
電磁流量計	2[m]	
計	109[m]	

配管径(6B) u=1.8[m/sec]

$$P = (2.7[\text{mH}_2\text{O}]/100[\text{m}]) \times 109[\text{m}] = 3.0[\text{m}]$$

$$\begin{aligned} \text{ポンプ吐出圧力} &= (\text{水頭}) \times (\text{液密度}) \times (1 + \text{余裕}) \\ &= (9.8 + 3.0) \times 1.3 \times (1 + 0.2) \\ &= 20[\text{mH}] \end{aligned}$$

iii) モーター出力

$$0.163 \times 2.0 \times 20 \times (1/0.5) = 13.1 \rightarrow 18.5\text{kw} \quad (22\text{kw})$$

iv) 数量： 3台+3台予備 (交互運転)

② 蓋、内梯子

(b) 計器類

- ① 液面指示警報計 6組
- ② 流量指示計 6組
- ③ 圧力計 6組

5) 検討の経過

(a) 調査団の最初の計画では、一段中和槽の室数を1系列あたり3室にして汚泥

の抜き出し個所を2個所とし、一段中和槽入口側下部に設けた排泥槽（RC）へ1本の排泥溝（樋）で排出するものであった。排泥槽は汚泥の堆積防止を目的に、槽底から攪拌空気を吹き込む設計とした。全部で3槽。

(b)これに対して、中国側より一段中和槽は1系列20室とし、中央下部に円筒型の排泥槽（SUS304製、1槽/系列=計3槽）を設け、両側5室ずつの排泥を排泥溝（樋）で集めるよう提案された。排泥槽（SUS）には攪拌機の設置が必要になる。

(c)中国側では、さらに検討を重ねた結果、一段中和槽上流側下部に排泥槽（循環返泥槽：RC）を設置し、8室の排泥を排泥溝（X-01）で、2室の排泥を排泥溝（X-02）で集める方式に変更した。循環返泥槽は内部は尾鉸専門家の意見で壁に傾斜をつければ汚泥堆積を防止できるとのことで、空気攪拌、機械攪拌とも行わないことになった。

(d)槽深さについては、当初H=2.8mで設計していたが、地下水槽であり槽底のレベルは4号尾鉸庫の水位と関係があるため、できるだけ浅くするよう中国側から要望があり、H=2.3mとした。

(e)槽上部はコンクリートスラブで設計していたが、中国側から取り外しができる鋼板製の蓋にするよう要望があり変更した。

(7) 排泥溝（X-01A、B、C、-02A、B、C）

1) 機能

一段中和槽から連続的に抜き出した汚泥を循環返泥槽へ送る。

2) 設計仕様

①一段中和槽の1系列10室から抜き出した汚泥を

- ・8室をNo.1（X-01）排泥溝で
- ・2室をNo.2（X-02）排泥溝で循環返泥槽へ流す。

②形状、材質：角形、SUS304

③排泥溝の傾き：20/1000とする。

④堰板付分岐溝：末端は循環返泥槽の1または2に切り替える堰板つき分岐溝を取り付ける。

⑤X-02は短いので、X-01で集めた排泥はX-01へ排出する。

3) 外形寸法など

1系列の排泥量 = $(28.1 \times 2) \times (1/3) \times 0.1 = 1.9 \rightarrow 2.0 [\text{m}^3/\text{min}]$

(a)No.1排泥溝

①排泥量

$2.0 [\text{m}^3/\text{min}] \times (8/10) = 1.6 [\text{m}^3/\text{min}]$

②溝寸法

$W=0.2[m]$ 、 $u=1.0[m/sec]$ では 水深 $h=0.13[m]$

(b)No.2排泥溝

①排泥量

$2.0[m^3/min] \times (2/10) = 0.4[m^3/min]$

②溝寸法

$W=0.15[m]$ 、 $u=0.7[m/sec]$ では 水深 $h=0.07[m]$

4) 検討の経過

X-01、X-02の排泥溝は、それぞれ循環返泥槽へ汚泥を排出するように設計していた。中国側の提案で、短いNO.2排泥溝(X-02)排泥溝の汚泥をNO.1排泥溝の排出するようにした。

(8) 二次中和混合槽

1) 機能

pH4の一段中和処理液に尾鉍溢流液分配槽からの尾鉍溢流液を加えて、水流による攪拌力により混合中和する。

2) 設計仕様

①廃水量：	一段中和処理液	$28.1 \times 2.0 = 56.2[m^3/min]$
	二段中和7M加廃水	$28.1 \times 2.3 = 65.7[m^3/min]$
	二段中和処理液	$121.9[m^3/min]$

②廃水の水質： pH 3.5 (7M加性廃水添加前) ~12.5 (7M加性廃水)
液比重 1.0~1.13

③二次中和処理液： >pH 6付近

pH制御は行わないので、尾鉍溢流液分配槽をオーバーフローする尾鉍溢流液の流量、アルカリ量によりpHは変化する。

④水槽の数： 1槽

⑤材質： 鉄筋コンクリート (RC)

⑥混合方式： 邪魔板による水平迂流式

⑦滞留時間： 15sec程度

⑧槽内流速： 1.5[m/sec]以上

⑨邪魔板の間隔、枚数： 7枚

⑩邪魔板の取り付け角度：

流れ方向に対して直角であれば、死角が少なく(堆積が起こりにくい)、かわりに抵抗が増加する。直角をやや越えた100度付近とする。

3) 外形寸法の計算

①流路断面積

・最大流量 $121.9[\text{m}^3/\text{min}] = 2.03[\text{m}^3/\text{sec}]$

流速を $u=2.0[\text{m}/\text{sec}]$ とすると、流路断面積は

$$2.03[\text{m}^3/\text{sec}]/2.0[\text{m}] = 1.0[\text{m}^2]$$

②流路幅 w 水深を $u=0.8[\text{m}]$ すると

$$1.0[\text{m}^2]/0.8[\text{m}] = 1.25[\text{m}]$$

③流路長さ = (流速) \times (滞留時間)

$$2.0[\text{m}/\text{sec}] \times 15[\text{sec}] = 30[\text{m}]$$

④水路幅 W の決定

(縦方向) + (邪魔板厚さ) + (邪魔板数 + 1) $\times \ell = 30[\text{m}]$

$$(1.25 + 0.4) \times 8 + (0.15 \times 7) + (8 \times \ell) = 30[\text{m}]$$

* $0.4[\text{m}]$ は邪魔板の流れ方向への傾き

$$\ell = 2.0[\text{m}]$$

$$W = w + \ell = 1.25[\text{m}] + 2.0[\text{m}] = 3.25[\text{m}]$$

⑤水路高さ

水深 $h=0.8\text{m}$ に対して、余裕をみて $H=1.5[\text{m}]$ とする。

4) 付帯設備

(a)機械設備

・操作ステージ、手摺

(b)計装設備

・pH記録計（潜漬型、ブラシ洗浄装置付） 1台

5) 検討の経過

1) 二段中和混合槽を流れる流量は $120[\text{m}^3/\text{min}]$ を越える大量である。

また一段中和槽は3系列あり、常時2系列または3系列運転されている。そこで調査団は、二段中和混合槽は2系列設置し、何かの場合1系列でも運転できるように設計した。

これに対して、中国側はその必要はなく、概念設計の通り1系列でよいとのことだったので、これに従い設計することになった。

2) 二段中和の反応時間として $30[\text{sec}]$ 以上で設計したが、中国側は概念設計での滞留時間 $15[\text{sec}]$ でよいとのことなので、これを採用した。

(9) 二段中和混合槽流入、流出配管、結合井

1) 管径の計算

①一段中和槽処理液流入水路

- ・ 廃水量： $56.2[\text{m}^3/\text{min}] = 0.94[\text{m}^3/\text{sec}]$
- ・ 開水路： 水路幅 1.0[m]、水深 0.46[m]、流速 $u=2.03[\text{m}/\text{sec}]$

②二次中和処理液流出水路

- ・ 廃水量： $121.9[\text{m}^3/\text{min}] = 2.03[\text{m}^3/\text{sec}]$
- ・ 700A配管 x 3本 (中国側決定)
(管内面積= $0.385[\text{m}^2] \times 3$) 流速 $u=1.76[\text{m}/\text{sec}]$

2) 結合井 (S-07)

外形寸法： 5.0[m]x5.0[m] x 4.0[m] (中国側決定、設計範囲外)

(10) 一段中和槽用鼓風機 (B-01A、B、C、D)

1) 機能

一段中和槽において酸性廃水とアルカリ性廃水を攪拌混合し中和するために槽底から吹き込む空気を供給する。

2) 設計仕様

- ①単位空気吹込量： $0.3[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$
- ②一段中和槽液比重： 1.06
- ③必要空気圧： 「水深」 x 「液比重」 x (安全率=1.2)
- ④型式： 水冷式ロータリーブロワー
- ⑤数量： 3台+1台予備

[説明]

(a)単位空気吹込量

概念設計では、日本国内の同種設備の運転事例をを参考に $0.7[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$ の値を採用している。

①実証試験における空気吹き込み量は

$$\begin{aligned} & 0.2[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2] \text{ at } 1.7\text{m中和液} \\ & = 0.2 \times (1+0.17)/1.0 \times 1.06 \\ & = 0.26[\text{Nm}^3/\text{min}/\text{m}^2] \end{aligned}$$

で十分との結果であった。

②鉱山廃水を中和処理している松尾鉱山の実績では、酸化槽、中和槽とも空気の吹き込み量は ('97.12.5 調査)

$$\begin{aligned} & 0.26[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2] \text{ at } 8\text{mH}_2\text{O} \\ & = 0.26[\text{mH}_2\text{O}] = 0.26 \times (1+0.8)/1.0 \times 1.03 \end{aligned}$$

$$= 0.48[\text{Nm}^3/\text{min}/\text{m}^2]$$

であったが、担当者のお話では現状の運転では空気の吹込み量は過大であり、削減可能とのことであった。

ただ、注意しなければならないことは、松尾の場合は中和は精製された炭酸カルシウム粉末を使用しており、中和槽の液の濃度は徳興銅鉱山の中和液濃度に比べ半分程度である。

③従って単位空気吹込量の設計値としては、は松尾鉱山の値よりやや大きい0.3 $[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$ とし、1系列1鼓風機として設計する。すなわち、一段中和槽3系列運転において鼓風機3台を運転するが、攪拌の状態をみて3系列へ2台の鼓風機での供給が可能となることが予想される (0.2 $[\text{Nm}^3/\text{min}/\text{m}^2]$)。これにより、運転経費が節減できる。

④空気吹込量の比較を表 4-5に示す。

表 4-5 空気吹込量の比較

		液比重 [-]	水深 [m]	空気吹込量	
				$[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$	$[\text{Nm}^3/\text{min}/\text{m}^2]$
詳細設計		1.06	4.0	0.3 (0.2)	0.45(0.30)
実証試験		1.06	1.8	0.2	0.26
概念設計		1.06	6.5	0.7	1.22
松尾鉱山	酸化槽	1.03	8.0	0.26	0.48
	中和槽	1.03	8.0	0.26	0.48

[注] () 内は運転予想

3) 鼓風機 (B-01)

(a) 1系列あたりの空気吹込量

・一段中和槽の表面積 = $3[\text{m}] \times 6[\text{m}] \times 10 = 180[\text{m}^2]$

・空気吹込量 (余裕を20%見込む)

$$180[\text{m}^2] \times 0.3[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2] \times 1.2 = 64.8 \rightarrow 65[\text{m}^3/\text{min}]$$

(b) 必要空気圧力

$$\{ (\text{水深} \times \text{液比重}) + (\text{配管、流量計圧力損失}) \} \times (\text{安全率} 20\%)$$

$$= \{ (4.0 + 0.5) \times 1.06 \} + 0.6 \} \times 1.2$$

$$= 6.44 \rightarrow 6.5[\text{mAq}]$$

(c) 鼓風機容量

$$65[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2] \times 6.5\text{mAq} \times 110\text{kw}$$

5) 検討の経過

(a) 調査団は、大型ブロワー70[m³/min] x 2台+小型ブロワー35[m³/min] 2台で計画した。これは一段中和槽2系列運転に対して、

・ 鼓風機 (大) 1台+鼓風機 (小) 1台運転で設計し

(単位空気吹込み量：0.3[m³/min/m²])、

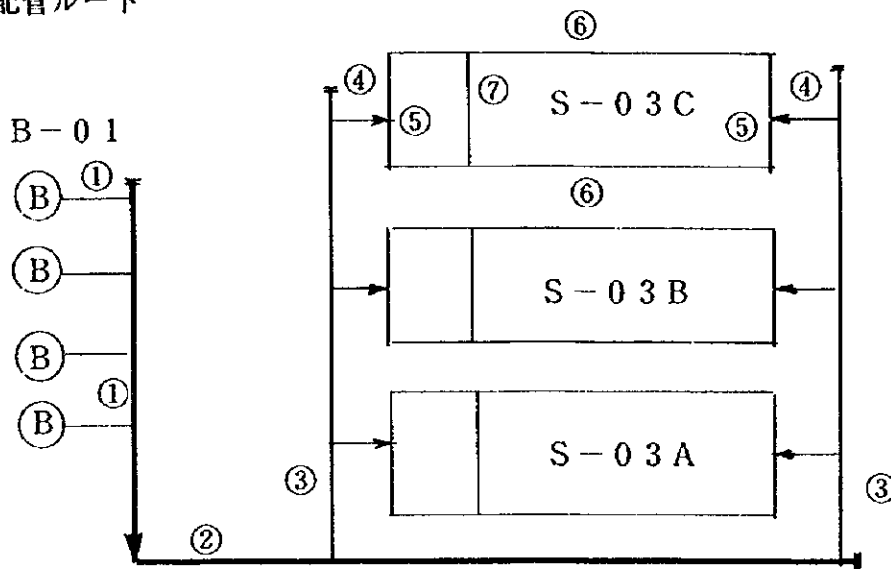
・ 運転状態をみて空気吹込み量を減らすことができるようであれば

鼓風機 (大) 1台で運転 (単位空気吹込み量：0.2[m³/min/m²]) するとの考えである。

(b) これに対して中国側からは、1系列1鼓風機 (計3台) + 1台予備で計画するよう提案された。これは常時3系列運転に対して鼓風機3台を運転 (0.3[m³/min/m²]) し、場合によっては2台運転 (0.2[m³/min/m²]) しようとするものである。この中国案で設計する。

(11) 攪拌用空気配管

1) 空気配管ルート



① 鼓風機吐出配管

空気流量=65[m³/min]

8B I.D=204.7[mm]、A=0.0329[m²] 管内流速 u=32.9[m/sec]

10B I.D=254.2[mm]、A=0.0507[m²] 管内流速 u=21.4[m/sec]←

② 主管 (ヘッダー)

空気量 65[m³/min] x 3=195[m³/min]

d=16B、I.D.=390.6[mm]、A=0.12[m²]、管内流速 u=27.1[m/s]
d=18B、I.D.=441.4[mm]、A=0.152[m²]、管内流速 u=21.2[m/s] ←

③主管（第2）ヘッダー

空気量 195[m³/min]/2=97.5[m³/min]

d=12B、I.D.=304.7[mm]、A=0.073[m²]、管内流速 u=22.3[m/sec]

④各系列流入管

空気量 97.5[m³/min]/3=32.5[m³/min]

50%=32.5[m³/min]に対して最大70%流入可能とすると

32.5[m³/min] x 70/50=45.5[m³/min]

d=6B I.D.=155.2[mm]、A=0.0189[m²]、管内流速 u=40.1[m/sec]

d=8B I.D.=204.7[mm]、A=0.0329[m²]、管内流速 u=23.0[m/sec] ←

⑤ループ配管入口側、出口側ヘッダー

最大空気量 45.5[m³/min]/2=22.8[m³/min]

d=4B、I.D.=105.3[mm]、A=0.0087[m²]、管内流速u=43.6[m/sec]

d=6B、I.D.=155.2[mm]、A=0.0189[m²]、管内流速u=20.1[m/sec] ←

⑥ループ配管

常時空気量 32.5[m³/min]/2=16.3[m³/min]

d=4B、I.D.=105.3[mm]、A=0.0087[m²]、管内流速u=31.2[m/sec] ←

d=6B、I.D.=155.2[mm]、A=0.0189[m²]、管内流速u=14.4[m/sec]

最大空気量 45.5[m³/min]/2=22.8[m³/min]

d=4B、I.D.=105.3[mm]、A=0.0087[m²]、管内流速u=43.6[m/sec]

d=6B、I.D.=155.2[mm]、A=0.0189[m²]、管内流速u=20.1[m/sec]

分岐後、すぐに空気吹込管ヘッダーに分かれるので、ここでは常時流量を対象として設計する。

⑦空気吹込管ヘッダー

65[m³/min]/(10x2)本=3.25[m³/min/本]

・空気吹込管ヘッダー d=2B I.D.=52.9[mm]、A=0.0022[m²]

管内流速 u=24.6[m/sec]

⑧空気吹込管

65[m³/min]/(11 x 10) 本=0.59[m³/min/本]

・空気吹込管 d=1B I.D.=27.6[mm]、A=0.0006[m²]

管内流速 u=16.45[m/sec]

・空気吹込管 d=3/4B I.D.=21.6[mm]、A=0.000366[m²]

管内流速 u=26.9[m/sec]

2) 検討の経過

(a) 空気配管の設計流量

各系列へ分岐後の空気配管には、入口側（50%）、出口側（50%）の空気吹込量で設計していた。中国側より、片側最大70%を流すことができるよう設計変更の提言があり、設計配管径で不具合がないか検討した。槽上部のループ配管の上流側数mだけ流速が大きく圧力増加が懸念されるが、その他は問題ないことを確認した。

(b) 空気流量計

調査団の当初の計画では、各鼓風機吐出側に流量計を設置し鼓風機の流量を測定し、一段中和槽の両側の空気配管の流量計で均等な空気吹込み量になっていることを把握する計画であった。しかし、流量計はオリフローメーター（オリフイスで差圧を計って流量を知る）が一般的であり、この場合、最大流量時には1台の流量計で約500～600mmの差圧を生じる。従って、2台の流量計では約1mの差圧が生じるため、鼓風機の吐出圧力もその分考慮し選定する必要がある。計画では流量計の圧力損失を500mm（全体で20%の余裕をみているが）しか考慮していない。鼓風機の吐出圧力を増加すると電動機の出力が比例して大きくなる。

そこで計画を変更して、鼓風機吐出側には流量計を取り付けないことにする。鼓風機を1台ずつ運転すれば、一段中和槽の流量計の合計で鼓風機の風量を測定することが可能である。概念設計のフローシートでも、鼓風機の吐出側には流量計は取り付けられていない。

4-7 その他

(1) 非常用発電機計画

本廃水処理設備は連続運転を基本とし、非常停電の発生に備え非常用発電機を設置する。非常用発電機は年間を通じて限られた時間だけの使用と考えられるので、設備で使用する全電力量をまかなうのは得策ではない。そこで非常停電時の運転モードを作成し、必要最小限の能力の非常用発電機を計画する。計画の基準を以下に示す。[注：計画停電があるので、それ以外の停電を非常停電とし表現した。]

1) 非常用発電機

①機種：ディーゼル発電機、380Vx50HZ

②数量： 1台

③設置場所： 電気室内

④非常停電から非常用発電機が起動するまでの時間： 1分以内

2) 非常停電時の運転の考え方

一段中和処理に必要な攪拌用空気を供給する鼓風機は大容量であるため「非常停電時には一段中和処理は行わず、槽内の汚泥が堆積・固化を生じないように最小限の空気を供給し、運転を維持する」ものとする。

3) 非常停電時の運転モード

(a)非常停電が発生すると、制御電源、非常灯を除いてすべての電源供給が停止する。

①機械関係

・回転機（鼓風機、返泥ポンプ、排水ポンプ）は停止する。

②計装関係

・UPSを設置するので、すべての計器類は正常作動を続ける。バッテリーの保持時間を10分で設計するので、その間に非常用発電機が起動し電力が供給される。

・制御用空圧機は停止するので、調節弁などは安全側に作動し停止する。

③照明

・非常灯を除いて消灯する。

(b)非常停電発生直後の対応

①一段中和槽への酸性廃水、アルカリ性廃水供給配管の調節弁を自動的に全閉になるように設計する。これにより、

・酸性廃水は酸性水貯槽が満水になるまで貯槽に貯留された後、オーバーフローして尾鉾溢流液溝を通して二段中和混合槽へ排出される。

・アルカリ性廃水は、全量尾鉾溢流液溝へ溢流し二段中和混合槽へ排出され

る。

兩廃水は二段中和混合槽で混合された後、結合井から4号尾鉾庫へ自然流下で放流される。

- ②直ちに排泥対策を行う。循環返泥槽が満水に近い状態で停電が起こると、一段中和槽からの排泥が連続的に流れ込んで溢れてしまう。とりあえずは隣の循環返泥槽へ流入する。溢れた汚泥は排水溝を通過して排水槽へ流れ込む。その前に一段中和槽の排泥弁を全閉または絞り込みを行う。

(c)非常用発電機による電力の供給開始後の対応

非常用発電機が起動し非常用電力が供給されたら

- ①排水の溢れ防止のため、直ちに「排水ポンプ」「返泥ポンプ」を起動する。

(現場で確認、手動起動を原則とする)

- ②一段中和槽へ汚泥沈積を防止用の空気を供給するために鼓風機1台を起動する。従って、単位空気吹込量は

・一段中和槽3系列運転の場合： $0.1[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$ となり

・　　　　　2系列運転　　　　　： $0.15[\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2]$ となる。

- ③この空気吹き込み量は停電前にくらべ1/2か1/3となるので、槽全体にわたり均一に空気を吹き込むためには、空気吹込管のバルブの開度調節を行わなければならない。

*停電が解除となり通常通り鼓風機を起動したら、空気吹き込み管バルブは元の開度に調整し直すこと。

4) 非常用発電機の容量

下記の電力供給を行うものとし、起動電流を考慮して発電機容量を計画する。

- | | | |
|--------------------|------|-------|
| ①排水ポンプ (5.5kw) | 1台 | |
| ②返泥ポンプ (18.5kw) | 3台 | |
| ③鼓風機 (120kw) | 1台 | |
| ④計装用空気圧縮機 (0.75kw) | 1台 | |
| ⑤照明用 | ⑥計装用 | ⑦空調など |

(2) 土木設計用データ

1) 酸性水貯槽 (S-01)

(a) プロセスデータ

- ・ 流入排水は酸性水ダム／沈砂池から送られてくる pH1.4～2.2の強酸性水で、比重は約1.0である。
- ・ 常に液面はLICA-1によりほぼ満水に保たれる。
- ・ 溢流は天端から-400mm (底+3,600mm) である。

(b) 廃水以外の荷重条件

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-55-01]

① 流入廃水配管 (24B)：原則として配管の基礎で荷重を受けるものとし、天端以上の荷重がコンクリート壁にかかるものとする。

- ・ 配管 (24B SUS304) の重量 = 500kg
- ・ 支持金具 (150溝型鋼) = 30kg
- ・ 廃水 = 630kg

合計 1,160kg

② 流出配管 (24B SUS304)：槽の外側0.5m以降は配管の基礎で荷重を受けるものとする。

- ・ 配管 (エルボ、レジューサー) = 300kg
- ・ 廃水 = 300kg

合計 600kg

③ 溢流管 (24B SUS304)

- ・ 配管 (レジューサー、エルボ) = 600kg

④ 操作ステージ：槽外側は階段の基礎で荷重を受けるものとし、天端以上の操作ステージの荷重を受けるものとする。

- ・ 操作ステージ = 220kg
- ・ 取付け計器 = 50kg
- ・ 運転員 (2人) = 150kg

合計 420kg

2) 尾鉾溢流液分配槽 (S-02)

(a) プロセスデータ

- ・ 流入廃水は4号分級ステーションサイクロンの溢流液で pH11.5～12.5の強アルカリ廃水で15%程度の固形物を含むため、沈殿しやすい。
- ・ 流入廃水の約2/3は常に二段中和混合槽へ溢流している。溢流高さは天端から-400～500mm (底から+3,000～3,100mm) である。

(b) 廃水以外の荷重条件

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-55-02]

① 流出管 (16BSGP) 1本当たり：槽外側 0.5m以降は配管の基礎で荷重を受けるものとする。

・ 配管 (直管、エルブ) = 180kg

・ 廃水 = 180kg

合計 360kg

② 操作ステージ：槽外側は階段の基礎で荷重を受けるものとし、天端以上の操作ステージ (800W x 6,000L) の荷重を受けるものとする。

・ 操作ステージ = 600kg

・ 取付け計器 = 50kg

・ 運転員 (2人) = 150kg

合計 800kg

3) 一段中和槽 (S-03)

(a) プロセスデータ

- ・ 3系列からなり、常時3系列で運転するが、2系列、1系列運転を行うこともある。
- ・ 酸性廃水、アルカリ性廃水を合わせ槽底から空気を吹き込んで攪拌混合する。
- ・ 運転中は満水で天端から約-400mmである。運転停止の系列は満水、または水を抜いて空にすることもある。
- ・ 一段中和処理液は処理液溝へ溢流し、約10%は槽底から循環返泥槽へ連続的に排出される。
- ・ C系列 (S-03C) の西側壁上部には、常に二段中和混合槽へ送られる尾鉾溢流液が流れる溝が取り付けられる。

(b) 廃水以外の荷重条件

① 操作ステージ、空気配管

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-55-03]

(i) 1m当たり (運転員を含まず)

・ 操作ステージ (800W) = 100kg

・ 配管 (2B~6B) = 約50kg

合計 150kg

(ii) 水槽全体

$(30m \times 4) + (5.5m \times 11 \times 3) = 301.5m$

・ ステージ、配管 = $150kg/m \times 301.5m = 45,225kg$

・計器類 = 50kg x 3組 =	150kg
・運転員ほか (10人) = 75kg x 10人 =	750kg
合計	46,125kg

②流入管

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-41-01]

一段中和槽入口側コンクリート天端に次の配管が設置される。槽外側0.5mまでの配管の荷重をうけるものとして計算する。

・尾鉾溢流液配管 (16BSGP) + 廃水 = 160kg + 140kg =	300kg
・酸性廃水 (16BPE又は同等品) 160kg + 130kg =	290kg
・返泥 (6B X 2本) = 40kg x 2本 =	80kg
・配管サポート (150溝形鋼 x 2.5m、バンド) =	50kg
合計	720kg

1m当たり = 720kg / 2.5m = 約300kg

4) 二段中和混合槽 (S-04)

(a) プロセスデータ

- ・一段中和処理液と尾鉾溢流液が一緒になって流入し、邪魔板の間を流れながら混合される。
- ・混合液の pH は 6 付近 ~ 12.5、固形分濃度は 10 ~ 15%、比重 1.07 である。
- ・流入部では尾鉾溢流溝との間に落差 1.5m ある。

(b) 廃水以外の荷重条件

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-55-04]

①操作ステージ1m当たり 100kg/m (運転員を含まず)

②全荷重

・操作ステージ = 100kg / m x 13.5m =	1,350kg
・計器 + 支持型鋼 =	50kg
・運転員ほか (5人) = 75kg x 5人 =	375kg
合計	1,775kg

5) 循環返泥槽 (S-05)

(a) プロセス条件

- ・循環返泥槽は 1 系列に 2 槽あり (計 6 槽)、交互に使用する。
- ・一段中和槽下部から抜き出した汚泥 (pH 4、固形分濃度約 20%、比重 1.1) が連続的に流入する。

- ・液面H（高）で返泥ポンプが自動起動し、液面L（低）で自動停止し、5～10分間隔で、これを繰り返す。
- ・A、Bの仕切壁上部に300Wx200Hの切欠きを設けオーバーフローとする。

(b) 廃水以外の荷重

[参照図面：DWG. NO. TO-DD-55-03-2]

1槽当たりの荷重は次の通り。

・蓋（500w x 1.4mH） = 60kg / 枚 x 6枚 =	360kg
・手摺 =	25kg
・排泥溝（5m分） + 排泥 = 150kg + 200kg =	350kg
・運転員（3人） = 75kg x 3人 =	225kg
合計	960kg

6) 回転機械関係

回転機械の諸条件

機器番号	B-01ABCD	P-01A1~C2	P-02AB
機器名称	一段中和槽攪拌 鼓風機	返泥ポンプ	排水ポンプ
数量	4台	6台	2台
型式	ローターブロー	遠心横型コムライニング	遠心縦型コムライニング
吐出量 x吐出圧力	6.5N/min x6,500mmAq	2.0m ³ /min x0.21MP	0.2m ³ /min x0.2MP
電動機	110kw	18.5kw	5.5kw
回転数	1,390 rpm	1,230 rpm	2,300 rpm
伝達方式	ベルト	ベルト	ベルト
本体重量	1,300 kg	590 kg	400 kg
運転重量	1,300 kg	700 kg	500 kg
重心の位置	床面から +600mm上	床面から +500mm上	床面 0mm
運転方式	常時2台又は3台 連続運転	・1系列につき1 台 運転1台停止 ・常時2系列又は 3系列連続運転	・1台運転、1台 停止 ・5~10分に1回 自動起動停止を繰 り返す
取扱い流体	空気	尾鉱を含む一段中 和汚泥 pH4、比重1.1 固形物濃度20%	一段中和処理液、 ポンプ軸封水、雨水 pH4、比重1.07 固形物濃度15%
設置場所	室内 鼓風機及空圧機室	屋外 一段中和槽下ポンプ 室	屋外 一段中和槽下ポンプ 室、S-06上
備考	冷却水 (35℃) 10ℓ/min 0.2MP	軸封水 0.8ℓ/min 0.03MP以下	軸封水 0.5ℓ/min 0.03MP以下

第5章 結論と提言

第5章 結論と提言

目 次

5-1	本詳細設計調査の結論	5-1
(1)	実証試験装置の設計	5-1
(2)	実証試験	5-2
(3)	新規廃水処理設備の詳細設計	5-4
5-2	新規廃水処理設備の建設に係る提言	5-5
(1)	今後中国側が実施する詳細設計に係る留意事項	5-5
(2)	運転マニュアル作成及び維持管理上の留意事項	5-7
5-3	その他	5-8
(1)	現場詰所の設置	5-8
(2)	実証試験装置の活用	5-8

第5章 結論と提言

5-1 本詳細設計調査の結論

本詳細設計調査は、「空気攪拌による二段階中和法」の実証試験と、「新規廃水処理設備の詳細設計」からなる。

実証試験は、1997年7月から11月までの約4ヶ月間、徳興銅鉱山において日本側調査団の技術指導に基づき、中国側技術員、運転員により実験が行われた。実験の結果は第3章に示した通りであり、実験で得られた設計諸元は、引き続き行われた新規廃水処理設備の詳細設計の一部に活かされている。

詳細設計においては、第4章に示した設計の指針、考え方、基本計算に基づき、添付のフロー図、配置図、機器図などの設計図書を作成した。詳細設計に際しては、着手以来、日中協議を重ねながら設計を進めたものであり、ここに提出した設計図書は現時点でのベストと考えられるものである。しかし、新規廃水処理設備の建設に際しては、今後、中国側の責任において見直され「建設用設計図書」とされることになっている。

(1) 実証試験装置の設計

1) 一次中和槽

設計、製作、施工、運搬の容易さ、経済性を考慮して、概念設計で示された一次中和槽の容積、表面積は変えず、室の数を10室から8室（「1槽4室」x 2槽）に変更した。このことは、すべての面で効果的であったと考える。

また、各室への廃水の流入、流出はゲートの操作性から上端としたが、各室とも空気攪拌が十分行われたため、最終室（VE-03B⑧）を除いて問題なかったと考える。ただ、VE-03B⑧は流入ゲートと処理流出管が接近していたため、幾分短絡流が見られた。

空気吹き込み実験は一応の成果が得られたが、さらに踏み込んだ空気吹き込み実験を行うには、水槽、空気吹き込み管には検討の余地があった。

2) 操作ステージ

実験装置は実装置以上に装置の周辺に行って、観察、採水、調整などを行う必要がある。概念設計では示されていなかったが、運転の操作性、点検の容易さ、安全性を考慮して、コストはかさんだが、中心となる一次中和槽、二次中和槽周囲に操作ステージを巡らせ、階段で昇り降りできるようにした。また、万一のことを考慮し反対側に梯子を取り付けた。階段、操作ステージは運転を行う上で非常に有用であった。

ただ、実際に運転をやってみると、廃水受入れ槽周辺が非常に狭く、もっと操作スペースが欲しかった。

3) 国内での鉄架構、水槽の仮組み

現地の据え付け工事が順調に行えるよう、骨格となる鉄架構、ステージ、手摺、階段それに水槽類を製作工場で作成し、現地へ納入したため、これらの現地据付工事は予想以上に順調に完了させることができた。

(2) 実証試験

1) 空気攪拌による二段中和法

(a) 一次中和槽の滞留時間

中和反応は、アルカリ性廃水中の炭酸カルシウム、消石灰が溶解または微粒子として懸濁している場合は、両液を混合することで比較的容易に行うことができる。実証試験装置の一次中和槽は8室で構成されていて、滞留時間は合計100分以上あり、槽底角錐の容積を考慮すると2時間以上の滞留時間となる設計であった。

実証試験の結果、pH変化、炭酸カルシウムの利用率から判断し、一次中和槽2室(約26分)の容量で十分であり、滞留時間は30分でもよいであろうとの結論が得られた。特にpHは一次中和槽の第1室ではほぼ安定した値となり、8室の間でpHの変動は0.1~0.2程度であった。

(b) 一次中和槽の上下迂流について

一次中和槽の1室当たりの滞留時間は約13分であり、槽底から空気を吹き込むことで室内に激しい上下流が起り、ほぼ完全混合が期待できるであろうと判断していた。そこで各室の廃水の流入、流出は、操作が容易なように隔壁上部にゲートを設け流れの開閉ができる方式とした。

これに対して、中国側は概念設計で計画した「カギ型=上下迂流式」に固執されたため、終盤の第2回改造工事でゲート部にガイドダクトを取り付け、上下迂流で流れるように改造したが、特に変化は見られなかった。

なお上部にゲートを設けたのは、ゲートの開閉で滞留時間を変化させる実験が容易にできるよう配慮したものである。

(c) 空気攪拌

空気吹込管のノズルの形状について様々な意見があった。水中に空気の吹込みが行われる水処理のプロセスとしては、下水道の活性汚泥法、あるいは加圧浮上法(フローテーション)などがある。この場合は如何に細かい気泡として水中に溶け込ませるかが重要で、散気管、散気板、多孔管、セラミックスなど様々

な空気吹き込み（散気）装置が用いられている。

これに対して、攪拌・混合を目的とする空気の吹き込みは、松尾鉱山の中和処理にみられるように、パイプの先から空気を吹込むだけで特別なノズルは設置されていない。松尾鉱山の担当者の話でも、これでうまくいっているとのことだったことと、中和反応でできる石膏による詰まりの心配があるため、できるだけ単純な形状の空気吹き込み管の採用を考え「J型＝直管と、4個の孔をあけたT型ノズル」「1Bと3/4B」の組み合わせとした。

「空気吹き込み管ノズルの形状、配置」についての実験としては評価されるものではないかもしれないが、空気吹き込み管の効果、空気吹き込み量について一応の効果を得られた。

空気吹き込み管の形状については、形状による差はわずかであったことから、石膏の付着による詰まりの発生を重視し、できるだけ単純な空気吹き込み管で設計すべきであろうと考える。

2) 実験装置の改造

実証試験は、装置の据付工事終了後、通水運転、調整運転を行い試運転に引き続き実証試験に入る予定であった。しかし、運転開始早々、調整・研修運転の段階でサイクロン、アルカリ性廃水の配管系の詰まりが生じ、長期の連続運転を続けていく上で支障をきたした。

日本側調査団は「最初から順調に運転できることが望ましいが、やってみなければわからない点もあり、失敗も結果の一つ、運転を続けて問題のある個所をすべて洗い出したい」と説明したが、「最初から完璧を期待する」中国側には理解してもらえなかった。「問題があるのだから、これ以上運転を続けても意味がない」と抵抗があった。

中国側のアルカリ性廃水供給ラインの改造予定もあって、連続実験に入る前に第1回の改造工事が行われた。改造の対象となった個所は、いずれもアルカリ性廃水系の配管、水槽であり、高濃度のサイクロン底流や常時流れていない配管などに詰まりを生じたものであった。

この実証試験の初期に改造した個所は、「設計の考慮不足、経験・認識不足」といわれればそれまでだが、この経験を新規廃水処理設備の設計に活かすことが一つの成果とみることもできる。

詳細設計では「詰まらないような設計、詰まっても対策が容易に行える設計」を行うよう十分考慮すべき点である。

3) 設計諸元の把握

「空気攪拌による二段階中和法」について

(a)一次中和pH4付近、二次中和で7～9の処理は容易であった。

- (b)一次中和槽の滞留時間は、30分以内でよい。
- (c)空気の吹込量は、200[l/min]でよい。連続排泥との組み合わせでは、空気吹込量を減らすことが可能である。ただし、新規廃水処理設備では尾鉍溢流液の濃度が高くなることが予想されることから、吹込空気量を減らすことは慎重に行わなければならない。
- (d)炭酸カルシウムの利用率は 80%以上が期待される。

(3) 新規廃水処理設備の詳細設計

1) 一段中和槽

(a)滞留時間

一段中和槽は3系列設けて、常時3系列運転では滞留時間は30分、メンテナンスあるいは何らかの都合で1系列停止する場合は、2系列運転で滞留時間20分とする。これにより一段中和槽は概念設計にくらべ、表面積は変わらないが槽高さが約2/3になり、コンクリート容量が大幅に削減できる。

(b)隔壁の半減

一段中和槽は隔壁を半減し、1室の面積（容積）を2倍にする。排泥管の数も1系列当たり10本に半減される。この前提は一段中和槽の空気吹込みが均一に、完全混合されることである。

(c)操作ステージ

一段中和槽へ吹込む空気は1系列ごとにループを組み、上流、下流から等量送るようにする。その空気量は2箇の流量計で把握するが、各室への空気吹き込み量は水槽へ垂下した空気管の手元バルブの開度調整で流量が調整が行われる。このバルブ開度調整のための操作ステージが一段中和槽のほぼ全面に設置される。

2) 尾鉍溢流液の供給

(a)開水路（溝）

- ・尾鉍溢流液分配槽へ供給されるアルカリ性廃水は開水路（溝）を流れてくる。分配槽の手前で流量計（パーシャルフリューム）で測定されるが、精度は期待できず±10%程度ではないかと思われる。また開水路で送られてくる間にごみ、枯れ草などの混入がある場合、分配槽入口に簡単なスクリーンを取り付けるものとする。
- ・分配槽をオーバーフローした尾鉍溢流液も一段中和槽の外壁を利用した開水路（溝）を流れる。これらの水路は中国側の経験から勾配10/1000で施工される。

(b)一段中和槽への尾鉍溢流液派の供給は16B（径400mm）のパイプで行わ

れ、この配管も勾配10/1000を確保する。

(c)これらの開水路（溝）は、ところどころで段差を生じるので、アルカリ性廃水から生じる気泡、飛沫の飛散、溢れ、エロージョンも考慮する必要がある。

3) ブロー（鼓風機）

実証試験の結果および日本国内の事例を参考に単位空気量を決定した結果、一段中和槽へ攪拌空気を送るブローは概念設計に比べ、吐出量、吐出圧とも小さくなり、電動機容量は小さくなった。

・ 詳細設計： $65[\text{m}^3/\text{min}] \times 6.5\text{mAq} \times 110\text{kw}$
(常用3台+予備1台)

・ 概念設計： $150[\text{m}^3/\text{min}] \times 8.5\text{mAq} \times 270\text{kw}$
(常用2台+1台予備)

4) 耐酸ライニングする水槽類の内梯子

設置するとすればステンレス製の梯子となるが、取付け金具部のライニングがむずかしい。酸性水貯槽は空にする頻度は極めて少なく、内梯子を取付けることは腐食試験を行っているようなものである。また、一段中和槽については上部は全面操作ステージがつくので、梯子の取り付けは一考を要する。

以上のことから、耐酸ライニングを施すコンクリート水槽には、内梯子を設置せず、メンテナンスなどで中に降りる時に使用する可搬式の梯子を備えておくものとする。

5-2 新規廃水処理施設の建設に係る提言

(1) 今後中国側が実施する詳細設計に係る留意事項

1) 詳細設計の見直し

本詳細設計調査で作成された文書、図面については、実施にあたり中国側が責任をもって見直しを行って施工用とすることになっている。

2) コンクリート構造物の設計

新規廃水処理設備の中核である一段中和槽ほかコンクリート構造物について、調査団はプロセス上必要な容積、面積から求めた外形寸法を記入した概略平面図、側面図を示した。全体配置計画をする上で必要なため、コンクリート壁厚を想定し（参考寸法）を記入したが、構造計算に基づくものではない。

コンクリート構造物の構造計算は、地盤の支持力、鉄筋、コンクリート強度、気象条件などを考慮し、中国側で計算されなければならない。

調査団が行った概略の検討では、1日の気温差によって生じるコンクリート（壁、柱、梁）の伸縮対策には十分考慮する必要がある。クラックの発生による水漏れ、クラック面からの酸性廃水浸水による鉄筋の腐食など生じないようにしなければならない。

3) 尾鉍堆積、詰まり

尾鉍廃水が流れる開水路（溝）、尾鉍溢流液分配槽、循環返泥槽（6槽）、二段中和混合槽、排水槽、結合井の各槽内部に汚泥の堆積が懸念される。

(a)開水路（溝）、二段中和混合槽

開水路（溝）においては、10/1000の勾配で沈積を生じないという中国側提示の経験値を採用しており、それでも流路形状の変化部（凹凸、浅深、曲がり、死角など）においてはある程度の堆積は起こると考えるべきで、不具合が生じない限り容認できよう。

(b)尾鉍溢流液分配槽、循環返泥槽、排水槽、結合井

しかし、その他の水槽は、水槽底から配管またはポンプで抜き出すものであるから、尾鉍汚泥が堆積し固まると廃水が流れなくなる。そのため、槽底は滑り角以上の角度をつけること、滑り落ちた汚泥は圧密を起こさないうちに排出することを、中国側のアドバイスを受けて設計しているが再検討が望まれる。

(c)一段中和槽供給の16B尾鉍配管

16B鋼管は、開水路（溝）同様、10/1000の勾配で施工される。勾配は中国側の経験値であるが、酸性廃水の酸の度合いが弱いと尾鉍流量が少なくなる（流速が遅くなる）ので尾鉍粗粒子の沈積、堆積の懸念がある。詰まった時の対策（工水の噴き込みなど）を考慮する必要がある。

(d)返泥ポンプ吐出管

返泥ポンプは、循環返泥槽から直上の一段中和槽へ汚泥を揚げるものであるが、循環返泥槽の液面が下がると自動停止する。吐出側配管内の汚泥は沈殿分離を起こして詰まりの心配があるので、逆止弁を設けないことで配管内の汚泥はポンプを通り循環返泥槽へ逆流させる。また、詰まった時のことを考慮し、工水の注入ができるようにしておく。

4) 配管、操作ステージ、階段計画

設計は中国側が行うことになっているが、配置計画を行う上で必要なため、参考図を作成した。考え方を下記に示すので参考にされたい。

(a)酸性水貯槽と尾鉍溢流液分配槽間

一段中和槽供給配管の元弁、パーシャルフリュームを含めて昇り降りが少ないように一体で計画する。

(b)酸性水貯槽・分配槽と一段中和槽上部

1本は尾鉾溢流液溝の上を歩けるようにする。

他の1本は酸性廃水本管（24B）配管沿いに歩廊を設ける。

(c)一段中和槽廃水入口側

操作ステージを設ける。

(d)一段中和槽上

吹き込み空気量調整のため、水槽壁上すべてにわたり操作歩廊を設ける。

(e)一段中和槽、二段中和混合槽、結合井

流れに沿って歩廊を設ける。

5) 予備の考え方

当初の設計では、運転を停止せず保守点検、清掃、修理が行えるように酸性水貯槽、尾鉾溢流液分配槽、一段中和槽、二段中和混合槽のコンクリート水槽類も複数設置するものとして設計した。これに対して一段中和槽以外、1槽でよいとの中国側の意見で、それぞれ1槽とした。しかし、できれば2槽設置が理想である。

(2) 運転マニュアル作成及び維持管理上の留意事項

1) 運転要領書等の作成

新規廃水処理設備が完成し運転に入るに当たり

- ・ 試運転計画書
- ・ 運転要領書
- ・ 機器・計器類の取り扱い説明書など

の整備は不可欠である。

(a) 試運転計画書、運転要領書は、プロセスシステムを理解し、運転にも明るい技術者によれ作成されねばならない。

(b) 運転要領書は、試運転において発見された不具合な個所などを、改良・追加することが必要である。

(c) さらに、供用を開始して運転で得られたノウハウは、運転管理者の責任において運転要領書に加筆、修正されなければならない。

2) pH計

本中和処理プロセスでは「1段中和槽のpH測定、アルカリ供給量制御」が確実に行われていれば順調な運転といえる。そのためにはきめ細かなpH計の保守点検が要求される。

(a) pH計の検量

実証試験においても実施されたが、毎週、週の初めにすべてのpH計の検量を行う。酸性廃水のpH計は「標準液pH4、pH7」で、アルカリ性廃水は「標

準液 pH 7、pH 9」で行う。

(b)電極の洗浄

電極は、酸性廃水の pH 計は超音波洗浄器で、その他は浸漬型ブラシ洗浄器で洗浄している。実証試験から、前者は酸化鉄の錆、後者は石膏の付着が見られたので、毎検量の際にブラシと布切れで拭くことが望まれる。

(c)予備電極の確保

pH 電極は消耗品である。常に一定量の予備電極を確保しておく必要がある。

(d)携帯用 pH 計

実証試験では 9 点メモリー付携帯用 pH 計が非常に役立った。高価なものではないので使用を奨める（供与資材として 1 台納入済み）。

5-3 その他

(1) 現場詰所の設置

実証試験装置は運転員の控室と装置は接近していたが、新規廃水処理設備では処理装置と計器室（運転員控室）は遠く離れているので車か自転車で往復することになるのではと思われる。そこで運転員の便利と保守点検が容易なために、一段中和槽下部の一部を使って現場に運転員の控室を設け、簡単な工具類を置いておくことが望ましい。

(2) 実証試験装置の活用

1997年7月～11月初めまで、毎週月曜日に運転を開始し、金曜日まで連続運転を行ってきた。時には水曜日に運転を停止し、槽内部の観察、測定の後、再び運転を開始することも多かった。

実験中は常に保守点検が行われており、11月初め何等不具合な箇所はなくいつでも運転が行える状態で実験を終了した。技術者、運転員は、運転をマスターしているので、彼ら独自で確認実験、追加実験、あるいは運転技術、計器類の調整、取り扱いの研修などを行うことを提案している。中国側独自のプログラムによる実証試験装置の有効活用を期待する。

添付資料 1

1. 実証試験関係

1.1	実証試験写真集	.....	A1-1
1.2	実証試験装置図面	.....	A1-8
	図(1) 位置図		
	図(2) 平面配置図		
	図(3) 側面図 (1/2)		
	図(4) 側面図 (2/2)		
	図(5) プロセスフローシート (PFD)		
	図(6) 一次中和槽		
	図(7) 二次中和混和槽		
1.3	リスト	.....	A1-15
	(1) 機器リスト		
	(2) 計器リスト		
1.4	実証試験日程	.....	A1-18
1.5	実験結果 1	.....	A1-20
	図-1、2 滞留時間実験		
	図-3 酸性廃水の水質		
	図-4 アルカリ性廃水の水質		
	図-5 一次中和実験 (室内)		
	図-6 二次中和処理液沈降試験		
1.6	実験結果 2	.....	A1-26
	表-1~7 実験結果 (1~7)		
1.7	一段中和CaCO ₃ 利用表	.....	A1-33
1.8	徳興銅鉍鉍廃水処理実証試験	.....	A1-42
	水質分析データ (1~4)		

実証試験写真集

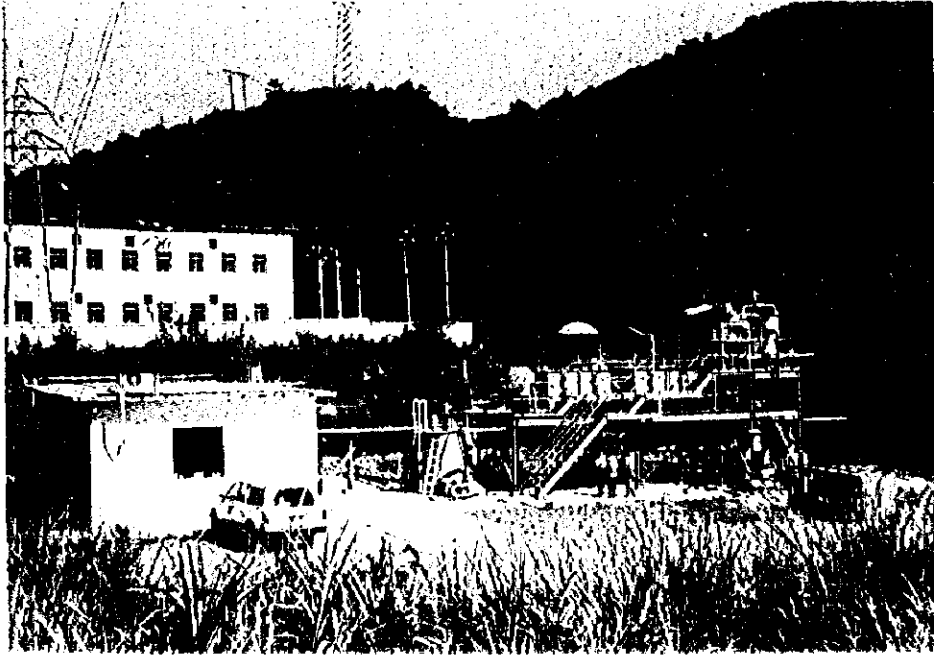


写真-1 実証試験設備全景（左が計器室）

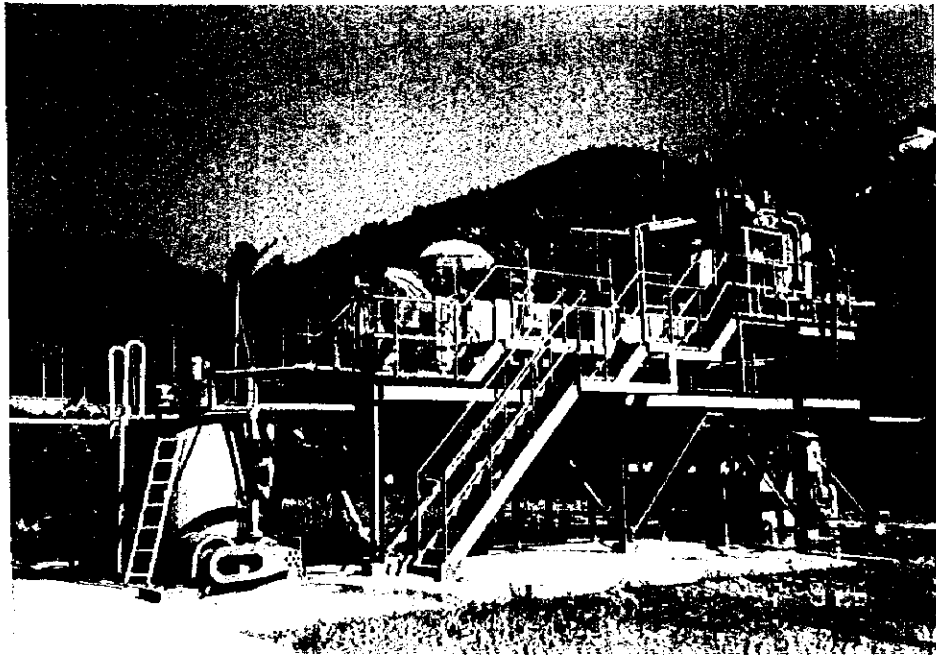


写真-2 運転中の実証試験装置



写真-3 廃水配管と一次中和槽

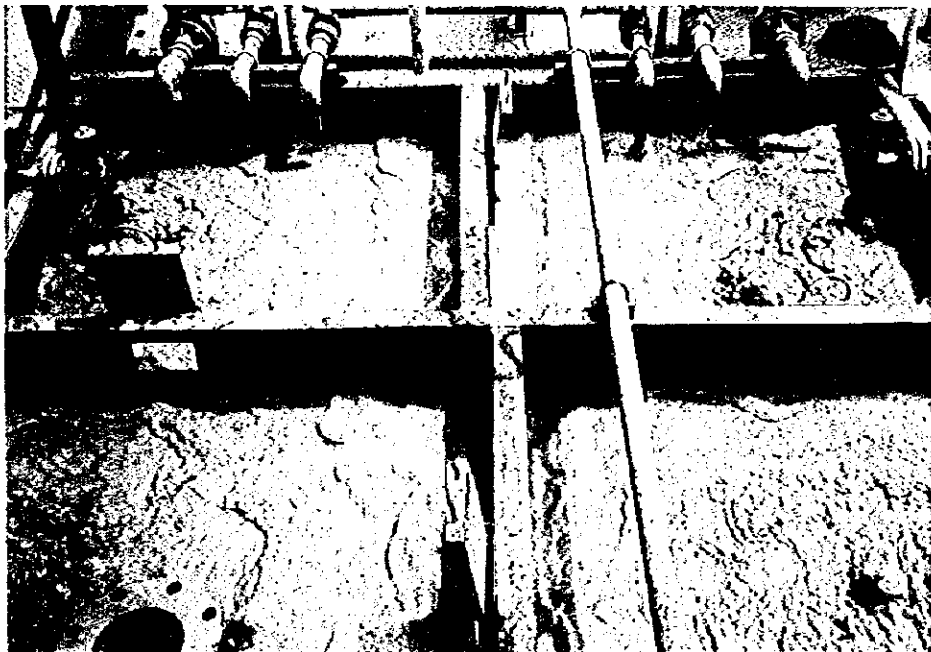


写真-4 空気攪拌中の一次中和槽 (VE-03A)
(右奥→左奥→手前左→手前右→VE-03Bへ)

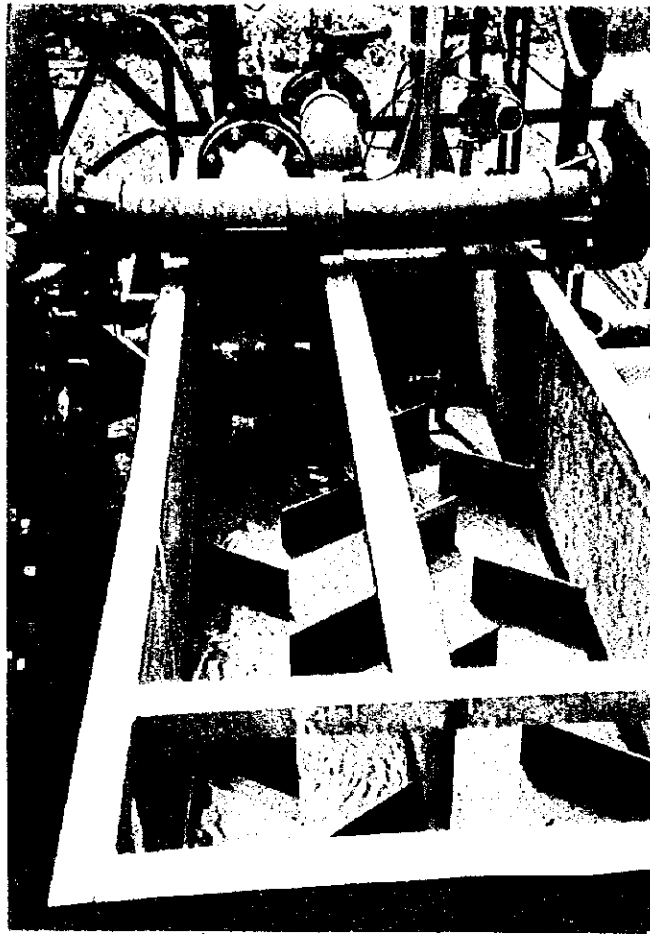


写真-5 二次中和混和槽
(左奥→手前でUターン→右奥溢流)

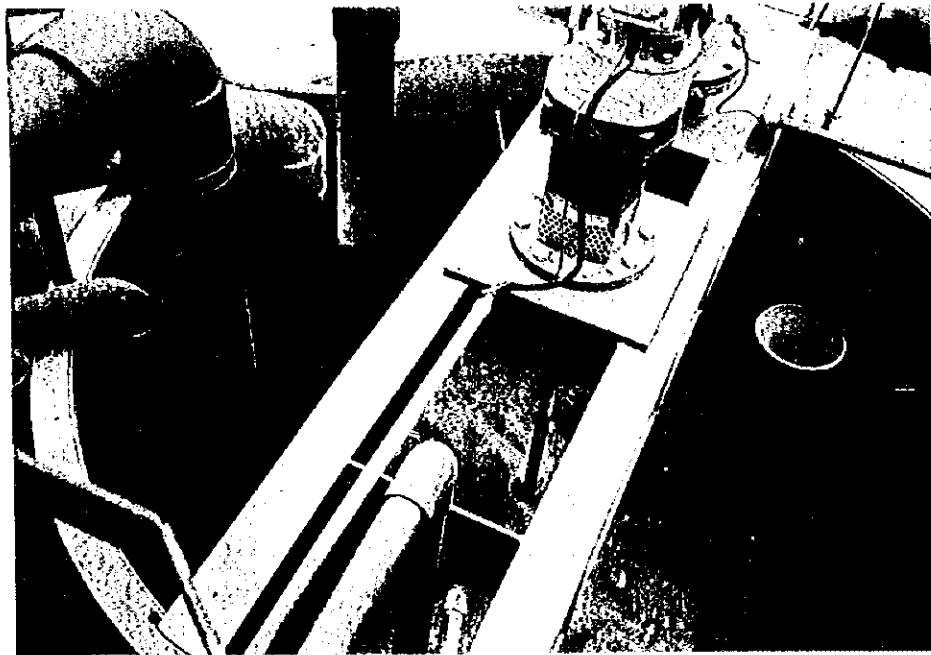


写真-6 処理液受槽



写真-7 一次中和槽廃水流入部
(左：添加性廃水、中：酸性廃水)

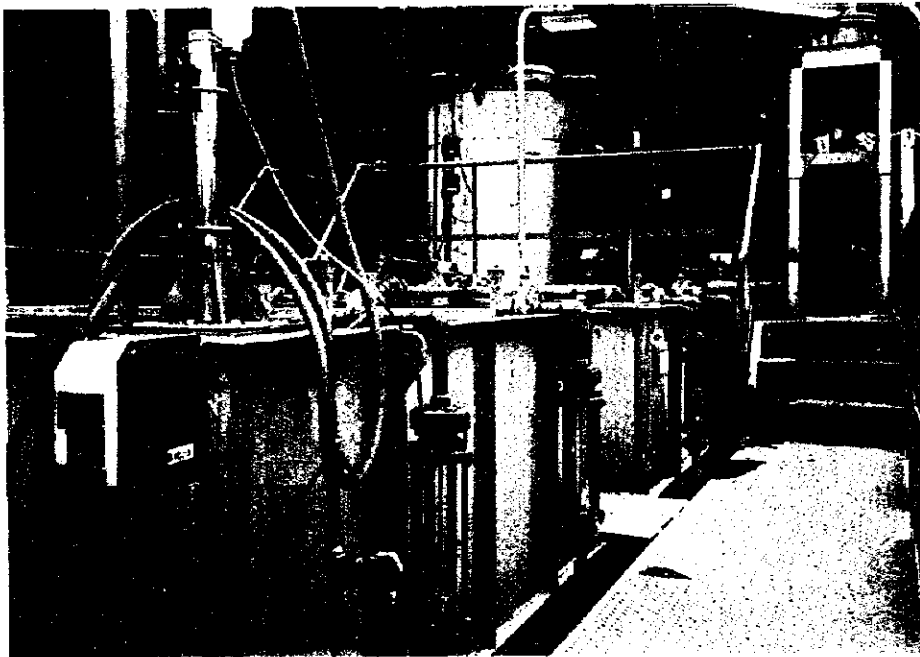


写真-8 一次中和槽吹込空気流量計 (0-2m³/分) と pH 指示計



写真-9 水抜き後の一次中和槽底（排泥循環なし）

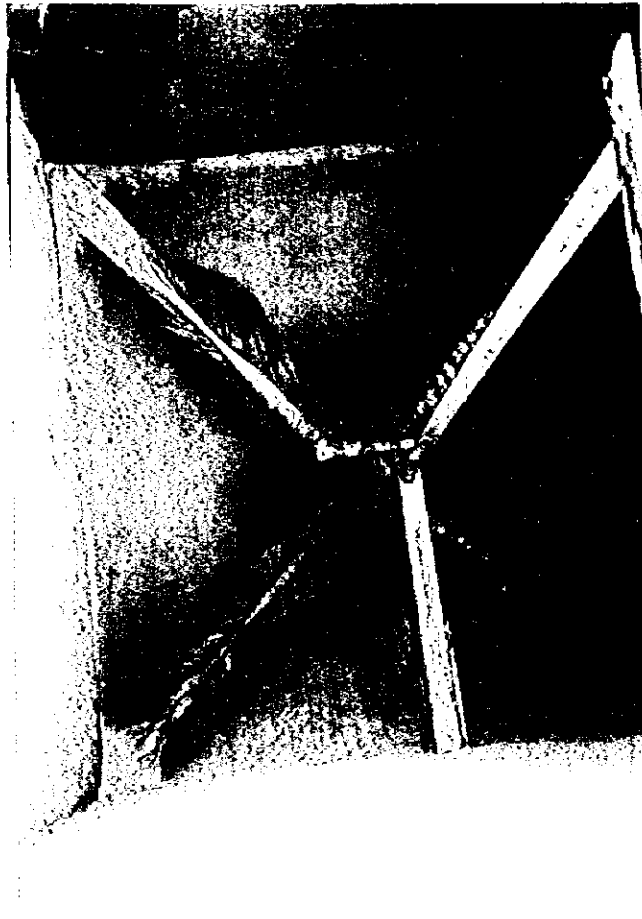


写真-10 水抜き後の一次中和槽底（排泥 50%循環）

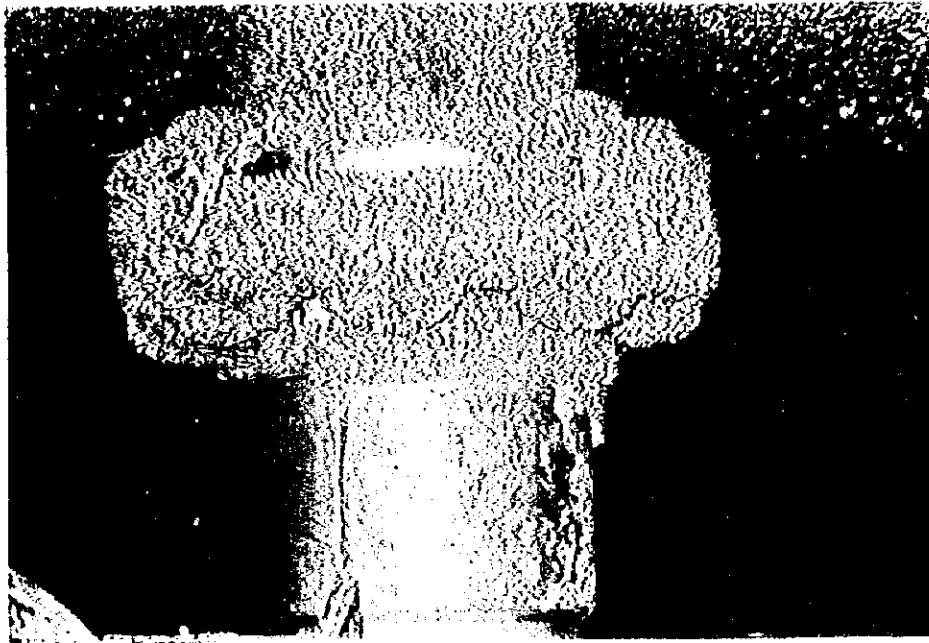


写真-11 一次中和槽溢流管 (PVC) フラングに付着した
石膏 (CaSO_4) スケール

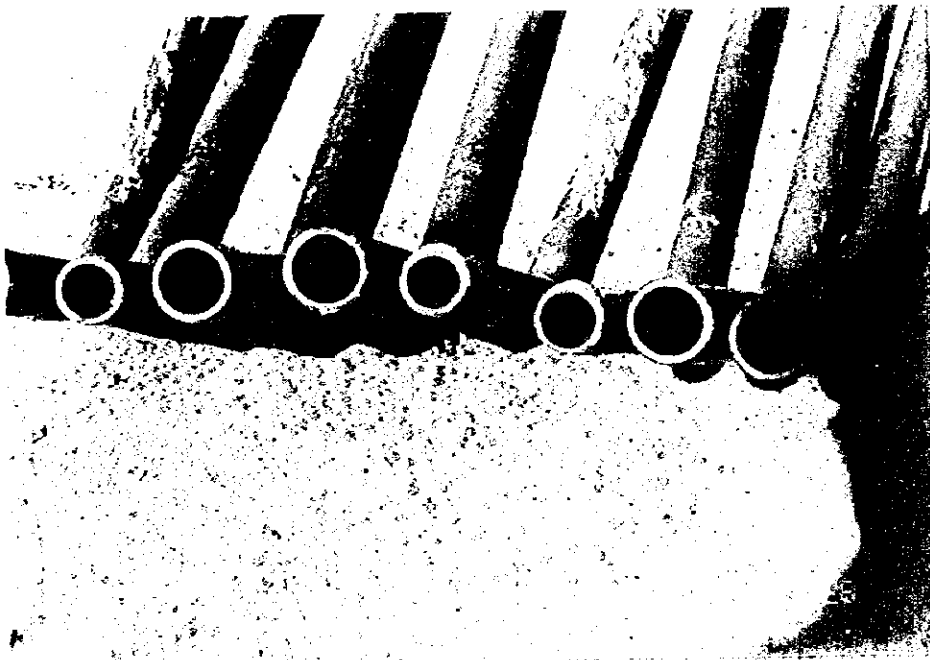


写真-12 実験後のJ型空気吹込管
(管内に石膏のスケールが見られる)

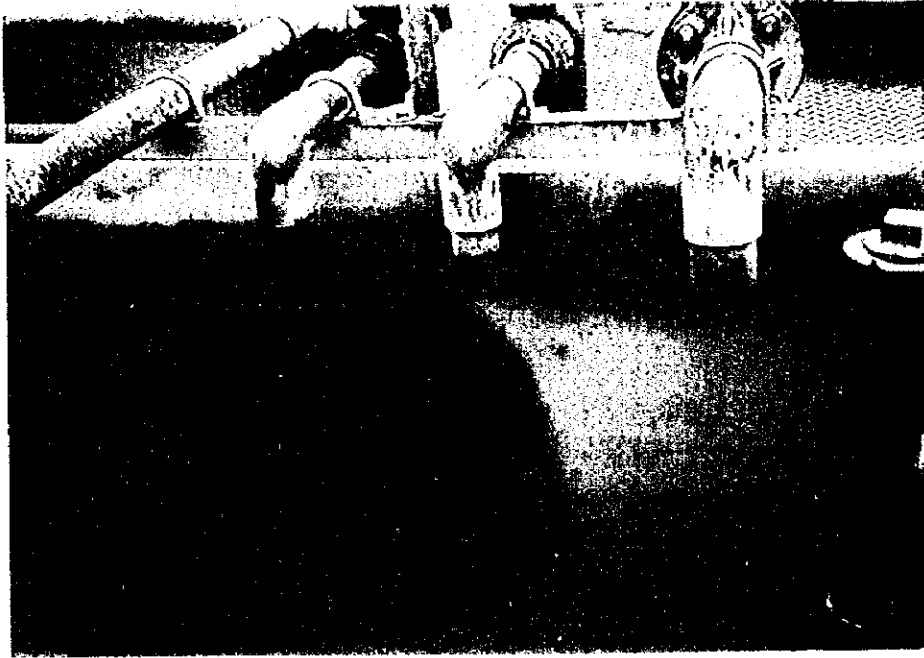
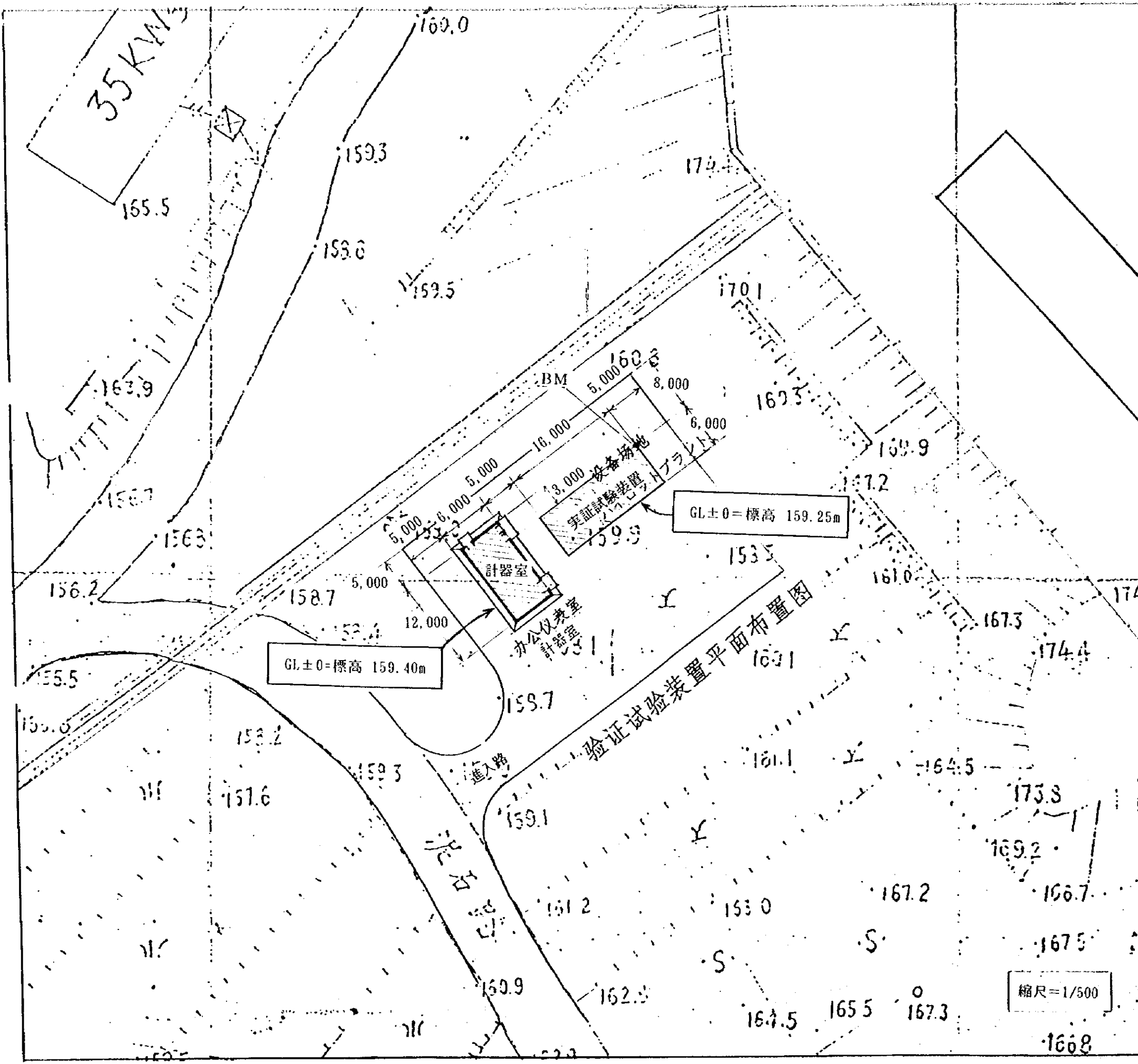


写真-13 一次中和槽酸性廃水流入部
(酸化鉄のスケール)



写真-14 一次中和槽 (VE-03B®) 側壁についた石膏
部分的に剝離する (厚さ 5~10mm)



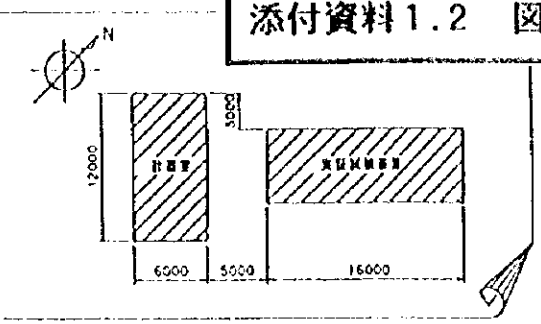
REVISIONS				
Date			11/21/26	11/22/26
Sign			1/1	2/1
	APPR	CHECK	DESIGN	DRAWN

中華人民共和国德興銅鉱山
 鉱废水处理計画詳細設計調査

日本国際協力事業団
 德興銅鉱山鉱废水处理計画共同企業体
 千代田ディムス・アンド・ムーア (株)
 千代田化工建設株式会社

実証試験装置
 位置図

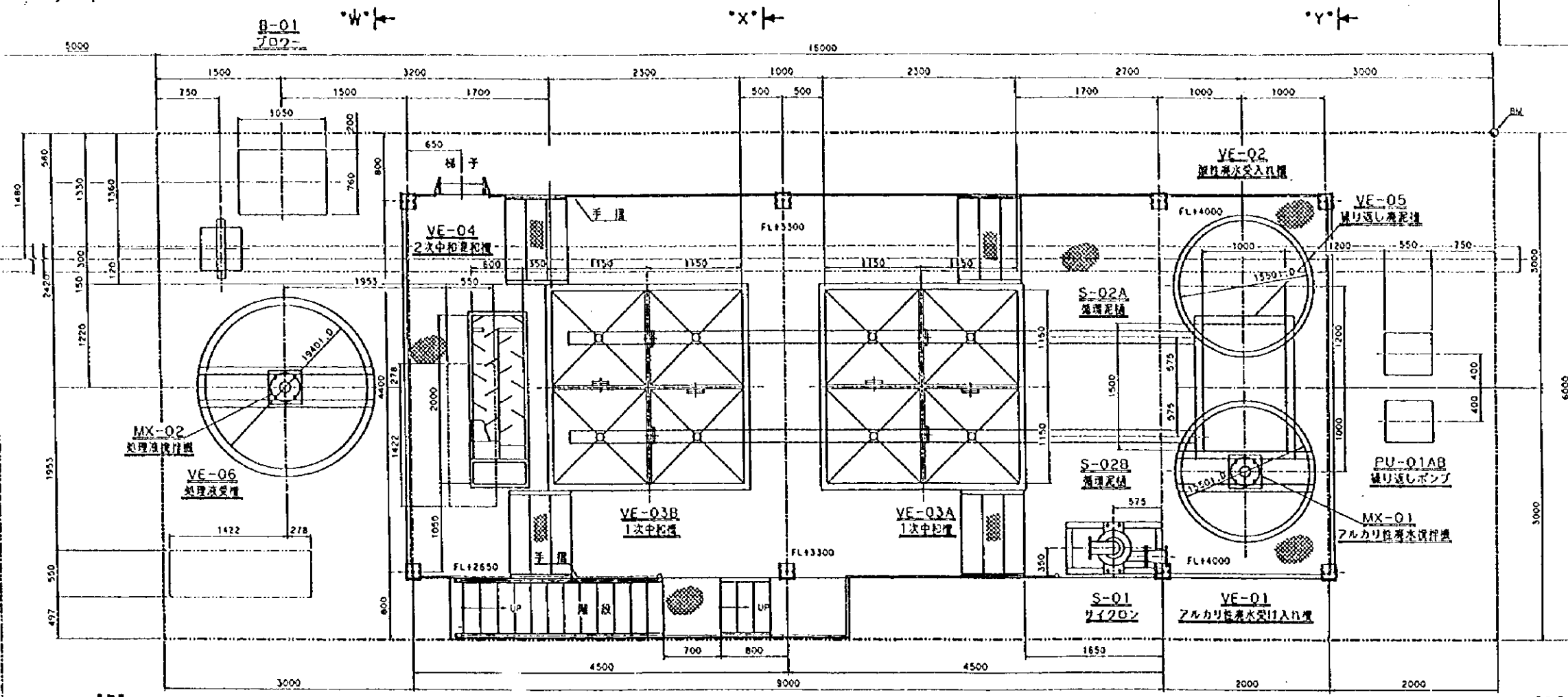
TMW	TO-PP-12-10	Rev. ①
-----	-------------	--------



KEY PLAN
S-1/350

工具室

計器室



PU-02A
放液ポンプ
(機器外)

PU-02B
放液ポンプ
(機器外)

FL:0=GL+5.0

縮尺=1/30

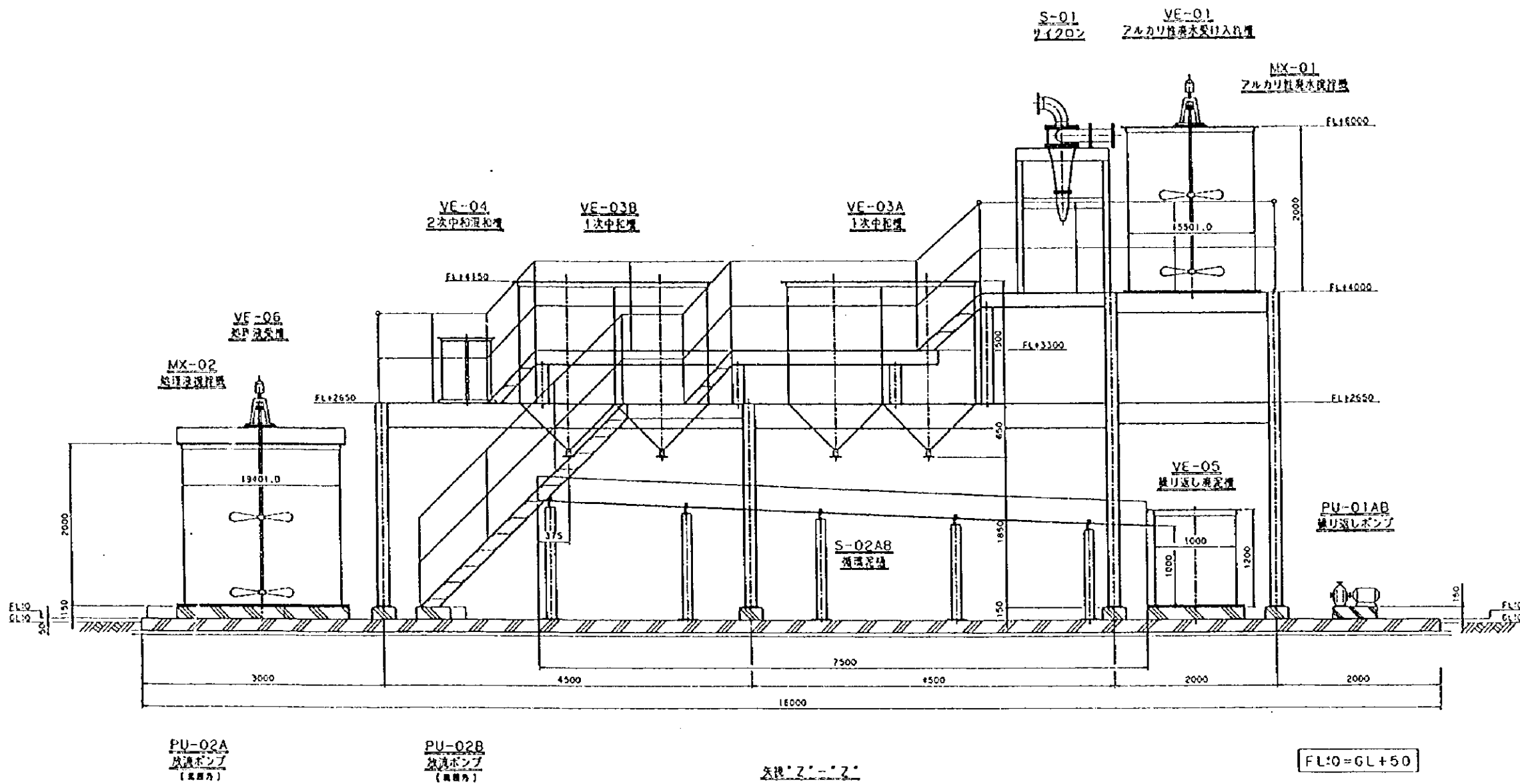
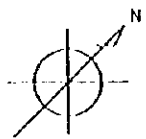
関連図面: TO-PP-12-02 側面図(1/2)
TO-PP-12-03 側面図(2/2)

NO.	DESCRIPTION	BY	CHKD	APPR	DATE
REVISIONS					
DATE	BY	CHKD	APPR	DATE	
95.9.5	SUDOH	SUDOH	SUDOH		
DATE	BY	CHKD	APPR	DATE	

中華人民共和國 揚子江蘇省 蘇州 蘇州工業園
蘇州工業園 蘇州工業園 蘇州工業園
蘇州工業園 蘇州工業園 蘇州工業園

日本国際協力事業団
蘇州工業園 蘇州工業園 蘇州工業園
蘇州工業園 蘇州工業園 蘇州工業園

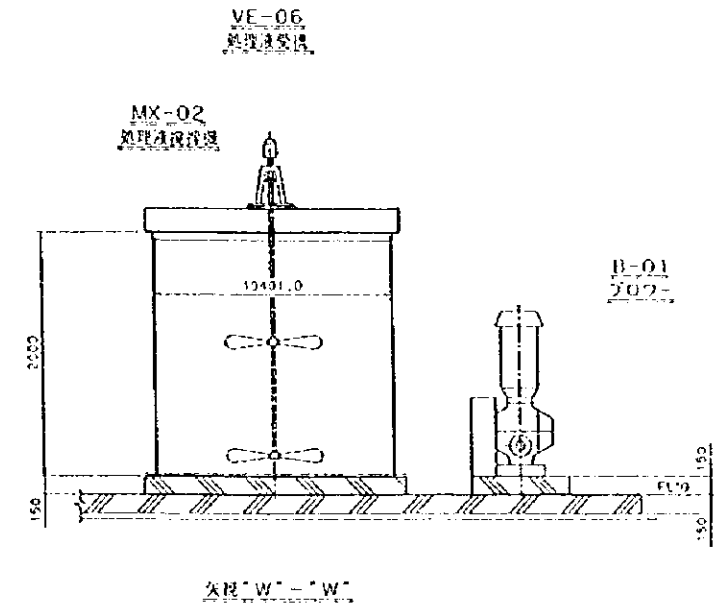
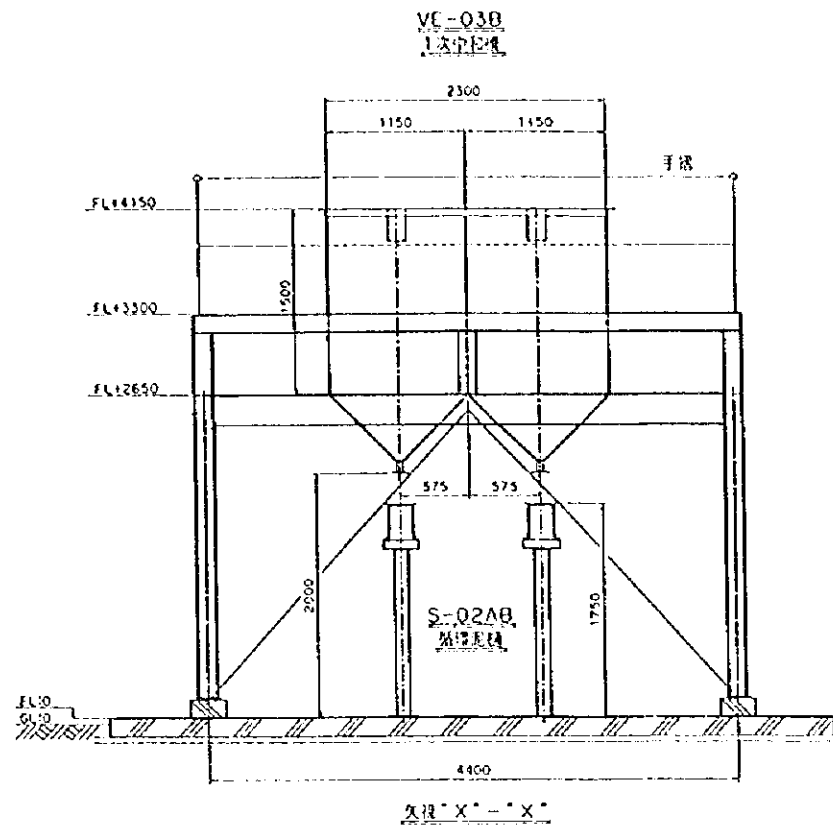
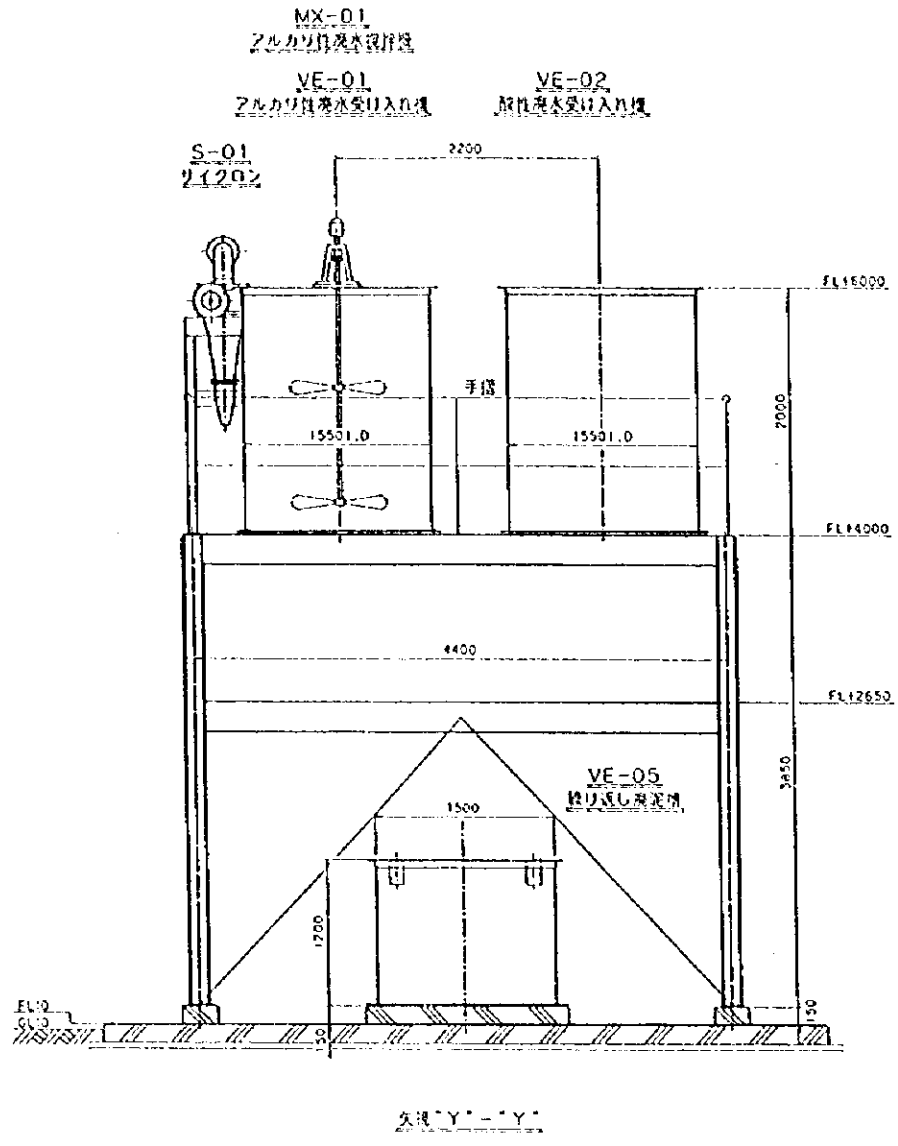
光証試験装置
平面配置図



NO.	DESCRIPTION	BY	CHKD	APVD	DATE
REVISIONS					
DATE		des. by	chkd. by	appv. by	'96.9.5
SIGN.					SUOCH
APPR.	CHECK	DESIGN	DRAWN		
中華人民共和國徳興銅城山 城山污水处理計画詳細設計調査 日本国際協力事業団 徳興銅城山城山污水处理計画共同企業体 千代田デイルス・アンド・ムーア(株) 千代田化工建設株式会社 実証試験装置 側面図(1/2)					
図面番号: TO-PP-12-01 平面図 縮尺: 1/30 図面番号: TO-PP-12-02 側面図(1/2)					

縮尺: 1/30

図面番号: TO-PP-12-01 平面図

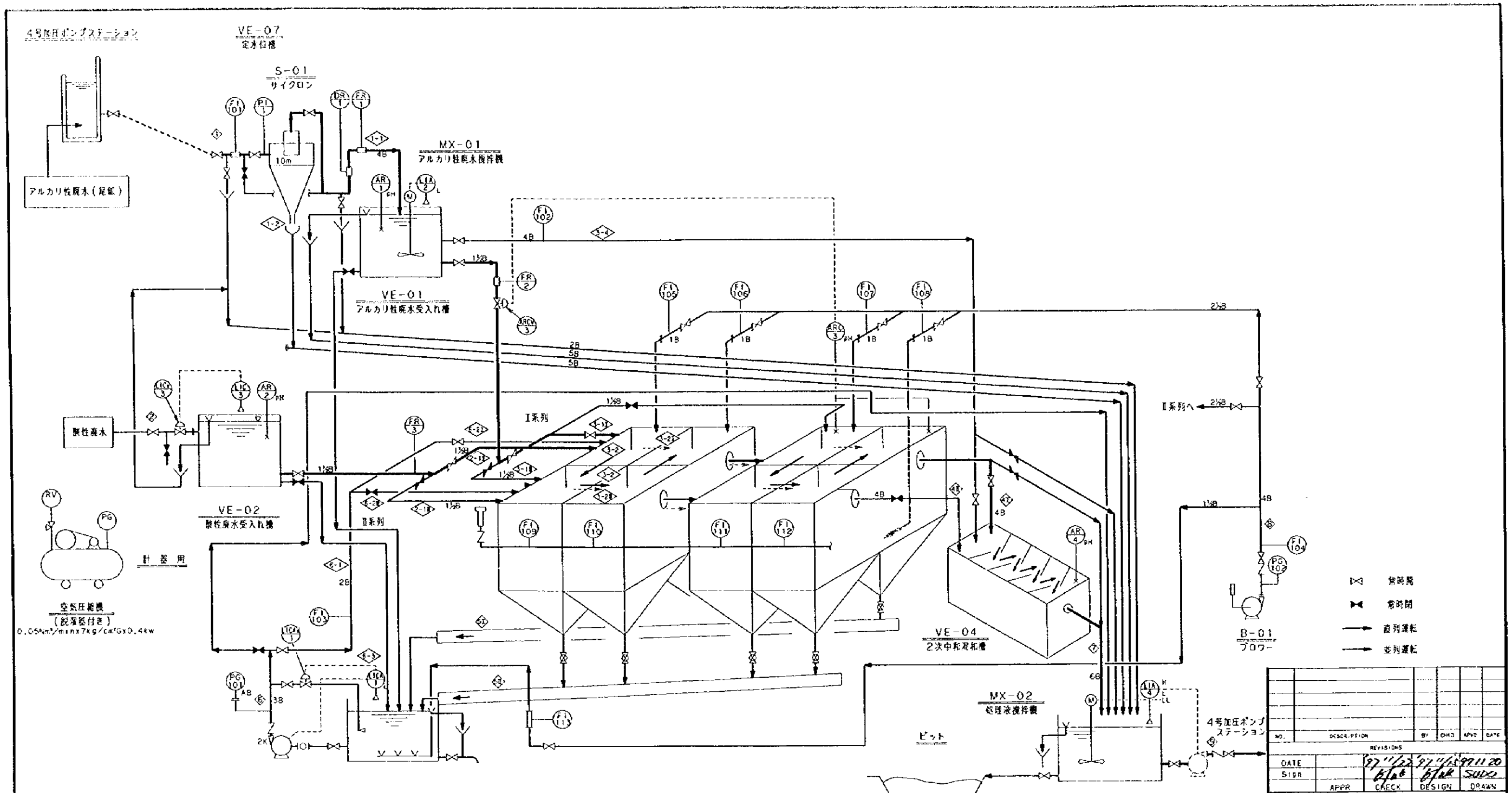


FL+0=GL+50

縮尺=1/30

第12図: IO-PP-12-01 平面図

REVISIONS		DATE	BY	CHK	APP	DATE
NO.	DESCRIPTION					
DATE	BY	CHK	APP	DATE		
SIGN	CHECK	DESIGN	DRAWN			
中華人民共和國瀋陽鋼鐵山 鐵礦水處理計画詳細設計調査 日本國際協力事業團 瀋陽鋼鐵山鐵礦水處理計画共同企業体 千代田デイルム・アンド・ムーア(株) 千代田化工建設株式会社 矢視試験装置 側面図(2/2)						
A1-11		TMW	IO-PP-12-03	REV. 1		



⊗ 常時開
 ⊗ 常時閉
 → 直列運転
 → 並列運転

空気圧縮機
 (脱炭酸付き)
 0.05Nm³/min x 7kg/cm² x 0.4kW

PU-01AB
 繰り送りポンプ
 0.4m³/min x 15Hz x 3.7kW

VE-05
 繰り送り廃液槽

VE-03A/03B
 1次中和槽

VE-06
 処理液受槽

PU-02AB
 移送ポンプ

NO.	1	1-1	1-2	2	2-1I	2-1II	3-1I	3-1II	4I	4II	5I	5II	6	6-1	6-3	8	7	3-2	3-2I	3-2II	3-4	6-2I	6-2II	9	
流 体 名	アルカリ性 廃水	サイクロン UF	サイクロン UF	酸 性 廃 水	I 系 列 酸 性 廃 水	II 系 列 酸 性 廃 水	I 系 列 アルカリ液	II 系 列 アルカリ液	中 和 過 剰 水	中 和 過 剰 水	濾 過 前 水	濾 過 後 水	機 器 洗 次 上 付	機 器 洗 液	機 器 洗 液	機 器 洗 液	機 器 洗 液	二 次 中 和 内 液	中 和 槽 内 液	中 和 槽 内 液 (I)	中 和 槽 内 液 (II)	2 次 中 和 アルカリ性 廃 水	機 器 洗 液 (I)	機 器 洗 液 (II)	機 器 洗 液
流 量	並 列 (l/min)	MAX 850	700	150	MAX 100	100	0	100	0	200	0	100	400	200	200	7000	800	400	—	—	—	600	200	0	950
	並 列 (l/min)	MAX 850	700	150	MAX 100	50	50	50	50	100	100	100	400	200	200	7000	800	0	200	200	—	600	100	100	950
水 質	pH (-)	11.0-12.0	—	—	1.6-3.0	—	—	11.0-12.0	11.0-12.0	3.8-4.2	—	—	—	—	—	—	—	7-9	3.8-4.2	—	—	—	—	—	>9
	固形分 (%)	8-18	10-12	30-50	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-15	5-15	5-15	5-15	—	—	—	10-20
	水 温 (°C)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
備 考																									

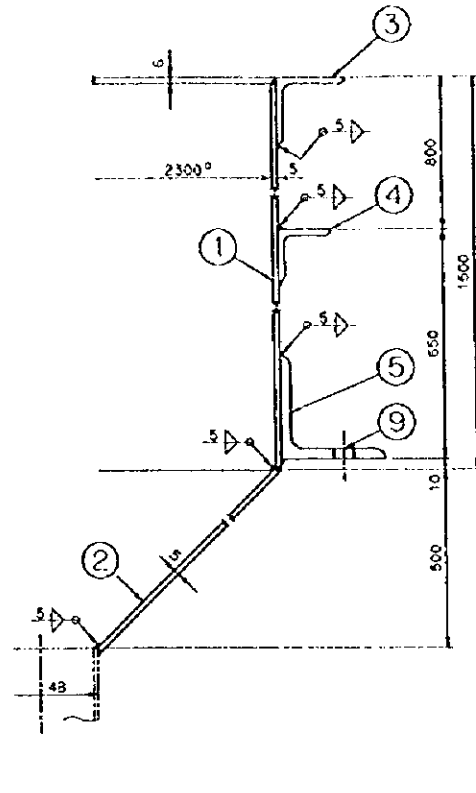
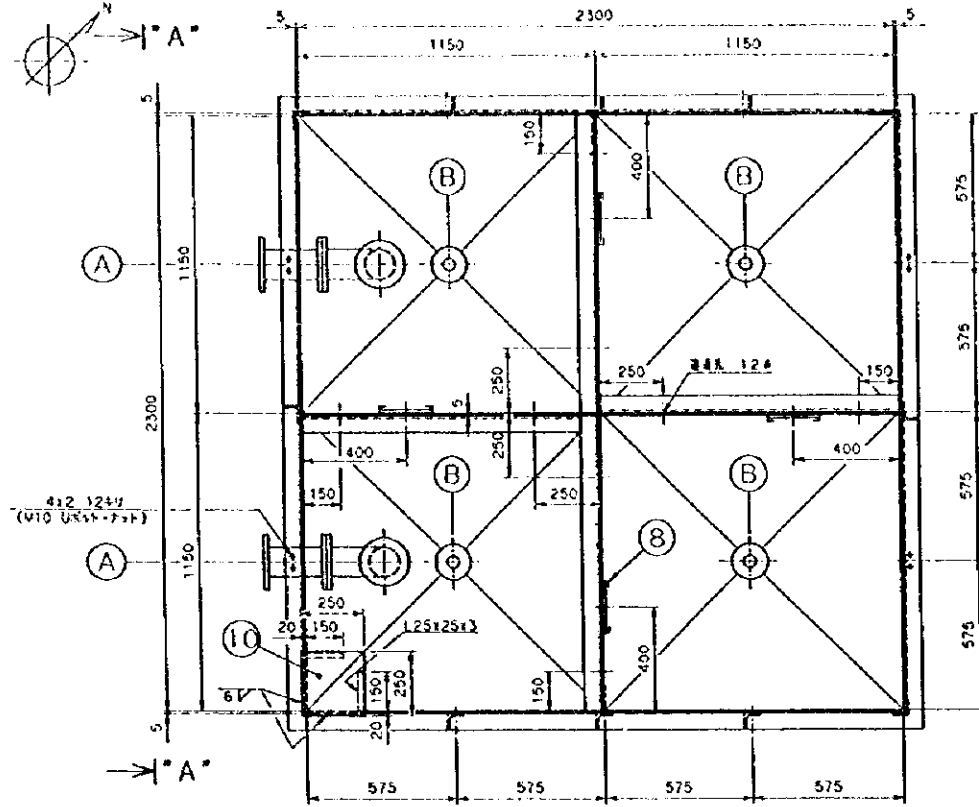
NO.	DESCRIPTION	BY	CHKD	APVD	DATE

中華人民共和國 德興銅鉛山
 鉛礦水處理計畫詳細設計調查
 日本國際協力事業團
 德興銅鉛山鉛礦水處理計畫共同企業体
 千代田デイルス・アンド・ムーア(株)
 千代田化工建設株式会社

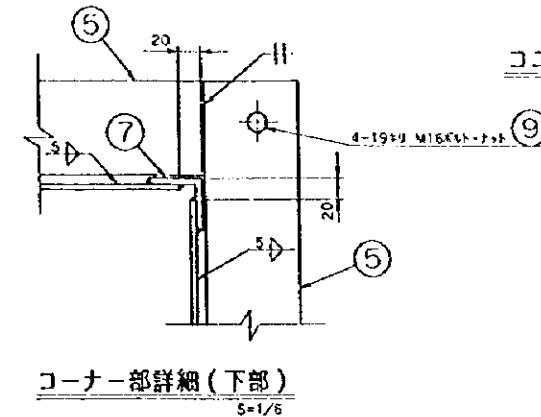
実証試験装置
 プロセスフローシート (PFD)

TMW TO-PP-14-01 Rev. 4

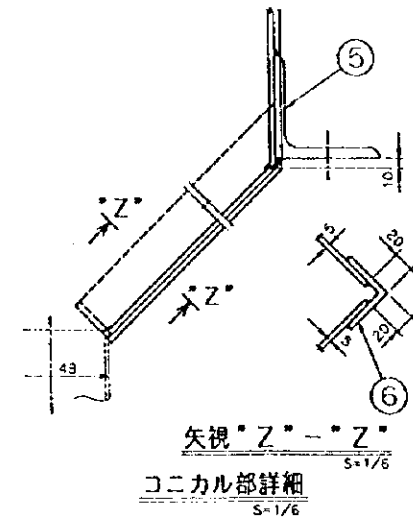
添付資料 1.2 図(6)



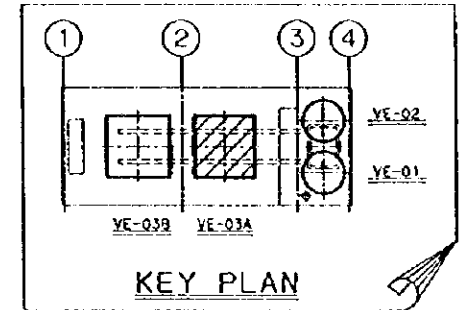
コーナー部詳細 (下部)
S=1/6



コーナー部詳細 (上部)
S=1/6

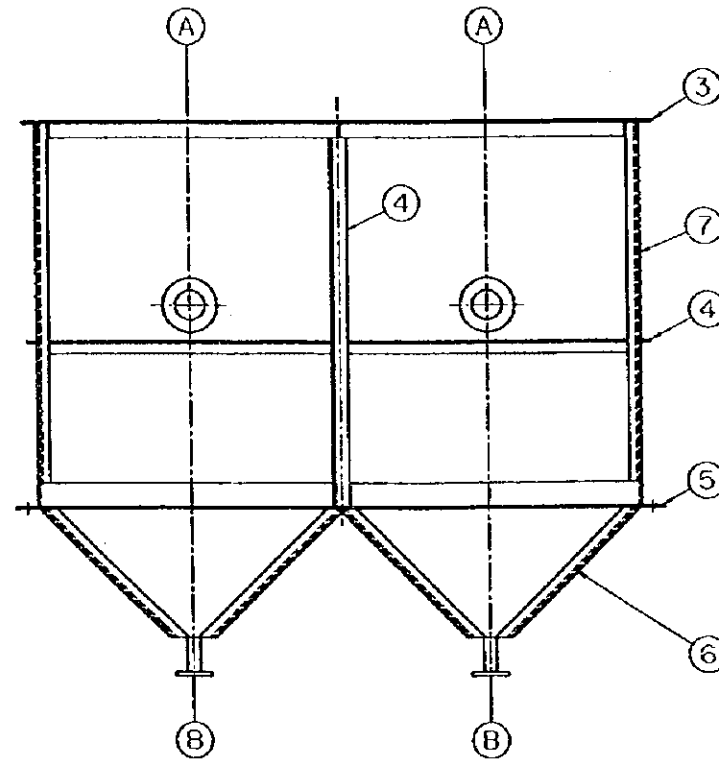
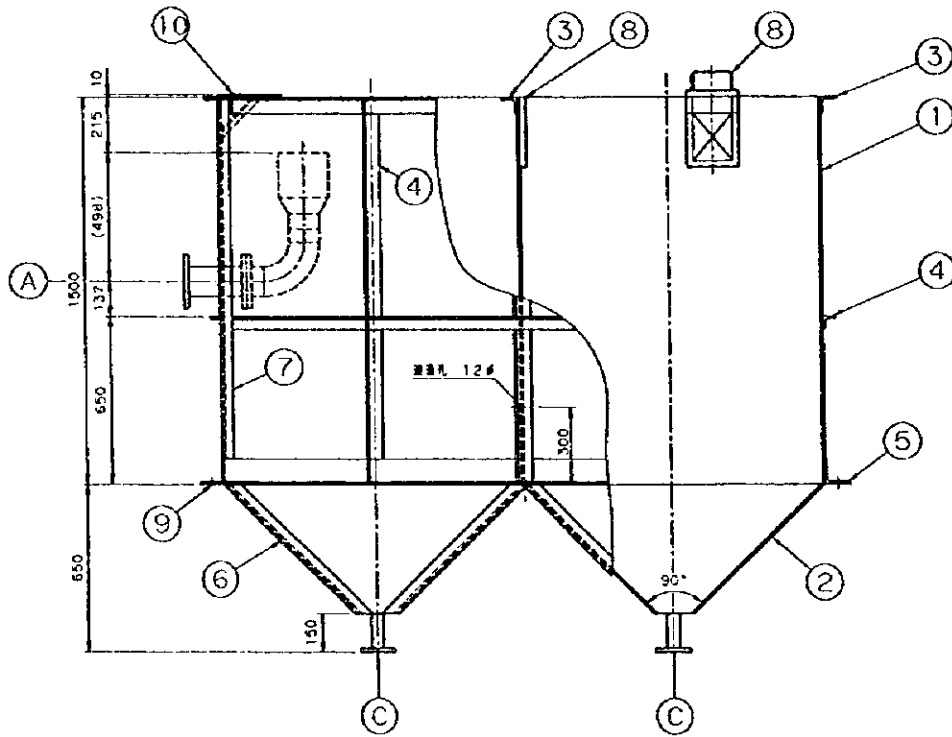


矢視 "Z" - "Z"
コニカル部詳細
S=1/6

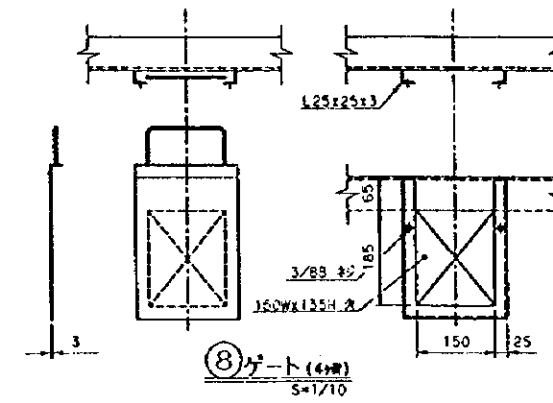


KEY PLAN

縮尺 = 1/20



矢視 "A" - "A"



⑧ノズル (4本)
S=1/10

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	QUANTY	REMARKS
10	AR pH取付座	SUS304	1	101
9	ボルト・ナット		4	M:6x40L
8	プレート		4	4寸
7	上部コーナーアングル		1	L50x50x6
5	コニカル部コーナーアングル		1	L50x50x6
5	下部アングル		1	L100x100x6
4	補強アングル		1	L50x50x6
3	トップアングル		1	L65x65x6
2	コニカルプレート		1	51
1	鋼板	SUS304	1	51

NO.	DESCRIPTION	BY	CHKD	APVD	DATE

REVISIONS					
DATE	BY	CHKD	APVD	DATE	
196.9.10	Y. P. J.			196.9.5	
					SUDOH
	APPR	CHECK	DESIGN		DRAWN

中華人民共和国 德興銅鉱山
 鉱廃水処理計画詳細設計調査
 日本国 徳興銅鉱山
 徳興銅鉱山 徳興銅鉱山 共同企業体
 千代田デイルム・アンド・ムーア (株)
 千代田化工建設株式会社

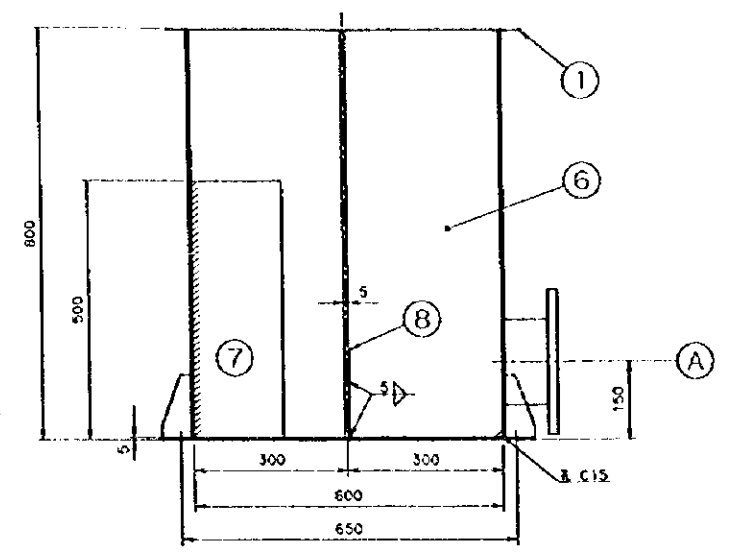
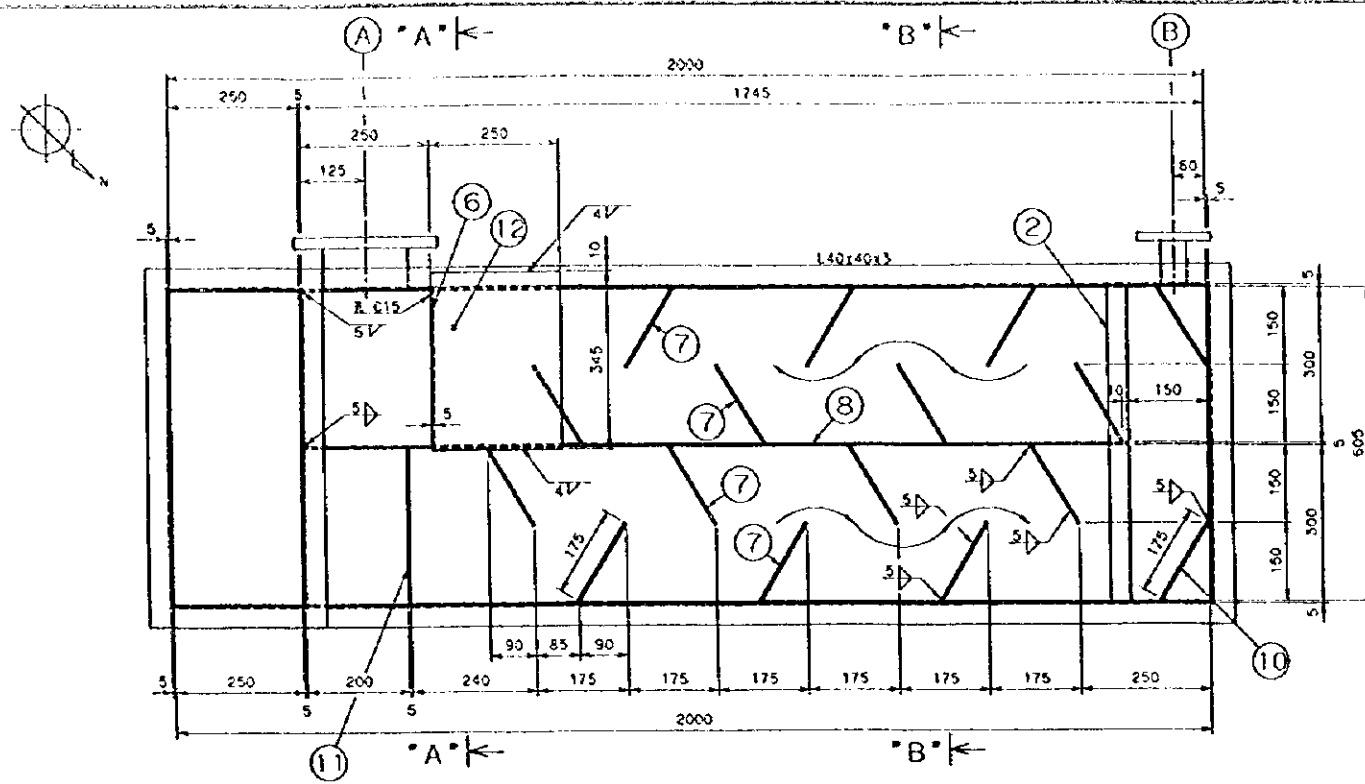
実証試験装置		
一次中和槽 A (VE-03A)		
NO.	DESCRIPTION	REMARKS

一次中和槽 (VE-03A)	
項目	設計条件
外形寸法	2300x2300x1500H
設置場所	屋外、架台上
液体名	濃トアルカリ中和液
pH	3.5~4.5
固形分濃度	2.0~10.0 wt%
比 重	1.10
液 温	常 温
空容積	10.0 m ³
本槽重量	1.7 Ton
運転重量	10.0 Ton
材 質	SUS304
備 考	常時排水量 4室(約1.3m ³ /時)

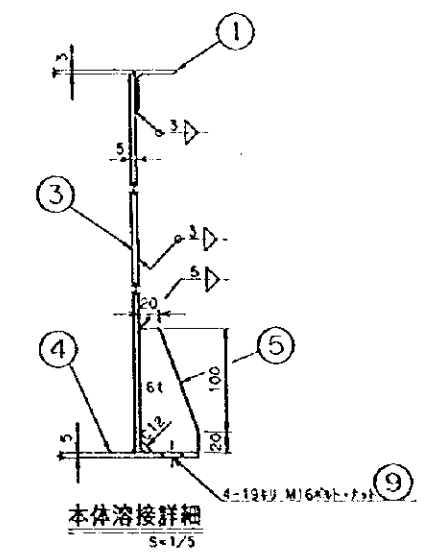
MARK	SIZE	NO.	RECD	PART NO.	REF DWS NO.	SERVICE	RATING	FLANGE	NECK	REINF. R.	S.O.S.	REMARKS
C						循環出入口	JIS10K SO.FF	SUS304	20	SUS304		
B	1/2B	4				液出口	JIS10K SO.FF	SUS304	20	SUS304		150
A	4B	2										

NOZZLE SCHEDULE

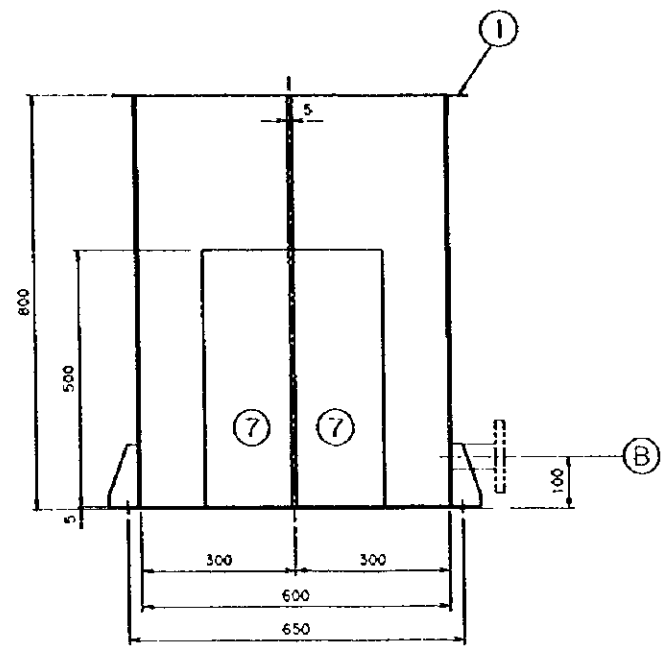
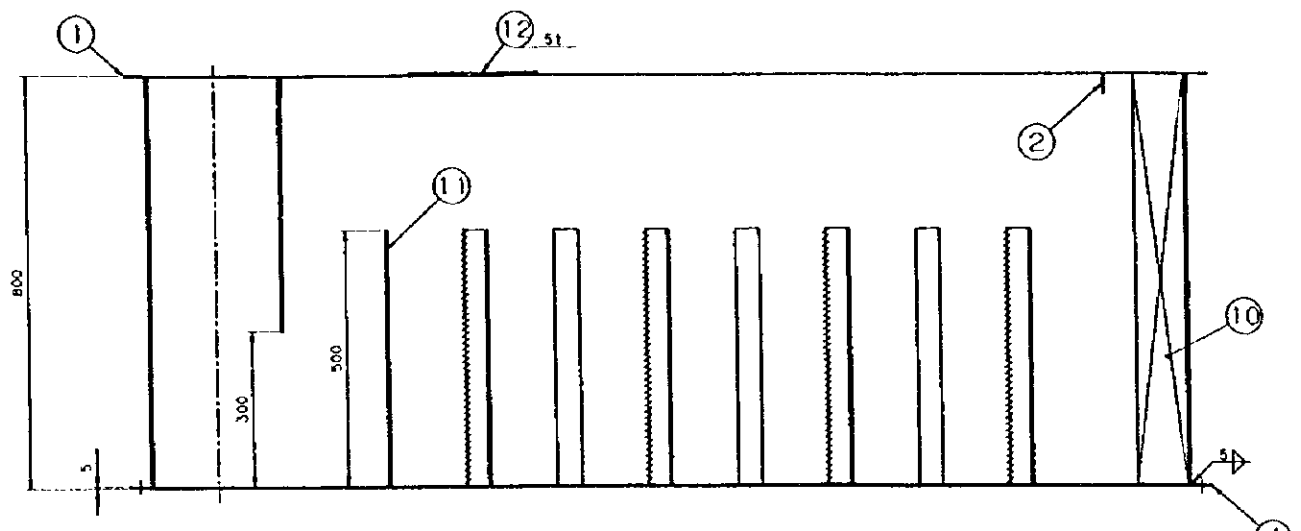
添付資料 1.2 図(7)



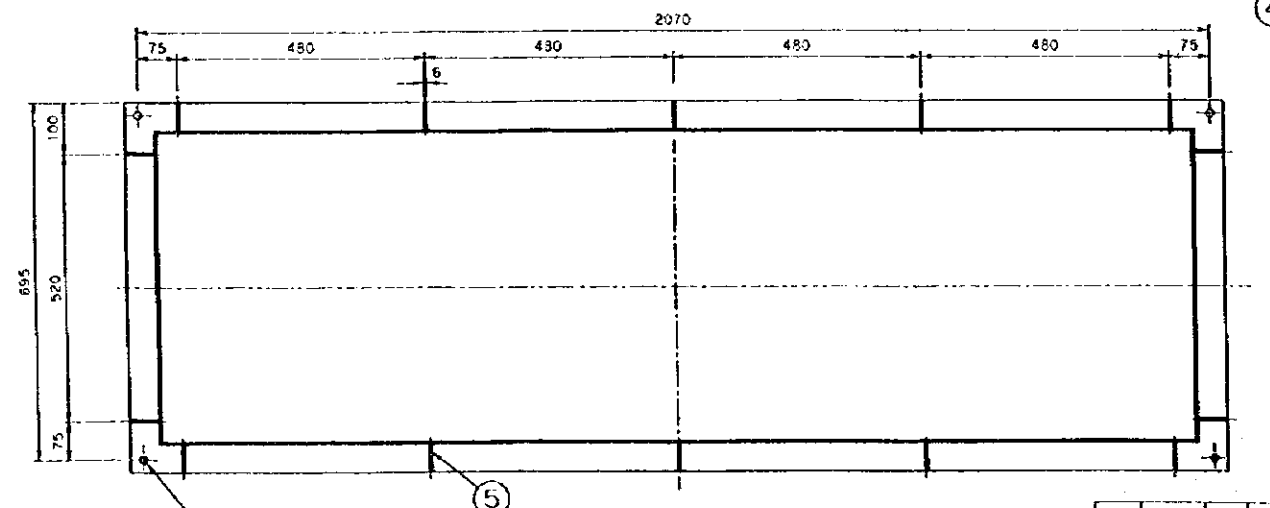
矢視 "A" - "A"



本体溶接詳細
S=1/5



矢視 "B" - "B"



ボルト配置図

縮尺=1/10

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	QUANT	REMARKS
12	AR-4 取付座	SUS304	1	5t
11	入口板		1	5t
10	プレート		2	5t
9	六角ボルト・ナット	4#	M16x40L	
8	プレート		1	5t
7	形 鋼 板	1#	5t	
6	出口板		1	5t
5	リ ン	14#	5t	
4	蓋 板		1	5t
3	鋼 板	1#	5t	
2	上端アングル	1#	L40x40x3	
1	上端アングル	SUS304	1#	L40x40x3

REVISIONS				
DATE	BY	CHKD	APVD	DATE
98.9.10	98.9.10			'98.9.5
Sign	APPR	CHECK	DESIGN	DRAWN

中華人民共和国 德興鋁山
 鋁廢水處理設計詳細設計調査
 日本国際協力事業団
 德興鋁山鋁廢水處理設計共同企業体
 千代田デイルス・アンド・ムーア(株)
 千代田化工建設株式会社

実証試験装置	
二次中和混和槽 (VE-04)	
TMW	TO-PP-22-04
Rev.	2

MARK	SIZE	NO. REQD.	PART NO.	REF DWG NO.	SERVICE	NOZZLE SCHEDULE				REMARKS	
						RATING	MAT'L	SCHD.	THICK.		
B	1/2B	1			フレソ	JIS10K SO,FF	SUS304	20	SUS304	100	
A	6B	1			液出口	JIS10K SO,FF	SUS304	20	SUS304	100	
						FLANGE			NECK	REINF.	5.0.5.

二次中和混和槽 (VE-04)	
項目	設計条件
外形寸法	500Wx2000Lx400H
設置場所	屋外、架台上
液体名	酸+アルカリ中和液
pH	4.0-9.0
固形分濃度	2.0-10.0 wt%
比 重	1.10
液 温	常温
空容積	0.4 m³
本体重量	0.3 Ton
運転重量	0.7 Ton
材 質	SUS304
備 考	形鋼板設置

