

第 5 章 鉍廢水處理基本計畫

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

第5章 鉍廃水処理基本計画

5-1 処理水量・水質の決定

(1) 酸性廃水の概要

(a) 発生源

酸性廃水の発生源を大別すれば、①露天採掘場並びにその旧坑、②廃石（剝土）堆積場になる。

廃石堆積場としては、従来から存在し現状では既に堆積の完了した楊桃塙廃石堆積場の他に、西源廃石堆積場と祝家廃石堆積場がある。

西源廃石堆積場は露天採掘場の北西に位置し、四号廃さい堆積場（尾鉍庫）の上流に接している。

祝家廃石堆積場は露天採掘場の南東側に位置している。ダンプリーチング場は、この祝家廃石堆積場に設けられる計画である。

(b) 水量

酸性廃水のうち、露天掘および各廃石堆積場の廃水は、いずれもその根元が雨水によるものである。従って、その水量は降雨強度、集水面積、および流出係数により廃水流出量が算出された。

さらに、ダンプリーチング廃液量は、銅抽出の操業規模から算出された。

廃水処理計画のうち、基本的な酸性水の処理量としては、中国側提示の10%確率雨量に相当する豊水年流量とし、徳興銅鉍の将来計画が見通せる約10年先の2003年を想定する。また、ダンプリーチングの銅抽出廃液量としては、電気銅年産2000t規模に相当する廃液量とする。

この条件に基づき、酸性廃水の発生源別および、流況別流量諸元を纏めれば、「表5-1-2 酸性水の処理量」に示す通りである。

全酸性水の最大流量は約 $1.7 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{年}$ 、 $4.9 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ となる。このうち、楊桃塙酸性水は、約 $0.3 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{年}$ 、 $0.8 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ となる。従って、新設廃水処理場の処理対象となる酸性水量は、楊桃塙を除き約 $1.4 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{年}$ 、 $4.1 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ となる。

(c)水質

祝家廃石堆積場は堆積を開始したばかりであり、西源廃石堆積場は現在剝土堆積が主であるが、その浸透水は、いずれ時間の経過とともに、楊桃場と同様になるものと想定し、楊桃場酸性水の現在の水質をそのまま水質諸元とする。

露天採掘場発生の酸性水の水質は、調査期間中の水文調査時のサンプリングの分析値とする。

ダンプリーチング廃液は、以前に行われた試験の結果から、中国側が提示した諸元をそのまま採用する。

以上、酸性水の水質を纏めれば、「表 5-1-3 酸性廃水の水質」の通りである。

(2) アルカリ性廃水の概要

(a)発生源

アルカリ性廃水の根元は全て選鉱操業に由来する。これは選鉱操業がアルカリ回路で行われているためである。特に大量に発生するのは選鉱尾鉱であり、そのサイクロン分級オーバーフロー（溢流）である。これが廃さい堆積場（尾鉱庫）に堆積され、その上澄水が繰返し用水（回水）として使用されるが、この回水の余剰分がアルカリ性廃水となる。選鉱精鉱の場合もその濃縮脱水の工程で高アルカリ性廃水が発生する。

(b)尾鉱のサイクロン分級溢流の流量

選鉱元鉱の銅品位が低い（約0.5%）ことから、尾鉱量は元鉱量と大差はない。第三期計画では、第三選鉱場は処理鉱量が倍増され、6万t/日となる。第一、二選鉱場の処理鉱量は、現状の3万t/日から4万t/日に増処理される計画である。

第三選鉱場の尾鉱は全量四号尾鉱庫に送られるが、第一、二選鉱場の尾鉱は二号および四号尾鉱庫に半量ずつ流送される。しかし、ほぼ10年後の2003年には二号尾鉱庫が堆積終了することが予想されるため、2003年以降は全量四号尾鉱庫に流送されことになる。

四号尾鉱庫ではダムサイトの両岸（東西）に分級施設があり、第一、二選鉱の尾鉱は西方分級施設で、第三選鉱尾鉱は東方分級施設でそれぞれサイクロン分級され、粗

粒のアンダーフロー（底流）は堰堤の築堤材として利用され、細粒のオーバーフロー（溢流）は場内に堆積される。

サイクロン分級の溢流流量は、中国側から提示された従来のサイクロン分級の操業実績（濃度）から流量を算出した。その結果は、「表 5-1-4 選鉱尾鉱サイクロン分級バランス（平均）」に示す通りである。

このバランスから、四号尾鉱庫の1996～2003年では、東西分級施設の溢流および二段分級の溢流も含めると、約22.5万 m^3 /日のサイクロン溢流量があり、2003年以降は約28万 m^3 /日となる。プロセス設計にあたってはこの流量を採用することとする。

(c) 尾鉱サイクロン分級溢流の水質と成分

尾鉱のサイクロン溢流の水質は、既に「4-4」の「表 4-4-49 尾鉱分級濃度および溢流の分析調査表(東方分級)」、「表 4-4-50 尾鉱分級濃度および溢流の分析調査表(西方分級)」に示す通りである。

また、尾鉱溢流中の固形分中の炭酸塩鉱物は、地質調査の結果から脈石鉱物として方解石が確認されていることから、炭酸カルシウムと考えられる。

(d) 精鉱シックナー溢流の流量

選鉱尾鉱由来の回水の他に、精鉱の濃縮脱水過程から発生する高アルカリ性水がある。第一、二選鉱場の銅および硫化鉄精鉱シックナーの溢流は、中和処理工場へ送られ中和剤として利用されている。その水量は約1万 m^3 /日とみられる。

第三選鉱場の銅精鉱の脱水工場（泗州鎮）からは、現状で約6000 m^3 /日の高アルカリ性水が排出されている。第三期増処理計画にともなって精鉱溢流量も増加し、1万 m^3 /日に増加することが見込まれている。（中国側提示）

(3) その他

選鉱破碎工場の集塵機洗滌廃水および事故池からの溢流等がある。

表 5-1-2 酸性水の処理量

2003年 電解銅 2000t/年

発生源	豊水年			平水年			渇水年		
	万m ³ /年	m ³ /日	m ³ /分	万m ³ /年	m ³ /日	m ³ /分	万m ³ /年	m ³ /日	m ³ /分
楊桃塙廃石堆積場	296.10	8112	5.63	201.96	5533	3.84	101.52	2781	1.93
祝家廃石堆積場	158.20	4334	3.01	53.60	1468	1.02	0	0	0
西源廃石堆積場	411.25	11267	7.82	280.50	7685	5.34	141.00	3863	2.68
露天採掘場	745.40	20422	14.18	745.40	20422	14.18	745.40	20422	14.18
ダンプリーチング工場	135.4	4513	3.13	135.4	4513	3.13	135.4	4513	3.13
計	1746.35	48648	33.77	1416.86	39621	27.51	1123.32	31579	21.92

表 5-1-3 酸性廃水の水質

酸性水		水 質 (単位: ppm)								
		pH	Cu ²⁺	TFe	Fe ²⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	8.4AX	SS	液比重
露天採掘廃水	最小	2.5	15	170	50	120	1000	600	5	1.00
	平均	3.0	30	500	200	150	2500	1300	6000	1.00
	最大	4.0	35	1300	350	200	7500	2300	30000	1.02
リーチング廃液	最小	1.5	100>	14000	2000>	1000	20000	30000		1.04
	平均			17000		1500	30000	34000		
	最大	1.7		20000		2000	40000	36000		
楊桃塙 西源 祝家	最小	2.4	140	1700	900	800	10000	9500	1.0	
	平均	2.5	150	1800	1000	900	12000	10000		
	最大	2.6	160	2000	1100	1100	13000	11000		

表 5-1-4 選鉱尾鉱サイロ分級バランス (平均値)

1. 第一、二選鉱尾鉱溢流 (二号、四号尾鉱庫西方分級施設)

凡 例

- (1) 一段サイロの濃度実績
 (a) 給砂 : 18 ~ 20 % 平均 19.0%
 (b) 溢流 : 12 ~ 14 % 平均 13.0%
 (c) 底流 : 25 ~ 30 % 平均 27.5%

乾重量	含水量	流 量	濃 度
t/日	m ³ /日	m ³ /日	%
t/分	m ³ /分	m ³ /分	

- (2) 選鉱尾鉱量 (乾重量)
 (a) 1996~2003年
 二号尾鉱庫 20000t/日
 四号尾鉱庫 20000t/日
 (b) 2003年以降
 二号尾鉱庫 0t/日
 四号尾鉱庫 40000t/日

給 砂

乾重量	含水量	流 量	濃 度
40000	170520	184880	19.0
27.8	118.4	128.0	

一段サイロ分級

底 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
23960	63200	71800	27.5
16.6	44.0	50.0	

溢 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
16040	107320	113080	13.0
11.2	74.4	78.0	

2. 第三選鉱尾鉱溢流 (四号尾鉱庫東方分級施設)

凡 例

- (1) 一段サイコロの濃度実績
 (a) 給砂 : 26 ~ 27 % 平均 26.5%
 (b) 溢流 : 17 ~ 18 % 平均 17.5%
 (c) 底流 : 45 % 平均 45 %
- (2) 二段サイコロの濃度実績
 (a) 溢流 : 平均 22 %
 (b) 底流 : 平均 70 %
- (3) 選鉱尾鉱量 (乾重量)
 (a) 60000t/日

乾重量	含水量	流 量	濃 度
t/日	m ³ /日	m ³ /日	%
t/分	m ³ /分	m ³ /分	

給 砂

乾重量	含水量	流 量	濃 度
60000	166440	187980	26.5
41.7	115.6	130.5	

一段サイコロ分級

底 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
33360	40800	52800	45
23.2	28.3	36.7	

溢 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
26640	125640	135180	17.5
18.5	87.3	93.8	

二段サイコロ分級

底 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
24850	10636	19563	70.0
17.3	7.3	13.6	

溢 流

乾重量	含水量	流 量	濃 度
8510	30164	33237	22.0
5.9	21.0	23.1	

総合溢流量

乾重量	含水量	流 量	濃 度
35150	155804	168417	18.4
24.4	108.3	116.9	

5-2 廃水処理基本技術の選定

(1) 処理基本技術の検討

徳興銅鉱の鉱石は硫化鉄鉱を含む銅鉱石のため、これらの硫化鉱物の酸化作用により、硫酸酸性水となるため中和処理技術が当然適用される。廃水の成分と処理排水基準との関係から、必要な場合には他の処理方法と組み合わせられるのが一般的である。

鉄主体の硫酸酸性廃水に対しては、松尾や柵原鉱山のように、鉄酸化技術と中和技術とを組み合わせた処理法が採用されている。この場合は、鉄酸化細菌を利用して、第一鉄を第二鉄に酸化し、酸性領域で中和することによって、鉄を水酸化第二鉄として分離する方法である。この酸化技術が採用されたのは、中和剤の節減とともに、日本では消石灰よりも、はるかに価格の安い炭酸カルシウムをこの中和剤として利用できることと、炭酸カルシウムによる中和澱物の圧密性が高いため、澱物の堆積場容積が節減できるという利点があるためである。

しかし、酸化および鉄酸化細菌の回収繰り返し設備に大きな投資を必要とすることと、鉄以外に他の重金属を含む場合は、必ずしも中和剤の節減にはならないこと、特に徳興の場合は中和剤として選鉱廃さいが考えられ、量的にも十分であれば、あえて酸化技術をさらに組み合わせることは過剰投資となり、処理費も嵩む。

この他、イオン浮上法、等各種処理技術があるが、鉄主体の鉱山廃水に対する処理技術としては一般的ではないので選定から除外する。

(2) 処理基本技術の選定

楊桃塢酸性水は既設廃水処理場で処理するため、残りのダンプリーチング廃液、祝家、西源廃水および露天掘廃水は、いずれも比較的銅濃度の低い硫酸酸性廃水ということができる。

従って、これらの酸性水を纏めて同じ設備で効率的に処理できる技術としては、一般的な中和処理技術の適用が考えられる。

特に、徳興銅鉱の場合は、高アルカリ性の選鉱廃さいが多量に存在するので、この廃さいを利用して酸性水のみならず、アルカリ性廃水も同時に処理できることが考えられるので、経済的にも有利な処理法となる。

中和pH値としては、理論的にも、試験の結果からも、pH8.5程度で十分排出基準を下回ることが明かであるが、余裕をみてpH9とする。

5-3 廃水処理全体計画

(1) 発生源対策

各酸性水の発生量と、処理施設での処理量とのバランスをとるため、緩衝施設として貯水ダムを構築する。各廃石堆積場の貯水ダムの必要な容量は以下の通りである。

楊桃場廃石堆積場は、祝家廃石堆積場への廃石運搬用道路で湛水面が二分され、貯水容量が約3/5となったため回復する必要がある。その必要な貯水能力は約96万 m^3 である。

祝家廃石堆積場では、酸性水貯水ダム（容量約200万 m^3 ）が新設されており、十分な貯水容量がある。

西源廃石堆積場では、堆積土流出防止用のかん止堤しかなく貯水機能がない。133万 m^3 の貯水容量を持つ酸性水貯水用のダムが必要である。

露天採掘廃水に対しては、前処理対策として土砂除去が必要となるため沈砂池を設置する。

沈砂池の位置としては、西部破碎場の近くで、大場川川岸が適地である。

沈砂池の処理能力は20000 m^3 /日であり、廃水中の粗粒を回収し、脱水後廃石堆積場に運搬処理する。

ダンプリーチング銅抽出廃液は、祝家廃石堆積場酸性水ダムの余剰酸性水と混合して、新設廃水処理場に送水し処理することとする。

(2) 送水ルート

新設廃水処理施設の建設位置としては、廃水処理プロセスとして選鉱尾鉱のサイクロン・オーバーフローを中和剤として利用し、中和後の固液分離、澱物堆積を四号尾鉱庫を使用して行う計画のため、選鉱廃さい分級施設のある四号尾鉱庫のダムサイト付近まで、各酸性水ダムから送水する必要がある。

既に、中国側では送水施設のメインルートの約8割程度を施工済みである。

今後、付加する送水設備としては、

- ① 露天掘廃水の沈砂池以降のルートであり、ほぼ現在の大場川に沿って配管され、祝家廃水ずい道出口で接続合流する計画である。
- ② 西源酸性水ダムからは、既設の第三選鉱銅精鉱流送用ずい道を共用して、#2生

産水ポンプ室付近（一号尾鉱庫）でメインルートと接続する計画である。

- ③ 当初設計では、送水ルート末端の廃水処理施設を、四号尾鉱庫西側に想定しているため、東側まで送水設備を延長するための設計変更が必要となる。

（３）既設廃水処理施設の処理計画

本施設は1988年に操業を開始したばかりで、設備には全く老朽化が認められないこと、立地的に選鉱排出の高アルカリ性水を中和剤として利用しやすいこと、等から、処理能力不足および問題点に対しては、諸改善を図り引き続き中和処理場として活用することとする。

（４）アルカリ性廃水の処理

堆積場（尾鉱庫）の上澄水は、繰返し用水（回水）として選鉱場およびその他に使用されるが、降雨量の多い時期には、第一、二選鉱場まで流送される間に、回水余剰分が各所から放流水として大場川に流出している。

今後は、二号尾鉱庫の上澄水は、溢流立管の溢流堰高さの調節を行って、尾鉱庫内に上澄水を貯水することと、四号尾鉱庫から第一、二選鉱向けの繰返し用水のポンプ流送量を調節して、余剰水が各所から大場川に流出することを防止する。

精鉱溢流のうち、第三選鉱精鉱の溢流は第一、二選鉱精鉱溢流よりは高アルカリ性であることと、送水距離が近いことを考慮して、既設廃水処理施設の中和剤として優先使用することとする。

（５）集塵機洗滌廃水

第一、二選鉱場破碎系集塵洗滌廃水は、使用後固液分離を行い、上澄水を繰返し使用することとする。濃縮された固体部分（底流）は選鉱の磨鉱機に投入し、洗滌水として不足する分だけ新水（生産水）を補充する。

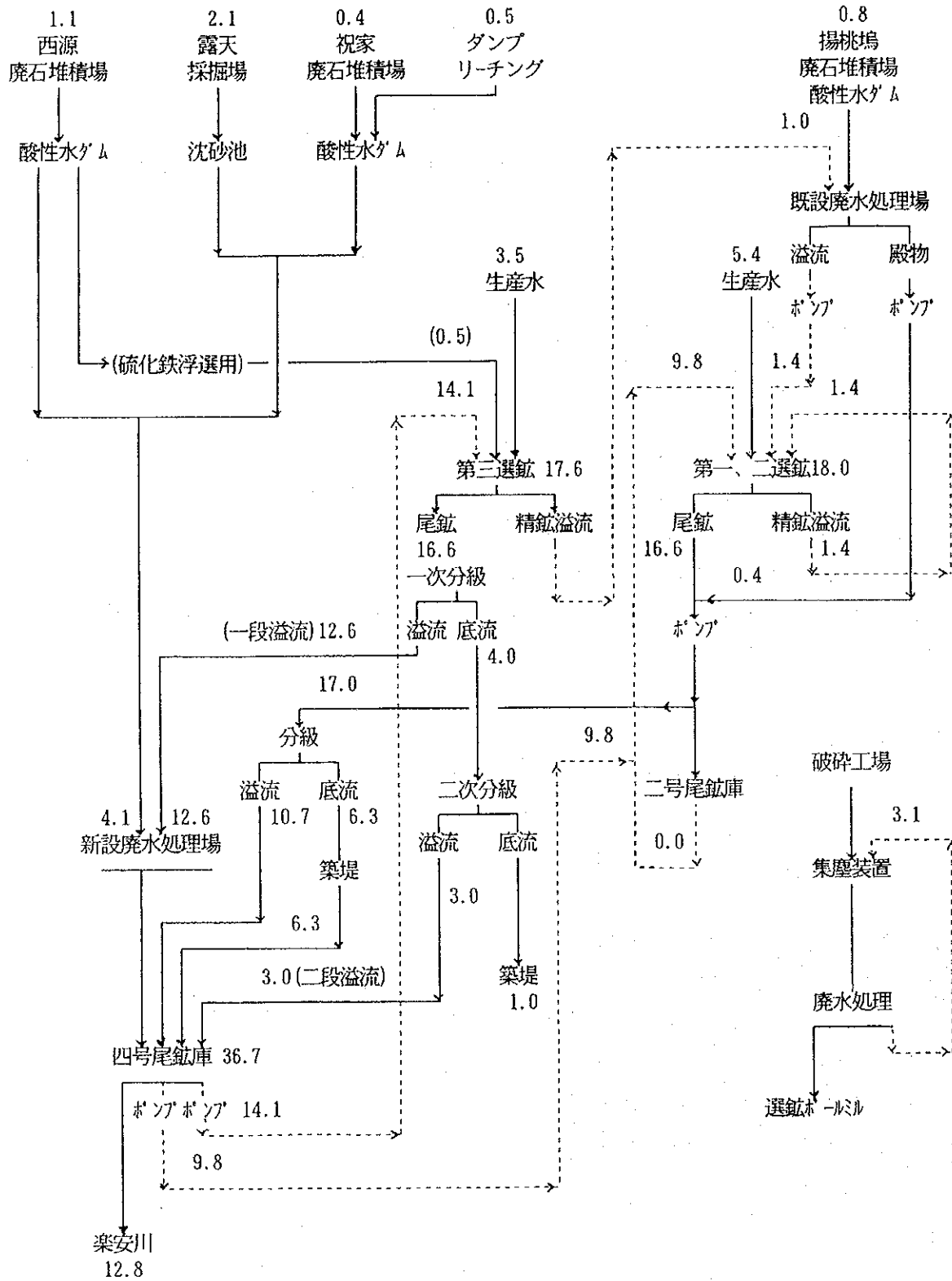
（７）事故池溢流およびその他廃水

事故池からの溢流を防ぐためには、まず事故防止が第一であるが、万一事故が発生した場合には、事故回復後直ちに回収して次の事故に備えることが必要である。

以上、廃水処理全体計画の基本的な方針を系統図として示せば、「図 5-3-1 廃水処理全体計画水量バランス図」に示す通りである。

図 5-3-1 廃水処理全体計画水量バランス
(2003年、豊水年、銅2000t/年)

数字は水量、単位は万m³/日
(---- は回水)



第 6 章 新規廃水処理施設の概念設計

1982年10月10日

第6章 新規廃水処理施設の概念設計

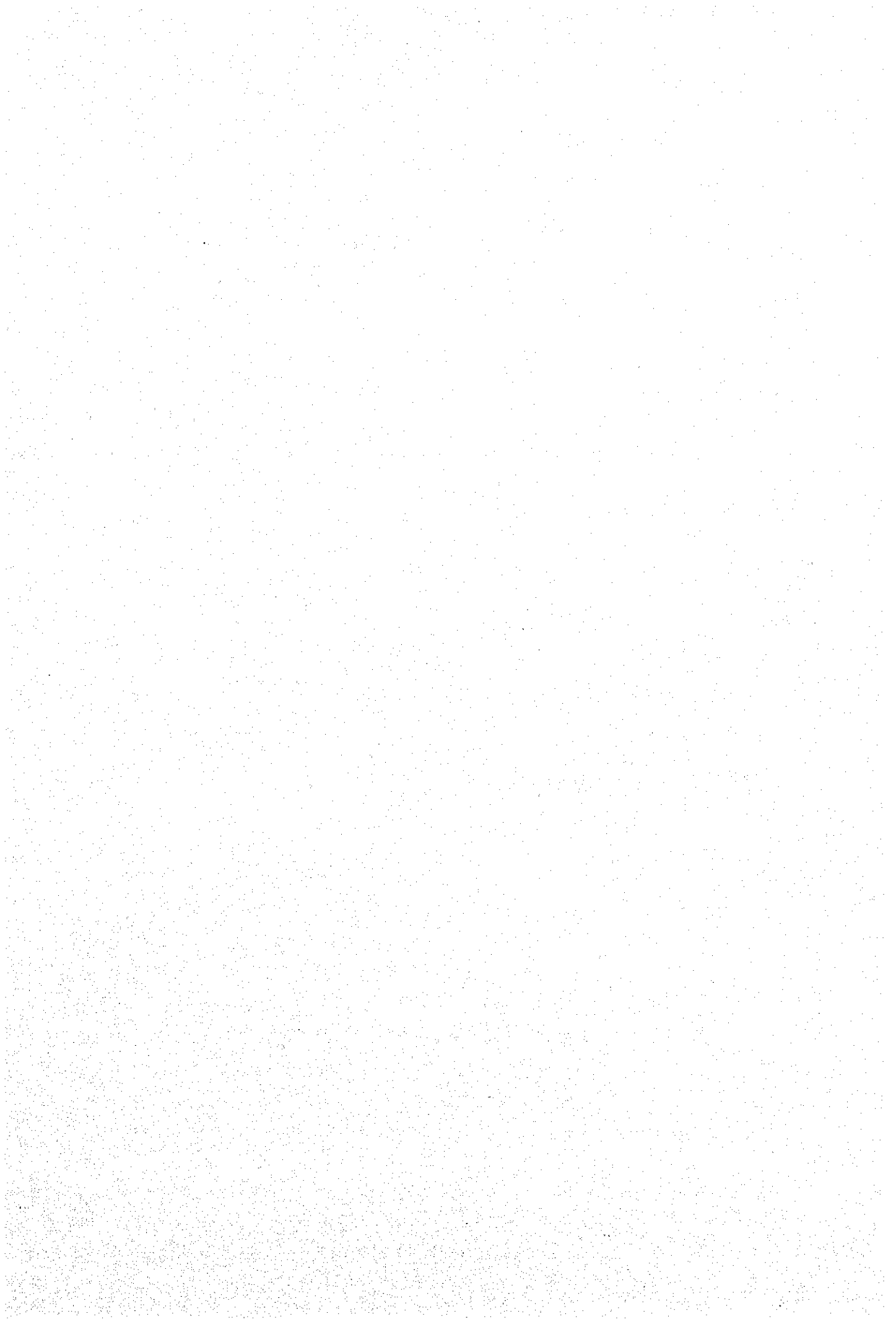
6-1 設計範囲と立地選定

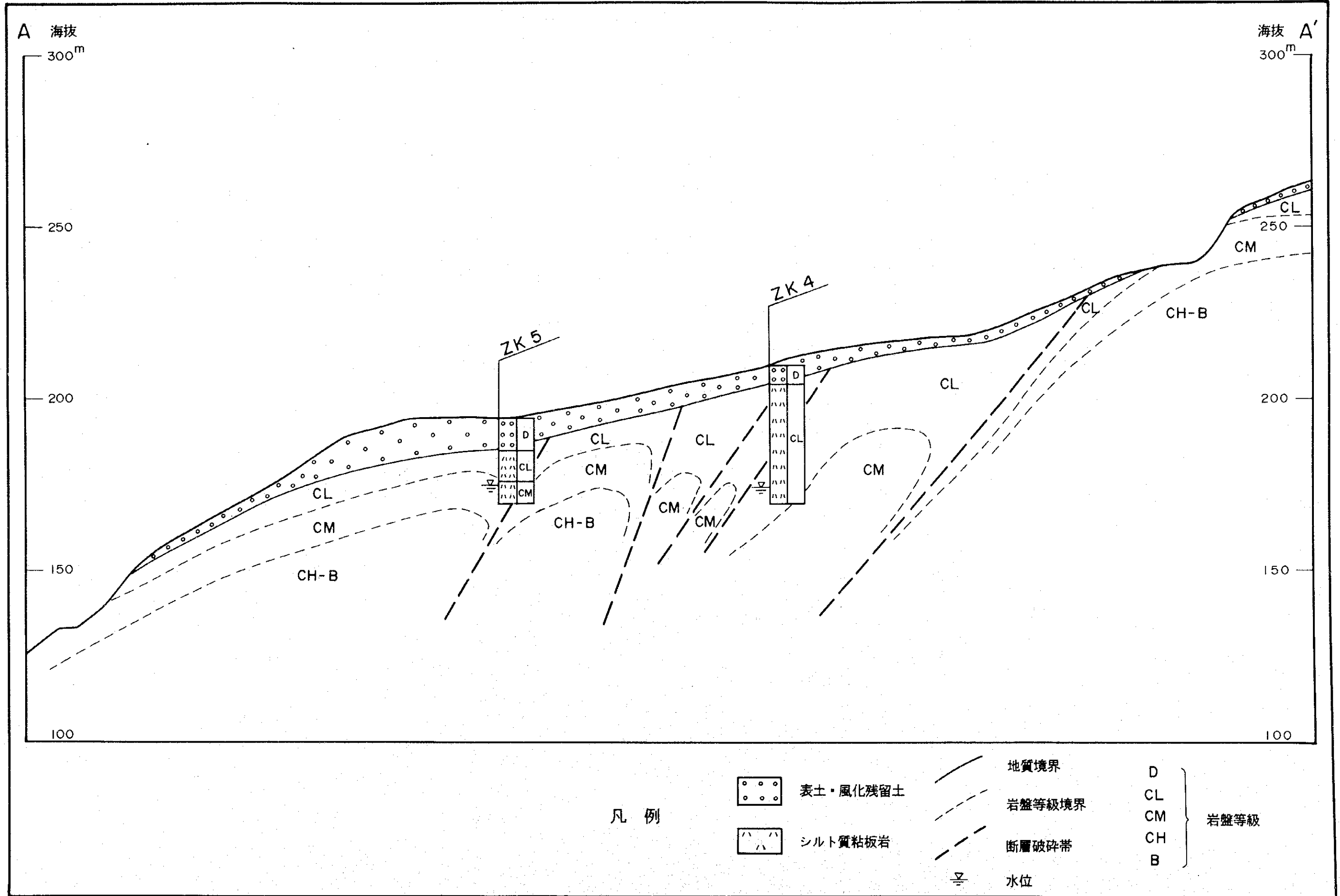
1994年3月30日付協議議事録付図(図6-1-1)に示されたバッテリーリミット(B/L)の内側を本調査の設計範囲とした。但し、同議事録にも示された通り、消石灰工場については、中国の現行の技術を考慮して改善提案を行うこと、および廃水の発生源対策としての酸性水貯水ダム並びに送水ルートのご概念図または計画図を策定することとした。

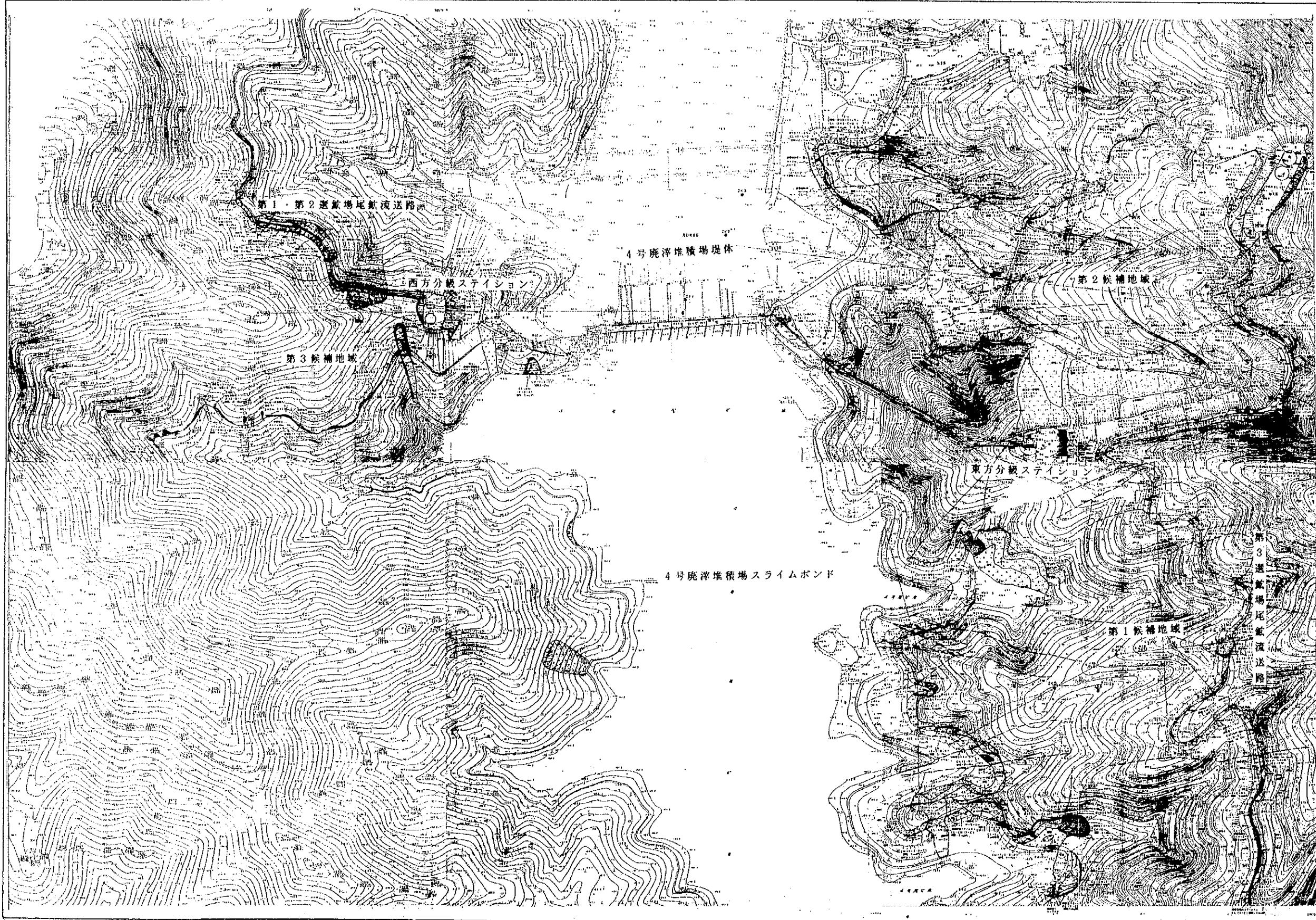
立地選定については、4号廃滓堆積場分級ステーション付近の3ヶ所が候補地として推薦された。これら候補地域について地表調査したものが「徳興一地質評価一〇〇三 新設排水処理場建設候補地点調査結果図」である。この調査結果から、西岸地域は地形が著しく急峻で、各所に地滑りも発生していることから、候補地としてふさわしくないとして先ず除外された。東岸候補の2地域は地形・地質的に大きな優劣の差はないが、万一溢流事故が発生した場合の安全性を考慮し、上流側候補地を最適地として選定した。更に地下深部を確認するため、選定した候補地に3本のボーリングを実施した。

ボーリングの結果、第1候補地点深部に断層破碎帯の存在が確認された。これは西北西-東南東方向で南へ70°以上の急傾斜を示すと推定され、将来の構造物の安定性に影響を及ぼす可能性がある。しかし、この地域は地表調査でも数本の断層が縦横に走っていることが予想されており、いずれの候補地でも断層の影響は避けられないものと予想される。したがって、敷地造成に当たっては、出来るだけ山側を切り取るようにして敷地を造成し、盛土を極力避ける等の配慮が必要である。

詳細設計の段階では更に地表精査、トレンチ、ボーリング等を実施して破碎帯の規模、状態等を明らかにする必要がある。また、第2候補地点(東岸下流側)についても、ボーリング調査範囲を広げ、4号廃滓堆積場の堆積速度も考慮に入れて慎重に立地選定を行なう必要がある。

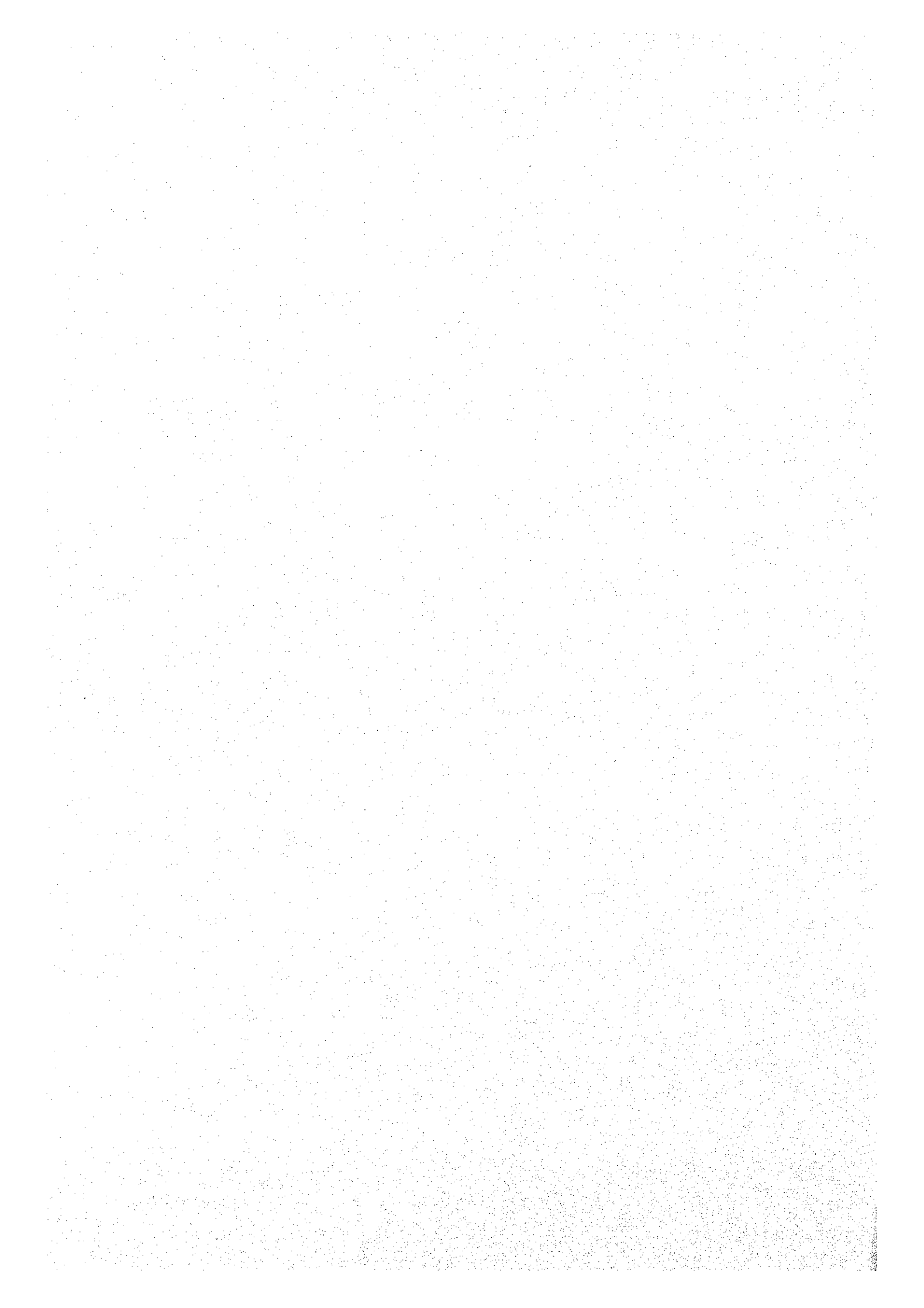






- 凡例
- 道路
 - 石積物
 - 土、石積物
 - 電力線
 - D
CL
CM
CH
B
排水溝
 - 排水溝
 - 排水溝
 - 排水溝
 - 排水溝
 - ボーリング

種別	PJ案件	徳興銅鉱山鉱山排水処理計画調査
設計	新設	新設排水処理場建設候補地点調査結果図
図号	003	徳興一地区評価-003
尺貫	1:500	
作成日	1994年9月20日	



6-2 プロセスの選定と設計諸元

(1) 基本プロセス

処理方式としては中和法を採用し、中和剤としては選鉱廃さい（尾鉱）を利用する。そして、尾鉱溢流中の炭酸カルシウムを有効に活用するため、二段中和処理方式を採用する。即ち、一次中和では、PH4で制御しながらできるだけ炭酸カルシウムを中和反応させ、二次中和では消石灰分を利用してPH9まで中和する。

この二次中和と中和澱物の固液分離機能を、四号尾鉱庫で行うとともに、同時に澱物を堆積する。

(2) プロセスの内容

連続試験（1994年7月）の結果から、一次中和で必要とする尾鉱溢流量は酸性廃水量に対しほぼ1:1である。

この尾鉱溢流は四号尾鉱庫の東西分級施設から得られるが、操業実績（濃度）から尾鉱溢流量の変動範囲を推定すれば、「表 6-2-1 選鉱尾鉱溢流量の変動範囲」に示す通りになる。また、酸性廃水量に対する尾鉱溢流量の比率を流況毎に示せば、「表 6-2-2 酸性廃水量と尾鉱溢流量の比率」の通りとなる。

この表から、東方分級溢流量（一段）は酸性廃水量の3倍以上あり、一次中和用として量的にも十分余裕がある。また、東方分級施設の溢流は操業も安定しているので、この溢流を一次中和に使用することとし、一次中和で余剰となる東方分級溢流と、西方分級溢流を二次中和剤として使用することとする。

また、この表から2003年、豊水年条件で、酸性廃水量（28.1m³/分）に対する東西分級溢流の合計量は、約195m³/分でありその比率はほぼ7となる。

一方、連続試験の結果、pH9まで中和するために、尾鉱溢流量の混合比は、一次および二次中和合わせて7であるから丁度一致する。従って、1996年から2002年までは勿論、2003年の場合でも平水年、濁水年では尾鉱溢流量に余裕があり、バランス上では消石灰を必要としない。

一次中和では、連続試験の結果から、30分の反応時間をみて反応槽の容量をきめ、さらに、炭酸カルシウムの反応を促進するため、強力に空気攪拌を行うこととするが、二次中和では、消石灰の中和反応であるため、動力攪拌を使用せず、落差を利用し乱流を生成させて混合する方式を採用する。

(3) 基本的な設計諸元

(a) 酸性廃水量 (「表 5-1-2 酸性水の処理量」参照)

2003年、豊水年、リーチング銅生産高、2000t/年の酸性廃水量 28.1m³/分 (40536 m³/日) とする。

(b) 尾鉱溢流量 (「表 5-1-4 選鉱尾鉱サイクロン分級バランス(平均値)」参照)

2003年、第一、二選鉱処理量40000t/日、第三選鉱処理量60000t/日の尾鉱量を基準として、四号尾鉱庫東西分級施設操業実績による平均溢流量とする。

東方溢流量 93.8m³/分 (一段)、23.1m³/分 (二段)、

西方溢流量 78.0m³/分 (一段)、

尾鉱溢流の性状は次の通りである。

東方分級一段溢流 pH 11.5~12.5、濃度 17.5%(液比重1.13) 粒度-200mesh>70%

西方分級 " pH 11.5~12.5、濃度 13.0%(液比重1.09) 粒度-200mesh>70%

(c) 操業条件

廃水処理の一般的操業形態である連続操業とする。即ち、一日24時間、年間365日稼動とする。

また、年間の全停電日数は20日とするとともに、選鉱の休転による尾鉱の使用不能日数を年間35日とする。

停電対策としては、二電源受電するとともに、非常用発電機を設置する。

(d) 処理能力

連続操業を確実に行うこと、尾鉱溢流を中和剤として使用するため、沈澱しやすいこと、アルカリ中和のためスケール付着が考えられること、等を考慮して、常時、整備作業およびスケール除去作業ができるように、主要な施設となる一次中和設備は、常用二系列、予備一系列として、計画的に切り替え使用する。

(e) 消石灰工場 (設計は中国側実施)

試験の結果、消石灰を必要としないが、不確定要素もあり、昨年度策定の消石灰工場130t/日規模の建設に要する敷地面積を処理場内に確保するものとする。

2003年、豊水年、リーチング銅生産高、2000t/年の酸性廃水量を設計基準にして、新設廃水処理施設の処理フローと流量バランスを示せば、「図 6-2-1 新設廃水処理施設流量バランスシート」の通りとなる。

表 6-2-1 選鉱尾鉱溢流量の変動範囲

年	単位	東方分級			西方分級		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
1996	m ³ /日	135180	143760	127380	56540	76000	35520
	m ³ /分	93.8	99.8	88.5	39.0	52.8	24.7
2003	m ³ /日	135180	143760	127380	113080	152000	71040
	m ³ /分	93.8	99.8	88.5	78.0	105.5	49.3

表 6-2-2 酸性廃水量と尾鉱分級溢流量の比率 (溢流量/酸性水量)

1. 東方分級溢流量 (一段) の場合 (流量:m³/分)

年	豊水			平水			渇水					
	酸性水量	尾鉱溢流量			酸性水量	尾鉱溢流量			酸性水量	尾鉱溢流量		
		平均 93.8	最大 99.8	最小 88.5		平均 93.8	最大 99.8	最小 88.5		平均 93.8	最大 99.8	最小 88.5
1996	17.8	5.3	5.6	5.0	14.6	6.4	6.8	6.0	12.6	7.5	7.9	7.0
2003	28.1	3.3	3.6	3.1	23.7	4.0	4.2	3.7	20.0	4.8	5.0	4.4

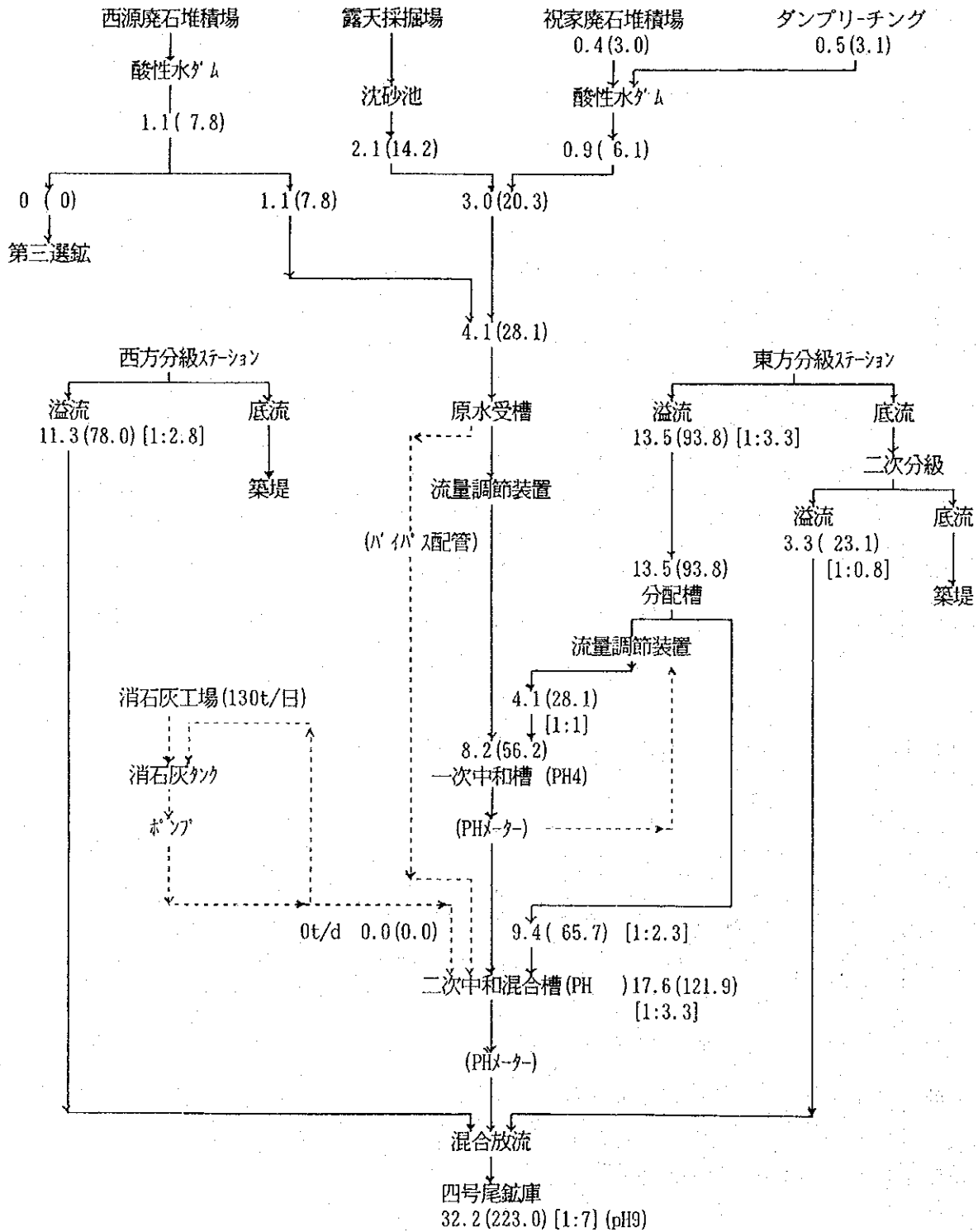
2. 東方分級溢流量 (一段 + 二段溢流) および西方分級溢流量合計の場合

年	豊水			平水			渇水					
	酸性水量	尾鉱溢流量			酸性水量	尾鉱溢流量			酸性水量	尾鉱溢流量		
		平均 155.9	最大 173.8	最小 137.8		平均 155.9	最大 173.8	最小 137.8		平均 155.9	最大 173.8	最小 137.8
		194.9	226.5	162.4		194.9	226.5	162.4		194.9	226.5	162.4
1996	17.8	8.8	9.8	7.7	14.6	10.7	11.9	9.4	12.6	12.4	13.8	10.9
2003	28.1	7.0	8.0	5.8	23.7	8.3	9.5	6.9	20.0	9.6	11.3	8.1

註) 尾鉱溢流の上段は1996年、下段は2003年

図 6-2-1 新設廃水処理施設流量バランスシート
 (2003年、豊水年、リッチング銅 2000t/年)
 [酸性水:尾鉱溢流合計= 1 : 7]

数字は流量 万 m^3 /日
 ()内は m^3 /分
 [:]内は 酸水:溢流比



6-3 機械等設備

廃水処理施設の主要施設および機器について、設計の基礎となる使用条件は以下の通りである。設計計算に基づき概念設計図を、「新規廃水処理場フローシート」(徳興-設備設計A-001)以下の図面類に示した。

(1) 主要施設および機器の使用条件

(a) 原水受槽

酸性廃水の流量および水質変動に対処し、また、各機器の保守点検時間等を確保するため、原水受槽を設置する。容量として滞留時間60分とする。

原水受槽から一次中和槽へは、定量且つ自然流送する。流送配管は3系統とし、常用2系統、予備1系統とする。

(b) 溢流分配槽

中和剤として選鉱尾鉱溢流を一定量一次中和槽に流し、余量は二次中和混合槽に流すため、溢流分配槽を設置する。

溢流分配槽から一、二次中和槽へは、自然流送する。槽内は3室構造とし、流入口にはそれぞれ水門ゲートを設置する。常用2室、予備1室とする。

(c) 一次中和槽

酸性水と尾鉱溢流を混合し、pH4となるよう尾鉱溢流量を調整する。

攪拌方式は空気攪拌方式を採用する。単位面積当たりの攪拌空気量は $0.7\text{m}^3/\text{分}\cdot\text{m}^2$ とする。滞留反応時間は30分とする。

中和槽は3系列とし、常用2系列、予備1系列とし、槽内の状況により定期的に切り替えて運転するものとする。

1系列20室構造とし、混合液の短絡流出を防止するためカギ型に流れる構造とする。

(d) 一次中和槽返送ピットおよびポンプ

一次中和槽底部への沈澱防止のため、槽底部より少量抜き出して返送ピットに集め、ポンプで中和槽入り口側に返送する。設置するポンプ台数は、常用4台、予備2台、合計6台とする。

ポンプ上には保全用の2tクレーンを設置する。

(e) 二次中和混合槽

一次中和槽処理液と、溢流分配槽の余剰液を混合させる。混合方式は水力攪拌による隔板混合槽方式とする。

(f) 攪拌用空気ブローア

一次中和槽内の混合液攪拌用として、空気ブローアを設置する。

空気ブローアは1系列1台運転とし、常時2系列運転のため、2台運転となる。予備を1台設置する。

(g) 軽油タンク

非常用発電機燃料を貯蔵する。

(h) 軽油送油ポンプ

軽油タンクから発電機サービスタンクまで送油する。

(i) 空冷塔（機器冷却水循環用）および循環槽

機器冷却用は水質保持が必要であり、かつ使用水量が多いため、空冷塔を採用し、循環方式とする。

冷却水の必要な機器は、水冷式空気圧縮機、攪拌用空気ブローアおよび非常用発電機とする。

冷却水の循環槽の容量は、ポンプの切り替え時間等を考慮し、使用冷却水量の15分間程度とする。

(j) 空気圧縮機

通常は水冷式空気圧縮機を運転するが、冷却水断水等の異常時を考慮し、予備は空冷式空気圧縮機を設置する。

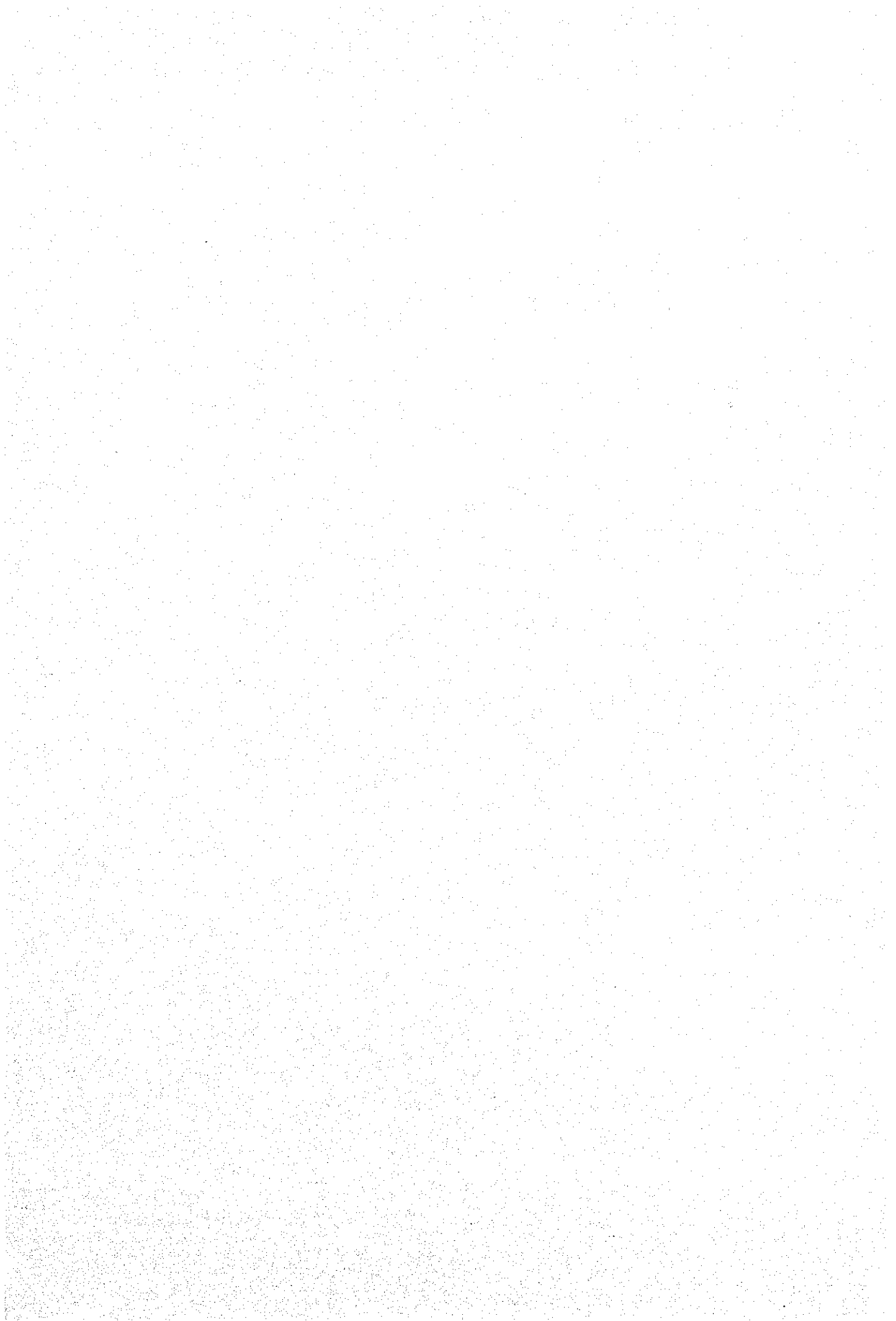
(k) 圧縮空気脱湿器

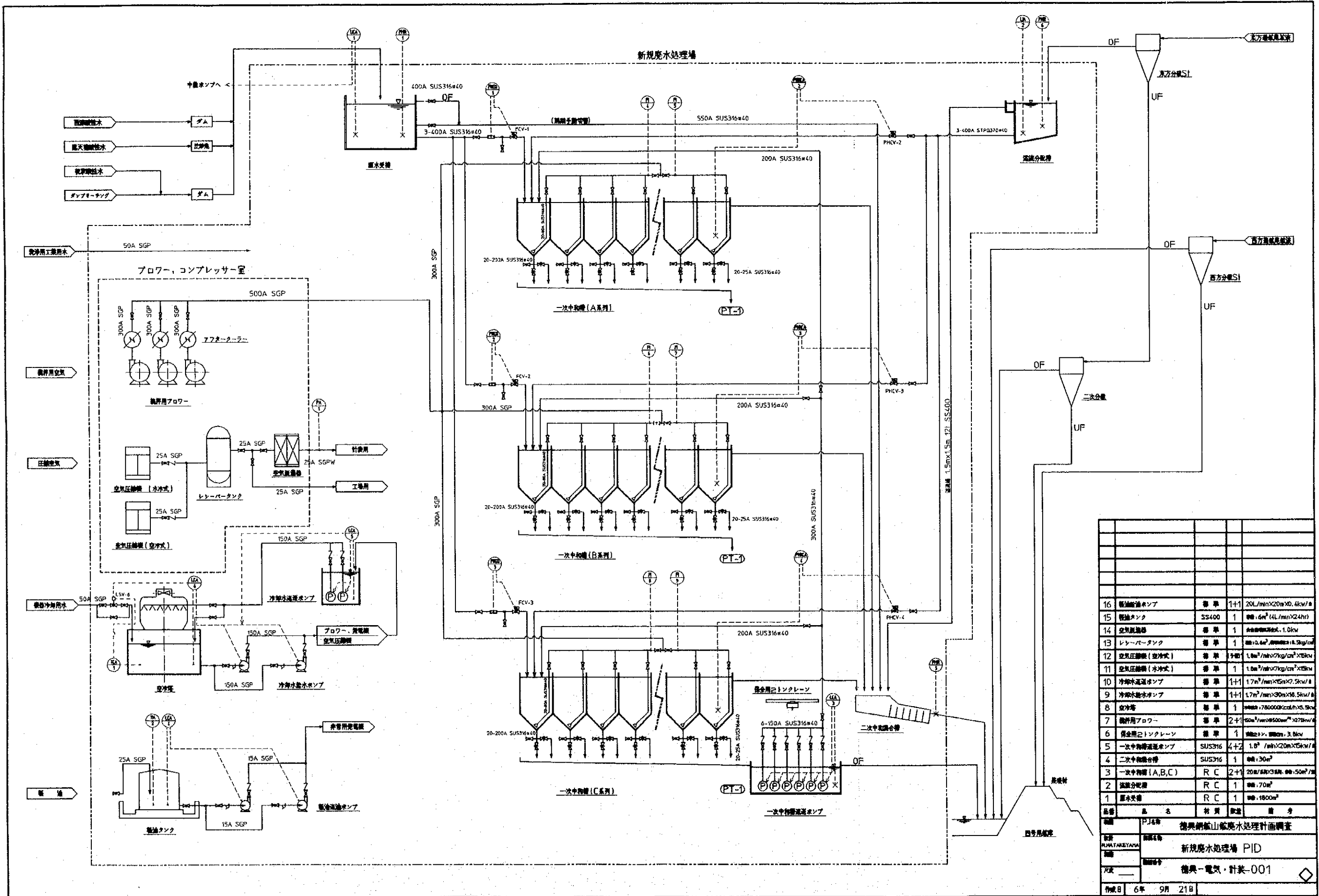
計装用圧気ラインには、圧縮空気脱湿器を設置する。

(2) 概念設計図

① 新規廃水処理場フローシート ————— 徳興-設備設計A-001

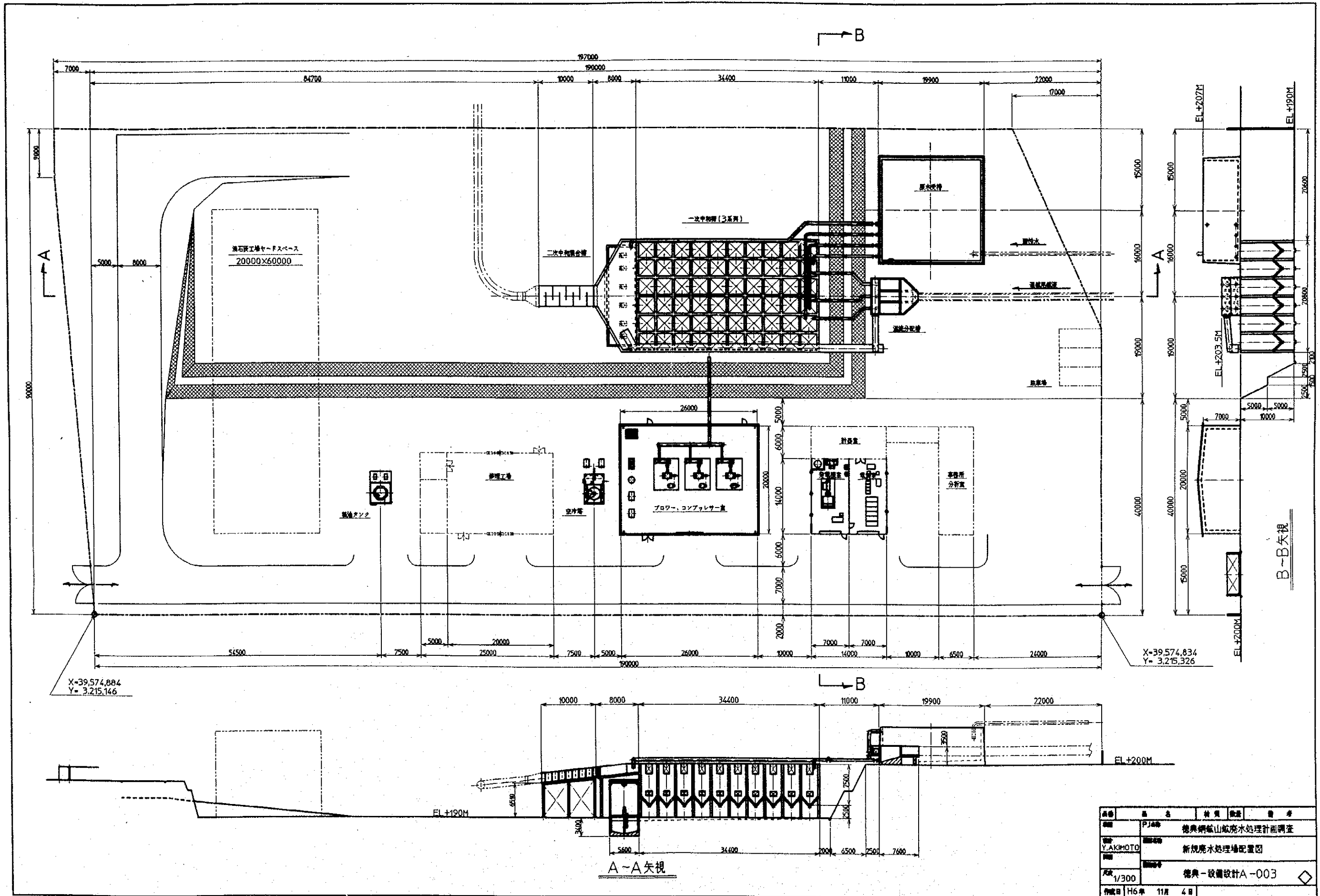
② 新規廃水処理場配置図 ————— 徳興-設備設計A-003



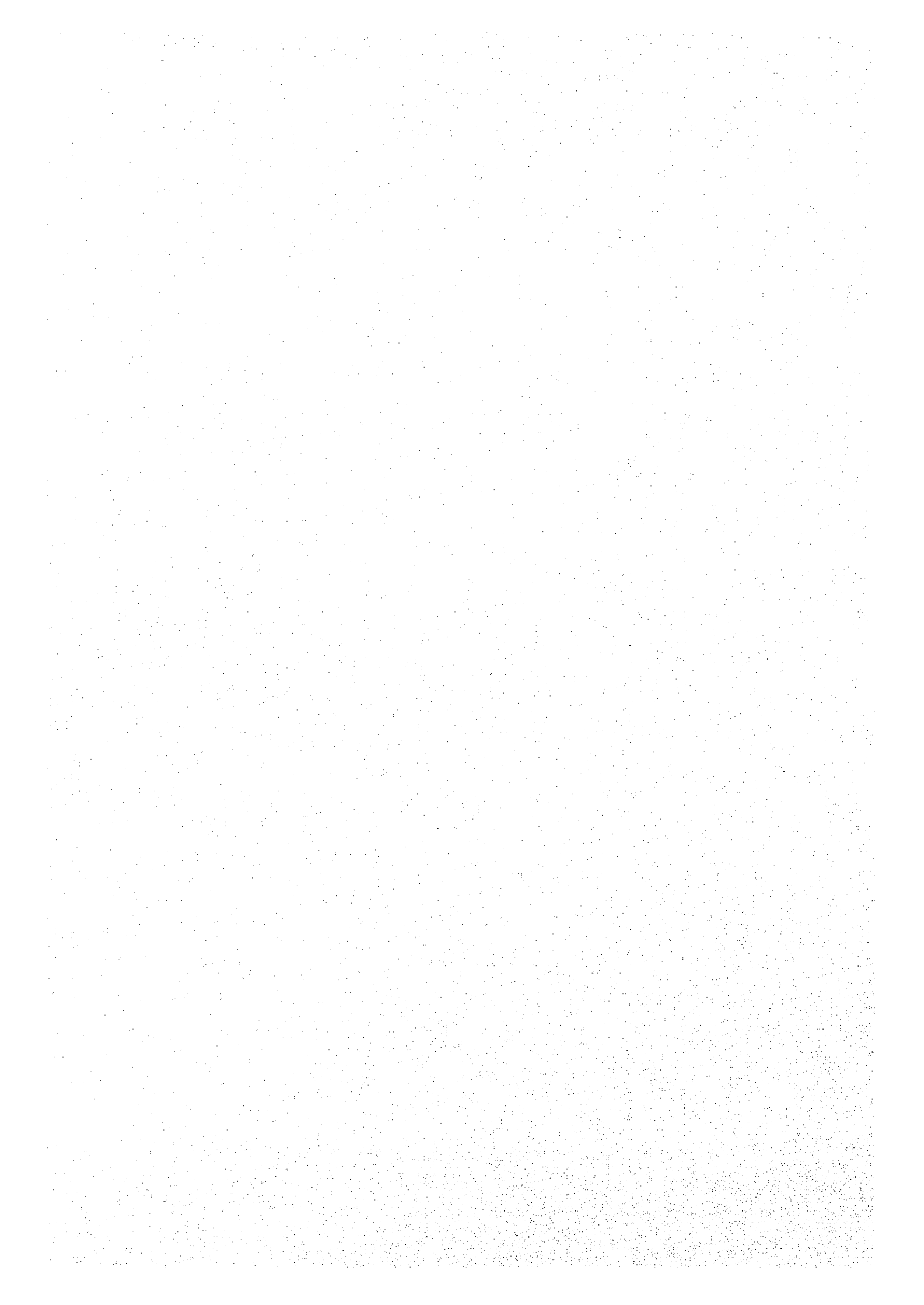


品番	品名	材質	数量	単位	備考
16	軽油ポンプ	鉄	1+1	20L/min×20m×0.4kw/台	
15	軽油タンク	SS400	1	容積: 6m³ (4L/min×24hr)	
14	空気圧縮機	鉄	1	容積: 0.5m³/min×1.0kw	
13	レターバートンク	鉄	1	容積: 0.5m³, 容積: 1.5kg/cm²	
12	空気圧縮機 (空冷式)	鉄	1	容積: 1.0m³/min×0.7kw/cm²×0.5kw	
11	空気圧縮機 (水冷式)	鉄	1	容積: 1.0m³/min×0.7kw/cm²×0.5kw	
10	冷却水循環ポンプ	鉄	1+1	1.7m³/min×0.5kw/台	
9	冷却水ポンプ	鉄	1+1	1.7m³/min×0.5kw/台	
8	空冷塔	鉄	1	容積: 78000kcal/h×0.5kw	
7	操作用ブロー	鉄	2+1	容積: 60m³/min×0.5kw/台	
6	保安用210クレーン	鉄	1	容積: 210m³, 容積: 3.0kw	
5	一次中槽循環ポンプ	SUS316	4+2	1.0m³/min×20m×0.5kw/台	
4	二次中槽分岐槽	SUS316	1	容積: 30m³	
3	一次中槽 (A,B,C)	R C	2+1	20m×6m×3m, 容積: 50m³/台	
2	配水分配槽	R C	1	容積: 70m³	
1	原水受槽	R C	1	容積: 1800m³	

品番: PJ16
 品名: 徳島県徳島市山崎町新規廃水処理計画調査
 設計: 徳島県
 実施: 新規廃水処理場 PID
 図名: 電気・計装-001
 作成日: 6年 9月 21日



項目	品名	材質	数量	備考
設計	P14			徳興鋼板山崎废水处理計画調査
設計	Y.AKIMOTO			新規废水处理場配置図
設計	1/300			徳興-設備設計A-003
作成日	H6年 11月 4日			



6-4 電気・計装設備

(1) 受配電設備および監視

新設廃水処理場内電気室付近で、電圧6KV、2回線受電するものとする。

浮溪口変電所（ここでは、#1系統と呼ぶ）から、および第三選鉱回水ポンプステーション変電所（同じく#2系統）から架空電線にて供給を受ける。

常時は、いずれか1回線受電とし、停電の場合、他方に自動切換えする。

その切換えは、双投形自動真空負荷開閉器（VAS）による。

受電電力仕様：3相 6300V 50Hz

最大電力について、

常用運転設備容量は、約700KWであり、負荷率 0.8~0.85と想定して、

$$700\text{KW} \times 0.80 = 560 \text{ KW}$$

または、 $700\text{KW} \times 0.85 = 595 \text{ KW} = 600 \text{ KW}$ となる。

盤構成としては、受電盤、常用/非常用電源切換盤、配電盤、コンデンサー盤の列盤とする。

保護装置としては、過電流継電器、不足電圧継電器、地絡方向継電器等を装備し、供給変電所（#1、#2）との保護協調をとる必要がある。

監視装置は、電圧、電流、電力、力率計等を装備している。

運転操作は、現場操作盤および計器室コントロールデスクの二箇所とする。

主要な動力については、デスク上の電流計で監視可能である。

動力設備と計装設備とは、自動、インターロック等の制御監視システムの中で関連性があり、コントロールデスクと計装盤間とで総合的、最善な構成とする。

(2) 非常用発電機

常用電源が2系統とも停電した場合、停電信号により発電機が自動起動する。発電電圧が確立後、高圧回路を非常電源側に切換えし、電源を供給する。

標準的には、停電後40秒以内に電源切換え完了とする。停電回復後、発電機は一定確認時限後に自動的に停止し、常用電源に自動切換えとなる。

(3) 計装設備

設計の基本的な考え方としては、中国側とも協議した結果、コンピュータ制御は行わず、当プロセスに最適なループコントローラ方式とする。

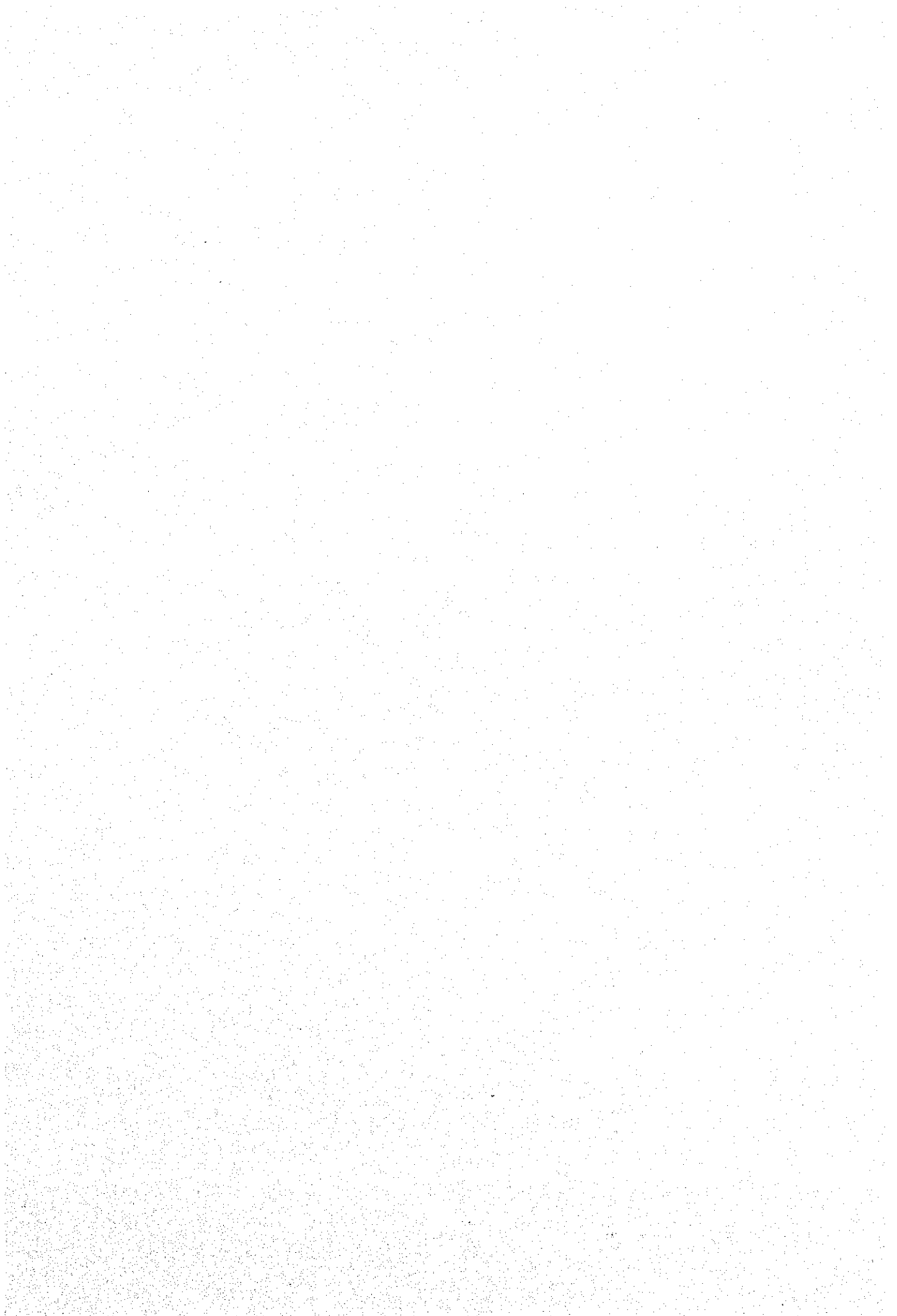
プロセス各所の必要監視データを最新の計測センサーで検出する。そして、計器室で監視しながら自動制御信号により、フィードバック制御をかけてコントロールするものである。

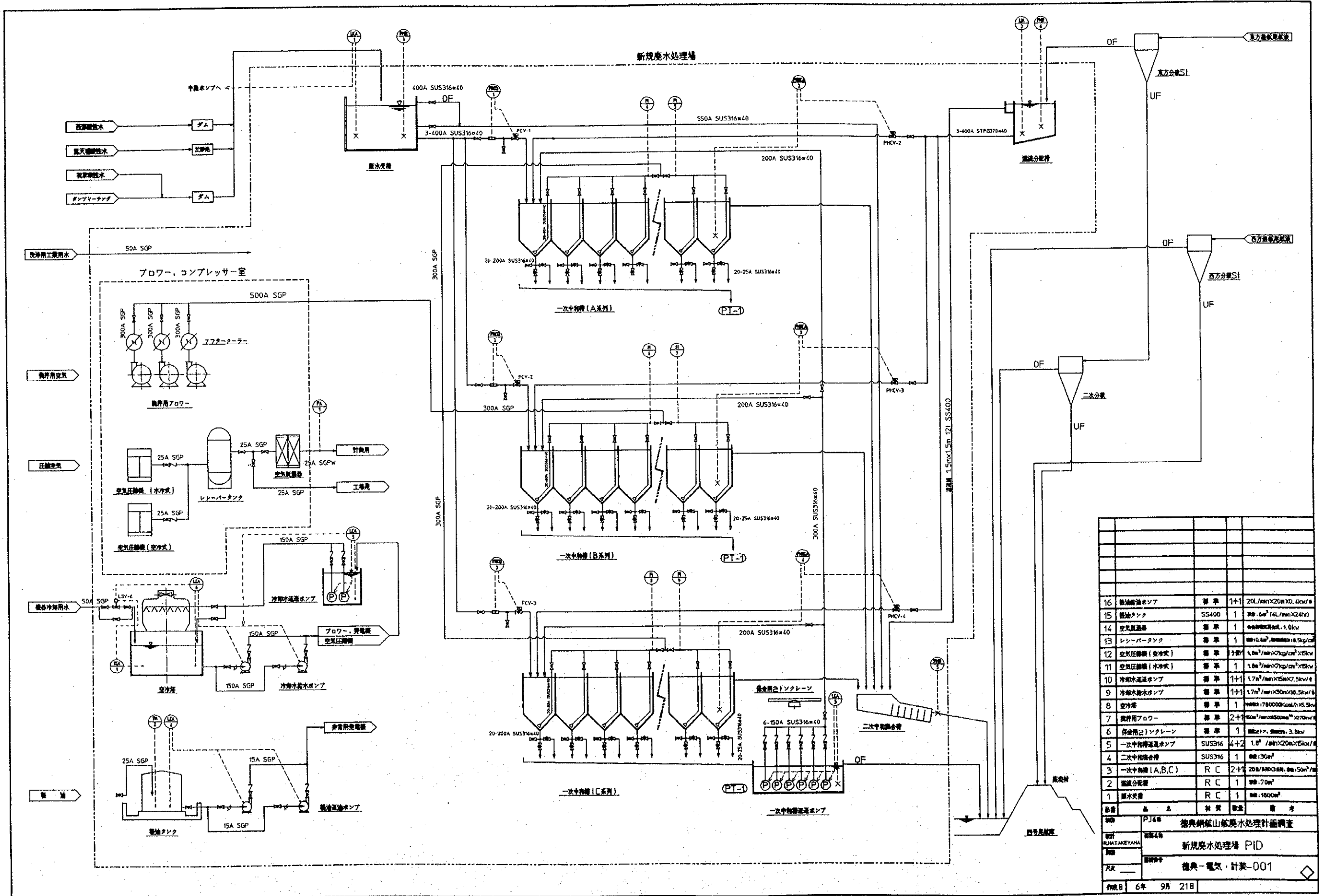
計器盤はセミグラフィックパネルとし、アナンシエーター、調節計、指示計、記録計、シーケンサ等を装備している。

コントロールデスクと連携しながら、制御、監視、警報システム機能により、廃水処理設備全体の運転状態を正常に維持管理できる。

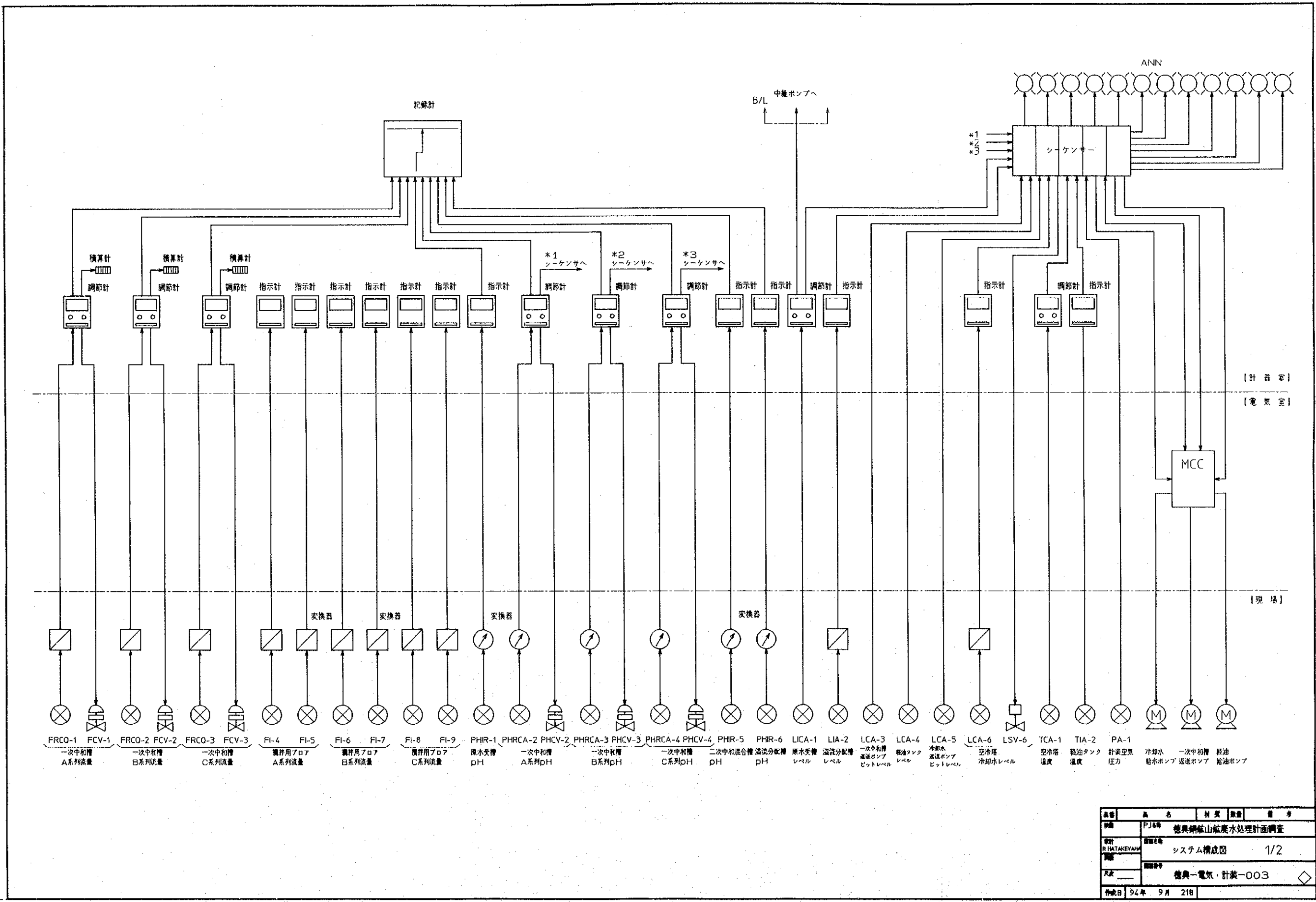
(4) 概念設計図

- ① 新規廃水処理場PID ————— 徳興-電気・計装-001
- ② システム構成図 ————— 徳興-電気・計装-003



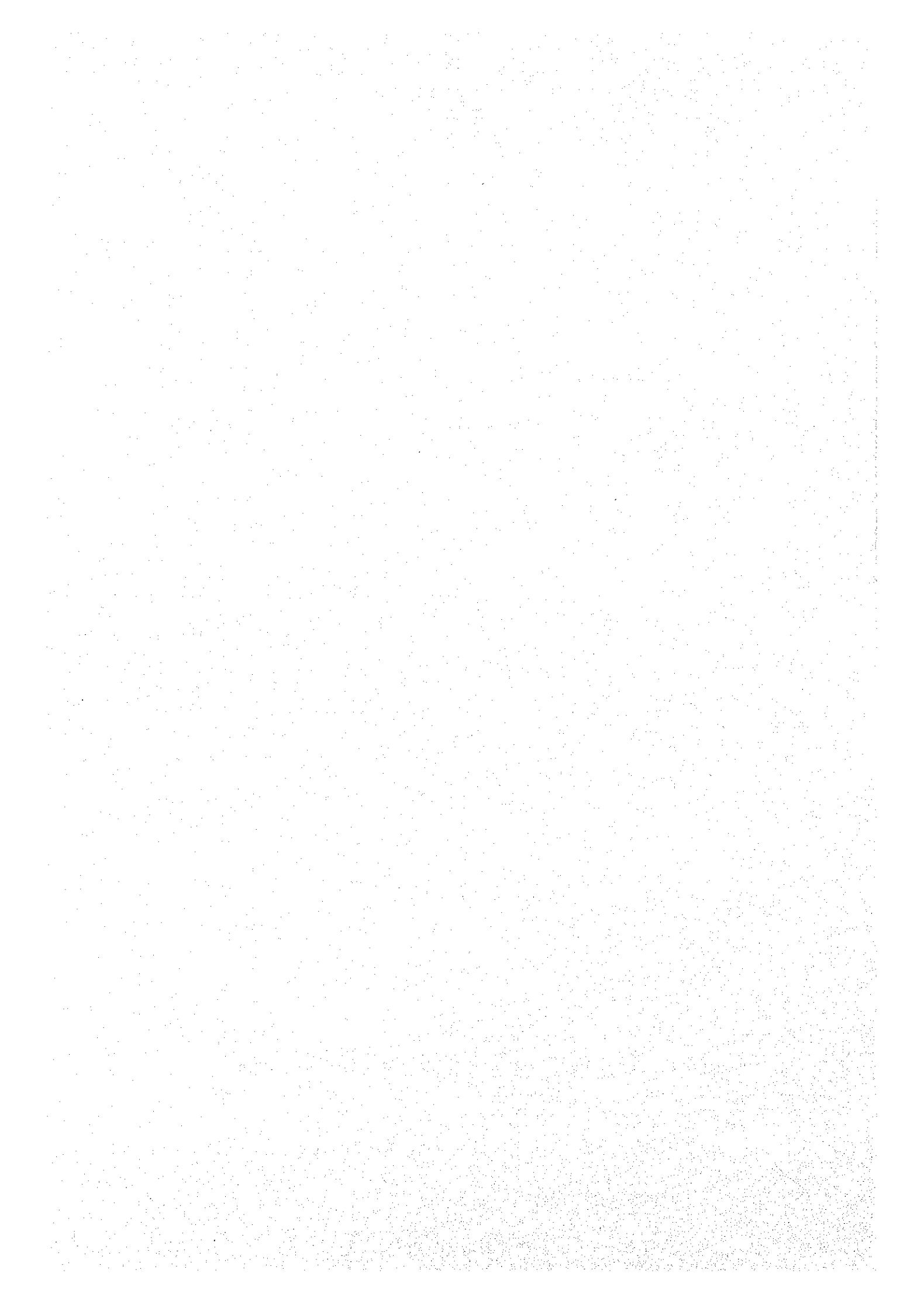


16	鋼油給油ポンプ	標準	1+1	20L/min×20m×0.4kw/8
15	配油タンク	SS400	1	容積: 6m ³ (4L/min×24hr)
14	空気乾燥機	標準	1	容積: 0.5m ³ /min×24hr
13	レシーバータンク	標準	1	容積: 10.4m ³ (1.5kg/cm ² ×1.5kg/cm ²)
12	空気圧縮機 (空冷式)	標準	1	1.5m ³ /min×0.7kg/cm ² ×25kw
11	空気圧縮機 (水冷式)	標準	1	1.5m ³ /min×0.7kg/cm ² ×25kw
10	冷却水循環ポンプ	標準	1+1	1.7m ³ /min×25m×0.5kw/8
9	冷却水給水ポンプ	標準	1+1	1.7m ³ /min×25m×0.5kw/8
8	空冷塔	標準	1	容積: 1780000kcal/h×5.5kw
7	操作用ブロー	標準	2+	容積: 10m ³ /min×30m×2.70kw/8
6	保安用2)スクリーン	標準	1	容積: 21×. 容積: 3.8kw
5	一次中槽循環ポンプ	SUS316	4+2	1.0 ³ /min×20m×15kw/8
4	二次中槽混合槽	SUS316	1	容積: 30m ³
3	一次中槽 (A,B,C)	R C	2+1	20m ³ /min×30m. 容積: 150m ³
2	濾過分離槽	R C	1	容積: 70m ³
1	原水受槽	R C	1	容積: 1800m ³
総計	品名	材質	数量	備考
設計	PJ4#	徳興鋼板山崎炭水処理計画調査		
設計	HUMATAKEYAMA	新規模水処理場 PID		
大友	設計者	徳興-電気・計装-001		
作成日	6年 9月 21日			



- FRCO-1 一次中和槽 A系列流量
- FCV-1 一次中和槽 A系列流量
- FRCO-2 一次中和槽 B系列流量
- FCV-2 一次中和槽 B系列流量
- FRCO-3 一次中和槽 C系列流量
- FCV-3 一次中和槽 C系列流量
- FI-4 攪拌用フロア A系列流量
- FI-5 攪拌用フロア B系列流量
- FI-6 攪拌用フロア B系列流量
- FI-7 攪拌用フロア B系列流量
- FI-8 攪拌用フロア C系列流量
- FI-9 攪拌用フロア C系列流量
- PHIR-1 原水受槽 pH
- PHRCA-2 一次中和槽 A系列pH
- PHCV-2 一次中和槽 B系列pH
- PHRCA-3 一次中和槽 B系列pH
- PHCV-3 一次中和槽 C系列pH
- PHRCA-4 一次中和槽 C系列pH
- PHCV-4 二次中和混合槽 溢流分配槽 pH
- PHIR-5 二次中和混合槽 溢流分配槽 pH
- PHIR-6 二次中和混合槽 溢流分配槽 pH
- LICA-1 原水受槽 レベル
- LIA-2 溢流分配槽 レベル
- LCA-3 一次中和槽 薬液タンク レベル
- LCA-4 一次中和槽 薬液タンク レベル
- LCA-5 一次中和槽 薬液タンク レベル
- LCA-6 一次中和槽 薬液タンク レベル
- LSV-6 空冷塔 冷却水レベル
- TCA-1 空冷塔 温度
- TIA-2 空冷塔 温度
- PA-1 計装空圧 圧力
- 冷却水 給水ポンプ
- 一次中和槽 薬液ポンプ
- 攪拌機

図名	品名	材質	数量	備考
図番	PJ44	徳島県山形県水処理計画調査		
設計	徳島県	システム構成図 1/2		
設計	RIHATAKEYAMA			
図番		徳島一電気・計装-003		
作成日	94年 9月 21日			



6-5 土木・建築設備

(1) 敷地造成計画

敷地造成の計画にあたっては、本章6-1立地選定調査結果に基づき、調査団内関係専門家と協議し、中国側の意見も参考にして造成範囲を決定した。当該範囲の地形は非常に急峻であるため、山腹への盛土は極力避け、重要構造物は全て地山に載せるように計画した。また、受水槽と中和槽との間に必要な落差がとれるように、敷地を上下2段の階段状とした。

切土斜面勾配、場内道路縦断勾配等については、現地の実績をもとに決定した。

概念設計図

敷地造成平面図 ————— 徳興-ダム・土建-001

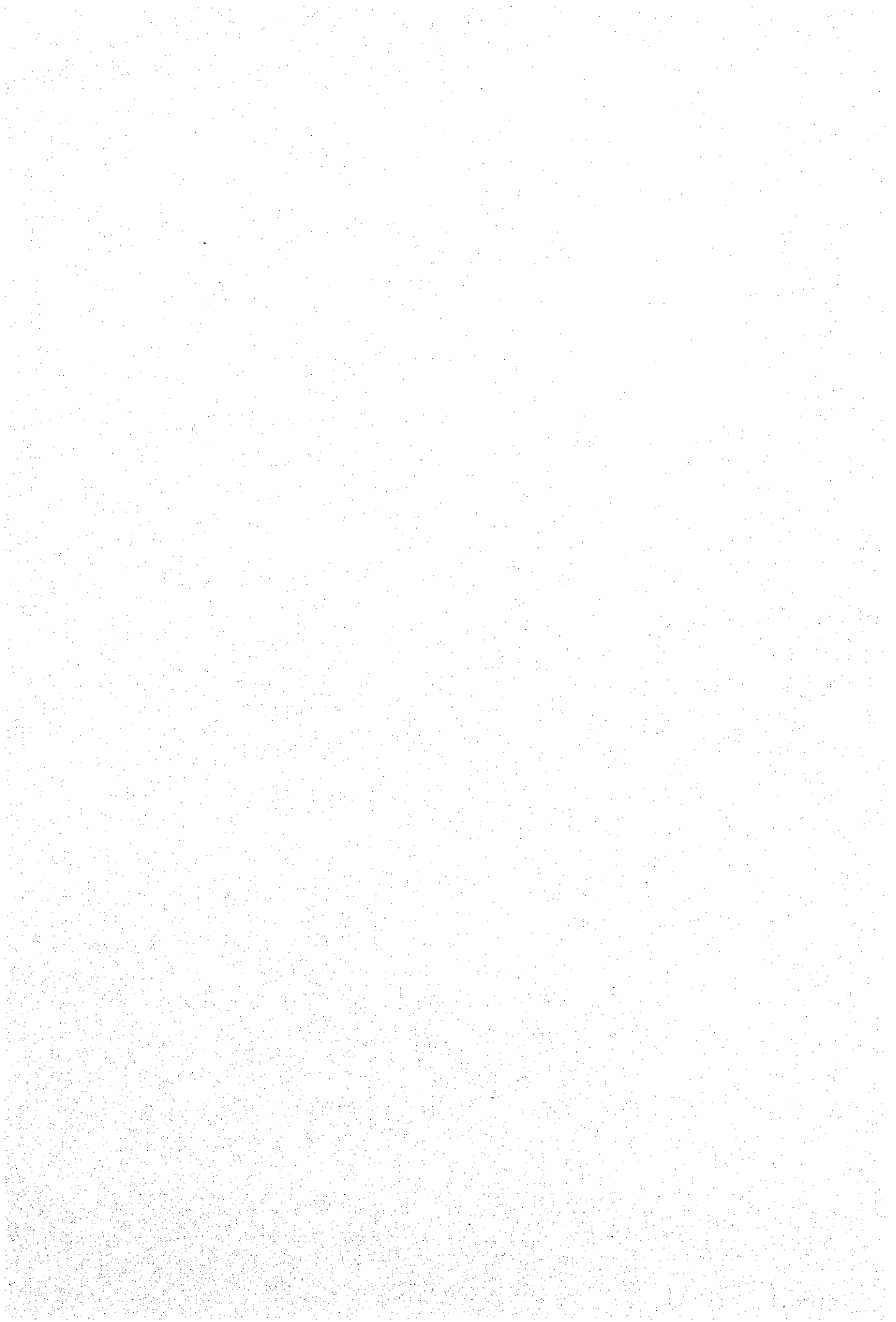
(2) 建築設備計画

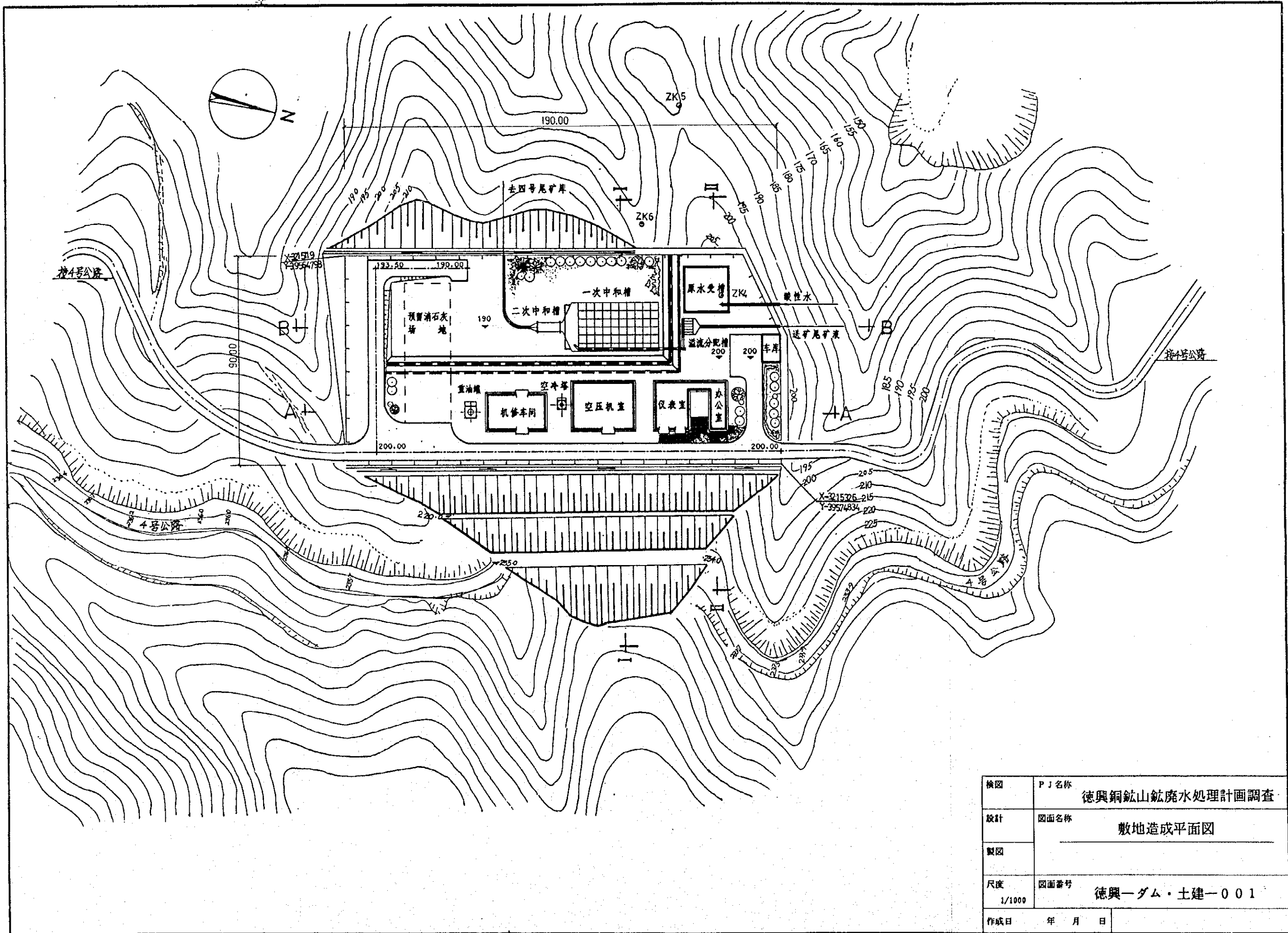
中和槽などコンクリート構造物設備の大半は屋外に設置される。建屋を必要とするのは、送風機等機械設備、発電機等電気設備および事務所、修理工場等のサービス施設である。また、主要機器の基礎図として送風機、発電機等五点を取り上げた。

概念設計図

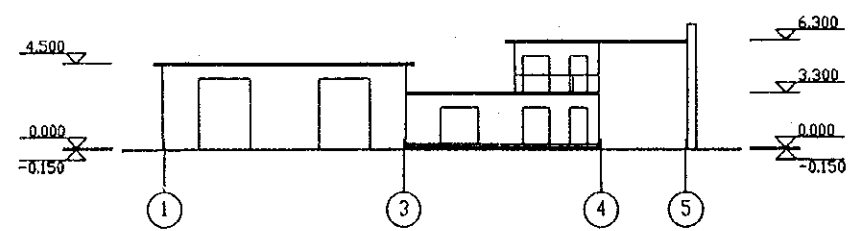
発電機室、電気室及び事務所建家

平面図、立面図、断面図 ————— 徳興-ダム・土建-005

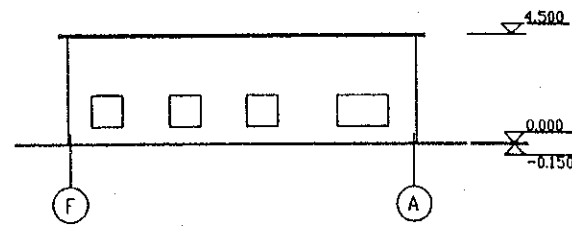




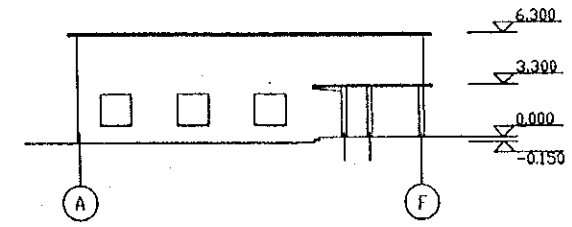
檢圖	P J 名称 德興銅鉞山鉞廢水處理計畫調查
設計	圖面名称 敷地造成平面図
製図	
尺度 1/1000	圖面番号 德興一ダム・土建一001
作成日	年 月 日



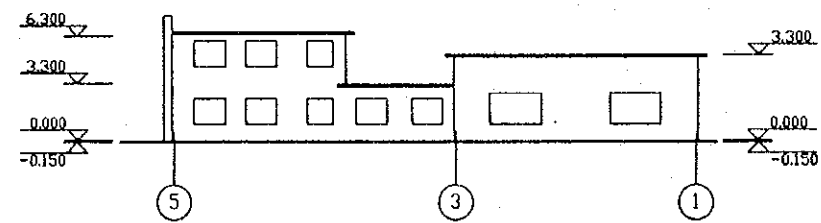
①-⑤立面图



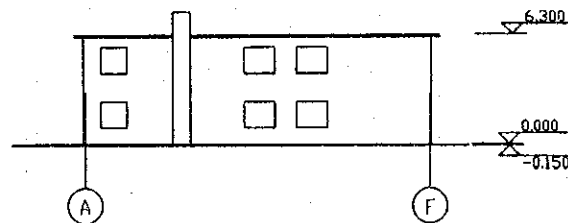
⑤-①立面图



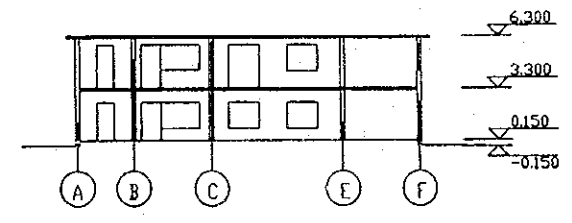
A-F立面图



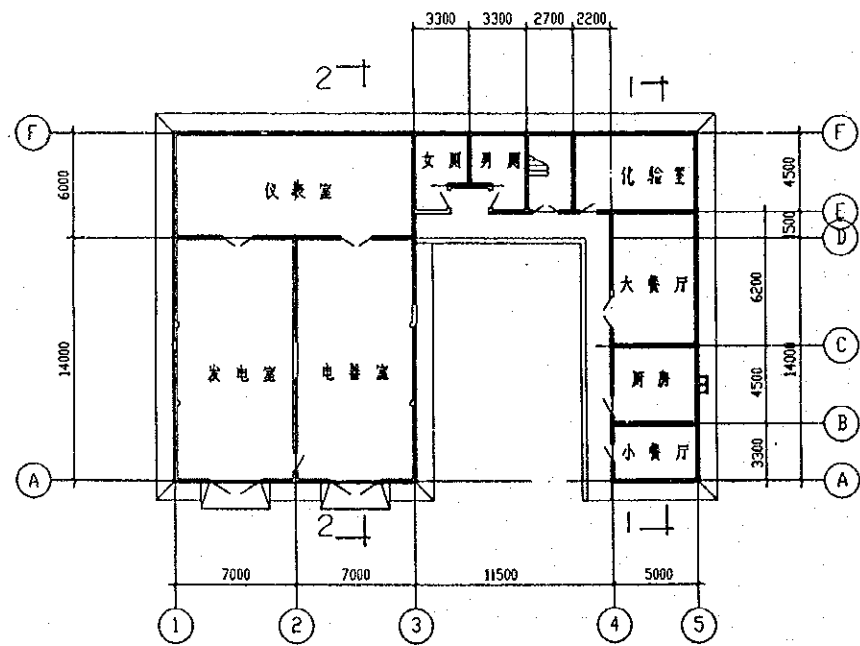
⑤-①立面图



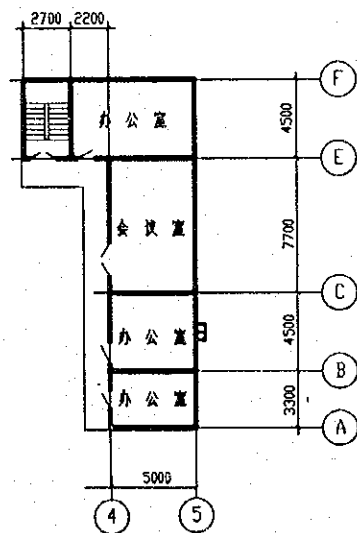
A-F立面图



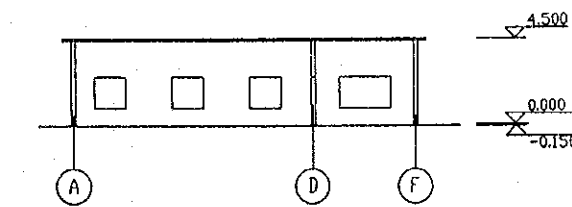
1-1剖面



一层平面图

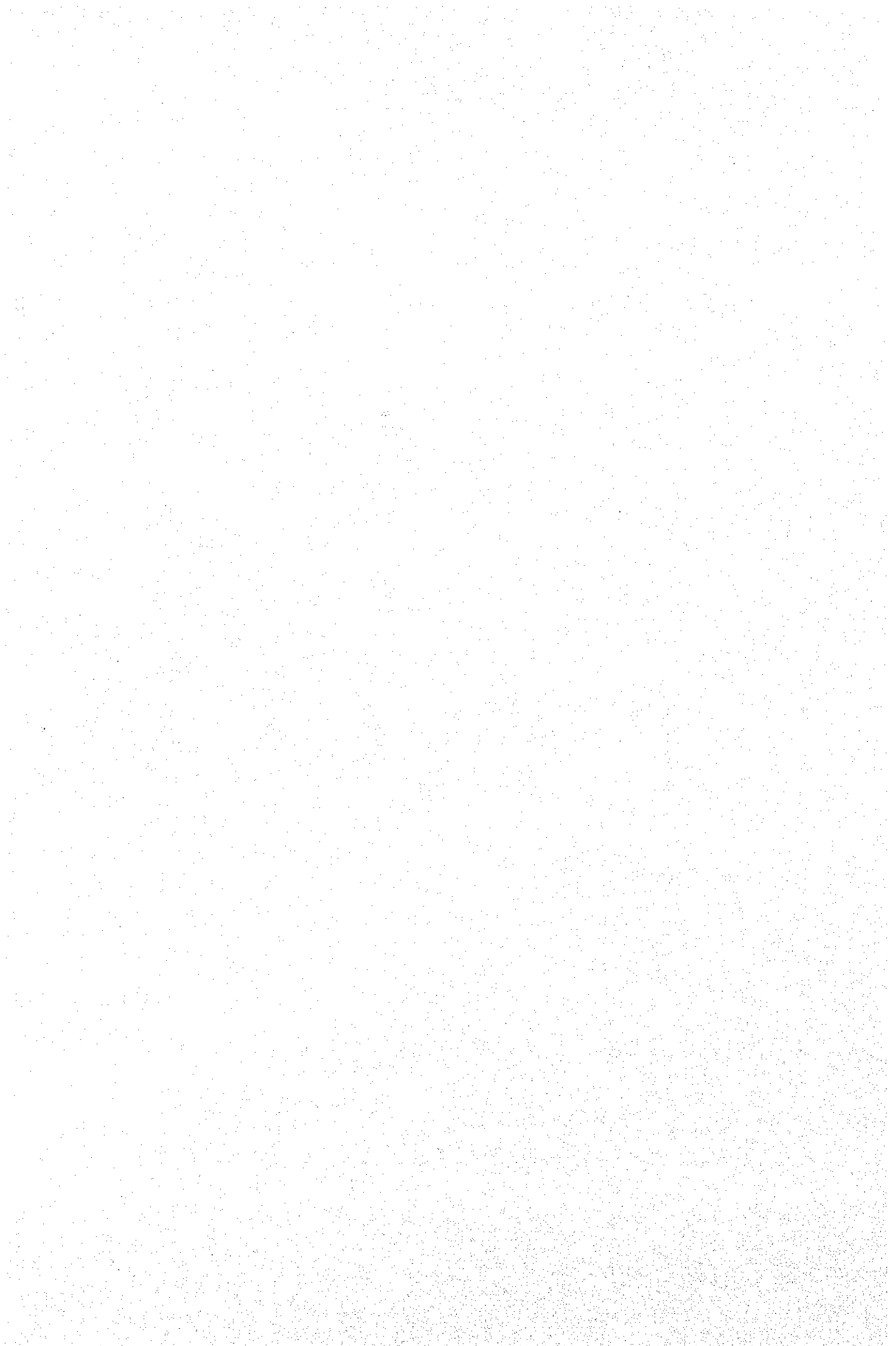


二层平面图



2-2剖面

绘图	PJ名称 德興銅鉸山鉸廢水處理計畫調查
設計	圖面名称 發電機室, 電氣室及事務所建築
製圖	平面圖, 立面圖, 断面圖
尺度 1/200	圖面番号 德興-ダム・土建-005
作成日	年 月 日



6-6 操業計画

(1) 操業形態と配置人員

運転時間は一日24時間、年間365日の連続操業とするため、四直三交代制を採用する。

人員配置としては、プロセスとして単純であり、且つ自動制御機器を大幅に採用するため、できるだけ少ない人員配置とする。操業人員計画は次の通りである。

組織	職務内容	人員配置
管理職	総括責任者（所長、副所長）	2名 × 1方 = 2名
	保全担当	2 × 1 = 2 計 = 4
一般職	現場要員（受入れ、中和処理）	2名 × 3方 + 2 = 8名
	周辺機器操作要員	2 × 3 + 2 = 8
	計器監視	1 × 3 + 1 = 4
	保全要員（設備2, 電気1, 計装1）	4 × 1 = 4
	分析	2 × 1 = 2
	事務	1 × 1 = 1
	計	= 27
	合計	= 31名

(2) 必要資材およびユーティリティ

経常物品として常時多量に使用するものはないが、非常用資材として選鉱場計画休転日（35日/年）、および選鉱場停電（20日/年）対策用の消石灰、さらに、廃水処理場停電（20日/年）対策として、非常用電源運転用の軽油がある。

電力としては、最大電力が600KWであり、用水としては設備の清掃用として回水、機器冷却用として新水を使用するが、空冷塔を通して繰り返す。

ユーティリティ	年間使用量	算定基礎
生石灰	5390t	98t/日 × (35+20)日/年
軽油	115kL	4L/分 × 60 × 24 × 20日
電力量	5000千kWh	600kw × 24 × (365-20)/年
清掃用水 (回水)	180千m ³	500m ³ /日 × 365日
冷却用水 (新水)	14千m ³	

(3) 工事工程

概念設計に引き続き、今後の工事工程としては、パイロットプラント規模の連続試験、基本設計、詳細設計、そして建設となる。

パイロットプラントによる連続試験の目的としては、一次中和における滞留時間の再確認、攪拌用空気の必要流量確認が主となる。試験期間としては三か月程度は必要と考えられる。

1995年から引き続き行うことを前提して、工事工程を概略以下に示す。

項目	1995年	1996年	1997年
パイロット・プラント試験	—		
基本・詳細設計	—	—	
土木工事		—	
機械設備			—
電気・計装			—
建築			—

第7章 既設廃水処理施設の改善計画

同信書局印 北京 中華書局 發行

第7章 既設廃水処理施設の改善計画

7-1 操業の現況

当初の処理プロセスは、三段階の工程から構成されている。

第一段の除鉄工程では、pH2.5前後の酸性廃水に消石灰を加え、pH3.5～3.7に調節して、酸性廃水中の第二鉄 (Fe^{3+}) を沈澱除去する。

第二段の脱銅工程では、硫化剤を添加して廃水中の銅イオンを硫化銅として回収除去する。

第三段の中和工程では、脱銅後液に第一、二選鉱の高pHの精鉱溢流を混合し、pHを6.5～9に中和して、残りの第一鉄 (Fe^{2+}) を沈澱分離するものである。精鉱溢流だけで中和不足の場合はさらに消石灰を補充する。

しかし、脱銅工程から硫化水素を外部に逸流させたため公害問題となり、1992年4月に硫化法を中止し、鉄スクラップによる銅置換法に変更するため、酸性廃水の一部を使用して試験操業を行っていたが、1994年7月の調査では全面的に切り替えられた。従って、現状では、第一段の除鉄工程は省略され、酸性廃水が全量鉄スクラップ収銅工程に入り、脱銅後、第三段中和工程に入るプロセスに変更されている。

しかし、この変更プロセスは当初プロセスより、技術的にも経済的にもより進歩したプロセスとは認めがたい。むしろ、止むを得ない暫定的な処理プロセスといえることができる。

従って、中国側の要望もあり、当初プロセスを対象とし、その操業を改善することを前提として調査し、改善計画を提案することとした。

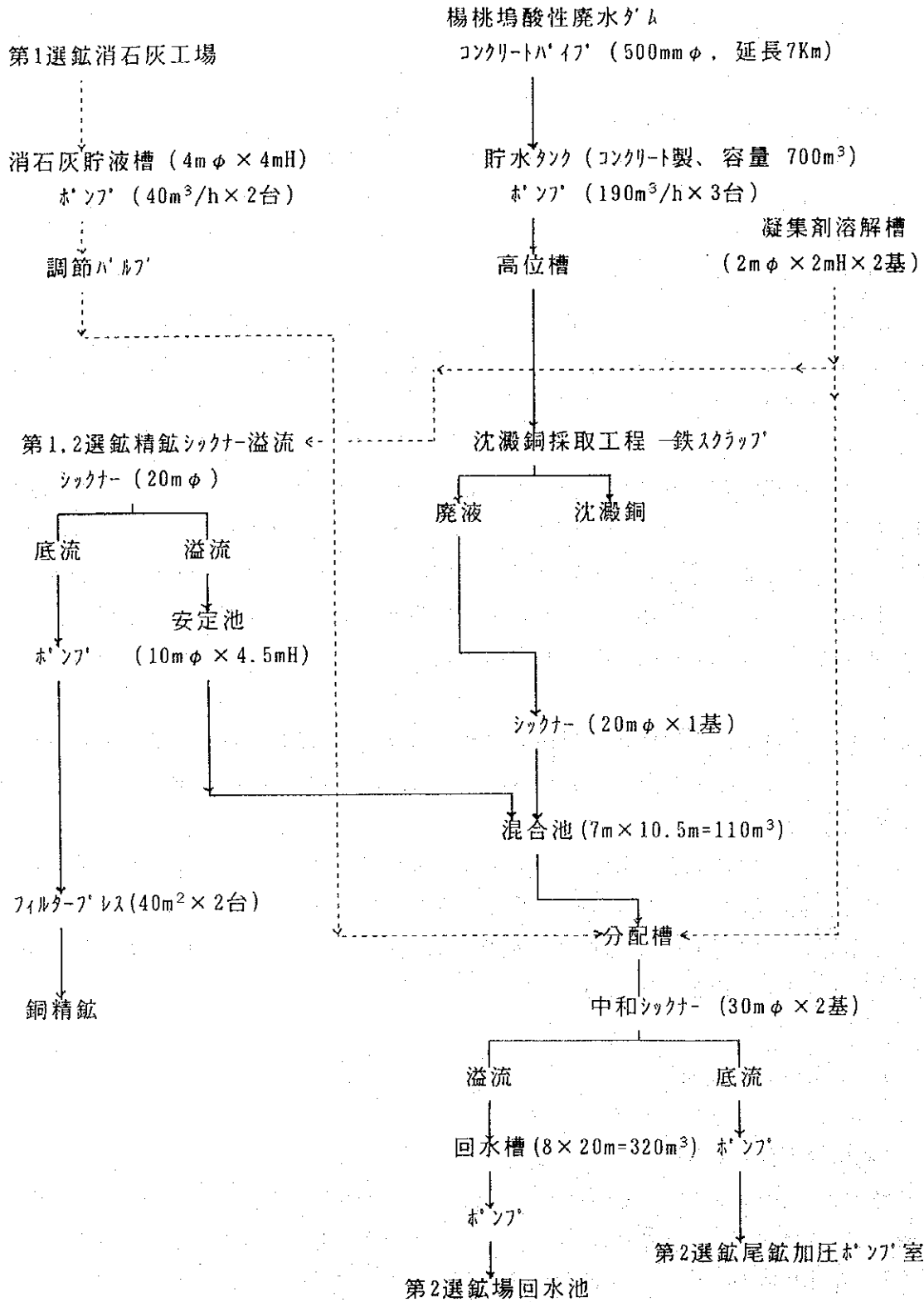
最も最近の、1994年7月調査時点の処理系統図を、「図 7-1-2 既設廃水処理施設系統図(1994年7月調査)」に示す。

7-2 機器保全の現況

(1) 設備機器仕様の調査

設置機器全般について、その仕様を調査した。種類としては、ポンプ類9、攪拌反応槽2、貯液攪拌槽6、濃縮池4、フィルタープレス1、ホイスト6、空気圧縮機1、ファン1、の計30機種である。(内容は本報告書資料集参照)

図 7-1-2 既設廃水処理施設系統図 (1994年7月調査)



(2) 年間廃水処理場停止原因調査

1992年一年間の運転時間率は43.3%である。年間休転時間4961時間のうち、消石灰切れが36%と最も多い。次に、酸性廃水が無くなるためで、23%を占める。この原因として農民による鉄スクラップ収銅のための、配管破壊も一原因として上げられる。

(3) 主要機器部品交換頻度

スラリーポンプ類の部品交換頻度を調査した。実績では6～12ヶ月の交換頻度である。

(4) 場内配管補修調査

1992年一年間の配管補修実績を全て取り上げ、スケール付着、閉塞、および腐食破損等の原因別に分類し、その補修状況を調査した。

年間の補修件数は19件であり、閉塞による場合がそのうち8件であり、次いで腐食による破損補修が7件、スケール付着が4件であった。

7-3 問題点の抽出

(1) 第一段除鉄工程

(a) 消石灰の供給途絶と品質変動

操業中に消石灰の供給切れがある。また、消石灰の品質変動が大きい。

(b) pHの測定と自動制御

pHメーターによる連続測定、およびpHの自動制御が機能していない。

(c) シックナーの処理能力不足

20m径シックナー2基で設計能力を発揮できない。

(2) 第二段脱銅工程

(a) 硫化水素による鉱(公)害発生

硫化ソーダを使用したことによって硫化水素が発生し、公害問題となった。そのため、やむなく処理法を鉄スクラップ収銅法に変更した。

(3) 第三段中和工程

(a) 選鉱精鉱溢流による中和と処理能力不足

中和剤としての溢流量が多いので、30m径シックナー2基で処理できない恐れがある。

7-4 問題点の検討

(1) 第一段除鉄工程

(a) 消石灰の供給中断と品質の変動

聞き取り調査によれば、供給能力の不足よりも、組織上、消石灰工場が選鉱の付属工場となっているため、選鉱操業優先の供給体制となっているところに、問題点があるように思われる。

消石灰の品質としては、購入生石灰の純度と、消石灰工場での加工品質、例えば粉碎粒径、乳濃度等があるが、粉碎粒径は購入生石灰の焼成度及び不純分（例えば SiO_2 ）の多少によって影響を受けるので、基本的には購入生石灰の品質が重要である。

(b) pHの測定と自動制御

酸性水の水質、水量が日単位では安定しているため、pHの自動制御は比較的容易であると考えられる。自動制御の方式としては、現状のようにpHメーターと調節弁による方法が一般的であるが、粗粒が多い場合は消石灰が詰まる恐れがある。

なお、計装機器そのものも信頼性がなければならぬが、日常の保守管理も大切である。電極の洗浄作業およびpH値の校正作業も定期的に行う必要がある。

(c) シックナーの処理能力不足

現場での簡単な回分試験結果から、凝集剤の添加量を増やせば、増処理は可能である。現設備の20m径シックナーをより大きい設備にすることは、設備配置上余地がなく無理である。凝集剤による沈降速度の改善が望ましい。なぜなら、処理能力不足になるのは豊水年だけであって、平水年の酸性水量は約 $5500\text{m}^3/\text{日}$ であり、現状でも処理は可能である。

各種凝集剤の沈降速度比較試験では、現使用品（#3非イソ）が妥当な種類の一つといえる。

現場調査の結果、凝集剤の添加量は、酸性水に対する濃度として、 0.4ppm であり、 1.0ppm になるよう追加添加した試験と比較した結果では、「図 7-4-3 #3凝集剤の添加量による沈降速度比較試験」に示すように、 1.0ppm の添加量のほうが、約3倍の沈降速度を示した。（沈降速度 $0.15\text{mm}/\text{sec.} \rightarrow 0.47\text{mm}/\text{sec.}$ ）

(2) 第二段脱銅工程

(a) 硫化法による脱銅処理

1994年7月調査(試験)では、回分(静態)試験により硫化ソーダの添加量と脱銅率の関係と、その時の酸化還元電位を測定した。試料としては一段除鉄工程の中和上澄液(pH3.7)を使用した。

硫化ソーダの添加量を変えた場合、液中の銅量に対する当量で1.15添加した場合には脱銅率が高くなり、上澄液中の銅濃度は、「図7-4-5 Na₂S添加量と処理液中銅濃度」に示す通り、元液の銅濃度179ppmが0.4ppmまで低下する。

一方、硫化ソーダの添加量と酸化還元電位(ORP)の関係は、「図7-4-6 Na₂S添加量と酸化還元電位」に示すように、添加当量が最も良いところ(1.15)で電位が急に変化することが認められる。従って、ORP計により酸化還元電位を測定することによって、最も適当な硫化ソーダの添加量を制御することが可能となる。

(3) 第三段中和工程

(a) 選鉱溢流による中和と処理能力不足

1994年7月の調査(試験)の結果、pHを6~9に中和したときの、澱物の沈降速度(R m/Hr.)としては0.71~1.01m/Hr.であり、平均としては0.83m/Hr.である。

シックナーの沈降面積(A m²)は30m径2基であるから、約1400m²である。

従って、処理能力(Q m³/日)としては、安全率(f)実績1.3~1.6として、

$$Q = AR/f \times 24 = 1400 \times 0.83 / (1.3 \sim 1.6) \times 24 = 21000 \sim 17000 (\text{m}^3/\text{日})$$

であり、豊水年相当の酸性水量(8000m³/日)と、選鉱溢流量(10000m³/日)との合計量として18000m³/日とすると、ほぼ処理能力と合致する。

若干不足する分は凝集剤の添加により十分処理可能と考えられる。

図 7-4-3 #3凝集剤の添加量による沈降比較試験(1993.7.)

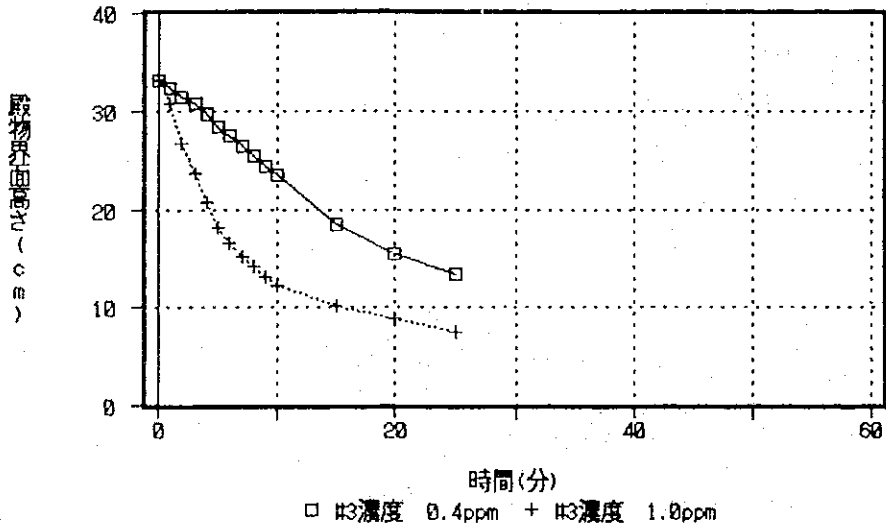


図 7-4-5 Na₂S添加量と処理液中銅濃度 (第二段脱銅試験1994.7.)

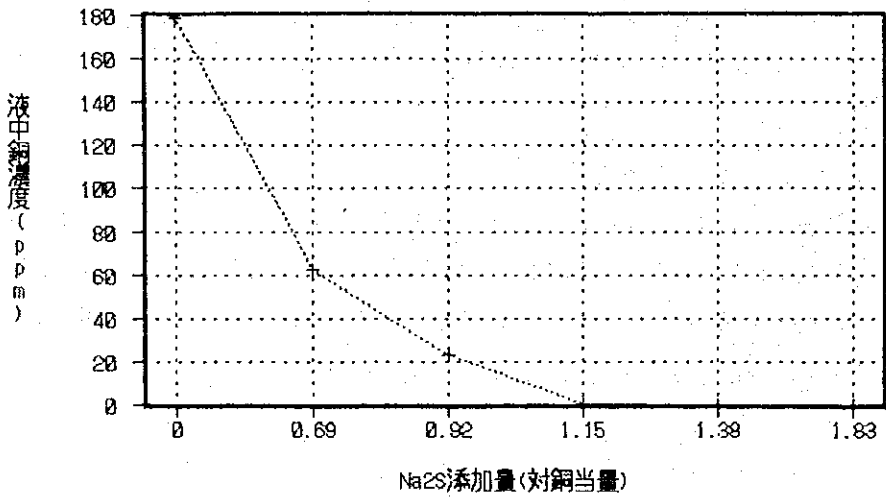
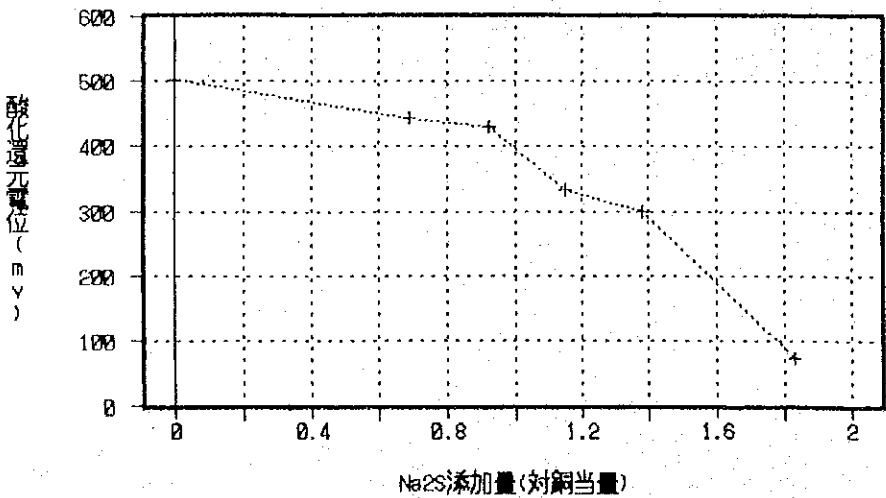


図 7-4-6 Na₂S添加量と酸化還元電位 (第二段脱銅試験1994.7.)



7-5 改善計画の提案

7-5-1 プロセス

(1) 第一段除鉄工程

(a) 消石灰の供給と品質変動の問題

消石灰の供給途絶の原因として、消石灰工場が選鉱の付属施設であり、選鉱生産優先供給になるため、廃水処理施設への供給が円滑にいかないと考えられる。消石灰工場を中立的な組織に変えることを提案する。

生石灰の品質の向上をはかるため、純度に応じた価格体系を確立して、購買することも考えられる。また、「8-4 消石灰施設に関する改善提案」は既設廃水処理場にも適用できるものである。

(b) pH測定と自動制御

酸性廃水を中和処理するために、pHの自動制御は欠かせない大切な技術である。

調節弁による消石灰の自動制御の場合、消石灰の粒度は-200meshで、濃度は10%程度が一般的である。このような条件で、消石灰乳の槽からポンプにより添加位置を経由して循環させる。

pH電極にはスケールの付着が早いので、頻繁に洗浄する必要がある。予備電極を準備して、3~4時間に一回程度、作業員が巡回時に5~10%塩酸水で洗浄することとする。また、定期的に(1回/日)標準液による校正が必要である。そのためには電極位置の近くにpH指示計が必要である。

(c) 処理能力

この工程の処理能力を増やすためには、凝集剤の使用量を若干増やすことを提案する。

現状では約0.4mg/lの添加濃度であるが、試験の結果から、1mg/l程度に増やすことによって、沈降速度が約3倍になることから(0.15 → 0.47mm/sec.)、当初設計能力である8000m³/日の処理は可能である。

凝集剤のタイプとしては、現在使用中の#3凝集剤を含め、非イオン型の高分子凝集剤が適している。

なお、添加設備としては定量ポンプを採用し、添加量の管理を確実にすることが必要である。

(2) 第二段 脱銅工程

(a) 硫化法による脱銅

硫化水素の発生を抑制するために、適正な量の硫化ソーダを添加することが基本である。過剰添加を防止するためには、酸化還元電位の測定値が反応指標の一つとなるので測定する必要がある。そして、硫化ソーダの添加には ORP計と連動させ、定量ポンプを使用して添加量を自動制御すれば、過剰な添加は避けられる。

(3) 第三段中和工程

(a) 選鉱精鉱溢流の利用

現状では第一、二選鉱の精鉱シックナー溢流を中和剤として利用しているが、試験の結果から、この溢流は選鉱の回水として利用し、現在大場川に放流している第三選鉱の銅精鉱溢流を、この工程の中する。

(b) シックナーの処理能力

試験結果、pH6～9まで中和したときの澱物の沈降速度(0.83m/Hr)から試算して、現有30mシックナー2基の処理能力としてはほぼ適正である。万一、処理能力が不足する場合には、若干の凝集剤を添加することを提案する。

7-5-2 機械等設備

(1) 設備改善

(a) 酸性廃水用電磁流量計

現在、故障のため使用されていないが、更新時には信頼性のある型式の選択と、設置には、前後の必要配管直線長さを考慮する必要がある。

(b) pH自動調節計

現在、故障のため全て手動で操作しているが、流量計同様更新時には、型式の選定を十分検討する必要がある。

(c) 消石灰給液ポンプ

2台のポンプに対して、吸い込み配管が共通のため、閉塞しやすい。改善策として、

- 1) 吸い込み配管の単独化。
- 2) 配管の曲管部の曲率半径を配管径の5倍以上とする。
- 3) 消石灰乳のポンプ吐出量と戻り量比を10:5~8とする。
を推奨する。

(d) 濃縮池溢流堰の改善

溢流堰板とコンクリート本体とを密着させ、隙間から不同溢流しないようにする。
また、コンクリート溢流堰の水平レベルを修正して偏流を無くする。

(e) 薬剤脱水所内ホイスト

現状では、吊り上げ代が足りないことと、通り芯が不適當である。設備配置上、
簡単には修正できない。大幅な改造を必要とする。

(f) 階段・手摺全般

全般的に、傾斜（角度）、寸法、仕様、および部材が統一されていないので、強
度等を再検討する必要がある。

(2) 設備管理規格書の作成整備

設備管理規格書を作成し、運転員および設備保全担当者に対して、運転管理、お
よび点検管理規格を認識、習得させる。これは稼働率の向上、機器故障の低減、異
常の早期発見、整備費用の削減を目的とするものである。

ここに、以下に示す規格書類を参考とし、徳興銅鉱山の廃水処理施設の現状に即
した様式・内容に中国側が修正し、作成することを提案する。（別冊資料編参照）

(a) 機器仕様書

(b) 機械設備運転管理基準書

(c) 機械設備点検管理基準書

(d) 点検・整備日誌

(3) 設備点検・保全に必要な測定器、および工具

現在、所有している以外の測定器および工具として、以下のものを最小限準備す
ることを提案する。

測定器を使用する目的として、個人の感覚判断による誤差をできるだけ少なくし、
判定基準を数値化し、統一的な設備管理を確立することと、設備担当者の技能向上

からも必要である。

1)振動計、2)表面温度計、3)超音波厚さ計、4)超音波ドップラー流量計、5)ヨーク式磁粉探傷器、6)超音波探傷器、7)外側マイクロメーター、8)内側マイクロメーター、9)ダイヤルゲージ、10)エアープラズマ切断機(ステンレス、アルミ、軟鋼材の切断)

(4) 予防保全

設備機器が故障してから対処するよりも、故障する前に、あるいは故障する時期を予測できると、運転管理がしやすく、また、計画運転管理ができる。

このような考え方に立ち、設備機器の予防保全に取り組むことが必要である。

(a)TQCの活用

廃水処理場にも積極的にTQC活動を導入することが大切である。

設備故障時には、運転側と設備担当側全員が参加して検討会を開き、原因と対策の追求をし、設備稼働率の向上に役立てることが必要である。

(b)定期点検

メーカーの推奨する点検・交換周期と、運転および設備保全担当者の経験と状況判断を加味し、設備機器の点検周期、箇所、方法、および担当をきめるようにしたい。また、法規、規則にさだめられている設備機器に関しては、その法規、規則に基づいて実施することとする。