

中近東（トルコ共和国）  
環境保全基礎調査報告書

平成5年12月

国際協力事業団  
鉦工業開発協力部  
計 画 課

鉦 開 計

CR

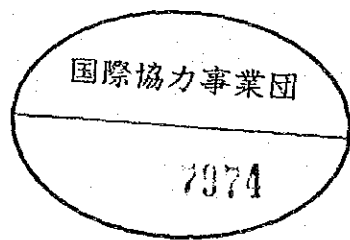
93 - 35



JICA LIBRARY



1120680121



国際協力事業団

7974

中近東(トルコ共和国)  
環境保全基礎調査報告書

平成5年12月

国際協力事業団  
鉦工業開発協力部  
計 画 課



## 序 文

この報告書は、平成5年11月に派遣した中近東（トルコ共和国）環境保全基礎調査の結果をまとめたものである。

基礎調査はある特定分野について、プロジェクト方式技術協力の将来の実施の可能性などを検討する際に、必要な情報を収集し、分析することを目的として実施している。

近年において、環境問題は先進諸国のみならず、開発途上国においても年々深刻化してきている。先の国連環境開発会議においても、開発途上国における環境問題については、開発途上国が独自に対策を講ずるのみならず、先進諸国と途上国が協力して対策を講じていくことの緊要性が認識された。

このような背景から、環境分野での協力に際しては相手国の要請を待ってから行うのではなく、相手国の実情に合った適切な環境保全プロジェクトを我が国より積極的に提案し、実施する“オファー型”タイプ協力である「積極型環境保全協力プロジェクト」を平成5年度より導入し、環境保全分野における迅速な技術協力の展開に努めている。

現在、トルコ国黒海沿岸地帯では、石炭火力発電所より多量に石炭灰が直接海洋投棄されており、そのため周辺住民、海洋資源等への多大なる影響が懸念されている。

本基礎調査では、海洋汚染の原因である石炭灰を処理・再利用する技術の移転を実施し汚染拡大を防止するプロジェクトの、平成6年度における積極型環境保全協力事業としての案件実施の可能性について調査した。

現地調査及び調査後の国内検討の結果、本案件を積極型環境保全協力として取り上げることは困難であることが判明した。今後は、当事業部の一般案件としてプロジェクト形成を図ることとする。

最後に、今回の調査にあたって協力をいただいた、外務省、通商産業省、並びに在トルコ共和国日本大使館、総領事館関係者の方々に感謝の意を表し、序文の言葉といたします。

平成5年12月

鉱工業開発協力部長  
柿 沼 宇 佐







基礎調査団団員とトルコ鉾山公社(TTK)関係者



コズル炭鉾調査



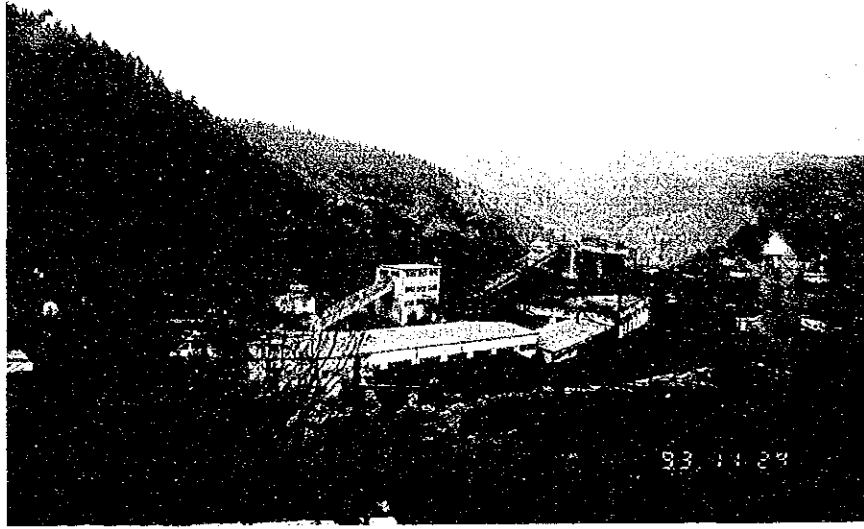


協 議 (TTK関係者)

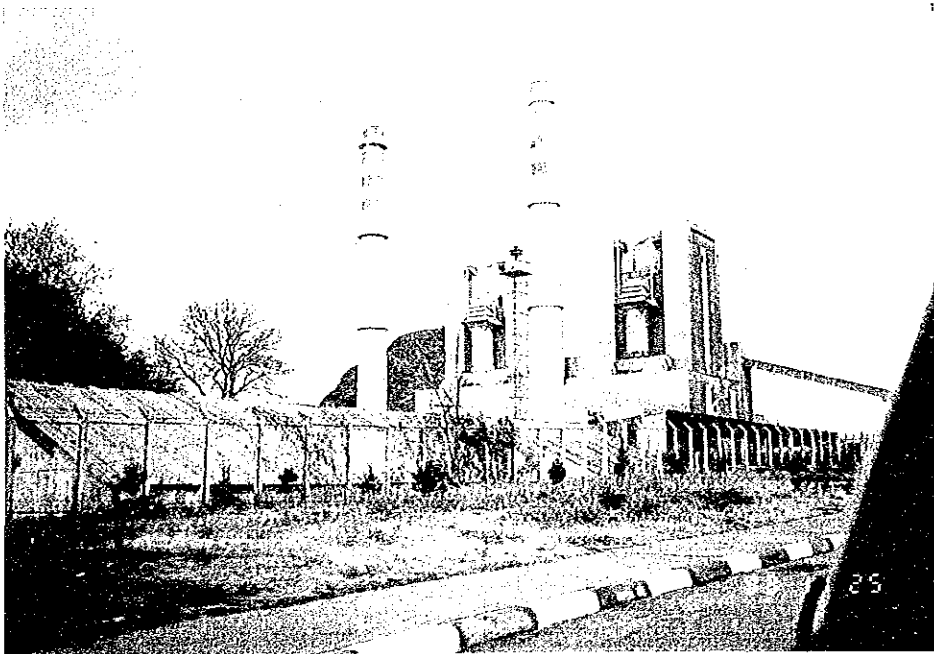


協 議 (調査団)





アルムチュク炭鉱



チャタラジ発電所



# 目 次

## 序 文

I. 調査の目的 .....	1
1. 産業開発協力事業における基礎調査の位置付け .....	1
2. 調査団派遣の背景 .....	1
3. 基礎調査の目的 .....	1
4. 調査団員構成 .....	2
5. 調査日程 .....	3
6. 主要面談者リスト .....	5
II. 調査結果 .....	7
1. 概 論 .....	7
2. ヒアリングの結果 .....	7
3. 今後の進め方 .....	10
4. 黒海側海浜の環境踏査と石炭灰の海洋影響調査 .....	10
5. 石炭火力発電所と各炭鉱のロケーションとアクセス調査 .....	25
6. チャタラジ発電所の灰発生状況と灰処理実態調査 .....	34
7. チャタラジ発電所灰採取の方法と費用の予備的検討 .....	47
8. チャタラジ石炭灰の諸性状況調査と有効利用検討 .....	55
9. 石炭灰輸送方法の予備的検討 .....	71
10. 石炭灰の炭鉱への流送充填方法の検討 .....	73





## I. 調査の目的

### 1. 産業開発協力事業における基礎調査の位置付け

産業開発協力事業では、アセアン諸国をはじめ、開発途上国からの要請内容の高度化、多様化に伴い、相手国のニーズを的確に把握することが困難になりつつある。

これは、開発途上諸国が我が国の先端技術の移転を欲しているにもかかわらず、当該分野における相手国の計画策定能力が十分でないため、要請の内容が不的確であることが多いほか、要請内容に関する周辺情報が不足していることに起因する。この傾向は、生産性向上、輸出促進、情報処理、品質管理向上などのソフト案件において特に著しい。

そこで、産業開発分野に関し、プロジェクト方式技術協力の可能性を検討するのに際して必要な基礎的情報を特定分野や対象地域について予め収集し分析を行う。

### 2. 調査団派遣の背景

産業開発協力事業では、特に環境分野において、協力相手国の事情に添った、産業公害防止技術の移転を図ることを目的として、提案型協力形態である「積極型環境保全協力」を本年度より、アセアン、南米地域において実施している。

今後の中近東地域における、同協力形態を軸とした環境保全協力プロジェクトの展開に資することを目的に、基礎的な情報の収集を行う必要がある。

このような状況を踏まえ、今次基礎調査は、同地域の中心的国家の一翼を担うトルコ共和国（以下「ト」国）において実施した。

### 3. 基礎調査の目的

「ト」国黒海沿岸地帯では現在、石炭火力発電所より多量に石炭灰が直接海洋投棄されており、そのため周辺住民、海洋資源等への多大なる影響が懸念されている。

本基礎調査は、海洋汚染の原因である石炭灰を処理・再利用する技術の移転を実施し汚染拡大を防止するプロジェクトである「石炭灰海洋汚染防止計画」の実施可能性を調査することにより、平成6年度の積極型環境保全協力事業として日本側オファー原案を策定することを目的とし実施した。

#### 4. 調査団員構成

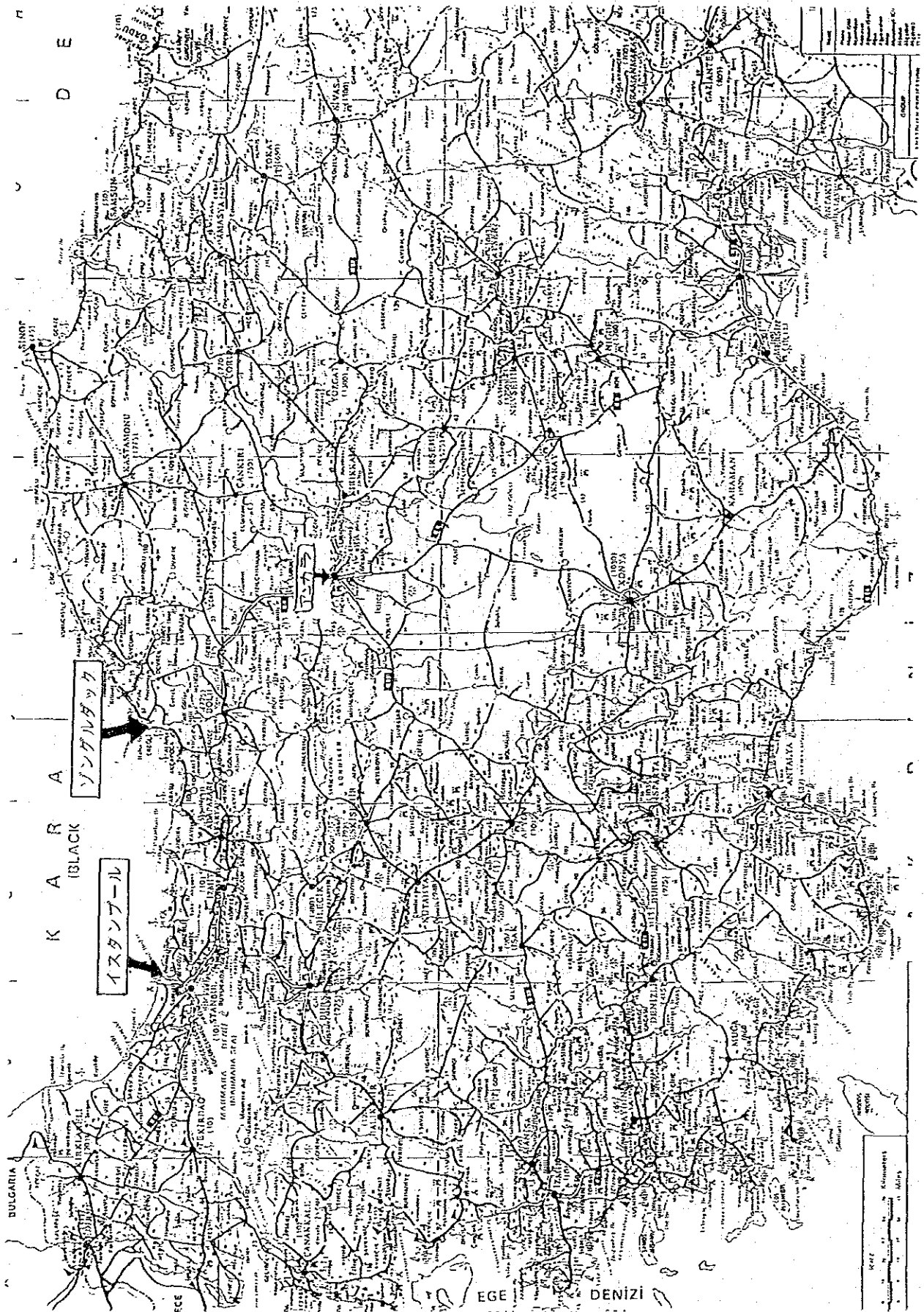
担当業務	氏名	所属先
総括	佐藤 隆夫	JICA鉱工業開発協力部計画課長代理
技術協力政策	小沼 宏治	外務省技術協力課事務官
技術協力計画	安田 浩司	通商産業省石炭課専門職
石炭灰再利用	山口 政美	(財)石炭開発技術協力センター業務部
石炭火力発電	安田 稔	電源開発株式会社建設部設計室主幹
技術協力計画	落合 直之	JICA鉱工業開発協力部計画課

5. 調査日程

(1993年11月20(土)～12月4日(土))

	日付	行 程	調 査 内 容		宿泊地
1	11/20 (土)	東京 → フランクフルト 11:55 16:25 NH209	(AM) 移動 (PM) "		フランクフルト
2	/21 (日)	フランク → アンカラ 12:55 17:05 LH3834	(AM) 移動 (PM) "		アンカラ
3	/22 (月)		(AM) 日本大使館表敬・打合せ (PM) エネルギー天然資源省表敬・協議 国家計画庁表敬・協議		"
4	/23 (火)	アンカラ → ゾングルダック 車	(AM) 電力公社(TEK)表敬・協議 (PM) 移動		ゾングルダック
5	/24 (水)		(AM) 石炭公社(TTK)表敬・協議 (PM) コズル炭坑現況調査/石炭火力発電所現況調査		"
6	/25 (木)		(AM) アルムチュク炭坑現況調査 (PM) 石炭火力発電所現況調査		"
7	/26 (金)	ゾングルダック → アンカラ 車	(AM) 移動 (PM) 日本大使館へ報告		アンカラ
8	/27 (土)	アンカラ → イスタンブール 10:45 11:50 TK121	(AM) 移動 (PM) 黒海沿岸汚染状況調査		イスタンブール
9	/28 (日)		(AM) 資料整理 (PM) "		"
10	/29 (月)	イスタンブール 15:45 ブダペスト 19:50	(AM) 日本総領事館表敬 (PM) 移動	ブダペスト イスタンブール 14:55 ロンドン 17:00	(AM) 総領事館 (PM) 移動 ロンドン
11	/30 (火)		(AM) 個別派遣専門家と打合せ (PM) 日本大使館表敬・協議	" ロンドン → 16:55 NH202	(AM) 移動 (PM) " 機 中
12	12/ 1 (水)	ブダペスト → ウィーン 車	(AM) 移動 (PM) "	ウィーン 東京 13:45	(AM) 移動
13	/ 2 (木)		(AM) JICA事務所打合せ (PM) "	"	
14	/ 3 (金)	ウィーン → 11:25 NH555	(AM) 移動 (PM) "	機 中	
15	/ 4 (土)	東京 09:20	(AM) 移動		

調査対象位置図



## 6. 主要面談者リスト

<トルコ共和国側>

MENR (エネルギー天然資源省)

・ Mr. Bumin Soytaş 次官補

SPO (国家計画庁)

・ Mr. Ergun Yigit 経済企画局

TTK (石炭公社)

・ Mr. Hayrettin Soytaş 総裁  
・ Mr. Mesut Ozturk 保安部長  
・ Mr. Ali Yorulmaz コズル炭坑所長  
・ Mr. Cetin Onur 副総裁  
・ Mr. Gunduz Yerebasmaz 主任研究員  
・ Mr. Osman Nuri Pekin アルムチュク炭坑所長

TEK (電力公社)

・ Mr. Recep Yilmaz 火力発電担当部長  
・ Mr. Burhan Yilmaz チャタラジ発電所副所長

<日本国側>

在アンカラ日本大使館

・ 山口 洋一 大使  
・ 坂 元 信 二等書記官  
・ 三 木 秀一 二等書記官

JICA派遣個別専門家

・ 藤 井 紀 之 鋳床学

電源開発(株)アンカラ事務所

・ 渡 辺 正 道 所長  
・ 稲 川 泰 彦 所員



## II. 調査結果

### 1. 概論

#### (石炭灰海洋投棄の実態)

本件調査団は、火力発電所を運営管理する電力公社にて石炭灰の海洋投棄の現状を聴取すると共に、黒海沿岸のゾングルダックにおいて火力発電所の実地調査を実施した。

その結果、現在「ト」国内の発電所で石炭灰を海洋投棄しているのは、実地調査を実施した発電所が唯一であり、その他の発電所では陸地に埋め立てる等の適切な処理が実施されていた。なお、実地調査をした発電所において埋め立てがなされていないのは、地形的な要因によるものであり、技術的な要因によるものではなかった。

#### (石炭灰の炭坑保安への活用)

本件調査団は、炭坑政策の企画・立案を実施しているエネルギー省、国家経済計画庁、石炭公社より石炭政策・鉱山保安の現状を聴取すると共に、ゾングルダックにおいて炭坑の実地調査を実施した。

その結果、「ト」国側としては昨年発生した大規模な炭坑災害（死者264名）を契機として、炭坑保安の重要性を認識し、協力を要請したことが判明した（但し、先方窓口機関である国家経済計画庁は、本件要請を把握していなかった。）。然しながら、「ト」国における今後の石炭政策については、縮小して行く方向であるとのことであり、石炭灰利用を炭坑保安のみに限定して技術移転した場合には、将来移転技術が適切に活用されていくのかといった点が懸念された。

（その他の利用法としてセメントへの混合が検討されるが、既に利用した経緯があるとのこともあり、特に技術を移転する必要性はなかった。）

なお、炭坑内部の現状についても調査を実施したが、日本の30年以上前と同程度であり、保安技術の改善の必要性は認められた。

#### (ト国における産業公害政策)

「ト」国においても、近年環境対策の必要性が認識されるようになってきており、火力発電所の排煙脱硫に力を注いでいた。石炭灰については、その化学的性質から危険性が高いとは考えておらず（日本においても、15年位前までは海洋投棄をしていた。）、また、海洋投棄している発電所も1カ所のみであることから、環境対策としての優先順位は低かった。

### 2. ヒアリングの結果

#### ① 「ト」国政府の石炭産業に関する政策等（TTK関係）

（エネルギー天然資源省）

- ・経営改善が必要
- ・雇用問題から閉山政策の選択肢なし
- ・国内炭の活用を第一とし不足分を輸入
- ・褐炭公社(TKI)については分割し、民営化する方向で検討中

(国家企画庁：SPO)

- ・経営悪化による資金難の状況にある
- ・事故の発生等保安上の問題多い
- ・将来的には、規模の縮小を考えている
- ・鉱山保安に係るプロジェクトについては、「労働省」が主管官庁であり、予算面の手当てはSPOが担当である。(SPO)

(TTK本部)

- ・ゾングルダック地区の炭鉱では、過去大きな災害を2回(100名以上死亡；自然発火及びガス炭塵爆発)発生し、再度安全性のプロジェクトについての不足を反省し、熱心に検討を行っている。また歴史的にも古く、深部化や歩留り(灰分の多い?)の低い区域や人員問題(政治的社会的な雇用問題?)もあり、何よりも生産コストが高すぎて資金が無い。従って、高コストと保安の問題を解決すべく規模縮小の方向で検討し、これまでより安全第一を更に検討して生産性の向上策を図っていくには、不経済なところは閉鎖して新たな区域での経済的に見合う開発を計画中であり、この為の安全設備等についても検討しており日本に期待するところが大きい。
- ・石炭灰利用の流送充填システムについては関心が高く、保安・生産の飛躍的な向上は理解しているが、生産を阻害せずその仕組みができるか今は解らないとしながらも、諸コスト等を含めたフィージビリティスタディをやって議案を作ることが必要と考えている。
- ・この地区の火力発電所の設計は石炭灰をそのまま海に投棄するようになっており、抽出の可能性があれば使用することを検討したいし、担当者もそれを望んでいる。また、この流送充填を必要とする炭鉱のプライオリティは1-Arumutcuk炭鉱(火発から西50km)、2-Amasra炭鉱(東120km)、3-Kozul炭鉱(西20km)の順であり、その輸送方法と手段、コストについて難しいと考えており、調査検討を希望している。

(Kozul炭鉱)

- ・この流送充填システムには関係担当者は大きな関心を持っているが、現状の設備は視察の限りにおいて貧弱である。従って、位置的な諸条件としては他と比べて良く、初期の流送充填のモデル設定として可能性を持つが、更に、次の調査分析が必要。



- ／坑内排水系統と主要ポンプ&ローカルポンプの配置と仕様／
- ／坑内流送管等の新設と現状の散水管径（1インチ）一部延長の見直し／
- ／坑外プラントと貯灰場／坑内外の緊密な連絡手段（電話、誘導無線）／
- ／発電所からは近いが、トラック輸送時又は鉄道炭車の積替え問題／
- ／炭鉱関連又は周辺での機械整備工場の有無／
- ／資材（鋼材や部品）の調達が容易か／
- ／その他、坑内水没中の移動用注入機器等の回収、保安管理体制と保安監視システムを含む指示・報告・警報等の基準マニュアル、坑内計測機器の運用とメンテナンス／緊急時の資材配置

（Armutcuk炭鉱）

- ・ここでも石炭灰の流送充填は大きな関心を持っており、現状でも坑外より採掘跡処理に選炭ズリ（30mmアンダー）による流送配管パッキング充填を実施している事から、設備を一部補強した見直しと採掘法の改善により現場使用としては流送充填システムに関する教育指導やコスト的なものも比較的小規模とみられ、現地での導入指導等がスムーズに図られると考えられる。一方、位置的条件は道路交通のアクセスが距離と山越え等により最大の課題があり、次の調査分析が必要。

- ／坑内排水系統と主要ポンプ&ローカルポンプの配置仕様／
- ／坑内スラリー管の継手・バルブ等の詳細設備／
- ／坑外プラントと貯灰場／坑内外の緊密な連絡手段（電話、誘導無線）／
- ／輸送手段の問題（トラック輸送では小さく道路事情貧弱、…）／
- ／炭鉱関連又は周辺での機械整備工場の有無／
- ／資材（鋼材や部品）の調達が容易か／
- ／その他、保安管理体制と保安監視システムを含む指示・報告・警報等の基準マニュアル、坑内計測機器の運用とメンテナンス／緊急資材配置／

② プロジェクトの実施に係る位置付け等

（在トルコ共和国日本大使館：山口大使）

- ・環境対策、鉱山保安対策とも重要な案件
- ・未開発の地下資源は高いポテンシャルを有し、日本とはアドバイザーの派遣等日土間で高い信頼関係が構築されている。
- ・JICA事務所の設立もあり、今後は手薄であった鉱工業関係の技術協力プロジェクトを積極的に取り組みたい。

### 3. 今後の進め方

本件調査の実施以前には、調査結果に応じて以下の3つの取り進め方が考えられた。

- ① 海洋汚染防止に焦点を当てた積極型環境保全協力
- ② 炭坑保安に焦点を当てた通常のプロ技
- ③ その他（含、案件を採択しない）

これに対し、上記調査結果を踏まえて今後の対応を検討すれば、

①については、石炭灰の処理は埋め立て処理を実施すれば済むことから技術的な困難が伴わないこと、及び現在「ト」国内の火力発電所においては調査を実施した1カ所を除き全て石炭灰を埋め立て処理していること等から、その必要性は低い。

②及び③については、石炭産業の漸減政策、及び先方関係機関間の調整が不十分な現状においては、通常のプロ技として採択することにも困難な面があると考えられるが、炭坑内部の保安対策の現状を考慮すれば、技術協力の必要性は認められた。

従って、本件については平成6年度の通常のプロ技案件として採択の可否を検討することが望ましいと思料した。

### 4. 黒海側海浜の環境踏査と石炭灰の海洋影響調査

「ト」国側黒海の海浜汚染状況の踏査調査は持ち時間の都合で5カ地点の目視踏査にとどまったが、場所によって著しい格差があることがわかった。また黒海に投棄している石炭灰の有害物溶出量を分析し、海洋水質汚濁法との対比検討を行った。

#### (4-1) 黒海南岸の海浜環境踏査調査の結果

図-4・1に示す5カ地点について、砂浜と可視海面を調査し、その要点も同図に併示した（写真-4・1a～e参照）。

##### ・チャトラジ岬海岸

チャトラジ岬海岸は、砂浜が石垣護岸と工事用道路で覆われており、砂浜の状況観察はできなかった。海面についても曇天に遭遇し可視範囲が狭められたが、汚濁海域は沿岸に沿って巾200～300mのベルト状に横たわっているのが目視できた。

##### ・コゾル海浜

コゾル岬にはボタやズリが投棄されており、海面は沿岸に沿って巾200～300mのベルト状で汚濁し、外海面とは明確に区別できた。なお、その近辺の砂浜は黒い砂で覆われているが、加熱分析の結果はロス分が少なく炭分の影響よりも、河川流入砂礫の色状効果と考えられる。

##### ・その他の海浜

チャトラジとコゾルの周辺以外の海域は、想像以上にクリーンであって、海面は沖縄地方

のアクアマリンカラーに似た色合いに見えた。特にボスポラス海峡は極度に汚濁していると考えられたが、実際は浮遊物も少なく、海水の透明度も東京湾などよりは高いと判断された。

#### ・魚形の状態

ソングルダックやボスポラスの海浜には魚市場があって、多種多様な魚類が整然と並べられていたが、魚類の判定に馴染みのない本調査団員の目では奇形魚を発見することはできなかった。もし存在したとしても既に処分されていたかも知れない。

#### (4-2) 石炭灰の海洋影響性の分析検討結果

石炭灰の有害物溶出試験結果を表-4・1に示す。また同表に「ト」国及び日本国の溶出限界値と海洋排出の限界値も併記した。

この試験結果によれば、「ト」国や日本の環境省庁の指定有害物質に対し、全ての項目に十分な余裕を持って合格する品質であることが明らかとなった。なお、溶出基準値は概して「ト」国の方が厳しい値となっており、項目も多い。

他方、実際の灰の海洋投棄方法は、海水により灰の濃度を3%に薄めて海洋投棄しており、溶出試験時のフライアッシュ濃度10%の溶出値は1/3に稀釈されるため、ふっ素を除き全て環境基準値をクリアしている。ただし、このふっ素値は日本の場合には全く問題がない。また海水使用のため溶出値は低下すると考えられる。

pHについては、現地実測の結果で平均値は7.5前後であり特に問題はなかった。

SSについて、フライアッシュはほとんど全ての粒子がSS分となるためその投棄スラリー濃度がSSと見做されるため、30,000ppmであり排出基準値30ppmの1000倍の違反値となっている。従って周辺海域をベルト状に灰色汚濁する主要となっている。

#### (4-3) 海洋環境調査に関するまとめ

石炭灰は炭鉱ボタと共に海洋を目視で歴然と判別できるまでに汚濁しており、その対応が望まれている。有害物質による濃度的汚染は考えられないが、長年投棄による有害物質の蓄積が懸念されよう。

図-4.1 トルコ側黒海沿岸の海浜環境踏査結果

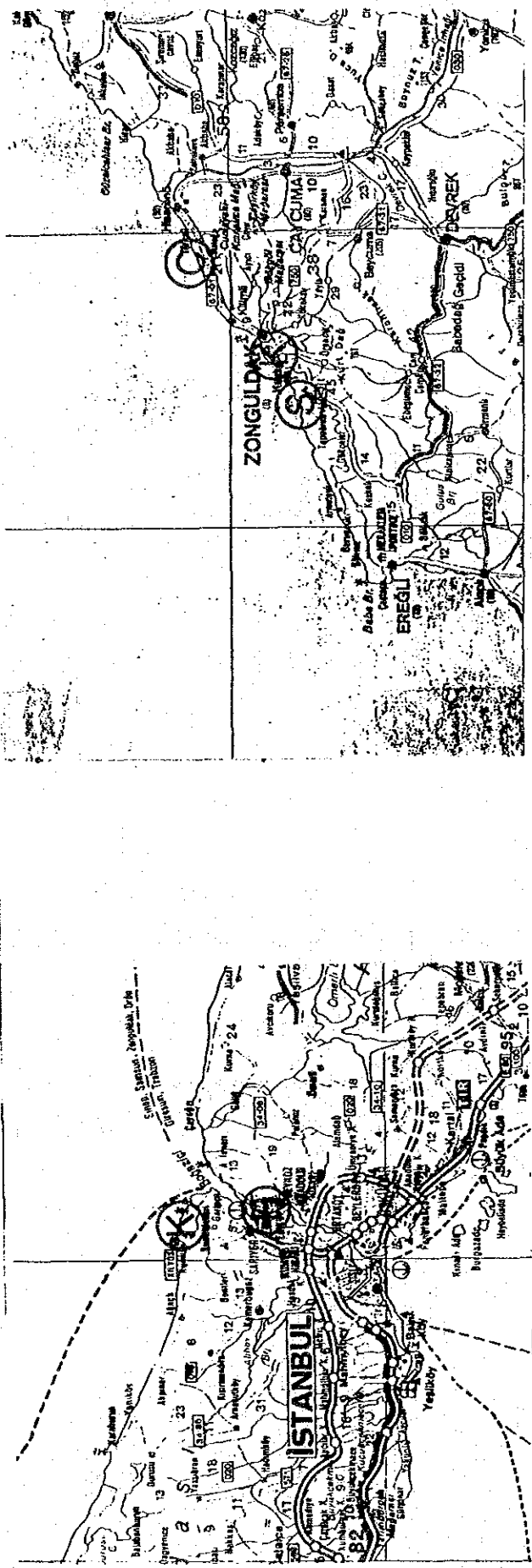
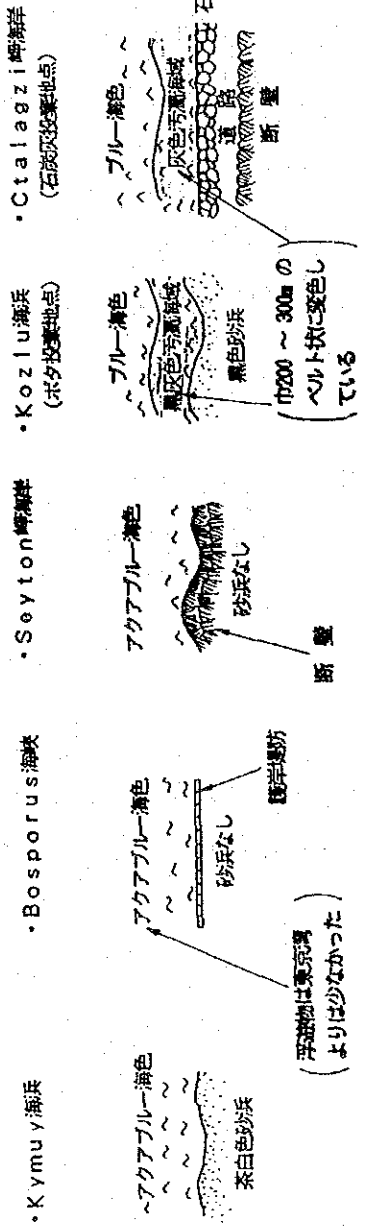


表-4.1 チャタラジ発電所産石炭灰の有害物の溶出試験結果

(単位：ppm)

	分析項目	チャタラジ灰 の溶出試験値	トルコ国基準値 <sup>1)</sup>		日本国基準値 <sup>2)</sup>	
			溶出限界	海洋排水	溶出限界	海洋排水
環境庁告示13号に係る有害物質	全水銀	0.0005未満	< 0.01	< 0.004	< 0.005	< 0.005
	カドミウム	0.01 未満	< 0.05	< 0.01	< 0.30	< 0.1
	鉛	0.1 未満	< 2.00	< 0.10	< 3.00	< 1.0
	六価クロム	0.05 未満	< 0.50	< 0.10	< 1.50	< 0.5
	ヒ素	0.079	< 0.50	< 0.10	< 1.50	< 0.5
	シアン	0.01 未満	< 0.20	—	< 1.00	< 1.0
	アルキル水銀	0.0005未満	—	—	non	non
	有機リン	0.1 未満	< 0.20	—	< 1.00	< 1.0
	P C B	0.0005未満	—	—	< 0.003	< 0.003
	pH	11.58	> 5.90	6~9	—	5~9
浮遊物質	全てSS分	< 200.00	< 30.00	—	< 150	
その他の成分	銅	< 0.01	0.5	< 0.01	< 3.0	< 3.0
	亜鉛	< 0.01	< 2.0	< 0.10	< 5.0	< 5.0
	ふっ素	0.66	< 5.0	< 0.001	< 15.0	< 15.0
	塩素	2.03				
	錳	< 0.01				
	硫酸イオン	48.60				
	カリウム	8.27				
	カルシウム	102				
	マグネシウム	0.05				
	ホウ素	0.92				
	ケイ素	4.09				
	アルミニウム	4.72				
	鉄	< 0.01				
	燐	0.01				
	チタン	0.01				
	バナジウム	0.21				
	マンガン	< 0.01				
	全クロム	0.01				
	ニッケル	< 0.01	< 0.50	< 0.10	—	—
	コバルト	< 0.01				
ストロンチウム	0.43					
バリウム	0.15					
モリブデン	0.22					
ベリリウム	0.01					
リチウム	0.01					
セレンム	0.13					

1) The Aquatic Products Act(Act#1380). Turkish Environment Protection Laws, 1971より引用。

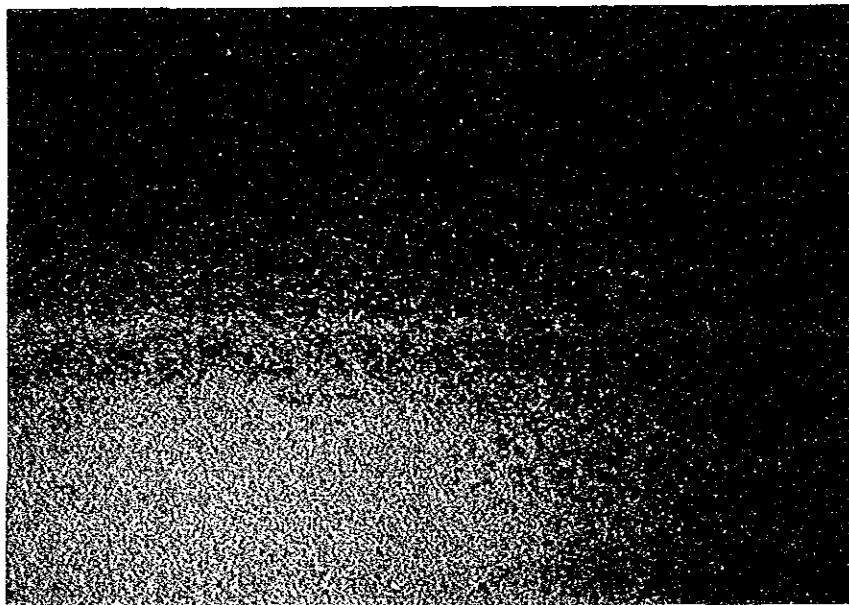
2) 水質汚濁防止法とその関連法令より引用。

3) 溶出試験機関：(財)石炭技術研究所、依頼元：MITI石炭課。





(キムエ海岸の全景・夕闇で不鮮明)

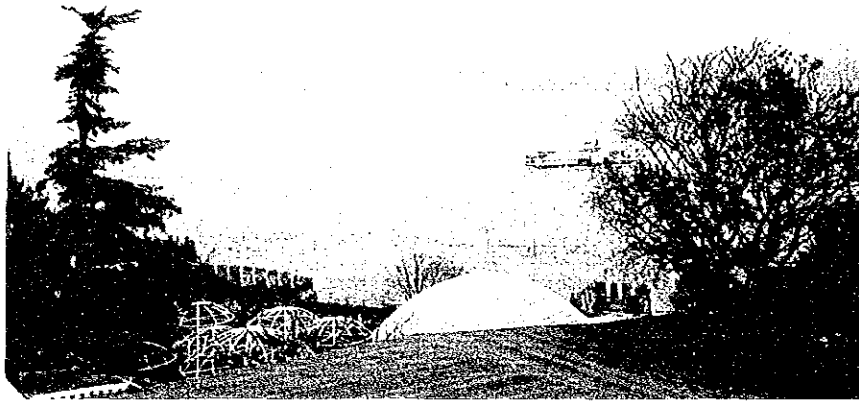


(砂浜部の接写・夕闇で不鮮明)

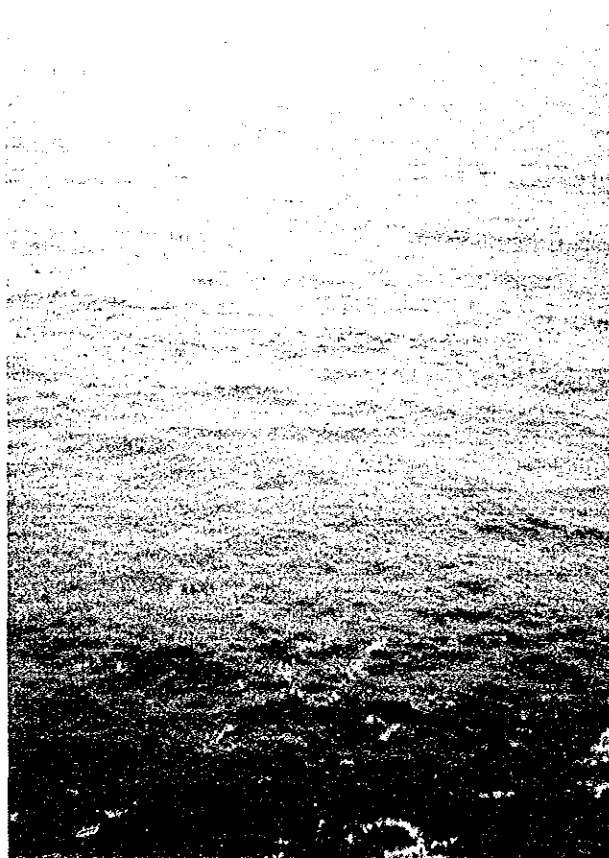
写真-4・1a キムエ海岸の状況







(ボスポラスの中央部全景)



(水面の接写・クリーンに見えた)

写真-4・1b ボスポラス海峡の状況





(懸濁現象は見られない)



(懸濁現象は見られない)

写真-4・1c セイトン岬海面状況





(ボタ山と海面の全景)



(黒い砂礫の砂浜)

写真-4・1d ソングルダック海岸の環境





(チャタラジ岬の灰スラリー放流近辺の全景)



袋詰め灰の脱水  
作業に好適か  
(発電所側にも多  
数の地点あり)

(灰スラリー放流点より岬先端を展望)

写真-4・1d チャタラジ岬の海浜状況





## 5. 石炭火力発電所と各炭鉱のロケーションとアクセス調査

石炭火力発電所と灰希望各炭鉱の概括な位置関係を図-5・1に示す。またその詳細を海図を用い図-5・2a~bに示した。

### (5-1) 石炭火力発電所のロケーションとアクセス

ゾングルダック地方で石炭灰を発生する石炭火力発電所はチャタラジ地区に唯一存在する。そのロケーションは図-5・2aで示したようにゾングルダック港頭の東北東約12kmの黒海南岸に臨海し、チャタラジ発電所と呼ばれている。

チャタラジ発電所へのアクセス方法としては、道路・鉄道・航路の3ルートがある。特に発電所は図-5・3に示すようになんかなり大きな規模の港湾を併設している。その設置目的は建設中の発電用重器機の海上輸送と蒸気冷却用の沖合海水導流取水が考えられ、また、将来の石炭海上搬入などのためと考えられるが、今回の調査では、その荷役設備の詳細を把握するには至らなかったものの、数百トン級の船舶または台船のポートワークが可能と判断され、今後その利用調査を行う必要がある。

このチャタラジ発電所の臨海地勢は、図-5・2a~bに示したように、遠浅の海浜状態で沖合500~600m先の水深は10mである。従って、かなり大規模な港湾用防波堤を沖合400~500mにまで築造できたものと考えられ、それに隣接して石炭灰埋立地を築提すれば、堤防の一辺が節減できるため、割安に海浜埋立地が確保され、石炭灰のオープン海域投棄を取り止める有力な手段となろう。

### (5-2) 各炭鉱のロケーションとアクセス

炭鉱保安のための旧坑閉塞や採炭手段などの填充に石炭灰を用いようとするTTKが提案する炭鉱は、図-5・2a~bに示したように4鉱存在する。

その炭鉱の石炭灰発生発電所からの陸送距離をTTKのプライオリティ順に示すと次のとおりであって、かなりの距離を輸送するケースがある。

- ・アルムチュク炭鉱チャタラジ発電所の西南西で約 50km
- ・アマスラー炭鉱                   "                   の北東で 約100km
- ・コゾル炭鉱                       "                   の南西で 約 25km
- ・カラゾン炭鉱                   "                   の南方で 約 3km

現在のインフラストラクチャによる各炭鉱への石炭灰のアクセスを調べて見ると、次のような状態にある。

#### (1) アルムチュク炭鉱

陸送する場合の距離は上述のように約50kmであるが、その道路事情は、一部区間に4車線の高級路線を介存するが、多くは2車線の舗装道路とはなっているものの、標高3~200mのアップダウンと急峻カーブとを多数走行しなければならず、片道約2.0時間を

消費すると、試走の結果判定された。

他方、エリグリ港からはアルムチュク炭鉱とデミル製鉄所を結ぶ鉄道が分岐布設されており、チャタラジ港から約50kmの海路を経てエリグリ港に陸上げ後、石炭運搬貨車の帰り車を利用する方法もあろう。

#### (2) アマスラー炭鉱

アマスラー近辺に鉄道路はなく、約100kmに及ぶ道路運搬が既存のアクセスルートである。その道路環境についての踏査は行っていないが、図-5・1などを参考に検討してみると、アルムテック炭鉱よりは車の走行は容易と判断されるが、迂回度が大きい。

なお、アマスラーは図-5・2bに示すように港湾が完備されており、チャタラジ港からの海辺輸送とアマスラー港よりの車輸送の組み合わせも考えられる。

#### (3) コズル炭鉱

道路輸送と鉄道輸送の2ルートが考えられるが、道路輸送においては約25kmであるものの途中の道路構造を考えると、1.0~1.5時間を要すると推察される。

また鉄道路もチャタラジとソングルダックを結んではいないが、それとソングルダック炭鉱鉄道とのジョインティングについては調査未了である。

#### (4) カラゾン炭鉱

この炭鉱は、極めて近距離にあって、石炭はベルトコンベアによって発電所に搬送されている。従って、そのルートを利用してのパイプライン輸送も考えることができよう。

しかし、当然トラックアクセス路があるわけであり、それを利用することができよう。ただし、その道路事情は未調査である。

#### (5-3) 発電所と各炭鉱のアクセスに関するまとめ

以上、発電所と各炭鉱のアクセスに関し、一部の踏査・チャート・ヒアリングを合せ概括的に述べたが、今後はFS等の調査により詳細に検討する必要がある。

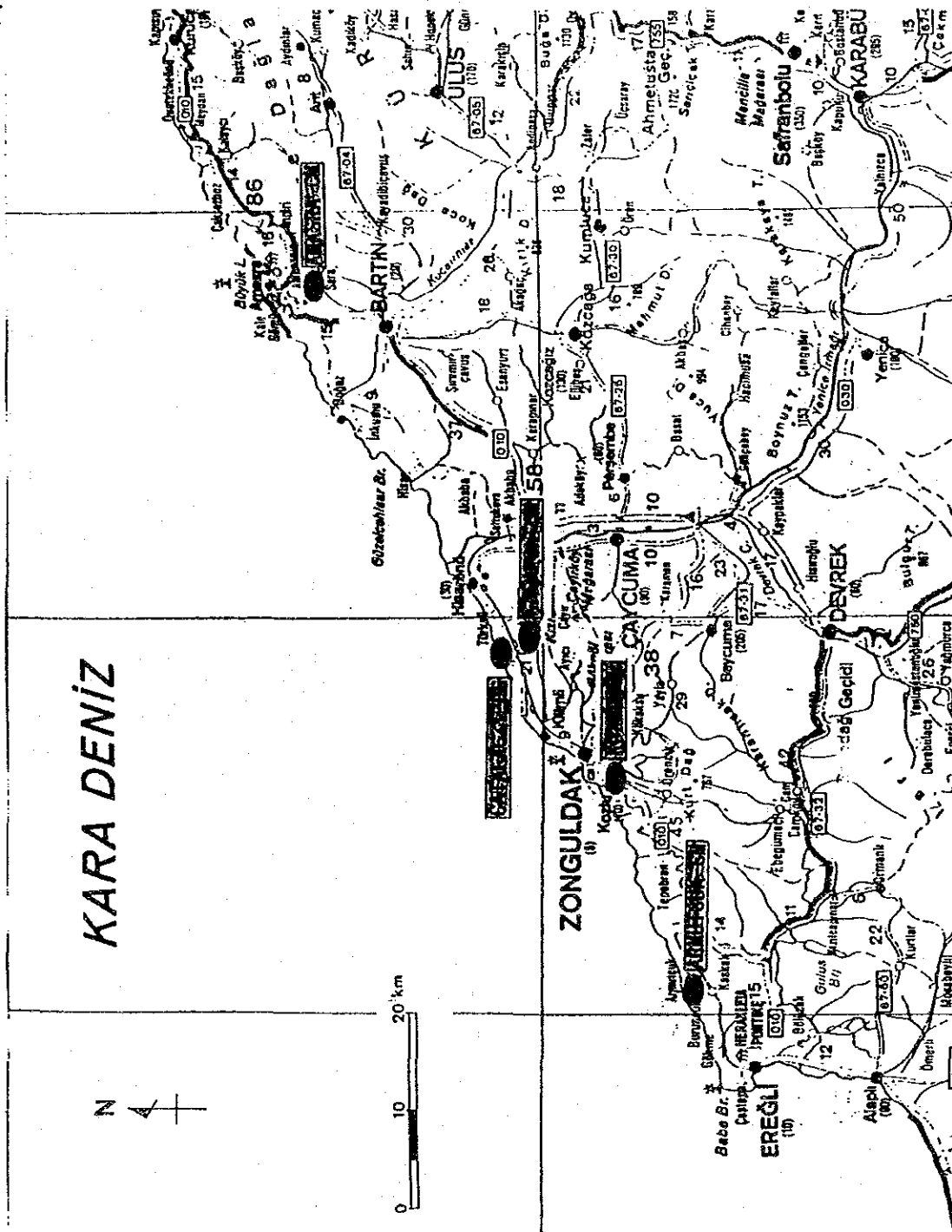


図-5・1 ゾングルダック近隣の石炭火力発電所と歴史炭鉱のロケーション





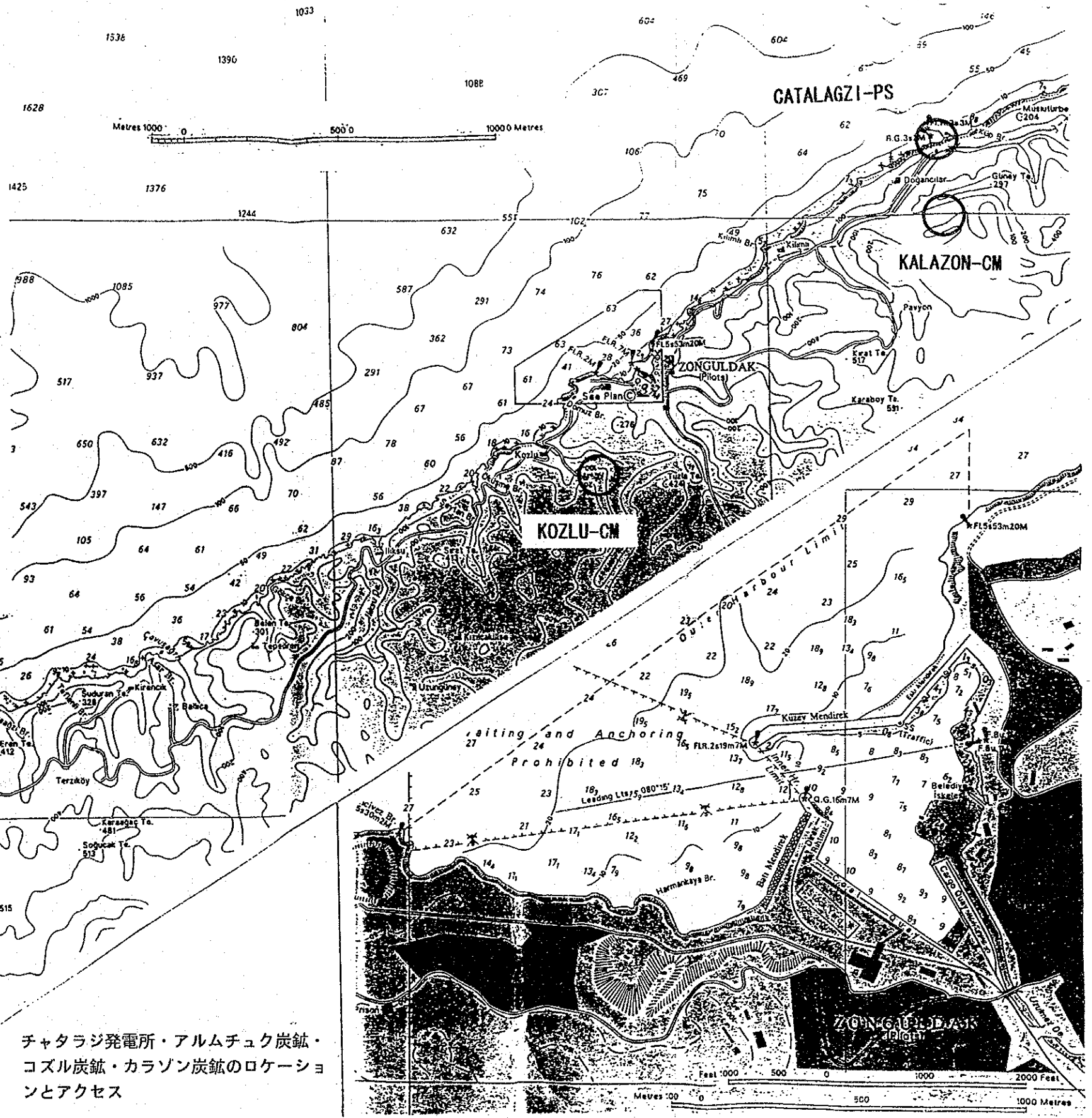
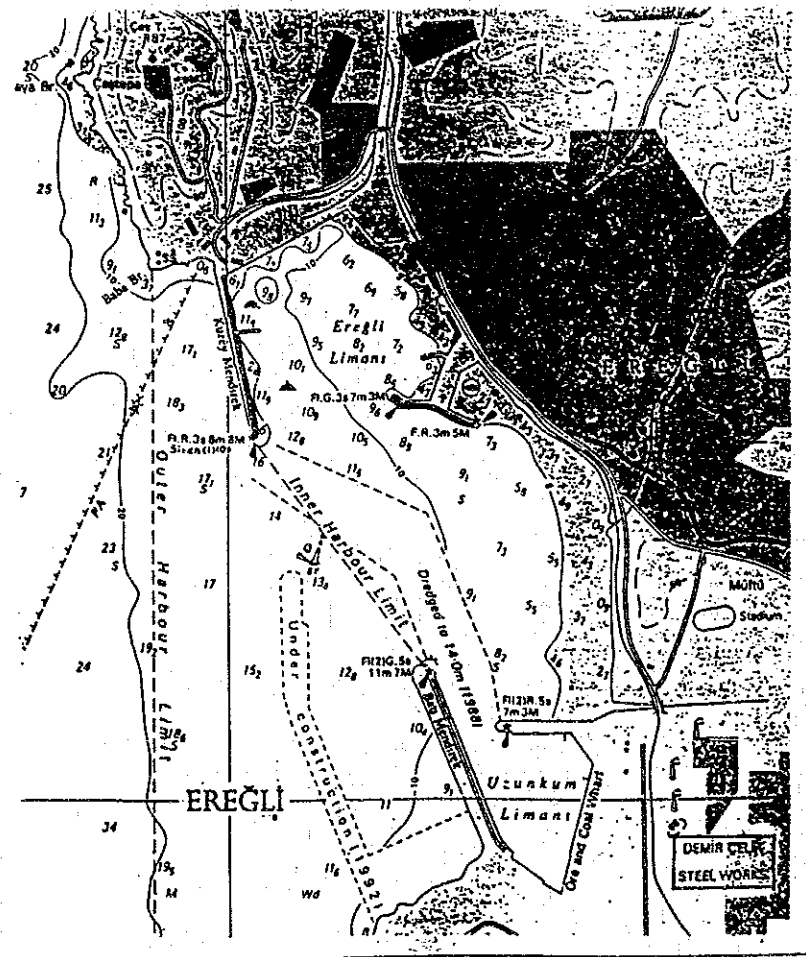


図-5・2a チャタラジ発電所・アルムチュク炭鉱・コズル炭鉱・カラゾン炭鉱のロケーションとアクセス



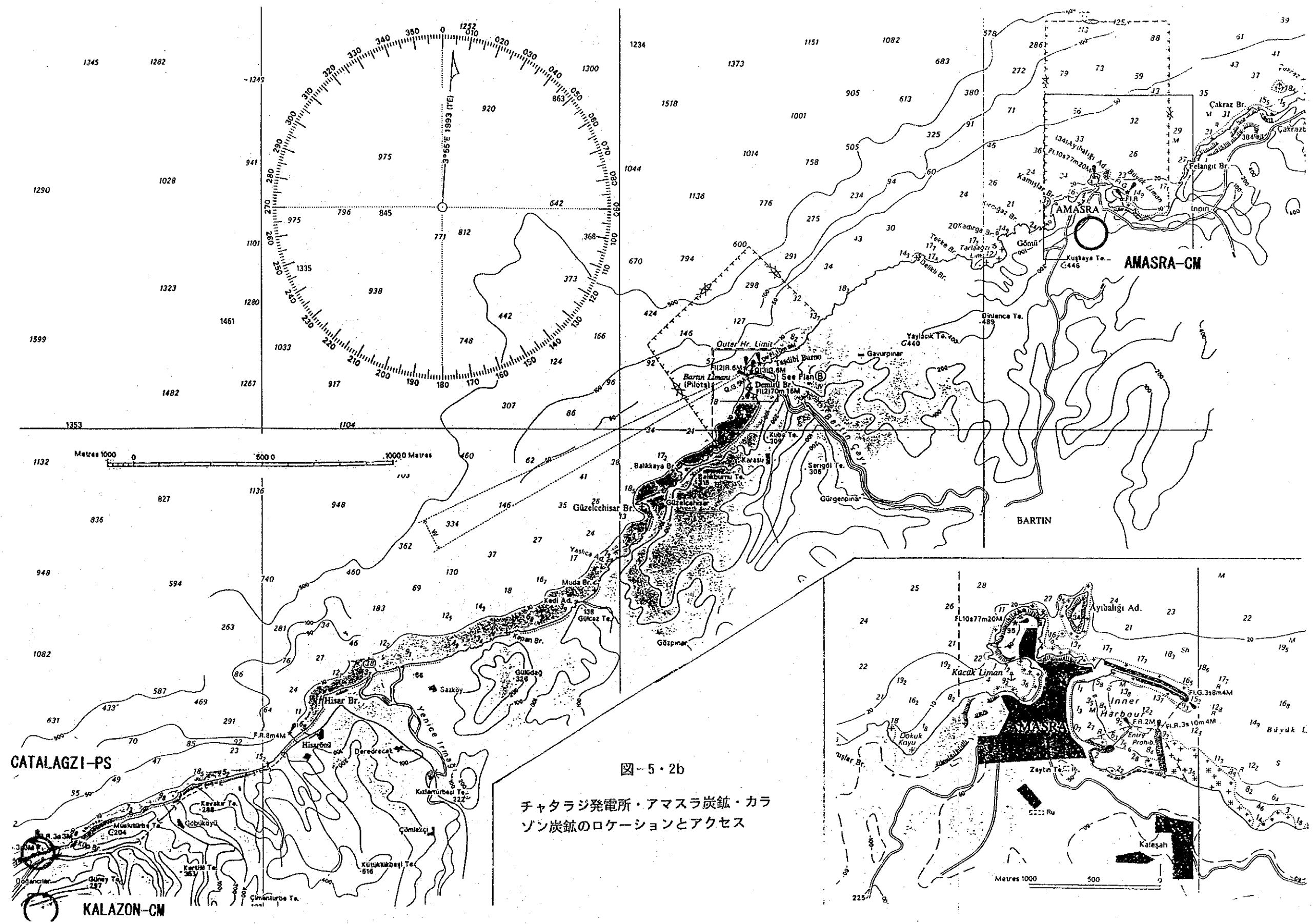


図-5・2b

チャタラジ発電所・アマスラ炭鉱・カラ  
 ゾン炭鉱のロケーションとアクセス







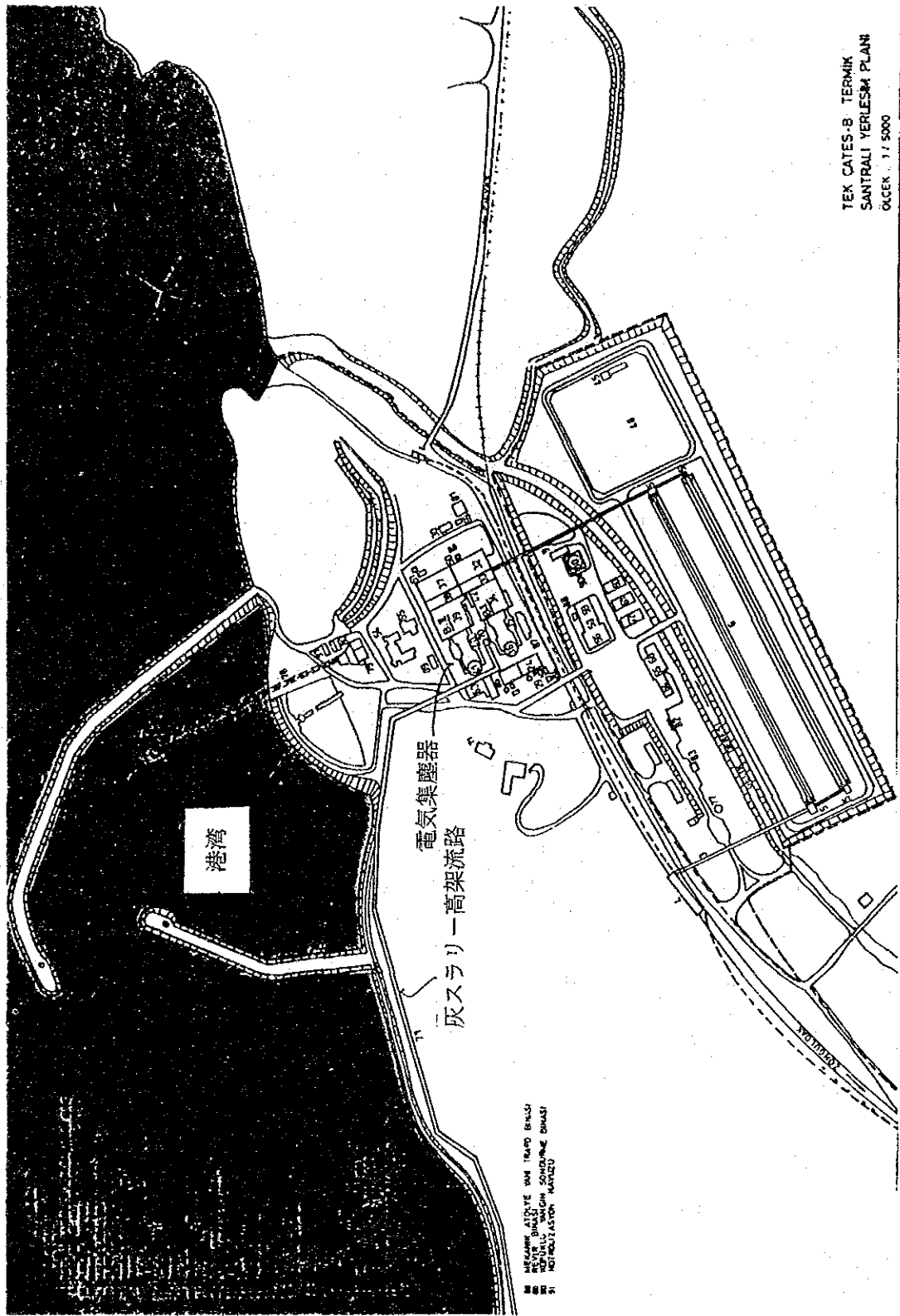


図-5・3 チャタララジ発電所と港湾の平面図

## 6. チャタラジ発電所の灰発生状況と灰処理実態調査

### (6-1) チャタラジ発電所の石炭灰発生状況

発電所からの石炭灰の発生量は、日産で約2000t/年・年産で約66万トンであり、周辺炭鉱の利用（最大＝4 鉱×200t/d）だけでは処理できないほど大量に発生している。なお、この発電所の出力は15万Kw×2基＝30万Kwであって中規模であるが、灰の発生量は大規模（150万Kw級）発電所並となっている。この理由は資料-6・1に示すようにカロリーが2800～3000kcal/kgと低カロリー（一般：約6000）の上に灰分が46～54%（一般：5～20%）と非常に多いためである。

石炭灰の発生姿態としては、フライアッシュとボトムアッシュの二態で発生し、その比率はFA：BA＝85：15～80：20（重量比）といわれている。従って、姿態毎の発生量は次のとおりとなる。

(灰の発生姿態)	(日発生量t/d)	(年発生量t/y)
・フライアッシュ	1,600～1,700	530,000～560,000
・ボトムアッシュ	400～300	130,000～100,000
・合計	2,000	660,000

フライアッシュは微粉炭燃焼ボイラからの排煙ガスに含塵する浮遊粒子を電気集塵器（electrostatic precipitator：ESP）で捕集しアッシュホッパーに集積される微粉体が主体であるが、ボイラとESPの間にある空気や水の予熱室に沈澱する粗いシンダアッシュと煙突下部に沈澱する細かいシンダアッシュも若干含まれている。ボトムアッシュは、排煙ガス中に浮遊できない粗粒子とボイラの壁面へ熔着した塊状のものがボイラ底部に落下水冷された後、レーキでボイラ外に回集してクラッシャーで砕砂状とし、ボトムホッパーに集納される湿潤状の砂である。

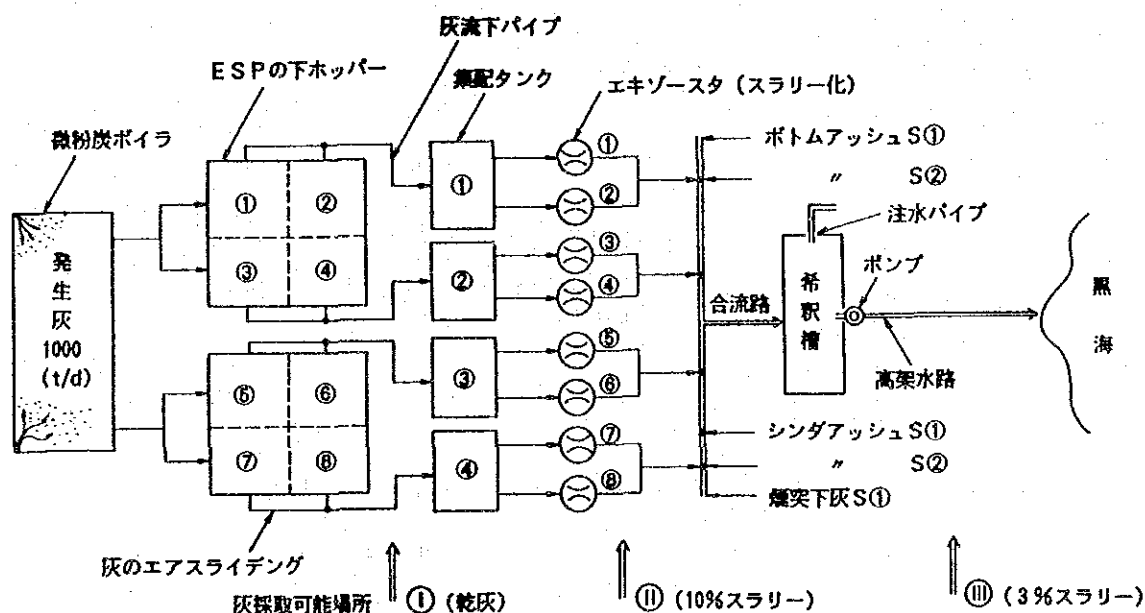
### (6-2) チャタラジ発電所の石炭灰処理実態

現在、全ての石炭灰は低い濃度のスラリー（A：W＝45：1450、パルプ濃度で約3%）とした上で、護岸堤防上から黒海のオープン水域の海面に放流しており、有効利用は全くなされていない（写真-5・1）。

石炭灰のスラリー化の方法は、全て hidroexhuastor (hydro-exhuastor) で海水と混合しながら行われている。具体的には1基のボイラーに対し13個の hidroexhuastor が組込まれ、それぞれのスラリーは個別に導流側溝を経由または直接的にスラリー集合槽に合流し、そこでスラリー濃度を稀釈後に高架導流路にポンプアップされ、数百m先の海面放流点に導かれる。この hidroexhuastor は、ボイラからESPに至る間の水や空気の予熱室に沈澱するシンダアッシュ専用2個、ボトムアッシュ専用2個、煙突直下の沈澱灰

専用に1個、8個のESPホッパアッシュを4系に溶流後、それぞれに2個の hidroエキゾスタを付している。従って灰の処理は極めて複雑であるが、フライアッシュについては、それを乾燥状態で採取できるように検討しなければならず、次に詳しく述べる(図-6・1、6・2、6・3、6・4)。

フライアッシュは1ボイラ当り、2式のESPを備えており、それぞれに4個の灰ホッパーがあるため、都合8個のESPホッパーがある。そして排煙ガス流に対し、上流側のホッパーには下流ホッパーよりも多量かつ粗目の灰がESP電極より落下集積する。ただし、流向別の量的・質的な格差はほとんど生じないのが常である。そこで流向別に4系に分け上下流ホッパーからエアスライダにより同時排出合流後、再び分岐し2個の hidroエキゾスタに配分しながらスラリー化している。従って次図のように8カ所でスラリーを製造しているが量的・質的にはほぼ同程度と考えられ、どの箇所のスラリーを採取しても、平均的な品質のものが得られよう。



石炭灰の採取位置を検討して見ると、上図のように3カ所で採取可能である。乾燥フライアッシュの採取場所としてはESPホッパーから排出されエアスライダで混合輸送され、集配タンクに至る縦パイプを分岐することで可能と考えられる。湿潤フライアッシュ採取場所としては、hidroエキゾスタの放流管を分岐することで、濃度が10%前後のボトムアッシュ等を含まない純粋な灰スラリーを回収でき、高架流路またはそれへのポンプアップ管を分岐することで、3%濃度のボトムアッシュ等を含む灰スラリーを回収できる。それらの具体的な回収方法の案は7. 節で詳述する。

# Report

資料-6・1 チャタラジ発電所の使用石炭と  
発生灰の諸性状

Stuttgart, 1. Juli 1991

By : Dr. Gehrke  
Dept.: KA-A  
Tel. : -285



(from Catalagzi ps)

## A 5.36 520/01 - Catalagzi B - Coal Properties

In the following, the coal samples we received up to now during the operation period are compared with the contract coal. Coal properties deviating from the contract stipulations are described and their effects on the guaranteed operation characteristics are assessed.

### Contract Coal according to the Specification, Page V/27

LCV	= 2970 kcal/kg	
Ash (wf)	= 45 - 50 %	= Ash (as received) 36.9-41 %, referred to 18 % H <sub>2</sub> O
Water	= 18 ± 5 %	= 17.1 - 18.9 %
Volatiles (raw)	= 17 ± 5 %	= 16.15 - 17.85 % = Vol (waf) = 37.6 - 41.5 %, referred to 18 % H <sub>2</sub> O, 47.5 Ash (waf)
Sulphur (as received) =	0.4 - 0.5 %	

### Ash Analysis according to the Specification, Page IV/3, Article 7

SiO <sub>2</sub>	= 54.36 %	MgO	= 1.0 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 5.15 %	Na <sub>2</sub> O	= 0.27 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 28.5 %	K <sub>2</sub> O	= 2.37 %
CaO	= 3.5 %	SO <sub>2</sub>	= 2.11 %

Ash softening point:	1127 °C
Ash melting point:	1160 °C
Ash flow point:	1173 °C

### Contract Coal according to EVT Laboratory Test V 3349 dated 01.06.1977

In the record was determined that the following mixture will be delivered to the Catalagzi Power Station from 1980 on:

- 45 % Catalagzi-Mixt
- 45 % Zonguldak-Mixt
- 10 % Amasra Bituminous Coal

### Coal Properties of the Mixture according to EVT Report V 3349/7

LCV	= 2745 kcal/kg
Ash content (wf)	= 54.3 %
Water content	= 17.3 %
Sulphur content, as received	= 0.29 %
Volatiles, as received	= 14.7 %
Volatiles, waf	= 38.9 %
Carbonate dioxide, waf	= 1.5 %
Particle size:	30 % > 1,0 mm; 4 % > 0,1 mm

Ash properties of the mixture, calculated from the properties of the individual components according to the mixture equation, e.g.

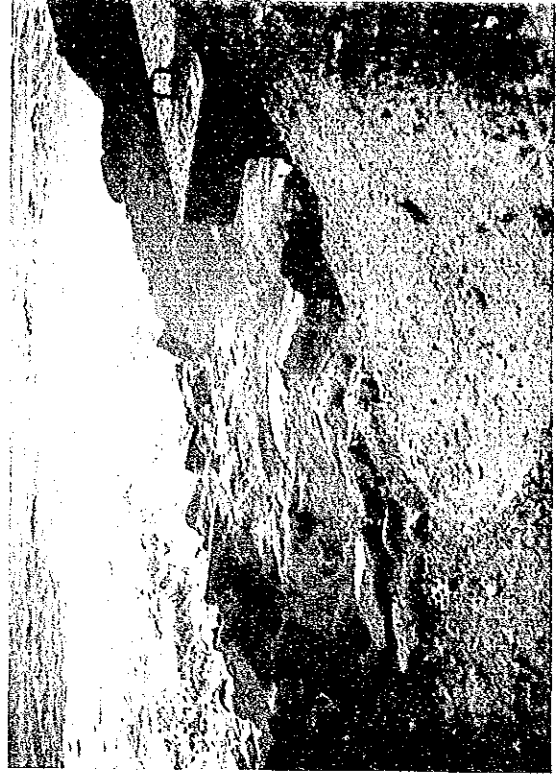
$$SiO_{2, \text{mixture}} = 0.45 \times SiO_{2, \text{Cat.}} + 0.45 SiO_{2, \text{Zong.}} + 0.1 SiO_{2, \text{Am.}}$$

SiO <sub>2</sub>	= 52.1 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 33.5 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 3.3 %
MgO	= 1.0 %
K <sub>2</sub> O	= 3.32 %
Na <sub>2</sub> O	= 0.25 %



灰スラリー流送用の  
高架流路橋  
(遠方が発電所)

灰スラリー橋  
の終端部の  
暗渠で右図の  
流下口に連結  
されている



灰スラリーの海面放流の状況  
(約2 m流下後に海面に接する)

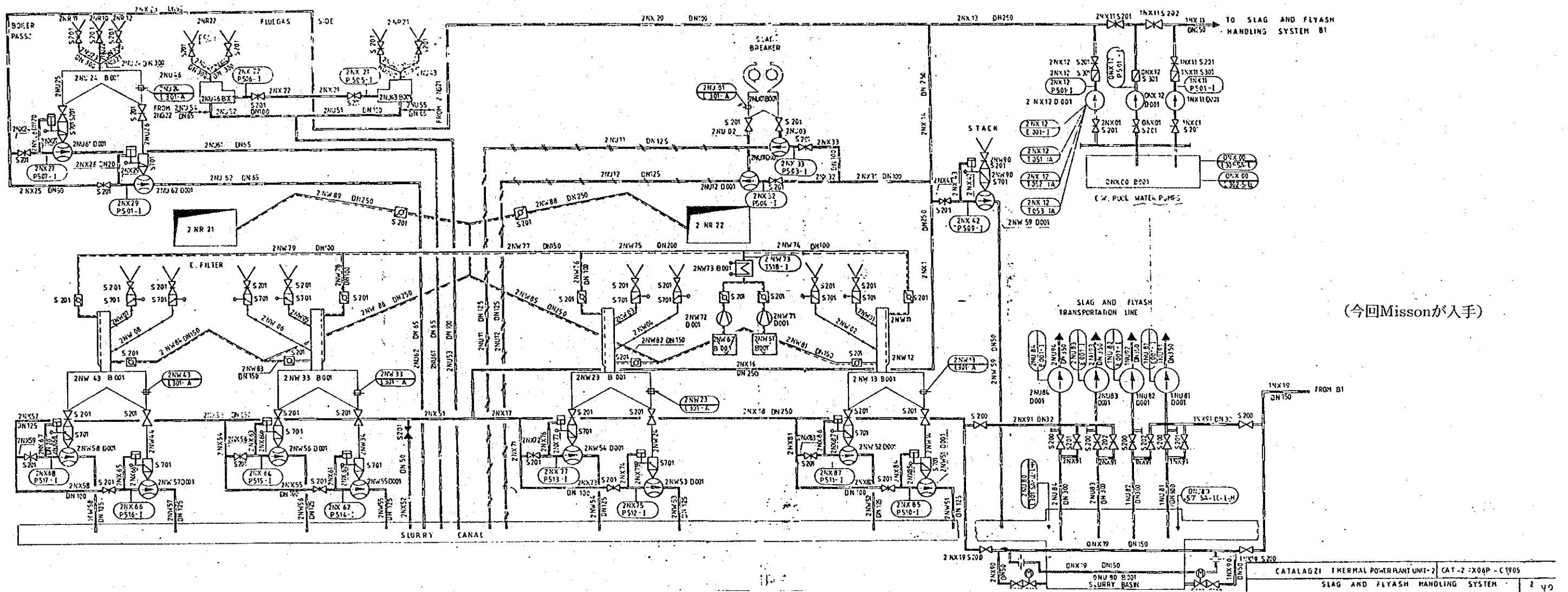


写真-5・1 灰スラリーの流送と海面放流状況 (発生灰の全量が投棄されている)









(今回Missonが入手)

図-6・1 チャタラジ発電所のフライアッシュ及びボトムアッシュ等のハンドリングシステム



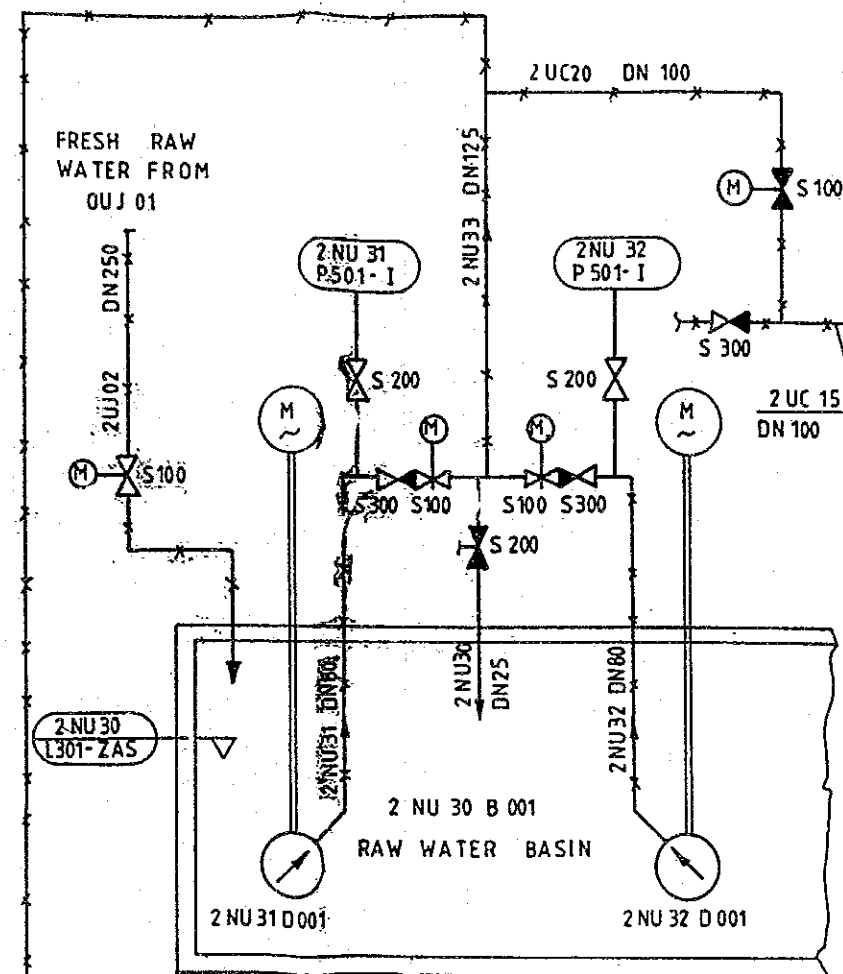
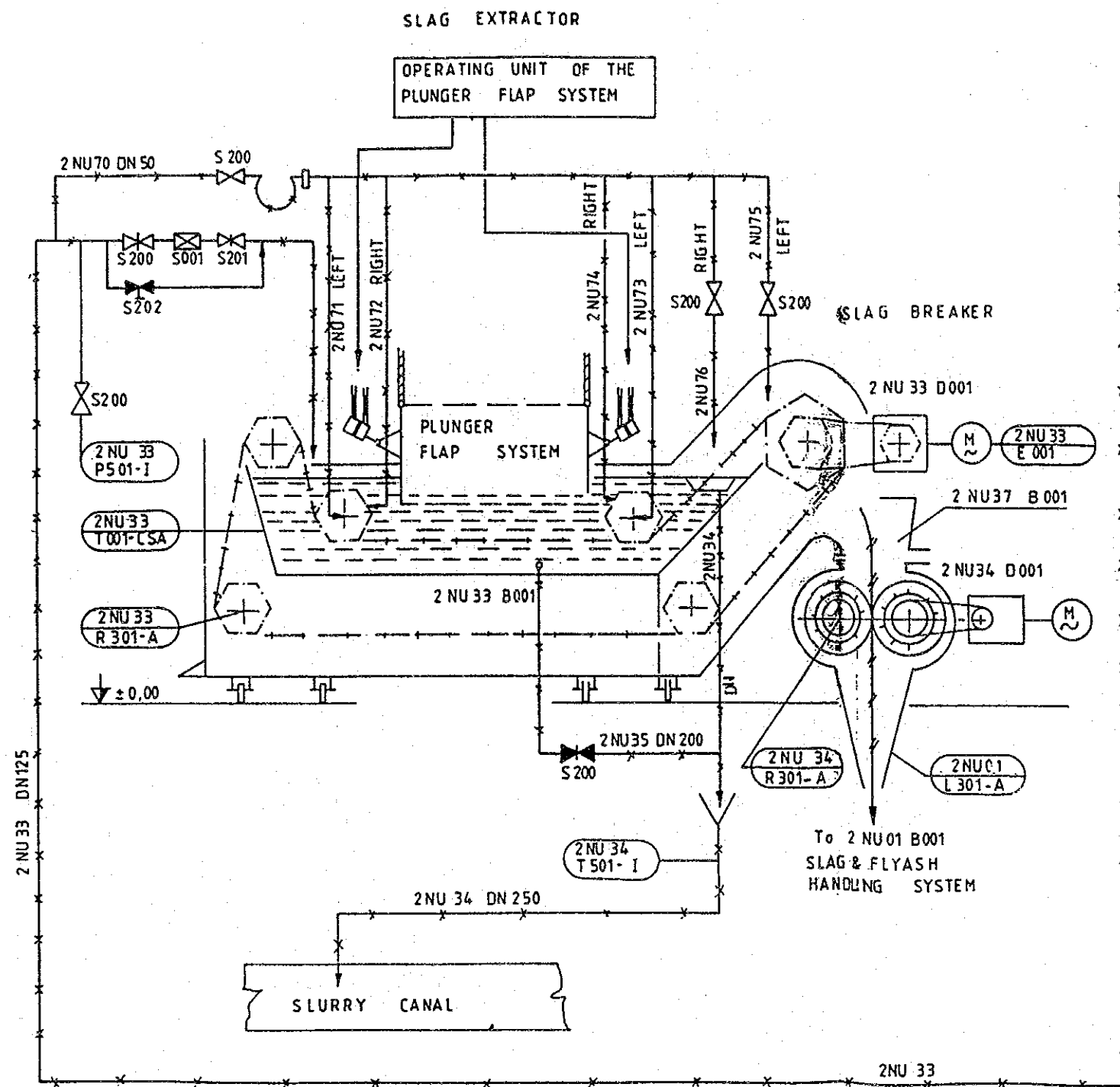


図-6・2 チャタラジ発電所のボトムアッシュ処理システム



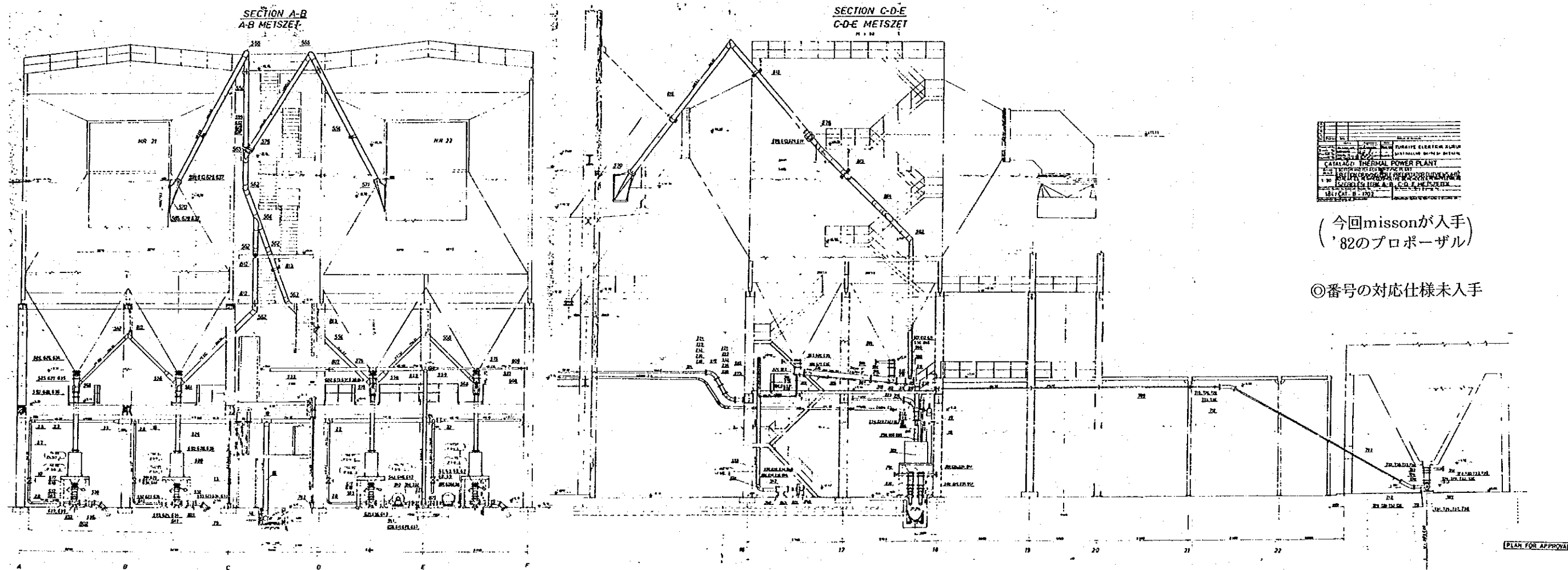


図-6・3 チャタラジ発電所のフライアッシュの排出とスラリー化の設備 (1982)



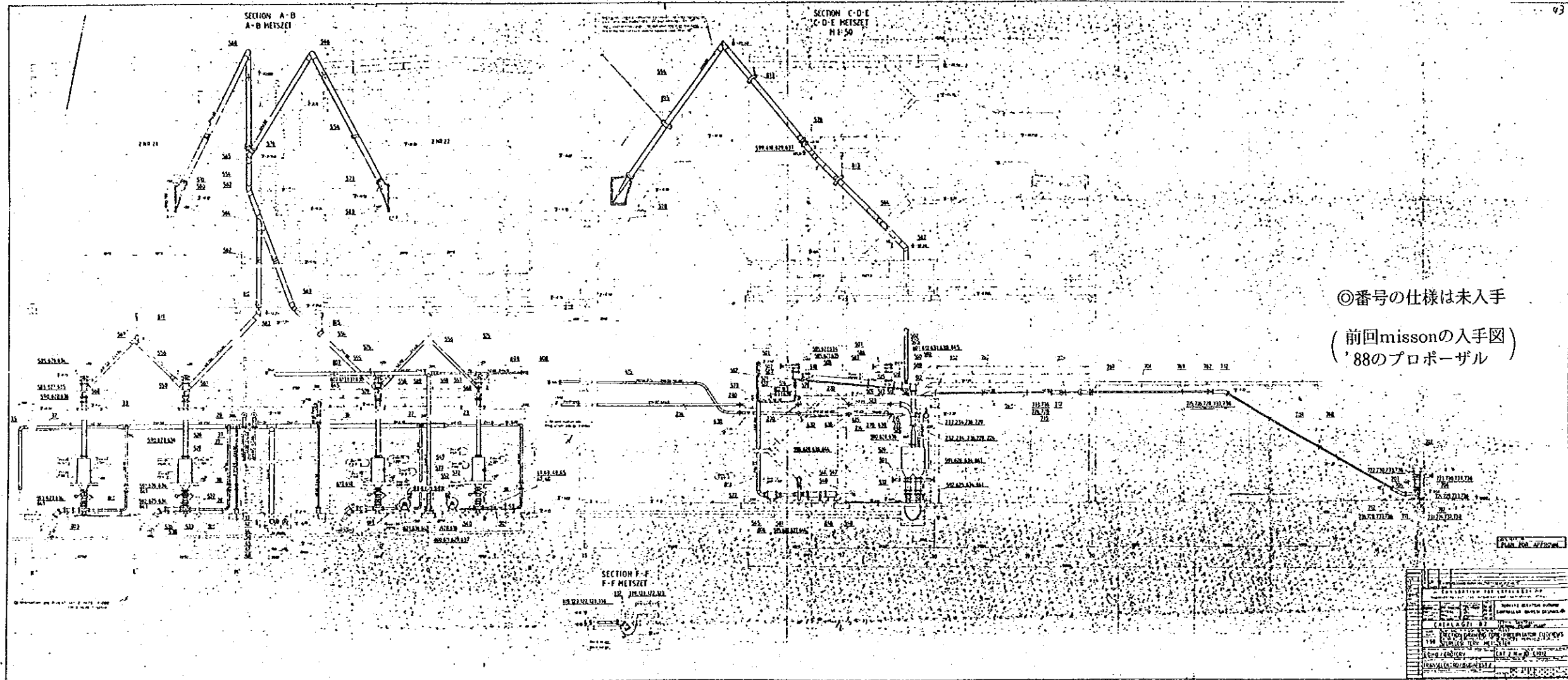


図-6・4 チャトラジ発電所のフライアッシュの排出とスラリー化設備 (1988)







## 7. チャタラジ発電所灰採取の方法と費用の予備的検討

6節で詳述したように、チャタラジ発電所の灰処理方法は、クローズドシステムの中において、乾粉で発生するフライアッシュをスラリー化し、海洋に投棄する方法を取っているため、有効利用を行う場合は、これを大量にシステム外に取り出さなければならない（写真-5・1参照、写真-7・1）。

そのためには設備の改良や増設を必要とし、かなりコストも必要となるため、以下の予備的検討を行った。

### (7-1) 石炭灰採取方法の検討結果

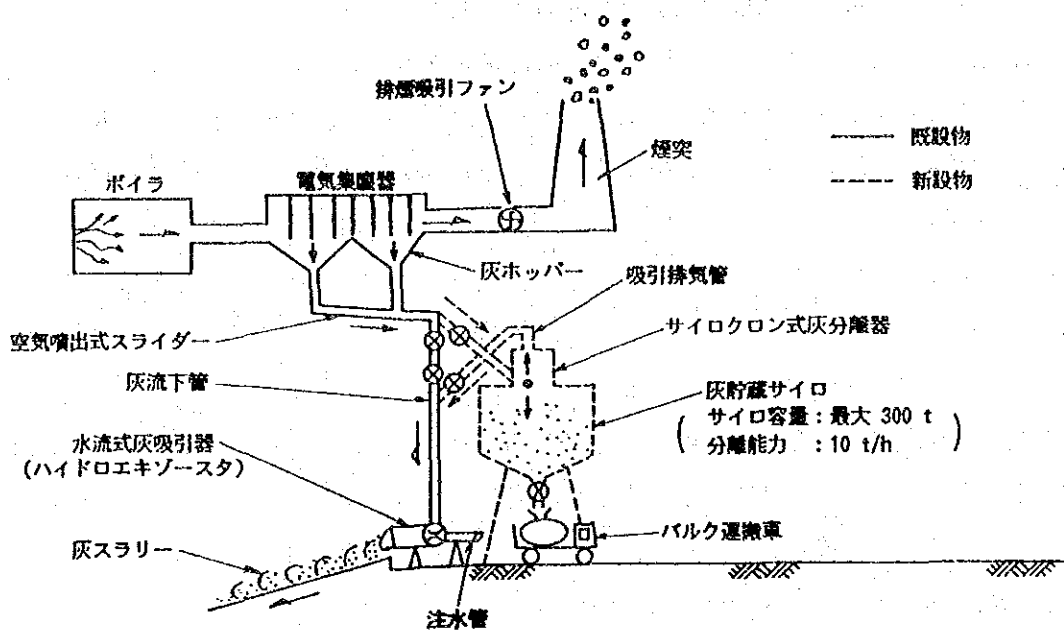
石炭灰の採取状態としては、乾燥状態と湿潤状態が現状のシステムにおいて考えられる。なおボトムアッシュはシステム上からすでに湿潤状の砂粒となって一担システム外に排出されており、それを利用すればよく、採取検討の対象外とした（図-6・2参照）。

#### (1) 乾燥フライアッシュの回収方法の検討

クローズドシステムの灰処理では、排煙ガスを煙突側で吸引すると共にフライアッシュ排出側でも吸引しているため、いずれか一方がオープン気圧となると、空気が逆流するため、例えばフライアッシュ排出口がオープンになると空気は煙突側に流れアッシュホッパーから灰がスムーズに落ちなくなる。

従って、乾燥フライアッシュを回収するためには、次図に示すようにエアスライダーと灰吸引器との間の灰流下管を分岐し、灰回収装置を経由後に灰流下管に再結合して空気を吸引しなければならない。

灰流下管1本当たり（総数で8本）の灰流下量は、6節で述べたように約200t/d（ $2000\text{ t} \div 2\text{基} \div 4\text{タンク} \times 0.8\text{FA}$ ）であり、これを全て回収するとすると、20～30%余裕を考え約10t/hの灰回収設備容量となり、灰のストック容量を1日分にすれば、約300m<sup>3</sup>容量のサイロが必要となる。また灰回収には出荷が難しいため2系列が望ましい。



ただし、詳細設計において、既設の灰吸引弁の能力が不足する場合は、それを1台増設しなければならないが、本文では除外した。

以上のことを勘案すると、フライアッシュ200t/d回収するための主な器機は次のとおりとなる。

- ・分岐・閉塞用バルブ類 : 径8"用..... 4個
  - ・灰分取コンベア : 10t/h・パイプ型 ..... 1式
  - ・灰空気分離器 : 10t/h・サイクロン型 ..... 1式
  - ・灰貯蔵タンク : 300 m<sup>3</sup>用鋼製サイロ ..... 1式
  - ・パイプ類 : 径6"用..... 1式
  - ・エアロックロータリーフィーダー : 50t/h用 ..... 1式
  - ・電装器機 : バルブ・フィーダー・照明等..... 1式
  - ・土木工事費と諸据付費 : サイロ基礎・他..... 1式
- (追加の恐れのあるもの : ハイドロエキゾースタとその据付等..... 1式)

ただし、全てのフライアッシュを回収する場合は、このセットをさらに7個設置するか、セットの大型化などの選択を行う必要がある。

## (2) 湿潤灰の採取方法の検討

現状の灰処理システムの中から灰を回収するもう一つの方法としては、スラリーを取り出し利用性や運搬性、特に輸送コストが低減するよう、スラリーを濃縮しなければならない。ただし、パイプライン運送ではその必要はない。

なお、スラリーの濃度は2種類あって、ハイドロエキゾースタ出口は約10%の灰濃度

であるが、スラリー集合槽で稀釈するため、それ以降の流路では約3%の灰濃度の上にボトムアッシュが混在する。

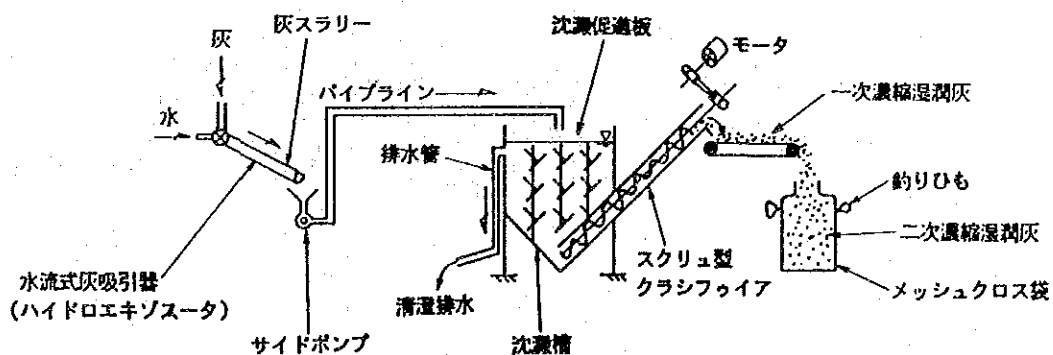
従って本検討では、そのいずれかを選択しなければならないが、合理的に判断すれば、濃度が3倍も高い方を選ぶのが妥当と考え、以下では、濃度10%の灰スラリーを対象に検討する。

灰スラリーを濃縮し、車輛や船舶に積載運搬するとき、水分が逸散しない濃度(W/F)は、約25~35%と考えられることから、大量の水分を除去しなければならない。その方法として次のようなものが現状で考えられる。

- ・沈澱槽濃縮
- ・メッシュ袋脱水
- ・遠心分離脱水
- ・シクナ濃縮
- ・サイクロン濃縮
- ・その他（水樋等）

これらの中から、容量・効率・キャピタルコスト及び灰の非親水性・沈降性を考慮すると、現段階で最も合理的と考えられる方法は「沈澱槽濃縮+メッシュ袋脱水」と判断される。その理由は、低濃度濁水の自然沈降促進槽が上水道で実用化されていること、及びメッシュ袋脱水後は、そのままの状態でも船舶や車輛で運搬可能であって、釣りひもを装填しておけば積卸等のハンドリングが極めて容易なことなどによる。

以下にこの回収詳細を次図に示す。①灰濃度10%のスラリーがサンドポンプに投入される。②サンドポンプによりパイプラインを介し沈澱槽に投入される。③灰は沈澱促進板の作用で急速に沈降し槽底に濃縮沈澱し、分離水は上方排水管より溢水する。④沈澱灰はスクリー型クラシファイアにより槽外に排出される。⑤排出灰はコンベアで各メッシュクロス袋に運ばれ投入される。⑥このとき、一次濃縮湿潤灰は二次濃縮湿潤灰



となるときに、容積が約20%減少するため、120%投入する。⑦メッシュクロス袋での脱水時間は実験的に決められるが、48時間内に運搬可能状態まで脱水すると考える。

以上のシステムにより1対のハイドロエキゾースタ分の灰量200t/d（スラリー量で約2000m<sup>3</sup>/d:約100m<sup>3</sup>/h）を処理する器機と容量は次のように想定される。

・サンドポンプ	: 100t/h
・パイプライン	: $\phi 6'' \times 500\text{m}$ (港湾の岬側広場)
・沈澱槽	: 20m <sup>2</sup> ×4m鋼製、沈降促進塩ビ板共 …………… 1式
・スクリュークラシファイア	: 16''×8m鋼製、3.7Kwモータ共 …………… 1式
・ベルトコンベア	: 15t/h、0.75Kwモータ共 …………… 5式
・メッシュクロス袋	: 1.5m <sup>3</sup> 容積、1t釣り上げ用 …………… 1000袋
・同上袋型どり枠	: 鋼製 …………… 10枠
・排水パイプ	: 8''×40m …………… 1式
・電装器機	: スエッチ・配線等 …………… 1式
・土木工事費+据付費	: コンクリート基礎工・その他 …………… 1式
・フォークリフト	: 2t釣り用 …………… 2台

#### (7-2) 石炭灰採取の費用

7-1のシステムと器機に基づき、装置の設置費を概算すると、次のような費用が必要と考えられる。ただし、FSやDDによって精査すると共にトルコ国の諸コストやプライスを考慮しなければならない。

##### (1) 乾燥フライアッシュの回収費用の概算

・諸器機代	: 11,000 <sup>千</sup> 円
・組立据付費	: 6,000 <sup>千</sup> 円
・土木工事費	: 6,000 <sup>千</sup> 円
・その他	: 1,000 <sup>千</sup> 円
・合計	: 24,000 <sup>千</sup> 円 …………… 200t/d

ただし、この装置が運用上2式必要なことから、総額では次のとおりとなる。

・総額	: 48,000 <sup>千</sup> 円 (24,000×2式)
-----	-------------------------------------

##### (2) 湿潤フライアッシュの回収費用の概算

・諸器機等代	: 8,000 <sup>千</sup> 円
・据付、土木工事費	: 5,000 <sup>千</sup> 円
・その他	: 1,000 <sup>千</sup> 円
・メッシュ袋代	: 10,000 <sup>千</sup> 円
・総計	: 29,000 <sup>千</sup> 円

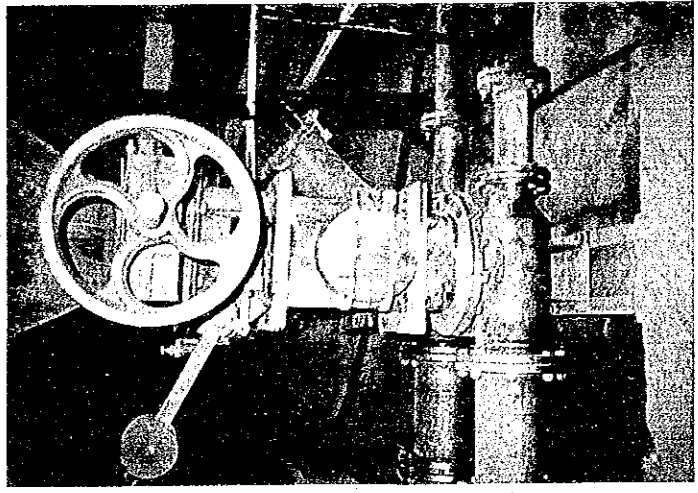
### (7-3) フライアッシュの回収に関するまとめ

以上のキピタルコスト・減価償却・金利・ランニングコスト・人件費を考えた場合に、フライアッシュ1t当りの回収費は灰利用量を6万t/y(200t×300日)としたとき、乾燥灰採取費が約160円、湿潤灰採取費が約100と試算されるが、トルコ国の諸事情労務費、日本国の器機供与率等を考え、FSやDDで精査する必要がある。また、スラリーの濃縮方法についてサイクロン濃縮等の検討を行うことはいうまでもないことである。



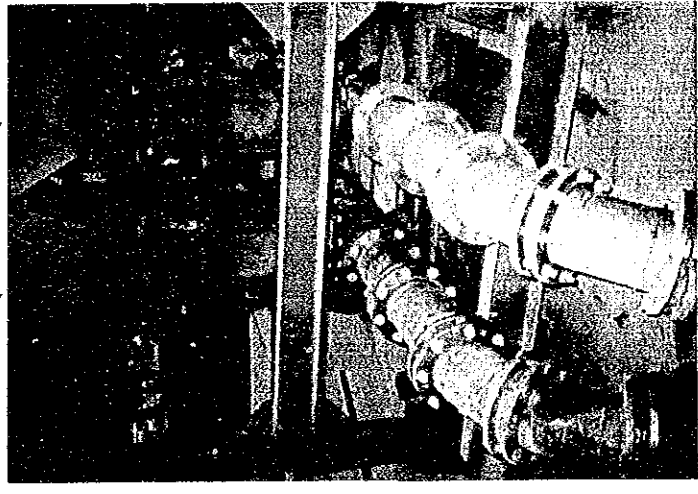


灰分配タンクホッパー

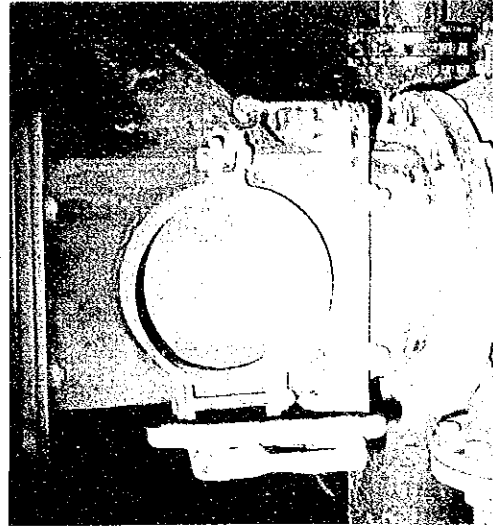


スラリー放出管

分配灰①



スラリー放出管



灰サンプリングする  
(ふたを開けると空気が流入(煙突側・逆流)  
し、衝撃を加えないと灰は落下しない)

写真-7.1 フライアッシュのスラリー化装置 (ハイドロエキゾータ式)

