

第5章 事業実施計画

第 5 章 事業実施計画

5-1 事業実施組織

5-1-1 事業実施主体

ワジ・ジジ農業開発計画の主な工事内容は、ワジ・ジジ抑留ダム、拡散施設、農場および農場関連施設の建設であるので、農漁業省、水資源・かんがい局が事業実施主体となり、農業局が関係する分野で協力するよう計画した。従って、事業の性格から水資源局長が本事業の担当総責任者として任命され、事業全体を統括する。また、現地の工事責任者として、プロジェクト・マネジャーが任命され、工事の円滑な遂行を図る。

5-1-2 工事実施事業所

工事実施事業所は、現在ソハールに設けられている水資源・かんがい局、ソハール事務所を拡充し、その中に事業事務所を設ける。水資源・かんがい局の中より、専任のプロジェクト・マネジャーを工事事務所長として任命し、また事業実施に必要な所員をおく。プロジェクト・マネジャーはコンサルタントの協力のもとに仕様書作成、入札作業および建設業者との契約等の業務の遂行も図る。

事業実施組織計画図を図 5-1 に示す。

5-2 事業の実施と施工計画

5-2-1 実施方法

ワジ・ジジプロジェクトはダム、取水施設及び農場等の土木工事がその工事内容である。

この様な工事の実施方法として、直営工事方式と請負工事方式の2方式がある。本事業の工事実施方法はオマーン国における種々の分野、例えば石油、鉱業、道路、水資源開発等の工事実施方法に鑑み、請負方式にて実施する。

5-2-2 工期

工期に関しては工事量、工事可能日数、予算計画等を考慮に入れ、図 5-2 に示すごとく、1983年度から1985年度（オマーン国の年度）の3年間を計画する。この工期には詳細設計、入札等の期間を含む。建設された施設の運転期間として、1986年の1年間が予定された。主たる土木工事の工程計画は資料編K-1に示す。

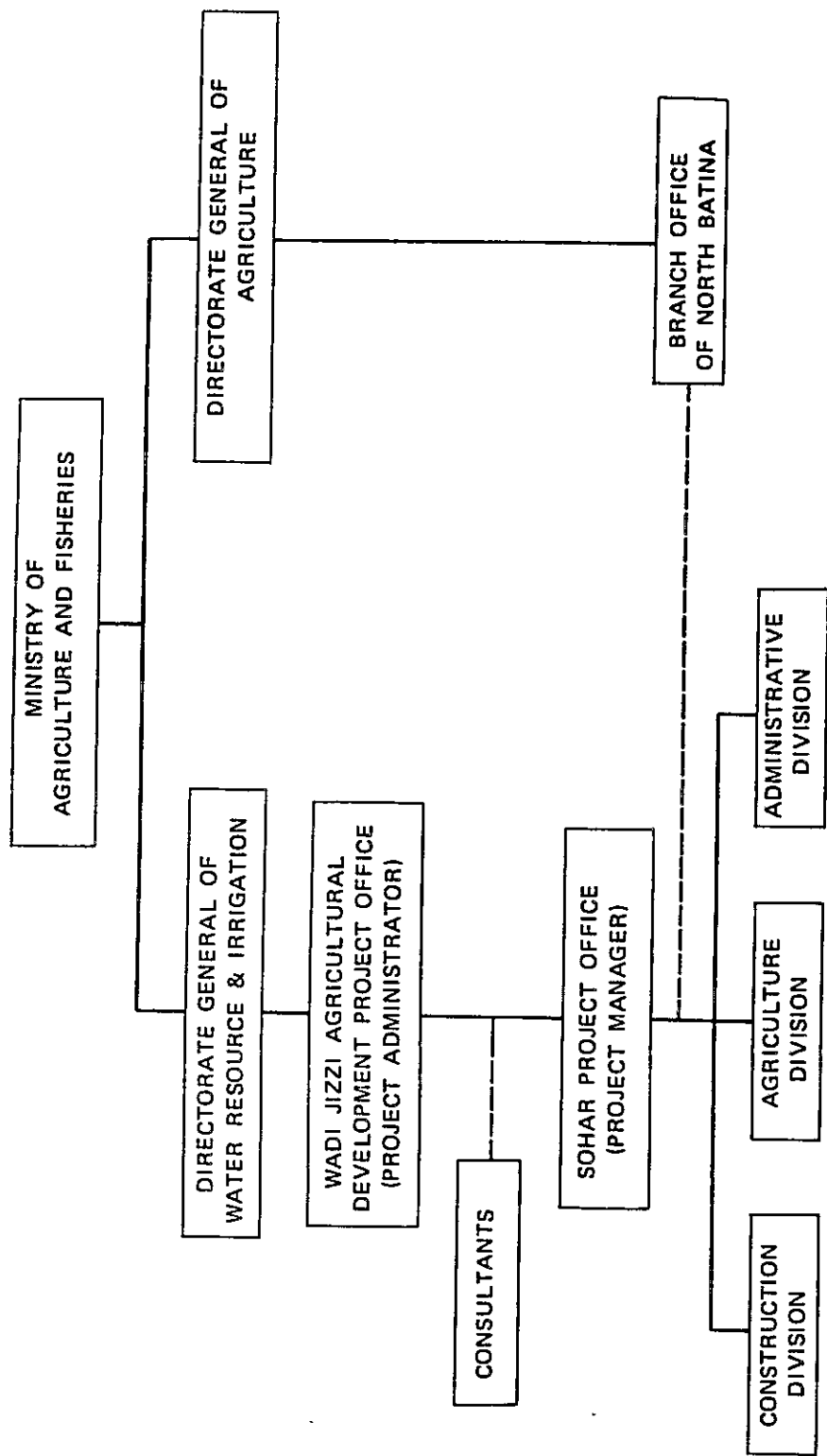
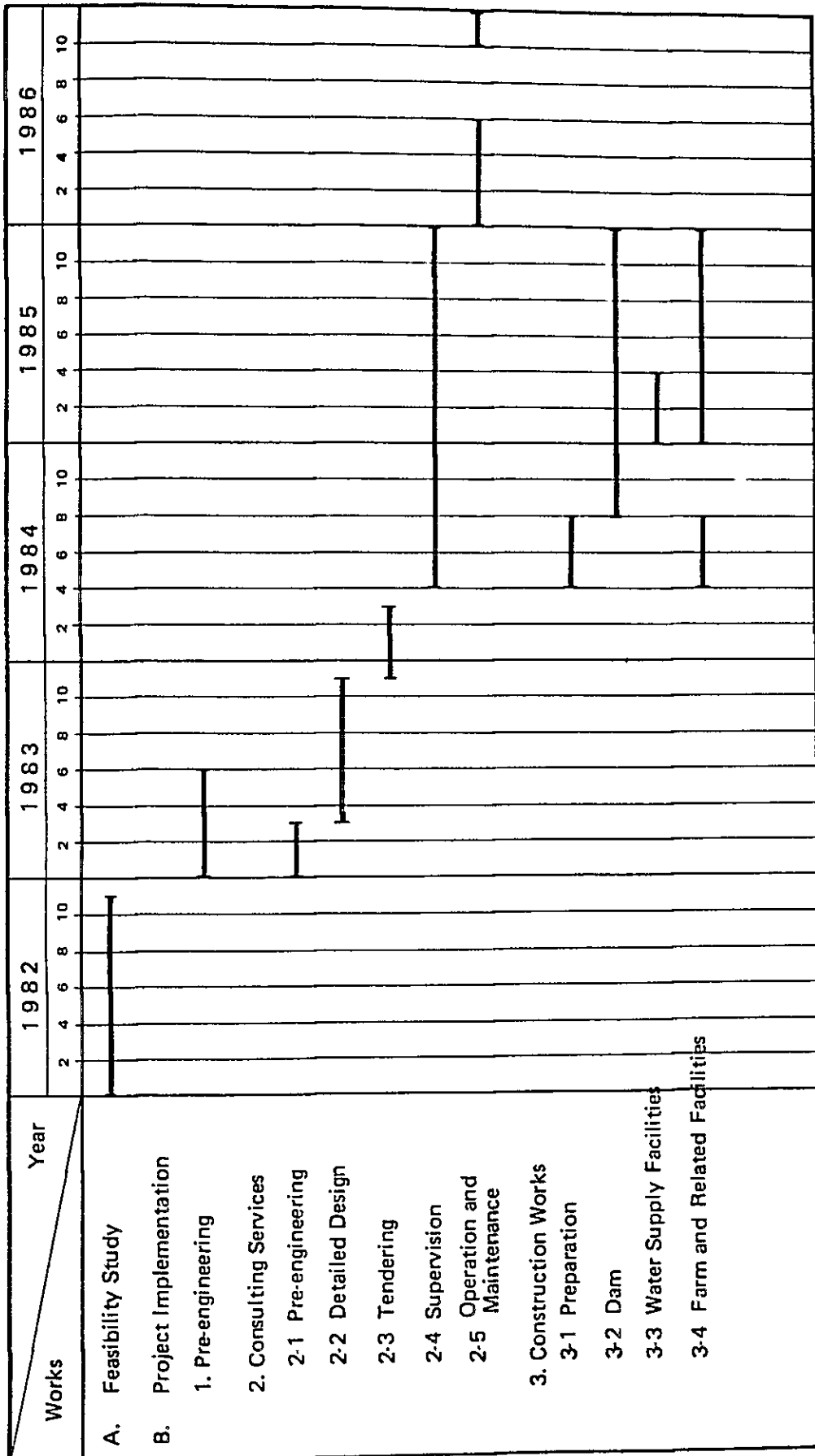


図5 - 1 事業実施組織図

図5-2 事業実施工程表



1985年度内に工事を完了させるには次の事項を考慮に入れねばならない。

i) 主要施設設計に必要な測量、地質調査を詳細設計開始の前に完了させねばならない。

測量、地質調査に必要な項目を資料編K-2に示す。

ii) 1983年度内に詳細設計を完了させ、1984年3月までに入札を終えねばならない。

5-3 維持管理計画

5-3-1 維持管理組織

a) 水利委員会の設立

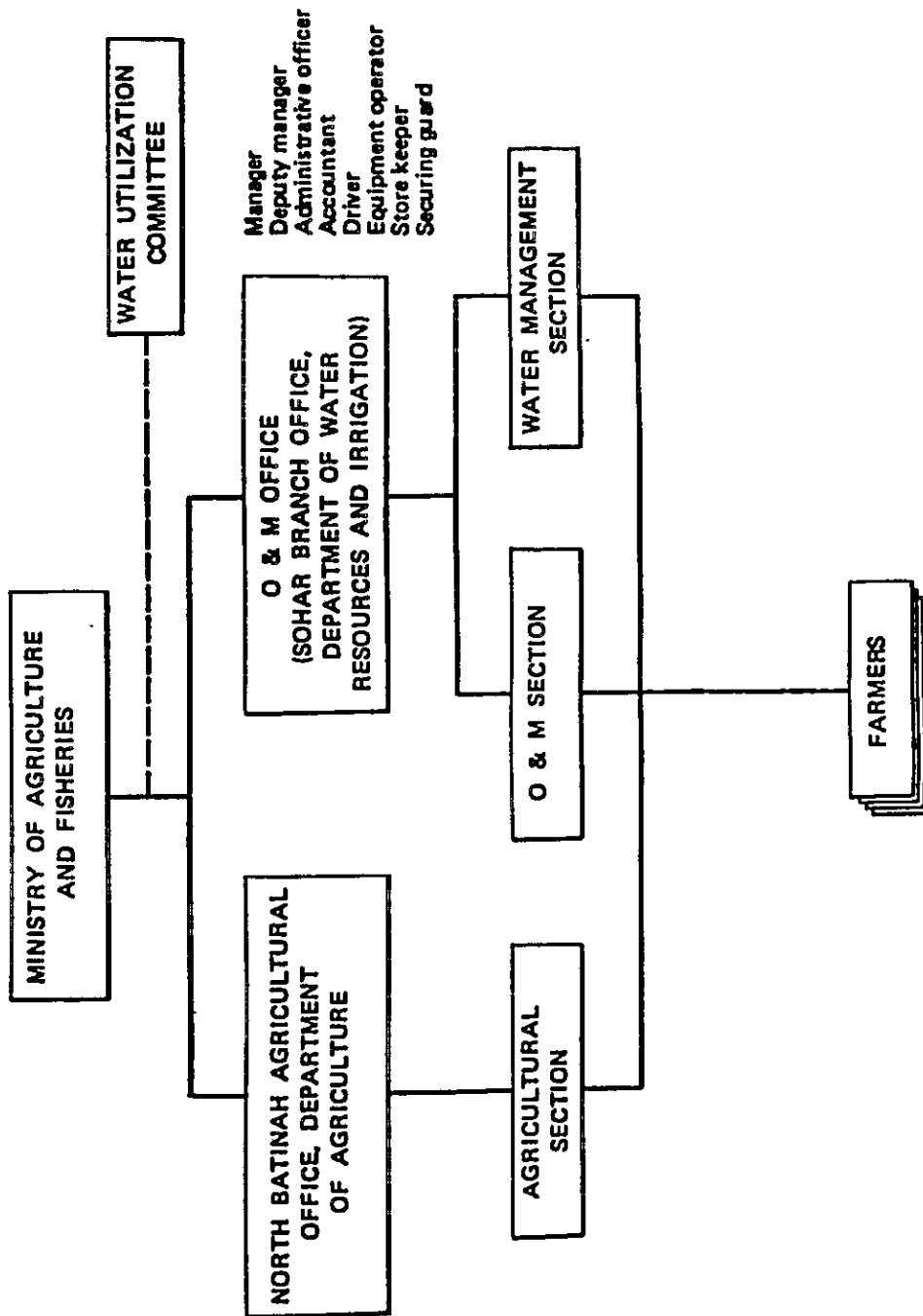
本事業の実施に伴い、水の運用管理とともに涵養施設、揚水機場、雨量計、ワジの地表水水位計、および地下水水位観測計などの施設の維持管理が必要である。本計画では農漁業省、水資源・かんがい局のもとで水資源開発および農業開発事業が遂行されるが、水利用の直接監督行政については、この農漁業省のほかに、ソハールへの都市用水計画を監督する電力水省およびオマーン・マイニングへの鉱業用水計画を監督する石油鉱業省がそれぞれ関与する。

従って、本流域における水利用の運用管理の原則は、これら各省の合意のもとで樹立されねばならない。そのため農漁業省、電力水省および石油鉱業省から構成される「ワジ・ジジ流域水利委員会」を設け、この委員会が提案する水運用管理計画に従って、流域全体の水利用を運用管理する。

b) 事業の維持管理組織

事業実施後の施設の維持管理および農業指導のため、水資源・かんがい局のソハール事務所内に、建設期間中の建設事業所を引きついでワジ・ジジ農業開発維持管理事務所を設け、スタッフの増員により施設の維持管理、水運用管理および農業指導を行う。図5-3は事業の維持管理組織図を示す。維持管理事務所には次の2つの課を設ける。即ち、抑留ダム、洪水拡散施設、揚水ポンプ等の主要施設の維持管理を農漁業省の監督下で行う維持管理課および水利委員会の水資源運用・管理計画に基づいて既存農地および新規農場を含めた総合的な農業用水の運用・管理を行う水利課の2つの課である。一方、新規開発農地内の諸施設（ファーム・ポンド、配水ポンプ、パイプライン、道路および農場関連施設）の維持管理は農民自身によってなされる。また新規農場における作物への水管理、栽培技術指導は農業局、北部バチナ農業事務所の指示のもとに実施す

图 5 - 3 維持管理組織圖



る。

ワシ・ジシ抑留ダムは操作のための人員は必要としないが、ダム敷への流入、堆積土砂の搬出、破損箇所への復旧等の維持管理は必要である。年間堆砂量は81,200m³（流域面積812km²）と推定される。

5-3-2 維持管理費

前述のように事業実施により、抑留ダム、拡散施設、取水施設、農場施設、その他関連諸施設に対する維持管理が必要であり、その方法は前項で述べたとおりである。維持管理費は年間ベースで次に示す通り141,240リアルと見積られた。

<u>維持管理費</u> ^{1/}			
(単位：R.O.)			
<u>項 目</u>	<u>政府による 維持管理費</u> ^{2/}	<u>農民による 維持管理費</u> ^{3/}	<u>計</u>
1. 人件費	25,500	-	25,500
2. 機械運転費	1,500	4,640	6,140
3. 資材・修理費	81,200	24,570	105,770
4. 事務・一般費	3,830	-	3,830
計	<u>112,030</u>	<u>29,210</u>	<u>141,240</u>

注) ^{1/} : 計算の詳細は資料編K-3に示す。

^{2/} : 政府によって管理・支出されるが、その回収は現況の計画地区2,640haの受益者ならびに新規造成農場入植者によって行われる。従って、ヘクタール当りの維持管理費は以下に示すように41.0 R.O./haとなる。

$$112,030 \text{ R.O.} / 2,725 \text{ ha} = 41.0 \text{ R.O./ha}$$

^{3/} : 費用は入植農民によって支出・回収される。ヘクタール当りの維持、管理費は以下のように算定される。

$$\text{かんがい費用} ; 29,210 \text{ R.O.} / 85 \text{ ha} = 343 \text{ R.O./ha}$$

$$\text{維持管理費用} ; 41 \text{ R.O.} + 343 \text{ R.O.} = 384 \text{ R.O./ha}$$

5-4 コンサルタントの技術供与

事業実施に当たってのコンサルタント技術供与は、事業の詳細設計、実施に対する監督及び事業実施後の施設の維持管理である。この技術供与は、事業の進捗に伴い次の5段階に分

けられる。(コンサルタンツの技術供与の工程は図5-4に示した。)

i) 詳細設計のための調査

詳細設計のため、追加調査が必要である。コンサルタンツの従事期間は1983年1月より始まり、6人-月が必要である。この期間に以下の専門家がオマーン国において業務に従事する。

- プロジェクト・エンジニア
- 地質専門家
- 構造物設計技術者

ii) 詳細設計

本業務は1983年4月より始まり、コンサルタンツの従事期間はオマーン国における25人-月、自国における55人-月、計80人-月である。以下に述べるすぐれた技術と経験をもった技術者ならびに専門家が従事する。

- プロジェクト・エンジニア
- 水文技術者
- 地質専門家
- 水文地質専門家
- 土質専門家
- かんがい技術者
- 農業専門家
- 構造物設計技術者(ダム、ポンプおよびパイプライン、かんがい組織、建築)
- 建設機械専門家
- 電気専門家
- 施工計画技術者
- 積算専門家
- 入札書類作成専門家
- 仕様書作成専門家
- 測量技術者(A, B)

Description	Year				1986		Man-Month	
	1983	1984	1985	1986	Oman	Foreign		
I. Pre-Engineering Stage								
1. Project Engineer (Leader)	1				1-1	3		
2. Geologist	1				1-2	1		
3. Design Engineer	1				1-3	2		
Sub-total						6		
II. Detailed Design Stage								
1. Project Engineer (Leader)	1				2-1	1	7	
2. Hydrologist	1				2-2	1	1	
3. Geologist	1				2-3	1	2	
4. Hydrogeologist	1				2-4	1	4	
5. Soil Mechanical Engineer	1				2-5	1	1	
6. Irrigation Engineer	1				2-6	1	3	
7. Agronomist	1				2-7	1	2	
8. Design Engineer (Dam)	1				2-8	1	7	
9. Design Engineer (Pump & Pipeline)	1				2-9	1	4	
10. Design Engineer (Farm & Irrigation System)	1				2-10	1	7	
11. Design Engineer (Housing)	1				2-11	1	5	
12. Mechanical Engineer	1				2-12	1	2	
13. Electric Engineer	1				2-13	1	2	
14. Construction Planner	1				2-14	1	2	
15. Cost Estimator	1				2-15	1	2	
16. Surveyor (A)	1				2-16	5		
17. Surveyor (B)	1				2-17	5		
18. Specification Writer	1				2-18		2	
19. Specialist for Tender Documents	1				2-19		2	
Sub-total						25	55	
III. Tendering Stage								
1. Project Engineer (Leader)					3-1	3	1	
2. Mechanical Engineer					3-2	1		
3. Cost Estimator					3-3	1		
Sub-total						5	1	
IV. Construction Supervisor								
1. Project Engineer					4-1	10		
2. Project Engineer (Site Manager)					4-2	20		
3. Civil Engineer					4-3	4		
4. Mechanic for Pump and Pipeline					4-4	11		
5. Mechanic for Irrigation System					4-5	11		
6. Geologist					4-6	8		
7. Hydrogeologist					4-7	4		
8. Site Laboratory Engineer					4-8	15		
9. Housing Engineer					4-9	4		
10. Electric Engineer					4-10	4		
Sub-total						91		
V. Operation and Maintenance								
1. Project Engineer (Site Manager)					5-1	8		
Sub-total						8		
Total						135	56	

Ⅲ) 入札書類の作成および入札手続の準備

入札手続の準備および入札業務に対するコンサルタントの従事期間は、1983年12月より1984年3月までで、オマーン国において5人-月、自国において1人-月、計6人-月である。従事専門家は以下のとおりである。

- プロジェクト・エンジニア（団長）
- 機械専門家
- 積算専門家

Ⅳ) 事業実施の監督

本業務は1984年5月より1985年12月までの期間で、オマーン国においてコンサルタントの従事期間は、91人-月である。従事する専門家は以下のとおりである。

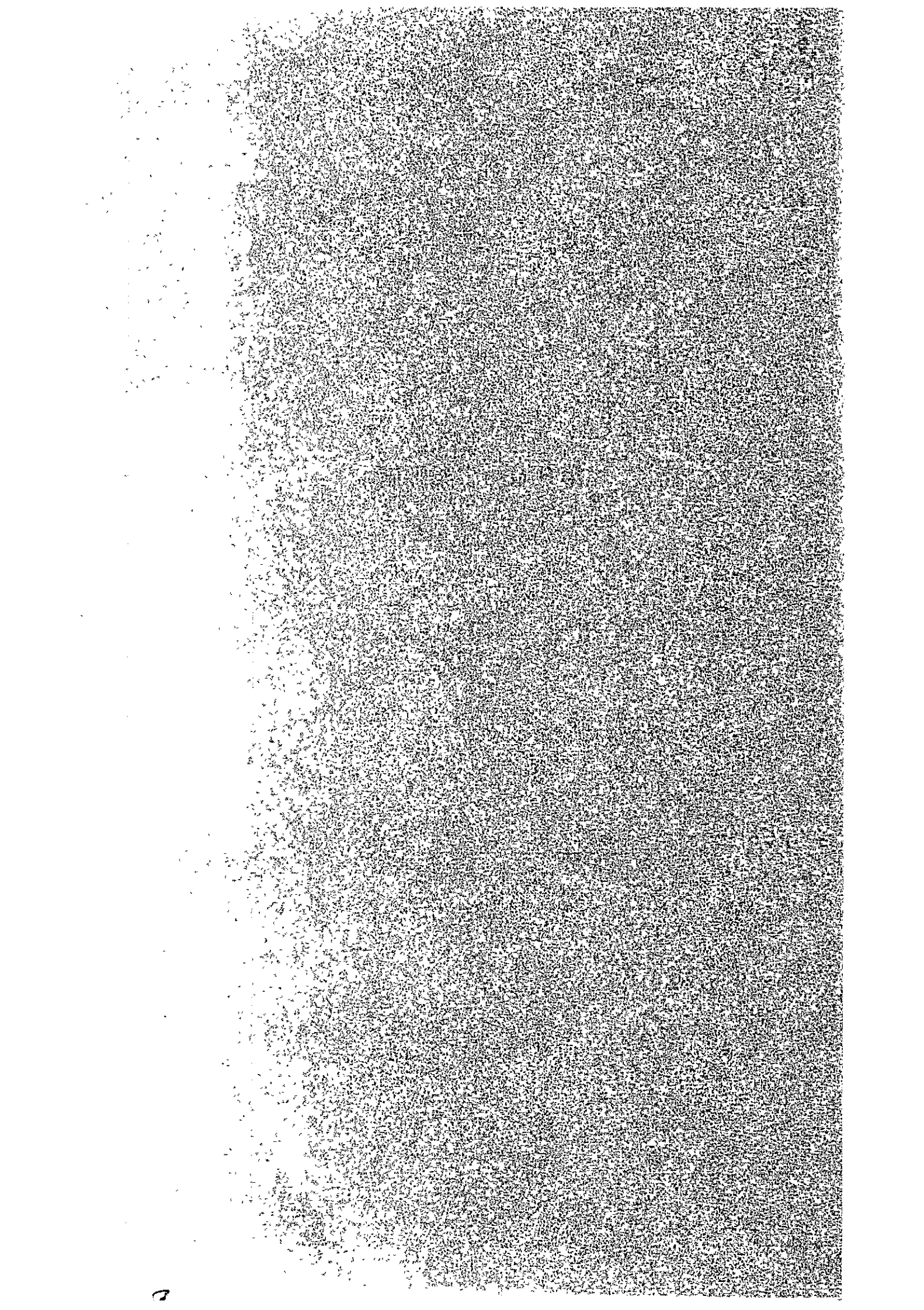
- プロジェクト・エンジニア（団長）
- プロジェクト・エンジニア（サイトマネージャー）
- 建設技術者
- ポンプおよびパイプライン設計技術者
- 末端施設設計技術者
- 地質専門家
- 水文地質専門家
- 土質専門家
- 建築専門家
- 電気専門家

Ⅴ) 維持管理

事業実施後の施設の維持管理のため、1986年に技術者1人がオマーン国に滞在する。滞在期間は1986年1月から6月までと1986年11月から12月までの、計8人-月とする。

コンサルタント技術供与の作業要領は資料編K-4に示す。

第6章 事業評価



第 6 章 事 業 評 価

6-1 概 要

開発委員会は、オマーン国の経済開発戦略の決議を採択し、長期目標と政策に関する広範な概要を発表した。特に、国の永続的な経済活動と成長にとって必須条件である水資源開発に高い優先度が与えられた。

本計画は、小規模涵養ダムの建設計画を含む第2次5ヶ年計画の要請にこたえるべくプロポーズされた。このダムは、短時間に海に無効放流される洪水ピークをカットして洪水流出量を一時的に貯留し、滞水層に浸透させて地下水を涵養するものである。

事業からの便益は、すべての分野から見込まれる。涵養構造物、水供給施設、新規開発農場、かんがい施設は、事業完成後生産物増加に基づき直接農業便益をもたらす。

海岸に沿って栽培されるデーツ園の一部は、地下水への海水の浸入のため塩害をうけている。今後、地下水の過剰汲み上げが続く限り、それらデーツ園の被害面積は増大するだろう。

1982年2月12日から14日にかけて降った雨量は、水資源局のソハール事務所に設置された雨量計が1974年以来、観測してきた記録の中で最大の雨量であった。計画地区内の色々な財産は、ワジ・ジンを奔流する大洪水によって被害を受けた。

上述した塩害及び洪水被害は事業によるダム築造によって減ずるだろう。これらの被害はある程度まで、塩害防止効果、洪水被害防止効果として評価される。

都市地域と鉱業のために既に計画中の水供給プロジェクトがある。計画ダムの容量はこの水供給プロジェクトの需要量を含めて評価された。計画ダムは安定した水供給へ貢献する機能を持っているので、本計画は、また水供給プロジェクトに関して便益を発生する。

6-2 経済評価

6-2-1 経済評価の方法

計測可能な経済便益とコストは貨幣で表示される。評価期間における年便益と年コストは現在価値に換算された。経済的内部収益率は、事業の経済評価の為に主要指標として使用され、事業を実施した場合としない場合の増加便益と所要コストの差異に基づき評価した。

6-2-2 生産物及び労働価格の評価

貿易財の価格は、内貨表示で国境価格によって評価した。国内価格によって評価された非

貿易財の価格は、コンサルタントの計測した換算係数を使って国境価格に換算した。標準換算係数は、シャドー交換レートの逆数である。シャドー交換レートは、1980年第9次統計年鑑の貿易統計と、開発委員会・技術官房局・国家統計部が1980年に公刊した「Facts and Figures」の中の関税を使用して計測された。シャドー交換レートは、公定交換レート1ドル0.342リアルとほとんど同じ1ドル0.346リアルである。これは貿易財の国内価格が国際価格より僅かだが約1.2%高いことを意味する。標準変換率は0.988と評価される。

a) 市場見通し

将来、多量の野菜、果実、飼料作物が計画農場からソハール、首都圏、アラブ首長国連邦のドバイ又はアブダビの市場へ供給される。

計画農場において生産された野菜は、まずソハール市場へ出荷されるだろう。1978年から1995年までの期間について計画地区の野菜の需給見通しをスタディーした。人口は1978年の16,000人から1995年には26,400人に増加しよう。消費量と計画地区内の野菜供給量は、ある仮定のもとに計測された。もし事業が実施されなかった場合、現在の供給不足は将来とも進行するだろう。将来ソハールは、計画地区から供給される野菜の出荷市場として有望であり、余剰出荷量は首都圏に輸送されるだろう。

デーツは、ソハール及び首都圏の市場に売られる。ライム市場は、現在の流通経路が将来とも使われるであろう。なぜならば、ソハールに隣接したサハム(Saham)は、ドライライムの流通に関し、オマーン国は勿論、北部バチナにおける主要センターである。

オマーン国が食糧の完全自給をはかる方針を設定する基本的理由はないと報じられているが、ある生産物例えば肉、肉加工品、ミルク、ミルク製品は、予想される国内需要に見合う十分な量を生産されるべきである。Wilayaソハールの農家は15,300頭のやぎ、12,200頭の羊、2,500頭の牛、17,000羽の食用鳥類を飼育している。羊と鳥類の数は、オマーン国全体の20%以上を占めている。このような家畜生産を促進するため、計画農場において生産された飼料作物は、まずソハール市場へ、次いで首都圏及びアラブ首長国連邦に出荷されるべきである。

b) 作物価格

野菜と飼料作物の財政的庭先価格は、農家がソハール市場に販売した価格と運賃を考

慮して評価される。経済的庭先価格は、この財政的庭先価格に標準換算係数を乗じて計測された。デーツとライムの価格は、ソハールの国営生産農場が農家から購入した価格に基づいた。経済評価に使用される作物の経済的庭先価格は次の通りである。

農産物の経済的庭先価格

(単位：トン当り R.O.)

<u>作物</u>	<u>財政的価格</u>	<u>経済的価格</u>
トマト	200	197
スイカ	200	197
キャベツ	250	247
ナス	100	98
レッドペッパー	250	247
デーツ	500	494
ライム	600	593
バナナ	150	148
アルファルファ	70	69

c) 生産資材価格

肥料は貿易財であり、これらの経済価格は国際価格の将来変動を見通して行った。経済評価に用いられる肥料の経済的価格は、世銀の1980年基準の物財見通し価格に基づいて評価した。

肥料の経済的価格 (1982年基準)

<u>項目</u>	<u>1982</u>		<u>1985</u>		<u>1990</u>	
	<u>財政的</u>	<u>経済的</u>	<u>財政的</u>	<u>経済的</u>	<u>財政的</u>	<u>経済的</u>
尿素, FOB, ヨーロッパ						
ドル/トン	218	218	262	262	276	276
N:リアル/kg	0.27	0.27	0.31	0.31	0.32	0.32
TSP, FOB, US Gulf						
ドル/トン	199	199	244	244	254	254
P:リアル/kg	0.3	0.3	0.35	0.35	0.36	0.36

項 目	1982		1985		1990	
	財政的	経済的	財政的	経済的	財政的	経済的
Mutrait of Potash						
FOB, バンクーバー	103	103	94	94	99	99
K:リアル/kg	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17

(注) 財政的……財政的価格、経済的……経済的価格

経済評価に採用した肥料の品目はオマーン政府関係機関がリコメンドしているものと異なるが、これらは、1990年の価格推定に世界銀行が採用しているものである。

農薬も又貿易財である。経済的価格は農家の購入価格に基づき評価された。厩肥は現在、アラブ首長国連邦から乾燥状態で輸入されている。計画農場の農家は、オマーンサンファームから厩肥(Cattle manure)を購入できる。厩肥の経済価格は、オマーンサンファームで売られている現在の価格を基礎として評価した。

d) 農業労働

果実、野菜、飼料作物約2,600haの栽培に必要な年間労働時間は約3.4百万時間である。第一次農業センサス結果によると、Wilaya ソハールの農業労働源は、家族労働と雇傭労働である。計画地区では、前者は2,100人で総労働力の60%、後者は1,280人で40%と評価される。これらの労働力は常時、臨時、日雇の3種に区分される。毎月の実労働時間は1日当り労働時間は8時間、夏場は5時間という仮定のもとに評価された。毎年の実労働時間は、約4.6百万時間であり、うち家族労働2.33百万時間、雇傭労働2.33百万時間と推定される。

他方、稼働可能な雇傭労働は年間最高3.69百万時間と期待される。開発地区における雇傭労働の月平均サラリーは食事代ぬきで約60リアルである。この市場労賃は上述の実雇傭労働2.33百万時間に支払われる。残りの1.36百万時間を非雇傭(失業)の状態と仮定すると、労働限界生産コストは、月給で38リアルと評価される(60R.O. \times 2.33 / 3.69 = 38R.O.)。

6-2-3 便益の評価

a) 増加農業生産便益

作付計画に基づく野菜、飼料作物及び果実は近代的かんがい組織をもった85haの農場において栽培される。これら農地は荒地から開墾される事業を実施しない場合の作物生産はゼロとみなされる。これら作物の生産見込は、初年度の956トンから、便益が完全に発生する11年目には2,540トンに増加するだろう。粗収入総額は、同一期間内に133,000リアルから532,000リアルに増加が期待される。各年の純生産額を表6-1に示した。生産費は、種子、肥料、農薬、機械費、水利費、労賃からなる。水利費はO&Mコストに計上した。

純生産額は、粗収入から生産費を差引いて得られる。年純生産額は1969年の完成年次には429,000リアル期待される。

表6-1 純生産額

(単位：'000 R. O.)

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
粗収入	133	213	276	324	324	394	494	394	394	394	532
生産費	90	83	99	112	112	103	103	103	103	103	103
純生産額	43	130	177	212	212	291	291	291	291	291	429

b) 被害防止便益

(i) 洪水被害の防御

洪水被害は次のようないくつかの原因から生ずる。

- i) 大きな洪水は、国道のワジ横断地点 (Irish-Crossingpoint) を溢流して海に流下し、洪水時交通は阻害される。しかし、抑留ダムの完成後は5年確率雨量より少ない雨量によって生起する被害は、このダムにより制御され、計画地区内の交通の阻害は減少する。この効果は、隣接するワジ流域になお洪水が発生する限り限定されるが、国家経済の見地からみて、この限定された効果は事業便益として考慮される。
- ii) コンサルタントの現地調査によると、1982年2月12日から14日にかけて発生した洪水により農場約600haが湛水した。これら被害地は、作付地、休閒地、建物・農場施設、道路等敷地からなっている。一般に、野菜は洪水被害を受け易い。トマト、

ナス、レッドペッパー、キャベツ等は、1982年2月の洪水時に収穫期にあたり、冬西瓜は播種期であった。このため、収穫、苗床、幼苗等の作物は洪水によって畦が洗われ、根が露出して被害を受けた。農家は、流亡した畦の修理のため多くの労働力を投下せねばならなかった。これら作物被害によるロスと圃場の修理作業はある仮定条件のもとに貨幣で評価される。

iii) 2月14日、洪水河川を渡ろうとした2台の乗用車が流亡した。この損失も被害額として評価した。

iv) 何本かのワジが国道に沿った農場を通過している。これら農道の片側は、ワジの自然堤防と接しており、洪水がこれら堤防を流亡するので農家は補修しなければならない。このコストもある仮定条件のもとに被害額として評価した。

v) 洪水地域の農場の建物は、床下浸水の被害があった。これは、ある想定のもとに評価可能である。

1982年2月12日から14日にかけて計画地区において発生した洪水被害額は、次のように控え目に評価される。

生産物被害額	137,000リアル
流亡した畦の修復	3,800リアル
車の被害	6,000リアル
床下浸水被害	200リアル
ワジの堤防の修理	8,800リアル
その他	3,000リアル
計	<u>158,300リアル</u>

上記の洪水発生確率は $\frac{1}{5}$ であるから年平均被害額は32,000リアルと評価される。

この被害額は、洪水被害防止便益として計上される。

(2) 塩害防止

地下水の水質検査の結果によると、海岸沿いに分布している300haのデーツ園は、1,000 p.p.m 以上の塩化物を含む地下水によってかんがいされている。もし、地下水への海水の浸入が今後とも続くならば、これらデーツの木は適切なかんがいが行われなければ、近い将来被害をうけるだろう。

この地域の内陸部には、電気伝導度等高線図によると700から1,000 p.p.m の塩分

濃度の地下水によってかんがいされた約 800haのデーツ園がある。

地下水への海水の浸入によってデーツの木が枯死するとか大きな被害をうけてきたというデータは、JICA調査団による現地調査中入手できなかった。しかし、本事業の完成後、海水の浸入は防御される。その結果に基づき防御された被害は便益とみなされる。

上述した2つの地域を合わせた1,100haのデーツ園の生産量は、ダム完成後ある程度まで増加するものと見込まれる。この増加便益額はある仮定のもとに109,000リアルと見積った。内部収益率には、この控え目な増加便益が算入される。

塩害防止効果を開発投資便益として見込むことは、ソハールの既耕地における環境保全の為に重要な課題である。

c) 水供給便益

ワジ・ジジ流域の地下水に水源を依存する2つの水供給プロジェクトがある。しかしながら、これらがフルに稼動すると地下水位の低下が加速され、深井戸設置のためのかんがいコストの増加はもちろん農業の塩害、干害が発生するだろう。

この様な状況から、本事業の計画ダムは、農業開発プロジェクトを対象とするが、上記2つの水供給プロジェクトに対する1987年迄の水需要量1.26百万トンカバーする貯留容量を含む計画とした。これと関連して地下水の水収支計算によると、もし計画された涵養ダムが建設されない場合には、20万トンから百万トンの地下水の不足が見込まれることを明らかにした。

従って、この事業によって創出される新規地下水資源は、水供給プロジェクトの安定的開発に寄与する。

本プロジェクトのダムはまた、上記の被害を防御する補足的機能をもっているため、ダムの建設は、事業から発生する便益を増加させる。その便益は、地下水の涵養によって防止される被害額に相当する。しかし、それら被害額は貨幣額によって容易に評価できないので、限界水価を使用することによって、1.26百万トンの地下水涵養から創造される便益が計算された。

既存のガブラ (Ghubrah) 海水淡水化プラントが供給する水1トン当り年コストが、水供給便益の評価のための限界水価として利用された。可変費用のデータとして、ワジアルーカウーズ (Wadi Al-Khawd) のフィジビリティレポートと、水資源局の情報が

入手された。前者によると、トン当たり330パイザーであり、後者ではトン当たり503パイザーである。このスタディーでは、330パイザーの方を503パイザーよりも控え目な水価として使用した。固定費は、償却費と利子からなる。ガブラ拡張プラントの建設費を最新のものとして使用した。トン当たり建設コストは1リアルである。年固定費は、利子率10%、耐用年数20年として117パイザーとなる。合計水価は、上述の2種の可変費用を使って、それぞれ447パイザー及び620パイザーと計算された。

結局、水供給便益はトン当たり447パイザーの水価を使って年563,000リアルと評価された。

d) 総便益

各部門の年便益は、表6-2のように計算された。

表6-2 年 便 益

年 次	農 業 (85ha)	(単位：'000 R. O.)			
		洪水防御	塩分防御	水供給	合 計
1.(1983)	-	-	-	-	-
2.(1984)	-	-	-	-	-
3.(1985)	-	-	-	-	-
4.(1986)	43	32	109	563	747
5.(1987)	130	32	109	563	834
6.(1988)	177	32	109	563	881
7.(1989)	212	32	109	563	916
8.(1990)	212	32	109	563	916
9.(1991)	291	32	109	563	995
10.(1992)	291	32	109	563	995
11.(1993)	291	32	109	563	995
12.(1994)	291	32	109	563	995
13.(1995)	291	32	109	563	995
14.(1996)	429	32	109	563	1,133
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
50.(2032)	<u>429</u>	<u>32</u>	<u>109</u>	<u>563</u>	<u>1,133</u>

6-2-4 事業費の評価

内部収益率の評価のために用いられる直接費用は、設計費、プロジェクトの資産費、建設費からなるが、建設期間中の利子は除外される。利子と税金は移転費用とみなされるので、経済的費用には含まれない。本プロジェクトの費用は、建設機械の償却費を含んでいる。内貨コストは標準変換率を使って国境価格に変換した。未熟練労働費はシャドープライスを使って再評価した。

物価上昇を除く財政的事業費は表6-3に示す通り8,302百万リアルである。内部収益率評価のために使われる経済的コストは下表に示す通り6,786百万リアルと見積った。年間の維持管理費は5-3-2に基づき140,000リアルとした。取り替え費の中には6台のポンプとドリップ及びスプリンクラーの施設が含まれる。

経 済 的 コ ス ト

(単位：'000 R.O.)

年 次	事 業 費	維持管理費	取り替え費	計
1.(1983)	691	-	-	691
2.(1984)	1,840	-	-	1,840
3.(1985)	4,255	-	-	4,255
4.(1986)	-	140	-	140
5.(1987)	-	140	-	140
.	-	140	-	140
.	-	140	-	140
13.(1995)	-	140	244	384
.	-	140	-	140
.	-	140	-	140
23.(2005)	-	140	244	384
.	-	140	-	140
.	-	140	-	140
33.(2015)	-	140	244	384
.	-	140	-	140
43.(2025)	-	140	244	384
.	-	140	-	140
50.(2032)	-	140	-	140

表 6 - 3 經濟的事業費

(Unit: '000 R.O.)

Description	Total		1983		1984		1985	
	Total	L.C.	Total	L.C.	Total	L.C.	Total	L.C.
1. Financial Project Cost excluding price escalation	8,302	1,240	693	132	2,809	474	4,800	634
2. Resident building cost	689	139	-	-	689	139	-	-
3. Financial Project cost used in economic evaluation	7,613	1,101	693	132	2,120	335	4,800	634
4. Project cost revised on tax, interest and unskilled cost	6,799	982	693	132	1,844	289	4,262	561
5. Standard conversion factor	-	0.988	-	0.988	-	0.988	-	0.988
6. Economic Project Cost	6,785	969	691	130	1,840	285	4,255	554

6-2-5 内部経済収益率

内部経済収益率は、直線補間法を使って計算した。収益率は各年度毎の便益から事業費を差引くことによって評価される。事業費は、当初資本と維持管理費からなる。プロジェクトの経済的耐用年数は50年とした。

内部収益率は1.5%であり、この数字はオマーン国内の商業銀行の利子に相当する。このことは、本プロジェクトが経済的に辛うじて妥当性を有するものと考えられる。

6-3 感度分析

感度分析は、プロジェクトのリスクをテストとする有効な手段である。分析は、次のケースについて行った。

感度分析における内部経済収益率

<u>事 項</u>	<u>内部経済収益率</u>
	%
1. 目標収量10%減少	11.0
2. 目標収量20%減少	10.6
3. 事業費10%増加	10.5
4. 事業費20%増加	9.6
5. 工期1年遅れ	11.4
6. 1トン当たり161パイザーの水価を使用した 場合(フェラージによる給水価格使用)	9.0

フェラージによる給水価格を使用すれば、内部収益率は低下し9%となる。

6-4 社会・経済に及ぼす効果

事業の経済性は、間接便益の適用によっても評価されるべきである。前述した直接便益のほか、事業は間接便益を創出し、計画地区周辺の農家経済と地域並に国家経済に社会経済的影響を与える。

農家経済の観点から次のような影響が考えられる。

- i) 地下水位の回復は、かんがい費用を節約し、かんばつ被害から作物を保護する。この効果は、現在の2,640haの作付地のみならず、未利用の耕地にも及ぶであろう。その結果、作物収量は上昇し、休閒地又は耕作放棄地は作物作付地に転換される。

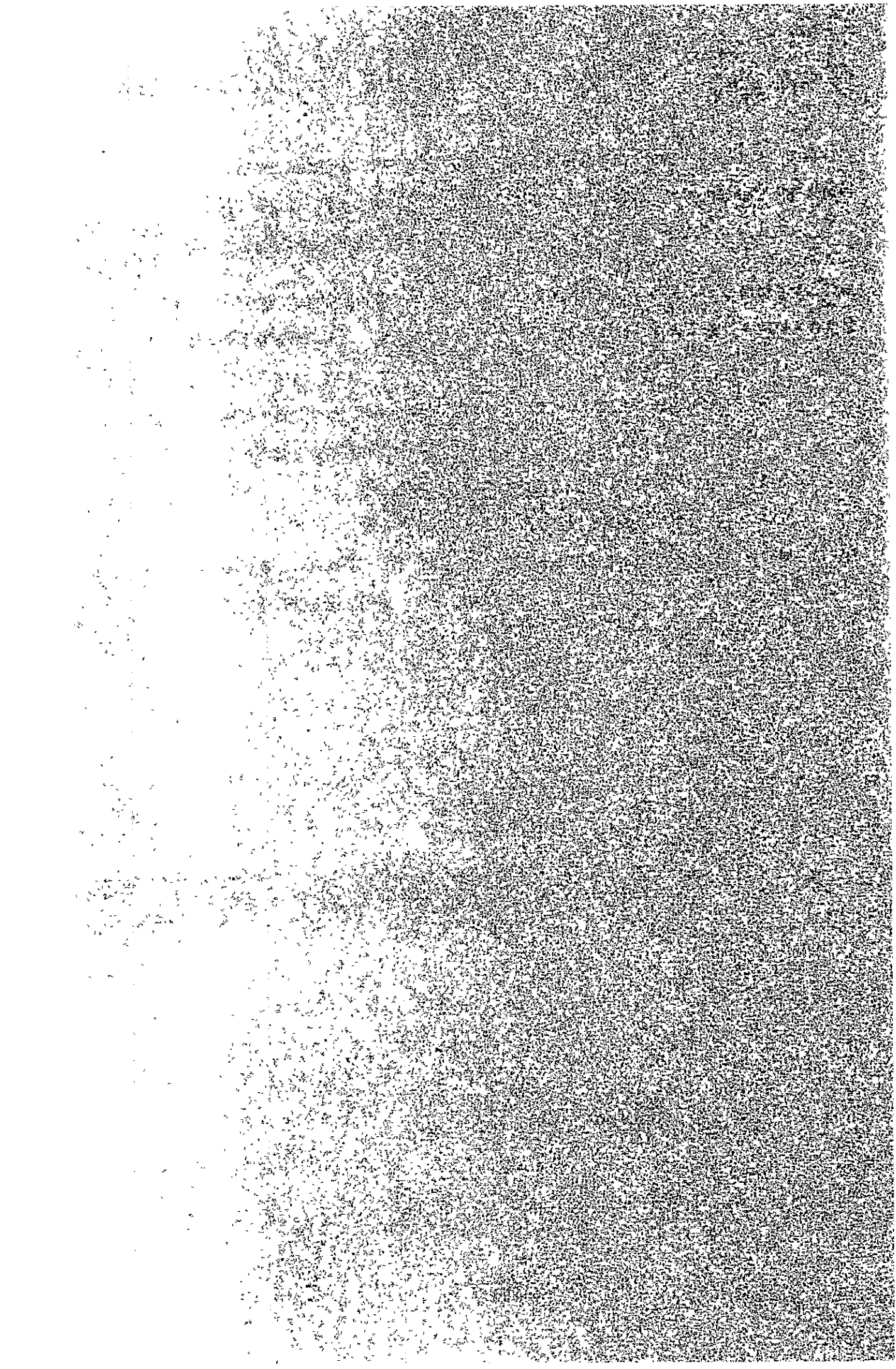
その様な増収は農家の現金所得を増加し、また畜産を増大することとなる。これら便益の貨幣評価は、受益者が特定されていないので困難である。間接便益は、生活水準の向上と地域の福祉向上につながる。

II) 20戸の新しい農家の建設は、計画地区内の従来農家に農業技術を発展させ、共同出荷を伸ばすであろう。そのような発展は、政府の改良普及事業を通じて実施されねばならない。

国家的・地域的経済の見地からは次のような効果が考えられる。

- 洪水防御は地域福祉の安定化に貢献する。
- プロジェクトは、国民食糧の自給に貢献する。これは外貨節約につながる。
- プロジェクトは、第2次5ヶ年計画の水資源開発政策のモデルとして役立つ。
- 地域住民の所得は、工事期間中の雇傭により増加するであろう。建設期間中の労働収入は既略100,000リアルと推定した。

第7章 潜在鉉害



第 7 章 潜 在 鉍 害

ソハール銅プロジェクトは、3-8-2で述べた通り目下建設中であり、調査団が現地を訪れた1982年2月には、坑内及びプロセスプラントの建設が行われていた。計画としては、1982年の中頃に商業ベースの操業が行われる予定である。従って、坑内、選鉍及び精錬のガスやフュームによる環境への影響は発生していない。ただし、ラサイル(Lasail)鉍山の坑内開発だけは鉍体の中を行っているので重金属を含む酸性の廃水を排出している。

このような状況において、現在の潜在的鉍害に対し適当な対策を構ずるならば、将来、銅プロジェクトが本格操業を行った場合のマイナス要因を容易に除去することが可能である。

7-1 調 査

この調査は、ソハール農業開発に対する鉍害の可能性を検討して防止対策を立てることを目的としている。

ソハール銅プロジェクト周辺の地形・地質を概査した結果、ベイダ(Bayda)とアルジャ(Aarja)鉍山については、ワジ・ジジ流域外であることを確認し、農業開発プロジェクトへの影響はないと推定されるので、検討対象から除外した。

ワジ・ジジは、河口から上流へ約25kmの地点で分流し、分岐地点からほぼ西へさかのぼる本流は、プロセスプラントの選鉍廃水および精錬廃水が関係する流域である。又、西南へさかのぼる支流はラサイリ鉍山の廃水が関係する2本の、さらに小規模な支流を伴っている。

ワジの分流位置附近からラサイル鉍山と、そのプロセスプラント附近の地形は、300m級の山1ヶ所を除き、数mから数10mの低い段丘および数本の沢から成っており、この附近の地表部は、第四紀の段丘堆積層および砂礫層に覆われている。

降雨時以外は、地表面は乾燥しており、ラサイル鉍山附近では地表から基盤岩までの砂礫層は薄いと考えられ、地下水は存在しない。

ワジ・ジジ本流、または規模の大きな支流には地下水が存在するが、降雨時以外の水位は低い。これらの地形・地質の条件および銅プロジェクトの立地等からみて、鉍害が発生する根本的な条件は、銅プロジェクトの操業による鉍害因子の発生及びつきのような条件の発生である。

○ 廃水による鉱害の可能性

降雨によって地表水、あるいは地下水の流れが発生し、かつ鉱害因子が流れによって下流へ挙動して農業用水を汚濁し、あるいは土壌を汚染する条件の発生；

○ 排煙による鉱害の可能性

ソハール方面への大気流が発生して鉱害因子が気流によって運ばれ、農作物に触接、あるいは付着する条件の発生；

これらの諸条件を考慮して調査を行った。

7-1-1 調査内容

a) 排水に関する調査

ラサイル鉱山の坑内廃水に関しては、つぎの事項を調査した。

- (1) 坑内開発および採鉱方式
- (2) 排水の方法および水質に対する処理方法の現状（資料編M-5参照）、あるいは計画。
- (3) 廃水処理設備周辺の地形、地質および流域等の関係
- (4) 廃水の水質予想
- (5) 廃水による汚濁および汚染の現状

選鉱排水に関しては、つぎの事項を調査した。

- (1) 選鉱方式
- (2) 選鉱廃水の水質および水量の予想
- (3) 選鉱廃水処理池の立地、地形、地質および流域等の関係

b) 排煙に関する調査

- (1) 精錬方式
- (2) 精錬所の立地、地形、地質および流域等の関係

以上の事項を調査するため、オーマンマイニング会社およびPublic Authority for Water Resources から資料を入手し、又、ラサイル鉱山の坑内を見学して開坑および採鉱の方式を確認するとともに鉱石と岩石を採取した。さらに、流域を踏査して立地、地形および地質を確認するとともに流域内の水および砂礫等を採取した。

調査期間中に公布された環境の保護と公害の防止に関する法律（The Law for Conser-

vation of Environment and Prevention of Pollution)は、Council for the Conservation of Environment and Prevention of Pollution から入手した(資料編M-1参照)。

7-1-2 1982年2月の状況

オーマンマイニング会社によって行われる銅プロジェクトは建設中であり、操業に移行するためには、今後かなりな時間が必要である。

しかし、ラサイル鉱山の坑内開発は、操業開始後に行われるサブレベルケーシング法の開坑が鉱体の中まで進捗しているため、坑内水の一部は酸性になり、数種類の重金属を伴う廃水を排出している。

坑内排水は、水質、あるいは性状によって2種類(ピット区域のボアホールからポンプアップされている廃水を含む)に分けられ、各々ポンプアップされて地表に設けられた処理池に排出されている(図7-1参照)。

このうちの1種類の廃水は処理池③に放流された後、一部は自然蒸発し、一部は砂礫層へ浸透し、さらに石灰によって中和され、鉄を主とする中和沈澱物を沈澱している。そして、この廃水の一部は沈澱物とともにワジ(1)へ流出している。

ワジ(1)に流出した廃水は、下流数10m附近の位置で伏流し、ワジの地下水に合流している(1982年2月14日観測)。

他の1種類の廃水は処理池②に放流され、 $\text{Cu}^{++} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{++}$ によって廃水中のCuを除去する3段階の処理池を経て、さらに凹地に放流されて、石灰によって中和される。その後、廃水の一部は自然蒸発し、あるいは地下へ浸透している。

これらの①および②の処理池に排出される坑内廃水を、水質分析試料として採取する機会を得なかったが、1982年2月11日の集中降雨によって処理池をオーバーフローした水、あるいは水で汚染されたと考えられる砂礫をつぎのように採取したので、各処理池の水質を予想するのに役立つ。

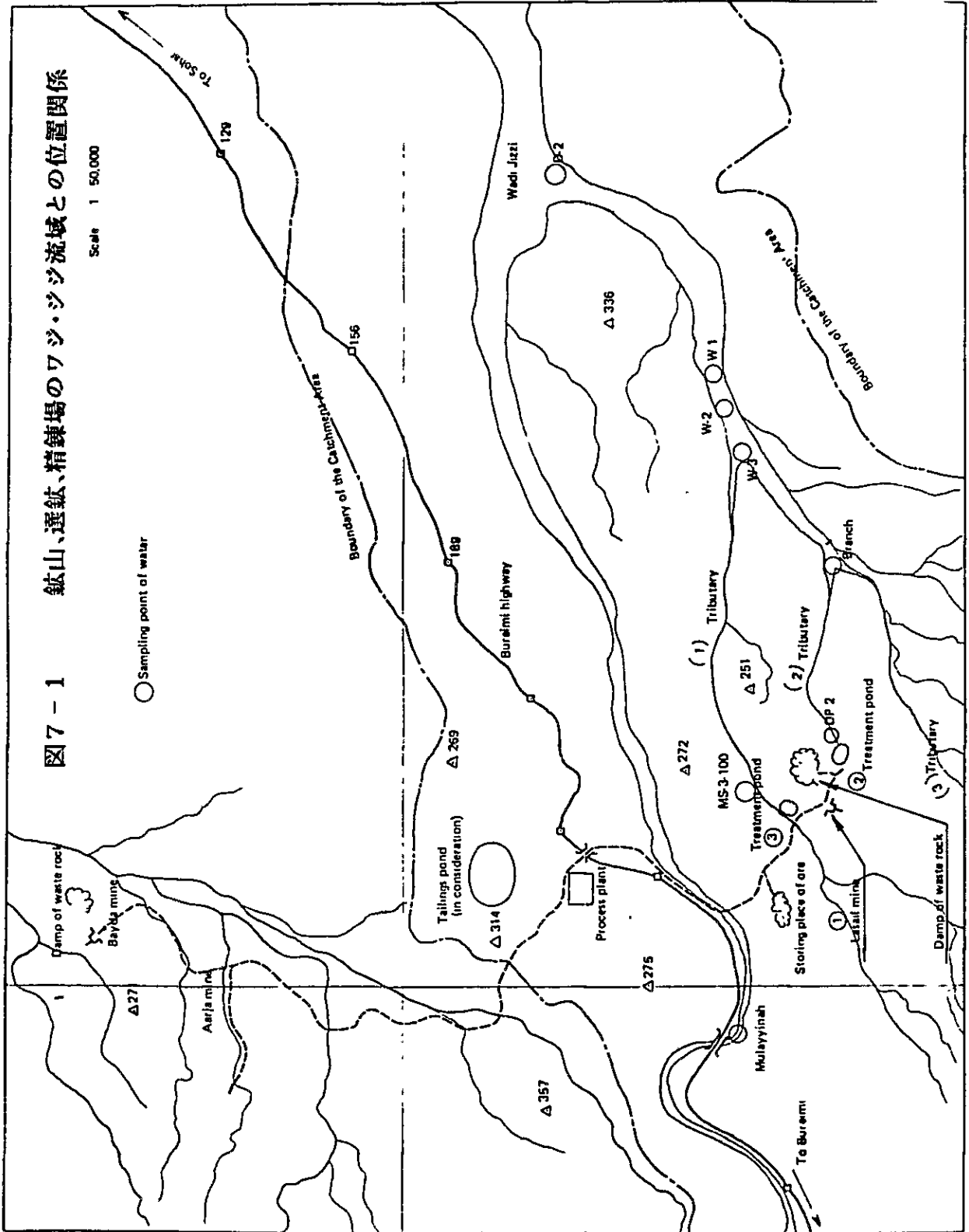
- ワジ(1)の河床表面に出来た水溜りから茶褐色の水を、降雨の2日後に採取した。
- 処理池②の下流に設けられているコンクリート壁から40m離れたワジ(2)の表面の湿潤状態にある砂礫を降雨の3日後に採取した。そして、豆粒大以上の礫を除去した砂礫と、砂礫を水洗した水を採って分析試料とした。

これらの試料を分析した結果、ワジ(1)に流出した水からは $150 \text{ mg}/\ell$ のFe、 $12 \text{ mg}/\ell$

図7-1 鉱山、選鉱、精錬場のワジ・シジ流域との位置関係

Scale 1 50,000

○ Sampling point of water



Cu、0.6 mg/ℓ の Zn および 0.008 mg/ℓ の Cd が検出され、ワジ(2)の砂礫からは 8.21 % の Fe、0.02 % の Cu および 0.02 % の Zn が検出され、砂礫を水洗した水からは 2,100 mg/ℓ の Fe、12 mg/ℓ の Cu、3.2 mg/ℓ の Zn、0.09 mg/ℓ の Pb、0.02 mg/ℓ の As および 0.017 mg/ℓ の Cd を検出した。

これらの分析試料は、いずれも坑内廃水処理池の下流側から得たものであるから、処理池からワジへの通常のリーク、あるいは降雨による影響等で鉱害因子がワジ下流へ挙動したことを示すものである。

7-1-3 試料採取

廃水の水質、あるいは排煙に含まれる有害物質を予想する基礎資料を得るため、鉱石、岩石、砂礫、地表水および地下水を表 7-1 に示す位置において採取した。

7-1-4 分析内容

ラサイル鉱山の鉱石（排煙に関してはアルジャおよびベイダ鉱山の鉱石も含まれる）に含まれている重金属およびその他の元素と採掘、選鉱および精錬の方式とが関係して鉱害因子を発生する。

したがって、銅プロジェクトによって取り扱われる鉱石および鉱物に含まれている元素の種類と含有量を確認しなければならない。

この調査は、農業開発に対する鉱害の可能性を探り、防止対策を立てることを目的としているので、採取した鉱石および岩石については顕微鏡観察および化学分析を、さらに砂礫および水については化学分析を行って、鉱害因子になり得る元素の存在と含有量を定量的に、あるいは定性的に確認した。

(1) 顕微鏡観察

鉱石および岩石の鉱物とその組成を把握し、化学分析のための指針とした。

(2) 定量化学分析

顕微鏡観察を行った結果に基づいて、鉱石と岩石の分析項目と分析試料を選択し、坑内廃水と中和によって生じた沈澱物、および廃水あるいは沈澱物によって汚染されていると考えられる砂礫の分析項目を選択して、定量化学分析を行った。

(3) 定性化学分析

鉱石および岩石試料のうちの定量化学分析を行わない試料とラサイル鉱山周辺流域内

表 7 - 1 採取資料

No. of Sample		References
Ore	1	Boulder obtained from the bed of tributary No.(5), situated at the south of Lasail mine. (Omitted from analysis)
"	2	From the underground of Lasail mine. - 62.5mbgs. Foot wall side. Apparently rich in chalcopryrite.
"	3	Ditto. Hanging side. Apparently poor in chalcopryrite.
"	4	Ditto. Foot wall side. Apparently rich in chalcopryrite.
"	5	Ditto. Hanging side. Apparently poor in chalcopryrite.
"	6	Ditto. Foot wall side. Magnetite rich, appear. rich in chalco.
"	7	Ditto. Foot wall side. Magnetite poor, appear. poor in chalco.
DP	2	Sands & gravels of Wadi(2) (exclude gravells bigger than a bean size) collected 40m downstream from concrete wall of the waste water pond②.
"	2 (pond)	Precipitates occured by neutralization collected near the pond②
Rock Hanging Wall	1	From the underground of Lasail mine. - 62.5mbgs. Hanging side.
"	"	"
"	"	"
"	"	"
"	Middle	Middle part of ore body in Lasail mine.
"	Foot Wall	Foot wall of ore body in Lasail mine.
Water MS-3-100		From a pool at the surface of river bed of Wadi(1), situated about 100m downstream of waste water disposal pond③
"	DP-2	Water used to wash sands and gravels of DP-2
"	W-1	Daily used water of local inhabitants.
"	2	" "
"	3	" "
"	D-2	" "
"	Branch	" "
"	Mallayyinah	River water collected at the water level observation point, Mullayinah, on the main stream.
"	MS-3-100 (filtered)	Filtered MS-3-100 water
"	DP-2 (filtered)	" DP-2 "

住民の生活用水については、定性化学分析を行った。

(4) 重金属元素の溶出試験

鉱石、砂礫および中和によって生じた沈澱物の、水への重金属溶出試験を行った。

(5) ろ過液の定量化学分析

坑内廃水が処理池からワジヘリークした水、および廃水と沈澱物で汚染された砂礫を水洗した水をろ紙で処理してろ過液をつくり、定量化学分析を行った。

分析のため、採取した試料と化学分析項目は表7-2に示す通りである。

定量、定性化学分析及びPH測定に用いた試料の種類と化学分析の項目は次の通りである。

(1) 鉱石に含まれる重金属元素およびSの定量化学分析をつぎの13項目、あるいはその一部に対して行った。

Cu、Pb、Zn、Fe、As、Cd、Ni、Mn、Au、Ag、Cr、Hg、S

(2) 岩石、砂礫、沈澱物および水に含まれる重金属元素、ならびにSの定量化学分析をつぎの7項目、あるいはその一部に対して行った。

Cu、Pb、Zn、Fe、As、Cd、S

(3) 岩石および水に含まれる重金属元素の定性化学分析をつぎの35項目に対して行った。

Cr、Zr、Ca、Ti、Zn、Na、Ag、Cu、V、Mo、Al、Ni、Co、Fe、Si、
Mg、Pb、Mn、W、Cd、Bi、Ge、Sn、Pt、Sb、Hg、B、Au、Te、
As、Rh、Ir、Ru、Pd、Ba

(4) 鉱石、岩石および砂礫についてはpHを測定した。

7-1-5 分析結果

a) 顕微鏡観察結果(資料編M-2参照)

鉱石については研磨片を、岩石については薄片を作成して顕微鏡観察を行った。

鉱石試料からは、黄銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱、赤鉄鉱、閃亜鉛鉱および針鉄鉱が確認され、これらの鉱石にはCu、Fe、Pb、Zn、As、Cd等の鉱害因子である重金属元素およびSが含まれていると推定された。

岩石試料からは、斜長石および緑泥石が主成分鉱物として、石英、曹長石、チタン石および方解石が副成分鉱物として存在することを観察した。

これらの鉱石および岩石の顕微鏡観察結果からは、鉱害因子の発生源は鉱石のみであると推定された。

表 7 - 2 採取した資料と分析の種類

Sample	Kinds of Analyses				
	Micros. Observ.	Quant. Chem. Analy.	Quali. Chem. Analy.	Solution (Quant.Chem.Analy.)	Filtrate (Quant.Chem.Analy.)
Ore 2	°	°	-	°	-
" 3	°	°	-	-	-
" 4	°	°	-	°	-
" 5	°	°	-	-	-
" 6	°	°	-	°	-
" 7	°	°	-	°	-
DP-2	-	°	-	°	-
DP-2(Pond)	-	°	-	°	-
Rock Hang. Wall 1	°	°	-	-	-
" 2	°	-	°	-	-
" 3	°	-	°	-	-
" Middle	°	-	°	-	-
" Foot Wall	°	-	°	-	-
Water MS-3-100	-	°	-	-	-
" DP-2	-	°	-	-	-
" W-1	-	-	°	-	-
" -2	-	-	°	-	-
" -3	-	-	°	-	-
" D-2	-	-	°	-	-
" Branch	-	-	°	-	-
" Mullay.	-	-	°	-	-
" MS-3-100 Filtrate	-	-	-	-	°
" DP-2 Filtrate	-	-	-	-	°

ただし、岩石上盤の試料の局部には硫化鉄鉱が肉眼観察されていたので、その部分を試料として定量化学分析をした結果、Cu、Fe、Zn等を検出し、顕微鏡観察とは一致していない。すなわち、黄鉄鉱の鉱染は部分的であったと推定される。

このような、部分的に重金属を伴う岩石については、鉱害問題の検討対象から除外できる。

b) 化学分析結果

定量および定性化学分析の結果、ならびに計量方法は表7-3, 7-4, 7-5の通りである。

(1) 鉱石の定量化学分析結果

硫化鉄鉱を主とする試料の鉱石2~5から、39~49%のS、34~45%のFe、0.8~4.1%のCuおよび少量のPb、Zn、あるいは一部の試料から0.01%のAsを検出した。磁鉄鉱を主とする試料の鉱石6と7から、59~62%のFe、0.1~2.0%のCu、0.5~1.8%のSを検出した。又、試料鉱石7を除く鉱石のPH試験の結果は4以下の酸性である。

(2) 岩石の定量化学分析結果

局部的に硫化鉄鉱の鉱染が肉眼観察された試料の岩石上盤1から8%のFe、4%のSおよび少量のCuならびにZnを検出した。PHは7.9である。

(3) 砂礫の定量化学分析結果

8%のFeおよび少量のCu、ZnならびにSを検出した。PHは6.7である。

(4) 沈澱物の定量分析結果

1.2%のFeおよび少量のCu、Znを検出した。

(5) 水の定量化学分析結果

試料MS-3-100から150mg/lのFe、12mg/lのCuおよび0.6mg/lのZn、ならびに微量のCdを検出した。又、DP-2から2,100mg/lのFe、12mg/lのCu、3.2mg/lのZn、0.09mg/lのPb、0.02mg/lのAsおよび0.017mg/lのCdを検出した。

(6) 鉱石の溶出試験液定量化学分析結果

Cu含有量が多い鉱石2、4、6の溶出試験液から、4.7~23mg/lのCu⁺⁺、2.8~4.9mg/lのFe⁺⁺、0.1~0.6mg/lのFe⁺⁺⁺、0.1~1.1mg/lのZnおよび鉱石

表 7 - 3 定量化学分析表

Samples: ores, rocks, sands and gravels, waste water in the mine.

Name of Sample	Locality of Sample	Analytical Items											PH	Remarks	
		Cu	Pb	Zn	Fe	As	Cd	Ni	Mn	Au	Ag	Cr			Hg
		μg	μg	μg	μg	μg	μg	μg	g/t	g/t	μg	ppm	μg		
Ore 2	In underground of Lasail mine	3.52	0.01	0.07	40.6	0.01	<0.01	<0.01	0.4	34	0.02	<0.1	45.8	4.0	
" 3	"	1.00	0.01	0.11	43.6	<0.01	"	"	"	"	"	"	39.6	3.9	
" 4	"	4.12	<0.01	0.10	34.9	"	"	<0.01	0.2	15	0.02	<0.1	49.3	3.3	
" 5	"	0.80	"	0.05	45.0	"	"	"	"	"	"	"	49.4	3.6	
" 6	"	2.06	"	<0.01	62.0	"	"	<0.01	0.1	3	<0.01	<0.1	1.89	3.6	
" 7	"	0.14	"	"	59.5	"	"	"	"	"	"	"	0.50	7.3	
Sand & gravels DP-2	Sands & gravels in area 2	0.02	"	0.02	8.21	"	"	"	"	"	"	"	0.42	6.7	
Precipitates DP-2 (pond)	Hydroxide at the lowermost of the setting pond 2	0.06	"	0.03	12.1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
Rock Hanging Wall 1.	Hanging wall of the ore body in underground of Lasail mine	0.06	"	0.02	8.41	"	"	"	"	"	"	"	4.12	7.9	
Water MS-3-100	Flowing water in Nadi, 100m downstream of the setting pond 1	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l							
		12	<0.01	0.60	150	<0.02	0.008	"	"	"	"	"	"	Water with precipitates.	
Water DP-2	Water washed sands and gravels of DP-2	12	0.09	3.2	2,100	0.02	0.017	"	"	"	"	"	"	"	
Method of calculation (ores, rocks and sands+gravels)															
Cu	JIS M8127 7 Atomic absorption spectro- photometry	Au : JIS M8111 Dry assay method											(Waste water in the mine)		
Pb	" M8124 5.3	Ag : " "											Cu : JIS K0102 37.2 At.ab.sp.		
Zn	" M8124 5.4	Cr : Method to examine the precipitates at bottom											Pb : " " 39.2 "		
Fe	" M8123 5.3	S : JIS M8122 Burning method											Zn : " " 38.2 "		
As	" M " "	PH : Glass electrode method											Fe : " " 47.2 "		
Cd	" M8135 5												As : " " 48.2 "		
Ni	" M8123 5.3												Cd : " " 40.2 "		
Mn	" M " "														

表 7 - 4 定量化学分析表

Samples: Solution of ores, sands and gravels, filtrates water.

Name of Samples	Items of Analyses									
	Cu ⁺⁺ (mg/l)	Fe ⁺⁺ (mg/l)	Fe ⁺⁺⁺ (mg/l)	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Vb (mg/l)	Cr (mg/l)	Hg (mg/l)
Solutions										
Ore 2	23	<0.1	<0.1	0.14	1.1	<0.02	0.004	<0.1	<0.03	<0.0005
Ore 4	4.7	4.9	0.1	<0.01	0.72	<0.02	0.002	<0.1	<0.03	<0.0005
Ore 6	16	2.8	0.6	<0.01	0.10	<0.02	<0.002	0.4	<0.03	<0.0005
Sands + Gravels DP-2	<0.01	0.2	<0.1	<0.01	0.22	<0.02	<0.002	-	-	-
Precipitates DP-2 (Pond)	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01	<0.02	<0.002	-	-	-
Filtrates										
Water MS-3-100	12	41	<0.1	<0.01	0.60	<0.02	<0.002	-	-	-
" DP-2	0.01	<0.1	<0.1	<0.01	0.07	<0.02	0.007	-	-	-

Method of Analysis

Solutions		Filtrates	
Cu ⁺⁺	JIS K0102 37.2 Atomic absorption spectrophotometry	Cu ⁺⁺	JIS K0102 37.2 Atomic absorption spectrophotometry
Fe ⁺⁺	" M0202 17.3.2 Spectrophotometry	Fe ⁺⁺	" M0202 17.3.2 Spectrophotometry
Fe ⁺⁺⁺	" " 17.4	Fe ⁺⁺⁺	" " 17.4
Pb	" K0102 3.4(1) Resolution Atomic absorption spectrophotometry	Pb	" K0102 39.2 Atomic absorption spectrophotometry
Zn	" " 38.2	Zn	" " 38.2
As	" " 3.4(1) Resolution Spectrophotometry	As	" " 48.2 Spectrophotometry
Cd	" " 3.4(1) Resolution Atomic absorption spectrophotometry	Cd	" " 40.2 Atomic absorption spectrophotometry
Mn	" " 46.2		
Cr	" " 51.11 Spectrophotometry		
Hg	Method mentioned on the Notice No.64, Environment Agency, 1974. Attached table II. Atomic absorption spectrophotometry.		

表 7 - 5 定性化学分析表

Samples : Rocks, Water
Method of Calculation : Spectroscopic Analysis

Name of Sample	Locality of Sample	Items of Analyses																	
		Cr	Zr	Ca	Ti	Zn	Na	Ag	Cu	V	Mo	Al	NI	Co	Fe	Si	Ni	Pt	Mn
Rock up 2	In Ore body hanging wall	++	(±)	++++	++++	+	++++	±	++++	++	(±)	++++	±	±	++++	++++	++++	(+)	++++
" middle	under-ground of Lasail mine	++	(±)	++++	+++	-	++++	++	++++	++	(±)	++++	+	±	++++	++++	++++	±	++++
" up 3	Ore body hanging wall	+	(±)	++++	+++	±	++++	++	++++	++	±	++++	+	±	++++	++++	++++	(±)	++++
" foot wall	Ore body foot wall	++	(±)	++++	+++	-	++++	(±)	+++	+	-	++++	±	±	++++	++++	++++	-	+++
Water W-1	Well for daily use	(±)	-	++++	-	-	++++	(±)	+	+	-	+	±	(±)	+	++++	++++	-	-
" W-1-2	"	(±)	-	++++	(±)	-	++++	±	+	+	(±)	++	(±)	(±)	++	++++	++++	-	±
" W-3	"	-	-	++++	-	-	++++	(±)	±	±	-	+	(±)	-	+	++++	++++	-	(±)
" D-2	"	±	-	++++	-	-	++++	±	±	±	-	+	(±)	-	+	++++	++++	-	(±)
" Branch	"	(±)	-	++++	-	-	++++	+	±	+	(±)	+	(±)	-	+	++++	++++	-	(±)
" Mullaynah	Water level observation point in main stream of Wadi Jizzi	-	-	++++	-	-	++++	(±)	±	(±)	-	-	(±)	-	±	++++	++++	-	-

Items of Analyses

Name of Sample	Items of Analyses																Remarks			
	W	Cd	Bi	Ge	Sn	Pt	Sb	Hg	B	Au	Te	As	Rh	Ir	Ru	Pd		Ba		
Rock up 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Symbol shows a grade of strength of spectrum line of each element on the dry plate.	
" middle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
" up 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
" foot wall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Water W-1	-	-	(±)	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" W-1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" W-3	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" D-2	-	-	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" Branch	-	-	±	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" Mullaynah	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Symbol shows a grade of strength of spectrum line of each element on the dry plate.

- Not recognized

(±) Weakly recognized

± Clearly recognized, but weak

++ Strongly recognized

+++ More strong. Increasing of vertical bar depends on strength.

2 試験液から $0.14 \text{ mg}/\ell$ の Pb を、ならびに鉱石 2 と 4 の試験液から微量の Cd が検出された。

(7) 砂礫および沈澱物の溶出試験液定量化学分析結果

砂礫の溶出試験液から $0.2 \text{ mg}/\ell$ の Fe^{++} および $0.22 \text{ mg}/\ell$ の Zn を検出したのみである。

(8) ろ過液の定量化学分析結果

試料 MS-3-100 から $41 \text{ mg}/\ell$ の Fe^{++} 、 $12 \text{ mg}/\ell$ の Cu^{++} ならびに $0.6 \text{ mg}/\ell$ の Zn を、又、DP-2 から少量の Cu^{++} および Zn、ならびに微量の Cd を検出した。

(9) 岩石および水の定性分析結果

岩石を分析した結果、Ca、Ti、Na、Cu、Al、Fe、Si、Mg、Mn 等の元素を、又、生活用水を分析した結果、Ca、Na、Si、Mg、B 等の元素を相当強く認められた。

(10) 砂礫 (DP-2) および沈澱物 (DP-2 (池)) の定量化学分析結果の比較

砂礫および沈澱物、ならびにこれらの溶出試験液に含まれる重金属および S の定量化学分析結果は表 7-6 のとおりである。

試料 DP-2 は、坑内廃水処理池②の下流側で採取されたものであることから、処理池を経た廃水に汚染されている可能性があり、一方 DP-2 (池) は、処理池②の周辺から採取した中和によって生じた沈澱物である。そして、両試料に含まれる重金属等元素の種類および量に相関性がみられる。これらのことから、DP-2 は、坑内廃水処理池の廃水によって汚染された砂礫であると推定される。

(11) 水 (MS-3-100) および水 (DP-2) の定量化学分析結果の比較

坑内廃水処理池③の下流側ワジ内の水と、砂礫 DP-2 を水洗した水に含まれる重金属を分析した結果は表 7-7 のとおりである。

試料 MS-3-100 は廃水処理池③を経た水であり、DP-2 は、処理池②の水質、あるいは性状に関係する水であるが、分析した結果、類似の水質および性状である。又、MS-3-100 の沈澱物は Fe であり、DP-2 の沈澱物は Fe、Cu である。

c) 分析結果まとめ

顕微鏡観察および化学分析の結果を総括すると、つぎのとおりである。

- (1) ラサイル鉱山の鉱石は、黄銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱を主とし、鉱害因子である Cu、

表7-6 DP-2およびDP-2(池)の分析結果

Samples	Items of Analyses						
	Cu	Pb	Zn	Fe	As	Cd	S (pH)
Quant. chem. analysis	%	<0.01	0.02	8.21	<0.01	<0.01	0.42 (6.7)
Filtrates	mg/ℓ	<0.01	0.22	0.2 Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺	<0.1	<0.002	-
Quant. chem. analysis	%	<0.01	0.03	12.1	<0.01	<0.01	-
Filtrates (pond)	mg/ℓ	<0.01	<0.01	0.1 Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺	<0.1	<0.002	-

表7-7 水MS-3-100および水DP-2の分析結果

Samples	Items of Analyses				
	Cu	Pb	Zn	Fe	Cd
Quant. chem. analysis	mg/ℓ	<0.01	0.6	150	<0.02
Water NS-3-100				Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺	0.008
Quant. chem. analysis of filtrates	mg/ℓ	<0.01	0.6	41	<0.02
Quant. chem. analysis	mg/ℓ	0.09	3.2	2,100	0.02
Water DP-2				Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺	0.017
Quant. chem. analysis of filtrates	mg/ℓ	<0.01	<0.07	<0.1	<0.02
				<0.1	0.007

Pb、Zn、Fe、As、Cd、Mn、Cr等の重金属とSを含んでいる。

- (2) 鉱石中の、有害なPb、As、Cdの含有量は微量である。
- (3) 鉱石中のFeとSの含有量が多い。
- (4) 岩石に含まれている重金属は少量、あるいは微量であり、岩石については鉱害問題検討の対象から除外できる。
- (5) 鉱石は、 Cu^{++} を多く溶出する。
- (6) 廃水処理池からリークした廃水は、水に対して化学的に安定した中和沈澱物（主として水酸化物）を伴っている。
- (7) 水に対して化学的に安定している廃水中の沈澱物は、多量のFeおよびやや多いCuとZnを、さらに微量のPb、As、Cdを含んでいる。
- (8) 廃水処理池からリークした廃水および廃水中の沈澱物によって汚染された砂礫は、Fe、Cu、Zn、S等を含んでいる。
- (9) 生活用水中に含まれる重金属元素は微量である。

7-2 鉱害の種類

鉱害は、坑内、選鉱所、精錬所からの排水と精錬所からの排煙中に含まれている鉱害因子の直接・間接の農作物に対する作用によって起るものである。

ソハール銅プロジェクトの農産物に対する影響の経路は図7-2のとおりである。

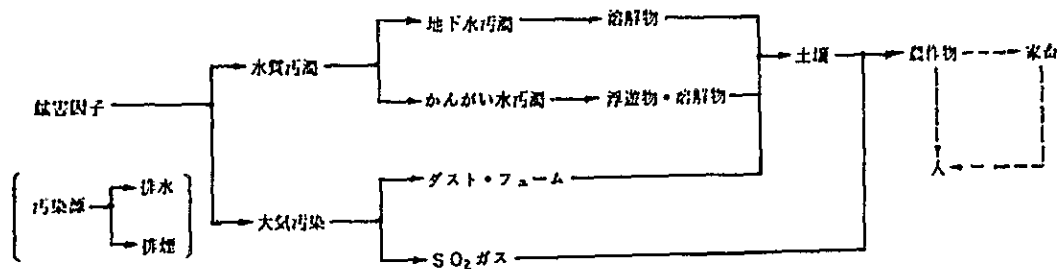


図7-2 ソハール銅プロジェクトの農作物に対する影響の経路

7-2-1 坑内廃水

a) 水質予想

ラサイル鉱山の坑内廃水は、鉱石、岩石、砂礫およびワジ内の水を分析した結果からみて、Cu、Fe、Pb、Zn、As、Cd等の重金属を伴う酸性であると予想される。

このような水質、あるいは性状を示す過程はつぎのとおりである。

(1) 酸生成の過程

黄鉄鉱が酸化する場合

i) 採掘された黄鉄鉱が空気中の酸素に触れ、 $\text{FeS}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{SO}_2$ となり

地下水、あるいはさく岩用水等の水によって

ii) $\text{FeS}_2 + 7\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ の反応が促進される。

iii) FeSO_4 は加水分解反応、 $\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ によって酸になる。これらの反応によって硫酸が生成される。

ii) の反応は、さらに酸素が働くと $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ になるので、酸性は弱くなる。

黄銅鉱が酸化する場合

採掘された黄銅鉱が空気中の酸素に触れ、 $\text{CuFeS}_2 + 4\text{O}_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4$ となり、これに FeS_2 と共存して FeS_2 の酸化による Fe^{+++} および水が存在すると $16\text{Fe}^{+++} + \text{CuFeS}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}^{++} + 17\text{Fe}^{++} + 2\text{SO}_4^{--} + 16\text{H}^+$ の反応が進行して酸性水を生ずる。

閃亜鉛鉱が酸化する場合

採掘された閃亜鉛鉱が空気中の酸素に触れ、 $\text{ZnS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4$ となり、 Fe^{+++} と水が存在すると $\text{ZnS} + 8\text{Fe}^{+++} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}^{++} + \text{SO}_4^{--} + 8\text{H}^+ + 8\text{Fe}^{++}$ の反応が進行して酸性水を生ずる。

方鉛鉱が酸化する場合 (顕微鏡観察によって鉛の鉱物を確認していないが、定量化学分析を行った結果0.01%のPbを検出している。これが方鉛鉱である場合には)

採掘された方鉛鉱が空気中の酸素に触れ、 $\text{PbS} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$ となり、 Fe^{+++} と水が存在すると $\text{PbS} + 8\text{Fe}^{+++} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb}^{++} + \text{SO}_4^{--} + 8\text{H}^+ + 8\text{Fe}^{++}$ の反応が進行して酸性水を生ずる。

(2) 酸の生成と重金属の溶解

上述のように、ラサイル鉱山の鉱石が採掘される場合には、黄鉄鉱、黄銅鉱等の硫化鉱物が空気に触れて酸化し、さらに地下水やさく岩用水に触れて酸化が急速に進行し、酸ならびに水溶性塩類を生成して低PH値の酸性水になる。そして、これらの酸化反応によって各種の重金属を溶解する。その結果は、水試料MS-3-100およびDP-2の分析によって明らかである。これから、ラサイル鉱山の坑内廃水は、pH4以下の酸性であって、Fe、Cuを多量に、Pb、Zn、As、Cdを少量から微量溶解していると予想される。

b) 坑内廃水による鉱害発生の過程

ラサイル鉱山の坑内廃水がつぎのような条件下で下流に達する場合には、ソハール農業開発のための水や土壌を無機質汚染し、農作物に害を及ぼすことが考えられる。

- i) $Cu^{++} + Fe \rightarrow Fe^{++} + Cu$ によるCu除去が不十分な場合。
- ii) 酸の中和が不十分である場合。
- iii) 中和工程で生ずる沈澱物の廃棄処分方法が、地形、地質とワジ・ジジの位置関係からみて不適當である場合。
- iv) 雨水によりi)～iii)の状況にある酸性水、あるいは沈澱物が、地表あるいは地下水とともにワジ・ジジの流れに合流する場合。
- v) ワジ・ジジを流れる地表、あるいは地下水がiv)の条件によって汚濁され、pHおよび重金属類濃度が農作物の生育に対する許容限度以上になる場合。すなわち、iv)の状態が多量の水によって拡散、希釈されることなく、ソハール農業開発区域に達して農業用水を汚濁し、土壌を汚染する状態の想定である。

7-2-2 選鉱廃水

a) 水質予想

選鉱廃水の水質は、海水を用いる浮遊選鉱方式であることから、黄鉄鉱を主とし、磁鉄鉱、赤鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、あるいはその他の金属、非金属、鉱物と重金属イオンをともなう塩水であると考えられる。

鉱害因子の主なものは、これらのうちの塩および尾鉱中の金属鉱物である。

選鉱用水中の塩は、1日の選鉱給鉱量が3,000tである場合には年間30,000t^{1/}になると推定される。

浮遊選鉱は、銅精鉱と尾鉱の分離なので、尾鉱中には1日1,000t程度のFe、1t以下のZn、100kg以下のPb、微量のAs、Cdの排出が推定される。

b) 選鉱廃水による鉱害発生の過程

ラサイル鉱山の鉱石を浮遊選鉱した選鉱廃水が、つぎのような条件下で下流に達する場合には、ソハール農業開発のための水や土壌を無機質汚染し、農作物に害を及ぼすことが推定される。

- i) 海水塩濃度(33~38%)のまま排水され、地表水、あるいは地下水としてワジ・ジジの流れに合流する場合。
- ii) 尾鉱池で廃水水分が自然蒸発して塩濃度が高くなった廃水が、上記同様ワジ・ジジの流れに合流する場合。
- iii) 尾鉱中の鉱物が水から分離されない状態で廃水とともに流出し、上記同様ワジ・ジジの流れに合流する場合。
- iv) ワジ・ジジを流れる地表、あるいは地下水がi)~iii)の条件によって汚濁され、坑内廃水の場合同様、塩および各種鉱物類が農業用水および土壌を汚染する場合。

7-2-3 精錬排煙

ソハール銅プロジェクトの精錬方式は、電気炉と転炉による乾式精錬であり、排煙を伴う(資料編M-3参照)。

a) 排煙に含まれる有害物質の予想

プロセスプラントの煙突から排出される煙は、窒素、水蒸気、酸素および亜硫酸等のガスと、ダストおよびフェームである。

電気炉および転炉により硫化鉱物の燃焼を行うのでSO₂を生じ、発生する熱によって化学反応が行われて酸素の一部は装入物に固定され、窒素含有量が多いガスとなる。

このガスのSO₂濃度は、ラサイル鉱山の鉱石の成分からみて10%以上であると推定

^{1/} 海水使用量と塩の含有量

$$\begin{aligned} & (\text{原鉱}3,000\text{t/日}) \times (300\text{日/年}) \times (\text{用水量}2\text{t/原鉱t}) \times (\text{繰り返し使用水}50\%) \\ & \times (\text{海水中の塩濃度}33\sim38\%) = 29,700\sim34,200\text{t/年} \end{aligned}$$

され、鉍害因子となるガスの主なものである。

電気炉および転炉への装入物の微細なものはダストとして排出ガス流によって運び出されるが、農作物に対して直接有害となる物質は含まれない。

電気炉および転炉内で、硫化鉍物の成分が加熱によって揮発したのち、炉の外で凝縮してフュームを生ずる。多分、有害な Pb、Zn、As 等の重金属酸化物および硫酸等のフュームが考えられる。すなわち、精錬排煙中の鉍害因子は、SO₂ ガスとフュームである。

b) 煙害を発生する過程

ソハール農業開発地域の農作物へ煙害を与える場合の条件はつぎのとおりである。

精錬所の煙突を経て大気に拡散された SO₂ ガスやフュームが、30 km の距離を移動しながら物理的、化学的な変化をして農業開発地域に達し、気流の上・下方向の動きや、粒子状のものの重力落下などで地上に降下して農作物に触接、あるいは付着し、その状態が農作物の許容限度以上になる場合である。

そして、この条件は東風によってもたらされる。

7-2-4 スラッグ生成工程の廃水

ソハール銅精錬のフローシートによると、スラッグは湿式法によって生成される。

スラッグ自身は鉍害因子と無関係であるが、用水に海水を使う場合には、プロセスプラント全体の塩の排出量を増加することになるので、鉍害因子の1つに加えられる。

7-2-5 ラサイル鉍山採掘終了後の鉍害の可能性

ラサイル鉍山の鉍石採掘が終了し、鉍山を放棄した後の鉍害の可能性のタイプは、旧坑内水の自然排出、あるいは操業中に堆積した重金属類を含む中和沈澱物の挙動の2つに分けられる。

a) 旧坑内水自然排出の可能性

ラサイル鉍山採掘終了後の旧坑内水自然排出の可能性はないと考えられるので、このタイプの鉍害は発生しない。その根拠はつぎのとおりである。

旧坑内に貯留する水量の変化を水収支で考えてみる。

P ; 降雨量

E ; 地表付近の蒸発散量 E' ; 坑内の蒸発散量

R_i 、 R_o ; 地表水流入・流出量

G_i 、 G_o ; 地下水流入・流出量

G_r ; 地下水補給量

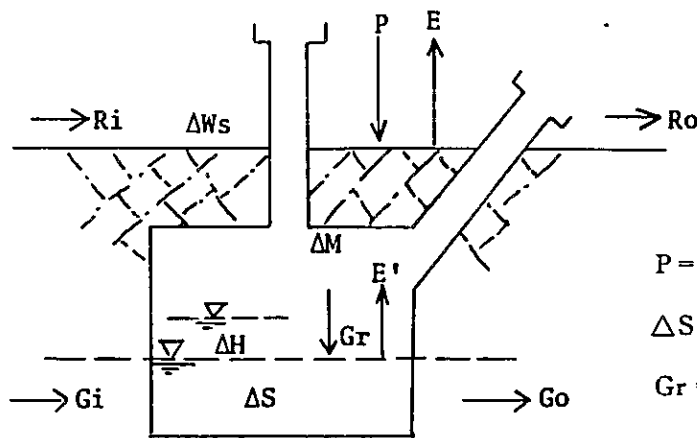
ΔS ; 貯留量変化

ΔH ; 地下水位変化

ΔM ; 不飽和帯の土湿変化

ΔW_s ; 地表における貯留量変化

μ ; 地下水位変化部分の含水量変化



水収支、貯留量変化および地下水補給量の関係は次式のとおりである。

$$P = (R_o - R_i) + E + (G_o - G_i) + \Delta S$$

$$\Delta S = \Delta W_s + \Delta M + \mu \Delta H$$

$$G_r = (G_o - G_i) + \mu \Delta H$$

上式は、 $R_i \doteq R_o \doteq 0$ 、 $G_i \doteq G_o \doteq 0$ 、 $P \doteq 130 \text{ mm}$ (年間平均)、 $E \doteq 0$ (雨水は岩盤の亀裂を通過して、直ちに全量旧坑内の空洞に湿入する) $E' \doteq 0$ (坑内は飽和状態である) と仮定すれば、 $P = \Delta S = G_r = 130 \text{ mm/年間}$ になり、降雨の全量が旧坑内に貯留される関係になる。

この場合、旧坑内空洞容積は約 200 万 m^3 と推定され、旧坑内に浸入する全水量を約 $33,000 \text{ m}^3/\text{年}$ (集水面積 $500 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ 、 $\times 130 \text{ mm}$) とすれば、貯留水位が坑口に達するのに要する年数は約 60 年 になる。

実際には $E > 0$ $\therefore P > G_r$ 、 $E' > 0$ $\therefore G_r > \Delta S$ の関係なので、ラサイル鉱山の旧坑内は、坑口まで水没しないと推定される。

b) 操業中に堆積した中和沈澱物の挙動

坑内廃水の中和過程で生じた沈澱物は、1982年2月には、処理池②および③に沈澱した状態で堆積しており、一部は、降雨時に池から流出し支流(1)および(2)に堆積している。

これらの沈澱物は水に対して化学的に安定しているとはいえ、資料DP-2(池)の定量化学分析結果において明らかなように、10%程度のFeと百分の1%オーダーのCu、Zn等を含むものであり、それ自身は動植物に対して直接・間接、有害である。

又、沈澱物の性質・性状については、廃水そのものの性質・性状の変化、あるいは廃水中のCuの除去、さらに中和度等によっても変るものであって、DP-2(池)の例より重金属量の多い沈澱物が生成される可能性もある。

操業中に生成された沈澱物は、坑内からの排水が行われなくなった後は、乾燥状態で処理池跡、あるいはその周辺に堆積されている。この沈澱物が降雨時に地表水とともに下流へ挙動する可能性がある。このような現象は、雨期に、しかも断続的に発生すると思われる。

7-2-6 プロセスプラント廃止後の鉱害の可能性

プロセスプラントの操業は、ラサイル、ベイダ、およびアルジャ・鉱山からの給鉱によって行われる計画であり、これら3鉱山の採掘終了とともに廃止するのか、あるいは他鉱山からの給鉱によって操業を継続するのかについては明らかでない。

しかし、プラント操業廃止後には、操業中と異なる形態の鉱害の可能性もある。この場合の鉱害因子は、操業中に堆積した尾鉱中の金属鉱物と塩である。

操業廃止後の尾鉱池の表面は乾燥しており、雨水は乾燥した尾鉱池の表面を流れる水路をつくって、水路になった部分の尾鉱を流動させる。

7-2-7 鉱害発生過程のまとめ

a) 廃水

各種の廃水による鉱害発生過程を、位置的關係から2つに分けて考える。

i) 発生源からD₂地点への鉱害因子の移動段階

この段階では、ソハール農業開発プロジェクトの農作物へ直接影響しない。鉱害因子の移動は、発生源からD₂地点までの泥水の流下によって起り、D₂地点で降雨によ

る流水は地下へ涵養され砂礫を汚染する。

ii) D₂ 地点から下流への鉍害因子の移動段階

D₂ 地点に達した鉍害因子が、さらに下流への流水とともに移動し、かつ農作物へ許応限度以上の濃度で到達し、あるいは土壌汚染濃度が許応限度以上に蓄積される場合に、鉍害が顕在化する。

b) 排 煙

SO₂ ガス、あるいはダストおよびフュームの大気流による移動は季節によって方向が変わり、又、風速、気温、降雨等の気象変化によって拡散の状態が異なる。

精錬所から排出された鉍害因子が東風によって移動し、農業開発地域で因子が地上に降下する気象条件が発生し、かつ農作物へ許応限度以上の濃度で到達し、あるいは濃度が許応限度以上に蓄積される場合に鉍害が顕在化する。

7-3 農作物と鉍害

重金属類を含む酸性水および塩水、あるいは SO₂ ガスおよび重金属類を含むフューム等の挙動と農作物鉍害との因果関係は、鉍害因子の農作物に達するときの濃度が許容限度以上になったときに起るものであって、鉍害因子に対する農作物固有の強さが関係する。

又、鉍害因子の農作物に達する過程は、水や大気の流れに関係し、さらに、鉍害因子による土壌の汚染、因子の作物への接触、あるいは付着によって害が起る関係にある。

7-3-1 土壌汚染

鉍害因子を含む水によって起る土壌汚染とは、自然状態における土壌の pH、あるいは土壌中の重金属含有量と比べ、ソハール銅プロジェクトが操業開始した後の土壌の状態変化が著しい場合である。

汚染の状態と農作物の被害の形態については、作物の生育を阻害する場合と、作物自身が有害物になる場合とに分けられる。

a) 坑内廃水中の重金属による土壌汚染の害

ラサイル鉍山の鉍石からみて、農作物の生育を阻害する重金属は Cu、Zn および Pb であると考えられる。

これらのうち Cu については、大部分が根に蓄積されて生育に必要な他の要素の欠乏

をひきおこし、ZnとPbについては直接植物細胞の原形質に作用して枯死させる。

食糧、あるいは飼料に含まれて有害な重金属はCdとAsである。

しかし、鉱石、あるいは廃水中のCdとAsの含有量は、地殻における元素の存在度を示すクラーク数以下であり、又、ソハール農業開発地域にのみ濃縮して堆積されるとは考えられない。

Feについても同様である。

これらから、農作物へ影響を与える可能性のある重金属の種類は、Cu、PbおよびZnである。

b) 坑内酸性水による土壌汚染の害

ラサイル鉱山の坑内廃水は、中和されてから放流される。この場合には問題はないが対策、管理に失敗が起れば Cu^{++} 、 Fe^{++} 、 Fe^{+++} 、Pb、ZnおよびAs、Cd等を伴う酸性水として土壌を汚染する可能性がある。

酸性被害の発生機構の一例はつぎのとおりである。

すなわち、土壌が酸性化して土壌中のFeやAlを溶解し、作物がこれを吸収して鉄過剰症になる。酸性障害を起す土壌のpHは、4.5以下であると考えられている。

c) 選鉱廃水中の鉱物による土壌汚染の害

選考廃水中に含まれる主な金属鉱物は、 FeSO_4 、 CuFeS_2 および ZnS である（ PbS も含まれる可能性はある）。

これらの鉱物が廃水とともに流出して耕作土壌に達した後、あるいは達するまでの間に酸を生成して重金属類を溶解し、Cu、Zn、Pb等を含む酸性水として土壌を汚染する。作物への害は、a)およびb)と同じである。

d) 選鉱廃水中の塩による土壌汚染の害

選鉱用水として海水が使われる場合には塩害の可能性はある。

その発生機構は、吸収した塩分による体内代謝のかく乱、葉の炭素同化作用の低下、その他の機能低下が起り、作物根の吸水が抑制され枯死するとされている。

被害を与える土壌水中の Cl 濃度は作物によって異なり、被害程度は塩害をうけている日数と比例的關係にあり、塩分濃度の増加とともに著しくなる。

e) 選鉱アルカリ性水による土壌汚染の害

選鉱廃水はアルカリ性水である。

土壌がアルカリ性化すると、土壌中の Fe、Mn、Zn、Cu 等を不溶化し、養分吸収の不均衡を生ずるといわれている。

アルカリ性障害を起す土壌の pH は 8.0 以上であると考えられる。

7-3-2 大気汚染

SO₂ およびフェームの農作物への接触、あるいは付着による鉱害の可能性がある。

SO₂ ガスの毒性は、大気汚染物質のなかでも比較的影響力が強く、感受性の高い農作物は 1 ppm 以上の濃度で短時間のうちに葉に急性被害が現われる。アルファルファなどはその例である。

SO₂ は大気中で SO₃ になり、さらに変化して硫酸ミストになる。硫酸ミストは、SO₂ ほどの毒性はないが、酸性作用として酵素の働きや組織を破壊すると考えられている。又、Pb、Zn、As 等の重金属酸化物であるフェームは、農作物に付着して直接酸性作用をおよぼし、あるいは地面へ沈降して土壌汚染の一因となる。

7-4 鉱害防止対策

ラサイル鉱山の鉱石、岩石、砂礫あるいは坑内廃水等の試料を分析した結果をもとにして、廃水や排煙の性質および性状を予想し、鉱害を発生する経過を仮定して汚染の形態等を検討した。

その結果、鉱害因子は酸性水、酸性水に含まれる重金属類、アルカリ性水、尾鉱中の各種鉱物、塩、あるいは排煙中のガスおよびフェームである。

7-4-1 基本的事項

鉱害防止対策の基本的事項は、廃水や排煙を化学的及び物理的に処理すること、および処理方法や結果を管理する組織を明確にすることの2つである。

農業開発プロジェクトを鉱害から保護するための銅プロジェクト側による具体策と、対策をチェックするシステムが必要であり、さらにチェックした結果を踏えて適確な行政上の指導が行われなければ、有機的な鉱害防止システムは得られない。

1982年2月8日に公布された環境保護と公害防止に関する法律によって銅プロジェクト

事業者の義務は明らかであり、今後施行されることになっている規則によって義務内容が具体的に示されるものと期待する。

後述する廃水、あるいは排煙対策の方法の基本的内容に関しては、規則による排水、あるいは排煙基準に適合するものでなくてはならない。

7-4-2 廃水対策

対策が必要である廃水の種類は、坑内廃水（酸性水、各種重金属類）、選鉱廃水（アルカリ性水、塩、各種金属鉱物）および精錬スラッグ生成工程の廃水（塩）であり、選鉱については、プロセスプラント廃止後においても、尾鉱ダムの雨水排出による時の廃水がある。

a) 坑内廃水対策

銅イオン含有量の多い廃水には $\text{Cu}^{++} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{++}$ で Cu を除去する工程を加え、酸性水は中和して Fe、Cu、Zn および Pb 等の重金属を水酸化物として沈澱させ、降雨に対して物理的な安定条件で堆積する。

処理池⑩で既に実施している $\text{Cu}^{++} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{++}$ の手段は、廃水中の Cu 除去のために有効である。

支流(1)の砂礫から得た水試料 DP-2 の分析結果によって明らかのように、降雨量 107mm と記録された 1982 年 2 月 11 日の豪雨によって、沈澱物は下流側に設けられているコンクリート壁をオーバーフローしたと推定される。

したがって、オーバーフローさせないような深さの池が必要である。又、中和工程を規則的に行うためには、消石灰（あるいは石灰石）の機械的な投入装置が必要である。

b) 選鉱廃水対策

選鉱廃水対策には、2 種類の方法がある。

- i) 廃水は尾鉱池で自然蒸発させ、塩および各種の鉱物を分離して池に堆積させる。
- ii) 尾鉱池からの排水を再度沈降池へ導いて各種の鉱物を自然沈降させて分離し、パイプで海へもどす。

i) および ii) のいずれによっても、尾鉱池の廃水がリークしない構造であることが必要である。

i) の場合は、1 日の蒸発散量と廃水量の関係から必要な大きさの尾鉱ダム面積を得なければならない。

ii) の場合は沈降池で分離した各種鉱物を再度ポンプによって尾鉱池へ送る。

c) スラッグ生成工程廃水対策

つぎの3種類の方法が考えられる。

i) 乾式法で行う。

ii) ワジの地下水を使用する。

iii) 尾鉱池に送り、選鉱廃水に混入する。

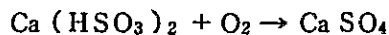
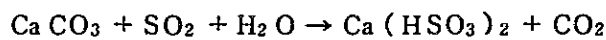
7-4-3 排煙対策

a) SO₂ ガス対策

転炉から排出される SO₂ ガス濃度は10%以上であると推定されるので、転炉～煙突に SO₂ 除去装置が必要である。

安価な石灰-石膏法(二段方式が必要である)がよいと考える。

石灰石粉、あるいは消石灰の懸濁液は、SO₂ をよく吸収し、亜硫酸石灰→石膏を生成する。



亜硫酸石灰、石膏ともに難溶性なので、石膏を経済的に回収しない場合には、一定の場所へ堆積処分することが可能である。

b) ダストとフェーム対策

かなり微細なダストが出ると推定されるので、バロンフルーの外に電気集じん機が必要である。

転炉から発生するダストとフェームは SO₂ 除去装置によって石膏にまき込まれるので、石灰-石膏法対策を採用する場合には、転炉側系統の集じん機は不要である。

電気集じん法には構造的な違いによる数種類の方式があるので、ダストおよびフェームの性質、あるいは温度、湿度等ガスの性状によって方式を選ぶ必要がある。

7-5 鉱害監視

7-5-1 基本的事項

鉱害防止対策の基本的事項として、鉱害因子の化学的、物理的処理とともに、鉱害防止活

動の組織化が必要であると考える。

鉱害因子の挙動は、銅プロジェクトの操業中は連続的であり、鉱業立地と農業立地の間のある一地点をとってみれば、鉱害因子は徐々に濃縮してゆくことになる。

農業開発プロジェクト地域に、被害を発生する程度の汚染が認められてからでは手遅れなので、ある地点における汚染を経時的变化として把握し、必要に応じて対策を講ずるための距離的、時間的余裕をもつことが必要である。

このために、モニタリングによる鉱害監視が必要である。モニタリング活動はつぎの3つに分けられる。

- a) 環境状態とその変化を知るための測定と観測（測定点調査）。
- b) 環境資料の評価と解析をして、起り得る変化を予測し必要がある場合には、あらかじめ定めた基準に従って警告する（調査結果の評価、解析、予測、警告）。
- c) 環境悪化を防ぐ対策活動（対策）。

これらのモニタリング活動が行われる組織については、つぎの3つの型が考えられる。

- i) 鉱害監視者は銅プロジェクト事業者自身であり、モニタリングの結果と対策に関する事項を関係行政機関に報告し、農業プロジェクト側へ知らせる。
- ii) 鉱害監視者は農業開発プロジェクト側であり（あるいは第三者）、モニタリングの結果と対策に関する事項を関係行政機関に報告し、銅プロジェクト事業者へ知らせる。
- iii) 鉱害監視者は関係行政機関であり、モニタリングの結果に基づいて、銅プロジェクト事業者が行う対策を監督し、指導する。

7-5-2 モニタリング

a) 水質モニタリング

i) 採水および観測井戸における観測

ワジ内に観測井戸を設け、週一回程度の頻度で採水する。同時に、地下水位と流速、流量を測定する。

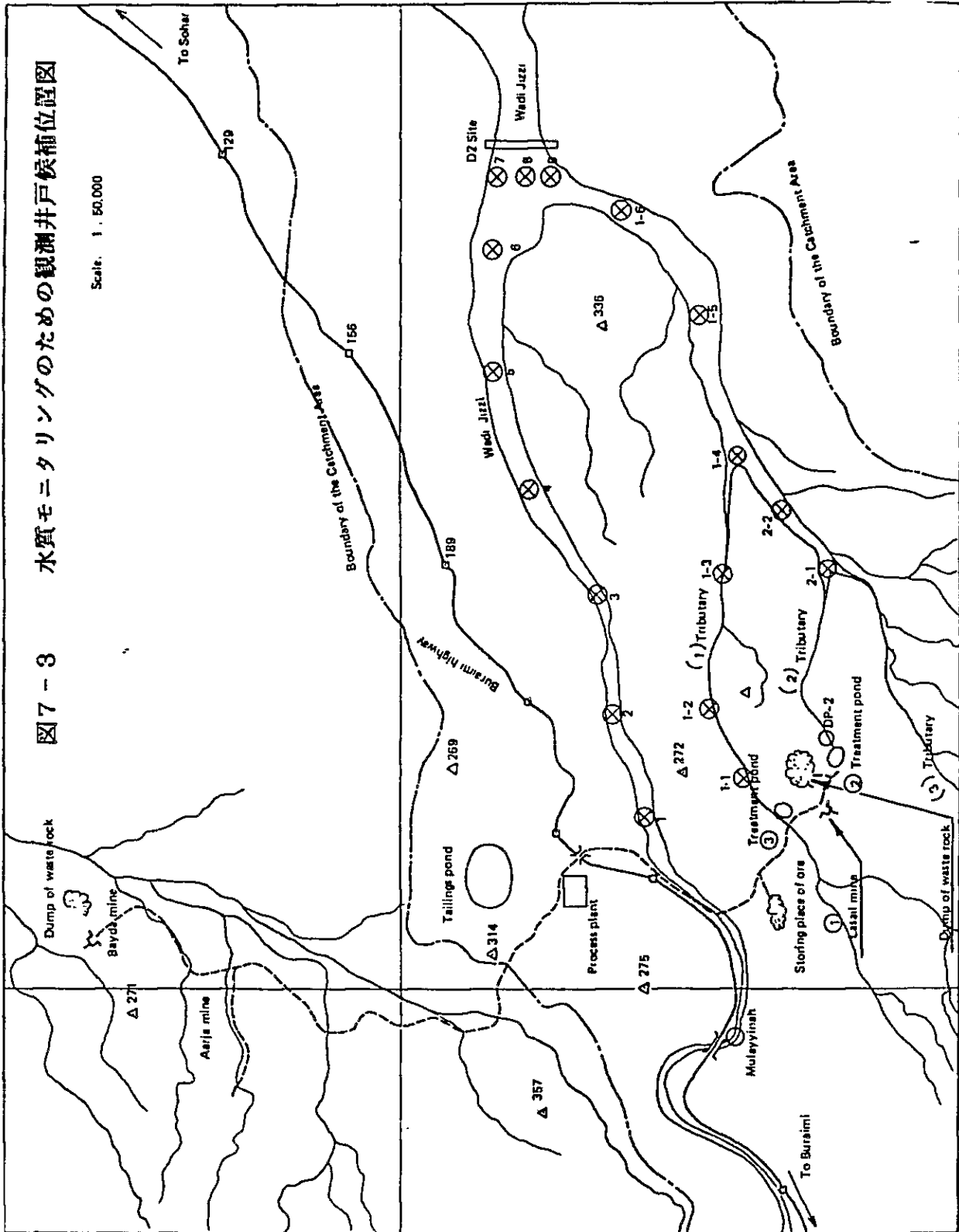
鉱害因子発生源から D₂ 地点までの観測井の配置を、図 7-3 に示した（D₂ 地点より下流区域については、地下水路調査井を必要とする）。

ii) 水質分析項目

水試料と分析項目との関係はつぎのとおりである。

図7-3 水質モニタリングのための観測井戸候補位置図

Scale. 1 : 50,000



水試料	P H	分 析 項 目		
		E C	重金属類	P.A.W.R 分析項目
⊗ 1～9	○	○	○	○
⊗ 1-1～1-6	○	-	○	○
⊗ 2-1～2-2	○	-	○	○

重金属類項目

通常分析項目 ; Cu、Pb、Zn、Fe、As、Cd

特別分析項目 ; 通常分析項目の外にMn、Cr、Hg

P.A.W.R (Public Authority for Water Resources) 分析項目

通常分析項目 ; Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Na^{++} 、 K^{+} 、 HCO_3^{-} 、 Cl^{-} 、 SO_4 、 NO_3^{-}

特別分析項目 ; 通常分析項目の外にP.A.W.Rが行っている分析項目(資料編M-4参照)

b) 大気モニタリング

i) 大気の採取位置(観測点)

観測点は、精錬所付近と農業開発地域1～2ヶ所の外、中間地点に1～2ヶ所設ける。中間地点の設定は、ソハール地域の気象観測を行ってから決める。

汚染物質の移動は、大気の水平あるいは上下方向の動きに左右されるので、観測点の決定にあたっては、気象観測を先に行う必要がある。

ii) 分析項目

粒状物質 ; 降下ばいじん(ダスト、フェーム)

ガス状物質 ; イオウ酸化物(SO_2)

iii) 測定

測定は、瞬間連続法、積算法あるいは間けつ法のいずれかによって行うが、これらの方法の選択にあたっては、風向、風速、気温、降雨等の季節変動の要素も考慮する必要がある。

7-6 今後の課題

ソハール農業開発プロジェクトに対するソハール銅プロジェクトからの鉱害の可能性を検討し、対策の基本的事項を指摘した。

この問題をさらに深く検討して対策の具体的設計を行うことが望まれるが、そのためには、ソハール地域の気象やワジ・ジジ本流の地下水流路等を解析する調査が必要である。

7-6-1 廃水の水質、性状のチェックと水質モニタリングシステム

ソハール銅プロジェクト事業者は、鉱害防止のために坑内や選鉱廃水の水質および性状等をチェックする日常管理を行う。

水質モニターは、これらの廃水の状態をチェックした結果とモニタリングの結果とを対比して、鉱害因子の挙動を解析し、その後の変化を予測しなければならない。

そのために、水質モニターと銅プロジェクト側が協力し合う測定システムが必要である。モニタリング活動に対し、取得資料の評価、解析及びこれらに基づく将来予測は不可欠である。廃水をチェックする項目とモニタリングをする項目とは、基本的には同一であり、次の通りである。

<u>チェック項目</u>	<u>坑内廃水</u>	<u>選鉱廃水</u>	<u>モニタリング</u>
排水時間、排水量	○	○	-
廃水あるいは地下水の性質	○	○	○
地表水あるいは地下水の流量	-	-	○

7-6-2 ワジ・ジジ本流D₂サイトより下流地域の地下水流路調査

D₂ 点に到達してから以降の鉱害因子のワジ・ジジ本流域内での挙動が、農業開発に対する土壌汚染の可能性を解く重要要素である。

ワジ・ジジの河床を形成する地質は、第四紀およびそれ以降の砂礫堆積層と、不透水、あるいは難透水性のシルト層との互層であって、地下水が流れる帯水層内の流路は複雑である。

主流路と、いくつかの支流が分流し、あるいは合流する流路があると予想される。D₂ 点に達した鉱害因子はこれらの流れに包含された結果稀釈され、あるいは濃縮される。

これらの関係を予測するために、資料として地下水流路と流量および農業用水井戸の位置関係等が必要である。したがって、地下水流路と流量を解析するための観測井が必要になる。

これらの井戸は、モニタリングのための観測井として利用することができる。

7-6-3 気象調査

精錬排煙中のSO₂ガスおよびダスト・フューム等による鉱害は、気象条件に左右される。

農業開発地域へ鉱害因子を運ぶ東向の大気流が発生しなければ、鉱害が顕在化する可能性はない。又、大気流によって排煙が拡散され、SO₂ガス、あるいはダスト・フュームが農作物に接触し、あるいは付着するときの濃度が許容限度以下である場合も同様である。

現在、風向について冬期は北西、夏期は南西であり、風速については月平均45~90km/日であるとされているが、資料としては不十分である。

鉱害の可能性予測は、精錬排煙ガスの性質、性状および大気流の資料に基づいて行うことになるので、ソハール地域のより詳しい気象調査が必要である。そして、精錬排煙のモニタリングは、気象資料に基づいて具体的に計画される。

7-6-4 モニタリングと警告基準の作成

坑内および選鉱廃水の性質や性状のチェックと、モニタリング結果とを有機的に結び付けた調査システムがつけられ、さらにD₂より下流域の地下水流路の把握ができれば、廃水による鉱害の可能性を具体的に指摘（警告）できるようになる。

そのために、鉱害因子の種類、性質、あるいは性状等に関する警告のための基準を定めておく必要がある。

大気に関する場合も同様である。

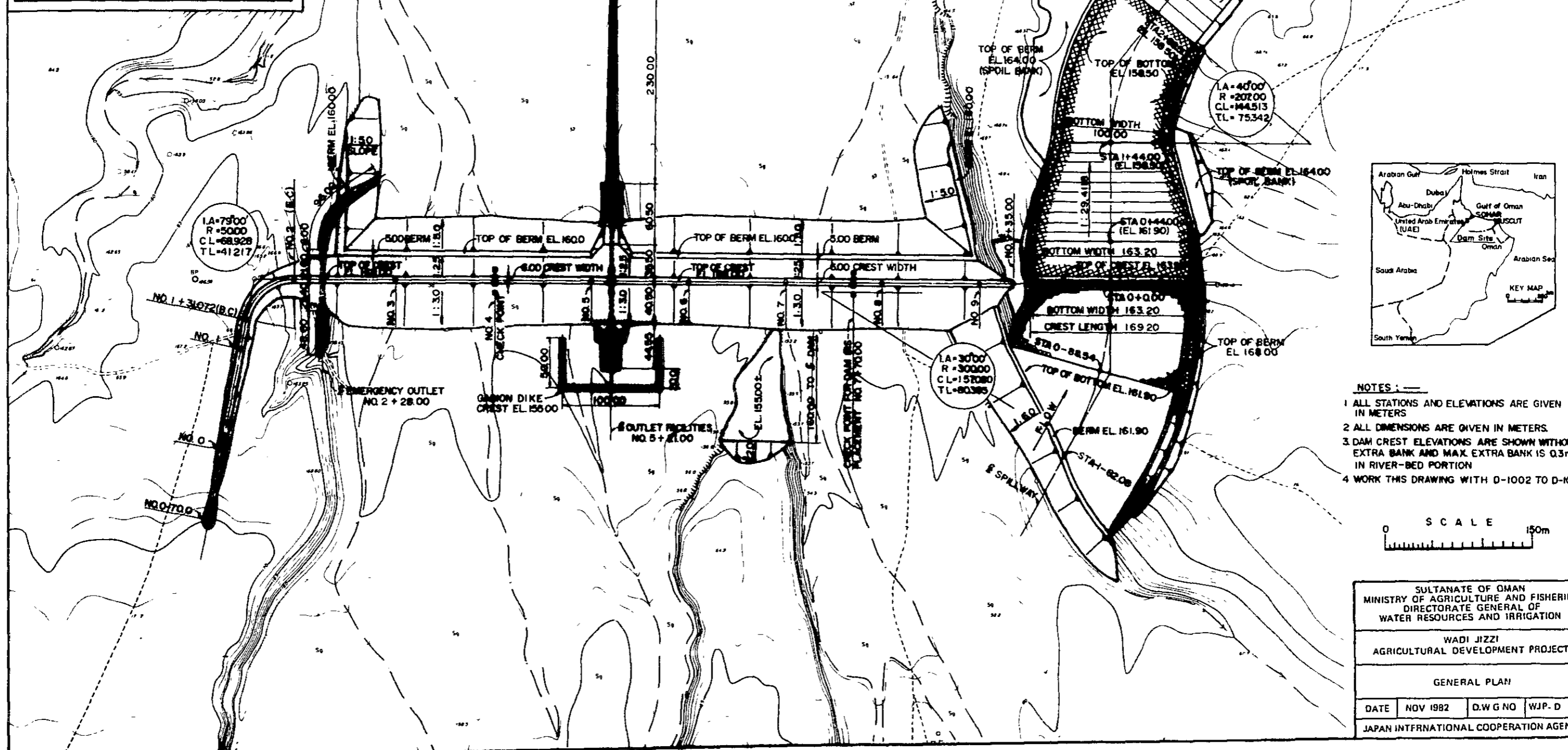
そして、この基準は、環境の保護と公害の防止に関する法律に従って施行される予定の規則と密接に関係するものでなくてはならない。

添付図面目録

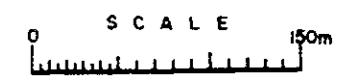
<u>名 称</u>	<u>番 号</u>
1. GENERAL PLAN	WJP - D - 1001
2. GEOLOGICAL MAP (PLAN AND PROFILE)	WJP - D - 1002
3. DETENTION DAM (TYPICAL SECTION AND PROFILE)	WJP - D - 1003
4. DETENTION DAM (TYPICAL CROSS SECTION)	WJP - D - 1004
5. SPILLWAY (PROFILE AND DETAIL)	WJP - D - 1005
6. SPILLWAY (CROSS SECTION)	WJP - D - 1006
7. OUTLET FACILITIES	WJP - D - 1007
8. EMERGENCY OUTLET	WJP - D - 1008
9. DISPERSION FACILITIES	WJP - D - 1009
10. IRRIGATION NETWORKS AND FARM FACILITIES (PLAN AND PROFILE)	WJP - F - 1010
11. FARM POND AND PUMP STATION (PLAN AND ELEVATION)	WJP - F - 1011
12. SETTLER'S HOUSE AND SORTING & PACKING CENTER (TYPICAL LAYOUT)	WJP - F - 1012
13. SETTLER'S HOUSE AND SORTING & PACKING CENTER (PLAN AND ELEVATION)	WJP - F - 1013

TABLE OF DIMENSIONS

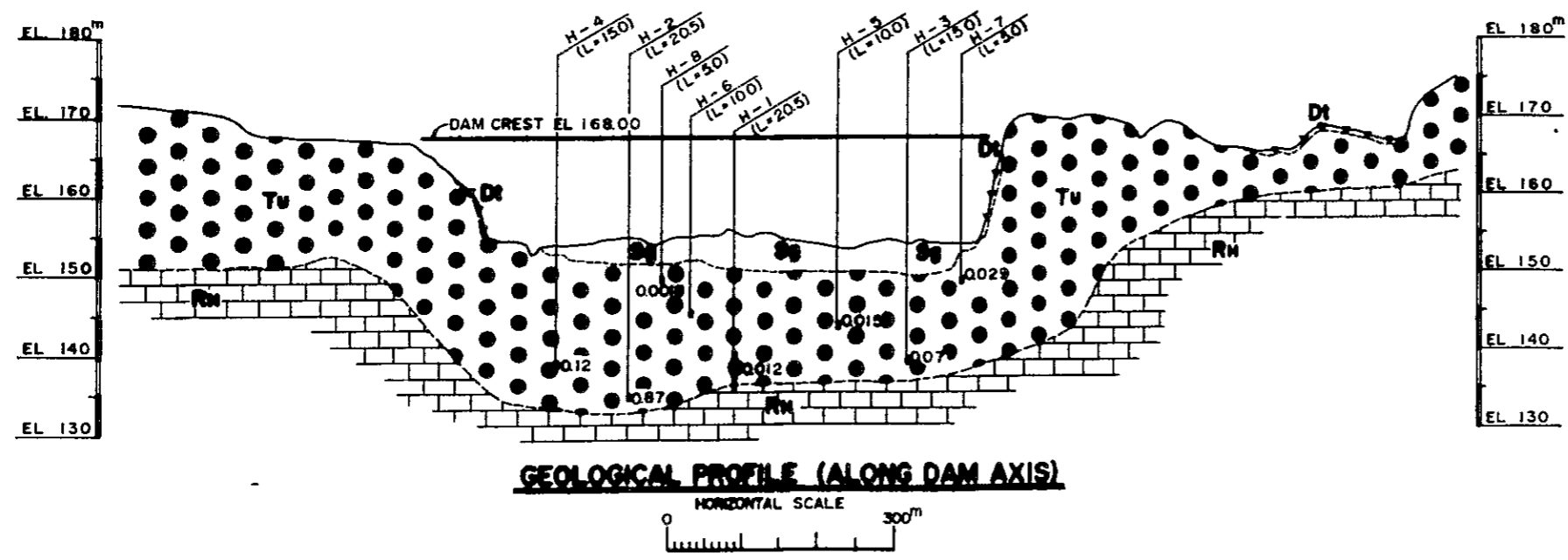
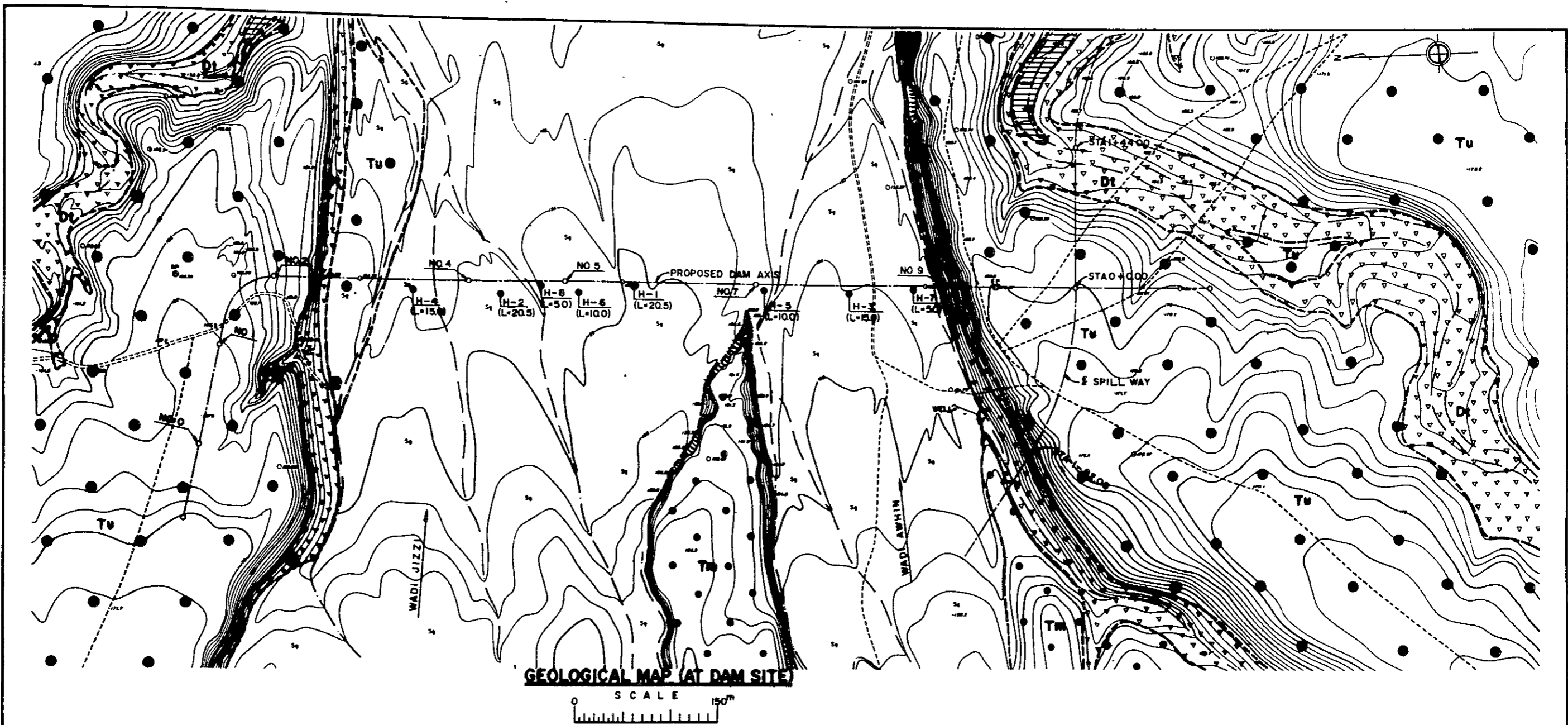
RESERVOIR GENERAL	LOCATION	NORTH BATHNAH, SOHAR IN OMAN
	RIVER	WADI JIZZI
	DAM SITE GEOLOGY	RIVER TERRACE
	CATCHMENT AREA	812 km ²
	FULL WATER SURFACE AREA	1.25 x 10 ⁶ m ²
DAM BODY	FULL WATER SURFACE LEVEL	EL 163.90 m
	STORAGE CAPACITY	5.40 x 10 ⁶ m ³
	DAM TYPE	ZONE TYPE FILL DAM
	DAM HEIGHT	120 m (TRENCH BASE)
	CREST LENGTH	1,005.0 m
SPILLWAY	CREST WIDTH	6.0 m
	CREST ELEVATION	EL 168.00 m
	LOWEST TRENCH BASE	EL 151.00 m
	EMBANKMENT VOLUME	491.6 x 10 ³ m ³
	TYPE	OVER FLOW TYPE
OUTLET	DESIGN FLOOD DISCHARGE	1,890.0 m ³ /sec
	CREST ELEVATION	EL 163.90 m
	CREST LENGTH	169.20 m
	NUMBER OF CONDUIT	1
	CONDUIT DIAMETER	1,400 mm I.D.
CONDUIT	MAX. OUTFLOW DISCHARGE	12.2 m ³ /sec
	NUMBER OF CONDUIT	1
	CONDUIT DIAMETER	1,400 mm I.D.
	MAX. OUTFLOW DISCHARGE	9.5 m ³ /sec



- NOTES:**
- 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE GIVEN IN METERS
 - 2 ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS.
 - 3 DAM CREST ELEVATIONS ARE SHOWN WITHOUT EXTRA BANK AND MAX EXTRA BANK IS 0.3m IN RIVER-BED PORTION
 - 4 WORK THIS DRAWING WITH D-1002 TO D-1008.



SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
GENERAL PLAN			
DATE	NOV 1982	D.W.G NO	WJP. D 1001
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

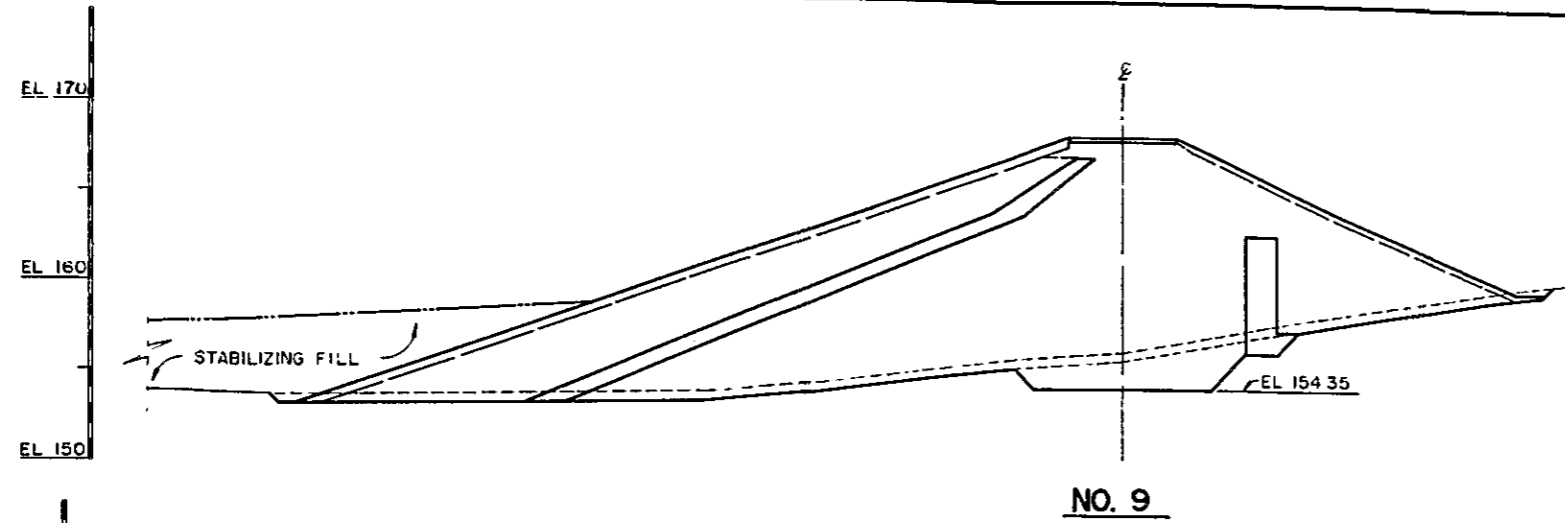


LEGEND

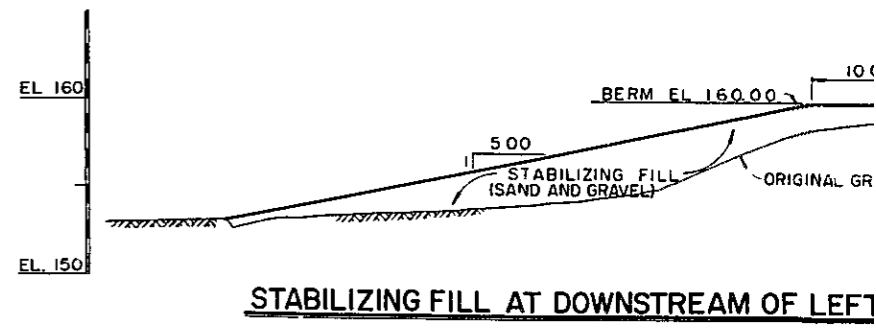
- RECENT WADI DEPOSIT
- TALUS DEPOSIT (GRAVEL WITH SILT)
- TALUS DEPOSIT (SILT, SAND)
- MIDDLE TERRACE DEPOSIT
- UPPER TERRACE DEPOSIT
- HAWASINA GROUP
- GEOLOGICAL BOUNDARY
- BORE HOLE POINT
 DRILLED DEPTH
- PERMEABILITY TESTING POINT
 AND COEFFICIENT OF PERMEABILITY
 IN cm/sec

- NOTES**
- 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE SHOWN IN METERS
 - 2 ALL DIMENSIONS ARE SHOWN IN METERS
 - 3 DETAIL GEOLOGICAL DESCRIPTIONS REFER TO APPENDIX D

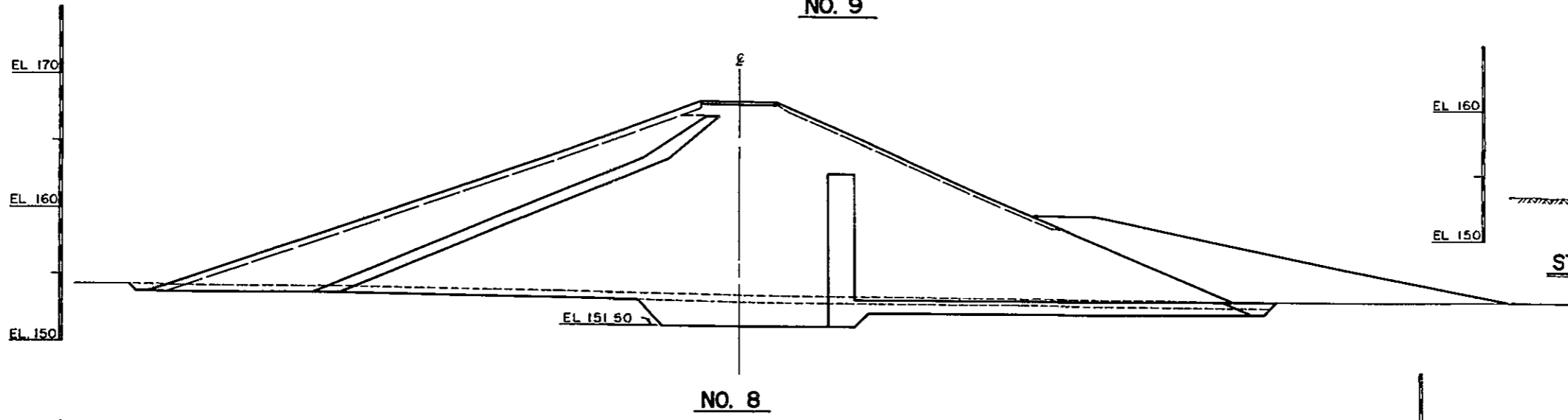
SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
GEOLOGICAL MAP (PLAN AND PROFILE)			
DATE	NOV 1982	DWG NO	WJP D-1002
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



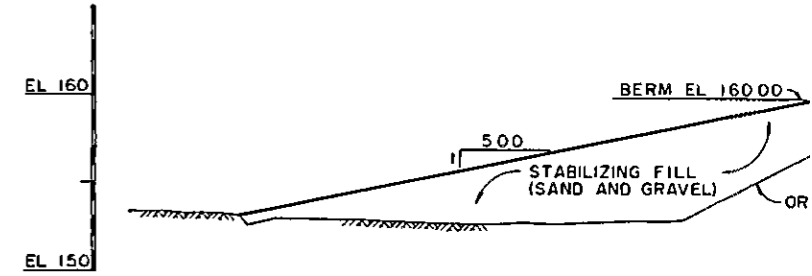
NO. 9



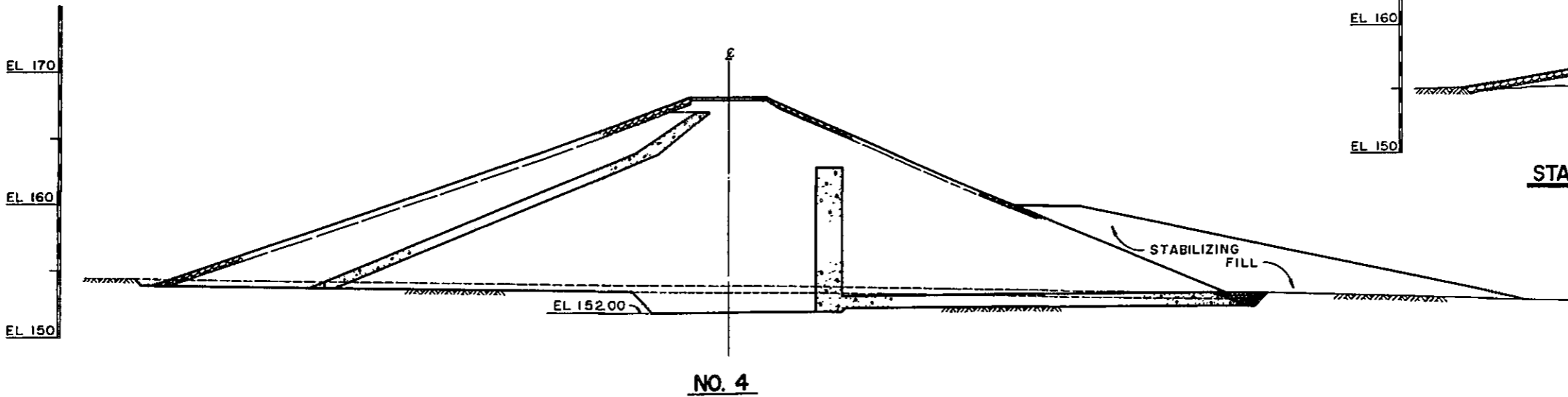
STABILIZING FILL AT DOWNSTREAM OF LEFT



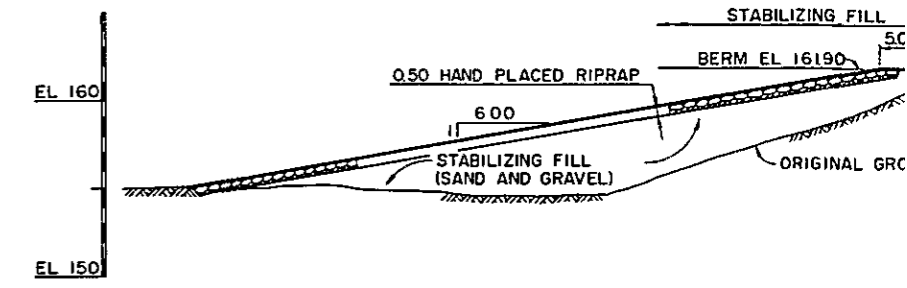
NO. 8



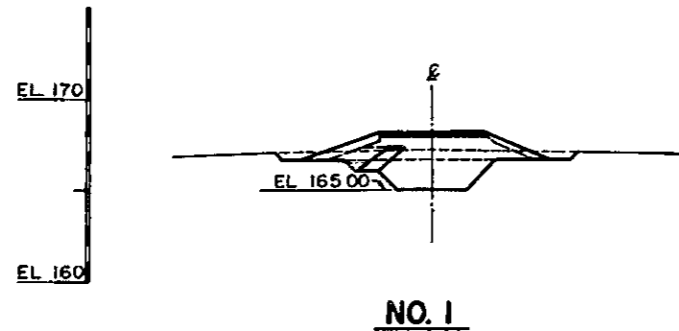
STABILIZING FILL AT DOWNSTREAM OF RIGHT



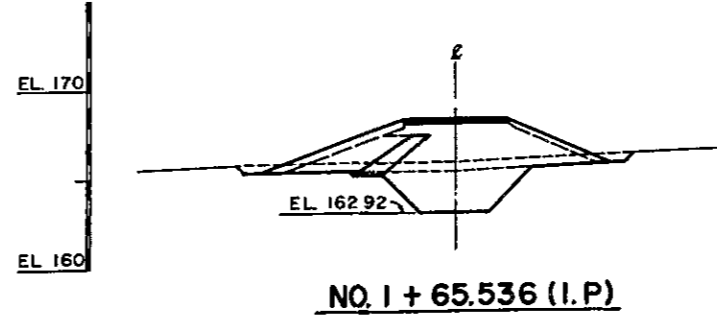
NO. 4



STABILIZING FILL AT UPSTREAM OF RIGHT

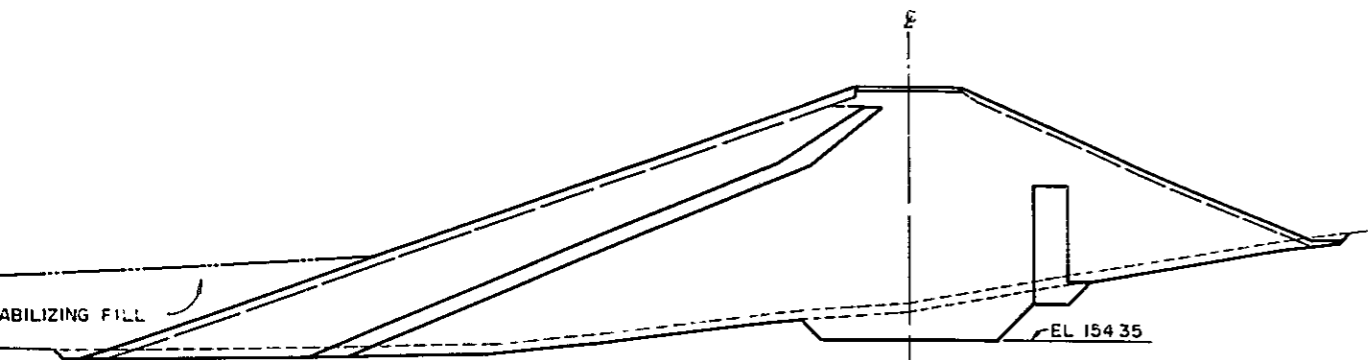


NO. 1

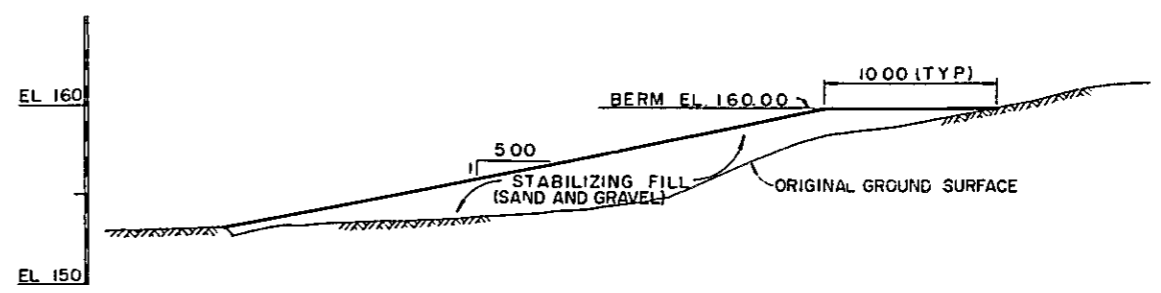


NO. 1 + 65.536 (I.P)

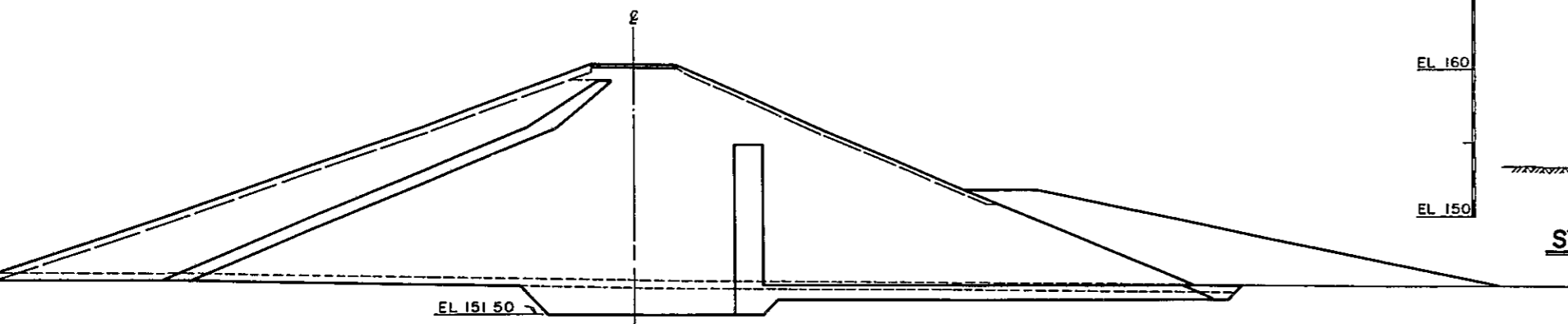
NOTE
 1 ALL STA
 METERS
 2 ALL DIM



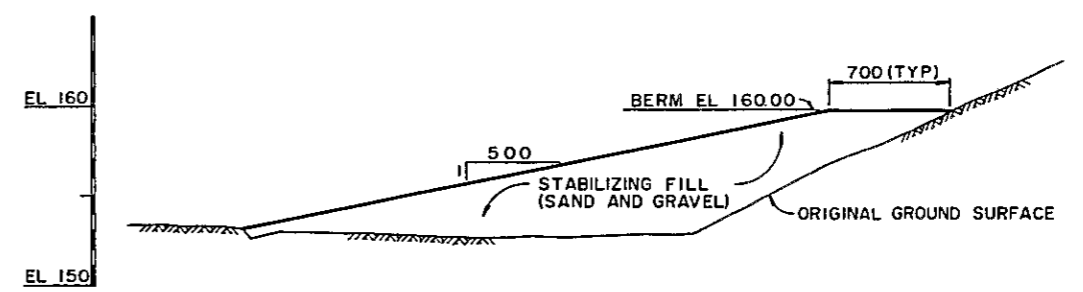
NO. 9



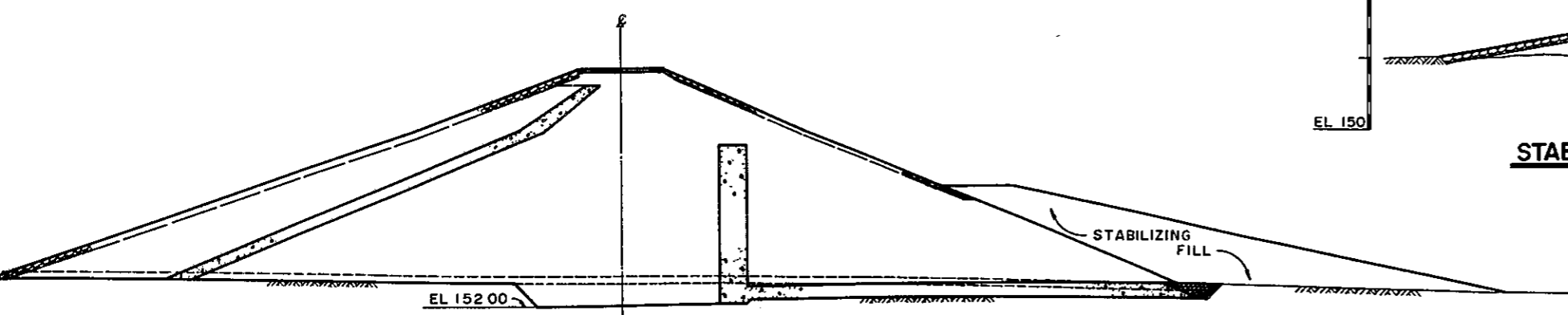
STABILIZING FILL AT DOWNSTREAM OF LEFT ABUTMENT



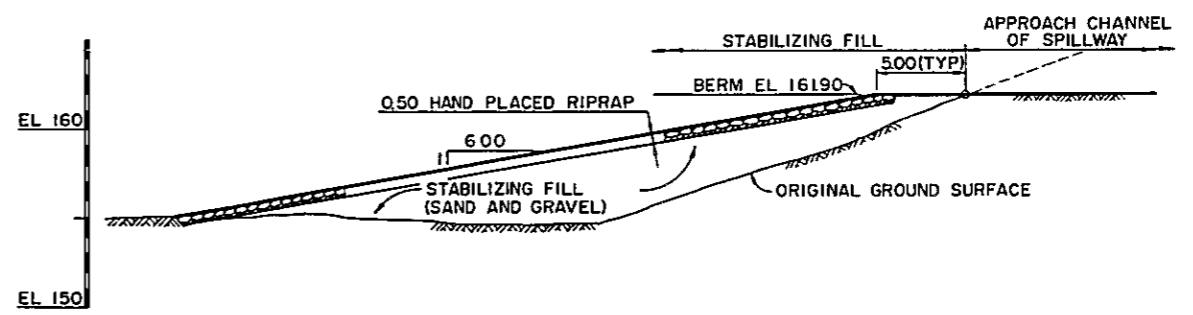
NO. 8



STABILIZING FILL AT DOWNSTREAM OF RIGHT ABUTMENT

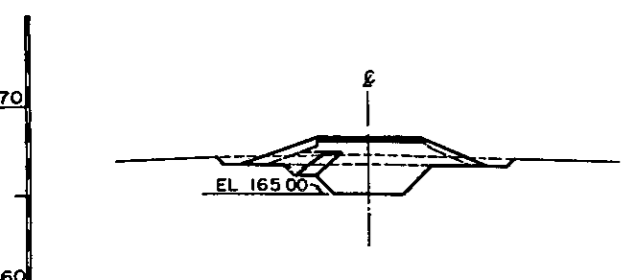


NO. 4

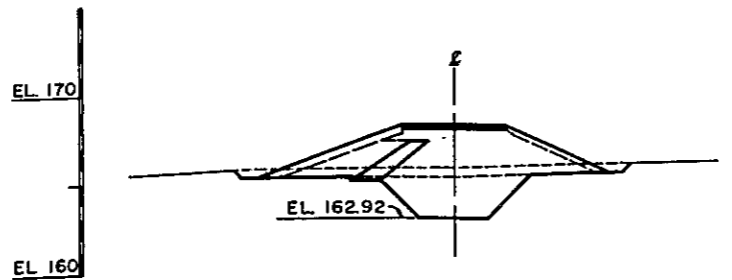


STABILIZING FILL AT UPSTREAM OF RIGHT ABUTMENT

- NOTES:—
- 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE GIVEN IN METERS
 - 2 ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS



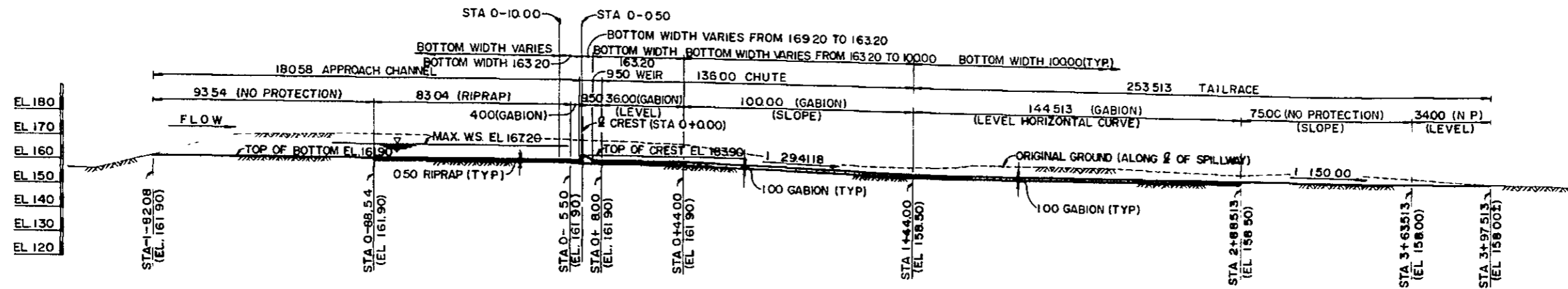
NO. 1



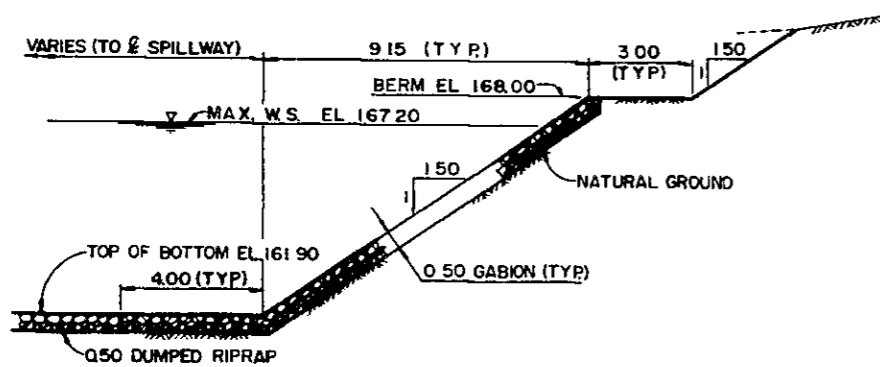
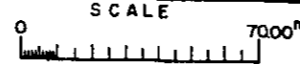
NO. 1 + 65.536 (I.P)



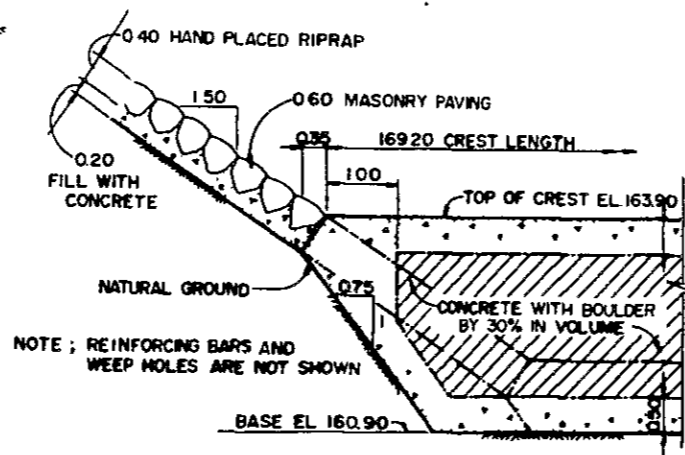
SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
DETENTION DAM (TYPICAL CROSS SECTION)			
DATE	NOV. 1982	D.W.G.NO.	W.P-D-1004
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



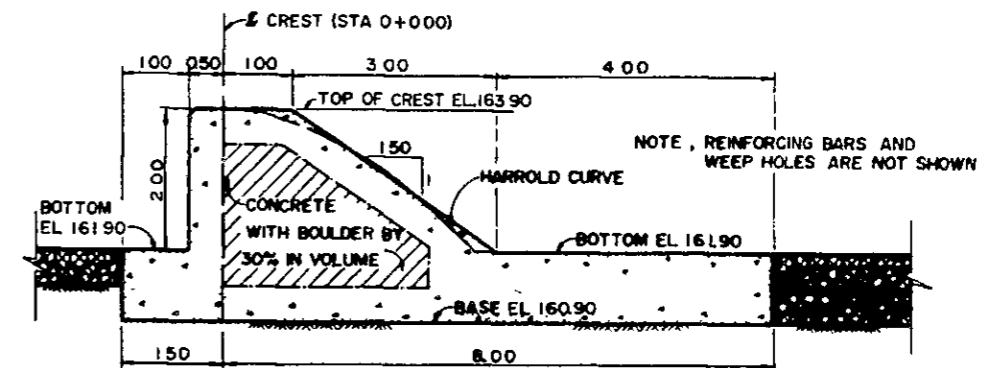
LONGITUDINAL PROFILE (ALONG E OF SPILLWAY)



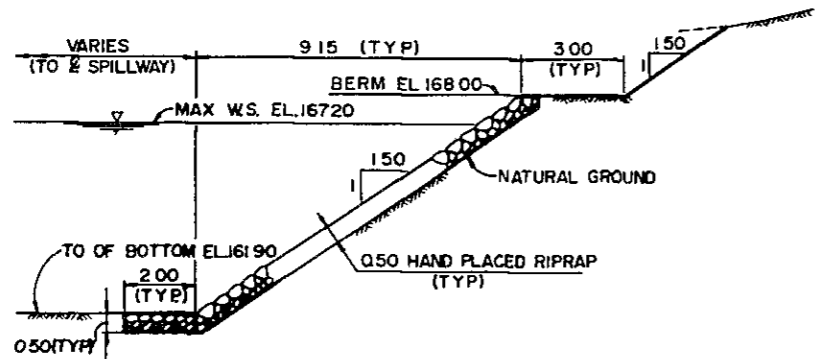
SLOPE PROTECTION (GABION)
(APPROACH CHANNEL)



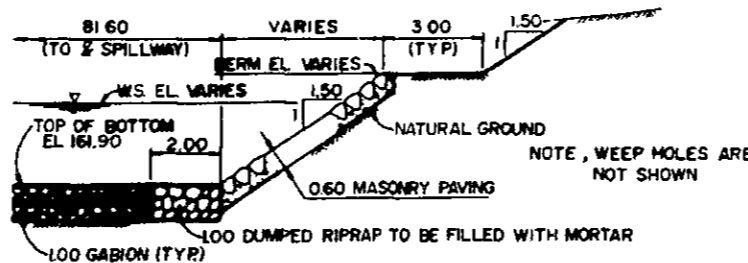
DETAIL OF WEIR ABUTMENT



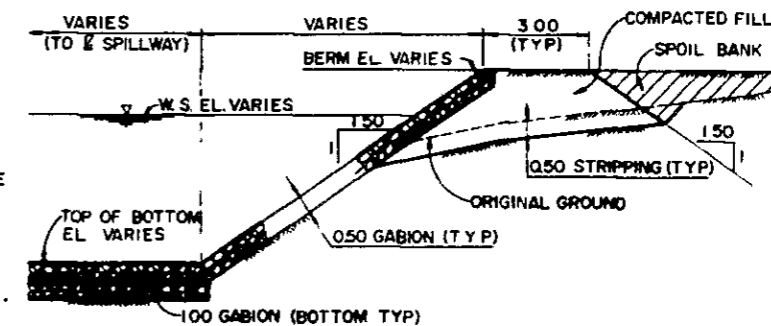
DETAIL OF CREST



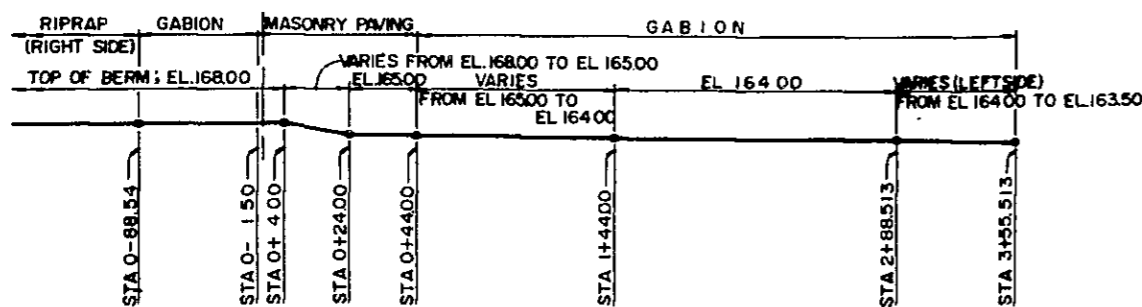
SLOPE PROTECTION (RIPRAP)
(APPROACH CHANNEL)



SLOPE PROTECTION (MASONRY PAVING)
(CHUTE)



SLOPE PROTECTION (GABION)
(CHUTE AND TAIL RACE)



DETAIL OF BERM ELEVATION
NOT TO SCALE

- NOTES:**
1. ALL STATIONS AND ELEVATION ARE GIVEN IN METERS
 2. ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS.
 3. ALL STATIONS AND DISTANCES ARE SHOWN ALONG THE CENTER OF THE SPILLWAY
 4. STANDARD ABBREVIATIONS ARE AS FOLLOWS
STA, STATION, EL, ELEVATION, TYP; TYPICAL.



EXCEPT AS SHOWN

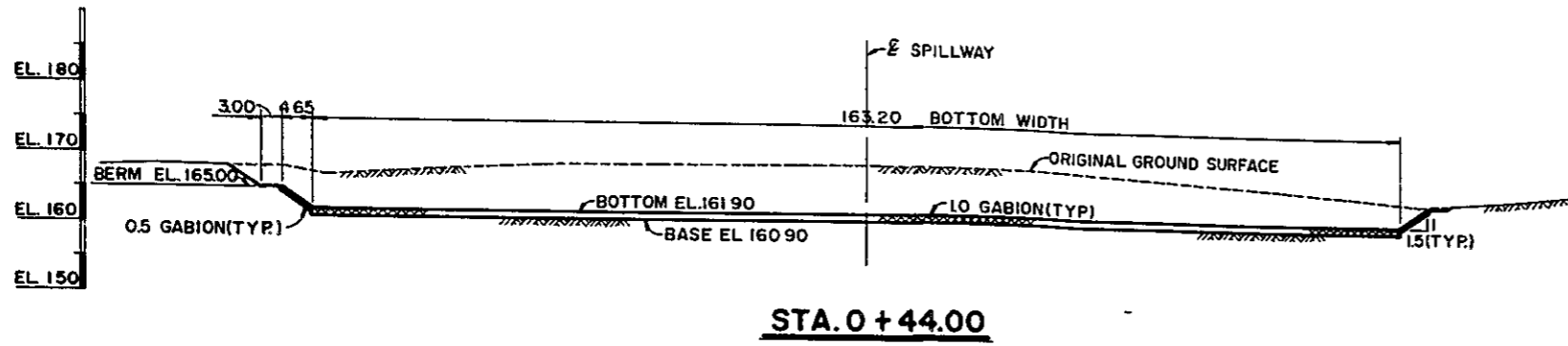
SULTANATE OF OMAN
MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES
DIRECTORATE GENERAL OF
WATER RESOURCES AND IRRIGATION

WADI JIZI
AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT

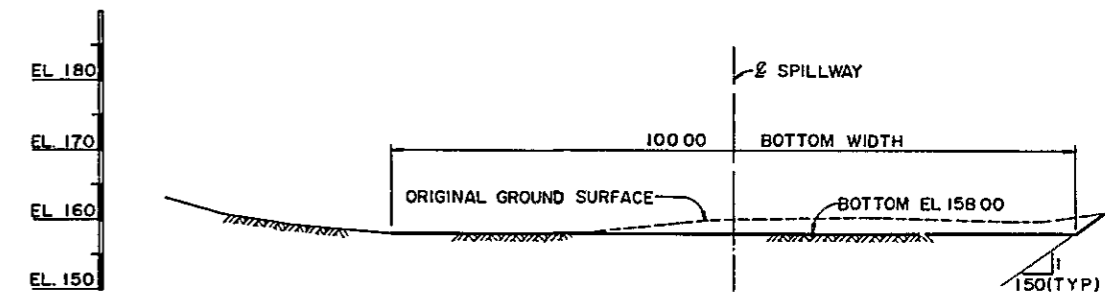
SPILLWAY (PROFILE AND DETAIL)

DATE NOV. 1982 DWG NO WJP-D-1005

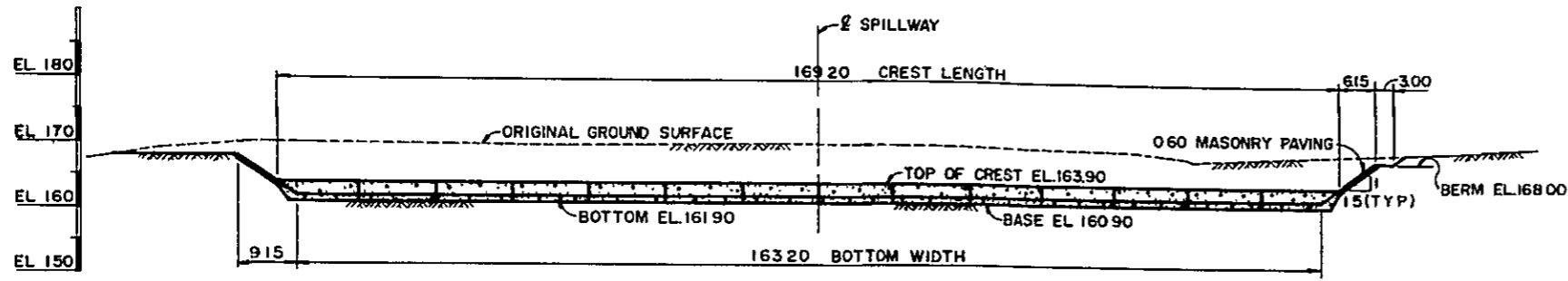
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



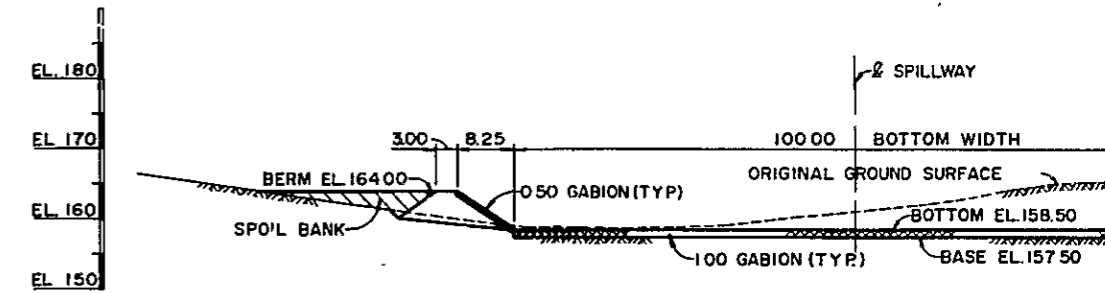
STA. 0 + 44.00



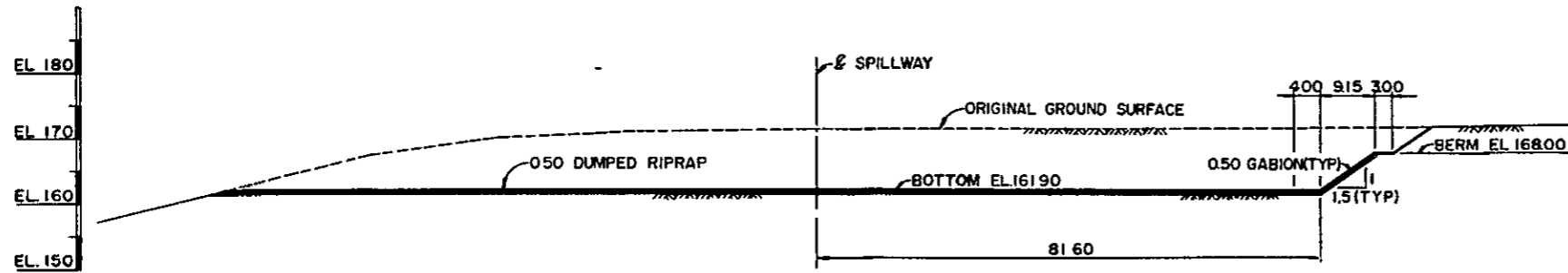
STA. 3 + 63.513



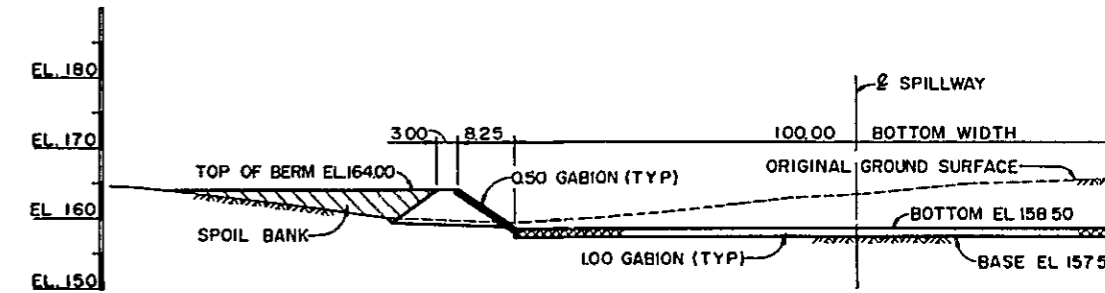
STA. 0 - 1.50



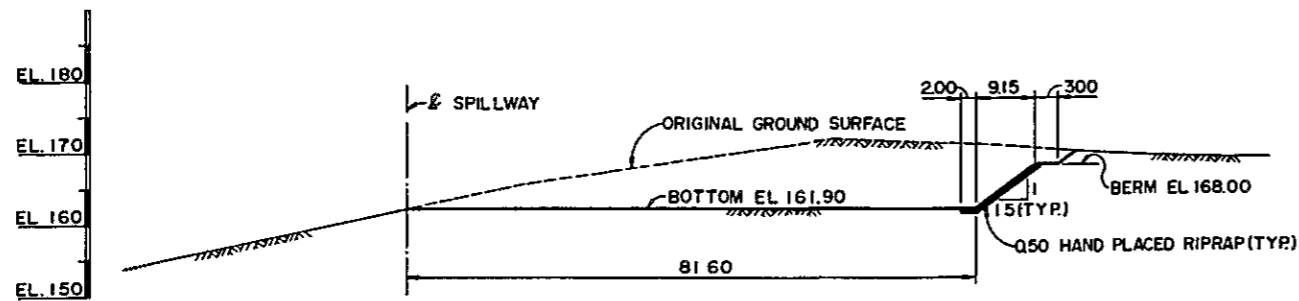
STA. 2 + 88.573



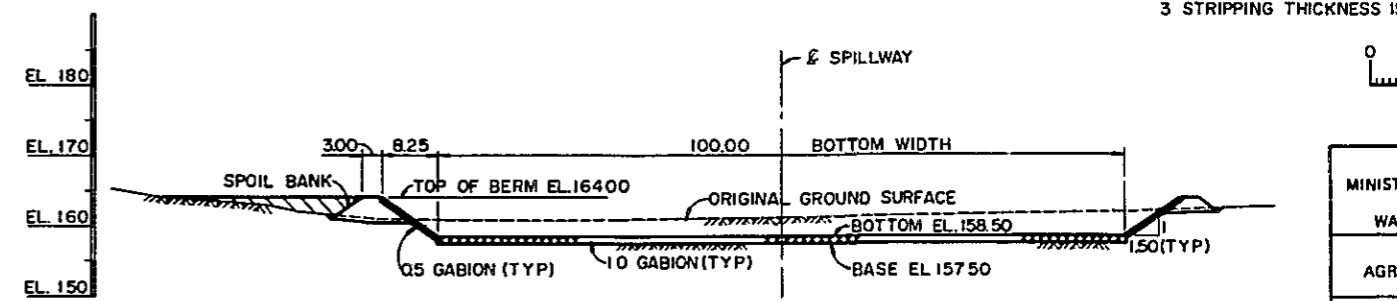
STA. 0 - 88.54



STA. 2 + 16.257



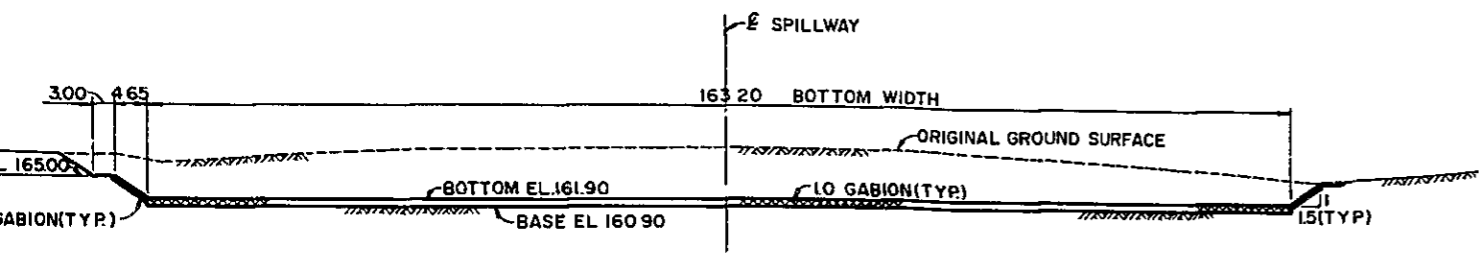
STA. -1 - 82.08



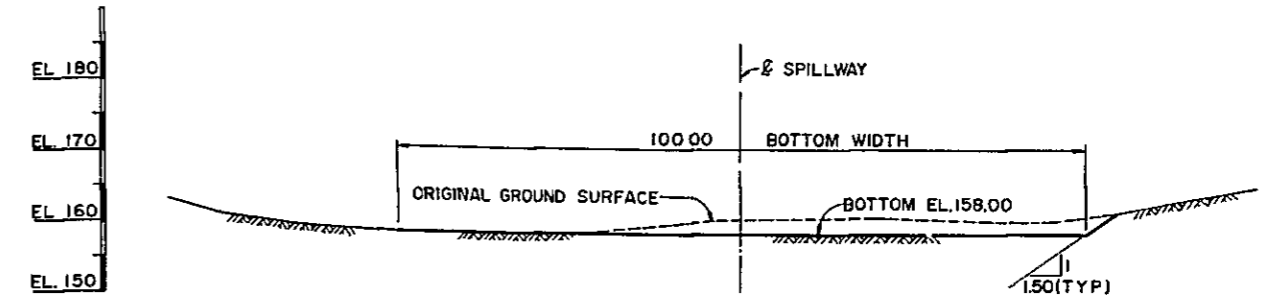
STA. 1 + 44.00

NOTE : —
 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE IN METERS
 2 ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS
 3 STRIPPING THICKNESS IS 100 MM

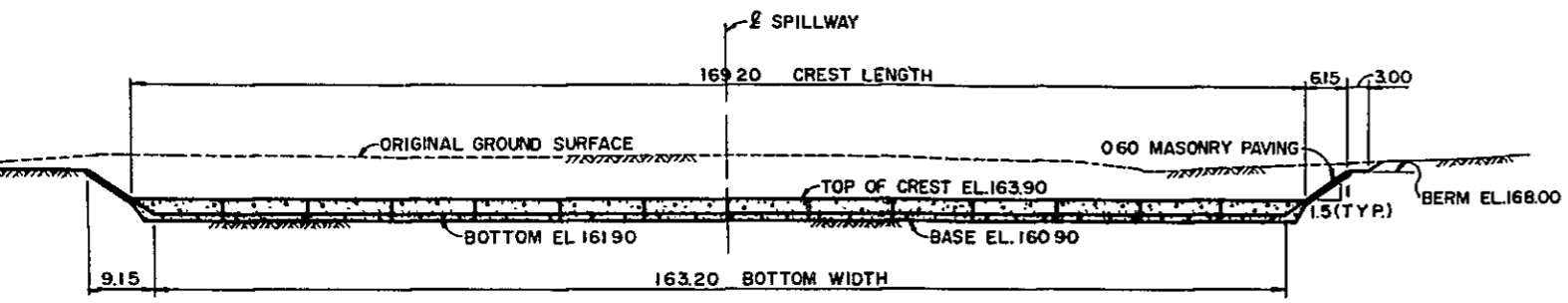
0
MINISTRY OF WATER RESOURCES
AGRICULTURE
DATE
JAPAN IN



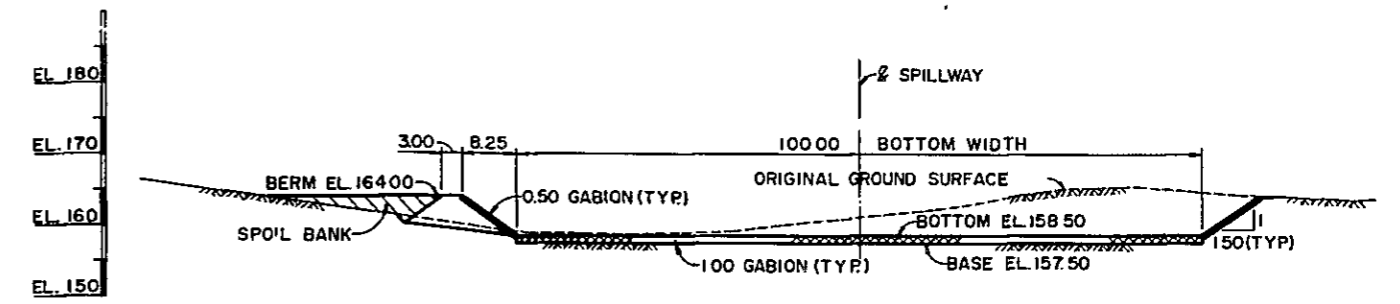
STA. 0 + 44.00



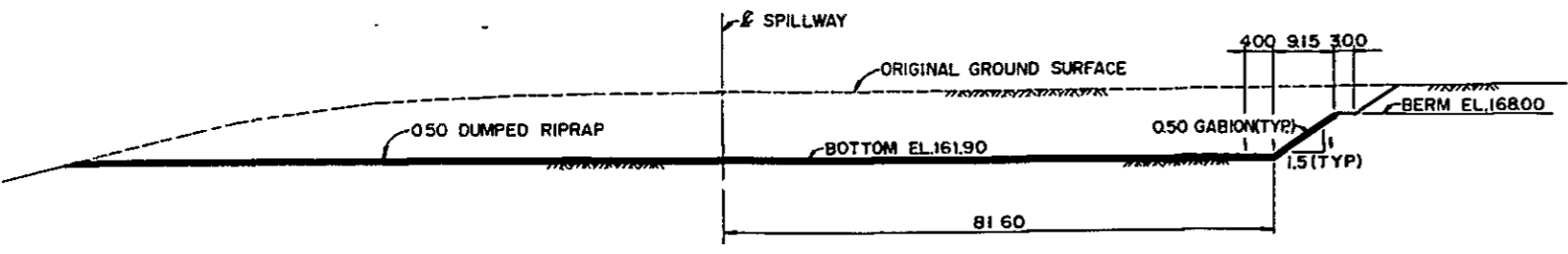
STA. 3 + 63.513



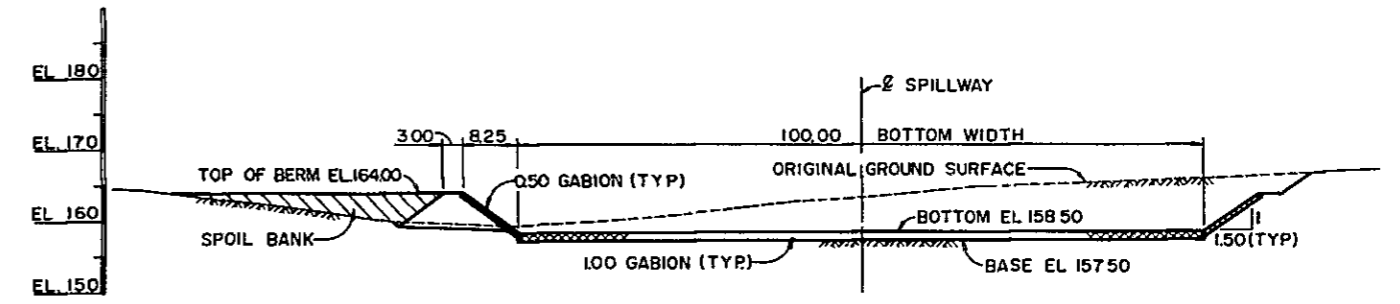
STA. 0 - 1.50



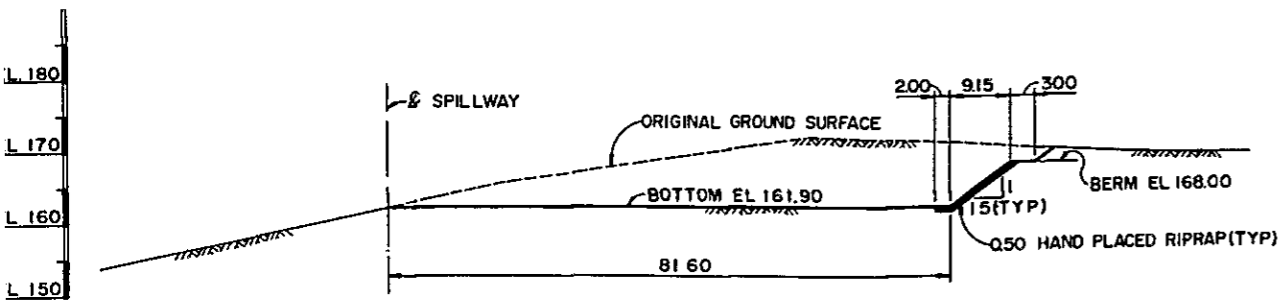
STA. 2 + 88.573



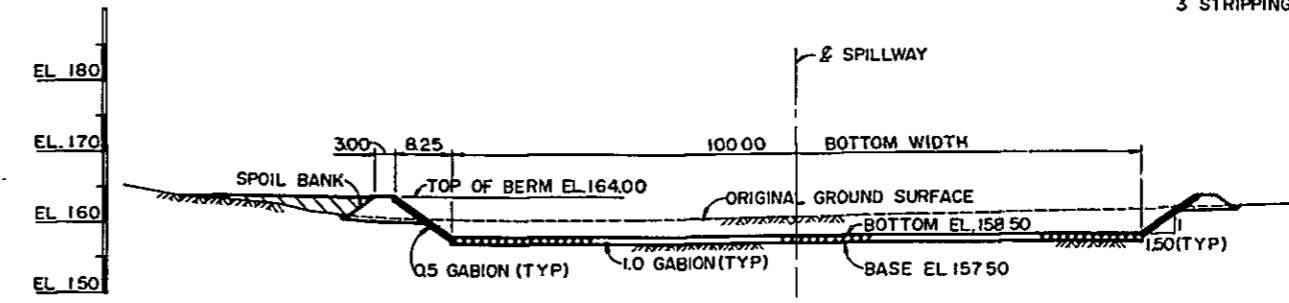
STA. 0 - 88.54



STA. 2 + 16.257

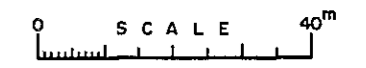


STA. - 82.08

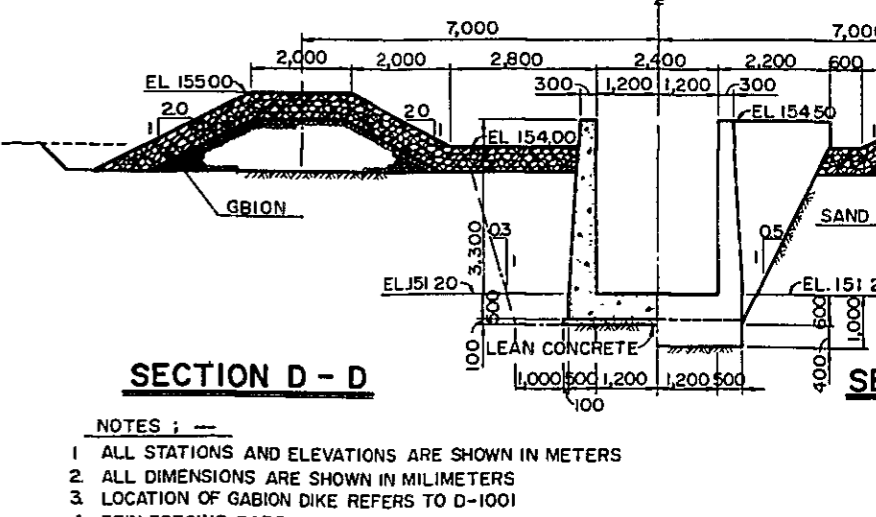
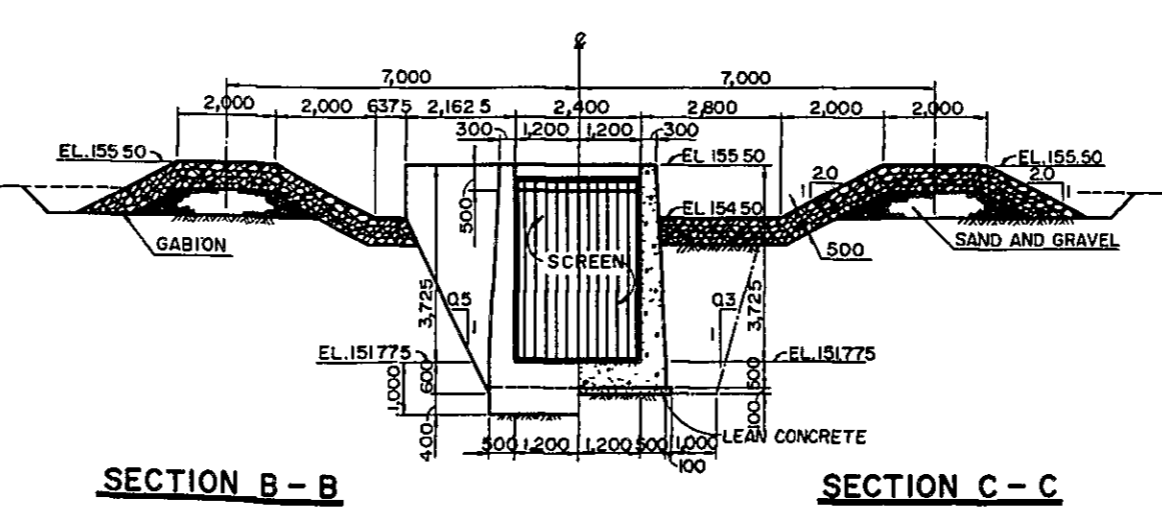
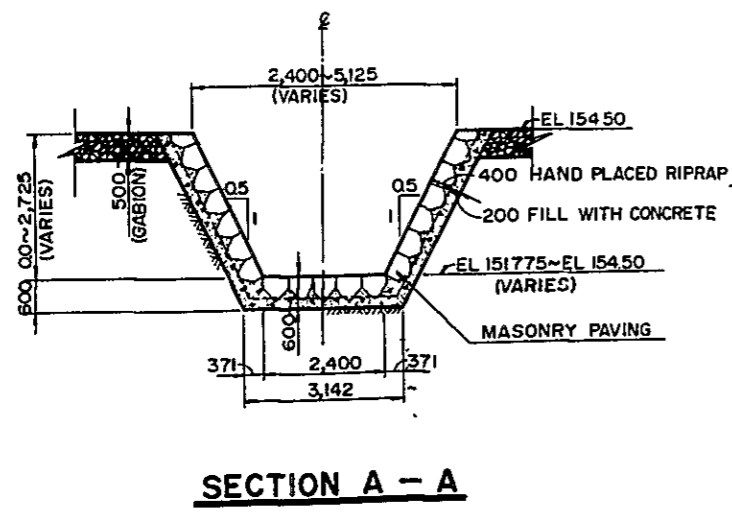
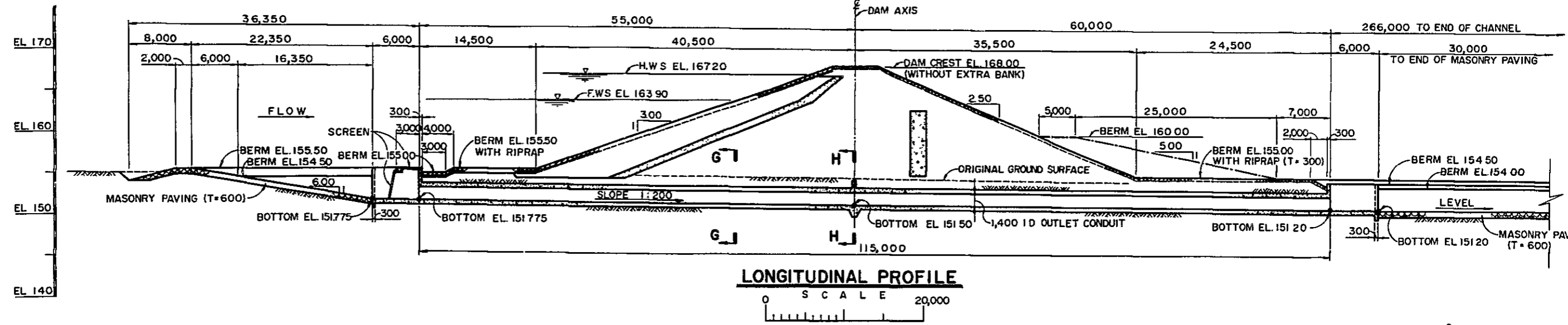
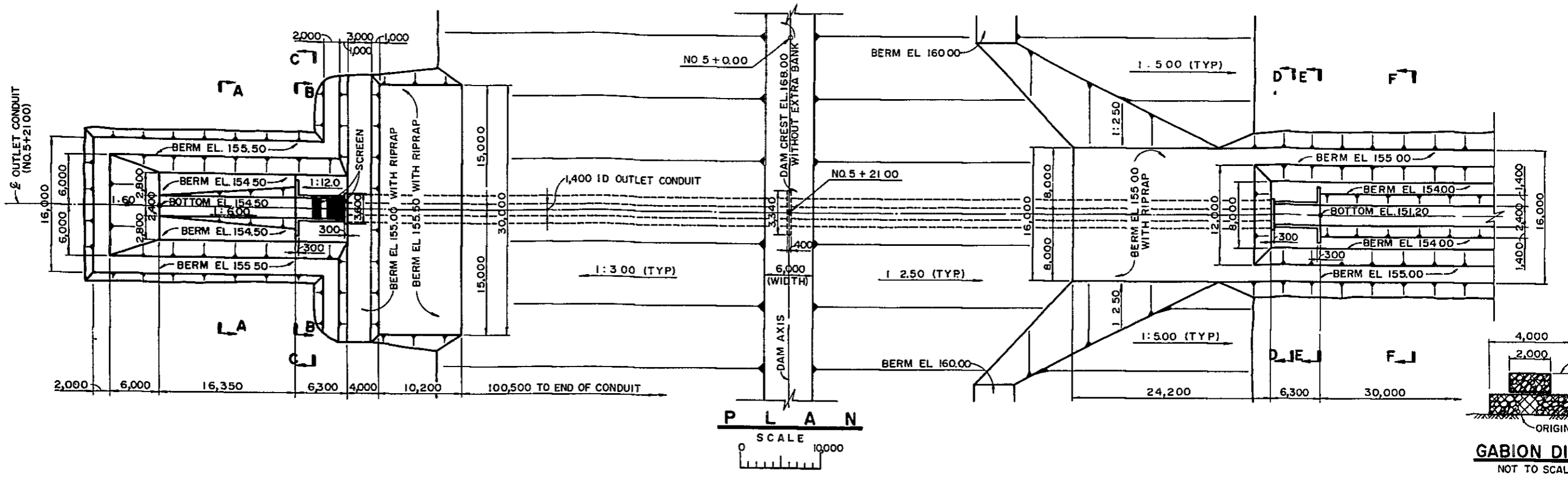


STA. 1 + 44.00

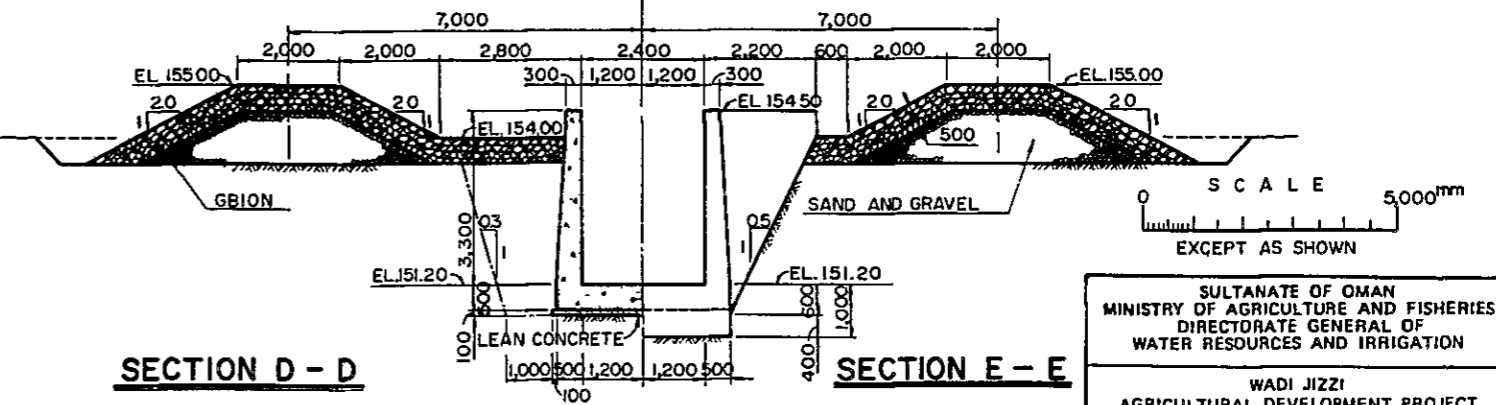
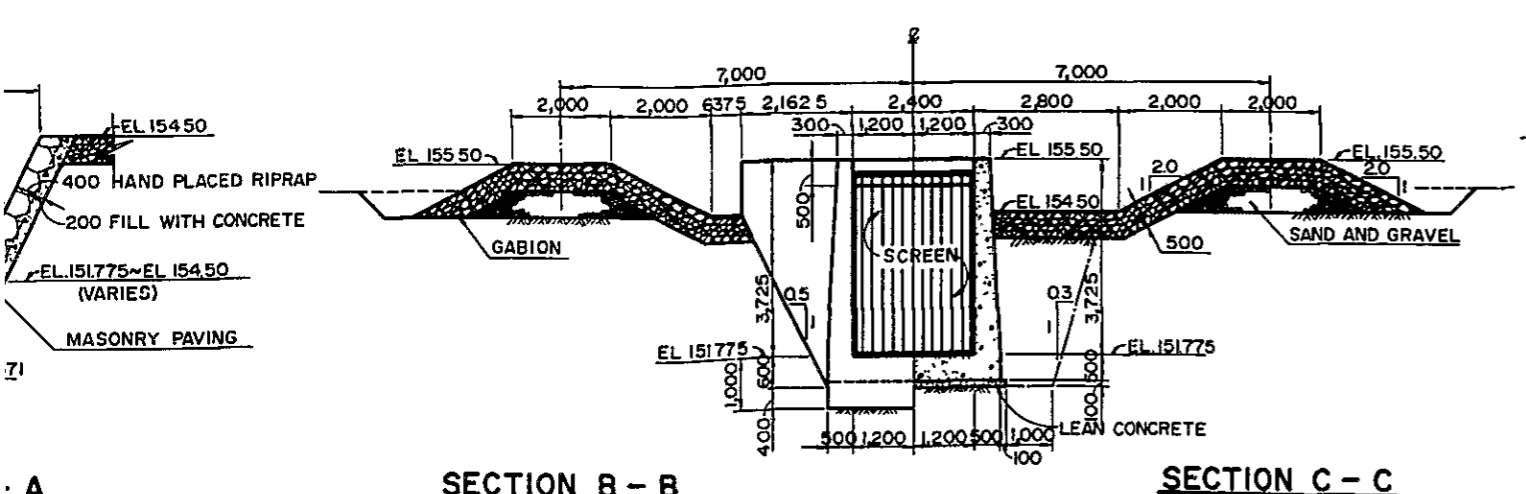
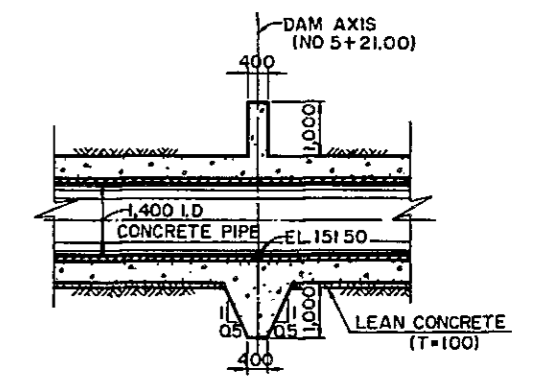
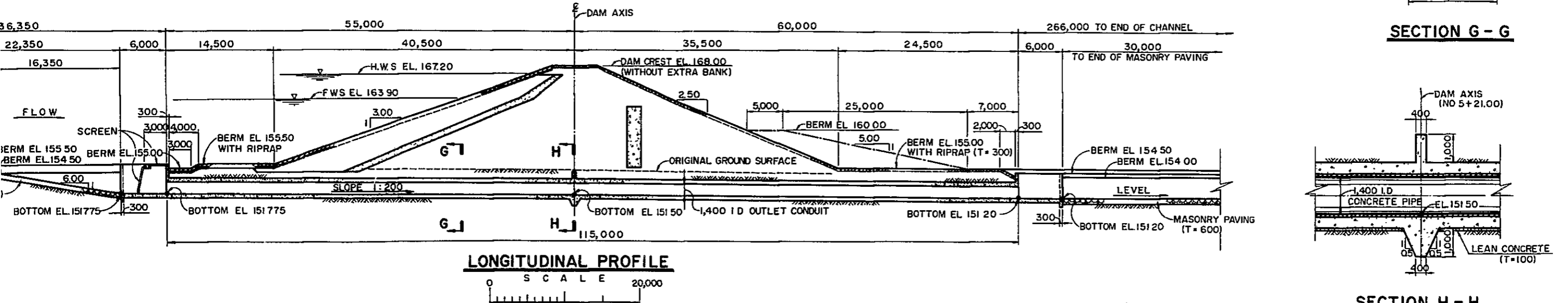
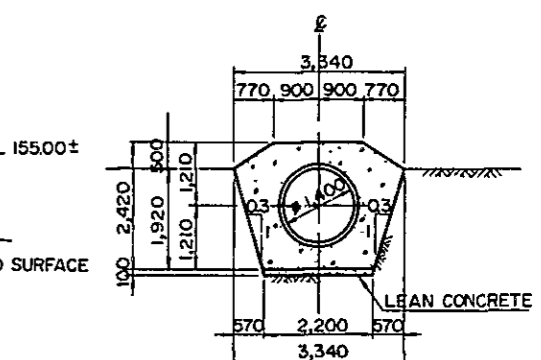
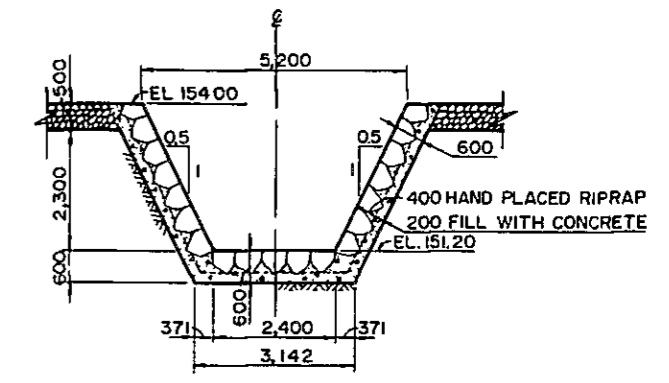
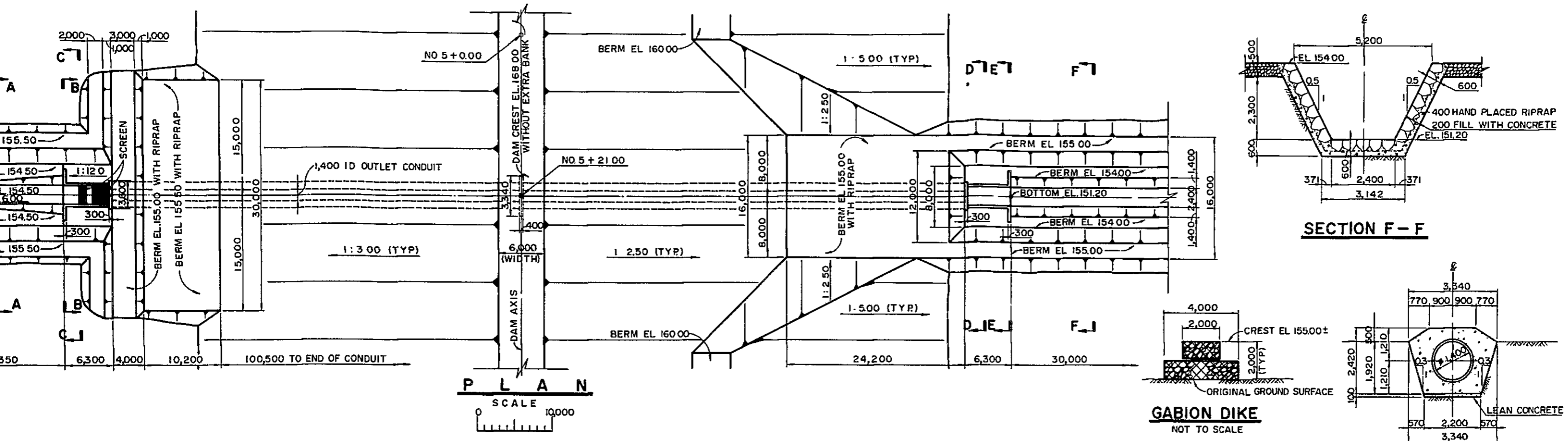
NOTE :
 1. ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE GIVEN IN METERS
 2. ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS
 3. STRIPPING THICKNESS IS 0.5^m ON AN AVERAGE.



SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
SPILLWAY (CROSS SECTION)			
DATE	NOV. 1982	DWG NO	W.J.P - D - 1006
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

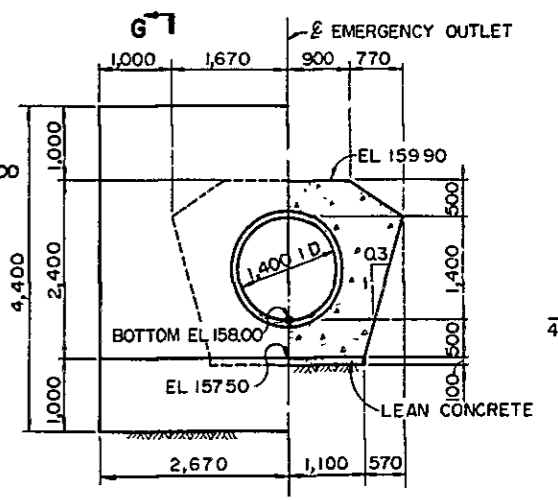
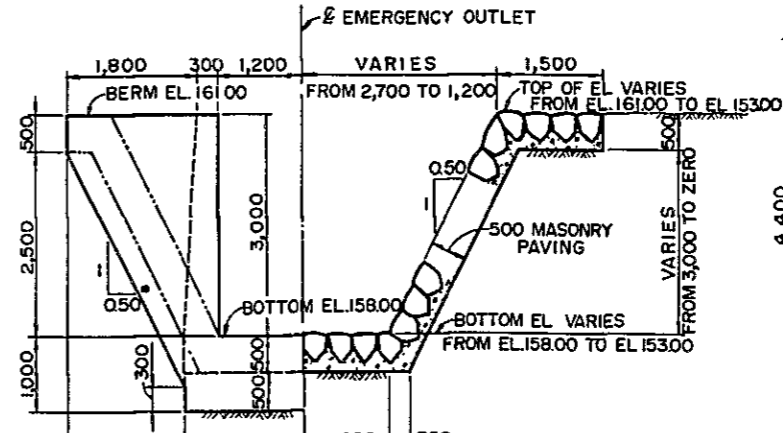
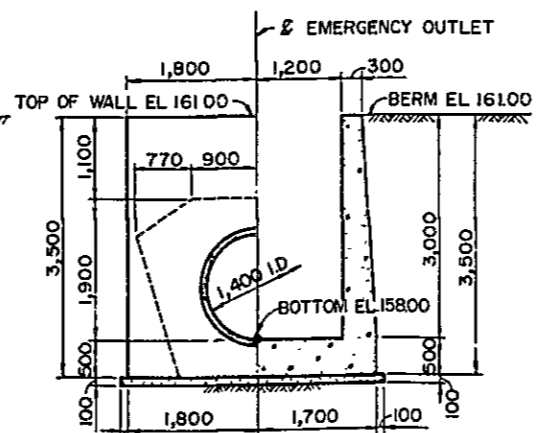
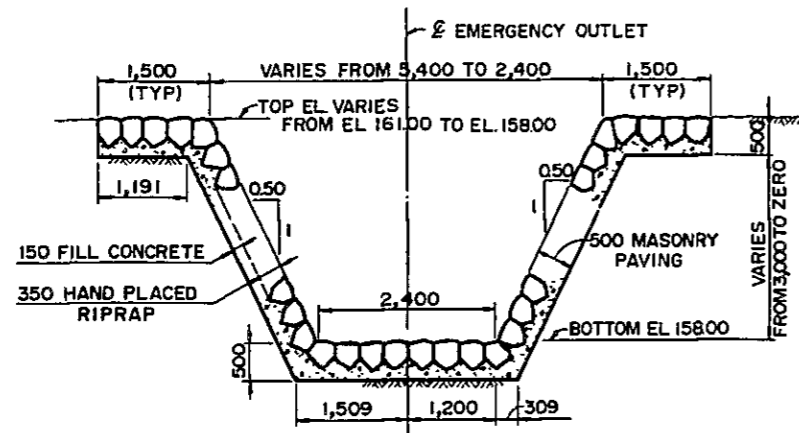
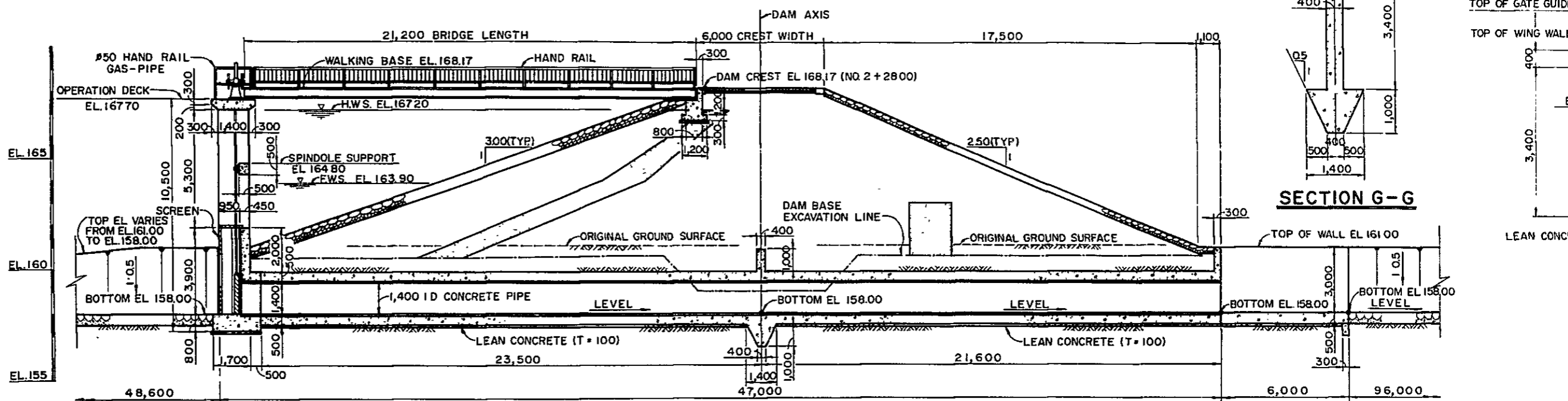
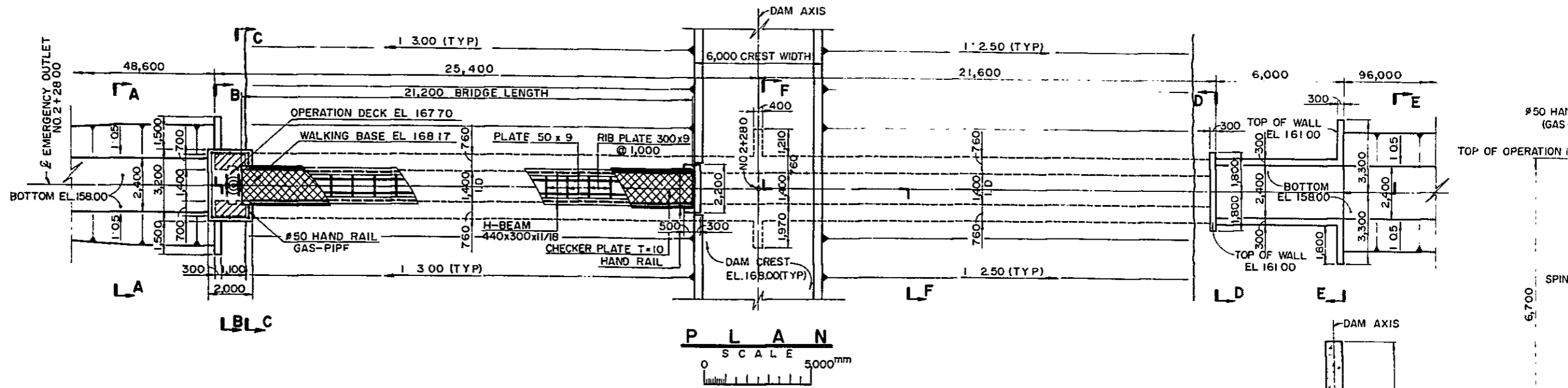


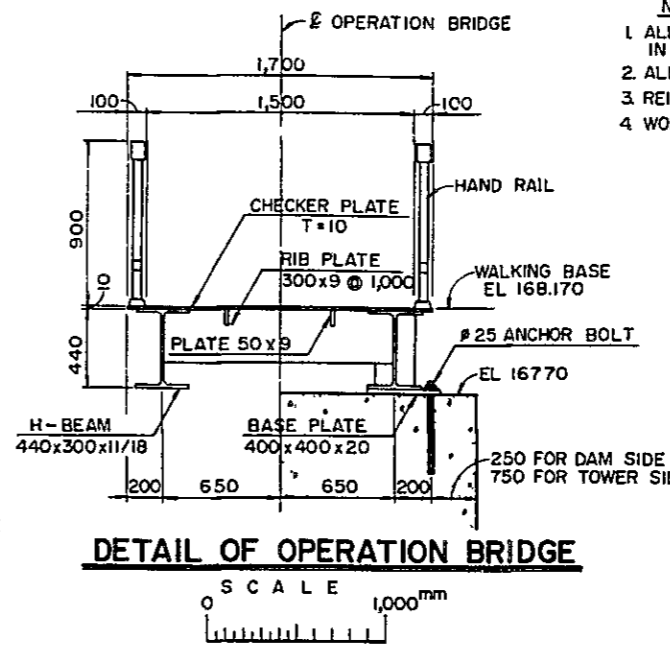
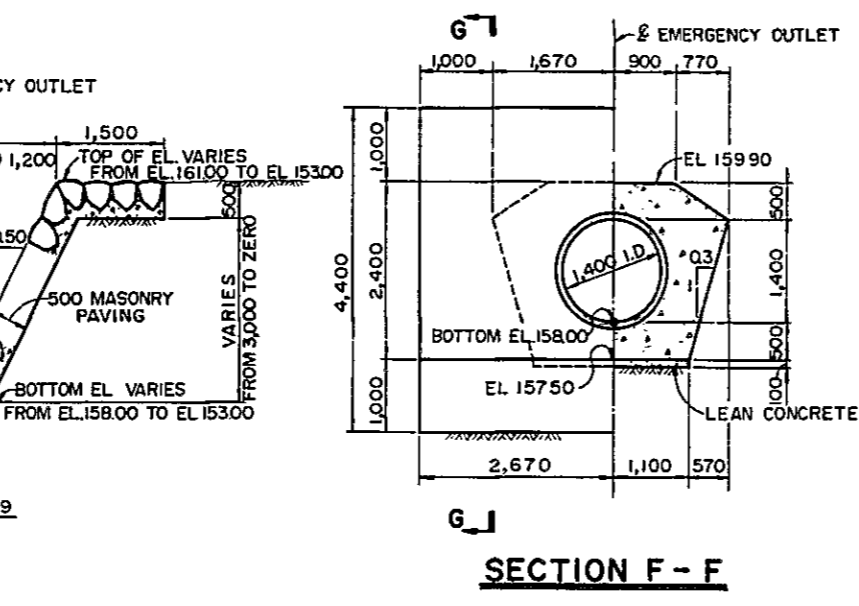
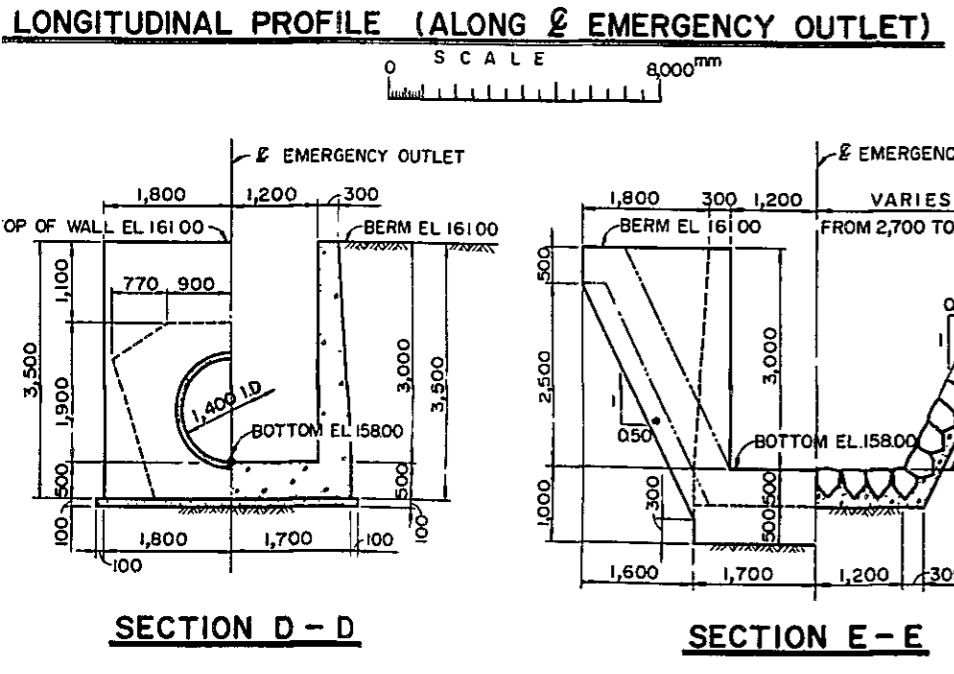
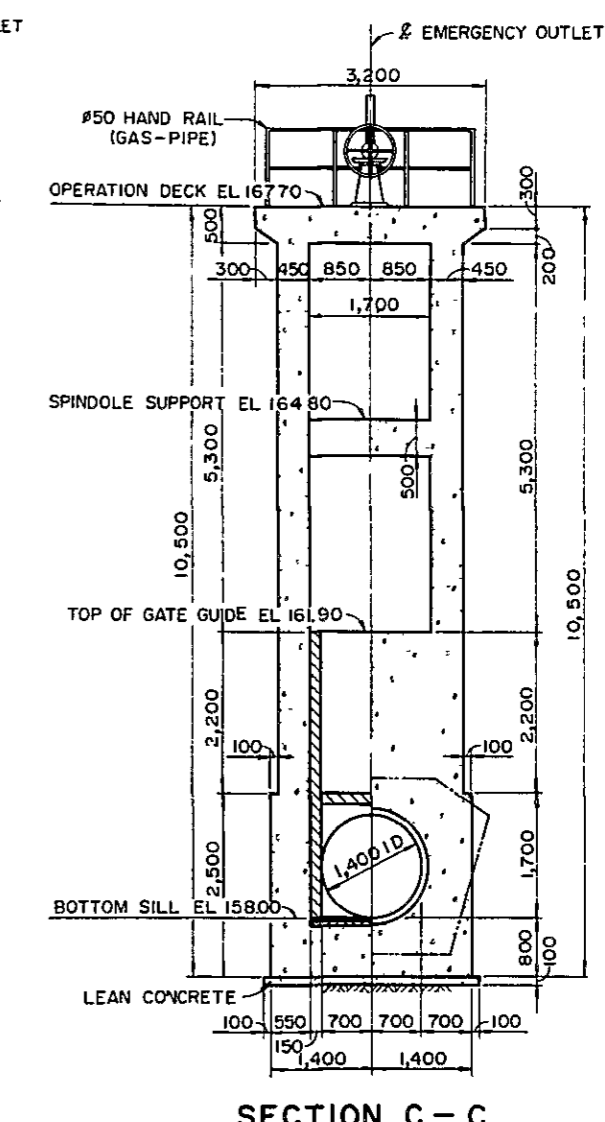
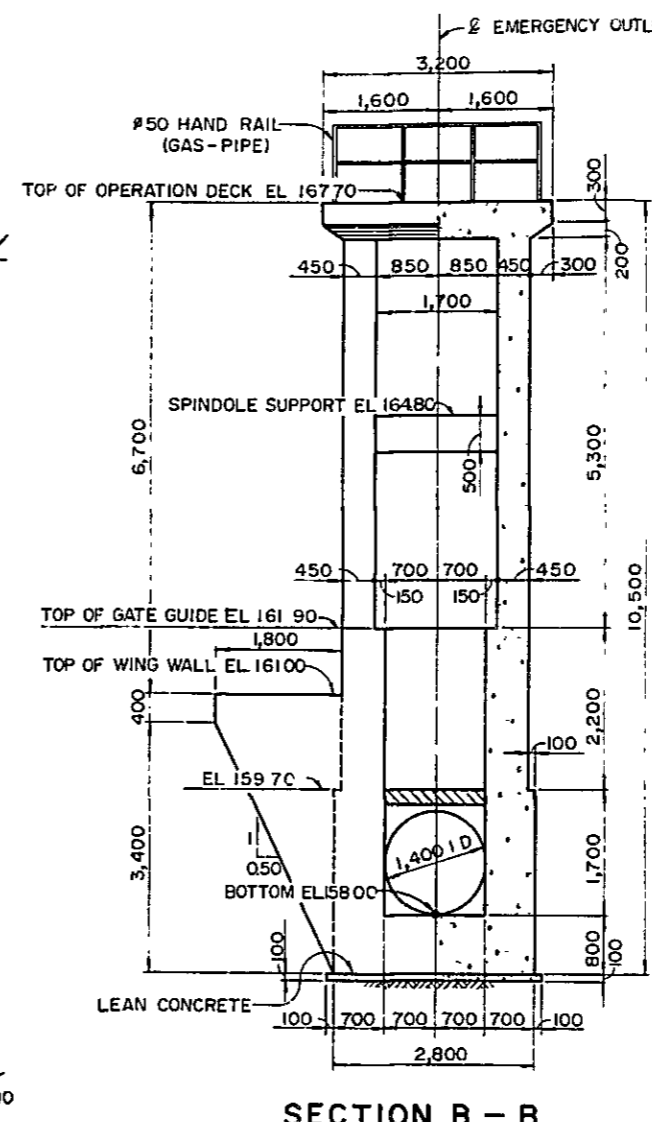
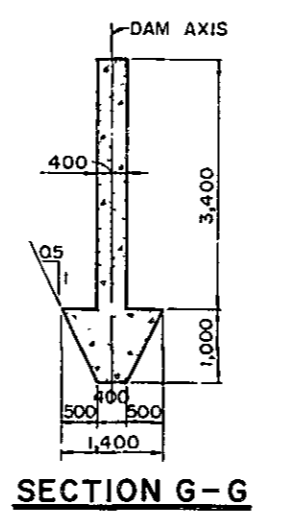
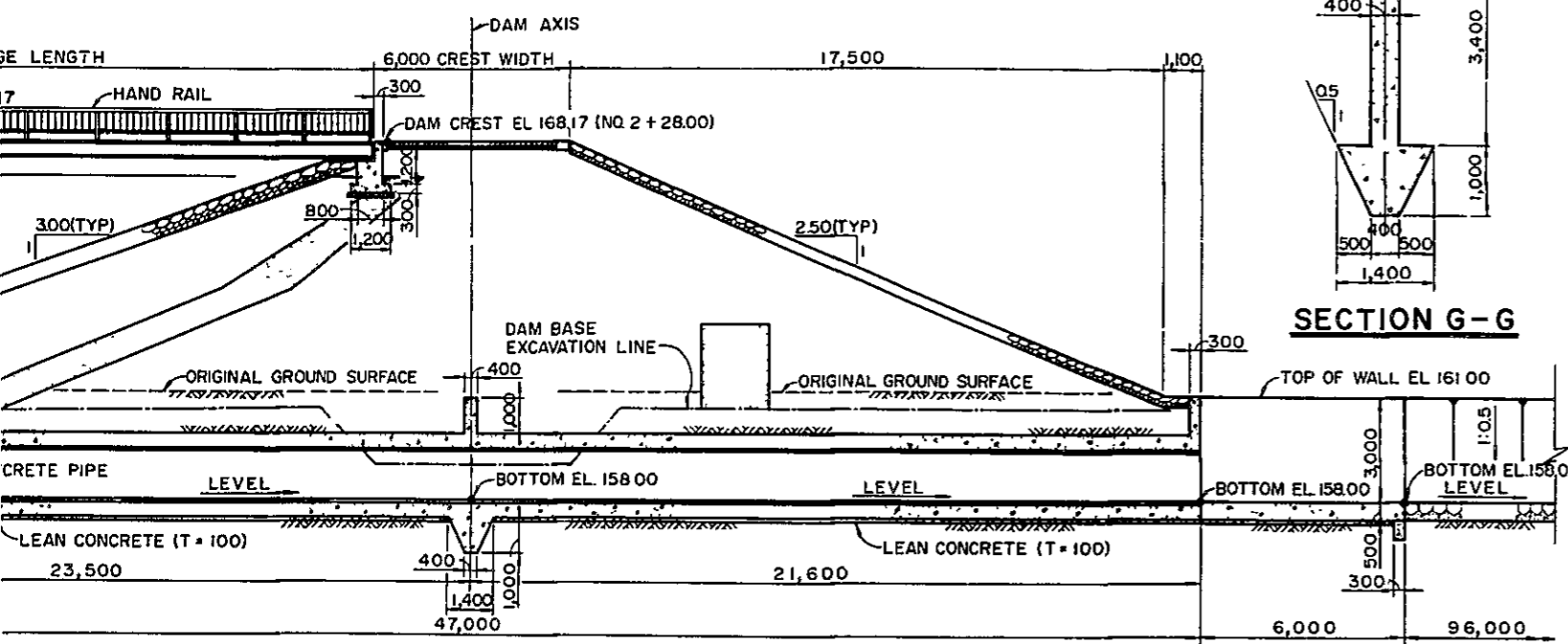
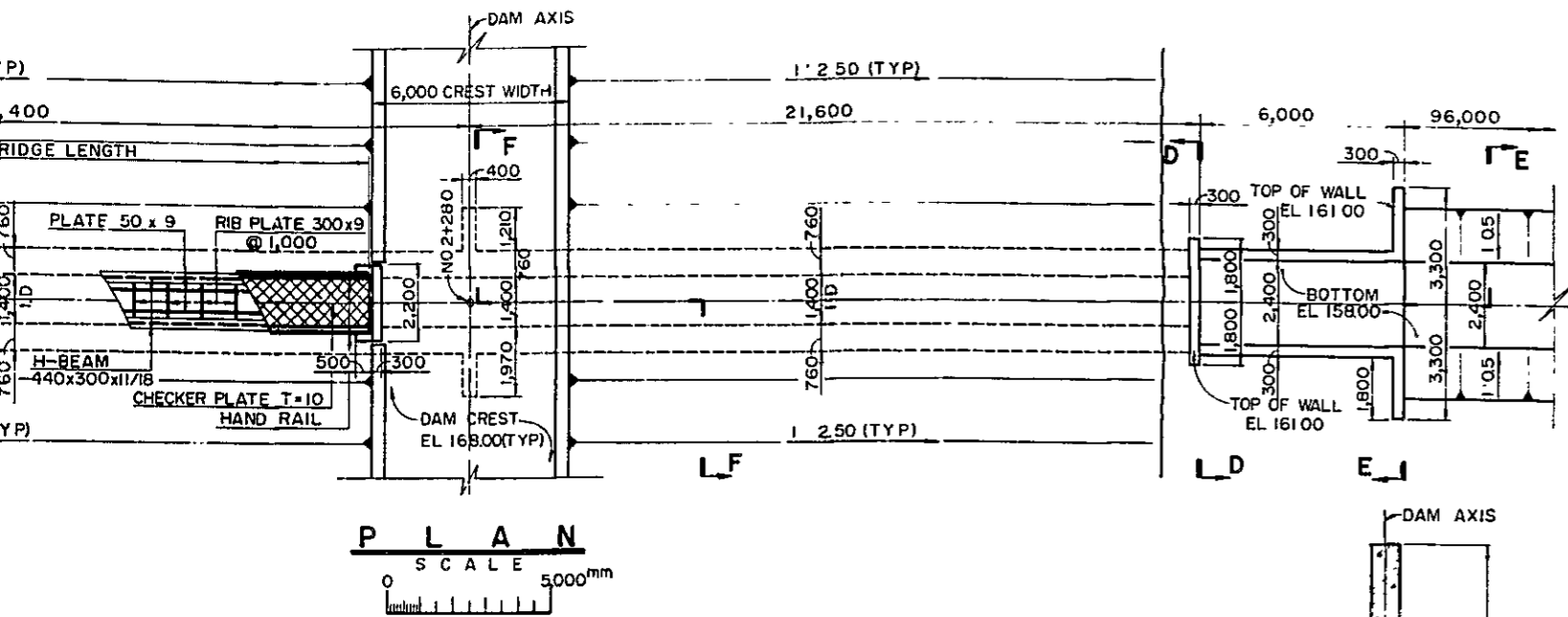
- NOTES :**
- 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE SHOWN IN METERS
 - 2 ALL DIMENSIONS ARE SHOWN IN MILLIMETERS
 - 3 LOCATION OF GABION DIKE REFERS TO D-1001
 - 4 REIN FORCING BARS ARE NOT SHOWN



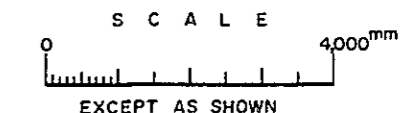
- NOTES: —
1. ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE SHOWN IN METERS
 2. ALL DIMENSIONS ARE SHOWN IN MILLIMETERS
 3. LOCATION OF GABION DIKE REFERS TO D-1001
 4. REIN FORCING BARS ARE NOT SHOWN

SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION		
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT		
OUTLET FACILITIES		
DATE	NOV. 1982	D.W.G. NO. WJP - D - 1007
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		

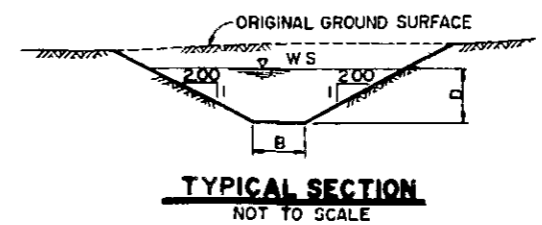




- NOTES:**
- 1 ALL STATIONS AND ELEVATIONS ARE SHOWN IN METERS
 - 2 ALL DIMENSIONS ARE SHOWN IN MILLIMETERS
 - 3 REINFORCING BARS ARE NOT SHOWN
 - 4 WORK THIS DRAWING WITH D-1003



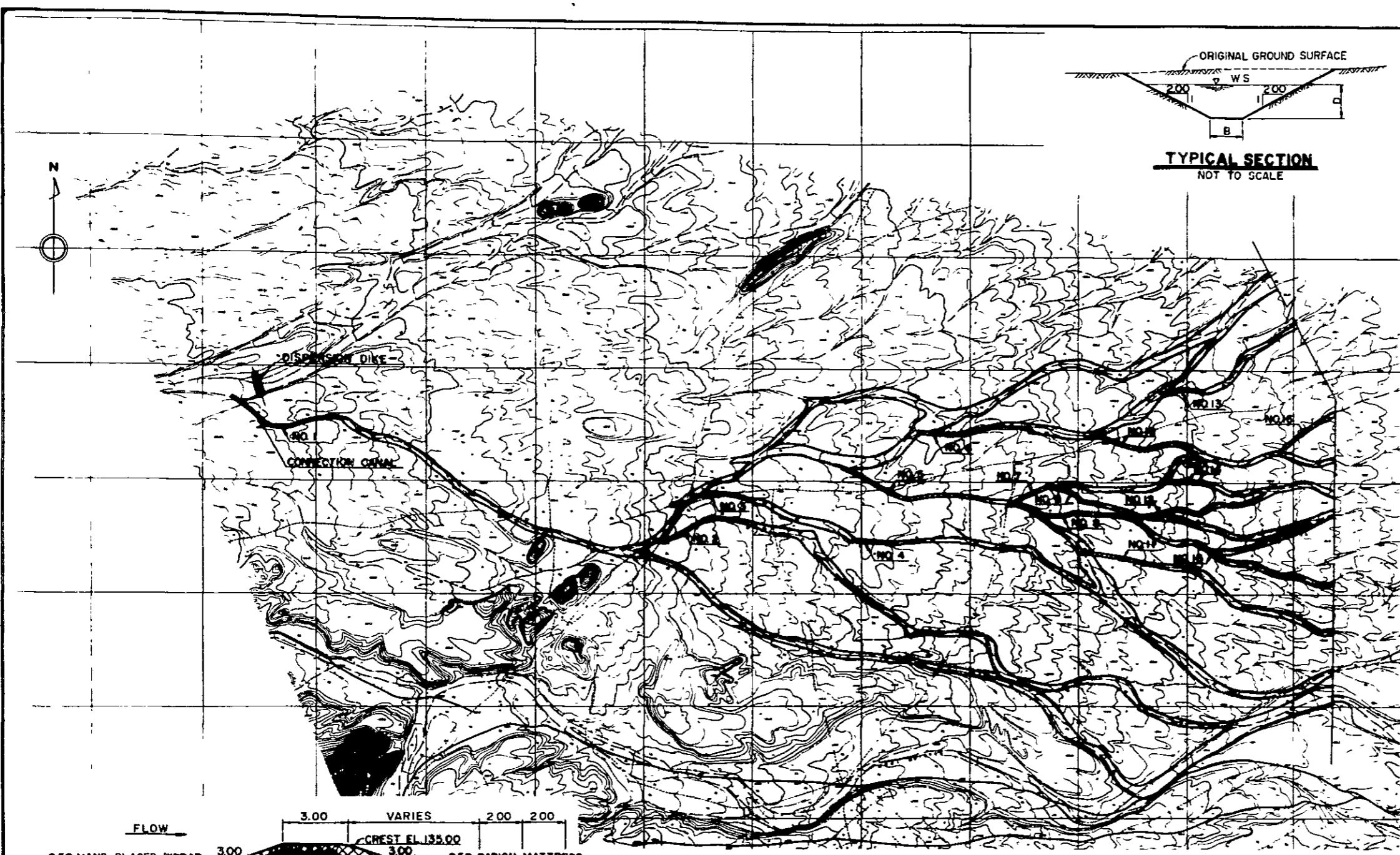
SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION		
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT		
EMERGENCY OUTLET		
DATE	NOV 1982	DWG. NO WJP-D-1008
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		



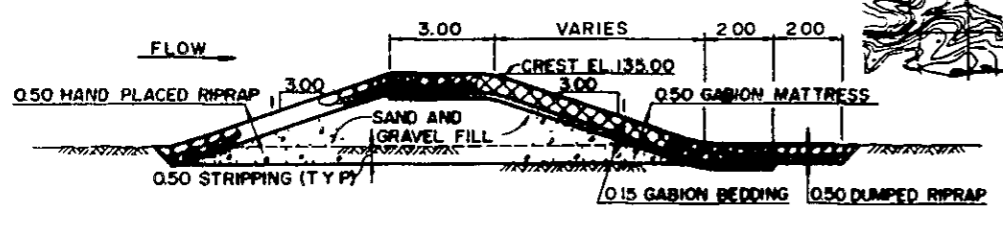
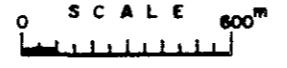
NO. OF CONNECTION CANAL	LENGTH OF WATER ROUTE	FLOW DISCHARGE	CANAL DIMENSIONS BOTTOM WIDTH DEPTH	EXCAVATION VOLUME
1	100.0	7.0	14.6 0.5	13,290
2	4.3	0.3	0.3 0.4	240
3	12.9	0.9	0.3 0.6	260
4	12.1	0.85	0.3 0.6	840
5	30.0	2.1	0.4 0.8	2,130
6	12.9	0.9	0.3 0.6	180
7	21.4	1.5	0.4 0.8	260
8	4.0	0.28	0.3 0.4	80
9	18.6	1.3	0.4 0.7	240
10	5.6	0.39	0.3 0.5	530
11	1.7	0.12	0.3 0.3	430
12	17.1	1.2	0.3 0.6	380
13	5.4	0.38	0.3 0.5	200
14	1.0	0.07	0.3 0.2	20
15	1.3	0.09	0.3 0.3	20
16	3.7	0.26	0.3 0.4	100

NO. OF CONNECTION CANAL	BOTTOM ELEVATION		LENGTH OF CONNECTION CANAL
	BEGINNING POINT	END POINT	
1	EL 134.6	EL 133.5	56.0
2	120.6	117.4	2.8
3	116.8	115.0	2.9
4	112.1	110.4	1.85
5	112.2	107.2	6.66
6	109.0	107.8	1.95
7	106.0	105.2	1.60
8	104.3	103.6	1.80
9	104.3	103.1	1.90
10	102.5	101.0	2.50
11	102.2	100.7	2.80
12	102.1	100.4	1.50
13	99.0	98.5	1.90
14	102.0	100.2	1.50
15	99.3	98.5	8.0
16	95.6	94.1	2.30

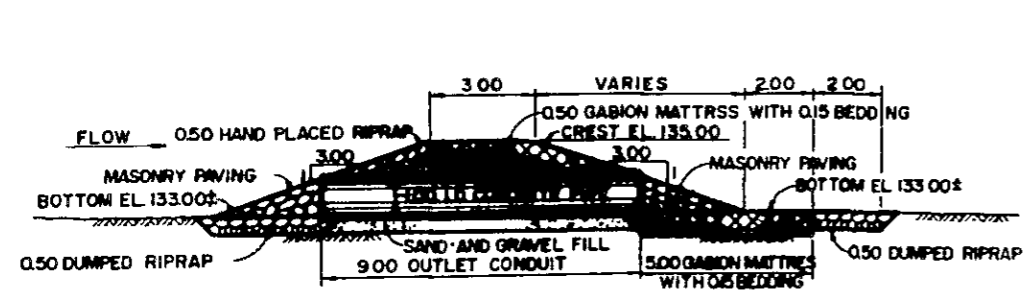
- NOTES:-
- 1 ALL ELEVATIONS AND DIMENSIONS ARE GIVEN IN METERS
 - 2 SLOPE OF MASONRY PAVING IS 1 ON 0.5 TYPICALLY
 - 3 SPECIFIC INFILTRATION DISCHARGE IS ASSUMED 0.07 m³/sec/km



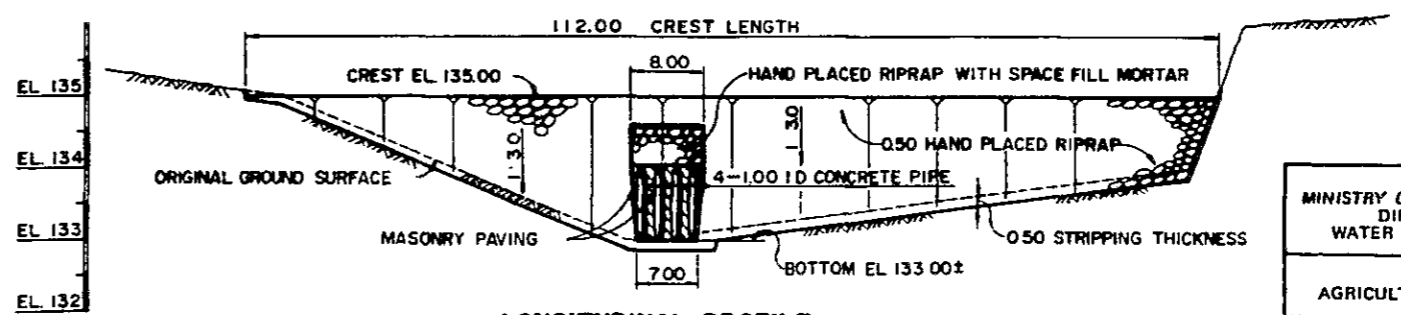
LOCATION MAP OF DISPERSION FACILITIES



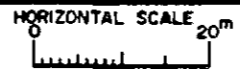
TYPICAL SECTION



OUTLET CONDUIT SECTION



LONGITUDINAL PROFILE



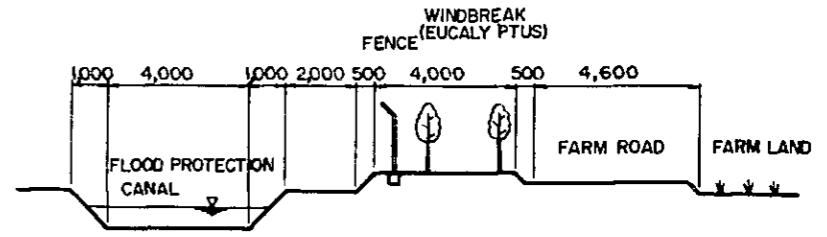
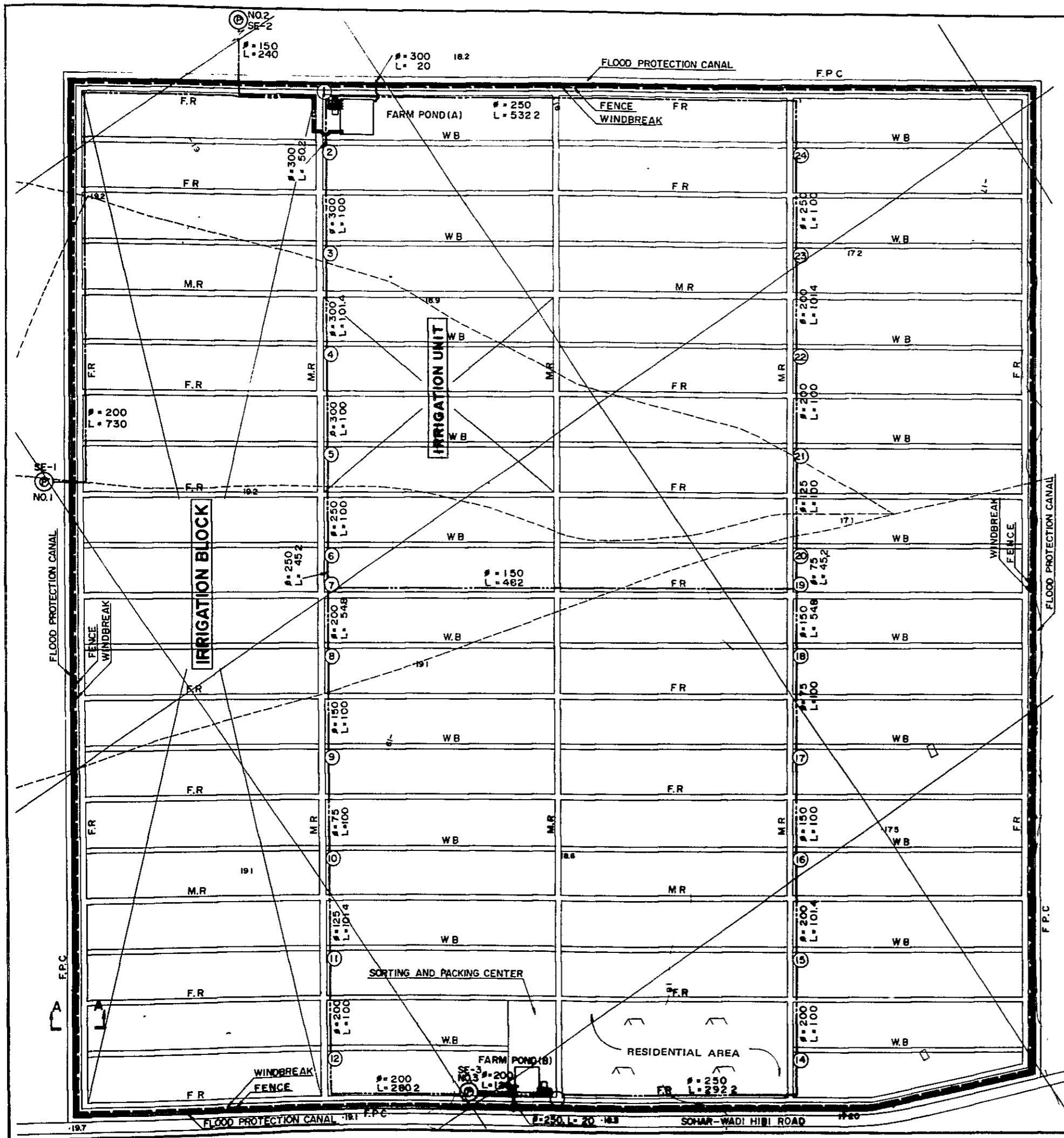
SULTANATE OF OMAN
 MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION

WADI JIZZI
 AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT

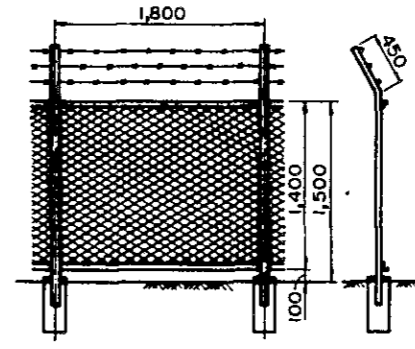
DISPERSION FACILITIES

DATE	NOV 1982	DWG NO	WJP-D-1009
------	----------	--------	------------

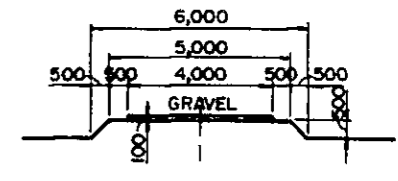
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



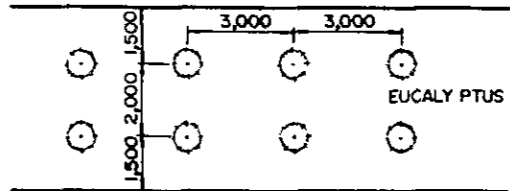
SECTION A - A
SCALE 1 100



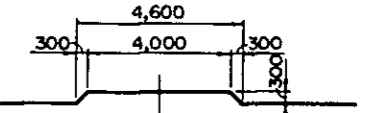
FENCE
SCALE 1 30



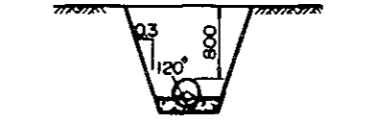
MAIN ROAD
SCALE 1 100



WINDBREAK
SCALE 1 100



FARM ROAD
SCALE 1 100



FOUNDATION OF PIPELINE
SCALE 1 40

LEGEND

MR	MAIN ROAD
FR	FARM ROAD
FPC	FLOOD PROTECTION CANAL
WB	WINDBREAK
φ=150 L=100	PIPE LINE (VP) φ DIAMETER L LENGTH
(6)	TURNOUT
---	FENCE
(SE-2)	WELL AND LIFTING PUMP
□	FARM POND
□	PUMP STATION

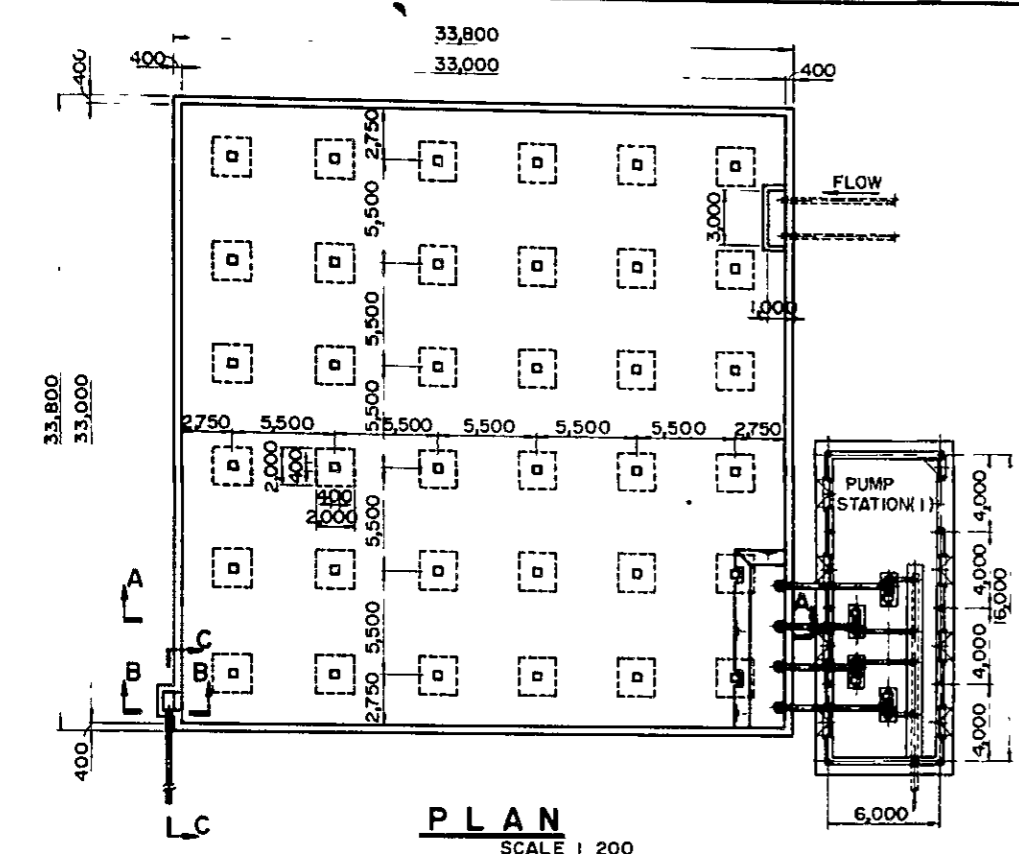
SULTANATE OF OMAN
MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES
DIRECTORATE GENERAL OF
WATER RESOURCES AND IRRIGATION

WADI JIZZI
AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT

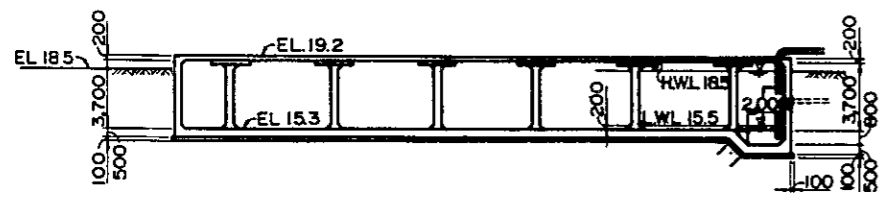
IRRIGATION NET WORKS AND FARM
FACILITIES (PLAN AND PROFILE)

DATE NOV 1982 DWG NO WJP-F-1010

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

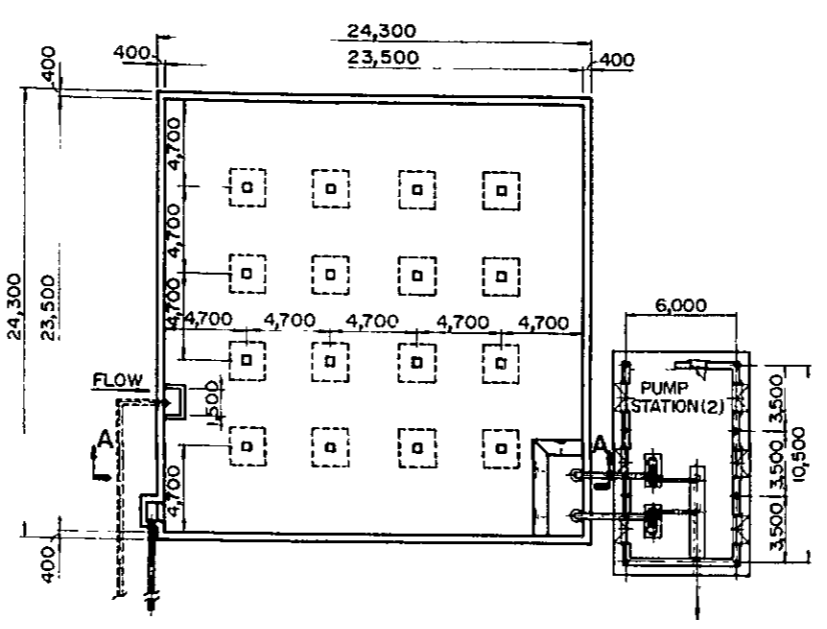


PLAN
SCALE 1:200

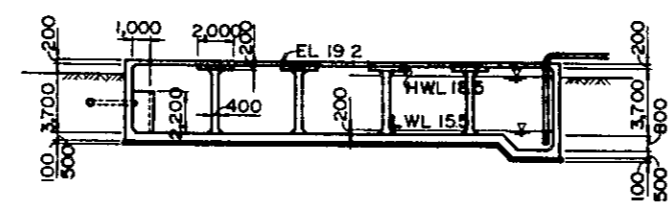


SECTION A-A
SCALE 1:200

FARM POND (A)

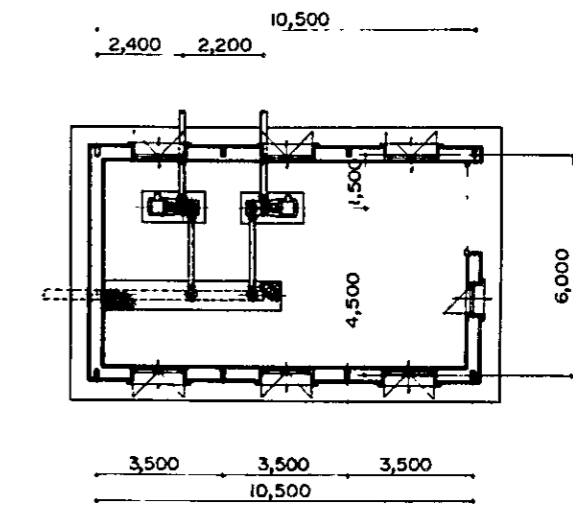


PLAN
SCALE 1:200

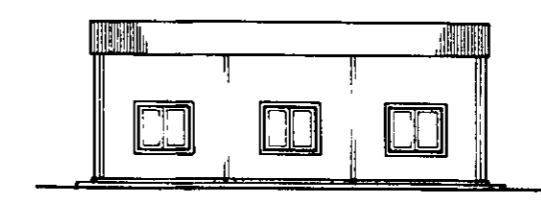


SECTION A-A
SCALE 1:200

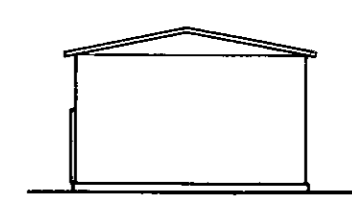
FARM POND (B)



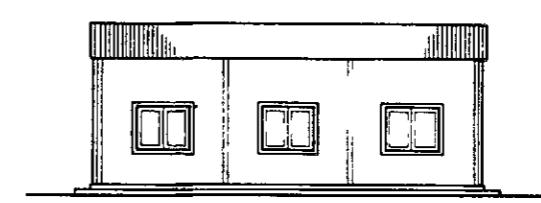
PLAN (PUMP NO.2)
SCALE 1:100



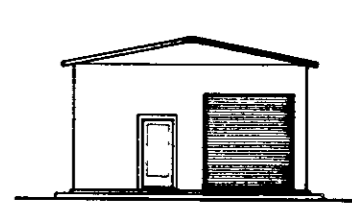
ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100

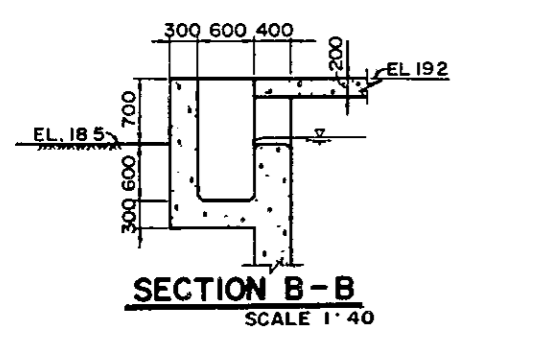


ELEVATION
SCALE 1:100

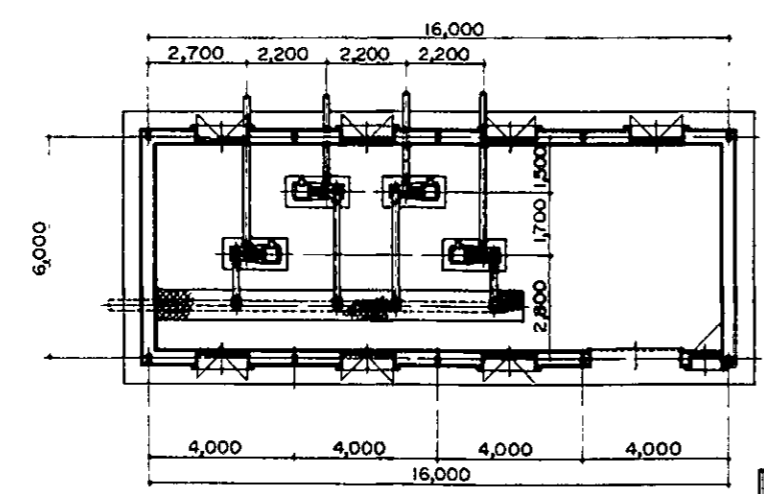


ELEVATION
SCALE 1:100

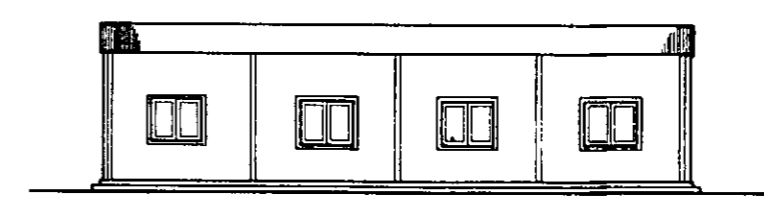
PUMP STATION (2)



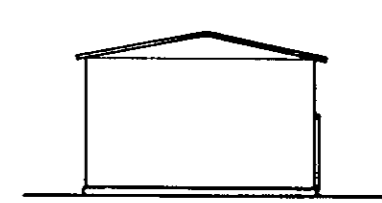
SECTION B-B
SCALE 1:40



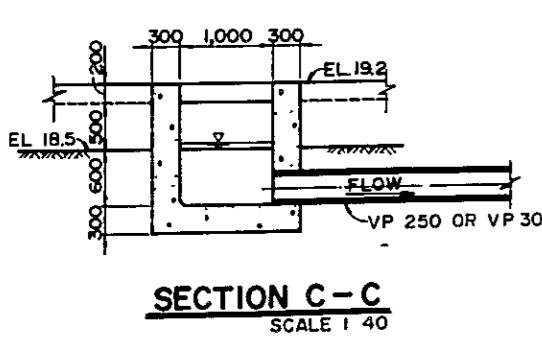
PLAN (PUMP NO.1)
SCALE 1:100



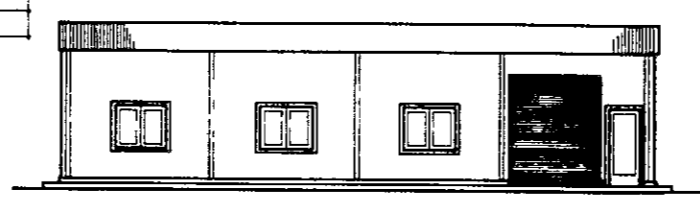
ELEVATION
SCALE 1:100



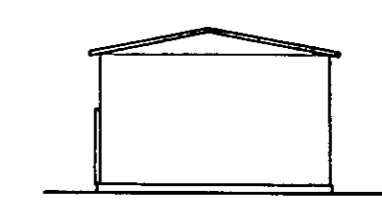
ELEVATION
SCALE 1:100



SECTION C-C
SCALE 1:40



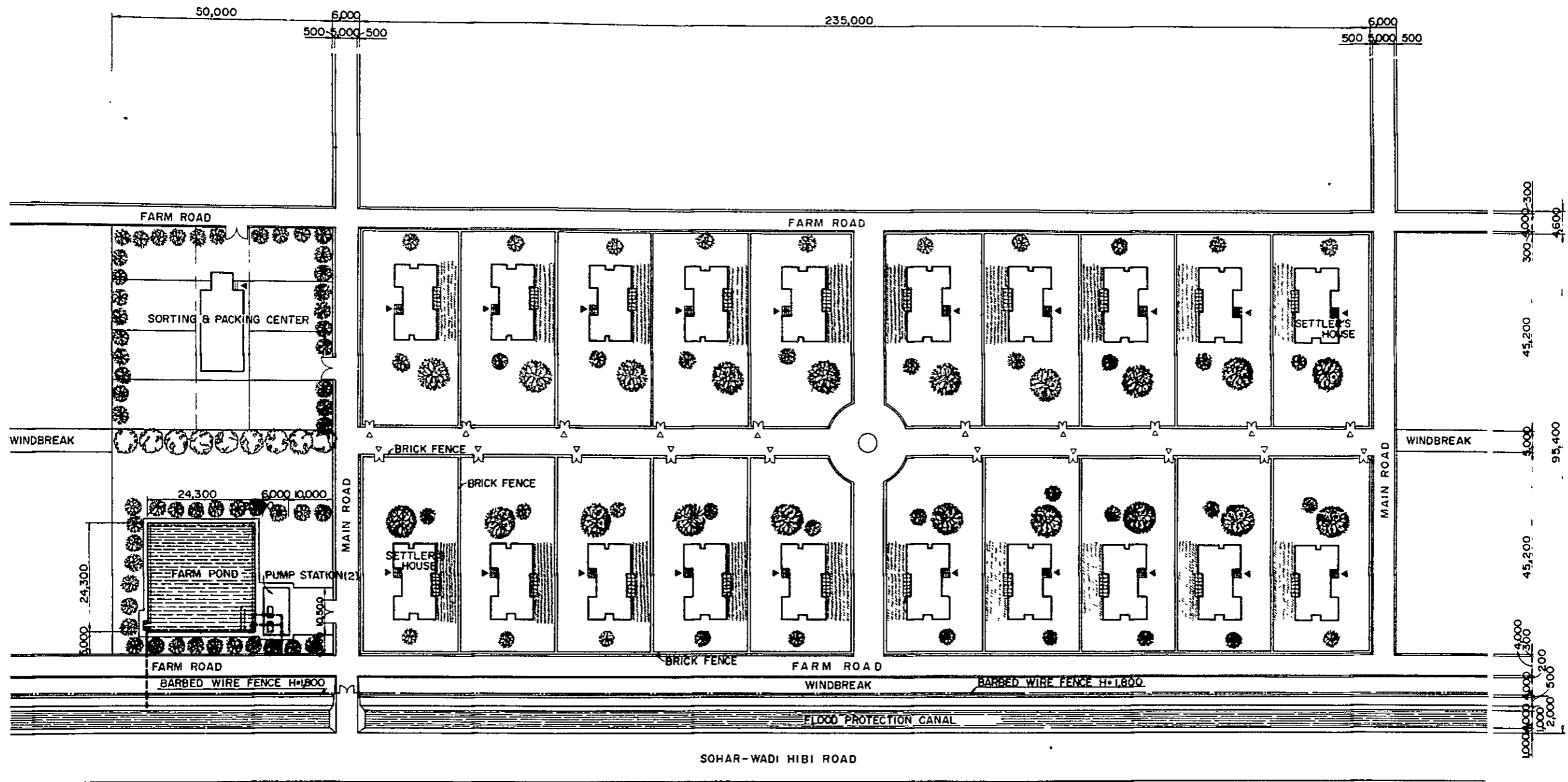
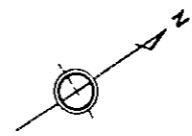
ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100

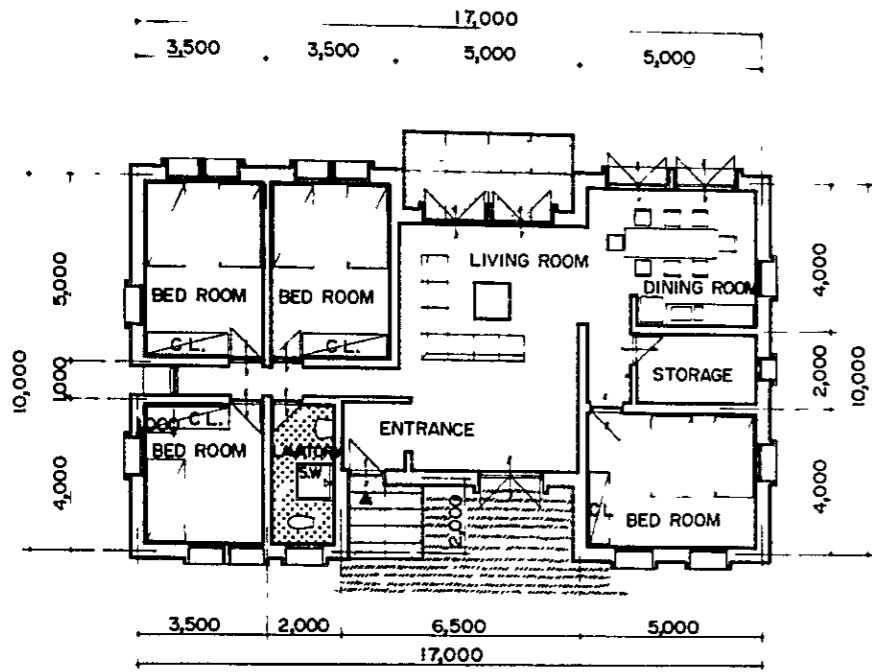
PUMP STATION (1)

SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
FARM POND AND PUMP STATION (PLAN AND ELEVATION)			
DATE	NOV 1982	DWG NO	WJP-F-1011
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

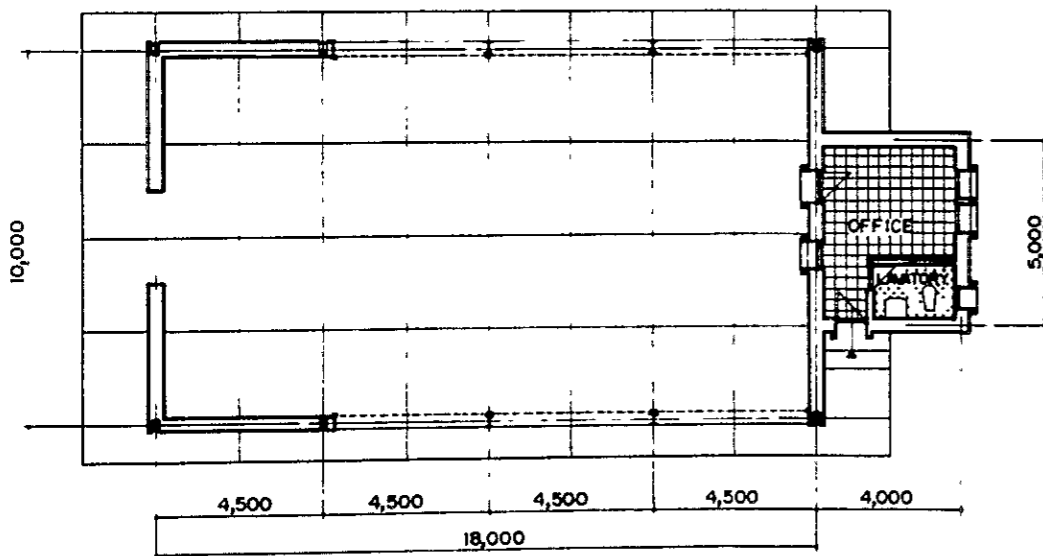


SITE PLAN
SCALE 1:500

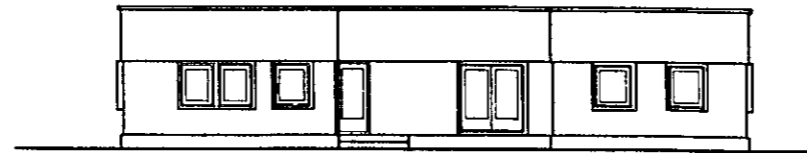
SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
SETTLER'S HOUSE AND SORTING & PACKING CENTER (TYPICAL LAYOUT)			
DATE	NOV 1982	DWG NO.	WJP - F - 1012
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			



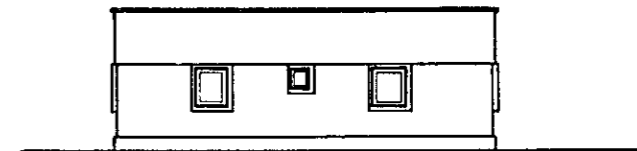
P L A N
SCALE 1:100



P L A N
SCALE 1:100



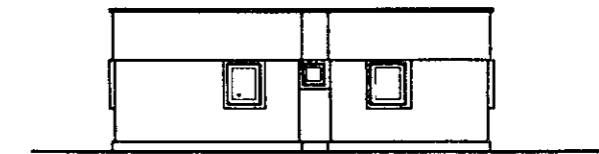
ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100

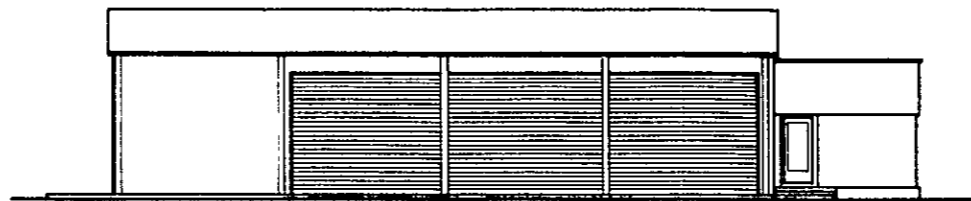


ELEVATION
SCALE 1:100

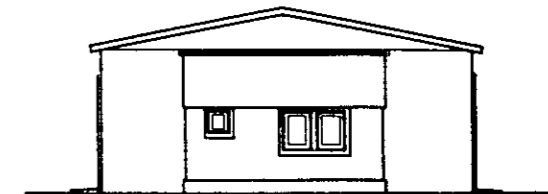


ELEVATION
SCALE 1:100

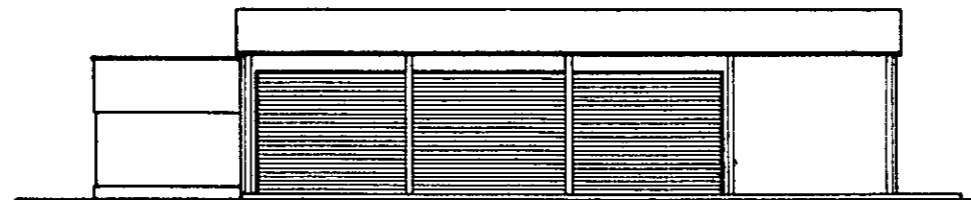
SETTLER'S HOUSE



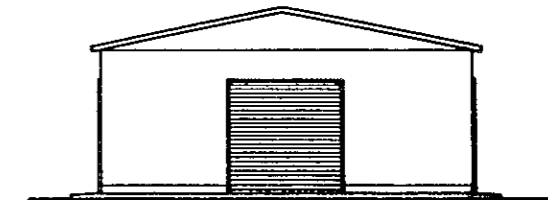
ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100



ELEVATION
SCALE 1:100

SORTING & PACKING CENTER

SULTANATE OF OMAN MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES AND IRRIGATION			
WADI JIZZI AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT			
SETTLER'S HOUSE AND SORTING & PACKING CENTER (PLAN AND ELEVATION)			
DATE	NOV. 1982	D.W.G.NO	WJP-F-1013
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			

JICA

10
11
12
13