

持禁止

アラブ聯合砂漠開発第2次計画調査

昭和40年10月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1061888[2]

国際協力事業団	
導入 月日 '84. 4. 17	405
	67
登録No. 03421	KE

KE

は し が き

日本政府は、アラブ連合政府の要請に基き、昭和38年度に実施した同国砂漠開発計画調査に引き続き、昭和39年度にも同様の調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。事業団は、前回同様慶応大学 小林正次 教授を団長とする7名からなる調査団を編成し、1965年2月上旬から3月下旬にわたり、現地に派遣した。調査は、砂漠開発を進めるために必要なエレクトロニックスの手段等について実施され、ここにアラブ連合政府に対し、第2次報告書を提出する運びとなった。

本報告書がアラブ連合における砂漠開発計画の推進に役立つとともに、日本とアラブ連合との友好親善と経済交流に寄与するならばこれにまさる喜びはない。

この機会に本調査の任にあたられた調査団各位に感謝するとともに、現地において調査に協力された大使館、調査団の派遣に協力していただいた郵政省、日本電信電話公社、東京大学、慶応大学、国際電信電話株式会社、日本電気株式会社等の関係各会社機関に対し、厚くお礼申し上げる。

昭和40年10月

海外技術協力事業団

理事長 澁 沢 信 一

目 次

は し が き	1
I 総 論	6
1. 調査の概況	6
1.1 調査の目的	6
1.2 調査の経緯および意義	6
1.3 調査団の編成	6
1.4 調査日程	8
2. アラブ連合の現状	8
2.1 国土, 気候	8
2.2 政 治	9
2.3 経済財政	10
2.4 わが国との関係	10
2.5 砂漠の開発	10
II 勸 告	14
1. テレメーター方式の採用	14
1.1 概 説	14
1.2 対 策	14
2. 水中テレビの採用	14
3. 太陽エネルギーの利用	14
3.1 概 況	14
3.2 無人灯台	15
3.3 テレメーターシステムの電源の供給	15
3.4 吸上井戸に対する動力の供給	15
4. 移動無線設備	15
5. 砂漠における航行安全設備	15
6. 電話網の拡充	15
7. ポンプ修理設備の能率向上	15
8. 電子技術者訓練の必要性	15
III 砂漠地域における通信網	17
1. 西部砂漠における通信の現状	17
1.1 自営回線および専用回線	17
2. 将来計画	20
3. 勸 告	20
3.1 移動無線の利用	20

3.2	ドロップラインの設置について	22
3.3	電話網の拡充について	22
IV	カルガ地域鑿井に対する考察	26
1.	地下水管理	26
2.	鑿井の寿命	26
3.	観測井のテレメーターシステム	38
4.	水中テレビの必要性	39
5.	鑿井の設計	39
6.	ポンプの選定	40
V	テレメーターシステム	51
1.	考案すべき点	51
1.1	使用伝送路について	51
	一般的考察	51
	Kharga地区に対する考察	53
1.2	設備の機能力について	56
2.	簡易なテレメーターシステムについて	56
3.	代表的テレメーターシステムの概要	62
3.1	システムについて	62
3.2	測定量の対策とその計測法について	62
3.3	伝送路について	65
3.4	集中デジタルテレメーターの方式について	66
3.5	機器の構成について	71
3.6	電力消費量について	72
3.7	機器の配置について	72
VI	水中テレビ	81
1.	目 的	81
2.	装置の概要	81
3.	使用条件	81
4.	装置の構成	81
5.	主要性能	82
6.	装置の概略	82
7.	装置の使用法	83
VII	砂漠地域における航行保安設備	89
1.	砂漠の交通の現状	89
1.1	陸上交通	89
	舗装道路	89

非舗装道路	89
1.2 航空路	89
1.3 砂漠路の方向探知	89
2. 勸告	92
2.1 太陽電池灯台	92
2.2 緊急連絡用無線機	96
2.3 簡易ビーコン局	96
2.4 方向探知用受信機	96
VIII 太陽エネルギーの利用	100
1. 概説	100
2. 太陽電池電源装置の概要	100
2.1 太陽電池素子	100
2.2 電源装置	101
2.3 蓄電池	101
3. エジプトにおける太陽電池装置の設計	101
3.1 エジプトにおける太陽電池出力設計の基準	101
3.2 各地における設計法	104
3.3 エジプトにおける蓄電池容量設計	104
3.4 各地における太陽電池出力および蓄電池容量の設計	104
3.5 電源装置の設置について	104
太陽電池架の設置について	104
蓄電池の設置について	105
4. 砂漠に設置した太陽電池の寿命試験	105
5. 各エレクトロニクス装置の太陽電池電源装置について	105
6. ポンプ用電源	105
IX 結 言	111

I. 総論

I. 総論

1. 調査の概況

1.1 調査の目的

この調査は、アラブ連合政府の要請により、同国の砂漠地域の開発を進めるために必要なエレクトロニクス的手段等についてその現状を把握し、今後の対策をたてることを目的とするものであって、調査の内容は次のとおりである。

- 1) 井戸の水位を継続的に測定するため、開発本部と各観測井との間にテレメータリング・システムを利用するか否かの調査
- 2) 砂漠地域における通信網開発の可能性の調査
- 3) 砂漠地域における航行の安全のためにとられるべき対策の検討
- 4) 砂漠地域開発のための太陽エネルギー利用の可能性の調査
- 5) 井戸の開発のための対策の検討

1.2 調査の経緯および意義

日本政府（海外技術協力事業団）はアラブ連合政府の要請に基づいて、1963年秋同国の基本政策の一つである砂漠地域の開発に協力するため、調査団を派遣した。これは砂漠地域開発のために必要な、地質、かんがい排水、農業、電気通信エレクトロニクスなど広範な分野にわたり基礎的な調査を目的とするものであった。調査の結果については翌1964年4月報告され、土質の改善、造林、砂丘研究の体制、農作物の選択、通信網の構成、太陽エネルギーの利用等23項目にわたって報告されている。

今回の調査は上述の調査をさらにおしすすめるものとして、1964年、アラブ連合政府から日本政府に要望されたものであって、同年末、アラブ連合政府が最終的に要請してきた調査事項は、次のとおりである。

- 1) Automatic and Continuous tele-metering between wells and the central station
- 2) The utilization of the solar energy in pumping water from wells
- 3) Development of simplified methods of chemical analysis
- 4) Introduction of rotational rice cultivation
- 5) Planting of citronella grass as sand stabilizers and cash crops
- 6) Use of chemicals for better conservation of underground water
- 7) Prevention of salt accumulation and saving of irrigation water through introduction of "vinyl paddy fields"
- 8) Introduction of seaside grass in waste lands of the Siwa region

これらの要望について、これまでの経緯、日本側の技術などを考慮に入れて検討した結果、1.1に述べた内容の調査を1965年初めから行うことになったものである。

砂漠開発のために欠くことのできない地下水の賦存の状況をテレメータリング・システムにより、経済的に探測することができれば極めて効果的であり、また、広大な砂漠開発を統一的に進めるため、電気通信網の開発を考慮し、あるいは砂漠の航行の安全のため、通信手段を開発すること、さらにこれらの開発について砂漠地域の豊富な太陽エネルギーを比較的安価に利用することができれば、砂漠開発のため貴重な道標となるものである。ことを、調査団は確信するものである。

1.3 調査団の編成

1.1に述べた調査目的を達成するため、次のとおり、それぞれの専門分野を分担するメンバーにより、調査団

は編成された。

- 団長 小林正次 太陽エネルギーの利用
団員 丹羽 登 方向無線
京極英二 電気通信
谷池 宏 電気通信
柿沼 明 テレメーター, 太陽エネルギーの利用
山岸芳夫 井戸の技術
高松 章 業務調整

出発に先だち、調査団はしばしば会合を重ねて第1次調査団がえた結果を研究し、砂漠に入ってから調査項目等について協議を重ねた。そしてえられた結論は、砂漠地域の踏査はもちろん、砂漠地域での実験研究も欠くことができないこと、実験によってえられたデータと現地でえられるデータとを勘案することにより、よりよい勧告ができるであろうということであった。

- 現地で行う実験としては
井戸のフローダウン試験
無線通信試験
太陽電池の劣化試験
地中温度の測定 等

である。太陽電池の無人灯台は第1次調査団がすでにWadi El Natroun にすえつけているので、その成果をみてこれに改良を加えればよい、従って実験機材としてはこれ以外のものを携行すればよいことに結論された。

携行した機材の主なものは次のとおりである。

携行機材一覧表

品 名	数 量	備 考
1. S S B 車載短波送受信機	2 台	送信出力 1 0 W
2. 1 5 0 M C 帯移動無線機	1 台	送信出力 2 5 W
3. 同 上	1 台	送信出力 1 0 W
4. 1 5 0 M C 帯携帯無線機	3 台	送信出力 0.5 W
5. 携帯用方向探知機	2 台	
6. 携帯用電話機	2 台	
7. 上限水位計	1 台	
8. 下限水位計	1 台	
9. 太陽電池	1 架	

調査を行うに当っては、アラブ連合政府は旅行、宿舎、トラック等による運搬などあらゆる面にわたり細心の準備と配慮を重ね、このため調査目的を支障なく完成することができた。調査団はここに深甚な謝意を表する次第である。

また、調査団の行くところどこでも、官民を問わずきわめて温く受け入れられ、このため調査を円滑に行うことができたことも見逃すことのできないものである。とかく困難のともなう実験も誠意をもった協力をえることができ、さらにアラブ連合の国民の日常生活にも接することができたことは望外の喜びであった。ここに併せてお礼申上げる。

1.4 調査日程

1965年

2月 4日	先発隊(小林団長, 柿沼団員)出国
5日	先発隊カイロ着現地参加の京極団員と合流, 日本大使館, EGDDOと打合
7日	本隊(丹羽団員, 谷池団員, 高松団員)出国
8日	本隊カイロ着, 先発隊と合流し大使館EGDDOと打合, 調査準備に入る。
13日	Wadi El Natrounの調査
14日	山岸団員Cairo着, 同上
15日	Cairoに帰る。
17日	本隊は汽車およびバスにより丹羽, 谷池両団員は実験機材とともにトラックでAsutを経てKhargaに着く。
18日) Kharga地域調査
21日	
22日	無線通信試験およびサーミスター温度計による地中温度測定開始
23日	フロードウンテスト開始
24日	フロードウンテスト(Nassel 1号井戸), テレメーター試験, 方向無線の試験をそれぞれ開始
25日	試験終了
26日	Dakhla地区調査
27日	Mawhab地区の開拓現場調査
28日	これまでの調査に基づき, 現地技術者とテクニカル・ディスカッションを行う。
3月 2日	Cairoに帰る。
4日	Aswan High Dam調査
7日	Bahariya地域の調査に向う。
8日) Bahariya地域調査
9日	
10日	Cairoに帰る。
12日	North East Coastal Zone計画およびCanal East Projectの調査のためEl Arishに向う。
13日) 上記地域調査
14日	
15日	Cairoに帰る。
17日	EGDDO Sobieh長官等と調査結果につき会談, 意見の交換を行う。
18日	現地調査の結果の一応の結論を得これをEGDDOに提出す。
20日	Cairo出発 帰路につく。
	1部団員はAlexandria等で実験機材返送のため手続を処理し, 23日帰路につく。

2. アラブ連合の現状

2.1 国土, 気候

アラブ連合共和国(エジプト)は, アフリカ大陸の東北隅, 中近東, アフリカ, ヨーロッパの各地域の接点に

あり、東西、南北とも約1000キロメートルで、日本の3倍弱の100万平方キロメートルの面積をもっている。その北端は北緯32度、南端は北緯22度であるから、概ね九州南部から台湾までの間にあたる。しかし、地中海沿岸などの一部の地方を除き降雨量が極めて少いため、Nile河デルタなどの地域のほか国土の大部分(97パーセント)は起伏の少い不毛の砂漠をなしている。その人口は約2600万人(1960年センサス)で、6割は農業(牧畜、漁業を含む。)に従事している。

2.2 政治

1952年の革命に端を発し、翌1953年に王政を倒して発足した共和国政府はその後、着々と地歩を固め、さらに1956年には実力者のナセル大統領が就任してナセル体制を進めている。現在の政治体制は1964年の暫定憲法に基づくもので、強力な大統領とアラブ社会主義連合(Arab Socialist Union)なる政治組織(1種の政党と考えられる。)の代表者から構成される国民議会(National Council)を中心としている。なお、大統領の下には4人の副大統領、1名の首相、11人の副首相および22人の大臣が補佐の役を果している。政府各省は1964年現在31で列挙すると次のとおりである。

1. Ministry of Planning (計画省)
2. Ministry of Justice (法務省)
3. Ministry of Labour (労働省)
4. Ministry of Youth (青少年省)
5. Ministry of Wakf (宗務省)
6. Ministry of High Education (高等教育省)
7. Ministry of Scientific Research (科学研究省)
8. Ministry of Foreign Affairs (外務省)
9. Ministry of Economy & Foreign Trade (経済貿易省)
10. Ministry of Supplies & Domestic Trade (供給商業省)
11. Ministry of Mining & Petroleum (鉱山石油省)
12. Ministry of Light Industry (軽工業省)
13. Ministry of Electric Power (電力省)
14. Ministry of Heavy Industry (重工業省)
15. Ministry of Transportation (運輸省)
16. Ministry of Communication (通信省)
17. Ministry of Local Administration (地方行政省)
18. Ministry of Education (教育省)
19. Ministry of Health (保健省)
20. Ministry of Social Affairs (社会問題省)
21. Ministry of Housing (住宅省)
22. Ministry of Agrarian Reform & Land Restoration (農地改革土地開拓省)
23. Ministry of Irrigation (灌漑省)
24. Ministry of Agriculture (農業省)
25. Ministry of War (軍事省)
26. Ministry of High Dam (ハイダム省)
27. Ministry of Interior (内務省)
28. Ministry of Foreign Cultural Relation (外国文化関係省)

- 29. Ministry of Treasury (財務省)
- 30. Ministry of Information (情報省)
- 31. Ministry of Tourism (観光省)

アラブ連合の外交は積極的中立主義を基調としており、インド、ユーゴスラビア等と非同盟国グループをつくっている。また、1945年にアラブ連盟が成立してから、連盟13ヶ国のリーダーとなっており、アラブ諸国に対する影響力が大きい。しかし、1958年に合邦したシリアが3年余で再び分離するなどアラブ連盟諸国は必ずしもアラブ連合と同一歩調をとっているとは限らないようである。

2.3 経済・財政

アラブ連合の経済は綿花のモノカルチュアを基調とする。その輸出の約70パーセントは綿花、綿製品であるが、さらに米、野菜等などを加えると農産物は輸出の90パーセントに達する。政府は工業化をめざして1957年に第1次工業化計画をたて、さらに1960年からは社会経済10ヵ年計画に統合し、その前半の1965年までには国民所得の40パーセントの向上をはかっている。この結果、工業生産の伸びはめざましく、1963年の工業生産高は10年前の3倍をこえるにいたった。

この国の輸出は上に述べたように農産物を中心とする1次産品が多く、機械類、鉄鋼、薬品、石油などを輸入しているので、輸入は毎年輸出を上廻り、赤字を出している。とくにこの数年間は、イエメンに対する出兵や開発計画の実施に伴う輸入の増加などにより、国際収支はとみに悪化し、対外債務の支払は遅延しがちである。このため、1965年にIMFから1千万ドルの借款を受けて国際収支の改善をはかっている。

このような事情にかかわらず、この国には東西両陣営から競って援助が寄せられている。1962年までのクレジット供与額は、自由陣営からは約3億9200万エジプトポンド、共産圏からは約2億1100万エジプトポンド、合計約6億エジプトポンドになるといわれる。このうち、ソ連はアスワン・ハイダム建設に約1億エジプトポンドを供与している。

アラブ連合では多くの産業分野で国有化が進められており、道路、港湾施設、空港、ダム、陸運、海運、航空その他の公共サービスのすべてと重工業、軽工業、鉱業の大部分は国有化されることになっており、また輸出の75パーセント、輸入の100パーセントも公共化されている。

2.4 わが国との関係

わが国のアラブ連合に対する貿易は例年わが国の出超であったが、1964年には逆転してわが国の入超となった。

最近5年間のわが国の対アラブ連合貿易高は次のとおりである。

わが国のアラブ連合に対する輸出は5割以上は機械機器、金属器などの生産材、資本財であるが、このほか食料品(魚介類など)、繊維品等を輸出している。

単位 千ドル

	1960	1961	1962	1963	1964
日本 → アラブ連合	20,378	22,144	16,440	24,172	17,701
アラブ連合 → 日本	18,642	17,537	10,643	16,831	21,758

わが国の輸入は綿花が8割を占め、そのほか塩、燐鉱石などとなっている。

また、わが国は1958年に3000万ドルの借款を供与したほか、毎年、技術協力を行っており、1964年度は17名に上る研修生を受入れ、5名の専門家を派遣し、また開発調査に協力している。なお、1958年の借款は全部供与済みとなり、アラブ連合は新たな借款の供与をわが国に要請している。

2.5 砂漠の開発

アラブ連合共和国の国土はほとんどが不毛の砂漠であって、耕地はその3.5パーセント(約3万5千平方キロメートル)しかない。従って、この国の今後の発展の鍵は広大な砂漠の開発にある。このため政府は1959年

に砂漠開発庁 (Egyptian General Desert Development Organization — E G D D O) を設け、5ヶ年計画で約650億円の予算をもって砂漠の緑地化をはかっている。

砂漠開発計画はNew Valley Project, Wadi El Natroun Project, Mariut Projectおよび地中海岸プロジェクトからなるが、このうちNew Valley Projectは西部砂漠のKharga, Dakhla, Bahariyaなどのオアシスを中心とした耕地造成計画であって、砂漠開発計画の中で、総開発計画の約40パーセントを占める最大のものである。この地域の地下は地表から1000メートルの下までヌビア砂岩層で満たされており水を含んでいるため、深井戸を掘って帯水層に達すると多量の水を得ることができる。EGDDOはこれまで3年間に300メートルから1000メートルに達する深井戸を約140本探し、さらに掘さくを進めている。1本の井戸で毎日数千トンの水が得られるから、1本で約千ヘクタールの農地を灌漑をし、数十家族の集団農場を開発できるが、このような農場は数キロメートルおきに計画されている。

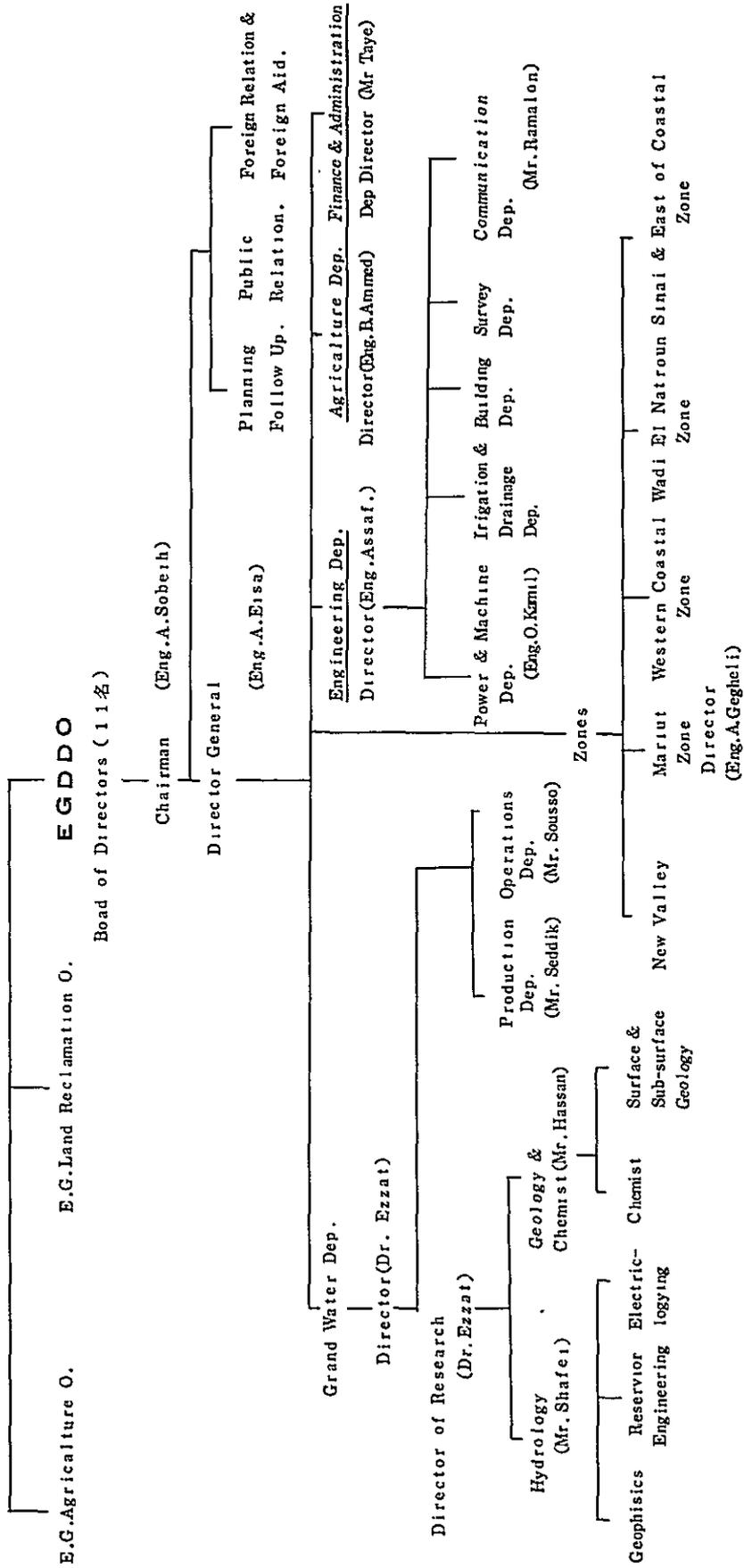
しかし、地下水にも限度がある。これまでの調査によるとこの地域の地下水の源はKharga 地方から南方約900キロメートルの多雨地帯にあり、ここから地下水が砂岩層を流れてNew Valley地域に達するわけであるが、計算によると、約3万年の歳月を要するという。従って深井戸の水源によるNew Valley開発計画 (Kharga, Dakhla, Bahariyaなどのオアシスは砂漠台地から数百メートル陥没した盆地状をなしている)のでこれらを南北に結んで、NileのOld Valleyに対してNew Valleyと呼んでいる。)では水源地からの補給はあまりあてにならないのであって、現在ある地下水をいかに有効に利用するか、ということに成否がかかっている。そこで、安全採水量の限界または地下水資源の寿命を早めに予測するため、オアシスの各地に観測井が掘られ、水位の観測が行われている。しかし観測地域が広大なため、観測井も広い範囲に分布することが必要になる。開発地域が拡大すれば観測井はさらに増加するであろう。このように広大な砂漠に点在する観測井の水位を絶えず観測するにはエレクトロニクスを利用したテレメーター方式により、中央監視を行うことが便利である。

つぎに砂漠の開発を進めていくためには、砂漠のなかを安心して往来できるようにしなければならない。つまり、交通安全にあるが、このためには完全な道路網が必要であることは論をまたないし、また現に道路の開発も進められているが、たとえ幹線道路ができてそれ以外のところではやはり道のないところがほとんどである。そこで無線機の活用または灯台の利用ができれば有利である。

砂漠化の原因であるはげしい太陽エネルギーを逆に利用して砂漠開発に使うことが考えられないか。砂漠のなかでは電気を得ることは難しいし、距離が遠すぎて送電線を架設することも困難である。そこで考えられるのは太陽エネルギーによる発電である。EGDDOはこれらの困難な問題の解決が砂漠開発のために必要と考えており、今回、わが国に技術的な調査を要請してきたのである。

なお、EGDDOの内部組織は次のとおりである。

Ministry of Land Reform & Reclamation



II. 勸告

Ⅱ. 勸 告

調査団は現地を踏査し、観察又は実験により得た材料や、EGDDOが発行した文献等を携えて帰国した。帰国後、これらのデータにより、各種の研究を行った上で、次に示すような結論を得た。これらが実行に移されるならば、アラブ連合政府が今、行いつつある砂漠の開発を更に力強くするものであることを確信する。

1. テレメーター方式の採用

1.1 概 説

調査団はEGDDO等が従来公表した数多くのデータおよび、今回の調査、実験により得られたデータを検討した結果、水の流量の継続的な減少が最も重要な問題の一つであることを痛感した。そこでKharga全体の地下水の移動傾向を把握するため、次の措置を緊急にとることを勧告する。

1.1.1 Kharga地域の地下水の状況を把握するため同地域の中および周辺の20地点の観測井の水位を継続的、かつ正確に測定すること。

1.1.2 この地域における地下水の寿命を予測するため、地下水の全使用量を測定すること。

1.2 対 策

以下に述べることは、概略的なもので、詳細完全な指示は種々のデータを分析した後に行うことができるものであることを付言する。

1.2.1 “地下水の使用計画”を樹てるため観測井の水の水位とともに、プロダクションウェルの消費量についても、継続的に蒐集、記録、観測されなければならない。このために、テレメータシステムを利用することが適当である。この詳細については本文に具体的のテレメーター方式を提案した。

1.2.2 プロダクションウェル、観測井の双方について、テレメータシステムによる記録ができない時は、少くとも次の措置が望ましい。

1.2.2.1 テレメータシステムにより、観測井の水位を継続的に記録し、観測する。

1.2.2.2 1.2.2.1の措置に合せて、プロダクションウェルのそれぞれに、確かな積算記録流量計を設置すること。これは、New Valley Projectにおいて、地下水に関する諸条件を調査するため、実施されなければならない。流量計のデータは定期的に蒐集し研究する必要がある。

2. 水中TVの採用

水中に含有されているガス、または酸によるケーシングパイプの腐蝕について、深度1,000メートルで使用できる水中TVにより、直接に管の内部表面を観察し、または水中カメラで撮影することにより、できるだけ早期に観測することを勧告する。

3. 太陽エネルギーの利用

3.1 概 況

1963年日本の1次調査団がライフテストの為、Khargaの修理工場の屋上に設置した太陽電池は、日本に持ち戻って詳細に検査分析をしている。

日本は太陽電池の実用に、10年以上の経験をもつが、砂漠地域における太陽電池の機能について試験したのは今回が初めてである。

併しながら、Kharga地域の日照に関する種々のデータから見て、エジプトにおいて太陽電池を実用

化することは極めて有望であるといえる。

さらに重ねて、ライフ・テストをするため、第2の太陽電池を Kharga 農業気象台の屋上に設置した。
太陽エネルギーの利用の例を下記に示す。

3.2 無人灯台

現在、Wadi EL Natroun にある無人灯台は、他の、例えば Kharga 南部の Bir Kurayum のような周囲の条件の適当な場所に移し替える必要がある。

3.3 テレメーターシステムに対する電源の供給

例えば、観測井間のテレメータ・システムの稼動に必要な電源として太陽電池を利用すること。

3.4 汲上井戸に対する動力の供給

太陽エネルギーを汲上井戸の動力源として利用することは極めて有意義で、U A R 政府でもこれは熱望されている。

しかし、現在、太陽電池はかなり高価であるが、汲上井戸の動力源として、有効であるかどうかについては、プロト・タイプのポンプにより砂漠での実用性を検討する必要がある。

なお、プロト・タイプの井戸ポンプについては、本文に於いて A B C D の 4 案を提案した。

4. 移動無線設備

砂漠開発地区と中央本部との通信のため、移動無線機を極力利用することを勧告する。

5. 砂漠における航行保安設備

無人灯台とともに、砂漠における航行保安のため、太陽電池利用の小規模のビーコン局を設置することを勧告する。

また砂漠を横断する電話線路に沿って、Cairo Alexandria 間にあるような、いわゆるドロップラインを施設することが適当である。

6. 電話網の拡充

汲上井戸の増加とともに（これは通信量の増加を招来するものである。）オアシス地域の電話網は拡張されなければならない。日本の僻地における農村電話は参考になるものと思う。

7. ポンプ修理施設の能率向上

現在の修理工場は主として、車両用に設計されたもので、小型のポンプの修理しかできない。そこで修理能率を上げるとともに、大型ポンプの修理をもできるように改善する必要がある。

8. 電子技術者の訓練の必要性

上述のことを実施するためには、電子技術者を数多く訓練する必要がある。調査団は、E G D D O に訓練コースを設置するなど適宜な手段をとることを勧告したい。日本としてもできる限りの協力をしたい。

Ⅲ. 砂漠地域に於ける通信網

Ⅲ. 砂漠地域に於ける通信網

1. 西部砂漠における通信の現状

現在の段階においては西部砂漠地域の通信の必要性は砂漠開発を進めるに必要な政府出先機関と本庁または出先機関相互（主としてEGDDO 関係）の連絡がその主たるもので、専用を目的とする通信需要であり、開発途上にある各オアシスの一般住民の民度はまだ低く、いわゆる公衆通信の需要は早急に期待し難い現状である。

西部砂漠における通信網はその開発の主体をなすEGDDO自営短波回線により構成され、開発の最も進んでいるKharga オアシス北部およびDakhla オアシス地区に公衆線（通信省による）が僅かに用意されているに過ぎない。

1.1 自営回線および専用回線

第Ⅲ・1図に示されているEGDDO自営短波回線には次の装置が使用されており、電話またはテレタイプ（5単位）による通信が可能である。装置はCollins（32RS-1C）製で送受信装置及びFS Tone keyer & Converter より成り使用周波数は1.6MC～15MC中の4波切替、変調方式はS.S.B.、出力は100watt（PED）であり予備機をそなえている。

この短波装置による通信は、相互の距離と伝播特性から南Kharga からCaivoにはKharga 経由で人手中継を必要とする。（第Ⅲ-2図）

通信の疎通状況は良好とはいえず、その理由は短波の伝播特性、多数局の同一周波数の共用、および運用中の回線統制の未熟からと推察される。

カイロのEGDDOにはEricsson製のCrossbar PBX交換機（800端子容量で実装約100）が施設されており庁内およびWireless回線への接続が可能である。

KhargaにおけるEGDDOのPBX（磁石式）には約70のEGDDO関係回線とWireless回線が収容されている。

Kharga, Dakhla地区の開発に伴ってEGDDOの専用回線の必要性が強く要求され、前述の自営短波回線の疎通状況

が現在のTrafficで一杯なことおよび主として井戸の管理に基く通信の要求のために分岐箇所を多く必要とすることから、現在あるKharga地区のNasel~Khargaの専用線（約25Kmで有線）以外にKharga~Baris, Kharga~Mout 間に有線による専用線をEGDDOの要求により通信省の手によって建設中であり年度末まで（40年6月末）に完成の予定である。

Wadi El Natroun地区についてはCairo~Wadi El Natroun間に有線によるEGDDO専用線1回線を持ち、Wadi El Natroun地区EGDDO PBX（磁石式）に庁内及び地区の関係局所の約8回線の回線が収容されている。

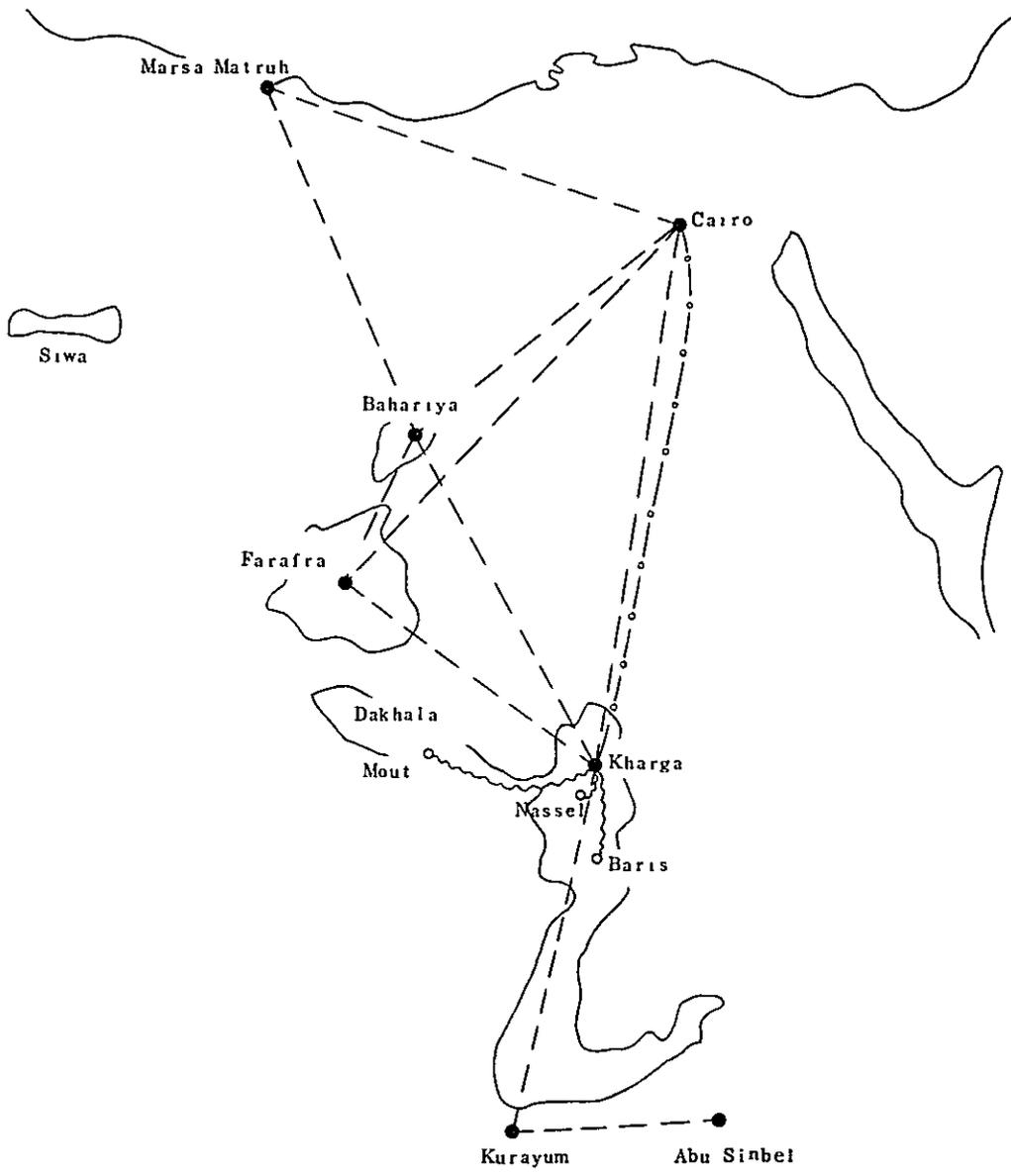
Cairo~Alexandria（約300Km）間の砂漠道路には道路沿いに走っている裸線の1回線を約2~5Kmごとにドロップし第Ⅲ・3図のような黄色のTelephone Boxがおかれて、運転者の安全を計るためのSAFEMENT サービスを実施しておりTelephoneはPolice office に接続されている。

Fig Ⅲ-1 EGDDO短波送受信機



Fig II - 2 Communication Network in Western Desert - EGDDO

No. 1 work in Western Desert



- denotes independent wireless circuits of EGDDO (short wave)
- ~~~~~ denotes exclusive lines of EGDDO constructed by the Ministry of Communications (parts under construction included).
- o-o-o- denotes future exclusive lines of EGDDO, the request for which is being made to the Ministry of Communications.

1.2 公衆通信

西部砂漠に対する公衆通信は

Asut—Kharga 裸線 2CH Sethold Type (約 230Km)	で BEESTON NOTTS ENGLAND
Kharga—Mout 裸線 1CH (Dakhia) (約 200Km)	

が市外回線である。KhargaよりCairo
(約 550Km) に対する待時間はCairo
より Nile 河に沿い南下する市外伝送路

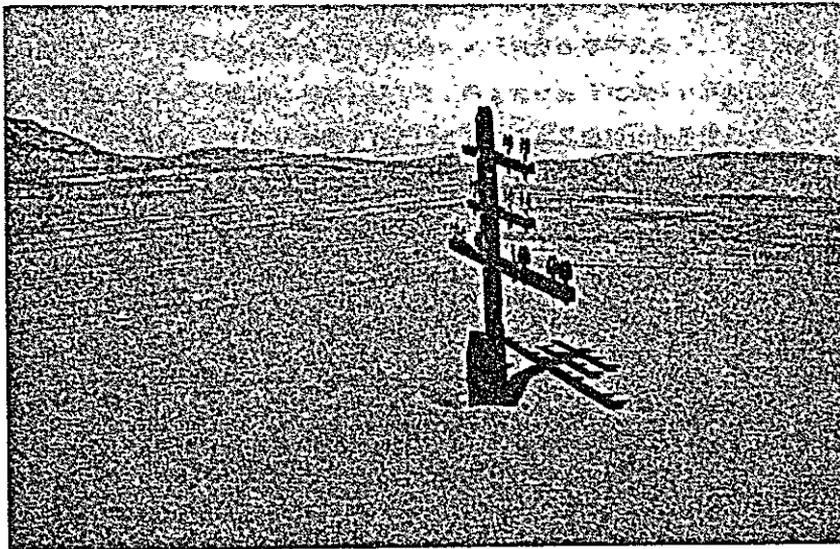
(現在は小容量裸線) の復そうのため相当の時間を必要とするとのことで、料金は3分間約 240円(夜間は約 125円)である。

Khargaには電話局(磁石式)があり約 150回線の裸線が収容されており、うち約 4回線がEGDDO出先機関のPBXに入っている。加入者の大部分は政府関係機関であり各主要村落には政府への緊急電話が架設されている。

Kharga電話局に収容されている加入者のうち最も遠いものはBaris(約 90Km)の加入者である。

これら、殆ど裸線は舗装道路に沿って施設されているが、南北に走る砂丘列を横切るところでは第Ⅲ・4図のように砂丘の移動により電柱および一部架線が埋没していた。また裸線の保守は電話局から遠方の所は一部架線の切断、碍子の脱落等が散見され良好とはいえない状態であった。

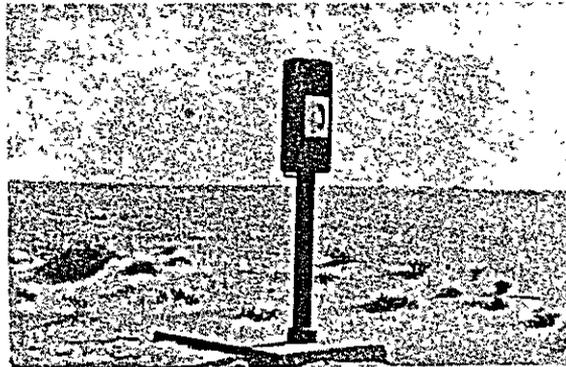
Fig Ⅲ - 4 砂丘に埋った電柱



Bahariyaオアシスについては唯一の公衆通信はEl Bawitiの電報局で以前は国境警備の一環として存在していた無線局(短波 2~8MC, 電源はDC, Battery)が通信省に移管され公衆電報をも取扱っている。Bawitiは人口約 3,000人の町で毎日の取扱通数は平均 50~100通(軍用を含む)とのことであった。料金は2語につき約 12円である。

Wadi El Natroun地区には市外回線としてCairo ~ Alexandriaを結ぶ裸線回線のうち、1回線がRest Houseにある電話局に分岐されている。

Fig Ⅲ - 3 砂漠道路の Drop Line 装置



2. 将来計画

公衆通信としては、アラブ連合の公衆通信の拡張、拡充が主要都市および主要都市相互をむすぶ幹線伝送路に集中し西部砂漠に対する将来計画は当分考えられない実状である。

一方砂漠開発の進展に伴い

(1) 西部砂漠の中心である Kharga と Cairo の通話の確保

(2) 井戸（地下水）の管理に必要なテレメーター回線の作成

がEGDDOの近い将来に対する期待であり、(1)項については現在の自営短波回線の通話の複そう等を考慮し通信省に Kharga ~ Cairo 間に1回線の専用回線を要求中である（完成はCairo ~ Aswan間の市外伝送路の大東化が進展する時期で40年7月から始まる次の5ヶ年計画中と考へられる）

(2)項については砂漠開発の最も重要な水に関するデータ集収のために観測井と Kharga のセンターとの間にテレメーター回線を作成しようとするもので、利用し得る現在の通信設備、地理的条件、経済性、保守の難易等を勘案し方式設計を行なうことが必要と考える。

3. 勧告

砂漠開発は砂漠の耕地化に必要な諸工事から、村作り、生産性の向上維持等につながる非常に多くの内容を包含した総合開発事業であると考えられる。このような砂漠開発の各段階で作業の能率化、人命の安全確保、適切な政府諸施策の実施、民度の向上等に電気通信の利用は非常に有効であり、場合によっては必須の条件でもあると考えられる。このような見地から異った開発段階にあるオアシスを視察した結果、以下の施策を実施することは砂漠開発の進展を期待するために非常に望ましいと考える。

3.1 移動無線機の利用

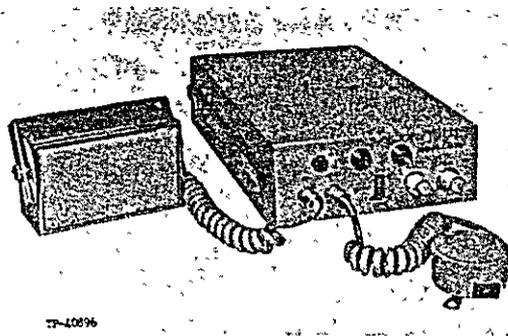
例えば今回見ることが出来たDakhla オアシスのGarb. Mawoupのような開発の最前線基地とDakhla地区のセンターの間のような作業現場に対する通信回線の利用は作業能率の向上、人命の安全確保の点から非常に望ましい。このような通信回線は主要工事の完了時または完全な通信施設が出来までの間、移動無線機を暫定的に固定使用し、その任務が完了した時に他の作業現場等に転用使用することがよいと考えられる。なお、必要な場合は移動体に載せて使用することも可能である。

3.1.1 移動無線機の例

移動無線機としては各種のものがあるが、代表的なものとして超短波帯の全トランジスタ式移動無線機の概要を示す。

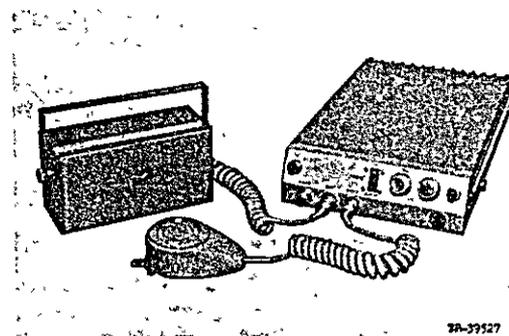
項目種別	60MC帯移動無線機	150MC帯移動無線機
使用周波数	54MC~68MC帯中の1周波	146MC~162MC帯中の1周波
変調方式	位相変調	同 左
送信出力	10W	同 左
受信方式	スーパーヘテロダイン	同 左
受信感度	入力0dBでS/N20dB以上	同 左
通信方式	プレストーク方式	同 左
定 格	送信1, 休止3の比率で繰返し使用し, 連続8時間以上	同 左
電 源	DC 12V又は24V	同 左

Fig Ⅱ-5 60MC帯移動無線機



77-40896

Fig Ⅱ-6 150MC帯移動無線機

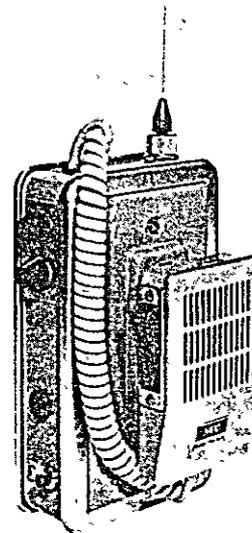


78-39527

Fig Ⅱ-7 携帯用無線機

また携帯用無線機としては、次のようなものがある。

項目	150MC帯携帯無線機	60MC帯携帯無線機
使用周波数	146MC ~ 162MC	54MC ~ 68MC
使用温度範囲	-10℃ ~ +50℃	-5℃ ~ +45℃
周波数許容差	(±)0.002%	同 左
通信方式	プレトーク	同 左
使用電池	Ni-Cd蓄電池(1.44V)	同 左
電池容量	7時間(送受1:10)	同 左
空中線	ホイップ(約0.5m)	伸縮式ホイップ(約1.2m)
外形寸法	幅145×厚さ50×高さ115mm	幅105×厚さ45×高さ175mm
重量(電池含)	約 1.1 Kg	約 1.2 Kg

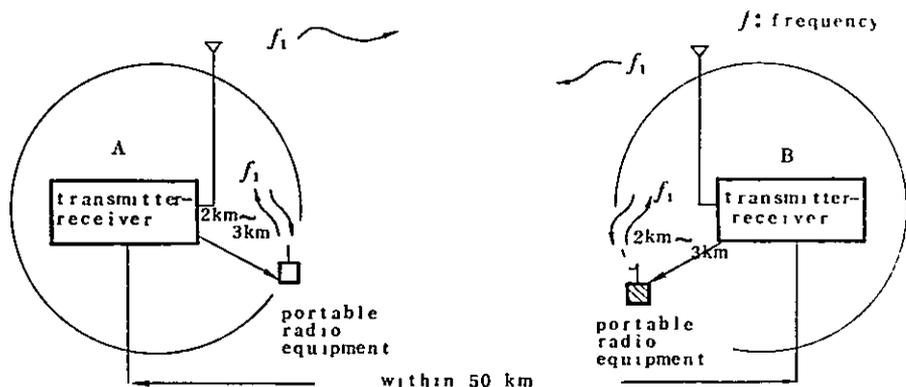


77-42247

3.1.2 回線構成の例

前述の送受信機を使用して回線を構成する場合地形、空中線の高さ等により通信距離はいちがいにはいえないが、今回わが国から持参した同等の装置の使用試験結果より考え、次図のような回線構成が可能と考えられる。

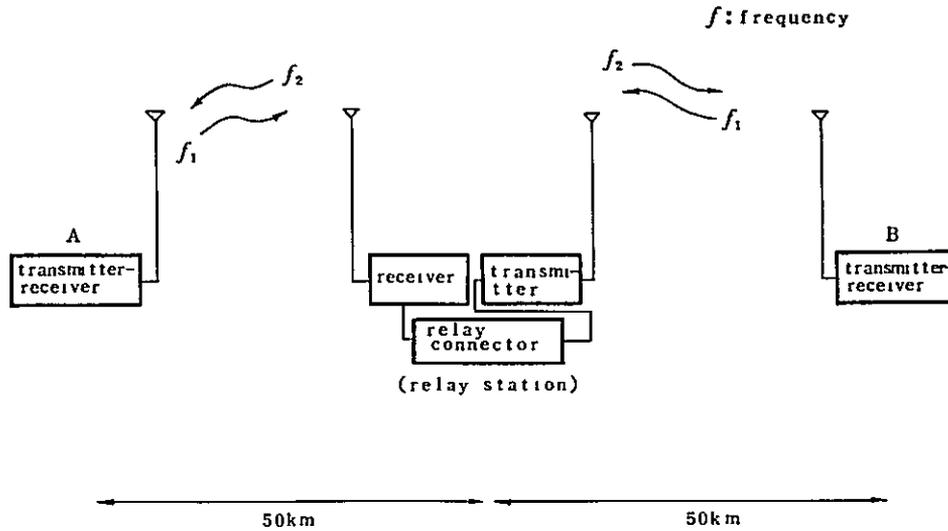
a) 通信を必要とする地点間の距離が約 50 Km位までの場合



上図のA.Bは例えば連絡の必要な作業場とセンターを示し、これらが互いに見透しがあり、その距離が

約 50km 以内の場合は、地形にもよるが前述の移動無線機を A, B に施設することによって通信回線を確保することができる。なお、作業場等で作業者に対する連絡をする必要がある場合は、A または B と同じ周波数の携帯用無線機を作業者に携帯させることにより、A, B より数 km 以内 (図の点線内) は通信が可能となる。

b) 通信を必要とする地点間の距離が約 50 km ~ 100 km 位の場合



A, B は例えば連絡の必要な作業場とセンターでその距離が 50 km ~ 100 km 位ある場合は、A, B の中間で A および B を見透せる地点 C に中継局を設け A, B には前述の移動無線機を C には中継用送受信機をおくことにより、A, B 間の通信を確保することができる。

3.2 Drop Line の設置について

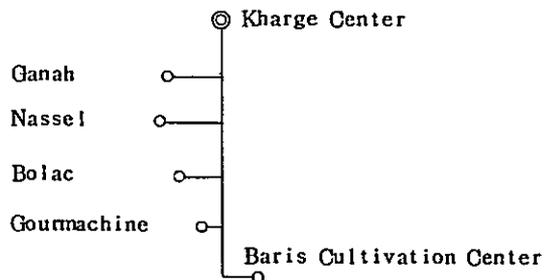
砂漠道路の通行の安全を確保するため、道路沿いの既設通信設備を利用して Cairo-Alexandria 間砂漠道路に沿って施設されているいわゆる Drop Line 設備と同様のものを Asut-Kharga-Baris, Kharga-Mout 等の道路に施設する必要がある。

3.3 電話網の拡充について

3.3.1 センターと各開発村との通信の確保について

砂漠開発の進展と井戸の増加並に将来の Pumping Well への移行等を考えるときに、通信網の整備は、欠くことの出来ない問題であり、開発の進展と共に電話網の拡充を更に考慮する必要があると考える。

開発の進んでいる Kharga, Dakhla 地区については E G D D O の専用線の有線設備が建設されつつあるが、通信の必要性がセンターと各開発村の間に主としてあり、その通信量もそれほど多くない場合は、1 対の裸線を多数分岐して使用し設備の使用効率をあげることが望ましい。例えば Kharga 地区については図に示す様に Kharga センターから南に分布する開発村に対し共



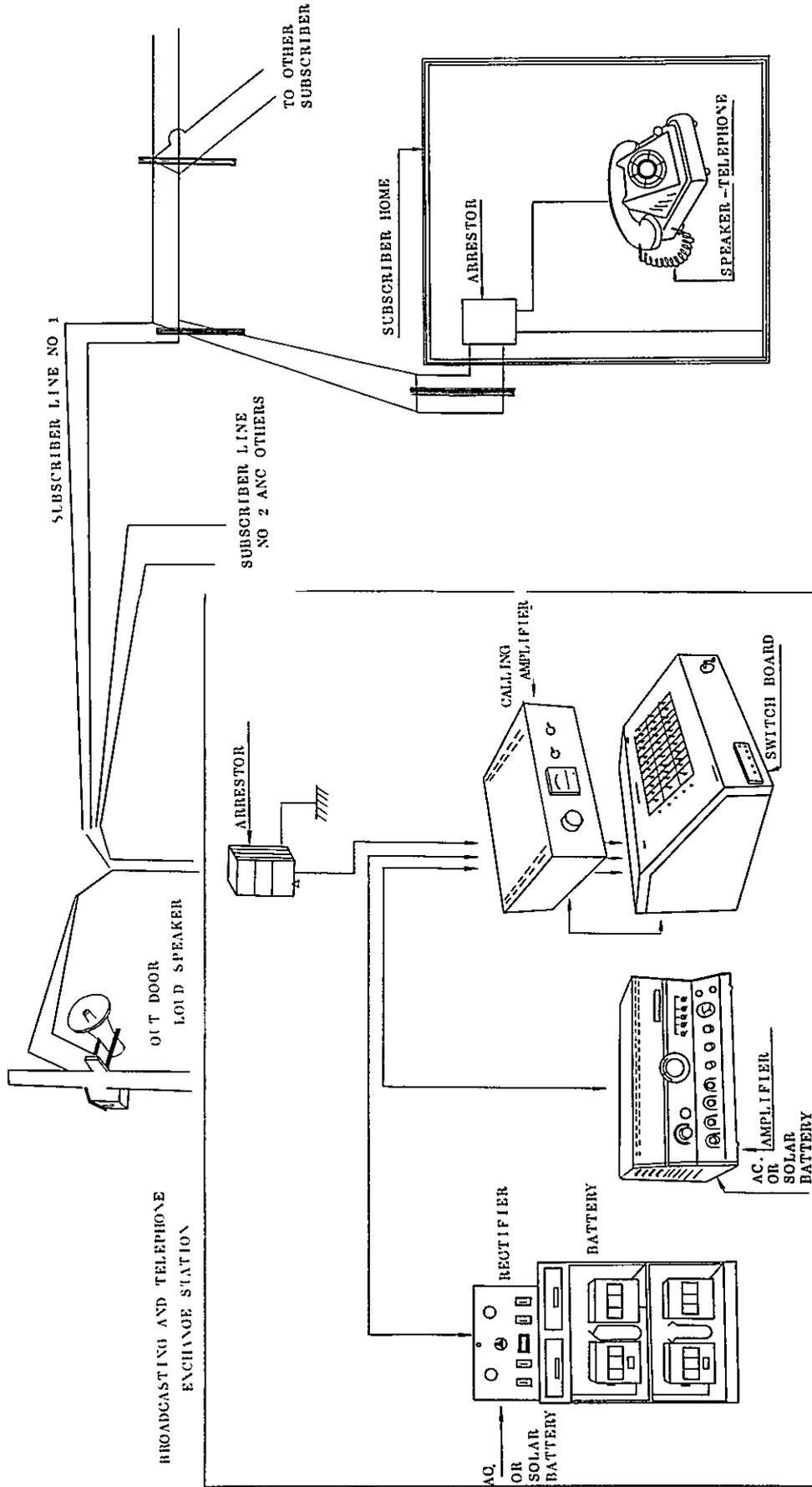
通の線路からの分岐により、各開発村と Kharga センターの通信網を構成し、いわゆる共同加入電話として使用する方法をとることが経済的であると考えられる。

3.3.2 開発村内の通信施設

開発村内における通信施設としてここに提示するものは、現在日本の Rural Area で広く使用されている有線放送電話（Wired Broadcast and telephone Communication System）方式で、多数共同加入電話方式に放送設備を付加したもので、1回線約10戸程度を接続し電話線を放送に共用する場合と共用しないで別の有線を放送に使用する場合とが考えられる。このような通信施設により

- (1) 開発村の局よりラジオまたは村民への周知事項等を放送することができ、政府関係機関の施策の実施、民度の向上等に役立つ。
- (2) 電話交換機をもっているので開発村内の住民相互または前3.3.1によるセンターと村民相互の電話連絡が可能となり行政面または業務面さらには個人の福祉増進の点から効果の高い施設として利用できる。これらの通信施設は開発村の規模により多少異なるが、その構成の概要は第Ⅲ-8図に示すように開発村に放送、電話交換局を設け、必要に応じ放送、呼出し、電話交換を行なうものである。

Fig 8 - 8 Wired Broadcasting and Telephone E Communication System



Ⅳ. カルガ地域鑿井に対する考案

IV. カルガ地域鑿井に対する考案

1. 地下水管理

直接流動量を求める方法ではないが、多数の鑿井の地層断面あるいは地質標本により、またあるいは電気探査、弾性波探査などの記録を基礎として地域の透水層の容積を求め、その可採水含有率から可採地下水の貯溜量を概略算定することができる。この方法によって求めた地下水量は、揚水利用はできるけれども、あくまで貯溜されている水量であり、つぎつぎと補給されてくる水量ではないから、それだけ揚水すればやがて尽きてなくなってしまう。しかし地下水の量的調査を行う場合には、このような利用可能量ともいうべき数値を理解しておくことは正しい流動量を求めるために参考となるから、概算でも算定しておくことが極めて望ましいことである。自然の地下水はその速さの大小は別としても常に動いている。この運動は一定の水力学的原理に支配されており、帯水層の流れはダルシーの法則により表される。しかしながら、地下水流の諸問題を実際的に解決することは仲々難しいことであると共に、重要な課題でもある。そして揚水試験によつて水層係数の決定を可能にし、またその係数から一定の揚水量に対する水位降下が得られる近似解法として Theis (タイス) Jacob (ヤコブ), Chow (チョウウ) の方法がある。これらの解析を正しくするためには適切な観測井が必要である。この広大な西部砂漠においては局部的な物の見方は大局を誤り易いので、遠方および周辺に設けられた観測井の水位変化の測定によつて比較的正確な解析が行われるものと考えられる。このためには僻遠の地における観測井の長期かつ連続的の観測と併せて自噴井、揚水井における排水量の正確な積算測定が必要である。

鑿井より採水することは割合に容易で簡便な方法であるが、これに馴れて無計画に乱用することは経済的な揚水が難しいばかりでなく、鑿井自身の寿命をも短かくして極端な水位低下を及ぼすとともに、非効率的な揚水をせざる状態になり易いので、個々の鑿井についても、その特性を十分調査し総合的な見通しに加えて揚水量、動小位（水位降下）の設定計画には十分な検討が必要である。

2. 鑿井の寿命

2.1 総論

この地区における T (Transmissibility) は $250 \sim 1800 \text{ m}^2/\text{日}$ といわれており、現地で与えられた数ヶ所の鑿井の揚水試験記録によれば

Genah-4	Regoenal. T	1730 m^2/D
	Locol. T	315
Balat-3		890
Bost		216
		748
Balat-4		1260

と計算される。

現地で Gena-EL-Blad 及び Nasser 井 1 の 2 井において タイムドローダウンテストを二日間にわたって行ったがエンジン揚水および自噴井のため正確な数値を得られなかったが概略値として $700 \text{ m}^2/\text{D}$ と推定される。

Nasser 井 1 の閉切圧力、標高 Kharga 周辺の観測井水位より現在の他井よりの干渉値の合計を求めるると約 20 米であるが、年々鑿井の本数が増加しているため、この干渉値は増加してくるわけである。それ

に加えて帯水層への補充が考えられないので、オアシス全体の圧力面の減少を加えると年間の水位降下はかなりの数値になるものと予想される。ちなみに、観測井の水位低下は年間約 2 m といわれている。

砂漠的感觉からいえば自噴量は一定という表現も成立つが、水理解析の見地よりすれば、毎日毎月圧力は低下しているので、必然的に水量も低下している。必ずしも極めて少い低下量とはいきれない。これは Nassel 井についてタイムドローダウンテストを行つた際、現地の状況を十分把握しないまま、自噴量を大きくとり圧力低下を最小限に想定したため数時間後に測定不能に陥つたことを考え合せば明かである。

2.2 揚水テストの解析

現地での収集した記録を図化し解析してみると Fig IV - 1 ~ IV - 7 のとおりである。

なお、現地テストにおいては水量の変動を電氣的に確認する方法として、テレメーターと連合して試験を行つた。

Fig. IV - 1

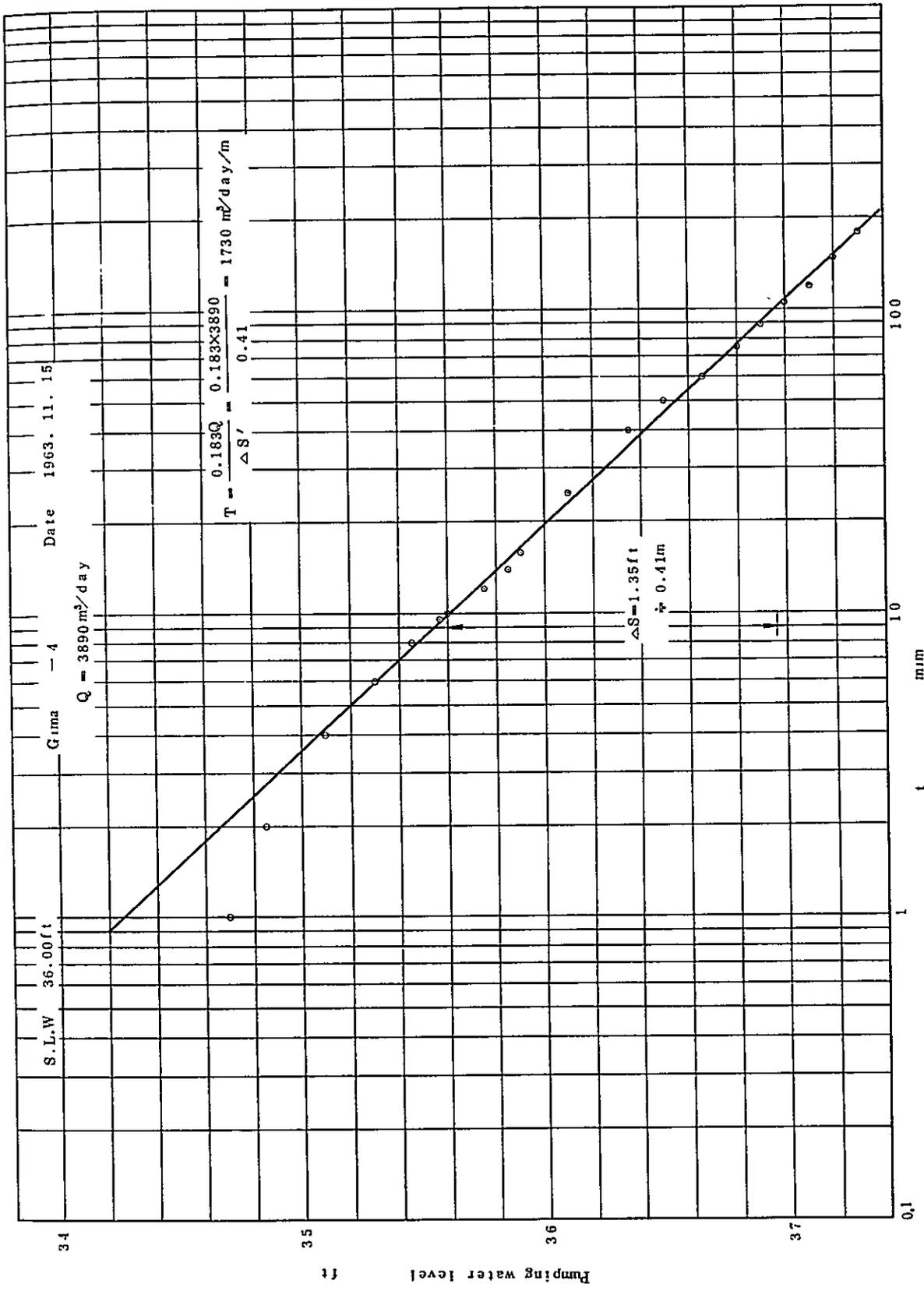


Fig. IV - 2

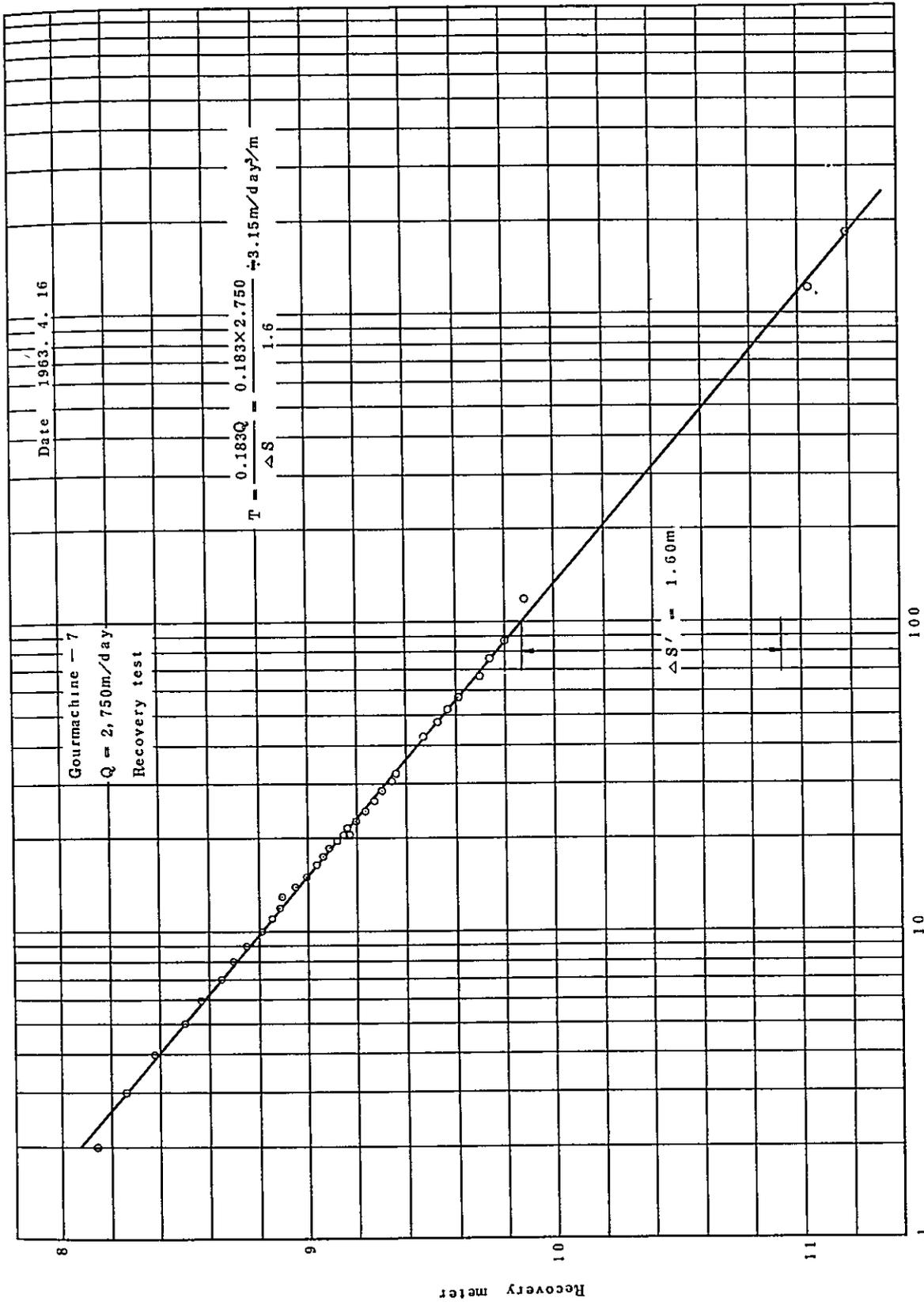


Fig. IV - 3

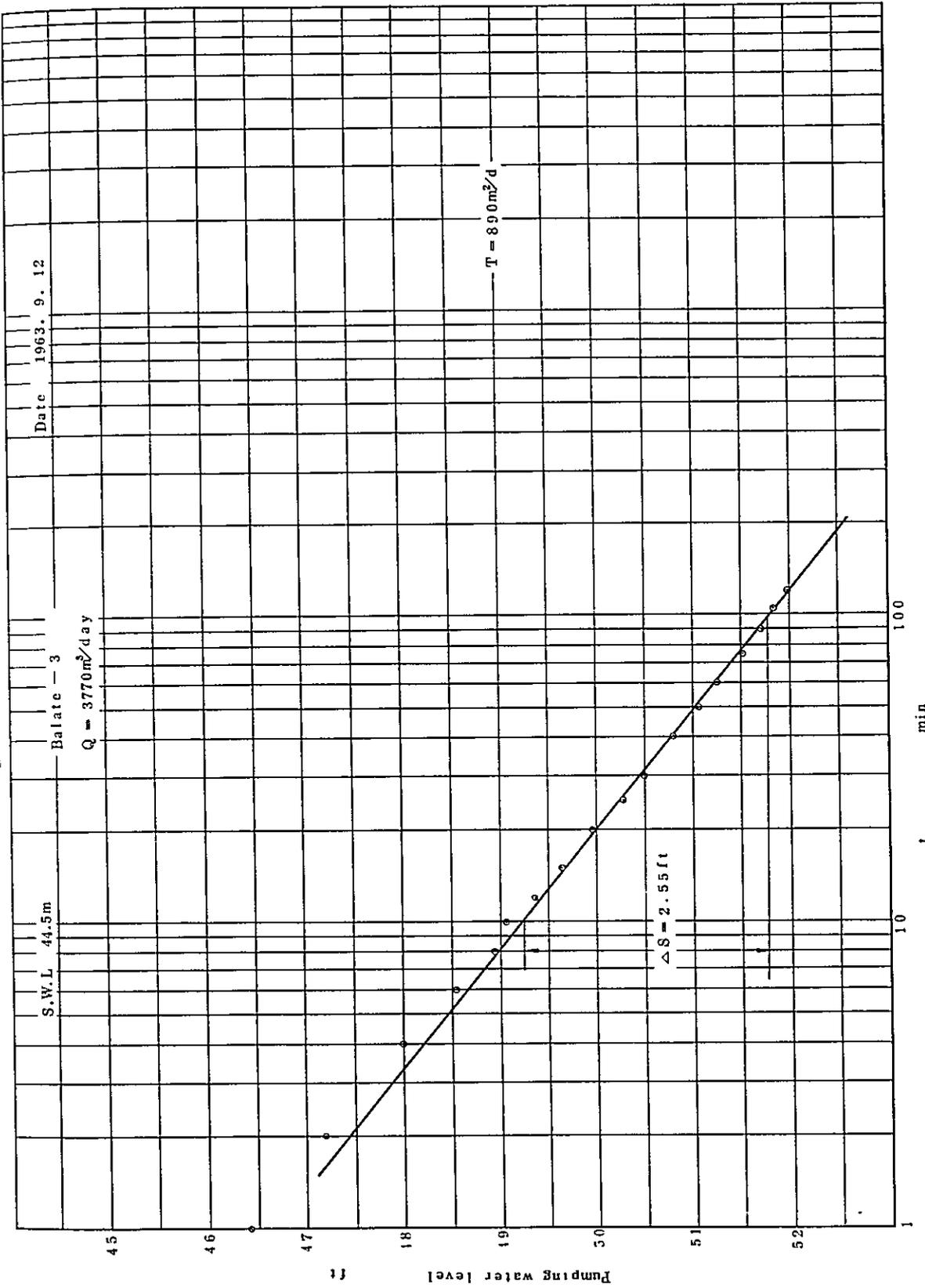


Fig. IV - 4

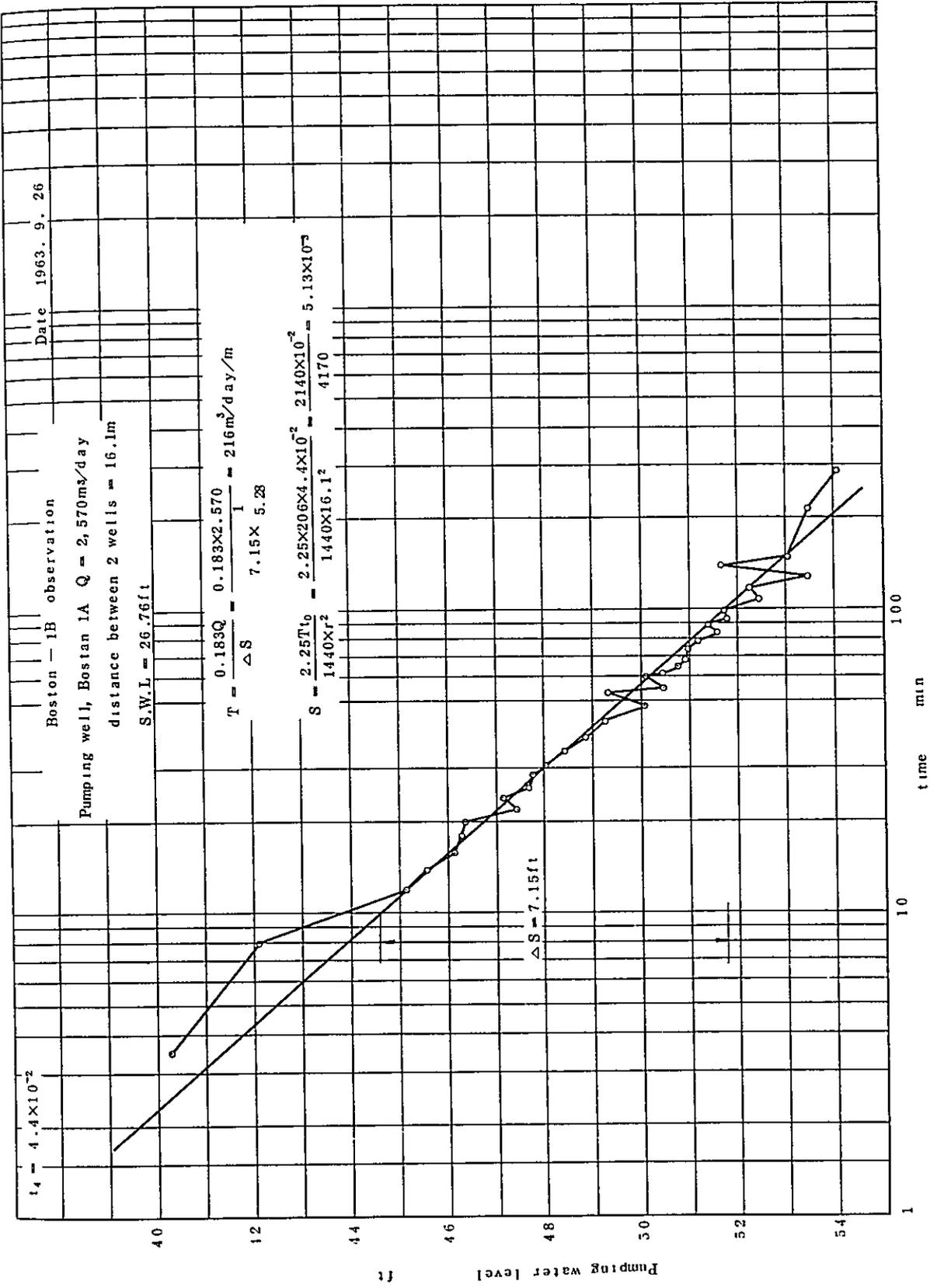


Fig. IV - 5

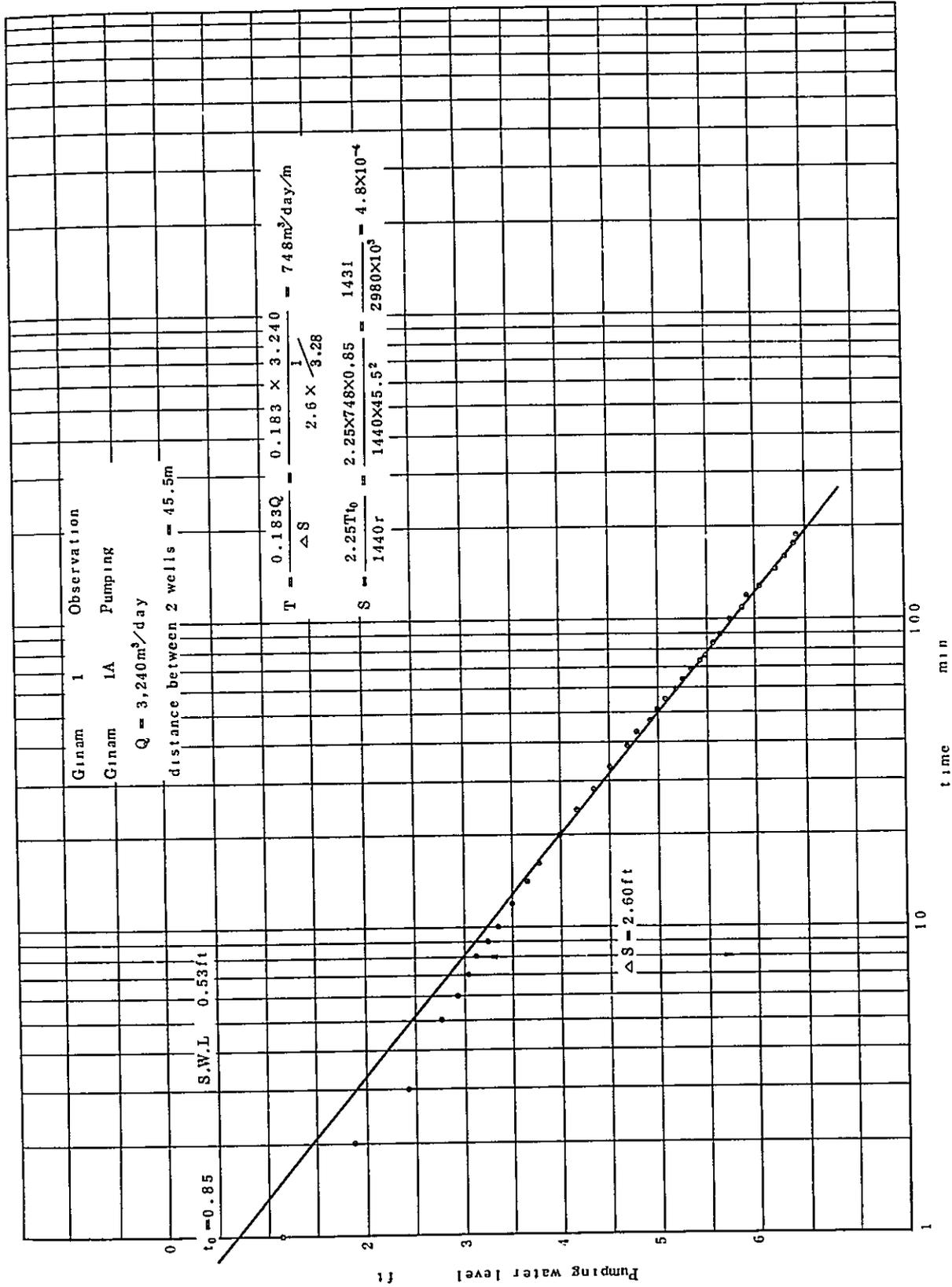


Fig. IV - 6

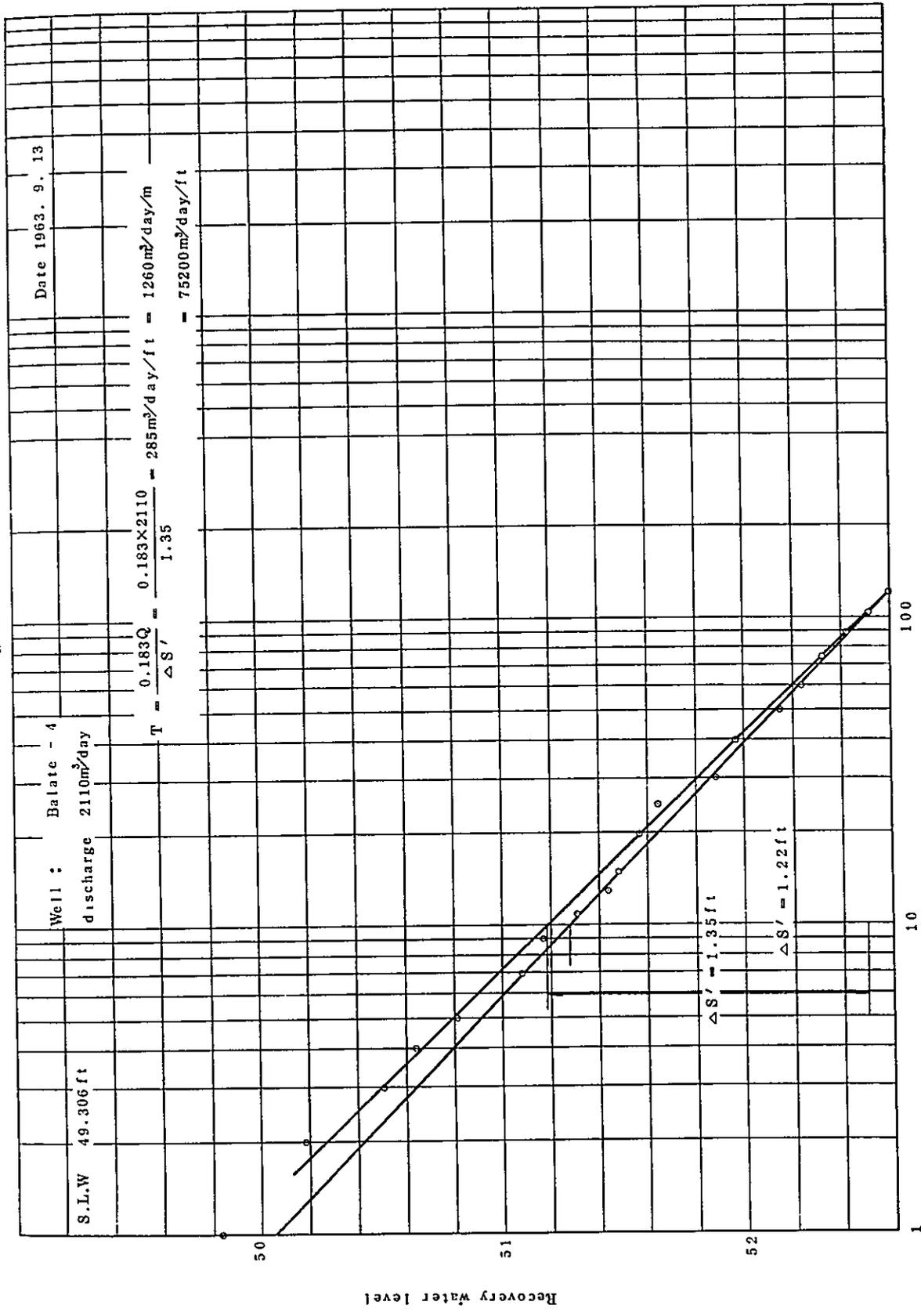


Fig. W - 7

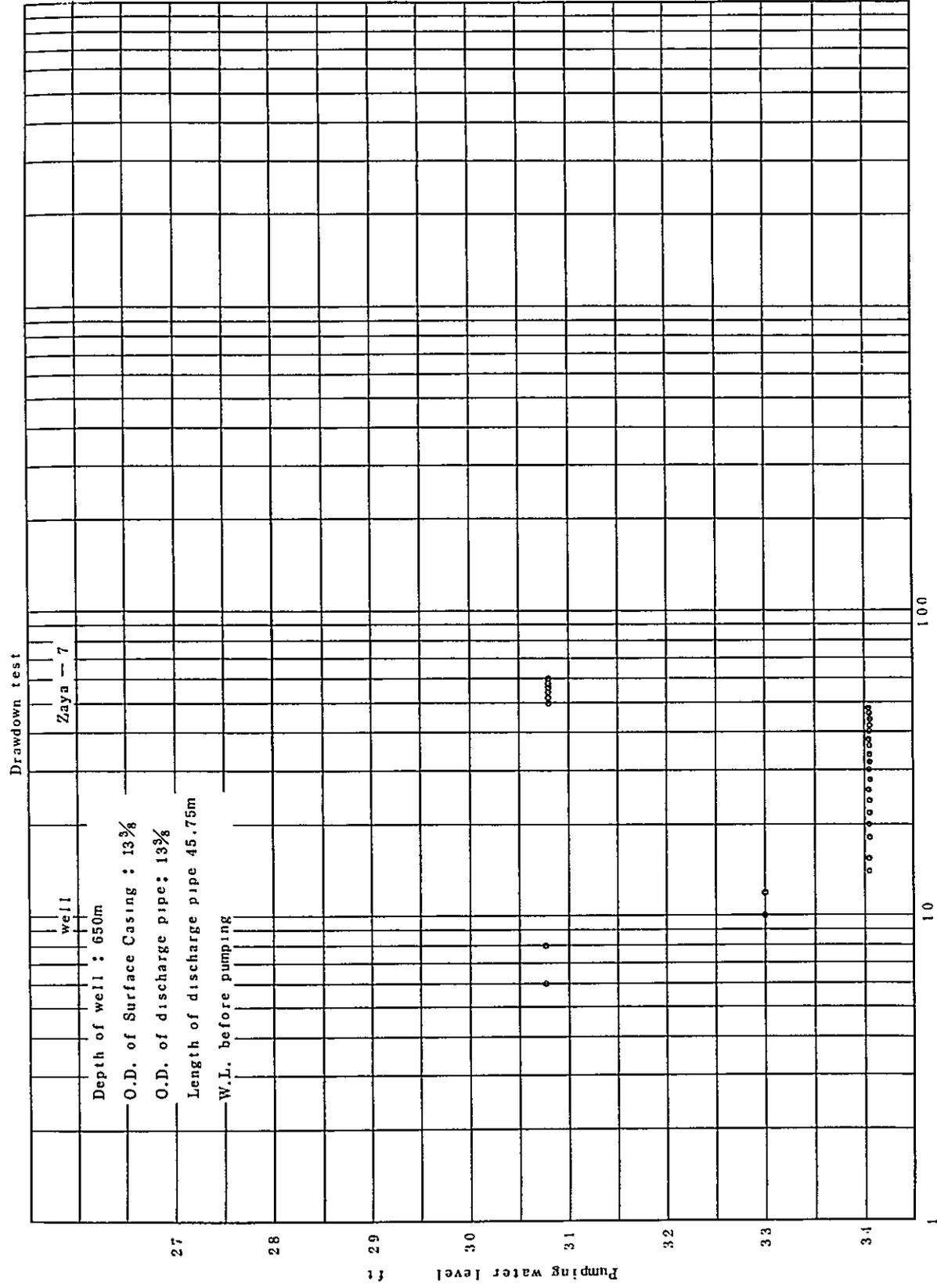
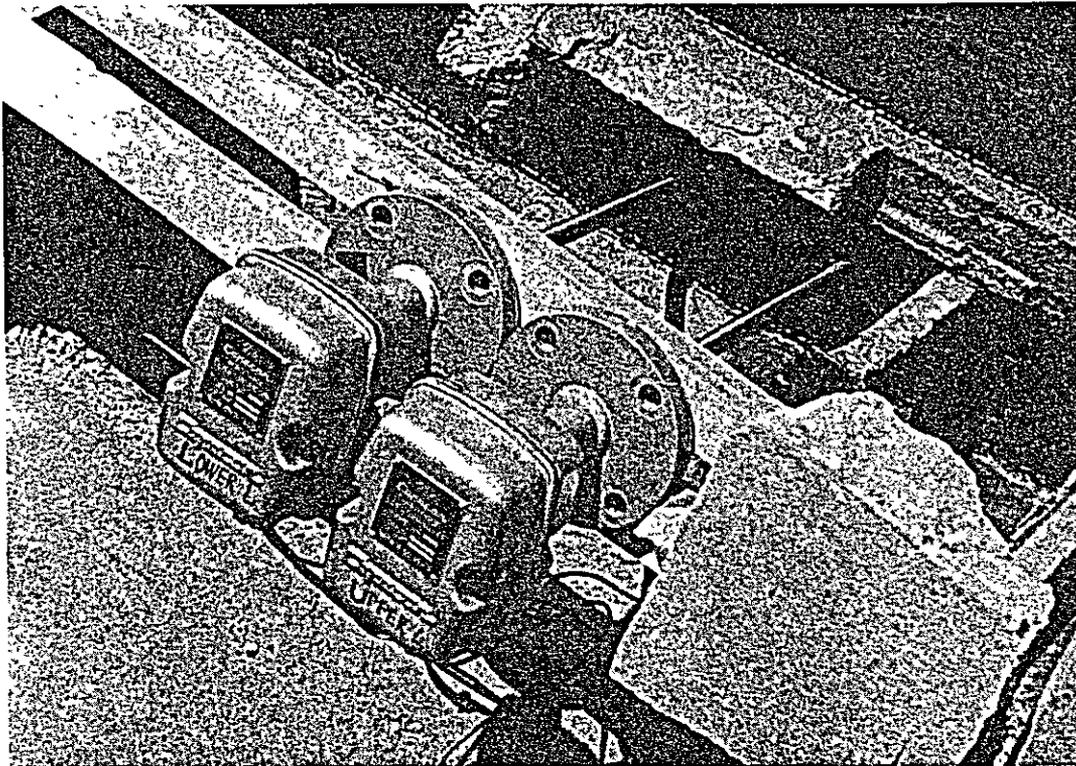


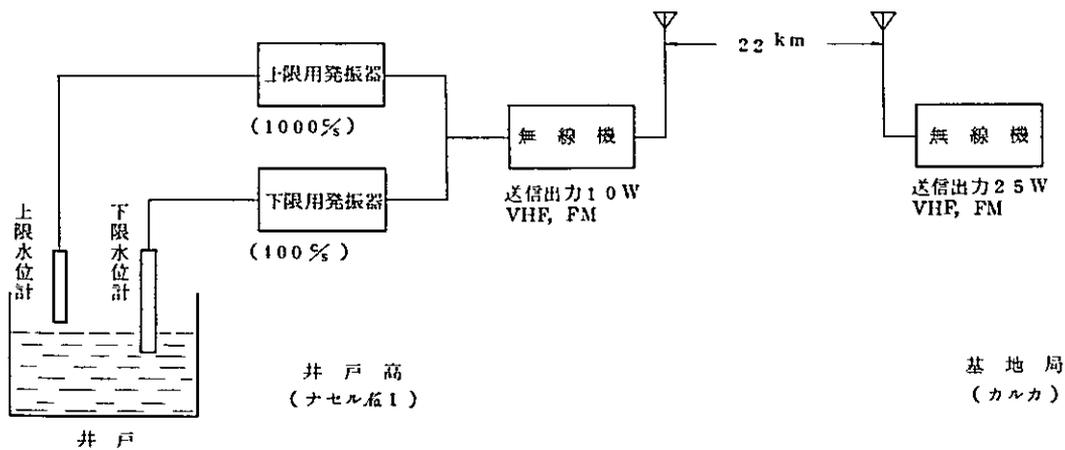
Fig. IV - 8 水位を検出するセンサー

右のセンサー棒が水面に触れると 1000 ~ が出る
 左のセンサー棒が水面から離れると 400 ~ が出る
 これらの電流は無線機で 20 km 離れた開発本部に送られた



これはFig IV - 8 の写真にみるように上限および下限の水位計を三角堰に設置し、揚水量を一定に押えるための水位調整に使用した。またこの状態を約 22 Km 離れた Kharga 基地に無線で伝導して良好な結果を得た。系統図をFig IV - 9 に示す。井戸局は自動車上に設置し、アンテナはホイップアンテナを使用した。基地局は 2 階建の家屋内に設置し、スリーブアンテナをその屋外に取付けた。水位計は容量変化を利用する方式のものを用いた。

Fig IV - 9



2.3 動水位低下の試算

この地域の Transmissibility 透水量係数, Coefficient of Storage 貯留係数についての概数値が出ているので

r = distance in meter from the discharging well. 0.1 m

t_0 = elapsed time in days measured from the time pumping began 3650 days

Q $\frac{m^3}{m}$ $2 \frac{m^3}{m}$

s Drawdown in m at the well. m

S を 0.00021 と仮定し $T = 250 \frac{m^2}{day}$ と $T = 1000 \frac{m^2}{day}$ の二つに分けて考えると $s = 6.64$ m 及び 25.32 m の二つの数字が得られる。この数字は一つの試算で

あって、これには全般的な水位降下および他井よりの干渉は考えていない。

平均数値である $T = 625 \frac{m^2}{m}$ と考えると、 s 値は 9.6 m となりこれのみより考えても平均 $2 \frac{m^3}{m}$ $3000 \frac{m^3}{D}$ の確保は至難となるであろう。加えて前述の通りカルガ周辺の観測井の水位降下は毎年 2 m と記録されているので、この数値を算術計算すると 10 年後には少なくとも 36.64 m の水位低下をみることになる。

$$\Delta S = 264 \quad Q/T$$

ΔS the change in drawdown in m per log cycle in the straight-line portion of the drawdown curve.

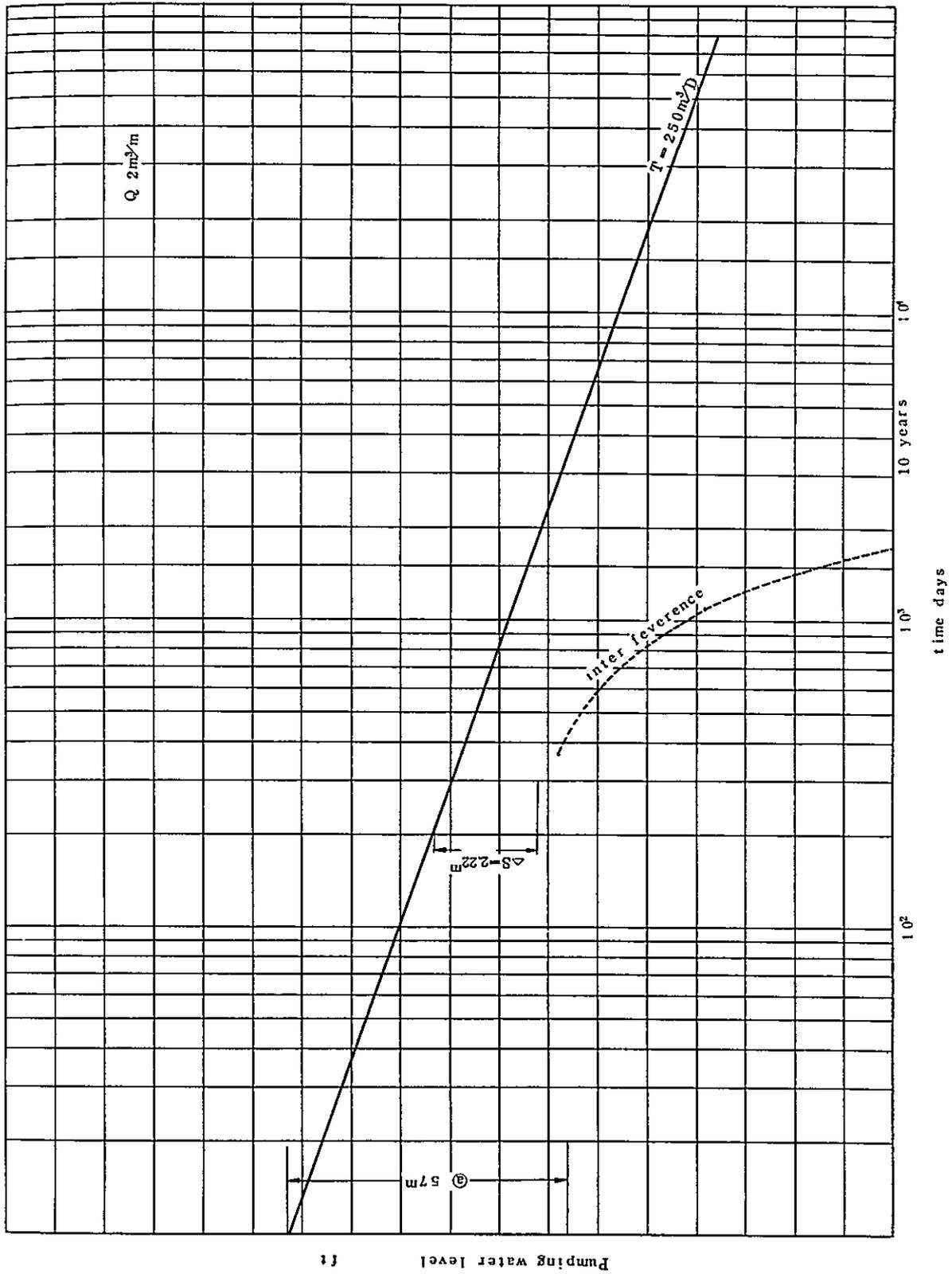
上式に $T = 250$ および $1000 \frac{m^2}{D}$ $Q = 2 \frac{m^3}{m}$ を代したとき

$$T = 250 \frac{m^2}{D} \text{ に於て } \Delta S = 2.22 \text{ m}$$

$$T = 1000 \frac{m^2}{D} \quad \Delta S = 0.528 \text{ m}$$

この数値から水位降下の直線をグラフ上に画けば Fig IV - 10 のようになる。このカーブにおいて鑿井地点の標高、完工当初の $Q = 2 \frac{m^3}{M}$ における圧力、使用年月日を換算代入すれば何年後にはポンピングが必要となるかを試算することができる。

Fig. IV - 10



2.4 寿命延長について

鑿井の寿命はフローイングの停止をもって定めることではないが、揚水動力費より考えてもなるべく高水位で使用することが望ましい。特に水質的にコロジヨン、インクラステーションの傾向が強いのでこの面からも水位降下を出来得る限り最小限に押えることが必要であろう。

既設井については鑿井の設計とは無関係に必要なよって排水量が定められている様子であるが、構造上の最大限あるいは標高差による最小圧力の設定によって全般的な水位降下をほぼ一定に揃える配慮が望ましい。将来機械揚水に移行した場合には無計画な動小位の降下は過大な動力を必要とするに至るであろう。

今回の調査においては短期間で各井にわたって詳細なデータを得られなかったが構造上と排水量より推定すると建設当時より過剰揚水ということができよう。

3. 観測井のテレメーターシステムの必要性

長期間におよぶ地下水位（自噴井については閉切圧力）および汲上げ量（自噴井では自噴量）の観測値は一般的に帯水層の性質ばかりでなく、気候の変化、水源地帯の変化にも関連があるといわれているが、この国の水層係数はAverage Transmissivityで $250 \frac{\text{m}^3}{\text{日}/\text{m}} \sim$ Storage (Coefficient of Storage) 0.00021～Porosity 20% Average formation thickness 224m 程度と推定されており、なお、降雨量も年間3ないし5mmという少量でこの涵養源は隣国スーダンと考えられているので地下水位の低下はすなわち汲上げ量に比例したものと指示されるものと想定して誤りはないと考えられる。

地下水の調査については既設の鑿井についてその構造様式例えばスクリーンの形式長さ位置等または各種揚水試験等の極めて簡単な基礎調査とともに完成当時よりの水量、水位などの継続的記録が大切な条件でさらに大局的な見方からはこれらに関連した観測井の水位変動の連続的正確な観測が極めて重要な調査事項となってくる。今までの各節共において既定の事柄として論及しなかった汲上げ量についても現在正確に押えられているかのように思えるが、現場に設備されている三角堰によって瞬間の流量を検知しているのみで、季節、耕作物による流量の変更をあわせて積算流量を概算していないように見られるので各井に何等かの流量計を設備してシビアな使用水量を把握したい。この点をおろそかにすればせっかくのテレメータが大きく生きてこなくなるおそれがないでもない。いうまでもなく観測井において計画されているテレメータシステムに付加して集中自動記録することも容易なことと考えられる。この流量計については後述のV.2.2.2で詳述されているのでこれを参照されたい。

この国の地形ならびに過去に行われた数々の地質学的、水理学的の考察によれば帯水層はヌビアンサンドストーンといわれSudan, Nubiaより地中海におよぶ広大な連続性のものと推定されているが、当初に述べたように透水性の極めて乏しい状態と考えられるので全国的規模でなく当面西部砂漠に限定した観測井を使って観測しても当分の間においては大きな問題はないと思はれるが、国家百年の計のためにはSiwa オアシスをも含めてこの計画に参加せしめることが望ましいと考えられる。

別紙に掲げる既設並びに計画中の観測井は西部砂漠南部をすべてカバーしており、極めて有効な配置であるがセンターのKhargaに対しては数百キロも離れ定期的連続的観測を行うには余りにも困難であるといわなければならない。なお、地下水の水位は気圧、朝夕の影響、人工的揚水、自噴の影響を受けているのでこれらの数値による変化についてもその周期的変動の状態を確認しておかなければならない。

以上のように種々の要素を含んだものの基礎観測としては無人で連続的に正確にその数値を得られるテレメータシステムは最も適当な装置でこれを活用することにより地下水の解析に大きな進歩と正確さが得られるものと思われる。この正確な数値はやがて西部砂漠の経済的地下水利用計画の画期的な基礎を確立することを信ずるものである。テレメータシステムについては以下Vにおいて詳述される。

4. 水中テレビの必要性

Kharga, Dakhlaオアシスにおける地下水のコロージョンについてはクラーク、スドラビン、EGDDO において十分検討研究され今日もなお数ヶ所の井戸についてサンプルテストが行われている。又ピアンウォーターは鉄、鋼等の井戸の主要部分を構成している材質に対して腐蝕性が高く、ためにケーシングパイプとスクリーン部分に大きな腐蝕を起しある場合には、Collapseを生じている。鑿井においてはCollapseは致命的な損害でこれを修復することは容易な作業でなく、ほとんどの場合腐蝕を意味するものである。もし可能としてもその費用はほぼ新井掘鑿に匹敵するといっても過言ではない。さらに歴年にわたる自噴量の急激の減退はCorrosionばかりでなく incrustation の問題を投げかけているものと想像される。

現在においては新しい計画にこれらの点も考慮を われケーシングパイプの材質および径、スクリーンの構造も従前よりよい状態と考えられるが既設井に対する対策は研究課題といえるのではなからうか。

鑿井はその特性と設置されてしまったケーシングパイプ、スクリーンを簡単に点検し、修理交換ができないので多くの場合最悪の事態においてのみ原因が推定想像されるに過ぎないのが一般的である。それで地上において行われている Corrosion test と併用して地上より坑内を直視できるならば少くとも大事に至る以前に何等かの対策が可能と考えられる。なお、大勢的には比較的大きなドロウダウンで排水されているので積極的な incrustation 助長が推定されるので急減な水量減退井に対する酸処理等の判断に現実的な資料の提供が可能である。

なお、工業用のテレビの一種である水中TVについてはVIにおいて詳述される。

5 鑿井の設計

5.1 総 論

鑿井の深さについては帯水層の深さによって決定されるので水量とは関係ない。現在、解明されている帯水層はIよりIVであるが一説によれば複層採水が可とし、一説では単層採水を推しているが必しもこれにこだわる必要はないと考えられる。遠い将来においては同一層の評価はされるとしても現状では異質水層と考えてもよく、帯水層も厚いので建設費の経済性もあわせ考えて決定すべきであろう。

5.2 ケーシングサイズの決定

ケーシングサイズの決定する要素は近い将来の機械揚水に備え、ポンプのボウルサイズまたは水中電動機の大きさによって決定されるべきである。例えば1日に300立方メートルを採水するとして動水位別に最小ケーシング径を述べれば次のとおりである。

動水位	70m以	300mm
動水位	120m以	350mm

またスクリーンはポンプの形式に関係なく150mm以上が好ましい。

5.3 ケーシングパイプの材質

ケーシングが設置されている部分は塩分の多い地層での腐蝕について各種の材質が使われて検討されているが鋼管にかわるべきものとして石棉をポリエステルで強化した管を使用すればクロールおよび硫化水素による腐蝕に万全であり温度特性も備えており、経済的な面でも鋼管に匹敵する程度と思われるので試用の価値があらう。

5.4 スクリーン

これは鑿井の心臓部ともいふべき重要な部分でこの選定によって寿命の長短性能に著しい影響を与えるので、開口比で25%以上で帯水層に適合した Slot size をもつ連続Vスロットの全溶接スクリーンが極めて望ましい。数値的条件として、Mr・E・W・Bent Sen の述べるスクリーンへの流入最低流入流速を

0.031 m/S から 0.08 m/S に押えれば砂の流入と流入抵抗を最小限に押えることができる。なお他の形式のスクリーンではこの要求を十分満足させることは強度的に極めて困難である。

簡別試験のデータによると帯水層の粒径が割合に大きいので充填砂利井としてしあげるより非充填井としてしあげるほうがより経済的であることは論をまたない。またある勧告によると大口徑を推奨しているが上述したとおりの流入速度および流上流速 18 m/S 以内に収まる条件を満足すれば十分である。既設井のスクリーン設置位置よりみると揚水予定量に比べ過大と思われる総延びでありかつ貫通比も 100% に近い挿入が行われているが、揚水量より勘案して経済的な設置を行っても水量水位に大きな影響はないので、スクリーン長決定についてはさらに検討が望まれる。一般的に 80% と 100% の貫通比における比湧水量はほぼ等しいと考えられている。

6 ポンプの選定

6.1 ポンプの種類

深井戸（特に口径 8 吋以上の揚水量の大きなものに限定して述べる。以下同）より揚水するポンプの種類としては横型渦巻ポンプまたは多段ポンプ、堅型ポアホールポンプ、水中モータポンプ、気泡ポンプがある。この地域においては特に水温が 3^oC ~ 5^oC と比較的高温でありかつ CO₂、H₂S 等のガスを含有しているのでフートを使用したポンプは必ずしも適当ではないが、現場の状況により使用も可能であるから状況に合わせて渦巻ポンプを使用することは経済的なことである。参考迄に温度条件に基づく吸込限度の表等を添附する。(Fig IV-11 ~ IV-14)

動水面が吸込限度内の場合には要すれば自吸式かあるいはサクシオンタンク付の渦巻ポンプを使用すれば万全である。

6.2 ポンプ型式の選定

一般的に揚水位の低下は少くかつ各井が同時にフローイングよりポンピングに移行するとは考えられないので、当初は廉価で原動機出力の比較的少い横型渦巻ポンプを使用すべきであろう。Fig IV-15 に外型図断面の一例を示す。水位から高くても横型渦巻ポンプの使用が不可能である条件の場合あるいは揚水限界をこえた場合には深井戸用多段タービンポンプ、水中モータポンプが使用される。気泡ポンプは効率が最大 15% をこえないので排砂量が多くポンプの寿命に著しい影響をおよぼす場合あるいは不透網を用いてもポンプのコロージョンが大きく実用に耐えないから 特殊の場合に限って使用されるべきであり実用的な設備とはいえないが、水中に機械部分がなく損傷を受けた場合にも現地で簡単に修理可能な利点がある。ポアホールポンプおよび水中モータポンプの選定チャートの一例を Fig. IV-15, Fig. IV-17 に示す。

結論としては高い動水位には渦巻ポンプをある限界をこえた場合には深井戸タービンあるいは水中モータポンプを適宜移動して使用すべきで当初より高価大馬力のものは経済的ではないと考える。

なお水中モータポンプは極めて高能率であるといわれているが、原動機を用いて運転する場合には原動機で発電機を廻すことになるのでポンプ自体の効率のよさは発電の段階で根消し以上のマイナスとなるので大容量の発電設備よりの動力が供給されない以上必ずしも経済とはいえない上に電動機関係の修理は製造業者に任せる為この費用は莫大のものとなろう。

堅型タービンポンプについては kharga の修理工場の若干の設備増と技術者の教育によって国内修理も十分可能であるからいふなれば当分の間は堅型タービンポンプの使用を主力と考えるのが適当と思われる。

6.3 ポンプの材質

ハイコロージョンの性質があるヌビアンウォーターに対する適当な材質はニッケルクロムを含む不透

鋼、或いは石綿ベースのポリエチレンが実用的であろう。

6.4 深井戸用多段タービンポンプ

6.4.1 型 式

このポンプは羽根車が整井内部に沈設され地上の原動機により長い軸の弁圧によって駆動される特殊な多段タービンポンプである。一般的には整井上部に電動機承台を置き、堅型電動機とフレキシブルカップリングにより接続されている。なお内燃機関によって駆動される場合はフレームに内蔵されるスパイタルベベルギヤをユニバーサルジョイントにより接続される。ベベルギヤが存在する場合には逆転防止装置が施されている。羽根車は常に水中にあるので呼水の必要がない。

羽根車、軸の重畳および水力学的な推力受としては電動機承台内部に球軸承を設けスラスト方向とラジアル方向の推力を保持している。

6.4.2 構 造 (Fig W-19)

外管ならびに吐出曲管は不透鋼、フレームは高 鋳鉄である。吐出曲管は水平方向にむき配水配管と容易に接続出来るフランジ型となっている。必要な部分は入念な機械加工が施されており特に廻転部分についてはバランスの調整に格別の考慮が払われている。

ポンプ胴体は不透鋼で作られ表面は平滑に鋳造されている。羽根車によって作られた水の流れは胴体に铸込まれたガイドベンによって効率よく整流される。羽根車は不透鋼で作られ特に深井戸用に設計された形状をなし機械加工によって精密に仕上げを行いさらに廻転に対する完全なバランスが取られている。

駆動軸は不透鋼でトルクおよび廻転速度に十分耐えられる径が採用される。この仕上げは特にユニバーサルグラインダーにより精密加工が行われる。

中間軸承はゴムまたは合成樹脂で作られる。この潤滑は水で行はれその容量は毎分 20 程度圧力は $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ である。外管は不透鋼で作られフランジをでて接続される。長さは 3 m 或いは 3.6 m の定尺が採用されている。

6.5 水中モータポンプ

6.5.1 型 式

このポンプは深井戸用多段タービンポンプに水中用堅型電動機を直結したもので深井戸用多段タービンポンプと異なり長い駆動軸をもたないので動水位が深い場合には電動機出力が小さくなる。しかしながらディーゼルエンジンおよび太陽電池等の動力源を利用する場合には地上において水中電動機に必要な電圧電流に変換する装置が必要となる。なお、電動機は特性上より実用的には三相交流特殊堅型透導電動機のみが使用可能である。

6.5.2 ポンプ部分の構造 (Fig W-20~Fig W-23)

前掲 6.4 の深井戸用多段タービンポンプと略同一であるが一般的に 2 極の電動機が使用されるのでこれによって生ずる変更がある。

6.5.3 電動機部分の構造

特別に設計された浸水型三相交流透導電動機が使用される。

Fig. IV - 11

ポンプ口径にたいする標準吐出水量は一般に次表の通りである。これは日本工業規格 (J I S) から抜萃し、まとめたものである。

Diameter of Pump (mm)		40	50	65	80	100	125	150
Discharge Amount (m ³ /minute)	50%	0.10 ~ 0.20	0.16 ~ 0.32	0.25 ~ 0.50	0.40 ~ 0.80	0.63 ~ 1.25	1.00 ~ 2.00	1.60 ~ 3.15
	60%	0.11 ~ 0.22	0.18 ~ 0.36	0.28 ~ 0.56	0.45 ~ 0.90	0.71 ~ 1.40	1.12 ~ 2.24	1.80 ~ 3.55

Fig. IV - 12

Diameter of Pump (mm)		200	250	300	350	400	500	
Discharge Amount (m ³ /minute)	50%	2.5 ~ 5.0	4.0 ~ 8.0	6.3 ~ 12.5	8.0 ~ 16.0	10.0 ~ 20.0	16.0 ~ 31.5	
	60%	2.8 ~ 5.6	4.5 ~ 9.0	7.1 ~ 14.0	9.0 ~ 18.0	11.2 ~ 22.4	18.0 ~ 35.5	

註) ポンプ口径は原則として吸込口径で表わし、その呼びはフランジの呼びで表わす。

Fig. IV - 13

ポンプが揚水しうる水頭を揚程という。揚程について簡単にのべると、図において吸込水位と吐出水位との高さの差 H_a を実揚程といい、吸込実揚程 H_s と吐出実揚程 H_d とから成立している。ポンプはその実揚程の他に吸込管側損失 H_{fs} と吐出管側損失 H_{fd} との和である損失水頭 H_f を加えた全揚程を必要とする。これを式で表わすと次の通りである。

$$H = H_a + H_f = H_s + H_d + H_{fs} + H_{fd}$$

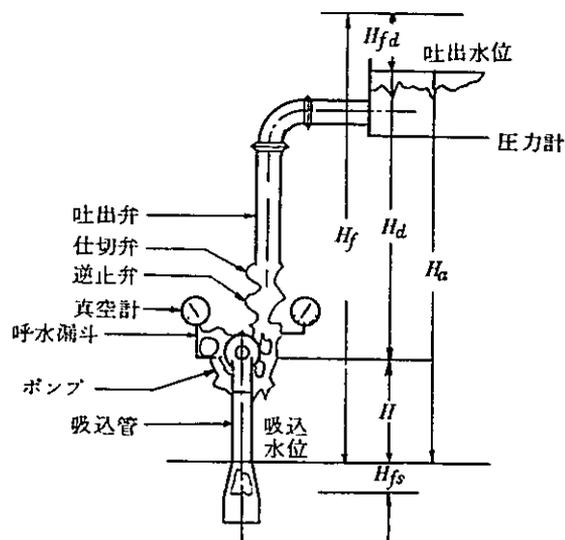


Fig. IV - 14

吸上高さ
 小型ポンプの吸上高さは通常 6 m とされているが、特に温水の場合に問題となるので、片吸込渦巻ポンプについて最大実吸上高さを下図に示す。

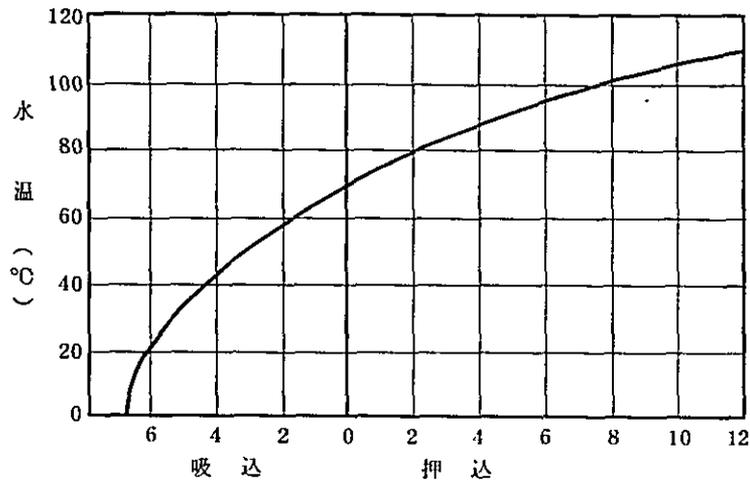
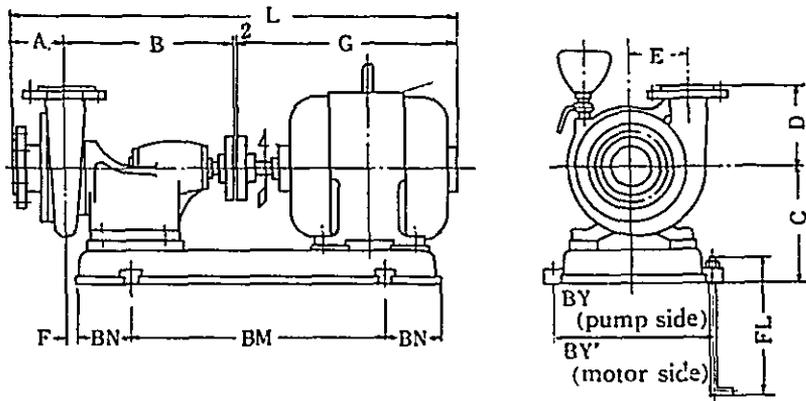


Fig. IV - 15 - 1

50 cycle 1800 rpm



Remarks: Electric motor is based on NEMA Standard.

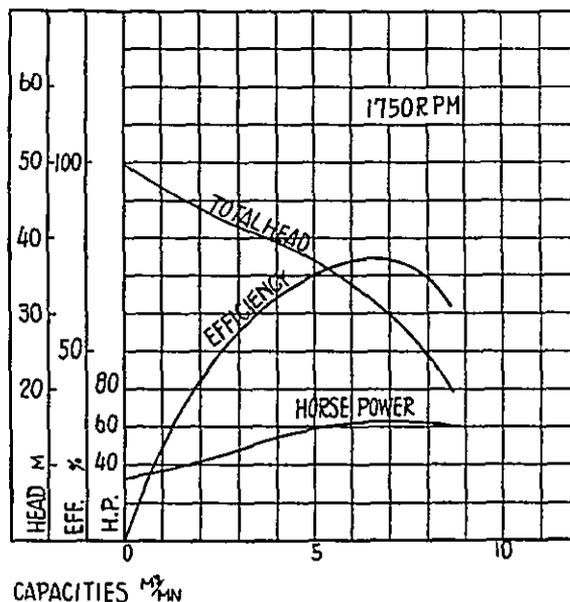
Fig. IV - 15 - 2

Bore mm	Type	Essential Data						
		kW	Q'ty m ³ /min	Head m	Q'ty m ³ /min	Head m	Q'ty m ³ /min	Head m
80	SEM	1.5	0.40	9	0.60	8.2	0.80	6.5
	SFM	2.2	0.40	13.2	0.60	11.6	0.80	9.5
	SGM	3.7	0.40	22	0.60	19.4	0.80	16
100	SEM	2.2	0.63	10.5	1	9	1.25	7.5
	SFM	3.7	0.63	16	1	14	1.25	11.2
	SGM	5.5	0.63	23.5	1	19	1.25	13.5
	SGM	7.5	0.63	29	1	25	1.25	21
130	SEM	3.7	1	10.8	1.50	9.5	2	7.1
	SFM	5.5	1	15.6	1.50	13.4	2	9.5
	SFM	7.5	1	19	1.50	17.2	2	13.5
	SGM	11	1	29.5	1.50	25.5	2	19
	SHM	15	1	38	1.50	32	2	24
160	SEM	5.5	1.60	11	2.20	10	2.80	8
	SFM	7.5	1.60	14	2.40	12.8	3.15	10.4
	SFM	11	1.60	21.2	2.40	18.5	3.15	13.4
	SGM	15	1.60	27	2.40	22	3.15	15
	SHM	19	1.60	34.5	2.40	29	3	21
	SHM	22	1.60	38	2.40	33	3.15	25
	SHM	26	1.60	42	2.40	38	3.15	30

Fig. IV - 16

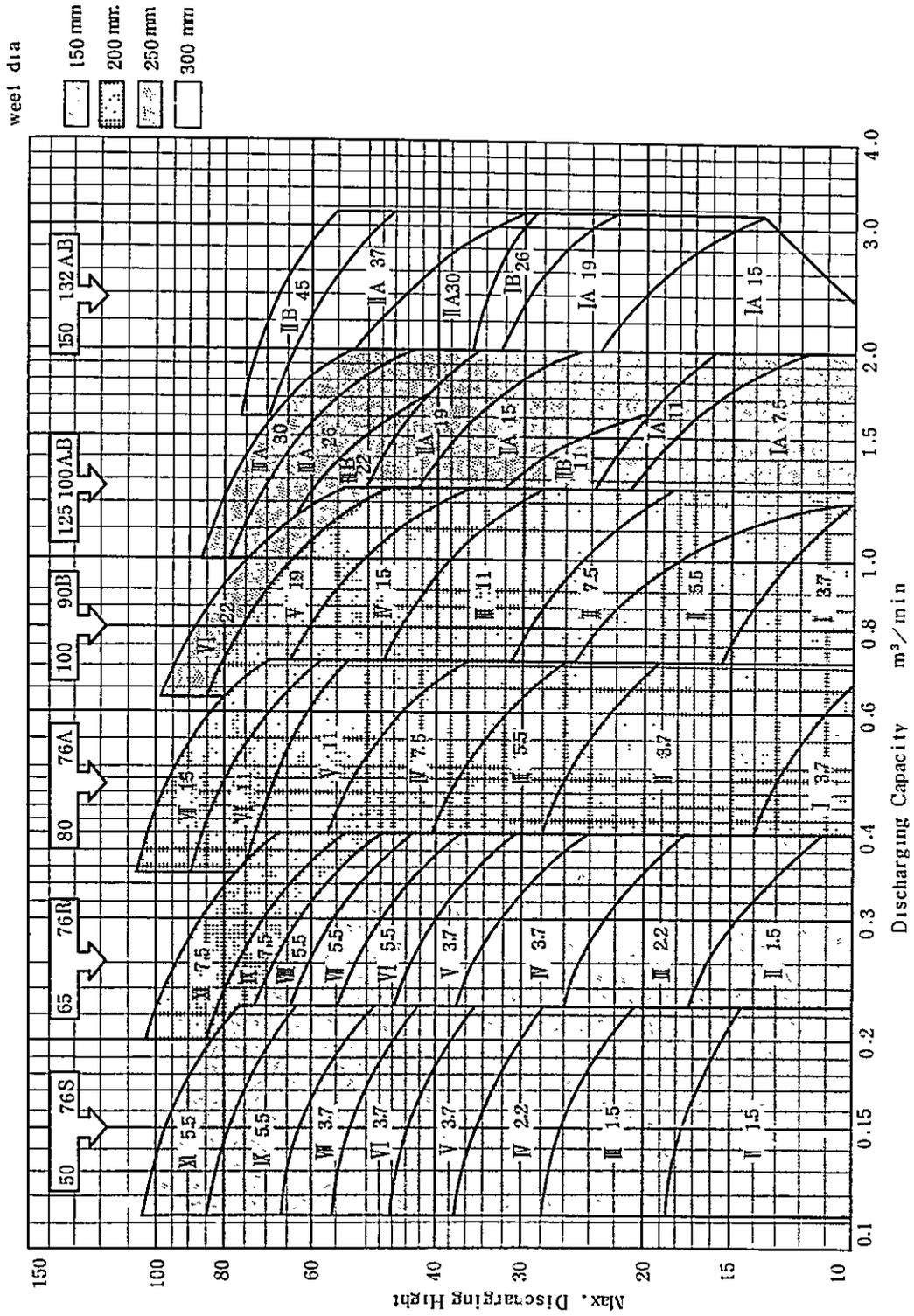
Dia of Pump (mm)	Dia of well (mm)	discharge (m ³ /min)		Head (m)	
		50~ (1500rpm)	60~ (1800rpm)	50~ (1500rpm)	60~ (1800rpm)
80	150	0.33	0.4	1.8	2.6
100	200	0.69	0.85	4.0	5
130	250	1.4	1.8	6.2	8
160	300	2.1	2.55	9.6	13.5
180	300	2.85	3.9	10	13.5

Fig. IV - 17



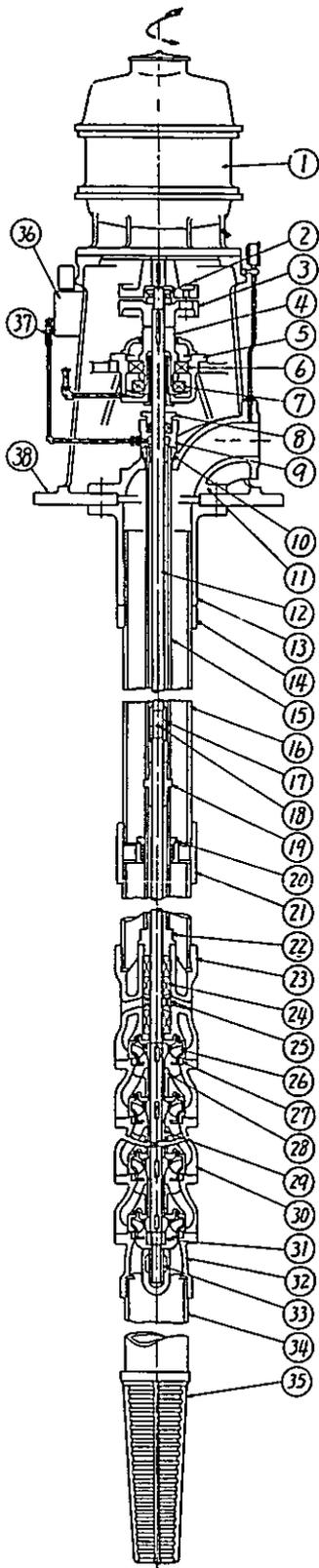
Characteristic curve

Fig. IV - 18



Remarks : Arabian figures in the curve show number of stage, Roman figures for motor KW

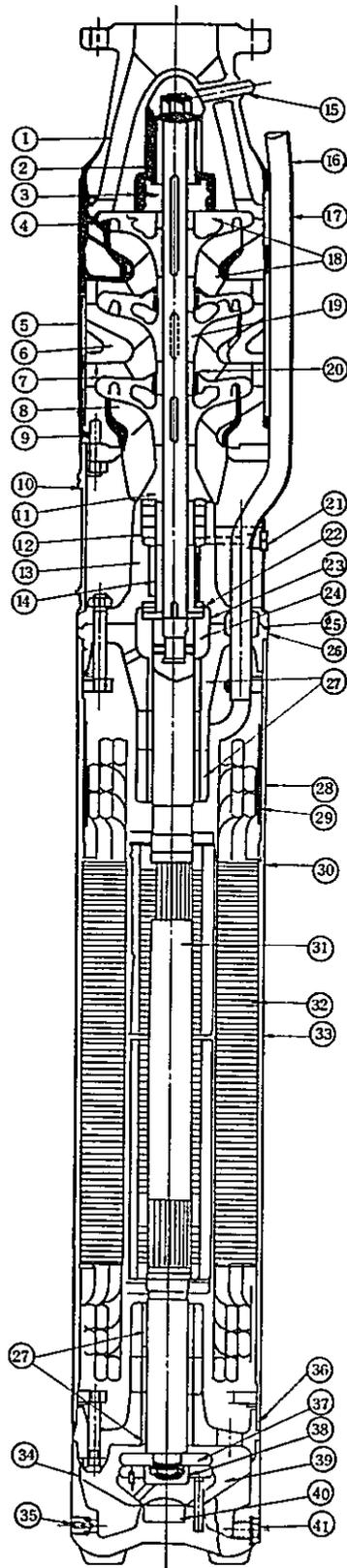
Fig. IV - 19



- ① Electric Motor
- ② Adapter Nuts
- ③ Flexible Coupling
- ④ Journal
- ⑤ Thrust Bearing
- ⑥ Radial Ballbearing
- ⑦ Thrust Ballbearing
- ⑧ Packing gland
- ⑨ Stuffing Box
- ⑩ Distance piece
- ⑪ Discharge outlet
- ⑫ Line Shaft
- ⑬ Adapter joint for Discharge pipe
- ⑭ Adapter Nuts
- ⑮ Shaft tubing
- ⑯ Discharge pipe
- ⑰ Shaft Coupling
- ⑱ Taper pin
- ⑲ Line shaft Bearing
- ⑳ Grand
- ㉑ Combination Columu Capling
- ㉒ Main Bearing
- ㉓ Top Case
- ㉔ packing
- ㉕ Separeter
- ㉖ Impellers
- ㉗ Mouth ring
- ㉘ Bush metal for intermediate casing
- ㉙ Steeve
- ㉚ Intermediate casing
- ㉛ Nuts
- ㉜ Bottom Casing
- ㉝ Bush metal For Bot. Casing
- ㉞ Saction pipe
- ㉟ Suction strainer
- ⓫ Automatic Lubricator
- ⓬ Needle Valve
- ⓭ Frame

Vertical turbine pump

Fig. IV - 20



- ① Pump outlet case
- ② Upper bearing bush
- ③ Neck ring pressure
- ④ Guide impeller
- ⑤ Pump case
- ⑥ Middle stage
- ⑦ Guide impeller
- ⑧ Impeller wheel
- ⑨ Connecting screw
- ⑩ Strainer
- ⑪ Sand guard
- ⑫ Shaft sealing ring
- ⑬ Suction frame
- ⑭ Copper shaft sleeve
- ⑮ Balance moderate screw
- ⑯ Motor cable
- ⑰ Cable cover
- ⑱ Liner ring
- ⑲ Pump shaft
- ⑳ Sleeve
- ㉑ Filter
- ㉒ Shifting limit plate
- ㉓ Shifting limit counter plate
- ㉔ Coupling
- ㉕ Packing
- ㉖ Upper bracket
- ㉗ Bearing bush
- ㉘ Motor case
- ㉙ Stator winding
- ㉚ Stator casing
- ㉛ Motor shaft
- ㉜ Stator stampings
- ㉝ Armature core
- ㉞ Bottom cover
- ㉟ Grab screw
- ㊱ Lower bracket
- ㊲ Propelling power disc
- ㊳ Propelling power counter shaft
- ㊴ Counter shaft box
- ㊵ Thrust bearing rocket support
- ㊶ Drain plug

Fig W - 2 1 Motor parts

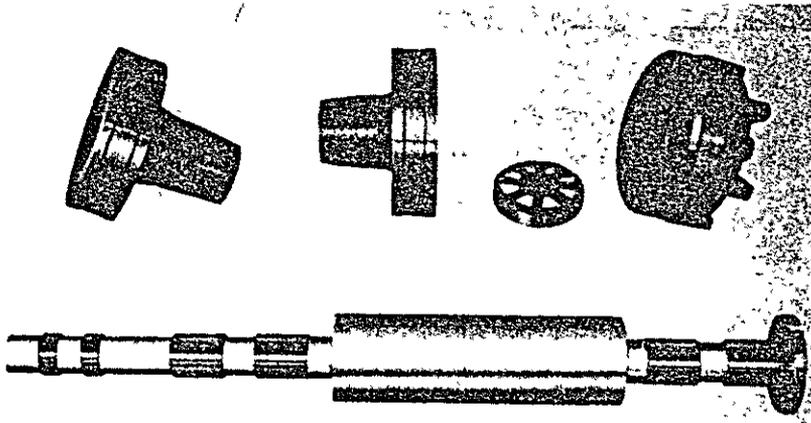


Fig W - 2 2 Armature core and stator

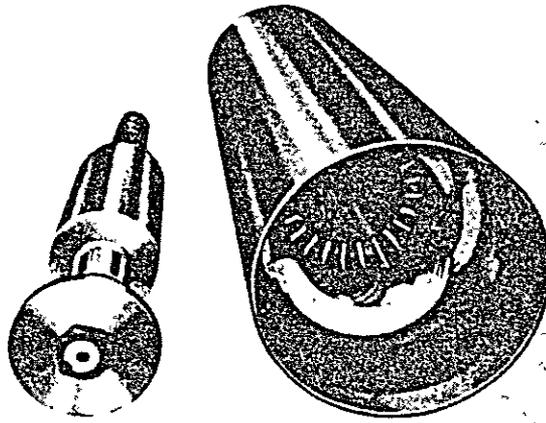


Fig W - 2 3 Pump parts



深井戸の径は限られているので最小の径で、軽い電動機が要求される。ローター、ステータは引抜管の内部に設置される。ステーターコイルは化学的に機械的に十分満足とするポリエチレンのよって被覆された銅線が使用されており、長い年月の使用に耐えられるよう十分な配慮が払われている。

ローターには不銹鋼製の軸が用いられ、この軸の上部下部には軸承が設けられている。井内に取付前に電動機内部にはフレッシュウォーターが充填され循環と放熱に使用される。推力水は電動機下部に設けられたセミスフェリカルスラストベアリングによって承けられる。

ポンプ上部に接続される吊下管（揚水管）は石棉をベースにした特殊ポリエチレン管で特殊ソケットにより接続される。電動機ケーブルは吊下管に沿い上部に導かれる。このケーブルは水中用に特別に設計された3心キャブタイヤケーブルである。

6.6 結 論

ポンプの選定の概要については上述したとおりであるが揚水量揚程については各井ごとの性能を確認（タイムドローダウンテスト、ステップドローダウンテスト、リカバリーテスト等の現場試験を行った上）して適正揚水量、歴年動水位の低下を計算上設定してその仕様を決定すべきである。なお砂漠における動力源としての太陽電池については第Ⅷ編第6章において記述されているが大量に使用されることによってコストの低減も可能なので少量の動力において試験運転の実績を積むことも将来の訓練、見通しに有益であろうと思われる。

V. テレメーターシステム

V. テレメーターシステム

1. 考慮すべき点

遠隔地に散在する観測井戸の地下水管理に必要な諸量を中央に集収し管理することを目的とするテレメーターシステムについて考慮する場合次のことを検討し方式を決定する必要がある。

1.1 使用伝送路について

1.1.1 一般的考察

テレメーターシステムを構成する伝送路は一般的に有線方式、無線方式が考えられるが、既設有線設備（既設電柱等）の利用の可能性、将来の伝送路整備計画、裸線を使用する場合の周囲条件（Sand Stormの強さ、電線盗難のおそれの有無等）、保守の難易性、経済性建設期間等を充分検討して決定すべきである。

これらのうち有線方式と無線方式との経済性を検討するに必要な要素としては観測Centerと観測井戸の具体的な計画に対して、次の項目のtotalを方式別に経済比較をすれば充分である。

有線方式	無線方式
○ 裸線の cost	○ 送受信機の cost
○ 電柱の cost	○ 空中線及其の工事費
○ 建柱、架線工事費	○ 送受信機に対する 電源設備の増の cost

参考事項

a) Open Wire 方式

- 裸線の必要量……… 最遠観測点迄のLine lossが約20dB位までなら中継所を必要としないため経済的である。必要量は大略次表のようになる。線種は風速、Line loss, 経済性を考えて決める。

裸線の線種	Line loss at 800%	2線式の場合の必要量	無中継可能な距離
1.6 mm 硬銅線	0.0948 dB/Km	35.75 Kg/Km	約 210 Km
2.0 mm "	0.0670 "	55.86 "	" 300 "
2.9 mm "	0.0369 "	117.44 "	" 550 "
3.5 mm "	0.0269 "	171.06 "	" 770 "
4.0 mm "	0.0216 "	223.44 "	" 910 "

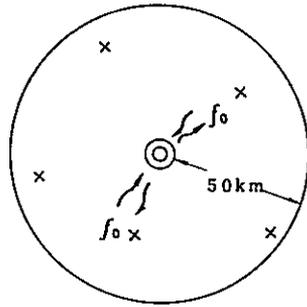
- 電柱の必要性……… 50 ~ 70 m (地形、風速等による) 間隔で pole を設ける。

b) Wireless 方式

- 回線構成 (1) 地形、空中線の高さにより一義的にはいえないが、観測センターと各観測点の関係が見透して観測センターを中心として約50Km半径の円の内にある場合は出力10WのVHF送受信機を各観測局に施設する。
- (2) 観測センターと各観測点が多く(約50Km以上)離れて分布している関係にあるときは、中継局(観測局と共用も出来る)を約50Km間隔で設ける必要がある。

○ 送受信機の必要数

前述(1)の場合



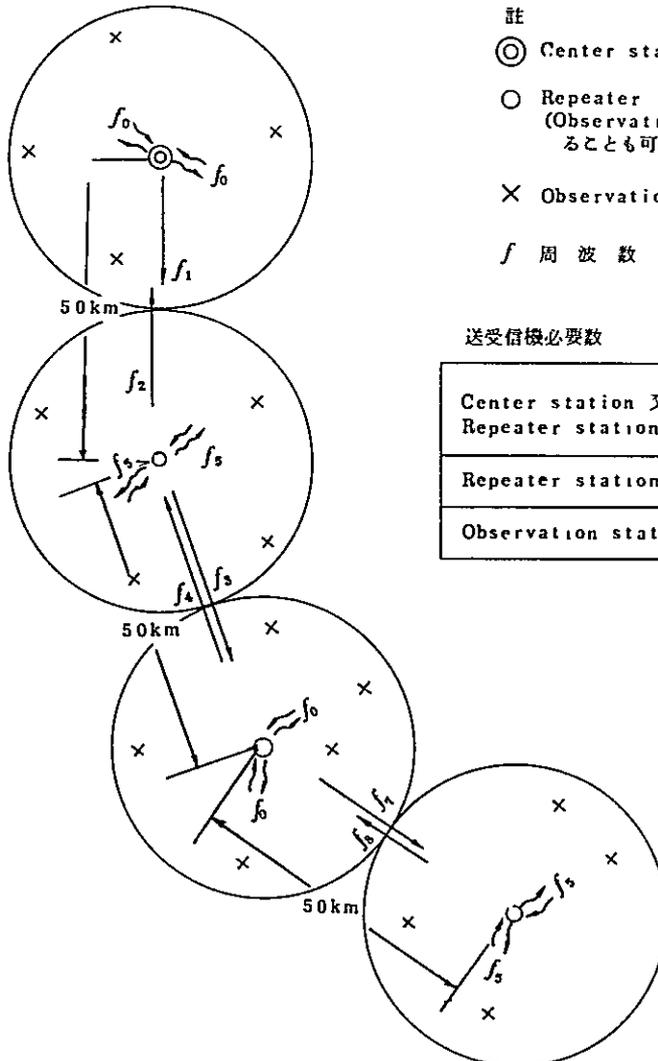
- 註
 ⊙ Center station
 × Observation station

f 周波数

送受信機必要数

Center station	1
Observation stations	各1

前述(2)の場合



- 註
 ⊙ Center station
 ○ Repeater station
 (Observation station をかねることも可能)
 × Observation station
 f 周波数

送受信機必要数

Center station 又は最遠の Repeater station	2
Repeater stations	各3
Observation stations	各1

○送受信機に対する電源設備の増

有線伝送路を用いる場合との経済比較をする場合、電源については有線伝送路の Line loss が約 20 dB 以内の場合は送受信機に対する電源設備の Cost 増をみる必要があるが、トランジスタ化された出力 10W 程度の送受信機 1 台当りの所要電源は次のとおりである。

待受時 1 VA 以下
受信時 8 VA 以下 (1 回約 1 秒間消費)
送信時 50 VA 以下 (1 回約 10 秒間消費)

1 日 20 回の走査測定を実施計測局数は 20 局とした場合

1 日当りの平均消費電力 Pm は

$$P_m = 1(VA) + 8(VA) \times \frac{1(\text{秒}) \times 20(\text{回}) \times 20(\text{局})}{86400(\text{秒})} \\ + 50(VA) \times \frac{10(\text{秒}) \times 20(\text{回})}{86400(\text{秒})} \\ \approx 1.2 VA$$

送受信機 1 台当りの上記電源増を太陽電池を使用した場合の経費として算出すればそれだけがコスト増分となる。

1.1.2 Kharga 地区に対する考察

本調査団帰国後 1965 年 6 月に EGDDO からテレメーターを必要とする観測井戸の場所を示す地図が送付されて来たので一応地図上のみの判断から Kharga 地区に対する伝送路構成を検討し次に示すような 2 つの案を得た。なお実際に施設を建設する場合には事前に地形、将来の道路計画および送電計画、無線局の電波伝搬上よりみた最適地の具体的選定等、有線、無線方式それぞれについて綿密な現地調査を実施した上で伝送方式を決定すべきである。

A 案 第 V-1 図に示すように Kharga 地区の主要道路沿いの観測井戸 (㌠ 1, ㌠ 3 ~ ㌠ 9) および Dakhla 地区への主要道路沿いの ㌠ 2 観測井戸は Kharga センターの間を有線伝送路で構成し、既設電柱等の設備を共用することが出来る区間はこれを利用する。(㌠ 1 ~ ㌠ 5 まではほとんど可能と考えられる) また ㌠ 10, ㌠ 11 の観測井戸へは ㌠ 9 までの有線を延長し Aswan への将来の予定道路沿いに有線伝送路で構成する。このようにすることにより道路沿いに建設される有線施設がそれ自身通行安全の目標となりまたできればこれに Drop Line 設備を施設し将来の南 Kharga 地区の安全と開発の有力な手段とすることが出来る。またシステムの線路損失の配分および信頼度の点から、㌠ 3, ㌠ 4 の観測井戸は出来れば ㌠ 5 ~ ㌠ 11 の伝送路とは別の伝送路として Kharga センターに引き込むことが望ましい。 Nile 河沿いの 4 つの観測井戸 (㌠ 12 ~ ㌠ 15) はアラブ連合の通信省による Cairo ~ Aswan 間の市外伝送路の拡充計画 (1965 年よりの 5 ヶ年計画で 600 CH 又は 1800 CH のマイクロ方式が考えられている) の完成時に ㌠ 12 ~ ㌠ 15 の観測井戸を有線で Aswan 迄引込み専用線により Aswan - Asut - Kharga センターの回線構成によりテレメーター回線を作成する。もし時期的にいそぐなら、㌠ 12 は Eneira よりまた ㌠ 13 ~ ㌠ 15 は Aswan より定期巡回によりデータを集取し Kharga センターに郵送する等の暫定措置で Aswan - Kharga の専用線が使用できるまでの間対処する。

B 案 第 V-2 図に示すようにカルガ地区の観測井戸 (㌠ 1 ~ ㌠ 11) は A 案と全く同じであるが、 Nile 河沿いの 4 つの既設の観測井戸の遠隔測定を早い時期に EGDDO の通信網を作成することにより実施したい場合は、これら 4 つの井戸に対しては、Baris または ㌠ 5 観測井戸までは有線を使用しそこから無線により 4 ~ 5 つの中継局を建設し ㌠ 13 ~ ㌠ 15 のいずれか伝搬上都合のよい 1 つの局 (例えば ㌠ 14) を中

Fig. V-1

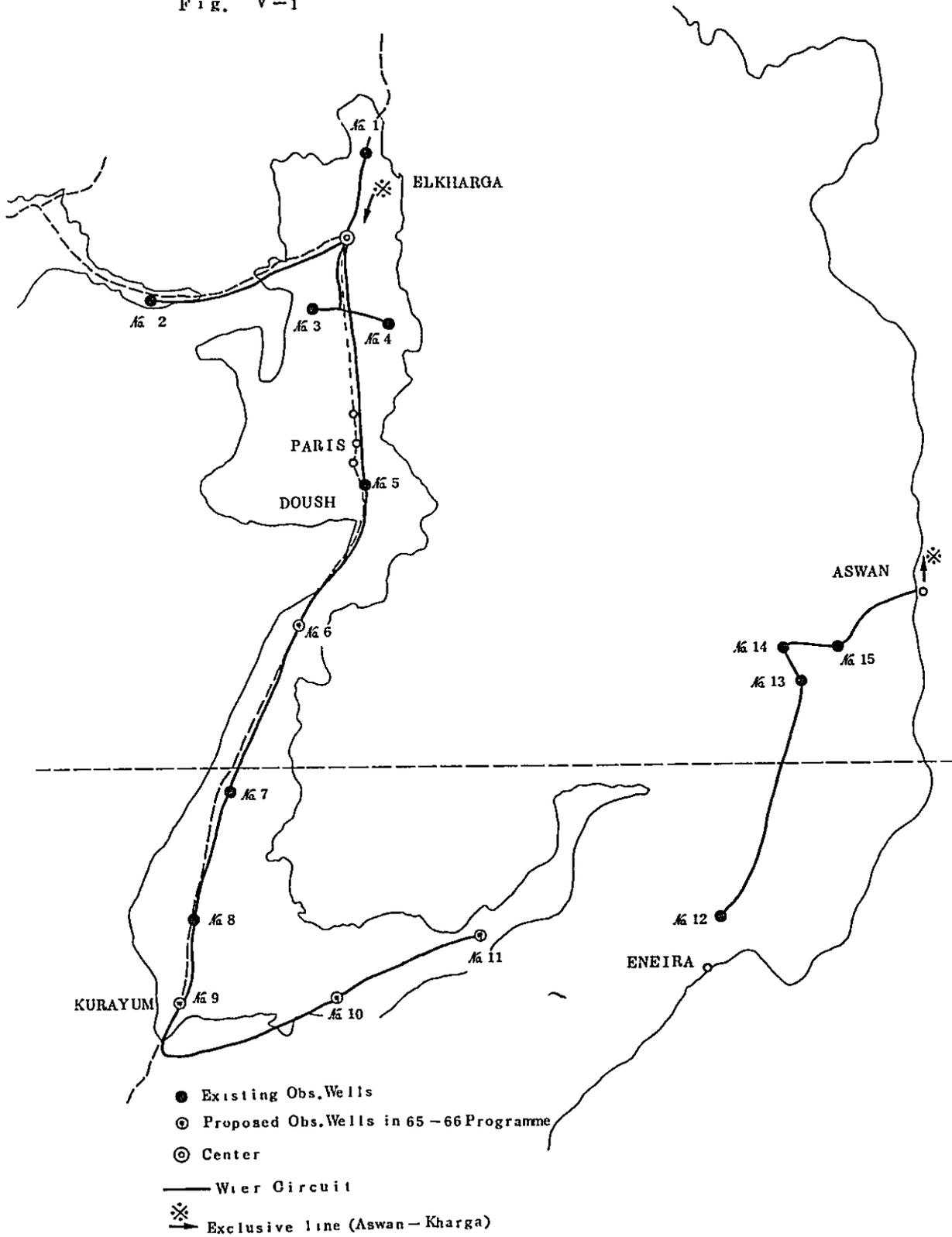
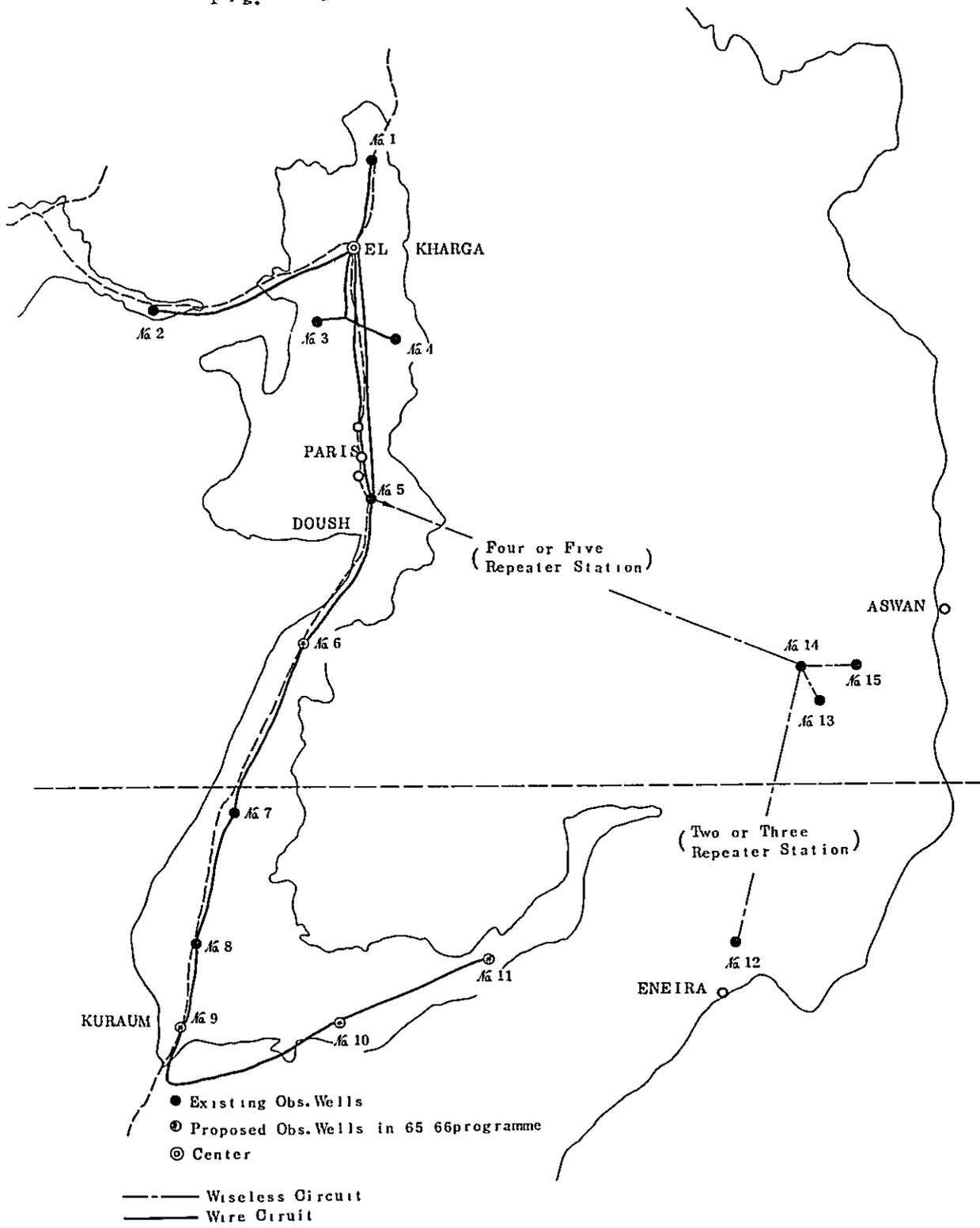


Fig. V-2



継兼観測局としてさらに2～3つの中継局を建設し、 $\phi 12$ 観測井戸をむすび回線を構成する。この場合 $\phi 13$ 、 $\phi 15$ は $\phi 14$ の無線局を中継局として無線方式により接続される。

このような西部砂漠を横断する無線中継局の建設、保守はヘリコプターにより実施すれば短期間に能率的に運用に入ることができる。

1.2 設備の機能について

テレメータシステムを導入する場合、観測局における観測量の種類および数、観測局の数を将来の必要性を考慮して余裕のある設備としておくかどうか、また中央に於けるデータ処理を将来電子計算機等の導入により能率的なものとする前提として考えておくかどうか等を総合的に考えてテレメータシステム的方式、設備容量を決めることが特に必要である。

2. 簡易なテレメータシステムについて

後述する代表的テレメータシステムは観測量および観測局の数においても将来の地下水管理に対し十分な余裕をもったものであるとともに、将来のデータ処理に電子計算機の導入が可能な最も望ましい方式と考えられるが、経済的な考慮並びに将来に対する地下水管理の見通し等から簡易な方式を望まれる場合のために水位のみを約40局の観測局の容量で観測することが可能な方式を述べることにする。なおここに述べるものの伝送路を有線でおきかえることも可能である。

2.1 呼出方式の種類

制御局（基地局）からテレメータ観測局を呼出する場合の方式は次の3種類とする。

（自動全局呼出方式）

タイマーにより自動的に起動し、全観測局をあらかじめ定められた順序に従って連続して呼出す方式。

（手動全局呼出方式）

手動起動により全観測局をあらかじめ定められた順序に従って連続して呼出す方式。

（手動個別呼出方式）

手動起動により任意に選択した一つの観測局のみを呼出す方式

なお、呼出方式の優先順位は、自動全局呼出方式が手動全局呼出方式および手動個別呼出方式に優先するものとし、緊急時などにおいては、自動全局呼出方式の優先制御を解除することができるものとする。

2.2 再呼出の回数

観測局呼出しの際、被観測局から応答のない場合または、応答に誤符号を検出した場合は自動的に再呼出を行うものとする。再呼出の回数は2回までとし、なお応答のない場合、または誤符号を検出した場合は、可聴可視の障害警報を発し、次の動作に移るものとする。

2.3 記録方式

記録は電動タイプライターによる頁作表方式とする。記録様式は、記録紙の左端から観測時分を印字し、観測データはあらかじめ観測所ごとに指定された欄内に印字するものとする。

2.4 特殊情報の表示

通常の記録のほかに、電源表示、規定水位など特殊な表示を必要とするときは、観測時に一種類の特殊情報を伝送させるものとし、制御局においてこれを受信した時はあらかじめ定められた表示方法により表示するものとする。

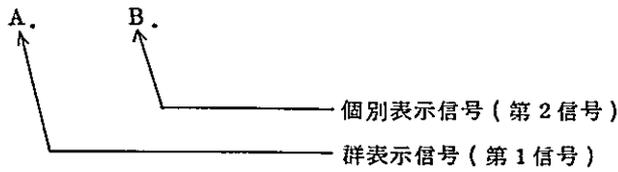
2.5 中継局の動作制御

伝送回線系に無線中継機を含むときは、中継動作の起動および停止を制御局より制御するものとする。

2.6 呼出信号の送出方式

観測局呼出信号は、リードセクタ標準周波数を使用した直列送出方式とする。ただし周波数の使用目的

別分類は次による。



観測局呼出の場合はA及びBの2波直列

2.7 呼出信号の送出時間

呼出信号の送出時間は次のとおりとする。



- T_1 : 無変調無線周波数送出時間 600ms以上
- T_2 : 信号送出時間 600 ± 100ms
- T_3 : 信号間隔 50 ± 25ms

2.8 中継局制御信号の送出

伝送回線内に無線中継局がある場合は呼出および制御動作開始に先だつて自動的に中継局中継動作開始信号を送出し、動作終了後中継局中継動作停止信号を送出するものとする。

2.9 情報の種類および順序

観測局の伝送すべき情報の種類および順序は次のとおりとする。

- (1) 観測値 (2) 局番号 (3) 特殊情報

観測値は最大10進4桁(0000~9999)とするがその必要のないときは10進3桁(000~999)としてもよい。

局番号は最大10進2桁(00~99)とする。

特殊情報は、電源表示を必要とする場合に伝送されるものとし、一種類の記号によるものとする。

2.10 情報の符号化

観測値および局番号の符号化は2進化10進表示方式とし、これにパリティビットを添加する。10進数値と、2進化10進表示符号との対応を次に示す。

10進数	2進化表示	符号化	10進数	2進化表示	符号化
0	0	0000 ¹	5	101	0101 ¹
1	1	0001 ⁰	6	110	0110 ¹
2	10	0010 ⁰	7	111	0111 ⁰
3	11	0011 ¹	8	1000	1000 ⁰
4	100	0100 ⁰	9	1001	1001 ¹

各符号の右端はパリティビットであり、1の合計個数を奇数にする。

2.11 符号の伝送方式

符号の伝送は副搬送波(低周波)FS方式を用い、1および0をそれぞれ、長マーク、短マークに対応させるものとする。副搬送波は170%間隔の搬送電通信チャンネルの周波数を使用し、標準周波数は2635%

とする。

偏移の巾は各チャンネルにおいて、 $\pm 35\%$ とし、許容偏差は $\pm 6\%$ とする。偏移の方向はマークに対して(+)スペースに対して(-)とする。

マークおよびスペースの時間長は次のとおりとする。

長マーク (ビット: 1)	120mS $\pm 20\%$
短マーク (ビット: 0)	40mS $\pm 20\%$
ビット間スペース	40mS $\pm 20\%$
桁間スペース	40mS $\pm 20\%$

符号の返送は呼出信号の受信完了後なるべく短い待時間をおいて直ちに行うものとする。

2.12 装置の構成

装置全体は、基地局装置と任意数の観測局装置で構成される。

2.12.1 基地局装置

a) 基地局装置架

リレー、トランジスタ等を主体とする回路素子を組合せて、テレメータリングの心臓部となる回路を構成し、機能別のパネルに実装して、高さ2m程度の鉄架筐体に収容される。内部には、各観測局の呼出を行うための呼出制御回路、受信データの処理を行う、FS信号受信回路、符号変換回路、タイプライター制御回路、自動起動のための時計、時刻信号発生回路、装置内の電源供給を行う電源整流回路等を含んでいる。

b) 操作卓または操作台

全システムを一括して監視制御するための操作キー及びランプ類を、卓又は机上設置小筐体にまとめたもので、卓構造の場合は、プリンター設置用の台と併用している。また机上設置型の場合は、専用スペースを考慮することなく、経済的である。いずれの場合も各種操作キー、監視ランプの他に電話用、マイク、スピーカー、等をそなえているが、必要に応じて信号レベル計、電源電圧計等を実装することも可能である。

c) 電動プリンター

データ作表に使用するもので、制御信号を基地局架より受けて動作する。通常操作卓上または別置の台上におかれ、自動的に信号を受けて作動する。構造は一般のタイプライタを電動マグネットで動かすように考慮したもので、観測局数に応じてキャリッジサイズを選択して使用する。

d) 以上三点の他に伝送路としての無線機、電源設備、表示設備、等を含むが、それらは次の通りである。

無線機 60～70M ϕ 帯VHF送受信機で、本来は移動用に設計されたものであるため、きわめて小型軽量である。回線を無線にする場合のみ本機を使用するが、小型であるため一般に基地局装置架内に実装し、必要に応じて空中線出力計およびAGC電流計等を外部に実装する。送受信機はすべてトランジスタを使用し、送信部はクリスタル制御で10Wを標準としている。受信部はスーパーヘテロダイン方式として、高感度である。アンテナは必要に応じて、無指向性ブラウン型または3～4エレメント八木型とし、変調はFM-PM方式を採用し、伝送帯域巾は0.3～3K ϕ となっている。

電源設備 交流電源又は太陽電池を使用する。

表示設備 テレメータ装置を使用して、電話を併用する場合電話呼出の有無や装置の状態等を、装置設置以外の場所で知り度い場合特別に考慮する。また時刻を表示したい場合は、親時計(装置内実装)から信号を受けて、子時計を設けこれを駆動する。

2.12.2 水位観測局装置

a) 観測局装置本体

リレー、トランジスタ等を組合せて、リードセレクトターによる呼出検出回路、FS信号発生回路、符号構成回路、水位計出力読取回路等を作り、全体が小筐体にまとめて実装されている。また、これら回路に接続される電話および無線機（無線回路使用の場合）もこの筐体内に実装される。本筐体は、屋内装置する場合には、そのままだが、屋外設置される場合は、さらに別な外筐を使用してその中に収容する。

b) 水位計

水位計は水面にフロートを浮かべ、ワイヤーをもってプーリーに接続し、プーリー軸の回転角で水位を知るものである。電気信号は、符号板式A-D変換器をシャフトに結合し、交番2進化10進符号を3桁または4桁得ている。

A-D変換器の最小桁分解能は36°であるため、最小読取値は、水位1cmである。読みとりのあいまいさを除くためにA-D変換器は、交番2進符号によるダブルブラッシュ式を使用している。このため、読みとり誤差は殆んどなく、仮にあっても±1cmの範囲である。3桁用は、水位000～999cmまで、4桁用は0000～9999cmまでである。

水位計は、この他にその場で水位が読みとられるように、自記々録計を含み、その指針の位置を読みとることができる。記録計の駆動は、3ヶ月巻センマイ時計を使用し、記録紙は1巻が3ヶ月分である。

c) 電源設備

太陽電池を使用する。太陽電池の容量は使用頻度および日照率を考慮して決定する。

d) 無線機

基地局用と同一のもので、無線回線を使用する場合のみ必要である。

2.13 回路構成（第V-23図ブロックダイヤ参照）

2.13.1 操作卓より計測指令が出されると、リード周波数を発生する音片発振器が起動されタイミング発生回路において信号送出時間（600mS）および停止時間（50mS）を決定し、Frq組立部のゲートを閉鎖する。この信号はVHF送信機の変調入力となり呼出電波を放射する。呼出を完了すると、自動的に無線機は受信状態となり、観測局からの返送を待つこととなる。

返送電波はVHF受信機で復調されFS信号となってFS弁別器に入る。

FS弁別器はマーク信号とスペース信号を弁別し既に受信状態にあるために開かれている受信ゲートを通り、計数回路および長短パルス検出回路に入る。長短パルス検出回路は、長パルス入力の場合のみ信号を出してゲート群を開くから分配パルスは、長パルスの場合のみ記憶回路に信号を与え、このビットに対応するレジスタをセットする。このようにして、返送信号は、長パルスの場合のみ順次レジスタに記憶され全ビットが復号された時チェック回路が動作して、パリティチェックを行う。

パリティチェックが合格すれば、プリンタ制御回路は起動され、復号信号がプリンタに与えられて印字が行はれる。

最初指令の入ったとき音片発振器が起動されるとともにタイマーが起動される。このタイマーは「応答なし」を判断するので呼出完了後データ返送が開始されるまでの時間は一般に5秒以下であるため5秒以上10秒程度までの時間を経ても信号の入れぬ場合はこのタイマーの出力が出て空中線状態または観測局の異常と考えると返送のないものと判断する。この時は、タイマーの出力信号で次局の呼出に移るとともに操作卓にアラーム表示およびブザー鳴動が行われる。

タイマーは呼出を行うごとにセットされるが、正常状態の場合5秒以内に返送信号が入り受信ゲート出力側でタイマーのリセットを行うのでこの場合はタイマー出力は出なくなる。

記憶回路の出力がパリティチェック不合格の場合はプリンタ制御回路は起動されず、不合格回放射数器に信号が与えられて、自動的に3回まで、再呼出を行い3回目にも不合格である場合は「応答なし」と同様に計測不能表示を行うとともに、ブザーを鳴らして次局の呼出に移る。

時計装置はテンプレ規正による自動巻電気時計と時刻信号発生部で構成され、自動起動時刻信号及び計測時刻の印字信号を発生する。

2.13.2 観測局

基他局で呼出信号を送信すると各観測局の無線機は常に受信状態にあるため、受信を開始する。観測局装置は、電力消費を少なくするため通常はVHF受信機および群リードセレクト受信回路のみ受信回路のみ電源が投入されているから、リード信号の群周波数が入ると、群リードセレクトが共振して、個別リードセレクト受信回路の電源を投入する。これは呼出周波数の群と受信局の群が一致した場合であるが、群が異ればリードセレクトは動作せず、平常状態のままである。個別リードセレクトの電源が投入され、続いて入ってくる個別周波数に共振すれば群、個別ともに一致した事になり自局が呼出された事になる。群が一致しない場合は、自動的に1秒程度経たのち個別リードセレクト受信回路の電源は断たれるから平常状態にもどる。

自局呼出が検出されると自局呼出確認回路のリレーが働いて無線機を送信に切替え、電源制御回路のリレーを動作させて全回路に電源を投入する。

電源投入後、500mSを経て走査回路の入力側ゲートが開かれ、25%発振器からクロックパルスが走査回路に与えられる。走査回路は25%を分周して12.5%とし、ダイオードマトリクスを使用して、パルスの分配を行う。分配されたパルスは最初のポジションで水位計の記憶回路入力ゲートを開き、その時のデータを読み込み2桁目以下のパルスは読み込んだデータを順次長短パルスに変換して送信符号を構成する。

長短パルス発生回路は、ゲート出力があれば120mSの長パルスを作りゲート出力のない場合は40mSの短パルスを作り、各パルスを送る度に40mSのスペースを挿入する。局番は各局に応じてあらかじめプリセットされた入力を与えられ、電源情報は、電源制御盤から与えられる。走査回路は全送出ビット数のパルスを出すと最終ポジションで送信時に投入されていた電源を切り確認回路のリレーをリセットして平常状態にもどる。

FS発振器は、直列化された長短パルスをFS信号に変調し、VHF送信機に送り込んで返送データの送信を行うものである。

2.13.3 中継局

Center Station Equipments

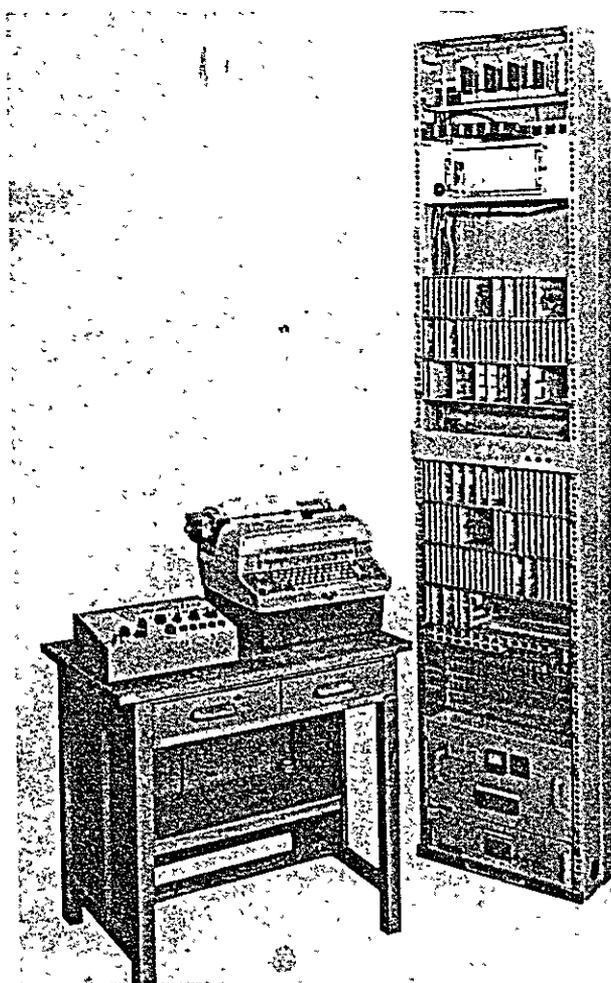
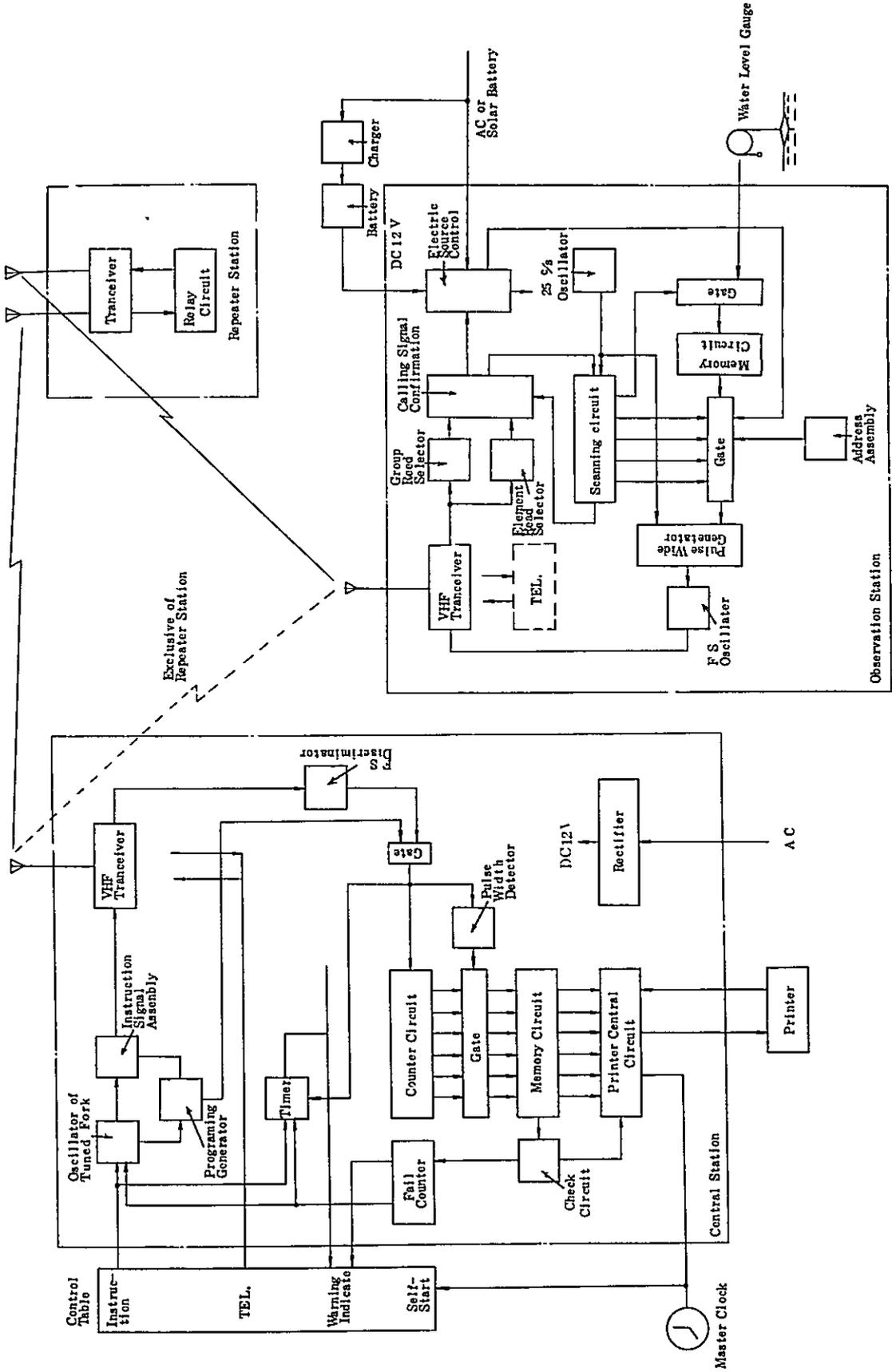


Fig. V - 3



VHF回線の電界強度不足を生ずる場所が存在する場合適当な地域に中継局を設置する必要がある。中継局設備としては中継用無線機および中継制御回路が必要であるが電源設備に関しては一般観測局と同様である。

基他局は、呼出信号の送出に先だつて、中継局起動信号を送出するが中継用受信機はこれを受信して、中継制御回路のリードセレクトを動作させ、中継用送信機を起動し、受信出力を送信機変調入力に接続して、自動中継回路を構成する。中継すべき時間を経た時基地局から中継停止信号が出され、中継用受信機はこれを受けて制御回路をリセットし、送信を停止して平常状態にもどる。

中継局は必要な場合のみ設置されるがこれらに一般観測局の機能を含め中継兼観測局とすることも可能である。

3. 代表的テレメータシステムの概要

3.1 システムについて

このシステムは地下水の管理を能率的かつ円滑に実施するため遠隔地に散在する井戸の地下水位、水圧、流量ならびに監視情報を中央に集取処理するための代表的テレメータシステムである。

伝送路としては有線（裸線）方式を使用しているが送受信機を使用することによって有線の代りに無線方式とすることも勿論可能である。

3.1.1 情報の計測形態

集取する情報は、観測する井戸の条件によって、次の三通りの方法による。

- ① 地下水圧が低く、ポンプ等により取水するものについては、地下水位を観測する。
- ② 井戸から、地下水の噴出しているものについてはその水圧を観測する。
- ③ 井戸から、常時、取水しているものについては、取水パイプの流量を観測する。

3.1.2 テレメータの伝送方式

打合せ通話を除く、各情報は伝送路における外乱に強く正確に情報を伝達でき、かつ伝送路の運用効率の向上を期するため、各情報をデジタル符号化し、中央局からの集取指令にしたがって順次計測局の情報集取を走査して行く、集中デジタル、テレメータリングシステムである。

すなわち、中央局からのパルス符号によって組立られる計測指令を受信し、計測局が、自局向指令であると判定すると情報送信態勢に入る。送信態勢になると、被測定量は一次変換器により直流電圧信号として検知され、さらにA-D変換器で進化10進数3桁のデジタル量で取り出される。

このデジタル量は、符号変換部によってパリティチェックによる自己検定符号、直列パルス・トレーンに変換され、FS搬送電信信号として伝送路に送出される。

中央局では、FS搬送電信信号を検波復調し、直列パルス・トレーンを再現し、自己検定を行ない、誤りの有無を判定、誤りのないもののみ、選別し、記憶部に伝達する。このようにして、集取され、記憶部に書き込まれた情報は、その日時、性格、用途に応じて、頁式電動タイプライタによる自動作表印字、数字表示器によるデジタル数字表示、必要に応じ計測データの上限、下限の警報および計測局設備の状態監視表示とその警報表示を行なう。このほか、将来、集取情報をさらに深く解析検討を加える日時で電子計算機システムを導入できるように考慮されている。

3.1.3 計測局の電源

各計測局は無電源地帯に孤立して設置されるので、もっとも有利な電源供給の手段として、太陽電池を使用する。

3.2 測定量の対象とその計測法について

このテレメータリングシステムは地下水位、水圧および流量を対象とするものであり、従って、これら諸

量をテレメータリングするため、電気信号に置き変える必要がある。この計測法の採用には必要な性能および立地条件等を調査しもっとも経済的かつ適切な方式を決定すべきと考える。従ってこの資料においては測定対象の代表的な計測法を記述することとする。

3.2.1 水圧の計測法

Fig. V - 4

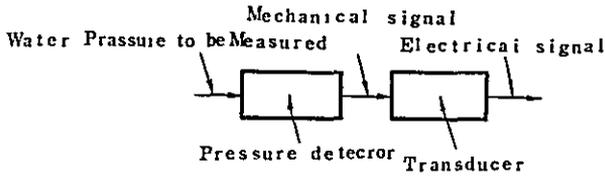


Fig. V - 5

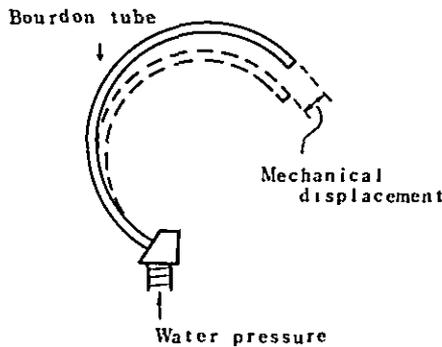
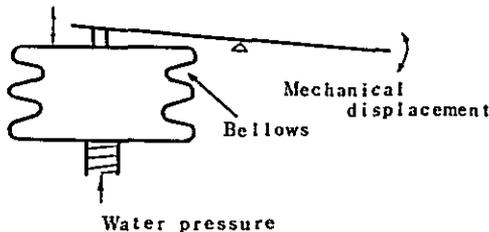


Fig. V - 6



水圧の計測は、第V-4図に示されるように圧力検出機構と電気信号発生機構によって構成される。

圧力検出機構は、ブルドン管あるいはベローズで、また電気信号発生機構は自動平衡式発信器によって行なわれる。以下、各機構の動作原理について簡単に述べる。ブルドン管およびベローズによる水圧検出機構の原理図を第V-5、第V-6図に示す。

ブルドン管は第V-5図に示されるように渦巻状の金属製チューブであり、このチューブに、被測定水圧が加えられる。

この状態で水圧変化が発生すると、渦巻の巻込みが変化し、この変化は端末部に伝達され、水圧を機械的信号として知る事が出来る。

ベローズは第V-6に示されるように蛇腹状の金属製袋で、この袋に、被測定水圧が加えられる。

この状態で水圧変化が発生すると、袋の伸縮が変化し、この変化量によって水圧を機械的信号として知る事ができる。

上記ブルドン管あるいはベローズによって与えられた機械的信号は電気信号発生機構に伝達される。この機構の原理図を第V-7図に示す。

機械的信号はヘアースプリングに伝達され、発振コイルのインダクタンスを変化させる。これによって発振器の周波数が変化しその整流出力は、増巾器を経て、フィードバックコイルに与えられる。このフィードバックコイルは、ヘアースプリングによって与えられた力と逆方向の力を発生し

両者の力がバランスするまで、フィード・バック電流が流れる。このようにして、フィード・バック電流を知るにより機械的信号量が求められこれはさらに水圧を知ることになる。

3.2.2 流量の計測法

流量の計測は第V-8図に示されるように、オリフィス機構、圧力検出機構および電気信号発生機構によって構成される差圧式流量計測法である。この方法における圧力検出機構および電気信号機構の原理は前に述べた圧力計測法と同様である。ただしオリフィス機構による差圧流量計法において流量 $=\sqrt{P_1 - P_2}$ となるので、電気信号発生機構には、平方回路が附加されている。オリフィス機構には第V-9図に示される

Fig. V - 7

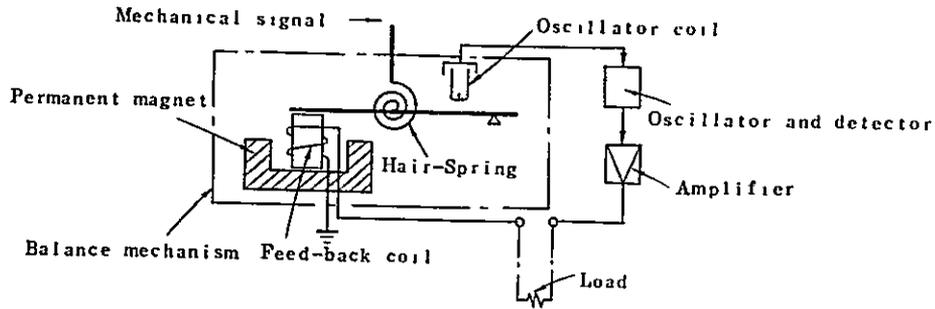


Fig. V - 8

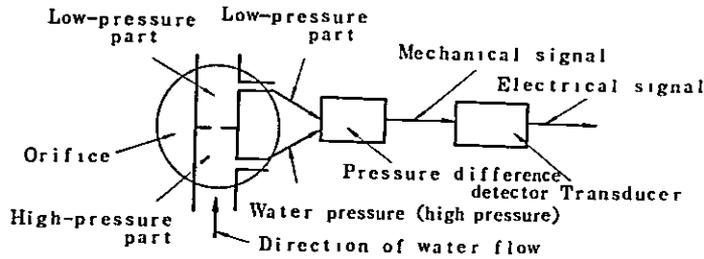
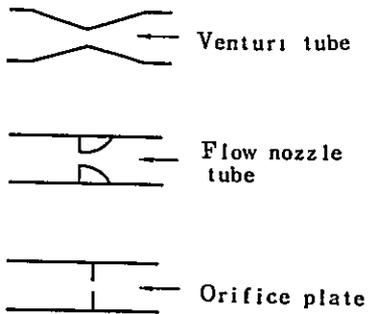


Fig. V - 9



ように、大別してオリフィス板、フローノズルおよびベンチュリ管の3形式がありそれぞれ用途に応じて使用されている。

圧力検出機構は、前述のブルドン管あるいはペローズなどにより高圧、低圧を別個に検出し、この機械的変位を合成し差圧を取り出す。

この機械的変位は電気信号発生機構に与えられ、流量に比例した電気信号として取り出される。

もう一つの、精度の良い流量測定法として回転式流量計がある。これは管路の中にプロベラをおき、その回転速度から流速を知るものである。

信号を電気的に取り出すために、プロベラの回転する範囲に永久磁石で磁界を設けておくと、強磁性体の羽根が回転するときに磁界を切ることでコイルにパルス電圧を発生する。このパルス数をパルスカウンタで積算すれば、積算流量が容易に得られ、また一定時間内のパルス頻度を数えれば、流量に比例した直流電気信号が得られる。

3.2.3 水位の計測法

この方式は第V-10図に示されるように被測定水面に浮べられたフロートとブーリーを介して、バランス・ウェイトとが、鋼線によって結ばれ、フロートの浮力とバランス・ウェイトの重力による位置移動によって平衡した点においてブーリーは静止する。すなわちブーリーの回転軸には、水位変化に対応する回転角信号として検出される。この回転角信号は、機械的手段によって、可変抵抗器に伝達され、その抵抗

値変化が、水位変化に対応するように構成する事により電氣的な信号として取り出す事が出来る。これはフロート式水位計測法と呼ばれている。

上述のものは、電氣的信号としてアナログ量で得られるが、上記可変抵抗器のかわりに機械的A-D変換器を結合する事によって、デジタル量として得る事が出来る。この場合には、電子式A-D変換器は不用となる。

3.3 伝送路について

このテレメータリングシステムの伝送路として、裸線1対を新設し、次のごとくの伝送網を構成する。(これを無線方式におきかえることも可能である)

3.3.1 伝送網

伝送網は第V-11図に示すごとく構成する。

Fig. V - 10

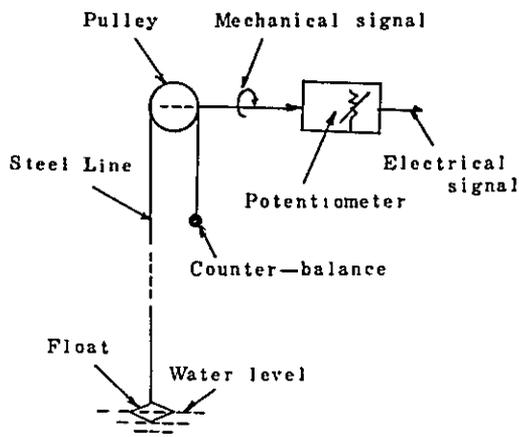
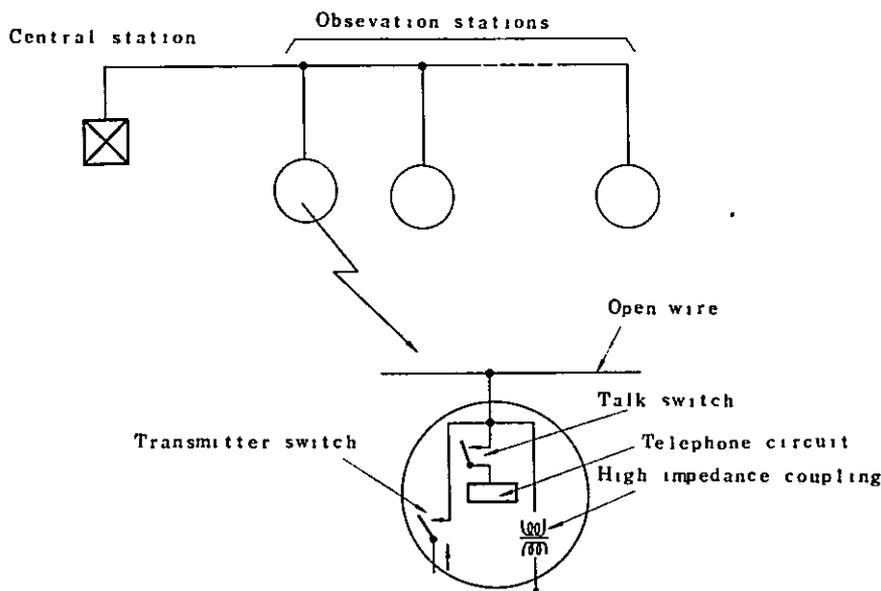


Fig. V - 11



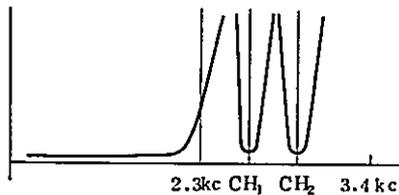
受信側は、ハイ・インピーダンス結合により、全計測局がブランチする。この状態で中央局より指令が発せられると、指令された計測局のみ、送信状態になり、送信スイッチが働き、伝送路に接続される。

打合せ通話の場合は、通話スイッチを働かせ伝送路に接続される。ただしこの状態においては、テレメータリングは実施できない。

3.3.2 周波数アロケーション

伝送路には、音声帯域(300~3400%)を第V-12図に示す周波数アロケーションによって信号の受授を行なう。

Fig. V - 12



- (1) 打合通話帯域 300~2300%
- (2) CH₁(受信チャンネル) $f_0 = 2635\%$
- (3) CH₂(送信チャンネル) $f_0 = 2805\%$

3.3.3 伝送損失

音声帯域において伝送損失20db 以内の裸線により構成する。

3.4 集中デジタルテレメータの方式について

3.4.1 方式の具備する機能

a) 集取される情報

地下水位、水圧、流量等の観測データのほか、計測局諸設備の状態の監視を必要に応じ約8項目程度まで実施できる。

このほか打合通話ができる。ただし通話中には観測データおよび監視情報の伝送は実施出来ない。

b) 集取のプログラム

集取情報は、限られた時間、伝送路、処理能力、電源の消費を考慮して、もっとも経済的かつ効率の高くなるように、集取先の計測局の制御、測定の間隔が決定され、この決定を実行するため、下記諸機能が具備されている。

- ① 計測指令 各計測局群は、中央局からの計測指令により、指令された計測局のみが情報送出の資格を得る。
- ② 計測指令の種別
 - 走査測定 自動または手動により、全計測局群を順次走査して、情報を集取する。
 - 個別測定 原則として手動により、ある任意の計測局のみの情報を集取する。
- ③ 遠方監視 観測データに引き続き、計測局の諸設備の状況および電源の状態を合せ集取し、システムの運用を円滑にする。
- ④ 電源の制御 計測局の消費電力を軽減するため計測指令を受けた時のみ、情報送出に必要な機器に電源を供給する。
したがって、指令がない計測局には計測指令の検出に必要な部分のみに電源が供給される。

c) 集取データの処理

集取されたデータは、目的に応じ次のように処理が実施される。

- ① 自動作表記録 測定データを自動的に印字記録し、所定の日報にまとめ、集取されたデータの活用を円滑にすることができる。
- ② 数字表示 集取時点のみ必要なデータは、数字表示により確認する事ができる。
- ③ アナログ記録 測定データの内、必要に応じ、メータあるいは記録計に再現する事ができる。

- ④ 測定対象の 警報監視 測定データが正常運用範囲を越えた数値の場合、必要に応じ、これを記録、または運転員に知らせる事が出来る。
- ⑤ 計測局設備の 警報監視 遠方監視によって送られて来た情報に異常が認められた時、保守員に知らせる事が出来る。
- ⑥ 計算機の導入 将来、電子計算機を導入可能な受授条件を満たすことができる。

d) 情報伝送における外乱の影響の防止

中央局と各計測局間で交される情報が、伝送路において、雑音、レベルの変化等の外乱で誤まって伝達されるのを極力防止するため、次の機能を有している。

- ① 情報の形態 すべての情報は、パルスの組合せによって構成されている。
- ② 外乱の影響の防止 パルスの組合せによって構成された情報には、外乱によって乱され、間違ったかどうかを自己検定する機能を具備している。
- ③ 再送要求 自己検定によって、乱され、間違った事を発見した場合は、必要に応じて再送要求を実施する事ができる。

3.4.2 装置の動作

a) 総合動作

① 中央局動作

操作卓において走査測定あるいは選択測定の実行をすると、選択指令回路によって、指令選択符号を構成し、FS搬送電信信号として計測局に送出される。

計測局が指令を受信確認すると、該当局より観測データおよび監視情報が返送される。

この情報符号を復号および符号検定し、定められた記憶およびそのデータの処理を行ない、走査測定の場、引き続き次の計測局に対し、上記と同様の動作が繰返され全計測局の情報を集収する。

なお返送された情報の自己検定の結果誤まりが発見された場合、あるいは選択指令に対し応答しない場合には、再び自動的に同一計測局に対し再送要求がなされ、なおかつ同様の事態になった時、計測不能として、次の局の計測に移行する。(Fig V-21 参照)

② 計測局動作

中央局よりの選択指令符号を受信すると、符号検定を行ない、自局の選択指令の場合のみ、計測データの送出に必要なすべての機器に電源を供給するとともに送信回路を伝送路に接続する。

送信態勢が完了すると、被測定量の計量部によって検出された直流電圧信号を、A/D変換器に伝達し、A/D変換を行ない、その出力デジタル量を符号化し中央局に返送する。計測データの返送終了後、引き続き監視情報を符号化し、所定の情報の返送を完了する事により再び待受状態に復帰する。

(Fig V-22 参照)

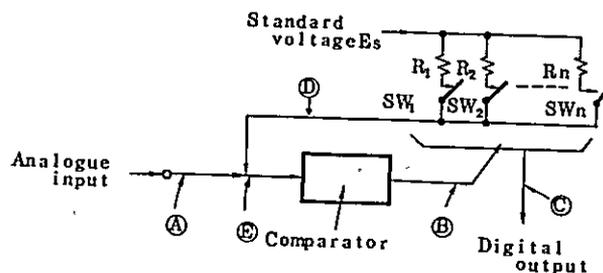
Fig. V - 13

b) A/D, D/A変換動作

① A/D変換動作

A/D変換は計量部より与えられたアナログ量をデジタル量に変換する動作で変換部は、Fig V-13 のごとく構成される。

この図は、変換の中心部を示すもので、このほか変換



動作の制御部、基準電圧部等が附加される。

本変換方式は、逐次比較型といわれるものであり、以下に変換動作の概要を述べる。

制御部より、A/D変換開始指令を受けると、アナログ入力④が与えられるとともに、ウェート抵抗 $R_1, 2, \dots, n$ の内、 R_1 のスイッチ SW_1 がとじ、 ES/R_1 なる帰還電流⑤が、サムエーション・ポイント⑥に加わる。この結果比較器は、④と⑤の大きさを比較し、もし④の方が大ならば、スイッチ SW_1 はそのままとじ続ける。以下再び制御部より次のスイッチ SW_2 を閉じよとの指令で、ウェート抵抗 R_2 の回路が構成され、⑥には、 $ES/R_1 + ES/R_2$ なる帰還電流⑤が流れ、再び④と⑤が比較される。この比較の結果、今度は⑤が大である事が判明した時比較器より、スイッチ SW_2 を開けよとの指令⑥が出され SW_2 は開になる。

以下同様にして $R_3, 4, \dots, n$ と比較が逐次行なわれる。この操作において、ウェート抵抗 $R_1, 2, \dots, n$ のウェート抵抗 $R_1, 2, \dots, n$ のウェートが 8, 4, 2, 1 の割合にしてあれば、出力デジタル量⑦は、スイッチ $SW_1, 2, \dots, n$ の開、閉の状態を取りだす事により知る事ができる。

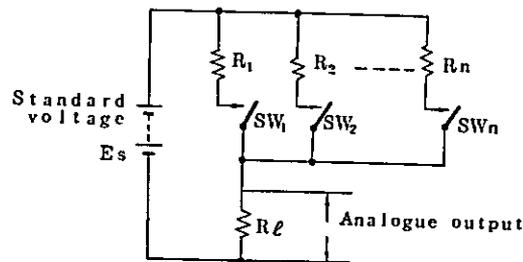
なお、スイッチ $SW_1, 2, \dots, n$ は、トランジスタによる電子スイッチであり、その他各部も全てトランジスタおよびダイオードによって構成されている。

② D/A変換動作

D/A変換はデジタル量をアナログ量として再現する動作で変換部は、Fig V-14 のように構成されている。

変換部は基準電圧 E_s およびウェート抵抗群 $R_1, 2, \dots, n$ 、スイッチ $SW_1, 2, \dots, n$ 、スイッチ $SW_1, 2, \dots, n$ および負荷抵抗 R_l によって構成される。電流加算型といわれるものであり、その動作概要は、デジタル量によってスイッチ $SW_1, 2, \dots, n$ が、その符号状態に対応して開閉され、ウェート抵抗 $R_1, 2, \dots, n$ がスイッチの閉の抵抗回路のみ基準電圧 E_s によって、定められた電流を負荷 R_l に流す。ここでウェート抵抗 $R_1, 2, \dots, n$ が前述のA/D変換と同様なウェートを持つならば、 R_l に流れる電流はデジタル量に比例したアナログ量出力として得る事ができる。

Fig. V - 14



c) 伝送符号の構成

① 符号の方式

この装置では、伝送符号の誤まりの自己検定方法として次に示されるごとき、コード表に基づく、奇数パリティチェック方式を採用している。

奇数パリティ・チェック方式は復号後、得られた符号の奇数性保持の確認をする方式で、伝送符号は、直列パルス・トレーンによって送出されて来るので、復号および記憶、処理を行なうのに直列→並列変換を行なう。この為同期を取る必要があり、本装置では、独立同期方式を採用している。すなわち送出側クロックと受信側クロックを発生するため、安定なクロック発振器を持ち、受信側では、伝送符号が着信と同時に内蔵するクロック発振器からクロックを取り出している。

なお、伝送符号の形態はNRZ方式 (Non-Return Zero) を採用している。以下その関係を Fig V-15 に示す。

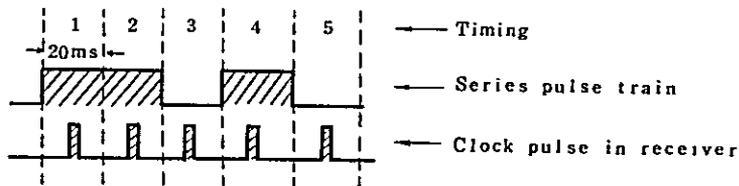
	8	4	2	1	Pt
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	0

← 計測指令の局番及び計測データは10進数0~9によって表現する。

← 監視情報は、2進数4ビットの組合総数0~16を夫々項目に割当てる。

10進数 2進(2⁴=16) パリティ

Fig. V - 15

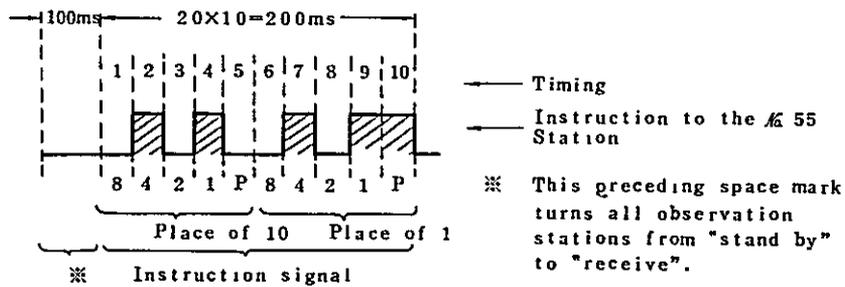


② 計測指令符号の構成

計測指令符号は、このテレメータリング・システムの将来を含む規模を考慮して最大計測局数100局まで指令出来る容量をもっている。

このため計測指令符号は、10進数2桁とし、その構成はFig V-16に示すとおりである。

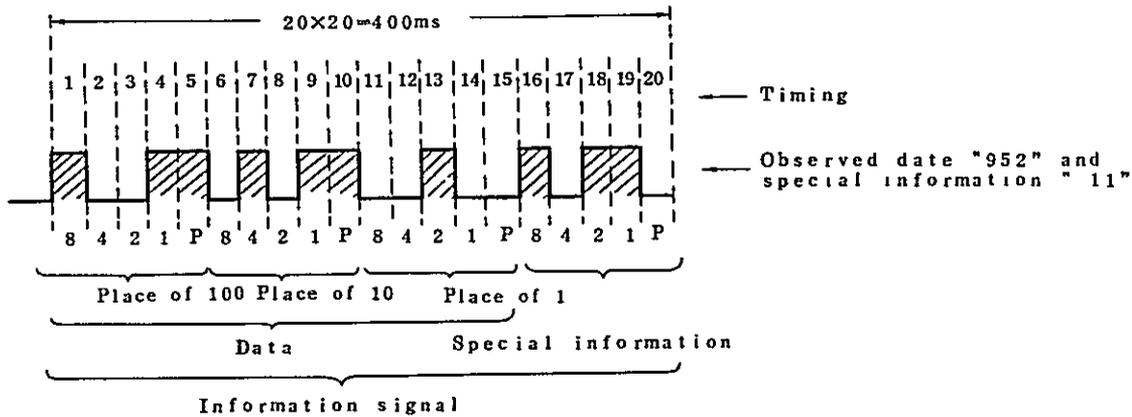
Fig. V - 16



③ 返送情報符号の構成

返送情報は、測定データ3桁及び監視情報1桁によって構成される。Fig V-17にその関係を示す。

Fig. V - 17



3.4.3 装置の性能

a) 選択方式

- ① 選択符号の構成 奇数パリティチェック方式による2進化10進数2桁で構成されている。
- ② 選択機構 トランジスタ・ダイオードを主体とした論理回路により弁別判定する。
- ③ 選択速度 500mS/局

b) 計測方式

- ① 測定量の計測法 測定対象に適した方式を採用する。
なお、この一次変換器によって統一された、下記電気量に変換する。

電圧信号の場合

0 ~ 4 V (又は1 ~ 5 V)

電流信号の場合

0 ~ 4 mA (又は1 ~ 5 mA)

② A/D変換器

- 方式 逐次比較方式
- 入力 0 ~ 4 V又は0 ~ 4 mA
- 出力 2進化10進数3桁12ビット
- 変換速度 60データ/秒
- 誤差 最少桁±1ビット

c) 返送方式

- ① 返送符号の構成 奇数パリティ・チェック方式による2進化10進数4桁で構成されている。
- ② 復号機構 トランジスタ・ダイオードを主体とした論理回路により行なう。
- ③ 返送速度 500mS/局

d) 集収の手段

- ① 測定の種別 走査測定および個別測定
 - ② 測定の開始 自動および手動
- e) 表示および記録
- ① デジタル表示 数字表示管による10進3桁表示
 - ② アナログ記録 打点記録計
 - ③ 日報作成 一定時間内のプリンタ印字
 - ④ 遠方監視表示 ランプ表示および警報ブザー

f) 消費電力

- ① 中央局 約1KVA
但し、システムの規模によって若干異なる。
- ② 計測局 機器に対する電源供給

待受時	約 10VA
受信状態(0.5秒間)	約 40VA
計測および送信状態(10秒間)	約 150VA

 ただし上記には、一次変換機器(計量部)の電源消費量は除かれている。

g) 装置の周囲条件

- ① 温度 0~55°C
- ② 湿度 0~90%
- ③ 電源 AC220V 50/60% 1φ または、DC24V

3.4.4 装置の特色

- (1) シリコン・トランジスタ・ダイオードの使用により、プリント板によるプラグイン方式を採用しているので保守点検が容易である。
- (2) 計測量を一次変換器により直流電圧(又は電流)に変換し、これを、逐次比較型電子式A/D変換器にてコード化し、いわゆる符号伝送方式によるので、情報伝達によって測定精度は影響されない。
- (3) コード化されたデータに奇数パリティ・チェック符号を付加して伝送するので誤まった表示および記録はほとんど発生しない。
- (4) 受信出力は、デジタル信号を、D/A変換することによって、デジタル表示、アナログ記録の両者を同じに行なうことが出来る。
- (5) 将来電子計算機を附加する事ができるように考慮されている。

3.5 機器の構成について

3.5.1 計測局(1局当り)

- (1) 計測局本体装置 1架
大きさ 高さ2000m/m × 巾600m/m × 奥行500m/m
- (2) 一次変換器(計量部)
測定対象により、その計測にもっとも適した一次変換器を附加する。
- (3) 電源設備 1式

3.5.2 中央局(計測局約20局程度の場合)

- (1) 中央局本体装置 3架
大きさ 高さ2000m/m × 巾600m/m × 奥行500m/m
- (2) 操作台 1台
一例 大きさ 高さ900m/m × 巾1500m/m × 奥行850m/m

(3) 表示盤

要求に応じ、必要の大きさのパネルを附帯する。

3.6 電力消費について

3.6.1 中央局

約 1 KVA (常時消費)

3.6.2 計測局

a) 消費の内訳

待受時 約 10VA (常時)
受信時^{注1} 約 40VA (1回約 0.5 秒間消費)
計測・送信時^{注2} 約 200VA (1回約 10 秒間消費)

注1 他計測局に対する計測指令も傍受する。

注2 計量部(一次変換器)の消費電力は、約 50VA を見込み、同部が電源投入を受けてから、定常状態になるまで約 9 秒程度かかるものとする。ただし計測法の決定後多少変更が考えられる。

b) 平均消費電力

計測局装置の 1 日当りの平均消費電力を下記前提条件のもとに、参考までに算出すれば次のようになる。

前提条件

- ① 1 日 20 回の走査測定を実施する。
- ② 計測局数を 20 局とする。

$$P_m = P_n + P_r \frac{0.5(\text{秒}) \times 20(\text{回}) \times 20(\text{局})}{86400(\text{秒})} + P_s \frac{10(\text{秒}) \times 20(\text{回})}{86400(\text{秒})}$$
$$= 10 + 40 \frac{200}{86400} + 200 \frac{200}{86400} = 10.6 \text{ (VA)}$$

ここで P_m …… 平均消費電力
 P_n …… 待受時消費電力
 P_r …… 受信時消費電力
 P_s …… 送信時消費電力

3.7 機器の配置について

このテレメータリング・システムを構成する機器の配置および局舎の概略は次のとおりとなる。

3.7.1 中央局

中央局設備の機器配置の概略を Fig V-18 に示す。

3.7.2 計測局

計測局設備の機器配置および局舎の外観を Fig V-19 に示す。ただし計量部(特に水位計測の場合)の方式により変更する事がある。

なお、地下水位の計量部にフロート式水位計法を採用した場合には、Fig V-20 のように高さ約 10m の矢倉を設け、水位計を設置するか、あるいは観測井戸上部(約 10m)程度までは、内径を約 1m ϕ にする必要がある。

Fig. V - 18

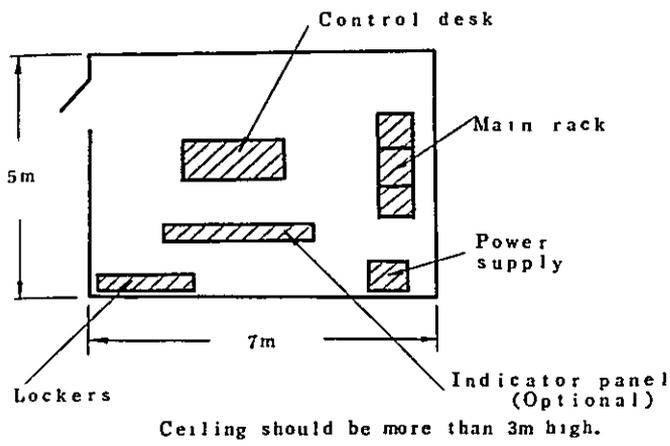


Fig. V - 19

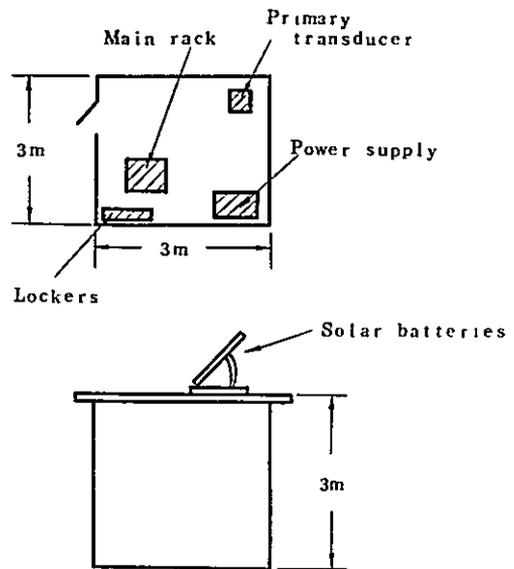


Fig. V - 20

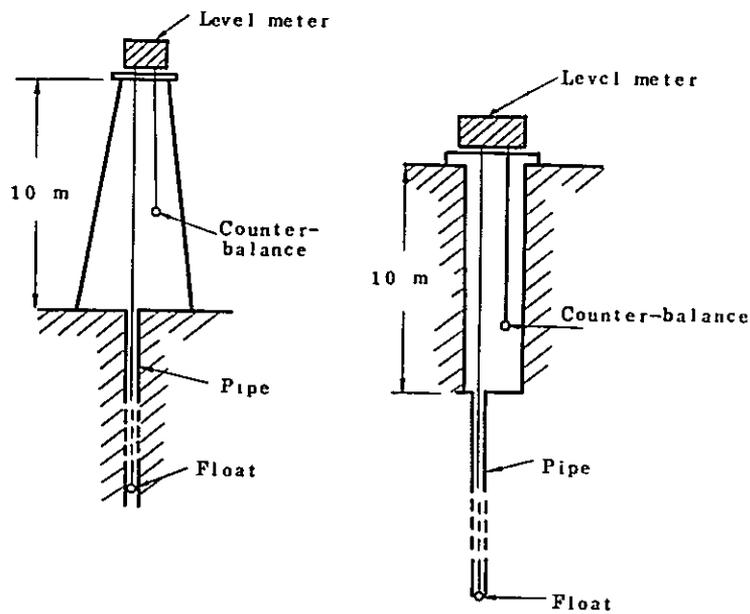


Fig. V - 21

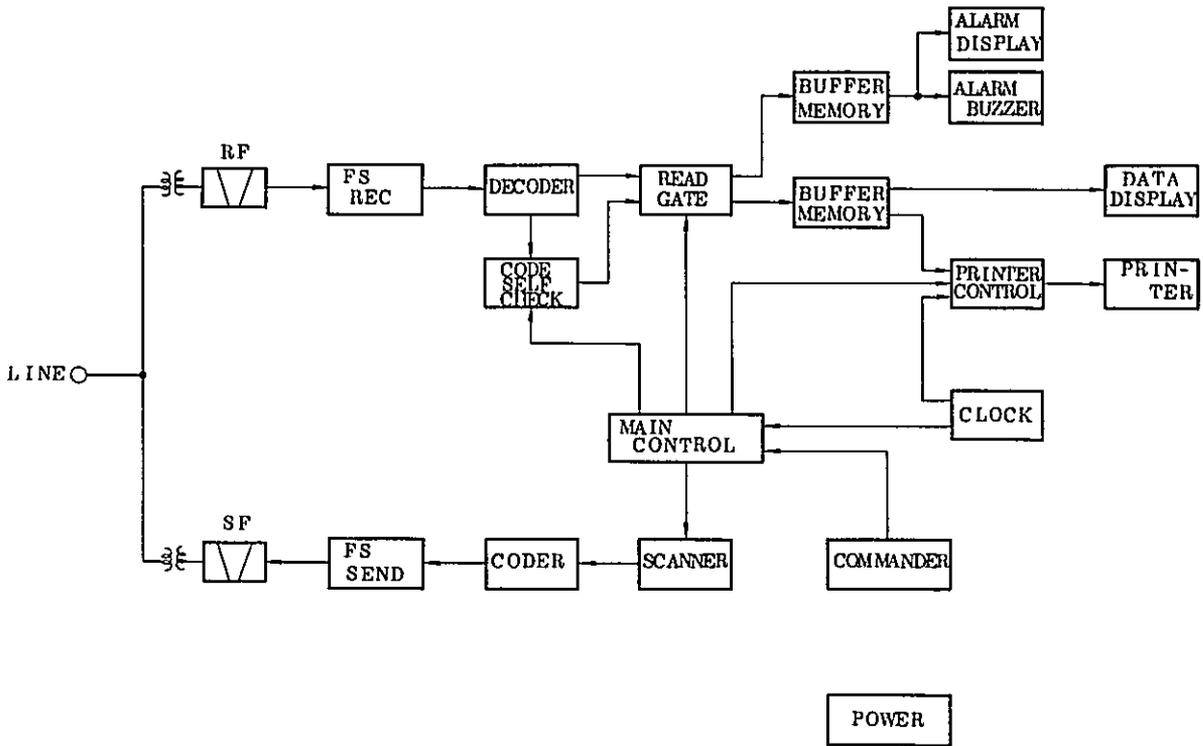
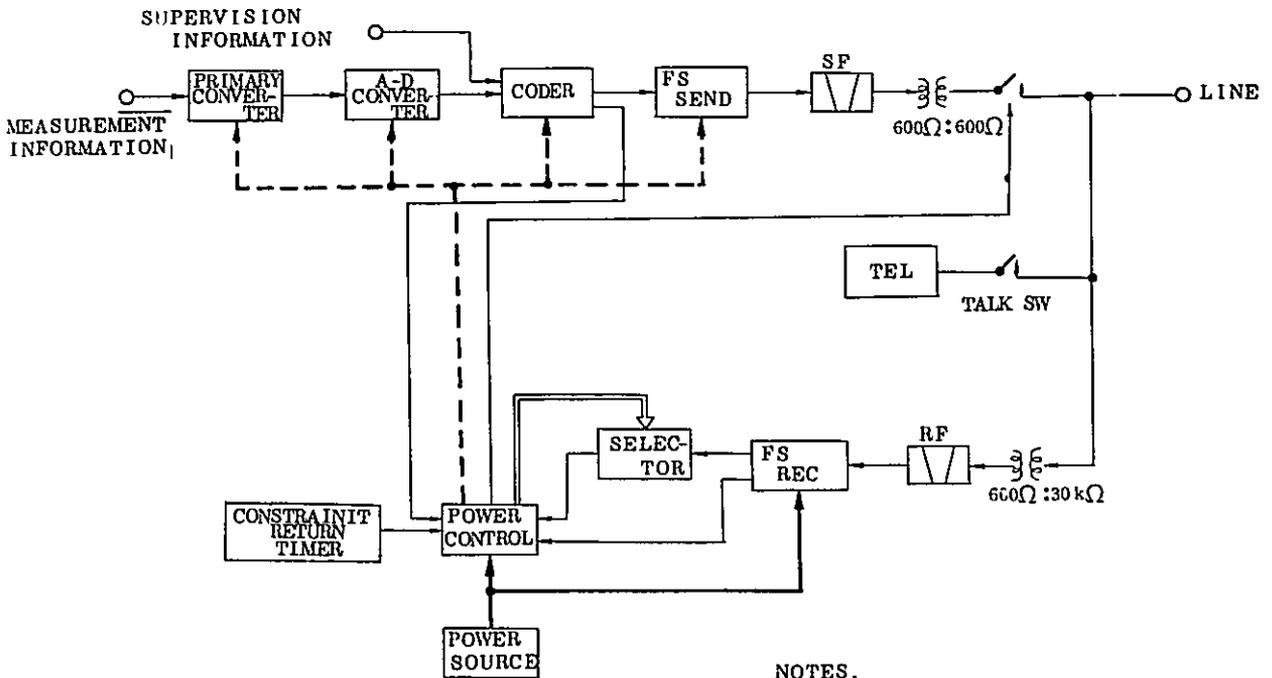
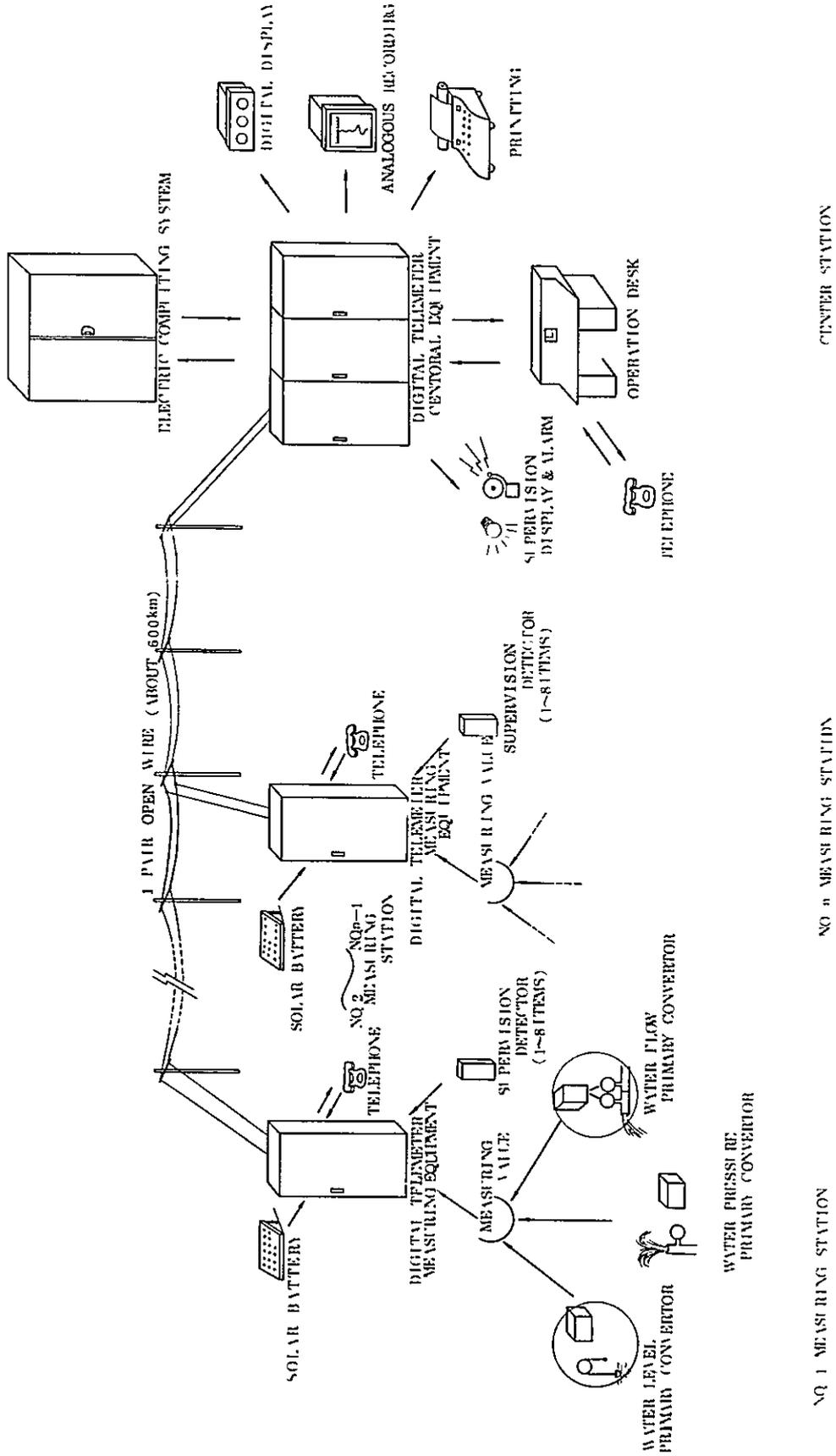


Fig. V - 22

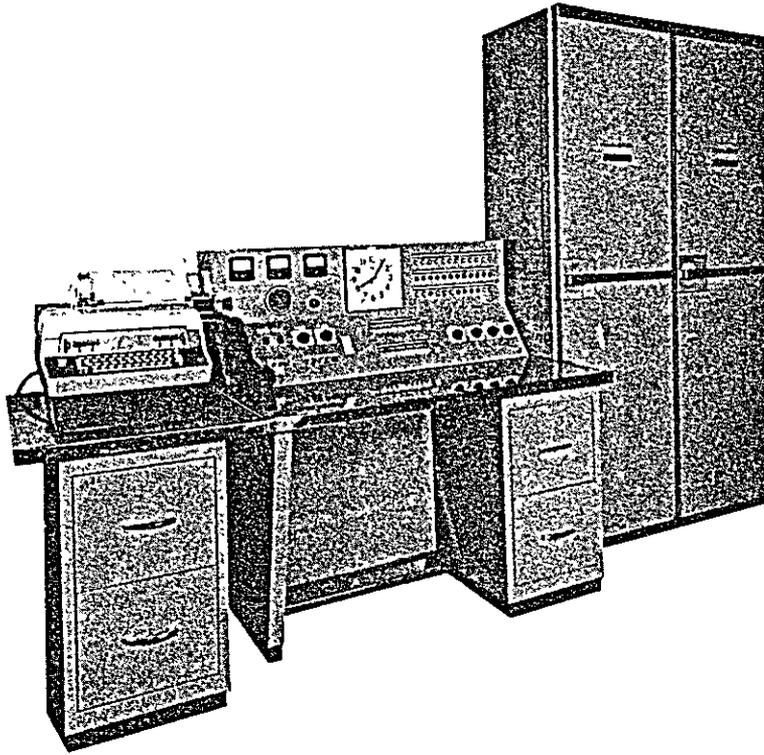


NOTES.
 POWER SUPPLY CONDITION
 — ALL THE TIME
 = RECIIVING TIME
 --- TRANSMITTING TIME

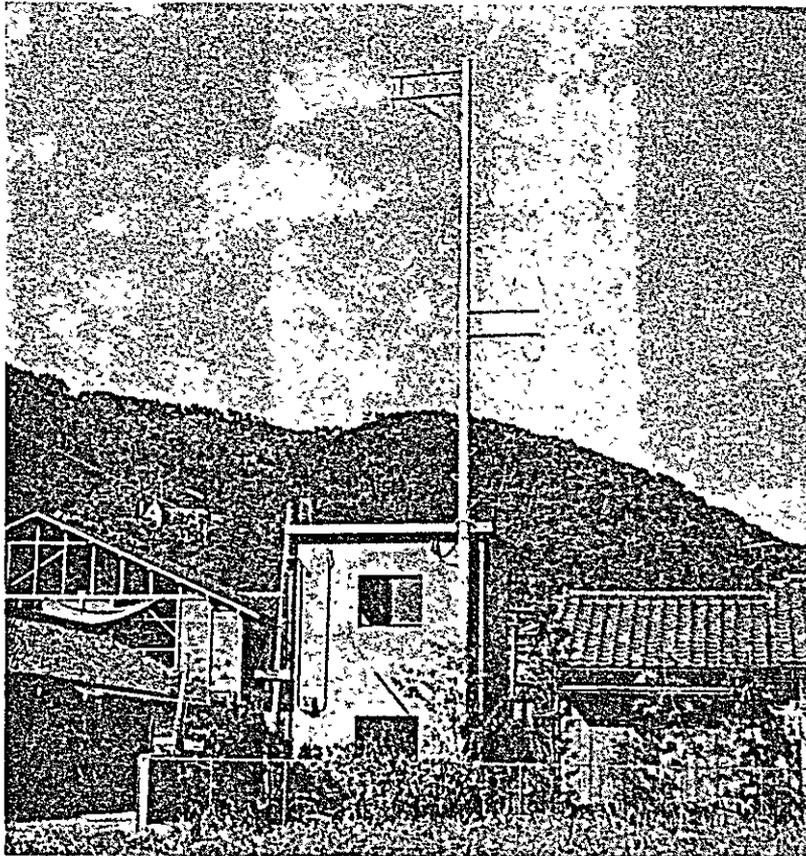
Fig. V - 23



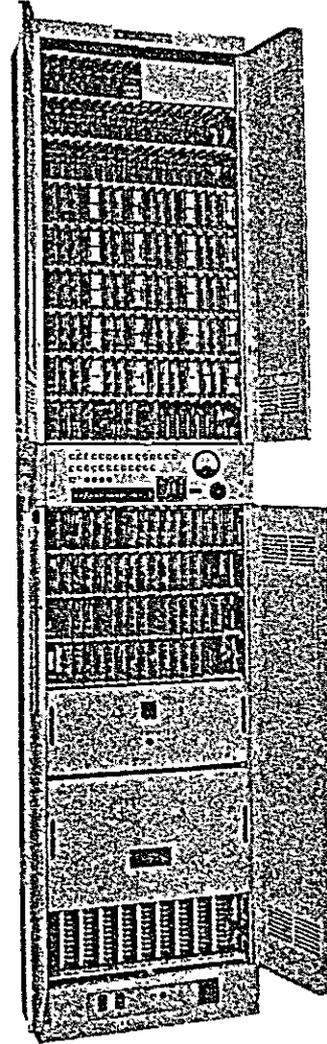
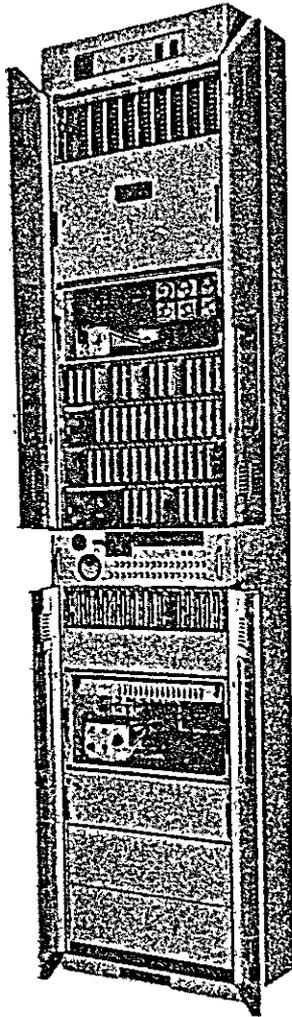
Central Station



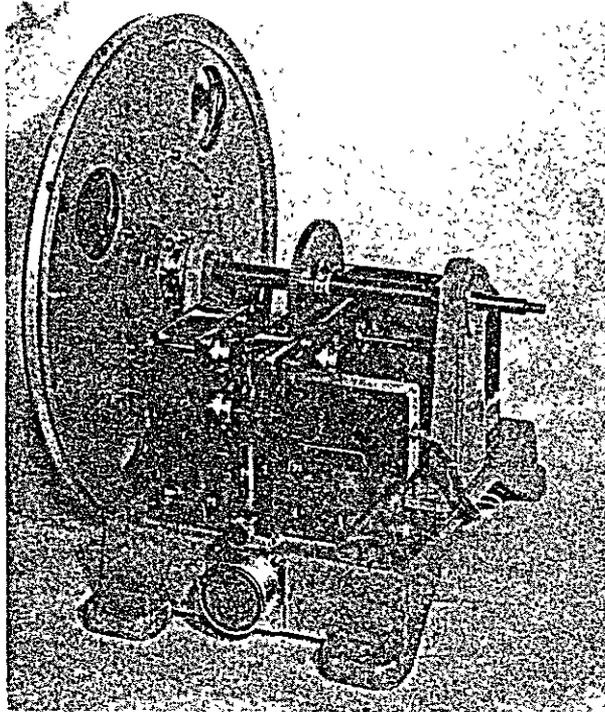
Example : Mesuring Station



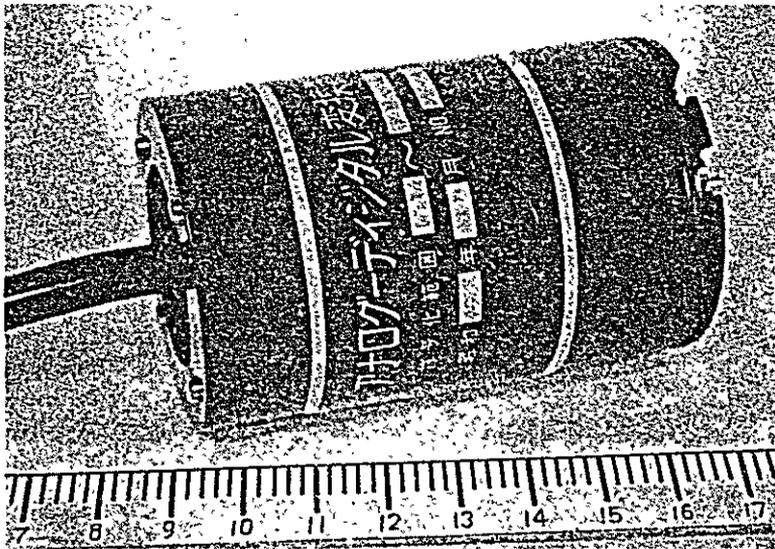
Digital Telemeter Equipment



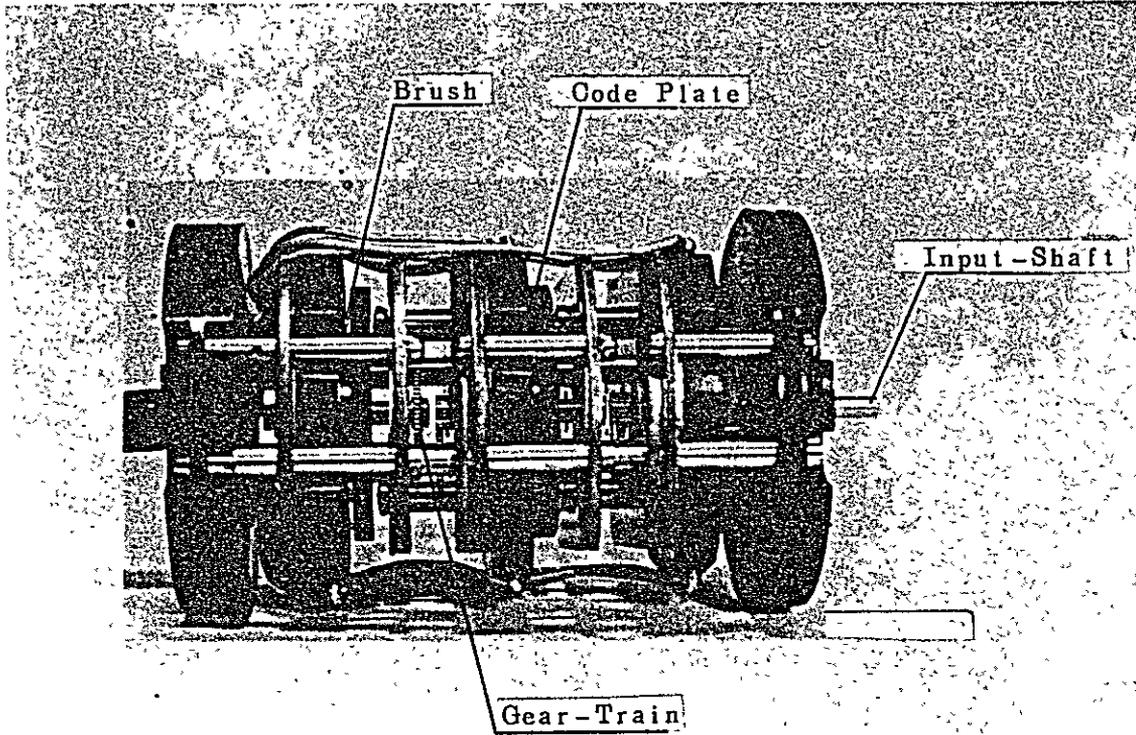
Float Type Water Levelmeter



A-D Transformer



A-D Transformer



Ⅵ. 水 中 テ レ ビ

Ⅵ. 水 中 テ レ ビ

1. 目 的

この装置は深井戸の鑿井用スクリーン(またはストレーナ)を管理するために、直接テレビジョン撮影によってこれを観視することを目的とするものである。

2. 装置の概要

この装置は第Ⅵ-1図に示すように鑿井孔中に水中TVカメラ装置をTVカメラケーブルで吊り下げ、水中TVカメラ装置で鑿井壁面を撮像し、その映像信号を地上の監視操作装置の受像機にうつしだす装置である。

装置は専用の自動車に搭載されているため、地上での移動性があり、また重量機器(ケーブル巻き装置、監視操作装置など)の移動がないので、作業能率が高く、装置の損傷が少ない。

水中TVカメラ装置は水深約1,000mまで使用が可能で、電源は専用の空冷式ガソリンエンジン付発電機(出力1.5KW以上)1基を装置と一緒に自動車に搭載している。したがって自動車の運行可能範囲とTVカメラケーブル約1000mの範囲内で観視が可能である。

3. 使用条件

装置の搭載自動車の運行可能範囲とTVカメラケーブル約1,000mの範囲内で、次の条件下において使用が可能である。

- 1) 耐 水 圧 100kg/cm²以下
- 2) 水中TVカメラ装置の周囲温度45°C以下

4. 装置の構成

この装置は第Ⅵ-1図に示すように水中TVカメラ装置、TVカメラケーブル、監視操作装置、ケーブル巻き装置、ケーブル昇降装置および発電装置、搭載自動車からなり、装置の構成は次のとおりである。

- 4.1 水中TVカメラ装置 1式
 - 1/2吋ビデオコンカメラ
 - 5.5mm F1.4カメラレンズ
 - 500W水中投光器
 - 方位検出機構
- 4.2 監視操作装置 1式
 - 電 源 部
 - 制御操作指示部
 - 9吋トランジスタ映像モニター
- 4.3 ケーブル巻き装置 1式
 - ケーブルドラム組立
 - ドラム駆動機構
- 4.4 ケーブル昇降装置 1式
 - ケーブル昇降駆動機構
 - 水中TVカメラ装置深度検出部

4.5	水中TVケーブル	1,050 m
4.6	発電装置	1 式
	空冷式ガソリンエンジン	
	発電機	
4.7	搭載自動車	1 式
	自動車	
	エア・コンデショニング装置	

5. 主要性能

5.1 テレビジョン系統の性能

走査線数	630本
毎秒像数	25枚
インターレース	ランダムインターレース
解像力	水平約450本
映像信号出力	1.4VP-P (複合信号)

5.2 水中TVカメラ装置の耐水圧深度 1,000 m以下

5.3 水中TVカメラ装置の使用周囲温度 4 5°C

5.4 発電装置の発電能力 AC220V 3相 出力1.5 W以上

5.5 装置所要電源

水中TVカメラ装置および監視操作装置

AC 220V 60% 約600W

ケーブル巻き装置およびケーブル昇降装置

AC 220V 60% 約750W

6. 装置の概略

6.1 水中TVカメラ装置

外観構造は第Ⅵ-2図に示すとおりで、鑿井孔中に挿入され、孔壁の状態をテレビカメラでとらえ、その映像信号をTVカメラケーブルを通じて陸上の監視操作装置に伝送される。この装置のブロックダイヤグラムを第Ⅵ-4図に示す。

この装置は外径約60 mm、長さ約1.5 mのステンレス鋼円筒の筐体内に納められ、水深約1,000 mの水頭圧にも耐えられる。

鑿井壁面はテレビカメラのレンズ前方にあるCone Mirrorの先端にあるLampによって照明される。Lampの光はCone Mirrorに反射して鑿井壁面を照明するかまたは直接さく井壁面を照射し、テレビカメラレンズには直接Lampの光は入光しない。

この照射面を撮像することとなり、したがって陸上の受像機には、鑿井の全周がうつしだされ、ちょうどパイプを軸方向からのぞき込んだ画像の状態となる。

Lampは500 Wの白熱電球を使用し、カメラレンズは被写体深度を深くして使用するためにできるだけ絞って使用する。

またテレビカメラの撮像基準方向とN極方向との角度、すなわち磁気方位を検出するために磁気コンパスおよび検出機構を内蔵する。

この方位検出機構は磁気コンパスの磁計を1対のホト・トランジスタと照明ライトで走査し、照明ライトの

光が磁針面により反射され、ホト・トランジスタに入光するとホト・トランジスタは電流を発生するので、この信号を陸上の監視操作装置に送り、ネオン管を発光させて、磁北を知るものである。

なお、水中TVカメラ装置内部は、水密性になっており、吸湿剤を入れ、常に乾燥状態にして、機器の安全性を保っているが、もし水が入り、湿度が高まった場合には、監視操作装置の標示灯が点灯する。

この装置構造のもっとも大きな特徴は、鑿井の全円周を同時撮像しているために、装置を昇降させることにより連続的な観察の可能な点である。

6.2 監視操作装置

外觀構造は第Ⅵ-3図に示す。この装置は装置全体に規定の電力を供給し、水中TVカメラ装置の遠隔制御操作を行い、テレビの映像をもっともよい状態に調整するなどあらゆる操作を行う装置である。

主要な機器としては、水中TVカメラ装置の遠隔制御操作器、電源供給用制御機器、増巾器、計器類および9吋トランジスタ映像モニター等が内蔵される。

6.3 ケーブル巻き装置

TVカメラケーブル約1,000mをケーブルドラムに巻きつけておくことと、ケーブルの巻きつけ、巻きもどしを電動または手動で行う装置である。

6.4 ケーブル昇降装置

水中TVカメラ装置を鑿井孔の上部からTVカメラケーブルによって吊り下げる装置で、ケーブルの巻きあげ、巻き下げは手動または電動で行なう。またこの装置には、TVカメラケーブルのくり出し長さによって水中TVカメラ装置の深度を測定する深度指示計が取付られている。

6.5 装置搭載用自動車

装置の使用上から考えた移動性の必要、作業能率の向上、装置の損傷防止などから装置の自動車が必要である。

また装置の使用場所が外気温の上昇が大きいと考えられるので、自動車室内にはエア・コンデショニング装置を装備してある。

7. 装置の使用方法

概略第Ⅵ-1図に示すような装置配置によって使用するが、鑿井壁面の連続観察を行うため、ケーブル巻き装置とケーブル昇降装置間のTVカメラケーブルは、観察する深度に必要な長さだけ、まえもって、ケーブルドラムよりくり出しておくものである。

この状態でガソリンエンジンを始動させ発電機を回転させて装置に電源を供給する。

ケーブル昇降装置の電動機を回転させるか、手動によりハンドルを回転させるか、することにより水中TVカメラ装置を昇降させる。この昇降速度は、観察する鑿井の直径の大きさによって異なるものである。(厳密には、被写体の距離による。)

すなわち、人間の眼は生理的に運動物体の速度 0.13 rad/sec の速度を超えると、物体の観察力が低下するといわれている。第Ⅵ-2図に示す如く水中TVカメラ装置はその用途上、接写撮像が必須である。かりにテレビカメラレンズと撮像している部分との距離を 13 cm とすると、上記 0.13 rad/sec から計算して約 1 m/min が水中TVカメラ装置の移動限界速度となる。

したがって監視操作装置の画像を見ながらケーブル昇降装置の昇降速度を制御し、最適速度にて観察しなければならない。

観察が完了し、水中TVカメラ装置を引き上げる場合や観察不必要な部分などは高速で昇降させる。

操作員の人員配置は、観察員または操作のチーフが監視操作装置卓におり、ここからすべての操作指令を下す。補助員はケーブル昇降装置に2名を必要とする。この補助員2名のうち、1名は監視操作装置卓からの指令に基づき、

水中TVカメラ装置の昇降、速度制御などを行ない、他の1名はケーブル昇降装置へのTVカメラケーブルの出し入れ操作を行う。

Fig. VI - 1

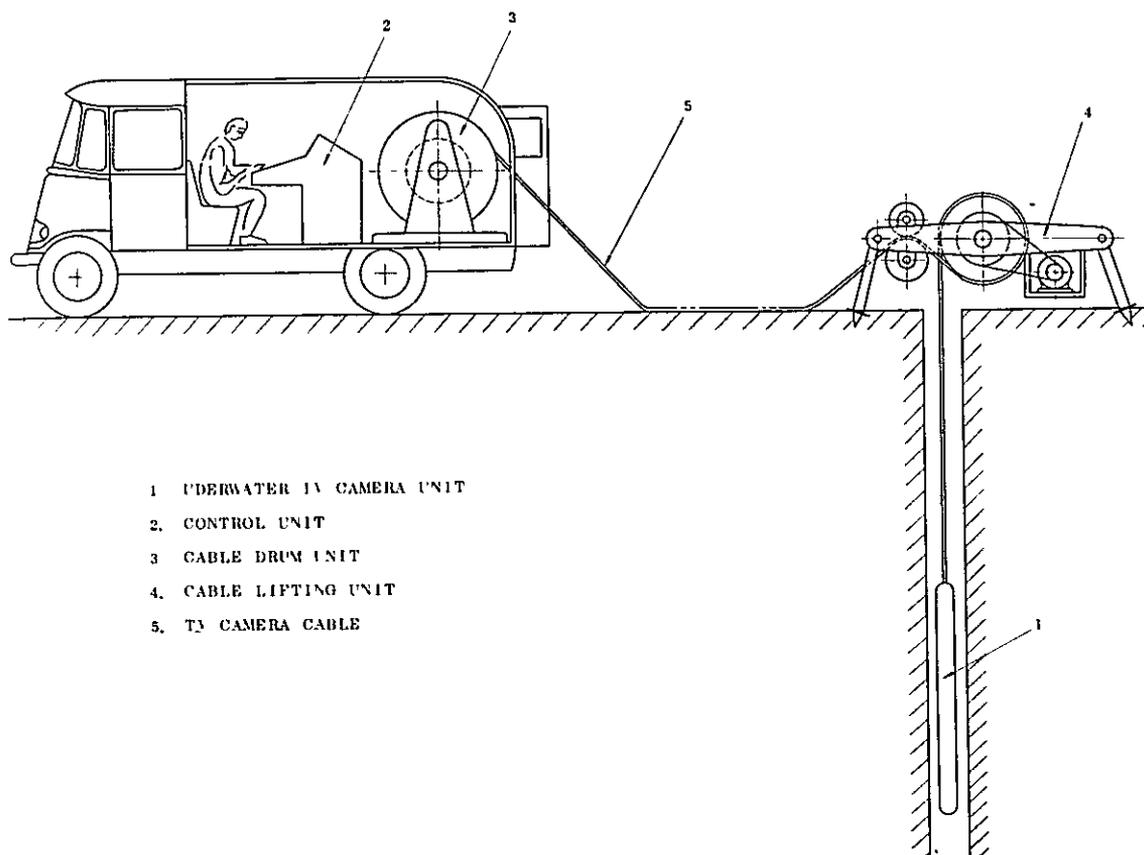
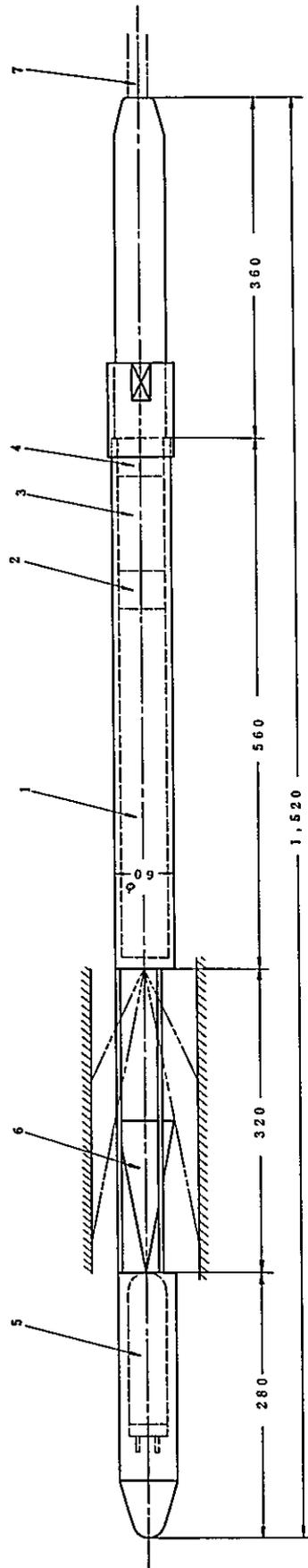


Fig. W - 2



- 1. TV CAMERA HEAD
- 2. COMPASS
- 3. SYNCHRO MOTOR MECHANISM
- 4. CONNECTOR
- 5. LAMP
- 6. CONE MIRROR
- 7. TV CAMERA CABLE

NOTE
ALL DIMENSIONS ARE APPROXIMATION

Fig. M - 3

NOTE

ALL DIMENSIONS ARE APPROXIMATION

9" VIDEO MONITOR

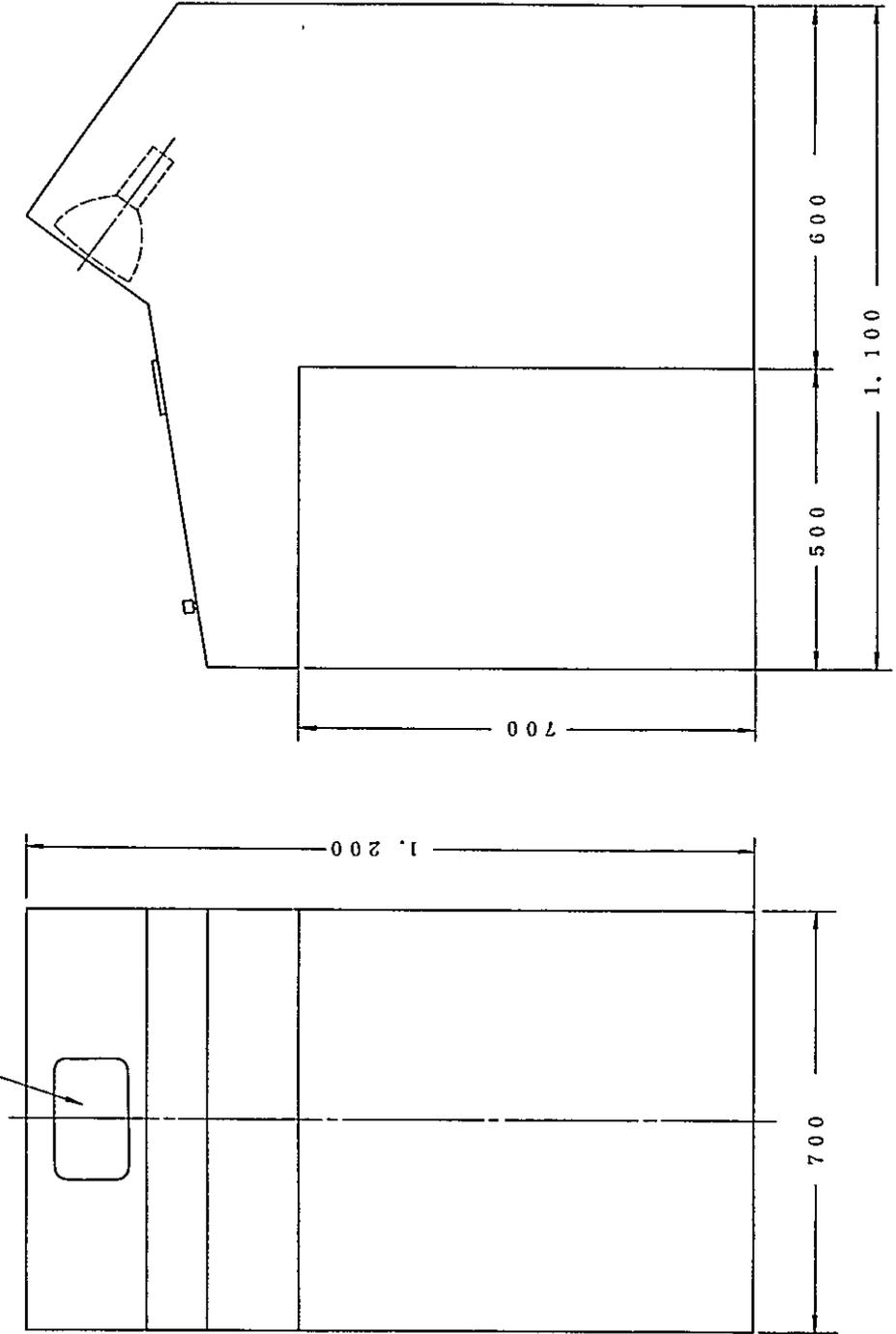
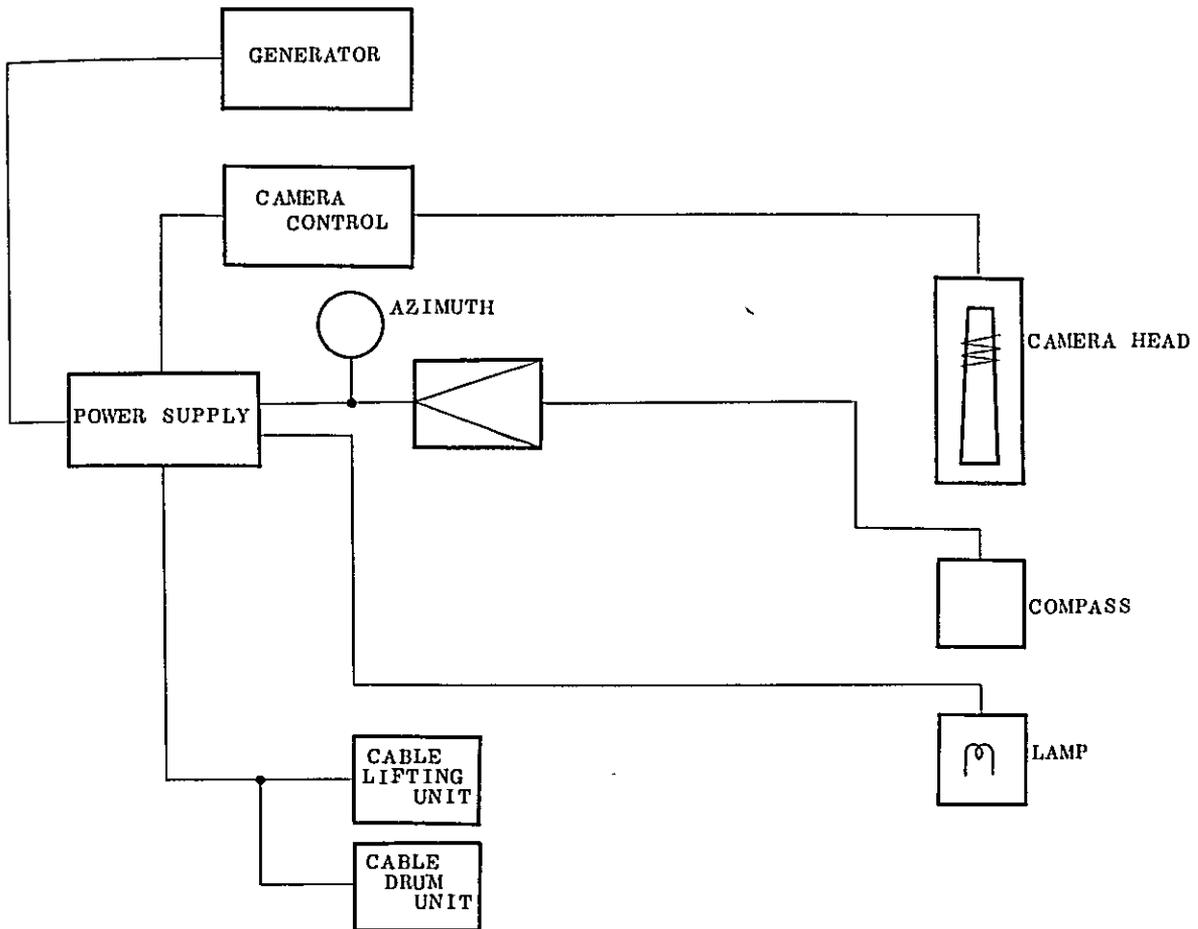


Fig. M-4



VII. 砂漠地域における航行保安設備

Ⅶ. 砂漠地域における航行保安設備

1. 砂漠の交通の現状

1.1 陸上交通

1.1.1 舗装道路

デルタ地帯, Cairo-Suez 運河間および Nile 河沿岸には舗装道路が完備している。例えば Cairo - Alexandria 間の砂漠道路には 5 km ごとに緊急連絡用の電話が設置されている。(第Ⅲ・1.1 章参照)

西部砂漠では Asut-Kharga 間約 230 km, Kharga-Baris 南方間約 110 km, Kharga-Mout 間約 200 km, Mout-Parafra 間の一部約 90 km, Marsa Matruh-Siwa 間 (300 km) の一部約 150 km などは舗装されている。

これらの舗装区間は急速に整備・延長されつつある。しかし舗装された道路も Sand Storm などのために不通になることがある。

1.1.2 非舗装道路

自動車・らくだなどの交通により自然にできた道路が大部分で、道標がたてられている個所も少しはある。風で車のおだちなどは消えて易く、道を失いやすい。

例えば Cairo から Baharia へ行くには、直接行くと 370 km (約 1 1 時間), Nile 河に沿って南下した後、Mniya から西行すると 200 km (約 6 時間) の砂漠走行が必要である。その日の輸送量によっては 1 台だけで走ることがあり、ガソリン、水などがなくなって遭難する事故が現在でも皆無ではなく、当面の重要問題となっている。

1.2 航空路

Cairo-New Valley 間には U A A の定期航空便が週 2 回運行している。また、他のオアシスの間の臨時の連絡には小形機が使われている。

1.2.1 空港施設

- a) New Valley 空港 (Kharga) 管制塔, 対空短波・超短波無線機, ビーコン送信機などがある。
- b) Dakhla 空港 上記とほぼ同様なものを建設中である。(1965 年 8 月完成予定)
- c) Bararia 空港 滑走路のみあり。

いずれも滑走路を表示する照明施設はなく、夜間着陸の場合は火筒で滑走路の位置を示している。

1.2.2 ビーコン施設

第Ⅶ-1 図のとおり航空機向長波ビーコン局が配置されており、設置点を中心とした円でその局の公称有効範囲を示してある。また中波ラジオ放送局の位置を第Ⅶ-2 図に示してある。ビーコン局, ラジオ放送局ともその電波は航空機の運行のために常用されている。

1.3 砂漠の方向探知

1.3.1 天体・磁石による方向探知

日照時間率はほとんど 100% であり、夜間も雲が少いので太陽・星の位置から昼夜とも大略の方位は容易に知ることができる。

また、携帯用羅針盤(いわゆる磁石)も使われているが、鉄鉱石の鉱山もあり、方位指示が狂うこともある。

1.3.2 超短波による方向探知

携帯用送受信機を使って砂漠の中で方向探知を行う可能性を確かめるための実験を Kharga オアシスで行った。

- 1) 使用機材(いずれも第Ⅲ-3.1 章記載のもの)

Fig. VII-1 エジプトのビーコン局

地名	局名	freq kc	地名	局名	freq kc
Alexandria	AX	403.5	New Valley	NV	361.5
Aswan	SN	398	Rosetta	RS	315.5
Cairo	CR	326	Port Said	GL	390
Almaza	AZ	365	Ras Sudr	RD	376
El Tor	TR	395	Beni Suef	BF	384
Luxor	LX	355	Zifta	ZF	284.5
Marsa Matruh	MM	373			

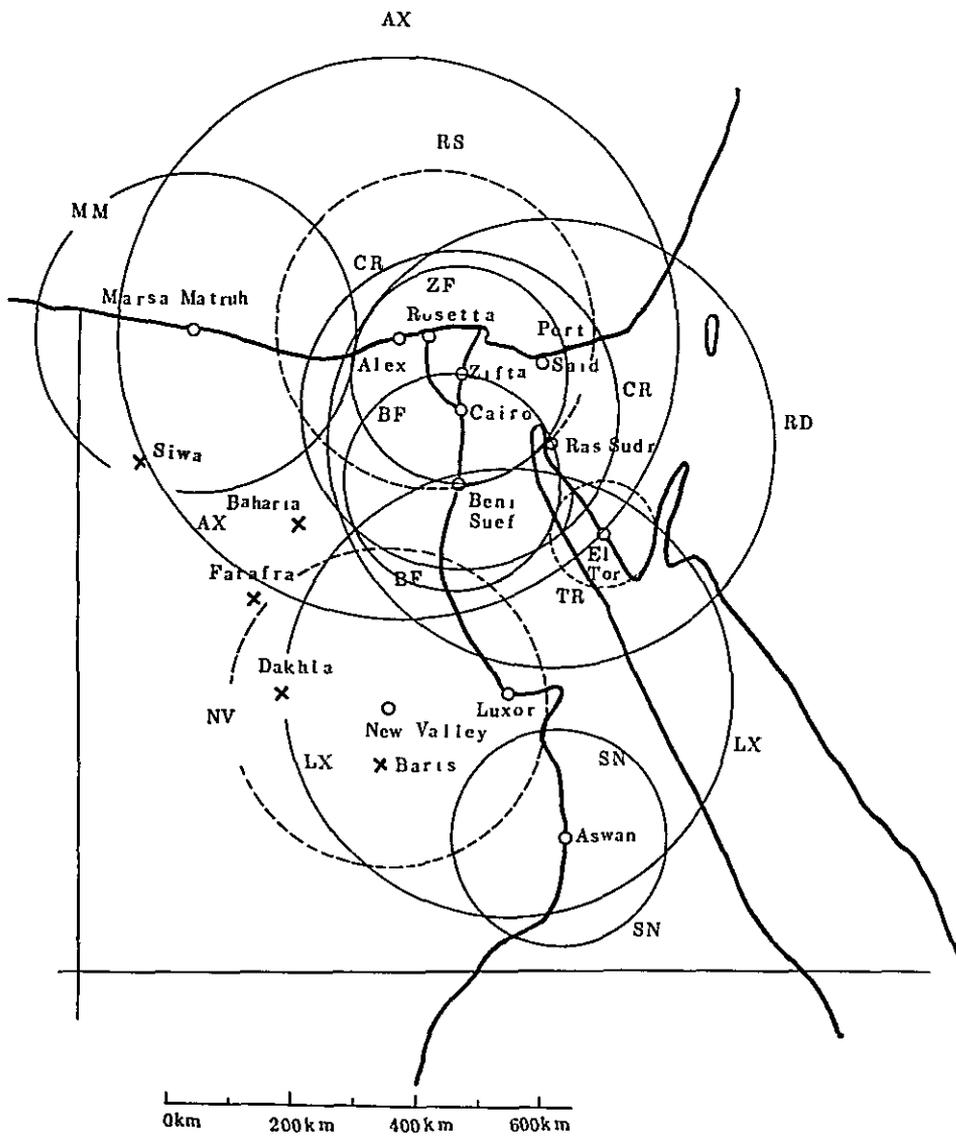
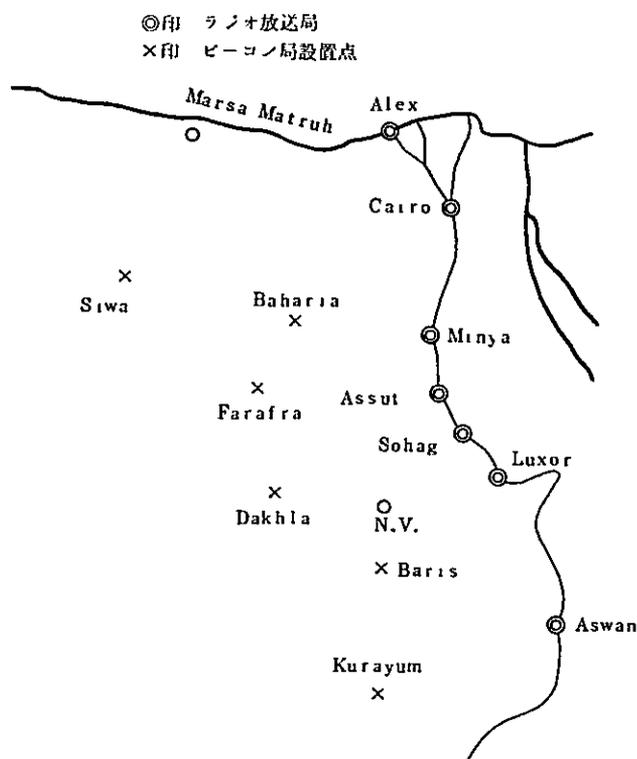


Fig. VII-2 ラジオ放送局所在地



- a) 25 W VHF FM送受信機。アンテナは無指向性スリーブアンテナ，アンテナ高約10 m。
- b) 10 W VHF FM送受信機，アンテナは三索子ヤギアンテナ，アンテナ高約3 mおよび無指向性ホイップアンテナ，アンテナ高約2 m。
- c) 0.5 W VHF FM携帯用送受信機。三索子ヤギアンテナ，アンテナ高約1.5 m。

2) 方向探知実験

25 W局から約22 km，10 W局から約1～3 kmの砂漠の中で，0.5 W局のヤギアンテナを水平面内で振って，最大感度法により到来電波の方向を求めた。

3) 実験結果

10 W局の方向探知は容易に行えた。25 W局は距離が遠いため，やや感度不足であった。小さな砂丘など，周囲より1～2 mでも小高い丘に上ると容易に方向探知を行い得る場合があった。

砂丘など，電波を反射する物体があると送信点でなくその反射点の方向を示すことがある。しかし全般的にはこの方式で近距離の方向探知を行い得るものと考えられる。

なお，今回の実験では，通話用および水位テレメータ実験用のFM送受信機を流用した。したがって受信感度が高すぎる場合には高周波利得可変回路がないため最大感度法を使わず，携帯用受信機とヤギアンテナの間に可変減衰器を入れて信号を弱めて方向探知を行った。本来ならば振幅変調方式の送受信系を使うべきであり，それによれば方向探知の可能性は更に増すものと考えられる。

1.3.3 ビーコン局およびラジオ放送局の電波による方向探知

中波ラジオ放送局およびビーコン局からの電波は，航空機のみならず砂漠を走行する車輛にとっても小形受信

機を持つことによって容易に方向探知に利用し得るものである。

しかし現在では第VII-1図, 第VII-2図に示したとおり送信局は地中海岸および Nile 河沿岸に限られており, 西部砂漠中には New Valley Beacon 局のみしかない。

目的地に送信局がない場合, 航空機は既知の局の上空から, その局の電波が背後から受信されるように機首を定めて送信局から遠ざかりつつ, 目的地へ進む。したがって送信局に近づく場合よりも誤差が多い。航空機の場合にはほぼ直進し得るので送信局のない地点へも目視によって到達し得ているが, 砂漠を走行する自動車にとっては山や砂丘などのため直進し得ないために, 送信局を後方にとった方向探知により目的地に近づくことは難しい。すなわち, 目的地であるオアシスに送信局が設置されていないことが砂漠の安全航行上の大きな問題である。

2. 勸告

2.1 太陽電池を電源とした無人灯台

2.1.1 概説

太陽電池を電源とした無人灯台は従来の灯台に比べ保守が極めて簡易で, 維持費も低廉なので, すでに海上の航路標識に実用化され, わが国においても約60基が使用されている。しかしこれは海上に使用されるだけでなく, 砂漠地域の安全航行に対しても極めて有効であり, さらに砂漠の豊富な太陽エネルギーは太陽電池の電源に最適である。

この型の灯台には12V, 10Wから24V, 100Wの電球を使用した各種があり, 使用場所の条件により選定することができる。第一次調査団がWadi El Natroun に試験的に設置した灯台は12V, 10Wのもので, 夜間実際10kmの地点より観測することができる。

従来, 電球の点滅は主に直流モーターでロータリースイッチを駆動して行っているが, 近年, 半導体技術の進歩にともない, この点滅を全トランジスタ式で行うことができるようになり, これによるとモーターや接点などの機械的構造を使用しないので, 保守が極めて容易になる。特に, エジプトの砂漠地域においては灯台の設置場所も不便な所が多く, 年2回の保守が最大限であり, またSand Stormや温度変化に対しても十分考慮しなければならないので, この全トランジスタ式のもの非常に適している。Wadi El Natrounに第一次調査団が設置した灯台に対しても点滅器を全トランジスタ式に改造する予定である。しかし, 現在のWadi El Natrounの状況では灯台の設置場所の周辺は開発が進んで, 街路灯などの照明により実験が妨害されているので, 他の適当地域(例えば, Kharga南方のKurayum)に移転し実験すべきである。

次に全トランジスタ式の灯台の例として, 12V, 10W型について詳しく述べる。

2.1.2 構成

灯台の系統図を第VII-3図に示す。すなわちシリコン太陽電池を用いて, 太陽エネルギーを電気エネルギーに変換してニッケル・カドミウム蓄電池に充電し, これによって完全に自動的に灯台の電球を明滅させる構成である。

2.1.3 性能

光源電球	12V, 10W(約120燭)
灯質	毎5秒に1閃光
閃光時間	0.6秒
点灯時間	15時間/日
過渡電流係数	1.23(電球の過渡電流による平均電流の増加率)
日光弁(単体のシリコン太陽電池素子を用いて明暗を検出し, 夜間のみ点灯させるスイッチ)の消費電力	常時0.07W

点滅器（シリコントランジスタを使用し、その発振器の出力により電球を直接明滅させる装置）の消費

電力 常時 0.1 W

したがって1日に平均した負荷は

$$1.0 \text{ W} \times \frac{0.6}{5} \times \frac{15}{24} \times 1.23 + 0.07 + 0.1 = 1.72 \text{ (W)}$$

すなわち、1日平均の消費電気量は 3.43Ah となる。

所要太陽電池電源装置については別項Ⅷ-5を参照されたい。

つぎに灯台を設置する場合の参考に、光達距離の諸条件に対する関係を第Ⅶ-4図と第Ⅶ-5図に示す。これらの図は海上灯台の例を示しているが、砂漠地域においても適用できる。

Fig. VII-3 Block Diagram of Lighthouse

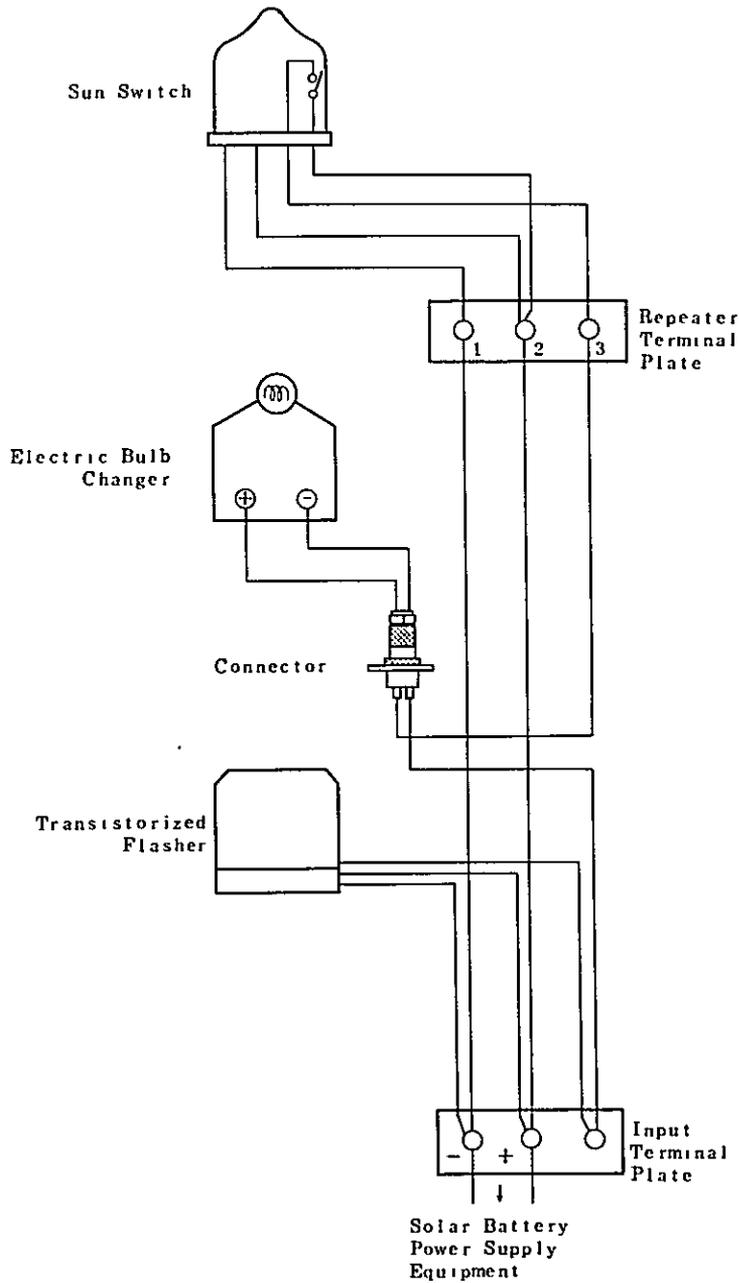


Fig. VII - 4 Geographical Range of Lighthouse

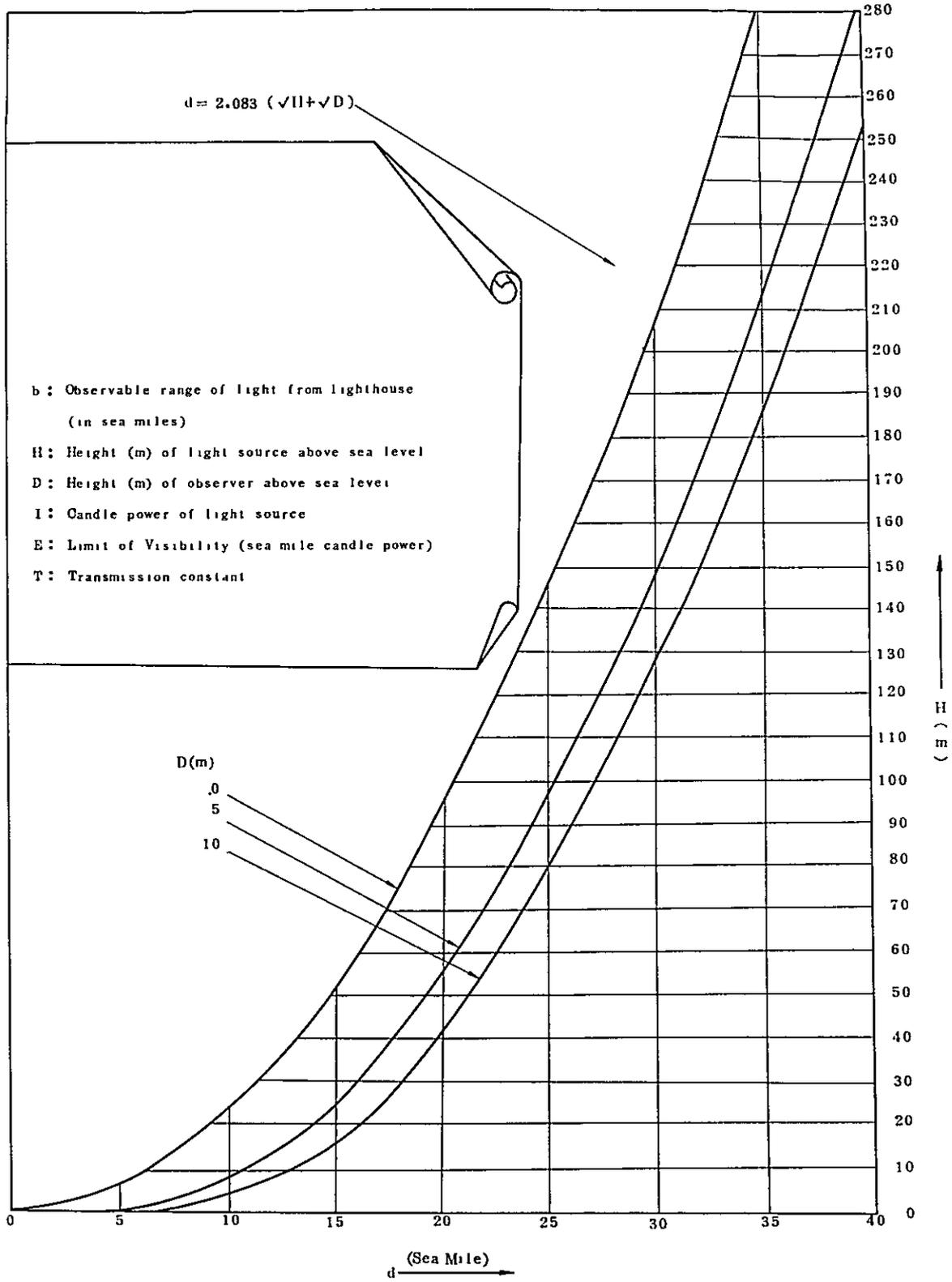
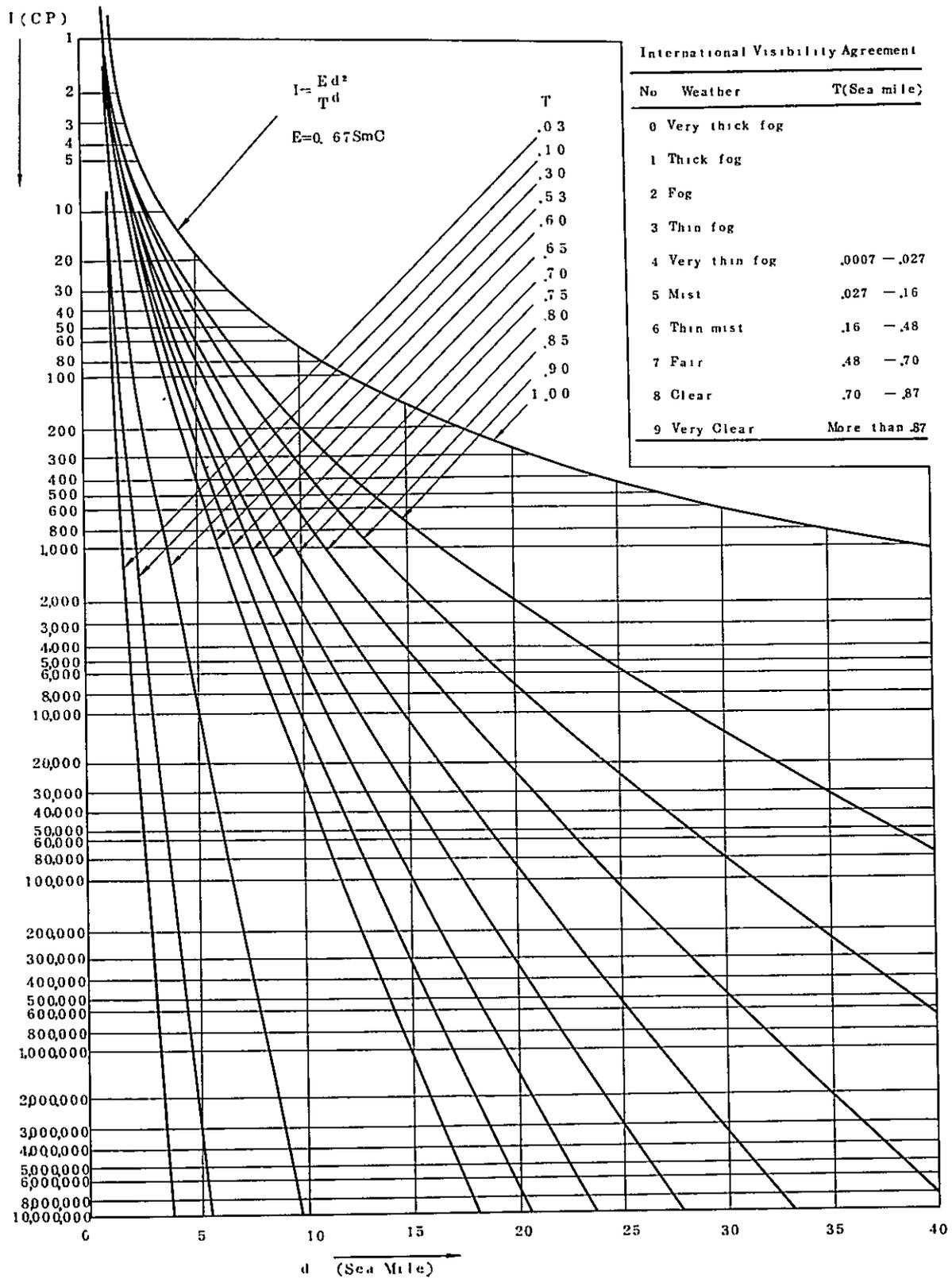


Fig. VII - 5 Luminous Range of Lighthouse



2.2 緊急連絡用無線機

砂漠間の運行に常用されている車輛には連絡用無線機を取付けることが望ましい。オアシス間の距離を平均 200 km とすると、少くとも 100 km の通達距離が必要であり、VHF を使用すると中継局をオアシスの中間に設置せねばならぬ。オアシス間の通信の確保、井戸のテレメータなどのために VHF, UHF などの回線網を砂漠の中に作るとすればその中継局をこの目的にも流用することが考えられる。しかし利用率の悪い緊急連絡用無線系だけのために中継局を設置するのは効果的でないで、この目的には短波を使用したい。

オアシス間の通信連絡用には第Ⅲ - 1 章記載のとおり短波通信網が完備している。これは元来固定局間の連絡用に作られたものではあるが、砂漠中での遭難時の緊急連絡用にはこれを流用することが極めて有効である。

この目的に適するものとして当調査団が持参し、Kharga オアシスで試用した車載無線機を第Ⅶ - 6 図に例示する。これは全トランジスタ化された SSB 小形送受信機でその主要性能は次のとおりである。

周波数範囲	1.6 ~ 4.0 Mc 間の 1 波
通話方式	プレストーク
電波の形式	A3J
送信出力	10W
所要電力	受信時 DC 12V 2A 送信時 DC 12V 5.5A
アンテナ	ホイップアンテナまたはワイヤアンテナ
寸法・重量	20 × 35 × 31.5 cm, 19kg

2.3 簡易ビーコン局

第Ⅶ - 1 図、第Ⅶ - 2 図のごとく方向探知に使用し得る送信所は西部砂漠には New Valley 以外にない。しかし砂漠の安全航行を確保するためには本編 1. 3. 3 章に記したとおり目的地であるオアシスに送信局が必要である。したがって砂漠中の主要な開発点に太陽電池で動作する簡易ビーコン局を設置することを提案する。

各国で実用されているビーコン局の送信出力は 15W ~ 5KW 位の範囲にわたっているが、砂漠中での太陽電池動作という点を考えると出力 50W が限度であろう。その場合の有効範囲はアンテナ高、接地条件などの点で著しく異なるが、地上で約 100 ~ 150 km と考えられる。この距離を半径とする円で西部砂漠の全区域を覆うことが理想的ではあるが、経費の割合に利用率が良くないので、少くとも、第Ⅶ - 2 図の×印の開発拠点 6 個所にビーコン局を設置する。この場合はオアシスの中間地点附近では電波による方向探知が不可能な個所もある。しかし本編 1.3.1 章記載のごとく太陽・星などにより大略の方位は知り得る。また下記の方向探知用受信機はいずれもビーコン用長波のみならず、ラジオ放送周波数も受信可能なので、Cairo などからの大電力放送を受信し、ある程度の方向探知を行い得る。(このことは砂漠中の多くの地点で実験的に確かめることができた。)

したがって本提案によるビーコン局配置数が少ないために生じた中間地点でも、上記二方法によって大略の方位は知り得る故、目的のオアシスすなわちビーコン局に向って、より近づくことが可能である。

2.4 方向探知用受信機

簡易に方向探知を行うため、トランジスタ化された携帯用方向探知受信機が作られており、前項の長波ビーコン局および中波・短波ラジオ放送などを受信し、かつ方向探知を行うことができる。

当調査団は下記(第Ⅶ - 7 図)の装置を持参し、Kharga オアシス各地でその有効性を確かめることができた。

1) 周波数帯と感度

	受信周波数	感度
Beacon 帯	200 ~ 400 Kc	50 μ V/m
Broadcast 帯	535 ~ 1605 Kc	50 μ V/m
Marine 帯	1.6 ~ 4.0 Mc	60 μ V/m

Fig. VII - 6 10W SSB 车载短波送受信機

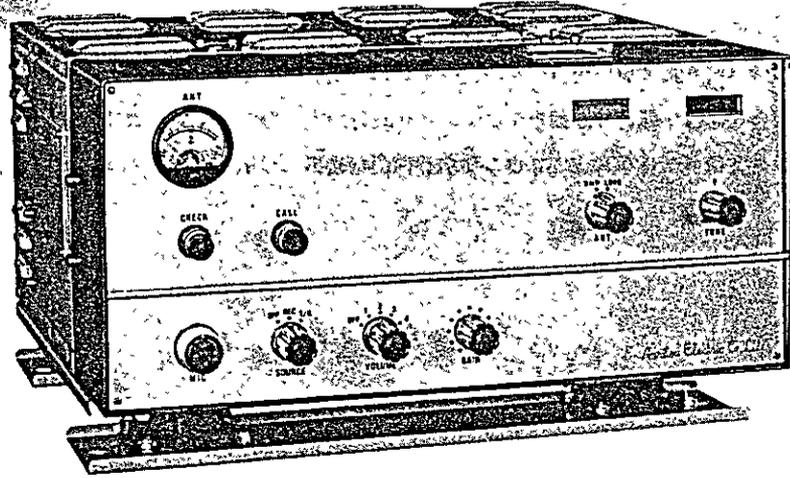
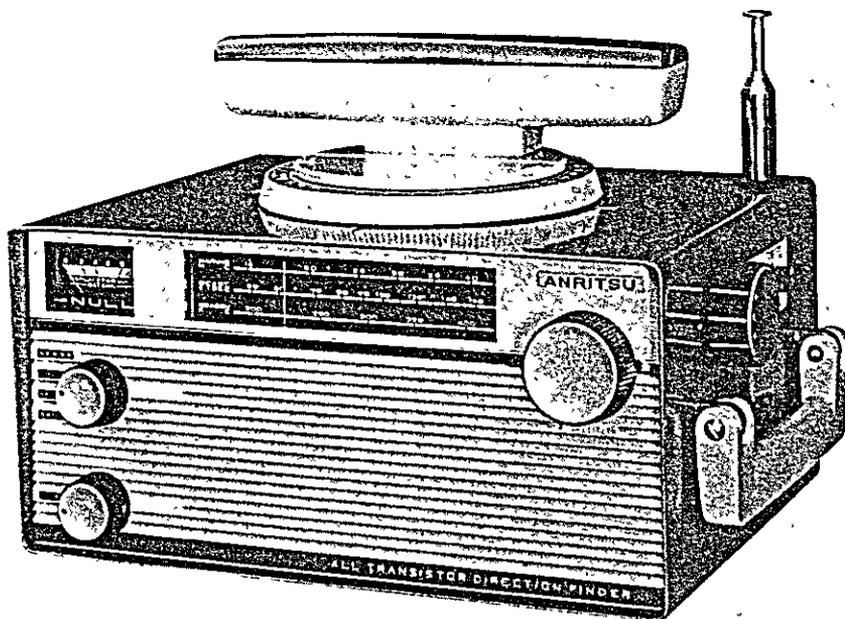


Fig. VII - 7 簡易方向探知用受信機



- | | |
|--------|---|
| 2) 回 路 | 8トランジスタ, 高周波一段増幅 |
| 3) 電 源 | 9 V, 乾電池 (1.5 V flash-light 用 6 個)
無信号時 30 mA, 出力 500mW のとき 130 mA |
| 4) 寸 法 | 27 × 20 × 21 cm |
| 5) 重 量 | 約 5.6kg (含電池) |

市販の小形トランジスタラジオの内には、長波ビーコン局も受信しうるものがある。長波ビーコン信号または中波ラジオ放送を受信しつつ、このセット全体を水平面で廻して感度が最小になる方向（セット内のアンテナバーの方向）が電波の到来方向を示す。この方法では前項の方向探知用受信機と異り、180°異なる方向の区別が不可能であるが、太陽・星などにより大略の方位は知りうるからその区別は容易である。今回の調査にあたっては中波・短波用トランジスタラジオを用い、西部砂漠内各地でこのことを確かめることができた。

Ⅷ. 太陽エネルギーの利用

VIII. 太陽エネルギーの利用

1. 概 説

砂漠に降りそそいでいる豊富な太陽エネルギーは砂漠の重要な資源の一つであり、このエネルギーを有効に活用することは、砂漠の開発に大きく貢献することになる。

太陽エネルギーの活用としてまず太陽電池の利用が考えられ、さきに第一次調査団により提案された、保安設備としての無人燈台、通信設備およびテレメータリング装置の電源に太陽電池を適用する以外に、今回は、現在、非自噴井の揚水ポンプに使用しているディーゼルエンジンの代りに動力源として、太陽電池を利用することをEGDDO側からも強く要望され、検討を加えることになった。

また、第一次調査団が1963年10月に、Wadi El Notroun に設置したシリコン太陽電池を電源にした無人燈台およびKhargaの修理工場の屋上に設置した、シリコン太陽電池の状態も今回、調査することができ、それらの結果に基づき、エジプトの砂漠地域における、太陽電池の電源および動力源としての設計の基礎資料を得ることができた。

2. 太陽電池電源装置の概要

太陽は地球上に1平方メートルあたり1KWという膨大なエネルギーを供給している。この太陽エネルギーから、直接電気エネルギーを得る方法は百年以上も前、濃淡電池が発明された時から知られていたが、1954年、米国のベル研究所でシリコン太陽電池¹⁾が発表されて以来、その効率が、従来の亜酸化銅およびセレン光電池、熱電対等に比し、10倍以上であることから電力源として、実用性が認められてきた。

シリコン太陽電池は米国およびソ連では、人工衛星等宇宙飛翔体に電源として搭載され、わが国においては遠隔地の無人燈台、²⁾ プイ、無人中継器、ロボット気象台等の電源に用いられている。

1) D.M.Chapin, et al, J.Appl, Phys, 25 676 (1954)

2) M.Kobayashi & K.Hayashi NEC RESEARCH & DEVELOPMENT 3 46 (1962)

2.1 太陽電池素子

太陽電池素子の構造は、第VIII-1図に示すようにN形シリコンの単結晶の薄板を高温度でその表面にP形不純物を拡散させ、数ミクロンのP形層を形成させたものである。この表面に照射された光はシリコンの結晶格子に吸収され、正および負の荷電を生じさせ、PN接合部付近では内部電界によって正の荷電(ホール)はP領域に、また負の荷電(電子)はN領域に移動してこれが起電力となる。第VIII-2図はその出力電圧電流特性を示す。開放電圧は日射量の対数に、短絡電流は日射量に比例する。したがって装置として使用した場合も出力端子電圧はほぼ一定である。

素子の光より電気エネルギーへの変換効率は理論的には23%であるが、種々の損失のために実際に得られるものは平均8~10%内外である。いずれにしても、太陽エネルギーから電気エネルギーを得る手段としては現在もっともすぐれている。

電源装置として使用する場合は組立ての便宜上直径27mmの素子を9個直列接続し、特殊樹脂ケースに組込んだ第VIII-3図に示す太陽電池モジュールを使用する。このモジュールの電圧電流特性は第VIII-4図に、負荷特性は第VIII-5図に、光量に対する特性は第VIII-6図に、また表面温度に対する出力変化は第VIII-7図に示す。この場合の温度-出力特性は大体-0.5~-0.6%/°Cである。また出力電圧は最適負荷状態で約3~3.5Vである。これは、照度および温度に左右されるが、定電圧充電には非常によい特性をもっている。

2.2 電源装置

太陽電池が発電できるのは、日中日照のある場合のみのため、夜間や悪天候時に備えてその出力を蓄積する蓄電池を必要とする。

第Ⅷ - 8 図に太陽電池電源装置の回路を示す。

太陽電池が受光すると、その出力電流は逆流防止ダイオードを通り蓄電池を充電すると同時に負荷で消費される。逆流防止ダイオードは、夜間や悪天候時の日照がないときに、太陽電池が単なるダイオードとして動作し、蓄電池から太陽電池に電流が逆流消費されるのを防止するためのものである。勿論夜間のみ使用する負荷の場合は日光弁を使用して、昼間は負荷を切断し蓄電池にのみ充電すればよい。

なお、図中配電盤のメータ類はこの装置の動作上には本質的に必要なものではないが、保守点検を行なう場合の測定器として附加してある。

2.3 蓄電池

蓄電池としてはニッケル・カドミウム式アルカリ蓄電池が下記のように種々すぐれた、特性を有するので採用する。

- (1) 過充電 過放電に対して非常に強く、苛酷な使用条件に安定して耐えることが出来るので、保守が極めて容易である。
- (2) 低電圧における充電効率が高いため、浮動充電に適している。
- (3) 自己内部放電が少ないため、小電力蓄積には有利である。
- (4) 有害な腐蝕性ガスがないため、設置場所に考慮をばらう必要がない。

3. エジプトにおける太陽電池電源装置の設計

3.1 エジプトにおける太陽電池出力設計の基準

太陽電池の容量の決定は装置の設置場所の気象条件（温度、年間日照時間および Sand Storm など）および平均消費電力により定める。エジプトにおいては日照時間は、わが国に比し長い、温度が高いため太陽電池出力の温度に対する低下が、わが国より大きいのでこの点、注意を必要とする。

太陽電池最大出力の一般式は次式で示される。

$$\text{太陽電池最大出力} = \text{負荷平均消費電力} \times \frac{1}{\text{日照量率}} \times \frac{1}{\text{充放電効率}} \times \text{損失係数} \times \text{安全係数} \times \text{温度補正係数} \dots\dots (1)$$

各係数について次に説明する。

(1) 日照量率

日照量率は日照時間率と照射角度率の積で表わされる。

(2) 日照時間率

日照時間率は年間日照時間と1年間総時間の比でエジプトにおける日照時間率は第Ⅷ - 1 表に示すとおり、各地で異なるが、標準としては 0.4 を採用した。

(3) 照射角度率

太陽電池の鉛直線を含む面を太陽が通る場合は $\frac{2}{\pi}$ であるが、これに夏冬の日射角度変化および太陽光線の平均照度と最高照度（12万ルクス）との差による若干の出力低下を考慮し 0.5 とする。

(4) ニッケル・カドミウム電池の充放電効率は 0.90 とする。

(5) 損失係数

配電盤における電気回路の損失および太陽電池の表面の砂塵による汚れを含めて、1.2 とする。

(6) 安全係数

負荷および年間日照時間などのばらつきを考慮して 1.15 とする。

Fig. VIII - 1 Solar battery element construction

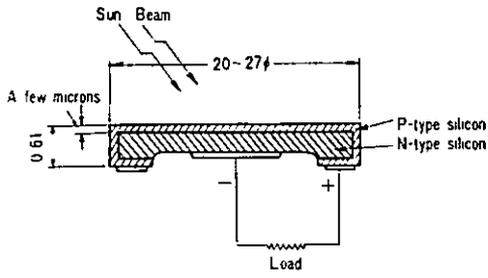


Fig. VIII - 3 Solar battery module

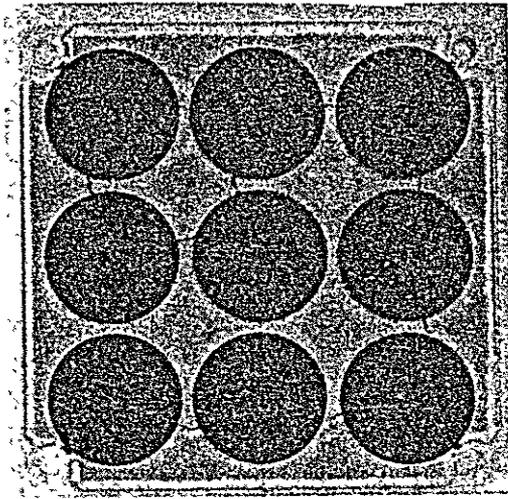


Fig. VIII - 2 Incident solar radiation - open-circuit voltage - short-circuit current characteristic

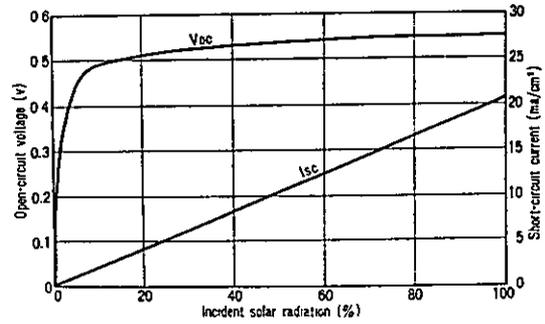


Fig. VIII - 4 Load (current vs. voltage) characteristics solar battery module

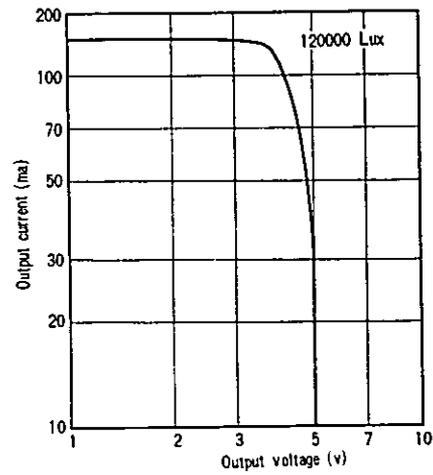


Fig. VIII - 5 Load characteristics

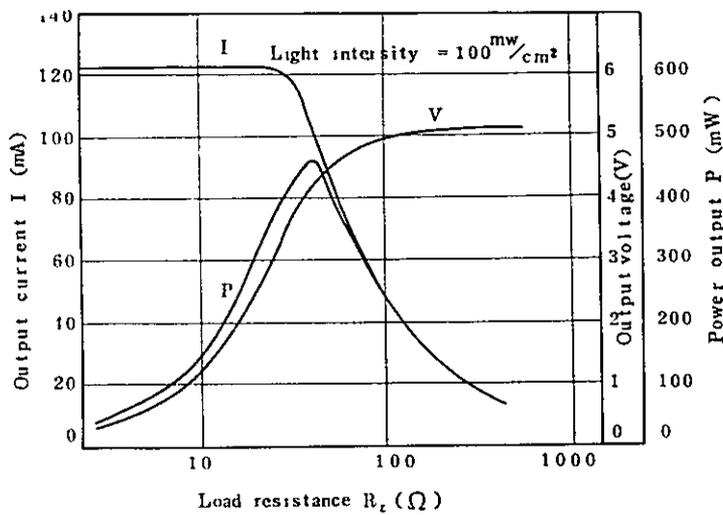


Fig. VIII - 6 Relation between output characteristics and light intensity

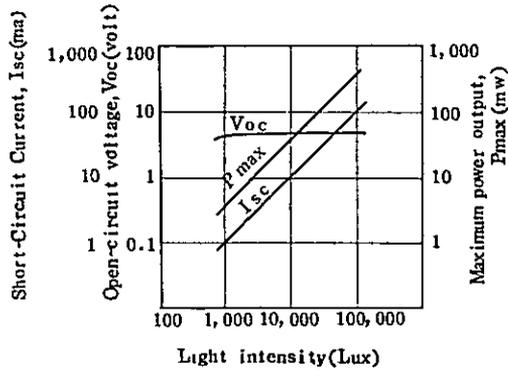


Fig. VIII - 7 Temperature dependence of the power output

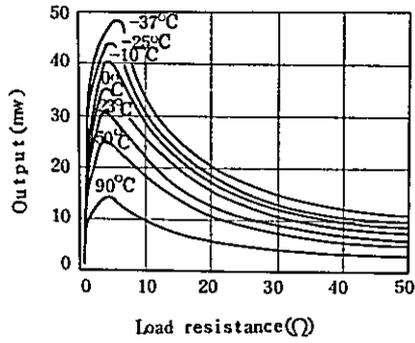
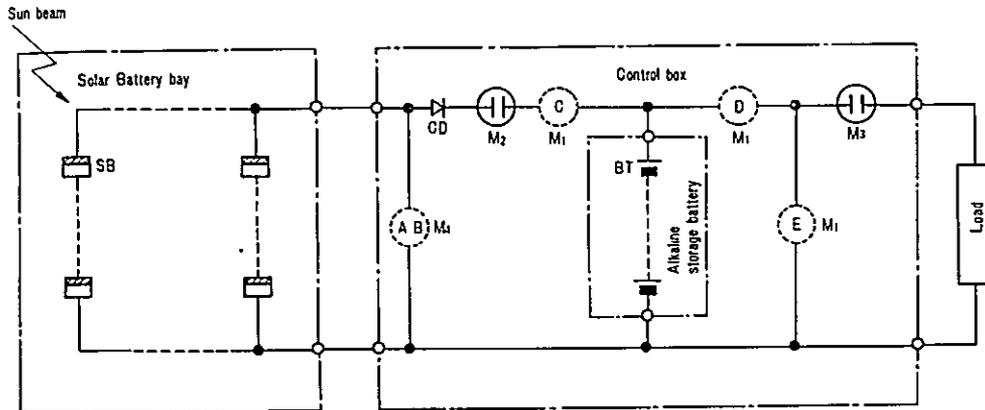


Fig. VIII - 8 Schematic diagram of solar battery power supply equipment



ABBREVIATIONS

SB SS3029 Solar Battery
(Series parallel connection)
CD Diode for Blocking Reverse Current
BT Alkaline Storage Battery

M₁ Volt-Ammeter
This is capable of measuring the following.
1. Open-circuit voltage 2. Short-circuit current
3. Charge current 4. Discharge current
5. Terminal voltage
M₂ Charge Volt-Ammeter
M₃ Discharge Volt-Ammeter

(7) 温度の補正係数

太陽電池の出力特性は 2.1 に記した如く、表面温度 1°C に対し 0.5%~0.6% づつ出力が低下するので、エジプトの砂漠地域のように高温の場所に設置する場合は補正を必要とする。その値は次式により示される。

$$\text{温度補正係数} = 1 + 0.006(t - 20) \dots\dots\dots(2)$$

t = 年平均最高気温 (°C)

20°C = 日本の標準年平均最高気温

エジプト各地における日最高気温は第Ⅷ-2表に示す如くであるが、その平均値(t)を 30°C とすれば、この t の値を(2)式に代入して

$$\text{温度補正係数} = 1 + 0.006(30 - 20) \doteq 1.06$$

(1)式に上記係数の数値を代入すれば

$$\begin{aligned} \text{太陽電池最大出力} &= \text{負荷平均消費電力} \times \frac{1}{0.4 \times 0.5} \times \frac{1}{0.9} \times 1.2 \times 1.15 \times 1.06 \\ &= \text{負荷平均消費電力} \times 8.13 \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

すなわち、エジプトにおける標準気象条件(年間日照時間を 3500H とし年平均日最高気温を 30°C とする)では太陽電池最大出力は負荷平均消費電力の 8.13 倍が必要である。よって(3)式をエジプトにおける太陽電池最大出力の標準設計式とする。

3.2 各地における設計法

各地における太陽電池最大出力の決定には、標準設計式(3)に各地における年間日照時間、年平均日最高気温の変化の補正を行い設計する必要がある。

すなわち、

$$\text{太陽電池最大出力} = \text{負荷平均消費電力} \times 8.13 \times (\text{日照時間の補正}) \times (\text{日最高気温の補正}) \dots\dots\dots(4)$$

上式にて日最高気温の補正は、 $1 + 0.006(t - 30)$ で表わされる。

3.3 エジプトにおける蓄電池容量設計の基準

蓄電池容量は設置場所の最長無日照時間により決定される。わが国においては、月別日照時間が平均している表日本では、無日照時間を約 25 日として、蓄電池容量を選定することが適当であるが、エジプトにおいてはこれを 15 日とした。よってエジプトにおける蓄電池容量の標準設計式は下記の式で表わされる。

$$\begin{aligned} \text{蓄電池容量} &= \frac{\text{負荷平均消費電力}}{\text{負荷電圧}} \times 24^{\text{H}} \times 15 \text{ 日} \dots\dots\dots(5) \\ &= \text{負荷平均消費電流} \times 24^{\text{H}} \times 15 \text{ 日} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

3.4 エジプト各地における太陽電池出力および蓄電池容量の設計

エジプトの代表的地域として地中海沿岸(Alexandria)、デルタ地帯(Giza)、西部砂漠地域(Kharga)の三つを選び、上記太陽電池最大出力設計基準の(4)式および蓄電池容量設計基準の(6)式において、太陽電池出力算出の係数および蓄電池容量算出の日数を算出し、第Ⅷ-3表に示す。よって本表を使用し下記のように、太陽電池最大出力および蓄電池容量を算出できる。

$$\text{太陽電池最大出力} = \text{負荷平均消費電力} \times (\text{太陽電池最大出力算出の係数}) \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{蓄電池容量} = \text{負荷平均消費電流} \times 24^{\text{H}} \times (\text{蓄電池容量算出の日数}) \dots\dots\dots(8)$$

3.5 電源装置の設置について

太陽電池架を屋外に設置することは勿論であるが、エジプトにおいては高温で湿度の少ない地域が大部分であるので、蓄電池は地中に設置することが望ましい。

3.5.1 太陽電池架の設置について

- a. 1日中および1年中日照があること
- b. 取付方法は真南であること

- c. 架の傾斜は緯度±10°の elevation angle で取付けること。この角度は季節によって太陽エネルギーを平均して最も多く吸収しうるように変化することができるので巡回点検の際に調査する。なお、この調整は春と秋の2回で十分である。
- d. 風当りはなるべくよいこと。
- e. 将来、樹木その他で、日照をさえぎらないこと。

3.5.2 蓄電池の設置について

エジプトにおいては、低温に対しては問題ないが、高温に対しては夏期45°Cを越えることがしばしばで、湿度が非常に少なく蒸発量も多い。また、灯台などのようにほとんど交通不便の場所に設置されるので、電池の保守も、年2回位が限度と考えられるため、電池の設置場所には、特別の注意が必要である。

地中の温度変化はKharga 地区を例にとれば、第Ⅷ-9図に示すように地表は太陽の熱によって6°Cより50°Cに大きく変化するが、地下にさがるにしたがって、複雑な形をとりつつ40cm 辺から殆んど一定の温度21.5°Cに集斂することがわかったので、この現象を利用して蓄電池を地下に設置することを提案する。これにより、温度ばかりでなく蒸発量も抑制することができる。

4. 砂漠に設置した太陽電池の寿命試験

太陽電池を電源にした無人灯台やテレメーターリングなどは交通不便な砂漠地域に設置され、殊に太陽電池は屋外に置かね ならないので、Sand Stormや高温に対し長期間十分耐え得るものでなくてはならない。その試験のために、第一次調査団が1963年10月に太陽電池をKharga の修理工場の屋上およびWadi El Natroun, この無人灯台用電源として設置してきた。特にKhargaの太陽電池は今回持ち帰り調査し、次の結果を得た。

試験用太陽電池は本章2.1の第Ⅷ-3図に示すモジュールを9箇、架に取付け、各モジュールには抵抗負荷をつけ、Kharga の修理工場の屋上に設置した。暴露期間は1963年10月より1965年2月までである。

外観上からはSand Stormの影響により表面が多少荒され、砂塵が付着し透過度が落ちて見えて、電気的特性にて短絡電流(Isc)は平均数%の劣化を示したが出力開放電圧(Voc)は殆んど変化がなく、また、高温による変化も認められず、動作上は何等支障がなかった。なお、その他の金属部分の腐蝕は殆んどなく、ハンダ仕上げでさえ光沢を失っていなかった。これは砂漠地帯がいかに乾燥しているかを示している。

なお、上記の試験は期間も一年数ヶ月の短時間なので、さらに試験を継続するため、今回あらたに前記試験用と同容量の太陽電池を用意して、Kharga 気象台の屋上に第Ⅷ-10図の如く設置してきた。

Wadi El Natroun に設置の太陽電池は調査団帰国後も最近の報告によれば異状なく動作しており、なお試験を続行中である。

これらの点より、砂漠地域において太陽電池を使用する場合、まだ試験期間としては十分ではないが、環境条件は日本より相当良いようであり、実用に十分供し得ると考えられる。

5. 各エレクトロニクス装置の太陽電池電源装置について

各装置の消費電力により電源装置に要する太陽電池および蓄電池の容量を、2-4項に述べた(7)、(8)式を使用して決定することができる。

ここでは、Kharga地区を代表例として計算した結果をⅧ-4表に示す。

6. ポンプ用電源

現在、砂漠開発のための非自噴井の揚水には出力約45HPのディーゼルエンジンを使用しているが、数百の全井の揚水をまかなう軽油の量は莫大な量となり、燃料の補給やオーバーホールなど保守には手数を要するので、これを太

Fig. VIII - 9 Temperature distribution at various depths

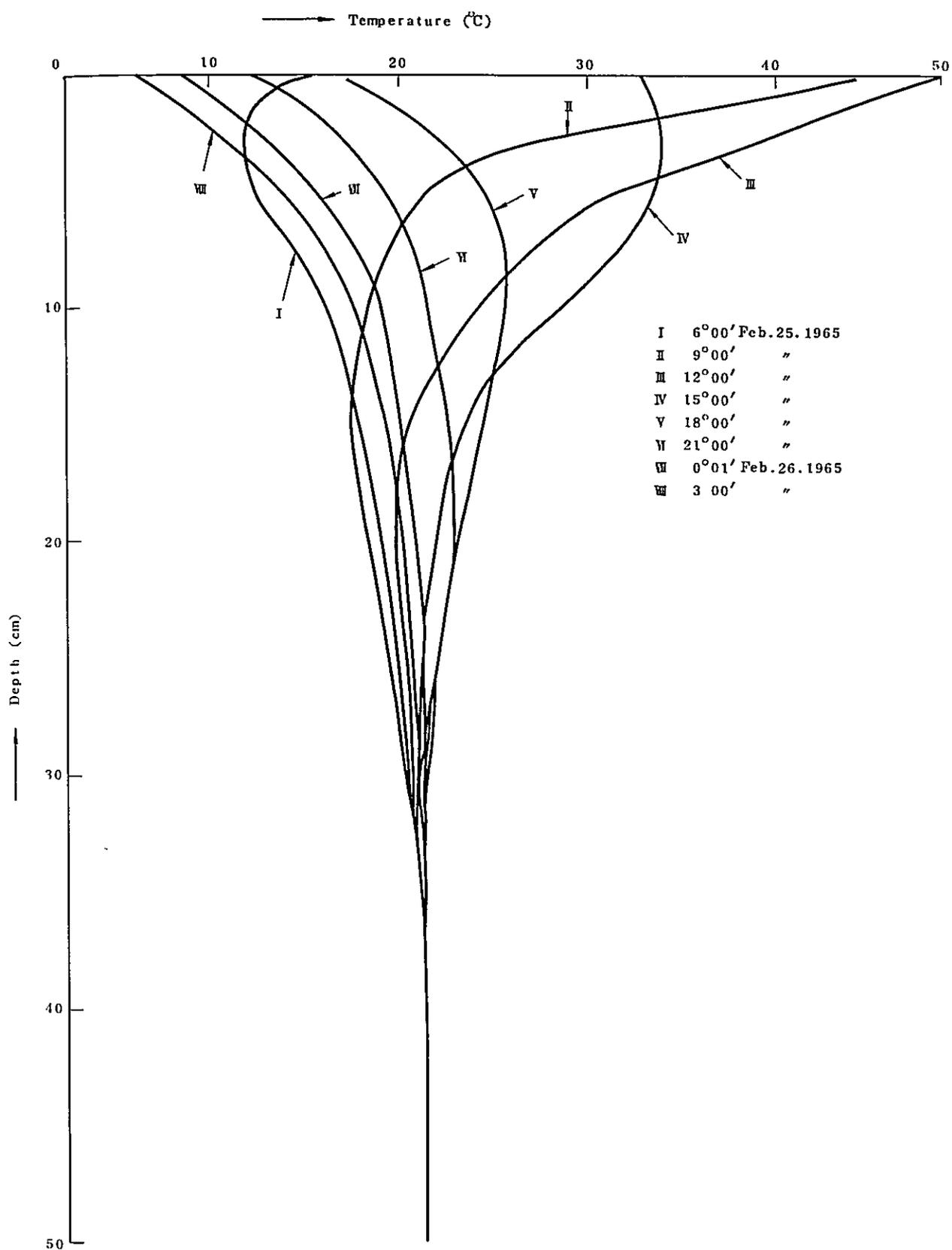
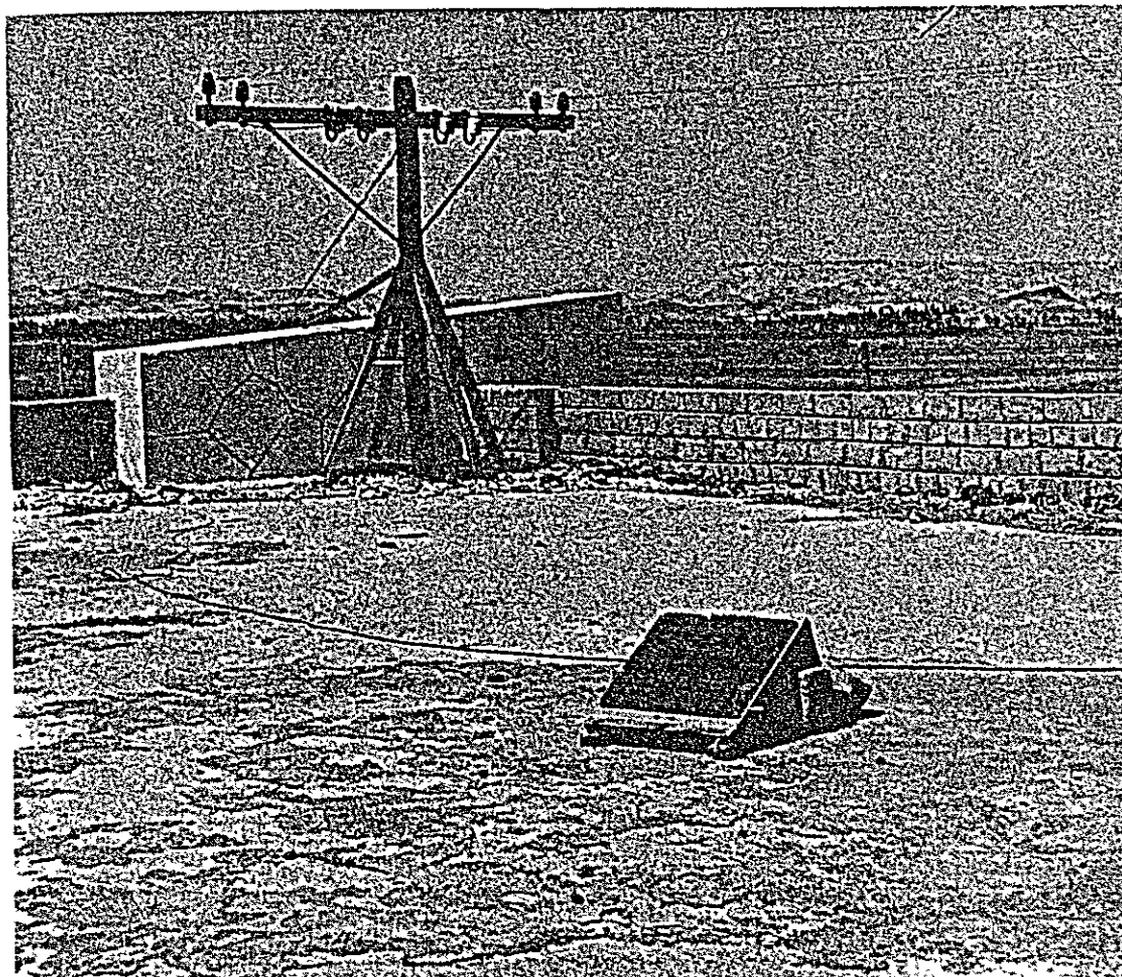


Fig. VII - 10 耐久試験のためカルガ气象台の屋上に据付けた太陽電池



太陽電池電源に置き換えることができれば、保守も簡単になり、寿命も延びるため、この実用化をⅡ勧告にあるように、EGDDO側から強く希望され、まずプロトタイプの検討を依頼された。

たとえば、動水面30m以内で従来と同一の水量(3000m³/日)を揚水するには電気動力源として22KWは必要となり、太陽電池の出力はモーターの起動電流等を考慮すれば約55KWもの膨大なものとなる。また、夜間も動作させるとすれば、大容量の蓄電池を必要とするが、保守の容易さを考えると蓄電池は使用せずに夜間は動作させず昼間のみ動作させることが望ましい。

太陽電池はまだ高価であり、またこの方面への利用もほとんどない状態なので、直ちに数10KWのポンプ用モーターの電源に適用せずに、まず比較的小出力ですむ地中海沿岸地区の井戸に対し、プロトタイプとしての予備試験を行い、十分なデータを得ることが適切であるとする。

地中海沿岸地区の砂漠では淡水層が薄く塩水層の上に浮いており、淡水を急激に汲み上げたり、あるいは一定量より多く汲み上げを行うと、塩水を汲み上げることになるので、汲み上げ速度に制限があり、強力なポンプは使用できないので、現在、汲み上げ速度のおそい第Ⅷ-11図のような風車ポンプを使っている。この風車ポンプの能力は10m³/日であるが、終日運転すると塩水を汲む恐れがあるので、1日6時間の運転に制限している状況である。これを、まずプロトタイプとして太陽電池を電源としたポンプに置き換えるならば、モーターの動力は100Wで太陽電池出力としては約250Wを要する。(A案)

次にディーゼルエンジンを使用しているような非自噴井において、種々の揚程について、太陽電池の出力を推定すると、第Ⅷ-5表(B, C, D案)のようになる。ただし、現在、ディーゼルエンジンにより揚水される水量は2m³/分(≒3000m³/日)で、1日の運転時間は平均10時間なので、これに相当する条件について求めた。

第Ⅷ-1表 エジプトにおける日照時間率

	月 間 日 照 時 間 (H)													日照時間率
	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	
タハリール	244	249	284	348	375	368	355	326	283	242	225	213	3512	0.403
ギザ	260	261	282	345	360	346	338	326	290	250	222	232	3512	0.403
カルガ	306	294	340	372	398	385	383	350	325	320	297	324	4074	0.408
(東京)	186	166	176	180	193	149	181	204	136	136	144	169	2019	0.231

註 タハリールは、ワノ・エル・ナトルーンの東北部を指す。

第Ⅷ-2表 日最高気温(°C)及び年平均雨量

	1月平均	7月平均	年平均	年降水量(mm)	位 置	
					東 経	北 緯
アレキサンドリア	18.5	29.6	25.0	184	°29'54	°31'12
カイロ	19.7	35.9	28.7	26	31 17	30 02
ギザ	19.3	35.6	28.3	24	31 13	30 01
カルガ	22.1	32.7	32.3	—	30 33	25 27
アスワノ	23.5	34.2	34.2	33	32 54	24 05
(東京)	9.2	29.2	19.4	1563	139 46	35 41

第Ⅷ-3表

地名	太陽電池最大出力の係数	蓄電池容量算出の日数
アレキサンドリア	8.13	15
ギザ	8.13	15
カルガ	7.07	10
(東京)	10.00	25

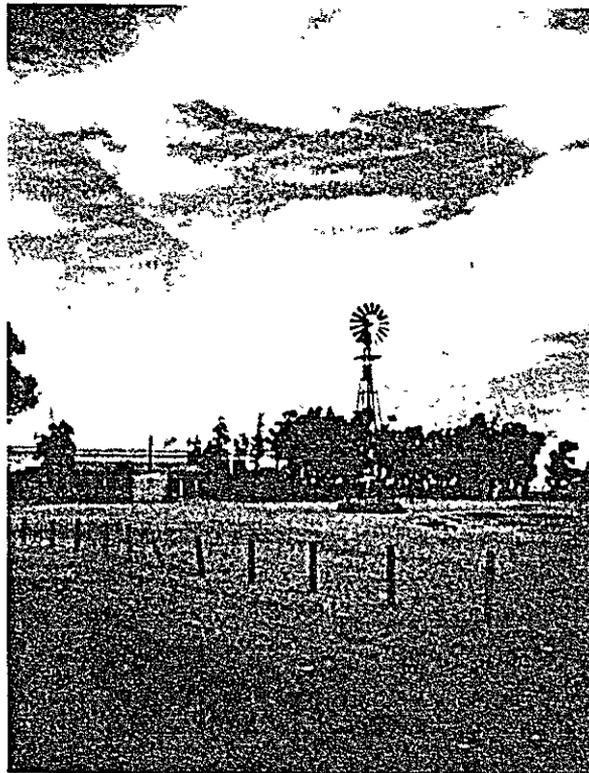
第 VIII-4 表

装置名	負荷平均消費電力(W), 1台当り	シリコン太陽電池			ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池	
		最大出力(W)	出力電圧(V)	モジュール数量	容量(AH)	構成
無人灯台 (10W型)	1.72	12.16	12	36	34.4	40AH(1.2V) を10ヶ直列 接続
テレメータリング (計測局)	10.6	74.94	24	240	106	120AH(1.2V) を20ヶ直列 接続
VHF帯無線 送受信機 (送信出力10W)	1.7	12.02	24	36	17	20AH(1.2V) を20ヶ直列 接続
中波ビーコン	120	848.4	24	2552	1200	1200AH(1.2V) を20ヶ直列 接続

第 VIII-5 表

揚程(m)	ポンプ動力(KW)	太陽電池出力(KW)	備考
5	7.5	18.8	B案
15	11	27.5	C "
30	21	55	D "

Fig. VIII - 11



Ⅸ. 結 言

IX. 結 言

砂漠開発に必要と思われる各種調査事項についての調査内容とそれぞれの結論は、上述の通りである。各事項とも砂漠開発を進めて行くについては是非とも必要なことであるから、これらが実現されて、アラブ連合に人間が居住できるように砂漠が開発せられて行くことを望みたいものである。

しかしこれらの実行には予算をとまうことは勿論である。そこで予算の概略の観念を得るためにその試算を試みた。

テレメーター（集中デジタル方式）観測点20ヶ所 （無線又は有線回線を含む）	250,000,000 円
水中TV 2台 （一台 15,000,000）	30,000,000
ビーコン 3局 （一局 30,000,000）	90,000,000
方向探知機 100台 （一台 36,000）	3,600,000
携帯無線機 200台 （一台 100,000）	20,000,000
移動無線機 20台 （一台 800,000）	16,000,000
灯 台 30台 （一台 1,000,000）	30,000,000
合 計	439,600,000

太陽電池を用いる汲上ポンプについては色々の問題があることは本文において指摘したところであるがA B C Dの4案をプロトタイプとして提案したい。

A案 電力100W 汲上量10m ³ /day 1台	5,000,000 円
B案 電力75KW 汲上量3000m ³ /day 揚程 5 m 1台	182,000,000
C案 電力11KW 汲上量3000m ³ /day 揚程15 m 1台	275,000,000
D案 電力22KW 汲上量3000m ³ /day 揚程30 m 1台	550,000,000

概算の合計はA B C Dの何れを採用するかによって違って来る。

A案のポンプ1台を採用した時の合計	444,600,000
B案の " "	622,100,000
C案の " "	714,600,000
D案の " "	989,600,000

とりあえずA案を実施してCoastal zone Projectの浅井戸に使えば太陽電池の井戸ポンプのプロトタイプの手初めとしての試験が行える。A案をまず試みその上で逐次B C D案に移ることが望ましい。また太陽電池の価格の引き下げについては別途色々の問題が研究せられつつある。これらの研究の成果を得てアラブ連合の砂漠の開発に貢献するであろうことを期待してやまない。

