

6) 水 質

計画対象地域にはCGWBによって掘られた深井戸の他、Dug Wellや浅層地下水を対象とした井戸が数多く存在する。そこで、これらの井戸の水質を検討するため簡易水質分析を実施した。その結果は次のとおりである。

Ambala及びLucknowにて、CGWBにて建設した深井戸及び集落にて設けられた浅井戸にて簡易水質分析を行った。水質分析の結果を表3.2-2に示す。

表 3.2-2 簡易水質分析の結果

地 区	井 戸 名	井 戸 タイプ	導電率 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	大 腸 菌	pH ($^{\circ}\text{C}$)	水 温
Ambala	Housing Board	深井戸	162	検出せず	7.1	30.3
	B・B・M・B Dhalkot	深井戸	151	検出せず	7.2	29.7
	市内の手押しポンプ井	浅井戸	188	無数	7.1	26.5
	CGWB第2分区事務所内の 手押しポンプ井	浅井戸	172	無数	7.3	26.0
Lucknow	I・I・S・R Deposit	深井戸	689	検出せず	7.3	28.9
	NABARD	深井戸	450	検出せず	7.2	28.5
	市内の手押しポンプ井	浅井戸	650	無数	6.8	26.7

上記結果から、深井戸、浅井戸とも導電率は約150~700 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と記録され、地下水が淡水であることを示しているが、大腸菌に関しては浅井戸はどれも無数で、衛生的には飲料水には適していない。このことから、深井戸の重要性が認められる。

また、Ganges平原の沖積平野では砂礫層の堆積時に取り込まれた地層水の影響で汽水性の地下水を賦存している帯水層が存在している。

3. 3 社会環境

1) 基礎インフラの整備状況

(1) 鉄 道

首都Delhiから計画対象地域の各地へは鉄道が通じている。鉄道が通らないのはArunachal Pradeshの1州のみである。インド国内の主要鉄道路線を図 3.3-1に示す。計画対象地域を通る主要鉄道路線は次のとおりである。

Delhi—Ambala (Haryana州) —Amritsar (Punjab州)
Delhi—Kanpur—Lucknow—Varanasi (Uttar Pradesh)
Delhi—Kanpur—Calcutta (West Bengal)

これらの路線にはいずれもDelhiと直通のExpressあるいはMailと呼ばれる長距離急行列車が走っている。その他、主要駅と地方を結ぶローカル線が利用できる。

(2) 道 路

インドの道路網を図3.3-2に示す。インドの道路網はその規格によって次の3つに区分される。

- ① National Highway
- ② State Highway and Major Distric Road
- ③ Rural Road

このうち、①及び②については概ね片側2車線（両側で4車線）の規格となっている。Delhiのような大都市付近では中央分離帯があるが、郊外では対面通行のところが多い。また、他の道路とも平面交差であり、農耕用車両も通行している。これらの状況から見る限り、Highwayと称しているが日本国内における一般国道と同様である。

③については、調査地域内を細かく網羅している。車線は片側1車線（両側2車線）を幹として、両側で1車線の道路が枝のように分岐している。両側2車線の道路はほぼ舗装されているが、両側で1車線の道路では未舗装であることが多い。道路の幅員については、片側1車線の道路でもフェーズIで供与されたリグを搭載したトラックの通行が十分可能である。

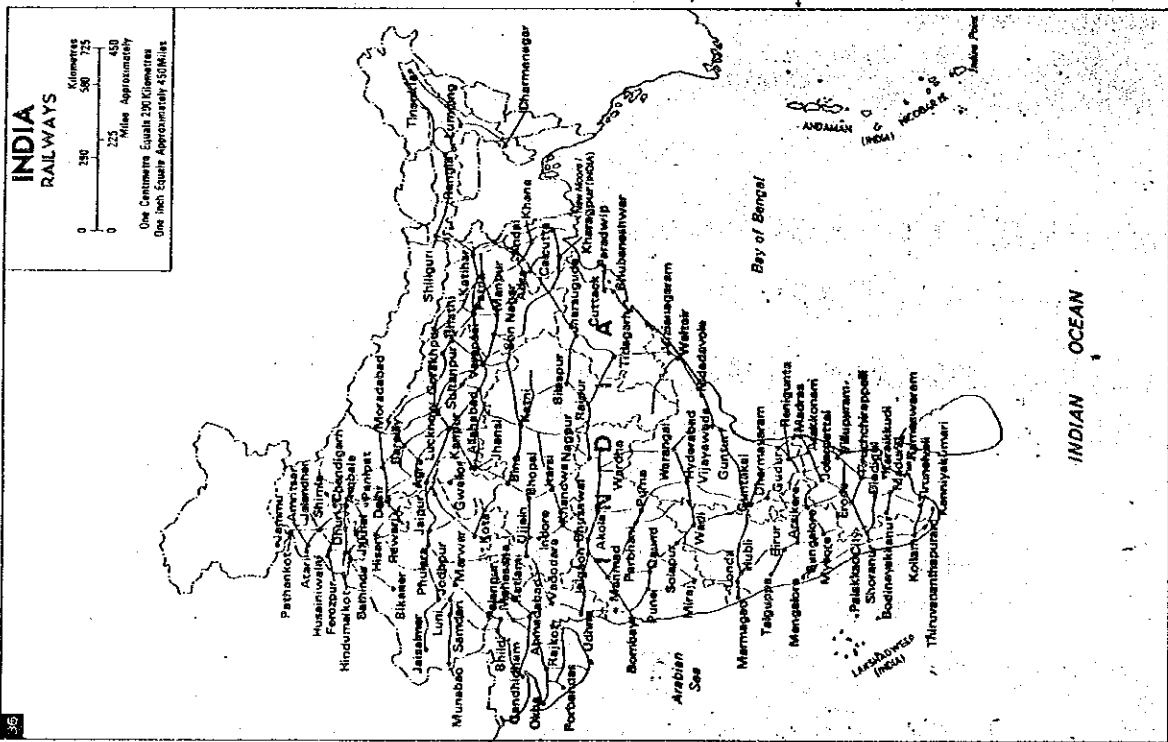


图 3.3-1 铁道线路图

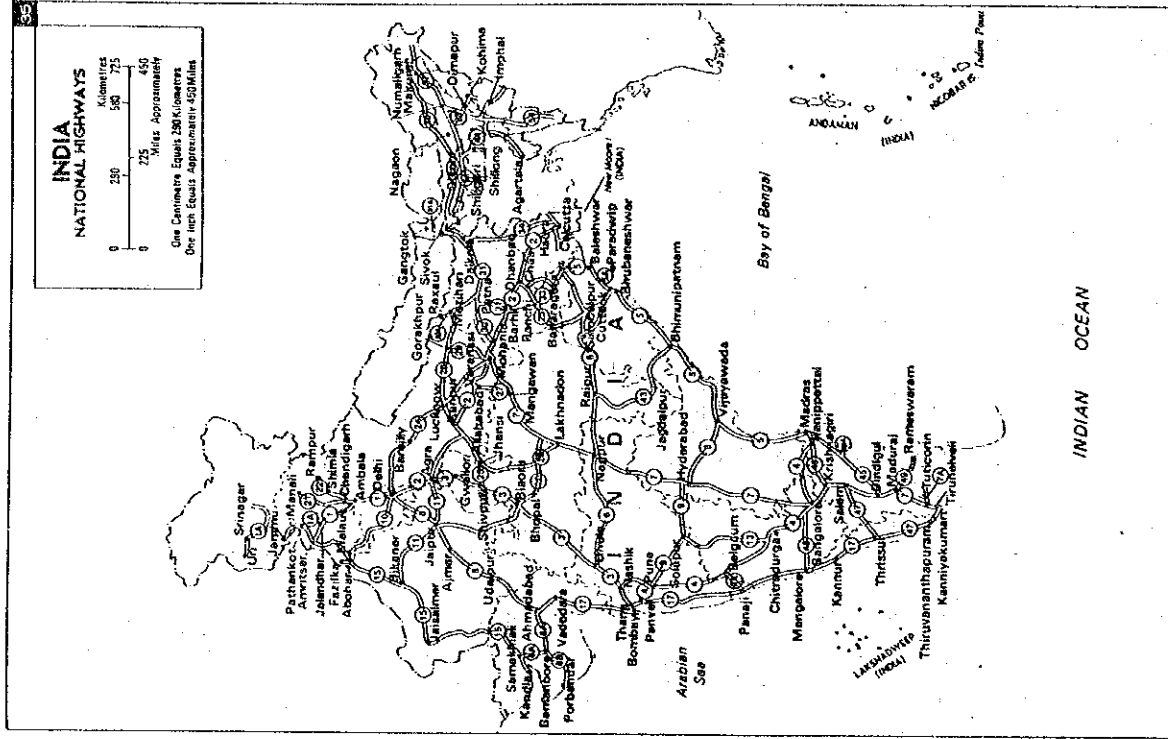


图 3.3-2 主要道路网图

(3) 航空路

インド国内では、Indian Airlines (IC)・Vayudoot (PF)・Air India (AI)の3社が航空路を有している。この中でIndian Airlinesが国内のほとんどの地域をカバーしている。Vayudootは利用客の少ない地方路線を、Air IndiaはDelhiとCalcutta等の大都市を結ぶ路線のみである。図3.3-3に航空路線図を示す。なお、Indian Airlinesの各路線はBoeing 737、あるいはAir Busが就航している。

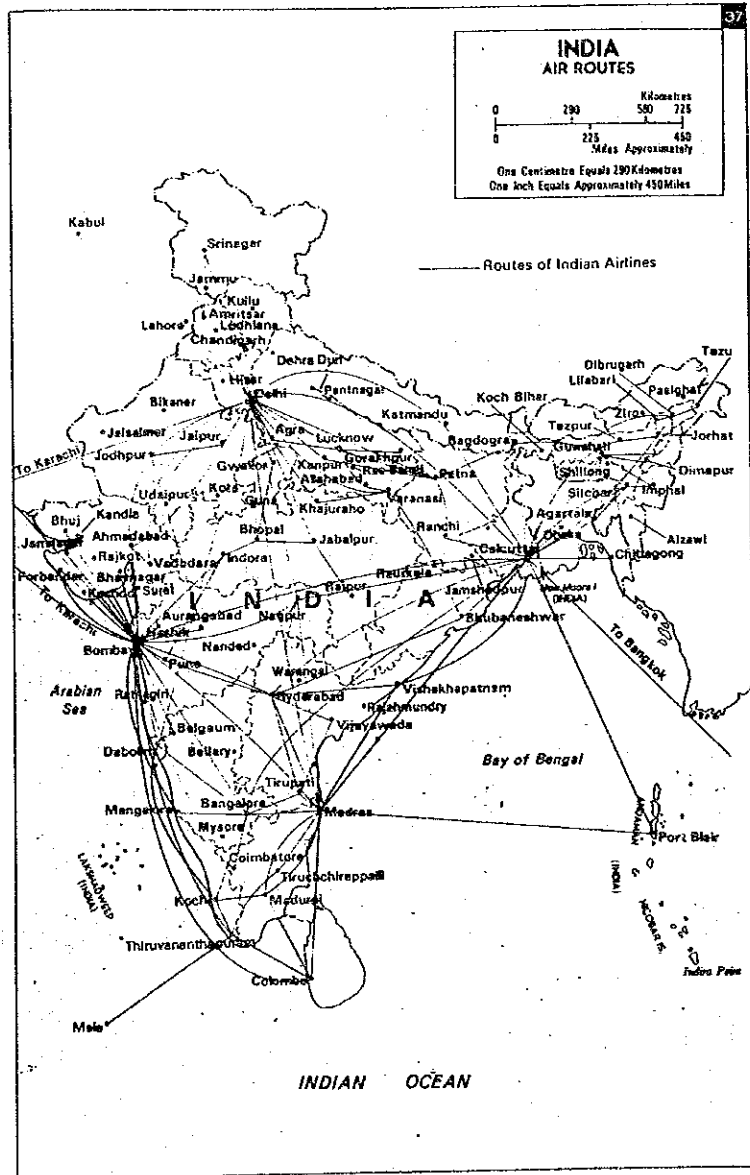


図 3.3-3 航空路線図

(4) 電 気

インド国内の発電所は水力・火力・原子力の3種が存在する。1989年における総発電量のうち水力発電が30%、火力発電が67%となっている。第8次5ヶ年計画では水力発電のシェアを33%程度に増加させる計画となっている。全インドでは総設備容量ポテンシャルとして84,044MWと推算されているが、このうちの約75%に当たる64,000MWのポテンシャルは北部ヒマラヤ地方にあると考えられている。このため、計画対象地域を含む北部ヒマラヤ地方の開発を進め、水力発電を増加させることが課題となっている。

インドにおける電力供給は、5つの地域に区分され各々の電力供給機構 (Regional Electricity Board) が担当している。調査区域を担当するのは次の4つの電力供給機構であり、調査地域内の各村落へ配電している。

Northern Region	: Haryana, Himachal Pradesh, Punjab, Uttar Pradesh
Western Region	: Gujarat
Eastern Region	: West Bengal
North-Eastern Region	: Assam, Arunachal Pradesh

(5) 電話・通信

計画対象地域内の電話網はあまり普及していない。主要都市内においては比較的普及しているが、大部分を占める農村地域では戸別の電話機は設置されていない。このため、電話を利用する場合は、比較的大きな町にある電話局を利用する必要がある。

郵便制度は比較的良く普及している。全国平均で見ると1つの郵便局が約4,600人の人口と約22の地域を受け持っている。また、農村地域では郵便局の機能を持つものとして、数ヶ村ごとに“gram panchayat”あるいは“village council”が存在している。

(6) 上下水道

一部の大都市においては、上水道施設による各戸給水が行なわれているが、これ以外の地域では共同水栓・掘削井戸、手押しポンプによる給水が行なわれているにすぎない。下水道については、大都市を含めてほとんど普及していない。

2) 生活環境

(1) 雇用・所得

全国における15～59才の人口は270百万人で、このうちの労働市場参入人口は200百万人であり、参入率は74.1%であった。200百万人のうちの就業者数は187百万人(93.4%)、失業者数は13百万人(6.6%)である(1985年統計: Seventh Five Year Plan 1985~1990による)。就業者の部門別に見た就業構造は表3.3-1のとおりで、農業の従事者数の割合が50%を上回っている。

表3.3-1 部門別就業者構成(84/85年)

農	業	96.11百万人	51.5%
鉱	業	1.15	0.6
製	造	26.79	14.3
建	設	10.43	5.6
電	力	1.03	0.6
運	輸	10.99	5.9
通	信	0.95	0.5
その他	サービス	39.26	21.0
合	計	186.71	100.0

出所: Seventh Five Year Plan 1985-90

計画対象地域のほとんどが農村地域であるため、農業の従事者数の割合はこれをさらに上回るものと見られる。1986年における工場労働者の年収は、全国平均で9,900ルピーである。計画対象地域内では、West Bengalが13,700ルピーで最も高く、Assamが5,725ルピーで最も低い。両者の差は2倍以上で、地域間格差が大きいことをうかがわせる。

(2) 保健・衛生

保健衛生は地域の開発を進める上で重要な要素である。この分野は州政府が管轄しており、中央政府は方向付け・資金援助を行なっている。長期的な目標は伝染病の抑制・撲滅を目標としている。このため、農村地域ではコミュニティヘルスセンター、プライマリーヘルスセンター、サブセンタ

一等の設置に力点が置かれている。計画では1990年までにプライマリーヘルスセンターは30,000人に1ヶ所、サブセンターは5,000人に1ヶ所の設置を目標とし、2000年までに10万人に1ヶ所のコミュニティヘルスセンターを設置する計画である。

主要伝染病のうちマラリアは公衆衛生活動の結果、1958年の75百万人から1989年の201万人へと極端に減少した。らい病についても1980年には4百万人であったものが、1990年には252万人へと減少している。

3. 4 既実施地下水開発プロジェクト（フェーズ I）の現況

1990年4月及び7月に締結されたE/Nにより実施されたフェーズIプロジェクトで、CGWBにさく井機4台と掘削工具類、及び物理探査機材調達についてわが国の無償資金協力が実施されている。

フェーズIプロジェクトは2回にわけて実施されており、各々以下の資機材が調達された。

第1回	E/N締結日： 1990年4月25日		
調達機材	:	① パーカッション式さく井機	2台
		② ケースドホール工法ツールズ	1式
		③ オープンホール工法ツールズ	1式
		④ 弾性波探査装置	1台
		⑤ VLF電磁探査器	2台

第2回	E/N締結日： 1990年7月6日		
調達機材	:	① パーカッション式さく井機	2台
		② ケースドホール工法ツールズ	2式
		③ 孔内検層器	1台

1) 稼働状況

フェーズIにおける調達機材のうち、さく井機及び掘削用ツールズは第1回調達分は第Ⅲ建設事務所（Varanasi）へ、第2回調達分は第Ⅱ建設事務所（Ambala）へそれぞれ配置されている。調査団訪問時点（1992年7月中旬）での各さく井機の稼働状況を以下に要約する。

(1) 第Ⅲ分区（第1回調達分）

- Sankyo-91/105 : 1991年9月7日よりHaldwaniサイトにてオープンホール工法による工事開始。12月24日に300m削終了。2.050ℓ /分の揚水に成功。
- Sankyo-91/106 : 1991年9月18日よりPataliaサイトにてケースドホール工法による工事開始。70m地点にてドライブパイプ挿入事故により掘削不能

になり中断。1992年2月17日場所を変えて再開し、本調査時点で78m掘削中。

(2) 第Ⅱ分区 (第2回調達分)

Sankyo-91/107 : 1992年4月30日よりGoudpurサイトにてケースドホール工法による工事開始。本調査時点で25m掘削中。

Sankyo-91/108 : 1992年4月30日よりAkalgarhサイトにてケースドホール工法による工事開始。本調査時点で、33m掘削中。

(3) 物理探査機器

配 置 場 所

Hyderabad	: 弾性波探査装置	1台
(第1回調達分)	V L F電磁探査器	2台
Calcutta	: 孔内検層器	1台

(第2回調達分)

: 現地においてテストを行なったのち、インド各地において稼働中である。なお、稼働途中で一部の機器に故障が発生したが、部品交換の手配が行なわれている。

2) 維持・管理状況

フェーズⅠにて調達されたさく井機関係の機材は、主にCGWB地方建設事務所にて管理・運営されている。同事務所は、井戸建設用機材のストックヤード、スペアパーツの倉庫、修理工場を有しており、調達機材はかなり良い状態で管理されている。

倉庫にはフェーズⅠで供与された、主にスペアパーツや掘削ツールスが保管されているが、すべての部品には整理番号を付ける等、整理されている。また、倉庫には在庫品記録責任者をおき、小さな部品でもすべて出納が記録されており、大切に使用されている。

修理工場の敷地は十分な面積を有しており、修理道具、機械も整備されている。簡単な日常修理のみならず、トラックやさく井機等の大がかりな修理も対応できる組織と機材を有している。

また、物理探査機材は、Hyderabadの南部地方事務所にて管理・運転されている。ここには物理探査を担当するGeophysicistが配置され、スペアパーツを含め良好に維持管理が行なわれている。

フェーズ I にて調達された各機材の現在までの使用期間はいずれも 1 年未満（調査団訪問時）と短いため、調達機材の稼働状況等を的確に評価することは困難である。しかし、倉庫、修理工場の管理・運営体制及び掘削現場の技術力、組織力は十分有しており、調達された資機材はかなり良い状態で活用されている。

調達されたさく井機 4 台のうち、オープンホール工法によって掘削された Sankyo-91/105 は現在までに 1 本のさく井に成功しているものの、ケースドホール工法によって掘削中の井戸（さく井機番号 Sankyo-91/106、107、108）は未だ 1 本も完成されていない。通常、オープンホール工法によって掘削する日本の常識では、これは大変長い工期で、かつ人件費、機材費のコスト面でも非効率である。これに対し、従来ケースドホール工法で対応していたインド側では 3 ヶ月で 300m の掘削を完成させたオープンホール工法は驚異的な事例となった。

したがって、フェーズ I で調達された日本製さく井機とオープンホール工法技術の紹介は、インド側ではかなり高い評価を得ており、その結果、積極的に既調達機材の活用に取り組んでいる姿勢が感じられた。

その一例として、オープンホール工法に必要な工事用水を運搬する給水トレーラーを自費にて新規調達し、調達さく井機にそれぞれ配備させるなどの工夫をしている。第 2 回調達分のさく井機は、調査団サイト訪問時は、コミッションングの期間中であり、日本人技師による技術指導中であった。CGWB は多数の研修生をこの現場へ参加させており、かなり熱心に技術習得に努めている。

さく井機のツールズ関係及び物理探査機器の一部で若干の改良を検討する必要性が現場作業において認められている。また、スペアパーツに関しては、機械そのものの運転時間が少ないため、オイルフィルター等の一部の交換を除いてほとんど消耗されていなかった。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

C G W B の掘削計画対象地域では地下水の開発が遅れ、農村基盤の整備も遅れた地域である。このため、C G W B はこの地域の地下水調査を行なうとともに開発を行うため、2005年迄に約 1000本の掘削計画を持っている。しかしながら、掘削対象が玉砂利層(boulder formation)であり、層厚は 300m以上に及ぶと見られることから、C G W B の保有するさく井機ではこれを 100 ~ 150 m以上掘削することはほぼ不可能である。このため、C G W B の掘削計画はこの面で大きな困難に直面している。そこで、同地域の地下水開発を推進するために不可欠な、玉砂利層掘削が可能なさく井機を調達しようとするのが本計画の目的である。

4.2 要請内容の検討

1) 計画の妥当性・必要性の検討

C G W B は対象地域での井戸掘削について、当初次の様に計画していた。

→ C G W B の計画

- (1) パーカッション式さく井機による掘削対象となる玉砂利層の分布面積は約 150,000km²と想定され、C G W B ではこの地層に対し、125km²で 1本の割合で掘削を実施していく計画とした。そうすると、全体では1,200本の掘削が必要である。
- (2) C G W B は日本から調達した以外のパーカッション式さく井機を 8台（いずれも中型機）所有しており、これまでに玉砂利層の薄い地域で約 200本の掘削を実施済みである。従って、残り 1,000本の掘削が必要となる。
- (3) 一方、日本製のさく井機は調達後、オープンホール工法（インド側では初めての経験で、これまでこの技術を知らなかったためケースドホール工法という非効率的な工法で掘削していた）により 300mの玉砂利層を 3ヶ月で掘削するという実績を作った。C G W B はこれを高く評価し、日本製さく井機の掘削能力は従来のさく井機の 3台分に相当するとの評価を下した。
- (4) フェーズ I で 4台が既に調達されているが、このうち 3台はケースドホー

ル工法に対応した装備となっている。この3台について、フェーズⅡ（今回）でオープンホール工法に対応した装備に換装する計画である。これに加えて今回3台が新たに調達されれば7台となり、従来のさく井機と合わせた掘削能力は8台+7台×3倍=29台のさく井機を保有することに等しくなる。

(5) CGWBの掘削計画は第8次5か年計画において、目標年次を2005年として、上記の掘削を予定している。すなわち、1992年度以降13年間に1000本の試掘を行うことが必要である。

(6) 従来のさく井機は年間3本の試掘が可能であるため、本計画実施後は29台×3本=87本が1年間に掘削可能となる。

$87\text{本}/\text{年} \times 13\text{年} = 1,131\text{本} > 1,000\text{本}$ となり目標は達成される。従って、今回要請された3台のさく井機が必要となる。

しかしながらCGWBとの協議・検討の結果、次の点で前記CGWBの計画に難点があることが判明した。

(1) 玉砂利層の分布面積約150,000km²には、今回対象地域とならないJammu & Kashmirが含まれており、これを除いた分布面積は121,000km²となる。

(2) 日本製さく井機は1本だけの実績しか無いが、300mを3ヶ月で掘削しているため、単純計算では300m深度迄年間4本の掘削が可能と判定される。これは、前記(3)にある従来のさく井機の3倍の能力(3本/年×3=9本/年)との差が大き過ぎるのではないかということが指摘される。

そこで調査団としては次の様な検討を行った。

一 調査団の検討

(1) 玉砂利層の堆積環境を考慮すると、分布面積125km²に1本の割合で井戸掘削を行うことは、当該地域の水理地質構造を把握し、地下水開発を行ううえで妥当であると判断される。

(2) CGWBは既に200本を掘削済みであるから、

- i) 玉砂利層の様子がわかったため、現在の掘削ビットの形状に改良の余地があること。
 - ii) 掘削ビットの重量についても、更に重量を大きくすることが可能であること。
- (6) 上記(5)の条件により、掘削能力は 10%以上の向上が十分に期待できる。
- (7) 仮に 10%の能力向上とすると $8.2 \times 0.9 = 7.4$ 台となり、今後の CGWB 側の経験が増えるにつれて、掘削能力が向上することを考慮すれば $7.4 - 7.0 = 0.4$ (台) の不足分は十分に補うことができると判断する。
- (8) 掘削対象地層は玉砂利層であるため、ロータリー式さく井機での掘削は困難であり、効率的に掘削するためにはパーカッション式さく井機が必要である。

以上の検討結果からさく井機 3台の要請数は妥当と判断する。

次に、物理探査用機材についての検討を加える。

物理探査用機材は計画対象地域のほか主として hard rock area と呼ばれる硬岩分布地域で使用される予定である。hard rock area はインド全国の約70%の約 2.2百万km²を占めている。このうち地下水探査が終了しているのは約 20%程度である。したがって、これらの未調査区域の調査を進める必要がある。

CGWBには全体で 35名の Geophysicistがおり、地下水の物理探査を担当している。これらの技術者は物理探査用機材を使用して調査を遂行する能力を有していると見られる。一方、CGWBの保有する探査機材は表4.2-1に示す通りであり、明らかに探査機材が不足していると考えられる。物理探査は、井戸掘削位置の選定や掘削後の帯水層の決定（ストレーナー設置深度の決定）に欠くことが出来ないものである。

したがって、インドにおける今後の地下水開発の重要性・緊急性を考慮すると、要請されている探査用機材調達のための無償資金の供与は妥当であると判断される。

表4.2-1 物理探査用機器一覧（フェーズ I 実施後）

機器名	台数（台）
地表電気探査器	19
V L F 測定器	4
地震探査器	3
電磁探査器	2
孔内検層器	9 (20)*

*20台所有しているが、9台しか使用できない。

次に、C G W B の計画が実施された後の裨益効果を検討する。

- (1) Haldwaniで掘削された井戸の能力は、揚水試験の結果 2.0251/分（日量換算 2,916m³）以上と言う結果が得られている。これについて、この値は水中ポンプの能力の限界によるもので、水中ポンプ容量が大きいものであれば、この値以上の結果が得られるという見解をC G W Bは有している。
- (2) 玉砂利層の帯水層特性は分布地域全体にわたってほぼ同様であると見做す。
- (3) C G W B の掘削計画は 13年間で 768本の井戸を掘削する計画であるから、 $768 \div 13 = 59$ (本) となり、1年間で約 60本の井戸が掘削されることになる。このうち、日本からの調達さく井機での掘削分は $60 \times 2/3 = 40$ (本) である。
- (4) 水中ポンプの 1日の運転時間を 12時間及び 18時間とした時の飲料水供給可能人口及び灌漑可能面積を求める。（表4.2-2 参照）なお、飲料水の給水基準は 45l/人/日、灌漑水量は、2,000mm/年とする。また、飲料水と灌漑用水の比率は 2:8とする。

表4.2-2 地下水供給可能量 (1年)

ポンプ運転時間	12時間	18時間
揚水量	2.025l/分x720分=1.458(m ³) 1.458m ³ /本x60本=87.480(m ³) 87.480m ³ /日x365日=31,930.200(m ³)	2.025l/分x1,080分=2.187(m ³) 2.187m ³ /本x60本=131.220(m ³) 131.220m ³ /日x365日=47,895.300(m ³)
飲料水供給可能量	6,386,040m ³	9,579,060m ³
飲料水供給可能人口	388,800人 (259,200人)	583,200人 (388,800人)
灌漑用水量	25,544,160m ³	38,316,240m ³
灌漑可能面積	1.277ha (851ha)	1.916ha (1,277ha)

() 内は日本製さく井機による

- (5) 西暦 2005年迄にCGWBの予定通りの井戸掘削が行なわれたとすると、その場合の地下水開発量は表4.2-3のようになる。

表4.2-3 地下水開発量 (掘削計画終了後)

ポンプ運転時間	12時間	18時間
地下水開発量 (千トン)	415,093	622,639
飲料水供給量 (千トン)	83,019	124,528
飲料水供給人口 (千人)	5,054	7,582
灌漑用水供給量 (千トン)	332,074	498,111
灌漑面積 (ha)	16,604	24,906

- (6) 表4.2-2~3に示すように、CGWBの計画が実施された場合の裨益効果は極めて大きく、これによる波及効果も著しいものである。

2) 実施・運営計画の検討

(1) 実施機関及び運営体制

本計画の実施担当機関は第2章2.3で述べた如く水資源省(MWR)に所属する中央地下水機構(CGWB)である。CGWBの組織は図2.3-1に示した通りである。ここでは、実際の調査を担当する地方組織について述べる。

i) さく井建設部門

さく井建設部門には 2,800人の人員が所属している。作業を直接担当する Divisional office の組織図を図4.2-1に示す。

掘削作業は、Driller in charge 以下 23名で構成される。さく井機がロータリー式の場合は 3班による交替で 24時間の掘削作業を行なう。パーカッション式の場合は 2班による交替で 16時間の掘削作業が行なわれる。

ii) 物理探査部門

物理探査部門は、Scientist-D を中心に 45名の物理探査技師が所属している。その内訳は次の通りで、45名が全国の Regional office に分散して所属している。

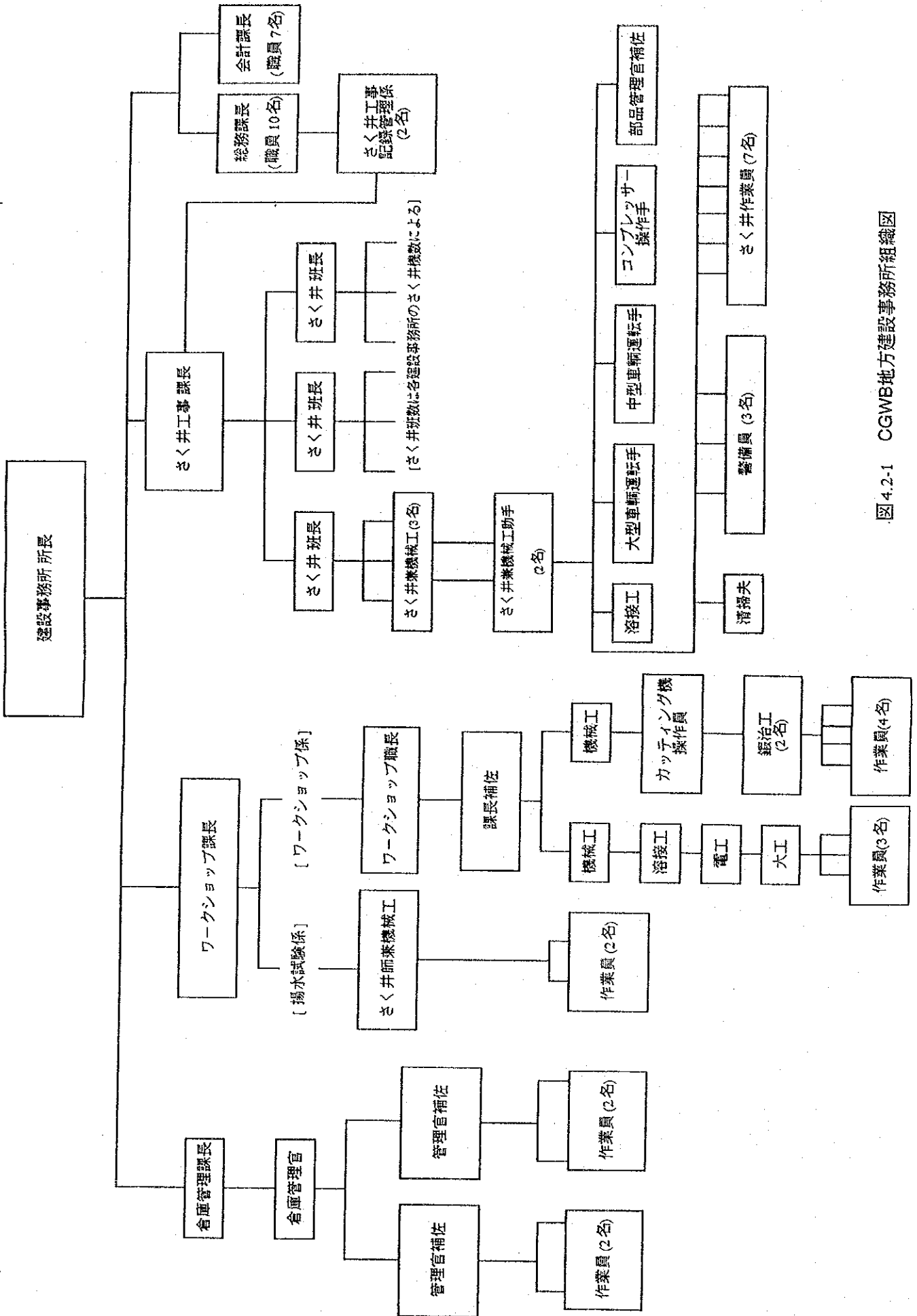


図 4.2-1 CGWB 地方建設事務所組織図

物理探査技師－D	1名
物理探査技師－C	7名
物理探査技師－B	12名
物理探査技師－A	25名
合 計	45名

実際の物理探査作業班の構成は、探査の種類によって次のように編成される。

(i) 弾性波探査及び大深度電気探査

物理探査技師 A～B	2～3
測量技師	1
電気技師	1
運転手	2～3
人夫	6～8

(ii) 電気探査

物理探査技師 A又はB	1
測量技師	1
運転手	1
人夫	4～6

(2) 人員・予算計画

(i) 人員計画

CGWBの職員数は1991年3月31日現在で、表4.2-4に示す通りである。

表4.2-4 CGWBの職員構成

グループ	定数	充足数	空席
A	392	309	83
B	320	267	53
C	2,623	2,317	306
D	2,011	1,840	171
合計	5,346	4,733	613

職員数定数は 1989年の 5,282名と比較すると 64名の増員となっている。また、CGWBの説明によれば、フェーズⅠのさく井機調達後にも増員が行なわれており、フェーズⅡで新たにさく井機が調達されればそれに見合う増員を行なう予定である。CGWBは掘削作業を外部に委託することは無く、全てを直営で実施しているためこの増員は必要なものである。人員計画に関しては、CGWBは本計画を遂行するうえでの十分な人員計画を有していると考えられる。

(ii) 予算計画

表4.2-5に 1985年以降の支出（第7次5か年計画期間内）と 1990年～1992年の予算を示す。

表4.2-5 CGWBの予算

	年	給与・維持費	機器費	事業費	建物費	合計
支 出	1985-86	813.76	203.97	309.75	10.37	1337.85
	1986-87	1003.89	1442.86	351.18	0.19	2798.12
	1987-88	1282.78	1378.11	423.93	0.18	3085.00
	1988-89	1461.76	1609.95	427.52	0.18	3499.41
	1989-90	1542.80	631.75	475.00	19.00	2763.55
	計	6104.99	5266.64	1987.38	29.92	3483.93
予 算	1990-91	1796.79	1137.40	475.31	4.81	3414.31
	1991-92	2016.00	2963.40	550.00	50.00	5629.00
	1992-93	2135.00	3370.00	600.00	100.00	6205.00

各年度の支出・予算は順調に増加しているが 1990年度以降の伸びが特に顕著である。この伸びはフェーズⅠの資機材調達と機を一にしており、予算面でも妥当な措置が講じられている。

CGWBは掘削した井戸を州政府へ移管しているが、その井戸の能力によって井戸を区分し、そのランクに応じた費用を州政府から徴収し、投入コストの回収を図っている。井戸の区分と回収額は表4.2-6の通りである。

表4.2-6 井戸の区分とコスト回収額

ランク	揚水量 (米ガロン/時間)	コスト回収額
A	20以上	全額
B	10-20	ケーシング費用のみ
C	10未満	無料

(3) 類似計画及び国際機関の援助計画

i) 類似計画

インドにおける地下水開発事業はCGWBが統括している。CGWBが井戸掘削を行なう他、州政府がCGWBの助言を得て直接井戸掘削を行なっている。しかしながら、州政府が掘削する井戸は100～150m以浅のものであり、CGWBが計画している300m級の掘削能力は州政府には無い。従って、州政府の地下水開発がCGWBの計画と重複することは無い。

ii) 国際機関の援助

インドへの外国からの援助は、我が国によるフェーズI以外にUNDP・イギリス・アメリカ・オランダ・スウェーデン・カナダ等から行なわれている。外国からの援助によって実施されたプロジェクトを表4.2-7に示す。また、その対象地域を図4.2-2に示す。

表4.2-7 外国からの援助

プロジェクト名	実施年	援助機関
Project for Ground Water Exploration in Bihar	1968-1971	オランダ
Groundwater Studies in Rajasthan & Gujarat	1967-1971	UNDP
"	1971-1974	UNDP
Ground Water Project in Andhra Pradesh and Karnataka	1971-1975	カナダ(CIDA)
Ground Water Studies in Noyil, Amravati and Ponnani River Basins	1975-1979	スウェーデン(SIDA)
Ground Water Studies in Ghaggar River Basin	1975-1979	UNDP
Water-Balance Studies in Upper Betwa River Basin	1975-1979	イギリス
Water-Balance Studies in Coastal Kerala	1979-1984	スウェーデン(SIDA)
Pilot Project on Artificial Recharge in Gujarat	1981-1988	UNDP

表4.2-7に示したプロジェクトはすべて終了している。今後の計画については、現段階では本計画以外には予定されていない。

CGWBは表4.2-7に示した技術援助の他、外国からさく井機の援助を受けている。これを表4.2-8に示す。

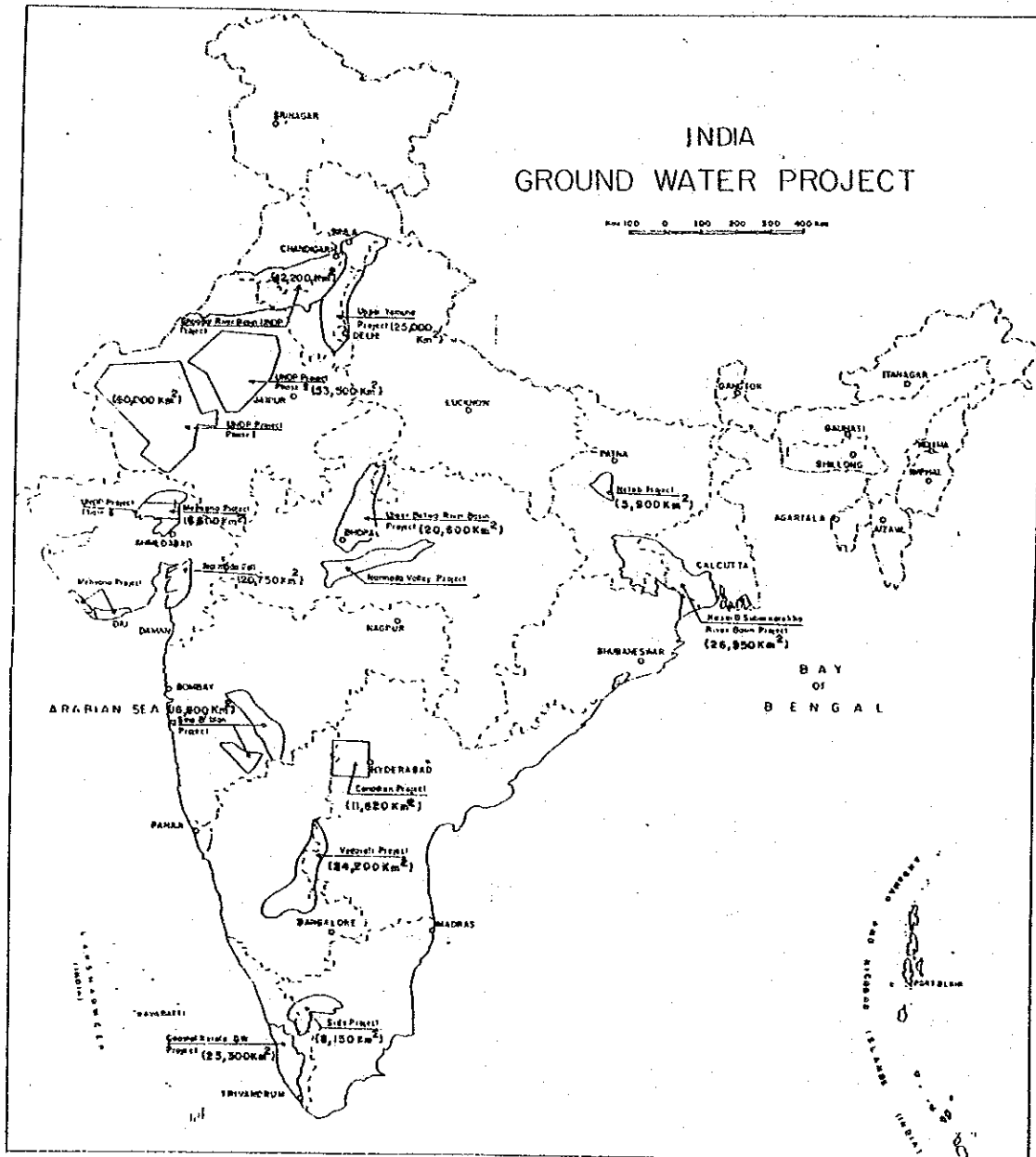


図4.2-2 既実施援助プロジェクト対象地域図

表4. 2-8 外国援助によるさく井機

援助国	機種	台数
UNDP	DR	1
	DTH	1
アメリカ ソ連	DR	17
	DR	8
イギリス	DTH	3
カナダ	DTH	1
日本	PC	4
合 計		35

CGWBは合計 35台のさく井機を外国から供与されている。このうち、日本の無償資金協力により調達された 4台のみがパーカッション式である。これ以外の 31台はロータリー式又はダウンザホールハンマー式であり、本計画で掘削する予定の玉砂利層には適用できない。

(4) 要請機材の内容

本無償資金協力で調達しようとする機材の概要は以下の通りである。これらの仕様・数量等については次章の「基本設計」において検討・決定する。

- i) パーカッション式さく井機及びツールズ
- ii) 既調達済さく井機用オープンホールツールズ
- iii) 5トンクレーントラック
- iv) 水中ポンプ
- v) 孔内検層器
- vi) 微流速計
- vii) 弾性波探査器
- viii) 深部電気探査器
- ix) 信号平均処理型電気探査器
- x) 極低周波探査器
- xi) スペアパーツ

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5. 1 基本方針

本プロジェクトは、地下水開発が遅れているヒマラヤ山脈山麓部の玉石層分布地域 8州を対象とし、通年にわたり枯渇しない安全な飲料水と灌漑用水を供給することを目的に、深井戸建設用機材調達のための無償資金協力を実施するものである。フェーズⅡとして位置付けられる本プロジェクトは、効率的な目標達成のため、1990年度E/Nに基づきフェーズⅠ（第1次地下水開発計画）で既に無償資金協力によって調達された機材との適切な互換性を考慮した機材計画を設計することとする。

また、本プロジェクトは、日本政府による無償資金協力のもとで実施が検討されるため、その制度上の条件も設計上大きな前提となる。

従って、本プロジェクトに対する基本設計は、インド側の特殊条件、計画対象地区の諸条件、日本の無償資金協力の仕組など各諸条件に対する対応を充分配慮することを前提とし、下記の基本方針に基づいて行なうものとする。

- 1) インドにおける地下水開発に係る国家政策、規則、基準に適合させる。
- 2) 計画対象の各地区に標準的に適用することができ、なおかつ経済的な機材を計画する。
- 3) 地域的气候条件及びCGWBさく井建設部の現状及び慣行を配慮した計画を策定する。
- 4) 高温度等の自然条件、長距離移動等の地域条件に適合でき、なおかつ維持管理の経済性、便宜性を考慮した機材を計画する。
- 5) 要員数、チーム数、技術レベル等、CGWBの計画運営状況に適した機材を計画する。
- 6) 機材の選定はCGWBの保有機材の標準化、スペアパーツの確保、維持・管理、操作の容易性、調達効果を考えると、フェーズⅠにて調達された機材と同等の仕様を前提に策定する。

- 7) 要請されている機材で、CGWBの掘削計画の実施に不必要なものは無償資金協力対象外とし、また、要請に含まれていない機材でも、本計画の実施に不可欠なもので、無償資金協力の趣旨及び対象に適合する内容であれば対象として検討する。

5. 2 設計条件

前節にて述べた基本方針に基づき、CGWBの掘削計画に最も適した機材の仕様、数量を決定するための設計条件を以下に検討する。

1) 掘削対象地質

本計画での掘削対象となる地質は、boulder formation と呼ばれる玉砂利層であり、その層厚は 200 ~ 300m である。玉砂利層は本計画対象地域 8 州内で 121,000km² とかなり広範囲にわたり分布している（前掲表 2.2-2・図 3.2-7 参照）。調達を検討するさく井機はこの玉砂利層を対象に最大深度 300m まで掘削可能なものとする。

2) 掘削計画

第 4 章「計画の内容」で述べた対象地域での 2005 年までの掘削計画数は 768 本である（前掲表 2.2-2）。そのうち、日本の無償資金協力によって調達済（4 台）及び今回調達予定（3 台）のさく井機にて掘削される井戸数は 512 本と見込まれる。したがって年間約 39 本の掘削が必要となるため、効率的な掘削工法により、一井当たりの工期の短縮を図るものとする。

3) 標準井戸構造

さく井機の適正な能力、及び掘削工具の選定のため標準的な井戸構造を設定する必要がある。対象となる玉砂利層の層厚、及びフェーズ I での実績から最大深度は 300m とする。掘削口径は、地質条件、計画水量及び、調達ケーシングパイプの口径の 3 要素によって決まるが、20 インチ掘削径と、16 インチ掘削径の 2 種類への対応とする。各井戸の上部には孔壁を保護するためコンダクターパイプが設置される。このため、20 インチ井については 25 インチ掘削径、16 インチ井については 18 インチ掘削径を用意する必要がある。コンダクターパイプの挿入深度は表層地質の固結状況、風化状況に対応しドリラーが判断する

ものとし、その範囲は10～50mとする。図5. 2-1に25'×20'井戸、図5. 2-2に18'×16'井戸の標準構図を示す。各タイプ共、設置するケーシング及びスクリーンパイプの口径、配置によって図に示す様に3タイプに分かれるが、いずれの場合も掘削口径は同じである。ケーシング及びスクリーンパイプの配置は、インド側が各井の計画水量・目的によって適宜対応出来るものとした。

以下に井戸構造の基本設計条件を要約する。

- (1) 掘削口径により25'×20'と20'×16'の2種類の井戸口径とする。
- (2) 掘削深度は、各井とも最大300mとし、コンダクターパイプ設置深度は10～50mとする。
- (3) 揚水試験は最大揚程150m、水量2,000l/分で計画されている。この能力のポンプ口径は最小でも10インチケーシング対応となっているため、各井ともポンプ設置位置のケーシング口径は10インチ以上とする。

上記設計条件及び、標準構図から必要とする掘削口径ビットのサイズをまとめ表5.2-1に示す。

表5.2-1 井戸タイプ別ビットサイズ表

井戸タイプ	コンダクター用 ビットサイズ	コンダクター パイプ口径	ケーシング用 ビットサイズ	上部ケーシング 口径	ケーシング、 スクリーン口径
A	25	24	20	-	14
B	25	24	20	14	12-3/4
C	25	24	20	-	12-3/4
D	20	18	16	12-3/4	10-3/4
E	20	18	16	-	10-3/4
F	20	18	16	12-3/4	8-5/8

注) 1) 掘削深度：最大300m

2) コンダクターパイプ設置深度：約10-50m

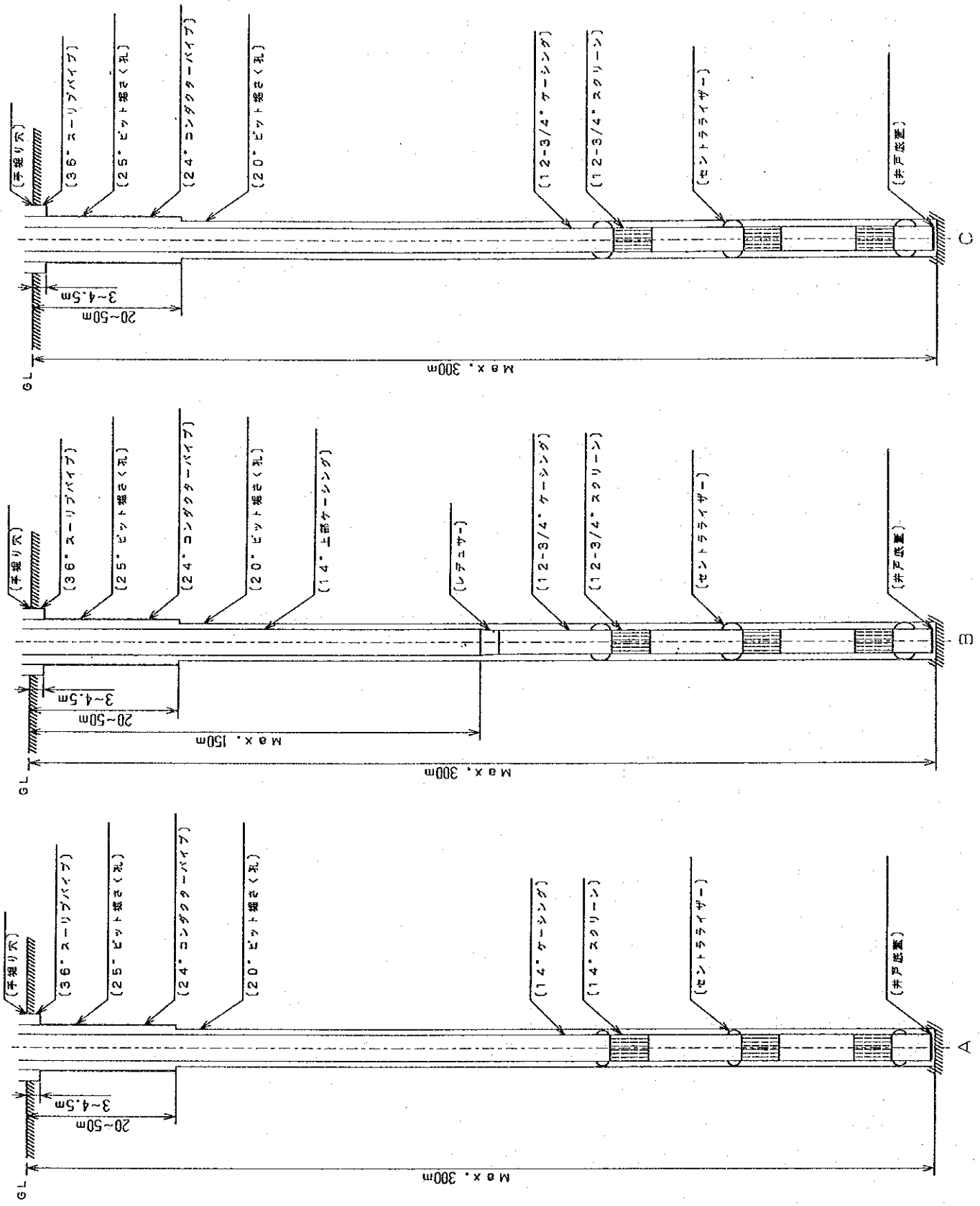


図5. 2-1 25" x 20" 口径井戸構造図

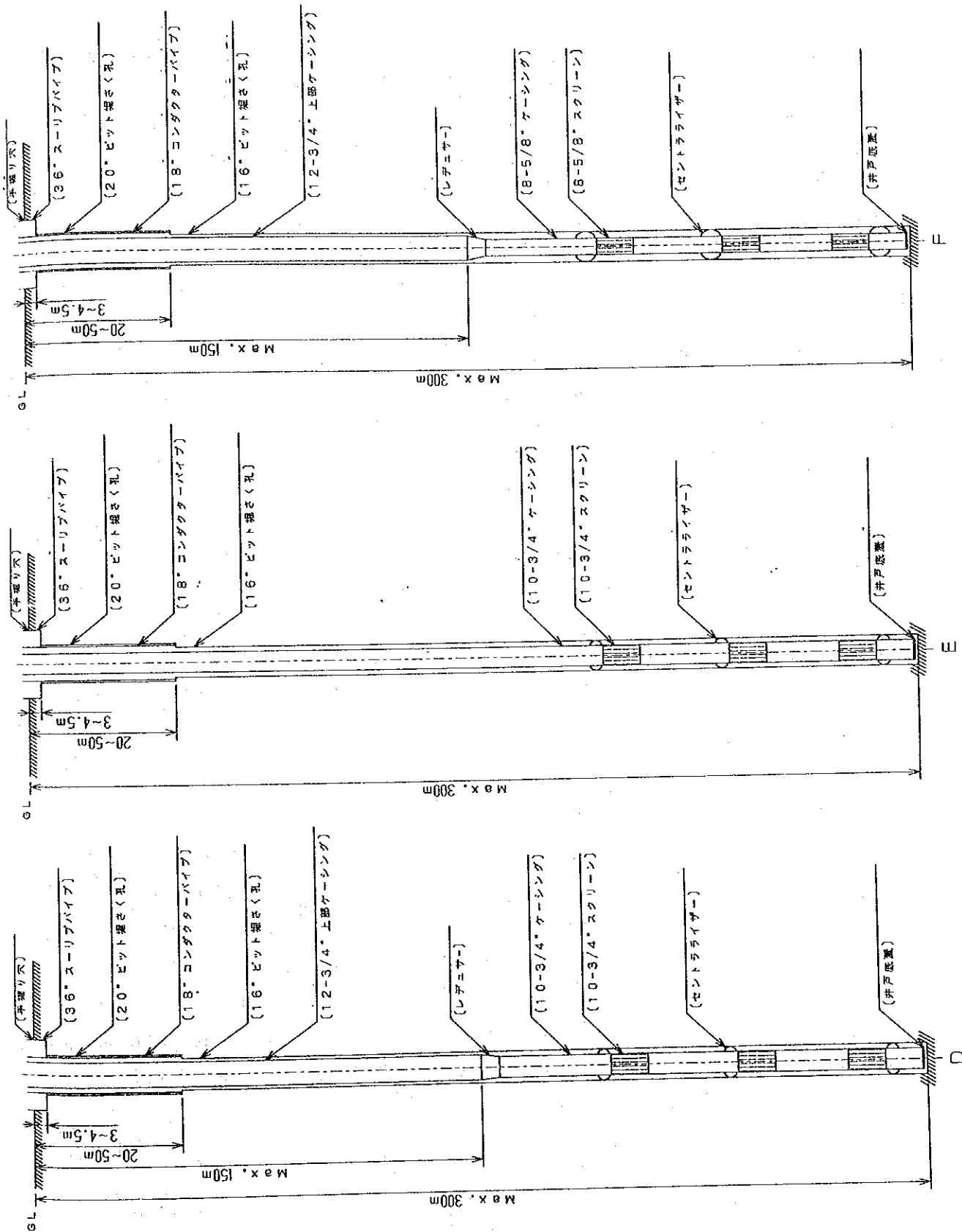


図 5. 2-2 20" x 16" 口径井戸構造図

5. 3 機材計画

1) 主要機材の選定

前節で検討した設計条件及び基本方針に基づき、CGWBの計画に必要な主要機材の選定を行なう。

I 深井戸建設用機材

1. パーカッション式さく井機及びツールズ
2. 既調達さく井機用オープンホールツールズ（3台分）
3. 5トンクレーントラック
4. 水中ポンプ

II 物理探査用機器

1. 孔内検層器
2. 微流速計
3. 弾性波探査器
4. 深部電気探査器
5. 信号平均処理型電気探査器
6. 極低周波探査器

以下に、適切な機材の選定を行なう。

(1) パーカッション式さく井機及び掘削ツールズ

i) さく井機のタイプ

さく井機の掘削方式としては、大きく分けて、ビットの回転力により地層を未分砕、切削する「ロータリー方式」と、ビットの上下運動による衝撃力により地層を突き崩す「パーカッション方式」がある。

本計画対象地域の玉砂利層は、ロータリー方式では元来掘削不能であり、フェーズIではパーカッション方式のさく井機が採用されており、成果をあげている。したがって本掘削計画でもパーカッション方式を採用する。

ii) 掘削方法

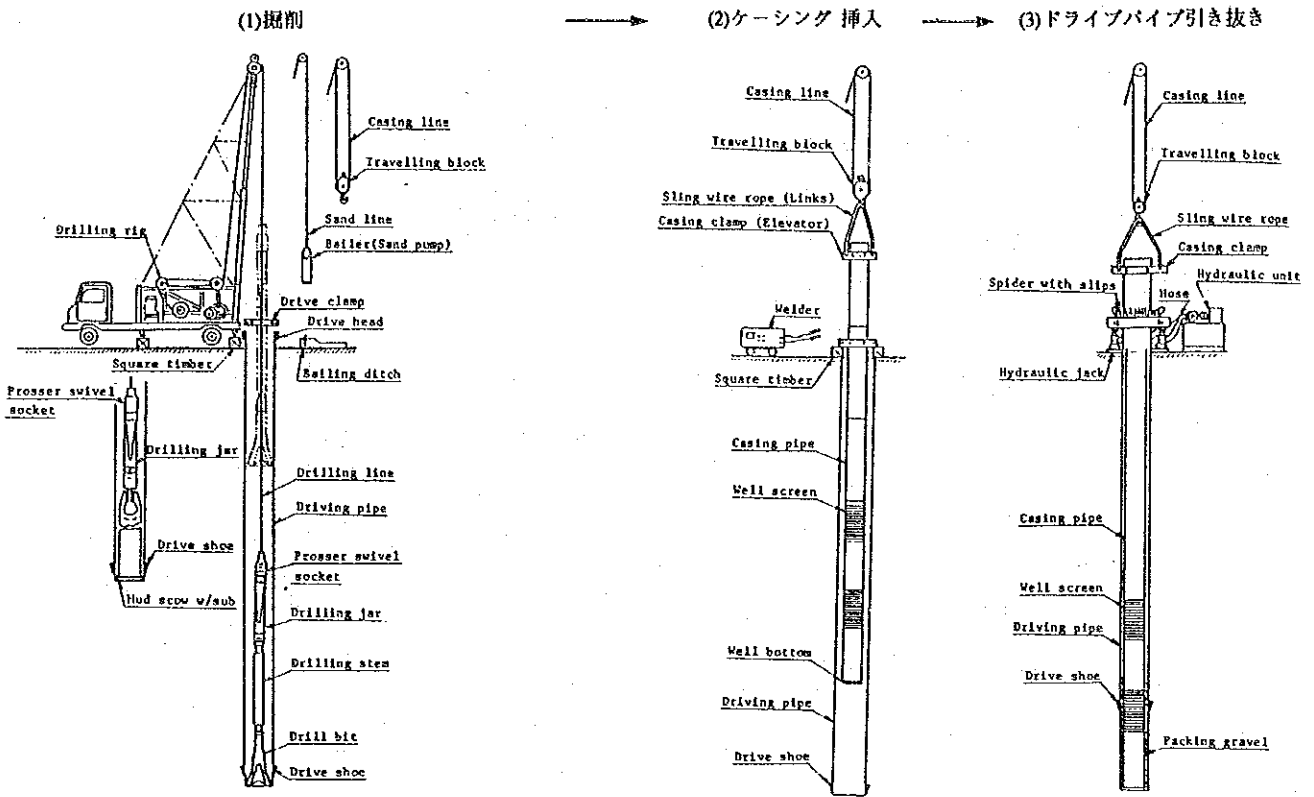
パーカッション方式のさく井機の掘削方法としては、オープンホール

工法とケースドホール工法の 2種類がある。ケースドホール工法及びオープンホール工法の工程と使用ツールを図5.3-1に示す。ケースドホール工法は、従来インドで採用されていた工法で、孔壁を保護するため、ドライブ・パイプを孔内に挿入しながら掘削する工法である。この工法はパイプにより孔壁の崩壊は防げるものの、通常の掘削作業が1工程多いだけでなく、パイプの挿入作業と、掘削終了時の引き抜き作業が工程に加わる。このため、工事日数・コストが多くかかるほか、ツールもオープンホール工法と比べて多種になる。

一方、オープンホール工法は、ドライブパイプを使わず泥水で孔壁を保護し、泥水比重・粘性により掘くずを浮遊させて掘進する工法である。日本では古くからこのオープンホール工法が使われており、500m級の深井戸掘削の実績がある。

以下に工事実績により、これら 2工法の比較を行なう。

ケースドホール工法



オープンホール工法

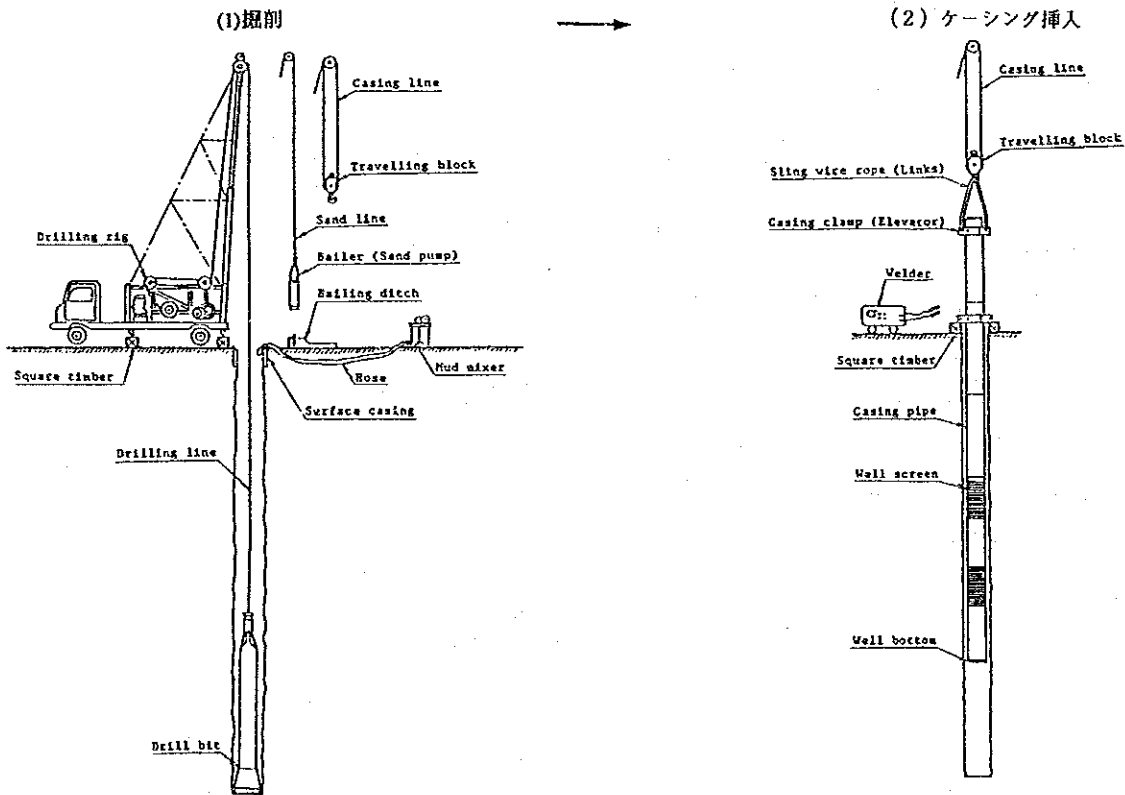


図5.3-1掘削工程とツールズ

iii) 工期面の比較

フェーズIで調達された4台のさく井機は、インド側による従来方法での要請に基づき、ケースドホール工法用のツールスが採用されたが、その内の1台のみオープンホール工法用のツールスも一部調達された。その結果、3.4節で述べた様にオープンホール用ツールスを装備したさく井機は、3ヶ月で300mの掘削を完成させた実績を持つ。これに対して、ケースドホール用ツールスを装備した他の3台のさく井機は、工事開始後11ヶ月経過したもので約80m、工事開始後3ヶ月経過したもので25m～33mの掘削しか終了していない。

インドではケースドホール工法による井戸で300mの掘削は未だ実績がなく、深井戸の例としては1991年にJammu and Kashmir州でのCGWBによる150m掘削が最深の例である。CGWBの記録では、150mの掘削に6ヶ月かかっている。この例から、単純に深度を倍の300mとすると工期は12ヶ月となり、これはオープンホールの工期の3ヶ月の4倍に相当する。

iv) コスト面の比較

既調達さく井機によるオープンホール工法での300m掘削時のコストは以下の通りである。

1. 人件費（掘削チームのみ）	Rp	152,000
2. 燃料費	Rp	91,000
3. ケーシング/スクリーン・パイプ費	Rp	316,000
4. その他材料費	Rp	60,000
	Rp	619,000

上記費目のうち、人件費はさく井チームの月給の積算値で燃料費、ケーシング/スクリーンパイプ費、その他材料費は実際にかかった経費を採用した。したがって各費目の単価を以下の様に設定する。

1. 人件費	Rp 50,800/月/2班
2. 燃料費	Rp 91,000/3 = Rp 30,000/月
3. ケーシング/ スクリーン・パイプ費	Rp 316,000/300 = Rp 1,053/m
4. その他材料費	Rp 60,000/3 = Rp 20,000/100m

これを前述の Jammu and Kashmir 州のケースドホールによる 150m 井にあてはめると、以下の様に計算出来る。

1. 人件費	50,800 x 6ヶ月 = 304,800
2. 燃料費	30,000 x 6ヶ月 = 180,000
3. ケーシング/ スクリーン・パイプ費	1.053 x 150m = 157,950
4. その他材料費	20,000 x 1.5 = 30,000
計	Rp 672,750

以上の様に深度が 1/2 の 150m 井と比較してもオープンホールによる工法はケースドホール工法による工事よりも低コストである。ケースドホールによる 150m 井も 300m に換算すると、工期も深度も 2 倍になるためコストも 2 倍の Rp1,345,500 と積算出来る。これはオープンホールによる工法の約 2 倍である。

工期については地質状況により、コスト面ではケーシングの材料等によっても多少の差があるものの、以上の比較によりケースドホール工法は、オープンホール工法の工期で 4 倍、コストで 2 倍以上かかり、明らかにオープンホール工法の方が優れていることが判明した。また作業工程も少なく、ドライブパイプ等重量級のツールスを扱わないので、オープンホール工法は作業上も安全である。

C GWB 側もこの結果をかなり高く評価しており、本掘削計画でも当初ケースドホール工法で要請したが、調査団訪問前にオープンホール工法で変更要請して来た経緯がある。

以上の検討結果に基づき、本掘削計画ではオープンホール工法を採用するものとする。

v) 最適さく井機の選定

上記 i)、ii)での検討結果及び前節で述べた設計条件に対応出来るさく井機はケーブルパーカッション式のさく井機が最適である。また広範囲にわたる対象地域での長距離移動のためトラック搭載とする必要が

ある。

さく井機の能力は、計画井戸の構造から、20インチ口径において最大300m深度とする。さく井に必要な掘削ツールは、オープンホール工法用とする。第4章の事業計画で述べた様に、計画遂行のためには3台の同型さく井機が必要である。

(2) 既調達さく井機用オープンホールツール (3台分)

既調達さく井機4台の内、3台分のさく井用ツールは、ケースドホール工法用で供給されている。前述の通り、2005年までのさく井計画達成のためには、オープンホール工法での掘削を採用しないことには期間的に目標達成は困難である。

したがって、既調達さく井機3台分についてもオープンホール用ツールが必要である。

オープンホール用ツールは以下の項目を含むものとする。

- 1) 掘削用ツール
- 2) フィッシングツール
- 3) 周辺機器

各ツールの数量は必要最低限とし、既調達分のツールの数量を鑑みてフィッシングツール等、複数のさく井機で共有出来るものと、フェーズ1時には調達されていなかったが、現場作業上必要なものを考慮して決めるものとする。したがって、既調達さく井機は3台であるが、各ツールの数量はこれらに対応させるため、3式に限らず必要数量とする。

なお、ケースドホールツールは一般にルーズな地層の掘削を行う際に有効であり、そのような地層の掘削に用いられることになる。基本的には玉砂利層のうちルーズな部・軟弱な堆積層などである。また、既調達さく井機以外のパーカッション式さく井機用に転用も可能である。従って、既に調達されているケースドホールツールも有効に活用される。周辺機器についても、既調達分との重複を避けた設計とする。

(3) 5トンクレーントラック

掘削用ツールや周辺機器の運搬用に、クレーン付荷役トラックが必要である。なお、クレーンは重量級（最大 4.5トン）の掘削用ツールの積み降ろしや現場内の移動のため、5トン容量のものが必要である。インド国内ではこの容量のクレーン付荷役トラックは調達不可能なため、現在では多大な人力と時間が荷役作業に費やされている。このため人力による重量物の荷役作業は、作業員及び掘削用ツールの双方に多くの危険が伴っている。フェーズIにて調達されたドライブパイプは現場での荷降し作業で荷台より人力で落下させるため、数本が新品状態のままダメージを受け、使用不能となっている。また、オープンホール工法にて成功した Haldwani 井戸（深度 300m）も、掘削工事そのものは 81日（約 3ヶ月）で終了しているものの、サイトまでの機材搬入・準備作業に 27日間（約 1ヶ月）、掘削終了後のケーシング挿入・機材の撤収及び次サイトへの移動に 94日間（約 3ヶ月）かかっている。掘削工事そのものが 3ヶ月で終了出来るにもかかわらず、機材準備関係の補助作業でそれ以上の 4ヶ月が費やされるのは極めて非効率的である。

これらの補助作業はクレーン付荷役トラックがあれば短期間で効率的に、かつ安全に行なうことが出来る。各さく井機に 1台の配置が理想的であるが、掘削工事期間中よりも工事前後の荷役作業に主として使用されるため、最低でも 2台のさく井機に 1台の配置があれば、あまり広範囲にならない限り共有は可能である。今回の調達計画台数とフェーズIでの既調達分を合わせると合計 7台のさく井機になる。7台のさく井機をサポートするためには最低でも 3台のクレーン付荷役トラックが必要である。

(4) 水中ポンプ

掘削工事の完了後に、井戸の水量が目的（飲料水用、灌漑用）にかなうかどうかを判断する上で、揚水試験は欠かせないものである。本計画対象地域に分布する玉砂利層の帯水層は、その地下水の賦存量が多く、揚水量は 2000l/分以上に達する。インド国内ではこの容量に対応でき、かつ高揚程のポンプは調達できず、多大な費用をかけて掘削しても、その井戸の本来の能力が評価できないまま使用されるケースもある。

またCGWBの計画ではオープンホール工法にて掘削するため、孔壁の保護のため泥水を使用する。この泥水は粘性の高い粘土を使うため、掘削終了時点では孔壁とその周辺の帯水層の間隙は泥水で塞がれている。井戸の

生産能力を 100%引き出すためには、掘削終了後ただちに水中ポンプで強制的に揚水し、泥水を除去するいわゆるディベロップメントは欠かせないものである。

以上の理由から、CGWBにて揚水試験用装置を保有することは必要である。

図5.3-2に必要な揚水試験用装置の模式図を示す。

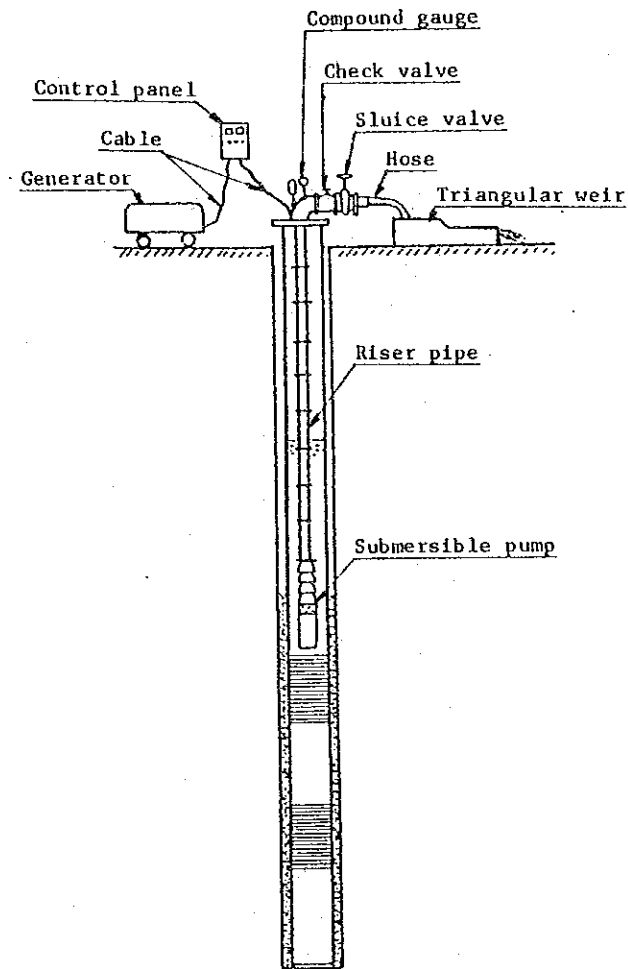


図5.3-2 揚水試験用装置模式図

ポンプの容量は 150m揚程時で、最大 2,000l/分が必要である。CGWBにて計画されている揚水試験班は 3班である為、必要数量は 3式とし、7台のさく井機に配置するものとする。

(5) 物理探査用機器

井戸掘削地点の選定、掘削後の帯水層の決定（ストレーナー設置深度の決定）、水理地質パラメーターの測定のため物理探査用機器が必要である。

4. 2節「要請内容の検討」で述べられた様に物理探査による地下水調査のされていない地域がインド全体で 1.7百万km²を占めており、早急な調査が地下水開発事業に必要である。CGWBでこれらの調査を進める物理探査部門は、Hyderabadの南部地方事務所に駐在している物理探査部長の統括による以下の 45名の Scientistと呼ばれる物理探査技師によって構成されている。

Scientist D	(物理技査部長)	1名
Scientist C		7名
Scientist B		12名
Scientist A		25名
計		45名

以上の Scientistのうち、C・B・Aの 44名が機器を用いて物理探査を行う要員で各探査チームのチームリーダーとなる。

各チームの構成は以下の通りである。

a) 電気探査／電磁探査／極低周波探査チーム

Scientist	1名
調査員	1名
人夫	4～6名
ドライバー	1名
計	7～9名

b) 弾性波探査チーム

Scientist	2 名
調査員	1 名
機械技師	1 名
人夫	6 ~ 8名
ドライバー	2 ~ 3名
<hr/>	
計	12 ~15名

また、CGWBにて現在保有している物理探査機器のリストを以下に示す。

<u>探査機器名</u>	<u>保有数</u>
<地表探査部門>	
弾性波探査	3台
極低周波探査	4台
電磁探査	2台
電気探査	19台
<抗内探査部門>	
検層器	9台

現在のCGWBの物理探査技師 (Scientist)数及びチーム数で、今後の地下水探査を進める場合、上記機器ではその数量も機種も少ない。このような現状下では、地下水開発のさく井事業も探査の遅れにともない目標達成出来なくなることが、懸念されている。

そこで、これら地下水探査に必要な機器を以下に選定する。

i) 孔内探査用機器

完成した井戸抗内の各種探査のため以下の機器が必要である。

(i) 孔内検層器

掘削工事完了後、帯水層の決定 (ストレーナーの設置深度の決定) のため 4式の孔内検層器を調達する。測定深度は最大 1,000m とし、水井戸での検層項目として最低限必要な比抵抗、自然電

位、自然放射能、泥水比抵抗、温度、キャリパーを測定項目とする。

(ii) 微流速計

硬岩分布地域での裂かの透水性を評価するために微流速計を4式調達する。とりわけ岩盤地帯での水井戸における帯水層の判定に際しては、岩盤の亀裂や裂か水の分布を知ることが重要である。そのため孔内検層に加えて、地層間の孔内での地下水の流入、流出を測定することが効果的な方法となる。本装置により地層の湧水、逸水の検出及び、透水係数、間隙水圧を求めることができる。要請では、測定深度が100mとなっていたが、水位の低い井戸でも測定可能なように300mの測定速度とする。

ii) 地表探査機器

地表よりの地下水探査により、適切な井戸掘削地点を選定すると共に、掘削前の探査により井戸の成功率を高める必要がある。また地表よりの各種物理探査により帯水層の連続性、層厚等、水理地質状況を把握することは、将来の地下水開発事業に必要である。そのためには、以下の機器が各1式ずつ必要である。

(i) 弾性波探査器

井戸掘削に際しては、予め地下水を賦存する帯水層や裂かの分布、地質構造を把握する事が重要である。弾性波探査は硬岩分布地域における風化帯の厚さ、裂かの分布を把握するために有効な探査法である。弾性波探査器はハンマーや重錘を地面に落下し、これによって生ずる人工地震波の伝播を記録し解析するもので、地下地質構造や基盤岩の分布および物性を決定することができる装置である。

(ii) 深部電気探査器

地層の比抵抗を求めることにより、ボーリングをすることなく地層水の分布や水質を推定し、さらに地下水の賦存量を求めることができるため、比抵抗探査装置は地下水開発計画に不可欠な装置である。

本装置は地下水が500m以上の深い深度の場合や、地表が非常に乾燥した地域での探査のために必要な比抵抗探査装置である。

(iii) 信号平均処理型電気探査器

本探査機は通常の条件の地域でかつ 300m程度の探査深度でよい場合には、比較的浅い部分を精度よく探査することができる装置である。本装置は電源や測定部分を一つの函体に組み込んだ小型の装置で、現場での持ち運びが容易であるため、一般の地下水探査に広く用いられている。

(iv) 極低周波探査器

本探査器は岩盤地域での探査を、広範囲にわたり比較的簡単にかつ迅速に行うために用いられる装置である。断層や破碎帯など垂直な地質構造の検出に優れた方式であるため、地下水の概略的な探査に有効であり広く用いられている。

2) 主要機材の仕様

前節の検討結果に基づき、主要機材の仕様及び数量を下記の通りに設定する。

(1) ケーブルパーカッション式トラック搭載型さく井機及びツールス

i) さく井機 3式

能力： 26mm径掘ワイヤーにおいて 300m掘削時 2,700kg以上のツールスを使用可能のこと。

構成： 掘ワイヤー用ドラム（ブルリール）、サンドラインドラム（サンドリール）、ケーシングラインドラム（ケーシングリール）、クランク機構などを備え、ディーゼルエンジンで駆動されること。

マストは動力起倒式で各ワイヤーラインを取り扱うためのシーブ類を備えるとともにショックアブソーバを組込んであること。

夜間照明付属のこと。

さく井機エンジン： 水冷ディーゼルエンジン、90馬力以上

トラック： GVW 26,000kg以上

エンジン水冷ディーゼル、260馬力以上

6 x 4 駆動、右ハンドル

スペアタイヤ、油圧ジャッキ、標準工具付

(高度 2,500mでの運転に対応のこと)

ii) 標準アクセサリ類 (300m掘さく用)		3式
- 掘ワイヤー (26mm径)	3式	
- サンドラインワイヤー (14mm径)	3式	
- ケーシングラインワイヤー (18mm径)	3式	
- ケーシング用動滑車 (30トン用)	3個	
- マスト補助A-フレーム	3式	
- 地上作業台	3式	
- その他必要なもの	3式	
iii) オープンホール掘さく用ツールズ		3式
- ビット (25'、20'、16')	各6本	
- 同上用エッジ (予備分)	3式	
- ビットゲージ	3式	
- フラット及びダートバルブベラー (25'、20'、16' 穴用及び 14'、12-3/4'、10-3/4'、 8-5/8' ケーシング用)	3式	
- ロッド式サンドポンプ (25'、20'、16' 穴用)	3式	
- スリーブパイプ、36 x 1.5m	12本	
- コンダクターパイプ、24'、18' x 6m	各30本	
- 同上用クランプ	3式	
- モータ駆動泥水用ミキサー、ホース付	3台	
- その他必要なもの	3式	
iv) ケーシングツールズ		3式
- 14'、12-3/4'、10-3/4'、8-5/8' 用	3式	
- 同上用スパナ、吊ワイヤー	3式	
v) フィッシングツールズ (3台につき 1式)		1式
- 油圧ジャッキによる引上げ用ツールズ	1式	
- ワイヤー引上げ用ツープロング	1式	
- フィッシングマグネット	1式	
vi) 周辺機器		3式
- ディーゼルエンジンウエルダー 20~280A, 10kVA 付属機器、溶接棒 (肉盛、一般用)	3式	

— ディーゼルエンジージェネレータ 17kVA, AC440V/3相 AC220V/単相、50 Hz	3式
— 電動工具類 (サンダー、電気ドリル、作業灯、コードリール等)	3式
— ディーゼルエンジン自吸水ポンプ、ホース付 200ℓ/分 x 20m	3式
— 水中サンドポンプ、ホース付 400ℓ/分 x 10m	3式
— 折りたたみ可搬式水タンク (1500ℓ)	6式
— 水位測定器 (200m)	3式
— チェーンパイプトング (2'~12' 用)	各6丁
— パイプレンチ (450mm~900mm)	各6丁
— 荷役用台付ワイヤー、シャックル、クリップ他	3式
— 機械整備用ハンドツールキット	3式
— キャットラインシーブ	3個
— マニラロープ (20mm, 12mm x 30m)	各3本
— チェーンブロック (2t)	3式
— 酸素/アセチレン切断、溶接機器	3式
— 一輪車 (深型)	6台
— その他 (鋸、スコップ、ドラム缶ポンプ、 針金、番線等)	3式
— エンジン駆動ワイヤーロープ巻取機	3式
(2) 既調達さく井機用オープンホールツールズ (さく井機 3台分に対応) 既調達済ツールズとの対比表を表5.3-1に示す。	1式

i) 掘さく用ツールズ

— ビット、25'、20'、16'	各6本	1式
— 同上用エッジ (予備分)	3式	
— ビットゲージ	3式	
— ダートバルブベアラ (8-1/2'、4-1/2')	各4本	
— ロッド式サンドポンプ (14'、12-1/2')	各4本	
— ワイヤーラインランプ	3式	
— ソリッドタイプジャーバンパー	4本	

ー	バビットメタル	200 kg	
ー	スリーブパイプ (36 x 1.5m)	12本	
ー	モータ駆動泥水用ミキサー、ホース付	3台	
ー	その他必要品	1式	
ii) フィッシングツールズ			1式
ー	油圧ジャッキによる引上げ用ツールズ	1式	
ー	ワイヤー引上げ用ツープロング	1式	
ー	フィッシングマグネット	1式	
iii) 周辺機器			3式
ー	ディーゼルエンジンウエルダー 20~280A, 10kVA 付属機器、溶接棒 (肉盛、一般用)	3式	
ー	ディーゼルエンジンジェネレータ 17kVA, AC440V/3相 AC220V/単相、50 Hz	3式	
ー	電動工具類 (サンダー、電気ドリル、作業灯、コードリール等)	4式	
ー	ディーゼルエンジン自吸水ポンプ、ホース付 200ℓ/分 x 20m	3式	
ー	水中サンドポンプ、ホース付 400ℓ/分 x 10m	3式	
ー	折りたたみ可搬式水タンク (1500ℓ)	8式	
ー	マニラロープ (20mm, 12mm x 30m)	各4本	
ー	酸素/アセチレン切断、溶接機器	3式	
ー	一輪車、深型	6台	
ー	その他 (スコップ、針金、番線等)	3式	
ー	チェーンブロック (2t)	4式	
ー	地上作業台	4式	
(3) 5トンクレーントラック			3台
(キャブバッククレーン式)			
トラック : GVW 26,000 kg以上			
水冷ディーゼルエンジン、260馬力以上			
6 x 4 駆動、右ハンドル			

荷台大きさ (約) 長=6m、巾=2.3m、高=0.45m
 積載荷量 11ト以上
 クレーン: 5ト (2段ブーム)、360°回転可能

(4) 水中ポンプ (揚水試験用装置)

3式

i) 揚水試験用水中モータポンプ

容 量: 2,000ℓ/分 x 150m 揚程
 AC440V/50 Hz

最小井戸径: 10' ケーシング井戸

付 属 品: 揚水管、ケーブル/170m、屋外自立制御盤
 水位コントロール用ケーブル及び電極、フレーム
 バルブ類、圧力計等

ii) 同上用ディーゼルエンジンジェネレーター

(高度 2,500mでの運転に対応のこと)

iii) 三角セキ (Max. 2.9m³/分)

(5) 孔内検層器

4式

可搬式、自動記録タイプ

測定項目: ノルマル比抵抗、自然電位、自然放射能、泥水比抵抗、温度、
 キャリパー

測定深度: 最大 1,000m

仕様: ノルマル比抵抗

電極間隔	16、64インチ
レンジ	自動 200、2K、20K OHM
自然電位	
レンジ	-2000mV ~ +2000 mV
自然放射能	
レンジ	自動 200、2k、20k cps
泥水比抵抗/温度	
レンジ	0°C ~ +100°C
キャリパー方式	3アーム
レンジ	最大 300 mm DIA.
記録器	感熱プロッター、幅112mm x 25m

デジタル収録
ウィンチ

フロッピーディスク、2DD方式
電動、速度制御可能、1,000m対応

(6) 微流速計

4式

プロペラーによる流量検出方式で、自動記録及びフロッピーディスクへのデジタル収録対応型

測定深度：300m

仕様：流速検出方式
レンジ

光学式スイッチによる回転検出
2 CM --- 200 CM

使用ケーブル

4芯、ポリウレタン被覆、300M

測定時間

1秒 --- 255秒まで任意設定可能

プローブ口径

70 MM DIA.

(7) 弾性波探査機

1式

メカニカル電源、および爆薬電源によるトリガー信号検出機能を有すること。屈折法の解析用ソフト・パッケージ対応タイプ。

仕様：チャンネル数

24チャンネル

入力換算ノイズ

0.5マイクロボルト以下

総合ダイナミックレンジ

20ビット同等のIFPによる

サンプルレート

最高 50マイクロ秒

フィルター

ハイカット、ローカット、ノッチのいずれも有すること

記録器

感熱プロッター、幅112mm x 25m

デジタル収録

フロッピーディスク、720KB、1.22MB、1.44MB

波形表示

5.5' CRTによる

組み込みソフトウェア

デジタルフィルター、AGC、正規化の各処理

使用電力

直流 12ボルトバッテリーによる

(8) 深部電気探査器

1式

発電機による高電力で深部探査対応タイプ。垂直探査の自動解析のソフトウェアに対応し、デジタル収録、データ転送可能なタイプ。

仕様：受信部

入力インピーダンス

1MΩ以上

入力分解能

10mV

自然電位補正	全自動
充電率分解能	1%以上
信号処理機能	自動スタッキング
フィルター	ノッチフィルター-50HZ/60HZ

送信部	
最大電力	700W以上
最大電圧	700V以上
最大電流	1000mA以上

その他	
データ保存量	200記録

(9) 信号平均処理型電気探査器

1式

電気比抵抗及びSP測定タイプ。デジタル表示及び内部メモリー機能付き。

受信部	
入力インピーダンス	10MΩ以上
入力分解能	1mV
自然電位補正	全自動
信号処理機能	自動スタッキング

送信部	
最大電圧	+/- 200V以上
最大電流	200mA以上

その他	
データ保存量	2000記録

(10) 極低周波探査器

1式

磁界、電界のティルトアングル及び見掛け比抵抗測定機能付きタイプ

測定レンジ	
ティルトアングルモード	3方向センサー、2方向傾斜計
比抵抗モード	2方向センサー、1方向ケーブル
周波数レンジ	10K ~ 30KHz、100Hzステップ
	2チャンネル同時受信可能

その他

フレーザー偏差

自動計算及びプロット

(11) スペアパーツ

通常運転において 2年間適応分のスペアパーツ。スペアパーツは以下の項目を含むものとする。

- | | |
|--|----|
| i) 掘さく機用 | 1式 |
| (クラッチ、ブレーキ、メタル、ベアリング、ベルト他消耗部品等) | |
| ii) 掘さく機エンジン用 | 1式 |
| (エレメント類、クラッチ、ベアリング、メタル、ガスケット、オイルシール等) | |
| iii) 掘さく機トラック用 | 1式 |
| (エレメント類、クラッチ、ブレーキ、ベアリング、メタル、足回り他消耗部品等) | |
| iv) ワイヤロープ類 | 1式 |
| (掘ワイヤー、サンドラインワイヤー、ケーシングワイヤー) | |
| v) 周辺機器用 | 1式 |
| (エンジンウエルダー、ジェネレーター、電動工具、ワイヤロープ巻取機等) | |
| vi) クレーントラック用 | 1式 |
| (トラック用エレメント類、クラッチ、ブレーキ等
消耗予備部品及びクレーン油圧関連、ワイヤロープ等) | |
| vii) 揚水テスト装置 | 1式 |
| (ポンプ用消耗部品、制御盤電気部品及びエンジン
ジェネレーター用エレメント類、メタル、電気部品等) | |
| viii) 物理探査機器 | 1式 |
| (i) 孔内検層器用 | |
| (ii) 微流速計用 | |

- (iii) 彈性波探查器用
- (iv) 深部電気探查器用
- (v) 信号平均処理型電気探查器用
- (vi) 極低周波探查器用

表5.3-1 既調達済オープンホールツールズとの対比表

項目	品名	既調達数量	本計画数量*)	合計
1. オープンホール掘さく用ツールズ				
1) チューブラービット				
	a. 25"径	0	6 + 6	12
	b. 24"径(現場にて25"に改修済み)	1	0	1
	c. 20"径	2	6 + 6	14
	d. 18"径	2	0	2
	e. 16"径	2	6 + 6	14
	f. 12"径	2	0	2
	(既納1台について25"は、b. で対応)			
2) ビットゲージ				
	a. 25"ビット用	0	3 + 3	6
	b. 24"ビット用	1	0	1
	c. 20"ビット用	1	3 + 3	7
	d. 18"ビット用	1	0	1
	e. 16"ビット用	1	3 + 3	7
	f. 12"ビット用	1	0	1
3) フラットバルブベイラー				
	a. 18"外径	4	3	7
	b. 14"外径	4	3	7
	c. 12-1/2"外径	0	3	3
	d. 10-1/2"外径	4	0	4
	e. 6-1/2"外径	4	0	4
	(既調達4台については、10-1/2"、本計画3台については、12-1/2"で対応)			
4) ダートバルブベイラー				
	a. 10-1/2"外径	4	3	7
	b. 8-1/2"外径	0	3 + 4	7
	c. 6-1/2"外径	4	3	7
	d. 4-1/2"外径	0	3 + 4	7
5) サンドポンプ、ロッドタイプ				
	a. 14"外径	0	3 + 4	7
	b. 12-1/2"外径	0	3 + 4	7
6) ベーリングディッチ				
		4	3	7
7) 掘ワイヤー用ワイヤー回し				
		4	3	7

注) *) 左側の数量は今回調達分のさく井機用、右側の数量は既調達分のさく井機用。

() 内の数字はC G W Bの自己資金による調達分。

項目	品名	既調達数量	本計画数量*)	合計
8)	ワイヤーラインクランプ	1	3 + 3	7
9)	ソリッドタイプジャーバンパー	0	3 + 4	7
10)	バビットラドル (バビット溶解壺)	4	3	7
11)	バビットメタル	0	300 + 200 kg	500 kg
12)	スリーブパイプ	(1)	12 + 12	24
13)	コンダクターパイプ, 24"	既調達ドライケーシングの流用	30	30
14)	コンダクターパイプ, 18"	既調達ドライケーシングの流用	30	30
15)	コンダクターパイプ用ケーシングバンド			
	a. 24"用	4	3	7
	b. 20"用	4	0	4
	c. 18"用	4	3	7
	d. 16"用	4	0	4
16)	上記ケーシングパイプ用スパナ	16	12	28
17)	上記ケーシングパイプ用台付ワイヤー	16	12	28
18)	モーター駆動粘土ミキサー	1	3 + 3	7
19)	マッドミキサー用吐出ホース	1	3 + 3	7
20)	マッドミキサー用給水ホース	2	6 + 6	14
21)	チャーラビット用ワイヤーラインセイバー	1	3 + 3	7
2. ケーシング用ツールズ				
1)	ケーシングクランプまたはエレベーター			
	a. 14"外径ケーシング用	4	3	7
	b. 12-3/4"外径ケーシング用	4	3	7
	c. 10-3/4"外径ケーシング用	4	3	7
	d. 8-5/8"外径ケーシング用	4	3	7
	e. 6-5/8"外径ケーシング用	4	3	7
2)	上記ケーシングクランプ用スパナ	16	12	28
3)	上記ケーシングクランプ用台付ワイヤー	16	12	28

項目	品名	既調達数量	本計画数量*)	合計
3. <u>フィッシングツールズ</u>				
1)	油圧ジャッキ	1	1 + 1	3
2)	ジャッキアップロッド用スパイダー及びスリップ	1	1 + 1	3
3)	ジャッキアップ用スリーブパイプ	1	1 + 1	3
4)	ジャッキアップロッド, 3m長	100	100 + 100	300
5)	ジャッキアップロッド, 1.5m長	0	2 + 2	4
6)	チューブラービット用オーバーショット	1	1 + 1	3
7)	ジャッキアップロッド用センターラッチレバー	1	1 + 1	3
8)	ジャッキアップロッド用クランプ	1	1 + 1	3
9)	ジャッキアップロッド用ホイスチングプラグ	1	2 + 2	5
10)	ラッチジャックボトム付ツープロング	1	1 + 1	3
11)	フィッシングマグネット、ベイル付	1	1 + 1	3
4. <u>周辺機器及びハンドツールズ</u>				
1)	ディーゼルエンジン駆動溶接/発電機	1	3 + 3	7
2)	ディーゼルエンジン駆動発電機	(1)	3 + 3	7
3)	ディスクグラインダー	0	3 + 4	7
4)	携帯用電気ドリル	0	3 + 4	7
5)	電気コードリール	0	3 + 4	7
6)	バイオネット型防水作業灯	0	9 + 12	21
7)	ディーゼルエンジン駆動自吸式ポンプ	1	3 + 3	7
8)	水中スラリーポンプ	1	3 + 3	7
9)	組み立丸型水槽	0	6 + 8	14
10)	携帯型水位測定器	4	3	7

項目	品名	既調達数量	本計画数量*)	合計
11)	スイスベルフック	4	3	7
12)	Dシャクル	8	6	14
13)	パイプ吊下用フック及びワイヤーロープ	0	12 + 8	20
14)	チェーンパイプトング			
	a. 2" ~ 8" パイプ用	0	6	6
	b. 上記用予備チェーン及びピン	0	6	6
	c. 4" ~ 12"パイプ用	0	6	6
	d. 上記用予備チェーン及びピン	0	6	6
	e. 2" ~ 12"パイプ用	16	0	16
	f. 上記用予備チェーン及びピン	16	0	16
	g. 4" ~ 22"パイプ用	16	0	16
	h. 上記用予備チェーン及びピン	16	0	16
	(既調達分は、cased hole 用を流用とする)			
15)	パイプレンヂ			
	a. 450mm (18")	0	6	6
	b. 600mm (24")	16	6	22
	c. 900mm (36")	16	6	22
	d. 1,200mm (48")	16	0	16
	(既調達分は、cased hole 用を流用とする)			
16)	台付ワイヤー			
	a. 16mm径×5m長	4	0	4
	b. 16mm径×3m長	4	12	16
	c. 16mm径×1.5m長	0	12	12
	d. 12mm径×3m長	4	0	4
	e. 12mm径×2m長	4	12	16
	f. 12mm径×1.5m長	0	12	12
	g. 9mm径×1m長	0	12	12
	h. 6mm径×1m長	0	12	12
	(既調達分と本計画分で運用)			
17)	ワイヤーロープシャクル			
	a. 26mm	8	6	14
	b. 18mm	8	6	14
	c. 14mm	8	12	20
18)	ワイヤーロープシンプル			
	a. 26mm	8	6	14
	b. 18mm	8	6	14
	c. 14mm	8	12	20

項目	品名	既調達数量	本計画数量*)	合計
19)	ワイヤーロープクリップ			
	a. 26mm	8	12	20
	b. 18mm	8	12	20
	c. 14mm	8	12	20
	d. 14mm, K型	(1)	6	7
	e. 14mm, M型M	(1)	6	7
20)	保守点検用手工具	4	3	7
21)	キャットラインブロック (スナッチ型)	4	3	7
22)	キャットラインロープ			
	a. 20mm径×30m長	0	3 + 4	7
	b. 12mm径×30m長	0	3 + 4	7
23)	マイルドスチールワイヤー	0	60 + 60 kg	120 kg
24)	アングルカッター、450mm	(4)	3	7
25)	ケーブルカッター、30mm用	4	3	7
26)	きこり鋸	(4)	3	7
27)	酸素/アセチレン切断火口、ノズル付	(1)	3 + 3	7
28)	酸素/アセチレン余熱火口、ノズル付	(1)	3 + 3	7
29)	パイプ小口切断ガイド、24"及び18"パイプ用	(1)	3 + 3	7
30)	マッドピット用ジョレン	0	6 + 8	14
31)	剣スコップ	(2)	9 + 9	20
32)	角スコップ	(2)	9 + 9	20
33)	チェーンブロック、2ton用	0	3 + 4	7
34)	ドラム缶用手回しポンプ	(4)	3	7
35)	ナイロンデッキブラシ	(1)	6	7
36)	一輪車、深型	2	6 + 6	14
37)	エンジン駆動ワイヤーロープ巻取機	0	3	3
38)	作業台、現場組立型	0	3 + 4	7

5. 4 事業実施計画

1) 事業実施体制

本事業の実施機関は、インド政府の水資源省 (Ministry of Water Resources) であり、事業運営は水資源省に属する中央地下水機構 (CGWB) が担当し、その直営で行う。CGWBは、E/N締結後、その負担において必要な要員を確保すると共に、日本側が調達資金を供与する機材及びそれ以外の必要な資機材を調達し、フェーズIで調達された機材と併せ、これらを運用して地下水開発事業を行うものとする。

また、水資源省はインド政府の関係機関と協力して、日本政府との間で行われる公文の交換、銀行取極、輸入資機材の免税処置、日本人派遣技術者に対する各種免税処置及び諸手続き等を円滑に実施するものとする。

(1) コンサルタント

コンサルタントは、本事業に係わる無償資金協力についての公文が日本・インド両国政府の間で交換された直後に、下記のコンサルタント・サービスに関する契約をインド政府・CGWBとの間で締結するものとする。

- a) 機材の調達に係わる実施設計及び入札図書の作成
- b) 入札業務の代行及び応札書の分析評価
- c) 上記入札に係わるインド側と落札者との契約交渉への立会及び助言
- d) 資機材の調達及び輸送並びに機材の据付及び技術指導のための、日本側派遣技術者の監理
- e) その他の必要なサービス

(2) 契約業者

契約業者は、契約に定められた機材を調達し、Ambala市の第II建設事務所までの輸送を行い、技術者を契約期間にわたりインドへ派遣し、機材の据付及びさく井機等の運転に関する技術指導を行うものとする。

2) 事業負担区分

本プロジェクトの実実施計画の内容は、3台のパーカッション式さく井機を含む

深井戸建設機材の調達資金を無償供与することである。

この実施計画の対象のうち、必要かつ無償資金協力の枠内で可能な本事業は、下記の分担により実施するものとする。

(1) 日本側の分担

- i) 機材の仕様（5. 3節）で述べた機材の調達及び輸送
- ii) 機材の据付及びさく井機等の運転に関する技術指導のための日本側技術者の派遣
- iii) 上記各項目に係わる設計監理技術者の派遣を含む設計監理サービス

(2) インド側の分担

- i) バンクコミッションの支払い
- ii) 調達機材のインド揚陸時の免税措置および円滑な通関
- iii) 調達機材のコミッションニングに必要な土地および通行権の確保
- iv) 計画に関連した日本人技術者に対する円滑な入出国手続き・免税措置および滞在中の安全確保
- vi) 調達機材の維持管理
- vii) 本無償資金協力により負担し得ない費用の負担

3) 技術者派遣計画

本プロジェクトの実施において無償資金協力の制度内で、調達される機材の据付及び、運転に関する技術指導をするために日本人技術者を派遣する。

日本人技術者は、機材の到着後、ただちにサイトへ派遣され、決められた滞在期間中に、次の任務をインド側カウンターパートと共に遂行するものとする。

- i) 機材の据付
- ii) 機材の試運転
- iii) 機材の運転操作に関する技術指導
- iv) 維持管理に関する技術指導

上記目的で達成するために、日本側はその負担において、以下の技術者を派遣するものとする。

- | | |
|--------------|----------|
| i) さく井／機材技術者 | 1名 x 3ヶ月 |
| ii) 物理探査技術者 | 1名 x 2ヶ月 |

4) 実施スケジュール

本事業は、「日本」・「インド」両国政府間の本計画にかかる無償資金協力に関する公文の交換（E/N）により始まる。E/N締結後、水資源省（CGWB）は日本国籍コンサルタントと本事業の設計監理サービスについて契約を行う。コンサルタントは日本政府による契約認証後、実施設計を行うとともに、入札書類を準備し、「日本」・「インド」両国政府の承認の後、日本国籍業者に対する入札を行う。コンサルタントは、開札後、入札評価を行い、水資源省（CGWB）と落札者との契約交渉及び契約に立会う。E/Nから業者契約迄には、約4ヶ月が見込まれる。業者契約も日本政府の認証を経て発効する。契約後、契約業者は資機材の調達を行うが、掘削機等機材の製作・調達及び梱包に約6ヶ月が見込まれ、さらにそれぞれの機材の海上及び陸上輸送は約2ヶ月と見込まれるので、機材のインド到着までに12ヶ月が必要となる。また、機材据付及び技術指導の期間は3ヶ月間が必要である。以上のスケジュールを表5.4-1に示す。

5) 機材の調達

全ての機材は日本において調達され、インド国に輸出されることになる。
なお、E/Nで定められた範囲・期限以降、本事業の完成に必要な追加資材は、インド側の責任と負担で調達されることになる。

6) 概算事業費

本無償資金協力の事業費は、総額 10.06億円と見積もられ、日本側及びインド側の分担事業費の内訳は以下の通りである。

日本側分担概算事業費	1,005,813,000 円
インド側分担概算事業費	0 円*)
合 計	1,005,813,000 円

*) 但し、調達にかかる手続き費用を除く。

なお、事業費の積算は 1992年8月時点における価格とし、外貨交換レートは、次のとおりである。

129円 = 1 USドル

27.91ルピー = 1 USドル

4.62円 = 1ルピー

5. 5 維持管理計画

1) 維持管理体制

(1) 維持管理計画

本計画の実施のために調達され、日本側から引渡されたさく井機・さく井支援機器および物理探査機器の維持管理は、CGWB・地方建設事務所の責任において実施するものとする。

本計画の一環として日本側から供与された資金によって調達された機材のスペアパーツは、配置される建設事務所の倉庫あるいは修理工場に納入されるが、これらは適正に使用管理されるものとする。

さらに、日本側から供給されるスペアパーツは限定されるので本事業の遂行に追加的に必要なもの（2年後）、および、本事業完了後の運用に必要なものは、CGWBの負担で調達されねばならない。

(2) さく井機・さく井支援機器の維持管理

今回日本側から無償資金供与を計画されている機材のうち、主要な機材、すなわちさく井機 3台、及びクレーン付荷役トラック 3台、揚水試験用装置 3式は Haryana州Ambala市にあるCGWB第II建設事務所に配置される予定である。

第II建設事務所は1990年度のE/Nによって実施されたフェーズ1プロジェクトにより同様のさく井機 2台が既に配属されており、その維持管理の状況は3. 4節で述べた様に技術力、組織力共優れておりかなり良い状態で管理されている。本無償資金協力での調達計画機材も同様の組織で維持管理されるものとする。

図5.5-1に主に部品（スペアパーツ）の在庫管理を行なう倉庫部門の組織図、図5.5-2に機械の修理及びメンテナンスを担当するワークショップ部門の組織図を示す。

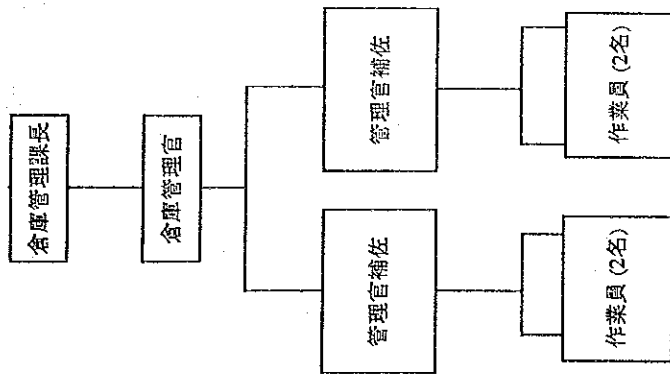


図 5. 5 - 1 倉庫部門組織図

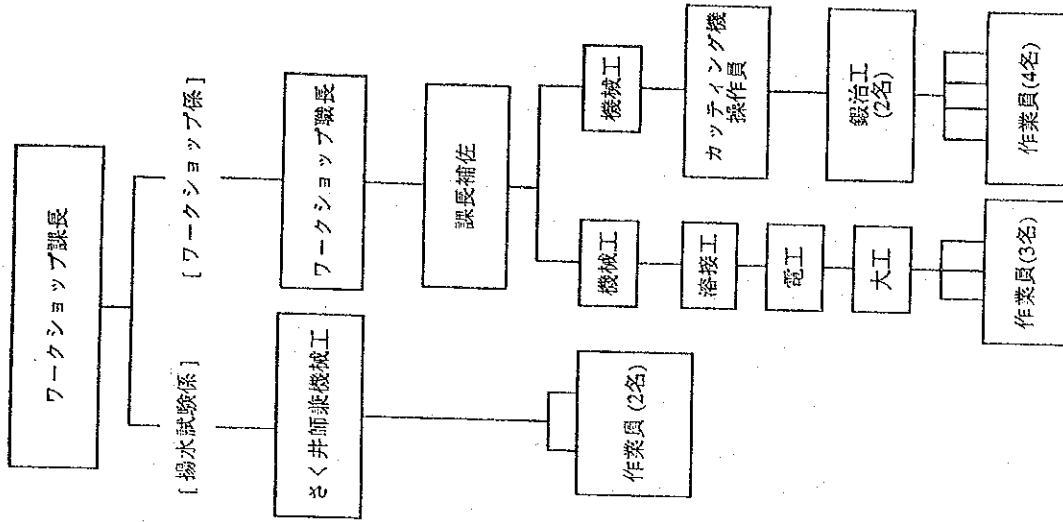


図 5. 5 - 2 ワorkshop部門組織図

第Ⅱ建設事務所は以上の組織で、既調達さく井機 2台を含む計 9台のさく井機と、さく井支援機器を有している。表5.5-1に第Ⅱ建設事務所所有のさく井機リストを示す。

表5.5-1 第Ⅱ建設事務所のさく井機リスト

No.	さく井機番号	製造年	備考
1	DR/FR-55/2	1955	アメリカ製
2	DR/FR-55/8	1955	"
3	DR/FR-55/9	1955	"
4	DR/Wab-69/28	1969	"
5	P/DM-77/56	1977	インド製
6	C/WR-86/70	1986	アメリカ製
7	DTH/Recp-88/93	1988	インド製
8	P/Sankyo-92/107	1991	日本製既調達分
9	P/Sankyo-92/108	1991	"

表5.5-1に示す様に、1955年に製造されたアメリカ製のさく井機が現在でも可動状態で使用されていることからCGWBの維持管理能力の高さが窺える。

上記機材に加え、今回新たに3台のさく井機及びその支援機器が配属されたとしても、Ambalaの第Ⅱ建設事務所の倉庫、ワークショップ、ストックヤードともスペースとしては十分な面積を有するものと判断する。しかしながら、要員に関しては、倉庫部門、ワークショップ共、同精度の維持管理を保つためには増員の必要性がある。以下に各部門の必要増員数を示す。

i) 倉庫部門

- (i) 倉庫管理官補佐 1名
- (ii) 倉庫作業員 2名

ii) ワークショップ部門

- (i) 機械工 1名
- (ii) 電工 1名
- (iii) 修理作業員 3名

2) 維持管理費

(1) 積算基準

C G W B 第Ⅱ建設事務所において維持管理される 3 台のさく井機及びその支援機器に対するものとし、計画終了の 2005 年までの 13 年間の実施のための費用として以下の項目を見込んだ。

i) 業務範囲

- 部品、ツールの保守・管理
- 機械の日常及び定期点検
- 事務所ワークショップ内、及び建設現場への出張による修理作業

ii) 要員・機材編成

(i) 倉庫部門

- 倉庫管理官補佐 1名
- 倉庫作業員 2名

(ii) ワークショップ部門

- 機械工 1名
- 電工 1名
- 修理作業員 3名

(iii) ワークショップ部門用ジープ車 2台

iii) 修理部品・機材費 Rp 443,000/年(既調達さく井機 1式当たり実績)

ただし、2年分は調達機材に含む。

iv) 燃料費 (1台当たり)

3回/月の出張修理	500km x 3回 = 1,500km
日常走行	50km x 30日 = <u>1,500km</u>
	3,000km/月

v) 修理用機械燃料費

Rp 4,550/式/3ヶ月 (フェーズ I 機材での実績)

(2) 維持管理費の積算

i) 人件費

(i) 倉庫管理官補佐 (1名)	Rp 1,500/月 x 12	= Rp 18,000
(ii) 倉庫作業員 (2名)	Rp 940 月 x 2名 x 12	= Rp 22,560
(iii) 機械工 (1名)	Rp 1,800/月 x 12	= Rp 21,600
(iv) 電工 (1名)	Rp 1,500/月 x 12	= Rp 18,000
(v) 修理作業員 (3名)	Rp 940/月 x 3名 x 12	= Rp 33,840
小計	8名	Rp 114,000

$Rp 114,000 \times 13 = \underline{Rp 1,482,000/13年}$

ii) 修理部品、機材費

$$Rp 443,000/式 \times 3式 = Rp 1,329,000/年$$
$$Rp 1,329,000 \times 11 = \underline{Rp 14,619,000/13年}$$

iii) 燃料費

— 燃料

$$3,000km/月 \times 2台 \times 12ヶ月 = 72,000km/年$$
$$72,000km \div 101/km \times Rp 5.22/1 = Rp 37,584/年$$
$$Rp 37,584 \times 13 = \underline{Rp 488,592/13年}$$

— オイル

$$72,000km \div 3,000km/回 \times 101/回 \times Rp 45 = Rp 10,800/年$$
$$Rp 10,800 \times 13 = \underline{Rp 140,400/年}$$

iv) ワークショップ用機械燃料費 (含オイル)

$$Rp 4,550/式/3ヶ月 \times 3式 \times 4 = Rp 54,600/年$$
$$Rp 54,600 \times 13 = \underline{Rp 709,800}$$

合計 i) + ii) + iii) + iv) = Rp 17,439,792

となり、1年当たりの維持管理費は Rp 1,341,522となる。

3) 維持管理上の問題点及び提言

CGWBは、フェーズIプロジェクトにて調達された機材に対してもかなり良い状態で維持管理している。

今回調達を計画している機材が導入されても、現在の保管倉庫、ワークショップ等の設備及び組織、要員の技術力共、十分対応出来るものと判断される。

深井戸建設の主体となる機材類は、消耗品の補給体制と点検整備を充分に実施しておけば、計画目標の13年間程度の耐用年数は十分にあり、CGWBの掘削計画の完了後も他の井戸建設に運用出来るものである。したがって今後もCGWBの現状の管理レベルを維持していくことが望まれる。

また、より高度な維持管理体制を確立するために、次の様な提言を行うものである。

- (1) 機械類や車輛を効果的に運用するためには、定期的にワークショップで点検整備することが基本であるが、機械の使用者（建設チーム）との維持管理上の連絡体制を確立し、より早い対応を図る。
- (2) 部品等の保管－整理状況は良好に運営されているので、さらなるステップアップとして、使用頻度、消耗度等のデータを倉庫台帳より解析し、2年後のスペアパーツ補給の基礎データとする。

第6章 事業の効果と結論

第6章 事業の効果と結論

6. 1 事業の効果と結論

本計画は、インド政府が推進している農村地域の開発方針に基づき、これまで開発の遅れている同国北部地域を中心として地下水開発を実施するものである。同計画により、表流水が枯渇するモンスーン期以外の季節にも安全で枯渇しない飲料水を安定的に供給し、かつ農業生産の増大を図るための灌漑用水を供給することにより、地域住民の民生向上および農業の振興を図ることを目的としている。

日本政府はこの計画に対して 1989・1990年度に 2度にわたって無償資金協力としてフェーズⅠを実施し、4台のさく井機と探査用機材が調達された。本計画（フェーズⅡ）は、このフェーズⅠに引続き実施されるもので、新たにさく井機 3台と探査用機材の調達資金の供与を行うものである。本計画が実施された場合、毎年約 60本の井戸が新たに建設されることになる。

本計画が実施された場合の直接的な効果は次のとおりである。

- 1) 飲料水については毎年583,000人の地域住民が新たに裨益し、通年にわたり枯渇の恐れが無い安全な飲料水を供給する事ができる。現在はほとんどの住民が、雨季以外は枯渇の恐れがある浅井戸を利用していることを考えると、その効果は極めて大きい、また、飲料水供給の原単位を 45ℓ /人/日に上げることが可能となる。
- 2) 計画対象地域は、しばしば早魃に襲われる地域であり、本計画を実施した場合、毎年 1,916haの農地に必要な灌漑用水を開発できることになり、その渇水対策効果は極めて大きい。
- 3) 雨季以外は渇水により灌漑が極めて困難であるため、農業生産も大きな制約を受けているが、通年の灌漑が可能となる。
- 4) 灌漑が可能となることにより、作物の土地生産性が大きく向上する。実績として例えば米作の場合 Punjab州では 3.5倍に、小麦は Gujarat州で 3.7倍に向上している。

以上を通して地域住民の民生安定化をはかることができる。

また、調達される機材は維持管理が適切であり、かつ消耗品・スペアパーツを充分補充する事ができれば、CGWBの掘削計画終了後も計画対象地域内で引続き井戸掘削を継続することが可能である。本地域での1本当りの井戸が与える効果は極めて大きい事を考えると、本計画による機材の調達は極めて有効である。

よって、本プロジェクトを日本政府の無償資金協力事業として実施することは社会・経済的観点からみて極めて重要な効果があり、更にインド国との関係の強化及び国際社会への貢献という観点から、極めて重要で意義深く、充分な妥当性を有すると考える。

6. 2 提言

計画実施にあたっては、基本設計調査時の協議議事録で双方で合意された事項を、本計画関係者が確実に実行することに加え、以下のことをさらに提言する。

- 1) 本プロジェクトはインド国へ機材を引渡した時点で終了する。したがって、インド側が機材受領後の予算措置及び要員配置を必ず実施し、調達された機材を適正に活用し、維持管理を行うこと。
- 2) 機材のスペアパーツは、調達後 2年間程度利用可能な数量としている。インド側はこの期間に自らスペアパーツの補給方法等の対策を講じ、調達した機材を有効に利用していくこと。
- 3) インド国の技術者に対し次のような技術移転を行なうこと。

(1) さく井機材・調査用機器

インド側は大型のパーカッション方式さく井機及びオープンホール工法に対する経験に乏しい。また、調査用機器についても多種の機材が調達されることになるが、これについてもインド側は取扱の経験に乏しい。この点を考慮すると、調達機材の現地到着時に、梱包開梱・機材組立・据付操作方法説明についての指導が必要である。また、掘さく工法についても同様に以下の内容で技術指導を行なうこと。

さく井技術者 1人 x 3ヶ月

物理探査技術者 1人 x 2ヶ月

- (2) フェーズ I で調達された探査機材は、故障が生じた際にインド側で修理ができず、修理に数ヶ月を要した経緯もある。したがって、機材を適正に保守・維持・管理し、調査に活用するためには、インド側物理探査技師に対するこれらの技術指導（カウンターパート研修）を行うことが必要である。その際、技術指導は国内メーカーの工場に於いて実施することが望ましい。技術指導を受ける技術者の人数と期間は 2人 x 3ヶ月が必要と考える。

資 料 編

調査団の構成

<u>担 当</u>	<u>氏 名</u>	<u>所 属</u>	<u>現 地 調 査 期 間</u>
団 長	丸尾 祐治	国際協力事業団 国際協力専門員	7/25 - 8/5 12日間
地下水開発	山崎 安正	(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル	7/12 - 8/5 25日間
機材計画	畑 裕一	同 上	” ”
積 算	星野 幸雄	同 上	(国内作業のみ)

訪問先及び面会者リスト

インド国政府

- 1) Ministry of Finance (大蔵省)
Mr. Navin Kumar Director/Department of Economic Affairs

- 2) Ministry of Water Resources (水資源省)

Mr. R. L. Pardeep Additional Secretary
Mr. Abhay Prakash Joint Secretary
Mr. N. Suryanarayanan Commissioner
Mrs. Promila Bhardwai Deputy Secretary
Mr. V. Rajakopalan Deputy Secretary
Mr. M. S. Chadha Desk Officer

- 3) Central Ground Water Board (中央地下水機構)

Dr. R. K. Prasad Chairman
Mr. S. C. Sharma Director & Secretary
Mr. M. L. chaurasia Chief Engineer & Member
Dr. A. N. Bhowmick Superintending Geophysicist
Mr. S. S. Chauhan Superintending Engineer

- (1) CGWB Divison II (Ambala)

Mr. K. B. Biswas Executive Engineer

- (2) CGWB North Western Regional Office (Chandigarh)

Mr. V. M. Sikha Senior Hydrogeologist

- (3) CGWB Division III (Varanasi)

Mr. C. P. Gawri Executive Engineer
Mr. G. Sengupta Assistant Engineer

(4) CGWB Northern Regional Office (Lucknow)

Mr. S. K. Sinha	Director
Dr. S. B. Singh	Scientist
Dr. B. C. Joshi	Scientist
Dr. K. S. Pandey	Scientist

(5) CGWB Southern Regional Office (Hyderabad)

Mr. S. Ranganathan	Director
Mr. G. Dhoolappa	Scientist
Mr. M. B. Raju	Scientist
Mr. K. Ramam	Scientist
Mr. K. V. Kumar	Scientist

2) 日本国大使館

濱 勝俊	一等書記官
------	-------

3) 国際協力事業団 インド事務所

樋口 俊雄	所長
酒井 利文	副参事

現地調査日程

	月日	曜	行程	調査内容
1	7/12	日	出発：東京 (JL739) →→ デリー 09:35 18:25	
2	7/13	月	Delhi	大使館、JICA事務所表敬・打合せ 大蔵省、水資源省、中央地下水機構表敬・打合せ (日程確認)
3	7/14	火	Delhi	水資源省、中央地下水機構と打合せ
4	7/15	水	Delhi	中央地下水機構と打合せ
5	7/16	木	Delhi →→ Ambala	Ambala 第Ⅱ分区訪問
6	7/17	金	Ambala	サイト調査 (Paonta Sahib)
7	7/18	土	Ambala	サイト調査 (Ambala市内) / 移動
8	7/19	日	Ambala →→ Delhi	資料整理
9	7/20	月	Delhi	中央地下水機構と打合せ・資料収集
10	7/21	火	Delhi →→ Varanasi	移動
11	7/22	水	Varanasi	第Ⅲ分区訪問
12	7/23	木	Varanasi →→ Lucknow	Jaunpur サイト調査 / 移動
13	7/24	金	Lucknow →→ Delhi	Lucknow CGWB 北部地方事務所訪問 / 移動
14	7/25	土	東京 (JL717) →→ バンコク (AI331) →→ デリー (丸尾団長着) 12:55 17:10 20:40 23:10 (山崎/畑団員は資料収集)	
15	7/26	日	Delhi	団内打合せ
16	7/27	月	Delhi	大使館、JICA事務所表敬・打合せ
17	7/28	火	Delhi	中央地下水機構表敬・打合せ (調査結果報告、質問状の回収)
18	7/29	水	Delhi	中央地下水機構と打合せ
19	7/30	木	Delhi →→ Hyderabad	移動
20	7/31	金	Delhi	中央地下水機構南部事務所と協議・質問状の回収
21	8/1	土	Hyderabad →→ Delhi	資料整理
22	8/2	日	Delhi	団内打合せ
23	8/3	月	Delhi	大蔵省、水資源省表敬訪問、中央地下水機構打合せ
24	8/4	火	Delhi	ミニッツ署名、大使館、JICA事務所へ報告
25	8/5	水	デリー (AZ788) →→ 東京 00:10 11:55	

NEW DELHI

INDIA

the 4th August, 1992

MEMORANDUM OF DISCUSSIONS
ON

BASIC DESIGN STUDY

FOR

THE PROJECT

FOR

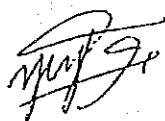
THE EXPLOITATION OF GROUND WATER IN INDIA

In response to a request from the Government of India, the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the subject of Exploitation of Ground Water in India (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA).

JICA sent a study team to India, which is headed by Dr. Yuji Maruo, Senior Development Specialist, JICA, and is scheduled to stay in the country from July 12 to August 5, 1992.

The team held a series of discussions with the concerned officials in the Central Ground Water Board (herein after referred to as "Indian side") and conducted a field surveys of the proposed project areas.

During the course of discussions and field survey, both parties confirmed the main items of equipments and services described in the attached sheets as Annex I & II.



Dr. Yuji Maruo
Leader
Basic Design Study Team
JICA.



Dr. R.K. Frasad
Chairman
Central Ground Water Board
Ministry of Water Resources

ANNEXURE I

TO THE MEMORANDUM ON DISCUSSIONS DATED THE AUGUST 4, 1992
CONCERNING THE PROJECT 'EXPLOITATION OF GROUNDWATER IN INDIA'

mm

1. Objective

The objective of the Project is to provide adequate and sustained supplies of water for meeting the requirements of drinking and domestic use and for increasing food production in the otherwise water-short areas.

2. Project sites

The Project sites are located in the following eight states in so far as drilling rigs are concerned:

- 1) Himachal Pradesh
- 2) Punjab
- 3) Haryana
- 4) Uttar Pradesh
- 5) West Bengal
- 6) Assam
- 7) Arunachal Pradesh
- 8) Gujarat.

The survey equipment will however, be deployed in all the states of the country on need-based basis.

3. Executing agency

Central Ground Water Board under the Ministry of Water Resources is responsible for the administration and execution of the Project.

4. Items requested by the Government of India

After discussions with the Basic Design Study Team, the following items were finally requested by the Indian side. Individual items are referred in Annex II.

- 1) Well Construction Equipment
- 2) Hydrogeological Survey Equipment.

However, the final components to the Project will be decided after further studies.

5. Japan's Grant Aid System

- 1) The Central Ground Water Board has understood the system of Japanese Grant Aid explained by the team.
- 2) The Central Ground Water Board will take all necessary measures, as per Annex II, for smooth implementation of the Project after the Grant Aid Assistance by the Government of Japan is extended to the Project.

Handwritten signature

6. Schedule of the Study

Based on the Memorandum of Discussions and technical examination of the study results, JICA will complete the final report by the end of September, 1992 and send it to the Central Ground Water Board, Government of India through JICA India office.

jm

Round

ANNEXURE II

LIST OF EQUIPMENTS

mm

The following items of equipment have been requested by the Central Ground Water Board:

1. Drilling Rigs (Percussion type)
2. Open-hole Drilling Tools
3. 5 ton Truck Crane.
4. Submersible Pump with necessary Accessories and Generator
5. Well Logging Equipment with the necessary accessories
6. Micro Flow Meter
7. 24 channel Seismic Survey Equipment with the required accessories
8. Deep Resistivity Survey Equipment with necessary accessories
9. Signal Averaging Resistivity Meter with necessary accessories.
10. VLF EMR Equipment with necessary accessories
11. Spare parts (for Drilling Rigs and Survey Equipment) - lumpsum

Training of personnel in the application of Open-hole drilling method and operation, maintenance and repairs of survey equipment is also requested by the Indian side.

..4.

Round

ANNEXURE -III

OBLIGATIONS OF THE CENTAL GROUND WATER BOARD

ym

The following measures are requested to be taken by the Government of India in case Japan's Grant Aid is executed.

1. To secure the site for the Project.
2. To bear commissions to the foreign exchange bank in Japan for the banking services based upon the Banking Arrangement.
3. To obtain exemptions or pay taxes and to take necessary measures for customs clearance of the materials and equipment brought for the project at the port of disembarkation.
4. To exempt from all taxes and duties of all the goods, equipment and personal effects of the Japanese consultants and suppliers brought under the Project.
5. To accord Japanese Nationals whose services may be required in connection with the supply of products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into India and stay therein for the performance of their work.
6. To provide all the counterpart personnel and bear all their expenses under the Project.
7. To bear all the expenses other than those to be borne by the Japanese Grant Aid and during the period of stay of the Japanese experts in India, if and when necessary.

..S..

Rhannal

ANNEXURE-IV

List of officers who participated in the discussions/
field visits from both sides:

INDIAN SIDE

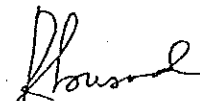
Central Ground Water Board

1. Dr. R.K. Prasad, Chairman, CGWB
2. Mr. M.L. Chaurasia, Chief Engineer & Member, CGWB
3. Dr. A.N. Bhowmick, Superintending Geophysicist, CGWB.
4. Mr. S.S. Chauhan, Superintending Engineer, CGWB.
5. Mr. S.C. Sharma, Secretary, CGWB.

JAPANESE SIDE

1. Mr. Toshifumi Sakai, Dy. Resident Representative, JICA
India Office
2. Dr. Yuji Maruo, Team Leader, JICA
3. Mr. Yasumasa Yamasaki, Ground Water Development Planner,
JICA Study Team.
4. Mr. Yuichi Hata, Equipment Planner, JICA Study Team.

..6.



JICA