

ネパール王国

テライ地下水開発計画

基本設計調査(フェーズII)報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

無計一

CR(2)

88-109

JICA LIBRARY



1068061[9]

18236

ネパール王国

テライ地下水開発計画

基本設計調査(フェーズII)報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

18236

序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のテライ地下水開発計画（フェーズⅡ）にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は昭和63年1月10日より3月24日まで、外務省経済協力局無償資金協力課宮西嘉樹氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

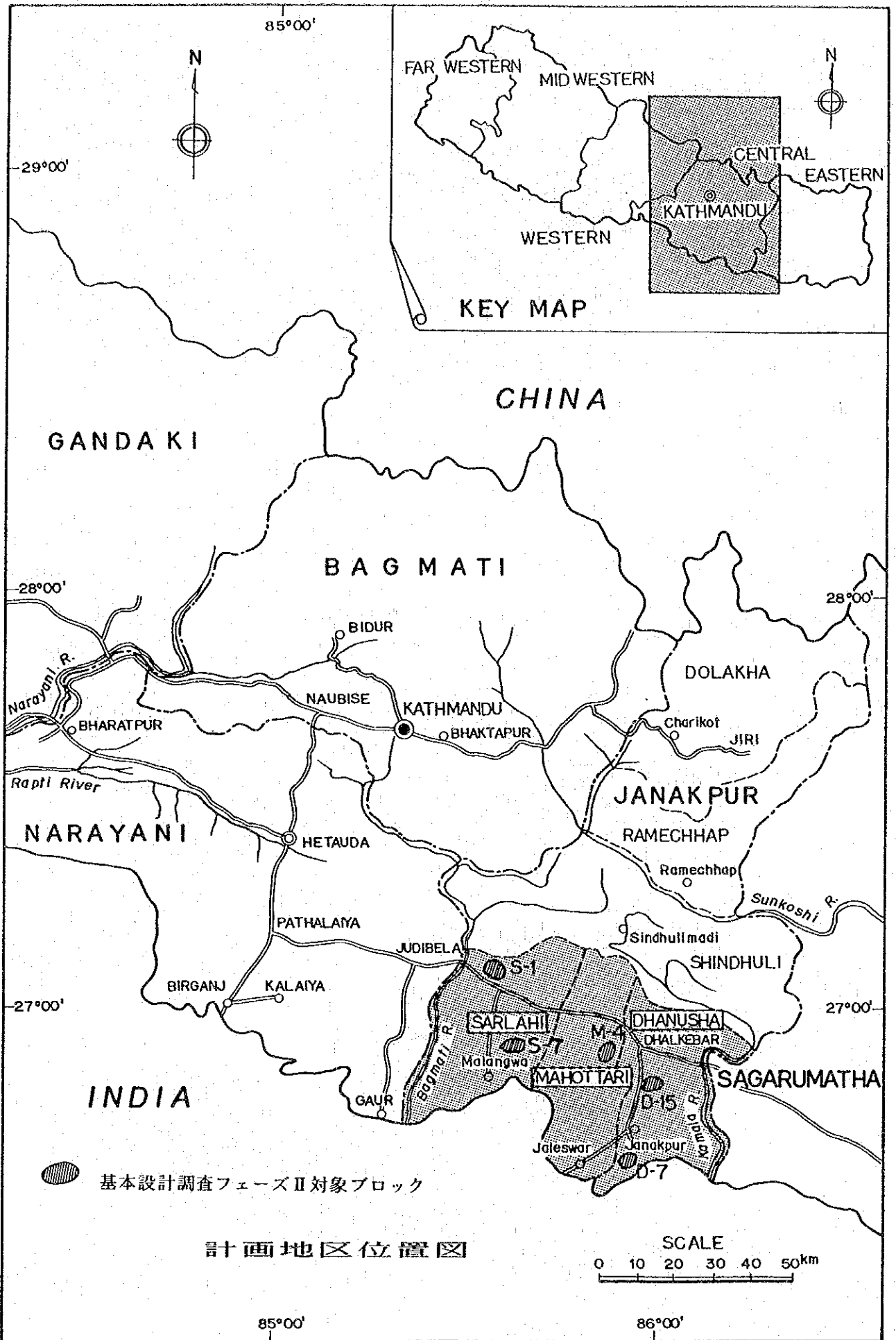
調査団は、ネパール国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査、資料収集等を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、今後のネパール王国の深井戸灌漑計画上の参考として活用され、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和63年7月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

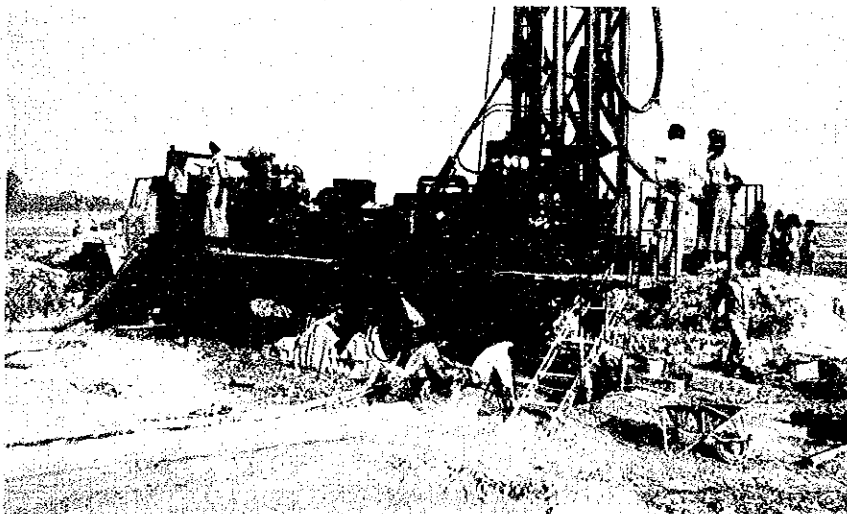




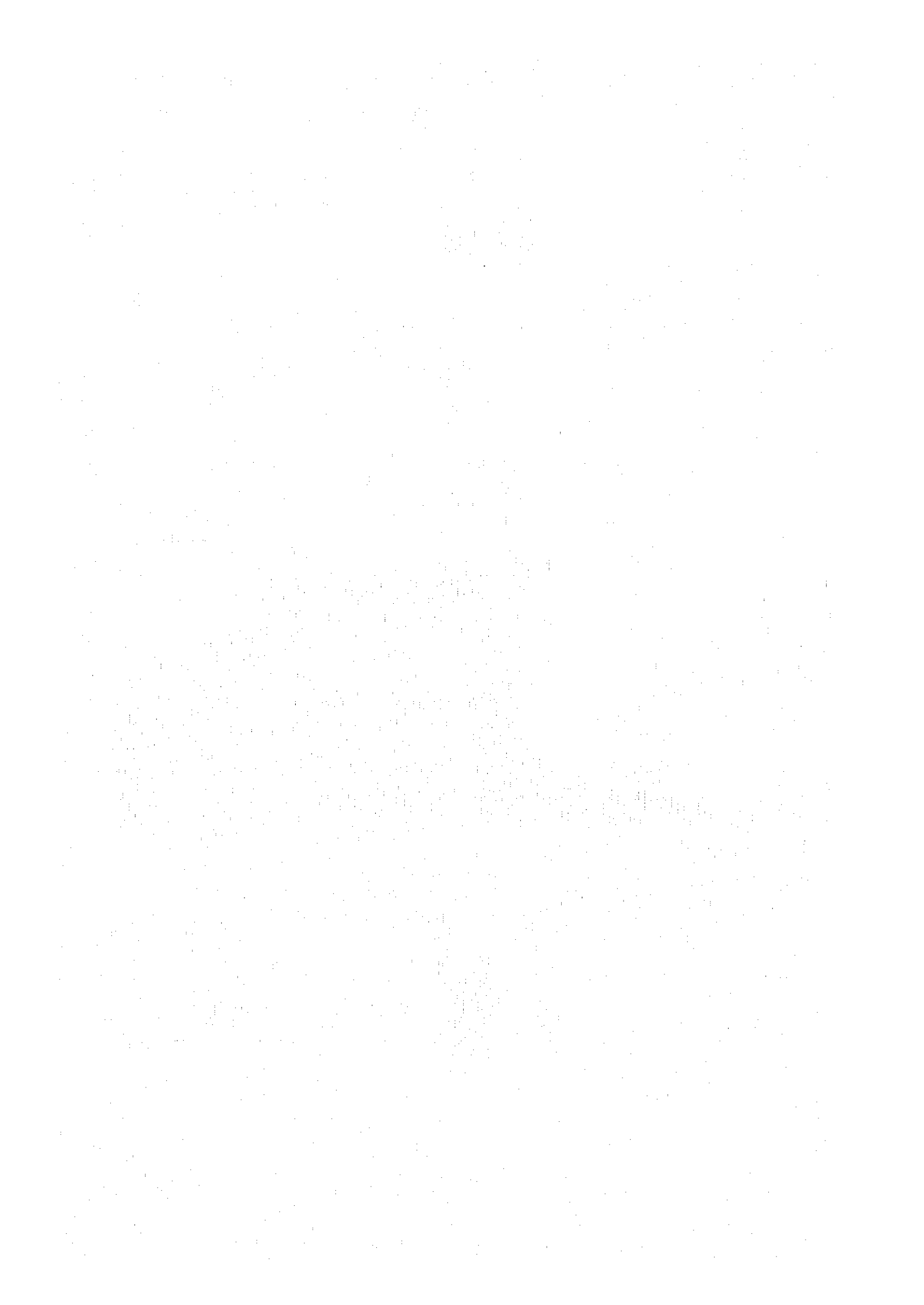
D-7ブロック内
開発予定地区の現況

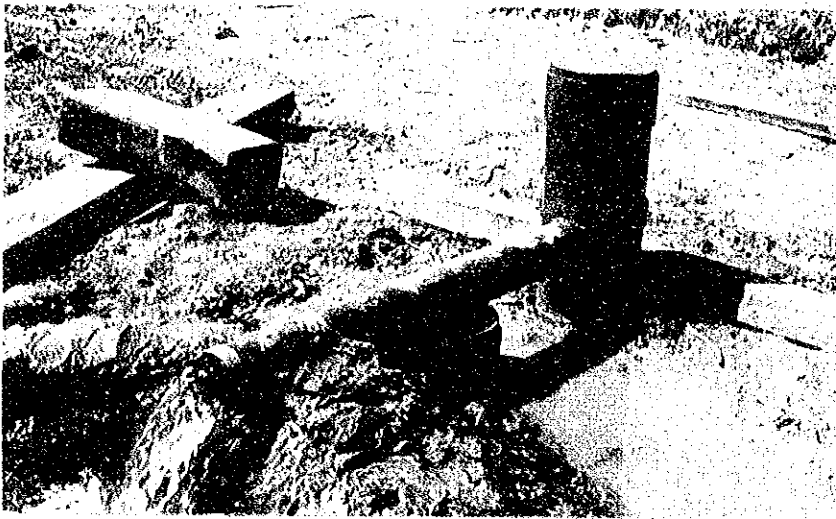


D-15ブロック内
開発予定地区の現況

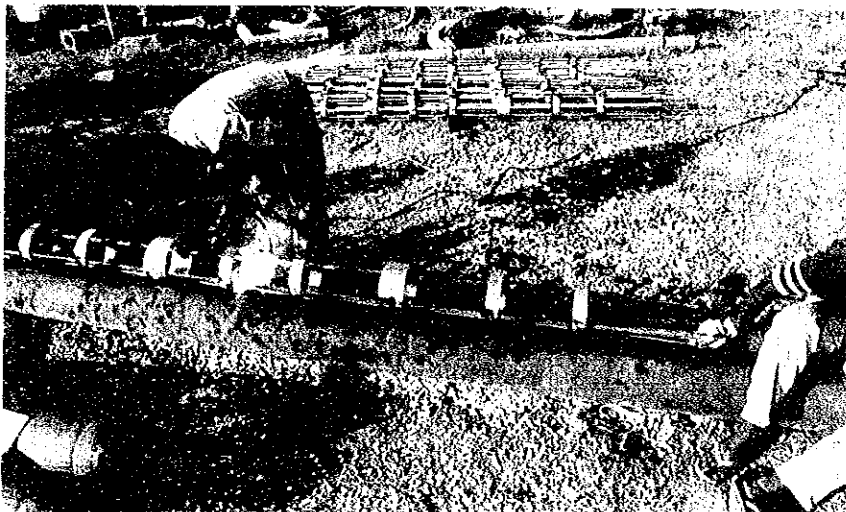


D-7ブロック内
試験井D-7(A)の
掘削作業

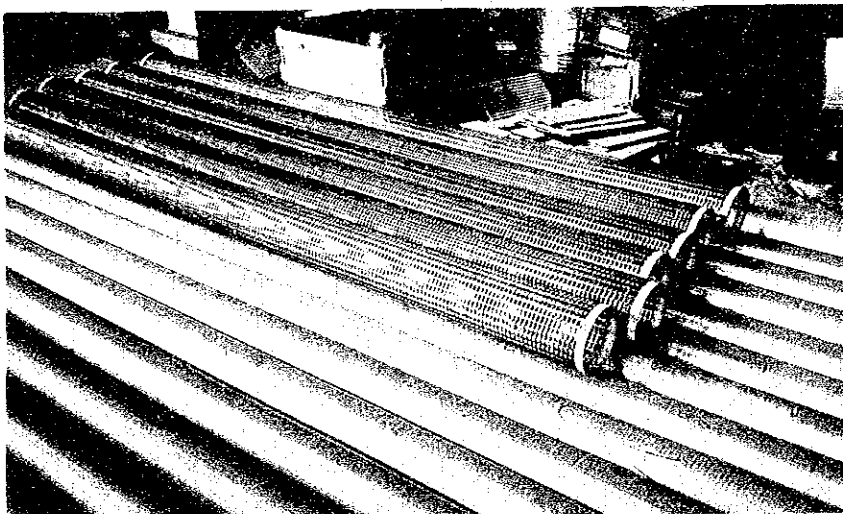




全ての作業が終了した
試験井口 7 (A)。
日排水量は約 20 lit/sec 程
達している。



既存ジョンソンタイプスクリーンの
補強用ケージの制作。
ケージを既存スクリーンの
内側に溶接し、側圧強度を
4.6 kg/cm² から 9.2 kg/cm²
に増強した。



既存ジョンソンタイプスクリーンの
側圧強度を 16 kg/cm² に増強する
ための挿入用ケージと新たに日本から
購送されたロッドベース巻線型スクリーン
(側圧強度: 26 kg/cm²)

要 約

要 約

ネパール王国政府は第7次5カ年計画（1985～90年）の農業開発の一貫として、浅井戸および深井戸による灌漑面積の拡大を図ろうとしている。浅井戸開発事業の方は建設費と維持管理費が安く、かつ掘さく技術が容易であるため今後も順調な発展が期待される。しかし深井戸開発事業は、水理地質調査技術とさく井技術が確立されておらず、建設資金や維持管理費も不足しているため、順調には進展していない。ネパール王国政府は、1986年4月日本国政府に対し、ジャナカプール県テライ平野で深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的な拡大を図るために、食糧増産援助（KR-2）で供与された深井戸建設資機材を用いて150本の深井戸と3000haの灌漑施設を建設する無償資金協力を要請してきた。

これに応え、国際協力事業団は、1986年8月26日から9月19日までの間、事前調査団を派遣し、ネパール王国政府の本計画の背景・内容、実施体制、計画の有意性を確認するとともに、技術的・経済的にも実施が可能であると判断するに至った。この事前調査結果に基づき、国際協力事業団は、1987年1月7日から3月6日まで基本設計調査団（以後フェーズIと呼ぶ）を派遣した。

フェーズI調査団は、計画地域の揚水可能量分布、4本の試掘、KR-2供与済み深井戸・灌漑施設建設資機材の評価等の調査を行い、3ブロック（D-7, M-4, S-7）の基本設計を実施するとともに、23ブロック（深井戸115本、灌漑面積約4600ha）の開発を4年間で実施する全体開発計画を立案することを目的として調査を進めた。また、KR-2で供与済みのバーチカル・タービンポンプを本計画で使用するには、経済性を勘案し揚水量が250/sec以上の深井戸を建設する必要があることを確認した。

しかし、フェーズI基本設計調査では本計画に使用すべくネパール側が準備していた井戸スクリーンが強度不足のため圧壊し、試掘井での揚水試験が実施できなかったこと、既存深井戸に対する揚水試験点数の不足、電気探査点数の不足等によって各開発ブロックの深井戸揚水可能量が確認できず、生産井と水利施設の仕様と規模を決定するまでには至らなかった。また、試験井によって、強度不足が明らかとなった既存8インチ口径のジョンソンスクリーン（側圧強度4.6kg/cm²）の補強策等の検討も必要となった。これらの諸点は、

当該計画の技術的妥当性を左右する重大な問題であるため、この時点で、23ブロックに共通して採用し得る施設の基本設計を行うことは、技術的に困難であると判断された。このため、ネパール王国政府の継続調査要請（1987年6月）に応え、国際協力事業団は1988年1月10日から3月24日までの間、基本設計調査フェーズⅡを実施すべく調査団を派遣した。

調査団は基本設計を実施するために必要なデータを得るため、計画地域の揚水可能量分布の見直し、試験井3本の掘さく（D-15、M-4、S-7の3ブロック）、電気探査、KR-2供与済み深井戸資機材の再評価、地形測量（D-15とS-1の2ブロック）、23開発ブロックの再選定、必要な資料と情報の収集、現状の問題点と対策等の調査を実施した。本調査において判明した諸点は以下のとおりである。

- (1) 今回掘さくした3試験井の揚水結果は、D-7試験井の確認揚水量が40ℓ/sec（揚水水位：6m）、M-4試験井のそれは、20ℓ/sec（揚水水位：42.0m）であった。しかし、S-7試験井では有望な採水層が確認出来なかった。
- (2) M-4試験井の揚水量は、基準の25ℓ/secに達していないが、マホタリ地下水プロジェクト（水資源省）が同試験井の北約3.5kmで掘さくした深井戸（掘さく長119m、自然水位53m）及び南西約3km（原案M-4ブロックの外）で掘さくした深井戸（掘削長163m、自然水位14.6m）（2井とも揚水試験結果は不明）で調査団が測定した水位より推測すると、開発地区を南に移せば、標高が低くなり、自然水位がM-4試験井の38mより相当程度浅くなるため、25ℓ/sec以上の揚水量も期待し得る。
- (3) S-1ブロック内の標高550フィート（165m）地点に位置する既存井N-39では5~6ℓ/sec以上揚水する（揚水水位：66.2m）と多量の砂が流入した。しかし、ブロック内に位置し、N-39よりも約15m低標高地点に存在する製糖工場所有の深井戸2本の揚水量は27ℓ/sec（揚水水位：19.0m）と29ℓ/sec（揚水水位：19.0m）のデータがネパール側より示された。
- (4) D-15ブロック内の既存井N-35（南部）の確認揚水量は47ℓ/sec（揚水水位：20.5m、水位降下：8.4m）、N-33（北部）のそれは19ℓ/sec（水位降下：3

m) であった。

- (5) 以上のような調査結果は、計画対象地域の水理地質構造が局所的な変化が大きいことを示しており、フェーズⅠで作成した地下水賦存図に基づく揚水量予測は信頼性に欠けると判断された。

さらに調査団は、ネパール側の当該計画の実施機関である井戸灌漑・農業・訓練・サービス・プロジェクト (Tubewell Irrigation, Agriculture, Training and Services Project, 通称TIASTSP) とその監督官庁である農業省 (Ministry of Agriculture) と要請内容の再確認および協議を行った。しかし、下記の3点のネパール側主張に対し、日本側として合意し得なかったことから、当該計画の開発構想、実施方針等を定めた協議議事録は署名に至らなかった。

- (1) 本件の無償資金協力に際し、T I A T S P 保有のKR-2 供与済み深井戸・灌漑施設建設機械を日本側業者が使用する場合、この使用料を徴収する。
- (2) 請負業者がさく井した深井戸が空井又は不経済井 (揚水量25ℓ /sec未満) であった場合、これに対する完工証明は発給せず、支払いの対象としない。業者のリスクで掘り直し、揚水量25ℓ /sec以上の経済井を完成させるべきである。
- (3) 次回の調査対象ブロックは、S-1, S-2, S-10, M-4, M-12, M-13, D-13, D-14, D-19 の9ブロックとすべきである。調査団の判断では、D-19とM-4を除く7ブロックで経済井 (揚水量25ℓ /sec以上) がさく井できる確率は必ずしも高くない。

以上の状況を踏まえ、フェーズⅡでは本開発計画に係る基本設計調査結果を以下の方針で取り纏めることが妥当であると判断された。

- (1) 試験井を掘さくせずに可能揚水量を推定することは極めて危険であり、フェーズⅠで立案した、23ブロックを4年で開発するという基本構想を実施に移すことは技術的に不可能である。したがって、23ブロックについて開発計画を策定する場合は、ブロック毎に揚水量を確認の上、基本設計を行う必要がある。
- (2) D-7及びD-15ブロックは経済的揚水量 (25ℓ /sec以上) が期待できるので本

報告書において基本設計を行う。

- (3) M-4ブロックは、開発対象地区を南に移せば、経済的揚水量（25ℓ /sec以上）が確保できる可能性もあるが揚水量を確認していないため、今回は施設基本設計を実施しない。
- (4) S-1ブロックについては、25ℓ /sec以上の揚水試験データもあるが、調査団によって確認されたものではなく、調査団の揚水試験結果（5～6ℓ /sec）を優先すべきであると判断し、今回は基本設計を実施しない。
- (5) S-7ブロックは有望採水層が確認できなかったため、計画の対象外とする。

この結果、本計画では、D-7及びD-15の2ブロックのみについて基本設計を行うこととし、その概要は以下のとおりである。

(1) 対象地区 : ジャナカプール県ダヌーサ郡のナクタジとハリハリプール(D-7)
同県ダヌーサ郡 パサイヤ(D-15)

(2) 純灌漑面積 : D-7 200ha
D-15 200ha
合計 400ha

(3) 生産井 :

ブロック名	D-7	D-15	
		Aタイプ	Bタイプ
生産井数 (*1)	4+(1)	3+(1)	1
地下水位 (m)	自噴井	42	12
設計揚水量 (ℓ/sec)	40	40	40
設計揚水位 (m)	9	50	20
ポンプ位置 (m) (*2)	25	57	32
掘さく深度 (m)	210	150	150
ケーシング深度 (m)	200	140	140
14" ケーシング長 (m)	30.0	60.0	42.0
8" ケーシング長 (m)	120.0	42.0	66.0
補強スクリーン 9.2kg/cm ² (m)	5.25	10.5	10.5
補強スクリーン 16kg/cm ² (m)	10.5	21.0	21.0
ロッドベース スクリーン (新規購入) 28kg/cm ² (m)	33.0	5.5	5.5
使用ポンプ	KR-2 供与済みバーチカル・ケービンポンプ		
改造点	無	*3	無
改良点	ポンプのエンジン始動用バッテリーを電源とした水位検定によるエンジン自動停止装置を付設 (新規購入)		

*1 生産井は各ブロック5本の計画。()内は生産井に転用される試験井の数。D-15ブロックの試験井はTIATSPの手で完工している。

*2 ポンプ位置は、長期の水位降下を考慮し、揚水水位から最少7m下げた。

*3 4台のポンプ軸とコラムパイプを現在の40m から57m に延長する。

(4) 灌漑施設 :

ブロック名	D-7	D-15
灌漑用水路 (m)	8,610	6,910
ポンプハウス	5	4
オペレータハット	5	4
バブル水槽	5	4
キャトルバス	14	12
道路横断 (大)	1	8
道路横断 (小)	42	23
取水工	70	56
排水暗渠	23	11
排水暗渠 (大)	1	0
水路屈折箱	32	15
分水箱	5	7
落差工	2	6
チェックプレート	60	47

注：D-15ブロックの1灌漑区の施設はTIATSPが現在建設中である。

(5) 供与資機材 (概要)

- : 掘さくリグ及びマッドポンプに係る消耗部品
- : トリコン・ビット (17"1/2, 14"3/4), ホールオープナー等
- : ベントナイト、CMC、バライト等深井戸掘さく用調泥剤
- : 強化スクリーンとコンダクターパイプ等
- : ジェットノズルと井戸洗浄剤
- : エンジンウェルダ―とガス溶接・切断機
- : 揚水試験用水中モーターポンプ
- : 既存バーチカルタービンポンプ改造用部品
- : ピックアップ、クレーン車等運搬用車両と既存車両のスペアパーツ
- : 建設機械のスペアパーツ
- : 管理用車両
- : その他

(6) 事業の工期

交換公文(E/N)締結後の全工期は、詳細設計、施工業者の選定期間等を含め、12ヵ月と見込まれる。

(7) 概算事業費

本計画の総事業費は約3億9千2百万円と見積られる(日本側負担額のみで、ネパール側事業費はない)。

(8) 実施運営体制

実施機関は農業省農業局の管轄下にあるTIATSPとする。完成後の施設の維持管理は、各生産井ごとに結成される水利組合から水代を徴収してTIATSPが行うものとする。

本計画の実施によって計画地区内の灌漑耕地の拡大、作付率の増加と栽培作物の多様化、単位収量増と農産物の増産およびこれらによってもたらされる農家収入の増大と生活水準の向上といった直接効果のみならず、ブロック内住民の生活環境の改善、深井戸開発技術の向上等の間接効果も期待できる。

なお、日本国政府の無償資金協力で、2ブロック(D-7とD-15)の建設を実施する際には、下記に対するネパール側の協力が不可欠である。

- (1) 日本の請負業者に対する必要なKR-2深井戸・灌漑施設建設機材の無償貸与。
- (2) 日本の請負業者がさく井した生産井(揚水量25ℓ/sec未満の井戸を含む)の受領と完工証明の発給。
- (3) 建設用地とアクセスの確保(必要な用地補償を含む)。
- (4) 無償資金協力で建設される幹線水路から分岐させる支線土水路の建設。
- (5) 灌漑区ごとの水利組合の結成と同組合から水代を徴収して行うべき完工施設の運営・維持管理。

ネパール王国
テライ地下水開発計画
基本設計調査（フェーズⅡ）報告書

目 次

	頁
計画地区位置図	
要 約	S-1
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	6
2. 1 ネパール国の概況	7
2.1.1 国土・人口	7
2.1.2 国家経済	7
2.1.3 国家開発計画	7
2. 2 農業と灌漑の現況	9
2. 3 外国援助の動向	11
2. 4 要請の内容	12
2. 5 調査の経緯	14
2.5.1 事前調査	14
2.5.2 基本設計調査フェーズⅠ	15
第3章 調査対象地域の概況	19
3. 1 調査対象地域	20
3.1.1 位置・アクセス	20
3.1.2 行 政	21
3. 2 社会経済状況	22
3.2.1 人 口	22
3.2.2 経済・産業	22

3.2.3	インフラストラクチャー	23
3.2.4	農業・灌漑	24
3.3	気象・水文及び地形	26
3.4	水理地質	28
3.4.1	概況	28
3.4.2	地下水賦存分布	31
3.4.3	5ブロックの水理地質構造	31
3.4.4	5ブロック等の揚水可能量	36
3.5	KR-2深井戸資機材の現状	40
3.5.1	保管状況	40
3.5.2	現在量と使用可能量	41
3.6	TIATSPの概要	41
3.6.1	事業概要	41
3.6.2	事業費	43
3.6.3	組織と人員配置	43
第4章	計画の概要	44
4.1	計画の目的	45
4.2	フェーズⅡの計画概要	46
4.2.1	基本方針	46
4.2.2	計画概要	47
第5章	基本設計	49
5.1	設計方針	50
5.2	生産井開発計画	51
5.2.1	揚水位と揚水量の決定	51
5.2.2	位置の選定	52
5.2.3	生産井の仕様決定	53
5.2.4	ポンプの選定	55
5.2.5	調査兼長期地下水位観測井の設置	57

5. 3	灌漑計画	58
5.3.1	灌漑用水量の算定	58
5.3.2	灌漑地区の選定	60
5.3.3	灌漑施設の配置	61
5.3.4	ポンプハウスとオペレーターハットの基本設計	63
5.3.5	幹線水路と付帯構造物の基本設計	66
5. 4	資機材調達計画	70
5.4.1	現存資機材の整備と修理	70
5.4.2	主要資機材の総必要量	70
5.4.3	供与主要資機材の数量と概略仕様	71
5. 5	基本設計図	77
第6章 事業実施計画		93
6. 1	実施体制	94
6. 2	工事負担区分	95
6. 3	実施設計及び施工・監理計画	97
6.3.1	実施設計及び入札業務	97
6.3.2	施工計画	97
6.3.3	施工方法	98
6.3.4	監理計画	101
6. 4	資機材の調達・輸送計画	102
6.4.1	資機材の調達	102
6.4.2	輸送計画	103
6.4.3	資機材の管理	104
6. 5	実施スケジュール	104
6. 6	概算事業費	105
6.6.1	全体事業費	105
6.6.2	日本側負担事業費	105
6.6.3	先方政府負担事業費	105

第7章 維持管理計画	106
7.1 施設の維持管理	107
7.2 末端施設の整備	108
7.3 農民に対する教育・訓練	108
第8章 事業評価	109
第9章 結論と提言	113

付表リスト

表2-1	主要作物生産量と栽培面積の推移	117
表3-1	開発候補ブロックの調査結果一覧	118
表3-2	揚水量確認調査井の現況	124
表3-3	揚水量確認調査結果一覧	125
表3-4	KR-2深井戸資機材の評価調査一覧	126
表3-5	JADP/TIATSPの事業費	128
表4-1	フェーズIの計画内容の検討およびフェーズIIの計画概要	129
表5-1	灌漑施設概要	143
表5-2	灌漑水路概要	144
表5-3	2開発ブロックの生産井と灌漑施設工事に必要な資機材総量	146
表5-4	掘さくりグ(YRD-501R)3台のスペアパーツ	148
表5-5	マッドポンプ(NAS-7)のスペアパーツ	150
表5-6	掘さくりグ3台の使用に必要なドリリング・ツールズ	152

付図リスト

図3-1	地下水賦存量の分布と開発候補ブロック	154
図3-2	地形区分図	155
図3-3	D-7試験井地質柱状図	156
図3-4	D-7試験井各層湧出率(%)図	157
図3-5	M-4試験井地質柱状図	158
図3-6	M-4試験井各層湧出率(%)図	159
図3-7	S-7試験井地質柱状図	160
図3-8	揚水量確認済み既存深井戸位置図	161
図3-9	TIATSPの組織と人員配置図	162
図5-1	深井戸の標準仕様	163
図5-2	ポンプハウス平面図・オペレーターハット平面図	164

図5-3	バップル水槽概要図・Vノッチ詳細図	165
図5-4	用水路断面図・取水工概要図	166
図5-5	落差工断面図・分水箱と屈折箱の断面図	167
図5-6	チェックプレート	168
図6-1	農業省組織図	169
図6-2	農業局組織図	170
図6-3	事業実施組織関係図	171
図6-4	工事概略工程図	172

付属資料

1. 調査団メンバーリスト
2. 調査団日程表
3. 協議議事録（ドラフト）
4. 面談者および調査団カウンターパート
5. 地下水解析資料
 - 5.1 地下水位の変動
 - 5.2 揚水試験解析
 - 5.3 影響半径
6. 農産物増産に伴う農家経済改善予測

第 1 章 緒 論

第 1 章 緒 論

ネパール王国政府は、中央開発圏の主要部に位置するジャナカプール県のテライ平野のうち、表流水灌漑が困難な地域の灌漑農業開発を推進するため、日本の技術協力と無償資金協力を得て、1971年11月ジャナカプール県農業開発計画(Janakpur Zone Agriculture Development Project, 通称JADP)を開始し、農業生産の増大、地域農民の収入増加と生活水準の向上を目的とした各種の農業開発事業を実施してきた。このうち、県内テライ平野中央部における浅井戸灌漑事業の進捗は目覚しく、1987年5月までに2,646本の浅井戸(うち、成功井2,307本、成功井率87%)を掘さくし、既耕地約16,100haの灌漑を可能にした。

ネパール王国政府は、ジャナカプール県内テライ平野で地下水灌漑事業の一層の推進を図るため、1986年1月、JADPをTubewell Irrigation, Agriculture, Training and Services Project(通称TIATSP)に改組した。TIATSPの下でも、浅井戸灌漑事業は順調に進展しており、今後も継続される見込である。一方、JADPの事業の1つとして、1976年に開始され1984年までに24本の深井戸を掘さくした深井戸灌漑事業は、日本政府の食糧増産援助(KR-2)で供与された深井戸建設資機材を使用して、1985年と86年に39本(うち15本は日本の請負業者がさく井した)をさく井した後、TIATSPに引き継がれ、1986/87年度には18本を掘さくし、1987/88年度にも8本が計画されている。

しかし、深井戸灌漑事業は、ネパール国内で、水理地質調査技術とさく井技術が確立されていないこと、巨額を要する深井戸掘さくと灌漑施設の建設資金が手当てできないこと、深井戸灌漑の運営、維持管理体制が不備なこと、等によってその進捗は思わしくない。

上述の背景と実状を踏まえ、ネパール王国政府は、県内3郡(Dhanusha, Mahottari, Sarlahi)にまたがるテライ平野の適地で、深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図るべく、1986年4月、日本国政府に対し、KR-2深井戸建設資機材を用いて150本の深井戸をさく井し、約3,000haが灌漑可能な水利施設を建設するテライ地下水開発計画への無償資金協力を要請した。これに応え、国際協力事業団は、1986年8月26日から9月19日までの間、事前調査団を派遣し、ネパール王国政府の当該計画の背景・内容、実施体制、計画

の有意性等を確認するとともに技術的かつ経済的にも実施が可能であると判断するに至った。

この事前調査による日本政府の判断に基づき、国際協力事業団は、1987年1月7日から3月6日まで基本設計調査を実施した（以下「フェーズⅠ」と呼ぶ）。この現地調査では、深井戸計画地域の選定（約110,000ha）と同計画地域の揚水可能量分布、4本の試掘、KR-2供与済み深井戸建設資機材の評価、23開発ブロックの選定、代表3ブロック（D-7,M-4,S-7）の地形測量、基本設計に必要な資料と情報の収集、現状の問題点と対策等の調査を行うとともに、当該計画の実施機関であるT I A T S Pとその監督官庁である農業省（Ministry of Agriculture）との協議を実施した。フェーズⅠでは、この現地調査と要請内容の検討を含む国内解析を基に、当該計画の全体計画を立案するとともに、KR-2で供与したパーチカル・タービンポンプの経済的使用には、揚水量が250 /sec以上の深井戸を建設する必要があることを明らかにした。

しかし、フェーズⅠでは、各開発ブロックの深井戸揚水可能量が確認されておらず、生産井と灌漑施設の仕様と規模を決定するまでに至っていないこと、最優先開発8ブロック以外の15ブロックの位置、試験井によって強度不足が明らかとなった現存8インチ口径ジョンソンスクリーン（側圧強度：4.6kg/cm²）の補強策等も確定されていなかった等、当該計画の技術的妥当性を左右する重大な問題が未解決であった。

このため、国際協力事業団は、ネパール王国政府の継続調査要請（1987年6月）に応え、1988年1月10日から3月24日までの間、フェーズⅠで実施初年度の建設が想定された5開発ブロック（D-7,D-15,M-4,S-1,S-7）を対象とした基本設計調査フェーズⅡ（団長：宮西嘉樹氏、外務省無償資金協力課）を実施した。フェーズⅡ調査団は、計画地域の揚水可能量分布区分の見直し、試験井3本の掘さく（D-7,M-4,S-7の3ブロック各1本）及び補強スクリーンと強化スクリーンの適応性、KR-2深井戸建設資機材の再評価、2ブロック（D-15とS-1）の地形測量と23開発ブロックの再選定、基本設計に必要な資料と情報の収集、現状の問題点と対策等の調査を行うとともに、T I A T S Pと農業省で要請内容の再確認および協議を実施した。

フェーズⅡ現地調査では、下記の事実が判明し、フェーズⅠで立案された全体開発計画

は、各ブロックの揚水可能量が確認された後でないと実施に移せないこと、5開発ブロックのうち直ちに実施に移せるのはD-7とD-15の2ブロックであること、等が明らかになった。

- ① S-7ブロックには有望採水層が存在しない。
- ② M-4ブロックの確認揚水量は20ℓ/sec（揚水水位：42m，水位降下：約4m）である。
- ③ S-1ブロック内のT I A T S P既存井の揚水量は5～6ℓ/sec（揚水水位：66m，水位降下：約18m）であるが、ブロック内に位置する製糖工場所所有の深井戸2本の揚水量は、27ℓ/sec（揚水水位：19m，水位降下：約5m）と29ℓ/sec（揚水水位：19m，水位降下：約5m）である。
- ④ D-7ブロックの確認揚水量は40ℓ/sec（揚水水位：6m，水位降下：約6m）である。
- ⑤ D-15ブロックの確認揚水量は南側で47ℓ/sec（揚水水位：20.5m，水位降下：約8m），北側で19ℓ/sec（揚水水位：45.1m，水位降下：約3m）である。
- ⑥ 計画地域の水理地質構造は局所的な変化が大きいため、フェーズIで作成した地下水賦存図に基づく揚水量予測は信頼性に欠ける。

しかし、フェーズIIの現地調査結果を踏まえて行なわれた調査団とネパール政府農業省との協議では、下記の3点のネパール側主張に対し、日本側として合意し得なかったことから、当該計画の開発構想、実施方針等を定めた協議議事録は署名に至らなかった。

- (1) 本件の無償資金協力に際し、T I A T S P保有のKR-2供与済み深井戸・灌漑施設建設機械を日本側業者が使用する場合、この使用料を徴収する。
- (2) 請負業者がさく井した深井戸が空井又は不経済井（揚水量25ℓ/sec未満）であった場合、これに対する完工証明は発給せず、支払いの対象としない。業者のリクスで掘り直し、揚水量25ℓ/sec以上の経済井を完成させるべきである。
- (3) 実施2年度用の調査対象ブロックは、S-1.S-2.S-10.M-4.M-12.M-13, D-13.D-14, D-19の9ブロックとすべきである（調査団の判断では、D-19とM-4を除く7ブロックで経済井がさく井できる確率は必ずしも高くない）。

フェーズⅡ調査団の団員リスト、調査日程、ネパールで面談した関係者とネパール側カウンターパートのリストは資料編に添付してある。

この基本設計調査フェーズⅡ報告書は、上述の現地調査の結果を踏まえ、国内解析において立案した2開発ブロック(D-7とD-15の2ブロック)の開発計画、施設の概略設計、実施計画、評価、結論と提言等を取りまとめたものである。

なお、フェーズⅠとフェーズⅡの主な差異を以下に要約する。

作業項目	フェーズⅠ	フェーズⅡ
①調査対象ブロック	30開発ブロック	D-7、D-15、M-4、S-1、S-7の5ブロック
②試験井の掘さくと揚水試験	なし。ダヌーサ部の北、中、南で4本の試験	D-7、M-4、S-7の3ブロックで各1本、ただし、S-7ブロックでは有望採水層が確認できなかったため、ケーシング前に廃坑した。
③施設基本設計	D-7、M-4、S-7の3ブロック	D-15、S-1の2ブロック
④全体計画	23ブロックで115本の生産井とこれに見合った灌漑施設を4年間で建設する。	立案しない
⑤初年度に実施可能なブロック	D-7、M-4、S-7、D-15、S-1の5ブロック	D-7、D-15の2ブロック
⑥年次別建設計画	初年度：5開発ブロック 2年度以後：各年6開発ブロック	左記を破棄し、年次計画は立案しない。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ネパール国の概況

2.1.1 国土・人口

ネパール王国は、北を中国領チベット、南はインドに囲まれている内陸国で面積は約15万平方キロメートルである。年間降雨は山岳地帯および西部地帯で数百ミリメートル、南部のテライ地方で約1,300 ミリメートルである。

人口は約1,500 万人（1981年）で、1971年からの10年間の人口増加率は年2.7 %であった。

2.1.2 国家経済

ネパールのGDPは、1985/86年に453 億ルピーに達し、過去5年間の実質成長率は年3%であった。一人当りのGDPは約2,600 ルピー（175米ドル）と推定されている。

農・林・漁業生産額がGDPの60%以上を占め、工業生産額は4.6 %にすぎない。労働人口の80%以上が農・林・漁業に従事している。

2.1.3 国家開発計画

ネパールは現在第7次5カ年計画の3年度目に入っている。その目標は

① 生産拡大の加速化、② 生産的雇用機会の拡大、③ 国民のミニマム・ニーズに応じる、の3点である。

第7次5カ年計画では、農業部門の開発に第1優先順位がつけられている。次いで森林資源開発と土地の保全が挙げられている。水資源の開発では、水資源の利用と経済開発を結びつけるため、電力を利用した輸送手段、水路の開発、電力利用工業の開発などがあげられている。また、水資源開発のためには近隣国（インド）との協力をもとに、開発の明確な方向づけが必要だとしている。工業開発は多くのボトルネックを抱えている分野であるが、ネパールの地理的条件、天然資源の賦存状況、狭隘な国内市場を考えると大規模工業設立の余地は少ない。従って、ネパールの工業化は小規模工業から始めていきたいとして、政策の方向性をかなり明確に出してきているのが注目される。その他、輸出促進、地域的プロジェクトを地域の執行に委ねる「地方化」案、民間部門の活動を盛り上げるために政府の干渉と統制の削減などの案が盛られている。

過去5年間（1979/80～1983/84）の国内総生産（GDP）の60～62%を占め、総人口の80%以上が従事している農業部門は、他に経済を引っ張っていく部門を持たないネパールでは、今後も国の経済を支える最大の産業であり、その成長率がネパールの経済成長率を大きく左右することには変りはない。第7次5カ年計画では、主要農産物の生産目標を以下のごとく設定している。

主要農産物の増産目標

	1984/85 (トン)	1988/89 (トン)	増産率 (トン)
米	2,733,000	3,400,000	124
小麦	600,000	900,000	150
とうもろこし	843,000	916,000	109
砂糖きび	500,000	800,000	160
からし種子	77,000	95,000	123
タバコ	7,000	8,000	114
じゃがいも	409,000	521,000	127

2. 2 農業と灌漑の現況

1) 農業

ネパールの現況土地利用は下記の通りとなっている。

種 類	面積 (百万ha)	占有率 (%)
農地	2.65	18.0
森林地	5.53	37.6
ヒマラヤ山岳地	2.25	15.3
放牧地	1.98	13.4
河川、池、沼等	0.40	2.7
住宅、道路	0.10	0.7
その他 (荒地、地滑り地等)	1.80	12.3
計	14.71	100.0

最近のネパールにおける主要作物の生産量と栽培面積の推移は表2-1に示す通りである。

ネパールの農家約218万戸の内、自作農は約197万戸(90%)である。自作農による経営面積は約230万haで、これは全農地の約87%を占める。全農家の内、約180万戸(82%)は2ha以下の経営規模である。

2) 灌 漑

1985年までに建設された灌漑施設は約34万haと推定される。しかし、不十分な関連農業開発と不完全な維持管理のため、実際に灌漑されているのは約10万haと見られている。これを踏まえ、第7次5ヵ年計画(1985~90年)では、重要な目標の1つとして、235,500haの灌漑面積の拡大を掲げており、その内訳は、以下の通りとなっている。

第7次5ヵ年計画における灌漑面積の拡大目標

	水資源省	農業省
継続プロジェクト	106,003ha	
新規プロジェクト	29,490ha	
小規模灌漑		50,000ha
井戸灌漑		50,000ha
計	135,493ha	100,000ha

水資源省が開発を推進する135,493haの開発地域(Region)別地形別内訳は以下の通りであり、ジャナカプール県が属する中央開発地域が重視されている。

Region	Teral 平野 (ha)	Hill 地帯 (ha)	計 (ha)
東 部	39,235	2,385	41,620
中 央	34,500	2,390	36,890
西 部	8,666	5,227	13,893
中 西 部	5,500	1,560	7,060
極 西 部	10,950	3,480	14,430
未 定	21,600	0	21,600
計	120,451	15,042	135,493

農業省が推進する小規模灌漑と井戸灌漑の内訳は明らかでないが、井戸灌漑は中央開発地域に属するジャナカプール、ナラヤニ、ルンビニ3県の継続事業が優先されると思われる。

灌漑施設としては、水路は幹線から3次水路まで全て土水路、3次水路以下の土水路は、受益農民自身が建設することになっているが、その普及度は高くない。付帯構造物は、頭首工(Barrage)、取水工、長大サイホン、橋等はコンクリート構造であるが、その他の小構造物はレンガモルタル構造が一般的である。

2. 3 外国援助の動向

ネパールは、1951年の開国以来、経済協力の対象国として援助国・機関から重視されてきた。現在でも、1人当りの援助受取額は約12ドル（1984/85年実績）であり、アジア諸国の中では、スリランカ（約25ドル）についてバングラデシュとならび第2位となっている。

ネパールが第1次5ヵ年計画を開始した頃（1956～61年）の年間援助受取額は1,300万ドル程度であったが、先進諸国の援助体制が強化され、国際機関の経済協力が活発化しはじめた1970年以降は、援助額が急速に増加し、1970年に2,400万ドルであったものが1982/83年に1.75億ドルとなり、1984/85年には、1.86億ドルに達している。

経済協力の進展にともない、援助額の増加のみならず、援助の形態、協力の分野別配分、協力国の構成も変化してきている。援助形態では、初期の無償資金協力と技術協力から、国際機関の協力が活発になった1970年代には借款の割合が増加し、1980/81年に44%、1984/85年には56%まで上昇している。

援助の分野については、当初から道路や電力部門および農業、灌漑部門が重視されており、現在も大きな変化はないが、1977年頃からネパール政府の協力受入政策が変わり、協力プロジェクトの内容が変わってきている。すなわち、道路部門では、幹線道路に連結する地方道路、農道建設あるいは既存道路の補修等に、電力部門では送配電網の整備に、また農業・灌漑部門では中小規模事業と3、4次水路の建設へとシフトしてきている。

援助供与国別では、初期にはインド、中国、アメリカが大きな比重を占め、これら3ヵ国で援助総額の90%を構成していたが、1970年代に入ると中国、アメリカの援助額が相対的に減少し始め、代ってIDA、ADB、UNグループの比重が増大し、日本の援助額も増大してきた。1982/83年には援助総額の19%をIDA、18%をADBが占めるに至った。また、2国間協力では日本が総援助額の14%で第1位、インドが12%で第2位、中国は7%で第3位となっている。

以上のごとく、援助額の増大にともない、ネパールの援助吸収能力の拡大、すなわち、協力プロジェクトに伴う国内資金の調達力の増大とプロジェクトの実施に必要な、現場技術者、管理要員、政府職員等マンパワーの増強、借款比率の増加に伴う債務サービス支出能力の向上が必要である。ネパール政府も各種の訓練機関を設立して、マンパワーの養成に努力しており、援助国側も教育・技術訓練プロジェクトに対する資金供与、その他協力プロジェクトに対する現場研修プログラムの組み込み等マンパワーの養成に協力している。しかし、その成果は今もって不十分であり、今後は、その質的改善が必要とされている。

2. 4 要請の内容

ネパール政府は、1986年4月、ジャナカプール県テライ平野における深井戸灌漑開発に対して、日本政府に無償資金協力を要請してきた。その内容を要約すれば以下の通りである。

1. 基本構想

1.1 計画の目的

- (1) 灌漑耕地の拡大
- (2) 農産物の安定的増産
- (3) 農家収入の増大
- (4) 農家の生活水準の向上

1.2 計画対象地区

ジャナカプール県内3郡にまたがるテライ平野

1.3 計画の内容

- (1) KR-2で供与された深井戸建設資機材を利用
- (2) 深井戸150本と3,000haを灌漑する水利施設の建設

2. 開発地区

2.1 開発ブロックと優先順位

- (1) 開発ブロック数は30。1開発ブロックの粗面積は800ha。

(2) 30開発ブロックの郡別、優先順位別ブロック数は以下の通り。

郡名	1位優先	2位優先	3位優先	計
ダヌーサ	7	2	3	12
マホタリ	3	3	5	11
サルラヒ	5	0	2	7
計	15	5	7	30

3. 地下水開発計画

3.1 深井戸計画

深井戸本数は30開発ブロックで150本（1ブロック当り5本）

3.2 資機材計画

ネパール側は、掘さく用リグ、ケーシング、スクリーン等KR-2資機材を提供する。

4. 灌漑排水計画

4.1 計画の方針

- (1) 深井戸1井当たりの灌漑面積は平均20ha。
- (2) 井戸の配置と幹線水路の設計は詳細設計ステージで決定する。

4.2 水利施設

- (1) ポンプハウス
- (2) 給水施設
- (3) オペレーターハウス
- (4) 幹線水路と付帯構造物

5. 管理運営体制

5.1 責任官庁

農業省農業局

5.2 実施機関

TIATSP(Tubewell Irrigation Agriculture Training and Services Project)

2. 5 調査の経緯

2.5.1 事前調査

前節 2. 4 で記したネパール政府の要請に応え、国際協力事業団は1986年8月26日から9月19日までの間、要請内容の確認、現地調査及びネパール側実施体制の確認等を行い、計画の妥当性と日本の協力の可能性ならびに対応方針を検討し、基本設計範囲をとりまとめることを目的とした事前調査団をネパールに派遣した。

事前調査の結果概要は、以下の通りである。

- 1) ネパール政府の新5ヵ年農業政策は、食料増産と農民の生活水準の向上が根幹となっており、テライ平野では浅井戸および深井戸による灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図ることが最も効果的であり、かつ急務とされている。従って、ネパール政府にとって当該計画の必要性はきわめて高く、その事業効果も、深井戸灌漑事業に関する技術移転を含め、きわめて大きい。
- 2) 深井戸掘さく地点、深度、可能揚水量等の水理地質に関する技術的課題は、基本設計調査で大半が解決できる。また、深井戸灌漑は、I A P およびハルディナス農場の成功事例があり、深井戸1本当たりの揚水量が25ℓ /sec以上で、かつ施設の運営、維持管理が円滑に行われれば、当該計画の事業効果も十分期待できる。
- 3) 従って、当該計画の技術的、経済的可能性は、下記の諸点を前提条件として、十分に高いと判断され、日本の無償資金協力の対象プロジェクトとして妥当である。
 - (1) 深井戸灌漑の主目的は、雨期水稲の安定的増産と乾期作物の作付面積の拡大とする。また、灌漑面積は、テライ平野の既存灌漑計画（ナラヤニ、スンサリモラン等）と同様、1ℓ /sec/ha の単位用水量で計画する。

(2) 基本設計調査で、試掘井によるシワリク層の水理地質条件の確認、地盤沈下対策としての適正揚水量の検討および地下水位が低くかつ湧出能が低い北部地域での地下水開発手法の検討等を行い、当該地域での深層地下水開発に最適な井戸掘さくと仕上げに関する仕様を確立する。

(3) 供与済み深井戸建設資機材の有効利用を前提とするが、北部地域の地下水開発のための水中モーターポンプ類、南部地域深層地下水開発のためのスクリーン、パイプ類等の資機材を追加供与する。

上述の調査結果を基に、事前調査団は以下の内容の基本設計調査の実施を提案した。

- (1) ネパール側要請の30開発ブロックの確認
- (2) 30開発ブロックのタイプ別分類（3～5タイプ）
- (3) 各タイプの代表ブロックにおける灌漑施設の概略設計
- (4) 3本の試掘（東西ハイウェイ近傍で深度150m、ジャナカプールタウン北東部で深度210m～240m、ジャナカプールタウン南西部で深度210m～240mの計3カ所）
- (5) 深井戸建設用KR-2供与資機材の詳細調査

2.5.2 基本設計調査フェーズI

前節2.5.1に記した事前調査の結果と提案に基づき、国際協力事業団は1987年1月7日から3月6日までの間、基本設計調査団（フェーズI調査団）をネパールに派遣した。調査団は計画地域の地下水揚水可能量分布、4本の試掘、KR-2供与済み深井戸建設資機材の評価、23開発ブロックの選定と代表3ブロック（D-7、M-4、S-7）の地形測量、現状の問題点と対策等の調査を行うとともに、基本設計を実施するために必要な資料と情報の収集ならびにネパール国の当該計画の実施機関であるT I A T S Pとその監督官庁である農業省（Ministry of Agriculture）で要請内容の確認および協議を行った。

フェーズ I 調査団の現地調査の主作業は次の通りであった。

- 1) インセプション・レポートの説明、協議
- 2) 協議議事録草案の作成
- 3) 基本設計に必要な資料、情報の収集、整理
- 4) 計画対象地域の現況把握のための現場調査
- 5) 試掘井4本の掘さく（ダヌーサ郡のダルケパール — ジャナカプール — ジャレスワールのライン上の北、中、南で）
- 6) 3開発ブロック（D-7, M-4, S-7）の測量と1/1000地形図の作成
- 7) ネパール側要請内容の確認および協議

フェーズ I 調査団は、上述現地調査の結果を踏まえ、国内解析において検討した当該計画の妥当性と策定した計画内容・規模、施設の概略設計、事業の実施体制、次に行うべき基本設計調査フェーズ II の内容、実施工程、要員計画と調査資機材、ネパール政府の便宜供与および結論・提言をとりまとめた基本設計調査報告書（ドラフトファイナルレポート）を作成した。このレポートの説明と必要な協議を行わせるべく、国際協力事業団は、5月29日から6月5日の間ネパールにドラフトファイナルレポート説明ミッションを派遣した。

基本設計調査フェーズ I の結論と提言は以下の通りであった。

- 1) 基本構想
 - KR-2 で供与された深井戸用資機材を利用して、115本の生産井と灌漑面積4,625haの水利施設を建設する。
- 2) 開発地区
 - ネパール側から要請のあった30開発ブロックのうち、23ブロックを開発対象とする。
 - 23ブロックの内から最優先開発8ブロックを選定した。

3) 基本設計対象ブロック

- 23ブロックの開発事業費算定のため代表3ブロック(D-7,M-4,S-7)を設定し、基本設計を実施した。

4) 地下水開発計画

- 4本の試掘井、電気探査、既存井に対する揚水試験等の結果と既存資料を基に開発地区全体の水理地質構造を推定し、開発地区には十分な地下水があると推定した。
- 可能揚水量別に下記の4標準井戸を計画し、23ブロックの開発に適用する。

	掘さく深度 (m)	ケーシング長 (m)	スクリーン長 (m)	掘さく本数
タイプⅠ	89	36	30	20本
タイプⅡ	159	60	40	45本
タイプⅢ	205	36	50	45本
タイプⅣ	205	48	50	5本
			合計	115本

- 試掘井で圧壊したKR-2供与のジョンソンタイプスクリーン（側圧強度：4.6kg/cm²）は側圧強度が不足しているので補強する必要がある。深度別適用スクリーンは次の通りとする。

適用深度 (m)	適用スクリーン	(強度 Kg/cm ²)
30～50	現存のスクリーンを使用	(4.6)
50～100	補強スクリーン	(9.2)
100～150	補強スクリーン	(16.0)
150～200	ロッド・ベース スクリーン	(28.0)
	(新規購入)	

- スクリーン補強材、掘さくりグのスペア・パーツ等、追加購送が必要な資機材の数量は、23ブロックの開発を対象にして見積った。

5) 灌漑計画

- 23ブロックを対象に可能揚水量別に灌漑面積を算定した。単位用水量は10 /sec/ha とした。

揚水可能量別井戸	井戸数	灌漑面積 (ha)	
250 /sec	5 (5)	125	(125)
300 /sec	35 (5)	1,050	(150)
400 /sec	35 (10)	1,400	(400)
500 /sec	30 (20)	1,500	(1,000)
550 /sec	10 (0)	550	(0)
合 計	115本 (40本)	4,625ha (1,675ha)	

() は最優先開発8ブロックの数値

- 3ブロック(D-7,M-4,S-7) について基本設計を実施した結果、一本の生産井で灌漑される地域を“灌漑地区”とし、地区内での平均的水利施設を見積り、23ブロック(115灌漑地区)に適用した。

6) 事業実施計画

- 23開発ブロック(115本の生産井と4,625ha の水利施設)の開発を4年で実施する。

○事業費の負担

日 本 側：①ポンプハウス、オペレーターハット、幹線水路及び付帯構造物と仮設道路(必要な場合)の建設

ネパール側：①建設に必要な用地買収・補償
②支線水路の建設(受益農民の負担)

○事業実施主体

農業省農業局

第3章 調査対象地域の概況

第3章 調査対象地域の概況

3.1 調査対象地域

3.1.1 位置・アクセス

ジャナカプール県 (Janakpur Zone) はネパール王国の中央開発圏に属し、北は、中国、南はインドに接し、西北は首都カトマンズのあるバクマティ県、西南はナラヤニ県、東はサガルマタ県に接している。ジャナカプール県は地形上、北部のヒマラヤ山脈とそれに隣接する山岳・丘陵地帯と、南部に広がるテライ平野の2つに区分され、調査対象地域はテライ平野に立地している。同県は行政的には6つの郡から成っているが、調査対象地域はテライ平野内の3つの郡 (東からダヌーサ、マホタリ、サルラヒ) に立地している。

基本設計調査を実施した5ブロックの内、D-7とD-15ブロックはダヌーサ郡にM-4はマホタリ郡、S-1とS-7はサルラヒ郡にある。この3つの郡 (以後テライ3郡と呼ぶ) の面積は約3,441 km²で5ブロックの合計面積は約40km²である。

ジャナカプール県内テライ平野の中心市であるジャナカプールは、首都カトマンズから車で東西ハイウェイを通過して約8時間 (道路距離は約390km、図上直線距離は約150 km)、カトマンズから空路 (週4便) では、約35分の距離にある。T I A T S P センター (旧 J A D P センター) はジャナカプール市の手前東西ハイウェイ寄り約19kmの地点に位置している。D-15ブロックは東西ハイウェイの支線 (Dhalkebar-Janakpur) でDhalkebar から3.5 kmの所にあり、D-7ブロックはJanakpurの南方約2.5 kmの所にある。M-4ブロックはマホタリ郡の北部にあり、東西ハイウェイ沿いのLalgadh 村から南方約5 kmの所にある。S-1ブロックはサルラヒ郡の北部Hariwan 村にある。S-7ブロックはサルラヒ郡の南部Malangwaの東側にある。5つのブロックともアクセスは良好である。

5ブロック以外に、将来の開発候補として上がっているブロックの位置およびその他の状況については表3-1と図3-1に示す通りである。

3.1.2 行政

ジャナカプール県の県庁と県議会は、インド国境に近いジャレスワール（マホタリ郡の郡都でありジャナカプール県の県都でもある。）にある。ダヌーサ郡の郡庁はJanakpurに、マホタリ郡庁はJaleswar、サルラヒ郡庁はMalangwaにある。郡長と県知事は王国議会による任命制である。

ネパールにおける最小行政単位は、panchayat(パンチャヤット)と呼ばれる「村」で、ダヌーサ郡に68村、マホタリ郡に55村、サルラヒ郡に59村ある。パンチャヤットは原則として9個のwards(ワード、日本の字に当たる)で構成されており、パンチャヤットの長(ラストラパンチャ)は公選制である。各ブロックに所属するパンチャヤットは以下の通り。

<u>ブロック名</u>	<u>パンチャヤット名</u>
D-7	バサイヤ
D-15	ナクタジとハリハリプール
M-4	キサンナガルとメグアおよびバナジュラ
S-1	ハリワン
S-7	ブラマプリ

3. 2 社会経済状況

3.2.1 人 口

1981年センサスの年平均人口増加率(2.66%)から推定される1985年現在のテライ3郡の人口は約1,193,000人で人口密度は350人/km²であるが、近年、山間部から平野部への人口流入が多いため、実際にはこれを上回っていると思われる。

D-15を除く各ブロックの人口は以下の通りと推定される。

<u>ブロック名</u>	<u>人口(人)</u>
D-7	9,700
M-4	6,900
S-1	17,200
S-7	9,900
D-15	不明

3.2.2 経済・産業

農業と農業関連製造加工業が主体である。農作物は、自給自足で余剰作物があり、カトマンズ等へ出荷して収益を得ているほか、製糖工場、たばこ製造工場、精米所、その他小規模家内工業等、比較的良好に発達している。また、土木・建築の建設資材となる赤レンガ工場が10ヵ所程度あるほか、セメント、鉄筋、コンクリートパイプ、木材等の建設資材の大半はジャナカプール市内の建材店で調達可能である。インド製のベントナイト、バライト、CMC等の掘さく資材も現地で調達可能だが、その品質はよくない。

3.2.3 インフラストラクチャー

1) 道 路

ネパールを東西に貫く東西ハイウェイが調査対象地域の北部、丘陵山麓に沿って東西方向に走っている。ハイウェイ支線は、ダヌーサ郡Dhalkebar からJanakpurへ南下し、さらにマホタリ郡Jaleswarを経てインド国境に至るものと、他に、サルラヒ郡の中央部をNawalpurからMalangwaまで南下する砂利舗装道（県道）があり、雨期でも車両通行が可能であるが、維持管理状態はよくない。また、林道が東西ハイウェイに直交して南北方向に4本（いずれも未舗装）あるが、これらを東西に連結する道路は存在しない。

2) 空 路

カトマンズ — ジャナカプール間の定期便が日、火、水、金の週4便ある。所要時間35分。有視界飛行のため、雨天時はしばしば欠航する。

3) 鉄 道

延長52kmのジャナカプール — ジャナガール鉄道があり、インドとの輸出入の輸送手段として役立っているが、ローカル線ゆえ本計画実施のための物資輸送手段にはなり得ない。

4) 電 力

現在ジャナカプール県内で使用している電力は、インドからの買電（サルラヒ郡 Malangwa に 11kV、マホタリ郡 Jaleswar に 11kV 入り Janakpur に送電）と、Janakpur でのディーゼル発電1360kWなどがある。また、1985年に完成したBiratnagar（テライ東部）～Hetauda 間のハイウェイ沿い送電線（132kV Line）からDhalkebar で分電利用することが可能な状態となっているが、現状では計画地域内の配電計画はない。また本計画は、KR-2で供与済みのディーゼルエンジンポンプを利用することを前提としているため、本計画実施にあたっての電力利用は考慮外とする。

5) 通 信

ジャナカプール市内、ジャナカプール市 — カトマンズ間、T I A T S P センター — ジャナカプール市およびカトマンズ間の電話は可能であるが、計画地域内の通信網は整備されていない。同センターとカトマンズの農業局内 T I A T S P 連絡事務所間には無線が設置されている。国際電話はジャナカプールの中央電話局からかけられる。

6) 飲・雑用水施設

村落の飲・雑用水施設は、数戸で共同利用しているつるべ式浅井戸（深さ10～20m）が一般的である。

3.2.4 農業・灌漑

1) 農 業

ジャナカプール県の農業条件は、山間部の3郡とテライ3郡（ダヌーサ、マホタリ、サルラヒ）とでは大差があり、計画対象地域があるテライ3郡は他の3郡に比べ好条件を有する。テライ3郡の面積は344.100ha で、耕地面積は214.200ha で耕地面積率は62% である。

5ブロックの立地するテライ平野における現行作付体系は、水田では、水稲単作、水稲・豆類、水稲・麦、畑はとうもろこし・油料種実、とうもろこし、タバコ、砂糖きびが一般的であり、作付率は150～180%の範囲にある。

単位収量は米（粳）が2ton/ha、小麦1.8ton/ha、とうもろこし1.9ton/ha と低い水準にある。低収の原因としては灌漑が行われていないことや、高収量品種の導入が遅れていること等が考えられる。

2) 表流水灌漑

これまでにジャナカプール県で実施されてきた河川を用水源とする灌漑事業はBagnati Irrigation Project、Kamla Irrigation Project、Manusmara Irrigation Schemeの3つがある。これらの合計灌漑面積は雨期に約36,000haの（予定）である

が、今回調査した5ブロックはこれら3プロジェクトの受益地から外れている。

3) 地下水灌漑

テライ3郡では1988年2月までに約130本の深井戸が掘さくされ、その一部は灌漑に利用されている。これらの深井戸灌漑地区はサルラヒ郡西南部地域およびマホタリ郡東部からダヌーサ郡西部にまたがる地域に集中しており5ブロック内にはない。

T I A T S Pは1987年3月にD-15ブロックとS-1ブロックに1本ずつ深井戸を掘さくした。(N-33号井、N-39号井)。この2本の深井戸は本プロジェクトの試験井の目的を兼ねている。調査団はこの井戸で揚水試験を実施したが、その結果については3.4.3節で述べることにする。

テライ3郡の中央で東西に帯状に広がる地域(南北約10km、東西約60km、北限は東西ハイウェイの南約10km)では、1987年5月までに約2,300本の浅井戸が建設され、1井当たりの揚水量は7~15l/sec、総灌漑面積は約16,100haと報告されている。

5ブロックの内、D-15ブロックの南部には浅井戸灌漑地区がある。本プロジェクトの受益地選定にあたってはこれら浅井戸灌漑地区は除くことにする。

3. 3 気象・水文及び地形

1) 気 象

ジャナカプール県だけでなくテライ平野全体の気候は雨期と乾期に明確に区分され、5月後半～10月前半の5ヵ月が雨期、10月後半～翌5月前半の7ヵ月が乾期となっている。雨期のうち6～9月の4ヵ月雨量が年間降雨量の80%以上を占める。

ダヌーサ郡中部に位置するハルディナス農場の気候データを次表に示す。

ハルディナス農場の気候データ

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計 /平均
平均降雨量 (mm)	11	12	14	44	89	231	377	285	160	63	5	4	1,295
気 温 (°C)													
- 最 高	23.6	26.0	32.5	37.2	36.6	34.7	32.5	32.7	32.4	31.8	29.8	25.1	
- 最 低	8.7	9.9	13.9	18.3	17.6	18.4	20.3	24.3	21.0	13.2	9.2	9.2	
- 平 均	16.4	18.3	22.8	27.4	28.5	29.4	28.8	28.7	28.2	26.3	22.2	17.6	24.6
相 対 湿 度 (%)	78	71	55	51	64	76	82	83	85	81	76	77	73
日 照 時 間 (時間)	8.1	8.6	9.2	9.6	9.7	5.9	6.4	7.7	6.7	8.4	8.9	8.5	8.1
風 速 (km/hr)	3.3	4.2	5.5	8.7	10.6	10.4	9.9	8.2	6.6	3.5	2.6	2.5	6.3
蒸 発 量 (mm/day)	1.9	2.7	4.7	6.7	6.9	5.9	4.8	4.6	4.1	3.2	2.7	2.2	4.2

雨期は、道路通行、仮設道路の建設工事、水路の堤体盛土工等が困難なため、本計画の施工期間は、12月～翌年6月の7ヵ月と考えられる。計画地区中部と南部には排水不良田が多く、雨期の滞水が11月まで残り、アクセスの確保が難しいため11月の工事は困難と思われる。

2) 水文

調査対象地域を流れる主要川は、バグマティ川、ハルデス川、マルハ川、ジム川、ラトウ川およびカマラ川等であるが流量記録があるのはバグマティ(2,700km²)とカマラ(1,550km²)、の2川だけである。2つの川の年平均流量はバグマティ川が178 m³/sec、カマラ川が59m³/secであるが乾期の流量はバグマティ川で15m³/sec以下に、カマラ川では1 m³/sec以下に下がる。

バグマティ川はジャナカプール県の西の県境を流れ、カマラ川は東の県境を流れている。3.2.4 で述べたようにこの2つの川を用水源とした灌漑プロジェクトがあるが、5ブロックはこれら灌漑プロジェクトの受益地からは遠く離れている。これら2つの川以外の川は、いずれも流域面積が小さいため雨期といえども洪水時以外は伏流しており、乾期には枯渇するため安定した灌漑用水源とはなりえない。伏流水は平野部に賦存する地下水の重要な涵養源をなしていると考えられる。

3) 地 形

テライ平野はネパールの南部全体に広がっているが、ジャナカプール県内では、南北約30kmの幅で東西に広がっており、北部を境とする丘陵地帯(Churia Hill)から南部のインド国境に向かって極く緩やかに傾斜する扇状地性の平原であって、標高は約210m~60mの範囲にある。

テライ平野部の堆積面は地形上からバグマティ川およびカマラ川の現川床面との比較差を基準にして、高位段丘(比較差約50m)、中位段丘(同約20m:Ⅰ)、低位段丘(同約6m~7m:ⅡおよびⅢ)および現氾濫原4面(Ⅳ)に区分することができる(図3-2 参照)。このうち、高位段丘と中位段丘堆積物の最上部には帯褐色ラテライト状の土壌が分布しており、その一部はレンガや陶器の原料に利用されている。

調査対象地域には、テライ平野を北より蛇行しながら流下する多数の中小川があり、テライ平野はこれら多くの中小川によって縦割りに分断される地勢を呈している。

3.4 水理地質

3.4.1 概況

地質図、既存井戸資料、既存井戸の水位と水質調査結果等から、計画地域の水理地質は、以下のごとく要約できる。

- (1) 調査対象地域は、図 3-2地形区分図に示すように東端をカマラ川（流域面積：1,550 km²）、西端をカトマンズ盆地より流下するバグマティ川（流域面積：2,700km²）の大河川で挟まれている。しかし、地域内にはラトゥ川（流域面積133km²）、マルハ川（流域面積92km²）、ラクハンディ川（流域面積100km²）の他、流域面積が20km²から50km²程度の極めて小規模な小川しか存在しない。
- (2) 当地域の背後、すなわち、各河川の流域となっているチュリヤ丘陵の地質は第3紀末、鮮新世から第四紀、洪積世に属するシワリク上部層（半固結の砂岩、シルト岩、礫岩）と洪積世の玉石混り礫層（未固結）で形成されている。このため、小規模川しか存在しない地域は特に多量の土砂を被る条件下に置かれている。
一方、カマラ川とバグマティ川の大部分の流域は、第3紀と先第3紀の堅い岩石から成っているために両川とも安定した大流量を排出し、しかも土砂が極めて少ない流況を呈している。
- (3) 当地域の平野部の地形は、標高の低い方より順に、バグマティ川による平原（Flood plain）、低位段丘面（バグマティ川中流とカマラ川流域）、中位段丘面、ラトゥ川山麓部等にある高位段丘面とに区分することができる。この内中位段丘面は、主要地域を占めて分布しており、さらにジャナカプール市以南のデルタ状地帯、ハルディナス付近の中央部地帯及びダルケワール付近の扇頂地帯等と3分することができる。さらにこの中位段丘面は多数の小規模川の各山麓部で小規模な扇頂部地形を形成しており、全体としては複合扇状地帯を形成している。
- (4) 中位段丘面（複合扇状地帯）の等高線は、ラトゥ川、マルハ川等、中央部に

位置するやや大きな川の流下部分で南方に湾曲している。各小規模川の表流水は、雨期の洪水時を除くと山麓部でその全量が伏流しており、標高 400フィートより下流で滲出し、湧水地点が連続して分布している。これより下流では年間を通じて常時表流水がみられ、溜め池が多く点在している。また、深井戸の地下水位面（被圧地下水）が地表下50mに達する所は標高 500フィートのコンターラインとよく一致している。

- (5) 中位段丘面の内、3分類された最南部分、すなわち、ジャナカプール市以南のデルタ状地帯では各河川が急激にその川幅を狭めており、また河川位置も一定してきている。図3-2 で示した標高 250~300 フィート間の破線より上流の中位段丘面では各河川の洪水時の河道は不安定であることを示しており、多量の土砂の供給とそれに伴う氾濫による災害、河道の度重なる変化のあることがうかがえる。
- (6) デルタ状地帯では一般に表層部の地質は細粒砂、シルト、粘土が厚く（平均 70m）、浅井戸開発は不可能である。しかし、ラトゥ川等の中~下流に沿って良く発達した被圧帯水層からは多量の自噴水が得られるが分布状況はかなり複雑であり、特に東西方向への連続性に乏しい。
- (7) 浅井戸灌漑対象地帯、深井戸による主要な自噴地帯は、3分類された中位段丘面のうち、中央地帯に合致しているが、各河川の規模が小さいこと、地質時代における旧河道に沿った帯水層の形成状態から判断すると東西及び南北方向共に帯水層の変化が激しい。
- (8) 東西ハイウェイに沿う北部地域の不圧地下水位は20m以深に分布しており、生活用水の確保も困難な場所が多い。地下水位等高線は地形標高の変化とよく一致している。
- (9) 平野の中央部には浅井戸による可能揚水量が7~17Q /secの地帯が東西に帯状に分布しており、浅井戸灌漑地帯に適合している。

- (10) 浅井戸の水温は、北部地区で25℃～26℃、南部地区で22℃～25℃となっている。PH値は北部で5.5～6.6、南部地区で7.0～7.4となっており、ラトゥ川流域に沿って、低PH値帯が分布する傾向を示唆している。一方、電導度は北部地区で局所的に低い値を示しているものの、特徴的な傾向は認められない。

また、深井戸の地下水位等高線とPH値分布および電導度と、水温分布から地下水状況は次のごとく推察される。

- (1) 深井戸の地下水位は、北部地区の東西ハイウェイ沿いでは地表下50m～60mにおよぶ深部にある。この地区の浅井戸の地下水位（20m）は表層の滞水層に存在する宙水によるものと考えられる。深井戸の地下水位等高線の状況は現地形面の等高線とほぼ調和している。
- (2) 深井戸のPH値は6.1～7.8の範囲にあり、浅井戸の水質よりもアルカリ性が強い。これは降雨水が長年月かけて深層の滞水層を浸透してきた結果と考えられる。PH分布は北部地区が6.2～6.5、南部地区が7.1～7.8となっており、マホタリ郡南部ジャレスワール付近で値が最も高い。電導度分布は北部地区で100 μ mho/cm、南部地区で400 μ mho/cmの範囲であり、ラトゥ川流域に沿って低い電導度帯が南下する傾向が認められる。
- (3) 水温は北で25℃～27℃、南で24℃～25℃を示し、ラトゥ川に沿って深部地下水が流入することを示唆している。

上述した浅層および深層地下水の水位と水質から計画地域の深層地下水はバグマティ川、カマラ川流域の深層地下水が東西方向から流入しているとは考えられず、南北方向の地下水流動と垂直方向の降雨浸透で涵養されていると推察される。

なお、対象地域の地下水位の季節変動は余り大きくない(0.5～1.0m)と推定される(資料5.1参照)。

3.4.2 地下水賦存分布

フェーズⅠとフェーズⅡで実施した既存深井戸30井に対する揚水量確認調査の結果から、計画地域の深層地下水賦存分布は、概略、図3-1のごとく推測される。地下水賦存量が大きい地区は、ダヌーサ郡中央部とサルラヒ郡西部であり、逆に小さい地区は東西ハイウェイ沿いの地帯とサルラヒ、マホタリ両郡のインド国境地帯である。しかし、この地下水賦存図は数少ないデータを基に作成されているので、暫時、信頼できるデータを追加し、精度の向上を図る必要がある。

なお、フェーズⅠで作成した地下水賦存図は、今回の調査の結果、その基礎となった既存深井戸データの精度に問題があったため、信頼性に乏しいと判断せざるを得ない。

3.4.3 5ブロックの水理地質構造

フェーズⅡの電気探査（ブロック当り10～20点）と試験井掘さく（D-7、M-4、S-7の3ブロック）の結果から、5開発ブロック（D-7、D-15、M-4、S-1、S-7）の水理地質構造は、以下の様に推定される。

1) D-7ブロック

地層区分	分布深度 (m)	地質名、層相	比抵抗値 (Ω -m)	水理地質学的評価
Layer I	0~36	粘土と砂の互層 粘土優勢	8~3,500	掘抜井戸、帯水層能力は低い。 粘土が分布するため、水はけが悪く、池が多数存在する。
Layer II	22~160	粘土主体 部分的には砂礫、砂の薄層はさむ	12~54	難透水層
Layer II	25~63 60~90	砂礫、砂主体	78~250	Layer IIの中にレンズ状に分布する。分布が不連続で、帯水層能力は低い。
Layer III	110~160 以深	砂礫、砂主体 粘土の薄層はさむ	48~200	帯水層、試験井の主取水層、深井戸対象層。 比抵抗値が100 Ω -m以下の値を示すところは細砂の可能性有り。 自噴する。

深井戸対象の帯水層は、Layer IIIと判断する。今回掘さくした試験井では20 l /secの自噴があり、揚水試験では41 l /secの揚水量（72時間連続揚水）が確認されており、良好な帯水層といえる。なお、試験井の孔内地質柱状図と電気検層図は図3-3、層別湧出比率は図3-4に示した通りである。

2) D-15ブロック

地層区分	分布深度 (m)	地質名、層相	比抵抗値 (Ω -m)	水理地質学的評価
Layer I	0~50	砂礫主体（部分的に玉石まじる） 砂、粘土の薄層はさむ	41~2700	帯水層 浅井戸、掘抜井戸対象層
Layer II	36~270	砂礫と砂、粘土の互層 最上部20m程度は粘土層	63~100	帯水層（砂礫、砂）、 深井戸対象層（N33） 難透水層（粘土）
Layer II'	46~230	砂礫と砂主体 （部分的に玉石） まじる	130~390	帯水層、深井戸対象層 玉石まじる場合、掘鑿は 幾分難しい。 分布が局部的で連続性に 乏しい。
Layer III	190~540 以深	玉石まじり砂礫、 砂	190~540	帯水層 最上部に局所的ではある が、粘土をはさむ。

深井戸対象の帯水層は、Layer II（II'）と判断する。N33（深度113.5m）はLayer IIの上部から取水しており、揚水試験結果では、19Q/secの揚水量を確認している。40Q/sec程度の揚水を確保するには、井戸深度を深くする（150m以上）必要がある。井戸位置はLayer II'の分布する Naktajhiyブロックの南東及び Har Iharpur ブロックの西方面が良く、井戸深度を150m以上にすれば、40Q/sec程度の揚水は可能である。

3) M-4ブロック

地層区分	分布深度 (m)	地質名、層相	比抵抗値 (Ω -m)	水理地質学的評価
Layer I	20~30	玉石主体の砂礫層 ラトウ川の扇状堆積物	58~43500	帯水層、掘抜井戸対象 透水係数が 10^{-1} cm/sec~ 10^0 cm/sec程度と推定される。
Layer II	20~300	砂礫、砂、粘土の互層 部分的に玉石をまじえる	115~213	帯水層、深井戸対象層。 地下水位が30~50mと低い。
Layer III	210~320	玉石主体の砂礫層	300~1400	帯水層
Layer IV	240m 以深	粘土 ないしは、シワリク層泥岩	12~73	難透水層

深井戸対象の帯水層は、Layer IIと判断する。今回実施した試験井の揚水試験では150 /sec (91時間連続揚水) ~ 200 /sec (12時間連続揚水) の揚水量が確認された。深井戸位置は、標高が低くなり、その分だけ地下水位が上り、かつ玉石径も小さくなり、掘さく条件が良くなる南側に下げるのが得策である。なお、試験井の孔内地質柱状図と電気検層図は図3-5 に、層別湧出比率は図3-6 に示した通りである。

4) S-1ブロック

地層区分	分布深度 (m)	地質名、層相	比抵抗値 (Ω -m)	水理地質学的評価
Layer I	0~36	砂、砂礫主体 粘土の薄層はさむ。	20~420	帯水層 浅井戸、掘抜井戸対象層
Layer II	22~100	粘土主体 一部、砂、礫の薄 層はさむ。	15~37	難透水層 ブロック中央部で厚い
Layer III	32~220	砂礫と砂、粘土の 互層	30~72	帯水層(砂礫、砂)、深 井戸対象層 難透水層(粘土) ブロックの西側は比抵抗 値が大きい
Layer IV	180以深	詳細不明 比抵抗値から考え れば、砂礫~砂層 場合によっては、 シフリク層の砂岩 層の可能性もある。	96~224	帯水層、深井戸対象層の 可能性有り

深井戸対象の帯水層としては、Layer IIIとLayer IVが考えられる。Layer IIIは既存井N-39の取水対象層である。標高550フィート(165m)に位置するN-39(自然水位:48m)の揚水試験結果では6.1 l /sec程度の揚水量しか確認できなかった。しかし標高が500フィート(150m)に下がる地区では自然水位も相対的に約40mと浅くなると推定されるので、井戸位置をこの地区に設定し、井戸深度を150~200mと深くすれば、15 l /sec程度の揚水が期待できる。

5) S-7ブロック

地層区分	分布深度 (m)	地質名、層相	比抵抗値 ($\Omega\cdot m$)	水理地質学的評価
Layer I	0~50	細砂~粗砂層 (粘土のはさみ有り)	9~1470	掘抜井戸、帯水層能力は低い。 粘土が分布するため、水はけが悪く、池が多数存在する。
Layer II	13~260	粘土層	31~44	難透水層
Layer III	200~260	主として細砂層 (場合によってはシルト質細砂)	62~72	比抵抗値が100以下なので帯水層としての能力は低い。

深井戸対象の帯水層としてはLayer IIIが考えられるが、比抵抗値が100 $\Omega\cdot m$ 以下なので、帯水層としての能力は低い。260 mまで掘さくした試験井で採水層が確認できなかったため、当ブロックは廃止すべきである。なお、試験井の孔内地質柱状図と電気検層図は図3-7に示してある。

3.4.4 5ブロック等の揚水可能量

フェーズIIで実施した既存深井戸(15井)と試験井戸(2井)に対する揚水量確認調査によれば、5ブロック(D-7, D-15, M-4, S-1, S-7)とこれらの近郊に位置する3ブロック(S-4, S-9, S-10)の揚水可能量は以下の通りである。

1) D-7ブロック

(1) 既存井N-15(Sonapora、自噴井)では、6時間の連続揚水で36.6 l /sec(水位降下44.5m)の揚水量を確認したが、多量のファインサンドの流入と水位降下が著しく、砂利充填と井戸仕上げに問題があったと推察される。

(2) 試験井D-7(A)は、自噴井(自噴量20ℓ/sec)で、72時間連続揚水で、41.2(水位降下6 m)の揚水量を確認した。また、揚水量の60%は、深度154m-194m間のスクリーンから流入している。なお、ファインサンドの流入は皆無であった。(揚水試験の解析結果は、資料5.2参照)

(3) 従って、揚水可能量として、40ℓ/sec(水位降下9 m)を見込める。

2) D-15ブロック

(1) 既存井N-33(Naktajhij)とN-35(Mahendranagar)では、各々19ℓ/sec(揚水水位45m、7.5時間揚水、水位降下3 m)と47ℓ/sec(揚水水位20.5m、9時間揚水、水位降下8 m)の揚水量を確認した。

(2) 既存井N-33の水位降下は3 mにすぎないので、水位降下7~8 mの健全な井戸をさく井すれば、40ℓ/secの揚水は十分可能である。

(3) 従って、揚水可能量として、40ℓ/sec(水位降下7~8 m)を見込める。

3) M-4ブロック

(1) 試験井M-4(A)では、12時間揚水で20ℓ/sec(揚水水位42.0m、水位降下4 m)、72時間の連続揚水で15ℓ/sec(揚水水位40.0m、水位降下2 m)の揚水量を確認した。また揚水量の60%は深度148m-159m間のスクリーンから流入している。(揚水試験の解析結果は資料5.2参照)

(2) マホタリ地下水プロジェクト(水資源省)が試験井M-4(A)の南西約3 km(現行M-4ブロックの外)地点で掘さくした深井戸(井戸長163m)の揚水試験結果は不明であるが、調査団が測定した自然水位は14.6mである。

(3) 試験井はブロックの南部に位置しているにもかかわらず、自然地下水位が38mと低いため、当ブロックの揚水可能量としては、20Q/sec（水位降下4m）しか期待できない。しかし、比湧出量が7Q/sec/mと大きいので、ブロックを南にスライドさせ、安全を見込み自然地下水位が3m高くなる地区では、25Q/secの揚水量（水位降下7～8m）が期待できる。

4) S-1ブロック

- (1) 既存井N-39 (Ilariwan) では、5Q/sec以上の揚水で多量の砂の流入が認められ、自然水位-揚水時水位は47.9-66.2mであった。
- (2) 既存井はブロック内中央部の北側に位置しているが、電気探査によれば、有望帯水層は、ブロック内西部と東部の南側深度150～200mに存在する。
- (3) S-1ブロック内中央部の標高500フィートに位置する製糖工場が使用している2本の深井戸（1985年にインドのさく井業者がさく井した）のさく井当時の揚水試験結果は、次表の様に報告されており、S-1ブロック全域が地下水賦存に乏しいとは言い切れない。

井戸番号	掘削長 (m)	ケーシング/スクリーン		スクリーン 6"径	揚水量 (Q/sec)	地下水位 (m)	揚水位 (m)	比湧出量 (Q/sec/m)
		総長 6"径	6"径					
No.2	90	0-25	25-60	19.5	27	13.8	19.2	5.2
No.3	81	0-24	24-60	18.0	29	14.4	19.2	5.2

注) これらの井戸は工場が24時間操業であるため、調査団による揚水量確認調査は不可能であった。

- (4) 従って、15Q/sec以上の揚水可能量を期待するには、自然水位が35-40m程度になる標高500フィート(150m)以下の地区を選定する必要がある。但し、開発の是非は、同地区内で試験井を掘さくし、その揚水量で判断する必要がある。

5) S-7ブロック

- (1) ブロック内北部で試験井を260 mまで掘さくしたが、有望採水層は確認されなかったため計画の対象外とすべきである。

6) S-9ブロック

- (1) 既存井N-37 (Bhaktipur) は自噴井で、揚水量57.6ℓ/sec (水位降下22m) を確認した。
- (2) 当ブロックは地下水ポテンシャルの大きい地域に属しているため、揚水可能量として、50ℓ/secを期待できる。

7) S-4ブロック

- (1) ブロック近郊の既存井J-22 (Nawalpur) で、25ℓ/sec (自然水位-揚水時水位: 19.8-24.6m) の揚水量を確認した。水位降下が小さいので、ファインサンドの流入を防げば、25ℓ/sec以上の揚水が期待できる。

8) S-10ブロック

- (1) ブロック近郊のMinor Irrigation Projectの既存井S2, S5等 (インド製の小型エンジンポンプが据え付けられている) で、27~29ℓ/secの揚水量を確認した。
- (2) 当ブロックは、地下水賦存量が大きいと推察されるバグマティ川とラクハンディ川の流域に位置しているため、25ℓ/sec以上の揚水量が期待できる。

なお、フェーズⅡで揚水量確認調査を実施した既存井(15本)と試験井(2本)の現況と調査結果は表3-2と表3-3に一覧してある。また、これら17井の位置は図3-8に示されている。

3.5 KR-2 深井戸資機材の現状

3.5.1 保管状況

主な資機材の保管状況は以下の通りである。

- (1) KR-2の資機材は、NAWALPURE HORTICULTURE FARM と T I A T S P の2ヵ所に保管されている。NAWALPURE にはφ14" とφ8" ケーシング、φ8" スクリーン、生産井用ポンプのパイプ・シャフト類が屋外に保管されている。
- (2) φ14" とφ8" ケーシングはサイズ別に数ヵ所に保管されているが、サイズごとに数本の不良がある。特にφ14" は高く積み上げられたため、重量でねじが変形して接続が非常に困難なものが30%以上に及ぶ。従って、それらのケーシング接続は電気溶接による必要がある。
- (3) φ8" スクリーンは、1本の長さ5.25m、3.25mの2種類に区分され、保管されている。
- (4) 生産井用ポンプのパイプ・シャフト類は木枠梱包の状態に保管されているが、破損が著しい梱包もある。破損のない梱包でもスカンのむき出しであるため、パイプ・シャフト類は錆の発生が著しくネジ部全体が錆びている物も多い。ポンプシャフトのカップリングや揚水パイプは年とともに、錆によるネジ部の腐食が進行し、現状でも残存数の20~30%の取替が必要と思われる。但し、パイプ・シャフトのネジ部はカップ・ダイスなどを使用して錆を除去し、ネジ部を再生すれば使用可能な物もある。
- (5) T I A T S P には深井戸掘鑿用リグ、井戸洗浄機械、運搬用と管理用車輛、建設機械が屋外に保管され、生産井用ポンプ類が屋内と屋外に保管されている。また、屋内には掘さく用リグ、運搬用・管理用車輛、建設機械等のスペアパーツ類が保管されている。
- (6) 深井戸掘鑿用リグは建設初年度に部品を供給し整備する必要があるが、特にマッドポンプとオイル関係部品の交換は不可欠である。また、リグの掘鑿用工具類には掘鑿時の消耗、保管状況の不備等による不良が多く、各リグごとに掘鑿用工具類の供給が必要と思われる。

- (7) 井戸洗浄機材のパイプ類は使用後の保管と保管状況の不備で全体の 1/3が使用不可能であり、残存数の 2/3は錆、腐食等の問題を解決する必要がある。
- (8) 運搬・管理用車輛は、バッテリーが不良のため、正常に動く車輛は少なく、朝は人力で押すか車でけん引によって始動されている。管理用車輛のうち、ピックアップはタイヤの（6.5" ×15" のサイズ）在庫がなく動けない車が数台在る。
- (9) 生産井用ポンプ類はギアボックスとエンジンが屋内に保管され、ポンプ本体は、木枠梱包のまま屋外に保管されている。生産井用ポンプのパイプ類はNAWALPUREと同様でネジ部の錆、腐食の問題が在り、数本について管体のへこみ、ネジ部不良が見かけられる。

エンジンは屋内で保管されているので問題はないと思われる。

3.5.2 現在量と使用可能量

KR-2深井戸資機材の供与数量、現在量と使用可能量は表3-4に一覧した通りである。

3.6 T I A T S Pの概要

3.6.1 事業概要

T I A T S Pは、日本政府の無償資金協力と技術協力で1971年から1985年7月まで実施されたJ A D Pを継承する形で、1986年1月に発足した。

J A D Pは「農業生産高の増加につながる種々のプログラムを実施することによって、地域農民の収入増加を図り、生活水準の向上と社会福祉の増進に寄与する」ことを目的とし、事業地域はジャナカプール県の5郡（山岳高地のドルカ郡を除く）をカバーし、主な事業は以下の通りであった。

- (1) J A D P センター (Naktajhij) 施設 (事務所、本館、講堂兼図書館、修理庫、倉庫、研修性宿舎、職員宿舎、等) の建設
- (2) Agricultural Development Office (5 郡に各 1 ヵ所) の設立
- (3) 農業普及員、農業技能員、農民等の研修、訓練
- (4) Sindhuri Agriculture Farm の運営
- (5) Janakpur Horticulture Farm の運営
- (6) Hardinath Agriculture Farm の運営
- (7) Nawalpur Horticulture Center の設立、運営
- (8) Intensive Irrigation and Agriculture Program (IAP) の実施
(深井戸 9 本を用水源とする集約灌漑農業事業)
- (9) Irrigation Model Farm (IMF) の実施 (灌漑用モデル圃場整備)
- (10) Shallow Tubewell Program (STWP) (浅井戸灌漑事業)
- (11) Deep Tubewell Irrigation Project (DTWIP) (深井戸灌漑事業)

上記のうち (8)、(9)、(10) の地下水灌漑事業がテライ平野の農業開発に特段の役割を果たしてきた。また、日本政府の協力期間終了間際に着手された (11) の深井戸灌漑事業は、灌漑面積の飛躍的拡大が期待されたが、資金、技術、資機材等の問題で一時中断し、T I A T S P に引き継がれることになった。

上述の背景を基に、T I A T S P の主な事業は以下の通りとなっている。

- (1) Deep Tubewell Irrigation Project の推進
- (2) Shallow Tubewell Program の継続
- (3) 上記 (1)、(2) の灌漑施設の建設
- (4) 農民に対する灌漑農業技術の普及と訓練
- (5) 水利組合の結成を含む水管理の確立
- (6) ポンプを含む灌漑施設の維持管理体制・組織の確立
- (7) 圃場整備の推進

ネパール政府は、上記(2)を除く、いずれの事業にも日本政府の無償資金協力と技術協力を期待している。

ただし、ネパール王国政府は、1987/88年度から、農業省、地方開発省 (Ministry of Panchayat and Rural Development) 等で実施している中小規模の灌漑事業 (地下水灌漑事業を含む) を水資源省灌漑局 (Department of Irrigation, Ministry of Water Resources) に統合しつつあり、T I A T S P の地下水灌漑事業が、特例として、農業省内に止め置かれるか否か、不明である。

3.6.2 事業費

T I A T S P の報告によれば、J A D P / T I A T S P の過去4カ年の事業費 (実績) と1987/88年予算は表3-5 の通りとなっている。

各年度事業費の5割以上は、日本のKR-2カウンターパート資金 (KR-2資機材売却収入) の1部でまかなわれている。T I A T S P が発足した1985/86年度から農業技術普及、訓練、井戸掘さく費が2倍以上に増えており、深井戸および浅井戸掘さくに重点が置かれている様子がうかがえる。

3.6.3 組織と人員配置

T I A T S P の現行組織と人員配置は、J A D P 当時と変わっておらず、図3-9に示す通りであり、テライ地下水開発計画の実施と完工施設の維持管理には、各部署の欠員の補充と有能な人材の増員が不可欠である。

第4章 計画の概要

第4章 計画の概要

4.1 計画の目的

テライ地下水開発計画の目的は、日本政府がKR-2援助で供与した深井戸・灌漑施設建設資機材を有効利用して、ジャナカプール県テライ平野で、可能数の深井戸（生産井）とそれに見合った灌漑施設を建設することによって、①灌漑耕地の拡大、②農産物の安定的増産、③地域農民の所得増大と生活水準の向上、④深井戸灌漑技術の確立、等を図ることにある。したがって、基本設計調査は、この目的を達成するため、日本政府が無償資金協力で、必要な資機材を追加し、可能数の生産井とそれに見合った灌漑施設を建設するに必要な基本設計と実施計画の立案を行うものである。

昨年実施したフェーズⅠでは、①4本の試掘、②既存井13本の揚水試験、③135点の電気探査、④KR-2深井戸機材の評価調査、⑤23開発ブロックの選定、⑥代表3ブロック(D-7,M-4,S-7)の地形測量、等を行い、115本の生産井と約4,600haの灌漑施設を4年間で建設する全体計画を立案し、代表3ブロック(D-7,M-4,S-7)の灌漑施設を概略設計した。

今回のフェーズⅡでは、フェーズⅠで選定された23開発ブロックのうち、実施初年度の建設が想定された5ブロック(D-7,M-4,S-7,D-15,S-1)の基本設計を行うべく、①3本の試験井掘さく(D-7,M-4,S-7で各1本)、②生産井位置選定のための電気探査、③既存井による揚水量確認調査(5ブロック他)、④KR-2深井戸機材の再評価、⑤2ブロック(D-15,S-1)の地形測量、等を実施した。

4. 2 フェーズⅡの計画概要

4.2.1 基本方針

フェーズⅠで立案した全体計画は、フェーズⅡの現地調査で以下の事実が明らかとなったため、実施に移すことが困難となった。

- 1) S-7ブロックには有望採水層が存在しない。
- 2) M-4ブロックの確認揚水量は20ℓ /sec (揚水水位：42m, 水位降下：約4m) である。
- 3) S-1ブロック内のT I A T S P 既存井の揚水量は5～6ℓ /sec (揚水水位：66.2m, 水位降下：約18m) であるが、ブロック内に位置する製糖工場所有の深井戸2本の揚水量は、27ℓ /sec (揚水水位：19.2m, 水位降下：約5m) と29ℓ /sec (揚水水位：19.2m, 水位降下：約5m) と報告されている。
- 4) D-7ブロックの確認揚水量は40ℓ /sec (揚水水位：6m, 水位降下：約6m) である。
- 5) D-15ブロックの確認揚水量はブロックの南側で47ℓ /sec (揚水水位：20.5m, 水位降下：約8m) 北側で19ℓ /sec (揚水水位：45.1m, 水位降下：約3m) である。
- 6) 計画地域の水理地質構造は局所的な変化が大きいため、フェーズⅠで作成した地下水賦存図に基づく揚水量予測は信頼性に欠ける。

このため、当該計画の実施計画は、25ℓ /sec以上の揚水可能量を確認後に、各ブロックごとに立案することとする。

従って、フェーズⅡの基本設計対象5開発ブロックのうち、基本設計と実施計画の立案ができるブロックは、D-7とD-15の2ブロックである。

M-4ブロックは、開発地区を現位置から南に移すための地区選定と地形測量が必要である。また、S-1ブロックは、試験井掘さくによる揚水量の確認および開発地区を現位置から南に移すための地区選定と地形測量が必要である。このため、

今回は、M-4とS-1の2ブロックについては、施設基本設計を行なわない。また、有望採水層が存在しないS-7ブロックは計画の対象外とする。

4.2.2 計画概要

1) フェーズI計画との相違点

フェーズIIにおける開発計画は、2開発ブロック(D-7,D-15)を対象としているため、フェーズIで立案した23開発ブロックの開発計画とは、大幅に異なる。両者の計画概要は、表4-1に対比されているが、大きな相違点は以下の通りである。

	フェーズI	フェーズII
(1) 全体計画	23開発ブロックで115本の生産井と約4,600haの灌漑施設を4年間で建設する。	左記の全体計画を破棄し、開発計画は揚水量を確認後、ブロックごとに立案する。
(2) 生産井計画	4タイプの標準井戸を設定し、23ブロックに適用。	2ブロック(D-7,D-15)の各々に、井戸タイプを設定。 各ブロックに1本の長期水位観測井を設置。
(3) 灌漑計画	代表3ブロック(D-7,M-4,S-7)で立案した計画を他の20ブロックに適用。	上記2ブロックの各々について立案。
(4) 施設基本設計	代表3ブロック。	上記2ブロック。フェーズIで実施したD-7ブロックの1部を変更。
(5) 資機材計画	23ブロックを対象。KR-2資機材に相当量の機材を追加。全ブロックにKR-2で供与済みのバーチカル・タービンポンプを設置。	2ブロックを対象。KR-2資機材に相当量の機材を追加。2ブロックにKR-2で供与済みのバーチカル・タービンポンプを設置。
(6) 実施計画	23ブロックを対象。実施初年度の建設は5ブロック。	D-7とD-15の2ブロック。

2) 計画概要

2開発ブロック(D-7,D-15)の計画概要は、以下の通りである。

(1) D-7ブロック

- ①揚水量40 Q /secの生産井（井戸長 200m）5本を建設する。ただし、試験井からの転用井1本を含む。
- ②5灌漑区計200ha を灌漑する水利施設（ポンプハウス5，オペレーターハット5，幹線水路計8.6Km と付帯構造物）を建設する。
- ③各生産井には、KR-2で供与済みの45 Q /sec型バーチカル・タービンポンプを設置する。

(2) D-15ブロック

- ①揚水量40 Q /secの生産井（井戸長 140m）4本を建設する。他の1本は、T I A T S Pが建設済み。
- ②4灌漑地区計160ha を灌漑する水利施設（ポンプハウス4，オペレーターハット4，幹線水路計6.9Km と付帯構造物）を建設する。他の1灌漑区は T I A T S Pが建設中。
- ③各生産井には、KR-2で供与済みの45 Q /sec型バーチカル・タービンポンプを設置する。ただし、4台のポンプ長は、ポンプ軸と揚水管を延長し、57mとする。

両ブロックの幹線水路と付帯構造物の計画数量は、後出の5章表5-1に示してある。ポンプハウスと、オペレーターハットは、屋根とポンプ基礎を鉄筋コンクリートとし、他はレンガ・モルタル構造とする。また、水路と付帯構造物は、補修が容易なレンガ・モルタル構造とする。

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 設計方針

基本設計は、400 /sec以上の揚水量が確認され、かつ開発地区の選定と地形測量が完了しているD-7とD-15の2ブロックについて実施する。

基本設計は、以下に示す方針に従って実施した。

- (1) 水理地質条件がブロックごとに異なるため、生産井はブロックごとに標準化を図る。
- (2) 水利施設（ポンプ場、幹線水路、付帯構造物）は設計、施工を容易にし、施工期間を短縮するため、できる限り標準化を図る。
- (3) 施工および完成後の維持管理を容易にするため、建設資材はできる限り現地調達できるものを使用する。
- (4) 施設は現地事情に合わせて無駄を省き、できる限り簡単な構造とし、コストの低減化と維持管理の容易化を図る。

5. 2 生産井開発計画

5.2.1 揚水位と揚水量の決定

フェーズⅡ調査で実施した試験井3本の掘さくと揚水試験（D-7, H-4 の2ブロック）の結果、既存井に対する揚水試験結果、これらを基に算出した比湧出量、等からD-7とD-15の2ブロックの自然地下水位、計画揚水量と計画揚水位を下表の如く設定した。

2開発ブロックの計画揚水量と計画揚水位

ブロック	D-7		D-15	
			Aタイプ	Bタイプ
地下水位 (m)	自噴		42	12
計画揚水量 (Q /Sec)	40		40	40
計画揚水位 (m)	9		50	20
既存井	D-7(A)	N-15	N-33	N-35
地下水位 (m)	自噴	自噴	42.1	12.1
揚水量 (Q /Sec)	41.2	36.6	19	47
揚水位 (m)	6	44.5	45.1	20.5

計画揚水位と計画揚水量を上表のごとく設定した技術的根拠を以下に記す。

1) D-7 ブロック

- (1) フェーズⅡ調査で掘さくした試験井D-7(A)の揚水試験結果、即ち、揚水量と水位降下量を採用した。
- (2) 試験井D-7(A)の揚水量41Q /sec（自然水位：自噴，水位降下：6 m，比湧出量：6Q /sec/m）の80%以上は、深度 154m-193m間のスクリーンから流入している。
- (3) 電気探査で、D-7 ブロック内の水理地質構造は大差のないことが確認されている。

- (4) N-15井における揚水試験結果は揚水試験中に、再三再四にわたって相当量の土砂が汲み上がったこと、8"パイプのスリットスクリーン（開口率10%以下）を使用していること等、井戸自体に技術的問題があるため、計画の参考にはしない。

2) D-15ブロック

- (1) 南側の生産井には、既存井N-35の揚水試験結果を採用した。生産井には開口率の大きい補強ジョンソン・タイプ・スクリーンと強化ロッドベース・スクリーンを使用するので、既存井（開口率の小さいスリット・スクリーンを使用している）より大揚水量が期待できるが、安全を見て同じ揚水量とした。
- (2) 北側の生産井は、既存井N-33の揚水試験結果（水位降下3mで19Q /sec）から、水理計算に基づいて水位降下8mで40Q /sec と判定した。スクリーンの違いは(1)と同様である。
- (3) 電気探査では、北側よりも南側に有力採水層のあることが示唆されているが、既存井N-33の湧出量から、北側でも40Q /sec(水位降下8m)の揚水量は充分可能と判定した。

5.2.2 位置の選定

1) 井戸本数

両ブロック(D-7とD-15)に各5本の生産井を建設する。フェーズⅡ調査でD-7に掘さくした試験井は、生産井に転用する。又、D-15において揚水試験を実施した既存井(N-33号井)も生産井に転用する。したがって、新に掘さくする深井戸は各ブロック4本となる。

2) 位置選定のための基本条件

両ブロックにおける生産井の位置は地形条件、水理地質構造、井戸の配置方式等、以下の諸点を考慮して決定する。

- (1) 各ブロックごとに0.5~1.0km間隔のグリッドを組み、その交点で電気探査を実施し、水理地質構造上生産井の建設に有利な地点を選定する。

(2) 井戸間隔

既存深井戸の水理データをもとに算出した井戸間隔は地質状況の不均一性から透水係数や揚水量に大きなバラツキがあるため、最短で200 m、最長では1,000 mである。既存井戸では、サルラヒ郡南部 Malangwa の単井配置方式による井戸間隔が最短で500 m、マホタリ郡中央部 I A P 地区の群井配置方式による最短井戸間隔は330 mとなっている。これらの事実を踏まえ井戸間隔は600 m以上とする。(参考資料 5.3参照)

- (3) 地形条件が許す地区では、各井の揚水量のバラツキによる弊害を防ぎ、揚水量の均等配分を図るため、群井配置方式を採用する。
- (4) 工事用仮設道路(既存農道—深井戸サイト間)が最短距離となるように配置する。
- (5) 主要道路・村落から井戸までの間に小川、用排水路等の障害物がないこと。
- (6) 揚水された灌漑水は自然流下によって各圃場に配水されるため、水理地質条件が許す限り、井戸は灌漑地区内の標高の高い場所に設ける。
- (7) 既存生活用水井の水位低下および空井化防止

両ブロック内に位置する村落には、浅所の不圧地下水(宙水)を利用する生活用水井があり、住民の飲・雑用水源となっている。これらの井戸は、深度10~20mの掘りぬき井戸で、崩壊防止のため、孔壁は、プレキャスト・コンクリートパイプまたはレンガで保護されている。このため、生産井の建設に際しては、浅所帯水層から中・深所帯水層への流下を防止し、生活用水井の水位低下、空井化等の悪影響を回避する必要がある。従って、当計画で建設する生産井は深度25mまでの孔壁とケーシング外壁の間隙にコンクリート、粘土等を充填する漏水防止(流下防止)工を施すものとする。

5.2.3 生産井の仕様決定

1) 生産井の設計

ポンプハウジングは14"とし、その長さは、計画揚水位と将来の地下水位低下を考慮に入れて決定した。

上記を条件に、両ブロックの生産井を、下表のごとく設計する。

開発ブロック	D - 7	D - 15	
		Aタイプ	Bタイプ
地下水位	自噴井	42m	12m
比湧出量 l/s/m	7.4	6.3	5.6
設計揚水量 (l/s)	40	40	40
設計揚水位	9m	50m	20m
ポンプ位置	25m	57m	32m

注：ポンプ位置は、長期の水位低下を考慮し、設計揚水位から最少7m下げた。

2) 一般仕様

KR-2現存資機材を最大限に活用することを前提に、試験井の掘さくと揚水試験の結果及び既存井の揚水試験結果等を考慮し、各ブロックの生産井用標準井戸を図5-1のごとく設定した。その標準井戸の一般仕様を下表に示す。実際に必要なケーシングやスクリーンの長さは、施工時に各井戸毎に決定されるものとする。

ブロック別標準井戸の一般仕様

開発ブロック	D-7	D-15	
		Aタイプ	Bタイプ
掘さく深度 (口径)	0-210m	0-80 (17 1/2")	0-70 (17 1/2")
	(17 1/2") or (14 3/4")	80-150 (14 3/4")	70-150 (14 3/4")
帯水層の層厚	44m	31.5m	34m
ケーシング深度	200m	140m	140m
14" ケーシング ^{<1}	30m	60m	42m
8" ケーシング張(m)	120.0 m	42.0m	66.0m
補強スクリーン 9.2 kg/cf	5.25m (5.25m×1本)	10.5m (5.25m×2本)	10.5m (5.25m×2本)
補強スクリーン 16 kg/cf	10.5m (5.25m×2本)	21.0m (5.25m×4本)	21.0m (5.25m×4本)
新規追加、28kg/cf ロッドベーススクリーン	33.0m (5.5 m×6本)	5.5m (5.5 m×1本)	5.5m (5.5 m×1本)
砂利充填量	20 m ³	13 m ³	14 m ³

<1: 14" ケーシング長 (1本当り6m長) 決定のための地下水位、
設計揚水位、ポンプ位置は前項の表のとおり。

5.2.4 ポンプの選定

前出のブロック別計画揚水位と計画揚水量に対するKR-2供与済みポンプの揚水能力および燃料消費を検討し、生産井に設置するポンプを下表のごとく計画した。生産井に設置するポンプは、設計揚水位、設計揚水量と燃料消費からみて、2種類 (45Q/sec型と60Q/sec型) のKR-2供与済みポンプの内、45Q/sec型バーチカルタービンポンプとする。60Q/sec型ポンプは揚水能力が過大で、燃料消費が大きいため、両ブロックの生産井には不適當である。

生産井用ポンプの選定

ブロック名	D-7	D-15
適用ポンプ	既存45ℓ/sec型 バーチカルタービンポンプ	既存45ℓ/sec型 バーチカルタービンポンプ
改造点	無	5台中4台は ポンプ軸とコ ラムパイプを 現在の40mか ら57mに延長
改良点	ポンプのエンジン始動用バッテリ ーを電源とし、水位検定によるエ ンジン自動停止装置を付設する。	

45ℓ/sec型バーチカルタービンポンプ（全長40m）を全長57mまで延長するためにはポンプ軸とコラムパイプを接続する必要があるが、これは現地で可能である。なお、バーチカルポンプの空運転を防止するため、同ポンプのエンジン始動用バッテリーを電源として水位検定し、動水位が危険水位に達した時には、ポンプのエンジンが自動停止する自動制御装置を各ポンプに付設することを計画した。

前述の計画によって設置されるポンプの運転経費と水代は開発ブロック別に下表のごとく試算される。

2ブロックのポンプ運転経費

ブロック	D-7	D-15
揚水量 (ℓ /sec)	40	40
灌漑面積 (ha)	40	40
使用ポンプ	45ℓ /sec型 バーチカルタービン	45ℓ /sec型 バーチカルタービン
燃料消費量 (ℓ /hr)	6.5	7.0
(1) 燃料費 (Rs/hr) (軽油Rs 8/ ℓ)	52.0	56.0
(2) 潤滑油脂費 (Rs/hr)	5.2	5.6
(3) オペレータ人費 (Rs/hr)	2.5	2.5
(4) ポンプ運転経費 (Rs/hr)	59.7	64.1
(5) ポンプ運転経費 (Rs/ℓ -hr/ha)	1.5	1.6

D-7とD-15ブロックのha当りのポンプの運転経費は、ポンプを年間100日、1,200時間使用した場合Rs.1,800から1,920となる。

5.2.5 調査兼長期地下水位観測井の設置

試験井と生産井の掘さくに使用するリグは、ノンコアタイプであり、コンパウンドケースの騒音が激しいため、掘さく中の地質状況はスライムから把握する以外に方法がない。加えて、スライムが地上に上ってくるには時間がかかるため掘さく中の地質状況を正確に把握できない。他方、生産井を長期間事故なく利用するには、地下水位変動に対応したポンプ運転を行う必要があり、このためには、長期地下水位観測井の設置が不可欠である。

上記の事情を考慮し、試験井とは別に調査兼長期地下水位観測井を設置することを計画した。

調査兼長期地下水位観測井は、地質サンプルの採取と長期地下水位計測とが目的であるため、小口径井となる。このため、

- (1) ワイヤライン式コアボーリングマシン 1 式, (2) 2~4" 口径のケーシングとスクリーン, (3) 長期地下水位観測計、等が必要となる。

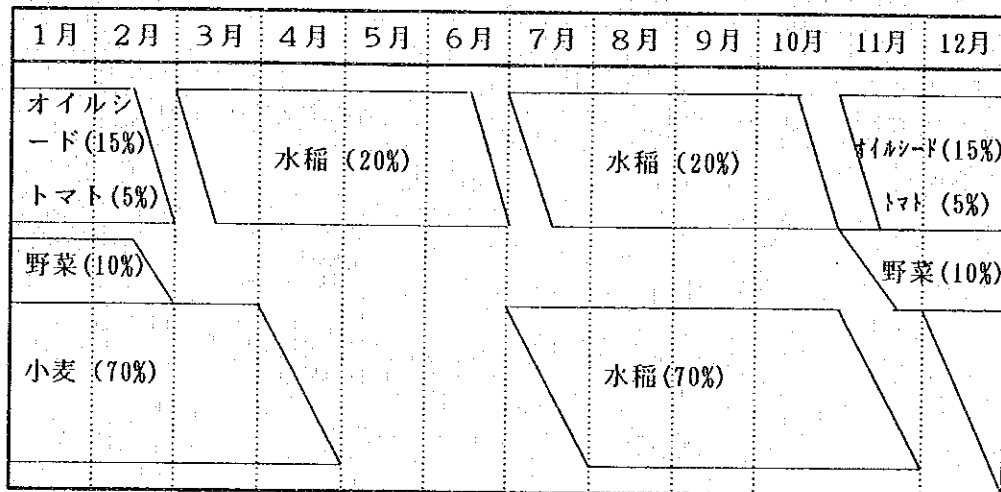
5. 3 灌漑計画

5.3.1 灌漑用水量の算定

1) 作付体系

作付体系は T I A T S P が実施している浅井戸灌漑計画地区内の作付体系、両開発ブロック内の現況作付体系等を考慮し、次のごとく設定した。

計画作付体系



注) 作付率: 210%

この作付体系は、水稲-小麦を主体にした体系であるが、計画実施後両開発ブロックの土壌条件、排水条件等の地域特性に応じて変更がありうる。

2) 灌漑用水量

純用水量算出の基となる作物蒸発散量は、計画地区近傍に、実測資料がないため、修正ペンマン法で算定した。この蒸発散量を基に作物係数、水田浸透量、水田代かき用水量、有効雨量、ポンプ稼動時間（12時間）等を考慮し、純用水量を算出した。圃場取水口での灌漑用水量は、搬送効率を90%として算出した。上述 1) の作付体系に対する月別灌漑用水量は以下に示す通りである。

月別灌漑用水量

(単位： $l/sec/ha$, 12時間灌漑)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
用水量	0.82	1.04	0.80	0.84	0.74	0.84	0.84	0.80	1.30	1.14	0.20	0.50

ポンプ運転時間は12時間/日、単位用水量は $1 l/sec/ha$ とし、これを越える月にはポンプ稼動時間の延長（最大16時間）で対応する。

3) 灌漑方法と設計流量

ポンプで揚水した灌漑用水は開水路により自然流下方式により分配される。各圃場への均等な水分配と水管理が容易な輪番灌漑を採用する。ポンプの運転時間は日中の12時間を原則とするが、ピーク用水時期には16時間の運転が必要となる。調整池は、漏水対策が不可欠であり維持管理も難しいため、設けない。間断日数は7日（一週間）とする。従って灌漑地区を7個（或は14個）のローテーションユニットに分割する。ローテーションユニットへは、幹線水路上に設けた取水工から支線水路を通過して配水される。

両ブロックの設計流量は以下の通りである。輪番灌漑を採用するため、各ブロックの幹線水路の設計流量は全線を通じ、同じとする。

開発ブロック	設計流量
D-7	40 l/sec
D-15	40 l/sec

5.3.2 灌漑地区の選定

下記の原則に従って両ブロックの灌漑地区を選定した。

- (1) 既耕地を対象とする。
- (2) 既存の浅井戸あるいは深井戸で灌漑されている地区および他の灌漑プロジェクトの受益地（予定も含む）は除外する。
- (3) 河川の洪水氾濫被害がおよばない地区を対象とする。
- (4) 原則として一つのブロックに5本の生産井を建設することになっているので、灌漑地区も5カ所とする。
- (5) 生産井の位置は5.2.2 で選ばれた位置とし、そこから重力で自然灌漑される地区を選ぶ。
- (6) 一本の井戸で灌漑される地区は一つのパンチャヤットに属すること、さらに、そこに含まれるワード（パンチャヤットの下部構成単位）の数を極力少くし、水管理を容易にする。

両ブロックの選定結果を以下に要約する。

- (1) D-7ブロック： フェーズI調査で基本設計を実施したブロックであるが、北部の受益予定地区は、T I A T S PがフェーズIの現地調査終了後に建設した深井戸（N-15）の灌漑予定地区と競合することが判明したので、代替地区を選定する必要が生じた。ブロックの近傍を調査した結果、同じパンチャヤットに属し、西方に位置する地区を選定した。
- (2) D-15ブロック： 北部は地下水のポテンシャルが低いので、選定から除外する。また南部は既に多数の浅井戸が開発されているので深井戸の開発は不要である。したがって、中央部が開発の対象となるが、中央部のナクタジパンチャヤットだけでは、十分な耕地面積が確保できない。そこで東側のハリハリプールパンチャヤットの南部も開発対象とした。ナクタジでは既存井(N-33)で灌漑される地区を含む3地区、ハリハリプールで2地区を選定した。

単位用水量 10 l/sec/ha を適用し、深井戸の揚水量別に算定すると両ブロックの計画灌漑面積は以下のごとく 400haとなる。

ブロック別の灌漑面積

ブロック名	生産井1本当たり		受益地	
	揚水量	灌漑面積	パンチャヤット	Ward No.
D-7	40 ℓ /sec	200 ha	バサイヤ	1,2,3,5,6,7,8A,8B
D-15	40 ℓ /sec	200 ha	ナクタジ ハリハリブール	3,4,6A,6B,6C,7B 2A,2B,2C
合計		400 ha		

5.3.3 灌漑施設の配置

1) 灌漑施設

本開発計画では以下の灌漑施設を建設する。

- ポンプハウスとオペレーターハット
- 幹線水路とその付帯構造物

なお、生活用水給水施設は、ネパール政府（農業省）がその必要性を認めず、建設費が高くなる割には、有効利用される可能性が少く、かつ適切な維持管理が困難なので設置しない。生活用水は、ポンプハウスに付帯して設置するバツフル水槽あるいは水路から直接取水されるものとする。

幹線水路は開水路とし、ネパール側の強い要請を考慮して、修理・保守が容易で建設費も安いレンガ積み（一層）構造とする。また、輪番灌漑を採用するため、全線を通じ同じ通水能力を持たせる。幹線水路から分岐する支線水路は、ネパールにおける他の灌漑プロジェクトと同様、土水路とし、受益農民が建設することとする。

幹線水路付帯構造物として、取水工、分水箱、屈折箱、落差工、道路横断構造物、排水暗渠、キャトルパス等を設ける。

排水路、農道、管理道路は、用地補償が難しいため、建設不可能と判断されるので、本計画から除外する。幹線水路の維持管理は、レンガ水路わきの盛土天端部の徒歩通行によって行える。また、農業資機材、生産物等の運搬には、現行通り、既存の農道（牛車道）を利用する。

2) 配置計画

灌漑施設の配置に当っては以下に示す諸点を考慮した。

- (1) ポンプハウスは生産井の計画地点に設ける。
- (2) オペレーターハットは、ポンプのエンジンの振動と騒音を避けるため、ポンプハウスの隣に別棟で設ける。
- (3) 灌漑用水路は、土工量を減らすため、原則として地形勾配に沿うようにする。また、既存の土地所有境界線になるべく沿わせ、無駄なつぶれ地等が生じないようにする。
- (4) 灌漑方式は7日間の輪番灌漑とするため、各灌漑地区に7個または14個の取水工を設け、しかも各取水工が支配する耕地面積が同規模となるようにする。
- (5) 地形が急勾配で水路の流速が大きくなりすぎるような所には、落差工を設ける。
- (6) 灌漑水路が自然排水路と交差する場合には、排水路を妨げないよう排水工を設ける。
- (7) 灌漑水路が既存農道と交差する所には、道路横断構造物を設け、水路が交通の障害とならないようにする。
- (8) 牛、羊、山羊等の家畜が頻繁に通過する地区内に灌漑水路を設ける場合は、適当な間隔でキャトルパスを設ける。
- (9) 灌漑水路が途中で2本ないし3本に分岐される場合には、分岐点に分水箱を設け、分水が容易にできるようにする。
- (10) 水路が急角度に屈折する個所には、屈折部の水流を滑らかにするため、水路屈折箱を設ける。
- (11) 取水工の幹線水路内直下流に取水時の水止めを行う締切板を設置する。

今回基本設計を実施した2開発ブロック（D-7についてはフェーズI時の基本設計の見直し及び追加を含む）の各灌漑地区に計画されている灌漑施設の概要を表5-1に示す。

5.3.4 ポンプハウスとオペレーターハットの基本設計

1) ポンプハウス

ポンプハウスの詳細な位置、標高等は詳細設計段階で決定されるが、基本的寸法構造等は、以下の通りとする。

- (1) 規模は、使用ポンプとエンジンの大きさ、T I A T S Pの既設ポンプハウスの大きさ等を参考にした結果として、図5-2のごとく、一階建13.50 m²（5.0m×2.7m）×高さ2.7m～2.8mとする。
- (2) 構造は、ネパール国内で最も普及しているレンガ構造とし、壁部分の厚さは25cmとする。屋根は鉄筋コンクリート構造とし、雨水排除のための傾斜をもたせ、表面はモルタル仕上げとする。また、井戸位置には0.9m×0.9mのポンプ据え付け用の穴をあける。基礎は練りレンガ積みとし、床はコンクリート敷きとする。
- (3) 内外壁の仕上げはレンガ壁のポインティングのみとする。
- (4) 入口の幅はエンジン等の搬出入ができる1.2mとし、両開きの扉にする。窓は、ポンプ運転中の排気と採光を良くするため、2箇所設ける。窓には盗難防止用の鉄格子を設ける。
- (5) ポンプ台とエンジン台はコンクリート一体構造とする。
- (6) ポンプハウスの利用は原則として日中の12時間であるので、照明設備は設けない。ポンプを夜間運転する場合は石油ランプ等を使用する。

2) オペレーターハット

ポンプハウスの隣に、オペレーターの休憩場所としてオペレーターハットを設ける。オペレーターハットの詳細な位置、標高等はポンプハウスと同様詳細設計時に決定されるが、基本寸法、構造等は次の通りとする。

- (1) 規模は、オペレーターがポンプ運転中の日中12時間に休息を目的として使用するだけなので、 9.72m^2 ($3.6\text{m} \times 2.7\text{m}$) \times 高さ $2.7 \sim 2.8\text{m}$ の広さとした。(図5-2参照)
- (2) 構造は、ポンプハウスと同様、壁厚は25cmのレンガ構造とし、屋根は鉄筋コンクリートスラブのモルタル仕上げとする。
- (3) 内外壁はレンガ壁のポインティング仕上げとし、床のみモルタル仕上げとする。
- (4) オペレーターハットの使用は原則として日中の12時間なので、照明設備は設けず採光を良くするため窓を2箇所設ける。ポンプ運転が夜間におよび、照明が必要な場合は石油ランプ等を使用する。
- (5) 盗難防止のため窓には鉄格子を設ける。

3) バッフル水槽

ポンプハウスに隣接してバッフル水槽を設け、ポンプからの吐出水を減勢させる。バッフル水槽の基本寸法、構造は以下の通りとする。

- (1) 構造はレンガモルタル、壁厚は25cmとする。

(2) バッフル水槽は、吐出水槽と整流水槽からなる。両水槽の内幅は吐出管の管径を考慮し0.8mとする。吐出水槽と整流槽は壁（厚さ25cm）で分離される。揚水は吐出水槽で減勢され、せき上げられた後、整流槽に流入する。整流槽下流壁には流量測定用Vノッチ（90°）を設ける。また、整流槽内壁には水位標を設け、流量測定時にVノッチの越流水深が測定できるようにする。吐出水槽と整流槽の長さは、各々1.25mと1.5mする。図5-3にバッフル水槽の基本寸法を示す。

流量公式として以下のJIS採用公式を用いた。

$$Q = K H^{5/2}$$

$$K = 1.354 + \frac{0.004}{H} + \left(0.14 + \frac{0.2}{\sqrt{D}}\right) \left(\frac{H}{B} - 0.09\right)^2$$

ここで Q : 流量 (m³/sec)

H : 越流水深 (m)

K : 流量係数

D : 水路底面よりせき端までの高さ (=0.75m)

B : 水路幅 (=0.80m)

この時、流量と越流水深との関係は、ほぼ以下の通りである。

Q (l/sec)	H (cm)
50	26
40	24
30	21

(3) Vノッチは5mm厚の鉄板製とし、越流部は図5-3のごとく加工する。

5.3.5 幹線水路と付帯構造物の基本設計

1) 用水路

幹線水路は、①修理・保守が容易、②建設費が安い等の理由からレンガモルタル構造とする。レンガは一層構造で強度的に十分と考えられるため、レンガ厚はモルタル仕上げ厚を含め13cmとする。輪灌灌漑を採用するため全線同一断面とするが、生産井の揚水量に合わせ、次に示す2タイプの水路を使用する。

(図5-4参照)

項 目		タイプⅠ	タイプⅡ
寸 底 幅		0.35 m	0.35 m
法 水 路 高		0.42 m	0.35 m
揚水量(l/sec)		45 以上	45 ~ 30

水路設計には以下の条件を設定した。

- (1) 水 理 計 算： マンニング公式 ($n=0.014$ 採用)
- (2) 設 計 流 速： 0.4~1.0 m/sec
- (3) 水路の余裕高： 水路高の1/3
- (4) 最 大 水 深： タイプⅠ 0.28m
タイプⅡ 0.23m

D-7については、フェーズⅠで基本設計を実施したが今調査で灌漑地区と設計の見直しを行った。また、D-7の計画揚水量は400 l/secだが、地形勾配が緩やかな区間には、水路タイプⅠを採用した。D-7とD-15の設計結果を表5-2に示す。

施工は、先ず水路基礎コンクリート高まで（ブルドーザーと振動ローラー）で盛土を行い、基礎コンクリート(5cm厚)打設後、人力による練りレンガ積工を行う。なお、水路内面はモルタル仕上げとする。水路両側の盛土は人力施工とするが、寄せ土にはブルドーザーを使用する。

2) 道路横断とキャトルパス

水路が既存農道と交差する地点または家畜の往来が頻繁な地区を通過する場合には、道路横断構造物またはキャトルパスを設ける。道路横断構造物には道路の片側に排水パイプ暗渠を付帯させ、みずみちを確保し雨水による水路の破壊を防ぐ。道路横断構造物およびキャトルパスは、施工が容易でかつ安価なプレキャストコンクリート製スラブを水路にかぶせ、その上に20~30cm厚の盛土を施す構造とした。構造物の長さは、交差する道路等の種類によって以下のごとく分類する。

道路の種類	必要長
既存農道(大)	6 m
既存農道(小)	1 m
キャトルパス	4 m

キャトルパスは水路延長約400mに1箇所設けるようにした。

プレキャストスラブの巾と長さは、据え付けの際に人力で運べる重さとするため、48cmと1mとし、厚さは12cmとした。

3) 取水工

幹線水路には、支線水路への分水のために取水工を設置する。取水工はレンガモルタル構造のオリフィス型取水工とし、支線水路上流端の減勢箱は、内径20cmのプレキャストコンクリートパイプで接続する。また、取水工には取水をしない時に土で止水ができるように鉄筋を埋め込んでおく、幹線水路下流側にはプレキャストコンクリート製チェックプレート(後述)を設置し、支線水路の取水時に用水が幹線水路下流へ流下するのを防ぐ。

支線水路始端に設ける減勢箱の寸法は、取水量(幹線水路の設計流量)および現地盤標高と水路の計画水位の差によって図5-4に示す通りとする。

取水工の取水量は次式によって求めた。

$$Q = 0.0188\sqrt{2gH}$$

ここに、 Q ：取水量 (m^3/sec)

H ：幹線水路の水深 (m)

各取水工の設置標高等は詳細設計時に決定される。

4) 落差工

幹線水路の流速が速すぎて、水路の維持管理に問題が生じる箇所にはレンガモルタル構造の落差工を設け、適正流速まで減速する。落差工の落差は0.5 m、減勢長を1.0 mとするが、水路タイプによって2タイプに分類する。(図5-5参照)。各落差工の設置標高等は詳細設計時に決定される。

5) 分水箱と水路屈折箱

幹線水路の分岐点には分水箱を、屈折点には水路屈折箱を設ける。また、これらの箱の地点において落差を取る必要がある場合には、落差工の機能も持たせるよう配慮した。両箱ともレンガモルタル構造とし、側壁厚は25cm、底板厚は13cmとし、箱の内寸法は、流量を考慮し60cm×60cmとした。

分水箱と水路屈折箱は、上下流の水路タイプと上下流水路の落差によって、図5-5に示すごとく6タイプに分類した。各分水箱および水路屈折箱の詳細なタイプ分け、設置標高等は詳細設計時に決定される。

6) 排水工

幹線水路が自然排水路や小川と交差する地点、および標高の低い地区を通過し排水不良を起す可能性のある地点には排水工を設置する。排水工は、カルバート部分を内径0.8mのプレキャストコンクリートパイプ一連とし、流入、流出口はレンガモルタル壁で防禦する。また、出口には蛇籠工を5.0 mにわたって施して洗掘を防止する。

排水工は全て、同一タイプとしたが、例外としてD-7ブロックの灌漑地区No. 5に深さ4 m、幅10mの排水河川があるため、排水工（大）として1ヶを別途設計し、内径0.8mのパイプ5連の構造とした。

7) チェックプレート

幹線水路上の取水工直下流等には、プレキャストコンクリート製のチェックプレートを設置し、水管理が容易に行えるようにする。チェックプレートはプレキャスト鉄筋コンクリート製の枠に鉄筋を埋め込む構造とする。このプレートは水路タイプによって図5-6に示すごとく2タイプに分類する。

5. 4 資機材調達計画

5.4.1 現存資機材の整備と修理

前出3.5 に記したごとく、KR-2 深井戸・灌漑施設建設資機材は、各年の使用に加え、保管状態の不良、維持管理の不足、整備・修理の不足、等のため、年々使用可能数量が減少している。従って、2開発ブロック(D-7,D-15)で生産井8本(ブロック当り4本)と9灌漑区(各ブロックの試験井は生産井に転換されるので、ブロック当りの灌漑区は5となる。ただし、D-15ブロックの1灌漑区はT I A T S P が建設中。)を建設するには、KR-2の現存資機材の有効利用とともに、相当量の資機材の追加および現存資機材の整備と修理が必要である。

このうち、主要な整備・修理作業を以下に列挙する。

- ① 掘さくりグ(3台)の点検・整備
- ② 同上マッドポンプの整備・修理
- ③ 運搬・管理用車輛と建設機械類の修理・整備
- ④ 8" ジョンソンスクリーン(約 500m)の補強
- ⑤ 揚水試験用水中モーターポンプ類の点検・整備
- ⑥ 生産井用バーチカル・タービンポンプ(10台)のポンプ軸と揚水管ネジ部の落錆と防食処置
- ⑦ 同上バーチカル・タービンポンプ(4台)のポンプ軸と揚水管の延長(現品の40mから57mへ延長)

5.4.2 主要資機材の総必要量

ジャナカプール県テライ平野での工事可能期間は、前出 3.3に述べたごとく、12月-翌年6月の7ヵ月である。しかし、後出 6.5に示すごとく、本件の交換公文(E/N)が7月に締結されても、詳細設計(2ヵ月半)、業者の入札・契約(3ヵ月)、仮設工事(1ヵ月)に6ヵ月半を要するため、工事開始時期は、2月初旬となる。このため、本件の井戸建設期間は2月初旬-5月中旬の3.5ヵ月、灌漑施

設（ポンプハウスを含む）のそれは3月初旬～6月中旬の3.5ヵ月となる。灌漑施設の建設開始が井戸のそれより1ヵ月遅れるのは、井戸（生産井）の揚水量確認後に施設の建設を開始するためである。

K R - 2 の深井戸・灌漑施設建設機材を有効利用して、2開発ブロック(D-7、D-15)で生産井8本と9灌漑区（他の1灌漑区はTIATSPが建設済み。）の水利施設を上記の工期で建設する場合に必要な資機材総量は、表5-3に示した通りとなる。ただし、現地で調達する資材（セメント、砂、砂利、レンガ、鉄筋、木材、燃料、等）は含まれていない。

5.4.3 供与主要資機材の数量と概略仕様

1) 供与主要資機材の数量

前節5.4.2で述べた主要資機材（表5-3）の内、新たに供与を要する主要資機材は以下の通りである。ただし、現地で調達する資材（セメント、砂、砂利、レンガ、鉄筋、木材、燃料、等）は含まれていない。

(1) 深井戸掘さく、仕上げ用資機材

① 掘さくりグの消耗部品 3台分

マッドポンプの部品、ドリリングツールズ等の追加が不可欠である。

② トリコンビット 17 1/2" Hタイプ 3個、MHタイプ 5個

③ トリコンビット 14 3/4" Hタイプ 3個、MHタイプ 5個

④ ローラーカッタータイプホールオーパー (14 3/4" → 17 1/2") 4個

上記はいずれも在庫なし。基本設計調査の試掘実績から2と3のトリコンビットは深井戸1本当たり平均で各1個を消費する。ホールオーパーはポンプハウジングパイプ設置用の掘削に使用する。

⑤ 揚水試験用水中ポンプ（ディーゼル発電機付き） 1台

生産井の揚水試験用に、8"パイプに入る70m揚程150 /sec揚水の水中モーターポンプを追加する。

- ⑥ 生産井用バーチカルタイプタービンポンプのコラムパイプ、
シャフト類 4台分
現存のバーチカルタイプタービンポンプのシャフト、コラムパイプは腐蝕が著しく進行しており、本工事での使用が可能であるか否か判定しかねる。このため、4台分を新規購送するとともに、現存のシャフト及びコラムパイプの詳細点検と今後の保管方法を検討する。
- ⑦ DCエンジンウエルダー (6.8KW, 7.5KVA) 3台
現在使用中の1台は老朽化しており、将来の利用は不可能。従って、各掘さくサイトに1台、計3台の追加が必要である。
- ⑧ 22" コンダクターパイプ (L = 3m、ネジ付) 72m
現存数量 (24m) は、T I A T S P の今後の深井戸掘さくで、消費されるので、生産井に必要な72m (24本) を追加する。
- ⑨ 8" 強化ロッドベーススクリーン (L = 5.5m) 28本 (154m)
現存のジョンソンスクリーンを補強しても深度 150m以下に設置することは極めて危険である。深度 150m以下に使用する強化スクリーン (側圧強度: 28kg/cm²) の必要数量を追加する。
- ⑩ 17 1/2" 孔径用セントライザー 18個
在庫なし。孔径17 1/2" 内に8"パイプを中心に設置するには3本 (18m) に1個のセントライザーを使用する必要がある。
- ⑪ 14 3/4" 孔径用セントライザー 16個
在庫なし。孔径14 3/4" 内に8"パイプを中心に設置するには3本 (18m) に1個のセントライザーを使用する必要がある。
- ⑫ 6" デリバリーパイプ (L = 1.2m、フランジ・エルボ付) 10個
在庫なし。バーチカルタイプタービンポンプの吐出側に設置する。
- ⑬ ポータブル貯水ビニールタンク (3m³防水製) 6個
現存数は6個、井戸掘さくは3ヵ所、水路工事もほぼ同時期に3ヵ所で行なわれるため、各サイトに2個、計12個が必要となる。
- ⑭ 給水用渦巻きポンプ (エンジン付) 1台
現存数2台、各現場に1台必要なため、1台の追加が必要。

⑮ 生産井1本当たり以下の数量を見込む。		合 計
ベントナイト	4,000kg	32 ton
バライト	300kg	2.4 ton
CMC	500kg	4 ton
泥壁除去剤	300kg	2.4 ton

現地で購入可能なインド製品は品質が悪いので、日本より購送する。

⑯ 掘さくりグ3台の潤滑油脂	1台当り	合 計
油圧作動油	450ℓ	1,350ℓ
ギャオイル	150ℓ	450ℓ

現地で購入可能なインド製品は品質が悪く、掘さくりグの消耗を早めることになるので、日本から購送する。

(2) 運搬用車輛

- ① 6トン・クレーン付き12.5トン・カーゴトラック 1台
パイプ類、スクリーン類、その他重量物をトラック等に積込む大型クレーン車がないため、1台を購入する必要がある。
- ② 1トン・(4×4)ピックアップトラック 3台
現存数は、5台あるが老朽化が著しく、長期間の使用は不可能と判断されるので、各掘さく現場に1台、計3台を追加する。
- ③ 運搬車輛の補修部品類 一式
現存車輛のほとんどは修理が必要だがT I A T S Pには部品類がなく修理不能。タイヤを含む必要部品の追加が不可欠である。

(3) 建設機械

- 建設機械の維持管理に必要な部品 一式
現存の建設機械類は修理が必要、また今後の維持管理にも適性部品が必要である。

(4) 管理用車輛

① 4×4ワゴンタイプジープ

1台

使用可能数は3台、コンサルタント、さく井業者、土木業者の各現地事務所
の運営、管理に各1台のワゴンタイプジープが必要である。加えて、コ
ンサルタントと土木業者が行う路線測量に1台のワゴンタイプジープが必
要である。

② 4×4ジープ

4台

コンサルタントの施工管理に1台、機械修理技術者2人（掘さくリグ1人、
建設機械1人）に共用で1台、水路建設現場の施工監督用に2台の計4台
が必要である。

2) 供与主要資機材の概略仕様

前項で列挙した追加主要資機材の概略仕様は、以下の通りである。

機 材 名	概 略 仕 様
(1) 生産井建設用	
1. リグ3台分のスペアパーツ	YRD501R型3台
2. マッドポンプ3台分のスペアパーツ	NAS7型マッドポンプ3台分
3. トリコンビット	17 1/2", 14 3/4" サイズでHタイプとMHタイプ
4. 22" コンダクターパイプ	L = 3 m, 肉厚12mm, ネジ付
5. 8" 強化ロッドベーススクリーン	L = 5.5 m, スロットサイズ1mm 開口率20%以上、側圧強度28kg/cm ² 以上、 外径216 mm以内、内径197 mm低炭素鋼製両端 部リング式
6. セントライザー	17 1/2" - 8" 用及び14 3/4" - 8" 用
7. ホールオープナー	ローラーカッタータイプ先端部カッター付、 14 3/4" → 17 1/2" 用、6 5/8"レギュラーピ ンネジ
8. DCエンジンウェルダ	6.8kW, 50Hz-240A, 2.6-5mm 溶接棒用ディーゼ ルエンジン4サイクル水冷式, 7.5kVA, 3,300 回転、20m電線、アクセサリ付

9. 揚水試験用水中モーターポンプ：
- (a) ディーゼル発電機
43HP、400V-33KVA、50Hz
 - (b) 水中モーター
50Hz、3相、2極、400V-30KVA、水中ケーブル85m×2、スターデルタ起動
 - (c) ポンプ
最大外径145mm、揚水能力200 /sec
(揚程70m)、操出管80mm-2.75m (ネジ付) ×26、吐出し口径80mm
 - (d) 付帯品
コントロールパネル、デジタル水位検出計とコントロール装置、80A吐出管2.75m×5、80A90度曲管、スルースバルブとチェックバルブ各1、等

10. 給水用渦巻きポンプ

2.7 m³/min以上、エンジンとホースを含む。

11. 掘さく消耗材

ベントナイト……クニゲル V-1 又は同等の品質

CMC, バライト, …… 1級品質

マッドクリーナー……試験井で使用したトリオフラインと同等の品質

機 材 名	概 略 仕 様
(1) 運搬車輛と管理用車輛	
1. 6トン積み 12.5トントラック	6トン吊り12.5トン積みロングボディーカーゴトラック
2. 1トン・ピックアップトラック	4×4, ディーゼルエンジンタイプ, 地上高30cm以上
3. ワゴンタイプジープ	4×4, 後部座席2列、8～9人乗り ディーゼルエンジンタイプ
4. ジープ	4×4, ディーゼルエンジンタイプ
5. その他KR-2の現存資機材のうち、車輛関係のエンジン、タイヤ等は現存車種に適合するスペアパーツとする。	

また、調査兼長期地下水位観測井（1ブロック当り1井）用の追加資機材の概略仕様は以下の通りである。

機 械 名	概 略 仕 様
コアボーリングマシン	ワイヤライン方式H Qサイズ又はそれ以上掘深能力250 m以上。
パイプ類	
ロッド	H Qサイズ又はそれ以上
ケーシング	PW (12m), HW (90m)
ビット	PW, HW, H Q用ダイヤビット, メタルビット。2本 (D-7, D-15) 掘さくに必要な数量。
ケーシング (有孔)	H Qサイズに挿入可能、有孔鋼管ネジ付。
長期地下水位観測計	3ヶ月連続観測可能。