

送電線及び変電所を除くと、土木工事で大きいものは、一～二級の揚水機場及び水路橋である。

石台寺地区の工事の特色は上からもわかるように、点と線の連続工事である。

## ② 工程計画

### a. 設計

建設工事に入る前に詳細設計を行う必要がある。設計に要する期間は6ヶ月、設計後入札書の作成及び入札業者の選定等の準備として6ヶ月、即ち工事前の準備期間として1年を必要とする。

### b. 建設工事

まず最初に一級幹線の工事に入るが、この中の水路橋部分の工事に約2年を要する。また一級揚水機場～吐出水槽まで2年を要する。従って、一級揚水機場の完成と同時にポンプ運転と通水を可能にするには、水路橋も揚水機場工事開始と同時に発注しなければならない。即ち、最初の投資は一～二級幹線の完成に全力を投入する必要がある。

ここでは金額的な面も考え一～二級幹線の完了までを、工事開始から3ヶ年とする。三～五級揚水機場及びその他の幹支線はこれらの本線の工事の進捗に合わせて行う。

全工事完了は工事開始から4年とする。(付表2.6参照)

## (4) 事業費の算定

### 1) 積算の基礎条件

① 工事期間として工事開始から完了までを4年間とし、その前の設計から入札までを1ヶ年とする。

② 工事費の積算は内貨(LC)と外貨(FC)の二つに分けて算出した。外貨の交換レートは1元 = 40円として計算した。

尚外貨分には、特別発注によるポンプ機器と電機の一部及びコンサルタント費用を含み、他はすべて内貨である。

- ③ 資材単価については、1986年と1987年では大きく変動(上昇)している。これは国家指導価格と市場価格とが複雑にからみ合っているためであるが、ここでは襄樊市の市場価格(1987年9月～10月)をもって建設資材の単価とし、これで積み上げを行った。
- ④ 予備費は物的予備費と価格予備費の両者を合わせて投資額の10%以上を計上した。

## 2) 維持管理費及び更新費

### ① 維持管理費

年間の維持管理費は主としてポンプ運転経費とポンプの機械及び電機の修理費及び、新しい管理所に配置される職員の人件費である。

運転経費はポンプ運転に伴う電力料金であり、単価を0.12元/kwhとして求める。

修理費は特注ポンプで品質良効のため故障の少いことを勘案して修理費率0.87%として求める。

人件費は用水施設の管理に必要な人員(60人)に、1人当たり平均年収を2,000元として求める。

以上より維持管理費を算定すると付表2.9のとおりである。

### ② 更新費

耐用年数は25年であるから25年に1度更新費を計上する。更新に当っては、技術も進み中国側でスペア-を用意できるものとし、特注ポンプの場合でも中国製で置換え可能として算定した。

## 3) コンサルティングサービス費及び行政管理費

### ① プロジェクト遂行のための要員

このプロジェクトを遂行させるのに必要な要員は、初年度の設計業務から工事完了迄の施工管理業務に係わる要員である。

詳細設計と施工管理は、コンサルタントの支援を得て中国側がこれに当ること

とになる。これに必要な員数は、中国側では関係する行政諸部門から集められる。設計・施工管理に要する全人数は概略次のようになる。

### 要 員 計 画

(単位：人)

項 目	詳細設計	施工管理	合 計
コンサルタント要員	3人×6ヶ月 = 18	2人×24ヶ月 = 48	66
中国側設計施工管理要員 (行政管理要員)	20人×12ヶ月 240	30人×24ヶ月 20人×24ヶ月 1,200	1,440

#### ② コンサルティングサービス費及び行政管理費

コンサルティングサービス費は上記に関する人件費と、これに関連する経費である。

行政管理費としては上記の人件費に加え一般事務経費、調査補足費、輸送費、その他必要な経費を含めたものが計上される。

#### 4) 初期投資額

初期投資額は建設工事費の他、土地取得に対する補償費、コンサルティングサービス費、行政管理費、予備費を加えた事業実施に必要な総ての費用である。

これらをまとめたものを付表2.7、8に示すが、これによると建設工事費は9,580万元(FC：4,137万元、LC：5,443万元)、初期投資額は11,165万元(FC：4,914万元、LC：6,251万元)となる。

## 2.4 事業評価

### (1) 事業評価の目的

ここでの事業評価は財務評価と経済評価から構成され、施設計画で選定された最適案(B案)を対象とした。財務評価の目的は本事業の実施によって発生する事業収益性を財務的観点から、他方経済評価では国家経済的観点から推計することにある。

### (2) 事業評価の方法

事業を実施しない場合(以下Withoutケースと略称)と実施する場合(以下Withケースと略称)における便益と費用の算定と比較を通じて、事業の収益性を純現在価値(Net Present Value)、便益・費用比率(Benefit-Cost Ratio)、内部収益率(Internal Rate of Return)の3基準に従って評価する方法によることとした。なお、財務評価の一環として、農家経営分析と水利費の算定をも合わせて行った。

### (3) 財務評価と経済評価

#### 1) 評価の基礎条件

評価に際しては、下記の諸条件に基づくものとした。

#### ① Withoutケースの解釈

本評価では現況農業(Withoutケース)をFuture Withoutケースと解釈することとした。

#### ② 評価期間

本事業の評価期間は灌漑施設の耐用年数を考慮して、建設期間を含め50ヵ年とした。

#### ③ 費用と便益

費用と便益を財務評価では市場価格(財務価格)で、経済評価では潜在価格(経済価格)で算定することを原則とした。

#### ④ 投入・産出財

##### a. 貿易財

貿易財(農産物、肥料等)の財務価格は世界銀行の推定による1995年国際価格(1986年不変価格)を採用し、農産物と肥料の農家庭先価格(財務価格表示)の算定

に当っては、FOB/CIF価格をもとに関税、港湾経費、国内輸送費、流通経費等を考慮した。なお、貿易財の経済価格は移転費用(関税、租税等)の削除や変換係数(Conversion Factor)の適用により推計した。

#### b. 非貿易財

非貿易財の財務価格は市場価格に基づき算定した。他方、経済価格は非貿易財の単価構成を貿易財、非貿易財、労働に細分化し、貿易財に対しては国境価格、非貿易財には標準変換係数、労働については消費変換係数を適用し、その機会費用に基づいて評価した。

#### ⑤ 資本

中国の国内金融市場(中国農業銀行)における農業開発計画の融資金利8%(年率)を資本の機会費用として採用した。

#### ⑥ 外貨

資源国の中国では対外貿易不均衡が改善されつつあり、公定為替交換率が比較的に実勢為替交換率を反映しているものと判断されるため、本評価では潜在為替交換率を用いないこととした。従って、財務・経済評価では1987年10月時点の公定為替交換率1US\$=3.7元を採用した。

#### ⑦ 労働

当地区では、郷鎮企業の急速な進展に伴って労働雇用に対する市場メカニズムが機能し、生産に対する労働の貢献を市場賃金率がほぼ近似的に反映していると考えられるので、財務評価では名目賃金の3元/人日を用い、経済評価では消費変換係数を考慮した。なお、経済評価における未熟練労働力の賃金については、機会費用を0.5として、消費変換係数の調整を加え算定した。

### 2) 事業費

事業費は初期投資額、維持管理費、更新費で構成され、これらの財務費用を経済費用に変換するために、移転項目の調整や変換係数の適用を行った。

#### ① 初期投資額

初期投資額には工事費のほか、用地補償費、コンサルティングサービス費、行政管理費、予備費(工事数量の変更に伴う物的予備費と価格変動に伴う価格予

備費)等が含まれ、11,165.5万元(財務価格表示)である。なお、水利施設の残存価値は事業費に占めるその割合が少額であるので、無視することとした。

② 維持管理費

維持管理費は運転費、修理費、人件費から成り、水利施設の維持管理に要する年間費用は404.4万元(財務価格表示)である。

③ 更新費

ポンプの耐用年数を25年と仮定すると、ポンプの更新に要する費用は1,435.9万元(財務価格表示)となる。

④ 年度別事業費

実施工程計画に基づき算定された年度別事業費の内、初期投資額の経年変化は初年度から1, 16, 48, 32, 3%となる。

3) 事業便益

本事業の実施によって発生する直接便益には、計量化可能な農産物の増産便益と旱魃被害防止便益を計上することとした。

① 農産物の増産便益

平年作を基準とした農産物の年間増産便益は1,647.4万元(財務価格表示)で、WithoutケースとWithケースの原則に基づき、生産額から生産費を差し引いた純生産増額で算定した。なお、増産便益の対象作物は水稻、小麦、とうもろこし、大豆、棉、油料作物(菜種とごま)等である。

② 旱魃被害防止便益

地区内の旱魃被害を規模によって大旱魃(一般的に年平均降雨量600mm以下)と小旱魃(同600~800mm)に大別し、それぞれの頻度を3年と5年毎と推定した。この仮定に基づき、旱魃被害防止便益を旱魃年と平年のWithoutケースの農産物純生産額として評価すると、大旱魃年の被害防止便益は793.9万元(財務価格表示)、小旱魃年は325.8万元(同価格表示)となる。なお、旱魃被害の対象作物はその影響が顕著な水稻、とうもろこし、棉に限定した。

### ③ 年度別事業便益

事業便益の経年変化は一級揚水機場の50%稼働時から20, 50, 80, 100%と変化し、事業完成後の1年目で目標生産量を達成する。

### 4) 事業収益性の判定指標

財務評価と経済評価における事業収益性を前記の3基準に基づき算定した結果は、下表のとおりである。

評価項目 評価基準	財務評価	経済評価
純現在価値(割引率8%)	6,549.6万元	2,733.5万元
便益・費用比率(割引率8%)	1.47	1.19
内部収益率	13.73%	10.31%

本事業の経済的純現在価値(割引率8%)は2,733.5万元、経済的便益・費用比率(同率)は1.19、経済的内部収益率は10.31%である。従って、本事業の実施は国家経済的観点から極めて高い妥当性を伴うものと判断される。なお、湖北省と大襄樊市の鄂北崗地開発に対する緊急性や事業の社会経済的波及効果ばかりでなく、事業の有益性は更に増大する。

### 5) 感度分析

社会経済的不確実性が事業の経済的収益性の判定指標に与える影響を分析するために、下記のケースを想定した。

ケースA : 建設資材単価の高騰などにより、初期投資額が10%増加した場合

ケースB : 計画単収達成が不可能になり、事業便益が10%減少した場合

ケースC : 建設期間の延長により、事業便益の発生が1年遅延した場合

ケースD : ケースAとBが同時に発生した場合

ケースE : ケースAとCが同時に発生した場合

ケースF : ケースBとCが同時に発生した場合

ケースG : ケースCとDが同時に発生した場合

これらのケースに基づき経済的収益性の感度分析結果をとりまとめると、下表の通りになる。

ケース	経済的内部収益率(%)
A	9.35
B	8.90
C	9.57
D	8.03
E	8.71
F	8.32
G	7.55

本事業の経済的収益性は初期投資額の増加や事業便益発生が遅延よりも、事業便益の減少に敏感に反応しているが、その経済的妥当性は上記のいずれのケースでも特に大きな影響を及ぼすものではないことが予測される。

#### 6) 農家経営分析

農家経営分析は中規模農家(耕地面積10亩、家族数4人、農家労働力2人)を対象に、本事業の実施による農家の年間純増加所得の推計を目的として行った。その結果、事業の実施によって農家1戸当りの年間所得は1,511元から2,428元に増加し、農家労働力1人当たり約459元の増収となる。これには農外所得が含まれていないので、実際にはそれ以上の増収効果が期待できる。なお、この分析は平年作を基準として行い、旱魃被害防止便益は考慮されていない。

#### 7) 水利費の算定

本事業の維持管理費を水利費として受益者に公課する場合を想定して、亩当りの水利費を下記の条件のもとに算定した。

- i) 年利3%、融資期間30年(据置期間10年)
- ii) アドホン方式(元利均等償還)
- iii) 灌漑面積20.08万亩



その結果、平年作基準の畝当たり年間水利費は1.91元となり、事業実施による中規模農家1戸当りの純増加所得の約0.2%に相当する。

#### (4) 社会経済効果

本事業の便益は農産物の増産便益と旱魃被害防止便益の直接効果以外に、下記の様な計量化が困難な波及効果がある。

##### 1) 前方・後方関連効果

農産物の増産によって農業生産資材供給の前方関連産業と、農産物の加工・流通の後方関連産業の振興、及びそれらの産業に対する就業機会の創出が期待できる。

##### 2) 生活水準の向上

農業所得の向上によって生活水準が改善されると共に、農民の購買力が増大し、地区内の商業活動を活発化させ、地域格差の是正が促進される。

##### 3) 外貨の獲得

事業実施による水稻、大豆、棉の増加生産量は、平年作基準でそれぞれ3.94万ton, 0.24万ton, 0.16万tonであり、輸出代価(1986年価格)に換算すれば、年間約770万ドルの外貨獲得に相当する。

##### 4) 付加価値の創出

事業実施によって、事業費の相当な割合が国産建設資材の調達に充当されると共に、建設労働者の大量雇用を通じて労働者の消費財に対する購買力が増大するので、その関連産業の生産活動が誘発され、新たな付加価値が創出されることになる。

以上の様な諸効果を考慮すれば、本事業の社会経済的有益性は更に増大するものである。



### 第3章 清泉溝取水施設拡張計画



## 第3章 清泉溝取水施設拡張計画

### 3.1 計画地区の現況

#### (1) 引丹灌区の概要

##### 1) 引丹灌区の自然条件

引丹灌区は襄樊市の北部から西北部のなだらかな丘陵地に位置し、南は漢水、東は唐白河を境とし、西は武当山脈、北は河南省に接している。

地区内には、老河口市全域、襄陽県の太平、手首、張港、古一、黄集、竜王、石橋などの区、鎮が含まれ、東西72km、南北48kmの広がりを持ち、総地区面積は419万亩(28万ha)である。

地形は西から東、また北から南に傾斜しており、その標高は、西部の武当山に接する地域で200~250m、東部の唐河沿い平地部で80m、南部の漢水に沿った地域で70~100mである。地区内には、小清河をはじめ幾条もの小河川が北から南へ流下しており浅い谷を形成している。これらの小河川には、多くのダムや溜池が築造されている。

地区内の気象条件は、石台寺地区に類似しており年平均気温が15.3℃、年平均降水量は681mmである。

地区内の現況における水利用は、小河川に築造されたダムや溜池を有効に利用している他、丹江ダムからの取水に大きく依存している。しかしながら、この丹江ダムの水位低下時には自然取水が困難となり灌漑用水不足を生じ農業生産に多大な影響を与えている。

地区内の丘陵地には、広く黄棕壤土が、また北東部には露出している石灰岩に由来する石灰土壌、河成沖積土の耕地化した潮土、小面積の水稻土類、紫色土などが分布している。

##### 2) 農業概況

引丹灌区の総面積419万亩のうち耕地面積は210万亩であり、耕地率は50.1%である。地区の農家戸数は23.4万戸、農家人口は104万人と推定される。従って、農家一戸当りの耕地面積及び人数は、それぞれ9.0畝、4.5人、農家人口一人当りの

耕地面積は2.0亩と推定される。

耕地の内水田は51万亩(24.2%)を占め、他の159万亩(75.8%)は畑として利用されている。

主要作物は、水稻、小麦、棉、とうもろこし、ごま、菜種、煙草、甘藷、大豆等である。

### 3) 経済概況

#### ① 老河口市の経済概況

##### a. 農業

老河口市は農業生産の発展に伴い、大襄樊市の中でも重要な食料基地の1つになっている。1985年の耕地面積は60.02万亩、その内水田が33.2%を占めている。総人口の75.1%を占める農業人口は31.56万人、その内農村労働力が14.22万人で、農業人口1人当り耕地面積は1.9亩(大襄樊市平均1.68亩)である。食料作物には水稻、小麦、とうもろこし、芋類、煙草など多くの種類がある。主要経済作物には棉、菜種、ごまがあり、総播種面積の63.3%で栽培されている。食料総生産は17.56万tonで大襄樊市の5.3%を占め、随州市(24.5%)、襄陽県(20.0%)、棗陽県(19.0%)、宜城県(10.7%)、南漳県(9.1%)、谷城県(6.0%)につぐ第7位である。農業総生産額は1.44億元(大襄樊市の6.1%)、1980年比119.1%増で、工農総生産額の27.1%を占めている。その構成比は農作物栽培業(78.7%)、牧畜業(12.1%)、副業(4.1%)、林業(3.6%)、漁業(1.5%)の順となっている。

##### b. 工業

1985年の工業総生産額は3.88億元(大襄樊市の9.1%)、1980年比2.5倍増で、その内重工業が61.9%を占めている。軽工業部門の企業数は1,500社(企業総数の78.9%)、その内郷鎮企業が81.6%を占めている。従って、老河口市の工業は重工業に偏向している工業構造となっていること、軽工業は郷鎮企業中心型となっていること等を特徴としている。軽工業は耕種農業を背景に農産物加工品の生産が着実に増大し、その加工分野も紡績、食品、醸造(白酒、ビール)などがあ

る。その他の主要工業にはセメント、化学肥料(窒素と燐酸)、農薬等の化学工業、レンガ工業、自転車製造業等がある。

## ② 襄陽県の経済概況

### a. 農業

襄陽県は高水準の食料生産力を背景に大襄樊市の中で最も重要な食料基地の一つになっている。1985年の耕地面積は180.07万亩、その内水田が28.2%を占めている。総人口の89.2%を占める農業人口は99.42万人、その内農村労働力が45.10万人で、農業人口1人当り耕地面積は1.8亩(大襄樊市平均1.68亩)である。食料作物には水稻、小麦の主要農産物ととうもろこし、芋類、煙草など多岐にわたっている。主要経済作物には棉、菜種、ごまがあり、総播種面積の71.4%で栽培されている。食料総生産は65.86万tonで大襄樊市の20%を占め、随州市(24.5%)につぐ第2位である。農業総生産額は5.01億元(大襄樊市の21.4%)、1980年比206.7%増で、工農業総生産額の54.2%を占めている。その構成比は農作物栽培業(79.4%)、牧畜業(11.3%)、副業(6.8%)、林業(1.4%)、漁業(1.1%)の順となっている。

### b. 工業

1985年の工業総生産額は4.24億元(大襄樊市の9.9%)、1980年比2.1倍増で、その内軽工業が68.9%を占めている。軽工業部門の企業数は1.23万社で、企業総数の71.9%を占めるに至っている。軽工業は当県の基幹産業の耕種農業を背景に農産物加工を中心として紡績、食品、醸造、煙草など多岐にわたっている。この他の主要工業にはセメント、化学肥料などの化学工業、レンガ工業、自転車製造業などがある。

## (2) 丹江ダムの概要

溝泉溝取水施設拡張計画の主水源である丹江ダムの概要は以下のとおりである。

## 1) 位置

丹江ダムは、老河口市の北西約30kmにある丹江口市地先に位置し、主水源である漢水とその支流である丹江の合流点下流 800m地点に築造されている。

## 2) 丹江ダムの目的

### ① 洪水調節

長江の最大の支流である漢水は、総延長1,577km、流域面積15.9万km<sup>2</sup>最大洪水量5万m<sup>3</sup>/secの規模を有している。しかしながら、その通水能力は、丹江口市付近で5万m<sup>3</sup>/sec、中流に位置する荊州地区付近で3万m<sup>3</sup>/sec、長江に合流する武漢付近では6千～1万m<sup>3</sup>/secと下流にいくにしたがい小さくなり、3年に2回程度氾濫し、沿線住民及び農民に多大の被害を与えていた。

このため、中国の国家計画にしたがい、洪水調節を第1の目的として本ダムが計画・施工され、ダム地点での年間総流出量539億m<sup>3</sup>のうち70%にあたる379億m<sup>3</sup>を調節する能力を有している。

### ② 発電

15万kwの発電機6台を設置し、最大出力90万kw、年間28.3億kwhの電力を武漢を中心とする華中電力供給網に給電している。

### ③ 灌漑

年間15億m<sup>3</sup>の灌漑用水量を、湖北省と河南省にまたがる360万亩の耕地へ供給する。引丹地区は360万亩の一部である。

### ④ 船の運行

河川流量が渇水時124m<sup>3</sup>/secから洪水時5万m<sup>3</sup>/secと大きく変化していたため、ダム完成前は舟の運行が困難であったが、完成後は発電放流量400～500m<sup>3</sup>/secが常時放流されるため150ton級の船の運行が可能となった。



## ⑤ 養漁

初期通常水位における湖水面積は745km<sup>2</sup>である。この湖水面積を利用して淡水魚の養殖も可能となった。

### 3) 丹江ダムの貯水位と貯水量

丹江ダムは重力式コンクリートとロックフィルの複合ダムで、その堤長は2,494m、重力式コンクリート部の最大堤高97m、ロックフィル部で56mである。現在完成しているのは前期工事であり、その堤頂標高は162mで、後期計画では175mにかさ上げする計画もある。現在の高水位、通常水位、低水位はそれぞれ161.4m、157.0m、139mであり、その時の貯水量は、209億m<sup>3</sup>、174.5億m<sup>3</sup>、139.0億m<sup>3</sup>である。

洪水の発生時期は5月～9月で、6月20日におけるダム水位を149mに定め、これを洪水防止制限水位としている。洪水調節は12門の放流工と、20門の洪水吐で行ない、それぞれの最大放流量は1万m<sup>3</sup>/sec、4万m<sup>3</sup>/secで計画されている。過去の最高水位は160.07m(1983年10月17日)で、1973年の完成以来、1万m<sup>3</sup>/sec以上の洪水量を51回調節した実績をもっている。

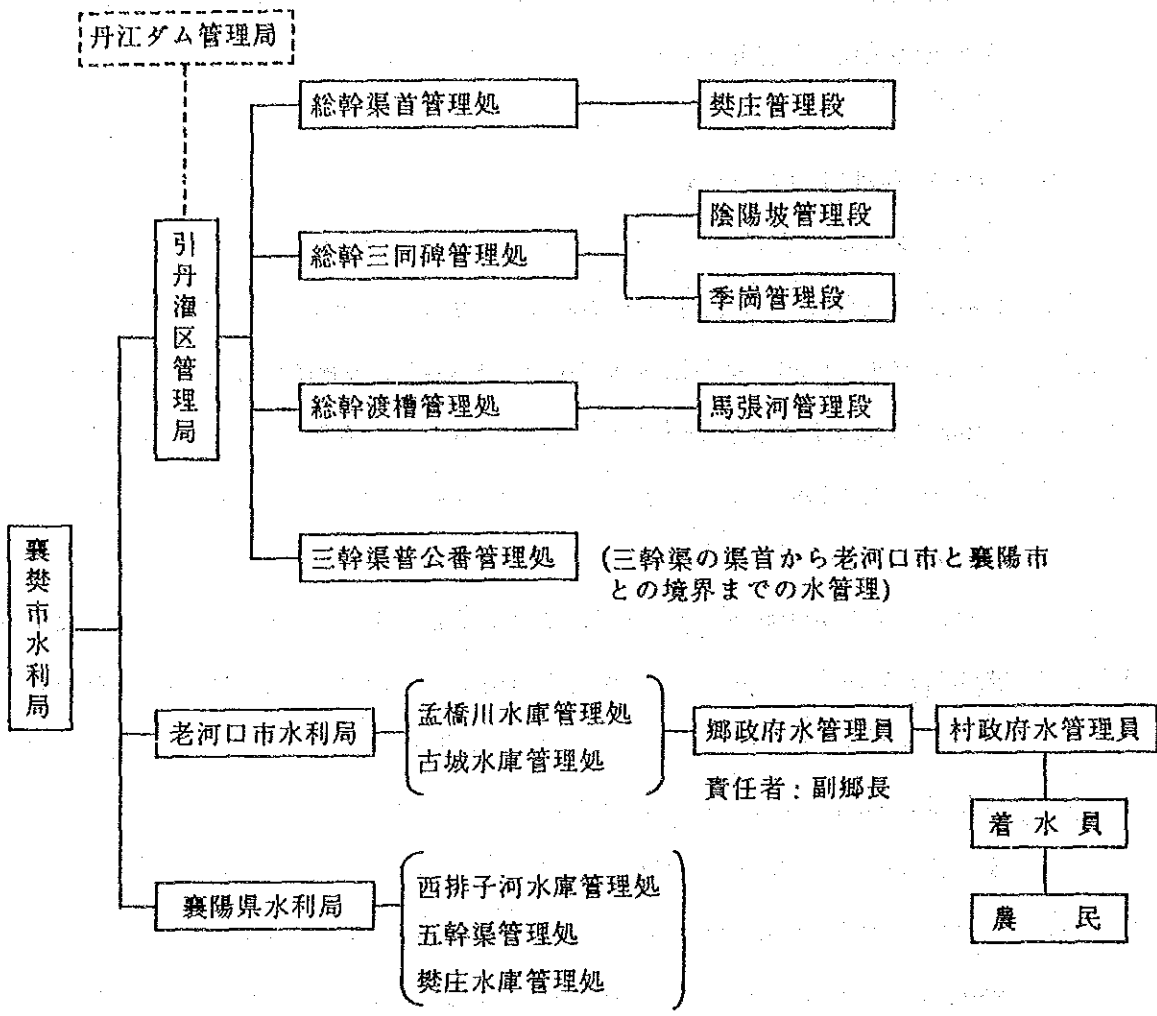
通常年でのダム流入量は340億m<sup>3</sup>であるが、渇水年である1986年での流入量は280億m<sup>3</sup>に過ぎなかった。調査時点(1987年11月21日)でのダム貯水位は153.23mで、発電放流量は5基で450m<sup>3</sup>/secであった。

丹江ダムの前期工事は、1958年に着工され10億元(400億円)の投資により1973年に完成した。発電は1969年より開始し、1986年までに657億kwh発電し、売電収入は40億元に達し、平均売電価格は0.12元/kwhである。

## (3) 水利用

### 1) 地区内の水利用及び水管理制度

本地区の灌漑は地区内自流水のダム貯水及び丹江ダムからの引水を利用している。地区内の主要水利施設を統括する引丹灌区管理局が設置され、これを中心に下記組織により水管理が行われている。



その役割分担は次のとおりである。

① 引丹灌区管理局

受益地からの必要水量を受け、地区内ダムの貯水状況と丹江ダムの水位動向等を勘案して用水の可能配分量を決定するとともに、各管理処に取水・分水操作を指示する。

② 市、県水利局

配分された用水の各支線への分水操作を指示するとともに、襄樊市水利局の指導のもとに地区内の水管理を行う。

③ 郷

用水の圃場内小用水路への分水管理を行う。

④ 村

看水員を指命し、末端圃場への水配分管理を行う。

2) 関連事業

本地区内では灌漑施設の落差を利用して、13ヶ所総出力6,650kwの小水力発電が行われている。又ダムの平水面を利用して養殖漁業が行われている。

(4) 灌漑排水施設

1) 灌漑施設

本地区の現在までに築造され、運用されている灌漑施設は次のとおりである。

① 用水路

引丹灌区の設計取水量は 100m<sup>3</sup>/secであり、その用水路の構成は次のとおりである。

総幹線水路	68km		
幹線水路	第1	41 km	} 254.2km
	第2	36 "	
	第3	43 "	
	第4	68 "	
	第5	36.2"(未完15km)	
	第6	30 "(未完5km)	
支線水路	933本	4,066km	

このうち、総幹線水路は68km、幹線水路は234.2km、及び525本の支線水路は2,388kmが開通している。

## ② ダム

大型ダム3個、中型ダム14個、小(一)型ダム43個、小(二)型ダム116個、溜池9,575個が建造されており、その貯水容量は6.2億 $m^3$ である。

## ③ 揚水機場

揚水機場は電力揚水機が952ヶ所、1,293台で電動機総容量26,596kw、動力揚水機が1,013ヶ所、1,020台で総動力16,124馬力が設置され、その揚水能力は5.56億 $m^3$ である。

## 2) 排水

地区内に分布する小清河、馬張河、排子河、黒水河をはじめとする、多数の中小河川の大部分にダムが設置されている。その総貯水容量6.2億 $m^3$ に対し、過去20年間の資料によれば、年間降雨流出量は平均2.0億 $m^3$ 、最大4.5億 $m^3$ である。従って、排水河川の水位制御が容易に可能であるので、末端圃場の小排水路を整備すれば、地区内の排水問題は生じない。

## 3) 施設維持管理制度

地区内の水利用施設の維持管理は、総幹線水路については引丹灌区管理局が、幹線水路及びダムは県水利局が、支線水路、2次支線水路、溜池は鎮あるいは郷政府が分担して行っている。

小用水路以下の施設については農民の責任で維持管理を行う。

水利費は幹線の維持管理に要した費用から、国家の規準に準じて引丹灌区管理局で算定し徴収する。その他の施設については維持管理に要した費用をその施設に関係する農民からその都度徴収している。

## 3.2 引丹灌区の水利問題

本地区には既に、丹江ダムより100 $m^3/sec$ を取水する水路と貯水能力6.2億 $m^3$ のダム、および揚水能力5.56億 $m^3$ の揚水機等が築造されて、耕地面積210万亩の灌漑水を満し得る態勢にある。しかし、主水源である丹江ダムは第一目的である洪水防御、及び第二目的で

ある発電を優先して水位管理がなされるため、毎年自然取水可能な水位  $143.0\text{m}^3$  よりも下る状況にある。付図3.1に示すように1973年～1979年に於いて田植期の6月、7月には取水不能であり、年間を通じても地区内のダムを満水することはできなかった。特に1976年3月から1978年6月までの28ヶ月は取水不能となっている。国家水利電力部は1979年に丹江ダムの4～9月の毎年の水位が、 $146.5\text{m}$ を下回らないように規定したのち状況は幾分緩和され、1979年以降は毎年地区内のダムが満水できるようになった。しかし灌漑最盛期の5月～7月には水位が $143\text{m}$ を下回っており、特に1986年3月～1987年5月の15ヶ月間は水が無い状態で水源として不安定である。

地区内のダムは、総貯水容量 $6.2\text{億}\text{m}^3$ に対し平常時には $2\text{億}\text{m}^3$ 、旱魃年には $1.43\text{億}\text{m}^3$ しか流入せず、大部分は丹江ダムからの取水が必要である。地区内の揚水機は水路あるいはダムに水がなければ揚水できず、やはり丹江ダムからの取水が必要である。

従って、安定確実な水源を確保するには清泉溝に揚水機場を設置することが緊急に肝要であり、合せて地区内未整備部分の整備を実施すれば210万亩全域は安定的に灌漑され、農業生産の飛躍的拡大が期待される。

### 3.3 施設建設計画

#### (1) 水源計画

##### 1) 水源計画の基本方針

丹江ダムの水位が高いときは、ダムから河南省への分岐点まで( $4,500\text{m}$ )の共同導水路を通じて $100\text{m}^3/\text{sec}$ の自然取水を行う。共同導水路の通水能力は $200\text{m}^3/\text{sec}$ 以上である。

丹江ダムは洪水防御及び発電優先の水位管理が行われるため、4～9月には $146.5\text{m}$ を下回らないように、また死水位は $139.0\text{m}$ と規定されているにもかかわらず、毎年灌漑期には水位が低下し必要水量の取水が困難となる。

このため、河南省との分水地点に揚水機場を設置し、安定して210万亩全域の灌漑が可能になる条件を整備する。

河南省との取り決めによって、共同導水路は水位低下時のダム水位が $133\text{m}$ のとき $120\text{m}^3/\text{sec}$ の通水能力を有する断面構造となっている。また河南省側水路は分水

点下流4.0km地点の調節ゲートにより取水量を調節している状況から、揚水機場の設置がこれに影響を及ぼさないように配慮する。

## 2) 水源計画

60m<sup>3</sup>/secの揚水機場を設置し、必要水量の自然取水可能時には自然取水し、水位低下に伴い自然取水困難あるいは導水トンネル呑口底高143mよりも水位が低くなった場合には揚水機の運転を行い、用水を安定的に送水する。1973年以後の丹江ダム水位と引丹灌区への取水実績は付図3.1に示した。

## 3) 水理解析

丹江ダムは、洪水調節、発電、灌漑の順にプライオリティを持っており、1973年完成以来、洪水調節と発電を優先した水管理が実施され、5月～7月の引丹灌区で水を必要とする時期に、ダム水位が自然取水可能な標高143mを下まわることが続いた。この結果、引丹灌区内にある6.2億m<sup>3</sup>の貯水池群を満たすことができず、不安定な営農を続けざるを得なかった。

このため、河南省と共同で導水路の水路敷高を130mまで掘り下げ、揚水機により灌漑用水を確保することとし、現在、丹江ダムから河南省と湖北省分岐点までの導水路掘削工事が終了し、揚水機の建設を待つばかりである。計画では河南省と湖北省ともに60m<sup>3</sup>/secの揚水機場が建設され、導水路の計画通水量を120m<sup>3</sup>/secとしている。今回この計画条件に基づいて、水源である丹江ダム水位と新設揚水機場吸水槽水位との関係を明らかにするために水理解析を行った。

この結果、河南省と湖北省の両揚水機を同時に運転しても、導水路の通水断面が大きいため、丹江ダム水位が計画吸水位(136.9m)以上であれば、丹江ダム水位と吸水槽水位との差が0.039~0.003mと極めて小さいため、各揚水機場での吸水位と丹江ダム水位とではほとんど差がないとみることができる。

## (2) 基礎地質

引丹灌区の大部分を占める丘陵地と台地は、石台寺地区と同様に、粘性土を主体とする第四紀上中更新世の洪積層からなり、漢江や白河沿いに発達する沖積面は砂質

土、砂礫及び粘性土からなる第四紀全新世の沖積層によって形成されている。

一方、清泉溝揚水機場付近の地質は、朱連山の骨格を形成するオルドビス紀の石灰岩類また一部では白亜～第三紀の礫岩が分布し、台地部ではこれらを第四紀上中更新世の洪積層が覆っている。

石灰岩類は、オルビス系中統清泉溝累層の泥質条帯石灰岩と呼ばれ、約1cm間隔に1mm前後の頁岩を互層状に挟む石灰岩を主体としている。機場基礎付近における風化は、上部が薄く強風化(水利電力部区分による)しているが、全体には弱風化となっている所が多い。地質構造はN70°W～EW方向の走向を示し、65～75°Sに傾いている。

礫岩は、白亜～第三系古河累層浅紅色礫岩と呼ばれ、不整合関係で石灰岩を覆う。基質は無層理の泥質石灰岩もしくは泥岩からなり、硬さが異なり前者は「硬岩」に区別されるが後者はやや柔かい。礫は、石灰岩の亜角礫～亜円礫で、礫径1～10cm、まれに60cm程度のもも含む。機場基礎付近の風化は右岸及び中央部が弱～強風化、左岸側が強風化となっている。地質構造は、N75°N～EWの走向を示し、10～20°Nに傾いている。

洪積層は、中国水利電力部の土質分類で「CI」もしくは「CH」に区分されるシルト質粘土からなり、一部にシルトを挟む。自然含水比は25～29%、湿潤密度は $\rho = 1.9 \sim 2.0 \text{ t/m}^3$ 、またN値は $N = 9 \sim 19$ を示し硬いが膨潤性があり、 $0.5 \text{ kg/cm}^2$ の载荷膨張量は $V_{HP} = 0.038 \sim 0.090\%$ 、膨張力は $P_p = 0.16 \sim 1.24 \text{ kg/cm}^2$ を示す。

なお、洪積層の下位には薄く残積層も分布する。

揚水機場計画地は、石灰岩と礫岩の不整合面上に位置し、洪積層が層厚15m前後でこれを覆っている(図3.2参照)。したがって、基礎面には石灰岩と礫岩が分布し、左岸側の礫岩が強風化している。硬質な礫岩は硬さにおいて石灰岩と大差ないが、強風化礫岩はかなりもろくなっているため良好な支持地盤とは言えない。また切土法面勾配の設定に当っては、洪積層が膨潤性を示すため、吸水膨張及びこれによる強度低下があることに留意する必要がある。

### (3) 施設計画

#### 1) 施設計画の基本方針

計画の対象となる施設は自然取水不可能時に丹江ダムから取水する揚水機場、その前後の取付水路及びポンプ揚水された水の逆流を防止する制水門である。

基本となる計画諸元は丹江ダムや河南省との水利用協定、及び灌漑保証率の充足度等よりほゞ動かしがたい数値であるので、中国側既存計画値を使用する。

ポンプ設備の計画に当っては、中国の国内産ポンプを使用する場合(A案)、特別発注のポンプを使用する場合(B案)について、経済性、維持管理の難易、機能性の長期的保持の難易等より比較検討を行い、適正なポンプ設備を選定する。

揚水機場の構造検討に当っては中国側の基準によるものとし、構造規模区分及び地震地域区分として考慮すべき地震力にも安定な構造とする。

揚水機場への取付水路は経済性を考慮して土水路とするが、法面が膨脹性土で不安定であるため、法面保護として碎石等で被覆する。

制水門は中国側に於いて設計完了しているので、構造の安定、機能の確実性、操作性等について検証を行う。

#### 2) 揚水機場

##### ① 計画諸元

##### a. 丹江ダム規準水位

死水位(発電最低水位)	139.0m
洪水位(近期正常水位)	157.0m
異常洪水位(近期チェック水位)	161.4m

##### b. 導水路規準数値

導水路入口水路底	130.0m
通水量 (ダム水位133.0mのとき)	120m <sup>3</sup> /sec
〃 (149.5mのとき)	200m <sup>2</sup> /sec 以上
導水路延長	4,500m
導水路底勾配	1/6,000



c. 揚水機計画諸元

揚水量	計画	$Q_m = 60\text{m}^3/\text{sec}$
	最小	$Q_{\min} = 40\text{m}^3/\text{sec}$
吸水位	計画	136.9m
	最小	132.0m
吐出水位	計画	147.5m
	$Q_{\min} = 40\text{m}^3/\text{sec}$ のとき	146.6m

② 揚水機設備計画

a 全揚程

計画( $Q = 60\text{m}^3/\text{sec}$ )	$147.5 - 136.9 + 0.9 = 11.5\text{m}$
$Q = 40\text{m}^3/\text{sec}$ のとき	$146.6 - 132.0 + 0.4 = 15.0\text{m}$

b. 揚水機型式、口径、台数、電動機容量

i) A案

中国における揚水機の製造の現状では、基本設計の段階で揚水計画に合わせた機種の開発・製造を確認することは困難な状況にある。従って既存資料により選定すれば、次の仕様のとおりである。

型式	1400-HL-16 (立軸斜流)
定格揚程	16.0m
一台当り揚水量	$4.7\text{m}^3/\text{sec}$
口径・台数	1,400m/m × 12台
電動機容量	1,650kw/台 計 19,800kw

ii) B案

揚水量の期別変動、経済性、維持管理等を総合的に勘案して、ポンプの台数を4台として次の仕様を選択した。

型式	立軸斜流
定格揚程	11.5m (実揚程10.6km)
一台当り揚水量	15.0m <sup>3</sup> /sec
口径・台数	2,400 m/m × 4台
電動機容量	2,300kw/台 計 9,200kw

c. 揚水機運行計画

灌漑計画で定められている丹江ダムからの期別取水量のうち、自然流下で取水が不可能な期間のみ揚水機で取水することにすれば、揚水機の年間平均総揚水量及び年間平均運転時間は次のとおりである。

年間平均総揚水量	66,422万m <sup>3</sup>
年間平均運転時間	3,075hr

③ 揚水機場の設計

a. 位置の決定

既存の計画に従って掘削が完了(取入口及び出口の一部を除く)しており、掘削底面(129.0m以下)は安定した岩盤であることが確認されている。大口径揚水機による吐出乱流によるトンネル呑口への影響を考慮して、揚水機場は既存計画よりも計画中心線上を80m程度上流に計画する。

b. 構造設計

i) 揚水機場の構造

揚水機場の所要底高125.9m、最上階床面高162.0m(161.4 + 0.4)で鉛直空間

高36.1mとなり、構造の安定を考慮して5層のラーメン構造とする。

建屋は搬入吊上げ高を考慮して最上階床面上13.0mとする。

## ii) 構造解析

構造物各部の応力解析は中国の設計基準に準拠して行う。

地震応力については、本構造物が水利構造物規模区分2級、清泉溝地域が地震地域区分烈度7であることより、地震係数 $E = 0.1$ として計画する。

## c. 基礎の設計

地質調査資料によれば上層部はや、風化の進んだ軟岩層がみられるが、構造物底面の123.9mには安定した硬岩層が存在し、断層き裂も認められないので上載荷重 $20 \sim 30 \text{ mt/m}^2$ の構造物の基礎としては直接基礎で十分安定が得られるものと思われる。

## d. ポンプ設備の選定

A、B両案を比較した結果次の結論が得られた。

中国に於いては、中揚程・大型斜流ポンプは開発途上にあり、現時点では設計条件に合ったポンプは無い。新規にモデルを開発し製作するには長期間を要すために、A案とする場合には既存のモデルの中から設計条件に近いポンプを選択せざるを得ない。従って完成後の運転管理に於いて非効率で無理な運転を行う結果、電力の無駄を生ずる他、長時間連続運転による故障の多発等による機能の低下が予想される。

B案では性能、品質の確認された、しかも設計条件に合った斜流ポンプであるため、長時間運転に対して安定した運転管理が保証される。また中国における斜流ポンプ開発の緊急性に対し、その運転管理を通して技術向上に大きく貢献することになる。

経済性に於いてはポンプ設備費と維持管理費を現在価値に換算した総和で比較すれば、下表のようにB案がやや有利となる。

項目	A案	B案
事業費 (万元)	10,776.5	15,042.9
年間維持管理費 (万元)	1,175.5	774.4
50年間の総費用 (万元)	20,137.0	20,042.6

以上の観点からB案を採用した。

#### (4) 施設維持管理計画

##### 1) 施設維持管理計画の基本方針

本施設は老河口市と襄陽県の2大行政区にまたがる大事業の心臓部となるもので、大量の電力を消費して運行されるので、経費の節減をはかるとともに、受益地の所要水量を確実に且つ永続的に揚水し得る体制を整備することが望まれる。

このため次の方針に従って施設維持管理計画を策定するものとする。

- ① 既存の総幹渠首管理所を統合・拡充して新に清泉溝揚水機場管理所を設置し、引丹灌区管理局の指示に従って用水の需要変動に即応した合理的且つ経済的な運行を行う。
- ② 円滑な管理ができるよう有効かつ適切な人員配置を行う。特に運行管理者には地域の実状を熟知した者を配置する。
- ③ 保守・点検・修理の体制を整備し機能の確実かつ持続的維持につとめる。

##### 2) 施設維持管理計画

###### ① 施設維持管理組織

清泉溝用水機場管理所を設置し、所長の外に事務職30名、技術職60名程度の人員を配置する。

###### ② 施設維持管理計画

施設の管理・運行・保守点検規等の定を定め、その規定に基づいて確実な維持管理を行う。引丹灌区管理局とはテレメーターあるいは専用電話を設置して即時連絡体制を整備する。機械技師と電気技師を配置し、日常の定期的な保守点検を行い機器の状況把握と維持につとめるとともに、重大事故に備えて、工場

あるいは同種施設の熟練者との連絡体制を確立する。

技術職員の運行・保守・点検及び補修等の技術習得訓練を実施する。

## (5) 実施計画

### 1) 管理体制

事業の規模、重要性、緊急性等から、それが国家事業クラスに入ると、資材調達や施工は国家レベルで実行される。それ以外の工事については省レベル、市レベル等で管理されることになる。

清泉溝揚水機場は、実施に当り主として湖北省の水利庁が管理することになる。

### 2) 施工業者

施工業者は、従来は国営の施工部門がこれに当たっていたが、1983年以後、国営または民営の建設部門が入札方法によって工事を請負施工するようになってきている。

建設業者は、国営、民営を問わず、その規模と実績、即ち技術水準、職員の数、所有する施工機械台数、過去の実績及び工事の質等によって一級から四級までクラス分けされている。これによって発注者は、その工事規模によって業者を選定することができる。清泉溝揚水機場は一級～二級クラスの施工業者が選定されることになる。

一方湖北省の水利庁がかかえる施工部門としては4つの施工業者をその下部組織として持っている(第1～4公司)。いずれも一級クラスで、大きいものは2,000人以上の職員をかかえている。

### 3) 工程計画

#### ① 事業内容

引丹灌区の建設工事は大きく分けて三つの工事に区分される。即ち清泉溝揚水機場の建設工事と、それに付随する送電線・変電所工事及び引丹灌区末端施設の建設工事である。

## ② 工程計画

### a. 設計

引丹瀨区の建設の準備段階として詳細設計がある。清泉溝揚水機場の設計に約6ヶ月を要する。その後の入札書類の作成と入札業者の選定等と合せて建設前の準備段階として約1年を要する。

### b. 建設工事

建設開始からポンプ機器の据付が開始されるのは早くも1年後である。従って電機及び機械設備を含めた機場本体がすべて完成するには2年を要する。電機及び機械設備はこの機場本体の完成に合わせて6ヶ月～1年前に発注しておく必要があり、工場製作に半年はみておかなければならない。また送電線及び変電所の建設は、ポンプ機器の据付が開始される迄には完了していなければならないから、揚水機場の建設と同時に工事に入ることが望ましい。

末端施設に関しては、工事金額(予算)との関係もあるので、発注時期の予想は難しいが、ポンプ場の工事が完了する1年位前から工事を開始し3年間で完了するようにする。

従って設計を含め全工事完了迄を5年間とした。(付表3.1)

## (6) 事業費の算定

### 1) 積算の基礎条件

① 工事期間として工事開始から完了までを4年間とし、その前の設計から入札完了までを1ヶ年とする。

② 工事費の積算は内貨(LC)と外貨(FC)の二つに分けて算出した。外貨の交換レートは1元 = 40円として計算した。

尚外貨分には、特別発注によるポンプ機器と電機の一部及びコンサルタント費用を含み、他はすべて内貨である。

③ 資材単価については、1986年と1987年では大きく変動(上昇)している。これは国家指導価格と市場価格とが複雑にからみ合っているためであるが、ここでは襄樊市の市場価格(1987年7月～10月)をもって建設資材の単価とし、これで積み上げを行った。

- ④ 予備費としては物的予備費と価格予備費の両者を合わせて投資額の10%を計上した。

## 2) 維持管理費及び更新費

### ① 維持管理費

年間の維持管理費は主としてポンプ運転経費と、ポンプの機械及び電機の修理費及び、新しい管理所に増員される職員の人件費である。

ポンプ運転経費はポンプ運転に伴う電力料金であり、単価を0.12元/kwhとして求める。

修理費はポンプ機電設備の機能維持のために必要な年平均修理費であり、修理費率を特注ポンプ0.75%、国産ポンプ2.0%として求める。

人件費は揚水機場の管理に必要な人員(82人)に、1人当り平均年収を2000円として求める。

以上より維持管理費を算定すると次表のとおりである。

年間維持管理費

項 目	清泉溝揚水機場	末端ポンプ	合 計
運転時間 (hr)	3,075	2,000	
総動力 (kw)	9,200	16,770	
ポンプ運転経費 (千元)	3,395	4,025	7,420
人 件 費 (千元)	164	—	164
修 理 費 (千元)	100	60	160
管 理 費 (千元)	3,659	4,085	7,744

- 注 (1) ポンプ運転電気料： 0.12元/kwh  
 (2) 人件費： 2000元/人/年

### ② 更新費

ポンプの耐用年数は特注ポンプ30年、末端小型ポンプ20年であるから、更新費としてはポンプ据付後30年及び20年目にその初期設備費を見込むことになる。この場合B案のポンプを使用する場合は、30年後迄には技術が進み、中国側

で特注ポンプに見合う品質と性能を持ったポンプを製作できるものとみなし、中国製のポンプで更新を見込む。

### 3) コンサルティングサービス費及び行政管理費

#### ① プロジェクトの遂行のための要員

このプロジェクトを遂行させるのに必要な要員は、初年度の設計業務から工事完了迄の施工管理業務に係わる要員である。

詳細設計と施工管理はコンサルタントの支援を得て中国側がこれに当ることになる。これに必要な員数は、中国側では関係する行政諸部門から集められる。設計・施工管理に要する人数は概略次のようになる。

#### 要 員 計 画

(単位：人)

項 目	詳細設計	施工管理	合 計
コンサルタント要員	3人×6ヶ月 = 18	2人×30ヶ月 = 60	78
中国側設計施工管理要員 (行政管理要員)	20人×12ヶ月 240	30人×24ヶ月 20人×24ヶ月 1,200	1,440

#### ② コンサルティングサービス費及び行政管理費

コンサルティングサービス費は上記に関する人件費とそれに必要な経費である。

行政管理費としては上記の人件費に加え、一般事務経費、調査補足費、輸送費、その他必要な経費を含めたものが計上される。

### 4) 初期投資額

初期投資額は建設工事費の他、土地取得に対する補償費、コンサルティングサービス費、行政管理費、予備費を加えた事業実施に必要な総ての費用である。

これらをまとめたものを付表3.2、3に示すが、これによると建設工事費は



13,046万元(FC : 5,548万元、LC : 7,498万元)、初期投資額は15,043万元(FC : 6,532万元、LC : 8,511万元)となる。

### 3.4 事業評価

#### (1) 事業評価の目的

事業評価の目的は石台寺地区灌漑計画と同様である。

#### (2) 事業評価の方法

石台寺地区灌漑計画と同一の評価基準に基づき、本事業の評価を行った。

#### (3) 財務評価と経済評価

##### 1) 評価の基礎条件

評価に際しては、石台寺地区灌漑計画と同様の条件に基づくものとした。

##### 2) 事業費

事業費の費目構成及び経済費用への変換手法は、石台寺地区灌漑計画に準じた。更に、本事業の事業費は既存水利施設に対する追加投資としての性格を有しているために、事業実施後の全施設の生産性は追加投資に比べ大きくなる。本来、事業評価は現在の意志決定に基づき将来の費用・便益を勘案した上で、事業実施の適否を決定することを原則としているので、過去の意志決定(既存水利施設の工事費)に影響されるものではない。従って、既存水利施設の工事費は本事業では埋設費用(投資の不可分割性)として事業費に加味しないのが妥当であると判断した。

##### ① 初期投資額

初期投資額には工事費のほか、用地補償費、コンサルティングサービス費、行政管理費、予備費(工事数量の変更に伴う物的予備費と価格変動に伴う価格予備費)等が含まれ、15,042.9万元(財務価格表示)である。なお、水利施設の残存価値は事業費に占めるその割合が少額であるので、無視することとした。

##### ② 維持管理費

維持管理費は運転費、修理費、人件費から成り、水利施設の維持管理に要する年間費用は774.4万元(財務価格表示)で、その内訳は清泉溝揚水機場が365.9万元と末端施設が408.5万元である。

### ③ 更新費

清泉溝揚水機場用と末端施設用ポンプの耐用年数をそれぞれ30年と20年と仮定すると、ポンプの更新に要する費用は清泉溝揚水機場が1,330万元(財務価格表示)、末端施設が300万元(同価格表示)である。

### ④ 年度別事業費

実施工程計画に基づき算定された年度別事業費の内、初期投資額の経年変化は初年度から1, 18, 44, 26, 11%となる。

## 3) 事業便益

本事業の実施によって発生する直接便益には、計量化可能な農産物の増産便益と旱魃被害防止便益を計上することとした。

### ① 農産物の増産便益

平年作を基準とした農産物の年間増産便益は9,410万元(財務価格表示)で、WithoutケースとWithケースの原則に基づき、生産額から生産費を差し引いた純生産増額で算定した。なお、単収と生産費については、自然条件と地力の類似性を考慮して、石台寺地区灌漑計画の数値を引用した。更に、増産便益の対象作物は水稻、小麦、とうもろこし、大豆、棉、油料作物(菜種とごま)等である。

### ② 旱魃被害防止便益

旱魃被害防止便益を旱魃年と平年のWithoutケースの農産物純生産増額として評価すると、大旱魃年の被害防止便益は7,867万元(財務価格表示)、小旱魃年は3,468万元(同価格表示)となる。なお、作物別旱魃被害量と旱魃頻度は石台寺地区灌漑計画の推定値を参考にした。

### ③ 年度別事業便益

事業便益の経年変化は清泉溝揚水機場の50%稼働時から20, 50, 80, 100%と変化し、事業完成後の2年目で目標生産量を達成するものとした。

#### 4) 事業収益性の判定指標

財務評価と経済評価における事業収益性を、前記の3基準に基づき推計した結果は下表のとおりである。

評価基準 \ 評価項目	財務評価	経済評価
純現在価値(割引率8%)	97,596.1万元	68,240.2万元
便益・費用比率(割引率8%)	5.86	4.45
内部収益率	47.91%	38.02%

上表から、本事業の経済的純現在価値(割引率8%)は68,240.2万元、経済的便益・費用比率(同率)は4.45、経済的内部収益率は38.02%で、各指標とも非常に高い数値を示している。従って、本事業の実施は国家経済的観点から極めて高い妥当性を伴うものと判断される。なお、湖北省と大襄樊市の鄂北崗地開発に対する緊急性や事業の社会経済的波及効果をも考慮すれば、事業の有益性は更に増大する。

#### 5) 感度分析

社会経済的不確実性が事業の経済的収益性の判定指標に与える影響を分析するために、下記のケースを想定した。

- ケースA : 建設資材単価の高騰などにより、初期投資額が10%増加した場合
- ケースB : 計画単収達成が不可能になり、事業便益が10%減少した場合
- ケースC : 建設期間の延長により、事業便益の発生が1年遅延した場合
- ケースD : ケースAとBが同時に発生した場合
- ケースE : ケースAとCが同時に発生した場合
- ケースF : ケースBとCが同時に発生した場合
- ケースG : ケースCとDが同時に発生した場合

これらのケースに基づき経済的収益性の感度分析結果をとりまとめると、下表のとおりになる。

ケース	経済的内部収益率(%)
A	35.39
B	34.87
C	32.13
D	32.52
E	30.17
F	29.77
G	27.94

本事業の経済的収益性は初期投資額の増加や事業便益の減少よりも、事業便益発生が遅延に敏感に反応しているが、その経済的妥当性は上記のいずれのケースでも特に大きな影響を及ぼすものではないことが予測される。

#### 6) 農家経営分析

農家経営分析は中規模農家(耕地面積10亩、家族数4人、農家労働力2人)を対象に、本事業の実施による農家の年間純増加所得の推計を目的として行った。その結果、事業の実施によって農家1戸当りの年間所得は1,554元から2,061元に増加し、農家労働力1人当たり約254元の増収となる。これには農外所得が含まれていないので、それ以上の増収効果が期待できる。

#### 7) 水利費の算定

本事業の維持管理費を水利費として受益者に公課する場合を想定して、亩当りの水利費を下記の条件のもとに算定した。

- i) 年利3%、融資期間30年(据置期間10年)
- ii) アドホン方式(元利均等償還)
- iii) 灌漑面積210万亩

その結果、平年作基準の由当り年間水利費は0.35元となり、事業実施による中規模農家1戸当りの純増加所得の0.07%に相当する。

#### (4) 社会経済効果

本事業の便益は農産物の増産便益と旱魃被害防止便益の直接効果以外に、下記の様な計量化が困難な波及効果がある。

##### 1) 前方・後方関連効果

農産物の増産によって農業生産資材供給の前方関連産業と、農産物の加工・流通の後方関連産業の振興、及びそれらの産業に対する就業機会の創出が期待できる。

##### 2) 生活水準の向上

農業所得の向上によって生産水準が改善されると共に、農民の購買力が増大し、灌区内の商業活動を活発化させ、地域格差の是正が促進される。

##### 3) 外貨の獲得

事業実施による水稻、大豆、棉の増加生産量は、それぞれ47万ton、0.45万ton、1.11万tonであり、輸出代価(1986年価格)に換算すれば、年間約11,391万ドルの外貨獲得に相当する。

##### 4) 付加価値の創出

事業実施によって、事業費の相当な割合が国産建設資材の調達に充当されると共に、建設労働者の大量雇用を通じて労働者の消費財に対する購買力が増大するので、その関連産業の生産活動が誘発され、新たな付加価値が創出されることになる。

以上の様な諸効果を考慮すれば、本事業の社会経済的有益性は更に増大するものである。

# 付 表





付表1.1 作業監理委員会・実施調査団の名簿

A. 日本側

1) 作業監理委員会

担当	氏名	所属
委員長 委員	中道 宏	農林水産省構造改善局建設部設計課長
	保積 修	農林水産省構造改善局建設部開発課 農業土木専門官
	清水 徹	農林水産省経済局国際部国際協力課課長補佐
	川合 亨	前農林水産省農業土木試験場水利部長

2) 実施調査団

担当	氏名
総括/団長	石坂 仁兵
灌漑排水	松永 俊行
水文・気象	岡部 信之
水理システム設計	岩井 功
営農・栽培	林 健一
土壌・土地利用	松尾 英俊
農業経済/事業評価	豊岡 宣紀
測量監理	石川 政登
地質・土質	稲垣 喜弘
施設計画	角谷 晃
積算・施工	森 恵
通訳・調整	久保 實弘

B. 中国側

1) 作業監理委員会

担当	氏名	所属
主任 委員 委員	李 光 柏	湖北省科学技術委員会委員
	彭 森 初	襄樊市農業委員会副主任
	王 應 槐	襄樊市科学技術委員会副主任

2) 実施調査団

担当	氏名	所 属
総括/団長	吳 定 謨	襄樊市水利水産局 副局長・工程師
灌溉排水/付団長	任 大 学	襄樊市水利水産局 工程師
水文・気象	周 羽	襄樊市気象局 工程師
水理解析	楊 申 庆	襄樊市水利水産局 助理工程師
営農・栽培	王 雨 生	襄樊市農牧局 農芸師
土壤・土地利用	連 少 光	襄樊市農牧局 農芸師
農業経済/事業評価	張 曉 丹	襄樊市農業委員会 助理農業経済師
測量監理	陳 積 遠	棗陽県水利局 副局長助理工程師
地質・土質	陳 国 金	湖北省水文地質大隊 工程師
施設計画	梁 漢 飛	湖北省水利庁 主任工程師
積算・施工	張 新 生	襄樊市水利水産局 工程師
調整/通訳	錢 葆 貴	襄樊市科学技術委員会
調整/通訳	任 广 友	襄樊市科学技術委員会
調整/通訳	張 一 健	襄樊市科学技術委員会

付表2.1 各気象項目の記録年数における月平均値 (石台寺地区)

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計 (年平均)	灌漑期間 合計
雨量(mm)	13.9	17.9	41.6	84.7	98.7	103.5	164.7	118.1	100.8	58.6	35.7	13.7	851.8	729.0
降雨日数	5	6	9	11	11	10	13	10	11	10	7	5	108	75
干天日数	26	22	22	20	20	20	18	22	19	21	23	26	257	139
最高气温(°C)	15.2	18.0	23.8	30.2	33.7	35.9	36.8	36.7	33.4	28.4	22.4	17.1	(27.6)	-
最低气温(°C)	-8.0	-6.2	-1.6	3.7	9.7	16.2	19.4	18.1	11.7	5.1	-1.2	-5.8	(5.1)	-
平均気温(°C)	2.0	3.9	9.2	15.7	21.0	25.4	27.3	27.0	21.6	16.3	10.0	4.1	(15.3)	-
最高相対湿度(%)	92	92	93	94	94	95	95	94	95	94	92	91	(93)	-
最低相対湿度(%)	41	39	40	47	47	52	65	65	60	50	48	44	(50)	-
平均相対湿度(%)	67	69	71	74	72	71	80	79	78	75	73	67	(73)	-
最大風速(m/s)	11.5	12.4	13.5	13.7	11.9	11.6	11.5	10.9	10.9	11.6	11.6	11.7	(11.9)	-
平均風速(m/s)	2.6	2.8	3.0	3.0	2.7	2.7	2.6	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	(2.6)	-
最高日照時間(hr)	8.8	9.7	10.8	11.7	12.3	12.7	12.7	12.3	11.3	10.7	9.5	8.7	131.2	-
日照時間(hr)	135.9	120.5	142.0	168.5	193.3	198.8	209.1	235.0	156.5	165.0	139.8	143.1	2015.2	-
蒸発量(mm)	59.0	68.2	110.3	145.8	188.7	225.7	209.1	208.3	137.5	117.2	80.9	66.7	1617.3	-
有効雨量(mm)	6.2	8.7	26.1	45.5	55.8	53.1	85.9	57.1	58.1	35.4	23.4	6.6	461.9	390.9

注: 灌漑期間: 4月~10月

場 所: 粟陽城関

期 間: 1967~1986年

付表2.2 計画基準年における水収支計算 (石台寺地区)

年	月	旬	取水可能量(平均) ( $m^3/sec$ )	ポンプ流量(平均) ( $m^3/sec$ )	ダム流量	流入計	カンガイ水量	湖面蒸発	流出計	ダム貯留量
1974	5	2	19.51	5.50	4356.0	925.1	7351.3	550.0	8011.3	49930.0
	5	3	3.87	2.77	1993.7	248.0	13233.0	670.0	13908.0	47199.8
	6	1	4.86	2.45	1761.1	1558.0	4884.0	670.0	5554.0	35533.5
	6	2	5.17	3.29	2370.2	1870.0	4112.0	670.0	4782.0	33298.6
	7	1	2.00	1.32	951.8	244.0	1195.8	712.0	8680.0	32756.8
	7	2	1.86	1.15	829.5	642.0	1471.5	712.0	7267.0	25272.6
	7	3	9.62	1.98	1569.6	309.1	1878.7	783.2	9972.6	19477.1
	8	1	82.97	5.50	3960.0	4695.0	8655.0	712.0	712.0	11383.2
	8	2	13.40	4.65	3350.1	123.0	3473.1	712.0	9837.0	19326.2
	8	3	0.00	0.00	0.0	55.0	9754.8	783.2	10538.0	12962.3
	9	1	6.04	4.94	3557.4	106.0	5526.0	474.0	6000.0	2474.3
	9	2	10.56	5.50	3960.0	765.0	4725.0	474.0	2787.0	142.7
	9	3	1.29	1.29	927.3	1090.0	2017.3	474.0	474.0	2080.7
	10	1	33.44	5.50	3960.0	1294.0	5254.0	349.0	349.0	3624.0
	10	2	10.70	5.50	3960.0	241.0	4201.0	349.0	349.0	8529.0
	1975	10	3	6.62	5.50	4356.0	38.5	1130.8	393.9	1514.7
11		1	5.55	0.00	0.0	602.0	0.0	185.0	185.0	15260.6
11		2	5.73	0.00	0.0	739.0	0.0	185.0	185.0	15667.6
11		3	5.17	0.00	0.0	0.0	1413.0	185.0	1608.0	16211.6
12		1	4.85	4.85	3488.2	310.0	3798.2	185.0	538.0	14603.5
12		2	4.48	4.48	3170.3	56.0	3226.3	153.0	538.0	17863.8
12		3	5.44	4.98	3942.1	719.4	4661.5	153.0	1566.0	19524.1
1		1	6.56	5.32	3829.0	0.0	3829.0	168.3	168.3	24017.3
1		2	4.24	4.24	3050.5	0.0	3050.5	195.0	2122.0	25724.3
1		3	6.09	5.23	4142.2	9.9	4152.1	195.0	2380.0	26394.8
2		1	6.29	5.13	3690.7	553.0	4243.7	214.5	2618.0	27928.9
2		2	4.06	4.06	2924.0	39.0	2963.0	2403.5	185.0	27928.9
2		3	4.26	4.26	2455.9	96.0	2551.9	0.0	185.0	31977.6
3		1	6.67	5.48	3942.7	400.0	4342.7	2827.0	3022.0	31918.6
3		2	5.38	5.29	3806.6	99.0	3905.6	2261.6	2418.4	32052.1
3		3	5.03	4.97	3934.9	162.8	4097.7	1799.0	2093.0	34301.8
4	1	5.10	5.01	3698.7	643.0	4251.7	3984.0	4277.0	33930.4	
4	2	5.42	5.04	3630.4	3787.0	7417.4	3251.6	3573.9	34454.2	
4	3	14.87	5.50	3960.0	3348.0	7308.0	4498.0	4972.0	33733.9	
5	1	9.07	5.50	3960.0	248.0	4208.0	0.0	474.0	40677.3	
5	2	7.06	4.76	3398.8	1536.9	4936.7	5526.0	600.0	474.0	
							6126.0	600.0	474.0	47511.3
							600.0	600.0	6126.0	45593.3
							0.0	600.0	600.0	49930.0

付表2.3 ポンプの年間運転時間 (石台寺地区)

(単位：時間)

機 場 項 目	一・二・三級 (襄陽県)	一 級 (襄陽県)	四-1級	四-2級	五 級
年間最大	5,245	2,230	2,748	9,577	4,654
年間最小	3,502	1,603	1,975	2,572	3,346
平 均	4,300	1,900	2,300	3,000	3,900

付表2.4 ダム及び溜池の貯水量の設定 (石台寺地区)

(単位：万m<sup>3</sup>)

月	ダム及び溜池の 設定貯水量	月	ダム及び溜池の 設定貯水量
1	2,940	7	4,993
2	3,240	8	3,500
3	3,450	9	600
4	4,750	10	1,530
5	4,993	11	1,620
6	4,993	12	2,700

付表2.5 揚水機場一覧表 (石台寺地区)

項目	一級揚水機場						二級揚水機場		三級揚水機場		四一級揚水機場		四二級揚水機場		五級揚水機場				
	A案		B案		A案		B案		A案		B案		A案		B案				
	32SH-19 φ800	24SH-28 φ600	32SH-19 φ800	24SH-28 φ600	32SH-19 φ800	24SH-28 φ600	32SH-19 φ740	φ500	32SH-19 φ800	φ600	32SH-19 φ800	φ465	20SH-19 φ500	32SH-19 φ740	φ800	20SH-19 φ500	32SH-19 φ800	φ550	φ400
計画揚水量 m <sup>3</sup> /s	5.50	1.50	5.50	4.62	5.50	1.40	4.00	1.66											
ポンプ台数	4	2	4	3	4	3	3	3											
1台当揚水量 m <sup>3</sup> /s/台	1.350	0.75	1.375	1.54	1.375	0.47	1.33	0.55											
吸水位 (m)	72.05	71.5	91.80	108.0	91.80	110.0	113.0	124.0											
吐出水位 (m)	99.85	88.0	115.84	130.0	115.84	130.0	129.0	149.0											
全揚程 (m)	30.0	18.0	26.0	24.0	26.0	22.0	18.0	27.0											
ポンプ形式・口径	32SH-19 φ800	24SH-28 φ600	32SH-19 φ800	24SH-28 φ600	32SH-19 φ800	20SH-19 φ500	32SH-19 φ740	φ550	32SH-19 φ800	φ600	20SH-19 φ500	32SH-19 φ740	φ800	20SH-19 φ500	32SH-19 φ800	φ550	φ400		
ポンプ吐口径 m/m	φ740	φ450	φ740	φ500	φ740	φ465	φ400	φ400	φ600	φ600	φ465	φ400	φ800	φ800	φ550	φ400			
電動機容量 kW	1,000	350	850	190	850	280	150	360	500	500	280	150	330	780	360	220			
電動機総容量 kW	4,000	700	3,400	380	2,550	840	450	1,080	1,500	1,500	840	450	990	2,340	1,080	660			

付表2.6 施工実施計画 (石台寺地区)

年度	1年度	2年度	3年度	4年度	5年度
項目					
・ 準備作業、詳細設計及び入札書作成					
・ 一級～二級揚水機場（一級幹線）					
・ 二級揚水機場～幹線末端					
・ 三級～五級揚水機場					
・ 小黄河幹線及び太平幹線					
・ 支線用水路					
・ 送電線及び変電所					
・ コンサルティングサービス					
・ 行政管理					

付表2.7 初期投資額内訳 (石台寺地区)

(単位：千元)

項 目	F C	L C	合 計
1. 建設工事費	41,373	54,430	95,803
1.1 一級～二級揚水機場	11,937	29,179	41,116
1.2 二級揚水機場～幹線末端	8,370	11,067	19,437
1.3 三～五級揚水機場、管理事務所	21,066	6,826	27,892
1.4 小黄河及び太平幹線	—	2,012	2,012
1.5 支線用水路	—	1,836	1,836
1.6 送電線及び変電所	—	3,510	3,510
2. 用地補償費	—	251	251
3. コンサルティングサービス費	3,300	—	3,300
4. 行政管理費	—	2,150	2,150
小 計A (1 + 2 + 3 + 4)	44,673	56,831	101,504
5. 予備費 (Aの10%)	4,468	5,683	10,151
合 計	49,141	62,514	111,655



付表2.8 年度別投資額 (石台寺地区)

FC : 外資分  
LC : 内資分  
単位 : 千 円

費用項目	年 度						合 計					
	1		2		3		4		5		合 計	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
1. 建設工事費												
1) 一級～二級揚水機場			3,000	10,000	8,937	10,000		9,179			11,937	29,179
2) 二級揚水機場～幹線末端					8,370	6,000		5,067			8,370	11,067
3) 三～五級揚水機場、管理事務所					10,000	3,000		11,066	3,826		21,066	6,826
4) 小黄河及び太平幹線								1,012		1,000		2,012
5) 支線用水路								836		1,000		1,836
6) 送電線及び変電所				2,000		1,000		510				3,510
小 計			3,000	12,000	27,307	20,000	11,066	20,430		2,000	41,373	54,430
2. 用地補償費		50		50		50		50			51	251
3. コンサルティングサービス費	900		600		600		600			600		3,300
4. 行政管理費		450		650		550		250				2,150
計 A (A = 1 + 2 + 3 + 4)	900	500	3,600	12,700	27,907	20,600	11,666	20,730		2,301	44,673	56,831
5. 予備費 (Aの10%)	90	50	360	1,270	2,791	2,060	1,167	2,073		60	4,468	5,683
合 計	990	550	3,960	13,970	30,698	22,660	12,833	22,803		660	49,514	62,514

付表2.9 一～五級揚水機場維持管理費 (石台寺地区)

(単位 :千元/年)

機場名	電動機 總容量 (kw)	年間總 運轉時間 (hr)	運轉費	修理費	人件費	計
一 級	藪陽 2,240	4,300	1,156	33		
	森陽 380	1,900	87			
二 級	1,920	4,300	991	25		
三 級	1,500	4,300	774	21		
四-1級	450	2,300	124	14		
四-2級	990	3,000	356	20		
五 級	660	3,900	309	14		
合 計	8,140	24,000	3,797	127	(60名) 120	4,044

注：運轉費：0.12元/kwh

付表3.1 施工実施計画 (引丹灌区)

年度	1年度	2年度	3年度	4年度	5年度
項目					
・ 準備作業、詳細設計及び入札書作成					
・ 清泉溝揚水機場 (土木、建築)					
・ “ (機械、電機)					
・ 送電線及び変電所					
・ 末端施設					
・ コンサルティングサービス					
・ 行政管理					

付表3.2 初期投資額内訳 (引丹灌区)

(単位：千元)

項 目	F C	L C	合 計
1. 建設工事費	55,480	74,984	130,464
1.1 清泉溝揚水機場	55,480	26,364	81,844
1.2 送電線及び変電所	—	5,720	5,720
1.3 末端施設	—	42,900	42,900
2. 用地補償費	—	360	360
3. コンサルティングサービス費	3,900	—	3,900
4. 行政管理費	—	2,030	2,030
小 計A (1 + 2 + 3 + 4)	59,380	77,374	136,754
5. 予備費 (Aの10%)	5,938	7,737	13,675
合 計	65,318	85,111	150,429

付表3.3 年度別投資額 (引丹灌区)

FC : 外貨分  
LC : 内貨分  
単位 : 千 円

費用項目	年 度		1		2		3		4		5		合 計	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
1. 建設工事費														
1.1 清泉湧揚水機場 (土木・建築)				10,000				10,000			2,240			22,240
1.2 (機械・電機)					10,000		30,000	10,000	15,480	3,124			55,480	4,124
1.3 送電線及び変電所						2,500		3,000		220				5,720
1.4 末端施設								14,000		14,000		14,900		42,900
小 計					10,000	12,500	30,000	28,000	15,480	19,584		14,900	55,480	74,984
2. 用地補償費			120			60		60		60		60		360
3. コンサルティングサービス費	900				1,200				600				3,900	
4. 行政管理費			630			500		500		200		200		2,030
計 A (A = 1 + 2 + 3 + 4)	900		750	11,200	13,060	31,200	28,560	16,080	19,844		15,160	59,380	77,374	
5. 予備費 (Aの10%)	90		75	1,120	1,306	3,120	2,856	1,608	1,984		1,516	5,938	7,737	
合 計	990		825	12,320	14,366	34,320	31,416	17,688	21,828		16,676	65,318	85,111	

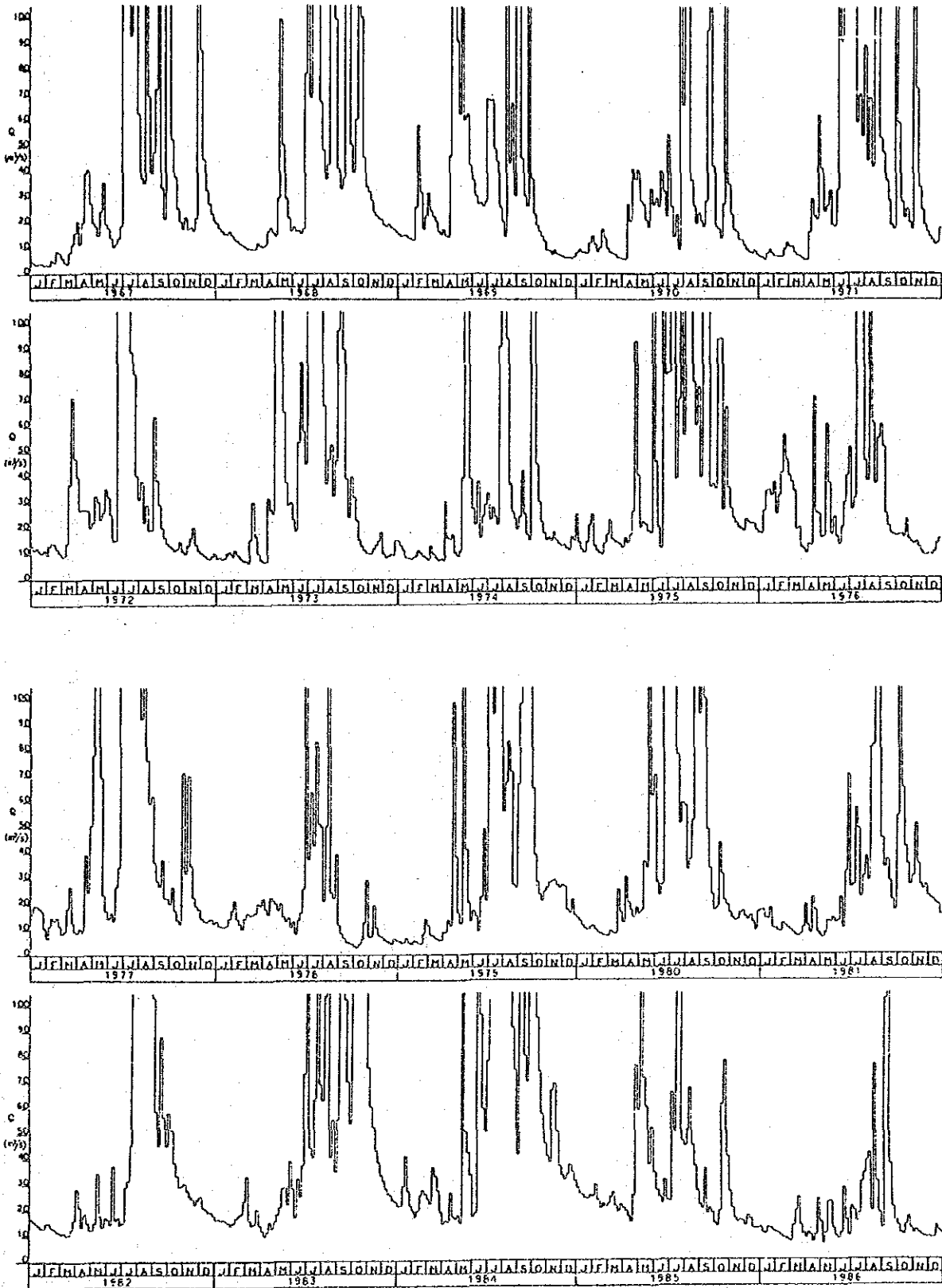


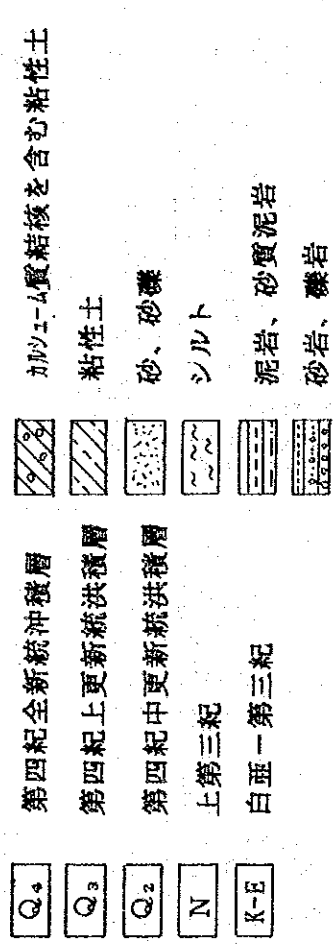
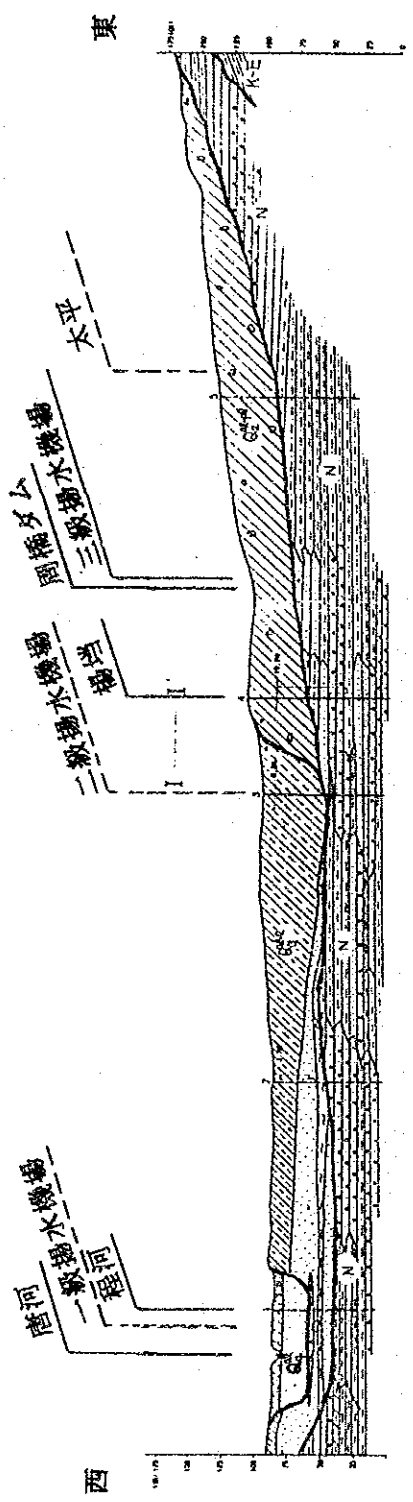
付 図





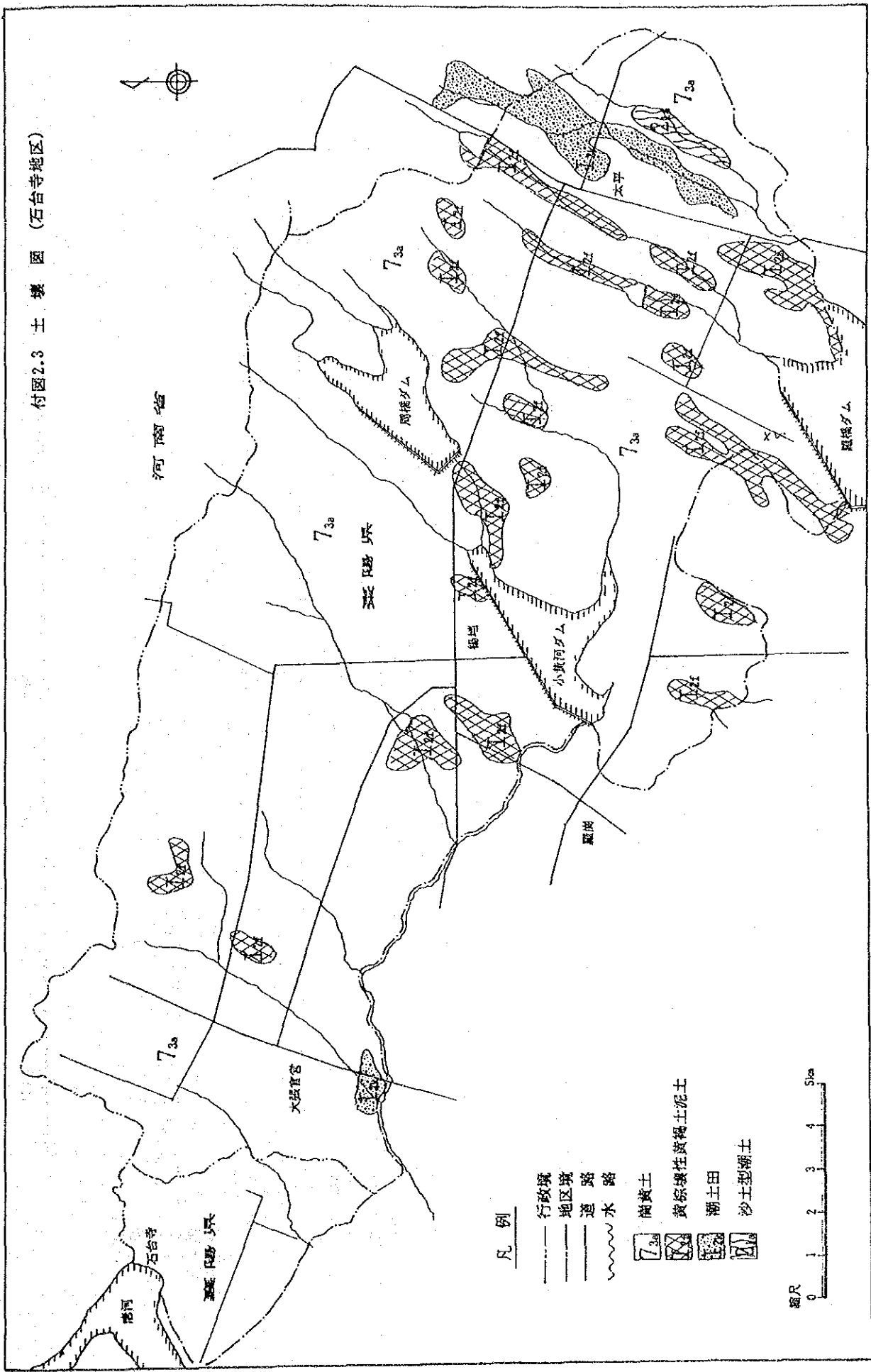
付图2.1 半旬平均流量年图 (唐河石台寺地点)





付図2.2 石台寺地区の地質推定断面図

付图2.3 土壤图(石台寺地区)



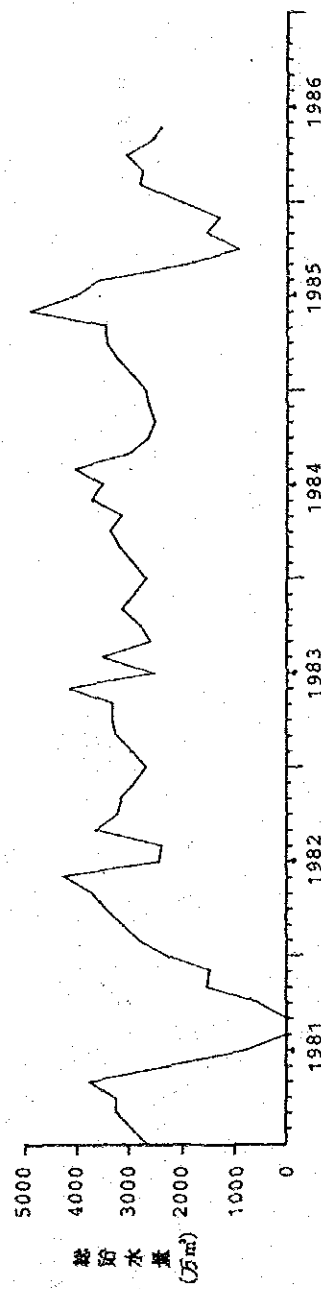
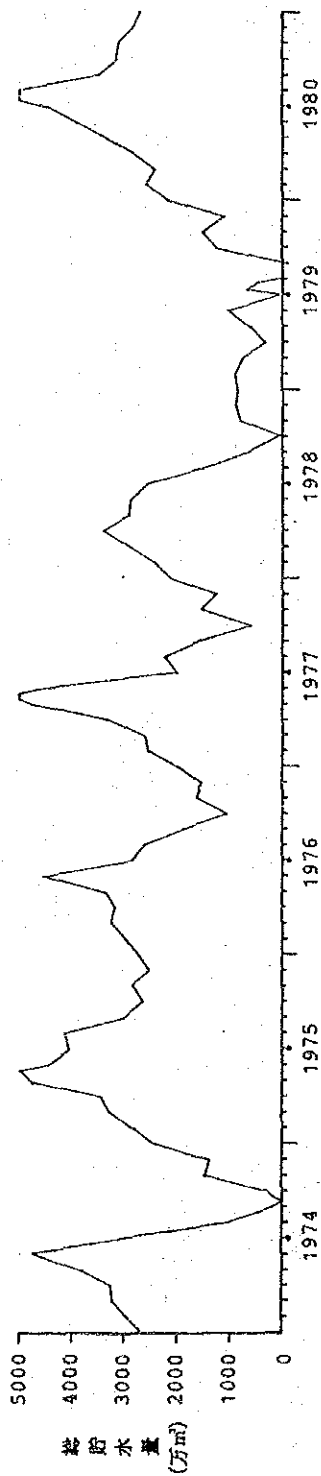
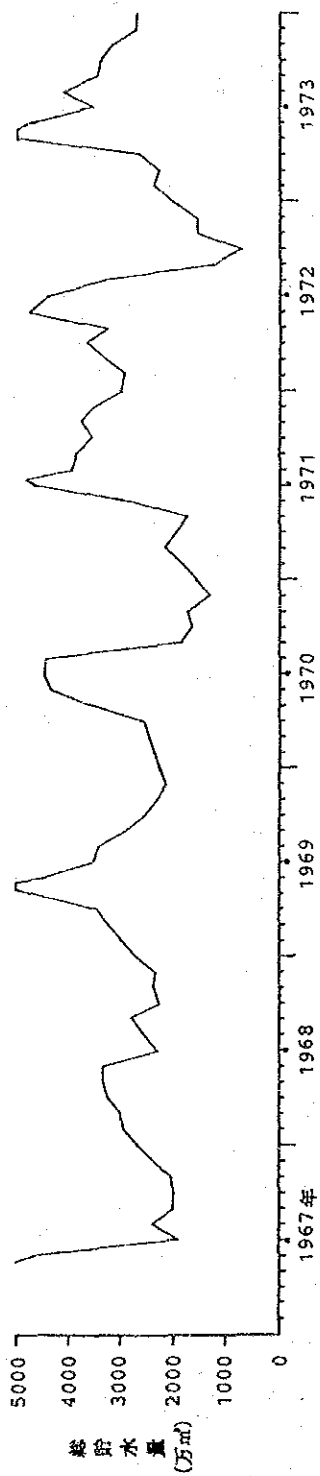
凡例

- 行政境界
- 地区界
- 道路
- 水路

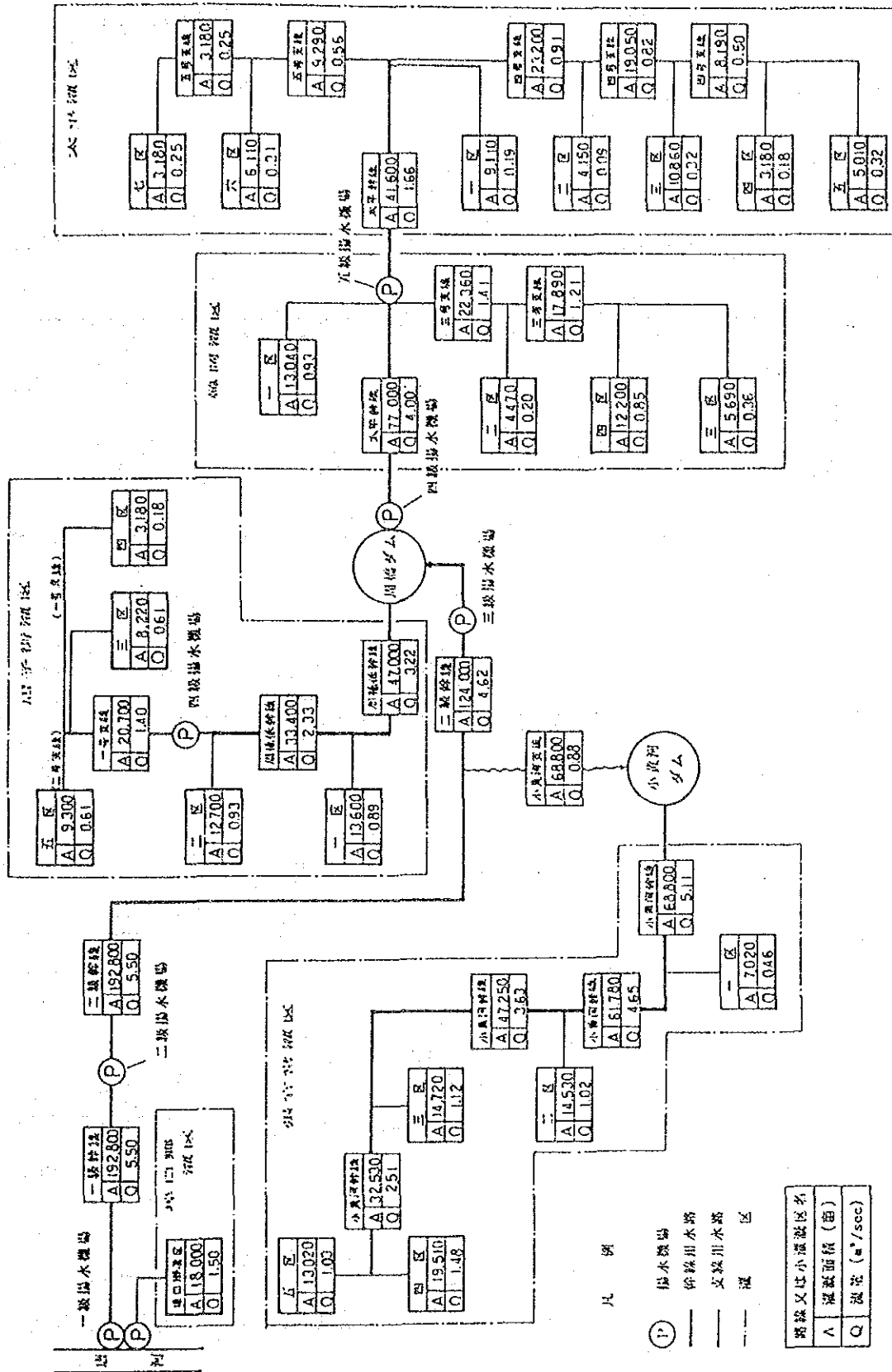
- 黄壤土
- 黄棕壤性黄褐壤土
- 潮土田
- 沙土型潮土



付図2.4 ダム及び溜池の貯留量変化(石台寺地区)

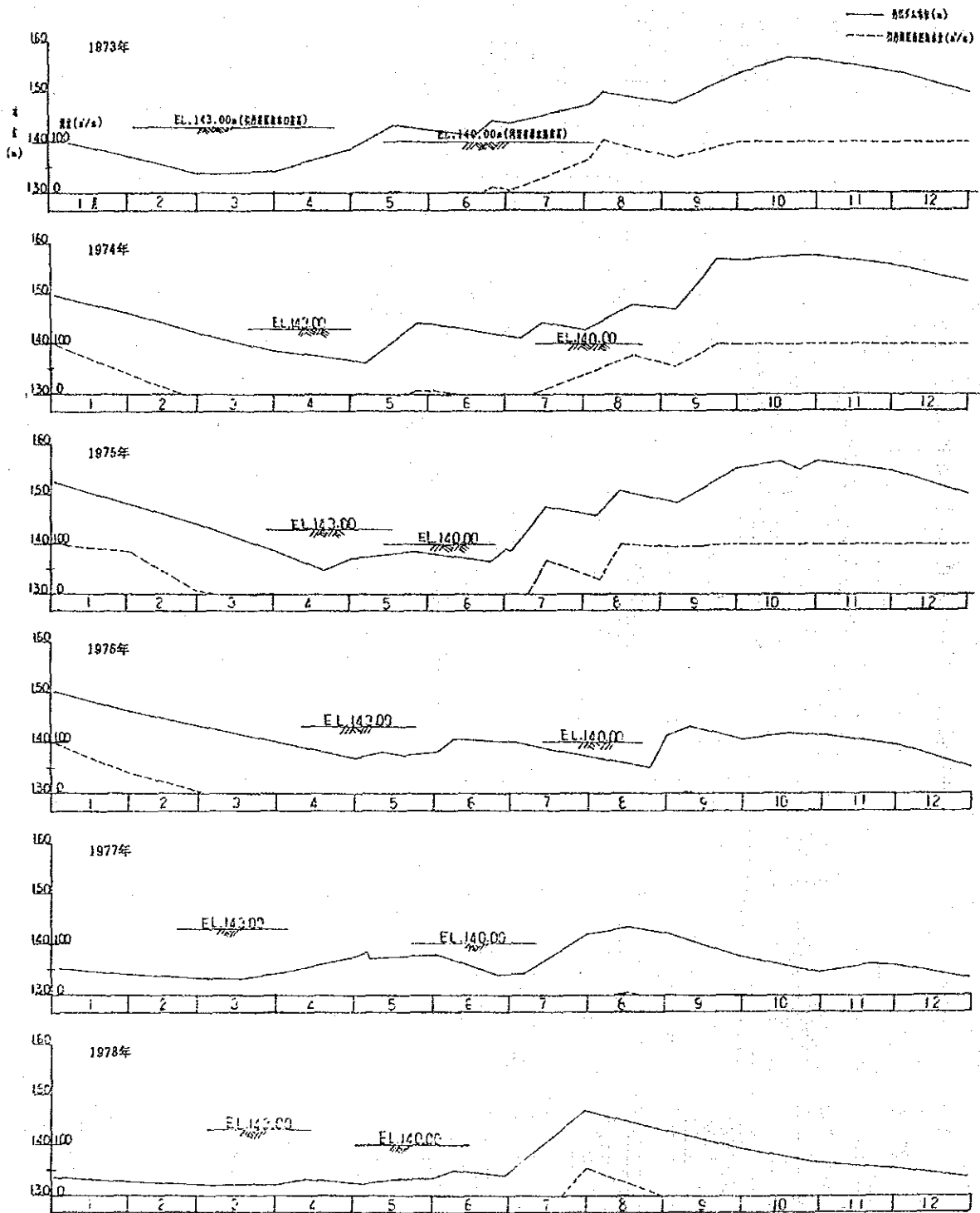


付图 2.5 石台寺灌区計畫画用水系統圖

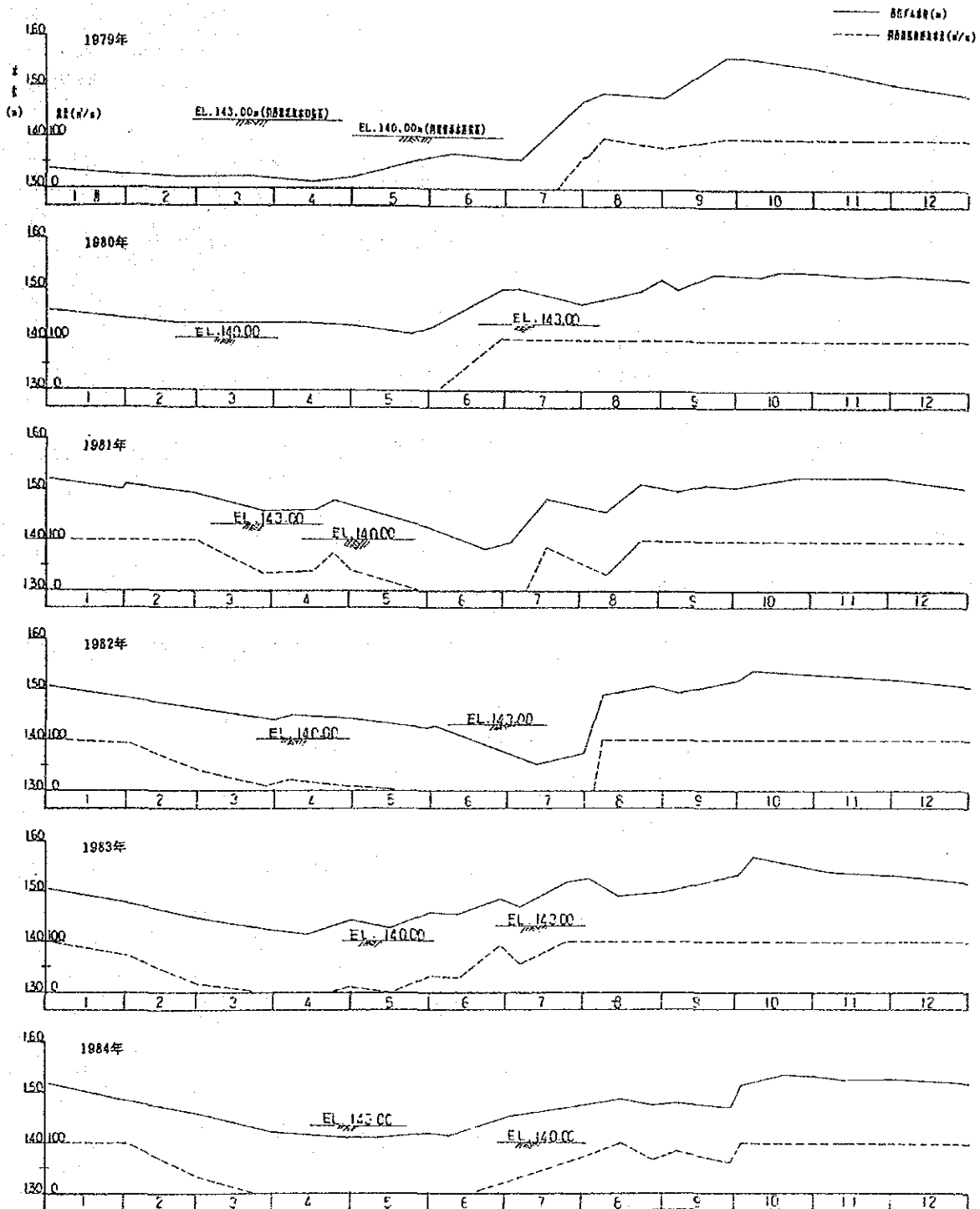


付図 3.1 清泉溝取水水位経年変化図

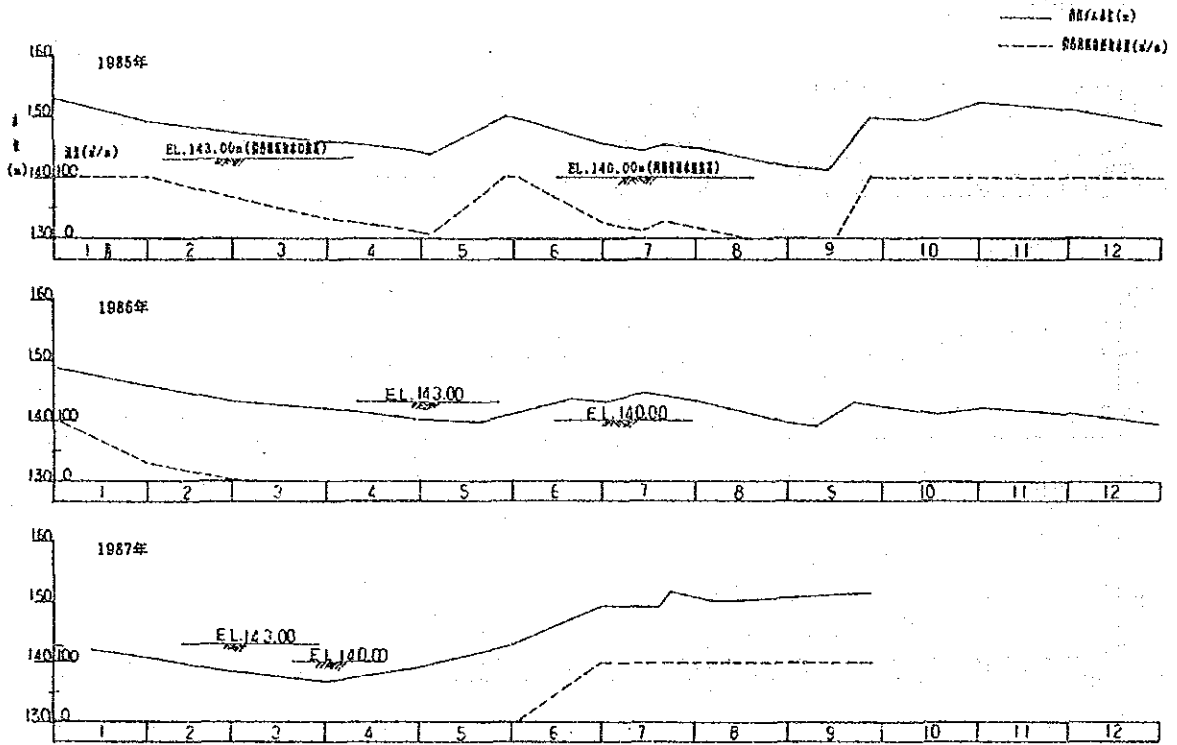
(その1)



(その2)



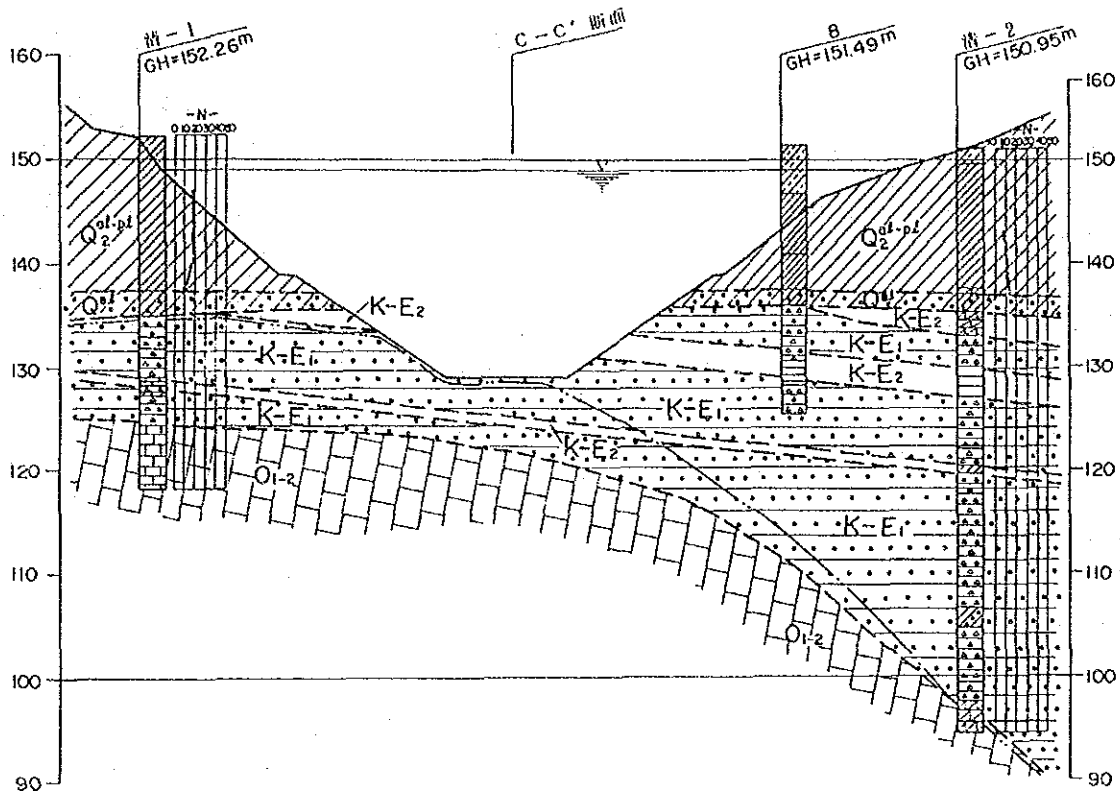
(その3)





右岸

左岸



凡 例

記号	岩 相	地層名	地質時代	
$Q_2^{al-pl}$	粘土質シルト・シルト	洪積層	中更新世	第四紀
$Q_{al}$	礫混り粘粒土	残積層	—	
K-E1	硬 岩	古河累層	白亜～第三紀	
K-E2	泥灰岩・石灰質泥岩			
O1-2	石灰岩・泥灰岩	清泉溝累層	白垩紀中下期	

	ボーリング調査位置		強風化帯下限
	既存ボーリング調査位置		透水性区分線
		K	透水係数 (cm/sec)

付図3.2 清泉溝揚水機場の地質推定断面図





