

インドネシア共和国
グヌンキドル水道整備計画
事業化調査報告書

平成 18 年 12 月
(2006 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
日本工営株式会社

無 償

J R

06-234

**インドネシア共和国
グヌンキドル水道整備計画
事業化調査報告書**

**平成 18 年 12 月
(2006 年)**

**独立行政法人国際協力機構
(JICA)**

**委託先
日本工営株式会社**

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のグヌンキドル県水道整備計画にかかる事業化調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成18年3月7日から7月8日まで事業化調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成18年9月4日から9月8日まで実施された事業化調査概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成18年12月

独立行政法人 国際協力機構

理 事 黒 木 雅 文

伝 達 状

今般、インドネシア共和国におけるグヌンキドル県水道整備計画事業化調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 18 年 3 月より平成 18 年 12 月までの 9 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、インドネシア共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

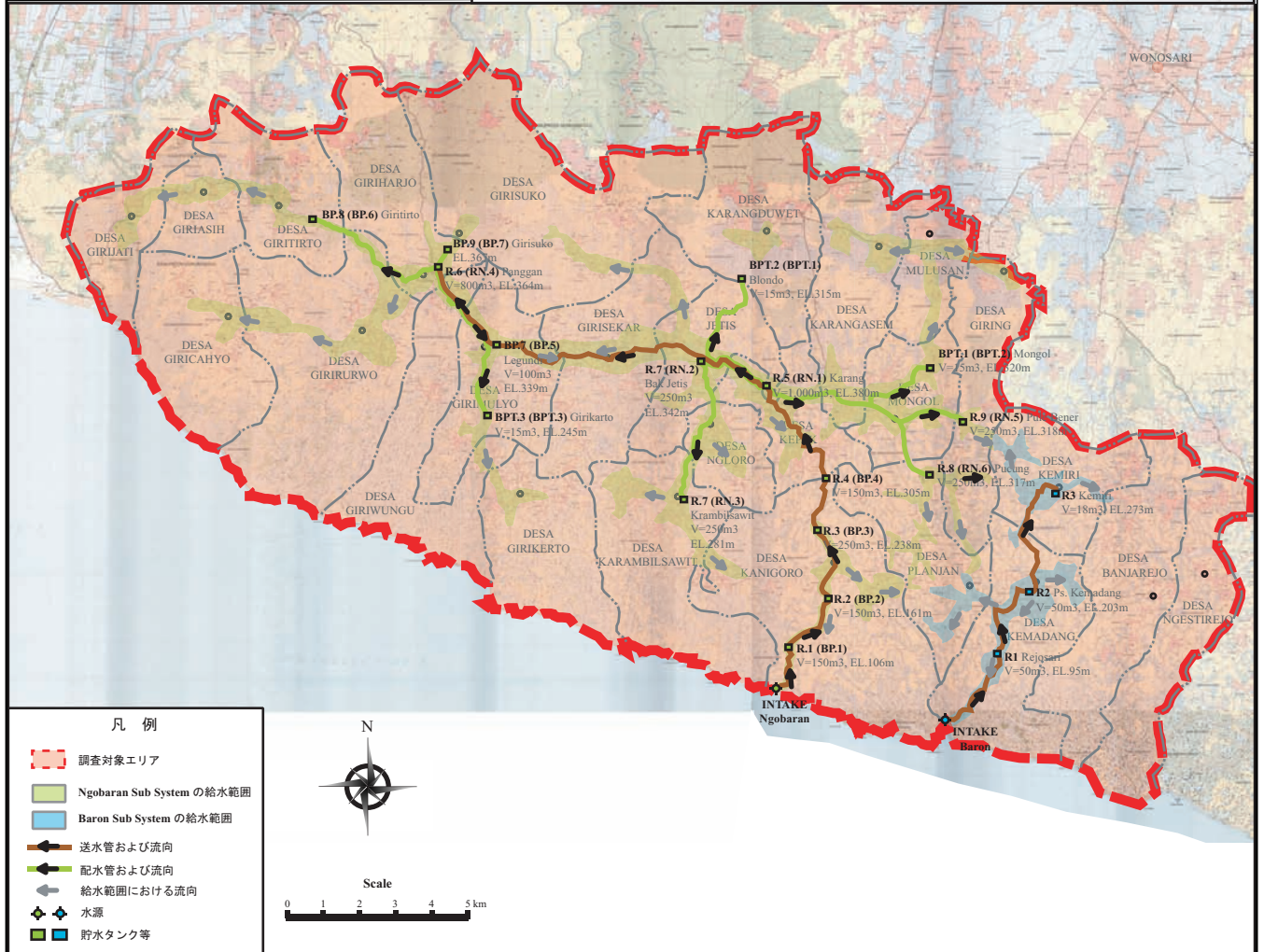
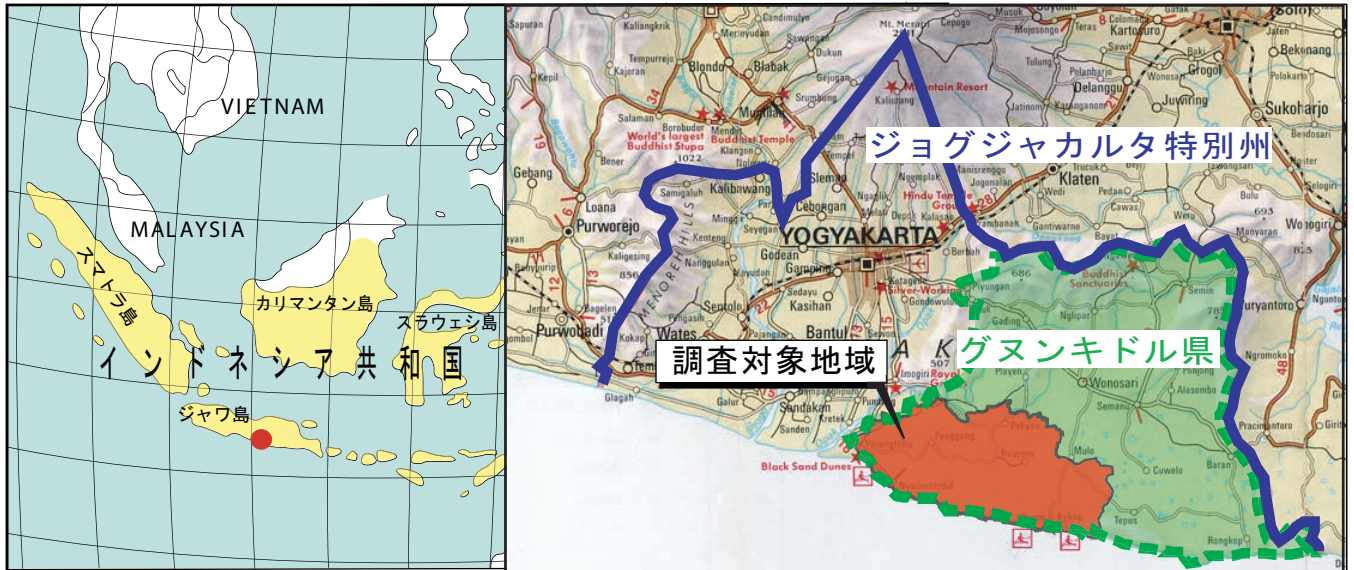
平成 18 年 12 月

日本工営株式会社

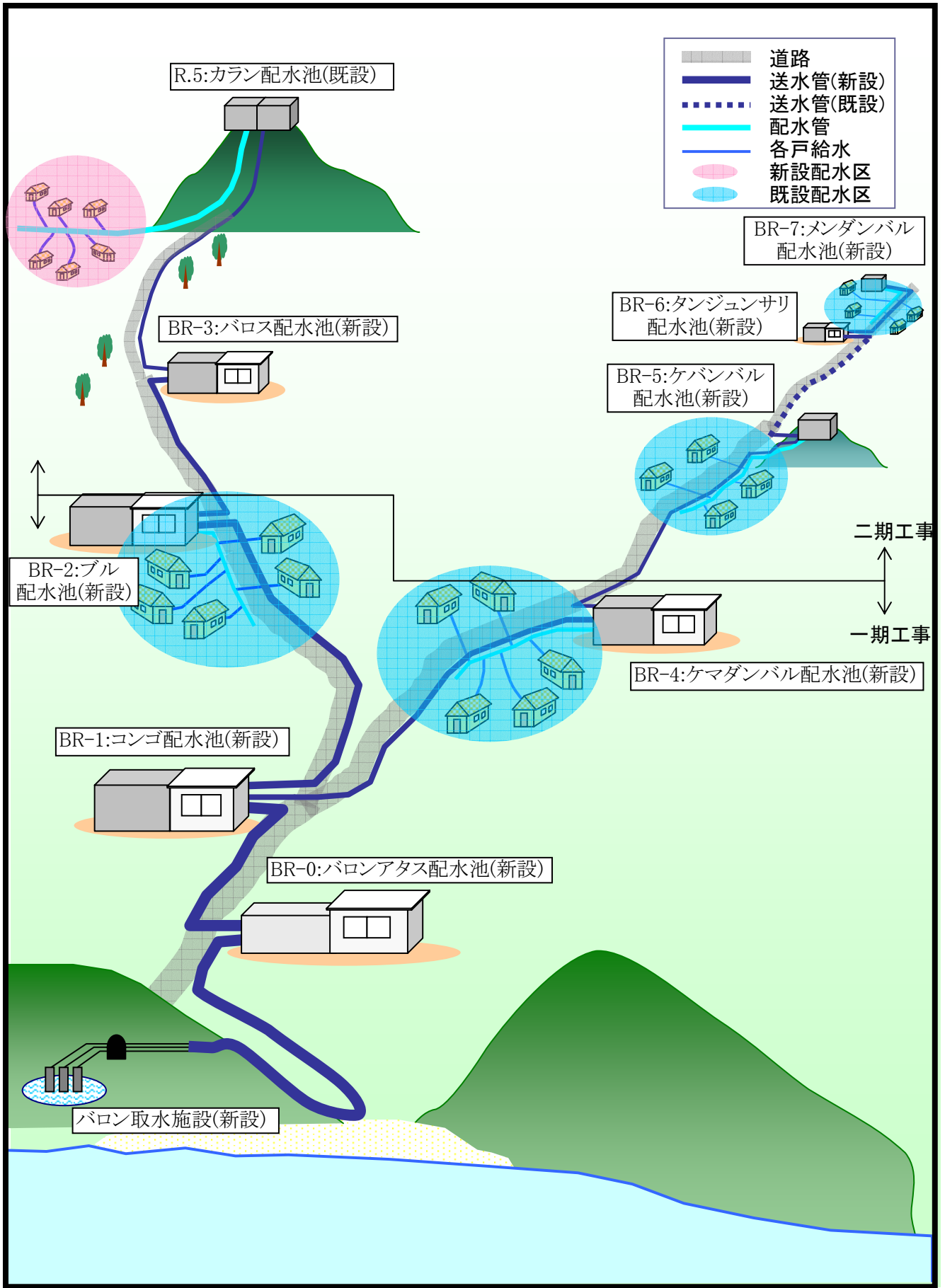
インドネシア共和国

グヌンキドル県水道整備計画事業化調査団

業務主任 岡崎 敬介



調査対象地域位置図



完成予想図

現場状況写真



事業対象給水地域の状況

石灰岩質であるため保水力に乏しく、水の確保が困難である。



事業対象給水地域の状況

石灰岩質であるため保水力に乏しく、水の確保が困難である。



各戸にある雨水貯水タンク

給水量が少ないため雨水を生活用水とせざるを得ず、水因性疾患の原因となっている。



既存ポンプ施設での水汲み

乾季にはポンプ施設から取水する住民が多く見られる。住民にとって水汲みは重労働である。



既存バロン取水口洞窟入口

取水口進入部は非常に狭く、維持管理が困難。



配水池建設予定地

水汲みをする住民。
奥にある池は乾期には干上がる

図表リスト

付 表

| | | |
|--------|----------------------------|----|
| 表-1.2 | グヌンキドル県内の給水に関わる援助動向（過去5年間） | 4 |
| 表-2.1 | 過去5年間の収支状況 | 7 |
| 表-2.2 | 給水システム毎の損益計算書（減価償却前収支） | 8 |
| 表-2.3 | キャッシュフロー実績 | 9 |
| 表-2.4 | 気象データ | 13 |
| 表-2.5 | 降雨データ | 13 |
| 表-2.6 | 波高データ | 15 |
| 表-2.7 | ベースライン調査結果概要（1/2） | 18 |
| 表-2.7 | ベースライン調査結果概要（2/2） | 19 |
| 表-3.1 | プロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM） | 22 |
| 表-3.2 | プロジェクト概要 | 23 |
| 表-3.3 | 水需要量 | 28 |
| 表-3.4 | 水質調査結果（抜粋） | 29 |
| 表-3.5 | 流量計算結果表 | 31 |
| 表-3.6 | 基本設計図リスト | 34 |
| 表-3.7 | 品質管理計画 | 52 |
| 表-3.8 | ソフトコンポーネント活動内容 | 57 |
| 表-3.9 | ソフトコンポーネント概算事業費 | 60 |
| 表 3.10 | 各政府の実施すべき主要項目 | 65 |
| 表-3.11 | 日本側負担経費の内訳 | 68 |
| 表-3.12 | インドネシア側負担経費の内訳 | 69 |
| 表-3.13 | 修繕費（2003年） | 71 |
| 表-3.14 | 将来の維持管理費および一般管理費 | 72 |
| 表-3.15 | 水道収入 | 72 |
| 表-3.16 | 予想損益表 | 73 |
| 表-3.17 | 水道料金と支払い可能額/意思額との比較 | 74 |
| 表-4.1 | 計画実施による効果と現状改善の程度 | 76 |

付 図

| | | |
|-------|-------------------|----|
| 図-2.1 | 運営・維持管理体制 | 5 |
| 図-2.2 | PDAM 組織図 | 6 |
| 図-2.3 | 既存の給水系統図 | 10 |
| 図-2.4 | 気象観測所と河川流量観測所の位置図 | 14 |
| 図-2.5 | オヨ川のハイドログラフ | 15 |
| 図-2.6 | 潮位 | 16 |
| 図-3.1 | ソフトコンポーネント実施工程表 | 59 |
| 図-3.2 | 事業実施工程（案） | 63 |
| 図-3.3 | 運営・維持管理体制 | 66 |
| 図-3.4 | 平均水道料金と費用の比較 | 74 |

略 語 集

| | <i>Indonesian</i> | English | 日本語 |
|----------------------|--|---|---------------------|
| ATP | - | Affordability to Pay | 支払い可能額 |
| AusAID | - | Australia's Overseas Aid Program | オーストラリア国際開発局 |
| BAPEDA | <i>Badan Perencanaan Pembangunan Daerah</i> | Regional Development Planning Agency | 州地方計画局 |
| BAPPEDA | <i>Badan Perencanaan Pembangunan Daerah</i> | Regional Development Planning Agency | 県地方計画局 |
| BAPENAS | <i>Badan Perencanaan Pembangunan Nasional</i> | National Development Planning Agency | 国家計画庁 |
| BPKD | <i>Badan Pengelolaan Kelayaan Daerah</i> | Regional Asset Management Agency | 州資産管理局 |
| CVM | - | Contingent Valuation Method | 仮想市場評価法 |
| Dinas KIMPRASWIL DIY | <i>Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta</i> | Settlement and Regional Infrastructure Agency in Yogyakarta Special Territory | ジョグジャカルタ州居住・地域インフラ局 |
| DPUP-DIY | <i>Daerah Istimewa Yogyakarta</i> | The Provincial Department of Public Works in Yogyakarta Special Territory | ジョグジャカルタ特別州 |
| Ecobang | <i>Bagian Perekonomian dan Pembangunan</i> | Economic and Development Department | 県総務部経済開発課 |
| E/N | - | Exchange of Note | 交換公文 |
| GTZ | - | German Technical Corporation | ドイツ技術協力公社 |
| H | | | 高さ、高度差、標高 |
| JBIC | - | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JICA | - | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| L | | | 長さ |
| KKN | <i>Kuliah Kerja Nyata</i> | Practical College Work | 学生福祉活動 |
| M/D | - | Minutes of Discussion | 討議議事録 |
| NGO | - | Non-Governmental Organization | 非政府組織 |
| O&M | - | Operation and Maintenance | 維持管理 |
| PDAM | <i>Perusahaan Daerah Air Minum</i> | Regional Water Supply Enterprise | 水道公社 |
| PLN | <i>PT. Perusahaan Listrik Negara</i> | State electricity company | インドネシア電力公社 |
| PPAB | <i>Proyek Pengadaan Air Bersih</i> | The project for Water Supply | 給水計画実施体 |
| PROPENAS | <i>Program Pembangunan Nasional</i> | National Development Program | 国家開発計画 |
| PVC | - | Polyvinyl Chloride | ポリ塩化ビニル |
| Q | | | 流量 |
| ROA | - | Return of Asset | 総資産利益率 |

| | <i>Indonesian</i> | English | 日本語 |
|--------|-------------------|--|-----------|
| SCADA | - | Supervisory Control and Data Acquisition | 監視・制御システム |
| TDS | - | Total Dissolved Solid | 総蒸発残留物 |
| UFW | - | Unaccounted-for water | 無収水 |
| UNICEF | | The United Nations Children's Fund | ユニセフ |
| Unit | | | 単位 |
| V | | | 流速 |
| WTP | - | Willingness to Pay | 支払い意志額 |

単 位

Length

mm = millimeter
 cm = centimeter
 m = meter
 km = kilometer
 ft = feet

Denominator

/s = per second
 /min = per minute
 /hr. = per hour
 /d = per day
 /c = per capita

Area

cm² = square centimeter
 m² = square meter
 km² = square kilometer

Derived Measures

mg/L = milligram per liter

Volume

cm³ = cubic centimeter
 m³ = cubic meter
 l or lit = liter

Money

Rp = Rupiah

Weight

mg = milligram
 g = gram
 kg = kilogram

Others

% = percent
 Ph = potential of hydrogen
 °C = degrees Celsius
 ppm = parts per million
 micro S/cm = micro siemens per centimeter
 kV = kilo volt

為替換算レート：2006年5月

1 US\$ = ¥117.58 1 Rp = ¥0.0118

要約

要 約

本案件は、グヌンキドル県で恒常的に水不足にあるノゴバラン及びバロンの給水2系統における供給水量を増すため、取水施設、送水管、配水池、ポンプステーション及び主要配水管の新設を内容としたものであり、2003年5月に要請されたものである。この要請を受け、上位計画、本件実施の必要性、既存施設の現況、水源などの確認を目的とした予備調査を2004年6月に実施し、この調査により、本要請が国家開発計画(2000～2004)に基づく「給水と衛生環境に関するコミュニティーベース管理の国家政策2002」において提案されている「地方給水導入計画」に位置づけられた給水プロジェクトの一つであること、既存水道システムの給水形態は公共水栓と各戸給水の両方であり、本要請もこの2種類を対象としていること、そして要請の内容、実施機関の体制などが確認された。

予備調査の結果を受け、2004年9月から2005年3月まで基本設計調査が行われた。同調査の結果を踏まえて、2005年度予算で無償資金協力事業として実施する予定であったが、諸事情により延期となり、今般改めて2006年度予算で実施することとなり、そのため、事業化調査を実施するに至った。本事業化調査では、2005年3月時点の基本設計、概算事業費、施設・施工・調達計画をレビューすると共に、入札図書作成が可能なレベルの詳細設計を行い、それらの結果を取り纏めた。

本事業の実施は、県地方計画局を中心としたプロジェクト実施ユニットにより行われる。インドネシア側負担事項の設計・施工監理、それに必要な資金の調達、及び日本側が行う工事への協力は同ユニットにより行われる。事業実施における責任機関は公共事業省居住総局であり、州レベルに設立されるプロジェクト監督ユニットと協力し本事業に必要な手続きを行う。プロジェクト監督ユニットは本事業の監督機関であり、事業実施期間中の監督、モニタリングを行うと共に、プロジェクト実施ユニットと協力してインドネシア側負担事項に対する資金の調達を行う。事業実施後の施設は県水道公社(PDAM)に移管し、維持管理が行われる。

本プロジェクトの概要は表1のとおりである。

表-1 プロジェクト概要

| | 施設項目 | 整備対象位置・区間 | 施設の名称 | 施設の仕様 |
|---|-----------|-------------|---|---|
| 1 | 取水施設 | バロン洞窟内 | 水中モーターポンプ | Q=50 l/s, H=39 m, Unit=2+1(stand-by) |
| | | | 取水管(塗覆装鋼管) | D=200mm, L=99m, Q=100 l/s |
| 2 | 配水池、送水ポンプ | BR-0 バロンアタス | 浄水場(緩速ろ過) 配水池 | A=412.5m ² x3 池 V=253 m ³ 塩素滅菌設備含む |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=50 l/s, H=99 m, Unit=2+1 |
| | | BR-1 コンゴ | 配水池 | V=253 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ (BR-2 Buru タンクまで) | Q=36.5 l/s, H=107 m, Unit=2+1 |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ (BR-4 Kemadang Baru)タンクまで | Q=27 l/s, H=100 m, Unit=1+1 |
| | | BR-2 ブル | 配水池 | V=196 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=35 l/s, H=104 m, Unit=2+1 |
| | | BR-3 バロス | 配水池 | V=169 m ³ |

| | 施設項目 | 整備対象位置・区間 | 施設の名称 | 施設の仕様 |
|---|------|-------------------|---------------|---|
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=35 l/s, H=89 m, Unit=2+1 |
| | | BR-4 クマダンバル | 配水池 | V=144 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=20 l/s, H=99 m, Unit=1+1 |
| | | BR-5 ゲバンバル | 配水池 | V=92 m ³ |
| | | BR-6 タンジュンサリ | 配水池 | V=53 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=15 l/s, H=74 m, Unit=2+1 |
| | | BR-7 メンダンバル | 配水池 | V=169 m ³ |
| 3 | 送水管 | Intake ~ BR-0 | 亜鉛メッキ鋼管 (GIP) | D=300 mm, L=977 m, Q=100 l/s |
| | | BR-0 ~ BR-1 | GIP | D=300 mm, L=2,350 m, Q=100 l/s |
| | | BR-1 ~ BR-2 | GIP | D=300 mm, L=3,331 m, Q=73 l/s |
| | | BR-2 ~ BR-3 | GIP | D=300 mm, L=4,249 m, Q=70 l/s |
| | | BR-3 ~ R-5 | GIP | D=300 mm, L=5,340 m, Q=70 l/s |
| | | BR-1 ~ BR-4 | GIP | D=200 mm, L=2,224 m, Q=27 l/s |
| | | BR-4 ~ BR-5 | GIP | D=200 mm, L=2,711 m, Q=20 l/s |
| | | 既存のブリピンシステム管渠への接続 | GIP | D=150 mm, L=638 m, Q=9.3 l/s |
| | | BR-6 ~ BR-7 | GIP | D=150 mm, L=2,943 m, Q=15 l/s |
| 4 | 配水管 | From BR-2 | GIP | D=50 mm, L=32 m, Q=185 m ³ /day |
| | | From BR-4 | GIP | D=50 mm, L=53 m, Q=417 m ³ /day |
| | | From BR-5 | GIP | D=50 mm, L=120 m, Q=266 m ³ /day |
| | | From BR-7 | GIP | D=50 mm, L=53 m, Q=804 m ³ /day |
| | | R5 からのメイン配水管 | GIP | D=50 mm, L=3,340 m D=100 mm, L=880 m D=200 mm, L=3,445 m Q=418 m ³ /day |
| | | 7 カ村への配水 | GIP | D=50 mm, L=2,000 m |
| | | 既存配水管への接続 | GIP | D=50 mm, L=11 m |

本事業プロジェクトにおける基本設計方針は以下のとおりである。

1) 給水対象範囲： 水源を既存のノゴバラン及びバロン地下河川の2箇所とし、給水対象範囲としては、東は既存のブリピンシステムとの境界、西は既存の給水管が布設されているパンガン地区、南はインド洋に面した海岸地域、北はウォノサリ南部までとした。

2) 計画給水人口： 本案件では過大な開発を抑制しかつ裨益効果を充足するため、事業対象地域における現在の人口をもとに計画給水人口を計算することとした。現地水道公社との協議の結果、本事業における計画給水普及率を70%と設定した。将来の人口予測データがなく、2004年現在の人口データを用いることとした。2004年(基本設計調査時)での人口は13,400人であるため、計画給水人口は13,400人の70%である93,800人とした。

3) 給水原単位： サービス人口はベースライン調査の結果から 80%を各戸給水、20%を公共水栓使用者と分類し、インドネシア政府の「村落水道技術指針」から各戸給水の場合 60L/人/日、公共水栓の場合は 30L/人/日を給水原単位とした。無収水量は水道公社との協議の結果 30%と設定し、給水原単位に追加した。また、家畜などの家庭給水以外のものは家庭給水原単位の 10%相当とした。これらより、水需要量は表 2 の通りとなった。

表-2 水需要量

| | 給水人口 | 原単位 (L/人/日) | | 無収水量 (L/日) | 水需要量 (L/人/日) | 水需要量 (m3/日) |
|---------------|--------|----------------|---------|---------------|--|----------------|
| | (A) | 家庭(B) | 家畜など(C) | (D)=(F)x30% | $(F)=(B)+(C)+(D)$ $((F)=\{(B)+(C)\}/0.7)$ | (G)=(A)x(F) |
| 各戸給水 (80%) | 75,040 | 60 | 6 | 28 | 94.3 | 7,075 |
| 公共水栓 (20%) | 18,760 | 30 | 3 | 14 | 47.1 | 884 |
| 合計 | 93,800 | | | | | 7,960 |

よって、一人一日当たりの水需要量は、各戸給水の場合 94.3 L/人/日、共同水栓の場合 47.1 L/人/日と設定した。

4) 計画給水量： 上述の計算から、計画給水量(計画日平均給水量)を 8,000 m³/d と設定した。本事業対象地域では現在、2 つの地下河川を水源とした給水システム (ノゴバランシステム、パロンシステム) が稼動している。基本設計調査 (2004 年) においてノゴバランシステムは問題なく稼動していることが確認されたため、引き続き使用を続けることとした。パロンシステムは老朽化が激しいことから継続的な使用ができないため、新設することとした。経済的な観点から既存の施設を最大限に利用することとし、ノゴバランの現在の給水能力 3,200m³/日を維持し、パロンシステムに対し 48,00 m³/日を新設することとした。

5) 水質管理： 現在、既存のノゴバランシステム、パロンシステムは共に無処理で給水している。基本設計調査 (2004 年) において、現地水道公社より両水源共に飲料水として水質にまったく問題はないとの報告を受けていた。しかし、パロンシステムにおいては激しい降雨の後は石灰岩質の地質の間隙から雨水が直接地下河川に流入し、水源水質が悪化するとの報告もあり、パロンシステムにおいて基本設計調査、事業化調査を通じ水質調査を行った。その結果、表 3 の通り、降雨の後に濁度及び大腸菌群において WHO 基準及び「イ」国の水質基準を超える数値が確認された。降雨後は一時取水をストップし、水質が安定してから取水を再開することも考えられるが、雨期では毎日降雨があるため、清浄な水の安定供給の観点から浄水システムを設置し、給水水質管理を行う必要があると判断した。

一般に「沈殿のみ」、「緩速ろ過処理」、「急速ろ過処理」の 3 通りの処理方法が考えられ、水処理コストは「沈殿のみ」<「緩速ろ過処理」<「急速ろ過処理」の順で高くなるとされている。水源水質の濁度が 15NTU 前後である場合、「沈殿のみ」では処理しきれないが「緩速ろ過処理」では処理可能である。「急速ろ過処理」は高濁度の水源水に対応できるが、水質に合わせて凝集薬剤量を変化させるなど運転には熟練を要する。「緩速ろ過処理」では、凝集剤に頼らずフィルターのみで処理が行われ維持管理の容易であるため、本事業では「緩速ろ過処理」を採用した。本処理により WHO 基準及び「イ」国基準に沿う飲料水が確保できる。

表-3 水質調査結果（抜粋）

| | インドネシア 水道水質基準 | WHO 基準 | 乾季 (基本設計調査時) | 雨期 (事業化調査時) |
|--------------------|------------------|--------|-----------------|----------------|
| 大腸菌 (MPN/100ml) | 0 | 0 | 23, 30 | 120 |
| 濁度 (NTU) | 5 | 5 | 1 | 16 |

日本側及びインドネシア側の負担工事はそれぞれ以下のとおりである。

- (1) 日本側負担工事
 - 1) 実施設計（詳細設計）
 - 2) 入札図書作成、評価、契約支援業務
 - 3) 給水施設に係る建設工事
- (2) インドネシア国側負担工事
 - 1) 給水施設に係る用地の確保（沈殿池、配水池、ポンプ施設、送・配水管等）
 - 2) 道路沿いおよび民有地内の樹木の伐採・補償
 - 3) 沈殿池、配水池、ポンプ質等の主要施設周辺のフェンス、パーキングの建設
 - 4) 各戸給水のための給水管布設
 - 5) 諸施設までのアクセス道路の建設
 - 6) 調達資機材に課せられる関税、内国税、その他課徴金の予算措置と支払い
 - 7) 工事許可・建築確認の申請とその費用の支払い
 - 8) カウンターパート要員の確保

ソフトコンポーネント計画では以下の目標を設定した。

- 1) PDAM 職員が自ら送・配水施設の点検・修理、水質管理を行うことにより、本事業で建設する施設および既存の施設が適切に維持管理できる。
- 2) 浄水場の運転、維持管理技術を習得し、PDAM が安全な水を安定的に供給することができる。
- 3) 財務管理、顧客管理に関する適切な知識を身につけ、確実な料金徴収を実行することにより、PDAM の経営体質が強化される。

ソフトコンポーネントの主な活動内容は以下のとおりである。

- 1) 技術面での活動
 - i) 計画準備段階
 - 準備作業（技術面のソフトコンポーネント計画の説明と協力の要請）
 - ii) 実施段階

- 維持管理全般に対する教育・指導
- ポンプ、送・配水管路の維持管理指導
- 浄水場の運転、管理に関する技術指導

iii) モニタリング段階

- 上記実施項目に対する確認、検証

2) 財務面での活動

i) 計画準備段階

- 準備作業（財務面のソフトコンポーネント計画の説明と協力の要請）

ii) 実施段階

- 財務管理の確認・検討・指導
- 会計管理指導
- 料金徴収、顧客サービス体制の整備

iii) モニタリング段階

- 上記実施項目に対する確認、検証

ソフトコンポーネント活動の実施要員は、以下の計画とする。

- 1) 邦人コンサルタント要員： 1名（浄水場運転・管理要員）
- 2) ローカルコンサルタント要員： 3名（浄水場運転・管理、運営・維持管理、経営・財務要員）

本事業の実行程程に関しては、バロン給水区とノゴバラン給水区が隣接し工事が輻輳すること、各工事ユニットでコンクリート打設、管路の布設、テスト等、類似した作業を効率的に行う必要があることから2期分けによる事業実施計画とする。

1 期工事期間

- | | |
|---------------|----------|
| 1) 入札契約 | : 3.5 ヶ月 |
| 2) 建設工事 | : 9 ヶ月 |
| 3) ソフトコンポーネント | : 1.5 ヶ月 |

2 期工事期間

- | | |
|---------|----------|
| 1) 実施設計 | : 3.0 ヶ月 |
| 2) 入札契約 | : 3.5 ヶ月 |
| 3) 建設工事 | : 12 ヶ月 |

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は以下のとおりである。ここに示す事業費は概算であり、将来 E/N が締結される場合の供与限度額を示すものではない。

- | | |
|------------------|------------------------------|
| (1) 日本側負担経費 | 約 1,108 百万円 |
| (2) インドネシア国側負担経費 | 約 4,949,000 千ルピア (58,398 千円) |

本事業での円滑な工事実施を行う上での留意事項は以下のとおりである。

- (1) 工事行程に合わせ、タイムリーな許認可手続きと事前に土地取得を完了しておくこと。
- (2) 取得した土地の閘開、除根、アクセス道路の建設等を完了し、以後の施設建設に支障のないようにしておくこと。
- (3) 電力供給のための引き込み線や変圧器などの施設整備を完了しておくこと。

運転・維持管理に関する留意事項は以下のとおりである。

- (1) 既存配水管の大部分はその布設位置、径、延長等が不明であるため、事前にインドネシア側がインベントリー調査を行う。なお、同調査は、給水対象地域全域を対象とし、ソフトコンポーネントで行う施設管理台帳の作成に間に合わせる。
- (2) ソフトコンポーネント完了後、継続する維持管理の実施状況を取りまとめ、一年後の瑕疵検査時に提出する。

本計画実施による効果は以下に示すとおりである。

計画実施による効果と現状改善の程度

| 現状と問題点 | 本計画での対策(協力対象事業) | 計画の効果・改善の程度 |
|--|--|---|
| 今回要請のあったグヌンキドル県の対象地域は、地形的な要因もあり生活が厳しく所得が低い地域である。その上で、水源に恵まれず、また、乾季には降雨量も極めて少なく、公共水道の整備を進めない限り、生活に必要な十分な水が得られないばかりか、安全、かつ、衛生的な水の確保が難しい状況である。 | 計画対象地域全域への24時間体制の水供給を実施すべく、取水、送水、配水、取り付け管などの施設整備を行う。また、水質面において濁度管理、滅菌施設を施し、安全な水の確保を目指す。 | 対象地域の人口134,000人の内、目標給水率70%の人口(93,800人)に対し安全で十分な水を供給する。 |
| ジョグジャカルタ州及びグヌンキドル県による水道整備事業並びに水道施設の維持管理がこれまで行われてきたが、その実施規模、範囲は極めて限定的であり、十分な維持管理体制が構築されていなかった。そのため、施設に関わるハード面並びに料金や財務管理面などのソフト面での支援活動が必要となっている。 | ソフトコンポーネント支援 <ul style="list-style-type: none"> ● 施設の運営・維持管理強化のため、水道台帳作り、技術的教育・訓練、マニュアル、ガイドライン作成、モニタリングシステムの導入などを行う。 ● 運営・維持管理面では料金徴収システム確立のため、財務管理指導、モニタリングの実施、検証などを行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ● 県の公共事業局、PDAMのスタッフがトレーニングを受けることにより、運営・維持管理能力が向上する。 ● 施設完成後適正な運転・維持管理が行える。 |

プロジェクトを実施する上で、特に以下の点に十分な配慮が成されるならば、本プロジェクトによって建設される給水施設は円滑、かつ、効率的に運営されると考えられる。

- 工事実施に際し、土地の取得、アクセス道路の建設、認可取得、諸手続の完了、電力施設の建設など、事前に実施すべき事項を全て確実に完了しておくことが重要である。
- 施設完了後取水量、送水量、配水量が大きく増加する。その結果、いままで通水されていなかった配水管に大量の水が流れることとなり、それまで目立たなかった漏水問題が大きくなる懸念される。そのため、本プロジェクト開始までに既存の配水管のインベントリー調査をインドネシア側の負

担で確実に実施し、配水管路施設の現状を十分把握しておくことが重要である。インベントリー調査の結果は、ソフトコンポーネントプログラム中で台帳を作成し、それを管理する技術を修得することが可能であり、建設完了後修得した技術を最大限に活用し、適正な維持管理を行うことが重要である。

- ソフトコンポーネントの実施により修得した技術を利用し、効率的な運営・維持管理を行う必要があるが、同時に管理者の新たなシステムの導入に関して地域住民への啓蒙活動を行っておく必要がある。特に、住民への公聴会を開くなど、新たなシステムに関するディスクロージャーに努めることが大切である。

本調査結果に基づくプロジェクトの無償資金協力による実施は、以下の観点から妥当であると判断される。

- プロジェクトの目的は、恒久的な水不足に悩む対象地域の住民が安全な飲料水を安定的に得ることが可能となり、**Basic Human Needs** の観点から貢献度は大きい。
- ソフトコンポーネントを含む本プロジェクトの実施並びに技術支援により、インドネシア国の資金と技術力で運営維持管理が十分可能となり、かつ、技術面、経済面で運営・維持管理が可能となる。
- 本プロジェクトは、上位計画であるインドネシア国の「2000年－2004年国家開発計画 (PROPENAS)」の政策に合致するものである。
- プロジェクトに実施に伴う環境面への負の影響が生ずる可能性は極めて低い。
- 日本国の無償資金協力制度において特段の困難なくプロジェクトが実施可能である。

本プロジェクトは、上述のとおり対象地域住民に対し、安全な飲料水を安定的に供給することが可能であり、対象地域の水因性疾患を削減し、衛生的で快適な生活環境をもたらすことから、貧困対策への貢献も大きく、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認できる。

インドネシア国
グヌンキドル県水道整備計画

事業化調査報告書

序文
伝達状
調査対象地域位置図／完成予想図／現場状況写真
図表リスト／略語集
要約

目 次

| | | |
|---------|-------------------------|----|
| 第1章 | プロジェクトの背景・経緯..... | 1 |
| 1-1 | 当該セクターの現状と課題..... | 1 |
| 1-1-1 | 現状と課題..... | 1 |
| 1-1-2 | 開発計画..... | 2 |
| 1-1-3 | 社会経済状況..... | 2 |
| 1-2 | 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要..... | 2 |
| 1-3 | 我が国の援助動向..... | 3 |
| 1-4 | 他ドナーの援助動向..... | 4 |
| 第2章 | プロジェクトを取り巻く状況..... | 5 |
| 2-1 | プロジェクトの実施体制..... | 5 |
| 2-1-1 | 組織・人員..... | 5 |
| 2-1-2 | 財政・予算..... | 7 |
| 2-1-3 | 技術水準..... | 9 |
| 2-1-4 | 既存の施設・機材..... | 10 |
| 2-2 | プロジェクト・サイト及び周辺の状況..... | 11 |
| 2-2-1 | 関連インフラの整備状況..... | 12 |
| 2-2-2 | 自然状況..... | 12 |
| 2-2-3 | その他..... | 17 |
| 第3章 | プロジェクトの内容..... | 21 |
| 3-1 | プロジェクトの概要..... | 21 |
| 3-2 | 協力対象事業の基本設計..... | 24 |
| 3-2-1 | 設計方針..... | 24 |
| 3-2-2 | 基本計画（施設計画/機材計画）..... | 28 |
| 3-2-3 | 基本設計図..... | 34 |
| 3-2-4 | 施工・調達計画..... | 48 |
| 3-2-4-1 | 施工・調達方針..... | 48 |

| | | |
|---------|--------------------|----|
| 3-2-4-2 | 施工上・調達上の留意事項 | 49 |
| 3-2-4-3 | 施工区分/調達・据付区分 | 49 |
| 3-2-4-4 | 施工監理計画 | 50 |
| 3-2-4-5 | 品質管理計画 | 52 |
| 3-2-4-6 | 資機材等調達計画 | 52 |
| 3-2-4-7 | ソフトコンポーネント計画 | 53 |
| 3-2-4-8 | 実施工程 | 62 |
| 3-3 | 相手国分担作業の概要 | 64 |
| 3-4 | プロジェクトの運営・維持管理計画 | 66 |
| 3-5 | プロジェクトの概算事業費 | 68 |
| 3-5-1 | 協力対象事業の概算事業費 | 68 |
| 3-5-2 | 運営・維持管理費 | 70 |
| 3-6 | 協力対象事業実施に当たっての留意事項 | 75 |
| 第4章 | プロジェクトの妥当性の検証 | 76 |
| 4-1 | プロジェクトの効果 | 76 |
| 4-2 | 課題・提言 | 77 |
| 4-3 | プロジェクトの妥当性 | 77 |
| 4-4 | 結論 | 77 |

資 料

1. 調査団員氏名
2. 調査行程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. 事業事前計画表（基本設計時）
6. 参考資料 / 入手資料リスト
7. その他の資料・情報
 - 7.1 水質調査結果
 - 7.2 維持管理費
 - 7.3 ポンプの自動運転計画

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 事業実施関連機関

インドネシアは2001年1月より地方分権政策を開始した。その結果、これまで中央政府が中心となって進めてきた地方給水開発事業は、地方政府並びに地方での事業実施機関が中心となって具体的に計画、実施を行うこととなり、中央政府は国家政策の策定、対外的な援助機関と地方の事業実施機関との調整等が主な業務となった。

国レベルの事業責任機関は公共事業省の居住総局である。一方、地方レベルの事業実施機関は、まず、州レベルの機関として州政府、地方計画局、資産管理局、居住・地域インフラ局等が関連している。また、県レベルでは県の地方計画局、公共事業局、そして維持管理実施機関である水道公社（PDAM）などが挙げられる。

(2) 施設建設と維持管理

州レベルでは、州の居住・地域インフラ局（Dinas Kimpraswil）の地方計画局が施設建設を行い、完成した施設はPDAMに移管され運営・維持管理される。また、県レベルでは県の公共事業局（Dinas PU）が施設建設を行い、完成後施設はPDAMに移管され運営・維持管理される。このように、施設建設にPDAMが関与していないため、州や県レベルで行った工事に関わる減価償却費の一部を工事を行っていないPDAMが負担することや、竣工図面や施設台帳の管理が全面的に任されないなど、運営・維持管理面において大きな問題点となっている。

維持管理面において、現在PDAMが実施している主な作業内容は、取水、送・配水施設の修理・改善、施設に関するクレーム処理、水道料金の徴収と会計処理等があげられる。この内、既存施設の維持管理に関しては、上述のように工事を直接担当していないため、技術的に適正、かつ、効率の良い維持管理が行われていない。また、住民のクレーム処理は、口頭やレターでPDAMに連絡されているが、時期、場所、クレームした人数、名前、その詳細等が正確に記録されておらず、クレーム処理が曖昧となっている。したがって、適正、かつ、タイムリーな管理および処置が可能となるよう体制作りが求められている。更に、水道料金徴収および会計処理については、クレーム処理同様、現在、全て手計算で行っている状況であり、今後の対応策を考える必要がある。

1-1-2 開発計画

インドネシア国では5年毎に国家開発計画を策定し、政府及び国家機関の開発計画における基本ガイドラインとしている。「2000～2004 国家開発計画」において、健全な生活環境を目指し都市・地方部で衛生的な水供給を行うことが重要分野として掲げられ、本国家開発計画に基づき「給水と衛生環境に関するコミュニティーベースの国家政策 2002」が策定された。本事業はこの政策の中で提案されている「地方給水導入計画」の中に位置づけられた給水事業の一つであり、2005年1月に発表された現在施行中の「2005～2009 国家開発計画」とも矛盾しない事業であることが確認されている。

1-1-3 社会経済状況

インドネシア国の人口は2.17億人(2004年)で、産業人口比率は1次産業45%、2次産業16.1%、3次産業48.9%となっており、主要産業は鉱業(石油、LNG、アルミ、錫)、農業(米、ゴム、パーム油)、工業(木材製品、セメント、肥料)である。2004年時点でGDPは2,576億米ドル(内訳:1次産業16%、2次産業43.5%、3次産業34%)、一人当たりのGDPは1,165米ドル、物価上昇率は6.4%となっている。

「イ」国の経済政策は、外資導入、非石油・天然ガス製品の輸出振興を中心に推進されてきたが、97年7月のアジア通貨危機により「イ」国経済は大きな打撃を受けた。現在、IMFとの合意に基づき経済構造改革を実施中であり、経済は好調な輸出入に支えられて回復基調にあるが、国内消費、国内・外の投資は経済危機以前の水準に戻っていない。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

本案件は、グヌンキドル県で恒常的に水不足にあるノゴバラン及びバロンの給水2系統における供給水量を増すため、取水施設、送水管、配水池、ポンプステーション及び主要配水管の新設を目標としたものであり、2003年5月に要請されたものである。この要請を受け、上位計画、本件実施の必要性、既存施設の現況、水源の確認を目的とした予備調査を2004年6月に実施し、この調査により、本要請が国家開発計画(2000～2004)に基づく「給水と衛生環境に関するコミュニティーベースの国家政策 2002」において提案されている「地方給水導入計画」に位置づけられた給水プロジェクトの一つであること、既存水道システムの給水形態は公共水栓と各戸給水の両方であり、本要請もこの2種類を対象としていることが検証され、そして要請の内容、実施機関の体制などが確認された。

プロジェクトの概要は以下のとおりである。

1) 施設建設:

- | | |
|------------------|------------------------|
| i) 取水施設の新設 | 2箇所(水中ポンプ 75 L/s x 6台) |
| ii) 配水池とポンプ施設の新設 | 7箇所 |

- ・ 3000 m³ x 1 箇所（横軸渦巻きポンプ 55 L/s x 3 台、20 L/s x 3 台）
- ・ 500 m³ x 1 箇所
- ・ 300 m³ x 3 箇所（水中ポンプ 55 L/s x 3 台 x 3 箇所）
- ・ 300 m³ x 2 箇所（水中ポンプ 20 L/s x 3 台 x 2 箇所）

iii) 送水管の布設（総延長：26,600 m）

- ・ 口径 12 インチ : 17,400 m
- ・ 口径 8 インチ : 9,200 m

iv) 配水管の布設（総延長：13,600 m）

- ・ 口径 8~3 インチ : 8,900 m
- ・ 口径 6 インチ : 4,700 m

2) 技術支援：

施設運営、送水ポンプ自動運転システム、維持管理機材、財務管理用コンピュータ、維持管理の技術指導

1-3 我が国の援助動向

我が国の近年における援助動向は以下のとおりである。

- i) プロジェクト方式技術協力：インドネシア水道・環境衛生訓練センタープロジェクト(1991～1997年。長期専門家 24 名、短期専門家 57 名)
- ii) 当該実施責任機関（公共事業省）に派遣の長期専門家：「水道政策」2001年5月に1名、2003年7月より2年間の予定で1名。
- iii) 開発調査：東西ヌサトゥンガラ州地方給水計画調査(2000～2002年)
- iv) 有償資金協力(JBIC)：地方インフラ整備事業（Ⅲ）、E/N:2001年7月、供与限度額 200.39 億円、地方村落における道路などのアクセス用インフラ、簡易上水道衛生関連施設、小規模灌漑施設の建設およびコンサルティングサービスの費用

1-4 他ドナーの援助動向

グヌンキドル県内の給水に関わる過去5年間の外国援助は表-1.2の通りである。

表-1.2 グヌンキドル県内の給水に関わる援助動向（過去5年間）

| 実施年度 | 機関名 | 案件名 | 金額 (千US\$) | 援助形態 | 概要 |
|--------|---------------------|-------------|---------------|------|-------------------|
| 2000年 | DANIDA (デンマーク) | ンガワン郡給水 | 89 | 無償 | パイプラインの布設と各戸給水の建設 |
| 2003年 | AusAID (オーストラリア) | プレエン郡パイプライン | 110 | 無償 | パイプラインの布設 |
| 2002年- | GTZ (ドイツ) | セマヌ郡地下ダム発電 | 5,600 | 無償 | 地下ダムの建設 |

現在活動を行っているドナーはドイツのGTZのみである。また、上記のうち対象地域が本無償対象プロジェクトと重なるものはない。ドイツのGTZによる援助案件の詳細は以下のとおりである。

本事業対象のノゴバラシステムの東に隣接するブリビン・システムでは、ノゴバラシステム同様、水源を地下洞窟河川に依存している。ブリビン・システムは、ブリビン・システム No.1 とブリビン・システム No. 2 の2つのシステムにより計画されている。ブリビン・システム No.1 は1977～1978年にUNICEFの援助により開発され、80 l/sの給水能力を有している。揚水はディーゼル発電に頼っているため維持管理費が非常に高くなっている。そこで、ジョグジャカルタ特別州とインドネシア原子力研究所が中心となり、ガジャマダ大学、ブナドゥン技術研究所、ドイツのカールスルー大学などから成る研究チームが組織され、小水力発電の実地試験が1999年に開始された。その概要は、ブリビン・システム No.1 から南西に約1 km はなれた洞窟内の地下河川の水位を堰上げし、得られた14m～15mの水位差によりタービンを回し、発電を行う計画（ブリビン・システム No.2）である。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本事業の運営・維持管理計画は、県レベルのプロジェクト実施ユニットによる事業の実施と、PDAMによる事業実施後の維持管理を基本的な枠組みとする。本計画において想定される運営・維持管理体制の概念図は図-2.1の通りである。

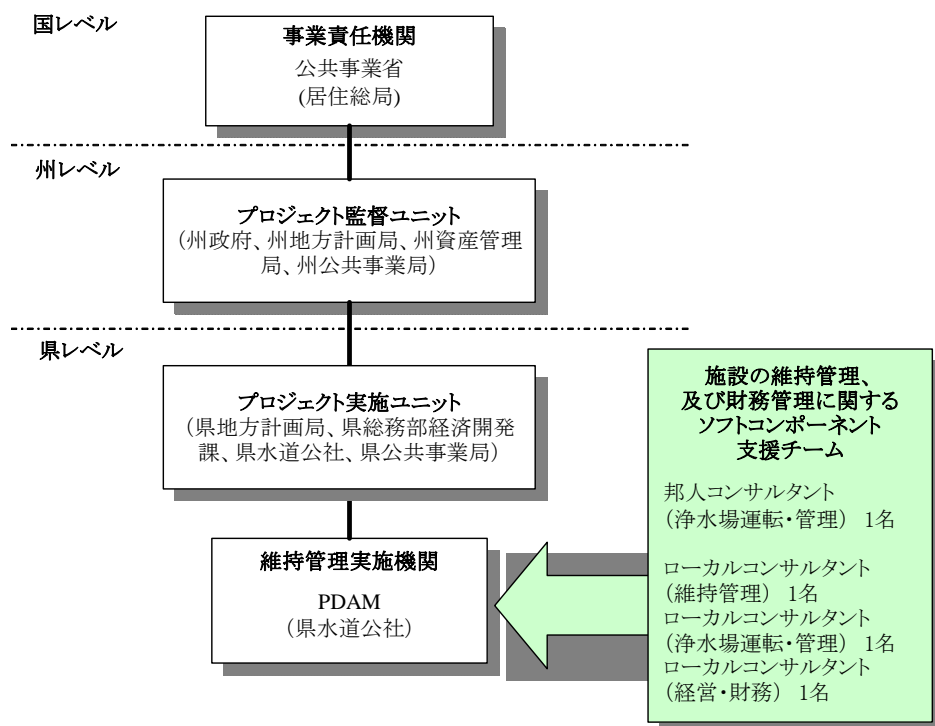


図-2.1 運営・維持管理体制

(1) 事業実施体制

事業実施は、図-2.1のとおり国レベル（公共事業省）のもと、州及び県レベルの組織と連携して行われる。事業実施主体は県レベルであり、「イ」国側負担分の設計・施工監理、必要な資金の提供、及び日本側が行う工事への協力を行う。国レベルである公共事業省居住総局は本無償協力案件の主管官庁であり、州レベルと協力して本無償協力案件に必要な手続きを行う。また、州レベルは事業の監督をする機関であると位置づけられ、実施における監督、モニタリングを行うとともに、県レベルと協力して必要な資金の提供を行う。

(2) 維持管理体制

事業実施後の施設は PDAM に移管し、維持管理が行われる。その際、県のプロジェクト実施ユ

ニットは維持管理の監督、モニタリング、および必要な助言を行うと共に、必要に応じて施設改修に伴う資金援助を行う。また、県だけで資金準備が困難な場合は、州および国がその支援を行う。

維持管理組織である PDAM の組織図は図-2.2 の通りである。

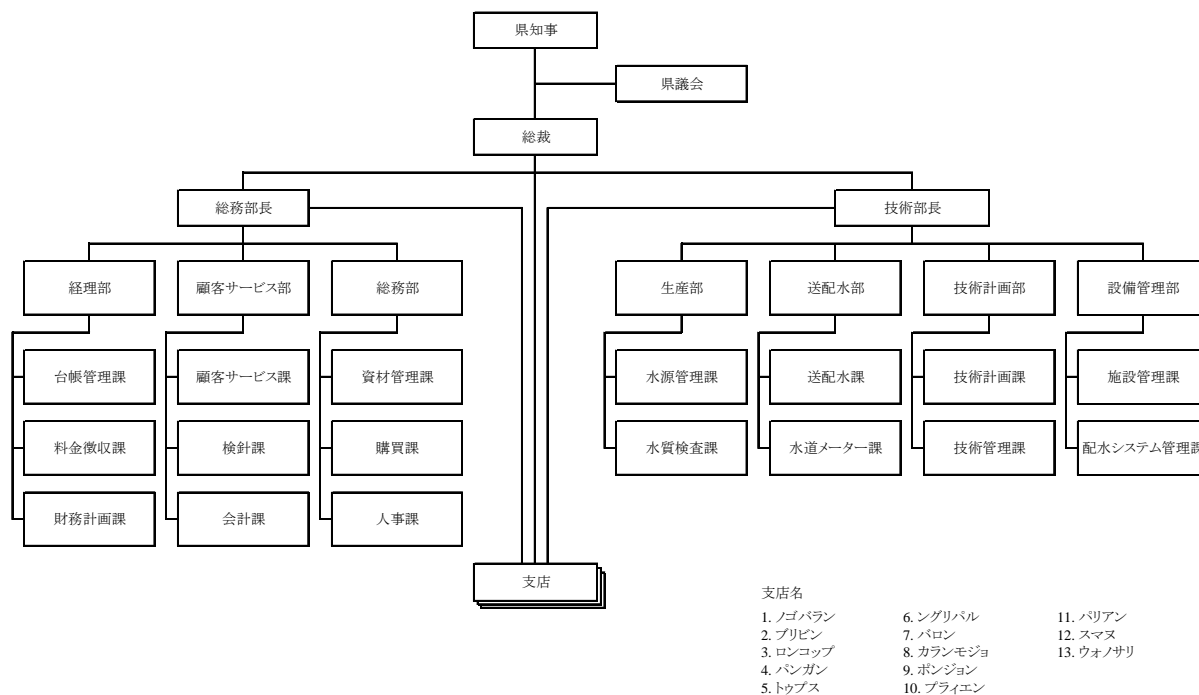


図-2.2 PDAM 組織図

PDAM は水道法に基づいて各県に 1 つ設置されている公益法人である。総裁を頂点として技術部門と総務部門に分かれており、その下に支店 (Unit) が県内に 13 箇所設置されている。また、PDAM は県知事により管理されるとともに、監督委員会が設置されており、会計や技術面のチェックが行われている。監督委員会は以下のメンバーで構成される。

- 委員長 : 県知事
- 書記 : 県総務部経済開発課 (Ekobang) 課長
- 委員 : 県総務部総務課長
- 委員 : 県保健局長
- 委員 : 県公共事業局 (Dinas PU) 局長

2-1-2 財政・予算

PDAM の財務状況は以下のとおりである。

(1) 損益計算書

損益計算書は、減価償却費を含む PDAM の収支状況を表したものである。収入および支出の主な項目は以下の通りである。

- 収入：水道料金収入、水道接続費、その他収入（罰金、登録費など）
- 支出：サービス費用（人件費、電気代、燃料費、修繕費、薬品代など）、一般管理費、減価償却費

表-2.1 に過去 5 年間の PDAM の収支状況を示す。

表-2.1 過去 5 年間の収支状況

(単位：ルピア)

| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 総収入 | 2,368,625,051 | 3,092,798,005 | 3,679,081,955 | 6,026,964,208 | 6,247,450,389 |
| 水道料金 | 1,619,427,570 | 2,367,234,660 | 2,827,958,580 | 5,315,038,660 | 5,526,918,650 |
| 新規接続費 | 698,031,109 | 623,187,316 | 761,613,533 | 596,565,929 | 596,729,352 |
| その他 | 51,166,372 | 102,376,029 | 89,609,842 | 115,359,619 | 123,802,387 |
| 総支出 | 1,866,784,039 | 2,823,773,484 | 3,501,395,066 | 5,297,405,238 | 6,437,849,759 |
| 収支 (減価償却前) | 501,841,012 | 269,024,521 | 177,686,889 | 729,558,970 | -190,399,370 |
| 減価償却費 | 1,191,109,877 | 2,819,195,368 | 2,944,190,827 | 2,639,274,819 | 2,601,732,241 |
| 収支 (減価償却後) | -689,268,865 | -2,550,170,847 | -2,766,503,938 | -1,909,715,849 | -2,792,131,610 |

出典：Laporan Tahunan Tahunan Buku 1999-2003, PDAM Gunung Kidul.

収入を見ると、1999 年から 2003 年まで一貫して増加しているが、特に 2002 年に著しく増加している。これは 2001 年 12 月に料金改定を行った結果、水道料金収入が大幅に伸びたことが原因である。なお、総収入のうち水道料金の収入が約 9 割を占めているが、新規接続費は 1999 年以降横這いか低下傾向にあり、新規の顧客獲得がそれほど進んでいない。支出についても 1999 年から 2003 年まで一貫して増加しており、しかも 2002 年に急増している。原因は主にポンプ稼動などに使われる電力料金およびガソリン代の値上がりが原因であると報告されている。

減価償却前の収支を見ると、1999 年から 2001 年にかけて徐々に収益が小さくなっているが、2001 年 12 月の料金改定により収益が改善されている。しかし、2003 年は支出が増加したことから、収支は一転して赤字に転落している。また、減価償却後の収支では、1999 年から 2003 年まで連続し

て赤字が続いており、特に 2000 年以降は減価償却費が大幅に増加し、2003 年には赤字額が総収入の 45%にまで達している。

表-2.2 は 2003 年の減価償却前収支を、5 つの給水システム（ノゴバラン、バロン、ブリピン、セロパン、ウォノサリ）毎に示したものである。

表-2.2 給水システム毎の損益計算書（減価償却前収支）

(Unit: ルピア)

| | Ngoraban | | Baron | | Bribin | | Seropan | | Wonosari | | Total | |
|------------------------------|----------------------|-------------|---------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|------------|
| | 金額 | % | 金額 | % | 金額 | % | 金額 | % | 金額 | % | 金額 | % |
| Total Income (A) | 726,963,160 | | 90,151,150 | | 703,222,990 | | 1,870,308,731 | | 3,038,929,663 | | 6,646,024,753 | |
| Total Expenditure (B) | 1,041,260,036 | 100% | 253,561,381 | 100% | 1,276,667,841 | 100% | 1,377,601,282 | 100% | 2,382,164,329 | 100% | 6,331,254,869 | |
| Service Expenditure | 943,899,057 | 91% | 216,817,370 | 86% | 1,156,316,448 | 91% | 1,229,957,106 | 89% | 1,528,425,143 | 64% | 5,075,415,124 | 80% |
| Labour | 175,788,091 | 17% | 30,520,022 | 12% | 230,236,474 | 18% | 166,828,667 | 12% | 411,788,610 | 17% | 1,015,161,864 | 16% |
| Electricity | 437,934,345 | 42% | 162,495,245 | 64% | 387,611,500 | 30% | 769,175,720 | 56% | 654,410,445 | 27% | 2,411,627,255 | 38% |
| Diesel, Fuel | 301,410,000 | 29% | 0 | 0% | 467,538,000 | 37% | 216,330,000 | 16% | 163,209,750 | 7% | 1,148,487,750 | 18% |
| Chemicals | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 756,000 | 0% | 756,000 | 0% |
| Oil, Filter, etc. | 19,445,750 | 2% | 0 | 0% | 29,395,903 | 2% | 9,604,410 | 1% | 59,533,574 | 2% | 117,979,636 | 2% |
| Maintenance | 9,320,871 | 1% | 23,802,103 | 9% | 40,802,097 | 3% | 68,018,309 | 5% | 187,294,194 | 8% | 329,237,574 | 5% |
| Basic Water Expence | 0 | 0% | 0 | 0% | 732,475 | 0% | 0 | 0% | 51,432,570 | 2% | 52,165,045 | 1% |
| Administration | 97,360,979 | 9% | 36,744,011 | 14% | 120,351,393 | 9% | 147,644,176 | 11% | 845,783,490 | 36% | 1,247,884,050 | 20% |
| Balance (A-B) | -314,296,876 | | -163,410,231 | | -573,444,851 | | 492,707,449 | | 873,214,393 | | 314,769,884 | |

出典：Laporan Keuangan Buran Desember Tahun 1999-2004, PDAM Gunung Kidul.

支出は大きくサービス費用と一般管理費に分かれる。まず、5 つのシステム全体の支出をみると、サービス費用が全体の 8 割を占め、一般管理費が残りの 2 割となっている。さらにサービス費用の内訳では、電気代と燃料費を合わせると全支出額の 56%に達し、支出増加の最も大きな原因となっている。なお、薬品の購入はわずか 75 万ルピアに過ぎない。

次に、本事業の対象であるノゴバランおよびバロンシステムについて見ると、ノゴバランでは総支出に占める電気代、燃料費の割合が 71%、バロンでは 64%と 5 つのシステム平均より高い割合を占めている。また収入では、これらのシステムでは支出に比べて収入は小さく、バロンに至っては収入が支出のわずか 3 分の 1 ほどに留まっている。よってノゴバラン、バロンおよびブリピン・システムでは慢性的な赤字状態であり、それをセロパンおよびウォノサリ・システムがカバーしている状況である。

ちなみに、本事業の対象である、ノゴバランおよびバロンシステムの水生産費用は 1,832 ルピア /m³であり、各戸給水の水道料金 1,250 ルピア/m³よりも高くなっている。

(2) キャッシュフロー分析

キャッシュフローは、当該会計期間における現金の動きを表したもので、大きく以下の項目に分けられる。

- 水道事業運営に関するフロー : 事業運営収入・支出、賃金、福利厚生
- 投資に関するフロー : 設備投資
- 資金繰りに関するフロー : 借入金、金利

表-2.3 に、過去 5 年間のキャッシュフローの実績を示す。

表-2.3 キャッシュフロー実績

| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Operating Activities | | | | | |
| Income from Water Charge | 1,558,707,410 | 2,190,902,365 | 2,818,621,305 | 5,456,343,940 | 5,744,794,050 |
| Income from New Connection Fee | 506,842,233 | 807,272,390 | 677,373,188 | 703,398,288 | 715,436,311 |
| Salary & Welfare of Employees | -658,852,697 | -948,390,240 | -1,232,053,510 | -1,702,574,864 | -1,942,635,775 |
| Operation Expense | -1,279,698,474 | -1,779,897,131 | -2,092,261,094 | -3,568,894,082 | -4,270,412,766 |
| Cash provided by Operation | 126,998,472 | 269,887,384 | 171,679,889 | 888,273,282 | 247,181,819 |
| Other Expense | -1,547,570 | -53,995,469 | -94,494,012 | -117,109,918 | -10,781,620 |
| Other Income | 23,749,588 | 108,467,042 | 140,073,233 | 192,252,511 | 194,891,135 |
| Total | 149,200,490 | 324,358,957 | 217,259,110 | 963,415,875 | 431,291,334 |
| Investing Activities | | | | | |
| Purchase of Material for Investment | -124,619,800 | -237,643,080 | -421,085,034 | -505,756,942 | -586,427,619 |
| Total | -124,619,800 | -237,643,080 | -421,085,034 | -505,756,942 | -586,427,619 |
| Financing Activities | | | | | |
| Loan Funds | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Loan Interest | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Net Increase of Cash | 24,580,690 | 86,715,857 | -203,825,924 | 457,658,933 | -155,136,285 |
| Cash at Beginning of Year | 181,670,927 | 206,251,617 | 292,967,474 | 89,141,550 | 546,800,483 |
| Cash at End of Year | 206,251,617 | 292,967,474 | 89,141,550 | 546,800,483 | 391,664,199 |

出典：Laporan Tahunan Tahunan Buku 1999-2003, PDAM Gunung Kidul.

水道事業運営に関するキャッシュフローを見ると、2002年で水道料金収入が大きく増加しているが、これは2001年の料金改定による収入の増加である。しかしながら、事業運営費も前年度より約150%増加しており、結果的に全体の増加は抑えられている。事業運営費が増加した原因は、先に述べたように電力料金やガソリン代の値上がりによるものである。

投資に関するキャッシュフローでは、年々投資額が増加傾向にある。2003年度に行われた投資の主な項目は、個人給水施設の整備と水中ポンプ用のモーターの購入などであった。

なお、借入に関するキャッシュフローに関しては、過去5年間借入金がないため発生していない。

2-1-3 技術水準

地方レベルでの給水開発計画は、これまで州レベルの居住・地域インフラ局 (Dinas Kimpraswil)、地方計画局 (BAPEDA) や県レベルの公共事業局 (Dinas PU) により計画、設計、施工が行われてきた。当該計画対象地区においては、主に県レベルの公共事業局 (Dinas PU) により計画、設計、施工が執り行われてきた。州や県レベルのこれまでの実績からすると、特に大きな問題もなく実績を積んできていると判断できる。したがって、技術水準としては本事業を実施するに足る十分な技術力を有していると考えられる。ただし、工事完成後の運営・維持管理はPDAMに移管されているが、PDAMによる施設管理、料金徴収や財務管理が十分ではないことから本事業実施に際してはこれらの分野の強化が必要である。

施設の維持管理に関する問題点は、PDAMは計画、設計、施工に直接関与していないことから、工事完了後の維持管理に必要な設計図や竣工図の類を所持しておらず、これが十分な維持管理遂行に大きな支障となっている。この問題に対処するため、本事業の一環として執り行うソフトコンポ

ーメントの実施により維持管理台帳を作成することが提案され、実施機関によるインベントリー調査の後の施設管理台帳の作成、維持管理の技術的訓練、教育、マニュアルの作成、それらのモニタリングによって維持管理実施能力を強化することが必要である。

また、PDAM は水道料金を徴収する役割を担っているが、徴収に関わる運営、台帳登録、支払い管理、料金に関するクレーム処理等が十分とは言えない状況である。料金徴収に関わる実施能力のレベルアップも、本事業の一環として執り行うソフトコンポーネントにより、教育、マニュアルの作成、実施訓練などが必要である。また、これと並行して、PDAM の財務管理に関わるマニュアルや、教育、訓練が必要である。なお、詳細については3章のソフトコンポーネント計画の項で述べる。

2-1-4 既存の施設・機材

(1) 給水状況

本事業の対象地域は、ノゴバランシステムとバロンシステムからなっている。それぞれのシステムの人口は、約 9.8 万人と 3.7 万人である。既存のシステムの概要は図-2.3 に示したとおりである。

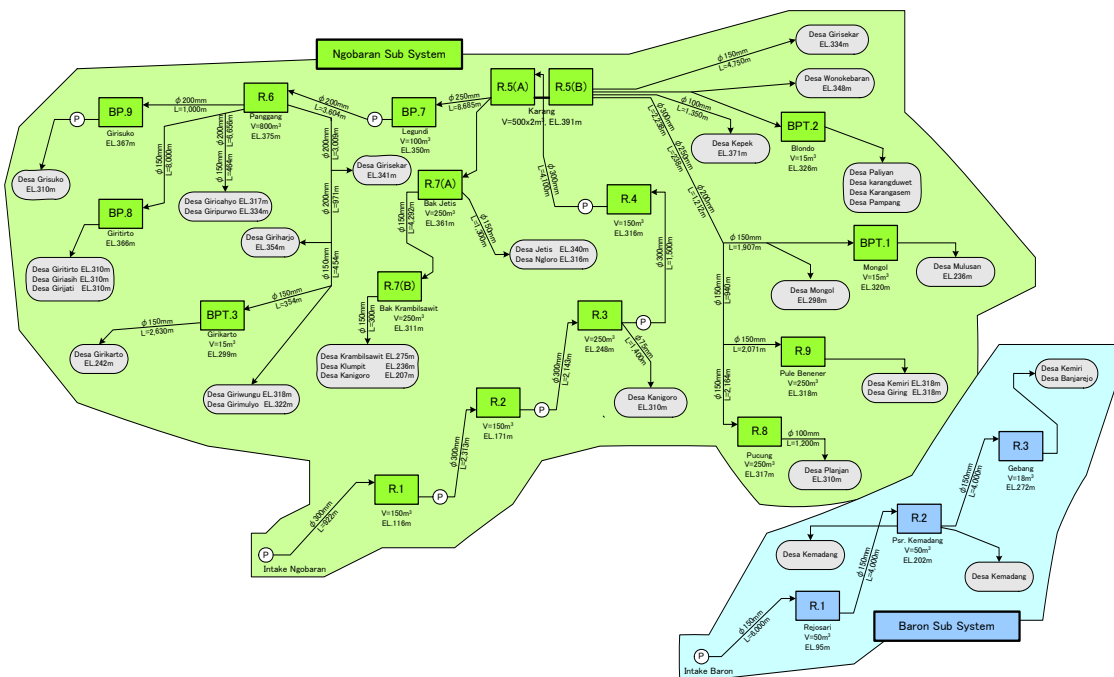


図-2.3 既存の給水系統図

既存の給水システムは大きく2つに分かれ、対象地区西側のノゴバラン給水システムと東側に位置するバロン給水システムに分かれている。いずれもカルスト台地の地下深くを流れる地下河川を水源とし、それが地表近くに現れる海岸付近で取水を行っている。

対象地域の給水普及率は、PDAM の料金徴収記録では概ね 44%といわれており、人口比率では約 50%程度となると推定される。しかし、既存の取水工での取水能力や送水能力が不足していること

から、対象地域全域に十分な水が供給されないままとなっている。雨季にはその期間の総降水量が2000mm以上と比較的多く、PDAMの給水が得られない地域では雨水を家庭の小型タンクにため、生活用に用いている。しかし、乾季には月平均数ミリから十数ミリの降雨しか期待できず、個人経営の売り水や盗水に頼らざるを得ない状況である。

(2) 既存施設

1) バロンシステム

既存のバロンシステムの主要施設は、1箇所の取水施設（バロン地下河川）、3箇所の配水池、および5台のポンプ施設があるが、1980年代初期に施設が完成し、その後部分的な施設の取り替えを行っているものの、全体としてはかなり老朽化が進んでいる。

取水施設は、15 l/s の能力を持つ潜水ポンプが2台設置されている。3箇所の配水タンクは、それぞれ50 m³、50 m³、18 m³の容量を持つコンクリート製のタンクである。ポンプ施設による送水は2日に1回の割合で行われ、故障時等は3～4日に1回の割合となっている。現在各施設にはメーターが設置されておらず、ポンプの稼働時間で送水量を推定せざるを得ない状況であり、送水量の管理、漏水量の推定等が困難となっている。

配水管は、台帳が整備されていないためどこに布設されているか不明な箇所が多く、特に道路沿線では、既存の配水管の真上に家屋が建築されているところがかかり多く見受けられる。

2) ノゴバランシステム

ノゴバランシステムは1994年から95年にかけて建設され、バロンシステムに比べ稼働状況は良い。ポンプ施設は取水工に3台、配水池に16台が設置されている。また、配水池は使用可能なもの不可能なものを含め全部で13箇所建設されている。取水工から遠隔地にある配水池には建設時から一度も通水されていない配水池も存在する。これらの地域では、特に乾期には、個人のタンクローリーによる売り水を購入し生活している状況である。

ここ2～3年は、乾季河川水量の減少やポンプの故障が多く、十分な揚水が行われていないが、現地調査の結果、ポンプを15時間稼働させると概ね3,200 m³/dayの送水が可能であることが確認され、このシステムは将来共に活用することが可能である。

ノゴバラン給水システムの配水管網施設もバロンシステム同様、管理台帳がないためどの位置に管渠が布設されているか不明な箇所が多く、また、既存の配水管渠の真上に家屋を建築しているところが数多く見受けられる。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

グヌンキドル県の地形は図-2.4に示すように、北部のバトゥラグン山地とパンガン山地からなる火山岩山地、中部の生物碎屑性石灰岩からなるウォノサリ高原、南部のリーフ石灰岩からなるグヌンセウカルストの3地形区に区分される。給水対象地域の大部分はグヌンセウ（千の円丘を意味する）カルストに属し、給水対象地域の最北部はウォノサリ高原に属する。

調査対象地域は石灰岩からなる標高200～300mのカルスト台地上に位置しており、谷部を除いて表

土は数 10cm 程度と薄いこと、特に新規貯水池の建設予定地は小丘や尾根の頂部付近に予定されており、これらの大部分では石灰岩が露岩しており、構造物の建設に際する支持力等に問題はない。

対象地域の地形全般は、海岸地域にあるバロン、ノゴバランの 2 箇所の地下河川からポンプアップにより最高位置にある既存の R-5 の配水池まで送水することとなる。海岸地域から高台の配水池までは、平均数パーセントの地表勾配が続いており、送水管の布設はこの勾配に沿った道路上に設置していくこととなる。

道路沿線は、山地、畑地が続いており、畑地では主にキャッサバが植えられている。この畑地の中には既存のパイプが部分的に布設されており、特にノゴバラン地区ではこの畑地内布設が多く見られる。対象地域の住民は、一部は地域で農業を営んでいるが、大多数はグヌンキドル県の中心であるウォノサリやジョグジャカルタに出向き、そこで仕事をしている。

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) アクセス、道路

本事業計画地域は、グヌンキドル県の中心都市であるウォノサリから車で 30 分近く南部に離れたところに位置し、地域内には国道や大きな幹線道路はない。日常的には地元住民の生活用道路として使われるものが中心である。したがって、道路上の管路布設工事に際しては特に大きな支障は無いと思われる。

主要施設である配水池やポンプ施設は、全てこれらの道路脇の空き地や畑地に計画しており、資機材の運搬には大きな問題点もなく、円滑な作業が可能となる。

(2) 電力、通信事情

対象地域の電力事情は、ジョグジャカルタ市から送られる電力供給により概ね満足できるレベルまで整備されている。また、停電も頻繁に起きるような状況ではなく、本事業完成後のポンプへの電力供給には大きな支障はない。

一方、通信事情はあまり整備されておらず、また、電話を有する家庭が少ないことから、本事業における工事実施に際しては、携帯電話、衛星通信などを利用することとなる。

2-2-2 自然状況

(1) 温度、湿度、風速、日照、降雨日数

対象地域の気候は、12 月から 2 月までの多量の水分を含んだ北西風モンスーンと、6 月から 9 月までの乾いた東風モンスーンに支配される。対象地域の月平均気温は、表-2.4 に示すとおり、年平均気温は 25.9℃、最低は 7 月で 24.6℃、最高は 3 月で 27.1℃である。対象地域の月平均相対湿度は年間を通して高く 89.2%、最低は 11 月で 80.3%、最高は 4 月で 93.3%である。風速は一般に弱く、年平均風速は 0.47 m/s、最低風速は 4 月と 5 月で 0.28 m/s、最高風速は 9 月で 0.84 m/s である。年平均日照率は 53.4%、最低日照率は 2 月で 32.1%、最高日照率は 9 月で 70.3%である。観測データが整っている Playan における降雨日数は年間 103 日で、雨季の 1-2 月は 18 日に上り、乾季の 8 月には 1 日を下回る。

表-2.4 気象データ

| 気候 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 平均値 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 温度(°C) | 25.8 | 25.3 | 27.1 | 26.5 | 26.9 | 26.1 | 24.6 | 24.8 | 25.0 | 26.2 | 26.3 | 25.6 | 25.9 |
| 相対湿度(%) | 91.4 | 92.4 | 92.6 | 93.3 | 91.1 | 92.2 | 91.4 | 89.8 | 89.4 | 86.7 | 80.3 | 80.4 | 89.2 |
| 風速 (m/sec) | 0.35 | 0.35 | 0.31 | 0.28 | 0.28 | 0.32 | 0.45 | 0.64 | 0.84 | 0.79 | 0.55 | 0.45 | 0.47 |
| 日照率(%) | 39.2 | 32.1 | 43.2 | 53.1 | 63.8 | 66.4 | 66.3 | 61.3 | 70.3 | 57.6 | 45.9 | 41.7 | 53.4 |
| 降雨日数 | 17.7 | 18.5 | 13.8 | 11.5 | 4.0 | 4.0 | 2.0 | 0.5 | 1.1 | 6.1 | 11.1 | 14.4 | 102.2 |

平均値は 1992 年から 2003 年の平均値である。

(2) 降水量

対象地域の年間降水量は表-2.5 に示すとおり、1,734mm から 3,600mm である（観測地点を図-2.4 に示す）。通常 11 月から 4 月が雨季で、5 月から 10 月が乾季である。雨季に年間降水量の約 80% に相当する降雨が認められる。

表-2.5 降雨データ

| 地点 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 合計 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| Panggan ¹⁾ | 763 | 359 | 232 | 236 | 40 | 51 | 63 | 3 | 403 | 394 | 478 | 389 | 3600 |
| Playen ²⁾ | 426 | 421 | 363 | 211 | 159 | 92 | 24 | 16 | 41 | 136 | 299 | 326 | 2522 |
| Wonosari ³⁾ | 309 | 262 | 295 | 140 | 99 | 59 | 16 | 11 | 25 | 79 | 179 | 259 | 1734 |

出展：DPUP-DIY の資料。1)1985-2001 年（3 年分欠測）、2)1970-2003 年（7 年分欠測）、3)1970-2000 年（18 年分欠測）

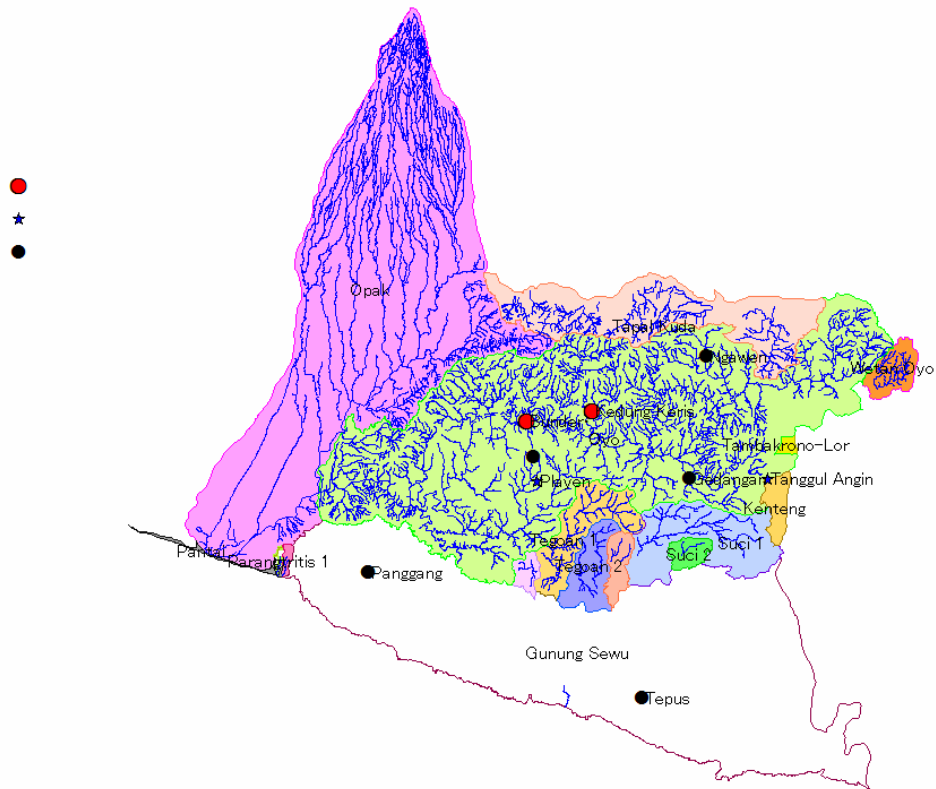


図-2.4 気象観測所と河川流量観測所の位置図

(3) 河川水理

グヌンキドル県を流れる主要河川は Oyo 川であり、県北東部から南東に流れ、隣接するブントゥル県でメラピ火山山麓から流出するオパク川と合流する、流域面積 710km² の河川である。

乾季と雨季で流況が極端に変化する。その一例を図-2.5 に示す。中流域にある観測地点ブンデルにおける乾季の流量は 0.5m³/s を下回っている。そのため河川水の利用と保全を目的としたダム建設計画 (Kali Progo Basin Study) が 1972 年から 1975 年にかけて Sir M. Macdonald & partners によって実施されている。しかし、流域が主に石灰岩で構成され地下浸透が大きいいため、ダム建設を含めたオヨ川の河川水の利用は困難と判断された。

給水対象村落とその周辺を流れるテゴアン川やスシ川等の小河川はウォノサリプラトゥからグヌンセウ地域に流れ、その後洞窟に流れ込んでいる。染料を使った地下水流動実験によると、これらの洞窟からバロン洞窟方向へ流れる流動状況が確認されている。

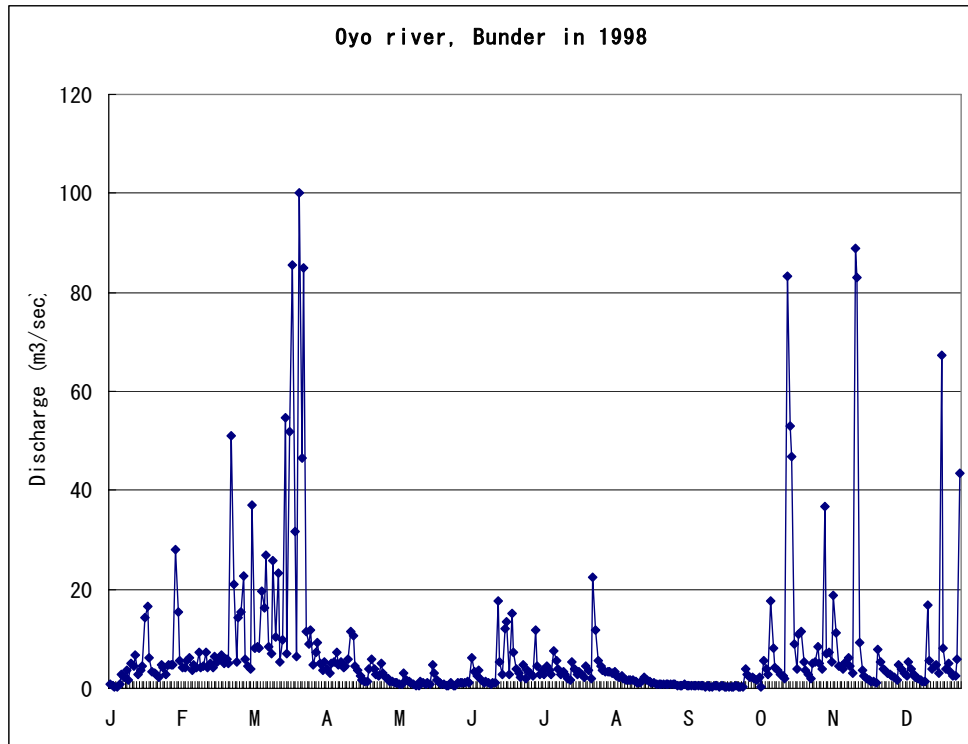


図-2.5 オヨ川のハイドログラフ

(4) 潮位

海岸に面するバロン取水地点での、高潮時における塩水の浸入および要請されている洞窟出口から海に至る間での表流河川からの取水検討に資するため、近傍での潮位観測データを収集した。

対象地域内での潮位観測は、既存ノゴバラン取水地点の海岸で波浪による発電計画のため技術審査機関—海岸波動解析センター「Agency for the Assessment and Application Technology – Coastal Dynamic Research Centre」により行われている。1996年から1997年にかけて波高データは表-2.6のとおりである。

表-2.6 波高データ

| 調査年月 | 1996 | | | | | 1997 | | | | | | | 平均 |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 波高(m) | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.8 | 1.5 | 1.3 | 1.8 | 2.1 | 2.0 | 1.6 |

このデータをもとに、高潮時の波浪最高位は以下のようになる。

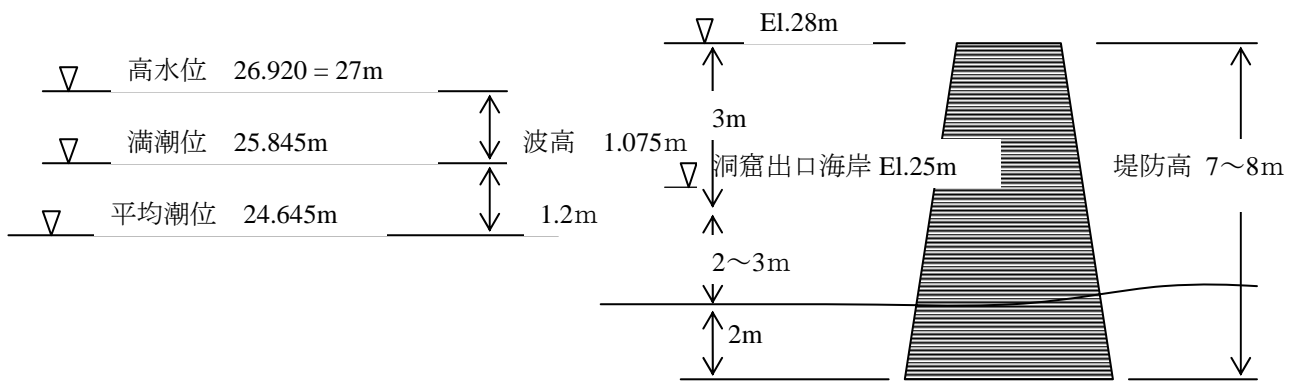


図-2.6 潮位

高水位 27m と比べ、バロン洞窟出口標高はおよそ El.25m であるため、洞窟出口での取水のためには堤防または堰の建設が必要となる。堤防・堰高さは基礎根入れ、余裕高を考慮すると 7~8m 程度となり、週末には観光客も訪れるバロン海岸での建設は好ましくないものと判断される。

一方バロン洞窟内標高は約 30m であり、高水位 27m との差は約 3m であり、防潮のための堤防または堰を設けなくても塩水浸入の心配はないものと判断される。

2-2-3 その他

(1) ベースライン調査の結果

基本設計調査において実施されたベースライン調査の結果概要を表-2.7 に示す。現在の水利用について、その水源を確認したところ（質問 10）、飲料水では調査対象世帯のうち半数が、乾季の主要水源として給水車を挙げているのに対し、各戸給水および公共水栓と答えた割合は 26.6%に留まっている。一方、雨季には雨水の利用が 74.7%と高く、各戸給水および公共水栓の利用は 12.2%と下がっている。また、現在の 1 日当りの使用水量は（質問 11）、1 人当たり約 47 リットルと推定されるが、希望水量は 1 人当たり約 70 リットルと答えており、住民の希望通りの水量が確保できていない実態が伺える。

質問 12~18 は、PDAM からの給水状況についての質問である。各戸給水あるいは公共水栓のいずれかの施設が設置されている世帯は 45%であり（質問 12）、そのうち 85%の世帯で各戸給水を利用しているが、給水状況は良くない（質問 14）。毎日給水されていると答えた世帯は 19%に留まり、50%の世帯で少なくとも月 1 回、あるいは全く水が来ていないと回答している。また、PDAM からの給水量（質問 15）は、1 人 1 日当りの平均水使用量が、各戸給水で 54.2 リットル、公共水栓では 25.8 リットルであった（ともに乾季）。

PDAM のサービスに対する満足度（質問 16）では、水質では「十分あるいは概ね満足」と回答した割合が高いものの、水量については「全く満足できない」との回答が多く、「水が来ていないため不明」と答えた世帯とあわせると 60%にも上っている。料金についても同様、「全く満足でない」との回答が多いが、これは十分な水量を住民が得られないにもかかわらず、料金を徴収されることに対する住民の不満が表れたものと思われる。

その他の質問として、本事業に対するコメントを尋ねたところ（質問 21）、やはり水を安定供給してほしいと回答が最も多かった。また、貧困地域であるため料金はあまり高く設定しないでほしいとの回答も多く見られた。ただし、支払い可能額および支払い意思額では、一定量の水道料金の引き上げは可能であると答えている。

表-2.7 ベースライン調査結果概要 (1/2)

1) 概要

| | |
|-------------|------------------|
| 1 調査対象 | 26 村 312 世帯 |
| 2 世帯平均人口 | 4.70 人/世帯 |
| 3 世帯主の職業 | |
| 農業 | 75% |
| 自営業 | 9% |
| 常勤労働者 | 3% |
| 賃雇労働者 | 3% |
| 政府機関職員 | 8% |
| 無職 | 1% |
| 4 平均土地所有面積 | 1.69 ha/世帯 |
| 5 家畜所有世帯の割合 | |
| 牛 | 66% |
| 鶏 | 53% |
| 山羊 | 62% |
| 6 平均収入 | 796,552 ルピア/月/世帯 |
| 7 平均支出 | 616,106 ルピア/月/世帯 |

2) 現在の水利用状況について

| | | | | |
|--|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 8 水購入世帯の割合 (PDAMもしくは給水車など、何らかの水代を支払っている世帯数) | 87% | | | |
| 9 平均水購入費 | 47,275 ルピア/月/世帯 | | | |
| | (平均収入の | 5.94% に相当) | | |
| | (平均支出の | 7.67% に相当) | | |
| 10 主要水源 | 飲料水 | | 飲料水以外 | |
| | 乾期 | 雨期 | 乾期 | 雨期 |
| 個人給水 | 24.7% | 12.2% | 19.2% | 9.3% |
| 公共水栓 | 1.9% | 0.0% | 1.3% | 0.0% |
| 井戸水 | 7.4% | 7.1% | 8.3% | 7.1% |
| 湧水 | 6.7% | 4.5% | 6.1% | 3.2% |
| 雨水(貯水タンク) | 5.4% | 74.7% | 4.5% | 73.4% |
| 河川水 | 0.6% | 0.0% | 1.9% | 0.3% |
| 給水車 | 50.0% | 0.3% | 51.3% | 0.6% |
| 溜め池 | 0.0% | 0.0% | 4.2% | 4.8% |
| 隣人からの購入 | 3.2% | 1.3% | 3.2% | 1.3% |
| 合計 | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| 11 1日当りの使用水量 | 現在の使用水量 | | 希望水量 | |
| | 世帯当り | 1人当り | 世帯当り | 1人当り |
| 飲料用 | 27.4 | | 40.1 | |
| 家畜用 | 23.8 | | 37.9 | |
| 水浴用 | 86.2 | | 127.2 | |
| 洗濯用 | 69.8 | | 100.7 | |
| その他 | 1.6 | | 10.0 | |
| 合計 | 208.8 | 47.3 | 315.9 | 69.6 |

表-2.7 ベースライン調査結果概要 (2/2)

3) PDAM からの給水について

| | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|------|
| 12 PDAM設備設置世帯数 | 設置 | 設置なし | 総数 | |
| 世帯数 | 139 | 173 | 312 | |
| 割合 | 45% | 55% | 100% | |
| 13 設置されている設備の内訳 | 各戸給水 | 公共水栓 | 不明 | 総数 |
| 世帯数 | 118 | 13 | 8 | 139 |
| 割合 | 85% | 9% | 6% | 100% |
| 14 PDAM給水状況 | 回答数 | 割合 | | |
| 毎日 | 26 | 19% | | |
| 毎週1回以上 | 21 | 15% | | |
| 毎月1回以上 | 22 | 16% | | |
| 毎月1回未満 | 29 | 21% | | |
| 全く水が来ない | 41 | 29% | | |
| 総設置世帯数 | 139 | 100% | | |
| 15 PDAMからの給水量 | 各戸給水 | | 公共水栓 | |
| | 乾期 | 雨期 | 乾期 | 雨期 |
| 1ヶ月平均水使用量(m3/世帯) | 7.0 | 6.4 | 3.4 | 0.0 |
| 1日平均水使用量(liter/日/人) | 54.2 | 49.1 | 25.8 | 0.0 |
| 16 PDAMへの満足度 | 水量 | 水質 | 料金 | |
| 十分満足 | 13.7% | 33.1% | 16.5% | |
| そこそこ満足 | 18.7% | 19.4% | 24.5% | |
| それほど満足ではない | 7.9% | 6.5% | 10.1% | |
| 全く満足でない | 43.2% | 20.1% | 27.3% | |
| 無回答 | 0.0% | 4.3% | 5.0% | |
| 水が来ていないため不明 | 16.5% | 16.5% | 16.5% | |
| 17 PDAM施設の改善を希望するか | | | | |
| 希望する | | | 96% | |
| 希望しない | | | 4% | |
| 18 PDAM施設が改修後の希望水量 | | | | |
| 6時間未満 | | | 42% | |
| 6時間以上12時間未満 | | | 17% | |
| 12時間以上18時間未満 | | | 2% | |
| 18時間以上24時間未満 | | | 0% | |
| 常時使用 | | | 40% | |

4) 支払い可能額/支払い意思額

| | | |
|-------------------|--------------|---------|
| 19 支払可能額 | 平均収入 | 平均支出 |
| 平均収入/支出 | 796,552 | 616,106 |
| 支払可能額(平均収入/支出の3%) | 23,897 | 18,483 |
| 20 支払意思額(WTP) | 3,407 ルピア/m3 | |

5) その他

| | | |
|-------------------------------|-----------------|-----|
| 21 本無償事業に対するコメント(複数回答) | 回答数 | 割合 |
| 水を安定供給して欲しい | 163 | 52% |
| 水道料金はあまり上げないで欲しい | 118 | 38% |
| プロジェクトを早期に開始して欲しい | 89 | 29% |
| PDAMのサービスを向上して欲しい | 83 | 27% |
| 清潔な水を供給して欲しい | 52 | 17% |
| 貧困世帯にも水を届けて欲しい | 12 | 4% |
| 料金は高くても構わない | 12 | 4% |
| その他 | 4 | 1% |
| 22 水汲み状況 | | |
| 水汲みを行っている世帯の割合 | 6.1 % | |
| 水源までの平均距離(km) | 0.89 km | |
| 往復にかかる平均時間(分) | 38 分 | |
| 23 飲料水は煮沸状況 | 回答数 | |
| 煮沸している | 311 | |
| 煮沸していない | 1 ^{*1} | |
| *1: 市販の飲料水を購入しているため、煮沸は不要との回答 | | |

(2) 社会・環境面への配慮

上述のベースライン調査や施設に関するインベントリー調査を通じ、JICA の環境ガイドラインに基づき事業対象地域の社会、自然環境に対する初期環境影響調査（IEE）を行った。その結果、特に大きなインパクトを与える要因が存在せず、その後の環境影響評価（EIA）の実施を必要としないことが明らかとなった。したがって、本報告書では IEE の結果に基づき、小規模に発生する可能性のある環境インパクト緩和に対する方針、対策を述べるに留めた。具体的な方針、対策として、施工現場の周辺環境への騒音、振動、粉塵、廃水、交通支障など、工事実施期間中に発生するインパクトとその対策について取りまとめることとした。詳細については、3-2 の協力対象事業の設計方針にとりまとめたとおりである。

また、今回の給水施設整備案件は、インドネシア国の法律及び諸規定に従い、「環境のモニタリング」と「環境管理」をインドネシア側実施機関が実施することを義務付けていることから、今後インドネシア側がこれを行い、その結果を日本側に報告することとした。

なお、本事業では家屋の移転は発生しないが、畑などの土地収容が予定されており、インドネシア側では土地所有者と交渉しているが、保証を行うことも含めこれまでのところ土地所有者との問題は生じていないと報告されている。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

本事業対象地域を含むグヌンキドル県は、ジャワ島ジョクジャカルタ特別州にある5つの県の一つであり、人口は約75万人である。現在、この地域では井戸、地下河川、泉等を水源とした公共の水道システム並びに各戸による戸別取水を行っている。

本事業は国家開発計画(2000-2004)に基づく「地方給水導入計画」の一環として位置図けられた給水プロジェクトであり、普及率を上げ、安全かつ十分な水を供給することにより住民の生活向上、衛生環境を改善することを目標としている。この目的のため、恒常的な水不足に悩まされている対象地域内での取水能力を増加すると共に、浄水並びに送・配水施設、更には各家庭までの取り付け管や共同水栓等の施設整備を行うものである。また、本事業を通じて将来の運営・維持管理能力の向上を目指すため、維持管理技術の伝達や料金徴収・財務管理手法の強化に関わるソフトコンポーネント・プログラムを併せて実施する。

本計画給水システムは、既存のノゴバランシステムと新たに整備するバロンシステムの2系列のシステムを併用するものである。ノゴバランシステムは既存の取水能力を最大限まで上げ、一日平均3,200 m³/dayを取水する計画とし、送・配水施設は既存の施設を有効利用することとした。一方、バロンシステムは日最大5,280 m³/dayを取水し、ポンプ、送水管、配水池等の各施設は、既存の施設が老朽化し、かつ、能力が不足しているため、一部で現在利用されていない既存の送水管を利用する他は、施設を全て新設する計画とした。

本事業化調査のプロジェクト・デザイン・マトリクス(PDM)を表-3.1に、また、事業の概要を表-3.2に示す。

表-3.1 プロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM)

| プロジェクトの要約 | 指 標 | 指標データ入手手段 | 外 部 条 件 |
|---|--|---|--|
| 上位目標 グヌンキドル県南部計画対象地域の住民の生活環境を改善する。 | a. 対象地域住民の水因性疾患が減少する。 b. 年間を通して、安定した水が入手できる。 | a. 事業実施後のモニタリング調査結果 b. 州、県の関連機関、特にPDAMの維持管理資料 | インドネシア政府の地方給水の維持管理に関わる実施体制や基本政策に変更がない。 |
| プロジェクト目標 新たな取水施設を建設し、プロジェクト対象地域住民への給水量を確保し、安全で安定した飲料水が供給できる。 | a. 対象地域の給水人口を全人口134,000人の70% (93,800人) とする。 b. 適正な維持管理および料金徴収管理を行う。 | a. 事業実施後のモニタリング調査結果 b. 州、県の関連機関、特にPDAMの維持管理資料 | 州、県の運営維持管理体制、支援体制と、PDAMによる運営・維持管理が適正、かつ、継続的に行われること。 |
| 成果 a. プロジェクト対象地域に給水施設が整備される。 b. 関係機関の維持管理能力が向上し、健全な水道事業が運営される。 | a. 新しい給水施設が整備される。 b. 関連機関での維持管理能力を持つ者が育成される。 c. 台帳による施設の運営・維持管理が適正に行われる。 | a. 給水施設の工事竣工図 b. 台帳による運営・維持管理の実施記録 c. マニュアル、ガイドライン、モニタリング報告書 | <ul style="list-style-type: none"> 気候の変化により、地下河川の水量ポテンシャルが変化しない。 関連機関の運営・維持管理体制が継続されること。 |
| 活動 A.日本国側 1.給水施設の建設 <ul style="list-style-type: none"> 取水、導水、浄水場、配水施設、各戸給水管等の建設 2.関連機関の運営・維持管理に関するソフトコンポーネントの実施 <ul style="list-style-type: none"> 関係者への教育・研修 マニュアル、ガイドラインの作成 モニタリングの実施 B.インドネシア国側 1.施設建設 <ul style="list-style-type: none"> 取り付け管の工事 アクセス道路、閥開、パーキング、電力設備 2.工事関する手続き関連 <ul style="list-style-type: none"> 免税、手続き、経費負担 3.インベントリー調査と台帳の作成 <ul style="list-style-type: none"> 施設のインベントリー実施 モニタリングの実施 | 投入 A.日本国側 人材 (ソフトコンポーネント支援) <ul style="list-style-type: none"> a. 日本人浄水場運転・管理専門家 0.9 人/月 b. インドネシア人浄水場運転・管理、維持管理および経営・財務専門家 3.5 人/月 施設建設 <ul style="list-style-type: none"> a. 取水、浄水場、送水、配水施設 b. 取り付け管メーターの手前までの材料、公共水栓の工事 事業費 11.08 億円 | B.インドネシア国側 施設建設関連 <ul style="list-style-type: none"> a. 用地買収 b. 閥開、造成 c. アクセス道路 d. フェンス、ゲート e. 電力供給設備 f. 諸手続・経費 事業費 58 百万円 | 前提条件 <ul style="list-style-type: none"> 州、県、PDAMによる支援、維持管理体制が確実に形成される。 ソフトコンポーネントで形成された体制が、確実に実施され、維持される。 |

表-3.2 プロジェクト概要

| | 施設項目 | 整備対象位置・区間 | 施設の名称 | 施設の仕様 |
|---|-----------|-----------------------|--|---|
| 1 | 取水施設 | バロン洞窟内 | 水中モーターポンプ | Q=50 l/s, H=39 m, Unit=2+1(stand-by) |
| | | | 取水管(塗覆装鋼管) | D=200mm, L=99m, Q=100 l/s |
| 2 | 配水池、送水ポンプ | BR-0 バロンアタス | 浄水場(緩速ろ過) 配水池 | A=412.5m ² x3 池 V=253 m ³ 塩素滅菌設備含む |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=50 l/s, H=99 m, Unit=2+1 |
| | | BR-1 コンゴ | 配水池 | V=253 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ(BR-2 Buru タンクまで) | Q=36.5 l/s, H=107 m, Unit=2+1 |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ(BR-4 Kemadang Baru)タンクまで | Q=27 l/s, H=100 m, Unit=1+1 |
| | | BR-2 ブル | 配水池 | V=196 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=35 l/s, H=104 m, Unit=2+1 |
| | | BR-3 バロス | 配水池 | V=169 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=35 l/s, H=89 m, Unit=2+1 |
| | | BR-4 クマダンバル | 配水池 | V=144 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=20 l/s, H=99 m, Unit=1+1 |
| | | BR-5 ゲバンバル | 配水池 | V=92 m ³ |
| | | BR-6 タンジュンサリ | 配水池 | V=53 m ³ |
| | | | 横型多段渦巻きポンプ | Q=15 l/s, H=74 m, Unit=2+1 |
| | | BR-7 メンダンバル | 配水池 | V=169 m ³ |
| 3 | 送水管 | Intake ~ BR-0 | 亜鉛メッキ鋼管 (GIP) | D=300 mm, L=977 m, Q=100 l/s |
| | | BR-0 ~ BR-1 | GIP | D=300 mm, L=2,350 m, Q=100 l/s |
| | | BR-1 ~ BR-2 | GIP | D=300 mm, L=3,331 m, Q=73 l/s |
| | | BR-2 ~ BR-3 | GIP | D=300 mm, L=4,249 m, Q=70 l/s |
| | | BR-3 ~ R-5 | GIP | D=300 mm, L=5,340 m, Q=70 l/s |
| | | BR-1 ~ BR-4 | GIP | D=200 mm, L=2,224 m, Q=27 l/s |
| | | BR-4 ~ BR-5 | GIP | D=200 mm, L=2,711 m, Q=20 l/s |
| | | 既存のプリピンシステム 管渠への接続 | GIP | D=150 mm, L=638 m, Q=9.3 l/s |
| | | BR-6 ~ BR-7 | GIP | D=150 mm, L=2,943 m, Q=15 l/s |
| 4 | 配水管 | From BR-2 | GIP | D=50 mm, L=32 m, Q=185 m ³ /day |
| | | From BR-4 | GIP | D=50 mm, L=53 m, Q=417 m ³ /day |
| | | From BR-5 | GIP | D=50 mm, L=120 m, Q=266 m ³ /day |
| | | From BR-7 | GIP | D=50 mm, L=53 m, Q=804 m ³ /day |
| | | R5 からのメイン配水管 | GIP | D=50 mm, L=3,340 m D=100 mm, L=880 m D=200 mm, L=3,445 m Q=418 m ³ /day |
| | | 7 カ村への配水 | GIP | D=50 mm, L=2,000 m |
| | | 既存配水管への接続 | GIP | D=50 mm, L=11 m |

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本事業対象地域は、「調査対象地域位置図」に示したように、グヌンキドル県の南西部に位置し、東西 34 km、南北 15 km に亘る地域である。本事業実施に際し、事業内容の妥当性を検証し、適正な計画対象地域を設定する必要がある、以下に示す方針に基づきこれを行った。

- ① グヌンキドル県内で最も乾期の水不足が激しく、早急に水源開発および給水施設改善計画が必要な地域であること。
- ② 計画対象地域内の既存水源水により、対象地域の給水サービス人口全てを賄うことが可能であり、かつ、経済的な水源開発および給水計画が可能となる対象地域であること。
- ③ 対象地域の地形的要因から一部にポンプ圧送を必要とするが、それ以降、ほぼ全地域に対し自然流下による配水が可能となり、効率的な送・配水が可能となる対象地域であること。

(2) 自然条件に対する方針

本事業対象地域において、事業実施に影響を与える自然条件は、①雨季と乾季の降雨量の差が大きいこと、②地質が石灰岩からなるカルスト台地からなっており、保水量が小さく、かつ、表流水による浸透の影響も受けること、③地形が急峻であり、また、低地区に位置する水源であるバロン地下河川から計画対象地区には全てポンプによる送水が必要であること、等であり、これらに十分留意した基本設計とした。また、毎年 11 月から翌年 4 月の雨季に降雨は集中しており、施工に際して資機材の調達、監理や工程計画の策定に十分配慮する必要がある。さらに、雨季には岩の間隙から地表水が地下河川に流れ込み、高濁度や大腸菌の流入などが顕著となるため、濁度削減や殺菌対策のための施設を設けることとした。

(3) 社会経済条件に対する方針

対象地域は乾季には降水量が極めて少なく、雨期に溜めた貯水タンクの水も枯渇するため、住民は高価な給水車からの売水か、もしくは数キロに及ぶ水汲みに依存せざるをえない状況であり、安定した公共水道サービスに対する住民のニーズは極めて高い。しかし、対象地域がグヌンキドル県南部の山間部に位置する貧困地域であることから、住民の「支払い可能額」および「支払い意思額」の調査結果に十分に配慮し、維持管理費用を抑えた施設計画や適正な水道料金の設定に配慮した。

また、グヌンキドル県保健センターの報告によると、患者のうち水因性疾患の割合が 15.7% を占めており、特に、雨水や給水車からの売水を蓄える貯水タンクの衛生状況が悪く、対象地域の生活環境は良い状況ではない。したがって、本事業により衛生的な水を供給し対象地域の衛生環境の改善を図ると共に、水質調査およびモニタリングを常時行い安全な水を確保できる計画とした。

(4) 給水開発・改善計画策定の方針

1) 給水開発計画の基本方針

現在、対象地域においては、施設整備の面では給水普及率は約 50%以上と言われているが、乾期における取水量の減少、送・配水施設の容量不足、更に老朽化による漏水など、実際は 30%未満にとどまっている。この状況に対処するため、2002 年の我が国への本事業実施の要請時には、対象地域全域の住民に対し十分な水を供給すること、そのため、バロン水源での取水量を 150 l/s とした取水施設整備、配水池の建設、30km 以上の送・配水管渠の布設が計画された。

これを受け、基本設計調査では、既存施設の踏査、詳細な要請内容のレビュー、代替水源の検討、社会調査等を行い、帰国後給水システムの各施設に対する設計・検討を行った。現地調査、設計・検討に際しては、以下の基本方針に基づき給水開発計画を策定した。

- ① インドネシア国の上位計画に準拠し、可能な限り給水普及率を上げるよう施設改善計画を策定する。ただし、既存の給水システムおよび施設能力を最大限に利用し、コスト縮減を考えた経済的な施設改善計画とする。
- ② 計画年、計画人口、単位給水量、計画・設計基準など、計画の基本となる条件全てをレビュー・検討し、適正な設計パラメーターを新たに設定する。
- ③ これら計画の基本条件および既存の施設能力に基づき、将来における適正な取水量を確保すると共に、適正な施設規模、施設配置を行う。施設配置については代替検討を行い、建設に際しての経済性に留意する。
- ④ 施設計画に関しては、完成後の維持管理面での合理性、効率性を重視すると共に、経済性について十分配慮する。

本事業化調査では、これら基本設計方針のレビューを行い、妥当であると判断した。

2) 水源開発方針

基本設計調査において、既存のノゴバラン地下河川、バロン地下河川の他にグリビン給水システムのトト地下河川、ウォノサリおよびプラヤン地区の管井戸、対象地域西部のベカ地下水、更に表流水の代表としてオヨ川等を代替水源として検討した。

バロン地下河川およびノゴバラン地下河川以外の水源候補は、①本計画対象地域から遠隔地にあり、大規模な送水管やポンプ施設を設置することから経済的ではないこと、②管井戸の場合は、ウォノサリやプラヤン地区での地下水のポテンシャルが小さく、また、多くの井戸掘削のために多額の費用が生ずるため、これも経済的でないこと、③表流水の開発は乾期の流出量が極めて小さいことや、小規模ダムを建設しても地質が石灰岩質であることから漏水が大きく、貯留能力がないこと、等が明らかとなった。

水源開発に関しては、水量において十分なポテンシャルを有していること、初期投資額が小さく、かつ、維持管理費も少ない方法を選定することとした。その結果、ノゴバラン地下河川とバロン地

下河川を本事業の水源とすることとした。ノゴバラン地下河川は、平均 80 l/s の水量を有し、最低でも 60 l/s 以上が確保できることから、本事業においても継続してこの水源を利用する。また、バロン水源は平均 5,000 l/s が確保できることから本事業の基本的、かつ、中心的水源として利用することとした。

本事業化調査においても、本水源が妥当であると判断した。

3) 給水システムの計画方針

本事業対象地域は、上述のようにノゴバラン水源とバロン水源による給水システムによって水需要を賄う計画とする。ノゴバランおよびバロン水源共に、対象地域内の最も標高の高い位置にある既存のカラン配水池（R-5）に送水し、そこから周辺地区に重力により配水を行う方針である。配水に関しては、既存の配水管を利用することとするが、PDAM によるインベントリー調査に基づく管渠能力、老朽化、漏水問題などのチェックが必要であり、本事業を成功裏に納める前提条件である。

対象地域への給水普及率は 70% を目標とし、各家庭への給水方法は、給水人口の 80% は配水管から直結する各戸給水とし、残りの、20% は公共水栓で配水する計画である。

計画対象地域へは 24 時間給水を前提として施設整備を行うこととする。そのため、配水池の水位の自動モニタリング、ポンプ施設の自動オン・オフ装置を設置する計画とした。

4) 施設設計方針

施設設計においては、インドネシア国および対象地域の施工条件、設計条件を念頭に置き、個々の詳細な設計基準、指針については我が国の基準、指針に準拠することとした。主要な施設に関する設計方針は以下のとおりである。

- ① 管渠の選定：管渠には最大で 1.18 MPa (12 kgf/cm²) 以上の水圧がかかること、埋設位置の土質が石灰岩質であり、運搬、設置時の耐久性、さらに当該地域での使用実績が非常に多いこと、インドネシア国内での材料調達が容易であること、などから埋設管渠は亜鉛メッキ鋼管とした。
- ② 配水池：配水池の規模、施工面での経済性から、水密性のあるコンクリート製の配水池とした。また、周辺土質が石灰岩質であるため、べた基礎など簡易な基礎で対応可能である。
- ③ ポンプ施設：水源におけるポンプ施設は、立地条件、施工条件、運転・維持管理面から水中モーターポンプとし、その他の中継配水池は経済性、維持管理面から横軸多段渦巻きポンプとした。

(5) 建設事情、現地業者の活用に関する方針

バロン水源が位置する海浜は、現在、地元住民並びに近隣都市住民のレクリエーションの場となっている。この地区での工事実施においては、自然公園などの指定区域ではないため特別な手続きは必要としない。しかし、工事中の同地区への騒音・振動・汚濁水の排出など、環境問題には十分留意して行う必要がある。

当該地区での給水施設の建設はこれまで水道公社の管理の下、近隣のジョグジャカルタ市や近隣都市の建設会社により実施されてきた。本事業の実施においてもこれら地元の建設会社が下請け会社として活用する予定である。地元建設会社は難易度の高い工事は得意としてないが、配水管、配水池、ポンプなどの工事においては十分工事を実施する能力を有しており、これらの業者を活用することにより経済的な工事実施を行う計画である。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

事業の運営・維持管理は PDAM（県水道公社）により実施されるが、PDAM の運営・維持管理上の問題点として、1) ポンプ・送配水管等の台帳が未整備であり、それに基づく定期的な点検・修理が実施されていないこと、2) 新規に導入される自動運転装置の運営管理に関する知識が不足していること、3) 水質管理に対する知識が不足していること、などの技術面における問題点と、4) 料金徴収が定期的、かつ、適正に実施されていないこと、5) 会計処理能力が低いこと、6) 住民からのクレームに迅速に対応できていないこと、など財務・運営面での問題点が挙げられる。これらの問題点の解決には、本事業完成後実施機関による自助努力が不可欠であるが、現在の PDAM の施設維持管理能力および財務管理能力を見る限り、自助努力のみでは十分ではないと判断された。したがって、本事業ではソフトコンポーネントを併せて実施することとし、施設の運営・維持管理実施能力の向上、並びに財務管理能力の強化を行うこととする。

(7) 施工に係る方針

施工に関しては雨季、乾季の気象条件、当該地域の山谷の多い地形条件等を考え、複数のローカル下請け施工業者を投入し、効率のよい行程で作業が完了できるよう施工計画を立てる。また、管渠、配水池、ポンプ場等の工事と完了後の通水試験や運転試験を効率的に行うため、全体工期を 2 期分けとし、効果的、合理的な工程計画とした。

送・配水管路布設は、管路延長が 30 km 以上と長く、主に道路路肩に埋設工事で執り行う計画であるため、交通支障対策、安全対策、警備対策などを踏まえた計画とした。また、施工中の騒音、振動、汚泥や廃水の流出等環境面での保全に配慮した施工計画とした。

(8) 維持管理機材調達方針

主要な維持管理施設は送・配水管渠施設であり、管渠、バルブ、ポンプ、メーター、電気機器などが対象となる。これに対し、PDAM から維持管理機材リストとそれらを運ぶ運搬車（ピックアップトラック）が機材供与として要請されている。これらの維持管理機材は全て現地調達で賄う方針である。また、機材の入手、運搬、使用方法も PDAM が熟知しているため調達に関し特に問題は見受けられない。さらに、自動遠隔操作を行うための配水池内の電極棒、これとポンプを繋ぐケーブル、ポンプスイッチを司るパネル等は、いずれも現地調達可能な汎用性の多い材料を選定することとした。

3-2-2 基本計画（施設計画/機材計画）

(1) 給水施設計画

1) 給水対象範囲

給水対象範囲は、巻頭の調査対象地域位置図に示した範囲とする。水源を既存のノゴバランおよびバロン地下河川の2箇所とし、給水対象範囲としては、東は既存のブリビン・システムとの境界、西は既存の給水管が布設されているパンガン地区、南はインド洋に面した海岸地域、北はウォノサリ南部までとした。

2) 計画給水人口

本案件では過大な開発を抑制しかつ裨益効果を充足するため、事業対象地域における現在の人口をもとに計画給水人口を設定することとした。入手できた最新の人口データは2004年のものであったため、2004年現在の人口を計画給水人口とした。給水率に対しては、現地水道公社との協議の結果、本事業における計画給水普及率を70%と設定した。これらより、2004年(基本設計調査時)での人口13,400人に70%を乗じた93,800人を計画給水人口とした。

3) 給水原単位

サービス人口はベースライン調査の結果から80%を各戸給水、20%を公共水栓使用者と分類し、インドネシア政府の「村落水道技術指針」から各戸給水の場合60L/人/日、公共水栓の場合は30L/人/日を給水原単位とした。無収水量は水道公社との協議の結果30%と設定し、給水原単位に追加した。また、家畜などの家庭給水以外のものは家庭給水原単位の10%相当とした。これらより、水需要量は表-3.3の通りとなった。

表-3.3 水需要量

| | 給水人口 | 原単位 (L/人/日) | | 無収水量 (L/日) | 水需要量 (L/人/日) | 水需要量 (m ³ /日) |
|---------------|--------|----------------|-------------|---------------|---|-----------------------------|
| | (A) | 家庭(B) | 家畜など (C) | (D)=(F) x30% | $\frac{(F)=(B)+(C)+(D)}{((F)={(B)+(C)}/0.7)}$ | (G)=(A)x(F) |
| 各戸給水 (80%) | 75,040 | 60 | 6 | 28.3 | 94.3 | 7,075 |
| 公共水栓 (20%) | 18,760 | 30 | 3 | 14.1 | 47.1 | 884 |
| 合計 | 93,800 | | | | | 7,960 |

一人一日当たりの水需要量は、各戸給水の場合94.3 L/人/日、共同水栓の場合47.1 L/人/日と設定した。

5) 計画給水量

上述の計算から、計画給水量(計画日平均給水量)を8,000 m³/dと設定した。本事業対象地域では現在、2つの地下河川を水源とした給水システム(ノゴバランシステム、バロンシステム)が稼働している。基本設計調査(2004年)においてノゴバランシステムは問題なく稼働していることが確認されたため、引き続き使用を続けることとした。バロンシステムは老朽化が激しいことから継続

的な使用ができないため、新設することとした。経済的な観点から既存の施設を最大限に利用することとし、ノゴバランの現在の給水能力 3,200m³/日を維持し、バロンシステムに対し 48,00 m³/日を新設することとした。

6) 水質管理

現在、既存のノゴバランシステム、バロンシステムは共に無処理で給水している。基本設計調査(2004年)において、現地水道公社より両水源共に飲料水として水質に大きな問題はないとの報告を受けていた。しかし、バロンシステムにおいては激しい降雨の後は石灰岩の間隙から雨水が直接地下河川に流入し、水源水質が悪化しているようであるとの報告もあり、バロンシステムにおいて基本設計調査、事業化調査を通じ水質調査を行った。その結果、表-3.4の通り、降雨の後濁度及び大腸菌群に対し WHO の基準及び「イ」国の水質基準を超える数値が確認された。降雨後は一時取水を停止し、水質が安定してから取水を再開することも考えられるが、雨期には毎日降雨があるため、清浄な水の安定供給の観点から浄水システムを設置し、水質管理を行う必要があると判断した。

一般に「沈殿のみ」、「緩速ろ過処理」、「急速ろ過処理」の3通りの処理方法が考えられ、水処理コストは「沈殿のみ」<「緩速ろ過処理」<「急速ろ過処理」の順で高くなるとされている。水源水質の濁度が 15NTU 前後である場合、「沈殿のみ」では処理しきれないが「緩速ろ過処理」では処理可能である。「急速ろ過処理」は高濁度の水源水に対応できるが、水質に合わせて凝集薬剂量を変化させるなど運転には熟練を要する。「緩速ろ過処理」では、凝集剤に頼らずサンドフィルターのみで処理が行われ維持管理の容易であるため、本事業では「緩速ろ過処理」を採用した。本処理により WHO 基準及び「イ」国の水質基準に沿う飲料水が確保できる。

表-3.4 水質調査結果(抜粋)

| | インドネシア 水道水質基準 | WHO 基準 | 乾季 (基本設計調査時) | 雨期 (事業化調査時) |
|--------------------|------------------|--------|-----------------|----------------|
| 大腸菌 (MPN/100ml) | 0 | 0 | 23, 30 | 120 |
| 濁度 (NTU) | 5 | 5 | 1 | 16 |

(2) 施設設計

1) 取水工

本事業の水源として、既存のノゴバラン水源とバロン水源を利用することとする。既存のノゴバラン地下河川からの取水は、既存のポンプ施設をそのまま利用し、ポンプによる設計取水能力 60 l/s を 15 時間稼働させ、一日当たり 3,200 m³/d の取水を維持することとする。

一方、バロン水源では既存の取水能力が非常に小さいことや、送水管、配水池などの能力が小さく、かつ、老朽化しているため新たな取水施設を設置し、送・配水施設全てを新設する計画とした。バロンシステムの取水能力は、日最大 5,280 m³/d である。

i) 取水ポンプ

吐き出し量 Q=50 l/s、ユニット数 3 台 (1 台予備)、揚程 H=39 m

タイプは水中渦巻斜流ポンプ（脱着装置式）

ii) 取水施設計画

バロンの鍾乳洞入り口から地下河川（水面）まで、延長約 30 m、平均 40 度の下り勾配となっている。また、鍾乳洞入り口から水面までは高さが約 3 m 弱の狭い空間となっており、ポンプ、パイプ、足場工等の資機材や掘削したズリの運搬にはレールを敷き、小型トロッコを用いる設計とした。また、3 台のポンプ設置位置には足場用のデッキを設け、ポンプの維持管理や取り替え用に用いる設計とした。

2) 送水管

送水管は、維持管理機関の実績、埋設位置の地形・地質要因、現地での材料調達の容易さと経済性などの観点から、亜鉛メッキ鋼管を用いることとした。送水管のルートは、取水工からバロンシステムの BR-7 配水池までと、途中から分岐させ R-5 配水池まで送る 2 つの系列に分けた。流量計算に用いた流速係数は一律 110 とした。各配水池間の延長、管径、流量、損失水頭等の計算結果は表-3.5 のとおりである。

表-3.5 流量計算結果表

| | 区間 | 管延長 (m) | 管径 (mm) | 流量 (m ³ /s) | 高度差 (m) | 全水頭 (m) |
|----|---------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|
| 1. | Intake ~ Baron Atas | 977 | 300 | 0.100 | 35.8 | 48.93 |
| 2. | Baron Atas ~ BR-1 | 2,350 | 300 | 0.100 | 69.5 | 95.31 |
| 3. | BR-1 ~ BR-2 | 3,331 | 300 | 0.073 | 95.5 | 117.60 |
| 4. | BR-2 ~ BR-3 | 4,249 | 300 | 0.070 | 66.6 | 91.28 |
| 5. | BR-3 ~ R-5 | 5,340 | 300 | 0.070 | 56.6 | 85.52 |
| 6. | BR-1 ~ BR-4 | 2,224 | 200 | 0.027 | 81.0 | 98.14 |
| 7. | BR-4 ~ BR-5 | 2,711 | 200 | 0.020 | 89.5 | 102.83 |
| 8. | BR-6 ~ BR-7 | 2,943 | 150 | 0.015 | 35.0 | 62.52 |
| | 合計 | 24,125 | | | | |

3) ポンプ施設

各配水池にはポンプ施設を設け、更にもその上の標高の高い位置にある配水池まで送水することとした。送水ポンプの種類は、取水工と異なり周辺に用地が十分確保でき、維持管理が容易なことから安価な横軸渦巻多段ポンプを用いることとした。なお、ポンプ施設に対しては、オペレータ操作によらない自動運転を計画した。

4) 配水池

配水池は、上流の配水池（地形的に標高が下）から下流の配水池（地形的に標高が上）に送水するための中継のみの役割を成すと同時に、その位置から周辺の村落へ配水する機能を持つものの2種類を計画した。配水池の構造は水密性を保ち、経済的であることを基本的に考えコンクリート製とした。また、周辺地盤は石灰岩が地表付近まで露出する強固な地盤であるため、基礎構造は“べた基礎”とした。

5) 浄水施設

浄水施設はバロンアタスに建設し、その処理方式として緩速ろ過法を採用した。安定した水処理には、運転が容易で故障が少なく、現地の技術で維持管理が可能な施設を採用することが不可欠であるため、本設計では可能な限り機械・電気設備を省き、自然流下を主体とした簡素な設計とした。

着水井の機能は、取水場から送られてくる原水を本計画の3系統の緩速濾過池に均等に配分することであり、3箇所固定堰で行うこととした。堰の下流には手動制水弁を設け、各濾過池への流入を単独に行える構造とした。

緩速濾過池の設計流量は、 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ($8,640 \text{ m}^3/\text{d}$)、設計ろ過速度は 7m/d 、池数は3池とする。各池の寸法は縦 25m 、横 16.5m 、深さ 2.5m で、ろ床面積は 411m^2 とした。緩速ろ過は、ろ過砂の表面に形成される微生物膜（ろ過膜）を通して行われるが、原水の濁度が高いほど成長速度が速いとされる。ろ過膜の成長が進み、ろ過能力がある範囲を超えると表面の砂を掻き取り、ろ過能力の回復を行う必要がある。通常1～2箇月に一度のろ過砂の掻き取りが必要である。

浄水量と送流量の調整、滅菌のための塩素注入と混和のため、濾過池の後に配水池を設けた。配水池は、送水ポンプ室、薬品貯蔵室及び薬品注入室を一体の構造物として建設する。滅菌設備はさらし粉溶解タンク（FRP製）、重力式注入機（フロート式）からなり、注入は全て自然流下方式で行う。設計上のさらし粉の塩素濃度は重量比で30%、処理水への塩素注入率は 0.3 mg/l とした。

6) 配水管

配水管は、現地の地形や石灰岩の多い地質状況から管渠の耐久性に配慮したこと、維持管理組織であるPDAMでの使用実績が多く、資材の調達が容易なこと、等から亜鉛メッキ鋼管を用いることとした。敷設位置は道路脇の路肩とし、土被り 1.0m に埋設することにした。

7) 付帯工

取水口工事で発生する掘削ずり並びに工事用資機材運搬のために鍾乳洞入り口と海浜部の間に仮設ケーブルクレーンの敷設を計画した。ただし当仮設備は任意仮設とし、コントラクターが代替

案を比較検討した上で最終案を決定するものとした。