

カンボジア国
鉱工業エネルギー省

カンボジア国
地方州都における配水管改修及び拡張計画
準備調査報告書

平成 23 年 3 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

環境
CR (1)
11 - 062

カンボジア国
鉱工業エネルギー省

カンボジア国
地方州都における配水管改修及び拡張計画
準備調査報告書

平成 23 年 3 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

序 文

独立行政法人国際協力機構は、カンボジア王国の地方州都における配水管改修及び拡張計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成22年7月から平成23年3月まで、株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツの阿部信樹氏を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、カンボジアの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、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。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成23年3月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 江島 真也

要 約

1. カンボジア国の概要

カンボジア王国（以下、「カ」国という）は、インドシナ半島に位置し、東側をベトナム、西側をタイ、北側をラオスに囲まれており、総面積は 181,000km²、「カ」国政府統計による 2008 年の総人口は 13.4 百万である。「カ」国の気候区分は、高温多湿な熱帯地域に属する。年間降水量は、凡そ 1,000 mm～3,000 mm の範囲である。

「カ」国は 1953 年の独立後、1960 年代まで安定した時代が続いたが、1970～1980 年代にかけて内戦などによる不安定な時代が続き、1998 年のフン・セン新政権成立により政治的安定を達成した。

経済面では、新政権成立後、経済成長率は上向きに転じ、2007 年までの 10 年間の平均 GDP 成長率は 9.4% となった。ADB 年次報告 2009 年によると、「カ」国の国内総生産 (GDP : gross domestic product) は約 122.4 億ドル、一人当たり GDP は 832 ドルとなっている。産業別 GDP 比率は、第 1 次産業（農林水産業）が 34 %、第 2 次産業（鉱工業）が 24 %、および第 3 次産業（サービス業）が 42 % である。2009 年国家予算は、約 21.3 億ドルと少なく、その約 30 % が DAC 諸国からの二国間 ODA で占められ、同国経済が外資依存型と見ることができる。

近年、「カ」国は急速な経済成長を遂げたが、リーマン・ショックに端を発した 2008 年 9 月の金融危機以降、国内総生産も停滞した。その結果、2007 年までの堅調な GDP 成長が、2009 年にマイナス成長 (-2.0 % : US ドル換算) に転じた。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「カ」国では、内戦後、我が国をはじめ他ドナーの支援により首都プノンペン市の上水道の施設整備及び運営・維持管理に関する人材育成等の支援が行われ、給水能力の向上が図られてきた。一方、首都以外の地方都市における給水能力は依然として低く、国民全体に安全な水の供給が行われていない。2006 年に策定され、その後 2013 年まで延長された「カ」国の国家開発戦略計画では、都市部で安全な水へのアクセス率を 80% まで引き上げることを目標としているが、地方都市の上水道を所轄する鉱工業・エネルギー省の 2008 年調査結果によれば、全国で安全な水にアクセス可能な人口は 51% に過ぎないとされ、地方都市における給水サービスの向上が課題となっている。

この内、プルサット、コンポントム、スパイリエン、シハヌークビル及びバタンバン各州都では、これまで各ドナーの支援により浄水場が拡充整備されたものの配水管網の整備が進んでいないため、実際の給水量は既存の上水供給能力を十分に活かしきれていない状況にある。また、老朽化した配水管に起因する漏水が頻発し、無収水による損失は水道水の有効利用、及び事業経営上の大きな問題となっている。

こうした背景の中で、「カ」国政府は我が国に対して 2010 年 1 月に 5 州都の給水サービス向上を目的とした配水管網の拡張及び改修にかかる無償資金協力事業の要請を行った。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容（概略設計、施設計画・機材計画の概略）

上記の経緯の下、日本国政府は、「カ」国の地方州都における配水管改修及び拡張計画に係る協力準備調査を行うことを決定した。これを受け、JICA は、事業規模の妥当性及び各州都の整備優先度を検討したうえで、その結果に基づき選定された対象州都に対して無償資金協力として適切な概略設計を行い、事業計画を策定し、概略事業費を積算することを目的とした調査を実施する運びとなった。JICA は 2010 年 7 月下旬～10 月上旬まで概略設計、および 2011 年 1 月～2 月にかけて概略設計概要書説明のための調査団を同国に派遣した。

協力準備調査において、「カ」国政府の要請内容と現地調査及び協議の結果により、以下の方針に基づき計画することとした。

ア) 本プロジェクトの対象をプルサット、シハヌークビル及びバットアンパンの 3 州都とする。

イ) 本プロジェクトの計画目標年次は 2016 年とする。

ウ) 配水管の更新及び拡張

更新及び拡張対象配水管の選定にあたっては、以下に示す優先順位に基づくこととする。

- ① 既存の老朽配水管等が含まれる市街地の更新路線を最優先で整備する
- ② 水理上必要な配水幹線を第 2 優先で整備する
- ③ 給水サービス向上が期待できる市街地の新設路線を第 3 優先で整備する
- ④ 期待する給水管の接続密度の多寡により、市街地周辺の新設路線を最終優先として整備する

施設の設計にあたっては、プノンペン市水道公社（PPWSA）の施設標準を基本的に踏襲し、既存の浄水場能力の範囲内での配水管整備を目途とする。

エ) 配水流量監視システム

配水管の改修、拡張にあたっては、給水区域をブロック化するとともに、配水流量監視システムを設置し、配水施設の運用・維持管理の改善を図る。

オ) 給水管接続用資機材

配水管の更新及び拡張に伴う給水管の接続工事は「カ」国側負担により実施する。これを支援するため、給水管接続用資材を調達する。

カ) ソフトコンポーネント

「カ」国側負担による給水管接続工事を円滑に実施することを目的とした、給水管接続に関する能力向上、及び配水流量監視システムを適切に運用し、配水流量を管理できるようにするためのソフトコンポーネントを計画する。

① 施設

種 別	事業内容	主な仕様／数量／内容
施設 建設	既存配水管の更新	管長： 総延長 31.8 km 管種： ダクタイル鋳鉄管および高密度ポリエチレン管 管径： 50A～350A 注：既設給水管の再接続は、「カ」国側負担工事とする
	新規配水管の敷設	管長： 総延長 93.2 km 管種： ダクタイル鋳鉄管および高密度ポリエチレン管 管径： 50A～350A
	特殊管路	道路横断、鉄道横断、橋梁添架、水管橋、上／下越し： 3 式
	付属設備	流量計、仕切り弁、減圧弁、制御弁、空気／泥吐き弁： 3 式
	配水流量監視	配水流量監視システム（テレメトリ式情報通信）： 3 式
	配水流量制御	配水流量制御システム（浄水制御弁の遠隔操作）： 1 式

② 調達機材

種 別	事業内容	主な仕様／数量／内容
資機材 調達	給水管接続用資材	再接続（更新管）：サドル付分水栓／給水管／弁・継手 各4,400 組 新接続（新規管）：サドル付分水栓／水道メータ 各2,400 組 新接続（既存管）：水道メータ 700 組
	HDPE融着機	SF融着機：高密度ポリエチレン管用、適用口径≤50A 5 式 小型発電機：5 kVA 5 台

③ ソフトコンポーネント

事業内容	主な仕様／数量／内容
給水管接続	給水管の接続技能（サドル付分水栓／管接合）と試験方法（水圧／通水）
配水流量管理	システム運用と集積データの活用法（漏水削減／施設設計／活動計画）

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

プロジェクト実施に必要な工期は、実施設計として5.5ヶ月、入札手続として5.5ヶ月、機材調達および建設工事として16.5ヶ月、ソフトコンポーネント実施を含む全体工期は約28.0ヶ月である。

全体事業費は、約28.21億円（日本側負担分約28.15億円、「カ」国側負担分約0.06億円）と見込まれる。

5. プロジェクトの評価

本プロジェクトは、以下の内容から妥当性は高い。

本プロジェクトは、安全な水の供給を通じて貧困層を含むプルサット、シハヌークビル及びバタンバン市の住民の生活環境改善を図るものであり、BHNに合致するとともに緊急性が求めら

れているプロジェクトである。給水施設の整備は、「カ」国の国家開発戦略計画に掲げられた、都市部の住民に対する安全な水へのアクセス率80%まで向上させるという目標達成に確実に貢献するものである。整備される施設は、建設工事、その後の施設運用・維持管理において環境に与える負の影響はほとんどない。また、過度に高度の技術を必要とせず、各州都水道局が健全な事業経営を行うことにより資金的・技術的に運営・維持管理が可能である。必要な経費は水道料金によって賄われるものであり、過度の収益性には当たらない。加えて、本プロジェクトにて整備される配水流量監視システムは、日本の技術を用いて整備された PPWSA におけるシステムと同様のシステムであり、日本の技術を用いる必要性・優位性がある。このように、本プロジェクトは我が国の無償資金協力の制度により、特段の問題なく実施が可能である。

また、本プロジェクトの有効性に関しては、以下の定量的効果、及び定性的効果が見込まれる。

<定量的効果>

指標	州都	基準値 (2009年)	目標値 (2016年) (事業完成3年後)
日最大給水量	プルサット	3,410 m ³ /日	5,760 m ³ /日
	バタンバン	9,220 m ³ /日	11,520 m ³ /日
	シハヌークビル	6,200 m ³ /日	12,210 m ³ /日
無収水率	プルサット	23.1 %	19 % ~ 14 %*
	バタンバン	27.6 % (20 時間給水時) 35.5 % (24 時間給水時)	20 % ~ 13 %* (24 時間給水)
	シハヌークビル	18.9 %	14 % ~ 10 %*
浄水場稼働率	プルサット	59 %	100 %
	バタンバン	80 %	100 %
	シハヌークビル	81 % (ANCO: 0 %) **	100 % (ANCO: 45 %) **
給水エネルギー効率	プルサット	軽油消費量: 0.222 L/m ³	0.199 L/m ³
	バタンバン	電力消費量: 0.609 kWh/m ³	0.453 kWh/m ³
	シハヌークビル	電力消費量: 0.704 kWh/m ³	0.634 kWh/m ³
料金回収率	プルサット	114 %	127 %
	バタンバン	149 %	200 %
	シハヌークビル	153 %	161 %
上段: 給水管接続数、 下段: 給水人口 (接続 数からの換算値)	プルサット	約 3,600 件	約 6,300 件
		約 18,200 人	約 31,500 人
	バタンバン	約 8,600 件	約 11,300 件
		約 42,900 人	約 56,400 人
	シハヌークビル	約 3,800 件	約 8,000 件
		約 23,000 人	約 48,200 人

* NRW 率は、最大限に改善されたケースを想定し幅を持たせた。その他の指標は NRW 率が最大に最善されたケースを想定。

** (ANCO: %) は買浄水覚書による ANCO 社からの最大供給量 10,000m³/日に占める比率

<定性的効果>

- ① 配水管内の適正な給水圧力が維持されることにより、給水栓からの水量・水圧不足が改善される。
- ② 漏水が削減されることにより、無収水率が低減され、各水道局の経営改善に寄与する。

カンボジア国地方州都における配水管改修及び拡張計画準備調査報告書

総目次

序文
要約
目次
位置図／完成予想図／写真
図表リスト／略語集

目次

第1章	プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1	現状と課題.....	1-1
1-1-2	開発計画.....	1-1
1-1-3	社会経済状況.....	1-1
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-2
1-3	我が国の援助動向.....	1-2
1-3-1	技術協力・有償資金協力.....	1-2
1-3-2	無償資金協力.....	1-3
1-4	他ドナーの援助動向.....	1-3
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1	組織・人員.....	2-1
2-1-2	財政・予算.....	2-3
2-1-3	技術水準.....	2-5
2-1-4	既存の施設・機材.....	2-6
2-2	プロジェクト・サイト及び周辺の状況.....	2-7
2-2-1	関連インフラの整備状況.....	2-7
2-2-2	自然条件.....	2-8
2-2-3	環境社会配慮.....	2-10
2-3	その他（グローバルイシュー等）.....	2-14
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要.....	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計.....	3-2
3-2-1	設計方針.....	3-2
3-2-2	基本計画（施設計画／機材計画）.....	3-6

3-2-2-1	施設建設計画	3-6
3-2-2-2	資機材調達計画	3-18
3-2-2-3	ソフトコンポーネント計画	3-21
3-2-2-4	期待される成果	3-21
3-2-3	概略設計図	3-30
3-2-4	施工計画／調達計画	3-69
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-69
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-69
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-70
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-71
3-2-4-5	品質管理計画	3-72
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-73
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-74
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-74
3-2-4-9	実施工程	3-74
3-3	相手国側分担事業の概要	3-75
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-76
3-4-1	プロジェクトの運営計画	3-76
3-4-2	プロジェクトの維持管理計画	3-79
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-79
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-79
3-5-2	運営・維持管理費	3-80
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-81

第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	プロジェクトの前提条件	4-1
4-1-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件	4-1
4-2	プロジェクトの評価	4-1
4-2-1	妥当性	4-1
4-2-2	有効性	4-2

[資料]

資料-1	調査団員・氏名	A-1
資料-2	調査行程	A-2
資料-3	関係者（面会者）リスト	A-5
資料-4	討議議事録（M/D）および技術協議書（T/N）	A-7
資料 4-1	討議議事録（第一次現地調査）	A-7
資料 4-2	技術協議書（第二次現地調査）	A-18
資料 4-3	討議議事録（第三次概略設計概要説明調査）	A-21

資料 4-4	技術協議書（第四次概略設計概要説明調査第 2 回）	A-28
資料-5	ソフトコンポーネント計画書	A-31
資料-6	参考資料	A-41
資料 6-1	協力対象事業絞り込み表（第一次現地調査結果）	A-41
資料 6-2	環境社会影響に係るスコーピング	A-47
資料 6-3	社会状況調査	A-50
資料 6-4	測量調査結果	A-57
資料 6-5	主要資機材仕様書	A-58
資料-7	その他の資料・情報（収集資料リスト）	A-62

位置図



図-1 計画対象位置図

完成予想図

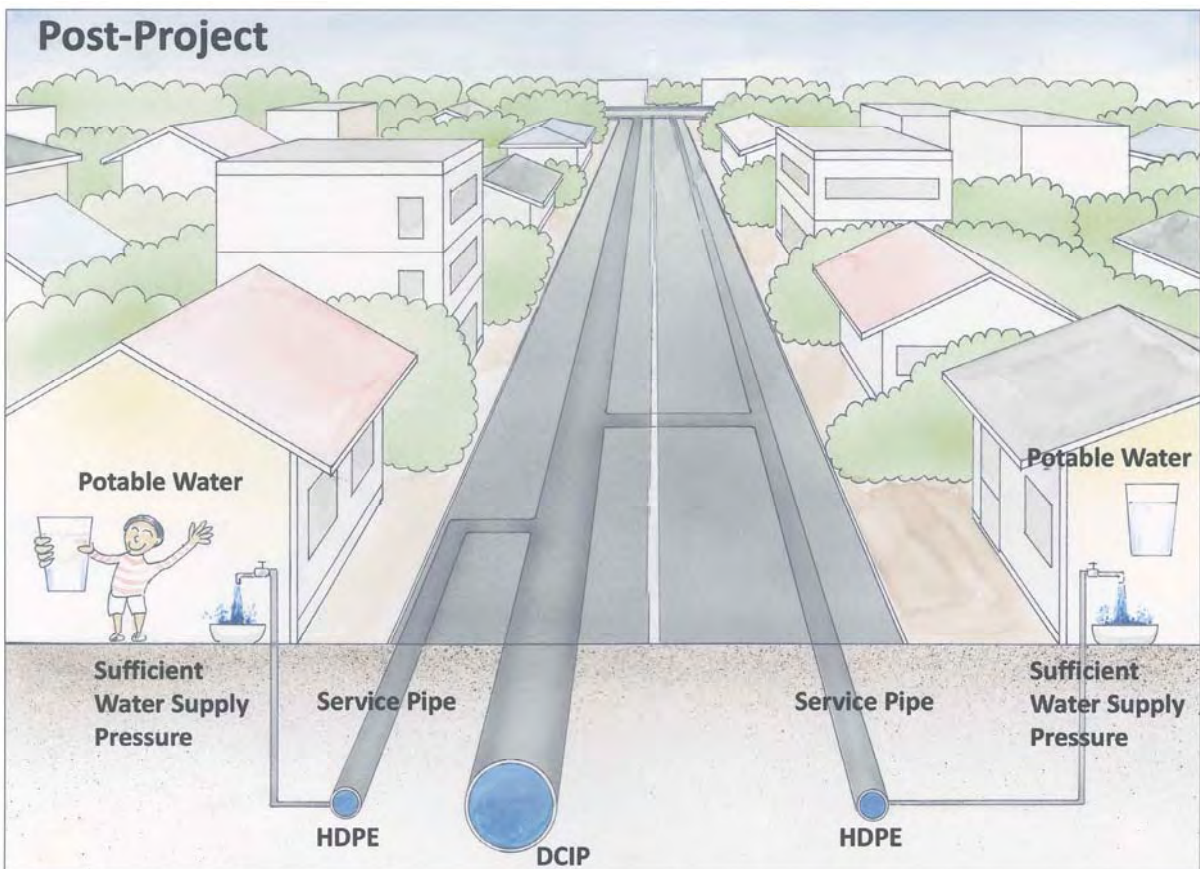


图-2 完成予想图

写 真



写真-1 プルサット
更新配水管の計画路線（R11 路線）
漏水による給水管（塩ビ管）の補修工事。配水管の材質は普通铸铁で、漏水修理が頻繁に行われている。



写真-2 プルサット
新規配水管の計画路線（E02 路線）
州都都市部であるが、未給水地域のため、瓶に雨水を貯めて利用している。清潔で安全な飲用水とは言えない。



写真-3 バッタバン
更新配水管の計画路線（R11-2 路線）
老朽配水管が、地上に露出し破損している。



写真-4 バッタバン
新規配水管の計画路線（E07 路線）
市街地内の未給水区域では、浅井戸と民間給水車が主な飲用水源で、地下水は鉄分（白濁）が多く含まれる。



写真-5 シハヌークビル
大規模漏水によって交換され、水道局内に廃棄された普通铸铁管。管に亀裂が入っている。



写真-6 シハヌークビル
更新配水管の計画路線（R05 路線）
幹線道路沿い市街地で、道路片側にしか配水管が布設されていないため、接続数が伸びない。

図表リスト

1. 付表リスト

第1章	プロジェクトの背景・経緯	
表 1-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（都市水道分野）	1-3
表 1-2	我が国の無償資金協力の実績（都市水道分野）	1-3
表 1-3	他のドナー国・機関の最近の援助実績（都市水道分野）	1-4
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	
表 2-1	プルサット水道局の2009年損益計算書	2-4
表 2-2	バットンバン水道局の2009年損益計算書	2-4
表 2-3	シハヌークビル水道局の損益計算書	2-5
表 2-4	各州都の既存施設概要（2007年）	2-6
表 2-5	プロジェクト・サイトの交通・運輸状況	2-8
表 2-6	対象州都の環境社会に係る状況	2-12
表 2-7	工事環境モニタリング計画（案）	2-13
第3章	プロジェクトの内容	
表 3-1	対象全事業（3水道局）の計画内容	3-1
表 3-2	更新管路選択（最優先事業）：本管地上漏水の近年修繕情報	3-7
表 3-3	配水管施設整備における計画諸元	3-9
表 3-4	管路記号：配水更新管および優先整備順に分けた配水管拡張	3-10
表 3-5	施設概要	3-17
表 3-6	供与資機材の数量	3-20
表 3-7	期待される成果	3-22
表 3-8	IWA 定義に基づく水収支	3-25
表 3-9	各水道局の配水管	3-25
表 3-10	各水道局の既存管分類延長と漏水量比率および漏水削減率	3-27
表 3-11	料金回収率の事業効果	3-30
表 3-12	概略設計図一覧	3-31
表 3-13	施工・調達・据付区分	3-71
表 3-14	品質管理に係る分析・試験方法	3-72
表 3-15	資材等調達先	3-73
表 3-16	建設用資材・機械調達先	3-73
表 3-17	初期操作指導計画	3-74
表 3-18	実施工程（案）	3-75
表 3-19	プルサット水道局：要員数（案）	3-77
表 3-20	バットンバン水道局：要員数（案）	3-78
表 3-21	日本側負担費用	3-80
表 3-22	「カ」国側負担費用	3-80
表 3-23	年間運営・維持監理費	3-81
第4章	プロジェクトの評価	
表 4-1	定量的効果	4-3

2. 付図リスト

第1章	プロジェクトの背景・経緯	
	なし	
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	
図 2-1	鉱工業エネルギー省の現行組織.....	2-1
図 2-2	プルサット水道局の現行組織.....	2-2
図 2-3	バタンバン水道局の現行組織.....	2-2
図 2-4	シハヌークビル水道局の現行組織.....	2-3
図 2-5	平均月間降水量：2001年～2005年.....	2-9
第3章	プロジェクトの内容	
図 3-1	バタンバン水道局：旧給水区域、更新対象の民間水道区域.....	3-7
図 3-2	更新管路選択：分担イメージ.....	3-8
図 3-3	新設管路選択：優先整備イメージ.....	3-8
図 3-4	プルサット水道局：管網水理図.....	3-11
図 3-5	バタンバン水道局：管網水理図.....	3-12
図 3-6	シハヌークビル水道局：管網水理図.....	3-13
図 3-7	プルサット水道局：基本計画値.....	3-23
図 3-8	バタンバン水道局：基本計画値.....	3-23
図 3-9	シハヌークビル水道局：基本計画値.....	3-24
図 3-10	経年年数と地下漏水／地上漏水の関係.....	3-26
図 3-11	日本水道事業体の2004年有収水率.....	3-28
図 3-12	プルサット水道局：配水管全体平面図.....	3-32
図 3-13	プルサット水道局：配水管路線平面図（1）.....	3-33
図 3-14	プルサット水道局：配水管路線平面図（2）.....	3-34
図 3-15	プルサット水道局：配水管路線平面図（3）.....	3-35
図 3-16	プルサット水道局：配水管路線平面図（4）.....	3-36
図 3-17	バタンバン水道局：配水管全体平面図.....	3-37
図 3-18	バタンバン水道局：配水管路線平面図（1）.....	3-38
図 3-19	バタンバン水道局：配水管路線平面図（2）.....	3-39
図 3-20	バタンバン水道局：配水管路線平面図（3）.....	3-40
図 3-21	バタンバン水道局：配水管路線平面図（4）.....	3-41
図 3-22	バタンバン水道局：配水管路線平面図（5）.....	3-42
図 3-23	バタンバン水道局：配水管路線平面図（6）.....	3-43
図 3-24	バタンバン水道局：配水管路線平面図（7）.....	3-44
図 3-25	バタンバン水道局：配水管路線平面図（8）.....	3-45
図 3-26	バタンバン水道局：配水管路線平面図（9）.....	3-46
図 3-27	バタンバン水道局：配水管路線平面図（10）.....	3-47
図 3-28	シハヌークビル水道局：配水管全体平面図.....	3-48
図 3-29	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（1）.....	3-49
図 3-30	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（2）.....	3-50
図 3-31	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（3）.....	3-51
図 3-32	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（4）.....	3-52
図 3-33	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（5）.....	3-53
図 3-34	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（6）.....	3-54
図 3-35	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（7）.....	3-55

図 3-36	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（8）	3-56
図 3-37	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（9）	3-57
図 3-38	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（10）	3-58
図 3-39	シハヌークビル水道局：配水管路線平面図（11）	3-59
図 3-40	標準掘削断面および埋め戻し図.....	3-60
図 3-41	構造物横断標準図	3-61
図 3-42	水管橋および橋梁添架標準図.....	3-62
図 3-43	配水流量計設置標準図.....	3-63
図 3-44	仕切り弁設置標準図.....	3-64
図 3-45	減圧弁設置標準図	3-65
図 3-46	流量調整弁設置標準図.....	3-66
図 3-47	空気弁および排水弁設置標準図.....	3-67
図 3-48	流量調整弁制御システム図.....	3-68
図 3-49	プルサット水道局：組織体制（案）	3-77
図 3-50	バットンバン水道局：組織体制（案）	3-78
<hr/>		
第4章	プロジェクトの評価	
なし		
<hr/>		

略語集

1. 略語

略語	英文名	和文名
ADB	: Asian Development Bank	: アジア開発銀行
BWWs	: Battambang Waterworks	: バッタンバン水道局
CDC	: Council for Development of Cambodia	: カンボジア国開発委員会
CIP	: Cast-iron Pipe	: 普通铸铁管
DCIP	: Ductile Cast-iron Pipe	: ダクタイル铸铁管
DIME	: Department of Industry, Mines and Energy	: 州鉱工業エネルギー局
DPWS	: Department of Potable Water Supply	: 鉱工業エネルギー省水道部
EIA	: Environmental Impact Assessment	: 環境影響評価
EOJ	: Embassy of Japan	: 日本国大使館
GDP	: Gross Domestic Product	: 国内総生産
GI	: Galvanized Iron (Pipe)	: 亜鉛めっき鋼管
GOJ	: Government of Japan	: 日本国政府
HDPE	: High Density Polyethylene (Pipe)	: 高密度ポリエチレン管
IEIA	: Initial Environment Impact Assessment	: 初期環境影響評価
IWA	: International Water Association	: 国際水協会
JBIC	: Japan Bank For International Cooperation	: 国際協力銀行
JICA	: Japan International Cooperation Agency	: 独立行政法人国際協力機構
JWWA	: Japan Water Works Association	: 日本水道協会
MEK-WATSAN	: Mekon Water Supply and Sanitation	: メコン河流域水道・衛生改善計画
MIME	: Ministry of Industry, Mines and Energy	: 鉱工業エネルギー省
M/P	: Master Plan	: 基本計画
NRW	: Non Revenue Water	: 無収水
OBA	: Output Based Aid	: 出力ベースの援助
PI	: Performance Indicator	: (水道事業における) 業務指標
PIU	: Project Implementing Unit	: プロジェクト・チーム
PPWSA	: Phnom Penh Water Supply Authority	: プノンペン水道公社
PVC	: Polyvinyl Chloride (Pipe)	: 硬質塩化ビニール管
PWWs	: Pursat Waterworks	: プルサット水道局
RGC	: Royal Government of Cambodia	: カンボジア国政府
SEAWUN	: Southeast Asia Water Utility Network	: 東南アジア水道事業体ネットワーク
SWS	: Sihanoukville Water Supply	: シハヌークビル水道局
WEPA	: Water Environment Partnership in Asia	: アジア水環境パートナーシップ
WB	: World Bank	: 世界開発銀行

2. 単位

単位	英文名	和文名
cm	: Centimeter	: センチメートル
HHs	: Households	: 世帯
KHR	: Kampuchea Riel	: カンボジアリエル (通貨)
km	: Kilometer	: キロメートル
Lpcd	: Litter per capita day	: 一人当たり一日消費水量
m ²	: Square meter	: 平方メートル
m ³ /day	: Cubic meter per day	: 立方メートル毎日
m	: Meter	: メートル
masl	: Meter above sea level	: 海拔または標高
mbgs	: Meter below ground surface	: 地表面下深度
mg/L	: Milligram per litter	: 1 リットル当りのミリグラム含有量
Pa	: Pascal = N/m ²	: パスカル
psi	: Pound per square inches	: ポンド毎平方インチ
US\$: United States Dollar	: アメリカ合衆国ドル (通貨)

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

カンボジア国（以降「カ」国と称す）では、内戦後、我が国をはじめ他ドナーの支援により首都プノンペン市の上水道の施設整備及び運営・維持管理に関する人材育成等の支援が行われ、給水能力の向上が図られてきた。一方、首都以外の地方都市における給水能力は依然として低く、国民全体に安全な水の供給が行われていない。2006年に策定され、その後2013年まで延長された「カ」国の国家開発戦略計画では、都市部で安全な水へのアクセス率を2010年までに80%まで引き上げることを目標としているが、地方都市の上水道を所轄する鉱工業・エネルギー省の2008年調査結果によれば、全国で安全な水にアクセス可能な人口は51%に過ぎないとされている。

当該セクターを所轄する鉱工業エネルギー省(MIME: Ministry of Industry, Mines and Energy)は、主要な地方都市における給水サービスの改善を目的として、我が国の無償資金協力や世界銀行(以降WB)／アジア開発銀行(以降ADB)からの融資を活用して、浄水場を中心とした施設の拡充整備を行った。各ドナーの継続支援により、地方都市における施設整備と事業運営の両面から給水能力とサービスの向上が図られてはいるものの、行政と経済の中心的な活動拠点となっている地方州都では、水需要の増加に比して配水管網整備が進んでいないのが現状となっている。

1-1-2 開発計画

「カ」国の国家開発戦略として、2004年に「四辺形戦略」を、2008年に「四辺形戦略フェーズ2」を定めた。これは、四辺形の中心にグッドガバナンス（汚職撲滅、法・司法改革、行財政改革、国軍改革）を置き、その戦略の四辺として、農業分野の強化、インフラの復興と建設、民間セクター開発と雇用創出、能力構築と人材開発を掲げている。

このうち上水道分野は、「インフラの復興と建設」に位置付けられており、今後20年間で全ての国民に対して清潔で安全な水を供給することおよび水系疾患から守ることを目標に掲げている。

この四辺形戦略に基づき、2006年には前述のとおり「国家開発戦略5ヶ年計画(2006～2010年)」が策定され、同計画はその後、2013年まで延長されている。

1-1-3 社会経済状況

ADB年次報告2009年によると、「カ」国の国内総生産(GDP: Gross Domestic Product)は約122.4億ドル、一人当たりGDPは832ドルとなっている。産業別GDP比率は、第1次産業(農林水産業)が34%、第2次産業(鉱工業)が24%、および第3次産業(サービス業)が42%である。

一方、2009年国家予算は、約21.3億ドルと少なく、その約30%がDAC諸国からの二国間ODAで占められ、同国経済が外資依存型と見ることができる。

近年、「カ」国は急速な経済成長を遂げたが、リーマン・ショックに端を発した2008年9月の金融危機以降、国内総生産も停滞した。その結果、2007年までの堅調なGDP成長が、2009年にマイナス成長(-2.0%: USドル換算)に転じた。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

前述のとおり「カ」国では、地方都市における給水サービスの向上が課題となっている。この内、プルサット、コンポントム、スバイリエン、シハヌークビル及びバッターバンの各州都では、こうした状況を改善するために世界銀行（シハヌークビル）及びアジア開発銀行（シハヌークビルを除く 4 都市）の支援により浄水場が拡充整備された。各ドナーの支援によりハード及びソフトの両面から地方都市における給水能力の向上が図られているが、これら 5 州都では配水管網の整備が進んでいないため、実際の給水量は既存の上水供給能力を十分に活かしてきれていない状況にある。また、老朽化した配水管に起因する漏水が頻発し、無収水による損失は水道水の有効利用、及び事業経営上の大きな問題となっている。

こうした背景の中で、「カ」国政府は我が国に対して 2010 年 1 月に 5 州都の給水サービス向上を目的とした配水管網の拡張及び改修にかかる無償資金協力事業の要請を行った。

要請内容の概要は以下に示すとおりである。

施設建設

- 配水管更新 : 総延長 60 km
- 配水管新設 : 総延長 108 km
- 配水流量監視システム : 5 式

資機材調達

- 管敷設用建機 : 掘削機、クレーン付トラック、ダンプ、転圧機 各 5 式

技能向上

- 施設機能診断 : 1 式

この要請を受けて JICA は、事業規模の妥当性及び各州都の整備優先度を検討したうえで、その結果に基づき選定された対象州都に対して無償資金協力として適切な概略設計を行い、事業計画を策定し、概算事業費を積算することを目的とした協力準備調査を実施する運びとなった。

協力対象事業は、協力準備調査の第 2 次現地調査開始時において、以下に示す 3 州都（「資料 6-1：協力対象事業絞り込み表」参照）での配水施設整備とする旨を両国間で確認した。

- プルサット
- バッターバン
- シハヌークビル

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 技術協力・有償資金協力

本プロジェクトと同様の都市水道分野において、表 1-1 に示す我が国の技術協力・有償資金協力が実施されている。

表 1-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（都市水道分野）

協力内容	実施年度 派遣期間	案件名／指導科目	概要／派遣機関・人数
技術協力プロジェクト	2003～ 2006 年度	水道事業人材育成 プロジェクト	プノンペン水道公社（PPWSA） における水道施設の運転・維持 管理能力の強化に資する協力
	2007～ 2011 年度	水道事業人材育成 プロジェクトフェーズ 2	地方 8 州都の公営水道局におけ る水道施設の運転・維持管理能 力の強化に資する協力
開発計画調査型 技術協力プロジェクト	1992～ 1993 年度	プノンペン市上水道 整備計画	プノンペン市の上水道マスター プラン及び既存施設の緊急改修 計画の策定
	1996～ 2000 年度	シエムリアップ市上水道 整備計画調査	シエムリアップ市の上水道マス タープランの策定及び優先プロ ジェクトのフィージビリティ調 査の実施
	2004～ 2006 年度	プノンペン市上水道 整備計画（フェーズ 2）	プノンペン市及びカンダール都 市部における上水道マスター プランの策定及び優先プロジェ クトのフィージビリティ調査の実 施
有償資金協力	2008 年度 ～	ニロート上水道整備事業	プノンペン市における上水道施 設の整備。AFD との協調融資（供 与限度額：35.13 億円）。

1-3-2 無償資金協力

「カ」国の都市水道分野ではこれまでに、表 1-2 に示す我が国の無償資金協力が実施されてい
る。

表 1-2 我が国の無償資金協力の実績（都市水道分野）

単位：億円

実施年度	案件名	供与 限度額	概 要
1993～ 1994 年度	プノンペン市上水道整備計画	17.71	プンプレック浄水場の改修と一部 配水施設を整備。
1997～ 1999 年度	第 2 次プノンペン市上水道整備計画	21.12	漏水量の削減を目的とする配水管 更新と給水区域拡張を目的とする 配水管新設を含む。
2000～ 2003 年度	プンプレック浄水場拡充計画	0.60 25.80	詳細設計 プンプレック浄水場の拡張と一部 の老朽化した施設の改修。
2004～ 2005 年度	シエムリアップ上水道整備計画	15.37	従前の一部配水施設を活かし、取水 施設／浄水施設を含むほぼ全面的 な水道施設整備を 2 期分けて実施。

1-4 他ドナーの援助動向

本プロジェクトと同様の都市水道分野において、内戦後の「カ」国が受けた他ドナーからの援
助実績を表 1-3 に示す。

表 1-3 他のドナー国・機関の最近の援助実績（都市水道分野） 単位：千 US ドル

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1997～2003	ADB	プノンペン市 給水・排水プロジェクト	不明	有償	プノンペン市の上水道施設及び下水道施設の整備
1998～2003	WB	都市給水プロジェクト	27,249	有償	シハヌークビル水道局の施設改善
2002～2007	ADB	地方都市改善プロジェクト	16,360	有償	州都 6 水道局（バタンバン、カンポット、コンポンチャム、コンポントム、プルサット、スバイリエン）の水道施設整備
2003～2008	WB	地方及び都市周辺水道衛生プロジェクト	20,000	有償	地方 18 都市およびプノンペン首都周辺 5 都市の水道・衛生施設整備
2005～2015	UN-Habitat	メコン河流域水道・衛生改善計画	不明	無償	プルサット水道局（その他地方都市を含む）の配水施設整備（給水管材料供与）

なお、UN-Habitat によるメコン河流域水道・衛生改善計画（MEK-WATSAN : Mekon Water Supply and Sanitation）の事業は、メコン河流域に居住する貧困層を対象とした水供給衛生改善を目的としており、当該事業が、本プロジェクトの対象州都の内プルサット水道局を対象として本事業と同時期に実施される。

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

「カ」国の都市水道行政は、DPWS-MIME（鉱工業エネルギー省水道部）が所管する。州行政では DIME（州鉱工業エネルギー局）が統括し、その下位で水道局が水道事業を運営・管理している（図 2-1）。

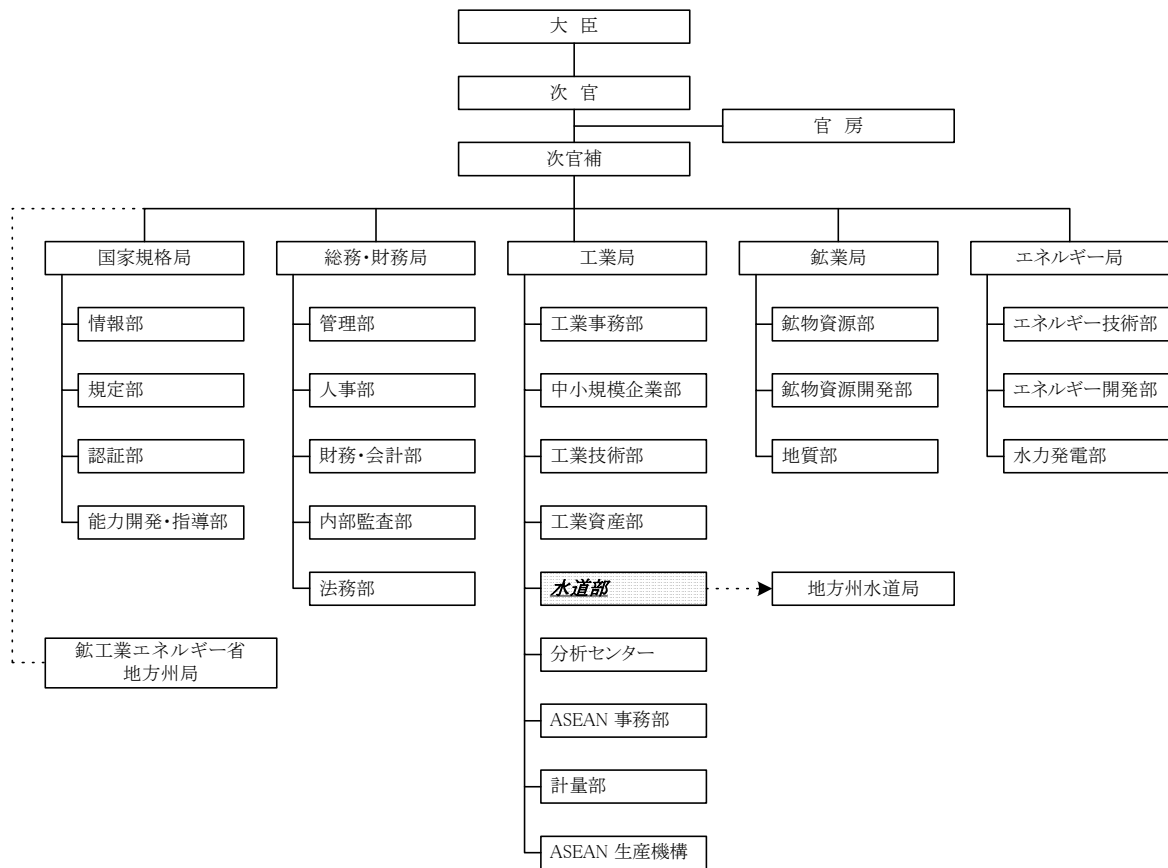


図 2-1 鉱工業エネルギー省の現行組織

2-1-1 組織・人員

無償資金協力事業の対象 3 州都の水道局の組織・人員の現況は以下のとおり。

(1) プルサット水道局

現在の運営・維持管理組織（図 2-2）は、局長および会計／営業部門・配水施設部門・浄水施設部門を所管する 3 名の副局長の下、技術系 11 名、事務系 13 名に加え、局長アドバイザー（管理・企画課）を含む総数 28 名体制で行われている。各部署の職責を以下に示す。

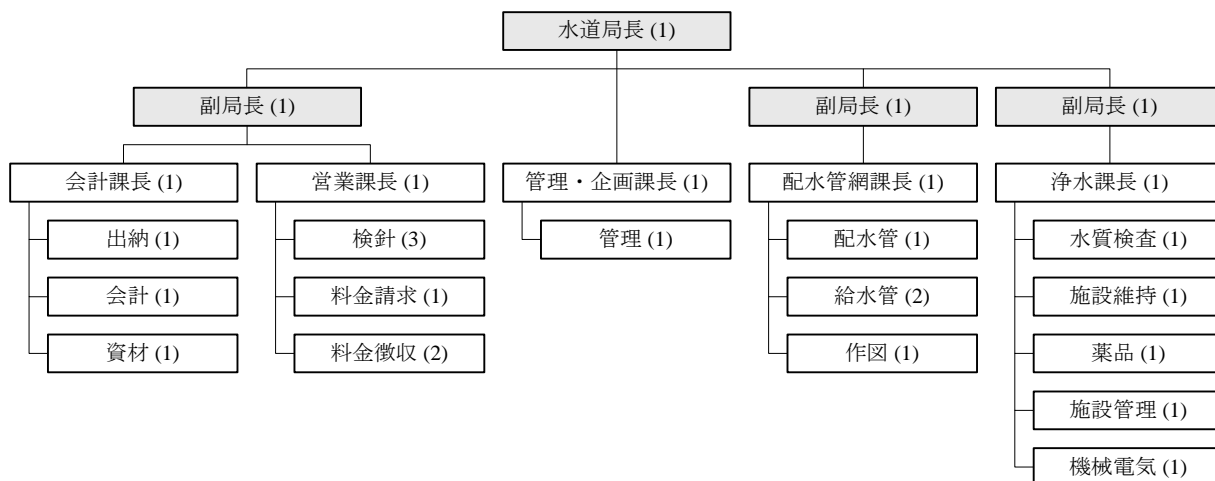


図 2-2 プルサット水道局の現行組織

- 会計課： 財務／会計／資材調達等
- 営業課： 水道メータ検針、料金請求、料金徴収
- 管理・企画課： 事業計画、労務管理、事務文書作成等の管理事務（局長直下に配置）
- 配水管網課： 送水管～給水管の新設／更新／修理、管路図作成と管理
- 浄水課： 浄水場の運転維持管理

給水戸数は 3,643 件（2009 年 12 月末）で、7.7 人／給水接続数 1,000 件である。ADB の支援による東南アジア水道事業体ネットワーク（SEAWUN : Southeast Asia Water Utility Network）の報告書（2005 年版）によれば、東南アジアの 40 水道事業体における給水栓数 1,000 件あたりの平均職員数が 8 人（給水接続数 30,000 件以下の小規模水道事業体）であることから、プルサット水道局の現行職員数はこれら事業体と同等である。

(2) バッタバン水道局

現在の運営・維持管理組織（図 2-3）は、局長および財務／営業部門・技術部門を所管する 2 名の副局長の下、総数 39 名 5 課体制で行われている。各部署の職責を以下に示す。



図 2-3 バッタバン水道局の現行組織

- 企画・会計課： 財務分析、財務報告書作成、資材調達管理等
- 営業課： 新規給水接続受付、メータ検針、料金徴収等
- 総務課： 労務管理、事務管理

- 配水管網課： 送水管～給水管の新設／更新／修理、管路図作成と管理
- 浄水課： 取水／浄水施設の運転維持管理

給水戸数は 8,582 件（2009 年 12 月末）で、4.5 人／給水接続数 1,000 件である。SEAWUN 報告での給水栓数 1,000 件あたりの平均職員数 8 人と比較し少ないため、バタンバン水道局は効率的な事業経営を行っているものと考えられる。

(3) シハヌークビル水道局

現在の運営・維持管理組織（図 2-4）は、局長および会計部門・技術／計画部門を所管する 2 名の副局長の下、総数 45 名 3 課体制で行われている。各部署の職責を以下に示す。なお、井戸水源による地下水を乾期補完水源として活用していたが、近年の塩水侵入によって今は未使用となっている。

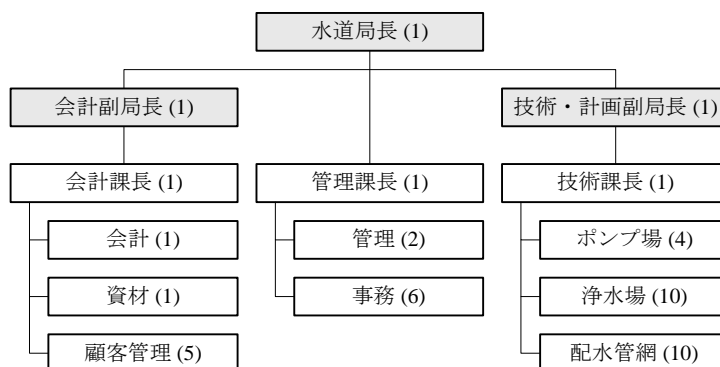


図 2-4 シハヌークビル水道局の現行組織

- 会計課： 顧客管理（検針／請求）、会計（徴収）、資材調達／在庫管理
- 管理課： 総務／労務、管理（警備）
- 技術課： 取水／浄水施設の運転維持管理、配水管の更新／修理（管路図作成）

給水戸数は 3,845 件（2009 年 12 月末）で、11.7 人／給水接続数 1,000 件である。他水道局と比較して職員数が多い。

2-1-2 財政・予算

本プロジェクトの実施機関となる各水道局の財政・予算の状況について以下に示す。

(1) プルサット水道局

損益計算書および計画損益計算書（2009 年：表 2-1）によると、減価償却費（2008 年融資事業）を除いた予算計画及び実績値は共に黒字である。大規模な設備投資等の支出がなければ、基本的に維持管理費用を料金収入で賄うことは可能な状況と判断できる。

表 2-1 プルサット水道局の 2009 年損益計算書（単位：千 US\$）

費目	計画値	実績値
(1) 売上高	283	333
(2) 売上原価および一般管理費	441	474
給与	25	24
電気代・燃料費	141	129
水質試験費	0	1
修繕費（部品購入費）	102	140
工事費	0	1
減価償却費	167	173
その他管理費	7	7
営業収支：(1) - (2)	-158	-141
(3) 営業外収入	0	0
(4) 営業外支出	17	11
経常収支：{(1) - (2)} - {(3) - (4)}	-175	-152
(5) 特別利益	8	7
(6) 特別損失	0	0
期末純収益：{(1) - (2)} - {(3) - (4)} - {(5) - (6)}	-167	-145

注：現地通貨の換算レート KHR4,200 = 1.00 US\$

(2) バッタバン水道局

損益計算書／計画損益計算書（2009年：表 2-2）では、減価償却費（ADB 事業）と当初想定していなかった民間水道移管(2008年)の管網修繕費を計上したことにより、実績で赤字を示しているが、減価償却を除くと黒字である。中長期経営・財務計画（2008-22年：ADB 支援）の 2009 年予想・計画値は、支出が大きく増加した費目以外で実績値に大筋即している。小規模の修理や工事に関してのみ、料金収入から投資回収が可能な財務能力範囲と判断される。

表 2-2 バッタバン水道局の 2009 年損益計算書（単位：千 US\$）

費目	計画値	実績値
(1) 売上高	748	794
(2) 売上原価および一般管理費	531	913
給与	73	48
電気代・燃料費	244	255
水質試験費	94	1
修繕費（部品購入費）	75	231
工事費	0	101
減価償却費	14	265
その他管理費	32	12
営業収支：(1) - (2)	216	-119
(3) 営業外収入	0	0
(4) 営業外支出	0	18
経常収支：{(1) - (2)} - {(3) - (4)}	216	-137
(5) 特別利益	0	0
(6) 特別損失	0	0
期末純収益：{(1) - (2)} - {(3) - (4)} - {(5) - (6)}	216	-137

注：現地通貨の換算レート KHR4,200 = 1.00 US\$

(3) シハヌークビル水道局

当水道局は、州 DIME から独立した財務体制を構築している。損益計算書（2006 年～2009 年：表 2-3）から、2006 年経常純収益が赤字になったが、その後は黒字を維持している。ただし、2008 年以外は営業収支で赤字となっており、その主な原因は、料金収入の多寡と人件費増加にある。小～中規模の修理や工事に関してのみ、料金収入から投資回収が可能な財務能力範囲と判断される。

なお、一般管理費 2009 年の急上昇は、広報費・会議費・交通費などの経費が急増したためである。また、同年の営業外収益の大幅な増加は、湧水を利用した漁村（経済特区近郊）への簡易給水施設を譲渡計上したものである。

表 2-3 シハヌークビル水道局の損益計算書（単位：'000 US\$）

費目	2006年	2007年	2008年	2009年
(1) 売上高	387	526	741	743
(2) 売上原価および一般管理費	476	553	696	924
給与	37	47	125	122
電気代・燃料費	148	206	223	176
水質試験費	28	24	41	36
修繕費（部品購入費）	23	49	22	151
工事費	1	5	0	40
減価償却費	210	178	194	171
その他管理費	30	45	92	228
営業収支：(1) - (2)	-89	-27	45	-180
(3) 営業外収入	31	55	39	208
(4) 営業外支出	0	0	2	0
経常収支：{(1) - (2)} - {(3) - (4)}	-58	28	82	28
(5) 特別利益	0	0	0	0
(6) 特別損失	9	6	12	8
期末純収益：{(1) - (2)} - {(3) - (4)} - {(5) - (6)}	-67	22	69	20

注：現地通貨の換算レート KHR4,200 = 1.00 US\$

2-1-3 技術水準

本プロジェクト実施機関となる各水道局では、大学卒、あるいは修士資格を持つ技術部門責任者の下、水道施設の運転、維持管理が行われている。この内、配水管改修・拡張、維持管理に係る業務には、プルサット 5 名（大卒 1、高卒 1、中卒 3）、バタンバン 6 名（大卒 2、高卒 1、中卒 3）、シハヌークビル 10 名（大卒 1、高卒 7、中卒 2）の職員が担当し、給水管接続、修繕に係る業務も併せて行っている。本プロジェクトの内容は、主として配水管の改修及び拡張であるため、運用・維持管理面で特段高度な技術レベルを求められるものではない。ただし、本プロジェクトにおいて整備される配水流量監視システムは各水道局に初めて導入されるものであることから、ソフトコンポーネント等により支援を行うことで、技術レベルを向上させる必要がある。

なお、各水道局におけるこれまでの技術基準は、各プロジェクトによる支援国やドナーの推奨する他国基準を採用してきた経緯があるが、PPWSA（プノンペン水道公社：Phnom Penh Water Supply Authority）において施設標準が 2007 年に整備され、最近では地方都市水道の施設建設でも準用されつつあることから、本プロジェクトにおける施設整備にあたってはこれを考慮する。

2-1-4 既存の施設・機材

以下の表 2-4 に各州都の既存施設概要を示す。

表 2-4 各州都の既存施設概要 (2007 年)

項目/州都	プルサット	バタンバン	シハヌークビル
水源	プルサット川	サンカエ川	プレックトブ湖
日平均給水量	2,109 m ³ /日	7,452 m ³ /日	4,885 m ³ /日
日最大給水量	2,714 m ³ /日	8,100 m ³ /日	6,810 m ³ /日
施設			
取水施設	取水塔 (1)	取水塔 (1)	取水塔 (1)
導水施設	導水ポンプ (67 L/秒×20m×2 台)、導水管 (DI φ 300mm×0.07km)	導水ポンプ (67 L/秒×25m×3 台)、導水管 (DI φ 500mm×0.06km)	導水ポンプ (46 L/秒×135m×3 台)、導水管 (DI φ 400mm×3.1 km)
浄水施設	浄水能力：5,700 m ³ /日 着水井 (240 m ³)、沈殿池 (水平流式 750 m ³)、ろ過池 (4 池)、浄水池 (2,000 m ³)	浄水能力：11,520 m ³ /日 沈砂池/着水井 (564 m ³)、沈殿池 (水平流式 2,880 m ³)、ろ過池 (8 池)、浄水池 (1,314 m ³)	浄水能力：7,680 m ³ /日 混和池 (600 m ³)、高速凝集沈殿池 (上向流式 600 m ³)、ろ過池 (4 池)、浄水池 (700 m ³)
送水施設	送水ポンプ (34 L/秒×45m×3 台)、送水管 (DI φ 350mm×0.04km)	送水ポンプ (45 L/秒×45m×4 台)、送水管 (DI φ 350mm×0.02km)	—
配水施設	高架タンク (350 m ³ ×1) 配水管 (総延長 36.1 km) DI φ 200~350 mm×3.0 km PVC φ 60~100 mm×6.4 km PE φ 63~250 mm×25.6 km	高架タンク (450 m ³ ×1) 配水管 (総延長 56.6 km) DI φ 200~350 mm×8.6 km CI φ 60~400 mm×9.0 km GI φ 34~80 mm×1.3 km PE φ 63~150 mm×37.7 km	高架タンク (500 m ³ ×1) 配水管 (総延長 44.8 km) DI φ 80~250 mm×22.4 km GI φ 75 mm×2.0 km PE φ 63~200 mm×20.4 km

出典：JICA 技プロ「水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ 2」支援による各州都 M/P

本プロジェクト対象 3 州都における既存の水道施設は、内戦前に敷設され老朽化が進んだ配水施設と、WB/ADB ドナー支援により整備された浄水施設および更新/新設配水管により構成される。各州都の浄水場は急速ろ過システムを採用している。なお、シハヌークビルでは自己浄水場 (浄水能力 7,680m³/日) の他に、2009 年に民間の水道会社 (ANCO 社) との間で 10,000 m³/日まで浄水を買水できる契約を結んでいる。

各州都の給水サービスは、老朽化した CI 管や不十分な品質の PVC 管に起因する大規模漏水が発生し、併せて濁水も発生している状況にある。この内、バタンバンでは漏水の削減を目的として、夜間、浄水場の運転を停止し給水制限を行っている。また、シハヌークビルでは浄水場と給水区域の標高差が大きいため、大半の給水区域では過剰な給水水圧となっている。これら 3 州都では未給水区域において多数の給水要望があるが、資金不足のため配水管整備が進まず、ドナー支援により整備された浄水場の稼働率が低く留まっている。

各水道局が所有する資機材には、水質分析機器と管修繕用の資機材および給水管接続用の材料がある。

水質分析機器は、WB/ADB 支援により整備されたが、過去、一部の分析試薬が十分に補充できず、必要な場合のみ最小限の水質試験が実施されてきた。最近になって JICA 技術協力プロジ

ェクト（水道事業人材プロジェクト・フェーズ 2）による指導の下、各水道局における水質試験が適正に行われるように改善されている。

管修繕用の資機材、給水管材料については、在庫が十分ではなく、特に給水管材料は、定期的な調達が行われていないため、給水接続の申し込み数が溜まると首都プノンペンの業者からその都度調達している。なお、シハヌークビル水道局では、給水水圧が高い区域があることから、中圧仕様（PN16：最大圧力 1.6 kPa）の給水管材料も採用されている。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 交通・運輸の状況

プロジェクト・サイトの交通渋滞は、配水管敷設工事に大きく影響するため、以下に各州都の現況を示す。

プルサット市

プルサット市における通勤手段は、徒歩・自転車・モータバイク・トゥクトゥク（乗合のバイク牽引車）・自家用車・マイクロバス等である。またプルサット市周辺には大きな都市はなく、周辺地域からの通勤者は少ない。水道局からの聞き取り情報では、交通渋滞のピーク時間帯は、朝 7 時～9 時と夕 16 時～18 時との説明であった。

夜間は歩行者／車両交通量も少なく、通行者／通行車両の安全を十分に確保した上で、市街地での早朝／夕刻延長時間による配水管敷設工事が可能と考えられる。ただし、開削部を数日間保持した工事（例えば曲管部のコンクリート補強等）は、市街地での通行者と国道での通行車両の安全面から避けるべきと考えられる。

バットンバン市

バットンバン市周辺には中～小規模の都市部が点在している。交通渋滞の時間帯はほぼプルサット市街地と同様であるが、歩行者／通行車両の量は、プルサット市の数倍に及んでいる。

夜間の歩行者／車両交通量は少なく、通行者／通行車両の安全を十分に確保した上で、市街地での早朝／夕刻延長時間による配水管敷設工事が可能と考えられる。しかしながら、市内を流下する河川沿いに飲食店が多く、同地区での夕刻延長時間による工事には、歩行者／車両交通量の安全を十分に留意して施工計画を調整することが必要である。プルサット市と同様に、開削部を数日間保持した工事も同様に、市街地での通行者と国道での通行車両の安全面から避けるべきと考えられる。

シハヌークビル市

交通渋滞時間帯は、他の 2 州都と同様である。港湾施設や公的機関が多い北西側沿岸は、大型トレーラ／トラックの交通量が多い。一方、南東側沿岸のダウンタウン地区は、観光地区でもあり、夜間歩行者／車両交通量は若干ある。通行者と通行車両の安全を十分に確保した上でも、延長時間工事や昼夜工事を可能な限り避けるべきと考えられる。

表 2-5 にプロジェクト・サイトへの運輸状況を示す。

表 2-5 プロジェクト・サイトの交通・運輸状況

対象州都	陸路		空路 (空港施設)	水路 (港湾施設)
	道路	鉄道		
プルサット	国道 5 号線沿い	各州都通過する が運営停止状態	なし	なし
バットンバン			現在閉鎖	
シハヌークビル	国道 4 号線沿い		定期便なし	国際港湾

対象州都には、整備状況の良い片側一車線の一級国道が通過しており、首都プノンペン市からのアクセスおよび運輸に問題はない。また、隣国のタイ国やベトナム国からの国際運輸も陸路で可能である。一方、シハヌークビル州都の国際港湾施設は、「カ」国通産年報 2009 年による公称荷役能力が 200 コンテナ/日で、主に重量貨物を取り扱っている。

(2) 電気・通信の状況

プロジェクト・サイトへの電力供給（電圧 240V）は、他州および村落地域と比較すると安定しているが、乾期/雨期共に電圧降下や停電が頻発している。電力料金は、世帯用：首都プノンペン市 0.18 US\$/kWh、地方州都 0.30 US\$/kWh と安価（東京電力：従量料金 17.82 Y/kWh）に、商用：0.75～1.25 US\$/kWh と高く設定され、アセアン諸国の中では一番高単価である。一部の州都水道局では、水道施設の運転電力費節減に、高圧受電施設や自家発電機の活用を進めている。

通信回線の契約数推移（出典：MobileActive.org）を図 2-8 に示す。国内の 2007 年回線数は、固定電話が約 4 万回線で停滞し、一方で携帯電話が約 260 万回線と急激に延ばしている。主要プロバイダーは 5 社（全体の 98%以上）で、小規模プロバイダーが地方州都で乱立している。国内通話料金は、約 0.10 US\$/分（9 円/分）以下と比較的安価である。携帯電話の SIM カードやプリペイド・カードは、どの州都・市・町でも購入できるので支障はない。なお、首都プノンペン市とプロジェクト・サイト間及び各州都間での携帯電話回線は、利用するプロバイダーにより通信信号レベルが異なる。

2-2-2 自然条件

(1) 地形

計画サイト 3 州都の地形区分は、トンレサップーメコン平野と「カ」国南西部の高地に属する。水道施設の最高海拔は、シハヌークビル水道局配水池の標高約 120m である。以下に、州都の地形と管路測量における最高/最低標高を示す。

- 州都プルサット市： 平坦地、標高約 15.5 m～19.0 m
- 州都バットンバン市： 平坦地、標高約 12.6 m～16.3 m
- 州都シハヌークビル市： 丘陵地、標高約 3.8 m～106.2 m

(2) 地質（表土）

プルサット市/バットンバン市

トンレサップ湖周辺には氾濫原が広く分布し、両市街地の表土は、砂利/円礫/砂/粘

土から成る未固結層で、雨期の地下水水位は比較的浅い。掘削による表土崩壊や地下水の出水が考えられる。

シハヌークビル市

給水市街地は、僅かな沿岸低地と丘陵／台地から成る。市街地北側と南側の沿岸低地は、砂地が分布している。沿岸地域では、掘削による表土の崩壊危険性が高い。一方、市街地中央の丘陵／台地の表土は、石灰岩を多く含み、掘削による表土崩壊の危険性は少ない。

(3) 気象

「カ」国の気候区分は、高温多湿な熱帯地域に属する。年間降水量は、およそ 1,000 mm～3,000 mm の範囲である。

対象サイト（州都）の月間降水量推移を図 2-5 に示す。

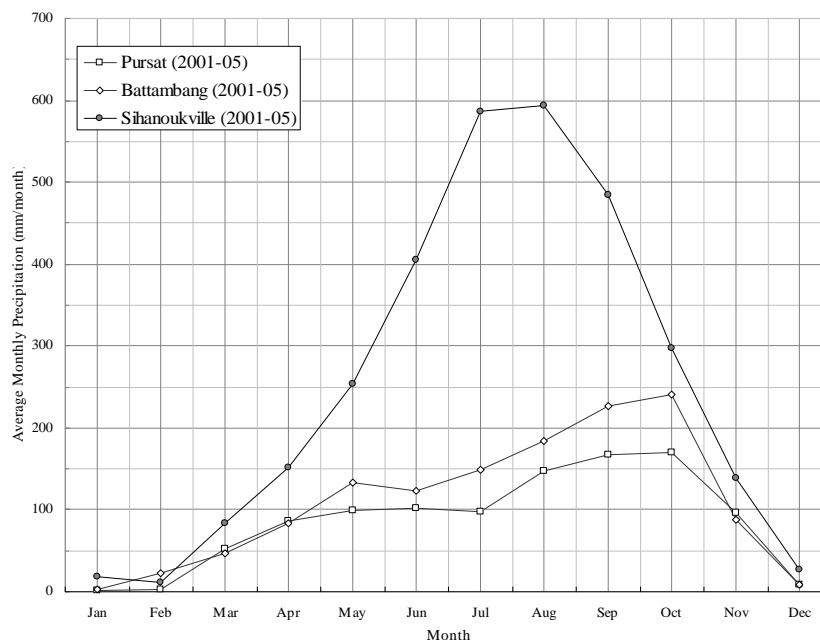


図 2-5 平均月間降水量：2001 年～2005 年（出典：Country Report 2007）

計画サイトの気候は、雨期 5 月～10 月と乾期 11 月～4 月にほぼ分割できる。州都プルサット市と州都バタンバン市は、ほぼ同様の降水パターンを示し、その両市が位置するトンレサップ湖周辺の平野部は、雨期の月間降水量 100 mm～250 mm、月間降水量ピーク 9 月～10 月である。一方、州都シハヌークビル市の雨期は、月間降水量 250 mm～600 mm、月間降水量ピーク 7 月～8 月にある。

2009 年降水日数（降水量 10 mm/day 以上）は、水資源省州都測候所の日降水量記録（7 時～翌 7 時）から以下のとおりであった。特に、州都シハヌークビル市での降水日数が多く、配水管敷設において、作業効率を雨期に低下させる一要因となる。

気象関連の情報として、プルサット及びシハヌークビル水道局では雷害を記録している。主な雷害は、回路破壊（ブレーカ・IC 基盤・電流／電圧メータ等）と機器破損（UPS・PC・電話機等）であった。なお、落雷日数のデータはない。

	年間降水日数 (10 mm/日以上)	年間雷害件数
● 州都プルサット市：	水資源省州測候所未発行	35
● 州都バットンバン市：	42 (内雨期 37 日)	不明
● 州都シハヌークビル市：	73 (内雨期 62 日)	2009 年手記は 9 件

(4) 河 川

「カ」国の河川流量は、観測所の設置数が限られ観測期間が短い(最長 2006 年以降)ため、十分な資料が蓄積されていない。アジア水環境パートナーシップ (WEPA : Water Environment Partnership in Asia) が参考値を公開しており、“State of Water Environmental Issues” の引用資料を以下に示す。なお、サンカエ河の現流量は、取水位置上流域の堰建設 (2009 年) で推定流量より減少している可能性が考えられる。また、プレクトブ湖流域データは、水道局からの提供である。

取水位置	取水水源	流域面積	推定流量 (年平均)
● 州都プルサット市：	プルサット河	未掲載 km ²	未掲載 m ³ /sec
● 州都バットンバン市：	サンカエ河	3,225 km ²	5,679 m ³ /sec
● 州都シハヌークビル市：	プレクトブ湖	2.7 km ²	未掲載 m ³ /sec

表流水の水質は、物理的性状として濁質の多い河川とやや少ない傾向の湖沼に分類可能である。一方、化学的性状では、WEPA 報告によると鉱物起源の銅や砒素が測定されているが、両項目とも慢性毒性を示す水質レベルではない。なお、大腸菌、一般細菌等のデータは極めて少ない。

(5) 地 震

「カ」国は、ユーラシア大陸インドシナ地方の安定したプレート上に位置しており、施設設計で考慮すべき地震の規模は小さく頻度は少ない。

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトは、配水管の改修及び拡張を行うものであり、一般的に、影響は工事中的サイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられるため、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月) の分類において、環境や社会への望ましくない影響がカテゴリ A に比して小さいと考えられるカテゴリ B に分類される。

<法制度>

本プロジェクトの内容から、「カ」国における環境社会配慮に関連する主要な法制度を以下に示す。

- 環境保全及び天然資源管理法：大気汚染、騒音、排水水質等に係る法制度
- 環境影響評価法：環境影響評価に係る法制度

<環境影響評価>

「カ」国環境影響評価法（No.72, ANRK.BK, August 1999）によると、給水人口 10,000 以上の水道事業は、IEIA もしくは EIA 報告書の提出が義務付けられている。関連する州環境局から聴取した結果、本プロジェクトが既存水道システムの改修／拡張であるため、「カ」国環境法規に基づく環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）報告書の提出は不要」である旨を確認した。

<環境社会に係る現地踏査>

対象 3 州都の土地利用・自然環境・経済社会状況等に係る現地踏査結果は次頁の表 2-6 のとおり。

表 2-6 対象州都の環境社会に係る状況

項目/州都	プルサット	バタンバン	シハヌークビル
市開発計画/土地利用計画	市開発計画なし。 配水管拡張要請のある市街地周辺地区の大半は道路に沿って家屋がまばらに点在。脇道の両側は水田で家屋は恒久建材を使用したものではない。	市開発計画なし。 市街地は多数のホテル、商業施設建設で急速に発展中。住宅地区も建設中。配水管拡張要請の地域には、高・中・低収入の全ての世帯あり。	市開発計画は策定済み、Council of Ministries の承認待ち。ホテル、商業施設、住宅開発が急速に進んでいる。開発中の経済特区(SEZ)が同市の経済活動の飛躍になると見られる。
住民移転	配水管は公道内に敷設するため、一般家屋等、建築構造物への影響はなく、住民移転も発生しない。		
生活/生計	新規水源開発ではないため、水利用に係る負の影響はない。 管敷設工事中においては、騒音・振動、廃棄物、交通等に影響があるものと予測されるが、限定的である。プロジェクト実施において、影響緩和措置を考慮する必要あり。		
遺産	対象地域には遺産が存在せず、影響なし。		
景観	配水管は地中に埋設するため、景観への影響はない。		
少数民族/先住民	影響なし。		
労働条件	水道局職員への負の影響はない。		
水利用に係る紛争/水利権	取水施設上流には、河川水を利用する家屋があるが、新規水源開発ではないため、影響なし。 水道局によると浄水場に必要な河川水量は十分にあるとのこと。 水利権/水利用に係る政策なし。	水源の Sangke 川の利用： 取水施設上流で民家、商業施設、伝統的行事、灌漑ダムあり。 下流に灌漑施設、伝統的行事(ボートレース)、舟運、漁業あり。 取水施設の約30km上流に灌漑ダムあり。 水道局によると年によって乾期に河川水位が低下するため、仮設堰を設置して浄水場に必要な水量を確保しているとのこと。新規水道水源開発の場合には、水文を含む本格的調査が必要と考える。 水利権/水利用に係る政策なし。	水源貯水池は水道専用のため、影響なし。 乾期に貯水池水位が低下するため、2009年からANCO社からの買水で補完している。 水利権/水利用に係る政策なし。
下水/スラッジ処理	下水処理施設なし。 排水は水路/河川に流入。	下水処理施設あり。処理水は灌漑に利用、汚泥の管理は無い。	下水処理施設あり。処理水は水路に放流、汚泥の管理は無い。
排水路	排水計画なし。	排水計画なし。	排水計画なし。
水道水源水質	浄水水質は「カ」国基準を満たしているため、水源水質(採水地点：取水施設3km上流)に問題はない。	浄水水質は「カ」国基準を満たしているため、水源水質に問題はない。2009年の測定項目：pH, EC, DO, BOD5, TDS, Cd, Pb, Cr, Ar	浄水水質は「カ」国基準を満たしているため、水源水質に問題はない。
他の水源水質	他の水源： - 掘抜き井戸：細菌等汚染のリスク - 雨水：細菌等汚染のリスク	他の水源： - 掘抜き井戸：細菌等汚染のリスク - 雨水：細菌等汚染のリスク	他の水源： - 掘抜き井戸：細菌等汚染のリスク - 雨水：細菌等汚染のリスク
自然保護地区	プロジェクト地区内になし。		
水道接続意思/支払い意思	現在、多数の給水申請があり、接続工事待ち。	家屋構造からみて、接続意思・支払い意思は高いと見られる。	水道局によれば、高・中・低収入世帯のいずれも接続意思は高いと見られる。

<環境社会影響のスコーピング>

本プロジェクトの実施により想定される環境社会面への影響について、旧 JBIC のガイドラインに基づき、資料 6-2 に示すとおりスコーピングを行い、環境チェックリスト（案）を作成した。

配水管整備に伴う主要な環境社会影響の要因は、建設工事段階での、粉塵等の大気汚染、建設発生土等の廃棄物、工事騒音・振動、また工事サイト周辺の交通への影響が一時的に生じると想定される。

<環境社会影響の緩和方策>

本プロジェクトの配水管改修、拡張工事段階では、大気汚染、騒音・振動、廃棄物等の典型的な環境汚染、また交通への影響が一時的に発生し、事故が生じる可能性がある。「カ」国の実施機関及び建設工事業者は、建設機械の適切な運用、作業員・職員の教育訓練等の環境・安全対策を講じること求められる。

<環境社会影響のモニタリング計画>

本プロジェクト対象 3 州都における配水管改修／拡張工事に伴い、限定的ではあるものの工事期間中の交通管理、騒音、振動、大気汚染及び廃棄物に係る工事影響が予測されるため、これらの工事環境に係るモニタリング計画（案）を作成した。

工事環境に係るモニタリングは、「カ」国側が日本側との協働で行うものとする。表 2-7 は現時点で考えられるモニタリング計画（案）であるが、その詳細は、コンサルタントの提案を基に「カ」国側 PIU と最終化する必要がある。

表 2-7 工事環境モニタリング計画（案）

モニタリング項目		測定（コントラクター）				モニタリング頻度	
分類	項目	測定値/状況	適用基準等	方法	場所	週	月
騒音	建設機械	各現場において毎日測定 水道局職員及び コンサルタントによる活動の監督	カンボジア基準	レベル メータ	建設機械使用 の現場周辺	コンサルタントによる日測定記録等の分析	関係者による月例会議、 及び現場視察
	発電機		日本基準（自治体の 条例）を参考にコン サルタントの提案 による				
振動	建設機械		カンボジア基準	ガイドラインに 準拠			
	発電機		関係地方政府との 調整による	目 視			
大気汚染	排気ガス		管敷設 終了現場	目 視	管敷設 終了現場		
	粉塵						
廃棄物	堀上管		管敷設 中の現場周辺	目 視	管敷設 中の現場周辺		
	残土						
交通	瓦礫	管敷設 中の現場周辺	目 視	管敷設 中の現場周辺			
	案内板						
	交通整理員						

2-3 その他（グローバルイシュー等）

アセアン諸国と比較すると、「カ」国の貧困人口比率は特に高い。世銀の「貧困層アセスメント 2006 年」によると、「カ」国貧困世帯の特徴は、家屋／家具と学校教育への投資指数が低いことが挙げられている。

現在、給水管接続の料金は、接続する配水管径（サドル付分水栓）、世帯までの配管距離（高密度ポリエチレン管）および水道メータにより、実費が申請者へ請求されている。一般的に、接続料金は、最低でも US\$ 120／接続栓程度の負担が申請者へ課せられる。このため、貧困世帯（平均的に US\$ 150 以下／世帯）への安全な飲用水を受ける足枷となっている。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

「カ」国の国家開発戦略5ヶ年計画（2006年）では、2010年までに都市部における安全な水へのアクセス率を80%まで引き上げることを目標に掲げているが、都市部の上水道セクターを所轄するMIMEの2008年調査結果によれば、安全な水にアクセス可能な人口は、僅か51%に過ぎない。MIMEは、続く次期5ヶ年計画でも、継続した目標値である2015年都市部80%を掲げている。この中で本プロジェクトは、プルサット、バタンバン、及びシハヌークビルの3州都において水道施設の整備を行い、当該地域の給水サービスの向上を目標としている。

本プロジェクトは、上記目標を達成するために各州都における配水管を改修及び拡張し、給水管接続に係る機材を調達するとともに、給水管接続及び配水流量管理に係る必要な要員の育成のための支援を行うものである。

本プロジェクトにより実施される事業の計画内容を表3-1に示す。なお、水道局別に計画/設計した施設建設と資機材調達の各数量は、それぞれ表3-5と表3-6に示す。

表3-1 対象全事業（3水道局）の計画内容

種別	事業内容	主な仕様/数量/内容
施設建設	既存配水管の更新	管長： 総延長 31.8 km 管種： ダクタイル鋳鉄管および高密度ポリエチレン管 管径： 50A~350A 注：既設給水管の再接続は、「カ」国側負担工事とする
	新規配水管の新設	管長： 総延長 93.2 km 管種： ダクタイル鋳鉄管および高密度ポリエチレン管 管径： 50A~350A
	特殊管路	道路横断、鉄道横断、橋梁添架*1、水管橋*1、上/下越し*1： 3式
	付属設備	流量計*2、仕切り弁*2、減圧弁*2、制御弁*2 ³ 、空気/泥吐き弁： 3式
	配水流量監視	配水流量監視システム（テレメトリ式情報通信）： 3式
	配水流量制御	配水流量制御システム（浄水制御弁の遠隔操作）： 1式
資機材調達	給水管接続用資材	再接続（更新管）：サドル付分水栓/給水管/弁・継手 各4,400組 新接続（新規管）：サドル付分水栓/水道メータ 各2,400組 新接続（既存管）：水道メータ 700組
	HDPE融着機	SF融着機：高密度ポリエチレン管用、適用口径≤50A 5式 小型発電機：5kVA 5台
技能向上	給水管接続技能	給水管の接続技能（サドル付分水栓/管接合）と試験方法（水圧/通水）
	配水流量管理能力	システム運用と集積データの活用（漏水削減/施設設計/活動計画）

注*1：道路横断および鉄道横断を除く特殊管路では、現地状況（酸性土と風塩）からステンレス鋼管を使用する。

注*2：一部の付属設備は、既存配水管へ接続する。

注*3：配水流量の制御弁は、その運転操作頻度から電動とし、二次側配電線工事が「カ」国側負担事項となる。

注：水道局別の配水施設と資機材調達の各数量は、それぞれ表3-5と表3-6を参照のこと。

本事業の実施により対象 3 州都の水道局は、配水施設からの漏水量を極力削減することで、地域住民への給水サービスが向上すると共に、既存浄水場の稼働率を上げることが可能となる。また、配水流量監視（シハヌークビル水道局での浄水制御を含む）システムの導入と付帯する技能向上プログラムの実施により、水道施設の運転を中心的な活動としてきた過去から、安全で安定した水道施設を管理する経営手法への方向転換に寄与できる。

加えて、給水管接続用の資材調達・供与により、貧困世帯を対象とした加入料金の減免措置が可能となり、その結果として、これまで未接続であった多くの貧困世帯への安全な給水を促進することへの側面的な支援となる。また、給水管接続用の機材調達・供与は、関連する技能向上プログラムの実施を伴って、給水管からの漏水量を将来に亘り恒常的に削減可能とするものである。

なお、UN-Habitat による MEK-WATSAN 事業（メコン河流域に居住する貧困層を対象とした水供給衛生改善事業）が、プルサット水道局を対象として本事業と同時期に実施される。本事業監理では、UN-Habitat 事業との連携による相乗効果が発現できるよう、UN-Habitat カンボジア事務所との情報を事業のマイルストーンごとに交換する。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

実施設計および施工工程を勘案した本事業による配水施設の整備完了は、2013 年 6 月頃と想定する。本計画による配水施設整備を実施して現状の水供給能力を緊急的に改善し、短期的な水需要の増加に対応するものとすれば、計画目標年次は、施設建設完了後 3 年程度を目途とした 2016 年とする。

配水施設の整備事業は、以下に示す優先順位にて実施する。

- ① 既存の老朽配水管等が含まれる市街地の更新路線を最優先で整備する
- ② 配水効率を上げるために必要な配水幹線を第 2 優先で整備する
- ③ 給水サービス向上が期待できる市街地の新設路線を第 3 優先で整備する
- ④ 期待する給水管の接続密度を費用対効果として評価し、その多寡により市街地周辺の新設配水管路線を最終優先として整備する

なお、本事業は、配水施設整備に限定して実施することから、買水事業を含む既存浄水場能力の範囲内における水需要への対応となる。無償資金協力事業の緊急性を勘案し、買浄水を含めた現浄水能力の日最大配水量に対する稼働率 100 % を計画年次 2016 年に達成する事業目標とする。また、計画年次 2016 年までに達成すべき指標の目標値を算定し、事業後モニタリングにより事業効果を管理する。

計画対象地域は、州都の市街地を中心にその周辺郊外を含む給水区域で、地域住民への飲用水供給に加え、開発中の新興住宅地向けや商工業用への水需要等、現状から将来へ向けた水需要と水供給の両面を勘案して配水施設を整備する。ただし、シハヌークビルで整備が進む経済特区は、独自に必要な水源・水量を確保する計画となっているため、本プロジェクトの対象外とする。

配水管更新は、本計画で最優先される事業内容であり、現使用者の利便性確保（給水停止

時間／日数の短縮)に「カ」国側負担事項が大きく影響する可能性が高い。このため、「カ」国側の財政状況を勘案して、配水管更新時に使用する再接続材の内から価格面で高い比率を占める材料(サドル付分水栓、弁類、給水管)を本事業で調達・供与し、現給水管再接続の工事部分のみを水道局が負担する業務分担とする。

なお、現水道メータはそのまま転用し、その間の接続工事および通水作業を「カ」国側負担で行う。

更新後の既存配水管は、更新した新規配水管の敷設状態のまま、経済的に負担の少ない現場廃棄処分とする。既存配水施設は、アスベスト管を未使用とのことから、アスベスト飛散防止措置や管内へのコンクリート注入等の処置も発生しない。

(2) 自然条件に対する方針

事業対象地域の自然条件に対し、本事業の実施に関する以下事項の設計方針を示す。

<地 形>

現配水方式は、配水池からの自然流下である。給水区域の地形により、夜間の給水圧力が高くなる配水施設では、現在設置されていない減圧弁を活用する。

<地 質>

対象サイトでの土質から、管敷設作業時やピット設置時に、対象管路線の開削壁が崩壊する危険性が高い。管工事の安全面を考慮し、開削壁の土留めによる保護策を必要な箇所を設置する。

内陸サイトの土質が酸性土で、海岸サイトも海水風塩が懸念されることから、地表部もしくは障害物回避で施工する特殊管路には、ステンレス鋼管を適用する。

<気 象>

対象サイトは、降水量による作業不能日数が多く、作業効率を雨期に低下させる一要因となる。配水管敷設の作業効率および進捗数量等を設定する。

流量監視システムは、買電力の場合に外部電力線を介した IC 部品への被害／損害が頻発する可能性が多い。流量監視子局に活用する IC 部品への雷害リスクを回避する目的で、内蔵式電源を採用する。

(3) 社会条件に対する方針

事業対象地域の社会条件に対し、本事業の実施に関する以下事項の設計方針を示す。

<貧 困>

「カ」国州計画局による州地方行政の計画諸元基準によると、全州地域(都市部+村落部)を対象として貧困率 30%~50%と推計しており、水道局もこの推計値を妥当と判断している。「カ」国側が実施可能な貧困世帯対策は、加入接続料への減免と考えられる。

<通 信>

事業対象の3州都では、「カ」国首都プノンペンと比較して情報通信に活用するブロードバンド信号レベルと安定性が低い。本通信環境は、テレメータ流量監視システムの導入にあたり、可能な限りの事業対策（「3-2-2-1 施設建設計画（2）配水流量監視システム導入」で詳述する）を講じる。

<交通・運輸>

本邦および第三国調達に係る輸送ルートは、基本的に調達国の主要港から「カ」国シハヌークビル港への海上輸送となり、入港・通関後、対象3サイトへの陸上輸送となる。複数サイトを対象とした本事業では、出荷時点で対象サイト別の梱包荷姿を指定する。

<市街地の交通状況>

管工事における安全面を勘案して、開口部を最小時間に止める管接合方法を選定する。水流スラストがかかる曲管部分等でのコンクリート補強を避け、ダクタイル鋳鉄管の接合方法を以下のように計画する。

- 抜け止めを施した管： K形メカニカル接続またはT形抑制接続と特押しの組み合わせ
- 無スラストの直管： T形プッシュオン接続

水道局による既存サドル付分水栓の再接続能力、対象サイトの市街地規模と配水管敷設延長、現浄水場能力を勘案した工事用水量（既存管切断／接合時の出水や接合後の管内洗浄水／泥吐き）等により、管工事の作業班数を計画する。

現状の給水管設置には、①ダクタイル鋳鉄管にサドル付分水栓を設置し、②道路反対側にある水道メータへ接続することがある。本事業の対処として、道路両側へのサービス配水管を追加併設して、給水栓接続費の節減と技術的な簡易性を図る。

(4) 法・制度・基準に対する方針

<基本計画諸元>

施設計画を策定する際の標準的な手法や参考となる数値が未整備であるため、PPWSA標準や過去に採用された設計流量（日平均／日最大／時間最大）、給水圧力（最低水圧／最高水圧）及び過去3年間の給水原単位（世帯用：一人当たり一日消費水量）の実績値を参考に計画する。

<施設整備基準>

これまで、ドナー国の水道施設基準に従うことが通例であった。他方、「カ」国最大の公営水道事業体であるPPWSAは、独自の施設標準2007年を初版し、継続的に追加・修正版を整備している。本計画では、このPPWSA標準を基本的に踏襲する。主なPPWSA標準から適用する項目を以下に示す。

- 配水管の管種選定基準： 管径別の管種

- ダクティル鑄鉄管の接合方法： 水流スラストの多寡による接合種の選定
- 配水管の敷設標準： 掘削寸法、転圧層厚
- 給水管接続の標準材料： サドル付分水栓、小口径管、水道メータ

<道路法／鉄道法>

道路／鉄道管理者は、公共事業運輸省、州公共事業運輸局、州警察局と市開発局である。配水管の横断方法は、現場状況を勘案して、道路法／鉄道法に準拠し設計認可を得る。

<税制度>

必要な手続きは、本事業の資機材輸入品目リストを契約業者が作成して、MIME 経由で「カ」国開発委員会（CDC：Council for Development of Cambodia）へ提出し、所定の免税措置を受ける。

<労働習慣と祝祭日>

雨期／乾期の気候に合せた固定祝祭日は、日曜日との重複を勘案し、振替祝祭日はそのままでの日数を作業可能日数から減じる。

(5) 現地業者・市場資材の活用に対する方針

配管敷設に関しては、国際的な資格を有した技術者による適正な管理下であれば、現地協力業者として管工事を行うことに特段の問題発生はない。併せて、機械電気設備等の設置工事においても、現地業者の活用が可能である。

管材を除く埋め戻し砂／舗装材、構造物のセメント／骨材等、現地で容易に入手可能な配水管敷設に関連する建設資材は、基本的に「カ」国内調達とする。また、建設機械も建設業者からのリースが可能である。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

本事業実施に係る水道局分担事項を着実に実施するためには、特に現地には給水管の再接続に係る委託可能な業者がないことから、一時的な増員確保が必要となる。漏水削減に係る品質確保をも念頭に、水道局職員と臨時雇いの配管工を対象として、給水管接続に関する技能レベル向上に資する技術指導が必要である。

本事業に含まれる配水流量監視システム導入は、事業管理の将来志向として有望と考える。短期的なシステム操作・修理方法の技能向上に加え、長期に亘る管理手法の指導やシステム向上への助言等が必要である。

民間会社からの買浄水により現浄水場能力を補完して給水しているシハヌークビル水道局においては、変動する水需要に適した配水システムへ変更する必要があり、両浄水を配水する管網境界に電動流量調整弁とその現場／中央操作システムを設計する。

(7) 施設・機材等のグレード設定に対する方針

本計画に採用する施設は、単純な運用操作が可能なグレードとする。一方、給水管接続用の資機材は、水道局による継続使用を勘案して、現地市場での調達が可能な物品を採用する。

(8) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

配水管敷設は、一般的な開削工法を適用する。対象サイトの州都は、歩行者や車輛の交通量が多く、歩行者／車輛／作業員への配慮を十分取り入れた安全管理を徹底する。

労務および工事用資機材は、基本的に「カ」国内調達とする。「カ」国内で調達できない資機材は、日本および第三国調達を前提に輸送費を含めて安価な物品を調達する。

事業対象水道局となる 3 州都で同時施工する。安全面を重視し、かつ可能な限り短工期となるよう効率的な施工体制を構築する。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

基本計画の策定は、「カ」国側要請を基に以下の事業コンポーネントおよび構成要素に分ける。

- 施設建設 : (1) 配水施設整備、 (2) 配水流量監視設備
- 資機材調達 : (1) 給水管接続用材料、 (2) 給水管接続用機器
- 技能向上 : (1) 給水管接続技能、 (2) 配水流量管理能力

3-2-2-1 施設建設計画

(1) 配水施設整備

<既存配水管の更新構想>

更新管路は、漏水に関連する既存配水管の履歴として、現管網図（管種／管径）および過去 3 年間の地上漏水と管修理情報を水道局から入手して検討した。民間水道事業からバタンバン水道局へ移管された配水管は、管種／管径／管長リストと近年の地上漏水／管修理の情報を基に管網図を新規作成して検討した。

対象 3 水道局の配水施設は、内戦以前に付設した普通鋳鉄管（CIP : Cast-iron Pipe）で地上漏水が頻発している。バタンバン水道局は、民間水道事業者から移管した塩化ビニル管（PVC : Polyvinyl Chloride）を敷設した配水施設数が 8 ヶ所あり、うち 6 ヶ所（図 3-1 : 黄○が旧民間給水区域）で近年の地上漏水と管修理の情報が集中している。バタンバン水道局は、民間敷設の一部老朽配水管を更新済みで、今後は独自に小口径管を継続更新する予定である。



図 3-1 バッタバン水道局：旧給水区域（青○）、更新対象の民間水道区域（黄○）

上述した現地調査結果および国内解析結果から、次に挙げる配水管を更新対象とするとともに、表 3-2 と図 3-2 で示す更新構想を整理した。

- 水道局所有の配水管：近年に地上漏水が頻発している CIP 配水管路
- 複数民間事業者から移管された配水管：漏水箇所が集中するバッタンバン市の特定 6 区画の配水管路

表 3-2 更新管路選択（最優先事業）*：本管地上漏水の近年修繕情報

既存配水管網 敷設経年	管種	プルサット			バッタンバン			シハヌークビル		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
老朽管 (内戦以前)	CIP	53	4.7 km	無償	57	3.2 km	無償	22	8.2 km	無償
			1.0 km	TC		1.0 km	TC		1.0 km	TC
	GI	-			0	7.4 km		0	25.2 km	
	PVC	0	24.3 km		-		-			
新規敷設管 (内戦以降)	DCIP	0			0	8.6 km		-		
	HDPE	0	33.6 km		0	37.7 km		0	18.7 km	
民間水道移管	PVC：大				11	15.6 km	無償			
					0	13.6 km		-		
	PVC：小	-			14	39.1 km	WWs	-		
対象管地上漏水の修繕数		53			68			22		

凡例：A（過去3年分の地上漏水の修繕箇所数）、B（路線長）、C（施工分担）、
無償（本事業対象）、TC（JICA 技プロ「水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ2」による更新）、WWs（水道局自身による更新計画）、
CIP（普通铸铁管）、DCIP（ダクタイル铸铁管）、GI（亜鉛めっき鋼管）、
HDPE（高密度ポリエチレン管）、PVC（塩化ビニル管）、
大（本管≧口径 50 A）、小（支管≦口径 40 A）

*注：網掛け部分は無償（本事業）対象

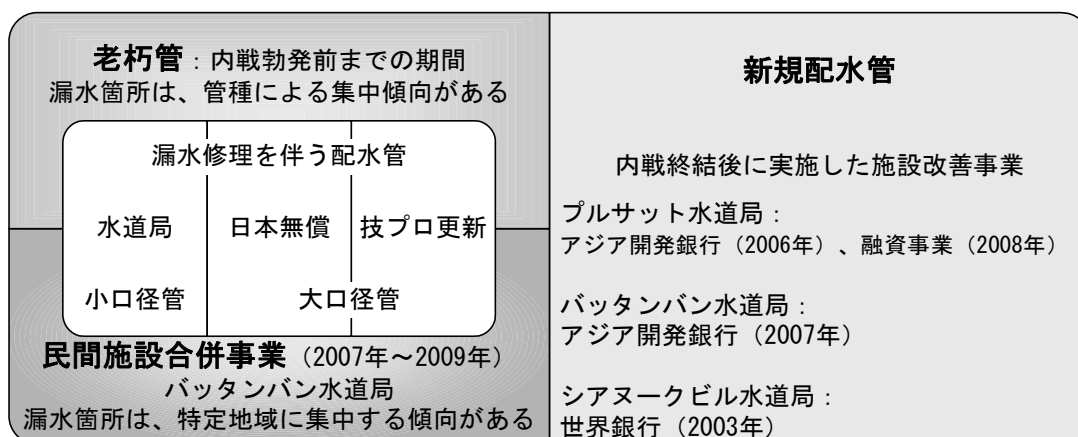


図 3-2 更新管路選択：分担イメージ

なお、表 3-2 に示した配水管の管種と管路延長は、各水道局から入手した資料を集計した数値で、既存の全配水管を網羅する管網図は未整備であるため、本プロジェクトの基本方針を策定する資料としてのみ利用した。基本計画に基づく施設整備では、本調査で実施した管路の測量調査結果、更新要請がある幹線の廃却処分等が含まれるため、表 3-1 に示す更新対象路線の延長と設計数量は整合しない。

<新規配水管の新設構想>

給水区域の拡張に対する要請のうち、候補となった配水管路からの選択は、州都として適正な給水圧力保持に必要な配水幹線を第一優先とし、次に優先性の判定基準(図 3-3 参照)により順位付けした上で、管網上で有効な配水管を第二優先とする。

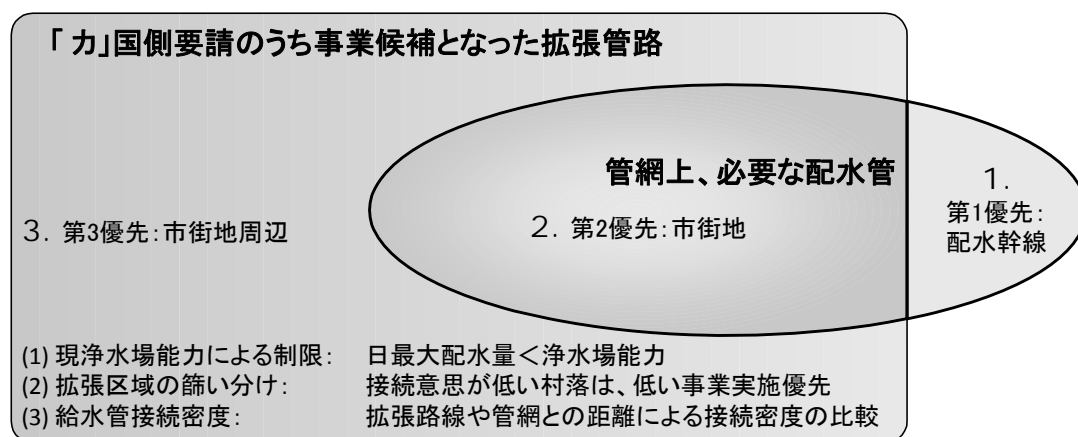


図 3-3 新設管路選択：優先整備イメージ

<施設整備の計画諸元>

配水管施設整備における計画諸元を表 3-3 に示す。配水管網に係る計画諸元と計画 2016 年の水需要／無収水率により、管網水理解析ソフト WaterCAD を用いて配水施設整備の基

本計画を策定する。

給水原単位は、各州都の実績値をベースに、聞き取りによる貧困世帯率を参考に「貧困世帯：一般世帯＝7：10」として、つぎのとおり仮定する。

	貧困世帯	一般世帯	水道局 2009 年実績
● プルサット：	95 Lpcd	125 Lpcd	121 Lpcd
● バッタンバン：	105 Lpcd	140 Lpcd	133 Lpcd
● シハヌークビル：	100 Lpcd	135 Lpcd	130 Lpcd

一世帯あたりの人数は、各水道局からの聞き取りにより、プルサット、及びバッタンバン 5 人/世帯、シハヌークビル 6 人/世帯とする。

時間係数の実測値は、PPWSA が「カ」国で唯一計測している。PPWSA は「カ」国首都の水道事業体で、①計画サイトとの施設規模（加入約 18 万世帯）や水需要形態（主に第 3 次産業）が異なり、②PPWSA 平均時間係数 1.72 が短期間計測（2005 年以降）であること等を勘案すると、本基本計画の参考値としては採用し難い。一方、JICA 技プロ「水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ 2」で策定された各州都の上水道施設整備 M/P で採用した時間係数 1.79 は、日本水道事業体の給水人口 2 万～10 万規模（0.4～2.0 万世帯）に相当する。従って、M/P と同様の数値を本計画でも採用する。

市街地管網の最小動水圧 150 kPa は、州都での水道事業として適正值であり、事業実施により給水水圧が適正值範囲となるよう配水施設整備を計画する。一方、周辺郊外に整備された単管路沿い給水区域の水圧改善は、高架水槽の高さ変更または再配置等を含む水道計画全体で対応することが必要である。

表 3-3 配水管施設整備における計画諸元

諸元	プルサット	バッタンバン	シハヌークビル
計画給水量 (日最大)	既存浄水場能力（シハヌークビル水道局は買浄水を含む）		
	5,760 m ³ /day	11,520 m ³ /day	17,680 m ³ /day
給水原単位	一般世帯：125 Lpcd	一般世帯：140 Lpcd	一般世帯：135 Lpcd
	貧困世帯：95 Lpcd	貧困世帯：105 Lpcd	貧困世帯：100 Lpcd
時間係数	「時間最大給水量÷日平均給水量」：1.79		
最小動水圧	市街地管網：150 kPa 相当（0.15MPa：15 mH ₂ O、概ね 15A 水栓 20 ㍉/分） 郊外単幹線：100 kPa 相当（0.10MPa：10 mH ₂ O、概ね 15A 水栓 10 ㍉/分）		
最大動水圧	配水全区域：600 kPa 相当（0.60MPa：60 mH ₂ O）		
管網における 流量計算式	ヘーゼンウィリアムズ公式（Hazen Williams） $H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$ H：摩擦損失水頭(m)、C：流速係数、D：管内径(m)、Q：流量(m ³ /s)、L：延長(m)		

本事業は、配水施設整備に限られることから、単管路での給水圧改善を最小動水圧 100 kPa 相当を適正範囲とした。また、最大動水圧は、配水管や給水管の事故対応、漏水量や維持管理費に関連して 600 kPa とし、シハヌークビル水道局の配水施設に減圧弁を設置して、給水水圧の適正化を計画する。

<管網解析結果>

事業内容は、管網水理図から計画した更新／新設配水管線を識別し、配水区画を加えた一般平面図（「3-2-3 概略設計図」を参照）で示す。

管網水理図（図 3-4～3-6）は、水道局別に「Without ケース＝事業未実施の 2016 年＋現無収水率の維持＋現給水区域内の水需要増加」、「With ケース＝事業実施後の 2016 年＋無収水率の削減＋将来給水区域内の水需要増加」の場合において、時間最大給水量における給水水圧分布で比較した。

更新と新設の配水管路に分け、更に、新設管路を前図 3-3 に示した「第 1 優先：管網上必要な配水幹線」、「第 2 優先：管網上必要な市街地拡張」および「第 3 優先：市街地周辺の拡張」の分類で、一般平面図（「3-2-3 概略設計図」を参照）に示した各管路記号を用いて次頁の表 3-4 にまとめた。

表 3-4 管路記号：配水管更新および優先整備順に分けた配水管拡張（3-2-3：概略設計図参照）

一般平面図	ブルサット	バタンバン	シハヌークビル
更新：最優先（青色路線）	R1～13、15～20、 Ra：管種により更新	R1～18	R2～5
新設：次優先 （赤色路線）	第 1 優先： 管網上必要な 配水幹線 Ea：二条管 E10：環状化	E2～3、E6：環状化、 一部二条管	Ea1, Ea2, Eb：CIP の 代替路線 E2, E2'：二条管と新設
	第 2 優先： 管網上必要な 市街地拡張 E1～2、E4～5、 E7～8	E7～8、E9-1～9-2： 管径増強 Ea、Eb：二条管	E5～8
	第 3 優先： 市街地周辺の 拡張 E11	E1、E5：国道沿い （高接続密度）	E3～4、E9～13
要請からの削除（灰色路線）	R14：私有地（閉鎖） E3、E6、E9、 E12～19：需要過多	E4：環状化で代替 E10：過疎単管路	R1：導水管は事業外 E1：Ea1/ Ea2/ Eb で代替

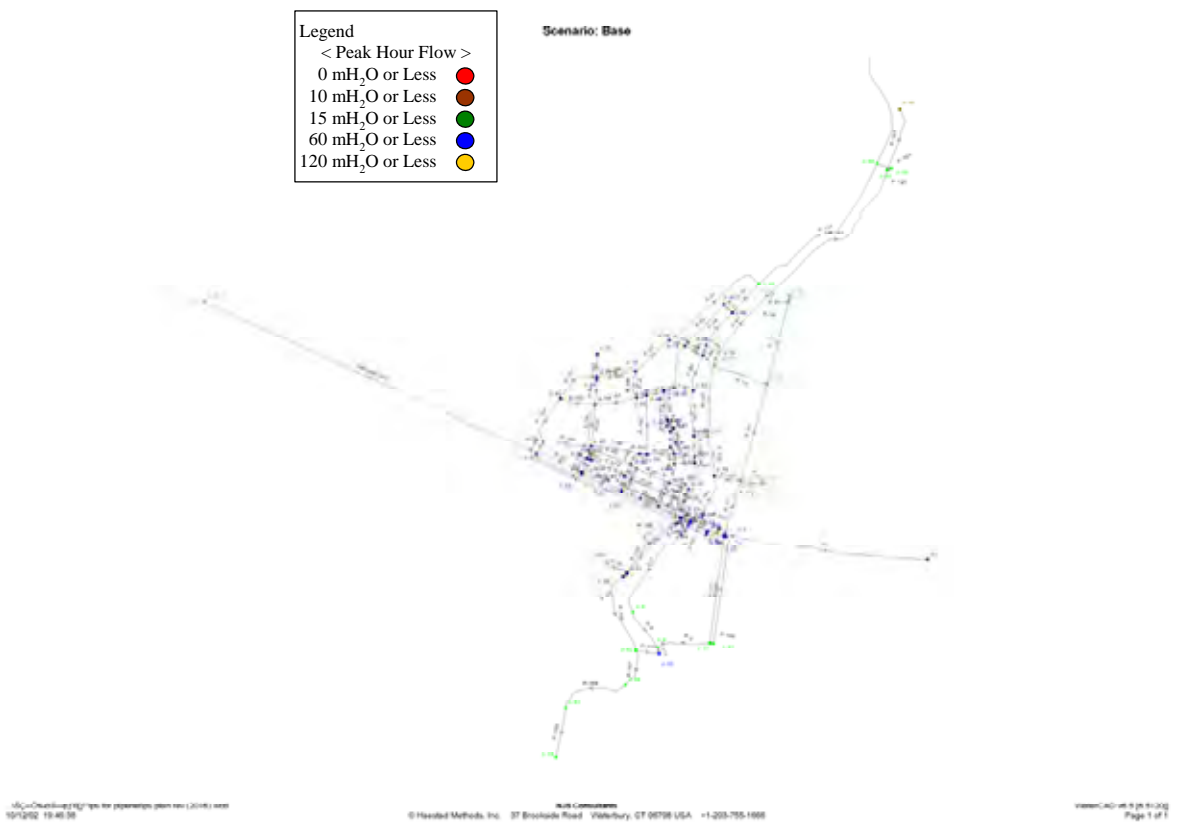
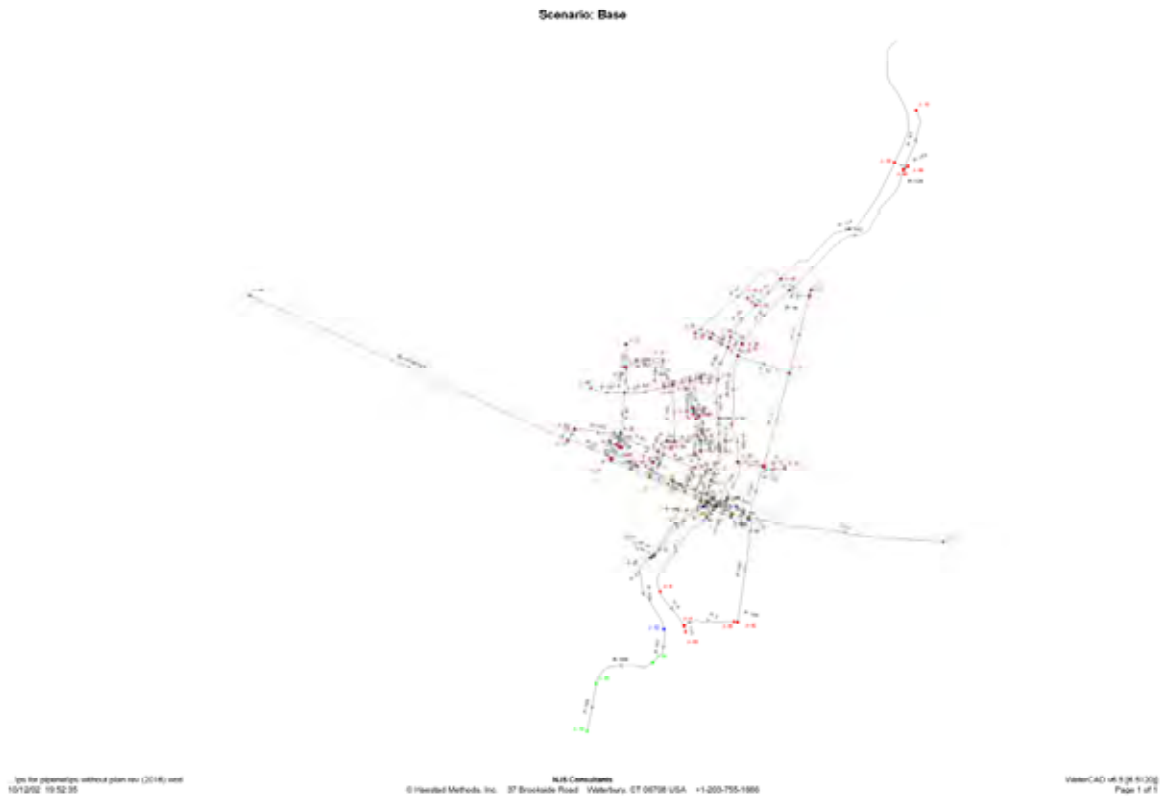


図 3-4 プルサット水道局：管網水理図（上段：Without 事業、下段：With 事業）

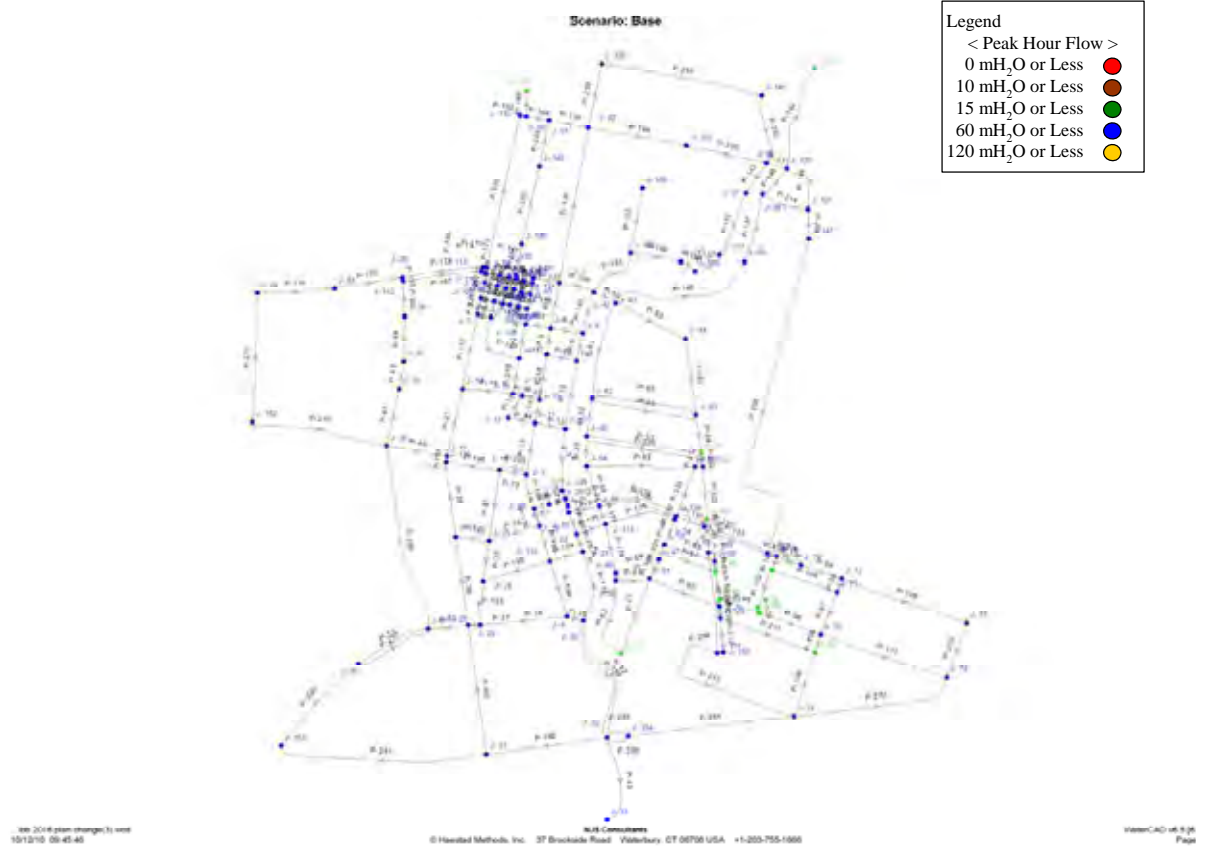
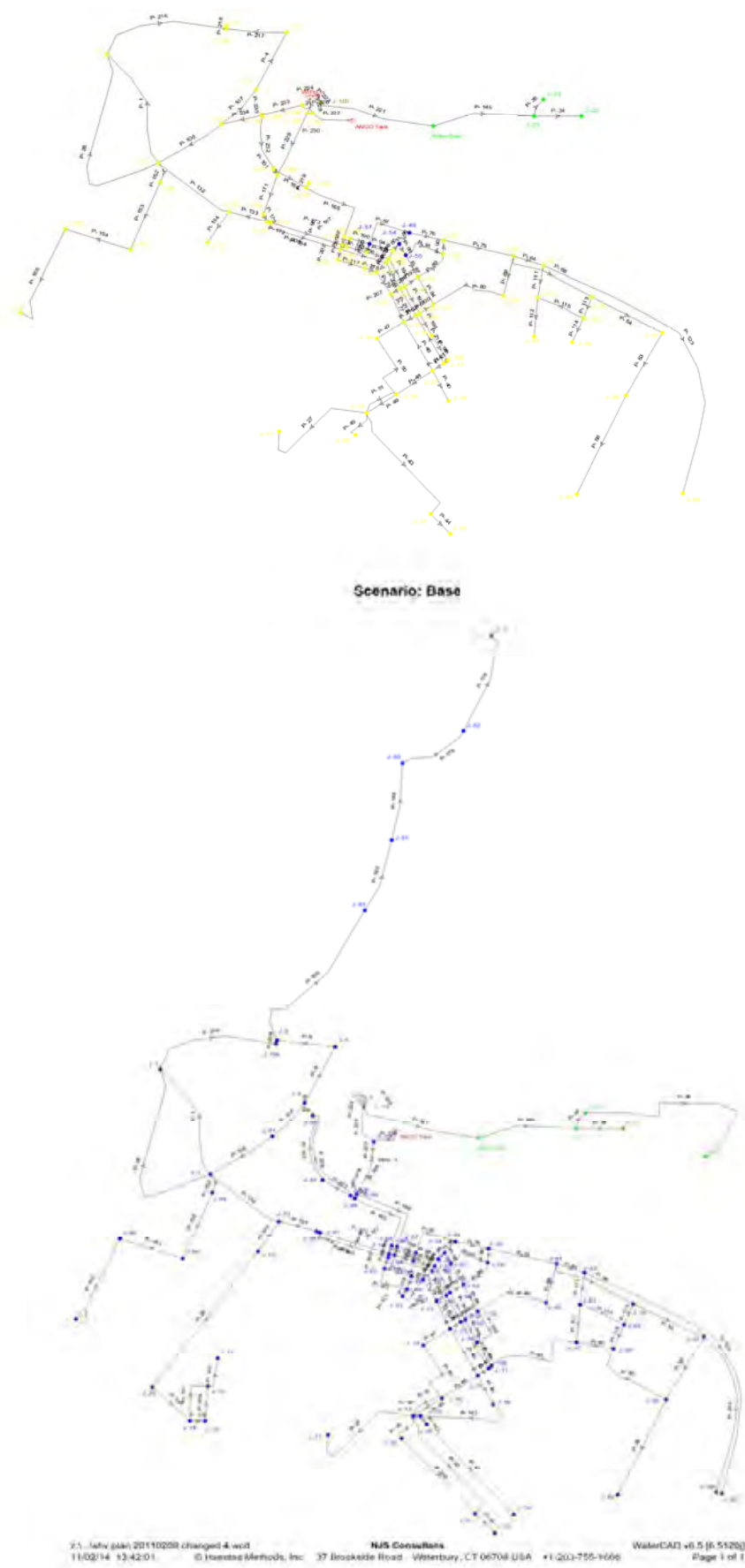


図 3-5 バッタンバン水道局：管網水理図（上段：Without 事業、下段：With 事業）



Legend	
< Peak Hour Flow >	
0 mH ₂ O or Less	●
10 mH ₂ O or Less	●
15 mH ₂ O or Less	●
60 mH ₂ O or Less	●
120 mH ₂ O or Less	●

図 3-6 シハヌークビル水道局：管網水理図（上段：Without 事業、下段：With 事業）

以下に、整備計画の策定上、「カ」国側要請から変更した内容を示す。

プルサット水道局 (図 3-4 参照)

更新路線 Ra は、水道局からの更新／新設要請にはないが、漏水修理経歴もあり更新対象の管種であるため更新する。管種による更新路線 R14 には、現管路上に住宅が建設されているため、更新不可であることを確認した。事業計画では、当該路線を閉鎖することとし、近くに新規敷設する配水支管から水道局が給水管を再接続する。

新設 Ea 路線は、水需要増加による浄水場からの配水能力不足に伴う増強である。管路 E10 は、河川東側給水区域への配水量増加に伴う水理的な増強管である。事業実施により、郊外管網（河川東側）および郊外へ向かう単管路を除く市街地の配水管網は、給水水圧 150 kPa (15 mH₂O) 以上を確保できる。一方、新設要請から削除した路線は、他の新設路線より家屋密度が低く、かつ浄水場能力を上限とした需要過多の理由による。

バタンバン水道局 (図 3-5 参照)

要請書に示された管路の内、第 1 次現地調査で確認した水道局により更新済み／今後更新可能な管路を除き、その他の更新管路を事業対象とする。

高架水槽水頭（水位と地盤高との比高）が 22～23 m 程度と低いことから、配水幹線の新設は、州都水道としての適正な給水水圧を確保するため有効である。要請にない新設 Ea/ Eb 路線は、河川東側の低給水水圧を解消するため、二条管を環状幹線へ接続する。事業実施により、東側市街地の配水管網では、給水水圧 145 kPa (14.5 mH₂O) 以上を確保できる。

新設 E4 路線は、既存配水管と平行して敷設する二条管が要請されている。ただし、環状幹線の敷設により適正な給水水圧が確保可能であるため対象から削除する。また、新設 E10 路線は、市街地周辺郊外へ給水区域を拡張する単管路で、市街地の配水管網に水理的な影響がなく、浄水場の供給能力から水需要過多であるため対象から削除する。

計画した新設配水管 (E4/E10 管路除く) 沿いでは、水道局から得た接続期待世帯数が 6,045 となる。事業実施の効果（「第 2 章 2-2-4」参照）で示すように、現給水区域からの接続希望者に係る予測数を勘案すると、事業実施による NRW 率が最大限削減された場合でも、新設配水管への追加 2,000 世帯の給水管接続が限度となる。一方で、新設配水幹線の整備は、適正な給水水圧確保の観点から環状管路を対象から外せないことから、新規の追加浄水が可能となった時点まで、新設配水管から接続できる世帯数を 6,045 → 2,000 に抑制する。

シハヌークビル水道局 (図 3-6 参照)

R1 路線は、世銀事業により敷設され導水管（原水を浄水場まで導水）で、漏水報告もないため要請から除外する。

配水池から港湾地域および市街地へ配水する重要な 2 幹線（配水池から南側へ下る二条管）は、ANCO 社買浄水からの配水本管が接合され、管種により更新対象とする老朽 CIP として更新要請された。自己浄水と買浄水の配水流量管理を目的として、Ea1 および Eb 路線を新規に敷設することにより、混合浄水を港湾／市街地区画へ配水する老朽 CIP 二条管を代替管路なしに閉鎖できる。

配水池と給水区域の比高 120 m により、現況の最大給水水圧 930 kPa を減圧弁（保守用ス

トレーナと維持管理用バイパス付き)の設置により 600 kPa (60 mH₂O) 以下へ改善する。なお、海岸地域(港湾と市街地/観光地)へは、自己浄水と買浄水の混合を水需要量に応じた配分ができる流量制御設備と現場/中央操作設備を整備する。

国道沿いの高台地区は、自己浄水の配水でも静水圧で 10 m 以下の場所があり、それより低位置にある ANCO 社配水池からは、自然流下による配水ができない。この地区における給水水圧の適正化には、増圧ポンプ場の追加建設が必要で、小規模区画(給水人口 4,300 : 約 530 世帯)への高額投資となり、事業者側としても建設費と運転費の両面で不利益となる。高台地区への給水水圧は、現状と同様に単管路で一部 90 kPa と低いが、例外的な給水区画と判断し自然流下による現配水方法を踏襲した。

(2) 配水流量監視システム導入

本システムの導入により、各水道局は、これまでの単なる施設運転から合理的な施設運用、NRW 削減活動、及び顧客管理のための基礎資料の蓄積を図ることを可能とするような利点を得ることができる。システム導入に当たり、持続性確保のため①管理者育成:技能向上プログラムの実施、②維持管理費:料金収入からの費用貯蓄(「3-5-2 運営・維持管理費」では 5%を提案)、③雷害/水没:バッテリー内蔵式の適用、④脆弱な通信環境:情報バックアップ期間/目視の適用、を考慮する。

<流量管理を目的とした配水ブロックの分割方針/適用手法>

配水流量管理を目的とした配水ブロックは、大区画~小区画へ順次整備することが一般的で、PPWSA の 41 配水区画も給水人口 3 万~5 万程度である。大区画は、水需要による浄水配分で給水人口数万を目処、小区画は夜間流量や特定路線流量の測定等で給水人口数千程度を標準とし、その区画割規模と目的は対応する。なお、大区画整備による配水量管理は、一時的に限定した小区画へ配水する運用も可能で、事業目的の漏水削減にも役立つ。計画する配水ブロック化は、対象水道局が初導入する管理手法であり、水道局による運用後に区画変更が可能な「リーフ(葉脈)型管網を適用しない大区画化」とし、かつ事業費を節減する。大区画化の要素として以下の項目が考えられ、サイト別の区画割り計画を以下に示す。

- 横断: 河川、国道 管網横断の密度が低い(接続管箇所数の制限)
- 地形: 高区、低区 自然流下による配水、適正な給水水圧の確保
- 行政: 村落、地区 顧客管理に適用する位置情報、行政情報(人口等)との整合性

プルサット水道局

給水区域は、河川と一級国道で 4 分割できる。市街地は、国道北側の河川西側に集中し、水道局融資事業による給水区域拡張は、河川東側および北側に向かっている。地形は平坦で、現市街地が 1 行政地区(Commune)、給水区域の周辺郊外が 7 地区ある。水需要の多くが市街地(国道沿い MEK-WATSAN 事業含む)にあることから、市街地とその他給水区域の 2 区画に分割する。

- 市街地区画： 給水人口 18,800、配水量 3,430 m³/day（配水能力の 60 %）1 地区
- 郊外区画： 給水人口 12,700、配水量 2,330 m³/day（配水能力の 40 %）7 地区

バタンバン水道局

給水区域は、河川と一級国道で 4 分割できるが、現市街地は河川西側の国道を挟んだ南北と東側の国道沿いに分布している。水道局説明による人口増加地域は、河川西側の国道北側と河川東側の国道沿いである。行政境界は、西側市街地 1 地区、東側市街地 2 地区、その他が西側の 4 地区である。水需要の多くは河川西側の市街地で、東側市街地と周辺郊外でその他水需要を分けている。

高架水槽からの水頭圧が低く、民間水道施設が移管され給水区域が急激に拡張された。水道局が希望する多数の中～小区画分けは、弁類や流量計によって給水水圧の低下を助長し、かつ配水幹線の更なる追加整備も必要となる。本計画の趣旨（漏水削減と浄水場稼働率向上）に従い、単に河川の東西に配水区画を分け、配水幹線の整備を最小限に抑え、必要な河川横断路線に流量計を設置した配水量管理を計画する。

- 西側区画： 給水人口 32,100、配水量 6,560 m³/day（配水能力の 57 %）5 地区
- 東側区画： 給水人口 24,300、配水量 4,960 m³/day（配水能力の 43 %）2 地区

シハヌークビル水道局

給水区域は、石灰岩丘陵の尾根（水道局配水池から拡張 E8 路線西側）で分割され、西側が「港湾」、東側が「市街地＋観光地」である。地形的に分割可能な沿岸 2 地域に加え、地形と水需要分布が全く異なる高台地域が国道 4 号線沿いにある。

水道局の配水池は、尾根の頂部（標高 120 m）に位置し、買浄水の ANCO 社配水池もほぼ同様の位置（標高 100 m）にある。高台地域の給水区域は、標高 100～105 m にあり、給水水圧の経済的制御が困難であることから、沿岸 2 区画と複合せず単体区画とする。給水区域と行政境界は、上述した「港湾：1 地区」、「市街地＋観光地：2 地区」そして国道沿い高台地域の「商業地：1 地区」となり、地形と行政境界により 3 区画に分割する。

- 港湾区画： 給水人口 20,500、配水量 5,460 m³/day（配水能力の 45 %）1 地区
- 市街地区画： 給水人口 23,400、配水量 4,300 m³/day（配水能力の 35 %）2 地区
- 高台区画： 給水人口 4,300、配水量 2,450 m³/day（配水能力の 20 %）1 地区

(3) 配水施設設計の概要

水道局毎の施設／設備の仕様および数量を表 3-5 に示す。

表 3-5 施設概要

仕様／寸法／形状等		数量			単位	
		ブルサット	バツタンバン	シハヌークビル		
更新管	ダクタイトル 铸铁管 ISO 2531	直管部 スラスト管部 T 抑制形/K 形特押し 口径： 350A 300A 250A	0 0 0 0	0 0 5,470 5,470	0 3,040 3,440 6,480	m m m m
		小 計				
		合 計		11,950		m
	高密度 ポリエチレン管 PE100 ISO 4427	口径： 200A 150A 100A 50A	0 0 880 3,600 4,480	0 750 8,040 6,550 15,340	0 0 0 0 0	m m m m m
		小 計				
	合 計		19,820		m	
新設管	ダクタイトル 铸铁管 ISO 2531	直管部 スラスト管部 T 抑制形/K 形特押し 口径： 350A 300A 250A	0 930 0 930	0 0 23,340 23,340	1,300 870 260 2,430	m m m m
		小 計				
		合 計		26,700		m
	高密度 ポリエチレン管 PE100 ISO 4427	口径： 200A 150A 100A 50A	0 3,100 4,310 1,030 8,440	0 0 850 28,630 29,480	6,320 8,280 6,700 7,200 28,500	m m m m m
		小 計				
	合 計		66,420		m	
特殊管路	道路横断	鞘管敷設（一級国道）	1	2	1	ヶ所
	鉄道横断	鞘管敷設	2	2	0	ヶ所
	橋梁添架	既存橋梁への添架（クランプ留め）	2	2	1	ヶ所
	水管橋	水路横断	0	0	1	ヶ所
	障害物回避	上越し／下越し（伏せ越し）	54	116	58	ヶ所
附属設備	流量計	流量監視用（デジタル表示送信器付）	3	4	5	ヶ所
	仕切り弁	管切替え止水用、配水区分割り用	108	283	100	ヶ所
	減圧弁	給水圧力制御用	0	0	1	ヶ所
	制御弁	買浄水の流量制御用（電動 3／手動 4）	0	0	7	ヶ所
	空気弁	管内空気抜き用	13	33	36	ヶ所
	排水弁	泥吐き	7	10	9	ヶ所
監視	中央監視局	受信盤、パソコン、プリンター	1	1	1	ヶ所
	現場局	GMS ロガー+送信器	3	4	5	ヶ所
制御	中央操作局	遠隔操作盤（分電盤含む）	0	0	1	ヶ所
	現場局	現場操作盤（一次電源 1ヶ所）	0	0	3	ヶ所

3-2-2-2 資機材調達計画

建設機械の供与が当初の要請内容であるが、その使用頻度から管維持管理費削減に繋がらず、かつ本事業の老朽管更新により更に利用頻度が下がること、加えて埋設物への損傷回避や維持管理者確保等に関する人材確保／育成も必要であることから、供与効果が少ないと判断した。

一方、第1次現地調査で先方から要請のあった給水管接続用の材料／機器について、以下の点で事業推進に有利と判断した。

- 更新管敷設に付帯する給水管の再接続費が、「カ」国側の過剰な負担とならない
- 貧困層への新規接続料減免が可能となり、事業後の給水管接続促進を側面的に支援できる
- 接続用機器は、給水管工事の品質向上に寄与でき給水管漏水を長期的に改善できる

給水管接続用の材料と機器に分け、更に材料を再接続用（更新配水管）と新接続用（新設／既存配水管）に分類する。基本的な考え方として、以下の方針で計画する。

- 材料：事業進捗面への対策と貧困世帯接続の促進に焦点を充てる
- 機器：水道局による給水管からの漏水削減に係る持続的な品質管理の向上に寄与する

資機材調達の計画内容を以下にまとめた。サドル付分水栓は、管網の水理解析結果を受けた設計結果に基づく取り付け管径と、現地で情報収集した接続数量とする。なお、新接続に対する水道メータ仕様は、貧困世帯への接続促進であるため小口径用（15A）に限定する。

- | | |
|--|---------|
| ● 再接続（更新）： 既加入者の全数（サドル付分水栓／その他弁／管材） | 4,400 組 |
| ● 新接続（新設）： 新規加入貧困世帯の期待数（サドル付分水栓／水道メータ） | 2,400 式 |
| ● 新接続（既存）： 新規加入貧困世帯の期待数（水道メータ） | 700 個 |
| ● 接続用機器 : SF 融着器と小型発電機 | 5 式 |

(1) 給水管接続用の材料供与

<再接続用（更新配水管）>

更新配水管に付帯する現給水管と同数の再接続材料を調達・供与する。調達品は、サドル付分水栓、給水管および弁類等とし、更新配水管への再接続は、各水道局の分担工事範囲とする。

プルサット水道局	： 現接続総数 626 世帯 → 700 再接続分
バタンバン水道局	： 現接続総数 2,618 世帯 → 2,700 再接続分
シハヌークビル水道局	： 現接続総数 987 世帯 → 1,000 再接続分

<新接続用（新設／既存配水管）>

事業実施後（2013年6月）から計画対象年（2016年12月）までの概ね3.5ヶ年を対象期間として、新規加入者のうち貧困世帯への減免等を加味した接続促進を目的に、給水管接続用の材料を調達・供与する。なお、「カ」国側へは、貧困世帯による新規接続を条件として、供与材料を活用できることを説明し、十分な理解を得ることとする。

貧困世帯による接続促進の方策として、PPWSA や世界銀行（OBA：Output Based Aid）で適用している手法を参考に、各水道局と所管する州鉱工業エネルギー局（DIME：Department of Industry, Mines and Energy）により実施細則を策定することを「カ」国側へ提案する。更に、UN-Habitat による MEK-WATSAN 事業（プルサット水道局）を参考として、DIME による貧困の設定定義に従い対象世帯を抽出し、水道局が広報活動を行って接続を促し、一般の顧客とは区別したアプローチを提案する。

事業計画では、「材料供与後に必要とされる明確かつ実行可能な実施細則の明文化：①貧困世帯の定義付け、②貧困世帯の抽出／広報／接続促進に係る記録用紙の準備、③接続料減免制度の DIME 認可」を実施設計時 2011 年 7 月までに確認し、接続材料の調達・供与の可否を最終的に判断する。

なお、提案 3 項目の中で「項目①+項目③」は、水道局と DIME により州計画局の支援と協力を得て実施可能な活動であるが、以下の方向性を「カ」国側へ提言する。

- 項目①「貧困世帯の定義付け」： 世銀の「貧困層アセスメント 2006 年」を参考として、「カ」国計画省が貧困世帯の仮判定線として扱うことを推奨している「家屋形態：木造単室」と「教育投資：義務教育を受けていない子供の有無」を検討して、貧困線と貧困レベルを設定する。
- 項目③「接続料減免制度の DIME 認可」： PPWSA 貧困世帯制度を参考として、本事業供与による資材を除く接続料金制度と、貧困世帯のレベルに応じた「材料費+設置費」の減額率設定に係る DIME 認可。

邦人コンサルタントは、2011 年 7 月を目処に「項目①+項目③」を確認する際、水道局および DIME と協力して項目②記録用紙を作成し、併せて事業後の活動計画（目標値と活動表）を策定する。

- 新規配水管接続用 : 接続が期待される貧困世帯を対象に、サドル付分水栓と水道メータを調達・供与する。州都別の貧困世帯率は、社会状況調査の分析結果である「未給水区域で接続意思がある世帯のうち、国際貧困線以下の世帯率（添付資料の表 A6-3-8 参照）」を採用する。
- プルサット水道局 : 60 %（接続期待総数 0,550 世帯 → 0,330 世帯 → 0,400 世帯分）
- バタンバン水道局 : 70 %（接続期待総数 2,000 世帯 → 1,400 世帯 → 1,400 世帯分）
- シハヌークビル水道局 : 20 %（接続期待総数 3,150 世帯 → 0,630 世帯 → 0,600 世帯分）
- 既存配水管接続用 : 接続が期待される貧困世帯を対象に、水道メータを調達・供与する。なお、サドル付分水栓は、配水支管の管径が特定できないため、調達材料には含めない。市街地の貧困世帯率は、社会状況調査の分析結果である「加入世帯のうち、国際貧困線以下の世帯

率（添付資料の表 A6-3-8 参照）」を採用する。

プルサット水道局 : 55 % (接続期待総数 800 世帯 → 440 世帯 → 500 世帯分)

バタンバン水道局 : 20 % (接続期待総数 400 世帯 → 080 世帯 → 100 世帯分)

シハヌークビル水道局 : 15 % (接続期待総数 600 世帯 → 090 世帯 → 100 世帯分)

(2) 給水管接続用の機器供与

水道局が現在所有している機器と事業による接続期待数により、以下の調達数量を計画する。

- プルサット水道局 1 式
- バタンバン水道局 2 式
- シハヌークビル水道局 2 式

(3) 供与資機材の数量

配水管施設整備に係る基本計画および概略施設設計の結果として、表 3-6 の供与資機材数量を示す。

表 3-6 供与資機材の数量

分類	費目	仕様	プルサット	バタンバン	シハヌークビル	
更新管工事用	更新管用	50A	550	1,550	1,000	
		サドル付分水栓	100A	150	950	-
		高密度ポリエチレン管用	150A	-	200	-
		取り出し口：15A	200A	-	-	-
		小計		700	2,700	1,000
	ボール弁	15A	700	2,700	1,000	
	短ニップル	15A	700	2,700	1,000	
	弁ソケット	15A	700	2,700	1,000	
	高密度ポリエチレン管	PE-100 (m)	1,400	5,400	2,000	
貧困世帯への接続促進用	新設管用	50A	50	1,350	-	
		サドル付分水栓	100A	200	50	250
		高密度ポリエチレン管用	150A	150	-	250
		取り出し口：15A	200A	-	-	100
		小計		400	1,400	600
	水道メータ	C-15A	400	1,400	600	
既存管用	水道メータ	C-15A	500	100	100	
品質	接続用機器	SF 融着器	15A-65A	1	2	2
		小型発電機	5 kVA	1	2	2

注：「品質」は、水道局による給水管接続の品質／能力向上用。

3-2-2-3 ソフトコンポーネント計画

(1) 給水管接続技能および品質管理

給水管接続技能は、更新管敷設時に「カ」国側負担事項となるサドル付分水栓の再接続と、水道メータへの再配管および通水作業等、一連の工事品質向上を目的として計画した。本技能向上は、今後新規加入世帯へ接続する全給水管の品質を改善できる。

実施手法は、邦人技術者 1 名が受講コース全般を管理し、委託する技術者 1 名（クメール語受講資料／座学講義等）および熟練配管工 2 名（技能訓練／水圧試験等）と共に、各水道区を 1 週間単位で巡回する。座学と実践訓練を組み合わせ、水圧試験による訓練成果判断と再訓練を繰り返し実施する。

受講対象者は、水道局の配管工職員と臨時雇い配管工とする。基礎講座を半日程度とし、管接続技能の実技訓練に重点を置く。配管工職員に対しては、水道メータ配管後の通水確認と流量簡易試験等、後半の実技訓練と平行して顧客対応の事後セミナーを開催する。

事前準備 1 週間、現場訓練 3 週間、訓練結果報告 1 週間を予定し、フォローアップ研修を含み計画する全期間を 1.5 ヶ月間とする。実施時期は、施工開始前である 2012 年 4 月中旬からの開始を予定する。

(2) 配水流量管理

配水流量管理能力は、テレメータ流量監視システムの運用に不可欠で、配水流量の蓄積データからどのような施設管理が可能かを理解し、そのための行動計画を水道局自ら策定するよう配慮する。管理者の新規配置が必要であるが、プルサット／バタンバン水道局で各 1 名の技師確保、シハヌークビル水道局では現職員への任命で可能と判断している。

実施手法は、邦人技術者 1 名が受講コース全般を管理し、委託する技術者 1 名（クメール語受講資料／座学講義等）およびデータ解析者 1 名と共に、各水道局を 1 週間単位で巡回する。初期巡回は、座学と実技により蓄積データのフォーマット作成、流量管理計画の策定手法について訓練する。約 2 週間後の第 2 回目巡回では、水道局が策定した活動計画（案）への助言と活動手法について移転する。受講対象者は、流量監視システムの管理者（技術部門管理職）とデータ分析者（担当職員）に加え、浄水場責任者とする。

事前準備 1 週間、現場訓練 3 週間×2 回、訓練結果報告 1 週間を予定し、計画する全期間を 2 ヶ月間とする。実施時期は、テレメータ流量監視システム設備の設置後である、2012 年 11 月初旬開始を予定する。

3-2-2-4 期待される成果

以上の計画により、表 3-7 に示すように、諸指標に係る目標年次における成果が期待され、これを本プロジェクトの目標値とすることができる。

表 3-7 期待される成果

指 標	水道局	現況 2009 年	期待される成果 2016 年
日最大給水量	プルサット	3,410 m ³ /日	5,760 m ³ /日
	バツタンバン	9,220 m ³ /日	11,520 m ³ /日
	シハヌークビル	6,200 m ³ /日	12,210 m ³ /日
無収水率	プルサット	23.1 %	19 %～14 %*
	バツタンバン	27.6 % 20 hpd 35.5 % 24 hpd	20 %～13 %*
	シハヌークビル	18.9 %	14 %～10 %*
浄水場稼働率	プルサット	59 %	100 %
	バツタンバン	80 %	100 %
	シハヌークビル	81 % (ANCO: 0 %) **	100 % (ANCO: 45 %) **
給水エネルギー効率	プルサット	軽油消費量 : 0.222 L/m ³	0.199 L/m ³
	バツタンバン	電力消費量 : 0.609 kWh/m ³	0.453 kWh/m ³
	シハヌークビル	電力消費量 : 0.704 kWh/m ³	0.634 kWh/m ³
料金回収率	プルサット	114 %	127 %
	バツタンバン	149 %	200 %
	シハヌークビル	153 %	161 %
上段 : 給水管接続数、 下段 : 給水人口 (接続 数からの換算値)	プルサット	約 3,600 件	約 6,300 件
		約 18,200 人	約 31,500 人
	バツタンバン	約 8,600 件	約 11,300 件
		約 42,900 人	約 56,400 人
	シハヌークビル	約 3,800 件	約 8,000 件
		約 23,000 人	約 48,200 人

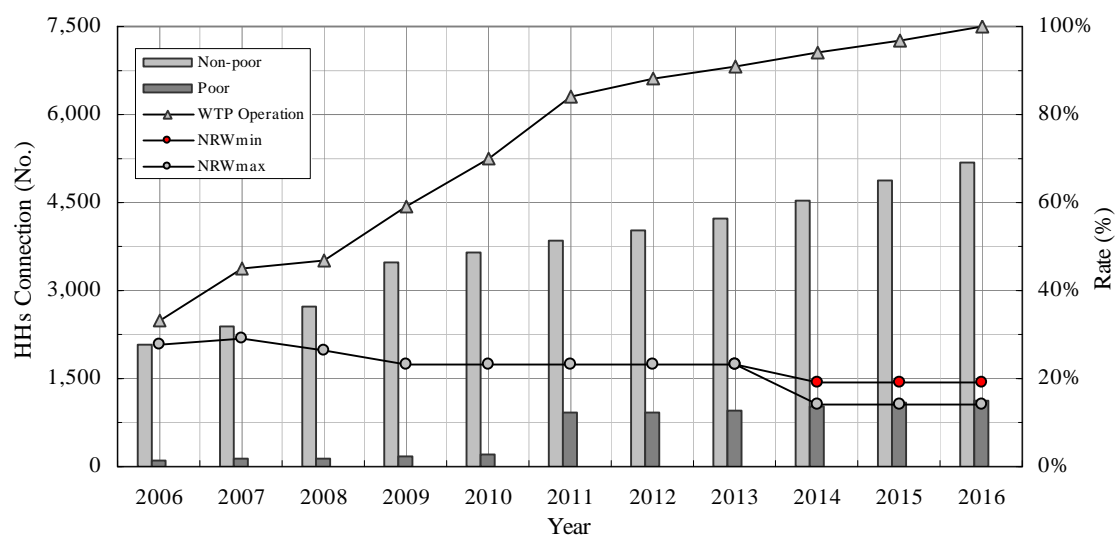
* NRW 率は、最大限に改善されたケースを想定し幅を持たせた。その他の指標は NRW 率が最大に最善されたケースを想定。

** (ANCO: %) は買浄水覚書による ANCO 社からの最大供給量 10,000m³/日に占める比率

事業指標の内、以下項目の基本計画値を図 3-7～図 3-9 に示す。

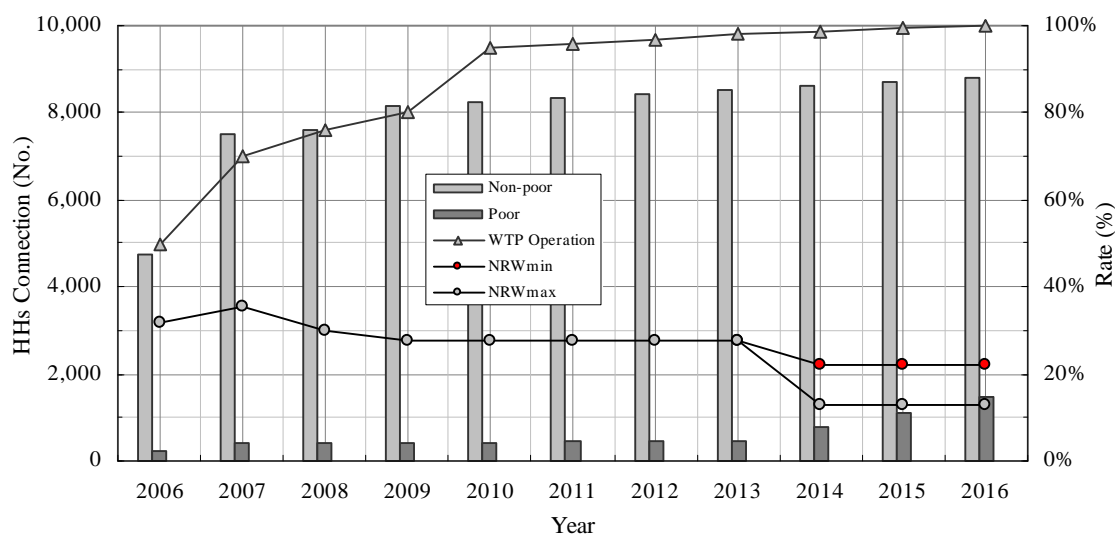
なお、水道局毎の事業計画値 (図 3-7～3-9) の下位に、計画策定で適用した数値 (特記事項および接続世帯数) を示した。

- ① 日最大給水量 : プルサット、バツタンバンは浄水場能力 100%、シハヌークビルは浄水場能力 100%+ANCO 社からの買水量
- ② 浄水場稼働率 : シハヌークビル水道局は、ANCO 社買浄水 (最大 10,000 m³/日) を含む。
- ③ 無収水率 : 事業後は、配水区画毎で分析する。
- ④ 給水管接続数 : 貧困世帯への接続期待数は、供与資材数に関連する。



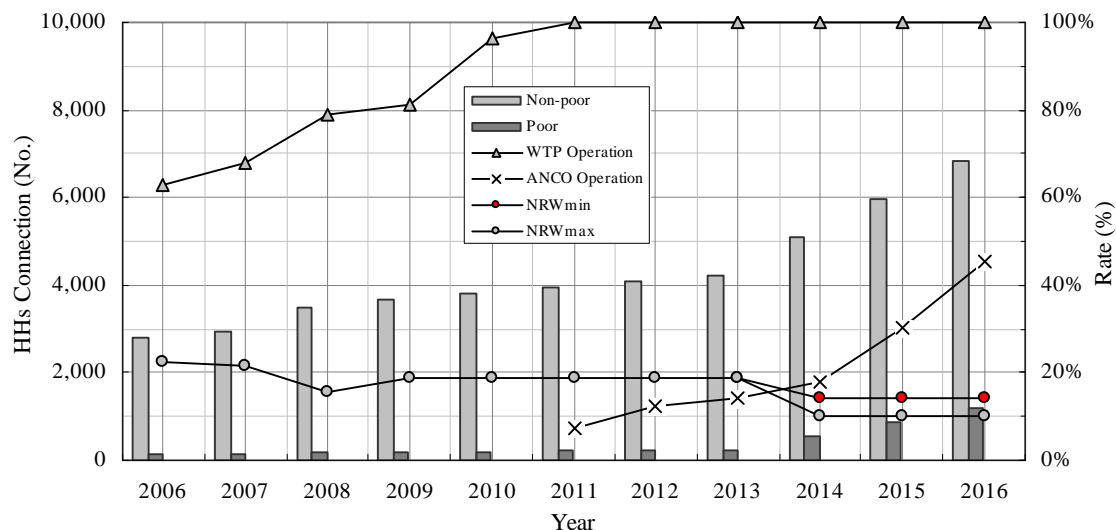
- MEK-WATSAN 事業（貧困層対象の水供給衛生改善：723 栓接続）が 2011 年に完了
- 本事業の給水区域拡張による新規接続世帯数 : 550 世帯（2013 年～2016 年）
- 更新管および既存配水管への新規接続世帯数 : 800 世帯（2013 年～2016 年）

図 3-7 プルサット水道局：基本計画値（注：NRW 率以外は最大事業効果を示す）



- 8 区域の民間水道施設を水道局へ移管 : 2007 年、2009 年
- 本事業の給水区域拡張による新規接続世帯数 : 2,000 世帯（2013 年～2016 年）
- 更新管および既存配水管への新規接続世帯数 : 400 世帯（2013 年～2016 年）

図 3-8 バタンバン水道局：基本計画値（注：NRW 率以外は最大事業効果を示す）



- 民間浄水（ANCO 社）の購入開始 : 2009 年 12 月（最大 10,000 m³/日）
- 本事業の給水区域拡張による新規接続世帯数：3,150 世帯（2013 年～2016 年）
- 更新管および既存配水管への新規接続世帯数： 600 世帯（2013 年～2016 年）

図 3-9 シハヌークビル水道局：基本計画値（注：NRW 率以外は最大事業効果を示す）

以下に、事業実施による重要な改善指標である「NRW 率」、「浄水場稼働率」、「給水エネルギー率」および「料金回収率」の計画目標値を設定する考え方を示す。

(1) NRW 率：無収水率

現在の無収水率は、総配水量と総有収水量の情報のみが水道局で蓄積されている。事業効果としての NRW 率を推定するため、NRW = 純損失水量（本来は、NRW = 無収認定消費水量 + 見掛け損失水量 + 純損失水量）と仮定した上、「純損失水量 = 配水管漏水 + 給水管漏水」と見做した。なお、新規に敷設した配水管や給水管からの漏水は、敷設後直近で無漏水と仮定した。この条件下において、事業実施による以下の NRW 率改善が期待できる。

- 配水管漏水： 更新管延長 ÷ 老朽管延長 管延長比率減
 地上漏水量 ÷ (地下漏水量 + 地上漏水量) 仮想漏水量比率減
- 給水管漏水： 再接続数 ÷ 現給水管接続数 接続数比率減

純損失漏水量の割合は、日本水道事業者の一般値として配水管：給水管 = 80% : 20% 程度と考えられている。途上国では、給水管漏水量の割合が日本の事例より大き目と考えられ、配水管：給水管 = 70% : 30% 程度までの範囲を推定した。参考として、表 3-8 に国際水協会（IWA：International Water Association）が定義した水収支を示す。

表 3-8 IWA 定義に基づく水収支

原水量	給水量	有効認定消費水量	有収計量消費水量	有収水量	①料金水量（未納を含む）、分水量
			有収非計量消費水量		②維持管理費などで収入になる水量
		無収認定消費水量	無収計量消費水量	無収水量	③調定水量（消火栓等）
			無収非計量消費水量		④水道事業体内事業で使用した水量
	損失水量	見掛け損失水量	非認定消費水量		⑤料金収入が全くない水量（盗水等）
			計量誤差		⑥計量器差（メータ不感水量）
		純損失水量	送水管・配水管漏水量		⑦送水管・配水管からの漏水量
			配水池漏水・越流水量		⑧配水池からの漏水・越流水量
		給水管の漏水量	⑨メータ上流給水管の漏水量		
	浄水処理ロス、蒸発等				⑩浄水処理過程における逆洗用水等

最初に、各州都の既存配水管延長の振り分け（老朽管と新設管）を表 3-9 に示す。なお、JICA 技プロによる配水管更新の技能向上は、2010 年に実施済み／実施計画であるため、各水道局の更新管 1 km を事業効果側として試算する。

表 3-9 各水道局の配水管

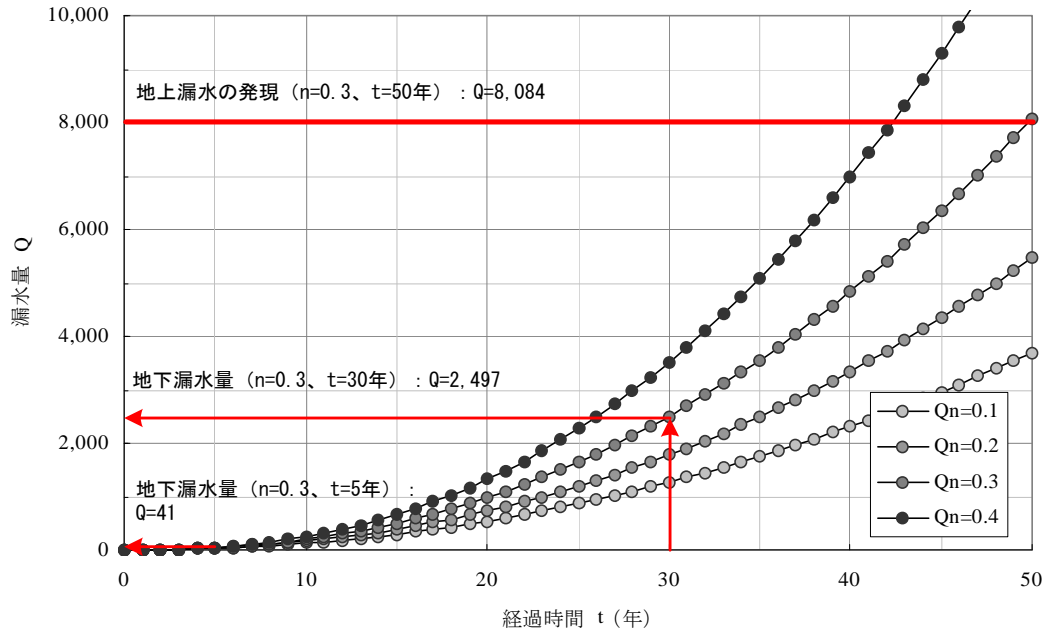
配水管（≥50A）の年代分類		プルサット	バツタンバン	シハヌークビル	備考
老朽管	水道局による敷設管	30.0 km	11.6 km	34.4 km	内戦前整備管
	民間敷設管（2008 年移管）	-	29.2 km	-	
	小計	30.0 km	40.8 km	34.4 km	
	更新対象	管延長*	4.7 km	18.8 km	
	比率	15.7 %	46.1 %	23.8 %	
新設管	WB 事業	-	-	18.7 km	内戦後整備管
	ADB 事業	14.2 km	46.3 km	-	
	融資事業	19.3 km	-	-	
	小計	33.5 km	46.3 km	18.7 km	
合計延長		63.6 km	87.1 km	53.1 km	-

*更新対象の管延長と本計画における設計数量との差異は、路線測量における結果及び更新要請がある幹線の廃棄が含まれることによる。

更新対象外老朽管と新設管からの地下漏水量と、更新配水管からの地上漏水量を推定し、本事業実施による漏水削減比率を推定する。

特定箇所からの漏水量は、地下漏水探査による早期発見・初期保全が期待できない場合、漏水自体による直接侵食作用や間接的影響（繰り返し交通荷重／管路周辺の土工事）等で短期間に成長・増加し、土質透水性や地下水水位に影響を受けつつ、やがて地上漏水として発見・修復される。

図 3-10 で示すように、管／接合部の破損箇所からの漏水量は、多岐に互る諸条件で変動する。一般的な漏水の量的特性として、経過時間を変数（以下参照）とした増加傾向が見られる。



$$Q = a \times \{ t^{(2+n)} \}$$

ここで： Q 漏水量

a 係数

t 時間

n 変数 (0.2~0.4 : 給水水圧、管種/管表面積/接合方法、施工品質等)

図 3-10 経年年数と地下漏水/地上漏水の関係 (配水管路全体からの総漏水量として仮定)

この特定箇所からの漏水増加傾向を、管路全体における不特定箇所からの総漏水量として捕らえ、地下漏水と地上漏水の水量比率を推定する。

地下漏水量を古い管 (表 3-9 : 老朽管のうち更新対象外) と新しい管 (表 3-9 : 新設管) に分類し、地上漏水に至る時間のそれぞれ 60 % (30 年 : 1980 年敷設) と 10 % (5 年 : 2005 年敷設) 程度、更新対象管からの地上漏水量を 100 % (50 年 : 1960 年敷設) と大まかに仮定すれば、平均的な変数 $n=0.3$ とした場合の漏水量比率を概ね以下のように試算できる。

- 古管の地上漏水量 : 古管の地下漏水量 : 新管の地下漏水量 = 200 : 60 : 1

各分類管の総延長比率を勘案すれば、地上漏水に対応した場合の配水管漏水削減率は、表 3-10 に示した水道局別の数値が期待できる。

表 3-10 各水道局の既存管分類延長と漏水量比率および漏水削減率

推算指標		プルサット	バットンバン	シハヌークビル
古管からの 地上漏水	管長	5.7 km	19.8 km	9.2 km
	漏水量比率		200	
	仮想漏水量	1,140	2,960	1,840
	漏水削減比率	43 %	75 %	54 %
古管からの 地下漏水	管長	24.3 km	21.0 km	25.2 km
	漏水量比率		60	
	仮想漏水量	1,458	1,260	1,512
	漏水削減比率	56 %	24 %	45 %
新管からの 地下漏水	管長	33.5 km	46.3 km	18.7 km
	漏水量比率		1	
	仮想漏水量	33	46	19
	漏水削減比率	1 %	1 %	1 %

各水道局では、以下の漏水削減率が事業効果として期待できる。

	配水管漏水量の削減率	給水管漏水量の削減率
● プルサット水道局	19 % ~ 43 %	22 %
● バットンバン水道局	49 % ~ 75 %	31 %
● シハヌークビル水道局	27 % ~ 54 %	32 %

配水管からと給水管からの漏水削減量を、NRW 率の実績値を基に前述した 8 : 2 ~ 7 : 3 の割合で予測すると、以下に示す事業効果としての NRW 率削減期待値が想定でき、結果として相当する漏水量が二次水源として配水量へ活用可能となる。

	NRW 率期待値：現状 2009 年 → 計画 2016 年	推定増加配水量
● プルサット	23.1 % → 19 ~ 14 % (改善ポイント 04 ~ 09)	236 ~ 0,454 m ³ /日
● バットンバン	35.5 % → 20 ~ 13 % (改善ポイント 15 ~ 22)	1,555 ~ 2,242 m ³ /日
● シハヌークビル	18.9 % → 14 ~ 10 % (改善ポイント 05 ~ 09)	376 ~ 0,651 m ³ /日

日本の水道事業体 557 ヶ所 (給水人口 18,000 ~ 65,000 : 対象水道局に相当) の有収水率 (2004 年) を図 3-11 に示す。各州都の有収水率の期待値は、80 ~ 90 % の範囲にあり、日本での同規模事例と比較して概ね妥当と考えられる。

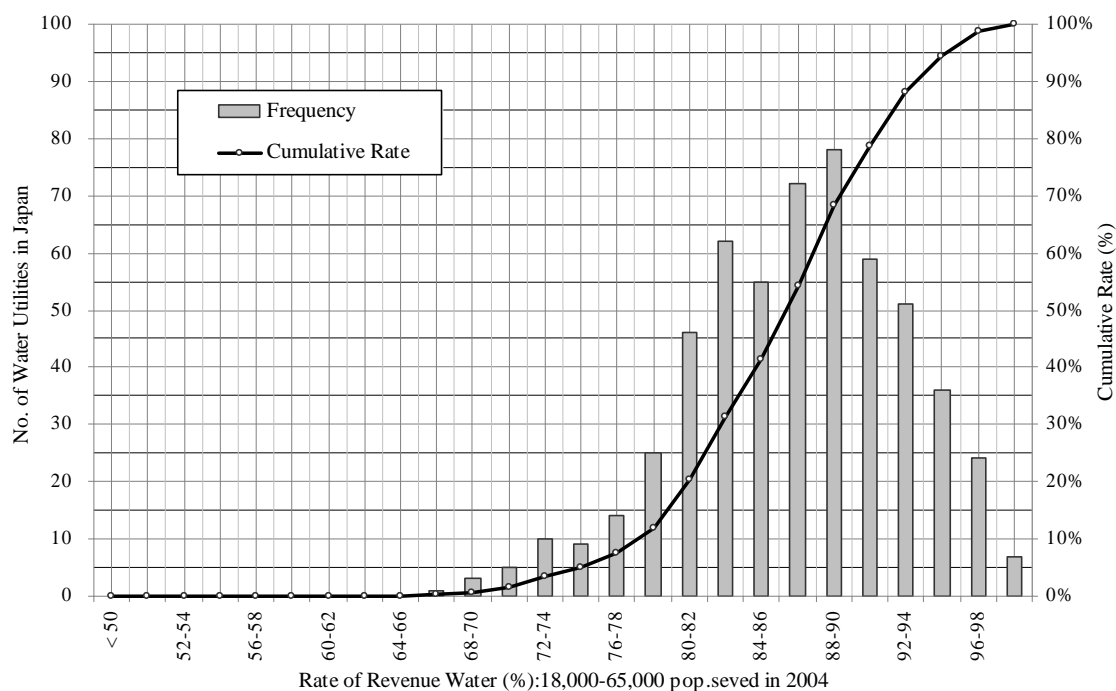


図 3-11 日本水道事業者の 2004 年有収水率 出典：(社)水道技術研究センター

(2) 浄水場稼働率

浄水場稼働率は、以下の手順で算出する。

- 浄水場稼働率 = 日最大給水量 ÷ 浄水場能力 (機能設計量)
- 日最大給水量 = 日平均給水量 ÷ 負荷率
- 日平均給水量 = {(給水量原単位 × 給水接続数 × 世帯当たり人口) + 大口需要量} ÷ 有収率

< 貧困世帯率、及び給水原単位 >

前項「3-2-2-1 施設建設計画」に示すとおり。

< 給水接続数 >

新規接続数の内、世帯比率分を貧困世帯と一般世帯への接続数とした。なお、プルサット州都で進行中の MEK-WATSAN 事業による新規接続は、事業スキームを勘案して全て貧困世帯への接続とした。

< 有収率 >

目標年次における有収率は、前述の期待される NRW 率を適用し、目標年次までは現在の実績値を用いた。バタンバン水道局は、24 時間給水が行われた時期の NRW 率を採用した。

<負荷率：日平均配水量÷日最大配水量>

負荷率は、JICA 技プロ支援による M/P 採用値を適用した。本事業の実施後は、雨期／乾期の気候条件を考慮して、水道局が独自の負荷率を統計分析できる技能向上を考慮する。

- プルサット／バタンバン水道局： 0.77（日本事例：給水人口 3～05 万に相当）
- シハヌークビル水道局： 0.80（日本事例：給水人口 5～10 万に相当）

以上の条件により、計画対象年までに改善が期待できる浄水場稼働率を以下に示す。なお、シハヌークビル水道局は、2009 年 12 月から ANCO 社からの買浄水を混合し、配水量として運用開始している。

	現状 2009 年	計画対象年 2016 年
● プルサット水道局	59 %	100 %
● バタンバン水道局	80 %	100 %
● シハヌークビル水道局	81 %	100 %
ANCO 社買浄水	0 %	45 %

ANCO 社からの買浄水は、MIME との間で覚書が 2009 年 12 月 7 日に交わされ、シハヌークビル水道局によって同月から運用を開始した。この覚書では、2009 年 12 月から 30 年間に亘り安定供給が可能と定められている。

取水水源は、石灰岩丘陵に位置する Kbal Chhay 湖で、現地で収集した資料では、集水域／降水量／有効貯水量と湖面水位の関係から、乾期での安定取水量として 66,800 m³/day が可能としている。

買浄水覚書では、①ANCO 社が取水／浄水施設整備と施設運営（水利権 70 年：水資源気象省付与）、②供給先シハヌークビル水道局、③最大供給量 10,000 m³/日、④買浄水価格 KHR1,000/m³（21 円/m³）、⑤単価変更は MIME-ANCO 両者協議による等が記されている。なお、ANCO 社の公称浄水能力は、10,000 m³/日との説明。また、ANCO 社からシハヌークビル水道局以外の浄水供給先として、ビール製造会社と製氷会社があり、合計で約 2,500 m³/日を給水している。従って、2016 年での計画買浄水量 4,220 m³/日は、ANCO 社の現浄水施設能力として担保されている。

買浄水供給元の ANCO 社は、「カ」国内の販売権（米国／英国タバコ、仏国ボトル水および米国ビール）を得て内戦後の 1993 年に起業し、その後リゾート開発、電力供給、銀行を多角的に安定経営している。近年（2008 年）、水供給事業としてシハヌークビル市とポイペット市（タイ国との国道 5 号線国境）での浄水供給事業を開始した。

(3) 給水エネルギー効率

浄水場での電力（バタンバン／シハヌークビル水道局）、軽油（プルサット水道局：発電機使用）の使用量と有収水量との関係からエネルギー効率を試算した。NRW 率の改善による有収水量当たりの電力消費量、あるいは軽油消費量の節減効果が期待できる。

	現状 2009 年	計画対象年 2016 年	削減率
• プルサット水道局（軽油）	: 0.222 L/m ³	0.199 L/m ³	10.48 %
• バッタバン水道局（電力）	: 0.609 kWh/m ³	0.453 kWh/m ³	25.56 %
• シハヌークビル水道局（電力）	: 0.704 kWh/m ³	0.634 kWh/m ³	9.87 %

シハヌークビル水道局のエネルギー効率は、配水ブロック毎に自己浄水と買浄水を振り分け、かつブロック毎の NRW 率を基に電力消費量の試算が必要である。現時点における計画年での期待値は、自己配水全量と全体 NRW 率として試算した。

(4) 料金回収率

料金回収率は、日本版 PI（日本水道協会：JWWA Q 100）で「(供給単価÷給水原価)×100」と定義している。現地調査で入手した財務資料から、供給単価（水道料金単価と料金徴収率）と給水原価（単価：電力費／燃料／薬品費／維持管理費、人件費）が変動しない条件を基に、将来の水供給量と NRW 率削減が達成された場合の料金回収率を表 3-11 にまとめた。なお、事業後の維持管理費が低く抑えられれば、表 3-11 に示した料金回収率より更に向上する。また、シハヌークビル水道局の給水原価は、買浄水単価を採用したため低い向上率に留まる。

表 3-11 料金回収率の事業効果

比較年	プルサット	バッタンバン	シハヌークビル
2009 年（現況）	113.6 %	148.6 %	153.2 %
2016 年（事業後）	127.0 %	200.4 %	160.8 %
向上率	12 %	35 %	5 %

水道事業収入の向上は、料金回収率のみで判定はできないが、キャッシュ・フローが現状より改善されることは十分に期待できる。事業後の水道局は、給水サービスの向上を図るべく、本事業後に更なる施設改善の計画を策定・実施する財務体質へ移行可能と判断できる。

3-2-3 概略設計図

概略設計図は、表 3-12 に示す図面を添付する。

表 3-12 概略設計図一覧

分類	名称	備考（図番と図面に含まれる要素等）
全体計画図	配水管平面図 プルサット水道局	配水管全体平面図：図 3-12 配水管路線平面図：図 3-13～3-16 要素：既存／更新／新規管路、主な付属設備
	配水管平面図 バツタンバン水道局	配水管全体平面図：図 3-17 配水管路線平面図：図 3-18～3-27 要素：既存／更新／新規管路、主な付属設備
	配水管平面図 シハヌークビル水道局	配水管全体平面図：図 3-28 配水管路線平面図：図 3-29～3-39 要素：既存／更新／新規管路、主な付属設備
共通標準図	標準掘削断面および埋め戻し図	図 3-40 要素：掘削断面、土留め、転圧砂、路面復旧
	構造物横断標準図	図 3-41 要素：構造図、鞘管断面図
	水管橋および橋梁添架標準図	図 3-42 要素：構造図
	配水流量計設置標準図	図 3-43 要素：バイパス管、ピット構造
	仕切り弁設置標準図	図 3-44 要素：仕切り弁および弁きょう
	減圧弁設置標準図	図 3-45 要素：保護ストレーナ、バイパス管、ピット構造
	流量調整弁設置標準図	図 3-46 要素：更新／新設管への弁配置、ピット構造
	空気弁および排水弁設置標準図	図 3-47 要素：空気弁用ピット構造、排水弁および弁きょう
	流量調整弁制御システム図	図 3-48 要素：現場操作盤、遠隔操作盤（分電盤含む）

General Map of Distribution Network in PURSAT

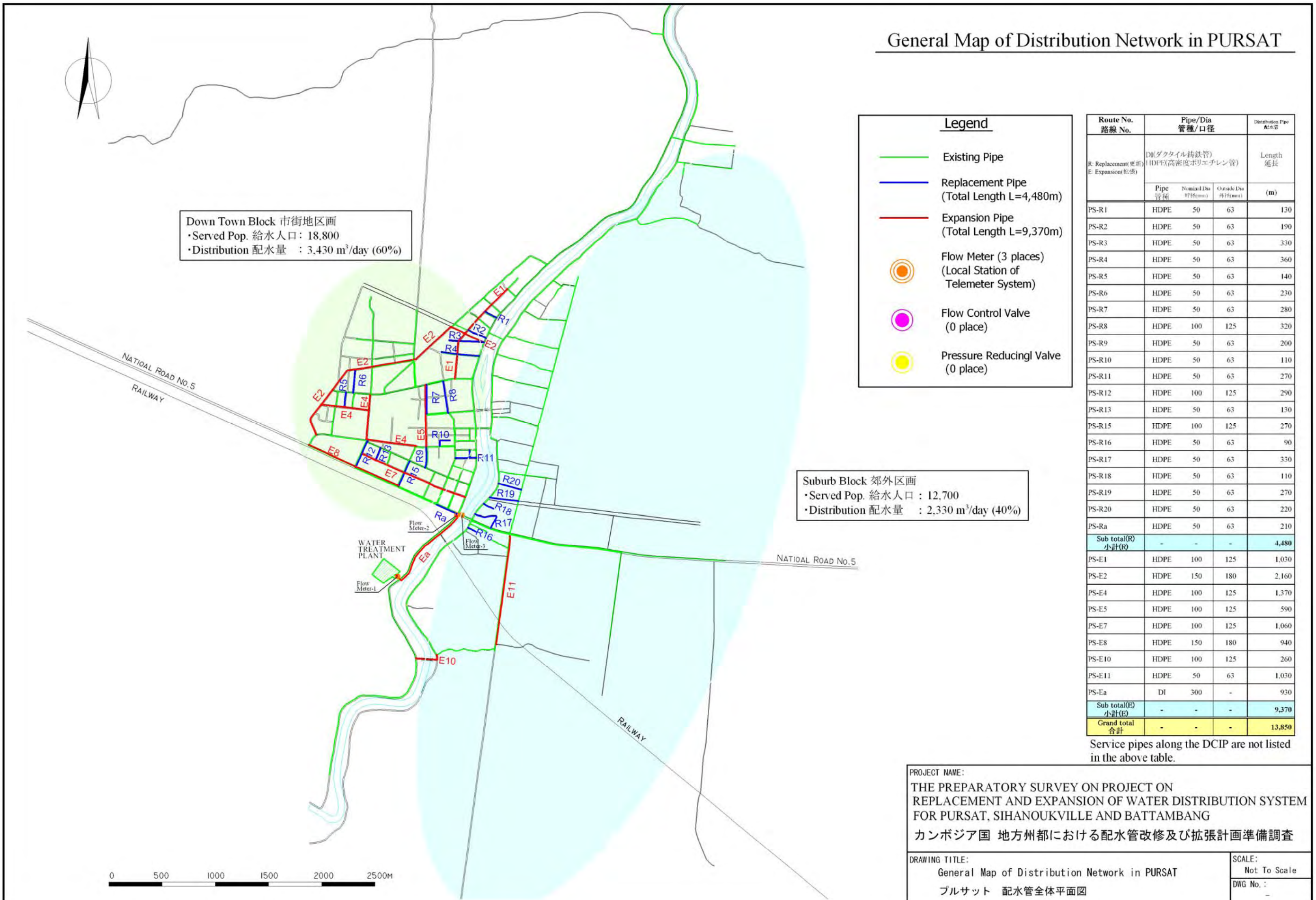


図 3-12 配水管全体平面図：プルサット水道局

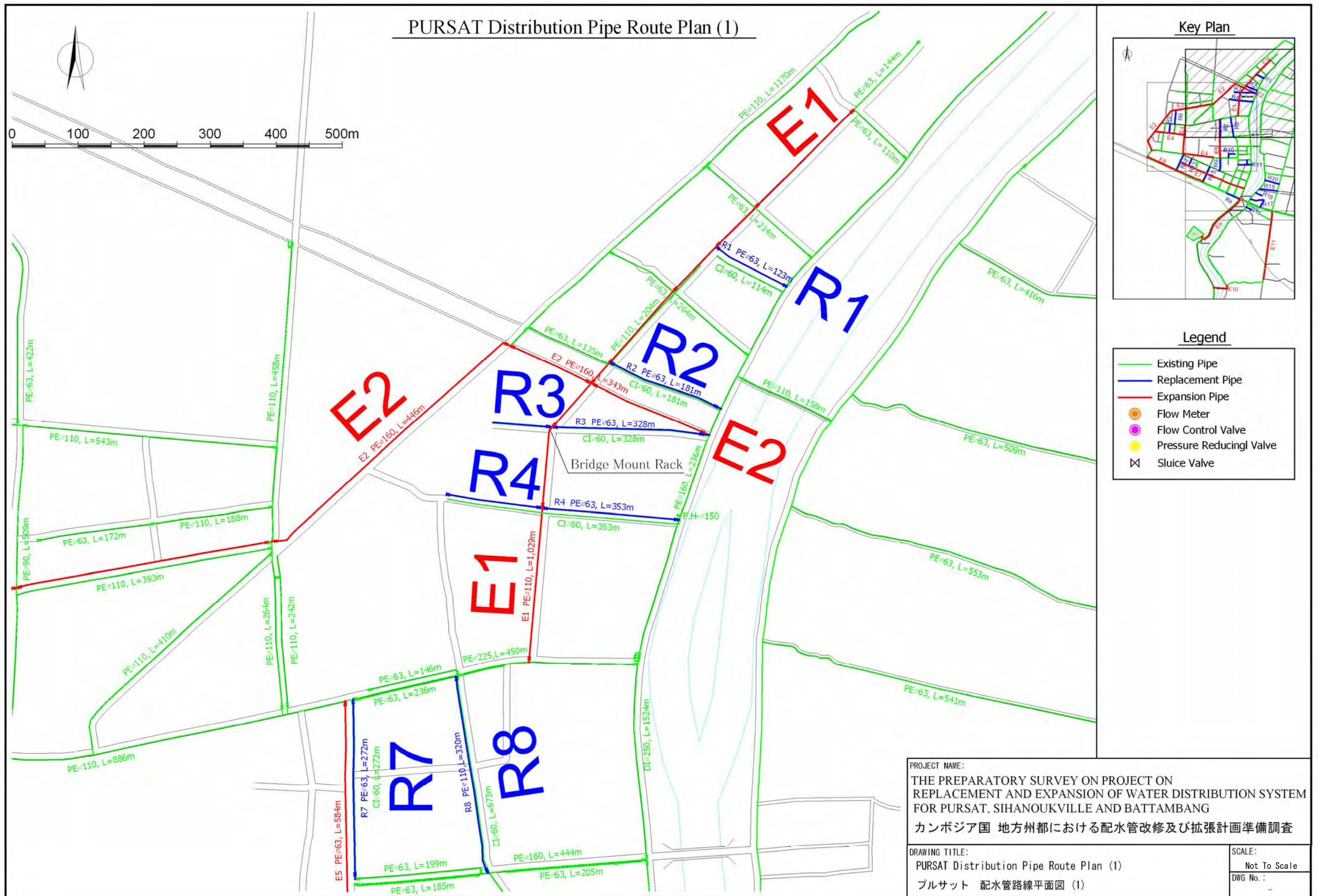


図 3-13 配水管路線平面図 (1) : プルサット水道局

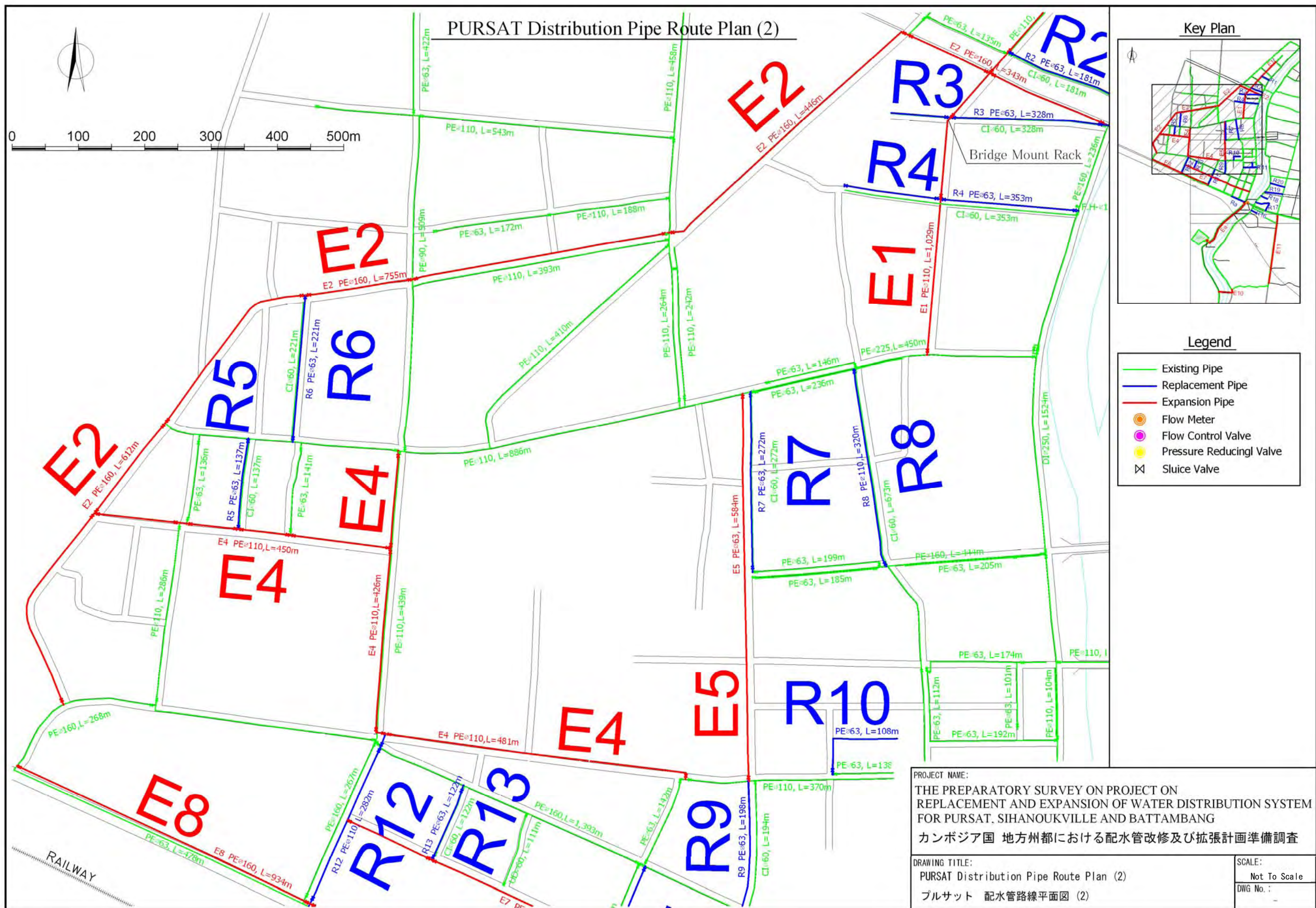


図 3-14 配水管路線平面図 (2) : プルサット水道局

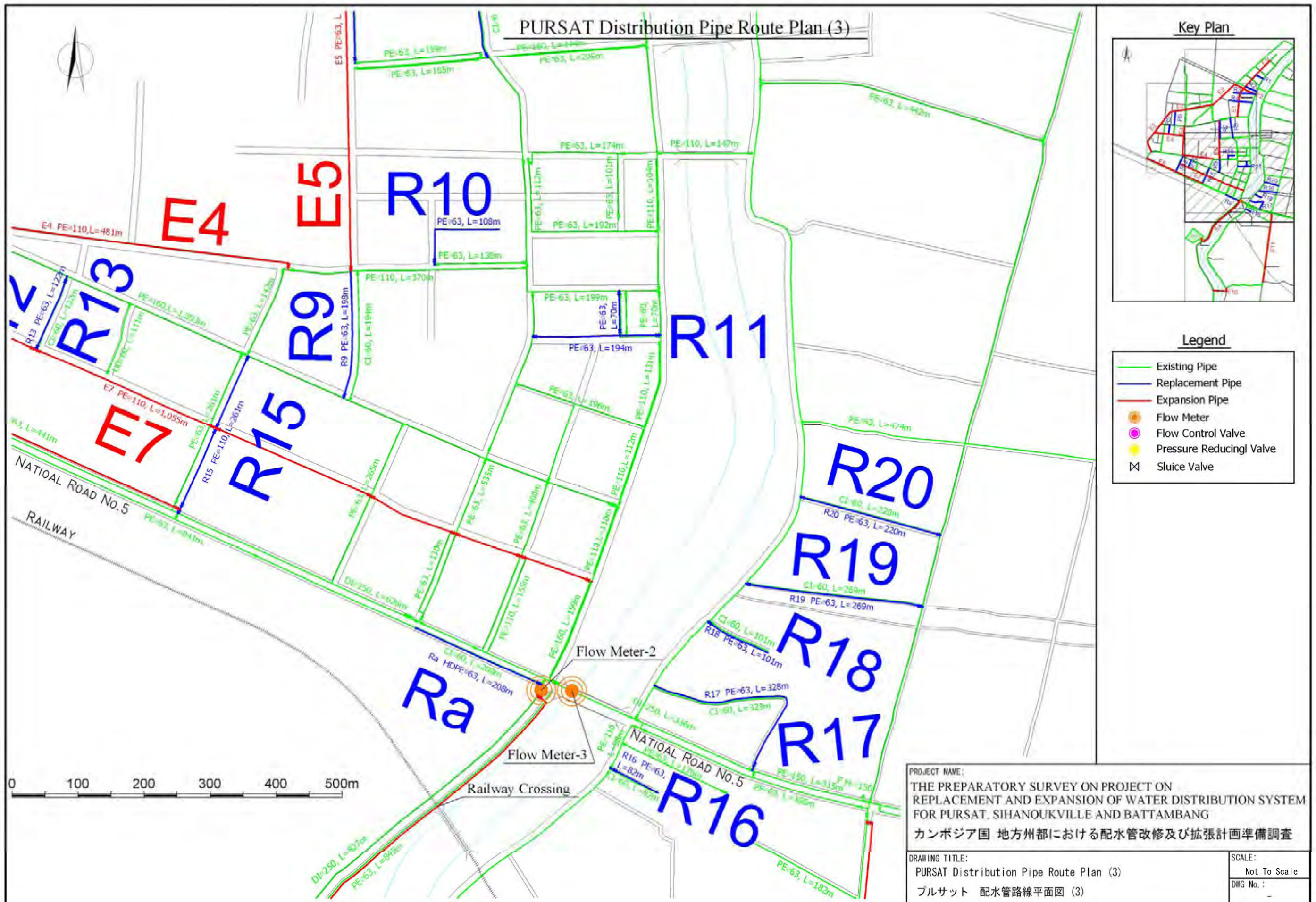


図 3-15 配水管路線平面図 (3) : プルサット水道局

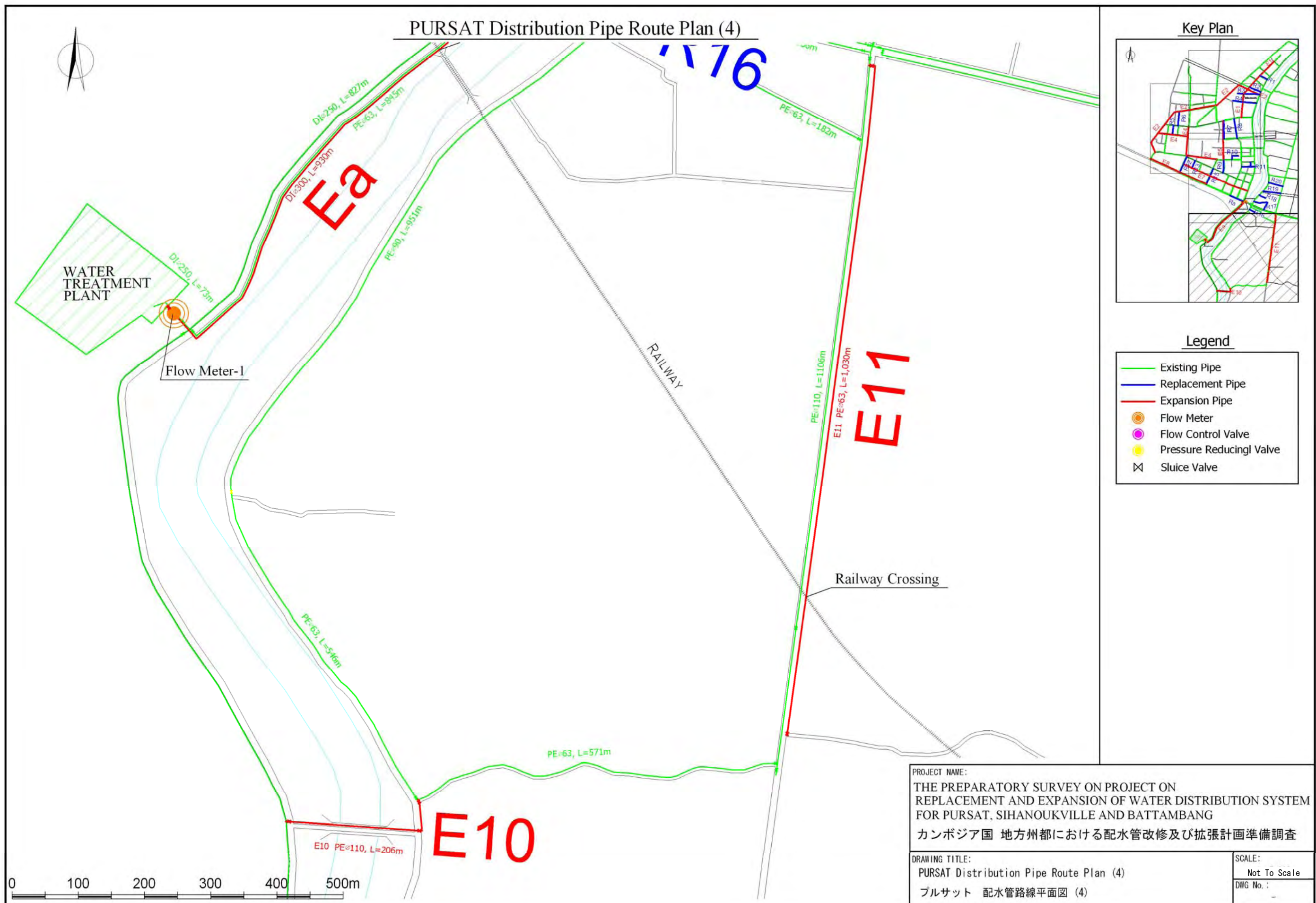


図 3-16 配水管路線平面図 (4) : プルサット水道局