

フィリピン共和国  
地方水道庁

フィリピン共和国  
地方都市水質改善計画  
フォローアップ調査・施工監理  
報告書

平成 23 年 9 月  
(2011 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

日本テクノ株式会社

資金
CR(2)
11-010

# 要 約

# 要 約

## 1. プロジェクトの背景、経緯及び概要

比国における地方水道事業は、2万人以上の地方都市を管轄する地方水道庁（Local Water Utilities Administration : LWUA）傘下の水道区（Water District : WD）が地方中小都市の水道事業者として、自立的な運営を行っている。しかしながら WD が運営する小規模水道は、深井戸を水源としている事例が多く、水理地質条件による水質問題が水道事業の運営に支障を来している例が少なくはない。こうした事例では基準値を超える鉄、マンガン、色度、異臭味等を含んだ原水を未処理で給水しているのが現状であり、水質に起因する管内沈殿物の除去作業のため、断水が頻発している。

これらの問題が住民の水道離れを加速させる要因となっており、その結果、住民は高価な売水や、汚染可能性の高い浅井戸を利用せざるを得ず、保健衛生上の問題が発生し、水道施設の老朽化により不明水の割合が 50%を超える等、WD の経営圧迫の原因となっている。こうした状況の中で、LWUA は、緊急的に水質改善を行う必要のあるルソン、パナイ、レイテ、ミンダナオ島に位置する WD に係る「地方都市水質改善計画」を策定し、その計画に基づいて、1997年7月に我が国政府に対して無償資金協力を要請してきた。

我が国政府は、基本設計調査の実施を決定し、JICA は 1999 年から 2000 年にかけて基本設計調査を実施したが、その後、比国側の本案件の実施承認手続きに時間を要し、基本設計調査（現地調査）から 2 年が経過するに至ったため、2002 年に事業化調査を実施し、基本設計調査時からの諸条件の変更の有無が確認された。この事業化調査の結果により 9 つの WD を対象とした水質改善事業が計画され、2002 年 6 月及び 2003 年 8 月に第 1 期、第 2 期工事の交換公文が我が国政府と比国政府との間で締結されたが、一方でミンダナオ島に位置する 2 つの WD は治安上の問題から事業実施が困難であると判断され、詳細設計の結果、7 つの WD（パニタン、ポンテベドラ、ディングルーポトタン、アブヨグ、ビンマレイ、リングエン、バグサンハン）を対象とする事業として、第 1 期工事は 2004 年 10 月に、第 2 期工事は 2005 年 3 月に竣工した。

しかしながら、その後の施設利用が一部適正に行われていない状況が判明し、外務省及び国際協力機構は専門家の派遣やコンサルタントによる技術指導を通じて、事態の改善に取り組んできたが、十分に利用が進まない状況であった。

以上の経緯より、国際協力機構は当該調査の中で LWUA 及び各 WD に対し浄水場を適正に稼動するための方策を提案し、LWUA は 2010 年 1 月に 6 つの WD（ポンテベドラ、ディングルーポトタン、アブヨグ、ビンマレイ、リングエン、バグサンハン）の浄水設備の修復、浄水場の最適な運営維持管理技術の指導についてフォローアップ協力を要請した。

本要請を受け、国際協力機構はフォローアップ協力を実施することを決定した。本業務は、無償資金協力「地方都市水質改善計画」において建設した施設の適正な稼動を目的とした詳細なフォローアップ協力内容を策定し、調査結果に基づき国際協力機構が実施するフォローアップ協力の施工監理を実施するものである。

## 2. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記を受けて、JICA は平成 21 年 4 月 11 日から平成 21 年 4 月 17 日までの派遣を最初として、平成 23 年 7 月 20 日まで複数回に分けて調査団を現地に派遣した。

調査の結果、6 つの WD のうちアブヨグ WD とリングエン WD については、技術協力プロジェクトとの関わりや先方負担事項の未実施の問題があるため、今回のフォローアップ改修工事の対象からは外すこととなった。改修工事の対象となった 4 つの WD については、一部不具合の生じている機器・設備や構造物について改修案が作成され、先方と協議のうえ最終的なフォローアップ改修工事内容を決定した。この改修工事内容を基に入札図書が作成され、2 回(ロット 1, ロット 2)に分けて入札・改修工事が実施された。またディングル-ポトタン WD の深井戸ポンプ調達に関しては、ロット 1 で実施する揚水試験を行った上でポンプの仕様を最終決定することになったため、JICA フィリピン事務所が直接調達することになった。ロット 1 及びロット 2 のそれぞれの対象サイトは次のとおりである。

ロット	WD	備考
ロット 1	ディングル-ポトタン、ポンテペドラ	
ロット 2	ビンマレイ、バグサンハン、ディングル-ポトタン※、ポンテペドラ※	※印の WD についてはポンプの調達のみ

## 3. プロジェクトの工期及び事業費

本フォローアップ改修工事における工事費及びそれぞれの工期を次に示す。

項目	事業費	工期
ロット 1	10.8 百万円	3 ヶ月
ロット 2	31.3 百万円	5 ヶ月
現地事務所調達	1.3 百万円	4 ヶ月
合計	43.4 百万円	

## 4. プロジェクトの評価

本プロジェクトの実施により、それぞれの浄水場において不具合のあった施設について更新され、以下の効果が表れた。

WD	効果
ディングル-ポトタン	フォローアップ協力の前提条件となっていた先方による老朽管更新が行われ、浄水場運転が再開された他、一部の施設改修により、比国水質基準を満たした水道水の供給が可能となった。
ポンテペドラ	原水に含まれる塩分により配管やポンプ等の一部の設備に腐食が見られ、維持管理に支障を来していたが、耐蝕性のものに更新されたため、従来の浄水場の機能を取り戻すことができた。
ビンマレイ	老朽化等により故障した設備があったが、これらが更新され、また必要容量の汚泥乾燥床が築造されたため、適切な排水処理を行えるようになった。
バグサンハン	老朽化等により故障した設備があったが、これらが更新され、さらに現状に合わせた改修を行ったため、維持管理性が向上し、より適切な浄水場の運転が可能となった。

上記に示すとおり、本フォローアップ協力において不具合のあった一部の設備等が更新され、浄水場の適切な運転・維持管理が可能となった。これにより、需要者に対してより適切な水道水の供給に繋がり、健康等の生活水準向上に寄与するものとする。

フィリピン共和国  
地方都市水質改善計画  
フォローアップ調査・施工監理  
報告書

目 次

要約  
目次  
位置図  
写真  
図表リスト  
略語集

第1章	プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1	要請の背景・経緯.....	1-1
1-2	調査の目的.....	1-2
1-3	調査対象地域.....	1-3
1-4	調査方針及び留意事項.....	1-4
第2章	現地調査結果.....	2-1
2-1	アブヨグ WD 現地調査結果.....	2-1
2-1-1	アブヨグ WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-1
2-1-2	現地調査結果.....	2-1
2-2	ディングル-ポトタン WD 現地調査結果.....	2-11
2-2-1	ディングル-ポトタン WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-11
2-2-2	現地調査結果.....	2-12
2-3	ポンテペドラ WD 現地調査結果.....	2-21
2-3-1	ポンテペドラ WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-21
2-3-2	現地調査結果.....	2-21
2-4	ビンマレイ WD 現地調査結果.....	2-34
2-4-1	ビンマレイ WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-34
2-4-2	現地調査結果.....	2-34
2-5	リングエン WD 現地調査結果.....	2-58
2-5-1	リングエン WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-58
2-5-2	現地調査結果.....	2-59
2-6	パグサンハン WD 現地調査結果.....	2-71
2-6-1	パグサンハン WD におけるフォローアップ協力の概要.....	2-71
2-6-2	現地調査結果.....	2-72
第3章	フォローアップ協力の内容.....	3-1
3-1	フォローアップ協力の概要.....	3-1

3-2	アブヨグ WD の協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1	改修方針	3-1
3-2-2	基本計画	3-2
3-2-3	概略設計図	3-9
3-2-4	各改修工事の優先度	3-13
3-2-5	協力対象とする改修工事内容	3-14
3-2-6	運営・維持管理費	3-14
3-2-7	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-15
3-3	ディングルポトタン WD の協力対象事業の概略設計	3-15
3-3-1	改修方針	3-15
3-3-2	基本計画	3-16
3-3-3	概略設計図	3-22
3-3-4	各改修工事の優先度	3-27
3-3-5	協力対象とする改修工事内容	3-27
3-3-6	運営・維持管理費	3-28
3-3-7	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-29
3-4	ポンテペドラ WD の協力対象事業の概略設計	3-30
3-4-1	改修方針	3-30
3-4-2	基本計画	3-31
3-4-3	概略設計図	3-39
3-4-4	各改修工事の優先度	3-43
3-4-5	協力対象とする改修工事内容	3-45
3-4-6	運営・維持管理費	3-47
3-4-7	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-48
3-5	ビンマレイ WD の協力対象事業の概略設計	3-49
3-5-1	改修方針	3-49
3-5-2	カルーカン基本計画	3-50
3-5-3	ファビア基本計画	3-57
3-5-4	概略設計図	3-64
3-5-5	各改修工事の優先度	3-69
3-5-6	協力対象とする改修工事内容	3-70
3-5-7	運営・維持管理費	3-72
3-5-8	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-73
3-6	リングエン WD の協力対象事業の概略設計	3-74
3-6-1	改修方針	3-74
3-6-2	基本計画	3-75
3-6-3	概略設計図	3-81
3-6-4	各改修工事の優先度	3-85
3-6-5	協力対象とする改修工事内容	3-85
3-6-6	運営・維持管理費	3-86

3-6-7	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-87
3-7	パグサンハン WD の協力対象事業の概略設計.....	3-87
3-7-1	改修方針.....	3-87
3-7-2	基本計画.....	3-88
3-7-3	概略設計図.....	3-91
3-7-4	各改修工事の優先度.....	3-95
3-7-5	協力対象とする改修工事内容.....	3-95
3-7-6	運営・維持管理費.....	3-96
3-7-7	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-97
3-8	協力対象事業の概算事業費.....	3-97
3-8-1	ロット1の概算事業費.....	3-97
3-8-2	ロット2の概算事業費.....	3-105
3-8-3	フィリピン事務所調達の概算事業費.....	3-117
第4章	施工監理・プロジェクトの効果.....	4-1
4-1	施工実績.....	4-1
4-1-1	入札・契約段階.....	4-1
4-1-2	施工段階.....	4-2
4-1-3	設計変更.....	4-12
4-2	プロジェクトの効果.....	4-16
4-2-1	浄水場機能回復の検証.....	4-16
4-2-2	初期操作指導.....	4-33
第5章	提言と教訓.....	5-1
5-1	相手国側への提言.....	5-1
5-2	教訓.....	5-2

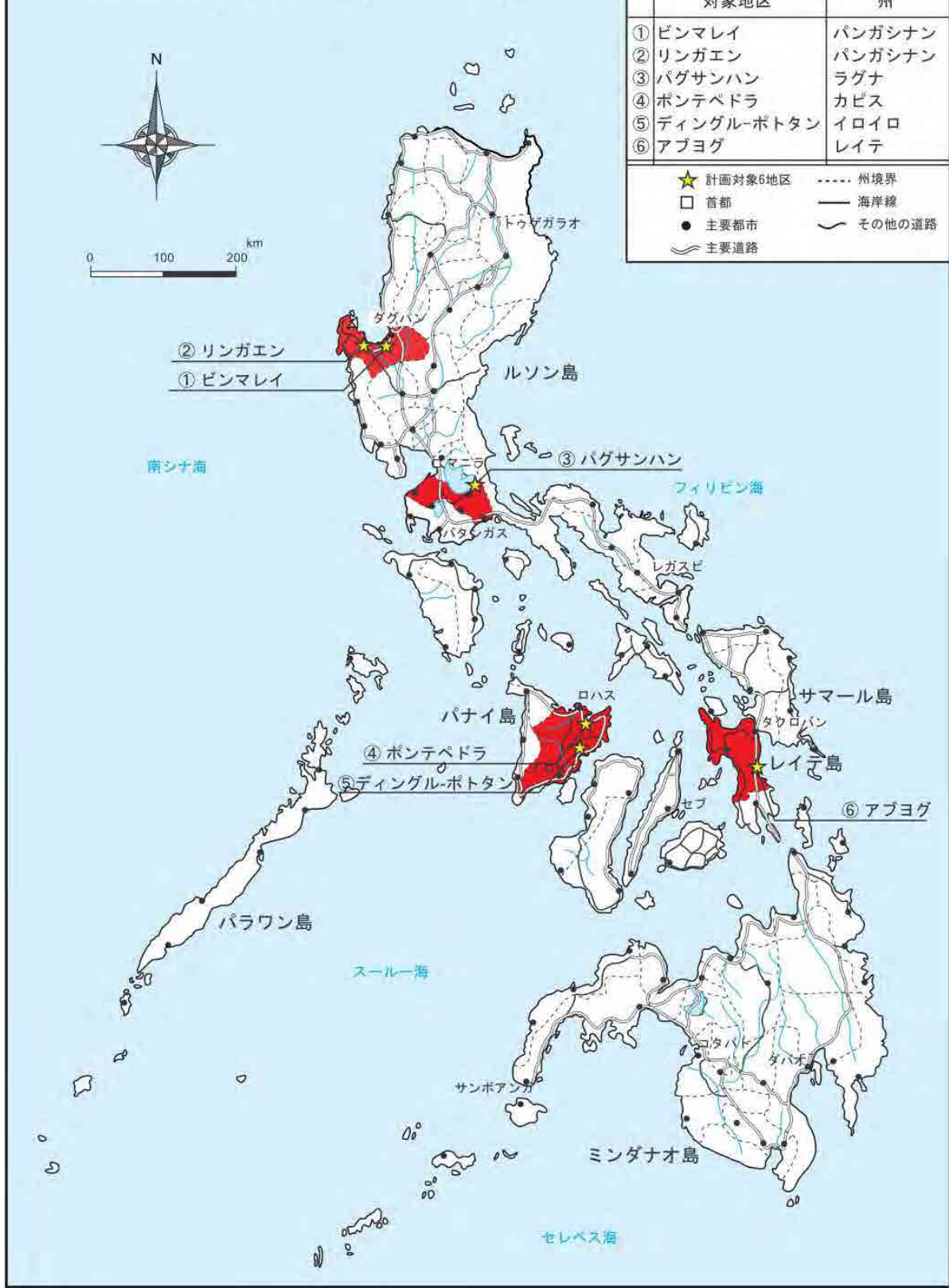
## [ 資料 ]

- 資料-1 調査団員・氏名
- 資料-2 調査行程
- 資料-3 関係者（面会者）リスト
- 資料-4 討議議事録（M/D）



# フィリピン共和国地方都市水質改善計画 フォローアップ調査・施工監理

## 対象WD位置図



# 写 真

アブヨグ WD の改修前の状況

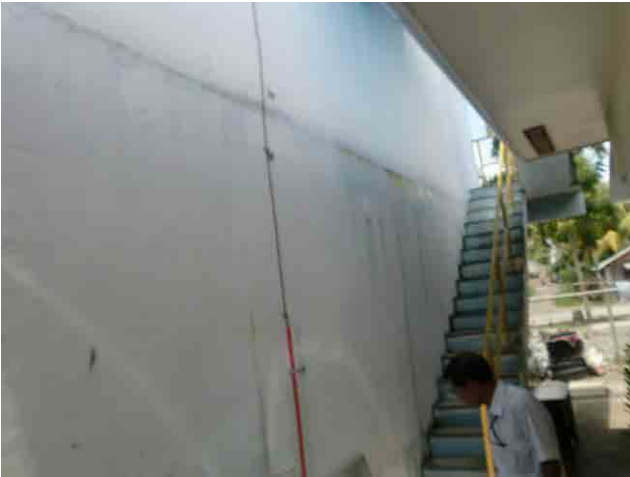


送水ポンプ：No.2 ポンプについては、シャフトに問題があり、取り外している。モーターについては問題なし。現在は No.1 ポンプと表洗用ポンプを毎日交互運転している。



沈殿池：堆積汚泥については、運転開始後 3 回程しか除去していない。そのため、汚泥がかなり蓄積している。

ディングル-ポトタン WD の改修前の状況



曝気塔：コンクリート打継部より漏水がみられる。



配水ポンプ：故障により稼働しないポンプ。No.1 ポンプはシャフトが折れており動かない。また No.2 ポンプは電流が定格値を超えてしまい、ヒューズが飛んでしまう。モーターには問題が見られないため、ポンプ部に問題があると考えられる。

ポンテペドラ WD の改修前の状況



沈殿池汚泥引抜管：腐蝕により穴があいているになった配管。



逆洗ポンプ：2009年10月頃に故障したため、ポンプを取り外した。

ビンマレイ WD カルーカン WTP の改修前の状況



汚泥乾燥床：竣工後、砂利・砂を充填した状態で使用していたが、5回程使用した後、目詰まりが生じたため取り除いた。



後塩素注入ポンプ：故障により取り除かれている。

ビンマレイ WD ファビア WTP の改修前の状況



沈殿池：腐蝕により汚泥引抜管に穴が開いている。



汚泥乾燥床：既存の汚泥乾燥床に WD 側で新たに増設している。

リンガエン WD の改修前の状況



フロック形成池：う流板固定用ネジが腐蝕のため折れているものもあり、板が脱落している箇所がみられる。



急速ろ過池：表洗管の錆が進行している箇所があるため、補修することが望ましい。

パグサンハン WD の改修前の状況



除砂器：2回交換したが、穴が開いたため取り外した。



塩素注入ポンプ：屋外設置のためか、腐蝕が進行し撤去した。

## 図 表 リ ス ト

図 2-1	現況の浄水処理フロー	2-3
図 2-2	基本設計の浄水処理フロー	2-3
図 2-3	基本設計の浄水処理フロー	2-14
図 2-4	塩素注入量と残留塩素の関係	2-20
図 2-5	現況の浄水処理フロー	2-23
図 2-6	基本設計の浄水処理フロー	2-24
図 2-7	塩素注入量と残留塩素の関係	2-33
図 2-8	ビンマレイ WD 水道系統図	2-35
図 2-9	現況の浄水処理フロー	2-37
図 2-10	竣工時の浄水処理フロー	2-37
図 2-11	塩素注入量と残留塩素の関係	2-48
図 2-12	現況の浄水処理フロー	2-49
図 2-13	竣工時の浄水処理フロー	2-49
図 2-14	塩素注入量と残留塩素の関係	2-58
図 2-15	竣工時の浄水処理フロー	2-61
図 2-16	塩素注入量と残留塩素の関係	2-71
図 2-17	現況の浄水処理フロー	2-73
図 2-18	竣工時の浄水処理フロー	2-74
図 3-1	アブヨグ WD 改修計画平面図	3-11
図 3-2	ディングル-ポトタン WD 改修計画平面図 (取水場)	3-23
図 3-3	ディングル-ポトタン WD 改修計画平面図 (浄水場)	3-25
図 3-4	ポンテペドラ WD 改修計画平面図	3-41
図 3-5	ビンマレイ WD カルーカン改修計画平面図	3-65
図 3-6	ビンマレイ WD ファビア改修計画平面図	3-67
図 3-7	リンガエン WD 改修計画平面図	3-83
図 3-8	パグサンハン WD 改修計画平面図	3-93
図 3-9	ロット1: ディングル-ポトタン WD 改修工事平面図 (取水場)	3-99
図 3-10	ロット1: ディングル-ポトタン WD 改修工事平面図 (浄水場)	3-101
図 3-11	ロット1: ポンテペドラ WD 改修工事平面図	3-103
図 3-12	ロット2: ビンマレイ WD カルーカン改修工事平面図	3-107
図 3-13	ロット2: ビンマレイ WD ファビア改修工事平面図	3-109
図 3-14	ロット2: パグサンハン改修工事平面図	3-111
図 3-15	ロット2: ディングル-ポトタン WD 改修工事平面図	3-113
図 3-16	ロット2: ポンテペドラ WD 改修工事平面図	3-115
図 4-1	工事監理体制図	4-4
図 4-2	ビンマレイ WD カルーカン WTP の設計変更図	4-13
図 4-3	ビンマレイ WD ファビア WTP の設計変更図	4-14

表 1-1	本プロジェクト要請の経緯	1-2
表 1-2	プロジェクト概要（事業化調査時の無償資金協力設計内容）	1-3
表 1-3	調査対象地域の概要	1-4
表 1-4	本調査における4つの主要業務	1-5
表 2-1	2009年12月におけるアブヨグWDの給水状況	2-2
表 2-2	アブヨグWD水道料金体系	2-2
表 2-3	各水源の運転状況	2-2
表 2-4	施設現況	2-4
表 2-5	施設機能診断	2-6
表 2-6	水質分析結果	2-10
表 2-7	ジャーテスト結果	2-11
表 2-8	2009年12月におけるディングル-ポトタンWDの給水状況	2-12
表 2-9	ディングル-ポトタンWD水道料金体系	2-13
表 2-10	各水源の運転状況	2-13
表 2-11	施設現況	2-14
表 2-12	施設機能診断	2-16
表 2-13	水質分析結果	2-19
表 2-14	ジャーテスト結果	2-20
表 2-15	水質分析結果	2-21
表 2-16	2009年12月におけるポンテベドラWDの給水状況	2-22
表 2-17	ポンテベドラWD水道料金体系	2-23
表 2-18	各水源の運転状況	2-23
表 2-19	施設現況	2-25
表 2-20	施設機能診断	2-26
表 2-21	水質分析結果	2-31
表 2-22	Case-1 PAC	2-32
表 2-23	Case-2 硫酸バンド	2-32
表 2-24	水質分析結果	2-34
表 2-25	2009年12月におけるビンマレイWDの給水状況	2-35
表 2-26	ビンマレイWD水道料金体系	2-36
表 2-27	各水源の運転状況	2-36
表 2-28	施設現況	2-38
表 2-29	施設機能診断	2-40
表 2-30	水質分析結果	2-46
表 2-31	Case-1 PAC 注入率変更	2-47
表 2-32	Case-2 PAC 30mg/l で pH 変更	2-47
表 2-33	Case-3 pH6.5 で PAC の注入率変更	2-47
表 2-34	施設現況	2-50
表 2-35	施設機能診断	2-52
表 2-36	水質分析結果	2-56

表 2-37	Case-1 PAC 注入率変更.....	2-57
表 2-38	Case-2 PAC 20mg/l で pH 変更.....	2-57
表 2-39	Case-3 pH6.5 で PAC の注入率変更.....	2-57
表 2-40	Case-4 PAC を過剰に注入した場合.....	2-57
表 2-41	2009 年 12 月におけるリンガエン WD の給水状況.....	2-59
表 2-42	リンガエン WD 水道料金体系.....	2-60
表 2-43	各水源の運転状況.....	2-60
表 2-44	施設現況.....	2-61
表 2-45	施設機能診断.....	2-63
表 2-46	水質分析結果.....	2-67
表 2-47	Case-1 No.6 井戸-PAC 注入率変更.....	2-68
表 2-48	Case-2 No.6 井戸-PAC 60mg/l で pH 変更.....	2-68
表 2-49	Case-3 No.6 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更.....	2-68
表 2-50	Case-4 No.4 井戸-PAC 注入率変更.....	2-69
表 2-51	Case-5 No.4 井戸-PAC 30mg/l で pH 変更.....	2-69
表 2-52	Case-6 No.4 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更.....	2-69
表 2-53	Case-7 No.7 井戸-PAC 注入率変更.....	2-69
表 2-54	Case-8 No.7 井戸-PAC 30mg/l で pH 変更.....	2-70
表 2-55	Case-9 No.7 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更.....	2-70
表 2-56	水質分析結果.....	2-71
表 2-57	2009 年 12 月におけるパグサンハン WD の給水状況.....	2-72
表 2-58	パグサンハン WD 水道料金体系.....	2-73
表 2-59	各水源の運転状況.....	2-73
表 2-60	施設現況.....	2-75
表 2-61	施設機能診断.....	2-76
表 2-62	水質分析結果.....	2-80
表 3-1	施設改修検討内容.....	3-3
表 3-2	上下う流水路の改良と平均流速.....	3-4
表 3-3	発生汚泥量と乾燥床の検討.....	3-7
表 3-4	施設改修の仕様.....	3-9
表 3-5	施設改修の優先度.....	3-13
表 3-6	アブヨグ WD の各配水量における推定年間収支.....	3-15
表 3-7	ディングル-ポトタン WD の中長期給水計画（ポトタン町部分）.....	3-16
表 3-8	施設改修検討内容.....	3-17
表 3-9	上下う流水路の改良と平均流速.....	3-18
表 3-10	発生汚泥量と乾燥床の検討.....	3-21
表 3-11	施設改修の仕様.....	3-22
表 3-12	施設改修の優先度.....	3-27
表 3-13	協力対象とする改修工事内容.....	3-28
表 3-14	ディングル-ポトタン WD の各配水量における推定年間収支.....	3-29



表 3-15	ポンテベドラ WD の中長期給水計画.....	3-31
表 3-16	施設改修検討内容 .....	3-32
表 3-17	上下う流水路の改良と平均流速 .....	3-33
表 3-18	発生汚泥量と乾燥床の検討 .....	3-37
表 3-19	施設改修の仕様 .....	3-39
表 3-20	施設改修の優先度 .....	3-44
表 3-21	協力対象とする改修工事内容 .....	3-46
表 3-22	ポンテベトラ WD の各配水量における推定年間収支.....	3-48
表 3-23	ビンマレイ WD の中長期給水計画.....	3-49
表 3-24	カルーカン施設改修検討内容 .....	3-51
表 3-25	上下う流水路の改良と平均流速 .....	3-52
表 3-26	発生汚泥量と乾燥床の検討 .....	3-56
表 3-27	施設改修の仕様 .....	3-57
表 3-28	ファビア施設改修検討内容 .....	3-58
表 3-29	上下う流水路の改良と平均流速 .....	3-59
表 3-30	発生汚泥量と乾燥床の検討 .....	3-63
表 3-31	施設改修の仕様 .....	3-64
表 3-32	カルーカン施設改修の優先度 .....	3-69
表 3-33	ファビア施設改修の優先度 .....	3-70
表 3-34	協力対象とするカルーカン改修工事内容.....	3-71
表 3-35	協力対象とするファビア改修工事内容.....	3-72
表 3-36	ビンマレイ WD の各配水量における推定年間収支.....	3-73
表 3-37	リングエン WD の中長期給水計画.....	3-74
表 3-38	施設改修検討内容 .....	3-76
表 3-39	上下う流水路の改良と平均流速 .....	3-77
表 3-40	発生汚泥量と乾燥床の検討 .....	3-80
表 3-41	施設改修の仕様 .....	3-81
表 3-42	施設改修の優先度 .....	3-85
表 3-43	リングエン WD の各配水量における推定年間収支.....	3-87
表 3-44	施設改修検討内容 .....	3-88
表 3-45	施設改修の仕様 .....	3-91
表 3-46	施設改修の優先度 .....	3-95
表 3-47	協力対象とする改修工事内容 .....	3-96
表 3-48	パグサンハン WD の各配水量における推定年間収支.....	3-97
表 3-49	ロット1の概算事業費 .....	3-98
表 3-50	ロット2の概算事業費 .....	3-105
表 3-51	フィリピン事務所調達の概算事業費.....	3-117
表 4-1	ロット1,2 入札・契約における工程 .....	4-1
表 4-2	ロット1 概要 .....	4-2
表 4-3	ロット2 概要 .....	4-2

表 4-4	工事内容の概要 .....	4-3
表 4-5	ロット1 工事工程表 .....	4-9
表 4-6	ロット2 工事工程表 .....	4-10
表 4-7	圧縮強度試験の結果 .....	4-11
表 4-8	水質の改善結果(ディングル-ポトタン WD).....	4-16
表 4-9	改善された機能の検証(ディングル-ポトタン WD).....	4-17
表 4-10	水質の改善結果(ポンテペドラ WD).....	4-19
表 4-11	改善された機能の検証(ポンテペドラ WD).....	4-20
表 4-12	水質の改善結果(ビンマレイ WD カルーカン WTP).....	4-24
表 4-13	改善された機能の検証(ビンマレイ WD カルーカン WTP).....	4-25
表 4-14	水質の改善結果(ビンマレイ WD ファビア WTP).....	4-28
表 4-15	改善された機能の検証(ビンマレイ WD ファビア WTP).....	4-28
表 4-16	水質の改善結果(パグサンハン WD).....	4-31
表 4-17	改善された機能の検証(パグサンハン WD).....	4-31
表 4-18	初期操作指導 .....	4-33
表 5-1	提言 .....	5-1
表 5-2	教訓 .....	5-2

## 略 語 集

略語	英語	和訳名称
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
LWUA	Local Water Utilities Administration	地方水道庁
PAC	Poly Aluminum Chloride	ポリ塩化アルミニウム
Peso	Phillipine Peso	比国通貨単位：ペソ
PQ	Pre Qualification	事前資格審査
SW	Scope of Work	業務範囲
UFW	Un-accounted For Water	不明水(生産水量から有収水量を差し引いた水量)
WD	Water Districts	水道区
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

# 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 要請の背景・経緯

フィリピン共和国（以下、比国）における地方水道事業は、2 万人以上の地方都市を管轄する地方水道庁（Local Water Utilities Administration : LWUA）傘下の水道区（Water District : WD）が地方中小都市の水道事業体として、自立的な運営を行っている。LWUA は、WD に対して融資や技術支援等を行い、経営・技術面から支援を行い、地方水道の整備と健全な運営を推進しているが、WD が運営する小規模水道は、深井戸を水源としている事例が多く、水理地質条件による水質問題が水道事業の運営に支障を来している例が少なくはない。こうした事例では基準値を超える鉄、マンガン、色度、異臭味等を含んだ原水を未処理で給水しているのが現状であり、水質に起因する管内沈殿物の除去作業のため、断水が頻発している。

これらの問題が住民の水道離れを加速させる要因となっており、その結果、住民は高価な売水や、汚染可能性の高い浅井戸を利用せざるを得ず、保健衛生上の問題が発生し、水道施設の老朽化により不明水の割合が 50%を超える等、WD の経営圧迫の原因となっている。こうした状況の中で、LWUA は、緊急的に水質改善を行う必要のあるルソン、パナイ、レイテ、ミンダナオ島に位置する WD に係る「地方都市水質改善計画」を策定し、その計画に基づいて、1997 年 7 月に我が国政府に対して無償資金協力を要請してきた。

我が国政府は、基本設計調査の実施を決定し、国際協力機構（当時は国際協力事業団）は 1999 年から 2000 年にかけて基本設計調査を実施したが、その後、比国側の本案件の実施承認手続きに時間を要し、基本設計調査（現地調査）から 2 年が経過するに至ったため、2002 年に事業化調査を実施し、基本設計調査時からの諸条件の変更の有無が確認された。この事業化調査の結果により 9 つの WD を対象とした水質改善事業が計画され、2002 年 6 月及び 2003 年 8 月に第 1 期、第 2 期工事の交換公文が我が国政府と比国政府との間で締結されたが、一方でミンダナオ島に位置する 2 つの WD は治安上の問題から事業実施が困難であると判断され、詳細設計の結果、7 つの WD（パニタン、ポンテベドラ、ディングルポトタン、アブヨグ、ビンマレイ、リングエン、バグサンハン）を対象とする事業として、第 1 期工事は 2004 年 10 月に、第 2 期工事は 2005 年 3 月に竣工した。

しかしながら、その後の施設利用が一部適正に行われていない状況が判明し、外務省及び国際協力機構は専門家の派遣やコンサルタントによる技術指導を通じて、事態の改善に取り組んできたが、2009 年に現況を把握するために実施した調査の結果、以下の状況が確認された。

- ✓ 既存水源井戸からの取水可能量の低下や原水水質の変化等、各水道施設を取り巻く外部条件が変更していた。
- ✓ 高い不明水や非効率な配水システム等が水道事業の経営を圧迫し、結果的に浄

水設備における薬品注入量が節約され、原水が当初計画のとおり処理されな  
いままに給水されるという悪循環が一部の WD において発生し、一部の浄水  
場では稼働が停止していた。

- ✓ LWUA 及び WD の職員の運営・維持管理能力は本案件計画時に想定していた  
よりも低く、凝集沈殿池や急速ろ過他の適正な管理が行われなかったために、  
各設備の機能低下を招いていた。

上記を踏まえて、国際協力機構は当該調査の中で LWUA 及び各 WD に対し浄水場を適正  
に稼働するための方策を提案し、LWUA は 2010 年 1 月に浄水設備の修復、浄水場の最適  
な運営維持管理技術の指導についてフォローアップ協力を要請した。

同要請を受け、国際協力機構はフォローアップ協力を実施することを決定した。本業務  
は、無償資金協力「地方都市水質改善計画」において建設した施設の適正な稼働を目的と  
した詳細なフォローアップ協力内容を策定し、調査結果に基づき国際協力機構が実施する  
フォローアップ協力の施工監理を実施するものである。

表 1-1 本プロジェクト要請の経緯

年	月	活動	実施サイトの変遷
1997	4	本プロジェクトのフィリピン側からの 要請	Solana, Pagsanjan, Balayan, Matnog, Panitan, Pontevedra, Dingle -Pototan, Abuyog, Midsayap, Kabakan が要請された
1999	8-10	現地調査 I	Balayan, Matnog を対象から除き Lingayen, Binmaley を追加。 コンサルタントは水源開発を提案したが、既存水源 の利用が優先されることとなった。
1999	11-12	現地調査 II	
2000	3	概要説明 I	
2000	6	概要説明 II	
2002	2-3	事業化調査	財務的な理由から Solana を除いた
2002	6	第 I 期 EN	1 期は Panitan, Pontevedra, Dingle-Pototan, Abuyog とし た
2003	8	第 II 期 EN	2 期は Lingayen, Binmaley, Pagsanjan とした。治安問 題でミンダナオ島の Midsayap と Kabakan は除外とし た
2003	4	第 I 期工事	Panitan, Pontevedra, Dingle-Pototan, Abuyog が完工
2004	10		
2004	4	第 II 期工事	Lingayen, Binmaley (Caloocan 及び Fabia) , Pagsanjan が完工
2005	3		
2009	3-11	本プロジェクト改善事業調査	
2010	1	本プロジェクトフォローアップ要請	上記完工 Panitan を除いたサイトが要請された

## 1-2 調査の目的

本調査業務は 2003 年度及び 2004 年度フィリピン共和国「地方都市水質改善計画（第 1  
期）」及び「地方都市水質改善計画（第 2 期）」において建設した浄水場の適正な稼働を目的  
として、当該無償資金協力事業の詳細設計に基づき、対象 6WD のフォローアップ協力案

を策定することを目的とする。

表 1-2 プロジェクト概要（事業化調査時の無償資金協力設計内容）

上位目標	WD の経常状況が改善される。
プロジェクト目標	水源とする地下水の水質が著しく悪い 6WD において、比国水質基準を満たす水を供給する。
期待される成果	対象地域 6WD（Dingle-Pototan、Pontevdra、Abuyog、Binmaley、Lingayen、Pagsanjan）において浄水施設が整備される。
受益者	直接受益者：計画対象地区の給水人口 24 万人（2010 年推定人口）
実施機関	地方水道庁（Local Water Utilities Administration：LWUA）

プロジェクト 成果指標	成果指標 項目	実施前（2001 年）	実施後（2010 年）
	日平均使用水量		14,700 m <sup>3</sup> /日
処理水水質	鉄	1～10 mg/L	<0.3 mg/L
	マンガン	0.5～2.0 mg/L	<0.05 mg/L
	アンモニア	0.5～7.2 mg/L	<0 mg/L
	色度	20～120 度	<5 度
	異臭味	金気臭・硫化水素臭	異状なし
	残留塩素濃度	0 mg/L	0.1 mg/L 以上

プロジェクト 内 容	我が国への 要請内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象 6 WD における浄水施設の建設</li> <li>・井戸ポンプ、消毒施設の更新</li> <li>・浄水施設操業に関する技術指導の実施</li> </ul>
	相手国側 投入計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WD の浄水施設操作要員が適切な操業を継続する</li> <li>・WD により適切な水道料金が設定され、住民の理解が得られる</li> <li>・WD により適切な不明水対策が講じられる</li> </ul>

### 1-3 調査対象地域

本プロジェクトの調査対象地域は、下表に示す 6 WD である。各プロジェクトサイトの主要産業は共通して第一次産業の農水産業であり、何れも比国の典型的な地方都市である。町の中心部にはマーケット、銀行や行政の事務所等が集中し、何れの対象 WD も町街を通る道路は舗装されている。近隣への交通手段は比国固有の乗合バス、近距離であればバイクにサイドカーが取付けられたトライシクルや、自転車にサイドカーにつけられているものがある。住民が居住している家は、平屋ないし 2 階建てのブロック又は木材による構造である。地域によっては停電の頻度が高いが、プロジェクトサイトにおける大部分の家庭は給電されている。

各計画対象 6WD のポンプステーションのポンプ設備類も電化されているが、未だ停電の頻度が高いため非常用発電機を備えている所もある。下水道整備は進んでおらず、一部浄化槽を備える所もあるが、家庭雑排水は地下浸透や直接放流、し尿は汲み取りや地下浸透である。雨水は、道路沿いの側溝や小水路にて排水され、ごみ処理は郊外や沿岸部でオーブンダンピングが行われており、浅井戸が汚染を受ける危険性は高い。

表 1-3 調査対象地域の概要

調査対象地域	概 要
Dingle-Pototan	Panay 島にある Dingle-Pototan は、行政上 Dingle と Pototan の 2 地区に分かれそれぞれに町役所があるが、WD としては 1 つの区域となっている。両町とも主要産業は農業（稲作、とうもろこし、砂糖きび）である。この地域には Iloilo 州に電力を供給している Iloilo 電力会社の発電所がある。他の商工業では米やとうもろこしの脱穀工場や竹細工、陶器、鞆などを製作している手工業がある。近隣にある主要都町は Iloilo 州の州都（Iloilo）で、南へ 40km の距離にある。
Pontevdra	Panay 島にあり、その産業は砂糖きびを主要作物とする農業である。海に面していることもあり、産業の 12% は漁業関連が占める。街の中心にマーケットがあり、他の商工業はガソリンスタンド、製氷工場や雑貨商店等の小規模なもの。近隣にある主要都町は州都である Roxas で北西へ 20km の距離にある。
Abuyog	Leyte 島にあり、Manila から Mindanao 島へ向う輸送の通過地点に位置する。主要産業は農業で、コブラ（乾燥ココナツ）と米の生産が主要作物である。他には漁業や小規模雑貨商である。旧跡のある観光ビーチに近い Leyte 州の州都である Tacloban から南へ 65km の距離にある。
Binmaley	Luzon 島 Pangasinan 州に属し、下記に示す Lingayen と隣接している。主要産業は農業と魚の養殖で、農場と養魚池はそれぞれ全面積の 20% 及び 51% で合計 71% も占める。他の商工業は、家具製作や雑貨商など小規模なものである。Binmaley の近隣にある主要都町は環境局（EMB）の出先機関もある Dagupan で東へ 10km の距離にあり、そのベッド・タウンの様相を呈してきている。
Lingayen	Luzon 島にある Pangasinan 州の州都でもある。この州の商工業の中心地は前述の Dagupan であり、行政機能は Lingayen に集約されている。主要産業は Binmaley と同じく農業と魚の養殖である。農場が全面積の 37% を占め、その大部分が稲作である。養魚池は 27% を占める。また、Lingayen 湾に面したこの町のビーチは観光地域になっている。近隣にある主要都町は Dagupan で東へ 15km の距離にある。Binmaley と同様に Dagupan のベッド・タウン化傾向にある。
Pagsanjan	Luzon 島 Laguna 州に位置する。観光名所となる滝があり、マニラ近郊ということもあって、年間 11 万人を越す観光客が訪問する観光地であり、ホテルも大小合わせて 10 軒にのぼる。他の産業は農業であり、米とココナツが主要収穫作物である。商工業は雑貨商などの小規模なものである。本計画対象サイトの中で首都マニラまで北西へ 90km と最も近い距離にある。

#### 1-4 調査方針及び留意事項

2003 年度及び 2004 年度フィリピン共和国「地方都市水質改善計画（第 1 期）」及び「地方都市水質改善計画（第 2 期）」において建設された浄水場の適正稼動のための協力は以下の 3 つで構成される。本業務は下記②にあたる部分であり、更に下表に示す 4 種の業務に分かれる。フォローアップ協力の内容を策定するための調査を実施し、確定したフォローアップ内容に基づき国際協力機構フィリピン事務所が調達する施設応急対策工事の入札支援、施工監理を実施し、初期操作指導を行うものである。

- ①技術協力プロジェクト「地方水道改善プロジェクト」による対象 WD の中長期計画の策定
- ②フォローアップ調査及びフォローアップ協力（本業務）による施設改善
- ③技術協力個別専門家派遣による浄水場の運転・維持管理に係る指導



表 1-4 本調査における4つの主要業務

調査業務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2003年度及び2004年度フィリピン共和国「地方都市水質改善計画（第1期）」及び「地方都市水質改善計画（第2期）」において実施した詳細設計業務をもとに、当該施設の機能回復のためのフォローアップ協力（施設応急対策）案を策定するための調査を実施する。</li> <li>・フォローアップ協力内容がJICAによって決定された後、各ロット分けに基づいてフォローアップ協力内容の詳細設計・積算を行い、入札関連資料を作成する。</li> </ul>
入札支援業務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調査業務に基づいて作成された入札関連資料に基づいて、JICA フィリピン事務所が実施するフォローアップ協力の入札業務を支援する。</li> </ul>
施工監理業務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JICA フィリピン事務所とフォローアップ協力施工業者との契約後、施工業者によるフォローアップ協力工事の施工監理を行う。</li> <li>・「施工監理業務」は、JICA が行う設計または監督の補助業務であり、JICA 監督職員及び分任監督職員に代わり、施工業者契約書及び設計図書に基づき、臨場による立会い、出来型・品質・数量の確認及び各種検査等を実施するものである。</li> <li>・フォローアップ協力にて建設する施設に関しては、契約施工業者が1年間の瑕疵担保責任を負うこととし、瑕疵担保期間終了前後に瑕疵検査を実施する。</li> <li>・瑕疵期間内に不具合が生じた場合には、事実確認を行った上でJICA に遅滞なく報告を行う。</li> </ul>
浄水場機能確認及び操作指導業務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フォローアップ協力工事により改善された浄水場の試運転を必要期間実施し、最適薬品注入量を浄水場における実証調査から分析する。</li> <li>・実証調査結果に基づき、各浄水場の運転・維持管理マニュアルを作成する。</li> <li>・作成した運転・維持管理マニュアルを用いて、WD 職員及び浄水場オペレータを対象として初期操作指導を行う。</li> </ul>

## 第 2 章 現地調査結果

## 第2章 現地調査結果

### 2-1 アブヨグ WD 現地調査結果

#### 2-1-1 アブヨグ WD におけるフォローアップ協力の概要

アブヨグ WD では、WD 独自に取水及び送水ポンプを現状の流量に合わせて調整しており、また送配水が分離されたシステムとなっているため、送配水システムは他 WD と比して効率的になっている。しかしながら、設備の老朽化等により適切な浄水処理が行えていないことから改修が必要な状況にある。

アブヨグ WD の原水は硬度が高く、ろ過砂がマッドボールを形成しやすいため、適切に表洗を行う必要があるが、現在表洗ポンプを送水ポンプとして代用しており、表洗が全く行われていない。そのためろ過砂の一部がマッドボール化しており、ろ過池が適切に機能しておらず、ろ過砂を更新する必要がある。また、フミン質除去のために pH 調整を行った上で凝集沈殿を行う必要があるが、消毒剤である次亜塩素酸ナトリウムや酸調整のための塩酸と反応して発癌性のあるトリハロメタンが生成される可能性があるため、現地ラボ水質分析を実施して確認する。凝集沈殿池及びろ過池の流速も現況処理水量に合わせて調整が必要である。

#### 2-1-2 現地調査結果

##### 2-1-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

現況給水状況調査	: 現況の各水源およびその給水状況把握
現況浄水処理フロー調査	: 現況の浄水処理内容確認
施設現況調査	: 現況処理施設の状況把握
現場・現地ラボ水質分析	: 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
ジャーテスト	: 最適薬品注入率把握
不連続塩素処理	: 塩素注入率の決定
施設試運転	: 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

##### 2-1-2-2 給水状況調査結果

###### (1) 給水状況

2009年12月のアブヨグ WD 月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。過去（2000年前後）の給水状況と比べると、給水接続数は減少しているが、最近はプロモーション（宣伝による促進）を行っているため、増加傾向にあるとのことである。

表 2-1 2009 年 12 月におけるアブヨグ WD の給水状況

項 目	
給水管が接続されている箇所（箇所）	1,516
現在使用されている接続数（箇所）	621
予想給水人口（人）	3,726
1 日当りの水生産量（m <sup>3</sup> /日）	447
1 日当りの有収量（m <sup>3</sup> /日）	291
不明水率（%）	34.6

2010 年のアブヨグ町全体の人口は 57,100 人であり、給水率は 6.5%に過ぎない。しかし、一部独自の給水施設を持っている Barangay<sup>1</sup>もあり、給水区域（人口 17,990 人特に Poblacion 区域）の給水率は 20.8%となる。2009 年 12 月における接続数は 621 箇所であるが、給水管が接続されている箇所は 1,516 箇所となっており、過去において約 1,500 箇所の接続数があったものと想定される。

アブヨグ WD における水道料金体系を下表に示す。全国の WD の各戸給水/公共施設における 0-10m<sup>3</sup> の金額は平均 172.49Peso で約 1.4 倍高い額となっている。

表 2-2 アブヨグ WD 水道料金体系

	単位：Peso			
	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設	240	25.7	28	30.85
商業/工業	360	44.95	49	53.95

## (2) 各水源の運転状況

アブヨグ町の現在の給水は本浄水場に接続されている Barayong 井戸のみである。他の水源は使っていない。この水源の取水量および施設運転状況については下表のとおりである。

表 2-3 各水源の運転状況

名称	取水量	運転時間	日取水量
Barayong 深井戸	27 l/s	5 時間	484 m <sup>3</sup> /日

## 2-1-2-3 施設状況調査結果

### (1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に現況の浄水処理フロー及び基本設計の浄水処理フローを示す。

<sup>1</sup> Barangay:比国の都市と町を構成する最小の地方自治単位であり、村、地区を表すフィリピン語である。

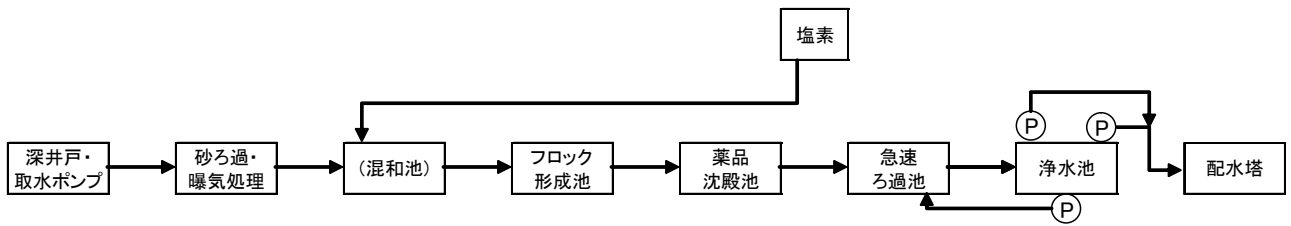


図 2-1 現況の浄水処理フロー

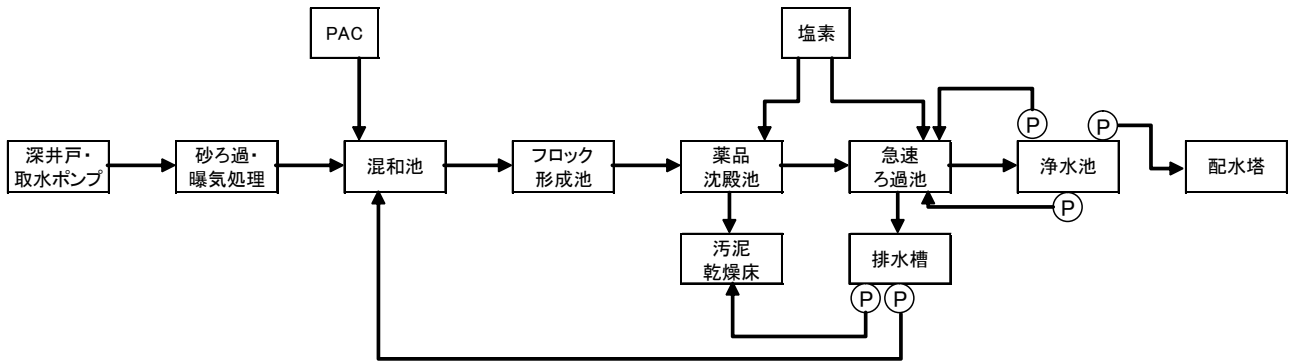


図 2-2 基本設計の浄水処理フロー

図に示すように現況の処理フローについては、基本的なフローについては基本設計通りであるものの、次の問題点がみられる。

- ✓ 凝集剤を用いていないため、フロック形成池、薬品沈殿池、急速ろ過池の役割が果たせていない。
- ✓ 塩素処理については、基本設計ではマンガン・アンモニア除去のために中間塩素、また消毒用として後塩素としていたものが、混和池での前塩素に変更されており、機能が十分活かせていない。
- ✓ 混和池の急速攪拌機が故障しており運転していない。
- ✓ 急速ろ過池の表洗ポンプが送水用として使用されており、表洗が全く行われていない。
- ✓ 逆洗排水の回収ポンプが使用されておらず、基本の計画通りに使用されていない。
- ✓ 汚泥乾燥床についても使用されておらず、汚泥は薬品沈殿池に堆積されたままになっている。

## (2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-4 施設現況

項 目		数量	状 況
取水 施設	深井戸	1 井	既設深井戸のスクリーン部の劣化によるものか砂を巻き上げ取水している状況である。
	深井戸ポンプ	1 台	2年前に取替えを行っており現状では問題ない。
浄水 施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	現在入り口のドアを開閉して運転しており、そのためか原水の溶存酸素 3mg/l に対して曝気後は 7mg/l と水温 30℃の水における飽和溶存酸素濃度となっている。また曝気を停止直後に塔内の酸素濃度を測定したところ外部酸素濃度 21%に対して 20.7%と曝気に必要な 18%を超えていることから曝気処理は問題ないと考えられる。またドアについては老朽化が進んでおり、片方のドアは取り外されている。
	急速攪拌機	1 台	故障している。
	上下う流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、沈殿池からキャリアオーバーされる状況である。
	急速ろ過池	2 槽	ろ過砂が表洗管を覆い隠し、さらに流出トラフの位置にまで積まれているため、ろ過面積が極端に減少していると共に逆洗時には砂が多量に流出するようになっている。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	現在送水ポンプとして流用しており、ろ過池の表洗は全く行われていない状況であるため、マッドボールが生じる大きな要因となっていると考えられる。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	汚泥の引き抜きは行われていない。
	回収ポンプ	1 台	使用していないが問題なく作動する。
	逆洗排水汚泥ポンプ	1 台	使用していないが問題なく作動する。
	汚泥乾燥床	4 槽	使用していない。比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	使用していないが問題なく作動する。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	オイル漏れにより故障している。
	塩素注入設備	2 槽	特に問題なし。
	塩素攪拌機	2 台	使用していないが問題なく作動する。しかし No.2 については、制御盤のパネル前面のスイッチを押しても作動しないので修理が必要。
	前・中間塩素注入ポンプ	1 台	現在使用しているが、目詰まりが頻繁に起きており、その度に分解補修を行っている。
	後塩素注入ポンプ	1 台	故障している。
非常用発電機	1 台	インジェクションポンプの調整	
送水 施設	送水ポンプ	2 台	現在 1 台のみでの運転である。1 台は故障している。
	圧力タンク	1 台	使用していない。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面負荷率は基準値を満足しているため問題ないが、滞留時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。
- ✓ 汚泥乾燥床については、機能を改善させるために砂利・砂を充填する必要がある

る。基本設計当時の排水基準(1990年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。

表 2-5 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		2,412 (484)	1日平均 5hr 運転
	L/sec		28 (27)	
水源				
取水ポンプ能力			1.61m <sup>3</sup> /min	2年前に取り替えており、現状問題なし
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4~1.0	0.48	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	故障している
フロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×1.0×30	
有効容量	m <sup>3</sup>		60.0	
滞留時間	min	20~40	35.8	
平均流速	m/s	0.15~0.30	0.04~0.11	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10~75	19	
GT 値		23,~210,000	39,300	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.2×2.5×13	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	302	
長短辺比		3~8 倍	5.2	
有効表面積	m <sup>2</sup>		65.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		208	
有効水深	m	3~4m	3.2	
表面負荷率	mm/min	15~30	25.8	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	127	
滞留時間	hr	3~5hr 以上	2.1	滞留時間が短くフロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2池以上	2池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×3.8	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		9.5	
ろ過速度	m/day	120~150	127	
逆洗ポンプ能力			6.1m <sup>3</sup> /min×12m×22kW, φ250	
表洗ポンプ能力			1.9m <sup>3</sup> /min×30m×18.5kW, φ150	送水用に利用されており表洗していない
中間塩素				
注入ポンプ能力			9.0-10.8l/min×0.3MPa×0.4kW	塩素が均等に注入されないため改良が必要
後塩素				
注入ポンプ能力			0.25-0.3l/min×1.0MPa×0.2kW	故障している
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×2.0×4.0	
池数			4池	
総面積	m <sup>2</sup>		32	
総容積	m <sup>3</sup>		16	
汚泥量	kg/d		66.1	
必要容積	m <sup>3</sup>		106	汚泥量に対する容量不足、機能改善の改良
浄水池				
池数			2池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×5.0×17.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		425	
送水施設				
送水ポンプ能力			2.6m <sup>3</sup> /min×50m×37kW, φ200	需要量を考慮した容量の見直しが必要
送水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		165	送水ポンプの容量見直しに伴う容量変更の検討要



次に主要な施設の現況写真を示す。



曝気塔：入口扉の老朽化が進行している。片方は扉が既に外されている。



急速攪拌機：現在故障している。雨が当たらないようにポールを立ててカバーをしていた。一度分解してグリースを塗るなどしてメンテナンスをしていた。



沈殿池：堆積汚泥については、運転開始後 3 回程しか除去していない。そのため、汚泥がかなり蓄積している。



沈殿池：マンガンのためか黒い汚泥である。



沈殿池汚泥引抜管：表面に汚泥が付着しているものの、配管自体は腐蝕していない。



急速ろ過池：ろ過砂が必要以上に投入されており、砂の除去が必要である。



急速ろ過池：計画では砂層厚は60cmであるが、現在90cmもあるため、表洗管が埋もれており、またトラフ下に隙間がないため、ろ過面積も減少している。



急速ろ過池表洗管：表洗管を送水管に繋ぎ込んで、表洗ポンプを送水用に使っている。そのため、ろ過池の表面洗浄を行っておらず、マッドボールの形成に繋がっている。



送水ポンプ：No.2ポンプについては、シャフトに問題があり、取り外している。モーターについては問題なし。現在はNo.1ポンプと表洗用ポンプを毎日交互運転している。



送水ポンプ：No.2送水ポンプについては故障により取り外している。



中間塩素注入ポンプ：しばしば故障により停止するものの、分解して修理をしているので、何とか使用できている。



後塩素注入ポンプ：電源を入れても動かず故障している。



凝集剤注入ポンプ：故障により使用していない。



高架水槽：WD 事務所前にある高架水槽

### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 色度については、原水から各浄水工程、蛇口において比国水質基準を全て上回っている。
- ✓ 全マンガンについては、原水から浄水処理により除去されているものの、ろ過後、蛇口において基準と同等であり、改善が必要である。
- ✓ 蒸発残留物については、基準値 500mg/l に対して、基本設計時で 1,613mg/l と当時から基準値を大きく上回っていた。本調査では 1,900mg/l とさらに悪化しており、基準値の約 3.8 倍となっている。
- ✓ 全硬度については、基準値 300mg/l に対して、基本設計時で 1,192mg/l、本調査では 703mg/l であった。基本設計時よりも下回っているものの、依然基準値を上回っており、基準値の約 2.3 倍の濃度となっている。
- ✓ 塩素イオンについては、基準値 250mg/l に対して、基本設計時で 41mg/l と基準値を下回っていたにも関わらず、本調査では 850mg/l と基準値を大きく超えており、基準値の約 3.4 倍となっている。
- ✓ ナトリウムについては、基準値 200mg/l に対して、基本設計時で 166mg/l と基準値を下回っていたにも関わらず、本調査では 230mg/l と基準値を若干上回って

いる。

- ✓ アンモニアについては、水質基準にないものであるが、塩素消費に関するものである。ろ過後で 4mg/l、蛇口において 0.3mg/l と低くなっており、配管内で遊離塩素と反応が進んだものと考えられる。

表 2-6 水質分析結果

項目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析					ラボ分析	
				原水	曝気後	沈殿後	ろ過後	蛇口	原水	
1	水温	℃	-	30.6						
2	pH		6.5-8.5	6.73	6.84	7.50	7.65	7.72	7.48	
3	溶存酸素	mg/l	-	0.42	3	7				
4	電気伝導度	mS/m	-	239	220	210	210	210	210	
5	濁度	度	5	1	3.2	6.5	3.7	0.8	0.1	
6	色度	度	5	15	19	65	40	16	16	
7	全鉄	mg/l	1.0	4.0	2.0	0.8	0.3	0.1	0.1	2.4
8	全マンガン	mg/l	0.5	1.9	1.0	0.7	0.7	0.5	0.5	1.0
9	シリカ	mg/l	-	76	150	80	80	80	70	
10	蒸発残留物	mg/l	500	1613						1,900
11	全硬度	mg/l	300	1192						703
12	Ca 硬度	mg/l	-	425						
13	M アルカリ度	mg/l	-	1610	1400	1600	1500	1300	1500	
14	硝酸	mg/l	50	N.D.						N.D.
15	亜硝酸	mg/l	3	0.05						N.D.
16	アンモニア	mg/l	-	7.2	10	10	7	4	0.3	
17	硫酸イオン	mg/l	250	N.D.						N.D.
18	COD	mg/l	-	4.7	13	10	9	8	4	
19	塩素イオン	mg/l	250	41	200 以上	200 以上	200 以上	200 以上		850
20	ナトリウム	mg/l	200	166						230
21	カルシウム	mg/l	-	170						100
22	マグネシウム	mg/l	-	184						110
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	N.D.					
24	遊離塩素	mg/l		-			0.14	0.12	0.12	
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-			0.26	0.14	0.14	
26	臭気		異常なし	※	金気臭					
27	ブロモホルム	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
28	ジブromクロメタン	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
29	ブロモジクロメタン	mg/l	0.06	N.D.						N.D.
30	クロロホルム	mg/l	0.2	0.0023						N.D.

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの  
 ※金気臭および硫化水素臭

#### (4) ジャーテスト

凝集剤の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌

条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

表 2-7 ジャーテスト結果

項目	PAC(mg/l)					
	PNSD	対象水 曝気後水	20mg/l	40mg/l	60mg/l	80mg/l
フロックサイズ	-	-	小	小～中	小～中	中
沈降性	-	-	低	中	中～良	良
pH	6.5-8.5	7.50	7.75	7.73	7.48	7.61
濁度（度）	5	6.5	1.7	1.2	1.1	0.6
色度（度）	5	65	27.5	22.5	20.0	19.0
全鉄（mg/l）	1.0	0.8	0.2	0.2	N.D.	N.D.
全マンガン（mg/l）	0.5	0.7	0.8	0.7	0.5	0.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (5) 不連続点塩素処理

本水源はアンモニアが多いため、これを塩素と完全に反応させるには、多量の塩素が必要となる。結合塩素でも消毒効果が残留するため、配水区域末端での残留塩素濃度を適宜分析し、注入量を設定するものとする。

#### (6) 施設試運転

現在は凝集剤注入ポンプや急速攪拌機が故障しているため、凝集剤の注入が行われておらず、塩素消毒のみを行っている。

凝集剤を注入した場合の処理状況を確認するために PAC80mg/l を注入し、人力で攪拌して試運転を行った。また現在の塩素注入量は約 1.0mg/l であり、不連続点塩素処理の結果、この注入率でも問題ないことから、塩素注入率は現状のままとした。

凝集剤注入後の沈殿池内のフロックの様子を確認した。凝集剤の注入を 4 時間継続した後のフロックの様子としては、フロックが浮いたままであり、フロックの成長が良くない状況であると考えられる。しかしながら、注入停止 2 時間後にはフロック形成池、沈殿池のフロックは共に底まで沈殿しており、池内の水は清澄な水となっていた。

凝集剤を注入し、良好なフロックを形成させることができれば沈殿池にフロックを沈殿させることができると考えられるため、フロック形成池のう流板を改良し、攪拌強度を上げることが望ましいと考える。

## 2-2 ディングル-ポトタン WD 現地調査結果

### 2-2-1 ディングル-ポトタン WD におけるフォローアップ協力の概要

ディングル-ポトタン WD の浄水場は 2004 年に試運転を行い先方への引渡しを行ったが、それ以降は稼働していない。その理由はポトタン側の負担事項である老朽化した配水管の更新が行われないために漏水が多く不明水率が高く、浄水場を稼働させても効率的には運

営できないというものであった。この状況を改善するため、WD は 2008 年から LWUA のローン事業により配水管の更新を行っており、2010 年 10 月に竣工式を行う予定(2010 年 7 月現在)である。また、WD 事務所も浄水場内に移転している。

また、2010 年 7 月初旬に各機器の運転状況を確認するため、薬品注入ポンプ、配水ポンプ、逆洗ポンプ、攪拌機などの機器を実際に運転した。

本浄水場の改修内容は深井戸ポンプの交換、配水ポンプの容量変更、汚泥乾燥床の増設などが挙げられる。

## 2-2-2 現地調査結果

### 2-2-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

現況給水状況調査	: 現況の各水源およびその給水状況把握
現況浄水処理フロー調査	: 現況の浄水処理内容確認
施設現況調査	: 現況処理施設の状況把握
現場・現地ラボ水質分析	: 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
ジャーテスト	: 最適薬品注入率把握
不連続塩素処理	: 塩素注入率の決定
施設試運転	: 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

### 2-2-2-2 給水状況調査結果

#### (1) 給水状況

ディングル-ポトタン WD はここ最近まで、ディングル町とポトタン町の配管同士が接続されていたが、現在は完全に切り離しそれぞれ別水源で配水されている。なお、本浄水場はポトタン側に配水する。2009 年 12 月のディングル-ポトタン WD 月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。

特に、不明水率が 62.2%と非常に高い値となっており、この理由は配水管の老朽化が主な原因で、調査を行った 2010 年 7 月の時点で新たな配水管の敷設を行っているところであった。

表 2-8 2009 年 12 月におけるディングル-ポトタン WD の給水状況

項 目	ディングル	ポトタン	合計
給水管が接続されている箇所	2,025	1,760	3,785
現在使用されている接続数(箇所)	1,475	993	2,458
予想給水人口(人)	8,850	5,968	14,808
1日当りの水生産量(m <sup>3</sup> /日)			4,351
1日当りの有収量(m <sup>3</sup> /日)			1,646
不明水率(%)			62.2

本浄水場が配水する 2009 年のポトタン町全体の人口は 69,581 人であり、給水率は 8.6%

である。2009年12月における接続数は993箇所であるが、給水管が接続されている箇所は1,760箇所となっており、過去において現在使用されている接続数の約2倍の接続があったものと想定される。

ディングル-ポトタンWDにおける水道料金体系を下表に示す。ディングル町とポトタン町の配水区域は分離しているものの料金は同価格に設定されている。1999年12月の各戸給水/公共施設における0-10m<sup>3</sup>の料金は69.5Pesoであり、10年前と比較すると水道料金は3倍以上に値上がりしている。また、全国のWDの各戸給水/公共施設における0-10m<sup>3</sup>の金額は平均172.49Pesoで約1.4倍高い額となっている。

表 2-9 ディングル-ポトタンWD 水道料金体系

単位：Peso

	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31-40m <sup>3</sup>	41m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設	235.2	24.70	29.90	35.60	42.80
商業/工業	470.40	49.40	59.80	71.20	85.60
半商業(Semi - Commercial)	411.60	43.20	52.30	62.30	74.90
半商業B	352.80	37.05	44.85	53.40	64.20

## (2) 各水源の運転状況

ポトタン町の現在の給水は、2つの水源によって賄われている。それぞれの取水量および施設運転状況については下表のとおりである。この内、Abangay 深井戸が本浄水場の水源である。

表 2-10 各水源の運転状況

名称	取水量	運転時間	日取水量
Abangay 深井戸	15 l/s	20 時間	1,080 m <sup>3</sup> /日
Vida Grande 深井戸	15 l/s	7 時間	378 m <sup>3</sup> /日
計			約 1,460 m <sup>3</sup> /日

## 2-2-2-3 施設状況調査結果

### (1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に基本設計の浄水処理フローを参考として示す。

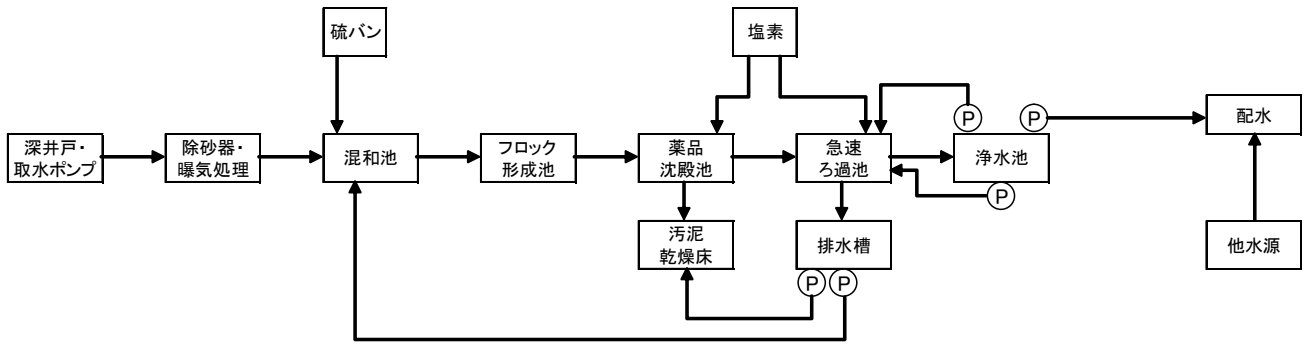


図 2-3 基本設計の浄水処理フロー

(2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-11 施設現況

項目		数量	状況
取水施設	深井戸	1 井	特に問題なし。
	深井戸ポンプ	1 台	現在 15l/s と計画(30l/s)の半分の容量のポンプを使用している。
	非常用発電機	1 台	現在の 15l/s のポンプ用としては容量が大きい。
浄水施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	他 WD と同様曝気処理は問題ないと考えられる。試運転時に水を入れた際に、壁面のコンクリート打継部より漏水が確認されたため、補修が必要と考える。
	急速攪拌機	1 台	特に問題なし。
	上下流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、沈殿池からキャリーオーバーする恐れがある。
	急速ろ過池	2 槽	ろ過池流入構造の改良が必要である。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	特に問題なし。
	逆洗排水汚泥ポンプ	1 台	特に問題なし。
	汚泥乾燥床	4 槽	比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	特に問題なし。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	塩素注入設備	2 槽	塩素注入室の扉が腐蝕している。
	塩素攪拌機	2 台	特に問題なし。
	前・中間塩素注入ポンプ	1 台	塩素が均等に注入されないため改良が必要。
	後塩素注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
非常用発電機	1 台	配水ポンプの容量見直しに伴う容量変更について要検討。またバッテリーの交換が必要である。	
配水施設	配水ポンプ	2 台	故障している。また現在の需要量を考慮し、容量見直しについて要検討。
	圧力タンク	1 台	特に問題なし。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については



以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面負荷率は基準値を満足しているため問題ないが、滞留時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。
- ✓ 汚泥乾燥床については、機能を改善させるために砂利・砂を充填する必要がある。基本設計当時の排水基準(1990 年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004 年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。

表 2-12 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		2,592 (1,080)	
	L/sec		30 (15)	
水源				
取水ポンプ能力			0.9m <sup>3</sup> /min×49m×11kW	計画の半分の容量
非常用発電機	kVA		132	現在のポンプ 15l/s 用としては容量が過大
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4～1.0	0.40 (0.80)	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	
ブロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×1.0×30	
有効容量	m <sup>3</sup>		60.0	
滞留時間	min	20～40	33.3 (66.7)	
平均流速	m/s	0.15～0.30	0.04～0.12 (0.02～0.06)	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10～75	20.4 (7.2)	
GT 値		23,～210,000	42,000 (30,000)	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.2×2.5×13	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	324	
長短辺比		3～8 倍	5.2	
有効表面積	m <sup>2</sup>		65.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		208	
有効水深	m	3～4m	3.2	
表面負荷率	mm/min	15～30	27.7 (13.9)	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	113 (57)	
滞留時間	hr	3～5hr 以上	1.9 (3.8)	滞留時間が短くブロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2池以上	2池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×3.8	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		9.5	
ろ過速度	m/day	120～150	136 (68)	
逆洗ポンプ能力			6.1m <sup>3</sup> /min×12m×22kW, φ250	
表洗ポンプ能力			1.9m <sup>3</sup> /min×30m×18.5kW, φ150	
中間塩素				
注入ポンプ能力			1.7-2.0l/min×0.8MPa×0.2kW	塩素が均等に注入されないため改良が必要
後塩素				
注入ポンプ能力			0.25-0.3l/min×1.0MPa×0.2kW	
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×1.5×3.0	
池数			4池	
総面積	m <sup>2</sup>		18	
総容積	m <sup>3</sup>		9	
汚泥量	kg/d		42.9	
必要容積	m <sup>3</sup>		15	汚泥量に対する容量不足、機能改善の改良
浄水池				
池数			2池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×5.0×17.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		425	
配水施設				
配水ポンプ能力			2.6m <sup>3</sup> /min×55m×45kW, φ150	需要量を考慮した容量の見直しが必要
配水ポンプ台数			2	

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
非常用発電機	kVA		160	配水ポンプの容量見直しに伴う容量変更の検討要

次に主要な施設の現況写真を示す。



曝気塔：コンクリート打継部より漏水がみられる。



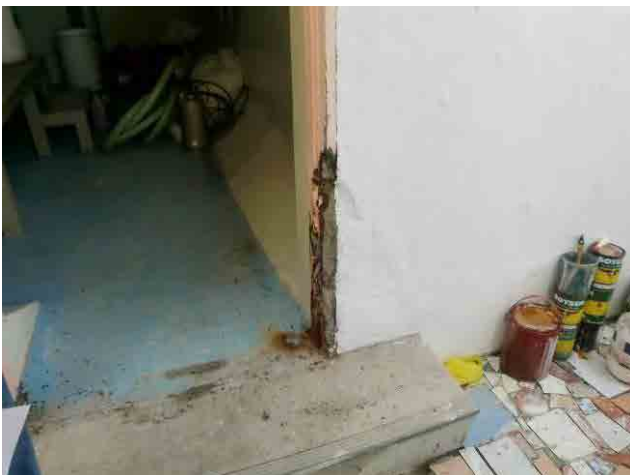
上下流式ブロック形成池：う流板の調整が必要。



ろ過池：ろ過池に流入してくる微小ブロックの破壊を防ぐため、流入構造の改良が必要。



汚泥乾燥床：比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため、砂利等を充填する。



塩素注入室扉：設置後、適切に維持管理がなされていないため、腐蝕により劣化している。



中間塩素注入配管：塩素が均等に注入できないため、改良が必要。



配水ポンプ：故障により稼動しないポンプ。No.1 ポンプはシャフトが折れており動かない。また No.2 ポンプは電流が定格値を超えてしまい、ヒューズが飛んでしまう。モーターには問題が見られないため、ポンプ部に問題があると考えられる。

### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。また現状の簡易処理（曝気後ろ過処理）した水質についても併せて示す。色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 濁度については、基本設計時が原水で8度となっていたものが、1.6度と基準値を下回っている。各浄水処理工程の段階でも基準値を下回っているため、問題ない。
- ✓ 色度については、基本設計時と同程度の9.5度となっている。ろ過後でも6.5度と基準を若干上回っている。また現状の簡易処理した水でも、13.5度と基準値を上回っている。
- ✓ 全鉄については、基本設計時と同程度の1.1mg/lとなっている。
- ✓ 全マンガンについては、0.3mg/lと基準値を下回っているため問題ないが、配管内で塩素と反応し、着色水を生じるため、極力取り除くことが望ましい。
- ✓ 蒸発残留物については、1,140mg/lと基準値を上回っており、原水に含まれる塩素、ナトリウムや硬度が多い影響と考えられる。
- ✓ 全硬度については、基準値が300mg/lに対して260mg/lと下回っているものの若干高い値となっている。
- ✓ アンモニアについては、原水で4mg/lと多いため、塩素消費量に留意が必要であるが、ろ過後に1mg/lと大きく下がっていることより大きな影響はないと考えられる。
- ✓ ナトリウムについては、基準値が200mg/lに対して190mg/lと下回っているものの高い値となっている。

✓ 残留塩素については、基準値を下回っており、塩素注入が適正に行われていない。

表 2-13 水質分析結果

項 目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析						ラボ分析	
				原水	曝気後	沈殿後	ろ過後	蛇口	簡易処理	原水	
1	水温	°C	-	27.8	27.0						
2	pH		6.5-8.5	7.35	7.04	7.97	7.96	7.98	6.90	7.77	
3	溶存酸素	mg/l	-	0.23	6	6					
4	電気伝導度	mS/m	-	149	73	140	143	137	67	120	
5	濁度	度	5	8	1.6	1.0	0.8	0.6	1.6	0.6	
6	色度	度	5	10	9.5	16.0	10.5	6.5	0.0	13.5	
7	全鉄	mg/l	1.0	1.0	0.2	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.1
8	全マンガン	mg/l	0.5	0.68	<0.5	<0.5	<0.5	N.D.	N.D.	N.D.	0.3
9	シリカ	mg/l	-	63	30	30			8	50	
10	蒸発残留物	mg/l	500	941							1,140
11	全硬度	mg/l	300	433							260
12	Ca 硬度	mg/l	-	298							
13	M アルカリ度	mg/l	-	570	450	600	550	550	350	600	
14	硝酸	mg/l	50	0.2							0.7
15	亜硝酸	mg/l	3	N.D.							0.1
16	アンモニア	mg/l	-	4	4	4	4	1	0.5	4	
17	硫酸イオン	mg/l	250	0.7							0.6
18	COD	mg/l	-	1.8	18	9	16	15	3	4	
19	塩素イオン	mg/l	250	202	<200					<200	150
20	ナトリウム	mg/l	200	217							190
21	カルシウム	mg/l	-	119							64
22	マグネシウム	mg/l	-	33							25
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	N.D.						
24	遊離塩素	mg/l		-					0.14	0.16	
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-					0.08	0.30	
26	臭気		異常なし	金気臭	N.D.				N.D.	N.D.	

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの  
 ※本施設における曝気後、沈殿後、ろ過後は試運転時の水質である。

#### (4) ジャーテスト

凝集剤の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

下表に示す結果より、凝集効果が得られた PAC40mg/l を注入率として採用する。

表 2-14 ジャーテスト結果

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l	20mg/l	30mg/l	40mg/l
フロックサイズ	-	-	小	小～中	小～中	中
沈降性	-	-	低	低	低	良
pH	6.5-8.5	7.97	7.93	7.87	7.83	7.68
電気伝導度(mS/m)	-	140	121	122	117	132
濁度 (度)	5	1.0	1.1	1.1	0.8	0.4
色度 (度)	5	16.0	18.0	18.0	15.5	11.5
全鉄 (mg/l)	1.0	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
全マンガン (mg/l)	0.5	0.5 以下	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
M アルカリ度 (mg/l)	-	600	600	600	550	550
アンモニア (mg/l)	-	4	5	5	5	5
COD (mg/l)	-	9	12	12	11	11

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (5) 不連続点塩素処理

最適な塩素注入率を求めるため、不連続点塩素処理を行った。その結果を下図に示す。明確な不連続点は見付けられなかったが、塩素注入量として 2.5mg/l が適当と考える。

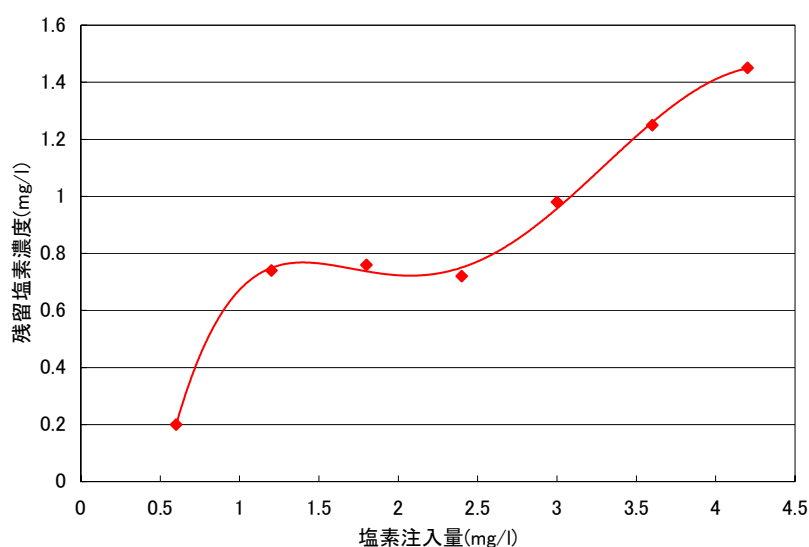


図 2-4 塩素注入量と残留塩素の関係

#### (6) 施設試運転

ジャーテストおよび不連続点塩素処理の結果より PAC40mg/l、中間塩素 2.5mg/l を注入して、試運転を行った。

下表に、沈殿後およびろ過後におけるパックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果を示す。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

- ✓ ろ過後の色度は、凝集剤を注入することで、曝気後 16.0 度からろ過後 6.5 度まで下がった。改修工事後にはフロック形成池の攪拌強度も増加するため、色度についてもさらに下がることが期待される。

- ✓ 残留塩素については、注入率 2.5mg/l に対して残留塩素濃度が 0.08mg/l であったので、注入量を増やす必要がある。

表 2-15 水質分析結果

項目	単位	PNSD	曝気後	沈殿後	ろ過後	
1	pH	6.5-8.5	7.97	7.96	7.98	
2	電気伝導度	mS/m	-	140	143	137
3	濁度	度	5	1.0	0.8	0.6
4	色度	度	5	16.0	10.5	6.5
5	全鉄	mg/l	1.0	0.2	N.D.	N.D.
6	全マンガン	mg/l	0.5	0.5 以下	0.5 以下	N.D.
7	M アルカリ度	mg/l	-	600	550	550
8	アンモニア	mg/l	-	4	4	1
9	COD	mg/l	-	9	16	15
10	遊離塩素	mg/l	-			0.14
11	残留塩素	mg/l	0.2-1.5			0.08

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

## 2-3 ポンテペドラ WD 現地調査結果

### 2-3-1 ポンテペドラ WD におけるフォローアップ協力の概要

ポンテペドラ町の給水接続数は以前約 2,000 世帯であったが、2009 年 12 月で 987 世帯と約半減している。この大きな原因として無償資金協力で建設された Sublangon 浄水場の井戸水源の塩分濃度が高くなったことが挙げられる。本浄水場は鉄・マンガン除去はできるものの、塩分除去はできないため、塩分濃度が高い処理水を給水している状況である。

このため、ポンテペドラ WD は新規水源開発を実施する予定であり、現在 LWUA に対してローンの申請を行っている。

新規水源開発後は、新規水源を用いて本浄水場で浄水処理を行う予定であるが、現時点では新規水源の水質が不明なため施設改修については現在の水質を基に施設改善のフォローアップ案を提案する。但し、塩分の除去は行わないものとする。

本浄水場は塩分による鋼管類の腐食が激しいため、腐蝕した配管類の交換、ポンプ容量の縮小、送水管の敷設が主な施設改修となる。

### 2-3-2 現地調査結果

#### 2-3-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

- 現況給水状況調査 : 現況の各水源およびその給水状況把握
- 現況浄水処理フロー調査 : 現況の浄水処理内容確認

施設現況調査	: 現況処理施設の状況把握
現場・現地ラボ水質分析	: 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
ジャーテスト	: 最適薬品注入率把握
不連続塩素処理	: 塩素注入率の決定
施設試運転	: 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

## 2-3-2-2 給水状況調査結果

### (1) 給水状況

2009年12月のポンテベドラWD月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。但し、不明水率(UFW)については2009年12月の月報では50%であるが、“Improvement Plan for Management and Services on The Water Supply System of Pontevedra Water District (NJS, 2010)”によれば62%、“フィリピン国地方水道改善プロジェクト(第5年次)追加対象浄水場の係る指導案(NJS, 2009)”によれば70%となっており、いずれのデータもポンテベドラWDのUFWは高い値となっている。これについては、配管敷設が1991~1996年と比較的新しいことから漏水以外の原因と考えられるが、具体的なUFW調査は行われておらず、原因は明らかになっていない。

表 2-16 2009年12月におけるポンテベドラWDの給水状況

項目	
給水管が接続されている箇所(箇所)	2,173
現在使用されている接続数(箇所)	987
予想給水人口(人)	5,778
1日当りの水生産量(m <sup>3</sup> /日)	1,106
1日当りの有収量(m <sup>3</sup> /日)	556
不明水率(%)	50

2009年のポンテベドラ町全体の人口は42,560人であり、給水率は13.6%である。2009年12月における接続数は987箇所であるが、給水管が接続されている箇所は2,173箇所となっており、過去において約2,000箇所の接続数があったものと想定される。

ポンテベドラWDにおける水道料金体系を下表に示す。1999年10月の各戸給水/公共施設における0-10m<sup>3</sup>の金額は130Pesoで、10年前と比較すると金額は倍以上に値上がりしている。また、全国のWDの各戸給水/公共施設における0-10m<sup>3</sup>の金額は平均172.49Pesoで約1.7倍高い額となっている。



表 2-17 ポンテベドラ WD 水道料金体系

	単位：Peso			
	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設	287	35.85	41.4	46.95
商業/工業	574	71.7	82.8	93.9
バルク給水	15	15	15	15

(2) 各水源の運転状況

現在の給水は、3つの水源によって賄われている。それぞれの取水量および施設運転状況については下表のとおりである。この内、Sublangon 深井戸が浄水場内にある水源である。

表 2-18 各水源の運転状況

名称	取水量	運転時間	日取水量
Sublangon 深井戸	29.3 l/s	8~10 時間	850~1,050 m <sup>3</sup> /日
Yatigan 深井戸	7.5 l/s	24 時間	650 m <sup>3</sup> /日
Hipona 深井戸	4 l/s	6 時間	86.4 m <sup>3</sup> /日
計			約 1,700 m <sup>3</sup> /日

2-3-2-3 施設状況調査結果

(1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に現況の浄水処理フロー及び基本設計の浄水処理フローを示す。

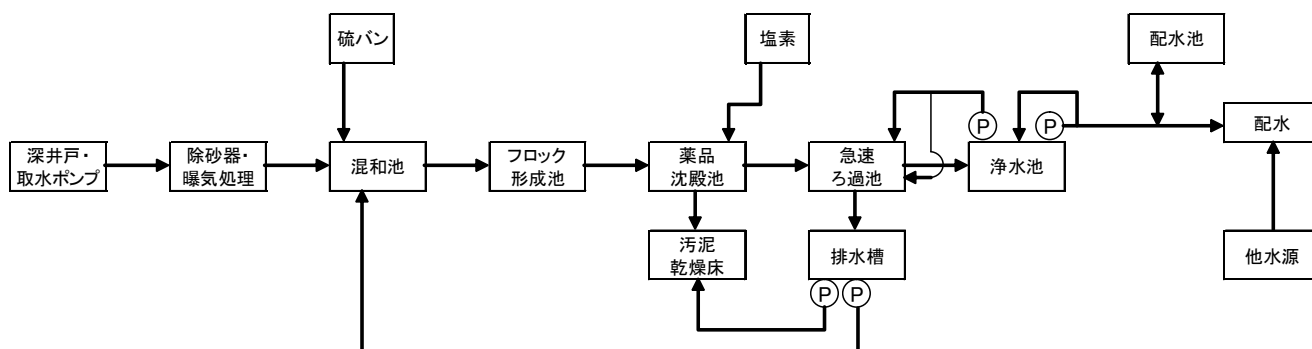


図 2-5 現況の浄水処理フロー

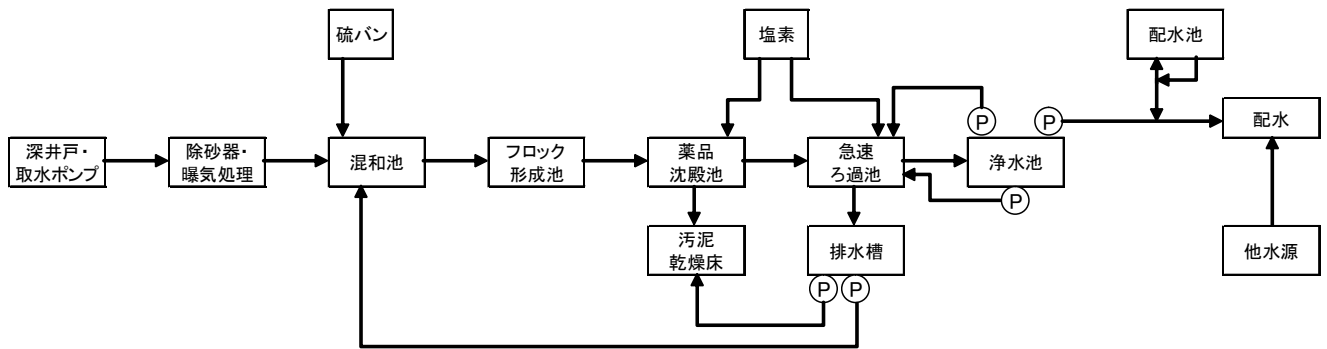


図 2-6 基本設計の浄水処理フロー

図に示すように現況の処理フローの基本的なフローについては基本設計通りであるものの、次の問題点がみられる。

- ✓ 逆洗ポンプが故障して使用できないため、表洗ポンプにより逆洗と表洗を行えるようにバイパス配管を WD で追加している。洗浄の際は、同時に逆洗と表洗をしているが、水量が少ないため洗浄不足に陥っている。
- ✓ 塩素処理については、基本設計ではマンガン・アンモニア除去のために中間塩素、消毒用として後塩素としていたものが、後塩素注入ポンプの故障により中間塩素のみとなっている。後塩素を注入していないため残留塩素濃度の適正な管理が難しい。
- ✓ 配水池への送水については、送・配水兼用管となっている。また塩分濃度を下げたため、浄水場を使用していない夜間には、他水源からの水を浄水池に入れている。送・配水兼用管となっているため、配水池への流入時と流出時の切替の際には、配水池の流入弁や浄水池の流出弁を複雑に操作している状況である。

## (2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-19 施設現況

項 目		数量	状 況
取水施設	深井戸	1 井	構造自体に問題はない。しかし、原水に塩分が含まれ、比国飲料水基準を超えた塩分濃度が検出される。
	深井戸ポンプ	1 台	2 年前に取替えを行っており現状では問題ない。
浄水施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	現在入り口のドアを開けて運転しており、そのためか原水の溶存酸素 1mg/l に対して曝気後は 6.5mg/l と酸素濃度が十分である。また曝気を停止直後に塔内の酸素濃度を測定したところ外部酸素濃度 21% に対して 20.6% と酸素濃度が確保されているため、曝気処理は問題ないと考えられる。下部水槽用に維持管理用開口部を設ける。
	急速攪拌機	1 台	特に問題なし。
	上下う流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、沈殿池からキャリアオーバーが確認される状況である。また全ての汚泥引抜管が腐蝕しており、取替えが必要である。流入弁についても腐蝕が進行している。
	急速ろ過池	2 槽	表洗管が腐蝕しており、取替えが必要。またろ過池流入構造の改良が必要である。
	逆洗ポンプ	1 台	故障している。
	表洗ポンプ	1 台	現在逆洗、表洗兼用として使用されている。洗浄能力が低く、洗浄不足によりろ過池が閉塞する時間が早くなっていると考えられる。また流量計が故障している。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	特に問題なし。
	逆洗排水汚泥ポンプ	1 台	特に問題なし。
	汚泥乾燥床	4 槽	比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	特に問題なし。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	塩素注入設備	2 槽	塩素注入室の扉が腐蝕している。
	塩素攪拌機	2 台	攪拌機には問題なし。ただし、攪拌機支持台が腐蝕している。
	前・中間塩素注入ポンプ	1 台	ポンプから液漏れが見られる。また塩素が均等に注入できないため改良が必要。
	後塩素注入ポンプ	1 台	故障している。また注入点を送水管にする要望有。
非常用発電機	1 台	送水ポンプの容量見直しに伴う容量変更について要検討。	
送水施設	送水ポンプ	2 台	錆の進行による突然の故障が懸念される。また流量計が故障している。
	圧力タンク	1 台	特に問題なし。
	送水管	—	現在送配兼用管となっており、オペレーションが煩雑である。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面負荷率は基準値を満足しているため問題ないが、滞留時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。

表 2-20 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		2,708 (1,056)	AM4～PM2 の間で最大 10hr 運転
	L/sec		31.3 (29.3)	
水源				塩分濃度が高い
取水ポンプ能力			1.76m <sup>3</sup> /min×15Kw	2 年程前にポンプを交換（40HP→20HP）
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4～1.0	0.43 (0.45)	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	
ブロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×1.0×30	
有効容量	m <sup>3</sup>		60.0	
滞留時間	min	20～40	31.9 (34.1)	
平均流速	m/s	0.15～0.30	0.04～0.13 (0.04～0.12)	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10～75	21.7 (19.7)	
GT 値		23,～210,000	43,000 (42,000)	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2 池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.2×2.5×13.8	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	339	
長短辺比		3～8 倍	5.5	
有効表面積	m <sup>2</sup>		69.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		221	
有効水深	m	3～4m	3.2	
表面負荷率	mm/min	15～30	27.3 (25.5)	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	118 (110)	
滞留時間	hr	3～5hr 以上	2.0 (2.1)	滞留時間が短くブロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2 池以上	2 池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×4.0	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		10.0	
ろ過速度	m/day	120～150	135 (127)	
逆洗ポンプ能力			6.4m <sup>3</sup> /min×12m×30kW, φ250	逆洗ポンプ故障
表洗ポンプ能力			2.0m <sup>3</sup> /min×30m×18.5kW, φ150	流量計故障、表洗管の腐食
中間塩素				
注入ポンプ能力			1.7-2.0l/min×0.8MPa×0.2kW	ポンプから液漏れ
後塩素				
注入ポンプ能力			0.25-0.3l/min×1.0MPa×0.2kW	ポンプ故障
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×2.0×4.0	
池数			4 池	
総面積	m <sup>2</sup>		32	
総容積	m <sup>3</sup>		16	
汚泥量	kg/d		34.3	
必要容積	m <sup>3</sup>		12 (11)	機能改善の改良が必要
浄水池				
池数			2 池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×7.5×12.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		450	
送水施設				送配水兼用管のバルブ操作が煩雑
送水ポンプ能力			2.7m <sup>3</sup> /min×50m×37kW, φ200	需要量を考慮した容量の見直しが必要
送水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		165	送水ポンプの容量見直しに伴う容量変更の検討要

次に主要な施設の現況写真を示す。



曝気塔：酸素濃度は十分にある。



曝気塔：既存維持管理用開口部にはステップが設けてられていない。入口付近に追加で開口部を設け、維持管理を容易にする。



上下ろ流式フロック形成池：う流板の調整が必要。



沈殿池流入弁：腐蝕の進行により錆瘤が付着している。



沈殿池汚泥引抜管：原水に塩分が含まれることより全ての配管で腐蝕が進行している。



沈殿池汚泥引抜管：腐蝕により穴があいているになった配管。



急速ろ過池表洗管：水を抜いた後のろ過池の様子。洗浄不足もあり、表洗管にフロック・汚泥の塊が付着している。



急速ろ過池表洗管：フロックの塊との間での腐蝕が進行したためか、表洗管に穴が開いている。



逆洗ポンプ：2009年10月頃に故障したため、ポンプを取り外した。



表洗管と逆洗管のバイパス：逆洗ポンプ故障により独自でバイパス管を繋いで応急処置を行った。



表洗管用流量計：メーター部分がなくなっている。



汚泥乾燥床：比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため、砂利等を充填する必要がある。



塩素注入室扉：腐蝕によりボロボロになっている。



塩素攪拌機支持台：腐蝕による錆がみられる。



前・中間塩素注入ポンプ：ダイヤフラムより液漏れしている。



中間塩素注入配管：塩素が均等に注入できないため改良が必要。



後塩素注入ポンプ：故障により使用できない。



送水管パイパス：浄水池内の塩分濃度を薄めるために設けた他水源からの流入パイパス

### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パケットテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果および現地ラボ水質分析結果を

比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。また色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 濁度については、原水取水後は濁度が低いものの、曝気後に溶存鉄が酸化されるためその影響で濁度が上昇している。沈殿処理後の水でも濁度が7.9度あり、凝集沈殿処理の効果が低い。ただし、ろ過後の濁度は0.2度とろ過処理は適切に機能している。
- ✓ 色度については、原水取水後は色度が低いものの、濁度と同様に溶存鉄の酸化の影響で色度が上昇している。ろ過処理後には、0.5度と基準値を下回っている。
- ✓ 全鉄については、基本設計時の1.4mg/lから4.2mg/l(ラボ分析)と3倍濃度が上がっている。沈殿後には0.1度となっており、基準値を大きく下回っている。
- ✓ 蒸発残留物については、2,470mg/lと基準値を大きく上回っており、原水に含まれる塩分の影響が大きいと考えられる。
- ✓ 全硬度についても、塩分の影響で基準値を上回っている。
- ✓ 塩化物については、基本設計時の280mg/lから920mg/lと基準値250mg/lに対して大きく上回っており、味についても若干塩辛い水となっている。
- ✓ 残留塩素については、基準値を下回っており、塩素注入が適正に行われていない。



表 2-21 水質分析結果

項 目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析					ラボ分析		
				原水	曝気後	沈殿後	ろ過後	蛇口	原水	ろ過後	
1	水温	℃	-	27.6	27.5						
2	pH		6.5-8.5	6.6	6.40	6.90	7.10	7.20	7.30		
3	溶存酸素	mg/l	-	0.38	1	6.5					
4	電気伝導度	mS/m	-	114	300	290	290	270	300		
5	濁度	度	5	0	1.6	8.9	7.9	0.2	0.2		
6	色度	度	5	0	1.5	> 50	41.5	0.5	1.0		
7	全鉄	mg/l	1.0	1.4	7	1	0.2	N.D.	N.D.	4.2	0.1
8	全マンガン	mg/l	0.5	0.96	2	2	2	N.D.	N.D.	2.0	0.3
9	シリカ	mg/l	-	88	90	90	100	90	80		
10	蒸発残留物	mg/l	500	1040						2,470	2,440
11	全硬度	mg/l	300	549						1,420	1,430
12	Ca 硬度	mg/l	-	450							
13	M アルカリ度	mg/l	-	136	200	200	200	200	150		
14	硝酸	mg/l	50	N.D.						2.7	2.7
15	亜硝酸	mg/l	3	N.D.						0.2	0.1
16	アンモニア	mg/l	-	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2		
17	硫酸イオン	mg/l	250	33.7						74	75
18	COD	mg/l	-	1.6	10	6	6	3	3		
19	塩素イオン	mg/l	250	280	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	920	880
20	ナトリウム	mg/l	200	25						41	41
21	カルシウム	mg/l	-	180						450	450
22	マグネシウム	mg/l	-	24						72	74
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	N.D.						
24	遊離塩素	mg/l		-				0.10	0.26		
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-				0.10	0.14		
26	臭気		異常なし	金気臭	金気臭				N.D.		

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (4) ジャーテスト

各薬品の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。現在、ポンテベドらは凝集剤として、硫酸バンドを用いている。凝集効果の把握のため、硫酸バンドとPACの両者を用いてジャーテストを行った。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

Case-1：PAC

Case-2：硫酸バンド

下表に示す結果のとおり、基本的なPACの方が色度及び濁度も除去されており、凝集効果は高い。

表 2-22 Case-1 PAC

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l	20mg/l	30mg/l	40mg/l
フロックサイズ	-	-	中	大	大	大
沈降性	-	-	低	中	中	良
pH	6.5-8.5	6.90	7.16	7.14	7.11	7.06
電気伝導度(mS/m)	-	290	310	270	270	310
濁度 (度)	5	8.9	1	0.6	0.6	0
色度 (度)	5	50 以上	10	6	4.5	1
全鉄 (mg/l)	1.0	1	0.2	0.1	0.1	0.1
全マンガン (mg/l)	0.5	2	2.0	2.0	2.0	2.0
M アルカリ度 (mg/l)	-	200	150	150	150	150
アンモニア (mg/l)	-	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
COD (mg/l)	-	6	7	5	5	5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-23 Case-2 硫酸バンド

項目 \ 硫酸バンド(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	20mg/l	40mg/l	60mg/l	80mg/l
フロックサイズ	-	-	小	中	大	大
沈降性	-	-	低	中	中	良
pH	6.5-8.5	6.90	7	6.9	6.81	6.68
電気伝導度(mS/m)	-	290	300	290	260	300
濁度 (度)	5	8.9	6.1	3.7	1.5	0.7
色度 (度)	5	50 以上	31	17	8	4.5
全鉄 (mg/l)	1.0	1	0.2	0.2	0.2	0.2
全マンガン (mg/l)	0.5	2	2.0	2.0	2.0	2.0
M アルカリ度 (mg/l)	-	200	150	150	150	150
アンモニア (mg/l)	-	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
COD (mg/l)	-	6	7	5	7	7

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

### (5) 不連続点塩素処理

最適な塩素注入率を求めるため、不連続点塩素処理を行った。その結果を下図に示す。不連続点は見付けられなかったが、塩素注入率が 1mg/l でも、残留塩素は 0.34mg/l あるので消毒効果が残存していることから、塩素注入量として 1~1.5mg/l が適当と考える。

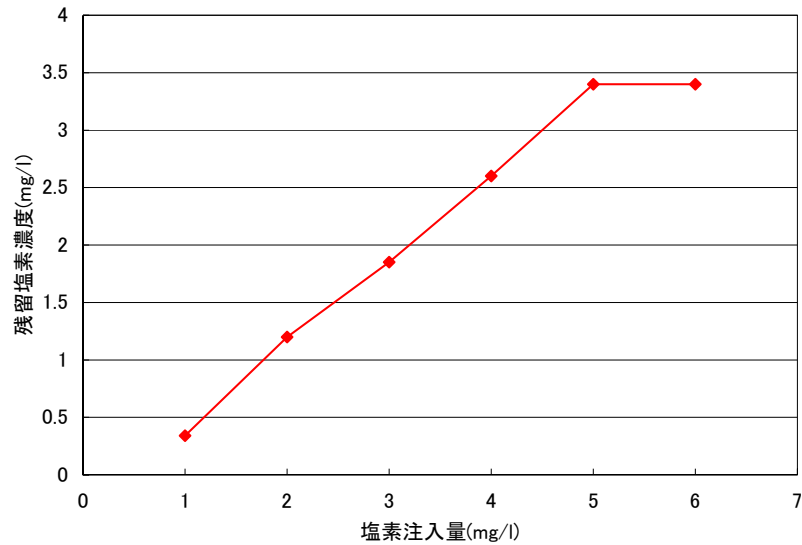


図 2-7 塩素注入量と残留塩素の関係

#### (6) 施設試運転

現在の施設運転で使用している凝集剤の硫酸バンドの注入量は 10.7mg/l で、塩素注入量は 0.20mg/l である。ジャーテストの結果より現在の凝集剤の注入量では凝集が十分でないことより、適切な注入量とした場合の施設運転状況の把握を行った。なお、凝集剤には PAC を用い、ジャーテスト結果より注入量は 20mg/l とした。また塩素については、現状の注入量でマンガンが除去されていたため、現状どおりとした。

下表に、沈殿後およびろ過後におけるバックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果を示す。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

- ✓ 凝集剤の注入量を適切な量に変更することで、沈殿後の水質は濁度 7.9 度から 2.0 度、色度 41.5 度から 12 度と両者共に下がっており効果がみられた。またろ過後の水質についても、濁度 0.2 度から 0 度、色度 0.5 度から 0 度と下がっている。
- ✓ 塩素については、今回注入量を変更していないため、現状運転と同様に基準を下回っている。

表 2-24 水質分析結果

項目	単位	PNSD	沈殿後		ろ過後		
			現状	試運転	現状	試運転	
1	pH		6.5-8.5	7.10	7.12	7.20	7.23
2	電気伝導度	mS/m	-	290	310	270	310
3	濁度	度	5	7.9	2.0	0.2	0
4	色度	度	5	41.5	12.0	0.5	0
5	全鉄	mg/l	1.0	0.2	N.D.	N.D.	N.D.
6	全マンガン	mg/l	0.5	2	2	N.D.	N.D.
7	M アルカリ度	mg/l	-	200	150	200	150
8	アンモニア	mg/l	-	0.3	0.3	0.2	0.2
9	COD	mg/l	-	6	6	3	3
10	遊離塩素	mg/l	-			0.10	0.08
11	残留塩素	mg/l	0.2-1.5			0.10	0.08

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

## 2-4 ビンマレイ WD 現地調査結果

### 2-4-1 ビンマレイ WD におけるフォローアップ協力の概要

ビンマレイ町周辺の深井戸はフミン質に起因した色度成分が含まれ、色度が高いのが特徴である。これを除去するために日本国無償資金協力によって浄水場が 2 箇所建設され、2005 年に引渡しが行われた。この WD の経営状況は比較的安定しており、これらの浄水場は引渡し以降良好に運転されている。しかし、いくつかの施設については、改善が必要とされたため、現状を調査した上で問題点を把握し、施設改善のフォローアップ案を提案する。

### 2-4-2 現地調査結果

#### 2-4-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

- 現況給水状況調査 : 現況の各水源およびその給水状況把握
- 現況浄水処理フロー調査 : 現況の浄水処理内容確認
- 施設現況調査 : 現況処理施設の状況把握
- 現場・現地ラボ水質分析 : 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
- ジャーテスト : 最適薬品注入率把握
- 不連続塩素処理 : 塩素注入率の決定
- 施設試運転 : 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

## 2-4-2-2 給水状況調査結果

### (1) 給水状況

本 WD は 7 本の井戸を水源として給水を行っており、これらの井戸は配管で接続されている。その系統図を下図に示す。現在、2 箇所の浄水場で水を処理しており、他の水源は色度が高いものの浄水処理を行わず塩素消毒のみで配水されている。

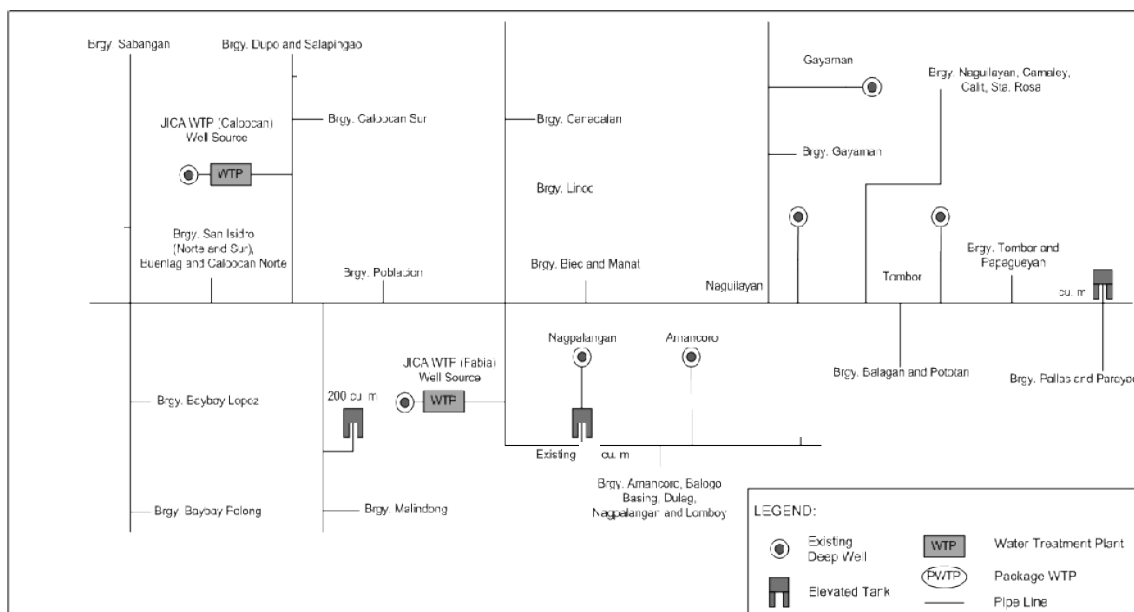


図 2-8 ビンマレイ WD 水道系統図

2009 年 12 月のビンマレイ WD 月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。不明水率が 22.6%と低い値になっている。

表 2-25 2009 年 12 月におけるビンマレイ WD の給水状況

項目	合計
給水管が接続されている箇所	9,276
現在使用されている接続数 (箇所)	8,174
予想給水人口 (人)	49,044
1 日当りの水生産量 (m <sup>3</sup> /日)	6,186
1 日当りの有収量 (m <sup>3</sup> /日)	4,782
不明水率 (%)	22.6

2009 年のビンマレイ町全体の人口は 78,810 人であり、給水率は 62.2%である。また今後とも給水率を増加させる計画である。但し、人口密集地は既に給水区域になっており、今後、人口密度の低い地域を普及させることになり、投資効率は悪くなる。

ビンマレイ WD における水道料金体系を下表に示す。1999 年 12 月の各戸給水/公共施設における 0-10m<sup>3</sup> の料金は 80.00Peso であり、10 年前と比較すると水道料金は 2 倍以上に値上がりしている。また、全国の WD の各戸給水/公共施設における 0-10m<sup>3</sup> の金額は平均 172.49Peso であるため、これよりも安価となっている。

表 2-26 ビンマレイ WD 水道料金体系

単位：Peso

	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31-40m <sup>3</sup>	41m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設 1/2”	169.00	18.75	21.45	25.05	29.50
各戸給水/公共施設 1”	540.80	18.75	21.45	25.05	29.50
半商業(Semi - Commercial)	253.50	28.15	32.20	37.60	44.25
商業 1/2”	338.00	37.50	42.90	50.10	59.00
商業 1”	1,081.60	37.50	42.90	50.10	59.00
商業 2”	6,760.00	37.50	42.90	50.10	59.00

(2) 各水源の運転状況

ビンマレイ町の現在の給水は、7つの水源によって賄われている。それぞれの取水量および施設運転状況については下表のとおりである。色度は10-31度の範囲にあり、この内カルーカン及びファビアについては浄水場があり浄水処理されているが、他の水源は塩素消毒のみで配水されている。

表 2-27 各水源の運転状況

水源名	井戸揚水量 (l/s)	運転時間 (hrs)	日揚水量 (m <sup>3</sup> /日)	色度
Caloocan	22	22	1,177	31
Fabia	22	18	1,255	27
Amancoro	8.2	14	421	21
Gayaman	4	16	225	22.5
Nagulayan	21	24	1,674	29.5
Nagpalangan	2	Uk	91	—
Tombor	15	16	932	10
合計			5,775	

2-4-2-3 カルーカン施設状況調査結果

(1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に現況の浄水処理フロー及び竣工時の浄水処理フローを示す。

- ✓ 現況の浄水処理では、色度成分を酸化させるために、前塩素を行っている。
- ✓ ろ過池の洗浄は、逆洗のみで表洗は行われていない。
- ✓ 回収ポンプ、排泥ポンプは共に故障したため、現在は WD が設置した水中ポンプ1台で回収と排泥を行っている。
- ✓ 浄水場裏の土地所有者から汚泥排水の苦情があったため、汚泥貯留槽を設置している。

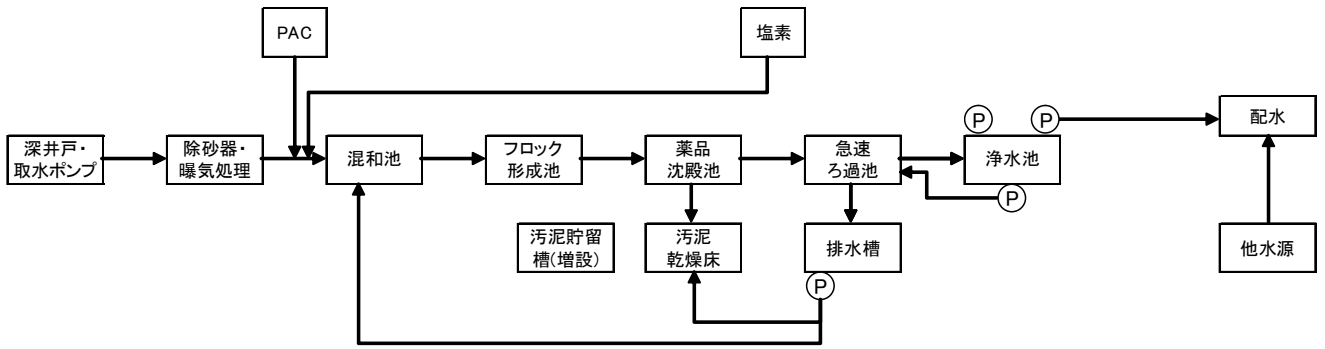


図 2-9 現況の浄水処理フロー

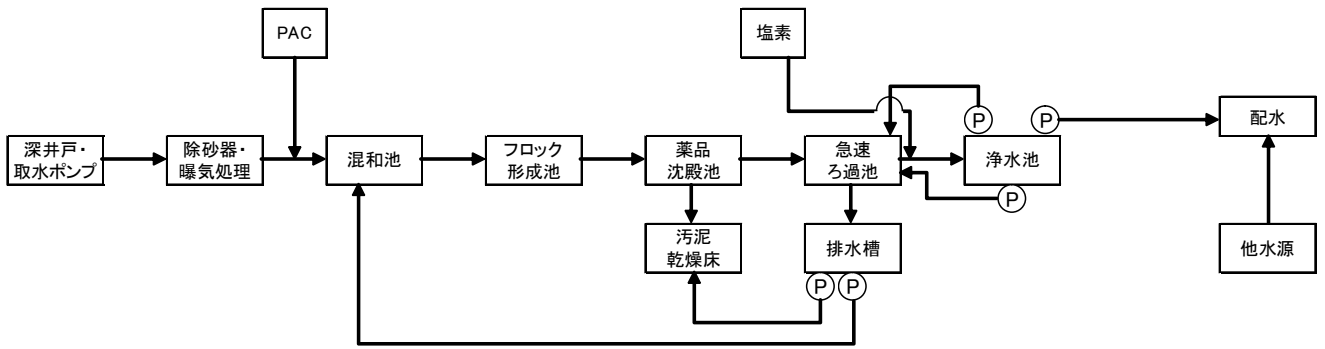


図 2-10 竣工時の浄水処理フロー

(2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-28 施設現況

項 目		数 量	状 況
取水 施設	深井戸	1 井	特に問題なし。
	深井戸ポンプ	1 台	現在 18l/s と計画どおりの水量である。2008 年頃にモーター一部が故障したため、モーターのみ取り替えている。
浄水 施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	WD で開口部および扉をアルミ製に取り替えており、溶存酸素、酸素濃度とも問題ない。
	急速攪拌機	1 台	特に問題なし。
	上下う流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。またろ板固定用ネジが腐蝕しているものもあり、板が落下している箇所が見られる。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、キャリアオーバーが確認される状況である。また汚泥引抜管の腐蝕が進行しており、一部の配管では穴が開いている。
	急速ろ過池	2 槽	ろ過池流入口から流入水が落下し、フロックが壊れてしまう状況であるため、ろ過池流入構造の改良が必要である。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	ポンプ自体は特に問題ないが、現在使用していない。凝集剤の注入量不足やフロック形成池の攪拌強度不足に伴い、沈殿池でフロックが十分に沈降せず、ろ過池にフロックがキャリアオーバーしている。これに伴い、表洗を行うと、ろ過砂表面のフロックを破壊してしまい、ろ過砂から細かいフロックが漏洩し、浄水池に流入してしまう状況であったことから、現在は逆洗のみを行っている。逆洗のみであるが、洗浄後の水はクリアーであるため、洗浄に支障はない。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	当初設置のポンプは故障したため、WD で購入したポンプ（単相）を設置している。また流量計が故障している。
	排泥ポンプ	1 台	当初設置のポンプは故障した。現在は、汚泥を引抜く際に、WD で設置した回収ポンプの設置位置を下げて汚泥を引抜いている。
	汚泥乾燥床	4 槽	比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。WD で汚泥槽を増設しているが、蒸発させる構造のため適切に機能していない。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	特に問題なし。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	塩素注入設備	1 槽	塩素タンクの配管接続部より塩素溶液の漏出があったが、WD で補修を行っている。
前・中間塩素注入ポンプ	1 台	前塩素として使用している。配管が一部腐蝕している。	
後塩素注入ポンプ	1 台	故障したため、取り外されている。	
非常用発電機	1 台	特に問題なし。	
配水 施設	配水ポンプ	2 台	現在は No.1 ポンプのみ使用している。No.2 ポンプも問題なく使用できる。流量計が故障している。
	圧力タンク	1 台	特に問題なし。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面負荷率は基準値を満足しているため問題ないが、滞留



時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。

- ✓ 汚泥乾燥床については、機能を改善させるために砂利・砂を充填する必要がある。基本設計当時の排水基準(1990 年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004 年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。

表 2-29 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		1,555 (同左)	通常 22hr 運転（最大 24hr）
	L/sec		18 (同左)	
水源				
取水ポンプ能力			1.2m <sup>3</sup> /min×35m×11kW	2 年程前にモーター故障により交換
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4~1.0	0.41	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	
ブロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×0.8×26.2	
有効容量	m <sup>3</sup>		41.9	
滞留時間	min	20~40	38.8	
平均流速	m/s	0.15~0.30	0.04~0.11	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10~75	18.5	
GT 値		23,~210,000	41,500	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2 池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.2×2.0×10	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	258	
長短辺比		3~8 倍	5.0	
有効表面積	m <sup>2</sup>		40.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		128	
有効水深	m	3~4m	3.2	
表面負荷率	mm/min	15~30	27.0	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	84	
滞留時間	hr	3~5hr 以上	2.0	滞留時間が短くブロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2 池以上	2 池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×2.5	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		6.3	
ろ過速度	m/day	120~150	124	
逆洗ポンプ能力			4.4m <sup>3</sup> /min×10m×15kW, φ200	
表洗ポンプ能力			1.3m <sup>3</sup> /min×30m×11kW, φ80	
前・中間塩素				
注入ポンプ能力			0.6l/min×1.0MPa×0.2kW	
後塩素				
注入ポンプ能力			0.12l/min×1.0MPa×0.2kW	ポンプ故障
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×1.5×3.0	
池数			4 池	
総面積	m <sup>2</sup>		18	WD が新たに 39.5m <sup>2</sup> 増設
汚泥量	kg/d		56.7	
必要面積	m <sup>2</sup>		90.8	汚泥量に対する面積不足
浄水池				
池数			2 池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×10.0×11.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		550	
配水施設				
配水ポンプ能力			1.7m <sup>3</sup> /min×45m×22kW, φ100	
配水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		114.5	

次に主要な施設の現況写真を示す。



曝気塔：WDにより設置されたアルミ製ドア



曝気塔：WDにより設置されたアルミ製ガラリ



曝気塔：塗装が剥げてきているため、はつることをWDが要望している。



フロック形成池：阻流板の固定ネジが腐蝕により折れているものもあるため、板が落ちている箇所が見られる。



フロック形成池：清掃のため、最後尾の2列の阻流板を取り外している。



沈殿池：流出側に汚泥が堆積している状況である。フロックの沈降が十分でないことが原因と考えられる。



沈殿池：汚泥引抜管の塗装が剥げてきており、腐蝕が進行しているものがある。



沈殿池：汚泥引抜管が腐蝕により穴が開いたため、ゴムシートで応急の修理を行っている。



ろ過池：ろ過池に流入してくる微小フロックの破壊を防ぐため、流入構造の改良が必要。



ろ過池：沈殿池では色度が除去できておらず、着色水となっている。



ろ過池：ろ過池洗浄中。



ろ過池：逆洗のみであるが、洗浄した後は比較的クリアな状況である。



排水槽：当初設置の回収ポンプの故障により、WD 側で単相のポンプを購入し、既存配管と接続している。



排水槽：同左



排水槽：故障した回収ポンプの代わりに購入したものは単相であるため、配水ポンプ室より延長コードにより単相電源を引き込んでいる。



排水槽：シートの下にコンセントがある。雨除けのため、シートを被せている。



汚泥乾燥床：竣工後、砂利・砂を充填した状態で使用していたが、5 回程使用した後、目詰まりが生じたため取り除いた。



汚泥貯留槽：WD により建設された汚泥貯留槽。汚泥を乾燥させる構造ではなく、自然蒸発させる構造のため、乾燥に3~4 週間程度必要である。



汚泥貯留槽：近影



前・中間塩素注入管：一部配管が腐蝕により劣化している。



後塩素注入ポンプ：故障により取り除かれている。



塩素タンク：配管接続部より塩素溶液の漏出が生じていたため、WD側で補修を行った。



自家発電機：維持管理が大変良好であり、新品同様の状態である。

### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パケットテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果

を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。また色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 色度については、基本設計時は 80 度と非常に高い値であったが、近年は下がってきており、およそ 30 度前後になっている。凝集剤の効果により沈殿後に 23 度まで下がっており、さらにろ過後には 17 度まで下がっている。しかし、それでも比国基準値を超えている状況である。
- ✓ pH が水質基準内ではあるものの若干高い値である。
- ✓ 硫化水素については、曝気後に拡散されるため問題ない。

表 2-30 水質分析結果

項 目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析					ラボ分析	
				原水	曝気後	沈殿後	ろ過後	蛇口	原水	
1	水温	℃	-	30.0	30.7					
2	pH		6.5-8.5	8.30	8.25	8.36	8.01	8.16	8.02	
3	溶存酸素	mg/l	-	0.71	1	7				
4	電気伝導度	mS/m	-	50	46	46	47	51	49	
5	濁度	度	5	0	0.4	0.6	0.5	0	0.2	
6	色度	度	5	80	31.0	33.5	23.0	17.0	18.5	
7	全鉄	mg/l	1.0	0.06	N.D.					
8	全マンガン	mg/l	0.5	0.05	N.D.					
9	シリカ	mg/l	-	80	50					63
10	蒸発残留物	mg/l	500	338						330
11	全硬度	mg/l	300	32	10					23
12	Ca 硬度	mg/l	-	27						
13	M アルカリ度	mg/l	-	240	245					
14	硝酸	mg/l	50	N.D.						N.D.
15	亜硝酸	mg/l	3	N.D.						N.D.
16	アンモニア	mg/l	-	N.D.	2.0	2.0	2.0	1.0	0.3	
17	硫酸イオン	mg/l	250	N.D.						N.D.
18	COD	mg/l	-	7.6	20	20	20	12	5	9
19	塩素イオン	mg/l	250	30	< 200					12
20	ナトリウム	mg/l	200	101						110
21	カルシウム	mg/l	-	11						7.5
22	マグネシウム	mg/l	-	1.3						1.0
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	0.1					
24	遊離塩素	mg/l		-			0.42	0.30	0.10	
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-			2.30	0.30	0.12	
26	臭気		異常なし	硫化水素	N.D.				N.D.	
27	プロモホルム	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
28	ジブromクロム	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
29	ブromジクロム	mg/l	0.06	0.0006						N.D.
30	クロロホルム	mg/l	0.2	0.0019						N.D.

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (4) ジャーテスト

凝集剤の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

Case-1：PACの注入率を変更

Case-2：PAC30mg/lでpHを変更

Case-3：pH6.5でPACの注入率を変更



下表の結果に示すとおり、pH6.5 で PAC40mg/l の条件では色度が 6.5 度まで下がることが分かった。

表 2-31 Case-1 PAC 注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l	20mg/l	30mg/l	40mg/l
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	大
沈降性	-	-	低	低～中	中	良
pH	6.5-8.5	8.36	8.29	8.15	7.99	7.85
電気伝導度(mS/m)	-	46	52	53	53	53
濁度 (度)	5	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1
色度 (度)	5	33.5	29.5	22.0	21.0	16.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-32 Case-2 PAC 30mg/l で pH 変更

項目 \ pH	PNSD	対象水 曝気後水	pH6.0	pH6.5	pH7.0	pH7.5
フロックサイズ	-	-	中～大	中～大	中～大	中～大
沈降性	-	-	低	低	低	低～中
pH	6.5-8.5	8.36	6.06	6.51	6.98	7.40
電気伝導度(mS/m)	-	46	61	58	54	50
濁度 (度)	5	0.6	0.2	0	0.1	0.2
色度 (度)	5	33.5	9.0	7.0	12.5	15.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-33 Case-3 pH6.5 で PAC の注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l pH6.5	20mg/l pH6.5	30mg/l pH6.5	40mg/l pH6.5
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	大
沈降性	-	-	低	中	良	良
pH	6.5-8.5	8.36	6.57	6.51	6.52	6.47
電気伝導度(mS/m)	-	46	57	57	55	56
濁度 (度)	5	0.6	0.6	0.1	0	0
色度 (度)	5	33.5	32.0	14.0	8.5	6.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (5) 不連続点塩素処理

最適な塩素注入率を求めるため、不連続点塩素処理を行った。その結果を下図に示す。不連続点は見付けられなかったが、塩素注入率が 1mg/l でも、残留塩素は 0.54mg/l あるので消毒効果が残存していることから、塩素注入量として 1～1.5mg/l が適当と考える。

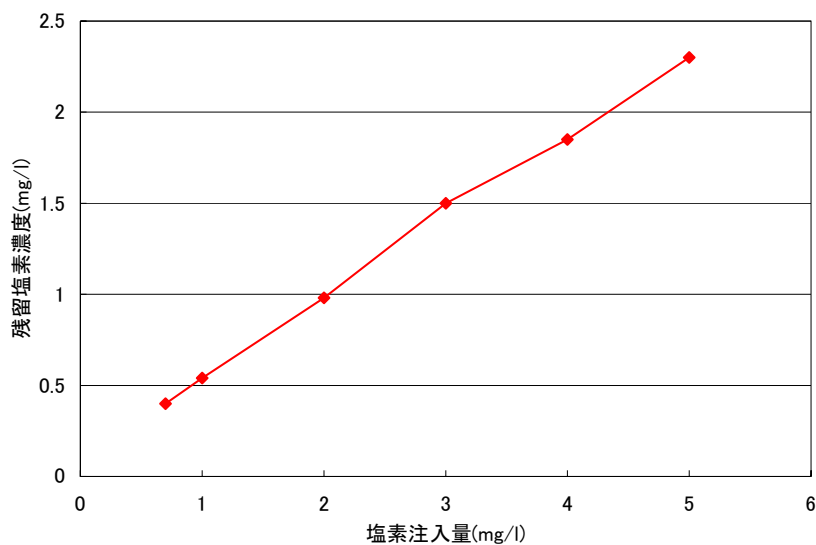


図 2-11 塩素注入量と残留塩素の関係

#### (6) 施設試運転

本浄水場における現在の PAC の注入率は、約 25mg/l となっている。ジャーテスト結果によると、PAC40mg/l でまた pH6.5 に調整した場合、色度が 6.5 度まで下がることが期待されるが、pH 調整については、酸の入手が難しいことより pH を下げて試運転することができない。また PAC 濃度については、現状とジャーテストの適正量が大きく変わってはいないことより、機器の試運転のみを行い、薬品の注入率の変更は行わなかった。

#### 2-4-2-4 ファビア施設状況調査結果

##### (1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に現況の浄水処理フロー及び竣工時の浄水処理フローを示す。

- ✓ 現況の浄水処理では、色度成分を酸化させるために、前塩素を行っている。
- ✓ ろ過池の洗浄は、逆洗のみで表洗は行われていない。
- ✓ 汚泥排水については、WD で汚泥貯留槽を設置しており、直接河川に放流せず一旦貯留して乾燥させて処分しているが、乾燥に長時間を要している。

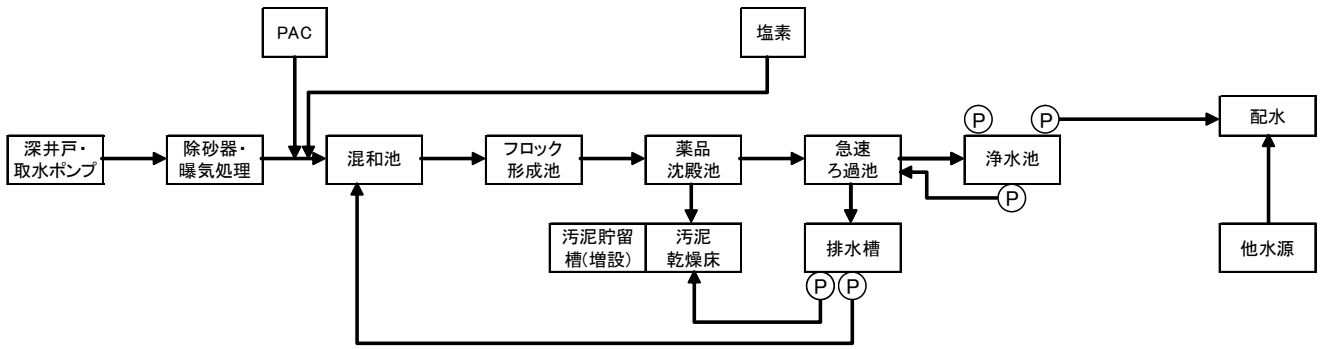


図 2-12 現況の浄水処理フロー

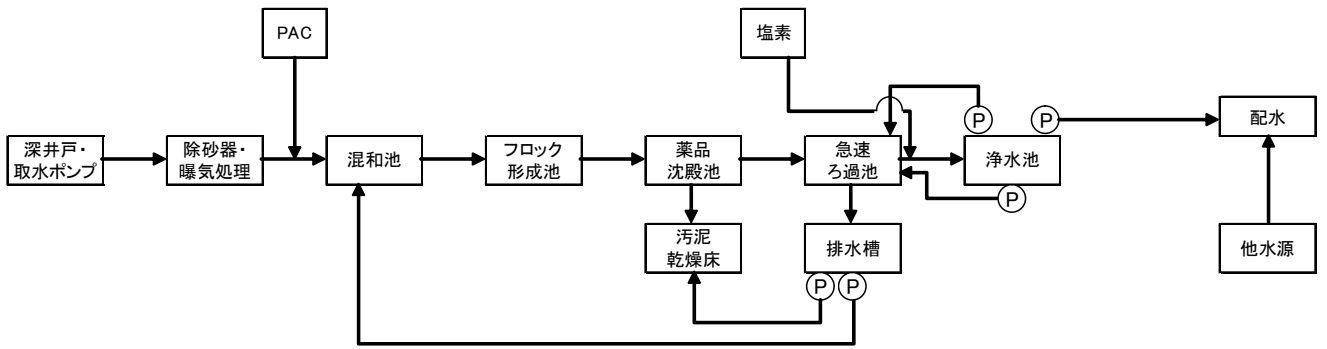


図 2-13 竣工時の浄水処理フロー

(2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-34 施設現況

項 目		数量	状 況
取水施設	深井戸	1 井	特に問題はないが、砂の流出量は多めである。
	深井戸ポンプ	1 台	現在 20l/s と計画どおりの水量である。
浄水施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	WD で開口部および扉をアルミ製に取り替えており、溶存酸素、酸素濃度とも問題ない。
	急速攪拌機	1 台	特に問題なし。
	上下う流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、キャリアオーバーが確認される状況である。また汚泥引抜管の腐蝕が進行しており、一部の配管では穴が開いている。
	急速ろ過池	2 槽	ろ過池流入口から流入水が落下し、フロックが壊れてしまう状況であるため、ろ過池流入構造の改良が必要である。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	ポンプ自体は特に問題ないが、現在使用していない。凝集剤の注入量不足やフロック形成池の攪拌強度不足に伴い、沈殿池でフロックが十分に沈降せず、ろ過池にフロックがキャリアオーバーしている。これに伴い、表洗を行うと、ろ過砂表面のフロックを破壊してしまい、ろ過砂から細かいフロックが洩し、浄水池に流入してしまう状況であったことから、現在は逆洗のみを行っている。逆洗のみであるが、洗浄後の水はクリアーであるため、洗浄に支障はない。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	特に問題なし。
	排泥ポンプ	1 台	特に問題なし。
	排水ポンプ	1 台	排水ポンプの調子が悪く、過電流となり正常に運転できない。
	汚泥乾燥床	4 槽	比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。WD で汚泥槽を増設しているが、蒸発させる構造のため適切に機能していない。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	特に問題なし。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	塩素注入設備	1 槽	塩素タンクの配管接続部より塩素溶液の漏出がみられる。また換気扇が壊れている。
前・中間塩素注入ポンプ	1 台	特に問題なし。前塩素として使用している。	
後塩素注入ポンプ	1 台	ダイヤフラム部が腐蝕しているため使用できない。	
非常用発電機	1 台	特に問題なし。	
配水施設	配水ポンプ	2 台	特に問題なし。流量計と No.1 ポンプの圧力計が正常に作動しない。
	圧力タンク	1 台	腐蝕によるものか、外部に漏水跡があり、取り替えることが望ましい。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面負荷率は基準値を満足しているため問題ないが、滞留時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。

- ✓ 汚泥乾燥床については、機能を改善させるために砂利・砂を充填する必要がある。基本設計当時の排水基準(1990年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。

表 2-35 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		1,728 (同左)	通常 22hr 運転（最大 24hr）
	L/sec		20 (同左)	
水源				
取水ポンプ能力			1.2m <sup>3</sup> /min×35m×11kW	
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4～1.0	0.40	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	
ブロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×0.8×26.2	
有効容量	m <sup>3</sup>		41.9	
滞留時間	min	20～40	34.9	
平均流速	m/s	0.15～0.30	0.04～0.13	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10～75	21.7	
GT 値		23,～210,000	43,700	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2 池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.2×2.0×10	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	286	
長短辺比		3～8 倍	5.0	
有効表面積	m <sup>2</sup>		40.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		128	
有効水深	m	3～4m	3.2	
表面負荷率	mm/min	15～30	30.0	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	94	
滞留時間	hr	3～5hr 以上	1.8	滞留時間が短くブロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2 池以上	2 池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×2.5	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		6.3	
ろ過速度	m/day	120～150	138	
逆洗ポンプ能力			4.4m <sup>3</sup> /min×10m×15kW, φ200	
表洗ポンプ能力			1.3m <sup>3</sup> /min×30m×11kW, φ80	
前・中間塩素				
注入ポンプ能力			0.6l/min×1.0MPa×0.2kW	
後塩素				
注入ポンプ能力			0.12l/min×1.0MPa×0.2kW	ポンプ故障
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×1.5×3.0	
池数			4 池	
総面積	m <sup>2</sup>		18	WD が新たに 36.1m <sup>2</sup> 増設
汚泥量	kg/d		52.3	
必要面積	m <sup>2</sup>		83.7	汚泥量に対する面積不足
浄水池				
池数			2 池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×10.0×11.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		550	
配水施設				
配水ポンプ能力			1.7m <sup>3</sup> /min×45m×22kW, φ100	
配水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		114.5	

次に主要な施設の現況写真を示す。



除砂器：井戸から砂が流出している。



除砂器：同左



沈殿池：フロックが流出トラフからキャリーオーバーしている。



沈殿池：流出側にも汚泥が堆積している。



沈殿池：褐色の汚泥が多量に沈殿池に堆積している。



沈殿池：腐蝕により汚泥引抜管に穴が開いている。



汚泥乾燥床：既存の汚泥乾燥床に WD 側で新たに増設している。



汚泥乾燥床：褐色の汚泥引抜水が流入する様子。



後塩素注入ポンプ：ダイヤフラム部が腐蝕により作動しなくなっている。後塩素の注入は行っていない。



塩素タンク：配管接続部より塩素溶液が漏出している。



塩素室換気扇：故障により取り外されている。



圧力タンク：腐蝕によるものか、外部に漏水跡があり、取り替えることが望ましい。



### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。また色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 色度については、基本設計時は 50 度と非常に高い値であったが、近年は下がってきており、およそ 30 度前後になっている。凝集剤の効果により沈殿後に 23 度まで下がっており、さらにろ過後には 17 度まで下がっている。しかし、それでも比国基準値を超えている状況である。
- ✓ pH が水質基準内ではあるものの若干高い値である。
- ✓ 硫化水素については、曝気後に拡散されるため問題ない。
- ✓ 残留塩素については、現在色度の原因であるフミン質の酸化を目的に前塩素を行っている。後塩素は故障により使用していないので、適正な塩素注入ができない状況である。

表 2-36 水質分析結果

項 目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析					ラボ分析	
				原水	曝気後	沈殿後	ろ過後	蛇口	原水	
1	水温	℃	-	32.0	29.9					
2	pH		6.5-8.5	8.20	8.18	8.32	7.69	7.78	7.66	
3	溶存酸素	mg/l	-	0.78	3	6				
4	電気伝導度	mS/m	-	53	55	57	64	61	61	
5	濁度	度	5	0	0.2	0.4	0.5	0.2	0.2	
6	色度	度	5	50	27.0	30.5	23.0	20.5	20.5	
7	全鉄	mg/l	1.0	0.14	N.D.					
8	全マンガン	mg/l	0.5	0.06	N.D.					
9	シリカ	mg/l	-	78	75					55
10	蒸発残留物	mg/l	500	300						330
11	全硬度	mg/l	300	24	20					23
12	Ca 硬度	mg/l	-	19						
13	M アルカリ度	mg/l	-	242	310					
14	硝酸	mg/l	50	N.D.						N.D.
15	亜硝酸	mg/l	3	N.D.						N.D.
16	アンモニア	mg/l	-	N.D.	2.0	1.5	1.5	0.5	0.2	
17	硫酸イオン	mg/l	250	1.0						N.D.
18	COD	mg/l	-	8.3	20	20	20	15	13	9
19	塩素イオン	mg/l	250	11	< 200					12
20	ナトリウム	mg/l	200	103						110
21	カルシウム	mg/l	-	8						7.5
22	マグネシウム	mg/l	-	1.2						1.0
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	0.1					
24	遊離塩素	mg/l		-			0.04	0.04	0.02	
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-			0.64	0.22	0.06	
26	臭気		異常なし	硫化水素	硫化水素				N.D.	
27	プロモホルム	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
28	ジブプロクロメタン	mg/l	0.1	N.D.						N.D.
29	プロジクロメタン	mg/l	0.06	0.0006						N.D.
30	クロロホルム	mg/l	0.2	0.0019						N.D.

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (4) ジャーテスト

凝集剤の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

Case-1：PACの注入率を変更

Case-2：PAC20mg/lでpHを変更

Case-3：pH6.5でPACの注入率を変更

Case-4 : PAC を過剰に注入した場合

下表の結果に示すとおり、pH6.5 で PAC30mg/l の条件では色度が 8.0 度まで下がることが分かった。また PAC を過剰注入した場合では、注入量が増えるのにしたがって色度が下がった。これは PAC を注入することで pH が下がることも関係していると考えられる。

表 2-37 Case-1 PAC 注入率変更

PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l	20mg/l	30mg/l	40mg/l
項目						
フロックサイズ	-	-	小	中	大	大
沈降性	-	-	良	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.32	8.10	7.93	7.77	7.64
電気伝導度(mS/m)	-	57	60	60	61	63
濁度 (度)	5	0.4	0.1	0	0	0
色度 (度)	5	30.5	25.0	21.5	17.0	12.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-38 Case-2 PAC 20mg/l で pH 変更

pH	PNSD	対象水 曝気後水	pH6.0	pH6.5	pH7.0	pH7.5
項目						
フロックサイズ	-	-	小～中	中	中	中
沈降性	-	-	良	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.32	5.97	6.60	6.95	7.32
電気伝導度(mS/m)	-	57	70	66	63	61
濁度 (度)	5	0.4	0.6	0.1	0	0
色度 (度)	5	30.5	15.0	10.5	12.0	16.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-39 Case-3 pH6.5 で PAC の注入率変更

PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	10mg/l pH6.5	20mg/l pH6.5	30mg/l pH6.5	40mg/l pH6.5
項目						
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	大
沈降性	-	-	良	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.32	6.45	5.86	6.32	6.22
電気伝導度(mS/m)	-	57	71	76	74	75
濁度 (度)	5	0.4	0.6	0.5	0.2	1.1
色度 (度)	5	30.5	22.5	12.5	8.0	17.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-40 Case-4 PAC を過剰に注入した場合

PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	50mg/l	75mg/l	100mg/l	125mg/l
項目						
フロックサイズ	-	-	大	大	大	大
沈降性	-	-	良	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.32	7.44	7.28	7.18	7.07
電気伝導度(mS/m)	-	57	62	64	65	61
濁度 (度)	5	0.4	0	0	0	0
色度 (度)	5	30.5	11.5	8.5	6.0	5.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

### (5) 不連続点塩素処理

最適な塩素注入率を求めるため、不連続点塩素処理を行った。その結果を下図に示す。不連続点は見付けられなかったが、塩素注入率が 1.5mg/l で、残留塩素は 0.44mg/l あるので消毒効果が残存していることから、塩素注入量として 1.5～2.5mg/l が適当と考える。

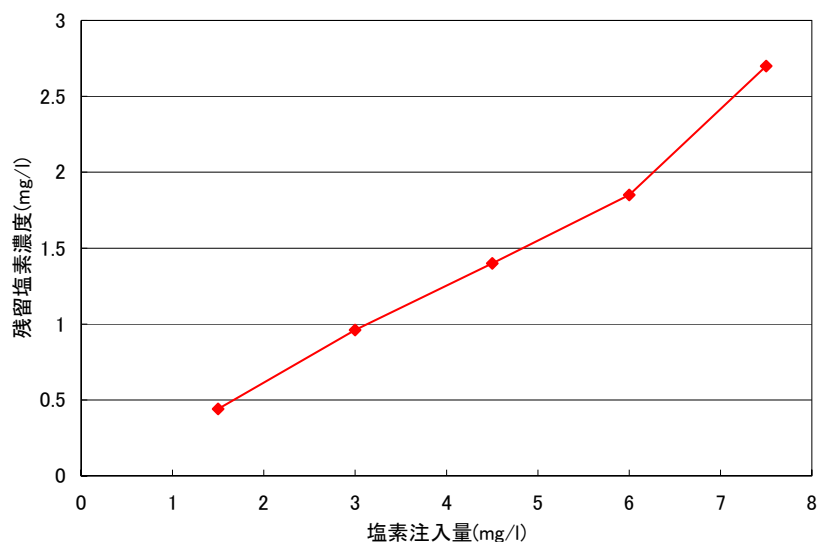


図 2-14 塩素注入量と残留塩素の関係

### (6) 施設試運転

本浄水場における現在の PAC の注入率は、約 29mg/l となっている。ジャーテスト結果によると、PAC30mg/l でまた pH6.5 に調整した場合、色度が 8.0 度まで下がることが期待されるが、pH 調整については、酸の入手が難しいことより pH を下げて試運転することができない。また PAC 濃度については、現状とジャーテストの適正量が大きく変わってはいないことより、機器の試運転のみを行い、薬品の注入率の変更は行わなかった。

## 2-5 リンガエン WD 現地調査結果

### 2-5-1 リンガエン WD におけるフォローアップ協力の概要

リンガエン WD の浄水場は 2005 年に試運転を行い先方への引渡しを行ったが、それ以降は断続的に運転し、その後稼働しなくなった。その理由は配水管の漏水が多く不明水率が高く、浄水場を稼働させても効率的には運営できないというものであった。この漏水を改善するため、WD は LWUA に対してローン事業を申請し、本年度 KfW によって遂行される予定(2010 年 10 月現在)となった。

しかし、KfW ローンプロジェクトは、詳細調査を行い、その後工事となるため、完成が 2 年以上後になる。本 WD も配水管を更新しない限り浄水場は稼働させない予定であるため、本フォローアップの入札にはリンガエン WD の改修工事を含まない方針とする。

本調査で各機器の運転状況を確認するため、薬品注入ポンプ、配水ポンプ、逆洗ポンプ、攪拌機などの機器を試運転した。その結果、機器類には大きな問題は無かった。

本浄水場の改修内容は配水ポンプの容量変更、汚泥乾燥床の増設などが挙げられる。

## 2-5-2 現地調査結果

### 2-5-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

現況給水状況調査	： 現況の各水源およびその給水状況把握
現況浄水処理フロー調査	： 現況の浄水処理内容確認
施設現況調査	： 現況処理施設の状況把握
現場・現地ラボ水質分析	： 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
ジャーテスト	： 最適薬品注入率把握
不連続塩素処理	： 塩素注入率の決定
施設試運転	： 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

### 2-5-2-2 給水状況調査結果

#### (1) 給水状況

リングエンWDはNo1～4まで4系統の配管網システムがあり、それぞれは接続されているものの、4系統がそれぞれの水源を持っている。最も大きなシステムはNo1で本浄水場も含まれており、4本の井戸から配水されている。他の系統の井戸は1本ずつである。ビンマレイと同じく各井戸水源ともに色度が含まれている。

2009年12月のリングエンWD月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。特に、不明水率が50.8%と非常に高い値となっており、この理由は配水管の老朽化に伴う漏水が主な原因である。

表 2-41 2009年12月におけるリングエンWDの給水状況

項目	合計
給水管が接続されている箇所	5,047
現在使用されている接続数(箇所)	3,048
予想給水人口(人)	18,126
1日当りの水生産量(m <sup>3</sup> /日)	3,749
1日当りの有収量(m <sup>3</sup> /日)	1,845
不明水率(%)	50.8

2009年のリングエン町全体の人口は97,836人であり、給水率は18.5%である。2009年12月における接続数は3,048箇所であるが、給水管が接続されている箇所は5,047箇所となっており、過去において現在使用されている接続数の約1.7倍の接続があったものと想定される。

リングエン WD における水道料金体系を下表に示す。1999 年 12 月の各戸給水/公共施設における 0-10m<sup>3</sup> の料金は 115Peso であり、10 年前と比較すると水道料金は 3 倍以上に値上がりしている。また、全国の WD の各戸給水/公共施設における 0-10m<sup>3</sup> の金額は平均 230Peso で 2 倍高い額となっている。

表 2-42 リングエン WD 水道料金体系

	単位：Peso				
	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31-40m <sup>3</sup>	41m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設	230.00	24.00	25.15	26.50	28.20
商業/工業	460.00	48.00	50.30	53.00	56.40

## (2) 各水源の運転状況

リングエン町の現在の給水は、7つの水源によって賄われている。それぞれの取水量および施設運転状況については下表のとおりである。色度は 17-31 度の範囲にあり、現在これらの水源より浄水処理を行わず塩素消毒のみで配水されている。また、一部塩分濃度が高い水源も存在する。

表 2-43 各水源の運転状況

水源名	配管網系統	井戸揚水量 (LPS)	運転時間 (hrs)	日揚水量 (m <sup>3</sup> /日)	色度	備考
P-7(Libsong West)	No1	11	24	950	32	揚砂が多量
P-4(Libsong West)		11	19	765	27	井戸崩壊寸前
P-6(Libsong East)		25	18	1,620	35	
P-3(Tong tong)		6	24	518	17.5	
P-5(Baay)	No2	6	20	432		塩分有り
P-8(Naguelguel)	No3	6.5	2.5	59	17	
P-9	No4					塩分のため未使用
合計				4,344		

## 2-5-2-3 施設状況調査結果

### (1) 現況浄水処理フロー調査結果

本浄水場については、配水管からの漏水が多く採算が合わないことより現在稼動していない。下記に竣工時の浄水処理フローを参考として示す。

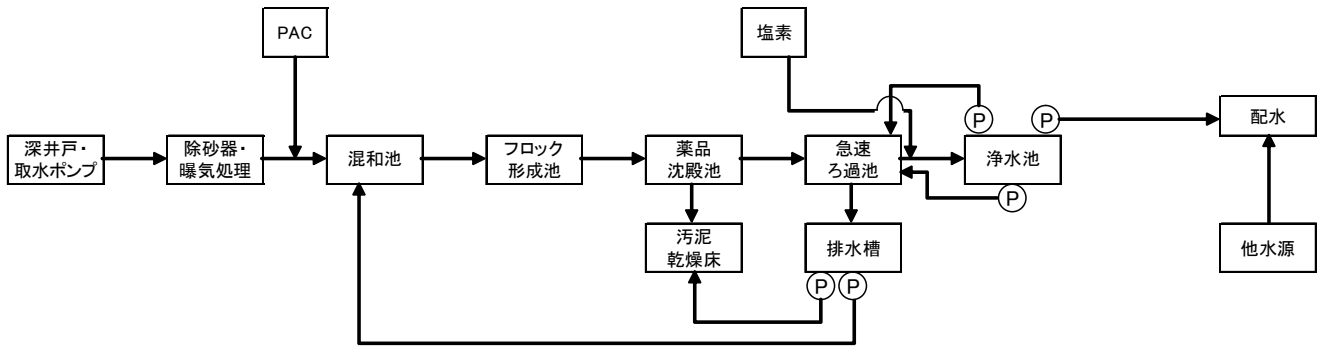


図 2-15 竣工時の浄水処理フロー

(2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-44 施設現況

項目		数量	状況
取水施設	深井戸	1 井	当初使用予定であった No.4 井戸については、水量が 11l/s と計画(28l/s)の半分以下であり、また浄水場敷地内の No.7 井戸についても 10.5l/s と同様である。浄水場から約 1km 東に位置する No.6 井戸については、24.4l/s と計画値に近い。
	深井戸ポンプ	1 台	特に問題なし。
浄水施設	除砂器	1 台	特に問題なし。
	曝気塔	2 槽	他 WD と同様曝気処理は問題ないと考えられる。
	急速攪拌機	1 台	特に問題なし。
	上下う流フロック形成池	1 槽	流速が遅く、十分な攪拌強度が得られていない。またう流板固定用ネジが腐蝕しているものもあり、板が落下している箇所が見られる。
	薬品沈殿池	2 槽	フロックの形成が十分でないため、キャリーオーバーが確認される状況である。汚泥引抜管に錆が見られるため、防水塗装を再度施すことが望ましい。
	急速ろ過池	2 槽	ろ過池流入構造の改良が必要である。表洗管に一部腐蝕が見られるため、補修が必要である。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	特に問題なし。圧力計が壊れているため交換が必要。
	逆洗排水汚泥ポンプ	1 台	特に問題なし。圧力計が壊れているため交換が必要。
	汚泥乾燥床	4 槽	比国排水基準の変更に伴い、汚泥乾燥床としての機能を持たせるため改良が必要。
	凝集剤注入設備	2 槽	特に問題なし。
	薬品攪拌機	2 台	特に問題なし。
	凝集剤注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	塩素注入設備	1 槽	他の WD 同様塩素タンクの配管接続部より塩素溶液の漏出の恐れがある。
	前・中間塩素注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
	後塩素注入ポンプ	1 台	特に問題なし。
非常用発電機	1 台	長期間使用していないため、バッテリーの交換が必要。	
配水施設	配水ポンプ	2 台	現在の需要量を考慮し、容量見直しについて要検討。
	圧力タンク	1 台	特に問題なし。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ フロック形成池については、平均流速が遅いため、攪拌強度が不十分であり、フロックの成長が十分に行われていない状況であると考えられる。
- ✓ 沈殿池については、表面積負荷は基準値を満足しているため問題ないが、滞留時間は、通常適用される薬品沈殿池の滞留時間である 3～5 時間を下回っている。
- ✓ 汚泥乾燥床については、機能を改善させるために砂利・砂を充填する必要がある。基本設計当時の排水基準(1990 年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004 年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。



表 2-45 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		2,434 (2,108)	現状についてはNo.6 井戸を水源として使用した場合
	L/sec		28.2 (24.4)	
水源				
取水ポンプ能力			1.46m <sup>3</sup> /min×15kW	No.6 井戸を水源として使用した場合
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4~1.0	0.43 (0.49)	
急速攪拌機				
形式			フラッシュミキサー	
ブロック形成池				
形式			上下う流式	
有効寸法	m		DWL: 2.0×1.0×32	
有効容量	m <sup>3</sup>		64.3	
滞留時間	min	20~40	31.7 (36.5)	
平均流速	m/s	0.15~0.30	0.04~0.12 (0.03~0.10)	流速が遅く、攪拌強度が不十分
G 値	sec <sup>-1</sup>	10~75	19.7 (14.9)	
GT 値		23,~210,000	43,600 (38,000)	
沈殿池				
形式			矩形横流式	
池数		2 池以上	2	
有効寸法/池	m		DWL: 3.4×2.5×13	
堰負荷	m <sup>3</sup> /d/m	500m <sup>3</sup> /d/m 以下	404 (350)	
長短辺比		3~8 倍	5.2	
有効表面積	m <sup>2</sup>		65.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		221	
有効水深	m	3~4m	3.4	
表面積負荷	mm/min	15~30	26.0 (22.5)	
平均流速	mm/min	400mm/min 以下	99 (86)	
滞留時間	hr	3~5hr 以上	2.2 (2.5)	滞留時間が短くブロック沈殿が不十分
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2 池以上	2 池	
有効寸法/池	m		WL: 2.5×3.8	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		9.5	
ろ過速度	m/day	120~150	128 (111)	
逆洗ポンプ能力			6.7m <sup>3</sup> /min×10m×30kW, φ250	
表洗ポンプ能力			1.9m <sup>3</sup> /min×30m×15kW, φ100	
前・中間塩素				
注入ポンプ能力			0.6l/min×1.0MPa×0.2kW	
後塩素				
注入ポンプ能力			0.12l/min×1.0MPa×0.2kW	
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×2.0×4.0	
池数			4 池	
総面積	m <sup>2</sup>		32	
汚泥量	kg/d		130.8	
必要面積	m <sup>2</sup>		209	汚泥量に対する面積不足
浄水池				
池数			2 池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×10.0×17.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		850	
配水施設				
配水ポンプ能力			2.4m <sup>3</sup> /min×50m×30kW, φ100	需要量を考慮した容量の見直しが必要
配水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		114.5	

次に主要な施設の現況写真を示す。



No.4 井戸：取水量が 11l/s と計画量 28l/s の半分以下。



No.7 井戸：取水量が 10.5l/s と計画量 28l/s の半分以下。



No.7 井戸：砂の巻上げが多い。



No.6 井戸：取水量が 24.4l/s と計画量 28l/s に近い。



ブロック形成池：う流板固定用ネジが腐蝕のため折れているものもあり、板が脱落している箇所がみられる。



沈殿池：錆が付いている配管があるため、再度防水塗装することが望ましい。



急速ろ過池：表洗管の錆が進行している箇所があるため、補修することが望ましい。



急速ろ過池：同左



配水ポンプ：運転に支障はないが、錆が付いている。



逆洗ポンプ：運転に支障はないが、錆が付いている。



回収ポンプ用圧力計：作動しない。



汚泥乾燥床：砂利が充填されているが、使用していない。

### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。本浄水場については、配水管からの漏水が多く採算が合わないことより稼動していなかったため、曝気後、沈殿後、ろ過後については、No.6 井戸を原水とする試運転時の水質分析である。また色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

No.4 井戸およびNo.7 井戸については、流量が不足しているため、使用しない方針とする。また水質面で見ても No.6 井戸の方が良好である。

No.6 井戸の主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 色度については、40 度程度となっている。凝集剤を加えた試運転により、沈殿後 24.5 度、ろ過後 25 度と下がっているが、それでも基準値を上回っている。
- ✓ 蒸発残留物が 470mg/l と高くなっている。

表 2-46 水質分析結果

項目	単位	PNSD	基本設計時 No.4	現場水質分析						ラボ水質分析			
				原水 No.4	原水 No.6	原水 No.7	曝気後 No.6	沈殿後 No.6	ろ過後 No.6	原水 No.6	原水 No.7		
1	水温	℃	-	28.0	32.6	31.7	33.1						
2	pH		6.5-8.5	8.38	8.27	8.15	8.37	8.30	8.22	8.09			
3	溶存酸素	mg/l	-	0.83	1	1	3						
4	電気伝導度	mS/m	-	128	115	71	120	69	79	75			
5	濁度	度	5	0	0.2	0.3	4.3	0.1	0	0			
6	色度	度	5	40	28.0	39.5	34.0	46.0	24.5	25.0			
7	全鉄	mg/l	1.0	0.10	N.D.	N.D.	N.D.						
8	全マンガン	mg/l	0.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.						
9	シリカ	mg/l	-	26	40	150	40				50	23	
10	蒸発残留物	mg/l	500	698							470	730	
11	全硬度	mg/l	300	68	60	30	60				34	58	
12	Ca 硬度	mg/l	-	59									
13	M アルカリ度	mg/l	-	162	200	300	200						
14	硝酸	mg/l	50	N.D.							N.D.	N.D.	
15	亜硝酸	mg/l	3	N.D.							N.D.	N.D.	
16	アンモニア	mg/l	-	N.D.	1.0	1.0	1.0						
17	硫酸イオン	mg/l	250	N.D.							N.D.	N.D.	
18	COD	mg/l	-	11.1	35	35	35				19	25	
19	塩素イオン	mg/l	250	318	250		>300				99	320	
20	ナトリウム	mg/l	200	243							160	250	
21	カルシウム	mg/l	-	24							12	20	
22	マグネシウム	mg/l	-	2.2							1.1	2.0	
23	硫化水素	mg/l	0.05	-	0.1	N.D.	0.1						
24	遊離塩素	mg/l		-									
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-									
26	臭気		異常なし	硫化水素	硫化水素	N.D.	硫化水素						
27	プロモホルム	mg/l	0.1	N.D.							N.D.		
28	ジプロモクロメチン	mg/l	0.1	N.D.							N.D.		
29	トリプロモクロメチン	mg/l	0.06	0.0046							N.D.		
30	クロロホルム	mg/l	0.2	0.0415							N.D.		

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの  
 ※No.6 井戸における曝気後、沈殿後、ろ過後は試運転時の水質である。

#### (4) ジャーテスト

凝集剤の最適注入率を把握するため、下記の条件においてジャーテストを行った。攪拌条件については、急速攪拌（300rpm）を1分、緩速攪拌（30rpm）を10分、沈殿10分とした。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

ジャーテストの対象とした水は、No.6 井戸（本浄水場の水源として利用予定）および参

考として浄水場内にある No.4 井戸と No.7 井戸である。

Case-1 : No.6 井戸-PAC の注入率を変更

Case-2 : No.6 井戸-PAC60mg/l で pH を変更

Case-3 : No.6 井戸-pH6.5 で PAC の注入率を変更

下表の結果に示すとおり No.6 井戸においては、pH6.5 で PAC60mg/l の条件では色度が 16.0 度まで下がることが分かった。

表 2-47 Case-1 No.6 井戸-PAC 注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	20mg/l	40mg/l	60mg/l	80mg/l
フロックサイズ	-	-	小	中	大	大
沈降性	-	-	中	中～良	良	良
pH	6.5-8.5	8.30	8.10	7.95	7.85	7.72
電気伝導度(mS/m)	-	69	60	60	60	60
濁度 (度)	5	0.1	0.4	0.3	0.2	0.1
色度 (度)	5	46.0	38.0	30.5	24.0	20.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-48 Case-2 No.6 井戸-PAC 60mg/l で pH 変更

項目 \ pH	PNSD	対象水 曝気後水	pH6.0	pH6.5	pH7.0	pH7.5
フロックサイズ	-	-	小～中	中	中	中～大
沈降性	-	-	中	低～中	中	良
pH	6.5-8.5	8.30	6.11	6.58	6.95	7.27
電気伝導度(mS/m)	-	69	60	60	60	60
濁度 (度)	5	0.1	0.8	0.4	0.3	0.2
色度 (度)	5	46.0	21.5	18.5	19.0	20.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-49 Case-3 No.6 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 曝気後水	20mg/l pH6.5	40mg/l pH6.5	60mg/l pH6.5	80mg/l pH6.5
フロックサイズ	-	-	小	中	大	大
沈降性	-	-	低	中	良	良
pH	6.5-8.5	8.30	6.72	6.79	6.76	6.73
電気伝導度(mS/m)	-	69	60	60	60	60
濁度 (度)	5	0.1	0.8	0.5	0.3	0.3
色度 (度)	5	46.0	39.0	25.5	16.0	12.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

Case-4 : No.4 井戸-PAC の注入率を変更

Case-5 : No.4 井戸-PAC30mg/l で pH を変更

Case-6 : No.4 井戸-pH6.5 で PAC の注入率を変更

下表の結果に示すとおり No.4 井戸においては、pH6.5 で PAC60mg/l の条件では色度が 10.0

度まで下がることが分かった。

表 2-50 Case-4 No.4 井戸-PAC 注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 原水	20mg/l	40mg/l	60mg/l	80mg/l
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	大
沈降性	-	-	良	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.27	8.00	7.83	7.67	7.55
電気伝導度(mS/m)	-	115	90	100	100	110
濁度 (度)	5	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1
色度 (度)	5	28.0	25.0	20.5	16.5	14.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-51 Case-5 No.4 井戸-PAC 30mg/l で pH 変更

項目 \ pH	PNSD	対象水 原水	pH6.0	pH6.5	pH7.0	pH7.5
フロックサイズ	-	-	無	大	大	大
沈降性	-	-	無	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.27	5.88	6.49	6.85	7.11
電気伝導度(mS/m)	-	115	100	100	110	100
濁度 (度)	5	0.2	1.7	0.2	0.2	0.2
色度 (度)	5	28.0	43.5	9.5	11.5	12.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-52 Case-6 No.4 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 原水	20mg/l pH6.5	40mg/l pH6.5	60mg/l pH6.5	80mg/l pH6.5
フロックサイズ	-	-	小	中～大	大	大
沈降性	-	-	低	中	良	良
pH	6.5-8.5	8.27	6.62	6.60	6.60	6.60
電気伝導度(mS/m)	-	115	113	120	123	124
濁度 (度)	5	0.2	0.7	0.2	0.2	0.2
色度 (度)	5	28.0	23.0	13.0	10.0	8.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

Case-7：No.7 井戸-PAC の注入率を変更

Case-8：No.7 井戸-PAC30mg/l で pH を変更

Case-9：No.7 井戸-pH6.5 で PAC の注入率を変更

下表の結果に示すとおり No.7 井戸においては、pH6.5 で PAC60mg/l の条件では色度が 15.0 度まで下がることが分かった。

表 2-53 Case-7 No.7 井戸-PAC 注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 原水	20mg/l	40mg/l	60mg/l	80mg/l
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	中～大
沈降性	-	-	中	良	良	良
pH	6.5-8.5	8.37	7.88	7.84	7.67	7.55
電気伝導度(mS/m)	-	120	100	110	110	110

濁度 (度)	5	4.3	0.2	0.2	0.1	0.1
色度 (度)	5	34.0	29.0	23.0	18.0	15.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-54 Case-8 No.7 井戸-PAC 30mg/l で pH 変更

項目 \ pH	PNSD	対象水 原水	pH6.0	pH6.5	pH7.0	pH7.5
フロックサイズ	-	-	小	中	中～大	中～大
沈降性	-	-	低	中	良	良
pH	6.5-8.5	8.37	6.00	6.54	6.87	7.08
電気伝導度(mS/m)	-	120	100	110	110	110
濁度 (度)	5	4.3	1.3	0.6	0.2	0.2
色度 (度)	5	34.0	28.0	17.0	15.0	13.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

表 2-55 Case-9 No.7 井戸-pH6.5 で PAC の注入率変更

項目 \ PAC(mg/l)	PNSD	対象水 原水	20mg/l pH6.5	40mg/l pH6.5	60mg/l pH6.5	80mg/l pH6.5
フロックサイズ	-	-	小	小～中	中	中～大
沈降性	-	-	低～中	中	中	良
pH	6.5-8.5	8.37	6.66	6.62	6.57	6.57
電気伝導度(mS/m)	-	120	123	132	134	135
濁度 (度)	5	4.3	2.3	1.2	0.9	0.7
色度 (度)	5	34.0	32.0	20.5	15.0	10.5

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (5) 不連続点塩素処理

最適な塩素注入率を求めるため、不連続点塩素処理を行った。その結果を下図に示す。不連続点は見付けられなかったが、塩素注入率が 0.5mg/l で、残留塩素は 0.5mg/l あるので塩素注入量として 0.5～1.0mg/l が適当と考える。



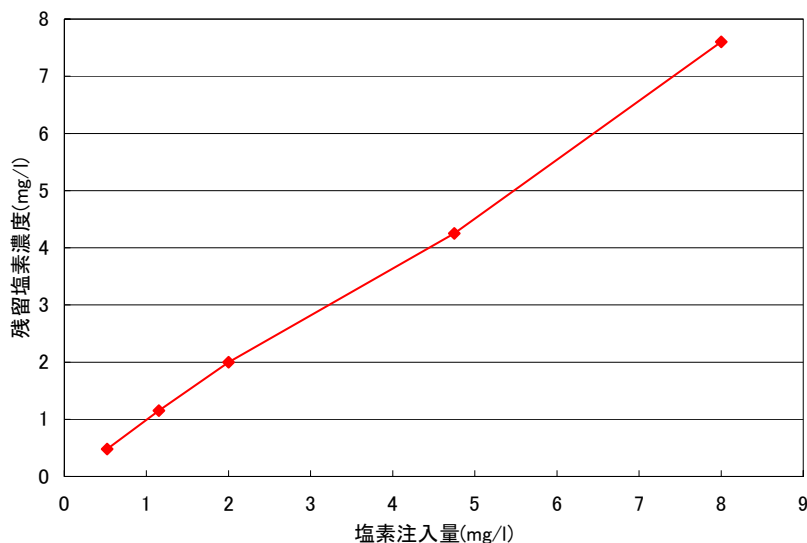


図 2-16 塩素注入量と残留塩素の関係

### (6) 施設試運転

対象水はNo.6 井戸であり、ジャーテストの結果より PAC60mg/l の注入率とした。

下表に、沈殿後およびろ過後におけるパックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果を示す。表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

- ✓ ろ過後の色度は、凝集剤を注入することで、曝気後 46.0 度からろ過後 25.0 度まで下がった。しかしながら、ジャーテスト結果にも示されているように、凝集剤を注入しただけでは、色度は 5 度以下には下げることができない。pH を 6.5 に調整しても PAC60mg/l で 16.0 度となっている。凝集剤を過剰に注入することで、色度をさらに下げることは可能ではあるが、維持管理費の増大に繋がるため、適切な条件を見つけ出さなければいけない。

表 2-56 水質分析結果

項目	単位	PNSD	曝気後	沈殿後	ろ過後
1	pH	6.5-8.5	8.30	8.22	8.09
2	電気伝導度	-	69	79	75
3	濁度	5	0.1	0.0	0.0
4	色度	5	46.0	24.5	25.0

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

## 2-6 パグサンハン WD 現地調査結果

### 2-6-1 パグサンハン WD におけるフォローアップ協力の概要

本浄水場は鉄分が含まれており、これを除去するために日本国無償資金協力によって浄水場が建設され、2005 年に引渡しが行われた。本浄水場は鉄分の除去のみなので、ろ過池

しかない。この WD の経営状況は比較的安定しており、本浄水場は引渡し以降良好に運転されている。しかし、いくつかの施設については、改善が必要とされたため、現状を調査した上で問題点を把握し、施設改善のフォローアップ案を提案する。

## 2-6-2 現地調査結果

### 2-6-2-1 調査方法

本浄水場における現況把握及び改良内容決定のために、以下の調査を行った。

現況給水状況調査	: 現況の各水源およびその給水状況把握
現況浄水処理フロー調査	: 現況の浄水処理内容確認
施設現況調査	: 現況処理施設の状況把握
現場・現地ラボ水質分析	: 現況の原水水質及び浄水処理状況把握
施設試運転	: 薬品注入率を変えた浄水処理状況の把握

### 2-6-2-2 給水状況調査結果

#### (1) 給水状況

本 WD は 1 本の湧水と 4 本の井戸（1 本は非常用）を水源として給水を行っており、これらの水源は配管で接続されている。本浄水場と非常用の水源以外は良質な水質で塩素消毒のみで配水されている。

2010 年 6 月のパグサンハン WD 月報データから現在の給水状況について抜粋し、下表に示す。不明水率が 30.0% と比較的低い値になっている。

表 2-57 2009 年 12 月におけるパグサンハン WD の給水状況

項 目	合計
給水管が接続されている箇所	6,657
現在使用されている接続数（箇所）	5,401
予想給水人口（人）	39,942
1 日当りの水生産量（ $m^3$ /日）	3,749
1 日当りの有収量（ $m^3$ /日）	1,845
不明水率（%）	30.0

パグサンハン WD における水道料金体系を下表に示す。1999 年 12 月の各戸給水/公共施設における  $0-10m^3$  の料金は 107Peso であり、10 年前と比較すると水道料金は約 2 倍に値上がりしている。また、全国の WD の各戸給水/公共施設における  $0-10m^3$  の金額は平均 172.49Peso でこれより高価となっている。

表 2-58 パグサンハン WD 水道料金体系

単位：Peso

	0-10m <sup>3</sup>	11-20m <sup>3</sup>	21-30m <sup>3</sup>	31-40m <sup>3</sup>	41m <sup>3</sup> 以上
各戸給水/公共施設	200	22	24	26	29
商業/工業 (1/2")	400	44	48	52	58
商業 A (1/2")	350	38.5	42	45	50.75
商業 B (1/2")	300	33	36	39	43.5

(2) 各水源の運転状況

パグサンハン町の現在の給水は、6つの水源によって賄われている。それぞれの取水量および施設運転状況については下表のとおりである。本浄水場以外は塩素消毒のみで浄水処理を行っている。

表 2-59 各水源の運転状況

水源名	揚水量(l/s)	備考
No 4	24	井戸
No 5	23	井戸
No 2a	11	湧水
No 2b	6	湧水
No 6	非常用	
No 1	不明(メータ故障)	無償

2-6-2-3 施設状況調査結果

(1) 現況浄水処理フロー調査結果

下記に現況の浄水処理フロー及び竣工時の浄水処理フローを示す。

- ✓ 現況の浄水処理では、曝気後のみに塩素を注入している。
- ✓ ろ過池逆洗排水は、回収せずに直接河川へ放流されているが、排水量が少なく、また排水水質も比国の排水基準値内であるため、問題ない。

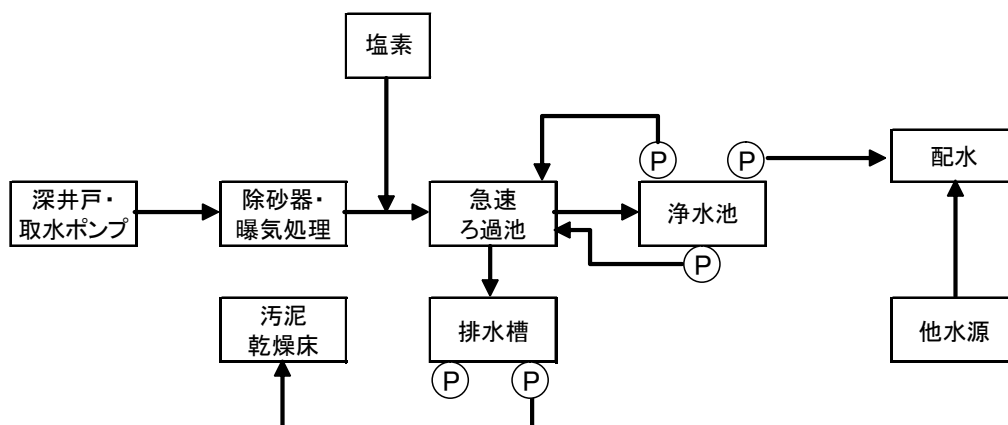


図 2-17 現況の浄水処理フロー

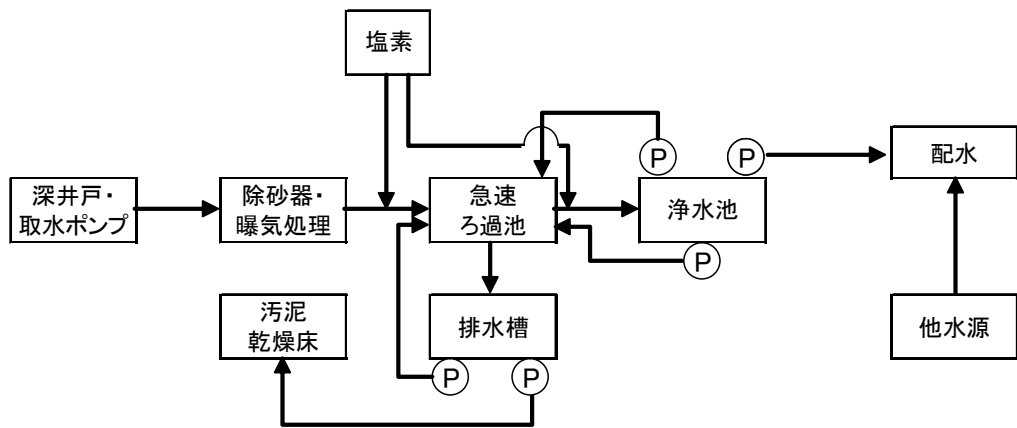


図 2-18 竣工時の浄水処理フロー

(2) 施設現況調査

各施設、電気、機械設備の現況調査を行った。その結果については下表のとおりである。

表 2-60 施設現況

項 目		数量	状 況
取水 施設	深井戸	1 井	特に問題なし。
	深井戸ポンプ	1 台	現在は特に問題なし。以前は砂の巻上げが多かったが、2 年程前にポンプが壊れ、ポンプ設置位置を見直したところ砂を巻上げなくなった。
浄水 施設	除砂器	1 台	故障のため撤去している。当初設置された除砂器は 2 年程で穴が開いて壊れたため、新たに設置したがそれも 1 年程で壊れた。ポンプ設置位置を見直したので、現在は砂の巻上げが少なくなったため、大きな支障はない。しかし、除砂器を撤去後に砂の流入により流量計が壊れたと考えられるため、再度設置することが必要である。
	曝気塔	2 槽	他 WD と同様曝気処理は問題ない。噴射ノズルが詰まったため、孔を大きくした。その影響で噴射の強さが弱まり、天井まで水が届かなくなっている。曝気後の溶存酸素は十分(7mg/l)であるため、現状のままで問題ない。
	急速ろ過池	2 槽	表洗管の一部が腐蝕により穴が開いている。補修することが必要。
	逆洗ポンプ	1 台	特に問題なし。
	表洗ポンプ	1 台	ポンプについては特に問題なし。流量計が壊れているので、交換が必要である。
	浄水池	2 槽	特に問題なし。
	逆洗排水槽	1 槽	特に問題なし。
	回収ポンプ	1 台	1 年程前に故障したため取り外した。現在逆洗排水は回収せずに河川に放流しているが、排水基準を満たしているため、交換は行わない。
	逆洗排水汚泥ポンプ	1 台	特に問題なし。
	汚泥乾燥床	4 槽	凝集剤を使用していないため、汚泥乾燥床で汚泥ケーキを作ることが難しい。現在は、一度排水槽から汚泥乾燥床を素通りさせて河川へ放流している。排水基準を満たしているため現状のままで問題ないものとする。
	塩素注入設備	1 槽	現在、中間塩素注入ポンプ、後塩素注入ポンプは腐蝕のため撤去されており、WD で設置した薬注ポンプにて塩素注入を行っている。
	中間塩素注入ポンプ	1 台	
	後塩素注入ポンプ	1 台	
非常用発電機	1 台	特に問題なし。	
配水 施設	配水ポンプ	2 台	特に問題なし。
	圧力タンク	1 台	特に問題なし。

また現在の各施設の機能診断を行った結果を下表に示す。なお、主要な項目については以下のとおりである。

- ✓ 曝気塔の水面積負荷、急速ろ過池のろ過速度ともに問題なく、また曝気塔の通気についても、曝気後水の溶存酸素濃度が 4mg/l から 7mg/l と飽和溶存酸素量に近いと問題ない。

表 2-61 施設機能診断

項目	単位	設計標準値	計画（現状）	備考
設計容量	m <sup>3</sup> /day		1,097 (-)	取水流量計が壊れており、計測できないため、当初の計画値を示す。
	L/sec		12.7 (-)	
水源				
取水ポンプ能力			0.8m <sup>3</sup> /min×36m×7.5kW	当初設置のポンプ容量
曝気塔				
水面積負荷	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /hr	0.4～1.0	0.42	
ろ過池				
形式			急速ろ過	
池数		2池以上	2池	
有効寸法/池	m		WL: 1.9×2.5	
ろ過面積/池	m <sup>2</sup>		4.8	
ろ過速度	m/day	120～150	115	
逆洗ポンプ能力			3.4m <sup>3</sup> /min×10m×11kW, φ150	
表洗ポンプ能力			1.0m <sup>3</sup> /min×30m×11kW, φ80	
中間塩素				
注入ポンプ能力			0.12l/min×1.0MPa×0.2kW	故障のため撤去
後塩素				
注入ポンプ能力			0.12l/min×1.0MPa×0.2kW	故障のため撤去
汚泥乾燥床				
有効寸法	m		DWL: 0.5×1.5×3.0	
池数			4池	
総面積	m <sup>2</sup>		18	
浄水池				
池数			2池	
有効寸法	m		DWL: 5.0×5.0×7.0	
有効容量	m <sup>3</sup>		175	
配水施設				
配水ポンプ能力			3.4m <sup>3</sup> /min×50m×15kW, φ80	
配水ポンプ台数			2	
非常用発電機	kVA		95	

次に主要な施設の現況写真を示す。



除砂器：2回交換したが、穴が開いたため取り外した。



除砂器：穴が開いたため、補修して使用していたが、使用できなくなったため撤去した除砂器。



除砂器：パテで穴を塞いだ補修跡。



曝気塔：噴射が弱まり、天井まで届かなくなった。溶存酸素は十分であり、特に問題ない。



ろ過池：落ち葉の流入を防ぐため、ネットを被せている。



表洗管：ノズル部分の腐蝕が進行している。



ろ過池：逆洗中。



ろ過池：逆洗後。



排水槽：回収ポンプは故障したため、撤去した。



塩素注入ポンプ：単相電源であるため、ポンプ室より延長コードを伸ばして電源を確保している。



塩素注入ポンプ：屋外設置のためか、腐蝕が進行し撤去した。



塩素注入ポンプ：WD が設置した塩素注入ポンプ。



塩素注入ポンプ：WD が設置した塩素注入ポンプ。



### (3) 現場水質分析結果・ラボ水質分析結果

パックテスト及び現場水質分析機器による水質分析結果、および現地ラボ水質分析結果を比国の水質基準、基本設計調査時における水質分析結果と共に下表に示す。また色度については、真の色度ではなく見かけの色度である。

表中、比国の水質基準以上の値について桃色、留意しなければいけない値については黄色で着色している。

主要な水質項目については、次のとおりである。

- ✓ 濁度については、原水が0度となっているが、曝気後に鉄の酸化の影響で若干上昇するものの、ろ過により濁質分は取り除かれている。しかし、配水区域の末端部では、配管内の濁質が溜まっているため、基準値を超えている。
- ✓ 色度については、原水は3度と低いものの、曝気後に鉄酸化の影響で濁度と共に色度が上昇している。ろ過後に5度と基準値と同じ値を示している。配水区域末端では、配管内の濁質分の影響で44度と大幅に基準値を超えている。
- ✓ 蒸発残留物については、500mg/lと基準値と同値であり、好ましい状況ではないものの、現浄水処理では除去できるものではない。
- ✓ 全硬度については、300mg/lと基準値と同値であり、蒸発残留物と同様好ましい状況ではないが、現浄水処理で除去できるものではない。
- ✓ 残留塩素については、基準値内にあるが、浄水場で注入した値よりも配管末端で濃度が上昇している状況である。WDによると原因は不明であるが、配管内で高濃度になり、住民より塩素臭がすると苦情があるとのことである。現在は、定期的に管末より排水を行い、残留塩素濃度の上昇を防いでいる。

表 2-62 水質分析結果

項 目	単位	PNSD	基本設計時	現場水質分析				ラボ分析	
				原水	曝気後	ろ過後	末端区域蛇口	原水	
1	水温	℃	-	28.5	26.8				
2	pH		6.5-8.5	7.28	7.15	7.42	7.76	7.70	
3	溶存酸素	mg/l	-	1.01	4	7			
4	電気伝導度	mS/m	-	88	77	77	78	76	
5	濁度	度	5	1	0	2.4	0.2	13.1	
6	色度	度	5	0	3.0	34.0	5.0	44.0	
7	全鉄	mg/l	1.0	2.20	1.8	0.3	0	0	1.6
8	全マンガン	mg/l	0.5	0.28	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.2
9	シリカ	mg/l	-	86	100	100	100	100	
10	蒸発残留物	mg/l	500	343					500
11	全硬度	mg/l	300	230	50	50	50	70	300
12	Ca 硬度	mg/l	-	98					
13	M アルカリ度	mg/l	-	313	390	450	400	400	
14	硝酸	mg/l	50	0.50					N.D.
15	亜硝酸	mg/l	3	0.60					N.D.
16	アンモニア	mg/l	-	N.D.	0.7	0.3	0		
17	硫酸イオン	mg/l	250	N.D.					8.5
18	COD	mg/l	-	3.2	7	3	3	5	
19	塩素イオン	mg/l	250	65	< 200	< 200	< 200	< 200	67
20	ナトリウム	mg/l	200	43					58
21	カルシウム	mg/l	-	39					45
22	マグネシウム	mg/l	-	31.7					45
23	硫化水素	mg/l	0.05	-					
24	遊離塩素	mg/l		-		0.06	0.04	1.05	
25	残留塩素	mg/l	0.2-1.5	-		0.66	0.20	1.3	
26	臭気		異常なし	金気臭	金気臭			N.D.	

桃色：比国水質基準値以上のもの、黄色：基準値内であるが留意が必要なもの

#### (4) 施設試運転

本浄水場の薬品注入については、次亜塩素酸ナトリウムのみであり、適正に注入されていることより、注入率を変更した試運転は行わず、機器の試運転確認のみを行った。

### 第3章 フォローアップ協力の内容

## 第3章 フォローアップ協力の内容

### 3-1 フォローアップ協力の概要

各 WD の現地調査結果を基に、本フォローアップ協力事業の実施内容を決定した。下記に各 WD の計画内容を示す。

### 3-2 アブヨグ WD の協力対象事業の概略設計

#### 3-2-1 改修方針

##### 3-2-1-1 改修計画の方針

現在アブヨグ WD においては、技術協力プロジェクト「地方水道改善プロジェクト」において現在の水源の補助水源となる Bito 井戸が掘さくされる予定(2011 年 5 月現在)となっている。そのため、これを踏まえアブヨグにおける改修計画の方針は以下の通りとする。

- ✓ 補助水源として Bito 井戸が掘さくされるものとする。
- ✓ Bito 水源で良質の水質が得られるものとし、この水は直接配水塔に送水されるものとする。
- ✓ 基本設計時と同じく、鉄、マンガン、アンモニア、色度、異臭味を除去する。
- ✓ 送水ポンプの容量を見直し、これにかかる維持管理費を抑える。
- ✓ また経年劣化等により問題がある施設については、長期的に使用ができるよう改善を行う。

##### 3-2-1-2 中長期計画との整合性

2010 年 10 月現在、技術協力プロジェクトによる中長期計画は立てられていない。しかしながら、上述したように旧 Bito 井戸周辺に新規井戸(補助水源 Bito 井戸)を掘さくする計画が進行中であるため、この井戸を使用することを前提として改修内容を決定する。

##### 3-2-1-3 計画処理水量についての方針

現在の浄水場の処理水量については、水道利用者がそれほど多くないことより約 500m<sup>3</sup>/日となっている。補助水源 Bito 井戸の取水可能量としては、最大で約 800m<sup>3</sup>/日が見込まれているため、現在の需要量は補助水源で全て賄うことができると考えられる。しかしながら、将来的な需要では基本設計時の計画処理水量である 2,412m<sup>3</sup>/日の需要量があると考えられることから、補助水源のみでは将来的な需要を満たすことができない。また本フォローアップの基本方針として、既存浄水場の能力を確保するために改修を行うものであるため基本設計どおり、2,412m<sup>3</sup>/日を計画処理水量とする。

#### 3-2-1-4 水質・浄水処理についての方針

本浄水場の改修計画については、補助水源 Bito 井戸を新規開発し、その水質・水量が旧 Bito 井戸と同程度であることを前提としている。Bito 井戸の水質によっては、そのまま配水塔へ塩素消毒のみで直送するのではなく、本浄水場へ送水し、Barayong 井戸と混合して浄水処理することも考えられる。

#### 3-2-2 基本計画

現地調査結果を基に策定した既存浄水場の改修内容の概略を下表に示す。また、各施設の問題点及び対策を下表に引き続いて記述する。

表 3-1 施設改修検討内容

項 目		改修内容
取水 施設	深井戸	なし（新規補助水源開発を実施中）
	深井戸ポンプ	
浄水 施設	除砂器	なし
	曝気塔	扉の取替
	急速攪拌機	交換
	上下う流ブロック形成池	う流水路の仕切り板の改良
	薬品沈殿池	凝集沈殿の効率化のため、傾斜板の設置
	急速ろ過池	ろ過池流入口の改良
	逆洗ポンプ	なし
	表洗ポンプ	表洗管の再接続
	浄水池	なし
	逆洗排水槽	なし
	回収ポンプ	なし
	逆洗排水汚泥ポンプ	なし
	汚泥乾燥床	改良および増築（1槽増築）
	凝集剤注入設備	なし
	薬品攪拌機	なし
	凝集剤注入ポンプ	交換
	塩素注入設備	なし
	塩素攪拌機	制御盤の No.2 スイッチの修理
	中間塩素注入ポンプ	交換、注入配管の改良
	後塩素注入ポンプ	交換
非常用発電機	容量見直して交換	
送水 施設	送水ポンプ	容量見直して交換
	圧力タンク	なし
そ の 他	水質分析器	濁度、色度用簡易分析器の調達
	ろ過砂	ろ過砂の調達
	国旗	比国国旗プレートの調達

### 3-2-2-1 曝気塔

曝気処理に関しては、水中溶存酸素濃度、塔内の酸素濃度とも問題ない。しかし入口扉の老朽化が進んでおり、既に片方の扉については取り外されている状況であるため、アルミニウム製に取り替える。

入口扉：アルミニウム製扉 1式
-----------------

### 3-2-2-2 急速攪拌機

急速攪拌機が現在故障しているため取り替える。

急速攪拌機：堅型攪拌機 羽根径 φ300×2段、0.75kW×220V 1式
--

### 3-2-2-3 フロック形成池

本計画のフロック形成池では、上下う流板による重力攪拌にてフロックが形成されている。現状では、第1池から第3池までの平均流速がそれぞれ0.11m/s、0.06m/s、0.04m/sであり、設計基準値の0.15～0.30m/sと比較すると流速が遅いことから、十分な攪拌強度が得られず良好なフロック形成ができない状況にある。したがって、平均流速を上げるため上下う流水路の仕切板の改良を行う。具体的には、仕切板の設置幅を拡大し、伏流部及び越流部の開口断面積を狭めることで流速を上げる。下表に現状と改修後のう流水路の開口寸法と平均流速、G値及びGT値について示す。

表 3-2 上下う流水路の改良と平均流速

		開口寸法	伏流部の 平均流速	越流部の 平均流速	上下流の 平均流速	G 値	GT 値
		m×m	m/s	m/s	m/s		
現 状	第1池	1×0.25	0.112	0.112	0.112	19.0	39,303
	第2池	1×0.50	0.056	0.056	0.056		
	第3池	1×0.75	0.037	0.037	0.037		
改 修	第1池	1×0.12	0.233	0.233	0.112	29.2	120,548
	第2池	1×0.15	0.187	0.187	0.056		
	第3池	1×0.20	0.140	0.140	0.037		
設計基準値			0.15～0.30			10～75	23,000～ 210,000

改修の施工方法は、伏流部については底部に改良後の開口幅と等しい長さの角材をはめ込み既存仕切板の設置箇所を下方へ移動させると共に、上部に仕切板を追加する。越流部については、既存仕切板と同様の板を上部に追加して開口部の断面積を小さくする。

<p>&lt;第1池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.12m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L12cm 38ヶ所            仕切板設置： W13cm×L100cm×T3cm 38ヶ所</p> <p>&lt;第2池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.15m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L15cm 18ヶ所            仕切板設置： W35cm×L100cm×T3cm 18ヶ所</p> <p>&lt;第3池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.20m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L20cm 12ヶ所            仕切板設置： W55cm×L100cm×T3cm 12ヶ所</p>
---

### 3-2-2-4 薬品沈殿池

既存の沈殿池は矩形横流式沈殿池であるが、形成されたフロックの沈降が十分でないため、沈殿池からろ過池へフロックのキャリーオーバーが見られる。

施設設計基準と現状の施設を比較すると、表面負荷率 25.8mm/min で基準値 15～30mm/min の範囲内であり、平均流速は 105mm/min で基準値の 400mm/min 以下を満たしている。しかし、滞留時間が 2.1 時間となっており通常適用される値の 3～5 時間以上と比較して滞留時間が短く、フロックの沈殿が不十分であると判断される。このため、効果的なフロックの沈降・分離を促すべく、沈殿池に傾斜板を設置する。傾斜板を設置することで、表面負荷率が 25.8mm/min から 6mm/min に改善されるため、キャリーオーバーしていた微小フロックも沈殿池で沈降除去されると考える。傾斜板の仕様は以下のとおり。

材質：PVC 傾斜板、ステンレス製ラック ラック寸法： W700×L2000×H1800 (18 段×7 列×2m 長) 6 式 W800×L2000×H1800 (18 段×8 列×2m 長) 12 式
--

なお、キャリーオーバーに関して、流出の越流トラフの堰負荷は 302m<sup>3</sup>/d/m で基準値の 500m<sup>3</sup>/d/m 以下であり、越流トラフの構造は問題ないと考えられる。

### 3-2-2-5 急速ろ過池

ろ過池の機能については、ろ過砂の状況は問題なく、ろ過速度も 127m/d で基準値 120～150m/d の範囲内である。しかし、ろ過池流入部の構造及び逆洗・表洗設備に不具合があり、ろ過池の機能が低下している。

既存の施設では、ろ過池の流入部で処理水が高位置から落下してフロックが破壊されている。これを防ぐため、流入部に管を設置し、配管を伝ってろ過池内に流入する構造に改良する。

流入管：Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装 2m    2 式 堰板：W30cm×L90cm×T3cm 木製    2 式 堰板支持板：W50cm×L150cm×T3cm ×2 木製 2 式
---

表洗設備では、表洗管が送水管と接続されているため、表洗機能が果たせなくなっている。よって表洗管を再度設置し、既存管と繋ぎ込むものとする。

表洗管：Φ150 ライニング鋼管    25m 仕切弁：GV Φ150    1 式
---

### 3-2-2-6 凝集剤注入設備

既存の凝集剤注入設備は、溶解槽で攪拌溶解した凝集剤を、定量ダイアフラムポンプにて着水井に注入する方式である。現状では、注入ポンプのオイル漏れにより使用していないため、同じ仕様のポンプと交換する。また併せてポンプ廻り配管についても交換する。



仕様：定量ポンプ 1.0l/min×0.2MPa×0.2kW	1 式
注入管：Φ15 PVC ポンプ廻り配管	1 式

### 3-2-2-7 塩素消毒設備

既存の塩素注入設備は、溶解槽で攪拌溶解した塩素を、定量ダイヤフラムポンプにて中間塩素は沈殿池末端の越流トラフ、後塩素はろ過池末端の集水槽で注入する方式である。現状では、中間塩素、後塩素とも注入ポンプの不具合により適切な塩素注入が行われていない。

中間塩素注入設備は現在稼動しているが、目詰まりが頻繁に起きており、その都度分解補修が必要な状況であるため、同じ仕様のポンプと交換する。また、各越流トラフへの塩素注入が均等に行えていないことから、配管を改良し注入点にコックを設置する。

仕様：定量ポンプ 10.8l/min×0.3MPa×0.4kW	1 式
注入管：Φ15 PVC 12m	1 式
注入弁：Φ15 コック	4 式

後塩素注入設備は注入ポンプが故障しており機能していないため交換する。

仕様：定量ポンプ 0.3l/min×1.0MPa×0.2kW	1 式
注入管：Φ15 PVC ポンプ廻り配管	1 式

また塩素攪拌機については、2 台設置されており、両方とも問題なく機能している。ただし、No.2 攪拌機については制御盤のパネル前面の RUN スイッチを押しても作動しないことから修理が必要である。

塩素設備制御盤：No.2 攪拌機 RUN スイッチの修理	1 式
------------------------------	-----

### 3-2-2-8 汚泥乾燥床

基本設計当時の排水基準(1990 年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004 年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、増設が必要である。

発生汚泥量に対する乾燥床の面積について、現状の水質から再計算した結果、1.0m の有効水深の場合で必要面積は 105.8m<sup>2</sup> となる。この操作は汚泥を濃縮から乾燥工程を 7 日間として、1 日は汚泥ケーキの排出及び汚泥の流入として、一工程は合計 8 日間で行う。

本浄水場において単独で上記必要面積を確保することはできない。よって既設汚泥乾燥床 32m<sup>2</sup> を活用することとし、現在の有効水深が 0.5m であるため壁面を 0.5m 嵩上げする。また新規に建設する汚泥乾燥床については、有効水深 1.0m とすると約 74m<sup>2</sup> 必要となるが、その面積を確保できない。よって有効水深 1.2m として 63m<sup>2</sup> とする。

乾燥床：RC造 有効面積 63m <sup>2</sup> (H=2.6m)、砂・砂利充填
配管：Φ150 鋼管 26m, Φ80 鋼管 30m, Φ80 ボール弁 6個
排水設備：排水開渠 10m

なお、既設汚泥乾燥床については以下の通りとする。

槽寸法：4000×200×1000×4 有効水深 1000mm(500mm の嵩増)
充填材：砂利 2.5-5mm/5-15mm/15-25mm、砂 0.8-2.5mm

下表に発生汚泥量と乾燥床の計算を示す。

表 3-3 発生汚泥量と乾燥床の検討

原水水質			備考
処理量 Q	m <sup>3</sup> /d	2,412	
色度	度	19	
PAC	mg/l	40	
濁度	度	3.2	
鉄	mg/l	2.4	
発生汚泥量			
色度由来	kg/d	32.6	色度は実験の結果、1度当り 1.5mg/l の SS が発生する*
PAC 由来	kg/d	14.8	注入率 1mg/l 当り、1度当り 0.153mg/l の SS が発生する
濁度由来	kg/d	7.7	濁度は 1度当り 1.0mg/l の SS が発生する
鉄由来	kg/d	11.1	鉄は 1mg/l 度当り 1.91mg/l の SS が発生する
汚泥重量	kg/d	66.1	
汚泥量/日	m <sup>3</sup>	13.2	汚泥濃度 5kg/m <sup>3</sup> (0.5%) *
汚泥乾燥床			
必要面積(8 日分)	m <sup>2</sup>	105.8	引抜汚泥濃度 5kg/m <sup>3</sup> (0.5%)、有効水深 1.0m
既設乾燥床面積	m <sup>2</sup>	32	既設 32m <sup>2</sup> (0.5m 嵩上げ)
増設乾燥床面積	m <sup>2</sup>	63	有効水深 1.2m (有効水深 1.0m 換算で 75.6m <sup>2</sup> )

\*実験値

\*色度は 10 度まで除去するものとする

### 3-2-2-9 送水施設

現状の送配水施設では、計画給水量のピーク時における配水に対応した送水ポンプが 2 台設置されている。しかし現在の給水量は約 500m<sup>3</sup>/日であり、計画給水量に満たず、さらに夜間の小流量時には特に過大となっている。このため、水需要量の変化に対応できる容量の送水ポンプに交換する。ピーク時に 2 台運転、需要量の少ない時間帯は 1 台運転することで、動力にかかる電気代を縮減することが可能となる。

仕様：ステンレス製水中ポンプ 1.3m <sup>3</sup> /min×50m×18.5kW Φ80
揚水管含む 2 式
逆止弁等の廻り配管 2 式

### 3-2-2-10 電気設備

今回送水ポンプの容量を小さくすることにより必要とする発電機容量も下がるため、これに見合った容量の発電機に取り替える。

仕様： 220V 60Hz 90kVA 消音型 1式
----------------------------

### 3-2-2-11 その他調達機材

下記機材については、次の理由により調達することが望ましいため、本プロジェクトに含める。

- ✓ ポータブルデジタル濁色度計：本浄水場の主な浄水対象は色度成分であるが、現在使用しているものについては、多項目用の分析機器であるため、操作方法が複雑でありオペレーターが使いこなせていない状況である。浄水処理の状況を簡易に把握することにより、より適切に運転できるため、ポータブルデジタル濁色度計を調達する。
- ✓ 急速ろ過池用ろ過砂：硬度が高く、表洗が適切に行われていないため、ろ過砂がマッドボールを形成しており、適切にろ過機能が発揮できていない。現在のろ過砂は WD により交換されているが、今後またマッドボール化することが考えられることよりろ過砂を調達する。ろ過砂 1 回分の量とする。
- ✓ 比国国旗プレート：当初設置した国旗プレートの内、比国のプレートが台風により破損し、取り外されているため、新規に調達する。

水質分析器：ポータブルデジタル濁色度計 1式
ろ過砂：0.6-0.75mm ろ過砂 11.4m <sup>3</sup>
国旗プレート：比国国旗プレート 1式

### 3-2-2-12 施設改修仕様一覧

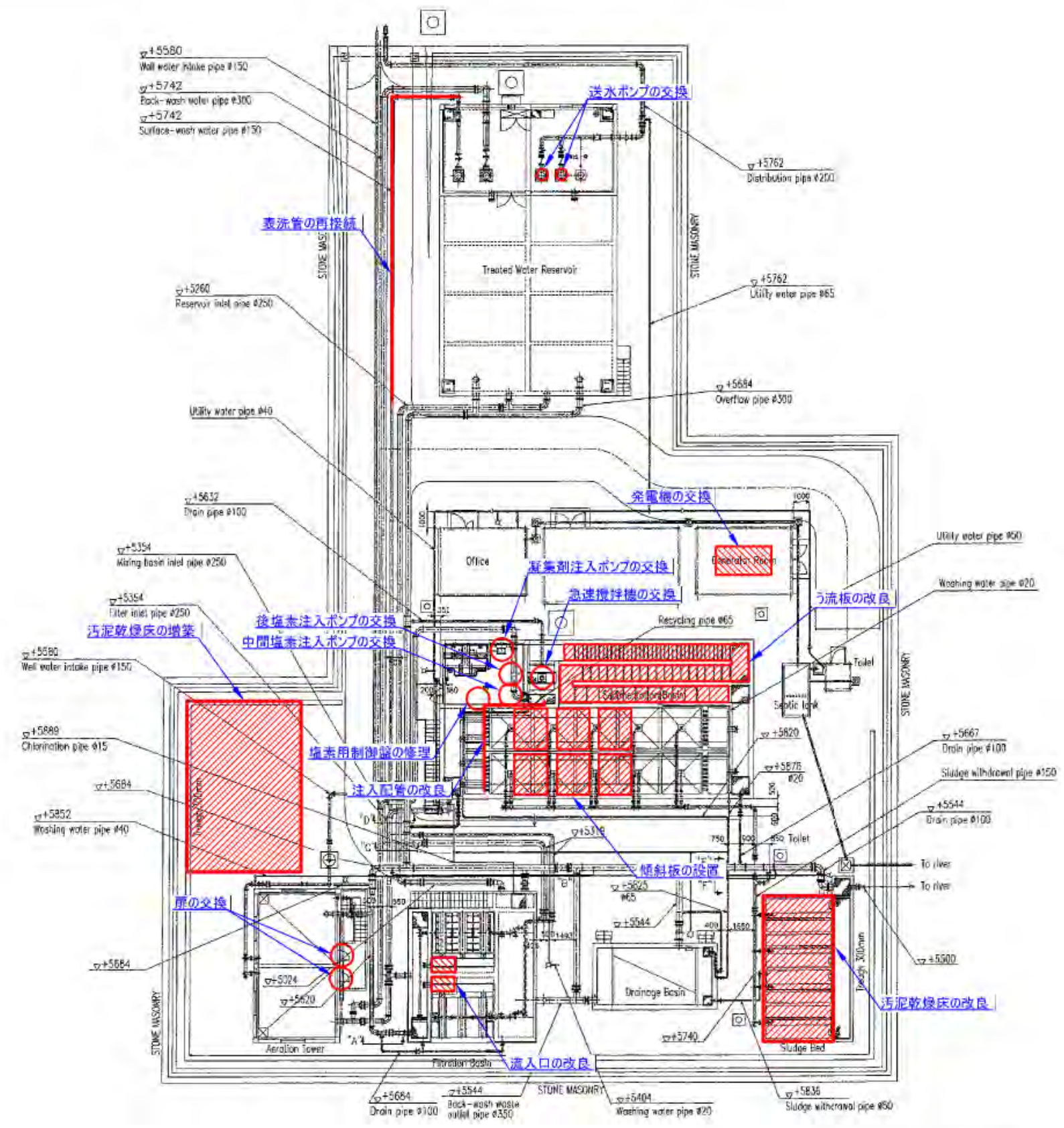
下表に、施設改修の仕様一覧を示す。

表 3-4 施設改修の仕様

施設名	設備	工種・装置	区分	仕様・詳細	単位	数量
曝気塔	入口扉	撤去・取替	交換	アルミ製扉	式	2
フロック形成池	上下う流路 伏流部	角材設置	改修	角材 □2.5cm×5cm - L12cm/15cm/20cm 耐水性	m	15
	上下う流路 越流部	仕切板設置	改修	仕切板 W25cm×L100cm×T3cm 耐水性	枚	84
薬品沈殿池	沈殿池	傾斜板設置	新規	PVC 製 傾斜板、SUS 製 ラック W700/800×L2000×H1800	式	1
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装、堰板	式	2
	表洗設備	表洗管	交換	Φ150 鋼管 25m、Φ150 仕切弁 1基	式	1
凝集剤注入施設	凝集剤注入	注入ポンプ	交換	1.0l/min×0.2MPa×0.2kW、ポンプ廻り配管	式	1
塩素注入施設	中間塩素注入	注入ポンプ	交換	10.8l/min×0.3MPa×0.4kW	基	1
		注入管	交換	Φ15 PVC	m	12
		注入弁	新規	PVC コック Φ15	基	4
	後塩素注入	注入ポンプ	交換	0.3l/min×1.0MPa×0.2kW、ポンプ廻り配管	式	1
	制御盤	No.2 攪拌機	修理	制御盤パネルスイッチの修理	式	1
汚泥乾燥床	既設乾燥床	乾燥床躯体	改修	既存乾燥床の壁部嵩上げ(500mm)	式	1
		砂利・砂	改修	充填砂利 2.5-5mm/5-15mm/15-25mm、砂 0.8-2.5mm	式	1
	新規乾燥床	乾燥床	新規	RC 造 有効面積 63m <sup>2</sup> H=2.6m	式	1
送水施設	送水ポンプ	送水ポンプ	交換	1.3m <sup>3</sup> /min×50m×18.5kW Φ80 廻り配管含む	基	2
電気設備	非常用発電機	発電機	交換	90kVA	基	1
その他	水質分析器	濁色度計	新規	濁度、色度用簡易分析器の調達	式	1
	ろ過池	ろ過砂	新規	シリカ砂 粒径 0.6-0.75mm	m <sup>3</sup>	11.4
	国旗	比国旗	改修	国旗の設置	式	1

### 3-2-3 概略設計図

次頁に改修計画平面図を示す。



改修計画内容を赤字で示す

対象WD	アブヨグWD	図名称	改修計画平面図	図番号	図3-1
				種尺	NON

### 3-2-4 各改修工事の優先度

上記基本計画で改修が必要とされた内容の内、本フォローアップ協力の対象とする項目については、予算との兼ね合いも考えた上で優先度を設けることとした。各項目について、次の3段階の優先度を設けた。

A：適正な浄水処理を行うために必ず実施が必要な項目

B：維持管理の簡素化や電力費低減のために実施が望ましい項目

C：美観を損なわないために行う項目

表 3-5 施設改修の優先度

施設名	設備	工種・装置	区分	優先度	理由
曝気塔	入口扉	撤去・取替	交換	B	扉の老朽化が進んでいるため交換が必要
フロック形成池	上下う流路	仕切板設置	改修	A	フロック形成のために改修が必要
薬品沈殿池	沈殿池	傾斜板設置	新規	B	フロック沈降促進のために設置する。これがない場合、ろ過池の逆洗回数を増加させることで対応する
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	A	フロックを破壊させないためにも必要
	表洗設備	表洗管	交換	A	現状では表洗ができないため配管の再接続が必要
凝集剤注入施設	凝集剤注入	注入ポンプ	交換	A	故障しており、交換が必要
塩素注入施設	中間塩素注入	注入ポンプ	交換	A	頻繁に故障しており老朽化が進んでいるため交換が必要
		注入管	交換	A	塩素注入を等分布にさせるため必要
		注入弁	新規	A	
	後塩素注入	注入ポンプ	交換	A	故障のため稼働できず交換が必要
制御盤	No.2 攪拌機	修理	A	スイッチを押しても作動させることができないため修理が必要	
汚泥乾燥床	既存乾燥床	乾燥床砂利/砂	改修	A	汚泥処理のため必要
	新規乾燥床	乾燥床	新規	A	
送水施設	送水ポンプ	送水ポンプ	交換	A	これを小さくすることによって維持管理費を安価にさせるため必要
電気設備	非常用発電機	発電機	交換	B	発電機の燃料消費量については、実際に負荷として使用している分に大きく左右されるため、発電機容量の大きさはそれほど問題ではない。よって、Bとした
その他	水質分析器	濁色度計	新規	B	調達されれば、より適正な浄水処理の把握ができるが、目視でもある程度対応可能であるためBとした
	ろ過池	ろ過砂	新規	A	ろ過砂が固まり浄水処理に影響を与える状況であるため取替え用の砂が必要
	国旗	比国国旗	改修	C	運転上の影響はないのでCとした

### 3-2-5 協力対象とする改修工事内容

#### 3-2-5-1 協力対象とする改修工事内容

アブヨグ WD については、現在技術協力プロジェクト「地方水道改善プロジェクト」において Bito 水源井付近に井戸を新規に掘さくする予定である。浄水場の改修工事については、その補助水源井の水質および水量が決定してから、行う予定になっている。従って、本フォローアップには含めないこととなった。

#### 3-2-5-2 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトで汚泥乾燥床を増設することが必要であるため、用地確保については先方負担とする。

### 3-2-6 運営・維持管理費

2011～2015 年における、年間予想支出及び予想収入を下表に示す。この表にはアブヨグの①配水量、②年間予想支出額、③年間予想収入額及び④収益が示される。

計算根拠・仮定を以下に示す。

- ✓ 現在の不明水率は 35%であり、2015 年までこの状況が維持するものと仮定する。
- ✓ 送水量は“Improvement Plan for Management and Services on The Water Supply System of Abuyog Water Distirict (NJS 2011)” から 2015 年の有効配水量が定められており、この値と 2009 年の実績値から各年に比例配分させ、各年の有効配水量を定めた。
- ✓ 年間予想支出において、その他固定費、減価償却、利息、他損失についてはアブヨグ WD の 2009 年の実績値を採用した。これらの値は配水量に関係なく一定値としている。
- ✓ 変動費（燃料・電気代、人件費、薬品・配管費、その他変動費）について 2009 年の実績を基に配水量に比例配分させた。
- ✓ 人件費について、他 WD の試算では固定費としているが、アブヨグ WD の場合、規模が小さく、2015 年までに送水量も倍近くなので、変動費として扱った。
- ✓ 料金体系が使用量が増加すると単価が高くなることになっているので、収入は単純に配水量に比例するものではないが、計算を簡単にするため 2009 年における 1 日当り有効配水量と年間収入の実績から、有効配水量に比例して年間予想収入を算出した。

表 3-6 アブヨグ WD の各配水量における推定年間収支

項 目	2011	2012	2013	2014	2015
送水量 (m <sup>3</sup> /日)	660	767	874	981	1,088
有効配水量 (m <sup>3</sup> /日)	430	500	570	639	709
不明水率	35%	35%	35%	35%	35%
収入	4,855,648	5,642,230	6,428,812	7,215,394	8,001,976
支出					
燃料・電気代	686,415	797,609	908,804	1,019,999	1,131,193
人件費	1,835,238	2,132,534	2,429,830	2,727,126	3,024,422
薬品・配管費	120,756	140,317	159,879	179,441	199,002
その他変動費 (集金費など)	130,504	151,645	172,786	193,927	215,068
その他固定費 (事務所電気代、会議費など)	716,796	716,796	716,796	716,796	716,796
原価償却	143,808	143,808	143,808	143,808	143,808
他損失	547,353	547,353	547,353	547,353	547,353
利息	212,810	212,810	212,810	212,810	212,810
支出合計	4,393,680	4,842,873	5,292,066	5,741,259	6,190,452
収益	461,968	799,357	1,136,746	1,474,134	1,811,523

上記の計算によれば、いずれの各年でも赤字になることはなく、各年で配水量が増加（接続数が増加）し、収益も増加する。

### 3-2-7 協力対象事業実施に当たっての留意事項

2011年5月現在において技術協力プロジェクトにより、補助水源開発が進められている。浄水場の改修内容については、この補助水源の水質や水量を把握した上で、総合的に判断されるものである。

## 3-3 ディングル-ポトタン WD の協力対象事業の概略設計

### 3-3-1 改修方針

#### 3-3-1-1 改修計画の方針

ディングル-ポトタンにおける改修計画の方針は以下の通りである。

- ✓ 基本設計時と同じく、鉄、マンガン、色度、濁度を除去する。
- ✓ 配水ポンプの容量を見直し、これにかかる維持管理費を抑える。
- ✓ 盗難に遭った電線について、再配線を行う。

#### 3-3-1-2 中長期計画との整合性

現在、ディングル町とポトタン町の配水区域は分けており、本浄水場はポトタン町に配水するものである。“Improvement Plan for Management and Services on The Water Supply System of Dingle-Pototan Water District (NJS, 2010)”において下表に示すポトタン町における



将来の給水計画が示されている。2009年の配水量は、Abangay井戸とVita-Grande井戸を利用しており、1,205m<sup>3</sup>/日である。現在の施設の生産可能水量は、本浄水場の処理水量(2,592m<sup>3</sup>/日)とVita-Grande井戸(15 l/sの22時間運転で1,188m<sup>3</sup>/日)で合計水量は3,780m<sup>3</sup>/日となり、2020年以降は日最大水量が不足し、新たな水源開発が必要となる。

表 3-7 ディングル-ポトタンWDの中長期給水計画(ポトタン町部分)

項目	単位	2015年	2020年	2030年
ポトタン町総人口	人	75,790	81,390	93,855
給水区域のバランガイ数	数	10	16	37
上記人口	人	19,603	26,618	77,314
給水接続数	箇所	1,877	3,198	6,718
給水率	%	12	20	38
給水人口	人	9,385	15,990	35,468
給水原単位	L/人/日	120	125	130
日平均消費量	m <sup>3</sup> /日	1,126	1,997	4,610
不明水率	%	30	25	20
日平均給水量	m <sup>3</sup> /日	1,608	2,662	5,767
日最大給水量	m <sup>3</sup> /日	2,090	3,461	7,500

### 3-3-1-3 計画処理水量についての方針

上記で述べたように、2020年以降に日最大給水量が不足するものの、本フォローアップ協力の基本方針としては、既存浄水場の能力を確保するために改修を行うものであるため、基本設計の通り、浄水場の能力 2,592m<sup>3</sup>/日を計画処理水量とする。但し、Abangay井戸について、現在 15 l/s (24時間運転で 1,296m<sup>3</sup>/日) しか確認されていないので、揚水試験を実施して正確な揚水量を把握する。

### 3-3-1-4 水質・浄水処理についての方針

前述したように、本浄水場は基本設計の方針と同じく鉄・マンガン・色度・濁度を除去するものとする。

## 3-3-2 基本計画

現地調査結果を基に策定した既存浄水場の改修内容の概略を下表に示す。また、各施設の問題点及び対策を下表に引き続いて記述する。

表 3-8 施設改修検討内容

項 目		改修内容
取水 施設	深井戸	なし
	深井戸ポンプ	取替え
	非常用発電機	容量見直して取替え
浄水 施設	除砂器	なし
	曝気塔	維持管理用開口部の設置
	急速攪拌機	なし
	上下う流ブロック形成池	う流水路の仕切り板の改良
	薬品沈殿池	凝集沈殿の効率化のため、傾斜板の設置
	急速ろ過池	ろ過池流入口の改良
	逆洗ポンプ	なし
	表洗ポンプ	なし
	浄水池	なし
	逆洗排水槽	なし
	回収ポンプ	なし
	逆洗排水汚泥ポンプ	なし
	汚泥乾燥床	改良
	凝集剤注入設備	なし
	薬品攪拌機	なし
	凝集剤注入ポンプ	なし
	塩素注入設備	なし
	塩素攪拌機	なし
	中間塩素注入ポンプ	注入配管の改良
	後塩素注入ポンプ	なし
非常用発電機	容量見直して取替え	
配水 施設	配水ポンプ	容量見直して取替え
	圧力タンク	なし

### 3-3-2-1 取水ポンプ

現在設置されているポンプは、揚水量が計画の半分の仕様であり、浄水場の処理量が将来的な水需要に不足することから、本来の容量の深井戸ポンプと交換する。しかし、過去に過剰揚水で水位が低下した経緯があるため、まず揚水試験を施工初期に実施し、現在の井戸の湧出量を確認する。井戸の湧出量が BD 設計時より減少している場合には能力に応じた容量のポンプを最終的に選定する。また、現状ではポンプの設置深度が浅く揚水管が短いことから、適切な深度のポンプを設置するため揚水管を追加する。

揚水試験：①段階揚水試験 2時間×4段階

②連続揚水試験 24時間

③回復試験 24時間

ポンプ：水中モータポンプ 1.8m<sup>3</sup>/min×80m×37kW 1式

揚水管：Φ150 鋼管 57m

### 3-3-2-2 曝気塔

曝気処理に関しては、水中溶存酸素濃度、塔内の酸素濃度ともに問題ないと考えられる。しかしながら、曝気塔のコンクリート打ち継目から漏水がみられるため、これを修繕する。施工方法としては、漏水箇所を内壁からはつって、防水モルタルで補修し、防水ペイントを塗布、外壁は塗装仕上げをする。

漏水部補修： はつり補修、内部防水モルタル、外部塗装 1式

### 3-3-2-3 フロック形成池

本計画のフロック形成池では、上下う流板による重力攪拌にてフロックが形成されている。現状では、第1池から第3池までの平均流速がそれぞれ 0.12m/s、0.06m/s、0.04m/s であり、設計基準値の 0.15~0.30m/s と比較すると流速が遅いことから、十分な攪拌強度が得られず良好なフロック形成ができない状況にある。したがって、平均流速を上げるため上下う流水路の仕切板の改良を行う。具体的には、仕切板の設置幅を拡大し、伏流部及び越流部の開口断面積を狭めることで流速を上げる。下表に現状と改修後のう流水路の開口寸法と平均流速、G 値及び GT 値について示す。

表 3-9 上下う流水路の改良と平均流速

		開口寸法	伏流部の 平均流速	越流部の 平均流速	上下流の 平均流速	G 値	GT 値
		m×m	m/s	m/s	m/s		
現状	第1池	1×0.25	0.12	0.12	0.12	20.4	42,110
	第2池	1×0.50	0.06	0.06	0.06		
	第3池	1×0.75	0.04	0.04	0.04		
改修	第1池	1×0.12	0.25	0.25	0.12	44.2	91,329
	第2池	1×0.15	0.2	0.2	0.06		
	第3池	1×0.20	0.15	0.15	0.04		
設計基準値			0.15~0.30			10~75	23,000~ 210,000

改修の施工方法は、伏流部については底部に改良後の開口幅と等しい長さの角材をはめ込み既存仕切板の設置箇所を下方へ移動させると共に、上部に仕切板を追加する。越流部については、既存仕切板と同様の板を上部に追加して開口部の断面積を小さくする。

<第1池>

伏流部・越流部 断面積：0.12m<sup>2</sup>

角材設置： □2.5cm×5cm × L12cm 38ヶ所

仕切板設置： W13cm×L100cm×T3cm 38ヶ所

<第2池>

伏流部・越流部 断面積：0.15m<sup>2</sup>

角材設置： □2.5cm×5cm × L15cm 18ヶ所

仕切板設置： W35cm×L100cm×T3cm 18ヶ所

<第3池>

伏流部・越流部 断面積：0.20m<sup>2</sup>

角材設置： □2.5cm×5cm × L20cm 12ヶ所

仕切板設置： W55cm×L100cm×T3cm 12ヶ所

### 3-3-2-4 薬品沈殿池

既存の沈殿池は矩形横流式沈殿池であるが、形成されたフロックの沈降が十分でないため、沈殿池からろ過池へフロックのキャリーオーバーが見られる。

施設設計基準と現状の施設を比較すると、表面負荷率 27.7mm/min で基準値 15～30mm/min の範囲内であり、平均流速は 113mm/min で基準値の 400mm/min 以下を満たしている。しかし、滞留時間が 1.9 時間となっており通常適用される値の 3～5 時間以上と比較して滞留時間が短く、フロックの沈殿が不十分であると判断される。このため、効果的なフロックの沈降・分離を促すべく、沈殿池に傾斜板を設置する。傾斜板を設置することで、表面負荷率が 27.7mm/min から 7mm/min に改善されるため、キャリーオーバーしていた微小フロックも沈殿池で沈降除去されると考える。傾斜板の仕様は以下のとおり。

材質：PVC 傾斜板、ステンレス製ラック

ラック寸法： W700×L2000×H1800（18 段×7 列×2m 長）6 式

W800×L2000×H1800（18 段×8 列×2m 長）12 式

なお、キャリーオーバーに関して、流出の越流トラフの堰負荷は 324m<sup>3</sup>/d/m で基準値の 500m<sup>3</sup>/d/m 以下であり、越流トラフの構造は問題ないと考えられる。

### 3-3-2-5 急速ろ過池

ろ過池の機能については、ろ過砂の状況は問題なく、ろ過速度も 136m/d で基準値 120～150m/d の範囲内である。しかし、既存の施設では、ろ過池の流入部で処理水が高位置から落下して流入しており、フロックの破壊がみられる。これを防ぐため、流入部に管を設置し、配管を伝ってろ過池内に流入する構造に改良する。

流入管：Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装 2m	2 式
堰板：W30cm×L90cm×T3cm 木製	2 式
堰板支持板：W50cm×L150cm×T3cm ×2	木製 2 式

### 3-3-2-6 塩素消毒設備

既存の塩素注入設備は、溶解槽で攪拌溶解した塩素を、定量ダイヤフラムポンプにて中間塩素は沈殿池末端の越流トラフ、後塩素はろ過池末端の集水槽で注入する方式である。中間塩素、後塩素とも注入ポンプには問題はないが、中間塩素注入は、各越流トラフへの塩素注入が均等に行えていないことから、注入配管を改良し注入点にコックを設置する。

注入管：Φ15PVC 12m	1 式
注入弁：Φ15 コック	4 式

また、塩素注入室の扉が腐食しているため交換する。

注入室扉：900×2100 SUS 製	1 式
---------------------	-----

### 3-3-2-7 汚泥乾燥床

基本設計当時の排水基準(1990 年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004 年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存施設の容積では、現状水質の汚泥乾燥に必要な容積を下回っている状況であるため、改良が必要である。また既存の汚泥乾燥床は、砂・砂利が充填されておらず現在使用されていない。このため、本来の乾燥床の機能を回復するために、配管及び砂・砂利充填など既存の乾燥床の改良を行う。

充填材：砂利 10-20mm/25-35mm/40-60mm、砂 4-6mm
充填材支持構造：木製支持板、止水加工、PVC ネット

発生汚泥量に対する乾燥床の面積について、現状の水質から再計算した結果、0.5m の有効水深の場合で必要面積は 30m<sup>2</sup> となる。この操作は汚泥を濃縮から乾燥工程を 6 日間として、1 日は汚泥ケーキの排出及び汚泥の流入として、一工程は合計 7 日間で行う。

現在の汚泥乾燥床の面積は、18m<sup>2</sup> であるため、必要面積の 30m<sup>2</sup> から比較すると 12m<sup>2</sup> 不足する。有効水深を 0.5m から 1m に変更した場合は必要面積が 15m<sup>2</sup> となり、現状面積で処理することができるため、壁面を 0.5m 高くする。

槽寸法：3000×1500×1000×4 有効水深 1000mm(500mm の嵩増)
---

表 3-10 発生汚泥量と乾燥床の検討

原水水質			備考
処理量 Q	m <sup>3</sup> /d	2,592	
色度	度	9.5	
PAC	mg/l	40	
濁度	度	1.6	
鉄	mg/l	1.1	
発生汚泥量			
色度由来	kg/d	17.5	色度は実験の結果、1度当り 1.5mg/l の SS が発生する*
PAC 由来	kg/d	15.9	注入率 1mg/l 当り、1度当り 0.153mg/l の SS が発生する
濁度由来	kg/d	4.1	濁度は 1度当り 1.0mg/l の SS が発生する
鉄由来	kg/d	5.4	鉄は 1mg/l 度当り 1.91mg/l の SS が発生する
乾燥汚泥質量計	kg/d	42.9	
汚泥量/日	m <sup>3</sup>	4.29	汚泥濃度 10kg/m <sup>3</sup> (1%) *
汚泥乾燥床			
必要面積(7日分)	m <sup>2</sup>	30	引抜き汚泥濃度 20kg/m <sup>3</sup> (2%)、汚泥発生量は上記半分 (2.15m <sup>3</sup> /日) となる、有効水深 0.5m
現状面積	m <sup>2</sup>	18	有効水深 0.5m
有効水深を 1m にするため 0.5m 嵩上げした場合			
改良後の必要面積(7日分)	m <sup>2</sup>	15	引抜き汚泥濃度 20kg/m <sup>3</sup> (2%)、汚泥発生量は上記半分 (2.15m <sup>3</sup> /日) となる、有効水深 1m
改良後の現状面積	m <sup>2</sup>	18	有効水深 1m

\*毎日発生する汚泥濃度は 10kg/m<sup>3</sup> であるが、7 日間に 1 回引き抜くので濃縮されて引抜き汚泥濃度は 20kg/m<sup>3</sup> とする

\*色度は 5 度まで除去するものとする

### 3-3-2-8 送・配水施設

現状の送配水施設では、計画給水量のピーク時における配水に対応した配水ポンプが 2 台設置されている。しかし、現在の需要量は計画給水量に満たず、さらに夜間の小流量時には特に過大となる。このため、水需要量の変化に対応できる容量の配水ポンプに交換する。これにより、ピーク時に 2 台運転、需要量の少ない時間帯は 1 台運転することで、動力にかかる電気代を縮減することが可能となる。

仕様：水中ポンプ 1.3m <sup>3</sup> /min×45m×15kW Φ80 2 式
--

### 3-3-2-9 電気設備

今回取水ポンプおよび配水ポンプの容量を見直すことにより必要とする発電機容量が変わることから、それぞれに適切に対応したものに取り替える。

井戸用： 220V 60Hz 125kVA 消音型 1 式
浄水用： 220V 60Hz 60kVA 消音型 1 式

### 3-3-2-10 各施設の再塗装

各施設の壁面、手摺および扉に対して再塗装の要望が WD よりあったためこれを行う。

各施設： 壁面、手摺および扉の再塗装 1 式

### 3-3-2-11 施設改修仕様一覧

下表に、施設改修の仕様一覧を示す。

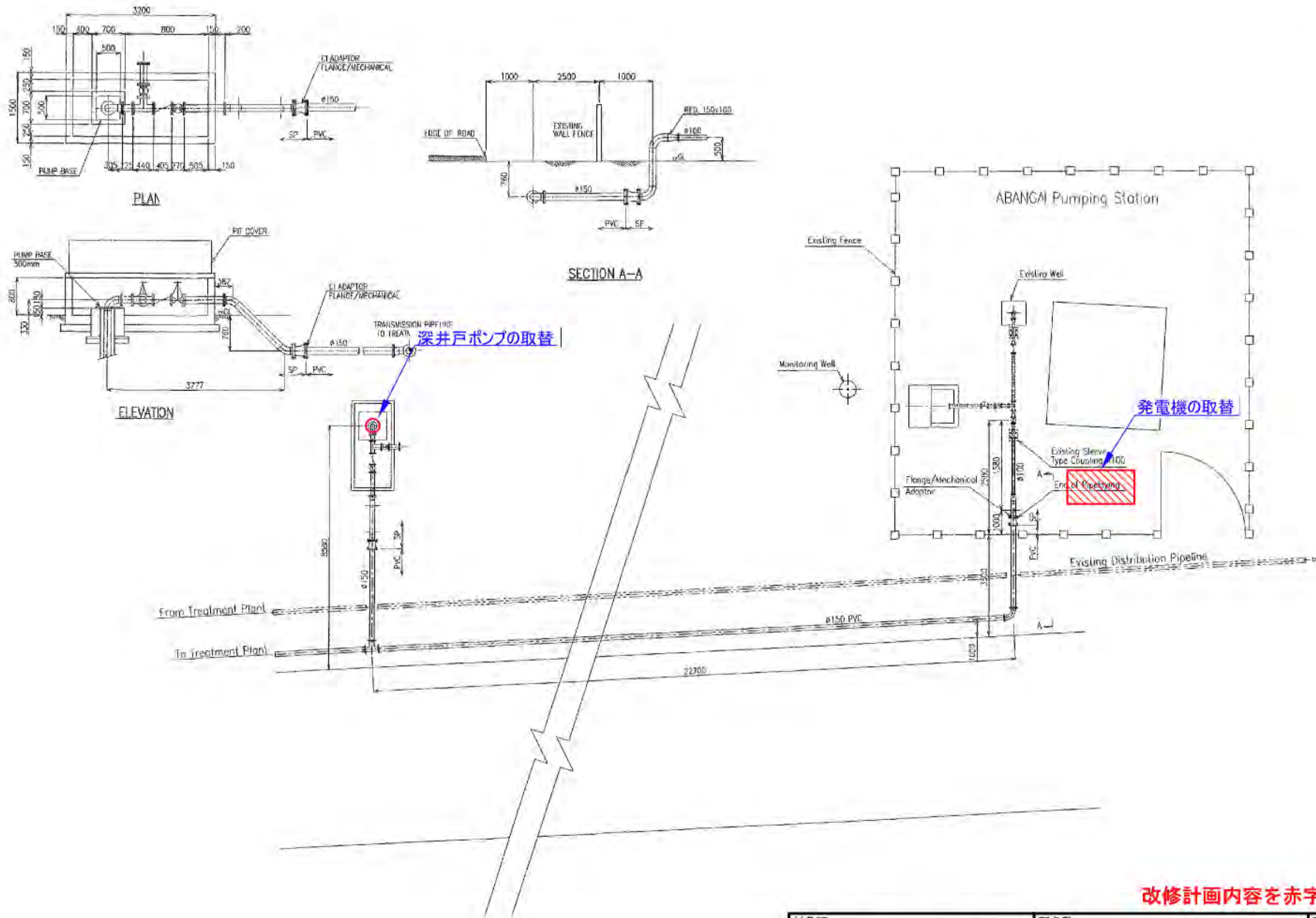
表 3-11 施設改修の仕様

施設名	設備	工種・装置	区分	仕様・詳細	単位	数量
取水施設	深井戸	揚水試験	新規	段階揚水試験 2hr×4 段階、連続揚水試験 24hr	式	1
		深井戸ポンプ	交換	1.8m <sup>3</sup> /min×80m×37kW (*)	基	1
		揚水管	交換	Φ150 鋼管	m	57
曝気塔	下部水槽	漏水部補修	改修	はつり補修、内部防水モルタル、外部塗装	式	1
フロック形成池	上下う流路伏流部	角材設置	改修	角材 □2.5cm×5cm - L12cm/15cm/20cm 耐水性	m	15
	上下う流路越流部	仕切板設置	改修	仕切板 W25cm×L100cm×T3cm 耐水性	m	84
薬品沈殿池	沈殿池	傾斜板設置	新規	PVC 製 傾斜板、SUS 製 ラック W700/800×L2000×H1800	式	1
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装、越流堰	式	2
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	交換	900×2100 SUS 製	式	1
	中間塩素注入	注入管	交換	Φ15 PVC	m	12
		注入弁	新規	PVC コック Φ15	基	4
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床躯体	改修	既存乾燥床の壁部嵩上げ(500mm)	式	1
		乾燥床砂利/砂	改修	充填砂利 10-20mm/25-35mm/40-60mm、砂 4-6mm	式	1
配水施設	配水ポンプ	配水ポンプ	交換	1.3m <sup>3</sup> /min×45m×15kW Φ80	基	2
電気設備	発電機(井戸)	発電機	交換	125kVA (*)	基	1
	発電機(場内)	発電機	交換	60kVA	基	1
各施設		再塗装	改修	壁面、手摺および扉 再塗装		

(\*) 深井戸ポンプおよび井戸非常用発電機は、揚水試験結果によって最終的に容量を決定する

### 3-3-3 概略設計図

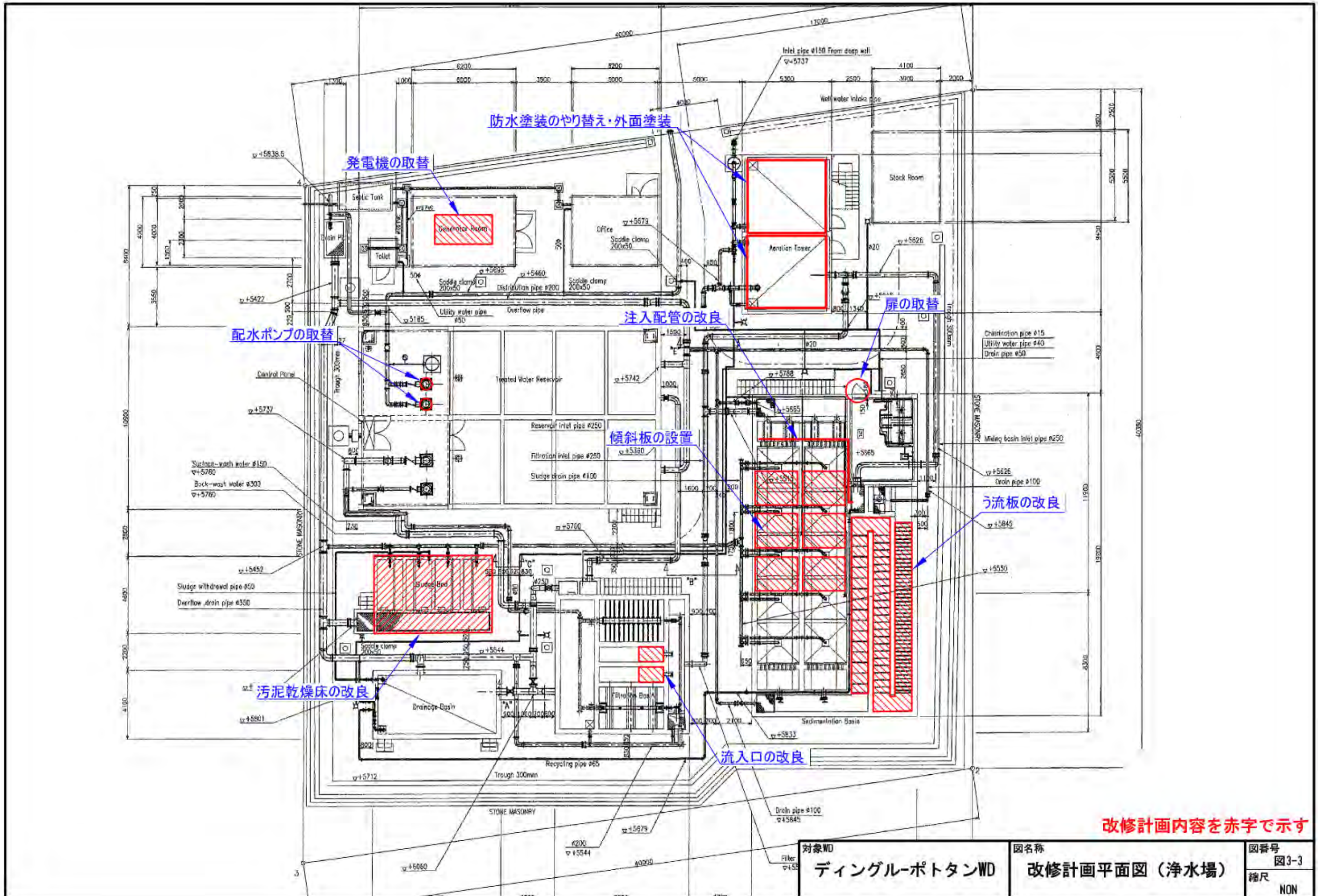
次頁に改修計画平面図を示す。



改修計画内容を赤字で示す

対象WD ディングルポタンWD	図名称 改修計画平面図（取水場）	図番号 図3-2
		縮尺 NON





改修計画内容を赤字で示す

対象WD ディンクルポタンWD	図名称 改修計画平面図 (浄水場)	図番号 図3-3
		縮尺 NON

### 3-3-4 各改修工事の優先度

上記基本計画で改修が必要とされた内容の内、本フォローアップ協力の対象とする項目については、予算との兼ね合いも考えた上で実施の優先度を設けることとした。各項目について、次の3段階の優先度を設けた。

A：適正な浄水処理を行うために必ず実施が必要な項目

B：維持管理の簡素化や電力費低減のために実施が望ましい項目

C：美観を損なわないために行う項目

表 3-12 施設改修の優先度

施設名	設備	工種・装置	区分	優先度	理由
取水施設	深井戸	揚水試験	新規	A	正確な井戸揚水量を把握するため必要
		深井戸ポンプ	交換	A	浄水量の確保のため必要
		揚水管	交換	A	ポンプ設置位置も変わるため必要
曝気塔	下部水槽	漏水部補修	改修	C	時間が経過すると漏水が止まる可能性がありCとした。
フロック形成池	上下う流路	仕切板設置	改修	A	フロック形成のために改修は必要
薬品沈殿池	沈殿池	傾斜板設置	新規	B	フロック沈降促進のために設置する。これがない場合、ろ過池の逆洗回数を増加させることで対応する。
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	A	フロックを破壊させないためにも必要
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	交換	C	浄水場の運転には影響はしない。
	中間塩素注入	注入管	交換	A	塩素注入を等分布にさせるため必要
		注入弁	新規	A	
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床躯体	新規	A	汚泥処理のため必要
		乾燥床砂利/砂	改修	A	現状では適切な乾燥ができないため必要
配水施設	配水ポンプ	配水ポンプ	交換	A	これを小さくすることによって維持管理費を安価にさせるため必要
電気設備	非常用発電機(井戸)	発電機	交換	B	発電機の燃料消費量については、実際に負荷として使用している分に大きく左右されるため、発電機容量の大きさはそれほど問題ではない。よって、Bとした
	非常用発電機(場内)	発電機	交換	B	
各施設		再塗装	改修	C	運転上の影響はないのでCとした

### 3-3-5 協力対象とする改修工事内容

#### 3-3-5-1 協力対象とする改修工事内容

上記優先度を踏まえてSW ミッションにおいてWD 及び LWUA と協議した結果、A については適正な浄水処理に必要な項目であるため、協力対象とすることとした。また優先度 B と C については、各項目の事業費とその効果を総合的に勘案した結果、最終的に次の項目の改修工事を行うこととなった。

表 3-13 協力対象とする改修工事内容

施設名	設備	工種・装置	優先度	実施の有無	実施しない理由
取水施設	深井戸	揚水試験	A	○	
		深井戸ポンプ	A	○	
		揚水管	A	○	
曝気塔	下部水槽	漏水部補修	C	○	
フロック形成池	上下流路	仕切板設置	A	○	
薬品沈殿池	沈殿池	傾斜板設置	B	×	金額が大きく、費用対効果を考えた結果含めないこととした。
急速ろ過池	流入口	流入管設置	A	○	
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	C	○	
	中間塩素注入	注入管	A	○	
		注入弁	A	○	
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床躯体	A	○	
		乾燥床砂利/砂	A	○	
配水施設	配水ポンプ	配水ポンプ	A	○	
電気設備	非常用発電機(井戸)	発電機	B	×	発電機の燃料消費量については、実際に負荷として使用している分に大きく左右されるため、発電機容量の大きさはそれほど問題ではない。よって発電機については現状のまま使用することとした。
	非常用発電機(場内)	発電機	B	×	
各施設		再塗装	C	○	

### 3-3-5-2 相手国側分担事業の概要

前述した通り、ディングルポトタン WD の不明水率が非常に高く、このため LWUA のローンで配水管の敷設を行っている。引き続き、この配水管敷設替え工事については実施するものとする。

### 3-3-6 運営・維持管理費

2011～2015 年における、年間予想支出及び予想収入を下表に示す。この表にはディングルポトタンの①合計配水量、②年間予想支出額、③年間予想収入額及び④収益が示される。

計算根拠・仮定を以下に示す。

- ✓ 現在の不明水率は 62.1%であるが、配管更新を行うので、LWUA の基準である 25%とする。
- ✓ 本浄水場はポトタン町に配水する
- ✓ 浄水場の電気代は配水ポンプ、井戸ポンプ、攪拌機など運転であり、配水量によって運転時間が異なるので、配水量によって電気代も異なる（電気代単価 6Peso/kwh）。
- ✓ 浄水場の薬品代は塩素滅菌（注入率 3mg/ l [150Peso/kg 有効塩素 70%]）PAC（注入率 40mg/ l [50Peso/kg]）で算出した。

- ✓ ディングル側の電気・薬品代の算出は2009年における実績の配水量(3146.1m<sup>3</sup>/日)とディングルに比例配分した Pumping Cost と Chemical Cost の合計金額(3, から、計画配水量を比例配分して算出した
- ✓ 年間予想支出において、年間給料支払い、年間その他維持管理費、年間減価償却、年間利息払いについてはディングルーポトタン WD の2009年の実績値を採用した。これらの値は配水量に関係なく一定値としている。
- ✓ 料金体系は、使用量が増加すると単価が高くなることになっているので、収入は単純に配水量に比例するものではないが、計算を簡単にするため2009年における1日当り有効配水量と年間収入の実績から、有効配水量に比例して年間予想収入を算出した。

表 3-14 ディングル-ポトタンWD の各配水量における推定年間収支

項 目	単 位	2011	2012	2013	2014	2015
Dingle 配水量	m <sup>3</sup> /日	2,203	2,397	2,592	2,787	2,981
Pototan 配水量	m <sup>3</sup> /日	1,091	1,215	1,338	1,462	1,586
合計	m <sup>3</sup> /日	3,293	3,612	3,930	4,249	4,567
Pototan 薬品代	Peso/日	4,118	4,585	5,053	5,520	5,988
Pototan 電気代	Peso/日	5,639	6,013	6,386	6,760	7,133
②Pototan 電気・薬品費合計	Peso/日	9,757	10,598	11,439	12,280	13,121
上記年間換算 (Pototan)	Peso/年	3,561,318	3,868,283	4,175,248	4,482,212	4,789,177
年間給料支払い (Dingle+Pototan)	Peso/年	3,004,988	3,004,988	3,004,988	3,004,988	3,004,988
年間その他維持管理費 (Dingle+Pototan)	Peso/年	3,521,313	3,521,313	3,521,313	3,521,313	3,521,313
年間減価償却 (Dingle+Pototan)	Peso/年	900,999	900,999	900,999	900,999	900,999
Dingle 電気・薬品代支出	Peso/年	2,398,925	2,610,937	2,822,948	3,034,960	3,246,972
③年間支出合計	Peso/年	13,387,543	13,906,519	14,425,496	14,944,472	15,463,449
2009年々間収入 (Pototan)	Peso/年	3,199,304	3,199,304	3,199,304	3,199,304	3,199,304
2009年1日当り有効配水量(Pototan)	m <sup>3</sup> /日	455.9	455.9	455.9	455.9	455.9
Pototan 有効配水量 (UFW30%)	m <sup>3</sup> /日	818	911	1,004	1,097	1,190
Pototan 予想収入	Peso/年	5,740,361	6,392,116	7,043,872	7,695,627	8,347,383
Dingle 有効配水量 (UFW30%)	m <sup>3</sup> /日	1,542	1,678	1,814	1,951	2,087
Dingle 予想収入	Peso/年	10,820,575	11,776,873	12,733,171	13,689,469	14,645,766
④年間予想収入 (Dingle+Pototan)	Peso/年	16,560,936	18,168,989	19,777,042	21,385,096	22,993,149
⑤収益	Peso/年	3,173,393	4,262,470	5,351,547	6,440,624	7,529,700

上記の計算によれば、各年で赤字になることはない。但し、この計算では配水管敷設のローンの返却は考慮していない。

### 3-3-7 協力対象事業実施に当たっての留意事項

2010年7月現在における予定では、本プロジェクトは先方負担である配水管工事が完成した後に配水することになるが、配水管工事は予算の制約があったため、ディングル-ポトタン WD が直営で工事を行っている。実際施工管理を行っている者はWDの技師であり、これに加えて通常の維持管理業務及び建設中の事務所棟の施工管理も担当しており、配管工事の品質管理が疎かになっていることは事実である。このため、圧力試験(漏水を確認

するための試験) の検査で適正な配管工事が行われていないことが判明する可能性が大きい。従って、多少時間を要するにせよ、圧力試験とその補修工事の実施は不可欠であり、確実なる補修工事を行って、完全に漏水のない状況で供用開始することが重要である。

### 3-4 ポンテペドラ WD の協力対象事業の概略設計

#### 3-4-1 改修方針

##### 3-4-1-1 改修計画の方針

ポンテペドラにおける改修計画の方針は以下の通りである。

- ✓ 基本設計時と同じく、鉄、マンガン、色度、濁度を除去するものとして、塩分については除去しない。
- ✓ 送水ポンプの容量を見直し、これにかかる維持管理費を抑える。
- ✓ ポンテペドラ WD には  $300\text{m}^3$  の配水池があり、配水制御が複雑なフローティングシステムで配水されているが、送水管を設けて配水制御を容易にする。
- ✓ 塩分によって、配管が腐食している箇所が多くあり、これらの配管類は交換する。

##### 3-4-1-2 中長期計画との整合性

“Improvement Plan for Management and Services on The Water Supply System of Pontevedra Water District (NJS 2010)” において下表に示す将来の給水計画が示されている。現在の給水量は前述した通り約  $1,700\text{m}^3/\text{日}$ 、既存水源からの最大給水量は Sabulagon 浄水場の処理水量 ( $2,573\text{m}^3/\text{日}$ )、Yatiga 井戸 ( $7.5\text{ l/s}$  の 22 時間運転で  $594\text{m}^3/\text{日}$ ) 及び Hipona 井戸 ( $4\text{ l/s}$  の 22 時間運転で  $317\text{m}^3/\text{日}$ ) の合計  $3,484\text{m}^3/\text{日}$  となり、2020 年の以降は日最大水量が不足し、新たな水源開発が必要となる。

表 3-15 ポンテベドラ WD の中長期給水計画

項目	単位	2015 年	2020 年	2030 年
ポンテベドラ町総人口	人	44,286	45,775	48,904
給水区域のバランガイ数	数	17	22	26
上記人口	人	37,382	43,041	48,904
給水接続数	箇所	1,854	2,827	5,090
給水率	%	20.9	30.9	52.0
給水人口	人	9,266	14,131	25,436
給水原単位	L/人/日	120	130	140
日平均消費量	m <sup>3</sup> /日	1,250	2,054	3,984
不明水率	%	30	25	20
日平均給水量	m <sup>3</sup> /日	1,786	2,737	4,986
日最大給水量	m <sup>3</sup> /日	2,322	3,558	6,481

### 3-4-1-3 計画処理水量についての方針

上記で述べたように、2020 年において日最大給水量が不足するものの、本フォローアップの基本方針として、既存浄水場の能力を確保するために改修を行うもので、基本設計の通り、浄水場の能力 2,573m<sup>3</sup>/日を計画処理水量とする。

### 3-4-1-4 水質・浄水処理についての方針

本浄水場は基本的に先方で新規に開発する別の水源を使用することを前提している。この水源は塩分濃度が基準値以下であることが期待される。但し、新規水源の鉄やマンガンなどその他の水質項目については不明で、これらの値によっては汚泥乾燥床などの大きさが変わってくるが、水源開発に時間を要していることから、暫定的に現在の井戸の水質と同じという前提で改修を行うこととする。但し、前述したように塩分の除去は行わない。

### 3-4-2 基本計画

現地調査結果を基に策定した既存浄水場の改修内容の概略を下表に示す。また、各施設の問題点及び対策を下表に引き続いて記述する。

表 3-16 施設改修検討内容

項 目		改修内容
取水 施設	深井戸	なし（先方負担により新規水源開発を実施中）
	深井戸ポンプ	
浄水 施設	除砂器	なし
	曝気塔	維持管理用開口部の設置
	急速攪拌機	なし
	上下う流フロック形成池	う流水路の仕切り板の改良
	薬品沈殿池	汚泥引抜管の交換、傾斜板の設置
	急速ろ過池	ろ過池流入口の改良、表洗管の交換
	逆洗ポンプ	交換
	表洗ポンプ	なし
	浄水池	なし
	逆洗排水槽	なし
	回収ポンプ	なし
	逆洗排水汚泥ポンプ	なし
	汚泥乾燥床	改良
	凝集剤注入設備	なし
	薬品攪拌機	なし
	凝集剤注入ポンプ	なし
	塩素注入設備	なし
	塩素攪拌機	なし
	中間塩素注入ポンプ	交換、注入配管の改良
	後塩素注入ポンプ	交換、注入点の変更
非常用発電機	容量見直して交換	
送水 施設	送水ポンプ	容量見直して交換
	圧力タンク	なし
	送水管	新規 φ200 埋設配管敷設

### 3-4-2-1 曝気塔

曝気による鉄の酸化処理に関しては、現在は曝気塔の入口の扉を開放して運転しており、原水の溶存酸素 1mg/l に対して曝気後は 6.5mg/l と酸素濃度が十分である。また、曝気を停止直後に塔内の酸素濃度を測定したところ外部酸素濃度 21%に対して 20.6%と酸素濃度が確保されていることから曝気処理は問題ないと考えられる。

しかしながら、下部水槽の維持管理用マンホールは曝気塔の入り口から対角の隅に設けられており、採光ができず清掃・点検作業が困難であることから、下部水槽に開口部を 2 箇所増設する。なお、昇降用のステップのかわりにスライド伸縮式の可搬式梯子を供与する。

開口部寸法： 600×600 2 箇所

梯子：長さ 5m、アルミ製スライド伸縮式・可搬式

### 3-4-2-2 フロック形成池

本計画のフロック形成池では、上下う流板による重力攪拌にてフロックが形成されている。現状では、第1池から第3池までの平均流速がそれぞれ0.13m/s、0.06m/s、0.04m/sであり、設計基準値の0.15～0.30m/sと比較すると流速が遅いことから、十分な攪拌強度が得られず良好なフロック形成ができない状況にある。したがって、平均流速を上げるため上下う流水路の仕切板の改良を行う。具体的には、仕切板の設置幅を拡大し、伏流部及び越流部の開口断面積を狭めることで流速を上げる。下表に現状と改修後のう流水路の開口寸法と平均流速、G値及びGT値について示す。

表 3-17 上下う流水路の改良と平均流速

		開口寸法	伏流部の 平均流速	越流部の 平均流速	上下流の 平均流速	G 値	GT 値
		m×m	m/s	m/s	m/s		
現 状	第1池	1×0.25	0.125	0.125	0.125	21.7	42,952
	第2池	1×0.50	0.0626	0.0626	0.0626		
	第3池	1×0.75	0.0417	0.0417	0.0417		
改 修	第1池	1×0.12	0.261	0.261	0.125	47.2	93,469
	第2池	1×0.15	0.210	0.210	0.0626		
	第3池	1×0.20	0.157	0.157	0.0417		
設計基準値			0.15～0.30			10～75	23,000～ 210,000

改修の施工方法は、伏流部については底部に改良後の開口幅と等しい長さの角材をはめ込み既存仕切板の設置箇所を下方へ移動させると共に、上部に仕切板を追加する。越流部については、既存仕切板と同様の板を上部に追加して開口部の断面積を小さくする。

<p>&lt;第1池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.12m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L12cm 38ヶ所            仕切板設置： W13cm×L100cm×T3cm 38ヶ所</p> <p>&lt;第2池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.15m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L15cm 18ヶ所            仕切板設置： W35cm×L100cm×T3cm 18ヶ所</p> <p>&lt;第3池&gt;            伏流部・越流部 断面積：0.20m<sup>2</sup>            角材設置： □2.5cm×5cm × L20cm 12ヶ所            仕切板設置： W55cm×L100cm×T3cm 12ヶ所</p>
---

### 3-4-2-3 薬品沈殿池

既存の沈殿池は矩形横流式沈殿池であるが、形成されたフロックの沈降が十分でないため、沈殿池からろ過池へフロックのキャリーオーバーが見られる。また、沈殿池底部に蓄



積した汚泥を排泥するための汚泥引抜管の腐食が著しく、排泥処理が適正に行われていない。

施設設計基準と現状の施設を比較すると、表面負荷率 25.5mm/min で基準値 15～30mm/min の範囲内であり、平均流速は 110mm/min で基準値の 400mm/min 以下を満たしている。しかし、滞留時間が 2.1 時間となっており通常適用される値の 3～5 時間以上と比較して滞留時間が短く、フロックの沈殿が不十分であると判断される。このため、効果的なフロックの沈降・分離を促すべく、沈殿池に傾斜板を設置する。傾斜板を設置することで、表面負荷率が 25.5mm/min から 7mm/min に改善されるため、キャリーオーバーしていた微小フロックも沈殿池で沈降除去されると考える。傾斜板の仕様は以下のとおり。

材質：PVC 傾斜板、ステンレス製ラック
ラック寸法： W700×L2000×H1800 (18 段×7 列×2m 長) 6 式
W800×L2000×H1800 (18 段×8 列×2m 長) 12 式

なお、キャリーオーバーに関して、流出の越流トラフの堰負荷は 339m<sup>3</sup>/d/m で基準値の 500m<sup>3</sup>/d/m 以下であり、越流トラフの構造は問題ないと考えられる。

また、原水の高塩分濃度により汚泥引抜管が腐食しており、排泥処理が機能していないことから、既存配管を全て撤去し、新たに排泥用ポンプを設置する。排泥用ポンプは、沈殿池頂版に設置するものとし、自吸式ポンプとすることで水面下にある汚泥を引抜けるようにするものである。電力供給は、凝集剤注入室に設置された分電盤から取り出すものとする。汚泥の引抜きについては、1 週間に 1 度とし、各ホッパーに堆積した汚泥を排泥用ポンプにて排出し汚泥乾燥床に送る。各ホッパーからの排泥は、5～10 分程度で行うものとする。

排泥用ポンプ：自吸式陸上ポンプ 240L/min×10mH×1.5kW Φ50 2 式
吸込側配管：Φ75 PVC L=90m
吐出側配管：Φ75 鋼管 L=25m
電気設備工事：既存分電盤の改良および延長コード 1 式

沈殿池の流入弁についても腐食しており、フランジの部分より SUS 製手動式バタフライ弁と交換する。

流入弁：Φ250 手動式バタフライ弁 (SUS 製) 2 式
--------------------------------

#### 3-4-2-4 急速ろ過池

ろ過池の機能については、ろ過砂の状況は問題なく、ろ過速度も 135.4m/d で基準値 120～150m/d の範囲内である。しかし、ろ過池流入部の構造及び逆洗・表洗設備に不具合があ

り、ろ過池の機能が低下している。

既存の施設では、ろ過池の流入部で処理水が高位置から落下してフロックが破壊されている。これを防ぐため、流入部に管を設置し、配管を伝ってろ過池内に流入する構造に改良する。

流入管：Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装 2m	2 式
堰板：W30cm×L90cm×T3cm 木製	2 式
堰板支持板：W50cm×L150cm×T3cm ×2 木製	2 式

逆洗設備では、逆洗ポンプが故障し取り外されており、現在表洗ポンプが逆洗/表洗兼用ポンプとして使用されているが、逆洗洗浄能力が低く、洗浄不足によりろ過砂の閉塞する時間が早くなっている。このため、正常の洗浄能力に回復するべく逆洗ポンプを交換する。またポンプは耐塩水仕様のものとする。

仕様：陸上ポンプ 6.4m <sup>3</sup> /min×12mH×22kW Φ250×Φ200	1 式
---	-----

表洗設備では、表洗管が腐食しているため、表洗管を耐食性の高い材質の配管に交換する。また表洗ポンプの流量計が故障しており、これを交換する。

表洗管：Φ150 主管/Φ50 枝管/Φ25 ノズル 鋼管 耐塩塗装	1 式
流量計：Φ150 タービン式 積算表示	1 式

#### 3-4-2-5 塩素消毒設備

既存の塩素注入設備は、溶解槽で攪拌溶解した塩素を、定量ダイヤフラムポンプにて中間塩素は沈殿池末端の越流トラフ、後塩素はろ過池末端の集水槽で注入する方式である。現状では、中間塩素、後塩素とも注入ポンプの不具合により適切な塩素注入が行われていない。

中間塩素注入設備は現在稼働しているが注入ポンプのダイヤフラムから液漏れがみられるため、同じ仕様のポンプと交換する。また、各越流トラフへの塩素注入が均等に行えていないことから、配管を改良し注入点にコックを設置する。

仕様：定量ポンプ 1.7~2.0l/min×0.8MPa×0.2kW	1 式
注入管：Φ15PVC 12m	1 式
注入弁：Φ15 コック	4 式

後塩素注入設備は注入ポンプが故障しており機能していないため交換する。また、注入点を現在のろ過池集水槽から送水管への直接注入に変更してほしいとの要望が WD から出された。現在の水需要量では浄水池内での滞留時間が長時間となるため残留塩素が減少してしまう状況であることから、注入点を送水管へ変更する。

仕様：定量ポンプ 0.25～0.3l/min×1.0MPa×0.2kW 1式  
注入管：Φ15PVC 30m  
注入管保護トラフ：RC製 D150×W150 グレーチング蓋 20m  
注入部保護箱：RC製 1000×1000×800、鋼製蓋

また塩素注入室の扉及び塩素攪拌機の支持台が腐食しているため、これらを交換する。

注入室扉：900×2100 SUS製 1式  
攪拌機支持台：W500×L3000 木製 耐水ペイント 1式

#### 3-4-2-6 汚泥乾燥床

基本設計当時の排水基準(1990年施行)においては、本浄水場の排水量が少ないため排水処理の必要はなかったが、2004年に水質浄化法が成立し、少量であっても排水基準を上回る場合は、排水処理が求められるようになった。既存の汚泥乾燥床は、砂・砂利が充填されておらず現在使用されていない。このため、本来の乾燥床の機能を回復するために、配管及び砂・砂利充填など既存の乾燥床の改良を行う。

充填材：砂利 10-20mm/25-35mm/40-60mm、砂 4-6mm  
充填材支持構造：木製支持板、止水加工、PVC ネット

発生汚泥量に対する乾燥床の面積について、現状の水質から再計算した結果、0.5mの有効水深の場合で必要面積は24m<sup>2</sup>となる。この操作は汚泥を濃縮から乾燥工程を6日間として、1日は汚泥ケーキの排出及び汚泥の流入として、一工程は合計7日間で行う。

現在の汚泥乾燥床の面積は、32m<sup>2</sup>であるため、必要面積24m<sup>2</sup>を満たす。よって増設は行わないものとする。

下表に発生汚泥量と乾燥床の計算を示す。

表 3-18 発生汚泥量と乾燥床の検討

原水水質			備考
処理量 Q	m <sup>3</sup> /d	2,708	
色度	度	1.5	
PAC	mg/l	20	
濁度	度	1.6	
鉄	mg/l	4.2	
発生汚泥量			
色度由来	kg/d	0.0	色度は実験の結果、1度当り 1.5mg/l の SS が発生する*
PAC 由来	kg/d	8.3	注入率 1mg/l 当り、1度当り 0.153mg/l の SS が発生する
濁度由来	kg/d	4.3	濁度は 1度当り 1.0mg/l の SS が発生する
鉄由来	kg/d	21.7	鉄は 1mg/l 度当り 1.91mg/l の SS が発生する
汚泥重量	kg/d	34.3	
汚泥量/日	m <sup>3</sup>	3.43	汚泥濃度 10kg/m <sup>3</sup> (1%) *
汚泥乾燥床			
必要面積(7 日分)	m <sup>2</sup>	24	引抜汚泥濃度 20kg/m <sup>3</sup> (2%)、汚泥発生量は上記半分 (1.7m <sup>3</sup> /日) となる、有効水深 0.5m
現状面積	m <sup>2</sup>	32	有効水深 0.5m

\*毎日発生する汚泥濃度は 10kg/m<sup>3</sup> であるが、7 日間に 1 回引き抜くので濃縮されて引抜き汚泥濃度は 20kg/m<sup>3</sup> とする

\*色度は 5 度まで除去するものとする

### 3-4-2-7 送・配水施設

現状の送・配水施設では、計画給水量のピーク時における配水に対応した送水ポンプが 2 台設置されている。しかし現在の給水量は約 1,000m<sup>3</sup>/日であり、計画給水量に満たず、さらに夜間の小流量時には特に過大となっている。この問題については、今回のフォローアップ工事において直接配水するのではなく、送水専用管を敷設することで配水池に送水することができるようになるため、解決されることになる。しかしながら、水源に塩水が混入しており、配管等の各設備に錆が進行していることが確認されていることから、既設のポンプも錆の進行により故障し送水できなくなることが懸念されている。故障の際には WD 負担によるポンプの交換が難しいため、今回のフォローアップ工事の対象として耐塩水仕様のポンプに交換する。なお容量については、初期費用を抑えるため、容量を半分程度に下げることとし、ピーク時に 2 台運転、需要量の少ない時間帯は 1 台運転とする。また流量計が故障していることから、流量計を交換する。

仕様：自吸式ポンプ 1.34m <sup>3</sup> /min×45m×22kW Φ100 2 式
流量計：Φ200 タービン式 積算表示 1 式

さらに、既存の送水管は送配水兼用管となっているのに加え、浄水池内の塩分濃度を希釈するため他水源からのバイパス管が接続されており、オペレーションが非常に複雑である。これを改善するため、送水ポンプから直接浄水池に送水できる配管を新規に敷設する。

送水管：Φ200 ライニング鋼管 80m
----------------------

Φ200 PVC 埋設配管	470m
仕切弁：GV Φ200 耐塩塗装	1 式

また、既存浄水池の流入管の定水位弁が取り外されているので、これを設置する。

定水位弁：定水位弁 Φ150 ボールタップ付	1 式
流入弁：仕切弁 Φ150	1 式

#### 3-4-2-8 電気設備

今回送水ポンプの容量を小さくすることにより必要とする発電機容量も下がるため、これに見合った容量の発電機に取り替える。

仕様：220V 60Hz 90kVA 消音型	1 式
------------------------	-----

#### 3-4-2-9 各施設の再塗装

各施設の壁面、手摺および扉に対して再塗装の要望がWDよりあったためこれを行う。

各施設：壁面、手摺および扉の再塗装	1 式
-------------------	-----

#### 3-4-2-10 施設改修仕様一覧

下表に、施設改修の仕様一覧を示す。

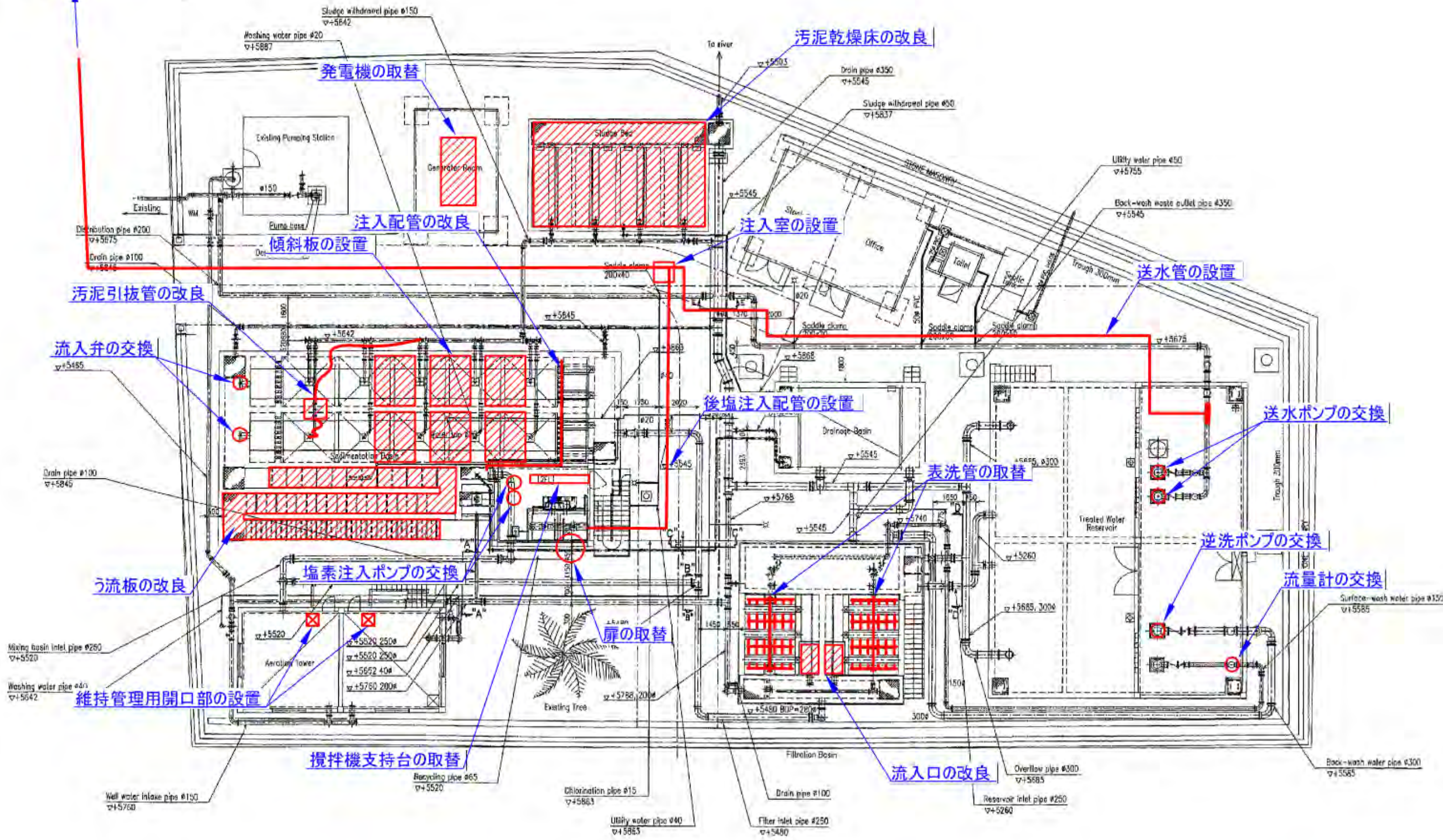
表 3-19 施設改修の仕様

施設名	設備	工種・装置	区分	仕様・詳細	単位	数量
曝気塔	下部水槽	開口部設置	改修	□600×600 扉付近	式	2
		梯子	新規	アルミ製 スライド伸縮式 5m	基	1
フロック形成池	上下う流路伏流部	角材設置	改修	角材 □2.5cm×5cm - L12cm/15cm/20cm 耐水性	m	15
	上下う流路越流部	仕切板設置	改修	仕切板 W25cm×L100cm×T3cm 耐水性	枚	84
薬品沈殿池	流入管	流入弁	交換	手動式バタフライ弁 Φ250 耐塩塗装 SUS	基	2
	沈殿池	傾斜板設置	新規	PVC 製 傾斜板、SUS 製 ラック W700/800×L2000×H1800	式	1
	汚泥引抜設備	排泥用ポンプ	新規	自吸式陸上ポンプ 240l/min×10mH×1.5kW Φ50	式	2
		吸込側配管	新規	Φ75 PVC	m	90
		吐出側配管	新規	Φ75 鋼管	m	25
電気設備工事	新規	既存分電盤の改良および延長コード	式	1		
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	Φ150 鋼管フランジ付 耐塩塗装、堰板	式	2
	逆洗設備	逆洗ポンプ	交換	6.4m <sup>3</sup> /min×12mH×22kW Φ250×Φ200	基	1
	表洗設備	表洗管	交換	Φ150/50/25 鋼管 耐塩塗装	式	1
		流量計	交換	Φ150 タービン式 積算表示	基	1
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	交換	900×2100 SUS 製	式	1
	塩素攪拌機	攪拌機支持台	交換	W500×L3000 木製 耐水ペイント	式	1
	中間塩素注入	注入ポンプ	交換	1.7~2.0l/min×0.8MPa×0.2kW	基	1
		注入管	交換	Φ15 PVC	m	12
		注入弁	新規	PVC コック Φ15	基	4
	後塩素注入	注入ポンプ	交換	0.25~0.3l/min×1.0MPa×0.2kW	基	1
		注入管	交換	Φ15 PVC	m	30
		注入管用側溝	新規	RC 製トラフ D150×W150 グレーチング蓋	m	20
注入部保護箱		新規	RC 製 1000×1000×800、鋼製蓋	基	1	
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床砂利/砂	改修	充填砂利 10-20mm/25-35mm/40-60mm、砂 4-6mm	式	1
送水施設	場内送水管	送水管	新規	Φ200 エポキシライニング鋼管 埋設配管	m	80
		送水管	新規	Φ200 PVC 埋設配管	m	470
		仕切弁	新規	仕切弁 Φ200 耐塩塗装	基	1
		流量計	新規	Φ200 タービン式 積算表示含む	基	1
		定水位弁	新規	定水位弁 Φ150 ボールタップ付	基	1
		流入弁	新規	仕切弁 Φ150 耐塩塗装	基	1
送水ポンプ	送水ポンプ	交換	1.34m <sup>3</sup> /min×45m×22kW Φ100	基	2	
電気設備	非常用発電機	発電機	交換	90kVA	基	1
各施設		再塗装	改修	壁面、手摺および扉 再塗装	式	1

### 3-4-3 概略設計図

次頁に改修計画平面図を示す。

配水池へ



改修計画内容を赤字で示す

対象WD	図名称	図番号
ポンテペドラWD	改修計画平面図	図3-4
		縮尺
		NON

#### 3-4-4 各改修工事の優先度

上記基本計画で改修が必要とされた内容の内、本フォローアップ協力の対象とする項目については、予算との兼ね合いも考えた上で優先度を設けることとした。各項目について、次の3段階の優先度を設けた。

- A：適正な浄水処理を行うために必ず実施が必要な項目
- B：維持管理の簡素化や電力費低減のために実施が望ましい項目
- C：美観を損なわないために行う項目



表 3-20 施設改修の優先度

施設名	設備	工種・装置	区分	優先度	理由	
曝気塔	下部水槽	開口部設置	改修	A	現在も開口部はあるが、ステップが設けられておらず維持管理が困難なために新規に設置することが必要	
		梯子	新規	A		
フロック形成池	上下う流路	仕切板設置	改修	A	フロック形成のために改修が必要	
薬品沈殿池	流入管	流入弁	交換	A	腐食が激しいために交換が必要	
	沈殿池	傾斜板設置	新規	B	フロック沈降促進のために設置する。これがない場合、ろ過池の逆洗回数を増加させることで対応する。	
	汚泥引抜設備	排泥用ポンプ	吸込側配管	新規	A	腐食が激しく配管に穴が開いており、適切な汚泥引き抜きが出来ない状況であるために改修は必要
			吐出側配管	新規	A	
			電気設備工事	新規	A	
			新規	A		
急速ろ過池	流入口	流入管設置	改修	A	フロックを破壊させないためにも必要	
	逆洗設備	逆洗ポンプ	交換	A	現在、表洗ポンプを逆洗に代用しており、適切な逆洗が行われていないので必要	
	表洗設備	表洗管	交換	A	腐食が激しく配管に穴が開いており、現状では適切なる過池の表面洗浄できない状況で交換は必要	
		流量計	交換	A	流量を把握するためにも必要	
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	交換	C	浄水場運転上は影響ないのでCとした	
	塩素攪拌機	攪拌機支持台	交換	B	現状では腐食は激しいもの、当面の間、運転上は問題ないのでBとした。	
	中間塩素注入	注入ポンプ	交換	A	油漏れがあるので交換が必要	
		注入管	交換	A	塩素注入を等分布にさせるため必要	
		注入弁	新規	A		
	後塩素注入	注入ポンプ	交換	A	故障のため稼働できず交換が必要	
		注入管	交換	A	現在の注入管では配管が閉塞した場合、維持管理が困難なので交換が必要	
		注入管用側溝	新規	A		
注入部保護箱		新規	A			
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床砂利/砂	改修	A	現状では適切な乾燥ができないため必要	
送水施設	送水管	送水管	新規	B	これは、現在ポンテペドラ WD はフローティングシステムで配水制御が困難なために設置する。但し、現状は適正なものではないが、配水はされているのでBとした。ただし、流量計については故障しているためAとする。	
		仕切弁	新規	B		
		流量計	新規	A		
		定水位弁	新規	B		
		流入弁	新規	B		
	送水ポンプ	送水ポンプ	交換	A	送水ポンプの錆進行による故障のリスクが高いため、耐塩水仕様のポンプに交換することが必要。	
電気設備	非常用発電機	発電機	交換	B	発電機の燃料消費量については、実際に負荷として使用している分に大きく左右されるため、発電機容量の大きさはそれほど問題ではない。よって、Bとした。	
各施設		再塗装	改修	C	運転上の影響はないのでCとした	

### 3-4-5 協力対象とする改修工事内容

#### 3-4-5-1 協力対象とする改修工事内容

上記優先度を踏まえて SW ミッションにおいて WD 及び LWUA と協議した結果、A については適正な浄水処理に必要な項目であるため、協力対象とすることとした。また優先度 B と C については、各項目の事業費とその効果を総合的に勘案した結果、最終的に次の項目の改修工事を行うこととなった。

表 3-21 協力対象とする改修工事内容

施設名	設備	工種・装置	優先度	実施の有無	実施しない理由
曝気塔	下部水槽	開口部設置	A	○	
		梯子	A	○	
ブロック形成池	上下う流路	仕切板設置	A	○	
薬品沈殿池	流入管	流入弁	A	○	
	沈殿池	傾斜板設置	B	×	金額が大きく、費用対効果を考えた結果含めないこととした。
	汚泥引抜設備	排泥用ポンプ	A	○	
		吸込側配管	A	○	
		吐出側配管	A	○	
電気設備工事		A	○		
急速ろ過池	流入口	流入管設置	A	○	
	逆洗設備	逆洗ポンプ	A	○	
	表洗設備	表洗管	A	○	
		流量計	A	○	
塩素注入施設	塩素注入室	注入室扉	C	○	
	塩素攪拌機	攪拌機支持台	B	○	
	中間塩素注入	注入ポンプ	A	○	
		注入管	A	○	
		注入弁	A	○	
	後塩素注入	注入ポンプ	A	○	
		注入管	A	○	
		注入管用側溝	A	○	
注入部保護箱		A	○		
汚泥乾燥床	乾燥床	乾燥床砂利/砂	A	○	
送水施設	場内送水管	送水管	B	○	
		仕切弁	B	○	
		流量計	A	○	
		定水位弁	B	○	
		流入弁	B	○	
	送水ポンプ	送水ポンプ	A	○	
電気設備	非常用発電機	発電機	B	×	発電機の燃料消費量については、実際に負荷として使用している分に大きく左右されるため、発電機容量の大きさはそれほど問題ではない。よって発電機については現状のまま使用することとした。
各施設		再塗装	C	○	

### 3-4-5-2 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトは既存浄水場の改修および新規水源の開発を行って、飲料に適した水質の水を給水することが大きな目的である。浄水場改修は本邦負担、新規水源開発は先方負担で実施する。この新規水源開発にあたっては、ポンテベドラ WD が LWUA に対してローンを申請し実施することになっているが、予算確保に時間がかかり、工程が大幅に遅れている現状にある。その概要は以下の通りである。

- ✓ 新規井戸掘削

- ✓ ポンプ設置
- ✓ 導水管（井戸から浄水場までの配管）敷設
- ✓ 電気引き込み

### 3-4-6 運営・維持管理費

2011～2015年における、年間予想支出及び予想収入を下表に示す。この表には合計配水量①における、1日当りの電気代・薬品代の合計②、年間予想支出額③、年間予想収入額④及び収益⑤が示される。

例えば、ポンテペドラ WD の1日当りの合計配水量は①1,300m<sup>3</sup>/日で、その時の1日当りの薬品電気代は②3,570Peso/日となる。そして、配水量1,300m<sup>3</sup>/日が年間平均として配水された場合の年間支出は③7,799,213Peso/年となり、この場合の収入は④8,646,726Peso/年で収益は⑤847,513Peso/年となる。

計算根拠・仮定は以下のとおり。

- ✓ Yatigan+Hipona の水源は処理が必要ないので、これらの水を優先的に使用し、Sablanton 浄水場の水は不足分を補うことで計算した。但し、Yatigan+Hipona の最大取水可能量 900m<sup>3</sup>/日である。
- ✓ Yatigan+Hipona の電気代はポンプの運転によるものである。（運転時間は井戸の取水の休憩時間を2時間として22時間とした）
- ✓ Yatigan+Hipona の薬品代は塩素滅菌のみで注入率は1mg/lとした。
- ✓ Sablanton 浄水場の電気代は送水ポンプ、井戸ポンプ、攪拌機など運転であり、配水量によって運転時間が異なるので、配水量によって電気代も異なる。
- ✓ Sablanton 浄水場の薬品代は塩素滅菌（注入率1mg/l）PAC（注入率40mg/l）で算出した。
- ✓ 年間予想支出において、年間給料支払い、年間その他維持管理費、年間減価償却、年間利息払いについてはポンテペドラ WD の2009年の実績値を採用した。これらの値は配水量に関係なく一定値としている。
- ✓ 有効配水量は不明水率50%（2009年12月の実績）算出した。例えば Colum1 では配水量は1300m<sup>3</sup>/日なので有効配水量は650m<sup>3</sup>/日となる。
- ✓ 料金体系は使用量が増加すると単価が高くなることになっているので、収入は単純に配水量に比例するものではないが、計算を簡単にするため2009年における1日当り有効配水量（533m<sup>3</sup>/日）と年間収入（7,090,315Peso/年）の実績から、有効配水量に比例して年間予想収入を算出した。（例えば、有効配水量650m<sup>3</sup>/日の年間予想収入は  $650 \times 7,090,315 / 533 = 8,646,726$  Peso）

表 3-22 ポンテベトラ WD の各配水量における推定年間収支

項 目	年	2011	2012	2013	2014	2015	
有効配水量	m <sup>3</sup> /日	850	950	1050	1150	1250	
不明水率	%	50	50	50	50	50	
配水量	Yatigan+Hipona	m <sup>3</sup> /日	900	900	900	900	900
	Sublangon	m <sup>3</sup> /日	800	1000	1200	1400	1600
	①合計	m <sup>3</sup> /日	1700	1900	2100	2300	2500
薬品・電気代	Yatigan+Hipona 電気代	Peso/日	1,485	1,485	1,485	1,485	1,485
	Yatigan+Hipona 薬品代	Peso/日	195	195	195	195	195
	Sublangon 電気代	Peso/日	1,800	2,197	2,595	2,992	3,390
	Sublangon 薬品代	Peso/日	1,771	2,214	2,657	3,100	3,543
②電気・薬品費合計	Peso/日	5,251	6,092	6,932	7,773	8,613	
年間予想支出	上記年間換算	Peso/年	1,916,717	2,223,473	2,530,229	2,836,985	3,143,741
	年間給料支払い	Peso/年	1,941,792	1,941,792	1,941,792	1,941,792	1,941,792
	年間その他維持管理費	Peso/年	2,417,335	2,417,335	2,417,335	2,417,335	2,417,335
	年間減価償却	Peso/年	549,177	549,177	549,177	549,177	549,177
	年間利息支払い	Peso/年	1,587,705	1,587,705	1,587,705	1,587,705	1,587,705
	③年間支出合計	Peso/年	8,412,725	8,719,481	9,026,237	9,332,993	9,639,749
予想収入	2009年 年間収入	Peso/年	7,090,315	7,090,315	7,090,315	7,090,315	7,090,315
	2009年 1日当り有効配水量	m <sup>3</sup> /日	533	533	533	533	533
	有効配水量 (UFW50%)	m <sup>3</sup> /日	850	950	1050	1150	1250
	④年間予想収入	Peso/年	11,307,257	12,637,522	13,967,788	15,298,053	16,628,318
	⑤収益	Peso/年	2,894,532	3,918,041	4,941,551	5,965,060	6,988,569

上記の計算によれば、いずれの配水量でも赤字になることはない。但し、この計算では新規水源開発分のローンの返却は考慮していない。また、上記計算では有効配水量を 533m<sup>3</sup>/日として年間収入を算出しているが、これは現在の接続数に基づいている。前述した通り、現在の接続数は 987 箇所、過去にはその倍の 2,000 箇所の接続数があった。仮に接続数が倍になった場合、2009 年の有効配水量 533m<sup>3</sup>/日から約 1,050m<sup>3</sup>/日になったとすれば、収益も同様に 2 倍程度上昇する。

### 3-4-7 協力対象事業実施に当たっての留意事項

前述した通り、本浄水場の現在の井戸に高濃度の塩分が含まれており、この影響で接続数が減少している。従って、塩分濃度の低い水を給水することが本プロジェクトの大きな目的であり、塩分の少ない新規水源開発が重要なポイントになる。新規水源の開発予定位置は現浄水場から約 1.2km 離れた場所にあり、塩分濃度が低いと期待されているが、地下水の水質については実際に掘削しないと分からない面があり、万一基準値以上の塩分が含まれていた場合にはその井戸を廃棄し再度別の位置に新規水源を開発する必要がある。

また、ポンテベトラ WD は不明水率が非常に高く、これが水道経営に大きく影響している。しかしながら、現在その原因については明らかにされていないことから、早急に調査を行い原因の解明と解決策を講じて、不明水率を下げ水道経営の改善を図ることが肝要である。