

モロッコ国
「高アトラス地域における
洪水予警報システム構築計画」
フォローアップ協力
フォローアップ協力報告書

平成 27 年 7 月
(2015 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
株式会社 建設技研インターナショナル

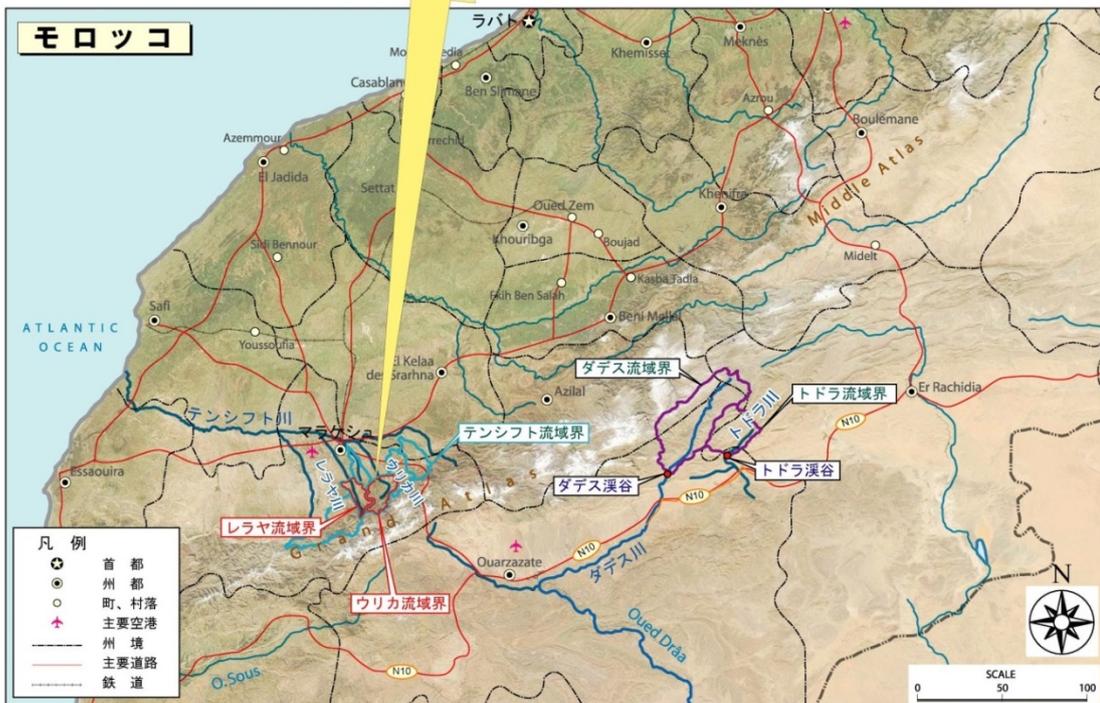
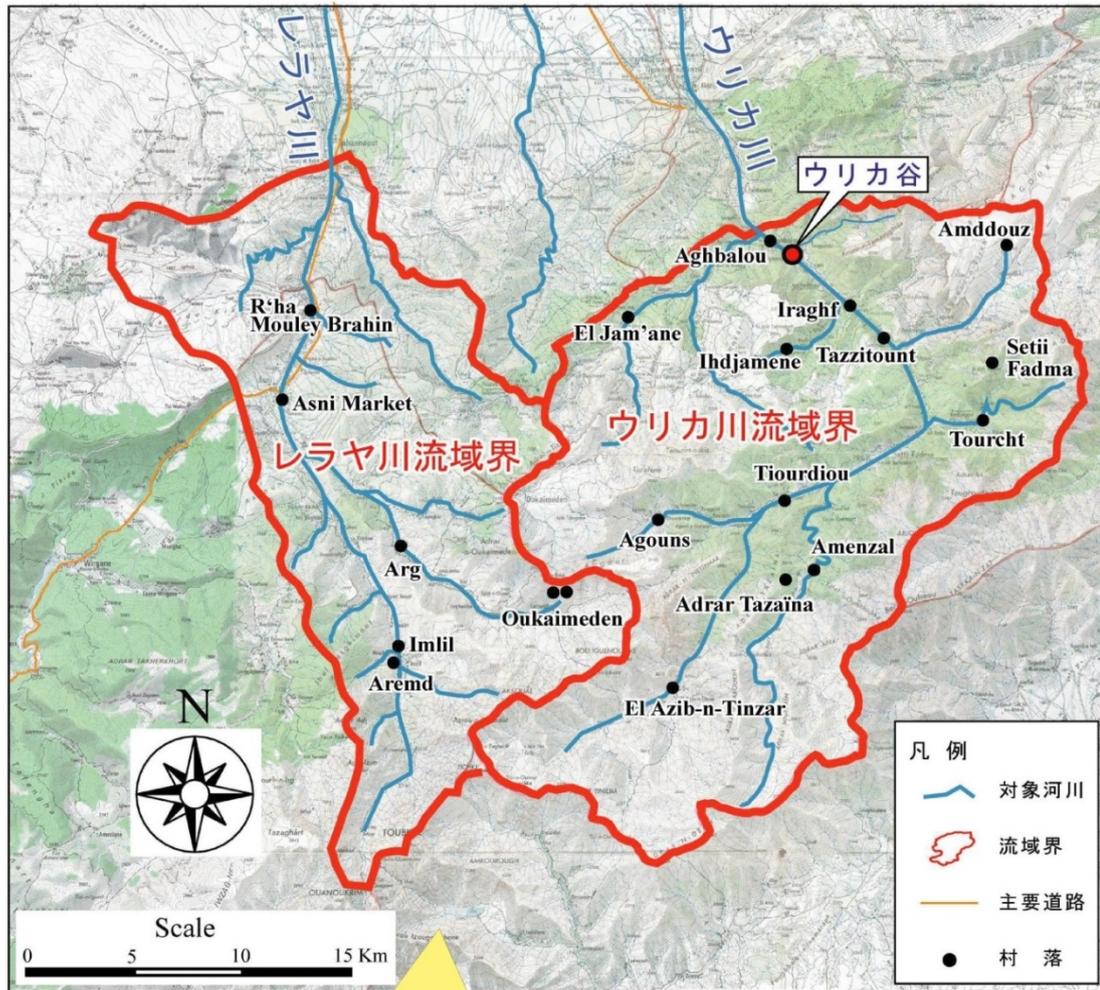
| |
|--------|
| 資金 |
| JR |
| 15-020 |

モロッコ国
「高アトラス地域における
洪水予警報システム構築計画」
フォローアップ協力

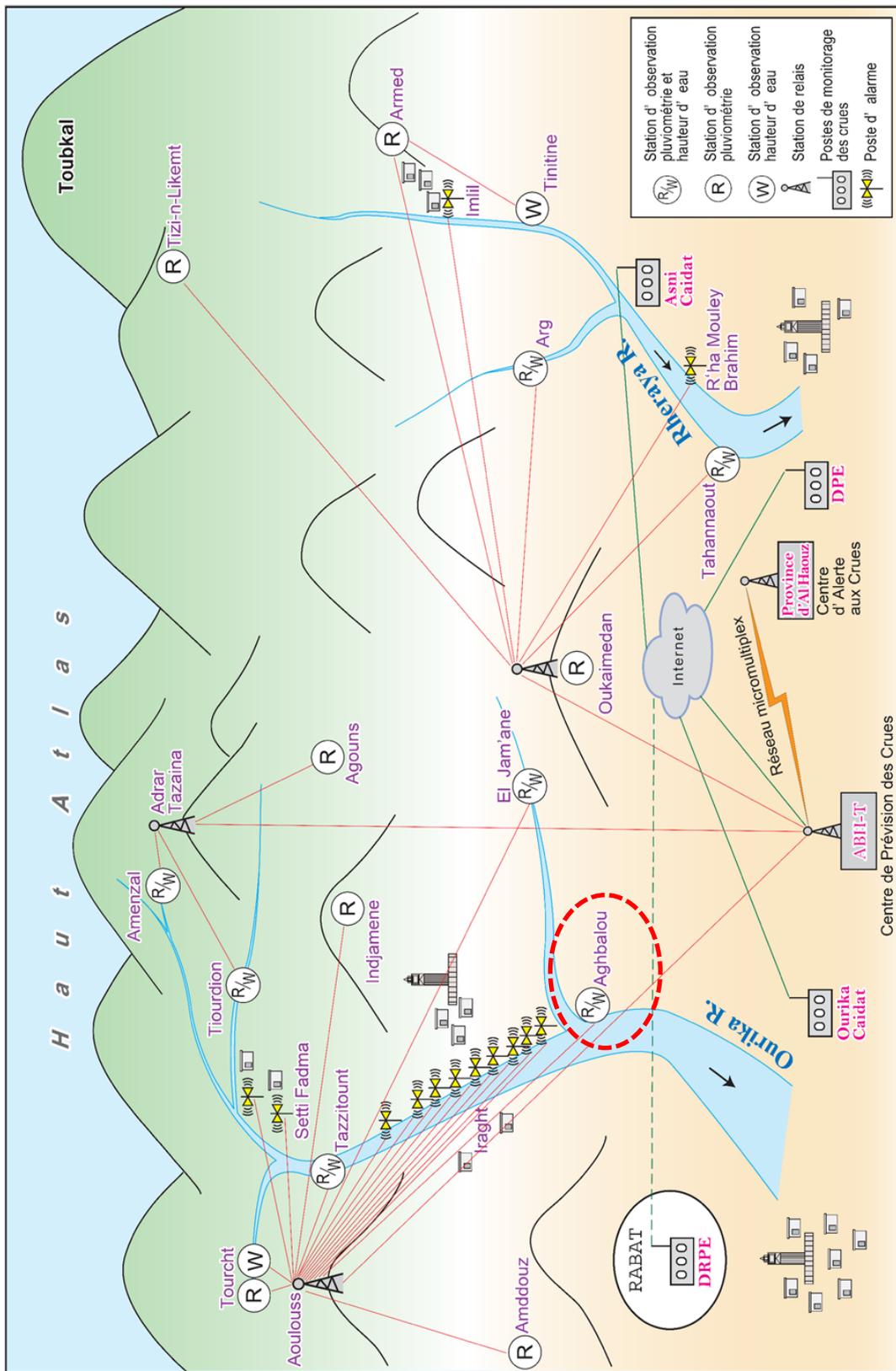
フォローアップ協力報告書

平成 27 年 7 月
(2015 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
株式会社 建設技研インターナショナル



対象地域位置図



高アトラス地域洪水予警報システム概念図

写真（1／5）



工事開始前



5月13日 既存施設の撤去



5月23日 型枠設置



5月25日 コンクリート打設



6月2日 コンクリート打設



6月3日 養生

写真（2 / 5）



6月4日 脱枠（下部）



6月4日 埋戻し



6月9日 蛇籠の設置



6月15日 水位計設置用ポール
およびアームの設置



6月26日 水位ゲージの設置



6月30日 土木竣工検査

写真 (3 / 5)



施設全景 1



施設全景 2



5月14日 ワイヤー用
既存ポールの撤去



6月6日 ワイヤー用新規ポールの
基礎コンクリート打設



6月14日 新規ケーブル用
ポール (3m) の設置



6月14日 新規ケーブル用
ポール (5m) の設置

写真（4 / 5）



7月9日 水位計機材据付



7月11日 水位計機材据付完了



7月10日 ケーブル据付
(アーム-3m 支柱間)



7月10日 ケーブル据付
(3m 支柱-5m 支柱間)



7月11日 水位計本体据付



7月11日 水位計本体据付完了

写真（5 / 5）



全景 1（工事開始前）



全景 2（工事完了後）

要 約

1. フォローアップ協力の概要

1.1 背景

無償資金協力「高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画」は2013年12月に完成した。しかし2014年11月下旬にモロッコ国南部において大規模な洪水が発生し、Aghbalou 観測局の水位計が基礎ごと倒壊し、その後当局の水位データの取得が途絶えたままになっており、早急なる復旧が求められていた。本フォローアップ協力は、このような事態に対応するため、Aghbalou 水位計の稼働および被害状況について確認を行い、水位計の復旧を行ったものである。

1.1 フォローアップ協力の概要

フォローアップ協力の概要は以下のとおりである。

表-1 フォローアップ協力の概要

| 番号 | 項目 | 内容 |
|----|-----------|--|
| 1 | 業務の目標 | Aghbalou の水位データが、観測局を経由し、洪水予報センターに送信される。 |
| 2 | 期待される成果 | Aghbalou に新規水位計が設置され、観測された水位データが Aghbalou 観測局に送信される。 |
| 3 | 要請概要 | Aghbalou 水位計の復旧 |
| 4 | 対象地域 (サト) | モロッコ国 Al Haouz 県 Aghbalou 地区 |
| 5 | 関係官庁・機関 | 実施機関：ABHT (Agence du Bassin Hydraulique de Tensift: テンシフト川流域水利公社) 監督官庁：DRPE (Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau: 水研究計画局)、水利担当省 |

2. フォローアップ協力内容の確認

2.1 2014年11月洪水の水文検討

2014年11月に、モロッコの南部地域において大洪水が発生し、日本の無償資金協力にて整備された Aghbalou 局の水位計が全面的に倒壊した。水文検討結果によると、水位計の倒壊という観点からの洪水の規模は40年から50年に一度の規模に匹敵する大洪水であったと推定される。

一般に洪水予警報システムの機器の寿命は10～20年程度であり、倒れた水位計構造物は機器の寿命に合わせて高々20年程度で設計、施工されていた。したがって2014年11月の洪水が40～50年程の規模であったことを考慮すると、Aghbalou 局の水位計の倒壊は想定を超えた不可抗力によるものであったと判断するのが妥当と思われる。

2.2 テレメータシステムの維持管理に係る体制

JICS (財団法人国際協力システム) がノン・プロジェクト無償により調達している観測機材のテレメータ化が完了すれば、ABHT は当無償資金協力による29局を含め、合計58局ものテレメータ観測局/警報局を有することになる。現在、これらテレメータシステムの運転および維持管理は、水資源評価計画部水資源フォローアップ及び評価サービス課が担当している。しか

シテクニシャンが実質一人で運転維持管理を切り盛りしており、対応が滞りがちで、人数不足は否めない。そこで ABHT は職員の不足を補うため、機材の維持管理を現地業者 (SOHIME 社) に委託しており、一定程度の機材の維持管理はできている。しかし、ABHT のテレメータシステムの対象地域の拡充が進む中、より迅速に機材の不具合へ対応できるように、ABHT のオーナーとしての初期的な診断能力を高める必要がある。そのためにも ABHT は協力準備調査時に合意していた通信もしくは情報技術者の雇用を実施すべきである。

2.3 水位計修復サイトおよび機材の選定

倒壊した水位計の背後にある古い放棄された水位計のある場所が、土地収用が不要であること、また、より安全な場所であることから、最適な復旧場所であると選定された。このサイトは土地収用が不要のため、すぐにでも建設工事の開始が可能であった。また、その放棄された水位計の背後には岩が現われており、これにコンクリート基礎/下部構造物を岩着させることで 100 年洪水にも耐えうる構造物の建設が可能であると判断された。ただし、この水位計復旧場所は滲筋から離れているため、常時の河川水位を観測できるようにするために河道整正を行う必要がある。さらに河道整正後には、速やかに河道横断測量を行い、その結果に基づき、プレアラートおよびアラート水位、水位-流量変換曲線や横断面座標のサーバー上の設定を変更しなくてはならない。

また、壊れた水位計について詳細な調査を行った結果、既存のシステムとの整合のため、壊れたものと同一製品の送受波器やケーブルを新規に購入すべきとされた。ダメージを受けた可能性のある水位計本体については、日本において修理・調整を行った後、モロッコへ送り返して再設置することにした。

2.4 モロッコ側の負担事項

フォローアップ協力の実施において、用地の確保、免税・通関の手続き、さらに新規水位計設置後の河道整正がモロッコ側の負担事項であることが確認された。河道整正が実施されない場合、水位計復旧場所が滲筋から離れており、常時の河川水位を観測できないことから、常時観測するために河道整正を行う必要がある。合わせて、河道整正後には、河道横断測量を実施し、それに基づいて、水位 - 流量変換表、プレアラート及びアラート水位等を再設定する必要がある。

2.5 事業費積算

土木工事、機材の調達、輸送、据付を含む全修復コストは 8,264,000 円と積算された。

3. フォローアップ協力の実施

コンクリート基礎/下部構造の建設および水位計支持構造物 (支柱・アーム) の製造および据付から成る土木工事は、5 月の中旬に開始され、6 月末に完成した。機材は日本で調達され、6 月中旬モロッコへ空輸された。通関後早速、機材の据付工事を開始し、7 月中旬に完成し、データ送信も正常に回復した。修復された水位計は 7 月 15 日に ABHT へ無事に引き渡しされた。

4. 提言

コンサルタントは次のように提言する。

- ・ テレメータ機材の不具合に対する初期診断能力を高めるため、協力準備調査時に合意していた通信もしくは情報分野の技術者の雇用を実施すべきである。
- ・ **ABHT** は、ウリカ川の滞筋を、修復した水位計の方へ導くための河道整正をできるだけ早急に行うべきである。引き続き、その整正断面の測量を行い、その結果に基づき、プレアラートおよびアラート水位、水位-流量変換曲線や横断面座標のサーバー上の設定を変更すべきである。

「高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画」 フォローアップ協力報告書

目 次

対象地域位置図

高アトラス地域洪水予警報システム概念図

写 真

要 約

| | | |
|-------|------------------------|----|
| 第1章 | フォローアップ協力の概要 | 1 |
| 1.1 | 背景 | 1 |
| 1.2 | 概要 | 1 |
| 1.3 | 目的 | 2 |
| 1.4 | 実施フロー | 2 |
| 1.5 | コンサルタントチームの構成および要員配置工程 | 2 |
| 第2章 | プロジェクト内容の確認 | 5 |
| 2.1 | 2014年11月洪水の水文解析 | 5 |
| 2.1.1 | はじめに | 5 |
| 2.1.2 | 洪水概況 | 5 |
| 2.1.3 | 洪水の規模 | 6 |
| 2.2 | 維持管理体制の確認 | 8 |
| 2.3 | プロジェクト内容の確認 | 9 |
| 2.3.1 | 水位計修復サイトの選定 | 9 |
| 2.3.2 | 交換・修理機材の選定 | 13 |
| 2.4 | モロッコ側の負担事項 | 13 |
| 2.5 | 事業費の積算 | 14 |
| 第3章 | プロジェクトの実施 | 17 |
| 3.1 | 土木工事（支持柱・アームの製作・据付を含む） | 17 |
| 3.2 | 機材調達と据付工事 | 22 |
| 3.2.1 | 機材調達 | 22 |
| 3.2.2 | 据付工事 | 23 |
| 第4章 | 結論と勧告 | 25 |
| 4.1 | 結論 | 25 |
| 4.2 | 提言 | 25 |

添付資料

添付資料 1：2015年4月7日付業務範囲に関する協議議事録

添付資料 2：2015年5月12日付業務計画書に関する協議議事録

添付資料 3：2015年7月15日付フォローアップ協力に関する協議議事録

添付資料 4：2014年11月洪水に関する水文解析資料

目 次

| | | |
|---------|---|----|
| 図 1.4.1 | 業務フローチャート | 2 |
| 図 1.5.1 | 要員配置工程..... | 3 |
| 図 2.1.1 | 水位ハイドログラフ（2014年11月20～24日） | 6 |
| 図 2.1.2 | 観測所位置および Tiessen 分割..... | 6 |
| 図 2.1.3 | 洪水前後の河道横断形状の比較..... | 8 |
| 図 2.2.1 | ABHT の組織図..... | 9 |
| 図 2.3.1 | 基礎/下部構造の設計図面案..... | 11 |
| 図 2.3.2 | 水位計の支持柱・アームの設計図面案 | 12 |
| 図 2.3.3 | Aghbalou 観測局の機材構成 | 13 |
| 図 3.1.1 | 工程表..... | 17 |
| 図 3.1.2 | コンクリート基礎/下部構造の竣工図 | 19 |
| 図 3.1.3 | 水位計支持構造物（支柱・アーム） | 21 |
| 図 3.2.1 | 横断面図、プレアラート及びアラート水位、そして水位-流量変換カーブ | 23 |

表 目 次

| | | |
|---------|------------------------|----|
| 表 1.2.1 | 業務の概要..... | 1 |
| 表 1.5.1 | 団員構成..... | 2 |
| 表 2.1.1 | 2014年11月洪水時の日降雨量..... | 5 |
| 表 2.1.2 | 統計解析結果（算術平均法）..... | 7 |
| 表 2.1.3 | 統計解析結果（Tiessen 法）..... | 7 |
| 表 2.2.1 | ABHT の観測所/警報局数..... | 8 |
| 表 2.3.1 | 水位計修復サイト候補地の比較..... | 10 |
| 表 2.5.1 | 積算総括表..... | 14 |
| 表 2.5.2 | 明細表..... | 16 |
| 表 3.1.1 | 現地再委託契約内容 | 17 |
| 表 3.2.1 | 調達資機材..... | 22 |
| 表 3.2.2 | 調達契約概要..... | 22 |

写 真 目 次

| | | |
|----------|-------------------------------|----|
| 写真 1.1.1 | 倒壊前の水位計（2013年7月） | 1 |
| 写真 1.1.2 | 倒壊した水位計（2014年11月） | 1 |
| 写真 2.1.1 | 水位計が倒壊した2014年11月24日撮影の写真..... | 6 |
| 写真 2.3.1 | 再建設サイト..... | 10 |
| 写真 2.3.2 | 廃棄された水位計 | 10 |

第1章 フォローアップ協力の概要

1.1 背景

無償資金協力「高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画」について、2011年にその交換公文（E/N）・贈与契約（G/A）が締結され、洪水リスク軽減を図ることを目的として、モロッコ中央部テンシフト川支流のウリカ川、レラヤ川流域を対象に16カ所の観測所、13カ所の警報局、さらに3カ所の中継局からなる洪水予警報システムが構築された。2013年12月に完成、引き渡し後、一部機材の不具合によりデータ取得率の低下などがあったが、コンサルタント（CTII）および業者の対応により、大概良好に稼働していた。しかし、2014年11月下旬にモロッコ南部に大規模な洪水が発生し、Aghbalou 観測局に設置した水位計が倒壊し、当局の水位データの取得が途絶えたままになっており、早急なる復旧が求められていた。本フォローアップ協力は、上記に対応するため、Aghbalou 水位計の稼働および被害状況について確認を行い、水位計の復旧を行ったものである。



写真 1.1.1 倒壊前の水位計（2013年7月） 写真 1.1.2 倒壊した水位計（2014年11月）

1.2 概要

業務の目標、期待される成果、要請概要、対象サイト、関係官庁・機関を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 業務の概要

| 番号 | 項目 | 内容 |
|----|---------------|--|
| 1 | 業務の目標 | Aghbalou の水位データが、観測局を経由し、洪水予報センターに送信される。 |
| 2 | 期待される成果 | Aghbalou に新規水位計が設置され、観測された水位データが Aghbalou 観測局を経て洪水予報センター（ABHT）に送信される。 |
| 3 | 要請概要 | Aghbalou 水位計の復旧 |
| 4 | 対象地域 (サイト) | モロッコ国 Al Haouz 県 Aghbalou 地区 |
| 5 | 関係官庁・機関 | 実施機関：ABHT (Agence du Bassin Hydraulique de Tensift: テンシフト川流域水利公社) 監督官庁：DRPE (Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau: 水研究計画局)、水利担当省 |

1.3 目的

我が国の無償資金協力である、平成 22 年度「高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画」にて整備した洪水予警報システムの機能を回復させるため、洪水で倒壊した Aghbalou 水位計の復旧に向け、設計、機材調達、据付、施工を行うことを目的とした。

1.4 実施フロー

行楽客が殺到するラマダン明け（7月18日）までに復旧工事を完了することを目標に、図 1.4.1 に示す工程を作成し、これに基づき実施した。

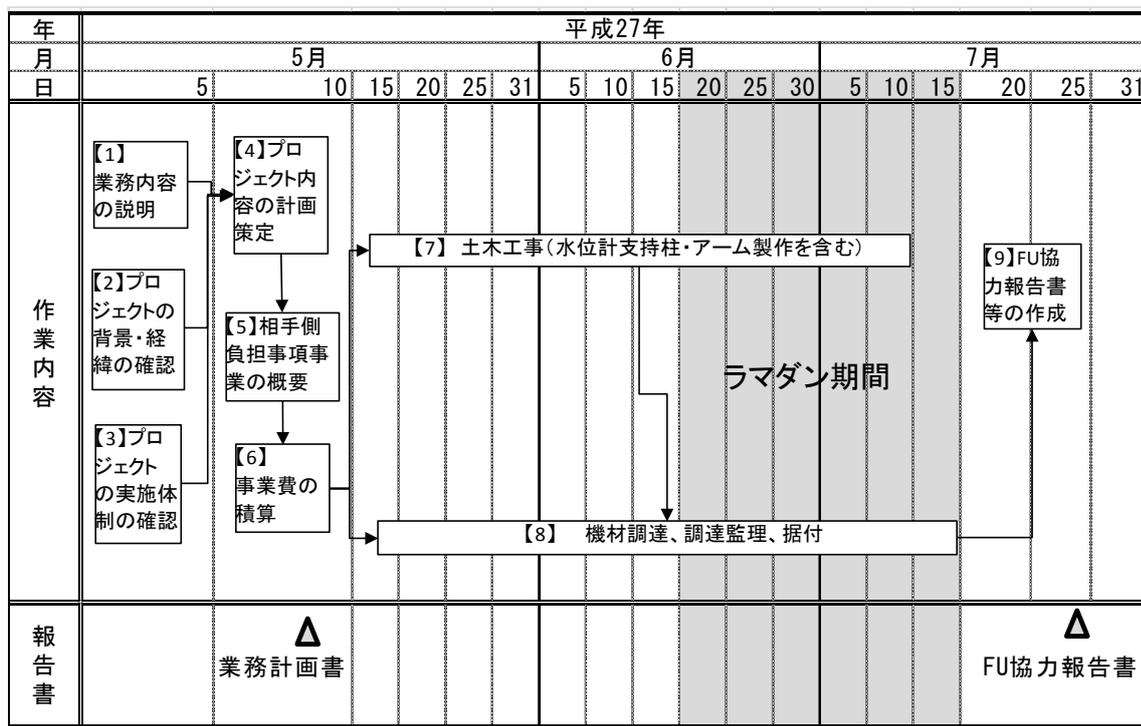


図 1.4.1 業務フローチャート

1.5 コンサルタントチームの構成および要員配置工程

本業務は、表 1.5.1 に示す団員構成によって、実施した。また、要員配置工程を図 1.5.1 に示す。

表 1.5.1 団員構成

| 氏名 | 担当 | 所属 |
|-------|---------------|--------------------|
| 片山 正巳 | 総括／洪水予警報システム | 建設技研インターナショナル |
| 松尾 直樹 | 設計・積算／施工監理 | 建設技研インターナショナル |
| 進藤 宙 | 調達監理 | 建設技研インターナショナル |
| 笹原 武志 | 電気技師 1／電気技師 2 | 建設技研インターナショナル (補強) |

| 担当業務 | 氏名 | 所属先 | 格付 | 平成27年 | | | | | 人・月 | | | | | |
|------|---------------------------|-------|------|-------|----|------------|----|------------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 平成27年度 | | 計 | | | |
| | | | | | | | | | 現地 | 国内 | 現地 | 国内 | | |
| 現地業務 | 総括/洪水予警報システム | 片山 正巳 | CTII | 3/4 | | ■ | | ■ | | | 1.03 | | 1.03 | |
| | 設計・積算/施工監理 | 松尾 直樹 | CTII | 4 | | ■ | ■ | ■ | | | 2.47 | | 2.47 | |
| | 電気技師1/電気技師2 | 笹原 武志 | CTII | 3 | | | | ■ | | | 0.50 | | 0.50 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4.00 | | 4.00 | | |
| 国内作業 | 総括/洪水予警報システム | 片山 正巳 | CTII | 3 | | | | □ | | | | 0.15 | | 0.15 |
| | 調達監理 | 進藤 宙 | CTII | 4 | | □ | | | | | | 0.15 | | 0.15 |
| | 電気技師1/電気技師2 | 笹原 武志 | CTII | 3 | | | | □ | | | | 0.05 | | 0.05 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 0.35 | | 0.35 | |
| | 報告書等提出時期 (△と報告書名により表示) | | | | | △ 業務計画書 | | △ FU報告書 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 4.35 | | 4.35 | |

凡例 ■ 現地業務
 □ 国内作業
 ■ ラマダン

図 1.5.1 要員配置工程

第2章 プロジェクト内容の確認

2.1 2014年11月洪水の水文解析

2.1.1 はじめに

昨年11月下旬にモロッコ南部で30名以上の死者を出した大洪水が発生した。ウリカ川流域においても河川沿いの道路や多くの家屋が大きな被害を受ける中、標記プロジェクトで建設したAghbalou局の水位計が倒壊した。

本節は、その洪水特性について、とくに統計的な規模について焦点を当て、水文解析結果について述べる。

2.1.2 洪水概況

洪水概況は以下のようにまとめられる。

- 洪水は11月20～24日および26～30日の2波襲来している。第一波がより大きい。
- 観測所のこの期間の総雨量は130～520mm。とくにTourchtでは11月21日の雨量は約250mmで、Marrakechのほぼ1年分の雨量を記録した。
- 河岸の道路、家屋が洪水流などにより被災したが、幸いにも当地域で人的災害はなかった。
- 洪水位のピークは22日の早朝（午前1～5時）（図2.1.1参照）だが、実際にAghbalouの水位計が倒れたのはそれから2日後の24日9時～13時にかけてである。
- 昨年7月に測量した断面の水位・流量関係によるピーク流量は424m³/sである。
- 水位計の倒壊時の写真（24日に撮影：写真2.1.1）を見ると、濡筋が左岸側（水位計側）に寄っていることから、水位計は22日の洪水ピークやその後の洪水流には耐えたものの、少しずつ水位計周りの河床が削られ、倒壊に至ったものと思われる。

表 2.1.1 2014年11月洪水時の日降雨量

| 観測局 | Nov-20 | Nov-21 | Nov-22 | Nov-23 | Nov-24 | Nov-25 | Nov-26 | Nov-27 | Nov-28 | Nov-29 | Nov-30 | Total |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Agouns | 50.0 | 80.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 9.0 | 5.0 | 171.0 |
| Tiourdiou | 28.5 | 53.3 | 23.5 | 1.8 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 22.1 | 37.0 | 6.0 | 178.1 |
| Amenzal | 63.7 | 125.7 | 62.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 260.7 |
| Tourcht | 117.1 | 249.2 | 42.1 | 2.3 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 26.1 | 37.3 | 17.2 | 519.3 |
| Tazzitount | 75.0 | 57.8 | 16.0 | 10.6 | 1.8 | 0.0 | 5.8 | 16.0 | 39.0 | 56.0 | 12.7 | 290.7 |
| Aghbalou | 22.0 | 22.1 | 3.6 | 19.9 | 1.5 | 0.0 | 9.0 | 14.6 | 19.6 | 51.8 | 17.5 | 181.6 |
| 算術平均による流域平均雨量 (Aghbalou) | 66.9 | 113.2 | 32.8 | 2.9 | 1.3 | 0 | 1.2 | 12.2 | 17.4 | 27.9 | 8.2 | 284.0 |
| Tiessen法による流域均雨量 (Aghbalou) | 57.5 | 94.9 | 26.2 | 4.2 | 1.2 | 0.0 | 1.7 | 11.3 | 16.6 | 29.8 | 8.8 | 252.2 |

注) マニュアル観測による降雨量（日界は午前7時）

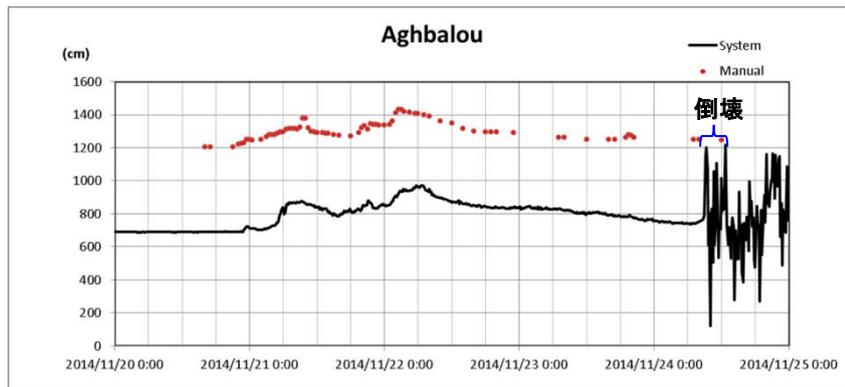


図 2.1.1 水位ハイドログラフ (2014 年 11 月 20～24 日)



写真 2.1.1 水位計が倒壊した 2014 年 11 月 24 日撮影の写真

2.1.3 洪水の規模

現地で収集した雨量及び流量データについて統計解析を行い、「何年に一度の洪水規模」なのか生起確率年数を検討した。

(1) 雨量確率

まず雨量確率について、ABHT から収集した過去 18 カ年 (1997/98～2014/15) の Aghbalou 流域内の 6 雨量観測所の日雨量を用いて、流域平均雨量 (算術平均法及び Thiessen 法) を求め、1 日、2 日、3 日、4 日および 5 日雨量の統計解析を行った (添付資料 4 参照)。

算術平均法と Thiessen 法による流域平均雨量を較べると、算術平均法によるものが若干大きい。しかし、両法による流域平均

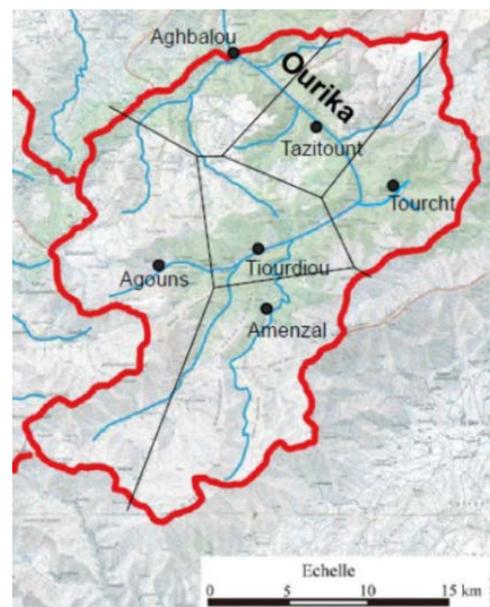


図 2.1.2 観測所位置および Thiessen 分割

雨量の確率規模の差は小さく、両法とも1日雨量は25年程度、2日及び3日雨量は30～40年、4日および5日雨量は40～50年程度となっている。水位計が20～24日の5日間、洪水に曝され、倒壊したことから、今回の洪水は40～50年程の規模であったと考えることができる。

一般に洪水予警報システムの機器の寿命は10～20年程度であり、橋梁、ダムのような重要構造物のように50～100年またはそれ以上の規模の洪水にも耐えうように水位計構造物を建設することは合理的ではなく、倒れた水位計構造物は、機器の寿命に合わせて高々20年程度の規模で設計、施工されていた。したがって上記のように2014年11月の洪水は40～50年程の規模であったことを考慮すると、Aghbalou局の水位計の倒壊は想定を超えた不可抗力によるものであったと判断するのが妥当と思われる。

表 2.1.2 統計解析結果 (算術平均法)

| Rainfall | | 1-day | 2-day | 3-day | 4-day | 5-day |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Probability Distribution Model | | LogP3 | LogP3 | LogP3 | LogP3 | Exp |
| Standard Least Squares Criterion | | 0.045 | 0.037 | 0.027 | 0.046 | 0.075 |
| Probable Rainfall by Return period (mm) | 2 | 31.2 | 43.5 | 52.6 | 58.9 | 67.9 |
| | 3 | 40.1 | 55.1 | 66.0 | 73.1 | 86.3 |
| | 5 | 53.0 | 72.0 | 85.3 | 92.6 | 109.4 |
| | 10 | 75.2 | 100.8 | 117.9 | 123.5 | 140.9 |
| | 20 | 104.6 | 138.6 | 160.4 | 161.1 | 172.3 |
| | 30 | 126.1 | 166.1 | 191.2 | 187.0 | 190.7 |
| | 50 | 159.0 | 208.0 | 237.8 | 224.4 | 213.9 |
| | 80 | 196.3 | 255.2 | 290.1 | 264.4 | 235.2 |
| | 100 | 216.7 | 281.0 | 318.5 | 285.5 | 245.3 |
| November 2015 Rainfall (mm) | | 113.2 | 180.1 | 212.9 | 215.8 | 217.1 |
| Estimated Return Period (years) | | 24 | 37 | 39 | 45 | 55 |

LogP3: 対数ピアソン III 型分布
 Exp: 指数分布

表 2.1.3 統計解析結果 (Tiessen 法)

| Rainfall | | 1-day | 2-day | 3-day | 4-day | 5-day |
|---|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| Probability Distribution Model | | Exp | LogP3 | LogP3 | Exp | SqrtEt |
| Standard Least Squares Criterion | | 0.048 | 0.040 | 0.031 | 0.048 | 0.053 |
| Probable Rainfall by Return period (mm) | 2 | 30.7 | 43.1 | 52.5 | 57.5 | 64.9 |
| | 3 | 41.5 | 54.4 | 66.6 | 73.3 | 80.2 |
| | 5 | 55.0 | 70.2 | 85.5 | 93.1 | 98.9 |
| | 10 | 73.3 | 95.7 | 114.8 | 120.0 | 124.8 |
| | 20 | 91.6 | 127.4 | 149.6 | 146.9 | 152.1 |
| | 30 | 102.3 | 149.7 | 173.1 | 162.6 | 168.9 |
| | 50 | 115.8 | 182.3 | 206.6 | 182.5 | 191.0 |
| | 80 | 128.2 | 217.6 | 241.7 | 200.7 | 212.3 |
| | 100 | 134.1 | 236.4 | 260.0 | 209.4 | 222.7 |
| November 2015 Rainfall (mm) | | 94.9 | 152.4 | 178.6 | 182.8 | 184.0 |
| Estimated Return Period (years) | | 23 | 32 | 33 | 50 | 44 |

Exp: 指数分布
 LogP3: 対数ピアソン III 型分布
 SqrtEt: 平方根指数型最大値分布

(2) 流量確率

ABHT から入手した過去45カ年(1969/70～2014/15)の年最大流量データについて統計解析を行った(添付資料3の図、表参照)。その解析結果によれば、11月22日早朝に記録したピーク流量424m³/sは確率規模として生起確率約87年(87年に一度の規模)である。ABHTもそのレポートでAghbalou地点の確率規模を10年と推定しており、この解析結果とほぼ同等の規模となっている。

しかしながら、この流量は2013年7月の測量断面に基づいて計算された流量であり、洪水時の断面とは異なるため、厳密には洪水時の流量を正しく表したものではない。河床の横断形状は洪水時に刻々と変化するものであり、とくにウリカ川のような急流河川では、大流量時には掃流力も大きく、河床を削りながら流れるため、河床が深くなる。残念ながら今回洪水時の河川断面は不明であるが、実際には河床は測量断面より深く、424m³/sよりも大きい流量が流れていたものと容易に想像できる。

また、そもそもこのような河床の変動の激しい急流河川で、ピーク流量を指標に確率規模を議論することに無理があると思われる。ちなみにAghbalouおよびTazitout局の洪水前後の河川断面を比較したものを図2.1.3に示す。Tazitout地点では、川幅が狭いため洪水後に河床が下がっているだけだが、Aghbalou地点では、洪水中は写真2.1.1に示すように主流は左岸側に寄っていたが、洪水後、砂や石が堆積し、滯筋も左岸側から大きく河川中央に向かっ

て移っており、河床変動の激しさが理解できる

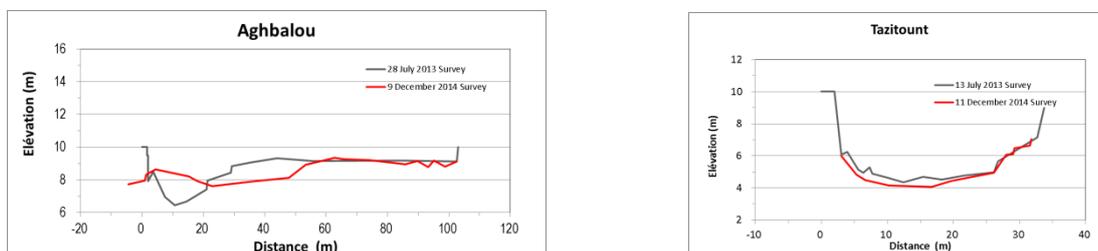


図 2.1.3 洪水前後の河道横断形状の比較

2.2 維持管理体制の確認

ABHT は現在 2 つのテレメータシステムを、その管轄地域であるテンシフト流域において運用している。一つ目はウリカ川とレラヤ川小流域を対象とした日本の無償資金協力事業による『高アトラス地域洪水予警報システム』であり、もう一つはウリカ川とレラヤ川小流域を除いた地域を対象とした ABHT 独自のテレメータシステムである。表 2.2.1 に示すように、現在それらの 2 つのシステムを合わせて、計 48 局の観測所/警報局がある。さらに JICS（一般財団法人 日本国際協力システム）がノン・プロジェクト無償により調達している観測機材を利用した 10 観測所のテレメータ化を ABHT が実施中であり、これが完成すれば、近い将来、計 58 局もの観測所/警報局を有することになる。この数は、ABHT の運用維持管理能力を考えると決して小さい数値ではない。

表 2.2.1 ABHT の観測所/警報局数

| システム | 対象地域 | 観測所/警報局の数 | | | 備考 |
|-----------------|---------------------------|------------|-----|------------|-------------|
| | | 水文観測所 | 警報局 | 合計 | |
| 高アトラス洪水予警報システム | ウリカおよびレラヤ小流域 | 16 | 13 | 29 | 日本の無償資金協力事業 |
| ABHT のテレメータシステム | テンシフト流域のウリカおよびレラヤ小流域を除く地域 | 19 (29) | 0 | 19 (29) | |
| 合計 | | 35 (45) | 13 | 48 (58) | |

注：カッコ内の数値は現在実施中の JICS 機材のテレメータ化事業が完成した場合の局数を示している。

現在、これらテレメータシステムの運転および維持管理は、水資源評価計画部水資源フォローアップ及び評価サービス課の任務の一つとなっている。同課には 4 名のスタッフがいるが、その内 1 名のテクニシャンが、他のスタッフの支援を受けることもあるが、実質一人で運転維持管理を切り盛りしている状況である。2012 年 1 月 28 日署名された無償資金協力事業の協力準備調査時の協議議事録では、維持管理のため、通信もしくは情報技術者のエンジニアを ABHT が雇用することが明記されているが、この約束は未だに果たされていない。

ABHT ではこのようなスタッフ不足を補うため、機器の維持管理業務を現地の SOHIME 社に外部委託しており、ABHT からの通報があればすぐに SOHIME は対応できる体制にはなっている。この SOHIME 社は、2000～2003 年の JICA の開発調査でのパイロットプロジェクトでの据付工事

に雇用されて以来、ABHT のテレメータシステムの整備や維持管理に継続して携わっており、それにより上記テレメータシステムはこれまで一応維持されてきている。しかし一方で、テレメータシステムの拡充が進む中、ABHT のオーナーとしての能力向上も必要である。洪水予測や早期警戒の能力だけでなく、機器やシステムの不具合を全面的に SOHIME 任せにするのではなく、より早い復旧が可能になるように、自前で問題の初期診断くらいはできるような能力を保持すべきと考える。そのためにも、協力準備調査時に約束していたように、通信もしくは情報技術者のエンジニアを ABHT が雇用することが望ましいと考える。

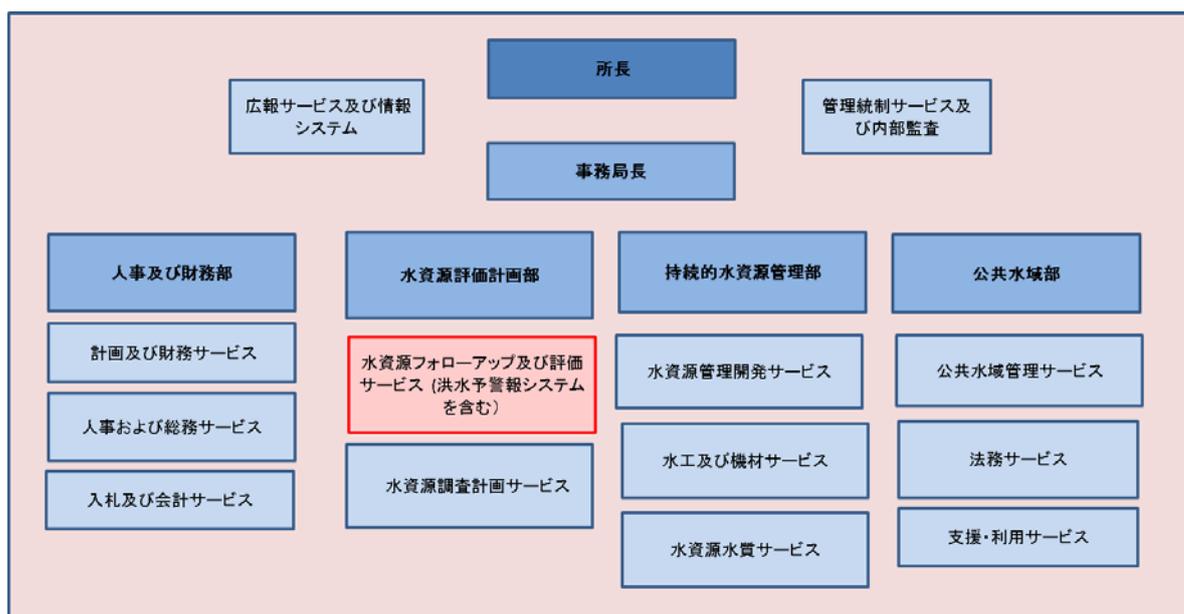


図 2.2.1 ABHT の組織図

2.3 プロジェクト内容の確認

2.3.1 水位計修復サイトの選定

本業務の実施にあたり、水位観測施設の早急なる復旧が求められており、そのためにはまず用地の確保が容易であることが前提となった。かつ、復旧される水位計は洪水に対して安全でなければならない。また、観測局までのデータ送信方式として有線、無線方式が考えられるが、機材構成が複雑になる無線方式はコスト、技術面で不利であり、有線方式が望ましいと判断された。

以上の点を考慮して、計 4 カ所の水位計修復サイト候補地を選定し、比較検討を行った。その結果を表 2.3.1 に示す。第 1 候補地である、被災した水位計のすぐ裏（河岸）側の、10 年以上使われていない、放棄されていた水位計施設の場所が最適であると判断された（写真 2.3.1 及び 2.3.2）。放棄された水位計の背後には岩が現われており、これにコンクリート基礎/下部構造物を岩着させることで 100 年洪水にも耐える構造物の建設が可能である。

本フォローアップ協力においては、この古い施設を撤去してそこに新たに基礎/下部構造物及び支持柱・アームを建設し、Transducer 部分（送受波器、温度センサーを含む）を据え付けることを第 1 案とし、ABHT の同意を得て、最終決定とした。壊れた水位計と同じく、Transducer から

観測局舎までは、空中架線（ケーブル）にてデータ信号を送信する。

このサイトは写真 2.3.1 および 2.3.2 から分かるように、河川の主流から離れており、通常は水が流れていない。したがって、洪水の無い、通常時の水位を測定するためには、主流を河道整正して水位計の方へ導かなければならない。この河道整正については ABHT の負担によって実施されることが、2015 年 4 月 7 日付の S/W（Scope of Work）および同年 5 月 12 日付の業務計画書に関する協議議事録で確認されている。

また、基礎工および支持柱・アームの設計図案を図 2.3.1 および図 2.3.2 に示す。

表 2.3.1 水位計修復サイト候補地の比較

| サイト条件 | 候補地 1：放棄されていた水位計 | | 候補地 2：吊り橋左岸橋台 | | 候補地 3：上流河岸 | | 候補地 4：右岸(対岸)位置 | |
|-------|---|----|--|----|--|----|---|----|
| | 状況 | 判定 | 状況 | 判定 | 状況 | 判定 | 状況 | 判定 |
| 設置場所 | 左岸河岸+河床 | ○ | 左岸河岸+河原 | ○ | 左岸河岸、平地(河床+約 1.5m) | ○ | 右岸河岸斜面+河原 | △ |
| 土質 | 砂礫 | ○ | 砂礫 | ○ | 土 | △ | 砂礫 | ○ |
| 流れ | 細流から 3m, 本流からは 20m | △ | 遠い 40m | × | 河床付近 5m | ○ | 比較的近い 5m | ○ |
| 土地所有 | ABHT | ◎ | 住民組織(協同組合) | ○ | 私有地 | × | 私有地 | × |
| データ送信 | 有線 100m | ○ | 有線 300m | △ | 有線 250m | △ | 無線 150m 程度 | ○ |
| 建屋 | 不要 | ○ | 不要 | ○ | 不要 | ○ | 必要 | △ |
| 基礎 | 既設撤去、新規 | △ | 既設改良 | △ | 新規 | ○ | 新規 | ○ |
| 機材等 | 音波式水位計、配線、支柱 | ◎ | 音波式水位計、配線・支柱 | ○ | 音波式水位計、配線・支柱 | ○ | 音波式水位計、電源、送信機、アンテナ | △ |
| 総合評価 | 設置容易 | ◎ | 流れから遠い。観測所から遠い | △ | 土地取得要、観測所から遠い | × | 土地取得要、建屋必要 | × |
| 備考 | <ul style="list-style-type: none"> 本流の水位測定のために河床掘削が必要。 土地収用が不要 背後に岩が現れており、基礎構造物の岩着が可能。 | | <ul style="list-style-type: none"> 既存橋台基礎を利用、工事中の通行不可。 設置方法の検討、安定計算が必要 | | <ul style="list-style-type: none"> 河道の変化が少ない。 私有地、有線の距離が長いことは悪い条件。 | | <ul style="list-style-type: none"> 設備が多く、建屋が必要となり、費用がかかる。 私有地のため取得交渉が必要である。 | |



写真 2.3.1 再建設サイト



写真 2.3.2 放棄された水位計

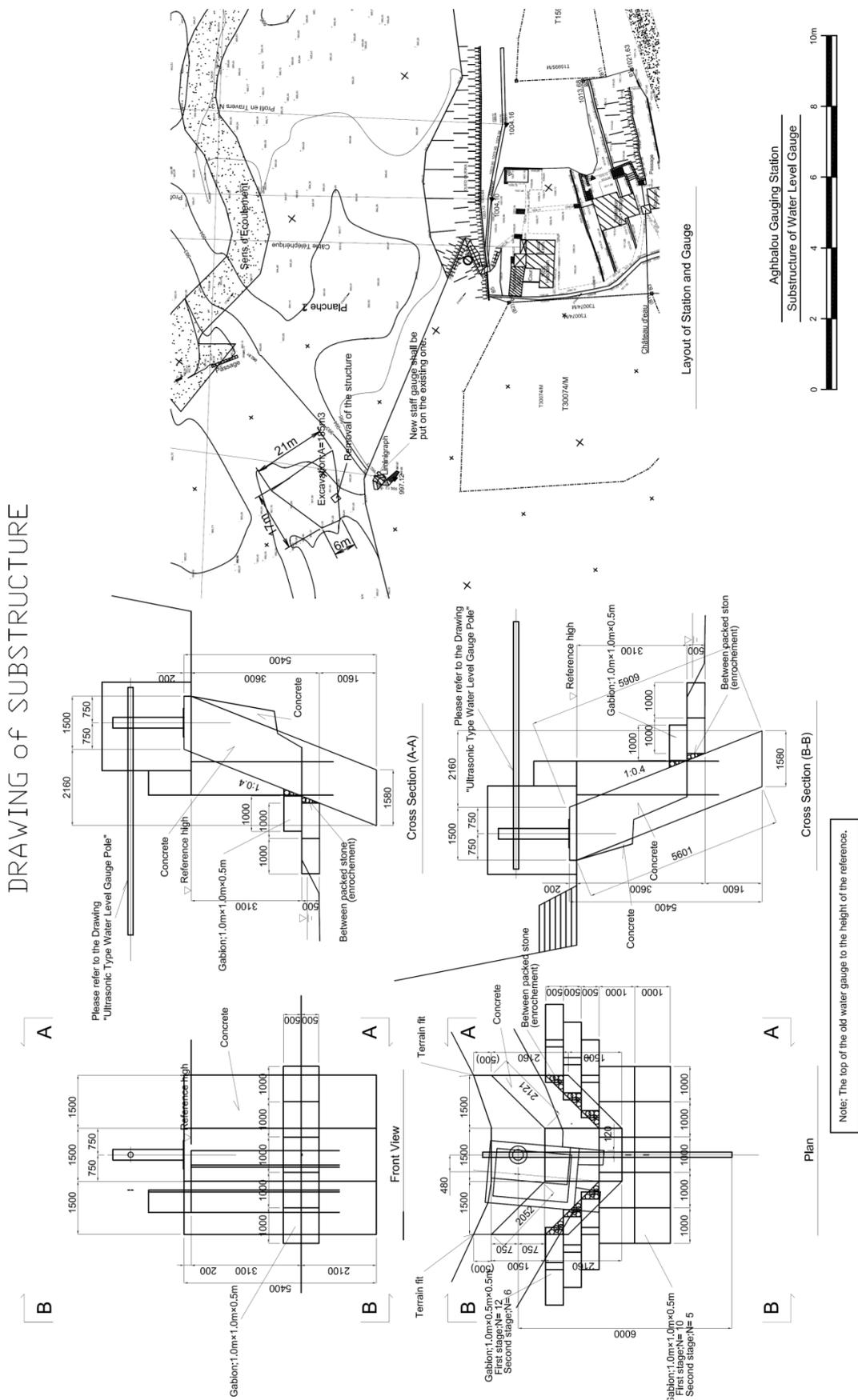
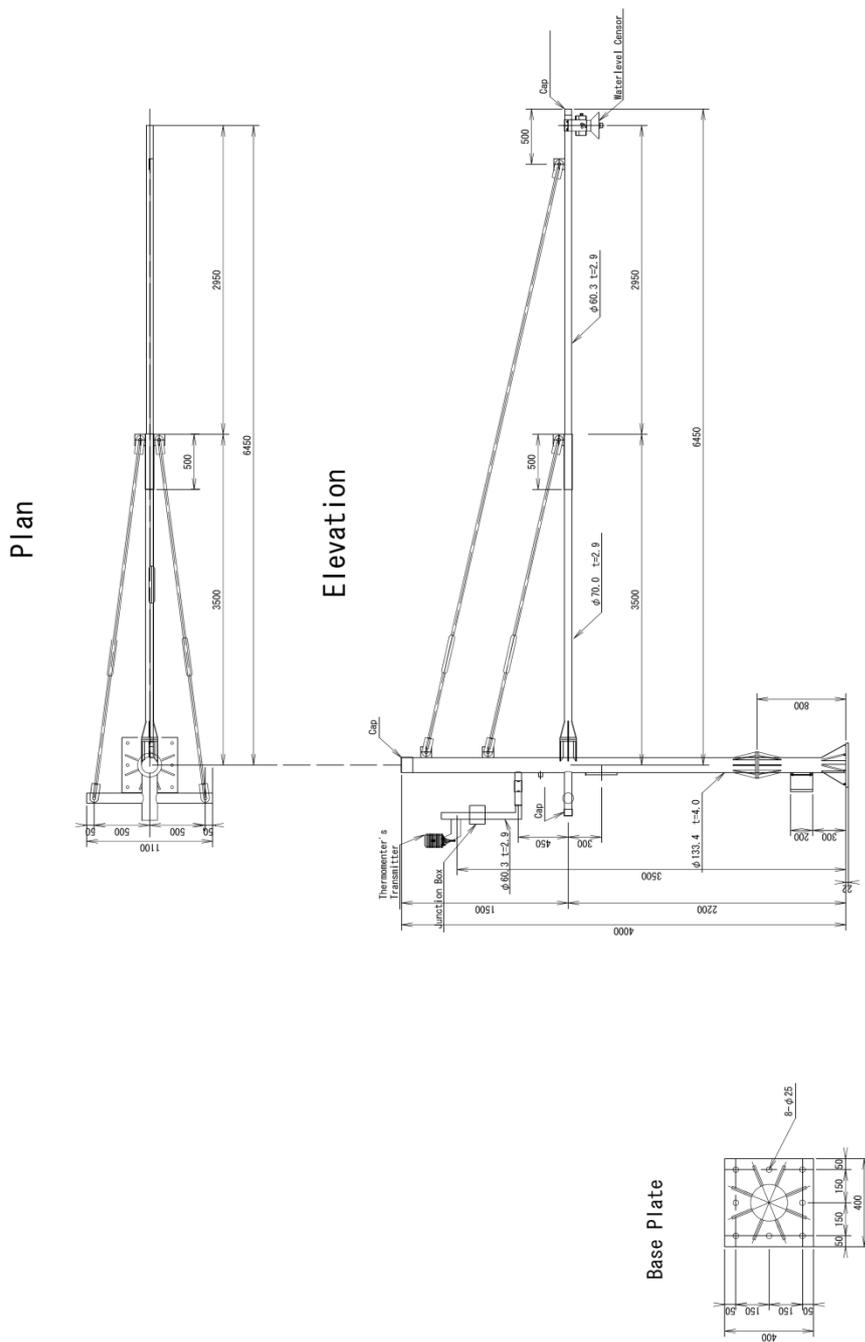


図 2.3.1 基礎/下部構造の設計図面案

Sample Drawing of Supporting Structure for Ultrasonic Water level Sensor



NOTES:
 ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS OTHERWISE NOTED.
 ALL ELEVATIONS ARE METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.

図 2.3.2 水位計の支持柱・アームの設計図面案

2.3.2 交換・修理機材の選定

新規に設置する機材は、機器間のインターフェースが極めて重要であり、整合が取れている必要がある。したがって、不整合によるリスクを避けるため、機材構成、機種も無償資金協力で導入したものと同一のものを導入することにした。

図 2.3.3 は Aghbalou 局の機材構成である。水位計は(株)ソニックの US-500 が導入されている。洪水によってダメージを受けた機器は、水位計の Transducer (送受波器、温度センサーを含む)部分と、それと水位計本体部分を繋ぐケーブルであった。さらに、水位計本体部分 (US-500) についても転倒時の衝撃によりダメージを受けている可能性が考えられた。

送受波器、温度センサー部分とケーブルについては、新規に購入することとした。本体部分については、モロッコ側の許可を得て、2015 年 3 月に日本に持ち帰っており、不具合の検査および修理を行い、さらに新規の Transducer 用に調整を施した上で、モロッコに再度持ち込むこととした。

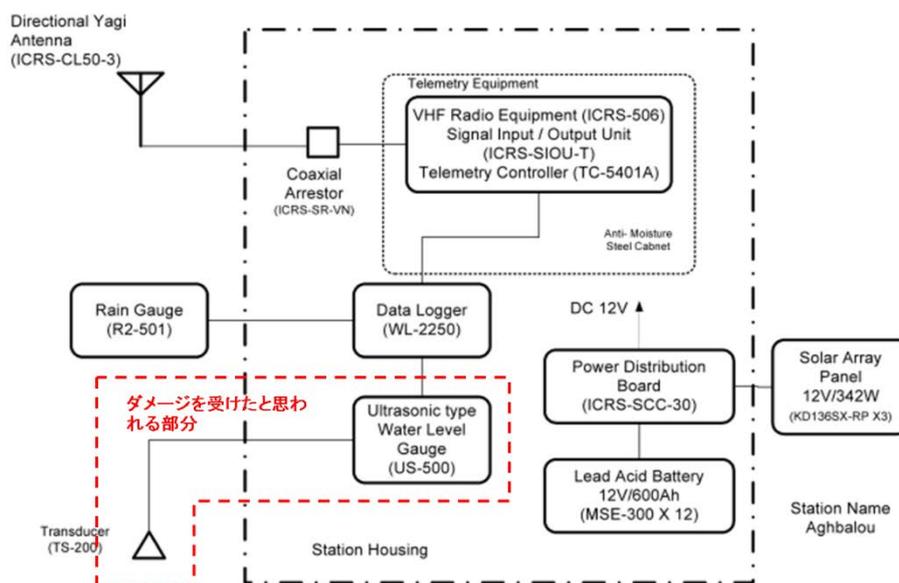


図 2.3.3 Aghbalou 観測局の機材構成

2.4 モロッコ側の負担事項

本フォローアップ協力の実施におけるモロッコ側の負担事項は 2015 年 5 月 12 日付の業務計画書に関する協議議事録で確認されているように、以下のとおりである。

- 水位計修復のための用地を確保する。
- 日本から輸入される機材の免税、通関に係る手続きを行う。
- 修復後の水位計下に河川水流を導くための河道整正を行う。

また、河道整正が実施されない場合、水位計復旧場所が濬筋から離れており、常時の河川水位

を観測できないことから、常時観測するために河道整正を行う必要がある。合わせて、河道整正後には、河道横断測量を実施し、それに基づいて、水位 - 流量変換表、プレアラート及びアラート水位等を再設定する必要がある。

2.5 事業費の積算

本事業の実施に伴い、基礎部分の建設費（アーム・支柱の製作と基礎等の建設）、機材費（超音波水位計一式および据付部材）、輸送費（空送）、据付にかかる費用の積算を行った。表 2.5.1 に積算総括表を、表 2.5.2 に明細表を示す。

表 2.5.1 積算総括表

| | | |
|----------------|---|---|
| モロッコ王国 | 「高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画」フォローアップ協力 | |
| 担当コンサルタント | 株式会社 建設技研インターナショナル | |
| 確認項目 | 確認経緯・結果等 | |
| 基本的設計内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 復旧サイト：倒壊した水位計の背後の放棄された水位計の場所 2) 基礎/下部構造：無筋コンクリート、布団籠 3) 水位計支持構造物：支柱およびアームから成る構造物 4) 機材：送受波器およびケーブルは無償資金協力事業と同一製品を新規購入し、水位計本体は日本で修理・調整する。 | |
| 施工・工程・ 調達計画 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 施工計画 モロッコ側による建設用地の確保、機材の免税処置および速やかな通関が求められるため、常にモロッコ側と連絡を取り合い、進捗状況を確認することが必要となる。土木工事は同様な工事の経験を有する現地建設会社に委託し、機材の据付作業は同様な機材の据付に長じた据付工事技師を庸人することによって実施する。 2) 工程計画 2015年6月中旬から7月中旬にかけてラマダンがあり、ラマダン明けの休日から当該地区に観光客が押し寄せることが予想される。ラマダン明けまでに施設の復旧を行う必要があることから、全体工程を5月上旬から7月中旬までの2.5カ月と想定。 3) 調達計画 機器間のインターフェースの不整合によるリスクを避けるため、機材構成、機種は無償資金協力で導入したものと同一のものを調達することとする。 | |
| 積算 概要 | 基本方針 | <ol style="list-style-type: none"> 1) 積算費目対象 <ul style="list-style-type: none"> ・基礎部分の建設費（アーム・支柱の製作と基礎等の建設等） ・機材費（超音波水位計一式および据付部材） ・輸送費（空輸） ・据付費用 2) 使用通貨単位：MAD（モロッコディルハム）、日本円（1MAD=12.256円） 3) 積算時点：2015年5月 |
| | 積算内容 | <p>建設・調達費</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 基礎部分の建設費（アーム・支柱の製作と基礎等の建設等） 作成した設計図面に基づき、ABHT から紹介を受けた現地ゼネコン3社から工種別見積りを集め、最も価格の低い会社の見積価格を採用した。 2) 機材費（超音波水位計一式および据付部材） 上述のように、本機材は無償資金協力で導入したものと同一製品を調達する。送受波器（温度計発信機含む）や6芯ケーブルは新規購入し、水位計本体（US-500）は既存のものを日本で修理・調整した上で、再利用することとした。無償資金協力での納入業者からの見積価格を採用した。 3) 輸送費（空輸） 機材の本邦調達後、梱包、空輸、免税措置、現地での輸送を速やかに実施することを考慮し、それらを一貫して実施可能なクーリエサービス会社に委託することを前提に、クーリエサービス会社の見積価格を採用した。 4) 据付にかかる費用 機器据付は現地備人により実施する。そこで計11人日の据付工事テクニシャンと計 |

| | | |
|---------|--|--|
| | | 10人日の労務者を雇うことを想定し、その単価は過去の同様なプロジェクトでの費用（日当、宿泊、交通費、ツール費用含む）を用いて、積算した。 |
| 総事業費 | | 8,264,000 円（1000 円未満切り捨て） |
| 確認・留意事項 | | |

表 2.5.2 明細表

| 項目 | 詳細 | 仕様 | 単位 | 数量 | MAD (IMAD=JPY12,256) | | US\$ (US=JPY118.96) | | Japanese Yen | | 合計費用 (JPY) |
|---------------------------------|---|------------------------|-----------|----|----------------------|---------|---------------------|-------|--------------|-----------|------------|
| | | | | | Unit price | Cost | Unit price | Cost | Unit price | Cost | |
| | | | | | 通算別費用 | 通算別費用 | 通算別費用 | 通算別費用 | | | |
| A. 建設費用 (A+B) (Aghabou Station) | | | | | | | | | | | |
| 建設 | 重層用アクセス道路の整備 | | lot | 1 | 24,000 | 24,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 294,144 |
| | 2014年11月洪水で倒壊した水位計(基礎/下部工および水位計支持構造物)の解体・撤去 | | lot | 1 | 72,000 | 72,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 882,432 |
| | 水位計復旧サイトの古い水位計構造物および小屋の解体・撤去 | | lot | 1 | 24,000 | 24,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 294,144 |
| | 2014年11月洪水で倒壊した空中架線用のポール・撤去 | | lot | 2 | 3,600 | 7,200 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 88,243 |
| | コンクリート基礎/下部構造の建設(布面かご含む) | | lot | 1 | 108,000 | 108,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 1,323,648 |
| | 空中架線用の支柱の建設 | Height = 3 and 5m | lot | 2 | 21,600 | 43,200 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 529,459 |
| | 水位計支持構造物(支柱及びアーム)の製作 | Arm=6m, Pole height=4m | lot | 1 | 96,000 | 96,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 1,176,576 |
| | 水位計支持構造物(支柱及びアーム)の据付 | | lot | 1 | 12,000 | 12,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 147,072 |
| | 水位標の設置(コンクリート基礎/下部構造) | W=20cm, L=4.5m | lot | 1 | 12,000 | 12,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 147,072 |
| B. 機材調達、輸送、据付費用 | | | | | | | | | | | |
| Equipment | | | | | | 41,500 | | | | 2,872,938 | 3,576,333 |
| | 水位計本体の修理・調整 | | Set | 1 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | | | 2,100,000 |
| | 送受波器の新規購入 | | Set | 1 | | | | | 330,000 | 330,000 | 330,000 |
| | 温度計送信機の新規購入 | | Set | 1 | | | | | 500,000 | 500,000 | 500,000 |
| | 接続端子箱の新規購入 | | Set | 1 | | | | | 222,000 | 222,000 | 222,000 |
| | 6芯ケーブルの新規購入 | | Set | 1 | | | | | 55,000 | 55,000 | 55,000 |
| | 据付材料の新規購入 | 120m | lot | 1 | | | | | 150,000 | 150,000 | 150,000 |
| | 工場立会検査準備費用 | | lot | 1 | | | | | 50,000 | 50,000 | 50,000 |
| | 調達監理費用 | | lot | 1 | | | | | 500,000 | 500,000 | 500,000 |
| 輸送 | | | | | | | | | | | |
| | 空輸(通関手続を含む) | | Set | 1 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 772,938 | 772,938 | 772,938 |
| 据付工事 | | | | | | | | | | | |
| | Installation work | | personday | 11 | 3,500 | 38,500 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 508,624 |
| | Installation work | | personday | 10 | 300 | 3,000 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 471,856 |
| | | | | | | | | | | | 36,768 |

第3章 プロジェクトの実施

3.1 土木工事（支持柱・アームの製作・据付を含む）

現地再委託にて、新規水位計のためのコンクリート基礎/下部工の建設、その上に設置する水位計支持構造物（支柱・アーム）の製作および据付を行った。

再委託の概要は以下のとおりである。

表 3.1.1 現地再委託契約内容

| 項目 | 内容 |
|--------|---|
| 業者名 | Sté TIGUIRNA sarl |
| 業者連絡先 | Mr. Youssef BEN BOURCH Tel. (+212)-661-44-55-21 Email: tiguirna@hotmail.fr Address: Ksar tiguirna BP 56 Alnif TINGHIR, Morocco |
| 業者選定方式 | 指名見積競争 |
| 契約金額 | MAD398,400 (4,882,000 円) |
| 契約内容 | <ul style="list-style-type: none"> ● 2014年11月に倒壊した水位計および観測ワイヤー用の支持柱の撤去 ● 新規建設予定地にある、使用されていない水位計の撤去 ● 新規施設（基礎/下部構造）の建設 ● 水位計の支持柱・アームの製作と据付 |
| 契約日 | 2015年5月8日 |
| 着工日 | 2015年5月11日 |
| 竣工検査日 | 2015年6月30日 |
| 竣工検査日 | 2015年6月30日 |

工事は5月中旬に開始され、6月末には工事は完了した。ABHT 職員の立会のもと6月30日に土木工事の竣工検査を行い、仕様どおりの完成が確認された。

土木工事の写真を本報告書の巻頭のページに示すとともに、竣工図面を図 3.1.2 と 3.1.3 に示す。

| No. | 工種 | 月 週 | 5 | | | | 6 | | | |
|-----|-----------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 仮設工事 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 2 | 2014年11月の洪水で倒壊した施設の撤去 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 3 | 使用されていない既設水位観測施設の撤去 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 4 | 倒壊したケーブル用ポール(2本)の撤去 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 5 | 新規水位観測施設の建設 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 6 | 新規ケーブル用ポール(2本)の建設 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 7 | 水位計設置用ポールおよびアームの製作 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 8 | 水位計設置用ポールおよびアームの設置 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |
| 9 | 水位ゲージの製作および設置 | 計画 | | | | | | | | |
| | | 実績 | | | | | | | | |

■ : 計画, ■ : 実績

図 3.1.1 工程表

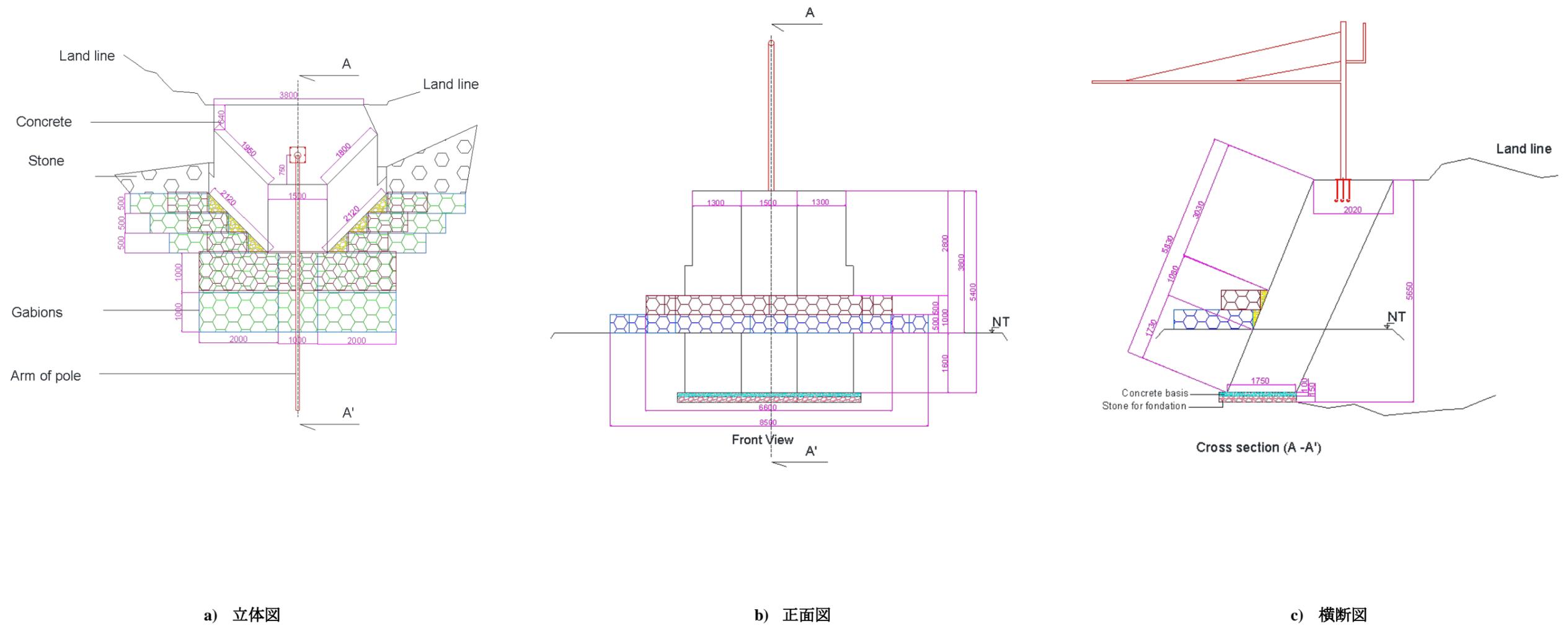


図 3.1.2 コンクリート基礎/下部構造の竣工図

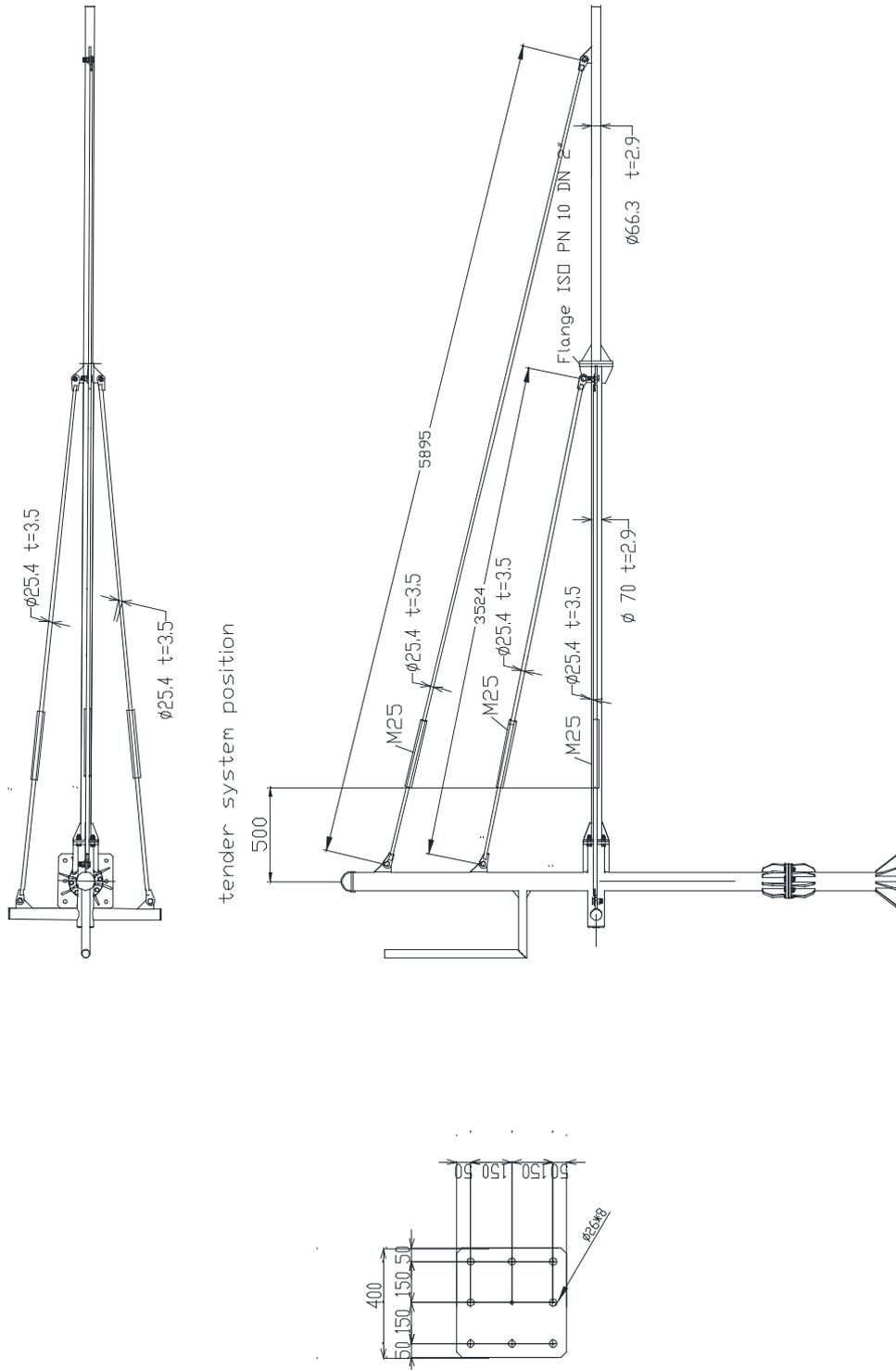


図 3.1.3 水位計支持構造物（支柱・アーム）

3.2 機材調達と据付工事

3.2.1 機材調達

2.3.2 節の機材選定に従い、表 3.2.1 に示す資機材を無償資金協力事業と同一の業者から調達した。また資機材の発送に先立ち、製造工場にて新規購入した送受波器と修理・調整された水位計本体とを繋ぎ、機材間の整合と計測精度の確認を行った。そして6月中旬に、日本より空輸で発送された。

表 3.2.1 調達資機材

| 項目 | 型式 | 数量 | 備考 |
|---------------------------|--------|--------|-------|
| 水位計本体 | US-500 | 1 pc | 修理/調整 |
| 送受波器 | TS-200 | 1 pc | 新規購入 |
| 温度計発信機 | ST-51 | 1 pc | 新規購入 |
| 接続端子箱 | JS-10A | 1 pc | 新規購入 |
| 特別 6 芯ケーブル | - | 120 m | 新規購入 |
| 据付材料 | | | |
| ・ メッセンジャーワイヤー | - | 150 m | 新規購入 |
| ・ グリップ | - | 15 pcs | 新規購入 |
| ・ ティムブル | - | 15 pcs | 新規購入 |
| ・ バンド (φ139mm) | - | 10 pcs | 新規購入 |
| ・ ケーブルランパー(120~150m 用) | - | 1 lot | 新規購入 |
| ・ PVC パイプ (φ40mm) | - | 5 m | 新規購入 |
| ・ ステンレスバンド | - | 5 pc | 新規購入 |
| ・ ターン バックル | - | 10 pcs | 新規購入 |

表 3.2.2 調達契約概要

| 項目 | 備考 |
|--------------|--|
| 納入業者 | 丸紅プロテックス株式会社 |
| 納入業者連絡先 | Mr. Daisuke WATANABE Tel. (+81) 3 5261 1666, Fax (+81) 3 5261 2040 Email: watanabe-d@mpc.marubeni.co.jp 住所：〒162-0824 東京都新宿区揚場町 1-21 飯田橋升本ビル |
| 業者選定方式 | 特命随契 |
| 契約内容 | <ul style="list-style-type: none"> ● 上表の機材の調達 ● 工場立会検査準備 |
| 契約金額 | 2,100,000 円 |
| 契約日 | 2015 年 5 月 1 日 |
| 立会検査日 | 2015 年 6 月 15 日 |
| 機材納入日 | 2015 年 6 月 17 日 |
| 水位計機材製造メーカー | 株式会社 ソニック |
| 水位計製造メーカー連絡先 | Dr. Yoshiki ITO TEL: (+81) 42 568 3206, FAX: (+81) 42 568 3305 Email: yoshiki-ito@u-sonic.co.jp 住所：〒190-1295 東京都 西多摩郡 瑞穂町 箱根ヶ崎 東松原 19-6 |

3.2.2 据付工事

DRPE と ABHT の適切かつ迅速な対応によって、機材は通関し 7 月 7 日には ABHT にまで輸送された。そして早速翌日からコンサルタントの監理の下、庸人した現地テクニシャンによって機材の据付工事が開始された。据付・調整は順調に進み、7 月中旬に完成し、データ送信も正常に回復した。据付工事の写真を巻頭のページに示す。

水位計を通る横断線に沿って河道横断測量を 7 月 11 日に実施した。この測量結果に基づき、図 3.2.1 に示すように水位-流量変換表、プレアラート及びアラート水位を再計算し、横断座標データとともにサーバー内に再設定した。ただしこの設定は仮のものである。2.4.1 節で述べたように、ABHT は通常時でも水位が測定できるように河道整正することになっており、河道整正後、ABHT は速やかに今回と同様に河道横断測量を実施し、それに基づいて、水位-流量変換表、プレアラート及びアラート水位等を再設定する必要がある。

最終の竣工検査は 7 月 15 日に Aghbalou 局および ABHT の洪水予測センターで行われた。ABHT は修復された水位計を受領し、同日、修復工事の完成と引き渡しに係る議事録（添付資料 3）が ABHT およびコンサルタント間で交わされた。

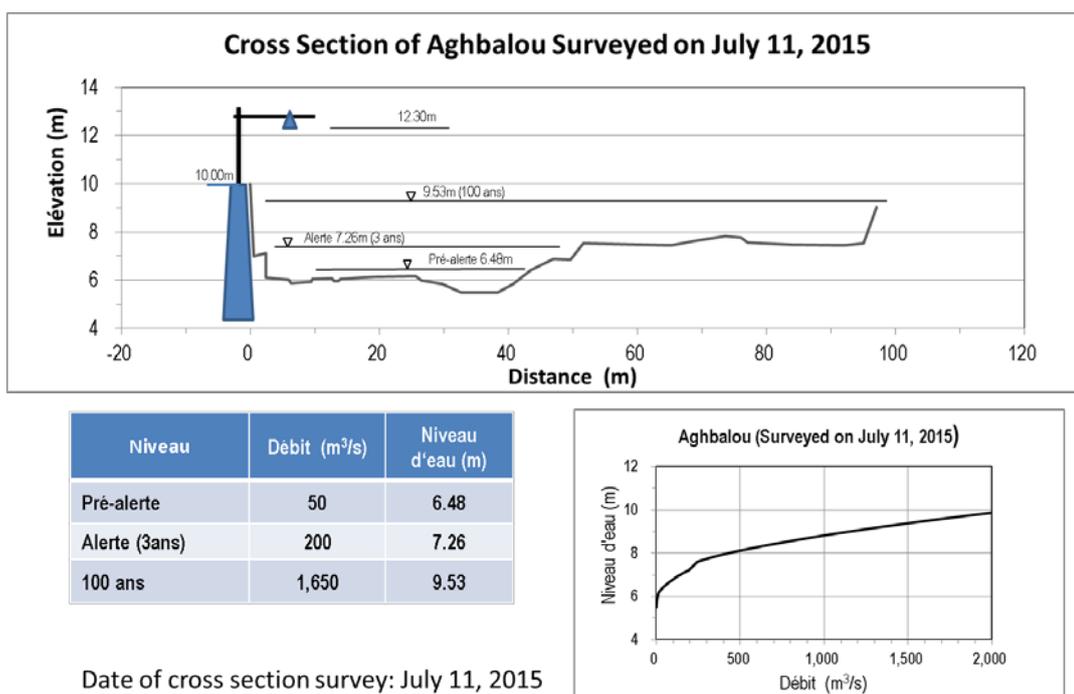


図 3.2.1 横断図、プレアラート及びアラート水位、そして水位-流量変換カーブ

第4章 結論と勧告

4.1 結論

本フォローアップ協力は、2015年4月7日にJICAおよびモロッコ国政府間で合意されたS/W (Scope of Work) に則り、Aghbalou局の水位計の被災状況を確認し、その修復のために必要な機材調達、建設、据付を行うために実施された。

DRPEとABHTの適時かつ迅速な、とくに免税や通関においての対応により、このフォローアップ協力は円滑に実施された。Aghbalou局の水位計は復旧し、データ通信も復活した。当初の計画通り、ラマダン明け(7月18日)前の2015年7月15日に、修復された水位計はABHTに無事に引き渡された。

4.2 提言

コンサルタントは次のように提言する。

- 現在、現地通信会社(SOHIME社)にテレメータ機材の維持管理を委託することで、一定程度の機材の維持管理はできている。しかし、ABHTによるテレメータシステムの対象範囲の拡充が進む中、より迅速にテレメータ機材の不具合に対応できるように、ABHTのオーナーとしての初期診断能力を高める必要がある。そのため、協力準備調査時に合意していた通信もしくは情報分野の技術者の雇用を実施すべきである。
- ABHTは、ウリカ川の滞筋を、本フォローアップにて修復した水位計の方へ導くための河道整正をできるだけ早急に行うべきである。その後、整正断面の測量を行い、その結果に基づき、プレアラートおよびアラート水位、水位-流量変換曲線や横断面座標のサーバー上の設定を変更すべきである。

添付資料

SCOPE OF WORK
FOR THE FOLLOW-UP COOPERATION
ON
THE PROJECT FOR FLOOD FORECASTING AND WARNING SYSTEM
IN HIGH ATLAS AREA
AGREED BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF MOROCCO

In response to a request from the Government of the Kingdom of Morocco (hereinafter referred to as "Morocco"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") decided to conduct follow-up cooperation for the Project for Flood Forecasting and Warning System in High Atlas Area.

Based on the discussion between the Moroccan side and JICA, this document sets forth the Scope of Work for the Follow-up Cooperation and the undertakings to be taken by the authorities concerned.

Rabat, 07 April, 2015

Koichi SHOJI
Chief Representative
JICA Morocco Office



Abdelmajid NAIMI

Director

ABHT

*Le Directeur de L'Agence
du Bassin Hydrographique du Tensift*

NAIMI Abdelmajid

Mr. Abdeslam Ziyad

Director

Water Research and Planning

Ministry of Energy, Mines, Water and Environment

*Directeur de la Recherche
et de la Planification de l'Eau*

Signé : Abdeslam ZIYAD

1. Introduction

A water-level gage station in Aghbalou, which was installed under the Project for Flood Forecasting and Warning System in High Atlas Area, was collapsed as a result of large-scale flood in November 2014. In response to the request of the Government of the Kingdom of Morocco, JICA decided to implement the Follow-up Cooperation on the Project for Flood Forecasting and Warning System in High Atlas Area (hereinafter referred to as "the Work").

Accordingly, JICA will undertake the Work in cooperation with the authorities concerned. This document sets forth the Scope of Work for the Work and the undertakings to be taken by the authorities concerned.

2. Scope of Work

The Work shall be to replace the damaged Aghbalou water-level gage station except river channel improvement.

3. Tentative Work Schedule

The Project will be carried out in accordance with the tentative schedule indicated in Annex 1.

4. Major Undertakings to be taken by the Government of Morocco and JICA

Both parties confirmed that, for the smooth implementation of the Project, Government of Morocco and JICA should particularly implement major undertakings described in Annex 2 as scheduled and secure the necessary budget.

5. Mutual Consultation

JICA and the Government of Morocco shall consult with each other on any matters that may arise from or connected with the Follow-up cooperation prior to actual responses.

Annex 1: Tentative schedule

Annex 2: Major Undertakings to be taken by the Government of Morocco and JICA

Tentative Schedule

| Items/ Month | | Month | | | | |
|---------------|---|-------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Scope of Work | ▲ | | | | | |
| Design | | ■ | | | | |
| Procurement | | | ■ | | | |
| Civil work | | | ■ | | | |
| Installation | | | | | | ■ |

Major Undertakings to be taken by the Government of Morocco and JICA

| No. | Items | To be covered by JICA | To be covered by Moroccan side |
|-----|--|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | to secure a lot of land necessary for the implementation of the Project and to clear the site; | | ● |
| 2 | To ensure prompt unloading and customs clearance of the products at ports of disembarkation in the recipient country and to assist internal transportation of the products | | |
| | 1) Marine (Air) transportation of the Products from Japan to the recipient country | ● | |
| | 2) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site | ● | |
| 3 | To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the products and the services be borne by the Authority | | ● |
| 4 | To accord Japanese physical persons and / or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work | | ● |
| 5 | To ensure that the facilities to be constructed by the Work be maintained and used properly and effectively for the implementation of the Project | | ● |
| 6 | To bear all the expenses, other than those covered by the Work, necessary for the implementation of the Project | | ● |
| 7 | To give due environmental and social consideration in the implementation of the Project. | | ● |

MINUTES OF MEETINGS
ON
INCEPTION REPORT
FOR
FOLLOW-UP COOPERATION
ON
ATLAS AREA
AGREED BETWEEN
MINISTRY DELEGATE IN CHARGE OF WATER TO THE MINISTER OF ENERGY,
MINES, WATER AND ENVIRONMENT
AND
CONSULTANT TEAM OF
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Marrakech, 11 May 2015

Abdelmajid NAIMI
Director
Tensift River Basin Agency (ABHT)

Le Directeur de l'Agence
du Bassin du Tensift
Abdelmajid NAIMI



Witnessed
Abdeslam Ziyad
Director
Water Research and Planning
Ministry Delegate in Charge of Water
to the Minister of Energy, Mines, Water
and Environment

Directeur de la Recherche
et de la Planification de l'Eau

Signé : Abdeslam ZIYAD





Masami KATAYAMA
Leader
JICA Consultant Team

Witnessed
P.O. Koichi SHOJI
Chief Representative
JICA Morocco Office

1. Introduction

In accordance with the Scope of Work agreed on April 7, 2015 between the Government of the Kingdom of Morocco and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA dispatched the Consultant Team headed by Mr. Masami KATAYAMA to Morocco in the beginning of May 2015 to commence the Follow-up Cooperation on the Project for Flood Forecasting and Warning System in High Atlas Area.

A series of meetings were held in Rabat and Marrakech between the Moroccan side represented by Direction of Water Research and Planning (hereinafter referred to as "DRPE") and Tensift River Basin Agency (herein after referred to as "ABHT") and the Consultant Team to discuss the Inception Report.

The Inception Report was generally accepted by the Moroccan side, and results of the discussions are summarized as follows:

2. Discussions

The both sides confirmed followings:

- The Consultant Team will make efforts to complete the restoration of the water level gauge at the Aghbalou Station by the middle of July 2015; and
- The Moroccan side will undertake followings to facilitate the restoration work;
 - Arrangement for securing lands for the reconstruction of the water level gauge;
 - Arrangement for tax exemption on equipment that will be imported from Japan for the restoration work; and
 - Riverbed excavation for guiding water from the main stream of Ourika River to the water level gauge that will be reconstructed under the Follow-up Cooperation.

**MINUTES OF MEETINGS
ON
FOLLOW-UP COOPERATION
ON
THE PROJECT FOR FLOOD FORECASTING AND WARNING SYSTEM
IN HIGH ATLAS AREA
AGREED BETWEEN
MINISTRY DELEGATE IN CHARGE OF WATER TO THE MINISTER OF ENERGY,
MINES, WATER AND ENVIRONMENT
AND
CONSULTANT TEAM OF
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Marrakech, 15 July 2015

Le Directeur de L'Agence
du Bassin Hydraulique du Tensift

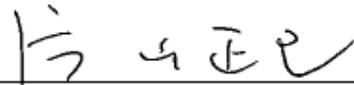
~~NAIMI Abdelmajid~~

Abdelmajid NAIMI
Director
Tensift River Basin Agency (ABHT)

Directeur de la Recherche
et de la Planification de l'Eau

Signé : Abdeslam ZIYAD

Witnessed
Abdeslam Ziyad
Director
Water Research and Planning
Ministry Delegate in Charge of Water
to the Minister of Energy, Mines, Water
and Environment



Masami KATAYAMA
Leader
JICA Consultant Team



Witnessed
p. o Koichi SHOJI
Chief Representative
JICA Morocco Office

1. Introduction

In accordance with the Minutes of Meeting agreed on May 11, 2015 between the Tensift River Basin Agency (herein after referred to as "ABHT") and the Consultant Team, the Follow-Up Cooperation has been implemented. Upon the completion of the Follow-up Cooperation the both sides have confirmed followings:

2. Confirmation

- The water level gauge of the Aghbalou Station has been successfully restored and the data transmission from the station to the Flood Forecasting Center of ABHT has been also normally resumed.as before the destruction of the water level gauge in November 2014.
- Upon signing of this Minutes of Meetings the restored water level gauge will be delivered to ABHT. ABHT will well maintain the restored water level gauge to ensure sustainable operation of the restored water level gauge.
- ABHT will proceed to conduct riverbed excavation for guiding water from the main stream of the Ourika River to the restored water level gauge. In addition, ABHT will conduct river cross-section survey for the excavated river bed and modify, based on the survey result, the pre-alert and alert levels, the water level-discharge conversion table and the cross section coordinates that have been tentatively set in the server by the Consultant Team.



水文統計解析

1) 雨量解析

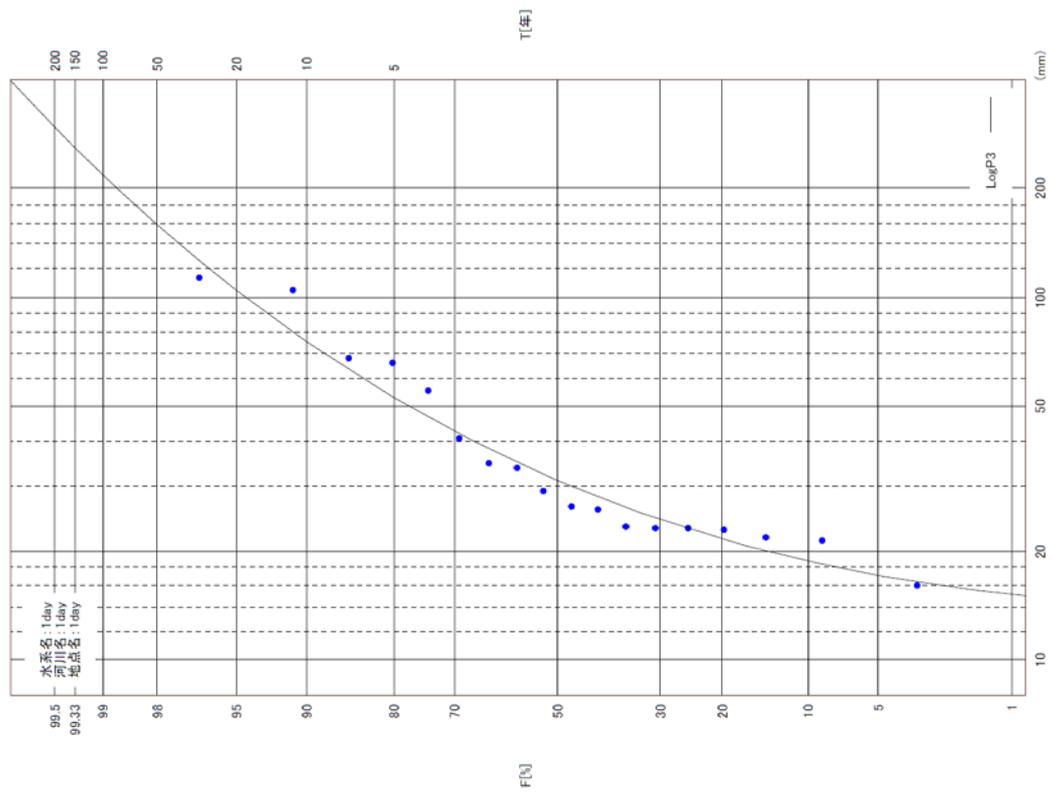
表 Aghbalou 地点年最大流域平均雨量 (算術平均)

| 水文年 | 1 日雨量 | | 2 日雨量 | | 3 日雨量 | | 4 日雨量 | | 5 日雨量 | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 月日 | 雨量(mm) |
| 1997/98 | 28-Mar | 55.3 | 28-Mar | 68.6 | 27-Mar | 75.9 | 26-Mar | 76.0 | 25-Mar | 77.1 |
| 1998/99 | 27-Aug | 26.1 | 26-Aug | 41.2 | 26-Feb | 57.6 | 25-Feb | 65.0 | 24-Feb | 65.0 |
| 1999/00 | 28-Oct | 65.7 | 27-Oct | 76.6 | 26-Oct | 96.1 | 25-Oct | 96.1 | 24-Oct | 96.9 |
| 2000/01 | 26-Dec | 16.0 | 25-Dec | 22.4 | 25-Dec | 28.3 | 24-Dec | 28.3 | 22-Dec | 32.5 |
| 2001/02 | 11-Apr | 21.8 | 31-Mar | 39.1 | 31-Mar | 53.6 | 31-Mar | 56.2 | 30-Mar | 56.2 |
| 2002/03 | 4-Aug | 34.8 | 3-Aug | 36.4 | 4-Aug | 37.4 | 14-Nov | 41.5 | 13-Nov | 41.5 |
| 2003/04 | 16-Nov | 23.4 | 16-Nov | 37.2 | 15-Nov | 50.5 | 14-Nov | 50.5 | 29-Apr | 56.8 |
| 2004/05 | 28-Feb | 23.1 | 28-Feb | 36.8 | 28-Feb | 43.5 | 28-Feb | 50.7 | 28-Feb | 62.7 |
| 2005/06 | 24-Apr | 68.0 | 24-Apr | 96.8 | 23-Apr | 111.5 | 22-Apr | 112.2 | 21-Apr | 112.2 |
| 2006/07 | 28-Oct | 105.1 | 27-Oct | 116.8 | 27-Oct | 128.2 | 25-Oct | 132.8 | 25-Oct | 144.2 |
| 2007/08 | 4-Jan | 29.1 | 4-Jan | 47.3 | 3-Jan | 64.0 | 3-Jan | 65.2 | 21-Nov | 66.8 |
| 2008/09 | 18-Sep | 33.7 | 22-Jun | 37.6 | 22-Jun | 42.7 | 17-Jan | 55.8 | 17-Jan | 63.8 |
| 2009/10 | 17-Feb | 26.6 | 17-Feb | 44.5 | 17-Feb | 52.6 | 17-Feb | 58.8 | 17-Feb | 60.6 |
| 2010/11 | 29-Apr | 21.3 | 1-May | 32.1 | 3-Apr | 41.1 | 29-Apr | 59.4 | 28-Apr | 60.2 |
| 2011/12 | 23-Mar | 22.9 | 23-Mar | 36.8 | 19-Nov | 41.5 | 20-Nov | 53.3 | 19-Nov | 62.7 |
| 2012/13 | 30-Oct | 40.7 | 30-Oct | 56.1 | 29-Oct | 58.4 | 29-Oct | 58.8 | 24-Sep | 66.0 |
| 2013/14 | 21-Apr | 23.0 | 21-Apr | 23.0 | 29-Jan | 29.6 | 29-Jan | 29.6 | 29-Jan | 29.6 |
| 2014/15 | 21-Nov | 113.2 | 20-Nov | 180.1 | 20-Nov | 212.9 | 20-Nov | 215.8 | 20-Nov | 217.1 |

表 Aghbalou 地点年最大流域平均雨量 (Tiessen 法)

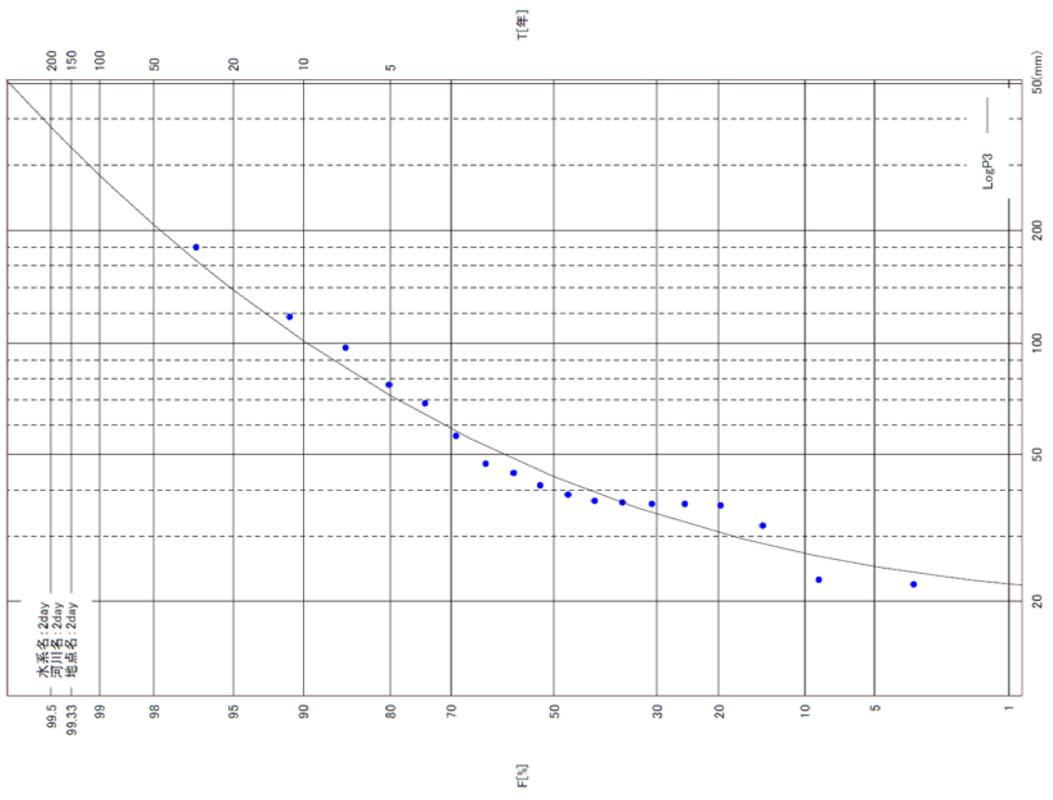
| 水文年 | 1 日雨量 | | 2 日雨量 | | 3 日雨量 | | 4 日雨量 | | 5 日雨量 | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 月日 | 雨量(mm) |
| 1997/98 | 28-Mar | 45.9 | 28-Mar | 61.0 | 27-Mar | 66.7 | 26-Mar | 66.8 | 25-Mar | 67.9 |
| 1998/99 | 27-Aug | 26.7 | 26-Aug | 45.6 | 25-Aug | 59.2 | 25-Feb | 69.8 | 24-Feb | 69.8 |
| 1999/00 | 28-Oct | 60.9 | 27-Oct | 71.9 | 26-Oct | 90.8 | 25-Oct | 90.8 | 24-Oct | 92.1 |
| 2000/01 | 12-Oct | 14.0 | 26-Dec | 21.5 | 25-Dec | 26.2 | 24-Dec | 26.3 | 23-Dec | 28.1 |
| 2001/02 | 11-Apr | 20.7 | 31-Mar | 38.2 | 31-Mar | 52.8 | 31-Mar | 56.7 | 30-Mar | 56.7 |
| 2002/03 | 4-Aug | 29.3 | 14-Nov | 31.3 | 14-Nov | 34.6 | 14-Nov | 43.6 | 13-Nov | 43.6 |
| 2003/04 | 2-May | 22.1 | 16-Nov | 39.4 | 15-Nov | 52.4 | 14-Nov | 52.4 | 29-Apr | 57.3 |
| 2004/05 | 29-Oct | 24.2 | 28-Feb | 37.4 | 28-Feb | 46.0 | 28-Feb | 53.0 | 28-Feb | 65.8 |
| 2005/06 | 24-Apr | 62.6 | 24-Apr | 96.7 | 23-Apr | 108.9 | 22-Apr | 110.2 | 21-Apr | 110.2 |
| 2006/07 | 28-Oct | 103.6 | 28-Oct | 116.4 | 27-Oct | 127.3 | 25-Oct | 132.0 | 25-Oct | 144.8 |
| 2007/08 | 21-Nov | 25.6 | 4-Jan | 45.2 | 3-Jan | 60.5 | 2-Jan | 61.1 | 21-Nov | 69.1 |
| 2008/09 | 18-Sep | 31.5 | 3-Mar | 36.7 | 2-Mar | 39.7 | 17-Jan | 52.9 | 17-Jan | 59.8 |
| 2009/10 | 17-Feb | 23.2 | 17-Feb | 38.2 | 17-Feb | 47.7 | 6-Jan | 55.4 | 6-Jan | 60.6 |
| 2010/11 | 29-Apr | 23.5 | 3-Apr | 33.7 | 3-Apr | 46.4 | 29-Apr | 62.7 | 28-Apr | 64.2 |
| 2011/12 | 23-Mar | 22.3 | 23-Mar | 37.4 | 23-Mar | 41.2 | 20-Nov | 49.8 | 19-Nov | 58.1 |
| 2012/13 | 30-Oct | 47.3 | 30-Oct | 57.3 | 29-Oct | 60.0 | 29-Oct | 60.4 | 24-Sep | 69.3 |
| 2013/14 | 27-Oct | 21.1 | 26-Oct | 21.3 | 29-Jan | 23.2 | 29-Jan | 23.2 | 29-Jan | 23.2 |
| 2014/15 | 21-Nov | 94.9 | 20-Nov | 152.4 | 20-Nov | 178.6 | 20-Nov | 182.8 | 20-Nov | 184.0 |

【 対象正規確率紙 】



a) 1 日雨量

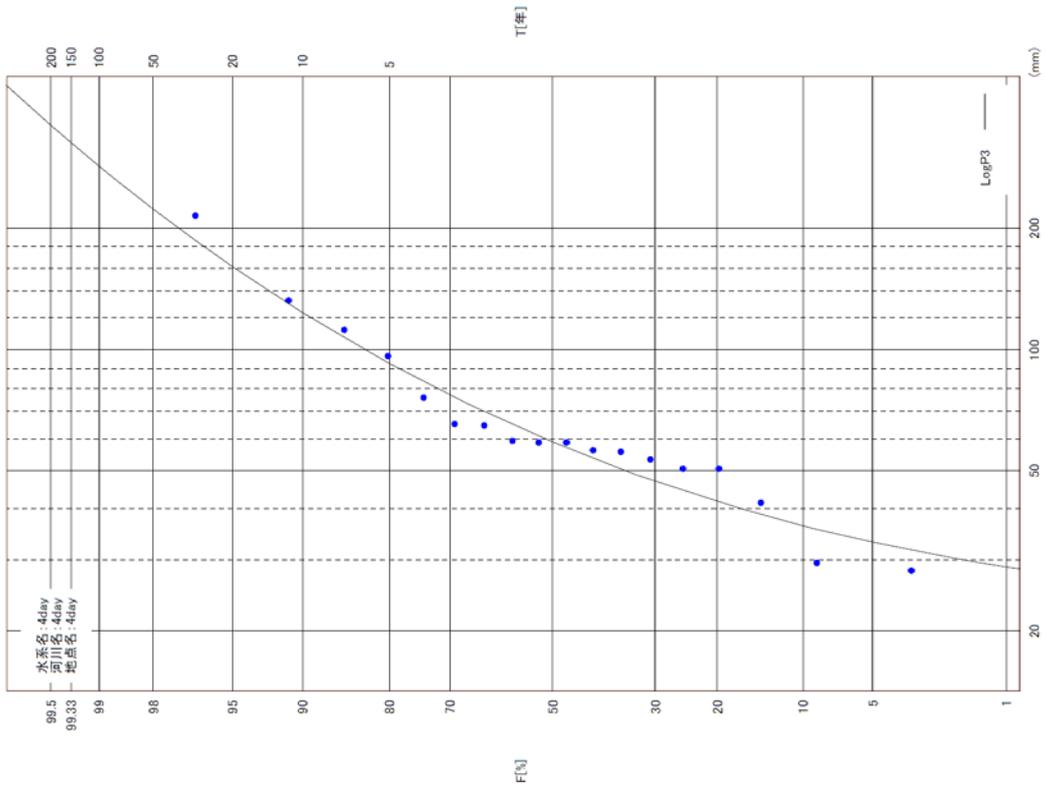
【 対象正規確率紙 】



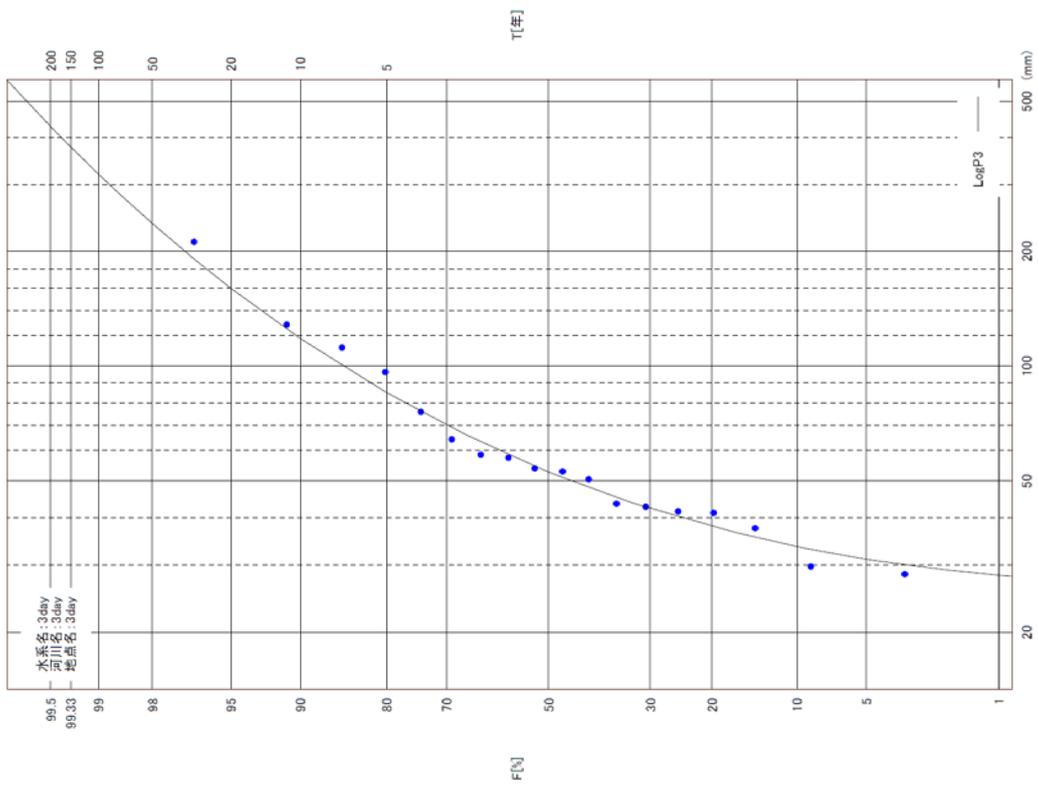
b) 2 日雨量

図 Aghbalou 地点流域平均雨量確率分布図 (算術平均法)

【 対数正規確率紙 】



【 対数正規確率紙 】

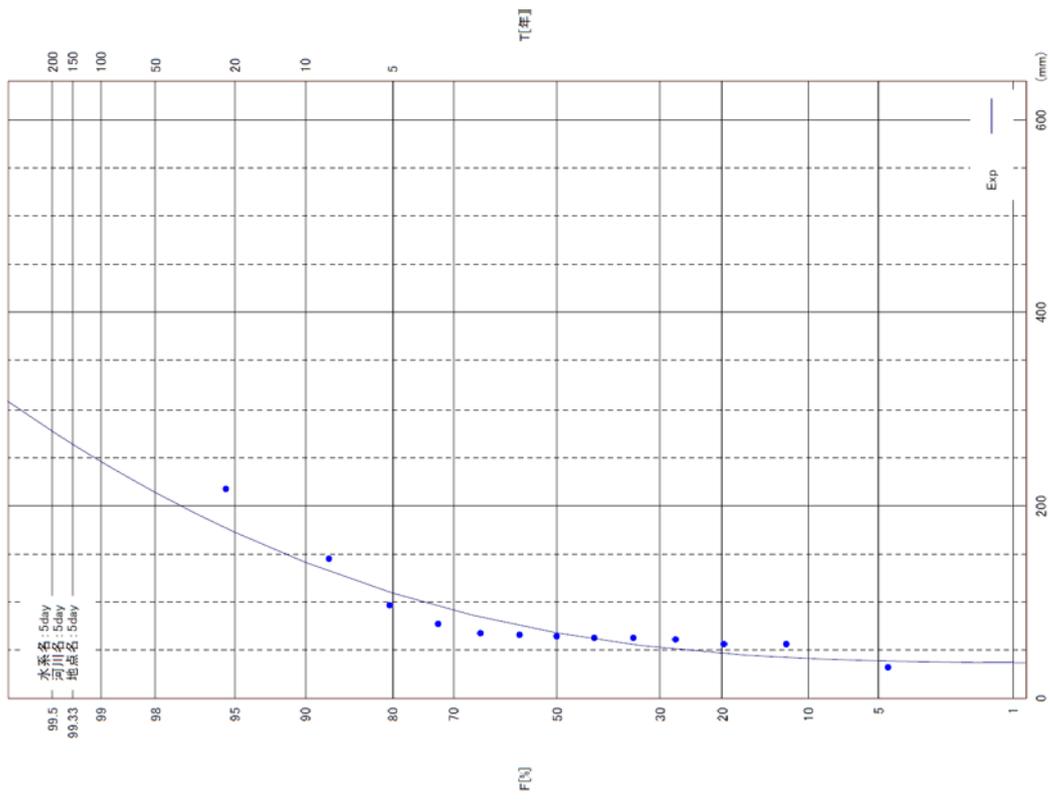


d) 4日雨量

C) 3日雨量

図 AghbaLou 地点流域平均雨量確率分布図 (算術平均法)

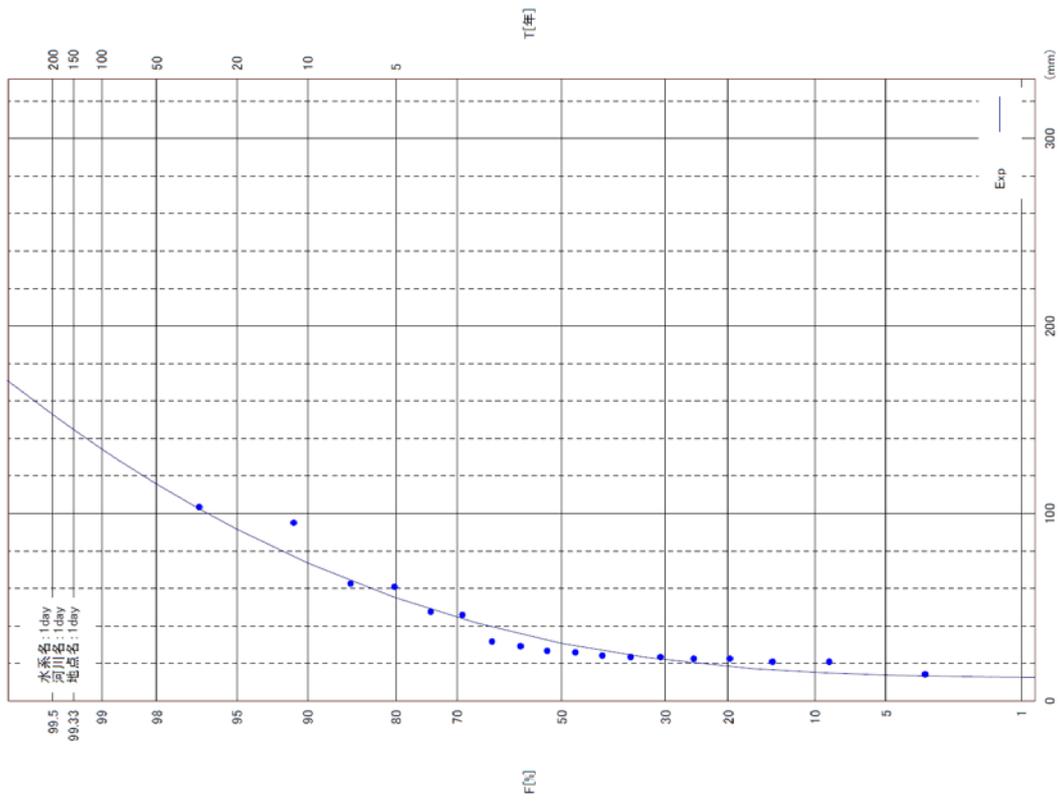
【正規確率紙】



e) 5日雨量

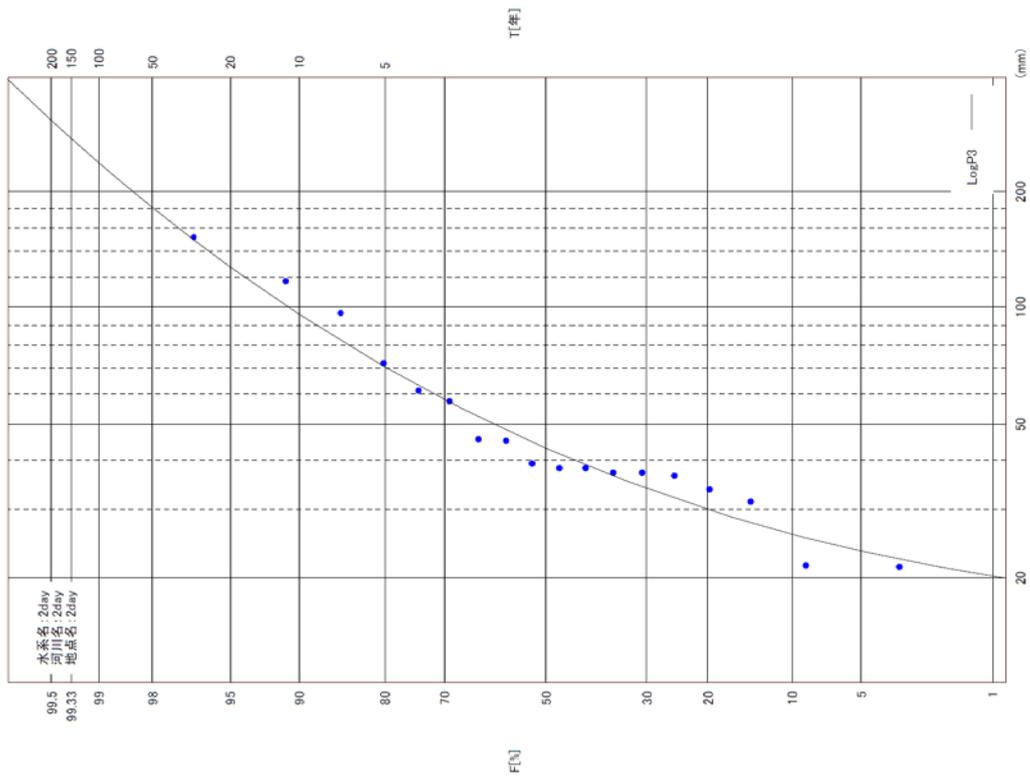
図 Aghbalou 地点流域平均雨量確率分布図 (算術平均法)

【正規確率紙】



a) 1日雨量

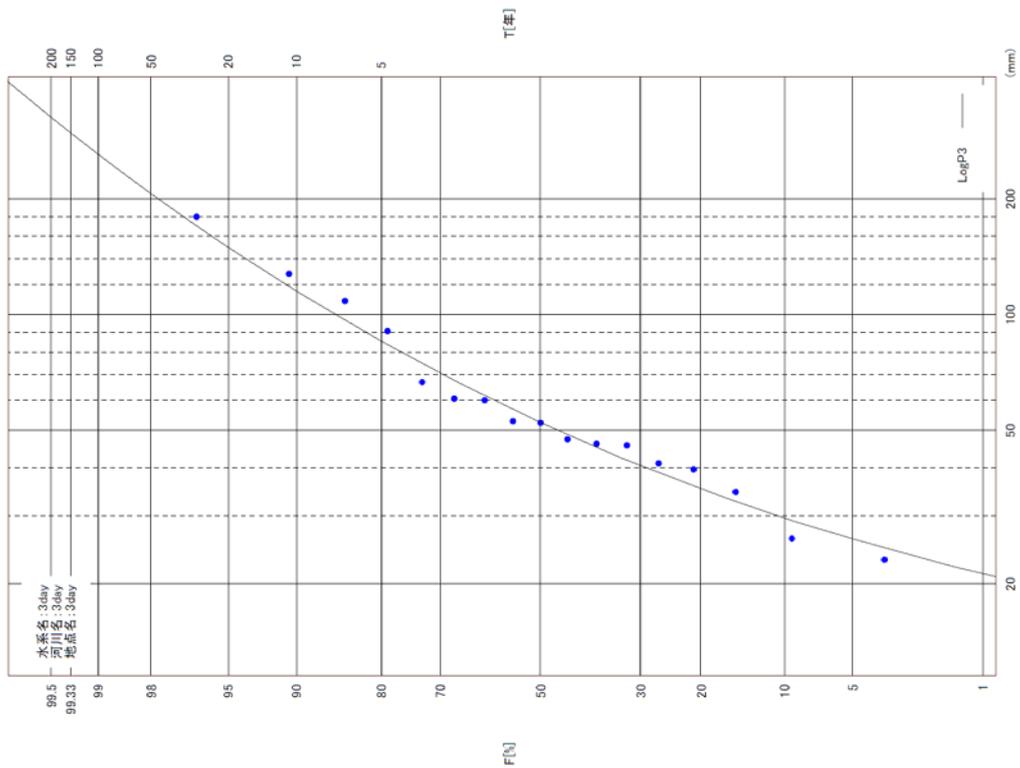
【対数正規確率紙】



b) 2日雨量

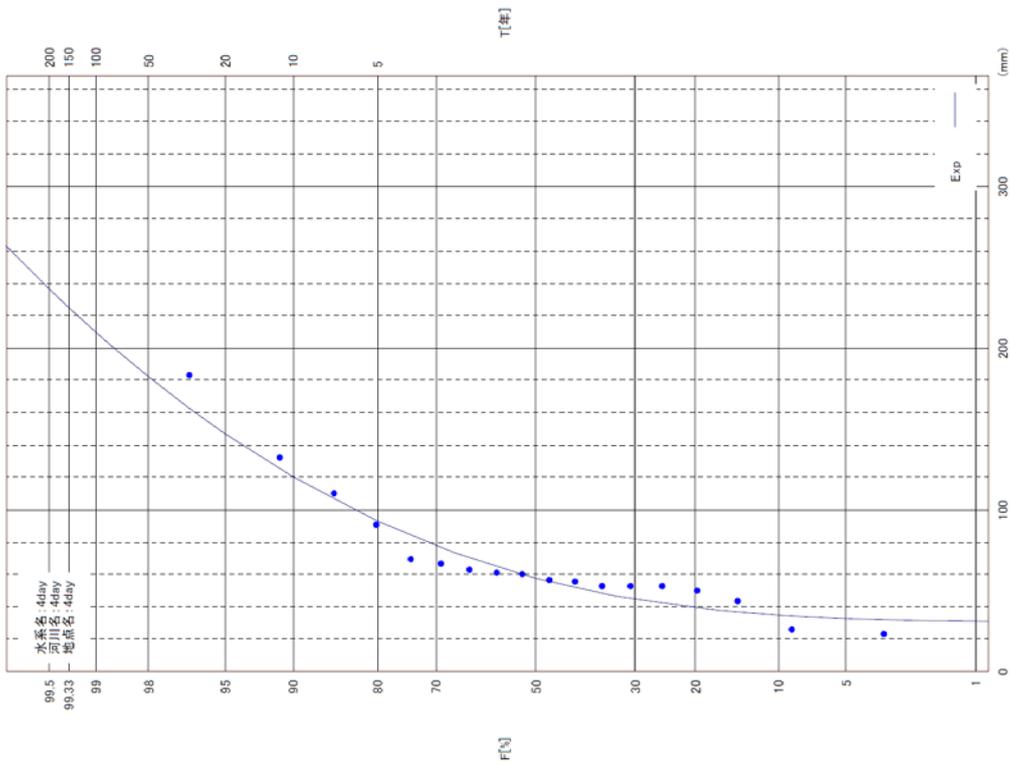
図 Aghbalou 地点流域平均雨量確率分布図 (Thiessen 法)

【对数正偏率线图】



D) 3日雨量

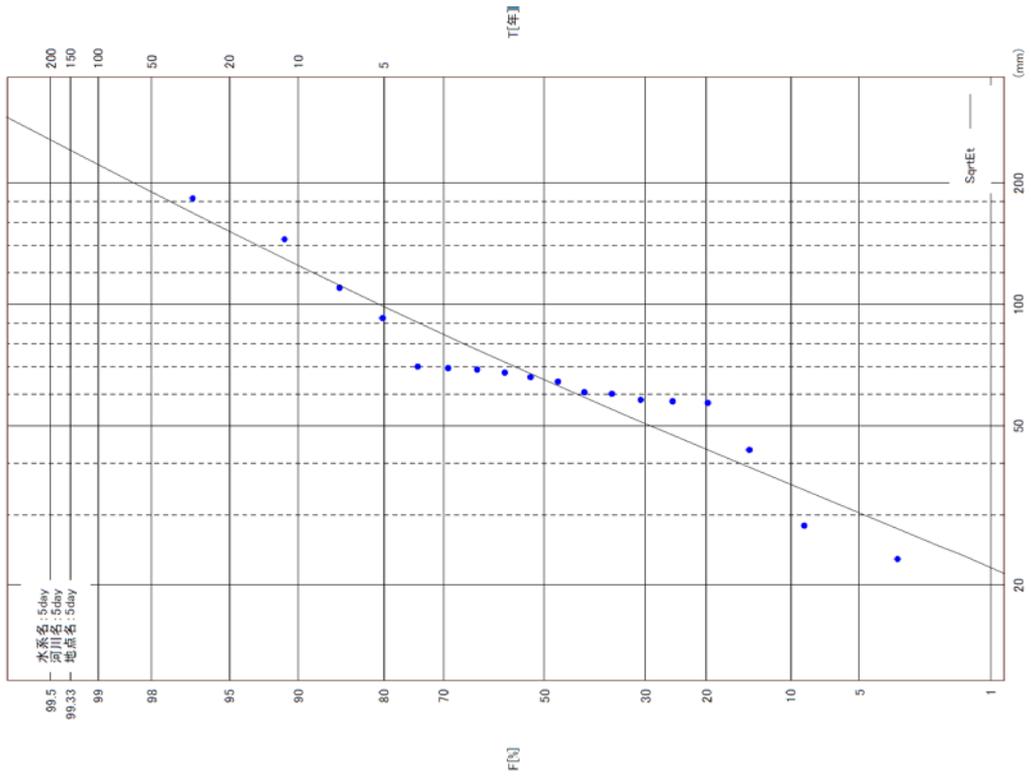
【正規率线图】



d) 4日雨量

图 Aghbalou 地点流域平均雨量频率分布图 (Thiessen 法)

【对数正規確率紙】



e) 5日雨量

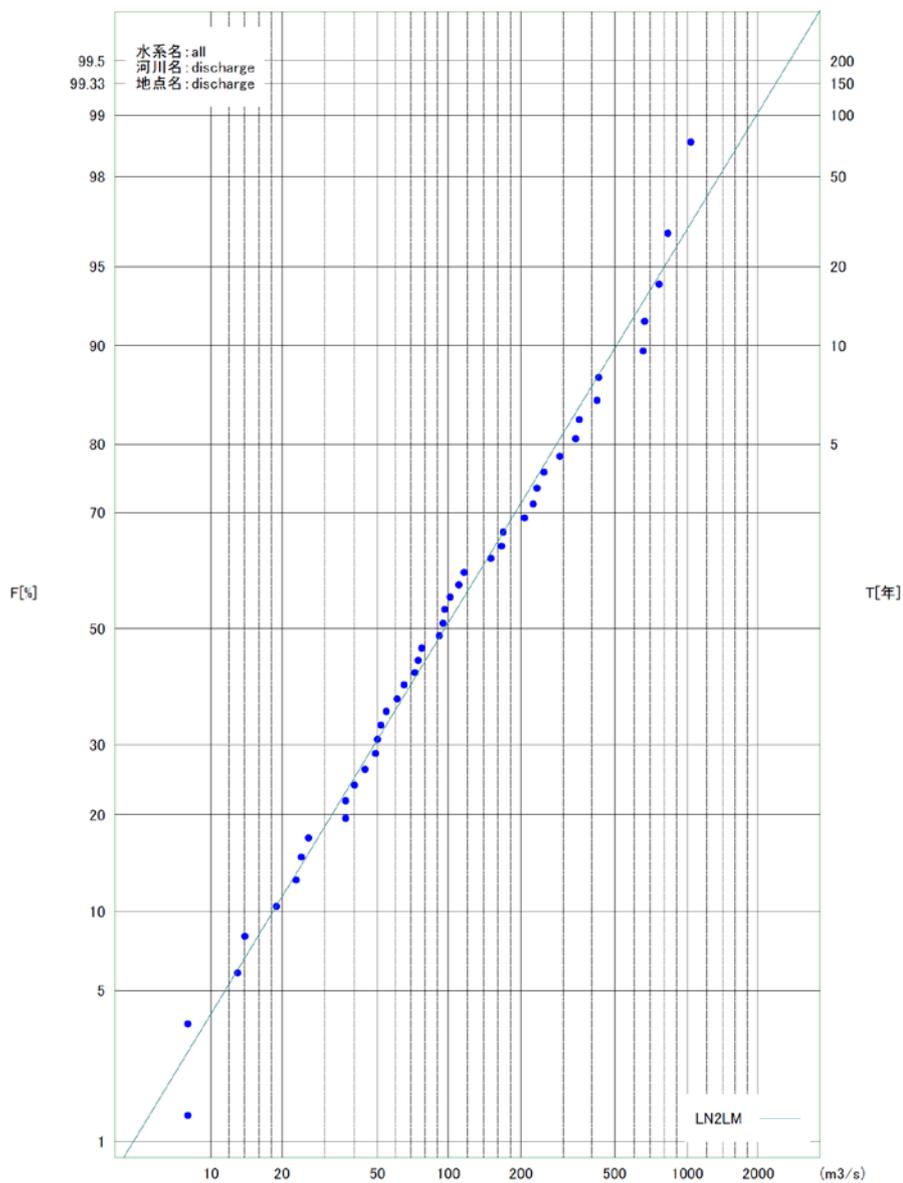
図 Aghbalou 地点流域平均雨量確率分布図 (Thiessen 法)

2) 流量解析

表 Aghbalou 年最大流量

| 水文年 | 月日 | 流量 (m ³ /s) |
|---------|--------|---------------------------|
| 1969/70 | 2-Mar | 96.0 |
| 1970/71 | 18-May | 116.0 |
| 1971/72 | 10-May | 55.0 |
| 1972/73 | 24-Oct | 72.0 |
| 1973/74 | 9-Apr | 77.0 |
| 1974/75 | 5-May | 23.0 |
| 1975/76 | 17-May | 101.0 |
| 1976/77 | 21-Jan | 52.0 |
| 1977/78 | 9-Sep | 95.0 |
| 1978/79 | 25-Oct | 49.0 |
| 1979/80 | 10-Sep | 350.0 |
| 1980/81 | 6-Oct | 8.0 |
| 1981/82 | 27-Apr | 91.0 |
| 1982/83 | 10-May | 24.0 |
| 1983/84 | 8-May | 37.0 |
| 1984/85 | 25-Jul | 40.0 |
| 1985/86 | 31-Jul | 50.0 |
| 1986/87 | 11-Feb | 249.0 |
| 1987/88 | 2-Nov | 650.0 |
| 1988/89 | 14-Jul | 823.0 |
| 1989/90 | 10-Mar | 265.0 |
| 1990/91 | 14-Sep | 207.0 |
| 1991/92 | 1-Aug | 290.0 |
| 1992/93 | 22-Mar | 74.0 |
| 1993/94 | 7-Mar | 226.0 |
| 1994/95 | 17-Aug | 1029.0 |
| 1995/96 | 25-Mar | 165.0 |
| 1996/97 | 20-Apr | 65.0 |
| 1997/98 | 5-Sep | 168.0 |
| 1998/99 | 27-Aug | 61.0 |
| 1999/00 | 28-Oct | 762.0 |
| 2000/01 | 12-Aug | 26.0 |
| 2001/02 | 11-Apr | 150.0 |
| 2002/03 | 14-Jun | 110.0 |
| 2003/04 | 20-Oct | 37.0 |
| 2004/05 | 30-Sep | 8.0 |
| 2005/06 | 26-Apr | 13.0 |
| 2006/07 | 9-Aug | 19.0 |
| 2007/08 | 29-May | 14.0 |
| 2008/09 | 19-Sep | 667.0 |
| 2009/10 | 16-Aug | 234.4 |
| 2010/11 | 15-Sep | 339.1 |
| 2011/12 | 23-Mar | 44.2 |
| 2012/13 | 31-Oct | 420.2 |
| 2014/15 | 22-Nov | 424.3 |

【対数正規確率紙】



LN2LM: 対数正規分布 2 母数(Slade I, L 積率法)

図 Aghbalou 観測所年最大流量の確率プロット

Data Source: ABHT

