

# 第3章

## プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

「ケ」国の国家開発計画である Vision2030 によると、「水と衛生が開発課題の一つとされ、その中で地方における給水率を現在の 40%から 59%まで向上させること、無収水率を現在の 60%から 30%まで低減させること」を目標としている。

ナロック市は、将来的に産業及び観光の発展が期待されることから、15 給水優先都市の 1 つとして位置づけられている。既設中部浄水場は、1930 年代から 1980 年代にかけて 3 度にわたって建設・拡張が行われているものの、老朽化により浄水能力が低下している。また、市内の配水管の大半は 1980 年代に布設されており、老朽化による漏水が多く、無収水率が 54%（2010 年）と高い状況にあるとともに、既設中部浄水場を過負荷に運転させていることにより、基準水質を超えた水道水が給水されている。

本計画の目標は、給水施設の建設及び改修により住民に対して安全な飲料水を供給することである。すなわち、給水人口を現状の 18,000 人から 49,980 人に、また給水量に関しては約 2,000m<sup>3</sup>/日（24 時間給水が行われておらず、また給水される時間も不確定）から 5,000m<sup>3</sup>/日（24 時間給水）に向上させる。

本プロジェクトにより実施される事業の計画概要は、表 3-3-1 に示すとおりであり、プロジェクト概要図は、図 3-1-1 に示すとおりである。

表 3-1-1 プロジェクト概要

	No.	項目	形式	数量
施設建設	1	取水施設の新設	取水ポンプ等	1 箇所
	2	導水管の布設	φ 200mm	1.5km
	3	浄水場の改修（既設中部浄水場）	1,000m <sup>3</sup> /日	一式
	4	浄水場の新設（北部浄水場）	4,000m <sup>3</sup> /日	一式
	5	送水管の布設	φ 250mm	3.8km
	6	配水池の新設	2,000m <sup>3</sup>	1 箇所
	7	配水池の改修		7 箇所
	8	配水本管及び配水支管の布設	φ 50mm～300mm	80km
	9	薬品庫の建設		一式
資機材調達	10	薬品注入設備及び水質分析機器		一式
	11	コンピューター		5 台
	12	プリンター		4 台
	13	給水管		16km
	14	給水メータ		1,600 個
ソフトコンポーネント	15	施設運転維持管理能力の向上		一式
	16	配水管布設工事施工監理能力の向上		一式
	17	水道事業の経営能力の向上		一式

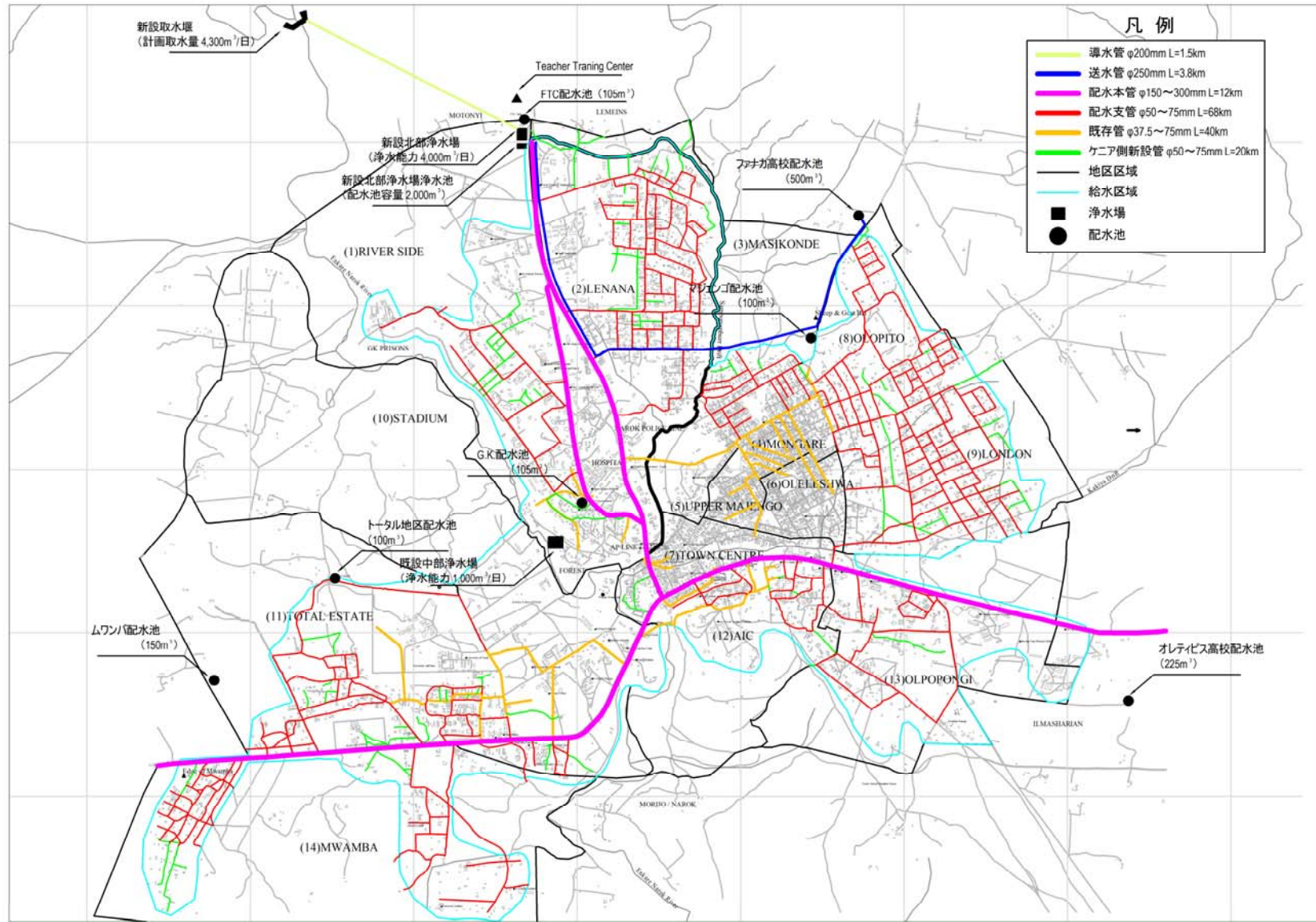


図 3-1-1 プロジェクト概要図

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 基本方針

既設中部浄水場を利用したうえで将来予測される水量増加に対応できる施設計画とすることで、現地調査、「ケ」国側・日本での関係機関との協議の結果、以下のように確認した。

- ① 施設設計にあたっては、「ケ」国のデザインマニュアル（Practical Manual for Water Supply Services in Kenya, October 2005、水・灌漑省(MWI)）を基本とする。
- ② 浄水場新設後も、既設浄水場は簡易な改修の上、併用することとする。
- ③ 取水施設は、エンカレナロック川の既存の取水地点より約 3km 上流に新設し、新設浄水場まではポンプにより導水する。取水施設は、砂の除去、木の葉等のゴミの流入を確実に防止するため、除砂施設及び細目スクリーンを設ける。
- ④ 導水管の布設ルートは、なるべく新設取水堰から新設する北部浄水場までを直線的に結んだルート（ $\phi 200\text{mm} \times 1.5\text{km}$ ）とし、埋設を基本とする。また、管材はダクタイル鋳鉄管とする。
- ⑤ ポンプ運転等の維持管理費用の低減を目的として、新設浄水場及び配水池は高台に建設し、給水区域への配水は自然流下により行うことを基本とする。
- ⑥ 新設浄水場は、浄水処理水質が WHO 飲料水水質ガイドライン値及びケニア国水質基準値を満足できる浄水処理方式を選定するとともに、機器類の使用を最小限として電力消費を抑え、運転維持管理が容易で自動制御は最小限にとどめ、マニュアル操作を基本とする。
- ⑦ 送水管路については、自然流下方式を基本として計画することとし、新設浄水場内に建設する浄水池から既設の配水池へ送水する（ $\phi 250\text{mm} \times 3.8\text{km}$ ）。なお、送水管布設ルートは、基本的に既設送水管と同様の布設ルートを前提とする。
- ⑧ 配水池容量は、「ケ」国施設基準に準じて計画一日最大給水量の 12 時間分とし、 $2,000\text{m}^3$  とする。建設場所は、浄水場と同一敷地内とする。
- ⑨ 配水方式は、浄水場内浄水池から自然流下方式でナロック市内へ配水することとする。

#### (2) 自然条件に対する方針

2011 年における気候は、年間気温が  $9^{\circ}\text{C}$  から  $27^{\circ}\text{C}$  程度で、平均気温が  $20^{\circ}\text{C}$  以下である。ナロック市の平均月間降水量は  $11.0\text{mm}$ ～ $113.8\text{mm}$  で年間平均降雨量は  $762.4\text{mm}$  ある。

降雨時期は 3 月から 5 月の長雨期と 11 月から 12 月の短雨期に大別される。雨は、長雨期には主に夜間に雷を伴って激しく降ることがあるものの、短雨期には通常夕方以降に降り、降り方も比較的穏やかである。

しかし、近年の世界的な異常気象に伴う河川の氾濫等を考慮し、新設取水施設に設置する取水ポンプのモーター、配水本管の水管橋の設置高さは、高水位を現地調査にて調査し、それよりも  $1\sim 1.5\text{m}$  程度高い位置に設置する。さらに、長雨期の作業計画の策定においては、資機材の搬入、土工時の掘削作業、コンクリート打設時の養生等の作業期間を考慮する必要がある。

また、現地踏査で確認した表層地質は、赤褐色のラテライト性土壌及び灰褐色のラテライト性

土壌（風化したシルト質や粘土質の細かな土壌）であり、その下層には凝灰岩、角礫凝灰岩、溶結凝灰岩等の火山噴出物による岩石が堆積している。凝灰岩は、一部玄武岩質の溶岩や河川沿いや道路断面で露頭しており、地表付近ではかなり風化も見られる。このため、掘削工事においては、これらに留意する必要がある。

### (3) 社会経済条件に対する方針

「ケ」国の公的機関は土曜日及び日曜日の週休2日が定着しているが、労働規則では週間労働45時間（平日8時間、土曜日5時間）が規定されている。年間祝祭日は10日以上あり、日曜日がこれらの祝祭日と重複した場合、月曜日が振替休日となっている。一部のイスラム教徒は断食明けに数日の休暇を取ることから、施工計画策定においては、これらの事情を考慮する必要がある。

### (4) 法・制度・基準に対する方針

#### 1) 水利権について

水利権は河川管理者である WRMA が利用公共団体に対し、その利用目的・取水量・計画取水施設・取水可能量等を審査したうえで、水利用組合の同意を得て使用許可を与えている。水利権申請手続きには、約6ヵ月間を要し、許可申請料として、エンカレナロック川については、90,000Kshs を必要とする（河川ごとに申請料は異なる）。

さらに、WRMA は、水源取水量に応じて水資源利用料を徴収しており、2011年実績では、NARWASSCO が1,250,000Kshs（水利権水量：5,000m<sup>3</sup>/日）を上半期（1月～6月分）と下半期（7月から12月分）に分割して収めている。

新設北部浄水場の計画取水に係る水利権は、2-2-3-1-3(8)に記述したとおり NARWASSCO が確保する予定であり、計画取水量は浄水場での浄水ロスを見込み4,300m<sup>3</sup>/日である。

#### 2) 土地の借地権

エンカレナロック川の河川管理者は WRMA であり、河川に取水施設等の構造物を建設する場合には、WRMA の許可を必要とする。

新設北部浄水場付近のエンカレナロック川の左岸一帯は、公有地となっており、ナロック市が管轄している。この土地はナロック市の公益事業のために優先して無償貸与されており、FTC（Farmers Training Center）やTTC（Teachers Training Center）等が借地し利用している。本プロジェクトの浄水施設建設予定地は、この公有地の中に所在している。このため、本プロジェクト用地確保のために、ナロック市に対して、土地譲渡許可を申請し、その後、土地法の手続きに従って、土地省・国家土地委員会からの土地譲渡許可証を得ることが必要である。

#### 3) 公共道路の管理

「ケ」国内における道路は、下記の各道路局（Road Authority）によって管理されている。KNHA は、幹線道路であるクラスA：国境に接する国へと通ずる国際道路、クラスB：国内の重要国道、クラスC：国内一般道路等の計画・施工・維持管理を行っている。また、クラスDからEの市内の道路は KeRRA が計画・施工し、州政府または市庁が維持管理を行っている。本プロジェクトでは、管の埋設箇所、道路横断箇所、施工方法など計画から施工までについて、ナロック市庁と

協議したうえで決定する必要がある。

(5) 現地業者・市場資材の活用に対する方針

「ケ」国では、これまで給水セクターの類似プロジェクトが、エンブ市、メルー市、カプサベット市などでも実施されていることから、本プロジェクト規模における現地業者の活用は可能である。また単純労働については、「ケ」国政府において、より多くの人力を使った工法を強く奨励しており、これまでに NARWASSCO も大型建設機械を使わず現地業者の人力主体で配水管の布設等を行っている。

また調査の結果、ナロック市内に 3 社の建設会社があり、単純作業にかかる労働力は安価で、その供給についても問題はない。本プロジェクトでは積極的に地元業者を採用し、日本企業が施工管理することにより、彼らの施工レベルを上げることが期待できる。NARWASSCO が将来独自に工事を発注する際、地元業者のレベルが向上していることはプロジェクトの持続性において大変重要である。

主要な土木・建築工事用資材に関しては、一般的なセメント、石材、砕石、砂、木材（角材・板材）、ガソリン、オイル等は「ケ」国内で調達可能である。しかし、電気計装、給電機材、発電機等については、品質・機能面から重要と判断する機器等については基本的に日本から調達する。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

NARWASSCO の現在の職員は技術、経営管理の両部門を合わせて 23 名である。既設施設は浄水場 1 箇所、配水池 7 ヶ所（内建設中が 3 ヶ所）、配水管延長 40km、給水戸数 2,131 戸、キオスク 7 ヶ所、ヤードタップ 5 ヶ所となっている。施設は古く、人口増加に伴う水需要量の増加に対応できていない状況にある。これは施設容量の不足のみならず、施設計画、維持管理・運転技術、経営管理技術、顧客対応技術の不足に帰するところも多くある。本プロジェクトの完成に伴い、施設能力は増強され、維持・管理管理要員も多く必要となる。今後本プロジェクトを通じて、水道の効率的な運転維持管理、料金徴収システムに関する知識や財務管理等、健全な水道事業運営を推し進めるための運営管理能力の向上と効率的な水道経営システムの改善が必要である。

(7) 施設・機材等のグレート設定に係る方針

浄水施設は、処理水質が WHO 飲料水水質ガイドライン値及びケニア飲料水基準を満足できる処理方式を選定するとともに、出来る限り電力を必要とせず、運転維持管理が容易な方式とし、自動制御は最小限にとどめ、マニュアル操作を基本とする。機械・電気設備は、全て信頼性が高い日本製とする。

配管材料については、施設の根幹となる導水管、送水管、配水本管は過去「ケ」国において日本の無償資金協力事業でも実績のある DI 管（ダクタイル鋳鉄管）とする。それ以外の配水支管（50mm、75mm）は近年技術革新が進んでいる「ケ」国産の uPVC 管（硬質塩化ビニル管）を使用し、道路状況が悪く洗掘や輪荷重が懸念される地域に関しては、「ケ」国産の GI 管（鋼管）を使用する方針とする。

(8) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

本計画における構造物は、一般的なコンクリート構造物であるので、施設建設の工法について

は、特殊な工法を用いないため、「ケ」国の建設業者でも十分に施工可能と考える。ただし、水槽構造物はコンクリート品質に留意する必要があることから、その品質管理は日本人技術者が厳しく行うべきである。また取水付近は岩が露出している箇所が散見され、掘削には専用の重機を併用して人力（雇用の促進）で行う必要がある。埋戻しについては、掘った土をそのまま埋戻すのではなく、良質で使用可能な掘削土を選別して埋戻す必要がある。

土木・建築資材は現地調達を基本とするが、品質の確保が重要な根幹となる水処理（機械・電気）設備や現地調達が困難な施設の材料等に関しては日本または第三国からの調達とする。

工期に関しては上述の自然条件や社会経済条件を踏まえ、十分な工事班の編成等を考慮した上で工期を設定するとともに、品質管理及び安全管理に対して万全を図ることとする。

とりわけ取水施設の工事は、雨季を避けて行う必要がある。

配管工事については DI 管が輸入品であるため、輸送日数及び荷揚げ手続き等に時間がかかることを考慮し、現地調達可能な uPVC 管や GI 管部分の施工を先行して行うことを検討する。

## 3-2-2 基本計画

### (1) 基本事項

#### 1) 計画給水区域

本計画は、ケニア統計局（Kenya National Bureau of Statistic）から入手した 2009 年センサス時の人口及びケニア測量局（Survey of Kenya）から入手した最新の地域図を基に検討を行った。これによるとナロック市の中心部は 14 地区に分かれており、面積約 20.36km<sup>2</sup>、人口 36,797 人（2009 年）となっている。計画給水区域としては、このナロック市の中心部 14 地区 River Side（リバーサイド）、Lenana（レナナ）、Masikonde（マシコンデ）、Mongare（モンガレ）、Upper Majengo（アップアマジェンゴ）、Oleleshwa（オレレシュワ）、Olopito（オロピト）、London（ロンドン）、Stadium（スタジアム）、Town Centre（タウンセンター）、Total Estate（トータル）、Aic（アイク）、Olpopongi（オルポポンギ）及び Mwamba（ムワンバ）の中で人口のある程度密集しており、今回配水管を布設する必要がある区域 11.27km<sup>2</sup> を対象とする。計画給水区域を図 3-2-1 計画給水区域に示す。

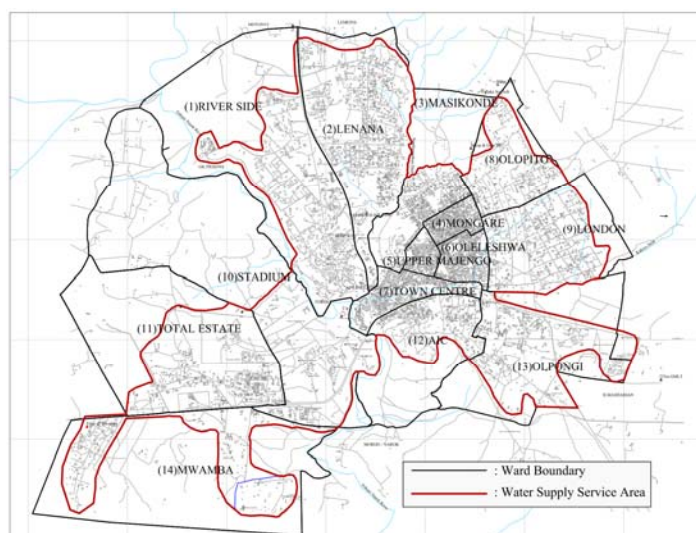


図 3-2-1 計画給水区域

## 2) 配水管布設の考え方

配水管は、**図 3-2-2 配水管布設の考え方**に示すように現在住宅がある程度密集している区域（給水区域）まで布設することとし、家屋のはりつきが非常に少ないところは、給水区域外として本プロジェクトでは配水管は布設しない。これらの区域は、将来宅地開発が進んだ際にケニア側で実施する区域と考える。なお、配水管末端は、バルブ止めとし、将来配水管を延長できるものとする。

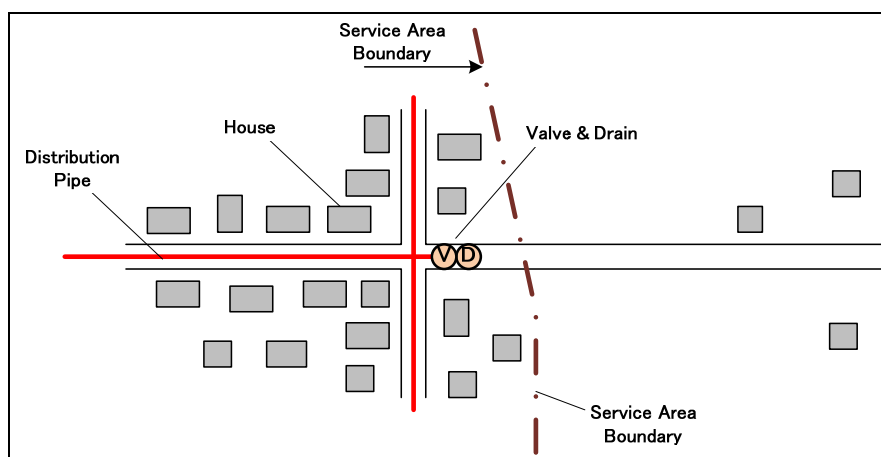


図 3-2-2 配水管布設の考え方

## 3) 給水人口

人口の統計資料としては、1969 年以降 10 年ごとにセンサスが行われており、本調査では 2009 年の 9 月に実施されたセンサスの結果を用いて計画対象年の 2020 年の人口を推計した。

ナロック市は、2010 年に主要道路である国道 B3 号線が建設されてから道路沿いのエリアを中心に著しく人口が増加しており、特にスタジアム、トータル及びムワンバ地区ではここ数年で数倍の人口増となっている。その反面、市中心部のモンガレ、アップーマジェンゴ及びオレレシャワ地区は、すでに人口飽和状態であり、人口は微増あるいは減少傾向にある。

ナロック市は、このように国道 B3 号線沿いの急激な人口増が見込まれる地域、すでに住宅が密集している地域、及び今後住宅建設により自然増が見込まれる地域に分類され、地域ごとに人口増加率が異なるものと判断される。これらを考慮して、2020 年の人口の推計は、以下の 3 ケースに分類した人口増加率により行うものとする。

### i) ケース A： 一般的な人口増加が見込まれる地区（7 地区）

#### ① 対象地区

1. リバーサイド地区、2. レナナ地区、3. マシコンデ地区、8. オロピト地区、9. ロンドン地区、12. アイク地区、13. オルポポンギ地区

#### ② 現状

1. リバーサイド地区、2. レナナ地区、3. マシコンデ地区、8. オロピト地区、9. ロンドン地区



この地区は、人口の密集度はそれほど高くなく、住宅は地区内にある程度の間隔を持って建設されている。ただし、現在建設中の住宅も見受けられ、今後住宅建設の可能な用地は多く残っている。またナロック市庁もこれらの地区に関して区画整理を計画しており、人口増は見込まれる地域である。ただし、国道 B3 号線から離れているため、急激な住宅建設が想定される地区ではなく、現状の住居の密集度から判断して、ここ数年は爆発的な人口増加はないものと考えられる

12. アイク地区、13. オルポポンギ地区

国道 B3 号線沿いではあり、今後住宅建設の余地はあるものの、急激な人口増はないものと考えられる。

③ 人口推計の考え方

これらの地区については、「ケ」国、ナロック北部県及びナロック市の設定した一般的な自然増を適用することが妥当と考えられる。表 3-2-1 各統計データの人口増加率にナロック北部県及び「ケ」国の人口増加率を示す。

表 3-2-1 各統計データの人口増加率

	統計資料	人口増加率	備考
1	Kenya Population & Housing Census <sup>*1)</sup>	3.0%	人口増加率 1999～2009 年
2	Narok North District Development Plan <sup>*2)</sup>	3.3%	
3	Narok District Statistic Office	4.6%	

注) \*1) 2009 Kenya population and Housing Census Volume II, August 2010

\*2) : NAROK NORTH DISTRICT DEVELOPMENT PLAN 2008-2012 (KANYA VISION 2030, Towards a Globally Competitive and Prosperous Kenya, June 2009)

これらの人口増加率を考慮した結果、ケース A の地区の人口増加率は、以下の理由によりナロック北部県の値、3.3%/年を適用する。

- ナロック統計事務所 (Narok District Statistic Office) の設定した 4.6% は、ナロック市 14 地区全体の増加率を考えたものである。ケース A での人口推計ではナロック市の 7 地区を対象と考えているため、急激な人口増加地区であるスタジアム地区、トータル地区、ムワンバ地区をも含んでいるこのナロック統計事務所の設定した人口増加率 4.6% は、大きすぎるため適用しない。
- ナロック北部開発計画 (Narok North District Development Plan) で設定されている 3.3% は、ナロックが近年観光及び交通の要所としてここ数年の人口の増加傾向がケ国の他都市より大きいことを考慮すると、ケニア人口・家屋統計調査 (Kenya Population & Housing Census) の設定値より少し大きめであるこの値は妥当と考えられる。

ii) ケース B: 人口が急増すると見込まれる地区(3 地区)

① 対象地区

10. スタジアム地区、11. トータル地区、14. ムワンバ地区

② 現状

2008年の国道B3号線建設後に飛躍的に人口が増加した地区である。地区によっては、10年前は全く住宅がなかったところに数百軒の家屋が建設されているところもある。これらの地区には新築の家屋及び現在建設中の住宅が多数あり、数年前からいわゆる建設ラッシュとなっている。また、住宅がまだ建設されていないエリアにもすでに電線網等が整備済みであり、すぐにも住宅建設が開始されるエリアも多数ある。これらの地区の一部は、開発計画区域に組み込まれており、今後の住宅増及び人口増が見込まれる地区である。

### ③ 人口推計の考え方

2008年の国道B3号線建設後に飛躍的に人口が増加した地区であるため、1999年～2009年センサスの人口増からの推計は、1999年時の人口が少なすぎるため適用できない。またナロック市では、市全体としての都市計画は行われていない。ただし市中心部であるスタジアム地区においては、2020年の家屋数について開発計画が策定されていた。本計画では、スタジアム地区の2008年の家屋数と2020年の計画家屋数から表3-2-2 スタジアム地区の家屋数に示すように人口増加率を8.0%/年と設定し、スタジアム地区、トータル地区、ムワンバ地区の2020年人口を算定した。

表 3-2-2 スタジアム地区の家屋数

項目	2008年	2020年計画
スタジアム地区家屋数	316	799

出典：ナロック市家屋開発計画

### iii) ケース C：人口の増加が見込まれない地区（4地区）

#### ① 対象地区

4. モンガレ地区、5. アッパーマジェンゴ地区、6. オレレシュワ地区、7. タウンセンター地区

#### ② 現状

この4地区は、昔から住宅が密集している地域であり、新規の家屋が建設される用地はほとんどない。また、長屋形式の家屋も多くその中に多数の世帯が住んでいることからすでに飽和状態であり、人口は微増あるいは減少傾向にあるため、今後人口増加はほとんどないと判断される。

#### ③ 人口推計の考え方

1999年から2009年の人口増加率、現状の住宅密集度及び今後の住宅建設の可能な用地がほとんどないことから判断すると2020年までの人口増加は見込まれないと判断されるため、2009年の人口を2020年にスライドさせるものとする。これに基づいて推計した2020年の計画給水区域内人口を表3-2-3に示す。

表 3-2-3 2020年給水人口の推計

地区名	面積 (km <sup>2</sup> )	給水区域 (km <sup>2</sup> )	全面積人口(人)		人口比 (SAP/A AP) <sup>*)</sup>	給水区域人口(人)		2009年～2020年への人口推定	
			1999年	2009年		2009年	2020年		
① リバーサイド	3.01	1.57	2,371	2,631	97.1%	2,554	3,660	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より

地区名	面積 (km <sup>2</sup> )	給水 区域 (km <sup>2</sup> )	全面積 人口(人)		人口比 (SAP/A AP)*	給水区域 人口(人)		2009年～2020年への人口推定	
			1999年	2009年		2009年	2020年		
② レナナ	1.75	1.65	770	3,694	99.6%	3,680	5,260	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
③ マシコンデ	1.07	0.51	1,322	4,732	98.0%	4,639	6,640	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
④ モンガレ	0.17	0.17		4,420	100.0%	4,420	4,420	Case-C	2009年の人口を採用
⑤ アッパーマ ジェンゴ	0.12	0.12	2,093	2,909	100.0%	2,909	2,910	Case-C	2009年の人口を採用
⑥ オレレシュ ワ	0.24	0.24	6,200	5,232	100.0%	5,232	5,240	Case-C	2009年の人口を採用
⑦ タウンセン ター	0.35	0.35	2,502	2,387	100.0%	2,387	2,390	Case-C	2009年の人口を採用
⑧ オロピト	0.75	0.65		1,129	96.6%	1,091	1,560	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
⑨ ロンドン	1.20	0.99		2,097	99.5%	2,086	2,990	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
⑩ スタジアム	3.48	1.18	512	1,378	71.4%	984	2,480	Case-B	8.0%: スタジアム地区 の開発計画より算定
⑪ トータル	2.37	1.30		2,512	95.2%	2,390	6,020	Case-B	8.0%: スタジアム地区 の開発計画より算定
⑫ アイク	1.12	0.54	1,068	955	97.0%	926	1,330	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
⑬ オルポボン ギ	1.82	1.06		1,793	98.6%	1,769	2,530	Case-A	3.3%: NAROK NORTH District 開発計画より
⑭ ムワンバ	2.91	0.95		1,109	91.2%	1,012	2,550	Case-B	8.0%: スタジアム地区 の開発計画より算定
合計	20.36	11.27	16,838	36,978	-	36,079	<b>49,980</b>		

\*) SAP/AAP: (給水人口 Service Area Population) / (全区域人口 All Area Population)

#### 4) 水需要量予測

##### i) 生活用水

生活用水の使用水量は生活レベルに関連しており、「ケ」国デザインマニュアルでは、都市部における給水原単位について、高所得者層は250L/人日、中所得者層は150L/人日、低所得者層は75L/人日を目安としている。しかしながらナロク市の場合、都市の状況、生活水準等からみてナイロビ等の大都市と一律に扱えないものと判断される。

従って、「ケ」国デザインマニュアルの地方部の原単位及び本調査で各地区別に行った社会調査の結果を検討したうえで生活用水原単位を設定し、生活用水量を算定する。

##### a) 生活用水原単位

「ケ」国デザインマニュアルの原単位を表 3-2-4 に示す。また本調査において実施された使用水量に関する社会調査結果（10時間以上給水されている世帯の1人1日当りの使用水量の調査結果）を表 3-2-5 に示す。

表 3-2-4 生活用水原単位 (「ケ」国デザインマニュアル (抜粋))

Consumer	Unit	Rural Areas			Urban Areas		
		High potential	Medium potential	Low potential	High potential	Medium potential	Low potential
People with Individual Connections	L/head/day	60	50	40	250	150	75
People without Individual Connections	L/head/day	20	15	10	-	-	20

出典: Practice Manual for Water Supply Service in Kenya, October 2005, MWI

表 3-2-5 各地区の1人1日使用水量実績 (社会調査結果)

地区名	使用水量 (L/日人)	給水時間 (時間/日)	24時間給水換算 *)	使用水量 (24時間換算) (L/日人)	平均使用水量 (L/日人)
① リバーサイド	16.7	12	1.5	25.0	17.0
	7.5	11	1.5	11.3	
	11.1	12	1.5	16.7	
	10.0	10	1.5	15.0	
② レナナ	7.5	10	1.5	11.3	62.6
	10.7	12	1.5	16.1	
	75.0	24	1	75.0	
	40.0	24	1	40.0	
	83.3	24	1	83.3	
⑤ マジェンゴ	13.3	12	1.5	20.0	35.0
	20.0	12	1.5	30.0	
⑥ オレレシュワ	60.0	24	1	60	41.7
	30.0	12	1.5	45	
⑪ エステート	20.0	24	1	20.0	35.0
	50.0	12	1.5	75.0	
	10.0	24	1	10.0	

注 \*) 24時間給水を行っていない箇所については、1.5 を乗じて 24時間換算値とした

②レナナ地区でわずかに「ケ」国デザインマニュアルの Rural Area の High Potential の原単位を超えているものの⑤マジェンゴ地区、⑥オレレシュワ地区及び⑪トータル地区は、いずれもケ国デザインマニュアルの Rural Area の High Potential の原単位以下である。

①リバーサイド地区、②レナナ地区、③マシコンデ地区、⑧オロピト地区、⑨ロンドン地区、⑩スタジアム地区、⑪トータル地区、⑫アイク地区、⑬オルポポンギ地区、⑭ムワンバ地区は、比較的所得の多い中流以上の世帯が多いため、今後の使用水量増加も考慮して、デザインマニュアルの High Potential 60L/人日を採用する。

住宅が密集しているモンガレ地区、⑤アッパーマジェンゴ地区、⑥オレレシュワ地区は、ほとんどの家屋が長屋形式の集合住宅であり、所得の低い数世帯に1箇所の給水栓で水が供給されている。使用水量は通常の各戸配水に比べて使用水量は少ないため、Low Potential の原単位 40L/人日を採用した。

⑦タウンセンター地区の大部分は住宅密集地域であるが、一部は住宅兼用の店舗及び飲食店等

があるため、原単位は 60L/人日を見込むものとする。

b) 生活用水量

各地区の計画給水人口及び生活用水原単位より、生活用水量を表 3-2-6 のように算定した。

表 3-2-6 ナロック市における地区別生活用水量 (2020 年)

地区名	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (2020 年)	原単位 (L/人日)	水需要量 (m <sup>3</sup> /日)
① リバーサイド	1.57	3,660	60	220
② レナナ	1.65	5,260	60	316
③ マシコンデ	0.51	6,640	60	398
④ モンンガレ	0.17	4,420	40	177
⑤ アッパーマジェンゴ	0.12	2,910	40	116
⑥ オレレシュワ	0.24	5,240	40	210
⑦ タウンセンター	0.35	2,390	60	143
⑧ オロピト	0.65	1,560	60	94
⑨ ロンドン	0.99	2,990	60	179
⑩ スタジアム	1.18	2,480	60	149
⑪ トータル	1.30	6,020	60	361
⑫ アイク	0.54	1,330	60	80
⑬ オルポポンギ	1.06	2,530	60	152
⑭ ムワンバ	0.95	2,550	60	153
合計 (生活用水量)	11.27	49,980	-	2,748

ii) その他水量

a) 基本的な考え方

その他水量は本調査結果をもとに以下のとおり推計する。

- ▶ 学生数及び職員数は、ナロック教育事務所からのデータに基づく。
- ▶ 病院のベッド数、小中学校、高校の学生数及び職員数及び行政機関職員数は各年の人口増加率 (3.3%/年) と同様の伸びを見込み算出する。
- ▶ ナロック大学における使用水量の伸びは、大学から聞き取りした学生数の増加率より、3.0%/年とした。
- ▶ 家畜数は Narok District Livestock Marketing からのデータに基づく。家畜数は、ナロック市の人口が増加しても将来的には増加しないものと考え、現状の家畜数から使用水量を求めた。また、大半の家畜は水道水を飲用しないものと考え、算定水量の 20%を給水量として考える。

➤ 産業・商業における使用水量も人口の伸び率に合わせる。

b) 原単位及び水量の設定

給水量原単位 (LPD) は、表 3-2-7 に示す「ケ」国デザインマニュアルをベースにして設定した。

表 3-2-7 「ケ」国デザインマニュアル (その他用水原単位)

Consumer		Unit	LCD
Livestock Unit		L/head/day	50
Boarding Schools		L/head/day	50
Day Schools	with WC	L/head/day	25
	without WC	L/head/day	5
Hospitals	Regional	L/bed/day	400
	District	L/bed/day	200
	other	L/bed/day	100
Dispensary and Health Center		L/day	5,000
Hotel	High Class	L/head/day	600
	Medium Class	L/head/day	300
	Low Class	L/head/day	50
Administrative Office		L/head/day	25

出典: Practice Manual for Water Supply Service in Kenya, October 2005, MWI

① 小中学校、高校

全ての小中学校及び高校にトイレが設置されているが、水洗化はされていない。またシャワー等の設備もない。使用水量を聞き取りにより確認したところ、1~2L/人日と非常に少ない水量であった。これは、生徒は学校に行く際に飲み水は持参していること、また手洗い等の使用水量も制限されていることによると思われる。

本プロジェクト後に水道水が十分供給されれば、学校における使用水量が増加すると考えられるが、現状の使用水量及び水洗化されていないトイレの状況を考慮すると急激な使用水量の増加にはならないと判断し、小中学校、高校における原単位はデザインマニュアルの Day School のトイレ有り(with W/C) 無し(without W/C) の中間的な値をとり、20L/人日を採用する。なお、教職員については同じ原単位とする。

② 寮 (小中学校、高校)

聞き取り調査結果では、男子学生と女子学生では、以下のように給水、トイレ設備が異なっているため、使用水量も違っている。

学 生	シャワー設備	トイレ	使用水量
男子寮生	なし	水洗なし	20 L/人日
女子寮生	あり	水洗化	70 L/人日

男子寮生と女子寮生の比が、約 45 : 55 であり、これを考慮すると寮生の原単位は、以下のよ

うに算定される。

$$20\text{L}/\text{人日} \times 45\% + 70\text{L}/\text{人日} \times 55\% = 47.5 \div 50\text{L}/\text{人日}$$

③ ナロック大学

ナロック大学は、ナロック市で唯一の大学であり、全学生数は1,886人で、そのうち908人が寮生である。教職員は611人であり、トイレは全て水洗化されている。聞き取り調査結果では、学生寮での使用水量を含めて、大学での使用水量は4,632m<sup>3</sup>/月  $\div$  155m<sup>3</sup>/日であり、2020年の水量としては、これに年率3.0%の増加率（学生数の増加率、大学からの聞き取り結果）を見込んで算定する。

④ ナロック県立病院

ナロック県立病院は、ナロック県で唯一の県立病院であり、ベッド数150床、1日平均患者数は200人、医師・スタッフは174人であり、トイレは水洗化されている。

使用水量は、864m<sup>3</sup>/月  $\div$  30m<sup>3</sup>/日であり、2020年の使用水量としては、人口増加率と同じ3.3%を見込んで算定する。

⑤ その他病院

「ケ」国デザインマニュアルの病院のベッド数原単位100L/床日は、現地調査の結果、ナロック市内の病院の実情に合わない判断し、今回採用した学校の原単位（15L/人日）とデザインマニュアル（25L/人日）との差から以下のように算定し、これを採用する。

$$100\text{L}/\text{床日} \times (20/25)\text{L}/\text{人日} = 80\text{L}/\text{床日}$$

⑥ ホテル

ホテルの原単位は、一律でデザインマニュアルのLow Class Hotelの値50L/人日を採用する。

⑦ 工場・商業用水

ナロック市で稼働中の工場は、オルポポンギの国道B3号線沿いにある穀物工場のみである。聞き取り調査によると、40人の職員及び100人以上の不定期の作業員が従事しており、使用水量は、2,000L/日である。また、商業施設として、銀行、郵便局、金融会社等が約30社あり、10～30人が従事している。聞き取り調査の結果、各商業施設における使用水量は、1日当たり300～500Lである。これらより、工場・商業用水としては以下の水量を見込むものとする。

$$2,000\text{L}/\text{日} + 500\text{L}/\text{日} \times 30\text{社} = 17,000\text{L}/\text{日} = 17\text{m}^3/\text{日}$$

⑧ 刑務所

刑務所内には、収容者700人、看守・職員500人がおり、館内はシャワー及び水洗トイレが設備されている。収容者及び看守・職員は1日1人当たり70Lの水を使っていることが聞き取り結果により判明した。しかし、実績値である原単位70L/人は、デザインマニュアルのホテルの原単位を超えており、ナロックの状況を考えると現実的ではないと判断し、50L/人日を使用して、給水量を算定する。看守・職員の総数は500人であるが、常勤（日勤）者100人と交代制職員400人に分かれており、看守・職員の原単位に関しては、以下のように考える。

- 常勤（日勤）者原単位：25L/人日
- 4交代（夜勤含む）看守原単位：25L/人日

c) その他水量の算定

以上の調査結果及びその他用水原単位より、諸元値等を表 3-2-8 に示すように現在（2012 年）から 2020 年の値に換算したうえで、その他水量を表 3-2-9 のように算定した。

表 3-2-8 その他水量算定のための基本諸元

項 目	単位	数 量	
		2012 年	2020 年
<b>小中学校、高校</b>		成長率: 3.3%	
(1) 学生数	人	11,518	15,000
(2) 先生、職員	人	430	600
(3) 寮	人	3,920	5,100
(4) 他の学校等	人	696	1,000
(5) 他の学校の先生、職員	人	62	100
<b>ナロック大学</b>		増加率: 3.0%	
水需要量 (学生、寮、先生、職員)	m <sup>3</sup> /日	155	200
<b>病院</b>		増加率: 3.3%	
(1) ナロック地区病院	m <sup>3</sup> /日	30	40
(2) 他の病院 (ベッド数)	床	15	20
<b>公共施設</b>		増加率: 3.3%	
(1) 政府施設、市役所	人	700	910
(2) 警察	人	68	90
(3) 軍隊			
<b>ホテル</b>		増加率: 3.3%	
(1) 主要ホテル (部屋数)	部屋	250	330
(2) その他ホテル (部屋数)	部屋	200	260
<b>刑務所</b>			
(1) 受刑者	人	700	700
(2) 刑務官	人	500	500
		<i>Considered that imprisonment and staff will not be increased.</i>	
<b>商業施設</b>		増加率: 3.3%	
(1) 現在の使用量から想定	m <sup>3</sup> /日	17	30
<b>家畜</b>		増加率: 3.3%	
(1) 山羊、羊	頭	2,000	2,600
(2) 家禽	頭	60,000	77,800

表 3-2-9 その他水量 (2020 年)

項 目	数量 (2020 年)	原単位 (L/日人)	水需要量 (m <sup>3</sup> /日)
<b>小中学校、高校</b>			
(1) 学生数	15,000	20	300
(2) 先生、職員	600	20	12
(3) 寮	5,100	50	255
(4) 他の学校等	1,000	20	20
(5) 他の学校の先生、職員	100	20	2
小計-1 (小中学校、高校)			589
<b>ナロック大学</b>			
(1) 小計-2 (ナロック大学 学生、寮、先生、職員)			200
<b>病院</b>			



項 目		数量 (2020年)	原単位 (L/日人)	水需要量 (m <sup>3</sup> /日)
(1)	ナロック地区病院			40
(2)	他の病院 (ベッド数)	20	80	2
	小計-3 (病院)			42
<b>公共施設</b>				
(1)	政府施設、市役所	910	25	23
(2)	警察	90	25	2
	小計-4 (公共施設)			25
<b>ホテル</b>				
(1)	主要ホテル (部屋数)	330	50	17
(2)	その他ホテル (部屋数)	260	50	13
	小計-5 (ホテル)			30
<b>刑務所</b>				
(1)	受刑者	700	50	35
(2)	刑務官	500	25	13
	小計-6 (刑務所)			48
<b>商業施設</b>				
(1)	現在の使用量から想定			30
<b>家畜</b>				
(1)	山羊、羊	2,600	20	52
(2)	家禽	60,000	0.4	24
	小計-7 (家畜)			76
	家畜の大多数は、水道水を使わないため、上記水量の20%を見込むものとする。			15
<b>その他水量 計</b>				<b>978</b>

### iii) 無収水率

漏水、配管維持管理等の作業用水等の無収水率については、NARWASSCO の計画<sup>\*</sup>) 及び本プロジェクトで新設・調達される配水管の効果を考慮したうえで設定する。

現在布設されている既設配水管約 40km に対する無収水率約 54%に対して、本プロジェクトでは配水管約 80km の日本側負担による新設及び約 20km の「ケ」国側負担による新設が行われる。新設管は、適切な施工を行うことにより漏水の発生は少ないと考えられる。これらを総合的に判断すると、本プロジェクト実施後の無収水率は、NARWASSCO の計画値 30%より低くなると考えられる。本計画では、給水量の 25%を無収水率として見込むものとする。

注\*) : Strategic Plan 2010-2015 (NARWASSCO)

### iv) 計画給水量

計画給水区域の無収水量を見込んだ計画給水量を表 3-2-10 に示す。計画目標年 2020 年における計画給水量は、5,000m<sup>3</sup>/日となる。

表 3-2-10 水供給量 (2020年)

水量項目		単位	水量
生活用水		m <sup>3</sup> /日	2,748
<b>その他水量</b>			
	小中学校、高校	m <sup>3</sup> /日	589
II-2	ナロック大学	m <sup>3</sup> /日	200

水量項目		単位	水量
II-3	病院	m <sup>3</sup> /日	42
II-4	公共施設	m <sup>3</sup> /日	25
II-5	ホテル	m <sup>3</sup> /日	30
II-6	刑務所	m <sup>3</sup> /日	48
II-7	商業施設	m <sup>3</sup> /日	30
II-8	家畜	m <sup>3</sup> /日	15
	小計 (その他水量)	m <sup>3</sup> /日	979
水需要量		m <sup>3</sup> /日	3,727
無収水			
	比率	%	25
	無収水量	m <sup>3</sup> /日	1,243
	端数整理	m <sup>3</sup> /日	1,273
計画給水量		m <sup>3</sup> /日	5,000

#### 5) 計画案の策定

##### ① 代替案 1 (F/S 調査報告書)

代替案 1 は、取水施設のみ既設中部浄水場から直線距離で約 5 km 上流に設置し、川沿いに口径 200 mm の導水管を布設し、原水を既設中部浄水場まで自然流下で導水する計画である。

##### ② 代替案 2

代替案 2 は、既設中部浄水場横の将来水道施設拡張用地に新規の浄水場を建設し、既存の浄水場位置で新たに取水施設、浄水施設を建設する計画である。ただし、配水池は自然流下を考慮し、上流側に建設する計画である。

##### ③ 代替案 (本計画採用案)

代替案 3 は、取水施設を既設中部浄水場から約 5 km 上流に設置することは、F/S 調査報告書と同じであるが、本計画では新設北部浄水場及び配水池も上流側に計画し、自然流下のみで市内に配水する計画である。

表 3-2-11 に水道計画代替案の比較表を、表 3-2-12 に水道計画代替案の比較評価表を示すとともに、代替案 1、代替案 2 及び代替案 3 の各計画案について、工事施工性、浄水場建設用地面積、環境条件、維持費等の観点からその妥当性を評価し、**代替案 3 を最適案として本計画に採用する。**

#### 【採用理由】

1. 取水施設から計画浄水場までの距離が 1.5km のみで取水ポンプで直接導水した後、自然流下により配水するために、電気料金が比較的少なくできること。
2. 取水施設を上流側に設置するために、水源水質が既設中部浄水場に比べて良好であること。
3. 国道 C 57 号線沿いの比較的平らな空き地 (公有地) は、十分な敷地面積を有しており、水道施設を一体的に管理が可能であること。

4. 既設中部浄水場を廃止するのではなく、軽微な補修で有効利用することにより、新規に建設する北部浄水場の規模を小さくでき、建設費用を安価にできること。
5. 既設中部浄水場と新設北部浄水場の双方があることにより、非常時において弾力的な水運用が可能となること。

表 3-2-11 水道計画代替案の比較表

代替案	代替案1 AfDB 13 都市給水衛生改善 (F/S) プロジェクト	代替案2	代替案3 本プロジェクト採用案
計画概要図			
計画内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取水施設のみ既存浄水場より約 5 km 上流に設置する。</li> <li>2. 取水施設から既存浄水場まで川沿いに導水管を設置し、原水を浄水場まで自然流下により流下させる。</li> <li>3. 配水池を上流側に設置して新設浄水場から送水ポンプで送水する。</li> <li>4. 新設浄水場は、既存浄水場横の将来拡張計画用地に建設する。</li> <li>5. 既存浄水場及び新設浄水場からの配水を合わせて市街地への配水を行う計画とする。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取水施設は、既存浄水場にある取水施設を利用して取水する。</li> <li>2. 配水池を上流側に設置して新規浄水場から送水ポンプで送水する。</li> <li>3. 新規浄水場は、既存浄水場脇の将来計画用地に建設する。</li> <li>4. 既存浄水場及び計画浄水場からの配水を合わせて市街地への配水を行う計画とする。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取水施設、計画浄水場、配水池を既存浄水場から約 5 km 上流に設置する。</li> <li>1. 取水施設から貯水池まで取水ポンプで送水し、配水池から市街地へは自然流下により配水する。</li> <li>2. 既存浄水場は、一部補修を行い大学方面に配水し、計画浄水場からの配水は、市街地域の配水を中心として配水区域割りを行う。</li> </ol>
施設概要	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新規取水施設の建設</li> <li>2. 既存浄水場のリハビリ (1,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>3. 新規浄水場の建設 (4,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>4. 配水池の新設 (2,000 m<sup>3</sup>)</li> <li>5. 導水管の布設 (DI) 径 200 mm, 5.0 km</li> <li>6. 送水管の布設 (DI) 径 150 mm, 2.6 km</li> <li>7. 配水管の布設 (uPVC) 径 100 mm, 25 km</li> <li>8. 管理用道路の整備 5 km</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 既設取水施設の改良</li> <li>2. 既存浄水場のリハビリ (1,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>3. 新規浄水場の建設 (4,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>4. 配水池の新設 (2,000 m<sup>3</sup>)</li> <li>5. 導水管の布設 (DI) 径 200 mm, 0.3 km</li> <li>6. 送水管の布設 (DI) 径 150 mm, 2.6 km</li> <li>7. 配水管の布設 (uPVC) 径 100 mm, 25 km</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新規取水施設の建設</li> <li>2. 既存浄水場のリハビリ (1,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>3. 新規浄水場の建設 (4,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>4. 配水池の新設 2,000 m<sup>3</sup></li> <li>5. 導水管の布設 (DI) 径 200 mm、距離 1.5 km</li> <li>6. 送水管の布設 (DI) 径 150 mm、距離 1.0 km</li> <li>7. 配水管の布設 (uPVC) 径 100 mm、距離 25 km</li> <li>8. 管理用道路の整備 1.5 km</li> </ol>

表 3-2-12 水道計画代替案の比較評価表

代替案		代替案 1 AfDB 13 都市給水衛生改善 (F/S) プロジェクト	代替案 2	代替案 3 本プロジェクト採用案
工事 施工性	評価	×	○	○
	理由	上流の取水施設と下流の新規浄水場との約 5 km の距離を川沿いに布設する導水管により連絡させる計画。 川沿い一帯に岩盤が露出しているため布設が極めて困難である。	既設浄水場の取水施設を改良して利用するために工事施工性に特に問題はない。既設浄水場	上流の計画取水施設及び計画浄水場は、約 1.5 km の導水管で連絡され、岩盤露出部分は露出配管、そうでない場合は埋設配管とすると工事施工性は大きな問題はない。
浄水場建設 用地と地形	評価	×	×	○
	理由	既存浄水場脇 (4,000m <sup>2</sup> ) の将来拡張計画用地 (1,000m <sup>2</sup> ) に計画浄水場を建設する計画。地形は平坦であるが、本計画では、F/S 調査時から給水人口が倍増したため、給水量も増加し、現状の拡張用地では、広さが不十分である。また、周辺には、追加可能な空き地がない。	同左	国道 C 57 号線沿いの国有地内のほぼ平坦な空き地 (約 2.4km <sup>2</sup> ) があり、計画浄水場 (16,000m <sup>2</sup> ) 及び計画地上型配水池 (2,000 m <sup>3</sup> ) を建設するのに十分な敷地があった。また、取水施設と導水管も国有地内に建設できる。
土地利用	評価	○	○	○
	理由	浄水場用地として利用されている。	同左	疎らな灌木の生えた空き地
洪水の 可能性	評価	×	○	○
	理由	導水管が川沿いに設置される計画のため、洪水で壊れる可能性がある。	洪水に対して比較的安全である。	洪水に対して比較的安全である。
人口密度	評価	○	○	○
	理由	低い	低い	低い
植生	評価	○	○	○
	理由	重要な植生はない。	重要な植生はない。	重要な植生はない。
施設稼働費	評価	△	△	○
	理由	施設稼働の為の電気料金が Kshs16,386,000/年であり、水道局には大きな負担となる。	同左	施設稼働の為の電気料金が Kshs 14,176,000/年となり、運転経費が安くすみ、適切である。
総合評価	評価	×	×	○
	理由	工事施工性と導水管が洪水を受けて損傷しやすいこと及び浄水場建設用地の狭さで不可であり、計画として致命的である。	施設建設の環境条件は満足するが、浄水場建設用地の狭さで不可であり計画として致命的である。	工事施工性、浄水場建設用地と地形、維持費、環境要素ともに妥当性があり、建設計画として満足される。

(注) 維持費は、薬品注入等について、F/S 案で具体的な計画案等が不明なため、施設運転経費としての電気料金に限りて評価を行った。

(2) 取水施設計画

1) 取水位置の選定

取水位置は、既設中部浄水場の上流およそ 3km 地点でエンカレナロック川とエンカレグソール川の合流点下流で、河川に岩が露出し、堰の築造が容易な位置を選定した。

2) 取水可能量

i) 必要取水量

本プロジェクト実施後における計画取水量は、新設北部浄水場で 4,300m<sup>3</sup>/日、既設中部浄水場で 1,050m<sup>3</sup>/日であり、エンカレナロック川から合計 5,350m<sup>3</sup>/日を取水する計画である。

ii) 本調査で測定した河川水量に対する照査

本調査は、エンカレナロック川の流量を確認するために、2012 年の乾季である 3 月 26 日に取水予定地点で流量観測を行った。

取水地点は岩盤が河川を横断しており、真ん中に流路があり流出している。図 3-2-3 に流出地点の測量断面を示す。河川流速は、3 回測定して平均を取ったところ、 $V=0.57\text{m/sec}$ であった。河川流量は、 $Q=0.29\text{ m}^2 \times 0.57\text{m/秒}=0.165\text{m}^3/\text{秒}=142,819\text{m}^3/\text{日}$ となる。北部浄水場と中部浄水場の計画取水量 5,350m<sup>3</sup>/日は、この河川流量の約 3.7%に相当し、十分取水可能な量と判断された。

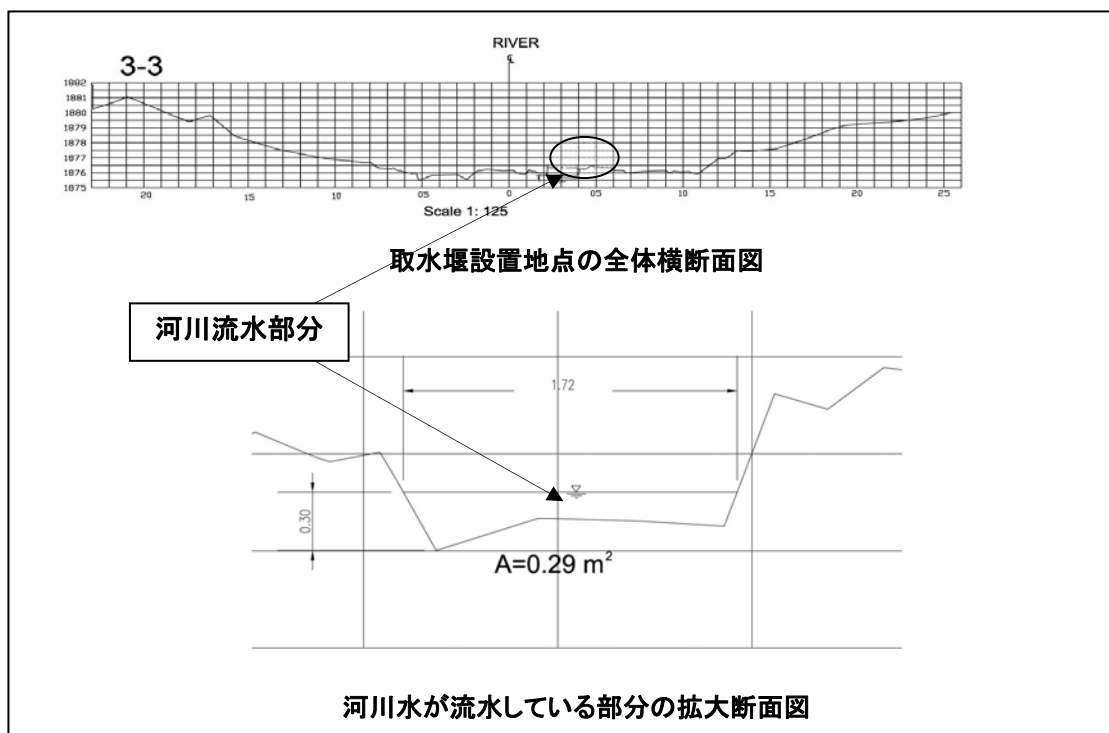


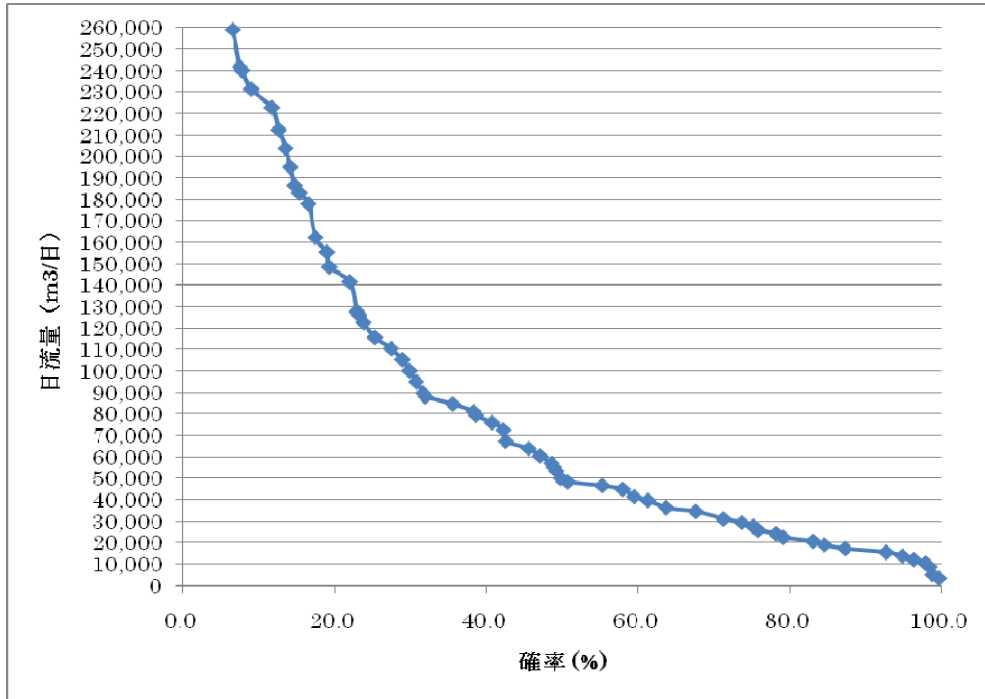
図 3-2-3 本調査による河川流量測定地点の横断面図（計画取水予定地点）

iii) WRMA 観測の河川水量に対する照査

1980 年～2012 年までの 31 年間のエンカレナロック川の流量データを WRMA から入手して解析を行った。河川水位データを変換式により流量データに換算し、月別最低水量を求め、流況曲

線を作成した。(WRMA から入手した詳細データは、参考資料に示す)。図 3-2-4 に流況曲線を示す。その結果、95%確率で、月別最低水量  $Q=13,495\text{m}^3/\text{日}$  の流量が得られた。北部浄水場及び中部浄水場の取水量の合計  $5,350\text{m}^3/\text{日}$  は、本調査団が求めた  $Q=13,495\text{m}^3/\text{日}$  の約 39% に相当する。

したがって、エンカレナロック川には十分な取水可能性が存在していると判断される。



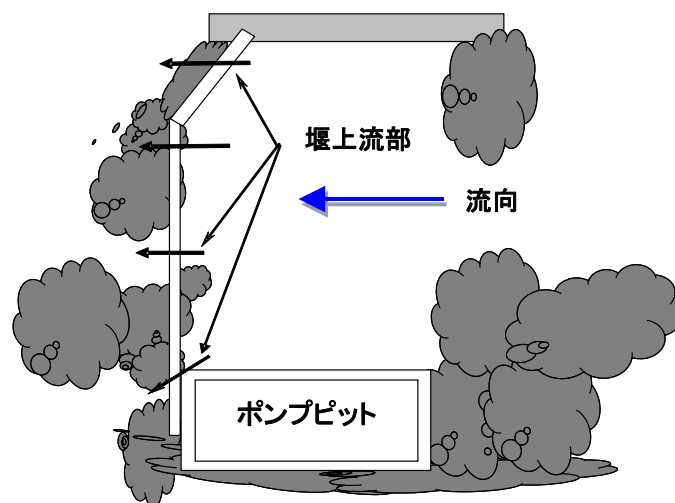
注) 月別日最小流量、データ期間：1981年/1月～2012年1月、流量観測地点番号 2K03

図 3-2-4 エンカレナロック川の流況曲線

### 3) 取水施設

#### i) 取水方法

取水は河川横断方向に堰を設け、堰上流にポンプピットを設けて取水する方式とする。取水施設の平面図をに示し、現地写真及び類似取水堰の状況を写真 3-2-1 に示す。



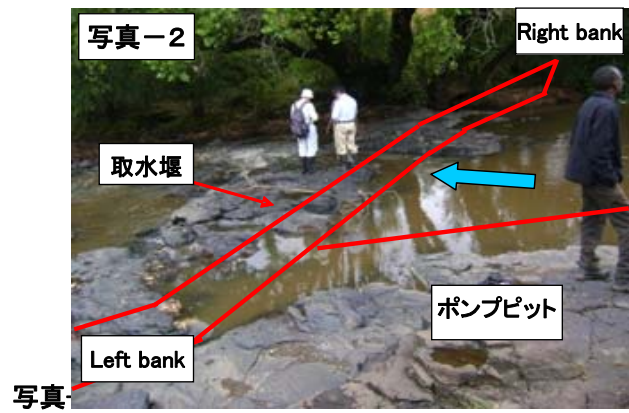
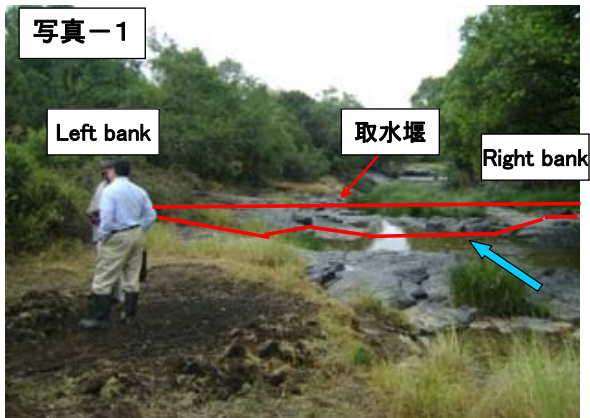


写真 3-2-1 取水施設計画地点

ii) 河川横断堰

河川横断堰は、露出した岩を有効に利用した構造で堅牢なものとする。堰高は洪水時の水位上昇を考慮して 80cm 程度とする。河川横断堰の断面図を図 3-2-5 に示す。

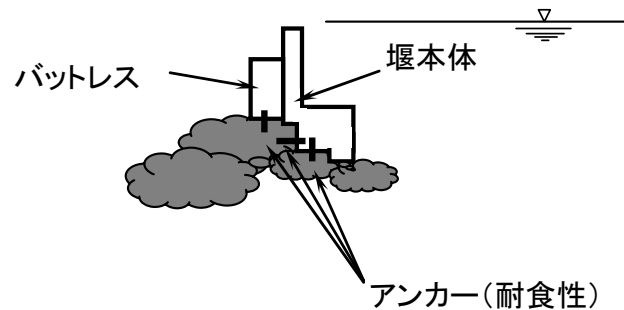


図 3-2-5 河川横断堰断面図

iii) ポンプピット

ポンプピットは図 3-2-6 に示すとおり、河川横断堰の上流側に設ける。ピット流入堰は幅 0.5m を 2 箇所設け、堰高は河川横断堰の堰頂より 20cm 低い位置に設ける。流入口にはスクリーンを設け漂流物が流入しないようにする。ポンプピットの排砂は、ポンプピットの流向方向に角落としを設け、清掃時においては角落としを開けてピット内に沈砂が溜まるのを防ぐようにする。なお、取水ピットは上部に取水ポンプ用モータを置く必要があることより、高さは十分に確保された高さとし、洪水位+堰高+1m 以上とする。

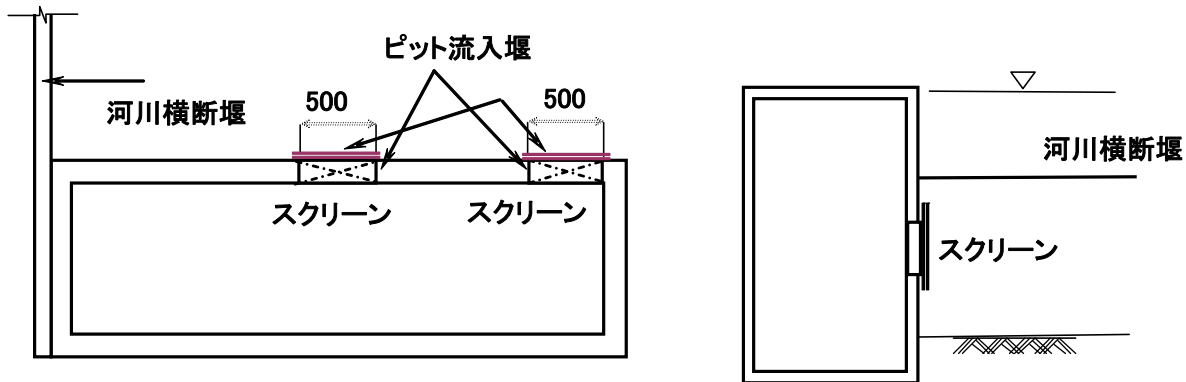


図 3-2-6 取水ポンプピット平面・断面図

(3) 導水施設計画

1) 導水管ルート

導水管の布設ルートは、なるべく新設取水堰から新設北部浄水場までを直線的に結んだルートとする。なお、導水管は、埋設管を基本とする。

2) 管口径の選定

新設取水堰と新設浄水場との位置関係は表 3-2-13 及び図 3-2-7 のようになり、取水堰から北部浄水場の距離は 1,540m、高低差は下表に示すように約 80m である。

表 3-2-13 導水管の標高差

標高	取水施設新設予定地	新設北部浄水場	標高差
	+1877m	+1957m	80m

導水管の検討に用いる導水量は日最大導水量とし、浄水場内の浄水ロスを考慮した上で、4300m<sup>3</sup>/日 (0.04977m<sup>3</sup>/sec) とする。なお、導水管口径の算定は、以下に示すヘーゼンウィリアムス公式を用いて行った。

$$H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

H : 損失水頭 (m)

C : 流速係数 (=130)



D : 口径 (m)  
Q : 流速 ( $m^3/sec$ )  
L : 管路長 (m)

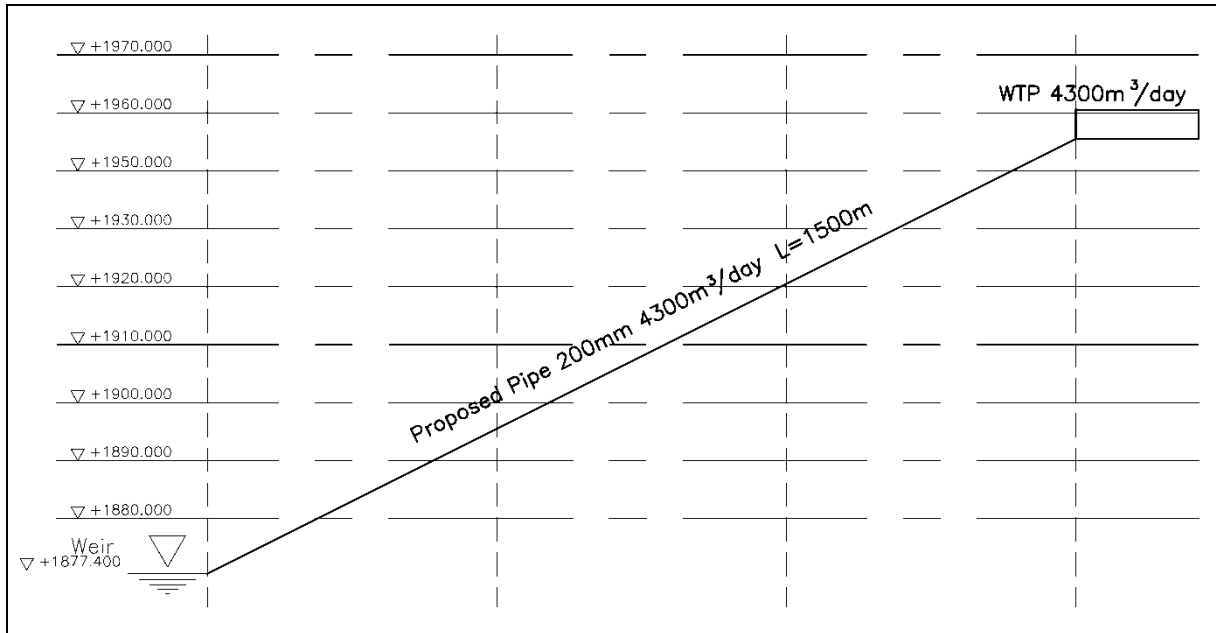


図 3-2-7 導水管の配置案

取水堰から北部浄水場へは、ポンプ圧送による方式とするため、管内ロス及び管内流速を適正に保つ必要がある。とりわけ、取水堰と北部浄水場は高低差が 80m あることから、管内ロスをなるべく小さくし、管内流速をポンプ圧送の場合の適正值とされる 1.0m/sec~3.0m/sec とする必要がある。したがって、新設取水堰から新設浄水場までの導水管については、材質は DIP 管とし、口径は 200mm が最適と判断する。

**導水管口径: 200mm**  
**導水管管種: DIP 管**

#### (4) 新設北部浄水場施設計画

新設北部浄水場は、浄水場からナロック市内の配水地区へ自然流下での配水が可能となるよう候補地の中で最も標高の高い場所を選定した。計画浄水量は、計画給水量 5,000 $m^3$ /日のうち、後述する既設中部浄水場での計画浄水量 1,000 $m^3$ /日を差し引いた 4,000 $m^3$ /日を計画浄水量とした。

##### 1) 浄水場建設予定地の地盤状況

現地調査において、取水施設 1ヶ所及び浄水場建設予定地 5ヶ所のボーリング調査を行い、地盤状況の確認を行った。

ボーリング調査結果より、取水施設及び浄水場予定地点の地盤状況は、シルト質粘土が主体であり、地表面から 1~2m の深度で N 値が 50 程度となり、非常に強固な地盤であることが判明し

た。したがって、浄水場構造物の基礎については、べた基礎として計画する。

## 2) 浄水プロセス及び施設計画

北部浄水場の浄水プロセスは、既設中部浄水場と同様の凝集沈殿・急速ろ過システムを採用し、凝集剤（硫酸バンド）を注入後、フロック形成池、薬品沈殿池、急速ろ過池により浄水処理を行う。アルカリ調整剤として石灰、また滅菌剤は次亜塩素酸カルシウム（顆粒）を使用し、両方の溶解液を塩素混和池に注入する方式とする。急速ろ過池の洗浄はブロワー/コンプレッサーによる空気洗浄と、逆洗水槽からの自然流下による逆流洗浄を併用する。薬品沈殿池からの汚泥は天日乾燥床により処理を行い、ろ過池洗浄排水及び各池からの排水は排水池に流入させ、夾雑物を沈殿後、上澄水をエンカレナロック川に放流をする。各池からのオーバーフロー水は、場内排水側溝を經由し、C57 道路沿いの排水路に放流する。北部浄水場処理フローを図 3-2-8 に示し、施設計画内容を表 3-2-14 に示す。

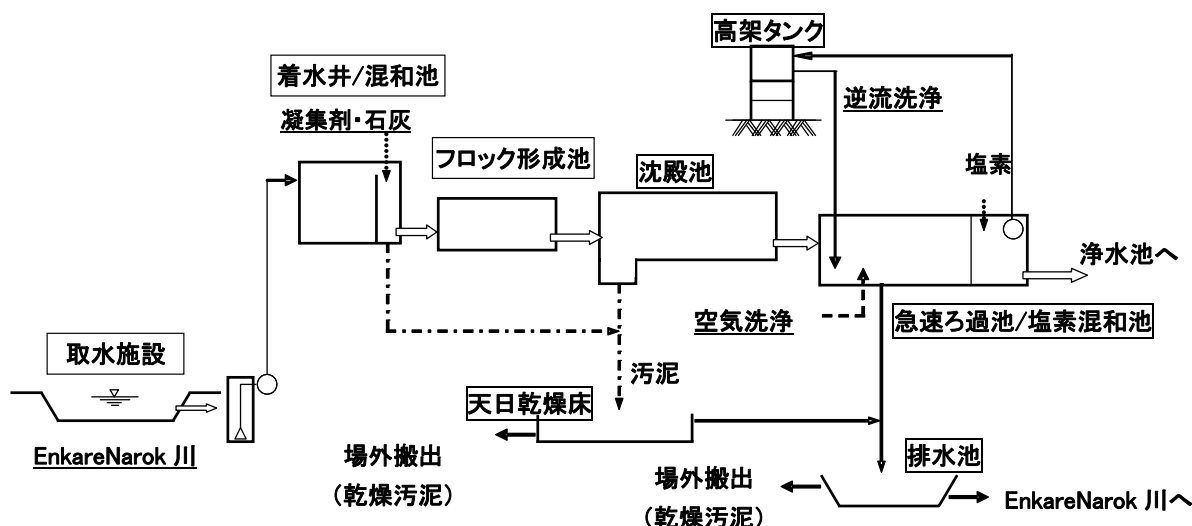


図 3-2-8 北部浄水場処理フロー

表 3-2-14 北部浄水場施設計画内容

施設・設備	計画内容
着水井/急速混和池	着水井滞留時間 10 分程度、急速混和は、堰の落下による攪拌エネルギーを利用して行う。
フロック形成池	水平迂流による攪拌エネルギー利用、滞留時間 20 分程度。
薬品沈殿池	横流式沈殿池、水面積負荷 16mm/分、スラッジは手動バルブ操作により自然流下で天日乾燥床へ排出。
急速ろ過池	重力式ろ過池、ろ速約 120m/日。ろ過砂洗浄は、場内高架タンクからの逆流洗浄と空気洗浄により行う。
薬品注入設備	各薬品（硫酸バンド、次亜塩素酸カルシウム、石灰）は自然流下により注入、薬品溶解には手動ミキサーを利用。
天日乾燥床	沈殿池で発生する汚泥の乾燥。
排水池	ろ過池洗浄排水、各池からの排水の濁質を沈殿後、上澄み水を河川に放流する。

### 3) 設備計画

取水施設からポンプ圧送された原水は一旦着水井に入り、浄水場内敷地の高低差を有効に利用して自然流下で浄水池まで流下する。機器類の使用及び電力の使用は最小限とし、運転維持管理が容易な方式として自動制御は最小限にとどめ、マニュアル操作を基本とする。

砂ろ過の洗浄操作は、ろ過池の上部に操作ハンドルが集約された各バルブの開閉による人力操作を基本とする確実な方式とし、施設内の必要な流量計は電力の不要なタービン式流量計とする。

さらに、ポンプ設備は最小限とし、近隣に送水する小型の配水ポンプと場内高架水槽へ送水する小型の給水ポンプをポンプ室に集約した。ろ過池洗浄のために送風機は、原水水質の粘土分が高く多く、雨期には濁度が高くなること等を考慮し、予備機1台を含めて3台設置するものとする。

一方、薬注設備は2階に設置し、薬液は自然流下にて各注入箇所に注入する。注入量はマニュアル操作にて制御し、電気の不要な設備構成とする。凝集材注入率は、凝集沈殿試験（ビーカ試験）の結果を考慮し、注入設備として20mg/L～150mg/L注入できる設備として計画した。また、凝集剤注入により低下したpHをあげるためのアルカリ剤注入設備及び浄水消毒のための塩素注入設備を設置した。（別添資料 浄水場における薬品注入率 参照）

### 4) 施設概要

新設北部浄水場の施設概要を表3-2-15に示す。

表3-2-15 北部浄水場施設概要

施設名	構造・形状寸法	備考
「土木・建築」		
1. 着水井/急速混和池	RC造 幅1.8m×長1.5m×深3.0m×1池	
2. フロック形成池	RC造 幅5.0m×長8.35m×深1.0～1.3m×2池	う流式
3. 薬品沈澱池	RC造 幅5.5m×長17.0m×深さ3.0m×2池	横流式
4. 急速ろ過池	RC造 幅2.5m×長3.6m×4池 砂層厚：1.0m 下部集水装置一式 空気洗浄設備一式	重力式、ろ速：120m/日 ろ過砂：有効径0.8～0.9mm 均等係数K=1.7以下 (空気洗浄併用)
5. 塩素混和池	RC造 幅4.0m×長3.6m×深さ1.15m×1池	
6. 逆洗水槽（高架水槽）	RC造 幅4.5m×長4.5m×深4.0m×1池	ろ過池洗浄及び場内使用
7. 天日乾燥床	RC造 幅8.0m×長15.0m×深1.0m×4池	
8. 排水池	素堀（法面は蛇籠保護） 幅14.0m×長25.0m×深2.0m×2池	
9. 薬品注入室	石材ブロック造 幅7.2m×長12.85m 溶解槽：2.5m <sup>3</sup> ×6槽	薬品貯蔵スペースを含む 硫酸バンド、ソーダ灰、次亜塩素酸カルシウム
10. 運転管理棟	石材ブロック造	

施設名	構造・形状寸法	備考
	幅 10.0m×長 10.0m 事務室：50m <sup>2</sup> 水質試験室、給湯室、トイレ等：50m <sup>2</sup>	
11. 自家発/電気室	石材ブロック造 幅 10.0m×長 10.0m	
12. 場内配管	場内配管工事：1式	
13. 場内整備	場内整備工事：1式	
「機械設備」		
1. 粗目スクリーン	ステンレス製パンチングメタル 目幅 15mm×2基	
2. 細目スクリーン	ステンレス製パンチングメタル 目幅 5mm×1基	
3. 沈砂池流入ゲート	鋳鉄製手動ゲート W 500mm×H 500mm×4基	
4. 取水ポンプ	立軸斜流ポンプ Dia.150mm×4台	
5. 吐出弁	電動仕切弁 口径 150mm×4台	
6. ポンプ吊上機	手動チェーンブロック 1トン×1基	
7. 汚泥引抜弁	手動バタフライ弁 W500mm×x H 500mm×x 4基	
8. RSF 流入弁	手動バタフライ弁 Dia.200mm×4台、開閉台付き	
9. RSF 洗浄排水弁	手動仕切弁 Dia.250mm×4台、開閉台付き	
10. RSF ろ過水弁	手動バタフライ弁 Dia.300mm×4台、開閉台付き	
11. RSF 逆洗弁	手動バタフライ弁 Dia.250mm×4台、開閉台付き	
12. RSF 空洗弁	手動バタフライ弁 Dia.250mm×4台、開閉台付き	
13. 給水ポンプ（固定）	横軸渦巻ポンプ 1.0 m <sup>3</sup> /min × 20 m × 7.5 kW × 2台（内1台予備）	
14. 配水ポンプ	横軸渦巻ポンプ 0.3 m <sup>3</sup> /min × 35 m × 5.5 kW × 2台（内1台予備）	
15. 送風機	ルーツブロワ 4.5 m <sup>3</sup> /min × 35 kPa × 7.5 kW × 3台（内1台予備）	
16. 給水ポンプ	可搬式 エンジン駆動 ×1台	
17. ポンプ吊上装置	手動チェーンブロック 1t吊×1基	
18. 硫酸バンド注入設備	溶解槽手動ミキサー×2基、 ストレージタンク×1基、 手動調節自然流下型注入器×2基（内1基予備）	
19. 後ソーダ灰注入設備	溶解槽手動ミキサー×2基、 ストレージタンク×1基、 手動調節自然流下型注入器×2基（内1基予備）	
20. 塩素注入装置	溶解槽手動ミキサー×2基、 ストレージタンク×1基、 手動調節自然流下型注入器×2基（内1基予備）	
21. 薬品吊上装置	電動チェーンブロック、0.25t吊×1基	
22. 排水ポンプ	可搬式、エンジン駆動水中ポンプ、1台	
23. 機械式流量計	現場指示式タービン流量計、3個	逆洗水用、給配水ポンプ用

施設名	構造・形状寸法	備考
24. 機械式水位制御弁	フロート弁、1個	高架水槽用
25. 機械式水位計	現場指示式スケール、1個	高架水槽用
26. 室内配管・弁類	薬品室、ポンプ室等、1式	
「電気設備」		
1. 引込盤(Whメータ盤)	鋼板製屋内壁掛型 600W×600H×300D×1面	
2. 受電盤	鋼板製屋内自立型 1000W×2300H×1000D×1面	
3. ポンプ盤	鋼板製屋内自立型 1000W×2300H×1000D×4面	No1～4 送水ポンプ
4. 低圧配電盤	鋼板製屋内自立型 1200W×2300H×1000D×1面	No1～4 送水ポンプ
5. 監視計装盤	鋼板製屋内自立型 1000W×2300H×1000D×1面	
6. スイッチボックス	屋内壁掛型 500W×700H×300D×3面 600W×800H×300D×2面 600W×700H×300D×1面	No.1～4 送水ポンプ、No.1,2 用水ポンプ、No.1～3 ブロワー
7. 流量指示ボックス	屋内スタンド型 500W×600H×300D×1面	No.1,2 用水ポンプ用
8. 非常用自家発電設備	100kVA×1基	
9. 電磁流量計	φ250mm×2基	
10. タービン式流量計	φ150×1基 φ80×1基 φ75×5基	
11. 圧力計	1基	
12. 超音波式水位計	6基	
13. レベルスイッチ	3台	
14. 通信装置	親機、子機、一式	
15. 配管・配線類	ポンプ室内、屋外一式	

(5) 既設中部浄水場改修計画

1) 計画浄水量

「ケ」国デザインマニュアル及び日本における水道施設設計指針に基づく能力評価によれば、中部浄水場の施設能力（浄水場の主要施設である沈澱池及び急速ろ過池により評価）は 1,300m<sup>3</sup>/日程度が期待できる。（表 3-2-16 参照）

一方、本プロジェクトの計画区域は地形的な起伏が大きく、配水計画（エネルギー効率）の観点から、ナロック市中心部を流れるエンカレナロック川の右岸側と左岸側に区分することが効率的である。このことから、中部浄水場の配水地区をエンカレ ナロック川の右岸側（トータル地区、ムワンバ地区）とし、中部浄水場の計画浄水量を、当該地区の計画需要水量である 1,000m<sup>3</sup>/日とした。

表 3-2-16 中部浄水場能力評価

指標	標準性能	既設構造寸法	浄水能力評価
①薬品沈殿池（2池×約30m <sup>2</sup> /池、越流堰長4.3m）			
<ケニア：デザインマニュアル>			
表面積負荷	1m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -時	30m <sup>2</sup> /池	720m <sup>3</sup> /日/池
<日本：水道施設設計指針>			

指 標	標準性能	既設構造寸法	浄水能力評価
表面積負荷	15～30mm/min	30m <sup>2</sup> /池	650～1300m <sup>3</sup> /日/池
池内流速	0.3m/min 以下	水深 2m として 8.6m <sup>2</sup>	3,715m <sup>3</sup> /日/池
流出堰負荷	500m <sup>3</sup> /m 以下	4.3m	2,150m <sup>3</sup> /日/池
②急速ろ過池 (2 池×約 7.0m <sup>2</sup> /池)			
<ケニア：デザインマニュアル>			
ろ過速度	5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -時	7m <sup>2</sup> /池	840m <sup>3</sup> /日/池
<日本：水道施設設計指針>			
ろ過速度	120～150m/日	7m <sup>2</sup> /池	840～1,050m <sup>3</sup> /日/池
③浄水能力算定			
ケニア：デザインマニュアル 薬品沈澱池能力により決定 720m <sup>3</sup> /日/池×2 池=1,440m <sup>3</sup> /日			
日本：水道施設設計指針 急速ろ過池能力により決定 650～1,050m <sup>3</sup> /日/池×2 池=1,300m <sup>3</sup> /日～2,100m <sup>3</sup> /日 → 1,300m <sup>3</sup> /日			

## 2) 改修計画

中部浄水場のフェーズ 3 施設（1980 年代建設）の現状調査結果に基づき評価した。

現状における主な問題点としては、薬品沈澱池におけるフロック流出、ろ過池での濁度除去がほとんど期待できない状態にあることが確認されており、これらは、浄水処理能力を上回る過負荷運転、ろ過砂粒径の肥厚現象（ろ過砂として機能していない）、薬品注入管理が不十分なこと等に起因すると考えられる。

そのため、抜本的な機能向上を目的とするものではなく、現状機能を将来も維持していくために必要な改修を本プロジェクトの対象とし、下記項目を改修対象として計画した。

### i) ろ材（砂、砂利）の取替え

処理水質は、粘土分が多く、雨期には濁度が高くなる性質を持つことから、小径の砂はマッドボール（ろ過池の砂層内に形成されたフロックの球状集塊物）が生成しやすいことが考えられるため、有効径は大きめで均等係数も低めのものを使用する。

ろ材厚（砂+砂利）は聞き取り調査では、75cm（砂層厚 60cm、砂利厚 15cm）であったが、若干の余裕を見込み、砂層厚 70cm、砂利層厚 20cm とする。

### ii) 薬品注入設備及び薬品保管庫

既設の薬品注入設備、保管庫ともに適切な運転管理には不十分と判断され、また改修は不可能であることより新規に設置する計画とする。硫酸バンド、次亜塩素酸カルシウム、また、pH 調整用に石灰の注入設備も設置する。

### iii) 水質分析機器（機材調達）

運転管理に必要な水質分析機器を機材調達により整備する。新設北部浄水場の供用開始後は運転管理の中心は北部浄水場に移ることになる。このため、中部浄水場には以下に示す常時運転管理に必要な水質分析機器のみを整備する計画とした。

調達分析機器：ジャーテスタ、濁度計、塩素濃度測定器、pH 測定器、秤（薬品計量用）

3) 中部浄水場改修工事項目

調査結果及び改修工事項目を表 3-2-17 にまとめる。工事実施区分については、工事の規模、難易度及び「ケ」国内での資機材調達の容易性等を踏まえて区分した。

表 3-2-17 中部浄水場現状調査結果及び改修工事項目

施設名	改修工事を要する項目	工事実施区分		備考
		ケニア	日本	
取水柵	鋼製スクリーンの交換	●		
取水/送水ポンプ設備	送水ポンプ（1台故障）の更新（交換）	●		取水量把握のため、原水送水管にメータを設置することが望ましい。
薬品沈殿池	-	-	-	沈殿池からの恒常的なフロック流出が確認される。本プロジェクト（薬品注入設備の更新）の実施後の状況を再確認し、必要に応じた対策を実施することが望ましい。
急速ろ過池	ろ材（砂と砂利）の交換	-	●	
浄水池	-	-	-	
洗浄タンク	-	-	-	
薬品注入設備及び薬品保管庫	建屋（薬品保管庫）の新設及び建屋内部に次亜塩素酸カルシウム、硫酸バンド、石灰の溶解槽/注入設備の設置		●	既設建屋は取り壊し、既存薬品注入設備は廃棄。工事期間中は仮設薬品貯蔵庫により対応。
水質分析機器	ジャーテスタ、濁度計、塩素濃度測定器、pH測定器、秤（薬品計量用）、ガラス器具等一式の機材調達		●	既設建屋天井の修理及び電気引き込みはケニア側で実施する。

(6) 送水管路計画

送水管路については、自然流下方式を基本として計画することとし、北部浄水場内に建設する浄水池（2,000m<sup>3</sup>）から既設のファナカ高校配水池（500m<sup>3</sup>）への自然流下による送水設備の計画を行う。

1) 布設ルート

送水管布設ルートは、基本的に既設送水管と同様の布設ルートを前提とし、新設北部浄水場内に建設する浄水池から既設のマジェンゴ配水池手前までは既存送水管と同様にレナナを通過し、Samburumburr Drift を横断する布設ルートとする。ただし、マジェンゴ配水池付近から既設のファナカ高校配水池までは公道沿いに布設するルートとする。

2) 管種、口径の選定

表 3-2-18 に示すように、北部浄水場内に建設する浄水池からファナカ高校配水池の距離は3780m であり、高低差は約 4.0m である。

表 3-2-18 送水管の高低差

標高	浄水場内配水池	ファナカ高校	高低差
	+1952m	+1948m	4m

FTC 配水池からファナカ高校配水池までは、φ3”（φ75mm）の uPVC 製の送水管が布設されている。しかし、図 3-2-9 に示すように将来的に北部浄水場内に建設する配水池（2,000m<sup>3</sup>）が完成することにより、配水量が増大し、それに伴いファナカ高校配水池への送水量も増加することとなる。

そのため、既設管を利用した場合、口径が小さく管内ロスも大きくなることから、北部浄水場内に建設する浄水池からファナカ高校配水池まで送水管を新規に布設する。

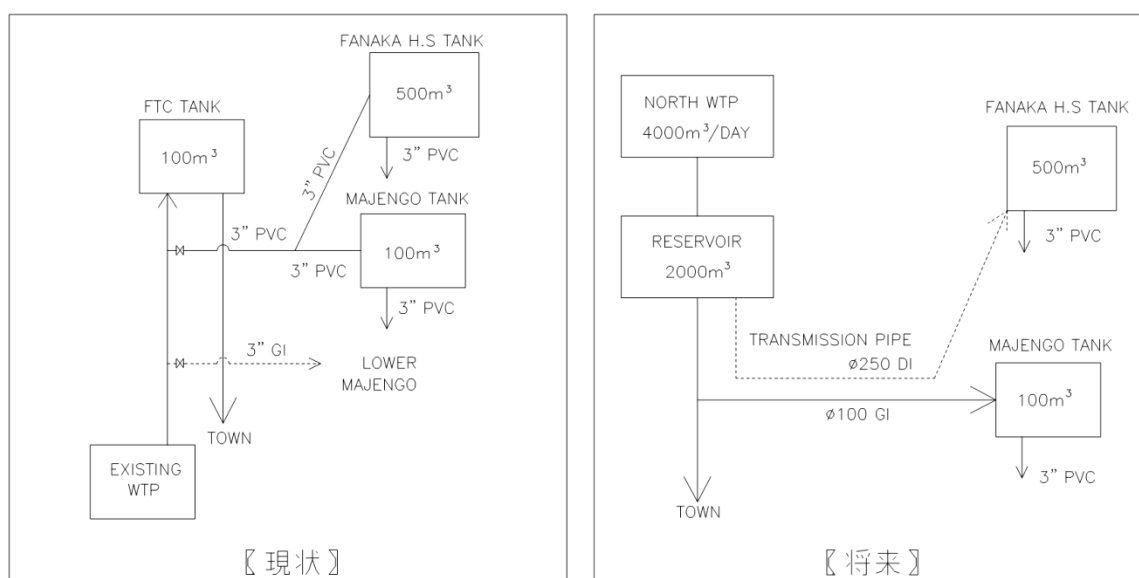


図 3-2-9 送水管の配置案

送水管の検討に用いる送水量は日最大給水量とし、ファナカ高校配水池（500m<sup>3</sup>）の配水池容量は計画一日最大給水量の 12 時間分を確保できるものと想定し、1000m<sup>3</sup>/日（0.01157m<sup>3</sup>/sec）とする。なお、水理計算公式は、以下に示すヘーゼンウィリアムス公式を用いることとする。

$$H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

- H：損失水頭（m）
- C：流速係数（=130）
- D：口径（m）
- Q：流速（m<sup>3</sup>/秒）
- L：管路長（m）

口径φ200mm とした場合、管内ロスが高低差よりもわずかながら小さくなるため、計算上は口径φ200mm でも水理上可能となる。しかし、管内ロスと高低差との差が非常に小さく、距離も長くなるため、浄水場内浄水池からファナカ高校配水池までの送水管については、口径 250mm が



最適と考えられる。

送水管口径: 250mm  
送水管管種: DIP 管

(7) 配水施設計画

1) 配水方式

配水方式は、図 3-2-10 に示す通り浄水場内浄水池 (2,000m<sup>3</sup>) から自然流下方式でナロック市内へ配水することとする。なお、オロピト地区及びピンドン地区については、ファナカ配水池 (500m<sup>3</sup>) から配水し、オルポポンギ地区については、既設オルティプス高校配水池 (225m<sup>3</sup>) から配水し、ムワンバ地区については既設ムワンバ配水池 (150m<sup>3</sup>) から配水する。

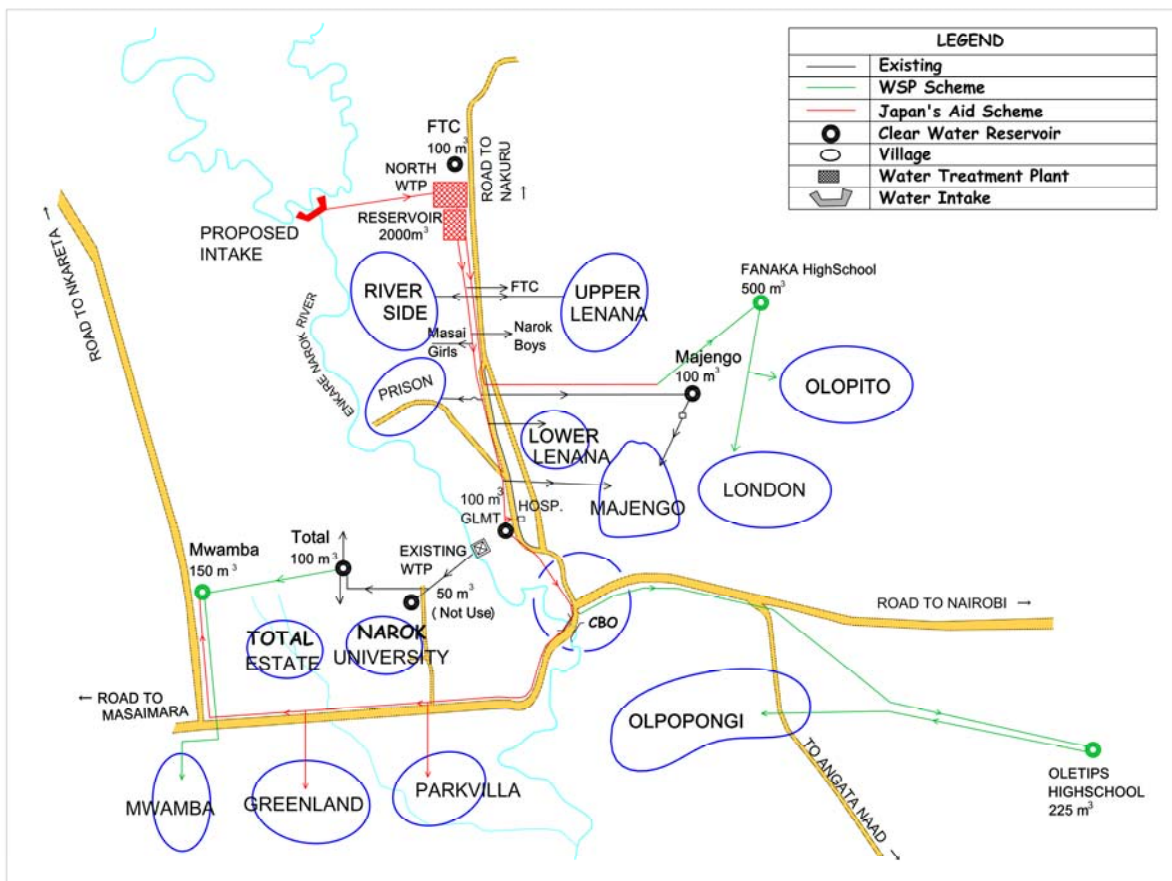


図 3-2-10 配水システム模式図 (2020 年)

2) 配水池

i) 新設配水池の規模

「ケ」国デザインマニュアルでは、自然流下方式による配水池の容量は 12 時間分としている。これは、日本の水道における配水池の容量算定方式と比較しても同様の規模となる。

<日本の水道における配水池の容量算定>

時間最大配水時間が、一日配水量の全量を配水するまで継続すると考え、配水池の容量を確保する。

時間最大比	$\alpha$	
一日最大給水量の一時間量	$q_0$	( $m^3$ /時間)
時間最大給水量	$\alpha \cdot q_0$	( $m^3$ /時間)
一日最大給水量	$Q_0 = 24q_0$	( $m^3$ /日)
時間最大給水量の継続時間	$t = Q_0 / (\alpha \cdot q_0) = 24q_0 / (\alpha \cdot q_0) = 24/\alpha$	(時間)

$$\begin{aligned}
 V_{\max} &= \alpha \cdot q_0 \cdot t - q_0 \cdot t && t \text{ 時間内における配水量から送水量を差し引いたもの} \\
 &= (\alpha - 1) \cdot q_0 \cdot 24/\alpha \\
 &= 24 (1 - 1/\alpha) q_0
 \end{aligned}$$

本プロジェクトにおいて、 $V_{\max} = 12$  時間分となり、計画配水量は  $4,000m^3$ /日であることから、浄水池の必要容量は  $2,000m^3$  となる。

**北部浄水場内浄水池の容量：  $2,000m^3$**

ii) 既設配水池の改修

既存配水池の改修については、エポキシ樹脂を用いた内面防水塗装及び外面塗装とする。その必要面積については、表 3-2-19 のとおりである。

表 3-2-19 既設配水池改修概要

名 称	容 量
G.K.TANK	$105m^3$
FTC TANK	$105m^3$
Total Estate TANK	$100m^3$
Majengo TANK	$100m^3$
Mwamba TANK	$150m^3$
Oletipis TANK	$225m^3$
FanakaTANK	$500m^3$

3) 配水管

i) 管網配置

配水管網の整備については、配水本管、配水支管ともに、既存管との接続を考慮する。ただし、配水本管及び配水支管の定義を以下のとおりとする。

- 配水本管：主要配水管とし、給水管は接続しないものとする。
- 配水支管：上記以外の配水管とし、給水管と接続する。

ii) 管種及び口径

配水本管及び配水支管の管種及び口径については、以下のとおりとする。なお、配管口径の決定に際しては、管網解析を行いその結果に基づき口径を決定した。

- 配水本管：(管種) DIP管、(口径)  $\phi 300\text{mm}$ ～ $\phi 150\text{mm}$
- 配水支管：(管種) GI管 及びuPVC 管、(口径)  $\phi 75\text{mm}$ ～ $\phi 50\text{mm}$

iii) 附帯設備

- ・ 配水管の分岐箇所その他、管路の維持管理上必要な箇所へ仕切り弁を設置する。
- ・ 管路の維持管理上、必要な箇所に空気弁及び排水弁を設置する。
- ・ 各地区に1箇所の消火栓を設けることとする。
- ・ 配水管末端は、**図3-2-11**に示すように現在住宅が密集している地域及び2020年までに住宅が建設されると想定されるところまで布設することとし、家屋の貼りつきが非常に少ないところには配水管は布設しない。なお、給水区域の境界位置まで配水管を布設しないところは、配水管末端に仕切弁及び排水ドレンを設置し、将来的にケニア側で配水管網を拡張できるような措置を施しておくこととする。

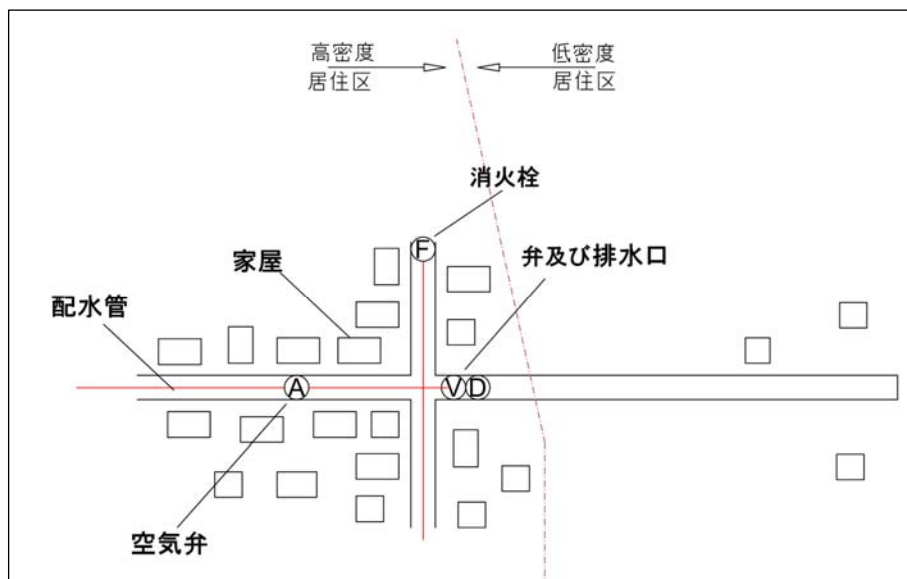


図 3-2-11 配水管布設の考え方

4) 給水管

i) 給水メータ

ナロックタウン内に現在設置されている給水メータは 2,131 個であり、このうち 956 個は故障しており、使用不可能な状況にある。

一方、給水区域内の人口・世帯数等の算定結果、2020 年に給水区域内に必要な給水メータ数は、現在設置しているものを含めて、5,410 個と算定される。

そこで、以下の考え方にに基づき、日本側で調達する給水メータ数は、1,600 個とする。

- 現在故障しており、使用不可能な給水メータの 50%を取り替える。

- 日本側負担で布設する 80km の配水管に接続する給水メータの半数を調達する。

**給水メータ数:1,600 個**

iv) 給水管

給水管については、日本側負担で布設する配水管への接続分の給水メータまでの管材とし、以下の条件に基づき、16km を調達する。

- 調達給水メータ数（既存故障取替分は除く）1,050 個
- 1 軒当たり給水管延長：15m/軒（現地調査結果より）
- 調達給水管延長：1,050 軒×15m/軒=15,750m≒16km

**給水管延長:16km**

図3-2-12に給水管工事、及びメータ調達に係る日本側、及びケニア国側の分担を示す。

【各戸給水区域の施工区分】

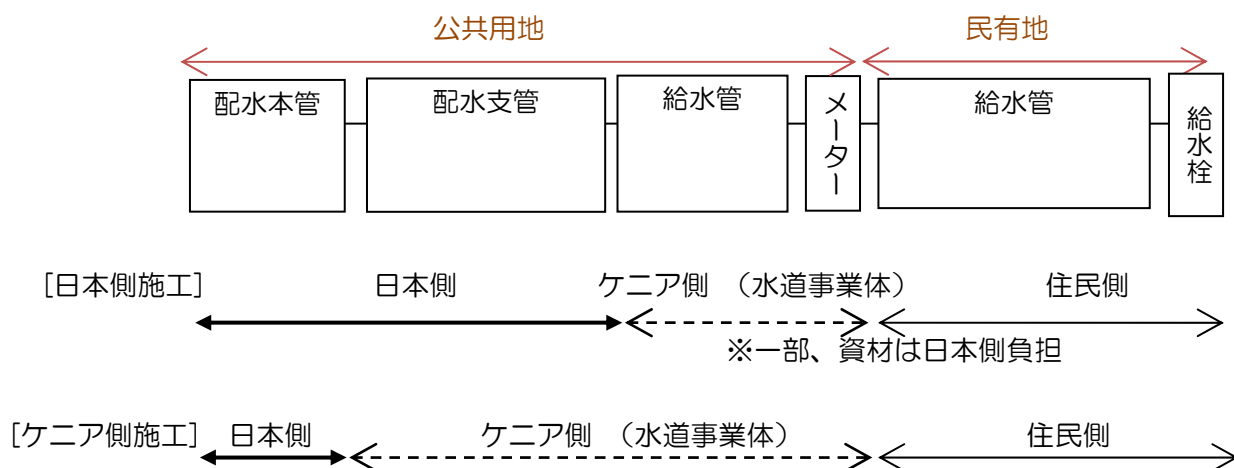


図 3-2-12 日本側、及びケニア国側の施工区分

5) 配水施設概要

配水施設の概要を表 3-2-20 に示す。

表 3-2-20 配水施設概要

施設名	構造/形状寸法	備考
1. 北部浄水場内浄水池		
土木施設		
配水池躯体	RC 造	新設
	幅 20.0m×長 35.1m×深 3.0m 容量：2,000m <sup>3</sup> (2 槽分)	
機械・電気設備		
水位調整弁	フロート式偏心構造弁	

施設名	構造/形状寸法	備考
受電盤	口径 300mm×2 基 鋼板製屋内自立型 1000W×2300H×1000D×1 面	
水位計	投込み式、1 組	
タービン式流量計	φ 300mm×1 基	
レベルスイッチ	1 組	
2. 配水管		
土木施設		
配水本管	DIP 管 口径 300～150 mm×延長約 12km	新設
配水支管	uPVC 管 /GI 管 口径 100～50 mm×延長約 68km	
	計 約 80km	
3. 給水管		
給水管接続工事	配水管～民地境界、約 50 箇所	新設

#### (8) 機材計画

先方から要請のあった機材調達について以下のとおり検討した。

##### 1) 給水管資機材

機材供与する給水管材は基本的には uPVC 管を用いるが、道路横断面及び河川や溪流部横断面の架空配管や洗掘、輪荷重の影響が大きいと思われる地域には GI 管を用いる。耐圧力（内圧）は uPVC 管を 6bar、GI 管を 10bar 以上とする。表 3-2-21 には機材調達を行う配管資機材の概要を示す。また、給水接続のための分水サドルと補修弁の調達を検討する。

給水メータが所定の精度の保持することは適正な料金徴収を行うためには必要である。NARWASSCO では主に安価である中国製の給水メータを用いているが、故障しやすい等の問題がある。そこで給水メータは日本製を調達し、加えて給水メータの検定装置も調達することとする。

表 3-2-21 機材調達に係わる配水管機材

分類	内容		
水質試験機器類	1 式		
給水管	管径 (mm)	管種	延長
	φ 13	uPVC 管	約 16km
配管付属品	流量計、仕切弁、空気弁、泥吐き弁等		
分水サドル	分水サドル 1,600 個、分水サドル用穴開け機 2 機		
補修弁	2 個		
給水メータ	1,600 個（日本製）		
給水メータ検定装置	1 基		

これにより目視による検査の他、メータ精度を検定することによって不良メータの排除や修繕・調整の要否判断、及び修繕・調整後の機能確認が可能となる。給水メータの検定装置（基準タンク及びローターメータ、検定台等付属品）一式はカプサベット、エンブ案件と同等のものとし、使用方法はソフトコンポーネントによる支援において指導する。

## 2) 水質試験機材

現在は既設中部浄水場に、NARWASSCO の水質試験室があり、原水と浄水の濁度、pH、残留塩素等の検査を簡易的に行っているが、器具は乏しく、精度についても信頼性に欠ける。従って既設中部浄水場にはジャーテスター、濁度計、塩素濃度測定器、pH 測定器、天秤、ガラス器具一式を調達する。

北部浄水場の新設に伴い管理棟内に水質試験室を設置する予定であり、日常のジャーテストによる運転管理、濁度、残留塩素等の基本的な項目のみでなく、より幅広い項目の試験を行える機能を持たせることが可能となる。従って北部浄水場管理棟内の水質試験室にジャーテスター、ガラス器具一式・天秤・冷蔵庫・純水装置等基本的な試験器具、作業台の他、分光光度計、孵卵器、オートクレーブ、微生物試験機器、UV 機器等の設置が必要と考えられる。

## 3) O&M 用機器

NARWASSCO は、現在水道料金徴収用のパソコン及びプリンターを1台ずつ所有しているのみである。本プロジェクト実施後、水道施設も拡張され、また人員も増加することから追加のO&M機器も必要となるため、表3-2-22に示す通りパソコン5台、プリンター4台を調達する。

表 3-2-22 O & M用機器の調達内訳

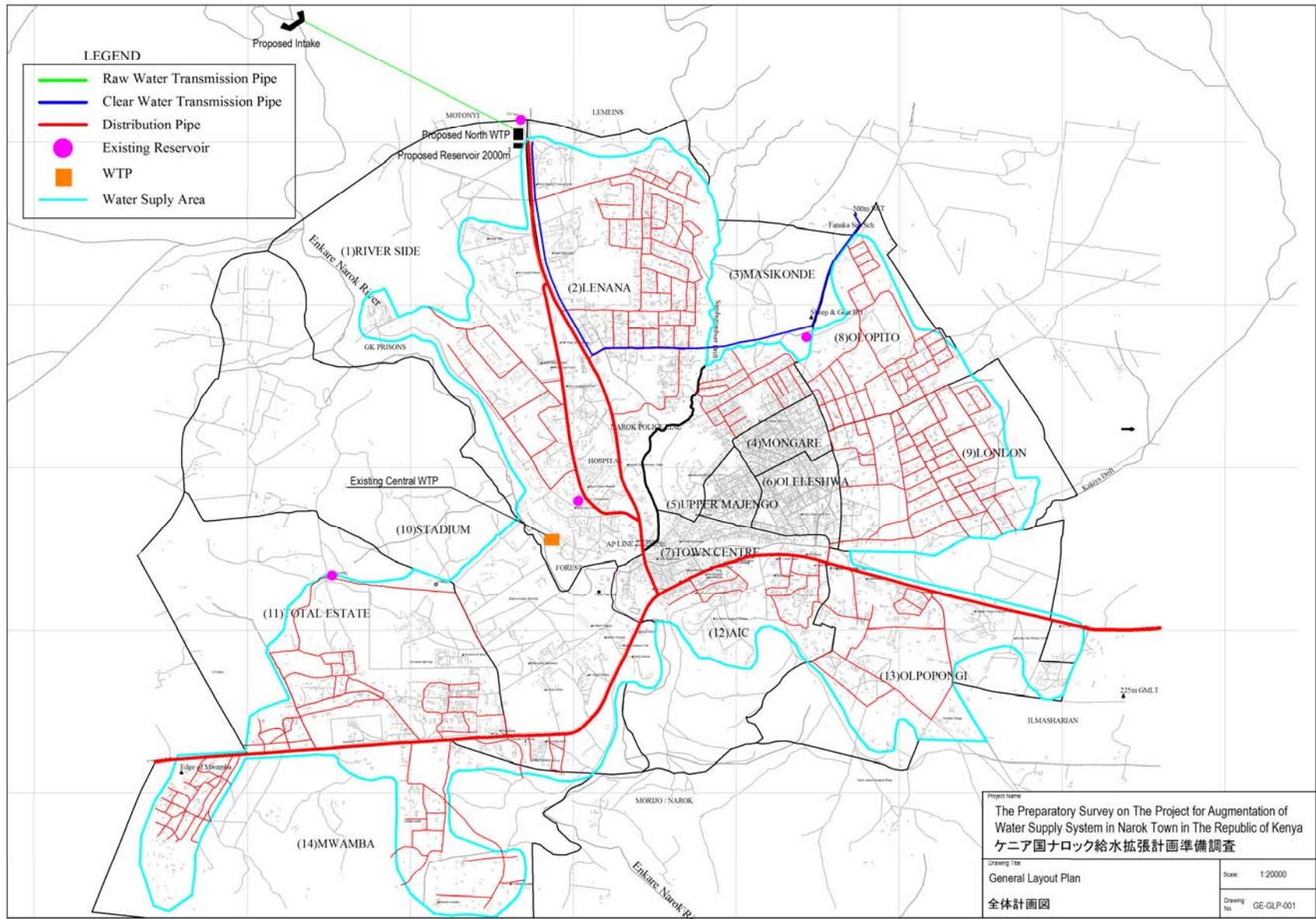
設置箇所	内容	必要台数	
		パソコン	プリンター
事務所	販売・営業部屋用	1	1
事務所	配管工事監理・管路維持管理用	1	1
既設中部浄水場	浄水場運転維持管理用	1	1
新設北部浄水場	浄水場運転維持管理用	2	1
合計		5	4

### 3-2-3 概略設計図

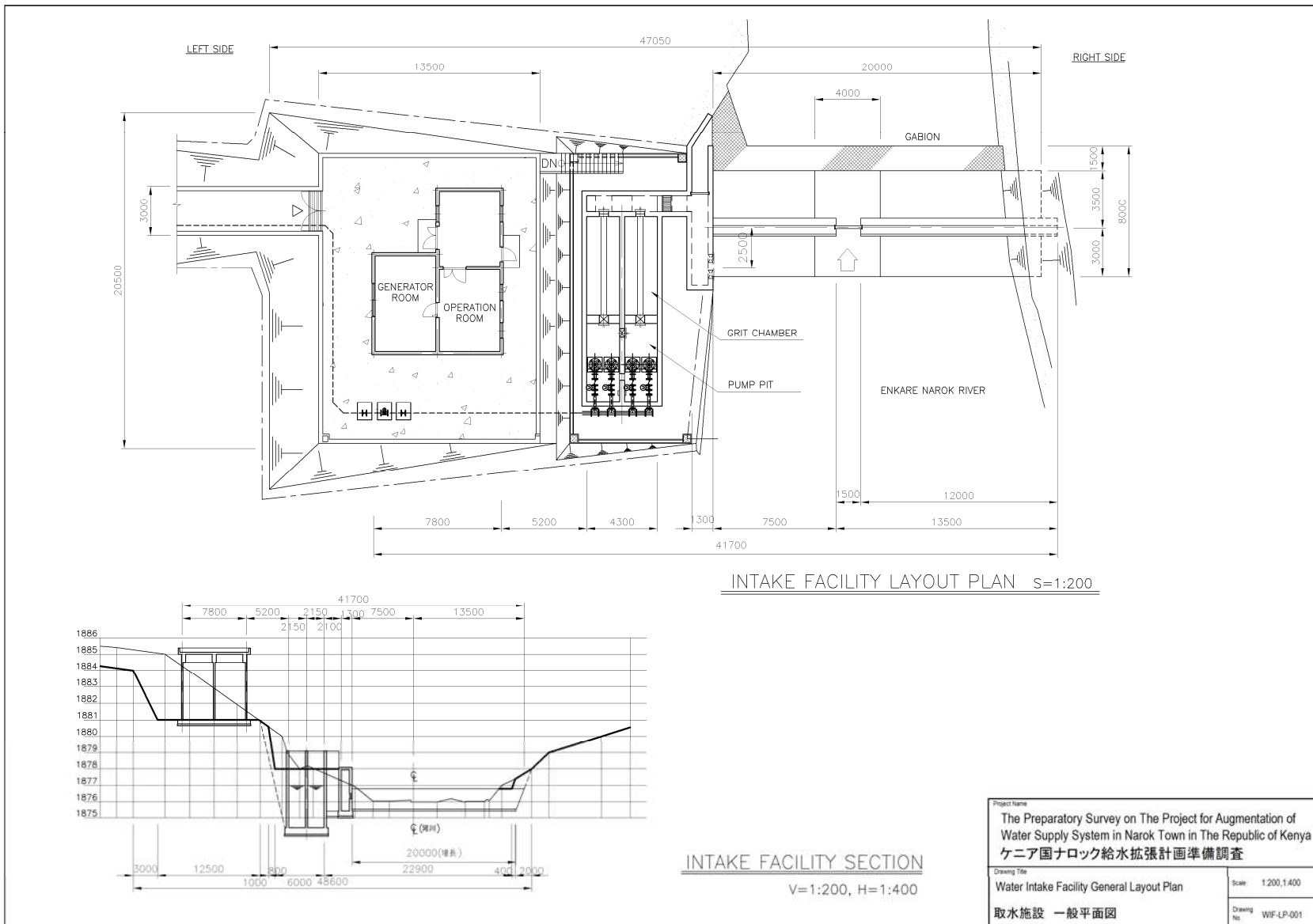
本計画における概略設計図の一覧表は表 3-2-23 に示すとおりである。

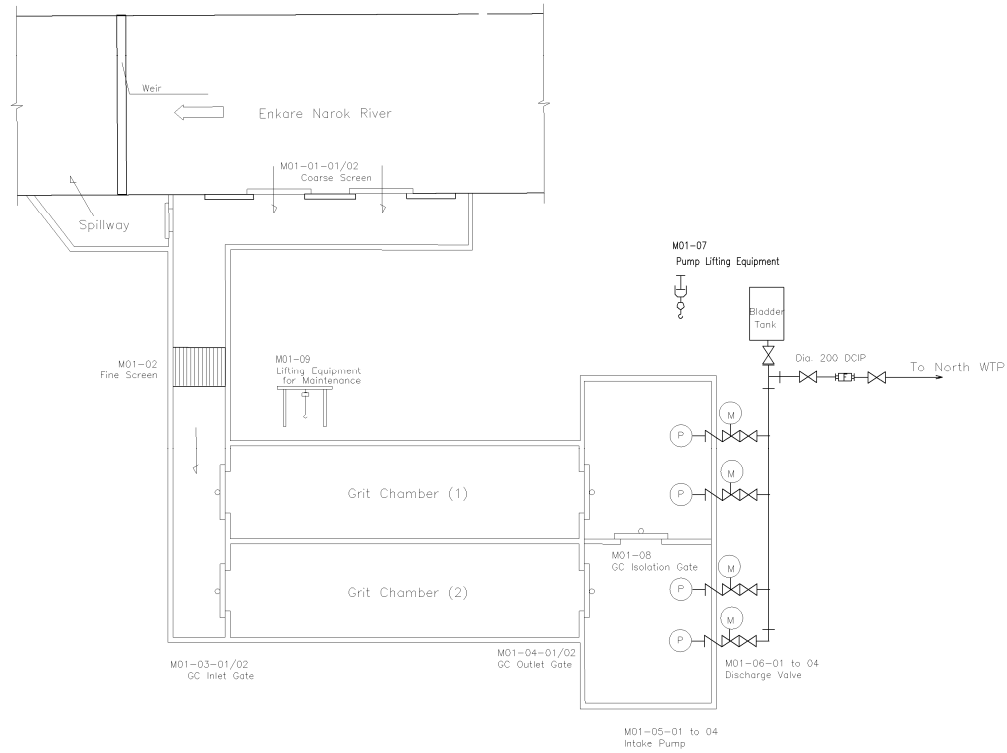
表 3-2-23 概略設計図一覧表

図面番号	Drawing No.	図面名称
1	GE-GLP-001	全体計画図
2	WIF-LP-001	取水施設 一般平面図
3	WIF-PFD-001	取水施設 処理フロー図
4	WIF-IW-001	取水堰 平面図・断面図
5	WIF-PR-001	沈砂池・ポンプ室 平面図・断面図
6	WIF-GER-001	取水施設 自家発電機・電気室 平断面図・立面図
7	WIF-E-001	取水施設 単線結線図
8	WIF-E-002	取水施設 低圧盤姿図 現場盤姿図
9	WTP-LP-001	新設北部浄水場 一般平面図
10	WTP-HP-001	新設北部浄水場 水位関係図
11	WTP-PFD-001	新設北部浄水場 処理フロー図
12	WTP-IFD-001	新設北部浄水場 計装フロー図
13	WTP-RW-001	新設北部浄水場 着水井 平面図・断面図
14	WTP-ST-001	新設北部浄水場 沈澱池 平面図
15	WTP-ST-002	新設北部浄水場 沈澱池 断面図
16	WTP-RSF-001	新設北部浄水場 急速ろ過池 平面図
17	WTP-RSF-002	新設北部浄水場 急速ろ過池 断面図
18	WTP-CWR-001	新設北部浄水場 浄水池 平面図
19	WTP-CWR-002	新設北部浄水場 浄水池 断面図
20	WTP-EWT-001	新設北部浄水場 高架水槽 平面図・断面図
21	WTP-SDB-001	新設北部浄水場 天日乾燥床 平面図・断面図
22	WTP-DP-001	新設北部浄水場 排水池 平面図・断面図
23	WTP-ADB-001	新設北部浄水場 管理棟 平面図・断面図・立面図
24	WTP-CR-001	新設北部浄水場 薬品管理室 平面図・断面図
25	WTP-CR-002	新設北部浄水場 薬品管理室 立面図
26	WTP-GER-001	新設北部浄水場 自家発電機・電気室 平面図・断面図・立面図
27	WTP-E-001	新設北部浄水場 単線結線図
28	WTP-E-002	新設北部浄水場 低圧盤姿図、現場盤姿図
29	WTP-GH-001	新設北部浄水場 ガードハウス 平断面図・立面図
30	WTP-Reh-001	既設中部浄水場 改築工事 一般平面図
31	WTP-Reh-002	既設中部浄水場 改築工事 薬品保管庫 平面図・断面図・立面図
32	EDT-Reh-001	既設配水池 概略図及び塗装面積
33	PI-RM-001	導水管 平面図・縦断面図
34	PI-RM-002	導水管 平面図・縦断面図
35	PI-TM-001	送水管 平面図
36~43	PI-DP-001~008	配水管(配水本管) 平面図・縦断面図
44	PI-WPB-001	水管橋 平面図・断面図
45~50	PI-SP-001~006	配水管(配水支管) 平面図





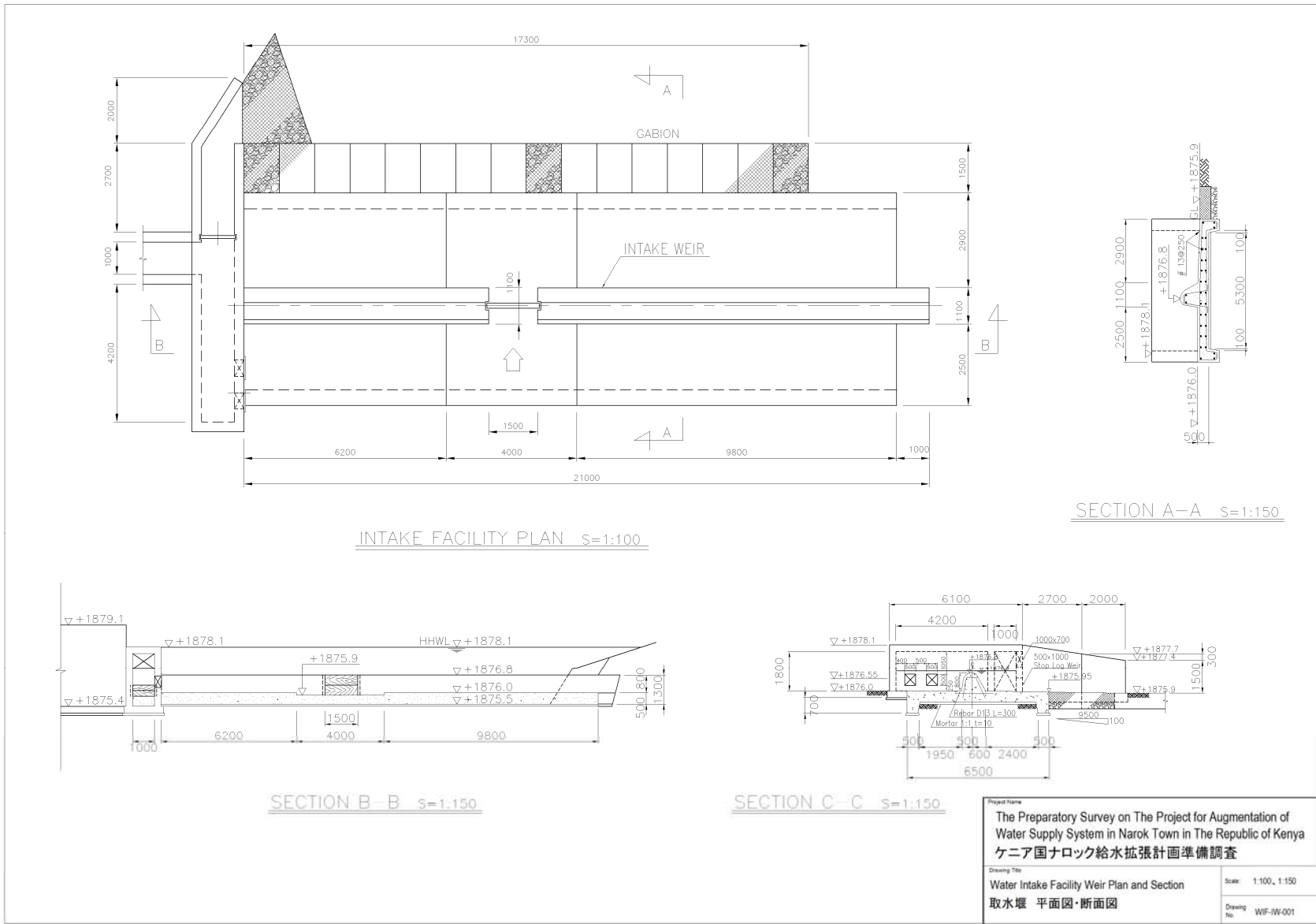


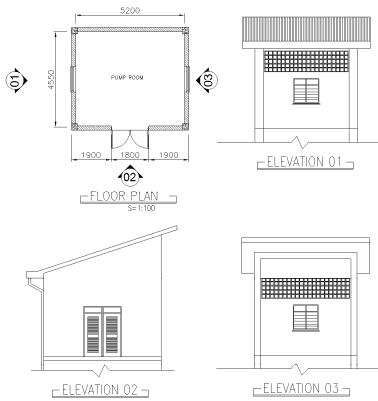


LEGEND (MECHANICAL)	
SYMBOL	NAME
⊥	GATE VALVE
⌞	CHECK VALVE
⊙	BALL VALVE
⊕	BUTTERFLY VALVE
⊖	PUMP
Ⓜ	MOTOR
⊠	FLOW METER ELECTROMAGNETIC TYPE
⊗	FLOW METER TURBINE TYPE
⊕	LEVEL METER
Ⓛ	LIMIT SWITCH
Ⓟ	PRESSURE METER

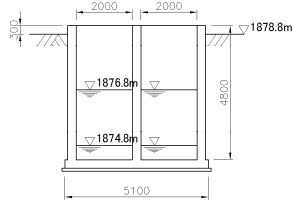
Water Intake Facilities S=NTS

Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	Scale: NON
Water Intake Facility Process Flow Diagram 取水施設 処理フロー図	Drawing No: WIF-PFD-001

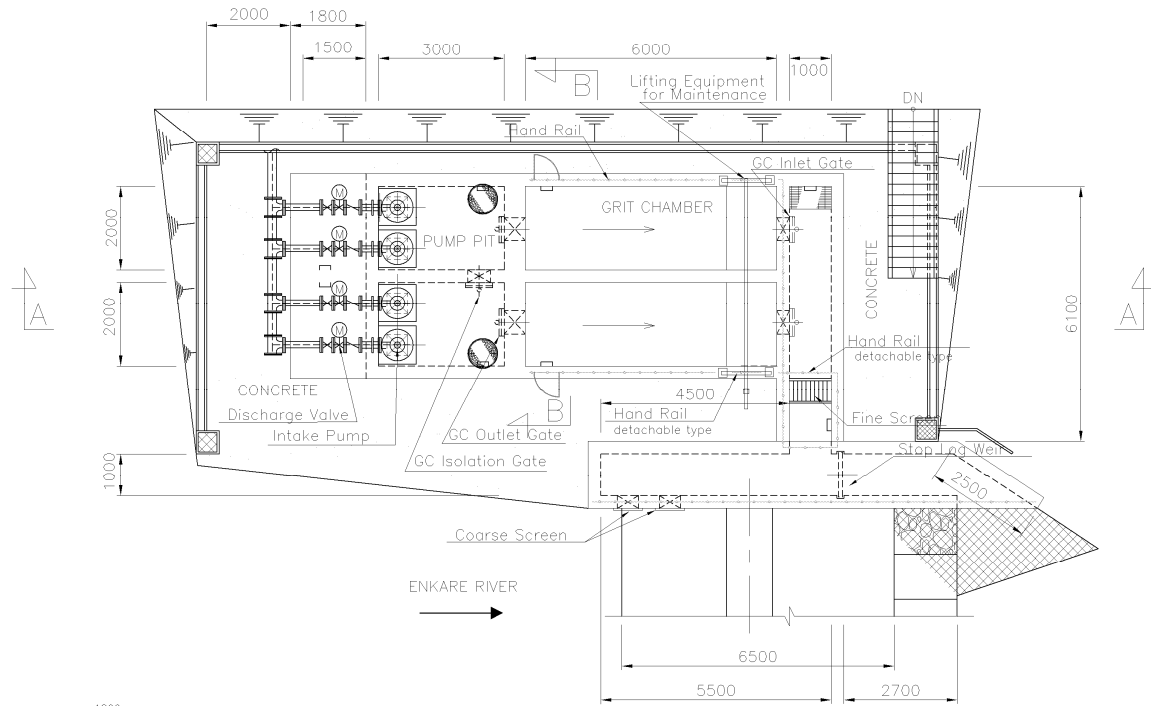




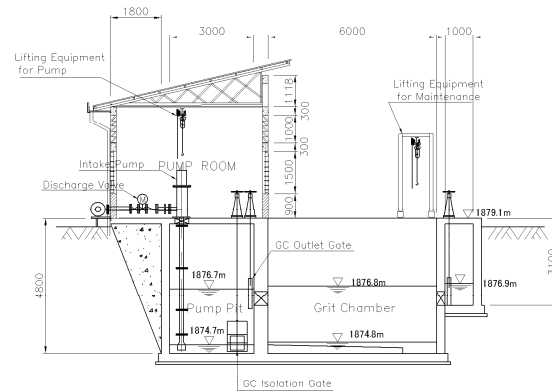
PUMP ROOM SECTION S=1:200



SECTION B-B S=1:150

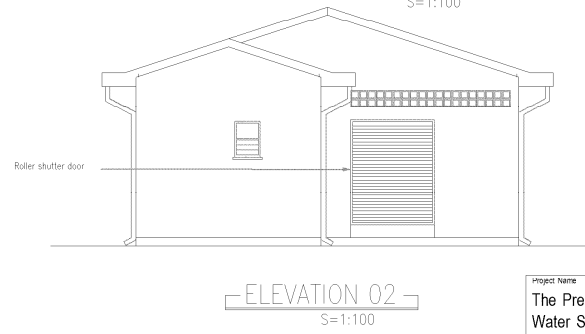
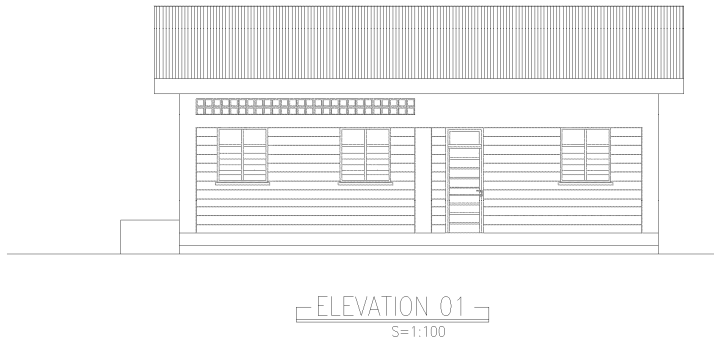
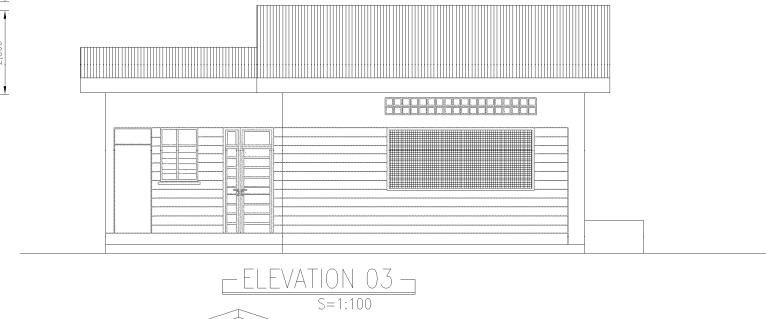
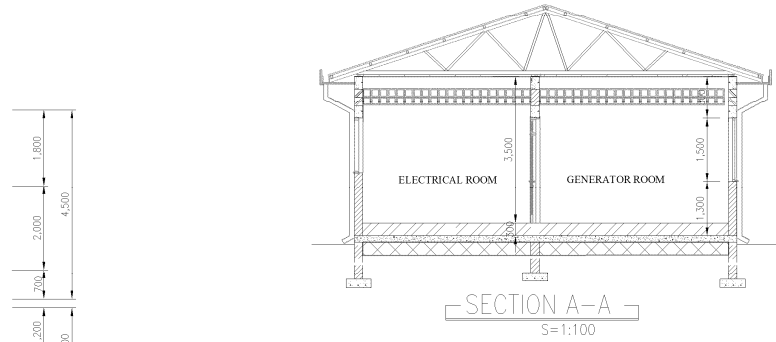
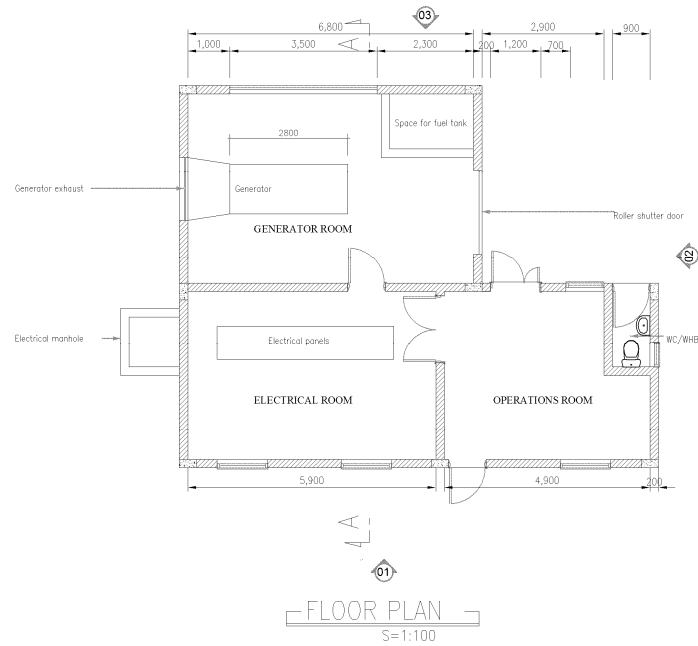


INTAKE FACILITY PLAN S=1:100

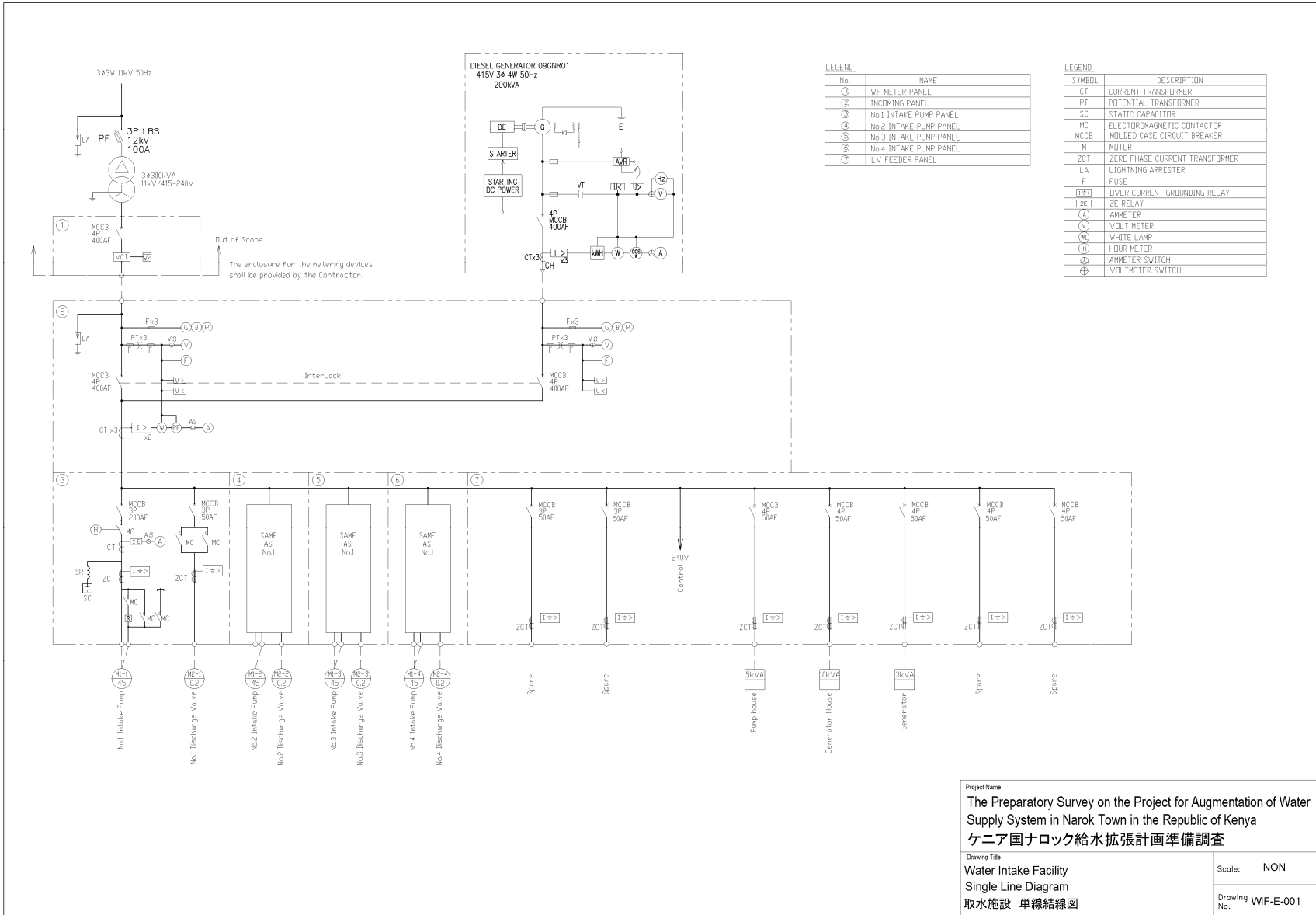


SECTION A-A S=1:150

Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Water Intake Facility Grit Chamber and Pump Room Layout Plan and Section 沈砂池・ポンプ室 平面図・断面図	
Scale: 1:100, 1:150, 1:200	Drawing No. WIF-FR-001



Project Name		The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya	
Drawing Title		Water Intake Facility Generator / Electrical Room Plan Section and Elevation	
Drawing No.		WIF-GER-001	
Scale:		1:100	
Project Name		ケニア国 ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title		取水施設 自家発電機・電気室 平面図・立面図	



LEGEND

No.	NAME
①	WH METER PANEL
②	INCOMING PANEL
③	No.1 INTAKE PUMP PANEL
④	No.2 INTAKE PUMP PANEL
⑤	No.3 INTAKE PUMP PANEL
⑥	No.4 INTAKE PUMP PANEL
⑦	LV FEEDER PANEL

LEGEND

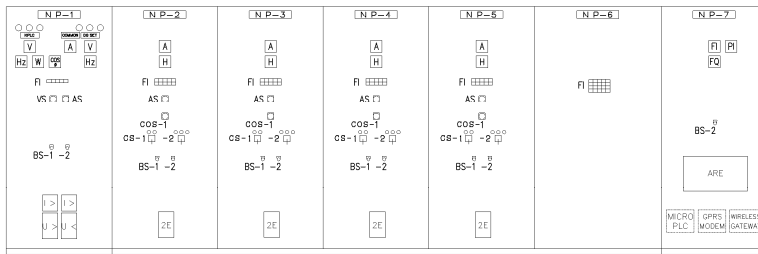
SYMBOL	DESCRIPTION
CT	CURRENT TRANSFORMER
PT	POTENTIAL TRANSFORMER
SC	STATIC CAPACITOR
MC	ELECTROMAGNETIC CONTACTOR
MCCB	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER
M	MOTOR
ZCT	ZERO PHASE CURRENT TRANSFORMER
LA	LIGHTNING ARRESTER
F	FUSE
EGR	OVER CURRENT GROUNDING RELAY
DR	DC RELAY
A	AMMETER
V	VOLT METER
W	WHITE LAMP
H	HOUR METER
AS	AMMETER SWITCH
VS	VOLTMETER SWITCH

Project Name  
 The Preparatory Survey on the Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in the Republic of Kenya  
 ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査

Drawing Title  
 Water Intake Facility  
 Single Line Diagram  
 取水施設 単線結線図

Scale: NON

Drawing No. WIF-E-001



Front View



Side View

LEGEND

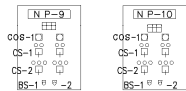
No.	NAME
NP-1	INCOMING PANEL
NP-2	No.1 INTAKE PUMP PANEL
NP-3	No.2 INTAKE PUMP PANEL
NP-4	No.3 INTAKE PUMP PANEL
NP-5	No.4 INTAKE PUMP PANEL
NP-6	LV FEEDER PANEL
NP-7	INSTRUMENTATION PANEL
NP-8	WH METER PANEL
NP-9	No.1,2 INTAKE PUMP LOCAL PANEL
NP-10	No.3,4 INTAKE PUMP LOCAL PANEL
COS-1	CHANGE OVER SWITCH (AUTO - MANUAL)
COS-2	CHANGE OVER SWITCH (LOCAL - ELECTRICAL ROOM)
CS-1	OPERATION SWITCH (RUN-STOP)
CS-2	OPERATION SWITCH (OPEN-OFF - CLOSE)
BS-1	PUSH BUTTON SWITCH (ALARM RESET)
BS-2	OPERATION SWITCH (LAMP TEST)
ARE	AUTOMATIC REPORT EQUIPMENT



Front View



Side View

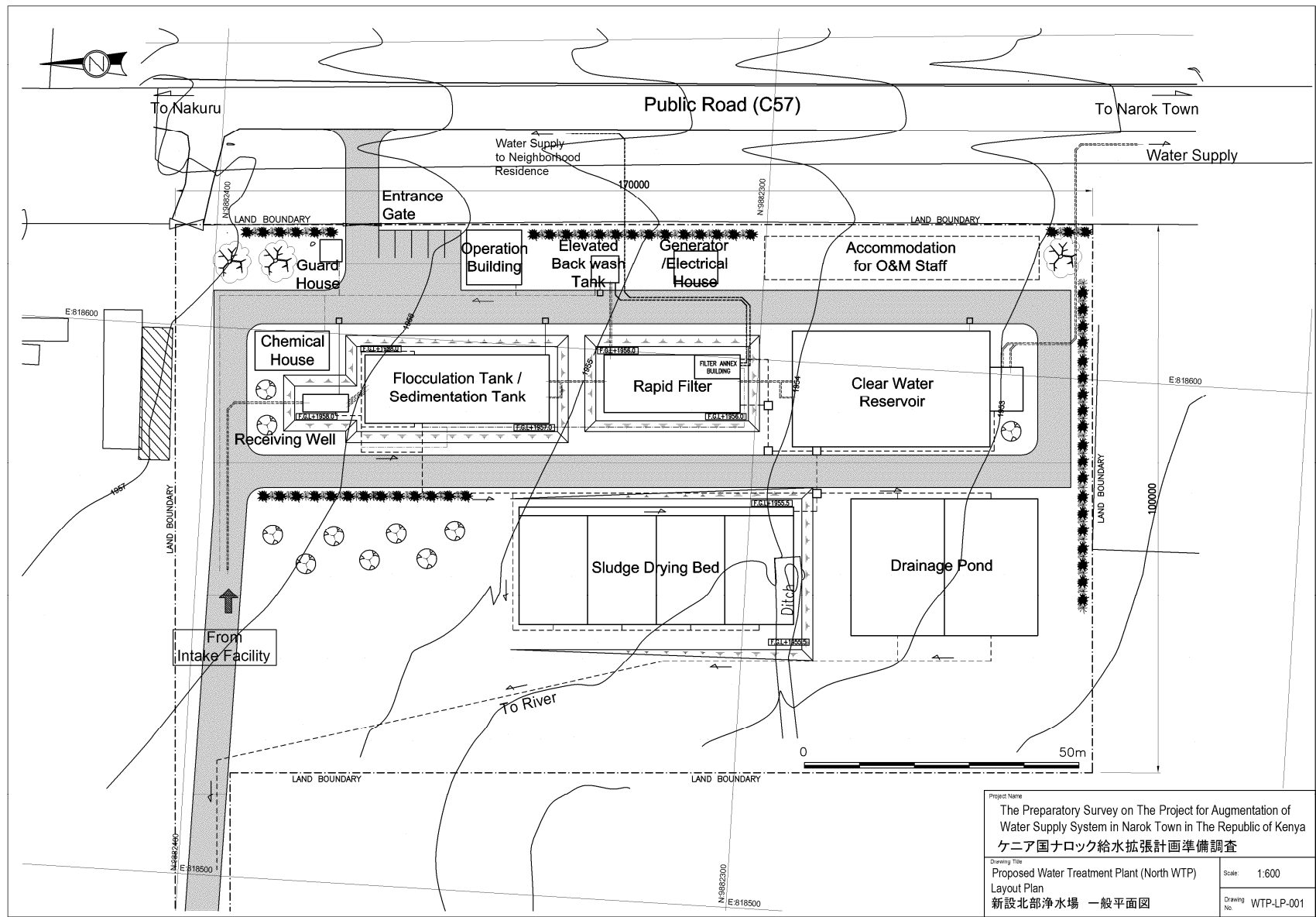


Front View



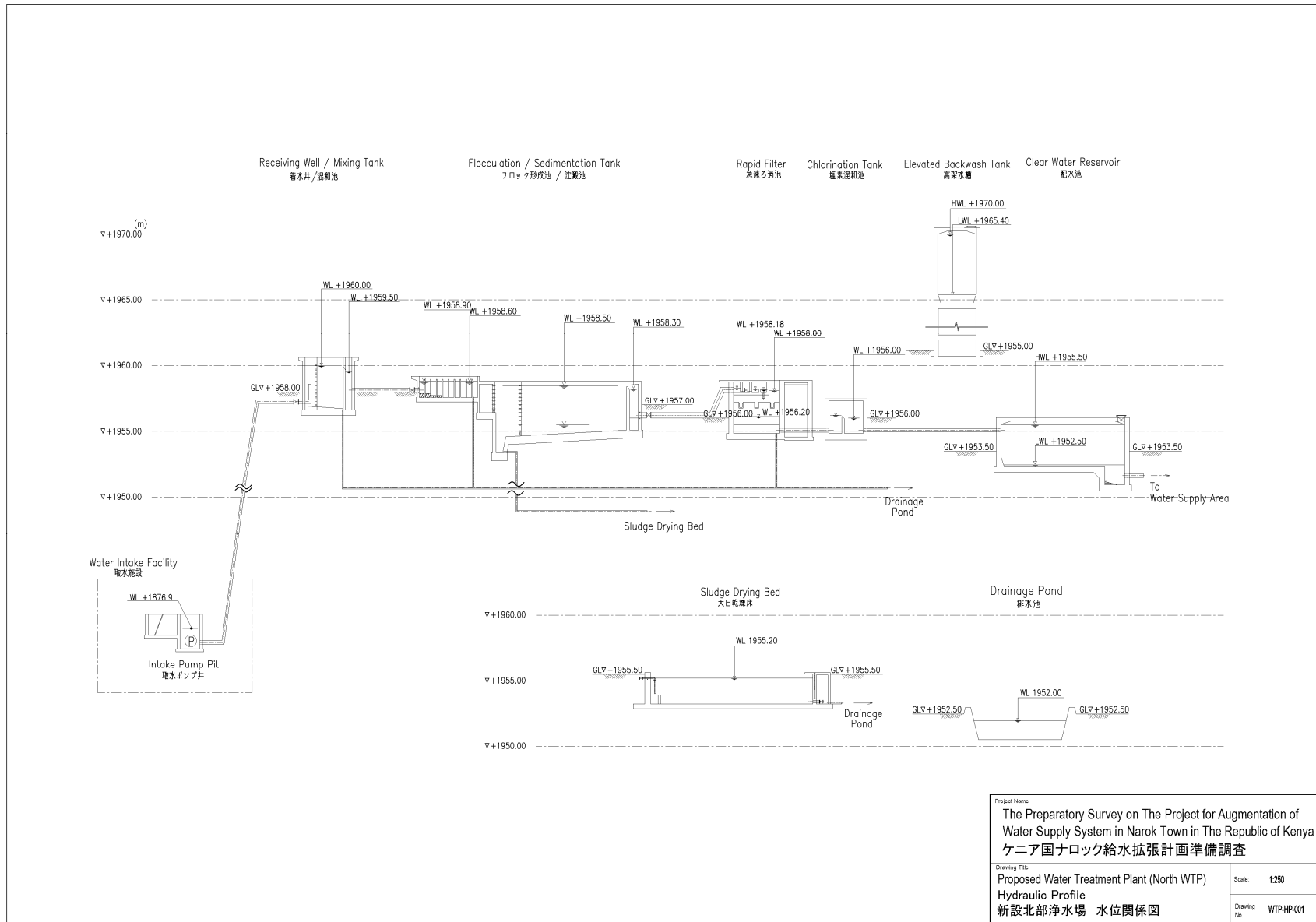
Side View

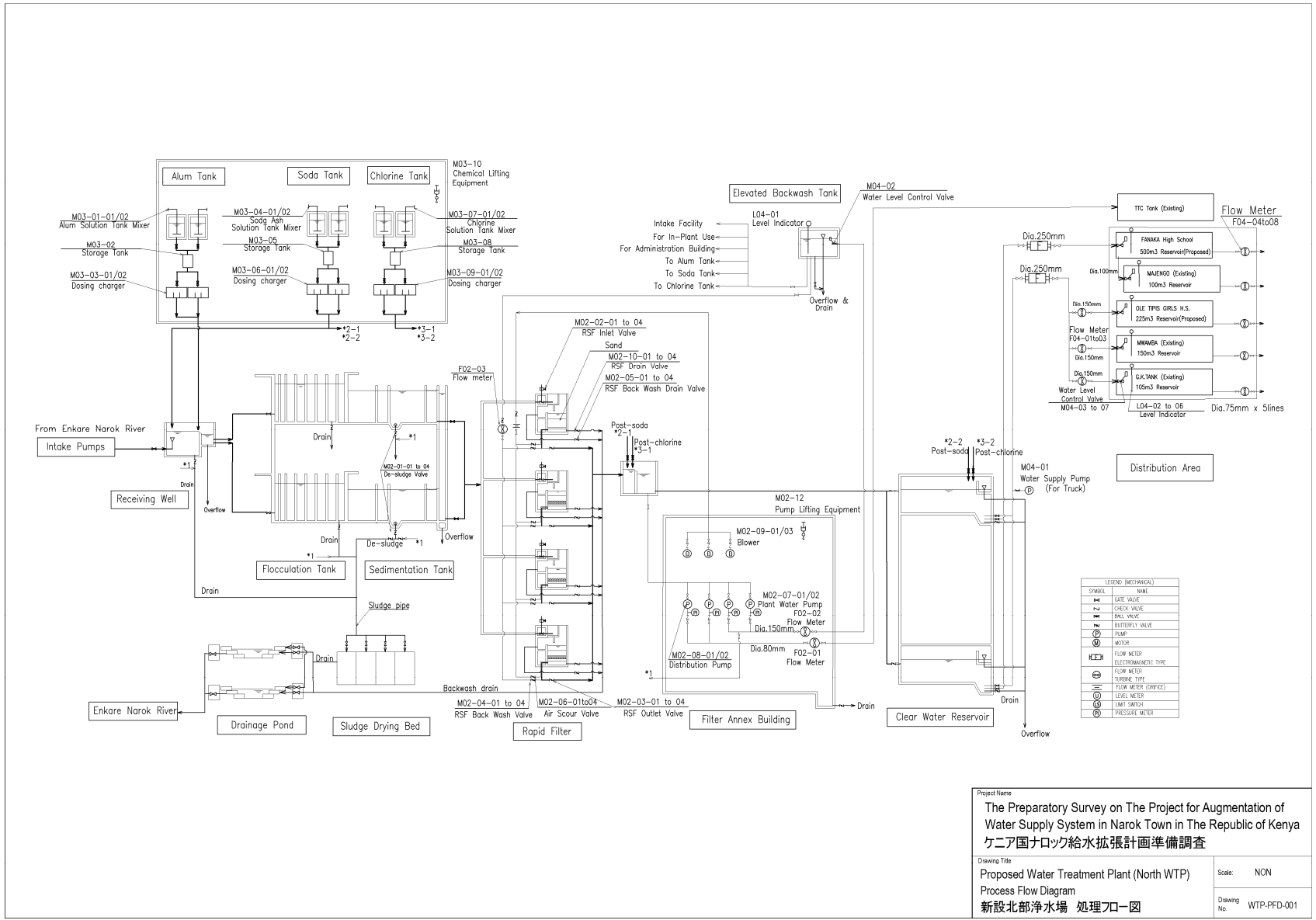
Project Name	
The Preparatory Survey on the Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in the Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Water Intake Facility LV Distribution Panel and Local Control Panel Outline Diagram 取水施設 低圧盤姿図 現場盤姿図	Scale: NON
Drawing No. WMF-E-002	



Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya	
ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	Scale: 1:600
Proposed Water Treatment Plant (North WTP)	
Layout Plan	Drawing No. WTP-LP-001
新設北部浄水場 一般平面図	





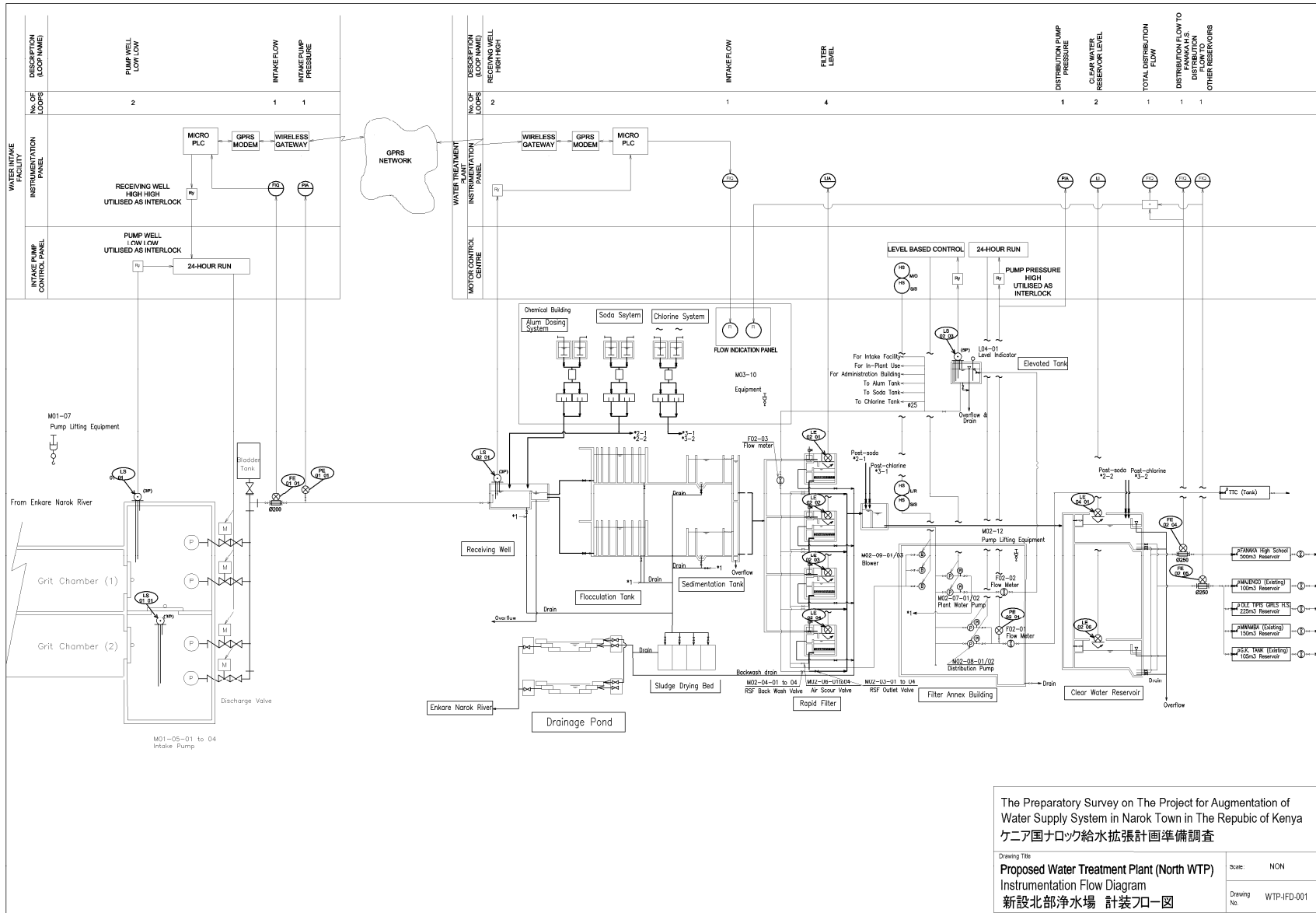


Project Name  
 The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya  
 ケニア国ナロク給水拡張計画準備調査

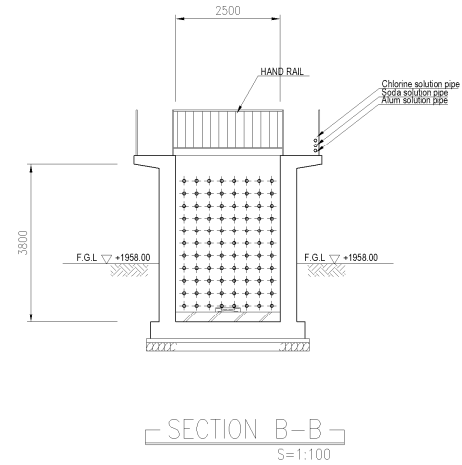
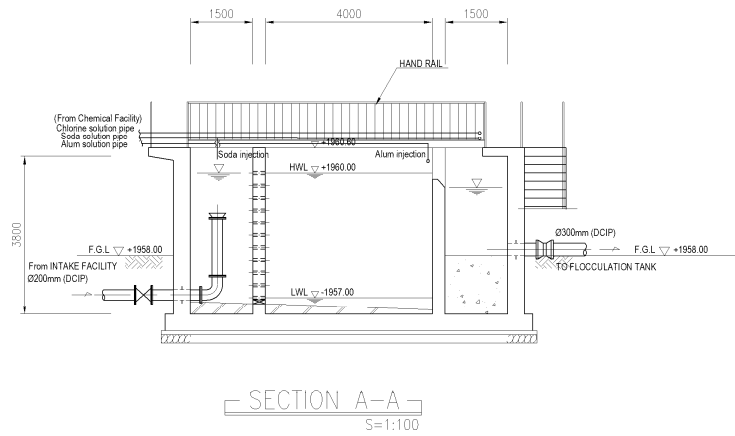
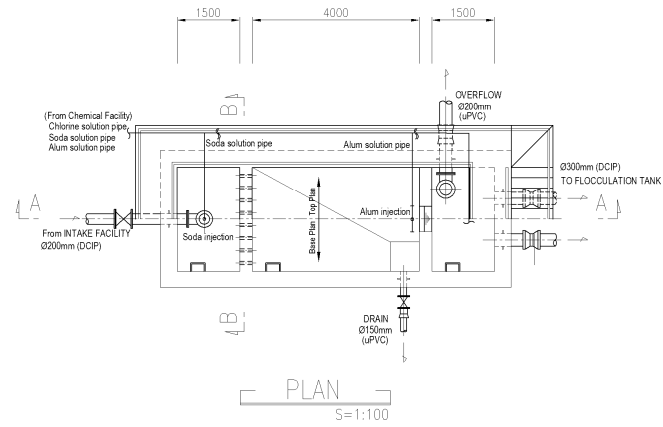
Drawing Title  
 Proposed Water Treatment Plant (North WTP)  
 Process Flow Diagram  
 新設北部浄水場 処理フロー図

Scale: NON

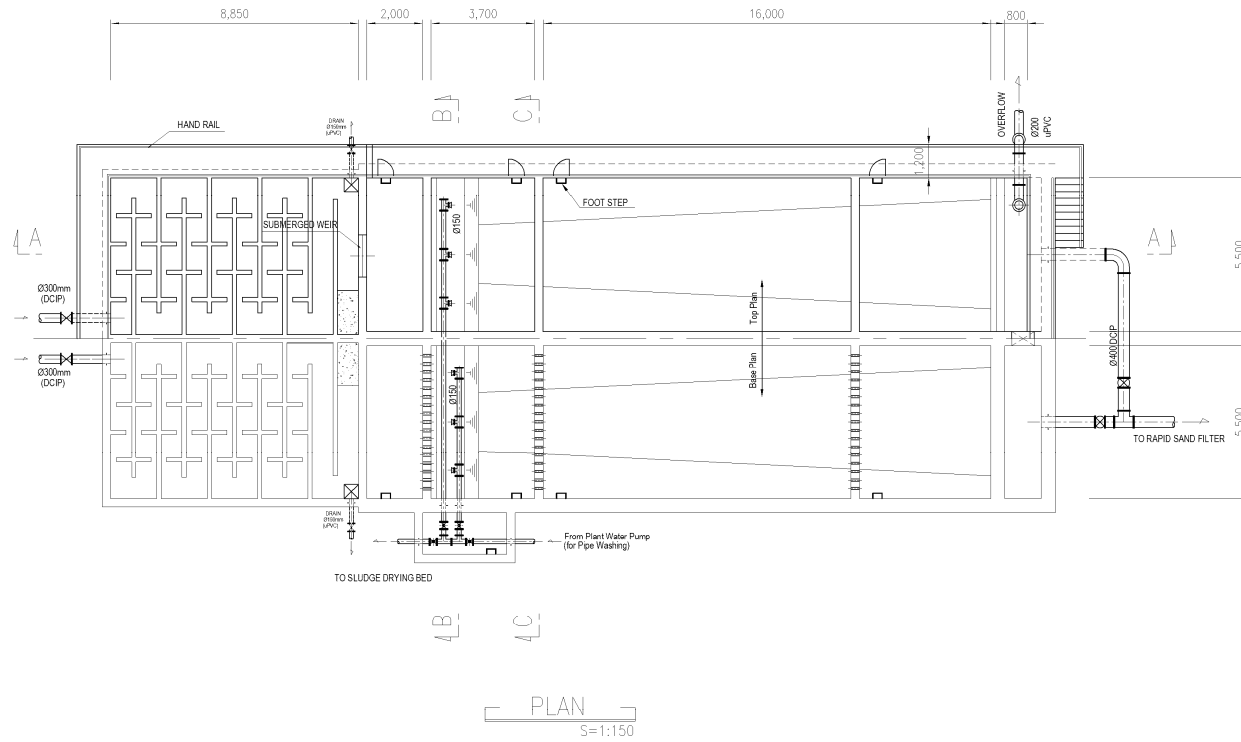
Drawing No. WTP-PFD-001



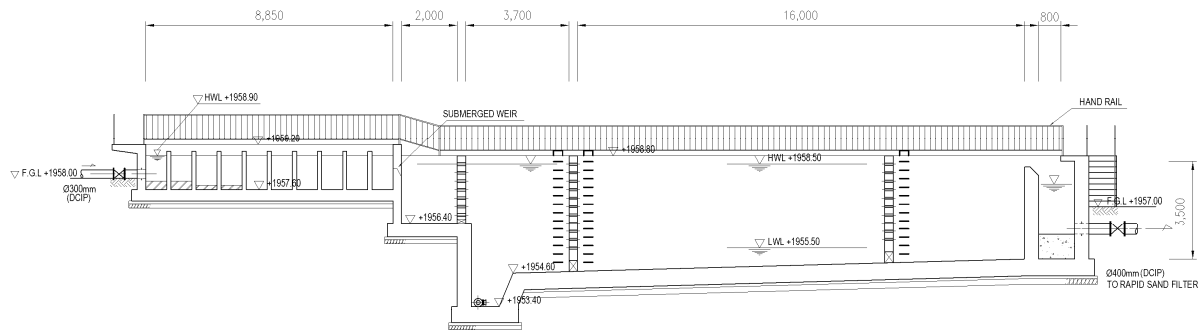
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town The Republic of Kenya  
 ケニア国ナロク給水拡張計画準備調査  
 Drawing Title: Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Instrumentation Flow Diagram  
 新設北部浄水場 計装フロー図  
 Scale: NON  
 Drawing No: WTP-IFD-001



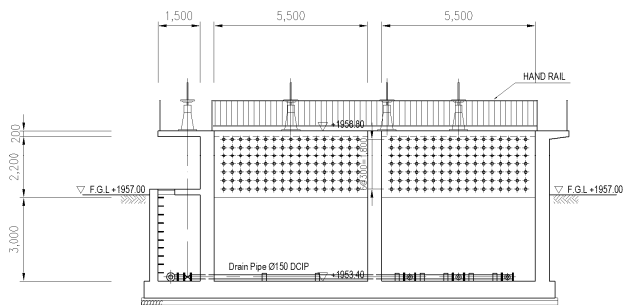
Project name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	Scale: 1:100
Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Receiving Well Plan and Section 新設北部浄水場 着水井 平面図、断面図	Drawing No. WTP-RW-001



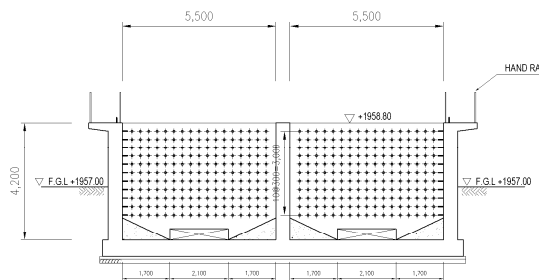
Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	Scale: 1:150
Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Sedimentation Tank Plan 新設北部浄水場 沈澱池 平面図	Drawing No. WTP-ST-001



SECTION A-A  
S=1:150

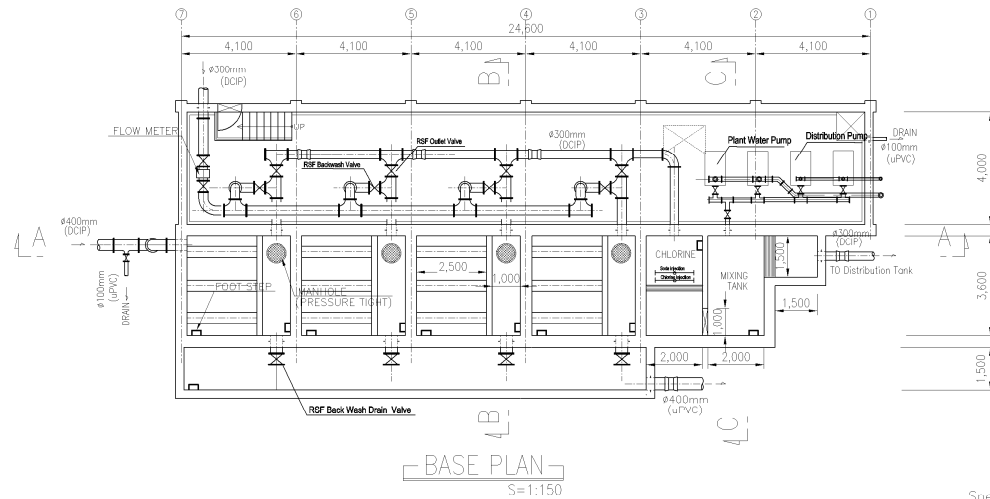


SECTION B-B  
S=1:150



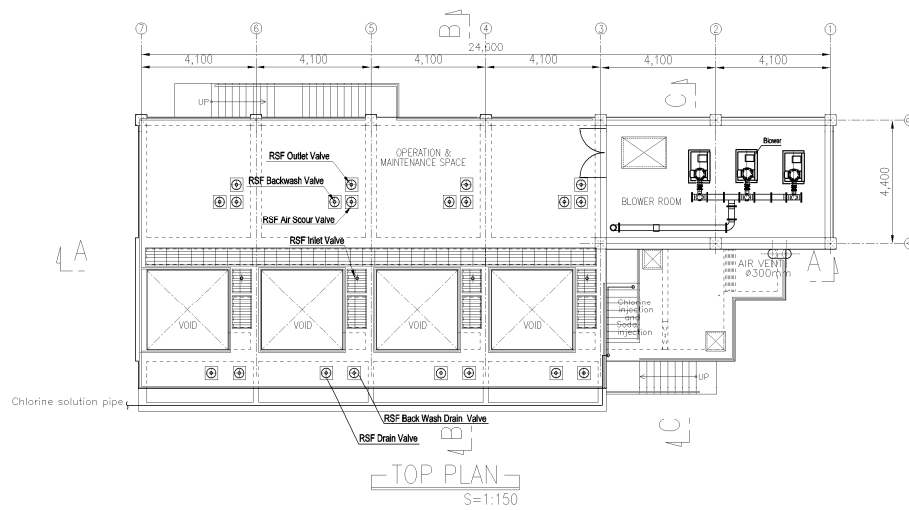
SECTION C-C  
S=1:150

Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Sedimentation Tank Section 新設北部浄水場 沈澱池 断面図	
Scale:	1:150
Drawing No:	WTP-ST-002



Specification for Filter Sand

Effective Size	φ 0.8~0.9mm
Uniformity Coefficient	1.7 and over

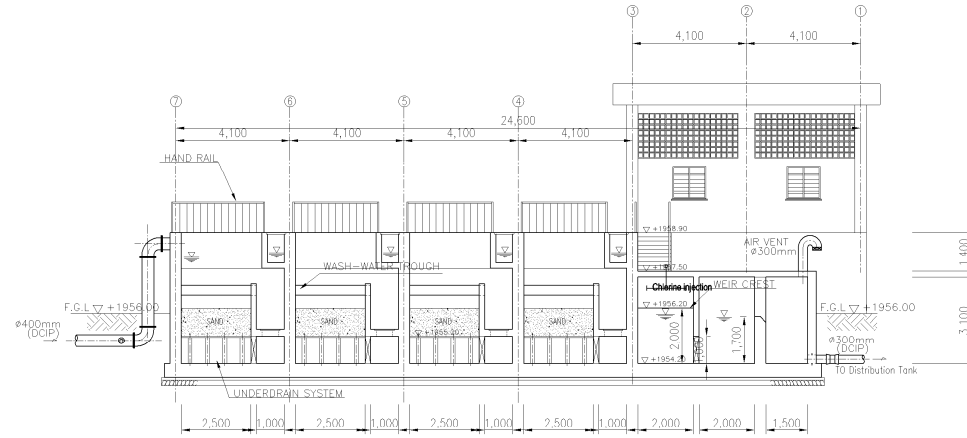


Project Name  
 The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya  
 ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査

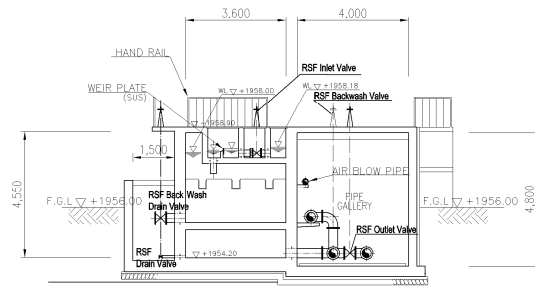
Drawing Title  
 Proposed Water Treatment Plant (North WTP)  
 Rapid Filter Plan  
 新設北部浄水場 急速ろ過池 平面図

Scale: 1:150

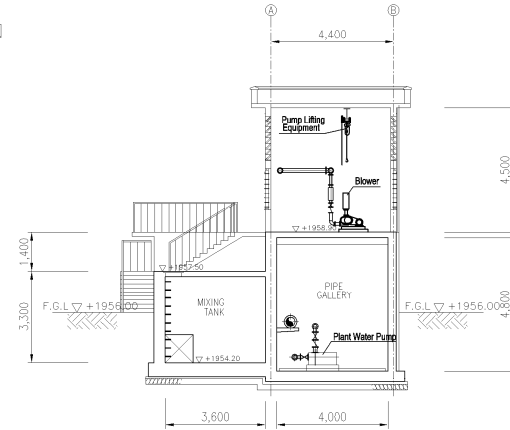
Drawing No. WTP-RSF-001



SECTION A-A  
S=1:150



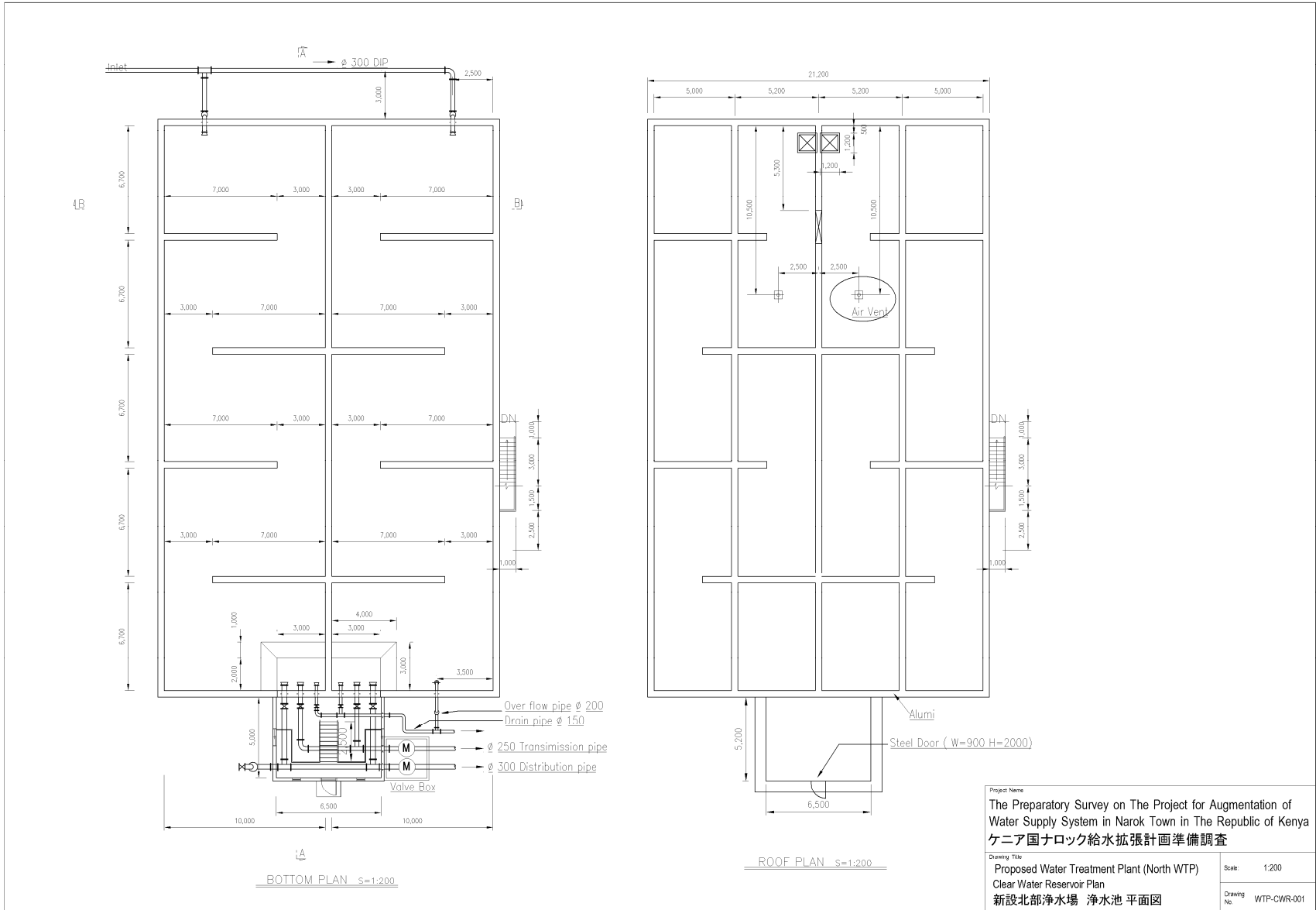
SECTION B-B  
S=1:150

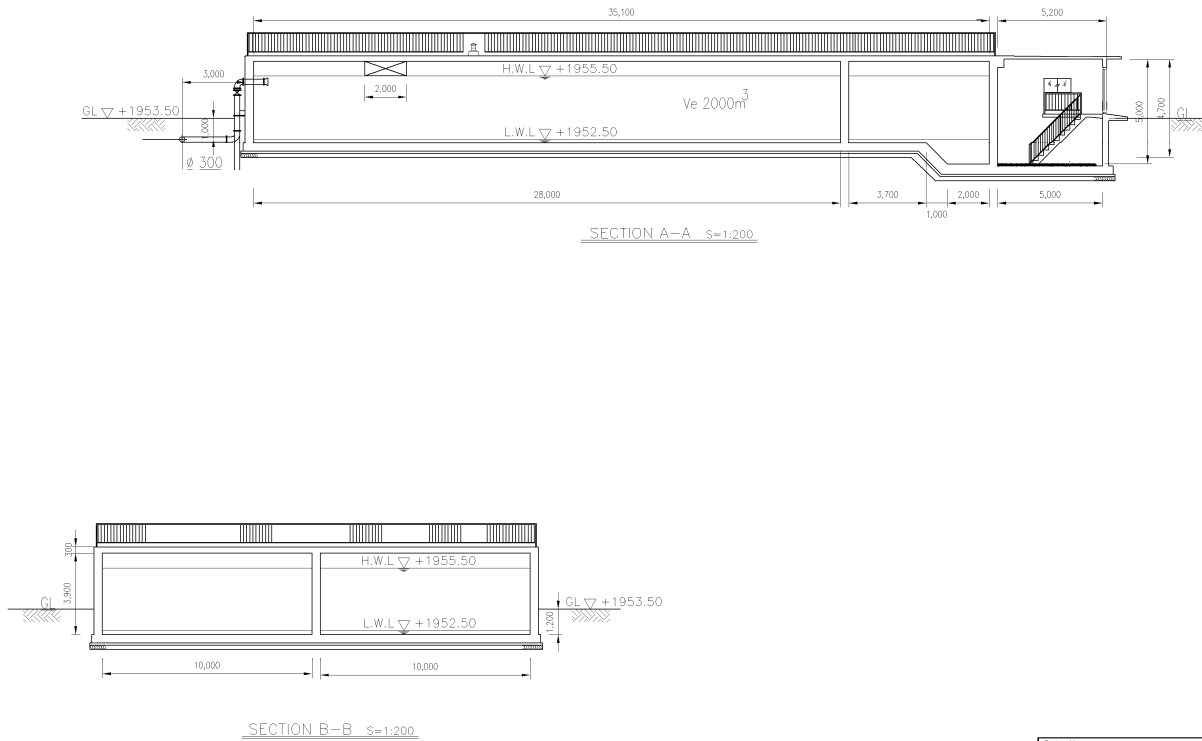


SECTION C-C  
S=1:150

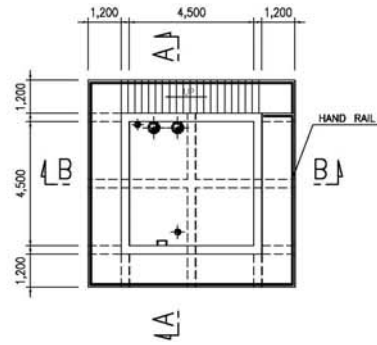
Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Rapid Filter Section 新設北部浄水場 急速ろ過池 断面図	
Scale:	1:150
Drawing No.	WTP-RSF-002



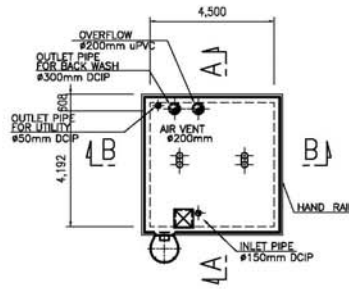




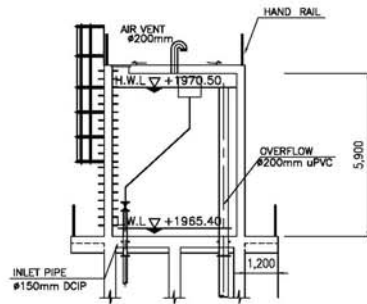
Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narok Town in The Republic of Kenya ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Proposed Water Treatment Plant (North WTP) Clear Water Reservoir Section 新設北部浄水場 浄水池 断面図	Scale: 1:200
Drawing No. WTP-CWR-002	



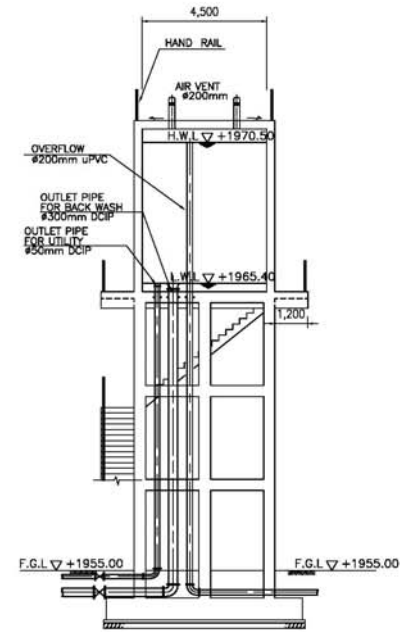
BASE PLAN  
S=1:150



TOP PLAN  
S=1:150



SECTION A-A  
S=1:150



SECTION B-B  
S=1:150

Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for Augmentation of Water Supply System in Narck Town in The Republic of Kenya	
ケニア国ナロック給水拡張計画準備調査	
Drawing Title	
Proposed Water Treatment Plant (North WTP)	Scale 1:150
Elevated Backwash Tank Plan and Section	Drawing No. WTP-EWT-001
新設北部浄水場 高架水槽 平面図, 断面図	

