

# カンボジア向け浄水設備 1号機の運転状況

## Operational Situation of Our First Water Treatment Project in Cambodia



大野 進\*  
Susumu Ono



田路明宏\*\*  
Akihiro Toji  
技術士（衛生）

2014年2月に当社が初めてカンボジアに納入した浄水設備の運転が開始された。日本では上水道・簡易水道向け、工場用水向けとして多数の実績のある銅板製浄水処理設備（凝集・沈殿、急速ろ過）であり、価格、処理性能、維持管理性、安定運転実績が現地企業に評価され採用に至った。運転開始後約2年半が経過し、一般住民へ上水を供給する送配水配管延長も順次行われており設備の稼働率も向上している。順調に継続している運転状況を紹介する。

Our first water treatment system in the Kingdom of Cambodia commenced operation in February 2014. The system is a steel-fabricated water-treatment system, the functions of which are coagulation / sedimentation and rapid sand filtering; many such systems have been installed in Japan for water treatment works, small-scale water works and industrial plant. The system was adopted based on customer evaluation of its competitive price, high performance, maintainability and stable operation record. Two and half years have passed since the start of operation and the system's operation rate is increasing together with the expansion of the water supply pipe network. This report introduces the operation status.

### Key Words :

自動サイフォンフィルター	Auto Siphon Filter
浄水設備	Water Treatment System
逆洗	Backwash
急速ろ過	Rapid Sand Filter

### 【セールスポイント】

- ・当社で初めてのカンボジア上水道向け案件
- ・日本で長年培った技術の新興国への適応
- ・サイフォンを使った確実な自動逆洗機能

### まえがき

カンボジアの上水道は首都プノンペンにおいては給水率90%、漏水率一桁という非常に高い整備水準に達している。一方、地方都市や、農村部においてはまだまだ浄水場が足りておらず、未処理の水を生活用水として利用せざるを得ない住民が多数存在

している。カンボジア政府は2025年までに国民の9割に浄水を送配水管により供給可能とし、残り1割には他の方法により供給可能とする方針を打出している。

大都市、中核都市での浄水場の拡張も行われるが、これを補完する一つの方策として、上水道を所

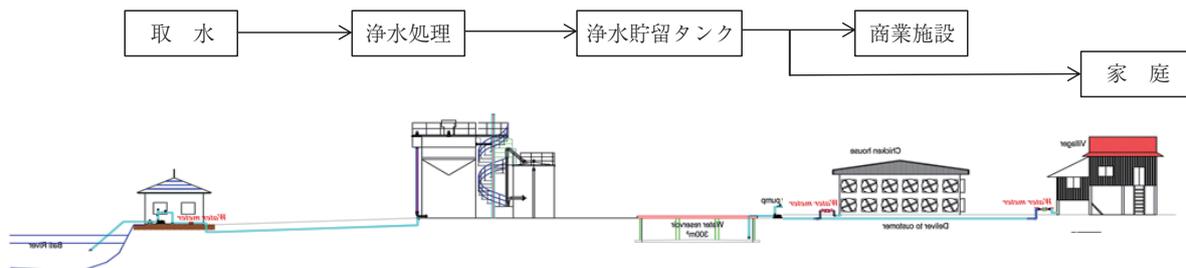


図1 全体フロー



写真1 浄水処理装置

管する工業手工芸省（MIH: Ministry of Industry and Handicraft）が浄水場の無い地域については民間事業者が一定のプロセスを経れば地区ごとに水道事業ライセンスを付与する制度が整備されている。現在約170件（2016年10月資料）のライセンスが民間事業者に付与されていると MIH により公表されている。

当社は、この民間事業者の一つであり、プノンペン市から車で約1時間南下したタケオ州 Krang Thnong 浄水場に鋼板製浄水処理システムを納入し、安定的に良好な水道水を供給している状況について紹介する。

## 1. 施設の概要

### 1.1 全体フロー

本浄水場はカンボジア企業の SOMA 社が20年間の水道事業ライセンスを取得し、タケオ州 Bati 湖を水源として隣接する SOMA Farm 敷地内に建設されている。8集落、約2 000世帯、約10 000人および商業施設が給水対象である。日量最大1 080 m<sup>3</sup>の浄水処理設備の計画に対し、当社システムが採用された。

取水は人工水路により水を引込み自然沈砂を行い、揚水ポンプにて浄水場へ送水している。当社の浄水処理システムにて飲料水基準値以下まで処理し

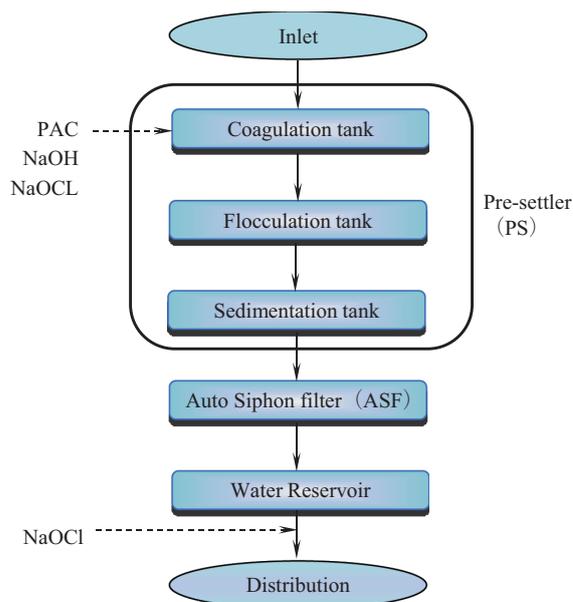


図2 浄水プロセスフロー

た後、浄水貯留タンクを経て各家庭へポンプ圧送されている。送水ポンプはインバーター制御されており、消費電力を抑える取組みがなされている。浄水貯留タンクは浄水処理能力の12時間相当の貯水量である600 m<sup>3</sup>の容量を擁している。最終的な総配管延長は約50 km を予定しており、順次配管敷設個別接続を行っている。

当社は2013年12月に浄水処理システム（写真1）を納入し、2014年2月より商業運転開始した。全体フローを図1に示す。

### 1.2 浄水設備の概要

本浄水処理システムは凝集・沈殿機能を一体化させたプリセッター（PS）とサイフォン機能を活用した省エネルギー型の急速ろ過である自動サイフォンフィルター（ASF）で行われる。（図2）

まず、着水井の後に PAC（凝集剤）、前塩素、NaOH を定量ポンプにて注入、薬品混和槽を経て、立下り配管で下部へ送水する。その後上向流で上昇

しながら浮遊懸濁物質のフロックを形成し凝集，傾斜管にて沈降分離後，上澄水が次の急速ろ過工程へと送られる。沈降した汚泥は汚泥貯槽トラフに溜まり定期的に系外へ排出する構造となっている。

急速ろ過工程では当社が日本国内で多数の納入実績を持つ ASF を採用している。ASF は，重力式急速ろ過の一形式である。ろ過工程が進み，ろ層の抵抗（圧力損失）が所定値に達すると，水理学的原理を巧みに取入れた逆洗サイフォン管が逆洗水貯槽に自己保有している逆洗水を自動的に逆流させ，ろ層の洗浄が効率的に行われる。ろ過→逆洗→ろ過の工程を切替えるための弁および制御機器を一切必要としないことからシンプルで故障の無いのが特長である（図3）。

運転要員や制御機器の操作が不要となり，他形式のろ過装置と比べて，維持管理費をはるかに低くおさえることが可能である。運転員の能力に左右されることなく常に必要な逆洗と，良質なるろ過が行われる仕組みとなっている。

### 1.3 処理性能

日本では水道水として用いられる時は水質基準に従い，濁度は2度以下に適合するろ過速度にて計画する。今回はカンボジアでの水道水質基準に従い，濁度は5NTU 以下に適合するろ過速度にて計画し

た。その他の水道基準はカンボジア水道水質基準（Prakas on National Drinking Water Quality Standards: 2015）に適合している。カンボジアではまだまだ分析技術が未熟で，分析機関が多くないことから民間事業者による日常分析，3カ月毎，年1回の第三者機関での分析と項目が分けられている。

設計当初の原水水質（抜粋），カンボジアの水道水質基準（2015）を表1，2に示す。

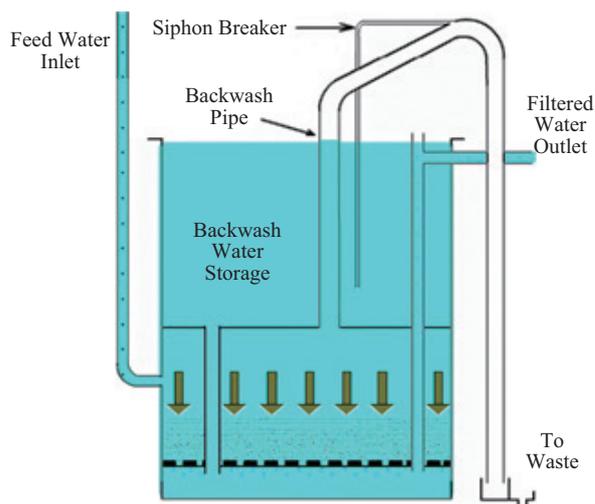


図3 自動サイフォンフィルタ

表1 Raw water characteristics

No	Parameter	Unit	Raw water Testing Result
1	Arsenic	μg/l	0
2	Chloride (Cl)	mg/l	0.95
3	Manganese (Mn)	mg/l	<0.001
4	Total dissolved solid (TDS)	mg/l	50
5	Iron (Fe)	mg/l	≤0.4
6	Nitrate (NO <sub>3</sub> )	mg/l	0.58
7	Nitrite (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0.08
8	Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0.13
9	Sulfate (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<0.001
10	Total hardness (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l CaCO <sub>3</sub>	20
11	Calcium (Ca)	mg/l	<0.05
12	Magnesium (Mg)	mg/l	1.92
13	Copper (Cu)	mg/l	0.18
14	Zinc (Zn)	mg/l	0.06
15	pH	mg/l	6.61 (6.5~8)
16	Turbidity	NTU	≤39.6
17	Total coliform	Colony/100 ml	≤9 800
18	Escherichia coli	Colony/100 ml	0
19	Total plate count	Colony/1 ml	≤1 088 000
20	Fecal enterococcus	Colony/100 ml	≤300

表2 カンボジア水道水質基準 (2015)

No.	Parameters	Parameters		Exception	Formal inspection level		
		Unit	Max Permission		Daily	Every 3 month	Annual
Micro-biological							
1	E.coli/bacteria	CFU or MPN/100 ml	0			✓	
Chemical							
2	Al	mg/l	0.2	Using alum		✓	
3	NH <sub>3</sub>	mg/l	1.5			✓	
4	As	mg/l	0.05	underground water			✓
5	Ba	mg/l	0.7				✓
6	Cd	mg/l	0.003				✓
7	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250			✓	
8	Chlorine	mg/l	0.1-1.0	Using Chlorine	✓		
9	Cr	mg/l	0.05				✓
10	Cu	mg/l	1	In home use Cu pipe			✓
11	F	mg/l	1.5	underground water			✓
12	Total CaCO <sub>3</sub>	mg/l	300	underground water		✓	
13	Fe	mg/l	0.3	underground water		✓	
14	Pb	mg/l	0.01				✓
15	Mn	mg/l	0.1	underground water		✓	
16	Hg	mg/l	0.001				✓
17	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50			✓	
18	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3			✓	
19	Na	mg/l	250	beach case			✓
20	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250			✓	
21	Zn	mg/l	3				✓
Physic							
22	Color	TCU	5		✓		
23	pH	n/a	6.5-8.5		✓		
24	TDS or electric able	mg/l or μS/cm	800 or 1 600		✓		
24	Turbidity	NTU/FTU	5		✓		
26	Taste & Odour	-	acceptable		✓		

## 2. これまでの経過およびプラントの運転状況

### 2.1 取水ポイントの変更

当初は Bati 湖隣接地に取水ポンプを設置し、直接取水していた。2014年後半に渇水時の水位低下対策として、水路を作り導水した。工事直後に掘削工事影響により土質由来と思われる原水濁度、マンガン値が一時的に上昇したことから、客先への前塩素注入量の増加および残留塩素管理の適正化指導を実施した。また運転開始後1年半経過時にろ過砂、下部集水装置の点検、清掃、交換を実施した。

### 2.2 給水管延長

接続料金が有料となることから当初は契約件数が低くなっていたが、良好な水道水が給水され始めると安心、安全な水が給水されることが住民に口コミ

で広まり、ニーズが高まった。送配水配管供給の無かった地域ではこれまで未処理の水を生活用水として利用しており、適正に処理された水道水に対する認識が乏しい。そのため水道事業者では個別接続契約に会場された顧客に対して、フローシートパネルを用い、原水の状況、浄水処理方法、使用薬品、残留塩素の役割など一つ一つ丁寧に説明が行われている。

総給水管延長は約50 km、すべて高密度ポリエチレン配管 (HDPE)、口径は63 mm ~225 mm の範囲で計画されている。予定対象供給エリアは4つのゾーンに分けられ給水管敷設延長を本格化し、2017年度中には約1 400世帯、対象エリアの約70 % の世帯へ給水可能となる体制を目指している。(写真2, 3)



写真2 HDPE 管敷状況



写真3 生活用水による子供の水浴び

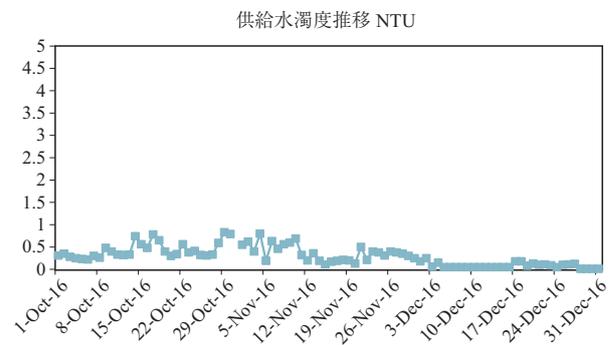
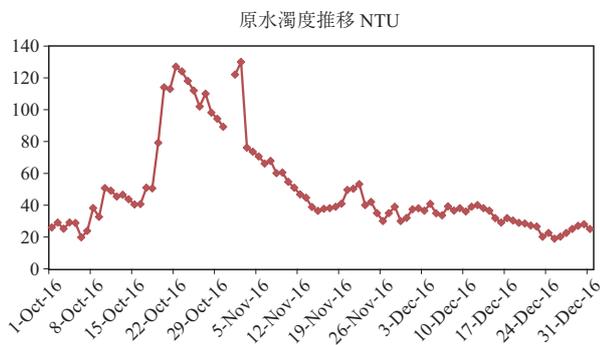


図4 直近3カ月の原水および供給水 濁度推移

### 2.3 現在の運転状況

浄水場の運転管理は SOMA 社スタッフ10名で実施しており、アドミチーム、浄水処理チーム、送配水チームに分かれて日々の運転維持管理、水道メーター検針／料金徴収、配管敷設延長工事を行っている。

原水水質は納入時から大きな変化は無い。直近3カ月の濁度変化については図4のとおりである。東南アジア特有のスコール等の影響により原水濁度濃度は不安定である。しかし、供出水質については常時濁度1NTUを下まわっており安定的な処理が行われている。

工場の進出、人口増加など少しずつではあるが原水水質の汚染は進んでおり、地方政府、地域住民が一体となった水源管理をしていく必要性が見え始めている。本件については水道事業者、地方政府、地域が一体となり水質保全について活動を行うことで話し合いが持たれている。

### 3. 今後の展望

カンボジアの都市部以外ではまだまだ上水道普及

率が低く、経済成長に伴い中核都市、地方都市でも上水の必要性が高まってきている。1号案件の納入時には、質よりも量を求める声が多く聞かれたが、最近では量と同時に質も求められてきており、当社が日本で長年培った処理技術、運転ノウハウが貢献できると考えられる。

### むすび

本カンボジア1号案件の実績が評価され、他都市に納入した2号機案件も、ほぼ1年間安定運転が行われている。現在は3号機案件の計画が進んでおり、現地生産／調達によるコストダウンを検討中である。近隣諸国のベトナム、ミャンマーでの浄水処理設備の納入にも繋がるのが期待されることから、これからも運転データ、ノウハウの蓄積を行い、日本の知見に加え現地に適したシステム提案を行っていく。

#### [参考文献]

- 1) 飛翔 神鋼パンテック40年史