

中華人民共和国
住宅・都市農村建設部
北京城市排水集団
国家都市給水排水工程技術研究中心

中華人民共和国
汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善
プロジェクト支援業務

ファイナル・レポート

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

一般財団法人 下水道事業支援センター

環境
JR
13-028

中華人民共和国
住宅・都市農村建設部
北京城市排水集団
国家都市給水排水工程技術研究中心

中華人民共和国
汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善
プロジェクト支援業務

ファイナル・レポート

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

一般財団法人 下水道事業支援センター

写真集 (1/4)



北京市高碑店処理場 (処理能力 100 万 m^3 /日) 全景



北京市高碑店処理場 流入部 スクリーン



北京市高碑店処理場 ポンプ施設



北京市高碑店処理場 反応槽 (嫌気・好気法
左側の槽の奥が嫌気部分、手前が好気部分)



北京市高碑店処理場 反応槽
全面曝気ディフューザー



北京市高碑店処理場 汚泥処理施設入口

写真集 (2/4)



北京市高碑店処理場 汚泥処理施設
(左側が消化槽、右側が濃縮槽)



北京市高碑店処理場 汚泥処理施設
(脱水機)



北京市高碑店処理場 水環境センター
(種々の機関の教育センターとなっている)



北京市高碑店処理場 水環境センター
(パネル展示等により来訪者に下水のしくみ等を啓蒙する施設)



昆明市第3処理場 水質センター入口



昆明市第3処理場 SBR (ICEA) 法

写真集 (3/4)



昆明市第3处理場(SBR)
回分槽 (曝気工程)



昆明市第3处理場(SBR)
回分槽 (沈殿工程)



昆明市呈貢处理場(SBR)
回分槽 (流入工程)



昆明市呈貢处理場(SBR)
回分槽 (排水工程)



雲南省石林处理場(SBR) 監視室



雲南省石林处理場(SBR) 回分槽

写真集 (4/4)



日中汚泥処理・資源化セミナー 発表状況
(2011.2.21-22)



日中汚泥処理・資源化セミナー(ポスターセッション (意見交換) 右側ブース展示)



污水处理场高度化改善・省エネ技術セミナーの様子 (2013.3.22)



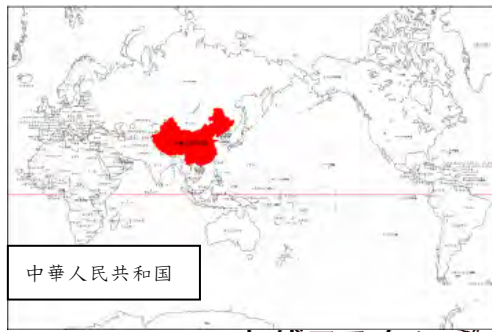
污水处理场高度化改善・省エネ技術セミナーの様子(2013.3.22)



訪日第3次研修
(高度処理 維持管理 下水道施設管理)
荒川右岸流域下水道視察 監視制御施設



訪日第3次研修
(高度処理 維持管理 下水道施設管理)
荒川右岸流域下水道視察 集合写真



プロジェクト対象地域位置図

調査報告書リスト

- 1-1 A20 法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン (本文・条文解説) (2013. 03)
- 1-2 A20 法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン(本文・条文解説) (2013. 03)
- 2-1 事後評価調査 (アンケート調査表) -回分式活性汚泥法 (SBR) 下水処理場アンケート調査表- (2012. 02)
- 2-2 「小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価及び設計・運転管理ガイドライン(2013. 03)」

- A2-1 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクトに係わる日本国際協力機構と中華人民共和国住宅都市農村建設部との討議議事録
- A2-2 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト第2回 合同調整委員会協議議事録

- C2-1 担体プランと高効率で安定した同時脱窒素脱リン (HERoS) プランの比較 (北京排水集団高碑店下水処理場、研究開発センター、2012/2/13)

- C3-1 A20 法の改造設計の要点
- C3-2 A20 法の維持管理の要点

- D1-1 小城镇汚水処理場 SBR 法応用評価および設計・運転管理ガイドライン(初稿)

- D3-1 SBR 現地調査実施手順書

- D3-2 「回分式活性汚泥法の評価に関する第一次報告書」及び「第二次報告書」

- F1-1 業務指標：パフォーマンス インディケーター (PI) について
- F1-2 初沈の閉塞予防と (閉塞した場合の) 処置
- F1-3 消化槽投入汚泥濃度のコントロール方法について

中華人民共和国汚水処理場のグレードアップ改造と

運営改善プロジェクト支援業務

ファイナル・レポート

目 次

写真集

プロジェクト対象地域位置図

調査報告書リスト	i
目 次	i
図リスト	v
表リスト	v
略語集	vii

page

PART-A 諸論	1
A 1. プロジェクトの背景	1
A 2. プロジェクトの目標・成果・活動	1
A 2-1 本プロジェクトの概要	1
A 2-2 プロジェクトの経緯および活動実績	3
A 2-3 プロジェクト実施体制、中国側カウンターパート	8
A 2-4 プロジェクトの成果	10
PART-B 中国下水道事業および水環境汚染の状況について	13
B 1. 中国における五カ年計画と本プロジェクトとの関係	13
B 1-1 第 9 次五カ年計画以前	13
B 1-2 第 10、11 次五カ年計画	13
B 1-3 2011 年度における水環境汚染の状況	15
B 1-4 第 12 次五カ年計画および本プロジェクトとの関連	18
B 2. 中国における水環境保全施策	23
B 2-1 行政機構と水質基準	23
B 2-2 中央および地方政府の役割	24
B 2-3 建設資金および運営資金	25
B 3. 中国における汚水処理場の整備状況	27

B 3-1	都市における汚水処理場の整備状況	27
B 3-2	地方部（小城镇）における汚水処理場の整備状況.....	28
PART-C	大規模汚水処理場のグレードアップに向けた改造設計・維持管理技術について	29
C 1.	大規模汚水処理施設のグレードアップに向けた指針・技術が必要な背景.....	29
C 1-1	管理項目と分類.....	29
C 1-2	基準のランク	29
C 1-3	北京市における水環境の状況や水源概要	31
C 1-4	カウンターパート（北京排水集団）の概要	33
C 2.	高碑店汚水処理場の高度処理のための改造設計・運転管理に関する検討.....	36
C 2-1	目的と経緯.....	36
C 2-2	F/Sにおける問題点と助言、提案の内容.....	37
C 2-3	高碑店汚水処理場改造設計に関する助言と提案	40
C 2-4	グレードアップ改造設計ガイドライン大綱に関する助言と提案	42
C 2-5	高度処理維持管理ガイドライン大綱に関する助言と提案.....	44
C 2-6	高碑店改造に関する提案	47
C 3.	大規模処理場のグレードアップに向けた設計指針・維持管理指針の作成と技術の普及 .	48
C 3-1	大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針について.....	48
C 3-2	大規模処理施設のグレードアップに向けた維持管理指針について.....	50
C 4.	大規模処理施設のグレードアップ技術普及のための研修.....	52
C 4-1	第1次研修 高度処理／効率的な汚水処理設備に関する研修	52
C 4-2	第3次研修 「下水高度処理／運営管理」に関する研修.....	52
PART-D	鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化	54
D 1.	鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化が必要な背景.....	54
D 1-1	中国における鎮レベルの小規模汚水処理場の状況.....	54
D 1-2	カウンターパートの概要	57
D 2.	鎮レベル汚水処理施設の設計、維持管理の技術の普及	60
D 2-1	目的と経緯.....	60
D 2-2	事後評価の目的と意義.....	64
D 3.	SBR法 応用評価及び設計・運転ガイドラインについて.....	65
D 3-1	SBR法の原理と分類.....	65

D 3 - 2	SBR 法の基本パラメータ	66
D 3 - 3	アンケート調査および現地調査について	66
D 3 - 4	調査編、解析編、提言編について（プロジェクト支援業務）	69
D 3 - 5	作成経緯	69
D 4.	第 2 次研修 「下水高度処理の計画と設計／事後評価」に関する研修	74
PART-E	プロジェクト支援業務におけるキャパシティデベロップメント、および汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーについて	76
E 1.	キャパシティデベロップメント（CD）について	76
E 1 - 1	大規模施設の改造設計・運営改善における CD	77
E 1 - 2	小規模汚水処理施設の高度処理化における CD	80
E 2.	汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーについて	82
E 2 - 1	セミナー開催趣旨	82
E 2 - 2	開催結果のまとめ	84
PART-F	汚水処理場の運営に関する省エネ・省資源・汚泥の適正処分について	86
F 1.	高碑店、昆明市内汚水処理場の高度処理施設の最適運転のための調査・技術検討について	86
F 1 - 1	高碑店処理場における最適運転のための技術検討について	86
F 1 - 2	昆明阿子宮処理場における課題と当面の対応案	92
F 2.	汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化に向けた技術検討について	98
F 2 - 1	汚泥の適正処分・資源化、下水道施設の省エネ化のためのセミナーについて	98
F 2 - 2	汚泥の適正処分についての基本検討資料について	104
PART-G	結論および今後の課題と提言	107
G 1	結論と今後の課題	107
G 1 - 1	大規模処理施設高度処理化のための技術習得、改造設計・運営改善指針の整備	108
G 1 - 2	小規模処理施設の高度処理化技術事後評価手法の習得とハンドブックの整備	109
G 1 - 3	CDに関する結論と今後の課題	109
G 1 - 4	汚水処理場の省エネ・省資源化、汚泥の適正処分の検討および技術資料の整備	111
G 2	今後の提言	111
【参考文献】	113

巻末成果品資料

- 1-1 A20 法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン（本文・条文解説）（2013. 03）
- 1-2 A20 法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン（本文・条文解説）（2013. 03）
- 2-1 事後評価調査（アンケート調査表）-回分式活性汚泥法（SBR）下水処理場アンケート調査表 -（2012. 02）
- 2-2 「小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価及び設計・運転管理ガイドライン（2013. 03）」

添付資料

- A2-1 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクトに係わる日本国際協力機構と中華人民共和国住宅都市農村建設部との討議議事録
- A2-2 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト第 2 回 合同調整委員会協議議事録
- C2-1 担体プランと高効率で安定した同時脱窒素脱リン（HERoS）プランの比較（北京排水集団高碑店下水処理場、研究開発センター、2012/2/13）
- C3-1 A20 法の改造設計の要点
- C3-2 A20 法の維持管理の要点
- D1-1 小城镇汚水処理場 SBR 法応用評価および設計・運転管理ガイドライン（初稿）
- D3-1 SBR 現地調査実施手順書
- D3-2 「回分式活性汚泥法の評価に関する第一次報告書」及び「第二次報告書」
- F1-1 業務指標：パフォーマンス インディケーター（PI）について
- F1-2 初沈の閉塞予防と（閉塞した場合の）処置
- F1-3 消化槽投入汚泥濃度のコントロール方法について

図リスト

図 B1-1 中国における汚水処理場の整備動向	14
図 B1-2 中国における7大河川水質改善状況	14
図 B1-3 2011年十大水系水質類型比率	15
図 B1-4 中国における処理場数等の推移	16
図 B1-5 レベルアップ改造規模・都市規模別分類	20
図 B1-6 汚水再生利用規模増加分・都市規模別分類	21
図 B2-1 汚水処理場の建設、運営の形態（例）	26
図 C1-1 北京市における水源別比重	32
図 C1-3 各都市における地表水（河川）の水質割合	32
図 C1-2 北京市における地下水位の推移	32
図 D1-1 中国 都市規模別水道実施都市比率	54
図 D1-2 昆明デン池有限公司の概要	58
図 D3-1 SBR法の基本運転パターン	65
図 E1-1 硝化に必要とされる汚泥日齢と温度の関係	78

表リスト

表 A2-1 本プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリクス	2
表 A2-2 本プロジェクトの活動	3
表 A2-3 訪日研修一覧表	7
表 A2-4 本プロジェクトにおける成果と具体的活動	11
表 A2-5 プロジェクト全体工程	12
表 B1-1 2011年重点湖沼（ダム）水質状況	15
表 B1-2 中国における水域機能の水質分類	16
表 B1-3 地表水環境基準の基本項目基準値	17
表 B1-4 「十二五」における市町村汚水処理及び再生利用に関する主要指標	19
表 B2-1 中央政府、地方政府の機構	25
表 B2-2 北京市の給水料金体系	27
表 C1-1 基本管理項目の排出許容最高濃度（日平均値）	30
表 C1-2 北京市における上乗せ規制値	31
図 C1-1 北京市における水源別比重	32
図 C1-2 北京市における地下水位の推移	32
表 C3-1 大規模設計指針に関する短期専門家派遣	49
表 C3-2 大規模維持管理指針に関する短期専門家派遣	51
表 D1-1 2011年度における都市規模別下水道施設整備状況	55
表 D1-2 日本における水処理方式別処理場数（平成21年度末現在）	56
表 D1-3 中国における設計水量別各処理法採用処理場数	57

表 D1-4 昆明デン池有限公社 維持管理処理場 概要.....	59
表 D1-5 アンケート結果による設計水質.....	59
表 D2-1 当初ガイドライン（目次）.....	63
表 D3-1 各種 SBR 法の比較.....	66
表 D3-2 アンケート調査対象処理場.....	67
表 D3-3 小規模ガイドラインに関する短期専門家派遣.....	73
表 F2-1 第4次研修（高度処理／汚泥処理／省エネ対策）日程表.....	105
表 F2-2 第4次研修（高度処理／汚泥処理／省エネ対策）講義内容.....	106

略語集

AAA	先進的な技術・経験を持つ都市 (Alliance Advanced Agency)
A2O	嫌気-無酸素-好気活性汚泥法 (Anaerobic-anoxic-oxic process)
AO	嫌気-好気活性汚泥法 (Anaerobic-oxic activated sludge process)
APWF	アジア・太平洋水フォーラム (Asia-Pacific Water Forum)
BOD	生物化学的酸素要求量 (Biochemical oxygen demand)
BOT	ビルド・オペレート・アンド・トランスファー (Build Operate and Transfer)
CD	キャパシティ デベロップメント (Capacity Development)
COD	化学的酸素要求量 (Chemical oxygen demand)
F/S	事業可能性調査(Fiesibility Study)
IC/R	インセプション・レポート (Inception Report)
JICA	国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JS	日本下水道事業団 (Japan Sewage Works Agency)
JSC	日本サニテーションコンソーシアム(Japan Sanitation Consortium)
MBR	膜分離活性汚泥法 (Membrane separation bioreactor)
NGO	非政府組織 (Non-governmental organization)
NH ₄ -N	アンモニア性窒素 (Ammonia nitrogen)
OD法	オキシデーション・ディッチ法 (Oxidation Ditch)
PDCAサイクル	ピーディーシーエー サイクル (Plan-Do-Check-Act cycle)
PDM	プロジェクト デザイン マトリクス (Project Design Matrix)
PI	業務指標、パフォーマンス・インディケイター (Performane Indicator)
PO	Plan of Operation
SBMC	下水道事業支援センター (Sewerage Business Management Centre)
SBR	回分式活性汚泥法 (Sequencing Batch Reactor)
SRT	固形物滞留時間 (Sludge Rettention Time)
SS	浮遊物質 (Suspended Solid)
T-N	全窒素 (Total Nitrogen)
T-P	全りん (Total Phosphorus)
TOT	ティー・オー・ティー (Transfer Operation Transfer)
WES Hub	水・環境ソリューションハブ (Water and Environment Solution Hub)
「十五」	第10次五カ年計画
「十一五」	第11次五カ年計画
「十二五」	第12次五カ年計画
完了報告書	プロジェクト完了報告書
中国	中華人民共和国
本業務	汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト支援業務
本プロジェクト	汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト
環境部	環境保護部

建設部	中華人民共和国 住宅・都市農村建設部
全人代	全国人民代表大会
発改委	国家発展改革委員会
プロジェクト成果	汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー
普及促進セミナー	
プロジェクト支援業務	汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト支援業務
北京設計院	北京市市政工程設計研究総院
北京排水集団	北京城市排水集団有限責任公司

PART-A 諸論

A 1. プロジェクトの背景

急速な経済発展が進行している中華人民共和国（以下、「中国」と記す）においては、環境に対する負荷が増大しており、経済成長と環境保全との間にアンバランスが生じてきている。特に、公共用水域における水質に関しては、経済発展に伴い汚染が進行し、湖沼の富栄養化や、生活環境の悪化等が生じている。

これに対応するため、中国においては、数次にわたる五カ年計画により、下水道整備を進めてきており、都市における汚水処理能力は、著しく整備された。しかしながら、放流水域の環境基準は未だ達成されておらず、2002年に出された『都市部汚水処理場の汚染物質排出基準』（GB18918-2002）を満足できない既存施設のグレードアップ、都市周辺ならびに農村部における小規模処理施設（小城镇レベル）の整備等が課題となっている。

このような背景を踏まえ、中国政府より、「汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」と記す）が要請された。本プロジェクトは、我が国の汚水高度処理分野における蓄積された経験を活かし、既存の都市部汚水処理場の高度化、小城镇レベル処理施設の効率的整備、高度処理施設の適正管理を目的として、2010年3月から2013年3月の3ヵ年で実施したものである。

なお、中国では、これまで円借款事業により59都市において汚水処理施設整備の支援が実施されている。本プロジェクトでは、円借款により建設された北京市高碑店処理場を既存施設のグレードアップのモデルサイトとし、また、昆明市下水道施設管理団体の関連施設を運営改善のためのモデルサイトとして活動を行った。本プロジェクトで取りまとめた技術指針を中国全土に普及することにより、これまで円借款事業で整備を行った汚水処理施設の運営改善が促進されるとともに、今後中国国内で整備が予定される汚水処理施設において、プロジェクト成果が活用されることが期待されている。

A 2. プロジェクトの目標・成果・活動

A 2-1 本プロジェクトの概要

本プロジェクトの目標は、「大規模及び鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が普及し、運営改善の方針が示される」ことにあり、これによって本プロジェクトの上位目標である「汚水処理施設から排出される放流水質が向上し、排出基準に適合する」ことを達成しようとするものである。このような目標を達成するための本プロジェクトの成果は、以下の3点である。

1. 大規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が習得され、改造設計・運営改善指針が整備される。
2. 鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術、事後評価手法が習得され、ハンド

ブック（設計・運営改善指針）が整備される。

3. 汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分が検討され、技術資料が整備される。

本プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標、成果及びそれらの達成を計る指標は、表 A2-1 のプロジェクト・デザイン・マトリクス (PDM) のとおりである。また、プロジェクトの活動は、表 A2-2 に示す。

表 A2-1 本プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリクス

プロジェクト要約	指 標
上位目標	
汚水処理施設から排出される放流水質が向上し、排出基準に適合する。	放流水質基準の 適合率
プロジェクト目標	
大規模及び鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が普及し、運営改善の方針が示される。	技術指針および技術資料の認知度・活用度
	普及のためのセミナーの開催数
	普及のためのセミナー受講者数
成 果	
・大規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が習得され、改造設計・運営改善指針が整備される。	技術指針および技術資料の数
	関係するセミナーの延べ聴講者数
・鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術、事後評価手法が習得され、ハンドブック（設計・運営改善指針）が整備される。	事後評価報告書、ハンドブック及び技術資料の数
	事後評価対象箇所数
	関係するセミナーの延べ聴講者数
・汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分が検討され、技術資料が整備される。	技術検討セミナーの開催数／受講者数
	技術検討・提案資料の報告書数

注) 本プロジェクトの PDM は、なお、本プロジェクトの PDM は、「第 2 回 合同調整委員会」において、当初の PDM が修正されており、これらに関しては、次節および【添付資料 A2-1】、【添付資料 A2-2】を参照のこと。

表 A2-2 本プロジェクトの活動

<成果 1 大規模処理場の高度処理化>
1 大規模汚水処理場のグレードアップに向けた改造設計・維持管理の技術を普及する。
1-1 高碑店汚水処理場の高度処理のための改造設計・運転管理の改善に関し、技術検討及び、他都市の事例を含めた相互の技術検討を行う。
1-1-1 窒素・リン除去高度処理の改造設計を検討する。
1-1-2 窒素・リン除去高度処理のための改造工事を検討する。
1-1-3 窒素・リン除去高度処理のための運営改善を検討する。
1-2 大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針・維持管理指針を作成し、技術を普及させるための活動を行う。
1-2-1 A20法 によるグレードアップに向けた設計指針を作成する。
1-2-2 A20法の適正な維持管理のための指針を作成する。
1-2-3 大規模処理施設のグレードアップ技術普及のための研修を行う。
<成果 2 鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化>
2 鎮レベル汚水処理施設の設計、維持管理の技術を普及する。
2-1 回分式活性汚泥法において窒素・リン除去高度処理のための運転管理手法の改善を行う。
2-1-1 設計・運転管理の事後評価に関する現地調査・及びアンケート調査を実施する。
2-1-2 事後評価現地調査及びアンケートの解析を行い事後評価報告書を作成する。
2-2 鎮レベル/回分式汚水処理施設の高度処理に向けた設計指針・維持管理指針を作成し、技術を普及させるための活動を行う。
2-2-1 鎮レベル汚水処理施設のハンドブックを作成する。
2-2-2 鎮レベル汚水処理場の適正な維持管理のためのハンドブックを作成する。
2-2-3 鎮レベル汚水高度処理技術普及のための研修を行う。
<成果 3 汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分>
3 高度処理導入後の処理システム運営の最適化のための活動を行う。
3-1 高碑店、昆明市内汚水処理場の高度処理施設の最適運転のための調査・技術検討を行う。
3-1-1 処理効果の最適化に向けた調査・技術検討を行う。
3-1-2 実地運転指導のための基本検討資料を作成する。
3-2 汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化に向けた技術検討を行う。
3-2-1 汚泥の適正処分、資源化のためのセミナーを行う。
3-2-2 汚泥の適正処分についての基本検討資料を作成する。

注) A20：嫌気－無酸素－好気活性汚泥法、SBR：回分式活性汚泥法

A2-2 プロジェクトの経緯および活動実績

(1) 本プロジェクトにおける主要な会議およびプロジェクト PDM の変遷

本プロジェクトの主要な会議は以下のとおりである。

2009年10月28日

汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクトに係わる JICA と
中華人民共和国住宅都市農村建設部との討議

本プロジェクトに関する中国側からの要請に基づいて、国際協力機構（以下、「JICA」と記す）と中国建設部との協議が2009年10月28日に行われ、本プロジェクトにおける上位目標、成果、活動内容、実施体制等に関して合意され、本プロジェクトのPDM、Plan of Operation（以下、POと記す）を含む、討議議事録が作成された。【添付資料 A2-1 参照】

2010年2月24日

プロジェクト起動式（北京世紀国建ホテル）

2011年4月12日

汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト

第1回 合同調整委員会

2012年2月22日

汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト

第2回 合同調整委員会

北京において本プロジェクトに関する第2回合同調整委員会が開催され、これまでの活動実績の確認、2012年度の活動計画の承認、ならびにプロジェクトの有効な実施に必要な事項に関する決定が行われ、PDMおよびPOの修正等が行われた。なお、前節に示したPDMは、修正後のPDMを示したものである。【添付資料 A2-2 参照】

(2) 長期専門家活動

1) 専門家氏名 : 川嶋幸徳

2) 指導分野 : 下水高度処理／業務調整

3) 派遣期間 : 2010年5月10日～2012年3月25日

4) 活動内容 (長期専門家活動)

(活動1)

① 高碑店汚水処理場の高度処理改造設計、維持管理改善

- ・ 事業可能性調査 (F/S) の精査 (2010.05～09)
- ・ F/S 内容に対する意見提出 (2010.10)
- ・ 初步設計に対する提言 (2011.05)
- ・ 初步設計の精査、一部修正意見の提出 (2011.08)

② 大規模汚水処理場のグレードアップ設計、維持管理指針の作成

- ・ 設計、維持管理指針大綱の作成 (2010.08～10)
- ・ 設計、維持管理指針草案の作成 (2010.10～2012.01)

(活動2)

③ 鎮レベル汚水処理場の高度処理設計、維持管理指針の作成

- ・ 指針策定手法 (「事後評価」) の提案 (2010.06)
- ・ 設計、維持管理指針大綱の作成 (2010.10)
- ・ 事後評価に関する研修およびセミナーの開催、技術資料作成 (2011.01)
- ・ 「事後評価調査 (現地調査) の手引き」作成 (2011.01)
- ・ 「事後評価調査 (現地調査)」の実施 (2011.12～2012.02)
- ・ 「事後評価調査 (アンケート調査表)」の作成・実施 (2012.02)

(活動3)

④ 高碑店、昆明市内汚水処理場の高度処理最適運転のための調査・技術検討

- ・ 阿子営污水处理場の現状における運営改善提案
- ⑤ 汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化のための技術検討
 - ・ 汚泥処理・資源化セミナー開催、技術資料作成（2011.02）
 - ・ 污水处理場の省エネセミナー開催、技術資料作成（2011.09）

（3）短期専門家活動

第1次（2010.02.21-03.06）

榊原 隆、奥野長晴、川嶋幸徳、田中松生

プロジェクト起動式および現地調査（高碑店、清河、北小河污水处理場）

第2次（2010.04.21-04.29）

川口幸男、美川一洋、（奥野長晴）

硝化脱窒プロセスセミナー（高碑店污水处理場グレードアップ改造における硝化担体利用の提案）

第3次（2010.10.17-11.09）

三宅晴男、若林淳司

高度処理改造設計及び運行管理セミナー（北京市）

小規模污水处理場設計及び運行管理セミナー（昆明市）

現地調査：北京（高碑店、清河、北小河污水处理場）、

昆明（第一、第三、滇源鎮、阿子営鎮污水处理場）

第4次（2010.11.14-2011.01.28）

竹島 正

小城镇污水处理場（SBR）事後評価調査準備および研修

（事後評価アンケート、事後評価調査手引き、現地調査実地研修）

第5次（2011.02.20-02.26）

白崎 亮、松井三郎、山本博英、遠藤 久、三浦永次、（藺田健一）

日中污水处理場汚泥処理・資源化セミナー（北京市）

第6次（2011.09.18-09.22）

尾崎正明、石田 貴、水田健太郎、瀧村 豪、木下隆二、（湛 記先）

日中污水处理場省エネセミナー（山東省済南市）

第7次（2011.11.07-2012.02.25）

服部聡之

事後評価調査（アンケート、現地調査）、ハンドブック素案作成

第8次(2012.02.20-2012.02.25)(プロジェクト中間評価)

野田英夫、尾崎正明、田中松生

汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に関するプロジェクト支援業務

(以下、「プロジェクト支援業務」と記す)

JICAが、一般財団法人下水道事業支援センター(以下、SBMCと記す)との業務実施契約(2013.8.28~2014.3.29)により実施するものであり、これまでの活動の成果を踏まえて、プロジェクト最終年度の活動を実施するための技術支援を行うことを目的として以下の業務を行うもので、7次の短期専門家派遣が行われた。

◎業務の内容

- ① 大規模汚水処理場の改造設計・運営改善に関する活動
- ② 鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化を目的とした活動
- ③ 汚水処理場のグレードアップと運営改善プロジェクト成果普及セミナー

(以下、「汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー」、あるいは「セミナー」という。)

第1次(2012.9.5-9.13)

川嶋幸徳、北川三夫

セミナー開催関係者協議、高度処理改造設計・維持管理指針・小規模ハンドブック関係者協議

第2次(2012.10.10-10.19)

北川三夫、川口幸男、下川原拓也

セミナー開催協議、小規模ハンドブック作成協議、高度処理改造設計・維持管理指針協議

第3次(2012.10.30-11.9)

北川三夫、川口幸男

セミナー開催協議、小規模ハンドブック作成協議、高度処理改造設計・維持管理指針協議

第4次(2012.12.2-12.7)

北川三夫、下川原拓也

セミナー開催協議、小規模ハンドブック作成協議、高度処理改造設計・維持管理指針協議

第5次(2013.1.8-1.18)

北川三夫、川口幸男

セミナー開催最終協議、小規模ハンドブック最終協議、高度処理改造設計・維持管理指針最終協議(建設部提出)

第6次 (2013.3.6.-3.12)

北川三夫、川口幸男

セミナー開催準備、小規模ハンドブック、高度処理改造設計・維持管理指針に関する日中専門家の意見を踏まえた協議

第7次 (2013.3.17-24)

北川三夫、川口幸男、下川原拓也、松井田浩之

汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー開催、小規模ハンドブック、大規模改造設計・維持管理指針完成版協議

(4) 主要なセミナー

- | | |
|---------------|----------------------------|
| 2010.10.25-26 | ①高度処理改造設計及び運行管理セミナー（北京市） |
| 2010.11.03 | ②小規模汚水処理場設計及び運行管理セミナー（昆明市） |
| 2011.01.20-21 | ③小規模汚水処理場事後評価セミナー（昆明市） |
| 2011.02.21-22 | ④日中汚水処理場汚泥処理・資源化セミナー（北京市） |
| 2011.09.20 | ⑤日中汚水処理場省エネセミナー（山東省済南市） |
| 2013.03.22 | ⑥汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー（北京市） |

(5) 訪日研修

表 A2-3 訪日研修一覧表

実施期間	内容	摘要
2010年7月25日～ 8月7日 第1次研修	高度処理技術・施設見学 日本の下水道技術紹介 施設設計指針の紹介 現地見学：大阪府、大阪市、堺市、京都市、 滋賀県、岡山県、名古屋市（下水道展）	16名
2011年6月14日～ 7月2日 第2次研修	高度処理計画・設計 小規模下水道計画・設計 高度処理施設設計（演習） 事後評価（演習） 現地見学：東京都、横浜市	15名
2011年12月4日～ 12月17日 第3次研修	高度処理維持管理 下水道施設管理 現地見学：東京都、埼玉県	16名
2012年7月18日～ 8月3日 第4次研修	高度処理／汚泥処理／省エネ対策 現地見学：下水道展（神戸市）、神戸市、 旭化成守山工場、東京都	20名

A2-3 プロジェクト実施体制、中国側カウンターパート

(1) 組織表

総括	住宅都市農村建設部（ <u>村鎮建設司</u> 、都市建設司）	
技術照査	北京市市政工程設計研究總院 <u>国家給水排水工程技術研究中心</u> 中国城鎮給水排水協会	
実施責任者	高碑店プロジェクトサイト	阿子營プロジェクトサイト
	北京城市排水集団	昆明市人民政府
		阿子營鎮人民政府
実施担当者	北京城市排水集団 北京市市政工程設計研究總院	<u>国家給水排水工程技術研究中心</u> <u>昆明滇池投資公司</u> 昆明市建築設計研究院 雲南省住宅都市農村建設庁 昆明市滇池管理局
その他関係者	<u>中国市政工程華北設計研究總院</u> 、江蘇省住宅都市農村建設庁、安徽省都市農村計画設計研究院、 <u>安徽省建設工程監察設計院</u> 、上海市政工程設計研究總院、環境保護部南京環境科学研究所、中国科学院生態環境研究中心、無錫市排水總公司、深圳市水務（集团）有限公司、 <u>昆明理工大学</u>	

注) 北京城市排水集団（以下、「北京排水集団」と記す）

(2) 実施体制 (担当者)

- プロジェクト全体の統括

- 【住宅都市農村建設部】

- 都市建設司 張越 (巡視員 (司長級))、曹燕進

- 村鎮建設司 趙暉 (副司長：現 司長)、鞠宇平

- 杭世珺 (元北京市政設計総院、現建設部技術専門家)

- 大規模処理場 (改造設計、運行管理)

- 【北京排水集団水環境科技研發中心】

- 主 任 甘一萍

- 副主任 胡 俊 (改造設計)

- 副主任 王佳偉 (運行管理)

- 担当者 卢長松 (改造設計)

- 劉秀紅 (生物濾床)、柏永生 (担体)

- 張 平 (運転管理)、陳剛新 (モニタリング)

- 【北京市政工程設計研究総院】

- 担当者 馮凱 (副総工)、沈雲峰

- 鎮レベル処理場 (SBR 設計、運行管理)

- 【国家給水排水工程技術研究中心】

- 主 任 顔秀勤

- 副主任 徐冰峰 (昆明理工大学)

- 副主任 孫永利

なお、これらの機関の中で、プロジェクト支援業務におけるカウンターパートは、以下のとおりである。

- セミナー開催

- 【住宅都市農村建設部】

- 村鎮建設司 鞠宇平

- 大規模処理場 (改造設計、運行管理)

- 【北京排水集団水環境科技研發中心】

- 副主任 胡 俊 (改造設計)

- 副主任 王佳偉 (運行管理)

- 鎮レベル処理場 (SBR 設計、運行管理)

- 【国家給水排水工程技術研究中心】

- 主 任 顔秀勤

A2-4 プロジェクトの成果

本プロジェクトにおける各成果に関する具体的な成果をまとめると以下のとおりである。

<成果1>

大規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が習得され、改造設計・運営改善指針が整備される。

- 1) A20 法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン (本文・条文解説) (2013.03)

【巻末成果品資料1-1】

- 2) A20 法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン (本文・条文解説) (2013.03)

【巻末成果品資料1-2】

<成果2>

鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術、事後評価手法が習得され、ハンドブック (設計・運営改善指針) が整備される。

- 1) 「事後評価調査 (アンケート調査表)」の作成・実施 (2012.02) 【巻末成果品資料2-1】

- 2) 小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価及び設計・運転管理ガイドライン (2013.03)

【巻末成果品資料2-2】

<成果1>、<成果2>共通事項

- 1) キャパシティ・デベロップメント (以下、「CD」と記す) の実施 (プロジェクト支援業務)

【E1. 節参照】

- 2) 汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーの開催 (2013.3.22) 【E2. 節 参照】

<成果3>

汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分が検討され、技術資料が整備される。

- 1) 阿子営汚水処理場の現状における運営改善提案

- 2) 汚泥処理・資源化セミナー開催 (2011.02) 【F2-1 節 参照】

- 3) 汚水処理場の省エネセミナー開催 (2011.09) 【F2-1 節 参照】

- 4) 汚泥の適正処分についての基本検討資料 (CD) 【巻末成果品資料 3-1】

また、各成果に関する具体的な活動を表 A2-4 に、プロジェクト全体工程を表 A2-5 に示す。

表 A2-4 本プロジェクトにおける成果と具体的活動

成果及び活動	具体的な活動		
	短期専門家	セミナー	訪日研修
<成果1 大規模処理場の高度処理化>			
1 大規模汚水処理場のグレードアップに向けた改造設計・維持管理の技術を普及する。			
1-1 高碑店汚水処理場の高度処理のための改造設計・運転管理の改善に関し、技術検討及び、他都市の事例を含めた相互の技術検討を行う。			
1-1-1 窒素・リン除去高度処理の改造設計を検討する。	第1次、第2次、第3次	2010.10.25-26 ①高度処理改造設計及び運行管理セミナー(北京市)	
1-1-2 窒素・リン除去高度処理のための改造工事を検討する。			
1-1-3 窒素・リン除去高度処理のための運営改善を検討する。			
1-2 大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針・維持管理指針を作成し、技術を普及させるための活動を行う。			
1-2-1 A20法によるグレードアップに向けた設計指針を作成する。	プロジェクト支援業務 第1次～第7次	2013.03.22 ⑥プロジェクト成果普及促進セミナー(北京市)	第1次研修、第2次研修 第3次研修
1-2-2 A20法の適正な維持管理のための指針を作成する。			
1-2-3 大規模処理施設のグレードアップ技術普及のための研修を行う。			
<成果2 鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化>			
2 鎮レベル汚水処理施設の設計、維持管理の技術を普及する。			
2-1 回分式活性汚泥法において窒素・リン除去高度処理のための運転管理手法の改善を行う。			
2-1-1 設計・運転管理の事後評価に関する現地調査・及びアンケート調査を実施する。	第3次、第4次、第7次 プロジェクト支援業務 第1次～第7次		
2-1-2 事後評価現地調査及びアンケートの解析を行い事後評価報告書を作成する。			
2-2 鎮レベル/回分式汚水処理施設の高度処理に向けた設計指針・維持管理指針を作成し、技術を普及させるための活動を行う。			
2-2-1 鎮レベル汚水処理施設のハンドブックを作成する。	プロジェクト支援業務 第1次～第7次	2010.11.03 ②小規模汚水処理場設計及び運行管理セミナー(昆明市)	
2-2-2 鎮レベル汚水処理場の適正な維持管理のためのハンドブックを作成する。		2011.01.20-21 ③小規模汚水処理場事後評価セミナー(昆明市)	
2-2-3 鎮レベル汚水高度処理技術普及のための研修を行う。		2013.03.22 ⑥プロジェクト成果普及促進セミナー(北京市)	
<成果3 汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分>			
3 高度処理導入後の処理システム運営の最適化のための活動を行う。			
3-1 高碑店、昆明市内汚水処理場の高度処理施設の最適運転のための調査・技術検討を行う。			
3-1-1 処理効果の最適化に向けた調査・技術検討を行う。	第2次、第3次、第4次 第7次		
3-1-2 実地運転指導のための基本検討資料を作成する。			
3-2 汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化に向けた技術検討を行う。			
3-2-1 汚泥の適正処分、資源化のためのセミナーを行う。	第5次、第6次	2011.02.21-22 ④日中汚水処理場汚泥処理・資源化セミナー(北京市)	第4次研修
3-2-2 汚泥の適正処分についての基本検討資料を作成する。		2011.09.20 ⑤日中汚水処理場省エネセミナー(山東省済南市)	

表 A2-5 プロジェクト全体工程

契約年次	9年度			10年度												11年度												12年度												13年度					
調査年度	9年度			10年度												11年度												12年度												13年度					
歴月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6															
長期専門家活動				■																																									
プロジェクト支援業務																																													
短期専門家活動	■				■					■	■			■																															
レポート																																													
セミナー							▲	▲				▲																																	
訪目研修										■																																			
評価																																													

表 A2-5 プロジェクト全体工程

■ 調査 第1次調査 第2次調査 第3次調査 第4次調査 第5次調査 第6次調査 第7次調査 第8次調査 第1次調査 第2次調査 第3次調査 第4次調査 第5次調査 第6次調査 第7次調査

▲ IC/R F/R

①高度処理 ②小規 ③小規模 ④汚泥処理 ⑤省エネ 汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー

第1次研修 第2次研修 第3次研修 第4次研修

▲ 2012.2 中間評価 ▲ 2013.4 最終評価

PART-B 中国下水道事業および水環境汚染の状況について

中国の水問題は、深刻な「水資源不足」と「水質汚濁」に集約される。水資源については、水資源総量は2兆8124億 m^3 と世界6位のレベルであるが、一人当たりの水資源は2,292 m^3 （2007年）で世界平均8,559 m^3 を大きく下回っている。水資源の偏在も顕著で、北部（長江以北）の水不足は顕著である。

1979年の改革開放後、中国は急激な経済発展を遂げ、これにともない、環境汚染が深刻化した。第九次五カ年計画期間（1996-2000年）中にいわゆる「三河」（淮河・海河・遼河）、「三湖」（太湖・巢湖・滇池）、両区（酸雨制御区と二氧化硫黄制御区）、一市（北京市）、一海（渤海）が「環境保護重点区域」に指定された。

このような状況下、中国の基本的な国家発展開発政策は「国民経済・社会発展五カ年計画」、いわゆる「五カ年計画」としてまとめられており、中国の下水処理インフラ整備も、数次における五カ年計画に基づいて、実施されている。現在の五カ年計画は、計画年度が2011年から2015年までの第12次五カ年計画（以下、「十二五」と記す。）である。

以下、中国における水環境保全施策や下水道整備状況および水環境状況について述べるとともに、「十二五」における本プロジェクトとの関連性に関して説明を行う。

B1. 中国における五カ年計画と本プロジェクトとの関係

B1-1 第9次五カ年計画以前

1979年の改革開放後、中国は急激な経済発展を遂げ、これにともない太湖（江蘇省）に代表される環境汚染が次第に深刻化した。1980年～1990年代にかけて、国際金融機関の支援等により污水处理場の整備が行われるようになり、1998年以降、いわゆる「三河」（淮河・海河・遼河）、「三湖」（太湖・巢湖・滇池）の汚染防止対策への国債の重点投入によって、污水处理場の数および污水处理能力が急激に増加した。

B1-2 第10、11次五カ年計画

2000年以後になって、「第10次五カ年計画（以下、「十五」と記す）」（2001～2005年）、「第11次五カ年計画（以下、「十一五」と記す）」（2006～2010年）にCOD（化学的酸素要求量）の大幅な削減が目標に掲げられ、都市部を中心に污水处理場の建設が加速された。

当初、中国の汚水処理事業は政府主導で展開してきたが、2002年の「市政公用事業市場化」改革で民間資本の参加が広く認められ、さらに2003年に行われた污水处理運営主体の企業化等の改革により、国内企業および外資系企業が積極的に当該分野に進出した。

これらにより污水处理場の数は「十五」以降著しく増加し、その処理能力も急速に増加した。2010年末における中国全体の污水处理場数は、約2,700箇所、処理能力の合計は約1.25億 m^3 /日に達し、都市部の污水处理率は約77.5%に達した。（「十一五」目標：70%）

「十一五」における污水处理場および污水处理率の増加を図B1-1に示す。



図 B1-1 中国における汚水処理場の整備動向¹⁾

このような集中的・計画的な下水道により、河川の水質状況は、改善されてきており、中国における7大河川（长江、珠江、松花江、淮河、黄河、辽河、海河）の水質改善状況は、図 B1-2 中国における7大河川水質改善状況²⁾ ※に示す通り、2001年（「十五」の初年度）には、約50%以上が劣5類の水質であったものが、2010年には、約20%まで減少してきている。

※) 2001年～2010年までの中国環境状況公報²⁾に基づいて、各年のデータを集計して作成

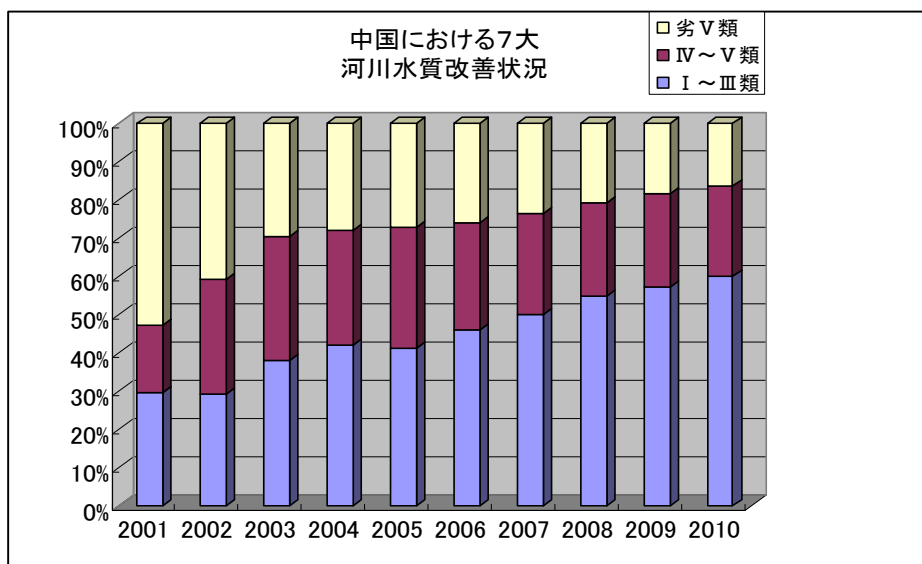


図 B1-2 中国における7大河川水質改善状況²⁾

B1-3 2011年度における水環境汚染の状況

環境保護部の「2011年中国環境状況公報」によると、「三河」を含む十大水系（河川）の状況は図B1-3³⁾に示すとおりで、「十一五」以前に比較して改善は見られるものの、海河、松花江などで依然として汚染が続いている。これらの水系に設定されている国のモニタリング断面469箇所のうち、I～III類、IV～V類、劣V類に分類されるものの割合は、それぞれ61.0%、25.3%、13.7%で、主な汚染指標はCOD、BODであった。

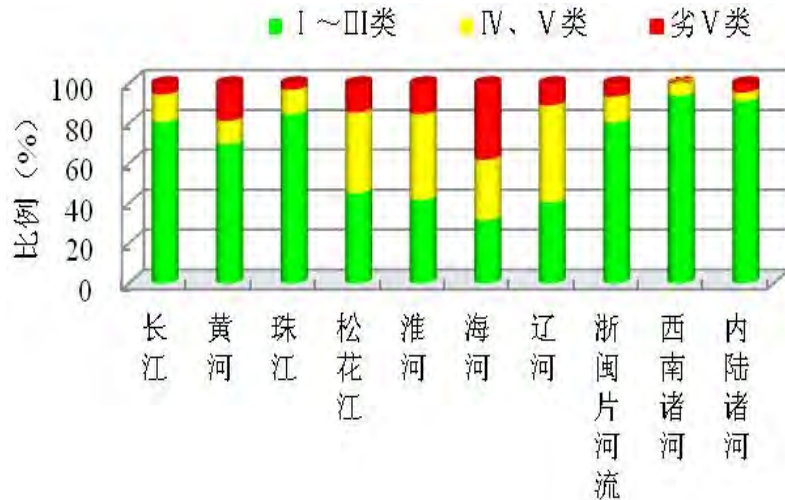


図 B1-3 2011年十大水系水質類型比率³⁾

湖沼では、国がモニタリングを行っている26の重点湖沼（ダム）のうち、I～III類、IV～V類、劣V類に分類されるものの割合は、それぞれ42.3%、50.0%、7.7%で、主な汚染指標は全りん、CODであった。

表 B1-1 2011年重点湖沼（ダム）水質状況³⁾

湖沼(ダム)類型	I類	II類	III類	IV類	V類	劣V類	主要汚染指標
三湖*	0	0	0	1	1	1	全りん、COD
大型淡水湖	0	0	1	4	3	1	
都市内湖	0	0	2	3	0	0	
大型ダム	1	4	3	1	0	0	

*「三湖」とは太湖（江蘇省）、滇池（雲南省）および巢湖（安徽省）

また、2011年末における汚水処理の状況⁴⁾は以下のとおりである。

- ・都市の汚水処理率 82.6 %
- ・汚水処理場数 3,135 箇所
- ・汚水処理能力 1.36 億 t/日
- ・建設中汚水処理場 1,360 箇所

図 B1-4 に、1991 年からの処理場数の推移を示す。この図より、特に、近年多くの処理場が加速度的に建設されていることが理解できる。

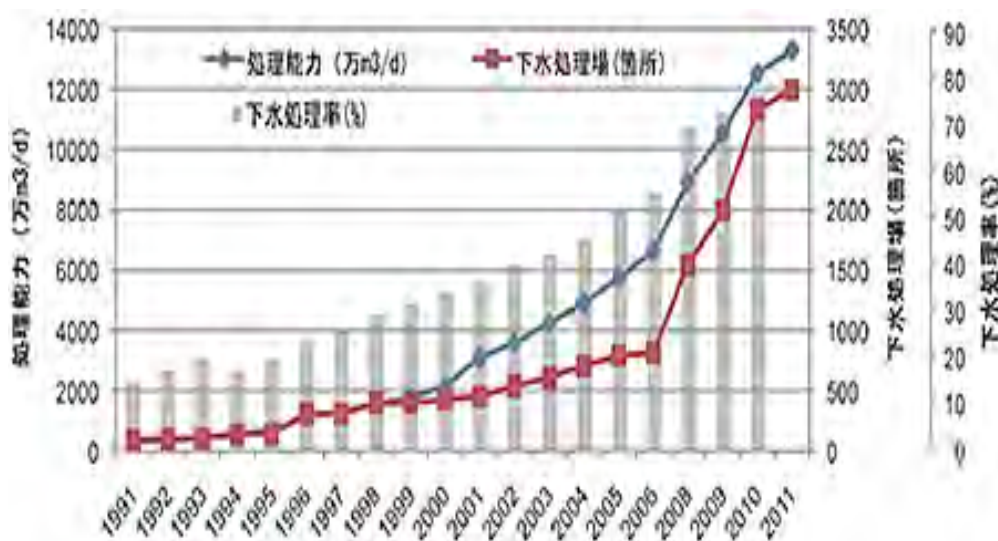


図 B1-4 中国における処理場数等の推移⁵⁾

(注; 下水処理率は、都市部における処理率を示す)

なお、前記の中国における水域機能の分類は、地表水水域の使用目的と保護目的に従い、五種類に分類されており、これは、日本の環境基準に相当する。(表 B1-2 参照)

表 B1-2 中国における水域機能の水質分類⁶⁾

水質分類	水域機能
I 類	主に源流の水、国家自然保護区に適用。
II 類	主に一級保護区の集中型生活飲用水の水源、貴重な魚類保護区、魚類エビの産卵場など
III 類	主に二級保護区の集中型生活飲用水の水源、一般の魚類保護区及び水泳区に適用する。
IV 類	主に一般の工業用水区及び人に直接接触しない娯楽用水区に適用する。
V 類	主に農業用水区及び一般の景観に必要な水域に適用する。

これらの水質分類において、異なる機能の水域に対する基準値（基本項目と特定項目）が定められており、地表水の各種機能項目及び生態環境質量の要求を満たす基本項目は表 B1-3⁶⁾ に従い執行することとされている。

表 B1-3 地表水環境基準の基本項目基準値⁶⁾

単位: mg/L

順 番	基 準 値 分 類 項 目	I類	II類	III類	IV類	V類
		全ての水体は非自然的原因によって導く下記の物質があってはならない。 a. 見た目不快を感じさせる沈殿物。 b. 見た目不快を感じさせる欠片、浮遊雑物、油類などの浮遊物。 c. 不快を感じさせる色、臭い、味又は汚濁を生じる物質。 d. 不快を感じさせる水生生物を繁殖させる物質。				
1	水 温(°C)	人為的に作り出した環境水温の変化は下記の範囲に制限する。 一週間平均最大温度上昇 \leq 1 一週間平均最大温度温度 \leq 2				
2	pH	6.5~8.5				6~9
3	硫酸塩(SO ₄ ⁻² で算出) \leq	250以下	250	250	250	250
4	塩化物(Cl ⁻ で算出) \leq	250以下	250	250	250	250
5	溶解性鉄 \leq	0.3以下	0.3	0.5	0.5	1.0
6	総マグネシウム \leq	0.1以下	0.1	0.1	0.5	1.0
7	総銅 \leq	0.01以下	1.0(漁0.01)	1.0(漁0.01)	1.0	1.0
8	総亜鉛 \leq	0.05	1.0(漁0.01)	1.0(漁0.01)	2.0	2.0
9	硝酸塩(Nで算出) \leq	10以下	10	20	20	25
10	亜硝酸塩(Nで算出) \leq	0.06	0.1	0.15	1.0	1.0
11	非イオン性アンモニア \leq	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	ケルダール性窒素 \leq	0.5	0.5(漁0.05)	1(漁0.05)	2	3
13	総燐(Pで算出) \leq	0.02	0.1	0.1	0.2	0.2
14	過マンガン酸塩指数 \leq	2	4	8	10	15
15	溶存酸素量 \leq	飽和率 90%	6	5	3	2
16	化学的酸素要求量 (COD _{Cr}) \leq	15以下	15	20	30	40
17	生物化学的酸素要求量 (BOD ₅) \leq	3以下	3	4	6	10
18	弗化物(Fで算出) \leq	1.0以下	1.0	1.0	1.5	1.5
19	セレン(四価) \leq	0.01以下	0.01	0.01	0.02	0.02

B1-4 第12次五カ年計画および本プロジェクトとの関連

(1) 「十二五」の課題

このような状況下、現在、2011年から2015年を計画年次とする「十二五」が実施されている。「十二五」の実施に当たり、以下の事項が現状の問題点とされている⁷⁾。

現存する問題点

- ① 汚水対応管路網建設の相対的遅滞
 - ・処理規模年平均成長率17.6%に対して、管路延長年平均成長率は、10.4%と低い。
- ② 不均衡な施設建設
 - ・中西部地区が東部地区に比較して明らかに遅滞
 - ・中小都市の施設水準を更に引き上げる必要
 - ・県政府所在地の汚水処理施設建設推進が相対的に不足
 - ・行政鎮汚水処理施設の建設水準向上が急務
- ③ 一部処理施設が環境保全上の新要件を完全に満たしていない
- ④ 大部分の汚泥が無害化未処理
 - ・2010年全国の市・鎮汚水処理場の乾燥汚泥412万tのうち、現在、汚泥の僅か10%しか堆肥、肥料用として土壌に戻されておらず、焼却または建材製作用に利用されているのは少数。
- ⑤ 汚水再生利用レベルが低い
- ⑥ 施設の建設運営資金不足
- ⑦ 運営監督管理が実施されていない

上記の課題における本プロジェクトと関連する事項としては、以下のものがある。

- ② 不均衡な施設建設
 - ・中小都市の施設水準を更に引き上げる必要 (小規模 成果-2)
 - ・行政鎮汚水処理施設の建設水準向上が急務 (小規模 成果-2)
- ③ 一部処理施設が環境保全上の新要件を完全に満たしていない
(大規模 成果-1、小規模 成果-2)
- ④ 大部分の汚泥が無害化未処理 (省エネ、省資源化、汚泥の適正処分 成果-3)
- ⑤ 水再生利用レベルが低い (大規模-1)

このようなことを背景とし、「十二五」において表 B1-4 に示す目標値が示されている⁸⁾。

表 B1-4 「十二五」における市町村污水处理及び再生利用に関する主要指標⁸⁾

指標		2010 年	2015 年	新增	
<u>污水处理率 (%)</u>	設市城市	77.5	85	7.5	
	其中	36 重点城市	<25	100	>10
		地級市		85	
		県級市		70	
	县城	60.1	70	9.9	
建制鎮	<20	30	>10		
<u>污泥無害化 処置率 (%)</u>	設市城市	<25	70	>5	
	其中：36 重点城市		80		
	县城		30		
	建制鎮		30		
<u>再生水利用率 (%)</u>		<10	15	>5	
管網規模 (万 km)		16.6	32.5	15.9	
<u>污水处理規模 (万 m³/日)</u>		12476	20805	4569	
<u>グレードアップ改造規模 (万 m³/日)</u>				2611	
污泥処置規模 (万 t/年)				518	
<u>再生水規模 (万 m³/日)</u>		1210	3885	2675	

これら指標の中で、本プロジェクトと関連する事項は、以下のとおりである。

1) 污水处理率

污水处理率に関しては、2010 年時点で市制都市における污水处理率が 77.5%であったものを、「十二五」の終了年である 2015 年には、36 重点都市で 100%、市制都市で 85%、县政府所在地で 70%にする計画である。さらに行政鎮における污水处理率を 30%とする計画である。

2) 污泥無害化処置率と污泥処理技術ロードマップ

污泥無害化処置率に関しては、2010 年時点で中国全土で 25%以下であったものを、城市レベルでは 70%（その内 36 重点都市では、80%）、県レベル・鎮レベルでは、30%とする予定である。

污泥無害化に関して、優先的に行われる地域は、以下の地域とされている。

- ・ 污泥発生量が多く、污泥の潜在的危険が深刻な地区
- ・ 経済的に発達し、建設条件が整った地域

污泥処理技術ロードマップとしては、以下の事項が基本的取組として、あげられている。

- ・ 污泥中のエネルギーと資源を極力回収して利用
- ・ 火力発電所、セメント工場など工業施設で発生する余熱を十分に利用して污泥の乾燥処理を実施
- ・ 通常の生産と製品品質に影響を与えない前提で、火力発電所、セメント工場、ごみ焼却場など

に送り、焼成炉で焼却処理または処置
 また、都市規模別のロードマップ*は、以下のとおりである。

◎36重点都市

- 嫌気性消化後、高度脱水、コンポスト化（堆肥）
 （または加熱乾燥など）－ 土壌改良材として利用／建材として利用
- 乾燥処理－セメント・キルン／レンガ製造
- 乾燥処理－火力発電所（またはごみ焼却場）で混焼
- 単独焼却
- 高度脱水－埋立

◎地級市

- 嫌気性消化後、高度脱水、コンポスト化（堆肥）（または加熱乾燥など）－ 土壌改良材として利用／建材として利用
- 好気性発酵（堆肥）－ 土壌改良材として利用
- 乾燥処理－混焼（火力発電所、セメント工場）／レンガ製造

◎県級市、県政府所在地及び行政鎮

- 好気性発酵（堆肥）－ 土壌改良材として利用
- 石灰安定処理－セメント製造／レンガ製造
- 石灰改質－酸性土壌改良／その他土壌改良材として利用
- 石灰改質／高度脱水－埋立

※出典：杭世珺；「第12次五カ年計画」全国都市污水处理と再生利用施設建設計画紹介

3) 污水处理場のレベルアップ改造

「十二五」においては、污水处理場のレベルアップ改造が加速加され、以下に示すような重点となる処理場において、2,611 万 m³/日分（都市規模別の分類は、(図 B1-5 参照) のレベルアップが図られる。

- ◎ リン・窒素除去機能と生物処理能力を備えていない污水处理場
- ◎ 市制都市と先進地区、重点流域及び重要水源地など水質に配慮すべき水域にある污水处理場

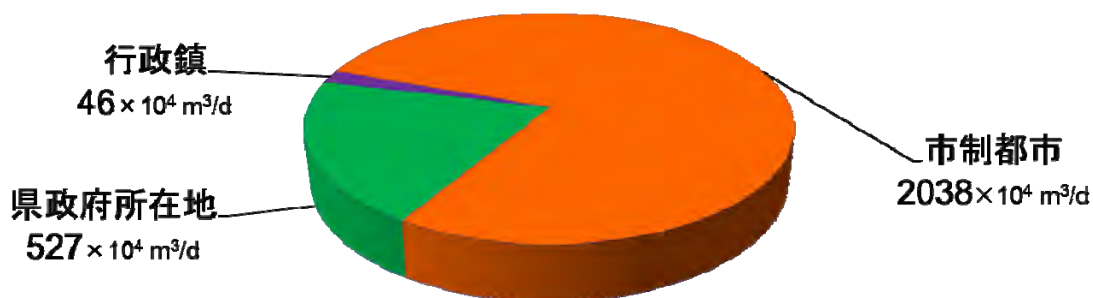


図 B1-5 レベルアップ改造規模-都市規模別分類⁷⁾

4) 再生水利用

再生水の利用に関しては、積極的に推進を図る予定で、その原則は、集中利用を中心とし、分散利用で補うこととされている。図 B1-6 に「十二五」において増加する都市規模別の再生水の量を示す。再生水利用増加分が最も多い都市部において、再生水利用を積極的に推進するには、本プロジェクトの成果である A20 法による既存処理施設の改造が重要なテーマの一つとなることが想定される。

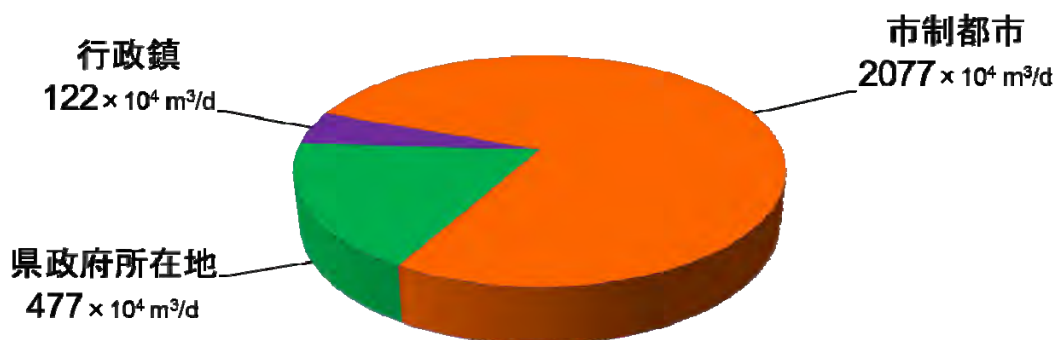


図 B1-6 汚水再生利用規模増加分-都市規模別分類⁷⁾

5) 汚水処理技術ロードマップ

「十二五」における「汚水処理技術ロードマップ」としては、経済的に発達した地区または高い水環境要件を持つ地区を対象として以下の処理法があげられている。

- 新設施設**：
- ・大型、特大型都市 - A0 法、A20 法及びその改良型など。その後、フィルター装置に接続。
 - ・中型、小型の市・鎮 - A0 法、A20 法、リン・窒素除去効果を有する OD 法、SBR 法、加水分解好気性プロセス、MBR 法及び生物濾過法等。MBR 法以外はその後、フィルター装置に接続する必要がある。

既存施設： 基準引上げのための改造：リン・窒素除去の強化、高度処理施設の増設など。

このような背景下、本プロジェクトでは、成果-1 として、大都市部の既存施設を対象とした A20 法への改造設計指針（設計編と維持管理編）、成果-2 として小城鎮を対象とした SBR 法のガイドライン作成等を行うものである。

6) 投資概算と資金調達⁸⁾

「十二五」期間中の汚水処理場および再生水施設に対する計画投資額は約 4,300 億円で、その内訳は下記のとおりである。

<u>施設建設投資額</u>	4,271	億円
うち、管網投資	2,443	億円
汚水処理施設新增設	1,040	億円
グレードアップ改造	137	億円
汚泥処理施設建設	347	億円
再生水利用施設建設	304	億円
<u>施設管理能力関係</u>	27	億円

なお、建設に関する資金調達としては、地方自治体による投入、各種社会資本による投資主体と融資ルートの多元化、国の財政的支援、融資と補助金等があげられている。

7) 保障措置

保障措置としては、法規基準の健全化、奨励政策の整備、科学技術的支援の強化、監督管理の強化に関して、次の事項が示されており、本プロジェクトと関連していると考えられる項目を太字で示す。

①法規基準の健全化

- ・ **健全な運営監督管理と実績評価システムの構築** (大規模改造指針、SBR ガイドライン)
- ・ **小型市・鎮向け汚水処理工事建設標準の早期構築** (SBR ガイドライン)
- ・ **対応する設計仕様、技術指針、建設規則と運営維持規則の制定** (大規模改造指針、SBR ガイドライン)
- ・ 市政公共事業認可経営管理規則の研究・整備

②奨励政策の整備

- ・ 資金投入の強化
- ・ 価格メカニズムの整備
- ・ 政策的支援の強化
- ・ 施設建設用地の確保

③科学技術的支援の強化

- ・ **技術的に進んでおり、経済的に適用でき、環境にやさしいプロセスフローと処理ロードマップを選定** (大規模改造指針、SBR ガイドライン)
- ・ 膜処理、新式の生物脱窒法など技術開発の支援
- ・ 汚泥のエネルギー化利用、土壌改良材としての利用、協同焼却処理など技術模範例の整備

- ・管路網の漏れ検出、原位置修復技術、オンライン制御技術研究を展開し、初期雨水蓄積・処理を探求
- ・汚水処理と再生利用の重要基幹技術と運営・監督管理支援技術などを国の関連科学技術計画に組み込む
- ・重点都市で排水管路網総合管理プラットフォームを段階的に構築
- ・企画、管理、専門技術人材養成を強化し、施設運転担当者へのトレーニングを強化（大規模改造指針、SBR ガイドライン）

④監督管理の強化（大規模改造指針、SBR ガイドライン）

- ・健全な監督管理システムと責任追求制度の構築
- ・健全な指標統計とモニタリング・システムの構築、並びに実績考査評価制度の構築
- ・汚水処理場出水水質モニタリング・プラットフォーム構築強化と汚染物削減評価考査の強化

特に、「十二五」においては、処理水質に関し、モニタリングおよび監督管理が強化されるが、本プロジェクトの成果として大規模改造指針やSBR ガイドラインが制定されることにより、各処理場が安定した水質を確保できることに貢献できるものと考えられる。

B 2. 中国における水環境保全施策

B 2-1 行政機構と水質基準

(1) 行政機構

中国の中央行政組織において、汚水処理に係るのは環境保護部（以下「環保部」と記す。）、住宅・都市農村建設部（以下、「建設部」と記す。）および水利部である。なお、例えば「建設部」は日本における国土交通省と農林水産省それぞれの機能の一部を合わせたものに相当する。また、地方にもこれと同様の組織があり、各省には環保庁、建設庁、水利庁が、市には環保局、建設局、水務局が設置されているのが一般的である。

これら水行政に係る組織については、2008年の機構改革において一定の役割分担がなされている。これによると、環保部門は汚染物質の排出基準の制定、汚染物質排出許可、監視など汚濁負荷削減目標の実行および重大開発計画に係る環境評価等を行うとされている。

また、建設部門は都市施設としての汚水処理施設、管網の建設および管理を担当する。なお、汚水処理施設、管網の管理については地方政府へ権限委譲されている。水利部門は、それまで建設部にあった地下水資源管理を引き継ぎ、水資源の統一管理体制の強化を図った。また、新たな分野として再生水の管理が加えられた。

(2) 汚水処理に係る法令、指針、ガイドライン

汚水処理場からの放流水に係る基準は、「環境保護法」、「水污染防治法」および「海洋環境保護法」に基づく「城鎮汚水処理場汚染物排放標準」（GB18918-2002）に定められたが、2006年には閉鎖性水域等の重要水域に排出する場合の基準が1級Bから1級Aに強化された。このため、当該地域に新設される汚水処理場だけでなく、既存の汚水処理場においても高度処理対応が必要となった。

汚水処理場の設計に係る指針、ガイドラインは、おおざっぱに国家級（部門標準を含む）、地域級（各都市で作成したもの）、その他（市販の技術書等）に分類される。国家級のものには「GB 標準」（「GBXXXX-西暦」で表記される。）「国家標準」および環保部の制定する部門基準である「HJ 標準」、建設部の「CJ 標準」等の「部門標準」がある。地域級には、省および主要都市で定める「DB 標準」がある。

汚水処理に関連する基準、指針等のうち主な例を以下に示す。

（設計指針の例）

- ・ 「GB50014-2006 室外排水設計規範」（国家標準）
- ・ 「GB50015-2003 建築給水排水設計規範」（国家標準）
- ・ 「HJ576-2010 嫌気無酸素好気法汚水処理プロセス技術規範」（環保部部門標準）
- ・ 「HJ577-2010 回分式活性汚泥法汚水処理プロセス技術規範」（環保部部門標準）
- ・ 「江蘇省太湖流域都市汚水処理場における建設技術ガイドラインの提示」（地方版ガイドライン）

（運転管理指針の例）

- ・ 「CJJ60-94 都市汚水処理場運行、維持及び安全技術規定」（建設部部門標準）

（設備標準の例）

- ・ 「HJ-T252-2006 環境保護産品技術要求-中/微孔曝気装置」（環保部部門標準）
- ・ 「HJ-T260-2006 環境保護産品技術要求-水中エアレーター」（環保部部門標準）

（汚水処理場に係る処理水排出基準等の例）

- ・ 「GB18918-2002 都市下水処理場汚染物排出標準」（国家標準）
- ・ 「DB11/ 307-2005 水汚染物質排出基準」（地方標準）

（汚泥の利用に係る基準等の例）

- ・ 「CJT239-2007 都市汚水処理場汚泥処置 分類」
- ・ 「CJT290-2008 都市汚水処理場汚泥処置 単独焼却用泥質」
- ・ 「CJT291-2008 都市汚水処理場汚泥処置 土地改良用泥質」
- ・ 「CJT309-2009 都市汚水処理場汚泥処置 農用泥質」など

B 2 - 2 中央および地方政府の役割

中国の国家機構の特徴は、中国共産党の存在である。共産党の指導の下に、行政、立法、司法および軍の機構が存在する形で、地方政府を含めた隅々の単位まで党の組織が存在する。

中国の行政機構は、大きくは中央政府と地方政府に分けられる。中央政府には、立法機関である全国人民代表大会（以下、「全人代」と記す。）、行政機関である国務院、司法機関である最高人民法院、および中央軍事委員会で構成される。中央政府の行政機構である国務院には、先に紹介した建設部、

環境部、水利部のほか国家發展改革委員会（以下、「発改委」と記す。）がある。発改委は、政策や経済の「マクロ・コントロール」を行う組織である。このような機構は、地方行政においてもほぼ同様である。

表 B2-1 中央政府、地方政府の機構

中央政府	地方政府			
国務院	省級	地級	県級	郷級
外交部	外事弁公室	外事弁公室	—	—
財政部	財政庁	財政局	財政局	財政所
建設部	建設庁	建設局	建設局	—
環境保護部	環境保護庁	環境保護局	環境保護局	—
水利部	水利庁	水務局	水利局	—

※上表は政府機構の概略を示したもので、必ずしも正確に表現されていない。

※上表の機関名は通称であり、正式な名称ではない。（例）建設部：住房和城郷建設部

中国の行政機構は、これまで繰り返し改革が行われ、全体の方向としては縮小の方向である。中央政府と地方政府の関係も変化してきており、「以獎代補（以獎代補）」（報獎を以て補助に代える）という政策に見られるように、地方の自主性、自立性を促し、成果重視による競争原理の導入により、効率的な発展を図っており、このことが污水处理場の整備、運営の面にも反映されている。

B2-3 建設資金および運営資金

(1) 建設資金

污水处理分野における政府と民間役割分担については、先に述べたような污水处理施設の建設、運営への民間資本の参入促進が進められ、「政府建網、社会建厂（政府建網、社会建廠）」、すなわち「政府が管網を建設し、民間が処理場を建設する」という原則により、污水处理施設の建設促進と運営の効率化を図っている。さらに、「以獎代補」の政策により、地方政府が様々なチャンネルから資金調達し整備を進めることを促進する政策をとっている。

污水处理場の運営形態には、地方政府直接管理、運営委託（O&M）、BOT（Build Operation Transfer）、TOT（Transfer Operation Transfer）等があるが、近年、中国ではBOT、TOTが多くなっており、2010年末で約30%程度がこの形式というデータもある。日本の大都市の一部では、地方政府（地方公共団体）による直接管理が行われているが、現在、中国ではこの形式はほとんど見られない。

なお、運営を行っている機関の多くは政府（地方政府を含む）が設立したもので、本プロジェクトのカウンターパートである北京城市排水集団や昆明滇池投資有限責任公司是北京市政府、昆明市政府が設立した「国有独資企業」で、北京首都創業集団有限公司（北京首創集団：Beijing Capital）は水産業への投資を行う企業としては中国最大級の国有企業である。このように、インフラ整備等への投融資を目的とした国有企業を「地方投融資平台（プラットフォーム）」と呼ぶ。

下の図は、污水处理場の建設、運営の代表的な形態を模式的に表したものである。図中の「項目公司（部門）」は、建設、運営などの目的別に設けられるもので、例えば、北京城市排水集団の場合、傘下に污水处理場運営部門、研究開発部門、設計コンサルティング会社、水処理設備製造会社等を持

っている。また、北京首創集団と共同出資して排水処理公司を設立、後述する外資系の威立雅水務と共同して汚水処理場の建設、運営を行っている。

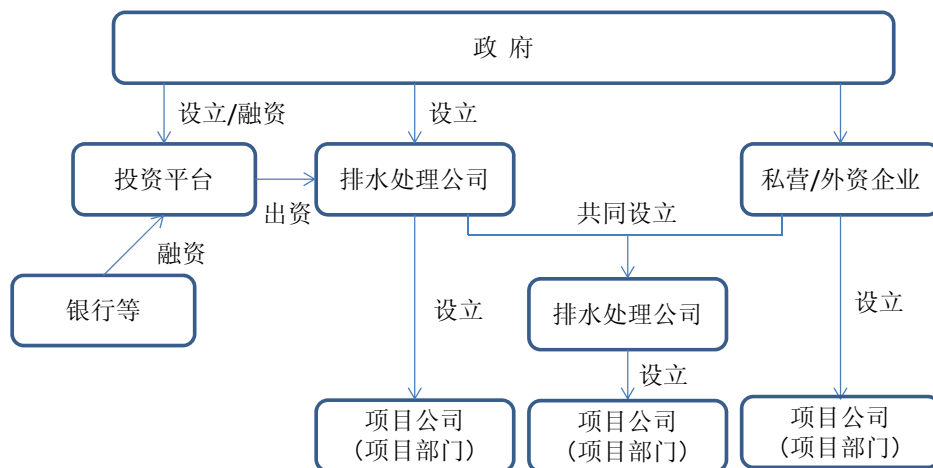


図 B2-1 汚水処理場の建設、運営の形態（例）

このほか、民間企業としては安徽国禎集团股份有限公司（安徽国禎）がよく知られており、この企業の傘下にある安徽国禎環保節能科技股份有限公司には日本の商社である丸紅が 30%の資本参加している。また、安徽国禎とはクボタ（本社：大阪市）が、膜処理に特化した久保田国禎環保工程科技（安徽）有限公司を合弁で設立している。また、世界的な水メジャーとして知られるスエズは香港の新世界集団と合弁で中法水務（Sino French Water Development）を 1992 年に設立し、ベオリアも威立雅水務（Veolia Water China）を 1997 年に設立し市場参加している。

(2) 運営資金

中国では、生活排水処理に係る料金は水道料金とともに地方政府が徴収し、契約に基づいて地方政府から排水処理公司に経費が支払われている。

一般に、給水料金は、「水資源費 + (経費 + 正常利潤) + 汚水処理費」で構成される。

水道水価格

改革開放以前、汚水処理は公益事業として政府が施設を建設し、民間や各家庭は無償でこれを使用し、運行費用はすべて地方財政負担とされていた。1987 年に国務院が提出した「关于加快城市建设工作的通知（都市建設の加速に関する通知）」に基づき、1993 年 4 月に国家物価局と財政部は「关于征收城市排水设施使用费的通知（都市排水施設使用費の徴収に関する通知）」を出している。ただし、本格的に汚水処理費の徴収を始めたのは、1996 年に発布された「中華人民共和国水污染防治法」に基づき、1997 年に三河、三湖流域の都市で試行されたのが最初である。その後、各省、都市で汚水処理費の徴収が行われているが、経費に見合う料金の徴収ができていない場合が多いと言われている。2006 年、国家環境保全総局（現環境保護部）は、同年末までにすべての城鎮において汚水処理費の徴収を行い、原則的に徴収額を 0.8 元/ton まで逐次上げるべきであると指摘した。

なお、汚水処理場の運営単位（公司）に支払われる運営費は、地方政府との契約によって決まるが、処理原価（直接処理経費＋減価償却費＋借入金利息＋間接費）に見合った運営費にはなっておらず、特に汚泥処理処分費については適正に算定されていないと指摘されている。さらに、施設建設への投資が汚水処理に偏り、汚泥処理が軽視されてきた。（「重水軽泥」）

このようなことから、運営経費を調査する場合、汚水処理費、汚泥処理費を区別して調査することが望ましい。また、中国では地域によって人件費等の価格に大きな差がある。このため、運営経費総価だけでなく、直接部門人員数、消費電力量などのデータをあわせて入手する必要がある。参考として、表 B2-2 に北京市の給水料金体系を示す。

表 B2-2 北京市の給水料金体系

類別	水道水価格 (元/立方米)	水資源費 (元/立方米)	汚水処理費 (元/立方米)	総費用(給水料金) (元/立方米)
住民	1.70	1.26	1.04	4.00
行政事業	2.80	1.32	1.68	5.80
商工業	3.00	1.44	1.77	6.21
ホテル、ホテル飲食業	3.50	1.16	1.55	6.21
洗浴業（風呂屋）	58.90	21.10	1.68	81.68
洗車業	38.90	21.10	1.68	61.68
精製水	38.90	21.10	1.68	61.68
中水	--	--	--	1.00

B3. 中国における汚水処理場の整備状況

B3-1 都市における汚水処理場の整備状況

中国における汚水処理場の数は、1990年にはわずか数十箇所であったと言われている。2000年以後になって、「十五」（2001～2005年）、「十一五」（2006～2010年）にCOD（化学的酸素要求量）の大幅な削減が目標に掲げられ、都市部を中心に汚水処理場の建設が加速された結果、その処理能力は急速に増加した。

建設部によると、2012年3月末で、全国657都市のうち639都市に汚水処理場が存在し、汚水処理場の数は3,198箇所、2010年末の2,739箇所から約460箇所増加、処理能力は1.38億m³/日で、2010年末の1.25億m³/日から約1,300万m³/日増加した。また、建設中の処理場は約1,300箇所、その処理能力は約2,700万m³/日である。

全国657都市のうち639の都市にある処理場は1,884箇所、その処理能力は1.15億m³/日である。また、県人民政府所在鎮のうち汚水処理場を有しているものは1,177箇所、すべての県人民政府所在鎮の72.5%に相当し、県人民政府所在地および部分建制鎮（都市以外）の汚水処理場は1,314箇所、処理能力は2,334万m³/日である。なお、中国の場合、一般に汚水処理場の処理能力は「日平均」で表される。（日本の場合は「日最大」）

これらのデータを分析すると、全国3,198箇所の処理場の平均処理能力は4.3万m³/日、都市の処

現場の平均処理能力は 6.1 万 m³/日、都市以外の処理 7 場は 1.8 万 m³/日、建設中の処理場は 2.1 万 m³/日となり、汚水処理場建設の中心が都市の大型処理場から中小規模の処理場に移行していくことが示唆されている。

また、汚水処理率については、都市の汚水処理率のみが公表されており、2011 年末の都市汚水処理率は 82.6%で、2010 年末の 77.5%から 5.2%増加した。なお、汚水処理率は、日本の下水道普及率、汚水処理人口普及率とは異なり、「汚水処理総量/汚水排放総量=流入汚水量/給水量×0.9」で計算される数値である。流入水量には、合流区域の雨水、管渠への浸入水も含まれる。(日本の場合、「人口普及率=処理人口/行政区域内人口」である。)

B3-2 地方部（小城镇）における汚水処理場の整備状況

中国の行政単位は、省級、地(地区)級、県級、郷級の 4 層構造から成り、省級には河北省、福建省などの省、北京市、重慶市、上海市、天津市の 4 つの直轄市や内モンゴル自治区などの 5 自治区および香港、マカオの特別行政区が含まれる。また、地級には副省級市と地級市、県級には県、県級市が含まれる。すなわち、省級市、地級市の中に「県」が存在する。なお、中国の人口は 2010 年時点で 13 億人余り、このうち都市人口比率は約 46%とされているが、実際には人口は 15 億人以上、農村人口は約 8 億人という説もある。

郷級に含まれる郷、鎮、これは日本の町程度（人口数千人～数万人）に相当するが、その数は全国で合計約 4 万（2002 年のデータとして、建制鎮 20,021 箇所、その他の鎮 22,612 箇所という数字がある。）、その下のレベルである村は約 60 万に及ぶ。これらの汚水処理率は、鎮で 15%、村で 3%程度であると考えられる。(2010 年時点での中国建設部担当者からの聞き取りによる。)

中国では海外から導入した技術に加え、それを独自に改良した技術があり、数多くの処理方式が存在する。いわゆる高度処理（深度処理）に対応した処理方式としては、A2O 法が最も一般的で、「倒置 A2O 法」などの「改良法」も多く採用されている。また、高度処理対応の OD 法（酸化沟法）、回分式活性汚泥法（SBR: 批序式活性汚泥法）なども多く採用されており、最近では膜分離活性汚泥法（MBR: 膜生物反応器）の採用数も増加しているが、経済面、技術面からみると地方部での膜法採用には問題があると考えられる。

なお、日本では一般に計画規模が人口 1 万人以下のものを「小規模下水道」と呼んでおり、処理能力に換算すると約 3,000～4,000m³/日程度に相当する。中国における「小規模汚水処理場」の定義は明確ではないが、一般に 2 万 m³/日以下のものが「小規模」に分類される。

小規模施設に多い処理方式は、OD (Oxidation Ditch) 法、SBR (Sequential Batch Reactor) 法等である。日本では、SBR は「回分式活性汚泥法」呼ばれ、小規模施設向けの技術と考えられており、日本下水道事業団の「標準設計」は 300～2,000m³/日の範囲に限定されている。事業団の調査では、1998 年現在で既存の SBR 施設 64 箇所（2006 年現在では 77 箇所）のうち計画処理水量が 1 万 m³/日を超えるものは 3 箇所のみであった。一方、中国では 10 万 m³/日を超える SBR 法の汚水処理場もある。

PART-C 大規模汚水処理場のグレードアップに向けた改造設計・維持管理

技術について

C 1. 大規模汚水処理施設のグレードアップに向けた指針・技術が必要な背景

中国の水資源総量は、人口一人当たりで換算すると世界平均水準の四分の一に過ぎず十分な水量が確保されていない反面、近年の急速な経済発展とともに地表水の汚染が進み7大水系全体の汚染が進行するとともに、湖沼の深刻な富栄養化が進行してきた。このような状況下、中国政府は「十五」「十一五」により汚水処理施設の建設を加速し、都市における汚水処理能力は大幅に向上した。しかしながら、放流水域の環境基準は未だ達成されていない水域も多く存在しており、「十二五」においては、更なる汚水処理率向上のための処理場建設計画や、汚水処理のレベルアップ改造、再生水利用の促進等が計画されている。

特に、汚水処理のレベルアップ改造に関しては、「リン・窒素除去機能と生物処理能力を備えていない汚水処理場」および「市制都市と先進地区、重点流域及び重要水源地など水質に配慮すべき水域にある汚水処理場」が重点とされている。

中国における環境基準に相当するものは、「地表水の環境基準：国家環境保全基準、GHZB1—1999」⁶⁾として、環境保護総局より公布されている。

一方、排出基準としては、「都市下水処理場汚染物排出基準(GB18918-2002)」⁹⁾があり、都市下水処理場の排水、排気、汚泥処理（管理）の汚染物制限値を定めており、水汚染物排水基準に関する概要は以下のとおりである。

C 1-1 管理項目と分類

汚染物の発生源と性質により、汚染物管理項目は基本管理項目と選択管理項目の2つに分けられる。

基本管理項目は主に水環境に影響し、都市下水処理場の一般的処理技術で除去可能な通常の汚染物、一部の一類汚染物など全部で19項目あり、基本管理項目は必ず実施しなければならない。

選択管理項目は環境に対し比較的長く影響したり、毒性が比較的強い汚染物など、全部で43項目存在する。なお、選択管理項目は、地方環境保護行政主管部門が、下水処理場の受け入れる工業汚染物の種類と水環境質量の要求に応じて選択、管理する。

C 1-2 基準のランク

都市下水処理場に流入する地表水域の環境機能と保護目標、下水処理場の処理技術に基づき、基本管理項目の通常汚染物基準値は一級基準、二級基準、三級基準に分けられる。一級基準はA基準とB基準に分けられる。一類重金属汚染物と選択管理項目にランク分けはない。

①一級基準のA基準

都市下水処理場から出る水を再利用水にすることを基本要素とする。下水処理場から出る水を希釈能力の弱い川や湖に流入させ都市景観用水や一般的再利用水などの用途に使用する時は、一

級基準の A 基準を適用する。また、【2006. 5. 8 改訂】により、都市の下水処理場の処理水の排出先が、国と省が定める重点流域・湖沼・ダムなどの閉鎖・半閉鎖水域の場合も、一級基準の A 基準が適用された。

②一級基準の B 基準

、GB3838 地表水Ⅲ類機能水域（飲料水水源保護区と遊泳区域を除く）、GB3097 海水Ⅱ類機能水域の場合には一級基準の B 基準を適用する。【2006. 5. 8 改訂】

③二級基準

都市下水処理場から出る水を GB3838 地表水Ⅳ、Ⅴ類機能水域もしくは GB3097 海水三、四類機能海域に流入させる時は、二級基準を適用する。

④三級基準

重点管理流域や水源保護区ではない地域の建制鎮の下水処理場は、現地の経済条件と水汚染管理要求に基づき、一級強化処理技術を採用する時には、三級基準を適用する。但し、二級処理施設用の土地を残し、段階的に二級基準に到達しなければならない。

基本管理項目の排出許容最高濃度（日平均値）を表 C1-1 に示す。

なお、2006 年において、都市の下水処理場の処理水の排出先が、国と省が定める重点流域・湖沼・ダムなどの閉鎖・半閉鎖水域の場合には、1 級基準の A が基準とされることとなった。このような規制の強化が、本プロジェクトの成果－1 である既設処理場の高度処理施設への改造指針が必要とされる背景となっている。

表 C1-1 基本管理項目の排出許容最高濃度（日平均値）⁹⁾ 単位 mg/L

番号	基本管理項目	一級基準		二級基準	三級基準	
		A 基準	B 基準			
1	化学的酸素要求量(COD)	50	60	100	120①	
2	生物化学的酸素要求量(BOD5)	10	20	30	60①	
3	浮遊物質(SS)	10	20	30	50	
4	動植物油	1	3	5	20	
5	石油類	1	3	5	15	
6	陰イオン界面活性剤	0.5	1	2	5	
7	窒素総量(N量)	15	20	-	-	
8	アンモニア態窒素(N量)②	5(8)	8(15)	25(30)	-	
9	リン総量(P量)	2005年12月31日以前	1	1.5	3	5
		2006年1月1日以降	0.5	1	3	5
10	色度(希釈倍数)	30	30	40	50	
11	pH	6-9				
12	糞大腸菌群数(個/L)	10 ³	10 ⁴	10 ⁴	-	

注：①下記の状況においては、除去率に基づいて指標を適用する：入水のCODが350mg/Lを上回るとき、除去率は60%を上回らなければならない。BODが160mg/Lを上回るとき、除去率は50%を上回らなければならない。

②（ ）の外の数字は水温>12℃の場合の管理指標、（ ）内の数値は水温≤12℃の場合の管理指標。

また、北京市等の自治体においては、表 C1-1 に示される排出規制値よりも、さらに厳しい基準を設ける、いわゆる上乗せ規制を設けることが可能で、北京市においては、処理水再利用 100%を目指しており、現在は1級基準 A が適用されているが、2015 年以降は、地表水IV類相当の環境基準値を規制値とする予定である。表 C1-2 に、排水基準 1 級基準 A と環境基準地表水IV類の基準値の比較を示す。

表 C1-2 北京市における上乗せ規制値⁶⁾、⁹⁾ (単位 mg/l)

	排出許容 最高濃度	北京市上乗せ 規制値
	1級基準 A	地表水 IV類基準
COD	50	30
BOD	10	6
SS	10	-
窒素総量(N量)	15	(10)
リン総量(P量)	1 あるいは 0.5	0.3

注) 地表水IV類には、窒素総量としての規制はないが、北京市上乗せ規制値は10とする見込み。

参考として、次ページ以降に、文献¹⁰⁾、¹¹⁾に基づく北京市における水環境の状況や水源概要等を示す。これらに示されているような状況より、北京市では、処理水の再利用率 100%を目標としており、本プロジェクトによる既設処理場の高度処理改造指針を策定する意義は、非常に高いものと考えられる。また、同様な状況下にある他の都市においても、本プロジェクトの成果は、大いに参考になるものと考えられる。

C1-3 北京市における水環境の状況や水源概要

北京市は、中国で人口の最も密集した地区の一つである。2007 年末、戸籍人口だけで約 1,197 万人と 1949 年人口 203 万人の 6 倍近くに達しているが、さらに出稼ぎの人々も加えると総人口は 1,600 万人を超える【下記 注参照】。北京市の人口拡大により、元々ゆとりがなかった水資源は、日に日に逼迫の度を強めていった。降雨量に基づく一人当たりの年間水資源賦存量は、全国平均レベルの 8 分の 1、世界平均レベルの 30 分の 1 に過ぎない。人口増加により 1949 年の 1,871m³ から 2007 年の 243m³ に急速に下がり、非常に深刻な状況となっている。北京の人口が急激に増加することにより、水資源問題は北京の発展を規制する重要な要因の一つとなっている¹⁰⁾。

【注：2010 年の北京市統計局による「北京市 2010 年第六次全国人口普查主要数据情况」によると、2010 年の北京市常住人口は、1,961.2 万人に達し、これは、2000 年第五次全国人口調査時と比

べ、10年間で604.3万人増加した（年平均人口増加率3.8%。）】

北京市の2009年の総給水量は35.5億立方メートルであるが、水資源総量は21.8億立方メートルほどである。そのうち62%が地下水、残りは地表水が13%、再生水（中水）が18%、河北省からの南水北調プロジェクトによる水源が7%となっている（【図C1-1】参照）。また、地下水の大量使用に伴い、市内の地下水位は年々低下し続けている（【図C1-2】参照）¹¹⁾。

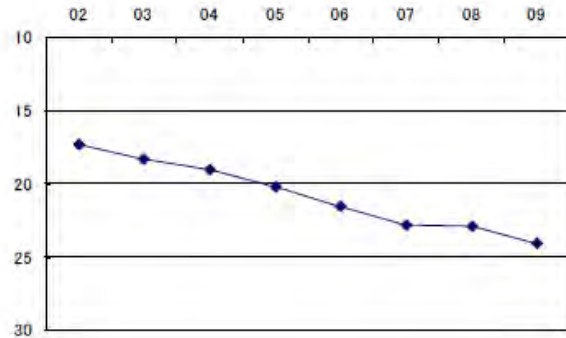
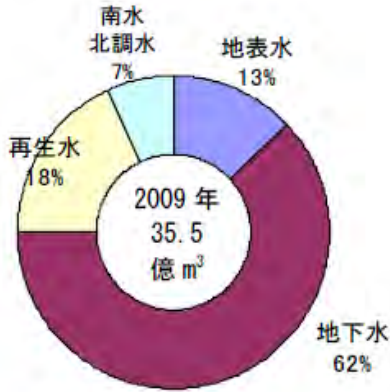
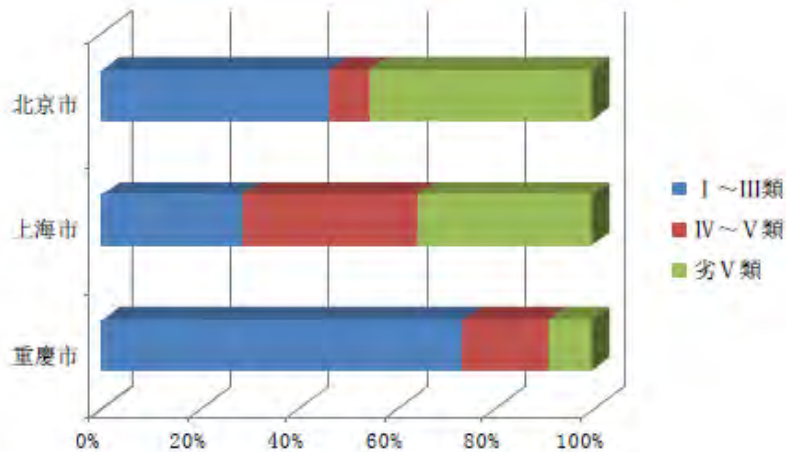


図 C1-1 北京市における水源別比重¹¹⁾

図 C1-2 北京市における地下水位の推移¹¹⁾

同時に、人口増加に伴い、河川の水質汚染も深刻となっている。中国環境状況公報（2009年版）によると、全国の地表水の水質汚染状況は依然として深刻である。北京市と上海市、内陸部の拠点都市である重慶市の地表水（河川）の水質ごとの汚染状況を図C1-3に示している。北京市・上海市は劣V類（V類の基準に満たない）が約4～5割で中度の汚染、重慶市は劣V類が1割程度であり、軽度の汚染になっている¹¹⁾。



※ 北京市・上海市は2009年、重慶市は2008年のデータ

（資料）北京市・上海市・重慶市各市政府発行のウェブサイト掲載の「水資源公報」より作成

図 C1-3 各都市における地表水（河川）の水質割合¹¹⁾

北京の水不足問題を解決するため重要なのは、水源開発、水の流失抑制・汚水の減少、節水の三つとされている。最初の開発による水供給量の増大は、既に開始した「南水北調」プロジェクトによる。二番目は、水源を保護し汚染物質排出による水質環境の悪化を減少させ、汚水の浄化によって水のリサイクルを行い使用できる水量を増加させることである。三つ目は、節水の措置と設備を利用し、水使用量を節約して水の需要量を抑えることである¹⁰⁾。

C 1-4 カウンターパート（北京排水集団）の概要^{12)、13)}

北京排水集団は、北京市人民政府の承認を経て2002年2月に正式に設立された国有独資企業であり、登録資本金は105億元である。水質汚染処理、水資源開発を主要業務とし、汚水および再生水処理施設への融資・建設、運営管理、研究開発、技術サービス等に関する10余りの専門会社を有しており、資産総額は212億元を超える。

北京排水集団が運転管理を行っている処理場は、本プロジェクトのモデルサイトである高碑店処理場を含め8の処理場（高碑店、酒仙橋、北小河、清河、方庄、吳家村、小红門、威嘉）の維持管理を行っており、これらの処理場のトータルの処理能力は、約280万m³/日である。また、これらの処理場の処理プロセスとしては、標準活性汚泥法、OD法、SBR、A20、MBR等が採用されている。現在、市中心部の90%の汚水を処理するとともに、処理水の50%は再利用されている。また、管路施設に関しては、約4,000kmの管路施設の維持管理を行っている。

汚水および再生水処理施設への融資・建設に関しては、BOT方式によって定福庄污水处理場建築に投資している。またフランスのヴェオリア社およびマレーシア・ケリーグループと北京盧溝橋污水处理場を建設運営し、外資が直接建設運営に参加・投資した北京で最初の污水处理場としている。さらに大興区黄村污水处理場を買収した。また、国際入札にも参加し、国内で最初に投資・建設から運営管理までの商業化運営を実現した污水处理プロジェクトである広州西朗污水处理システムにおける17年間の運営権を獲得している。さらに、入札を通じ、連雲港水道水会社の70%の株式を買い取ることに成功している。

研究開発に関しては、中国科学院、清華大学、北京大学等科学研究機関と多方面にわたって提携しており、科学技術研究・工事設計の面で急速な発展を実現し、多くの水処理設備関連特許技術を有している。主な成果に、汚水水源ヒートポンプシステム研究、都市汚水グラウンドウォーターリチャージモデル研究、オリンピック公園における再生水による水補給技術の安全性研究、再生水を利用した公園緑化モデル研究、再生水の循環利用による景観関連の水質保障システム研究、中国の技術高度化計画である「863計画」における重要特別プロジェクト「工業冷却水循環使用モデル」・「地表水環境改善モデル」・「A20技術設備に付随する研究」がある。

以下、本プロジェクトにおける指針のモデルサイトである高碑店処理場の概要についてパンフレット資料およびヒアリングした結果に基づいて述べる。

◎高碑店処理場の概要

高碑店処理場は、北京市内における最大の下水処理場であり、その処理能力は100万m³/日で、北京市内で発生する汚水の40%に相当する。

同処理場は、第一工場と第二工場に分かれており、第一工場（処理能力 50 万 m³/日）は、円借款により 1993 年に完成している。また、第二工場は、1999 年に完成している。

処理プロセスは、当初、標準活性汚泥法で建設されたが、現在は改造が行われ、A0 法が用いられている。なお、最初沈殿池の一部（1/3）を改造し、嫌気槽として利用できるような改造も実施されているが、同処理場は合流式であることもあり、現在、すべて最初沈殿池として利用されている。

現在の処理水質は、下記のとおりであり、T-N を除き、1 級 A 基準は満たしている [() 内は流入水質]。

BOD	10	mg/ℓ以下	(160mg/ℓ)
COD	50	mg/ℓ以下	(320mg/ℓ)
SS	10	mg/ℓ以下	
T-N	25	mg/ℓ以下	(50mg/ℓ)
NH ₄ -N	1	mg/ℓ以下	
T-P	1	mg/ℓ以下	(6mg/ℓ)

なお、前述のように、2015 年以降は、地表水Ⅳ類の環境基準値が規制値となることから、より高度な処理水質が求められている。これに対応するため、最終的には担体添加 A20 法に改造予定であるが、改造工事中も安定した処理水質を確保できるよう三次処理施設として、脱窒生物ろ過槽を今年度以降建設する予定である。

汚泥処理プロセスとしては、濃縮→消化→脱水→汚泥再利用というプロセスである。汚泥の再利用方法としては、発生汚泥の 50%がコンポストに利用され、20%が乾燥汚泥としての利用、残りの 20%がセメント原料として利用されている。



高碑店処理場の写真（左から 最終沈殿池・反応槽・最初沈殿池・濃縮槽・消化槽）

C 2. 高碑店汚水処理場の高度処理のための改造設計・運転管理に関する検討

C 2-1 目的と経緯

本プロジェクトでは、高碑店汚水処理場のグレードアップ改造および大規模処理場の改造設計・維持管理ガイドラインに関する活動として、専門家による調査、中国側技術者との議論等を行い、様々な助言、指導、提案を行うものであり、2010年のプロジェクト開始からの経緯は、以下のとおりである。

(1) 第1次短期専門家派遣（2010年2月21日～3月6日）

榊原 隆、奥野長晴、川嶋幸徳、田中松生

- ・プロジェクト起動手および現地調査（高碑店、清河、北小河汚水処理場）

短期専門家2名により、高碑店汚水処理場の現状調査、高度処理改造の「可能性研究」（以下、「F/S」と記す。）に関する聞き取り調査、およびこれらの情報に基づく意見交換を行った。

(2) 第2次短期専門家派遣（2010年4月21日～5月1日）

川口幸男、美川一洋、（奥野長晴）

- ・硝化脱窒プロセスセミナー（高碑店汚水処理場グレードアップ改造における硝化担体利用の提案）

短期専門家2名を派遣。A20法の採用に伴う最初沈殿池の廃止、担体利用による硝化の促進という2つの技術的課題に対する助言、提案を行った。

(3) 第1回プロジェクト全体会議（2010年6月28日）

プロジェクトの実施方針（実施体制、スケジュール）について、主な中国側カウンターパートと長期専門家による意見交換を行い、北京排水集団 甘氏 をリーダーとし、江蘇省、安徽省、雲南省の技術者も含んだ実施体制、および改造設計、維持管理それぞれのガイドライン作成のスケジュールが確認された。

(4) 第3次短期専門家派遣（2010年10月17日～11月6日）

三宅晴男、若林淳司

- ・高度処理改造設計及び運行管理セミナー（北京市）【次ページ開催要領 参照】
- ・小規模汚水処理場設計及び運行管理セミナー（昆明市）
- ・現地調査：北京（高碑店、清河、北小河汚水処理場）、
昆明（第一、第三、滇源鎮、阿子宮鎮汚水処理場）

短期専門家2名を、高碑店汚水処理場高度処理改造設計プランに関する調査、助言を目的に派遣し、中国側から示された設計のアウトラインについて意見交換を行った。また、中国側から大規模処理場の改造設計および維持管理ガイドラインの「大綱」が示され、これに対する助言、提案も行われた。なお、高碑店汚水処理場高度処理改造設計プランに関しては、

日本の設計手法を用いた具体的な設計提案を行った。

中国 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト

高度処理の改造設計と運営管理およびガイドラインに関するセミナー（北京）開催要領

開催日時：2010年10月25、26日

開催場所：北京排水集団研修センター1F会議室（北京市高碑店汚水処理場内）

■セミナー1 ※発表テーマは仮題、発表30分（通訳付き）、質疑10分

開催月日：10月25日（月） 13:30～16:15

テーマ：高度処理の改造設計と運営管理

- 日本の高度処理設計と高度処理改造事例（日本下水道事業団：三宅晴男氏）
- 高度処理施設・担体を用いた施設の運転管理（日本下水道事業団：若林淳司氏）
- 高碑店汚水処理場改造設計ケーススタディー（JICA長期専門家：川嶋幸徳氏）

■セミナー2 ※発表テーマは仮題、発表30分（通訳付き）、質疑10分

開催月日：10月26日（火） 10:00～12:00

開催場所：北京市排水集団高碑店研修センター会議室

テーマ：ガイドラインおよびハンドブックの大綱について

- 大規模施設の高度処理運営管理ガイドライン（北京市排水集団：王佳偉氏）
- 大規模施設の高度処理改造設計ガイドライン（北京市排水集団：胡俊氏）
- 小規模施設の効率的整備ハンドブック（国家城市給水排水工程技术研究中心：顔秀勤氏）

■主な参加者（敬称略）

中国側：馬南（建設部村鎮建設司）

張建新、李偉、馬文瑾、李戸、宇佟（北京市排水集団高碑店汚水処理場）

甘一萍、胡俊、王佳偉、盧長松（北京市排水集団水環境研発センター）

顔秀勤（中国市政工程華北設計研究総院）

日本側：三宅晴男、若林淳司（日本下水道事業団）

川嶋幸徳（JICA長期専門家）

JICA中国事務所次長、事務所員

C2-2 F/Sにおける問題点と助言、提案の内容

前述の種々の活動の中で行われた高碑店処理場の現状調査、高度処理改造のF/Sに関する問題点と助言、提案の内容は下記のとおりである。（この節の内容は、本プロジェクトの中で作成された資料「高碑店汚水処理場グレードアップ改造設計および大規模処理場改造設計・維持管理ガイドラインに関する提案書」2011.5に基づいて作成）

(1) 設計水量および設計水質

- 施設容量を決定する重要なファクターは窒素除去である。日本では、流入水量に季節的な変動がみられ、一般に降雨の多い夏季に水量が増加し、冬季は減少する。一方、降雨等の影響で水質濃度は夏季にやや低下する傾向がある。このようなことから、日本では窒素除去効率が低下する低水温期の水量、水質から容量を決定することが効率的な設計とされている。F/Sでは高碑店汚水処理場の現設計値を用いているが、既往の流入水量データでは冬季に設計値より水量が低下する。したがって、F/Sにおける設計流入水量は過大である可能性がある。
- また、中国では特に旧市街や地方部において、排水設備や管路網の問題で、C/N比の低下、降雨による希釈という問題がある。今後、これらの問題は徐々に解消されていくことが考えられ、それにとまなう将来の水量、水質の変化が予測される。さらに、人口の変動、生活様式の変化による変化も考慮する必要がある。F/Sでは、このような検討が十分行われているとは言えない。

(2) 硝化率、窒素除去率

- F/Sでは、パイロット実験等の結果から硝化槽出口のNO_x-N、NH₄-N濃度が設定されているものと思われる。生物学的硝化脱窒反応を利用した窒素除去を効率的に行うためには、硝化段階で対象となる窒素成分を100%硝化（完全硝化）する必要がある。
- また、流入汚水中の窒素のうちSS成分など一部の成分は余剰汚泥として除去されるなどして硝化反応には関与しない。このため、日本では一般的に硝化対象窒素成分の比率を設定し、これを完全硝化するものとして設計が行われている。この手法を用いることにより、より効率的な設計が可能となる。

(3) 硝化液循環比（内回流比）

- F/Sでは汚泥返送比（外回流比）を含む硝化液循環比を最大400%で設定している。A20法では循環比は必要窒素除去率から決定される（ $\eta = R / (1 + R)$ 、Rは循環比）が、循環比が200%より大きい範囲では循環比の増加に対して窒素除去率の増加は小さくなり、逆に循環水量の増加によるポンプ電力量の増加、硝化液循環による無酸素槽へのDO持ち込みによる脱窒効率の低下が問題となる。F/Sでは、A20プロセスの後段に生物脱窒ろ床（以下、「DNBF：DeNitrification Biological Filter」という。）が計画されており、A20法とDNBFの間で窒素除去の機能分担の最適化を検討すべきである。

(4) 最初沈殿池の廃止

- F/Sでは、A20法の採用にとまなう生物反応槽必要容量の増大に対応するため最初沈殿池を嫌気槽、無酸素槽に転用するとされている。しかしながら、高碑店汚水処理場の流入汚水中のSSは約300mg/Lと高く、降雨時には更に多量の砂分の流入があると推測される。初沈の前段にはばっ気沈砂池があるものの、最初沈殿池を廃止した場合、生物反応槽への固形物負荷が増大する可能性がある。生物学的硝化脱窒を行う場合、硝化活性（硝化菌数）を維持す

るため SRT (Sludge Retention Time) を一定以上にする必要があり、固形物負荷の増大による SRT の低下により硝化活性の低下が懸念される。

- また、高碑店污水处理場の流入汚水は C/N 比が低く、生物学的脱リン、生物学的脱窒に必要な基質 (有機物) の不足が指摘されている。日本では、SRT の確保と最初沈殿池において除去される基質の低減のバランスを考慮し、最初沈殿池の水面積負荷を従来よりやや大きめに設定する傾向がある。この考え方を基に日本の手法で試算した結果、必要な最初沈殿池数は現状の $1/2 \sim 2/3$ となる。この結果がそのまま適用できるわけではないが、今後の設計、運転方法の参考とすべきである。

(5) 硝化担体の性能

- F/S では、硝化槽容量の不足を補うため担体を使用するとされており、使用する担体はプラスチック製の「結合固定化担体」(担体表面に生物膜を形成する。)である。この担体は、安価である反面、生物膜量が小さく添加量が大きくなること、有機物負荷の影響を受けることなどの特性がある。この担体を開発した Kaldnes 社の資料 (HYBAS Process) では、担体を添加した好気槽の前段に有機物除去を目的とした好気槽を設けることが示されている。F/S でもこの手法で検討が行われており、A2O 法の槽容量が既存容量に収まらないという課題を抱えている。
- この課題を解決するため、日本で広く使用されている「包括固定化担体」を用いることを提案し、その設計手法、概略設計の結果を示した。また、「包括固定化担体」を用いることで、最初沈殿池を存置し、DNBF 等の補完設備を設けなくても、必要な窒素除去を行うことができる可能性があることを示した。

(6) 最終沈殿池の固液分離性能

- 高碑店污水处理場の既存施設の設計では、生物反応槽の MLSS は $2,000 \sim 3,000 \text{mg/L}$ で設計されている。一方、F/S における設計 MLSS は $4,000 \text{mg/L}$ である。高碑店污水处理場の最終沈殿池水面積負荷は約 $20 \text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ で、日本における指針値 $15 \sim 25 \text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ の範囲内にある。しかしながら、A2O 法の場合、長時間ばっ気にもなう活性汚泥の微細化等を考慮し、水面積負荷を小さくする必要があり。(日本下水道事業団の標準設計では $15 \text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$)
- 高碑店污水处理場の改造設計では高度なリン除去率が求められており、最終沈殿池の固液分離性能は処理水の総リン濃度に影響する。また、後段に DNBF を設置した場合、SS の除去による総リン濃度の向上が期待されるが、SS 濃度が高い場合、DNBF の構造によっては閉塞、逆洗回数の増加に注意が必要である。

(7) 汚泥処理等を含めた総合的な検討

- 前項でも述べたように、高碑店污水处理場の場合、特にリンの要求レベルが高いため、汚泥処理返流水の影響も考慮する必要がある。A2O 法による高度処理を実施することにより、汚泥量、汚泥中のリン含有量等が変化するため、現況とは返流量、返流水質が変化すること

を考慮する必要がある。また、汚泥性状の変化により、消化効率、ガス発生量等も変化することも考慮すべきである。

- 汚泥処理返流水の影響を小さくするため、返流水処理など返流水負荷を小さくする対策を検討すべきである。このためには、MAP による返流水中リンの削減のほか、高濃度消化、直接脱水による脱離液量削減も検討すべきである。
- 高度処理を実施する場合は、その要求レベルにより、汚泥処理プロセス等を含めた総合的なシステムについて、コスト、エネルギーを含めた効率性を総合的に検討すべきである。

C2-3 高碑店汚水処理場改造設計に関する助言と提案

北京市市政工程設計研究総院（以下、「BMDEI」）で行われている高碑店汚水処理場の改造設計については、これまで十分な情報提示がなされておらず、断片的な情報のみが提示されている。特に、計算根拠が示されないことから、十分な検討はできていない。ここでは、これまで提示された情報に基づいて行った助言、提案を示す。

(1) 嫌気槽、無酸素槽の定義と管理

- 中国における嫌気槽、無酸素槽の定義は DO 条件を用いている。（嫌気槽 $DO < 0.2\text{mg/L}$ 、無酸素槽 $DO < 0.5\text{mg/L}$ ）しかし、このように低濃度域における DO 値は不安定で制御に用いるには精度が低く、日本では一般に嫌気槽、無酸素槽の管理には ORP（酸化還元電位）を用いる。

(2) SRT (A-SRT) 管理

- Kaldnes 社の資料によると、同社のプラスチック担体を用いた設計では、担体上の付着生物膜と浮遊活性汚泥の両方が硝化に寄与するとされている。（日本では一般に担体上の生物膜のみが寄与するとして計算する。）この場合、浮遊活性汚泥の濃度 (MLSS) およびその SRT 管理が重要となる。今後の管理のために、担体上の生物膜量の管理とあわせて、MLSS および SRT 管理の方法を示すべきである。
- 日本では、経験的に得られた A-SRT (Aerated Sludge Retention Time) と硝化率の関係を用いることで硝化槽容量の計算を容易にしている。中国では一般に SRT を用いているが、硝化菌の増殖は SRT よりも A-SRT との相関が強いと考えられることから、A-SRT を用いた設計も検討すべきである。ただし、中国における諸条件は日本のそれとは異なることから、必要 A-SRT の値は別途検討する必要がある。

(3) 担体添加量、酸素移動効率

- 担体を添加した場合、添加しない場合に比較して酸素移動効率は小さくなるという報告がある。プラスチック担体の添加率は容積比で 30~50%にもなるため、酸素移動効率の低下はかなり大きくなる可能性がある。効率が低下した場合、空気量を多くするか、酸素移動効率の高いばっ気装置を使用する必要がある。運転経費の増加にも関係する重要な因子であり、設

計に用いた根拠を示すべきである。なお、担体添加槽の DO 濃度設計値は通常 2mg/L 程度にコントロールすべきである。DO 濃度が高い場合、酸素移動効率は低下する。

- また、担体上の付着生物膜と浮遊活性汚泥の両者が酸素を消費するが、付着生物膜量のコントロールは容易ではない。このため、浮遊活性汚泥 (MLSS) 量で生物量をコントロールすることになるが、調整範囲は限定的と考えられる。設計者は、どのような根拠で担体量を決定し、どのような指標に基づき生物量をコントロールすればよいかを示すべきである。

(4) 凝集剤等の薬品添加

- 高碑店污水处理場では、T-P 0.3mg/L 以下という極めて高い除去効率を求められている。しかしながら、生物学的リン除去は、降雨による基質濃度低下等により除去効率が低下することがあり、日本では T-P 1mg/L 以下の「計画放流水質」を設定する場合、凝集剤添加と砂ろ過が標準とされている。高碑店污水处理場の場合、T-P 濃度に比較して有機物濃度が低く、安定した生物学的リン除去は困難であると考えられ、凝集剤添加を前提とした設計を行うべきである。
- また、有機物不足を補うために、沈殿した有機物が分解して生成する有機酸を利用する「水解沈殿池」の検討も行われているが、下水道分野での実施例はほとんど無く、酸発酵を安定的に維持する運転管理は困難と考えられることから、実績のあるメタノール等の有機物添加を前提とした設計とすべきである。
- あわせて、生物学的脱窒における A2O プロセスと DNBF プロセスの寄与 (役割分担) について、維持管理性、コスト等から検討し、必要な有機物をどこでどの程度添加することが効率的かを検討して、その結果を示すべきである。

(5) 担体の移動防止

- 高碑店改造設計案では、既存の迂流水路をそのまま利用し、担体添加槽の流下方向長 L : 水路幅 B の比が大きくなっている。さらに、汚泥返送比を含む硝化液循環率は 300~400% と大きいことから、槽内の流速が大きくなり、担体が下流方向に移動しやすい条件となっている。担体が下流部分に流された場合、酸素消費の不均衡等により硝化効率の低下が生じる。このため、担体が槽全体に均一に分布するための対策が必要である。

(6) 流入量の均一化

- 高度処理を適切かつ効率的に実施するためには、個々の生物反応槽の状態をできる限り均一かつ最適化する必要がある。改造設計では、既存の返流汚泥水路を利用する設計となっていると思われる (生物反応槽流入水路の構造は不明) が、この設計では個々の反応槽への返送汚泥量をきめ細かく制御することは困難と思われる。日本では、1~2つの反応槽毎に返送汚泥ポンプを設けることが一般的であるが、改造の条件でこれが困難な場合でも、ゲート操作等により各反応槽間のバランスを調整できるようにすべきである。

(7) スカム対策

- A20 法ではスカムの発生に留意する必要がある。代表的な例は、脱窒によって発生する窒素ガスによる活性汚泥の浮上、放線菌による泡状スカムである。前者は最終沈殿池、後者は無酸素槽で主にみられる現象である。
- 前者の対策としては、反応槽出口の DO および NOx 性窒素のコントロール、スカム対策としての消泡水設備の設置などがある。
- 放線菌は比増殖速度が小さいことから SRT が長くなると増殖しやすくなる。また、溶解性有機物濃度が高い環境で多く発生し、硝酸呼吸ができる種もあるという特徴がある。このため、必要以上に SRT を長くしない。あるいは無酸素槽の前段に嫌気槽を置き、リン蓄積細菌 (PAO) によって溶解性有機物を消費するなどの対策が考えられる。(倒置 A20 法の場合は要注意)

(8) 内部循環の制御

- A20 法では、無酸素槽と好気槽の間でばっ気にもなう逆水位差が生じる。このため、槽間の隔壁高が低い場合、水位差により、好気槽から無酸素槽への流入 (内部循環) が発生する。無酸素槽の容量や構造によっては、この循環による DO の流入により脱窒効率が低下する場合がある。
- なお、無酸素槽の容量が十分である場合、硝化液循環ポンプによる循環と内部循環を組み合わせることにより、効率的な窒素除去が可能となる。
- なお、無酸素槽と好気槽の間の隔壁の構造については、スカムの流下と内部循環を考慮し、ゲート等により適切な管理ができるようにすることを検討すべきである。

(9) モニタリング

- 高度処理を行う場合、各種のオンラインモニタリングが必要となるが、特に重要なものは、硝化槽 DO 濃度、循環硝化液 DO 濃度、嫌気槽および無酸素槽 ORP である。なお、今回の設計では担体添加槽の L : B の比がかなり大きいため、担体添加槽には少なくとも 2 箇所以上に DO 計を設置すべきである。

C2-4 グレードアップ改造設計ガイドライン大綱に関する助言と提案

(1) 適用範囲および構成について

- 大綱案では、ポンプ設備から汚泥処理設備までが網羅されているが、これらは既存の施設設計ガイドラインと共通部分がほとんどである。このため、適用範囲は A20 法高度処理への改造に絞った方がよい。
- 既存施設の改造では様々な制約条件がある。このため、実際の設計作業では、現状の調査・分析、既存計画の見直し、要求条件を達成するためのいくつかの代替案の比較といったプロセスが必要となる。大綱案では、このようなプロセスが考慮されていない。
- 改造設計では、これまでの実績を用いた既存計画 (水量、水質などの条件) の再検証を行い、必要な場合はこれを見直すべきである。大綱には、このような考え方を記述すべきである。

- 要求条件（処理水質等）によっては、標準的な A20 法に代え、修正 Bardenpho 法、ステップ流式多段硝化脱窒法等の変法、あるいは硝化担体、膜、DNBF 等の付加設備を用いる必要が出てくる。ガイドラインでは、利用者がこれらの手法（以下、「代替案」という。）を選択できるような情報を与え、判断するための手順を示すべきである。
- BMDEI 等からの情報、他の事例からの情報等が少なく、現状では、設計パラメータを詳細に定義することは困難である。ガイドラインで定義すべき重要な設計パラメータを抽出すべきである。なお、高碑店改造設計の例だけでは、パラメータの定義は困難である。外国の事例、中国国内の事例を用いて定義することになると考えられるが、具体的な作業方法を示すべきである。

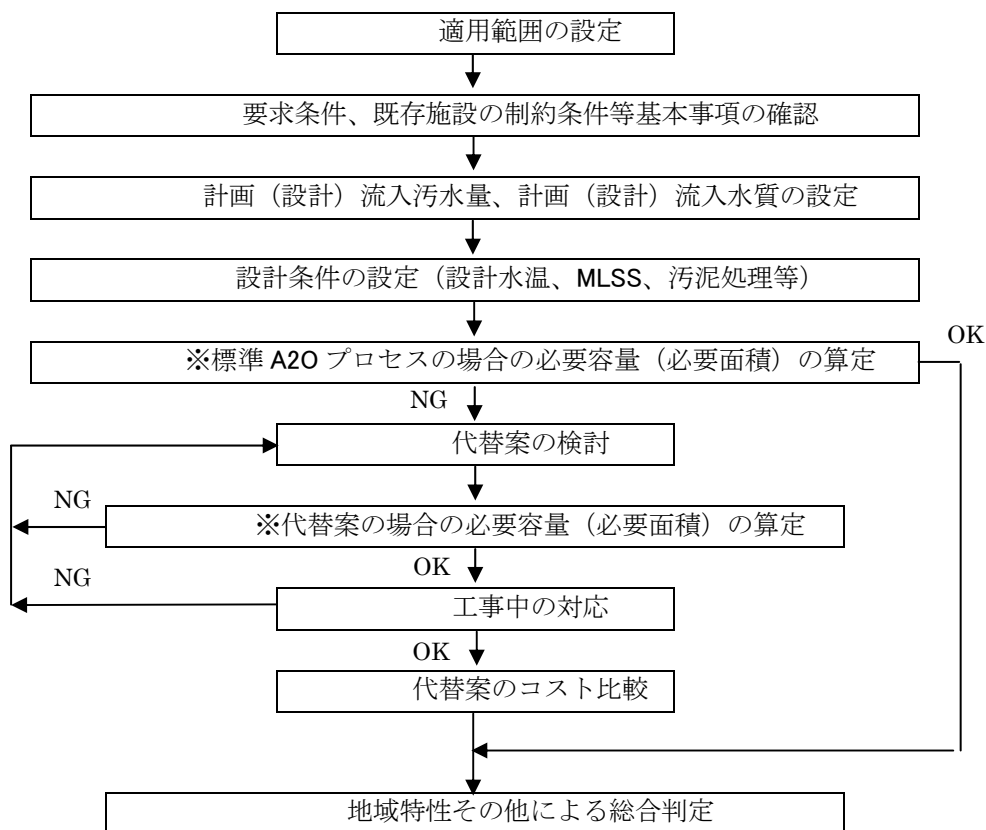
（2）技術上の問題

改造設計に対する助言と提案で示した技術上の問題に加え、以下のようなことにも留意する必要がある。

- 新規建設とは異なり、当該処理場について十分な水量、水質データがあることから、これらを用いて、あるいは参考にして将来の設計水量、設計水質を設定することとすべきである。なお、本来は生活様式の変化、分流化の影響等について予測すべきであるが、現実的には難しい。
- 水質要求条件を達成するために必要となる担体、膜、DNBF 等についても記述する必要がある。ただし、これらのプロセスに関する設計指針、ガイドラインが未整備である場合、客観的、合理的なパラメータを設定するには時間を要する。
- 担体、膜、DNBF 等を用いた代替案の比較において、概算費用（建設費、運転費）が必要となる。日本では、過去の事例、モデル設計等から作った「費用関数」を利用している事例がある。また、異なる種類の施設を比較するために、施設、機械について標準価格、標準耐用年数を設定している。中国では、このようなことを行うために必要なデータを得ることが難しいと考えられることから、計算例を示すことなどを検討すべきである。
- 改造工事中は、工事中の系列以外の系列への負荷が大きくなる。また、降雨時、その他異常時におけるリスクが大きくなる。このために、例えば、他の系列の処理能力を増強しておく、あるいは仮設の系列を追加しておく等の対策についても記述しておくべきである。
- 中国の場合、多くの処理法が採用されており、標準活性汚泥法以外の処理法から A20 法に改造する例がある。個々の例について詳細に記述することは困難なため、事例の記述を行うと良い。

（3）ガイドライン構成のイメージ

ガイドラインを利用した条件設定、標準 A20 法の設計、代替案の検討等の作業フローは次ページのようになる。ガイドラインは、この流れに従って構成される。



※印については、それぞれのプロセス（担体、膜、DNBF など）の指針に準拠する。
 これらの指針が未整備である場合、本プロジェクトの中で整備することも検討する

C2-5 高度処理維持管理ガイドライン大綱に関する助言と提案

(1) 適用範囲について

- 維持管理ガイドラインは、設計ガイドラインとは異なり、主として污水处理場の現場技術者が使用することを想定すべきである。したがって、現場技術者の理解できる内容、現場で実施可能な内容を記述すべきである。
- 上記の条件を踏まえたうえで、現場技術者が、施設運転計画、水質管理計画、日常点検計画、定期点検・補修計画、事故および異常時対応計画、台帳・記録の作成要領等を作成し、これを実施するために必要な事項を整理し、具体的に示したハンドブックとすべきである。
- 既に同様のハンドブックが存在する場合、共通部分はこれを参照するようにし、高度処理施設に特有の内容を記述すればよい。
- なお、本ハンドブックの適用範囲は、污水处理場施設とし、管渠は含まない。また、污水处理場施設のうち、主として水処理施設に関して記述するが、水処理に関係する汚泥処理施設等も含むものとする。

(2) 構成について

- 大綱案では、水質項目あるいは制御項目ごとに章立てされているが、水処理の流れに沿った設備の順で記述する方がわかりやすいと思われる。水質項目、制御項目はここに挙げられているもの以外にも多数の項目があり、項目ごとの記述は難しいと思われる。
- 設備管理において、省エネに関する記述があった方がよい。
- 日常点検、設備の補修・更新等の記録作成に関する記述があった方がよい。機器の点検については、メーカー推奨の点検頻度を示すとよい。ただし、既存のハンドブック等に記述されている場合は、参照するようにする。

(3) 技術上の問題

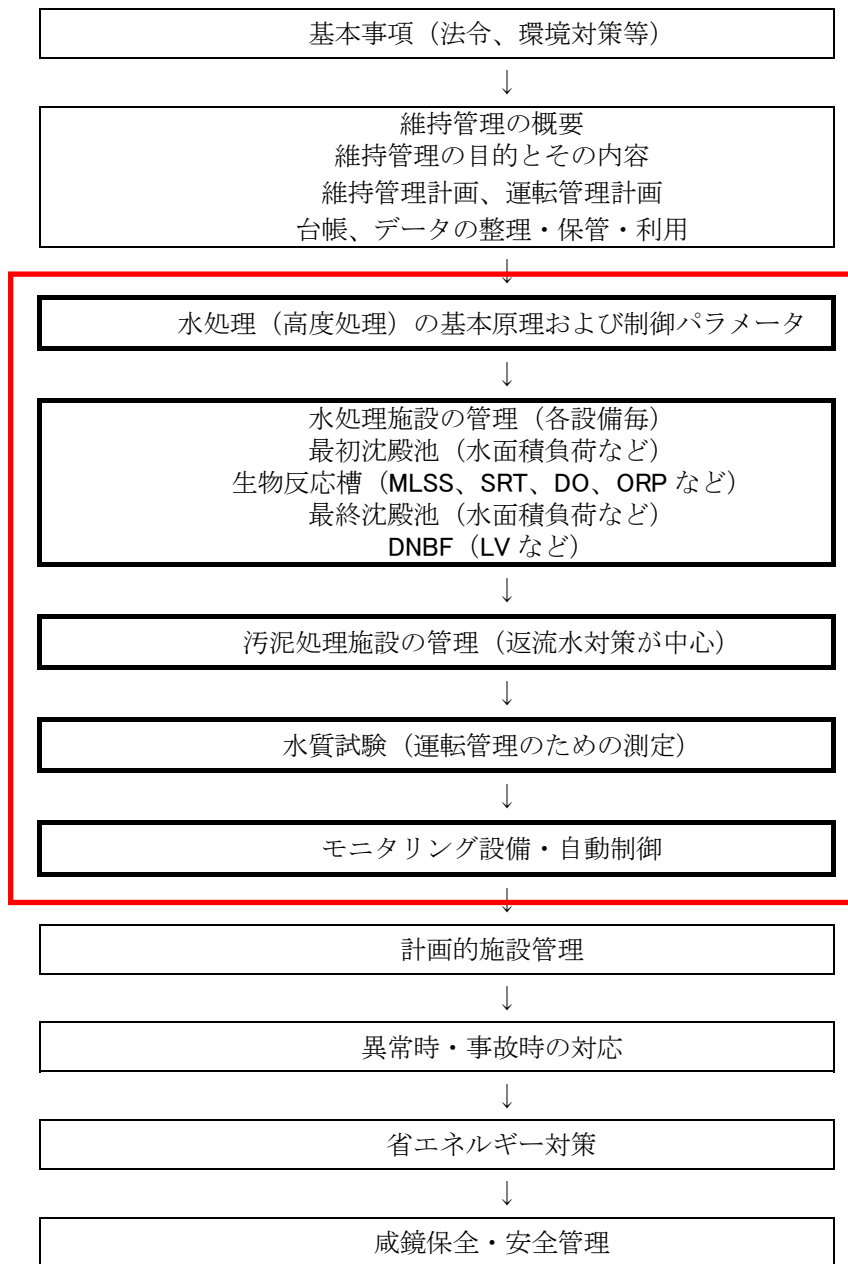
- 担体、膜の使用も考慮すべきであることから、これらの管理についても記述すべきである。ただし、中国国内では、この分野に関する十分な実績、データが得にくいと思われる。
- 中国国内では、流入水および処理水の検査は行われているが、運転管理を目的とした水質測定、調査が行われていない例が多い。このため、運転管理を目的とした水質測定、調査に関する記述が必要である。
- 制御パラメータに関して、例えば VFA (Volatile Fatty Acid) などは現場管理項目としては不適である。
- 大綱に挙げられているパラメータ以外に重要な項目としては以下のようなものが考えられる。

HRT、SRT、A-SRT、担体添加率、担体生物膜量、MLSS

送気量、酸素溶解効率

水量変動、水質変動、返流水負荷

(4) ガイドライン (ハンドブック) 構成のイメージ



(赤枠部分が本プロジェクトの主たる範囲)

C2-6 高碑店改造に関する提案

高碑店污水处理場の改造設計に当たり、「下水道施設計画・設計指針と解説」（2009年、日本下水道協会）、「ペガサス法標準設計（凝集剤併用型循環式ペガサス）」（2003、日本下水道事業団）に準拠し、処理法はA2O法を基本として、「高碑店污水处理場の改造設計のための初歩設計」（2011.05）が行われた。本初歩設計による各槽の容量計算結果のまとめからは、既存反応槽のみの改造では、必要なHRTが不足することがわかり、新たな施設建設を含むオプションが検討されている。

また、高碑店処理場を運営管理している北京排水集団においては、独自に担体添加法とA2O法をベースとしたHERoSプランとを比較検討し、担体プランの代わりとしてHERoSプランの改造を行うことには、明らかな経済的及び技術的な優位があるとの検討結果が示されている（【添付資料C2-1 「担体プランと高効率で安定した同時脱窒素脱リン（HERoS）プランの比較」参照】）。

なお、実際の高碑店処理場の改造設計においては、既存施設をA0法で運転し、最終沈殿池からの二次処理水を後脱窒槽において、有機物を添加しつつ、生物学的脱窒を行い、その後、再曝気槽を経て、膜（UF）ろ過＋オゾン接触池＋UV消毒プロセスが採用される予定である¹⁵⁾。本アップグレードは、2015年に竣工予定で、運転開始すると中国国内最大規模の再生水施設となる。施設建設後、100万tの再生水を水資源配分システムに接続し、電力発電施設へ工業冷却水として供給されるほか、一部の再生水は景観環境用水に使用される予定である¹⁵⁾。

ただし、本プロセスにおける後脱窒槽を用いる場合には、必要な有機分の供給量制御が課題であり、供給量が不足すると脱窒が十分起こらなくなり、過大に供給すると経済的でなくなるとともに、再曝気槽での負荷が高まることとなる。また、適正な有機物量制御のためには、二次処理水の有機物濃度のオンライン測定が必要となるが、これを行うセンサーの開発も課題となる。このため、北京市による上乘せ規制に対応するため、後脱窒が用いられるが、最終的には、担体添加の方法が用いられる予定であるとのことである。

C3. 大規模処理場のグレードアップに向けた設計指針・維持管理指針の作成と技術の普及

C3-1 大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針について

大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針・維持管理指針の作成および鎮レベル/SBRの高度処理に向けた設計指針・維持管理指針の作成に関しては、JICAよりプロジェクト支援業務（履行機関：2013年8月28日～2014年3月29日）として、SBMCに業務委託契約が行われ、7次の短期専門家派遣が行われた。

本プロジェクト支援業務の開始時点では、これまでのプロジェクトの活動によって、JICA側専門家と北京排水集団との間で協議・検討が行われ、大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針に関して、以下のドラフト案ができていた。（第一次調査における確認）

A20法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン（初稿）2012.04.14

北京排水集団、住宅都市農村建設部都市建設司、住宅都市農村建設部村鎮建設司

なお、本技術規範を起草した組織は、北京城市排水集団有限責任公司および北京市市政設計研究院等である。

本ガイドラインは、通常の二次処理による有機物・SS除去に加え、窒素・りんを除去するための高度処理法であるA20法を導入する場合に想定される種々の処理法に関し、解説を加えたものであり、以下の処理法が記載されている。

1. 生物処理プロセス
 - (1) 標準型A20
 - (2) 改良型A20（流入有機物を最大限利用する方法）
 - (3) A20+担体添加
 - (4) MBR法
2. 高度処理プロセス
 - (1) バッキ生物ろ過（二次処理後、生物ろ過により硝化を行う）
 - (2) 脱窒生物ろ過（二次処理後、嫌気ろ過に有機物を加え、脱窒を行う）
 - (3) 凝集沈殿と同時化学脱りん

本支援業務では、この初稿をベースに、検討を加え、本プロジェクトとしての成果としての最終的な大規模処理施設のグレードアップに向けた設計指針とすることとした。

検討の方法としては、ベースとなる草稿は、既存施設を高度処理施設に改造する場合に想定される種々の処理法に関し、これらの一般的な解説や特徴等が記載されていることから、これらの内容について、日本側から意見を述べ、日中双方で協議を行い、指針としてまとめていくこととした。（第二次調査における説明）

また、同草稿は、各種の処理法に関する説明は行われているものの、既存の二次処理で建設された処理場において、どのような手順で具体的にこれらの処理法の中から、その処理場に適した処理法を

選択していくか、といった処理法選択指針的な解説が少ないことから、これに関する記述を条文解説の中に入れ込むこととし、日本側より「A20 改造設計の要点」【添付資料 C3-1 参照】を示した。(第三次調査における協議)

本資料に基づいて、ドラフト設計指針案に選択指針的な内容を入れ込むこととし、具体的な記述内容に関して協議を行い(第4次調査における協議)、最終的に設計指針案としてとりまとめ、JICA および建設部に提出を行った(第5次調査)。

その後、日本側における専門家の意見聴取が行われ、建設部において日本側意見も合わせて中国側専門家による意見聴取が行われ、これらを反映してとりまとめが行われた(第6次調査)。

これらの一連の検討協議を経て最終的に取りまとめられた大規模改造設計指針は、本プロジェクトの成果の発表と普及促進を目的とした汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーにおいて、カウンターパートより説明が行われた(第7次調査)。また、最終成果である改造設計指針は、建設部からセミナー会場で、参加者に配布された。【E2. 節 参照】

これらの本プロジェクト支援業務において行われた7次の調査内容の概要を表 C3-1 に示す。また、「A20 法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン」(本文・条文解説)(2013.03)を、【巻末成果品資料1-1】に示す。

表 C3-1 大規模設計指針に関する短期専門家派遣

短期専門家派遣と派遣時期	専門家名	協議事項
第1次(2012.9.5-9.13)	川嶋幸徳、北川三夫	大規模改造設計指針の作成状況確認
第2次(2012.10.10-10.19)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也	大規模改造設計指針の内容確認と 今後の方針説明 高碑店処理場改造設計の状況確認
第3次(2012.10.30-11.9)	北川三夫、川口幸男	日本側より「A20改造設計の要点」を 示すとともに、ドラフト案に関する 意見交換
第4次(2012.12.2-12.7)	北川三夫、下川原拓也	「A20改造設計の要点」の具体的記述 内容に関する協議
第5次(2013.1.8-1.18)	北川三夫、川口幸男	大規模改造設計(案)のとりまとめ とJICA、建設部への提出
第6次(2013.3.6-3.12)	北川三夫、川口幸男	日中の専門家による意見の調整
第7次(2013.3.17-3.24)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也、松井田浩 之	クロージングセミナー(汚水処理場 高度化改善・省エネ技術セミナー) における内容の発表

C3-2 大規模処理施設のグレードアップに向けた維持管理指針について

本プロジェクト支援業務の開始時点では、これまでのプロジェクトの活動によって、JICA 側専門家と北京排水集団との間で協議・検討が行われ、大規模処理施設のグレードアップに向けた維持管理指針に関しては、北京排水集団の企業規格として、以下のガイドラインができていた。

北京排水集団企業規格 Q/BDC JS00X-GW0x-2012

A20 プロセス下水処理場 脱窒素脱リン運転保守技術ガイドライン

2012 - 08 - 31 発行、2012 - 08 - 31 実施、北京排水集団発行

北京排水集団企業規格 Q/PSJT XXX-2012

A20 プロセス下水処理場 脱窒素脱リン運転保守技術ガイドライン 条文説明

2012 北京

本ガイドラインにおいては、A20 に関するプロセス原理や、硝化、脱窒、生物学的脱リン、化学的脱リンに関する運転管理方法、水質検査・測定の方法、監視と制御、設備の定期検査及び保守管理、事故及び異常状況発生時の対応計画等について記載されている。(第1次調査における確認事項)

本業務では、この企業規格をベースに、検討を加え、本プロジェクトとしての成果としての最終的な大規模処理施設のグレードアップに向けた維持管理指針とすることとした。

ベースとなる企業規格の作成に当たっては、北京排水集団で標準型 A20 を採用している他の処理場(清河処理場等3カ所)におけるデータや経験等に基づき、標準タイプの A20 を対象とした維持管理指針である(前述の改造設計指針で記載されているこれ以外の処理法に関しては、記載されていない)。

今回のプロジェクトでは、二次処理を前提に建設された既存処理場の改造を行う場合の指針作成であり、当初から標準型 A20 として建設された処理場を対象とした維持管理指針では、本プロジェクトとは直接的には合致しない。

しかしながら、北京排水集団では、二次処理施設から高度処理施設に改造した処理場がまだ存在しないことから、現段階では、改造を実施した後の特定の方法を対象とした維持管理指針について記述することは、無理がある。このため、本プロジェクトにおける維持管理指針の位置づけとしては、二次処理で建設された既存施設を A20 に改造する際に、その基本となる標準型 A20 に関する維持管理指針とすることとした。(第2次調査における方針説明と状況確認)

また、現在の維持管理指針は、標準型 A20 に関する標準的な記述がメインであり、これを具体的に各処理場で適用する場合の方法論に関する記述が少ない。たとえば、MLSS に関して、標準的な値の範囲を示してあるが、具体的に各処理場でどのような点に留意して、MLSS を決めると良いかといった記述がない。

このため、最終的な指針としては、硝化、脱窒、生物学的脱リン、化学的脱リンに関し、どのような点に留意し、どういったパラメータを用い、これらがどのような場合にどういった対応をとるか、といった具体的な維持管理手法に関する記述を、条文解説の中に組み入れることとし、日本側より「A20

法の改造設計の要点」【添付資料 C3-1 参照】を示した。(第三次調査における協議)

本資料に基づいて、ドラフト維持管理指針案に具体的な維持管理の手法に関する内容を入れ込むこととし、記述内容に関して協議を行い(第4次調査における協議)、最終的に維持管理指針案としてとりまとめ、JICA および建設部に提出を行った(第5次調査調査)。

その後、日本側における専門家の意見聴取が行われ、建設部において日本側意見も合わせて中国側専門家による意見聴取が行われ、これらを反映してとりまとめが行われた(第6次調査)。

これらの一連の検討協議を経て最終的に取りまとめられた大規模改造設計指針は、本プロジェクトの成果の発表と普及促進を目的とした汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーにおいて、カウンターパートより説明が行われた。また、最終成果である維持管理指針は、建設部からセミナー会場で、参加者に配布された。(第7次調査)。**【E2. 節 参照】**

これらの本プロジェクト支援業務において行われた7次の調査内容の概要を表 C3-2 に示す。また、「A20 法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン」(本文・条文解説)(2013.03)を、**【巻末成果品資料1-2】**に示す。

表 C3-2 大規模維持管理指針に関する短期専門家派遣

短期専門家派遣と派遣時期	専門家名	協議事項
第1次(2012.9.5-9.13)	川嶋幸徳、北川三夫	維持管理指針の作成状況確認
第2次(2012.10.10-10.19)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也	維持管理指針の内容確認と今後の方針説明 高碑店処理場維持管理の状況確認
第3次(2012.10.30-11.9)	北川三夫、川口幸男	日本側より「A20維持管理の要点」を示すとともに、ドラフト案に関する意見交換
第4次(2012.12.2-12.7)	北川三夫、下川原拓也	「A20維持管理の要点」の具体的記述内容に関する協議
第5次(2013.1.8-1.18)	北川三夫、川口幸男	大規模維持管理設計(案)のとりまとめとJICA、建設部への提出
第6次(2013.3.6-3.12)	北川三夫、川口幸男	日中の専門家による意見の調整
第7次(2013.3.17-3.24)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也、松井田浩之	クロージングセミナー(汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー)における内容の発表

C 4. 大規模処理施設のグレードアップ技術普及のための研修

大規模処理施設のグレードアップ技術普及のための研修としては、第1次研修および第3次研修がある。

C 4-1 第1次研修 高度処理／効率的な污水处理設備に関する研修

(1) コース名：平成20年度 JICA 国別研修「高度処理／効率的な污水处理設備に関する研修」

(第1次研修)

(2) 研修期間： 受入期間： 平成20年7月26日～8月6日

(3) 研修員数： 19名

(4) 研修概要

本研修は、JICA の技術協力プロジェクトとして、実施されたもので、中央人民政府住宅都市建設部の李兵弟農村建設局長を団長に、北京市、昆明市、青島市などの大都市の下水道担当者および大学や研究機関の技術者19名が参加した。

一行は大阪府内で下水道事業についての講義を受けた後、琵琶湖流域下水道湖南中部浄化センターで高度処理施設を見学し、7月28日には名古屋市内で開かれた下水道研究発表会に参加した。翌29日には下水道展を見学し、午後からは、JICA 中部において本機構と企業5社が行った技術説明会に参加した。説明会では、基調講演として本機構が、日本における下水道技術の研究開発の現状と今後の方向性について説明した。一方、各企業の担当者からはそれぞれ得意とする分野の最新技術の紹介が行われた。

説明を受けた参加者からは、技術内容に関する質問が多数あり、日本の下水道技術への関心の高さをうかがわせた。一行はその後、京都市の鳥羽水環境保全センターや、瀬戸内市の牛窓浄化センター、総社市の美袋浄化センターを訪れ、8月3日には JICA 兵庫において第2回目となる技術説明会に参加した。ここでは、別の企業5社による技術紹介が行われた。

研修の最終行程では、堺市三宝下水処理場の MBR 施設、大阪舞洲スラッジセンターなど、今話題の最新施設を見学し、帰国前日には研修レポートの発表会なども開かれた。

C 4-2 第3次研修 「下水高度処理／運営管理」に関する研修

(1) コース名：平成23年度 JICA 国別研修「下水高度処理／運営管理に関する研修」

(第3次研修)

(2) 研修期間： 受入期間： 平成23年12月4日から12月17日

(3) 研修員数： 15名

(4) 研修概要

本研修は、カウンターパート機関職員および、中国国内の大都市、地方部から選抜された研修員を、本邦において研修し、日本の下水の高度処理施設の運営管理のノウハウと経験を学び、中国国内での下水処理施設の運営管理の質的向上に資する技術を習得することを目的として実施した。

本研修の前半部では、(1)日本の下水道、高度処理施設の運営管理の実態を中心に解説し、後半部では、(2)施設の高度な運転管理、管渠の維持管理や長期的な管理運営の手法としてのストックマネジメントを学ぶという研修デザインとなっている。

講義、研修では、研修員が、疑問点には数多くの質問を行うとともに、見学時には、講師以外の職員にも質問を繰り返すなど、研修への積極的な参加が見られた。

研修終了後、研修員からは、「日本の関連法規、基準、技術、プロセス、設備、管理の実績や理念、発展方向について理解を深めることができた。非常に勉強になった」。「中国での自分自身の業務に役立つ」等の回答があり、高い評価があった

(5) 研修コース日程

月日	講義	講義場所	講師/担当
12/4	Beijing>Tokyo(NRT)		
12/5	Briefing	TIC	TIC
	プログラム・オリエンテーション	TIC	SBMC
	日本の下水道(概論)	TIC	国土交通省下水道部 本田課長補佐
12/6	日本の下水道管理制度	TIC	国土交通省下水道部 新井係長
	窒素・リン除去の原理	TIC	日本下水道事業団技術戦略部 辻主査
12/7	処理水再生利用施設、高度処理施設 見学	多摩川上流水再生センター	東京都下水道局 本間主事
12/8	水質トラブルとその対応	TIC	日本下水道事業団関東・北陸総合事務所 若山課長
	水質測定機器とモニタリング	TIC	日本環境技術協会 後藤常務委員、安倍部会長
12/9	処理場管理(水処理設備、汚泥処理設備)	TIC	水ing(株) 吉田副参事 メタウォーター(株) 中村課長
12/12	処理場管理(高度な運転管理)	TIC	(株)エステム 塚越所長
12/13	管渠の維持管理(講義・実習)	管路研修センター	日本下水道管路管理業協会 田中専務理事
			〃 篠田常務理事
			〃 寺尾部長
12/14	維持管理実習・視察	新河岸川水循環センター	埼玉県下水道公社 青木副支社長
12/15	ストックマネジメント	TIC	日本下水道事業団事業統括部 日高課長
			〃 東日本設計センター 北川課長代理
12/16	研修評価・修了式	TIC	JICA 地球環境部、TIC、SBMC
12/17	Tokyo>Beijing		

PART- D 鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化

D 1. 鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化が必要な背景

D 1-1 中国における鎮レベルの小規模汚水処理場の状況

中国における汚水処理場の数は、1990年にはわずか数十箇所であったと言われている。2000年以後になって、「十五」（2001～2005年）、「十一五」（2006～2010年）において、CODの大幅な削減が目標に掲げられ、都市部を中心に汚水処理場の建設が加速された結果、その処理能力は急速に増加した（図 B1-4 参照）。

しかしながら、その整備の状況は都市規模により一様ではない。図 D1-1 は、下水道実施都市に関して、「十一五」までに実施した都市と「十二五」で実施予定の都市について、都市規模別にまとめたものであるが、水質汚濁の著しい都市・県レベルでは、「十二五」においてすべての市が下水道事業に着手する予定であるが、「十二五」終了時においても鎮・村レベルでは、まだ着手自治体数は、少ない状態である。

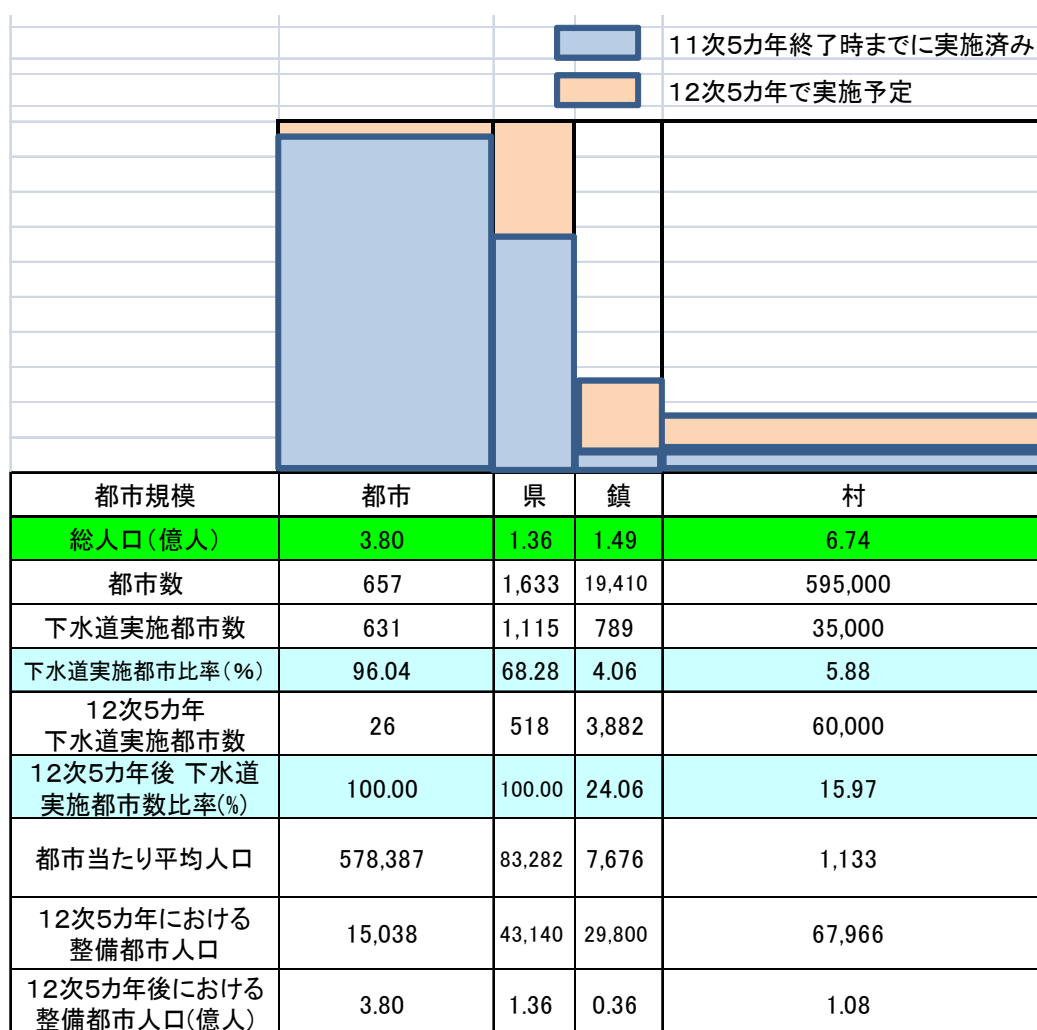


図 D1-1 中国 都市規模別水道実施都市比率¹⁴

また、住宅都市農村建設部によると、2012年3月末で、汚水処理場の数は3,198箇所、2010年末の2,739箇所から約460箇所増加、処理能力は1.38億m³/日で、2010年末の1.25億m³/日から約1,300万m³/日増加した¹⁶⁾。

この内訳は、全国657都市のうち639都市に汚水処理場が存在し、処理場は1,884箇所、その処理能力は1.15億m³/日である。

また、県人民政府所在地および部分建制鎮（都市以外）の汚水処理場は1,314箇所、処理能力は2,334万m³/日である。

これらをまとめると表D1-1のようになり、都市レベルの処理能力は全国の83%で、県・鎮・村レベルの処理能力は17%であるが、人口比では、県・鎮・村が72%を占めており、この表からも、今後、小規模処理場が必要となっていくことが理解できる。

表 D1-1 2011 年度における都市規模別下水道施設整備状況¹⁶⁾

	都市	県・鎮・村	合計
都市数	657		
下水道実施都市数	639		
処理場数	1,884	1,314	3,198
処理能力	115百万m ³ /日	23百万m ³ /日	138百万m ³ /日
	83%	17%	100%
処理場1カ所あたり 平均処理能力(m ³ /日)	61,040	17,504	43,152
人口比	28%	72%	100%
人口	3.8億人	10億人	13.8億人

なお、小規模処理場の定義は、日本では、設計指針において、おおむね人口1万人以下とされており¹⁷⁾、これは、鎮レベル、村レベルの平均人口規模（鎮レベル1都市平均人口；7,676人、村レベル1都市平均人口；1,133人）に相当し、今後、このような大規模の処理場とは異なる小規模処理場の特性（①流量変動が大きい、②技術者の確保が困難、③財政規模が脆弱、④土地の取得が大規模処理場と比較して容易等）に対応した整備手法の確立が重要になるものと考えられる。

なお、過去、日本においては、大規模処理場から徐々に中小規模の処理場に下水道整備の重点が移行していく過程において、大規模処理場の設計手法や思想をそのまま、小規模の処理場に適用し、施設の建設後の維持管理の段階で問題となったことから、小規模下水道特有の状況に対応するための指針「小規模設計指針」¹⁸⁾（初版は、1984年に作成されており、その後、1996年、2004年に改定されている）が、新たに作成された事例がある。

また、大規模・中規模以外で、今後、村鎮レベルの市町村の汚水処理を行っていくには、オンサイトとオフサイトの考え方（どういった基準で、両者を使い分けるか、あるいは、どういった地域にオンサイトを整備し、どういった地域をオフサイトで整備するかといった基準）も必要となっていくも

のと考えられる。

今後は、これらの小規模処理場や分散型処理、オンサイトの組み合わせによる整備が有効と考えられ、これを可能とするには、これらの建設費・維持管理費等のファイナンスのあり方や、運営管理面；オンサイトの場合は汚泥収集・処理手法等を含めた計画論や、技術論が必要と思われる。

一方、一般的に、小規模施設に多い処理方式は、OD法、SBR法等であるとされている。

日本では、SBRは「回分式活性汚泥法」呼ばれ、小規模施設向けの技術と考えられており、日本下水道事業団の「標準設計」は300～2,000m³/日の範囲に限定されている。

表D1-2は、2009年末における日本の処理規模別の処理プロセス採用処理場数を示したもの¹⁹⁾で、日本における小規模処理場では、OD法が最も用いられている。

また、SBR法に関しては、5千m³/日以下の処理場でその多くが用いられており（全72処理場の内、61処理場）、1万m³/日を超えるものは2箇所のみである。

表 D1-2 日本における水処理方式別処理場数（平成21年度末現在）¹⁹⁾

処理方式	5千未満	5千～10千	10千～50千	50千～100千	100千～500千	500千以上	合計
沈殿法	1		1				2
嫌気無酸素好気法		3	12	8	19		42
循環式硝化脱窒法	5	4	12	2	6	1	30
硝化内生脱窒法	1		1				2
ステップ流入式多段硝化脱窒法	2	2	11	4	5		24
嫌気好気活性汚泥法	13		5	3	10		31
標準活性汚泥法	41	49	321	119	119	13	662
長時間エアレーション法	36	5	2				43
酸素活性汚泥法	2	1	4	2	3		12
ステップエアレーション法			1	2	2		5
回分式活性汚泥法	61	9	2				72
好気性ろ床法	23	5					28
嫌気好気ろ床法	42	2					44
高速散水ろ床法		1	2				3
接触酸化法	11						11
回転生物接触法	10	6	1	1			18
土壤被覆型礫間接触法	31						31
高度処理オキシデーションデッチ法	45	8					53
オキシデーションデッチ法	819	95	33				947
その他	37	11	16	3	9		76
計	1180	201	424	144	173	14	2136
高度処理	108	30	72	33	86	7	336

2010年度末における中国における設計水量規模別の各処理法採用状況を、環境保護部による全国投
 污水处理廠名単(20110420)²⁰⁾から、処理法ごとに集計したものを表D1-3に示す。

全2,739処理場中、1万m³/日以下の処理場数は、260処理場で、小規模下水道の整備が今後、重要
 となっていくことが、本表からも理解できる。

処理法に関しては、OD法が最も多く採用されており、5万m³/日以上処理場でも、124箇所
 で採用されている(日本では、5万m³/日以上処理場では採用されていない。)

SBR法に関して、中国では10万m³/日を超えるSBR法の污水处理場が44箇所あり、日本とは状況
 が異なり、CASS法、CAST法に関しても同様な状況にある。総じて、中国においては、大規模、小規
 模といった規模に関係なく、処理法が採用されている傾向にあると考えられる。

なお、下表において着色しているSBR関係の処理法を全て合計すると、481カ所となり、これはOD
 法、A2O法に次いで多く採用されている処理法であり、本プロジェクトは、これらの処理法の中で、
 SBRに焦点をあて、小規模污水处理場におけるSBR法の応用評価および設計・運転管理ガイドライン
 の作成を行うものである。

表 D1-3 中国における設計水量別各処理法採用処理場数²⁰⁾

処理方式		5千未満	5千~10千	10千~50千	50千~100千	100千~500千	500千以上	合計
活性汚泥	標準活性汚泥法	7		150	49	47	6	259
AO	AO	40		111	29	33	4	217
多段AO	多段AO			6	2			8
A2O	A2O	20	1	240	75	95	2	433
倒置A2O	倒置A2O	2		6	2	2		12
AB	A-B法				6	4		10
BIOLAK	BIOLAK			60	10	2		72
SBR	回分式活性汚泥法	5	1	134	29	15		184
CASS	CASS	6	5	147	24	5		187
CAST	CAST			72	17	5		94
UNITANK	UNITANK		4	6	1	4	1	16
SBR関係 小計		11	10	359	71	29	1	481
酸化溝	オキシゲーションデイツ法	3	5	623	124	80		835
接触酸化	接触酸化	21		18	2	1		42
BAF	好気性ろ床	29		65	15	9		118
生物流化床	生物流動床	3	1	9	1			14
MBR	膜分離活性汚泥法	7		4	1			12
人工湿地	人工湿地	62		17	1			80
二級生化		12		13	3	6		34
物化+生化				9		5	1	15
人工快滲				11	1			12
懸鏈曝気				12	1			13
その他		22	4	39	5	2		72
合計		239	21	1,752	398	315	14	2,739

D1-2 カウンターパートの概要

小規模指針作成に関係するカウンターパートは、国家都市給水排水工程技術研究センターおよび
 SBR法の処理場を運転管理している昆明デン池投資有限責任公司である。

1) 昆明デン池投資有限責任会社の概要

「昆明デン池水務株式会社」は、昆明市内の処理場 8カ所を運営管理する株式会社であり、その親会社は、「昆明デン池水務公司」である（昆明デン池公司是、再生水運営会社と汚泥運搬会社の親会社でもある）。さらに、「昆明デン池水務公司」の株式は、持ち株会社である「昆明デン池投資有限責任公司」が 100%保有しており、将来、「昆明デン池水務公司」の株式は上場も予定されているとのことである。また、「昆明デン池投資有限責任公司」は、管路維持管理会社の株式も保有している。ちなみに、「昆明デン池投資有限責任公司」は、昆明市が出資している。（図 D1-2 参照）

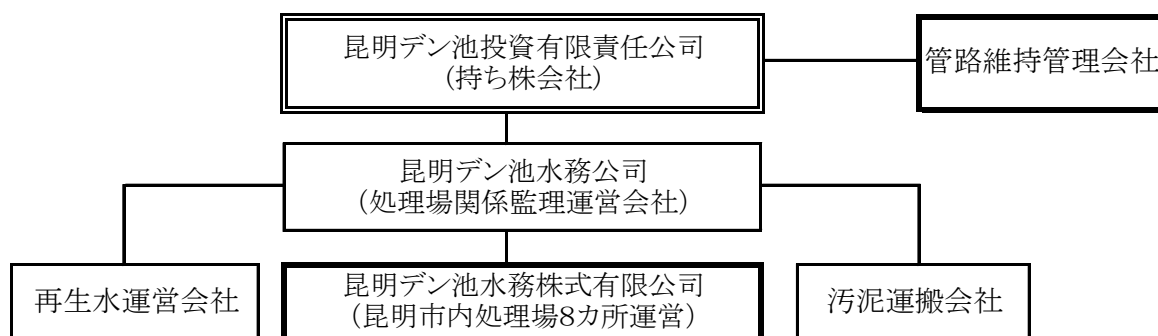


図 D1-2 昆明デン池有限公司の概要

昆明市内の処理場のオーナーは、昆明市であり、市は、「昆明デン池水務株式会社」に市内の処理場に関する長期の管理運営権を付与している。

「昆明デン池水務株式会社」の従業員は、約 300 人で、当水質センターには、30 人（このうち、技術者は 25 人）いる。第一処理場の供用開始からすでに 20 年近く経過しており、これまでの経験から、市内で採用されている種々の処理法に関する運転管理に関するノウハウを有している。このため、周辺の市町村から維持管理に関する技術援助要請があった場合、技術指導やアドバイス等を行っている。また、要請があれば、他の処理場の技術者を受け入れ、処理場内で現地研修も行っている。

市内には、8つの処理場があり、各々の処理法と処理水量は、表 D1-4 のとおりであり、全処理場の処理水量に対応する処理人口は、約 300 万人である。

処理場から発生する汚泥は、脱水ケーキとして埋め立て処理されている。処分地が不足しており、現在、汚泥の資源化や焼却を含めた将来の汚泥処分方法が検討されている。

表 D1-4 昆明デン池有限公司 維持管理処理場 概要

	処理法	処理水量 (万t/日)	備考
第1処理場	OD法	12	当初横型エアレータ 2005年縦型表面ばっき に変更
第2処理場	A2O	10	
第3処理場	ICEA	21	旧系列 15万t/日 新系列 6万t/日
第4処理場	MBR (ICEAから昨年MBRに変更)	6	
第5処理場	A2O	18.5	
第6処理場	A2O	13	
第7処理場	A2O	あわせて	
第8処理場	A2O	30	

合計 110.5

アンケート結果による第3処理場の設計水質は、表 D1-5 のとおりであり、ヒアリング結果による流入水質は、BOD (105mg/l)、SS (104mg/l)、N (15mg/l)、P (0.5mg/l) であり、放流水水質は、COD (20~40mg/l)、N(13~14mg/l)、P(0.3~0.4)であった。

表 D1-5 アンケート結果による設計水質

水质检测项目	进水 (新厂区)	SBR进水	SBR出水	出水 (一级A标)
BOD	141			10
COD	239			50
SS	168			10
总氮(T-N)	31			15
氨氮 (NH ₄ -N)	23			5
总磷(P)	4.5			0.5

なお、本プロジェクトにおける SBR 指針作成に当たっては、昆明市内の第3処理場等をモデルサイトとし、現地調査が行われるとともに、アンケート調査対象に含まれている。これらのデータは、アンケート調査回答データや、現地調査報告書としてまとめられている。

2) 国家都市給水排水工程技術センターの概要

「国家都市給水排水工程技術研究センター」は、「中国市政工程華北設計研究院」が、「中国科学技術部」の認可をもらい、同設計院の組織内に設立されているものである。

国家都市給水排水工程技術研究センターの業務としては、建設部や環境保護局の行うプロジェクトの事業評価や、建設部の行う下水道五カ年計画に関する事前調査や政策立案に関する各種調査・研究、国の各種研究プロジェクト等を行っている。なお、華北設計研究院は、国有企業である。

本業務の成果である「小城镇污水处理場 SBR 法設計・運転ガイドライン」の作成に当たっては、当

研究センターが前述の現地調査やアンケートデータのとりまとめ・解析、草稿の執筆等を行ってきており、本プロジェクトにおけるガイドライン作成に当たっての協議は、当センターと行った。

D 2. 鎮レベル污水处理施設の設計、維持管理の技術の普及

D 2-1 目的と経緯

本プロジェクトでは、鎮レベル污水处理施設の設計、維持管理の技術の普及を図るため、以下の活動を行うものである。

2-1-1 設計・運転管理の事後評価に関する現地調査・及びアンケート調査を実施する。

2-1-2 事後評価現地調査及びアンケートの解析を行い事後評価報告書を作成する。

2-2-1 鎮レベル污水处理施設のハンドブックを作成する。

2-2-2 鎮レベル污水处理場の適正な維持管理のためのハンドブックを作成する。

また、本プロジェクトの成果としては、これらの活動を包括的にまとめて、最終的に「小・中規模下水処理場 SBR 法 応用評価及び設計・運転ガイドライン」として、とりまとめを行うものであり、2010年のプロジェクト開始からの経緯は、以下のとおりである。

◎ 短期専門家

(1) 第3次短期専門家派遣 (2010年10月17日～11月6日)

三宅晴男、若林淳司

- ・高度処理改造設計及び運行管理セミナー (北京市)
- ・小規模污水处理場設計及び運行管理セミナー (昆明市)
- ・現地調査：北京 (高碑店、清河、北小河污水处理場)、
昆明 (第一、第三、滇源鎮、阿子營鎮污水处理場)

(2) 第4次短期専門家派遣 (2010.11.14-2011.01.28)

竹島 正

- ・小城镇污水处理場 (SBR) 事後評価調査準備および研修
- ・(事後評価アンケート、事後評価調査手引き、現地調査実地研修)

(3) 第7次短期専門家派遣 (2011.11.07-2012.02.25)

服部聡之

- ・事後評価調査 (アンケート、現地調査)、ハンドブック素案作成

◎ セミナーの開催

(1) 小規模污水处理場設計及び運行管理セミナー

開催日時：2010年11月3日

開催場所：昆明市でん池管理局

- 日本の小規模処理場の設計及び維持管理のポイント (日本下水道事業団 若林)

- 小規模処理場の運転ガイドライン大綱及び雲南省の汚水処理施設の現状について
(昆明理工大学)
- 中国設計規範の問題点とその対策案について (昆明市建築設計研究院有限責任公司)
 - ・ 昆明にて予定されていたプレゼンの一部 (SBRの維持管理実態調査に用いるアンケート調査表案; 顔氏) については北京にて実施された (C2-1 参照)

(2) 小規模汚水処理場事後評価セミナー (45名以上の参加)

開催日時: 2011年1月20日~21日

開催場所: 昆明市汚水処理運営有限責任公司大会議室

(1日目)

- 事後評価の意義と日本の事例について (JICA 短期専門家 竹島 正)
- 中国における今後の汚水処理場の管理について (JICA 短期専門家 竹島 正)

(2日目)

- 現地調査の実施について (JICA 短期専門家 竹島 正)
- 昆明第3処理場 SBR 現地調査報告 (昆明水質検測及汚水処理運転技術研究所 所長 匡伝霞)
- アンケート調査の実施について (国家城市給水排水工程技術研究中心 顔秀勤)
- 硝化速度および脱窒速度の測定研修 (昆明水質検測及汚水処理運転技術研究所 所長 匡伝霞)

(3) 汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー

開催日時: 2013年3月22日

開催場所: 北京新世紀日航飯店

詳細に関しては、E2. 節参照のこと。

最終成果である「小・中規模下水処理場 SBR 法 応用評価及び設計・運転ガイドライン」のとりまとめに当たっては、JICA よりプロジェクト支援業務 (履行機関: 2012年8月28日~2013年3月29日) として、SBMC に業務委託契約が行われ、7次の短期専門家派遣が行われた。

本プロジェクト支援業務開始時点では、前述の長期専門家および短期専門家等とカウンターパートとの協議・活動等に基づいて、回分式活性汚泥法 (SBR) の事後調査に関するアンケート調査票 (中文) が回収されており、この集計及び解析を行うとともに、調査票の解析結果やこれまでの現地調査をレビューした結果を踏まえて、事後評価報告書の内容や作成分担等についてカウンターパートと協議し、日中それぞれの担当部分の執筆及び報告書のとりまとめを行った。さらに、カウンターパートと意見交換を行いつつ、事後評価から得られる知見をもとにガイドラインの作成を行った。

プロジェクト支援業務開始時におけるガイドライン目次 (案) と日本側執筆状況を表 D2-1 に、当初原稿を添付資料 D1-1 に示す。

ガイドラインは、**基礎編**、**調査編**、**評価編**、**提言編**からなっている。

基礎編では、中国における水質汚濁状況や汚水処理の状況、汚水処理場の整備状況、SBR の原理と分類、SBR の設計手法等について、既存の情報や文献等に基づいて、とりまとめたている。

調査編は、既存の SBR を採用している処理場におけるアンケート調査や現地調査に基づいて、運転

方式や運転状況、水質調査結果等についてとりまとめたものである。

評価編は、前述の調査編を受けて、SBR に関する建設・維持管理、処理水質、設計パラメータ等に関する評価を行ったものである。

提言編では、基礎編で示した現状のとりまとめ、調査編で示したアンケート調査結果や現地調査結果、評価編における SBR 法の評価に基づいて、既存の処理場における運営管理手法や、新設処理場に対する設計手法等に関して、提言を行ったものである。

表 D2-1 当初ガイドライン（目次）

小城镇污水处理厂SBR工艺应用评价及设计运行指南	
目次項目(中文)	目次項目(和文)【着色部分は、当初日本側執筆状況】
(前言)	前言
I 基础篇	I 基礎編
1. 中国的污水处理情况	1 中国における污水处理の状況
1.1 中国の水環境状況と保护措施	1.1 中国における水環境汚染および汚濁負荷削減対策
1.2 中国的污水处理实施体制	1.2 中国における污水处理の実施体制
1.3 中国的污水处理厂建设情况	1.3 中国における污水处理場の整備状況
2. SBR工艺的原理与分类	2 SBR法の原理と分類
2.1 SBR工艺的原理	2.1 SBR法の原理
2.2 SBR工艺的特点	2.2 SBR法の特性
2.3 SBR工艺的衍生工艺	2.3 SBR法の応用・改良法
3. SBR工艺设计	3 SBR法の設計
3.1 国内外SBR工艺设计相·规范与指南	3.1 国内外におけるSBR法の設計基準および指針
3.2 SBR工艺的设计方法与要点	3.2 SBR法の設計方法と要点
4. SBR工艺运行管理【水中心】	4 SBR法の運転管理
4.1 SBR工艺运行管理相·规范与标准	4.1 SBR法の運転管理に係る標準、導則等
4.2 SBR工艺的运行管理方法	4.2 SBR法の運転管理手法
II 调查篇	II 調査編
1. 事后评价调查	1. 事後評価の概要
1.1 事后评价的目的与意义	1.1 事後評価の目的と意義
1.2 问卷调查	1.2 アンケート調査
1.3 現地调查	1.3 現地調査
2. 问卷调查结果	2 アンケート調査結果
2.1 污水处理厂基本信息	2.1 污水处理場基本情報
2.2 主要设备与构筑物情况	2.2 各設備の状況
2.3 SBR运行方法	2.3 SBR運転方式
2.4 运行管理	2.4 高度な運転管理
3. 现场调查结果	3 現地調査結果
3.1 调查对象处理厂情况	3.1 対象処理場の状況
3.2 运行情况	3.2 運転状況
3.3 水质调查的结果	3.3 水質調査結果
3.4 调查当日进出水水质及去除率	3.4 調査当日の流入水質と除去率
3.5 运行过程中的问题与解决问题的办法	3.5 運転および処理における課題と改善提案
III 评价篇	III 評価編
1 评价标准和评价方法	1 評価基準と評価方法
1.1 对进水条件的评价	1.1 流入条件からみた評価
1.2 对建设/运行经费的评价	1.2 建設/運行経費からみた評価
1.3 对出水水质(要求标准)的评价	1.3 処理水質(要求水準)からみた評価
1.4 对设施运行管理方面的评价	1.4 施設運行管理面からみた評価
1.5 设计参数的评价	1.5 設計パラメータの評価
1.6 运行参数的评价	1.6 運転パラメータの評価
2 评价结果与考察	2 評価結果と考察
2.1 对进水条件的评价	2.1 流入条件からみた評価
2.2 对建设/运营成本的评价	2.2 建設/運営コストからみた評価
2.3 对出水水质(要求标准)的评价	2.3 処理水質(要求水準)からみた評価
2.4 对设施(设备)和运行管理的评价	2.4 施設(設備)と運転管理からみた評価
2.5 设计参数的评价	2.5 設計パラメータの評価
2.6 运行管理参数的评价	2.6 運転管理パラメータの評価
IV 提高篇	IV 提言編
1 SBR工艺的设计	1 SBRプロセス設計
1.1 总则	1.1 総則
1.2 处理方法的选择	1.2 処理方法と選択
1.3 容积计算	1.3 容量計算
1.4 进水调节	1.4 流入調整
1.5 预处理	1.5 前処理
1.6 SBR反应池	1.6 SBR反応槽
1.7 深度处理	1.7 高度処理
2 SBR工艺的运行	2 SBRプロセスの管理
2.1 设施日常运行管理	2.1 施設の日常管理
2.2 水质检测	2.2 水質の監視と測定
2.3 过程监测	2.3 プロセスの監視と点検
2.4 提升处理效率的运行管理	2.4 効率的運転管理の提案
2.5 污水处理厂运行管理体系	2.5 污水处理場の運転管理体制
	資料編
	参考 雲南省における現地調査結果
	1. 調査対象処理場の状況
	2. 各污水处理場の運転条件
	3. 流入条件
	4. 建設/運営コストからみた評価
	5. 処理効率(要求水準)からみた評価
	6. 負荷変動に対する運転管理

D2-2 事後評価の目的と意義

新技術の開発、導入、普及に当たっては、技術の信頼性、効率性を高めるために、技術の開発段階だけでなく、導入後においても、実際に稼働している施設の運転、維持管理から得られた知見（長所、短所、問題点、解決方法など）を設計や効果的な運転手法の確立にフィードバックすることが有効である。

一方、中国においては、これまで施設の設計は各設計院で行われ、これらの施設の設計情報等は、施設の完成後、施設の維持管理を行う各自治体の公司等には、必ずしも十分伝達されてこなかった。逆に、施設の維持管理を行う各自治体の公司等から、施設の維持管理情報や次期施設設計に当たっての留意点等が、各設計院に反映されてきたとは言えない状況であった。

このため、本プロジェクトでは、SBR法が採用されているこれまで建設された処理場を対象として、アンケート調査や、現地調査を実施して、現状を把握するとともに、評価を行い、これらの結果から得られた知見に基づいて、既設の処理場や、今後建設される処理場に対する提言を行うものである。

日本下水道事業団では、技術開発→技術評価→技術の標準化を行っている。「事後評価」は、その最終段階において、既に稼働している施設を対象に、開発段階に期待した性能が発揮されているか、発揮されていない場合はその原因や改善方法、運転上の課題や解決方法などを把握する目的で実施するもので、実際の処理施設を対象とした「現地調査」や「アンケート調査」を行い、その結果を解析、評価するものであり、本プロジェクトでは、これらの日本での経験を活かし、中国側と協議を行うことで、ガイドラインを作成し、これを中国国内に示し、技術の普及を図るものである。

なお、今回は SBR 法についてのみの評価を行ったが、評価手法は他の処理法の評価にも応用できるものである。

D 3. SBR 法 応用評価及び設計・運転ガイドラインについて

D 3-1 SBR 法の原理と分類

1) SBR 法の原理

SBR の特長は、図 D3-1 に示すように、単一のタンクに反応タンクおよび最終沈殿池としての 2 つの機能を持たせていることで、「流入」、「ばっ気（攪拌）」、「沈殿」、「排水」という一連の工程（サイクル）の繰り返しが基本的な運転パターンである。

なお、現在では PLC（Programmable Logic Controller）の応用により様々な運転パターンを採ることが可能となっており、流入水の分割流入、好気運転と嫌気あるいは無酸素運転の切り替え等が比較的容易に行えるようになってきている。逆に、柔軟な運転が可能であることから、最適な運転パターンの設定には知識と経験が必要となる。

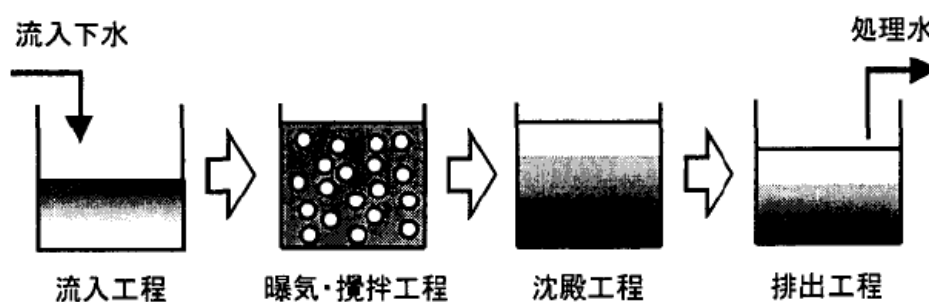


図 D3-1 SBR 法の基本運転パターン

2) SBR 法の分類

SBR 法には様々な改良法がある。その分類の方法には定まった方法は存在しないが、一般には、流入方式、SBR 槽の構造および汚泥返送の有無で分類される。流入方式は、大きく分けて「間欠流入」と「連続流入」がある。また、間欠流入は、「急速流入」と「緩速流入」に区別される場合もある。SBR 槽の構造は、生物選択区の有無で分類される。

なお、SBR 法に分類される処理方法には、「DAT-IAT 法」、「UNITANK 法」、「MSBR 法」など、順序式（Sequencing）運転や最終沈殿地を持たないなど SBR 法の特徴を持ちつつ、複数の槽を組み合わせる連続処理を可能とした処理方式も開発されているが、他の「伝統 SBR 法」、「ICEAS 法」、「CASS/CAST 法」などの「単一槽を使用し、流入水または排水の何れかを間欠方式」とする回分型処理方法とは異なる処理法として分類できる。したがって、本ガイドラインでは「伝統 SBR 法」、「ICEAS 法」、「CASS/CAST 法」を対象とし、その他の方式は概要の説明のみとしている。これらの方式について、流入方式と槽の構造に着目した比較を表 D3-1 に示す。（各処理方式に関しては、【巻末成果品資料 2-2】を参照）

表 D3-1 各種 SBR 法の比較

処理方式	流入方式	予反応区 (生物選択区)	無酸素区	汚泥返送	排水方式
伝統 SBR	間欠	無	無	無	間欠
ICEAS	連続	有	無	無	間欠
CAST	間欠	有	有	有	間欠
CASS※	連続	有	有	有	間欠

※ICEAS 法を基本とし、これに汚泥返送を付加して窒素およびりん除去効率の向上を図っているものを「改良型 ICEAS」と呼ぶ場合がある。

D 3-2 SBR 法の基本パラメータ

SBR に関する主なパラメータには以下のようなものがある。

- (1) 基本的パラメータ
 - ①流入水量および変動比（日間変動）
 - ②設計水質／BOD-SS 負荷
 - ③設計水温
 - ④滞留時間
 - ⑤サイクル数（1 サイクル所要時間）
 - ⑥引抜比（排水比）
 - ⑦MLSS 濃度
 - ⑧必要空気量／酸素移動効率
 - ⑨処理水質
- (2) 施設構造に関するパラメータ
 - ⑩予反応区（生物選択区）容積比（CASS または CAST）
 - ⑪無酸素区容積比（CASS または CAST）
 - ⑫SBR 槽水深
 - ⑬上澄水排出装置堰長／越流負荷
 - ⑭流量調整槽
- (3) 運転に関するパラメータ
 - ⑮流入方式（間欠、連続、分断）
 - ⑯流入時間
 - ⑰ばっ気／攪拌時間

D 3-3 アンケート調査および現地調査について

1) アンケート調査

(1) 対象地域

中国国内における SBR 法の汚水処理場（都市排水）は、2010 年末現在で約 312 箇所とされている。（「全国投運城鎮汚水処理施設清單」（環境保護部））。

本来、これらの処理場すべてを対象として調査を行うことが望ましいが、中国では地域毎の条件（気候、社会・経済、給水量、流入水質等）が著しく異なること、中国国内でこのような調査を行った経験がほとんど無いことなどから、全国の汚水処理場を対象にした調査ではなく、地域を限定して実施することとし、いわゆる「三湖」を抱える地域である、江蘇省、安徽省および雲南省を対象とした。

なお、アンケート調査では、対象とする処理法の施設数、分布、およびアンケート回収率等を考慮し、アンケート結果の代表性が確保されるようにする必要がある。これを補うため、建設部が整備している汚水処理場データベース、および既存の文献を利用した。

(2) 対象処理場

「全国投運城鎮汚水処理施設清單」（環境保護部）によると、対象地域である 3 つの省には、2010 年末現在、58 箇所の SBR 施設が稼働している。ただし、住宅・都市農村建設部から提供されたリストでは 49 箇所であった。これらの資料をもとに精査し、既に他の方式に改造した箇所等を除いた 39 箇所にアンケート調査表を送付した。各省の対象処理場数は表 D3-2 のとおりである。

表 D3-2 アンケート調査対象処理場

	江蘇省	安徽省	雲南省
全国投運城鎮汚水処理施設清單	43	2	13
住宅・都市農村建設部	31	2	18
アンケート送付	25	4	12

(3) アンケート調査表

アンケートの調査表を作成するときは、必要な情報を得るとともに回答者に過度の負担がかからないように設問数、内容および回答方法を工夫する。（例えば、選択式にする、記述式の場合は回答例をつける、用語解説をつけるなど）、また、データの整理、解析を容易にするため、できるかぎり数値化しやすいうようにすることなどが重要である。

今回の調査では、日本でこれまで実施した調査を基に、中国側の意見を聴きながら調査表を作成し、北京市、昆明市の汚水処理場における試験実施を経て、調査を行った。なお、アンケート調査の構成は次項に示すとおりである。

◎アンケート調査表の構成

アンケート調査の設問は、調査結果を受けて実施する SBR 法の評価と密接な関係を持つように設定されている。SBR 法の評価は、主に下に示す視点（観点）で実施する（各評価基準については「評価編」で記述する）。

①実際の設計パラメータの確認

設計パラメータについては、各処理法毎に標準的な値または範囲が設定されている。ただし、中国では、各設計院が独自のノウハウをもって設計を行ってきたことから、実際にどのような値が用いられているかという点について、それぞれの汚水処理場の特性（水量、水質、水量変動など）との関係に注目して確認を行う。

②SBR法の利点の確認

「基礎編 2.2 SBR法の特長」で整理したSBR法の特長(利点)、例えば必要敷地面積が小さい、運転管理が容易、建設/運営コストが低いなどについて、実際の状況を把握する。

③放流水質に対する要求と対応

前述したように、放流水質に対する要求が高い場合、SBR法単独では要求基準を満たすことは困難で、凝集剤添加、ろ過などを追加する必要がある。このことから、ICEAS、CAST/CASSを含めたSBR法で期待できる処理効率レベルを把握する。

④処理の安定性確保のための方策

小規模污水处理場では、日間、年間の水量および水質変動が大きい。また、中国では多くの処理場で、いわゆる「截流式合流制」が採用され、雨天時には雨水が流入し、水量、水質が大きく変動する。これらの影響、施設設計および運転管理における対応策を把握する。

⑤運転管理方法

SBR法の特徴は、工程時間の調整を比較的柔軟に行えることである。しかし、その反面、多数のSBR池を持つ污水处理場では、運転を最適化するための調整は高度な技術と熟練が必要と言われている。この点について、実際の污水处理場でどのような調整が行われているかを把握する。

⑥モニタリング(水質及び運転監視)

中国の污水处理場では、水質測定は流入水と放流水について必要最低限の項目、頻度で実施されている場合が多い。また、SBR池内にはMLSS計、DO計などの機器が設置されていても、適切なメンテナンスがされていない、またはデータを適切に運転管理に利用できていないなどの問題がある。また、SBR法の運転管理を最適化するため、モニタリング機器とPLC(Programmable Logic Controller)を組み合わせた自動化も行われている。このような背景から、污水处理場で行われているモニタリングの状況を把握する。

⑦トラブルの状況と対応

日本では、「回分式活性汚泥法」において、流量変動への対応、スカムの発生などのトラブルが問題となった。また、導入初期において、上澄水排出装置のトラブルが多発した。さらに、散気装置の目詰まり等のトラブルも懸念される。このため、これらトラブルの発生状況とその対応状況を把握する。

なお、これらの事項を勘案して作成されたアンケート表を、【巻末成果品資料2-1】に示す。

2) 現地調査概要

(1) 現地調査の計画

アンケート調査は、広く、全体統計的な調査分析を行うのに適しているのに対して、現地調査はアンケート調査で把握することが難しい、より具体的な個別課題を掘り下げ、解決策を探ることが可能である。このため、日本で実施している事後評価では、アンケート調査の結果を参考に次のような観点で現地調査対象処理場を選定した。

- ① 放流水質、トラブルの発生状況、処理経費等に問題がある污水处理場を優先的に選定し、その原因と対応策を検討して評価に反映する。
- ② ①で選定した污水处理場と対比するため、処理状況が良好な施設を選定する。

現地調査の回数および実施時期については、年4回、春夏秋冬それぞれの季節に実施することが望ましい。特に、硝化菌は水温の影響を受けやすいことから、窒素除去を目的としている施設の調査では、冬季の調査が必須である。

なお、汚水処理場の選定にあたっては、運転開始後数年を経過し、実際の流入負荷（水量、水質）が設計とほぼ同等であることが望ましい。これは、設計条件と運転条件がほぼ一致し評価に適していること、運転技術者が運転に習熟し、トラブルに対する対応など一定の運転方法が確立されていること、運転および水質に関するデータが蓄積されていることなどの理由による。

(2) 現地調査対象処理場

アンケート調査の実施時期が当初の予定より大幅に遅れたため、今回の現地調査では、アンケート調査の結果をみて対象処理場を決定することができなかった。このため、処理方式、施設規模、供用開始後年数等を考慮して調査箇所候補を選定し、最終的に、住宅・都市農村建設部が指定した8処理場のうち、事情により調査できなかった2箇所を除く6箇所で調査を実施した。調査対象処理場は江蘇省1箇所、安徽省1箇所、雲南省4箇所で、うち従来型SBR法が1箇所、CASS法が3箇所、ICEAS法が2箇所である。

具体的な現地調査実施の手順を、【添付資料 D3-1】SBR現地調査実施手順書に示す。

3) 文献調査

日本で事後評価を行う場合、一般に、「アンケート調査」と「現地調査」を行い、その結果を解析、評価する。今回の調査では、これらの調査に加え、中国国内で発表されているSBRに関する文献を収集し、これを補足的な資料として用いることとした。これは、今回のアンケート調査が全数調査でないこと、中国における同種の調査の経験から、アンケート回収率およびデータの信頼度が必ずしも高くないことが予想されたことによる。

D3-4 調査編、解析編、提言編について（プロジェクト支援業務）

前述のように、プロジェクト支援業務において、アンケート調査の集計及び解析を行うとともに、調査票の解析結果やこれまでの現地調査をレビューした結果を踏まえて、事後評価報告書の内容や作成分担等についてカウンターパートと協議し、担当部分の執筆及び報告書のとりまとめを行った。さらに、カウンターパートと意見交換を行いつつ、事後評価から得られる知見をもとにガイドラインの作成を行った。

D3-5 作成経緯

これらの業務は、第1次から7次までの現地調査とこの間の国内業務より行われた。各次における現地調査の概要を以下に示す。

(1) 第1次調査（2012.9.5-9.13）

ガイドライン作成状況の確認を行うとともに、日本における「小規模下水道により計画される地域の特徴」、「回分式活性汚泥法標準設計までの経緯」（下記参照）、日本下水道事業団技術評価委員会に

よる「回分式活性汚泥法の評価に関する第一次報告書」および「第二次報告書」（【添付資料 D3-2、参照】）、を示し、今後の進め方等に関し、協議を行った。

小規模下水道により計画される地域の特徴

- 1) 都市近郊および観光地の一部の集落を除いて、急激な社会的変動が生じる可能性が小さい。
- 2) 計画区域が小さく、かつ、処理区域内の生活様式が類似していることが多く、流入下水の水量および水質の変動が大きい。
- 3) 処理水の放流先が流量の少い小河川、小湖沼、農業用水路等で、処理水の影響をうけやすい。
- 4) 下水道の運営にあたって、地域住民との密接な連携を図りやすい。
- 5) 計画汚水量が少ないので、特定の事業場からの排水による水量、水質の年間変動、日間変動の影響を受けやすい。
- 6) 一般に、一人当たりの建設費、維持管理費が割高となる傾向がある。
- 7) 汚泥の発生量が少なく、近辺に緑農地（森林、牧草地、ゴルフ場、公園等）が多いことから、下水汚泥の緑農地利用を行いやすい。
- 8) 故障時や維持補修に対し、技術者の確保が困難でメーカーによる迅速なサービスを得がたい。
- 9) 小規模下水道を計画する自治体は、一般に財政規模が小さく、財政力に応じた計画を立案する必要がある。

回分式活性汚泥法標準設計までの経緯

1986年11月；回分式活性汚泥法の評価に関する第1次報告書

当時日本では、下水道の重点が大都市から中小都市に以降しており、下水道の規模も小さくなるにつれ、回分式活性汚泥法が注目される。

当時、諸外国では、実績があったが、日本では3ヶ所程度しか採用している都市がないことから、日本下水道事業団技術評価委員会は、昭和60年8月に出された日本下水道事業団理事長の諮問に応じ、回分式活性汚泥法の除去特性、特徴等について一般の都市下水を使用したパイロットプラントによる実験結果等に基づいて審議し、その結果を「第1次報告書」として報告した。

1988年5月；回分式活性汚泥法の評価に関する第2次報告書

「第1次報告書では、標準活性汚泥法と同程度の高負荷の範囲の評価を行った。その後、汚泥発生量の低減や、ため込み運転による維持管理作業の軽減等を図るために、オキシデーションデイチ法等と同程度の低負荷の範囲で、パイロットプラントによる調査を進めてきた。これらの調査結果をつけ加えて、明らかになった事項について審議した結果を、「第2次報告書」として報告した。

1990年10月；回分式活性汚泥法設計指針(案)作成

→下水道事業団内部向け

1994年；下水道施設計画・設計指針と解説 1994年版（下水道協会）

小規模下水処理場の水処理方式の一つとして回分式を記載

1996年；小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（下水道協会）

小規模下水処理場の水処理方式の一つとして、回分式を記載

1999年1月；回分式活性汚泥法標準設計(内部資料)

1996年10月版の改訂版。下水道事業団内部で活用

2001年；下水道施設計画・設計指針と解説 2001年版（下水道協会）

その後の事後評価等を受けて、回分式の内容を改定
(調整池の設置を標準化等の改定)

2009年；下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版（下水道協会）

その後の事後評価等を受けて、回分式の内容を改定

(2) 第2次調査(2012.10.10-10.19)

小規模ガイドラインの章構成を確認するとともに、第2編調査編のドラフトを受け取り、内容について協議を行う。また、評価編の執筆に関し、改めて、目次(案)を勘案しながら、日中双方の執筆分担・役割分担の協議を行った。

(3) 第3次調査(2012.10.30-11.9)

日本側より、評価編の詳細な目次案と記述内容のポイント案を提示するとともに、評価編の考え方や、データのとりまとめ手法とそれに基づいた考察内容等について説明を行う。

また、中国側より、提言編の草案の提示があった。今後、提言編の位置付け、つまり、基礎編や調査編、評価編との関係(つまり、既存の文献や、アンケート調査・現地調査、およびこれらの解析で、どこまでが明らかとなり、現状の課題はどういったもので、これらに対して、今回のプロジェクトで、どういったことを提言するかといったことが重要)を念頭において、とりまとめを行うこととした。

(4) 第4次調査(2012.12.2-12.7)

基礎編・調査編・評価編に関して、草稿ができあがり、最終的な意見調整を行う。
提言編に関して、調査編や、評価編で明らかとなった課題(例えば、流量変動や高度処理対応への制御手法等)に対して、ガイドラインとしてどのような提言内容とするかが非常に重要であるので、これらを念頭におき、最終的原稿をとりまとめることとした。

(5) 第5次調査(2013.1.8-1.18)

基礎編、調査編、評価編、提言編に関して、JICA、建設部に提出するための最終的な打合せを行った。

(6) 第6次調査(2013.2.6-2.12)

その後、日本側における専門家の意見聴取が行われ、建設部において日本側意見も合わせて中国側専門家による意見聴取が行われ、これらを反映してとりまとめが行われた(第6次調査)。

中国側専門家の主な意見のうち、今回の指針への反映が難しく今後の課題とされたものには次のようなものがある。

- 1) 中国語タイトルにある中小型という言葉がわかりにくい(中規模、小規模の定義が中国では定まっていない)
→ 「日本では、小規模処理場は1万人以下という定義がある。、これ以下の処理場は、流量変動

が大きい、財政基盤が脆弱、技術者の確保が困難といった大中規模の処理場とは異なる特性があり、小規模処理場のための指針が整備されている」といったことを日本側から説明。中国には、このような概念がないことから、委員の発言となったと思われ、今後、これらの検討が必要と考えられる。

- 2) 流量変動が大きい場合、調整池の設置等の対策を行うとあるが、より具体的に、どのような場合に、調整値の設置が必要か書き込めないか。
→ 今回のデータでは、そこまでは書ききれないため、今後の検討課題とした。ただし、日本の場合、どのような書き方をしているか、参考に示すことは可能と思われる（例えば、日帰り観光客の多い観光地、計画区域の小さい処理場等）
- 3) 今回の事後評価から、SBRの課題が明らかとなったが、どのような場合にSBRが適用できるかといったSBRの適用条件は明示できないか。
→ 今回のデータでは適用条件の提示は難しいので、今後の調査・検討課題とした。
- 4) 提言編の部分で、本ガイドラインに示されているパラメータをまとめることができないか。
→ 体系的な整理には時間を要するので、今後の課題とした。
- 5) 各種のSBRの改良型 ICEAS、CASS 等について、これらの特性評価はできないか。
→ 今回のデータでは、評価を行うのに十分なデータがとれていないので、今後の調査・検討課題とした。

(7) 第7次調査

これらの一連の検討協議を経て最終的に取りまとめられた「小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価および設計・運転管理ガイドライン」は、本プロジェクトの成果の発表と普及促進を目的とした汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーにおいて、カウンターパートより説明が行われた。【E2. 節 参照】また、最終成果である SBR ガイドラインは、建設部からセミナー会場で、参加者に配布された。

これらの本プロジェクト支援業務において行われた7次の調査内容の概要を表 D3-3 に示す。また、「小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価および設計・運転管理ガイドライン(2013.03)」を、【巻末成果品資料2-2】に示す。

表 D3-3 小規模ガイドラインに関する短期専門家派遣

短期専門家派遣と派遣時期	専門家名	協議事項
第1次 (2012. 9. 5-9. 13)	川嶋幸徳、北川三夫	ガイドライン作成状況の確認 昆明市内SBR処理場 現地確認
第2次 (2012. 10. 10-10. 19)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也	ガイドライン作成に関する今後の方針説明・協議
第3次 (2012. 10. 30-11. 9)	北川三夫、川口幸男	調査案に関する解析手法の提示 評価編目次案と記述内容のポイント案の提示 提言編に関する協議
第4次 (2012. 12. 2-12. 7)	北川三夫、下川原拓也	基礎編草稿に関する協議 調査編草稿に関する日本側コメント 評価編草稿に関するコメント 提言編に関する協議
第5次 (2013. 1. 8-1. 18)	北川三夫、川口幸男	ガイドライン (案) の最終的意見交換・とりまとめ
第6次 (2013. 3. 6-3. 12)	北川三夫、川口幸男	日中の専門家による意見の調整
第7次 (2013. 3. 17-3. 24)	北川三夫、川口幸男、 下川原拓也、松井田浩之	クロージングセミナー (汚水処理場 高度化改善・省エネ技術セミナー) における内容の発表

なお、本プロジェクトでは、設計・建設された SBR 法が採用され、維持管理されている処理場 [Plan (計画) →Do (実行)] を対象にアンケート調査や現地調査を実施するとともに、設計諸元や管理運営状況を把握し、これらを解析・評価 [Check (評価)] し、提言 [Action (見直し)] を行った。

このような事業評価の手法を採用し、中国で現在すでに操業している中・小型 SBR 法汚水処理場の運転状況に対し、調査と評価を行うとともに、解析を行った結果、今後の設計と運転管理の中に反映すべき重要な問題点と事柄が抽出され、これらに対する提言を行い、小規模ガイドラインとしてとりまとめた。例えば、いくつかの従来型 SBR 法が持っていた長所が、高度処理を目的として発展して来た改良型 SBR 法では、すでに著しくなくなっている。また、OD 法などに比べ、SBR 法は流入負荷、特に水量変動への対応が難しく、しかも中・小規模の汚水処理場は往々にしていずれも流入負荷の変化が大きいという問題を抱えており、流入水の貯留と調整の機能を追加しなければならない。改良型 SBR 法の構造と装置は比較的複雑で、特に窒素・リン除去を行う場合、非常に高度な操作技術および更に厳格な制御が必要とされる。

ただし、本ガイドラインの作成に当たっては、調査期間と入手情報等に限りがあり、運転状況を正確に評価するための統計的解析が完全ではなく、いくつかの問題についても具体的提案を提供できておらず、問題解決の方向を示す程度に留まっている。今後、更に幅広く、綿密な調査研究が展開され、設計と運転管理で活用できる具体的解決方法をより多く探索することが期待されている。

また、事後評価という手法が、今後の中国において他の汚水処理法、あるいは導入および研究開発される技術の中で幅広く応用されることが望まれるとともに、中国において、今後このような制度が確立され、良好な施設の設計・建設・管理・運営を継続的に行うためのPDCA サイクル [Plan (計画) → Do (実行) → Check (評価) → Act (改善)] の4段階が繰り返されることによって、業務を継続的に改善していくことが望まれる。

D 4. 第2次研修 「下水高度処理の計画と設計／事後評価」に関する研修

(1) コース名：平成21年度 JICA 国別研修「下水高度処理の計画と設計／事後評価」

(第2次研修)

(2) 研修期間： 受入期間： 平成21年6月14日から7月2日

(3) 研修員数： 15名

(4) 研修概要

本研修は、カウンターパート機関の職員および、中国国内の大都市、地方部から選抜された研修員を、本邦において研修し、日本の下水の高度処理の設計ノウハウと経験を学び、中国国内で適用する設計ガイドラインの策定に関連する技術を習得することを目的としている。

本研修の到達目標は、研修参加者が下水の高度処理施設の施設設計（改造設計を含む）、小規模下水道施設の効率的整備（高度処理を含む）、施設設計および運営管理に関する事後評価手法、汚水処理場の計画、設計、建設、運営管理における最適化のためのマネジメント手法を習得することにある。

本研修のデザインマトリクスは、到達目標に沿った内容で政策判断に必要な情報習得を行うことを目標とし、前半部で、(1)大規模処理場、中小規模処理場、下水汚泥集合処理施設、管渠工事、啓発施設の視察、後半部で、(2)契約図書、研修、試験研究加え、(3)日本の下水道事業の概要・体制、国際交流等の視察を行うこととなっている。

本研修終了後、研修員からは、「日本の経験と先進的技術を学べた。」、「国内の水処理レベルの向上にとって、研修は適合していた。」とのコメントがあった。

(5) 研修コース日程

月日	講義	講義場所	講師／担当
6/15	Beijing>Tokyo (NRT)		
6/16	Briefing	TIC	
	プログラム・オリエンテーション	TIC	
	日本の下水道の歴史	TIC	国土技術政策総合研究所 榊原下水道研
	下水道法と汚水処理の体系	TIC	国土交通省下水道部 角谷係長
6/17	日本の高度処理の現状と動向	TIC	日本下水道事業団国際室 水田副参事
	(見学) 落合水再生センター	落合水再生センター	東京都下水道局計画調整部 小池主査ほか
6/20	高度処理施設の設計 (講義)	TIC	日本下水道事業団技術戦略部 辻主査
6/21	高度処理施設の設計 (講義)	TIC	日本下水道事業団技術戦略部 辻主査
	既存施設の改造設計・実施例	TIC	㈱日水コン東部下水道事業部 田原課長
6/22	高度処理施設の設計 (演習)	TIC	JICA 川嶋専門家
6/23	汚水処理整備構想 (農村集落排水)	TIC	(社) 地域環境資源センター 杉田主席 研究員
	小規模下水道の計画・設計		
6/24	事後評価の事例研究 (講義)	TIC	日本下水道事業団技術戦略部 川口分室長代理
	(見学) 北多摩二号水再生センター	北多摩二号水再生センター	東京都下水道局流域下水道本部 野澤係長
6/27	(見学) 小河内浄化センター	小河内浄化センター	奥多摩町地域整備課 大館係長ほか
6/28	(見学) 南部下水道センター	金沢水再生センター 南部汚泥資源化センター	横浜市環境創造局 宮内係長ほか
6/29	日本の下水道技術紹介	(社) 日本下水道協会	㈱石垣 汪主任、水ing (㈱) 石川汚泥技術 部長
	日中における汚水処理の現状と技術協 力	(社) 日本下水道協会	国土技術政策総合研究所 榊原下水道研 究官ほか
6/30	研修評価・修了式	TIC	JICA 地球環境部、TIC、SBMC
7/1	Tokyo>Beijing		

PART-E プロジェクト支援業務におけるキャパシティデベロップメント、 および汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーについて

E 1. キャパシティデベロップメント（CD）について

プロジェクト支援業務においては、カウンターパートにおける CD の支援を行った。CD とは、「個人、組織、制度や社会が、個別にあるいは集合的にその役割を果たすことを通じて問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセス」とされている^{21）、22）}。

この定義に基づいた本業務における目標は、大規模施設の改造設計・運営改善および小規模汚水処理施設の高度処理化による水質改善であり、CD とはこれらに関する設計指針や維持管理指針、ハンドブック等を作成・普及させることにより、目標を達成していく能力の発展プロセスと考えられる。

したがって、本支援業務においては、単に大規模汚水処理場の改造設計・維持管理指針の作成支援や小規模汚水処理場のハンドブックの作成を支援することのみならず、これらを通じて、中国における個人、組織、制度や社会の水質保全を達成していく能力の発展プロセスを重視する（支援する）こととする。

なお、本支援業務における対象は、主としてこれらの指針作成に関連している組織を中心にとらえることとし、他の対象である個人、社会については、組織の中における個人、組織を通じた社会といったとらえかたを行うこととする。

このような方針に基づいて、本業務では、以下のような方法と内容により CD を行う。

- 1) 業務開始後、大規模処理場の改造指針、小規模処理場の高度化指針に係る中国国内の組織に関して、これら組織の役割や各々の関連についてとりまとめる。
- 2) 上記に基づき、目標（大規模施設の改造設計・運営改善および小規模汚水処理施設の高度処理化による水質改善）を達成していく過程における各組織の現状の課題や、問題点等に関し、整理し、とりまとめを行う。
- 3) これらの課題や問題点に関する解決手法やソリューションに関する検討を行う。

なお、これら CD の実施における日本側の役割は、ファシリテーターとしての役割であることを自覚し、各問題点に関する解決手法やソリューションの検討については、中国国内の各組織のインセンティブを尊重することとする。具体的には、各課題に関する日本におけるノウハウや、技術、制度等については、日本における解決策の事例として紹介し、具体的な中国における課題解決については、中国側の各組織において、中国の現状を踏まえた上で、課題解決のための検討が行えるよう本業務を運営する。

なお、CD とは、問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセスであり、本プロジェクト終了後も継続して行われるものである。その一方で、本支援業務の実施期間は限られていることから、これらの課題解決の手法は、本プロジェクト終了後も定着・応用できるようなものを目指すこととし、例えば、他の指針類を作成する場合等に、本支援業務にお

ける検討結果が活かされるようなものを目指すこととする。

また、従来の技術協力の観点は、日本の技術や制度等を前提とし、これを相手国に適用あるいは移転することにより課題の解決や、スキルや能力不測のギャップを埋めるといった手法が用いられる傾向にあったが、本業務におけるCDの観点からは、日中双方において、今回の指針を作成する過程で明らかとなった課題を共有し、日本とは背景等が異なるこれらの課題を解決するために必要となる、あるいは有効となる日本の技術の紹介、あるいは発掘といった観点から、技術協力を行っていくことが重要であると考えられる。

E 1-1 大規模施設の改造設計・運営改善におけるCD

(1) 大規模処理場の改造指針に関する組織

大規模処理場の改造設計に関するカウンターパートは、北京排水集団である。北京排水集団は、北京市人民政府の承認を経て2002年2月に設立された国有独資企業であり、水質汚染処理、水資源開発を主要業務とし、污水および再生水処理施設への融資・建設、運営管理、研究開発、技術サービス等に関する10余りの専門会社を有している（C1-4参照）。

北京排水集団が運営管理を行っている処理場は、本プロジェクトのモデルサイトである高碑店処理場を含め8の処理場（高碑店、酒仙橋、北小河、清河、方庄、吳家村、小红門、威嘉）の維持管理を行っている。

また、北京排水集団水環境科技研發中心においては、種々の研究開発が行われている他、管路施設等に関する設計業務も行われている。今回のプロジェクトのモデルサイトである高碑店処理場の施設設計は、北京市市政工程設計研究總院（以下、「北京設計院」と記す。）であるが、水環境科技研發中心と北京設計院とは、施設の設計等において、技術交流が行われている。

このように、北京排水集団においては、処理場の維持管理と、施設の設計は、異なる部署で行なわれており、今回の大規模施設改造設計指針は、北京排水集団の設計部門、大規模施設改造維持管理指針は、維持管理部門と協議を行った。

(2) 大規模施設の改造設計・運営改善における課題および解決手法

良好な施設の設計・建設・管理・運営を継続的に行うためには、前述のようにPDCAサイクル[Plan（計画）→Do（実行）→Check（評価）→Act（改善）]の4段階が繰り返されることによって、業務が継続的に改善されていく必要がある。

たとえば、新たな処理場が計画・設計（計画）され、建設（実行）された後、施設の増改築を行う際には、既設処理場の維持管理データや、施設の不具合、設計で想定していた機能が適切に評価（評価）され、これらが、増設時の設計に活かされていく（改善）必要があり、これらのサイクルは、継続的に行われる必要がある。もしも、設計部門と維持管理部門との間に、情報や経験の共有がないまま、増改築が行われると、新設時と同様の問題が繰り返される可能性がある。

今回のプロジェクトのテーマである大規模処理場の改造においては、主として有機物の除去を目的とした二次処理施設として計画・設計（計画）され、建設（実行）された処理場において、窒素、りんを除去するための高度処理としての機能を評価（評価）し、改造設計を実施（改善）する必要がある。

る。同時に、これまで得られている既存施設での二次処理、あるいは高度処理における維持管理データが適切に評価（評価）され、改造設計に反映される（改善）必要もある。

このように、適切な PDCA サイクルが実施されるには、設計部門と維持管理部門との情報の共有や連携が不可欠であるが、これまで、モデル処理場である高碑店処理場を含め、中国においては、必ずしも十分に、これらの情報共有や連携が行われてこなかった。

このため、本支援業務における CD（個人、組織、制度や社会が、個別にあるいは集的にその役割を果たすことを通じて問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセス）とは、「高碑店処理場において、既存施設の高度処理を行うための指針を作成するという課題対応のための発展プロセス」と、とらえることができ、これを行うためのポイントは、「設計部門と維持管理部門との情報の共有や連携を十分に行い、これまでお互いに得られた知見を活用して指針の作成を行っていく」ことであると考えられる。

このような観点から、本支援業務では、より実務的で適用されやすい指針を作成するためおよび具体的な設計部門と維持管理部門との情報共有や連携の方法を示すため、日本における設計指針や維持管理指針をベースとして、「A2O 法の改造設計の要点（添付資料 C3-1）」、および「A2O 法の維持管理の要点（添付資料 C3-2）」を作成し、提示を行った。これらは、どのような手法により、維持管理部門と設計部門がデータと情報を共有し、より実務的でわかりやすい指針を作成する手法について、要点を示したものである。

たとえば、生物学的窒素除去のためには、既存施設における硝化（アンモニア性窒素から硝酸性窒素への酸化）能力の評価および新設処理場においては、想定する硝化能力に基づいて必要となる好気槽の槽容量の算定が重要となる。

一方、硝化細菌による硝化反応においては、水温と SRT（固形物滞留時間）が非常に重要となり、硝化は水温が高いほど進行する。また、硝化が起きるためには、一定以上の SRT が必用であり、この SRT は水温が高くなるほど短くなる。（図 E1-1 参照）

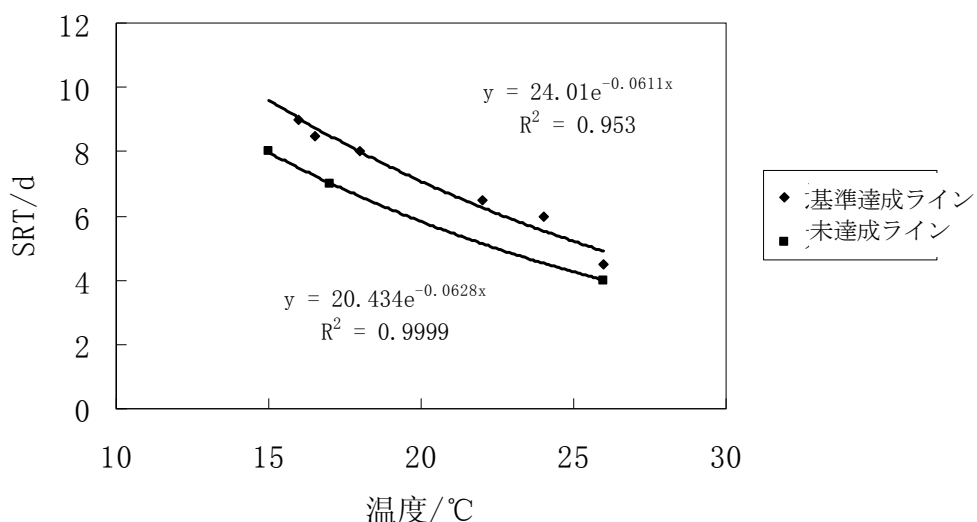


図 E1-1 硝化に必要とされる汚泥日齢と温度の関係（添付資料 C3-1、C3-2 より引用）

図 E1-1 は、硝化に必要な ASRT 管理（水温と必要 ASRT の関係）・例）のために必要となる図である。同図は、実際の処理場における運転管理実績を用いて、グラフ上に、水温を X 軸、ASRT を Y 軸にとり、硝化率で区分して作成されるものであり、ASRT 管理グラフと呼ばれている。

このような ASRT 管理グラフがあると、設計部門では、上記の図に基づき、対象とする処理場における夏季、冬季に必要な A-SRT を決定し、これより必要な好気槽滞留時間を求めることができる。

一方、維持管理部門において、このような ASRT 管理グラフがあると、実際の処理場において、水温を考慮した上で、硝化細菌を系内に維持するために必要な時間以上となるような ASRT を決定し、コントロールできることとなる。

ここで、図 E1-1 に示す ASRT 管理図は、前述のように、実際の処理場における運転管理実績を用いて、作成されたものであり、このような維持管理を行う上で得られた情報を設計部門と共有することにより、必要な好気槽の滞留時間を求めることができる。

また、高度処理用に改造された処理場を維持管理する場合においても、これまで同様な処理場の維持管理を行う上で得られた情報を共有することで、適正な管理が可能となる。

このように、同じ図を示しても、維持管理部門と設計部門では、用いられる趣旨が異なるが、基本となる考え方は、設計部門と維持管理部門がデータや情報を共有し、それぞれの部門において、これらの情報を有効に用いていくということである。

このため、添付資料 C3-1（改造設計の要点）と C3-2（維持管理の要点）、同様に、大規模改造設計指針（成果品 1-1）および大規模改造維持管理指針（成果品 1-2）にも、既設処理場における維持管理データから求められた同じ図が記載してあるが、その活用のされ方に関する説明は異なったものとなる。

同様な趣旨から、「改造設計の要点」、「維持管理の要点」には、脱窒やりん除去等に関しても、どのように設計部門と維持管理部門が連携を図るべきかといった点に関して、示している。

このような説明・解説は、高碑店処理場のカウンターパートに説明するとともに、処理場内の設計部門および維持管理部門の職員を対象としたセミナーを開催し、具体的な内容の説明を行うとともに、情報の共有化を図った。【F 1 - 2（3）節 参照】

なお、これら CD の実施における日本側の役割は、前述のように、ファシリテーターとしての役割であることとして、日本で得られた経験等に基づく要点のみを記載し、各指針に記載する内容等に関する検討については、北京排水集団のインセンティブを尊重することとした。つまり、各課題に関する日本におけるノウハウや、技術、制度等については、日本における解決策の事例として紹介し、具体的な中国における課題解決については、中国側の各組織において、中国の現状を踏まえた上で、課題解決のための検討が行えるようプロジェクト支援業務を行った。同時に、プロジェクトの進行過程では、日本の技術情報を紹介するとともに、検討される技術内容に関しては、これまで日本で得られている経験や指針の内容等に基づいて、適宜、コメント・アドバイス等を行うこととした。

なお、CD とは、問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセスであり、本プロジェクト終了後も継続して行われるようになるという観点からは、今回示したような設計部門と維持管理部門が様々な情報や経験を共有することにより、種々の業務におい

て、より効果的な業務を行うことが、継続的に可能となると考えられる。言い換えると、これまでに蓄積されている種々の維持管理データが効果的に活用されれば、下水処理場における様々な分野で、より経済的かつ高寿命で、省エネルギーな機器の設計・建設・維持管理が継続的に可能となると考えられる。このため、本業務で行った内容・経験・検討結果は、他の指針類を作成する場合等に、活かすことが可能であることから、今回の課題解決の手法は、本プロジェクト終了後も定着・応用できるようなものであると考えられる。

E 1-2 小規模汚水処理施設の高度処理化における CD

(1) 小規模処理場の高度化指針に関する組織

小規模指針作成に関係するカウンターパートは、国家都市給水排水工程技術研究センターおよび SBR 法の処理場を運転管理している昆明デン池投資有限責任公司である。

1) 昆明デン池投資有限責任公司の概要

「昆明デン池水務株式会社」は、昆明市内の処理場 8 カ所を運営管理する株式会社である。当公司では、第一処理場の供用開始からすでに 20 年近く経過しており、これまでの経験から、市内で採用されている種々の処理法に関する運転管理に関するノウハウを有している。このため、周辺の市町村から維持管理に関する技術援助要請があった場合、技術指導やアドバイス等を行っている。また、要請があれば、他の処理場の技術者を受け入れ、処理場内で現地研修も行っている。

2) 「国家都市給水排水工程技術研究センター」

「国家都市給水排水工程技術研究センター」は、「中国市政工程華北設計研究院」が、「科技部」の認可をもらい、同設計院の組織内に設立されているものである。

国家都市給水排水工程技術研究センターの業務としては、建設部や環境保護局の行うプロジェクトの事業評価や、建設部の行う下水道五カ年計画に関する事前調査や政策立案に関する各種調査・研究、国の各種研究プロジェクト等を行っている。なお、華北設計研究院は、国有企業である。

本業務の成果である「小城镇汚水処理場 SBR 法設計・運転ガイドライン」の作成に当たっては、現地調査やアンケート調査が、「昆明デン池水務株式会社」にて行われ、現地調査やアンケートデータのとりまとめ・解析、草稿の執筆等が「国家都市給水排水工程技術研究センター」で行われた。

(2) 小規模汚水処理施設の高度処理化を達成していく過程における課題および解決手法

中国においては、下水処理場の設計はすべて設計院で行われており、維持管理は別の組織（各市の運営公司等）で行われている。設計院が設計を行う際には、対象処理場から、意見聴取等が行われる例もあるが、基本的には、両者の間には、意見交換や、維持管理で得られた情報をフィードバックするシステムはない。また、運営公司是、維持管理を行うための公司であり、設計・建設された処理場に関してどのように運転しているか、あるいはどのように管理・運営すると良いかという情報や経験について、他の処理場等から問い合わせ依頼があれば提供するが、設計手法に関して、意見や情報発信していく立場にない。

技術の開発、導入、普及に当たっては、技術の信頼性、効率性を高めるために、技術の開発段階だけでなく、導入後においても、実際に稼働している施設の運転、維持管理から得られた知見（長所、短所、問題点、解決方法など）を設計や効果的な運転手法の確立にフィードバックすることが有効である。

このようなことから、本支援業務における CD（個人、組織、制度や社会が、個別にあるいは集合的にその役割を果たすことを通じて問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセス）とは、「**設計院と維持管理運営公司において、SBR ガイドラインを作成するという課題対応のための発展プロセス**」と、とらえることができ、これを行うためのポイントは、「**設計院と維持管理運営公司との情報の共有や連携を十分に行い、これまでお互いに得られた知見を活用してガイドラインの作成を行っていく**」ことであると考えられる。

このような観点から、本プロジェクトでは、昆明市内の処理場を対象として現地調査を行うとともに、いわゆる「三湖」を抱える地域である江蘇省、安徽省および雲南省における 39 の処理場を対象としたアンケート調査を実施し、こられの調査から得られた情報を評価・解析し、既存の処理場の維持管理手法、あるいは新設の処理場の設計手法に対して提言を行うための SBR ガイドラインを作成することとしている。

なお、プロジェクト支援業務開始時点では、前述の長期専門家および短期専門家等とカウンターパートとの協議・活動等に基づいて、回分式活性汚泥法（SBR）の事後調査に関するアンケート調査票（中文）が回収されており、この集計及び解析を行うとともに、調査票の解析結果やこれまでの現地調査をレビューした結果を踏まえて、事後評価報告書の内容や作成分担等についてカウンターパートと協議し、担当部分の執筆及び報告書のとりまとめを行った。さらに、カウンターパートと意見交換を行いつつ、事後評価から得られる知見をもとにガイドラインの作成を行った。

なお、これら CD の実施における日本側の役割は、前述のように、ファシリテーターとしての役割であることとして、現地調査やアンケート結果の具体的な解析手法や、評価手法、SBR ガイドラインにおける主要な目次構成等に関しては、実際のデータを用いた例示や提案等を行うこととし、本ガイドラインに記載する内容等に関する検討については、技術研究センターのインセンティブを尊重することとした。この点に関しては、これまで、中国国内において、今回実施したような事後評価を行ったことがなく、アンケート解析手法やこれらの結果に基づいた評価手法について、ノウハウがなく、アンケート回収後、あまりこれらデータの解析・評価が進んでいない状況であった。このため、本支援業務においては、これらの手法について、日本の状況を紹介するとともに、今回得られたデータを用いた解析や評価について、実際にその一部を行うことによる手法の例示を行い、本ガイドライン作成に関しては、技術研究センターからの質問に答えるとともに、意見交換等を行い、解析・評価・提言に関する検討については、種々の提案・アドバイス等を行いつつ、基本的に技術研究センターのインセンティブを尊重することとした。また、プロジェクトの進行過程では、日本の技術情報を紹介するとともに、検討される技術内容に関しては、これまで日本で得られている経験や指針の内容等に基づいて、適宜、コメント・アドバイス等を行うこととした。

なお、CD とは、問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセスであり、本プロジェクト終了後も継続して行われるようになるという観点からは、今回

示したような事後評価手法を用いることにより、たとえば新しい処理法の導入後、現地調査やアンケート調査を行うとともに、これらのデータを用いて処理法の評価・解析を行い、処理法に関する課題等に対する提言を行うことも可能となると考えられる。このため、今回の課題解決の手法は、本プロジェクト終了後も定着・応用できるようなものである。

E 2. 汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーについて

E 2-1 セミナー開催趣旨

急速な経済発展が進行している中華人民共和国（「中国」）においては、急激な経済成長と環境保全との間にアンバランスが生じ、特に、公共用水域における水質に関しては、湖沼の富栄養化や、生活環境の悪化等が生じている。これに対応するため、中国においては、数次にわたる五カ年計画により、下水道整備が進められ、都市における汚水処理能力は、著しく整備されたが、その一方で、都市周辺部や農村部における小規模下水道施設の整備や、既存処理施設の機能向上による放流水域の環境基準の達成等が課題となっている。

これらを背景として、既存の都市汚水処理場の高度化、小規模レベル処理施設の効率的整備、高度処理施設の適正管理を目的とした JICA「汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト」が、2009 年度から本年度 3 月まで実施されており、本プロジェクトの成果の発表と普及を目的としたセミナーが、開催されることとなった。

本セミナーでは、午前中、本プロジェクトに関する基調講演や、成果である大規模改造設計指針および、小規模指針（SBR ガイドライン）に関する発表、その後、ポスターセッション・ブース展示、午後、各種技術的紹介を実施した。

中国 汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー開催要領

1. セミナー内容

本プロジェクト（中国汚水処理場のグレードアップと運営改善プロジェクト）の成果を中国国内汚水処理業務関係者向けに普及することを目的とした汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナーを開催する。また、日本の学者・民間企業等を招き、中国国内汚水処理業務関係者との経験共有・交流を行う。

セミナーで普及を行う本プロジェクトの成果

- ・大規模汚水処理場の改造設計（A2O 法のグレードアップ）に向けた設計指針
- ・大規模汚水処理場の運営改善（A2O 法の適正な維持管理）のための指針
- ・鎮レベルを対象とした回分式活性汚泥法（SBR）法に関するハンドブック

2. 主催者

中国側：中華人民共和国住宅・都市農村建設部

日本側：国際協力機構（JICA）

3. 日程

2013年3月22日（金）

4. 開催場所 北京市内 北京新世紀日航飯店

5. セミナー内容

**JIGA汚水処理場のグレードアップと運営改善プロジェクト
汚水処理場高度化改善・省エネ技術セミナー**

800-830	受付
830-835	■ 開会式(開会式司会: 建設部村鎮建設司 王旭東処長)
835-840	JICA中国事務所挨拶 (JICA中国事務所中川閣夫所長)
840-845	住宅・都市農村建設部挨拶 (建設部村鎮建設司 趙暉司長)
	日本大使館挨拶 (尾池厚之公使)
845-910	■ 基調講演(基調講演司会: 建設部村鎮建設司 王旭東処長)
	中国における城鎮汚水処理場の整備計画及び政策について
	【建設部】建設部都市建設司水務処 章林偉処長
910-940	日本における高度処理対応について
	【国土交通省】国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究官 森田 弘昭
940-1000	質疑応答、休憩
1000-1015	■ (午前の部司会: 北京市政工程設計研究院 杭教授級高工)
	汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクトの概要と成果
	【JICA専門家】下水道事業支援センター 事業部次長 北川 三夫
1015-1055	大規模汚水処理場の改造設計(A2O法のグレードアップ)に向けた設計指針及び維持管理指針
	【北京排水集団】北京排水集団有限責任公司 高碑店汚水処理場技術主任 王佳偉
1055-1115	日本における小規模下水処理場の設計及び事後評価、フィードバック手法について
	【JICA専門家】下水道事業支援センター 川口 幸男
1115-1155	鎮レベルを対象とした回分式活性汚泥法(SBR)法に関するハンドブック作成について
	【国家都市給水排水工程】国家都市給水排水工程技術研究センター 副チーフエンジニア 顔秀勤
1200-1330	昼食 ポスターセッション/ブース展示 (休憩)
1330-1355	■ (午後の部司会: JICA中国事務所 林憲二)
	江蘇省における都市汚水処理場グレードアップ改造と運営管理の実践
	【江蘇省】住宅・都市農村建設部都市建設処副処長 何伶俐
1355-1420	日本下水道事業団における最新の技術開発動向について
	【日本下水道事業団】日本下水道事業団 技術戦略部 水処理技術開発課 辻 幸志
1420-1445	城鎮汚水処理場の省エネ運転について
	【清華大学】環境学院教授 施漢昌
1445-1510	下水道新技術推進機構における省エネルギー技術の体系化について
	【下水道新技術推進機構】下水道新技術推進機構 研究第二部 副部長 城間 菊次
1510-1535	小城鎮汚水処理場のグレードアップ改造の処理プロセス選択
	【中国科学院】生態環境研究センター 研究員 劉俊新
1535-1545	(休憩)
1545-1655	民間企業による技術紹介
1655-1710	プロジェクト総括 JICA中国事務所 広沢正行次長

E2-2 開催結果のまとめ

本プロジェクトを総括するためのセミナーとして、2013年3月22日、北京において「下水汚泥の適正処分・資源化のためのセミナー」を開催した。

本セミナーでは、日中の下水道分野の関係者約200名が一堂に会し、午前中、本プロジェクトのテーマである汚水処理場のグレードアップと運営改善について意見交換を行ったほか、ポスターセッションでは日本企業5社から中国側参加者に向けて、各種の技術紹介が行われた。

セミナーの内容は、基調講演、プロジェクトの概要説明、個別成果〔大規模改造設計指針および、小規模指針（SBRガイドライン）〕に関する発表、その後、ポスターセッション・ブース展示、午後、各種技術的紹介（江蘇省におけるグレードアップ改造事例、J Sにおける最新技術紹介、省エネ技術、小規模処理場グレードアップのための処理プロセス選択、民間企業による技術紹介）が行われた。

中国側からは中央・地方政府関係者に加え、これまで円借款を利用して下水処理施設を整備した地方都市を含む汚水処理場関係者、約110名が参加し、本プロジェクトのテーマである汚水処理場のグレードアップと運営改善に関する高い関心が示された。日本側からも一般応募によって、メーカー、商社コンサルタント、大学等、30団体が参加するなど、日本側の高い関心が表れていた。

基調講演では、中国建設部より、中国における汚水処理場の整備に関し、十二五における整備計画および政策に関する発表があり、引き続き、日本側から、日本における高度処理対応について、最新の動向を踏まえながら、今後の日本における高度処理の課題とその対応手法等に関する説明が行われた。

引き続き、本プロジェクトの概要と成果に関する報告があり、当プロジェクトの実施内容と具体的な成果および本プロジェクトで得られた具体的内容と今後の課題について説明が行われた。その後、大規模処理場の改造設計指針・維持管理指針および、鎮レベルを対象としたSBRに関するハンドブックに関する内容説明が行われた。また、日本側からは、日本における小規模設計及び事後評価手法、フィードバック手法に関する説明が行われ、より良い技術開発のためには、技術評価や事後評価が必要かつ有効である旨の報告があった。

昼の部では、日本企業5社による本プロジェクトに関連した各種水処理技術に関するポスターセッション、ブース展示が行われ、多くの中国側関係者が、熱心に各ブースを訪れ、質問やディスカッション等を行っていた。

午後の部では、江蘇省におけるグレードアップ改造事例が報告され、北京排水集団以外による高度処理対応のためのグレードアップ改造事例とその検討内容について、報告があった。その後、J Sからは、最新技術紹介として、OD法の遠隔操作監視手法、脱窒において有機物を必要としない処理法

であるアナモックス処理等に関する説明・解説が行われた。省エネ技術に関しては、中国の汚水処理場における省エネ運転が紹介された他、日本側から下水道新技術推進機構で行われている省エネ技術の体系化に関する報告があった。特に、下水道新技術推進機構からは、同機構で行われている技術評価審査制度について、解説が行われた。その後、小城镇汚水処理場をグレードアップ改造する場合の処理プロセス選択に関する報告が行われた。

引き続き、ブースの展示に関して、日本において募集を行い、応募のあった5社（帝人、旭化成、西原環境、住友重機械、日立製作所）により、技術紹介が行われた。紹介された技術は、下記のとおりである。

帝人（株） 新事業開発推進グループ WPT 事業推進班	帝人の水処理事業概況 城鎮汚水処理の普及に向けた革新的生物処理技術による分散処理の提案
旭化成ケミカルズ（株）	高速リン吸着剤を用いたリン除去・回収システム
（株）西原環境	ひも状ろ材を用いた下水処理技術（SwimBed Process）の紹介 生物脱臭技術の説明と中国下水処理市場への展開の紹介
住友重機械エンバイロメント（株）	1級A基準対応OD用表面曝気装置 SUMIRATOR-UD
（株）日立製作所	日立グループの汚水の高度処理総合解決手法の紹介 （包括固定化担体添加法による高度処理技術、マイクロバブルオゾンを用いた処理水再生技術）

お昼に行われたブース展示、ポスターセッションを含め、中国側からの強い関心があった。

今回のセミナーは、本プロジェクトの総括および成果の普及・促進を目的としたもので、プロジェクト成果は、今後の中国における下水道整備の基本計画である第12次五ヵ年計画における重要項目にあげられている内容（再生水利用、グレードアップ改造等）と深い関係があり、セミナー参加者も当初の想定を超えた約200名の参加があり、参加者は、当セミナーの内容に関し、強い関心を示していた。また、民間企業から、日本国内で技術開発が行われ、J S等で技術評価等が行われた技術紹介やブースの展示等があり、これら技術の中国への適用性に関し、関心が寄せられていた。同時に、今回の成果物である大規模改造指針や維持管理指針、SBRガイドラインが、建設部より中国側参加者全員に配布されるとともに、解説が行われ、この点から、本セミナーの目的であるプロジェクト成果の普及・促進といった目標は、達成されたと考えられる。これらの指針・ガイドラインが、中国全土で活用されるとともに、評価・解析され、下水道施設高度化のためのプロジェクトが進展していくことが望まれる。

PART-F 汚水処理場の運営に関する省エネ・省資源・汚泥の適正処分について

F 1. 高碑店、昆明市内汚水処理場の高度処理施設の最適運転のための調査・技術検討について

本プロジェクトは、大規模汚水処理場のグレードアップに向けた改造設計・維持管理および鎮レベルの小規模汚水処理場施設の高度処理化を目的としたものであり、大規模汚水処理場の高度処理化においては、北京市高碑店汚水処理場、小規模汚水処理場の高度処理化においては、昆明市内汚水処理場（阿子營処理場）がモデルサイトとなっている。

本章では、これらのモデルサイトにおける高度処理化のための最適運転に関する調査・技術検討について述べる。

F 1-1 高碑店処理場における最適運転のための技術検討について

(1) 包括固定化担体法に関する検討について

北京市では、市内の水需要の増大とこれに対応する新たな水資源の確保の困難性から、下水処理水を新たな水資源と位置付け、処理水の規制強化を行っている。

一方、高碑店処理場は、有機物除去を主な目的とした2次処理施設として設計され、北京市の新たな処理水質規制強化に対応するには、窒素、リンの除去を目的とした高度処理を導入しなければならないが、処理場敷地は限られており、このような敷地の制約のもとで、グレードアップを図らなければならない。

包括固定化担体法は、生物反応槽の中に、有用微生物を埋め込んだ浮遊担体を投入する事によって、MLSS 濃度を高めることなく（最終沈殿池での固液分離障害を起こすことなく）、反応槽内の微生物濃度を高めることができ、これにより、高度処理に必要な反応槽の容量を少なくすることを可能とする処理法である。

本処理法に関しては、本プロジェクトにおける第1次短期専門家派遣における技術セミナー（2/23開催）において、既設汚水処理設備の高度処理改造技術として「包括固定化担体法」を紹介し、この技術の採用により、改造計画がより効率的になることが示された。

これに対し中国側の反応が非常に良好であり、高い興味を持ったため、北京市高碑店汚水処理場の改造計画をケーススタディとしたより具体的な技術セミナーを開催することとなり、また、その開催時期は、高碑店汚水処理場の改造計画（F/S）が急務なことから、可能な限り早急に開催することし、第2次短期専門家が派遣されることとなった。（C 2-1 参照）

1)短期専門家派遣の概要

◎ 第2次短期専門家派遣（2010年4月21日～5月1日）

川口幸男、美川一洋、（奥野長晴）

- ・ 硝化脱窒プロセスセミナー（高碑店汚水処理場グレードアップ改造における硝化担体利用の提案）

短期専門家 2 名を派遣。A20 法の採用に伴う最初沈殿池の廃止、担体利用による硝化の促進という 2 つの技術的課題に対する助言、提案を行った。

2)短期専門家派遣の目的

本専門家派遣の目的は、カウンターパートが提示する汚水処理場である高碑店汚水処理場のグレードアップ（窒素・りん除去）をケーススタディとした改造設計手法について専門分野の技術照査を行い、助言・技術指導を行う。また、これをケーススタディとして改造設計に関するノウハウを蓄積し、技術指針化のための助言・指導を行う。

3)セミナー発表内容

技術セミナーは、2010 年 4 月 27 日に、排水集団本社内会議室で行われ、下記の発表が行われた。

- ①包括固定化担体法による高碑店処理場の機能向上（奥野 専門家）
- ②包括固定化担体法による高碑店処理場の具体的改造提案（美川 専門家）
- ③日本における担体添加法の実績と評価（川口 専門家）

中国側からは、北京排水集団、北京市政設計院、住宅都市農村建設部、供水排水協会から出席があった。

4)プロジェクト達成事項

これらの活動により、以下の事項が達成された。

- ・「包括固定化担体法」の詳細な技術内容について、高碑店汚水処理場をケーススタディとしてより具体的な改造提案で示すと同時にその技術詳細について技術交流し、且つこの技術に対する日本での第三者的評価も紹介したことで、中国側の理解が大きく深まった。
- ・中国側の汚水処理場の現状（技術レベル）ならびにそのグレードアップ（高度処理化）に対する考え方・手法を確認し、どのような技術ニーズがあるかを知ることができた。
- ・上記を受け、本技術の中国での適用性を確認するために、小規模（1 万～4 万 m³/日）クラスの実証実験を実施してはどうかという提案を受けた。

5)プロジェクト事業進捗に果たした専門家業務の役割

北京市高碑店汚水処理場の中国側既存案に対し、日本の処理技術である「包括固定化担体法」を用いたより効率的な改造案を具体的且つ詳細に提示することができ、中国側の理解と興味を大きく深めることができた。これにより本プロジェクトにおける本技術の位置付けが高められ、より一層の推進に貢献できるものと考えられた

（2）高碑店処理場における基準管理、運転管理最適化のための検討

本プロジェクトにおける第 4 次研修（高度処理／汚泥処理／省エネ対策：2012. 7. 18～8. 3）終了後、中国側カウンターパートである高碑店処理場 王佳伟氏より、川嶋元長期専門家に対し、中国政府の第 12 次五カ年計画中の汚水処理場の管理監督と成績評価の実施に関して以下のようなセミナー、あるいは研修に関する提案があった。

第1日、基準管理と成績評価

日本（最も良いのは東京）の大規模処理場（高碑店汚水処理場の規模と類似のもの）を例に、運行管理、処理水質、エネルギー消費の指標、「内部コントロール」システムなどの管理要求と具体的な指標値を紹介する。

第2日、基準管理と成績評価

日本の汚水処理場の運転内容（負荷率、目標達成率など）、運転効率（運転コスト、汚染物削減コストなど）、持続可能性（設備健全率、人員配置の認証（資格要件）など）、管理レベル（プロセスの管理要求、化学検査の要求、安全要求など）、財務経営などの管理要求と具体的な指標値、および異なる規模、異なるプロセスの処理場間の相互評価方法を紹介する。

第3日、日本の汚水処理場の最初沈殿池と嫌気性消化を関連づけた運転に関する実際の経験（前2日で紹介した処理場を例にしてもらえると良い）。内容は以下のようなものである。

1. 最初沈殿池汚泥濃度のコントロール方法。初沈－濃縮槽－嫌気性消化のシステムの中で汚泥が循環、蓄積するのをどのように防止するか。高碑店処理場の初沈汚泥 SS 濃度（汚泥濃度？）は 1000～3000mg/L で、最終沈殿池の排泥（余剰汚泥）は初沈の汚泥ピットの位置で混合され濃縮槽に送られる。濃縮槽上澄水（濃縮分離液）で比較的高い SS 値になる。返流水は初沈に入る。
2. 初沈の閉塞予防と（閉塞した場合の）処置は？（高碑店処理場の「出砂量」は比較的低い、初沈の排泥管（汚泥引き抜き管）の逆洗設備の設計と運転方法）
3. 初沈引き抜き－汚泥濃縮－嫌気性消化メタンガス発生システムにおける汚泥濃度のコントロール方法（低濃度の汚泥が嫌気性消化に入るのをどのように防止するか、初沈汚泥と余剰汚泥を分離濃縮すべきかどうか、混合濃縮する場合に濃縮槽分離液の SS が高くなるのを防止できるかどうか？）

第4日、日本の汚水処理場の好気硝化池の容量計算と実際の運転との比較

高碑店処理場の場合、流入水質と好気槽滞留時間を 7.5 時間としたモデル計算による行った分析では、硝化の要求と安定して基準達成することができない。（現在、高碑店処理場は、処理水量 90 万トン/日、好気槽滞留時間 7.5 時間で、処理水のアンモニア性窒素は 0.3mg/L を達成している。さらにレベルアップし安定した溶存酸素濃度コントロールにより、将来の 100 万トン/日の 100% 負荷での運転要求を満足できるか？現在の気水比（送気倍率）は 4、溶存酸素濃度は約 3mg/L。ブローを増設し、送気倍率と溶存酸素濃度を上げることで、将来の 100 万トン/日の 100% 負荷での運転要求を満足できるか？このようにすることで担体を添加しないでも良いか？）

第5日、第4日の問題の討論を継続し、あわせて日本側の専門家による運転管理ガイドラインの評価と審査を行う。

（当該部分の作業を日本側専門家が日本国内で完成させ、運行管理ガイドラインの中国国内専門家審査を行った後、電子版を日本側に提供し、日本側専門家が修正意見を作成することを提案する。）

本提案は、プロジェクト支援業務が開始された後の第4回国内支援委員会（2012年8月29日）において、川嶋元専門家により紹介された。これらの提案事項に対しては、プロジェクト支援業務内容においては、基本的に、今回の提案の内容やその背景、および今回の提案のベースとなっている現在

の処理場の運転管理状況や、マネジメント状況等に関する状況把握をベースとしていく方針としたが、現状確認だけでなく、北京排水集団からの各提案内容に関し、日本の状況等を伝える等、提案内容に関する技術的なディスカッションも行うこととした。

このような基本方針の基づいて、2012年10月18日に、北京排水集団高碑店処理場会議室において、セミナーを行った。セミナーには、高碑店処理場共産党書記ほか約20名の参加があり、セミナー終了後、高碑店処理場長より、有益な情報の提供に関し、大変感謝しているとお礼の言葉があった。

◎セミナー発表および意見交換内容

(1) 提案事項：第1日、第2日 基準管理と成績評価について

基準管理と成績評価に関しては、近年、日本において検討が行われている「PI」(Performance Indicator：業務指標)に関して、説明を行った。【添付資料 F1-1 参照】

「PI」(Performance Indicator)とは、業務指標と呼ばれ、民間企業では、PIを用いた「業績評価」といった手法を用いた経営が行われているが、地方公共団体においても、評価システム(行政評価)の導入が進み、PIは財政状況の分析や事業の進捗管理、事業効果の点検・改善はもとより、市民への業務状況の説明などに活用されている。

このような評価を行うことにより、計画を立て、事業に取り組み、その実施状況を評価し、評価結果を以降の方針に反映させていく、PDCA(Plan-do-check-action)サイクルが確立される。セミナーでは、日本下水道協会から発行されている「下水道維持管理サービス向上のためのガイドライン(2007年版)」をベースに、説明を行った。

◎説明概要

1. 業務指標：PIの利用方法

- ① 事業体内部の目標設定
- ② 利用者に対する説明責任の遂行
- ③ 事業運営に関わる課題の把握と分析、改善への取り組み
- ④ 民間委託における契約条件

2. PIの分類

指標の分類	指標数	指標の目的
Op 運転管理の業務指標(管きょ)	7	効率的な管きょ施設の維持管理
Ot 運転管理の業務指標(施設)	12	効率的な水処理施設の運転管理
U ユーザ・サービスの業務指標	17	ユーザ・サービスの向上
M 経営の業務指標	13	持続可能な経営
E 環境の業務指標	7	環境負荷低減
合 計	56	

3. CI（背景指標とは）

地域の法制度や地理的条件、人口、施設の規模や能力等、維持管理に関わる事業運営を進めていく上での条件、環境をいう。PIと組み合わせて、下水道事業の運営状況を表現するツール。

CIの分類と例示

〈事業体の特徴〉(9項目)

項目名	例 示
・事業体の名称	〇〇下水道局
・地方公営企業法の適用の有無	
・事業名	公共下水道、特定環境保全公共下水道、特定公共下水道、流域下水道等
・事業規模	総務省「下水道事業経営指標・下水道使用料の概要」分類区分（処理区域内人口別区分、有収水量密度別区分、供用開始後年数別区分により、東京、政令指定市を除き規模別に分類）
・職員数（人）	（総務省決算状況調査）
・資金収支（決算収入額）（千円）	料金、企業債、国庫補助金、一般会計繰入金、その他収入（総務省決算状況調査、下水道に関する実態調査）
・資金収支（決算支出額）（千円）	維持管理費、元金償還金、企業債利子、建設費、改良費（総務省決算状況調査）
・維持管理費（千円）	管きよ費、ポンプ場費、処理場費、その他（総務省決算状況調査）
・維持管理費民間委託率（％）	日本下水道協会「下水道統計」、施設別維持管理費を参照して、委託費用を合算する。 維持管理費民間委託率＝委託費／維持管理費×100

4. 留意事項 中小規模都市での利用等

自らが関わる事業の運営改善のため何が問題か、目的によって使用指標は、それぞれ異なることになる。

（2）提案事項：第3日、汚泥処理施設からの返流水対策、初沈汚泥引き抜きポンプ 閉塞した場合の措置、消化槽への高濃度汚泥投入

①汚泥処理施設からの返流水対策について

返流水に関しては、設計指針に記載のある各汚泥処理施設からの返流水中のSS分の収支のとり方について、説明を行った。高碑店では、特に最初沈殿池におけるSS分が、返流水の影響により、約1000mg/lであることから、日本の設計指針に示されている汚泥収支のとり方を参考とし、実際に、高碑店処理場の汚泥収支をとってみることを提案した、また、窒素、リンに関しても、同様な高碑店処理場における収支をとってみることを提案した。これにより、どの汚泥処理施設から、どのくらい最初沈殿池に汚泥固形物が流入しているか把握でき、高濃度返流水対策の方針を立案する際の参考となることを説明した。

②初沈汚泥引き抜きポンプ 閉塞した場合の措置、

初沈汚泥引き抜きポンプに関しては、沈砂池の設置および無閉塞ポンプの使用に関して、下水道設計指針に基づいて説明を行った。【添付資料 F1-2 参照】

I. 閉塞予防について

- ①原因物資の沈砂、スクリーンかすの除去について日本における沈砂池の設計基準
- ②閉塞しにくい汚泥ポンプの採用
 - a.無閉塞型汚泥ポンプ（主な仕様）
 - b.吸込スクリュ付汚泥ポンプ（主な仕様）

II. 閉塞時の処置について

- ①圧力水による逆洗浄
- ②掃除口より棒等による閉塞物の除去
- ③ポンプ吸込み部の点検口より閉塞物の除去

③消化槽への高濃度汚泥投入

初沈引き抜き→汚泥濃縮→嫌気性消化→メタンガス発生といったフローにおける汚泥濃縮のコントロール方法（低濃度の汚泥が嫌気性消化に入るのをどのように防止するか、初沈汚泥と余剰汚泥を分離濃縮すべきかどうか、混合濃縮する場合に濃縮槽分離液が高くなるのを防止できるかどうか？）に関して説明を行った。具体的な説明事は、下記のとおりである。【添付資料 F1-3 参照】

I. 分離濃縮の検討について

II. 重力濃縮汚泥の低濃度対策

III. その他：汚泥輸送・貯留施設の前処理について

(3) 提案事項：第4日、硝化に対する要求と安定した基準達成、必要空気量

流入下水中のアンモニアを硝化するには、所要の空気量を反応槽内に供給するとともに、SRT 管理が重要であることを説明する。

SRT とは、反応タンク、最初沈殿池、返送汚泥系に存在する活性汚泥が系内に滞在している期間を示し、SRT の設定は、活性汚泥中の特定の微生物の増殖の可否を決定するため、活性汚泥法の下水処理場の設計においては、余剰汚泥量の予測だけでなく、有機物の除去、硝化反応の予測にも利用できる。

特に、硝化細菌の増殖速度は、有機物除去を行う微生物の増殖速度よりも遅く、硝化細菌が増殖できるような SRT 以下であると、硝化細菌は系内に存在することができない。このため、硝化を安定して行うには、硝化細菌が増殖できるような SRT が必用であり、通常の有機物除去を行う際の SRT よりも長い SRT で、処理場の管理を行う必要があることを説明した。

また、硝化細菌の増殖速度は、水温の影響を受けるため、低水温になるほど、硝化細菌を系内に保持し、硝化を生じさせる必要な SRT は、長くなり、実際の処理場において、どのような値に SRT を設定すべきかという点に関しては、E 1 - 1 2) 節で述べた事項に関して、説明を行った。

F 1 - 2 昆明阿子营処理場における課題と当面の対応案

阿子营処理場は松華水源区の保護の重点対策として、年間 18.25 万トン（日量 500 t）の汚水処理を行い、COD 除去率 87.5%、総窒素 69.98%、総りん 90.22%を除去する計画になっている。

これに対して、現状では、稼動以来、流入水質の著しい低い状況が続いており、対応に苦慮している状況にあった。このため、下記に示す第 4 次短期専門家派遣により、阿子营処理場における課題と当面の対応案について、検討が行われた。

第 4 次（2010.11.14-2011.01.28） 短期専門家派遣 竹島 正
小城镇污水处理場（SBR）事後評価調査準備および研修
（事後評価アンケート、事後評価調査手引き、現地調査実地研修）

本節では、上記専門家によりまとめられた報告書を次ページより示す。

2011年1月24日

阿子営処理場における課題と当面の対応案

JICA 短期専門家 竹島 正

1 はじめに

提供された資料によれば、阿子営処理場は松華水源区の保護の重点対策として、年間18.25万トン(日量500)の汚水処理を行い、COD除去率87.5%、総窒素69.98%、総りん90.22%を除去する計画になっている。

また、その工事費は総額1355万元(その内、汚水収集系統934万元、汚水処理場に421万元)を要し、放流水質基準として、「一級A」基準(GB18918-2002)が適用されている。なお、汚水の収集管としては、DN200PVC-U管が2170m、DN300-400HDPE管が6661m、DN600鉄筋コンクリート管が3126m、建設暗渠3800m、検査井692箇所等としている。2009年にF/S(可行性研究報告)が批准されている。

処理施設の諸元

(1) 調整池(ポンプ集水井)

池長: 10.4m、池幅: 6m、池深5m

有効容積: 312m³

(2) CASS池

池長: 14m、池幅: 4.5m、池深: 4.5m(有効水深: 3.5m)

有効容積: 220.5m³

(3) 処理水排水池

池長: 4m、池幅: 9m、池深: 4.5m(有効水深: 3m)

有効容積: 72m³

(4) 傾斜板沈殿池

池長: 6m、池幅: 3m、池深: 4.5m(有効水深3.5m)

有効容積: 63m³

(5) 中間池

池長: 6m、池幅: 2.7m、池深: 4.5m(有効水深: 3.5m)

有効容積: 56.7m³

(6) 最終放流水池

池長: 6m、池幅: 3m、池深: 4.5m(有効水深: 3.5m)

設計時に用いられていたと思われる流入水質の設定数値は以下の通りである。

汚染物 ^①	BOD ₅ ^②	COD _{Cr} ^③	SS ^④	N ^⑤	T-P ^⑥
濃度 (mg/L) ^⑦	220 ^⑧	360 ^⑨	300 ^⑩	30 ^⑪	5 ^⑫

これに対して、現状では、稼動以来、流入水質の著しい低い状況が続いており、対応に苦慮しているところである。

今回、改めて現地調査を行い、その水質実態について調査したので、以下に結果を報告する。

2 現地調査結果

(1) 阿子宮処理場施設の現地調査

調査日時：2011年1月13日（木）午前10時～11時

調査結果：以下に示す。

阿子宮污水处理厂 现场调查结果（2011年1月13日 天气：晴）

采样号	采样时间	采样地点	现场检测					原水					过滤液						
			pH [-]	ORP [mv]	水温 [°C]	MLDO浓度 [mg/L]	透明度 [cm]	SS [mg/L]	BOD [mg/L]	COD [mg/L]	T-N [mg/L]	T-P [mg/L]	BOD [mg/L]	COD [mg/L]	T-N [mg/L]	NH ₄ -N [mg/L]	NO ₂ -N [mg/L]	NO ₂ -N ANOS-N [mg/L]	T-P [mg/L]
1	11:00	处理厂入水口（入水）	7.8	40	8.5	1.9	54	9	5.2	22.1	4.4	0.29	6.8	17.5	5.4	4.3	[0.9]	0.6	0.3
2	10:55	SBR流入水	8.1	109	8.4	10.7	58	15	10.0	15.2	3.5	0.31	3.9	15L	3.5	2.0	[1.1]	1.0	0.2
3	10:17	SBR池内水	8.0	98	8.2	10.6	63	18	10.9	18.0	4.0	0.31	3.9	15.1	3.8	1.8	[0.7]	1.2	0.2
4	10:30	SBR处理水（沈殿池）	8.0	122	8.5	7.7	100	6	4.3	21.5	4.0	0.26	2.8	15L	4.0	1.9	[1.0]	1.4	0.2
6	10:43	最终处理水	8.0	98	8.3	7.8	100	4L	2.0	15L	3.7	0.26	3.9	15L	3.5	1.7	[1.0]	1.1	0.2
一級A基準								10	10	50	15	0.5							

調査結果の評価：

・処理場流入水のBODは5 mg/L、CODは225 mg/L、TNは4 mg/L、TPは0.3 mg/Lと著しく低い。既に「処理場流入水の段階で、放流基準の一級A基準を達成している」。

・処理場流入水から最終処理水までの処理過程で比較的大きな変化を遂げているのは、BOD(5.2→2.0 mg/L)、SS(9→4未満 mg/L)、アンモニア性窒素(4.3→1.7 mg/L)である。一方、あまり変化の無い項目は、TN(4.4→3.7 mg/L)、TP(0.29→0.26 mg/L)である。

・ORPの測定結果から、汚水に由来しての多少の腐敗性成分が存在する為、処理場流入水のORPは他の測定点と比較して、低い値を示している。

・SBR槽内のSS(即ち、「活性汚泥」)は、18 mg/Lと極めて希薄であり、SBR処理になっていない。また、このような希薄な活性汚泥は、沈殿速度も遅く、処理水質を低下させる原因にもなり得るので注意が必要。

・なお、後述のように降雨時には流入下水濃度が著しく上昇することが懸念されている

ことから、今後、降雨時のサンプリングを促進すると同時に、上流域における排水形態や下水道整備が進行するにつれて上昇する流入下水の濃度の推移を把握しておく必要がある。

(2) 阿子宮処理場上流域の実踏調査

調査日時：2011年1月13日（木）午前11時～12時

調査結果：以下に示す。

なお、下水管渠内の採水については、マンホールを開ける道具が手に入らず、断念した。



河川側は下水管による汚水の取り込み



道路側は従来型の水路への雑排水の流出



汚水管に接続する開渠（汚泥沈殿）



汚水管に接続する開渠



汚水管渠への違法接続

現地調査の結果、未確認ながらも得た見解を以下に記載する。

① 阿子営流域の流入下水が薄い原因

・従来から、山側に面した道路部分には側溝を設けて山の水を引き込み、道路排水や各家庭の汚水を希釈する排水路として用いていた。

・川側にも直接排水を流していたが、阿子営処理場の稼動に合わせて、河川への汚水の直接放流を取り込む塩ビの下水管を川岸に敷設して収集するようになった。

・一方、従来からし尿については、別途腐敗槽等による処理を行い肥料原料として畑に用いている。

・以上から、川岸に敷設した下水管渠のものが「汚水」単独で流入するものと思われるが、採取できなかつた為、未確認のままである。一方、道路に面した側での汚水の行方については、道路側溝水に希釈される状況となっており、その側溝の水量は到底、阿子営処理場流入水量をはるかに超える量であり、大部分は実質的に処理場を通過せずに下流に流達しているものと思われる。

② 雨天時の阿子営流域の汚濁問題

・上流部を踏査中に各戸が既存の開水路に汚水を流している状況を確認した。水量自体は少ない為、SSの大部分は水路内に沈殿している。またそれら開水路は樹木地内を開水路で流下しており、雨天時に一挙に水量が増えると、それら堆積した汚泥が一度に下水管に流入し、処理場に流達するものと思われる。

・各所に開水路があり、水路内にはゴミが散乱しているため、雨天時にはこれらのゴミが下水管に排出され、処理場の調整池や幹線の越流口に流出するものと思われる。道路以外の部分には未だに開水路が残っており、そこに降雨時にはゴミ等が入り込むことになる。

3 今後の対策案

(1) 上流域における下水道整備

・全体としては河川側への直接の排水放流は塩ビの「遮集管」を設置することで防いで来たが、道路側の既存側溝への排水の遮集はまだ行なわれていない。今後は道路側への汚水管の敷設が必要となる。

・各戸の宅内排水については手付かずの状況のようであり、各戸からは旧来の開水路を通じて汚水や雨水の排水が行なわれている。汚水の量自体は少ない為、これらの排水中の浮遊物質はほとんど、水路に沈積し、上済み水が汚水処理場に取り込まれている状況のように思われる。しかし、降雨時に水量が増大するとこれらの沈殿汚泥が一挙に処理場に流入することが懸念される。とりあえずの対策として、これら既存の開水路に蓋をかけて降雨時の土砂の流入や水路へのゴミの入り込みを防ぐ必要がある。更には、管勾配を考慮した各戸からの排水管の敷設が必要である。

(2) 阿子営処理場における電力使用量の削減促進

上述の通り、阿子営処理場において SBR 槽への空気供給は流入水 BOD に対して過大量となっており、空気量を半減させたとしても、現状の水質に変化は見られない状況と考えられる。電力使用量の削減の意味からも、①「曝気」工程の短縮、あるいは②送風機を小型のものに交換する、ことで電力使用量の削減を図るべき状態であると考えられる。

(3) 阿子営処理場日常管理月報の提案

現在、阿子営処理場については、流入下水が極めて薄い状況が続いており、処理場放流水質としても問題が無い為、担当職員を配置しての管理は行なっているものの、水質管理については週 1 回程度の水質試験所への試料搬送が行なわれているのみで推移している。

しかしながら、降雨時の水質悪化が懸念されている中、日常的にどのような水質変化があるかについて記録をとっておく必要があり、今回、「透視度」を導入することを提案し、運営会社側の合意を得て、現地でその測定方法を指導した。

また、その結果は天候、電力使用量とともに、「流入水」「SBR 処理水」「沈殿池出口水」「放流水」の 4 箇所について「透視度」の測定結果を記録する日常管理様式を導入し、その記入方法を現地で指導した。

今後、降雨時その他のデータを収集することによって、実態把握が進むものと考えられる。

年	月	日	星期	天气	处理水量 m ³	送风量 m ³	用电量 kWh	进水 透明度 cm	SBR 处理水 透明度 cm	沉淀池 出水口 透明度 cm	出水 透明度 cm	记录人员	备注
2011/1/1	六												
2011/1/2	日												
2011/1/3	一												
2011/1/4	二												
2011/1/5	三												
2011/1/6	四												
2011/1/7	五												
2011/1/8	六												
2011/1/9	日												
2011/1/10	一												
2011/1/11	二												
2011/1/12	三												
2011/1/13	四												
2011/1/14	五												
2011/1/15	六												
2011/1/16	日												
2011/1/17	一												
2011/1/18	二												
2011/1/19	三												
2011/1/20	四												
2011/1/21	五												
2011/1/22	六												
2011/1/23	日												
2011/1/24	一												
2011/1/25	二												
2011/1/26	三												
2011/1/27	四												
2011/1/28	五												
2011/1/29	六												
2011/1/30	日												
2011/1/31	一												
合計					0	0	0						

F 2. 汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化に向けた技術検討について

F 2-1 汚泥の適正処理処分・資源化、下水道施設の省エネ化のためのセミナーについて

汚泥の適正処理処分・資源化、下水汚泥の省エネ化のためのセミナーに関しては、以下の2回のセミナーを実施した。

- ・ 日中污水处理場汚泥処理・資源化セミナー（北京市） 実施日：2011.02.21-22
- ・ 日中污水处理場省エネセミナー（山東省済南市） 実施日：2011.09.20

（1）日中污水处理場汚泥処理・資源化セミナー（北京市）について

1) セミナーの背景および目的

1990年以降、中国は污水处理場の整備を急ピッチで進めており、1990年には約15%であった都市の污水处理率は、2000年で約30%、2009年末には約73%に増加した。污水处理量の増加にともない汚泥の発生量も増加しており、2009年末における下水汚泥発生量は年間約2,500万トン（含水率80%脱水ケーキ換算）と推定され、今後、下水道の整備が地方部にも拡大するのに伴い、さらに大幅な増加が見込まれている。しかしながら、このような汚泥量の増加に処理・処分の体制が追いついておらず、全国の下水汚泥の80%近くが、脱水後、安定化・無害化处理されていない。汚泥の大部分が簡単な埋め立て処分され、有害物を含んだ汚泥の流出事故、汚泥の腐敗にともなう温室効果ガス（メタンガス）の発生などの問題も発生しているという報告もある。

日本では、下水汚泥の約60%が焼却処理（溶融を含む）により減容化、安定化されており、発生した汚泥の80%近く（2008年度下水道統計）が有効利用されているが、中国における有効利用率はまだ低く、利用用途は農業利用が大半を占めている。また、焼却処理はわずか数%と推定されているが、今後、都市部では埋立処分場が不足することから、汚泥乾燥、焼却処理等の減容化、安定化技術、嫌気性消化によるメタンガス利用などの資源化も重点施策となると考えられる

このような状況を受け、2002年、国家環境保護総局（当時）と国家質量監督検査総局は共同で「都市污水处理場汚染物排出標準」（GB18918-2002）の中で下水汚泥に対して具体的な要求を示し、その後、汚泥の処理・処分、利用に関連したさまざまな標準を制定してきた。更に、2011年からスタートした第12次五ヵ年計画では、下水汚泥の適正処理・処分、資源化等のための具体的な計画策定、施設の建設が重要な施策となっており、今後の検討すべき重点技術（技術ロードマップ）として、嫌気性消化、高度脱水、汚泥乾燥、高温好気性発酵等が検討されている。

本セミナーは、このような中国における下水汚泥処理の現状を踏まえ、日本の先進的な技術や、経験を紹介し、中国における下水汚泥の適正処理・処分、資源化を促進するとともに、下水汚泥処理の現状、今後の方向性、求められる技術について、中日双方の維持管理者・実務者レベルにおける情報交換および技術交流の促進を図ることを目的としている。

2) 開催時期および開催場所

開催時期：2011年2月21日（月）～22日（火）の2日間

開催場所：北京世紀国建ホテル（Beijing Century Guojian Hotel）

北京市海淀区車公庄西路10号

3) 主催者： JICA

4) プログラム

・ 1 日目 2011 年 2 月 21 日 (月) 13:30-19:00

	受付 (13:00-13:30)
開会式	建設部あいさつ JICA 中国事務所あいさつ 来賓あいさつ
基調講演 プロジェクトの紹介	<u>中国 12 次 5 年計画における汚泥対策</u> 北京市市政工程設計総院 元副総工師 杭世珺 <u>下水汚泥処理・処分にかかわる日本の政策動向</u> 国土交通省 下水道部 技術開発官 白崎亮 JICA 技術協力プロジェクトの概要 (川嶋専門家/中方)
ポスターセッション (1)	
セミナー	<u>日本の汚泥処理における地球温暖化対策</u> 日本下水道事業団 技術開発部 総括主任研究員 山本博英 <u>中国における汚泥処理・活用のニーズについて</u> 北京城市排水集団有限責任公司 元総経理 楊向平
懇親会	(立食形式 ホテル会場)

・ 2 日目 2 月 22 日 (火) 9:00-15:50

セミナー	<u>下水汚泥の資源価値と循環社会</u> 京都大学名誉教授 松井三郎 <u>汚泥の資源化と堆肥化</u> 中国科学院地理研究所 首席研究員 陳同斌
ポスターセッション (2)	
セミナー	<u>下水汚泥とバイオマスの有効活用</u> 荏原エンジニアリングサービス 技術・建設本部 副本部長 三浦永次 <u>汚水処理場の運転における省エネルギー技術</u> 清華大学 教授 施漢昌
昼食	
セミナー	<u>実績ある下水汚泥の炭化燃料化、および次世代焼却技術の紹介</u> 月島機械 企画・開発本部 研究開発部長 遠藤久 <u>中国における汚泥の有効利用</u> 上海市市政工程設計研究総院 総工師 張辰 <u>焼却灰によるリン回収および次世代焼却技術の紹介</u> メタウォーター (株) エンジニアリング本部技術第一部 藺田健一 <u>中国における汚泥処理</u> ハルビン工業大学 教授 田禹
閉会式	

5) 開催結果のまとめ

本プロジェクトの一環として、2011年2月21日から2日間にわたり、北京において「下水汚泥の適正処分・資源化のためのセミナー」を開催した。日中の汚泥処理分野の関係者約270名が一堂に会し、日中の汚泥処理に関する現状、課題、政策の動向について意見交換を行ったほか、ポスターセッションでは日本企業10社から中国側参加者に向けて汚泥処理に関する最新の技術紹介が行われた。

中国側からは中央・地方政府関係者に加え、これまで円借款を利用して下水処理施設を整備した28地方都市の汚水処理場関係者が参加した。日本側からも一般応募によって、メーカー、商社など45団体が参加するなど、日本企業の中国水ビジネスへの高い関心が表れていた。

21日のセミナーでは、日本側から国土交通省と日本下水道事業団が、中国側から住宅・都市農村建設部、上海市水務局が講演、日中それぞれの汚泥処理分野の現状について、フロアを含めた活発な意見交換が行われた。22日には、清華大学等から中国側から汚泥処理の実情、技術政策の動向が紹介され、日本からは、講師として招かれた民間企業の技術者が、中国側の課題解決に向けた選択肢として具体的な技術を紹介した。

日本からの発表のうち、民間企業の講師からは、それぞれの技術、ノウハウを活かして中国における汚泥処理の問題解決のための方策として、次世代型焼却、高効率脱水、汚泥炭化、メタンガス利用、リン回収、コンポスト化、亜臨界処理等の提案が行われた。これに対し、中国側から、汚泥性状の違いに対する適応性、コスト等を中心に多くの質問がなされ、中国関係者の関心の高さを感じると同時に、中国における技術導入の課題も見えてきた。

今回のセミナーは、第12次五ヵ年計画とタイミングを合わせた形で、日本の先進的な技術、経験を紹介し、中国における下水汚泥の適正処理・処分、資源化を促進するとともに、日本側と中国側の技術交流の促進を図ることを目的に開催されたものであり、その意味で、中国国内の多くの関係者との交流が実現し、双方の一致点、相違点、さらに技術導入に向けた課題を確認することができた点で、今回のセミナーの目的は十分達成されたと考えられる。

(2) 日中汚水処理場省エネセミナー（山東省済南市）について

1) セミナーの背景および目的

近年、中国では汚水処理場の建設・改善が急速に進められているが、同時に汚水処理における省エネルギー（創エネルギー）技術の導入に関心が高まっており、本プロジェクトにおいても、汚水の高度処理に伴い増加するエネルギー消費の低減等の下水道施設の省エネ化に向けた技術検討を行うこととしている。今般、本プロジェクトの一環として、日中の省エネルギー(創エネルギー)に関する施策、技術等についての情報交換、意見交換を目的としたセミナーを開催した。

なお、本セミナーは、「中国水大会（中国水務発展国際セミナー・新技術設備博覧会）」の分科会として開催するものであり、同大会は、2006年の第1回開催以降、今回で6回目となり、中国建設部が主催する水分野の国際会議では最大のものである。昨年度、セミナーには約1,500名（うち外国人400

名) が参加して議論を行うとともに、約 10,000 名が同時開催の博覧会に足を運んでいる。

2) 開催時期および開催場所

日時： 2011 年 9 月 20 日 (火) 9:00~17:00

なお、水大会は 2011 年 9 月 19 日 (月) ~21 日 (水) の 3 日間

場所： 済南山東大厦 (Jinan Shandong Hotel)

山東省済南市馬鞍山路 2-1 号

3) 第 6 回水大会の概要

第 6 回中国水大会について

(中国都市村鎮水務発展国際セミナー・新技術設備博覧会)

第 11 次五ヶ年計画における省エネ、汚染物排出削減及び飲用水安全保障の目標の完成状況や問題点等を分析し、第 12 次五ヶ年計画における都市上下水の発展方向や目標、重点任務、それに関連分野の理論や技術、方法などを検討するため、「上水安全、節水減汚、人と水との調和」をテーマに、第 6 回の中国都市村鎮水務発展国際セミナー・新技術設備博覧会を開催する。

1. 主催

中国都市科学研究会
中国都市・村鎮上下水協会
山東省住宅・都市農村建設庁
済南市人民政府

2. 後援

中国住宅・都市農村建設部
中国環境保護部
中国山東省人民政府
アジア開発銀行

3. 内容

- (1) 全体会議、分科会 (詳細は別添プログラムをご参照ください)
- (2) 上下水新技術設備博覧会

4. 期間

- (1) 全体会議、分科会
2011年9月19日 (月) ~20日 (火)
- (2) 上下水新技術設備博覧会
2011年9月19日 (月) ~21日 (水)

5. 会場

済南山東大厦 (済南市馬鞍山路2-1号)

(4) 水大会プログラム

期日		内容
9月19日（月）	午前	大会開幕式及び基調講演
	午後	都市・村鎮水務発展総合フォーラム
9月20日（火）	午前	都市・村鎮水務管理と改革発展
		都市・村鎮浄水プロセスと水質の基準達成
		上水管網の改造と運転管理
		汚水処理と再生利用
		都市・村鎮水処理の新技術、新設備の応用と産業化
		都市水系計画と景観設計
		都市水環境と水生態技術
		都市・村鎮上下水システムの省エネ
		日中汚水処理場省エネルギー技術セミナー
		日中汚水処理場省エネルギー技術セミナー
	午後	省エネ技術セミナー
		水質モニタリング警報及び応急技術
		都市・村鎮総合節水と漏水コントロール
		汚泥処理技術と資源化利用
		排水管網の建設維持管理
		都市雨水洪水利用と洪水防止、排出
		膜処理技術と応用
		都市・村鎮水務の評価
		ADB水務交流フォーラム
		9月20日（火）
～21日（水）	終日	飲用水安全交流フォーラム
9月19日（月） ～21日（水）		上下水新技術設備博覧会

5) 日中汚水処理場省エネセミナー プログラム

日中省エネ下水処理セミナー プログラム

2011年9月20日(火) 9:00-17:00

時間	内容
09:00-09:20	<p>■開会式(あいさつ)</p> <p>JICA 中国事務所 住宅・都市農村建設部</p>
09:20-10:10	<p>●セミナー<基調講演></p> <p>①中国における都市汚水処理場の省エネの概況 鄭 興灿 国家都市給排水工程技術研究センター 総工師</p> <p>②日本の下水処理における地球温暖化対策 尾崎 正明 国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究官</p> <p>■質疑</p>
10:10-10:20	休憩
10:20-12:00	<p>●セミナー<第1部:省エネ・地球温暖化防止の取り組み></p> <p>③北京市汚水処理場の省エネ対策 甘 一萍 北京都市排水集団研究開発センター 総経理</p> <p>④B-DASHプロジェクト紹介~超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証事業 水田 健太郎 日本下水道事業団 国際室</p> <p>⑤昆明市汚水処理場の省エネ対策 雲南デン池投資有限公司(調整中)</p> <p>⑥神戸市の下水道施設における創エネ、省エネ対策 瀧村 豪 神戸市建設局下水道河川部保全課長</p> <p>■質疑</p>
12:00-13:50	休憩(昼食)
13:50-15:10	<p>●セミナー<第2部:省エネ、創エネ技術></p> <p>⑦A²O法の省エネ対策 施 漢昌 清華大学環境学院 教授</p> <p>⑧バイオマス受け入れによる下水処理場のエネルギー活用可能性について 石田 貴 下水道新技術推進機構 資源循環研究部長</p> <p>⑨OD法の省エネ対策 劉 俊新 中科院生態環境研究センター 研究員</p> <p>■質疑</p>
15:10-15:20	休憩
15:20-16:50	<p>⑨大阪市における下水污泥炭化設備の紹介 木下 隆二 大阪市建設局管理部設備課</p> <p>⑩汚水処理場省エネの新技術開発 趙 慶良 ハルビン工業大学環境学院 院長</p> <p>⑪OD法における自動曝気制御技術による省エネルギー運転 湛 記先 Water Agency 水処理制御開発室 室長</p> <p>■質疑</p>
16:50-17:00	<p>●閉会式</p> <p>総括、あいさつ</p>

F 2-2 汚泥の適正処分についての基本検討資料について

中国における汚水処理量の急激な増加、汚水処理の高度化にともなう汚泥およびエネルギー消費の問題解決のため、汚水処理の計画、設計および施設の維持管理に携わるカウンターパート機関の職員および中国国内の大都市、地方部から選抜された研修員を対象とした本邦研修が下記のとおり、本プロジェクトの一環として行われた。本研修は、日本の汚水処理分野がこれらの問題に関して持っている豊富な経験と高度な技術について学習し、技術の普及を担う人材を養成することを目的としている。

(1) コース名：平成 24 年度 JICA 国別研修「下水高度処理／汚泥処理・省エネルギー」

(第 4 次研修)

(2) 研修期間： 受入期間： 平成 24 年 7 月 18 日から 8 月 3 日
(但し、技術研修期間は平成 24 年 7 月 19 日から 8 月 2 日)

(3) 研修員数： 20 名

(4) 到達目標

到達目標 1： 汚泥の適正処理処分に有用と考えられる、高効率な処理技術に係る情報の習得

到達目標 2： 汚泥の有効利用方策の立案に資する、資源化及びエネルギー化のための技術情報の習得

到達目標 3： 下水処理高度化を推進していく過程で適用可能な、省エネルギー技術に関する情報の習得

(5) デザイン・コンテンツ

本研修に参加した研修員の構成は、住宅・都市農村建設部村鎮建設司、北京、昆明、蘇州等の大都市、湖南省、広東省といった省政府の設計研究総院の高位のエンジニア（技術者）、大学教授等であるとともに、研修期間が実働 11 日間と限られるため、到達目標に沿った内容で政策判断に必要な情報習得を目標とし、以下のような研修デザインとした。

前半部 (1)日本の下水道概論（全般・汚泥処理・資源化・省エネ）、
(2)高効率汚泥処理技術（濃縮・消化・脱水・乾燥・焼却・堆肥化等）

中間部 (1)アジアセッション 参加【神戸市】
(2)下水道展、下水道研究発表会 参加【神戸市】
(3)神戸市東灘処理場見学（消化ガス有効利用）
(4)大阪市の汚泥有効利用の取り組み（消化ガス発電、汚泥炭化）
(5)下水バイオマスの地域エネルギー循環利用技術（神戸市の事例）
(4)旭化成守山工場見学（工場排水処理、中空糸を用いた水処理法）【守山市】

後半部 (1)省エネ技術の体系
(2)東京都清瀬処理場見学（A2O 法、ガス化炉、処理場上部利用）
(3)高度処理と水環境保全施策（流総計画の手法・高度処理・千葉県、滋賀県の湖沼水質保全計画の事例）
(4)講演会・ディスカッション（中国第 12 次五カ年計画、下水高度処理／汚泥処理、省エネルギープロジェクトの概要、中国下水道事業における課題に関するディスカッション）

(6) 研修日程表

表 F2-1 第4次研修（高度処理／汚泥処理／省エネ対策）日程表

	講義名称	時間	担当機関	講師	場所
7/19	※研修全体概要説明	TIC	JICA東京国際センター（TIC）		TIC
	※研修内容説明	TIC	下水道事業支援センター 事業部次長兼技術課長	北川 三夫	TIC
	1-1 日本の汚水処理の状況	TIC	国土交通省水管理国土保全局 下水道部下水道企画課課長補佐	斎野 秀幸	TIC
7/20	2-1 日本の汚泥処理・資源化の状況と施策	TIC	国土交通省水管理・国土保全局 下水道部下水道企画課 資源利用係長	西迫 里恵	TIC
	2-2 日本の汚水処理における省エネの状況と施策	TIC	日本下水道事業団 技術戦略部 水処理技術開発課	水田 健太郎	TIC
7/23	3-1 高効率汚泥処理技術（濃縮、消化、脱水）	TIC	下水道施設業協会 株式会社クボタ 水処理システム 技術部 上下水技術グループ 担当課長	山本 章裕	TIC
	3-2 高効率汚泥処理技術（乾燥、焼却、堆肥化）	TIC	下水道施設業協会 月島機械株式会社 ソリューション技術部 熱技術第1グループ	島 直純	TIC
7/24	4-1 アジアセッション	神戸国際 会議場	下水道事業支援センター 事業部次長兼技術課長	北川 三夫	神戸国際会議場
7/25	5-1 下水道展、研究発表会	神戸国際 会議場	下水道事業支援センター 事業部次長兼技術課長	北川 三夫	神戸国際会議場
7/26	6-1 東灘処理場（卵形消化槽、メタン利用）		神戸市建設局下水道河川部 計画課	樋野 係長	
	6-2 大阪市の有効利用の取組（メタン、炭化）	JICA 関西	大阪市建設局下水道河川部 水環境課 課長代理	大谷 佳史	JICA 関西 講義
7/27	7-1 省エネ技術の体系	JICA 関西	下水道新技術推進機構 技術評価部 副部長	吉川静雄	JICA 関西
	7-2 バイオマスエネルギー地域循環利用		神鋼ソリューション 水処理事業部 計画部 第一計画室 課長	土屋 聡	JICA 関西
	7-2 中国技術協力に関する意見交換（討論会・発表会打合せ）	JICA 関西	下水道事業支援センター 事業部次長兼技術課長	北川 三夫	JICA 関西
7/28	施設見学（旭化成せいんい株式会社守山工場） 工場排水処理と中空系（MF・UF）を用いた排水 処理技術に関する説明		旭化成守山支社環境安全部長	村中 文男	旭化成 守山工場
7/30	8-1 清瀬水再生センター （A2O法、ガス化炉、上部利用）	清瀬水 再生セ ンター	見学先窓口 清瀬水再生センター	鈴木課長	清瀬水再生センター
7/31	9-1 流域汚濁負荷管理と高度処理	TIC	国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水処理研究室 研究官	久岡 夏樹	TIC
	9-2 千葉県における水環境保全施策 （湖沼水質保全計画）	TIC	千葉県環境生活部水質保全課 湖沼浄化対策室 副主査	小島 博義	TIC
	9-3 琵琶湖の流域管理について	TIC	滋賀県琵琶湖環境部 下水道課課長	川嶋 幸徳	TIC
8/1	10-1 講演会	下水道協会	JICA GCUS	別紙 参照	下水道協会
	10-2 討論会・発表会	下水道協会	JICA GCUS		下水道協会
8/2	11-1 研修評価	TIC	JICA TIC SBMC		TIC
	11-2 修了式	TIC	JICA TIC SBMC		TIC

(7) 研修講義内容

第4次研修の講義内容を【表 F2-2】に示す。

これらの講義において使用された教材・パワーポイントは、別途、「汚泥の適正処分についての基本検討資料」としてCDにとりまとめた。

表 F2-2 第4次研修（高度処理／汚泥処理／省エネ対策）講義内容

講義名称	時間	担当団体	講義内容
1-1 日本の汚水処理の状況	3	国土交通省	水域汚染の歴史と現状 水環境基準と排水基準 汚水処理システム（集合処理、分散処理、戸別処理） 高度処理の状況
2-1 日本の汚泥処理・資源化の状況と施策	3	国土交通省	下水汚泥の発生と処理処分状況 汚泥処理処分・資源化に関する基準、指針及び規制 汚泥減量化・資源化に関する施策（資源のみち、Lotusプロジェクト）
2-2 日本の汚水処理における省エネの状況と施策	3	下水道事業団	汚水処理分野の電力消費及び資源消費の状況 省エネに係る施策（エネルギー使用の合理化に関する法律等） 汚水処理場における省エネ管理システム 汚水処理場における省エネ・新エネルギー開発の事例
3-1 高効率汚泥処理技術（濃縮、消化、脱水）	3	下水道施設業協会	高効率汚泥濃縮技術（浮上濃縮、ベルト濃縮等） 高効率汚泥消化技術（高濃度消化、高温消化、担体投入消化等） 高効率汚泥脱水技術（低含水率脱水）
3-2 高効率汚泥処理技術（乾燥、焼却、堆肥化）	3	下水道施設業協会	高効率汚泥焼却技術（加圧循環流動炉、循環型多層燃料炉等） 高効率汚泥乾燥技術（回転盤式乾燥機、傾斜盤式乾燥機等） 汚泥堆肥化技術（高温好気発酵等）
4-1 アジアセッション	3	日本下水道協会	アジアセッション参加
5-1 下水道展、研究発表会	3	日本下水道協会	下水道展、研究発表会参加
6-1 東灘処理場（卵形消化槽）	3	神戸市	汚泥消化、メタン利用（神戸市東灘処理場）
6-2 大阪市の有効利用の取組（メタン、炭化）	3	大阪市	大阪市の状況（メタン利用、汚泥炭化、PFI 汚泥燃料化）
7-1 省エネ技術の体系	3	下水道新技術推進機構	省エネ/創エネに関する技術情報データベース（設備編） 主要設備の省エネ技術（ばっ気設備、ポンプ設備、DO制御等） 主な創エネ技術（バイオマス利用を除く、ヒートポンプ、小水力発電、廃熱利用等）
7-2 バイオマスエネルギー地域循環利用技術	3	大阪科学技術センター、神鋼環境ソリューション、大阪ガス	下水道バイオマスの地域エネルギー循環利用システム（大阪科学技術センター）、メタン利用技術（神鋼環境ソリューション、大阪ガス）
8-1 現地視察（東京都）	3	東京都	清瀬水再生センター（高度処理（A2/O）、ガス化炉、上部空間利用、ピオトープ）
9-1 流域汚濁負荷管理と高度	3	国土技術政策総合研究所	流域別下水道整備総合計画 流域窒素・りん総量制御 日本における高度処理の現状と技術
9-2 水環境保全施策	3	滋賀県、茨城県	閉鎖性水域における富栄養化防止施策 生態利用浄化技術 琵琶湖、霞ヶ浦の経験
10-1 講演会	3	日本下水道協会	中国の汚水処理分野における課題と日中技術協力（仮題）
10-2 討論会	3	日本下水道協会	汚水処理分野における日中技術協力と水ビジネス（仮題）

PART-G 結論および今後の課題と提言

G 1 結論と今後の課題

急速な経済発展が進行している中国では、急激な経済成長により、水質汚濁が進行し、湖沼の富栄養化や、生活環境の悪化等が生じている。これに対応するため、数次にわたる五カ年計画により、下水道整備が進められ、都市における汚水処理能力は、著しく整備された。その一方、都市周辺部や農村部における小規模下水道の整備や、既存処理施設の機能向上による放流水域の環境基準の達成等が課題となっている。特に、2006年の国家環境保護総局の公告により、指定重点流域および湖沼、貯水池など閉鎖、半閉鎖水域に排出する場合には、一級B基準から、より厳しい一級A基準が適用されることとなった。

これらを背景とし、既存の都市汚水処理場の高度化、小規模レベル処理施設の効率的整備、高度処理施設の適正管理を目的とした JICA「汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト」を、2009年度から2013年3月まで実施した。

本プロジェクトの目標は、「大規模及び鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が普及し、運営改善の方針が示される」であり、このための本プロジェクトの成果は、以下のとおりである。

<成果1>

大規模汚水処理施設の高度処理化のための技術が習得され、改造設計・運営改善指針が整備される。

1) A20法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン(本文・条文解説)(2013.03)

【巻末成果品資料1-1】

2) A20法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン(本文・条文解説)(2013.03)

【巻末成果品資料1-2】

<成果2>

鎮レベルの小規模汚水処理施設の高度処理化のための技術、事後評価手法が習得され、ハンドブック(設計・運営改善指針)が整備される。

1) 「事後評価調査(アンケート調査表)」の作成・実施(2012.02)【巻末成果品資料2-1】

2) 小・中規模下水処理場SBR法応用評価及び設計・運転管理ガイドライン(2013.03)

【巻末成果品資料2-2】

<成果1>、<成果2>共通事項

1) キャパシティ・デベロップメント(以下、「CD」と記す)の実施(プロジェクト支援業務)

【E1.節参照】

2) プロジェクト成果普及促進セミナーの開催(2013.3.22)【E2.節参照】

<成果3>

汚水処理場の運営に関わる省エネ・省資源化、汚泥の適正処分が検討され、技術資料が整備される。

1) 阿子営汚水処理場の現状における運営改善提案

2) 汚泥処理・資源化セミナー開催(2011.02)【F2-1節参照】

3) 汚水処理場の省エネセミナー開催(2011.09)【F2-1節参照】

4) 汚泥の適正処分についての基本検討資料 (CD) 【巻末成果品資料 3-1】

本節では、これらの項目に関し、結論と今後の課題について述べる。

G1-1 大規模処理施設高度処理化のための技術習得、改造設計・運営改善指針の整備

(1) 改造設計指針について【巻末成果品資料1-1】

本指針は、北京排水集団における高碑店処理場をモデルサイトとし、北京排水集団において策定された企業基準をベースとしつつ、日中の専門家により、検討が加えられ、指針としてまとめられた。北京排水集団でまとめられた企業基準には、通常の二次処理による有機物・SS除去に加え、窒素・りんを除去するための高度処理法 (A20法) を導入する場合に想定される種々の処理法に関し、解説が行われているもので、以下の処理法が記載されている。

1. 生物処理プロセス

- (1) 標準型 A20
- (2) 改良型 A20 (流入有機物を最大限利用する方法)
- (3) A20+担体添加
- (4) MBR 法

2. 高度処理プロセス

- (1) バッキ生物ろ過 (二次処理後、生物ろ過により硝化を行う)
- (2) 脱窒生物ろ過 (二次処理後、嫌気ろ過に有機物を加え、脱窒を行う)
- (3) 凝集沈殿と同時化学脱りん

ベースとなった企業基準では、これら種々の処理法の概要や特徴等を取りまとめたものであったが、本プロジェクトでは、各種処理法の解説に加え、二次処理で設計された既存処理施設を A20 に改造する場合の設計選択手法・設計検討手法を示すための検討を行った。検討のポイントは、既存処理場の維持管理データを活用して、既存施設における硝化可能性の確認や、脱窒可能性の確認、りん除去可能性の確認等の評価を行い、これらの評価の結果、既存施設で、脱窒、脱りんが困難である場合に、前述の種々の処理法について、どの処理法が望ましいかという代替案 (種々の処理法) の検討を行っていくことである。

このため、本プロジェクトの成果である改造設計指針においては、既存施設における硝化可能性の確認、脱窒可能性の確認、りん除去可能性の確認等の評価手法 (確認・評価を行うための重要パラメータとその値を用いた設計手法) に関し、説明を行った。これらの手法により、他の処理場における高度処理対応への適応性や、上記処理法の導入必要性等を判断することが可能となる。

上記に関する種々の処理法については、これまで、中国において、実施事例が少ないことから、今後は、これら処理法に関する種々のデータの解析・技術評価を実施した上で、設計手法や、設計基準を確立していくことが課題となっている。

(2) 維持管理指針について【巻末成果品資料1-2】

大規模処理場 A20 に関する維持管理指針に関しては、北京排水集団における維持管理において得られたデータ等をベースとし、A20 法の維持管理を行う際の具体的維持管理手法を提示した。具体的に

は、下記のような A20 法における重要パラメータとその管理手法に関し、説明を行ったものであり、今後、A20 を導入しようとしている他の処理場において、維持管理を行う際のガイドライン（基本的考え方を示したもの）的なものとなるものである。

- ・既存施設の硝化の確認（A-SRT、水温等）
- ・既存施設の脱窒の確認（ORP、炭素源、MLSS 等）
- ・既存施設のリン除去の確認（ORP、VAF 等）

今後は、個々の処理場において、上記ガイドライン・指針に基づいて、日々の維持管理データを蓄積・解析することにより、それぞれの処理場に適した管理手法を確立していくことが望まれる。

G 1 - 2 小規模処理施設の高度処理化技術事後評価手法の習得とハンドブックの整備

-SBRガイドラインについて-【巻末成果品資料 2 - 2】

本ガイドラインでは、中国国内において回分式活性汚泥法（SBR）を採用している既存処理場を対象としたアンケート調査や、現地調査を行い、これらのデータや調査結果を解析・評価することによって、SBR法の特性や課題を明らかとし、これらを踏まえ、提言を行ったものであり、日本では、各種処理法に関して、事後評価として実施されている手法を中国において（初めて）適用したものである。本ガイドラインにおいては、これからSBRを採用する処理場における設計上の留意点や、既にSBRを導入している処理場における維持管理上の留意点等について、解説を行っており、今後は、これらの事後評価から得られた結果や留意点をどのように、各処理場で活かしていくかが課題となっている。

G 1 - 3 CDに関する結論と今後の課題

CDとは、「個人、組織、制度や社会が、個別にあるいは集合的にその役割を果たすことを通じて問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力（問題対処能力）の発展プロセス」とされている^{2 1)}、^{2 2)}。本プロジェクトにおける目標は、大規模施設の改造設計・運営改善および小規模汚水処理施設の高度処理化による水質改善であり、前述の定義に基づくと、CDとは、これらの目標に関する設計指針や維持管理指針、ハンドブック等を作成・普及させることにより、目標を達成していく能力の発展プロセスと考えられる。

一般的に、良好な施設の設計・建設・管理・運営を継続的に行うためには、PDCA サイクル [Plan (計画) → Do (実行) → Check (評価) → Act (改善)] の 4 段階が繰り返されることによって、業務が継続的に改善されていく必要がある。

中国国内においては、これまで必ずしも、設計部門と維持管理部門間や、あるいは、施設の設計を行う設計院と維持管理を行う会社との間においては、情報共有や連携が行われてこなかった。

このようなことを背景に、本プロジェクトでは、各プロジェクト目標に関して、次のような取り組みを行った。

(1) 大規模処理場改造設計指針・維持管理指針について

大規模処理場改造設計の作成における CD とは、「高碑店処理場において、既存施設の高度処理を行うための指針を作成するという課題対応のための発展プロセス」としてとらえることとし、これを可能とするためのポイントは、「設計部門と維持管理部門との情報の共有や連携を十分に行い、これまでお互いに得られた知見を活用して指針の作成を行っていく」ことであると考えられた。

このような観点から、本プロジェクトでは、具体的な設計部門と維持管理部門との情報共有や連携の方法を示すため、日本における設計指針や維持管理指針をベースとして、「A2O 法の改造設計の要点 (添付資料 C3-1)」および「A2O 法の維持管理の要点 (添付資料 C3-2)」を作成し、提示を行った。これらは、どのような手法により、維持管理部門と設計部門がデータと情報を共有し、より実務的でわかりやすい指針を作成する手法について、要点を示したものであり、これらを参考としつつ、各指針のとりまとめが行われ、最終的に、大規模処理場改造指針および維持管理指針という成果としてとりまとめられた。

また、CD とは、問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力 (問題対処能力) の発展プロセスであり、本プロジェクト終了後も継続して行われるようになるという観点からは、今回示したような設計部門と維持管理部門が様々な情報や経験を共有することにより、種々の業務において、より効果的な業務を行うことが、継続的に可能となると考えられる。

今後は、今回示された大規模改造指針および維持管理指針の成果 {設計部門と維持管理部門の情報を共有することにより示された各種の高度処理化対応技術の選択手法および A2O 法の具体的維持管理手法} をベースとしつつ、これらを評価・解析し、次の段階の計画・設計・建設 (二次処理施設で、計画・設計・建設された既存施設の高度処理化のための改造計画の作成と設計・建設) を合理的に行うための行動として、何を行うかといったことを検討することが課題となっており、具体的には、改造設計指針で示されている各種改造処理法の技術評価を実施した上での、各種個別処理法の設計指針の作成等が考えられる。

(2) SBRガイドラインについて

中国においては、下水処理場の設計はすべて設計院で行われており、維持管理は別の組織 (各市の運営公司等) で行われている。基本的には、両者の間には、意見交換や、維持管理で得られた情報をフィードバックするシステムはない。

このようなことから、本プロジェクトにおける CD とは、「設計院と維持管理運営公司において、SBR ガイドラインを作成するという課題対応のための発展プロセス」と、とらえることができ、これを行うためのポイントは、「設計院と維持管理運営公司との情報の共有や連携を十分に行い、これまでお互いに得られた知見を活用してガイドラインの作成を行っていく」ことであると考えられた。

本プロジェクトでは、昆明市内の処理場を対象として現地調査を行うとともに、江蘇省、安徽省および雲南省における 39 の処理場を対象としたアンケート調査を実施し、こられの調査から得られた情報を評価・解析し、既存の処理場の維持管理手法、あるいは新設の処理場の設計手法に対して提言を行うための SBR ガイドラインを作成した。

なお、CD とは、問題を解決し、また目標を設定してそれを達成していく能力 (問題対処能力) の発展プロセスであり、本プロジェクト終了後も継続して行われるようになるという観点からは、今回

示したような事後評価手法を用いることにより、たとえば新しい処理法の導入後、現地調査やアンケート調査を行うとともに、これらのデータを用いて処理法の評価・解析を行い、処理法に関する課題等に対する提言を行うことも可能となると考えられる。

今後は、今回のガイドラインで提言された内容に関し、どのように新規の施設設計に反映していくか、あるいは既存施設において同対応していくかといった具体的な対応方法を検討していくことが課題となっていると考えられる。

G 1-4 汚水処理場の省エネ・省資源化、汚泥の適正処分の検討および技術資料の整備

汚水処理場の省エネ・省資源化、汚泥の適正処分の検討および技術資料の整備に関しては、汚泥処理・資源化セミナー（2011.02）【F 2-1 節 参照】および汚水処理場の省エネセミナーの開催（2011.09）【F 2-1 節 参照】を行った、また、本プロジェクトの一環として実施した研修等のテキストや抗議資料をベースとした汚泥の適正処分についての基本検討資料（CD）【巻末成果品資料 3-1】の作成を行った。

中国においては、汚水処理場の整備に伴い、処理場から発生する汚泥量が増加しており、その適正な処理・処分・再利用が重要な課題となっている。また、エネルギーの有効活用、地球温暖化防止といった観点から、汚水処理場における省エネの推進も重要な課題である。このため、今回のプロジェクトで実施されたセミナーや研修等で示された省エネ技術や汚泥の適正技術に関する技術資料等を有効かつ効果的に活用し、中国国内における合理的な省エネ技術や汚泥処理・有効利用技術が確立されていくことが望まれている。

G 2 今後の提言

(1) 大規模処理場改造設計指針・維持管理指針について

今回のプロジェクトでは、水質環境基準の達成および処理水の再利用の促進を図るため、大規模処理場の改造設計指針・維持管理指針の作成を行った。対象とした処理法は、A2O をベースとした各種改造処理プロセスとした。

一方、北京等、中国北部においては、水不足が深刻であり、下水処理水は、貴重な水資源ととらえられており、処理水質は、通常の放流水質よりも、よりきびしい基準が適用されている。このような厳しい水質基準に対応するためには、今回のプロジェクトで対象とした A2O 法に加えて、オゾン処理や砂ろ過、活性炭等の高度処理技術が必要になると考えられ、今後は、環境基準の達成といった観点よりは、むしろ、処理水の再利用を前提とした設計指針の作成といったことが求められると思われる。

また、中国国内では、流入下水中の有機物濃度が低いことが指摘されており、これにより、A2O 法における脱窒が十分に行えなくなる場合も報告されており、今後、これに対応するための技術の検討も必要になると考えられる。

(2) 小規模レベルの処理場について

日本においては、過去、大規模処理場から徐々に中小規模の処理場に下水道整備の重点が移行していく過程において、大規模処理場の設計手法や思想をそのまま、小規模の処理場に適用し、施設建設

後の維持管理の段階で問題となった事例がある。

小規模処理場には、大中規模の処理場とは異なる小規模処理場の特性（①流量変動が大きい、②技術者の確保が困難、③財政規模が脆弱、④土地の取得が大規模処理場と比較して容易等）があり、これらの特性に対応した整備手法の確立が重要になる。

このため、日本では、小規模下水道特有の状況に対応するための指針「小規模設計指針」¹⁸⁾（初版は、1984年に作成されており、その後、1996年、2004年に改定されている）が、新たに作成された。

一方、中国においては、小規模下水道や中・大規模下水道に関する明確な概念がなく、大規模や中規模における設計思想をそのまま、小規模下水道に適用されており、今後は、中国における大・中規模とは異なる小規模処理場の特性を明らかにするとともに、このような特性に対応した小規模処理場の設計指針および維持管理指針の策定が望まれていると考えられる。

なお、小規模処理場の定義は、日本では、設計指針において、おおむね人口1万人以下とされており¹⁷⁾、これは、鎮レベル、村レベルの平均人口規模（鎮レベル1都市平均人口；7,676人、村レベル1都市平均人口；1,133人）に相当している。

また、大規模・中規模以外で、今後、村鎮レベルの市町村の汚水処理を行っていくには、オンサイトとオフサイトの考え方（どういった基準で、両者を使い分けるか、あるいは、どういった地域にオンサイトを整備し、どういった地域をオフサイトで整備するかといった基準）も必要となっていくものと思われる。

また、これらの小規模処理場や分散型処理、オンサイトの組み合わせによる整備が有効と考えられ、これを可能とするには、これらの建設費・維持管理費等のファイナンスのあり方や、運営管理面；オンサイトの場合は汚泥収集・処理手法等を含めた計画論や、技術論が必要と考えられる。

（3）汚水処理場の省エネ・省資源化、汚泥の適正処分の検討

今回のプロジェクトにおいては、大規模指針に関しては、高碑店処理場、小規模ガイドラインに関しては、昆明市内の処理場をモデル処理場として、種々の検討を行い、指針やガイドラインの作成を行った。実際の処理場をモデルサイトすることで、これら処理場の実際のデータや状況等をベースとして、より実務的な検討が可能となり、効果的な指針の策定が行えることとなる。

汚水処理場の省エネ・省資源化、汚泥の適正処分の検討に関しては、今回は、セミナーや研修をベースとした検討を行ったが、より実務的、かつ効果的な指針等を策定するには、今回の大規模指針や小規模ガイドラインで行ったようなモデル処理場、あるいはモデル都市を選定し、これらの選定された処理場、あるいは都市における実際のデータや状況等をベースとした種々の検討を行い、各種提言や指針等を策定していくことが、有効であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 中国における水環境問題の動向、大和総研調査年報、2011年春季号 Vol.2
- 2) 2001年～2010年 各年の中国環境状況公報、中華人民共和国環境保護部
ホームページ；<http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/>
- 3) 2011年中国環境状況公報、中華人民共和国環境保護部
ホームページ；<http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/>
- 4) 关于全国城镇污水处理设施 2011 年第四季度建设和运行情况的通报（2011 年度第 4 四半期；全国都市と町における污水处理施設の建設と運行状況の関する通達）、中華人民共和国住房和城乡建设部（中華人民共和国 住宅都市農村建設部）、建城[2012]21 号、2012 年 02 月 15 日、
http://www.mohurd.gov.cn/zcfg/jsbwj_0/jsbwjcsjs/201203/t20120320_209157.html
- 5) 中国における水環境の現状を踏まえた分散型排水処理技術の取組と提言、除 開欽、
国立環境研究所 ホームページ、<http://www.nies.go.jp/kanko/news/31/31-3/31-3-02.html>
- 6) 地表水の環境基準、地表水の環境基準、国家環境保全基準、GHZB1—1999
（代替 GB3838—88, GB1294—91）、（1999—07—20 国家環境保護総局公布 2000 年-01-01 実施）
- 7) 「第 12 次五カ年計画」全国都市污水处理と再生利用施設建設計画紹介、杭 世珺、北京市市政工程設計研究総院、JICA・GCUS 講演会（2012. 8. 1）
- 8) 「十二五における全国城鎮污水处理及び再生水利用施設の建設計画に関する通知」、中華人民共和国國務院官房（國務院弁公庁）通知 2012 年 24 号）、【国务院办公厅关于印发、“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划的通知、国办发〔2012〕24 号】
- 9) 「都市下水処理場汚染物排出基準(GB18918-2002)」、国家環境保護総局公告 2006 年 第 21 号
- 10) 中国の水資源政策と『水法』『取水条例』、松浦 茂樹、国際地域学研究 第 13 号、
2010 年 3 月
- 11) 中国の水事情、Clair Report No. 361(June 14, 2011)、(財)自治体国際化協会北京事務所

- 1 2) 北京排水集団 ホームページ、
http://www.bdc.cn/cenweb/portal/user/anon/page/BDC_Brief.page
- 1 3) 中国の環境産業に関する調査報告書、日本貿易振興機構(JETRO)北京センター、2009年3月
- 1 4) 中国村鎮污水处理の現状と対策、中国住宅都市農村建設部 村鎮建設司、趙 暉、
JICA・GCUS講演会 (2011.12)
- 1 5) 北京 高碑店污水处理場施設再生水処理をアップグレード【2013-01-09】、
Intelligence from China, 下水道情報、第1732号、平成25年2月5日
- 1 6) 关于全国城镇污水处理设施2012年第一季度建设和运行情况的通报、中华人民共和国
住房和城乡建设部、建城[2012]71号、2012年05月07日(2012年度第1四半期；全国都市と町における汚
水处理施設の建設と運行状況の関する通達、中華人民共和国 住宅都市農村建設部、建城[2012]21号、
2012年02月15日)
http://www.mohurd.gov.cn/zcfg/jsbwj_0/jsbwjcsjs/201205/t20120518_209946.html
- 1 7) 下水道施設計画・設計指針と解説、2009年版、日本下水道協会
- 1 8) 小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説、2004年版、日本下水道協会
- 1 9) 平成23年版 下水道白書 日本の下水道、日本下水道協会
- 2 0) 全国投运污水处理厂名单(20110420) 环境保护部、
<http://wenku.baidu.com/view/fad1a8d733d4b14e8524685b.html>
- 2 1) キャパシティ・ディベロップメント ハンドブック、平成16年3月、独立行政法人
国際協力機構 援助アプローチ・戦略タスクフォース
- 2 2) キャパシティ・ディベロップメント(CD) ～CDとは何か、JICAでCDをどう捉え、
JICA事業の改善にどう活かすか～、2006年3月、独立行政法人国際協力機構、国際
協力総合研修所
- 2 3) 下水道協会、「下水道維持管理サービス向上のためのガイドライン(2007年版)」

巻末成果品資料

- 1-1 A₂O 法による汚水処理場グレードアップ改造設計ガイドライン（本文・条文解説）（2013.03）

- 1-2 A₂O 法による汚水処理場グレードアップ運転・維持管理ガイドライン（本文・条文解説）（2013.03）

- 2-1 事後評価調査（アンケート調査表）-回分式活性汚泥法（SBR）下水処理場アンケート調査表-（2012.02）

- 2-2 「小・中規模下水処理場 SBR 法応用評価及び設計・運転管理ガイドライン（2013.03）」

汚水処理場のグレードアップ改造と 運営改善に関するプロジェクト成果

番号：

大規模 A₂O 法による汚水処理場グレ ードアップ改造設計ガイドライン

日中協力 汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善に
関するプロジェクト発布

-
- - 発布
 - - 実施

まえがき

本設計ガイドラインの目的は大規模 A₂O 活性汚泥法およびその各種変法設備の設計過程における設計方法を改善し、設計思想を向上させ、該当設備のグレードアップ改造に設計根拠を提供することである。都市污水处理設備グレードアップ改造の設計水準を増強し、污水处理の技術進歩を促進し、水質汚染物質排出を抑制し、水環境汚染と生態系破壊を防止するために、本設計ガイドラインを制定する。

本技術ガイドラインについては、北京排水集団が管理及び解釈に責任を負う。

本技術ガイドラインの主な起草者：盧長松、胡俊、鞠宇平、甘一萍、王佳偉、柏永生、劉秀紅、高金華 等

本技術ガイドラインの専門家：杭世珺、川嶋幸徳、北川三夫、川口幸男 等

本技術ガイドラインは初めて発行される。

目 次

1	総則	1
1.1	目的	1
1.2	適用範囲	1
1.3	設計目標	1
1.4	設計原則	1
2	引用規格文書	1
3	用語と定義	2
4	技術路線	5
4.1	基本条件確認	5
4.2	水質水量変化特性の分析	5
4.3	グレードアップ改造プロセスフローの分析	6
4.4	典型プロセスユニット	8
4.5	処理法選択の具体的手順	10
5	前処理プロセス設計	13
5.1	調節、スクリーン、沈砂	13
5.1.1	設計条件	13
5.1.2	技術特徴	13
5.1.3	設計要点	13
5.2	最初沈殿池	14
5.2.1	設計条件	14
5.2.2	技術特徴	15
5.2.3	設計要点	15
6	生物処理プロセス設計	16
6.1	従来型 A ₂ O 法	16
6.1.1	設計条件	16
6.1.2	技術特徴	16
6.1.3	設計要点	16
6.2	改良型 A ₂ O 法	17
6.2.1	設計条件	17
6.2.2	技術特徴	17
6.2.3	設計要点	18
6.3	A ₂ O+担体技術	19
6.3.1	設計条件	19
6.3.2	技術特徴	19
6.3.3	設計要点	19
6.4	MBR 法	21
6.4.1	設計条件	21
6.4.2	技術特徴	21

6.4.3 設計要点	21
7 高度処理プロセス設計	22
7.1 曝気生物ろ過槽	22
7.1.1 設計条件	22
7.1.2 技術特徴	22
7.1.3 設計要点	23
7.2 脱窒生物ろ過槽	23
7.2.1 設計条件	23
7.2.2 技術特徴	23
7.2.3 設計要点	24
7.3 凝集沈殿と同時化学的脱リン	24
7.3.1 設計条件	24
7.3.2 技術特徴	24
7.3.3 設計要点	24
8 流出水安定の技術サポート	25
8.1 設計条件	25
8.2 技術特徴	25
8.3 設計要点	25
8.3.1 湿地設計	25
9 監視と管理	26
10 本ガイドラインの用語説明	26
条文説明	27
1. 総則	27
4. 技術路線	27
5. 前処理プロセス設計	28
5.1 調整、スクリーン、沈砂	28
5.2 最初沈殿池	29
6. 生物処理プロセス設計	29
6.1 在来型 A ₂ O 技術	30
6.2 改良型 A ₂ O 技術	30
6.3 A ₂ O+担体技術	31
6.3.2 技術特徴	31
6.3.3 設計要点	31
6.4 MBR 技術	32
6.4.1 設計条件	32
6.4.2 技術特徴	32
6.4.3 設計要点	33
7. 高度処理法の設計	33
7.1 ばっ気生物ろ過槽	33
7.2 脱窒ろ過槽	33

7.3 凝集沈殿と同時化学的脱リン	34
8. 放流水安定化の技術保障.....	34

1 総則

1.1 目的

本ガイドラインは、大規模 A₂O 活性汚泥法とその各種変法による汚水処理場のグレードアップ改造における設計の考え方、設計手法を示し、施設設計の最適化、および設備設計の合理化と設計水準の向上を目的とする。

1.2 適用範囲

本ガイドラインは、大規模 A₂O 活性汚泥法およびその各種変法設備へのグレードアップ改造設計に適用する。

1.3 設計目標

本ガイドラインは、大規模 A₂O 活性汚泥法およびその各種変法設備の中で技術先進、安全・安心、省エネ・土地節約、経済的・合理的、流出水水質が安定的に基準達成し、最大限運転への影響を減らすことを設計目標とする。

1.4 設計原則

(1) 処理水の安定的基準達成

大規模 A₂O 汚水処理場におけるグレードアップ改造の設計を行う場合、処理水の安定的基準達成を第一原則としなければならない。

(2) 運転への影響を減らす

改造工事の現状と基本ニーズを十分理解した上で、計画設計において十分に改造の汚水処理場運転への影響を考慮し、地元条件に合わせて改造計画を選択する。

(3) 安定的、信頼性、技術先進

実績のある成熟プロセスを使用し、積極的に先進の新技术、新材料、新設備を採用する。

(4) 省エネ・土地節約、経済的で実情に適合

建設と運転の経済性を重視し、低エネルギー消費、高信頼性の技術計画と設備を優先的に採用し、設計を最適化し、投資と用地を節約し、運転コストを下げる。

2 引用規格文書

下記の規範・基準に含まれる条文は、本設計ガイドライン中に引用されることによって本ガイドラインの条文となる。本ガイドライン出版時に示したバージョンは全て有効である。全ての規範・基準は改訂されうるが、本規範・基準を使用する関係者が下記規範・基準の最新版を使用する可能性を検討する。

GB50013-2006 屋外給水設計規範

GB50014-2006 屋外排水設計規範

GB50015—2003 建築給排水設計規範
GB50016—2006 建築設計防火規範
GB/T50265—97 揚水機場設計規範
GB50140—2005 建築消火器配置設計規範
GB3838—2002 地表水環境質基準
GB8978—1996 污水総合排出基準
CJ3082—1999 污水の都市下水道への排水水質基準
GB/T 18919—2002 都市污水再生利用 分類
GB/T 18920—2002 都市污水再生利用 都市雑用水水質
GB/T 18921—2002 都市污水再生利用 景観環境用水水質
GB50335—2002 污水再生利用設備設計規範
GB18918—2002 都市污水处理場汚染物質排出基準
北京市市政工程設計研究總院編『給排水設計ハンドブック（第5巻）都市排水』（第二版）
北京、中国建築工業出版社，2004年

3 用語と定義

本基準は下記の用語と定義を採用する。

3.1 グレードアップ改造 Upgrading Reformation

污水处理場排出基準が向上したので、設備対策により都市污水处理場の改造を進めることにより、流出水の水質を安定的に新しい排出基準を達成するようにさせる過程である。

3.2 省エネルギー・消費抑制 energy saving and consumption reducing

省エネルギー・消費抑制とは、簡単にいえばエネルギーを節約し、消費を減らすことにより、最少の投入で最大の経済利益を獲得することである。本設計ガイドラインでは一連の技術と設備手段により、污水处理プロセスの運転費用を減らし、エネルギー消費節約の目的を達することである。

3.3 嫌気/無酸素/好気窒素・リン除去プロセス anaerobic/anoxic/oxic process (A20、又はAAO)

嫌気、無酸素、好気を順に配置した污水处理により、全窒素及び全リンの除去率を向上させる生物学的処理。

3.4 嫌気性域 anaerobic zone

生物反応槽の非酸素充満区域であり、かつ硝酸塩又は亜硝酸塩が存在しない区域。リン酸蓄積微生物が嫌気域において有機物を吸収し、リンを放出する。

3.5 無酸素域 anoxic zone

生物反応槽の非酸素充満区域であり、かつ硝酸塩又は亜硝酸塩が存在する区域。生物反応槽に大量の硝酸塩、亜硝酸塩が含まれ、十分な有機物が得られた際に、当該区域内において脱窒反応が行われる。

3.6 好気性域 oxic (aerobic) zone

生物反応槽の酸素充満区域。微生物が好気域において有機物を分解し、硝化反応を行う。

3.7 生物学的硝化 bio-nitrification

污水生物処理法において、好気状態で、硝化菌がアンモニア態窒素を酸化して硝酸態窒素にする過程である。

3.8 生物学的脱窒 bio-denitrification

汚水生物処理法の中で、無酸素状態で、脱窒菌が硝酸態窒素を窒素ガスに還元し、汚水中の窒素を除去する過程。

3.9 生物学的脱リン biological phosphorus removal

活性汚泥法による汚水処理において、リン蓄積細菌の比較的多い余剰汚泥を排出することにより、汚水中のリンを除去する工程。

3.10 泥齢 sludge age/ solids retention time (SRT)

活性汚泥の全反応槽における平均滞留時間。

3.11 好氣的汚泥滞留時間 oxic sludge age/aerobic solids retention time (ASRT)

活性汚泥の好気槽中の平均滞留時間。

3.12 ケルダール窒素 total Kjeldahl nitrogen

有機窒素（マイナス3価）とアンモニア態窒素の含有量の和。

3.13 全窒素 total nitrogen

有機窒素、アンモニア態窒素と硝酸態窒素の含有量の和。

3.14 全リン total phosphorus

オルトリン酸塩、ピロリン酸塩、メタリン酸塩、ポリリン酸塩と有機リン酸塩の含有量の和。

3.15 生物反応槽 biological reaction tank

活性汚泥法を利用して汚水生物処理を行う構造物。反応槽内は生物活動に必要な条件を満たし、嫌気、無酸素、好気状態に分けられる。槽内は汚泥浮遊物質を保持し汚水と十分に混合する。

3.16 活性汚泥 activated sludge

生物反応槽内で繁殖した各種微生物群集のフロック。

3.17 返送汚泥 returned sludge

最終沈殿池で分離され、生物反応槽に返送される活性汚泥。

3.18 スクリーン bar screen

水中の比較的大きな浮遊物やその他の雑物を捕集する装置。

3.19 沈砂池 grit chamber

水中の自重が大きく、自然沈降する粒径の大きな砂粒もしくは雑粒を除去する池。

3.20 最初沈殿池 primary sedimentation tank

生物反応槽の前に設置される沈殿池で、汚水中の固形物濃度低下に用いる。

3.21 最終沈殿池 secondary sedimentation tank

生物反応槽の後ろに設置される沈殿池で、活性汚泥と水の分離に用いる。

3.22 嫌気性加水分解 anaerobic hydrolysis

嫌気条件の下で、通性嫌気性細菌の作用を利用して、大分子有機物と不溶性有機物を溶解性の小分子有機物に分解し、汚水の生分解性を高める過程。

3.23 浮遊担体 Suspended filler

微生物濃度を高めることを目的として、生物反応槽の中で浮遊もしくは漂流状態に維持される担持体。微生物を表面に付着させる担体と担体内部にあらかじめ有用微生物を埋め込んだ担体がある。

3.24 内部炭素源 Internal carbon source

汚水と汚泥中に保有されている微生物が利用可能な有機性の炭素源。

3.25 外部添加炭素源 External carbon source

外部から添加される微生物が利用可能な有機性の炭素源。例えば、メチルアルコール、酢

酸、酢酸ナトリウム、酒業廃水ないし酒造廃水、食品加工廃水など。

3.26 生物ろ過槽 Biological filter

污水処理に用いる一種のバイオリアクター。内部に生物不活性ろ過材が充てんされ、材料表面に生物群集を成長させ、汚染物質を処理しようとする装置。

3.27 MBR 法 Membrane Bio-Reactor process

MBR は膜分離活性汚泥法 (Membrane Bio-Reactor) とも言う。膜分離ユニットを用いて活性汚泥の固液分離を行う新しい水処理技術。

4 技術路線

4.1 基本条件確認

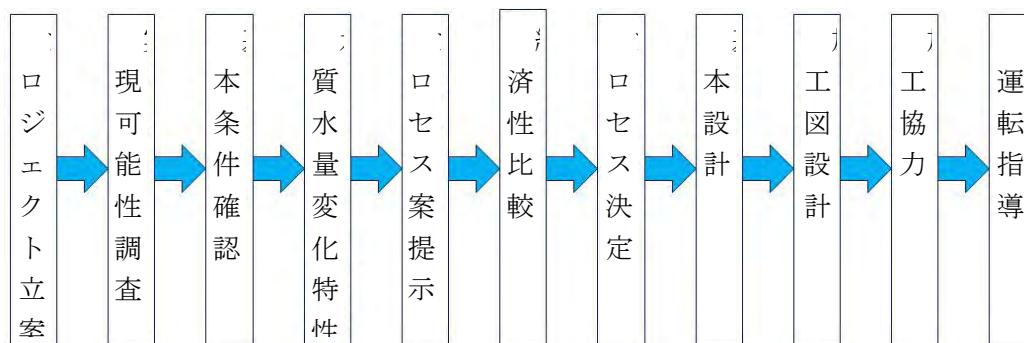
(1) 設計内容

グレードアップ改造設計には少なくとも以下の内容が含まれる。

実現可能性・必要性の調査、水質水量変化特性の分析、基準達成影響要因の分析、技術措置の提示、技術案の決定、設備設計、経済評価、施工調整、調整・試運転の指導。

確認項目には、汚水処理場サービス範囲、サービス人口、産業構造、配管網の状況、流入水量、流入水質、立地状況、放流水質、放流区域などがある。

(2) 設計フロー



4.2 水質水量変化特性の分析

(1) 汚水処理場の現状分析

汚水処理場の処理区域面積、現在の処理人口、産業構造、現在の処理規模を確定する。同時に、汚水処理場の敷地面積、予備地面積などを確認する。

(2) 現状の水量・水質の分析

汚水処理場運転データより、処理量の経年変化をまとめて、汚水処理場の現在の処理量と、今後の水量変化を予測するための係数を求める。

汚水処理場の流入水質の経緯と現地産業構造状況の解析により流入水質組成を推定し、生活排水、工業廃水、雨水の比率を求める。

ある種の指標、たとえばSSが高い状況などがあれば、さらに原因解析を行う。

(3) 汚水処理場の水質水量の予測

汚水処理場の計画処理区域の将来処理人口、産業構造、管路排水設備設置状況の推移および管路建設計画などの資料に基づき、汚水処理場の将来水質・水量の予測を行う。

(4) グレードアップ改造汚水処理場の水質・水量の決定

実測値の分析結果に基づき、汚水処理場処理区域内の計画資料もふまえて、グレードアップ改造汚水処理場の設計流入水質を決定し、処理水質を設計する。あわせて水資源の需要と現地政府の水質要求に基づき、高度処理や消毒などの付加設備の設計を実施す

るかどうかを決定する。

4.3 グレードアップ改造プロセスフローの分析

(1) 汚水処理場の排水基準達成のための影響要因分析

流入水質中の SCOD/COD、BOD₅/COD、BOD₅/TN、SS、TN の組成、TP、水温などの諸元について調査分析を行い、流入水質と再利用要求、周辺環境排出要求を達成する放流水質の間の差を踏まえて、処理場の排出基準達成のための主要影響要因を分析する。

(2) 処理プロセスの設計

水量・水質の特性分析に基づき、処理効果の安定性、制御技術の柔軟性、設備の実現可能性、維持管理の簡便性、建設・運転管理の経済性、処理系統の整合性および放流水質指標を踏まえて、複数の適切な汚水処理プロセスフローを提示し、経済性を比較した後、汚水処理プロセスフローと設計諸元を決定する。

表 1：プロセスユニットの設計

主な除去対象	処理プロセス	プロセスユニット
SS	前処理	<p>機能要求: 前処理は最大限汚水中の不活性混入物を除去し、水質水量を調節し、内部炭素源を保留し、生分解性を高めなければならない。</p> <p>1) スクリーン 汚水収集システムのスクリーン設置状況と次のステップの処理技術要求に基づき、合理的に粗目、中目、細目スクリーンの配置とスクリーン距離を決定する。MBR法を採用するときは、必ず微細目スクリーンを設置しなければならない。好気槽担体投入もしくは流出水機械ろ過を採用するときは、細目スクリーンもしくは微細目スクリーンを設置しなければならない。</p> <p>2) 沈砂池 土砂濃度状況分析などの、流入水質・水量変化の特徴に基づき、合理的に液体サイクロン沈砂池もしくは曝気沈砂池など各種形式の沈砂池および対応する設計諸元を選択し、土砂の除去効果を確保する。</p> <p>3) 調整池 規模の小さい都市汚水処理場には調整池を設置しなければならない。高濃度の酸・アルカリ工業廃水を受け入れる都市汚水処理場は、酸・アルカリ緊急調整施設を設置しなければならない。</p> <p>4) 最初沈殿池 流入水 SS 濃度が高いか SS 中の無機物比率が高い都市汚水処理場は、最初沈殿池を設置し、併せてオーバーフロー管を設置した方がよい。流入水 BOD₅/COD 比が低い(0.3 未満)、もしくは主に染色、化学工業などの工業廃水の影響を受けるときは、嫌気性加水分解槽を設置しなければならない。この場合、最初沈殿池内には攪拌機もしく</p>

		は汚泥返送設備を設置する。
BOD ₅ 、COD、TN、TP、NH ₄ -N	生物処理	<p>機能要求：生物処理は最大限有機物、TN、TP、NH₄-Nを除去しなければならない。必要な時は化学脱リンを設置する。</p> <p>技術選択：</p> <p>1) 優先選択技術 成熟し、使用範囲が広く、脱窒・脱リン効果の良いA₂O系統の技術、例えば在来A₂O法もしくは改良型A₂O法を採用する。</p> <p>2) 条件があれば選択する技術 用地が限られている時は、A₂O+担体の脱窒脱リン技術を選択することができる。</p> <p>用地が限られ、かつ、放流水質要求が高い時、もしくは、再生利用要求がある時はMBR法を採用する。</p> <p>炭素源利用：</p> <p>A. 内部炭素源</p> <p>1) できるだけ内部炭素源を利用するのに有利な污水处理プロセスフロー、例えば、返送汚泥の脱窒槽（前無酸素槽）付きの生物学的脱リン・脱窒技術を採用し、併せてステップ流入設備などの措置を講じる。</p> <p>2) 炭素源がそれでも不足するときは、嫌気性加水分解槽などの内部炭素源の生分解性を高める措置を講じる。</p> <p>B. 外部添加炭素源</p> <p>1) 内部炭素源の生分解性の向上・利用後、脱窒炭素源がまだ不足している時は、外部炭素源を適宜添加・補充し、脱窒効果を高める。汎用の外部添加炭素源には、メチルアルコール、酢酸、酢酸塩などがある。</p> <p>2) 現地事情に合わせて廉価な炭素源を利用しなければならない。例えば、食品加工廃水、酒業廃水、糖蜜廃水などが利用できる。</p>
TP	同時凝集法	生物処理流出水のTP濃度を安定的に1.0mg/以下にするために、同時凝集法（同時化学的脱リン）を採用することができる。
SS、TP、TN	高度処理	<p>機能要求：高度処理はろ過を中心ユニットとし、凝集沈殿を強化手段とし、凝集剤投入によってSS、TPなど汚染物質の除去を行い、炭素源投入によってTNのさらなる除去を行うものでなければならない。</p> <p>1) 凝集+沈殿+機械ろ過</p> <p>2) 曝気生物ろ過槽+脱窒生物ろ過槽</p>
COD、色度	高度処理	<p>以上の措置によってもなおCOD、色度の安定的基準達成を實現できないときは、活性炭吸着もしくは化学酸化技術を設計する。</p> <p>1) 溶解性難生分解性CODの除去は、粉末活性炭の投入を、補足的、応急措置として行うことができる。</p>

		2) 放流水の脱色処理が必要な時は、オゾン酸化などの措置を設計する。
--	--	------------------------------------

(3) プロセスフローの決定

改造設備に対する放流水質要求と改造施設の立地状況に基づき、3つの影響要因に分けた場合の推薦技術を以下に提示する（表2、表3、表4）。

注：前処理には、スクリーン、沈砂池、調整池、最初沈殿池（加水分解酸化）が含まれる。なお、微細目スクリーンの設置が必要な場合は（ ）書きした。

A₂O法には同時凝集法（同時化学的脱リン）が含まれる。

高度処理には、凝集+沈殿+ろ過もしくは曝気生物ろ過槽+脱窒生物ろ過槽が含まれる。

表2：推薦プロセスフロー（一）

項目	プロセスフロー	影響要因
1	前処理+在来A ₂ O法+高度処理	都市污水处理場汚染物質排出基準 (GB18918-2002) 一級A
2	前処理+改良型A ₂ O法	
3	前処理(+微細目スクリーン)+MBR法	
4	前処理(+微細目スクリーン)+A ₂ O法+担体	

表3：推薦プロセスフロー（二）

項目	プロセスフロー	影響要因
1	前処理+改良型A ₂ O法+高度処理	地表水環境質基準 (GB3838-2002) IV類 (TNを除く)
2	前処理(+微細目スクリーン)+従来型A ₂ O法+担体+高度処理	
3	前処理(+微細目スクリーン)+MBR+高度処理	

表4：推薦プロセスフロー（三）

項目	プロセスフロー	影響要因
1	前処理(+微細目スクリーン)+従来型A ₂ O法+担体	設備敷地面積が小さく、改造用地が足りない。
2	前処理(+微細目スクリーン)+MBR	
3	前処理(+微細目スクリーン)+従来型A ₂ O法+担体+高度処理	
4	前処理(+微細目スクリーン)+MBR+高度処理	

4.4 典型プロセスユニット

表5：典型プロセスユニット一覧（処理フロー順）

プロセス	プロセスユニット	主な処理機能と選択要因

前処理	粗（中）目スクリーン	大きめの浮遊物を除去し、後続ユニットの詰まりとスカム形成を防止し、揚水ポンプなどの設備を保護する。目幅 11～25mm。（合流式では目幅 50～150mmの粗目スクリーンもある。）
	ポンプ室（調整池）	汚水を揚水し、後処理ユニットに必要な水頭を提供する。（小水量もしくは工業汚水処理場では、後処理ユニットに水質・水量の均衡調整を提供する。）
	細目スクリーン	小さな浮遊物を除去し、後続ユニットの詰まりとスカム形成を防止する。目幅 1.5～10mm。
	沈砂池	粗い粒子を除去し、後設備の摩耗と処理ユニットの土砂沈殿を防止する。
	最初沈殿池（嫌気性加水分解池）	沈降性浮遊物質を除去し、後工程の負荷を低減し、汚泥活性を高める。（BOD ₅ /COD の低い（0.3 未満）の汚水や汚泥の生分解性が低い汚水の、難生分解性有機物の除去効率を改善する。）
	（微細目スクリーン）	（微細な浮遊物を除去し、後続ユニットの詰まり故障とスカム形成を防止する。目幅 0.2～1.5mm。）
生物処理	前無酸素槽	返送汚泥の脱窒を通じて、硝酸態窒素の生物学的脱リンに対する悪影響を除去する。
	嫌気槽	好気槽と交互循環させ、リン酸蓄積細菌を成長させ、生物学的脱リンを実現する。
	無酸素槽（炭素源投入）	好気槽と交互循環させ、硝化脱窒過程を通じて生物脱窒を実現する。（流入水 TN/BOD ₅ が低すぎるときに、外部から炭素源を加えることで、脱窒能力を高める。）
	好気槽（担体投入）（脱リン薬剤投入）	生物学的硝化、生物学的脱リンと有機物分解などの処理機能を達成する。 （反応槽が小さすぎるときは、担体を投入し、硝化脱窒能力を強化し、用地節約と処理効果向上の目的を達成する。） （生物学的脱リンで安定して基準達成ができないときは、脱リン薬剤を投入し、同時化学的脱リンを実現する。）
	最終沈殿池（膜槽）	混合液の固液分離を行い、汚泥を返送する。（MBR 法は最終沈殿池を必要とせず、膜槽（好気槽）で固液分離を完了する。）
高度処理	脱窒生物ろ過槽	処理水 NH ₄ -N が基準達成しても、TN が基準に達しないときは、外部から炭素源を投入し脱窒とろ過を行う。
	（曝気生物ろ過槽）	（処理水 TN 基準を達成しても、NH ₄ -N が基準に達しないときは、後脱窒とろ過を行う。）
	化学凝集	浮遊物質、コロイド粒子とリンの除去を強化し、後沈殿とろ過処理を改善する。
	（凝集沈殿池）	（さらに SS、TP、有機物、色度を除去し、後ろ過処理の効果を保障する。）

	砂ろ過池 (機械ろ過) (膜ろ過)	さらにろ過してSS、TPを除去し、水質の安定・安心を図る。用地と水頭損失が大きい。 (さらにろ過してSS、TPを除去する。機械ろ過にはロータリーディスクもしくは布ろ過、繊維ろ過がある。用地と水頭損失が小さい。) (さらにろ過してSS、TPを除去する。水質要求が高い。所要スペースが小さく、コストが高い。)
	(化学酸化) (物理吸着)	(難生分解性有機物の酸化と色度除去。例：オゾン処理) (難生分解性有機物の酸化と色度除去。例：活性炭吸着)

注：括弧内のプロセスユニットは選択可能な高度化技術もしくは代替技術

4.5 処理法選択の具体的手順

ある特定の事業において、如何に各段階の具体的設計作業を展開して適切な処理法を選定するまでに至るかのプロセスは非常に重要なことである。以下、対応する作業フロー図（図1）を示し、解説する。

(1) 計画流入水質の確認

現場調査、研究、サンプリングなどの措置により、汚水処理場が処理すべき実際の流入水質を把握する。

(2) 計画処理水質の決定

国家汚水処理場排出標準及び当該地区で求められる処理水の用途に基づき、また、汚水処理場のグレードアップ改造の実際のスペースの状況とも関連させ、汚水処理場の放流水質を決定する。

(3) プロジェクト基本情報

グレードアップ改造における最適な処理法を選択するため、地域の自然条件、管きょ網、汚水処理場の基本情報、改造対象処理場の施設運転現状、およびグレードアップ改造に用いる処理法の技術的特徴などの基本情報を収集、把握しなければならない。特に、流入水質、最初沈殿池除去率、生物反応槽汚泥濃度などの重要な設計パラメータは施設設計に影響する。このため、既存施設の経歴データを把握しておく必要がある。

(4) 全体計画の確認

全体計画における流入水質と水量のデータについて、実際の運転経歴データと比較し、その妥当性について調査する。このほか、両者の隔たりが大きい場合、改めて計画を検討・整理する。

(5) 物質収支による基本処理法の選択

流入水質などに基づき必要な窒素除去率を計算する。各処理法の窒素除去率の理論値の比較を通じ、実現可能な改造法を選択する。同時に、適合するリン除去方法を選択し、設計上の処理水質に基づき付加機能を選択する。

(6) グレードアップ改造処理法の設計、検討

選択した基本処理法について、固形物滞留時間（SRT）、MLSS濃度などの設計条件を設定する。既存部分の処理可能水量、増設に必要なスペース、建設費用および維持管理費用を計算する。最後に、組み合わせて使用することが可能な処理法を選定し評価する。

(7) 高度処理法の決定

適用可能な高度処理法のうち、経済性、実行可能性を最も備えたものをグレードアップ改造の最終処理法とする。

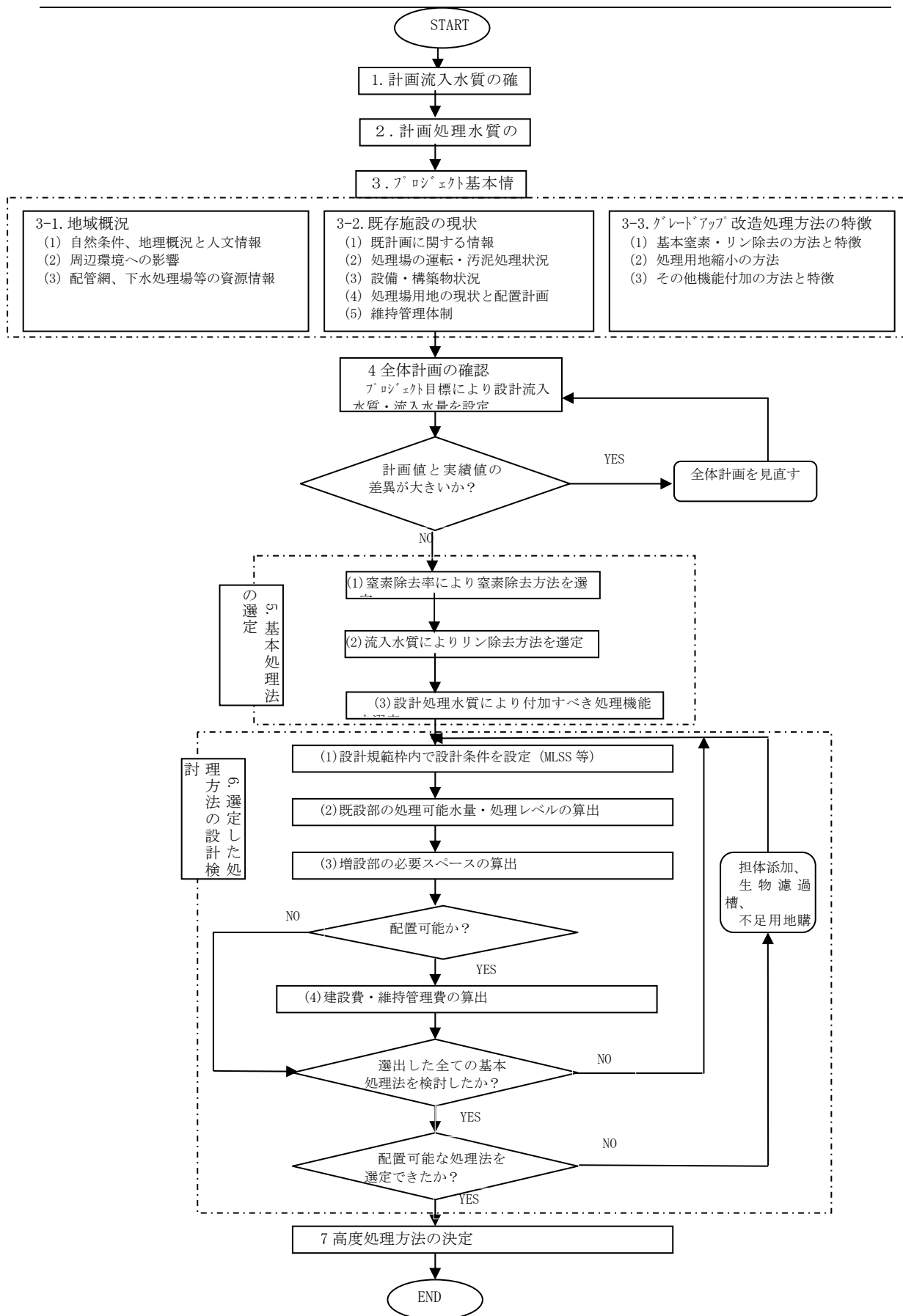


図1 グレードアップ改造における処理法の選定フロー

5. 前処理プロセス設計

5.1 調節、スクリーン、沈砂

5.1.1 設計条件

- (1) 流入水は必ずスクリーンで遮られた後で後工程に進む。
プロセスフローでは一般にまず粗目（メッシュ）スクリーンを置き、その後必要に応じて細目スクリーン、微細目スクリーンを置く。
例：フローの中に曝気生物ろ過槽もしくは脱窒ろ過槽などの高度処理ユニットがあれば、1.5～5mmの細目スクリーンを置かなければならない。MBR法の前には膜の要求に応じた目幅の微細目スクリーンを置かなければならない。好気槽に浮遊担体がある時は、担体の要求に基づき対応する細目スクリーンもしくは微細目スクリーンを置く。
- (2) 規模及び水量・水質の変化に応じて、調整池を設置するかどうか決める。
- (3) 沈砂池は液体サイクロン沈砂池、曝気式沈砂池、水平流式沈砂池に分けられる。水質特性と用地面積の状況に基づき、選択使用する。MBR法の場合は、汚水に砂が含まれる場合は処理規模によらず沈砂池を設けなければならない。

5.1.2 技術特徴

- (1) スクリーンは粗目スクリーン、細目スクリーン、微細目スクリーンに分けられる。
 - 1) 粗目スクリーンは揚水ポンプ室もしくは調整池の前に設置する。
 - 2) 細目スクリーン、微細目スクリーンは沈砂池の前に設置する。
 - 3) 微細目スクリーンは、膜を傷つけるような狭雑物が含まれる場合はMBR生物槽の前もしくは膜ろ過の前に設置しなければならない。
- (2) 調整池の設置は水質の均質化、水量調節と処理場の連続運転をできるだけ確保するという要求を満たさなければならない。
- (3) 沈砂池は主に液体サイクロン沈砂池、曝気沈砂池、水平流式沈砂池に分けられる。主に粒径 $\geq 0.2\text{mm}$ の砂粒を除去し、後続の施設と設備の運転の安全を確保する。

5.1.3 設計要点

前処理プロセスの設計要点の詳細は各種基準と規範に基づく。その中の主な諸元は以下の通り。

- (1) スクリーン
 - 1) 汚水処理システムもしくはポンプの前には、必ずスクリーン（メッシュ）を設置する。
 - 2) 粗目スクリーンの目幅は一般に16～25mm。人工による清掃する場合は25～40mmがよい。特別な場合の最大目幅は100mmとする。細目スクリーンの目幅は一般に1.5～10mm。汚水処理フローの中に高度処理ユニットがある時は、細目スクリーンの目幅は一般に1.5～5mm。微細目スクリーンの目幅は一般に0.2～1.5mm。

3) スクリーン設置角度は一般に 60° ～ 90° 。スクリーン通過流速は $0.6\sim 1.0\text{m/s}$ を採用するとよい。

(2) 調整池

1) 汚水処理場調整池の容積は実水量測定の上で決定しなければならない。詳細資料がない時は、水理的滞留時間は $6\sim 10\text{h}$ にするとよい（平均時間流量）。

2) 調整池は水量・水質の調節、汚泥容積の減少、汚泥の除去がしやすい措置を講じなければならない。必要な時は、沈殿を防止するために一定量の曝気装置と攪拌装置を設けなければならない。

3) 工業廃水を主とする都市汚水処理場の調整池には PH オンライン監視と調整施設を設計しなければならない。

(3) 沈砂池

1) 水平流式沈砂池

水平流式沈砂池の最大流速は 0.3m/s 、最小流速は 0.15m/s でなければならず、最高時流量の水理的滞留時間は 30s 以上でなければならない。

有効水深は 1.2m 以上であってはならず、全ての幅は 0.6m 未満でない方がよい。

2) 液体サイクロン沈砂池

液体サイクロン沈砂池の設計水理的表面負荷は $150\sim 200\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ がよく、最高時流量の水理的滞留時間は 30s 以上でなければならない。

有効水深は $1.0\sim 2.0\text{m}$ 、池の径と深さの比は $2.0\sim 2.5$ がよい。

池の中には縦型スクリーセパレーターを設置しなければならない。

3) 曝気沈砂池

曝気沈砂池の水平流速は 0.1m/s がよく、最高流量の水理的滞留時間は 2min 超でなければならない。

有効水深は $2.0\sim 3.0\text{m}$ 、幅と深さの比は $1\sim 1.5$ がよい。

立米あたりの汚水処理の曝気量は $0.1\sim 0.2\text{m}^3$ の空気がよい。

5.2 最初沈殿池

5.2.1 設計条件

(1) 最初沈殿池

以下の条件がある時は、最初沈殿池を設置するとよい。

1) 流入水 SS 濃度が 150mg/l 以上、かつ流入水 SS 中の無機成分が占める比率が高いとき。

2) 工業廃水の影響で、流入水 SS 中の線維状浮遊物質が多いとき。

3) 収集システムが合流方式、もしくは工業建築廃水が流入するときは、最初沈殿池を建設して水量を調整し、水質を均質化することを考慮しなければならない。

(2) 嫌気性加水分解

下記の条件がある時は、嫌気性加水分解池を設置するとよい。

1) 流入水中に高比率の工業廃水があり、流入水 BOD_5/COD が 0.3 未満のとき。

2) 流入水中の難生分解、難沈殿、難吸着の COD が流出水基準達成に影響するとき。

5.2.2 技術特徴

(1) 最初沈殿池

最初沈殿池には4つの作用がある。50-60%のSSを除去し、汚水BOD₅を25~35%下降させる。浮遊物を除去する。水質を均質化する。

(2) 嫌気性加水分解

よく使われる嫌気性加水分解槽のタイプには、バッフル式、プラグフロー攪拌式、アップフロー式がある。

- 1) 流入水のBOD₅/COD比を高めることができる。
- 2) バッフル式、プラグフロー攪拌式はSS濃度の高い汚水や汚泥の処理に適している。アップフロー式はSS濃度の高くない汚水の処理に適している。
- 3) バッフル式嫌気性加水分解槽末端には通常汚泥返送システムが設置され、高い汚泥濃度が維持され加水分解過程が加速される。
- 4) プラグフロー攪拌式嫌気性加水分解槽内には通常担体、沈殿池、汚泥返送システムが設置される。反応と沈殿の一体化により、別に独立した沈殿池は設置しない。
- 5) アップフロー式嫌気性加水分解槽内に形成される汚泥には良好な沈殿性能があり、一般に沈殿池は設置しない。

5.2.3 設計要点

最初沈殿の設計要点の詳細は各種基準と規範に基づくことよい。その主な諸元は以下の通り。

- (1) フレキシブルかつ合理的に最初沈殿池を設置し、一部の無機浮遊物を除去すると同時に、炭素源損失をできるだけ減らし、適度に表面負荷を高め、水理的滞留時間を短縮し、越流パイプを設置する。
- (2) 水理的滞留時間は0.5~2.0h、表面負荷は1.5~4.5 m³ / (m² · h) がよい。沈殿池の有効水深は2.0~4.0mがよい。
- (3) 工業廃水を主とする污水处理場の最初沈殿池水理的滞留時間は1~3hがよく、表面負荷は1~2 m³ / (m² · h) がよい。
- (4) 嫌気性加水分解槽の水理的滞留時間は試験を行って決める。試験データがない時は、
 - 1) 一般に2~4hを採用する。
 - 2) 工業廃水水量が50%-80%の都市污水处理場の水理的滞留時間は12-20hがよい。
 - 3) 工業廃水水量が80%以上の都市污水处理場の水理的滞留時間は18-30h時間がよい。
 - 4) 最初沈殿汚泥を嫌気性加水分解処理するときの水理的滞留時間は24-48がよい。
- (5) バッフル式、プラグフロー攪拌式の汚泥濃度は一般に10~15g/lである。アップフロー式は一般に15~20g/lである。
- (6) バッフル式は一般に2~6枚を採用し、先端板の平均上昇流速は0.5~2.5m/hを採用するとよい。末端板の平均上昇流速は1.8m/hを超えない方がよい。
- (7) アップフロー式の平均上昇流速は0.5~1.8m/hを採用するとよい。1.8m/hを超えない方がよい。
- (8) バッフル式とアップフロー式の有効水深は6~10mを採用するとよく、プラグフロー攪拌式は4~6mを採用するとよい。

6 生物処理プロセス設計

大規模 A₂O 法による汚水処理場のグレードアップ改造を行う場合、最も重要な業務の一つはプロセス過程における窒素・リン除去を実現することである。

6.1 従来型 A₂O 法

6.1.1 設計条件

以下の条件を具備するときは、従来型 A₂O 法を採用することができる。

- (1) 都市汚水処理場流出水水質に脱窒と脱リンの双方の要求があるとき。
- (2) かつ都市汚水処理場の流入水水質に炭素源が十分、TN、TP が高くなく、変動が激しくないとき。
- (3) 流出水水質の TN、TP 除去率要求が高くないとき。

6.1.2 技術特徴

従来型 A₂O 法処理プロセスフローを以下に示す (図 1)。

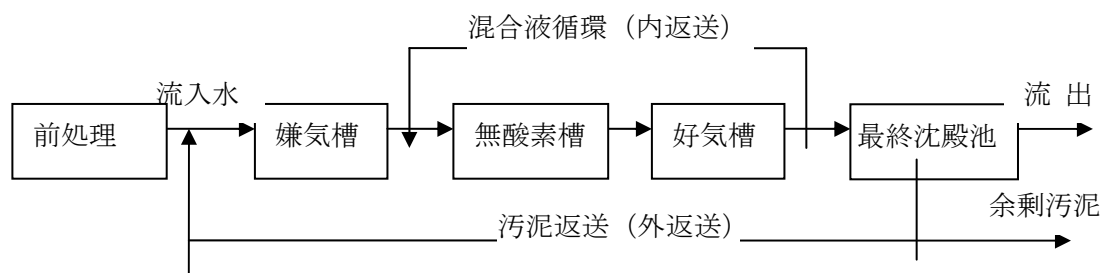


図 1：従来型 A₂O 法フロー

従来型 A₂O 法は、硝化液循環変法に脱リン機能を付したもので、以下の特徴を持つ。

- (1) 相互に独立した嫌気、無酸素、好気ゾーンを有し、混合液の循環システムを有し、機能区分が明確で、脱リン脱窒効果は信頼できる。なお、槽形式が押し出し流れ式の槽形式は完全混合を組合せた槽形式に比較して、流入水質のバッファ機能が若干劣る。
- (2) 200%以上の循環液と無酸素ゾーンの流入水を混合攪拌することで脱窒作用を発揮する。
- (3) 20%~100%の最終沈殿池汚泥返送液と嫌気ゾーンの流入水を混合攪拌することで、脱リン作用を発揮する。
- (4) 最終沈殿池の役割は、固液分離の促進と返送汚泥の溶存酸素をある程度削減することである。

6.1.3 設計要点

従来型 A₂O 法設計要点の詳細は各種基準と規範に基づくとよい。その中の主な諸元は以下の通り。

- (1) 生物反応槽の汚泥日齢 10~20d、汚泥負荷 0.1~0.2kg-BOD₅/(kg-MLSS・d)、汚泥濃度

2.5～4.5g/l、水理的滞留時間 7～14h、その内嫌気 1～2h、無酸素 0.5～3h である（出典：「屋外排水設計規範」GB50014-2006）。

- (2) 汚泥返送比 20%～100%、混合液循環比は TN の除去率により求める。好気ゾーン溶存酸素濃度 2.0mg/l 以上。
- (3) 最終沈殿池の形式には、水平流式、縦流式、放射流式、傾斜板式がある。一般に放射流式最終沈殿池を採用するとよい。最終沈殿池の表面積負荷は $0.6\sim 1.5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ を採用するとよい。沈殿池の直径は 50m 以下、直径と有効水深の比は 6～12 の間とする。
- (4) 汚泥発生係数 ($\text{kg-MLSS}/\text{kg-BOD}_5$) は流入水水質特性および試験によって決定するとよい。試験データがない時は、システムに最初沈殿池がある時は $0.6\sim 0.8\text{ kg-MLSS}/\text{kg-BOD}_5$ を採用することができ、最初沈殿池がない時は $0.9\sim 1.2\text{ kg-MLSS}/\text{kg-BOD}_5$ を採用することができる。

6.2 改良型 A₂O 法

従来型 A₂O 法には一般に以下の問題が存在する。

- ・ 混合液返送ポンプの消費電力が大きい。
- ・ 返送汚泥中に含まれる硝酸態窒素が生物脱リンに悪影響を及ぼす。
- ・ 炭素源の不足が窒素の除去率を低くする。

従来型 A₂O 法の欠点を補うために、各種の「改良型 A₂O」が生まれている。本編で紹介する「改良型 A₂O」はその一つであり、従来型 A₂O の前に前無酸素ゾーンを設け、ステップ流入を採用した。

6.2.1 設計条件

以下の条件を具備するときは、改良型 A₂O 法の採用を要する。

- (1) 都市污水处理場の放流水に対して脱窒と脱リン両方の水質要求があるとき。
- (2) かつ、都市污水处理場の流入水質中に炭素源が欠乏する、あるいは TN、TP が高い、変動が激しいとき。
- (3) 放流水の TN、TP 除去要求が高い、あるいは再利用ニーズがあるとき。
- (4) 既存污水处理システムの設備能力、水槽の容量、操作と制御諸元に一定の調整余地があるとき。

このような場合は、優先的にこの技術を採用し、運転技術の最適化を図り、システムの脱窒・脱リン能力を高める。

6.2.2 技術特徴

改良型 A₂O 法処理プロセスフローを以下に示す（図 2）。

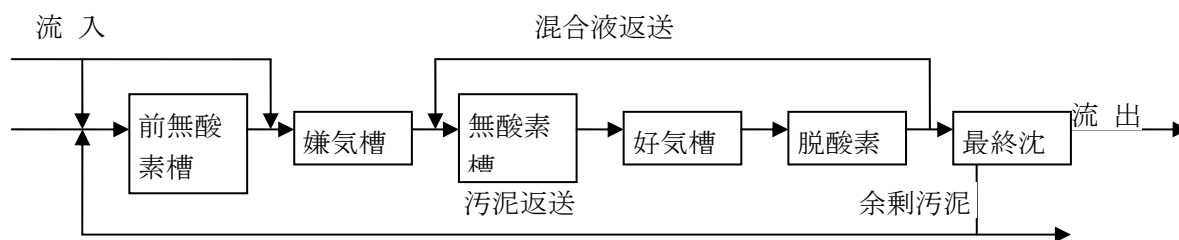


図 2：改良型 A₂O 法フロー

改良型 A₂O 法は、以下の特徴を持つ。

- (1) 相対的に独立した前無酸素、嫌気、無酸素、好気、脱酸素槽があり、混合液の循環システムがあり、機能区分が明確で、脱リン脱窒効果は信頼できる。なお、槽形式が押し出し流れ式の槽形式は完全混合を組合せた槽形式に比較して、流入水質のバッファ機能が若干劣る。
- (2) ステップ流入を採用し、流入水量・水質特性と環境条件の変化に基づき、プロセス運転方式をフレキシブルに調整する。
- (3) 200%以上の循環液と無酸素ゾーンの流入水を混合攪拌することで脱窒の作用を発揮する。
- (4) 20%~100%の最終沈殿池の返送汚泥を前無酸素域に返送し、滞留時間を約 1h とし、微生物が一定比率の流入水（試験データにより決定）中の有機物を利用して全ての返送硝酸態窒素を除去する。それによって後続の嫌気ゾーンに流入する硝酸塩と溶存酸素を減少させ、硝酸態窒素の嫌気槽に対する悪影響を除去し、嫌気槽の安定性と嫌気域水混合循環を確保し、脱リン作用を発揮させる。
- (5) 全水量の大部分が嫌気槽に入り、嫌気処理のためにリン放出に必要な VFA を提供し、リン放出効率を確保する。
- (6) 好気槽の後ろに脱酸素槽を設置し、無酸素槽に流入する溶存酸素を減らし、循環液中の溶存酸素の脱窒槽への悪影響を除去する。なお、溶存酸素不足による最終沈殿池での汚泥浮上が生じないように留意する。
- (7) 前無酸素槽の中に大量のスカムが発生することがあるので、スカムを散らす設備を設置しなければならない。

6.2.3 設計要点

- (1) 生物反応槽汚泥日齢 10~20d、汚泥負荷 0.06~0.12kg-BOD₅/(kg-MLSS・d)、汚泥濃度 3.5~4.5g/l、前無酸素槽の水理学的滞留時間 0.5h 以上、嫌気槽の水理学的滞留時間 1~1.5h、無酸素槽の水理学的滞留時間 2~4h、好気槽の水理学的滞留時間 5~8h、脱酸素槽の水理学的滞留時間 0.5h とする。
汚泥返送比 20%~100%、混合液循環比 200%以上。好気ゾーン溶存酸素濃度 2.0mg/l 以上とする。
- (2) 最終沈殿池の形式には、水平流式、縦流式、放射流式、傾斜板式がある。一般に放射流式最終沈殿池を採用するとよく、最終沈殿池の表面積負荷は 0.6~1.5 m³/(m²・h) を採用するとよい。沈殿池の直径は 50m 未満、直径と有効水深の比は 6~12 の間とする。
- (3) 汚泥発生係数 (kg-MLSS/kg-BOD₅) は流入水水質特性と試験によって決定するとよい。試験データがない時は、システムに最初沈殿池がある場合は 0.6~0.8 kg-MLSS/kg-BOD₅、システムに最初沈殿池がない場合は 0.9~1.2kg-MLSS/kg-BOD₅ を採用してよい。
- (4) 無酸素槽と好気槽の間に過渡ゾーン（曝気と攪拌が可能な槽）を設置し、無酸素槽と好気槽の比率のフレキシブルな調整に用い、脱窒の信頼性を高めるとよい。
- (5) 嫌気槽、無酸素槽、前無酸素槽、脱酸素槽には水中攪拌機を設置し、水質均質化と脱酸素の促進を達成しなければならない。

6.3 A₂O+担体技術

6.3.1 設計条件

上記の A₂O 法の運転技術を最適化しても処理能力が処理要求を満たさない時、特に放流水の TN、NH₄-N が季節変化により基準を安定的に達成できず、しかも処理槽増設が困難な時は、生物反応槽に浮遊担体を投入する方法を採用するとよい。担体には、微生物を表面に付着成長させる結合固定化担体や担体内部に有用微生物を埋め込んだ包括固定化担体があり、硝化菌生物量を増やし、安定した硝化効果と一定の脱窒効果を提供する。

6.3.2 技術特徴

- (1) A₂O は押し出し流れ式生物反応槽であり、部分充填（目的の槽にのみ部分的に充填する）を採用するとよく、無酸素槽と好気槽に適用できる。全体充填の選択は慎重に行う。
- (2) 浮遊担体の形状には、立法体、直方体のほか、柱状、球形、環状、階段環状、それらの組み合わせなどがある。
- (3) 担体分離スクリーンを保護するため、必要に応じて流入部における微細目スクリーンの設置を検討する。
- (4) 現在、大規模汚水処理場において最も多く採用しているのは浮遊担体である。微生物保持性がよく、有効比表面積が 500m²/m³ 以上で、密度が 980kg/m³ 以下で、硝化能力が 0.5gNH₃-N/(m²d) 以上、脱窒能力が 1.0gNO₃-N/(m²d) 以上（他の形式の担体を採用する場合、担体の関連パラメータについては、性能試験などで検証した後、使用する。）、年間担体損失 5%以下、使用寿命 10 年以上の担体を選ぶとよい。
- (5) 担体投入槽と担体を投入しない槽の間、排水管など、担体が流出する可能性のある位置には必ずスクリーン（メッシュ）を用いて隔離し、スクリーン洗浄装置を設置しなければならない。
- (6) 担体槽の曝気は、担体の流動性が確保でき、送気能力が高められる方式を選ぶことができる。機械式曝気装置の採用は適切ではない。

6.3.3 設計要点

- (1) 改造施設が既存システムの制限を受けるときは、必ず既存システムの水質評価と水理学評価を行わなければならない。
- (2) 水中プロペラとばっ気装置の設置場所により担体ゾーンの水理学的検討を行い、生物膜の立ち上げと生物膜更新のために良好な水理学的条件を作り出し、担体を完全混合流動状態を維持できるようにしなければならない。また、担体の均質化も図らなければならない。
- (3) 担体分離スクリーンを保護するため、流入部に微細目スクリーンの設置を検討する。担体槽内の設備と配管の材質はステンレス、PVC もしくは PE がよい。槽の底部に定期メンテナンスと交換の必要な固定設備や配管を設置する必要がある時は、必ず担体引抜きと仮置きのための具体策を考慮しなければならない。
- (4) インペラ、ケーブルなどによる担体の損傷あるいはその逆の影響を避ける措置を取らな

ければならない。

(5) 硝化担体の投入量は硝化表面負荷法で計算するとよい。

$$V_{CA} = \frac{L_{CA, NH_4}}{K_{CA, N} \cdot a} \quad (6.1)$$

式中： V_{CA} ：必要な担体の総容積、 m^3

L_{CA, NH_4} ：必要なキャリア硝化のアンモニア態窒素負荷 (kg/m^3)

a ：担体比表面積、 m^2/m^3

$K_{CA, N}$ ：硝化表面負荷、温度 $10\sim 20^\circ C$ の範囲内の時 $1.0\sim 1.6 gNH_4-N / (m^2 \cdot d)$

(6) 担体充填率は $10\% \sim 50\%$ の範囲内がよい。なお、充填率は処理能力のほか、反応槽の更新や修繕時の担体の移動や保管などにも配慮して決定する。

(7) プロセス全酸素要求量は「屋外排水設計規範」(GB50014-2006) の中の公式 (6.8.2) によって決めるとよい。

$$O_2 = 0.001aQ(S_0 - S_e) - c\Delta X_V + b[0.001Q(N_k - N_{ke}) - 0.12\Delta X_V] - 0.62b[0.001Q(N_t - N_{ke} - N_{oe}) - 0.12\Delta X_V] \quad (6.2)$$

式中、 O_2 ：汚水酸素要求量 (kgO_2/d)

Q ：生物反応槽の流入水流量 (m^3/d)

S_0 ：生物反応槽流入水 5 日間法生物化学的酸素要求量濃度 (mg/L)

S_e ：生物反応槽流出水 5 日間法生物化学的酸素要求量濃度 (mg/L)

ΔX_V ：生物反応槽システムに排出される微生物量 (kg/d)

N_k ：生物反応槽流入水ケルダール窒素濃度 (mg/L)

N_{ke} ：生物反応槽流出水ケルダール窒素濃度 (mg/L)

N_t ：生物反応槽流入水全窒素濃度 (mg/L)

N_{oe} ：生物反応槽流出水硝酸態窒素濃度 (mg/L)

$0.12\Delta X_V$ ：生物反応槽システムに排出される微生物の窒素含有量 (kg/d)

A ：炭素の酸素当量、炭素含有物質を BOD_5 で計った時、1.47 を取る。

B ：定数、アンモニア態窒素 1 キログラムを酸化する酸素要求量 (kgO_2/kgN)、4.57 を取る。

C ：定数、細菌細胞の酸素当量、1.42 を取る。

(8) プロセス全酸素供給量は「屋外排水設計規範」(GB50014-2006) の中の公式 (6.8.4) によって決定するとよい。

$$G_s = \frac{O_s}{0.28E_A} \quad (6.3)$$

式中、 G_s ：標準状態下の空気供給量 (m^3/h)

0.28：標準状態 ($0.1MPa$ 、 $20^\circ C$) 下の立米空気中の酸素含有量 (kgO_2/m^3)

O_s ：標準状態下の生物反応槽汚水の酸素要求量 (kgO_2/h)

E_A ：曝気装置の酸素の利用率 (%), 有孔管 15%以下、微孔 25%以下。

(9) 酸素利用率は、投入担体の影響を受けるので、担体供給者の推奨値を確認する。

6.4 MBR 法

6.4.1 設計条件

改築・更新する污水处理場に対して、処理水の再利用が必要である、あるいは放流水の水質要求が高いなど、次のような時は MBR 法を採用することができる。なお、経済条件が許すときは、生物学的脱リン脱窒プロセスと結び付いた MBR 法を採用しても良い。

- ・放流水の水質要求が高く、高度な脱窒が必要で、かつ SS、濁度要求が高い。
- ・原水水質の変動が大きく、流入水の有機物、窒素含有物質が多い。
- ・用地面積、とりわけ基準を厳格化したグレードアップ改造の污水处理場の面積が限られる。

6.4.2 技術特徴

- (1) 膜の高度分離作用により、固液分離がうまくでき、処理水質は良好で、浮遊物質と濁度は低い。
- (2) 膜の高度遮断作用により微生物は完全にリアクター内に閉じ込められ、リアクターの水理学的滞留時間 (HRT) と汚泥日齢 (SRT) の間の独立性が保持されるため、運転制御の自由度が増し、かつ安定する。
- (3) リアクター内の微生物濃度が高く、負荷変動に対する緩衝能力が高い。
- (4) 増殖速度の遅い硝化細菌の増殖、保持に有利であり、システムの硝化効率が高まり、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の除去効果が優れている。
- (5) 汚泥日齢が長く、汚泥濃度が高い。
- (6) 用地面積が小さい。
- (7) 前処理に対する要求が高く、毛髪、砂粒などの物質がシステムに入るとシステムの安定運転に影響する。スクリーン、沈砂池に対する要求が高く、スクリーンは一般に微細目スクリーンを増設する必要がある。
- (8) 流入水中の膜の安定運転に影響を与える物質、例えば油脂、フェノールなどの物質は基準を超えてはならない。

6.4.3 設計要点

- (1) 脱リン・脱窒の機能設計はプロセス設計の核心部分であり、膜システムの合理的設計は安定運転のカギである。
- (2) MBR(好気)槽には以下の設計諸元を用いることができる。
汚泥日齢 15d 超、汚泥負荷 0.05~0.10kg-BOD5/(kg-MLSS・d)、平均汚泥濃度 5~10g/L、嫌気槽水理学的滞留時間 1~1.5h、無酸素槽水理学的滞留時間 0.5~2h、好気槽水理学的滞留時間 3~8h、膜槽返送比 100%~500%、膜槽ガス水比 10~15:1
- (3) 化学脱リン装置を設置でき、処理水中のリンの基準達成排出を保障することができる。
- (4) 微細目スクリーンは $\leq 1.5\text{mm}$ を設置するとよい。
- (5) 砂が含まれる汚水を処理する場合は、沈砂池を設ける。
- (6) 膜槽混合液を好気槽に返送し、さらに好気槽混合液を無酸素槽もしくは嫌気槽に返送し、無酸素槽、嫌気槽の溶存酸素が高くなりすぎるのを避け、十分に溶存酸素を利用すると

-
- よい。
- (7) 膜槽には蓋をし、ごみが槽内に落ちるのを防ぐとよい。
 - (8) 浸漬型の場合、膜反応器を取り外して洗うプールを設置し、プールの底に曝気装置を設置し、膜洗浄曝気を提供するとよい。
 - (9) 膜ユニットに必要な空気膜洗浄（浸漬型の場合）と化学膜洗浄装置を設置しなければならない。
 - (10) 低温時の膜通過量に対する影響を考慮しなければならない。
 - (11) 流入水量の変動が大きいシステムでは、ピーク流量の膜通過量を考慮しなければならない。
 - (12) コスト計算には膜システムの運転コスト、膜使用寿命、交換費用などを考慮しなければならない。

7 高度処理プロセス設計

7.1 曝気生物ろ過槽

7.1.1 設計条件

污水処理場グレードアップ改造工事において、既存の前処理プロセスと生物処理プロセスにプロセス運転最適化や改造などの措置を行っても、アンモニア態窒素が基準を達成しないときは、既存生物処理プロセスの後ろに曝気生物ろ過槽を増設し生物学的硝化作用を増強することにより、放流水質のアンモニア態窒素要求を満たすことができる。

7.1.2 技術特徴

曝気生物ろ過槽は、生物接触酸化プロセスとろ過プロセスを有機的に結合したものであり、一種の生物学的硝化作用と固液分離を一体化した水処理プロセスであるため、後段に沈殿池を設置しなくてもよい。

曝気生物ろ過槽は、水流の方向に基づき上向流と下向流の二つに分けられる。通常は上向流を採用する。

曝気生物ろ過槽の基本構造は、散気散水システム、支持層、ろ過層、曝気システム、逆洗システムからなる。曝気生物ろ過層に用いるフィルターは、適切な密度で、形状が規則的で、化学的・生物学的に安定で、空隙率が大きいという条件を満たす。

曝気生物ろ過槽の運転には、ろ過と逆洗の二つの過程がある。ろ過過程では流入水の水 flow は上向きで散水システムを経て均質化され、支持層、ろ過層を通った後、処理水は排水路に集められ、後処理プロセスに入る。この過程ではフィルターおよびそれに付着成長する生物膜が主要処理媒体であり、生物学的硝化作用、物理学的ろ過作用などを十分に発揮し、アンモニア態窒素がこの反応槽内で除去される。一定期間の運転後、フィルター表面の生物量とフィルターに溜まった不純物が増加し、ろ過槽の水頭損失が増大するので、その時はろ過層の逆洗運転を行って、過剰に成長した微生物を排出する必要がある。逆洗終了後、再びろ過運転を行い、ろ過槽の運転サイクルを実現する。

7.1.3 設計要点

- (1) 曝気生物ろ過槽の負荷は試験によって決める。試験データがない時、硝化容積負荷は一般に $0.3\sim 0.8\text{kgNH}_4\text{-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ を採用し、水理的負荷は一般に $3\sim 6\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ を採用し、ガス水比は一般に $1.5\sim 3:1$ を採用する。
- (2) 運転サイクルは一般に $24\sim 48\text{h}$ を採用する。
- (3) 空気水逆洗を採用し、空気逆洗強度は $10\sim 18\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 、水逆洗強度は $4\sim 8\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ としてもよい。
- (4) 通常は長方形のプールを採用し、縦横比は $1.2:1\sim 1.5:1$ 、一つのプールの面積は 100m^2 を超えない方がよい。
- (5) フィルターは生物ろ過槽専用の球形軽量多孔もしくは不規則バイオセラミック粒子、火山岩、浮遊軽量フィルター（ポリスチレン）を採用し、フィルター粒径 $3\sim 5\text{mm}$ 、フィルター層厚さ $2.5\sim 3.0\text{m}$ とする。
- (6) 支持層には砂利を採用し、三種の粒度に分け、粒径範囲は $8\sim 45\text{mm}$ とし、支持層の厚さは $0.3\sim 0.5\text{m}$ とする。
- (7) 流出水 SS の安定的基準達成を確保するためには、曝気生物ろ過槽の後ろにろ過処理を増設するとよい。

7.2 脱窒生物ろ過槽

7.2.1 設計条件

污水処理場グレードアップ改造工事において、既存の前処理プロセスと生物処理プロセスの改造を行ってプロセス運転を最適化した場合、アンモニア態窒素は基準を達成しても TN が依然として基準に達しないときは、流出水水質の TN に対する要求を満たすため、改造生物処理プロセスに脱窒生物ろ過槽を増設し生物学的脱窒作用を増強することができる。

7.2.2 技術特徴

脱窒生物ろ過槽とは、生物接触処理プロセスとろ過プロセスを有機的に結合したものであり、一種の生物学的脱窒作用と固液分離を一体化した水処理プロセスであるため、後段に沈殿池を設置しなくてもよい。

曝気生物ろ過槽は、水流方向に基づき上向流と下向流の二つに分けられる。

脱窒生物ろ過槽の基本構造は、散水システム、支持層、ろ過槽、逆洗システムから成る。脱窒生物ろ過層に用いるフィルターは、適切な密度で、形状が規則的で、化学的・生物学的に安定で、空隙率が大きいという条件を満たす。

脱窒生物ろ過槽の運転にはろ過と逆洗の二つの過程がある。ろ過過程では流入水水流は下からもしくは上からろ過槽を通り、処理水は底もしくは上から排水溝に集められ、後処理プロセスに入る。この過程でフィルターおよびそれに付着成長した生物膜を主な処理媒体とし、生物学的脱窒作用、物理的ろ過作用などを十分に発揮し、硝酸塩のこの反応槽内での除去を実現する。一定期間運転すると、フィルター表面の生物量とフィルター内に溜まった不純物が増加し、ろ過槽の水頭損失が増加するので、このときろ過槽の逆洗運転を行い、過剰に成

長した微生物を排出する。逆洗終了後、再びろ過運転過程に入り、ろ過槽の運転プロセスを実現する。

A₂O 法流出水の C/N 比は一般に低く、脱窒が不十分になるので、炭素源を投入するとよい。

7.2.3 設計要点

- (1) 脱窒生物ろ過槽の負荷は試験によって決定するとよい。試験データがない時は、硝酸態窒素負荷は一般に $0.8 \sim 1.2 \text{ kgNH}_4\text{-N}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ を採用し、水理的負荷は一般に $5 \sim 9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ を採用し、空床接触時間は $15 \sim 30 \text{ min}$ とする。
- (2) 運転サイクルは一般に $12 \sim 24 \text{ h}$ を採用する。
- (3) 空気水逆洗を採用し、空気逆洗強度 $10 \sim 18 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、水逆洗強度 $4 \sim 8 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ にするとよい。
- (4) フィルターには生物ろ過槽専用の球形軽量多孔もしくは不規則バイオセラミック粒子、火山岩を採用し、フィルター粒径 $4 \sim 6 \text{ mm}$ 、ろ過槽厚さ $2.0 \sim 2.5 \text{ m}$ とする。
- (5) 支持層には砂利を採用し、三種の粒度に分け、粒径範囲は $8 \sim 45 \text{ mm}$ 、支持層厚さは $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ とする。
- (6) 通常は長方形のプールを採用し、縦横比 $1.2:1 \sim 1.5:1$ 、一つのプールの表面積は 100 m^2 を超えない方がよい。
- (7) 流出水の SS 安定的基準達成を確保するためには、脱窒生物ろ過槽の後ろにろ過処理を増設するとよい。

7.3 凝集沈殿と同時化学的脱リン

7.3.1 設計条件

SS、TP、有機物、色度をさらに除去する必要があるとき。

7.3.2 技術特徴

- (1) 凝集汎用化学薬剤にはポリ塩化アルミニウム、ポリアクリルアミド、硫酸アルミニウム、塩化第二鉄などある。
- (2) 同時化学的脱リン（同時凝集法）は、添加装置を曝気層の流出口付近に置く。凝集沈殿では、沈殿池を最終沈殿池の後ろに置く。
- (3) 凝集反応時に、攪拌強度と水流を調整してフロックを形成させる。
- (4) 凝集沈殿池には、水平流式沈殿池、傾斜板（管）沈殿池、機械攪拌沈殿池などがある。
- (5) ろ過方式には、直接ろ過とマイクロ凝集ろ過。主な方法は砂ろ過槽、ロータリー・ディスク・フィルター、布ろ過槽、MF 膜ろ過などがある。

7.3.3 設計要点

- (1) 凝集剤のタイプと投入量は試験によって決定するとよい。必要な時は添加試験を行って決定する。アルミニウム塩と鉄塩の金属イオンと汚水中の TP のモル比は一般に $1.5 \sim 3$ を採用する。
- (2) 薬剤混合方法は主に機械混合、水力混合、その他の混合がある。混合施設の中の平均速

度勾配値は 500S^{-1} 前後、混合時間は 60S を採用するとよい。

- (3) 沈殿ユニットを設置した凝集時間は一般に 10～20min、接触凝集時間は 5～10min を採用する。
- (4) 凝集と化学脱リンによって生じる汚泥量は計算もしくは試験によって決定しなければならない。関連データがない時は、アルミニウム塩もしくは鉄塩を用いるときは、後ろ投下で汚泥量は 5%～10%増加し、前投下で汚泥量は 10%～15%増加する。
- (5) 各種沈殿池の選択は水量、水質、平面レイアウト、高度要求などの要因により決定しなければならない。
- (6) ろ過槽の選択も用地、水質・水量、高度状況などの要因を総合判断して決定しなければならない。

8 流出水安定の技術サポート

8.1 設計条件

利用可能な自然条件（用地、地形、気象、水文、土壌および動植物生態など）がある時、できるだけ人工湿地もしくは自然湿地によって都市污水处理場の流出水を浄化しなければならない。

8.2 技術特徴

人工湿地の占有面積は大きく、処理効果は季節的影響を受ける。湿地のタイプには表面流湿地、浸透流湿地、垂直流湿地がある。採用するタイプと植える植物は需要に応じてフレキシブルに組み合わせる。

8.3 設計要点

8.3.1. 湿地設計

- (1) 湿地を選ぶ時は、脱窒脱リン能力があり、根系が発達し、経済性が高く、鑑賞性の高い植物を多く選択しなければならない。
- (2) 湿地設計の時は、処理ユニットは並行して二つ以上設置しなければならない。
- (3) 設計諸元は試験によって決定しなければならない。試験データがない時は、以下の諸元を採用できる。

水理的負荷 $0.20\text{m}/\text{d}$ 未満、定格水理的滞留時間 2～4d、表面流湿地の運転水位は一般的に 0.4～0.6m、浸透流湿地の空隙率 0.4 超である。
- (4) 人工湿地縦横比は一般に 1:1～3:1 を採用し、縦横比がこの要求を満たさないときは区切ってユニットを分けることができる。
- (5) 担体の選択。比表面積が大きく、能力が高く、経済性がよいこと。表面流湿地では地元の粘土を主とし、厚さは 0.5-0.8m とする。浸透流湿地では砂利、石灰石、沸石を主とし、厚さは 0.5-1.0m とする。
- (6) 一般には遮水層を設ける必要はない。遮水層を設ける必要のある時は粘土、不織布などを用いることができる。

9 監視と管理

汚水処理場の監視と管理は「都市汚水処理場運転、メンテナンスおよびその安全技術規定 CJJ60-94」に従って実施する。具体的な項目は以下の通り。

- (1) 汚水処理場運転は測定と管理を行わなければならない。またグレードアップ改造の目的に応じて設計規模、運転管理、プロセスフローに基づき測定と管理の内容を決定しなければならない。
- (2) 労働安全維持の監視計器と警報装置を設置するほかに、一定の処理規模では水量変化の監視設備を追加設置し、溶存酸素、アンモニア態窒素、全窒素、全リン、硝酸塩などのオンライン監視設備を追加設置する。
- (3) 10万トン/日処理規模以下の処理場の主な処理ユニットは、自動制御システムを採用することができる。
- (4) 10万トン/日処理規模以上の処理場の主な処理ユニットは、集中管理監視、分散制御の自動制御システムを採用するとよい。
- (5) 処理場の制御室を建設する過程では、使用機能を見て、今後の発展需要を考慮しなければならない。

10 本ガイドラインの用語説明

10.1. 本規範の条文執行時に異なる取り扱いがしやすいように、要求の厳格度の違いについて以下に説明する。

- (1) 極めて厳格で、必ずそうしなければならないとき：肯定形は「必ず」、否定形は「厳禁」。
- (2) 厳格で、一般状況下ではそうすべきとき：肯定形は「しなければならない」、否定形は「してはならない」。
- (3) 多少の選択を認め、条件が許すときにはそうすべきとき：肯定形は「よい」もしくは「できる」、否定形は「よくない」。

10.2. 条文中にその他の関係基準を執行すべきときの書き方：「～の規定に適合しなければならない」、「～に従って行わなければならない」。

条文説明

1. 総則

- 1.1 2009年10月28日、中華人民共和国住宅都市農村建設部と日本国際協力機構(以下「JICA」と称する)は、北京にて「汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト」協力に関する協議議事録に調印した。このプロジェクト設立の背景として「十・五計画」から現在まで、中国の都市汚水処理施設の整備が加速され、処理能力と設備の利用効率も著しく向上し、水質汚濁対策の効果も初歩的に現れているが、主要汚濁物質の排出量はそれを受入れる水域の環境容量を大幅に上回っているため、水環境の厳しい状況が依然として改善されていない、ということがある。

2002年12月、中国は新たに『都市汚水処理場汚染物質排出基準』(GB 18918-2002)を公布した。新基準は都市汚水処理場の排出基準と処理水質に対しより明確な要求を提示し、全リン、アンモニア態窒素および全窒素に対する規制がより厳しくなった。このことは、今後新たに整備される都市汚水処理場として窒素、リン等の栄養塩を高度処理する能力を有していなければならないことを意味するだけでなく、現存する2000ヶ所弱の都市汚水処理場も、処理水の水質を改善し、新しい排出基準に適合するために処理法の改造や運転方式の転換に直面することになった。

上述の状況について、このプロジェクトの目指すところのひとつは、大規模汚水処理施設の高度処理技術の学習・把握であり、改造設計と運営改善ガイドラインを整備することである。

- 1.2 ガイドラインの作成は、大規模A₂O活性汚泥法およびその各種改良法による改造・拡張プロジェクトに重点を置いている。そのため、適用範囲は主に大規模A₂O活性汚泥法およびその各種改良法による改造・拡張プロジェクトの設計となる。
- 1.3 ガイドラインの適用範囲は既存施設の改造・拡張の設計である。このため設計の過程における既存処理法に対する運転影響を最大限に削減させることは重要な設計目標である。同時に、処理法の先進技術化、信頼性の確保、省エネ・省スペース、コストの合理化、放流水質の安定的な目標達成を実現する。
- 1.4 設計原則は設計目標の制定状況に基づいて決定する。基準達成を設計の最も重要な原則とし、運転への影響を少なくしなければならない。新技術、新材料、新設備を採用し、それを成熟させ信頼性のあるものとしなければならない。建設と運転の経済性を重視し、設計を最適化しなければならない。投資とスペースを節約し、運転費用の低減を図らなければならない。

4. 技術路線

- 4.1 調査研究によれば、多くの地方の関係組織および部門において、都市汚水処理場のグレードアップ改造の設計作業内容およびフローに対し、詳しく理解されていない。このため、ここでは設計作業の内容と設計フローに対し明確な説明を行なった。

-
- 4.2 グレードアップ改造プロジェクトにおいては、汚水処理場の水質・水量分析は欠かすことができないもの、ステップを踏んで進めるべきものである。第一に、処理対象区域の面積、周辺の産業構造、処理場の敷地面積、改造予定地面積などを含めた汚水処理場の現状を把握しなければならない。第二に、現状の汚水処理場の水質・水量、特に水域の構成に対して分析を行なう。第三に、汚水処理場の水質・水量に対する予測を行なう。このとき計画人口、産業構造、配管網計画体制などの資料について把握する。第四に、以上の三段階を踏まえ、グレードアップ改造を行う汚水処理場の水質・水量を決定する。
- 4.3 (1) 汚水処理場の排出目標達成の影響要素を分析することは、処理法を決定する重要なステップである。関連処理場の調査研究を踏まえ、処理場の流入水質の SCOD/COD、BOD₅/COD、BOD₅/TN、SS、TN の構成、TP、水温などのパラメータの分析は欠かすことができない。分析を通じ、水域の生分解性などの指標を把握し、処理法の決定に科学的根拠を提供する。
- (2) 汚水処理プロセスにおける重点となる処理対象の違いに応じて、各処理工程において異なる処理法の組み合わせを提示する。そして処理法の役割を簡単に記述する。
- (3) 汚水処理場グレードアップ改造後の放流水質の要求の違い、敷地面積の影響などの要素に応じて、ねらいが明確にされた具体的な推薦処理法のフローを提示する。
- (4) 汚水処理場グレードアップ改造設計において採用する典型的なあるいは一般的な処理法のフローを総括する。

5. 前処理プロセス設計

5.1 調整、スクリーン、沈砂

- (1) 調整池を設置し、汚水処理における各工程が安定した状態で運転されるよう保証する。水質・水量の変動による汚水処理工程の構築物への衝撃を調節する。
- (2) 粗目スクリーンを設置し、比較的大きな浮遊物質を除去し、ポンプ、バルブ、パイプおよびその他付属パーツを保護する。それにより繊維状破砕物あるいは比較的大きな物体による損傷および目詰まりを防ぐ。細目スクリーン(グリッド)を設置し、水中浮遊物質の含量をさらに低減する。それにより沈砂池、曝気生物ろ過槽および脱窒ろ過槽の安全運転を保証し、沈砂負荷を低減し、活性汚泥中の不純物含量を減少させ、ろ過槽の詰まりを防止する。超細目スクリーン(グリッド)を設置し、水中の繊維物質が膜ユニットに絡みつき、線維膜が損傷するのを防ぐ。沈砂池を設置し、機械設備の磨耗を防止し、パイプ、水路、およびプールの沈殿物が汚泥処理に与える影響を減少させる。
- (3) 設計要点中のスクリーンに関する具体的規格の詳細については、『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)を参照のこと。
- (4) 設計要点中の調整池における水理学的滞留時間のパラメーターについては、関連する設計規範および工事での応用状況・経験を踏まえて確定する。
- (5) 設計要点中の沈砂池に関連するパラメーターの詳細については、『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)を参照のこと。

5.2 最初沈殿池

- (1) 合流式が主である汚水は、SS および無機成分が高く、生物学的処理システムに対するインパクトが大きい。最初沈殿池を経ずに生物学的システムに流入すると、一部の無機物はフロック付着などの形で活性汚泥フロック中に包み込まれて存在し、汚泥の活性を低下させる。工業廃水、特に印刷・染料廃水の影響で、流入水に含まれる繊維質が多い場合、都市污水处理場設備の正常な運転および使用寿命に一定の影響を与える。最初沈殿池を設置することで、システムの汚泥に活性を与えるのに有利であるが、SS を除去することで一部の有機物も除去されるため、炭素源も部分的に失う。処理場での実績を考慮し、SS が 150mg/L 以上、かつ無機物の比率が高い都市污水处理場では、最初沈殿池の設置を推奨する。
- (2) 後続の生物学的リン・窒素除去における炭素源の需要を考慮し、流入水の SS が高く、且つ BOD₅、COD が低い時は、設計にあたって汚水自身の炭素源を十分に利用することを考慮し、生物学的システムの前に嫌気性加水分解槽の設置を推奨する。嫌気性加水分解槽に流入した汚水は、汚泥ブランケット層を通し、一部の粒状有機物の加水分解、溶化、発酵を行なう。そして、緩慢な旋回水流作用の下での密度差分離を行ない、一定の比率の流入水中の浮遊固形物成分を除去する。分解処理後の流出水の SS/COD 比を低減し、炭素源の質を改善する。
- (3) 設計要点中にて挙げられた設計パラメータは、主に『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)に基づいて決定される。嫌気槽の異なる状況における水理的滞留時間のパラメータについての決定は、関連する工業廃水污水处理場の実際の運転パラメータと多くの科学研究の成果に基づき決定する。

6. 生物処理プロセス設計

大規模 A₂O 法污水处理場のグレードアップ改造工事設計過程において、最も中心的で最も普遍的な意義を有する設計上の重点とはすなわち「窒素・リン除去」である。いかにして「窒素・リン除去」を対応するか、いかにして設計過程においてこの難問を解決するかは、非常に重要である。ここで、参考できる設計手法と考え方を取りまとめて提示する。「窒素除去」については、污水处理場改造の最初の設計段階で、既存污水处理場の好気性汚泥日齢 (ASRT) と水温の関係 (図 4 参照) を把握しなければならず、図表の曲線から最適な ASRT を設計し、それにより好気槽滞留時間を決定する。この過程において同時に硝化速度、ASRT、水温、MLSS、余剰汚泥引抜き量、汚泥日齢 (SRT) などの相応の運転指標を把握しなければならない。計算の結果、好気槽の容積が実際に利用可能な槽の容積を上回った時、担体追加、MBR、曝気生物ろ過槽などの使用を考慮する。同時に、その他の設計上の注意事項、例えば硝化用送風量、アルカリ度なども考慮する。

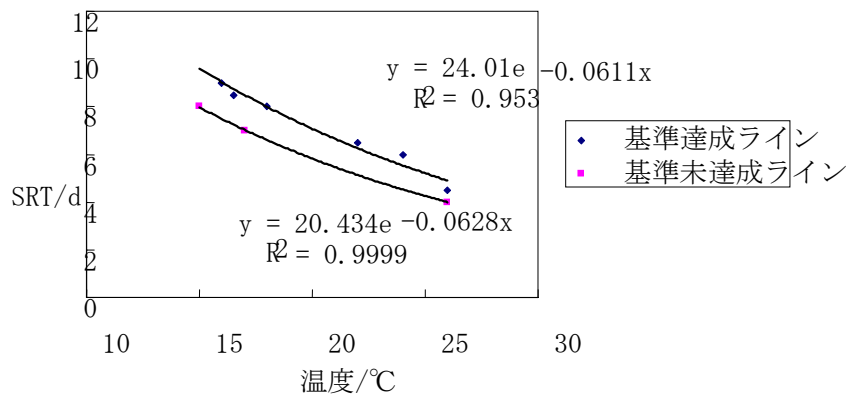


図4 硝化に必要な汚泥日齢（ASRT）と温度の関係

「窒素除去」プロセスにおいては、無酸素槽内の汚水中で一定量の炭素源指標を保持しなければならない。炭素源の量は、污水处理場の実際の運転データから無酸素槽内の有機物消費量と脱窒量の関係図を作成することができる。図表の分析を通じ、必要な炭素源の量を決定し、炭素源が不足している場合、外部から炭素源の添加、間欠流入および技術改良などの措置をとる。この設計過程において、ORP、水温、MLSS、pH、無酸素槽の内有機物濃度、返送汚泥の窒素濃度などの指標を把握しなければならない。

「脱リン」は通常、嫌気槽と好気槽の設置により実現する。この過程で、必要な嫌気時間と好気時間の長さを確認しなければならない。同時に、汚泥処理施設からの返送液の影響、雨天時の槽内 ORP の変化を考慮する。生物学的脱リンの効果が不安定な場合、さらに化学的脱リンの設計も考慮しなければならない。

以上で述べたことが、一般に A₂O 污水处理場グレードアップ改造工事における「窒素・リン除去」の設計上参考にすべき要点である。具体的な事業項目についてはさらに詳細なデータ分析が必要である。

6.1 在来型 A₂O 技術

- 1) 在来型 A₂O 法は、もし放流水の TN、TP の要求が高くない場合、返送汚泥の脱窒による窒素・リン除去技術を考慮することができる。混合液返送(内返送)汚泥の脱窒(循環変法)によりある程度硝酸態窒素が除去できる。嫌気槽への返送汚泥(外返送)(嫌気-好気法)によりある程度脱リンを促進できる。
- 2) 設計要点中の在来型 A₂O 法の関連設計パラメータの詳細については、『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)を参照のこと。

6.2 改良型 A₂O 技術

- 1) 本ガイドラインにおける改良型 A₂O 技術は、スポット流入、前無酸素槽及び脱酸素槽を有する A₂O 法に限定する。
- 2) 改良型 A₂O 法は、都市污水处理場における放流水質の窒素・リン除去に対する要求が比

較的厳しい場合に適用され、かつ流入水の炭素源が乏しく、TN/TP含量が高い時に使用される。改良型A₂O法は在来型A₂O法と比べ、前無酸素槽と脱酸素槽が増加されている。また、多地点注水方式が採用されている。多地点注水方式の作用は流入水の炭素源を再分配し、嫌気槽へ嫌気処理のためにリン放出に必要なVFAを提供し、リン放出効率を確保することにある。前無酸素槽の役割は、汚泥返送液が前無酸素域に返送され、微生物が流入水中の一定割合の有機物を利用してすべての返送硝酸態窒素を取り除くことにある。それにより嫌気域に流入する硝酸塩と溶存酸素を減少させ、硝酸態窒素の嫌気槽に対する悪影響を除去し、嫌気槽の安定性と嫌気域の水混合循環を確保し、脱リンを行う。好気域の後に脱気域を設置する主たる目的は、無酸素域に流入する溶存酸素を減少させ、内返送中の溶存酸素の脱窒工程に対する悪影響を除去することである。

- 3) 設計要点中の改良型A₂O法の関連設計パラメータの詳細については、『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)を参照のこと。規範に提示されていないデータは、多くの工事実践経験と科学研究成果に基づき決定する。検討対象の個別の污水处理場に参考とする実際の運転管理データがある場合、実情に基づき調整することができる。

6.3 A₂O+担体技術

6.3.2 技術特徴

- (1) 全体充填の場合には、担体回収返送(担体循環)装置を必要とする。現在、担体回収返送装置は主として空気による供給方法を採用しており、返送量を正確に制御することは難しい。無酸素域で担体を増加させる目的は主に生物量の増加である。これにより脱窒菌の数量を増加させる。
- (2) 担体は、微生物の保持方法に応じて、包括固定化担体と結合固定化担体に分けることができる。包括固定化担体は生化学反応槽への投入前に担体内部にあらかじめ機能性微生物を埋め込んでおくものである。結合固定化担体は生化学反応槽への投入後、汚水内で生体膜を培養することで必要な機能性微生物を集めるものである。
- (3) 本条で列举されたデータは、わが国の「十二五」水専門プロジェクトにおいて専用担体産業化の具体的要件に基づくものである。
- (4) グリッド(スクリーン)を設置する主な目的は担体の漏れを防ぐことである。担体漏れにより深刻な影響がもたらされる可能性のある部位については、担体漏れを防止する二次漏えい防止措置を採らなければならない。
- (5) 中・大気泡による曝気は比較的強い攪拌作用がある。担体の浮遊化に有利であり、維持交換の煩雑さも少ない。微孔曝気の攪拌作用は小さく、維持交換の周期も短く、担体のクリーニング作業が煩雑である。

6.3.3 設計要点

- (1) 水質評価と水理学評価は担体の添加数量及び担体詰まりの具体的解決案に影響する。
- (2) 曝気装置の配置と送気量の確保、あるいは水中攪拌器の設置により、担体を添加域内で均一化させる。
- (3) 配管材質の選択には腐食と劣化など使用年数に影響する要素を考慮しなければならない。担体を掬い上げる設備を設置しなければならない、また担体を臨時保管する場合の安

全措置、例えば防火について考慮しなければならない。

- (4) 担体は、水中攪拌器のインペラ、ケーブル等に侵食を発生させることがある。このため、水中にある設備はステンレスなどの耐侵食材質を採用しなければならず、ケーブルにはカバーの補強を施すことを考慮しなければならない。
- (6) 担体自体の洗浄を考慮し、担体添加率の最低値を 10%にする。同時に担体と汚泥の流動性を確保するため、担体添加率の最高値を 40%～50%にするとよい。

6.4 MBR 技術

6.4.1 設計条件

MBR 法は膜の高効率分離作用により、有効に固液分離を行なうことができる。分離効果は在来型沈殿池よりもはるかに優れ、放流水質も良好である。放流水の浮遊物質と濁度はゼロに近く、細菌とウイルスが大幅に除去される。放流水質の要求が厳しい污水处理場の改造・拡張工事に適用される。

- (1) 膜の高効率ろ過により、放流水の SS、濁度は低い。
- (2) MBR システムの生物学的処理ユニットの汚泥濃度は高く、微生物菌群が豊富で、有機物の除去効果、硝化効果が良好である。
- (3) MBR 法では活性汚泥法の最終沈殿池を省略でき、敷地面積を縮小できる。用地面積に制約のある污水处理場の新設あるいは改造に適用する。
- (4) MBR 法は増殖が緩慢な硝化菌のフィルタリング、生長と繁殖に有利であり、システムの硝化効率を高めることができ、一定の硝化機能を備えている。

6.4.2 技術特徴

- (1) 膜および膜面のゲル層のフィルタリング作用により、MBR 法の放流水質は良好で、浮遊物質と濁度はゼロに近い。細菌とウイルスも有効に除去される。同時に、膜ユニットの高効率分離がシステムの有機物および窒素化合物などに対する除去効果を強化することができる。その理由は①反応槽内で高い生物量を維持でき、汚泥濃度は 20g/L まで高めることができ、F/M が低い条件において、生化学反応速度が加速される。②増殖が緩慢な微生物、例えば硝化菌のフィルタリング、生長と繁殖に有利であり、システムの硝化効率を高めることができる。③粒子状物質、高分子化合物および難分解性有機物のどれもが反応槽内に留まり、微生物との接触、分解時間を増加できる。
- (2) 膜の高効率フィルタリング作用により、微生物を生物反応槽内に完全に留めることができ、反応槽の水理的滞留時間(HRT)と汚泥滞留時間(SRT)を独立して管理でき、運転制御がさらにフレキシブルかつ安定的になる。
- (3) 反応槽内の汚泥濃度が高く、水質変動に対する緩衝能力が高い。
- (4) 増殖が緩慢な硝化菌の保持、生長と繁殖に有利であり、NH₄⁺-N の除去効果が非常に良好で、多くの場合で放流水の NH₄⁺-N が 1mg/L を下回る。
- (5) MBR システムでは汚泥滞留時間が長く、汚泥濃度が高い。反応槽は高容積負荷、低汚泥負荷、長汚泥滞留時間において運転され、余剰汚泥の排出量は少ない。
- (6) MBR 法は通常の活性汚泥法の最終沈殿池を省略でき、敷地面積を縮小できる。反応槽内で高濃度の生物量を維持できる。処理装置の容積負荷は高く、敷地面積は小さい。

-
- (7) MBR法では一般に限外ろ過膜あるいは精密ろ過膜が採用され、膜システムの前処理に対する要求が厳しく、膜システムの前にオイルセパレータ、沈砂、スクリーンなどの処理施設を設ける必要がある。特に繊維、毛髪など纏い付きやすい物質あるいは砂粒など中空糸膜及び膜表面を傷つけやすい物質が膜システムへ流入すると、膜システムの正常な運転に影響する。

6.4.3 設計要点

- (1) MBRシステムでは、有機物、窒素、リンなどの汚染物除去が主として膜システム前の生物学的処理システムに依存している。膜システムは在来型活性汚泥法の最終沈殿池に取って代わり、活性汚泥を滞留させてSS、濁度などの浮遊物質を除去する。膜システムの合理的設計はシステムの安定的運転のカギとなる。膜システムの全流出量はシステム全体の全流出量を限定するため、設計上の全流出量と膜透過量を維持することは極めて重要である。膜の前処理、膜の汚染防止はシステムの全流出量に関わるだけでなく、運転コストとも緊密に関係する。
- (2) 現在、MBR法の生物学的処理ユニットでは一般に嫌気-無酸素-好気法(A₂O法)が採用されている。『嫌気-無酸素-好気活性汚泥法汚水処理工程技術規範(HJ576-2010)』によれば、A₂O法の汚泥滞留時間(SRT)は10-25dである。MBR法の汚泥滞留時間(SRT)は在来型A₂O法よりも長く、15dを上回るのがよい。A₂O法の汚泥負荷は0.05-0.15BOD₅/(kg-MLSS・d)で、MBR法の汚泥負荷は在来型A₂O法よりも低い。A₂O法の嫌気水理学的滞留時間は1-2h、無酸素水理学的滞留時間は2-4h、好気水理学的滞留時間は8-12hである。MBR法は汚泥濃度が高く、生物学的処理ユニットの水理学的滞留時間は在来型A₂O法より短く、嫌気槽の水理学的滞留時間は1~1.5h、無酸素槽の水理学的滞留時間は0.5~2h、好気槽の水理学的滞留時間は3~8hである。
- (3) 活性汚泥法については、生物脱リンは、主として余剰汚泥の排出によるものだが、MBRシステムの汚泥排出量が少なく、脱リン効果はよくないので、化学的脱リン施設を増加させてリンの排出基準を満足させる必要がある。

7. 高度処理法の設計

7.1 ばっ気生物ろ過槽

- (1) 汚水処理場のグレードアップ改造において設置する曝気生物ろ過槽は、主として再生水処理場の処理水のアンモニア態窒素の除去に用いられる。また、曝気生物ろ過池を脱窒ろ過槽の後に設置すれば、脱窒ろ過槽からの炭素源流出による放流水のCOD基準超過を防止することができる。
- (2) 設計要点中の曝気生物ろ過槽に関するパラメータの詳細については、『曝気生物ろ過池工程技術規範』(CECS265:2009)中国計画出版社を参照のこと。

7.2 脱窒ろ過槽

- (1) 脱窒ろ過槽を設置することで、再生水処理場での高効率かつ安定的なTN除去が達成

できる。特に水質・水量の変動が大きく、用地に制約のある水処理場のグレードアップ改造に用いられる。

- (2) 設計要点中の脱窒ろ過槽に関するパラメータの詳細については、『曝気生物ろ過池工程技術規範』(CECS265:2009)中国計画出版社を参照のこと。

7.3 凝集沈殿と同時化学的脱リン

- 1) 常用される化学薬剤の種類、およびその除去効果の状況を検討する。異なる化学脱リン要件と処理目的に基づき、異なる化学薬剤と投入箇所を選択する。
- 2) 沈殿池流入水のSS、有機物などの汚染物質濃度が低く、形成されるフロックの密度が高くないため、傾斜板(管)沈殿池、および沈殿池の上昇流速は高くない方が良い。さもなければフロックは傾斜板(管)の先端に蓄積しやすくなる。
- 2) 設計要点中の化学脱リンに関するパラメータの詳細については、『屋外排水設計規範』(GB50014-2006)を参照のこと。規範に提示されていないデータは、大量の工事実践経験と科学研究成果に基づき決定する。

8. 放流水安定化の技術保障

- 1) 人工湿地と自然湿地を放流水安定化処理のユニットとするが、汚水処理フローの必須処理ユニットではない。条件が合えば、できるだけ採用し、放流水をさらに浄化させ、放流水の汚染物質濃度を低下させる。
- 2) 植物は人工湿地の重要な構成部分であり、曝気と酸素供給作用を備え、担体内の微生物群落に有利な生存環境を提供する。このため、選択した植物は、成長速度が速く、生物量が多く、維持費用が安く、水環境変化に対する適応能力が強いなどの特長を有していなければならない。植物の地上部分が徐々に枯死していくと、周期的に刈り取りと表面の枯れ枝、落葉を除去しなければならない。そして適時補植し、その処理能力を回復させなければならない。
- 3) 湿地は都市污水处理場放流水の浄化処理施設として活用する場合、一般に不透水層を設置する必要はない。

中日協力 汚水処理場のグレードアップ 改造と運営改善プロジェクト成果

番号：

A₂O 法による汚水処理場グレードアップ 運転・維持管理ガイドライン

Technical guidelines of operation and maintenance for nitrogen and phosphorus
removal in wastewater treatment plant with A₂O process

まえがき

第10次五ヵ年計画期からいまで、中国の都市污水处理施設の整備が加速され、処理能力と施設の利用効率が著しく向上し、水質汚濁対策の効果も初歩的に現れた。それにも関わらず、主要汚濁物質の排出量はそれを受け入れる水域の環境容量を大幅に上回っており、厳しい環境状況は相変わらず改善されていない。2002年12月、中国は新たに「都市污水处理場汚染物質排出基準」(GB18918-2002)を發布した。新しい基準では、都市污水处理場の排出目標及び処理水質に対しより明確な要求が出されており、全リン、アンモニア態窒素及び全窒素に対する規制がより厳しくなった。このことは、今後新たに整備される都市污水处理場として窒素、リン等の栄養塩を高度処理する能力を有していなければならないことを意味するだけでなく、現存する2000ヶ所弱の都市污水处理場も、処理水の水質を改善し、新しい排出基準に適合するために処理工程の改造や運転方式の転換に直面することになった。

かかる状況に鑑み、2007年より、国際協力機構は中国住宅・都市農村建設部と協力して污水处理場のグレードアップ改造および運営改善プロジェクトの実施に取り掛かった。プロジェクトは日本の污水高度処理分野における経験を十分に生かし、污水处理場のグレードアップ改造と運営改善に関して技術協力が行なわれた。当ガイドラインはA₂O法における窒素・リン除去工程の効率的、安定的運転を制度化によって保障するため、運転管理に当たる者の意見を幅広く聴取した上で作成された。これをもって各污水处理場がA₂O法窒素・リン除去工程を運用する際の技術的根拠とする。

本技術ガイドラインの主な技術内容には、「1.総則 2.用語・定義 3.プロセス原理 4.施設の運転管理 5.水質検査・測定管理 6.監視と制御 7.設備の定期検査及び保守管理 8.事故及び異常状況発生時の対応措置」が含まれる。

本技術ガイドラインについては、北京排水集団が管理及び解釈に責任を負う。

本技術ガイドラインの主な起草者：王佳偉、甘一萍、呉春江、葛勇涛、陳剛新、張平、尹新政、霍明月

本技術ガイドラインの専門家：杭世珺、川嶋幸徳、北川三夫、川口幸男 等

目 次

1	総則	1
2	用語	2
3	プロセス原理	3
3.1	A ₂ O プロセス	3
3.2	流入水質基準	3
3.3	A ₂ O 法のパラメータ	4
4	施設の運転管理	6
4.1	一般規定	6
4.2	一次処理	7
4.3	硝化	7
4.4	脱窒	10
4.5	生物脱リン	11
4.6	化学脱リン	11
4.7	最終沈殿池	13
5	水質検査・測定管理	14
5.1	一般規定	14
5.2	項目とサイクル	14
6	監視と制御	15
7	設備の定期検査と保守管理	21
7.1	基本要件事項	21
7.2	設備巡視	21
7.3	設備の月次検査	21
7.4	年次検査（又は運転台数・時間の検査）	21
7.5	異常検査	21
7.6	保守管理	22
7.7	設備の使用停止	22
8	事故及び異常状況発生時の対応計画	23
8.1	冬季・春季低温時の運転対策。	23
8.2	炭素源不足時の運転分析及び対策。	23
8.3	雨期の運転分析及び対策。	23
9	本ガイドラインの用語説明	24

1 総則

- 1.1.1 嫌気/無酸素/好気活性汚泥法（A₂O 法）及びその各種変法の北京市都市污水处理場の運転管理における使用を適正化し、窒素・リン等の水質汚染物質排出規制と水環境汚染防止と生態系保護事業の健全な発展を促進するために、本技術ガイドラインを制定する。
- 1.1.2 本ガイドラインは、北京排水集団が運営する嫌気/無酸素/好気活性汚泥法（A₂O 法）を採用して新設、拡張及び改造された下水処理場の運転管理に適用する。本ガイドラインは、排水・環境工学分野の技術者が下水処理場の現場調整及びパラメータ計算の使用に供される。使用者は下水処理場の基本プロセス原理、主要パラメータの計算などに関する基礎知識を備えなければならない。
- 1.1.3 本ガイドラインは、嫌気/無酸素/好気活性汚泥法（A₂O 法）を採用する下水処理場の運転管理に関する基本的な技術要求事項を規定している。現在、A₂O 法を基本とする生物学的窒素・リン除去技術には、さまざまな変法、並びに回分式、OD 法等、本ガイドラインの範囲を超えるその他の特殊な状況が存在するが、これらのためには別途特別な論証を行わなければならない。
- 1.1.4 下水処理場の運転管理は、本ガイドラインに適合しなければならない以外に、国の現行の関連基準、規範の規定にも適合しなければならない。

2 用語

2.0.1 嫌気/無酸素/好気窒素・リン除去プロセス anaerobic/anoxic/oxic process (A₂O、又はAAO)

嫌気、無酸素、好気を順に配置した汚水処理により、全窒素及び全リンの除去率を向上させる生物学的処理。

2.0.2 嫌気性域 anaerobic zone

生物反応槽の非酸素充満区域であり、かつ硝酸塩又は亜硝酸塩が存在しない区域。リン酸蓄積微生物が嫌気域において有機物を吸収し、リンを放出する。

2.0.3 無酸素域 anoxic zone

生物反応槽の非酸素充満区域であり、かつ硝酸塩又は亜硝酸塩が存在する区域。生物反応槽に大量の硝酸塩、亜硝酸塩が含まれ、十分な有機物が得られた際に、当該区域内において脱窒反応が行われる。

2.0.4 好気域 oxic zone

生物反応槽の酸素充満区域。微生物が好気域において有機物を分解し、硝化反応を行う。

2.0.5 生物学的硝化 bio-nitrification

汚水の生物処理において、好気状態の硝化菌がアンモニア態窒素の酸化により硝酸態窒素を生成する工程。

2.0.6 生物学的脱窒 bio-denitrification

汚水の生物処理において、無酸素状態の脱窒菌が硝酸態窒素の還元により窒素ガスを生成し、汚水中の窒素を除去する工程。

2.0.7 生物学的脱リン biological phosphorus removal

活性汚泥法による汚水処理において、リン蓄積細菌の比較的多い余剰汚泥を排出することにより、汚水中のリンを除去する工程。

2.0.8 好氣的汚泥滞留時間 aerobic solids retention time (ASRT)

活性汚泥の好気槽中の平均滞留時間。

2.0.9 混合液返送比 mixed liquor recycle ratio

脱窒時に好気槽の混合液が無酸素槽に返送される際の、混合液の返送量と流入水量の比率。

2.0.10 凝集剤 coagulant

コロイド顆粒を不安定化して、互いに合一させる薬剤。

2.0.11 合流式システム combined system

同一の管渠システムで汚水と雨水を収集輸送する排水方式。

2.0.12 分流式システム separate system

異なる管渠システムを使って汚水と雨水を別々に収集輸送する排水方式。

2.0.13 酸化還元電位 oxidation-reduction potential (ORP)

溶液と標準水素電極との間の起電力。通常、その計量単位にはmVを用いる。

3 プロセス原理

3.1 A₂O プロセス

A₂O 法は、嫌気域、無酸素域及び好気域の各種組み合わせ、並びにそれぞれ異なる汚泥返送方式により、窒素・リンの同時かつ高効率な除去を実現する。一般的な A₂O 法の処理フローを図 1 に示す。

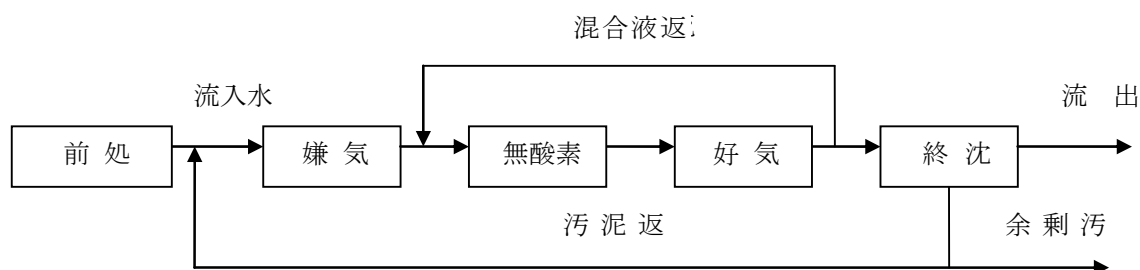


図 1 プロセスフロー図

【条文説明】 A₂O 法では、最終沈殿池の返送汚泥を嫌気槽に返送してリン放出を行い、好気槽の混合液を無酸素槽に返送して脱窒を行う。好気槽では、リン蓄積細菌がリンを過剰摂取し、沈殿により高含リン汚泥を水中から分離することで、脱リンの効果をj得る。A₂O 法の各種改良法の名称規定は、表 1 のとおり。

表 1 A₂O プロセスの各種変形プロセス法の中国語名・英語名

番号	中国語名	英語名	英語略称
1	在来型嫌気/無酸素/好気活性汚泥法	Anaerobic/Anoxic/Oxic	A ₂ O
2	改良型嫌気/無酸素/好気活性汚泥法	University of Cape Town	UCT
3	嫌気/無酸素/無酸素/好気活性汚泥法	Modified University of Cape Town	MUCT
4	無酸素/嫌気/無酸素/好気活性汚泥法	Johannesburg	JHB
5	無酸素/嫌気/好気活性汚泥法	Reversed Anaerobic/Anoxic/Oxic	RA ₂ O
6	多段式無酸素/好気活性汚泥法	Multistage Anoxic/Oxic	MA/O

3.2 流入水質基準

A₂O法は、都市下水処理場において最も広く採用される処理法であり、その流入水質の基準は、市政(市街地)管きよに流入する水質基準に適合しなければならない。主要パラメータを表2に示す。

表 2 A₂O 法の流入水水質設計基準

項目名	単位	標準値
化学的酸素要求量 (COD _{cr})	mg/l	< 500
生物化学的酸素要求量 (BOD ₅)	mg/l	< 300
浮遊物質 (SS)	mg/l	< 400
アンモニア態窒素 (NH ₄ ⁺)	mg/l	45
全窒素 (TN)	mg/l	70
全リン (TP)	mg/l	8
pH	-	6~9.5

【条文説明】 大規模汚水処理場の流入水は主として管きよにより集めた市政汚水(市街地排水)である。本ガイドラインの流入水質基準はCJ343-2010「都市下水道に排出する汚水水質基準」を参照。流入水質が表中の水質基準を超える場合、すばやく上流管きよの排出状況を検査しなければならない。

3.3 A₂O 法のパラメータ

表 3 嫌気/無酸素/好気 (A₂O) 法の主なパラメータ

項目名		記号	単位	パラメータ値
反応槽 5 日間法生物化学的酸素要求量汚泥負荷☆	低水温 8~17℃	L _s	kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.08~0.20
	高水温 17~30℃		kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.06~0.14
混合液揮発性浮遊固形物平均濃度☆		X _v	kgMLVSS/m ³	1.4~3.2
MLVSS の MLSS 中に占める比率☆	初沈池あり	y	合流式管きよ	0.45~0.75
			分流式管きよ	0.65~0.85
	初沈池なし		合流式管きよ	0.35~0.65
			分流式管きよ	0.55~0.75
好氣的汚泥滞留時間*		ASRT	d	5~15
汚泥発生率係数☆		Y	kgVSS/kgBOD ₅	0.4~0.6
嫌気水理的滞留時間*		HRT	h	1~2
無酸素水理的滞留時間*		HRT	h	3~5
好気水理的滞留時間*		HRT	h	6~13
総水理的滞留時間*		HRT	h	10~20
汚泥返送比☆		R	%	40~100
混合液返送比☆		R _i	%	100~400
酸素要求量 *		O ₂	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1~1.8

内：*印は設計パラメータ、☆印は経験パラメータである。

【条文説明】 A₂O法のパラメータについては、最初沈殿池あり及び最初沈殿池なしの2つのタイプに分かれる。反応槽のBOD₅汚泥負荷は水温で管理しなければならない。表中の温度範囲と負荷パラメータは高碑店汚水処理場の経験数値であり、水温が12℃以下になった場合、

国家排出基準で決めた放流水質の変動要件を参考に、運転パラメータを調整しなければならない。各処理場は実際の運転経験に基づいて合理的に調整することができる。

污水処理場の運転に当たり、汚泥発生率に基いて、初沈の汚泥発生量・余剰汚泥発生量と污水処理場の脱水汚泥ケーキの発生量を定期的に確認し、設備の運転時間と汚泥滞留時間などのパラメータを合理的に制御する。計算方法は以下の通り。

$$\text{初沈の汚泥発生量 (乾物) } SP = Q_{in} \times (C_{SS, in} - C_{SS, out}) \times 10^{-3}$$

$C_{SS, inpri}$: 最初沈殿池流入水 SS 濃度, mg/L

$C_{SS, outpri}$: 最初沈殿池放流水 SS 濃度, mg/L

$$\text{初沈の汚泥排出量 } Q_{SP} = SP \div C_{SP}$$

C_{SP} : 最初沈殿池の汚泥排出 SS 濃度, % (= $\times 10\text{kg/m}^3$)

$$\text{余剰汚泥発生量 (乾物) } X = (a \times C_{S-BOD, in} + b \times C_{SS, in} - c \times \tau \times X) \times Q_{in} \times 10^{-3}$$

$C_{SS, inbio}$: 生物反応槽の流入水 SS 濃度, mg/L

$C_{S-BOD, in}$: 生物反応槽の流入水 S-BOD₅ 濃度, mg/L

τ : 水理的滞留時間 HRT, h

a: 流入水 S-BOD₅ の余剰汚泥発生率係数, kg VSS/kg BOD₅, 通常は 0.5 (0.4~0.6) を取る。

b: 流入水 SS の余剰汚泥発生率係数, kg SS/kg SS, 通常は 0.95 (0.9~1.0) を取る。

c: 内生呼吸の余剰汚泥減量係数、通常は 0.04 (0.03~0.05) を取る。

$$\text{余剰汚泥排出量 } Q_X = X \div C_{SE}$$

C_{SE} : 余剰汚泥排出 SS 濃度, % (= $\times 10\text{kg/m}^3$)

$$\text{污水処理場の汚泥発生量 (乾物) } SW = (SP \times C_{SP, vss} / C_{SP} + X \times C_{SE, vss} / C_{SE}) \times (1-d) + [SP \times (1 - C_{SP, vss} / C_{SP}) + X \times (1 - C_{SE, vss} / C_{SE})]$$

$C_{SP, vss}$: 初沈汚泥排出 VSS 濃度, mg/L

$C_{SE, vss}$: 余剰汚泥排出 VSS 濃度, mg/L

d: 嫌気消化プロセスの有機物分解率。

4 施設の運転管理

4.1 一般規定

- 4.1.1 当該処理場の A_2O 法もしくはその変法と施設、設備の運転条件と技術指標を熟知している。

各処理場では設計及び実際の運転状況に基づき、より詳細な運転要件及び技術指標を定めなければならない。
- 4.1.2 毎日巡視し、 A_2O 反応槽、機械設備、電器および計器の運転状況を検査する。

各処理場では設計及び実際の運転状況に基づき、より詳細な設備計器記録表を定めなければならない。
- 4.1.3 毎日巡視し、適時に調整し、各処理ユニットの水、汚泥、空気の配給が均等であることを確保する。

各処理場では設計及び実際の運転状況に基づき、より詳細な巡回計画を定めなければならない。
- 4.1.4 毎日活性汚泥の生物相、上澄み液の透視度、汚泥の色・性状・臭いなどを観察し、また汚泥特性を反映する関係項目の測定と計算を行う。
- 4.1.5 毎日、送風機出口の圧力データを記録する。その他、プロセスの運転パラメータが安定しており、送風機出口の圧力が増加を続け、当該処理場の設定警報値に近づいた場合には、散気板の洗浄措置を講じなければならない。具体的な措置には、部分的かつ短時間の強ばっ気、散気板の原位置における弱酸洗浄等がある。毎年1回、反応槽を空の状態にして、散気板の洗浄検査を行うとよい。
- 4.1.6 周に一回、曝気システムの冷却水を排出する。曝気システムの運転再開時に冷却水の排出操作をしなければならない。
- 4.1.7 毎年、構築物の排出ゲートについて検査保守を行い、2～4年ごとに、構築物を空の状態にして検査を行う。
- 4.1.8 前段に最初沈殿池を設けていない生物システムについては、生物反応槽の嫌気域、無酸素域の堆積砂問題の管理を強化しなければならない。四半期ごとに嫌気域と無酸素域の堆積砂の厚さを測定し、1～2年に1回、生物反応槽の清掃を行うとよい。
- 4.1.9 各処理場は設計、測定データ及び実際の運転状況に基づき、特別プロセス調整案を作成し、汚泥負荷、溶存酸素、汚泥滞留時間もしくは汚泥濃度（MLSS）の調整などの方法によりプロセスの調整を行い、流出水を安定的に基準達成させる。
- 4.1.10 規定に基づき各種オンライン及び携帯式の計器について定期的な清掃、校正、検査を行う。
- 4.1.11 送風機及び曝気装置システムの設備施設の運転効率を保証しなければならない。各生物反応槽のばっ気が均等であり、攪拌設備の運転が正常である。

4.2 一次処理

4.2.1 最初沈殿池表面負荷率は、1.5～4.5 m³/m²・hr に制御するとよい。

【条文説明】 炭素源の不足に起因して流出水の全窒素が基準を超える場合には、最初沈殿池の稼働数を減らして、生物反応槽に流入する炭素源を増やさなければならない。汚染物質の負荷が高すぎることに起因して流出水のアンモニア態窒素が基準を超える場合には、最初沈殿池の稼働数を増やして、生物反応槽に流入する汚染物質の負荷を下げなければならない。

4.2.2 毎日最初沈殿池の汚泥界面を監視し、1.5m 以下に制御し、同時に濃縮と清澄効果を確保するとよい。

【条文説明】 最初沈殿池の排泥濃度を高めるためには比較的高い汚泥界面が必要とされ、また、上澄み効果を保証し、汚泥流出を防止するためには比較的低い汚泥界面が必要とされる。

4.2.3 毎年最初沈殿池流入水路の堆積砂を清掃する。

【条文説明】 最初沈殿の排泥系統は閉塞しやすいため、自動洗浄装置を設けて作業員の作業量を減らすとよい。

4.2.4 最初沈殿池を空にするときは、大量の腐食した汚泥が揚水井戸に流れ込むことで発生する H₂S と可燃ガスの集積に注意しなければならない。

4.3 硝化

4.3.1 汚水の酸素要求量は下記の計算式により計算することができる。

$$O_2 = 0.001aQ(S_0 - S_e) - c\Delta X_{vss} + b[0.001Q(N_t - N_{t,p}) - 0.12\Delta X_{vss}] - 0.62b[0.001Q(N_t - N_{t,p} - N_{0,e}) - 0.12\Delta X_{vss}] \quad (1)$$

式中、Q-生物反応槽の流入水流量 (m³/d)。

S₀、S_e-生物反応槽流入・流出水の 5 日間法生物化学的酸素要求量濃度 (mg/L)。

ΔX_{vss}-生物反応槽システムから排出される微生物量 (kg/d)。

N_k-生物反応槽流入水ケルダール窒素濃度 (mg/L)。

N_{ke}-生物反応槽流出水ケルダール窒素濃度 (mg/L)。

N_t-生物反応槽流入水全窒素濃度 (mg/L)。

N_{oe}-生物反応槽流出水硝酸態窒素濃度 (mg/L)。

0.12ΔX_{vss}-生物反応槽システムに排出される微生物の窒素含有量 (kg/d)。

a-炭素の酸素当量、炭素含有物質を BOD₅ で計った時、1.47 を取る。

b-定数、アンモニア態窒素 1 キログラムを酸化する酸素要求量 (kgO₂/kgN) 、4.57 を取る。

c-定数、細菌細胞の酸素当量、1.42 を取る。

【条文説明】 計算式は『屋外排水設計規範』による。実際の運転状況に基づいて関連パラメータを調整し、また、流入水の水量変化の状況に基づいて自動又は手動の手段により適時に送風機を調整して、曝気のエネルギー消費を抑えなければならない。

4.3.2 溶存酸素

好気槽前端の溶存酸素は安定的に 1.5~3.0 mg/L、中段の溶存酸素は安定的に 2~5mg/L に制御するとよい。ピーク負荷時の最小値は 0.5mg/L 以上、内返送中における高い溶存酸素の脱窒に対する影響を低減するため、末端の溶存酸素は安定的に 1~2mg/L に制御するとよい。

【条文説明】 脱窒素脱リンプロセスの溶存酸素の制御値は、通常の活性汚泥法より高くするとよい。細菌の増殖が速くなるほど酸素要求量は大きくなるため、細菌の増殖状況を分析することで、酸素要求量の情報を得ることができる。従属栄養細菌の増殖速度については、計算式 2 を参照。

$$\mu = \mu_H \left(\frac{S_S}{K_S + S_S} \right) \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) \quad (2)$$

式中、 μ_H : 細菌の最大増殖速度

S_S : COD 濃度

K_S : 従属栄養細菌の半飽和定数 (典型値は 10mgCOD/L)

S_O : 溶存酸素の濃度

K_{OH} : 従属栄養細菌の酸素半飽和定数 (典型値は 0.2mgDO/L)

X_H : 従属栄養細菌の量

独立栄養細菌の増殖速度は、下式に示すとおり。

$$\mu = \mu_H \left(\frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} \right) \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} \right) X_A \quad (3)$$

式中、 μ_H は細菌の最大成長速度

S_{NH} : アンモニア態窒素の濃度

K_{NH} : 独立栄養細菌の半飽和定数 (典型値は 1mgNH₄⁺-N/L)

S_O : 溶存酸素の濃度

K_{OH} : 独立栄養細菌の酸素半飽和定数 (典型値は 0.4mgDO/L)

X_A : 独立栄養細菌の量

4.3.3 pH 値

硝化過程の pH は 6.5~8.0 に制御するとよく、石灰などの投入によりアルカリ度を高め、pH を上げることができる。

【条文説明】 硝化工程では、pH が下がり硝化が抑制される可能性がある。沿海地域の下水処理場では、硝化の抑制は起こりやすい。

4.3.4 アルカリ度

1g の NH₄⁺-N を除去するのに 7.1g のアルカリ度 (CaCO₃ で計算) を消耗する。硝化過程の余剰アルカリ度は 50~100mg/L に制御するとよい。

4.3.5 流出水アンモニア態窒素

流出水アンモニア態窒素は2mg/L未満に制御することができ、プロセス制御が安定すると、アンモニア態窒素の除去率は90%以上に高めることができる。

【条文説明】 アンモニア態窒素が残存するとBOD値が上昇するほか、そのまま長期間放置すると、硝化細菌が減少し、アンモニア態窒素濃度がさらに上昇することになるので、早めに対策を講じて、放流水のアンモニア態窒素を低い水準に保たなければならない。

4.3.6 水温

硝化細菌の最適温度は15～30度であり、水温が15度未満の時は好気域の反応時間の延長、溶存酸素レベル上昇などの措置を採らなければならない。

【条文説明】 冬期の水温低下により硝化が不完全になる場合は、好気域の反応時間の延長、溶存酸素設定濃度の引き上げ、汚泥濃度の引き上げ等の措置を講じて、硝化性能を強化しなければならない。

4.3.7 好氣的汚泥滞留時間 (ASRT)

好氣的汚泥滞留時間は温度に基づき調整しなければならず、その範囲は5～15日に制御するとよい。好氣的汚泥滞留時間の計算式は以下の通り。

$$ASRT = \frac{V_a X}{Q_w X_R + (Q - Q_w) X_e}$$

(4)

式中、 V_a —好気域体積 (m³)

X —好気域浮遊固形物濃度 (mg/L)

X_R —余剰汚泥排出濃度 (mg/L)

X_e —最終沈殿池流出水 TSS (mg/L)

Q_w —余剰汚泥排出量 (m³/d)

Q_e —流出水排出量 (m³/d)

【条文説明】 パイロット試験の研究結果に基づく、好氣的汚泥滞留時間と温度の制御ラインについては、図2を参照。

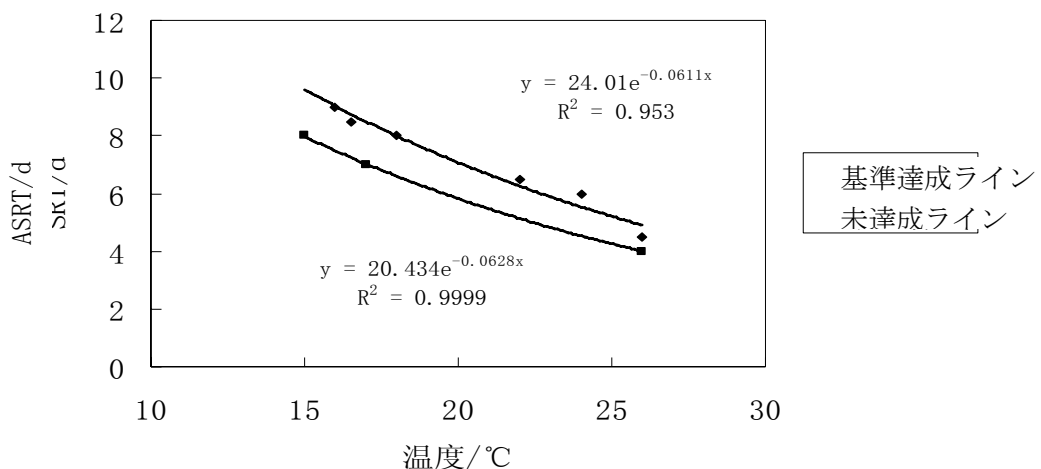


図2 硝化に必要とされる汚泥滞留時間と温度の関係

4.3.8 硝化速度

簡易試験で得られる硝化速度は $0.15 \sim 0.5 \text{ kg NH}_4^+\text{-N/kg VSS}\cdot\text{d}$ がよい。

【条文説明】 北京の各下水処理場における実測結果及び国外の経験に基づいて決定する。

4.4 脱窒

4.4.1 脱窒過程は溶存酸素の流入を避け、十分な有機物を提供しなければならない。

【条文説明】 脱窒過程では、好気槽末端の溶存酸素の低下、非ばっ気域の設置などを通じて脱窒域の溶存酸素濃度の低下を図らなければならない。

4.4.2 炭素率

生物反応槽流入水 BOD_5/TN は 3.5 超がよく、最初沈殿池の水理的負荷を増加することによりその数値を高めることができる。脱窒炭素源が不足するときはメタノールなどの外部炭素源を投入することができる。

【条文説明】 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ を 1 mg/L 除去するために 3.5 mg/L の BOD_5 が必要とされる。メタノールを添加する場合は、2週間の順化期間が必要とされる。

4.4.3 脱窒により 1 kg の $\text{NO}_3^-\text{-N}$ を除去するとアルカリ度 (CaCO_3 で計算) を 3.6 kg 増やし、酸素要求量を 2.86 kg 削減することができる。

【条文説明】 脱窒が不足し、アルカリ度の回収が不十分になると、後続の硝化に影響することがある。脱窒が不足する場合は、脱窒域の延長、汚泥濃度の引き上げ等の措置を講じて脱窒効果を向上させなければならない。

4.4.4 内返送率(混合液循環率)

内返送率は $200 \sim 400\%$ に制御し、経済的高効率を確保するとよい。

【条文説明】 外返送率を 100% とすれば、内返送(循環率)が 200% である場合、脱窒により除去される TN は 75% に到達させることができる。北京市の下水処理場では C/N が比較的 low、内返送比が高すぎると、内返送に比較的高い溶存酸素が含まれ、流入水中の炭素源がさらに消費される。

4.4.5 外返送率(汚泥返送率)

$40 \sim 100\%$ に制御するとよい。外返送率を比較的 low とすると、生物的窒素・リン同時除去の効果を向上することができる。

【条文説明】 外返送(汚泥返送)比を抑制し、返送汚泥中の硝酸塩による嫌気環境への影響を減らさなければならない。

4.4.6 脱窒率

理論的脱窒率は、内・外返送率の影響を受ける。

【条文説明】 脱窒率と返送率の関係

$$\frac{1}{\eta} = 1 + \frac{1}{r + R} \quad (5)$$

η : 理論脱窒率

r : 外返送率 (汚泥返送比)

R : 内返送率 (循環率)

4.4.7 脱窒速度

簡易試験で得られる脱窒速度は 0.10~0.30kg NO₃⁻-N/kg VSS・d がよい。

4.5 生物脱リン

4.5.1 嫌気域のリン放出過程では、溶存酸素と硝酸塩の発生を避け、十分な揮発性脂肪酸 (VFA) を提供しなければならない。

【条文説明】 嫌気リン放出では、主に揮発性脂肪酸 (VFA) を利用して細胞内に炭素源を蓄え、蓄積したリンを細胞外のオルトリン酸塩に放出する。溶存酸素及び硝酸塩は VFA を奪い取り、嫌気リン放出を抑制する。

4.5.2 生物学的脱リンシステムの汚泥 (VSS で計算) 中のリン含有量は 3%~6%である。

4.5.3 VFA/TP

流入水 VFA/TP は 10 より大きい方がよく、最初沈殿池汚泥の発酵(水解池)でこの値を高めることができる。最初沈殿池がない場合はこの要件を適用しない。

4.5.4 リン放出速度

簡易試験で得られるリン放出速度は 0.15~0.45 kg PO₄³⁻-P/kg VSS・d がよい。

【条文説明】 研究及び国外の経験に基づいて決定する。生物脱リンシステムの汚泥 (VSS で計算) 中の含リン量を 3%~6%とする。

4.6 化学脱リン

4.6.1 化学脱リン薬剤の選択は表 3 のとおり。

表 3 汚水浄化の汎用薬剤

種類	名称	分子式	使用条件	状態
アルミニウム塩	硫酸バンド	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O nAl ₂ (SO ₄) ₃ ·xH ₂ O+mFe ₂ (SO ₄) ₃ ·yH ₂ O	pH6.5-8.5 の水質に適合	固体
	塩化アルミニウム	AlCl ₃ AlCl ₃ +FeCl ₃		液体
	ポリ塩化アルミニウム	[AlOH) _n Cl _{3-n}] _m		液体
二価鉄塩	硫酸第一鉄 (II)	FeSO ₄ ·7H ₂ O FeSO ₄	pH6.5-8.5 の水質に適合 後凝集の投入は不適 MBR と限外ろ過法には不適	固体 液体
三価鉄塩	ポリ硫酸鉄塩化第二鉄 (III)	FeClSO ₄ FeCl ₃	pH6.5-8.5 の水質に適合 MBR と限外ろ過法には不適	液体 液体

注：1. 硫酸バンド、塩化アルミニウム、ポリ塩化アルミニウムは純 Al₂O₃ で計算。

【条文説明】 化学脱リンに用いる場合、最も適した薬品の投入位置は曝気槽内としなければならない。アルミニウム塩（鉄塩）凝集剤を曝気槽に投入することで、リン酸塩と凝集剤の反応過程を完全なものとするのに有利となるだけでなく、返送汚泥の濃度や生物化学システムの容積負荷が向上し、滞留時間が短縮され、土木建築投資が節約される。下水処理場では、具体的な状況に基づいて適切な投入箇所を確定しなければならない。凝集剤の投入箇所は、原水への投入（前沈殿）、一次流出水（生物反応槽内）への投入（同時沈殿）、二次流出水への投入（後沈殿）という3種類に分かれる。3種類のプロセスの長所・短所については、表5を参照。

表5 各種化学的脱リンプロセスの長所・短所

プロセスタイプ	投入位置	長所	短所
前沈殿プロセス	最初沈殿池の前。 沈砂池の前、 沈砂池中、 沈砂池の後を含む。	<ul style="list-style-type: none"> ・生物処理施設の負荷を下げ、その負荷の変動変化を均衡させることができ、それにより、エネルギー消費を抑えることができる。 ・同時沈殿と比べて、活性汚泥中の有機成分が増加しない。 ・既存の下水処理場における改造が実施しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全体の汚泥発生量が増加する。 ・脱窒反応が難しくなる（基質の除去が多すぎる）。 ・生物脱リンに対する一定の影響がある（生物の利用するリンが同時に除去されやすい）。 ・汚泥指標（SVI）の改善に不利となる。
同時沈殿プロセス	曝気槽の前後。 曝気槽の流出水、 二次最終沈殿池の流入水、 曝気槽の流入水、 返送汚泥水路（管）を含む。	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥返送を通じて沈殿薬剤を十分に利用できる。 ・薬剤を曝気槽中に添加する場合、価格が比較的安い二価鉄塩薬剤を採用できる。 ・金属塩薬剤により活性汚泥の重量が増える可能性があり、それにより活性汚泥のバルキングを防ぐことができる。 ・同時沈殿施設の工事量は比較的少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同時沈殿プロセスの採用により汚泥発生量が増える。 ・酸性金属塩薬剤の採用によりpHが最適範囲以下に下がる可能性がある。これは硝化反応に不利となる。 ・リン酸塩汚泥及び生物余剰汚泥が混合するため、リン酸塩の回収が不可能である。 ・返送ポンプにより凝集体が破壊される可能性がある。ただし、高分子の凝集剤・凝集助剤を添加することでこの種の危害を軽減できる。
後沈殿プロセス	二次最終沈殿池の後	<ul style="list-style-type: none"> ・リン酸塩の沈殿は生物浄化工程と分離されており、相互に影響しない。 ・薬剤の添加をリン負荷の変化に応じて制御できる。 ・発生するリン酸塩汚泥を単独で排出することができ、例えば肥料等に利用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・後沈殿プロセスに必要とされる投資が大きく、運転費用が高い。ただし、新設の下水処理場である場合、後沈殿プロセスの採用により生物処理の二次最終沈殿池の寸法を小さくすることができる。 ・凝集槽（F槽）及び最終沈殿池（又は浮上槽）を単独で設置する必要がある。

-
- 4.6.2 化学脱リンに用いるときの最も適した薬剤投入位置は反応槽の出口である。
- 4.6.3 アルミニウム塩もしくは鉄塩を凝集剤に用いるとき、その投入凝集剤と化学的脱リンのモル比は下記の条件で決定し、化学脱リン投入量はリンのオンラインメーターと流入水量のオンラインメーターと結び付けて、リアルタイム制御するとよい。
- 1) 流出水全リン 1.0mg/L 未満、モル比は 1.5-3.0。
 - 2) 流出水全リン 0.5mg/L 未満、モル比は 2.0-6.0。
- 4.6.4 アルミニウム塩もしくは鉄塩を凝集剤に用いるとき、前添加（最初沈殿池以前に添加）では、汚泥量が 40%～75%増加する。後添加（最終沈殿池後に添加）では、汚泥量が 20%～35%増加する。同時添加（活性汚泥に添加）では、汚泥量が 15%～50%増加する。

【条文説明】 化学脱リンの場合、比較的多くの汚泥が発生する。発生する汚泥量は脱リン効率と関係しており、投薬量と正比例する。化学脱リンの発生汚泥量は、化学薬剤の添加を行う位置により異なる。

4.7 最終沈殿池

- 4.7.1 最終沈殿池流出水中の SS の濃度は低い範囲に制御しなければならない。

【条文説明】 汚泥中のリンの含有量は 1%～3%であり、窒素の含有量は 3%～7%である。このため、最終沈殿池の流出水中の SS 濃度を抑制して、SS が高すぎることに起因する窒素・リンの基準超過を防止する必要がある。

- 4.7.2 最終沈殿池の汚泥界面は < 1.5m に制御するとよい。

【条文説明】 汚泥界面が高すぎると、汚泥層において過度の脱窒が発生し、汚泥の浮上を招く可能性がある。一方、汚泥界面が低すぎても、返送汚泥の濃度が比較的低くなり、エネルギーの浪費を招く可能性がある。

- 4.7.3 液面に急速に上昇する大きな汚泥の塊が現れ、色が土褐色の脱窒汚泥が浮いて来た時は、汚泥界面を下げ、好気末端溶存酸素を増やすなどの措置を取らなければならない。

【条文説明】 最終沈殿池の脱窒浮上は、窒素・リン除去プロセスにおいてよく見られる問題である。

5 水質検査・測定の管理

5.1 一般規定

- 5.1.1 化学検査室には健全な水質分析品質保証システムを確立しなければならない。
- 5.1.2 化学検査・測定担当者は、研修を受け、資格証明を取得した上で持ち場に就かなければならない。また、定期的に考査及び抜き取り検査を行わなければならない。
- 5.1.3 毎日 SVI 値を計算する際、SV が 250ml/L より大きい時は希釈法により SV を測定しなければならない。

【条文説明】 窒素・リン除去プロセスにおける汚泥の沈殿性能は比較的悪い。汚泥指標 (SVI) を正確に算出するため、必要時には希釈法により SV を測定しなければならない。

5.2 項目とサイクル

- 5.2.1 日常的データ分析の要件を、表 6 に示す。

表 6 日常的化学検査データ表

	TN	SBOD ₅	BOD ₅	VFA	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	TP	PO ₄ ³⁻ -P	ORP	pH	MLSS	DO
流入水	○	○	○	△			○	○	○		○		
初沈池流出水			○	○			○	○					
嫌気槽 (末端)			○		△	△			○	○			
無酸素槽 (末端)			○		○	○			△	○			
好気槽 (末端)					△	△	△		△		○	○	○
最終沈殿池流出水	○		○		○	△	○	○	○		○		
返送汚泥								△ (汚泥中)	△ (ろ液中)			○	

○：水質管理を行うために定期的に把握する必要がある指標。毎日一回の検査・測定を行う。

△：プロセス過程を制御するために必要とされる指標。毎週 1~3 回の検査・測定を行う。

【条文説明】 日常的データ分析の要求事項は、日常的監視の要求事項と異常状況を分析する際の監視の要求事項に分かれる。

6 監視と制御

6.1.1 嫌気/無酸素/好気活性汚泥法 (A₂O) を採用する都市污水处理場の正常な運転過程を監視するために採用された項目について、表7のように定める。

表7 運転過程の監視項目

	水温	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	PO ₄ ³⁻ -P	ORP	pH	MLSS	MLDO
流入水	○			△		○		
嫌気槽 (末端)		△		△	○			
無酸素槽 (末端)		△			○			
好気槽 (末端)	○	△	△	△		○	○	○
最終沈殿池流出水		△	○	△		△		
返送汚泥							○	

○：水質の管理のために定期的に把握すべき指標

△：効果的な試験のために用いる必要のある指標

【条文説明】 オンライン監視項目は、日常的監視の要求事項と異常状況を分析する際の監視の要求事項に分かれる。

6.1.2 揚水ポンプの編成・運転は、最大揚水要求を満足し、かつ流入水量を安定制御する。

【条文説明】 自動制御の採用又は手動制御の強化により、スクリーン前の水位の上限を超えない範囲で、水量の安定を保証しなければならない。

6.1.3 嫌気槽末端の ORP は-200mV 未満でなければならず、この値を超えた時は、以下の方法で調整しなければならない。

- 1) 流入水中の VFA/TP を高める。
- 2) 好気域の溶存酸素を下げる。
- 3) 嫌気域の長さを延長する。
- 4) 返送汚泥の加水分解を強化する。

【条文説明】 嫌気槽末端の ORP 表示が嫌気リン放出の環境要件を満たしているか否かを監視し、満たしていない場合は適切な方式により調整を行わなければならない。

6.1.4 無酸素槽流出水の ORP は 200mV 未満でなければならず、硝酸態窒素は 3mg/L 未満でなければならない。この値より大きい時は、以下の方法で調整しなければならない。

- 1) 無酸素域の長さを延長する。
- 2) 好気域の溶存酸素レベルを下げる。
- 3) 加水分解酸性化を通じて、流入水の BOD₅/TN 比を高める。

【条文説明】 無酸素槽末端の ORP 表示では脱窒が完全であるか否かを監視し、条件を満たしていない場合は適切な方式により調整を行わなければならない。

通常、設計で採用する脱窒率は、無酸素槽流出水 NO₃-N 濃度がゼロである状況下を仮定し

て得られたものだが、実際の污水処理場の運転においては、流入水の炭素源不足、及び内返送のDOの炭素源消費により無酸素槽の流出水のNO₃⁻-N濃度がゼロに達することはないため、設計した脱窒目標の実現が難しくなる。脱窒工程における実際の窒素除去率を計算する場合、無酸素槽流出水中のNO₃⁻-N含有量を考慮しなければならない（以下の式を参照）。

脱窒工程における
実際の窒素除去率：

$$E_{deni} = \left[\frac{R+r}{R+r+1} - \frac{C_{an-eff}}{\frac{N_{nitrate}/Q}{R+r+1} + C_{an-eff}} \right] \times 100\% \quad (6)$$

式中、C_{eff}：二次処理放流水のNO₃-N濃度、mg/L；
 C_{an-eff}：無酸素槽末端のNO₃-N濃度、mg/L
 N_{nitrate}：好気槽のNO₃-Nの実際発生量、g/d
 Q：処理水量、m³/d

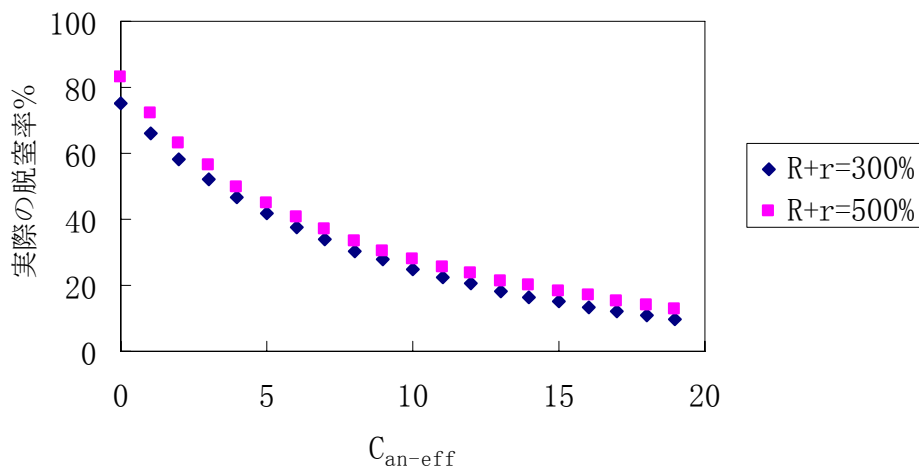


図3 脱窒工程における実際の窒素除去率と無酸素槽末端NO₃-N濃度との関係

硝化により発生する硝酸塩窒素を流入水のTN50mg/L、生成する硝酸塩窒素N_{nitrate}/Q=40mg/Lと平均的な濃度で計算した時、脱窒工程における実際の窒素除去率と無酸素槽末端NO₃⁻-N濃度との関係は図に示すとおりである。無酸素槽末端NO₃⁻-N濃度の増加に伴い、脱窒工程における実際の窒素除去率が明らかに低下することがわかる。無酸素槽末端NO₃⁻-N濃度が5mg/Lである場合、内返送比を300%と500%とすると、脱窒工程における実際の窒素除去率はそれぞれ75%と83.3%から41.7%と44.8%に低下し、脱窒工程における実際の窒素除去率が半分近く下がることがわかる。そのため、運転において無酸素槽末端のNO₃-N濃度を厳格に制御し、また低い内返送エネルギー消費と高い脱窒率を実現しなければならない。本ガイドラインにおいて、設計によく使われる内返送400%と外返送100%の条件下で、無酸素槽末端の硝酸塩を2mg/L以下に制御する場合、実際の脱窒率は計算上60%以上となり、無酸素槽末端の硝酸塩がゼロである場合の脱窒率の76%となる。

6.1.5 反応速度及びエネルギー消費効率に基づき溶存酸素レベルを合理的に設定し、自動制御を採用して溶存酸素の安定を維持するとよい。

【条文説明】 流入負荷の変動が±50%を超える場合には、溶存酸素の自動制御措置を講じる必要がある。出入口のガイドベーンの調整又は送風機のオン・オフにより、送風機出口の圧力を一定に制御することで、比較的高いエネルギー効率を得ることができる。

6.1.6 流入水量、流出水水質、ORP 値などにに基づき内外返送率流量を制御するとよい。

6.1.7 送風機出口圧力を制御し送風機の出入り口ガイドベーンもしくは送風機のオン・オフを調整するとよい。

6.1.8 放流水のアンモニア態窒素が排出基準を上回る時、以下の方法で調整することができる。

- 1) 余剰汚泥排出量を減らし、好氣的汚泥滞留時間を増やす。
- 2) 好氣域の溶存酸素レベルを高める。
- 3) 好氣域の長さを伸ばす。

【条文説明】 放流水のアンモニア性窒素は好気槽の硝化過程に影響される。硝化反応過程の制御ポイントとなる指標は水温と好氣的汚泥滞留時間である。

硝化反応過程の制御指標には以下の項目が含まれる。

- ・硝化速度：水温の上昇とともに、硝化速度が増加し、必要なASRTが減少する。
- ・好氣的汚泥滞留時間（ASRT）：系内の硝化細菌を維持するため、水温を踏まえた上で好氣的汚泥滞留時間を決める必要がある。
- ・水温：硝化速度は水温の上昇とともに上がり、逆に水温の低下とともに下がる。
- ・MLSS：既定の汚水処理場において、MLSS濃度の増加とともに、好氣的汚泥滞留時間（ASRT）が増加し、BOD負荷が軽減される。逆も同様。
- ・余剰汚泥排出量：既定の汚水処理場の余剰汚泥排出量増加に伴って、ASRTが減少し、MLSSも低下する。逆も同様。
- ・返送汚泥量：既定の汚水処理場において、返送汚泥量の増加に伴って、一時的にMLSSが上昇する。逆も同様。

その他の関連指標：

- ・硝化に必要な曝気量：好気生物槽のDOを設定範囲内に維持することにより、硝化に必要な曝気量を確保する。
- ・硝化反応時のアルカリ度消費：好気生物槽のpHを設定範囲内に維持することにより、硝化時のアルカリ度消費を確保する。

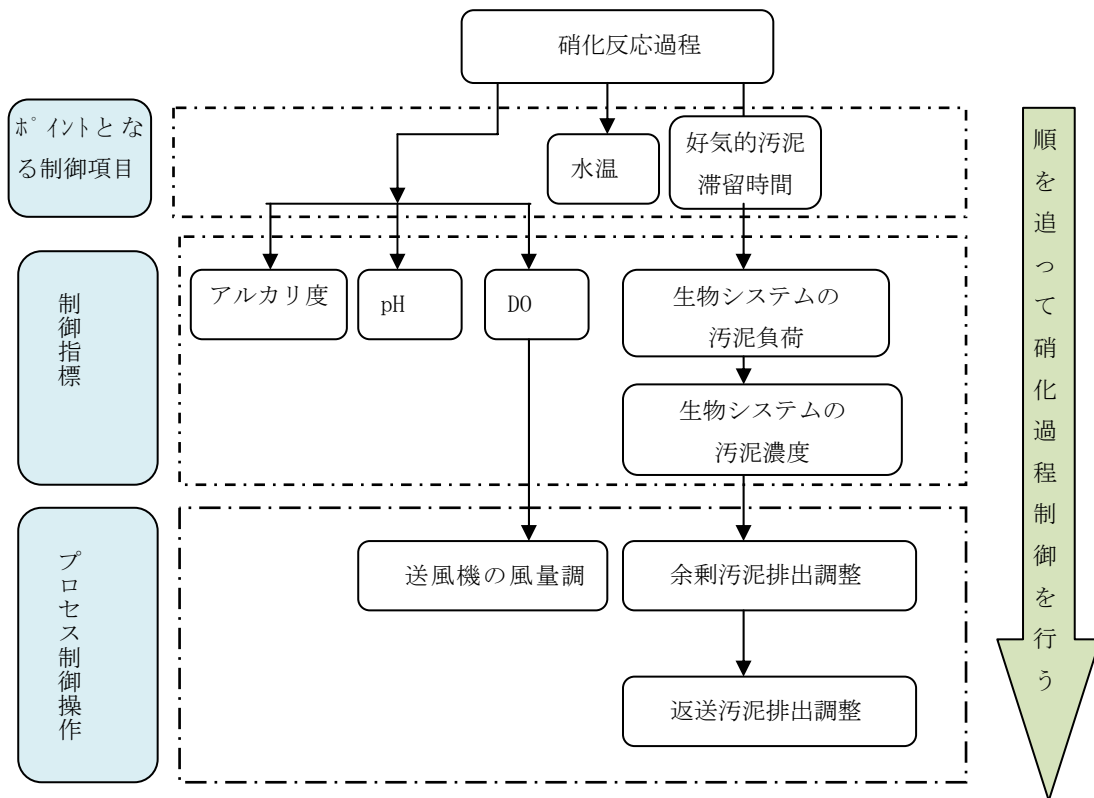


図4 硝化反応過程の制御フロー

6. 1. 9 放流水の全窒素が排出基準を上回る時、以下の方法で調整することができる。

- 1) 無酸素槽流出水の硝酸態窒素を 3mg/L 未満にする。
- 2) 好気混合液の返送比を調整する。
- 3) 外部炭素源を投入する。

【条文説明】 放流水のTNは主に好気槽中の硝化過程に影響される。脱窒過程制御のポイントとなる指標は、無酸素槽内の有機物消費量と脱窒量の関係、すなわち炭素量と窒素量の比率 (C/N) である。

脱窒過程の制御指標には下記の項目が含まれる。

- ・無酸素槽内の有機物濃度：無酸素槽内の有機物濃度を増やすことにより、脱窒効率を上げることができる。
- ・無酸素槽ORP：無酸素槽のORP値を設定範囲内に維持することにより、無酸素状態を保ち、脱窒反応のために無酸素環境を作り出すことができる。
- ・水温：脱窒反応において、脱窒速度は水温の上昇とともに上がる。逆も同様。
- ・MLSS：既定の污水処理場において、MLSS濃度を上げることにより、脱窒効率を高めることができる。
- ・pH：脱窒過程においてアルカリ度が上がることは、その後の硝化反応に役立つ。
- ・内返送（循環液）における溶解酸素の濃度：内返送（循環液）中の溶解酸素濃度を下げることにより、脱窒効率を上げることができる。
- ・BOD負荷：BOD負荷が高ければ高いほど、脱窒速度が高い。
- ・内返送率：炭素源、反応時間が十分であることを前提として、内返送率が高ければ脱窒の効率も上がる。

- ・汚泥域の混合液中の窒素含有量は水処理域の脱窒効果に影響を与えるため、汚泥域の混合液に対し単独処理を行うとよい。

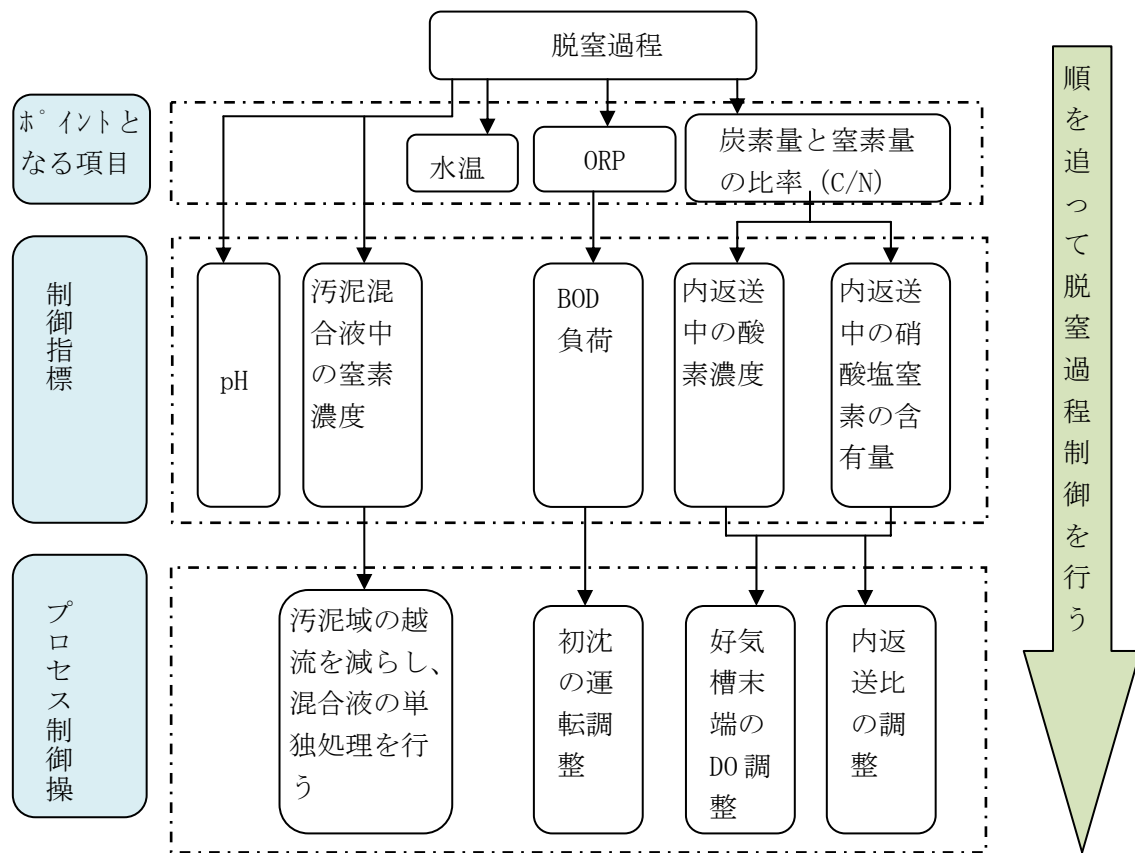


図5 脱窒過程の制御フロー

6. 1. 10 放流水の全リンが排出基準を上回る時、以下の方法で調整することができる。

- 1) 余剰汚泥排出量を増やす。
- 2) 外返送の硝酸塩を低下させ、嫌気槽末端の ORP を-200mV 未満にする。
- 3) 汚泥処理系の返流水を単独で処理する。

【条文説明】 放流水の TP は主に嫌気槽中の嫌氣的リン放出過程に影響される。嫌氣的リン放出は生物学的リン除去（生物脱リン）の前提で、その制御過程のポイントは嫌気槽の ORP 管理であり、嫌気槽 ORP の変動に対し有効な監視を行わなければならない。生物脱リンでは、処理場全体の TP の物質収支について把握・制御する以外、汚泥処理系の濃縮槽と消化槽混合液中の TP 濃度を監視することがポイントである。降雨は流入水の ORP を上昇させ、生物脱リンの効果に影響を及ぼすため、化学的リン除去の併用で処理水の水質を確保する必要がある。

生物脱リン過程の制御指標：

- ・ VFA：流入水中の比較的高い VFA 濃度は嫌氣的リン放出に有利である。
- ・ ORP：嫌気槽 ORP を設定範囲内に維持することにより、嫌氣的リン放出に必要な嫌気環境を確保することができる。
- ・ 汚泥滞留時間：長い汚泥滞留時間は生物脱リンに不利である。
- ・ 汚泥処理系返流水中の全リン濃度：汚泥処理系返流水中の全リン濃度は比較的高いため、単独に除去するとよい。
- ・ 外返送（返送汚泥）における硝酸塩の含有量：外返送（返送汚泥）における比較的高い

硝酸塩濃度は、嫌氣的リン放出の効果を下げるため、多地点流入を通じて除去するとよい。

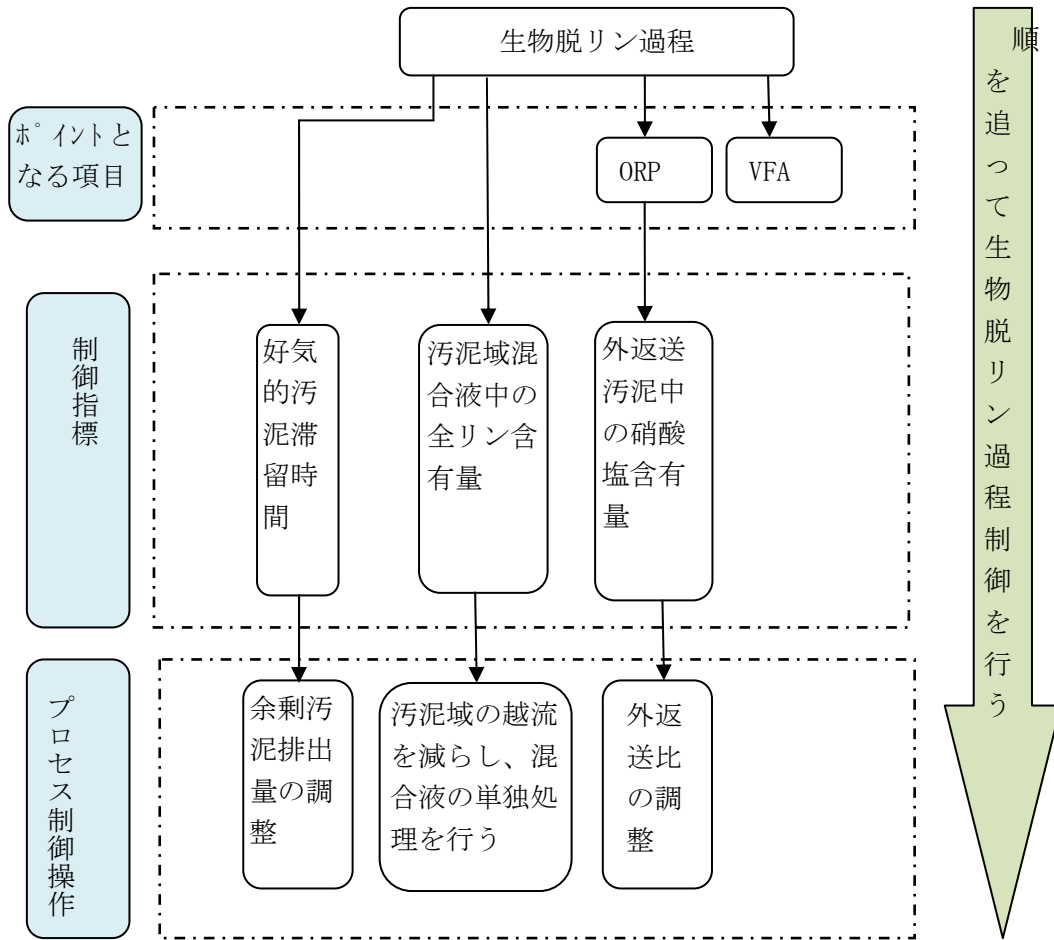


図6 生物学的リン除去の制御フロー

7 設備の定期検査と保守管理

7.1 基本事項

7.1.1 技術担当者は、設備製造業者が提供する取扱説明書の内容を把握しなければならない。
外国語の資料は翻訳して保存しなければならない。

7.1.2 技術担当者は、製造業者の設備説明書の要求事項に基づき、運転担当者の研修を行い、
研修と考査に関する資料を保存しなければならない。

【条文説明】 作業指示書には、取扱説明書に基づいて、設備ごとに具体的な点検項目と点検方法を記載するとともに、年間の保守点検実施計画と点検区分ごとの記録用紙(帳票)を作成し、収録する。

7.1.3 技術担当者は、作業指示書の作成作業を行う。

7.1.4 運転担当者は、要求事項に従って曝気槽の中の設備を巡視しなければならない。

【条文説明】 要求事項は、点検区分ごとの記録用紙(帳票)として、その都度担当者に提供し、記録させる。

7.2 設備巡視

7.2.1 巡視するとき、設備の運転音、攪拌設備の振動状況を検査する。

【条文説明】 巡視は、運転中の設備を対象とした特別な器具を必要としない五感による検査である。現場に設置された各種メータの読みも記録するとよい。

7.3 設備の月次検査

7.3.1 設備の運転電流を検査し、記録する。配電部分の回路接続が有効であるか、接触が良好であるかを検査し、設備の運転台数・時間を記録する。

【条文説明】 月次点検は、簡易な現場検査機器を用いて行う検査であり、延運転時間と検査データの関係を解析し、設備の劣化の程度を判断する。

7.4 年次検査（又は運転台数・時間の検査）

7.4.1 製造業者の要求事項に基づいて設備の流出水検査を行う。

7.4.2 春、秋二期の絶縁抵抗試験作業を行う。

【条文説明】 年次検査は、原則として設備を停止させて行う検査である。必要に応じて製造業者の立会いを求める。

7.5 異常検査

7.5.1 攪拌設備の振動が比較的大きい場合、定格電流を超える場合には、水面から出して検査を行わなければならない。

7.5.2 攪拌設備が故障により停止した場合、専門の点検修理担当者が設備の故障検査作業を行う。

7.6 保守管理

7.6.1 技術担当者は保守計画を作成し、製造業者の要求事項に基づいて保守部品を備蓄する。

7.6.2 毎年、技術担当者は、設備運転報告を作成する。

7.6.3 必要がある場合は、予備設備を設置してオーバーホール期間に使用し、運転への影響を抑える。

7.7 設備の使用停止

7.7.1 設備故障によらない設備の使用停止期間には、定期的に設備のインチング運転作業を行う。

8 事故及び異常状況発生時の対応計画

8.1 冬季・春季低温時の運転対策。

- 8.1.1 低温時に汚泥濃度を高める、好気域反応時間を延長するなどの対策を通じて好氣的汚泥滞留時間を増やし、溶存酸素レベルを高め、硝化効果を確保するとよい。必要な時には生物脱リンをあきらめ、化学脱リンにする。
- 8.1.2 冬季・春季に生物反応槽の温度が 12～18℃である場合、汚泥バルキングの問題が極めて発生しやすい。汚泥バルキングに対応するプロセス調整制御は、流出水の水質基準達成を前提としなければならず、最終沈殿池に凝集剤を添加して汚泥の沈降性を高め、流出水の SS 基準達成を保證するとよい。
- 8.1.3 機械により生物反応槽内に浮かぶ生物的泡沫・スカムを取り除き、生物システム内における循環を避け、糸状菌のさらなる生長を抑制するとよい。

【条文説明】 冬春期の低温時は、硝化反応及び脱窒反応に不利となる。汚泥濃度の引き上げ等の措置により、糸状菌の爆発的増加による汚泥バルキングのリスクが高まる可能性がある。

8.2 炭素源不足時の運転分析及び対策。

- 8.2.1 炭素源不足により脱窒効果が悪い場合には、汚泥濃度の引き上げ、無酸素域の反応時間の延長等の措置により無酸素汚泥滞留時間を増やし、必要な時には外部炭素源を添加して脱窒速度を高めるとよい。
- 8.2.2 最初沈殿池がある場合、炭素源不足により生物脱リンの効果が悪い場合には、最初沈殿池汚泥の発酵等の措置により流入水中の VFA を増やし、生物脱リンの効果を高めるとよい。

【条文説明】 最初沈殿池の一次処理機能を十分に発揮させること、及び最初沈殿池の汚泥炭素源を生物学的窒素・リン除去の炭素源として利用するとよい。

8.3 雨期の運転分析及び対策。

- 8.3.1 最初沈殿池の運転数を増加するかまたはバイパスし、初沈汚泥のオーバーフローにより後続生物反応槽の負荷が増すことを避けるとよい。
- 8.3.2 一次強化処理により 50%以上の汚濁物質を削減する。

【条文説明】 必要な時には凝集剤を添加して一次強化処理を行う。

- 8.3.3 必要な時には外部炭素源の添加により生物脱リンの効果を向上させる、或いは化学脱リンを行う。

【条文説明】 降雨後は、流入水中のORPが増加する。必要時には、外部炭素源の添加により生物脱リンの効果を向上させるか、或いは化学脱リンを行わなければならない。

9 本ガイドラインの用語説明

1. 本ガイドラインの条文執行時に異なる取り扱いがしやすいように、要求の厳格度の違いについて以下に説明する。
 - 1) 極めて厳格で、必ずそうしなければならないとき：肯定形は「必ず」、否定形は「厳禁」。
 - 2) 厳格で、一般状況下ではそうすべきとき：肯定形は「しなければならない」、否定形は「してはならない」。
 - 3) 多少の選択を認め、条件が許すときにはそうすべきとき：肯定形は「よい」もしくは「できる」、否定形は「よくない」。
 - 4) 選択の余地があり、一定の条件においてはそのように行えるとき：「できる」。
2. 条文中にその他の関係基準・規範を執行すべきときの書き方：「～の規定に適合しなければならない」、「～に従って行わなければならない」。

【巻末成果品資料 2 - 1】

回分式活性汚泥法（SBR）下水処理場アンケート調査表

1. 運転管理処理場の基本情報

下水処理場名： _____
下水処理場の所在地： _____
運営会社名： _____
氏 名： _____
電話番号： _____， E-メール： _____

2. 下水処理場の基本情報

建設開始年： _____年， 竣工年： _____年
試運転開始年： _____年， 供用開始年： _____年
プロジェクト方式：
（政府直接管理， TOT， BOT， 委託運営， その他 _____）
総投資額： _____億円
管きよ整備への投資額 _____億円
下水処理場への投資額 _____億円
面積： _____km²，
人口： _____万人
収集方式：（合流， 部分合流， 分流）
処理方式：（従来式 SBR、 ICEAS、 CASS、 CAST、 MSBR、 その他 _____）
設計処理能力： 日平均 _____m³/日， 日最大 _____m³/日
現有処理能力： 日平均 _____m³/日（2010年平均）
現有池数： _____池，（設計池数： _____池）
占有面積： _____m²（_____エーカー）
排水基準：（国家1級A， 1級B， 2級， 3級， その他 _____）
運行人員 _____人（夜間運行人員 _____人） テストアナリスト _____人
下水処理価格： _____元 /m³（2010年， 契約価格） 元 / m³
直接営業費用： _____元 /m³（2010年）（※）， 消費電力 _____ kWh /年

3. 計画および設計のための基本情報

ユニットの実装に関するフィージビリティ・スタディ：

_____（例：南西デザイン&研究所）
建築設計と実装： _____（例：南西デザイン&研究所）

理由を次のリストから選択してください

敷地面積、低建設コスト、低運用コスト、機器と制御（運転・保守管理のしやすさ）、
水量と水質、水の品質と安定性、窒素除去、リン除去の弾力性

その他 (_____)

4. 汚水処理プロセス

ポンプ揚水量

流量 _____ m³ / 分 × 揚程 _____ m × 台数 _____ 台

流量 _____ m³ / 分 × 揚程 _____ m × 台数 _____ 台

前処理施設

荒目スクリーン (有: 間隔 _____ (mm), 無)

細目スクリーン (有: 間隔 _____ (mm), 無)

超細目スクリーン (有: 間隔 _____ (mm), 無)

沈砂池 (有: 形式 (曝気沈砂池、渦巻沈砂池、その他 _____), 無)

初沈池 (有: 形状 L _____ m × B _____ m × H _____ m, 表面負荷率 _____ m³ / m², 無)

調整池

流入調整池 (有: 池数 _____ 池, 調整容量 _____ m³, 無)

放流調整池 (有: 池数 _____ 池, 調整容量 _____ m³, 無)

※調整池は、処理の前に流量調整をする池です。

SBR 池

形式 (タイプ A、タイプ B、タイプ C) ※ "タイプ" 参照 (1)

流入方式 (間欠、連続)

返送汚泥 (有: 返送比 _____ %, 無)

形状 L _____ m × B _____ m × H _____ m, 単池容積 _____ m³

予備反応槽 (有: 容積 _____ m³, 無) (プレ反応ゾーン=生物反応槽)

無酸素槽 (有: 容積 _____ m³, 無) m³

主反応槽容積 _____ m³

脱水形式 (機械、重力濃縮、浮上式、その他 _____)

口径 _____ mm, 台数 _____ 台

排水比 _____ % ※ (2) 附属書を参照してください。

スクラム除去装置 (有: 形式 _____, 無) ※デキャンタ障害排水

緊急時排水設備 (有, 無) ※ろ過機故障時排水設備

曝気装置形式 (機械、エアブラスト、その他 _____)

曝気装置 (気液混合噴射式、超微細式、拡販散気式、その他 _____)

水中攪拌機 (予備反応槽) (有: 台数 _____ 台 / 池, 単台効率 _____ kW, 無)

水中攪拌機 (無酸素ゾーン) (有: 台数 _____ 台 / 池, 単台効率 _____ kW, 無)

水中攪拌機 (反応ゾーン) (有: 台数 _____ 台 / 池, 単台効率 _____ kW, 無)

高度処理

凝集剤注入 (有: 種類 _____, 注入位置 _____, 無)

ろ過 (有:形式(砂ろ過, 繊維ろ過, 膜ろ過, その他 _____), 無)

※ V型ろ過=砂ろ過, D型ろ過=繊維ろ過

その他(有:装置の種類 _____, 無)

5. 汚泥処理

汚泥濃縮(有:濃縮形式(重力, 遠心, 浮上, その他 _____, 無)

汚泥消化(有:消化形式(嫌気, 好気, その他 _____, 無)

汚泥脱水(有:脱水形式(圧力, 遠心, ベルトプレス, その他 _____, 無)

※最新の年度のデータを記入してください

余剰汚泥濃度(有:平均 _____mg/L, データなし)

脱水汚泥(ケーキ)含水率(平均 _____%, 最高 _____%, 最低 _____%)

脱水汚泥(ケーキ)生産量(平均 _____トン/月)

6. SBR 実行方式

SBR 池動作モード(運転サイクル)

各 SBR タンクの動作モードは同じではないでしょうか?(一致、不一致)

各 SBR タンクの動作モードを設定できますか?(可、不可)

実行(実行サイクル)

動作サイクル時間 _____ 時間(= 24 / (サイクルの日数))

各サイクル排水比(SBR タンク容量からの相対パス) _____

試運転周期(デザインモード)(別添参照*(3))

※ 別の実行サイクルモードは、添付の表に記入してください。

	時間
流入量	
拡販	
曝気	
沈殿	
排水 / 待機	
返送汚泥	

7. 動作方式

あなたの下水処理プラントの重要な動作パラメータとは何ですか?

例) 流入水質 (BOD、COD、全窒素、全リン)、放流水質 (BOD、COD、全窒素、全リン)
BOD-汚泥負荷、SRT、A-SRT、MLSS、SVI、し渣、活性汚泥

実行サイクルを決定するためのパラメータは？ (例：排水 BOD、排水の全窒素)

流入水量の変動への対応 (たとえば：SBR タンクの排水を減らすか、または増加)

低負荷と高負荷運転方法 (例：曝気時間を短縮または延長する)

8. 水質検査

設計水質 (mg / L)

水質検査項目	流入水	SBR 流入	SBR 排水	放流水
BOD				
COD				
SS				
TN				
アンモニア				
全リン				

水質検査項目

水質検査項目	流入水	SBR 流入	SBR 池	SBR 排水	放流水
BOD	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
COD	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
SS	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
TN	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
アンモニア	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
硝酸窒素	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
全リン	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
酸塩リン	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
DO	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
ORP	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
pH	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
MLSS	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ
SVI	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ	はい/いいえ

サンプリング方法 (混合：間隔 _____ 時間、瞬時的)

計測器 (SBR 池)

DO (溶存酸素) 計 (有：場所 _____, 無)

ORP (酸化還元電位) 計 (有：場所 _____, 無)

pH 計 (有：位置 _____, 無)

MLSS 計 (有：位置 _____, 無)

余剰汚泥濃度計 (有、無)

9. 資料

以下の情報を提供してください

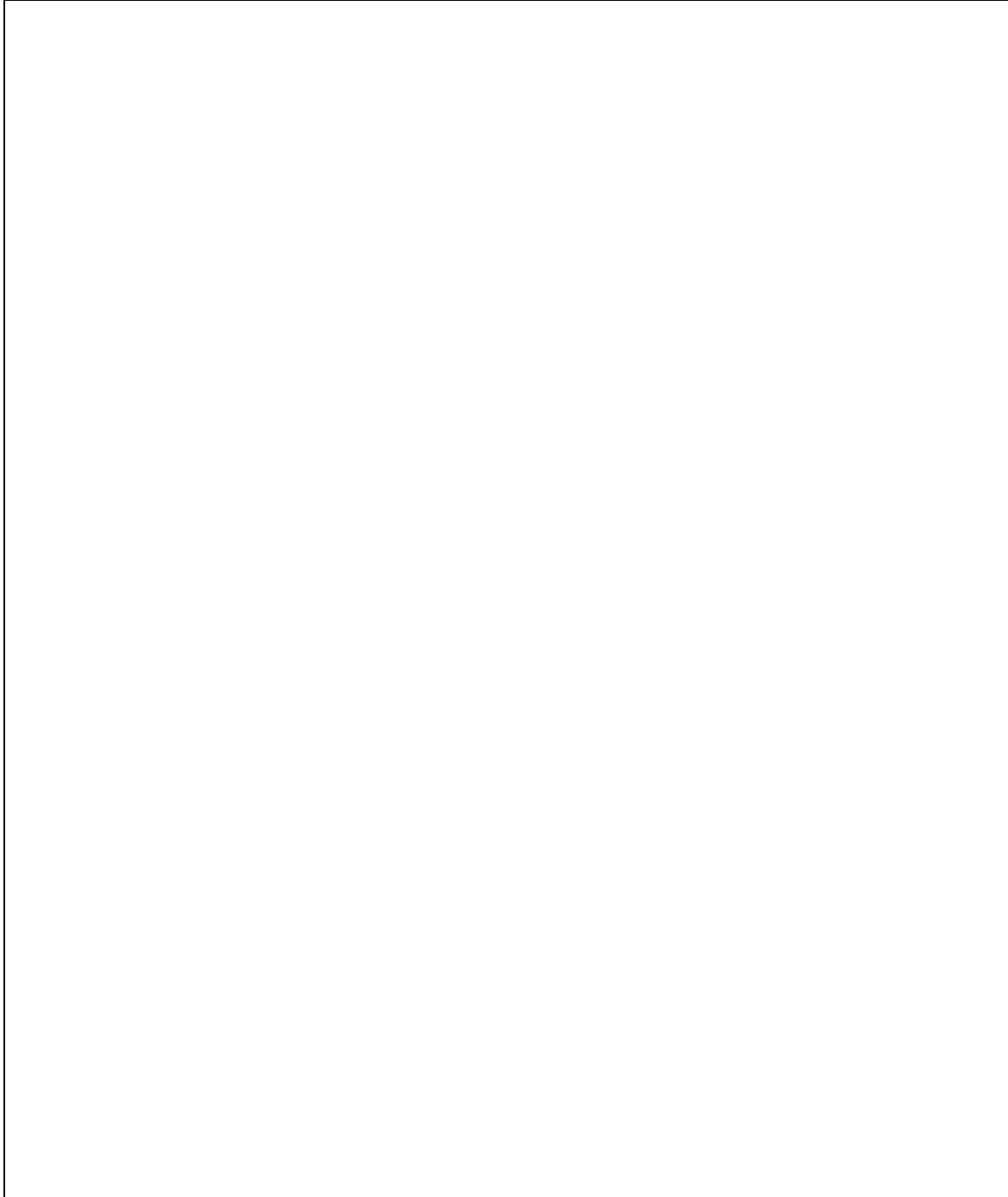
流入水量 (日平均 2010 年から 2011 年まで) (可、不可)

(月平均/最大/最小 2010 年から 2011 年まで) (可、不可)

流入と放流水質 (日平均 2010 年から 2011 年) (可、不可)

(月平均/最大/最小 2010 年から 2011 年まで) (可、不可)
24 時間水位変動 (晴天時) (最新) (可、不可)

10. フローチャートを記載してください (別紙 4 参照) の例を参照してください



11. 運用管理における設計上の問題または問題がある場合は、簡潔に記述してください。

注：この調査は、都市下水処理場の使用に SBR 技術の経済的実現可能性を明確にするために意図されて、我々は技術的なガイドラインを開発した SBR プロセスの小さな町の下水処理場の建設と運営は、便利なりファレンスを提供しています。調査は、住宅と都市建設によって行われ、村と町の建設部門は、全国都市水供給と排水工学研究センターの組織の責任であり、下水処理場、北京排水グループ固有のコミットメントはディビジョン I の仕事にあなたの強力なサポートに感謝します。

住宅・都市農村建設部村鎮司：・・・

アンケートに関する技術的な質問：

国家都市給水排水工程技術研究センター

・・・

電話・・・

E-mail：

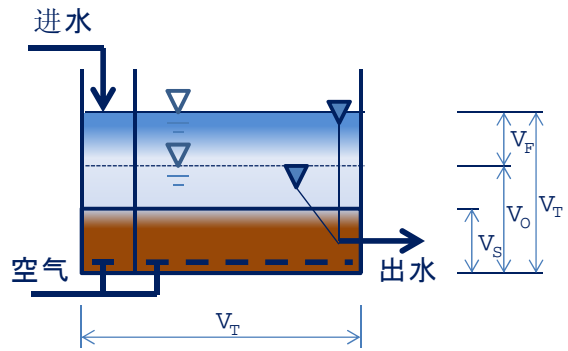
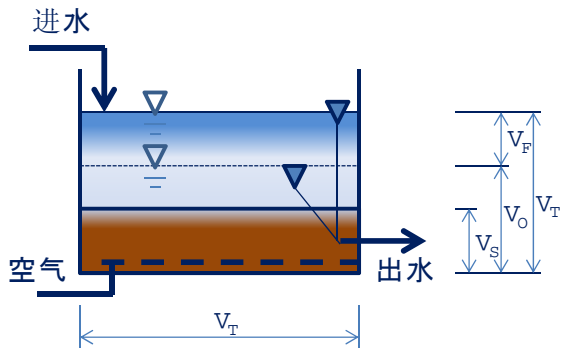
アンケート送付先：

・・・

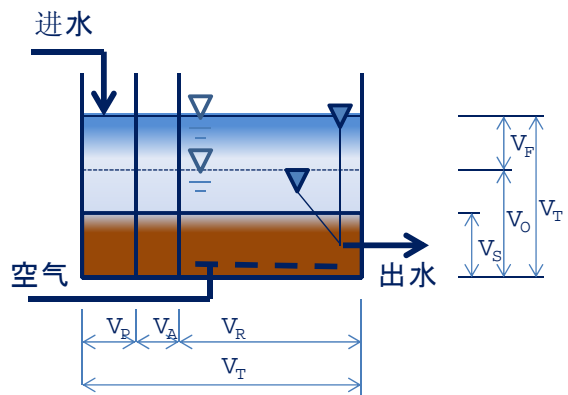
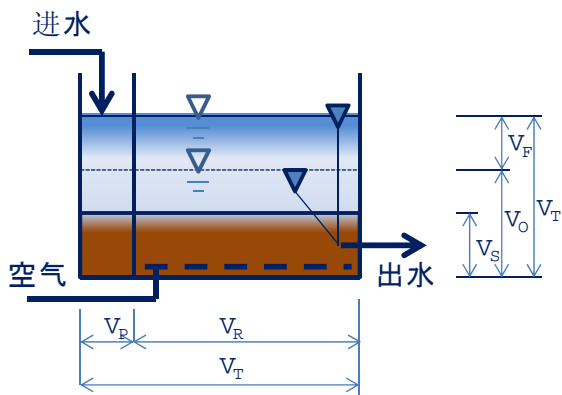
回答期限：・・・

別添 (1) SBR 池形状

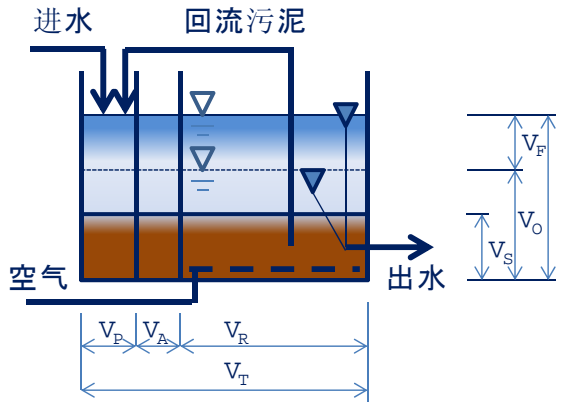
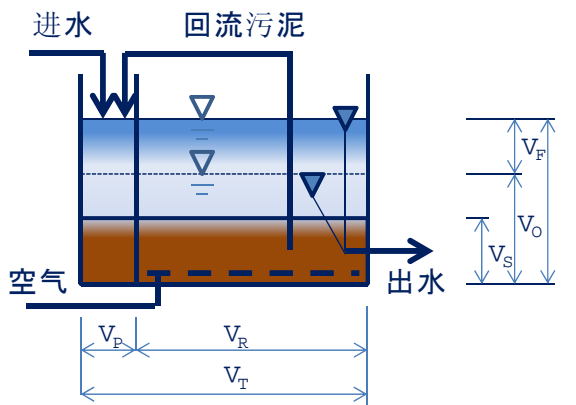
类型A



类型B



类型C



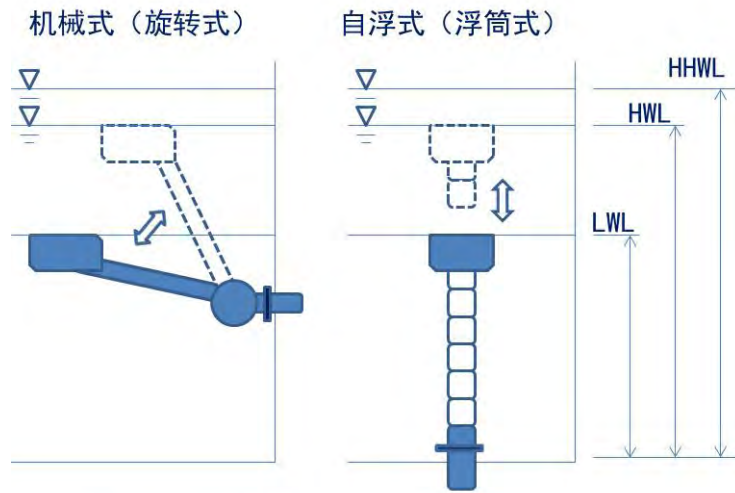
V_T : SBR 池容積

V_P : 生物選択池容量

V_A : 無酸素槽容量

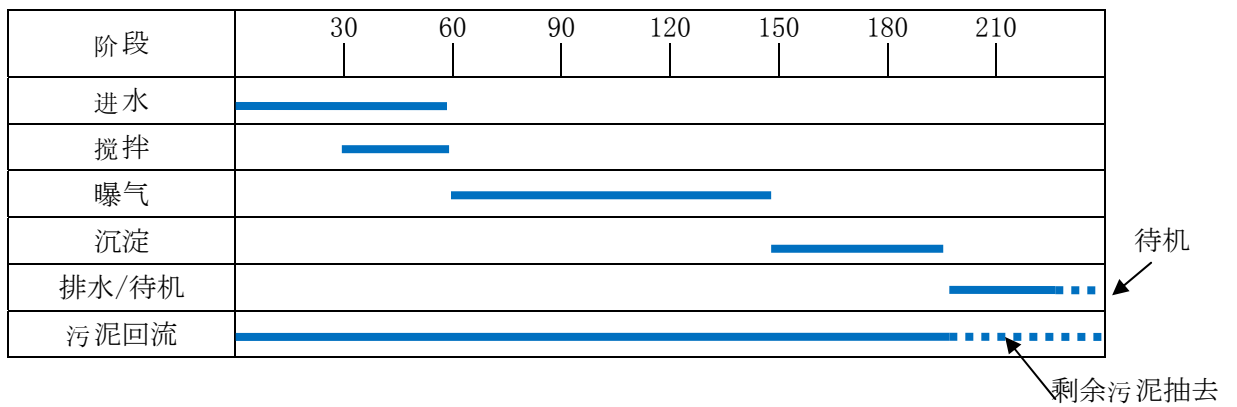
V_R : 主反応槽容積

別添 (2) 排水 (デキャンタ比)

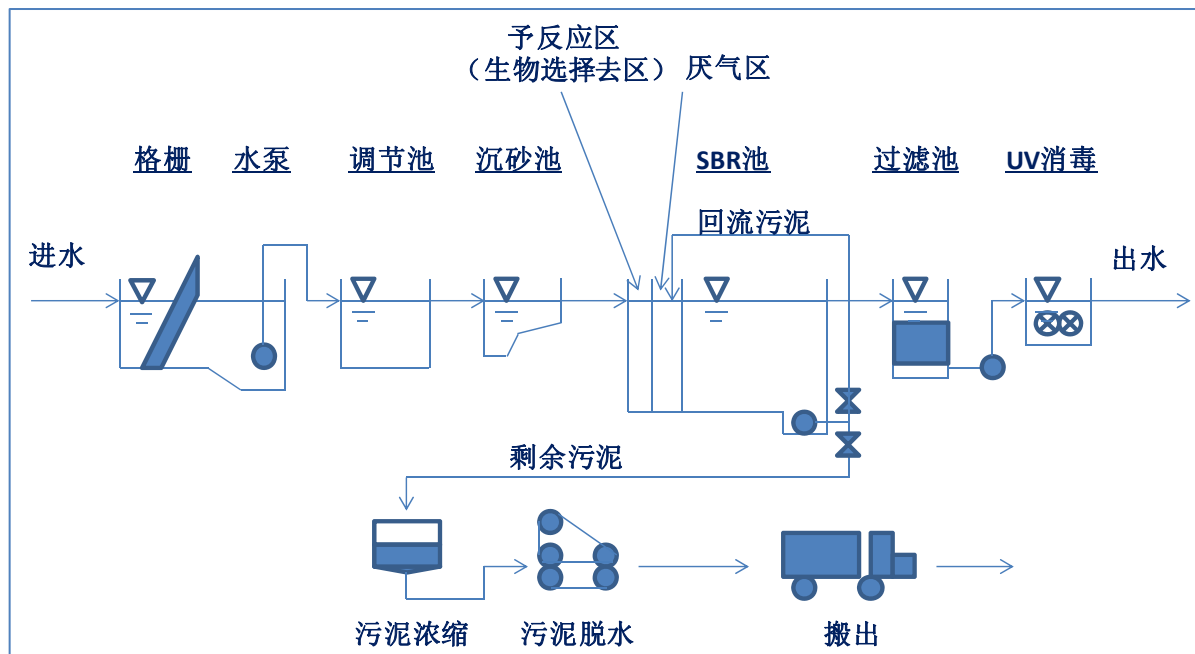


HHWL: 溢流水位
 HWL : 高水位
 LWL : 低水位
 排水比 (滲水比) : $(HWL - LWL) / HWL$

別添 (3) 動作サイクルモード (例)



別添(4) フローチャート(例)



用語の定義

直接営業費用：下水処理場の直接営業費用が含まれます：人件費、電力費（燃料およびユーティリティ）、薬品費、機器のメンテナンス、検査料、手数料、汚泥処理費用、管理費用。直接運用コストは、他のすべてのコストの返済のために配管のメンテナンスコスト、減価償却費、建設資金に加えています。

別の実行サイクルモードでは、以下の表に記入してください。

サイクルモード（どのような状況の下で実行しますか？ _____）

	時間
流入水	
拡販	
曝気	
沈殿	
排水 / 待機	
返送汚泥	

サイクルモード（どのような状況の下で実行しますか？ _____）

	時間
流入水	
拡販	
曝気	
沈殿	
排水 / 待機	
返送汚泥	

サイクルモード（どのような状況の下で実行しますか？ _____）

	時間
流入水	
拡販	
曝気	
沈殿	
排水 / 待機	
返送汚泥	

