

第9章 低コスト型下水道システムの提案

本章では、発展途上国の下水道事業に携わる国内の専門家、あるいは現地下水道管理者の業務等に資することを目的に、特に早急な水環境改善が求められる都市周辺地域における低コスト型下水道整備手法、処理方式について検討を行った本研究結果のまとめとして、「発展途上国における低コスト型下水道システム」の考え方について提案するものである。

(1) 発展途上国における低コスト型下水道の必要性

低コスト型下水道は、発展途上国の以下のような現状を改善するために必要不可欠である。

- ・ 著しい都市化の進展により、特に都市周辺市街地における衛生環境が悪化している。
- ・ 都市周辺市街地では管渠敷設に係る費用が多額であることがネックとなり、標準下水道の整備が進んでいない。

【解 説】

発展途上国においては、著しい都市化の進展により衛生環境が悪化し、水環境の改善と水資源の確保が、従前にも増して重要となってきた。都市周辺市街地では、都市中心部よりも、排水を処理することの理解が乏しく、住民は水系伝染病の蔓延や水資源の不足により、劣悪な衛生環境におかれている。

従来、発展途上国においては、このような状況を改善するため、都市中心市街地では施設に一定の整備水準を確保する「標準下水道」を目標に下水道の整備を進めてきたものの、都市周辺市街地では管渠敷設に係る費用が多額であることがネックとなり、標準下水道の整備が難しいのが現状である。

(2) 本提案の目的

発展途上国に適した低コスト型下水道を提案し、海外援助に携わる人や現下水道管理者の業務等に資することを目的とする。

【解 説】

本研究では、このような状況の把握及び改善に向けて、タイ・インドネシアにおける現地調査や、沖縄におけるラグーンの実験結果をもとに、低コスト型下水道システムのあり方を模索してきた。

これらの知見をもとに、本報告書では、以下の観点からこのように急激に悪化している発展途上国の環境改善に対して、即効性があり低コストで簡便な方策を提案するものである。

① 対象とする利用者

国内の海外援助に携わる人（JICA に関連する人等）、あるいは現下水道管理者の業務等に資することを目的とする。

② 整備の対象地域

主として整備の遅れている都市周辺地域の早期整備を目的とした提案とする。

③ 発展途上国の実状への適合

一般に投資余力の小さな発展途上国の状況を踏まえ、また、発展途上国の特長を活かせる低コスト型下水道システムを提案する。

(3) 発展途上国に適した下水道整備手法について

発展途上国に適した低コスト型下水道システム（インターセプターによる下水道整備の推進）

発展途上国の都市周辺市街地における最も優先的に考えられるべき下水道整備手法として、低コストで、かつ、衛生環境改善に即効性のあるインターセプター下水道を推奨する。但し、次のような課題に対する調査・検討が必要である。

- ① 管渠内への汚泥の堆積防止
- ② 住民や施行業者への広報活動
- ③ 工場排水の流入を防止する法制度の整備
- ④ 河川水の逆流を防ぐ技術の開発
- ⑤ 標準下水道への移行についての調査・検討

【解説】

インターセプター下水道は、既存の排水施設を利用して汚水を遮集する、標準下水道へ移行するための過渡的なシステムとして、発展途上国で多く採用されてきた。

しかしながら、発展途上国の都市周辺市街地においては、投資余力がないこと等により、標準下水道の導入が進んでいないのが現状である。

このような状況を考慮すると、今後とも、低コストで、かつ即効性のある手法として、暫定下水道であるインターセプター下水道の整備を継続することが有効であると考えられる。すなわち、暫定的にインターセプター下水道を整備して早急な衛生環境の改善を図り、将来的に投資余力ができた段階で、枝管整備をはじめとする標準下水道に移行していく方法が適していると考えられる。

ただし、インターセプター下水道の機能を十分に発揮し、将来の更新費用を含めた維持管理費用の低コスト化を図るため、現地調査結果等から明らかとなった以下に列挙する課題を解決する必要がある。

① 管渠内への汚泥の堆積防止

インターセプター下水道は、既存の排水路（この排水路のほとんどは、合流である）の汚水を遮集することから、雨天時には、土砂を多く含んだ汚水が大量に流入する。また、発展途上国では、都市部においても未舗装区域が多いために、土砂の流入に拍車をかけている。

管渠内に堆積した土砂は、流量の少ない晴天時に押し流されることがないため、管内の流水断面積を阻害し、流下能力を大幅に低下させることとなる。

したがって、インターセプター下水道の導入、維持管理に際しては、管内への汚泥堆積を防止するため、汚泥が堆積しにくい管渠構造（その方法としては、新設管の場合は、管渠を卵形管とする方法、既設管の場合は、管渠内にインバートを設ける等が考えられる。）とし、管渠内の清掃を励行する必要がある。また、同時に既存の排水路へのゴミの投棄を

防止するため、必要に応じて既存排水路を暗渠化したり、定期的にゴミの除去や清掃を行うことも検討すべきである。

② 住民や施工業者への広報活動

一般に発展途上国では、環境保護意識が低く、下水道システムに対する住民の理解が低い。住民の中には、下水管渠をゴミの投棄場所と考えている人もいるため、管渠中には、瓦礫や衣類、プラスチックにいたるまで各種の大型ゴミが投棄される。その結果、下水管渠の閉塞、溢水、あるいは悪臭の発生などの問題を引き起こしている。

したがって、下水道システムへの理解を得るとともに、住民の環境保全への認識を高めるためにも、例えば、以下に列挙するような広報活動を行うことが重要である。

- ・ 下水道管理者による、住民への講習会（環境や下水道に関する）の開催
- ・ 下水道施設・設備等の見学会の実施（学校教育への取り入れ等）
- ・ 下水道システムを理解してもらうための、紙芝居の上演、ビデオ放映
- ・ パンフレットの配布、ポスター、看板等の設置
- ・ 宣伝カーの巡回 等

また、技術的に未熟な施工業者の研修も不可欠である。これは、下水道システムを理解していない業者が下水道の施工を行うと、管渠の接続部分における施工不良や、管渠の誤接合が発生しやすく、その結果として管渠の流下能力を低下させるためである。

施工業者の研修は、下水道管理者による下水道技術講習会の開催や、その受講の義務付け等により可能となるものと考えられる。

③ 工場排水の流入防止する法制度の整備

有害物質を多く含む工場排水は、下水管に直接流すと、管渠を損傷する原因となる。発展途上国では、直接、生産に結びつかない施設への投資余力が小さいことから、工場排水を原液で受け入れる場合が多く、管渠を傷める大きな原因となっている。

よって、工場排水は、下水道への接続前に工場内で除外施設を設け、前処理を行った上で受け入れられるよう、工場排水を規制する法制度を整備するとともに、除外施設整備に対する補助を行うことも検討すべきである。

④ 河川水の逆流を防ぐ技術の開発

タイにおける現地調査においては、インターセプター内に放流先の運河の水が逆流している状況がみられた。インターセプター管内に河川水が逆流すると、希釈された汚水が、終末処理場に大量に流入し、処理場は過負荷運転を強いられる上に、池内の微生物（活性汚泥）が流出することにもなる。

河川からの逆流を防止するため、従来は、多くの場合、フラップゲートを設置して対策を行ってきたが、フラップゲートの間にゴミなどが挟まり、機能していない事例が非常に多い。

したがって、今後は、フラップゲートに代わる逆流防止装置、例えば、上ヒンジ式浮体

ゲート（国土交通省NETIS（新技術情報提供システム）の登録技術）等の採用や技術開発を行う必要がある。

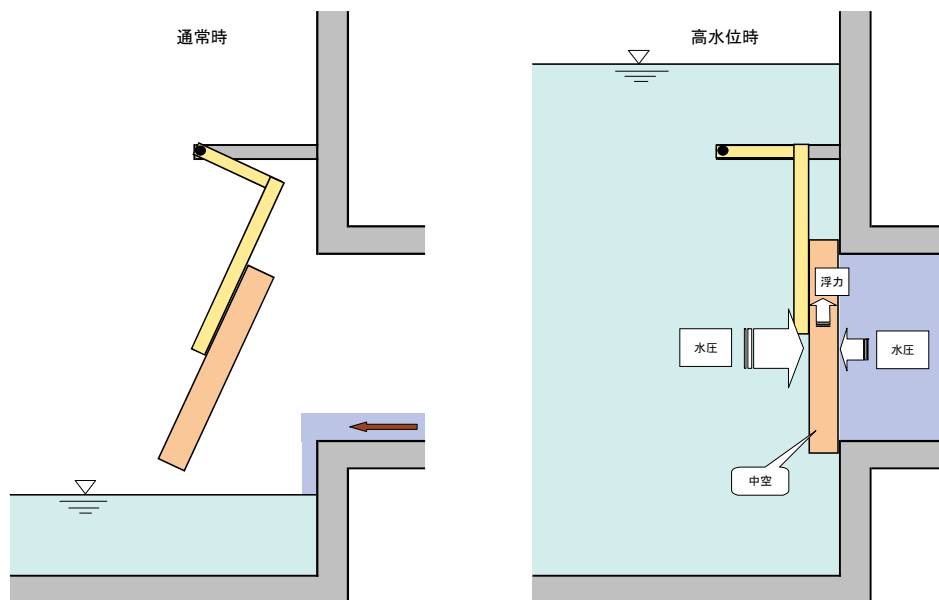


図 9.1 フラップゲートに代わる逆流防止装置の例¹⁵⁾
(上ヒンジ式浮体ゲート)

⑤ 標準下水道への移行についての調査・検討

インターセプター下水道は、暫定的な下水道整備手法であり、河川等の即効的な水環境改善効果は期待できるものの、実際の生活の場の環境が大きく改善する整備手法ではない（住宅の脇を流れる既存水路等の水質・衛生環境の改善にはつながらない）。いずれ投資余力ができた段階で、枝管整備を伴う標準下水道へ移行することが望ましい。しかし、その移行の手法、考え方等については確立されたものがなく、今後、調査・研究・検討を重ね、標準下水道への移行についての考え方、指針、マニュアル等を整備していく必要がある。

(4) 発展途上国における低コストで維持管理の容易な処理方式の採用

発展途上国における低コストで維持管理の容易な処理方式の採用

発展途上国における下水処理方式として、発展途上国の実状に適したラグーン（安定化池）法を推奨する。なお、採用するにあたっては、次の点についての考慮が必要である。

- ① ラグーン（安定化池）方式の採用について
- ② 池構造の簡素化
- ③ インターセプター管内での汚水浄化の適切な評価

【解説】

これまで発展途上国では、下水処理方式として標準活性汚泥法、オキシデーショディッチ法、ラグーン（安定化池）法、エアレーティッドラグーン法などが主として採用されてきた。

投資余力の小さな発展途上国では、建設費、維持管理費が安価であることが処理方式選定における最も重要な項目である。また、この他に発展途上国の実状から、電力事情、技術的な成熟度、気候条件への配慮、低濃度流入水質への対応性、維持管理性などが処理方式を選定する上での必要な検討項目となる。

① ラグーン（安定化池）方式の採用について

発展途上国では、熟練した技術者が不足しており、かつ電力供給が不安定なため、標準活性汚泥法や曝気式ラグーン等、機械式装置を要する施設の運転に支障をきたす場合が多い。

例えば、曝気式ラグーンであるにもかかわらず、曝気装置がほとんど使われておらず、見学者がある時のみ運転する事例（インドネシア）や、標準活性汚泥法の処理場であるが、返送汚泥の適切な制御を怠ったために、腐敗した汚泥が最終沈殿池と反応槽を循環し、かえって処理水質が悪化している事例（インド）等がある。

したがって、十分な用地が確保できない都市部や、既に稼働している施設を除き、新規の処理場は、本報告書の第7章で検討を行った、維持管理が容易で安価となるラグーン（安定化池）の採用が望ましい。

ただし、ラグーンによる処理については、低負荷流入水に対する適正な維持管理（HRTの適切な管理等）と、藻類の発生を防止する対策（植生帯の設置等）が必要となる。

② 池構造の簡素化

処理場内の池構造を簡素化することも低コスト化には欠かせない。従来、特に日本からの開発援助案件では、池を強固なコンクリート製とするのが一般的であった。

施設の耐久性を高め、地下水や周辺土壌を汚染しないために、池構造を強固にすることは必要ではあるが、状況が許せば、コンクリート製に固執することなく、例えば、素掘りの掘削面に簡易なライニングを施すだけの施設等を考案する必要がある。

③ インターセプター管内での汚水浄化の適切な評価

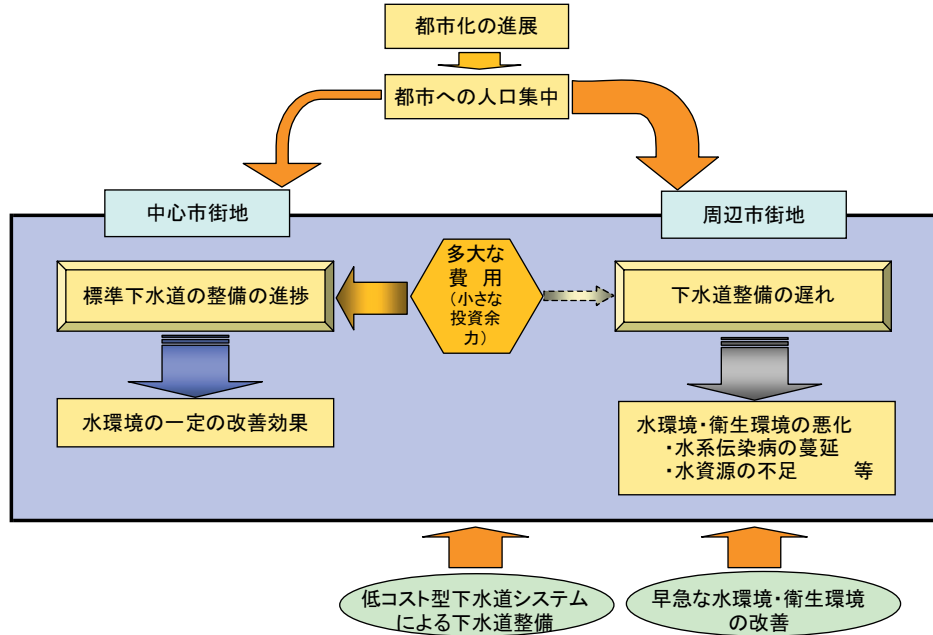
タイなどの亜熱帯地域では、気温・水温が非常に高いため、腐敗槽やインターセプター管内での浄化（沈殿を含む）、地下水浸透等により、処理場への流入水濃度が大きく低下するという実態がある。

従来の処理場計画では、一般に管渠内での浄化を考慮しないこととし、汚水排出源からの汚濁負荷量が、そのまま終末処理場に到達するものとして施設規模を決定していたが、管内での負荷量の削減を見込むことにより、施設規模が小さくなる可能性や、処理方式の簡素化を図ることができる可能性がある。

このことから、インターセプター管内での負荷量削減に関する適切な評価手法を確立する必要がある。

低コスト型下水道システムの提案

I 発展途上国における水環境の現状と課題



II 低コスト型下水道システム提案の目的と方向性

- ◎目的 発展途上国に適した即効性があり低コストで簡便な下水道システムの提案
- 対象地域 アジアの熱帯・亜熱帯モンスーン地域 都市周辺市街地
- 提案の対象 国内の海外援助に携わる人／現地下水道管理者 等

III 低コスト型下水道システムの提案

収集システム

《これまで》

標準下水道での整備方針

《これから》

インターセプター下水道の整備により、低コストで即効性のある水環境の改善を目指す。

低コストで即効性のある整備手法
既存のオンサイト排水設備(腐敗槽等)の活用

《システムの今後の課題》

◆維持管理性(堆積汚泥、ゴミ等)の改善

処理システム

《これまで》

電力に依存する処理方式等
種々の方式(先進国の方式等)

《これから》

ラグーン(安定化池)方式の採用により、低コストで簡易な維持管理を目指す。

自然の自浄作用を活用した手法(高水温等)
電力への依存の極力少ない方法(コスト、電力事情等を考慮)

《システムの今後の課題》

◆適正な維持管理指標と手法の確立

◆ラグーン+植生浄化によるシステムの確立

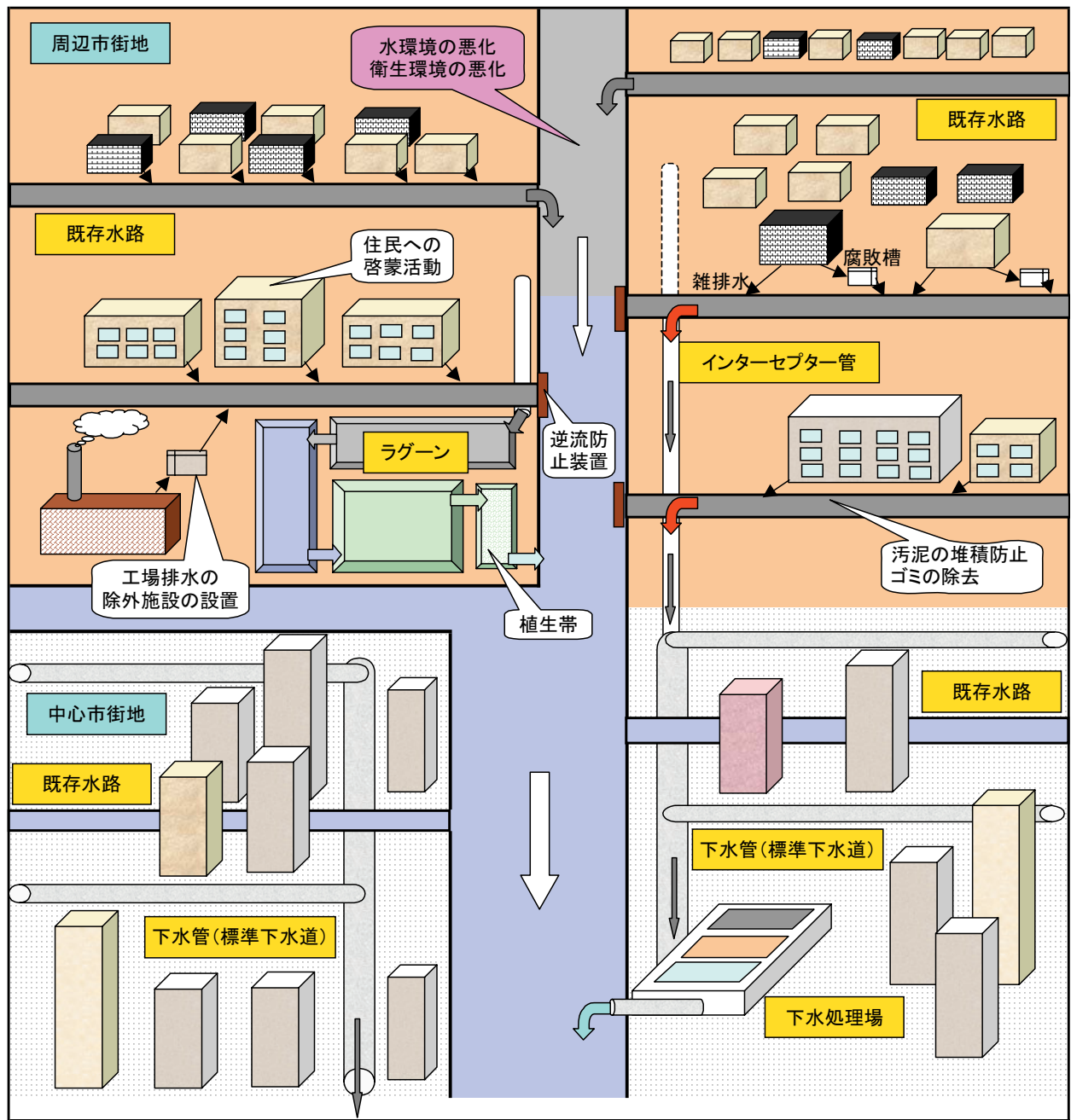
《低コスト型下水道システムの今後の課題》

◆低コスト型下水道システム導入に向けた指針・マニュアル等の整備

◆標準下水道への移行手法の検討

◆住民への啓蒙活動と住民参加型事業への模索

等



発展途上国における低コスト型下水道システムの提案イメージ