

(15) 開発途上国における下水道プロジェクトに関する技術協力体験

TECHNICAL COOPERATION FOR SEWERAGE PROJECT IN DEVELOPING COUNTRY

浅田 一洋^{*} 水谷 達夫^{**}
Kazuhiro Asada, Tatsuo Mizutani

1. はじめに

開発途上国の諸都市は、概して都市施設の整備が、その近代化や人口集中度に対応できず、日本の20年から30年前の状態の所へ、高層ビルを建てたり、多量の車を持ち込んだようなアンバランスな感を与える。その為、環境整備や衛生施設の建設は、それに対する住民や行政当局の意識が決して低くはないにもかかわらず、事業のプライオリティーの面では、道路、住宅建設に比べて極めて低い。下水道に関しても浸水やし尿処理、又公共水域の汚濁問題をかかえながら、計画は策定してもなかなか建設に移行できないのが現状である。

このような状況下において、著者らはマレーシア国ペナン州バターワース・ブキットメルタジャム地区の下水道及び雨水排水プロジェクトに基本調査の段階より携わり、この3年間は、汚水排除計画の第一期建設区域で3ヶ所の処理場建設と、1,100haの面整備の工事監理を体験する機会に恵まれた。本稿は、上記プロジェクトを紹介するとともに、開発途上国における下水道プロジェクトの問題点や、今後の課題について著者らが感じたことをまとめたものである。

2. 開発途上国での下水道計画策定時の留意点

マレーシアやタイのような開発途上国での下水道計画は、従来より次に挙げる点に留意して策定されており、次章に紹介するバターワース・ブキットメルタジャム地区の下水道計画にも反映されている。

- (1) 下水道関連の技術者が不足している為、高度な技術を必要とする機器の使用や、施工法の採用を避ける。下水道は、ビルや道路事業と違い、作ってしまえば良いというものではない。このような維持管理が事業の成否に大きなウェイトを占める事業では、一時的に輸入により対処しても後に大きな問題を残すことになる。
- (2) 熱帯雨林、サバナ気候に位置している国が多く、そういった国では日照時間が長いこと等を利用して、水処理法にスタビリゼーションポンドを用いたり、汚泥処理に天日乾燥床の採用を検討する。又、市街地を除いては、地価が安い為、その他、エアレーテッドラグーン法、オキシデーションデッチ法等、水量、水質に応じて検討する必要がある。一方、水温が比較的高いので、硫化水素対策にも留意する。
- (3) 経済面では、自治体や中央政府の財政状態が豊かでない所が多い。国庫補助や起債の制度も確立されておらず、大部分が国際金融機関等からの融資を必要とする。一方、初期投資や維持管理費が少なく、投資効率の良い計画、特に段階的整備計画において資金回収計画の妥当性に充分注意する必要がある。
- (4) 水質汚濁、し尿処理、浸水問題等が表面化しているにもかかわらず、社会的要請度としては、道路や住宅事業の優先度が高く、衛生施設は後まわしになりがちである。この意味で、行政当局や住民へのアピール性を持った計画にする必要がある。

* (株)日水コン NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD., ** (株)日水コン NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.

3. マレーシア国ペナン州バターワース及びブキットメルタジャム地区下水、排水プロジェクト

3-1 マレーシアにおける下水、排水事業

マレーシアにおける下水道の行政担当はMinistry of Health (厚生省) であり、省内のEnvironmental Health and Engineering Unit (環境衛生技術局) が下水道と地方の衛生施設を合わせて担当している。さらに、計画、建設と段階を追って、Prime Minister's Departmentに所属するEconomic Planning Unit (経済企画局)、Ministry of local Government (自治省)、Ministry of Finance (大蔵省) が関係してくる。一方排水関係は、Ministry of Agriculture (農業省) に属するDrainage and Irrigation Department (灌漑・排水局) にUrban Drainage Unit (都市排水部) が設けられたが、都市排水の実際の責任は地方自治体が持っており、その境界は明らかではない。

第一次マレーシアプラン (1965-1970) では下水、排水事業に日本円で約9億円、第二次 (1971-1975) は23億円、第三次 (1976-1980) では200億円の割当てが見込まれていた。第三次マレーシアプランでは当初クアラルンプール市の下水道事業だけが予定されていたが、1978年の中間改訂で6ヶ所の下水道事業がこの中に組込まれた。上記ペナン州バターワース及びブキットメルタジャム地区の下水道排水計画についても、この中間改訂において1979-1980の2ヶ年で12億円の予算が認められた。その他はイポー市、ペナン島のリゾート地区及び空港周辺のフィジビリティスタデー、ジョホーバル市の計画、サバ州ジブ市、東海岸の都市である。

このような大都市の下水道に対するマレーシア政府の熱意を反映して、第四次マレーシアプラン (1981-1985) には、下水道計画及び建設に大幅な予算増が行なわれたが、スズ、ゴム、パームオイル等、外貨獲得に大きく寄与していた一次産品の世界的な値下がり起因する国家財政の貧窮により、1983年の中間改訂で見直しが行なわれ、マレーシアの下水道事業は後退を余儀無くされた。この中間改訂では、計画中のプロジェクトが、必要なプロジェクトと望ましいプロジェクトに分類されたが、下水道プロジェクトは全て望ましいプロジェクトであるとされ、予算の大幅なカットが行なわれたのである。

マレーシアの下水道で最も古いものはペナン島のジョージタウン市 (人口約40万人) であり、その建設は、1935年に開始されている。処理施設は無く、マレー半島側の海峡に海洋放流している。1985年現在、市は、リゾート地区と空港周辺フリートレードゾーンへの下水道区域拡大のため努力中である。クアラルンプール市には陸軍キャンプを含む2ヶ所の下水処理場があり、1978年頃から基本計画に基づく第一期拡張の建設が始まっている。この計画では市内を11処理区に分けスタンビリゼーションポンド法での処理施設を各処理区に1ヶ所設け、将来の人口増に対してはポンドにエアレーターを設けて対処することになっている。

ペナン州バターワース及びブキットメルタジャム地区の下水道建設は、上記のジョージタウンとクアラルンプールに続くマレーシアでは3番目の広域的な下水道事業となる。

3-2 地区の概要

バターワース及びブキットメルタジャム地区はマレーシア半島の北西部、タイ国境に近く、北緯5°に位置し、観光で良く知られているペナン島の対岸にあたる。行政単位は、マレーシア連邦13州のうちで2番目に小さいペナン州を、ペナン島地区と半島側のブンピンズウェルスリー地区 (43km×17km) とに2分した後者に含まれる。図3-1に位置図を示す。

気候は、高温、多雨で高湿度である。気温は年間を通じてほぼ一定で最高昼間温度は、29℃から33℃であり、一年中日本の夏程度と考えられるが、赤道に近いので、日差しは極めて強い。

バターワース地区はマラッカ海峡に面し、ほぼ平坦で海岸よりは砂質土で地下水位が高く、内陸部プライ川の沿岸は、マリンクレイと呼ばれる泥土の上を埋め立て開発された地区で上部1.5mの層は赤土である。ブキットメルタジャム地区は内陸部丘陵地帯となり背後のメルタジャム山は海拔536mで中生後三

層に形成された花こう岩からなっている。両地域はプライ川及びジュル川の流域にあたり、地形的に両河川は沼沢地帯を蛇行している。

3-3 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、1976年にマレーシア政府の要請に応じた日本政府が、国際協力事業団を窓口として、資金及び技術面での全面的な援助によって基本計画、フィジビリティスタデー（事業妥当性調査）を行なったものである。その後、マレーシア政府が独自の予算で妥当性調査で第一期事業区域に提案された区域について、汚水、雨水の両施設の実施設設計を行なった。この内、汚水施設に関しては1981年12月より建設が開始され、1985年6月には、主な施設の建設が完了した。現在は市で管理している共同浄化槽から各戸の取付け施設の建設が進められている。

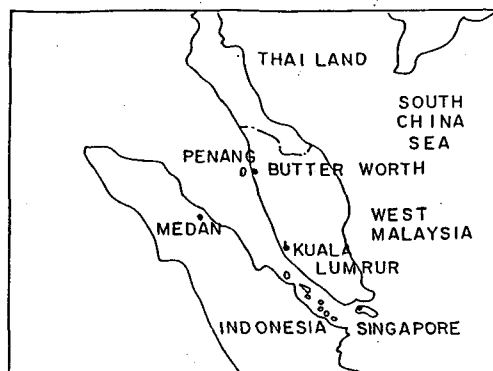


図3-1 バタワース・ブキットメルタ
ジャム地区位置図

3-4 プロジェクトの発生

前述したように、大都市には近い将来広域的な下水道施設を建設するという政府の政策も一因であるが、この地区に下水道を建設する必要があるという認識が生まれたのは主に次の要因による。

- (1) 地区最大の河川であるジュル川の汚濁問題が市民団体より指摘された。
- (2) 上記河川の汚濁の原因は、工業地帯からの排水、特にゴム、パームオイル、水産加工、繊維工場からの排水であった。
- (3) ジュル川河口の漁民から、漁獲量の減少問題が持ち上がった。
- (4) 県が管理している47ヶ所の共同浄化槽が、うまく機能しておらず、管理も充分できない状態であった。

しかし、下水道計画策定のため、日本から派遣された技術者グループの調査により、下記の点が明らかになった。

- 1) 区域内の約30%に相当する人口がし尿浄化槽を用いているが、放流水質はBODで15~250 mg/ℓ、SS 5~700 mg/ℓ、大腸菌1,000N/ℓで近くの水路に流入している。その他は、ほとんどがバケツ形式であり、汲み取り処分となつてはいるが、汲み取りのサービスが必ずしもゆき届いてなく、上澄みが直接道路側溝等へ流入している場合も見られる。家庭等からの排水も一部では、し尿と合わせて共同浄化槽で処理されているが、ほとんどが未処理のまま放流されている。地形が平坦で、ジュル、プライ両河川も調査対象区域よりずっと上流まで感潮域となっており、市街地の水路では、水が停滞しがちなため、嫌氣的にならないやすく、時として悪臭を発している。一方、ジュル、プライの両河川の河口での溶存酸素量は3.6~6.9 mg/ℓで、ペナン海峡でもCODが1.0~2.0程度であった。
- 2) 工場調査の結果、排水処理施設を設けている工場もあり、前処理施設が必要であれば、これに要する用地は充分確保できる状態であった。工場排水に関する水質規制が励行されれば、問題はないと考えられた。

以上の調査結果から本地区では、共同浄化槽からの排水を含むし尿と、家庭の雑排水による市街地の側溝及び水路の汚濁が問題であり、この改善と、将来的には地区内と周辺の水質保全及び、生活環境の向上という目的で下水道計画が策定されることとなった。

3-5 下水道計画の概要

基本計画と第一期建設計画及びコントラクトの概要は図3-2と表3-1に示すとおりである。

処理施設はスタビリゼーションpond法で、放流水質はBOD: 50mg/ℓ SS: 50mg/ℓ 大腸菌1,000 N/ℓと定められたが、これはマレーシア政府が策定作業中であった環境規準と排水規制値を尊重して決められたものである。又、この放流水質で、2大河川の水質を現状以上に保ちながら、第一期建設区域の供用が開始されれば、市街地の水路に流入するBOD負荷量は、事業を行わない場合の予測値の約30%におさえられるとしている。

建設に際して、コントラクトは3つに分けられ、フィディクの仕様書を用い国際テnder方式で行なわれた。

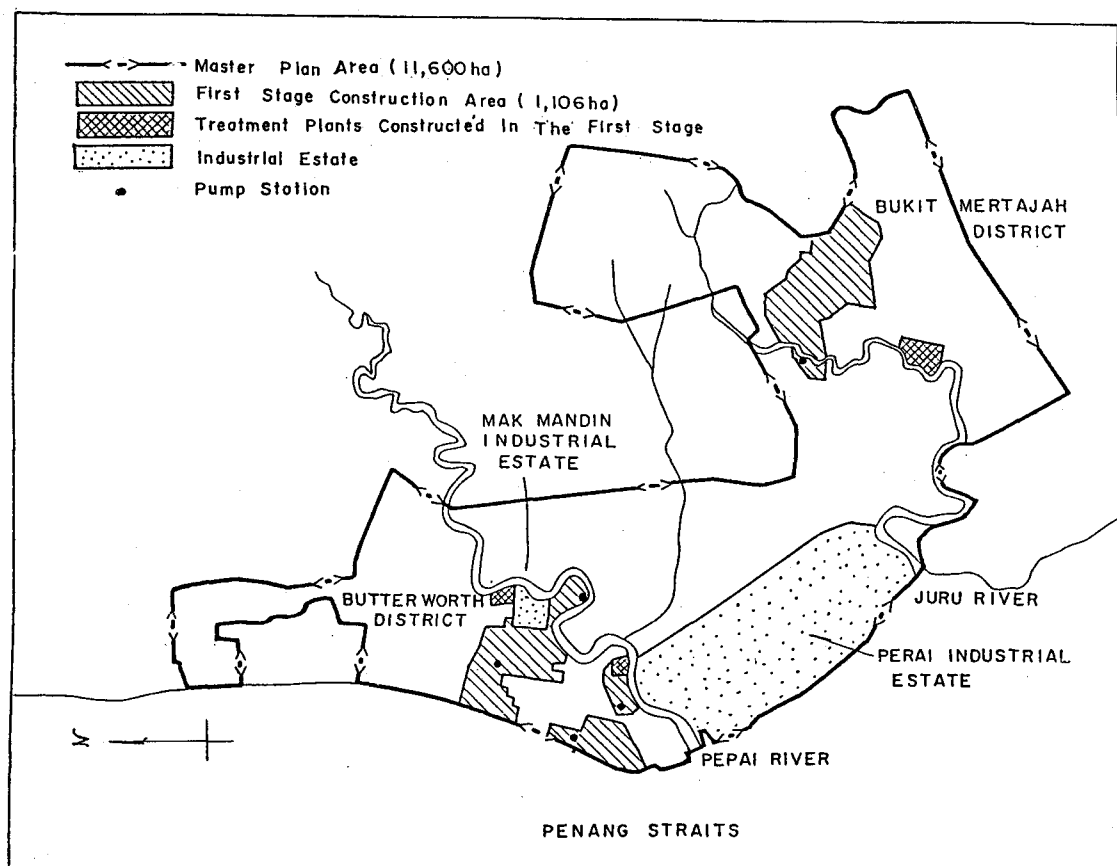


図3-2 計画区域

表3-1 計画の概要 (行政区域面積 724.8km²)

項 目	面 積	処理区域内人口		管 渠	ポンプ場	処理施設
		1976年	2000年			
基本計画区域	11,160ha	238,000人	648,000人	334km	23ヶ所	20ヶ所
第一期建設計画						
コントラクト101	543ha	40,150人	52,600人	27km	—	—
コントラクト102	—	72,060人	102,800人	—	8ヶ所	3ヶ所 10,100m ³ /d 12,680m ³ /d 14,020m ³ /d
コントラクト103	464ha	31,910人	50,200人	24km	—	

コントラクト101; バターワース地区の管渠

コントラクト102; バターワース・ブキットメルタジャム両地区のポンプ場と処理施設

コントラクト103; ブキットメルタジャム地区の管渠

3-6 ローカルコントラクターと下水道工事

第一期の建設に従事したのは、日本とマレーシアのコントラクター各一社であった。ローカルコントラクターは、クアラルンプールの下水道工事の経験者で、マレーシアの下水道関係では最大手であり、開削工事に関しては、充分対応できるようであった。又、推進工法に関しても、鉄道横断の経験ももっており、土質さえ良ければサ管方式の推進は問題ない。しかし、地下水位が高かったり、地山のゆるい所では他に適切な工法を採用できないのが実状である。近年この地区にも日本の小口径推進技術が紹介され、これからは土質条件の悪い所でこの種の技術の採用が増えると思われる。現に、本プロジェクトでも日本のコントラクターであるが、コントラクト101では土質条件が悪かったこともあり、27kmの管布設の内17kmを小口径推進で行った。小口径推進に関しては現地の技術者の関心も高く、現地のコンサルタントでも、工法検討に組み入れられるようになった。又、設備面でも民間ベースで、合併会社の設立等が進んでおり体制が整いつつある。

3-7 プロジェクトの問題点と今後の課題

計画では河川の将来水質について述べられていない。工場排水については、家庭排水との合併処理としているが前処理施設に関しての検討が充分でない等の問題があった。河川水質に関しては、その反省から、次のアロスター地区（マレーシア）の下水道計画において処理場の放流先であるケダ川の水質予測を行っている。この検討では対象がタイダルバラージをもつ感潮河川であったため、バラージより上流について水収支を基礎に将来水質を計算したものであり、現況ではバラージ近くでBOD 17mg/lであったのが、下水道整備後はその40%程度まで改善されるとしている。一方、工場排水に関しては、排水規準を設定してその指導にあたっているが、技術面では適当な指導がゆきとどいていないのが実情であり、この面での課題が依然残っている。

財政面では、1978年に行われたフィジビリティスタデーで算出された第一期の建設費約35億円に対して、施設設計では約100億円となったことである。その要因としては、物価の上昇率が当初の見積りよりきわめて大きかったことや、処理場位置の変更に伴う管渠建設の増加、地価の高騰が挙げられるが、そのため、財政計画の見直しが必要となった。その作業のための再三のアドバイスにもかかわらず、建設が終わりかけた現在でもまだ行われていない。受益者負担金、下水道使用量を定めるのに必要なスタディを県のし尿処理全般を考慮しながら行うよう提案しており早急な実施が待たれる。

維持管理については、建設終了後も日本人が一年間指導にあたることになっているが、現地スタッフの対応力が問題となってくると思われる。現地でのオンザジョブトレーニングと共に、ポンプ場は維持管理業者に委託することになろう。

4. 開発途上国における下水道プロジェクトの技術協力に関する今後の課題

マレーシアとタイにおいて3つの下水道プロジェクトを経験し、又、上記のプロジェクトではその建設に携わる機会に恵まれ、それらの業務を通じて途上国に対する技術援助を考えてゆくなかで、コンサルタントエンジニアとしての役割の大きさに驚愕し、又、意気に感じる一方、今後の技術協力に関し、課題として解決してゆかねばならない問題の多さを痛感したのであるが、以下にその主なものを挙げる。

- (1) 計画の内容が現地の実情に充分合ったものであること。これは、以前から留意されていた事項であり、各々の技術者がそれぞれの立場で努力して来たことであるが、下水道計画に関しては、今一步合致し切

(2) 関係分野の人材が充分でないため、立ち入った指導を行うこと。

(3) 国際金融機関に関する情報を充分把握しておくこと。

(2) すべてブラックアンドホワイトに。

(5) 維持管理面でのトレーニングと指導者の確保

5. おわりに

参考文献 1. マレーシア団ペナン州バタールワース・ブキットメルタジャム地区下水道・排水計画、事前調査報告書 (JICA)

—96—