

## **PART-C** 計画・設計に係る基本事項

## PART-C 計画・設計に係る基本事項

### C1 計画に係る基本事項

#### C1.1 オフサイト地域とオンサイト地域の区分

本プロジェクトの現地踏査の結果、オンサイトシステムが優先される主に貧困層が居住する住宅密集地（スラム地域）が DKI Jakarta 全域に点在していることが判明した。したがって、オフサイト地域とオンサイト地域の区分は、現実的ではない。本プロジェクトでは、両地域の区分は表 C1-1 に示す方針にしたがって行うものとする。

**表 C1-1 オフサイト地域とオンサイト地域の区分方針**

区分	オフサイトシステムとオンサイトシステムの区分条件
オフサイト (下水道)	基本的に、人口密度が高い下水処理区を優先順位の高い開発地域とする。また、下水処理場用地が確保され、下水道システムの開発が可能な地域の優先順位を高くする。
オンサイト (衛生施設)	オンサイト処理地域は、下記事項を考慮して設定する。 ✓ オフサイト以外の地域については、オフサイトシステムが開発されるまでの過渡的な地域とみなす。 ✓ オフサイト以外の地域で、オフサイトシステムの開発が技術的に困難な地域は、恒久的なオンサイト地域とする。その割合は、約 20%と推定される。

出典： JICA 専門家チーム作成

#### C1.2 将来土地利用計画（DKI Jakarta 空間計画 2030 年：RTRW2030）

##### C1.2.1 計画条件

##### (1) 空間計画 2011-2030 における将来土地利用計画

##### 1) 空間計画 2011-2030 の概要

DKI Jakarta の空間計画 2011-2030 は、2011 年 8 月 24 日の州議会で可決された。その空間計画の冒頭では、州の 2030 年のビジョンを、“快適で、持続的で、豊かな社会が形成された首都”とし、以下の使命が謳われている。

- ・ 人間味のある都市のための社会基盤と公益施設の建設
- ・ 都市の生産性の最適化
- ・ 都市文化の発展
- ・ 災害軽減を基本とする開発の主流化
- ・ 豊かで活力に満ちた都市生活の創造
- ・ 都市生活と環境の調和

また、州の 2030 年将来人口を 12.5 百万人と設定して、これに見合う空間利用の実現を目指している。このため、以下の主要施策が採り上げられている。

- ・ DKI Jakarta 本土の緑地率を公有地と私有地を合わせて 30%を目標とすること（現状では 9%程度）

- ・ 公共交通（トランス・ジャカルタ、鉄道、MRT、モノレール）を統合的に開発・改善して全トリップ数の60%を引き受けること
- ・ 公共交通の結節点周辺は再開発を通して土地利用の高度化を図ること
- ・ 新規住宅地の開発は低層住宅を避け、中・高層住宅とすること
- ・ 主要13河川を浚渫するとともに東西の運河の容量を増大して洪水管理を行うこと
- ・ ジャカルタ北岸の沖合に巨大護岸を構築して埋め立てを行うこと

民間セクターによる今後の巨大開発として、ジャカルタ北岸沿いの埋め立て計画があるが、これは上述の巨大護岸とジャカルタ北岸の間を埋めようとするものである。この巨大開発は、主に1990年代に、ジャカルタ北岸沿いの海面を数社のデベロッパーが分割するかたちで立地許可を得たものであり、1999年に策定された空間計画2010に盛り込まれたが、実現には至らなかった。後出の表C1-2に示すように、この埋め立ては空間計画2030で再度示され、東部が工業地区、中央部が住宅・商業地区、西部が住宅地区として計画されている。埋め立て地区全体を囲う護岸を築造し、各デベロッパーがそれぞれの埋め立て地を開発していくというものであり、全体の調整は州当局が行い、開発事業の実施や管理・運営は民間デベロッパーに委ねられている。現段階では、護岸工の事業主体や実施スケジュールも含めて、埋め立て地区の人口計画や事業計画は何も公表されていない。なお、空間計画2030では、埋め立て地区の水供給と汚水処理については、DKI Jakarta 本土とは切り離した独自の供給処理システムを構築するものとしている。

既に述べたとおり、DKI Jakartaの空間計画はセリブ諸島県と5つの市の空間計画も包含し、これらは何れも一般空間計画であり、各行政階層における中長期開発計画の指針を示すものである。インフラ開発の具体的な計画は、セクター別の計画に委ねられ、また、空間管理行政に用いられる土地利用規制は、区ごとに制定される詳細空間計画で示されることになる。すなわち、一般空間計画は州議会で可決されたが、それだけでは開発行為に係る許認可行政サービスを行えない。空間管理行政の場合では、一般空間計画に基づいて土地利用規制を組み込んだ詳細空間計画の制定と、さらに、インセンティブの付与や行政処分の執行を可能とする施行細則の制定を待つことになる。

## 2) 空間計画における汚水管理の位置付け

空間計画2011-2030における汚水管理に係る開発方針については、水道施設や電力供給などとともに都市内公共施設としてまとめて採り上げられ、都市活動の中心地区で公共施設を一体的かつ階層的に整備するものとしている。そして、この開発方針を推進するための戦略として、汚水処理システムを段階的に雨水排水と分離しつつ、この汚水処理システムを拡張することとしている。また、汚水処理の改善は、温暖化と気候変動を見込んだ取り組みとしての温室効果ガスの排出削減に寄与する戦略の一つとされている。

一般空間計画は、空間構造（都市活動の中心地とインフラ網の体系）と空間パターン（土地利用パターン）により示される。空間計画2011-2030では、この空間構造は都市活動の中心地、交通ネットワーク、水資源関連インフラのネットワーク、そして都市施設のネットワークで構成されるものとしている。汚水処理システムは都市施設に含まれ、その構築については以下の方針が示されている。

- ・ 汚水処理システムの開発は、雨水排水システムを段階的に分離することで実施される。
- ・ 汚水処理システムの開発は、上水の代替源の開発として方向づける。
- ・ 汚水処理システムの開発は、産業廃水処理と生活廃水処理を含む。
- ・ 産業廃水処理の開発は、産業廃水が周囲の水路へ放流される前の、共同処理施設もしくは個別処理施設の開発として実施される。
- ・ 生活廃水処理の開発は、集中処理システム、共同処理システム及び個別処理システムからなる。
- ・ 生活廃水処理の開発は、州の中心部を優先ゾーンとする。
- ・ 汚泥処理施設の開発は、Pulo Gebang（東部）、Duri Kosambi（西部）及び南部で実施される。

空間計画 2010 においては、汚水排水システムの将来計画のうち、処理区（集中処理システム、共同処理システム及び個別処理システムの範囲）と汚水処理場の位置が、1991 年汚水管理マスタープランにもとづいて示されていたが、結果的に計画が実現されることはなかった。一方、空間計画 2011-2030 では、将来の汚水処理場の位置や処理区の計画図は示されていない。空間計画局によれば、汚水処理場の位置が周辺の土地取引等に大きく影響することから、空間計画には詳細な情報を含めず、これをセクター別のマスタープラン（すなわち、本プロジェクトにより策定される汚水管理マスタープラン）に委ねることとして、将来の汚水処理場の位置や処理区の計画図を空間計画 2011-2030 には含めなかったとのことである。また、空間計画 2011-2030 は、2011 年 8 月に州議会で州令として承認され、すでに施行されていることから、時間的にも本プロジェクトの提案内容が空間計画に反映される余地はない。したがって、将来の汚水処理場の用地を含め、本プロジェクトで提案される汚水排水システムが、空間計画 2011-2030 で示されることはない。

### 3) 汚水管理のための土地利用区分

1991 年汚水管理マスタープランでは、土地利用区分を住宅、商業・業務、工業及びその他の 4 区分で計画策定を行っており、この汚水管理のための土地利用区分は、本プロジェクトにおいても同様とする。空間計画 2011-2030 で示される州レベルの土地利用計画図の区分ではこの 4 区分に集約できないため、市レベルの土地利用計画図を用いて上記 4 区分に集約した。表 C1-2 に、空間計画の土地利用区分と汚水管理のための土地利用区分を対比した。

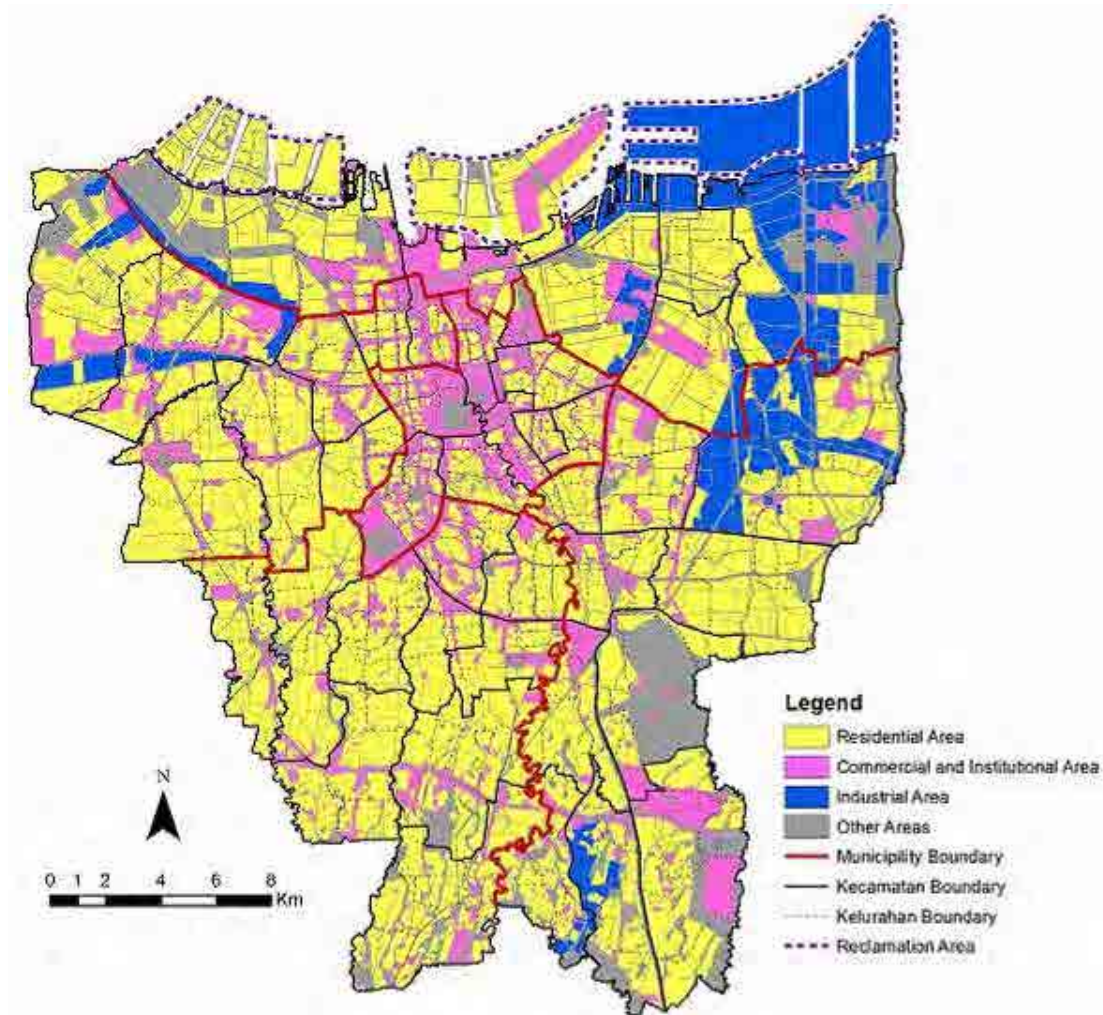
**表 C1-2 空間計画の土地利用区分と汚水管理のための土地利用区分**

空間計画 2011-2030 の土地利用区分	汚水管理のための土地利用区分
低密度住宅地	住宅
中・高密度住宅地	
行政施設	商業・業務
外国政府施設	
低密度商業地区	
中・高密度商業地区	
工業地区	工業
保全地区	その他
緑地・空地	
内陸水面（河川、湖沼等）	
道路	

出典：DKI Jakarta RTRW2030 より JICA 専門家チーム作成

#### 4) 土地利用計画

図 C1-1 は、空間計画 2011-2030 の市レベルの土地利用計画図を、汚水管理のための 4 つの土地利用区分（住宅、商業・業務、工業、その他）に集約して再描画したものである。



出典：DKI Jakarta RTRW2030 より JICA 専門家チーム作成

図 C1-1 土地利用計画（2030 年）

北部沿岸の埋め立て区域は、その事業計画は未定であるものの、土地利用の方向性については 2030 年空間計画で示され、上図のとおり、東部、中央部及び西部の 3 つに大きく分けられる。東部は、本土の土地利用と連担して、工業系（工場、倉庫など）の土地利用計画となっている。また、中央部は住宅地と商業・業務系の土地利用で構成され、西部は住宅地専用の埋め立てとなっている。

本土の土地利用計画については、工業系の土地利用を北部と西部に集約し、商業・業務系の土地利用もまた、幹線道路沿線のリボン開発を緩和して面的な集約が図られている。表 C1-3 に、2007 年の現況土地利用と 2030 年の将来土地利用計画を示す。

表 C1-3 土地利用現況（2007年）と土地利用計画（2030年）

土地利用区分	2007年		2030年 <sup>1)</sup>	
	面積 (Ha)	割合 (%)	面積 (Ha)	割合 (%)
住宅	34,360.0	53.4	33,378.5	51.9
商業・業務	10,533.6	16.4	9,246.3	14.4
工業	4,670.8	7.3	5,065.9	7.9
その他	14,727.8	22.9	16,601.5	25.8
合計 <sup>2)</sup>	64,292.1	100.0	64,292.1	100.0

注：1) 土地利用面積の比較のため、2030年の北部埋め立て地区の面積は含まれていない。  
2) 土地利用現況（2007年）及び土地利用計画（2030年）ともに紙地図から GIS データを構築したため、ジャカルタ本土の面積は公式面積（BPS-Jakarta in Figure 2010）の 65,363 ヘクタールとは異なる。

出典：Land Use in 2007 及び DKI Jakarta RTRW2030 より JICA 専門家チーム作成

2030年の土地利用計画は、2007年の土地利用現況と比べて、住宅系が 53.4%から 51.9%に、また商業・業務系が 16.4%から 14.4%にそれぞれ減少する一方で、工業系の土地利用が若干増加し、また、その他の土地利用が 22.9%から 25.8%に増加する。これらは、既存住宅の高度化利用を図って他の土地利用（緑地や工業用地）に一部転換し、また、幹線道路沿いのリボン開発の緩和を図っていることなどに起因している。

### C1.3 プロジェクト対象地域における将来人口予測と分布

プロジェクト対象地域である DKI Jakarta の現在人口及び将来人口については、以下のような複数の機関が実施したデータが存在している。

1. インドネシア統計局（BPS）が実施した国勢調査に基づくデータ
2. インドネシア統計局（BPS）が毎年発行している統計年鑑
3. DKI Jakarta 人口局が集計したデータ
4. 国家社会経済調査によるデータ
5. DKI Jakarta 空間計画局が新規空間計画策定において適用したデータ

2010年のデータを例にとって見ると、表 C1-4 のように、大きく値が異なっている。

表 C1-4 「イ」国の複数機関による人口データ比較（2010年）

No.	データの種類	2010年の人口	備考
1	BPS が実施した国勢調査	9,588,200	
2	BPS が毎年発行している統計年鑑	7,638,562	未登録人口（スラム地域など）が含まれていない。
3	DKI Jakarta 人口局	8,528,216	
4	国家社会経済調査	9,357,430	
5	DKI Jakarta 空間計画局	9,738,880	空間計画 2030 年に適用

出典：「イ」国関係機関から入手したデータより JICA 専門家チーム作成

DKI Jakarta 側と協議した結果、DKI Jakarta が現在作成している 2030 年を目標年次とした新規空間計画との整合を図るべきとの結論に達し、同空間計画で適用されている現在人口及び将来人

口に従うこととする。空間計画で適用されている、セリブ諸島を除く DKI Jakarta 各市別の現在人口及び将来人口（2010年～2030年）は、表 C1-5 のとおりである。なお、DKI Jakarta の DGSP によれば、DKI Jakarta の人口は 2030 年には飽和状態に達するとしている。

**表 C1-5 DKI Jakarta の人口予測（人）**

年 市	2010	2015	2020	2025	2030
南ジャカルタ	2,280,406	2,352,822	2,598,275	2,736,680	2,869,321
東ジャカルタ	2,585,628	2,768,408	2,844,145	2,932,867	3,059,916
中央ジャカルタ	952,635	1,032,834	1,041,686	1,129,759	1,163,800
西ジャカルタ	2,345,524	2,520,770	2,807,023	2,989,373	3,211,959
北ジャカルタ	1,554,003	1,853,854	1,993,032	2,205,298	2,360,286
5市合計	9,718,196	10,528,688	11,284,161	11,993,977	12,665,282
ジャカルタ市面積 (ha)	64,292	65,613	66,933	68,253	69,573
セリブ諸島を除くジャカルタ市人口密度 (人/ha)	151	160	169	176	182

注) 上記人口は、ジャカルタ特別州空間計画の Academic Manuscript からのデータである。F/S の際には、さらに多くの情報を基に再検討すること。

出典：DKI Jakarta 空間計画局

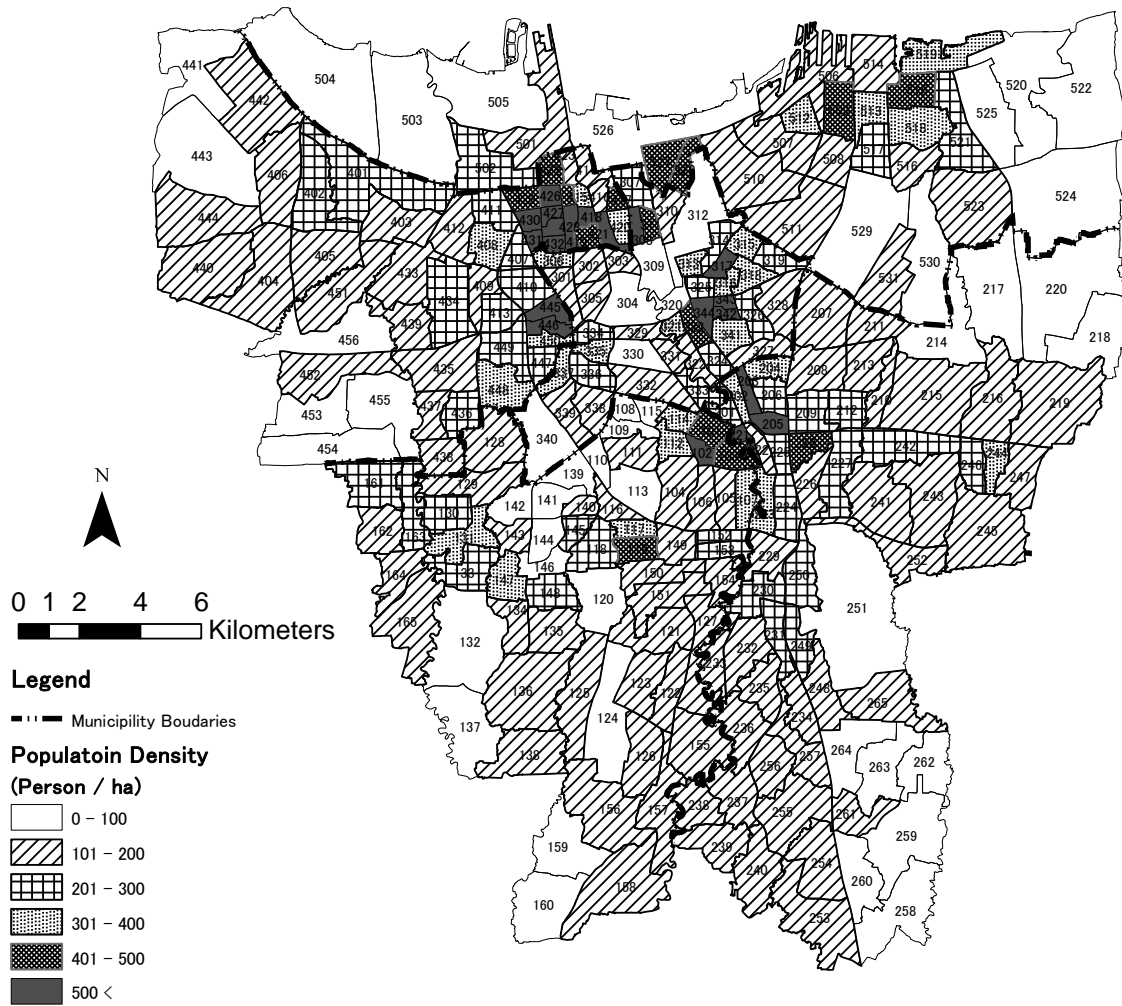
また、各市の人口密度は、表 C1-6 に示すとおりである。セリブ諸島を除く DKI Jakarta（5市）の人口密度は 2030 年で 182 人/ha となり、日本の東京（23区）の人口密度 140 人/ha（2010年）を大きく上回る過密都市となると予測されている。

**表 C1-6 DKI Jakarta の人口密度予測**

年 市/県	2010	2020	2030
南ジャカルタ	158	179	198
東ジャカルタ	140	153	165
中央ジャカルタ	199	218	243
西ジャカルタ	187	224	257
北ジャカルタ	111	120	123
5市平均	151	169	182

出典：DKI Jakarta 空間計画局

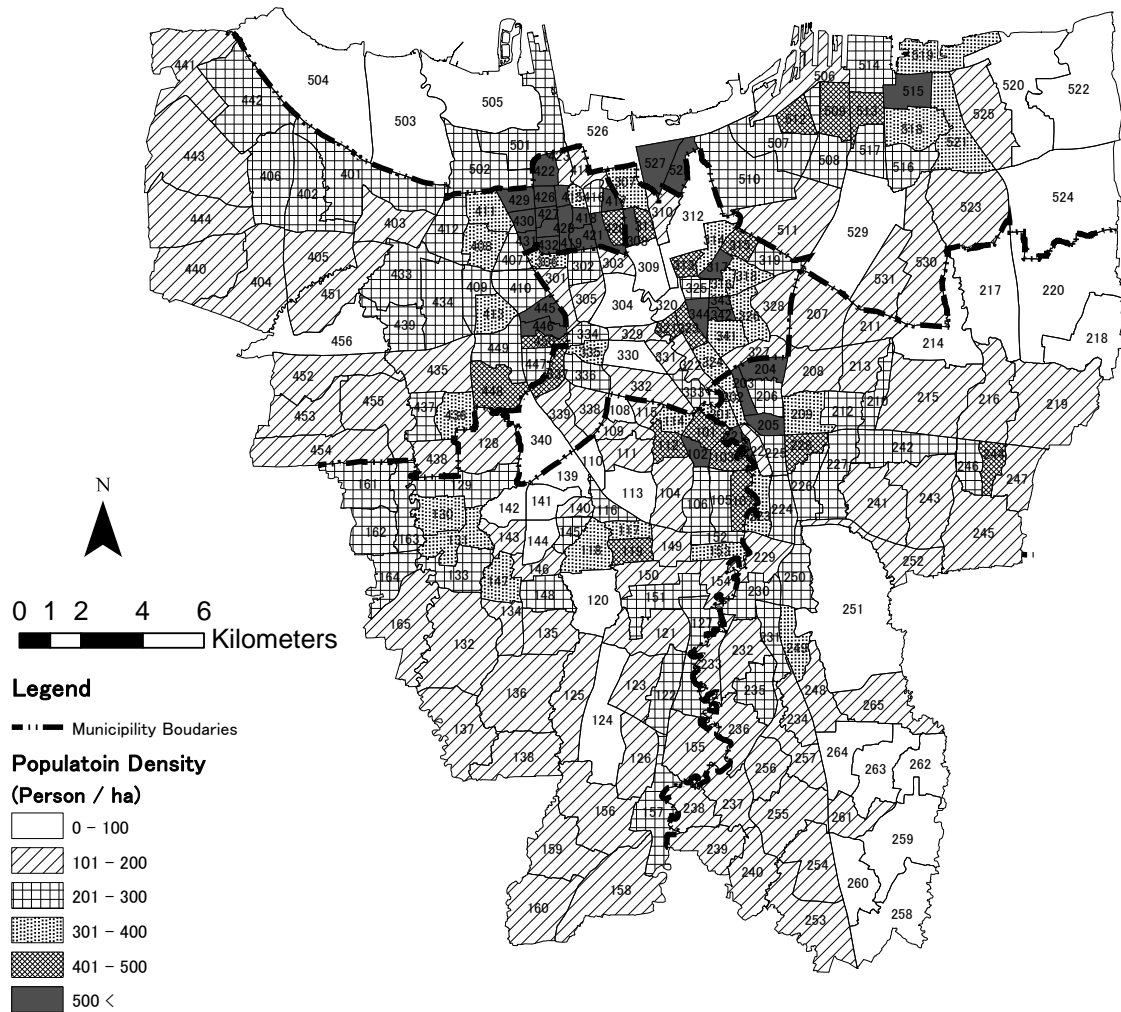
2010年、2020年及び2030年における町（Kelurahan）レベルの人口密度分布は、図 C1-2～図 C1-4 に示すとおりである。



出典：DKI Jakarta データより JICA 専門家チーム作成

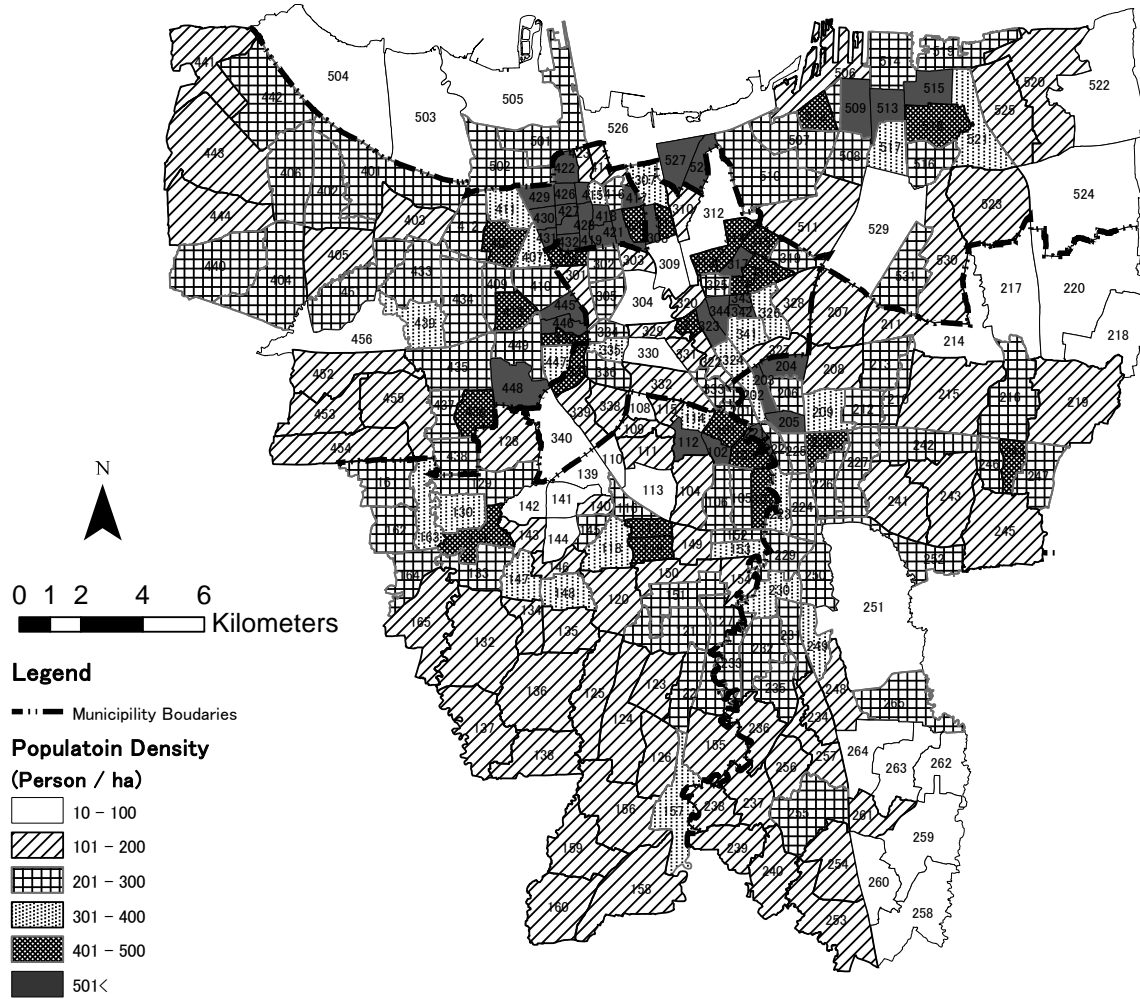
図 C1-2 DKI Jakarta の人口密度分布 (2010 年)





出典：DKI Jakarta データより JICA 専門家チーム作成

図 C1-3 DKI Jakarta の人口密度分布 (2020 年)



出典：DKI Jakarta データより JICA 専門家チーム作成

図 C1-4 DKI Jakarta の人口密度分布（2030 年）

#### C1.4 下水道普及率

下水道普及率は、一般に下水道処理人口普及率のことをいうが、その定義は、以下のとおりである。

$$\text{下水道処理人口普及率 (\%)} = \text{下水道処理人口} / \text{行政人口} \times 100$$

ここで「下水道処理人口」とは、下水道へ生活排水を排除できるようになった人口のことである。本 M/P では、「イ」国側から提案があった「施設整備率」と呼ぶことにし、下水管渠への排水の環境にある人口比率で表す「下水サービス普及率」と分けて定義する。

以下、「施設整備率」と「下水サービス普及率」の2つの普及率について詳述する。

##### (1) 施設整備率

施設整備率は、以下のように定義される。

◆ 計画汚水量に対する、下水道処理場の処理能力の割合

施設整備率は、以下の式で算定する。

$$\text{施設整備率 (\%)} = \text{建設された下水処理場の処理能力 (m}^3\text{/日)} \div \text{DKI Jakarta の当該年度における計画汚水量 (m}^3\text{/日)} \times 100$$

(2) 下水道サービス普及率

下水道サービス普及率は、以下のように定義される。

◆ 当該年度における行政人口に対する、下水道サービス人口の割合

下水道サービス人口は、以下のように定義する。

◆ 下水道サービスが受けられる環境にある人口（下水管渠に排除できる人口）

は、下水道サービス普及率は、以下の式で算定する。

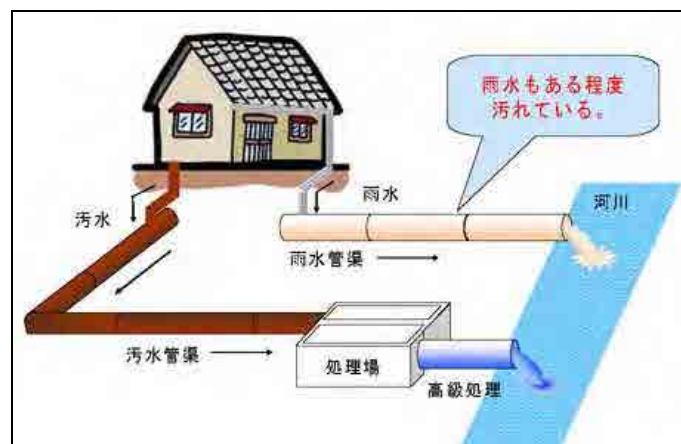
$$\text{下水道サービス普及率 (\%)} = \text{下水道サービス人口(人)} \div \text{DKI Jakarta の当該年度での行政人口 (人)} \times 100$$

C2 設計に係る基本事項

C2.1 下水収集システム

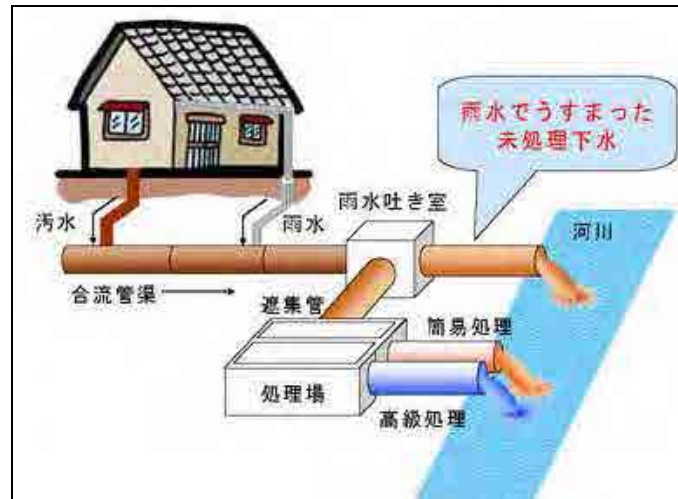
(1) 分流式と合流式

下水（雨水+汚水）の収集システムとしては、分流式下水道と合流式下水道の2つのシステムがある（図 C2-1 及び図 C2-2 参照）。両システムの長所と短所は、それぞれ表 C2-1 に示すとおりである。



出典：静岡市下水道計画課ホームページより抜粋

図 C2-1 分流式下水道の概念図



出典：静岡市下水道計画課ホームページより抜粋

図 C2-2 合流式下水道の概念図

表 C2-1 下水収集システム（分流式と合流式）の長所・短所

下水収集システム	長所	短所
分流式下水道	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 汚水は、雨水と分離して排除され下水処理場で処理されるので川や海への汚水の流出がない。</li> <li>✓ 既存の雨水排水路が利用可能な場合は、汚水管だけの敷設で済むので建設費が安くなる。</li> <li>✓ 下水処理施設の容量は、汚水のみを対象とするので小さくて済む。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 汚水管、雨水管の2本を敷設するところでは、合流式に比べ建設費が高くなり、道路が狭いところや、ガス管や水道管などの他の事業の地下埋設物と競合しているところでは施工も難しい。</li> <li>◇ 降雨初期に、道路面に付着した汚れや大気汚染物質などが洗い流され、雨水と共に川や海に流される。</li> <li>◇ 汚水管の管渠継手やマンホールから雨水や地下水が侵入したり、宅地排水や路面排水を汚水管へ誤って接続した場合、管渠の流下能力や下水処理能力の超過をきたす恐れがある。</li> </ul>
合流式下水道	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 汚水管、雨水管を敷設する完全分流式に比べ、管渠が1本で済み建設費が安くなる。</li> <li>✓ 管渠が1本で済むので、ガス管や水道管などの他の地下埋設物との競合が少なくなり、分流式に比べ施工が比較的容易になる。</li> <li>✓ 排水設備から公共下水道までが1本であり、管渠系統が分流式より単純になり、維持管理がしやすくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 雨天時に、雨水の量が汚水の量に比して一定以上の倍率になると、雨水吐室などから川や海に放流され、水質汚濁の原因になりやすい。</li> <li>◇ 管径が大きく、勾配も小さくなるため、雨天時には管内に汚濁物が堆積しやすい。</li> <li>◇ 雨天時には、下水処理場への流入水が汚水のほかに一部雨水が加わるため、処理水量が多くなる。</li> </ul>

出典：JICA 専門家チーム作成

## (2) DKI Jakarta における雨水排水整備計画の現状

DKI Jakarta の雨水排水計画に関しては、MPW によるジャカルタ特別州排水マスタープラン（以下、排水 M/P という）と、JICA の技術協力プロジェクト（技プロ）として実施中の「ジャカルタ

首都圏総合治水能力強化プロジェクト」があり、これらのプロジェクトと連携する必要がある。これらプロジェクトの概要は、下表のとおりである。

**表 C2-2 DKI Jakarta における雨水排水プロジェクトの概要**

No.	プロジェクト名	概要
1	ジャカルタ特別州排水マスタープラン	25年確率洪水に対して、全ての流量を表面排水路とポンプ場で排水する計画を策定する。
2	ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト	DKI Jakarta の一部低平地流域で、河川から離れたところの窪地等で洪水が氾濫・湛水する現象があり、それを解消するため、雨水排水管渠の必要性を検討する。

出典： JICA 専門家チーム作成

本来、下水道整備計画は、雨水排水整備計画と合わせて、総合的な水環境改善計画として策定されることが理想であるが、本改定 M/P では、上記の雨水排水計画と時間的なずれがあり、これらプロジェクトの成果を反映できない。したがって、本改定 M/P では、汚水のみを扱うこととした。

F/S 段階においては、上記排水 M/P の内容を精査し、F/S 対象地域の雨水が表層排水のみでは排除できない場合、雨水排水管渠の整備も検討対象に含めるものとする。

### (3) 下水収集システムの選定

分流式及び合流式下水道には長所と短所があるが、表 C2-2 の雨水排水計画の現状、及び下記の理由を考慮して、本改定 M/P においては、分流式下水道を適用することとする。

- DKI Jakarta では、排水路が 1ha 当たり 100～150m の密度で道路脇に整備されており、雨水排水路として利用可能である。
- DKI Jakarta の空間計画 2030 の用途規定において、雨水と汚水を分離して処理することが求められている。（「C1.2 将来土地利用計画」参照）

一方、分流式下水道が整備される過程において、以下のような問題が想定される。

- ◆ 一部地域を除き、雨水によるフラッシングにより、汚水と雨水の混合排水が小規模排水溝等を通じて河川に流入する。
- ◆ 汚水管網完成まで長期間かかるため、その間は、汚水雨水合流システムの改善がなされず、状況がさらに悪化する可能性がある。
- ◆ 下水管理者が汚水のみを扱うことにより、小規模排水溝等の水質管理責任が不明確になり、分流システムに接続しない汚水や SS の流入が放置される危険性をはらんでいる。

これらの分流式の課題を段階的に解決しながら整備を実施していくために、オフサイトについては、短期的には汚水幹線を優先的に整備しつつ、面整備（2次、3次管渠）の整備を早期に実施する必要がある。

## C2.2 処理方法

DKI Jakarta の下水処理場の処理方式を選択及び設計する際には、現状の課題及び将来の改良・

拡大を考慮する必要がある。他の途上国の主要都市と同様に、ジャカルタ市も急速な発展をしており、深刻な課題に直面している。下水処理場は大きな投資を必要とする施設であるが、ジャカルタ市の約一千万もの人々の健康と生活に深く関連する水環境と衛生を向上させるために欠かすことのできないインフラでもある。よって、下表のように、下水処理場の計画・設計には、現在もしくは将来のあらゆる課題を検討する必要がある。

**表 C2-3 DKI Jakarta の下水処理場の計画・設計における検討事項**

No.	項目	検討事項
1	使用可能な土地	DKI Jakartaでは使用可能な土地がほとんどない。よって、処理に必要な土地面積は可能な限り小さくし、使用可能な土地は最大限に有効活用する必要がある。
2	流入水質	流入水質は極めて良くない。長期的には、水環境を保持するために、厳しい排水水質基準が必要である。短期的には、現在の排水基準を考慮し、下水処理場の処理方式を選択及び設計しておき、将来に技術改良が可能なようにする。
3	処理水質	短期的には、下水処理場の処理方式を選択及び設計には、既存の基準を考慮する。将来的に、技術改良が可能なようにする。
4	処理水の再利用	処理水を再利用することは、真水の大量貯蓄、収益を得ることによる運転管理を実施する機関の財政面の強化、水域への汚染削減、及び地下水の保全につながる。よって処理水の再利用が必要になったときに、技術改良が可能なようにする。
5	処理水の放流	自然及び社会環境に配慮した設計にする必要がある。
6	運転の信頼性	選択する処理技術は運転及び修繕が容易で、運転条件が広く信頼性のあるものとする。
7	実績	運転実施者に多くのトレーニング及び情報を供与でき、実績及び実施試験により世界的に通用する情報及び経験があるものとする。
8	ライフサイクルコスト	ライフサイクルコストは処理技術を比較するための有用な指標の一つである。ライフサイクルコストの算定には、土地、予算、初期投資、及び人的資源、エネルギー、薬品あるいは修繕費用等、運転管理に関するあらゆる投資を考慮する必要がある。

出典： JICA 専門家チーム作成

なお、処理方法の代替案及び処理方法の選定基準については、D6.1.5 に記している。

## C2.3 汚泥引き抜きと汚泥処理プロセス

### (1) 汚泥引き抜き

セプティックタンク等の小規模汚水処理施設から発生する汚泥の引き抜き作業（収集・運搬）は、バキューム車を利用して行われる。汚泥引き抜きの設計に係る基本事項をまとめると次のとおりである。

#### 1) セプティックタンク等からの汚泥引き抜き

セプティックタンク容量は、個人住宅の場合、おおむね  $1\sim 5\text{m}^3$  の範囲であり、2002 年の構造基準では 5 人槽で  $3.5\text{m}^3$  と規定されているが、詳細な実態は不明である。調査例では旧式のものにはコンクリート現場打ち構造で比較的容量に余裕があり、近年のものは、既製のコンクリートやプラスチック構造でコンパクト化されており旧式に比べて容量が少ない傾向がみられる。一方、汚泥収集車は、容量  $4\text{m}^3$  タイプが普及しており、1 日に収集が可能な件数は引き抜き作業及び汚泥処理施設までの運搬を考慮すると、2 件程度が限度と推測される。

汚泥定期引き抜き制度が導入された場合、例えば、引き抜き頻度が 3 年に 1 回、引き抜き量が 1 回当たり  $2\text{m}^3$ （定量）とすると、収集車 1 台当たり 1 日に最大 4 件程度の引き抜きを実施するこ

とが可能である。収集効率面では、汚泥処理施設までの運搬距離が問題となるため、施設の適正配備が必要となる。このため、現在の東西 2 施設に加えて南地区に 1 施設を新設することを提案する。また、収集効率を左右する因子として、他に中継基地の有無、住宅まわりの道路事情、幹線道路の交通事情、住宅内のセプティックタンク設置場所などが挙げられる。

汚水処理装置別の汚泥発生量原単位は、表 C2-4 に示すとおりであり、計画では本数値を用いて汚泥引き抜き量を試算しているが、実際には収集運搬効率により汚泥収集量が制限される可能性もある。なお、比較的規模が大きい店舗関係のセプティックタンクや事業系排水処理施設（事業者用、コミュニティ用）からも汚泥が発生するが、1 回当たりの引き抜き量が多量、濃縮程度にばらつきがあるなどの特徴があり、そのまま汚泥処理施設等に持ち込むと、機能に影響を与えることも考えられるので、事前に関係者間で調整する必要がある。

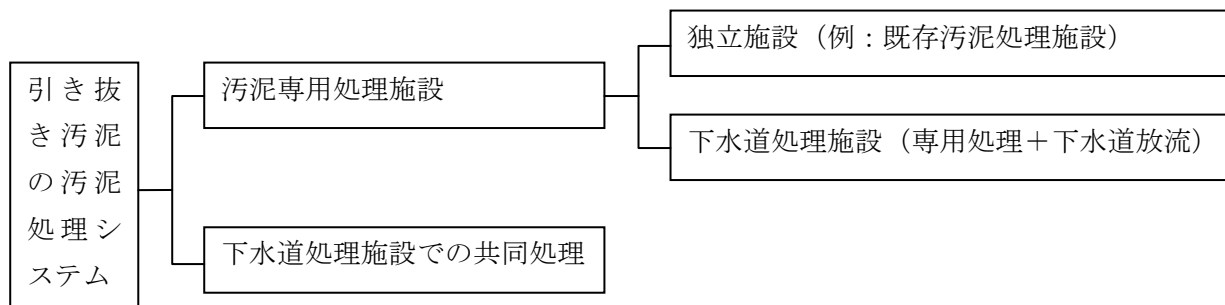
表 C2-4 汚泥発生量原単位

	汚泥発生量原単位 g-SS/人/日	汚泥濃度 %	引き抜き頻度
従来型セプティックタンク	2.5	1.5	1 回/3 年
改良型セプティックタンク	6	1.5	1 回/年
事業系排水処理施設	20.5	1.5	1 回/40 日

出典：JICA 専門家チーム作成

## 2) 汚泥処理システム

汚泥処理システムは、図 C2-3 に示すとおり、大きく専用処理施設と下水処理施設で共同処理する 2 ケースが考えられる。専用処理施設の整備には、自己完結型の独立した施設とする他、下水処理施設と連携して機能分担する方法があるが、後者の場合は汚水処理や運転管理の共通化が見込めるため、処理効率やコスト面でメリットがある。このため、新設汚泥処理施設は、下水処理施設と併設することを基本とする。なお、諸事情により独立した汚泥処理施設を整備する場合でも汚泥処理を主体に行い、汚水処理を最寄りの下水道管渠に投入して効率化を図る方法も考えられる。このように、汚泥処理施設の整備計画に際しては、下水道整備計画と整合させて効率的なシステムを選定する必要がある。下水処理施設に持ち込んで共同処理する場合は、収集汚泥を汚泥処理工程に投入して下水汚泥と混合処理する方法となるが、汚泥処理機能に影響を与えないよう収集汚泥を定量的に投入するなどの配慮が必要となる。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 C2-3 引き抜き汚泥の汚泥処理システム

## C3 建設資機材及び施工方法

### C3.1 下水管渠の材料

下水管渠の材料選定については、下記事項を考慮して決定する。

- 1) 各種荷重(内圧及び外圧)に対して十分安全な強度と良好な水密性を有していること。
- 2) 下水中の酸、アルカリ、気体、溶媒などに対して腐食、侵食されないこと。
- 3) 内面が円滑で粗度係数が小さく、損失水頭が少ないものであること。
- 4) 下水中の砂などによる洗掘などに対し摩耗抵抗の大きいこと。
- 5) 材料の継手が水密性と可とう性を有し、組み立てが容易であること。
- 6) 取付管や公設柵との取付けが容易で水密性が良いこと。
- 7) 軽量で据付け、取扱が容易であること。
- 8) 各種の管径が市場で用意され、一定の品質の材料が大量かつ経済的に入手できること。
- 9) 耐用年数と仕様実績の長いもの。

以上から、下水管渠に使用する主要管材としては、以下が挙げられる。

- ① 鉄筋コンクリート管
- ② 推進工法用鉄筋コンクリート管
- ③ 硬質塩化ビニル管
- ④ 強化プラスチック複合管
- ⑤ シールド工法で使用するセグメント
- ⑥ 陶管
- ⑦ ダクタイル鋳鉄管
- ⑧ 鋼管

これらの中で、通常使用される材料は、管径φ700mm以下では、一般的に施工性や経済性に優れた硬質塩化ビニル管と鉄筋コンクリート管が適用されている。一方、中大口径管φ800mm以上では、埋設が深くなることが多く推進工法による施工が大半を占めるため、推進工法用鉄筋コンクリート管が多くなっている。参考に現在の日本における管材のシェアは硬質塩化ビニル管と鉄筋コンクリート管が下水管渠総延長の約8割を占めている。

また、「イ」国内での材料生産の可否が施工費に大きく影響するため、「イ」国内のメーカー数社に確認を行った。2011年時点での調査結果を表C3-1に示す。このことから硬質塩化ビニル管、鉄筋コンクリート管、推進工法用鉄筋コンクリート管の使用を想定した。シールド工法で使用するセグメント(コンクリート製、鋼製等)については、現時点では「イ」国内での生産はされていない。シンガポール、中国、台湾、日本等からの輸入となる。

なお、組立マンホールにおいても製作しており、現場打ちマンホールより割高となるが、品質の信頼性、工程の短縮や交通渋滞の緩和が図れることから積極的な使用を提案する。

生産の可否については、生産中止等も考えられるため、事業実施には十分な材料調査を行う必



要がある。

表 C3-1 「イ」国内での生産されている主な下水管等の材料

種 別	管径等 (mm)	管 1 本の長さ (mm)
鉄筋コンクリート管	200~2,000	2,440
推進工法用鉄筋コンクリート管	450~2,000	2,430
硬質塩化ビニル管	150~450	4,000~6,000
硬質塩化ビニル直管と異形管（取付管に使用）	150~300	—
ダクタイル鋳鉄管	75~2,000	4,000~6,000
組立マンホール 1号、2号、3号	φ 1,000~1,500	—

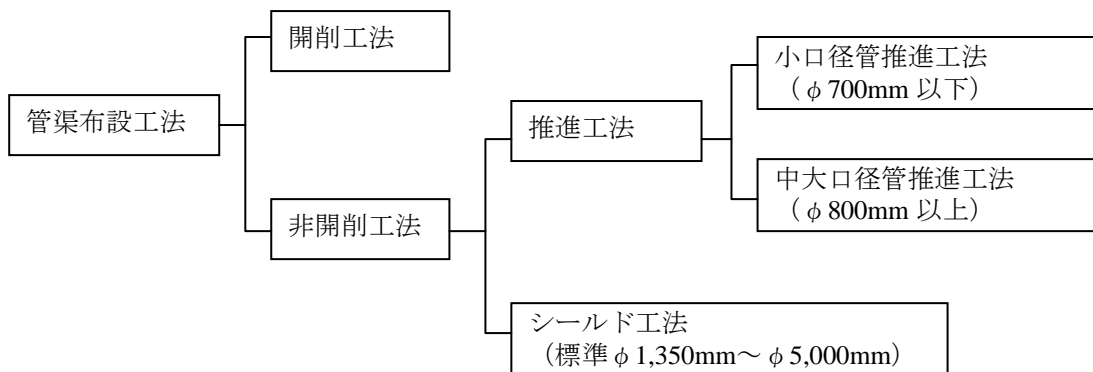
出典：「イ」国内メーカーのカタログ及び見積

## C3.2 管渠の施工方法

### C3.2.1 管渠布設工法の分類

一般に、管渠布設工法を分類する場合、「開削工法」、「推進工法」及び「シールド工法」の3工法に大別される。これらの工法の中から、経済性、施工性、安全性、維持管理性、施工時の周辺への影響、環境への配慮及び通過交通の対応を含めた総合適性を比較し、工法を選定することが必要である。

これらの工法の概要は、以下のとおりである。



出典：JICA 専門家チーム作成

図 C3-1 管渠布設工法の分類図

「開削工法」、「推進工法」及び「シールド工法」の3工法の概要については、S/R PART-C：C3 に示す。