

千葉市における下水道管路の老朽化対策

本号地域特集は千葉市を取り上げ、下水道事業の主要施策と管路の老朽化対策および地震対策の現況や今後の展開を中心にレポートする。Part I では椎名建之・下水道建設部長にインタビューを行い、下水道事業全般の取り組みや課題、今後の事業展開等についてお話を伺った。Part II では下水道管路の老朽化対策や耐震化、管路更生に対する考え方等を担当課諸氏に伺った。

Part I インタビュー

下水道事業の取り組み

建設局下水道建設部長 椎名建之氏

千葉市下水道事業の経緯・特徴

政令指定都市移行20周年、普及率は97.2%に

本市の下水道事業は、昭和10年に市中心部の中央地区47haの雨水排除を目的として事業着手したのがはじまりです。現在、公共下水道は中心部の中央処理区、北西部の印旛処理区、南東部の南部処理区の3処理区で実施されています。中央処理区は昭和43年に処理開始した合流（一部分流）式の処理区です。これに続き、印旛は昭和49年、南部は昭和56年に処理開始しました。中央、南部は浄化センターを有す



千葉市役所庁舎

る単独公共下水道、印旛は流域関連公共下水道です（表1参照）。

なお、これらの処理区が供用開始する前の昭和30年代、東京のベッドタウンなどとして市街地周辺部で大規模な団地開発事業が進みました。その一つ、大宮団地で昭和38年に稼動した大宮下水処理場が本市初の終末処理場です。ただ、こうした団地開発に伴う汚水処理施設は、後に下水道整備区域が拡大し各団地エリアまで管路が到達した時点で、維持管理効率等の観点から順次廃止されました。

下水道普及率は平成22年度末現在で97.2%です。また、公共下水道の最終目標は98.6%です。平成4年4月に政令指定都市に移行してから今年4月で20周年となりましたが、この間、積極的に下水道整備を行った結果、下水道普及率は20年前の68.2%から約29%アップしました。このように普及の面では高水準に達しましたが、今後はこれまで整備した下水道施設をいかに適正に管理し、また計画的に改築更新していくのが大きな課題になっています。

下水道事業の課題と主な取り組み

下水道事業中長期経営計画に基づき事業を推進

下水道事業の現状は、下水道普及率は前述の通り

表1 千葉市公共下水道整備計画（平成23年3月末現在）

区分	処理区名	全体計画			
		処理人口（千人）	処理面積（ha）	処理場（ヵ所）	管路延長（km）
単独公共下水道	中央	125.6	1,665	1	339
	南部	410.2	6,705	1	1,297
流域関連公共下水道	印旛	403.5	4,821	0	2,078
	計	939.3	13,191	2	3,714

表2 千葉市下水道事業中長期経営計画 行動計画（平成22～32年度）

施策名	事業費（億円）	事業指標や内容
生活環境の改善	29.8	32年度目標普及率 97.8%
浸水の防除	102.5	中央雨水貯留幹線事業、過去の浸水被害箇所のうち費用対効果1以上の事業 等
川や海の水質保全	170.2	合流式下水道改善率 4.1%⇒100%、高度処理人口普及率 34.5%⇒50.0%
資源の有効利用	21.7	消化槽の建設、消化ガス発電の導入 等
望ましい水環境	7.4	中溝水路の整備 等
管きよの改築更新	464.5	老朽化した管きよのみ改築更新を実施（改築更新対象248km）
処理場等の改築更新	441.6	施設の延命化と改築更新を実施（目標耐用年数を通常の1.7倍に高める努力）

高水準に達しましたが、雨水整備率は5年確率降雨で73.2%、合流式下水道の改善率は9.4%、高度処理人口普及率は35.3%で、これらの向上が課題です。また、処理水やバイオマスイエネルギーなど下水道資源や下水道施設の利用、水辺やせせらぎなど望ましい水環境の創出などにも取り組んでいく必要があります。さらに、経営面から見ると、老朽化施設の増大への対応、企業債未償還残高の増加への対応といった課題があります。

このため平成21年度、「千葉市下水道事業中長期経営計画」を策定し、現在、同計画に基づき事業を実施しています。

計画概要をご説明しますと、まず、背景には、膨大な資産の適正な管理と老朽化施設の計画的な改築更新といった課題があり、これには多額の投資を要するため、経営基盤の安定化が非常に重要になってきます。従って、経営基盤安定化のため、①投資効果による適切な事業選択、②経営リスクへの対応方針、③経営の合理化及び効率化、④下水道経営に関する利用者へのPR、の4つの視点で事業運営にあたることとしました。

このような経営理念を踏まえ、行動計画では建設投資の適正化を図ることとしています。平成22～32年度の11年間の総事業費は約1237億円で、特に管路の改築更新に464.5億円、処理場・ポンプ場の改築更新に441.6億円と、総事業費の73%に相当する約906億円を改築更新に投じることが大きな特徴と言えます（表2参照）。

平成24年度事業の概要

平成24年度については、建設改良費として、管路

整備に約32億円、ポンプ場整備に約14億円、処理場整備に約42億円、計約88億円を予定しています。近年、浸水対策や合流改善のための基幹施設として中央雨水貯留幹線、中央雨水ポンプ場等の整備を行ってきましたが、それらが23年度までで概ね一段落したことなどから事業費は抑制されています。

また、24年度事業の主な事業としては、中央・南部浄化センターやポンプ場、管路の改築更新、南部浄化センターの高度処理施設、ポンプ場や管路の耐震化、雨水対策などがあげられます。このほか、新たな取り組みとして、温室効果ガス削減のため、再生可能エネルギー利活用計画を策定します。

下水道管路の改築更新、耐震化

管路更生を積極的に活用

本市の下水道管路総延長は平成22年度末で約3600kmです。標準耐用年数の50年を超えるものは38kmですが、10年後には364km、20年後には821kmと大幅に増加する見通しです。本格的な改築更新時代を迎えることになりますので今後、その改築更新を最重要課題として取り組んでいく方針です。

本市では中心市街地の下水道管が築造後50年を迎えることや、工場地帯の道路に埋設された管が破損し道路陥没が発生したため、平成5年度から海浜部の工場地帯や中心部の改築更新事業に着手し、22年度までに約62kmを実施しました。この間、改築更新を計画的に実施していくため、平成13年度に下水道再整備課を新設して事業推進を図っています。また工事は、交通や地下埋設物などを考慮し、更生工



椎名建之（しいな・たてゆき）

昭和54年4月千葉市入庁（下水道第二課配属）。平成9年4月建設局土木部南部土木事務所維持建設課係長、15年4月千葉市都市整備公社事業課課長代理、19年4月建設局道路部街路建設課課長、20年4月建設局道路部特定街路課課長、22年4月建設局下水道管理部技監、24年4月建設局下水道建設部長。

法を積極的に採用しています。更生工法については、多種多様な方法があり、新技術が日進月歩であることから、工法選定の統一的な考えを図るため、平成18年に「千葉市管路施設の改築に関する設計マニュアル」を作成し、周辺環境、交通事情、埋設深度、劣化度等から、自立管（反転・形成工法）、複合管（製管工法）を採用することにしました。

管路の改築更新の実施方針と更生工法への期待

今後、築造後50年を迎える管路についてはカメラ調査を行い、老朽度に応じた改築更新を実施し、定期点検等を充実し、管路の延命化を図ることにより投資額の先送りや平準化を行っていきます。また、改築更新にあたっては、都市化等により能力不足となった管路の機能向上や、大規模地震時においても下水機能を確保するための耐震化を併せて実施していくことにしています。

下水道事業中長期経営計画では、平成22～32年度に築造後50年を迎える管路のうち、調査の結果老朽度が高いと判定された約248kmを事業対象に位置づけて改築更新を行っていきます。事業費は11年間で約464億円、年平均約42億円の規模で行いたいと考えています。ただ、これまでの実績では、この予定金額には届かない状況です。

このように、本市では今後も更生工事に対する需

要がますます増加する傾向にあります。こうした中で、更生工法に対しては一層のコスト削減と品質の向上をお願いしたいと思っています。また、更生工事では施工体制の充実と綿密な品質管理が不可欠であり、そのための技術者の育成が非常に重要な課題と考えています。業界の方には技術研修の場などできるだけ設けていただければありがたいです。

また、工事現場では安全管理の徹底をお願いします。他都市において数年前、ゲリラ豪雨による急激な雨量増加によって下水道管内作業員の命が奪われるという事故も発生しておりますので、雨天時の工事における安全対策については十分な周知徹底を図って作業にあたっていただきたいと思います。

今後の事業展開

「安心・安全なまちづくり」へ

今後の事業展開については、下水道事業中長期経営計画に基づいて実施していきます。特に市をあげて取り組んでいる「安心・安全なまちづくり」に向け、老朽化した下水道施設の改築更新と耐震化に積極的に取り組んでいきます。

耐震化に関してはこのほど、東日本大震災の教訓を踏まえ前計画を見直した「千葉市下水道総合地震対策計画」を策定しました。被災した液状化地区を中心に、重要な幹線等、マンホール、ます・取付管の耐震化、処理場、ポンプ場の耐震化を本年度から推進することにしています。また、被災時に避難所となる小学校等にマンホールトイレの設置を順次進めます。さらに、被災時の業務継続と迅速な機能回復を図るため、下水道BCPの策定に取り組みます。これらのほか、津波対策を考慮した下水道施設の検討もこれからの課題として取り組んで行く予定です。

一方、本市では汚泥を南部浄化センターで集約処理していますが、温室効果ガスの削減と資源の有効利用を図るため、汚泥消化タンクの増設や改築更新を段階的に進めています。現在、消化ガスは汚泥焼却施設の燃料として利用していますが、能力の増強によって消化ガスの余剰が発生すれば、消化ガス発電を行い、場内で使用する電力の一部を賄うということも考えています。さらに、下水道施設上部を活用した太陽光発電や処理水の放流落差を利用した小水力発電など、下水道の持つ再生可能エネルギーの利活用の検討を行っていきたいと考えています。

Part II

千葉市 下水道管路の老朽化対策、地震対策と 管路更生の考え方

千葉市では、下水道管路の老朽化対策を地震対策と併せて実施しており、管路更生も積極的に採用している。以下、管路ストックの状況、老朽化対策、地震対策の計画や進捗状況、今後の事業展開等について市からの提供資料と聞き取り取材を基にまとめた。

下水道事業概要と管路ストックの状況

◆下水道事業概要

千葉市では、行政区域面積の約48%にあたる1万3191haを公共下水道で整備すべき区域として全体計画を定め、中央、南部の2処理区の単独公共下水道、

流域関連公共下水道の印旛処理区の3処理区に分けて整備している（図1参照）。

全体計画概要はPart I 表1の通り。平成22年度末整備状況は、整備済み面積1万2180ha、処理人口93万2566人、下水道普及率は97.2%となっている。

◆管路ストックの状況

年度別下水道管路整備延長を図2に示した。整備延長の推移を見ると、中央処理区のみ整備していた昭和30年代中頃までは年間整備延長もそれほど多くなかったが、30年代後半の南部処理区の着手とともに年平均40km前後に増加。さらに印旛処理区に着手した40年代後半に60～80km／年に増加したこと

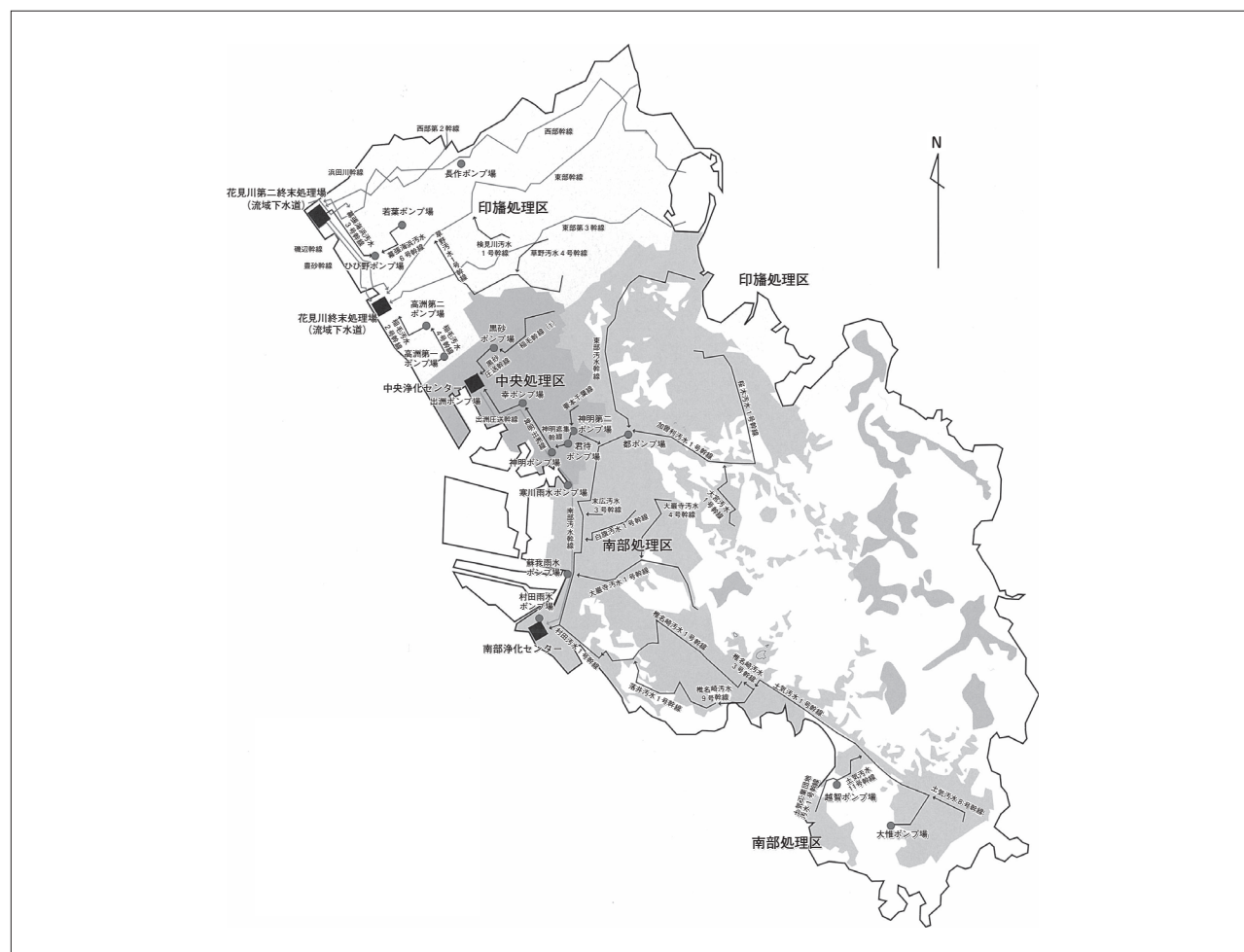


図1 下水道区域図

がわかる。その後、一時期減少するが、50年代後半に再び増加に転じ、平成4年の政令指定都市への移行後、平成8～13年度頃には160～180km／年を記録するなどピークを迎えた。現在、築造後50年を経過した管路は、年間整備量が少ない時代のもので、こうした老朽管が今後、加速度的に増加する状況が見て取れる。

下水道管路総延長は3608km（平成22年度末）となっている。処理区別内訳は中央処理区410.4km、南部処理区2048.4km、印旛処理区1148.8km。排除区分別内訳は、分流污水管が2602.2km、分流雨水管が717.1km、合流管が288.3kmとなっている（表3参照）。経過年別内訳は、50年以上経過管は38.4km、40年以上経過管は363.7km、30年以上経過管は821.0kmで、50年以上経過管のすべて、および40年以上経過管の過半は中央処理区にあることがわかる（表4参照）。管種別では、ヒューム管1901.0km、塩ビ管1703.3km、その他3.3km（図3参照）で、古くに設置されたものはすべてヒューム管である。

◆道路陥没の発生状況

下水道に起因する道路陥没については、平成16～20年度は年間50件程度発生していたが、21年度は24件、22年度は32件とやや減少している。これまでの陥没事例を検証すると、道路陥没は築造後30年以上経過した箇所で発生する割合が高く、また、本管と取付管の接続部、本管と人孔の接続部のズレ・接合不良が陥没原因となっているケースが多いという。

◆管路の維持管理の状況

下水道管路の維持管理については、管路点検は築造後20年を超える管路は目視点検、40年を超える管路は簡易カメラによる点検を実施している。目視点検は平成26年度までの計画延長が979kmで、これに対する23年度末実績は約203km、簡易カメラによる点検は26年度までの計画延長が約384kmで、これに対する23年度末実績は約258kmとなっている。また、計画的な業務とは別に、必要に応じて清掃や補修を行うことで適切な機能維持に努めている。近年の実施状況を表5に示した。

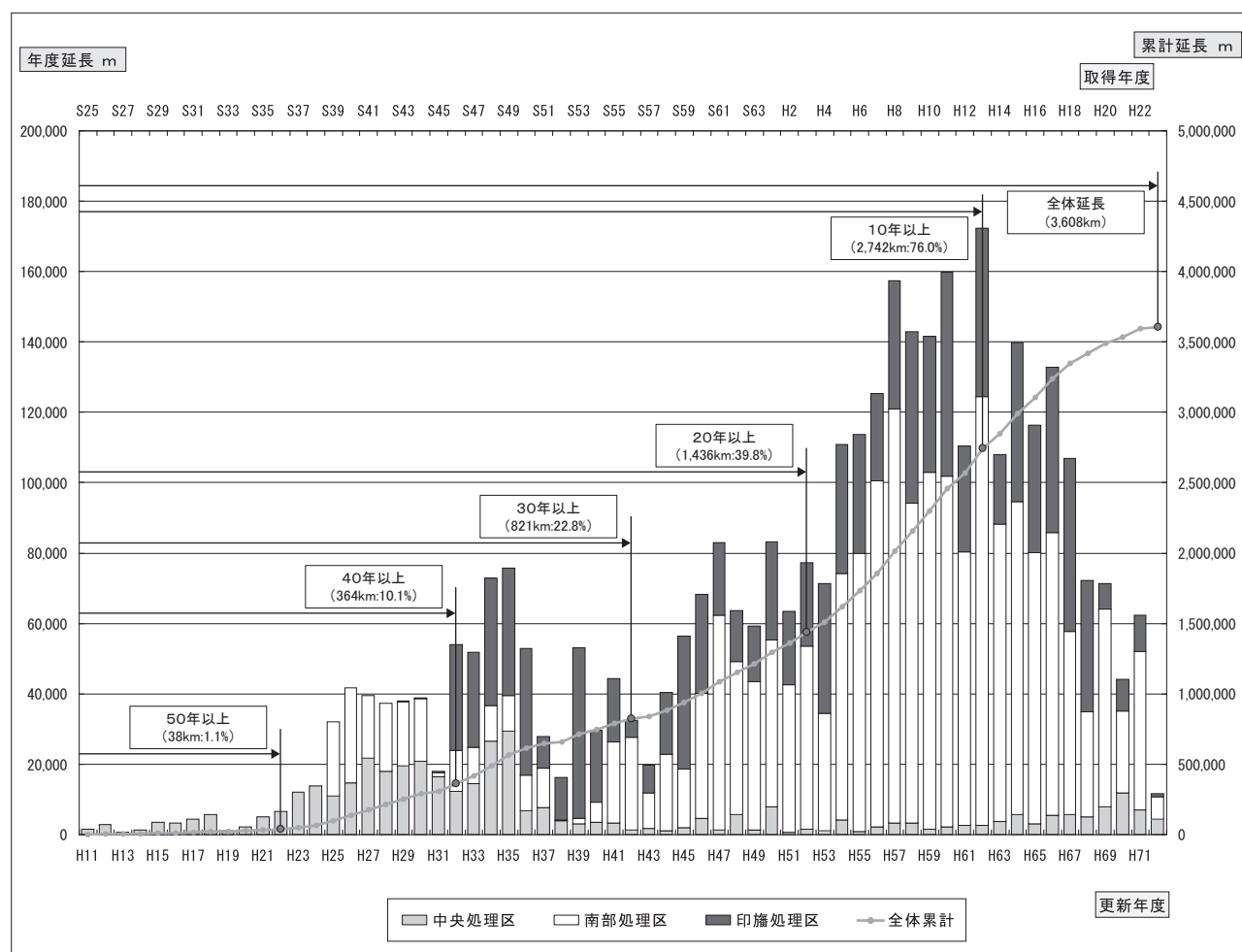


図2 年度別下水道管路整備延長（平成22年度基準）

表3 下水道管路ストックの状況（処理区別・排除区分別内訳）

単位：km

	中央処理区	南部処理区	印旛処理区	計
分流汚水	70.9	1630.5	900.8	2602.2
分流雨水	51.2	417.9	248.0	717.1
合流	288.3	0.0	0.0	288.3
計	410.4	2048.4	1148.8	3607.6

表4 下水道管路ストックの状況（経過年別内訳）

単位：km

	中央処理区	南部処理区	印旛処理区	計
50年以上	38.4	0.0	0.0	38.4
40年以上	198.7	134.0	31.0	363.7
30年以上	298.6	242.8	279.7	821.1

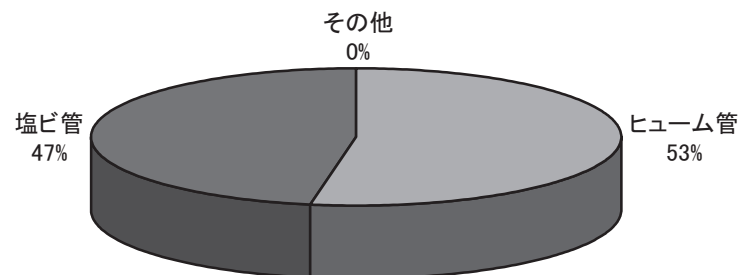


図3 下水道管路ストックの状況（管種別内訳）

管路の老朽化対策と地震対策

◆管路の老朽化対策

管路の老朽化対策については、従来は標準耐用年数を迎える管路が年間数キロと少なかったため、発生主義的な修繕や改築で対応してきたが、今後は昭和40年代後半からの大量整備時代の管路の改築期を迎えるため、計画的・効率的な改築更新を行う方針だ。そのため、年代の古い中心市街地の管路を対象にテレビカメラ調査等を実施し、老朽度を判断しながら、延命化を考慮しつつ事業を進め、調査・改築工事のサイクルを確立し、予防保全型維持管理へと転換を図っていくことにしている。

◆管路内調査の方法と結果の整理

管路内調査の方法は、供用年数や環境状況を基に詳細テレビカメラ調査を実施。そして、管内の腐食、管のクラック、浸入水や木根侵入などの状況を画像情報として記録している。

また、管の劣化判定は、①管の腐食、②上下方向

のたるみ、③管の破損、④管のクラック、⑤管の継手ズレ、⑥浸入水、の6項目について、劣化度A、B、C、の各々の箇所数により重み付けを行い点数化し、重み付けの数値により、緊急度Ⅰ（重度）、緊急度Ⅱ（中度）、緊急度Ⅲ（軽度）に分け、緊急度Ⅰについては、応急措置後、更生工法等による改良工事を実施する。緊急度ⅡおよびⅢについては既設管活用とし、5～10年経過後、再度テレビカメラ調査を行い、改良工事の必要性を判断することになっている。

◆改築更新工事における更生工法の実績

平成5年度以降の管路改築更新工事の実績を図4に記した。これを見ると、工事延長は年々増加しており、平成22年度は6km／年を超える施工延長を記録している。また、平成5年度から22年度までの工事総延長は約62kmで、その約9割に相当する54kmは更生工事である。

◆管路更生の考え方

前記の通り、千葉市では管路の改築更新工事にあたり、道路交通状況や周辺環境への影響を踏まえ、

表5 計画的な点検、および清掃、補修の状況

表5-1 計画的な点検の実施状況

	巡視点検（延長 km）	簡易カメラ点検（延長 km）
H20年度まで	—	175.0
H21年度	44.2	31.4
H22年度	80.6	19.9
H23年度	78.2	31.6
計	203.0	257.9

表5-2 市民要望による清掃、補修状況

	清掃（本管延長 km）	補修（箇所）
H21年度	15.6	158
H22年度	11.8	205
H23年度	13.3	220
計	40.7	583

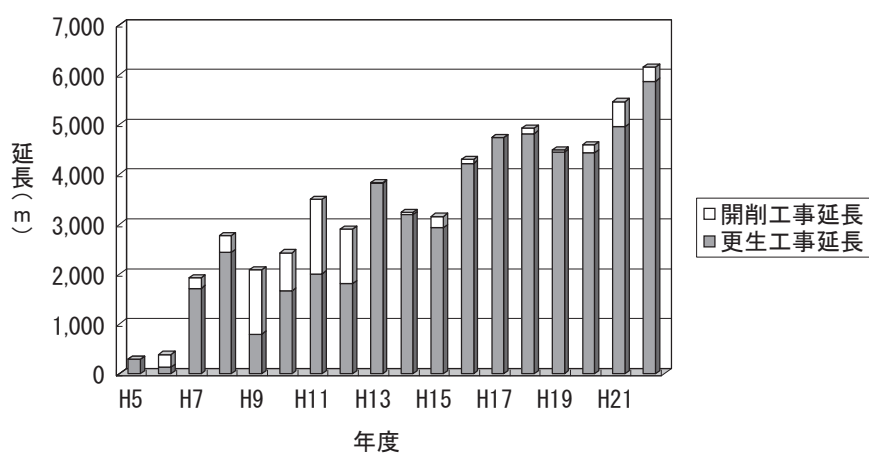


図4 下水道管路の改築更新工事実績

更生工法を多く採用している。開削工法を採用するのは、既設管路の①上下方向のたわみが更生工法の施工限界以上、②縦断勾配が逆勾配、③マンホール部での逆段差、の場合など一部に限定されるという。

更生工事の主なメリットとしては、①他の道路埋設物などから制約を受けることなく施工が可能、②既設管の破損、クラック、軽微な段差・ズレ等の修正も可能、③道路等の復旧工事が不要でコスト縮減が図れる、④建設残土および産業廃棄物等の発生量を最小限にし、環境への負荷削減が図れる一として

いる。
また、更生工法の採用にあたっては、工事に使用する材料の品質や規格等については、設計図書

の定めによるほか、(財)下水道新技術推進機構の「建設技術審査証明（下水道技術）報告書」の「審査証明の詳細」に記されている内容と同等以上としている。そして、更生管の築造にあたっての施工・品質および出来形管理については、「建設技術審査証明（下水道技術）報告書」の付属資料に示す「標準施工要領」、「管きょ更生工法の品質管理 技術資料」、および（公社）日本下水道協会の「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き（案）」（平成20年9月）により適正な管理を行うこととしている。さらに、平成23年12月に「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン（案）」が発刊されたことから、今後、本ガイドライン（案）に示す性能を備えることが求められるとしている。

◆下水道総合地震対策計画

また、管路の耐震化に向けては、国の下水道総合



老朽管の状況（施工前）



管更生後の状況（施工後）



管更生状況（管内）



管更生状況（管外）

地震対策事業を活用するとともに、事業の効率化の観点から、老朽度の著しい管路を優先して耐震化するなど、改築更新事業と整合を図りながら実施していく方針だ。

下水道総合地震対策計画については、従来の計画が平成23年度を最終年度としていたことや、東日本大震災で液状化被害が発生したことから、液状化地区を重点化するよう計画の見直しを行った。24年度からこの計画に基づき耐震化を進めていく。

同事業の計画期間は24～28年度の5年間。概算事業費は約163億円を見込み、そのうち約153億円と大部分を管路施設の耐震化に充てる（注1）。管路施設の対策としては、重要な幹線等の耐震化を86.1km（液状化地区:61.5km、液状化地区以外24.6km）、マンホールの耐震化を1150基（浮上防止、継手部可とう化）予定している。耐震化手法としては、これまでと同様、更生工法が中心となる見通しとしている。

◆更生工法に対する期待

千葉市下水道事業中長期経営計画において、老朽

管の改築更新が最重要課題として位置づけられており、今後、更生工事の需要は益々増加する見通し。そうした中での大きな課題は、本稿Part Iでも既出の通り、更生工事に携わる技術者の育成だ。そのため、更生工法業界には、技術研修のような機会の提供を期待している。また、技術的には、①更生管の品質管理の充実、②自立管きよの標準化（規格化）、③耐震性能の検証、④既設管強度の評価手法の確立、⑤更生管の検査や管理方法の確立、⑥硬化時間の短縮、などの課題の解消を期待している。さらに、小口径の更生工法の歩掛は制定されたが、機械損料や材料単価は更生工法の種類が多くばらつきがある。各工法から見積りを取りながら価格設定をするなど苦労している状況もあり、工法の統一化や集約による簡素化を期待するとしている。

（注1）この事業費は前出の下水道事業中長期経営計画に記載されている「管きよの改築更新費」（事業費464.5億円）に含まれる。