

東京都における下水道管きよの老朽化対策

地方公共団体における管きよ老朽化対策の現状や管きよ更生の考え方を地域ごとに紹介する「地域特集」。今回は、前号に続く関東地域の第2弾として東京都の取り組みを紹介する。

Part 1では、中村益美・技監にインタビューを行い、下水道事業の現下の主要施策および再構築事業の進捗状況や将来展開を中心にお話しいただいた。また、Part2では、建設部設計調整課の袞岩滋之・課長、馬場博・管路積算担当係長に管きよ再構築事業に絞り、計画概要や更生工法の採用状況等を取材した。

Part I インタビュー

下水道事業の取り組み

東京都下水道局 技監 中村益美氏

下水道事業の経緯、特徴

平成6年度に概成 再構築、浸水対策、合流改善等新たな課題に対応

東京の下水道は明治17年の「神田下水」に始まりました。それ以来120年の歳月を費やして平成6年度末、区部において100%普及概成を達成しました。それ以降は、区部下水道の約8割を占める合流式下水道の改善や、雨水浸透面積の減少等によって近年多発している都市型水害への対応、さらに今まで建設してきた施設の老朽化対応など、新たな課題への対応を進めているところです。

ご承知の通り、下水道は都民生活や都市活動を支える必要不可欠な都市基盤として、汚水処理による生活環境の改善、雨水排除による浸水の防除、公共用水域の水質保全など、安全で快適な生活環境の確保や良好な水循環の形成といった基本的な役割を担っていますが、近年ではこれらに加え、再生水の活用や下水汚泥の資源化、あるいは下水が持つ熱エネルギーの活用など、多様な役割を果たすようになってきました。

東京都は平成18年12月、「10年後の東京」を策定・公表しましたが、そこでは将来目指す姿として、「水と緑の回廊で包まれた、美しいまち東京の復活」や「世界で最も環境負荷の少ない都市、災害に強い都市の実現」などを掲げています。それに向けた具体的な施策として「カーボンマイナス東京10年プロジェクト」を立ち上げ、CO₂排出削減など環境に配慮した事業を積極的に推進しているところです。当局でもこの「10年後の東京」の実現に向け、昨年、平成19年度から21年度までの3ヵ年を計画期間とする「経営計画2007」を策定し、計画に基づき、老朽化施設の再構築や浸水対策、合流式下水道の改善、高度処理、地球温暖化対策などの施策を展開しているところです。

下水道事業の重点施策

「経営計画2007」に基づき事業展開

「経営計画2007」は、お客さまである都民の皆様や区市町村に具体的な施策の内容を明らかにするとともに、今後の事業を執行していく上での指針となるものです。ここでは、公営企業の特性である公

共性と経済性を最大限発揮し、最小の経費で最良のサービスを安定的に供給することを経営の方針としています。これにより安全で快適な都民生活や都市活動を支えるとともに、良好な水環境を創出することに努めていきます。また、下水道事業を通して地球環境の保全に貢献することを目標にしています。重点事業は、「老朽化施設の再構築」「浸水対策の推進」「合流式下水道の改善」「高度処理の推進」「地球温暖化の防止・エネルギーの有効活用」などで、これらによりお客さまの安全で快適な生活環境の確保や地球環境の保全を図っていくことにしています(表1参照)。

建設事業の主要な取り組みをいくつかご紹介いたします。まず、浸水対策については、1時間50mmの降雨に対応できるよう管きょやポンプ施設を整備するとともに、地下街等が発達し浸水危険度の高い地区を対象に対策を強化しています。浸水対策整備率は現在約58%で、整備スピードは1年に1%程度であり、整備完了までにはまだ多くの時間やお金を要します。

当局では、従来から「雨水対策クイックプラン」に基づき、特に浸水の危険性が高い地区に対して、早期に効果が現れる事業を進めてきましたが、この

クイックプランは今年度が最終年度となり、概ね目標を達成できる見通しになりました。一方、昨年、都市整備、建設、下水道の3局で「東京都豪雨対策基本方針」を策定し、対策を強化すべきエリアを選定し、幹線やポンプ所などの基幹施設を整備するとともに、地形等の地域特性を踏まえた対策を進めることにしています。

次に合流式下水道の改善ですが、合流式下水道は一定以上の雨が降ると、雨水で希釈された汚水やごみ等が公共用水域に流出するという問題があります。その対策として、降雨初期の特に汚れた下水を水再生センターに送水するしゃ集幹線の増強や降雨初期の特に汚れた下水を貯留する施設を整備しています。貯留した下水は晴天時に水再生センターで処理します。また、雨水吐口に水面制御装置などを設置して、ごみなどの流出抑制対策を実施しています。

さらに地球温暖化対策やエネルギーの有効活用も下水道の重要課題と認識し、その対策に積極に取り組むこととしています。下水道事業は環境保全・改善に貢献する事業ですが、一方で水処理、汚泥処理過程で膨大なエネルギーを消費し、汚泥焼却などで大量の温室効果ガスを排出しています。都の全事務事業活動で排出される温室効果ガスの実に43%は

表1 「経営計画2007」重点事業概要(区部)

目標	事業名	事業指標	事業費(2007~2009年度、単位:億円)
安全性の向上	老朽化施設の再構築	老朽化が著しい芝浦など4処理区の管きょの再構築、更生工法による再構築、主要設備の再構築 など	2,108
	浸水対策の推進	1時間50mmの降雨に対応する幹線、雨水ポンプの整備 など	684
	震災対策の推進	避難所などの排水を受け入れる管きょの耐震化、無注水形ポンプの導入 など	211
快適性の向上	合流式下水道の改善	降雨初期の特に汚れた下水を貯留する施設の整備 雨水吐口におけるごみ除去対策 など	175
	高度処理の推進	窒素、りんを除去する高度処理施設の整備	100
地球環境保全への貢献	地球温暖化の防止 エネルギーの有効活用	汚泥を高温焼却できる焼却炉の整備 など	29
	資源・空間の有効利用	発生汚泥の資源化、再生水の供給 など	24
事業の効率化	ソフトプランの推進	管きょ内光ファイバーの敷設、光ファイバー網を活用した遠方監視制御 など	47
	汚泥処理の効率化	汚泥の集約処理	112

下水道事業によるものです。また、東京電力が都内に供給する電力の約1%を下水道事業が消費しています。従って、エネルギーの大量消費者、温室効果ガスの大量排出者として、下水道事業はその削減が求められていますし、我々もその要請に答えていかなければならないと考えています。

地球温暖化対策の主要な取り組みとしては、水処理における電力使用量を削減するため、超微細気泡散気装置などの省エネ型機器を導入したり、汚泥焼却の高温化や汚泥炭化炉、ガス化炉の導入など、汚泥処理における温室効果ガス削減対策に取り組んでいます。

高温化については、施設の更新に合わせて、あるいは改良によって高温化に対応できる施設の整備を進めています。これは、汚泥焼却温度を従来の800℃から850℃に上げることで一酸化二窒素(N₂O)を大幅に削減する取り組みです。N₂OはCO₂の約310倍の温室効果があるとされていますので、これを削減することで、従来の汚泥焼却炉に比べ温室効果ガスを約7割削減することができます。また、汚泥炭化事業は下水汚泥を炭化して火力発電所で石炭の代替燃料として有効利用するもので、従来の汚泥焼却炉に比べ温室効果ガスを約8割削減することができます。汚泥ガス化炉は汚泥からガスを取り出して、それを乾燥工程等の燃料として利用するもので、こちらは汚泥炭化よりさらに温室効果ガスを削減できる技術です。

今後、焼却施設の更新にあたっては、できるだけ温室効果ガス削減などの付加価値が付けられる技術を導入することとしています。炭化炉やガス化炉はその点で有力な選択肢となります。但し、炭化事業は製造した炭化物を燃料として使用するユーザーが必要です。ガス化事業の場合は汚泥中の有機分が多いほうがガスを取り出すのに有利になります。こうした各技術の適性を踏まえ、導入していきたいと考えています。

そして、「経営計画2007」の期間中、事業費の約6割を充てて重点的に取り組むのが老朽化施設の再構築です。お客さまに将来にわたって安定した下水道サービスを提供するため、施設の延命化を図りつつ、計画的かつ効率的な再構築を推進していきます。

当局では、「再構築」という言葉を使っていますが、これは更新にあわせて機能・能力の高度化を図るという意味です。老朽化した施設は雨水排除能力の不足、耐震性能の不足、維持管理費やエネルギーの消



中村益美 (なかむら ますみ)

昭和25年7月生まれ(青森県八戸市出身)。日大工卒。昭和48年入都(下水道局第五建設事務所)。平成13年下水道局中部建設事務所長、平成14年同流域下水道本部技術部長、平成15年同建設部長、平成17年同計画調整部長、平成18年同流域下水道本部長、平成20年7月1日より現職。

費の増加などの問題を抱えていますので、更新にあわせてそれらの能力アップや省エネルギー化、さらに施設の上部利用などを進めていくことにしています。

さらにアセットマネジメント手法を導入し、ライフサイクルコストの最小化や事業費の平準化を行っていくことにしています。

これらのほか、維持管理事業では、巡視や点検など日常管理を充実させるとともに、計画的な補修を行い、道路陥没などをできるだけ発生させないよう予防保全を重視した維持管理を行い、良好な下水道サービスを提供していくつもりです。

下水道管きよの再構築

**芝浦など4処理区1万6300haが対象
47幹線を調査、16幹線を先行整備**

早くから下水道整備が行われた都心部の千代田区、中央区、台東区などは老朽管が多く、区によっては4割以上の管きよが法定耐用年数を超えているところもあります。そこで、これらの区を含む芝浦、砂町、三河島、小台の4処理区、1万6300haを対象に、平成7年度から再構築事業に取り組んでいます。経

営計画期間の3ヵ年で約1000haの整備を実施する予定ですが、21年度末の実施見込みで3200ha程度です。これからまだまだやっっていかなければなりません。

当局では、従来から道路陥没を未然に防ぐため、老朽化した枝線、取付管の対策を先行させてきました。テレビカメラ調査により管の状態を調べ、計画的に再構築を実施してきました。その結果、調査に関しては、枝線の約7割の調査が完了しています。

一方、幹線については、水位が高いあるいは流速が速いなどの理由により調査そのものが困難であることから対応が遅れていましたが、調査手法の改善を図るなどにより平成18年度から本格的な再構築事業に取り組むことになりました。法定耐用年数50年を経過した47幹線の調査が完了しており、その中で優先度が高い16幹線について概ね10年以内を目標に再構築を完成させる予定としています。

困難とされてきた幹線の調査については、昨年、民間企業と自走式テレビカメラ調査機を開発しました。これは、最大4000mm程度の管の調査が可能で、大部分の幹線の調査ができるようになります。一層効率的に調査を行えるようになると思っています。また、これら幹線の再構築は基本的に更生工法を活用し、水位を低下させることができない場合等は代替幹線や増補幹線を整備して対応することも合わせて実施していきます。

再構築事業は最小のコストで最大の効果を上げることが目標です。そこで、管きよの再構築において積極的に採用しているのが更生工法です。当局で更生工法がはじめて採用されたのは昭和61年度で、当初は維持管理事業での採用が中心でした。一方、

再構築事業では当初、基本的に開削工法が採用されていましたが、道路交通量や地下埋設物が多い東京の特性もありますし、道路を掘削すると近隣の住民の方にも迷惑がかかります。そこで、どうしても掘削しなければならないところ以外は内面被覆工法でいこうということになりました。非開削の更生工法は、コストが縮減できる、工期が短くて済む、建設発生土が削減できて環境に優しいなどのメリットがあり、再構築事業に欠かせない技術となっています。今後本格化する幹線再構築事業においては、年間約10km程度を更生工法で施工してしていきます。

更生工法の関係者に対してお願いしたいのはやはり品質の確保に努めていただきたいということです。目下、業界をあげて更生材の品質向上や施工技術者の技術力向上などに取り組んでいると伺っていますが、それらを継続し、品質管理、施工管理等に万全を期して頂きたいと思っています。

東京の下水道においては、再構築の対象となる管きよ、施設、設備は今後急増し、将来にわたって継続的な対応が必要と見込まれます。再構築の停滞によって、お客さまの生命、財産、都市活動に影響を及ぼすような事態が生じた場合、社会的損失は計り知れないものとなります。そのような事態に陥らぬよう、全国に先駆けて再構築に取り組み、重要な資産である下水道を適切に管理するために様々な施策を展開してきました。

今後もより一層、適切な資産管理に取り組むべく更生工法などの優れた技術を積極的に活用して、再構築を着実に推進し、首都東京の安全性、快適性の確保に努めていきたいと考えています。

Part II

東京都(区部) 下水道管きよの老朽化対策の現状と 管きよ更生の考え方

平成6年度の普及概成後、下水道施設の老朽化、多発する都市型水害、水環境の改善、大規模災害等への対応、地球環境保全や都市再生への貢献など、下水道の基本的な役割の確保と充実、および新たな課題への対応を図ってきた東京都。平成19年度には事業執行の指針として「経営計画2007」(計画期間：平成19～21年度)を策定し、現在、この計画に基づき事業展開している。以下、同計画の重点事業として進められている老朽化施設の再構築事業および震災対策事業の取り組みや管きよ更生工法の採用状況などを紹介する。

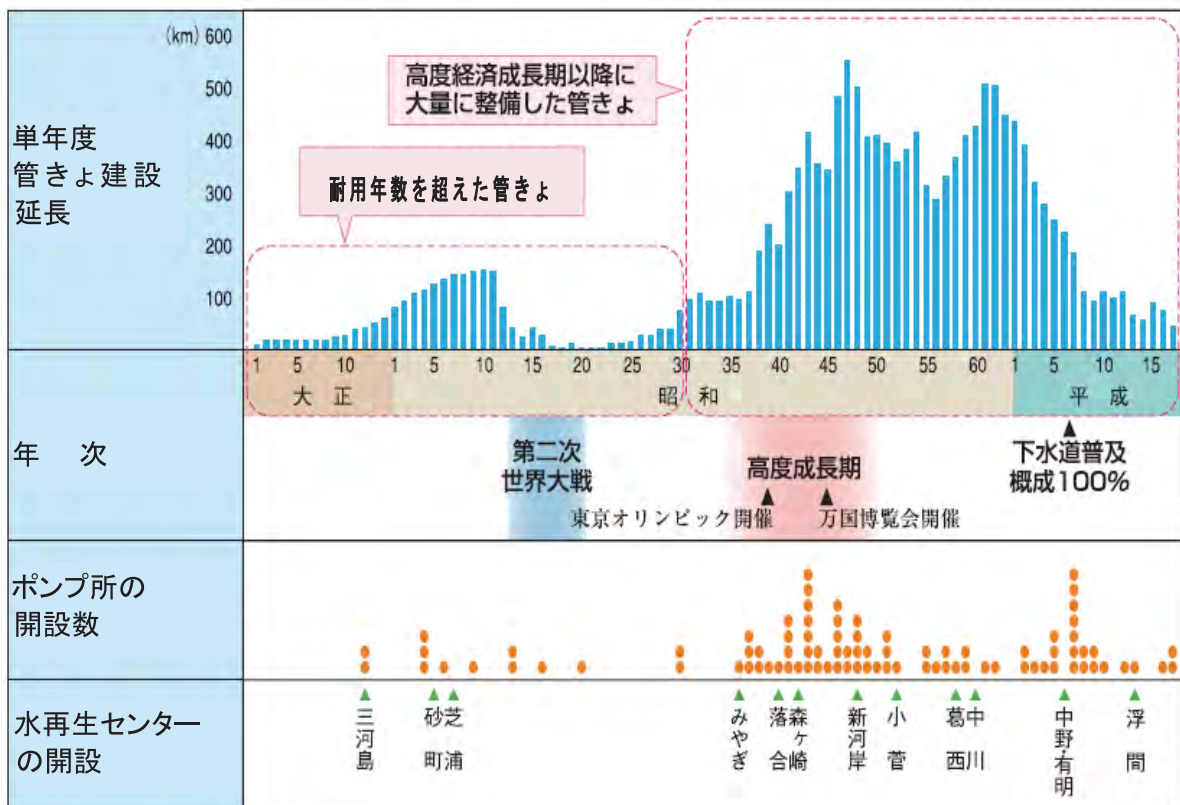
■下水道ストックの状況等

布設後50年を超過した管きよは約1500km

東京都区部の下水道事業は10処理区で展開されており、平成19年度末の下水道施設は、水再生センター13カ所、スラッジプラント2カ所、ポ

ンプ所82カ所。また、管きよ管理延長は約1万5700km、人孔約48万個、公設汚水ます186万個となっている。

管きよ管理延長約1万5700kmのうち、法定耐用年数50年を超過した管きよは全体の約10%にあたる約1500kmとなっている。都心区の管きよは特に老朽管の割合が多く、台東区、千代田区、荒川区は40%以上の管きよが法定耐用年数を超過している。また、これらに続き文京区、中央区、港区なども老朽管の割合が多い。一方、管きよ管理延長1万5700kmの半数超は高度経済成長期の昭和41年度から昭和60年度にかけて布設された管きよで、これらは平成28～47年度にかけて大部分が更新時期を迎えることとなる。従って、今後10年後までに更新すべき管きよは漸増し、15年後にはピークを迎えることとなる(グラフ1、表2参照)。



グラフ1 下水道管きよ建設延長

表2 管径別管きょ管理延長

管 径 (mm)	延 長 (m)
～ 250	6,159,397
～ 300	2,022,432
～ 350	1,106,188
～ 400	957,558
～ 500	616,184
～ 600	830,698
～ 700	585,897
～ 800	447,758
～ 900	310,196
～ 1,000	262,350
～ 1,200	416,299
～ 1,500	445,746
～ 2,000	619,342
～ 2,600	381,586
～ 2,800	83,483
～ 3,000	65,311
～ 3,500	124,144
～ 4,000	107,010
～ 5,000	101,588
計	15,643,167

※平成 19 年度末の下水道台帳システム (SEMIS) データ

■老朽化に起因する道路陥没や能力不足への対応

管きょの老朽化は道路陥没の発生をはじめ、さまざまな維持管理上の問題を引き起こす。下水道管きょに起因する道路陥没は平成 12 年度に約 1500 件以上発生していたが、平成 19 年度は 1040 件と減少傾向にある。ただ、件数は依然として多く、さらに対策を進めていく必要がある (表 3 参照)。

都は普及概成後の平成 7 年度から、道路陥没対策として老朽管の割合が多い都心部の芝浦、三河島、砂町、小台の 4 処理区、1 万 6300ha を第 1 期事業区域として再構築事業を進めている (図 1 参照)。また、これと並行して平成 12 年度から、「再構築クイックプラン」を策定し、道路陥没多発地区において老朽化対策先行整備の拡大を図り、効率的、経済的に枝線管きょの再構築を実施してきた。さらに、道路陥没は発生原因の多くを家庭と枝線管きょをつなぐ取付管が占めているため、道路陥没多発地区のうち下水道管きょ等の基幹施設の整備が進まないために再構築を実施できない地区で、取付管対策を重点的に実施している。

一方、老朽管の問題は道路陥没だけでなく、早くから下水道を整備してきた都心部では、雨水流出量

表 3 道路陥没件数の推移

年 度	道路陥没件数
平成 15 年度	759
平成 16 年度	1,105
平成 17 年度	1,090
平成 18 年度	893
平成 19 年度	1,040
計	4,887
年平均 (H15～19)	977

の増加により管きょの雨水排除能力不足も問題となっている。そのため、浸水対策の緊急性が高い地区を重点化し、地形等の地域特性を踏まえた効果的な対策を実施するとともに、更新に合わせて雨水排除能力の向上を図っている。

■管きょの点検・調査と再構築工法の選定

管きょ再構築の実施にあたっては、テレビカメラや目視による点検・調査を行っており、平成 19 年度末で区部管きょの約 66% にあたる約 1 万 400km の調査を実施し、法定耐用年数を超過した管きょの調査を完了した。都はこれらの調査情報をデータベース化し、管きょ内の損傷程度、数量等のデータ分析等、予防保全型の維持管理に活用している。

また、再構築工事の工法選定はこの点検・調査結果に基づいて行われ、健全な管きょは可能な限り活用することを前提としつつ、老朽度、排水能力、施工条件、経済性等を考慮し、管網全体の整備方法を検討して決められる。具体的には、再構築の手法として、①既設管活用管きょ、②更生管きょ、③新設管きょ (増補、バイパス)、④布設替管きょ、の 4 種類が採用されている。

■経営計画期間における再構築事業概要と実績

「経営計画 2007」では、計画期間の 3 年の総事業費 3750 億円の約 6 割を「老朽化施設の再構築」に充当し、老朽化した管きょや水再生センター、ポンプ所の再構築を進めている。管きょについては、前記の 4 処理区 1 万 6300ha を対象に、3 ヶ年で 1000ha の再構築を実施し、21 年度末累計を約 3200ha とする計画である。整備手法としては、管きょ更生工法による再構築や既設幹線の下水を切り替えるための新たな幹線整備などを行うこととしている (表 4 参照)。

また、幹線管きょについては、区部の全 386 幹線

(延長約1100km)の現況調査を行って調査情報をデータベース化するとともに、当面、法定耐用年数50年を経過した47幹線(延長約120km)を対象とし、再構築工事を進めていく方針である。平成18年度から、幹線について本格的な調査を実施しており、これまでに、法定耐用年数50年を経過した47幹線の調査は終了した。また、平成20年度末までに概ね全幹線の調査が完了する見通しとなっている。そして、この47幹線の中でも優先度の高い16幹線については、今後10年以内に再構築を完了させ、残り31幹線は老朽化の著しい区間を対象に再構築を実施することとしている。

平成15～19年度の再構築延長および管きょ更生

工法の施工延長(本管対応)は表5の通りである。再構築延長は年間平均で73km、管きょ更生工法の施工延長は年平均34kmで、再構築工事の概ね半数が管きょ更生工法を活用して行われている。また、管きょ更生工法の施工延長は年々増加傾向にあることもわかる。

■管きょ更生工法の活用

都で管きょ更生工法が初めて採用されたのは昭和61年度である。都と民間企業で共同開発した製管工法が補修工事で採用された。当初は小口径管きょへの適用に限られていたが、現在では技術開発が進み、大断面や矩形断面にも管きょ更生工法が採用さ



図1 年度別管渠布設と再構築整備状況

表4 管きょ再構築事業の事業指標（「経営計画2007」より抜粋）

事業	事業指標	18年度末 累計	19～21年度	21年度末 累計	目標値
老朽化施設の再構築	老朽化等が著しい芝浦など4処理区の管きょを再構築した面積（単位：ha）	2,183	1,000	3,183	16,300
	既設幹線の下水を切り替えるための新たな幹線の整備延長（単位：km）	16	4	20	70
	更生工法による再構築に着手した既設幹線数（単位：幹線）	10	3	13	47

表5 再構築延長および管きょ更生工法施工延長（本管対応）（平成15～19年度）

	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	計	年平均 (H15～19)
再構築延長（km）	78.9	73.9	68.6	73.9	70.1	365.4	73.1
管きょ更生工法施工延長 （km）	30.4	30.7	34.5	35.7	36.6	168.0	33.6

れるようになっている。

再構築工事では、道路交通や地元住民への影響を軽減するため、管きょ更生工法が数多く採用されている。経済性や施工性に優れ、掘削を伴わないため建設副産物が発生しないなど、環境への影響が小さいという特長も支持される理由となっている。

■管きょ更生工法の採用（認定）

都における管きょ更生工法の採用（認定）は、管きょ更生工法に係る設計の諸条件、必要とされる強度や性能、これを確認する試験方法等を定めた「技術評価基準」に基づいて行われ、これらの基準を満たす工法はまず「試行認定」となる。そして、「試行工事」で品質・出来形、施工性、安全性などが審

査され、一定の技術基準をすべて満たすことにより「正式認定」となる。いずれも、局長級職員を委員長に部課長級職員で構成される「下水道局技術管理委員会」において審議の上、承認される。

現在、本管対応として製管工法3工法（うち2工法は試行）、反転・形成工法8工法、取付管対応として反転・形成工法16工法が認定されている。

■震災対策と管きょ更生工法

都は今後、老朽化施設の再構築とともに、震災に対する危機管理対応を強化するため、下水道施設の耐震化も推進することとしている。管きょについては、避難所や災害拠点病院などの排水を受け入れる管きょや避難道路下などに埋設された管きょ等を対

老朽化した幹線の再構築



再構築前の幹線



更生工法による再構築後の幹線

象に、管きょとマンホールの接続部分の耐震化（可とう化）、マンホールの液状化対策（浮上抑制）、管本体の耐震化を段階的に進めていく。これに関して、(社)日本下水道協会に設置された「管路施設の更生工法に関する検討委員会」が平成20年9月、「管きょ更生工法の耐震設計の考え方(案)と計算例」などを発刊し、耐震設計の考え方や設計手法が示されたことから、これを踏まえ、局としての指針・基準等を策定していくこととしている。

■管きょ更生工法に対する期待と要望

都では今後、再構築事業や震災対策事業の推進に伴い管きょ更生工法の需要はさらに増加する見通しであり、その品質確保に対する期待は大きい。平成18年度に管きょ更生工法の施工箇所を追跡調査を実施したところ、シワ、変形、管口部分の仕上げ不

良などが確認された箇所があった。これらは更生管きょの品質に直接影響を与えるだけでなく、都民の生命・財産、都市活動にも影響する。そのため、施工管理・品質管理に万全を期すとともに、現場技術者、現場作業者の技術力や習熟度のさらなる向上を要望している。

また、管きょ更生工法は閉塞された管きょおよび人孔内での作業が多く、雨水・流水の影響、酸欠、硫化水素など常に危険と隣り合わせであるため、安全管理にも細心の注意を払うよう請負者に強く要請している。

最後に、下水道財政は依然として厳しい状況にあり、効率的・効果的な事業実施と官民一体となった品質向上、技術力向上、技術開発等が求められている。これらについても管きょ更生工法の関係者に協力を求めている。