

広島市下水道施設における 管きよの中長期的な改築計画

平成 28 年 3 月

広島市下水道局施設部管路課

目次

1. はじめに	1
2. 管きよの現状と課題	1
3. 改築計画の策定	2
3-1 経緯	2
3-2 基本方針	2
3-3 改築計画の検討フロー	3
4. 改築事業量の予測	4
4-1 健全度予測	4
(1) 健全度の定義	4
(2) 健全率予測式による検討	4
(3) 健全率予測	5
4-2 改築必要事業量の予測	5
(1) 予測条件の設定	5
(2) 改築必要事業量の推移	6
4-3 更新事業量の検討	6
(1) 検討条件	6
(2) 改築事業量の検討結果	6
4-4 事業費の比較	7
5. 改築・更新事業及び点検・調査方針	7
5-1 優先順位の設定	7
5-2 改築更新事業及び巡視点検・調査スケジュール	8
6. 今後に向けて	8

1. はじめに

本市は、明治 41 年から下水道事業を開始しましたが、昭和 20 年 8 月 6 日の原子爆弾で、下水道施設が壊滅的な被害を受けたため、昭和 26 年から、戦災復興区画整理事業に合わせ、中心市街地の公共下水道整備に着手しました。その後、計画区域を拡大し整備を進めてきた結果、平成 15 年度末に市街化区域内の汚水施設整備を概ね完了し、平成 20 年度からは、市街化区域外の生活排水処理事業に本格的に着手しています。

下水道は、市民生活や社会経済活動を支える一日たりとも機能を停止できない都市基盤施設であるため、下水道サービスを将来にわたって安定的に提供するために、計画的かつ予防保全的な管きよの改築に取り組む必要があります。

2. 管きよの現状と課題

昭和 26 年より本格的な下水道整備に着手し、計画的に事業を進めてきた結果、平成 26 年度末に管きよの総延長は約 5,920km、そのうち、ひとつの目安として標準的な耐用年数 50 年を超える管きよが約 220km となっています。また、今後 10 年間で約 590km と増加することから、老朽化した管きよの劣化に伴う道路陥没件数が、これまでの年間 10 件(本管起因)から増加することが予想され、陥没による交通への影響及び汚水の流出による環境上の問題などにより、将来にわたり安定的な下水道サービスの提供に支障となる恐れがあることから、早急に老朽化対策を講じていく必要があります。

この陥没の主な原因が、整備当初から主に使用された鉄筋コンクリート製の管きよにおいて発生しており、その対策が課題となっています。

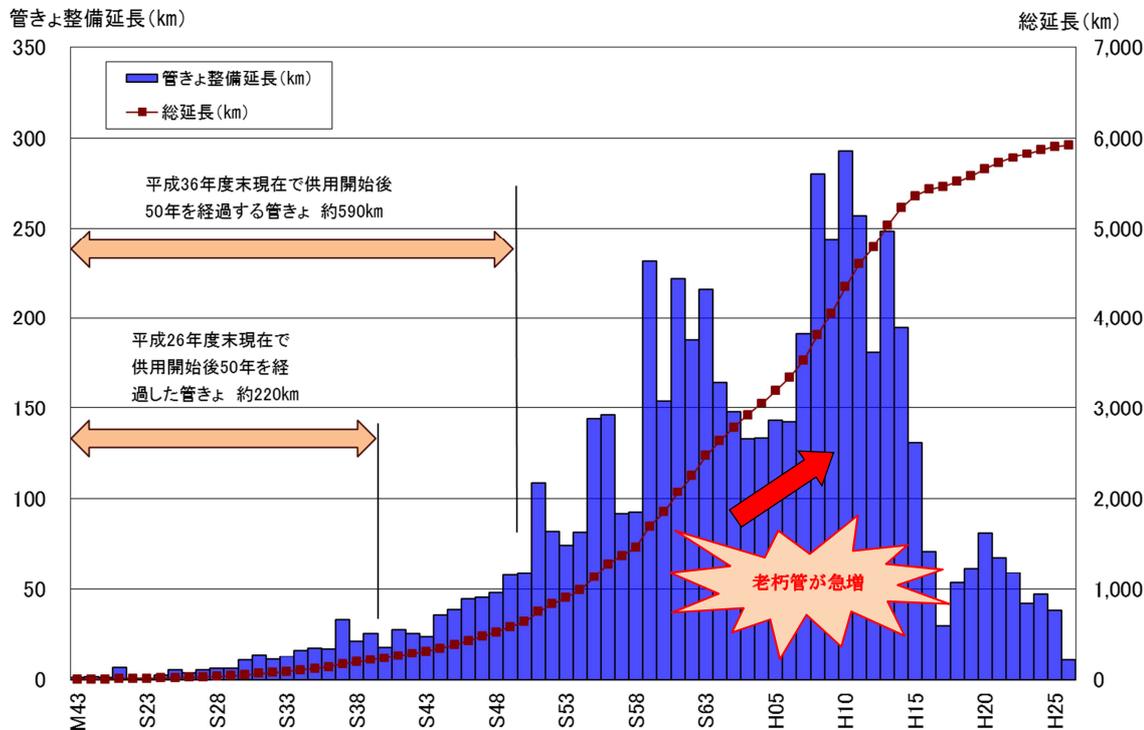


図 2.1 管きよ整備延長の推移

3. 改築計画の策定

3-1 経緯

現在、管きょ内調査結果に基づき、老朽化が特に著しい管きょを中心に改築（布設替え又は管更生）を行っていますが、管きょ延長の増加に伴い、今後老朽化する管きょが増えることから、道路陥没が発生するリスクが高まることが予想されます。

このような中、老朽化に起因する突発的な事故を防ぐため、管きょの改築を計画的かつ効率的に実施していくには、劣化状況を見据えた改築時期やこれに必要な改築事業費を把握したうえで、中長期的な改築計画を策定する必要があります。

3-2 基本方針

老朽化した管きょを、仮に標準的な耐用年数で改築するとした場合、図 3.1 に示すとおり、年毎に改築事業量に増減が生じることとなり、各年度で限られた財源で改築を行うには困難な状況となります。また、管きょの劣化状況は、地域毎（地質状況など）により様ではないため、標準的な耐用年数を経ても劣化の無い管きょも多くあり、また、逆に一部の地域では耐用年数を経なくても劣化した管きょもあります。

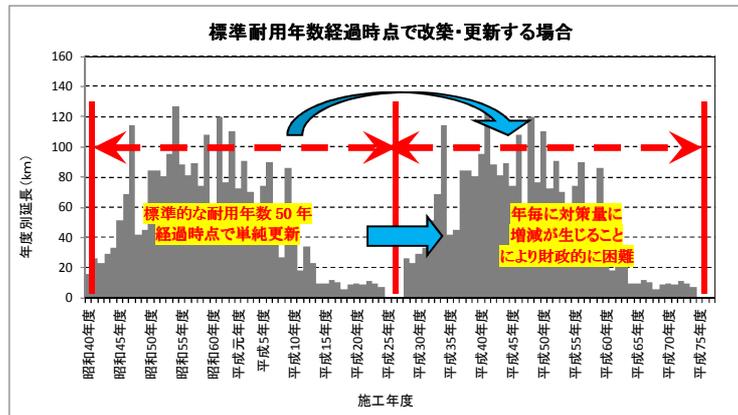


図 3.1 標準的な耐用年数経過時点で改築更新する場合
(コンクリート系管きょ)

このため、本市における管きょの劣化状況を踏まえた劣化予測により、改築・更新等の対策が必要と判定された管きょに対して、不具合発生時のリスクから優先順位を付け、100年先(平成28年度～平成127年度)までの改築事業量の予測計算を行い、それを基に今後の40年間(平成28年度～平成67年度)の中長期的な改築計画を策定しました。実施にあたっては4年ごとに財政収支計画に基づく長寿命化計画を策定することとしています。

なお、塩ビ系管きょ施設および更生済み管きょ施設は当面劣化は無いものとして考え、60年後(整備開始後100年後)から更新計画を立てることとし、本計画に含めないものとします。

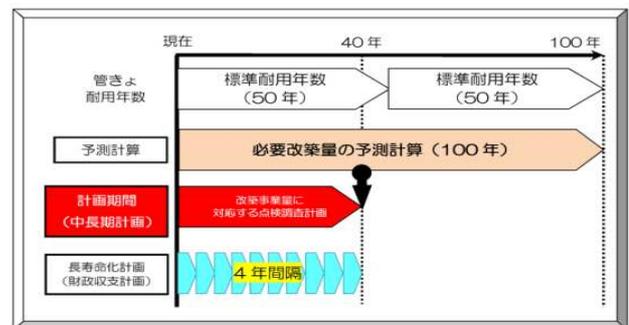


図 3.2 計画期間のイメージ

3-3 改築計画の検討フロー

改築計画の検討フローを図 3.3 に示します。

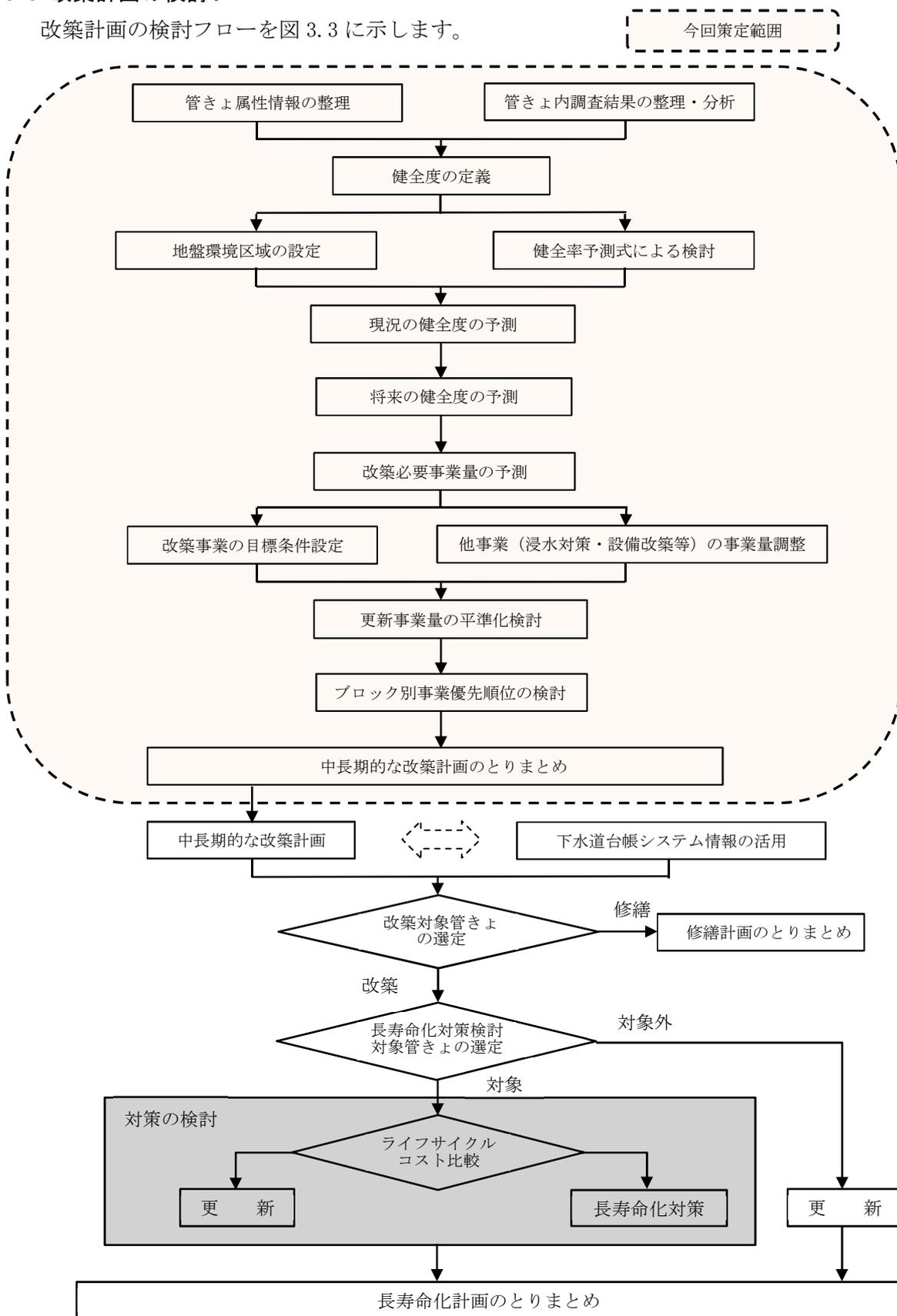


図 3.3 改築計画の検討フロー※1を一部加筆修正

4. 改築事業量の予測

4-1 健全度予測

(1) 健全度の定義

管きよの不具合による市民生活への影響を小さくし、かつ管きよの長寿命化を図るため、構造上影響のある項目(診断項目)の異常に着目し、管きよの改築の必要性を判断する指標として“健全度”を定義づけします。

管きよの診断及び評価にあたっては、潜行目視調査又はテレビカメラ調査により、管きよの不具合等異常の程度のランク付けを行い、対策の要否及び健全度を評価します。

異常の程度の診断については、表 4.1 に基づき、主な調査判定項目毎に診断ポイントを適切に評価し、「広島市下水道管路施設の点検・調査マニュアル 管きよ・マンホール編^{※3}」の調査判定基準により、スパン全体と管1本ごとの評価を総合して、健全度の評価を行います。

調査項目		診断ポイント
証全スパン	劣化度	管の腐食 骨材・鉄筋の露出状況、管壁の状況
	流下能力	上下方向のたるみ たるみの程度(管径比)、流下状況
管1本ごとに評価	劣化度	管の破損 管の変形、断面のずれ
		管のクラック クラックの状況
		管の継手ズレ 接合部のすき間、ずれの状況
	浸水	噴き出し、にじみの状況
	流下能力	取付管の突出し 突出しの程度(管径比)、流下阻害状況
		油脂の付着 付着の程度(管径比)、流下阻害状況
樹木根侵入 侵入の程度(管径比)、流下阻害状況		
モルタル付着 付着の程度(管径比)、流下阻害状況		

表 4.1 主な調査判定項目と診断ポイント^{※2}

次に、緊急度の判定は、対策の実施が必要と評価されたものについて、その実施時期の緊急度を診断するものであり、表 4.2 に基づき、スパン全体での診断結果を基に評価します。

健全度判定	緊急度	既存施設の評価	必要となる対策 【劣化状況の定性的評価】
5	—	施設機能に問題はない	新設又はそれに準じる状態 【劣化グレード：健全管】
4	III	施設機能に問題はないが劣化が開始している状況 【管内清掃、施設内巡視点検で対応可能】	適切な維持管理で対応すべき範囲(定期点検・調査又は改築・修繕工事が必要となる場合あり) 【劣化グレード：潜伏期】
3	II	施設機能は維持しているが劣化が進行している状況 【流下能力の低下、耐荷力の減少が今後も継続】	長寿命化計画の対象範囲(改築又は修繕工事が必要) 【劣化グレード：進展期】
2	I	施設機能の低下が著しい状況 【著しく流下能力が低下、著しく耐荷力が不足】	長寿命化計画の対象範囲(改築又は修繕工事が必要) 【劣化グレード：加速期】
1	—	施設の使用を制限すべき状況 【道路陥没、浸水被害等の危険性がかなり大きい】	緊急的な改築工事が必要 【劣化グレード：劣化期】

表 4.2 健全度(緊急度)の判定基準^{※3}

- ①緊急度Ⅰとは、速やかに対策が必要な場合
- ②緊急度Ⅱとは、簡易な対応により必要な措置を5年未満まで延長できる場合
- ③緊急度Ⅲとは、簡易な対応により必要な措置を5年以上に延長できる場合

(2) 健全率予測式による検討

管きよの異常・劣化が進行するプロセスは、埋設環境によって異なるものであり、様々な要因が影響していますが、関連する要因を全て取り上げて管きよの寿命を設定することは極めて困難です。このため、本計画では本市の管きよ調査データを用いて、特定の年数が経過した管きよの総延長に対し何%の延長が健全であるか(劣化していないか)の推計にあたっては、管きよ全体について推移確率を用いた健全率予測式により検討を行います。

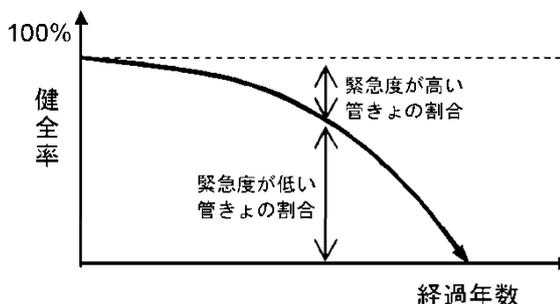


図 4.1 健全率予測式イメージ図^{※1}

(3) 健全率予測

本市の埋立地の一部において、管きよの腐食が進んでいる傾向にあります。これは埋立地の地層に、硫化水素が発生する原因があるものと考えられ、その地下水が管きよ内に侵入し、硫化水素ガスが生成され管きよを腐食させる原因となっています。

このことから、健全率曲線の作成にあたり、これまでの調査結果から図 4.2 のとおり、劣化の進行の早い区域を「腐食環境区域」、それ以外は「一般環境区域」として設定し作成することとします。

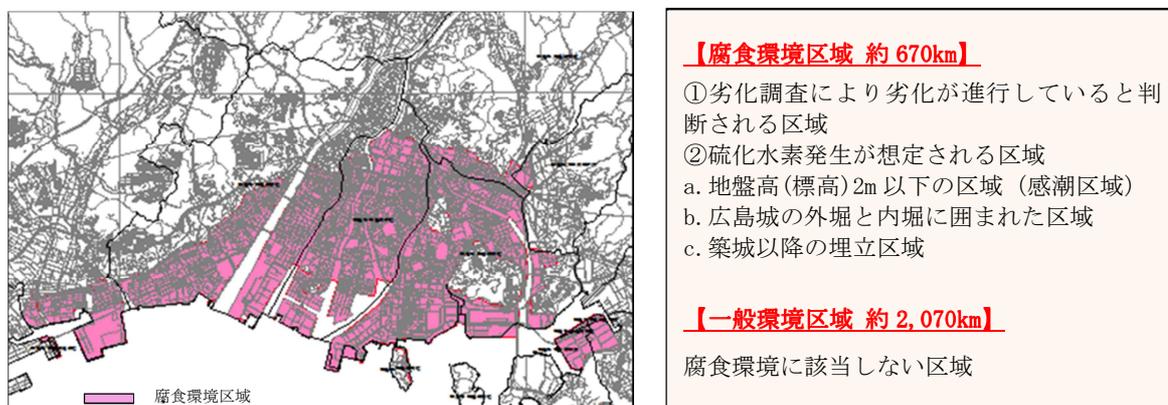


図 4.2 腐食環境区域範囲

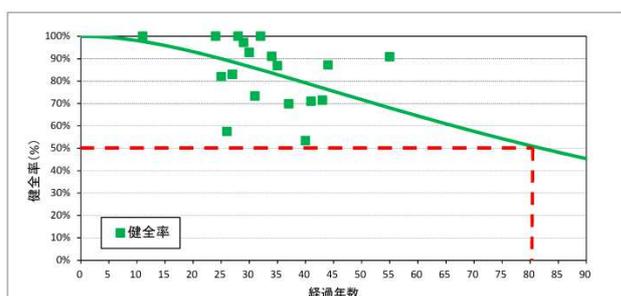


図 4.3 健全率曲線【一般環境区域】

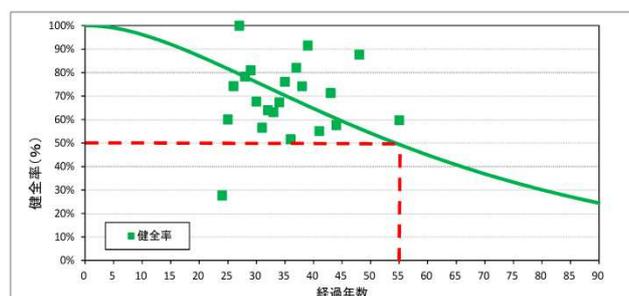


図 4.4 健全率曲線【腐食環境区域】

この結果、健全率が50%となる年数は、「一般環境区域」は80年、「腐食環境区域」は55年となりました。この健全率50%を目安として改築の必要性について検討を行います。

4-2 改築必要事業量の予測

(1) 予測条件の設定

健全率曲線を基に、本市における将来100年間の改築必要事業量の予測を行います。

事業量の算定方法については、マルコフ推移確率により整備年度毎に健全度割合を推定し、緊急度が高い管きよの路線が何km発生(増加)していくか算定します。さらに、緊急度Ⅰ・Ⅱの路線を順次、改築・更新していくと仮定し現在の改築必要事業量を設定します。

なお、改築を行った管きよは、塩ビ系管きよと同様に扱うものとします。

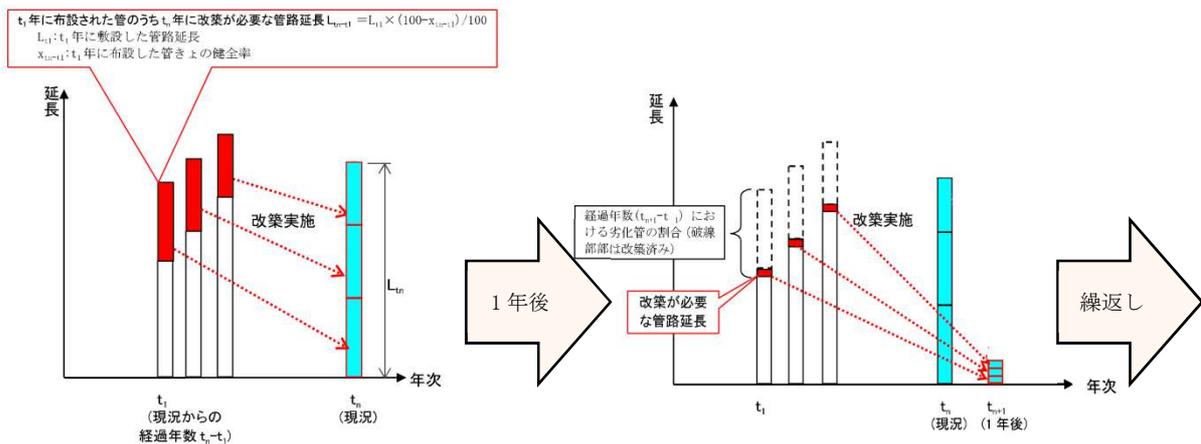


図 4.5 改築必要事業量算定のイメージ※1を一部修正

(2) 改築必要事業量の推移

上記(1)により、平成 27 年度現在、市内には改築が必要(緊急度 I ~ II)な管きよが約 480km 予測され、今後毎年 11 ~ 22km(平均 15km 程度)増加し、100 年間累計で約 2,100km の改築必要事業量となる見込みです。

現時点で、市内に存在する改築必要事業量約 480km を一度に改築することは困難であり、実施可能な更新事業量の検討が必要です。

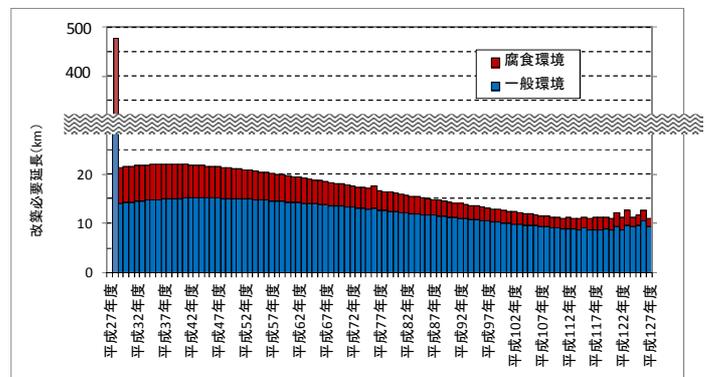


図 4.6 年度毎の改築必要事業量の推移

4-3 更新事業量の検討

計画的な維持管理、改築事業を実施する上で、まず将来の更新事業量を把握することが必要です。検討にあたっては、本市の下水道財政状況を踏まえた更新事業量の平準化の検討を行います。

(1) 検討条件

- ア 改築必要事業量見込み約 480km のうち、中心市街地およびその周辺地区約 4,400ha 内の老朽化が著しく緊急処置が必要な管きよ 58km については平成 31 年度までに完了させるものとします。
- イ 老朽化したコンクリート系管きよの改築目標年度を塩ビ系管きよの更新時期(整備開始後から 100 年後)を迎える平成 88 年度までに完了させ、特に劣化が著しい「腐食環境区域」のコンクリート系管きよの改築目標を平成 42 年度とします。
- ウ 事業量単価は過去の実績値を用いました。

(2) 改築事業量の検討結果

4-2 で算出した改築必要事業量について(1)の検討条件で設定した更新事業量を考慮した結果、平成 88 年度までに年 15~30km ベースの更新することにより、将来の塩ビ系管きよの更新を継続して行うことが可能となります。

また、劣化程度が比較的著しい「腐食環境区域」については、優先的に改築を行うことで 14 年後

の平成 42 年度に更新事業量が改築必要事業量に追いつくことが可能となります。

このことにより、改築事業を推進していくことで道路陥没等のリスクを年々低減することが可能となり、約 60 年後には陥没発生確率のリスクを限りなく少なくすることになります。

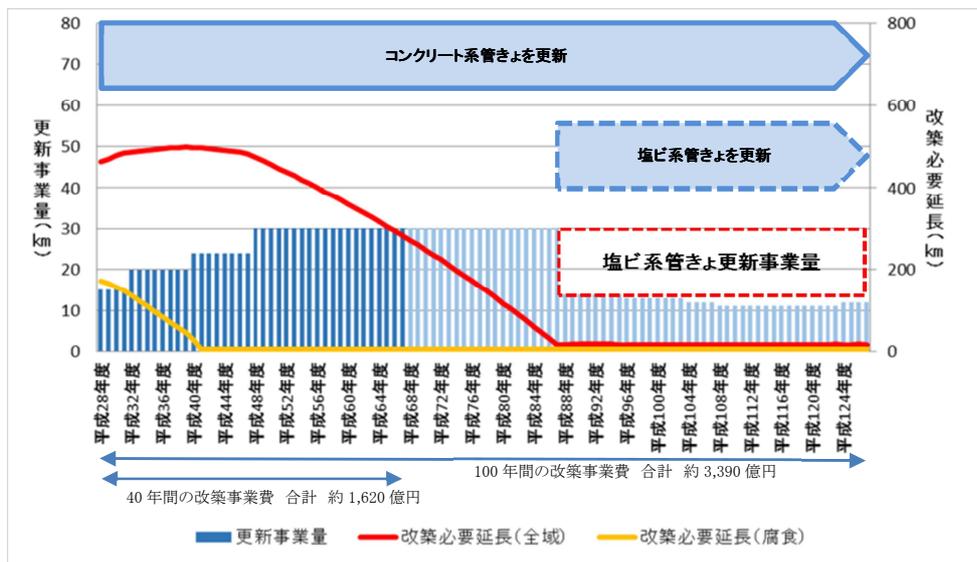


図 4.7 更新事業量の予測結果

4-4 事業費の比較

健全率予測式により算定した改築が必要となる年数で全更新(単純更新)した場合と今回計画(緊急度 I ~ II を年 11~30km 更新)により更新した場合について、事業費比較を表 4.3、事業費推移を図 4.8 に示します。この結果、今回計画により、今後 100 年間の総事業費は、約 990 億円(年 9.9 億円)のコスト縮減が可能となる見込みです。

設定シナリオ	改築延長	更新事業費(億円/年)			100年間累計 (億円)	比率
		初年度	最小	最大		
① 単純更新	年1~127km	5	0.3	203	4,373	100%
② 今回計画	年11~30km	24	18	48	3,387	77.5%
コスト縮減額(差)					986	22.5%

表 4.3 更新事業費の比較

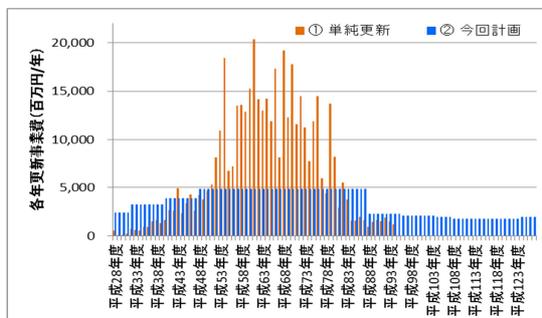


図 4.8 更新事業量の推移

5. 改築・更新事業及び点検・調査方針

5-1 優先順位の設定

改築・更新にあたっては、点検・調査時の周辺住民への影響や進捗管理の容易性、また今後の一体的かつ効率的な対策の実施を考慮して、整備時期の近い地域を考慮した3つの整備ブロックに分割し、また優先順位についてはリスクの大きさ(被害規模(影響度)×発生確率(不具合の起こりやすさ))を踏まえ、第1期整備ブロック、第2期整備ブロック、第3期整備ブロックの順に進めることとします。



図 5.1 ブロック毎の整備優先順位

5-2 改築更新事業及び巡視点検・調査スケジュール

改築更新事業及び巡視点検・調査スケジュールについては、表 5.1 のとおりとし、基本的に図 5.1 の整備ブロックをさらに細分化し、順次改築更新を繰り返すこととします。ただし、巡視点検・調査の結果、異常な管きよが発見された場合は、逐次対策を実施するものとします。

事業期間	H28-H31	H32-H35	H36-H39	H40-H43	H44-H47	H48-H51	H52-H55	H56-H59	H60-H63	H64-H67
巡視点検	[黄色の矢印: 巡視点検]									
第1期整備ブロック	改築・更新工事			巡視点検の結果、逐次対策を実施する						
第2期整備ブロック	調査	改築・更新工事			巡視点検の結果、逐次対策を実施する					
第3期整備ブロック		調査	改築・更新工事							

表 5.1 改築・更新事業(及び点検・調査)スケジュール

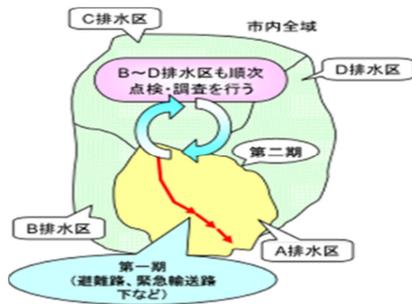


図 5.2 ブロック毎の改築更新のイメージ※1

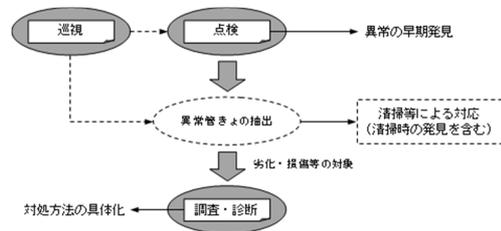


図 5.3 点検調査の流れのイメージ※4

6. 今後に向けて

今回策定した中長期的な改築計画の具体的な実施に向けて、予防保全型の維持管理を前提に、中長期的な視点を踏まえた上で、アセットマネジメントに基づく維持管理計画(Plan)の策定を進めていきます。この維持管理計画に基づき、管きよの維持管理を実施する(Do)ことにより、管きよ性能を持続させるとともに、維持管理の実施結果を評価(Check)し、その後の維持管理業務の継続的な改善(Action)を行う「PDCAサイクル」ことにより持続可能な下水道サービスの維持を目指すこととします。

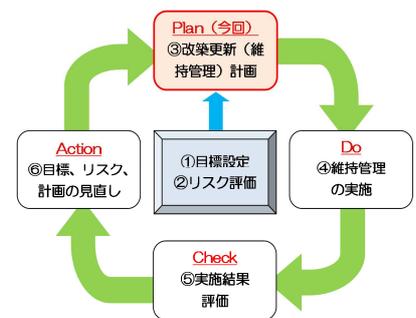


図 6.1 PDCA サイクル(イメージ)

【参考文献】

- ※1 ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き(案)平成25年(2013年)9月国土交通省水管理・国土保全局
- ※2 下水道長寿命化支援制度に関する手引き(案)平成21年度版 国土交通省都市・地域整備局下水道部
- ※3 広島市下水道管路施設の点検・調査マニュアル 管きよ・マンホール編 平成27年2月 広島市下水道局
- ※4 下水道管路施設維持管理マニュアル 2007年版(公社)日本下水道管路管理業協会