

河川構造物（地下調節池・分水路）の
予防保全計画〔土木構造物編〕

令和4年3月
東京都建設局

目次

第1章 総説	
1-1 はじめに	1
第2章 基本方針及び目標	
2-1 基本方針	2
2-2 目標	3
第3章 地下調節池・分水路の現状	
3-1 地下調節池・分水路の概要	4
3-2 地下調節池・分水路の劣化機構	7
3-3 健全度調査	9
3-4 健全度調査の結果	12
第4章 予防保全型管理の取組	
4-1 健全度調査の方針	15
4-2 補修の方針	15
4-3 事業計画	18
4-4 事業効果と費用	20
第5章 今後の方針	
5-1 予防保全計画の見直し	21
第6章 新技術による調査・点検の高度化	22

第1章 総説

1-1 はじめに

東京都は、首都東京を水害から守るため、昭和30年代より1時間50ミリの降雨や伊勢湾台風級の高潮に対処する河川施設の整備を進めてきました。その中でも、河道拡幅による河川整備が早期に実現困難な区間では、地下調節池や分水路の整備を進め、これまでに13地下調節池と8分水路が完成しています。一方、昭和30年代に整備した河川施設は、鉄筋コンクリート構造物の耐用年数と言われている50年が経過し、一部の施設に顕著な損傷が見受けられるようになってきました。今後、補修や更新が必要な河川施設が急速に増加することが想定されることから、従来の対症療法的な管理から予防保全型管理へ転換し、施設の長寿命化及び補修費用の低減・平準化を図る必要があります。

そのため、河川構造物の中でも特に治水上重要な施設であり、地下構造物で更新が困難な「地下調節池・分水路」を対象として、平成27年度に「河川構造物（地下調節池・分水路）の予防保全計画〔土木構造物編〕」を策定したところで

す。

本計画の策定から約6年が経過し、これまで計画的に調査・補修を行うとともに、点検結果の蓄積や点検での新技術の試行、劣化予測や事業費削減の再検証等を踏まえ、今般、本計画を更新しました。

引き続き、都民が安全で快適に暮らせる社会の実現に向けて、地下調節池・分水路の機能が確実に発揮できるよう本計画の取組を推進してまいります。

第2章 基本方針及び目標

2-1 基本方針

(1) 予防保全型管理への転換

東京都がこれまで整備を進めてきた鉄筋コンクリートで構築された堤防・護岸をはじめとした河川構造物は、建設後相当年数が経過し、一部の施設に顕著な損傷が見受けられている。今後は補修や更新の必要な施設が急速に増加することが想定される。

そのため、従来の対症療法的な応急補修による管理から、施設の長寿命化及び補修費用の低減・平準化を図る予防保全型管理への転換が求められている。

特に、河川構造物の中でも地下調節池・分水路は、治水上重要な施設であり、地下に設置されていることから再構築が非常に困難なため、一層の長寿命化を図る必要がある。

このことから、本計画において、地下調節池・分水路の鉄筋コンクリート構造物を対象とし、予防保全型管理を適用する。

(2) 予防保全型管理の概念

本計画において導入する予防保全型管理の概念は図1のとおりである。健全度調査により施設の状態を適確に把握し、将来の劣化予測により検証した適切な補修を行うことで、図1の応急補修のように大規模な補修を行うことがないよう、施設の長寿命化及び補修費用の低減・平準化を図る。

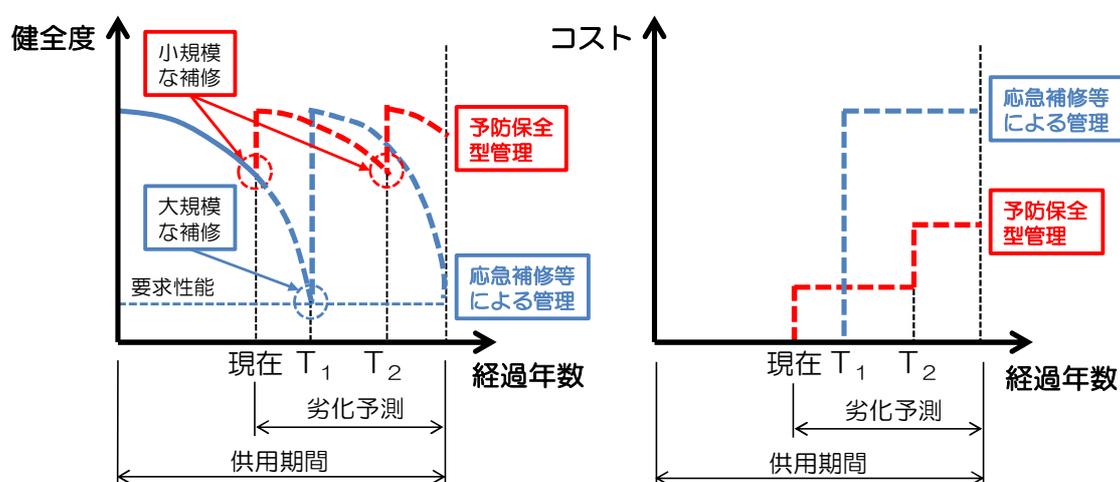


図1 予防保全型管理概念図

2-2 目標

(1) 計画期間

令和3年度から100年間^{※1}とする。

(2) 管理水準

管理水準は、計画期間内に施設（地下調節池・分水路）を造り変えることが無いよう損傷の程度が顕著になる前に適切な対策を実施し、健全な状態に保ち続けることとする。

具体的には、環境作用による鉄筋及びコンクリートの損傷が生じないこと、あるいは損傷が生じたとしても構造物の安全性について低下が生じない軽微な範囲とする。

(3) 補修費用の低減・平準化

管理水準を確保した上で、計画期間内に必要となる総補修費用を低減させるとともに、各年度の補修費用の平準化も併せて行う。

※1 計画期間の設定にあたっては、「コンクリート標準示方書 設計編（土木学会2017制定）」の中性化、塩害に対する耐用年数の上限を準用した。

第3章 地下調節池・分水路の現状

3-1 地下調節池・分水路の概要

(1) 対象施設

東京都建設局では現在、全 21 施設（23 箇所）の地下調節池・分水路（表 1）を管理している。（令和 3 年 4 月 1 日時点）

地下調節池・分水路は、河道拡幅の困難な箇所等において、地下に建設された治水施設であり、地下調節池は本川の洪水をピークカットする施設として、分水路は本川のバイパスとして機能を発揮する。

なお、今後新たに完成した施設については、次回更新の際に計画対象に位置付ける。

表 1 対象施設一覧

No	地下調節池施設名	完成年度	No	分水路施設名	完成年度
1	船入場調節池	1990	14	江戸川橋分水路	1977
2	落合調節池	1995	15	仙川小金井分水路	1978
3	妙正寺川第二調節池	1995	16	飛鳥山分水路	1982
4	上高田調節池	1997	17	高田馬場分水路	1982
5	荏原調節池	2001	18	三沢川分水路	1983
6-1	黒目橋調節池	(Ⅰ期) 2001	19	水道橋分水路	1986
6-2		(Ⅱ期) 2018	20	お茶の水分水路	1999
7	比丘尼橋下流調節池	2002	21	入間川分水路	2013
8-1	神田川・環状七号線 地下調節池	(Ⅰ期) 1996			
8-2		(Ⅱ期) 2005			
9	霞川調節池	2006			
10	鷺宮調節池	2013			
11	古川地下調節池	2017			
12	善福寺川調節池	2017			
13	白子川地下調節池	2018			



図 2 船入場調節池



図 3 江戸川橋分水路

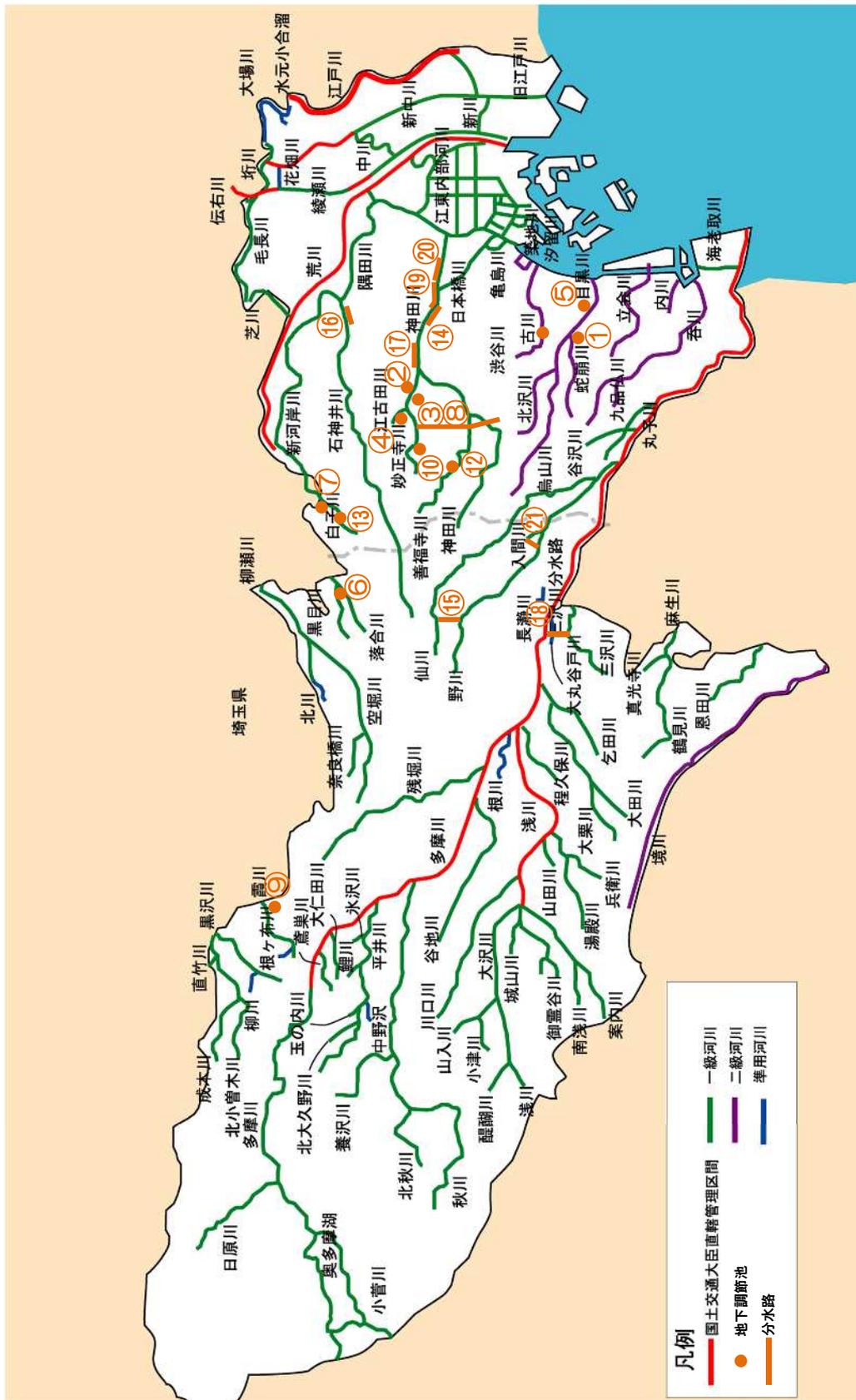


図4 対象施設の位置図

(2) 対象施設の現状

地下調節池・分水路の全施設について、完成年度からの経過年数を図5に示す。地下調節池は、船入場調節池が最も古い施設であり、平成2年度(1990年度)に完成している。分水路は、江戸川橋分水路が最も古い施設であり、昭和52年度(1977年度)に完成している。

経過年数の分布を比較すると、分水路の方が完成から年数が経過していることがわかる。

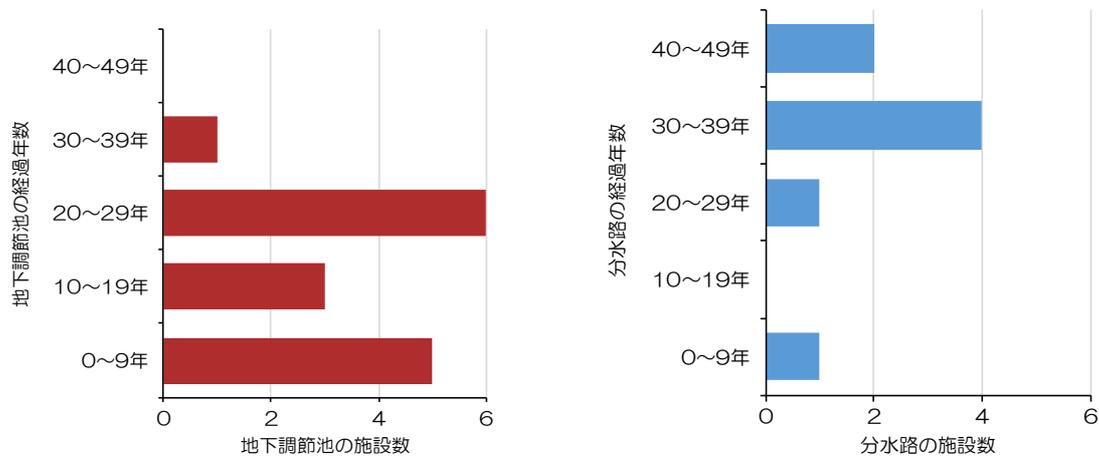


図5 施設種類ごとの完成からの経過年数

また、現在の施設は、図6のとおり、30年後には約61%の施設が完成から50年を経過する。

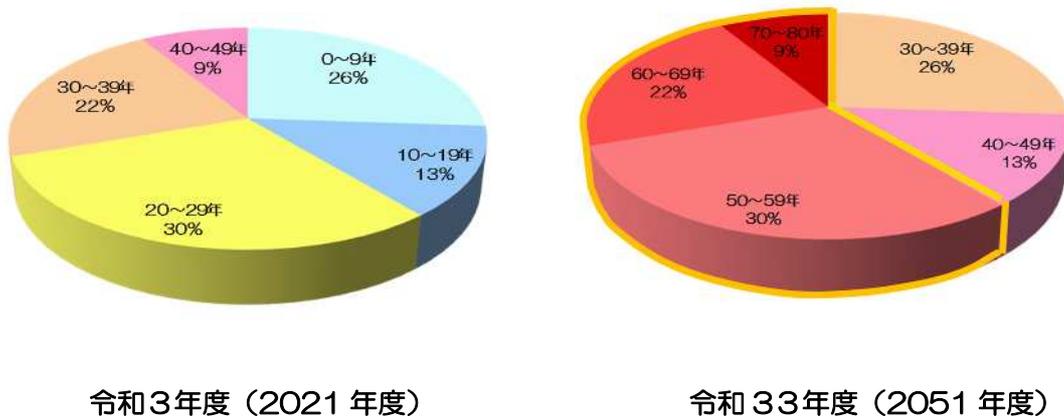


図6 地下調節池・分水路全21施設(23箇所)の完成からの経過年数

3-2 地下調節池・分水路の劣化機構

(1) 地下調節池・分水路の構造と劣化の分類

地下調節池・分水路の土木構造物は、図7のように、鉄筋コンクリートにより建設されている。鉄筋コンクリート構造物は種々の劣化機構によって経年とともに損傷が顕在化する。

対象施設が設置されている環境から、鉄筋コンクリート構造物の劣化機構は、主に塩害、中性化及び外力による劣化の3種類が挙げられる。

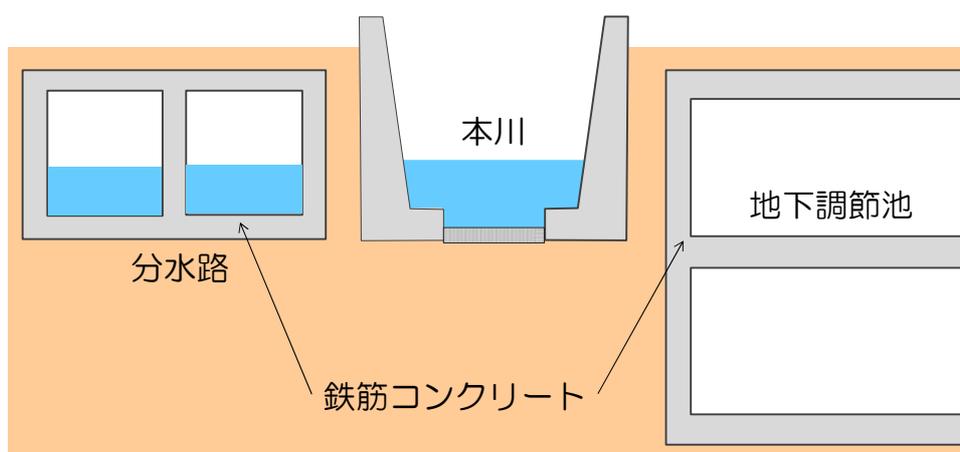


図7 地下調節池・分水路の構造概念図

(2) 塩害

塩害は、コンクリート中に塩化物イオンが侵入することで鉄筋腐食が促進され、鉄筋の体積膨張に伴うひび割れの発生、かぶりのはく離及び鉄筋断面の欠損等により耐荷力が低下するものである。

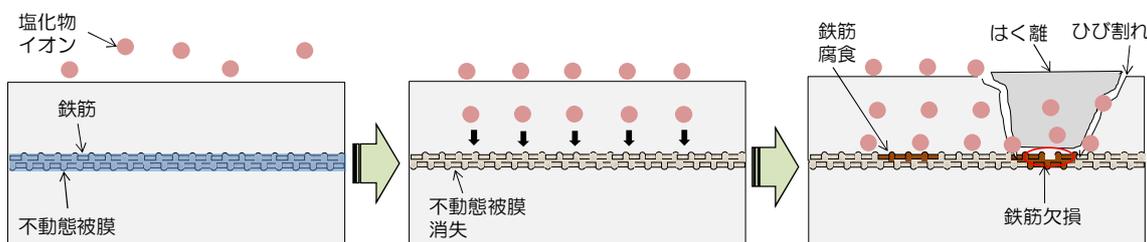


図8 塩害による劣化機構

(3) 中性化

中性化は、大気中の二酸化炭素がコンクリート中に侵入し、炭酸化反応を起こすことによってコンクリートのアルカリ性が失われ、鉄筋腐食を促進するものである。塩害と同様に、鉄筋の体積膨張に伴うひび割れの発生、かぶりのはく離及び鉄筋断面の欠損等により耐荷力が低下する。

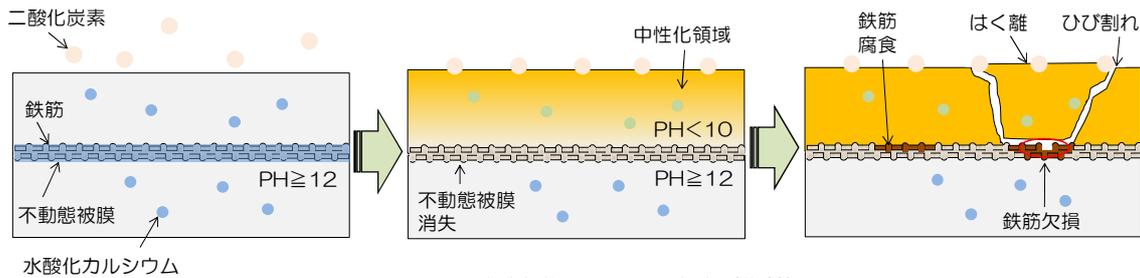


図9 中性化による劣化機構

(4) 外力による劣化

外力による劣化（表面劣化など）は、流水などの作用により、モルタル・骨材の流出を発生させ、コンクリート自体の強度低下とともに、そこから鉄筋の腐食につながることで、鉄筋の耐荷力が低下するものである。

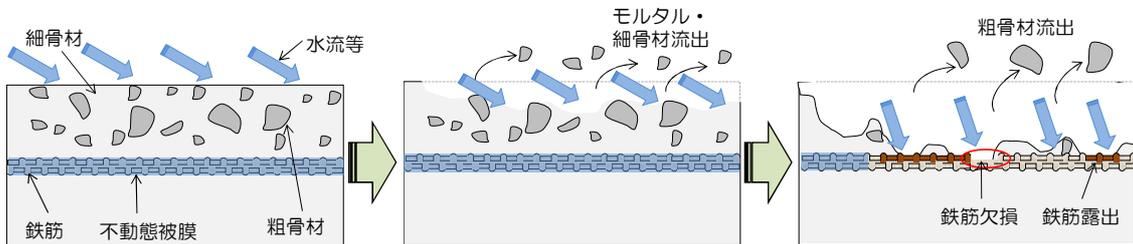


図10 外力による劣化機構

(5) 地下調節池・分水路への影響

これらの劣化機構は塩害や中性化などにより直接鉄筋腐食を発生させる場合や、ひび割れ、漏水、はく離及び表面劣化等により、コンクリートの断面欠損や鉄筋腐食に至る場合があり、最終的にはどちらも地下調節池や分水路の安全性に大きな影響を及ぼすため、対策が必要である。

3-3 健全度調査

(1) 健全度調査の分類

健全度調査は、損傷の発生位置、種別及び程度を把握し、前述の劣化機構による地下調節池・分水路の安全性の低下に対し、適切な対策を検討するために実施するものである。

健全度調査のうち、目視で確認できるコンクリートの損傷に対しては外観変状調査、外観変状調査のみで確認できないコンクリート内部における鉄筋の腐食環境の把握に対しては物理調査を行う。

(2) 調査単位

健全度を評価するための調査単位は、地下調節池（地下箱式）の場合は柱間隔ごと、分水路及び地下調節池（地下トンネル式）の場合は20mごとを基本とする。

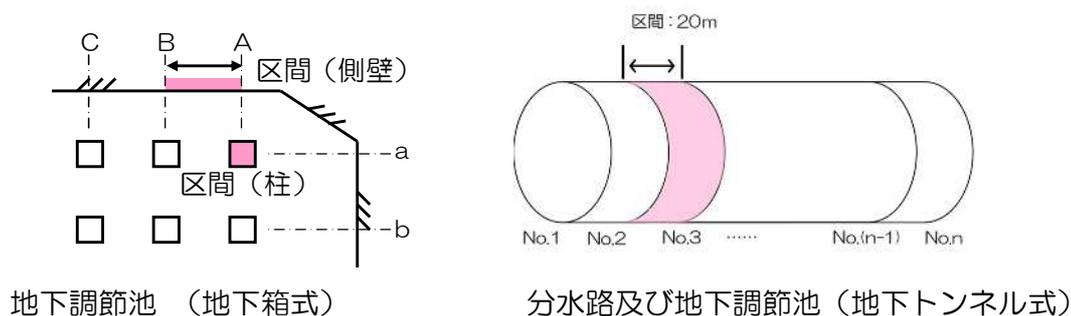


図11 調査単位の設定

(3) 外観変状調査

外観変状調査は、外力による劣化（表面劣化など）や塩害や中性化などの劣化機構によってコンクリート表面に顕在化した漏水、ひび割れ、はく離、表面劣化などの損傷を目視により観察し、損傷の種別、健全度を損傷別にA～Dの4段階に評価するものである。

ここで、外観変状調査による健全度評価判定区分^{※2}を表2、損傷種別の具体例を表3に示す。

※2 外観変状調査の判定基準は「堤防等河川管理施設（土木施設）及び河道の点検結果評価要領（平成30年3月 東京都建設局河川部）」による。

表2 外観変状調査による健全度評価判定区分

健全度	状態
A	損傷がない、又は損傷の規模が小さくて進行が遅く、要求性能を満たさなくなる危険がないと判断される状態
B	損傷はあるものの、数年以内に要求性能を満たさなくなる可能性が小さいと判断される状態
C	損傷に進行が認められ、数年以内に要求性能を満たさなくなる可能性があるとして判断される状態
D	現状で要求性能を満たしておらず、早急に対策が必要な状態

表3 外観変状調査による損傷種別

損傷名称	損傷内容	損傷写真例	損傷名称	損傷内容	損傷写真例
①ひび割れ	ひび割れ、コールドジョイント(※)		④接合部の変形、破断	目地開き、目地段差、止水版破断(※)	
②剥離・損傷	はく離(浮き)、はく落、鋼材露出		⑤その他	摩耗、表面劣化、豆板、補修跡・補強部、その他の損傷	
③鉄筋の腐食	鋼材腐食(鋼材欠損、鋼材破断)、錆汁				

(※)漏水、漏水跡、遊離石灰等を伴うものを含む

なお、これらによる外観変状調査の結果は、どの段階で補修を行えば総補修費用を低減することができるか等を判断する際の基礎データとする。

(4) 物理調査

物理調査は、外観変状調査でとらえることができないコンクリート内部の鉄筋の腐食環境を把握するために、以下の3種類の調査を行うものである。

① 含有塩化物量調査

コンクリートに塩化物がどの程度浸透しているか把握するために、ドリル削孔等により採取した試料を用い、深度別の塩化物量を試験により計測する。調査対象は、塩分の影響が懸念される感潮域に近い施設とする。

② 中性化深さ調査

コンクリート表面からどの程度の深さまで中性化が進行しているか把握するために、ドリル削孔等により採取した試料にフェノールフタレイン溶液をかけて中性化深さを計測する。

③ 水質調査

漏水の水質により、内部の鉄筋腐食を促進する可能性があるため、漏水のPHや、塩化物含有量を調査する。

なお、各物理調査の調査状況例を表4に示す。

表4 物理調査状況例

調査種別	調査状況例	調査種別	調査状況例
①含有塩化物量調査 【ドリル法】		③水質調査	
②中性化深さ調査 【ドリル法】			

3-4 健全度調査の結果

(1) 調査状況

平成16年度から令和2年度の間、5年に一度、計4回の健全度調査（外観変状調査、物理調査）を実施した。

(2) 外観変状調査の結果

外観変状調査4回分の結果（図12、図13）を見ると、地下調節池と分水路を比較すると、分水路の健全度評価がより低い結果となった。

これは、分水路の建設年次が地下調節池よりも古いことと、分水路の構造上、施工目地からの滲出水発生を受けやすい構造であることや、流水による摩耗の影響を受けやすいことが原因であると推測される。

一方で、地下調節池については、竣工後間もなく発生した初期変状(乾燥収縮ひび割れや目地部からの滲出水)による変状が多数であり、変状の劣化進行は分水路と比べると穏やかであると推測される。

また、全体の傾向として、地下調節池、分水路ともに、急速な劣化進行は見受けられていない。



図12 地下調節池の健全度の推移

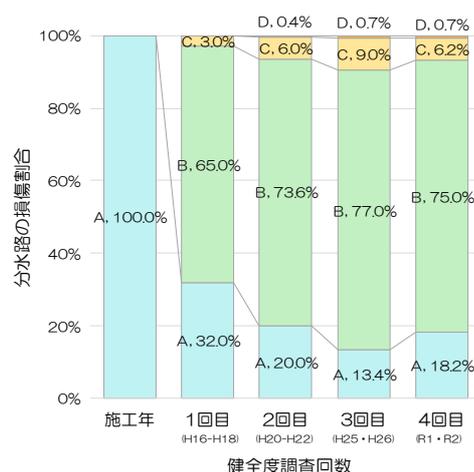


図13 分水路の健全度の推移

(3) 物理調査の結果

① 含有塩化物量調査

含有塩化物量調査の結果を図14に示す^{※3}。過年度調査結果と比べ、コンクリートの表面に近い部分において塩化物濃度の上昇がみられている。水道橋分水路内は感潮区間に位置しており、海水溯上の影響を受けたことによるものと考えられる。

しかしながら、鉄筋被り付近の深さである80mm～100mmの位置では塩化物がほとんど浸透していないことから、現時点では鉄筋腐食への影響は小さいと言える。今後も継続して経過観察を行いながら劣化進行を確認し、対策の必要性及び時期を検討していく。

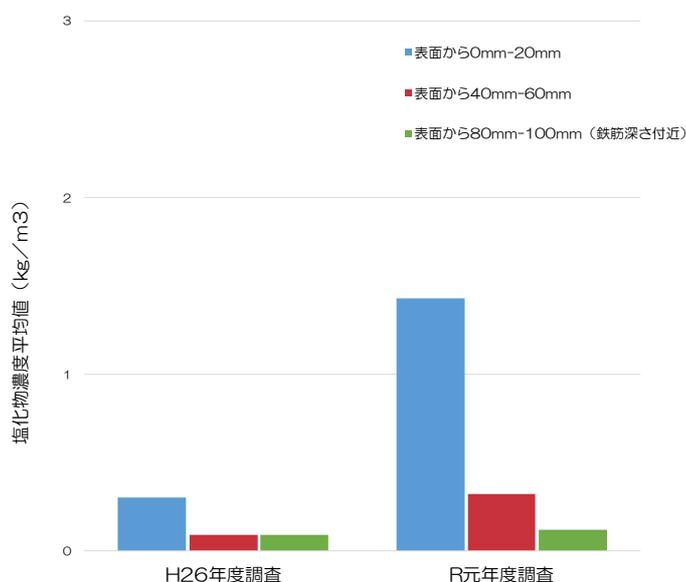


図14 塩化物濃度の比較（水道橋分水路）

※3 過年度に含有塩化物量調査を実施した施設のうち、荏原調節池、上高田調節池、お茶の水分水路、江戸川橋分水路については、補修工事に着手していることから令和元年度調査の対象外とした。次回の健全度調査にて改めて実施し、補修工事の効果を確認することとする。

同じく過年度に調査を実施した船入場調節池については、前回結果にてほぼ塩化物量の浸透が認められなかったため今回対象外とした。

② 中性化深さ調査

調査結果を図15に示す。全体の傾向として、中性化が鉄筋の深さ付近に至るような施設はなく、過年度からの進行もほとんど見られなかった^{※4}。

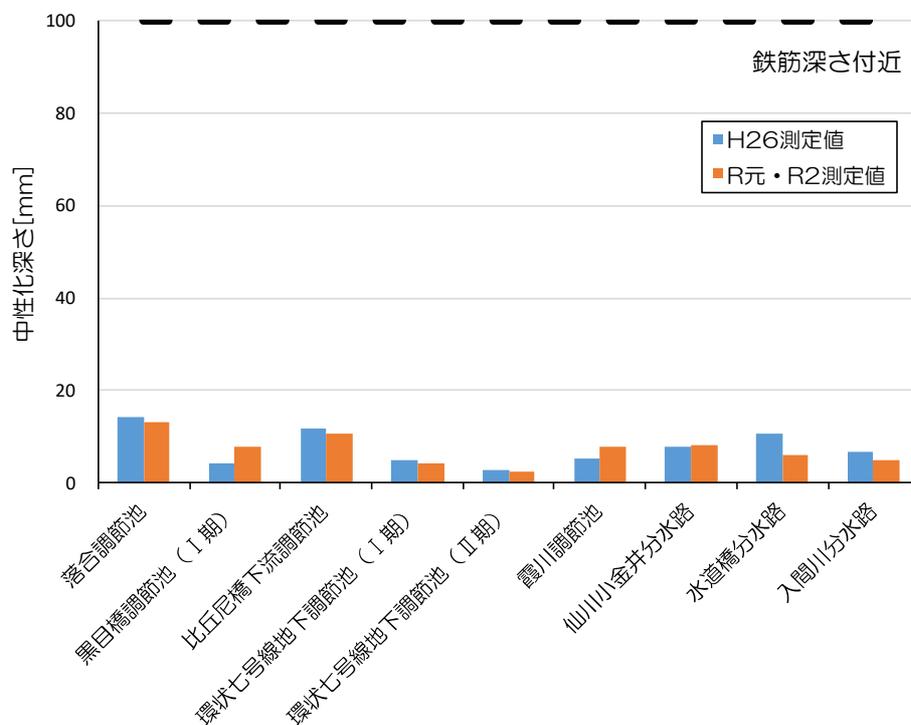


図15 中性化深さの比較

③ 水質調査

調査結果の中で、漏水のPHや塩化物含有量についての異常値は認められなかった。

※4 新規対象とした施設（黒目橋調節池（II期）、鷺宮調節池、古川地下調節池、善福寺川調節池、白子川地下調節池）については、次回の健全度調査にて実施することとする。

また、過年度に調査を実施した箇所のうち、荏原調節池ほか8箇所についても次回の健全度調査にて確認することとする。

第4章 予防保全型管理の取組

4-1 健全度調査の方針

(1) 調査頻度

健全度調査を行う周期は、原則5年^{※5}とする。

(2) 今後の調査

健全度調査は、劣化予測の精度向上、総補修費用の算定、補修工事の要否・時期・方法の決定のための根拠資料となる。

今後も施設健全度の正確な把握とともに、計画の更新のために、全施設において継続して実施する。

4-2 補修の方針

(1) 補修の目的

本計画による補修の目的は、経年劣化で低下した施設の安全性を回復し、計画期間まで長寿命化することである。限られた財源の中で施設の機能を継続的に維持させるためには、健全度調査で判明した損傷等に応じ、最適となる補修工法の選定及び補修時期の決定が重要である。

(2) 劣化予測

適切な補修工法及び補修時期を決定するためには、現段階の健全度だけではなく、将来の劣化状況を予測することも重要である。

本計画においては、平成16年度から令和2年度までに実施した4回分の健全度調査の結果を基に、各施設の劣化の推移を予測した。

各施設において将来の損傷の程度を予測することで、補修するための費用や、計画期間内全体の総補修費用の試算ができる。これらを低減するように、全施設に対し、あらゆる条件の補修工法及び補修時期を検証し、最適化を図る。

※5 健全度調査の実施間隔は「道路トンネル定期点検要領(平成31年3月 国土交通省)」に準じて設定した。

(3) 補修対象の判断基準

本計画の目標を達成するための補修対象の判断基準（区間単位）は、以下の2点を基本とする。

① コンクリートの損傷対策

外観変状調査結果を基に劣化予測を行い、予防保全計画期間内の総補修費用を試算し、比較検討を行った結果、補修対象を健全度B・Cランクとする。

なお、外観変状調査により明らかになった損傷のうち、健全度Dランクは計画によらず、早期に対応することとする。

② 鉄筋腐食対策

物理調査（含有塩化物量調査、中性化調査、水質調査）の結果を基にした塩害・中性化の進行予測により、計画期間内に鉄筋が腐食する恐れのある箇所を補修対象とする。

(4) 補修工法

コンクリートの損傷対策及び鉄筋腐食対策で実施する補修工事の代表的工法を表5及び表6に示す。

なお、各施設の損傷状況や施工条件により、代表的工法以外が最適となる場合もある。

表5 コンクリートの損傷対策における代表的工法

損傷名	工法名	概要	
ひび割れ、漏水	注入工法	コンクリート表面部からエポキシ樹脂等の充填剤を注入	
はく離	断面修復工法	露出している鉄筋部分まではつり出し、鏝落とし後断面を修復	

表6 鉄筋腐食対策における代表的工法

損傷名	工法名	概要	
中性化	表面含浸工法	コンクリート表面部に含浸材を塗布し、鉄筋腐食の進行を防止	
塩害			

4-3 事業計画

(1) 着手時期を決定する条件

補修対象に選定された施設における着手時期は、各施設の①損傷状況、②施工環境、③予算平準化などを考慮して決定する。

① 損傷状況

損傷の状況が著しく、補修工事の優先度が高いと判断される施設から、対策に着手する。

② 施工環境

お茶の水分水路、江戸川橋分水路、水道橋分水路のように、施設が近接しており同時施工が困難な場合など、各施工条件を十分に考慮し、必要に応じて着手時期を調整することとする。

また、施工にあたっては、渇水期を基本として工事実施期間を定める。

③ 予算平準化

計画期間全体の中で、特定の年度の補修費用が突出しないように、可能な限り工事の分割や着手時期を調整する。

(2) 事業計画（令和 12 年度までの 10 年間）

上記の各条件を検討した結果、各施設の補修工事の着手時期を表 7 に示す。令和 12 年度までの 10 年間で、10 施設の補修工事に着手する計画とする。

(3) 事業規模（令和 12 年度までの 10 年間）

各施設の損傷状況、規模、補修工法ごとに補修費用を試算し、対象施設全体の 10 年間の総事業費は約 30 億円と推計する。

なお、補修工事の実施にあたっては、詳細な設計を行い、各施設の事業費を改めて算出する。

表7 各施設の補修工事着手時期

施設名（分水路）	（令和2年度まで）	令和3～7年度	令和8～12年度
江戸川橋分水路	○		
仙川小金井分水路		○	
飛鳥山分水路	○		
高田馬場分水路	○		
三沢川分水路	○		
水道橋分水路			○
お茶の水分水路	○		
入間川分水路			○
施設名（地下調節池）	（令和2年度まで）	令和3～7年度	令和8～12年度
船入場調節池			○
落合調節池			○
妙正寺川第二調節池	○		
上高田調節池	○		
荏原調節池	○		
黒目橋調節池（Ⅰ）			○
黒目橋調節池（Ⅱ） ※6			
比丘尼橋下流調節池			○
神田川・環状七号線地下調節池（Ⅰ）		○	
神田川・環状七号線地下調節池（Ⅱ）		○	
霞川調節池			○
鷺宮調節池 ※6			
古川地下調節池 ※6			
善福寺川調節池 ※6			
白子川地下調節池 ※6			

※6 新規対象とした施設（黒目橋調節池（Ⅱ期）、鷺宮調節池、古川地下調節池、善福寺川調節池、白子川地下調節池）については、劣化が進行していないため、次回の健全度調査の結果により改めて判断することとする。

4-4 事業効果と費用

(1) 事業効果

本計画による予防保全型管理を実行することで、地下調節池・分水路の機能を確実に発揮させ、将来にわたり水害から都民の生命・財産を守ることができる。

また、補修の工法や時期の最適化により、計画期間内の補修費用の縮減及び平準化を図ることができる。

(2) 費用縮減効果（参考）

本計画の検討の中で、事後保全型管理と予防保全型管理との事業費用総額を試算した結果、計画期間 100 年間で約 300 億円の削減効果が見込まれる。

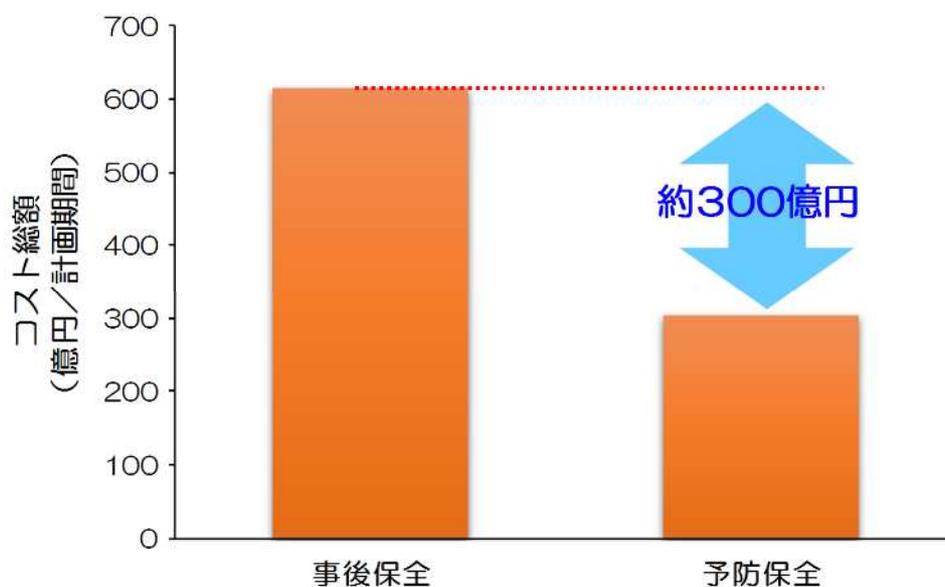


図16 事後保全型管理と予防保全型管理の補修費用総額の比較^{※7}

※7 この概算事業費は現段階における試算であり、各年度の予算編成方針や事業方針、今後の点検による損傷状況や技術基準の改定、また予防保全計画の見直し等により変動する可能性がある。

第5章 今後の方針

5-1 予防保全計画の見直し

(1) PDCAサイクル

予防保全計画を適切に運用するためには、継続的な健全度調査により施設の状態を適確に把握するとともに、補修工法及び補修時期を再検証していくことが重要である。そのため、補修工事（Do）の後も、5年を基本的な周期として健全度調査を実施し、最新の状態の確認（Check）を行い、劣化予測や事業費削減について再検証（Action）し、計画の見直し（Plan）を行う。さらに、図17のようにPDCAサイクルを継続させる必要があり、計画の見直しは健全度調査と同様の頻度で行うことを基本とする。

なお、本計画で対象としている21施設に加え、新規で構築した施設については、本計画の見直しの際に随時対象として取り込んでいく。新規施設に対しても同様に健全度調査を行い、必要と判断された時期に対策を実施していく。

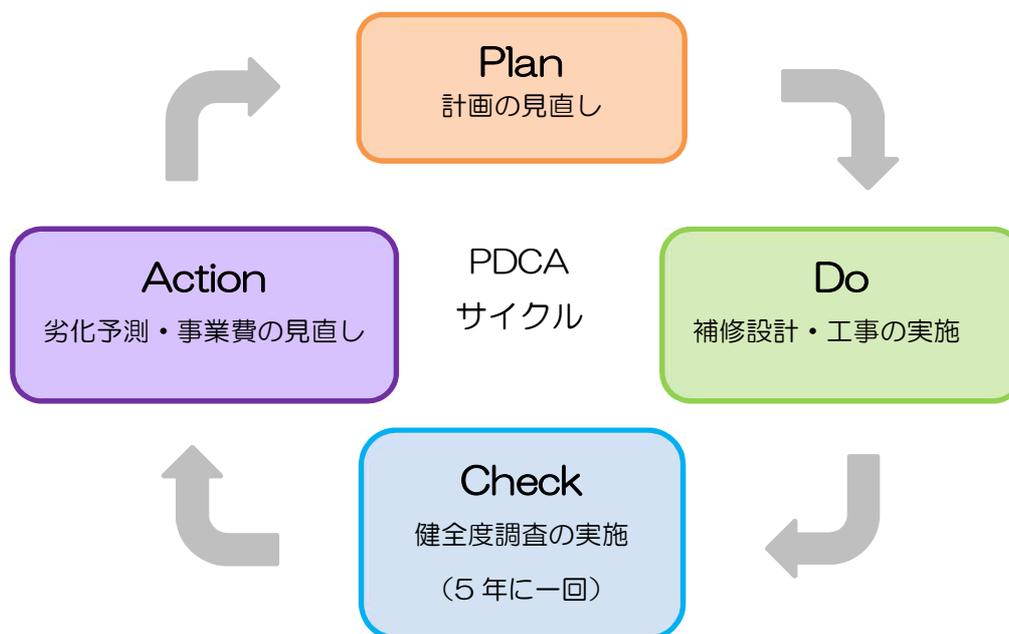


図17 予防保全計画によるPDCAサイクル

(2) 計画の改善

今後は、予防保全型管理を推進している国や都の関係各局、他の自治体の動向等を注視し、新しい技術や優れた事例を積極的に取り込み、本計画のさらなる改善に取り組んでいく。

第6章 新技術による調査・点検の高度化

構造物の維持管理・調査に関する技術は革新を続けており、構造物の状態変化を定量的に把握することが可能な技術も開発されてきている。

予防保全型管理においては、健全度調査により構造物の状態を適確に把握することが不可欠であることから、調査の高度化・効率化に向け、最新の知見を得ながら新技術の導入について検討を継続して実施する。

(1) 新技術の活用事例（走行型画像計測）

神田川・環状七号線地下調節池における健全度調査にて、車両に複数のラインセンサカメラを搭載し、走行しながら連続的に画像を取得する手法を適用した。

本手法は車両を走行させながらデータ取得が可能のため、従来の目視による点検に比べて現地での作業時間が短く、かつ一定以上の解像度にて構造物全面を撮影し、外観変状の正確な状態把握ができたことで、効率的かつ高精度な点検結果が得られた。加えて、補修工事の計画立案、設計や施工管理へも活用できると考えられる。



図18 走行型画像計測の実施状況写真

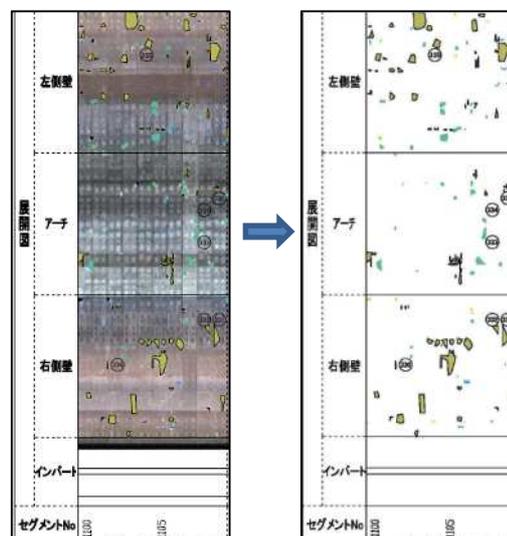


図19 計測結果（展開画像→変状展開図）

(2) その他の調査方法の検討

引き続き、点検に適した有効な新技術の活用について検討や試行を行い、更なる点検の高度化・効率化を図っていく。