

下水道施設の補修更新方法 に関する調査

1. はじめに

我が国の下水道は、古くは明治期より順次整備が進められてきているが、古くから整備を始めた都市部においては、施設の老朽化が顕在化しているところが多く、今後、更新の必要な施設が増大してゆくものと予想される。このような状況から、下水道施設の老朽化の状況の実態把握や補修更新の実態及び工法の調査・検討等が必要である。

本調査は、建設省土木研究所が(財)下水道新技術推進機構に委託し、調査を行った内容の報告である。

2. 調査の内容

本調査では、1965年以前に処理が開始され、かつ、現在の晴天時日平均汚水量1万 m^3 /日以上以上の処理場とその処理区内の管路施設を対象としてアンケート調査を行った。アンケートは北海道から九州までの51都市を対象とし、その内回収できた43都市の回答をもとにデータの整理・解析等を行った。本調査の対象施設及び調査項目は、以下のとおりである。

(1) 調査対象施設

- ① 管路施設
 - ・本管
 - ・取付管
 - ・マンホール
 - ・取付管接合部
- ② 処理場施設(コンクリート構造物)

③ ポンプ場施設(コンクリート構造物)

(2) 調査項目

- ① 処理場の概要(計画諸元と現況値、排除方式、処理方式等)
- ② 全調査対象施設の現状と劣化状況
- ③ 本管、取付管の布設年度別、管種別延長
- ④ 本管、取付管の調査状況(調査方法、劣化原因等)
- ⑤ 本管、取付管の補修更新状況(欠陥内容、工法等)
- ⑥ 処理場及びポンプ場施設の履歴と劣化状況の詳細(欠陥箇所、欠陥状況、原因)
- ⑦ 処理場及びポンプ場施設の補修更新方法や覆蓋・換気の有無
- ⑧ 維持管理(維持管理体制、維持管理方式)
- ⑨ 補修更新の問題点や今後望まれる技術開発等

3. アンケートの結果

(1) アンケート対象の位置づけ

アンケートの対象とした都市及び回答都市の処理開始年・処理水量・処理方式は、表-1のとおりである。また、全国値に対する割合は、表-2に示すとおりである。

(2) 管路施設の劣化及び補修更新に関する実態について

アンケートの対象とした管路施設の概要は次のようであった。

- ① 本管では、管種別にみると鉄筋コンクリート

- 管が59%でかなりの割合を占め、次いで陶管27%、その他の管の割合は小さかった。
- ② 管路では、鉄筋コンクリート管は昭和40年代に布設されたものが多いのに対し、陶管は昭和20年以前に布設されたものが多い。
 - ③ 取付管では、管種別にみると陶管が72%で最も大きな割合を占め、次いで、塩ビ管23%、

その他の管の割合は小さかった。

これらの管路施設の現状について、アンケートで健全・補修済・要補修・不明の4つに区分すると図-1のようになった。不明の部分が多いが、不明の44%を除いた比率では健全89%、補修済4%、要補修7%という結果になった。これは排除方式別にみた場合もほぼ同様であった。

表-1 アンケート対象の概要

処理開始年別件数

処理開始年	件数	回答件数
1922～1925年	1	1
1926～1935年	3	2
1936～1945年	2	2
1946～1955年	1	1
1956～1965年	44	37
合計	51	43

処理水量別件数

晴天時日平均汚水量 (m ³ /日)	件数	回答件数
1.0～5.0万	25	21
5.0～10.0万	16	14
10.0～50.0万	9	7
50.0万以上	1	1
合計	51	43

処理方式別件数

処理方式	件数	回答件数
標準活性汚泥法	26	21
ステップエアレーション法	9	8
高速エアレーション沈殿法	8	7
高速散水ろ床法	7	6
その他	1	1
合計	51	43

次に、これらの管路施設のうち目視やテレビカメラ等による調査を行った施設について、さらに詳しい内容のアンケートを行い、劣化状況や補修更新の実態について整理を行った。調査延長は、アンケート対象延長の本管で36%、取付管で10%であった。管路施設でみられる欠陥は、大別すると構造上影響のある欠陥と機能上影響のある欠陥に分けられる。構造上影響のある欠陥としては、破損、クラック、腐食、磨耗、変形、継ぎ手ズレなどが考えられ、それらの原因や予想される結果を整理すると表-3のようになる。また、機能上影響のある欠陥としては、パッキンズレ、タルミ・蛇行、逆勾配、土砂堆積、取付管突出、異物混入などが考えられ、それらの原因や予想される結果は表-3のとおりである。アンケートの結果、本管の場合は、図-2に示すように、

図-1 管路総延長距離数の割合

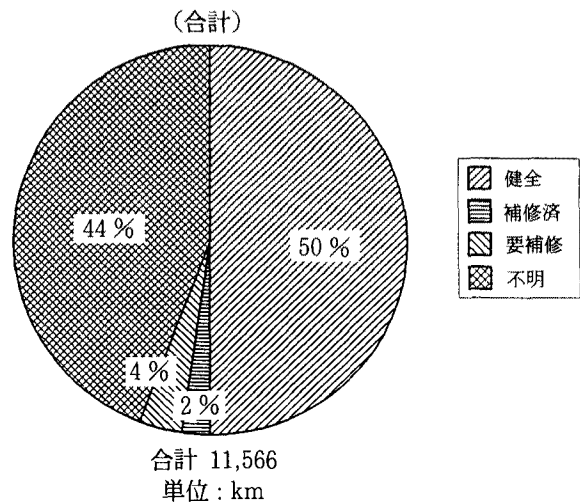


表-2 今回のアンケート調査の範囲が全国に占める割合

	全国値	アンケート回答値	比率 (%)
処理水量 (m ³ /日)	39,328,761	3,998,722	10.2
整備面積 (ha)	637,637	203,720	31.9
処理人口 (千人)	51,684	2,420	4.7
管渠延長 (km)	185,480	13,821	7.5

注) 全国値は、下水道統計 平成3年度版による。

欠陥としてはクラック、破損、継ぎ手ズレが多く、取付管では図-3に示すようにクラック、破損、継ぎ手ズレの他に土砂堆積、異物混入も比較的多かった。

管路の補修・改築工法については、現在ある工法

を分類すると図-4のようになる。アンケートの結果、補修・改築工法としては、開削工法（布設替え）が最も多く、次いで止水工法のうちの注入工法が多く用いられていた。更生工法やライニング工法のうちにはまだ開発されてからそれほど年月のたつて

表-3 管路施設で見られる欠陥

構造上影響のある欠陥		
欠陥内容	原因	予想される結果
1 破 損	<ul style="list-style-type: none"> ・車輛交通の荷重 ・地盤の不等沈下 ・地震 ・他企業工事 ・清掃時の使用器具及び高圧水 	<ul style="list-style-type: none"> ・道路陥没 ・土砂の管内流入，断面不足による流下能力の低下及び溢水 ・浸入水・漏水
2 ク ラ ッ ク	<ul style="list-style-type: none"> ・車輛交通の荷重 ・地盤の不等沈下 ・地震 ・他企業工事 ・施工不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・道路陥没 ・土砂の管内流入 ・浸入水 ・漏水
3 腐 食	<ul style="list-style-type: none"> ・硫化水素の発生 ・悪質下水の流入 	<ul style="list-style-type: none"> ・破損
4 磨 耗	<ul style="list-style-type: none"> ・老朽化 ・副管のつまりによるインバートの洗掘 	<ul style="list-style-type: none"> ・破損
5 変 形	<ul style="list-style-type: none"> ・上載荷重 	<ul style="list-style-type: none"> ・破損 ・浸入水（特に管口）
6 継ぎ手ズレ	<ul style="list-style-type: none"> ・車輛交通の荷重 ・地盤の不等沈下 ・地震 ・他企業工事 	<ul style="list-style-type: none"> ・水密性の不足 ・侵入根 ・土砂堆積
機能上影響のある欠陥		
欠陥内容	原因	予想される結果
1 パッキンズレ	<ul style="list-style-type: none"> ・規格の不適合 ・パッキンの劣化 ・施工不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・水密性の不足 ・侵入根
2 タルミ・蛇行	<ul style="list-style-type: none"> ・車輛交通の荷重 ・地盤の不等沈下 ・地震 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力の低下 ・継ぎ手の水密性不足 ・クラックの発生
3 逆こう配	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤の不等沈下 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力の低下 ・土砂堆積
4 土砂堆積	<ul style="list-style-type: none"> ・タルミ，逆勾配，モルタル付着，継ぎ手ズレ，侵入根，破損等 ・構造不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力の低下 ・悪臭
5 取付管突出	<ul style="list-style-type: none"> ・継ぎ手脱却 ・施工不良 	<ul style="list-style-type: none"> ・支管部破損 ・本管更生，補修不能
6 異物混入	<ul style="list-style-type: none"> ・不法投棄 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力の低下

図-2 管路本管の損傷の種類（鉄筋コンクリート）

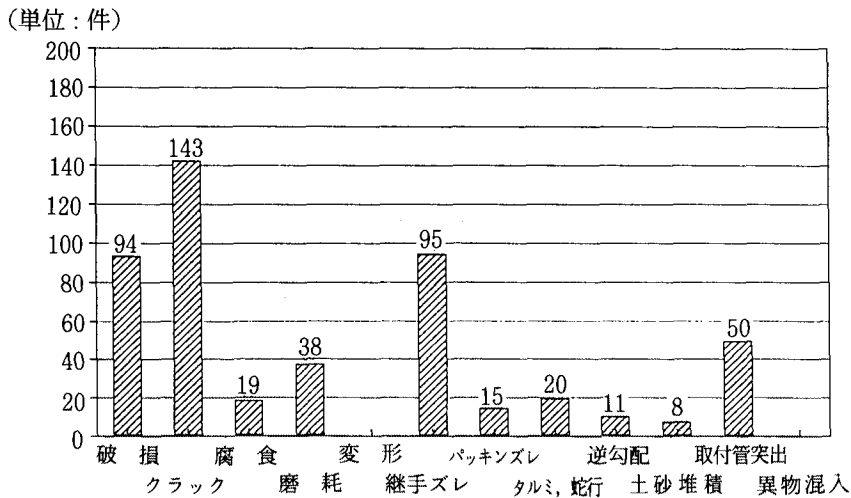
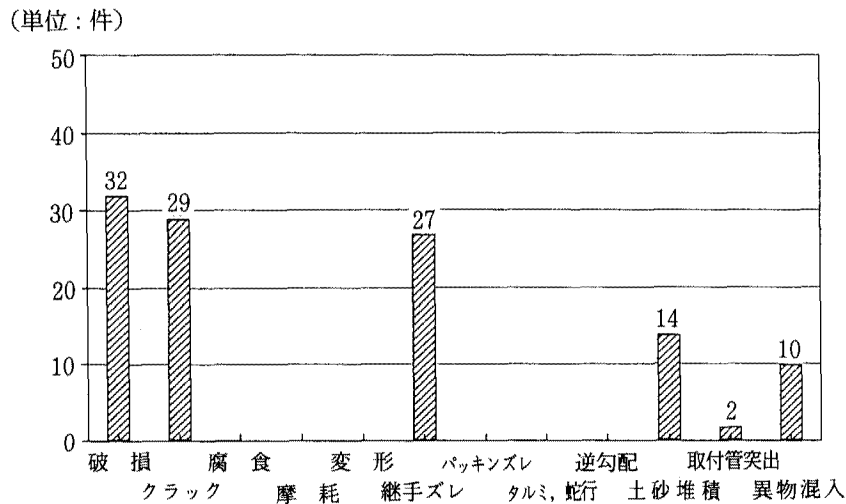


図-3 取付管の不良原因の件数（陶管）



いないものも多く、過去の事例を含めた中での割合はまだ小さい。

(3) 処理場施設の劣化及び補修更新に関する実態について

処理場施設の現況をアンケートで健全・補修済・要補修・不明の4つに区分して調査した結果、図-5のようになった(建設年次の異なる場合は、同じ施設でも複数として件数をカウント)。この図より健全の割合の小さい施設として、水処理施設では最初沈殿池、汚泥処理施設では消化槽、濃縮槽、洗浄槽、貯留槽が挙げられる。特に消化槽(嫌気)では補修済の比率がたかく、コンクリート構造物にとって劣悪な環境であることが推測される。

アンケートでは、それぞれの施設について、欠陥

箇所や表-4に示すコンクリート、鉄筋の欠陥状況、また、表-5に示す劣化原因についても調査を行った。その結果、水処理施設については、図-6~9のようになった。

欠陥の原因としては、最初沈殿池では硫化水素によるものかなりの割合を占めているのに対して、生物反応槽、最終沈殿池では種々の原因によっているという特徴があることがわかる。

これより、水処理施設においては、最初沈殿池の硫化水素による腐食が最も大きな問題であるといえる。

汚泥処理施設については、アンケートの結果、図-10~13のようになった。

欠陥の原因としては、消化槽(嫌気)、濃縮槽(重

図-4 補修・改築工法分類一覽

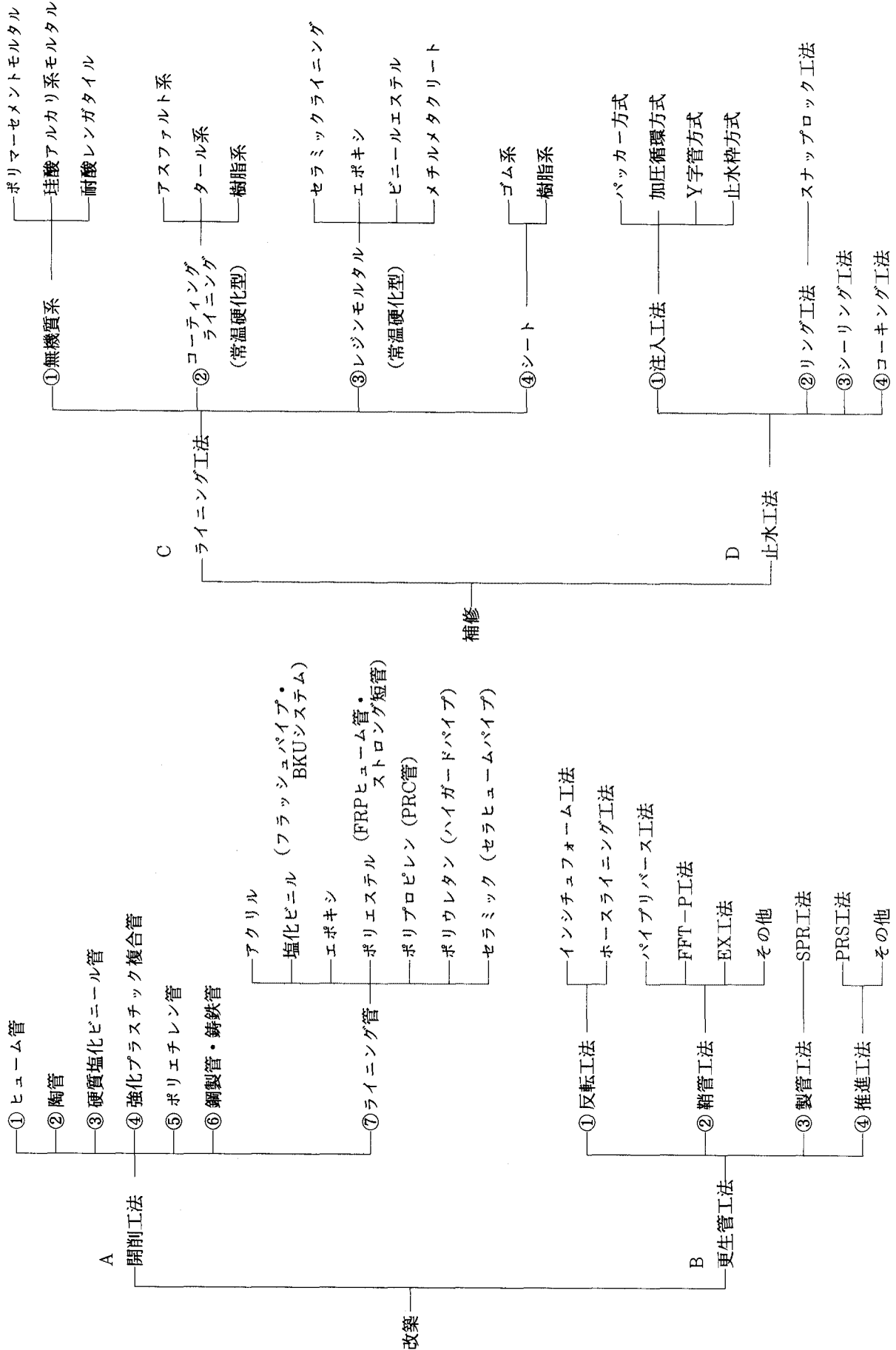
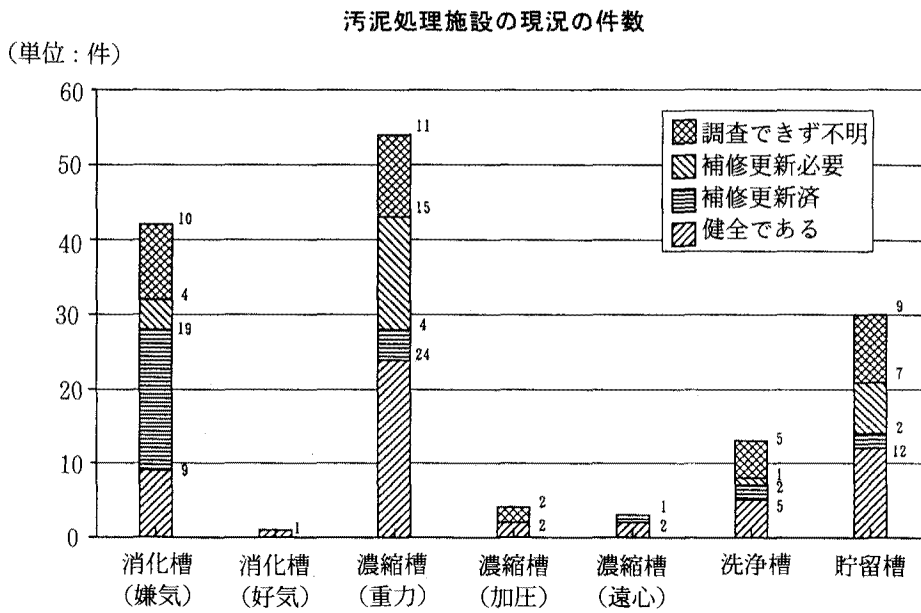
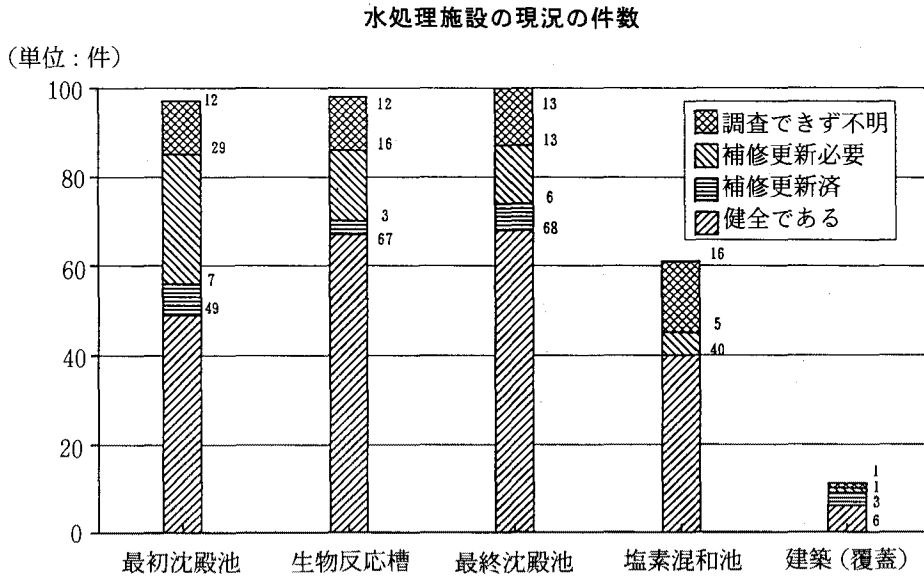


図-5 処理場施設の現況



力), 貯留槽ともに硫化水素によるものの割合が高いことがわかる。

これより, 汚泥処理施設においては, どの施設においても硫化水素による腐食が最も大きな問題であり, 対策が必要といえる。

次に, 補修更新方法については, 硫化水素による劣化の多い施設ではコーティング・ライニング工法による表面修復が最も多かった。

(4) ポンプ場施設の劣化及び補修更新に関する実態について

ポンプ場施設では, 欠陥の箇所数では建築部分(地上部)の方が多く, モルタルの一部剥離やひびわれなどが多い。また, 建築部分の劣化原因としては, 温度応力・乾燥収縮が大きな割合を占め, コンクリート打足し・モルタル吹付工法, 注入・充填工法による補修が多く行われている。

(5) 維持管理体制について

管路の維持管理体制に関して, 人員(事務系, 技術系, 労務系)配置や維持管理方式(直営, 委託, 請負方式), ならびに主な業務内容について調査を

表-4 補修更新を要したコンクリート、鉄筋の欠陥状況

項		目
鉄筋	①	錆汁の発生
	②	鉄筋の部分的な露出
	③	鉄筋の溶出(欠損)
	④	鉄筋の膨張によるコンクリート破壊
	⑤	その他
コンクリート	①	表面が豆腐状
	②	セメントモルタルの部分的な剥離
	③	セメントモルタルの全面的な剥離
	④	粗骨材の露出
	⑤	粗骨材の部分的な剥離
	⑥	粗骨材の全面的な剥離
	⑦	コンクリートの膨張破壊
	⑧	ひびわれ
	⑨	その他

表-5 劣化の原因

項	目
①	硫化水素
②	侵食性炭酸
③	凍結融解
④	アルカリ骨材反応
⑤	海砂等の使用
⑥	施工設計不良
⑦	不等沈下
⑧	温度応力・乾燥収縮等
⑨	その他

表-6 維持管理における方式別業務(複数回答)

維持管理業務	直営	委託	請負
① 調査(目視, 点検, 巡視含)	19	25	3
② 調査(TV, カメラ等)	3	24	1
③ 調査(緊急時補修用)	5		
④ 清掃作業	14	19	6
⑤ 補修工事	4	2	52
⑥ 維持管理	1	3	
⑦ 立会い, 協議, 指導	9		
回答都市数	33	38	40

行った。

アンケートの結果、管理方式では、3方式を共に採用している都市が30カ所で最も多かった。管理人員と処理水量・処理面積・管路延長の相関につい

ては、明らかな傾向は見られなかった。

各維持管理方式における業務内容としては表-6のものが挙げられた(複数回答)。調査や清掃作業などは直営または委託方式で行われる場合が多く、

図-6 水処理施設の欠陥個所の件数

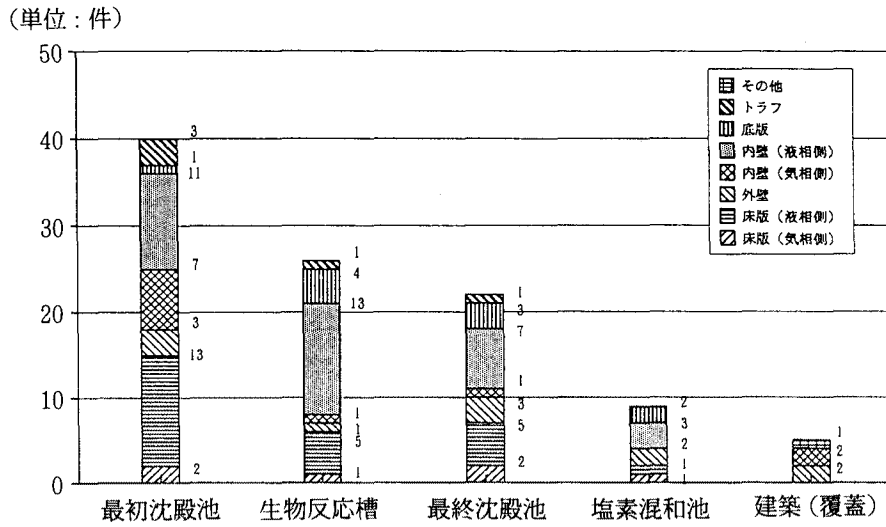


図-7 水処理施設の欠陥原因の件数

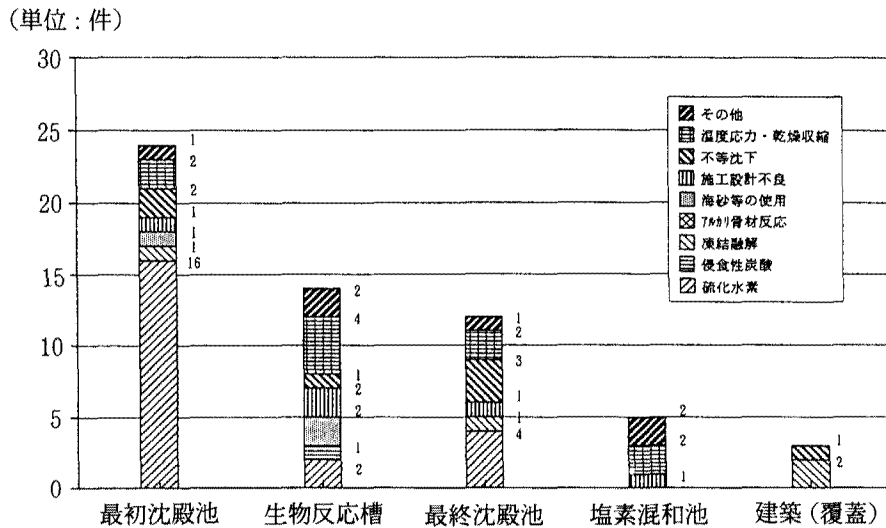


図-8 水処理施設の欠陥状況(鉄筋)の件数

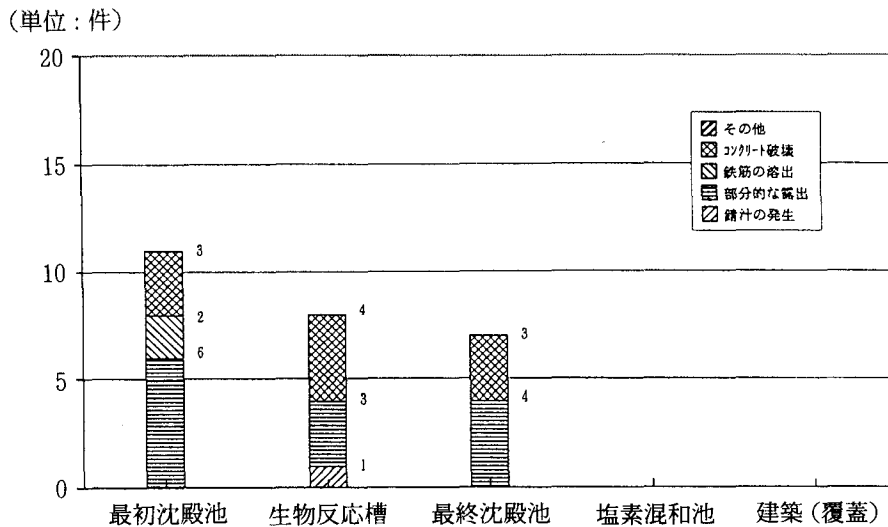


図-9 水処理施設の欠陥状況（コンクリート）の件数

(単位: 件)

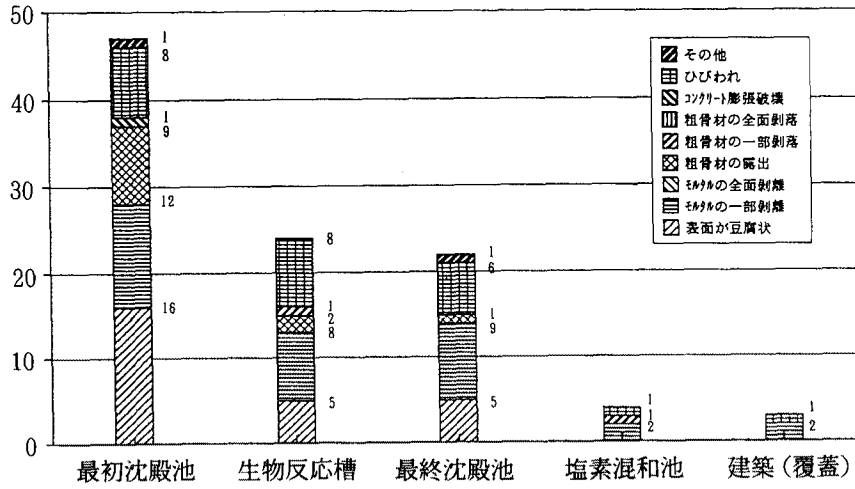


図-10 汚泥処理施設の欠陥個所の件数

(単位: 件)

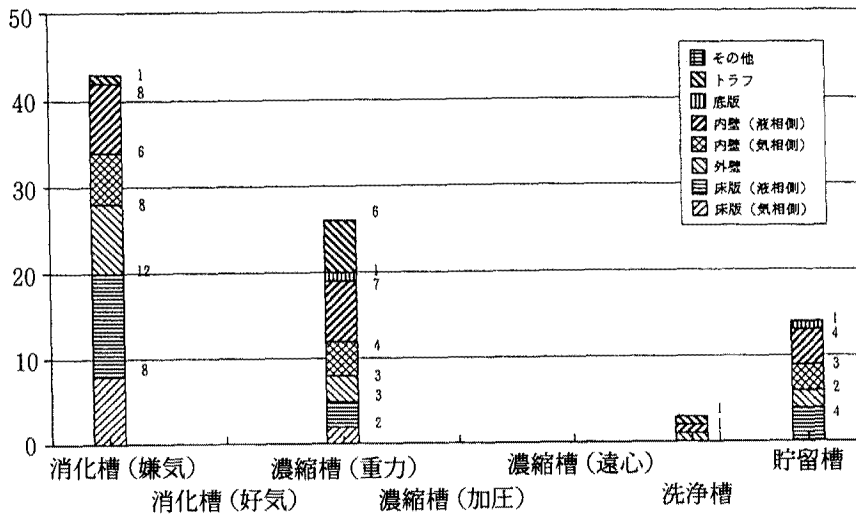


図-11 汚泥処理施設の欠陥原因の件数

(単位: 件)

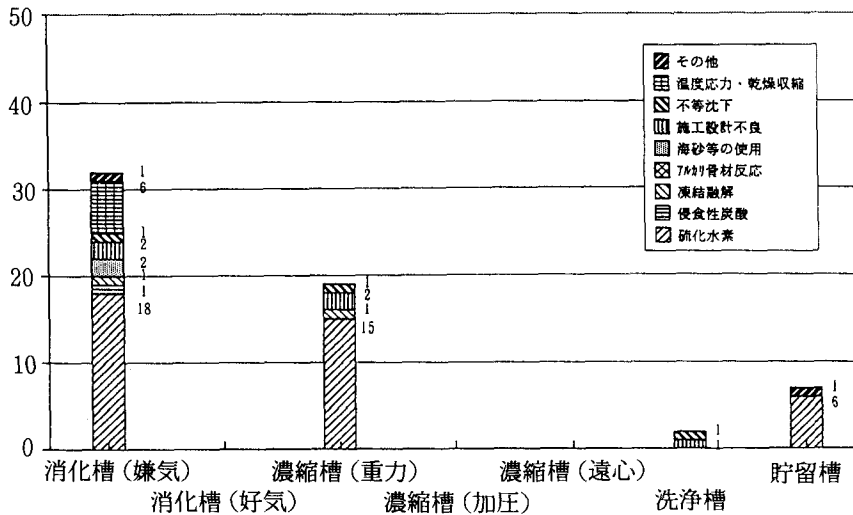


図-12 汚泥処理施設の欠陥状況（鉄筋）の件数

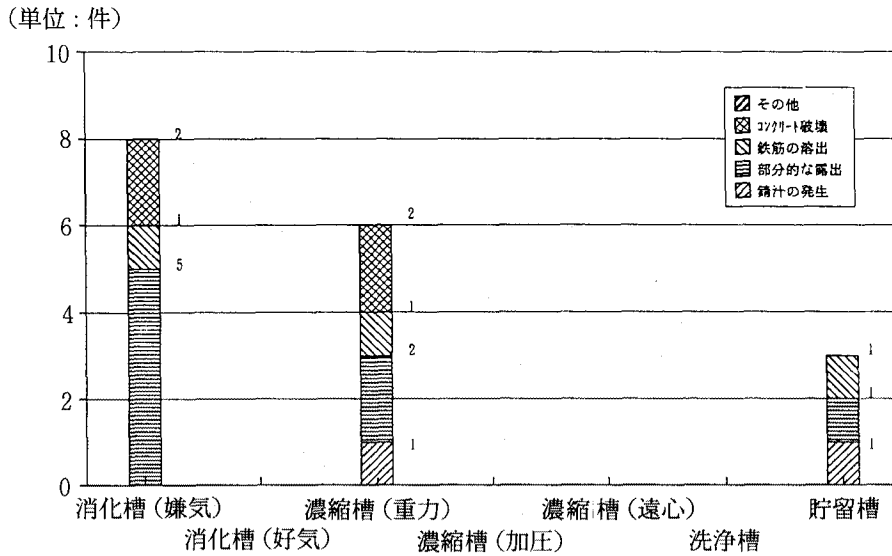
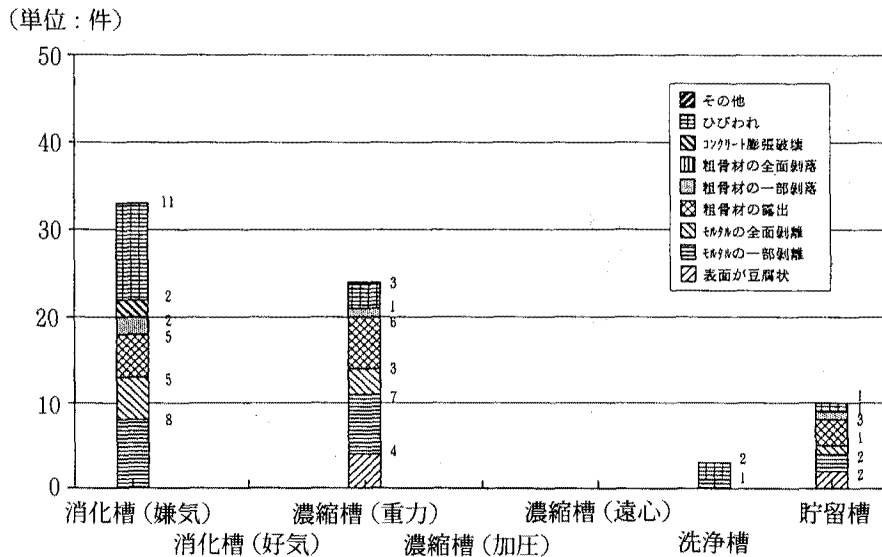


図-13 汚泥処理施設の欠陥状況（コンクリート）の件数



補修工事は請負方式で行われることが多いことがわかる。

(6) 補修更新に関する問題点や課題について

1) 管路施設の補修更新について

補修更新に関する問題点や課題等についてのアンケートの結果を以下に示す。

補修更新のための技術的問題点	回答数
(有効回答 34 都市：複数回答)	
(1) 補修更新のための判定基準がない	22
(2) 標準歩掛りが必要	6
(3) 施工面での問題点	

① 補修，調査の際の汚水の排水方法が問題	5
② 施工面での技術の向上が必要	2
③ 非開削工法における本管側と取付管口の補修が困難	2
④ 本管側と取付管口を同時に補修することが困難	1
⑤ 既設の接続枠を生かしながらの布設替えが困難	1
⑥ 大深度で大口径の施工が困難	1
⑦ 他の工種（埋設管，交通量等）との関連で補修が困難	1
(4) 特になし	4

計測診断のための問題点 (有効回答 31 都市：複数回答)	回答数
(1) 計測診断のための判定基準がない	12
(2) 管路内の水量が多い場合の調査が困難	4
(3) 管路内(800 mm以上では)の目視調査が困難	3
(4) 交通量、人口密集地、道路の幅員の狭い場所の調査が困難	2
(5) 取付管口の調査(上部の荷物等の移動が必要)が困難	2
(6) 本管側と取付管口との接続部の調査が困難	1
(7) 試験制度の要望(調査を行う上での専門知識の向上)	1
(8) 特になし	7

今後必要と思われる技術開発等について (有効回答 31 都市：複数回答)	回答数
(1) 補修更新のための技術開発	16
(2) 施工期間の短縮化が可能な工法の開発	4
(3) 補修、調査の際の汚水排水方法、 不断水工法等の技術開発	3
(4) 調査、補修のための判定基準が必要	3
(5) 非開削工法での取付け管の更生工法の開発	3
(6) 大口径の調査、補修のための技術開発	2
(7) 施工機械の開発(狭い道路でも施工可能な 各種の機械)	2
(8) 補助工法を併用しない施工方法の開発	2
(9) 標準歩掛りが必要	1
(10) 小口径管の内部の調査機器の開発	1
(11) 施工完成時の判定(測定)方法の確立	1
(12) 特になし	4

2) 処理場施設の補修更新について
補修更新に関する問題点や課題等についてのアンケートの結果を以下に示す。

補修更新のための技術的問題点 (有効回答 24 都市：複数回答)	回答数
(1) 既設施設の稼働中の補修更新が困難	10
(2) 補修更新のための判定基準が必要	6
(3) 日常点検できない箇所の点検方法の確立	2

今後必要と思われる技術開発等について (有効回答 23 都市：複数回答)	回答数
(1) 調査方法の開発及びマニュアル化	7
(2) 補修材料の選定方法と開発	7
(3) 施工期間の短縮化が可能な工法の開発	2
(4) 調査用ロボットの開発	2
(5) 施工機器の開発(天井が高い場合の足場等)	1
(6) 特になし	4

4. おわりに

本年度はアンケート調査を行い、管路施設及び処理場施設の老朽化の状況や補修更新の実態についての把握を行った。今後は、この結果をもとに、劣化原因に応じた合理的な劣化診断方法や、適正な補修更新方法等について検討してゆくことが必要であると考えられる。

平成5年度には、下水処理施設のコンクリート構造物に調査対象を絞り、処理施設に重要な劣化原因を明らかにするとともに、適正な維持更新に関する技術の調査を行う予定である。

● この調査に関する問い合わせは

建設省土木研究所下水道部

下水道研究室長 田中 修司

主任研究員 笹部 薫

研究員 櫻井 真一

(財)下水道新技術推進機構

技術部長・村上 忠弘

技術部技術課長 村上 孝雄

研究第二部研究員 深尾 忠司