

下水道施設（処理場・ポンプ場）
調査業務委託（スH29-1）

調査基本方針
（調査方法・調査単位・調査項目及び調査基準）

平成29年7月

目次

1.	調査基本方針（土木）	1
1.1.	はじめに	1
1.2.	調査単位の検討	1
1.3.	調査フロー	2
1.4.	コンクリート躯体の調査項目の検討	3
1.5.	内部防食の調査項目の検討	18
1.6.	調査頻度の検討	20
1.7.	調査計画	22
2.	調査基本方針（建築）	23
2.1.	はじめに	23
2.2.	調査単位の検討	23
2.3.	調査フロー	24
2.4.	調査項目の検討	26
2.5.	調査頻度の検討	41
2.6.	調査計画	42
3.	調査基本方針（機械設備）	43
3.1.	はじめに	43
3.2.	調査単位の検討	43
3.3.	調査項目の検討	47
3.4.	調査頻度の検討	62

1. 調査基本方針(土木)

1.1. はじめに

土木の調査対象設備(状態監視保全設備)は、コンクリート躯体と内部防食である。以下に、調査基本方針を取りまとめる。

1.2. 調査単位の検討

調査単位は、設備単位(中分類)とし、コンクリート躯体と内部防食について調査を行う。

1.3. 調査フロー

調査は、健全度を把握するために実施するものであり、①点検により一定の変状が認められた場合や②計画的に実施する時期に到達した場合に調査を実施する。調査実施フローを以下に示す。

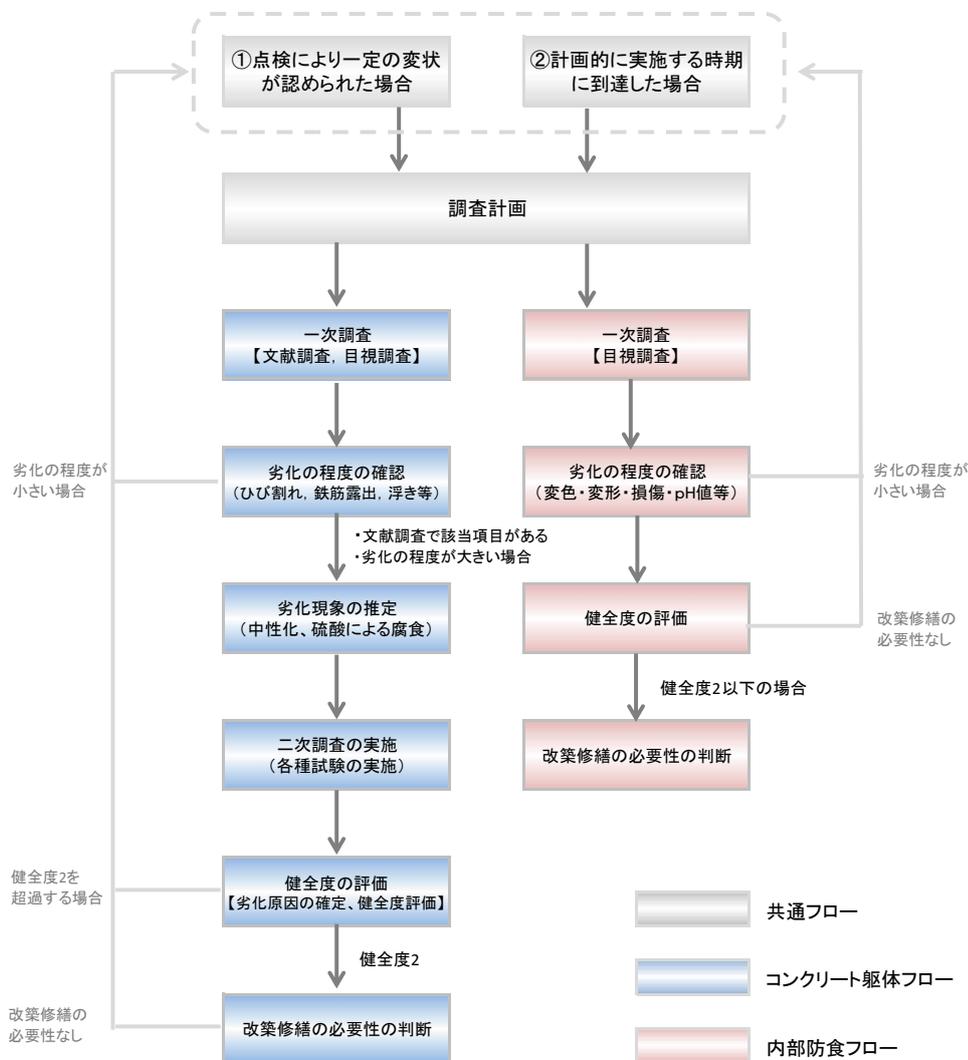


図 1-1 調査実施フロー

表 1-1 調査概要

施設	項目	調査概要
コンクリート躯体	一次調査 【文献調査、目視調査】	<ul style="list-style-type: none"> 一次調査により、二次調査の必要性を判断する。 槽内は水抜きを行わず、可能な範囲で目視調査を実施する（水処理躯体、汚泥貯留槽等）。
	二次調査 【詳細試験】	<ul style="list-style-type: none"> 一次調査の結果により、二次調査を実施する。 コンクリート躯体の二次調査は、主に、はつりによる中性化深さ試験、鉄筋腐食度試験等を行う。 槽内は水抜きを行い、調査を行う（水処理躯体、汚泥貯留槽等）。
内部防食	一次調査 【目視調査】	<ul style="list-style-type: none"> 目視調査、pH測定により、健全度を算出し、改築修繕の必要性の判断を行う。 槽内は水抜きを行わず、可能な範囲で目視調査を実施する（水処理躯体、汚泥貯留槽等）。

1.4. コンクリート躯体の調査項目の検討

a) 一次調査の調査項目

一次調査として、文献調査及び目視調査を行う。構造物の劣化の程度を把握するとともにその劣化原因の推定を行い、二次調査（詳細試験）で実施する調査項目や調査方法を選定するために行なう。二次調査の項目は、一次調査で行われる文献調査及び目視調査の総合的な結果から判定する。

1) 文献調査

建築物概要調査では、設計図書の調査、問診を行い、対象建築物固有の条件を調べ、劣化原因とその進行速度を推測するための参考資料を作成するために行う。

建築物概要調査では、下記に示す調査項目について調査する。

- ①構造物の規模、構造 ②構造物の用途 ③竣工後の年数 ④地域
 ⑤環境 ⑥使用材料 ⑦仕上げの種類 ⑧補修歴
 ⑨使用上のクレームの有無 ⑩その他特記事項

調査結果が、表 1-2 の各項目内容に該当しているかどうかを判断し、必要とする二次調査の項目を選定する。

表 1-2 文献調査結果からの高次診断要否判断

	項目	判定条件	必要とする2次調査項目
①	経過年数	竣工後 25 年以上経過	中性化、鉄筋腐食
②	用途	●劇場など ●工場	●中性化 ●中性化、鉄筋腐食、表面劣化
③	寒冷地域	寒冷地で表 5-6 の*4 の劣化症状のある場合	冷害、表面劣化
④	亜熱帯地域	亜熱帯地域に建物がある場合	ひびわれ、鉄筋腐食
⑤	臨海地域	海岸線より 1 km 以内のとき	ひびわれ、鉄筋腐食
⑥	特殊環境	●熱を扱う場合 ●薬品、腐食性ガス、温泉地 の場合	●中性化、ひびわれ、強度劣化 ●中性化、鉄筋腐食、ひびわれ、強度劣化、表面劣化
⑦	使用材料	●海砂、反応性骨材使用のおそれのある場合	ひびわれ、中性化、鉄筋腐食、強度劣化、表面劣化
⑧	被災歴	●火災歴あり ●震害歴あり	●中性化、鉄筋腐食、強度劣化、ひびわれ、表面劣化 ●ひびわれ、大たわみ、中性化、鉄筋腐食
⑨	クレームの有無	クレームが顕在化しているとき	(クレームの内容に応じて判断する)

出典：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術

本処理施設は、表 1-2 の中で、②~⑦は該当しないため、①経過年度、⑧被災歴、⑨クレームの有無を調査する必要がある。

2) 目視調査

目視調査は、顕在化した劣化現象の症状の有無を調査し、症状の程度とその原因となっている劣化現象を識別するために行う。主に底板、側壁、天井、柱、天板（天井）等を調査する。目視調査項目を表 1-3 に示す。

流入渠、放流渠については、目視不可能であるため、管内カメラ調査にて、顕在化した劣化現象の症状の有無を確認する（表 1-7）。

表 1-3 目視調査の調査項目

劣化症状		定義
ひびわれ	鉄筋に沿う 開口周辺の網目状 その他の	<ul style="list-style-type: none"> ●面的にみて配筋の位置と思われる箇所に発生するひびわれ、一般的に鉛直または水平の直線状のパターンを呈する、鉄筋は主筋のほか補助鉄筋も含む ●開口の隅角部から発生する斜めのひびわれ ●網目状（必ずしもきれいな矩形をしているとは限らない）のひびわれ、1m以内に近寄らないと判別できないような微細なものを除く ●規則性、不規則性を問わず、上記以外のひびわれ
浮き		仕上材においては、躯体から剥離した状態、躯体コンクリートにおいては、鉄筋のかぶり等が浮いている状態、浮きが仕上材だけか、コンクリート躯体を伴っているかは、打診による識別が困難であるので、1次診断では区別しないで扱う
剥落	仕上材のコンクリート	<ul style="list-style-type: none"> ●仕上材が剥がれ落ちた状態 ●浮いていたコンクリートが、躯体から剥がれ落ちた状態、鉄筋の露出を伴うものと、伴わないものがある
さび汚れ		腐食した鋼材のさびが流出して、仕上材またはコンクリートの表面に付着している状態
エフロレッセンス		硬化したコンクリートの表面に出た白色の物質、セメント中の石灰などが水に溶けて表面にしみ出し、空気中の炭酸ガスと化合してできたものが主成分
ポップアウト		コンクリート内部の部分的な膨張圧によって、コンクリート表面の小部分が円錐形のくぼみ状に破壊された状態
脆弱化した表面		凍害、すりへりなどにより脆弱化したコンクリートの表面、粉状化を含む
その他の汚れ		カビ、煤煙、コケ類などによる汚れ、エフロレッセンス、さび汚れを除く
漏水痕跡		過去に漏水現象が生じた形跡、エフロレッセンスを伴うことが多い（目視だけでは識別しにくいので問診により確認する）
異常体感		たわみ、傾きにより生ずる異常感、床の振動、建具の開閉感覚などがある（目視だけでは識別しにくいので問診により確認する）

出典：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術

コンクリートの劣化現象には、内部の変状が表面に現れないことが多いため、ひび割れ周辺部やコンクリート表面の変色部分・漏水箇所を主体に打音調査を行うことが望ましい。

打音調査は、点検用ハンマーでたたき、打撃音・感触からコンクリートの浮き、剥離の有無を推測する。打撃音による判断の目安を表 1-4 に示す。

表 1-4 打撃音による判断の目安

判定	打撃音の例		打撃感触
健全	清音	コンコン、キンキン、カンカン	力いっぱい打撃可能
浮き・剥離の可能性が高い	乾いた濁音	ポコポコ	力いっぱいたたくと壊れそう で手加減した打撃となる
	湿った濁音	ボコボコ、ゴンゴン	

（参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル）

症状別劣化度の区分を表 1-5 に示す。

目視調査、打音調査の結果より劣化度区分がⅢ（要調査）となった項目は、

表 1-6 に示す二次調査を行う必要がある。

表 1-5 症状別劣化度の区分

症 状		区分のための単位尺度	劣 化 度			
			I (健全)	II (放置可)	III (要調査)	
ひびわれ	鉄筋に沿う	軸方向筋 補助筋	長さ1mに換算したときの100㎡ 当たりの本数	0本 0～2本	1～2本 3～4本	3本以上 5本以上
	開口周辺の		開口部10箇所当たりの本数	0～2本	3～4本	5本以上
	網目状の		見つけ面積当たりの発生面積率	5%未満	5%以上 10%未満	10%以上
	その他の		長さ1mに換算したときの100㎡ 当たりの本数	0～4本	5～9本	10本以上
浮 き			発生面積率	1%未満	1%以上 3%未満	3%以上
剥 落	仕上材のみ		発生面積率	0%	0%以上 1%未満	1%以上
	コ リ ン ク ト	鉄筋露出なし	100㎡当たりの箇所数	0箇所	1箇所未満	1箇所以上
		鉄筋露出あり	100㎡当たりの箇所数	0箇所	1箇所未満	1箇所以上
表 面 の 状 態	さび汚れ		100㎡当たりの箇所数	0箇所	2箇所未満	2箇所以上
	エフロレッセンス		100㎡当たりの箇所数	0箇所	4箇所未満	4箇所以上
	ポップアウト		10㎡当たりの箇所数	0箇所	1箇所未満	1箇所以上
	表面脆弱化		発生面積率	1%未満	1%以上 3%未満	3%以上
	その他の汚れ		発生面積率	1%未満	1%以上 5%未満	5%以上
漏 水 痕 跡			建築物全体での有無	0箇所	0箇所	1箇所以上
異 常 体 感			建築物全体での有無	0箇所	0箇所	1箇所以上

出典：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術

表 1-6 劣化症状と劣化現状の相関マトリックス

劣化現象		中性化	鉄筋腐食	ひびわれ	漏 水	強度劣化	大たわみ	表面劣化	凍 害
ひびわれ	鉄筋に沿う	○	○	○	△*1	—	—	—	—
	開口周辺の	○	○	○	○	—	—	—	—
	網目状の	○	○	○	—	—	—	○	△*4
	その他の	○	○	○	△*1	△*2	△*3	—	—
浮 き		○	○	○	△*1	—	—	○	△*4
剥落	仕上材のみ	○	—	○	—	—	△*3	○	△*4
	コンク	○	○	○	—	—	△*3	○	△*4
	リート	○	○	○	△*1	—	△*3	○	△*4
表面の状態	さび汚れ	○	○	○	○	—	—	○	—
	エフロレッセンス	—	—	○	○	—	—	○	—
	ポップアウト	—	—	—	—	○	—	○	△*4
	表面の脆弱化	○	—	—	—	○	—	○	△*4
	その他の汚れ	○	—	—	—	—	—	○	—
漏 水 痕 跡		○	○	○	○	—	—	○	—
異 常 体 感		○	○	○	—	○	○	—	—

(備考) *1 漏水の痕跡があるときに調査 *2 異常体感のあるときに調査
*3 異常体感のあるときに調査 *4 寒冷地域であるときに調査

出典：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術

b) 二次調査の調査項目

コンクリート躯体（土木）の二次調査は、過年数が 25 年程度経過し、悪環境により表面の脆弱性が確認される場合が多いため、コンクリートの中性化深さ試験及び鉄筋腐食度試験を行うことが一般的である。また、土木構造物の水槽構造物、流入渠、放流渠は詳細目視調査を併せて行う。

1) 詳細目視調査

詳細目視調査では、水槽構造物（流入渠、放流渠）において、潜行目視調査または管内カメラ調査等により調査を行う。潜行目視調査、管内カメラ調査の概要を

表 1-7 に示す。

本処理場の流入渠、放流渠の形状を表 1-8 に示す。

時間変動流入量の推移から比較的流量の少ない朝方の水位を基準とし、本処理場の流入渠、放流渠の詳細目視調査方法の選定を行った（表 1-10）。

流入渠の詳細目視調査は、特殊大口径カメラ調査、放流渠の詳細目視調査は、船型カメラ調査を導入して調査を行う事例である。

表 1-7 詳細目視調査の概要（例）

調査方法	槽内調査	管内調査（一次調査）	管内調査（二次調査）		
	潜行目視調査	管内カメラ調査	大口径カメラ調査	特殊大口径カメラ調査	船型カメラ調査
適応管径	800mm 以上	180~800mm	500~2000mm	1200~4000mm	1200~4000mm
対応管路延長	-	5~10m 程度	600m 未満	2,000m 未満	1000mm 未満
対応水位	水位 0.5m 未満 安全な流速であること	水上部のみ調査	0.5m 以上かつ 0.3~0.4D	1.00m 以下 かつ 0.3D 以下	0.5m 以上
土砂・異物の体積	作業員が安全に移動できる範囲	—	10cm まで乗り越え可能	15cm まで乗り越え可能	異物から水面までの距離が 0.4m 以上必要
調査内容	目視可能な範囲を調査	同左	同左	同左	同左
調査精度	高い	やや劣る	普通	やや高い	普通~やや劣る
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性の配慮が必要 ・詳細目視調査と併せて中性化試験、鉄筋腐食度試験を行うことが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上部より安全に調査可能 ・最新の高機能機種は、10m 以上の構造物であっても可視可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・800mm 以上の TV カメラ調査に一般的に用いられる 	<ul style="list-style-type: none"> ・開口部がφ 600 の場合、マンホール内での組み立てが必要 ・大口カメラと比べ、画質が良好 	<ul style="list-style-type: none"> ・テレビカメラ車と比較して機械の安定性が悪い(側視がしづらい)

表 1-8 流入渠、放流渠形状

	形状	備考
流入渠	口径 HP2400mm i=0.8% 長さ 202.3m	
放流渠	ボックスカルバート 幅 2.3×高さ 2.3×長 184m	一部サイフォン

表 1-9 時間変動流入量の推移

時間	全ての水質データ		平成19年6月12日～13日			平成22年8月26日～27日			合計			備考
	平成19年 6月12日～13日	平成22年 8月26日～27日	BOD (mg/l)	流入量 (m3/h)	汚濁負荷 量(kg/h)	BOD (mg/l)	流入量 (m3/h)	汚濁負荷 量(kg/h)	流入量 (m3/h)	汚濁負荷 量(kg/h)	BOD (mg/l)	
9:00	-	150	-	-	-	150	4,650	698	4,650	698		
10:00	180	138	180	4,890	880	138	5,205	718	10,095	1,598	158	年報採水時刻
11:00	198	180	198	4,990	988	180	5,206	937	10,196	1,925		
12:00	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-		
13:00	192	138	192	4,980	956	138	5,195	717	10,175	1,673		
14:00	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-		
15:00	168	198	168	4,970	835	198	5,127	1,015	10,097	1,850		
16:00	-	192	-	-	-	-	-	-	-	-		
17:00	240	120	240	5,050	1,212	120	5,015	602	10,065	1,814		
18:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19:00	126	114	126	5,060	638	114	4,731	539	9,791	1,177		
20:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
21:00	150	126	150	5,020	753	126	4,599	579	9,619	1,332		
22:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23:00	156	120	156	5,010	782	120	4,624	555	9,634	1,336		
0:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1:00	156	114	156	4,960	774	114	4,748	541	9,708	1,315		
2:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3:00	150	156	150	5,110	767	156	4,747	741	9,857	1,507		
4:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5:00	138	96	138	4,990	689	96	4,714	453	9,704	1,141		
6:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7:00	126	148	126	3,110	392	148	2,829	419	5,939	811		
8:00	126	-	126	3,420	431	-	-	-	3,420	431		
計				61,560	10,095		61,390	8,513	122,950	18,609	151	

参考：H23 年度事業計画変更認可申請書

表 1-10 流入渠、放流渠の水深及び適応詳細調査

	流量	水位	適応詳細調査	備考
流入渠	≒3000 m ³ /h	≒0.7～1.0m	特殊大口径カメラ調査	
放流渠	≒3000 m ³ /h	≒0.4～0.5m	船型カメラ調査	サイフォン部分は、 目視調査不可

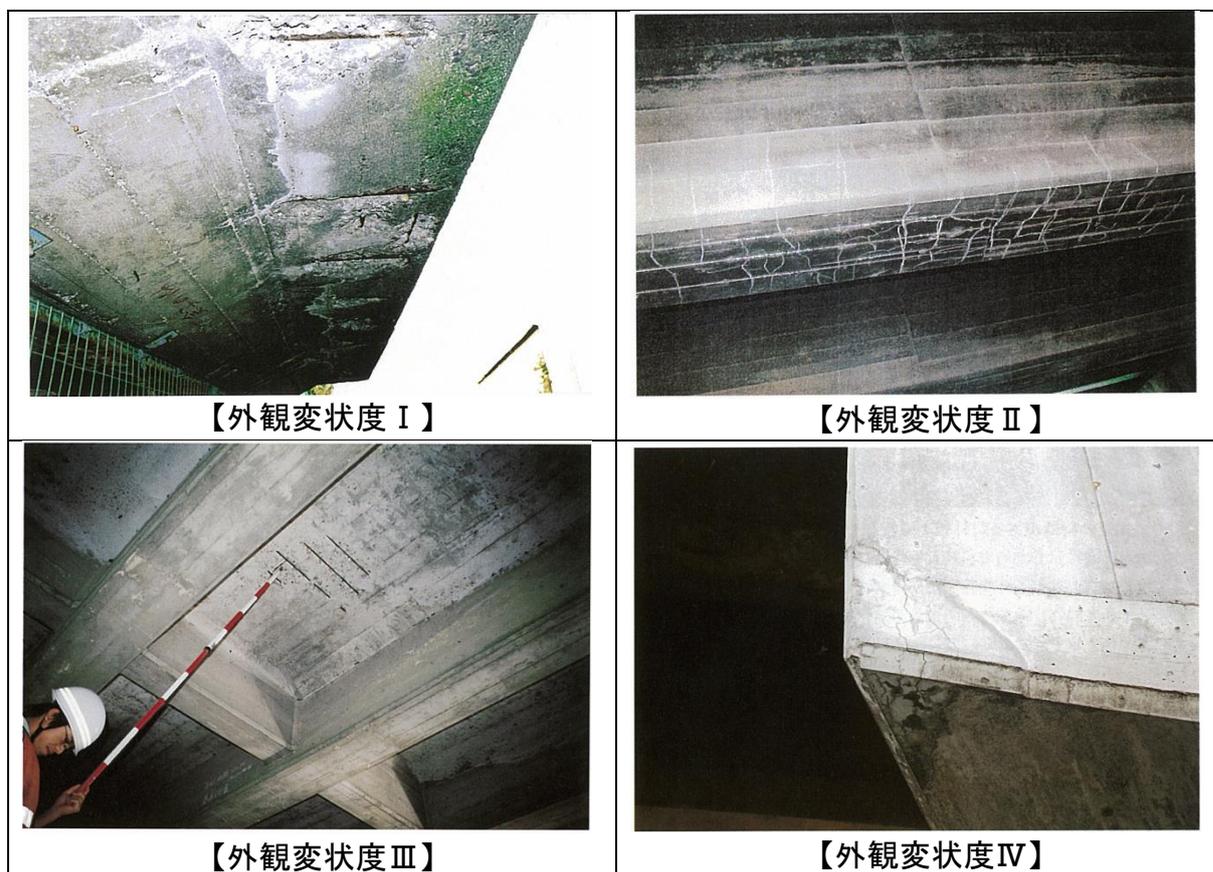
目視調査の結果は、観察された変状の種類・程度に応じて表 1-11 に示す 5 段階の外観変状度で評価する。

土木構造物のうち水槽構造物、流入渠、放流渠は、一次調査で行う目視調査と二次調査で行う詳細目視調査の結果を基に外観変状度を評価する。その他の土木構造物は、1 次調査で行う目視調査を基に外観変状度を評価する。

表 1-11 外観変状度

外観変状度	劣化状況
無	コンクリート表面に変状が認められない場合
IV	ごく軽微なひび割れや錆汁が認められる場合
III	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が部分的に認められる場合
II	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が連続的に認められる場合
I	コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出や破断が認められる場合

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)



(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

図 1-2 目視調査結果による外観変状度

2) 鉄筋腐食度試験

はつり調査は、かぶりコンクリートをはつり、配筋状況、鉄筋の種類や鉄筋径・腐食状況・コンクリートの中酸化深さ等を目視で確認するために行う。

調査で実施するはつり調査は、点検では得られない配筋状況（配筋間隔、かぶり）、鉄筋の種類や鉄筋径、腐食状況等の直接的な情報を得ることを目的として実施する。

- ・調査箇所は、点検や詳細目視調査において鉄筋に添ったひび割れやひび割れからの錆汁の滲出等の変状が確認された場所とする。
- ・調査数は、構造物あたり3箇所程度を標準とする。
- ・調査では、コンクリートを300mm角程度の大きさと鉄筋位置まではつり取り、はつり深さは、鉄筋表面が現れる程度を原則とする。

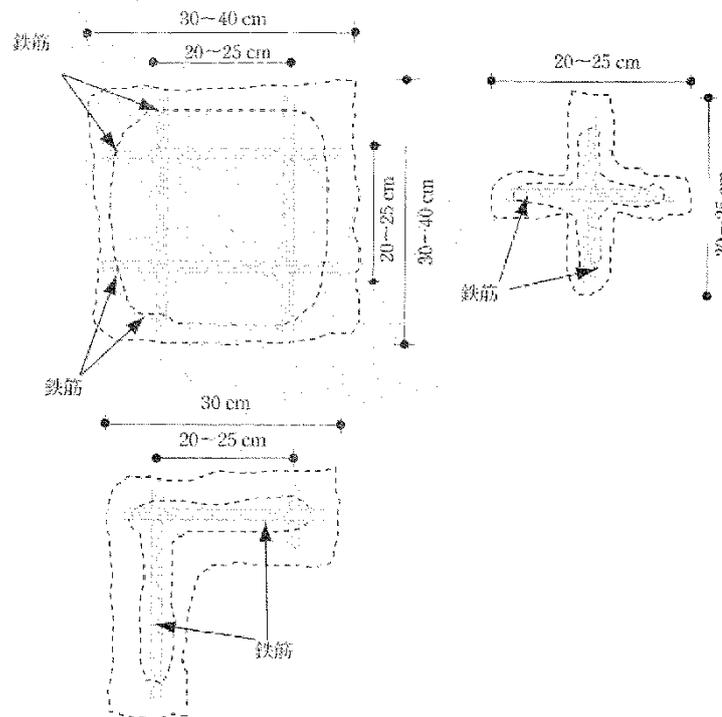


図 1-3 はつり調査例

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

鉄筋の腐食状況の評価基準を表 1-12 に示す。

表 1-12 鉄筋の腐食度

鉄筋の腐食状況	鉄筋の腐食度
断面欠損が著しい腐食	①
浅い孔食等の断面欠損の軽微な腐食	②
ごく表面的な腐食	③
腐食なし	④

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

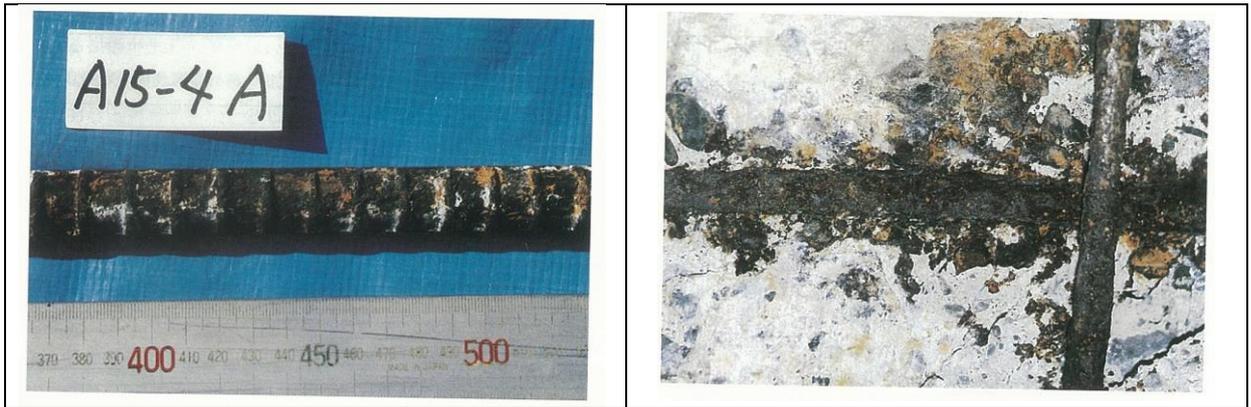


図 1-4 鉄筋の腐食度①

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

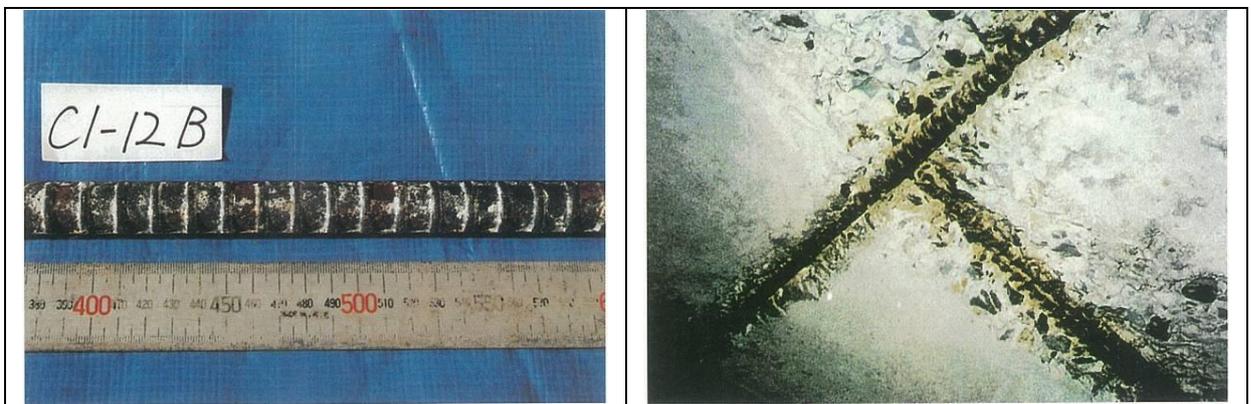


図 1-5 鉄筋の腐食度②

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

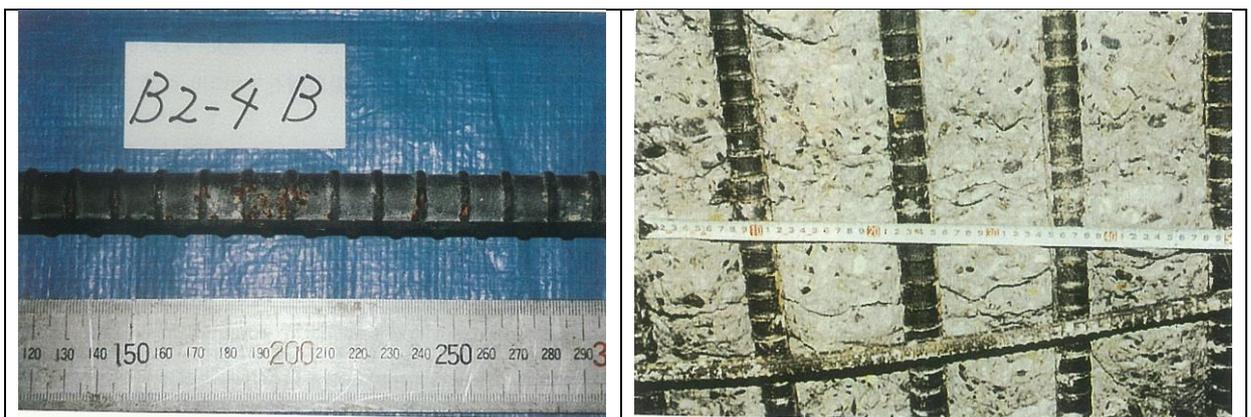


図 1-6 鉄筋の腐食度③

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

3) コンクリートの中性化深さ試験

中性化深さの測定は、コンクリートはつりにより調査を行う。

- ・ 中性化深さの測定は、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準じて行うことを原則とする。
- ・ 中性化試験の測定方法は、点検時でも調査時でも変わらないが、調査では他の調査項目のためのコアを採取したり、はつり調査を行なっているため、これらを活用して中性化試験を行なう。
- ・ 調査数は、一施設一階層あたり3箇所とする。

中性化試験の作業フローを以下に示す。

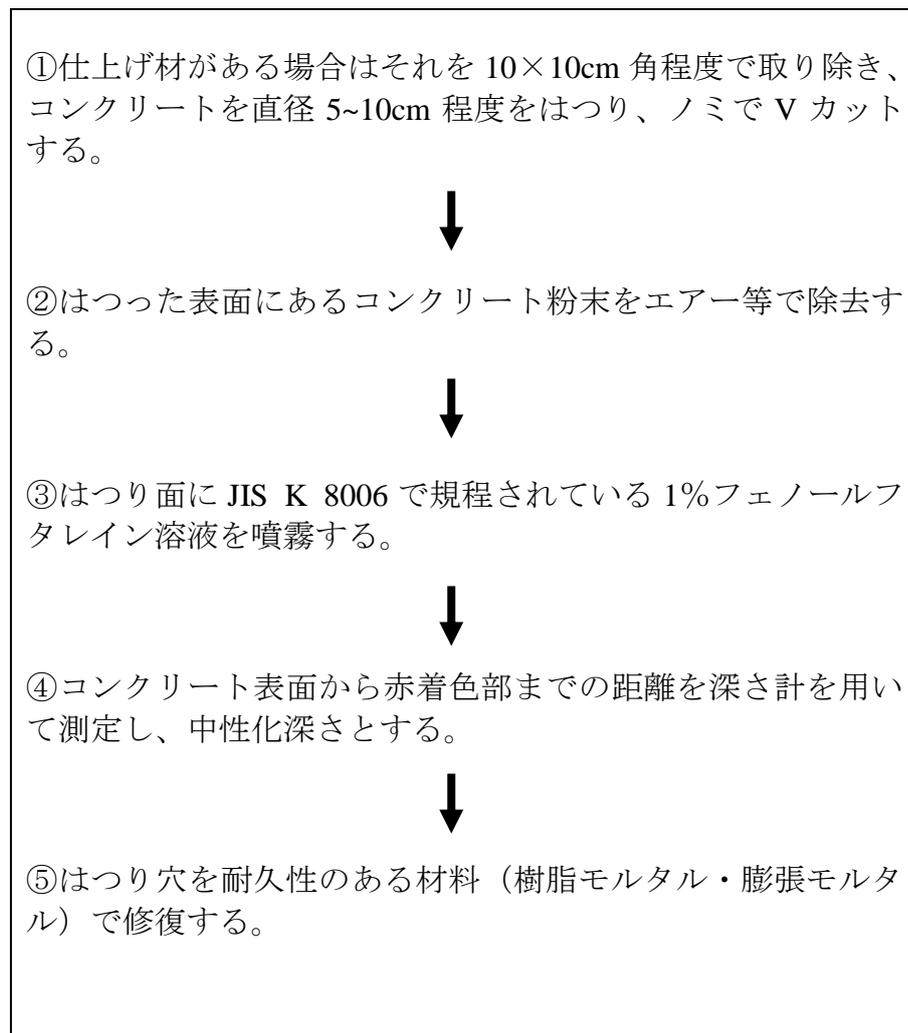


図 1-7 中性化試験作業フロー
(参考：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術)

中性化試験の評価方法を表 1-13 に示す。

表 1-13 塩化物イオン量と塩害による鋼材の腐食可能性評価

中性化残り	中性化による鉄筋腐食の可能性
0mm 未満	腐食が生じうる
0mm 以上、10mm 未満	場合によっては中性化による腐食が生じる可能性がある
10mm 以上、30mm 未満	将来的には中性化による腐食が生じる可能性がある
30mm 以上	当面の間は、中性化による腐食が生じるおそれはない

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

中性化深さの測量結果をもとに将来の進行予測も併せて行うとよい。中性化の進行は、コンクリートの品質や環境条件（温度、湿度等）等の影響を受ける。中性化の進行は、一般に時間の平方根に比例するとされている。

$$y = b\sqrt{t}$$

y：中性化深さ（mm）

t：材齢（年）（一般には竣工後の年数）

b：中性化速度係数（mm/√年）

- 測定で得られた平均中性化深さ（y）と調査対象構造物（部材）の材齢（t）から、中性化速度係数（b）を求める。
- 求められた中性化速度係数（b）を用いて、将来における中性化深さの予測を行う。
- 鉄筋かぶりから対象とする材齢での推定中性化深さを差し引き、予測したい時点での中性化残りを求める。

c) 健全度評価

目視調査結果、コンクリートの中性化深さ試験結果及び鉄筋腐食度試験の結果を基に健全度の判定を行う。

施設の総合健全度は、図 1-8 に示すとおり、構造物の現状及び劣化原因ごとの劣化程度の健全度を算出し、低い方の健全度を採用する。

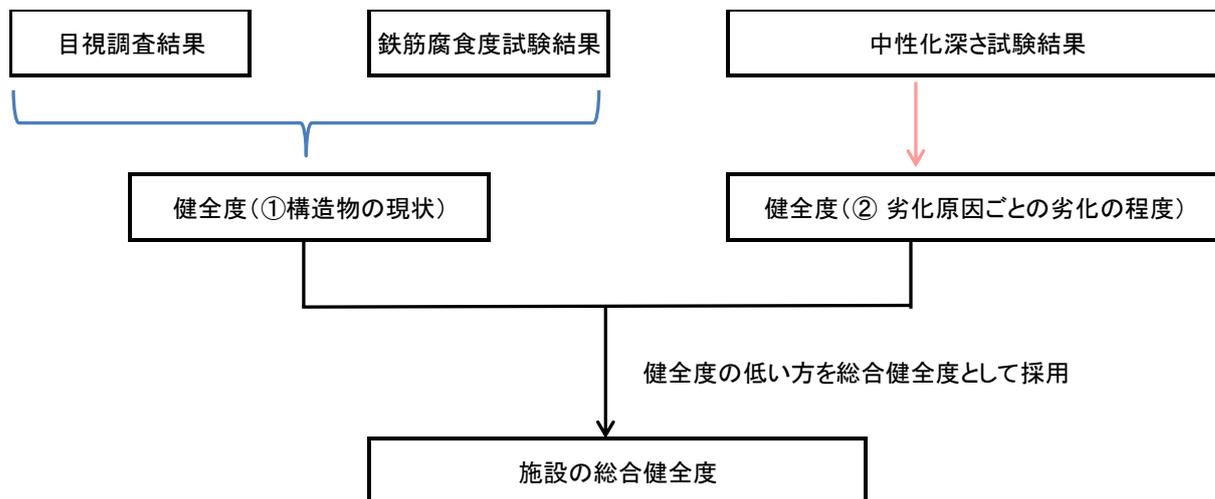


図 1-8 健全度評価フロー

① 構造物の現状

目視調査やはつりだした鉄筋の腐食状況から、筋の腐食に伴う構造物の性能低下や補強・補修の必要性について評価する。

② 劣化原因ごとの劣化の程度

構造物の劣化原因に関連した調査を行って、今後、構造物の劣化が進行する可能性が高いか否かを評価する。

表 1-14 総合健全度評価基準

健全度	躯体の状態
5	調査を実施した時点では、構造物は劣化しておらず、劣化の兆候も認められない段階。
4	調査を実施した時点では、構造物は劣化していないと考えられる段階。ただし、劣化因子の侵入等が見られることなどから、今後、場合によっては鋼材が腐食しやすい状態へと移行する可能性もある。
3	調査を実施した時点では、鋼材の腐食はごくわずかか、認められない状態であり、構造物が劣化しているとは判断しづらいが、今後、鋼材が腐食しやすい状態へと移行する兆候が認められる段階。
2	調査を実施した時点では、腐食による鋼材の軽微な断面欠損が見られるなど、構造物の劣化が進行していると考えられる段階。
1	調査を実施した時点で、腐食による鋼材の著しい断面欠損が見られるなど、構造物は著しく劣化しており、耐荷性能の低下も懸念される段階。

※健全度 5 は建設時の状態を示している。

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

1) 構造物の現状に対する評価

構造物の現状に関する評価を以下に示す。

表 1-15 構造物の現状の程度に関する健全度評価

項目		はつり調査による鉄筋腐食度			
		①	②	③	④
詳細目視調査による変状度	I	1	1	2	2
	II	1	2	2	2
	III	1	2	3	3
	IV	1	3	3	4
	無	1	3	4	4

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

2) 劣化原因ごとの劣化程度に関する評価

中性化に対する健全度評価を以下に示す。

表 1-16 中性化に対する健全度評価

中性化残り	健全度
0mm 未満	2
0mm 以上、10mm 未満	3
10mm 以上、30mm 未満	4
30mm 以上	5

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

3) 調査表（躯体）

コンクリート躯体の調査表を以下に示す。

土木調査表 No

団体名 _____
 施設名 _____

土木名称	躯体(土木)		調査年月日	
大分類	ポンプ場施設・揚水施設	中分類	躯体	調査者
設置年度	年度(西暦)	年	経過年数	年
仕様	鉄筋コンクリート造		標準的耐用年数	50年
診断場所	着水井/水路1/水路2/ポンプ井1/ポンプ井2/沈砂機械室		小分類	鉄筋コンクリート造
			適化法処分制限期間	50年
			設置場所	地下

調査	部位	診断項目	外観変状度	所見
目視調査	底版	コンクリート表面の変状		
	側壁	同上		
	天井	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			

調査	部位	診断項目	腐食度	所見
鉄筋腐食度	底版	鉄筋の腐食度		
	側壁	同上		
	天井	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			

構造物の現状程度に関する健全度	
-----------------	--

調査	部位	診断項目	健全度	所見
中性化試験	底版	中性化残り		
	側壁	同上		
	天井	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		

中性化に対する健全度	
------------	--

総合健全度(最低値)	
------------	--

【健全度の評価基準】

【目視調査:変状度の評価基準】

変状度	劣化状況
無	コンクリート表面に変状が認められない場合
Ⅳ	ごく軽微なひび割れや錆汁が認められる場合
Ⅲ	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が部分的に認められる場合
Ⅱ	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が連続的に認められる場合
Ⅰ	コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出や破断が認められる場合

【はつり調査:鉄筋の腐食度】

腐食度	鉄筋の腐食状況
④	腐食なし
③	ごく表面的な腐食
②	浅い孔食等の断面欠損の軽微な腐食
①	断面欠損が著しい腐食

【構造物の現状の劣化状況に関する健全度評価】

項目		はつり調査による鉄筋腐食度			
		①	②	③	④
詳細目視調査 による変状度	Ⅰ	1	1	2	2
	Ⅱ	1	2	2	2
	Ⅲ	1	2	3	3
	Ⅳ	1	3	3	4
	無	1	3	4	4

【中性化試験:中性化による鉄筋腐食の可能性】

健全度	中性化残り
5	30mm以上 →当面の間は、中性化による腐食が生じるおそれはない
4	10mm以上、30mm未満→将来的には中性化による腐食が生じる可能性がある
3	0mm以上、10mm未満 →場合によっては中性化による腐食が生じる可能性がある
2	0mm →未腐食が生じる

1.5. 内部防食の調査項目の検討

防食塗装の調査は、目視調査を行う。

a) 目視調査

防食塗装の劣化が進行すると塗装表面の変色、浮き、剥離等の変状が顕在化するため、食塗装の変状状況を目視調査で確認する。調査手法は、点検と同じである。

- (1)目視調査では、目視による観察、および簡易な測定器具を用いた測定により行う。
- (2)目視調査では、①硫黄の析出、付着②硫酸による変色③浮き④膨れ⑤剥離⑥付着物表面及び付着物除去後の表面 pH を確認する。

表 1-17 調査内容（目視調査）

調査項目	調査内容	調査方法
硫黄の析出、付着	有無の確認	目視、写真
変色		
浮き		
膨れ		
剥離		
付着物の表面pH	pHの確認	pH試験紙
付着物除去後の表面pH		

b) 目視調査による判定

目視調査による健全度の判定表を以下に示す。

変形・変色・損傷の健全度と pH 値の健全度を算出し、低い方を総合健全度として採用する。

表 1-18 健全度の判定（防食塗装）

健全度	判断基準	
	変色・変形・損傷等	pH値
5	設置当初、硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が見られない。	設置当初、防食被覆層表面のpHが7以上。
4	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離がほとんど見られない。	防食被覆層表面のpHが6以上7未満。
3	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が認められる。	防食被覆層表面のpHが4以上6未満。
2	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が目立つ。	防食被覆層表面のpHが4未満。

c) 調査表（内部防食）

調査表（内部防食）を以下に示す。

土木調査表 No

団体名 _____
施設名 _____

土木名称	防食塗装(着水井/水路1/水路2/ポンプ井1/ポンプ井2)				調査年月日			
					調査者			
大分類	ポンプ場施設・揚水施設	中分類	付帯設備		小分類	内部防食		
設置年度	年度(西暦)	年	経過年数	年	標準的耐用年数	10年	適化法処分制限期間	10年
仕様					設置場所	-		
診断場所	着水井/水路1/水路2/ポンプ井1/ポンプ井2							

調査	部位	診断項目	健全度	所見
目視調査	底版	硫黄の析出・付着、変色、浮き、膨れ、剥離		
	側壁	同上		
	天井	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			
調査	部位	診断項目	健全度	所見
表面のpH値	底版	表面のpH		
	側壁	同上		
	天井	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			

総合健全度(最低値)	
------------	--

【健全度の評価基準】

【目視調査】

健全度	変色・浮き、膨れ、剥離等
5	設置当初、硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が見られない
4	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離がほとんど見られない
3	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が認められる
2	硫黄の析出・付着、硫酸による変色、浮き、膨れ、剥離が目立つ

【塗装表面のpH測定】

健全度	pH値
5	設置当初、防食被覆層表面のpHが7以上
4	防食被覆層表面のpHが6以上7未満
3	防食被覆層表面のpHが4以上6未満
2	防食被覆層表面のpHが4未満

1.6. 調査頻度の検討

コンクリートの劣化、腐食を考慮して調査頻度は、硫化水素ガス濃度が高い腐食環境下にある施設と腐食環境下でない施設に区別して調査計画を策定する。

図 1-9 及び表 1-19 から、本処理場で腐食環境下にある施設は、流入渠、污水沈砂池、曝気沈砂池、最初沈殿池、汚泥濃縮タンク、汚泥貯留槽とする。

また、本処理場の塩素滅菌棟（地下）、塩素混和池、放流ポンプ棟（地下）及び放流渠において、著しい劣化が見られるため腐食環境下とした。

次ページ以降に本処理場の腐食環境下にある設備を示す。

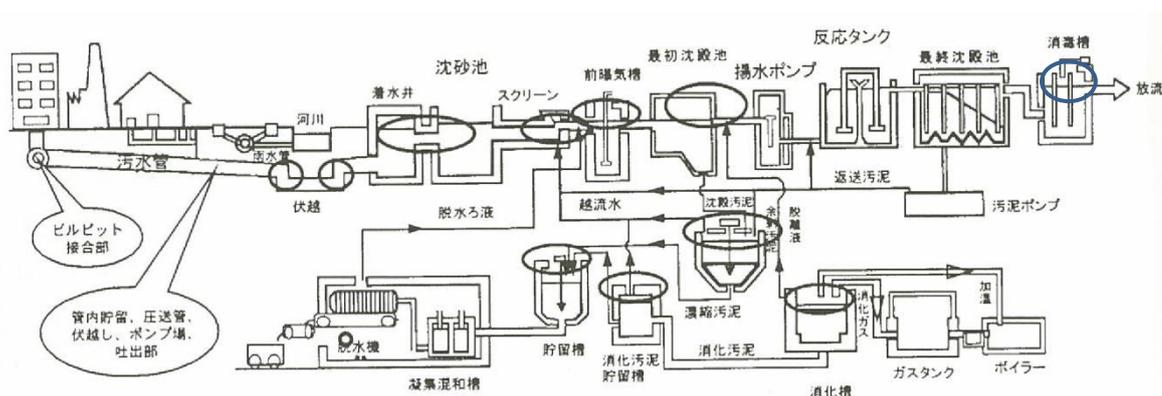


図 1-9 下水道施設における硫化水素ガスが発生しやすい部位

出典：下水道コンクリート防食工事施工・品質管路の手引き（H25）

表 1-19 硫酸によるコンクリート腐食が発生しやすい施設・部位

施設	腐食が発生しやすい部位
管路施設	<ul style="list-style-type: none"> * 段差・落差の大きい個所の気相部 * 伏越し管の上流部・下流吐き出し部の気相部 * ビルピット排水管の接合部の気相部 * 圧送管の吐き出し部の気相部
ポンプ場	<ul style="list-style-type: none"> * 下水の流入部の気相部 * ポンプアップ後の吐き出し部の気相部
処理場 (特に覆蓋された施設)	<ul style="list-style-type: none"> * 着水井と連絡水路の気相部 * 分配槽と連絡水路の気相部 * 最初沈殿池越流ぜき部（写真.1 参照）と流出水路の気相部 * 反応タンク流入部の気相部 * 汚泥濃縮槽の越流ぜき・ピットの気相部 * 嫌気性汚泥消化槽からの脱離液のピットの気相部（写真.2 参照） * 汚泥処理施設からの返流水管

出典：下水道コンクリート防食工事施工・品質管路の手引き（H25）

調査頻度は、構造物の重要度や周辺環境、従前の定期点検結果、調査を実施することにより得られる調査結果の有用性と調査による構造物への影響等を考慮して選定する必要がある。調査間隔の標準値を下表に示す。

表 1-20 調査間隔（状態監視資産の場合）

		供用中の構造物の点検間隔					
		修復履歴なし			修復後 ^{※3}		
周辺環境 ^{※1}		厳しい	やや厳しい	普通	厳しい	やや厳しい	普通
調査項目	①コンクリートの表面変状	5年	10年	10年	5年	10年	10年
	②鉄筋表面の変状	10年	10年	10年	5年	10年	10年
	③塩化物イオン	10年	10年	10年	5年	10年	10年
	④中性化深さ	10年	10年	10年	5年	10年	10年
	⑤鉄筋位置・かぶり ^{※2}	10年	10年	10年	5年	10年	10年
	⑥コンクリートの品質	10年	10年	10年	5年	10年	10年

※1周辺環境については、地域区分を参照すること

※2二度目以降の調査では、過去の調査記録を確認することを標準とする。

※3ここでは、構造物に付属する装置（橋梁上部構造における伸縮装置等）の補修や 構造物の耐震性能向上のための補強等、コンクリート部材の劣化に起因しない補修・補強は含まない。

表 1-21 地域区分

周辺環境	地域	道路橋示方書における対策区分
厳しい	海からの飛来塩分の影響が大きいと考えられる地域、または融雪剤、凍結防止剤（塩化カルシウム、塩化ナトリウム）が年間で30日以上散布される地域	SまたはI
やや厳しい	上記以外で、海からの飛来塩分の影響があると考えられる地域、または融雪剤・凍結防止剤（塩化カルシウム、塩化ナトリウム）が散布される地域	IIまたはIII
普通	上記以外にもあてはまらない地域	影響地域外

（非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル）

腐食環境下にある施設は、一次調査間隔を5年とし、腐食環境下でない施設は、一次調査間隔を10年とする。

1.7. 調査計画

a) 調査年度

コンクリート躯体、内部防食の一次調査間隔、腐食環境下にある施設の調査間隔は、5年、腐食環境下でない施設の調査間隔は10年とする。

コンクリート躯体の二次調査は、25年経過した施設を対象にはつり調査による中性化深さ試験、鉄筋腐食度試験を実施する計画とする。

調査間隔は、腐食環境下にある施設の調査間隔は、10年、腐食環境下でない施設の調査間隔は、20年とする。

b) 優先順位の検討

過年度の耐震診断調査において、コンクリートのコア抜き調査を実施し、コンクリート躯体の中性化状況を確認している建物については、前回のコア抜き調査後、腐食環境下にある施設は、5年、腐食環境下でない施設は、10年を目途に一次調査を行う。

また、二次調査は、前回のコア抜き調査後、腐食環境下にある施設は、10年、腐食環境下でない施設は、20年を目途に行う。

過年度に、コンクリートのコア抜き調査等を実施していない建物については、初年度（2017年度）に一次調査・二次調査を行う計画とする。

2. 調査基本方針(建築)

2.1. はじめに

建築の調査対象設備（状態監視保全設備）は、躯体、屋根防水、外装（外壁仕上）である。以下に調査基本方針を取りまとめる。

2.2. 調査単位の検討

調査単位は、設備単位（中分類単位）とし、躯体、屋根防水、外装（外壁仕上）について調査を行う。

2.3. 調査フロー

調査は、健全度を把握するために実施するものであり、①点検により一定の変状が認められた場合や②計画的に実施する時期に到達した場合に調査を実施する。調査フローを以下に示す。

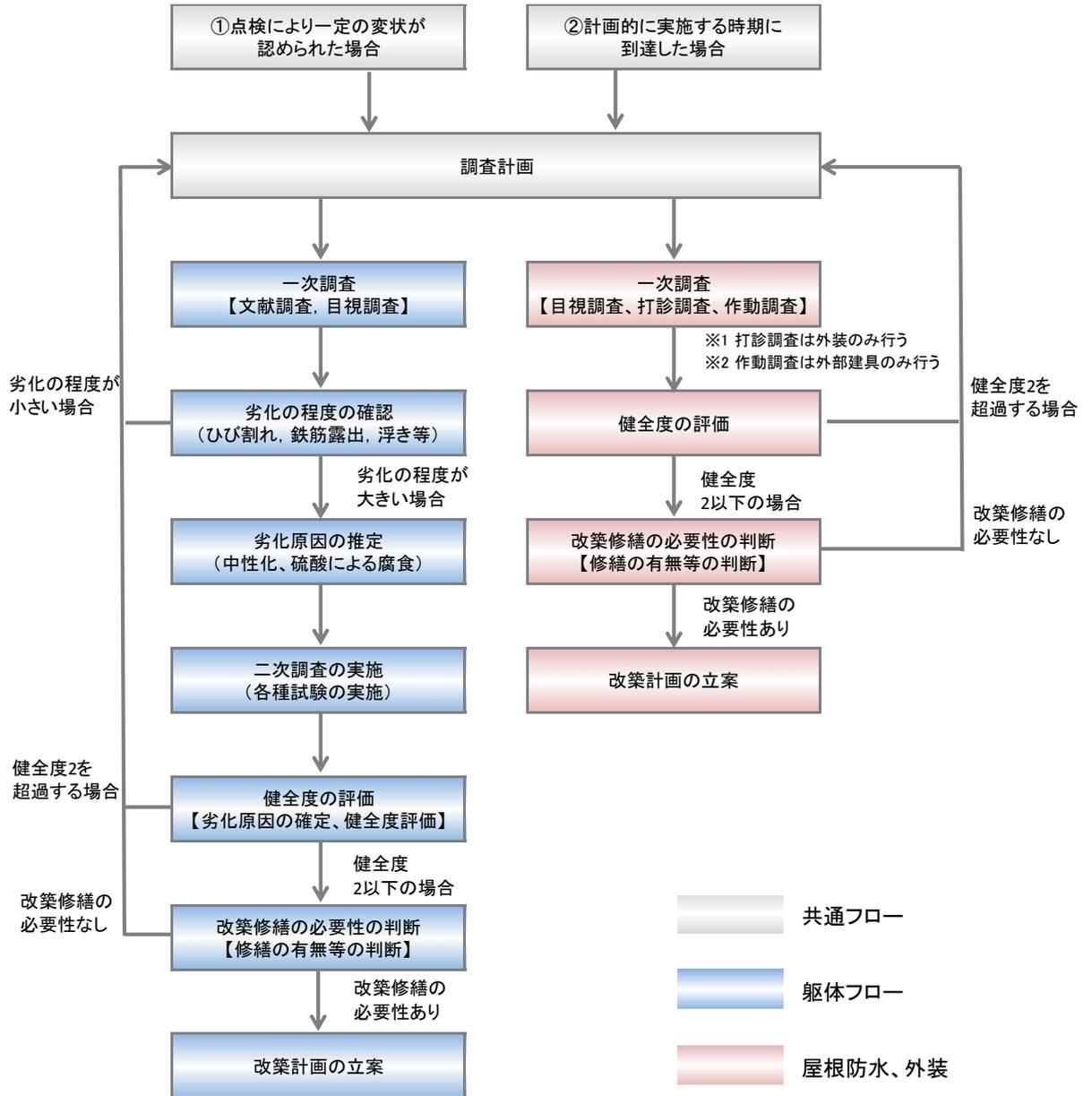


図 2-10 調査実施フロー

表 2-1 調査概要

項 目		調 査 概 要
一次調査	躯体	目視調査により、躯体の劣化状況を確認し、二次調査の必要性を判断する。
	屋根防水	目視調査により、調査対象の健全度を確認する。 屋根防水および外装については、一次調査の結果により、対策の検討を行う。
	外装	
二次調査		躯体の二次調査は、主に、はつりによる中性化深さ試験、鉄筋腐食度試験等を行う。 二次調査の結果により、対策の検討を行う。

2.4. 調査項目の検討

a) 躯体

躯体の一次調査は、目視調査を行う。(土木躯体の一次調査に準じる)

目視調査は、顕在化した劣化現象の症状の有無を調査し、症状の程度とその原因となっている劣化現象を識別するために行う。主に外壁、内壁、スラブ、柱、梁等を調査する。目視調査項目を表 2-2 に示す。

表 2-2 目視調査の調査項目

劣化症状		定義
ひびわれ	鉄筋に沿う	●面的にみて配筋の位置と思われる箇所に発生するひびわれ、一般的に鉛直または水平の直線状のパターンを呈する、鉄筋は主筋のほか補助鉄筋も含む
	開口周辺の網目状	●開口の隅角部から発生する斜めのひびわれ
	その他	●網目状(必ずしもきれいな矩形をしているとは限らない)のひびわれ、1m以内に近寄らないと判別できないような微細なものを除く ●規則性、不規則性を問わず、上記以外のひびわれ
浮き		仕上材においては、躯体から剥離した状態、躯体コンクリートにおいては、鉄筋のかぶり等が浮いている状態、浮きが仕上材だけか、コンクリート躯体を伴っているかは、打診による識別が困難であるので、1次診断では区別しないで扱う
剥落	仕上材のコンクリート	●仕上材が剥がれ落ちた状態 ●浮いていたコンクリートが、躯体から剥がれ落ちた状態、鉄筋の露出を伴うものと、伴わないものがある
さび汚れ		腐食した鋼材のさびが流出して、仕上材またはコンクリートの表面に付着している状態
エフロレッセンス		硬化したコンクリートの表面に出た白色の物質、セメント中の石灰などが水に溶けて表面にしみ出し、空気中の炭酸ガスと化合してできたものが主成分
ポップアウト		コンクリート内部の部分的な膨張圧によって、コンクリート表面の小部分が円錐形のくぼみ状に破壊された状態
脆弱化した表面		凍害、すりへりなどにより脆弱化したコンクリートの表面、粉状化を含む
その他の汚れ		カビ、煤煙、コケ類などによる汚れ、エフロレッセンス、さび汚れを除く
漏水痕跡		過去に漏水現象が生じた形跡、エフロレッセンスを伴うことが多い(目視だけでは識別しにくいので問診により確認する)
異常体感		たわみ、傾きにより生ずる異常感、床の振動、建具の開閉感覚などがある(目視だけでは識別しにくいので問診により確認する)

出典：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性向上技術

コンクリートの劣化現象には、内部の変状が表面に現れないことが多いため、ひび割れ周辺部やコンクリート表面の変色部分・漏水箇所を主体に打音調査を行う。

打音調査は、点検用ハンマーでたたき、打撃音・感触からコンクリートの浮き、剥離の有無を推測する。打撃音による判断の目安を表 2-3 示す。

表 2-3 撃音による判断の目安

判定	打撃音の例		打撃感触
	清音		
健全	清音	コンコン、キンキン、カンカン	力いっぱい打撃可能
浮き・剥離の可能性が高い	乾いた濁音	ポコポコ	力いっぱいたたくと壊れそうで手加減した打撃となる
	湿った濁音	ボコボコ、ゴンゴン	

(参考：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル)

目視調査、打音調査の結果より、変状度の評価が表 2-4 おいて I、II または III となった場合には、二次調査を行う計画とする。

表 2-4 状態の評価基準

変状度	評価基準
無	コンクリート表面に変状が認められない場合
IV	ごく軽微なひび割れや錆汁が認められる場合
III	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が部分的に認められる場合
II	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が連続的に認められる場合
I	コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出や破断が認められる場合

躯体の二次調査については、コンクリートの中性化深さおよび鉄筋腐食度調査を行う。なお、過年度にコンクリートの圧縮強度試験を行っていない建物については、コンクリートの圧縮強度試験を行う計画とする。

コンクリートの中性化深さおよび鉄筋腐食度調査については、1.4 コンクリート躯体の調査項目の検討 b)2)鉄筋腐食度試験および b)3)コンクリートの中性化深さ試験に準じる。

コンクリートの圧縮強度試験の概要については、以下に示す。

圧縮強度試験は、JIS A 1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行うことを原則とする。

コアの採取は、階ごとに3本以上を基本とする。

▶ 試験手順

- ①コンクリート構造物からコアドリルを用いてコアを採取する。φ100mm でコアを採取できない箇所は粗骨材の最大寸法の3倍以上を満足する径でコアを採取する。
- ②採取したコアの両端面を研磨して整形した後、コア供試体の直径および高さ、質量を測定する。
- ③圧縮試験機に供試体を設置し、一様な速度で荷重を加え供試体が破壊するまでに試験機が示す最大荷重を測定する。
- ④圧縮強度 f_c を次式によって算出し、有効数字3けたに丸める。

$$f_c = \frac{P}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

ここに P : 最大荷重 (N)
d : 供試体の直径 (mm)

- ⑤供試体の高さとの比が 1.90 より小さい場合は、試験で得られた圧縮強度に表 2-5 補正係数を乗じて直径の2倍の高さをもつ供試体の強度に換算する。

表 2-5 補正係数

高さとの比 h/d	補正係数	備考
2.00	1.00	h/d がこの表に表す値の間にある場合、補正係数は、補間して求める。
1.75	0.98	
1.50	0.96	
1.25	0.93	
1.00	0.87	

備考 表中に示す補正係数は、補正後の値が 100N/mm² 以下のコンクリートに適用する。

➤ 圧縮強度試験の算定

構造強度の算定には平均値から標準偏差の 1/2 を差し引いた値を用いる。

$$\text{平均値} : X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\text{標準偏差} : \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\text{推定強度} : \sigma B = X - (\sigma/2)$$

出典：「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準同解説」

b) 屋根防水

屋根防水の一次調査は、目視調査を行う。

1) 目視調査

屋根防水の劣化が進行すると、内部への漏水、防水層の破断、はく離等の変状が顕在化するため、防水の変状状況を目視調査にて確認する。

目視調査では、①漏水②防水層の変状を確認する。

表 2-6 調査内容 (目視調査)

防水種別	調査項目	調査内容	調査方法
押え層のある アスファルト防水	漏水	漏水またはその痕跡の有無	目視、写真
	押え層の劣化	押えコンクリートおよび伸縮目地等の劣化有無	
押え層のない アスファルト防水	漏水	漏水またはその痕跡の有無	
	防水層の破断	有無の確認	
	防水層のはく離	有無の確認	
シート防水	防水層の接合部のはく離	有無の確認	
	漏水	漏水またはその痕跡の有無	
	防水層の破断	有無の確認	
	防水層のはく離	有無の確認	
塗膜防水	防水層の接合部のはく離	有無の確認	
	漏水	漏水またはその痕跡の有無	
	防水層の破断	有無の確認	
	防水層のはく離	有無の確認	
	防水層の接合部のはく離	有無の確認	

2) 目視調査による判定

目視調査による健全度の判定表を以下に示す。

表 2-7 全度の判定 (防水)

健全度	判定基準	
	漏水	防水層
5	屋根防水の下部天井面において、漏水または漏水痕跡が認められない	防水層の破断、はく離、接合部のはく離、押え層の劣化等が認められない
4		防水層の破断、はく離、接合部のはく離、押え層の劣化等がほとんど認められない
3	屋根防水の下部天井面において、漏水または漏水痕跡が認められる	防水層の破断、はく離、接合部のはく離、押え層の劣化等が認められる
2		防水層の破断、はく離、接合部のはく離、押え層の劣化等が多数認められる
1	屋根防水の下部天井面において、漏水または漏水痕跡が2箇所以上認められる	

c) 外装

外装仕上げの一次調査は、目視調査を行なう。

1) 目視調査

外装仕上げの劣化が進行すると、仕上材表面の劣化、浮き、剥離、内部への漏水等の変状が顕在化するため、仕上げの変状状況を目視調査にて確認する。

目視調査では、目視による状況調査のみとする。

表 2-8 調査内容（目視調査）

仕上種別	調査項目	調査内容	調査方法
外装 (複層塗材) (塗装)	漏水	漏水またはその痕跡の有無	目視、写真
	吹付け層、塗装面のひびわれ	有無の確認	
	吹付け層、塗装面の浮き、はがれ	有無の確認	
	吹付け層、塗装面の白亜化	有無の確認	
	吹付け層、塗装面の摩耗	有無の確認	
	シーリングの破断	有無の確認	

2) 目視調査による判定

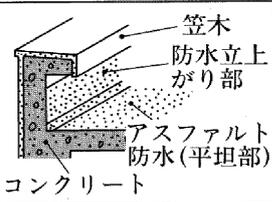
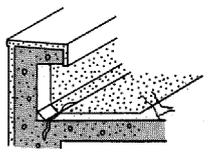
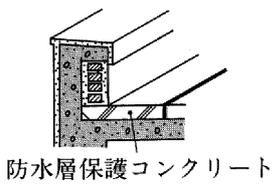
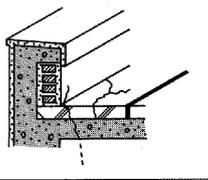
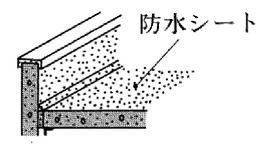
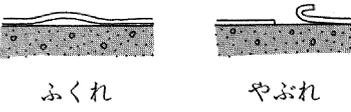
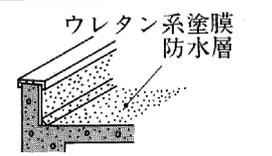
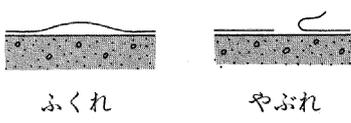
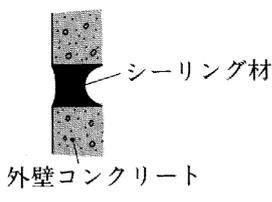
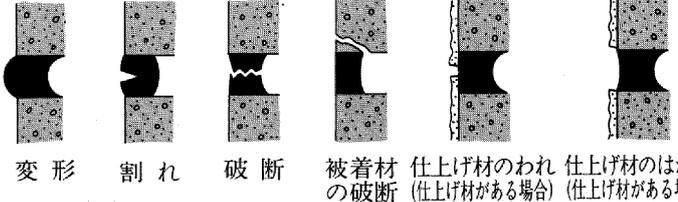
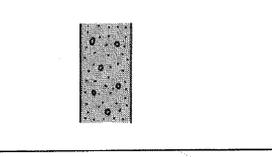
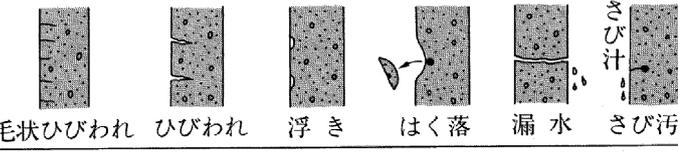
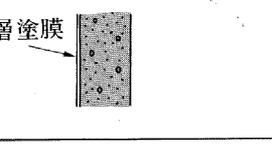
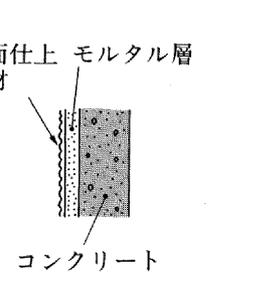
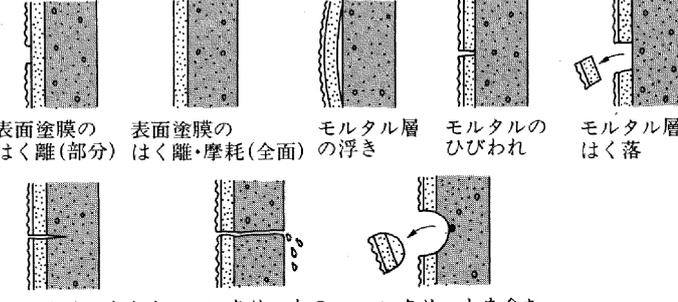
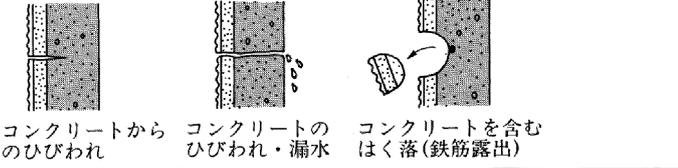
目視調査による健全度の判定表を以下に示す。

表 2-9 健全度の判定（外装）

健全度	判定基準	
	漏水	仕上表面
5	内壁面において、漏水または漏水痕跡が認められない	吹付け層、塗装面の割れ、はがれ、白亜化およびシーリングの破断等が認められない
4		吹付け層、塗装面の割れ、はがれ、白亜化およびシーリングの破断等がほとんど認められない
3	内壁面において、漏水または漏水痕跡が認められる	吹付け層、塗装面の割れ、はがれ、白亜化およびシーリングの破断等が認められる
2		吹付け層、塗装面の割れ、はがれ、白亜化およびシーリングの破断等が多数認められる
1	内壁面において、漏水または漏水痕跡が4箇所以上認められる	

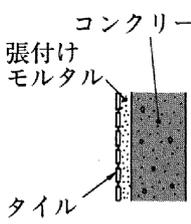
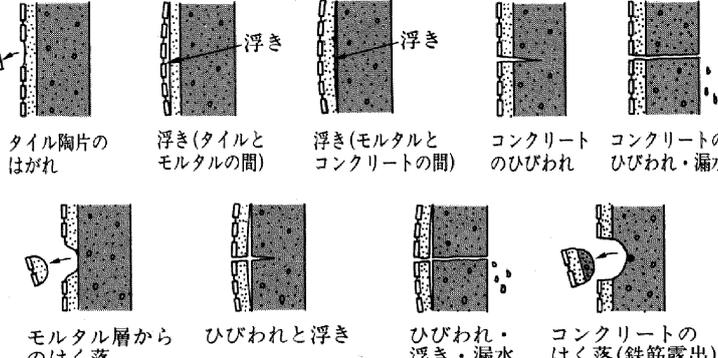
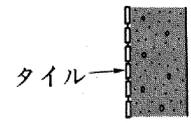
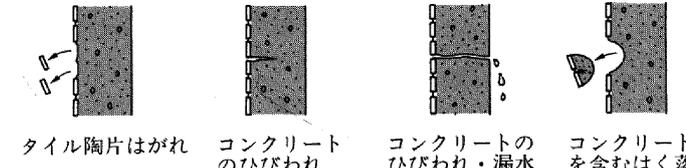
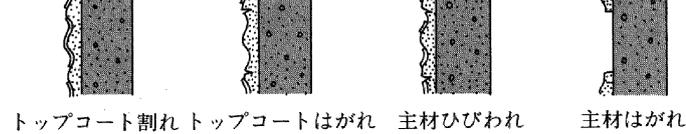
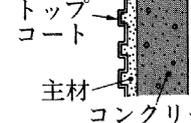
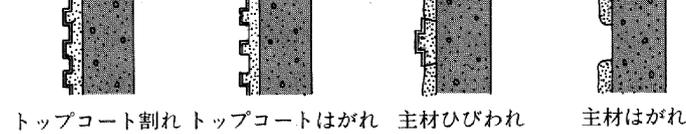
屋根防水および外装における劣化の実例を以下に示す。

劣化の実例(建築) 1/6

種別	基本構成	劣化パターンの種別
屋根	<p>防水</p> <p>露出アスファルト</p> 	
	<p>保護層のあるアスファルト防水</p> 	
防水	<p>シート防水</p> <p>合成高分子系</p> 	
	<p>塗膜防水</p> 	
外壁シーリング		 <p>変形 割れ 破断 被着材の破断 仕上げ材のわれ 仕上げ材のはがれ</p>
仕上げ外壁		 <p>毛状ひびわれ ひびわれ 浮き はく落 漏水 さび汁</p>
	<p>表層塗膜</p> 	 <p>表面塗膜ひびわれ 表面塗膜はがれ 浸透性吸水防止材の撥水</p> <p>撥水性低下、吸水性増大</p>
モルタル塗り仕上げ外壁	<p>表面仕上げ</p> <p>モルタル層</p> <p>コンクリート</p> 	 <p>表面塗膜のはく離(部分) 表面塗膜のはく離(全面) モルタル層の浮き モルタルのひびわれ モルタル層のはく落</p>  <p>コンクリートからのひびわれ コンクリートのひびわれ・漏水 コンクリートを含むはく落(鉄筋露出)</p>

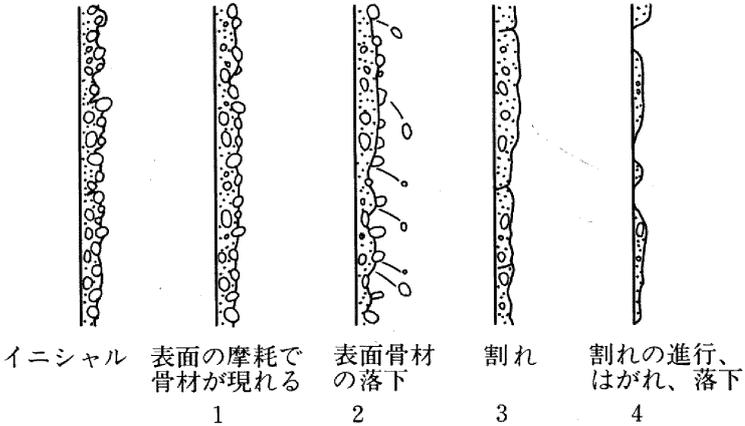
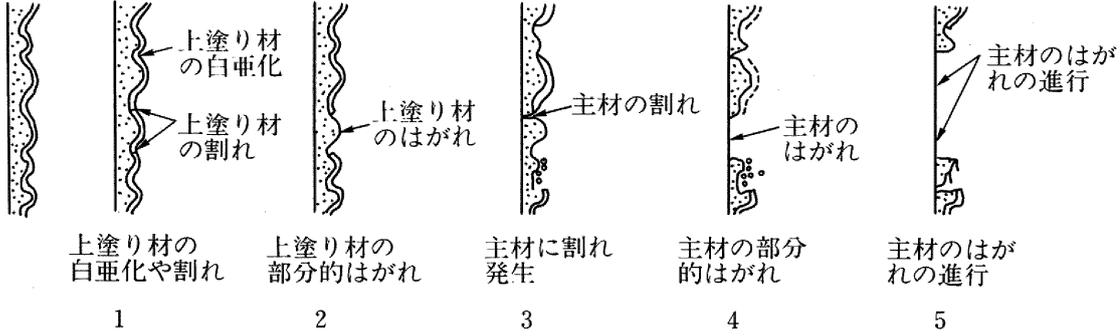
参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

劣化の実例(建築) 2/6

種別	基本構成	劣化パターンの種別
タイル張り仕上げ外壁	 <p>コンクリート 張付けモルタル タイル</p> <p>手張り工法</p>	 <p>タイル陶片はがれ 浮き(タイルとモルタルの間) 浮き(モルタルとコンクリートの間) コンクリートのひびわれ コンクリートのひびわれ・漏水 モルタル層からはく落 ひびわれと浮き ひびわれ・浮き・漏水 コンクリートのはく落(鉄筋露出)</p>
	 <p>タイル</p> <p>先付け工法</p>	 <p>タイル陶片はがれ コンクリートのひびわれ コンクリートのひびわれ・漏水 コンクリートを含むはく落</p>
塗り仕上げ外壁	 <p>トップコート 主材 コンクリート</p>	 <p>トップコート割れ トップコートはがれ 主材ひびわれ 主材はがれ</p>
	 <p>トップコート 主材 コンクリート</p>	 <p>トップコート割れ トップコートはがれ 主材ひびわれ 主材はがれ</p>
	 <p>骨材・主材 コンクリート</p>	 <p>骨材露出 骨材はく落・摩耗 主材ひびわれ 主材はがれ</p>
	 <p>トップコート 主材 コンクリート</p>	 <p>トップコートひびわれ・ふくれ 主材はがれ</p>

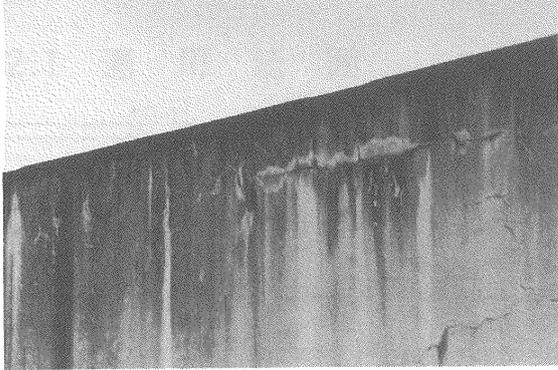
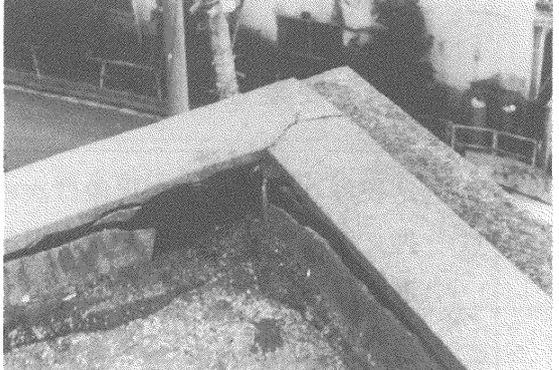
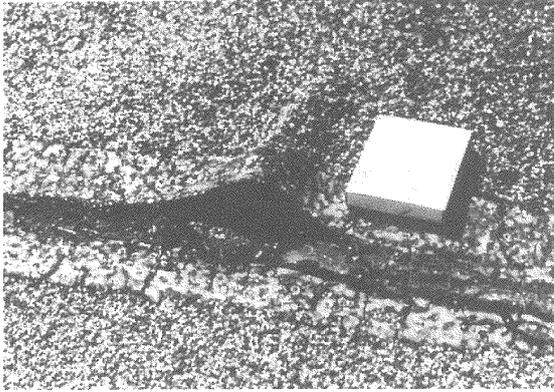
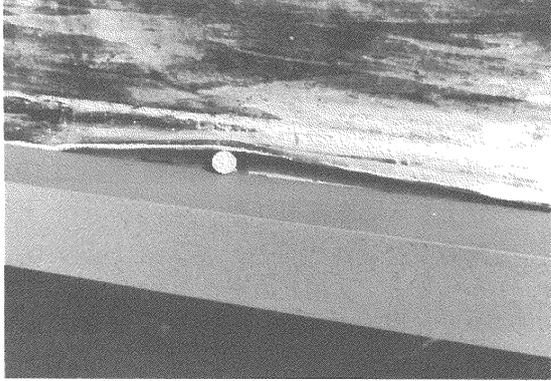
参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

劣化の実例(建築) 3/6

外壁仕上	仕上げ塗材
<p>仕上げ塗材の劣化進行過程 模式図</p>  <p>イニシャル 1 2 3 4</p> <p>表面の摩耗で骨材が現れる 表面骨材の落下 割れ 割れの進行、はがれ、落下</p>	
<p>仕上げ塗材(複層)の劣化進行過程 模式図</p>  <p>上塗り材の白亜化 上塗り材の割れ 上塗り材のはがれ 主材の割れ 主材のはがれ 主材のはがれの進行</p> <p>上塗り材の白亜化や割れ 1 2 3 4 5</p> <p>上塗り材の部分的にはがれ 主材に割れ発生 主材の部分的にはがれ 主材のはがれの進行</p>	

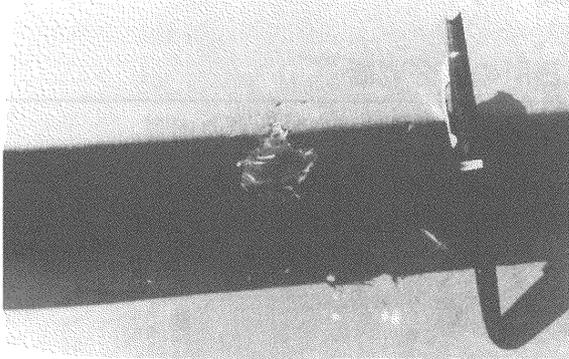
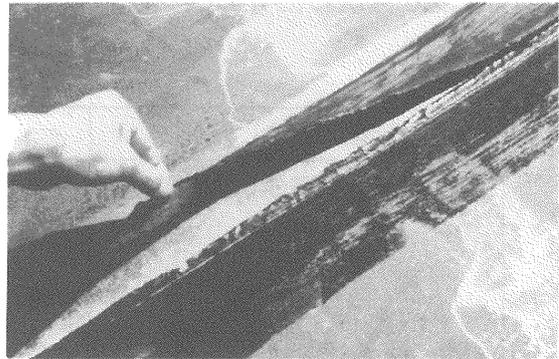
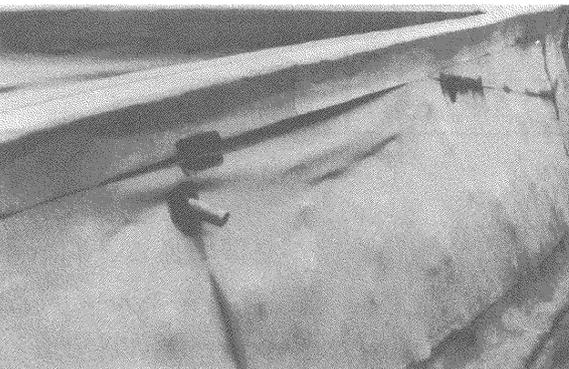
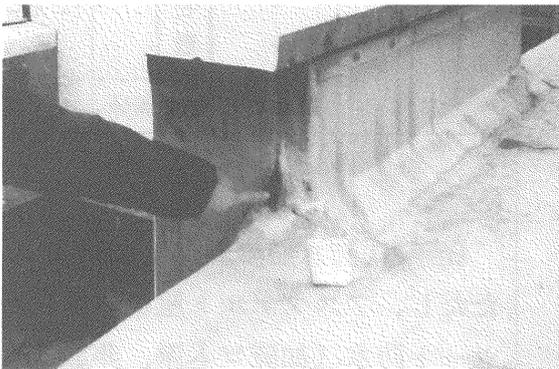
参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

劣化の実例(建築) 4/6

<p>防水</p>	<p>アスファルト防水層(押えあり)</p>
<p>劣化現象：パラペットの押出し</p> 	<p>劣化現象：立上りの保護層の倒壊、笠木のひびわれ</p> 
<p>防水</p>	<p>アスファルト防水層(押えなし)</p>
<p>劣化現象：防水層の貫通破断</p> 	<p>劣化現象：接合部の口開き</p> 
<p>劣化現象：接合部の口開き</p> 	<p>劣化現象：末端部の口開き</p> 

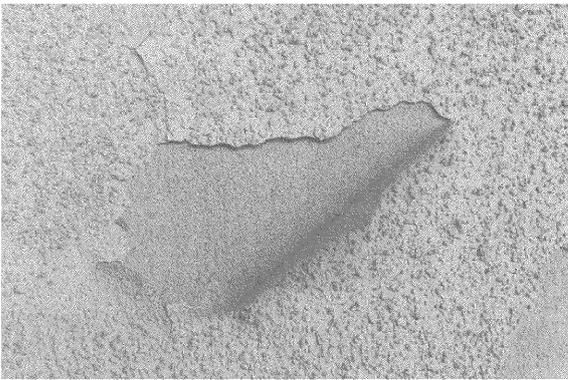
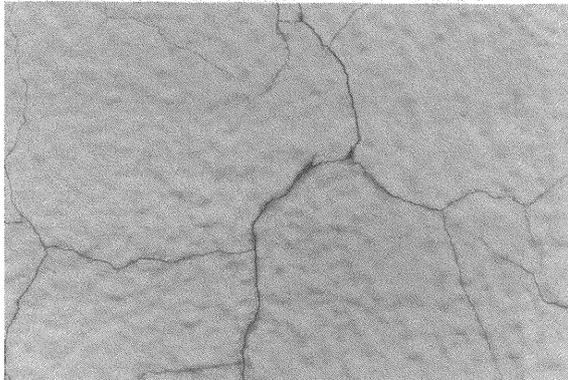
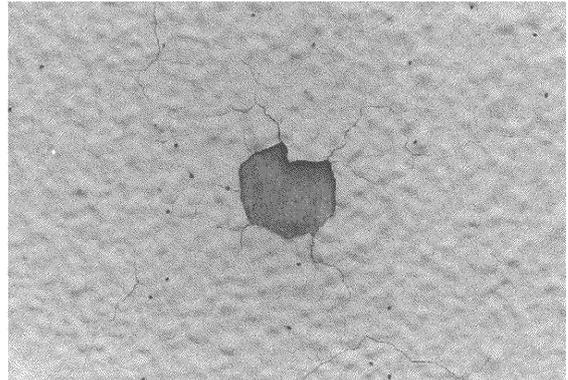
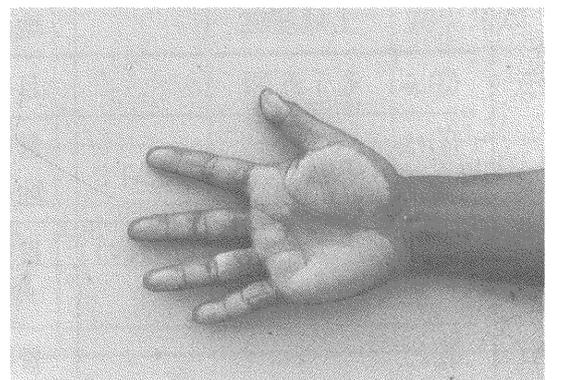
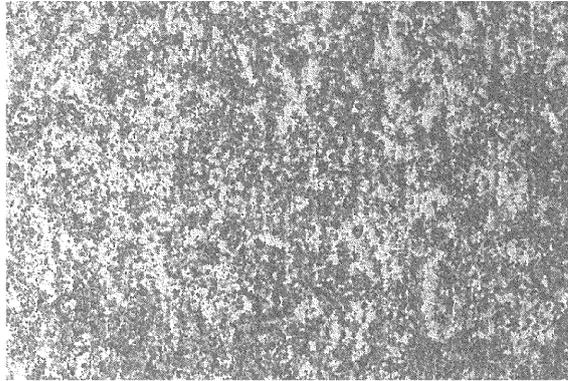
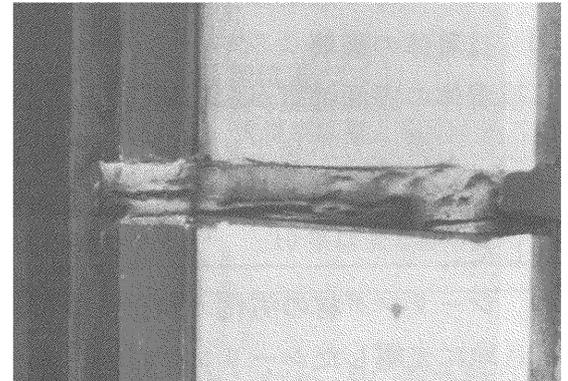
参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

劣化の実例(建築) 5/6

防水	合成高分子系ルーフィングシート防水層
<p>劣化現象：鳥による外傷</p> 	<p>劣化現象：接合部のはく離</p> 
<p>劣化現象：接合部のはく離</p> 	<p>劣化現象：隅角部の口開き</p> 

参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

劣化の実例(建築) 6/6

外壁仕上	吹付け、シーリング
<p>劣化現象：塗材(薄付け)のはがれ</p> 	<p>劣化現象：仕上げ塗材(複層)層のひびわれ</p> 
<p>劣化現象：仕上げ塗材(複層)層の浮き、はがれ</p> 	<p>劣化現象：仕上げ塗材(複層)層の白亜化</p> 
<p>劣化現象：仕上げ塗材(複層)層の磨耗</p> 	<p>劣化現象：シーリングの破断</p> 

参考：建設大臣官房官庁営繕部監修「建築物修繕措置判定手法」

各調査単位の調査票を以下に示す。

団体名 _____
施設名 _____

建築調査表 No

建築名称	躯体(建築)				調査年月日		
					調査者		
大分類	ポンプ場施設・揚水施設	中分類	躯体		小分類	鉄筋コンクリ造	
設置年度	昭和59年度(西暦 1984年)	経過年数	年	標準的耐用年数	50年	適化法処分制限期間	50年
仕様	鉄筋コンクリート造			設置場所	地上		
診断場所	外壁(東・南・西・北)／〇〇室／△△室						

【一次調査】

調査	部位	診断項目	外観変状度	所見
目視調査	床版	コンクリート表面の変状		
	壁	同上		
	梁	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			

【二次調査】

調査	部位	診断項目	腐食度	所見
はつり調査	床版	鉄筋の腐食度		
	壁	同上		
	梁	同上		
	柱	同上		
	床版(天井)	同上		
	評価			
構造物の現状程度に関する健全度				

調査	部位	診断項目	健全度	所見
中性化試験	—	中性化残り		
中性化に対する健全度				

調査	部位	診断項目	健全度	所見
圧縮強度	—	設計基準強度		
圧縮強度に対する健全度				

総合健全度(最低値)				
------------	--	--	--	--

【健全度の評価基準】

【目視調査:変状度の評価基準】

変状度	劣化状況
無	コンクリート表面に変状が認められない場合
Ⅳ	ごく軽微なひび割れや錆汁が認められる場合
Ⅲ	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が部分的に認められる場合
Ⅱ	ひび割れ、錆汁、剥離、剥落が連続的に認められる場合
Ⅰ	コンクリートの断面欠損が認められ、内部の鋼材の露出や破断が認められる場合

【はつり調査:鉄筋の腐食度】

腐食度	鉄筋の腐食状況
④	断面欠損が著しい腐食
③	浅い孔食等の断面欠損の軽微な腐食
②	ごく表面的な腐食
①	腐食なし

【構造物の現状の劣化状況に関する健全度評価】

項目		はつり調査による鉄筋腐食度			
		①	②	③	④
詳細目視調査による変状度	Ⅰ	1	1	2	2
	Ⅱ	1	2	2	2
	Ⅲ	1	2	3	3
	Ⅳ	1	3	3	4
	無	1	3	4	4

【中性化試験:中性化による鉄筋腐食の可能性】

健全度	中性化残り
5	30mm以上 → 当面の間は、中性化による腐食が生じるおそれはない
4	10mm以上、30mm未満 → 将来的には中性化による腐食が生じる可能性がある
3	0mm以上、10mm未満 → 場合によっては中性化による腐食が生じる可能性がある
2	0mm → 将来腐食が生じる

【圧縮強度試験:建物の耐震安全性の評価】

健全度	設計基準強度
5	設計基準強度以上 → 耐震安全性に影響しない
3	1.35N/mm ² 以上、設計基準強度未満 → 耐震安全性に影響する可能性あり
1	13.5N/mm ² 以下 → 耐震安全性に問題あり：材料、施工性に問題があった可能性あり

建築調査表 No

団体名 _____
施設名 _____

建築名称	外壁吹付け仕上		調査年月日		
			調査者		
大分類	管理棟	中分類	仕上	小分類	外装(壁)
設置年度	平成18年度(西暦 2006年)	経過年数	年	標準的耐用年数	15年
仕様	複層塗材吹付		設置場所	外壁	
診断場所	外壁				

【一次調査】

調査	部位	診断項目	健全度	所見
目視調査 (漏水)	内壁	漏水または漏水痕跡の有無		
	評価			最低値
目視調査 (吹付け層)	外壁	吹付け層の割れ、膨れ、剥れ、白垂化		
	評価			最低値

総合健全度(最低値)	
------------	--

【健全度の評価基準】

【目視調査(漏水)】

健全度	漏水の有無
5	内壁面において漏水または漏水痕跡が認められない
3	内壁面において漏水または漏水痕跡が認められる
1	内壁面において漏水または漏水痕跡が4箇所以上認められる

【目視調査(吹付け層)】

健全度	吹付け層(塗膜面)の割れ、膨れ、はがれ、白垂化等の有無
5	吹付け層(塗膜面)の割れ、膨れ、はがれ、白垂化等が認められない
4	吹付け層(塗膜面)の割れ、膨れ、はがれ、白垂化等がほとんど認められない
3	吹付け層(塗膜面)の割れ、膨れ、はがれ、白垂化等が認められる
2	吹付け層(塗膜面)の割れ、膨れ、はがれ、白垂化等が多数認められる

建築調査表 No

団体名 _____
施設名 _____

建築名称	塗膜防水				調査年月日	
大分類	〇〇棟	中分類	防水		調査者	
設置年度	平成18年度(西暦 2006年)	経過年数	年	標準的耐用年数	10年	適化法処分制限期間
仕様	ウレタン系塗膜防水(X-1)			設置場所	屋根	
診断場所	屋根					

【一次調査】

調査	部位	診断項目	健全度	所見
目視調査 (漏水)	内部	漏水の有無		
	評価			最低値
調査	部位	診断項目	健全度	所見
目視調査 (防水層)	平部	防水層の浮き、はく離、破断		
	立上り	同上		
	評価			最低値

総合健全度(最低値)	
------------	--

【健全度の評価基準】

【目視調査(漏水)】

健全度	漏水の有無
5	屋根防水の下部天井面において漏水または漏水痕跡が認められない
3	屋根防水の下部天井面において漏水または漏水痕跡が認められる
1	屋根防水の下部天井面において漏水または漏水痕跡が2箇所以上認められる

【目視調査(防水層)】

健全度	防水層の浮き、剥がれ、膨れ等
5	防水層の浮き、はく離、破断、接合部のはく離、押え層の劣化等が認められない
4	防水層の浮き、はく離、破断、接合部のはく離、押え層の劣化がほとんど認められない
3	防水層の浮き、はく離、破断、接合部のはく離、押え層の劣化が認められる
2	防水層の浮き、はく離、破断、接合部のはく離、押え層の劣化が多数認められる

2.5. 調査頻度の検討

建築の一次調査は、躯体、屋根防水および外装を対象とする。

躯体については、腐食環境下でない施設となることから、調査頻度は10年とする。

屋根防水および外装の調査は、躯体と同時期に行う事を基本とする。これは、建物の防水工事には、基本的に「**防水工事保証制度**」というものがあり、材料メーカー、施工業者、元請け業者の3者からの保証がある。防水の種別、新築・改築によって年数には違いがあるが数年～10年間が一般的であることから、保証期間が切れる10年を一次調査の頻度とする。

建築の二次調査は、躯体のはつり調査を対象とする。調査の実施については、一次調査の結果によりその必要性を判断する。コンクリートコア抜き調査によりコンクリートの圧縮強度および中性化深さ、はつり調査により鉄筋の腐食状況を確認する。

建築の一次調査については、躯体、屋根防水および外装仕上げについては、同時期に調査を行うことを基本とする。二次調査が必要な場合には、一次調査の翌年に二次調査を行う。

2.6. 調査計画

a) 調査年度

コンクリート躯体、屋根防水および外装の一次調査間隔は10年とする。

コンクリート躯体の二次調査は、一次調査の結果によりその必要性を判断する。必要と判断された場合には、一次調査の翌年に二次調査を行う計画とする。

b) 優先順位の検討

各建物の一次調査については、竣工後20年以上経過して屋根防水および外装仕上げの劣化状況を調査していない建物については、初年度（2017年度）に調査を行う計画とする。

二次調査については、過年度の耐震診断調査においてコンクリートのコア抜き調査を実施し、躯体の中酸化状況を確認している建物については、前回のコア抜き調査後10年を目途に二次調査を行う。

3. 調査基本方針(機械設備)

3.1. はじめに

機械設備の調査対象設備(状態監視保全設備)は、主ポンプ、ブロウ、汚泥掻寄機、散気装置、汚泥脱水機等主機に該当する400点である。以下に、調査基本方針を取りまとめる。

3.2. 調査単位の検討

機械設備の調査単位は、設備単位(「下水道施設の改築について(下水道事業課長通知)」に規定する別表における小分類単位)と主要部品単位に大別される。

設備単位の調査では、主に物理診断(発錆等)のほか、機能(処理能力等)、運転状況(振動、温度等)を確認する。一方、主要部品単位の調査では、機器を分解して調査するため機能・運転状況は確認できず、主要部品ごとに物理診断を実施する。

調査単位の区分のイメージを図3-1に示す。

- 一次調査：設備単位での調査：設備単位での調査
- 二次調査：部品単位での調査：主要部品単位での調査

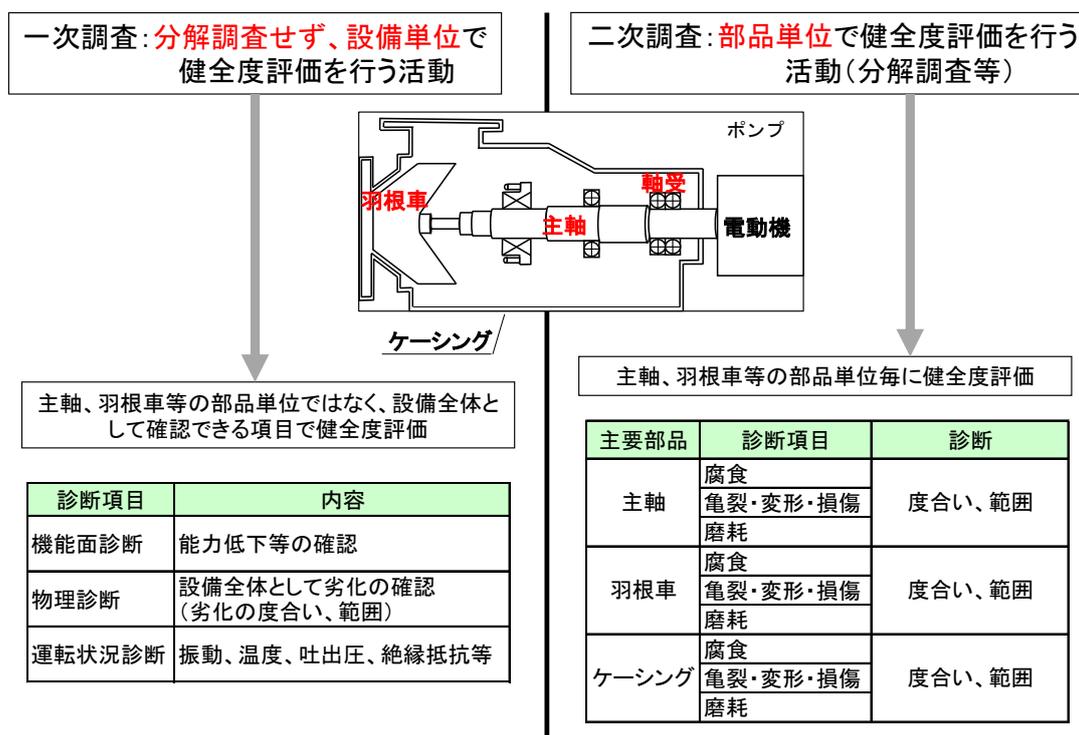


図 3-1 一次調査と二次調査のイメージ

各設備の調査単位は、設備の重要度に応じた調査単位を設定する。各設備に重要度ランク(S～D ランクの5段階)を設定し、S ランクは、定められた時期に部品単位の調査(二次調査)を行うものとし、A～C ランクは設備単位の調査(一次調査)を行い、その結果が悪かった場合のみ部品単位の調査(二次調査)を行うものとする。また、D ランクは、設備単位の一次調査のみを行うものとする。調査方法の設定イメージを図 3-2 に示す。

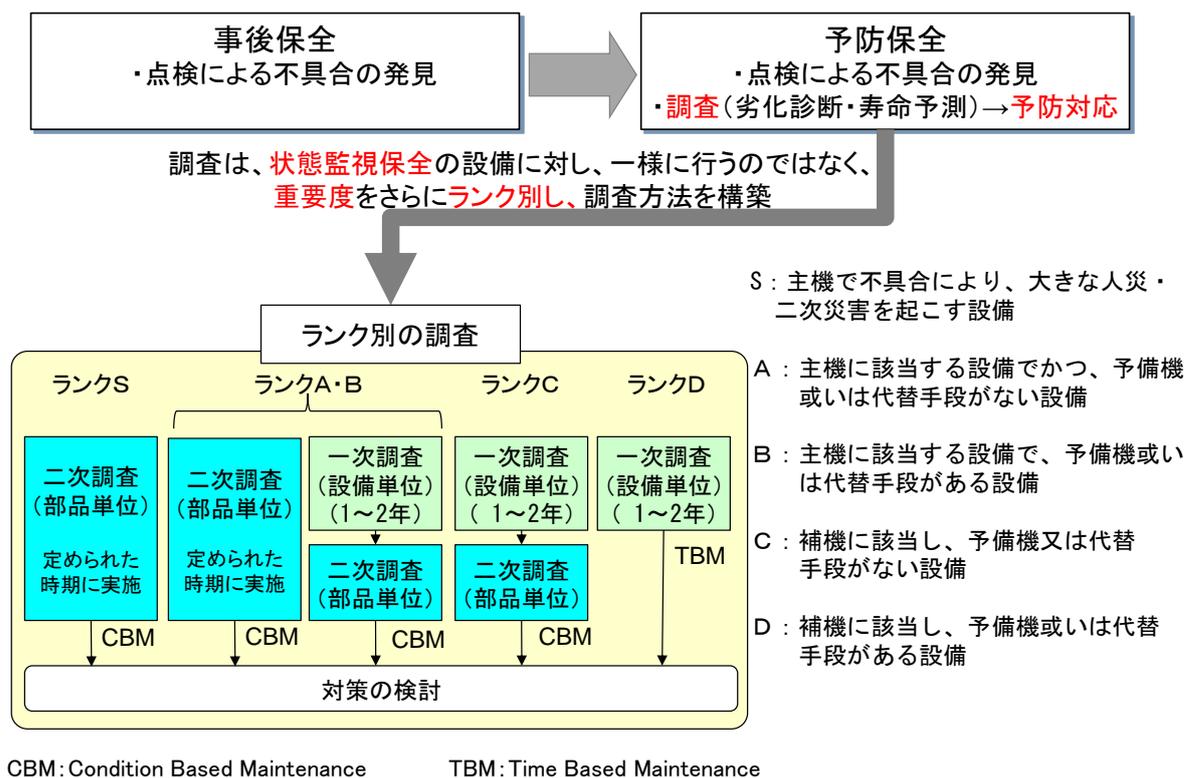


図 3-2 調査方法の設定イメージ

なお、重要度ランク S～D は、該当設備が主機か否か、予備機の有無等を加味して設定する。各重要度ランクの定義を表 3-1 に示す。重要度ランクの設定における予備機の考え方を以下に示す。

【予備機の考え方】

予備機には、①台数予備②機能予備の考え方がある。それぞれの考え方は以下のとおりである。

- ①台数予備：機器の予備機を持つことにより、当該機器に不具合が生じた場合のバックアップとなる。→例：汚水ポンプ、汚泥ポンプ、送風機
- ②機能予備：当該機器に不具合が生じた場合に、他系列への切り替え、他系列の機器の運転時間延長、人力等で当該機器のバックアップとなる。
→例：汚泥脱水機、し渣搬送コンベヤ

表 3-1 重要度ランクの概要及び対象機器の例

重要度 ランク	概要(上段)
	対象機器の例(下段)
S	①故障等が発生した場合、大きな人災や二次災害を起こす設備 (焼却設備、消化タンク設備) ②当該機能の主たる目的を直接達成できる機能を有する機器(主機) ※上記①、②の両方に該当する機器を対象とする。 例：焼却炉本体
	①当該機能の主たる目的(止水、しき処理、沈砂処理、揚水、水処理等) を直接達成できる機能を有する機器(主機) ②代替手段がない或いは予備機がない機器 ※上記①、②の両方に該当する機器を対象とする。 【主機かつ予備機無し】
B	①重要度S、A以外で、当該機能の主たる目的(止水、しき処理、沈砂処理、揚水、水 処理等)を直接達成できる機能を有する機器(主機) ②代替手段がある或いは予備機がある機器 ※上記①、②の両方に該当する機器を対象とする 【主機かつ予備機有り】
	①主機を運転するために必要な機器 ②代替手段をとることができない或いは予備機がない機器 ※上記①、②の両方に該当する機器を対象とする。 【補機かつ予備機無し】
D	①主機を運転するために必要な機器 ②代替手段がある或いは予備機がある機器 ※上記①、②の両方に該当する機器を対象とする。 【補機かつ予備機有り】

項目	予備機の有無	
	予備機無し	予備機有り
主機	A ランク	B ランク
補機	C ランク	D ランク

一次調査と二次調査の特徴及び役割を表 3-2 に示す。調査コスト、執行体制において比較的に簡易的にできる一次調査に対し、二次調査は設備分解を要するため、専門的な知識・技術が必要となる。

表 3-2 一次調査及び二次調査の特徴と役割

比較項目	一次調査	二次調査
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・設備全体で調査を行う ・調査時間が比較的短時間で済む ・調査に要するコストが比較的安価 ・異状の有無は把握できるが、原因部位の確実な特定は困難である ・調査内容は以下の通り <ul style="list-style-type: none"> ①物理面診断（破損、腐食） ②運転状況診断 ③機能面診断 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備を分解し、部品単位で調査を行う ・分解を要するため調査時間が比較的長時間かかる ・調査に要するコストが比較的高価 ・部品単位で調査するため、不具合の原因を特定することができる ・調査内容は以下の通り <ul style="list-style-type: none"> ①物理面診断（破損、腐食） ②運転状況診断* ※部品がユニット化しており、分解が困難で物理面診断ができない場合
役割	<ul style="list-style-type: none"> ・年1回程度行い異状の有無を把握する ・二次調査必要性の判断材料となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・定期的に行い、異状の原因部位を把握する

一次調査(設備単位)と二次調査(部品単位)の調査結果は、該当設備が有する機能、状態を示す指標である健全度で表すこととする。機器単位、主要部品単位の健全度を表 3-3、表 3-4 に示す。

表 3-3 機器単位の健全度

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0~4.1)	設置当初の状態での運転上、機能上問題ない	措置は不要
4 (4.0~3.1)	設備として安定運転ができ、機能上問題ないが劣化の兆候が現れ始めた状態	措置は不要 消耗部品交換等
3 (3.0~2.1)	設備として劣化が進行しているが機能は確保できる状態 機能回復が可能	長寿命化対策や修繕により機能回復する
2 (2.0~1.1)	設備として機能が発揮できない状態、または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。機能回復が困難	精密調査や設備の更新等、大きな措置が必要
1	動かない 機能停止	ただちに設備更新が必要

表 3-4 部品単位の健全度

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0~4.1)	部品として設置当初の状態での運転上、機能上問題ない	措置は不要
4 (4.0~3.1)	部品の機能上問題ないが劣化の兆候が現れ始めた状態	措置は不要 要観察
3 (3.0~2.1)	部品として劣化が進行しているが部品の機能は確保できる状態。機能回復が可能	修繕により機能回復する
2 (2.0~1.1)	部品として機能が発揮できない状態で設備としての機能への影響がでている。または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。機能回復が困難。	交換が必要
1	著しい劣化 設備の機能停止	ただちに交換が必要

3.3. 調査項目の検討

調査項目について、物理診断、運転状況診断、機能診断の観点から取りまとめる。各診断項目の概要を以下に示す。

- 物理診断：破損(変形、破壊、摩耗)、腐食について、目視により定量的に調査する。
- 運転状況診断：動作状況、異音、がたつきなどを対象に測定機器(振動計等)を用いて調査する。
- 機能診断：能力低下、能力不足の有無を確認する。

各診断の調査項目の詳細を以下に示す。

a) 物理診断(劣化に関する調査)

劣化のメカニズムを図 3-3 に示す。劣化には「力学的ストレス」と「化学的ストレス」があり、それぞれ破損(変形、破壊、摩耗)、腐食に分けられる。劣化に関する調査では、これらの項目を評価するものとする。

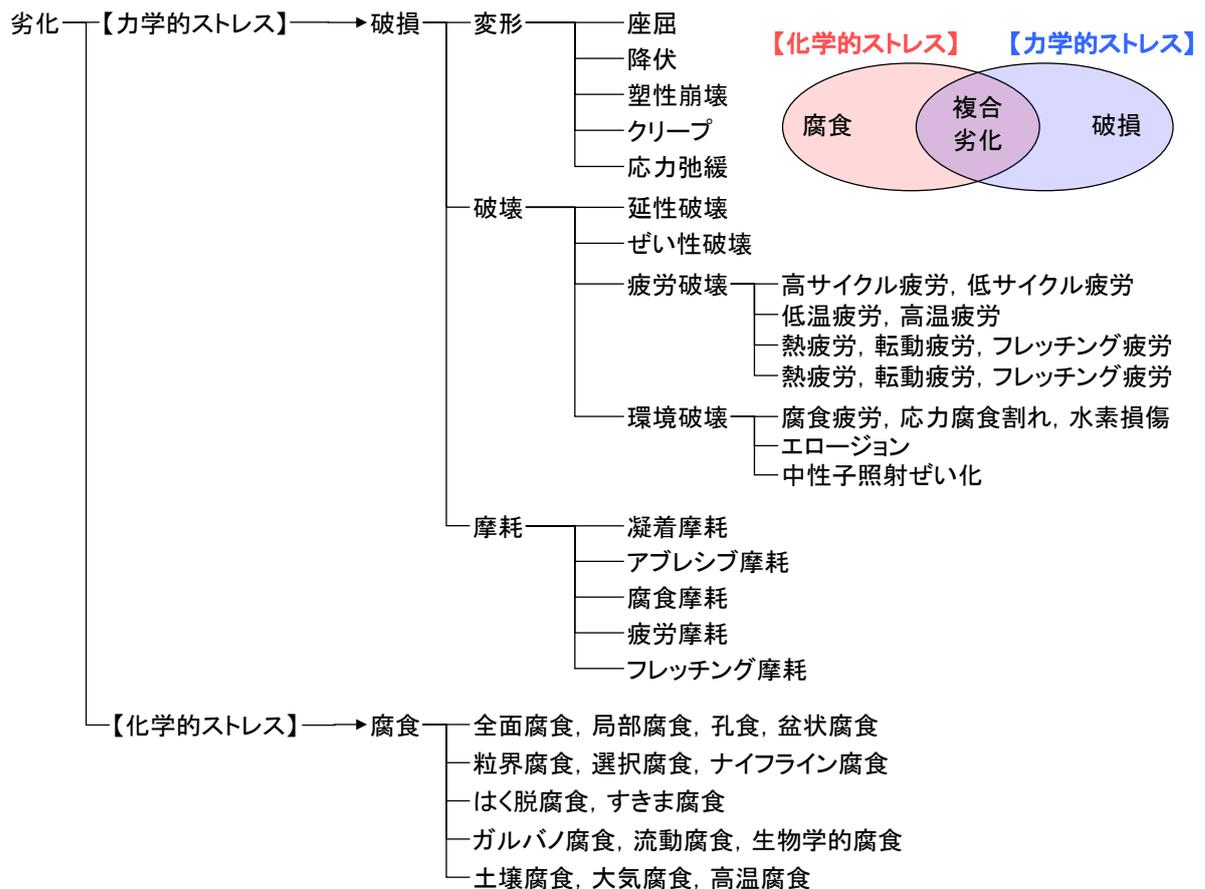


図 3-3 劣化のメカニズム

破損（変形、破壊、摩耗）、腐食は目視による定性的な調査が主体となる。

定性的な目視調査は、調査担当者の感覚によって評価される。調査担当者の感覚のブレを最小限にするために劣化の度合いと範囲をそれぞれ3ランクで評価し、その組合せで総合評価を行うこととする。（ランクを細分化すると感覚では評価できず、人によってバラツキが発生しやすくなる。）目視の定性的な評価基準を表 3-5 に定性的な評価を定量化(健全度評価)する基準を表 3-6 に示す。

表 3-5 目視による評価基準

評価区分		評 価 内 容
劣化の度合い	大	劣化の進行が著しく、機能に支障が生じる可能性が大きく、緊急に対応する必要がある。
	中	劣化が進行しているが機能に支障が生じる可能性は小さい。
	小	劣化の進行が小さく、機能に殆ど影響がない。
劣化の範囲	多	劣化が広範囲に広がっている状態（設備又は部品の60%以上）。
	中	劣化の範囲が中ぐらいの状態（設備又は部品の30%以上60%未満）。
	少	劣化の範囲が少ない状態（設備又は部品の30%未満）。

表 3-6 目視による定性評価を定量化（健全度評価）する基準

①劣化の度合い	劣化なし	小			中			大		
		少	中	多	少	中	多	少	中	多
健全度（10段階）	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
健全度（5段階補正）	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0

最終的な健全度の数値としては、10段階評価を5段階評価に補正する。

【参考：錆の度合「大」】

錆の進行によって膨れや剥離等が生じており、ケレンを実施した場合、状況がさらに悪化することが予想され復旧が困難な状態。

【錆の度合「中」】

錆の進行によって塗装が剥離し鉄表面が露出しており、ケレンを実施し再塗装することで復旧が可能な状態。

【錆の度合「小」】

錆の影響により表面の変色が始まっているが早急な対策は必要ない状態。

以下に錆の各度合いの例を示す。

【錆の度合い「大」】

	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>錆の度合い「大」</td> </tr> <tr> <td>状況</td> <td>錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。</td> </tr> </table>	1	錆の度合い「大」	状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。
1	錆の度合い「大」				
状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。				
	<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>錆の度合い「大」</td> </tr> <tr> <td>状況</td> <td>錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。</td> </tr> </table>	2	錆の度合い「大」	状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。
2	錆の度合い「大」				
状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。				
	<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>錆の度合い「大」</td> </tr> <tr> <td>状況</td> <td>錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。</td> </tr> </table>	3	錆の度合い「大」	状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。
3	錆の度合い「大」				
状況	錆の進行により、部品が当初の形状を維持できていない。ケレンを実施した場合、鉄の剥離等がさらに進行する恐れがある。				

【参考：錆の度合い「中」】



3	錆の度合い「中」
状況	
	錆の進行により、塗装が剥離し
	鉄表面が露出している。
	ケレンを実施し再塗装すること
	で復旧が可能な状態である。



4	錆の度合い「中」
状況	
	錆の進行により、塗装が剥離し
	鉄表面が露出している。
	ケレンを実施し再塗装すること
	で復旧が可能な状態である。



5	錆の度合い「中」
状況	
	錆の進行により、塗装が剥離し
	鉄表面が露出している。
	ケレンを実施し再塗装すること
	で復旧が可能な状態である。

【参考：錆の度合い「小」】



6	錆の度合い「小」
状況	錆の影響により、表面の変色が始まっている。 早急な対策は必要ない。



7	錆の度合い「小」
状況	錆の影響により、表面の変色が始まっている。 早急な対策は必要ない。



8	錆の度合い「小」
状況	錆の影響により、表面の変色が始まっている。 早急な対策は必要ない。

b) 運転状況診断

動作状況に関する調査は、設備を動作（運転）させて不具合の有無を確認するものである。

動作状況等の評価基準を表 3-7 に示す。動作状況のうち、目視確認、がたつき・異音は聴覚確認を行うものとする。電流値、発熱、絶縁抵抗値は、設備ごとに設定された規定値を確認し動作状況診断を行う事とする。

表 3-7 動作状況等の評価基準

項目	健全度				
	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0
動作状況	新設又は新設時と同等の動作が可能な状態	経年劣化は見られるが、正常な運転ができる状態	動作不良を起こすこともあり、劣化の進行が懸念される状態	動作するが機能を発揮できない状態	動作しない状態
振動・異音	異音が無い状態	異音の兆候がある状態	異音が発生している状態	著しい異音が発生している状態	-
がたつき	がたつきが見られない状態	がたつきの兆候が見られる状態	がたつきが発生している状態	著しいがたつきが発生している状態	がたつきにより設備が動作しない状態
電流値	電流値が規定値内の状態	-	-	電流値が規定値外の状態	-
発熱	発熱温度が規定値内の状態	-	-	発熱温度が規定値外の状態	-
絶縁抵抗値	絶縁抵抗値が規定値内の状態	-	-	絶縁抵抗値が規定値外の状態	-

【振動測定について】

回転機械に異常が生じると多くの場合、振動の大きさや性質が変化する。近年、機械を停止・分解することなく、振動を測定・解析し、異状の有無や異状内容を診断する技術が確立されてきた。振動の測定モードと異状振動源は、表 3-8 に示すとおりである。

表 3-8 振動の測定モードと異状振動源

測定モード	振動の種類	周波数領域	異状振動源の種類例
変位 (振幅)	低周波	数百 Hz まで	アンバランス、ミスアライメント、オイルウィップ、軸の曲がり、ゆるみなど
速度	中周波	1 kHz 以下	歯車の振動、回転軸ミスアライメント、曲がり、流体力による振動、アンバランスなど
加速度	高周波	1 kHz 以上	ころがり軸受のきずによる衝撃波、音響振動、摩擦(音)振動、歯車損傷など

診断方法には大きく、簡易診断と精密診断がある。また、簡易診断には、相対判定法、相互判定法、絶対値判定法の3種類がある。

振動測定は、ポータブルな測定装置で容易に測定することが可能である。

[簡易診断]

①相対判定法

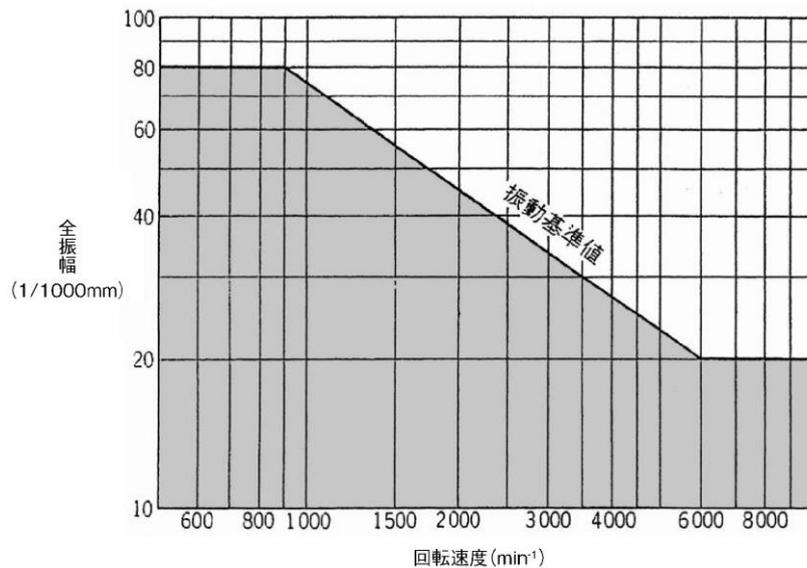
対象設備の同一個所を定期的に測定し、初期値或いは正常値の何倍になったかで判定する。傾向管理方式ともいう。

②対値判定法

絶対的な基準値と比較して判定するもので図 3-4～図 3-8 に示すように変位、速度、加速度それぞれについて判定基準が示されている。変位、速度については、JIS 及び ISO で判定基準が示されているが加速度については、振動測定器メーカーによって判定基準が異なるので使用する測定器の判定基準に即して評価する必要がある。

③相互判定法

同一・同種類の他設備の振動値と比較して判定する。



備考 横軸ポンプ：軸受中心における振動

立軸ポンプ：電動機の上軸受中心における振動

図 3-4 振動全振幅データによる絶対値判定基準（ポンプ）
（JIS B8301 に準拠）

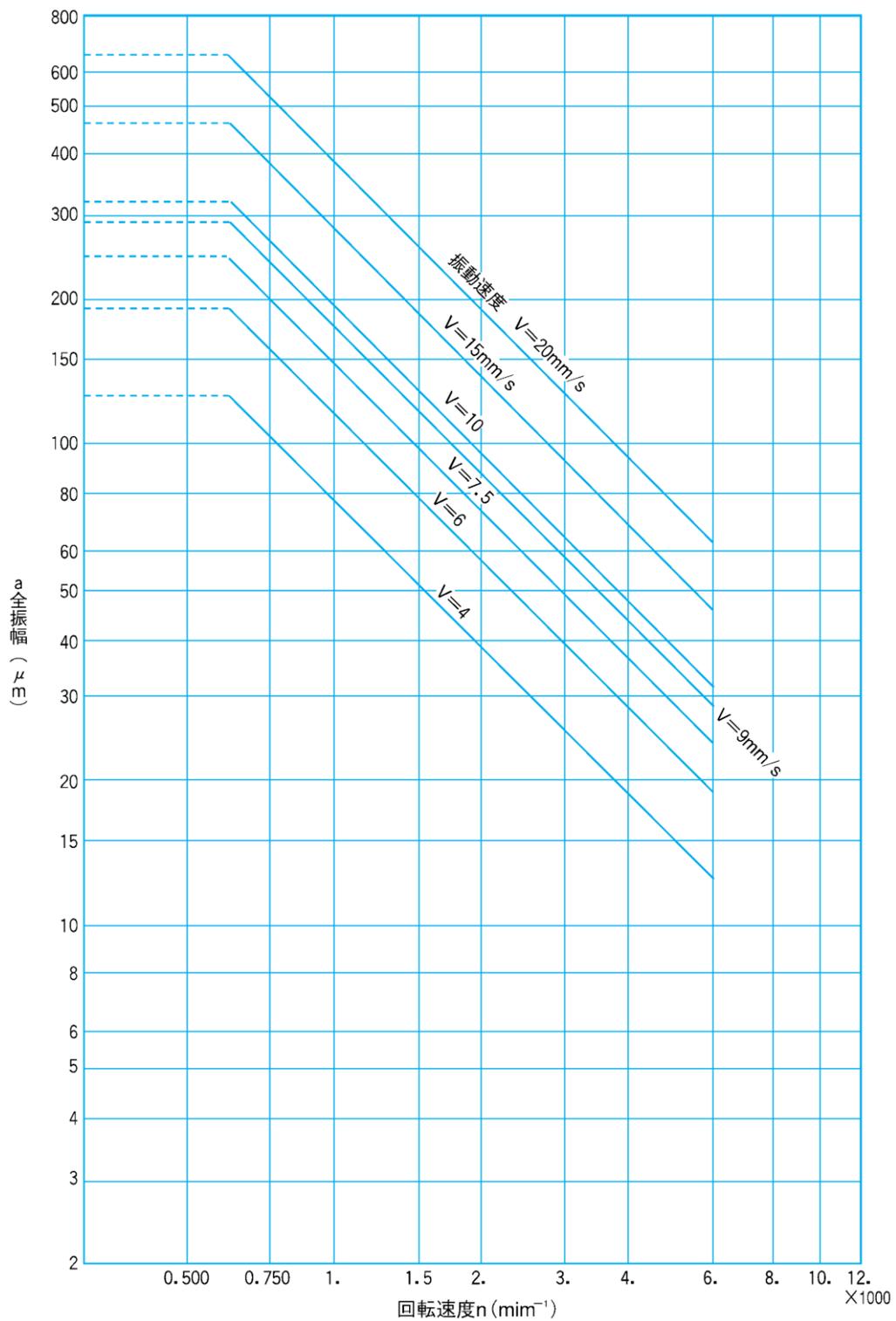
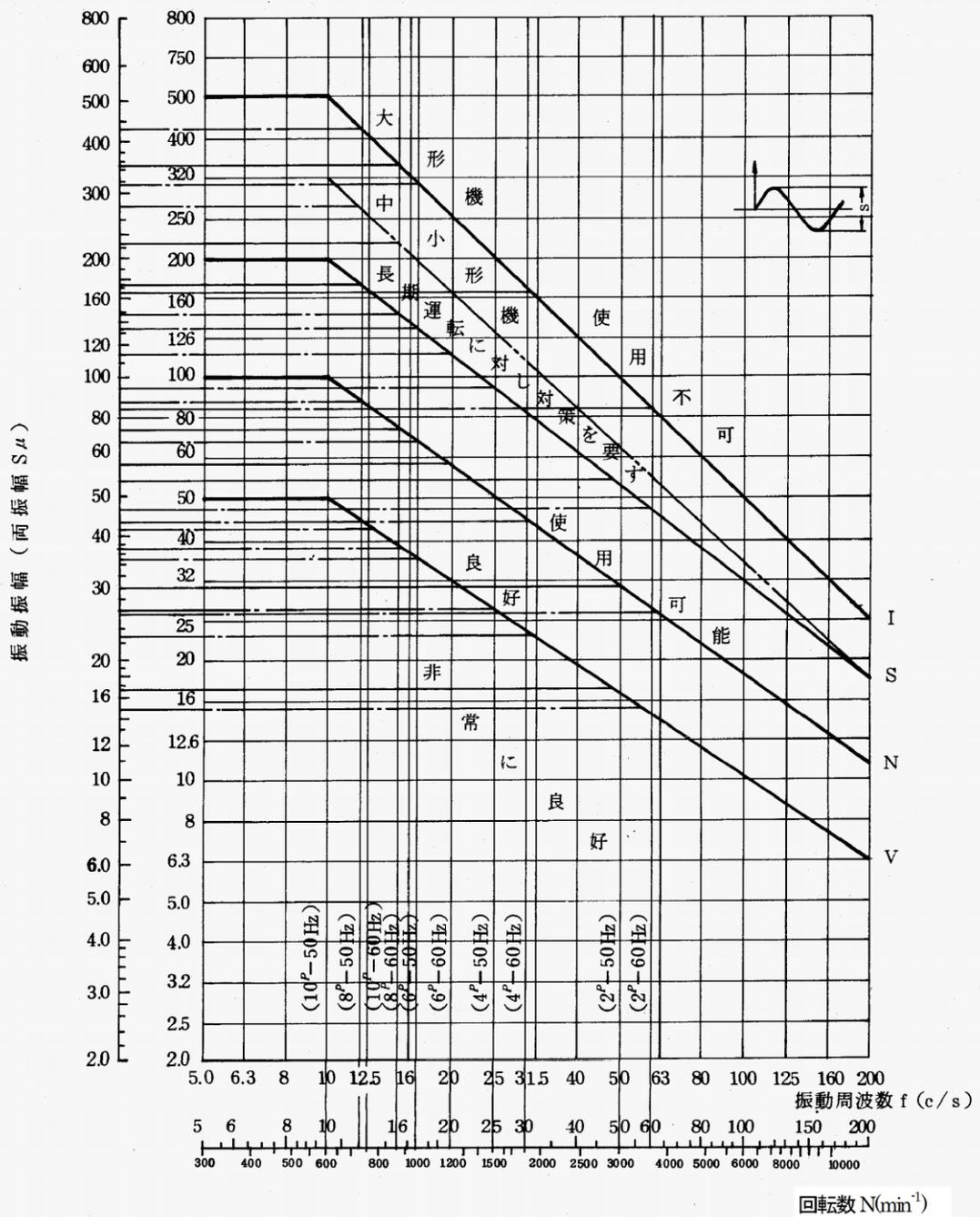


図 3-5 振動全振幅データによる絶対値判定基準 (送風機)
(メーカー資料より)



現地振動許容値

- 注) 1. 測定位置は軸受箱上とします。
- 2. 直結後の値とします。
- 3. 振動周波数 (回転数) は実測値の最大振動振幅に対するものであり、必ずしも電動機の回転数とは一致しない場合がありますので注意して下さい。

図 3-6 振動全振幅データによる絶対値判定基準 (三相誘導電動機 (かご型)) (メーカー資料より)

振動速度のrms値 (mm/s)	Class1	Class2	Class3	Class4
0.71mm/s	A	A	A	A
1.12mm/s	B			
1.8mm/s	C	B	B	B
2.8mm/s		C		
4.5mm/s	D	D	C	C
7.1mm/s			D	D
11.2mm/s			D	D
18mm/s				

Class 1	全体の構成要素の一部として組み込まれたエンジンや機械 (15kW以下の汎用電動機等)
Class 2	特別な基礎を持たない中型機械(15kW~75kWの電動機等)、及び堅固な基礎に据え付けられたエンジン又は機械(300kW以下)
Class 3	大型原動機又は、大型回転機で剛基礎上に据え付けられたもの
Class 4	大型原動機又は、大型回転機で比較的柔らかい剛性をもつ基礎上に据え付けられたもの (出力10MW以上のターボ発電機セット及びガスタービン等)
ゾーンA	新設された機械の振動値が含まれるゾーン (→ 優)
ゾーンB	何の制限もなく長期運転が可能なゾーン (→ 良)
ゾーンC	長期の連続運転は期待できないゾーン (→ 可)
ゾーンD	損傷を起こすのに十分なほど厳しいゾーン (→ 不可)

図 3-7 振動速度データによる絶対値判定基準 (JIS・ISO 規格)

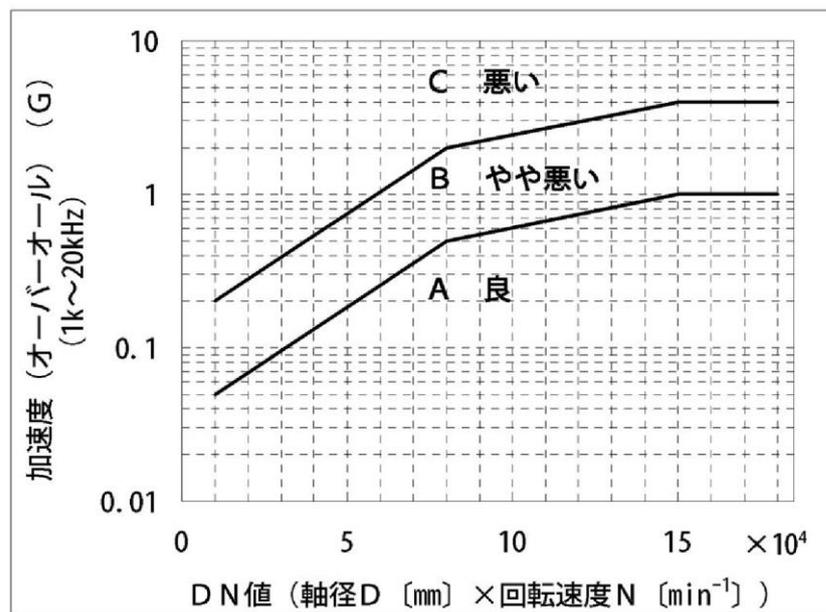


図 3-8 振動加速度データによる絶対値判定基準 (イメージ例)

[精密診断]

精密診断では、表 3-9 に示すように、加速度データを用いて周波数解析を行い、ころがり軸受の傷による衝撃波、音響振動、摩擦 (音) 振動、歯車損傷などを診断する。

周波数解析とは、高速フーリエ変換 (略称 FFT : Fast Fourier Transform) により時間軸の振動波形を周波数領域に変換し、周波数成分や位相を観察し、周波数が発生する原因を調査・検討・考察するものである。

表 3-9 異状現象と発生周波数

異常箇所	異常現象	発生振動数	振動の増加方向
ローター	バランス不良	f_r	ラジアル
軸	曲がり	$f_r, 2f_r, 3f_r$	ラジアル&アキシャル
〃	偏平	$2f_r$	ラジアル
カップリング	偏芯	$f_r, 2f_r, 3f_r$	アキシャル
〃	カップリング不良	主として f_r (ギヤカップリング流体継手は除く)	ラジアル
ころがり軸受	内輪きず	$n \frac{Z}{2} \left(1 + \frac{d}{D} \cos \alpha\right) f_r$	〃
〃	外輪きず	$n \frac{Z}{2} \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha\right) f_r$	〃
〃	転動体きず	$n \frac{D}{d} \left(1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2 \cos^2 \alpha\right) f_r$	〃
すべり軸受	メタルギャップ過大	f_r	〃
〃	潤滑不良	f_r	〃
〃	オイルホイップ	$\frac{1}{2} f_r$ 以下	〃
基礎	据付けレベル不良	f_r	ラジアル&アキシャル
〃	剛性不足	f_r	ラジアル
ギヤ	歯面損傷	$Z' \cdot f_r$	〃
その他	回転部と静止部のふれまわり	比較的高い振動数	〃

f_r : ローターの回転周波数
 Z : ベアリングの玉の数
 d : 玉の直径
 D : ピッチ円径
 α : ベアリングの接触角
 n : 整数
 Z' : 損傷歯数

[振動診断結果を活用した健全度評価]

振動診断結果を活用した健全度評価は、表 3-10 に示すように絶対値判定結果を健全度に置き換える。

振動診断の分析では、絶対値判定結果に基づく健全度評価だけでなく図 3-9、図 3-10 に示すような相対判定（傾向管理）も実施し両方の結果を用いて対策の必要性を判断することとする。

健全度 3 以上の範囲にある機器については、図 3-10 に示すように上昇傾向(劣化傾向)にある場合は改築の必要性を検討するが図 3-9 に示すように上昇傾向(劣化傾向)にない場合は経過観察(維持)とする。

表 3-10 絶対値判定法による健全度評価

診断項目		絶対値判定による健全度				
		5	4	3	2	1
簡易診断	変位(振幅)				基準値以上	—
	速度	ゾーンAの範囲	ゾーンBの範囲	ゾーンCの範囲	ゾーンDの範囲	—
	加速度	「良い」の範囲		「やや悪い」の範囲	「悪い」の範囲	—
精密診断		—	—	—	不具合が発見された状態	—

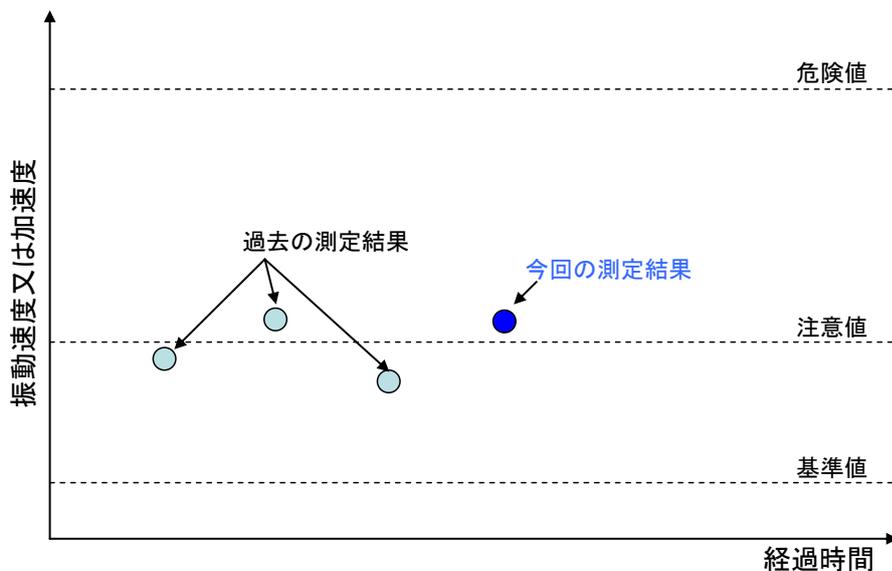


図 3-9 相対判定（傾向管理）のイメージ例 1

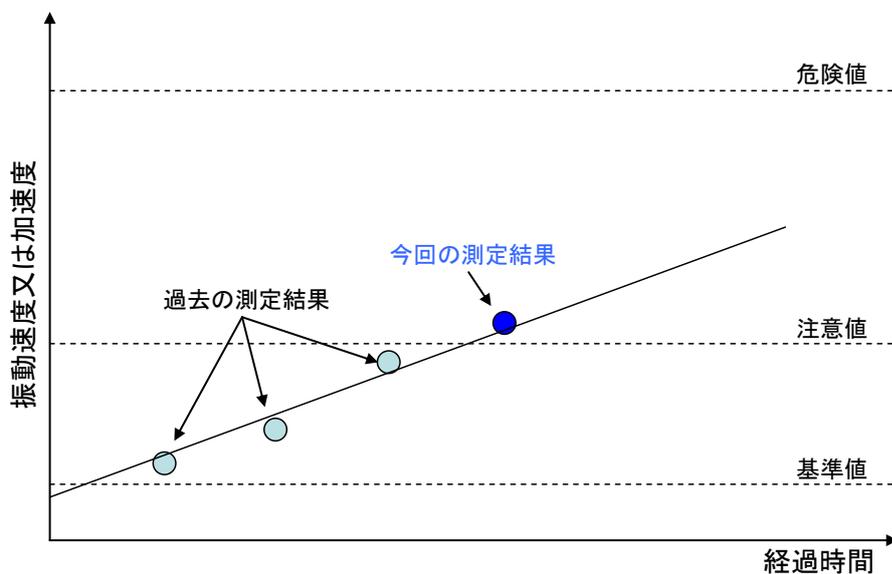


図 3-10 相対判定（傾向管理）のイメージ例 2

c) 機能診断

機能面に関する調査は、対象設備について能力低下や能力不足の有無を確認し問題がある場合は、健全度が 2.0 の状態と評価する。

表 3-11 に一次調査票例を表 3-12 二次調査票例を示す。

表 3-11 一次調査の健全度表例

診断表No 2 - 1	団体名 ○○市
	施設名 ○○浄化センター
	機器名 汚水ポンプ

健全度評価 調査票

機器名	汚水ポンプ	調査年月日	2010/12/1
大分類	ポンプ設備	設置年度	平成11年度(1999年)
中分類	汚水ポンプ設備	経過年数	11年
小分類	ポンプ本体	標準耐用年数	15年
設置場所	ポンプ井	処分制限期間	7年
記号		本体製造会社	
形式	吸込スクルー付水中汚水ポンプ	駆動部製造会社	
仕様	ポンプ口径 φ100mm		

【修繕履歴】

修繕履歴	修繕年度		費用(千円)	修繕内容
	西暦	和暦		
	2005年	平成17年度	1,000	メカニカルシール交換

特記事項	腐食、変形、磨耗等がなく、特に問題なし。動作状況も問題なし。
------	--------------------------------

【機能面診断】

診断内容	診断結果	機能面健全度
	問題あり	
能力低下等の問題		-

【物理面診断】

NO	診断項目	診断方法	劣化なし	劣化の度合			劣化の範囲			判定10段階	健全度5段階	物理面健全度
				大	中	小	多	中	少			
1	発錆・腐食	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9	4.5	4.7
2	変形・損傷	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9	4.5	
3	磨耗	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	5.0	

【運転状況診断】

NO	診断項目	診断方法	診断結果					健全度5段階	運転状況健全度
			5	4	3	2	1		
1	動作状況	-	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.0	4.0
2	振動・異音	測定	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	がたつき	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

評価	運転状況健全度を採用(最小値の為)	総合評価	4.0
----	-------------------	------	-----

■設備全体の評価、機能面、物理面、運転状況で総合的に診断する。
 ①機能面では能力低下、能力不足等を確認し、機能面に問題ありの場合は、健全度2とする。
 ②物理面では、腐食、変形・損傷、磨耗を考慮し、平均点を健全度とする。
 (4.5+4.5+5.0) / 3 = 4.7
 ③運転状況では、動作状況、振動・異音、がたつきを確認し、最低値を健全度とする。
 ④機能面、物理面、運転状況の健全度の最低値を採用値とする。

表 3-12 二次調査の健全度表例

診断表No	団体名
1 - 1	〇〇市
	施設名
	〇〇浄化センター
	機器名
	最終沈殿池汚泥かき寄せ機

健全度評価 調査票

機器名	最終沈殿池汚泥かき寄せ機	調査年月日	2010/12/1
大分類	水処理設備	設置年度	平成11年度(1999年)
中分類	最終沈殿池設備	経過年数	11年
小分類	汚泥かき寄せ機	標準耐用年数	15年
設置場所	最終沈殿池	処分制限期間	7年
記号		本体製造会社	
形式	中央駆動懸垂形	駆動部製造会社	
仕様	槽寸法 φ13500mm×側水深3500mm		

【修繕履歴】

修繕履歴	修繕年度		費用(千円)	修繕内容
	西暦	和暦		
	2006年	平成18年度		

特記事項	
------	--

番号	主要部品	診断項目	診断方法	劣化なし	劣化の度合			劣化の範囲			判定5段階	健全度
					大	中	小	多	中	少		
1	レーキ、レーキアーム	腐食	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.5	2.5
		磨耗	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.0	
		亀裂、変形、損傷	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.0	
特記事項	発錆による腐食が激しい											

2	フィードウェル	腐食	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.5	4.5
		磨耗	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	
		亀裂、変形、損傷	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	
特記事項	若干、腐食している。											

3	主軸・軸受	腐食	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.0	4.0
		磨耗	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	
		亀裂、変形、損傷	目視	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	

■状態が把握できる主要部品は、物理診断で（腐食、変形等）で評価点を算出する。
 2) レーキ・レーキアームの場合
 ① 腐食、磨耗、亀裂・変形・損傷から評価を行い、最低値は、腐食の劣化度合い「中」×劣化範囲「中」の評価となり、10段階評価では、5点となる。
 ② 健全度は、10段階から5段階へ補正することで算出する。
 健全度=5/10×5.0=2.5

3.4. 調査頻度の検討

調査は、一次調査と二次調査に大別される。

一次調査は、状態監視保全設備全てに対して実施するものとし維持管理の保守作業において、物理的な劣化や動作状況の確認を行っていることを考慮し3年に1回行うこととする。

一次調査の頻度は、表 3-13 に示すとおり、浄化センター(水処理設備、汚泥処理設備)、2箇所ポンプ場の一次調査を3ヶ年周期で行うこととする。

表 3-13 機械設備一次調査頻度案

項目		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	…
甲府STP	沈砂池・送風機・水処理設備等	○			○			○	
	汚泥処理設備		○			○			
住吉P・池添P				○			○		



図 3-4 二次調査分類イメージ

