

5. 3 機能診断（詳細）調査表及び解説

表 5.3.1 ローラゲート扉体・戸当り 詳細診断調査表

頭 首 工 名						コ ー ド No.											
用 途						調 査 者 氏 名											
機 器 名 称						調 査 年 月 日											
号 機 名						仕 様											
製 造 者																	
製 造 番 号																	
製 造 年 月 日						運 転 頻 度											
						回／年程度											
						回／月程度											
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	目視・計測部位	許容値又は判定基準	点検条件	健全度判定表No.	許容値又は判定基準の値	測定値又は計算値	健全度評価結果		
															項目別健全度	部位別健全度	
扉 体	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6					
			—	40		傾き	A	計測	扉体両端	径間：扉高＝1:1で20mm以下、2:1で40mm以下 10:1～100mm以下	運	1					
	桁材	A	主桁	40		たわみ	A	計測	扉体中心	ゴム水密：径間の1/800 金属水密：径間の1/1000	停	7					
						局所変形	A	計測	変形箇所	桁高1m当りの変形量が余裕厚を除いた板厚の1/3以内	停	5					
						腐食	A	板厚計測	主桁の肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2					
						応力	A	応力計算	主桁の応力	許容応力度未満	停	7					
		補助桁		局所変形	A	計測	変形箇所	桁高1m当りの変形量が余裕厚を除いた板厚の1/3以内	停	5							
				腐食	A	板厚計測	補助桁の肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2							
				応力	A	応力計算	補助桁の応力	許容応力度未満	停	7							
	主ローラ	A	軸	40		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
			すべり軸受	20		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
			ローラ	40		硬度	A	硬度計測	ローラ踏面	設計値（材料値）と同等以上であること	停	8					
						応力	A	計算	接触応力度	許容応力度未満	停	7					
	スキンプレート	A B	全体	40		変形	A	計測	変形箇所	1パネル内の変形量が余裕厚を除いた板厚の1/2以内	停	5					
						腐食	A	板厚計測	スキンプレートの肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2					
						応力	A	応力計算	スキンプレートの応力	許容応力度未満	停	7					
	シーブ	A	軸	40		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
			すべり軸受	20		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
	水密ゴム	C	全体	10		材料劣化 硬度	C	計測	水密ゴム	設計値（材料値）と同等であること	停	9					
	接合部	A	溶接	40		切損	A	試験	溶接部	割れ・きれつがないこと	停	3					
	【記事】																
	戸 当 り	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6				
		側部戸当り	A	ローラ踏面板	40		変形	A	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5				
切損							A	試験	ローラ踏面板	割れ・きれつがないこと	停	3					
摩耗							A	板厚計測	ローラ踏面板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2					
硬度							A	硬度計測	ローラ踏面板	設計値（材料値）と同等であること	停	8					
応力							A	計算	接触応力度 せん断深さ	許容応力度未満	停	7					
底部戸当り		B	水密板	40		変形	B	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5					
						摩耗	B	板厚計測	水密板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2					
【記事】																	

- ※ スキンプレートを桁材の一部として使用している場合の重要度はA
 ※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。
 ※ 板厚等で調査ができる場合には応力計算による調査を省略してもよい。
 ※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.2 スライドゲート扉体・戸当り 詳細診断調査表

頭 首 工 名								コ ー ド No.								
用 途								調 査 者 氏 名								
機 器 名 称						スライドゲート 扉体・戸当り		調 査 年 月 日								
号 機 名								仕 様								
製 造 者																
製 造 番 号																
製 造 年 月 日								運 転 頻 度		回／年程度						
								回／月程度								
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	目視・計測部位	許容値又は判定基準	点検条件	健全度判定表No.	許容値又は判定基準の値	測定値又は計算値	健全度評価結果 項目別健全度 部位別健全度	
扉体	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6				
	桁材	A	主桁	40		変形	A	計測	変形箇所	桁高1m当りの変形量が余裕厚を除いた板厚の1/3以内	停	5				
						たわみ	A	計測	扉体中心	ゴム水密：径間の1/800 金属水密：径間の1/1000	停	7				
						腐食	A	板厚計測	主桁の肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2				
						応力	A	応力計算	主桁の応力	許容応力度未満	停	7				
	スキンプレート	A B	全体	40		変形	A	計測	変形箇所	1パネル内の変形量が余裕厚を除いた板厚の1/2以内	停	5				
						腐食	A	板厚計測	スキンプレートの肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2				
						応力	A	応力計算	スキンプレートの応力	許容応力度未満	停	7				
	水密ゴム	C	全体	10		材料劣化硬度	C	計測	水密ゴム	設計値（材料値）と同等であること	停	9				
	接合部	A	溶接	40		切損	A	試験	溶接部	割れ・きれつがないこと	停	3				
【記事】																
戸当り	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6				
	側部戸当り	A	摺動板	40		変形	A	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5				
						切損	A	試験	摺動板	割れ・きれつがないこと	停	3				
						摩耗	A	計測	摺動板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2				
	底部戸当り	B	水密板	40		変形	B	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5				
						摩耗	B	計測	水密板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の大なる方	停	2				
【記事】																

※ スキンプレートを桁材の一部として使用している場合の重要度はA

※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.3 起伏ゲート扉体・戸当り 詳細診断調査表

頭 首 工 名								コ ー ド No.									
用 途								調 査 者 氏 名									
機 器 名 称						起伏ゲート 扉体・戸当り		調 査 年 月 日									
号 機 名								仕 様									
製 造 者																	
製 造 番 号																	
製 造 年 月 日								運 転 頻 度		回／年程度		回／月程度					
装 置 区 分	調 査 部 位	部 位 重 要 度	詳 細 部 位	参 考 耐 用 年 数	納入後又は交換後の経過年数	調 査 項 目	劣 化 影 響 度	調 査 方 法	目 視・計 測 部 位	許 容 値 又 は 判 定 基 準	点 検 条 件	健 全 度 判 定 表 No.	許 容 値 又 は 判 定 基 準 の 値	測 定 値 又 は 計 算 値	健 全 度 評 価 結 果		
															項 目 別 健 全 度	部 位 別 健 全 度	
扉 体	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6					
	桁材	A	主桁	40		変形	A	計測	変形箇所	桁高1m当りの変形量が余裕厚を除いた板厚の1/3以内	停	5					
						たわみ	A	計測	扉体中心	ゴム水密：径間の1/800 金属水密：径間の1/1000	停	7					
						腐食	A	板厚計測	主桁の肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の 大なる方	停	2					
						応力	A	応力計算	主桁の応力	許容応力度未滿	停	7					
	スキンプレート	A S B	全体	40		変形	A	計測	変形箇所	1パネル内の変形量が余裕厚を除いた板厚の1/2以内	停	5					
			腐食			A	板厚計測	スキンプレートの肉厚	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の 大なる方	停	2						
			応力			A	応力計算	スキンプレートの応力	許容応力度未滿	停	7						
	水密ゴム	C	全体	10		材料劣化 硬度	C	計測	水密ゴム	設計値（材料値）と同等であること	停	9					
	接合部	A	溶接	40		切損	A	試験	溶接部	割れ・きれつがないこと	停	3					
【記事】																	
戸 当 り	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6					
	側部戸当り	A	水密板	40		変形	A	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5					
						摩耗	A	板厚計測	水密板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の 大なる方	停	2					
	底部戸当り	A	水密板	40		変形	A	計測	変形箇所	長さ1mの範囲で変形量1mm以内	停	5					
						摩耗	A	板厚計測	水密板	「6mm－余裕厚」又は使用板厚の1/2の 大なる方	停	2					
	ヒンジ軸受	A	軸	20		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7, f6等級に仕 上げた最大の隙間の3倍	停	4					
			すべり軸 受			変位	A	計測	ヒンジ変位	各ヒンジ部の水平又は鉛直方向の変 位量が径間の1/800相当以内	停	5					
						摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7, f6等級に仕 上げた最大の隙間の3倍	停	4					
【記事】																	

※ スキンプレートを桁材の一部として使用している場合の重要度はA
 ※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。
 ※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.4 ワイヤロープウィンチ式 詳細診断調査表

頭 首 エ 名						コ ー ド №											
用 途						調 査 者 氏 名											
機 器 名 称						調 査 年 月 日											
号 機 名						仕 様											
製 造 者																	
製 造 番 号																	
製 造 年 月 日						運 転 頻 度		回／年程度		回／月程度							
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	目視・計測部位	許容値又は判定基準	点検条件	健全度判定表NO.	許容値又は判定基準の値	測定値又は計算値	健全度評価結果		
															項目別健全度	部位別健全度	
開閉装置	全体	A	塗装	8		塗膜	C	計測	全般	設計値と同等であること	停	6					
	電動機	A	—	25		電流値	A	計測	電動機電流	定格電流値以下であること	運	15					
			—		電圧値	A	計測	電動機電圧	定格電流に対し、およそ±10%以内の範囲内であること	運	15						
			—		絶縁抵抗値	A	計測	電動機絶縁抵抗	1.0MΩ以上であること	断	16						
			—		接地抵抗値	A	計測	電動機接地抵抗	300Vを越えるもの、10Ω以下300V以下のもの、100Ω以下であること	断	17						
			—		回転数	A	計測	回転数	設計値の±10%以内であること	運	21						
			開閉速度					設計値の±10%以内であること									
			—		温度上昇	A	計測	軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇40℃以内）	運	11						
			—		振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
	油圧押し式ブレーキ	A	—	10		すきま	A	計測	ブレーキ／ライニング隙間	片当りがなく、規定のすきまがあること	停	20					
			—		摩耗	A	計測	ブレーキ／ライニング厚さ	設計厚の70%以上の厚さが残っていること	停	20						
	軸受	A	—	25		温度上昇	A	計測	軸受	異常過熱がないこと（温度上昇40℃以下）	運	11					
			—		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4						
			—		振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
	軸継手	A	—	25 (10)		偏心	A	計測	軸継手	偏心0.5mm以下、偏角0.5°以下	停	19					
			—		摩耗	A	計測	軸継手	メーカー許容値内であること	断	4						
	ワイヤロープ	A	—	15		素線切れ	A	計測	ワイヤロープ	1ピッチ内に総素線数の10%以上の素線切れがないこと	停	18					
			—		摩耗	A	計測	ワイヤロープ	公称径の0～7%以上の細りがなくないこと	停	14						
			—		変形	A	計測	ワイヤロープ	うねり幅がロープ径の3/4以上ないこと	停	5						
	シーブ	A	軸	40		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
			すべり軸受	20		摩耗	A	計測	軸受の隙間	JISB0401の穴基準でH7、f6等級に仕上げた最大の隙間の3倍	停	4					
	開放歯車	A	—	25		歯当り噛合い	A	目視、指触	ドラムギヤ・ピニオン	正常であること	運	10					
			—		バックラッシの状態	C	計測	ドラムギヤ・ピニオン	正常であること	運	10						
			—		硬度	B	計測	ドラムギヤ・ピニオン	設計値と同等であること	停	8						
			—		応力	B	計算	面圧強度	水門鉄管技術基準第43条による	—	7						
	減速機	A	—	25		振動	A	計測	減速機・軸受	異常振動がないこと	運	13					
			—		温度上昇	A	計測	減速機	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以下）	運	11						
	切換装置	A	—	30		温度上昇	A	計測	切換替装置	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以下）	運	11					
			—		振動	A	計測	切換替装置	異常振動がないこと	運	13						
	開度計	B	—	20		開度指示	B	計測	扉体開度	開度指示が正しいこと	運	12					
	【記事】																

※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.5 スピンドル式・ラック式開閉装置 詳細診断調査表

頭 首 工 名									コ ー ド No.								
用 途									調 査 者 氏 名								
機 器 名 称						スピンドル式・ラック式開閉装置			調 査 年 月 日								
号 機 名									仕 様								
製 造 者																	
製 造 番 号																	
製 造 年 月 日									運 転 頻 度		回／年程度 回／月程度						
装 置 区 分	調査部位	部位 重要 度	詳細 部位	参考 耐用 年数	納入後又は交換後の 経過年数	調査項目	劣化 影響 度	調査方法	目視・計測 部位	許容値又は判定基準	点検 条件	健全度 判定表 No.	許容値 又は判 定基準 の値	測定値 又は 計算値	健全度評価結果		
															項目別 健全度	部位別 健全度	
開 閉 装 置	全 体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6					
	電動機	A	—	25	電流値	A	計測	電動機電流	定格電流値以下であること	運	15						
					電圧値	A	計測	電動機電圧	定格電流に対し、およそ±10%以内の範囲内であること	運	15						
					絶縁抵抗値	A	計測	電動機絶縁抵抗	1.0MΩ以上であること	断	16						
					接地抵抗値	A	計測	電動機接地抵抗	300Vを越えるもの、10Ω以下300V以下のもの、100Ω以下であること	断	17						
					回転数	A	計測	回転数	設計値の±10%以内であること	運	21						
								開閉速度	設計値の±10%以内であること								
					温度上昇	A	計測	軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇40℃以内）	運	11						
					振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
	切換装置	A	—	25	振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
					温度上昇	A	計測	本体・軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以内）	運	11						
	減速機（本体）	A	—	25	振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
					温度上昇	A	計測	本体・軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以内）	運	11						
	軸継手	A	—	25	偏心	A	計測	軸継手	偏心0.5mm以下、偏角0.5°以下	運	19						
					作動（摩耗）	A	計測	軸継手	メーカ許容値内であること	断	4						
	手動装置	C	—	15	振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13						
					温度上昇	A	計測	本体・軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇50℃以内）	運	11						
	ステムナット	A	—	15		摩耗	A	計測	ステムナット	許容値以上の摩耗がないこと（メーカ許容値を確認）	停	4					
	【記事】																

※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.6 油圧シリンダ式開閉装置 詳細診断調査表

頭 首 工 名										コ ー ド No.							
用 途										調 査 者 氏 名							
機 器 名 称						油圧シリンダ式開閉装置				調 査 年 月 日							
号 機 名										仕 様							
製 造 者																	
製 造 番 号																	
製 造 年 月 日										運 転 頻 度		回／年程度 回／月程度					
装 置 区 分	調査部位	部位 重要 度	詳細 部位	参考 耐用 年数	納入後又 は交換後 の 経過年数	調査項目	劣化 影響 度	調査方法	目視・計測 部位	許容値又は判定基準	点検 条件	健全度 判定表 No.	許容値 又は判 定基準 の値	測定値 又は 計算値	健全度評価結果		
															項目別 健全度	部位別 健全度	
開 閉 装 置	全体	A	塗装	8		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6					
	電動機	A	—	25		電流値	A	計測	電動機電流	定格電流値以下であること	運	15					
						電圧値	A	計測	電動機電圧	定格電流に対し、およそ±10%以内の範囲内であること	運	15					
						温度上昇	A	計測	軸受部	異常過熱がないこと（温度上昇40℃以内）	運	11					
						絶縁抵抗値	A	計測	電動機絶縁抵抗	1.0MΩ 以上であること	断	16					
						接地抵抗値	A	計測	電動機接地抵抗	300Vを越えるもの、10Ω 以下300V以下のもの、100Ω 以下であること	断	17					
						振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13					
						回転数	A	計測	回転数	設計値の±10%以内であること	運	21					
									開閉速度	設計値の±10%以内であること							
	油圧ポンプ	A	—	15		吐出容量	A	計測	開閉速度	ゲートが正規の速度で作動すること	運	21					
						吐出圧力	A	計測	圧力計	油圧ポンプオンロードにより規定圧力まで昇圧すること	運	22					
						温度上昇	B	計測	軸受部	異常過熱がないこと	運	11					
						振動	A	計測	本体・軸受部	異常振動がないこと	運	13					
	軸継手	A	—	25		作動（摩耗）	A	計測	継手部	メーカー許容値内であること	運	4					
	作動油	A	—	5		油温	B	計測	油温計	適用範囲値内にあること	運	23					
						油性状	B	検査	作動油	色、粘度変化率、全酸化、水分、汚染度等が基準に定められた許容値を超えないこと	停	24					
	【記事】																

※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）。

表 5.3.7 機側操作盤 詳細診断調査表

頭 首 工 名										コ ー ド No.						
用 途										調 査 者 氏 名						
機 器 名 称						機側操作盤				調 査 年 月 日						
号 機 名										仕 様						
製 造 者																
製 造 番 号																
製 造 年 月 日										運 転 頻 度		回／年程度		回／月程度		
装置区分	調査部位	部位重要度	詳細部位	参考耐用年数	納入後又は交換後の経過年数	調査項目	劣化影響度	調査方法	目視・計測部位	許容値又は判定基準	点検条件	健全度判定表No.	許容値又は判定基準の値	測定値又は計算値	健全度評価結果	
															項目別健全度	部位別健全度
機側操作盤	全体	A	塗装	屋内20 屋外15		膜厚	C	計測	塗装部	設計値と同等であること	停	6				
			—			絶縁抵抗値	A	計測	絶縁抵抗	1.0MΩ以上であること	断	16				
			—			接地抵抗値	A	計測	接地抵抗	300Vを越えるもの、10Ω以下300V以下のもの、100Ω以下であること	断	17				
	電圧計	A	—	10		電圧値	A	計測	電圧	定格電圧に対し、およそ±10%の範囲内であること	運	15				
	電流計	A	—	10		電流値	A	計測	電流	定格電流値以下であること	運	15				
	【記事】															

※ 点検条件欄の「停」は停止中、「運」は運転中、「断」は電源遮断状態を示す。

※ 健全度判定表は次項を参照（内容の詳細は「頭首工（ゲート設備）」参考資料編（案）を参照）

表 5.3.8 詳細診断一覧表

診断調査項目	性能項目	診断調査項目	対象部位	頁
[1]	設備信頼性	傾き	扉体	参考ゲ-93
[2]	構造安全性 耐久性	腐食、摩耗(表面)	スキンプレート、桁材、側部戸当り、底部戸当り	参考ゲ-95
[3]	構造安全性	切損	扉体接合溶接部、側部戸当り	参考ゲ-100
[4]	耐久性	摩耗(間隙)	主ローラ、シーブ、ワイヤドラム、ヒンジ軸受、スピンドル、ステムナット、軸継手	参考ゲ-102
[5]	構造安全性	変形	扉体(スキンプレート、桁材、主ローラ、ヒンジ部) 戸当り(側部、底部、ヒンジ部)開閉装置(ワイヤロープ、フレーム)	参考ゲ-107
[6]	耐久性	塗装膜厚	扉体、戸当り、開閉装置、機側操作盤	参考ゲ-109
[7]	構造安全性	強度(応力)、たわみ度	スキンプレート、桁材、主ローラ部、側部戸当り部、開放歯車	参考ゲ-112
[8]	構造安全性	硬度	主ローラ、ローラ踏面板、開放歯車	参考ゲ-114
[9]	水利性 耐久性	水密ゴムの劣化	水密ゴム	参考ゲ-115
[10]	耐久性	バックラッシ・歯当り測定	開放歯車	参考ゲ-117
[11]	設備信頼性	温度上昇測定	電動機、油圧押上式ブレーキ軸受部、減速機、軸受、クラッチ、油圧ユニット	参考ゲ-120
[12]	設備信頼性	実開度測定	開度指示計	参考ゲ-122
[13]	設備信頼性	振動	電動機、減速機、切換装置(クラッチ)、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、油圧シリンダ	参考ゲ-124
[14]	耐久性	ワイヤロープ外径測定	摩耗(外径)	参考ゲ-126
[15]	設備信頼性	電圧・電流測定(低圧のみ)	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	参考ゲ-128
[16]	耐久性	絶縁抵抗測定	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	参考ゲ-130
[17]	耐久性	接地抵抗測定	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	参考ゲ-133
[18]	耐久性	素線切れ	ワイヤロープ	参考ゲ-137
[19]	設備信頼性	芯振れ量	開閉装置・軸継手	参考ゲ-139
[20]	耐久性	摩耗	油圧押上式ブレーキ	参考ゲ-141
[21]	設備信頼性	回転数(開閉速度)・吐出量	電動機、油圧ポンプ	参考ゲ-143
[22]	設備信頼性	吐出圧力	油圧ユニット	参考ゲ-144
[23]	設備信頼性	油温	作動油	参考ゲ-145
[24]	耐久性	油性状分析	作動油	参考ゲ-147

具体的現地調査方法

診断種別	詳細診断調査	[1]
調査項目	傾き	
調査方法	計測	
対象部位	扉体	

【解説】

扉体が片吊り状態になると、サイドローラの噛み込み等による開閉操作不能や、休止装置の脱着、水密性の確保等に支障をきたす可能性がある。

(1) 測定方法

- 1) 扉体傾き(片吊り)測定の方法は、図 5.3.2 に示す L_1 及び L_2 を測定して傾き量を計算する方法、あらかじめ上昇させた扉体の下部と底部戸当りとの距離を鋼製巻尺により左右 2 点測定する方法、扉体の左右 2 点に立てた標尺をレベルにより測定し傾き量を算定する方法や「傾斜計」計測等がある。設置環境より安全に測定できる方法にて実施する。
- 2) 2 モータ 2 ドラム方式は、扉体の両端に 1 モータ 1 ドラム式開閉装置を各々配置し、電氣的に開度を同調させながら扉体を開閉する形式であるため、機械的に同調させることが困難であるので、扉体の傾きに注意が必要である。

(2) 測定箇所

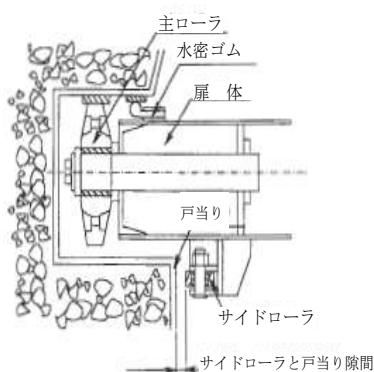


図 5.3.1 戸当りとの隙間

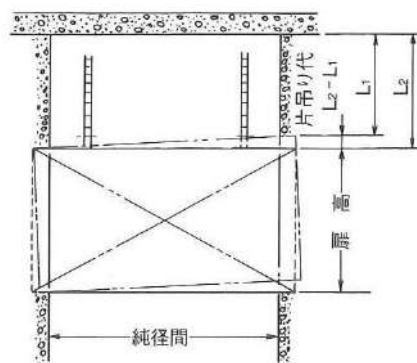


図 5.3.2 扉体の片吊り

(3) 判定基準

1) 片吊りの許容値

目安として下記の値以下であればよい。また、片吊りの差は最大でも 100mm とする。

径間：扉体	1 : 1	2 : 1	10 : 1	20 : 1
差 (mm)	20	40	100	100

注) 扉体のサイドローラと戸当りとの隙間が片側 10mm の場合を示す。

2) 判定基準

表 5.3.9 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 4	扉体左右の差が許容値以内
S - 3	扉体左右の差が許容値を超える
S - 2	扉体左右の差が 100mm を超える

(4) 余寿命予測方法

傾き計測だけで余寿命は算定できない。

(5) 補修・整備方法

ワイヤロープ、ラック等の調整により傾きを修正する。

診断種別	詳細診断調査	[2]
調査項目	腐食、摩耗（表面）	
調査方法	板厚計測	
対象部位	スキムプレート、桁材、側部戸当り、底部戸当り	

【解説】

ゲート設計の構造安全性は、ゲートの各部材内部で発生する応力（内力）が、許容応力度以内であるかで決まる。桁材などの主要部材の強度は設計板厚（SS材の場合腐食代は2mm）に影響し、腐食などにより板厚が減少すると強度が低下する。特に、桁材やローラ部は荷重を支える要となる部分であるため、腐食等による板厚減少が進んでいる場合は留意する必要がある。また、大気部と水中部の境目など乾湿が繰り返されやすい部分などは、腐食しやすいため要注意である。

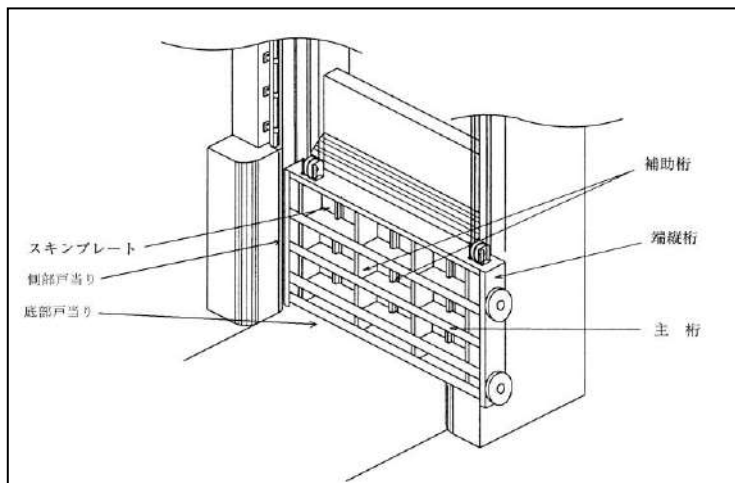


図 5.3.3 板厚測定対象部位箇所

(1)測定方法

腐食の計測

目視で腐食状況を確認し、腐食が著しく広い箇所については、残存板厚を超音波探傷式厚み計や超音波板厚計等で計測する。鋼材の腐食面は肉厚が均等に減少しておらず、凹凸形状を有していたり、局部的な孔状の腐食(孔食)であったりと様々な形態を呈するため、取扱いについては個々に検討するものとするが、以下にその代表例を示す。

なお、計測にあたっては、使用計器の取扱説明書を確認し、計測するものとする。超音波探傷式厚み計の場合は、測定開始前に測定対象鋼材とほぼ同厚で、板厚既知の基準鋼材に探触子を当てて、正確な板厚が表示されるよう調整が必要である。また、測定点は、ハンマやスクレーパ等により錆その他の付着物を除去し、ワイヤブラシ等で鋼材面をこすり、鋼材の地肌を露出させる。この際、鋼材面地肌を削りとりないように注意するとともに、測定後は補修塗装を必ず行うものとする。板厚計には塗膜の上から計測できる機種があり、こちらを使用すれば塗膜の除去や補修は不要である。

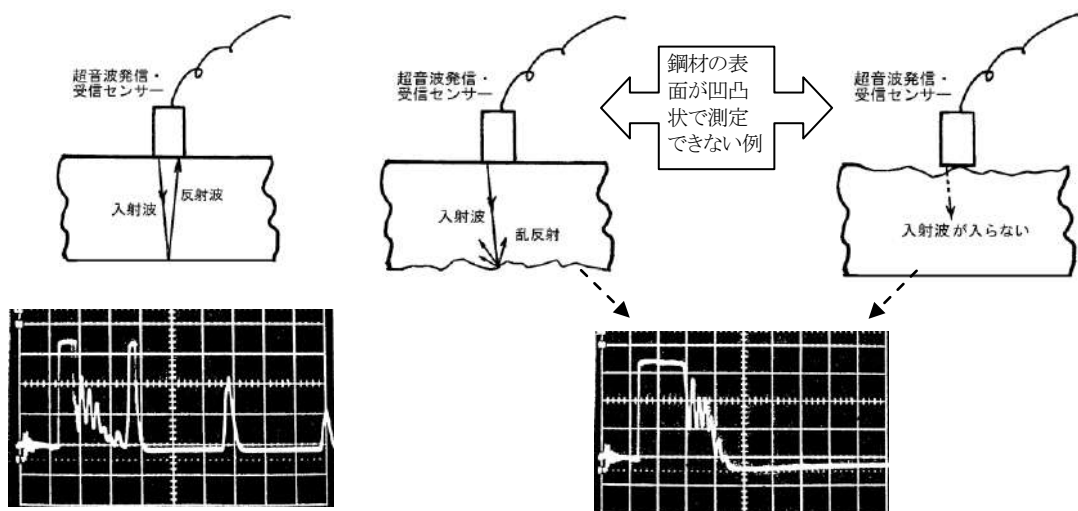


図 5.3.4 正確な板厚測定状況

1) 局所的な孔状の腐食(孔食)が単独で発生している場合

孔食を除く部分の肉厚を計測すると共に、孔食部分の深さを計測する。

なお、対象とする孔食の中心と他の孔食の中心との間隔が対象とする孔食の径の3倍以上離れている場合を「単独」で発生している孔食とする。「単独」で発生している孔食の場合には、「強度計算等による調査」において応力集中の検証を行う。

2) 局所的な孔状の腐食(孔食)がまとまって発生している場合や凹凸形状になっている場合

ランダムに計測箇所を設定し、これらの計測箇所における実測値の平均値をその箇所の計測値とする。※詳細な箇所選定は(2)測定箇所参照。



測定状況



超音波探傷式厚み計

図 5.3.5 板厚測定例

(2)測定箇所

残存板厚計測は、計測箇所1箇所当たり4～5点(フランジ等面積が小さい部材の場合、3点)の計測を実施し、その平均値を各箇所の計測値とする。

腐食の発生は下部や端部に集中することから、主桁・スキンプレート・補助桁に区分して全体を見渡し、著しく腐食が進行している箇所を選定し計測する。スキンプレートは下部や端部に腐食が集中しがちであるため、主に下部や端部について重点的に計測する。

桁の腐食計測は、桁の部材寸法が異なる毎に、最も腐食の著しい桁について実施する。

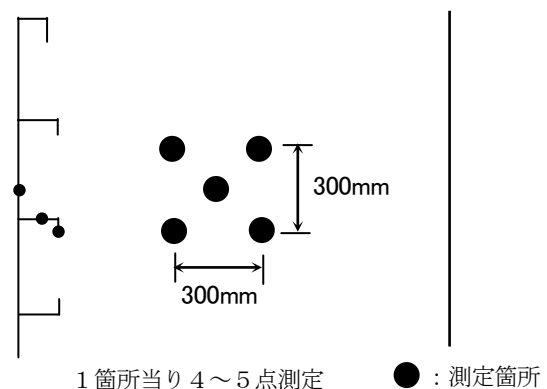
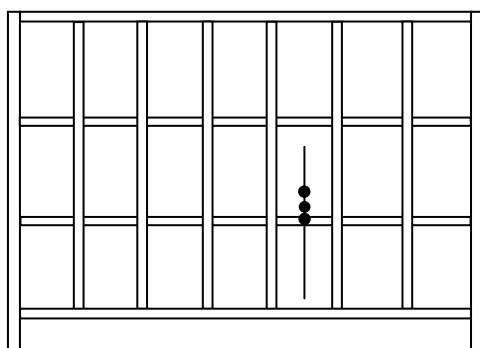


図 5.3.6 扉体の測定箇所

(3) 判定基準

1) 基準値・最小板厚

判定基準値は設計板厚以上とし、かつ、表 5.3.9 に示す最小板厚以上とする。

※ 設計板厚：設計条件に対して許容応力度を満足する必要板厚（腐食代は含まない）。

※ 最小板厚：応力計算による設計値とは関係なく、表 5.3.9 に示す基準上定められた最小板厚。
構造物がその構造を保持するため等の理由で最小限有しなければならない板厚のことであり、新設時に係らず構造物が存在している限り要求されるものである。

表 5.3.10 部材の最小板厚

最 小 板 厚		備 考
スキンプレート、主桁フランジの最小板厚	鋼板 (6mm－余裕厚) 又は 使用板厚の 1/2 の大なる方 形鋼 (5mm－余裕厚)	鋼構造物計画設計技術指針(水門扉編)参照
主桁腹板の最小板厚	水門鉄管技術基準 第 23 条参照	
	鋼 種	SS400 SM400 SMA400
	SM490	SMA490
	垂直補剛材のない場合	b/70
	垂直補剛材のある場合	b/152
	水平補剛材を一段用いる場合	b/256

注) b は上下両フランジの純間隔 (cm)

注 1) 表中の使用板厚は、現場で用いられている部材の板厚を指し、必ずしも設計板厚とは同じ値になるとは限らない（必要板厚以上であれば承認事項としているため）。

注 2) 表中の余裕厚は通常腐食代として S S 材の場合 2 mm を見込む（S U S は見込まない）

2) 判定基準

表 5.3.11 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 5	新品と同等の状態
S - 4	設計板厚以上（応力度が許容応力度未満） ※基準値未満
S - 3	法令遵守の観点から S - 3 評価は行わない
S - 2	設計板厚以下（応力度が許容応力度以上） ※基準値を超える

(補足)

各部の部材は、設備が設計された当時の技術基準に基づく強度計算により決定されており、施工時期により強度計算の項目、計算手法、許容応力値が変遷している。

長期にわたり強度上の問題を生ずることなく使用している設備については、施工当時の計算手法で計算を行うものとする。

使用中に強度上の問題を生じ、その原因が「新旧の技術基準の違い」にあると推定されるのであれば、「旧の技術基準に基づく計算値」と共に「現行の技術基準に基づく計算値」を参考で併記する。

また、応力的に問題が無い場合でも、外力の加わり方によっては局部座屈を起こす場合もあるため留意する必要がある。



図 5.3.7 旧技術基準で設計したゲート

(4) 余寿命算定方法

ゲート設備の余寿命算定には、単一部材の板厚(肉厚)で強度確認を行って余寿命を算定できるものや、複数部材で1つの強度部材を構成し、曲げ強度、せん断強度、たわみ度等の複数の必要強度全てを満足することを確認し、余寿命を算定しなければならないものがある。

このようなことより、部材の種類により下記の式を適宜使い分けるものとする。

a. 単一部材の板厚(肉厚)により余寿命を算定するもの

スキンプレートのような単一部材では、余寿命は下記の(1)式より算定する。

$$\begin{aligned} \text{板厚年間減少量} &= \frac{\text{製作時板厚} - \text{板厚計測平均値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm}/\text{年}) \\ \text{算定余寿命} &= \frac{\text{板厚計測平均値} - \text{必要板厚}}{\text{板厚年間減少量}} \quad (\text{年}) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

ここで、

板厚計測平均値：1箇所当り4～5点計測した板厚の平均値

必要板厚：設計条件に対して許容応力度を満足する最小板厚

b. 複数部材の板厚(肉厚)により余寿命を算定するもの

主桁、縦桁のように、複数部材で1つの構造材を構成し、曲げ強度、せん断強度、たわみ度等の複数項目を満足することを確認し余寿命を算定するものは、以下の(3)の考えによる。

(a) 構造材を構成する各部材(フランジ、腹板等)の板厚年間減少量(mm/年)を、それぞれ算出する。

(b) 板厚計測時からの経過年数をY(年)と仮定する。

(c) 各部材について、Y(年)後の板厚を下式により推定する。

$$Y \text{ 年後の板厚} = \text{計測時の板厚} - \text{板厚年間減少量} \times Y \text{ (年)}$$

(d) Y年後の板厚を用いて、構造材の断面性能を算出し、設計条件に対する曲げ強度、せん断強度、たわみ度を算出し、各許容値に対する照査を行う。

(e) (d)の照査において、許容値に対し余裕がある場合は、経過年数Y(年)の値を大きくし、再度、繰り返し計算を行う。

(f) (e)の計算の中で、照査項目の全てが許容値を満足する最長の経過年数Y(年)を求め、このY(年)を余寿命算定値とする。

..... (2)

(5)補修・整備方法

腐食が部分的である場合は、現地での肉盛りによる補修が一般的である。

面的に腐食が進んでいる場合は鋼板を当て、溶接により補修を行うが、更に広範囲になると腐食部分を切り抜き、当て板による補修を現場にて行う。

小形水門など、工場への運搬が比較的容易な場合は経済性なども考慮し、工場での補修を行う場合もある。



図 5.3.8 扉体補修事例

診断種別	詳細診断調査	[3]
調査項目	切損	
調査方法	試験	
対象部位	扉体接合溶接部、側部戸当り	

【解説】

扉体の接合方法には溶接、ボルト、リベット接合等がある。

接合部材に劣化が生じると水圧荷重等を保持できなくなり大きな事故につながる恐れがある。

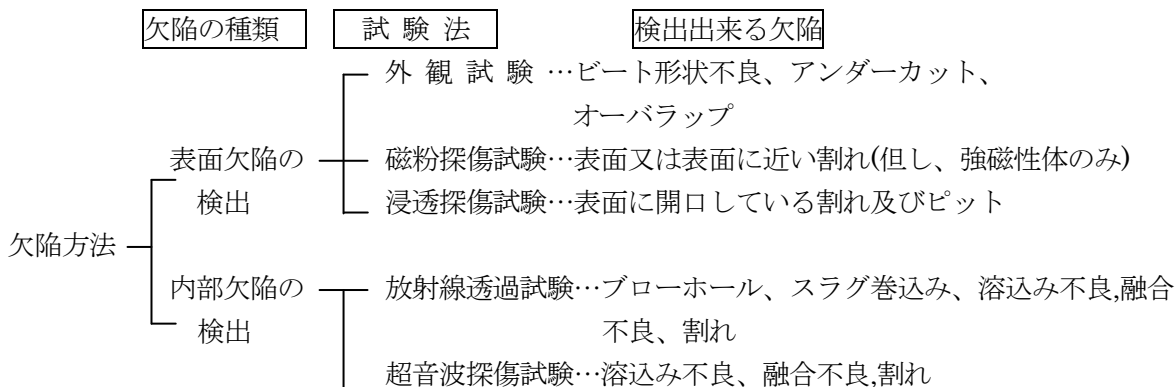
特に、重要な接合部（主桁、スキンプレートなど）は健全性を確認するため、接続部の状態確認や非破壊検査を行う。

（１）測定方法

鋼構造物の非破壊探傷検査に採用される試験方法としては次のものがある。

非破壊探傷検査は、試験対象物を傷つけないで破壊することなく欠陥の有無とその状態を知るために行う試験方法で、鋼構造物とコンクリート構造物では検査方法が異なる。ここでは、鋼構造物の非破壊探傷検査について述べることにする。鋼構造物の非破壊探傷検査に採用される試験方法としては次のものがある。

１）欠陥の種類と試験方法



（２）測定箇所

扉体接合溶接部、側部戸当り摺動板の内、集中荷重が作用する支圧板や主桁端部（ウェブ）、目視で異常が確認された所の付近など。

（３）判定基準

１）切損の基準値

各試験の許容値、判定基準は、対象部品・部位、用途、材質、形状寸法により異なる。

また、製造メーカー独自の判定基準もあるので、設計条件等を十分考慮して決定する。

表 5. 3. 12 主な非破壊探傷検査の JIS 等の判定基準例（参考）

基 準 値		備 考
放射線透過試験	JIS Z3104 又は JIS Z3106 によるものとし、それぞれ 2 類及び 2 級以上	
超音波探傷試験	JIS Z3060 の L 検出レベルで 2 類以上	
浸透探傷試験	① 割れによる指示模様はすべて不合格とする。 ② 独立又は連続の線状浸透指示模様又は円形状浸透指示模様の長さ 2mm を超えるものは不合格とする。 ③ 分散浸透指示模様の合計長さ 4mm を超えるものは不合格とする。 ただし、分散浸透指示模様の合計長さは、分散面積 2,500mm ² を有する方形（1 辺の最大長さは 150mm）内に存在する長さ 1mm を超える浸透指示模様の長さの合計値とする。	
磁粉探傷試験	① 割れによる指示模様はすべて不合格とする。 ② 独立又は連続の線状磁粉指示模様又は円形状磁粉指示模様の長さ 2mm を超えるものは不合格とする。 ③ 分散磁粉指示模様の合計長さ 4mm を超えるものは不合格とする。 ただし、分散磁粉指示模様の合計長さは、分散面積 2,500mm ² を有する方形（1 辺の最大長さは 150mm）内に存在する長さ 1mm を超える磁粉指示模様の長さの合計値とする。	

2) 判定基準

目視及び試験による診断の判定は、次表で行うものとする。

表5. 3. 13 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	割れ、きれつがほとんどない
S－3	重要部（主桁など）以外に割れ、きれつがある
S－2	重要部（主桁など）に割れ、きれつがある

(4) 余寿命予測方法

非破壊検査は簡易的に計測できる試験でないため、傾向管理による余寿命予測には一般的に適さない。重要施設については、数年に一度の間隔で試験を行い、状態監視して余寿命予測を行うことが望ましい。

製造時や過去の点検・整備又は診断調査時における同部位、同試験を行った記録・データがあれば該当部位の比較検討、劣化診断の推定等が可能であるが、部品としての余寿命診断は、他の診断項目と合わせて総合的な判断が必要である。

(5) 補修・整備方法

扉体継手部の強度を回復させる方法を十分に検討したうえで、補修又は補強を行う必要がある。一般的には溶接部の切損（割れ、亀裂等）補修は、切損部分のビードを除去し（ハツリ）、改めて溶接をしない。ボルトの切損は、新品に交換する。また、リベットの補修は施工方法（施工技術者、施工機械等）や材料入手性などを十分に検討して実施する。場合によっては他の接合方法に変えることも検討する。

診断種別	詳細診断調査	[4]
調査項目	摩耗（間隙）	
調査方法	計測、目視	
対象部位	主ローラ、シーブ、ワイヤドラム、ヒンジ軸受、スピンドル、ステムナット、軸継手	

【解説】

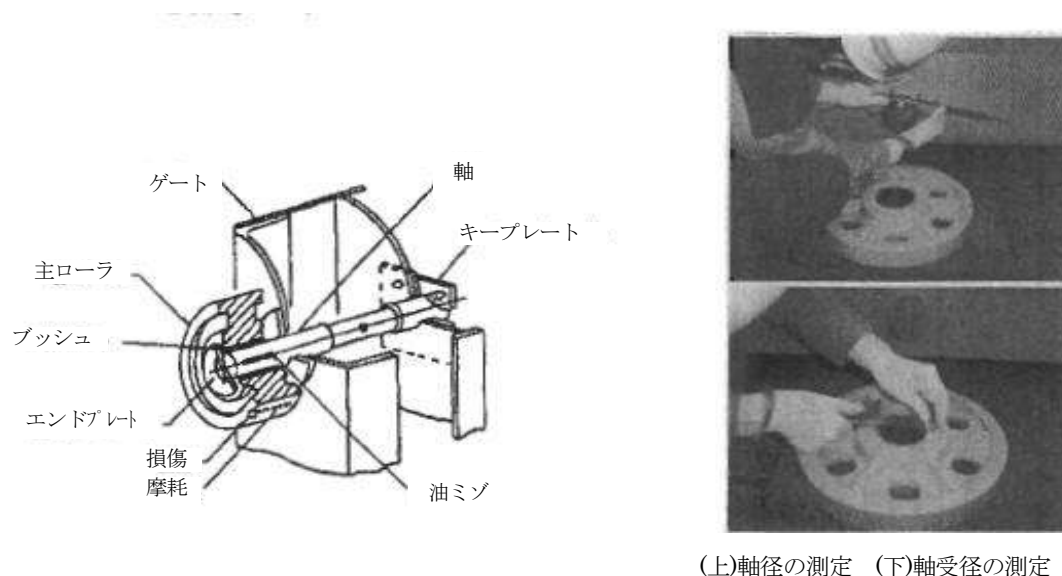
主ローラ・シーブ・ヒンジ部の軸や軸受・軸継手の摩耗は、回転不良の原因となり、操作不能となるおそれがある。シーブ溝の摩耗は、ワイヤロープの損傷につながる。また、スピンドルやステムナットは摩耗が進むと、スピンドルが抜け落ちて操作不能や事故になるおそれがある。詳細診断では定量的に把握するため計測機器を用いて、各部位の計測を行う。

（１）測定方法

１）主ローラ・シーブ・ヒンジ部の軸及び軸受・軸継手の摩耗測定は、分解点検しないと正確には計測又は確認できない。さらに、主ローラはローラや軸を引き抜く際に、取外し戸当りを一時撤去しなければ作業できない場合があるので、現場条件等を検討したうえで実施する。

容易に分解できない場合は、ローラやシーブがスムーズに回転しているか、又はガタつきがないかを目視確認したうえで、次の代替方法によって摩耗量の計測が可能か検討する。

- ・軸及び軸受端部が開放できる場合 すきまゲージにより軸と軸受間の隙間を計測
- ・回転部をジャッキアップできる場合 回転部の移動量をダイヤルゲージで計測



(上)軸径の測定 (下)軸受径の測定

図 5.3.9 主ローラの構造と測定

２）シーブやワイヤドラムはワイヤロープ式開閉装置構成装置の一部で、シーブはゲート扉体頂部及び開閉装置に、ワイヤドラムは開閉装置にのみ取り付けられている。シーブやワイヤドラムは、ワイヤロープの撓動による溝部の摩耗やロープ当り面のぶれ等によるツバ部の摩耗・損傷を測定する。

(測定方法)

①溝の摩耗は、すきまゲージ等によりワイヤロープとの隙間を計測する。

また、ノギスや鋼製直尺等により測定した値を完成図書に示された製作時の各部位寸法値と比較する。

②ツバの摩耗は、ノギスにより両ツバ間の距離を測定し、完成図書に示された製作時の各部位寸法値と対比する。

③製作当初のドラム溝及びシーブ溝形状のゲージを作成し、それとの隙間をすきまゲージ等により

測定する方法や、粘土等により溝部の型どりを行い、ノギスにより測定する方法がある。

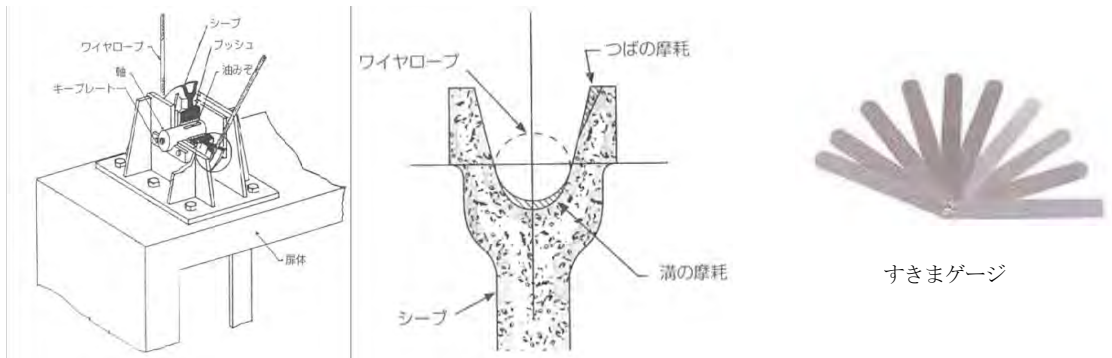


図 5.3.10 シープ周辺の構造と摩耗発生部位

3) スピンドル・メタルブッシュの歯元・歯厚測定

長年にわたり小形ゲートの開閉装置として採用されてきたスピンドル開閉装置の診断方法について示す。

(測定方法)

- ①スピンドルの摩耗は、メタルブッシュ(ステムナット)の摩耗に比べて微少と想定されるが、歯面の仕上げ精度が摩耗に影響するので注意が必要である。測定は、ノギス等を用いて歯元の歯厚を測定する。
- ②メタルブッシュの摩耗は、使用頻度・運転時間・環境により著しく変化するため、摺動距離による管理方法もあるが、主として歯元の歯厚をノギス等にて測定する。ただし、メタルブッシュは分解しないと測定できないため、扉体を安全に休止させた状態で行う。

(留意事項)

メタルブッシュの摩耗は、ゲート等の脱落事故につながるため、スピンドルとともに傾向管理することが重要である。

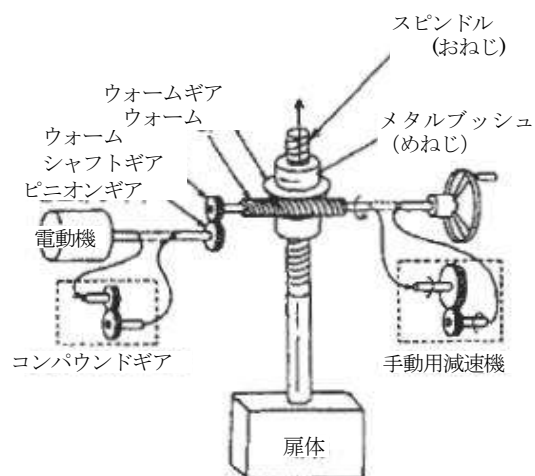


図 5.3.11 外ねじ式スピンドル開閉装置の概要

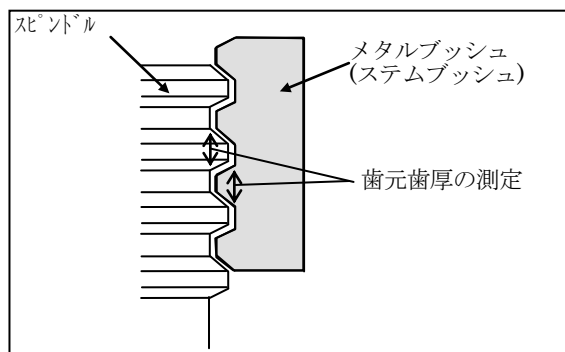
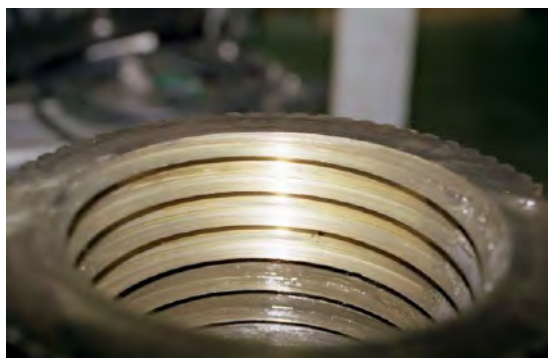


図 5.3.12 歯元歯厚の測定



(摩耗したメタルブッシュ)



(新品のメタルブッシュ)

図 5.3.13 メタルブッシュの摩耗例

- 4) 軸継手の摩耗確認は、軸継手を分解してから行う。チェーンにより伝達する形式とギヤが噛み合
って伝達する形式があり、それぞれ歯面の摩耗状況を目視により確認する。

(2) 測定箇所

- ①主ローラ軸と主ローラ軸受、シーブ軸とシーブ軸受、ヒンジ軸とヒンジ軸受

全数を対象とし、測定位置は、目視による最も摩耗の著しいところを選定し測定する。

- ②シーブ、ワイヤドラム

全数のシーブ溝及びシーブツバとワイヤドラム溝を対象とし、測定位置は、目視による最も摩耗
の著しいところを選定し測定する。

- ③スピンドル・メタルブッシュ

全数のスピンドル及びメタルブッシュを対象とする。

- ④軸継手

全数の軸継手を対象とする。

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

表 5.3.14 基準値、許容値

基準値		備考
軸受の間隙	JIS B0401 の穴基準で H7、f 6 等級に仕上げた最大の隙間の 3 倍	目安としては 軸径 30mm 以下で軸径の約 0.5% 軸径 50mm 以下で軸径の約 0.4% 軸径 80mm 以下で軸径の約 0.3% 軸径 120mm 以下で軸径の約 0.2%
軸受の間隙	オイルレスベアリングの場合はメーカーとの協議による	

摩耗については偏摩耗がないか、直径の 3% 以上の摩耗がないか、左右の直径差が 0.5% 以上泣ければ良い。主ローラ軸、軸受については、直径の 1% 以上の摩耗がなければよい。

基準値			備考
シーブ及びドラム	溝部の摩耗量	ロープ直径の 25% 以内	
	つば、フランジ部の摩耗量	肉厚の 20% 以内	
メタルブッシュ	めねじの根本の摩耗量	原寸の 50% 以内	メーカー推奨値
軸継手	歯面の摩耗状況	摩耗や損傷がない	

2) 判定基準

表 5.3.15 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 4	基準値未満
S - 3	基準値以上
S - 2	著しく基準を超える

(4) 余寿命予測方法

各部摩耗量により S - 3 に移行するまでの余寿命は以下に示すとおりであるが、状態監視保全と併用し、余寿命を決定するとよい。

$$\text{間隙年間増大量} = \frac{\text{間隙計測平均値} - \text{設計間隙値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm/年})$$

$$\text{算定余寿命} = \frac{\text{許容間隙値} - \text{間隙計測平均値}}{\text{間隙年間増大量}} \quad (\text{年})$$

許容間隙値：表 5.3.14 基準値、許容値（参照）

(5) 補修・整備方法

主ローラ軸と主ローラ軸受、シーブ軸とシーブ軸受、ヒンジ軸と軸受の摩耗量が許容値を超えていて主ローラやシーブの本体に異常なく、軸受部のみが摩耗している場合は、軸受部のみ交換を行う。

シーブ溝及びシーブツバとワイヤドラム溝の摩耗量が許容値を超えている場合は、その部位を交換する。交換する時は、組み込まれている軸受と合わせて交換する。ドラムを交換する場合は、ドラムギヤ

が組み込まれている形式があるため、構造、劣化を検討した上で再使用するか交換するかを決定する。

スピンドル・メタルブッシュの摩耗量が許容値を超えている場合は、その部位を交換する。メタルブッシュの交換時は、スピンドルの歯面が荒れていたり、部分的に摩耗していることがあり、継続使用すると交換したメタルブッシュの摩耗を早めるため、同時期にスピンドルを交換又は歯面を再加工することが望ましい。

軸継手の内部に摩耗や損傷が見られれば交換する。

各部位ともに、計測や交換には大掛かりな作業や期間を要することから、傾向管理や外部からの調査によって摩耗が進行していることを予測できる場合には、あらかじめ計測時に交換部品を準備しておき、同時期に行うことが望ましい。

診断種別	詳細診断調査	[5]
調査項目	変形	
調査方法	計測	
対象部位	扉体（スキンプレート、桁材、主ローラ、ヒンジ部） 戸当り（側部、底部、ヒンジ部） 開閉装置（ワイヤロープ、フレーム）	

【解説】

各部位の変形は、設備の開閉機能を損なうおそれがあるため、概略診断で著しい変形が確認された場合は詳細診断による定量的な調査を行い、原因を究明するとともに、進行性があるものか、否かを見極める必要がある。

また、ワイヤロープは、開閉装置の駆動力を扉体に伝達することを担う重要な部分であり、ワイヤロープの変形がある状態で使用し続けると、扉体の作動不良を引き起こすおそれがある。

（１）測定方法

平面部材は変形箇所へ鋼尺又は水系を当て、ノギスやスケール、テーパゲージ等で変形量を計測する。

主ローラの外周面はRゲージを作成し、変形箇所へ当てて隙間を計測する。

ワイヤロープは概略診断でうねりが確認された箇所のうねり幅を計測する。

（２）測定箇所

１）扉体（スキンプレート、桁材、主ローラ、ヒンジ部）

２）戸当り（ローラ踏面、水密ゴム接触面）

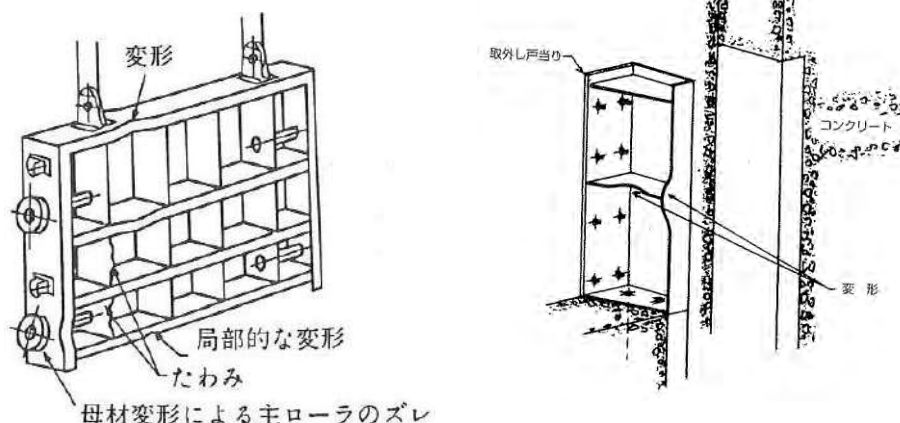


図 5.3.14 扉体や戸当りの変形例

３）開閉装置（ワイヤロープ）

うねりについては、ISO 4309に基づき図 5.3.15 に示すように、うねり幅 d_1 を計測する。

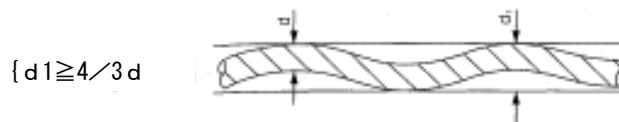
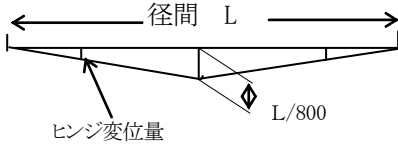


図 5.3.15 うねり幅測定箇所

(3) 判定基準

1) 基準値・許容値

表 5.3.16 変形等の基準値、許容値

基 準 値	備 考
板の変形	1 パネル内の変形量が余裕厚を除いた板厚の 1/2 以内 水門扉管理要領((社)水門鉄管協会)参考
桁の変形	桁高 1 m 当りの変形量が余裕厚を除いた板厚の 1/3 以内 道路橋示方書・同解説を参考
ローラの変形	ローラの踏面(外径)の局部変形量が直径の 1/50 以内 回転摩擦力は軸径がローラ径の 1/4 程度のローラで、正常の 23~35%増
ヒンジの変位	各ヒンジ部の水平又は鉛直方向の変位量が径間の 1/800 相当以内 (一箇所でも逸脱していないこと) 
ローラ踏面板の変形	長さ 1 m の範囲で 1 mm 以内 水門扉検査要領((社)水門鉄管協会)の平面度許容値の 2 倍
底部戸当り水密板の変形	長さ 1 m の範囲で 3 mm 以内 水門扉検査要領((社)水門鉄管協会)の平面度許容値の 2 倍
ワイヤロープ	うねり幅 d1 が、ロープ径 d の 4/3 以上ないこと

2) 変形等の判定基準

表 5.3.17 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	基準値未満
S-3	基準値以上 (突発的荷重による変形)
S-2	著しく基準値を超える (突発的荷重による変形) 基準値以上 (設計荷重による変形)

(4) 余寿命算定方法

流木の衝突等による突発的な荷重で生じる変形については、余寿命を予測することはできない。変形状況を詳細に調査して、エンジニアリングジャッジにより継続使用が可能か判断する。

設計荷重による変形は、正しく設計されていて、必要な強度を保持しておれば本来生じることがない変形(永久歪み)であるため、変形量の計測とともに、板厚計測を行って強度照査することが重要がある。余寿命については、エンジニアリングジャッジや、参考耐用年数、状態監視保全によるデータの傾向管理結果、劣化状況などを総合的に判断し、決定するとよい。

(5) 補修・整備方法

たわみ、変形は大きな外力が作用して起こるため、発生原因を推定する必要がある。

扉体、戸当り、開閉装置フレームの変形は現場にて補修可能か検討し判断する。現場にて補修する場合、油圧ジャッキやレバブロック等を用いて慎重に矯正を行う。現場にて補修できない場合、扉体は工場へ搬送して補修を行うか、又は更新する。戸当り埋設部は補修が困難な場合、部分更新又は全面更新を行う。ワイヤロープは新品に交換する。

診断種別	詳細診断調査	[6]
調査項目	塗装膜厚	
調査方法	計測	
対象部位	扉体、戸当り、開閉装置、機側操作盤	

【解説】

塗装は鋼材の表面を保護するために施工するものである。特に接水部の塗装は扉体の長寿命化に大きく影響する。塗装の劣化を放置しておくと、最終的には板厚不足による強度不足やスキンプレート等に変質が起き水密性の保持ができなくなるおそれがある。

(1)測定方法

塗膜厚の測定は、一般的にはコンパクトでデジタル化されている図 5.3.16 に示す電磁渦電流膜厚計が使用されており図 5.3.17 のように現場で測定し簡単に膜厚が見られる。

膜厚計には、ほかに電磁高周波式や超音波式などがある。

塗装厚は、 μm 単位で薄く施工も大変であることから膜厚は全てが均一でないことが多い、このため板厚測定と同様に数箇所を測定することが望ましい。

測定箇所については、次の(2)測定箇所を示す。



図 5.3.16 電磁渦電流膜厚計（例）



図 5.3.17 電磁渦電流膜厚計による測定例

(2)測定箇所

1) 塗膜状況(「さび」「はがれ」「われ」「ふくれ」)

扉体・戸当り・開閉装置に区分して全体を見渡し、各々の劣化発生状況が著しい箇所を選定し計測する。

(3) 判定基準

当初引渡し時の塗装膜厚記録との照合の結果、その差が異常に大きい場合、塗装の劣化が発生していると推測し、判定を行う。但し、塗装膜厚だけで判断するのではなく、概略診断「塗膜の状態」に示す「さび」「はがれ」「ふくれ」「われ」の劣化状態と合わせて評価する。

また、常時水没しているなどの理由から測定ができない場合は余寿命などから評価する。

表 5.3.18 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	設計値と同等（平均値が設計膜厚以上、最低値が設計膜厚の70%以上）
S-3	測定箇所の一部が設計値以下 「さび」「はがれ」等の劣化状態が部分的に見られる。
S-2	測定箇所全てが著しく設計値を下回る。 「さび」「はがれ」等の劣化状態が全体的に見られる。

(4) 余寿命予測方法

一般的な塗装塗り替えの余寿命は、参考耐用年数から、経過時間を差し引いた年数で予測できるが、使用条件、現場条件、補修塗装等の整備状況によっても左右されるため、診断結果を踏まえ総合的に判断し、今後の再塗装までの年数を予測する。参考耐用年数を表 5.3.18 に示す。

表 5.3.19 塗膜の参考耐用年数

適応箇所	塗装区分 ※1	塗装仕様 ※1	塗膜の参考耐用年数
主として水中の扉体外面	A	エポキシ樹脂系	新設 8～10 塗替※2 5～8
	B	厚膜エポキシ樹脂	新設 10～15 塗替 8～10
	I	エポキシ樹脂系 (ガラスフレーク)	新設 15～20 塗替 10～15
主として水中の扉体内面	E	タールエポキシ樹脂系	新設 8～10 塗替 6～8
主として大気中の扉体	C	エポキシ、 ポリウレタン樹脂系	新設 10～12 塗替 8～10
	D	エポキシ、 ふっ素樹脂系	新設 10～15 塗替 8～10
屋外の開閉装置	F	塩化ゴム系	新設 8～10 塗替 6～8
	H	フェノール MI0 塩ゴム系	新設 8～10 塗替 6～8
屋内の開閉装置	G	フタル酸樹脂系	新設 7～8 塗替 5～7

注) ※1 塗装区分、塗装仕様は、水門鉄管技術基準による。

※2 塗替の数値は、3 種ケレンを示す。1 種ケレンの場合は、新設と同値である。

(5)補修・整備方法

部分的な塗膜厚の減少であれば、補修塗装を行う。全体的に塗膜厚の減少が生じていれば、ケレンを行った後、全面再塗装を行う。塗装劣化の周期が早いゲートにおいては、塗装仕様の変更を検討することも必要である。

塗装の補修は製作工場に持ち込んで、ショットブラスト（鋼球をぶつけてケレン）による古い塗膜や貝殻、水垢などの撤去作業の後、再塗装を行う。

現場から持ち帰れない大規模な扉体などについては、現場にてサンドブラスト（砂をぶつけてケレン）による古い塗膜や貝殻、水垢などの撤去作業の後、再塗装を行う。

注：接水部以外の塗装劣化に対しては、屋内の場合には、見栄えは劣るが、タッチペイント程度でもよい。屋外の場合には、海岸に近い場合には、塗膜が破損し、母材を腐食しているケースが見受けられるので、定期的に状態確認を行い、タッチペイントか全面的な再塗装かを検討することが重要である。

診断種別	詳細診断調査		[7]
調査項目	強度（応力）、たわみ度		
調査方法	応力計算		
対象部位	スキンプレート、桁材、主ローラ部、側部戸当り部、開放歯車		
【解説】			
強度（応力）不足及びたわみ度の増加は、操作に支障を及ぼす過度の変形を発生させる可能性がある。 扉体主要部材であるスキンプレートや主桁を測定した板厚から、現状の発生応力度を把握し、発生応力度から、許容応力度に達するまでの余寿命予測を行う。			
（１）構成部材の応力度調査			
詳細診断では、板厚測定を行いその結果を使用して技術基準に基づいて曲げ強度、せん断強度、たわみ度、面圧強度等の計算を行う。 各部の部材は、設備が設計された当時の技術基準に基づく強度計算により決定されており、施工時期により強度計算の項目、計算手法、許容応力値が変遷している。 長期にわたり強度上の問題を生ずることなく使用している設備については、施工当時の計算手法で計算を行うものとする。 使用中に強度上の問題を生じ、その原因が専門技術者等によって「新旧の技術基準の違い」にあると推定されるならば、「旧の技術基準に基づく計算値」と共に「現行の技術基準に基づく計算値」を参考で計算しておき、評価するものとする。 古い時期の技術基準では規定のされていない「ローラ踏面の接触応力」「開放歯車の面圧」については、古い時期に施工された設備においても「現行の技術基準に基づく計算値」を参考で示し、設備損傷の原因が「これらを考慮していなかったこと」に起因すると推定されるならば、現行の技術基準の基準値に対する健全度の判定を行うものとする。			
（２）測定箇所			
扉体：スキンプレート、主桁（フランジ、腹板）等 戸当り：ローラ踏面板 開閉装置：開放歯車			
（３）判定基準			
１）強度（応力）、たわみ度の基準値			
表 5.3.20 強度（応力）、たわみ度の基準値			
基 準 値		備 考	
スキンプレート、桁材の応力度	水門鉄管技術基準第 15 条による		
ローラ、ローラ踏面板の接触応力度	水門鉄管技術基準第 56 条による		
ローラ踏面板のせん断深さ	せん断深さの許容値は、計算によるせん断深さの 4 倍	①水門鉄管技術基準第 58 条参照 ②ローラ踏面板の板厚は、鋼板の最小板厚を満足するとともに、せん断深さの 4 倍以上必要	
歯車面圧強度	水門鉄管技術基準第 43 条による		
桁材のたわみ度	ゴム水密 1/ 800 金属水密 1/2000	水門鉄管技術基準第 20 条参照	

2) 判定基準

表 5.3.21 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	基準値未満
S-3	基準値以上
S-2	著しく基準値を超える

(4) 余寿命予測方法

単一部材の板厚（肉厚）で強度確認をおこない余寿命を算定できるものや、複数部材で1つの強度部材を構成し、曲げ強度、せん断強度、たわみ度等の複数の必要強度全てを満足することを確認し、余寿命を算定しなければならないものがある。

S-4と評価された後のS-3に移行するまでの余寿命は、以下に示す通りであるが状態監視保全と併せて使用すると良い。

a. 単一部材の板厚（肉厚）により余寿命を算定するもの

スキンプレートのような単一部材では、余寿命は下記の(1)式より算定する。

$$\text{板厚年間減少量} = \frac{\text{製作時板厚} - \text{板厚計測平均値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm/年})$$

$$\text{算定余寿命} = \frac{\text{板厚計測平均値} - \text{必要板厚}}{\text{板厚年間減少量}} \quad (\text{年}) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

板厚計測平均値：寸法計測記録表の計測平均値

必要板厚：設計条件に対して許容応力度を満足する最小板厚

b. 複数部材の板厚（肉厚）により余寿命を算定するもの

主桁、縦桁のように、複数部材で1つの構造材を構成し、曲げ強度、せん断強度、たわみ度等の複数項目を満足することを確認し余寿命を算定するものは、以下の(2)の考えによる。

(a) 構造材を構成する各部材（フランジ、腹板等）の板厚年間減少量（mm/年）を、それぞれ算出する。

(b) 板厚計測時からの経過年数をY（年）と仮定する。

(c) 各部材について、Y（年）後の板厚を下式により推定する。

$$Y \text{ 年後の板厚} = \text{計測時の板厚} - \text{板厚年間減少量} \times Y \text{（年）}$$

(d) Y年後の板厚を用いて、構造材の断面性能を算出し、設計条件に対する曲げ強度、せん断強度、たわみ度を算出し、各許容値に対する照査を行う。 …… (2)

(e) (d)の照査において、許容値に対し余裕がある場合は、経過年数Y（年）の値を大きくし、再度、繰り返し計算を行う。

(f) (e)の計算の中で、照査項目の全てが許容値を満足する最長の経過年数Y（年）を求め、このY（年）を余寿命算定値とする。

(5) 補修・整備方法

部分的な強度不足の場合は、鋼板で当て板を溶接するなどの補修を行う。
強度が許容値を著しく超える場合は、装置全体の更新も考慮して検討する。

診断種別	詳細診断調査	[8]
調査項目	硬度	
調査方法	計測	
対象部位	主ローラ、ローラ踏面板、開放歯車	

【解説】

各部の硬度は、硬度が明確でない材料を使用している場合、もしくは概略診断において対象部位の表面が異常に摩耗しており、硬度が変化していることが予測される場合に計測する。

開放歯車は歯先に焼き入れをして硬度を高めているものがあり、摩耗によって硬度が低下するとさらに摩耗が進行する。歯面の硬度を測定することにより劣化状況を確認する。

(1) 測定方法

主ローラ、戸当りローラ踏面板の踏面硬度及び開放歯車の歯面硬度は金属硬度計を用いて計測する。



図 5.3.18 金属硬度計（例）

(2) 測定箇所

- ① 扉体（主ローラ）
- ② 戸当り（ローラ踏面板）
- ③ 開閉装置（開放歯車）

(3) 判定基準

計測した硬度と強度計算で使用している硬度と照合の結果、その差が異常に大きい場合、機能に障害が発生していると推測し、判定を行う。既設が強度計算を行っていない場合には、現行の設計基準に基づいて計算を行い、接触応力又は面圧が許容値を満足しているかで判定する。

表 5.3.22 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	設計値と同等である (接触応力又は面圧が許容値を満足する)
S-3	設計値と差異がある (接触応力又は面圧が許容値が満足しない)
S-2	著しく設計値と差異がある (接触応力又は面圧が許容値を著しく超過する)

(4) 余寿命予測方法

主ローラ、ローラレール、開放歯車の余寿命は硬度だけで予測することは適さない。

設置からの経過時間を計算し、耐用年数から経過時間を差し引いた年数を考慮して余寿命を予測する。

(5) 補修・整備方法

著しく摩耗しており、当初設計値から硬度が減少している場合は部品交換を行う。

診断種別	詳細診断調査	[9]
調査項目	水密ゴムの劣化	
調査方法	計測	
対象部位	水密ゴム	

【解説】

水密ゴムは必要な水密性を確保するためのものであり、劣化が進行すると弾力が低下して漏水が発生し、利水機能に支障をきたすことなどがある。重要施設において、ゴムの破断が異常な過放流につながる箇所については、ゴムの劣化に留意が必要である。

(1)測定方法

材質や型式及び取り付け位置により、次の区分がある。

1) 取付位置：扉体に取り付けられた「底部」及び「側部」、戸当りに取り付けられた「側部(上流部)」
「側部(下流部)」及び四方水密方式の「上部」がある。

2) 材 質： ・天然ゴム ・合成ゴム

3) 型 式： ・Pゴム ・Lゴム ・平ゴム

4) 測定方法

概略診断において、指触により硬化が確認された場合は、水密ゴムの取付位置ごとにゴム硬度計(デュロメータ)を用いて硬さを計測する。

ただし、対象とするゲートが重要施設ではなく、事後保全でよい場合には、必ずしも計測を行う必要はない。

(2)測定箇所

指触により硬化が確認された箇所を中心に、取付位置ごとに計測する。また、直射日光が当たる箇所は劣化が進行している場合があるため、測点を増やして計測する。

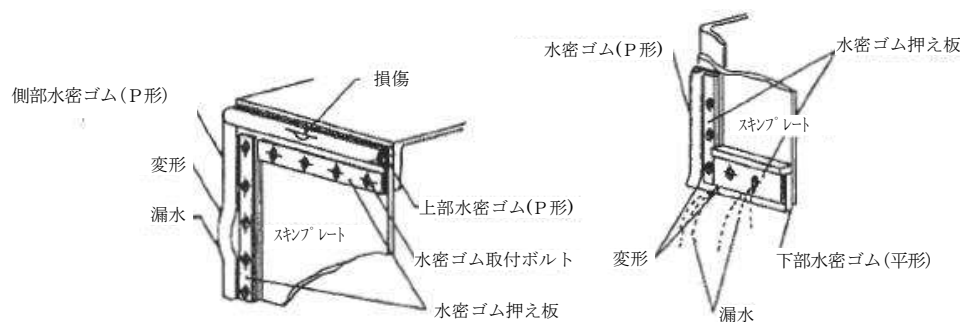


図 5.3.19 硬度計による測定例

(3) 判定基準

1) 水密ゴムの劣化度（硬度）の許容値

設計値と照合の結果、その差が異常に大きい場合、水密性に障害が発生していると推測し、判定を行う。

一般的な水密ゴムの硬さ（デューロメータ）は、 40° ～ 80° であるが、完成図書等に水密ゴムの試験硬さが記載されている場合は、この値と照合する。

2) 判定基準

表 5.3.23 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 4	硬度が設計値と同等であり 漏水がほとんどなく利水上問題ない
S - 3	硬度が設計値と差異があり ゴムに起因する漏水がある
S - 2	硬度が著しく設計値と差異があり ゴムに起因する多量の漏水がある

(4) 余寿命予測方法

一般的には設置からの経過時間を計算し、耐用年数から経過時間を差し引いた年数を比較して余寿命を予測する。

ただし、硬度が異常に大きい場合は、漏水量等機能に障害をきたしている可能性が高いので経過年数だけで算定しない。

(5) 補修・整備方法

水密ゴムの部分的な交換又は全面取替を行う。

診断種別	詳細診断調査	[10]
調査項目	バックラッシ・歯当り測定	
調査方法	計測	
対象部位	開放歯車	

【解説】

バックラッシは、歯車の強度不足による損傷に直接繋がることは無いが、バックラッシが小さすぎると、潤滑が不十分になり、歯車の面同士の摩擦が大きくなる。バックラッシが大きすぎると、歯の噛み合いが悪くなり、歯車が破損しやすくなる。つまりバックラッシが適正でないと、不均一な歯面の接触状態となり、振動、異常音、スコーピング、ピッチングを引き起こし、損傷するおそれがある。

ギアの歯当りは、片当りを起こすなど、適正でない状態が続くと、異常音、強度不足、スコーピング、ピッチング等を起こし損傷につながるおそれがある。

詳細診断では定量的に把握するため、各部位の計測を行うが、定期点検で行う計測と合わせ、データの蓄積を行い、状態監視保全を行うとよい。

(参考)

○バックラッシ：歯車になめらかな回転をさせるためにつけた歯車間の遊び

○スコーピング：油膜が切れ、金属間の接触により歯面が融着しては再び引き剥がされるためにおこる凝着摩耗現象

○ピッチング：歯車近傍の応力が、材料の疲労限界を超えたとき、繰り返し荷重により、微細な亀裂などが発生し、歯面に穴があく現象



図 5. 3. 20 バックラッシ

(1)測定方法

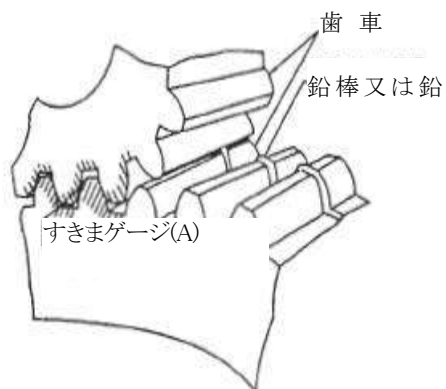
①バックラッシ

バックラッシとは、互いに噛み合う一対の歯車のピッチ円周上の遊びであり、その大きさは「平歯車」と「はすば歯車」の形状及び精度等級により異なる。測定方法は、噛合い部に鉛線(棒)を噛み込ませて回転させ、マイクロメータを用いて鉛線の変形後の厚さを測定することにより求める。なお、バックラッシは傾向管理をすることが重要であるため、歯車の側面にマーキング又はポンチ等で歯数4枚程度に目印をつけて、点検毎に同一箇所を測定するものとする。

②歯当り測定

歯当り状態は、互いに噛み合う歯車の歯面の接触跡を測定するもので、一方の歯車の噛合い面洗浄後に光明丹(鉛丹をマシン油等で練ったもの)やベアリングブルーその他これに類する塗料をむらなく一様に塗って、他方の歯車を1回転させて、他方の歯に転写された光明丹から噛合い位置及び噛合い幅を測定する「赤当り法」と、両方の歯車に塗料を塗り、短時間に回転させて塗料が除かれる部分を測定又は連続運転中に噛み合う接触跡を測定する「黒当り法」のいずれかの方法により、測定する。

歯当り状態は、歯当り面全体を目視し、最も悪い歯面で計測するものとし、歯面の中央付近で歯巾70%以上の当りで管理する。



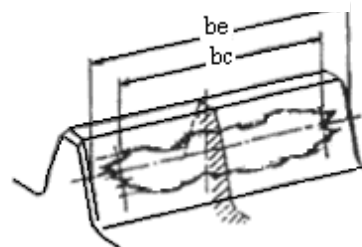
(1) 歯当りの状態にて、すきまゲージ (A) により計測する。

(2) 歯面の鉛棒又は鉛板 (B) を合わせ、他方の歯車を回転させた後、つぶれ厚さ及びつぶれ面を計測する。

図 5.3.21 バックラッシュ測定



$$\text{歯当り率} = bc / be \times 100(\%)$$



平歯車
歯当り率の計算

図 5.3.22 歯当り測定

(2) 測定箇所

①バックラッシ

大歯車の各測定位置（一般的に 4 箇所）において歯数 4 山程度に対して行う。バックラッシは「傾向管理」が重要であることから、歯車側面へのマーキング等により、同一箇所を定期的に点検測定する。

②歯当り

噛み合う歯車の歯面接触跡を測定するもので、片方の歯車を一回転させ、目視により最も悪い歯面について計測するとともに、バックラッシと同様に「傾向管理」を行う。

(3) 判定基準

1) バックラッシ、歯当りの基準値、許容値

表 5.3.24 バックラッシ、歯当りの基準値、許容値

基 準 値		備 考
バックラッシ	大歯車の JIS B1703-76、JIS B1705 のバックラッシ算出最大値の 2.2 倍	① JIS B1703-76 平歯車及びはすば歯車のバックラッシ参照 ② JIS B1705 かさ歯車のバックラッシ参照 一般に製作精度の等級は 4～5 級
歯当り	歯すじの両端から歯すじ長さのほぼ 10%の部分又は歯先及び歯底に近い部分に強い当たりがない 歯筋方向に 70%以上の当たりがあること	JIS B1741 歯車の歯当り参照

2) 判定基準

表 5.3.25 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	基準値未満
S-3	基準値以上で、歯面に損傷は無い
S-2	著しく基準を超え、歯面に損傷有り

(4) 余寿命算定方法

①バックラッシの S-3 に移行するまでの余寿命は以下に示すとおりであるが、状態監視保全と併用し、余寿命を決定するとよい。

$$\text{バックラッシ年間増大量} = \frac{\text{バックラッシ計測平均値} - \text{設計値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm/年})$$

$$\text{算定余寿命} = \frac{\text{許容値} - \text{バックラッシ計測平均値}}{\text{バックラッシ年間増大量}} \quad (\text{年})$$

許容間隙値：表 5.3.24 バックラッシ、歯当り基準値、許容値（参照）

②歯当たりの余寿命算出は困難であるため、状態監視保全を行い、劣化の兆候を見逃さないことが重要である。

(5) 補修・整備方法

バックラッシや歯当りが許容値を超える場合、原因を調査して対処する。製作時の誤差や精度不良なのか、軸芯の狂いなのかにより対応が異なる。芯狂いの場合、調整を行うと他の箇所にも影響を及ぼす可能性があるため、十分に注意しなければならない。歯面の摩耗が著しく許容値を超過している場合は開放歯車を交換する。

診断種別	詳細診断調査	[11]
調査項目	温度上昇測定	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、油圧押上式ブレーキ軸受部、減速機、軸受、クラッチ、油圧ユニット	

【解説】

各機器の異常な温度上昇は、軸受部の摩擦抵抗の増大によって発生し、動力伝達率の低下、軸受部の破損や焼き付き等により設備の機能を損なうおそれがあるため、詳細診断では定量的に把握する必要がある、測定機器を用いて計測する。

(1)測定方法

過負荷、軸芯狂い、潤滑油過不足、グリース過不足等が発生すると軸受温度が異常上昇する。

温度上昇計測は「全開」～「全閉」を連続して1往復する間に計測することを原則とする。

温度上昇傾向を把握する場合は、1往復の間に数回、中間温度を計測する。

計器による温度測定は、2つの方法がある。

- 1) 棒状温度計をパテなどで軸受感温部に取り付けて測定する。
- 2) 測定物に直接触れないで固体から放射する赤外線を利用し、表面温度を測定できるレーザー付き非接触温度計で測定する。製品概要を図 5.3.23 に示す。

なお、レーザーポインター式非接触温度計は正確に目標物に向けられるが、目には絶対当てないようにしなければならない。(失明の危険があり、反射先にも十分に注意が必要である。)



図 5.3.23 レーザー付き非接触温度計例



図 5.3.24 レーザー付き非接触温度計による計測例

(2)測定箇所

- 1) 電動ワイヤロープウインチ式開閉装置の測定箇所を図 5.3.25 に示す。電動機、油圧押上式ブレーキ、減速機、ピニオンギア等の各軸受部の表面温度を計測する。特に、高速回転部である電動機、油圧押上式ブレーキ、減速入力軸部の軸受は、発熱しやすい箇所であり、温度上昇の経過に注意する。手動装置や予備動力を有する開閉装置は高速で回転するクラッチが設けられており、クラッチの軸受部や空転部の温度上昇に注意する。

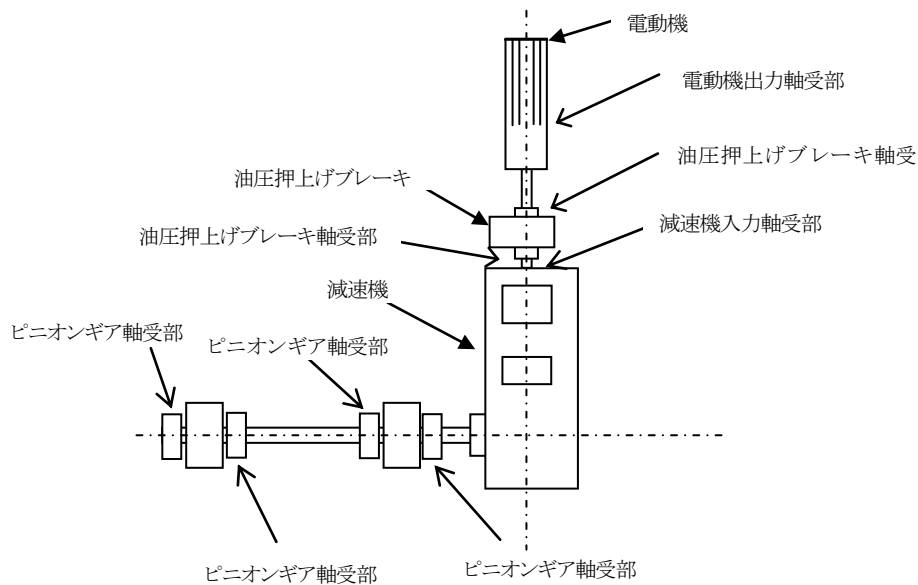


図 5.3.25 軸受温度の測定箇所

2) 油圧ユニットは、高速回転部である電動機と油圧ポンプの表面温度を計測する。油圧ポンプは作動油の温度の影響を受けるため、周囲温度との差だけではなく、作動油との温度差を加味して判断することが望ましい。

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

全揚程を1往復して、次の温度上昇以下であればよい。

電動機 : 40℃以下 (測定温度－周囲温度)

減速機 : 50℃以下 (測定温度－周囲温度)

軸受 : 40℃以下 (測定温度－周囲温度)

2) 電動機等温度上昇判定基準

表 5.3.26 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	許容値未満
S－3	許容値以上
S－2	許容値を大幅に超える 許容値を超えて上昇傾向にある

(4) 余寿命予測方法

各機器の軸受の余寿命は、運転時間が目安となるが、併せて、軸受温度、振動値の傾向管理を行い、エンジニアリングジャッジで余寿命を推測する。

(5) 補修・整備方法

温度上昇の原因を調査して対策を講じる。潤滑油やグリース不足の場合、軸受部に給油を行う。芯狂いの場合、各機器間の軸芯を調整する。軸受の摩耗や損傷が原因の場合、軸受の交換、又は機器の分解整備を行う。

診断種別	詳細診断調査	[12]
調査項目	実開度測定	
調査方法	計測	
対象部位	開度指示計	

【解説】

開度指示計が実開度と表示が異なると、誤った判断から操作を行い、重大な事故を引き起こすおそれがある。また開度指示計は開度発信器を内蔵していることがあり、誤表示は遠隔・遠方監視にも重大な悪影響を与える。詳細診断では、開度表示の誤差を定量的に把握するため、実開度の計測を行う。

(1)測定方法

開度指示計の指示値の調査は、実開度を計測して両者を比較する。実開度は原則として底部戸当り水密板と、扉体スキンプレート下端との間隔とする。

調査は全開時の0点確認と全開時の実開度計測、必要に応じて中間揚程での実開度計測を行う。

長径間ゲート又は1モータ1ドラム式開閉装置のゲートの場合、片吊り状態になることがあるため、扉体の左右で計測することが望ましい。

(2)測定箇所

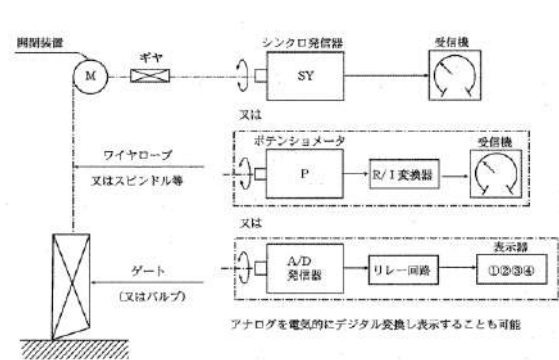


図 5.3.26 回転角検出式開度計

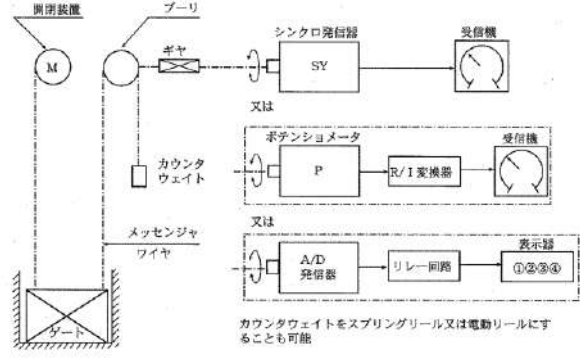


図 5.3.27 扉体移動量検出式開度計

(3)判定基準

1) 基準値、許容値

開度指示計と実開度が合致していればよい。

2) 判定基準

表 5.3.27 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	ほとんど合致している
S-3	合致していない 長径間ゲートで20cm程度の差異
S-2	著しく差異がある

(4)余寿命予測方法

機器の余寿命を開度指示計と実開度の誤差から予測することは適さない。

一般的には、設置からの経過時間を計算し、耐用年数から、経過時間を差し引いた年数を、余寿命として予測できる。

(5)補修・整備方法

計測した実開度に開度表示を設定し直し、試運転を行う。再び実開度を計測し、開度表示と合致しているか確認する。開度表示が異なる場合、歯数比に問題があるか、又は故障が原因とが考えられる。

歯数比に問題がある場合、ワイヤドラムから開度指示針までの歯数比やワイヤ巻層等が正しいかをチェックして是正する。故障の場合は開度指示計を分解整備、又は交換する。

扉体移動量検出式開度計の場合、メッセンジャワイヤにゆるみや伸び等がないか確認する。

診断種別	詳細診断調査	[13]
調査項目	振動	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、減速機、切換装置（クラッチ）、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、油圧シリンダ	

【解説】

各機器の振動は、安定した開閉操作の妨げになり、ボルト・ナットのゆるみ、異常摩耗、疲労破壊の原因になるおそれがあるため、詳細診断では定量的に把握する必要がある、計測機器を用いて各部位の計測を行う。

(1)測定方法

振動測定により、設置後の電動機や減速機の機械的な劣化状況等を把握することができる。

- 1) 電動機の振動は、振動計を用いて計測を行う。特に電動機の振動は、設備そのものの振動に影響されることから、単純に測定値を振動判定値と比較すると判定値を超える場合がある。このため定期的に測定し、傾向管理を行い、振動値が増加傾向を示し、判定値を超えることが度々発生する場合、分解整備等の検討を行う。なお、組立・据付不良によるアンバランスやガタつきなどによる「低周波振動」は、それぞれ特有の方向性があるため、3方向を測定する。「高周波振動」については、1方向の測定を行う。

「低周波振動」の方向性

水平方向……アンバランス

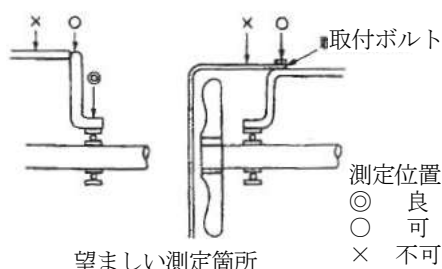
軸方向 ……軸受、歯車等の疲労・劣化

垂直方向……基礎ボルトのゆるみ等によるガタつき

- 2) 減速機の振動は、回転機構、ころがり軸受の異常、歯面異常等が歯当り不良を誘発した結果として現れる。この振動の主成分は多くの場合「噛み合い振動」で、周期的に振動速度値が変動することがあるので、この変動を見逃さないようチェックし、異常の早期発見に努める。



振動計



異常原因別に振動し易い方向がある。

図 5.3.28 振動測定

(2)測定箇所

電動機：剛性の低いところでは、「高周波振動」の減衰が大きいことから、図 5.3.28 に示すように剛性の高いところを選定する。ラック式開閉装置やスピンドル式開閉装置も同様である。

減速機：減速機ケースなどは、一般に部材の剛性が低く、低周波振動を増幅させたり、高周波振動を減衰させたりするので、軸受のハウジングや剛性の高いところを選定する。また、電動機同様、振動の方向性があることから、「水平方向」「軸方向」「垂直方向」の3方向を測定する。ラック式開閉装置やスピンドル式開閉装置も同様である。

油圧ユニット：電動機の外に、油圧ポンプについても測定する。

油圧シリンダ：取付方法が各種有るので作動による干涉等も考慮し、ヘッドカバー部を選定して計する。

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

①電動機単独の振動許容値は JEM-TR160（日本電機工業規格会技術資料）に基づいて、図 5.3.29 の振動許容値を目安にする。

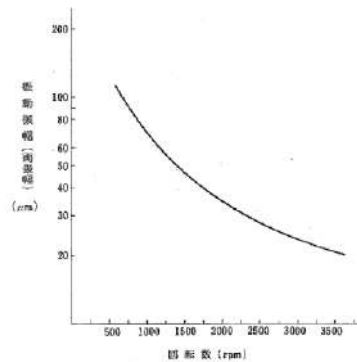


図 5.3.29 電動機の振動許容値を目安

②減速機の振動は原因が多岐にわたるため、定量的に判断することが難しいが、参考値として「参考資料編（ポンプ設備）」の歯車減速機の振動許容値表 5.3.27 を目安にする。

表 5.3.28 歯車減速機の振動許容値

回転速度（高速側）	全振幅	回転速度（高速側）	全振幅
600min ⁻¹ 以下	120/1,000mm 以下	1,200min ⁻¹ 以下	70/1,000mm 以下
800min ⁻¹ 以下	95/1,000mm 以下	1,800min ⁻¹ 以下	55/1,000mm 以下
1,000min ⁻¹ 以下	80/1,000mm 以下	—	—

注) a. この振動値は、仕様点付近で原則中の概略参考値を示す。
b. 測定に当たっては、上下、左右、吐出方向の X - Y - Z の 3 軸にわたって実施する。

2) 電動機等振動判定基準

表 5.3.29 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 4	許容値未満
S - 3	許容値以上
S - 2	著しく許容値を超える

(4) 余寿命予測方法

電動機や減速機の余寿命算定は振動測定値のみで予測することは適さない。よって、振動値は温度上昇値とともに傾向管理を行い、上昇傾向にあれば状態監視を強化して、エンジニアリングジャッジにより余寿命を推測する。

(5) 補修・整備方法

振動方向（3 方向）により原因が異なることから、推測される原因箇所の補修、又は部品交換を行う。

診断種別	詳細診断調査	[14]
調査項目	ワイヤロープ外径測定	
調査方法	計測	
対象部位	摩耗(外径)	

【解説】

ワイヤロープは、開閉装置の駆動力を扉体に伝達することを担う重要な部分であり、ワイヤロープが摩耗した状態で使用し続けると、扉体の作動不良を引き起こすおそれがある。

したがって、詳細診断ではワイヤロープ外径の摩耗量を計測機器により測定する。

(1) 測定方法

摩耗: 摩耗量はノギスにより計測を行うが、計測手法は J I S (G 3525、G 3546) にもとづき図 5. 3. 30 のとおり行う。

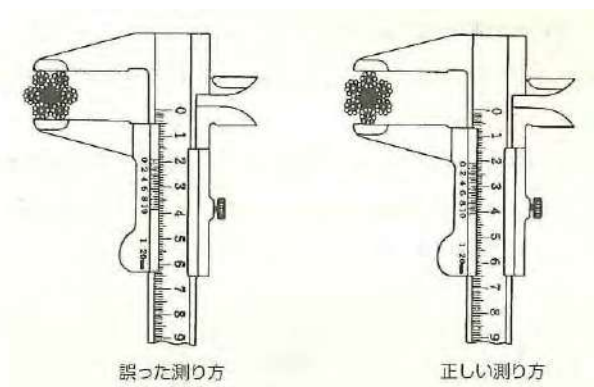


図 5. 3. 30 ワイヤロープの外径測定

(2) 測定箇所

計測位置はロープの端末から 1.5m 以上離れた任意の点 2 ヶ所以上とし、同一断面においては 2 方向以上を測定した平均値がロープ径（実際径）になる。

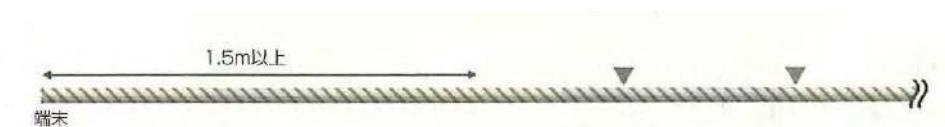


図 5. 3. 31 ワイヤロープの外径測定箇所

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

表 5. 3. 30 ワイヤロープ外径の摩耗の基準値

基 準 値		備 考
ワイヤロープ 外径の摩耗	公称径の 7% 以内	水門扉管理要領((社)水門鉄管協会) 『水門鉄管技術基準 水門扉編』 参照

例) ワイヤロープ公称径 20mm : 許容値=18.6mm~20.0mm

なお、ここでのいう公称径とは J I S (G 3525、G 3546) で規定されているワイヤロープの製作時の許容差を含まない設計上のロープ径のことをいう。

2) 判定基準

表 5.3.30 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	摩耗量が公称径の7%以内（基準値未満）
S－3	摩耗量が公称径の7%を超える（基準値以上）
S－2	著しく基準を超える

(4) 余寿命予測方法

$$\begin{array}{l} \text{ワイヤロープ外径} \\ \text{の年間減少量} \end{array} = \frac{\text{製作時径－外径計測平均値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm}/\text{年})$$

$$\text{算定余寿命} = \frac{\text{外径計測平均値－許容値}}{\text{直径の年間減少量}} \quad (\text{年})$$

許容値：表 5.3.30 ワイヤロープ外径の摩耗の基準値（参照）

(5) 補修・整備方法

摩耗の原因を調査し基準値を超える場合は、新品に交換する。水質環境や操作頻度が摩耗の要因と考えられる場合は、材質やロープ仕様の変更を検討する。

取替作業は扉体を休止、又は全閉状態にして安全を確保してから、ワイヤロープを扉体と開閉装置から取り外し、新しいワイヤロープと交換する。その後、ワイヤロープにグリースを塗布する。

診断種別	詳細診断調査	[15]
調査項目	電圧・電流測定(低圧のみ)	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	

【解説】

電動機の電流値・電圧値の測定により、異常を調査する。一般的にゲート設備では、低圧受電となっていることが多い。定格値と比べることで、異常を判定することが可能である。異常は、基本的に電動機内部の原因によるものではなく、異物の食い込みや摩擦抵抗の増大等による大きな外力の影響や、配線の短絡などが起因している場合が多い。

(1)測定方法

- 1) 電流値は、盤内電動機配線をクランプメータにより測定し、通常の計測値と大幅な変動がないことや定格値以下であることを確認する。
- 2) 電圧値は、盤内外部端子台において、テスターにより測定し、定格電圧値に対する変動範囲(±10%)を確認する。

注：電気設備が通電中のため、測定は経験十分な電気技術者に測定を依頼することが望ましい。



盤面計器による測定



テスターによる電圧測定



クランプメータによる電流測定

図 5.3.32 電圧・電流測定方法



テスター



クランプメータ

図 5.3.33 計測器具例

(2) 測定箇所

図 5.3.34 に示す箇所で測定する。

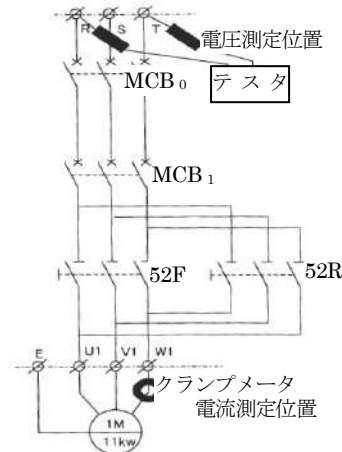


図 5.3.34 電圧・電流測定箇所（例）

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

当初引渡し時の試運転記録と測定値との照合の結果、その差が異常に大きい場合、設備に障害が発生していると推測し、判定を行う。

電流値：定格値以下であること

電圧値：定格値 $\pm 10\%$ 以内

2) 判定基準

表 5.3.32 健全度ランクの判定の例（電流値）

健全度ランク	評価基準
S-4	定格値以下
S-3	—
S-2	定格値を超える

表 5.3.33 健全度ランクの判定の例（電圧値）

健全度ランク	評価基準
S-4	定格値の $\pm 10\%$ 以内
S-3	—
S-2	定格値の $\pm 10\%$ を超える

(4) 余寿命予測方法

電流・電圧測定だけで予寿命を予測することはできない。

(5) 補修・整備方法

電流不良は、過負荷、電圧不良、電動機本体に原因などがある。原因を推定するには、ゲート周辺、ゲート、各機器、配線、操作盤等と順序立てて調査を行い絞っていくことが必要である。電動機本体が原因である場合、分解整備又は交換を行う。中・大型の電動機では電動機製作工場に持ち込んで、分解整備を施して寿命を延ばすことが、新規電動機の購入よりは経済的であると考えられる。しかし、小型電動機については、上記の処置が新規購入より高くなる場合もあるので、メーカーに確認することが大切である。電圧不良の場合、電動機が原因ではなく、給電側に問題があると考えられる。

診断種別	詳細診断調査	[16]
調査項目	絶縁抵抗測定	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	

【解説】

絶縁抵抗測定は診断の原点といわれる測定項目で、診断しようとする施設の気中開閉器(PAS)を、「開」すなわち全停電状態で計測を行う。

絶縁抵抗が低い場合には、絶縁劣化を引き起こしている可能性があり、原因としては計器の故障、ケーブルの被覆劣化、端子台の埃、湿気が考えられる。そのまま放置しておくとか感電、漏電の危険性がありゲート設備の操作にも支障をきたすこともある。

(1)測定方法

絶縁抵抗の測定は、盤内の電動機端子にて絶縁抵抗計により測定するが、測定の前に電動機端子に電圧がないことを検電器等により確認する。

最近の設備には、PLC(プログラマブル・ロジック・コントローラ)などの弱電機器が多数採用されており、これらの半導体は高電圧に耐えられないものがあるため事前に取扱説明書等により測定方法を確認する必要がある。

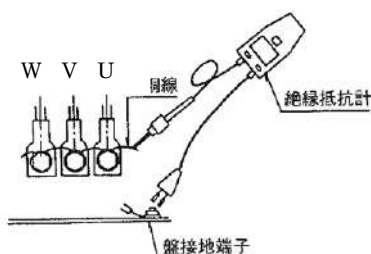
(2)測定箇所

1) 電動機回路

まず、測定にあたり、電動機の電源ブレーカを「OFF」にする。次に絶縁抵抗計の黒色の線にある先端のワニ口クリップを、機側盤内底部の接地端子に取り付ける。次に、図 5.3.35 の「U」端子台のネジ部に抵抗計のプローブ(赤色)を当て、抵抗計の釦を押し、計器に表示された値が測定値である。以後、「V」「W」の各回路を測定する。



(絶縁抵抗計)



絶縁抵抗計で測定する場合は、回路ごとに測定するものとし、電子回路は絶対に測定しないよう切り離してから測定する。

図 5.3.35 絶縁抵抗測定方法

2) 操作回路等(スペースヒータ・照明等)

測定にあたり、測定対象回路のブレーカを「OFF」にする。絶縁抵抗計の黒色の線にある先端のワニロクリップを、機側盤内底部の接地端子に取り付ける。次に、測定したい対象回路の二次側部に抵抗計のプローブ(赤色)を当て、抵抗計の釦を押し、計器に表示された値が測定値である。

測定時の留意事項は以下のとおりである

- ① 絶縁抵抗計のアース(黒色線先端のワニロクリップ)を機側盤底部の通電可能なボルト等に接続せずに使用しない。
- ② 絶縁抵抗計のライン(赤色線端子)とアース(黒色線端子)は、逆に使用しないこと。

3) 電動機

測定にあたり、操作盤内の電動機用電源ブレーカを「OFF」にした後、電動機端子箱の盤側配線を取り外す。次に絶縁抵抗計の黒色の線にある先端のワニロクリップを、取り外した配線のアース線に取り付ける。次に、電動機側端子の「U」端子台のネジ部に抵抗計のプローブ(赤色)を当て、抵抗計の釦を押し、計器に表示された値が測定値である。以後、「V」「W」の各回路を測定する。

(3) 判定基準

1) 基準値、許容値

絶縁抵抗値は、JEC-2100-2008(回転電気機械一般)及び JEC-2137-2000(誘導機)の解説に算定式が示されており、これにより算出すると 1 MΩ 以下であり、一般的な絶縁抵抗値として、取替目安値を 1 MΩ 以下とする。また、低圧電動機は 5MΩ 以下になったら整備することが望ましい。表 5.3.34 に絶縁抵抗の判定基準値を示す。

表 5.3.34 絶縁抵抗判定基準値 (取替目安値)

項 目	区 分	判定基準値	摘 要
絶縁抵抗	低圧	1 MΩ 以上	500V メガ
	高圧(3kV 級)	(kV+1) MΩ 以下	1,000V メガ
	高圧(6kV 級)	kV ; 定格電圧	1,000V メガ

参考文献

JEC-2100-2008(回転電気機械一般)解説 4、耐電圧試験を行う際の回転機の状態

JEC-2137-2000(誘導機)の解説 5、耐電圧試験を行う際の誘導機の状態

絶縁抵抗は回転機の温度や湿度によって広く変動するものであるから、いくら以上であればよいかを確定することは難しい。しかし、従来使われていた式

$$\frac{\text{定格電圧 (V)}}{\text{定格出力 (kW 又は kVA)} + 1,000} \quad (\text{M}\Omega)$$

は、参考資料の一つである。また、回転速度を考慮に入れた下式は、出力、電圧及び回転速度の広い範囲にわたって適用できるものの一つとして、ここに上げておく。

$$\frac{\text{定格電圧 (V)} + 1/3 \times \text{定格回転速度 (min}^{-1})}{\text{定格出力 (kW 又は kVA)} + 2,000} + 0.5 (\text{M}\Omega)$$

2) 判定基準

表 5.3.35 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	1MΩ以上（低圧の場合）
S-3	—
S-2	1MΩ未満

(4) 余寿命予測方法

絶縁抵抗測定だけで予寿命を予測することはできない。

(5) 補修・整備方法

専門技術者による原因推定が必要である。

計器の故障、ケーブルの被覆劣化による場合は、部品、ケーブルを交換する。

電動機が原因である場合、分解整備又は交換を行う。

中・大型の電動機では、電動機製作工場に持ち込んで、分解整備を施して寿命を延ばすことが、新規電動機の購入よりは経済的であると考えられる。しかし、小型電動機については、上記の処置が新規購入より高くなる場合もあるので、メーカーに確認することが大切である。

診断種別	詳細診断調査	[17]
調査項目	接地抵抗測定	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、スピンドル式開閉装置、ラック式開閉装置、油圧ユニット、機側操作盤	

【解説】

電気設備・機器の一部を大地に接続することを接地（アース又はグラウンドともいう）と呼んでいる。

電気・制御機器には、引込開閉器盤地絡電流の発生による電位上昇、混触による低圧電路への高電圧の侵入、また絶縁が破壊された電気機器への接触等による人体への危害及び物件の損傷を防止するため、A種～D種の接地工事が電気設備技術基準に定められている。

表 5.3.36 接地工事の適用（電気設備の技術基準の解釈 19 条）

接地工事の種類	適 用
A種接地工事	特別高圧計器用変成器の2次側電路、特別高圧又は高圧用機器の鉄台等に施設する。特別高圧及び高圧の電路に施設する避雷器には、他のA種接地とは分離し単独に施設する。
B種接地工事	特別高圧又は高圧が低圧と混触する恐れがある場合に低圧電路の保護のために施設する。
C種接地工事	300Vを超える低圧用機器の鉄台等に施設する。
D種接地工事	300V以下の低圧用機器の鉄台等に施設する。

（１）測定方法

接地抵抗測定は、引込開閉器盤、接地端子盤や機側操作盤の近傍に補助接地棒の打込み場所がない場合は測定できない。ただし、地表面がコンクリート等の場合は、接地網を用いて測定する方法がある。また、屋内で接地端子盤等の盤内に補助接地極端子等がある場合は、それを利用して測定する。

接地抵抗測定は、設置されている接地極（A種、B種、C種、D種）毎に計測するものとする。種別が同じでも複数の極があれば各々の極毎に計測する。

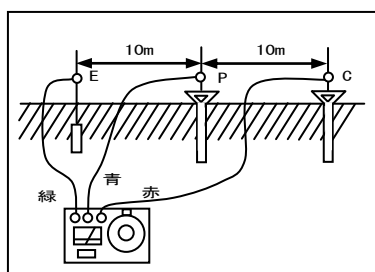
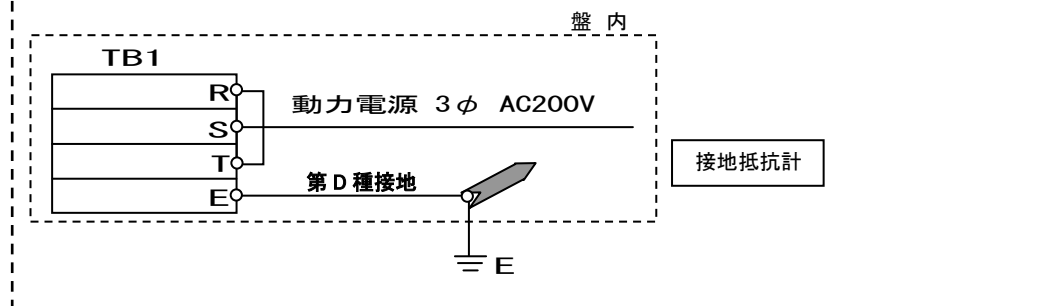
１）補助接地棒の打ち込み

接地抵抗の測定に先立ち、機側操作盤等の遮断器（ブレーカ）をOFFにする。図 5.3.36 に示す(E)が測定しようとする接地極である。(E)から 10m以上離れた地点に補助接地棒(P)を、同一線上、さらに 10m以上離れた地点に補助接地棒(C)を打ち込み、機側操作盤内の接地部と計器端子(E)を接続する。

* 計器端子の接続場所

接地抵抗計の計器端子(E)の接続場所を簡単な例として紹介する。

まず、回路図を準備し、外部配線接続図(端子配列図)より、下図のような端子を探す。下図では、T B 1 端子台に(E)のアースが設けられていることから、盤内配置図より T B 1 端子台を探し、計器端子(E)のワニ口クリップをE端子に接続する。接続場所が不明な場合は、取扱説明書等により確認し、接続場所を事前に調べておくことが重要である。



接地抵抗測定回路



補助接地棒打込み状況



計器端子(E)を接続

図 5.3.36 接地抵抗測定 (1)

2) 電池(内蔵)確認

接地抵抗計の切替スイッチをB(電池チェック)にして、測定スイッチを押し、指針がバッテリーチェックの枠内にあることを確認する。

3) 地電圧測定(漏れ電圧)

切替スイッチを、V(電圧測定)にして、測定スイッチを押さず、地電圧を測定する。許容値が規格で定められているが、通常は 10V 以下で測定する。電気配線や電気機器の絶縁が悪いと大地に漏れ電流が流れ、被測定接地極に地電圧が現れることがある。このため、接地抵抗を測定する前に、まず地電圧を調べる。地電圧が 10V 以下であれば、接地抵抗の測定に影響はないが、それ以上の時は測定誤差となるので、原因を調べ取り除いたうえで測定する。

4) 接地抵抗値測定操作

切替スイッチを、 Ω (接地抵抗測定)レンジにし、測定スイッチを押すと検流計の針が振れるため、ダイヤルを回して 0(ゼロ)になるようバランスをとる。検流計が 0(ゼロ)になった時点でのダイヤルに刻まれた数値が測定しようとする接地抵抗値である。



測定スイッチを押すと針が動く



ダイヤルを回し、針を0に合わせる



針が0状態のダイヤル数値が測定値となる
(写真では接地抵抗値は、約 70Ω)

図 5.3.37 接地抵抗測定 (2)

(2) 測定箇所

機側操作盤内アース端子など

(3) 判定基準

1) 基準値

表 5.3.37 電気設備技術基準の解釈 19 条による基準値

接地工事の種類	接地抵抗値
A種接地工事	10Ω 以下
B種接地工事	変圧器の高圧側又は特別高圧側の電路の1線地絡電流のアンペア数で150(変圧器の高圧側の電路又は使用電圧が $35000V$ 以下の特別高圧側の電路と低圧側の電路との混触により低圧電路の対地電圧が $150V$ を超えた場合に、1秒を超え2秒以内に自動的に高圧側の電路又は使用電圧が $35000V$ 以下の特別高圧側の電路を遮断する装置を設けるときは300、1秒以内に自動的に高圧側の電路又は使用電圧が $35000V$ 以下の特別高圧電路を遮断する装置を設けるときは600)を除いた値に等しいオーム数以下
C種接地工事	10Ω 以下(低圧電路において、当該電路に地絡を生じた場合に0.5秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、 500Ω 以下)
D種接地工事	100Ω 以下(低圧電路において、当該電路に地絡を生じた場合に0.5秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、 500Ω 以下)

2) 接地抵抗の判定基準

表 5.3.38 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S-4	基準値未満(D種接地の場合 100Ω以下)
S-3	※絶縁が破壊された電気機器への接触等による人体への危害を考慮し、S-3の評価は行わない
S-2	基準値を超える(D種接地の場合 100Ωを超える)

(4) 余寿命予測方法

一般的には、接地極の設置からの経過時間を計算し、耐用年数から、経過時間を差し引いた年数を、余寿命として予測する。

(5) 補修・整備方法

接地棒や断線の状態を確認する。これらに原因がある場合は新品に交換する。

土質などにより必要な抵抗値が得られない場合は、以下のような工法を検討する。

- ① 並列接地
- ② 網状接地
- ③ 埋設地線（カウンタポイズ）
- ④ 深打工法（ボウリング等による接地電極の深打ち）
- ⑤ 建築構造体の利用（管理所基礎などの代替接地電極）
- ⑥ 接地抵抗低減剤の使用

診断種別	詳細診断調査	[18]
調査項目	素線切れ	
調査方法	計測	
対象部位	ワイヤロープ	

【解説】

ワイヤロープは、開閉装置の駆動力を扉体に伝達することを担う重要な部分であり。ワイヤロープの素線切れが存在する状態で使用し続けると、扉体の作動不良を引き起こすおそれがあるため、素線切れの計測を行い判定する。

(1)測定方法

ワイヤロープのグリースを除去した後、全長を目視にて確認する。素線切れが有る場合、ストランド（子縄）の1ピッチ（1ねじれ）間の素線切れ本数を計測する。

(2)測定箇所

目視により素線切れの本数を計測する。素線切れには一般的に下図に示すような形態がある。

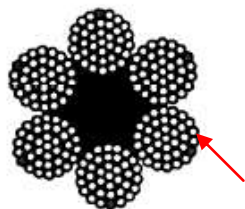


図 5.3.38 クラウン断線（山切れ）

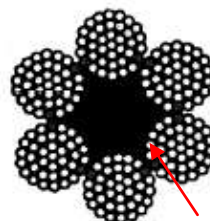


図 5.3.39 ニップ断線（谷切れ）

(3)判定基準

1) 素線切れの基準値、許容値

ストランド（子縄）の1ピッチ（1ねじれ）間に総素線数の10%以上の素線切れがないこと。

例) 6×24 の場合：1ピッチの間に2.4本未満 ($24 \times 0.1 = 2.4$)

I W R C6×WS (36) の場合：1ピッチの間に3.6本未満 ($36 \times 0.1 = 3.6$)

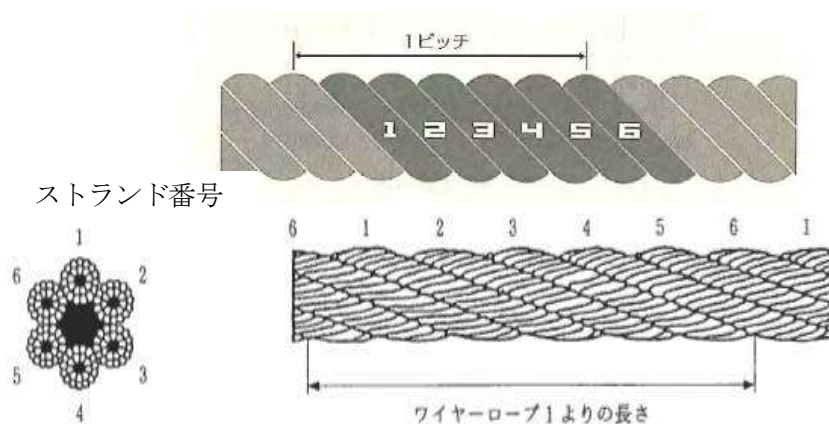


図 5.3.40 ストランド番号と1よりの長さ

2) 判定基準

表 5.3.39 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	基準値未満
S－3	基準値を一部で超える
S－2	著しく基準値を超える、又は基準値を超える所が多数ある。

(4) 余寿命予測方法

ワイヤロープの余寿命は素線切れだけで予測することは適さない。摩耗、変形も合わせて総合的に予測する。

ワイヤロープ径の摩耗量による余寿命予測又は、設置からの経過時間を計算し、耐用年数から経過時間を差し引いた年数を比較して余寿命を予測する。

(5) 補修・整備方法

許容値を超えた場合は、ワイヤロープを交換する。

診断種別	詳細診断調査	[19]
調査項目	芯振れ量	
調査方法	計測	
対象部位	開閉装置・軸継手	

【解説】

開閉装置の動力を伝達する装置であり、芯振れが大きくなると、軸継手内部の荷重伝達部に局部的に大きな荷重が発生し、荷重伝達部が損傷するおそれがある。

(1)測定方法

傾向管理のための「偏心測定」と軸継手に異常音や振動が発生した時に実施する「偏角測定があり、いずれも軸芯の通りを測定する。軸芯の通りは、軸継手のカバーを取り外し、ダイヤルゲージを使用して測定を行う。この場合、軸継手自身の仕上げ精度に左右されない「共回し」にて行うものとするが、「共回し」が不可能な場合には、測定精度が劣る「片回し」にて測定し、傾向管理を行うものとする。「片回し」では、カップリング外周面に傷等がある場合、又はカップリング外周と軸貫通穴に加工誤差がある場合に測定値に狂いが生じる。

ダイヤルゲージのマグネットは、電動機側(駆動側)に取り付ける。ただし、電動機側に設置できない場合は、出力軸側に取り付けて計測してもよいが、傾向管理を行う意味で取り付け位置は統一する。

「共回し」：対象の片側にダイヤルゲージをセットし、 90° 、 180° 、 270° 、 360° 両軸を回転して計測する。

「片回し」：対象の片側にダイヤルゲージをセットし、 90° 、 180° 、 270° 、 360° セットした軸のみを回転して計測する。

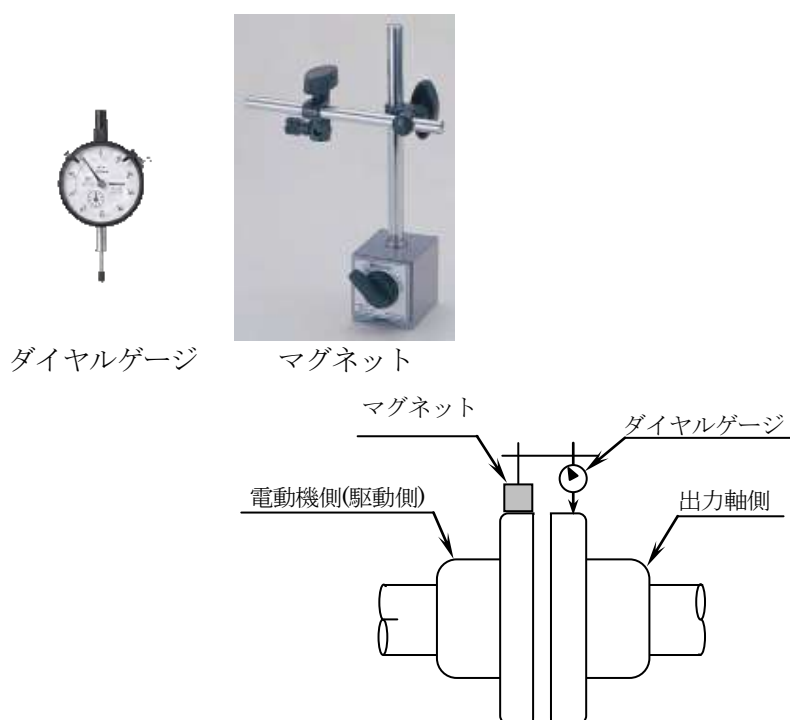


図 5.3.41 軸芯通り測定方法

(2)測定箇所

電動機などの軸継手部（チェーンカップリング、フランジカップリング、ギヤカップリング等）

ゲート設備で使用実績の多いチェーンカップリングはR S 40 で、低トルク軸用として採用されている。高トルク軸や長尺の伝達軸にはギヤカップリングが多く採用される。各々の構造を図 5. 3. 42 及び図 5. 3. 43 に示す。

〔チェーンカップリング〕

低トルク軸を中心に使用されるのもで、対向する2個のスプロケットにローラチェーンを巻き付け、継手ピンによって連結したものである。

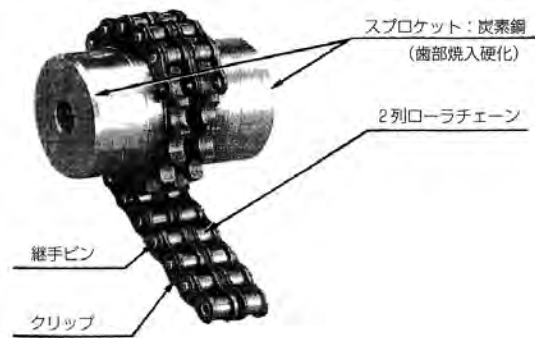


図 5. 3. 42 チェーンカップリングの構造

〔ギヤカップリング〕

中心部と外側部からなり、外側部の内側に刻んである内歯車と中心部外周に刻んである外歯車が噛み合っ

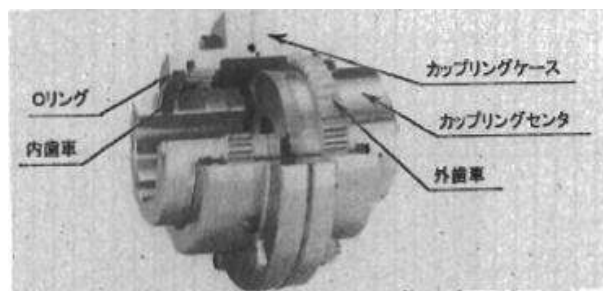


図 4. 2. 43 ギヤカップリングの構造

(3)判定基準

1) 芯振れ量の基準値

偏芯：0.5mm 以下

偏角：0.5° 以下 であればよい。

2) 判定基準

表 5. 3. 40 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S - 4	基準値以内
S - 3	基準値を超えるが、振動・異音がない
S - 2	基準値を超え、振動・異音がある

(4)余寿命予測方法

機器の余寿命を芯振れ値のみで予測することは適さない。

一般的には、設置からの経過時間を計算し、耐用年数から、経過時間を差し引いた年数を、余寿命として予測できる。

(5)補修・整備方法

回転機械では、芯振れ調整は重要な項目であり、他の機器にも影響することがある。

調整による修正が可能な場合もあるため、メーカーに依頼する。

診断種別	詳細診断調査	[20]
調査項目	摩耗	
調査方法	計測	
対象部位	油圧押上式ブレーキ	

【解説】

油圧押上式ブレーキの構造は、一般的に電動油圧押上機とブレーキ機構部で構成され、電動油圧押上機に電圧を加えると電動機の回転により油圧が発生し、その押上力でライニングをドラムより開放する。また電圧を断にすると電動油圧押上機の油圧がなくなり、制動ばねの力によってライニングがドラムを固定しブレーキが掛かる。

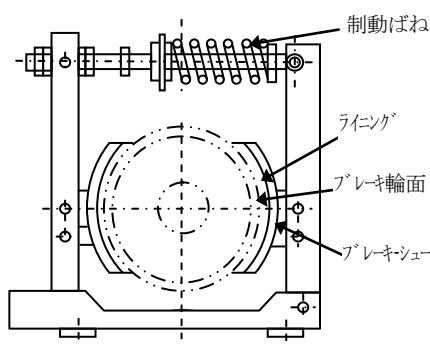
ライニングが摩耗すると、瞬時の停止ができなくなり、摩耗が進行するとゲートを停止させ、これを保持することができなくなるおそれがある。ライニングは使用するにつれて摩耗し制動力が減少するため定期的に隙間の調整やライニングの交換が必要となる。

(1)測定方法

ワイヤロープ式開閉装置に組み込まれている代表的な制動装置である油圧押上式ブレーキの劣化診断方法を示す。

1) 測定方法

- ① 測定にあたっては、ブレーキライニングの摩耗粉をブラシや吸塵装置により除去清掃する。
- ② ブレーキライニング厚さの測定は、ライニングを取り外しノギスにより計測する。この時、偏摩耗がないか及び余裕厚を残しているか確認する。なお、ライニングを外す際は、必ずマーキングを行い、元通りに復旧しなければならない。
- ③ ブレーキ輪面のリム厚さはノギスにより計測するが、この時、キズがないか又は表面に著しい凹凸がないかを目視確認する。
- ④ ブレーキの作動テストを行う時は、扉体の損傷防止のため、全閉付近(ゲート下限付近)で行うことが望ましい。



油圧押上式ブレーキ

ブレーキライニングの厚さ測定

図 5.3.44 制動装置(ブレーキ)の構造と測定状況

(2)測定箇所

すきま：ドラムとライニングの隙間

摩 耗：ライニングの厚さ

(3) 判定基準

1) 摩耗の基準値、許容値

すきま：左右均等の隙間があればよい

※すきまの基準値は機器メーカー資料による。

摩 耗：ライニング設計厚の 70%以上の厚さが残っていればよい

2) 判定基準

表 5.3.41 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	摩耗量が基準値以内
S－3	摩耗量が基準値を超える
S－2	摩耗量が著しく基準値を超える

(4) 余寿命予測方法

ライニングの摩耗量により、S－3に移行するまでの余寿命は下記の(1)式より算定するが、状態監視保全と併用し、余寿命を決定するとよい。

$$\text{ライニング厚年間減少量} = \frac{\text{設置時ライニング厚さ} - \text{ライニング厚計測平均値}}{\text{使用年数}} \quad (\text{mm}/\text{年})$$

$$\text{算定余寿命} = \frac{\text{ライニング厚計測平均値} - \text{必要ライニング厚}}{\text{ライニング厚年間減少量}} \quad (\text{年}) \cdots \cdots (1)$$

ここで、

ライニング厚計測平均値：寸法計測記録表の計測平均値

必要ライニング厚：機能上、必要な最小厚さ

(5) 補修・整備方法

ドラムとライニングの隙間が許容値を超えている場合は、調整して修復する。

ライニングの摩耗が基準値を超えている場合は、部品交換を行う。

機器作動不良の場合、分解整備又は装置交換を行う。

診断種別	詳細診断調査	[21]
調査項目	回転数（開閉速度）・吐出量	
調査方法	計測	
対象部位	電動機、油圧ポンプ	

【解説】

電動機及び油圧ポンプはゲート運転の動力源である。回転数・吐出量の異常な変化は、開閉速度及び開閉能力の低下を引き起こし、操作不能となるおそれがある。

電動機は回転数を確認することにより、回転体のアンバランス、ライニングの接触、軸受損傷などの不具合を発見する。

吐出量の測定は、油量計や配管の取付け等現地では困難であるので、開閉速度及び発生油圧力の確認を行う。

（１）測定方法

電動機の回転数測定は危険を伴うので、図に示す「非接触式回転計」により測定することが望ましい。

測定は、反射テープを電動機回転軸に貼付し、回転計をテープとの距離 5～30cm、光の投射角度±30°以内に照射して行う。電動機は回転数を確認することにより、回転体のアンバランス、ライニングの接触、軸受損傷などの不具合を発見することができる。詳細診断では電動機の回転数を測定する。

（２）測定箇所

電動機の出力軸部



非接触式回転計による電動機回転数測定状況

図 5. 3. 45 電動機回転数測定

（３）判定基準

電動機の回転数は、電源周波数や負荷によって違うため測定時の状態も勘案して判定する。設置時の計測値がある場合はその結果と照合し、その差が異常に大きい場合、設備の機能に障害が発生していると推測し、判定を行う。設置時の記録がない場合は、開閉速度(m/min)を設計値と比較して判定する。

表 5. 3. 42 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	回転数(開閉速度)が設計値と同等
S－3	回転数(開閉速度)が設計値の±10%以内
S－2	回転数(開閉速度)が設計値の±10%以上

（４）余寿命予測方法

一般的には設置からの経過時間を計算し、耐用年数から経過時間を差し引いた年数を比較して余寿命を予測する。

ただし、回転数の差が異常に大きい場合は、機能に障害をきたしている可能性が高いので経過年数だけで算定しない。

（５）補修・整備方法

電動機・油圧ポンプの分解整備又は交換を行う。

診断種別	詳細診断調査	[22]
調査項目	吐出圧力	
調査方法	計測	
対象部位	油圧ユニット	

【解説】

油圧式開閉装置の場合、油圧ポンプが昇圧しないとゲートを開閉できないため、吐出圧力を測定することにより劣化状況を確認する。

(1) 油圧ユニットの油圧発生装置の吐出圧力測定

油圧ユニットの油圧ポンプを起動させ規定圧力に昇圧するか圧力計を用いて計測する。

一般的に規定圧力は、リリーフ弁の設定値によって決まっている。

(2) 測定箇所

油圧ユニット（油圧ポンプ吐出圧力）

(3) 判定基準

設定値（規定圧力）と照合の結果、その差が異常に大きい場合、機能に障害が発生していると（油圧ポンプの故障、配管の漏油等）推測し、判定を行う。

表 5.3.43 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	設定値の±5%以内
S－3	設定値の±5%以上であるが操作に支障がない
S－2	設定値の±10%以上、又は操作に支障がある

(4) 余寿命算定方法

油圧ポンプの吐出圧力だけで、余寿命を予測することは適さない。

設置からの経過時間を計算し、耐用年数から経過時間を差し引いた年数を考慮して余寿命を予測する。

(5) 補修・整備方法

リリーフ弁の設定調整、部品交換又は油圧ユニット交換を行う。

診断種別	詳細診断調査	[23]
調査項目	油温	
調査方法	計測	
対象部位	作動油	

【解説】

油圧式開閉装置に使用する作動油は、温度によって粘度が変化し、油圧ポンプをはじめとする油圧機器の性能や寿命に大きく影響を与えている。

運転中に作動油の油温が上昇し過ぎると、作動油の粘度が低下して、内部漏れ及び外部漏れの増大、内部漏れによる油圧ポンプ容積効率の低下、潤滑性不良に伴う摩耗の増大や油圧ポンプの発熱、油圧制御機器の作動精度の低下等の不具合を生じることにつながる。また、作動油の温度が 50～60℃を超えると、熱影響を受けて作動油の劣化が急速に進行するため、運転中の油温上昇の状況について確認する。

(1) 測定方法

通常操作と同じ条件で油圧ユニットの運転を行い、運転停止時の油温を温度計により計測する。油圧ユニットに油温計が装備されている場合は、それにより計測しても良い。油温は周囲温度が高い夏期の方が上昇するため、夏期に確認することが望ましい。

(2) 測定箇所

油圧ユニット内の作動油温度

(3) 判定基準

1) 作動油による運転可能温度範囲

運転可能温度範囲は使用する作動油の粘度指数や各石油メーカーの銘柄によって異なる。使用している作動油の種類は銘板、取扱説明書、交換記録等で確認する。

粘度指数による運転可能範囲の目安を表 5. 3. 43 に示す。

表 5. 3. 44 作動油の粘度指数による運転可能温度範囲

作動油の粘度指数	運転可能な温度範囲
ISO VG32	6℃ ～ 65℃
ISO VG22	－3℃ ～ 56℃

2) 判定基準

表 5. 3. 45 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	運転可能な温度範囲以内
S－3	運転可能な温度範囲を超えている
S－2	運転可能な温度範囲を 10℃以上超えている

(4) 余寿命算定方法

作動油の温度上昇だけで、作動油の余寿命を予測することは適さない。作動油の寿命判定は性状検査により行うものとする。

(5)補修・整備方法

作動油の温度上昇が運転可能な範囲を超える場合、作動油の劣化が進んでいることが考えられるので性状検査を行う。

油温上昇は油圧ユニット全体に係わる不具合であり、原因を明らかにすることが重要である。油圧ポンプの異常発熱、タンク容量の不足、長時間連続運転による上昇等が原因として考えられる。それぞれの原因に対して、油圧ポンプの交換や冷却装置の追加などを有効な対策を十分に検討して実施する。

診断種別	詳細診断調査	[24]
調査項目	油性状分析	
調査方法	分析試験	
対象部位	作動油	

【解説】

作動油は経年的に使用することによって、劣化、汚染が進行する。劣化とは、作動油が熱影響を受けて酸化したり、各種添加物が消耗される現象であり、潤滑性、耐摩耗性などの特性が失われる。また汚染とは、水分や異物が混入することであり、水分は機器の腐食、耐摩耗性の低下を引き起こし、高温になると蒸気化して圧力を正しく伝達しないなどゲート開閉に支障をきたす可能性がある。水門設備では、劣化より汚染が主であり、また汚染の中では水分の混入を原因としての作動油交換事例が多い。

目視点検においても作動油のおおよその状態は把握できるが、詳細に診断する場合は性状分析試験により評価を行う。

(1) 検査方法

1) 分析項目とねらい及び試験基準

表 5.3.46 分析項目とねらい及び試験基準

分析項目	ねらい	試験基準
色	劣化（酸化）すると濃く変色する。従って、色の変化は劣化の判断材料となる。また、水分混入により濁ってくる。濁りをみることによって水分混入を判断できる。	JIS K 2580 ASTM D 1500 ASTM D 156
粘 度	劣化すると粘度が増加又は低下する。従って粘度の変化は劣化の判断材料となる。	JIS K 2283 ASTM D 445
全酸化	劣化すると全酸化は増加又は低下する。従って、全酸化の変化は劣化の判断材料となる。	JIS K 2501
水 分	水分は油圧機器の発錆、摩耗、キャビテーションの発生、作動油の劣化の原因となる。しかし、エアブリーザなどがあり、水分侵入の可能性を0にすることはできない。従って、許容値以内であることを確認する。	JIS K 2275
汚染度 (異物混入)	異物の混入は、油圧機器の摩耗、ユニット吐出量の低下などの原因となる。異物の侵入の可能性を0にすることはできないので、量及びサイズが許容値以下であることを確認する。	ASTM F 313

比較分析が行えるように、交換時に新油の分析を行っておく方が良いが、新油のデータが無い場合は、性状値に幅はあるがカタログ値等を用いる。

2) 作動油採取方法

採取方法は、従来より採取位置や運転の前後というようにまちまちであったので、油圧ユニットからの標準的な採取要領を示す。作動油の採取にあたり、ウエス等を準備するとともに、貯水池・調整池及び河川等に油が流出しないよう、十分な養生を行う。

- ① サンプルング前：油圧ユニットを 30 分以上アンロードさせる。
- ② サンプルング部位：油圧ユニットを停止させ、油タンク内上層部から採取する。
- ③ サンプルング量：約 500cc 以上を採取する。
- ④ サンプルング容器：清潔で密閉できる容器であれば良い。
- ⑤ サンプルング時の注意：周囲から余計な水分や異物などが試料にはいらないよう注意しなければならない。

(2) 検査箇所

減速機、制動機、油圧ユニット等

(3) 判定基準

1) 許容範囲

表 5.3.47 分析項目と許容範囲

項目	許容範囲	備 考
色	4.0 以下	ASTM 色 0.5～8.0 のうち 4.0 以下であること。
粘度変化率(%)	±10	新油代表値に対して±10%以内でること。
全酸価 (mgKOH/g)	±0.4 以下	新油代表値に対して±0.4%以下でること。耐摩耗性油の場合絶対値で 0.4 以下になってはいけない。
水分 (VOL%)	0.1 以下	水分量は 0.1%以下でなければならない。
汚染度 (ミロボアフィルタ) (mg/100ml)	5 以下	

2) 判定基準

表 5.3.48 健全度ランクの判定の例

健全度ランク	評価基準
S－4	全ての項目が許容範囲内にある
S－3	1 項目以上が許容範囲外にある
S－2	全ての項目が許容範囲外にある

(4) 余寿命予測方法

一般的には、設置からの経過時間を計算し、耐用年数から、経過時間を差し引いた年数を、余寿命として予測できる。

(5) 補修・整備方法

作動油を交換する。