



河川財団

河川の機能低下と維持管理の 基本的な特性についての考察

公益財団法人 河川財団 河川総合研究所主席研究員
戦略的維持管理研究所長 安原 達

はじめに(河川の維持管理について)

- 河道や土堤を始めとする様々な構造物を要素とするシステムとして捉える
- 自然公物としての管理責任の範囲を踏まえる
- 河道等の状態の変化を前提とする
- 評価や予測の不確かさの中での維持管理が求められる

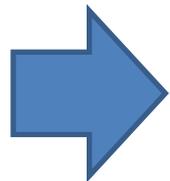
- 維持管理についての技術体系はこれらを踏まえる

(そのためには)

- 他の一般的な土木構造物等との相違
- 河道や構造物についての壊れ方や機能低下の特性

についての

共通認識や共通言語を整えていくことが必要

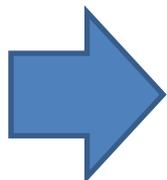


主要な維持管理の対象と破壊メカニズム，限界状態

維持管理対象の定義			部材の破壊メカニズム	部材の 限界状態
システム	構造物	部材		
河川	河道	樹木	樹木繁茂による流下能力低下	河積の不足
			樹木による極度な偏流の発達	極度な偏流の発生
		河床	土砂堆積による流下能力低下	河積の不足
			河川横断構造物周辺の河床安定性低下	河川横断構造物周辺の洗掘
			構造物による極度な偏流の発達	極度な偏流の発生
			砂州による極度な偏流の発達	
	湾曲部・合流部における極度な偏流の発達			
	堤防	土堤本体	越流水による堤体の侵食安全性低下	侵食破壊
			洪水流による堤体の侵食安全性低下	
			基盤材料の流出による堤体の安定性低下	浸透破壊
			堤体材料の流出による堤体の安定性低下	
			浸潤による堤体のすべり安定性低下	すべり破壊
		護岸	自然河岸の安定性低下	護岸の崩壊と高水敷の侵食の始まり
			河床洗掘による護岸の安定性低下	
			裏込め材流出による護岸の安定性低下	
			部材の変形による護岸の安定性低下	
高水敷侵食による護岸の安定性低下				

「河川維持管理にあたっては、河川巡視、点検による状態把握、維持管理対策を長期間にわたり繰り返し、それらの一連の作業の中で得られた知見を分析・評価して、河川維持管理計画あるいは実施内容に反映していくというPDCAサイクルを構築していくことが必要である。」

基本情報	堤防	距離 (km)	28.5	29	
		流入出河川、主要構造物		橋梁	
		基本断面形状		確保	
		土質	堤体 基礎地盤		
		要注意地形			
		築堤年代	H11	H12 S4	
		平均動水勾配			
		高水位継続時間	97h	101h	
		被災履歴、時期			
		対策工実施区間、時期			
		概略評価			
		詳細点検実施		★ H16	
		詳細点検結果	川表 ($F_s > 1.0$)		
			川裏 ($F_s > 1.548$)		
局所動水勾配					
$G > W$					
重点区間	堤防				
	護岸	被災履歴有り	堤防横断構造物		
目視点検情報 堤防 (平常時)	表のり面	H26.6降雨により法崩れ ●			
	表小段				
	天端		● 車止		
	裏のり面				



- 構造物の機能についてのPDCAとする必要

- 時間経過とともに、初期故障が起こりやすい初期、安定して一定の確率で発生する偶発期、劣化により故障率が増加する摩耗期として段階的に移行する。

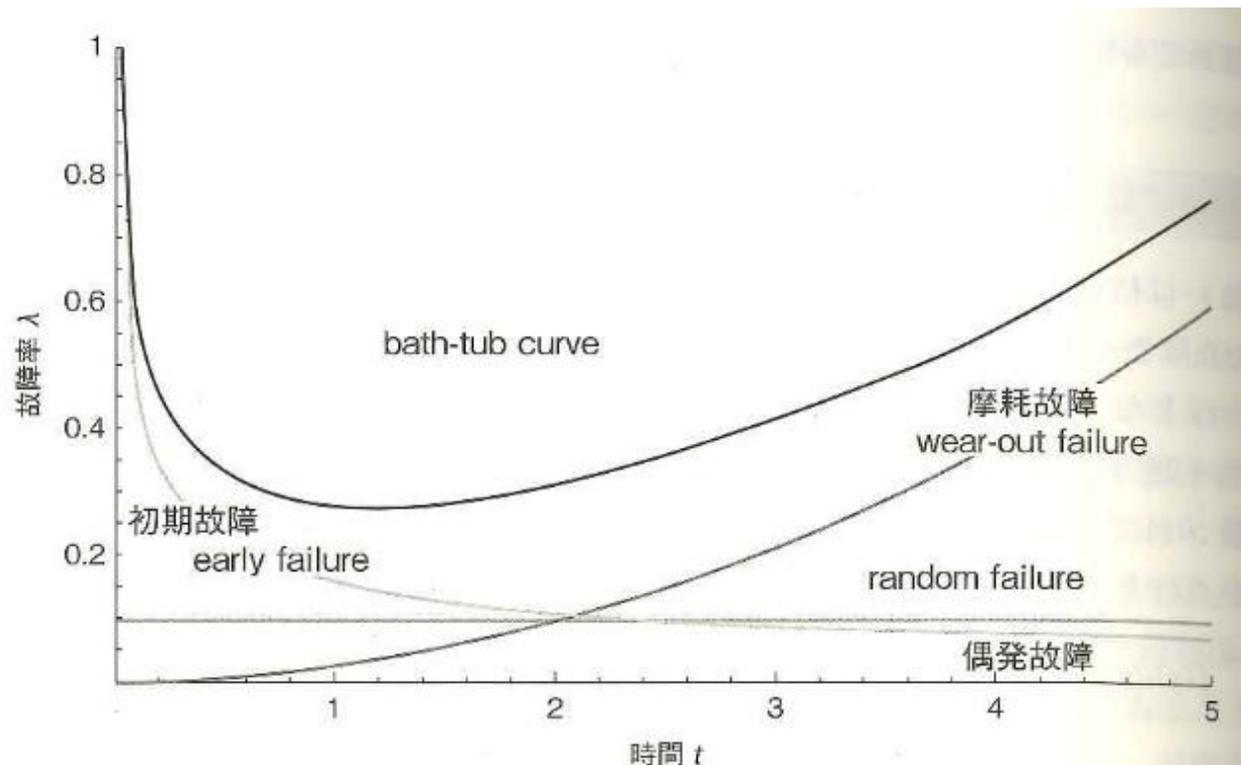


図 1.3 バスタブ曲線

JIS Z 8115 ディペンダビリティ（信頼性）用語		河川の機能低下
用語	定義の概要	
初期 initial failure	使用開始後設計・製造上の欠点などによる故障	
偶発故障 random failure	故障率がほぼ一定	
経年故障，摩耗故障 ageing failure wear-out failure	時間の経過にともなって発生確率が増加する故障。 疲労・摩耗・劣化現象などによって故障率が大きくなる故障	<ul style="list-style-type: none"> ・時間の経過とともに進行するもの（経年進行性の機能低下） ・洪水の作用とともに進行するもの（洪水進行性の機能低下）
突発性故障 sudden failure	事前の試験（調査）または監視によって予見できない故障	<ul style="list-style-type: none"> ・古い時代に築造された堤防のように材料特性が不明なもの ・分析の精度が十分でなく，判定が困難なもの ・これまでの技術的知見からは全く想定外の機能低下

用語	定義の概要
初期段階	ひびわれが形成される
ひびわれ進展段階	各荷重サイクルにひび割れが安定して進展する
破壊段階	脆性破壊や靱性的な割裂によるひび割れの不安定な進展が起こる，あるいは減少した断面が一般的な降伏により破壊する

ひびわれ進展モデルにおける

$$a_t = f(a_0, \sigma(\tau), R_t) \quad (0 < \tau < t) \quad (1)$$

a_t : 時刻 t 後のひびわれ， a_0 : 初期ひび割れの大きさ， $\sigma(\tau)$: 局所主応力の履歴， R_t : 局所の材料特性等に依存する疲労耐力

洪水が次の洪水により生じる疲労、機能低下等

$$a_t = f(a_1, \sigma, R_t) \quad (2)$$

a_1 : 今洪水期前の点検結果によるひび割れの大きさ， σ : 今洪水における流体力

河川の維持管理の特性（機能の評価の難しさ）

要求機能を満たす 限界状態	対応する構造物と部材		
	構造物	部材	
終局限界状態 （安全性が許容可能な水準にある限界の状態）	堤防	地盤，土堤，堤防護岸，漏水防止工，ドレーン工，堤防植生，高水護岸，吸出し防止材，堤脚保護工	
	河道	河床，樹木（流下能力の確保）	
	施設	堰	高水敷保護工
		床止め	高水敷保護工
樋門		高水敷保護工	
使用限界状態 （河川利用，水防活動，巡視，点検景観，取水，排水等の使用性が確保される限界の状態）	堤防	天端舗装，坂路（管理車両通行），堤防植生（環境），階段工（河川利用），親水護岸（親水機能），	
	河道	樹木（環境）	
	施設	堰	ゲート，堰柱，門柱等（ゲート機能）
		樋門	函渠，ゲート，門柱等（排水機能）
修復限界状態 （容易に修復することができる限界の状態）	堤防	高水敷，低水護岸	
	河道	河床，樹木（偏流等）	
	施設	堰	水叩き
		床止め	護床工
樋門		護床工	

維持管理目標	目標とする外力レベルを明確にその外力に対して構造物・部材の機能の状況を記述
維持管理区分	機能低下の特性と構造物ごとの要求機能によって維持管理の方針を分類
状態把握	<p>個々の構造物や部材だけでなく河川全体として捉える機能低下の時期やその速度等の特性に応じて、効果的なタイミングや頻度で状態把握。</p> <p>河川巡視のように頻度を重視した手段と、入念な目視を中心とする点検で対象の変状を区別するとともに、目視で把握できない変状を把握できる手段も組み合わせる</p>

機能低下			点検の分類	目的
進行性	安全性	予防維持管理	定期点検（入念） （出水期前）	経年進行性の変状の把握 突発性の変状の把握
	修復性	事後維持管理		
	使用性	事後維持管理	定期巡視（概略）	概略把握，定期点検の補足
突発性	安全性	事後維持管理	臨時点検（入念） （出水中・後）	
	修復性	事後維持管理		

- 実務で対象とする破壊メカニズムの明確化
- 機能低下の進行特性に応じた対応方針（予防保全、状態監視保全、事後保全）
- 機能低下の特性や構造物ごとの要求機能を踏まえた状態把握の全体像のデザイン（目視点検、計測、分析）
- 機能についての定量的表現方法とそれに基づくPDCAサイクル