

日本河流管理设施的 维修管理和更新

2008年10月20日

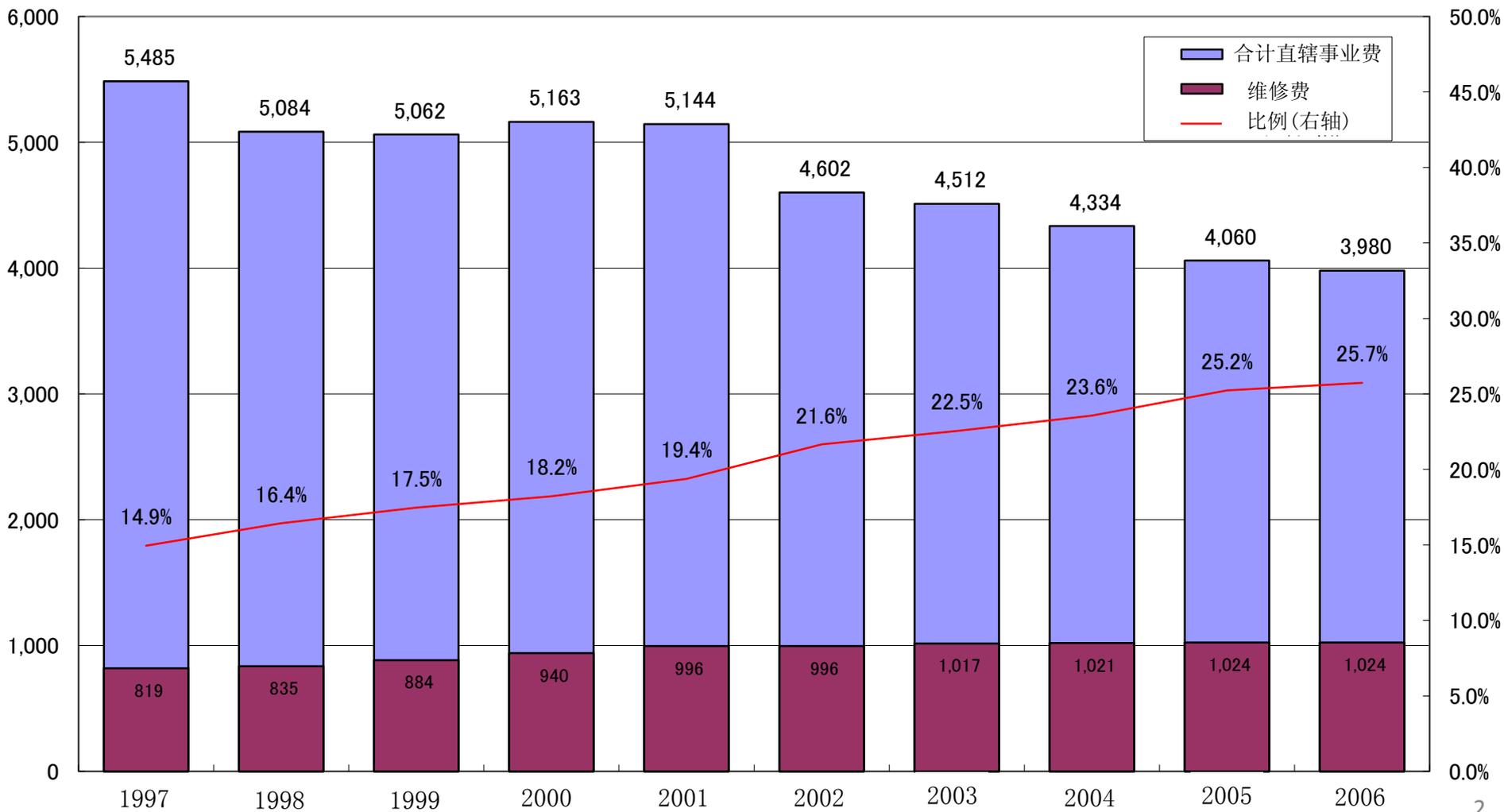
构筑节水型社会示范项目

专家组组长 竹岛 睦

日本维修费的动向

维修费在河流事业中所占比例约为10年前的两倍

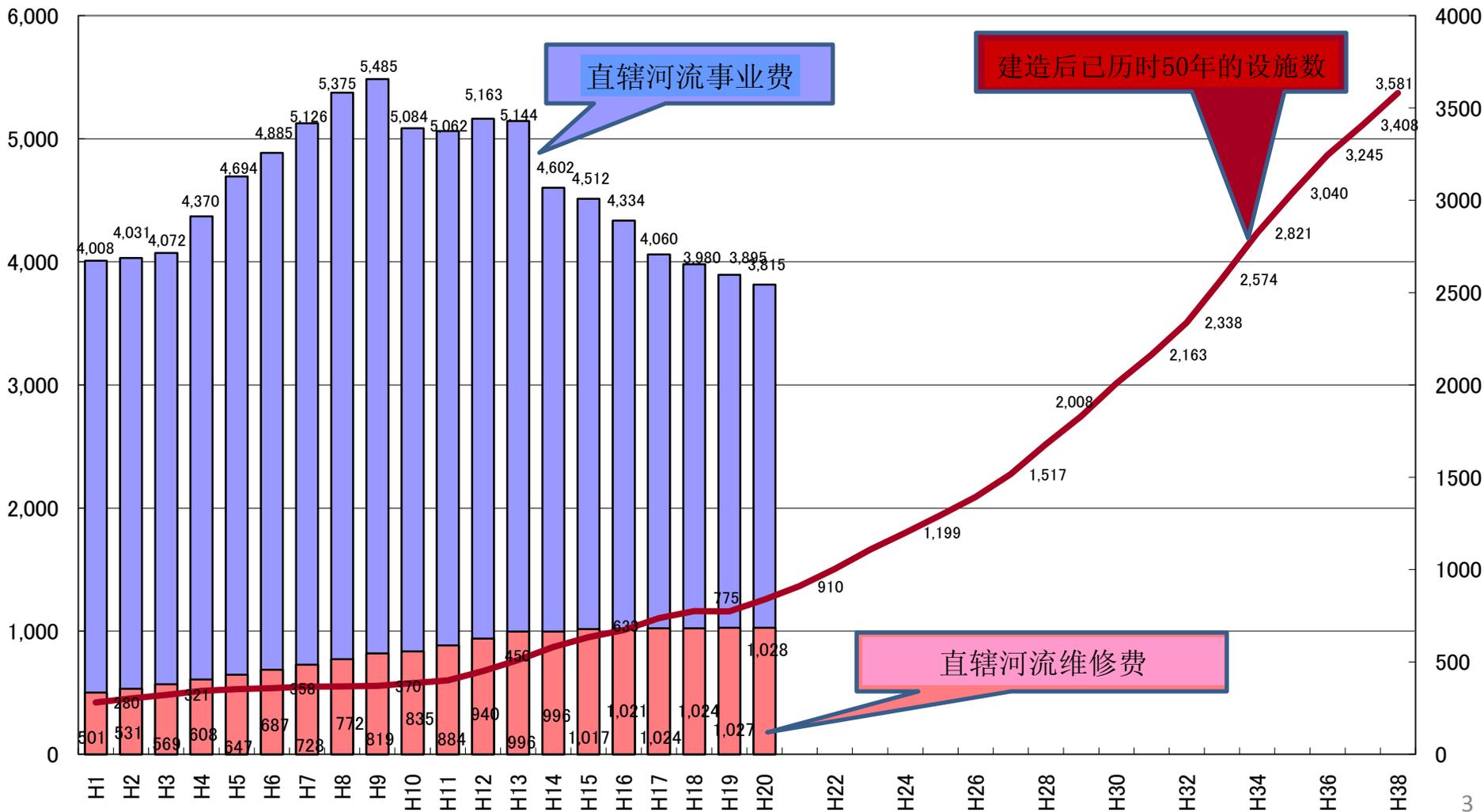
直辖河流维修费的推移(事业费/百万日元)



日本维修费的动向

建造后已历时50年，今后需要进行大规模维修/更新的设施将会急剧增加
但近年的维修预算呈水平推移，今后也很难实现大规模投资

直辖河流维修费与建造后已历时50年的设施数推移(事业费/亿日元)



日本河流管理设施维修管理的课题及方向性

有必要通过适当的检查，正确掌握状态的变化并实施维修

- 通过检查，掌握符合河流特性的状态变化
- 制定河流维修管理计划，基于其实施周期型维修管理
- 基于河流维修管理指针，设定符合设施特性的维修管理实施内容和维修管理目标

有必要通过实施有效/高效的大规模维修/更新，力图抑制维修费

- 基于闸门/水泵设备和零部件的健全程度评价而进行维修/更新
- 通过彻底的部分更新和转用零部件，抑制大规模维修/更新费
- 通过重估设备和零部件的更新间隔，实现维修更新费的平准化

有必要推进考虑了洪水时、地震时等危机管理的设施治理和维修管理

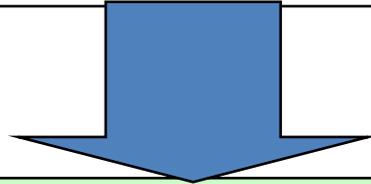
- 实施新建/更新闸门设备的危机管理对策
- 力图优化河流结构物的抗震对策

成为维修管理对象的河流特性

- 河流 . . .
- 洪水和枯水等自然现象为对象
 - 河流本身也是由流水、泥沙和植被的相互作用形成
 - 根据洪水等自然现象，有时其状态会急剧变化
 - 河流的变化很难通过实物实验再现

- 堤防 . . .
- 经过长年岁月以及反复的加高和拓宽等加固，成为现有状态的历史经纬
 - 因此，其构成材料具有极其复杂且不均衡的特性
 - 其地基也是通过河流泛滥或河道变化等作用而形成

鉴于这种特性 . . .



- 很难事先特定受灾地点及其程度而进行河流的维修管理
- 基于迄今积累的河流维修管理经验而掌握河流状态的变化，通过反复分析/评价而充实维修管理内容

通过日常检查掌握设施状态的变化

通过组合对整个河流状态的日常巡视以及对护岸/堤防等设施的详细检查，掌握设施的状态

事例：护岸堤脚加固部破损



事例：洪水时冲刷结构物地基



通过检查掌握水闸/大型涵管/排水泵场状态的变化

通过组合设施操作人员每月的目视异常检查以及专业检查业者每年一次的精密检查，掌握设施的状态



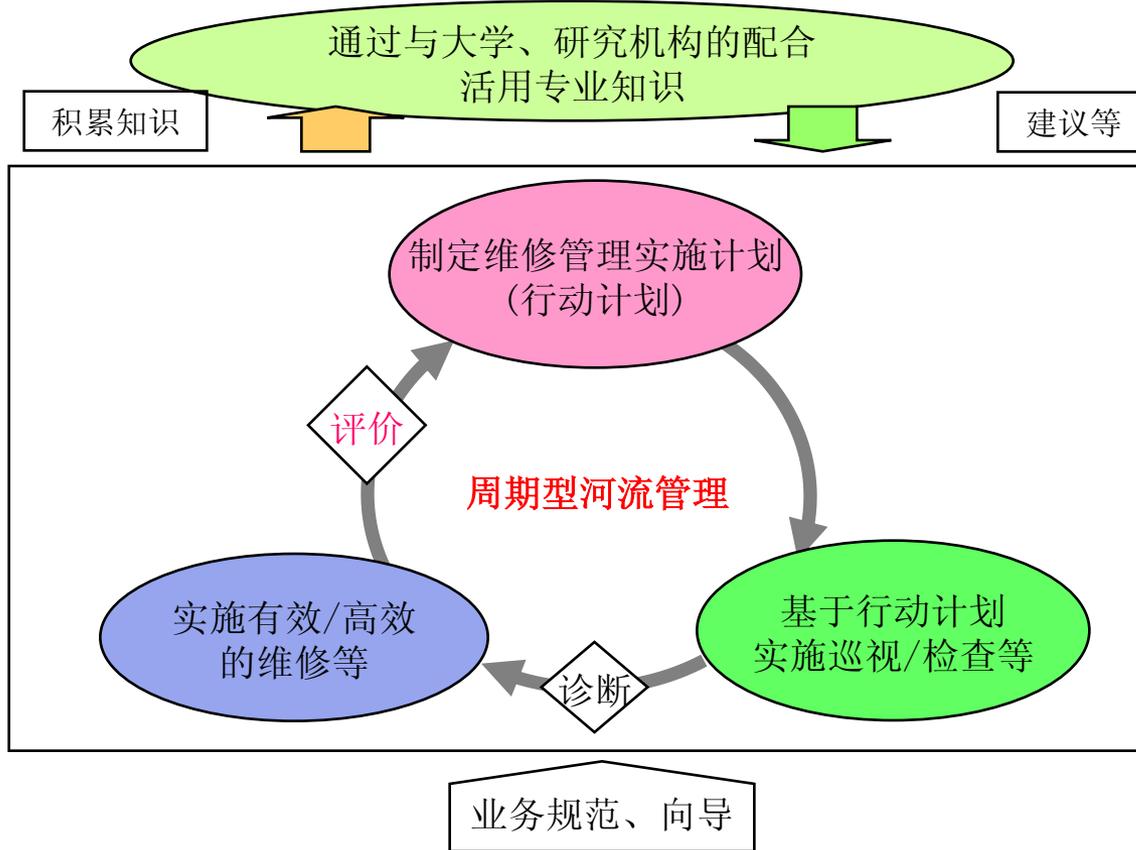
检查排水泵场



检查大型涵管

基于河流维修管理指针实施维修管理

- 河流维修管理指针，是在现场承担河流维修管理人员的业务规范
- 基于何种想法进行河流的维修管理(设定维修管理目标)
- 各种调查、巡视/检查等行为的目的，取得数据的活用方法(实施内容)
- 掌握对象、评价/判断、实施对策、确认结果等一连业务的向导



河流维修管理指针

设定维修管理目标

- 确保河道的行洪断面(挖掘淤积泥沙、伐采树木、维持堤防高度/形状等)
- 维持设施机能(冲刷对策、堤防、护岸、设施等)

实施内容

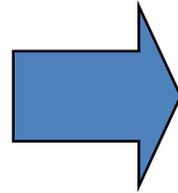
- 完善维修管理条件
- 收集基本数据
- 寻找河流区域等利用和环境的变化
- 寻找河道/堤防等的变化
(日常巡视以及监测、汛期前、汛期和汛期后的检查)

制定河流管理设施的维修管理目标

确保河流的断面

设定应该维持的行洪能力

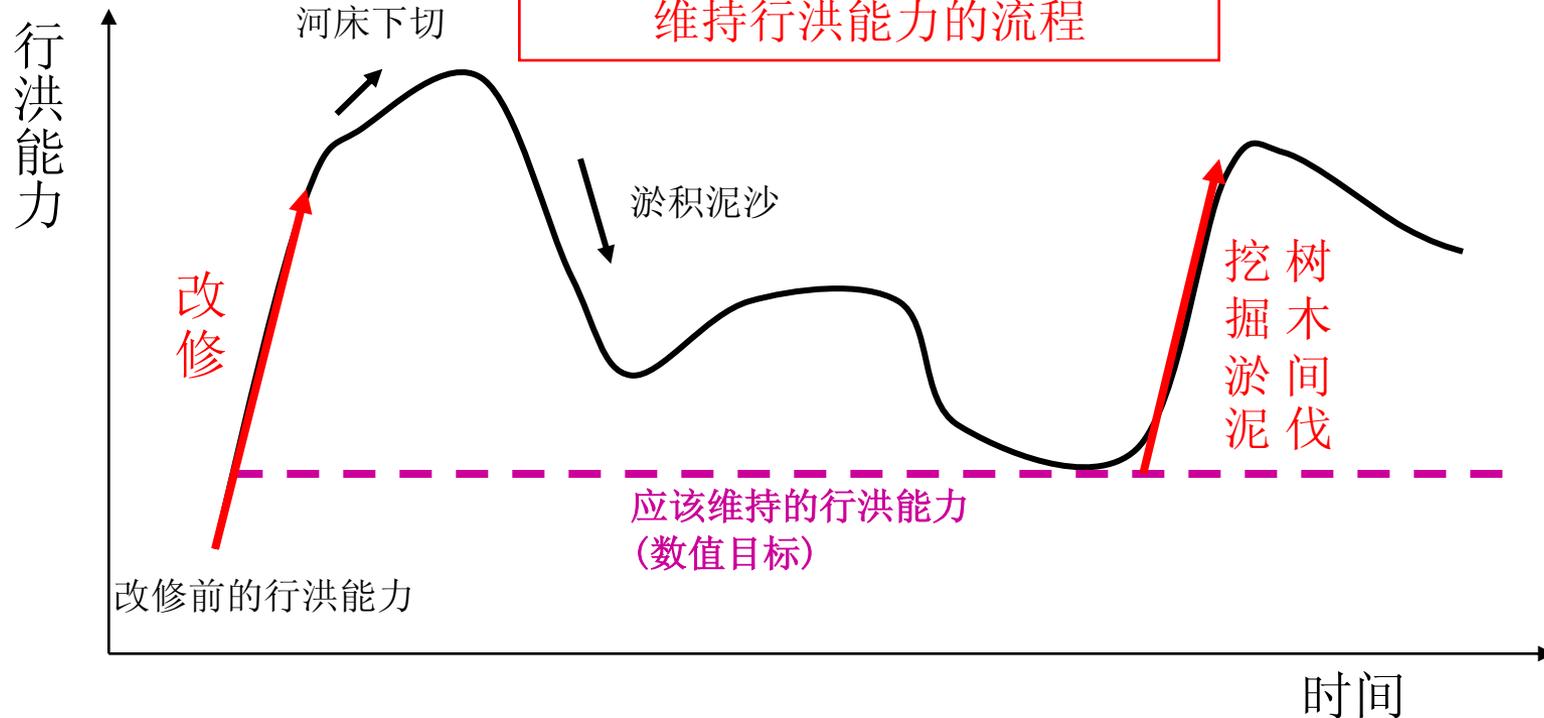
- 推算现状的行洪能力(基于堤防等的治理状况、河流管理设施的状态实施)
- 河流治理计划等的目标流量



检查行洪能力并实施对策

- 通过定期测量结果、树木调查等掌握降低行洪能力的因素并实施对策
- 对策：挖掘淤积泥沙、间伐树木、维持堤防高度/形状、排除违法行为

维持行洪能力的流程

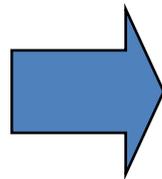


设定河流管理设施的维修管理目标

维持闸门/水泵设施的机能

判断阻碍应该维持设施机能的变化程度

- 现在的技术水平很难定量性决定
- 根据变化程度判断



检查设施变化并实施对策

- 检查设施前侧的河床高度、堤防裂缝、车辙、湿润化、护岸切缝裂开、下沉、机械设备的振动和异音等
- 根据经时和变化状况、劣化程度判断

维持设施机能的流程

设施机能

治理设施

变化的进展

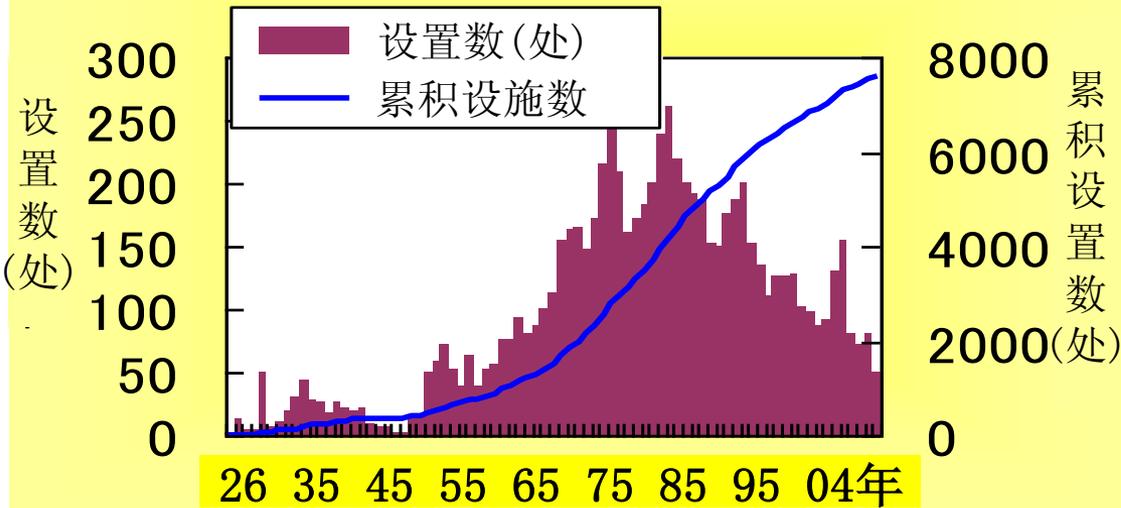
维修

导致设施重大障碍的状态
(很难设定/根据管理人员的判断)

时间

河流管理设施的长寿命化/压缩维修成本

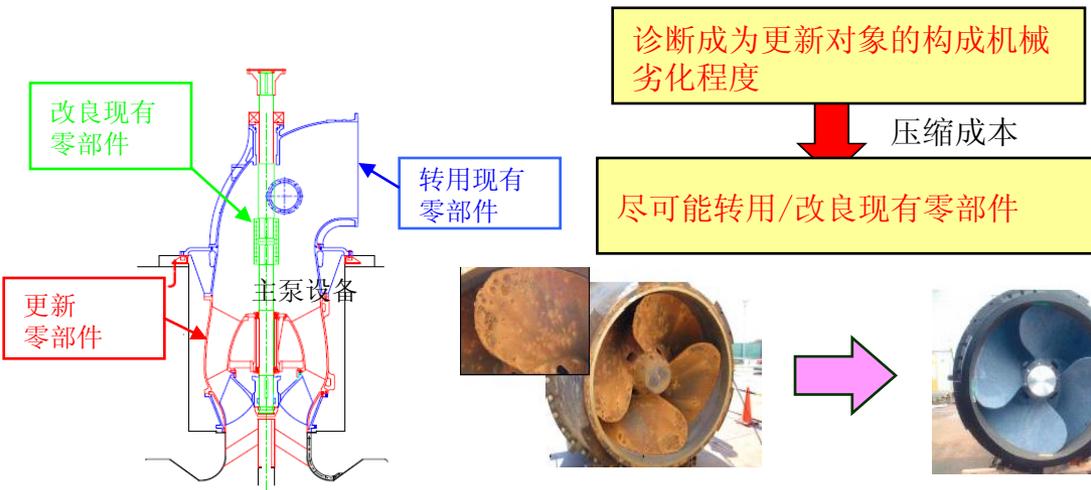
排水泵场/大型涵管/水闸等设置数的推移



●根据劣化程度的诊断结果进行综合评价
 → 高效维修
 → 维修管理费的平准化/压缩

评价设备的重要性以及构成机械的健全程度，力图维修管理合理化、高效化、成本压缩最适化

排水泵场例



成本压缩效果
 压缩率：约43%

每台主泵的成本压缩额

(千日元)

部分转用/改良时 (A)	全部更新时 (B)	差额 (B)-(A)
85,000	150,000	-65,000

明确优先顺序并付之实施

根据河流管理设施受灾时会对周边波及影响的不同项目评价，同时基于该设施的状态、部位、周边条件、来水实绩进行综合性判断，排列优先顺序

1. 不同对策项目评价

基准点	堤防护岸		水闸门		清除泥沙	清除障碍物
60			OH(大修)			处理垃圾
			更换零部件	更新开闭机		
			更新闸门	改良水泵		
			更新操作盘	更新除渣器		
57	洪水护岸	堤防护岸			泥沙(河口)	
	特种堤防	坡面			泥沙(设施)	
53	低水护岸	水路				
	堤脚加固					
50			闸门涂漆	设置水位仪		
			设置遥控监测操作盘			
45	管理用通道		土木维修		泥沙(河道内)	无用闸门
40	AS	明渠				其它

2. 根据设施状态的评价

NO	项 目	区 分		得分	最大
1	设施状态(陈旧/破损)	A(危险程度大或维修周期滞后)	A	25	25
		B(危险程度中或维修周期稍有滞后)	B	15	
		C(危险程度小)	C	10	
2	上述1项无法评价的内容	A(需要尽快或义务性对应)	A	25	
		B(在维修管理方面极为重要)	B	15	
		C(上述以外的所需内容)	C	10	

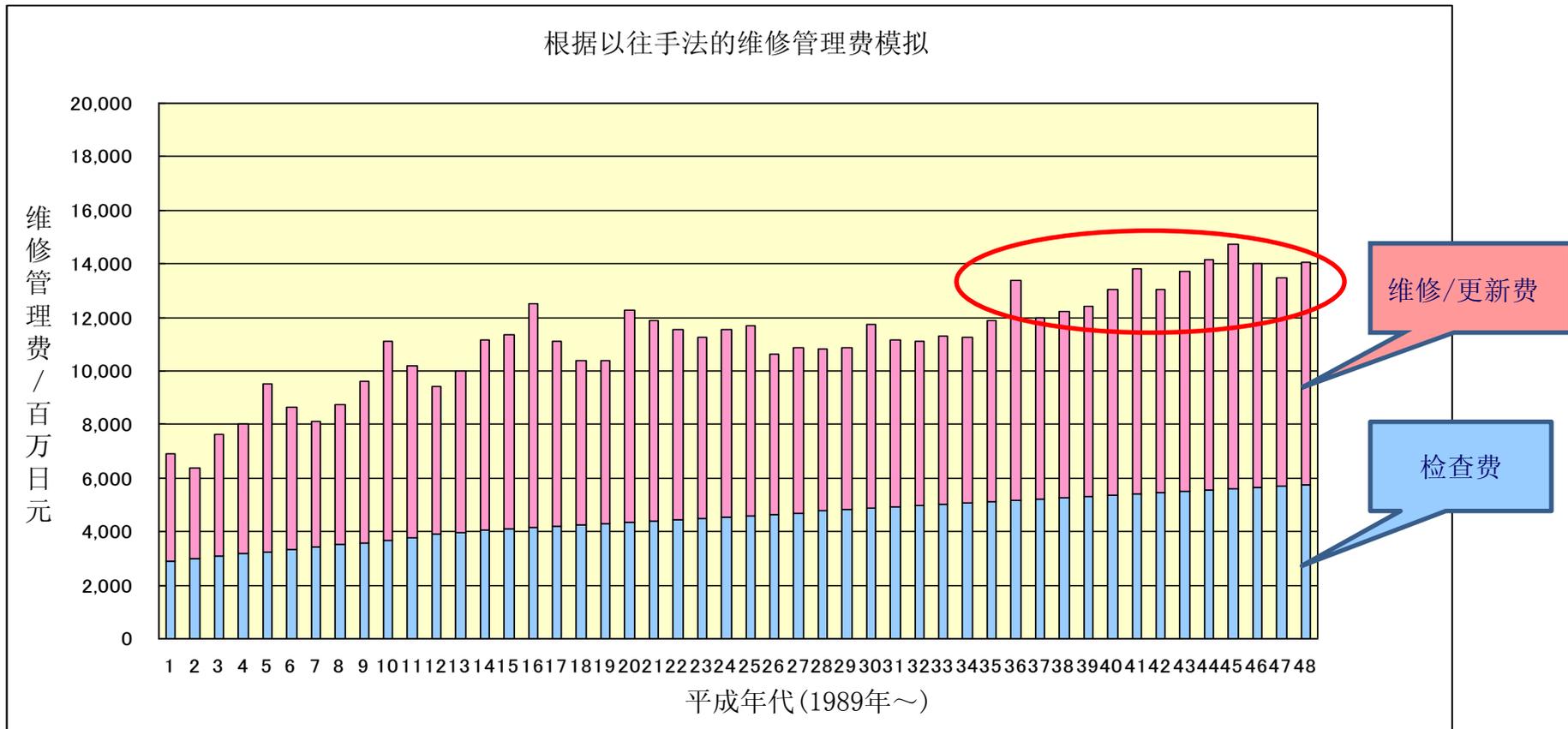
3. 单个评价

(排列优先顺序时的单个分数评价)

NO	项 目	区 分		得分	最大
1	市镇村人口(腹地)	10万人以上	1	5	5
		1~10万人	2	4	
		1万人以下	3	3	
2	来水频度(10年) ※「水灾统计」记载的总次数	4次以上	A	5	5
		2~3次	B	4	
		2次以下	C	3	
3	警戒水位(今年度来水)	到达时	○	5	5
		未到达时	×	2	
4	腹地	商业区	1	4	5
		住宅区	2	5	
		公园/观光地区等	3	3	
		工业区	4	4	
		农 田	5	2	
5	挖方河道	有	○	1	5
		无	×	5	
6	顶冲部	有	○	5	5
		无	×	1	
7	当地要求	极 强	◎	5	5
		强	○	3	
		稍 强	×	1	

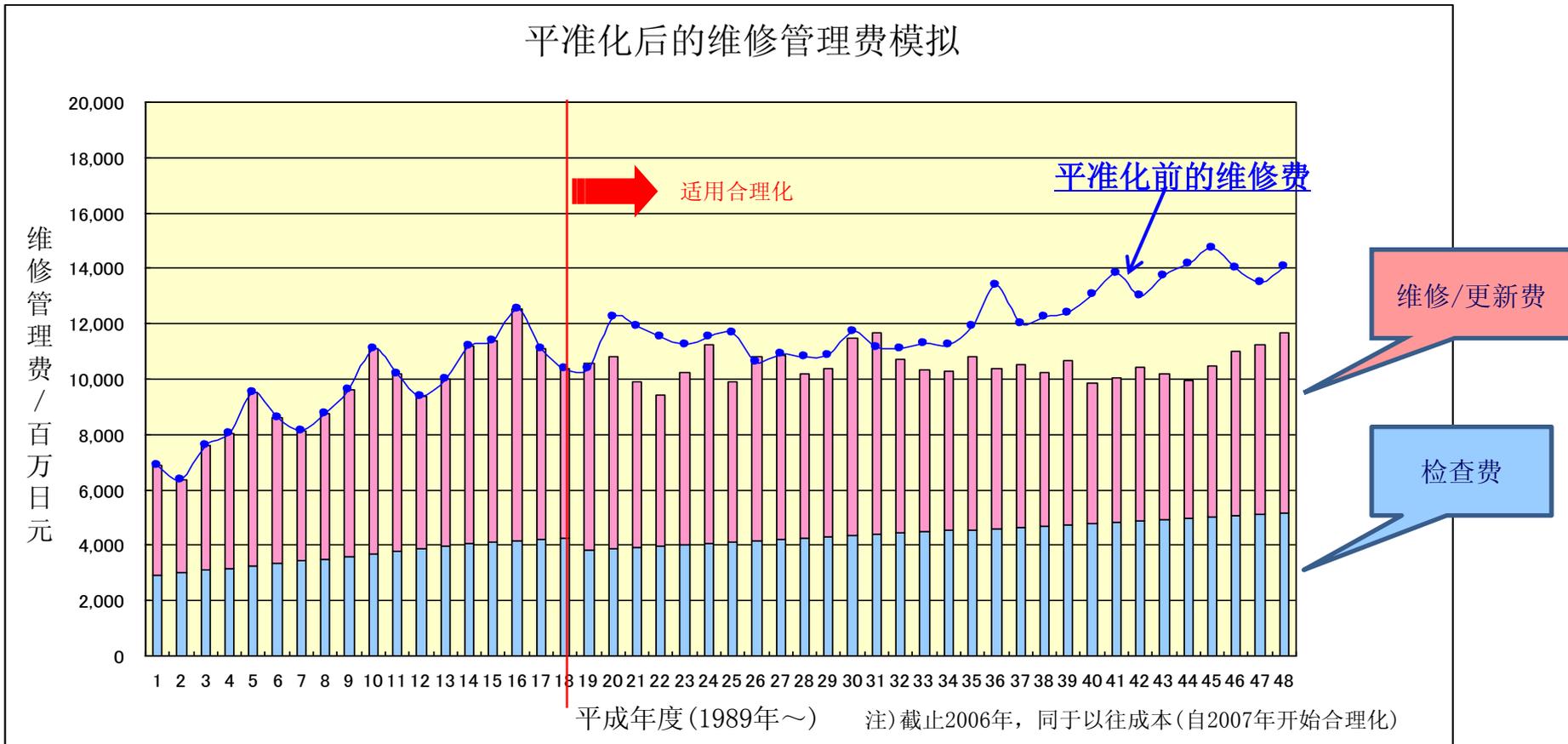
闸门设施大规模维修/更新费的平准化

- 以耐用年数为基准进行大规模维修/更新的方法，20年后的维修管理费将会显著增加
- 有必要基于设备/零部件的健全程度评价和优先顺序进行维修/更新，实现平准化



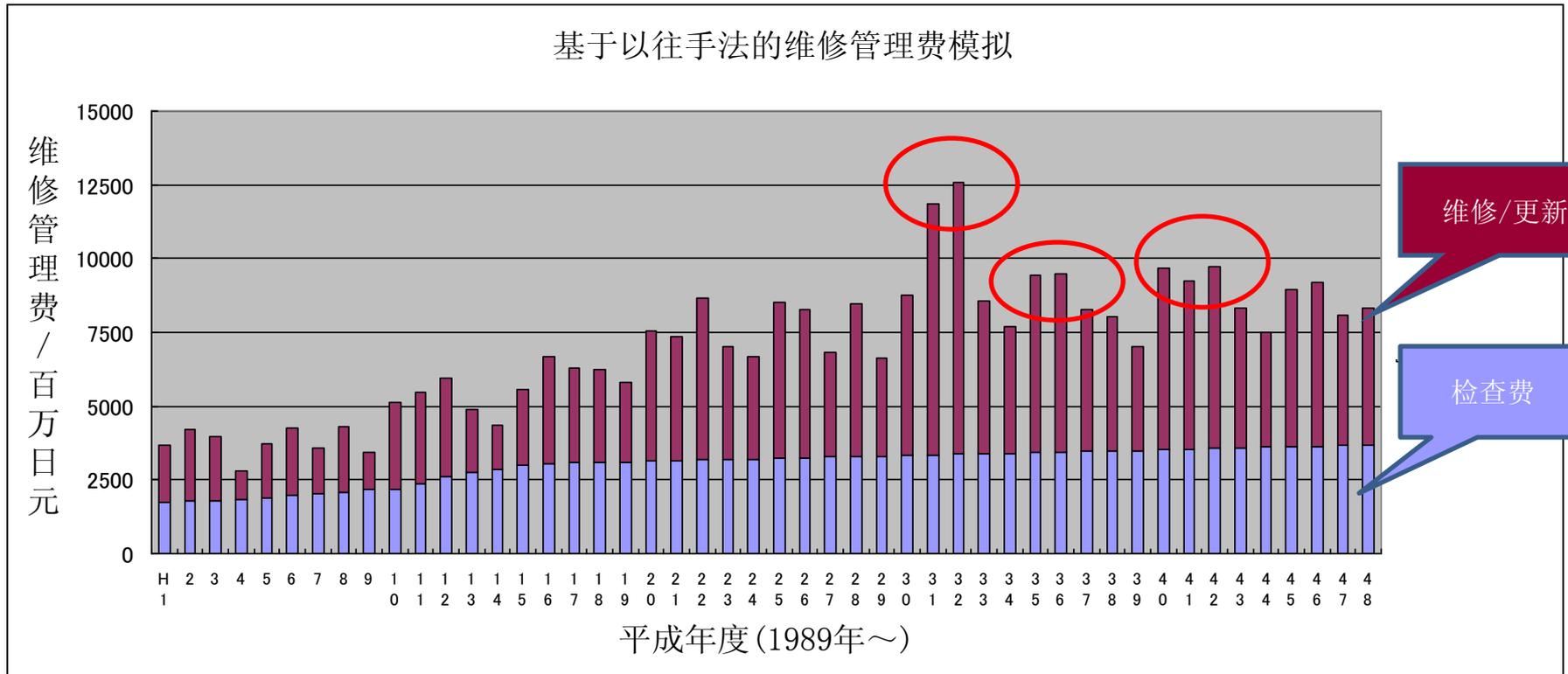
闸门设施大规模维修/更新费的平准化

- 通过对每个设备/零部件耐用年数的重估，基于健全程度评价和优先顺序实施维修/更新，力图大规模维修/更新的平准化
- 例如：以往是以每15年进行钢丝绳更换，今后根据其健全程度而以每20~45年更换，或彻底贯彻部分更新而延长整体更新的周期



水泵设施大规模维修/更新费的平准化

- 以耐用年数为基准的大规模维修/更新方法，10年后维修管理费会突出，而且每5年会出现维修管理费的峰值
- 有必要根据设备/零部件的健全程度评价以及优先顺序进行维修/更新，实现平准化



河流用闸门设备的状态

- 将故障或事故防止于未然是极为重要的
- 探讨洪水时等万一闸门设备不能正常操作时的对策是极为重要的

1) 闸门设计方面的课题

- 有必要探讨双重化和保护装置、没有电力或动力时也能发挥最小限度机能的设计
- 有必要针对机能和目的、基于设置条件而具有所要求的性能、机械构成、使用材料等崭新的设计思想以及相应的技术开发

2) 管理运营方面的课题

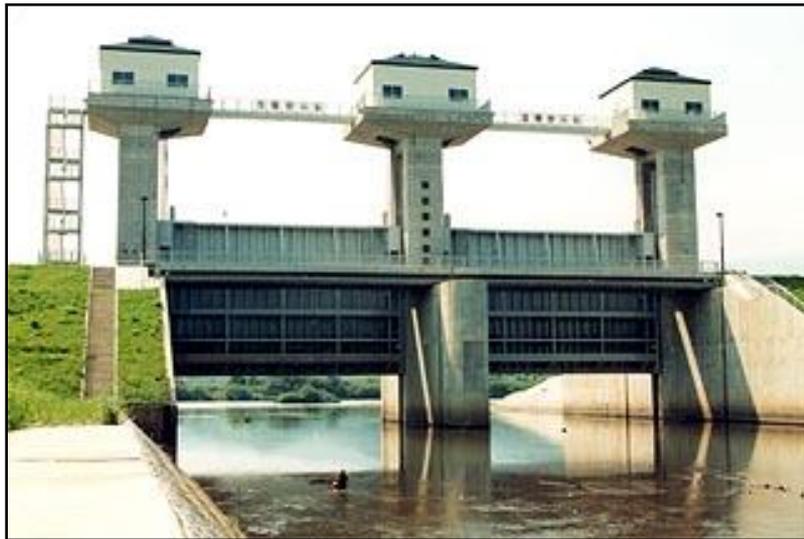
- 有必要彻底贯彻日常维修管理、实施倾向管理的预防保护
- 确立紧急时能够得到机械厂家和土木工程企业的支援体制、驱使现有机能而回避危机的对策
- 有必要构筑很难引起人为性操作失误的系统设计

3) 闸门无法操作时的次善对策课题

- 针对洪水时以关闭为目的的闸门，有必要探讨重型机械、沙袋、砌块等土木对策
- 针对洪水时以开启为目的的闸门，有必要探讨使用大型重型机械、千斤顶或链滑车等强制开启的对策



洪水时应该开启的闸门(壅水坝)



洪水时应该关闭的闸门(水闸/大型涵管等)

河流用闸门设备的危机管理对策

危机管理对策的方向性

- 明确最低限度应该确保的机能，基于即使在电源或动力停止、地震等引起变形时也能发挥机能的**崭新设计思想**进行闸门治理
- 针对**现有闸门**，应该实施包括**电力或动力双重化**的紧急对策
- 为实现备用品和代用品的供给迅速化、现地对应容易化，**力图设备/机械规格的标准化**
- 通过**预防保护**检查/维修、构筑紧急时的**支援体制**、**防止人为性失误**、容易理解的手册等避免故障/事故
- 采取上述对策也不能开闭时，实施**重型机械等外部机械**、**沙袋、砌块**等储备资材截流的**紧急土木对策**

基于崭新设计思想的设计例

应该开启的闸门(壅水坝)

- 活用平衡块
- 新技术(轻量材料)、保险闸门(在闸门的局部装入小型闸门)、内装浮子闸门(利用浮力强制性开闸操作)

应该关闭的闸门(水闸、大型涵管等)

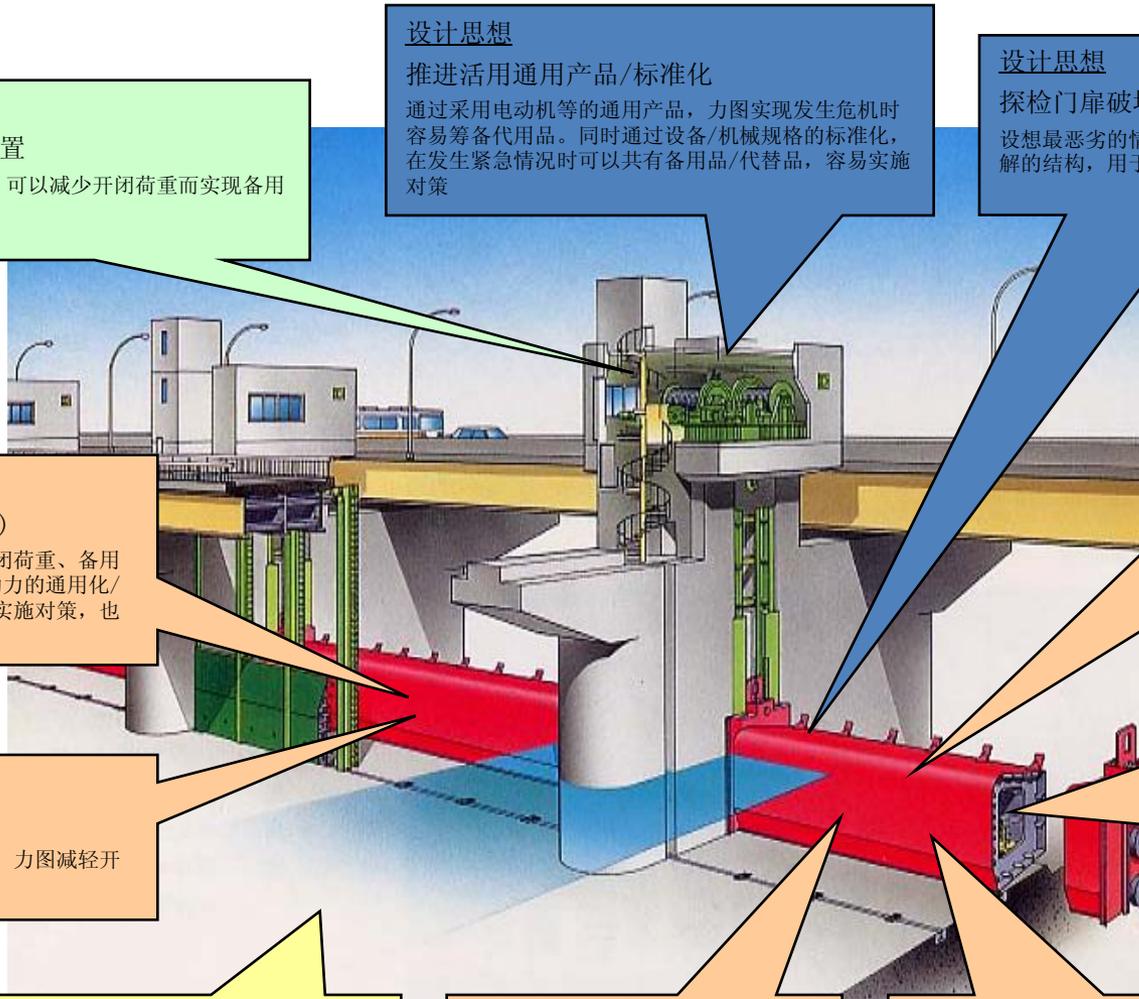
- 采用齿轨式(带自重下降装置)、舌瓣式闸门
- 新技术：盘式制动器(自重下降用制动装置)、活用浮子/轻量材料(自重下降安全性)、气囊

对应地基下沉等

- 根据地基状况的躯体及闸门轻量化

洪水时应该开启的闸门【壅水坝闸门】的方向性(例)

平时为了稳定供水，通过关闭或调节控制而拦截河流。发生洪水时，为了免避成为行洪的阻碍，必须能够确实进行开启操作。危机管理的基本是「洪水时，能够确实进行开启操作」



开闭装置
活用链式开闭装置
与平衡块组合使用，可以减少开闭荷重而实现备用动力的简易化

设计思想
推进活用通用产品/标准化
通过采用电动机等的通用产品，力图实现发生危机时容易筹备代用品。同时通过设备/机械规格的标准化，在发生紧急情况时可以共有备用品/代替品，容易实施对策

设计思想
探检门扉破坏结构
设想最恶劣的情况，事先在门扉内装入可以简单分解的结构，用于洪水时无法拉起的门扉

门扉形式
探讨减轻门扉重量(轻量化)
通过活用轻量材料，力图减少开闭荷重、备用动力的简易化以及主动力/备用动力的通用化/标准化。认为它对利用外部机械实施对策，也是有效的

门扉形式
探讨活用平衡块
(提升式闸门/扇形闸门)
作为减轻开闭荷重的方法，可以活用以往采用的平衡块，通过减轻开闭荷重而实现备用动力的简易化。认为它对主动力/备用动力的通用化/标准化、实施外部机械对策时也是有效的

门扉形式
开发折叠式/伸缩式闸门
将闸门的开闭方向改为跨距方向，力图减轻开闭荷重并增大行洪断面的确实性

门扉形式
探讨活用浮子
向壳体结构等箱型闸门设置气囊浮子，发生紧急情况时充气，使门扉拥有浮力，据此确保最小限度的行洪断面

设施计划
探讨适用「n + 1」的风险分散
重要设施应将所需设备数(闸门数)+1闸门作为实际建造数，力图在发生紧急情况时分散风险的设计思想

门扉形式
探讨活用起伏式闸门
根据水位差并在无动力状态可以倒伏的起伏式闸门，在危机管理中是极其有效的

门扉形式
探讨活用保险闸门
作为危机管理对策，将通常用于防潮水闸等的保险闸门(在门扉的局部内装入排涝用的小型舌瓣闸门)活用于壅水坝闸门

洪水时应该关闭的闸门(水闸/大型涵管闸门)的方向性(例)

平时，水闸/大型涵管闸门为排涝而呈开启状态，但在洪水时随着干流的水位上，为防止洪水逆流导致支流或城市下水渠泛滥/浸水，要求保持关闭闸门的机能。即作为危机管理的基本，必须「能够在洪水时确实进行关闭操作」

开闭装置

活用链式开闭装置

通过转用齿轨式开闭装置，开发了可以依靠自重下降的链式开闭装置。加之具有紧固力，是危机管理的有效方法

开闭装置【自重下降装置】

开发新制动装置

除了以往自重下降制动装置的离心制动器、叶片式空气制动器、液压制动器以外，也可考虑利用盘式制动器或发电制动

另外，作为门扉本身拥有制动机能的事例，也可考虑让门扉与门框滑动，利用其摩擦力降低下降速度或在滚轮部装入某种制动装置的方法

门扉形式

探讨活用浮子

可以用于减轻舌瓣闸门开闭荷重、提升式闸门自重下降时的制动、着床时的缓冲材等

设计思想

活用通用品/推进标准化/单纯化

通过采用通用的电动机等，在发生紧急情况时容易筹措代用品。加之通过设备/机械规格的标准化，可以实现紧急情况时备用品/代用品的共有，有助于实施对策

力图装置的单纯化，尤其利用了平衡块、浮子、水位差等的无动力舌瓣闸门没有操作滞后现象。若条件允许，也是有效方法

门扉形式

探讨减轻门扉重量(轻量化)

通过减轻门扉重量而减少开闭荷重，则能够将齿轨式开闭装置用于以往的铰缆式中~大型闸门，以确保自重下降机能。认为它在动力的通用化/标准化、实施外部机械对策时也是有效的

门扉形式

探讨活用起伏式闸门

(下铰舌瓣闸门)

在下铰舌瓣闸门活用浮子(浮力)的无动力闸门，只要条件允许，也是危机管理的有效方法

自由落下装置 (这是铰缆式开闭装置的有关事项，与上示照片有异)

探讨能否采用自由落下方法

它是通过分离门扉和钢丝绳，让门扉自由落下而关闭闸门的极端手法。为实现其，存在安全分离装置、确实落下、着床时的缓冲等课题

可以考虑通过拔出门扉滑轮轴等方法分离门扉和钢丝绳，但承受张力的钢丝绳会弹跳，故存在如何确保安全的课题

为了保证确实落下，可以考虑装入加大了边轮的侧轮。另外，为了缓和着床时的冲击，可以考虑将犹如气囊的橡胶材料和空气，装入门扉或基座门框等方法

门扉形式

探讨活用舌瓣式闸门

通过减少开闭荷重以及只用小小的动力既可动作的改良，则能够在较小的水位差也可以确实开闭

爱知县日光河水闸

作为危机管理对策的验证事业，正在探讨即使发生大规模地震或地基下沉等导致闸门变形，也不会引起无法操作的闸门设计

阻碍行洪、地基下沉和陈旧化进展



发生下沉



发生裂缝



现在的日光河水闸

实施水闸改建

现有日光河水闸的课题

行洪能力不足

- 底板高度高于设计河床高度而阻碍行洪
- 地基下沉进展而阻碍干流行洪

防潮堤高度不足

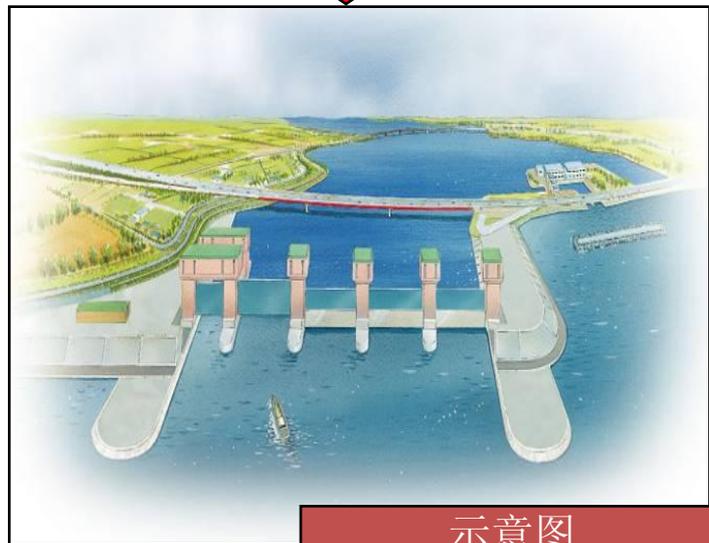
- 因地基下沉而使防潮堤高度低于设计高度

抗震性不足

- 针对东海地震等大规模地震的抗震性不足

陈旧化/维修费增加

- 陈旧化进展，导致维修费增加
- 发生可能由地基下沉引起的高差和裂缝



示意图

推进针对大规模地震的河流结构物抗震对策

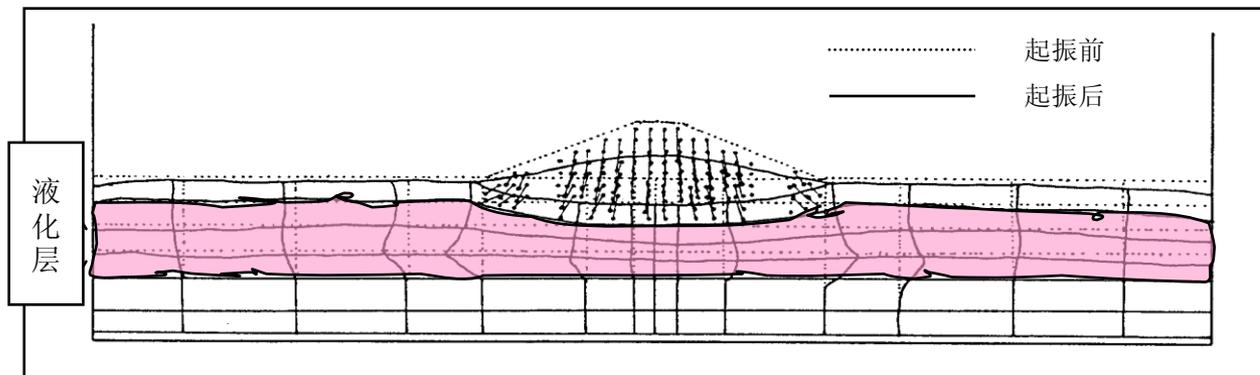
地震(液化)引起的受灾例



2003年钏路海地震/十胜河



2005年兵库县南部地震/淀河



模型实验

砂质土层(着色部)液化, 向侧向变形→土堤下沉

设想的大规模地震

○等级2-1地震动

- 板块边界型的大规模地震
- 极大振幅反复长时间持续
- 例如大正12年的关东地震

○等级2-2地震动

- 内陆震中型地震
- 虽然持续时间较短, 但对结构物的地震反应波及支配性影响的周期带域, 具有极大振幅的地震动
- 例如2005年的兵库县南部地震

河流结构物抗震对策的经纬

对应等级1地震动(在河流结构物使用期间发生概率较高的地震动)

1995年以前

- 在建设省河川砂防技术标准(案)的解说设计编中记述：除了土堤以外，在设计河流结构物时应考虑地震力

1995年

- 发生兵库县南部地震后，针对土堤、独立式特种堤防、水闸、大型涵管、小型涵管、抽排水泵场制定了抗震检查手册

对应等级2地震动(在对象地点，从现在至将来可能会发生的最大强度地震动)

对推进土木设施等抗震设计高度化的建议

2001年9月 土木学会「土木结构物的抗震设计指针(案)」

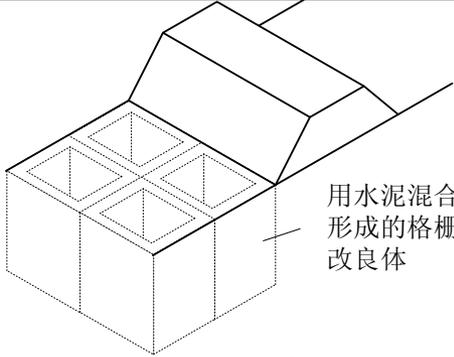
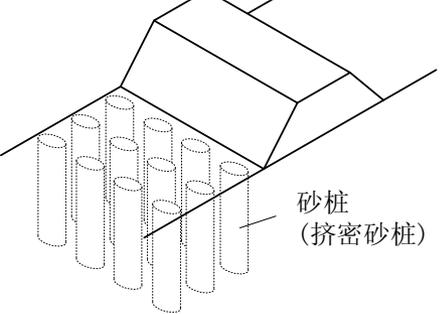
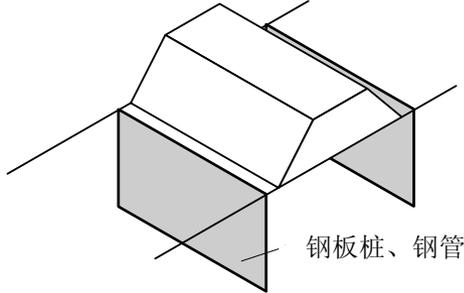
2002年10月 国土交通省「有关土木/建筑的设计原则」

- 按照抗震检查手册进行检查，针对需要对策的结构物顺次实施抗震对策

2007年3月 制定河流结构物的抗震性能对照检查指针(案)/解说

实施对应等级2的结构物设计、抗震检查/抗震对策

堤防的抗震对策例

 <p>用水泥混合土形成的格栅状改良体</p>	<h3>固结工法</h3> <ul style="list-style-type: none">• 它用水泥改良土并在坡脚形成固化改良体，据此抑制地基的液化和侧向移动的工法
 <p>砂桩 (挤密砂桩)</p>	<h3>压实工法</h3> <ul style="list-style-type: none">• 它是在坡脚浇注砂桩，以增大密度，据此抑制地基的液化和侧向移动的工法
 <p>钢板桩、钢管板桩</p>	<h3>使用钢材的工法</h3> <ul style="list-style-type: none">• 是在坡脚打入钢板桩或钢管板桩等，据此抑制地基侧向移动的工法

谢谢静听！

2008年10月20日
构筑节水型社会示范项目
专家组组长 竹岛 睦