河川堤防の信頼性確保の取り組み

平成２０年２月２６日

河川局治水課河川保全企画室長
田村　秀夫

内容

○我が国の河川堤防の特性

○河川堤防に関する構造基準

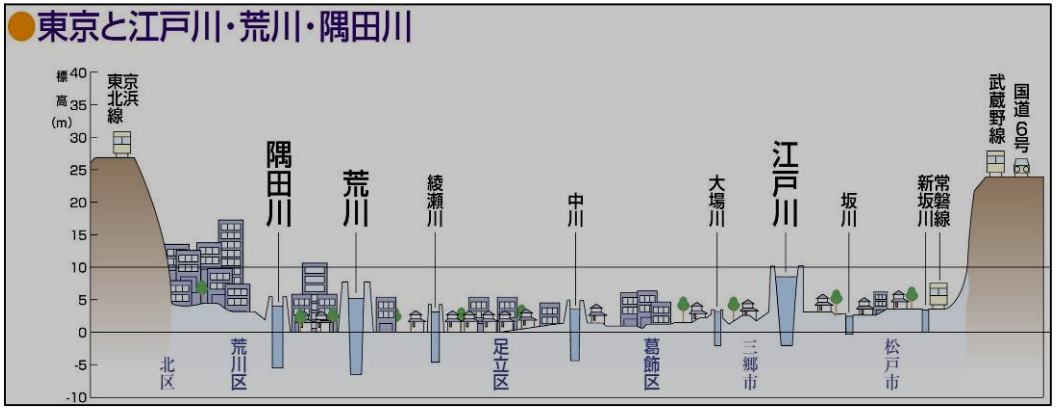
○河川堤防の安全性照査手法

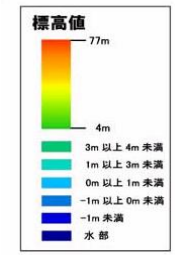
（浸透、侵食、耐震）

○堤防のモニタリング

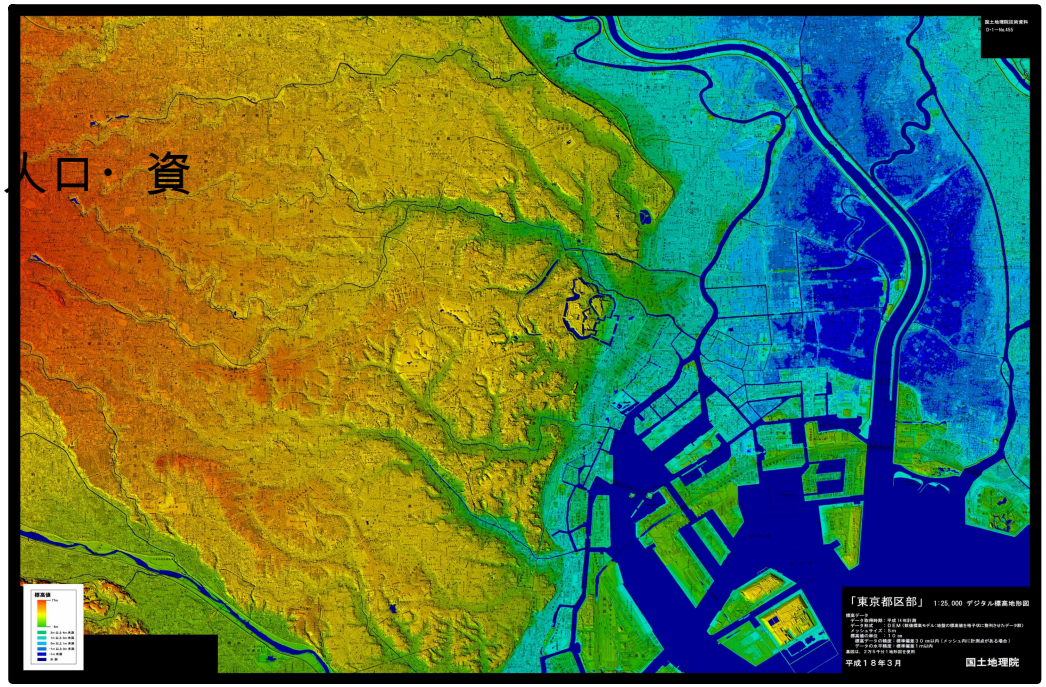
（維持管理からのフィードバック）

我が国の河川堤防の特性





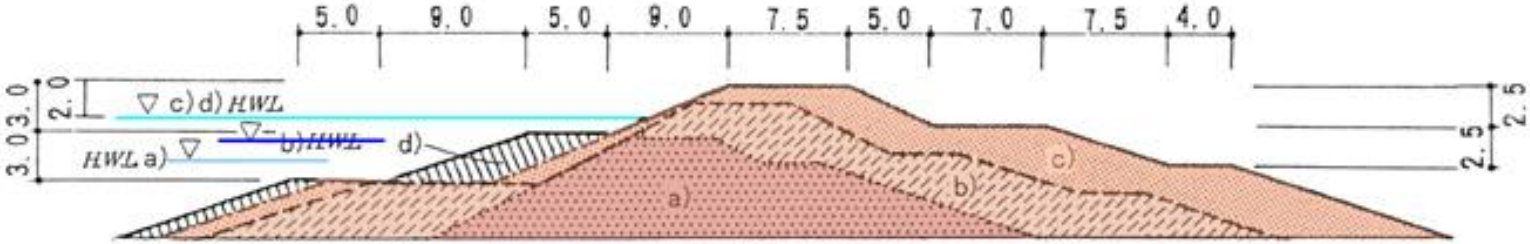
沿岸域と低平地に集積する人口・資産



（出典）国土地理院作成資料

歴史的な構造物である堤防

堤防は嵩上げや拡幅等による補強が長期間にわたって繰り返され、現在の姿に至っている。

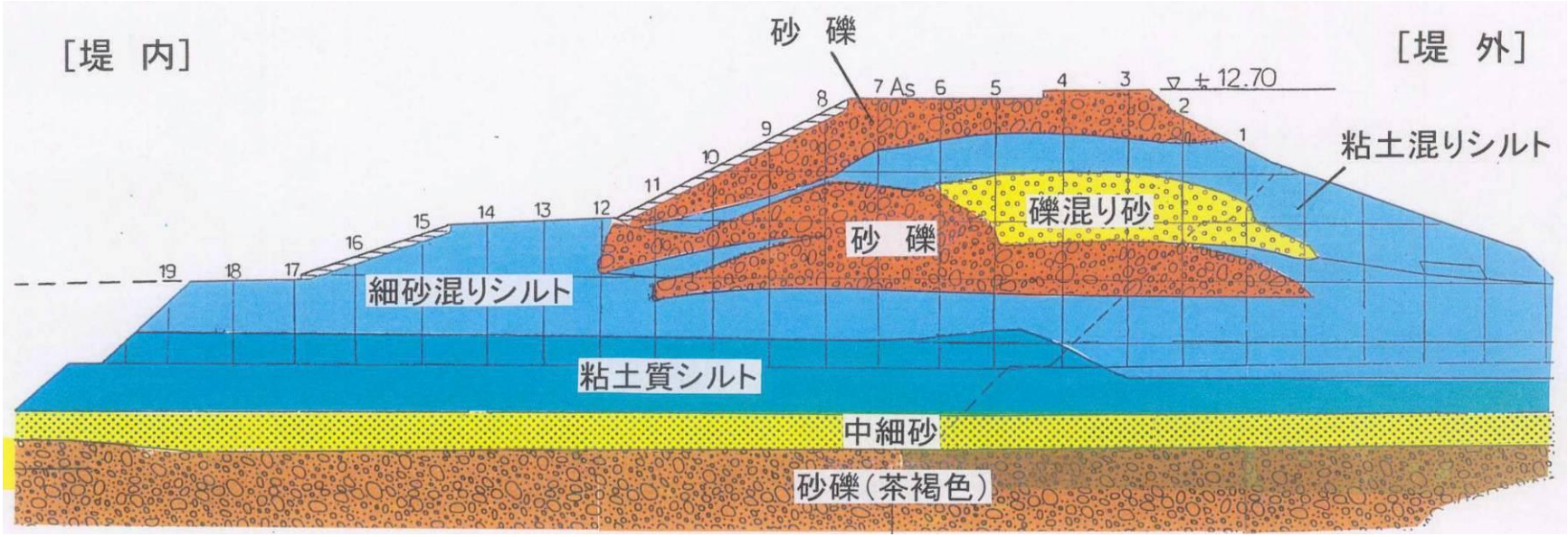


a) 改修計画（明治44年、1911）
b) 増補計画（昭和14年、1939）
c) 改修改訂計画（昭和24年、1949）
d) 新改修改訂計画（昭和55年、1980）

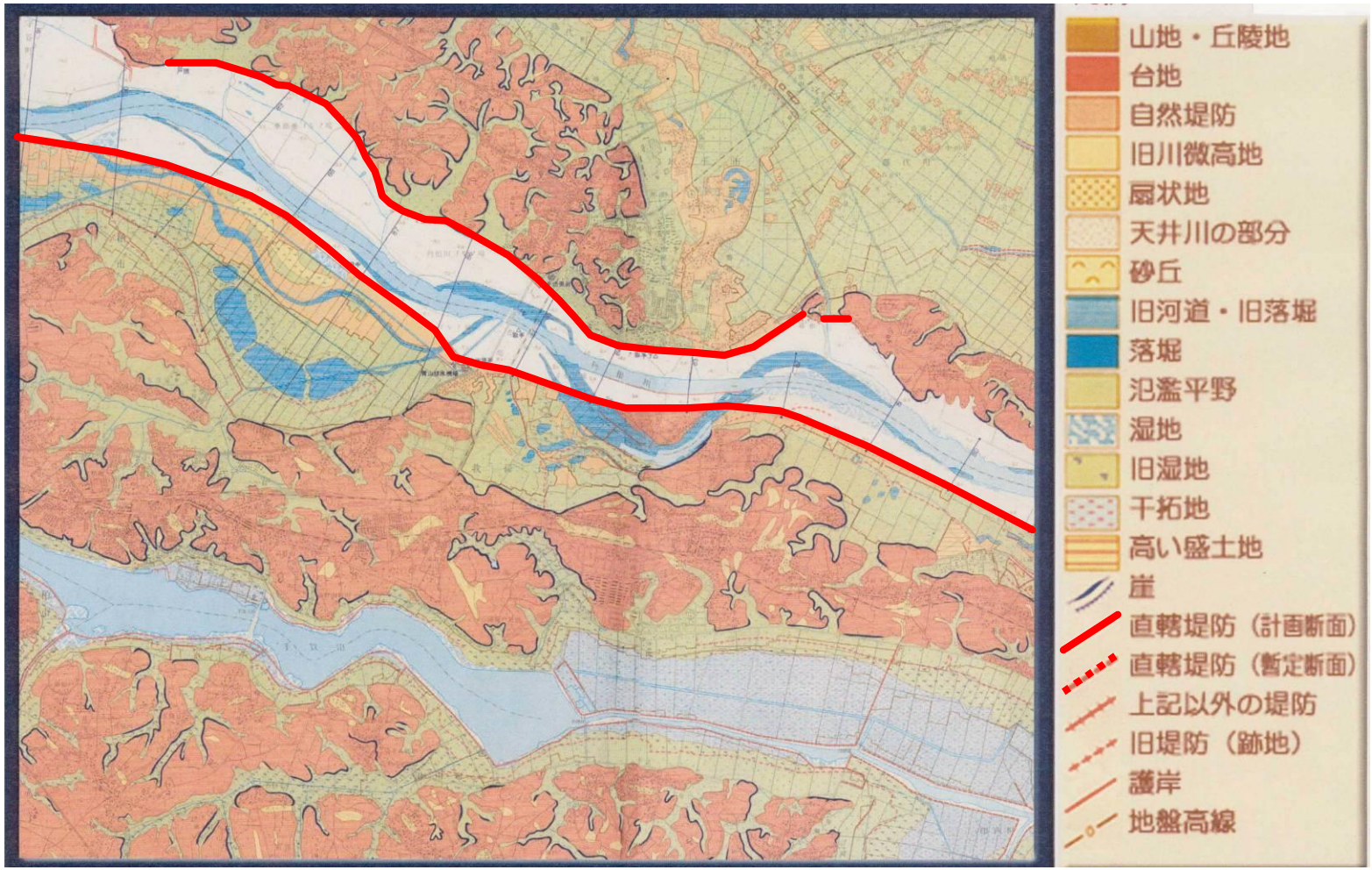
江戸川における堤防断面の変遷

堤防の堤体材料の複雑さ

堤体材料は現場発生材料を主体としてきたが、その時代により、土質（堤防材料）や施工法（締固め方法等）は様々。



多様な基礎地盤構成



治水地形分類図※の例

※河川周辺の詳細な地形分類を示したもの（１９７６～１９７８にかけて作成）

河川堤防に関する構造基準

・ 河川管理施設等構造令（政令、１９７６）

河川の規模に応じた堤防形状の最低基準を規定（高さ、天端巾、のり勾配等）

・ 河川砂防技術基準（案）（河川局長通知、１９９７改訂）

工学的知見に基づく堤防構造検討の基本的考え方を規程

・ 河川堤防設計指針（治水課長通知、２００２）

工学的知見に基づく堤防構造検討の手法ならびに照査の基準を規程

・ 河川堤防の構造検討の手引き（JICE資料　２００２）

河川堤防設計指針を踏まえた安全性照査手法、強化工法の設計法を解説

・ 河川構造物の耐震性能照査指針（案）同解説（治水課長通知、２００７）

河川管理施設等構造令
（形状規定）

・Ｈ．Ｗ．Ｌ．以下の流水の作用に対して安全な構造

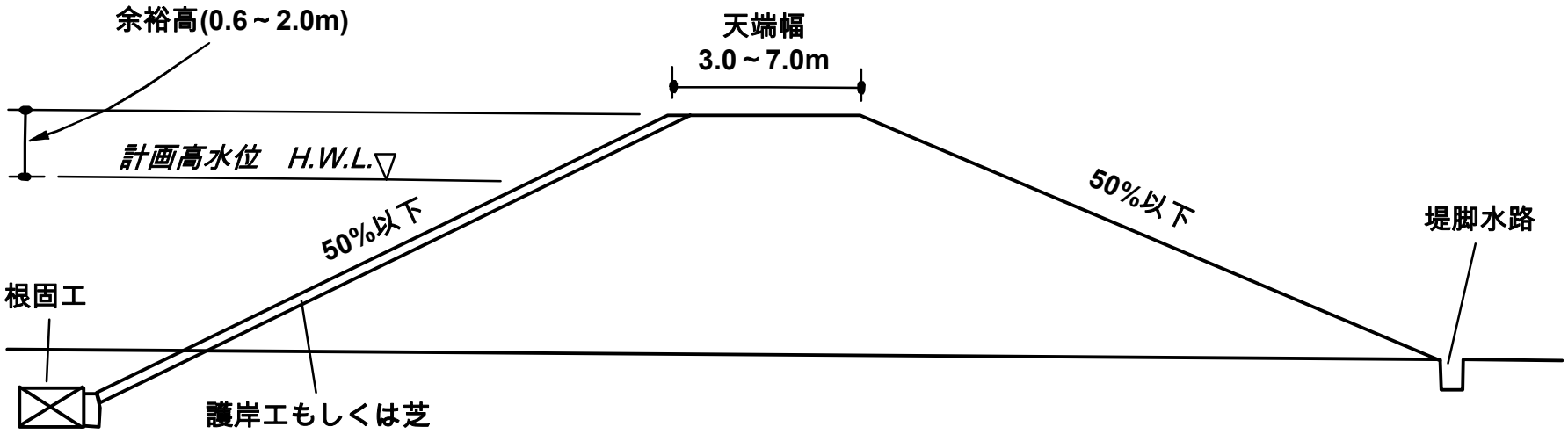
・土堤原則

・高さ（流量に応じて、Ｈ．Ｗ．Ｌ．に高さを加算）

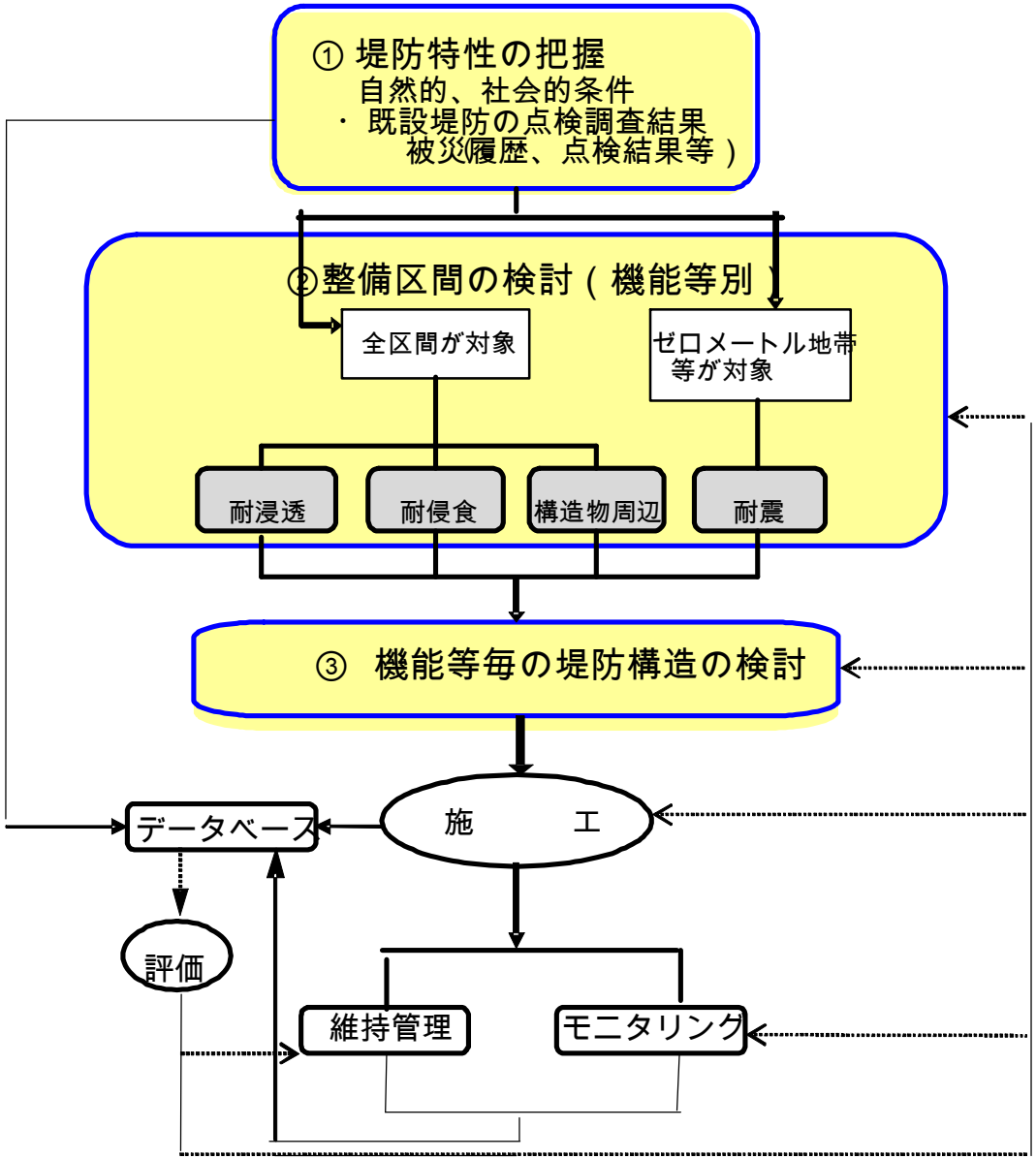
・天端幅（流量に応じて幅を規定）

・法勾配　５０％以下、法面は芝などにより保護

河川管理施設等構造令による堤防の標準構造



堤防設計の基本的な流れ（河川堤防設計指針２００２）



堤防の浸透に対する安全性の概略点検（１９９６～）

安全性評価の手順

1. 要因にもとづく評価

(1)土質条件による評価

基礎地盤の土質	要注意地形	堤体の土質 粘土質	砂質	礫質
粘土質	なし	a	c	b
	あり	b	d	c
砂質または礫質	なし	b	c	b
	あり	c	d	c

(2) 外力条件による評価

高水位継続時間 t (hr)	平均動水勾配 i 0.10未満	0.10～0.15	0.15～0.20	0.20～0.25	0.25～0.30	0.30以上
$t<24$	a	a	b	b	c	d
$24\leqq t<48$	a	b	b	c	d	d
$48\leqq t$	b	c	c	d	d	d

要因にもとづく評価ランク

		(1)土質条件による評価 a	b	c	d
(2)外力条件による評価	a	A	A	B	C
	b	A	B	B	C
	c	B	C	C	D
	d	C	C	D	D

2. 被災履歴にもとづく評価

被災履歴

- なし → 要因にもとづく評価ランクどおりABCD
- あり → 要因にもとづく評価ランクにかかわらずD

安全性の概略評価ランク

A;相対的に安全性が高い
B;相対的に安全性がやや高い
C;相対的に安全性がやや低い
D;相対的に安全性が低い

概略点検結果の取りまとめ例

水系名	○○川水系	河川名	○○川	区間	143.0 km～ 151.0 km	整理番号	

距離（km）	143.0	144.0	145.0	146.0	147.0	148.0	149.0	150.0	151.0

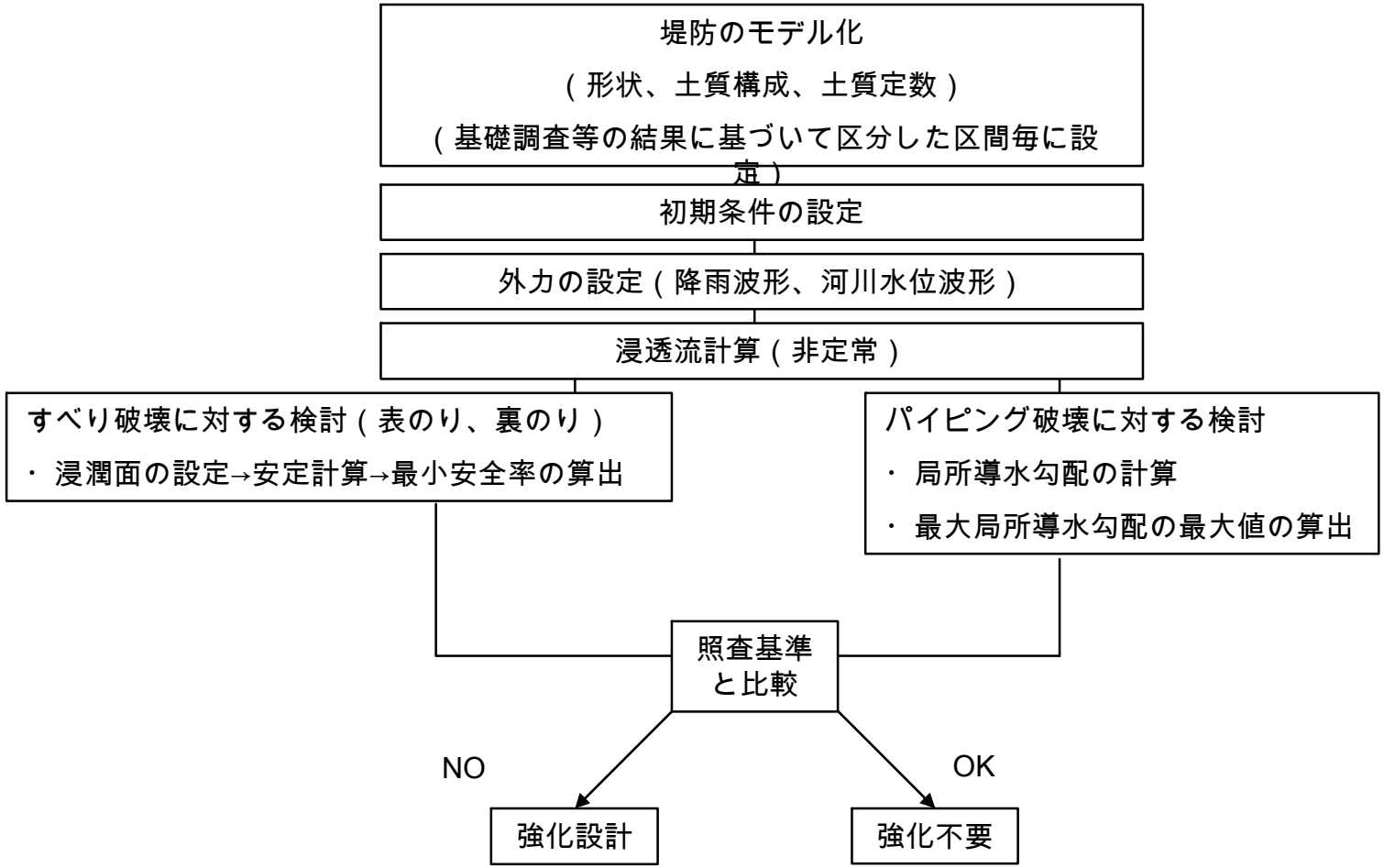
右岸																							
築堤名				A 築 堤			B 築 堤			C 築 堤						D 築 堤							
1. 要因にもとづく評価	(1)	堤体の土質		砂 質			粘土質			砂 質						粘土質		複 雑					
		基礎地盤の土質		砂 質					粘土質			砂 質					粘土質			砂 質			
		要注意地形			旧河道																		
		築堤年代		昭和30年以後																			
		評価		c	d	c	b		a	c		c				b	a	c	c				
	(2)	平均動水勾配	0.3 0.2 0.1																				
		高水位継続時間		48時間以上																			
		評価		c		c	b		c		c	c	b	c	b	c		b		c			
	安全性評価			C	D	D	C	C	B	C	B	C	C	C	C	B	C	B	C	B	A	B	C	C
2. 被災履歴にもとづく評価	被災履歴				地盤漏水																		
	浸透対策工実施区間				止水矢板工																		
	安全性評価				D																		
3. 安全性の概略評価				C	D			C	B	C	B		C			B	C	B	C	B	A	B	C

作成年月	平成○年○月	局名	○○○○○○ 局	事務所名	○○○○○○ 事務所

浸透に対する堤防の設計

長良川　１９７６

安全性照査の手順（浸透に対して）



浸透における照査外力と照査基準

○照査外力

・ 照査外水位：計画高水位

・ 照査降雨：計画規模の洪水時の降雨

○照査基準

【滑り破壊に対して】

・ 裏のり：安全率（Fs）≧1.2×α1×α2

α１：築堤履歴の複雑さに対する割増係数

築堤履歴が複雑な場合　α１＝１．２

築堤履歴が単純な場合　α１＝１．１

新設堤防の場合　α１＝１．０

α２：基礎地盤の複雑さに対する割増係数

被災履歴あるいは要注意地形がある場合　α２＝１．１

被災履歴あるいは要注意地形がない場合　α２＝１．０

※築堤履歴が複雑な場合：築堤開始年代が古く、かつ築堤が数度にわたり行われている場合や履歴が不明な場合

※要注意地形：旧河道、落堀跡などの堤防の不安定化につながる治水地形

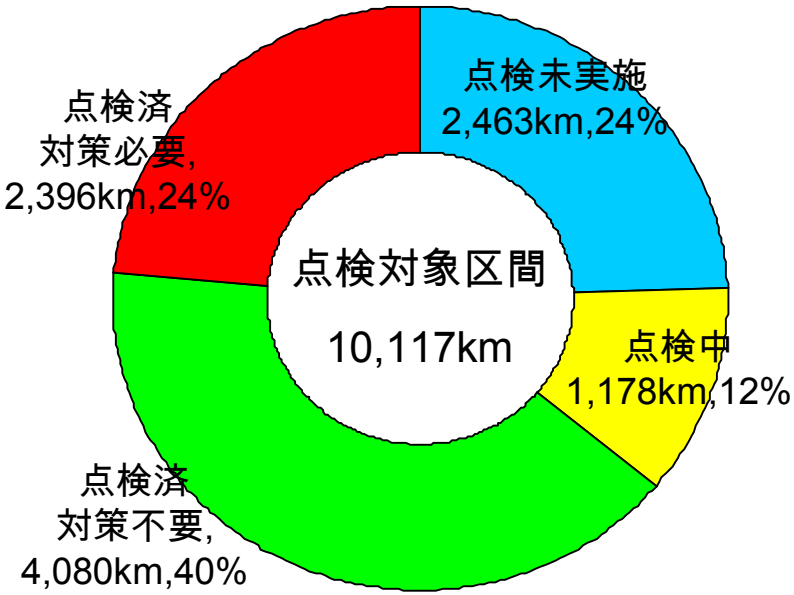
・ 表のり：安全率（Fs）≧1.0

【基礎地盤のパイピング破壊に対して】

・ 被覆土層がない場合　：　局所動水勾配の最大値（i）＜0.5

・ 被覆土層がある場合　：　被覆土重量（G）＞揚圧力（W）

堤防の浸透に対する点検状況（国管理河川、２００２～）



2006年12月末現在

今後の方針

・安全度が特に低くかつ被災履歴のある箇所約５０kmの区間について、２００９年度までに対策を実施予定

・他の箇所については、引き続き出水時の巡視等を行い、その結果に応じて堤防強化に努めるとともに、洪水時の水防活動にも万全を期す

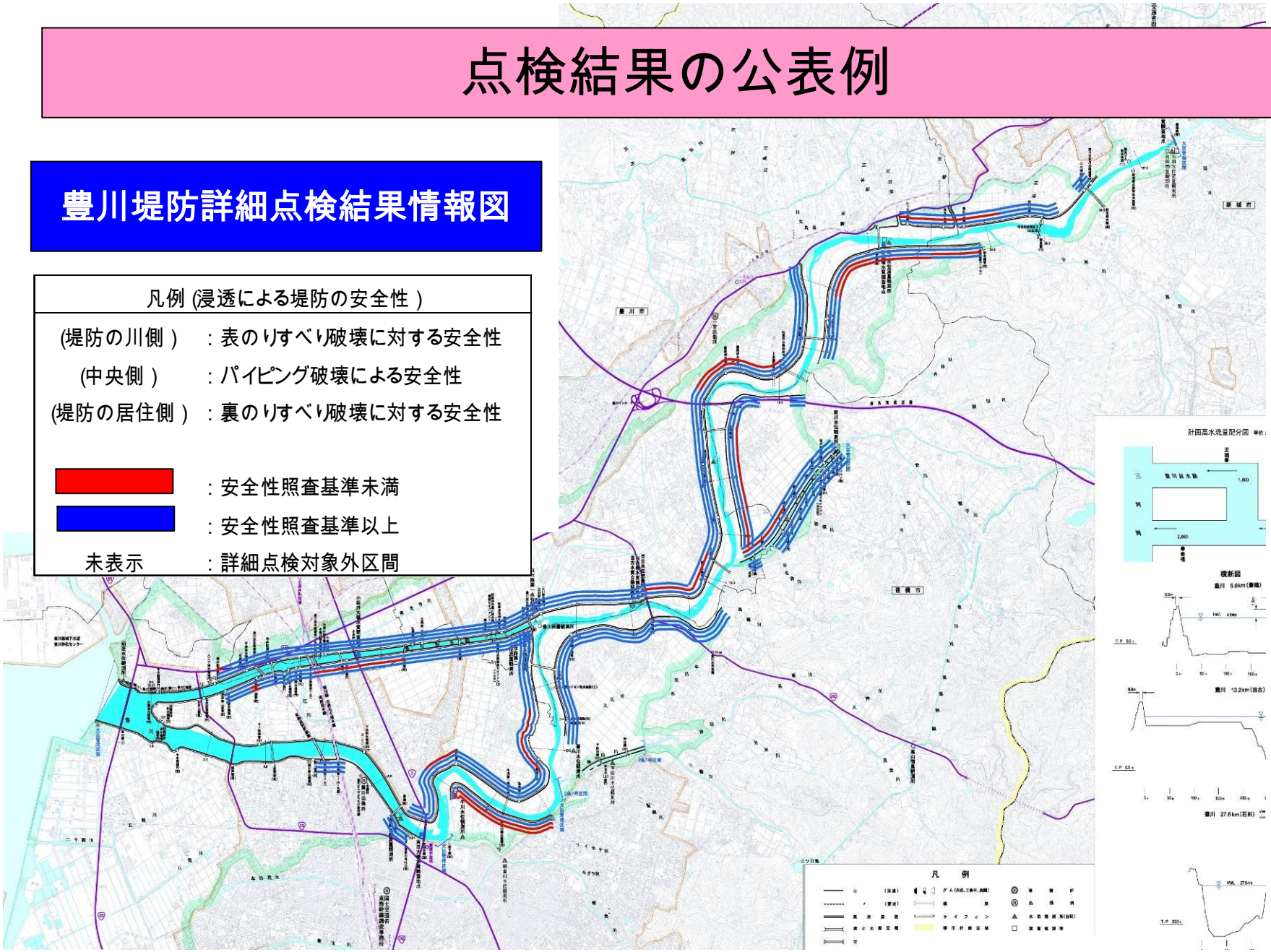
・２００９年度までに残る区間の点検を完了させる予定

点検結果の公表例

豊川堤防詳細点検結果情報図

凡例 (浸透による堤防の安全性)

(堤防の川側)	：表のりすべり破壊に対する安全性
(中央側)	：パイピング破壊による安全性
(堤防の居住側)	：裏のりすべり破壊に対する安全性
	：安全性照査基準未満
	：安全性照査基準以上
未表示	：詳細点検対象外区間



侵食に対する堤防の設計

荒川　１９９８

安全性照査の手順（侵食に対して）

護岸工がない場合

直接侵食に対する安全性照査

- 代表流速V_0から評価される侵食外力等の設定
- 表面侵食耐力の評価

↓

安全性照査

側方侵食に対する安全性照査

- 対象時間で侵食される高水敷幅の設定
- 高水敷幅の評価

↓

安全性の照査

護岸工がある場合

護岸の安全性照査

- 代表流速V_0から評価される侵食外力等の設定
- 護岸の構造モデルの選定等

↓

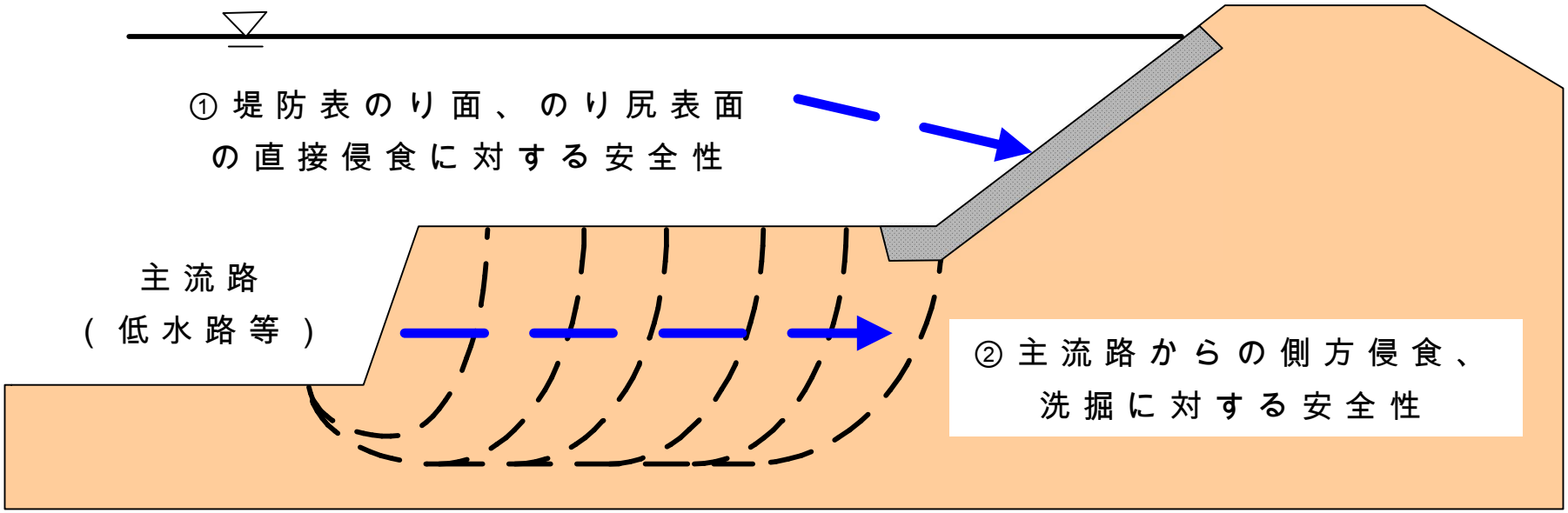
力学的安定性の照査

照査基準と比較

OK → 強化不要

NO → 強化設計

侵食における照査外力と照査基準



【照査外力】

・代表流速の設定：最も早い平均流速に湾曲等による補正係数を乗じて算出。

【照査基準】

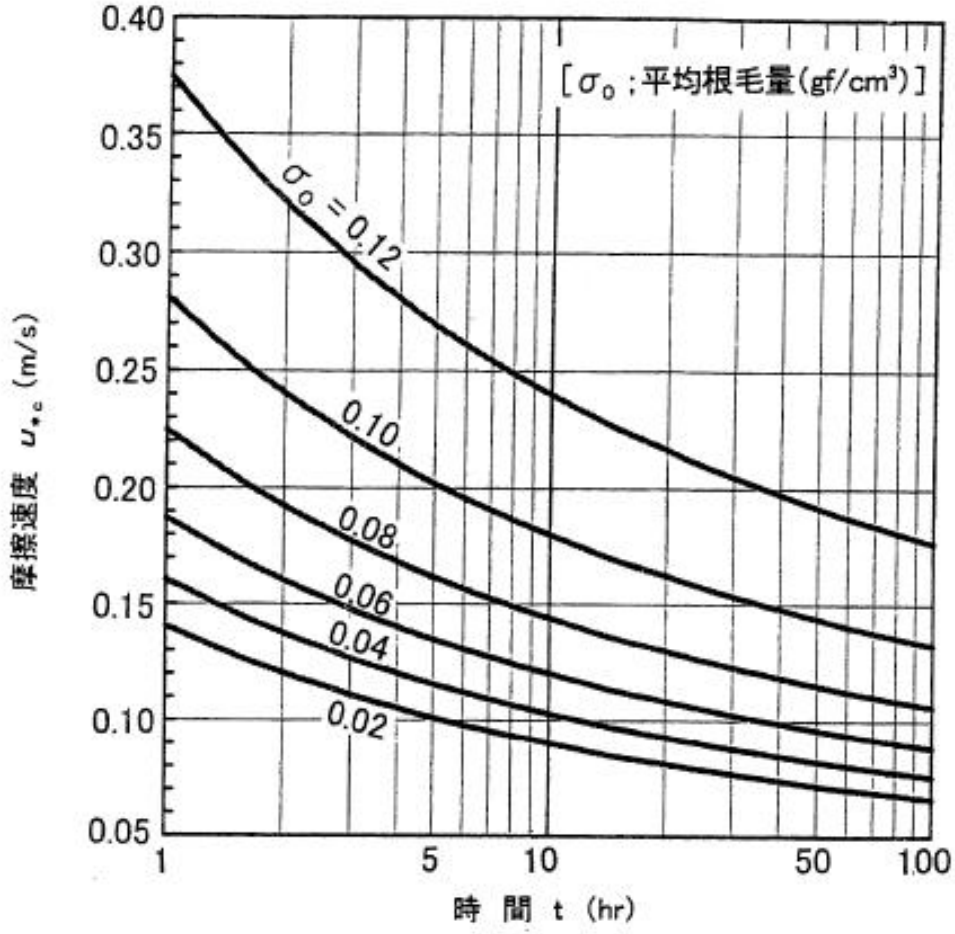
①堤防表のり面およびのり尻の直接侵食に対して

・表面侵食耐力＞代表流速から評価される侵食外力

②主流路からの側方侵食、洗掘に対して

・高水敷幅＞照査対象時間で侵食される高水敷の幅

表面侵食耐力について

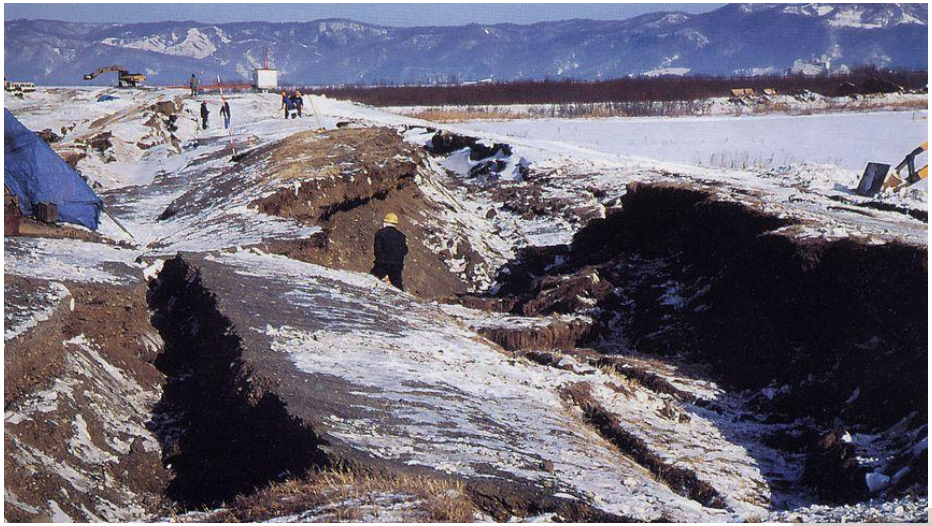


植生の表面侵食耐力（根毛量と摩擦速度の関係）

表のり尻部の洗掘に対する安全性の照査基準について

河道のセグメント分類	照査基準 （１洪水で侵食される高水敷幅の目安）
1	４０ｍ程度
２－１	高水敷幅ｂ＞低水河岸高Hの５倍
２－２および３	高水敷幅ｂ＞低水河岸高Hの２～３倍

地震に対する堤防の設計



釧路沖地震　十勝川　１９９３

兵庫県南部地震　淀川　１９９５

河川構造物の耐震性能照査指針（案）のポイント

	従来の耐震設計	本指針（案）
地震動	レベル１地震動相当	レベル１地震動 レベル２地震動
耐震性能	損傷を許容しない	レベル１地震動 損傷を許容しない レベル２地震動 保持すべき機能に応じて一定の損傷を許容
照査方法	静的照査法	静的照査法 動的照査法

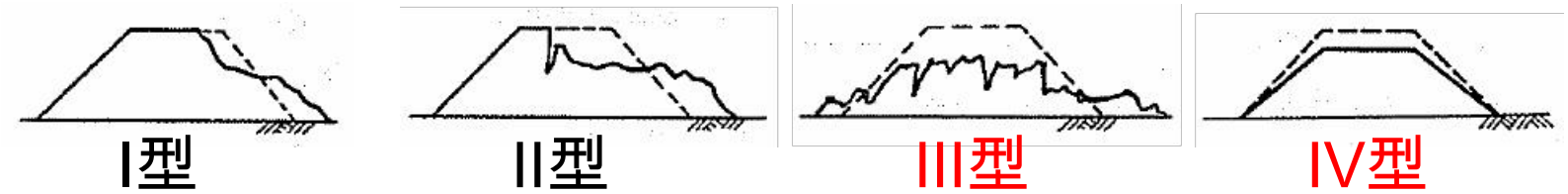
レベル１地震動（河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動）

レベル２地震動（対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さをもつ地震動）

- レベル２－１地震動　プレート境界型の地震　例えば１９２３年関東地震
- レベル２－２地震動　内陸直下型の地震　例えば１９９５年兵庫県南部地震

想定する堤防の変形状態と照査基準

○堤防天端が外水位よりも下がる可能性があり，緊急復旧により対処が困難な、III型、IV型を想定



○照査基準

・ 地震後の天端高さ > 耐震性能照査上の外水位（平常時の最高水位）

となることを確認

河川堤防のモニタリングに関する指針等

・ 河川堤防設計指針（治水課長通知、２００２）

・ 河川堤防モニタリング技術ガイドライン（案）（治水課通知　２００２）

　Ｈ．Ｗ．Ｌ．以下の水位時における堤防の浸透作用及び侵食作用に対する安全性・信頼性を維持し高めていくために必要となるモニタリングの標準的な内容をとりまとめ

・ 目視点検によるモニタリングに関する技術資料（JICE資料　２００５）

モニタリングの具体的な方法及び点検結果の取りまとめ方法等の提示

堤防のモニタリング

○2つの目的

- 堤防の要注意箇所の把握

　主に巡視（目視）によって安全性が相対的に低い箇所を把握。

→　河川カルテ、目視点検モニタリング情報図での管理・共有化

- 堤防強化技術の検証

　主に計測機器によって、安全性照査手法や堤防強化工法の効果について検証。

→堤防の安全性・信頼性を維持し高めていく。

標準的なモニタリング項目（一部）

	洪水中	洪水直後	平常時
河道内		・水制、ベーン工等の変状	・湾曲部、横断工作物下流等における深掘れ
高水敷、低水護岸	・高水敷の侵食 ・水面の段差や渦、泡	・高水敷の侵食 ・低水護岸の変状　等	・低水護岸の基礎部の変状
表のり面、高水・堤防護岸	・のり面の侵食・亀裂 ・護岸等の変状　等	・高水敷の侵食 ・低水護岸の変状　等	・低水護岸の基礎部の変状
天端	・亀裂　・水溜り ・天端舗装端部亀裂	・亀裂　・水溜り ・天端舗装端部亀裂	・亀裂 ・局所的に低い箇所の有無　等
裏のり面	・のり面の変状・亀裂 ・小段付近の漏水 ・のり面、小段の泥濘化等	・のり面の侵食・亀裂 ・のり面のはらみだし等	・張芝の状況や人畜による踏み荒らし　等
裏のり尻	・・	・・	・・
堤脚水路	・・	・・	・・
堤内地	・・	・・	・・
樋門等構造物周辺	・・	・・	・・

河川カルテ（一部・例）

作成年度：　平成５年度　　事務所：　関東地建京浜工事事務所多摩出張所　　調査対象区間：　２２k～２３k　　様式－１更新時　　様　式－１

平 面 図　スケール：S＝1/5.000　．測量年月：　昭和60年３月

※様式－１に現地調査結果を転記した例

年　度	出張所長氏名
5	
8	
9	

現地点検結果及び様式－２と対応した位置，番号を記入する

河道の異常・変調、被災履歴を図示

許可工作物を橙色で塗る

河道の異常・変調を記載

過去の主な被災履歴を記載

河道の異常・変調

①ミオ筋の変動状況
○宿河原堰上流側に中州の発達が見られる。
［H 2.3）航空写真］ⓐ

1行程度のコメントで記入し詳細は様式－２を参照する

②水衝部の発生位置
○小田急線橋梁右岸側付近は湾曲の外周側であり，低水路線形が急角度で堤防法線に交わり，水衝部が形成されている。ⓑ

③洗掘の状況
○ⓑ位置の水衝部における河床洗掘は発達していない。
○宿河原堰下流は河床洗掘が進行し、22.2k と堰直下流の最深河床高の差は約6.7mである。ⓒ
［定期横断図］
○①洗掘による根固めの乱れあり

④堤防の異常・変調（亀裂・漏水）
○実績なし
○① 堤防が高くなっている
○② 堤防が低くなっている

⑤その他
○堰下流部は土丹が露出している。ⓓ
○昭和37年に土砂採取の記録あり。ⓔ
○⑤ 急流になっている

主な被災履歴

① S49.9台風16号（Q=4.101m³/s：石原）により被災。

1 取付護岸の補修(S60.3.S63.2)~張石ブロック張替

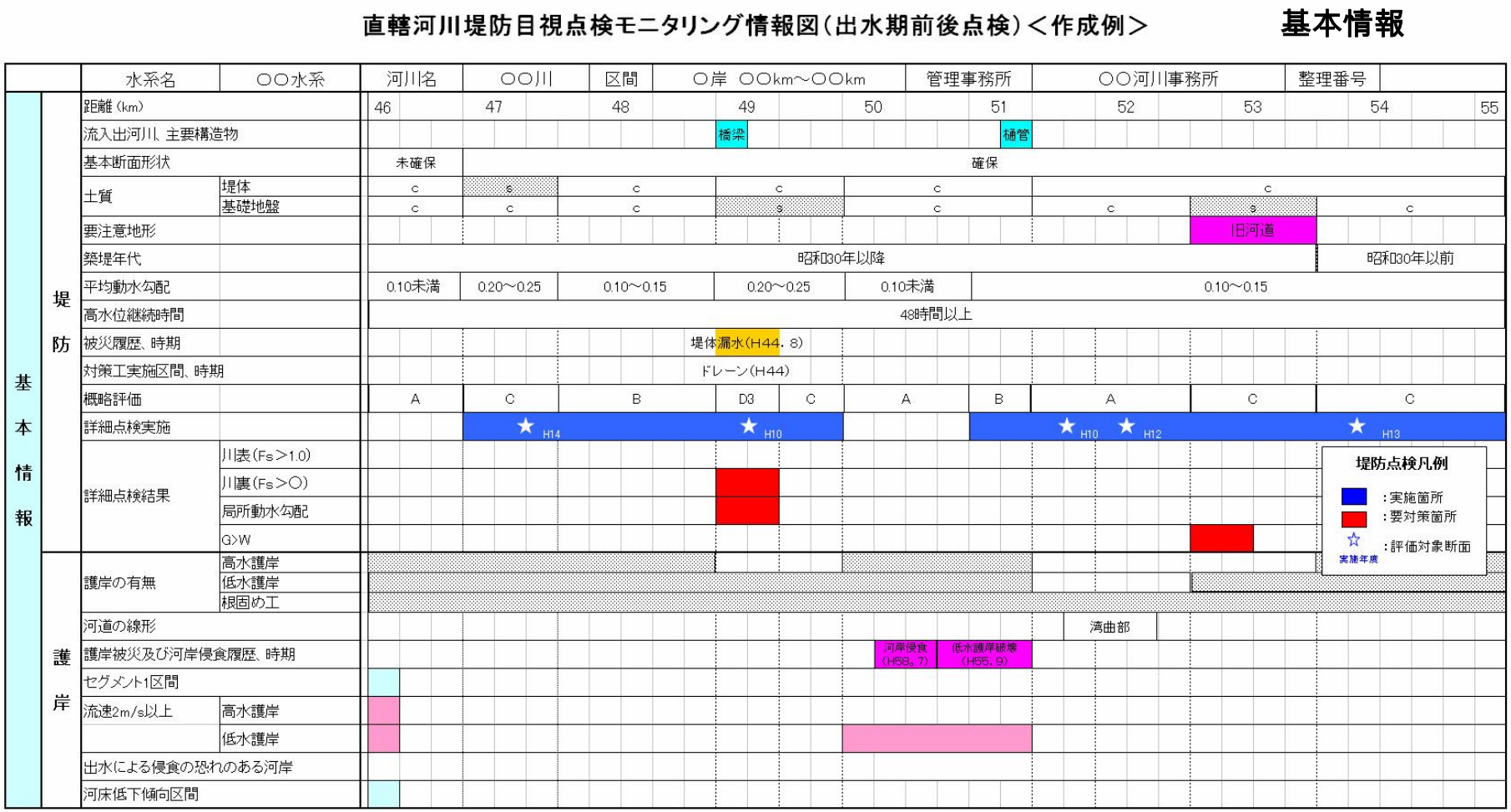
2 S49.9台風16号により被災
・堰本体：越流天端２ケ所欠損
・左　岸：堰取付部決壊（本体260m決壊）

6 S54.10 台風20号により堤脚保護工が被災
(Q=1.988m³/s:石原)
S57. 9 台風18号により堤脚保護工が被災
(Q=2.726m³/s:石原)

④ 護岸が老朽化している

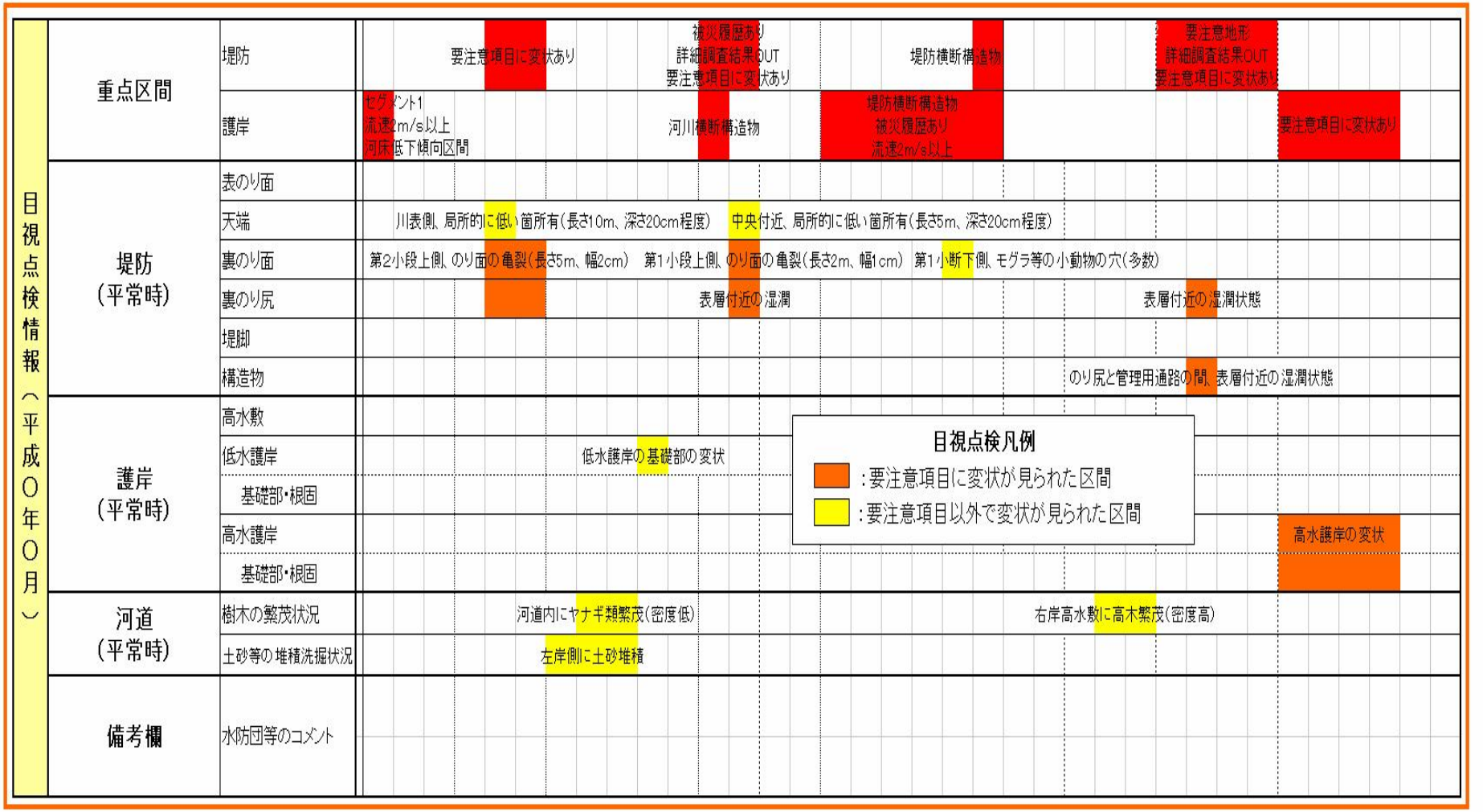
昭和62年度多摩川低水路是正計画検討

直轄河川堤防目視点検モニタリング情報図（一部・例）



直轄河川堤防目視点検モニタリング情報図（一部・例）

出水期前の点検結果

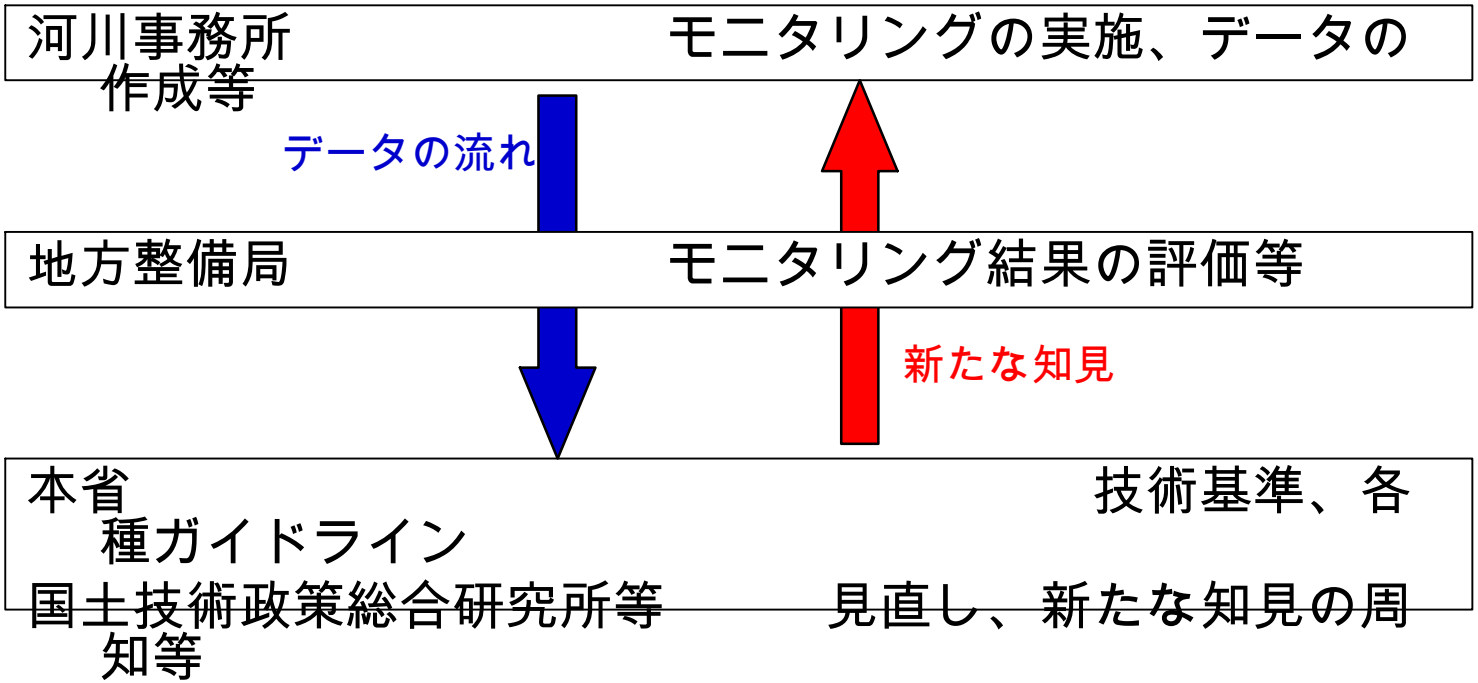


※目視点検情報項目は対象河川の特性に応じて適宜追加すること。

毎年、情報を更新する

出水後にも同様の情報図を作成

今後の取り組み

災害や維持管理行為を通じて得られた新たな知見、重要な情報は全国レベルの拠点で集約。成果は地方の技術者に還元するシステムの構築

⇒ 堤防照査、質的整備技術の向上による堤防の信頼性向上