

「豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために」 —大地を守る者たちがなすべきことは—

中部大学 杉井俊夫

1

本日の内容

1. 地盤工学会からの提言書の紹介
2. 近年の降雨外力の傾向
3. 治水利水施設(堤防)の現状と課題
 - 1)治水利水施設の特性
 - 2)堤防の破壊形態
 - 3)現状の堤防の評価方法(概略点検・詳細点検)
 - 4)堤防の整備率からみた課題
 - 5)経験の産物から技術の産物へ・・・
4. 地盤工学からの提言
 - 1)河川堤防のみ
 - 2)治水利水施設/切土・盛土及び自然斜面/
その他社会基盤施設おわりに・・・

2

1. 地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために —地盤工学からの提言—

2007年度会長特別委員会

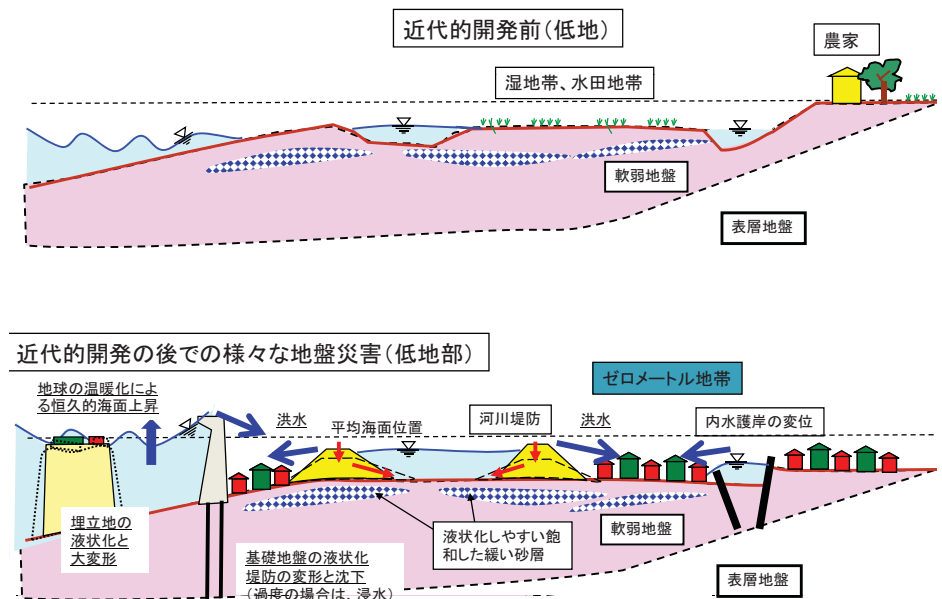
【地盤工学会の基本的活動】

- ✓、
- ✓ 社会と自然の各種の災害から防御

【社会的・歴史的背景】

- 1) 地球環境の変化⇒要因が複合して起る地盤災害
- 2) 国民の意識の時代的変遷(天災⇒人災)
- 3) 社会の発展⇒同じ自然現象でも生活により厳しい影響
- 4) 都市の人口集中と地方の過疎化⇒
甚大な被害と都市住民の認識度の低下

3



4

地盤工学会の社会的活動としての 提言の意義

- ◆社会にとっての地盤災害の重要性と防ぐ必要性を専門家として先駆的に示す。
- ◆構造物の高い耐災性を持つ便益に対する費用が低い設計・工法の普及させる。
- ◆専門性を生かし、警戒的避難、緊急・応急復旧法を開発、普及させる。

5

地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために —地盤工学からの提言—

A4判 口絵写真16頁＋本文378頁
会員特価 6,000円 定価 7,500円 送料 450円

- 第I部 地盤工学からの提言
- 第II部 各分野、施設の現状・課題・展望
- 第III部 寄稿文
- 第IV部 DVD収録アーカイブ資料集

- ・地盤工学における今日の課題、古典理論・設計法・土の物性の関連
- ・既設盛土の耐震性に関する検討委員会報告書
- ・地震と豪雨・洪水による災害調査報告書・研究委員会報告書

6

第II部 現状と課題 執筆者名簿

荒木 繁幸	(株)ダイヤコンサルタント関西支社	菅野 高弘	(独)港湾空港技術研究所
伊藤 洋	(財)電力中央研究所	杉井 俊夫	中部大学
猪股 渉	東京ガス(株)	杉田 秀樹	(独)土木研究所
渦岡 良介	東北大学	杉山 友康	(財)鉄道総合技術研究所
宇野 尚雄	(株)ニュージェック	鈴木 崇伸	東洋大学
大町 達夫	東京工業大学	龍岡 文夫	東京理科大学
岡田 勝也	国土館大学	館山 勝	(財)鉄道総合技術研究所
岡村 未対	愛媛大学	中村 憲太郎	(独)都市再生機構
沖村 孝	(財)建設工学研究所	南部 光広	応用地質(株)
小山内信智	国土交通省国土技術政策総合研究所	西村 真二	(独)都市再生機構
加藤 俊二	(独)土木研究所	藤岡 一頼	中日本高速道路(株)
金谷 守	(財)電力中央研究所	二木 幹夫	(財)ベターリビング
北村 良介	鹿児島大学	細川 直行	東京ガス(株)
小島 芳之	(財)鉄道総合技術研究所	前田 良刀	西日本高速道路(株)
小高 猛司	名城大学	松尾 修	(財)先端建設技術センター
小橋 秀俊	(独)土木研究所	松本 徳久	(財)ダム技術センター
小林 晃	京都大学	三根 徳男	危険物保安技術協会
佐々木 康	(財)国土技術研究センター	宮島 昌克	金沢大学
佐々木哲也	(独)土木研究所	室野 剛隆	(財)鉄道総合技術研究所
佐々木靖人	(独)土木研究所	毛利 栄征	(独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
佐藤 真吾	(株)復建技術コンサルタント		危険物保安技術協会
佐野 孝	高圧ガス保安協会	八木 高志	東京電機大学
清水 武志	国土交通省国土技術政策総合研究所	安田 進	危険物保安技術協会
朱牟田善治	(財)電力中央研究所	山本 明法	(株)大林組
		山本 彰	(株)高速道路総合技術研究所
		横田 聖哉	(財)鉄道総合技術研究所
		渡辺 健治	

7

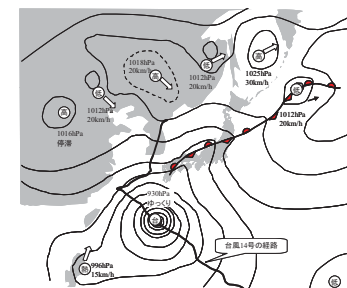
寄稿文執筆者一覧(敬称略、アイウエオ順)

地盤災害低減についての現状と展望 阪神・淡路大震災の経験を活かした地盤技術	石原 研而 (中央大学) 伊藤 文平 (神戸市)
災害から生き抜く力を育む 一知識から行動へ	今村 文彦 (東北大学)
防災専門家と市民、行政との間にあって 被害を軽減する究極の治水システム 一越流場所を特定し、越流しても破壊しない堤防を望む—	岩崎 好規 (地域地盤環境研究所) 大熊 孝 (新潟大学名誉教授)
水に起因する地盤災害について 斜面の減災における技術者の役割 見て聞いて、調べて発信 東北圏の地盤災害の防止・低減活動 一雑感—	岡 二三生 (京都大学) 奥園 誠之 (高速道路調査会) 尾上 篤生 (長岡工業高等専門学校) 風間 基樹 (東北大学)
「土砂災害」への関心の高まり 地図シミュレータ構想と地図庁創設の提案 異なるV _s の基盤から地表への地震動増幅率評価式の提案	川村 國夫 (金沢工業大学) 北村 良介 (鹿児島大学) 國生 剛治 (中央大学)
地盤分類法の確立とハザードマップ作成 急がれる海溝型巨大地震への対応 地震と日常生活とのサイクルの違い 地域・行政と連携した土砂災害マネジメントを望む	阪口 理 (阪口理技術士事務所) 杉戸 真太 (岐阜大学) 杉村 義広 (杉村建築基礎研究室) 高橋 和雄 (長崎大学)
防災&減災vs災害軽減DRRの考え方 防災技術を考える 一地盤工学の再構築と技術伝承—	田中 泰雄 (神戸大学) 垂水 尚志 (鉄道総合技術研究所)
地盤の液状化について思う 地盤災害問題への対応の将来像 地盤災害に関わる調査・研究を通じての2・3の話題	土田 肇 (エコー) 東田 郁生 (東京大学) 土岐 祥介 (北海道大学名誉教授)
豪雨による地盤災害の今後の課題 「土質屋」のすべきこと 地盤災害を考える 岩盤崩落事故の低減に向けて 斜面災害の的確な予測の困難さ 地盤防災にかかわって 四国地域における地盤災害に向けた技術者・研究者の取り組み	西垣 誠 (岡山大学) 能登 繁幸 (開発工務社) 藤村 尚 (鳥取大学) 三田地利之 (日本大学) 八木 則男 (愛媛大学名誉教授) 八幡 厚 (岐阜大学) 矢田部龍一 (愛媛大学)
(無題) 地盤災害の軽減についての私見	山上 拓男 (徳島大学) 吉見 吉昭 (東京工業大学名誉教授)

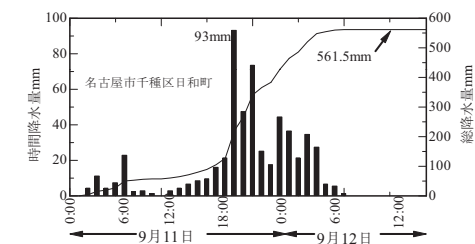
8



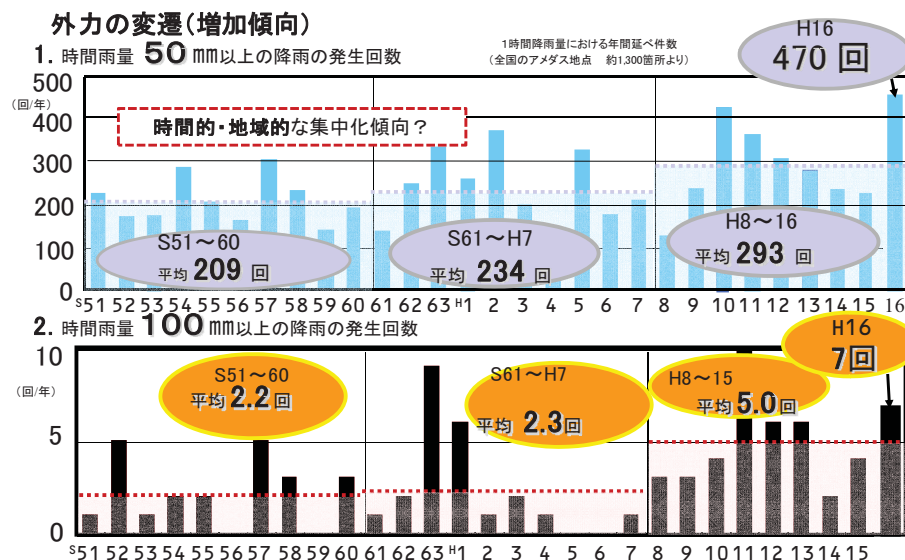
2. 近年の降雨外力の傾向



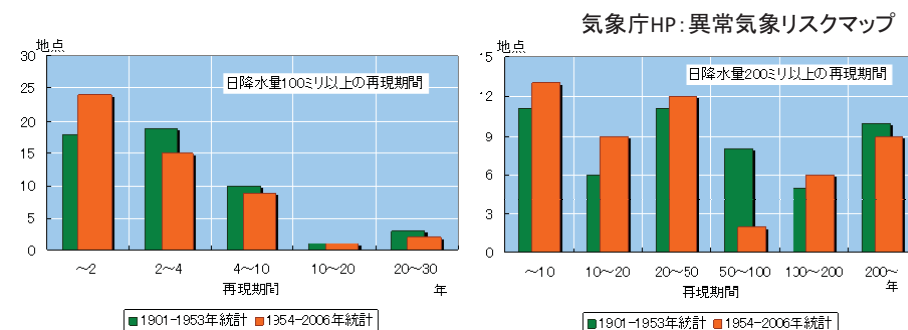
東海豪雨時の天気図



時間降水量と総降水量(名古屋地方気象台)



20世紀前半(1901-1953)と 後半(1954-2006)の大雨の発生比較



再現期間 : 豪雨が再び発生するまでの年数

日降雨量100ミリ以上、200ミリ以上の豪雨の再現期間が近年の方が短い

3. 治水利水施設(堤防)の現状と課題

大垣市荒川の洗堰



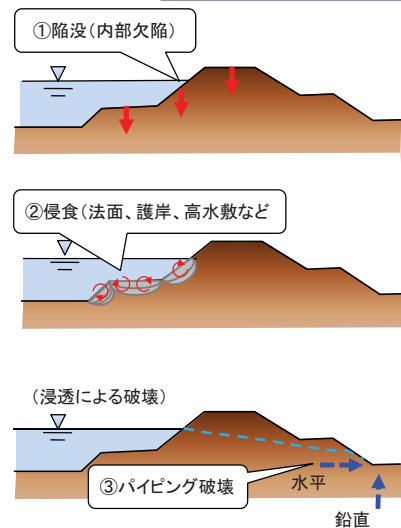
13

1) 治水利水施設の特性

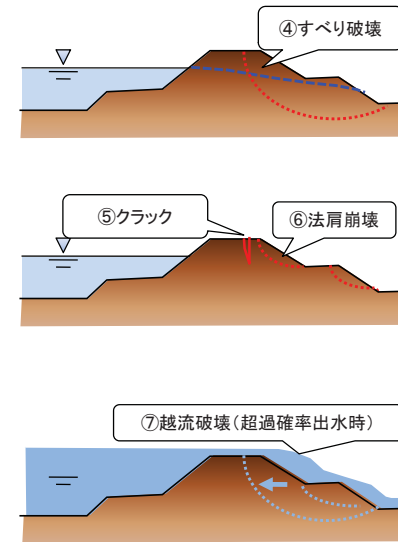
	主な目的	建設年代	立地	設計外力（水位・水圧と地震力）
ため池	灌漑	太古から (築造後100年経過が70%に達す)	山間、丘陵地等	設計洪水流量には20%安全度を見込む。 地震直後に所定の水位まで1日で放出計画。 均一型、ゾーン型、表面遮水型、堤体グラウト型
河川堤防	治水	戦国時代～	種々あり	HWL(計画高水位、既往最大を基に)。 地震力は通常の水位を維持できるよう考慮。 築堤履歴により千差万別
フィルダム	利水・発電	1940以降	岩盤主体	常時満水位、サーチャージ水位、設計洪水位。 サーチャージ水位と地震力を同時に考慮。 均一型、ゾーン型、表面遮水壁型 :3種

14

2) 堤防の破壊形態



15

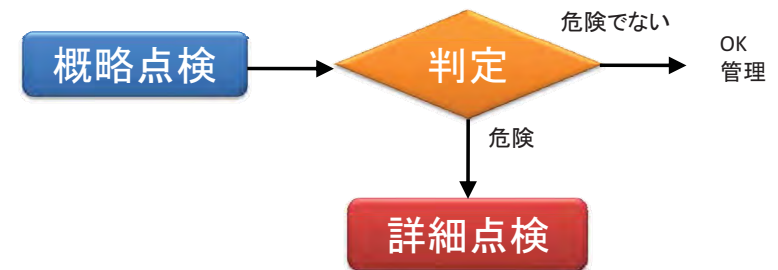


16

3)現状の堤防の評価方法 (概略点検・詳細点検)

平成14年7月:「河川堤防設計指針」

既往の堤防に対する安全性照査



17

18

概略点検

1. 要因にもとづく評価

(1) 土質条件による評価					(2) 外力条件による評価						
基礎地盤 の 土 質	要注意 地 形	堤体の土質			高 水 位 継続時間 t(hr)	平均動水勾配 i					
		粘土質	砂質	礫質		0.10 未 満	0.10 ~ 0.15	0.15 ~ 0.20	0.20 ~ 0.25	0.25 ~ 0.30	0.30 以 上
粘土質	なし	a	c	b	t<24	a	a	b	b	c	d
砂質 または 礫質	あり	b	d	c	24≦t<48	a	b	b	c	d	d
	なし	b	c	b	48≦t	b	c	c	d	d	d
あり	c	d	c								

(3) 要因にとづく評価ランク					
		(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

平均動水勾配の範囲

$h/D < 0.10$

$0.10 \leq h/D < 0.15$

$0.15 \leq h/D < 0.20$

$0.20 \leq h/D < 0.25$

$0.25 \leq h/D < 0.30$

$0.30 \leq h/D$

(3) 要因にとづく評価ランク					
		(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

(3) 要因にとづく評価ランク					
		(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

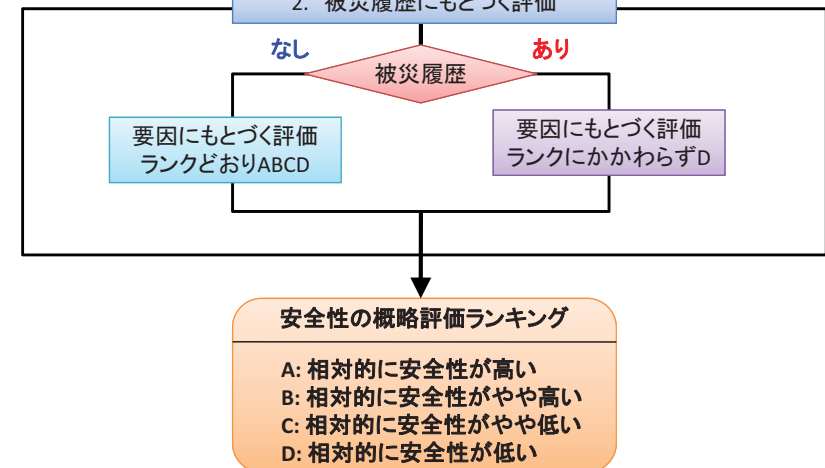
安全 ⇔ 危険

A B C D

19

19

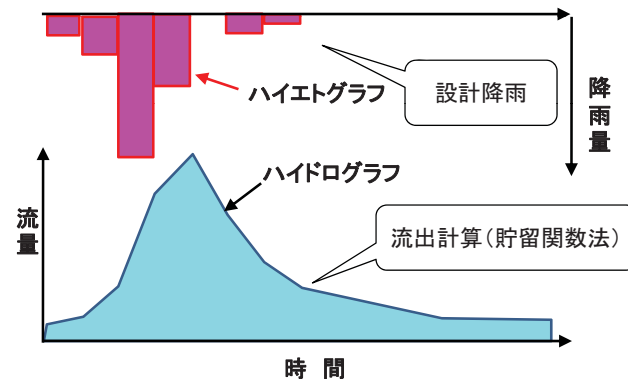
2. 被災履歴にもとづく評価



20

安全性照査における設計外力

- 1) 流量の時間変化(洪水波形・ハイドログラフ)
- 2) 降雨の時間的変化(ハイトグラフ)



21

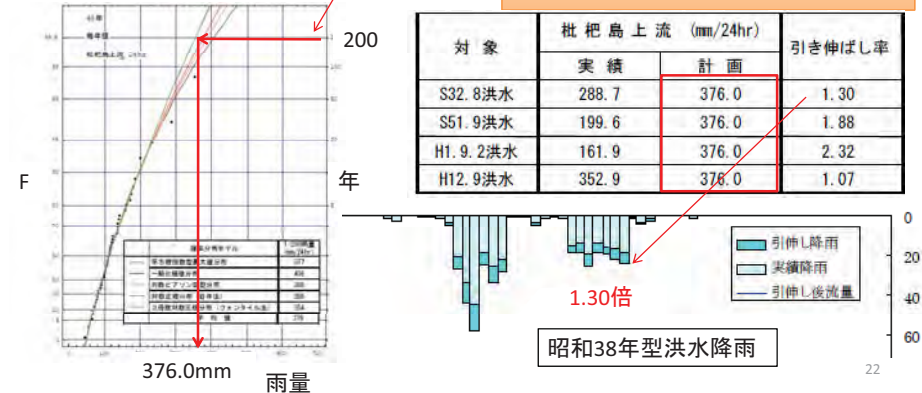
設計降雨の決め方

河川の重要度 計画の規模(対象降雨の降雨量の超過確率年)*

A 級	200 以上
B 級	100~200
C 級	50~100
D 級	10~50

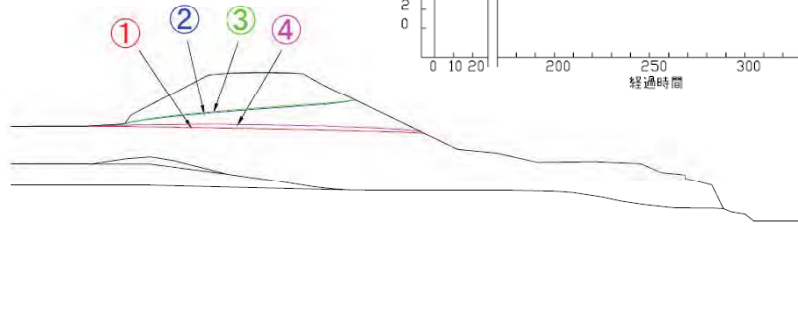
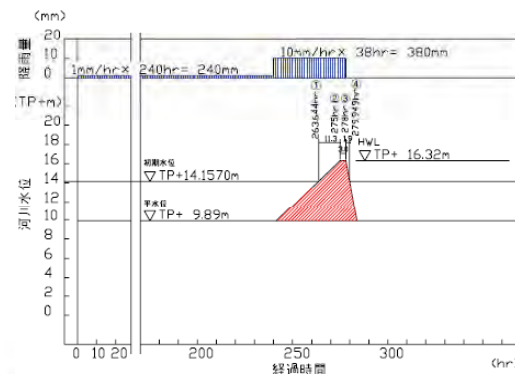
対象降雨の規模と実績降雨を比較して

⇒実績降雨の引き伸ばしにより設計降雨が決定される。



22

浸透流解析



23

詳細点検

浸透に対する照査

①すべり破壊に対する安全性

- a. 裏のりすべり破壊に対する安全性

$$F_s \geq 1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2$$

α_1 : 築堤履歴の複雑さに対する割増係数

α_2 : 基礎地盤の複雑さに対する割増係数

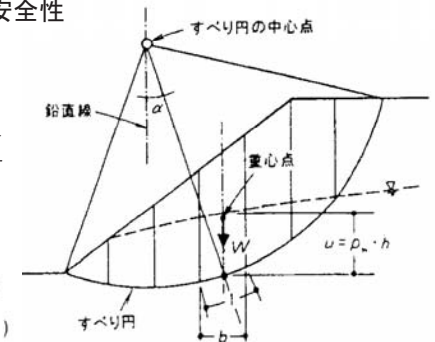
- b. 裏のりすべり破壊に対する安全性

$$F_s \geq 1.0$$

透水係数と強度定数の推定・評価が重要

$$F_s = \frac{\sum \{cl + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \sin \alpha}$$

ここに、
 F_s : 安全率
 u : すべり面の間隙水圧 (tf/m²)
 W : 分割片の重量 (tf)
 c : すべり面に沿う土の粘着力 (tf/m²)
 l : 円弧の長さ (m)
 ϕ : すべり面に沿う土の内部摩擦角 (°)
 b : 分割片の幅 (m)



24

詳細点検

浸透に対する照査

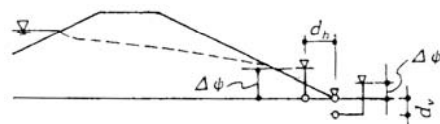
②基礎地盤のパイピングに対する安全率

a. 透水性地盤で堤内地に難透水性の被覆土層がない場合
 $i < 0.5$

i: 裏のり尻近傍の基礎地盤の局所動水勾配の最大値

b. 透水性地盤で堤内地に難透水性の被覆土がある場合
 $G > W$

G: 被覆土の重量、W: 被覆土層基底面に作用する揚圧力



$\Delta\psi$: 全水頭差

d_h : 水平距離

d_v : 鉛直距離

25

土質定数

浸透に対する堤防の安全性確認に必要な土質定数

必要な土質定数		用 途	備 考
飽和透水係数 k_s		非 定 常 浸透流計算	現場および室内での透水試験結果にもとづいて設定する
不 飽 和 浸透特性	比透水係数 $\theta \sim k_r$		体積含水率 θ と比透水係数 k_r (不飽和透水係数/飽和透水係数) の関係、および体積含水率 θ と負の圧力水頭 ψ の関係(水分特性曲線)を示すもので、実際に求める場合には特別な試験が必要で、本手引きでは原則として後出の図 4.3.5 および図 4.3.6 に設定される不飽和浸透特性を利用することとする
	水分特性曲線 $\theta \sim \psi$		
湿潤密度 ρ_t		安 定 計 算	原則として室内試験結果にもとづいて設定する
粘 着 力 c			粘性土については非圧密非排水(UU)条件の三軸圧縮試験または等体積一面せん断試験、砂質土については圧密非排水(CU)条件の三軸圧縮試験または等体積一面せん断試験の結果にもとづいて設定する
内部摩擦角 ϕ			

全応力解析

26

河川堤防は全応力法か有効応力法か？

◆強度定数 c 、 ϕ

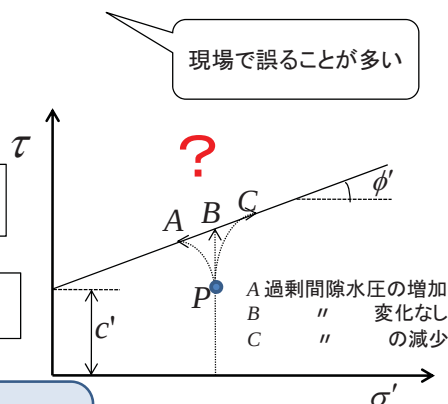
UU試験またはCU試験
 による強度定数を使用

✓堤体に浸透しやすい
 ✓破壊時の過剰間隙水圧の変化不明

過剰間隙水圧の変化が把握できない場合には有効応力法が意味をなさない

【全応力法を実施する意味】

与えられた浸水状態下で、その瞬間に作用している外力に対しての構造物がどれだけの余裕度があるか(安全率)。



せん断時の過剰間隙水圧の変化

27

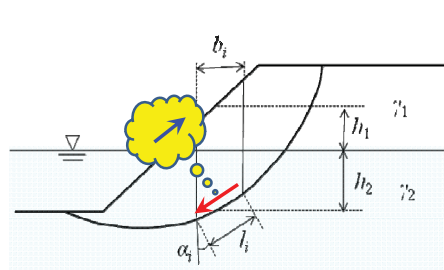
対象施設による安定計算の方法

対象施設	円形すべり安定解析法	強度定数	参考
地すべり防止施設	修正Fellenius法	c 、 ϕ (c' 、 ϕ') 逆算法	日本河川協会編:建設省河川砂防技術基準(案)同解説・計画編[I]、山海堂、pp.198-199、2008.
鉄道盛土・切土のり面	修正Fellenius法	(有効応力法) c' 、 ϕ'	鉄道総合研究所:鉄道構造物設計標準・同解説土構造物、丸善株式会社、p.65-66、p.155,2007.
フィルダム	Fellenius法 ※すべり面が円弧とならない場合? 修正Fellenius法	(原則 有効応力法) c' 、 ϕ'	建設省河川局監修(社)日本河川協会編:建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[I]、技法堂出版、pp.225-228、2008.
河川堤防	修正Fellenius法	(全応力法) c 、 ϕ	国土技術研究センター:河川堤防の構造検討の手引き、pp.48-51、2002.
ため池	修正Fellenius法	(全応力法) c 、 ϕ	日本道路協会:道路橋示方書・同解説V 耐震設計編、2002.
道路盛土のり面	修正Fellenius法	(有効応力法) c' 、 ϕ'	日本道路協会:道路土工のり面工斜面安定工指針、1999.
アンカー工	間隙水圧の取扱いがFellenius法と同じ	c 、 ϕ (c' 、 ϕ')	グランドアンカー技術協会:グランドアンカー工法設計施工指針、森北出版、1996.

28

Fellenius法と修正Fellenius法

スライス底面傾角および正の水圧が大きくなるとスライス底面の有効応力が負の値をとることがある。

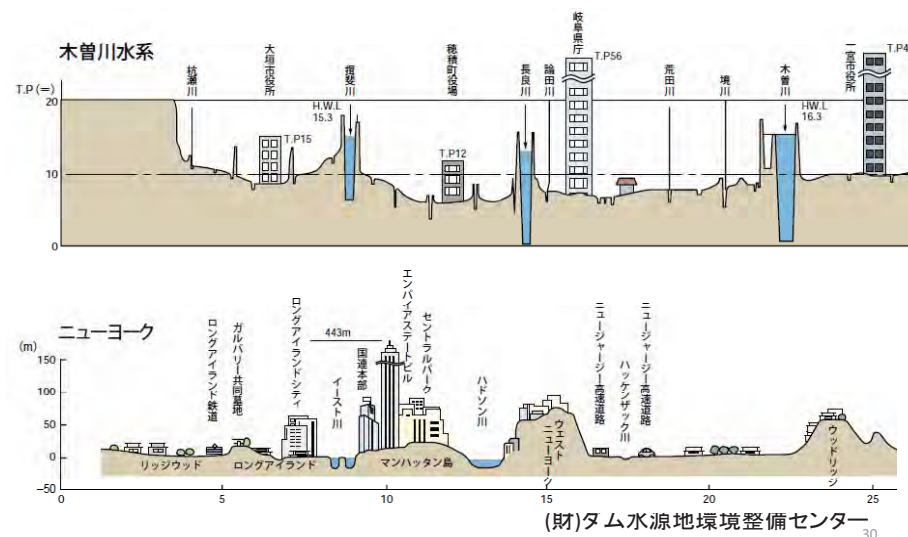


最近発刊の大学・高専で使われている土質力学の教科書でも修正Fellenius法について触れられているものは非常に少ない

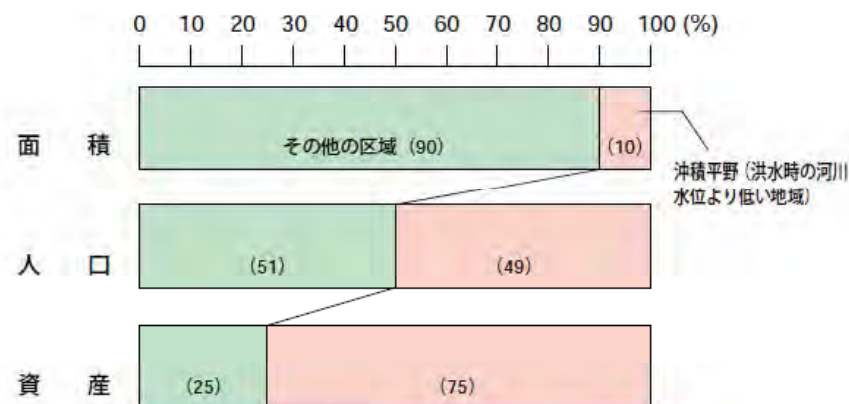
実務では**無理解のまま**修正Fellenius法を使用している場合が多い!!!

29

4)堤防の整備率からみた課題



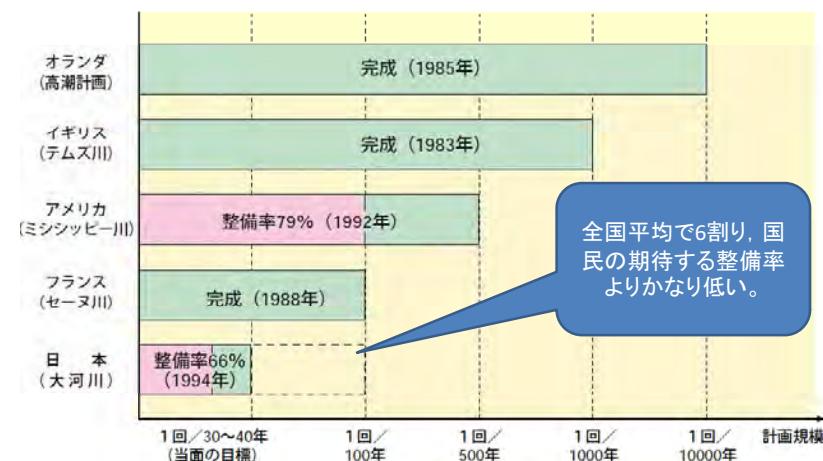
わが国の氾濫区域と非氾濫区域の比較



(財)ダム水源地環境整備センター

31

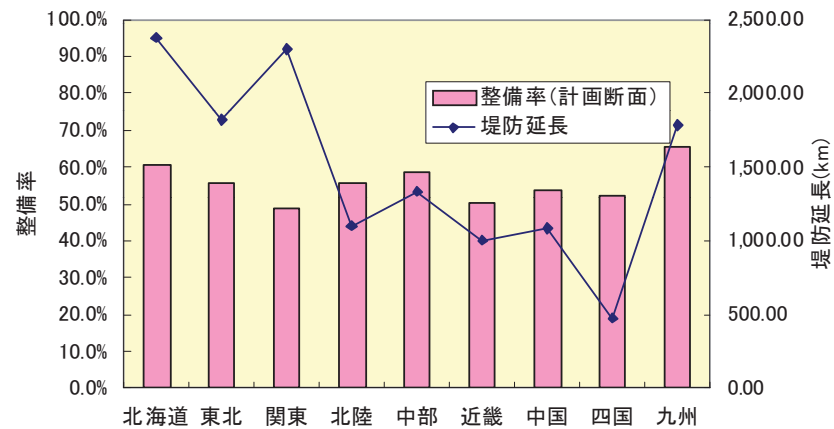
わが国と世界の堤防整備率の比較



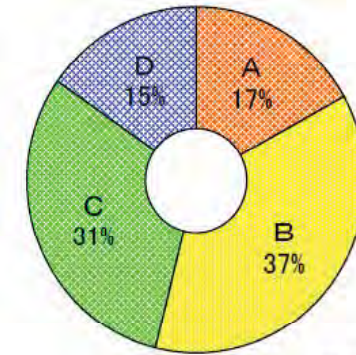
(財)ダム水源地環境整備センター

32

わが国の地方整備局別にみた整備率



33



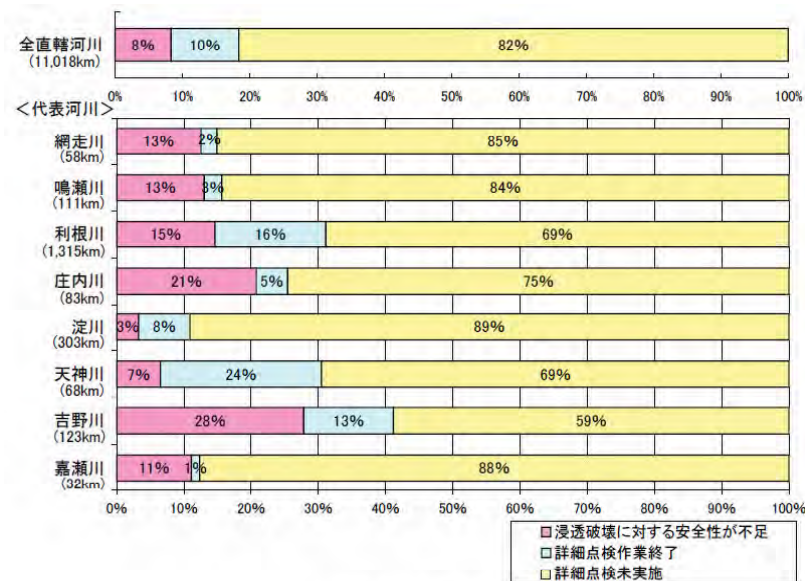
概略点検結果

概略評価

- 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

・国土交通省：河川堤防の詳細点検状況について、参考資料3、河川堤防質的整備技術ガイドライン・・・

34



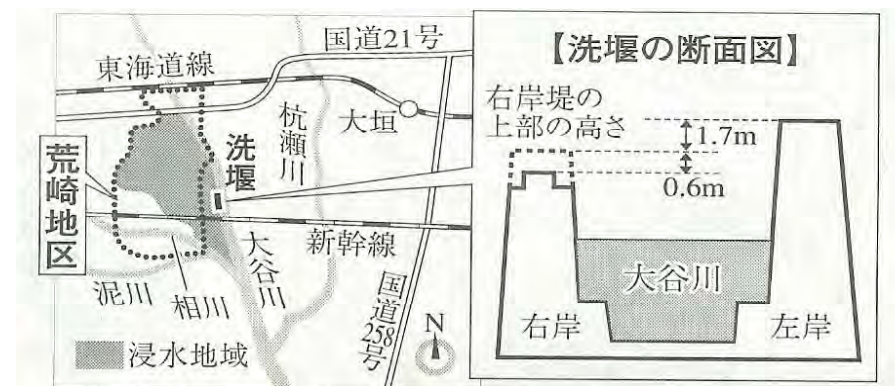
詳細点検の実施状況 (2005年度)

35

大垣市荒川の洗堰



36



中日新聞(2002.7.12)より

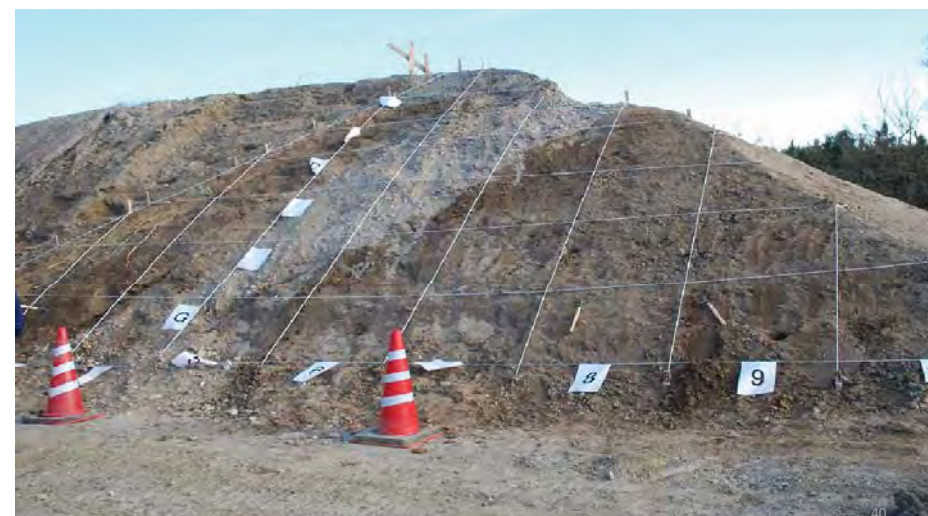
38

荒崎地区をめぐる動き

明治初め	大谷川左岸に築堤。 <u>右岸は無堤で自然に水が流れ込む遊水地</u>
1945～51年	戦後の食糧難で、県営荒川開墾事業として約34㍊を農地に
1954～58年	<u>右岸に堤防が築かれ、洗堰が造られる</u>
1968年	大垣市住宅協会が <u>住宅分譲を開始</u>
1969年	都市計画法施行
1971年	荒崎地区が市街化調整区域に
1972年	岐阜県営荒崎団地建設
1975年	市内全域の土地利用見直しで、県営団地周辺が市街化区域に
1980年	<u>洗堰を60㍊かさ上げ</u>

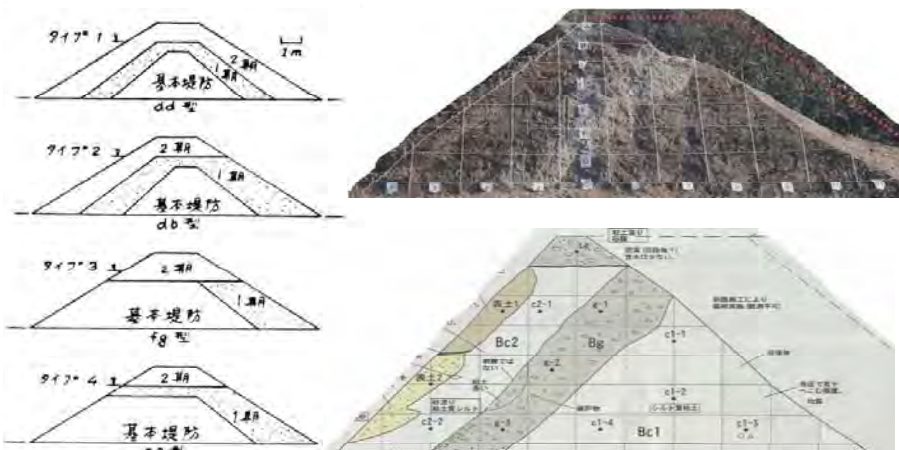
※洗堰築造後の1959年から2002年7月までに計14回の水害が起きている
中日新聞(2002.7.12)より

5)経験の産物から技術の産物へ...



40

堤防土質構成の例



41

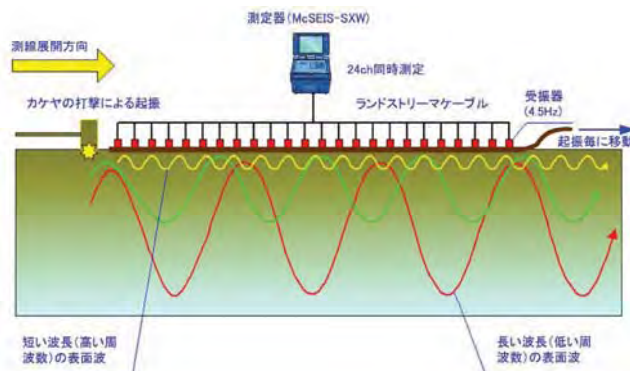
堤防に適用される非破壊調査法

調査法	主たる調査対象	原理
高密度電気探査	堤防および基礎地盤表層の土質構造	土粒子によって電気的性質が異なることを利用し、電流を流し、見かけ比抵抗の変化を計測
浅層反射法弾性波探査	堤防及び基礎地盤表層の土質構造	地表で地震波を発生させ、地下の地質境界での反射波を捉えることで地質状況を把握
連続波レーダー探査	堤防および基礎地盤の土質構造 護岸、構造物下の空洞	電磁波の反射現象を利用しておりレーダー探査と同様であるが、調査深さを改善するために発信パルス波でなく連続波にしたもの
地下レーダー探査	護岸、構造物下の空洞	電磁波の反射現象を利用し、音響インピーダンスの異なる位置で反射した反射波を測定して地下の状態や構造を推定

42

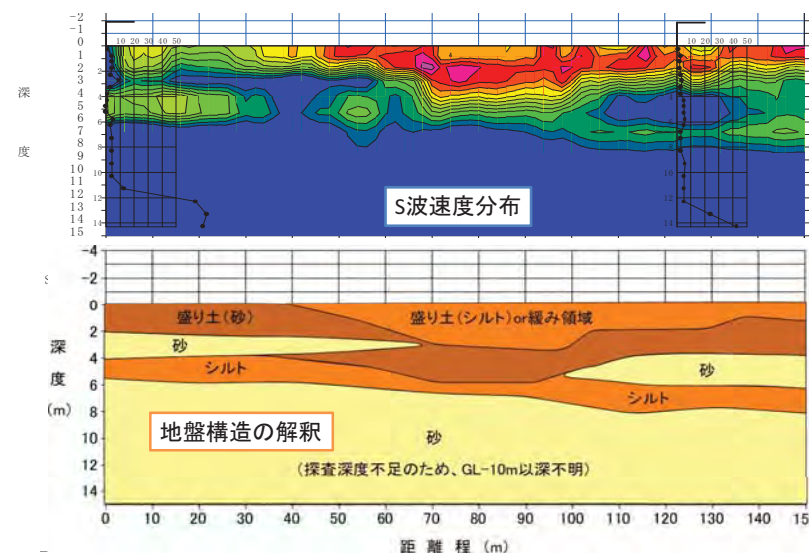
表面波探査の原理

- ◆地表面を打撃すると弾性波が発生し、地中や地表を伝播していく。
- ◆地表面に沿って横方向に伝播する波を表面波と呼ぶ。
- ◆不均質な地盤の表面付近を伝わる表面波は、その波長(周波数)によって伝播速度が異なる。
- ◆表面波の速度はS波速度の0.9~0.95倍程度より地盤のS波速度構造がわかる。
- ◆表面波探査の水平方向の分解能は、おおむね表面波の波長の半分程度。



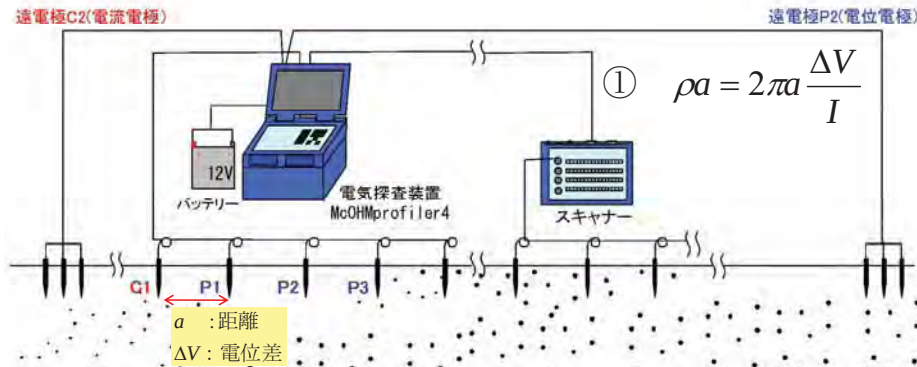
43

高密度表面波探査による非破壊調査



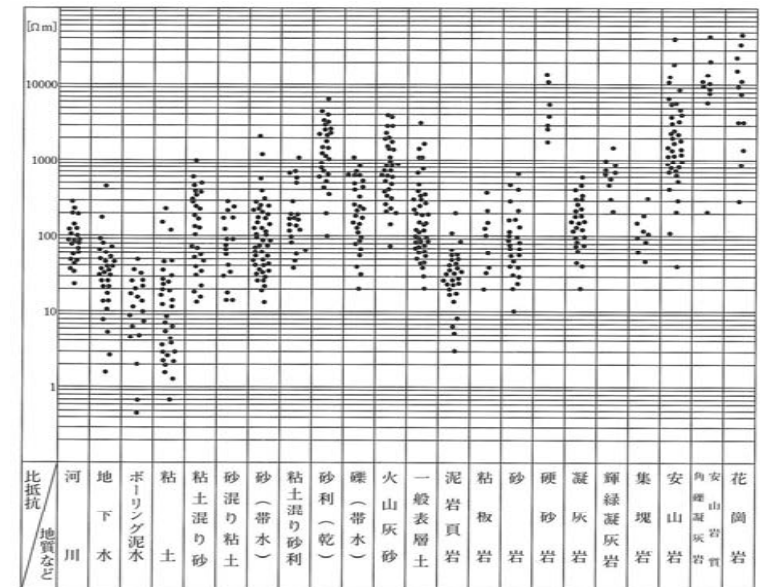
44

電気探査の原理



測線上の電流電極C1と電位電極P1との距離を電極間隔 a とし、電流電極のC1とC2の間に通電した通電電流 I (A) と、測定で得られた電位電極のP1とP2の間の電位差 ΔV (V) より、電極の配置と間隔によって定まる電極配置係数 (二極法の場合 $2\pi a$) を用いて、地盤の見かけ比抵抗値 ρa ($\Omega \cdot m$) を次の①式で求めることができる。

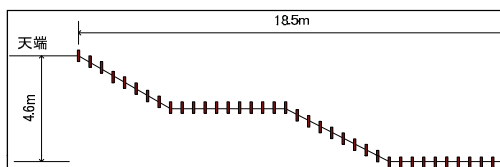
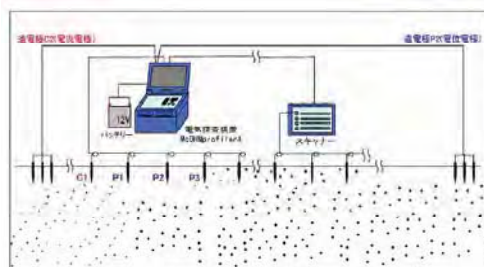
45



主な岩石・土などの比抵抗値 ($\Omega \cdot m$)

※「比抵抗映像法」 島裕雅、梶間和彦、神谷秀樹 (古今書院) より抜粋

電気探査

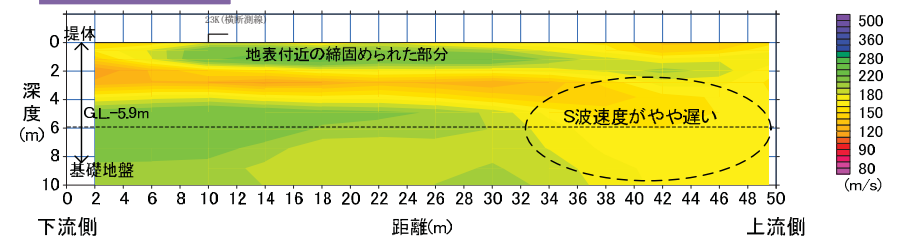


47

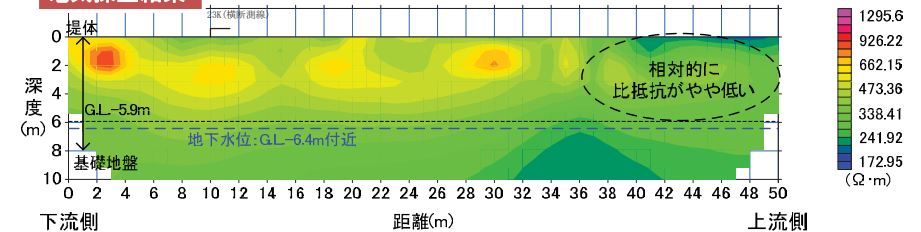
天端測線

庄内川右岸堤防23km

表面波探査結果

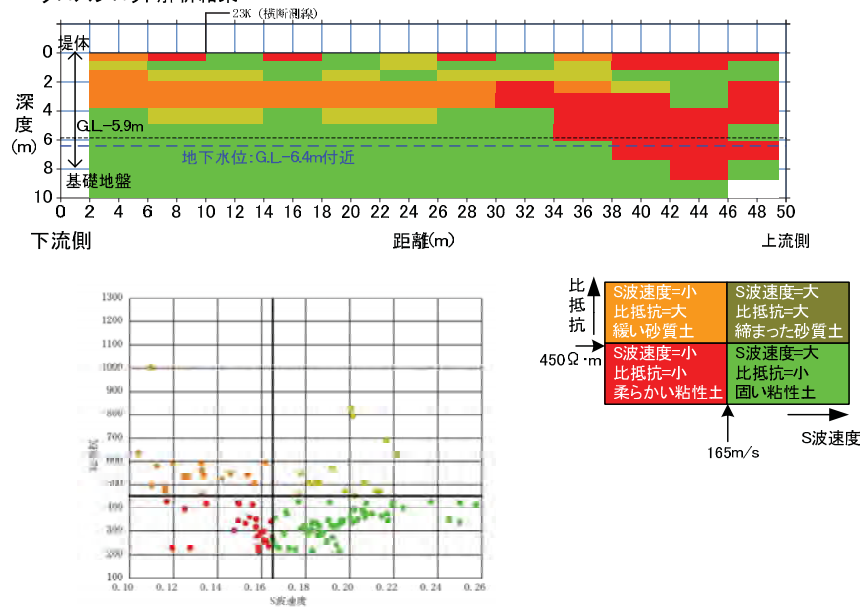


電気探査結果



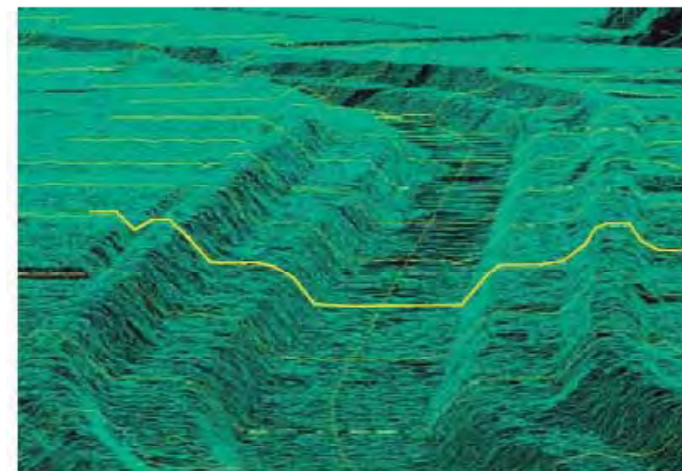
48

クロスプロット解析結果



クロスプロット解析図

49

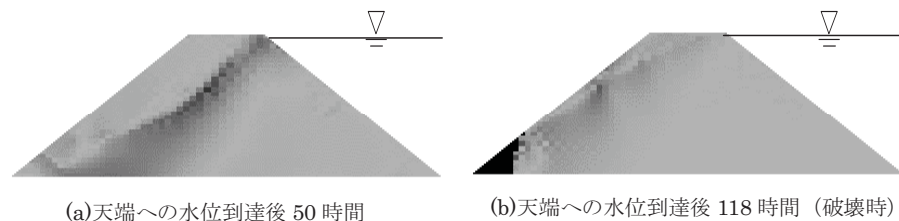


レーザープロファイラーから作成された河道断面

瀬崎智之・二木渉・佐藤利行・羽賀祐資:レーザープロファイラーによる河川整備調査方法及びデータの活用方法, 平成19年度北陸地方整備局管内事業研究会

50

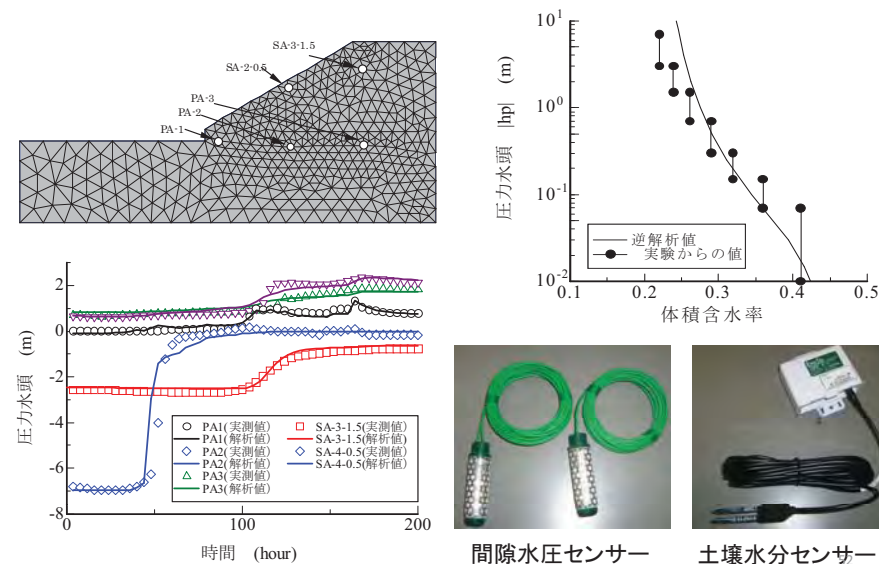
浸透変形の連成解析



浸潤面に沿ってせん断ひずみが発生している様子が分かり, 破壊時には法尻にひずみが集中している

51

観測データから不飽和浸透特性の逆解析



対策工法

◆日本の河川の特徴

- 1) 縦断勾配の大きさ(急流河川と緩流河川)
- 2) 川幅の変動比の大きさ(急激な川幅の変化)

急流河川

水制、根固め工、護岸、
霞堤、縦工(河道砂州部に堤体を守るよう縦列に施工)
巨石盛土(高水敷部)や前腹付け工の試験施工

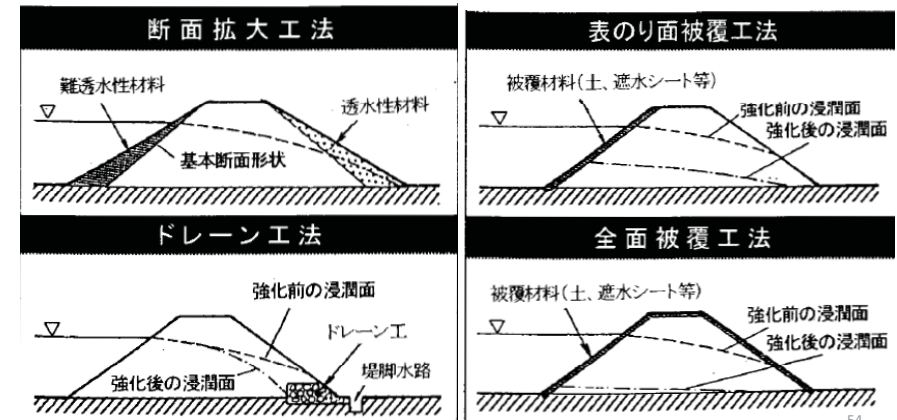
緩流河川

表法面被覆(遮水工法)、天端舗装、浸透制御シート、
裏法尻ドレーン工、

53

浸透に対する強化工法

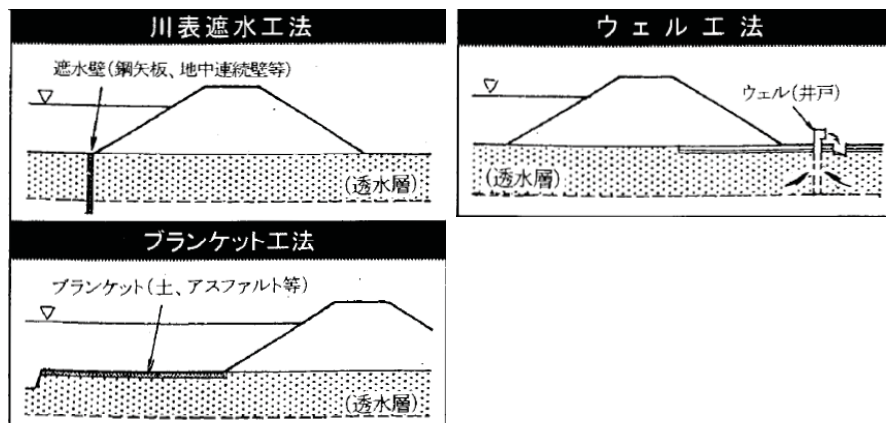
堤体を対象とした強化工法



54

浸透に対する強化工法

基礎地盤を対象とした強化工法



55

—地盤工学からの提言—

「治水利水構造物」 河川堤防のみ

56

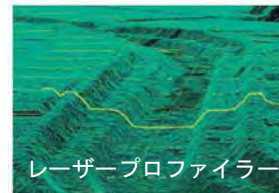
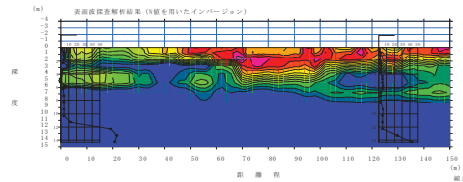
2.1 「治水利水施設」 共通の提言 p.22

提言2.1-1(治水制御機能に関する弱部の正確な同定)

技術者・研究者

治水施設の治水制御性能に関する弱部を非破壊で正確に見出せる調査法の開発が必要である。

- ✓ 築堤年代・履歴が不明
- ✓ 内部構造が不明



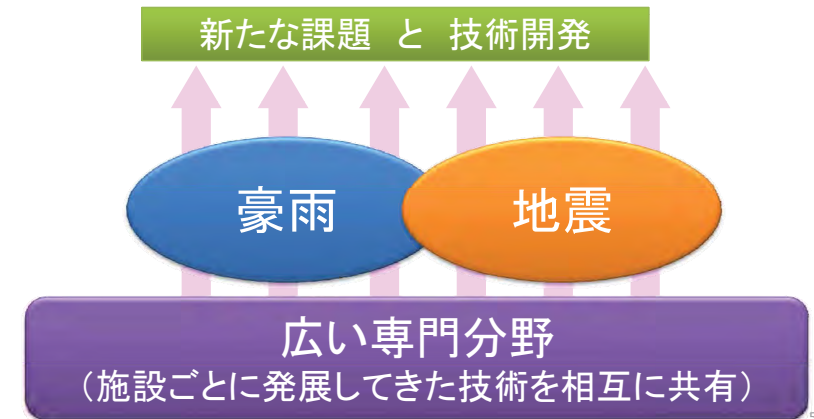
57

2.1 「治水利水施設」 共通の提言 p.22

提言2.1-2(新たな技術開発)

行政・技術者・研究者

豪雨・地震に関する広い専門分野からみた新たな課題の発掘と技術開発(戦略)が必要である。



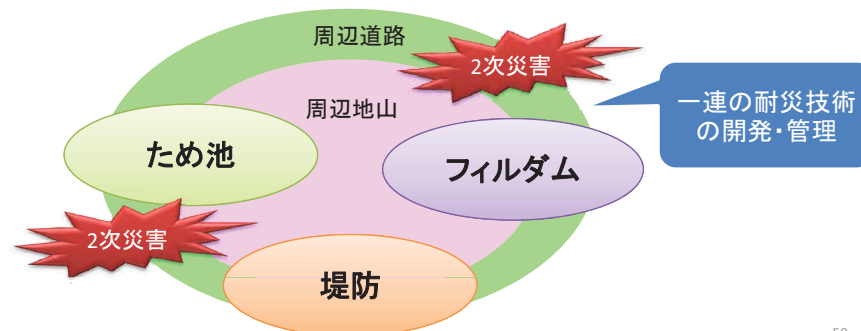
58

2.1 「治水利水施設」 共通の提言 p.22

提言2.1-3(連鎖被災の可能性評価と予防保全)

行政・技術者・研究者

施設被災が連鎖的に他に拡大する可能性を評価し、施設ごとに異なる地形等の諸条件を考慮した予防保全に配慮が必要である。



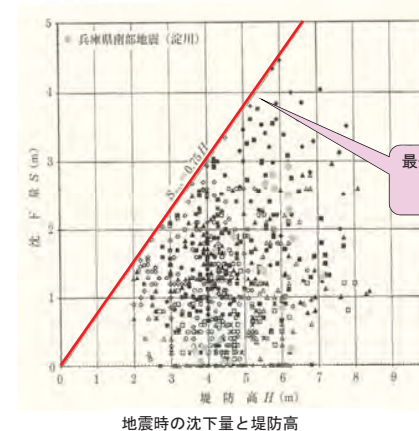
59

2.3 河川堤防の提言 p.25

提言2.2.3-1(耐震性能の評価)

行政・技術者・研究者

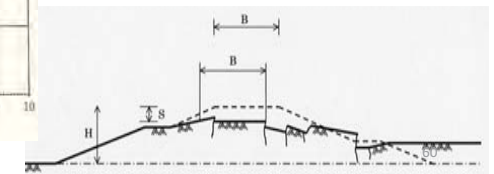
従来型の安定計算手法の土台になっている土の力学の持つ限界(枠組み)と真摯に向き合うとともに、盛土変形に及ぼす初期条件・境界条件の影響の解明に向けた努力が望まれる。



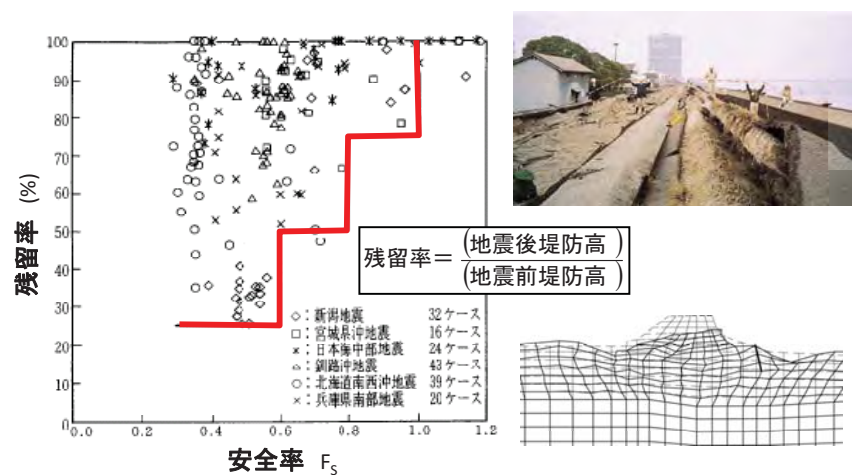
地震時の沈下量と堤防高



アサヒグラフより



現在：堤防の耐震性は地震後の天端高さと評価されている
 ⇒堤体内に生じるひずみや亀裂、地震後の洪水防御機能を適切に評価できていない



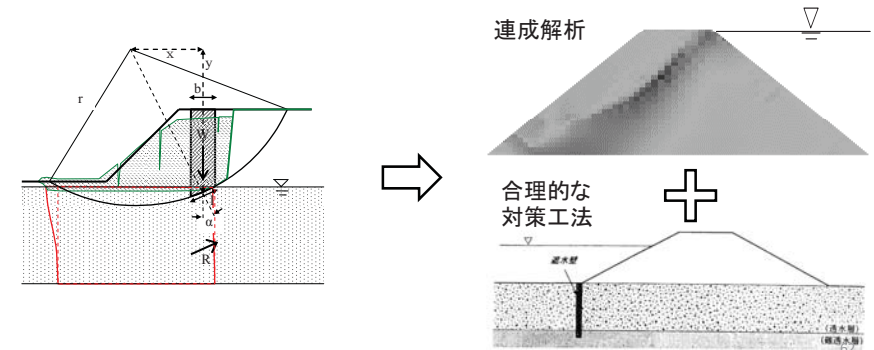
61

2.3 河川堤防の提言 p.26

提言2.2.3-2(洪水制御性能の評価)

行政・技術者・研究者

洪水制御という機能を果たすべき堤防に必要な性能設計は、破壊規模(モード)と共に破壊の進行性に応じた解析が可能な連成数値計算法を活用する努力をすべきで、ライフサイクルコストの縮減を実現し、維持可能な部分的破壊と区別すべき決定的な全般破壊に対する対策工法の合理的な究明に連動させていくべきである。

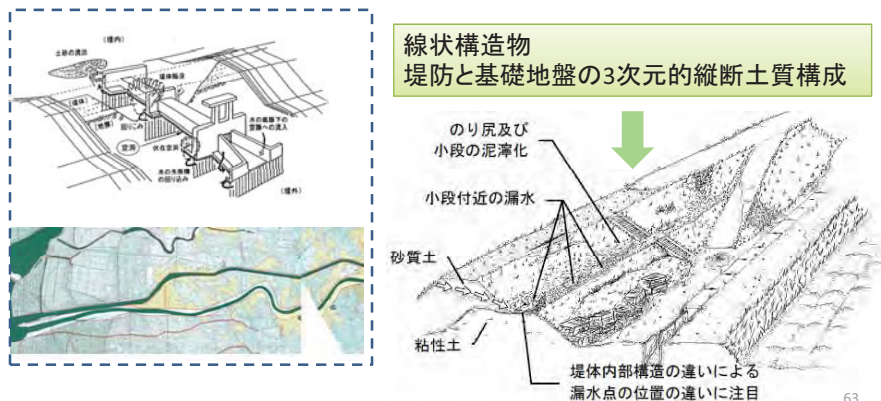


2.3 河川堤防の提言 p.26

提言2.2.3-3(付帯構造物との接合部を含めた弱部発見法の高度化)

技術者・研究者

初期の施工不良のほかに付帯構造物との接触部、把握しきれない縦横断的なものや構造的な弱部を非破壊で効率的に見出す調査・評価法が必要不可欠である。



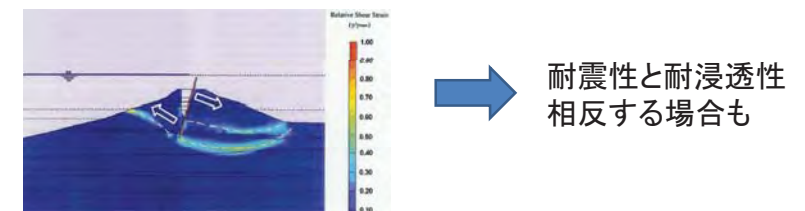
63

2.3 河川堤防の提言 p.27

提言2.2.3-4(地震と豪雨の総合評価と対策工法)

技術者・研究者

地震と豪雨に対して総合的に評価し、適正な対策工法が不可欠である。



- ✓対策工の両者に対する効果を総合して判断する技術能力が必要
- ✓段階的に強化できる最善の技術手法が常に吟味する姿勢が必要
- ✓開発工法の試験施工が可能な場所の提供と効果の第三者による評価システムの確立が必要

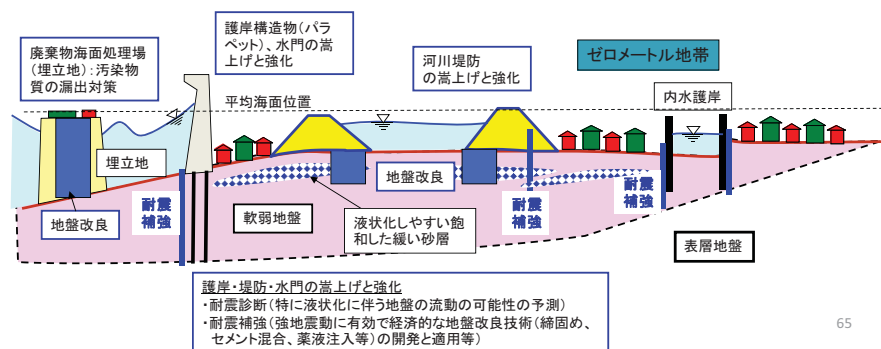
64

2.3 河川堤防の提言 p.27

提言2.2.3-5(災害リスクに基づく堤防管理体制)

行政

自然環境変化や地域社会の発展と共に増大する災害リスクを把握し国民に周知するとともに、河川堤防が必要な施設機能を果たし得るように、**堤防管理体制の整備を図る必要がある。**



65

—地盤工学からの提言—

「治水利水構造物」(ため池・フィルダム・堤防)
「切土・盛土および自然斜面」
「その他社会基盤施設等」

66

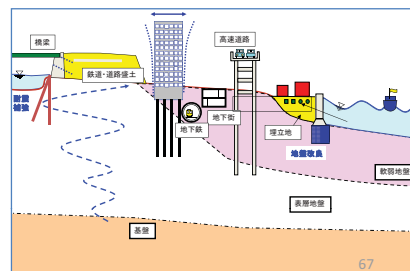
提言1.1(地盤災害の重要性の認識)P.12

自然現象である地震と豪雨を誘因とする地盤災害は古来から多数あったが、地盤災害が社会に与える影響は近年ますます重要になっている。

この事実は、地盤工学の専門家とともに社会全体が認識する必要がある、地盤工学の専門家とその全国組織である地盤工学会はそのために努力する必要がある。

例)要因が複合した地盤災害:

- 都市部での沖積粘性土地盤の著しい地盤沈下による**ゼロメートル地帯**
- 地球温暖化による恒常的な海面上昇、**集中豪雨の頻発、巨大台風**による高潮の危険性
- 地震による堤防沈下
⇒浸水被害の拡大



67

提言1.2(既存の社会基盤施設、住宅・建物および自然斜面・地盤の地盤災害に対する耐震診断と耐震補強)P. 14

既存の様々な旧技術で建設され維持管理されてきた社会基盤施設、住宅・建物および社会に関係する自然斜面・地盤の地盤災害に対する**耐震診断と耐震補強**を、必要に応じて実施すべきである。また、その実施が容易になる条件をできるだけ整えるべきである。

社会基盤施設、住宅・建物および自然斜面・地盤

その時代社会の必要・社会の経済的・技術的能力に応じて建設され利用

大多数は、盛土・擁壁・切土斜面等で構成

社会が要求する安全性のレベルが高くなってきた
(例、既存の宅地造成盛土)

設計、建設、維持管理とともに、
耐震診断と耐震補強の技術は着実に向上

68

既存の旧技術で建設され維持・管理されてきた社会基盤施設と住宅・建物



今日の技術と社会の要求レベルから見て地盤災害に対する安全性は不十分となっている
(いわゆる、**既存不適格施設**の課題)。

耐災診断 + **耐災補強** の必要性

上記の実現のためには、

- ・地盤工学の研究者・技術者などの専門家が技術的な努力
- ・社会的に広く認識してもらう
- ・行政機関等の社会基盤施設管理機関が適切に対処
- ・社会全体がこの事実を広く認識し必要な協力と費用負担

69

提言1.3(地盤災害を受けた土構造物の本格復旧における強化復旧) P.14

地震や豪雨・洪水等で被災して機能を失った土構造物は、できるだけ早急な機能の復旧とともに、必要に応じて構造的に強化して復旧することに努める必要がある。



東名高速道路、吉田IC～相良牧之原IC間の
牧之原SA付近での盛土のり面の崩落

⇒機能は速やかに原状復旧

70

提言1.4(地震と豪雨・洪水による地盤災害に対する総合的対策) P.15

地震と豪雨・洪水による地盤災害に効果的に対処するためには、地震と豪雨・洪水のそれぞれを対象にした対策だけではなく、できるだけ両者を総合的に考慮した対策が必要である。

地震前、地震中の豪雨 ⇒ 地震による被害の拡大
地震後の豪雨・洪水 ⇒ 豪雨・洪水による被害の拡大

ダブル
ハザード

- 地震と豪雨・洪水の両者に対して効果的な設計法と構造形式を研究開発し採用する必要がある。

- 両者による地盤災害の対策を総合的に考慮して設計・施工・管理すれば、費用に対する効果(費用対効果)が大きくなり、その対策工法が採用しやすくなる。

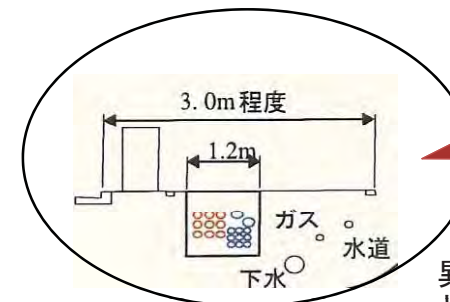


2004年の新潟県中越地震・発生直前に台風23号

71

提言1.5(異なる管理機関の間の地盤災害対策の調整と整合) P.16

地盤災害の社会に対する影響を総体として減少させるためには、それぞれの社会基盤施設に関係する異なる管理機関の調査・設計・施工・維持管理・復旧等の耐災・減災対策を調整し、長期的に見て整合させる方向に向かう必要がある。



異なる管理機関での
要求性能が異なる

異なる施設管理者の間での調整
と整合の必要あり

72

提言1.6(地盤災害対策のための地盤工学の発展)P.16

地盤災害を防ぎ減少させるために、地盤工学における調査・設計・施工および維持管理等の様々な分野で、技術レベルを向上させる必要がある。

- ・地盤災害の実態とその社会的影響度の正確な評価,
- ・対象とする地盤災害のメカニズムの正確な理解,
- ・防災・減災・維持管理・保全の対策を将来に亘って適切に推進するための技術的課題の整理,
- ・必要な技術的開発とその適用

が必要。

地盤工学の専門家と地盤工学会は、上記の項目の発展に貢献する必要がある。

73

提言1.7(防災的な措置とともに減災的な地盤災害対策の実施)P.19

地盤被害を有効に防ぐためには、防災的な措置だけではなく、減災に対する方策の実施が必要である。

社会基盤構造物の被災可能性地域からの回避

リアルタイム予測に基づくリスク認知と避難システム

崩壊時の的確な緊急処置と二次災害に対する対応

過災害の特徴・予兆など災害文化に関する教育・啓発

74

提言1.8(地盤防災・減災のための異なる学問・技術分野の協働)P.19

安心・安全な社会の構築を目指した有効な地盤防災・減災を達成するためには、地盤工学以外の異なる学問・技術分野との協働が必要である。



75

提言1.9(地盤災害を防ぐための社会的な広報・教育活動)P.20

地盤防災・減災を達成するためには、地盤工学の専門家とその全国的な組織である地盤工学会は、地盤災害の重要性を広く認識してもらい、地盤災害を防ぐための地盤技術を広めるための社会的な広報・教育活動を積極的に行う必要がある。

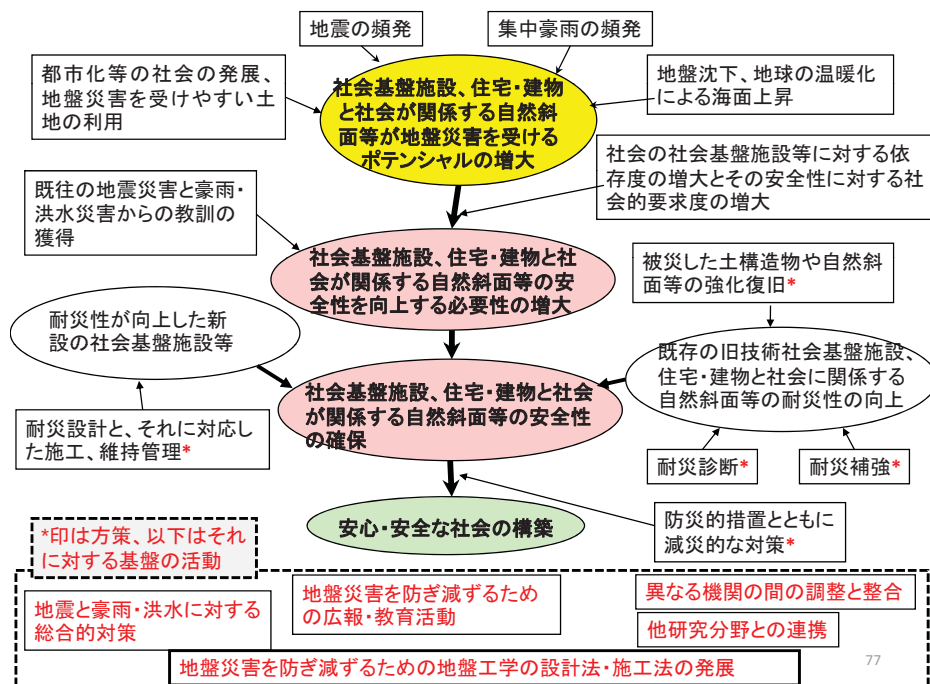


・地盤技術と知識の普及

・防災への必要な投資を行うことが合理的

市民・社会一般に
わかりやすく説明する努力が必要

76



地盤災害を防ぎ減ずるための地盤工学の設計法・施工法の発展

- ・既往の地盤災害のメカニズムの究明の努力の継続
- ・耐災補強すべき場所を見い出すための耐災診断技術の精度の向上:
- ・地盤情報、既設社会基盤施設と住宅・建物に関する情報に関するデータベースの整備と公開:
- ・地盤災害に関連した新設社会基盤施設と住宅・建物の耐災設計法・施工法と既設社会基盤施設と住宅・建物の耐災強化法の進展:
- ・上記の目的を達成するために、地盤工学会の積極的な関与

78

2.2 フィルダムの提言 p.24

提言2.2.2-1(管理体制の確立による技術の伝承)

行政・技術者

ダム of 適切な管理体制を確立して平常時および災害時の状態を連続的に監視するとともに、若手技術者の育成と関連知識の継承・普及をはかる必要がある。

災害時だけを見ても本当のことは分からない

フィルダム技術者だけでなく、
若手技術者を育てるため(若手技術者が育つために)の必須条件・・・

79

おわりに

地盤災害は進化し、地盤工学も進歩。
地盤災害防止は A Never-Ending Story!

「地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐために—地盤工学からの提言—」
緒言より抜粋

80