

平成24年度
関東地方河川堤防復旧技術等検討フォローアップ委員会
及び統合物理探査検討会 合同委員会資料

4. 統合物理探査手法について			
1) 統合物理探査とは		P	1
2) 統合物理探査の特徴		P	2
3) 統合物理探査の断面解析評価例		P	3
4) 統合物理探査における堤防安全性評価の方法と過程		P	4
5) 通常の堤防と同等の評価する流れ		P	9
6) 統合物理探査の適用事例		P	10
7) 堤防開削調査箇所における統合物理探査の適用と検証		P	13
8) 堤防開削調査箇所における統合物理探査の適用例		P	14
9) 探査区間の設定及び測線配置計画		P	18

注)この資料は、土木研究所提供の資料・データを用い、土木研究所の指導のもとに作成しています
土木研究所の許可なく、データおよび内容を転載または複写等することを禁じます

平成24年 5月 24日
国土交通省 関東地方整備局

4. 統合物理探査手法について

4.1 統合物理探査とは

「統合物理探査」とは、複数の物理探査を実施して異なる物性値断面を求め、既存資料も加味して総合的に解析することにより、堤体と基礎地盤の内部構造と土質特性を推定し、合理的に河川堤防の安全性評価を行なう手法。

※「河川堤防安全性評価のための統合物理探査適用の手引き(案)」
(平成24年3月 土木研究所・物理探査学会編)

1) 統合物理探査の構成技術



利根川下流堤防上でのランドストリーマー表面波探査風景

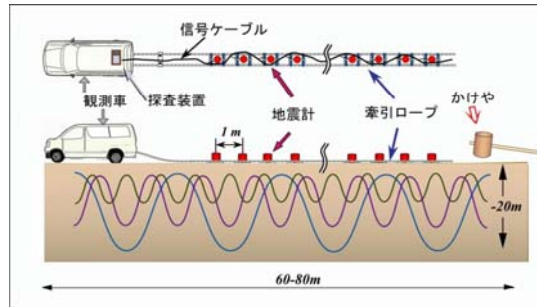


小貝川堤防での牽引式電気探査風景



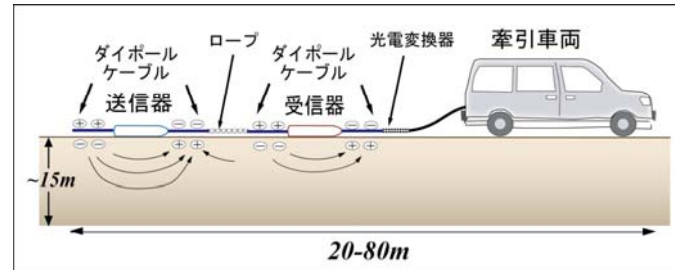
霞ヶ浦堤防でのスリングラム電磁探査風景

ランドストリーマー表面波探査法



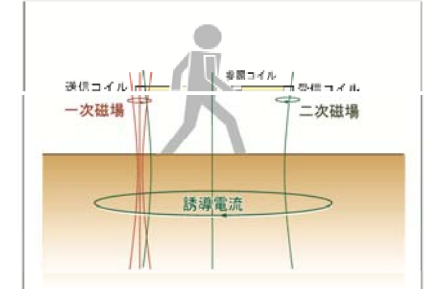
■波長によって伝播する深さが異なり、速度も異なるという表面波の分散特性に基づいて地下のS波速度構造を推定する手法。土研で開発した「ランドストリーマー」を用いることで、作業効率・解析精度が向上し、世界的にも広く利用されるようになった。

牽引式電気探査法



■送信部のダイポールケーブルに正負の交番電荷を与えると、地盤との間にコンデンサーが形成され地盤に電流が流れる。これにより受信部側付近の地盤にも電流が流れるので、受信部のダイポールケーブル区間に電位差が発生する。この電位差から地下の比抵抗分布を求める。

スリングラム電磁探査法



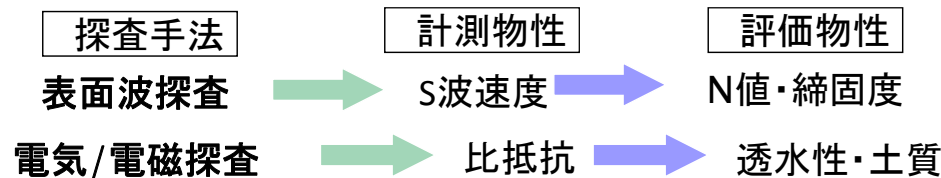
■送信コイルで交流磁場を発生させると地中に誘導電流が流れる。これにより新たに発生した2次磁場の大きさが地盤の導電率の関数となることを利用して地下の比抵抗分布を推定する。

4.2 統合物理探査の特徴

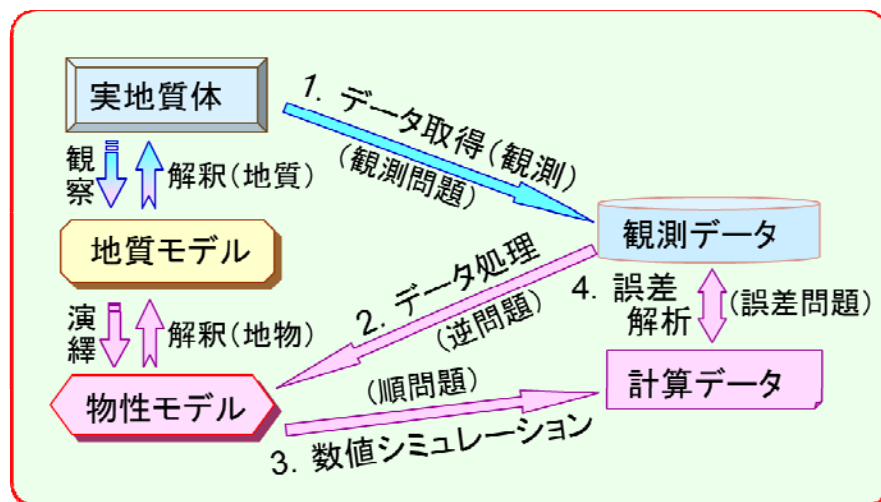
「物理探査」は、非破壊調査・リモートセンシングの一種であり、X線CT、胸部X線撮影装置等を用いた装置診断と同様に、対象物を2次元でイメージングすることができる。河川堤防に対する統合物理探査では、計測物性情報としてS波速度および比抵抗分布を取得し、それらから基礎地盤・堤体の耐浸透機能や耐震機能を評価する。

1) 「統合」の意義と方法

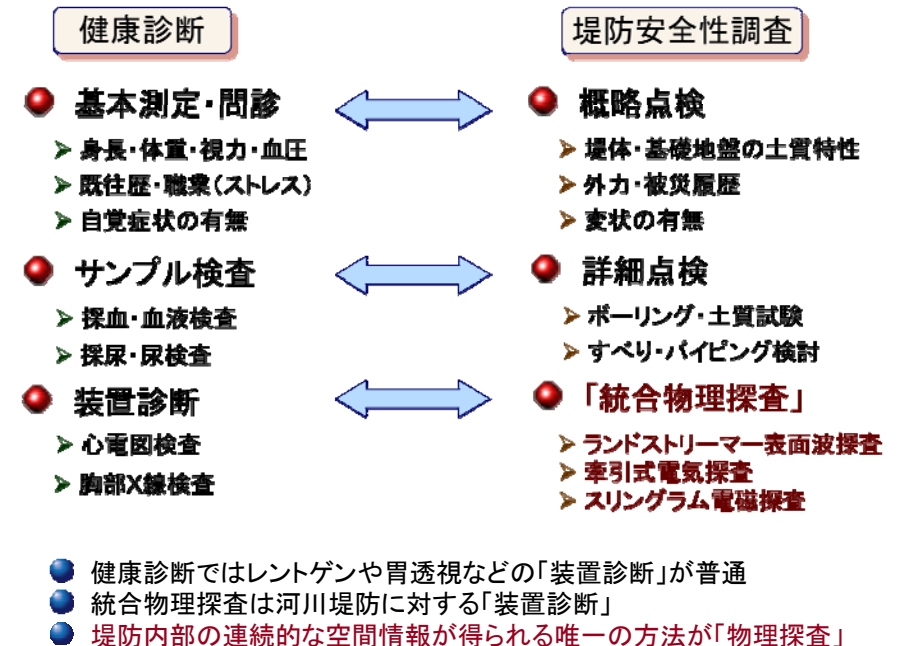
- 組み合わせることで信頼性を高めることができる。
（「合わせ味噌」の極意）
- 異手法を組み合わせることで区別がしやすくなる。
（「1次元」より「2次元」）



2) 物理探査の過程と地質モデル構築過程

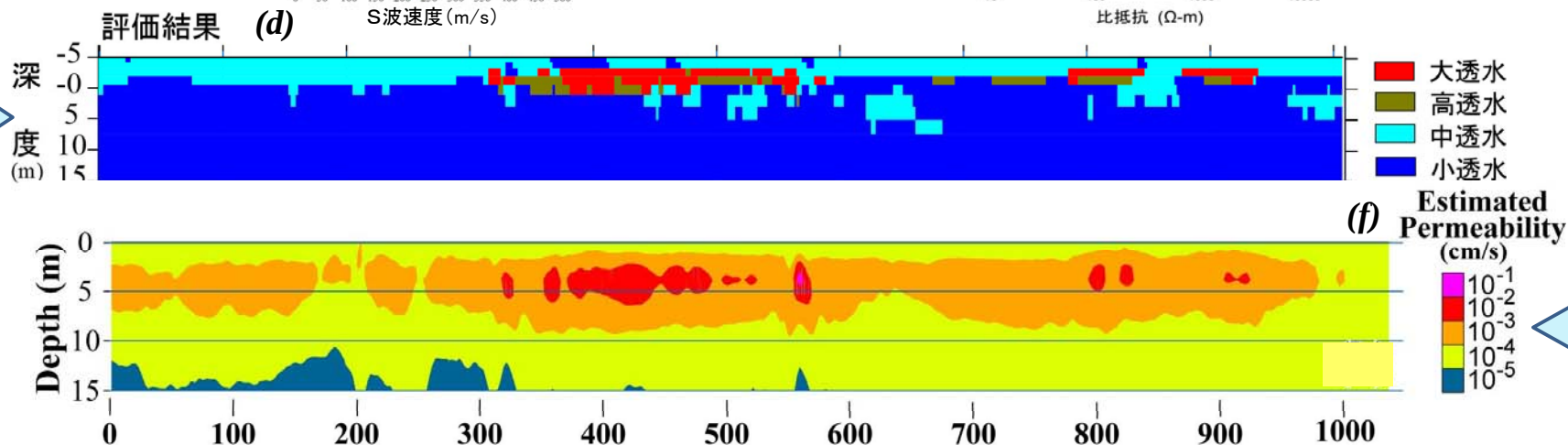
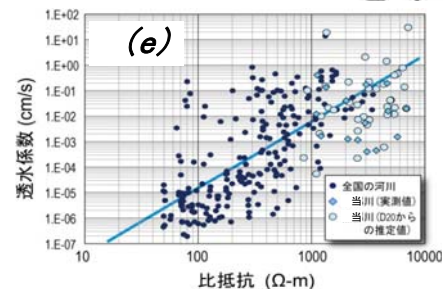
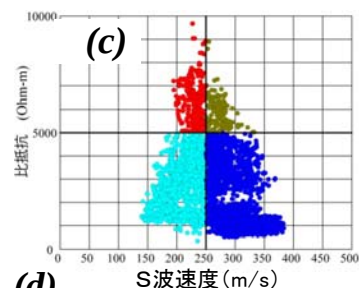
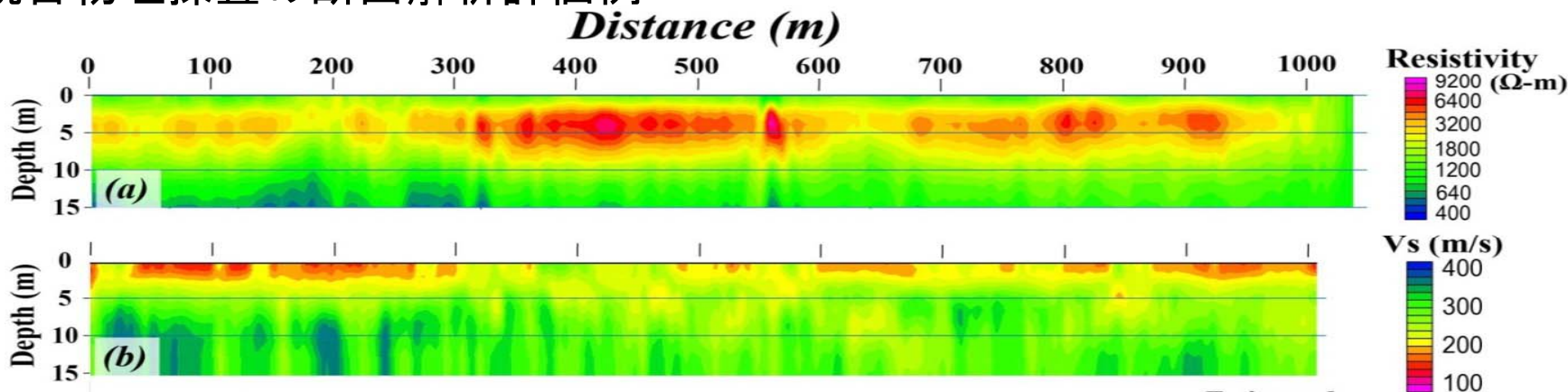


3) 堤防安全性調査における統合物理探査の位置づけ



物理探査の過程は、1)「データ取得」過程、2)「データ処理」過程、3)「数値シミュレーション」過程、および4)「誤差解析」過程からなる。このうち2)～4)の過程を繰り返すことで最適な物性モデルを求める。この物性モデルを基に耐浸透機能や耐震機能を評価した2次元の地質モデルを構築する。これには既往地質調査データの収集解析が不可欠。

4.3 統合物理探査の断面解析評価例



- 測定データを解析してS波速度断面(b)と比抵抗断面(a)を描画
- S波速度と比抵抗との関係をクロスプロット図で解析(c)
- 安全評価断面図の作成(簡易法(d))
- 比抵抗と物性値(浸透特性等)との関係の検討(e)
- 物性(透水性)分布図の描画(f)

※測線距離200m地点で詳細点検が実施され、堤体部の透水係数を 10^{-3} cm/sと仮定した浸透流解析が行われていた。統合物理探査の結果、測線距離400m地点での堤体の透水係数は 10^{-1} cm/sと見積もられ、この値を用いて再計算したところ、のり尻部の局所動水勾配が照査基準値を超えることがわかった。

4.4 統合物理探査における堤防安全性評価の方法と過程

1) 評価方法概要

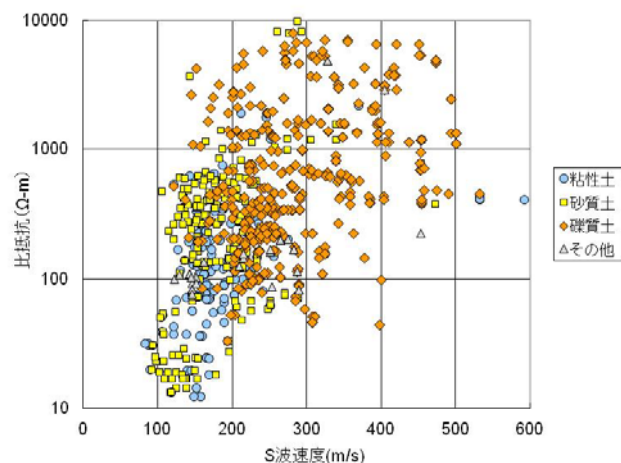
- 統合物理探査によって得られるS波速度と比抵抗値から、評価物理量である耐浸透機能、耐震機能を簡易的および統計的に求め、堤防の健全性を評価する。

2) 簡易評価方法

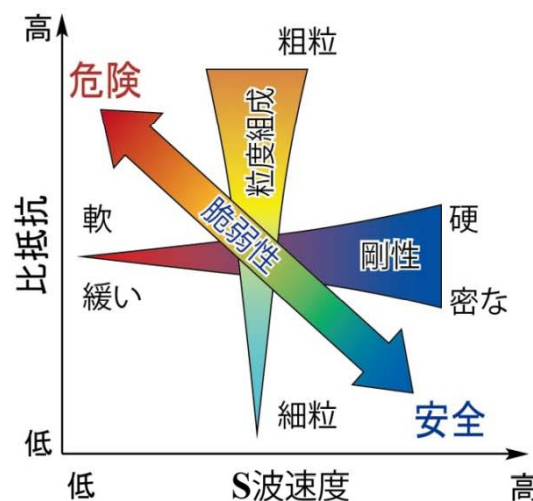
- 簡易評価方法では、評価対象を堤体と基礎地盤とに分け、各々に対するクロスプロット解析結果と既往の統計的解析結果に基づいて経験的に設定したS波速度と比抵抗の基準値を用いて探査区間を区分し、健全性評価断面を作成する。

危険と判定された領域の拡がりや位置、物性値情報と外力を考慮して探査区間の堤防の安全性を評価する。

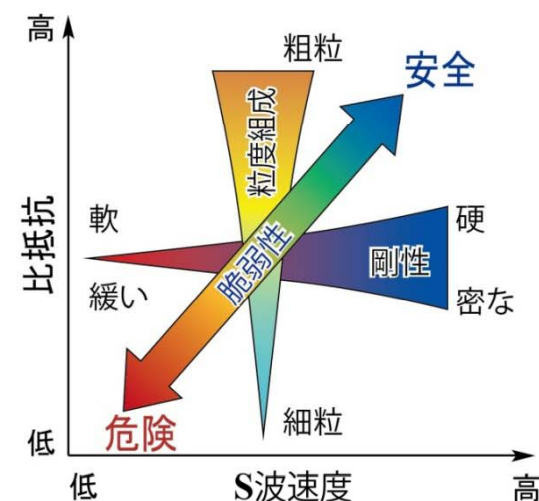
耐浸透機能と耐震機能(変形)とは下図のように異なった区分法を用いるが、基準水位の見直しに関わる安全性評価断面の作成にあたっては、下中の区分を用いることとする。



土質別S波速度と比抵抗との関係
(全国堤防データ)



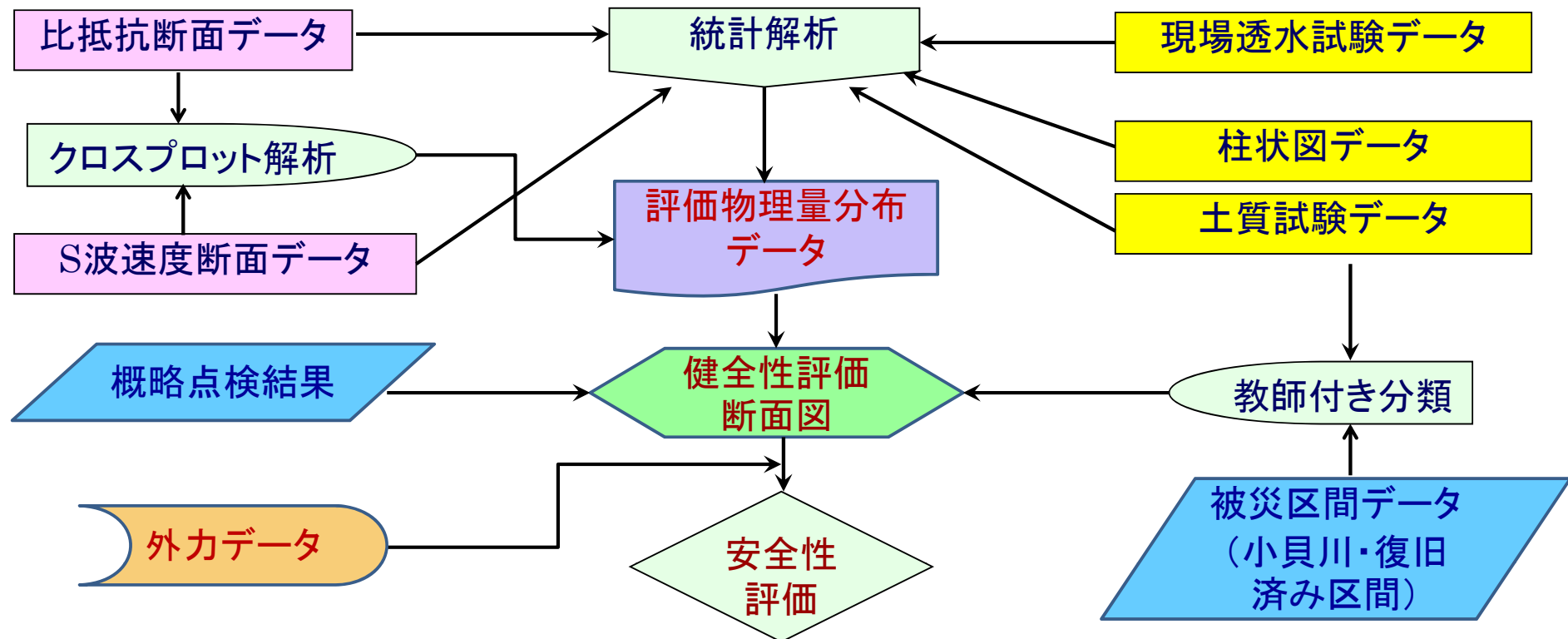
耐浸透機能・耐震機能(液状化)



耐震機能(粘性土層変形)

3) 統計的解析評価方法

- 統合物理探査適用堤防区間の土質試験データ, 現場透水試験データ, 柱状図データ類を収集し, 探査結果であるS波速度および比抵抗とそれらの物性値との関係を統計的に分析し, 計測物性値情報(S波速度・比抵抗)から, 耐浸透機能, 耐震機能評価に使用する評価物性値情報(透水係数およびN値, あるいは変形係数)を求める経験式を構築する.
- 次に過去(直近)の被災区間(復旧区間を含む)での探査結果を外的基準として教師付き分類を適用し, 土質区分, 粒度特性, 透水試験データ等を示標として統合物理探査実施区間のみならず, 統合物理探査未実施区間, 他河川堤防の安全性を評価する.



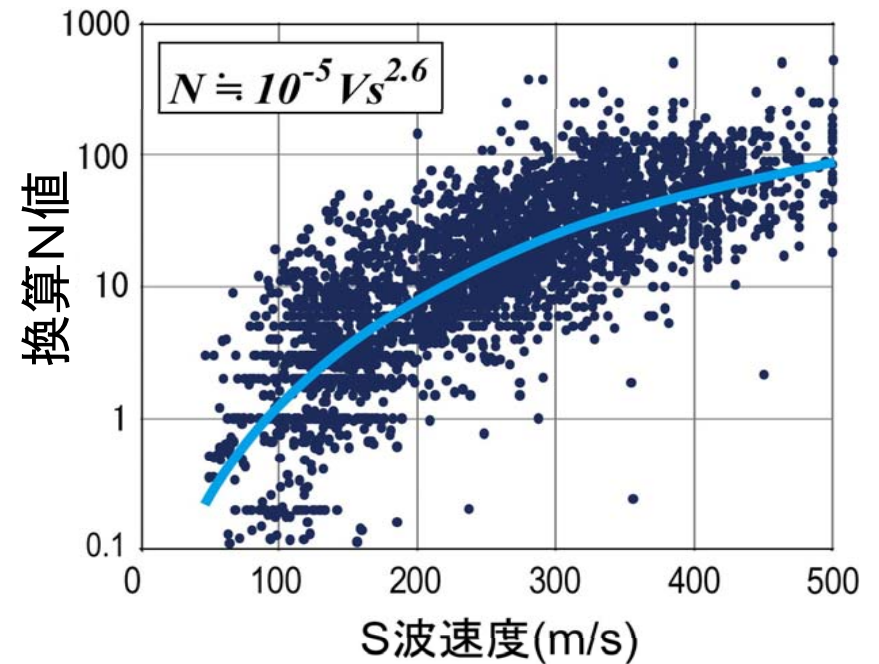
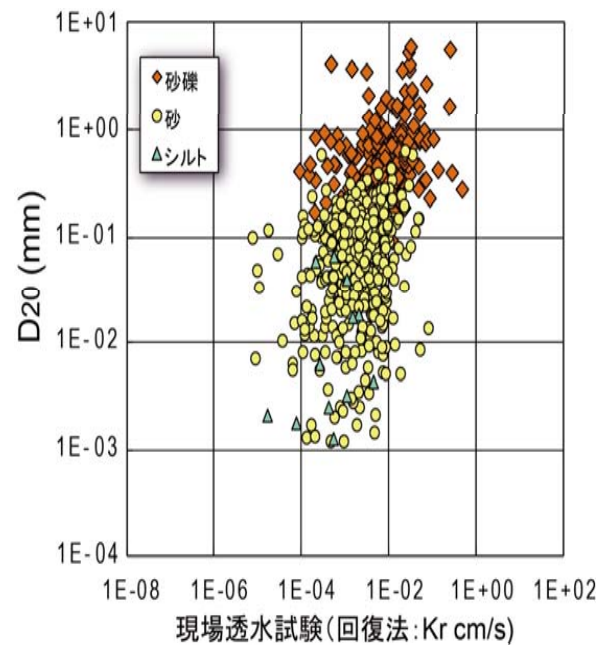
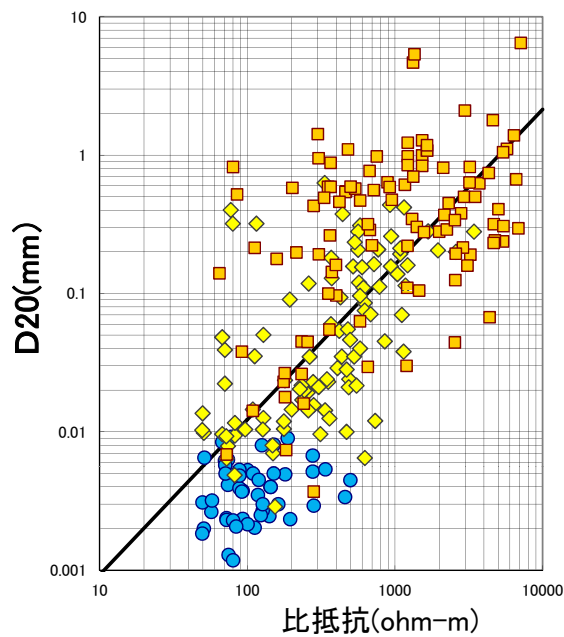
4) 既往データの収集と統計的解析における留意点

- 統合物理探査によって得られる情報は、S波速度および比抵抗の空間的分布である。
- S波速度、比抵抗それ自体は対象堤防が有している基本物性情報である。
- しかしそれらから堤防の安全性に関わる物性(浸透・すべり、耐震性)を直接導き出すには至っていない。
- そこで従来安全性評価に用いられている物性情報(N値、粒度、透水性等)とS波速度、比抵抗との関連性を明らかにし、計測物性値情報を評価物性値情報に変換して安全性を評価する。



- ✿ S波速度および比抵抗と評価に利用されてきた物性情報(N値、粒度、透水性等)との関連性を明らかにする作業過程が不可欠。
- ✿ ボーリング(線:1次元)の情報と物理探査断面(面:2次元)の情報をリンクさせるには、堤防・基礎地盤を構成する地質体の空間分布に関する基本知識が不可欠。
 - 全般的な関連性とともに地域(河川系)毎の特性を把握することが重要
 - 地形地質情報、土質試験情報を含めた総合解析が不可欠

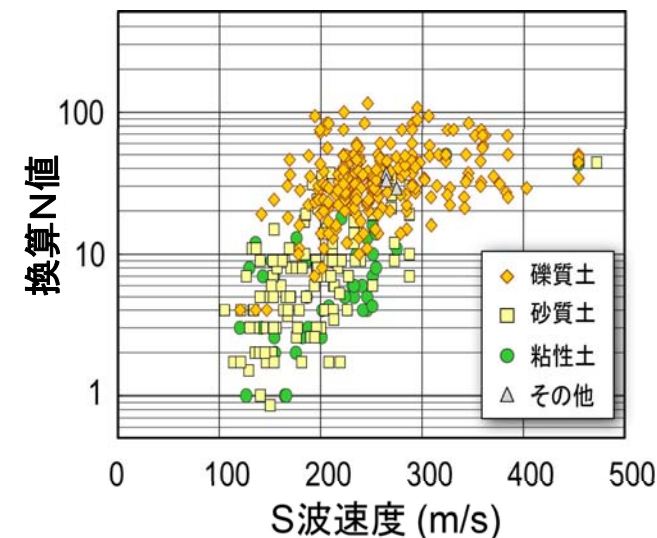
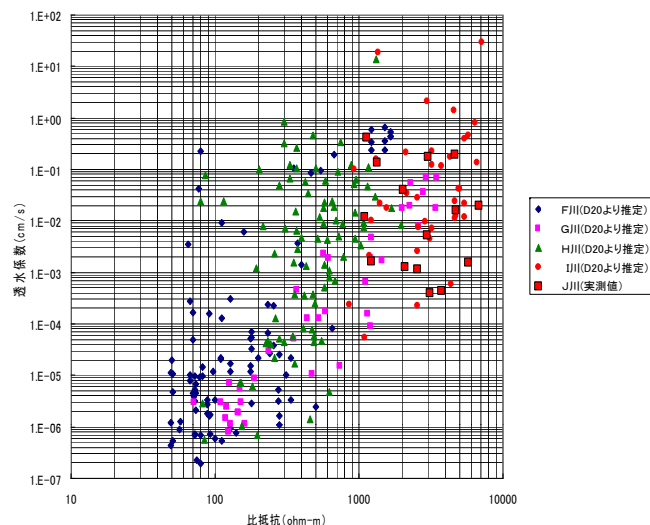
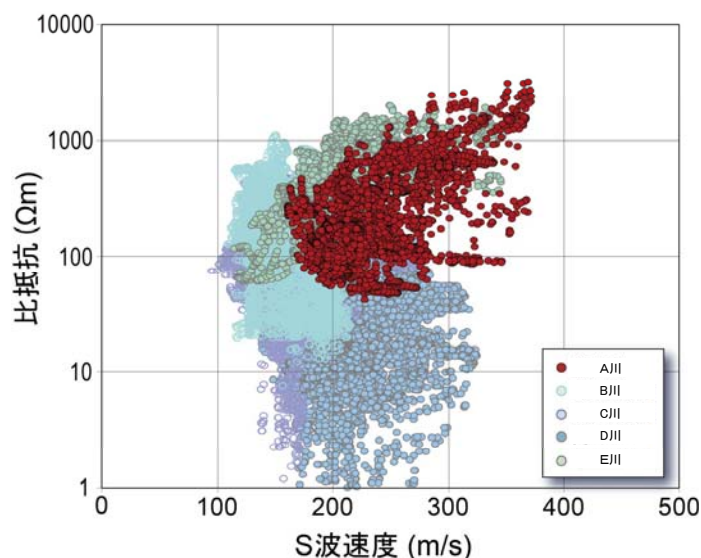
5) 既往データの収集と統計的解析事例



- 比抵抗は粒度特性と相関する.
 - 粒度特性は透水係数と相関する.
- ↓
- 比抵抗から透水係数を推定可能.

- S波速度はN値と相関する.
- ↓
- S波速度からN値を推定可能.

5) 既往データの収集と統計的解析事例



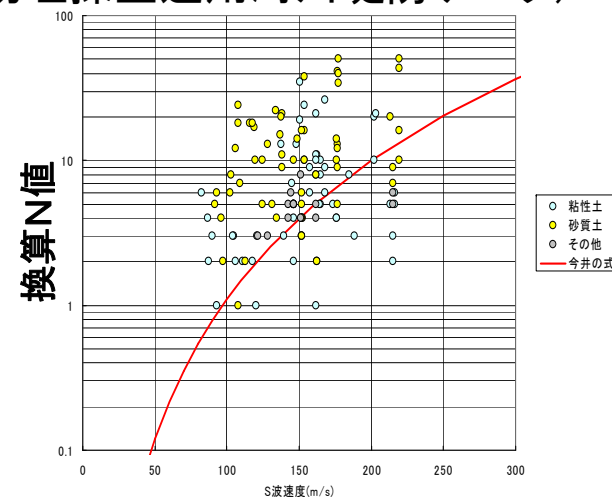
S波速度とN値の関係（土研実施統合物理探査適用河川堤防データ）

➤ 河川系によってS波速度、比抵抗の分布域が異なる

➤ 河川系によって比抵抗と透水係数との相関分布が異なる

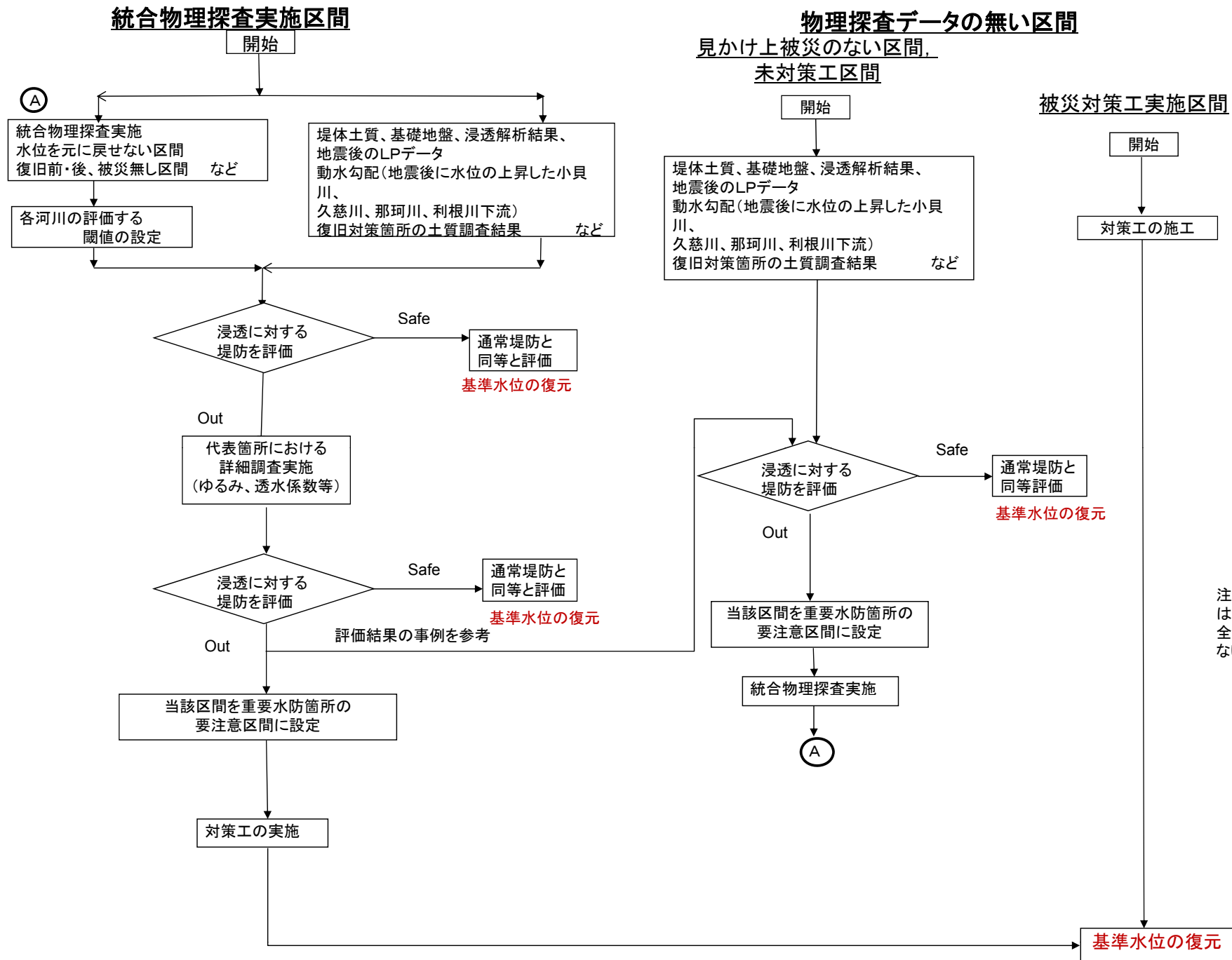


- 対象河川堤防周辺の既往物理探査，地質調査，土質試験データを可能な限り収集解析する。
- 統合物理探査で得られた物性値との相関性を一般的な相関性と比較し，対象堤防区間の特徴を明らかにする。
- 得られた相関性をベースに安全管理基準値を設定する。
- 次期フェーズ，今後のモニタリング管理のためにDB化を図る。



S波速度とN値の関係（江戸川堤防左岸58K付近データ）

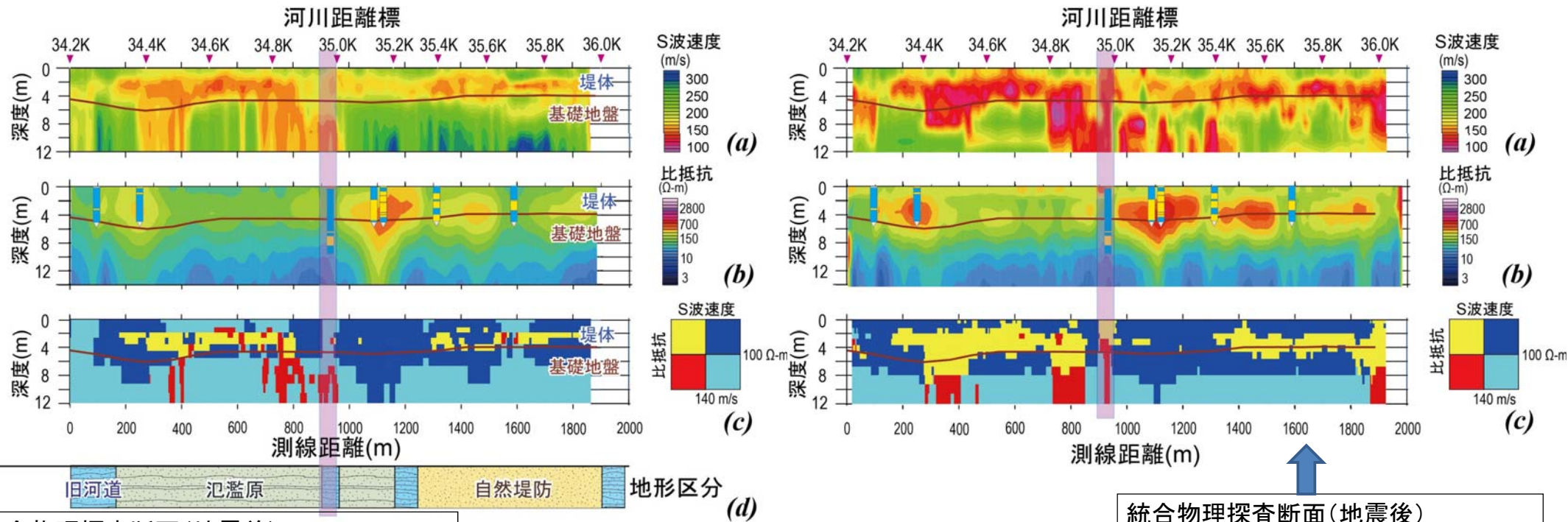
4.5 通常の堤防と同等の評価する流れ



通常堤防と同等と評価する流れ図

4.6 統合物理探査の適用事例

1) 地震被災前後の変動と被災箇所物の物性評価例



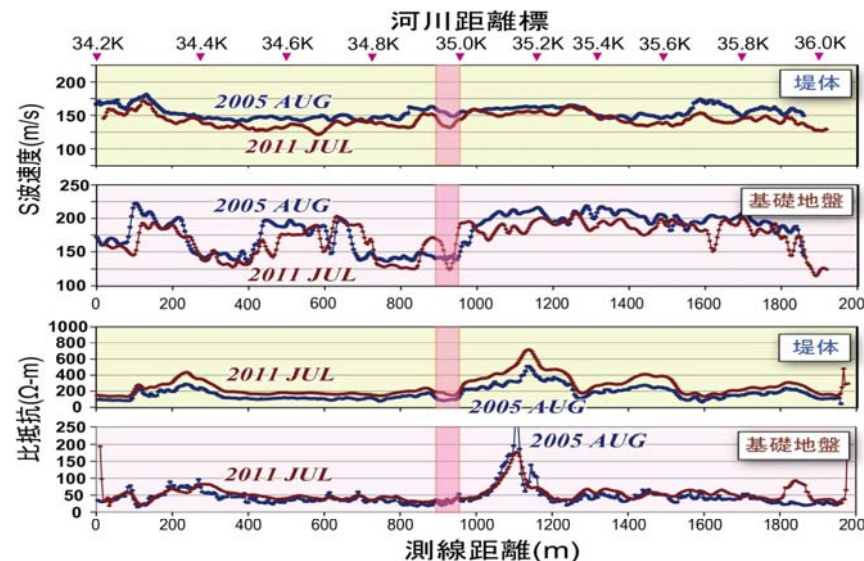
統合物理探査断面(地震前)

調査は2005年8月に実施.

- (a) 表面波探査によるS波速度構造断面
- (b) 牽引式電気探査による比抵抗断面
- (c) 変形に対する安全性評価断面
- (d) 治水地形区分

- 数10m程度以下の異常箇所を検出可能
- 35.2K付近の堤体が特に高比抵抗.
- 基礎地盤数箇所に変形に対する安全性低い区間抽出. そのうちの1箇所が地震で被災
- 7箇所で堤体ボーリング土質確認

- 被災は35.0K付近で幅約60mの区間.
- 川表のり肩から堤内地にかけて発生.
- 川表のり面では, のり面下部に開口クラック.
- 堤防天端, 川裏側のり面で開口あるいは落差のある縦断方向のクラックが連続し, のり尻付近ではらみ出し・隆起や噴砂が認められた. 堤内地側では旧流路の池に向かって水平変位を生じている



地震前後での堤防物性の変化

統合物理探査断面(地震後)

調査は2011年7月に実施.

- (a) 表面波探査によるS波速度構造断面
- (b) 牽引式電気探査による比抵抗断面
- (c) 変形に対する安全性評価断面

- 断面構造はS波速度も比抵抗も類似
- 基礎地盤の変形に対する安全性低い箇所もほぼ再現

堤体と基礎地盤に分けて地震前後でのS波速度と比抵抗の平均値を比較すると,

- S波速度は堤体部も基礎地盤部も地震後に低下.
- 比抵抗は基礎地盤部は変化せず. 堤体部は地震後に上昇.
- 被災区間は地震前後でも平均S波速度, 平均比抵抗とも最も低い区間であることが判明.

2) 漏水被害堤防での適用例-1

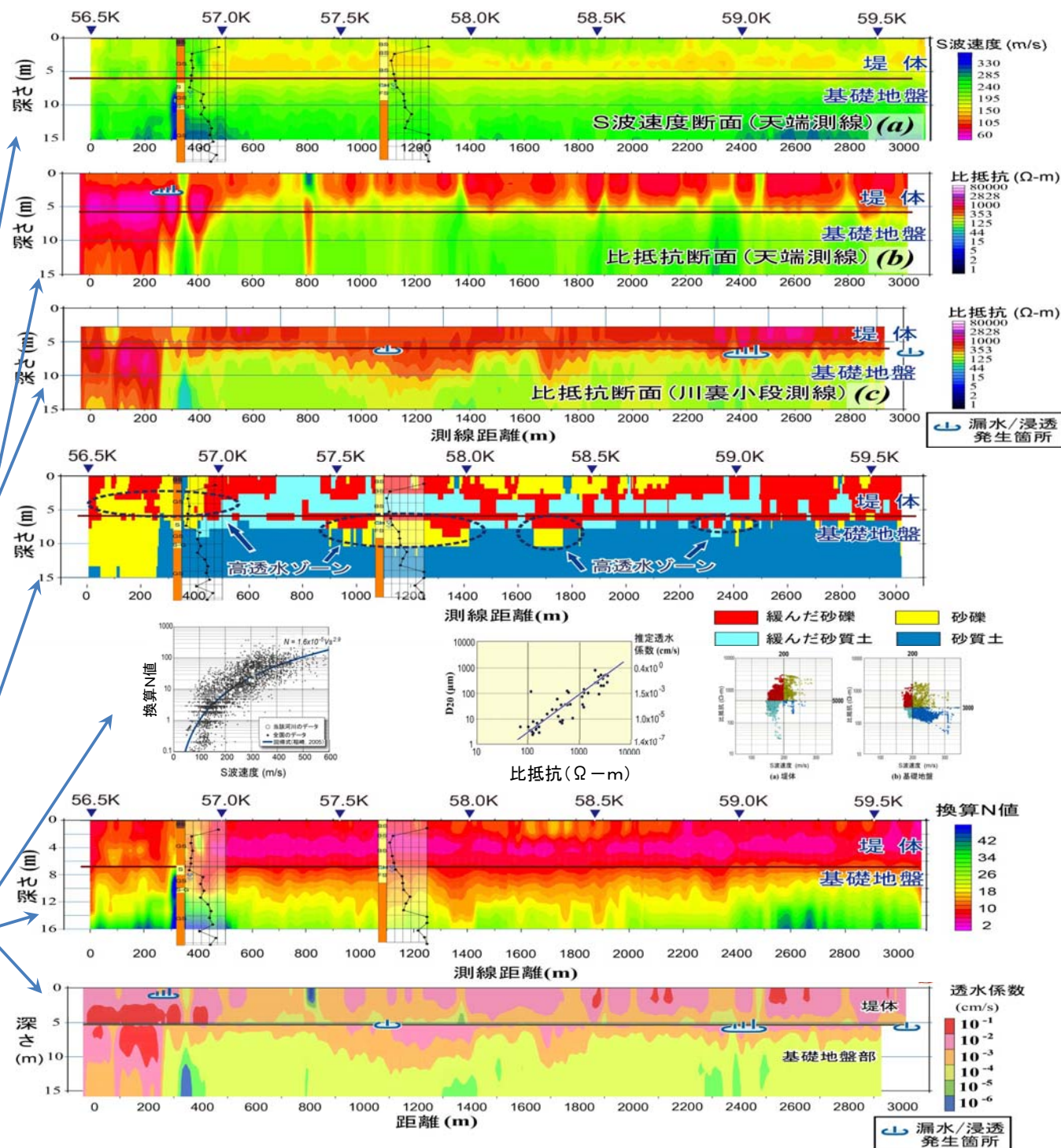
平成18年年7月の梅雨前線豪雨により当該堤防区間においても右図(b),(c)に示した地点において基盤漏水あるいは堤体漏水が発生し、水防対策が実施された。

S波速度断面では、堤体が物性的に上下の2層構造になっていることがわかる。基礎地盤に相当する深度6m以深は相対的に大きなS波速度を示しており、比抵抗とS波速度の両物性構造とも堤体と基礎地盤部を明瞭に識別することができた。

比抵抗断面では下流側約400mの区間で、堤体下部から基礎地盤にかけての部分が高比抵抗になっている。この部分ではS波速度も高く、粗粒の材料で構成されていることが推定された。地下水位以下の部分にも高比抵抗異常が存在するが、開削調査の結果旧河道を充填する砂礫層に比定された。

統合物理探査断面から、浸透に対する安全性評価断面を簡易法によって作成。漏水発生箇所と高透水推定区間とは概ね対応。

柱状図データおよび開削断面調査結果に基づき、S波速度からN値を、比抵抗から透水係数を推定可能であり換算N値分布断面と推定透水係数分布断面を作成。堤体漏水、基盤漏水が高透水箇所で生起したことがわかる。



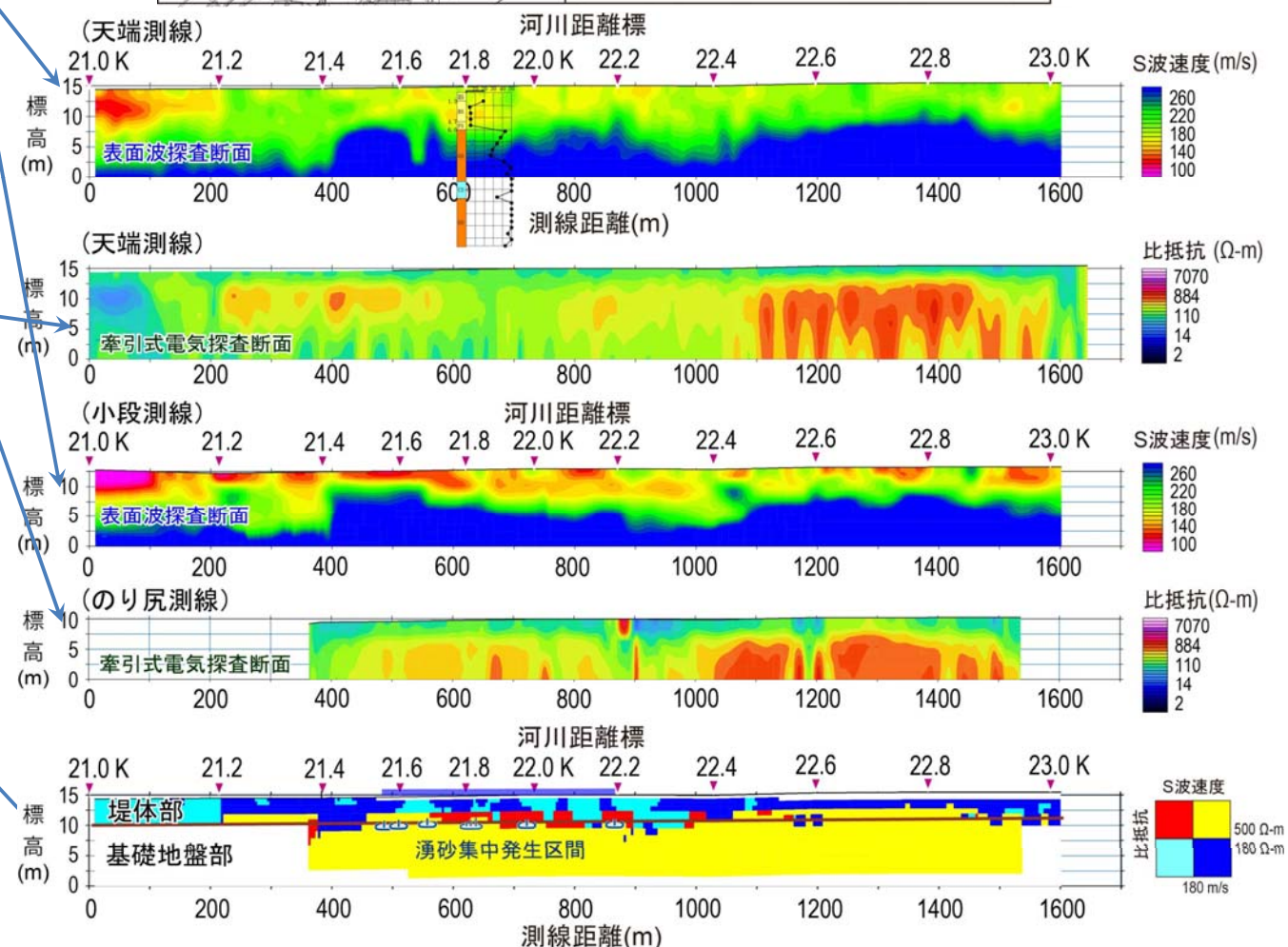
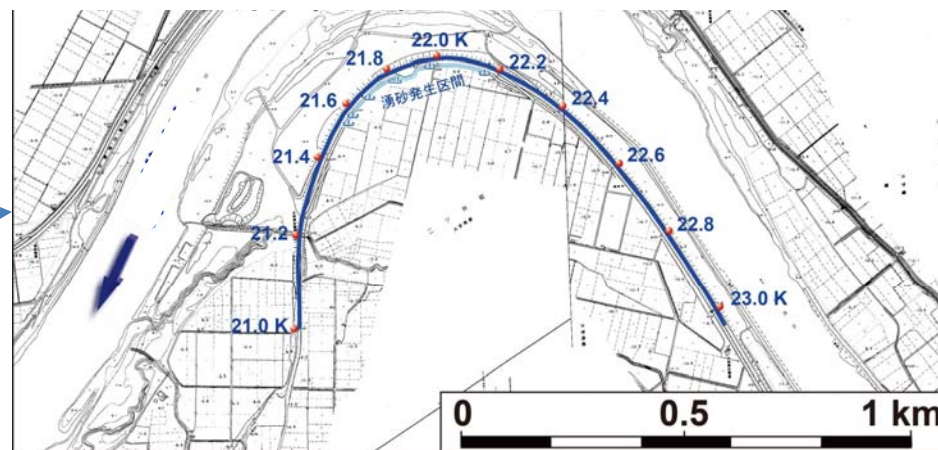
3) 漏水被害堤防での適用例-2

平成19年年9月の前線豪雨により計画高水位を25km以上の区間で超過し、多くの堤防区間が被災した。当該堤防区間においても右図)に示した200mの範囲で川裏のり尻～後背水田に30箇所以上でパイピングによる湧砂が見られた。

天端および川裏小段部で表面波探査を実施し、S波速度断面を得た。堤体部のS波速度はほとんどの区間で150m/s以上あり、ボーリングデータからも締まった砂あるいは砂礫が使用されていることが推定された。また基礎地盤部のS波速度は大部分で180m/s以上の大きな値を示すことが特徴。

天端および川裏のり尻道路部で牽引式電気探査を実施し、比抵抗断面を得た。堤体部(標高約10mまで)の比抵抗は表層でやや低い値を示すものの500 Ω -mを超える区間も認められた。基礎地盤の比抵抗はさらに大きく、局所的に1000 Ω -mを超える。ボーリング調査の結果から基礎地盤は旧河道を充てんする粗粒の流路堆積物を主とし、表層部には自然堤防もしくはポイントバー堆積物が分布すると推定された。

統合物理探査断面から、クロスプロット解析により経験的に閾値を設定し、浸透に対する安全性評価断面を簡易法によって作成した。閾値はS波速度で180m/s、比抵抗で堤体部は500 Ω -m、基礎地盤部では180 Ω -mの値を採用した。その結果、湧砂が集中的に認められた区間では堤体・基礎地盤境界部に高比抵抗・低S波速度異常部(右図で赤色表示部)が局在することが明らかになった。その出現位置は湧砂の発生箇所と整合的。



4.7 堤防開削調査箇所における統合物理探査の適用と検証: “Ground Truthing”

1) “Ground Truthing”とは

- 「物理探査」は、非破壊調査・リモートセンシングの一種であり、計測された物性値情報と探査対象地質体で直接測定した物性値情報との間で、整合性や正確さを照査する作業(Ground Truthing)が必要不可欠。

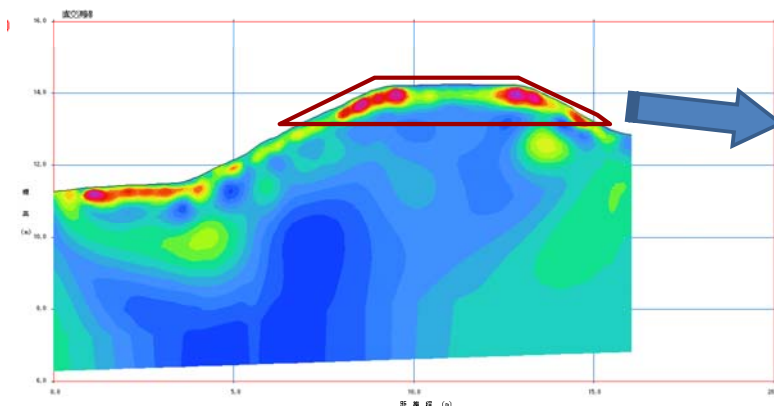
2) 統合物理探査における“Ground Truthing”

- ① 開削予定区間で事前に統合物理探査を実施。
- ② 開削時に開削断面で小規模統合物理探査を実施，結果比較。
- ③ ボーリング採取試料，開削面採取試料の土質試験・物理試験実施。
- ④ 物理試験結果，現場透水試験結果等と統合物理探査結果を比較検証。

3) 堤防開削箇所における“Ground Truthing”の目的

- ① 地表統合物理探査の結果検証(再現性，分解能，適用限界等を評価)。
- ② 計測物理量(比抵抗・S波速度)と評価物理量(耐浸透・耐震性)との関係性把握

4) 堤防開削箇所における“Ground Truthing”例



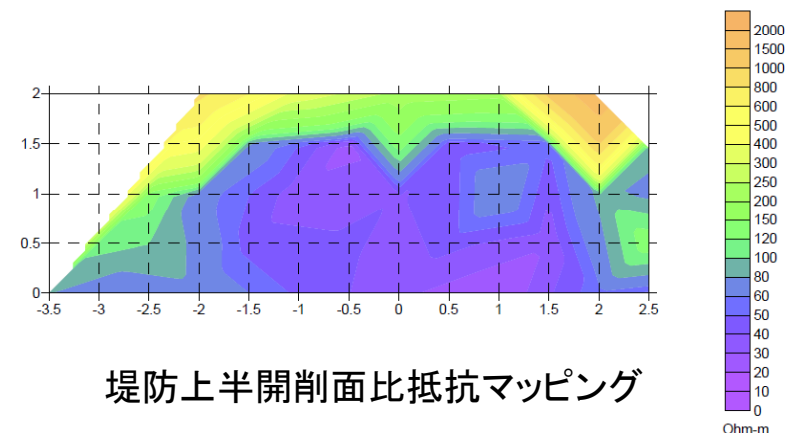
開削前堤防横断比抵抗断面

- 最表層は高比抵抗(粗粒)なるも
芯部は低比抵抗(粘性土)



堤防上半開削面状況

- 最表層は粗粒材料使用
直下に粘性土出現



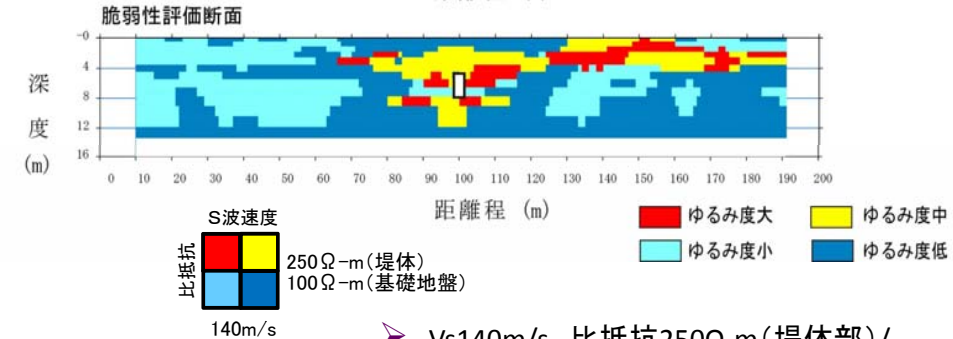
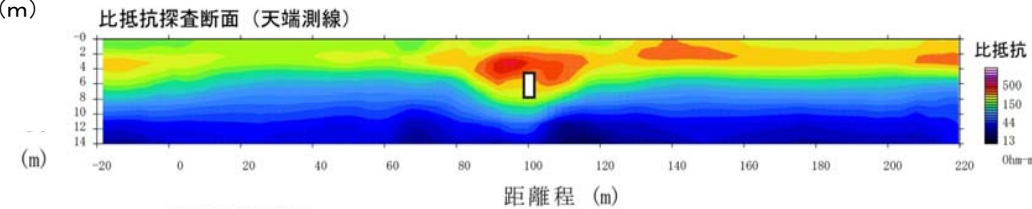
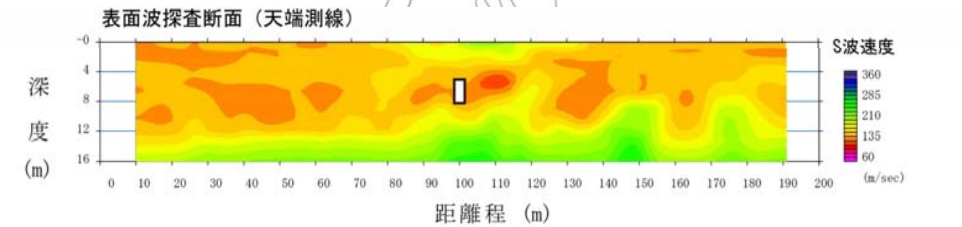
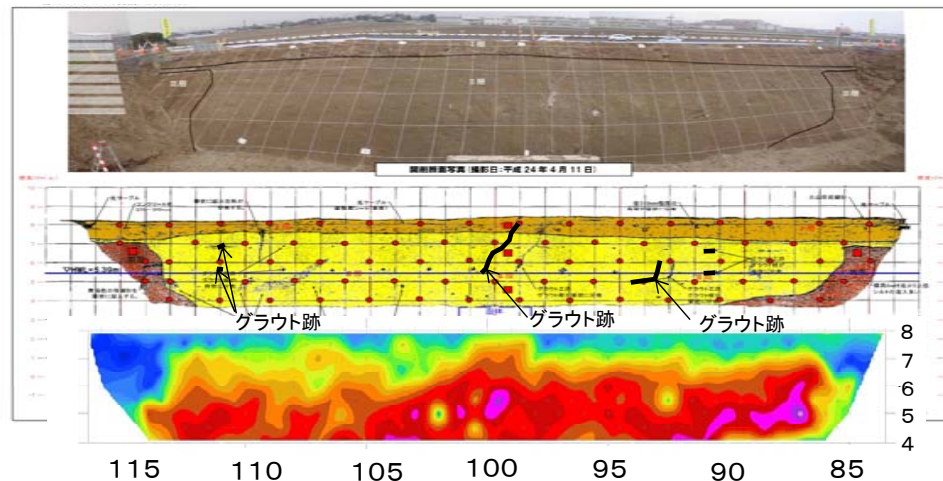
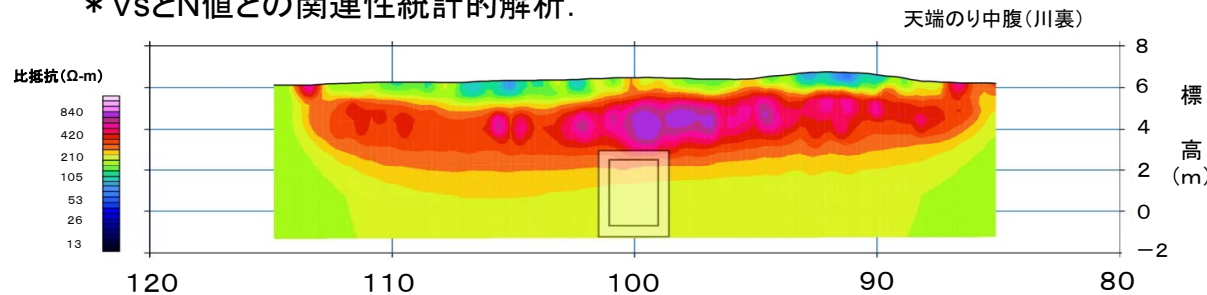
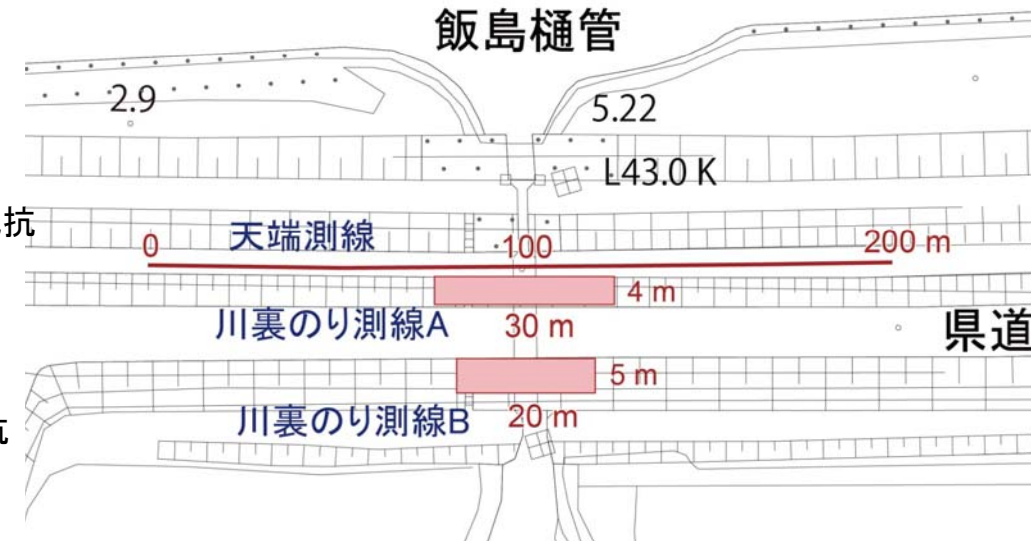
堤防上半開削面比抵抗マッピング

- 開削前比抵抗断面と調和的な
比抵抗構造が得られた

4.8 堤防開削調査箇所における統合物理探査適用例

1) 利根川下流飯島樋管開削部

- ① 開削区間で事前に統合物理探査を実施(右).
 - * 樋管設置部に特徴的Vs・比抵抗異常(樋管直上部にのみ高比抵抗体. 両翼に低Vs; 緩んだ砂層の存在を予測)
 - * 川裏のりで実施した小規模高密度比抵抗探査結果から県道上部は高比抵抗 下部は低比抵抗.
 - * 開削予定箇所は表層部はゆるみ低なるも樋管直上部ゆるみ大と評価.
- ② 開削時に開削断面調査. 断面比抵抗マッピング探査を実施(下).
 - * 最表層約1mに細粒シルト質材料.
 - * 樋管直上部に限定的にゆるい砂材料出現. 比抵抗マッピングでも高比抵抗 確認.
- ③ 開削面採取試料の物理試験実施中.
 - * 比抵抗と粒度・含水比との相関性確認・透水係数推定.
 - * VsとN値との関連性統計的解析.

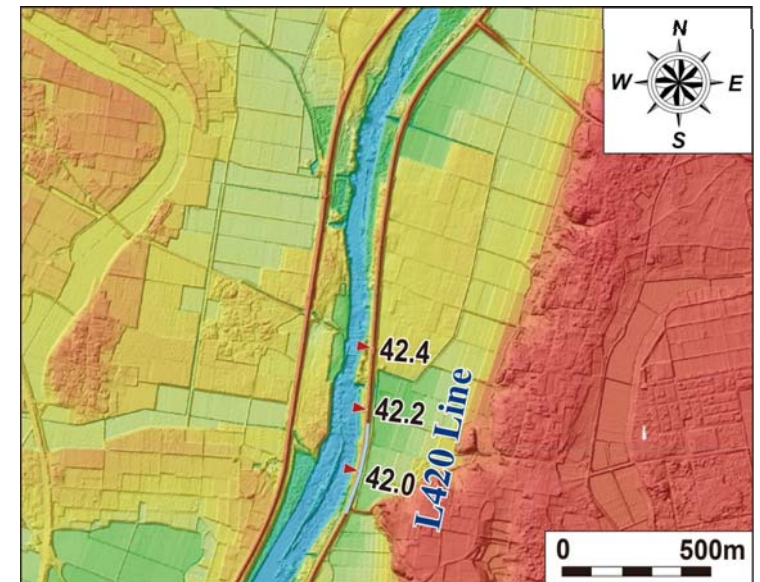
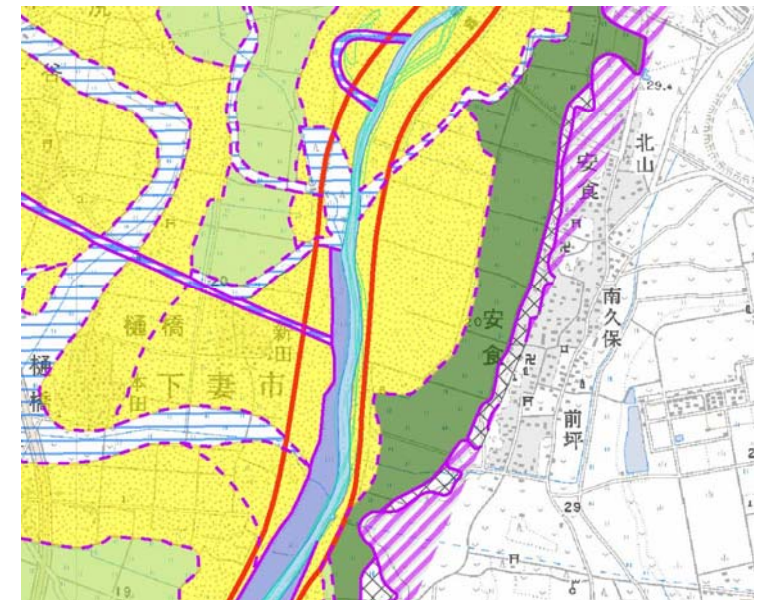


➤ Vs140m/s, 比抵抗250Ω-m(堤体部)/100Ω-m(基礎地盤部)を基準値として4区分.

2) 小貝川吉沼樋管開削部-1: 被災の特徴

⑨ 吉沼樋管部とその直上部約140m区間が大規模被災(下).

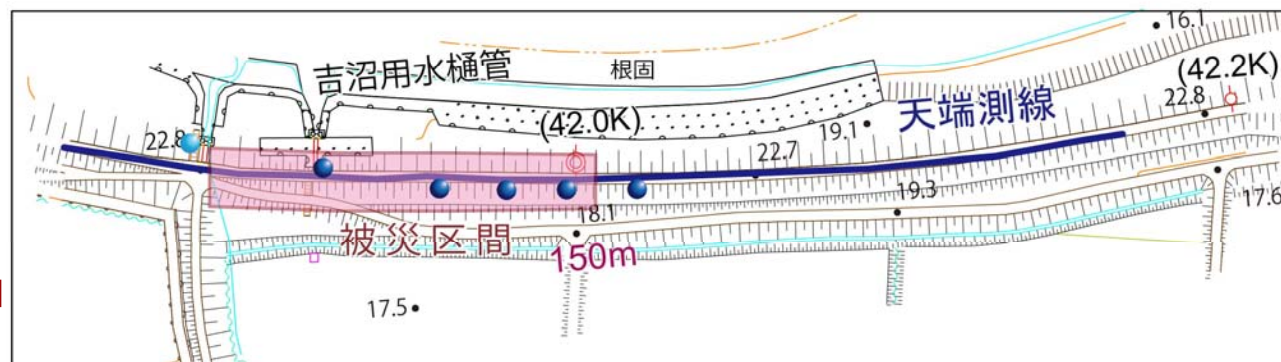
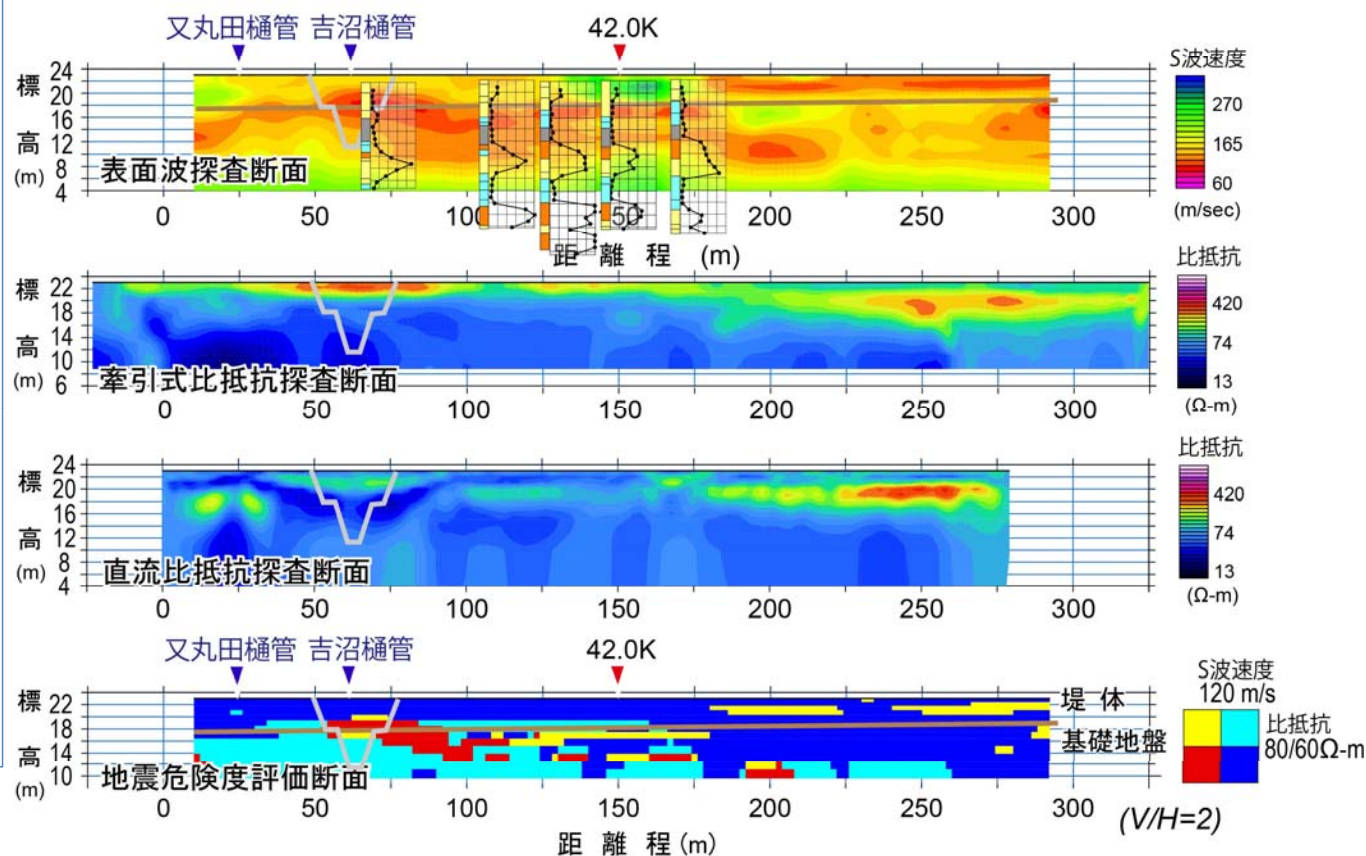
- 吉沼樋管部では天端沈下, 埋戻し区間で噴砂. ただし噴砂は局所的.
- 上流緊急災区間では裏のりすべり, はらみ出し, 天端最大40cm沈下, 縦断クラック.
- 天端舗装下にも開口クラック伏在.
- 吉沼樋管部と直上流部とは被災メカニズム異なる.
- 被災区間は治水地形分類では「自然堤防」に区分(右). しかしLPデータでは自然堤防比定可能な微高地なし. (迅速測図の測量精度不良による誤判定).
- DEMでは台地縁辺が直線的で開析されておらず, 新期地形であることが推定可能. 小貝川中流左岸側では最も未開析の崖地形.
- 右岸側から蛇行河道が開いており, 河川水が滞留する後背低湿地環境であったことが推定可能.



2) 小貝川吉沼樋管開削部-2: 天端測線探查結果

- 可探深度は表面波探査で15m(標高8m)程度まで、牽引式比抵抗探査で12m(標高11m)程度まで、直流比抵抗で16m(標高7m)程度まで。
- 直流比抵抗断面では樋管部に偽像出現。偽像部以外は空間分解能縦断方向10m以下、深度方向2m程度。
- 堤体表層部は高比抵抗なるも、下部は低比抵抗。比抵抗分布は2種類の手法で整合的。
- 吉沼樋管部(25-95m)区間は暫定対策堤防盛直しにより表層高比抵抗。
- 緊急災区間(95-160m)も最表層稍高比抵抗高Vs
- 175mより上流区間堤体低Vs(緩み)、高比抵抗(乾燥)
- 吉沼樋管部堤体下部に低Vs、低比抵抗
- 基礎地盤上部に低Vs・低比抵抗(軟弱粘性土)分布
- 低Vs低比抵抗は地盤部(10-17m間)のN値ゼロ区間にほぼ対応。VsとN値とはほぼ整合的。
- 評価断面では被災区間の基礎地盤境界部に赤色(低比抵抗・低Vsブロック)集中出現。

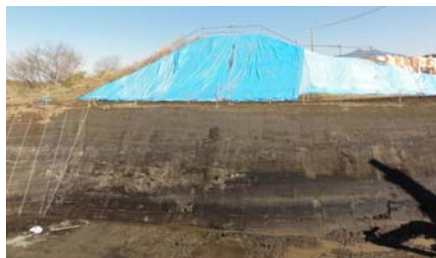
小貝川左岸42.0K吉沼排水樋管付近 統合物理探査 天端測線 解析結果



- 堤体上半部には盛直し粗粒材料
 - 堤体下半部は高有機質土使用
- ➡ 堤体液状化起因 砂層なし

2) 小貝川吉沼樋管開削部-3: 川裏道路測線探索結果

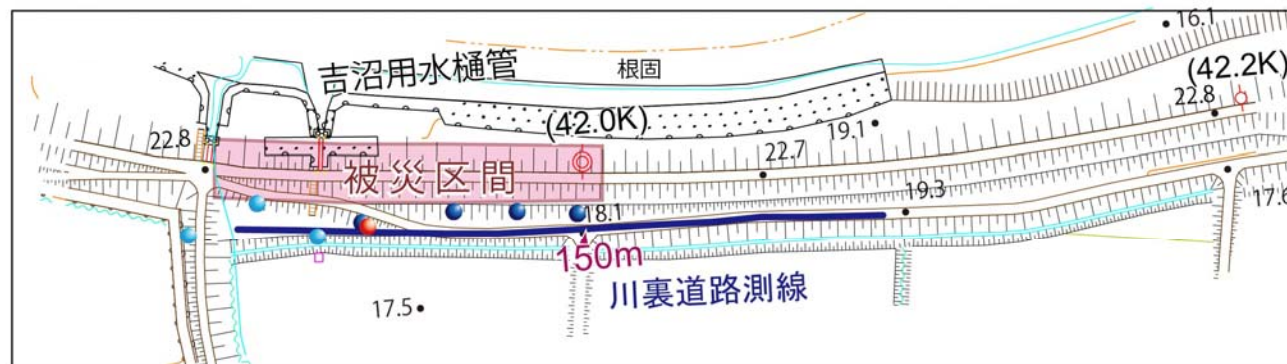
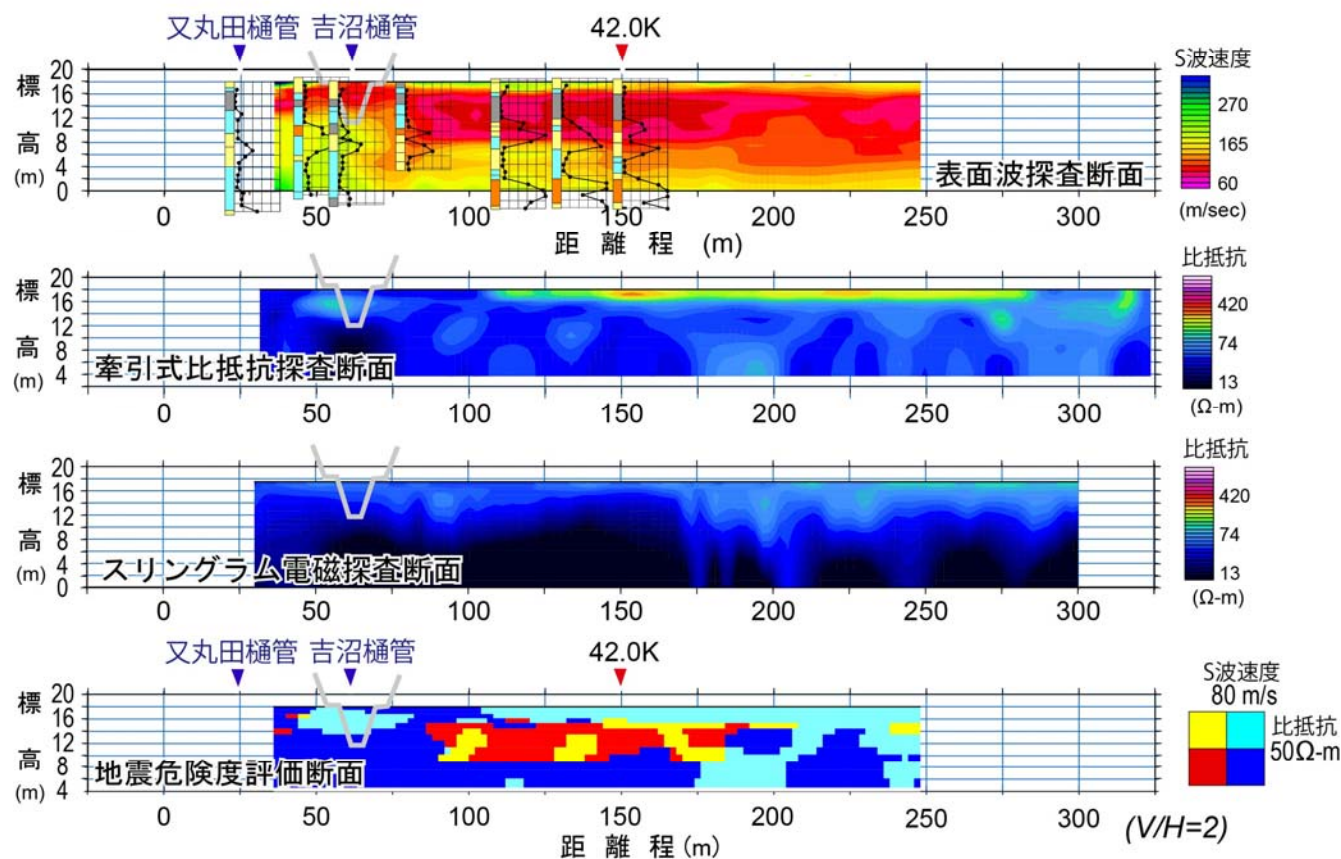
- 可探深度は表面波探査で15m(標高3m)程度まで、牽引式比抵抗探査で12m(標高6m)程度まで、スリングラム電磁探査で15m(標高3m)程度まで。
- 水平方向分解能は10m以下、深度方向2m程度以下。
- アスファルト舗装部では最表層高比抵抗、100mより下流側は未舗装。
- 175m付近より下流部は基礎地盤低比抵抗、天端測線断面とも整合的。
- S波断面は、吉沼樋管部より下流側ではボーリングデータと調和的なも上流区間では不一致。天端測線断面では一部を除きボーリングデータと整合的であることから、不一致の原因として、
 - * 最表層の低Vs層の層厚を過大に推定した。
 - * 横断方向に地質構造が急変し、のり尻道路下には軟弱高有機質土層が分布する。
 可能性が想起される。
- いずれかを判断するには表面波探査データの再解析、簡易貫入試験等による確認調査が必要。
- 評価断面では緊急災区間の基礎地盤表層部に赤色(低比抵抗・低Vsブロック)集中出現。



➤基礎地盤液状化
起因自然堤防比
定砂層なし

- 基礎地盤部には厚い高有機質土分布
- 樋管埋め戻しには中粒均質砂使用、一部に液状化痕跡

小貝川左岸42.0K吉沼排水樋管付近 統合物理探査 川裏道路測線 解析結果



4.9 探査区間の設定及び測線配置計画

探査区間の設定については、既往資料の整理を行い、「地形条件（河口部、旧川跡、干拓堤、旧湿地部等）」、「地盤条件（堤体及び基礎地盤の土質、N値、砂質土層厚、堤防比高等）」、「被災条件（変状分布、天端沈下量等）」などから、想定される被災のリスクを4つのランクに分け、被災発生の可能性が大きいと予想される範囲を優先的に実施する。

また、堤高10m以上の大規模堤防で基礎地盤に被災原因が想定される場合や、旧川跡など堤防横断方向に一様でないと思定される箇所については、堤防小段などに副測線を配置し、探査精度の向上を図ることとした。

既往資料整理例（北利根川右岸）

河川名・左右岸(区間)		北利根川右岸 (0.0k~10.0k)																																	
距離標(m)		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0														
地盤条件	堤体土質	S																																	
	基礎地盤土質	S/C	C/S	S/C	S	S/C	S	C/S												S/C															
	治水地形分類	干拓				旧湿地												氾濫平野																	
堤防条件	堤防高(m)(震災前)	3.88	2.23	2.79	3.21	2.41	2.73	2.90	2.85	2.73	2.69	2.86	2.67	2.46	2.52	2.66	1.91	1.77	1.86	2.05	2.55	2.79	2.63	2.75	2.86	1.87	1.70	1.72	1.91	1.64	1.78	2.64	3.17	5.24	3.10
	堤防沈下量(m)	0.25	0.14	0.22	0.20	0.38	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	0.06	0.14	0.22	0.13	0.07	0.13	0.14	0.00	0.08	0.10	0.01	0.11	0.07	0.05	0.02	0.03	0.02	0.08	0.00	0.03	0.20	0.00	0.20	0.10
被災条件	被災箇所・事象(出水)																																		
	被災箇所・事象(地震)																	堤岸亀裂				天端亀裂、護岸亀裂													
工事区間																																			
地震被災ランク		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B					B	B	B	B	B	D		
探査区間																																			

堤防沈下量
0.1m以上

C及びB区間から
探査区間を設定

堤防比高
2m以上

河川事務所	調査範囲	探査延長	探査区間設定上の選定基準
蔵ヶ浦河川事務所	西浦・北利根川堤防 西浦:121km 北浦:18km	25.75km	○3.11の地震において干拓堤区間が多く被災したため、干拓堤区間を設定した。 ○被災ランクC(被災の可能性大)及びB(被災の可能性あり)のうち、 ①地震による変状区間 ②沈下量が0.1m以上発生した区間 ③堤防比高が2m以上の区間 を設定した。
	北浦右岸・左岸上流堤防 右岸:36.25km 左岸:27.5km	25.89km	
	北浦左岸下流・野川・他堤防 全体:54.36km	25.0km	
小計	257.11km	76.64km	
利根川下流河川事務所	利根川下流右岸堤防 全体:27.0km	21.23km	○須賀・横利根区間は、平成23年度の出水を経験して安全性が確認されていることから、出水位が低かった小貝川下流部と利根川上流部について調査範囲を設定した。特に被災箇所を優先した。 また、堤防高さ(10m程度)や堤防横断方向に一様でない区間(旧川跡、旧堤)については、補助測線(堤防小段など)を配置した。
	利根川下流左岸堤防 利根川左岸:17.2km 小貝川:14.0km	30.1km(山付等を除く)	
小計	58.2km	51.33km	
下館河川事務所	小貝川 32.14km(左右岸)	32.14km(左右岸)	○平成23年度の出水を経験して安全性が確認されている。しかし、平地の蛇行河川であり、旧川箇所が被災したため、被災箇所または、旧川箇所を対象として設定した。
合計延長(km)	347.45km	160.11km	

※上記、調査範囲については、距離標間延長。探査延長については、探査側線実延長とした。

各河川の選定基準

霞ヶ浦(西浦・北浦・常陸利根川・外浪逆浦・鰐川)

堤防条件(湖外・湖内・河口部)
から見た被災箇所

- 大規模被災
- 中規模被災
- 調査区間

迅速図と現堤防位置

利根川下流

調査区間

利根川右岸	58.5km～85.5km
利根川左岸	66.7km～78.8km 80.9km～86.0km
小貝川左右岸	0km～7km

凡例
— 調査区間

平城十九年三月現在 國土交通省和歌山下流河川事務所

小貝川

小貝川左岸 大和橋 (23.2k+127m 付近) ~福岡元堤樋管 (25.4k+100m 付近)

小貝川右岸 平和橋 (30.2k+148m 付近) ~愛国橋 (40.4k+60m 付近)

小貝川右岸 豊原橋 (43.6k+82m 付近) ~52.4k

小貝川左岸 祝橋 (45.6m 付近) ~46.8k

小貝川左岸 新福雷橋 (31.8k+74m 付近) ~長峰橋 (36.0k+120m 付近)
※左岸 33.8k~34.2k は山付区間なので除外する。

小貝川左岸 愛国橋 (40.4k+60m 付近) ~豊原橋 (43.6k+82m 付近)

下館(小貝川) 統合物理探査測線配置図

小貝川右岸 常磐線小貝川橋梁 (0.0k+16m 付近) ~小貝川橋 (2.6k+186m 付近)

治水地形分類からの測線配置

被災履歴からの測線配置