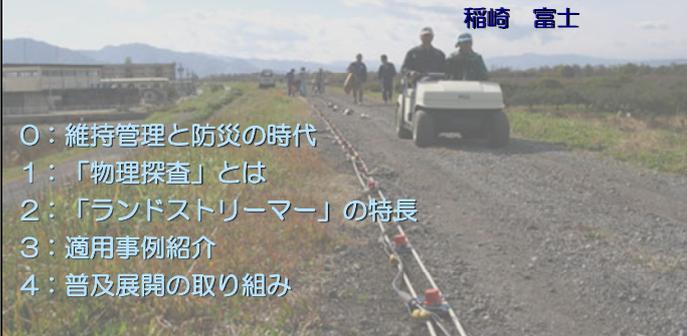


## ランドストリーマー探査技術

— 独自開発現場計測ツールを用いた表層地盤探査 —

(独)土木研究所 地質・地盤研究グループ  
稲崎 富士



0: 維持管理と防災の時代  
1: 「物理探査」とは  
2: 「ランドストリーマー」の特長  
3: 適用事例紹介  
4: 普及展開の取り組み

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 1

## 0. 維持管理と防災の時代

不況・高齢化社会では "Re", "Ego" ものが流行する?!

↑  
↑

●もの(構造物)を長く大事に使う  
●きちんと調べて安全かどうかを評価する

CSI: 科学捜査班  
Investigation

土研にもCSIが!

Constructed Structure Investigation  
Construction Site Investigation  
Collapsed Site Investigation

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 2

## 形あるものは壊れる: 盛土・斜面の被災例



1986年6月29日 大毛寺川 (広島県砂防部提供)

2011年3月11日 常磐道 (NEXCO中日本提供)

2011年3月11日 藤沼ダム (福島県提供)

2009年8月11日 東名 (NEXCO中日本提供)

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 3

## 形あるものは壊れる: 堤防の被災例



1986年8月7日 小貝川 (茨城県石下町提供)

2011年3月11日 北上川 (東北地方整備局提供)

2012年7月14日 矢部川 (九州地方整備局提供)

2011年3月11日 利根川 (関東地方整備局提供)

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 4

## 堤防が壊れたら...被害想定

首都圏氾濫被害想定(中央防災会議, 2012年9月)

6. 市区町村別死者数(ケース1:④-1荒川右岸低地氾濫(隅田川・神田川・日本橋川漢杯))

ケース1: ポンプ運転無, 燃料供給無, 水門操作無, 排水ポンプ車無, 1/200年

避難率0%の場合	避難率40%の場合	避難率90%の場合
死者数: 約2,000人	死者数: 約1,200人	死者数: 約400人

死者数	死者数	死者数
足立区 約600人	足立区 約300人	足立区 約100人
荒川区 約500人	荒川区 約300人	荒川区 約100人
北区 約500人	北区 約300人	北区 約100人
台東区 約400人	台東区 約300人	台東区 約90人
板橋区 約20人	板橋区 約10人	板橋区 - 人
さいたま市桜区 約20人	さいたま市桜区 約10人	さいたま市桜区 - 人

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 5

## 既存堤防は大丈夫?



外見は同様でも中身は...

基礎地盤も変化

近年の嵩上げ部

古い堤防

内部は極めて不均質

2012/10/03 土研 新技術ショーケース 2012 in 広島 6

## 河川堤防の特徴と安全管理の考え方

### ■ 防災構造物としての河川堤防の特徴

- 連続した長大な線状の防災構造物
- 長い治水の歴史を反映して複雑な内部構造
- 複雑で変化に富んだ基礎地盤
- 樋門や水門が構造上の不連続な部分として存在

### ■ 河川堤防の設計・安全管理の考え方

- ◆ 長い歴史の中で河川毎に経験則的に定められてきた形状規定方式を基本
- ◆ 大洪水を経験する度に被災の状況等に応じ段階的に堤防を拡大
- ◆ 土を材料として使用しているため、強度・性能に「不確実性」を伴なう
- ◆ 「日常の維持管理」や「水防活動」で不確実性を補う
- ◆ これまでは「目視」による点検主体



- 内部不均質構造を把握可能な非破壊調査の適用に期待

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

7

## 1.1 物理探査とは?

- 地球物理学の理論・方法を駆使して目では見えない地下内部を可視化する技術



2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

8

## 1.2 物理探査の位置づけ

「健康」診断の検査項目と比較してみると・・・

### 人体

#### ● 基本測定・問診

- 身長・体重・視力・血圧
- 既往歴・職業(ストレス)
- 自覚症状の有無

#### ● サンプル

- 採血・血液検査
- 採尿・尿検査

#### ● 装置診断

- 心電図検査
- 胸部X線検査

### 河川堤防調査

#### ● 概略点検

- 堤体・基礎地盤の土質特性
- 外力・被災履歴
- 変状の有無

#### ● 詳細点検

- ボーリング・土質試験
- すべり・バイピング検計

#### ● 現行点検項目にない!

#### ➢ 物理探査

物理探査は地盤・構造物に対する非破壊装置診断技術

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

9

## 1.3 物理探査の要素技術

### 能動的探査法

### 受動的探査法

直接的  
応答

弾性波探査  
電磁探査(含むGPR)

微動探査  
ミュー粒子密度探査

計測物性情報  
ポテンシャル場

電気探査  
(比抵抗法ほか)  
磁気探査  
(透磁率法)

重力探査  
磁気探査(MT法)  
電気探査  
(自然電位法)  
放射能探査

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

10

## 1.4 物理探査(計測)技術の構成要素

ex. 弾性波探査法

### 基礎理論

弾性波動論

### センサ・ツール

地震計・探査システム

### データ取得

ノウハウ・S/N向上

### データ処理

インバージョン・信号強調

### データ解釈

地球物理学+計測工学  
+地盤工学+地球科学  
+構造工学

### 総合評価

現場計測技術

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

11

## 1.5 地盤・土構造物の物理探査手法の要件

- **安全性**  
非破壊あるいは低侵襲性の計測手法であり、構造物の安全性にも影響しないこと。
- **経済性**  
低コストで連続的な地盤・内部物性情報を提供できること (凡そ¥100万/km程度)。
- **作業性**  
現地計測作業、計測機器操作が容易で、データ解析処理も簡便であること。
- **探査深度**  
深さ数m~30mの浅部地盤領域をイメージングできること。
- **異常部検出能**  
相対的異常区間(数10m程度)を検出できること。
- **有用性**  
地盤や構造物の危険度評価に必要な物性情報(特にVs, 比抵抗)を提供できること。
- **展開性**  
普及の前提として技術的ノウハウが開示されており、かつ機器利用が可能であること。

2012/10/03

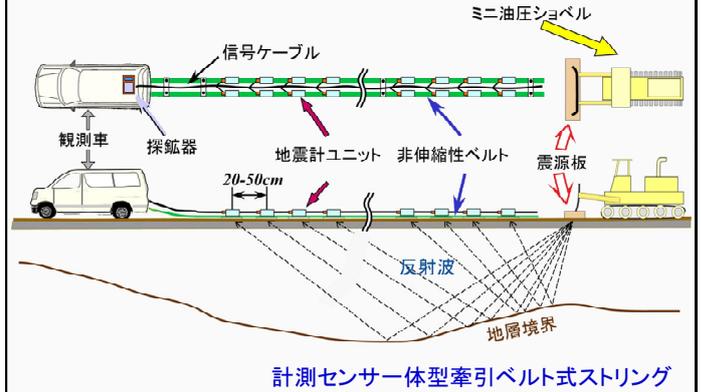
土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

12

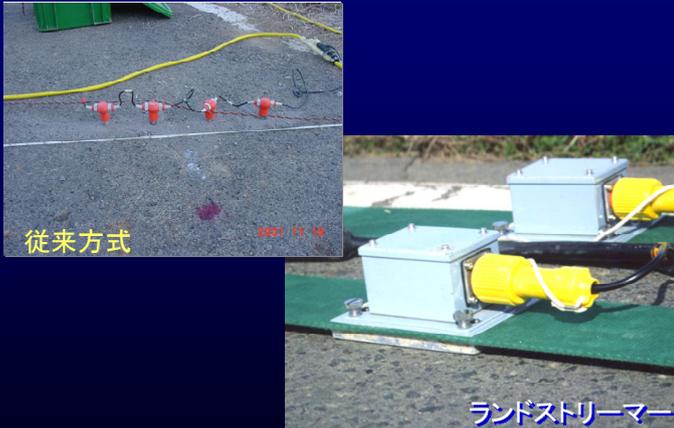
## 2.0 土研における技術開発の姿勢

- 開発者(Developer)+利用者(User)
  - 作ってみる+使ってみる(≠やらせてみる;≠名義貸し)
- 必要なら機器開発も      自分でやる!
- 候補技術(手法)の取捨選択
  - 多面的・合理的視点
  - 要素技術の統合性重視(≠単独)
- 「使われてこそ新技術」
  - マニュアル化・基準化
  - オンサイト技術支援

## 2.1 「ランドストリーマー」 ツールとは?

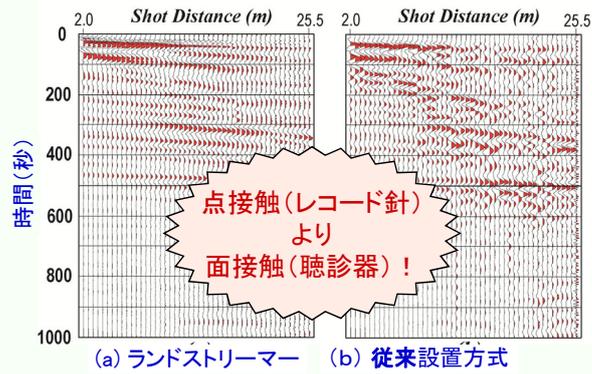


## 2.2 「ランドストリーマー」の特徴-1



## 非固定・面接触方式でデータは取れるのか?

● 振動センサは地面/供試体に固着させるのが従来の常識...



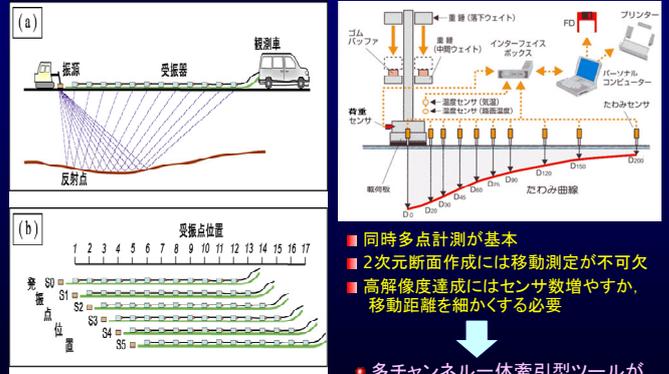
## 2.2 ランドストリーマーツールの特徴-2



## 一体型牽引方式のメリットは?

反射法地震探査/表面波探査では

FWDでは



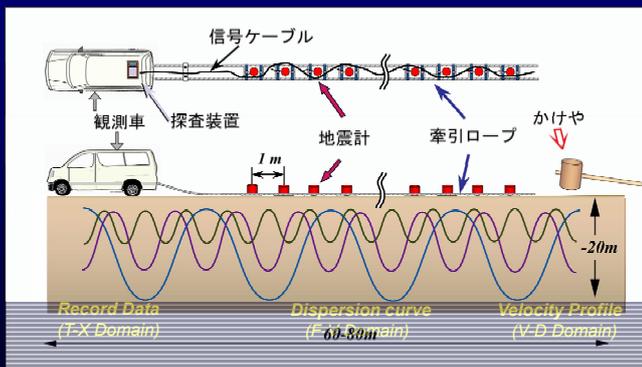
## 2.2 ランドストリーマーのいろいろ-1



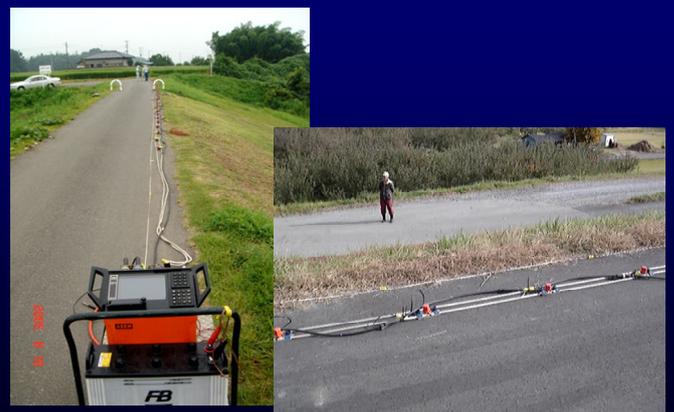
## 2.2 ランドストリーマーのいろいろ-2



## 2.3 表面波探査用ランドストリーマー(その1)



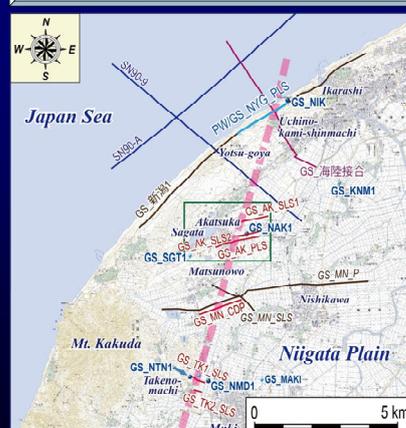
## 2.3 表面波探査用ランドストリーマー(その2)



## 3.1 幹線道路側道でのS波ランドストリーマー探査例



## 3.2 活断層周辺変形帯調査例(新潟平野西縁断層帯)



- 新潟平野西縁部には全長70km以上の活断層が伏在
- 刈羽崎原発が近在
- 断続するのか、海域までつながるか、どこに伏在しているか、活用度は高いのか、詳細不明であった



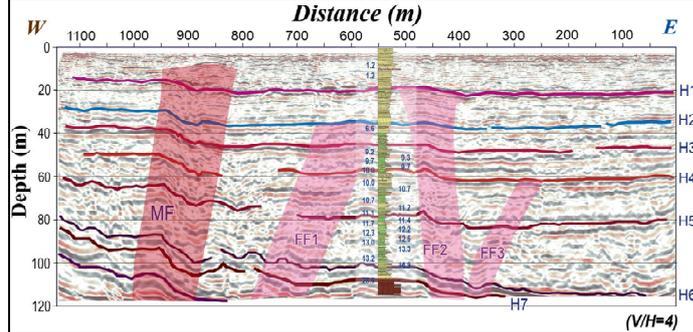
- ランドストリーマー探査技術を活用した浅部地盤構造調査を実施(産総研との共同)

### 3.2 活断層周辺変形帯調査例（新潟平野西縁断層帯）



● S波振動発生装置 ● S波ランドストリーマー

### 3.2 活断層周辺変形帯調査例（新潟平野西縁断層帯）



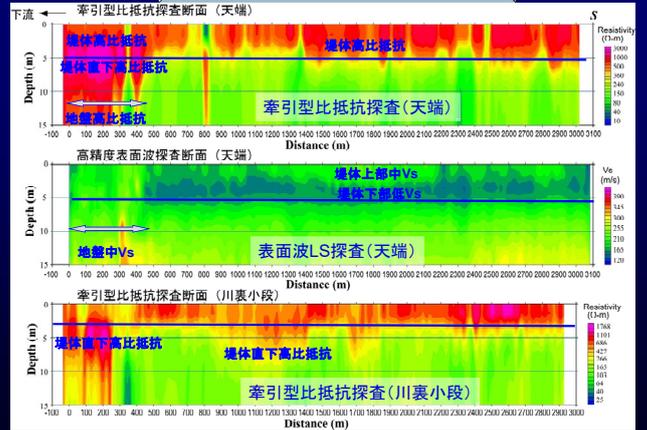
- ボーリングでは把握できない断層変形構造を鮮明にイメージング
- 主断層だけでなく、前縁部に副次断層が存在 → 数100m以上の断層影響帯
- 年代測定データと比較することで最新の活動と平均変位速度推定可能

### 3.3 出水被害堤防調査例-1

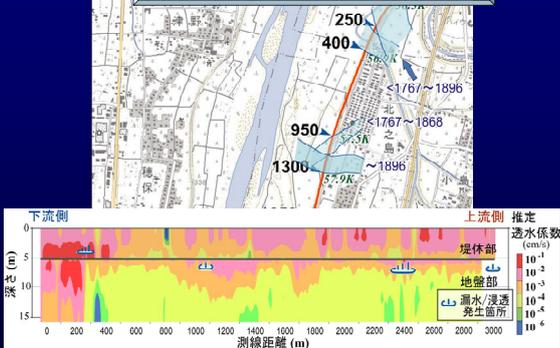


国土地理院発行1/2.5万「中野西部」使用

### 3.3 出水被害堤防調査例-2



### 3.3 出水被害堤防調査例-3

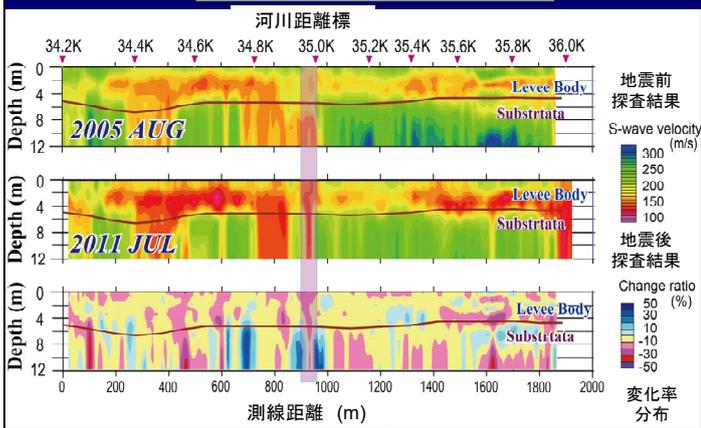


透水性推定部に対応  
道横断面とよく対応

### 3.4 地震被災堤防調査例-1



### 3.4 地震被災堤防調査例-2

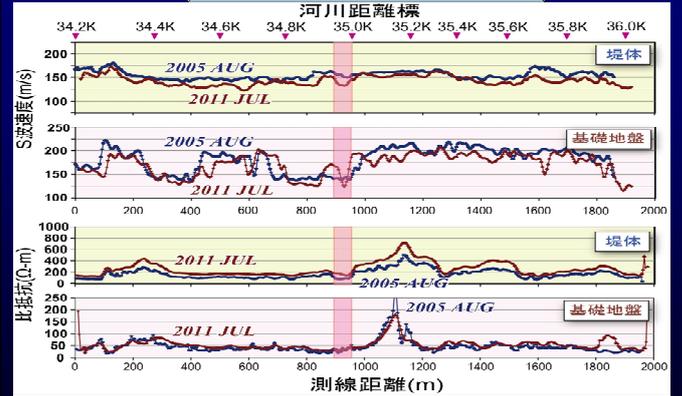


2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

31

### 3.4 地震被災堤防調査例-3



■ 被災は測定区間で最も低抵抗かつ低S波速度の区間で発生したことがわかった。

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

32

## 防災・維持管理のための浅部地盤調査

### 成果・結論

「ランドストリーマー探査装置」等を活用することで  
浅部地盤の詳細構造・物性評価が可能である

### 用途

- \* 大深度地下空間利用 → 道路下構造探査
- \* 都市防災 → 伏在活断層調査
- \* 地震防災 → 堤防内部物性構造調査
- \* 洪水対策 → 基礎地盤浸透安全性調査
- \* 地盤防災 → 地下空洞調査

2012/10/03

土研 新技術ショーケース 2012 in 広島

33