


2010.11.04

地盤の可視化と物理探査の役割

平成22年11月4日

村橋 吉晴
(三備工業(株))

参考文献



(財)災害科学研究所
トンネル調査研究会編
(鹿島出版会発行)

建設コンサルタント業の現状での課題と地盤の可視化の必要性

1. 高齢化した現場オペレータの廃業～後継候補者の転職等が増加し、現場技術の伝承が滞る恐れがある
2. 多くのコンサルタント企業に経済的余裕が減少して、技術への投資～技術者の育成等への意欲が薄なわれつつある
3. 建設コンサルタント費用の面で、正当な評価を受けているとは言えない(事業費全体に占める建設コンサルタント費の割合は、建築業に比べ非常に低い。全建設事業費に対して、建築業と同程度の額を確保したい)
4. 建設コンサルタントの技術に対する、発注者～ゼネコン等からの信頼度が十分とは言えない・・・調査費の増加が地盤評価を向上させ、設計精度を高めて、その結果、建設事業費の縮減(ライフサイクルコスト(LCC))縮減が実現できると世に発信すべき
5. 地盤～地山情報～施工実績に関するデータベースを構築することで、地山評価の質が向上し、技術の伝承が図られ、効率的地質調査と合理的設計・施工計画が可能となる

地盤の可視化 → 工学的地盤モデル作成 → 地盤の変形・挙動の高精度予測
→ 合理的、経済的施工方法の確立 → LCCの縮減

● 地盤の可視化の重要性

● ライフサイクルコストの縮減
・計画段階での適性予算の算定

● 地盤現象の高精度予測
・工事中・完成後の安全確保

● 信頼性のある工学的地盤モデルの作成

● 地盤現象の解釈と地盤の工学的評価

● 地盤の高精度可視化 (CT Scan～MRIをイメージ)

● 効率的な複合探査の実用化
・複雑に変化する地盤構造の反映(3次元探査及び同解析の実用化)

◆ 探査、解析、可視化、評価のいずれも、**技術の高度化**が求められている。

◆ 事業の効率的推進を踏まえた**最適な地盤調査の在り方**を再検討すべきである。

◆ 地質調査費の正当額の確保と全体事業費の削減

◆ 地盤技術者の社会的信頼と地位の確立

◆ 技術の伝承と後継者育成

● 地盤の可視化の対象

- 地盤構成(地盤構造)
- 地盤特性(物理特性～力学的特性)

● 地盤の可視化の方法(地盤の連続的変化を表現)

- 物理探査
 - 比抵抗高密度探査
 - 弾性波探査
 - 3次元探査・解析
- 地盤情報データベース
 - ボーリングデータ
 - 各種地盤調査データ

● 技術の伝承と後継者育成

((財)災害科学研究所・トンネル調査研究会研究成果参照)

● 今、なぜ地盤の可視化か？

実際の地盤現象

地盤の可視化を通じ、地盤情報を的確に把握することで、事業コストの縮減を図る

設計概念・設計法

柔構造設計法、性能設計法等の導入

現場関連の
アプローチ

地盤調査
原位層試験
現場計測

解析関連の
アプローチ

力学モデル
解析手法
数値シミュレーション
地盤の変形・挙動の予測

実験室関連の
アプローチ

物性～力学試験
模型実験

地盤工学における実際の現象へのアプローチ

● 物理探査手法の特徴

	物理量	適用箇所	影響要因	関連工学定数
比抵抗高密度探査	比抵抗	間隙部(軟弱部)	地盤材料の風化 含水状況 粘土含有量 など	間隙率 含水率 透水係数etc
弾性波探査	弾性波速度	実体部(固体部)	地盤材料の硬軟	N値 変形係数 一軸圧縮強度 etc

- 両探査法は、互いに競合するものではなく、補間関係にある。
- 両探査法を用いる**複合探査**は信頼性向上に有用である。

信頼性の高い工学的地盤評価を実現するための現状での課題

—自然の地盤構造は3次元に展開している—

3次元的に連続して展開する地盤構造や地盤の現象を正しく解釈・評価するためには
 1)調査計画と調査結果の解釈への地形学・地質学的視点の導入
 2)物理探査手法(検層・トモグラフィを含む)の高精度化と結果への信頼性ある解釈の実現

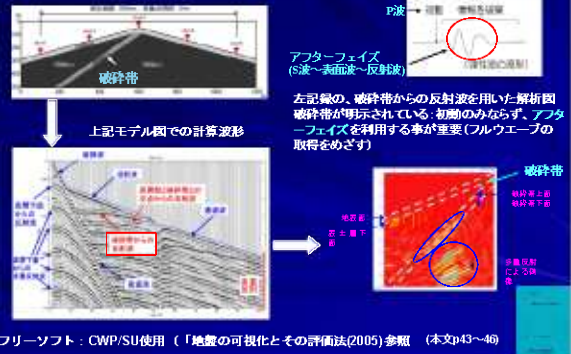
物理探査手法上の主な課題—(誤差をどこまで許容するか)

1. 高密度比抵抗探査の主な課題

- a)比抵抗による地盤の工学的性質の定量的評価
- b)深い構造の可視化(実用的な高エネルギー電源の近々での開発は可能か。高エネルギー化で、電流の分散による分解能低下問題の理論的克服)
- c)局部的に変化する地形の影響除去(谷部など)
- d)時間および経費の上で効率的な3次元探査の実用化
- e)地盤構造の特徴に適した電極配置及び電極間隔の測定方法の基準化
- f)局部的構造(空洞や褶曲構造或いは低比抵抗体内の高比抵抗体)の精度良い探査etc

アフターエイズの利用

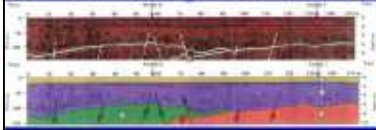
地盤中に斜めに破砕帯(低速度帯)が存在する場合のシミュレーション結果
 (地表震源—地表観測において、屈折法では地盤中の破砕帯は観測されない)



2. 屈折法弾性波探査の主な課題(地盤構造の変化の規模と波の波長(周波数))

- a)逆転層構造の把握→観測波形から反射波の識別ができないか
 (波長には地盤情報が含まれている。S波情報の判別ができれば、工学的評価の質が向上)
- b)鉛直方向の棒状構造(破砕帯など)の傾きの識別
 (上記a)~b)はフルウェーブの取得が実現出来れば、解決に近づけよう)
- c)波長に比べて小規模な構造の判別→音周波数・高エネルギーの振源の開発・実用化は困難か(波の減衰問題の解決に向けて)
 (現状では浅い部分での小規模構造には、音周波電磁探査(レーダー探査etc)が有利)
- d)地盤の褶曲構造の判別

Ground Penetrating Radar Investigation Profile



(Koichi Nakagawa etc, 2003, JAG53)

- e)深い構造→実用的な高エネルギー振源(機械的破り難し可能な集積を含む)の開発は?
- f)時間及び経費の上で実用的かつ効率的な3次元探査の実用化etc

計算手法の精度向上に向けて

現在の主要な計算手法(弾性波探査の場合)

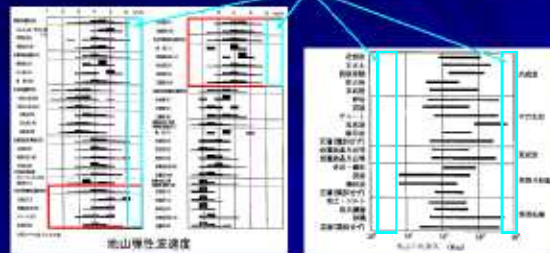
1. アイコナル(Eikonal)方程式に着目した計算手法(EI法)
 波長を0と近似し、光学距離または位相の変化だけに着目した光の伝搬方程式(光線は波面に垂直となる)
2. ホイヘンズ(Huygens)の原理に着目した手法 (HU法)
 波面のそれぞれの点から球面状の2次波が出ると考え、この2次波の包絡線が新たな波面となるとする理論
3. フレネルボリューム・アイコナル差分方程式によるトモグラフィ解析手法の展開 (藤辺・松岡他)

波動という物理現象を適性に表現する手法を選定することが大切

岩種別地山物性値

弾性波速度と比抵抗

注意を要する領域
 (測定値への取込を優先するあまり、原位置にあり得ない値を測定しないよう配慮が必要がある)

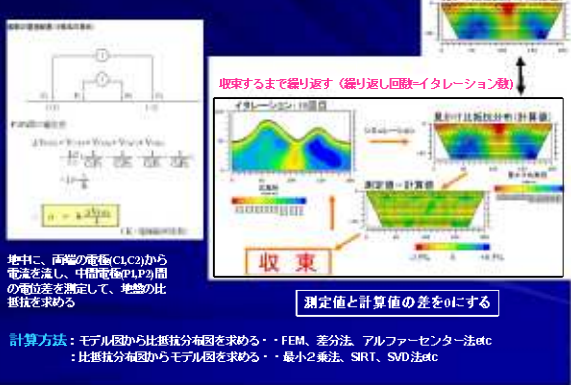


岩種と弾性波速度(P波速度)

岩種と比抵抗

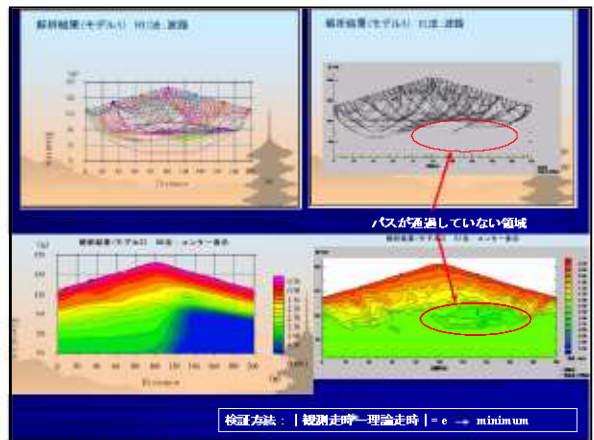
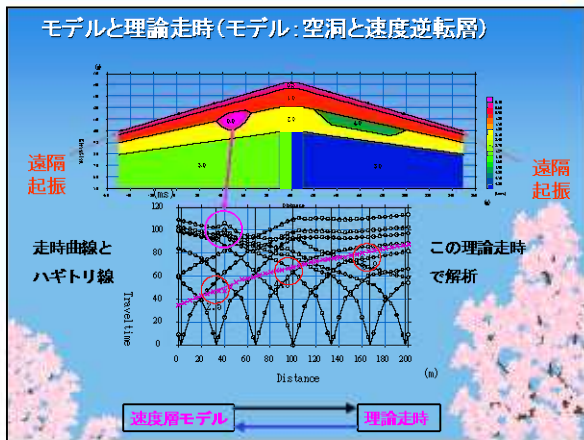
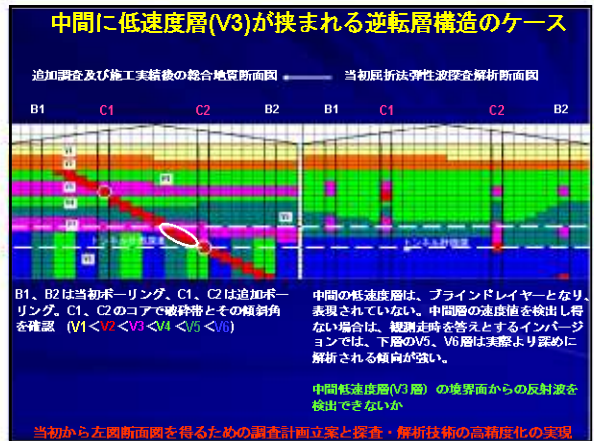
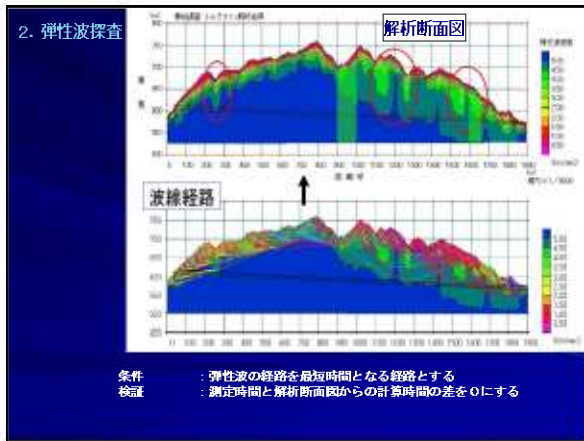
探査法の概要

1. 比抵抗探査法(2極法 3極法 4極法)



地中に、両端の電極(C1,C2)から電流を流し、中間電極(P1,P2)間の電位差を測定して、地盤の比抵抗を求める

計算方法: モデル図から比抵抗分布図を求める・FEM, 差分法, アルファセンタ法etc
 : 比抵抗分布図からモデル図を求める・最小2乗法, SIRT, SVD法etc



弾性波探査(屈折法)のインバージョン解析に「はぎ取り線」を活用すべき

インバージョン解析においては、初期速度モデルの設定(初期値の設定)が非常に重要
- はぎ取り線は、地山の全体的速度層構造及び地山の最深速度(最高速度)、横方向の速度変化が示されている

従来の屈折法弾性波探査(ハギトリ法)を振り返って

ハギトリ線(Delay Time)の傾きにより層速度を決定
Delay Time から層厚を決定
ハギトリ線の傾きの変化から、横方向の速度の変化を読み取る

難点

初期に着目するために、解析の精度は記録の精度と初期の読み方に依存される

下に低速度層がある場合、低速度層の認識が不可能
横方向の速度変化の読み取りと評価に経験を要す
下位方向に速度が連続的に変化する構造(ミラーシ構造)の解析が不得手
断層破砕帯の幅と傾きへの精度が低い

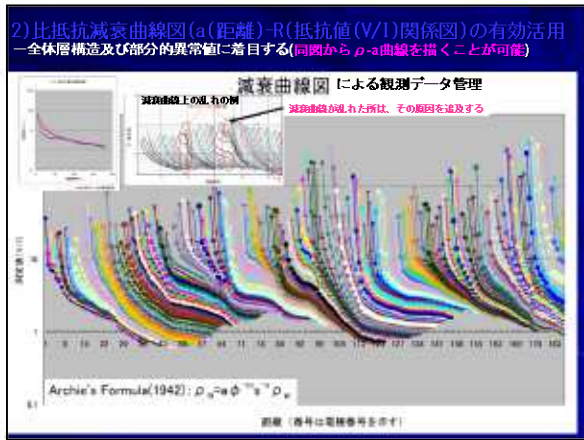
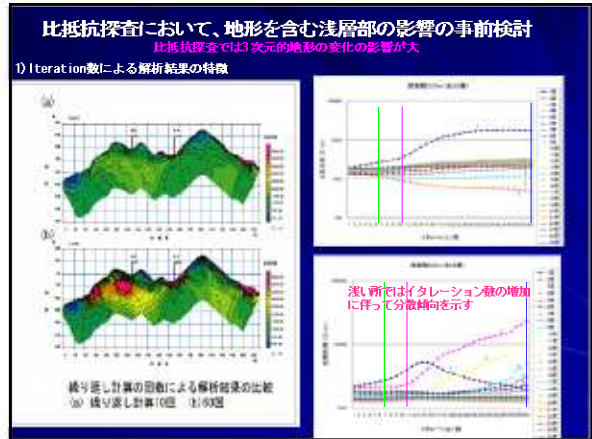
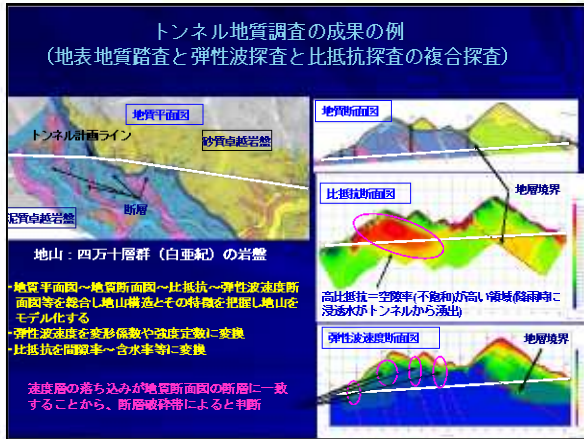
コンピューター技術を駆使し、分解能の向上させ読み取り精度の向上をはかる

既存文献では読者に誤解を与える表現が見られる

①探査可能な深さは概ね100m程度(山岳トンネル工法O&A、NPO法人臨床トンネル工学研究所)
②トモグラフィー的解析では断層帯相による測定を取り扱えない場合が多い(土木学会7/7'48より良い山岳トンネルの事前調査・事前設計に向けて、2007)

「トモグラフィー的解析」を行う場合の主な留意点

- 現場で出来るだけきれいな記録を、必要だけとることが大原則
- 解析上は「最短走時」と「深くなるほど速度が増す」ことを条件とされる
- 解析段階では、初期モデルの設定が解析の質を大きく左右する(個人差)
- 表層付近の低速度層が走時に大きく影響を及ぼすので、表層付近の速度の決定に正確を期する必要がある
- 最下層の最高速度層の速度値が初期モデルの精度すなわち解析精度に大きく影響するので、過剰採波を多用する(ハギトリ法の導入)などして原位置での最下層の最高速度値の決定に正確を期す
- 主に測線の端や風化層の薄い谷部の深部などは波線が通過せず、初期モデルに依存しやすい。
- 地質や地質構造によって、トモグラフィー的解析と層構造解析を適宜使い分ける必要がある(層構造解析結果とトモグラフィー的解析結果の間で整合性がとれるよう検証する必要がある-総合評価)
- 「残差を最少に」が大前提であるが、その際に屈折法理論から大きく逸脱しないよう留意する必要がある
- 解析結果で得られた速度層断面図において、原位置にありそうでない非現実的な高速度層やバスが通らないところに「自主が生じている場合には、詳細に検証する必要がある



変換解析: 弾性波速度、比抵抗と空隙率

弾性波速度 (Wyllieの式)

$$\frac{1}{V_p} = \frac{(1-\phi)}{V_m} + \frac{\phi \cdot S_r}{V_f} + \frac{\phi \cdot (1-S_r)}{V_a} = f(\phi, S_r)$$

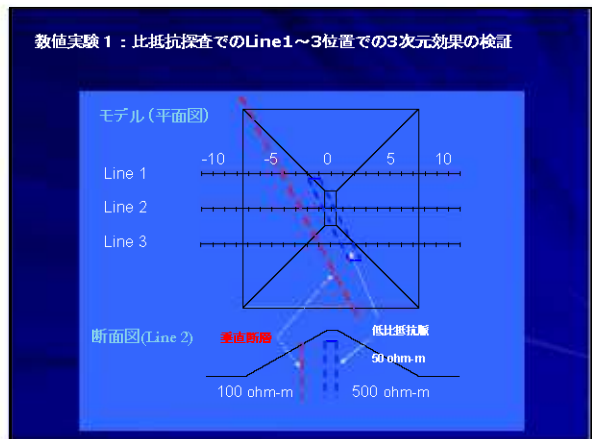
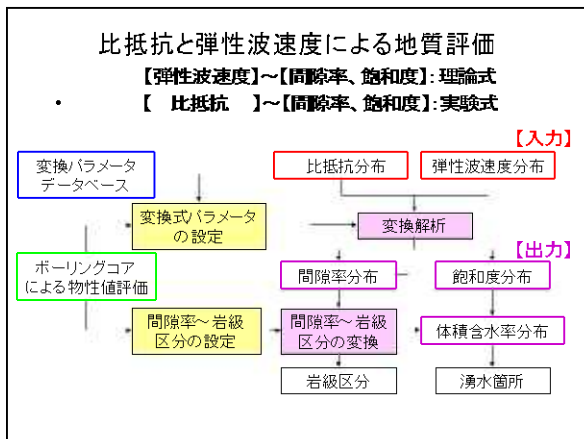
ただし、
 V_p : 岩石の弾性波速度、 V_m : 岩石実質部の弾性波速度
 V_f : 間隙水の弾性波速度、 V_a : 空気間隙の弾性波速度
 ϕ : 有効空隙率、 S_r : 飽和度

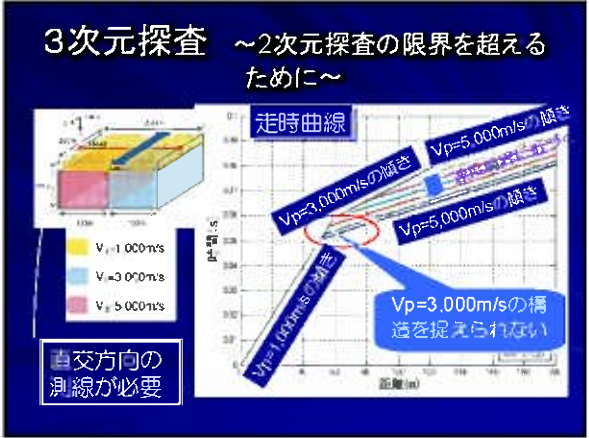
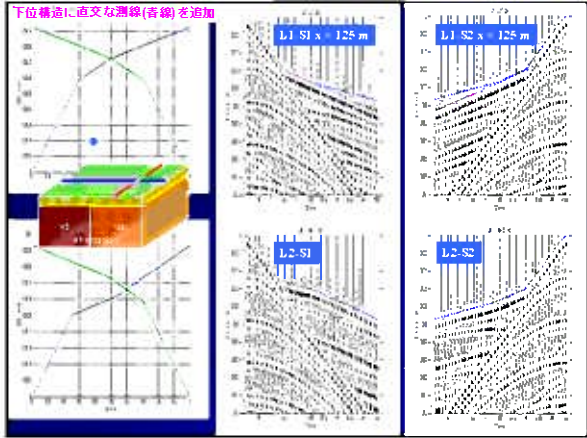
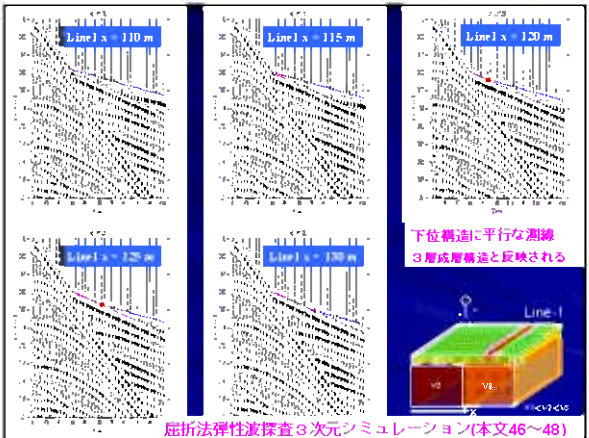
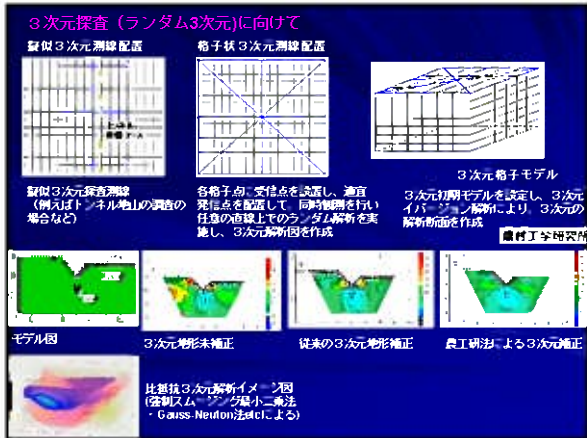
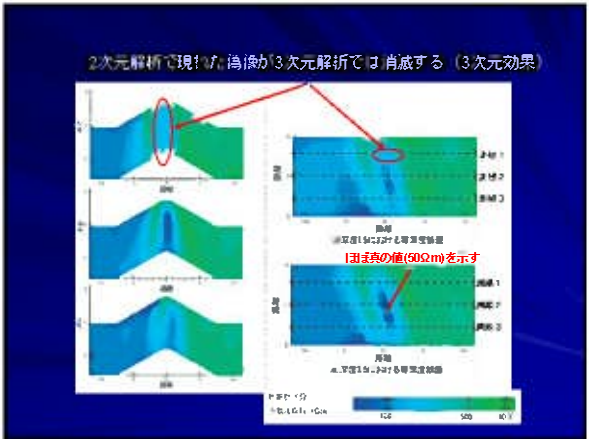
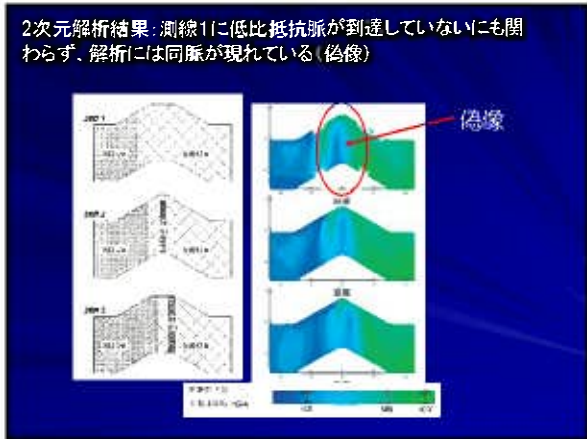
比抵抗値(Archieの式)

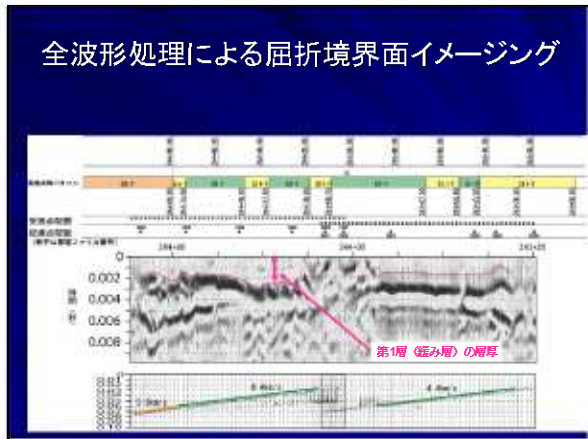
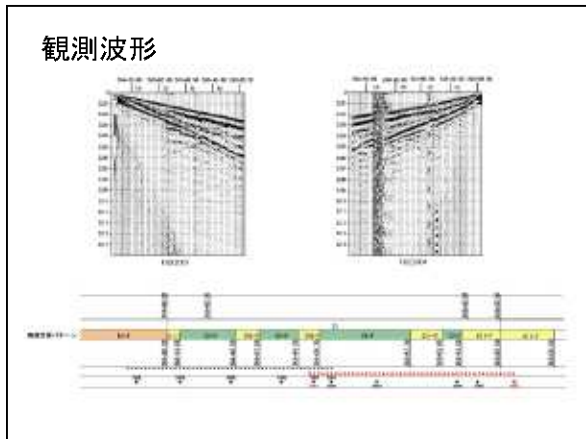
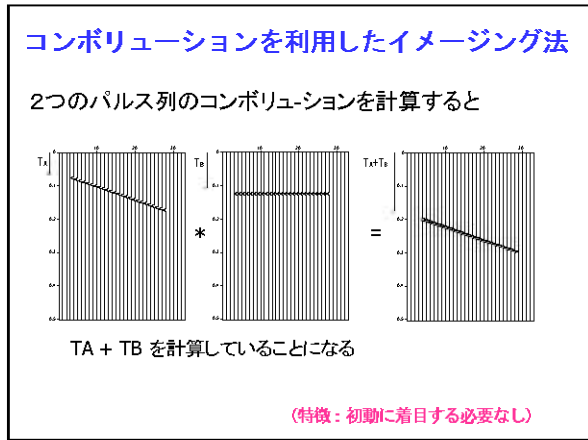
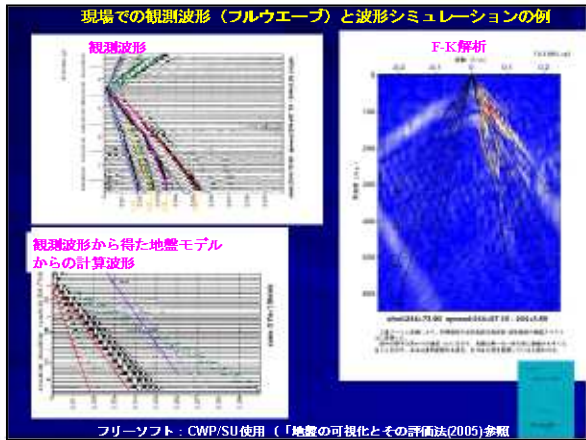
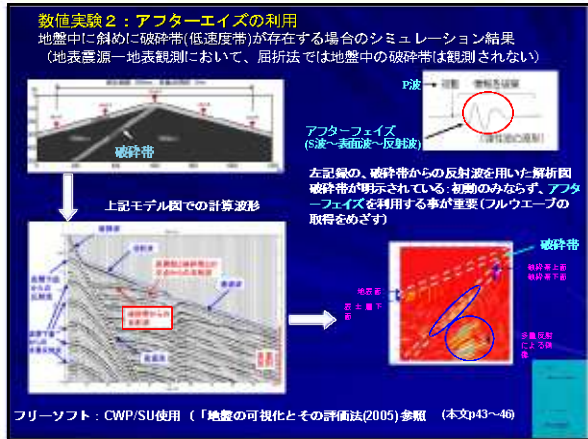
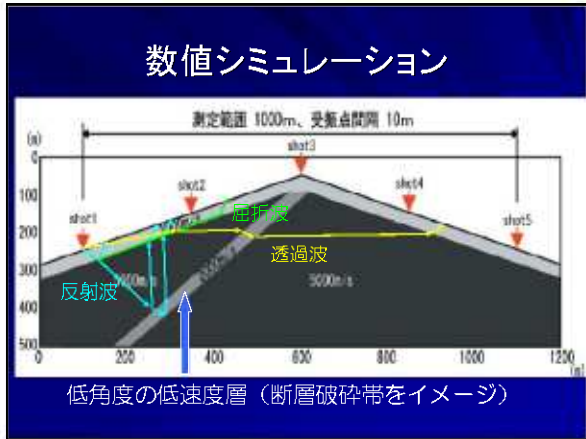
$$\rho = \frac{m}{\phi} \cdot S_r^{-n} \cdot \rho_o = g(\phi, S_r) \quad (F=1/\phi^m = \rho_o/\rho_a)$$

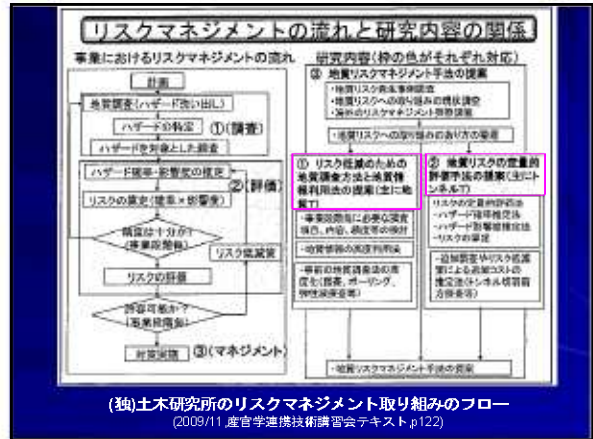
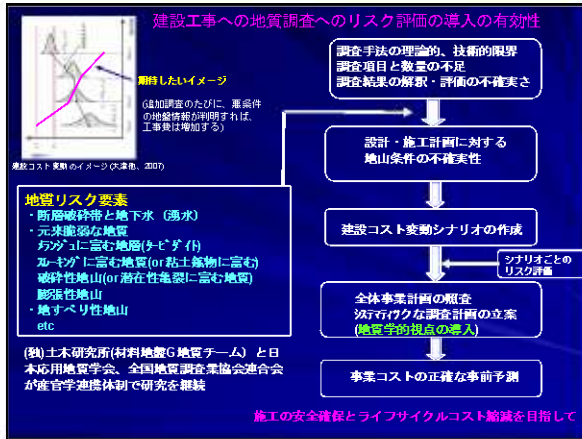
ただし、
 ρ : 比抵抗、 ϕ : 有効空隙率、 S_r : 飽和度
 m, n, B : 地質の違いによる指数・係数

(地山を空隙率～体積含水率(Vw/V)で表示することも重要)









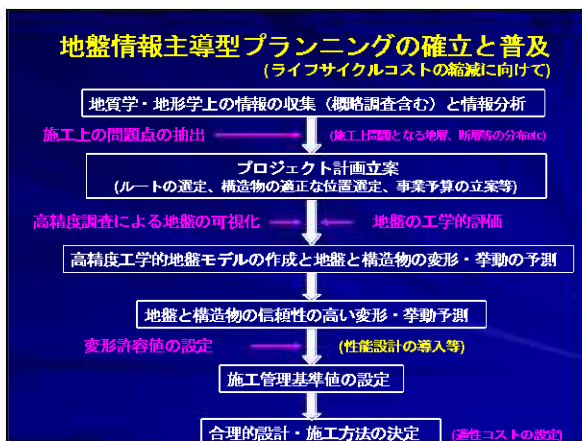
4. リスクマネジメントに関する研究

4.1 地盤情報の集積・構築・利用技術

- 土木地質調査の標準化を担当(ボーリング柱状図等、各種土木地質調査成果の要領、マニュアル作成)
- 利活用についても検討(最近は国土地盤情報検索サイト KuniJibanの開設)

ライフサイクルコスト縮減を目指して

- 地盤の高精度モデル化のための「地盤の可視化」を実現する
地盤の変形・挙動を高精度に予測するためには、地盤の高精度でのモデル化が必要
1) 高密度複合探査(弾性波と比抵抗の併用探査)の実用化
(弾性波と比抵抗の各々の特徴を活かす)
2) 各探査手法の特徴を理解し、且つ原位置地山が元来保有する物性を把握した上で、総合的な解釈と評価を行う
3) 3次元効果を理解し、3次元探査の実用化を目指す
4) 複合探査結果より、地山の間隙率と地層含水率etc)で評価する(新鮮コアの間隙率との比較により地山の風化度から風化構造を評価)
- 建設事業全体(計画～設計～施工)での調査(高精度)の重要性の認識の一般化と事業内での段階別調査手法の確立を実現



まとめ一 地盤工学分野での実用的可視化技術と信頼性ある地盤評価手法の確立を目指す

- 地質学的視点を導入した地質調査の最適化とシステム化の実現
- 事業の上流側(プロジェクト計画段階)での地質学的視点の導入
- 複合探査を利用した地盤の信頼性ある工学的評価手法の確立(弾性波速度、比抵抗と工学定数との普遍的関連性の追究)
- 地質調査結果と施工実績のデジタルデータベースの構築と一般閲覧可能システムの確立(技術の伝承と後継者育成のために)

トンネル調査研究会のこれまでの主な刊行物を通して、
研究の経緯と成果内容

1997	2001	2005	2009
<p>初期 主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 	<p>高抵抗比抵抗探査の普及 と評価法の信頼性向上 主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 	<p>地盤の可視化の高精度化 と評価法の信頼性向上 主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 	<p>探査・解析・可視化・評価 技術の高精度化と地盤調査の 最適化 主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進 ・地盤調査技術の普及と普及の促進

定価×0.8 ⇒ ¥5,000

地盤の可視化と探査技術(2001)

- ・比抵抗探査を中心に探査技術の高精度化と可視化の追究
- ・施工実績の収集・分析を通して、工学的地盤評価手法の確立を目指す
 - 1) 測線長と探査深度
 - 2) 電極配置と地盤構造
 - 3) 電極間隔と構造規模
 - 4) 比抵抗値と岩盤等級との関係を整理・追究
- ・個別探査手法の特性と限界に着目し、地盤の現象と特性を正しく評価するために「**効率的な複合探査の実用化**」が必要と提案

地盤の可視化技術と評価法(2009) – 技術の特化と信頼性の確保

- ・地盤の正しい工学的評価を実現するための効率的な複合探査手法の追究と実用化
- ・探査深度の拡大や地盤構造の規模に適した振源（電流源）一観測システムの追究
- ・地盤モデルからのシミュレーションを通して探査の3次元効果を検証
- ・観測波形に包摂される地盤（構造）情報を高精度に識別するために、フルウェーブの取得とそこから個別波形の分離・波形シミュレーションによる検証の重要性を指摘
- ・対象とする地盤構造に適した最適地盤調査手法及び合理的調査のシステム化の追究
- ・ライフサイクルコスト削減のための地盤調査へのリスクマネジメント導入の重要性とその効果の追究
- ・ライフサイクルコスト削減のための地盤の高精度可視化と信頼性の高い工学的地盤評価法の確立の重要性

目 次	
第1章 地盤調査の概要と基礎	1
1.1 地盤調査の目的と地盤調査の種類	1
1.2 地盤調査の種類	1
1.3 地盤調査の種類	1
1.4 地盤調査の種類	1
1.5 地盤調査の種類	1
1.6 地盤調査の種類	1
1.7 地盤調査の種類	1
1.8 地盤調査の種類	1
1.9 地盤調査の種類	1
1.10 地盤調査の種類	1
1.11 地盤調査の種類	1
1.12 地盤調査の種類	1
1.13 地盤調査の種類	1
1.14 地盤調査の種類	1
1.15 地盤調査の種類	1
1.16 地盤調査の種類	1
1.17 地盤調査の種類	1
1.18 地盤調査の種類	1
1.19 地盤調査の種類	1
1.20 地盤調査の種類	1
1.21 地盤調査の種類	1
1.22 地盤調査の種類	1
1.23 地盤調査の種類	1
1.24 地盤調査の種類	1
1.25 地盤調査の種類	1
1.26 地盤調査の種類	1
1.27 地盤調査の種類	1
1.28 地盤調査の種類	1
1.29 地盤調査の種類	1
1.30 地盤調査の種類	1
1.31 地盤調査の種類	1
1.32 地盤調査の種類	1
1.33 地盤調査の種類	1
1.34 地盤調査の種類	1
1.35 地盤調査の種類	1
1.36 地盤調査の種類	1
1.37 地盤調査の種類	1
1.38 地盤調査の種類	1
1.39 地盤調査の種類	1
1.40 地盤調査の種類	1
1.41 地盤調査の種類	1
1.42 地盤調査の種類	1
1.43 地盤調査の種類	1
1.44 地盤調査の種類	1
1.45 地盤調査の種類	1
1.46 地盤調査の種類	1
1.47 地盤調査の種類	1
1.48 地盤調査の種類	1
1.49 地盤調査の種類	1
1.50 地盤調査の種類	1
1.51 地盤調査の種類	1
1.52 地盤調査の種類	1
1.53 地盤調査の種類	1
1.54 地盤調査の種類	1
1.55 地盤調査の種類	1
1.56 地盤調査の種類	1
1.57 地盤調査の種類	1
1.58 地盤調査の種類	1
1.59 地盤調査の種類	1
1.60 地盤調査の種類	1
1.61 地盤調査の種類	1
1.62 地盤調査の種類	1
1.63 地盤調査の種類	1
1.64 地盤調査の種類	1
1.65 地盤調査の種類	1
1.66 地盤調査の種類	1
1.67 地盤調査の種類	1
1.68 地盤調査の種類	1
1.69 地盤調査の種類	1
1.70 地盤調査の種類	1
1.71 地盤調査の種類	1
1.72 地盤調査の種類	1
1.73 地盤調査の種類	1
1.74 地盤調査の種類	1
1.75 地盤調査の種類	1
1.76 地盤調査の種類	1
1.77 地盤調査の種類	1
1.78 地盤調査の種類	1
1.79 地盤調査の種類	1
1.80 地盤調査の種類	1
1.81 地盤調査の種類	1
1.82 地盤調査の種類	1
1.83 地盤調査の種類	1
1.84 地盤調査の種類	1
1.85 地盤調査の種類	1
1.86 地盤調査の種類	1
1.87 地盤調査の種類	1
1.88 地盤調査の種類	1
1.89 地盤調査の種類	1
1.90 地盤調査の種類	1
1.91 地盤調査の種類	1
1.92 地盤調査の種類	1
1.93 地盤調査の種類	1
1.94 地盤調査の種類	1
1.95 地盤調査の種類	1
1.96 地盤調査の種類	1
1.97 地盤調査の種類	1
1.98 地盤調査の種類	1
1.99 地盤調査の種類	1
2.00 地盤調査の種類	1

1.1 地盤調査の種類	1
1.2 地盤調査の種類	1
1.3 地盤調査の種類	1
1.4 地盤調査の種類	1
1.5 地盤調査の種類	1
1.6 地盤調査の種類	1
1.7 地盤調査の種類	1
1.8 地盤調査の種類	1
1.9 地盤調査の種類	1
1.10 地盤調査の種類	1
1.11 地盤調査の種類	1
1.12 地盤調査の種類	1
1.13 地盤調査の種類	1
1.14 地盤調査の種類	1
1.15 地盤調査の種類	1
1.16 地盤調査の種類	1
1.17 地盤調査の種類	1
1.18 地盤調査の種類	1
1.19 地盤調査の種類	1
1.20 地盤調査の種類	1
1.21 地盤調査の種類	1
1.22 地盤調査の種類	1
1.23 地盤調査の種類	1
1.24 地盤調査の種類	1
1.25 地盤調査の種類	1
1.26 地盤調査の種類	1
1.27 地盤調査の種類	1
1.28 地盤調査の種類	1
1.29 地盤調査の種類	1
1.30 地盤調査の種類	1
1.31 地盤調査の種類	1
1.32 地盤調査の種類	1
1.33 地盤調査の種類	1
1.34 地盤調査の種類	1
1.35 地盤調査の種類	1
1.36 地盤調査の種類	1
1.37 地盤調査の種類	1
1.38 地盤調査の種類	1
1.39 地盤調査の種類	1
1.40 地盤調査の種類	1
1.41 地盤調査の種類	1
1.42 地盤調査の種類	1
1.43 地盤調査の種類	1
1.44 地盤調査の種類	1
1.45 地盤調査の種類	1
1.46 地盤調査の種類	1
1.47 地盤調査の種類	1
1.48 地盤調査の種類	1
1.49 地盤調査の種類	1
1.50 地盤調査の種類	1
1.51 地盤調査の種類	1
1.52 地盤調査の種類	1
1.53 地盤調査の種類	1
1.54 地盤調査の種類	1
1.55 地盤調査の種類	1
1.56 地盤調査の種類	1
1.57 地盤調査の種類	1
1.58 地盤調査の種類	1
1.59 地盤調査の種類	1
1.60 地盤調査の種類	1
1.61 地盤調査の種類	1
1.62 地盤調査の種類	1
1.63 地盤調査の種類	1
1.64 地盤調査の種類	1
1.65 地盤調査の種類	1
1.66 地盤調査の種類	1
1.67 地盤調査の種類	1
1.68 地盤調査の種類	1
1.69 地盤調査の種類	1
1.70 地盤調査の種類	1
1.71 地盤調査の種類	1
1.72 地盤調査の種類	1
1.73 地盤調査の種類	1
1.74 地盤調査の種類	1
1.75 地盤調査の種類	1
1.76 地盤調査の種類	1
1.77 地盤調査の種類	1
1.78 地盤調査の種類	1
1.79 地盤調査の種類	1
1.80 地盤調査の種類	1
1.81 地盤調査の種類	1
1.82 地盤調査の種類	1
1.83 地盤調査の種類	1
1.84 地盤調査の種類	1
1.85 地盤調査の種類	1
1.86 地盤調査の種類	1
1.87 地盤調査の種類	1
1.88 地盤調査の種類	1
1.89 地盤調査の種類	1
1.90 地盤調査の種類	1
1.91 地盤調査の種類	1
1.92 地盤調査の種類	1
1.93 地盤調査の種類	1
1.94 地盤調査の種類	1
1.95 地盤調査の種類	1
1.96 地盤調査の種類	1
1.97 地盤調査の種類	1
1.98 地盤調査の種類	1
1.99 地盤調査の種類	1
2.00 地盤調査の種類	1

目 次	
1.1 地盤調査の種類	1
1.2 地盤調査の種類	1
1.3 地盤調査の種類	1
1.4 地盤調査の種類	1
1.5 地盤調査の種類	1
1.6 地盤調査の種類	1
1.7 地盤調査の種類	1
1.8 地盤調査の種類	1
1.9 地盤調査の種類	1
1.10 地盤調査の種類	1
1.11 地盤調査の種類	1
1.12 地盤調査の種類	1
1.13 地盤調査の種類	1
1.14 地盤調査の種類	1
1.15 地盤調査の種類	1
1.16 地盤調査の種類	1
1.17 地盤調査の種類	1
1.18 地盤調査の種類	1
1.19 地盤調査の種類	1
1.20 地盤調査の種類	1
1.21 地盤調査の種類	1
1.22 地盤調査の種類	1
1.23 地盤調査の種類	1
1.24 地盤調査の種類	1
1.25 地盤調査の種類	1
1.26 地盤調査の種類	1
1.27 地盤調査の種類	1
1.28 地盤調査の種類	1
1.29 地盤調査の種類	1
1.30 地盤調査の種類	1
1.31 地盤調査の種類	1
1.32 地盤調査の種類	1
1.33 地盤調査の種類	1
1.34 地盤調査の種類	1
1.35 地盤調査の種類	1
1.36 地盤調査の種類	1
1.37 地盤調査の種類	1
1.38 地盤調査の種類	1
1.39 地盤調査の種類	1
1.40 地盤調査の種類	1
1.41 地盤調査の種類	1
1.42 地盤調査の種類	1
1.43 地盤調査の種類	1
1.44 地盤調査の種類	1
1.45 地盤調査の種類	1
1.46 地盤調査の種類	1
1.47 地盤調査の種類	1
1.48 地盤調査の種類	1
1.49 地盤調査の種類	1
1.50 地盤調査の種類	1
1.51 地盤調査の種類	1
1.52 地盤調査の種類	1
1.53 地盤調査の種類	1
1.54 地盤調査の種類	1
1.55 地盤調査の種類	1
1.56 地盤調査の種類	1
1.57 地盤調査の種類	1
1.58 地盤調査の種類	1
1.59 地盤調査の種類	1
1.60 地盤調査の種類	1
1.61 地盤調査の種類	1
1.62 地盤調査の種類	1
1.63 地盤調査の種類	1
1.64 地盤調査の種類	1
1.65 地盤調査の種類	1
1.66 地盤調査の種類	1
1.67 地盤調査の種類	1
1.68 地盤調査の種類	1
1.69 地盤調査の種類	1
1.70 地盤調査の種類	1
1.71 地盤調査の種類	1
1.72 地盤調査の種類	1
1.73 地盤調査の種類	1
1.74 地盤調査の種類	1
1.75 地盤調査の種類	1
1.76 地盤調査の種類	1
1.77 地盤調査の種類	1
1.78 地盤調査の種類	1
1.79 地盤調査の種類	1
1.80 地盤調査の種類	1
1.81 地盤調査の種類	1
1.82 地盤調査の種類	1
1.83 地盤調査の種類	1
1.84 地盤調査の種類	1
1.85 地盤調査の種類	1
1.86 地盤調査の種類	1
1.87 地盤調査の種類	1
1.88 地盤調査の種類	1
1.89 地盤調査の種類	1
1.90 地盤調査の種類	1
1.91 地盤調査の種類	1
1.92 地盤調査の種類	1
1.93 地盤調査の種類	1
1.94 地盤調査の種類	1
1.95 地盤調査の種類	1
1.96 地盤調査の種類	1
1.97 地盤調査の種類	1
1.98 地盤調査の種類	1
1.99 地盤調査の種類	1
2.00 地盤調査の種類	1