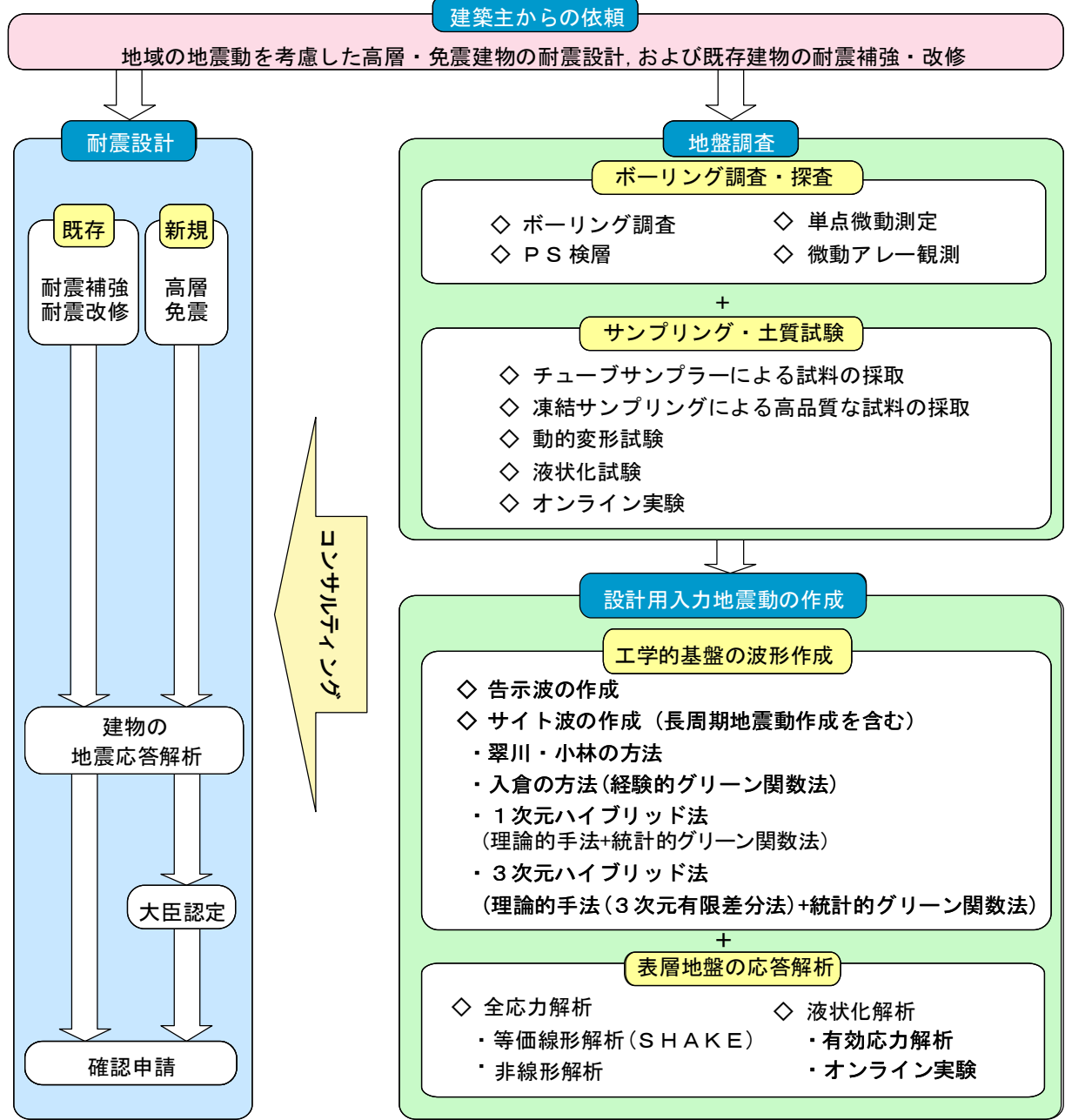


# 設計用入力地震動の作成

信頼性の高い構造設計を支援する技術

## 設計用入力地震動作成の流れ

性能設計などのニーズに応じた地盤調査と設計用入力地震動の作成を提案し、信頼性のあるデータを提供いたします。



## 地盤調査

設計用入力地震動の作成には、下記の調査が必要となります。微動アレー観測や凍結サンプリングなどの高度な技術を用いることで、地震による地盤挙動をより精度良く評価できます。

### ボーリング調査・探査

調査項目		目的
ボーリング調査		支持地盤と地層の把握
P S 検層		P波・S波速度分布の把握 工学的基盤( $V_s \geq 400\text{m/s}$ )の確認
時 時 微 動	単点微動測定(3成分)	地盤の固有周期の把握 地盤種別の判定
	微動アレー観測	地震基盤( $V_s \geq 3,000\text{m/s}$ )までの深いS波速度構造の推定

### サンプリング・土質試験

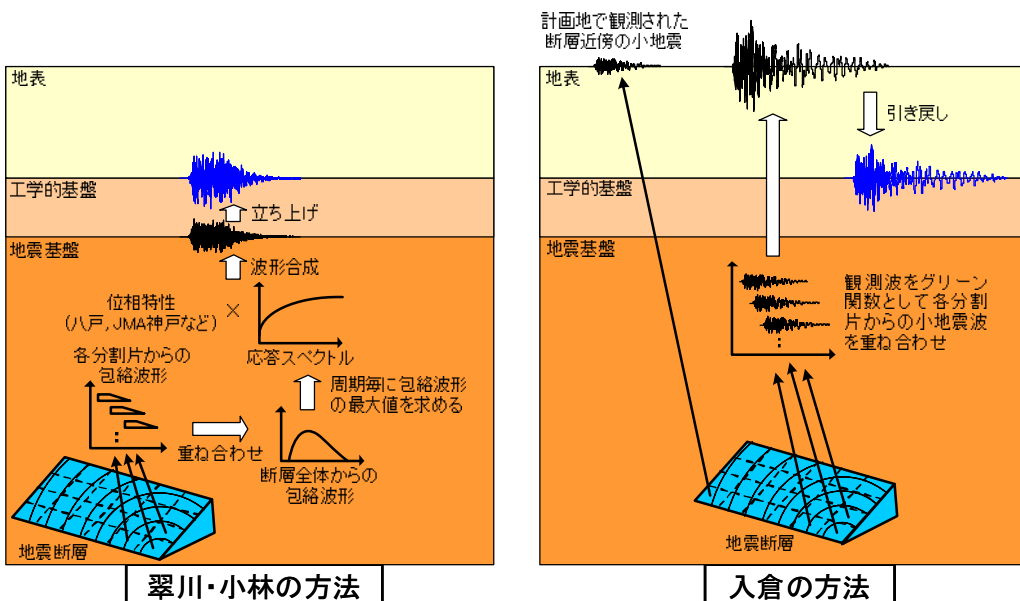
調査項目	目的
チューブサンプラーによる 試料の採取	地盤の動的変形特性、液状化強度を評価する試料の採取
凍結サンプリング	砂・砂礫地盤の動的変形特性、液状化強度を高精度に評価する 乱さない試料の採取
動的変形試験	地盤の動的変形特性の把握 (剛性・減衰特性とひずみの関係)
液状化試験	液状化解析に用いる液状化強度の把握
オンライン実験	数値解析と要素試験(砂地盤)による液状化変形特性の把握

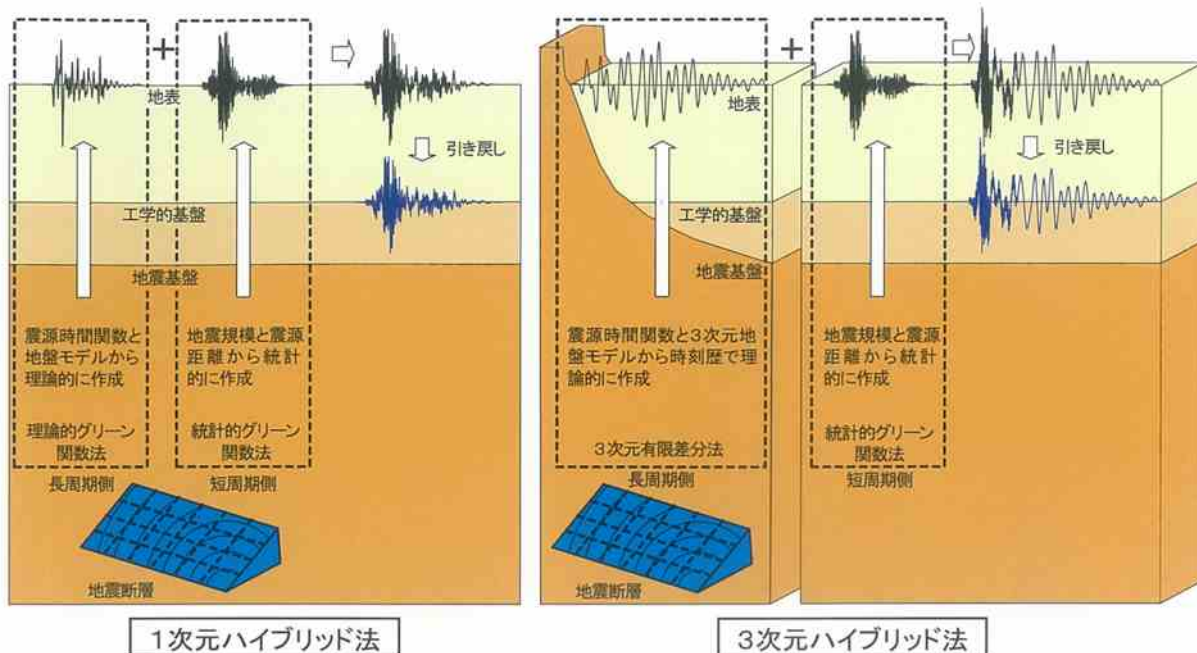
設計用入力地震動の作成

工学的基盤の波形作成

- 告示波(平成12年建設省告示第1461号)の作成  
適切な位相を用いて, 告示波を作成いたします。
- サイト(計画地)波の作成  
サイト波の作成には, 下記に示す様々な手法があります。

手法名	特徴	条件	長周期地震動の再現性
翠川・小林の方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パラメータの数が少なく計算が簡便</li> <li>・遠距離地震に対しての適用例が多い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震基盤での応答スペクトルが求まり, 波形作成には任意の位相特性が必要</li> <li>・地震基盤までの深い地盤構造が必要</li> <li>・複雑な震源モデルの設定には不向き</li> </ul>	長周期地震動を含んだ観測波の位相を採用することで模擬的に再現可能
入倉の方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小地震記録を用いて目標とする大地震の波形を作成</li> <li>・震源からサイトまでの地震動伝播特性を反映した波形が作成可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・想定地震周辺で発生した小地震のサイト近傍観測点での記録が必要</li> </ul>	長周期地震動を含む小地震記録が得られていれば高精度に再現可能
1次元ハイブリッド法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・理論と統計的な手法により広帯域の地震動を作成</li> <li>・直下地震を精度良く作成可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震基盤までの深い地盤構造が必要</li> <li>・震源モデルの設定に専門的な判断が必要(複雑である反面, 精度の高い波形が予測可能)</li> </ul>	後続波が3次元ハイブリッド法と比較して短く表現される
3次元ハイブリッド法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・理論(3D)と統計的な手法により広帯域でかつ3次元地盤構造を考慮した地震動を作成</li> <li>・直下地震から遠距離地震まで精度良く作成可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元地盤構造が必要</li> <li>・震源モデルの設定に専門的な判断が必要(複雑である反面, 精度の高い波形が予測可能)</li> </ul>	継続時間の長い長周期地震動を高精度に再現可能





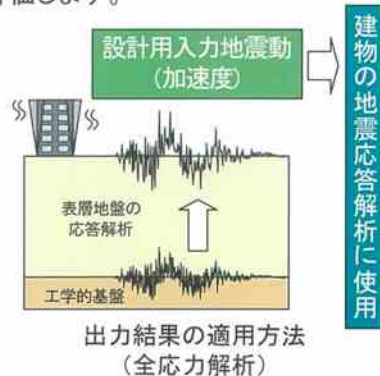
## 表層地盤の応答解析

工学的基盤から地表まで(表層地盤)の応答解析を行い、設計用入力地震動を作成します。応答解析には下記に示す全応力解析と液状化解析があります。

### ● 全応力解析

下記に示す全応力解析では、主に設計用入力地震動(加速度)を評価します。

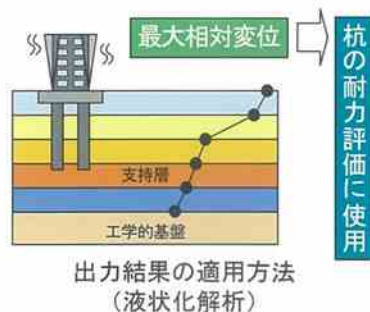
手法名	難易度	特徴
等価線形解析 (SHAKE)	簡便	<ul style="list-style-type: none"> <li>最も多く用いられている基本的な手法</li> <li>周波数領域での応答解析</li> </ul>
非線形解析	やや複雑	<ul style="list-style-type: none"> <li>双曲線・修正R-Oモデルなどの骨格曲線を使用</li> <li>時刻歴応答解析</li> </ul>



### ● 液状化解析

下記に示す液状化解析では、主に液状化時の地盤の変形特性(変位)を評価します。

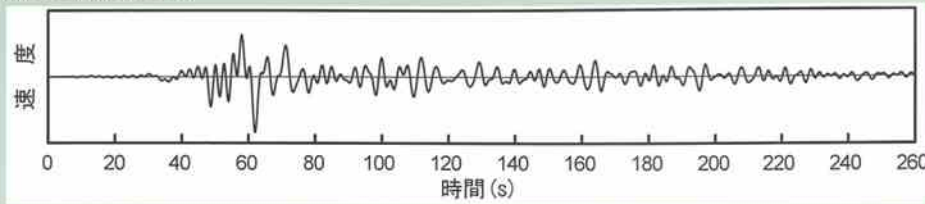
手法名	難易度	特徴
有効応力解析	複雑	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂地盤の液状化変形特性を評価</li> <li>有効応力を考慮した数値解析</li> </ul>
オンライン実験※	やや複雑	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂層の液状化変形特性を直接評価</li> <li>液状化強度特性の評価が難しい洪積砂層などに有効</li> </ul>



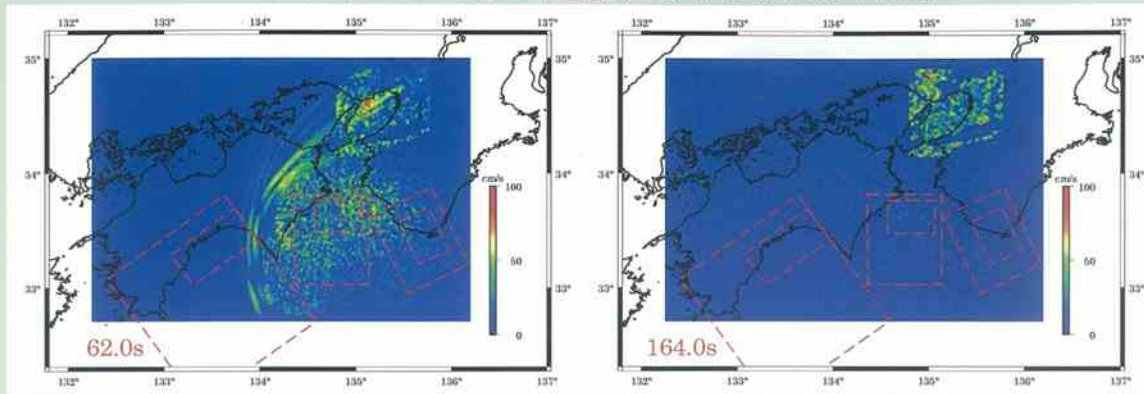
※サンプリング試料が必要

## 長周期地震動の作成

長周期地震動が含まれた継続時間の長い入力地震動を提供し、高層・免震建物の精度の高い構造設計に貢献します。



南海地震における長周期地震動波形作成例(大阪市付近)



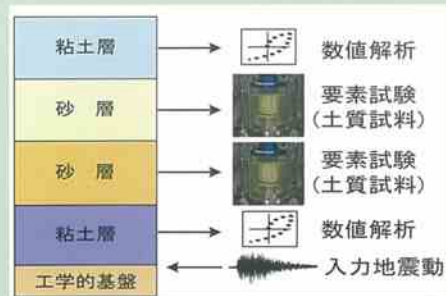
3次元有限差分法から求めた南海地震の計算結果  
(最大速度のスナップショット)

## オンライン実験

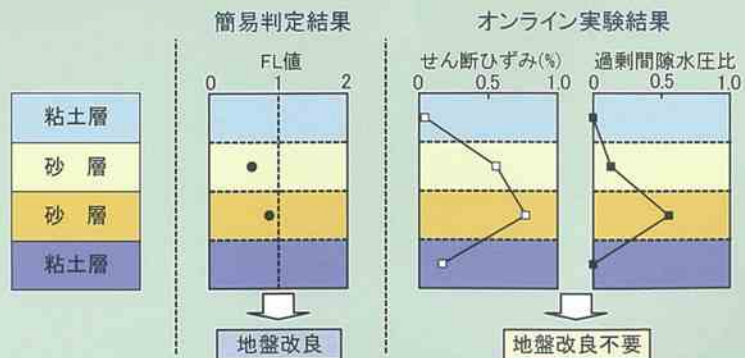
数値解析と要素試験(土質試料)をオンラインで行う手法です。  
液状化が懸念されるN値の低い洪積砂層に対して、地震時変形特性を精度良く評価できます。



オンライン実験装置



オンライン実験の概要図



簡易判定との比較例