

4. 地震動予測

地震動予測の基本的方針

アウトプットは以下のものとし、それぞれ 1km メッシュごとに求める。

- (1) 強震動加速度波形
- (2) 最大加速度分布
- (3) 震度分布

断層面上でのすべり変位の空間的・時間的性質に関する新たな知見により想定される震源モデル(震源モデル検討による)に基づいて強震動加速度波形を予測し、それに基づいて全てのアウトプットを予測する。

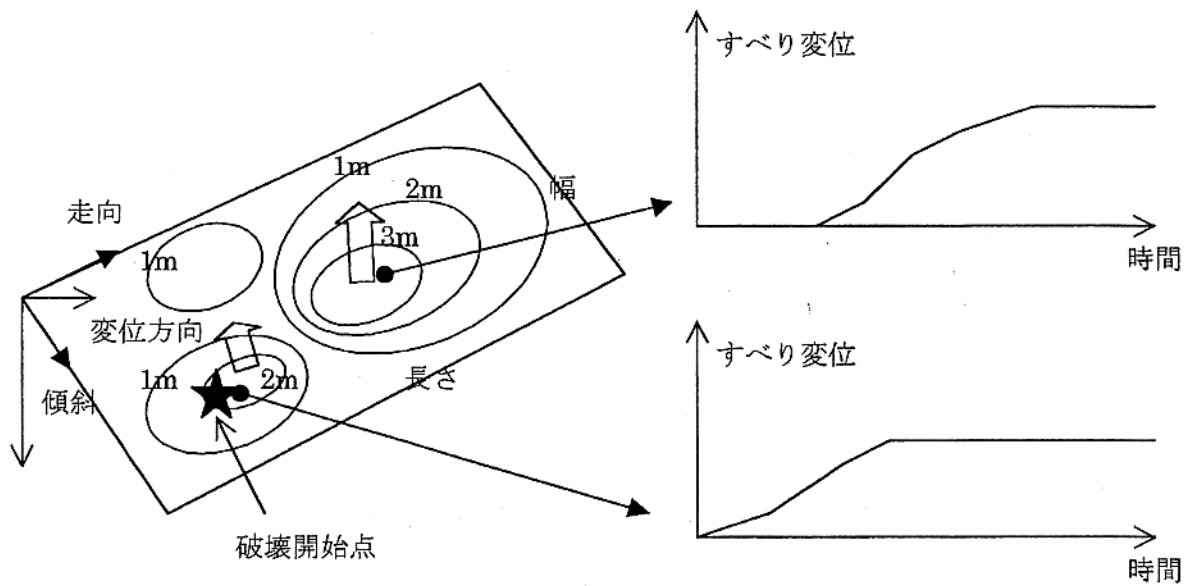
強震動加速度波形は、各種構造物・地盤災害の予測のために必要な短周期成分・長周期成分を含む広い周波数帯域で予測する。

強震動加速度波動の長周期成分の予測は、震源すべり変位の長周期での性質に関する知見、深部及び浅部地盤の長波長構造に基づき行う。

強震動加速度波動の短周期成分の予測は、震源すべり変位の短周期での確率論的性質に関する新たな知見、深部及び浅部地盤構造の短周期地震動への影響に関する新たな知見を考慮する。

①地震発生

- ・震源モデルに従って、断層位置、走向・傾斜、長さ・幅を設定する。
- ・断層の破壊開始点で、すべり変位方向にすべり変位を与える。
- ・定められた破壊伝播速度ですべり変位の起こる領域を拡大する。
- ・速度時空分布で定められたとおりにすべりを継続させる。
- ・最終変位分布で定められたすべり変位まで変位させる。



②地震動伝播（深部）

地盤構造は 3 次元とし、長周期成分と短周期成分を個別に計算するハイブリッド法を採用し広帯域強震動加速度波形を計算する。

長周期成分

計算方法	: 3 次元差分法
必要データ	: 3 次元広域地盤構造(速度・密度・Q 値構造)

- ・震源と地盤が一意的にモデル化されれば運動方程式の解として強震動加速度波形が計算できる。
- ・長周期成分に対して 3 次元計算をするための長波長深部地盤構造はモデル化できる。
- ・長周期成分に対して 3 次元計算をするための震源の長周期成分はモデル化できる。
- ・3 次元の地盤構造を反映した主な計算方法は以下のとおりである。
 - (1) 差分法
 - (2) 有限要素法
 - (3) 境界積分法（離散化波数積分法、境界要素法など）
- ・解の安定性、計算時間等から判断して差分法が実用的に優れている。
- ・地震基盤以深の速度構造及び密度構造は、トモグラフィ結果、プレート形状の研究結果を利用する。
- ・地震基盤から工学的基盤までの速度構造及び密度構造は、屈折法探査、重力解析結果を利用する。
- ・地震基盤までの Q 構造については、構造境界は速度境界と一致させ、構造設定にはトモグラフィ結果を参照する。Q 値は周波数に依存しないものとする。
- ・地震基盤から工学的基盤までの Q 構造は、自然地震記録の解析結果を参照する。
- ・地震観測記録の得られる地点では、地震動記録を予測された波形の検証に利用する。

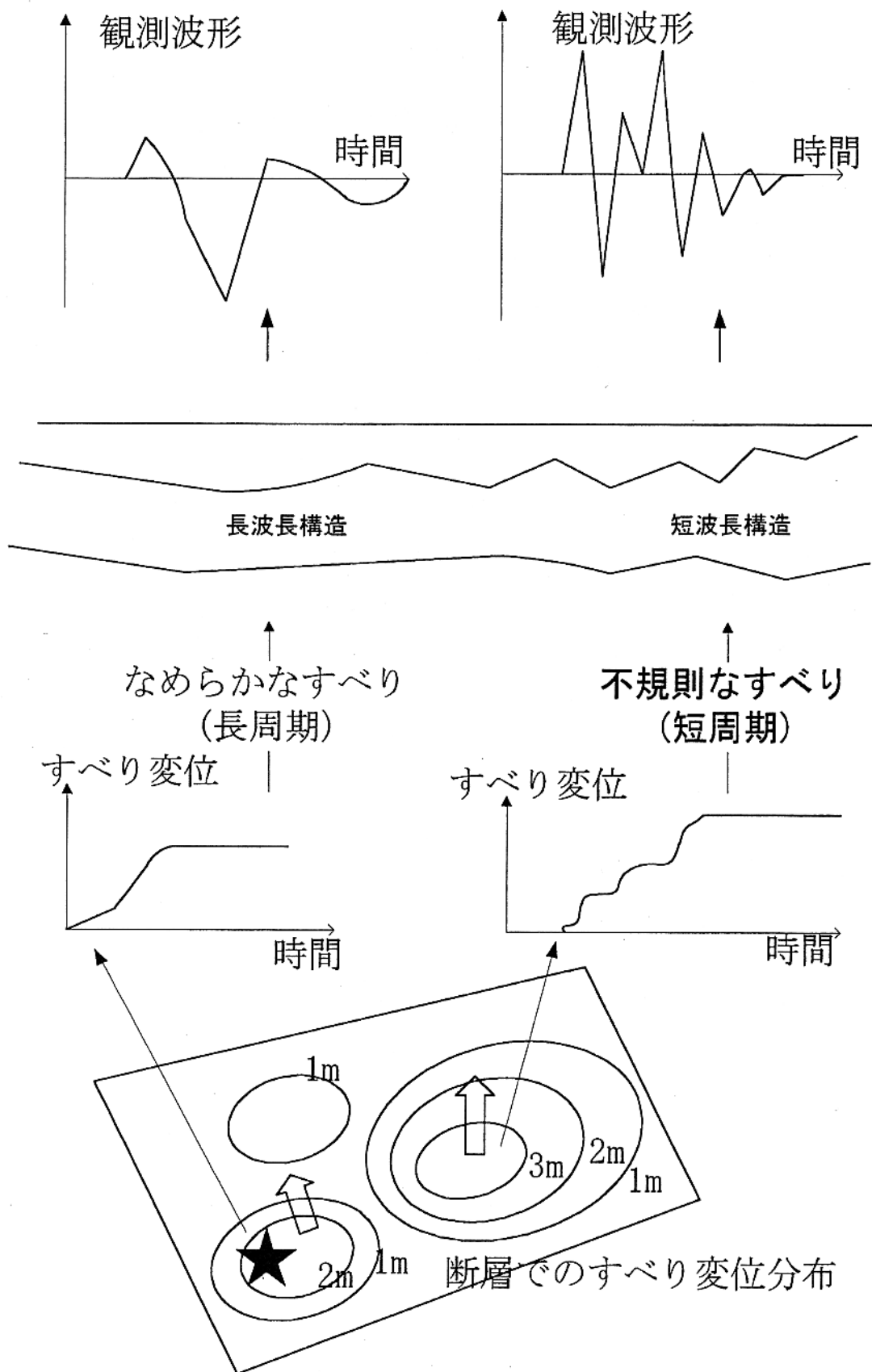
短周期成分

計算方法	: 統計的グリーン関数法
必要データ	: 3次元広域地盤構造(速度・密度・Q値構造)

- ・短周期地震動は、震源での短周期すべり変位により引き起こされ、また、地盤の短波長構造による複雑な反射や散乱の影響を受ける波動である。
- ・震源の短周期すべり変位は長周期成分とは異なり一意的にモデル化されない。
- ・地盤構造の短波長成分は求められておらず一意的にモデル化されない。
- ・したがって、地盤モデルに基づいて運動方程式を解く方法は適さず、経験的あるいは統計的方法がとられる。
- ・経験的方法（経験的グリーン関数法）には、想定断層に様に分布した小地震に対して各地震動予測地点で観測された波形記録が必要であるが、断層の一部分で発生した地震が一部の予測地点で観測されているに過ぎない。
- ・統計的方法（統計的グリーン関数法）は、小地震の観測記録の少なさを補う方法で、観測波形記録の代わりに統計的パラメタに基づいて計算する方法である。
- ・走時及び見かけのQ値は長周期成分予測に用いる3次元広域地盤構造を参照する。
- ・Q値の周波数依存性は近年の研究成果を参照して考慮する。
- ・地震観測記録の得られる地点においては、地震動記録を予測された波形の検証に利用する。

長周期成分と短周期成分の合成

合成方法	: 時間領域でそれぞれの加速度波形を加えあわせる。
必要データ	: なし



③地震動伝播（浅部）

計算方法	: 等価線形法による 1 次元重複反射
必要データ	: 局所表層構造(速度・密度・Q 値・動的変形特性)

- ・ 工学的基盤から浅部地盤への地震動は鉛直入射に近い。
- ・ 表層地盤構造は主にボーリング調査から得られ、3 次元構造は十分に明らかでない。
- ・ 浅部地盤は 1 次元でモデル化する。
- ・ 浅部地盤は厚くはないが浅部構造の影響は大きく無視できない。
- ・ 浅部は軟岩・土で構成され非線形性は無視できない。
- ・ S 波速度の得られていない地点においては N 値及び地質から推定する。
- ・ 密度の得られていない地点においては S 波速度及び地質から推定する。
- ・ 動的変形特性の得られていない地点においては層厚及び密度から推定する。
- ・ 減衰特性については近年の研究成果を参照する。
- ・ 観測波形記録の得られる地点においては、これを予測された波形の検証に用いる。

表層地盤の伝播特性評価方法一覧

No.	入力値	計算手法	データ	出力結果
方法A	メッシュごとの工学的基盤での加速度波形	- 等価線形法重複反射理論による計算 1km メッシュごとに地表から工学的基盤までの地盤モデルを設定	- 各県での地震被害想定結果で用いられたメッシュ地盤モデル - 計算に必要な地盤モデルの入力パラメータ →P波速度 →S波速度 →密度 →層厚 →動的変形曲線 →初期減衰比 - 工学的基盤の考え方の統一が必要 - 各県でのデータの統一をとることが必要である	- 地表での加速度波形 - 表層地盤の伝達関数 1km メッシュ単位
方法B	ボーリング地点ごとの工学的基盤での加速度波形	- 等価線形法重複反射法理論による計算 - 工学的基盤まで掘削されたボーリング柱状図を収集し、そのN値等のデータから地表から工学的基盤までの地盤モデルを設定 - 計算で得られた加速度波形から最大加速度を抽出し面的に広げる	- 工学的基盤までのボーリング柱状図 - 対象範囲でボーリングが均等に分布していることが理想 - ボーリングは位置、内容がデジタル化されていることが必要 - 現時点でデジタル化されたボーリング柱状図が静岡県で10,000本(2,000km²)、濃尾平野で13,000本(5,000km²)、神奈川県足柄平野で1,100本(100km²)存在。	- 地表での加速度波形 - 表層地盤の伝達関数 - ボーリング箇所単位 - 最大加速度等のコンター