

地域特性を考慮した地震動波形の研究

事業統括本部 構造設計部 技術第一課 ○山崎 和貴
 " " " 水谷 善行
 " " " 技術第二課 佐藤 晟熏

1. 研究開発の背景と目的

近年、動的解析業務が増加傾向にあるが、動的解析の大前提である地震動（波形）の設定については、明確な基準はなく、事業体側にも知識がないことから、どのような地震波によって解析を行うのが良いのかは、コンサルタント側から提案しなければならないことが多い。動的解析とは、静的解析のようなアバウトな外力設定ではなく、想定される地震動による挙動を実現に近い形で再現できるものであるため、『当該地点で発生する（であろう）地震動を設定することで、より実現に近い解析結果を提示することができる』ものとする。本研究では、この【当該地点で発生する】地震動、【サイト特性】に重点を置き、動的解析に用いる地震動の設定手順、資料収集方法、留意点等をまとめ、標準的な検討フローをまとめることを目的とする。

2. 指針類・ガイドライン等の整理

(1) 水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版

表-1 に示す方法 1～4 の方法を提示している。実際の受託業務では、【方法 2、方法 3 のうち影響の大きい 2 波を選択する】や、【方法 3 のうちプレート境界型と直下型地震 2 波を選択する】といったことが明記されることが多い。

(2) 道路橋示方書

日本道路協会が発刊する道路橋示方書では、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動（TYPE I、TYPE II）の強震記録が地盤種別ごとに掲載されている。

(3) コンクリート標準示方書

土木学会が発刊するコンクリート標準示方書では、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動（TYPE I、TYPE II）の模擬波形が掲載されている。

(4) 東京都水道局 耐震設計ガイドライン

東京都水道局では、水道施設耐震工法指針・解説（日本水道協会）の方法 1～4 のうち、方法 2 および方法 3 から、3 波以上を検討することとしている。

3. 実業務における波形選択とフローチャート

(1) 地震動波形の入手

1) 道路橋示方書

日本道路協会の HP から加速度波形を入手することができる。ただし、このデータは地表面における観測波をスペクトルフィッティングしたものであるため、地震波を基盤面に入力する場合（地盤と一体の動的解析を行う場合）は引き戻し作業が必要となる。

2) コンクリート標準示方書

表-1 地震動の設定方法

再現性 ↑ 高い ↓ 低い		動的解析に用いる 設計地震動	静的解析に用いる 設計地震動
	方法1	震源断層を想定した地震動評価を行い、当該地点での地震動を使用する。	地震動評価結果の地表面、工学的基盤面の時刻歴加速度波形、あるいは応答スペクトルを用いる。
方法2	地域防災計画等の想定地震動を使用する。	想定地震動の地表面、工学的基盤面の時刻歴加速度波形を用いる。	想定地震動の地表面、工学的基盤面の応答スペクトルを用いる。
方法3	当該地点と同様な地盤条件（地盤種別）の地表面における強震記録の中で、震度6強～震度7の記録を用いる。	強震記録の時刻歴加速度波形を用いる。	強震記録の応答スペクトルを用いる。
方法4	兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトル。	「総論解説編Ⅲ（97年版指針再掲部）」の設計応答スペクトルまたは、それに適合した時刻歴加速度波形を用いる。	「総論解説編Ⅲ（97年版指針再掲部）」の設計応答スペクトル等を用いて設定する。

出典：水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版 P39

2002年制定 コンクリート標準示方書〔耐震性能照査編〕の付録CD-Rにデータが入っているため、比較的入手が容易である。コンクリート標準示方書（土木学会）では、レベル1地震動、レベル2の内陸型地震動（①、②）、レベル2地震動のプレート境界型地震動（①、②）の5波の模擬波形が示されている。これらの模擬波形は、せん断弾性波速度 V_s が概ね400m/s以上の工学的基盤面での波形であることに留意する。

3) 地震ハザードステーション J-SHIS

国立研究開発法人 防災科学研究所 (NIED) では、主要活断層により発生する地震動予測をマッピングし、公表している。全国の主要活断層に対して評価されているため、非常に便利である。この波形は工学的基盤面の【速度波形】であるため、1回微分をして加速度波形に変換する必要がある。また、時間刻みが0.0083秒となっていることにも留意する必要がある。

4) その他の入手方法

自治体が公表している地域防災計画で用いられた地震動波形や、内閣府の中央防災会議データを入手するのが最も確実である。これらのデータは、地震動波形と一緒に地盤情報を入手する必要がある。

4. フローチャートの作成

地震動波形の選択は、当該地点における最大の地震動（サイト特性）を考慮することを基本とする（水道耐震工法指針・解説の方法2、もしくは1）。また、等価線形解析法は地盤が良質である場合に限り認めるとしたが、当然ながら有効応力解析の方が精度が高いため、推奨はしない。方法3のような観測波で、かつ地表面波の場合は、地震波の引き戻し作業が必要となる。この引き戻し作業は、等価線形解析法でしかできない（有効応力解析の引き戻しは、現時点では実務レベルではできない）ため、解析精度が悪くなる。よって、引き戻し作業をせず、I種地盤の観測波を解放基盤面の波形と扱うことを推奨する。

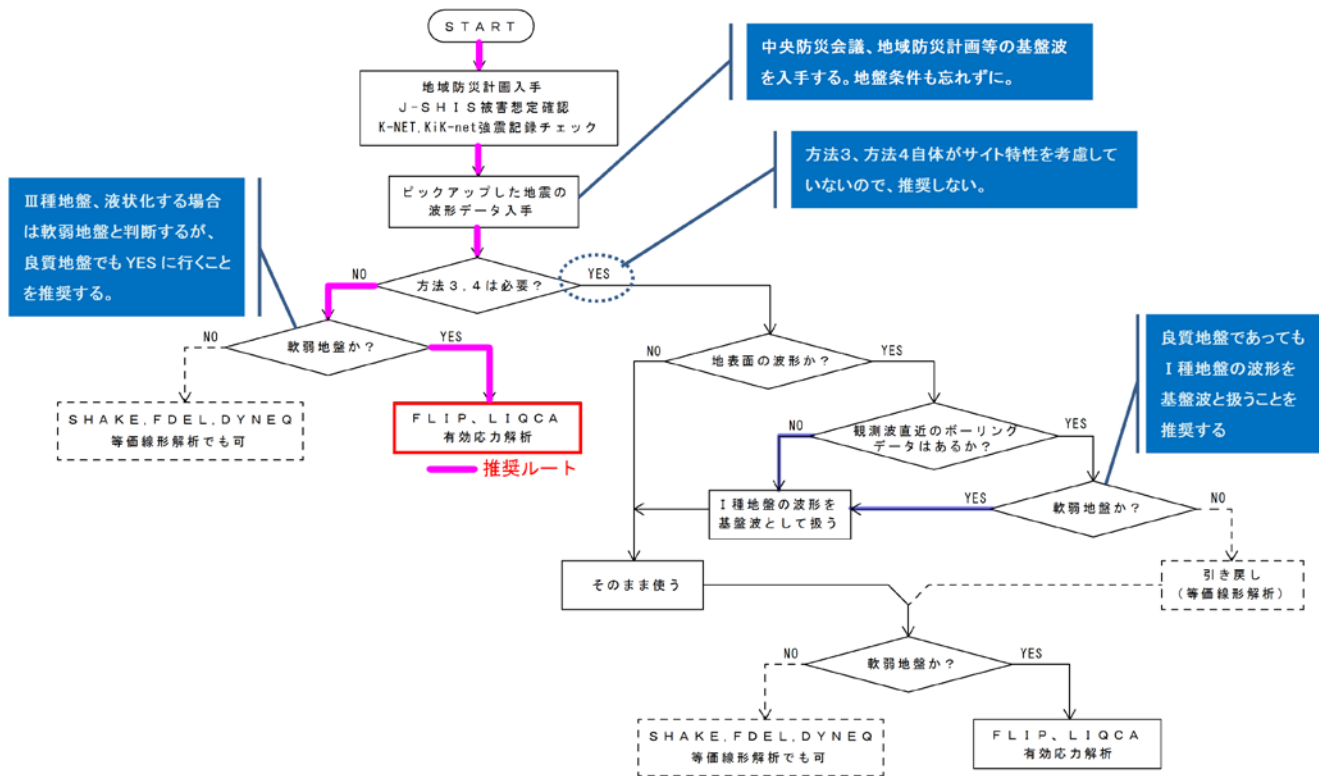


図-1 地震動の設定フローチャート

5. 最後に

地震動波形の選択をフローチャート化したことにより、大抵の業務においてはスムーズに地震動波形の入手及び解析方法を選択できるものとする。今後は、常時微動測定や経験的グリーン関数法からの地震動波形の作成というのも、研究していきたいテーマである。