

地点依存の動的解析による地震動の評価が構造物応答に及ぼす影響（その2：設計地震動波形の評価）

東海旅客鉄道㈱ 正会員 ○寶地 雄大 酒井 大央 増田 智哉 安原 真人
(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 月岡 桂吾 伊吹 竜一 坂井 公俊 井澤 淳

1. はじめに

鉄道構造物の耐震設計¹⁾において地点依存の動的解析により地表面地震動を算定することで、より実現に近い地表面地震動の評価が可能となる。これに関して酒井ら²⁾は、83地点の地質調査結果を基に地点依存の動的解析を行い地表面地震動、弾性加速度応答スペクトルを算定した。その結果、当該区間において地点依存の地震動を評価することで、標準的な設計地震動と比較して構造物の弾性応答が低減する結果が得られた。そこで、本検討ではこの弾性加速度応答スペクトルに適合する時刻歴波形を算出するとともに、この波形を用いた非線形応答スペクトルの算出を行い、標準的な地震動と比較を行う。

2. 応答スペクトルに準拠した地表面地震動の算定

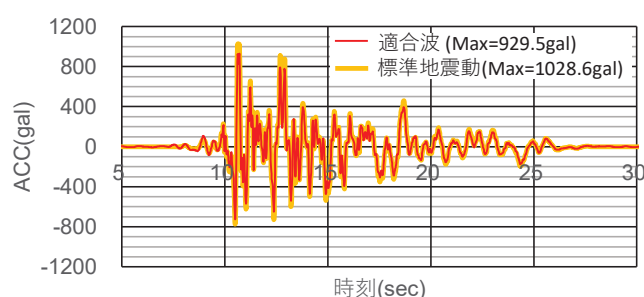
(1) 地表面地震動の算定

初めに、酒井ら²⁾の検討において設定した弾性加速度応答スペクトルに適合する時刻歴波形（以下、適合波と呼ぶ）を算出する。本検討では、荒川ら³⁾が提案した手法を用いて適合波を算定した。なお、本稿では紙面の都合上、酒井ら²⁾の検討と同様に地盤調査の地点数が最も多いG2地盤におけるスペクトルII地震動の結果を示す。この時に、当該箇所ではG2地盤を固有周期 T_g の大きさや調査地点の位置等を勘案して2つにグループ分けを行っているため、この2グループ（G2-A、G2-B）の結果を示すこととした。

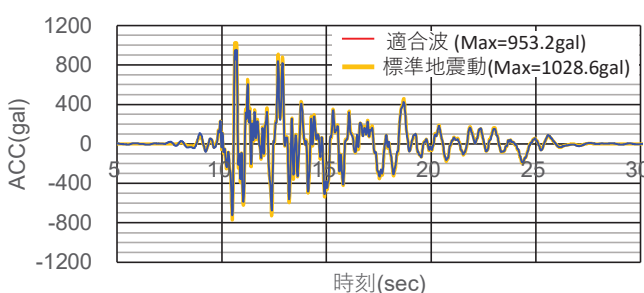
(2) 検討結果

最終的に得られた適合波の時刻歴加速度波形を図-1に、これによる弾性加速度応答スペクトルを図-2に示す。なお、図-2には適合波作成時の目標スペクトルも重ねて示している。

図-1に示す適合波の時刻歴波形を見ると、標準地震動と比較して加速度振幅が低減していることが分かる。また、この結果は酒井ら²⁾が算定した各地点の地表面地震動の最大加速度の平均値と調和的な結果となっている。次に、図-2に示す適合波の弾性加速度応答スペクトルは、目標スペクトルに良好に一致しており、適合波の算定が適切に実施できていることも確認できる。



(a) G2-A 地盤



(b) G2-B 地盤

図-1 適合波の時刻歴波形

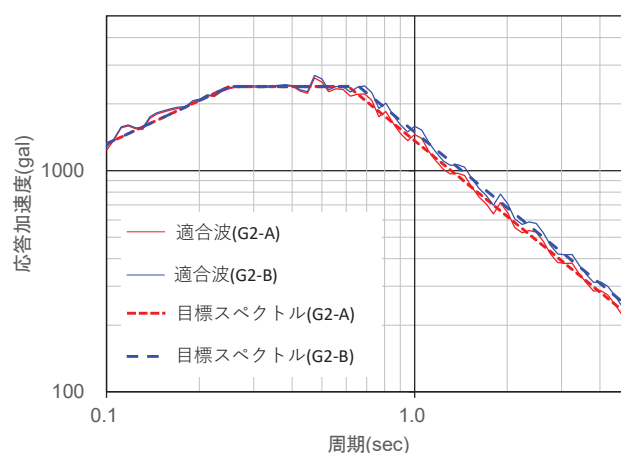


図-2 弾性加速度応答スペクトルの比較

キーワード 地点依存、動的解析、スペクトル適合波、所要降伏震度スペクトル

連絡先 〒450-6101 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 JRセントラルタワーズ 中央新幹線建設部 TEL 052-856-2805

3. 所要降伏震度スペクトルの算定

(1) 所要降伏震度スペクトルの算定条件

上記で算定した適合波を基に，所要降伏震度スペクトルを算定し，この適合波が構造物の非線形応答に与える影響を検討する．ここで，所要降伏震度スペクトルの算定は設計標準¹⁾に基づいて実施している．具体的には，構造物はRC 構造とし柱部材で先行降伏することを想定した非線形モデルを設定している．この時の非線形特性は，骨格曲線をバイリニア型，履歴特性に Clough モデルを用いた．また，減衰定数 h を $0.04/T$ で与え，上限を 20%，下限を 10% と設定した．また，算定した所要降伏震度スペクトルは，設計時の取り扱いを考慮して設計標準¹⁾同様に直線化を行うとともに所要降伏震度の下限値を 0.2 に設定した．

(2) 所要降伏震度スペクトルの算定結果

以上の条件に基づいて所要降伏震度スペクトルを算定した結果と，これを基に直線化したスペクトルをまとめて図-3 に示す．なお，同図では比較のため設計標準¹⁾に示される所要降伏震度スペクトル（標準スペクトル）も併せて示している．また，直線化したスペクトルと標準スペクトルの比率を図-4 に示す．

図-3，4 から，本検討で算定した所要降伏震度スペクトルは，全体的な傾向として標準スペクトルよりも同一の応答塑性率 μ となる降伏震度が低減していることが分かる．具体的な低減程度としては，図-4 に示した通り，一般的な構造物の周期帯である 0.5～1.0 秒において 5～18%程度低減しており，これを設計地震動としても用いることで，最終的に設計される構造物の合理化も期待される．

4. おわりに

本検討では，酒井ら²⁾が算定した弾性加速度応答スペクトルに適合する時刻歴波形を算出するとともに，この時刻歴波形を基に所要降伏震度スペクトルを算定した．その結果，本検討で対象とした区間においては地点依存の地震動を評価することで，構造物応答が低減する結果が得られた．

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計，丸善出版，2012 年．2) 酒井 ほか：地点依存の動的解析による地表面地震動の評価が構造物応答に及ぼす影響（その 1），土木学会第 78 回年次学術講演会，2023 年．3) 荒川 ほか：応答スペクトル特性を調整した時刻歴地震応答解析用入力地震動波形，土木技術資料，第 26 巻，第 7 号，1984 年．

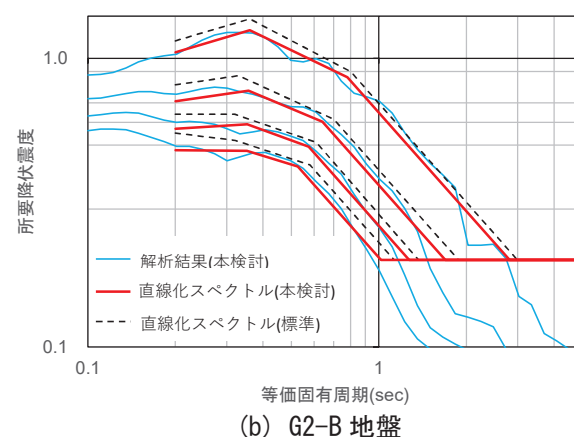
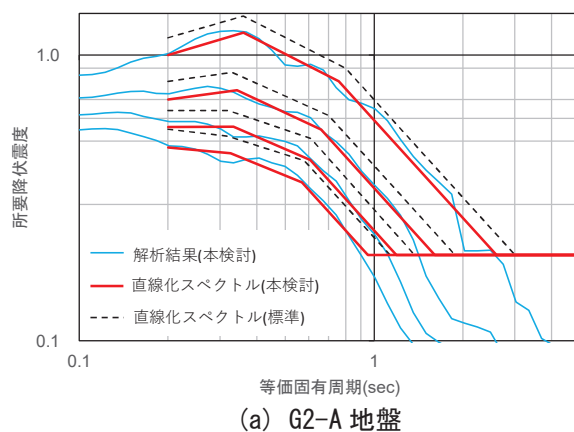


図-3 所要降伏震度スペクトルの比較

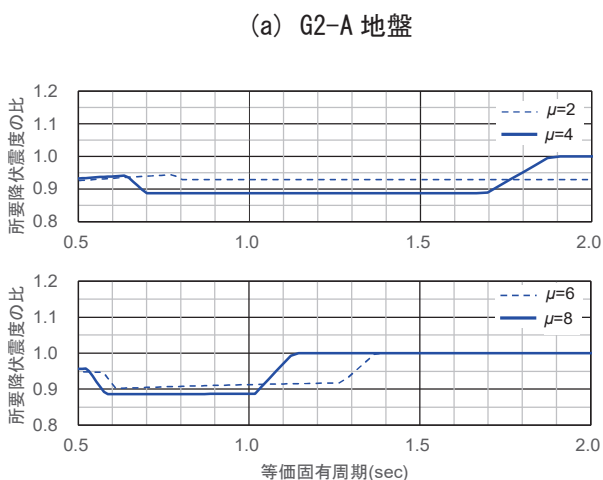
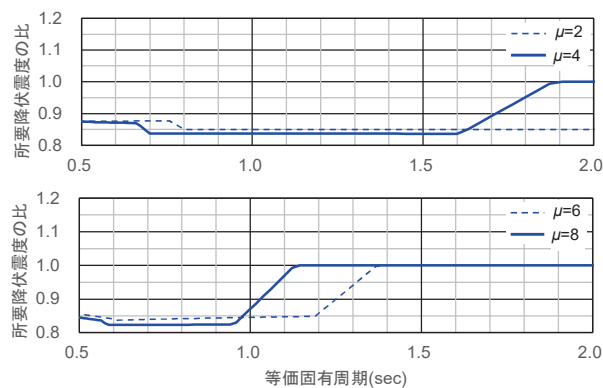


図-4 スペクトル比率(本検討/標準)の比較