

低層標準 2009 記載事項の修正 (H24.9 改訂耐震標準への対応)

付録 7 応答スペクトル法による線路階の応答量推定精度

<付録 7 解析法および解析対象の抜粋>

本設計標準では、最大級地震時の応答量を応答スペクトル法により推定してよいとしている。ここでは、応答スペクトル法の推定精度を評価するため、「鉄道耐震標準」で用いられている非線形スペクトル法および質点系モデルによる動的解析結果との比較を行った。

1. 比較した解析法

① 応答スペクトル法 (本標準)

地中梁の無い構造形式の建築物は、杭の水平変形を含む線路階の変形が卓越するため、上部構造を 1 質点の建築物と見なして、最大級地震時の等価剛性をもとに変位応答スペクトルより線路階の応答変位を推定する。応答変位の推定では以下の仮定による。

- 1) 等価質量は線路階から R 階までの地震時質量の和とする。
- 2) 塑性化が進んだ最大級地震時の等価剛性は、静的増分解析で線路階が推定層間変形角となる時の等価線形剛性 (下部構造の水平変形を含む) とする。推定層間変形角は 1/50 とする。
- 3) 等価固有周期は、等価質量と等価剛性より求める。
- 4) 応答スペクトルは塑性化に伴う履歴減衰を考慮して、5%減衰の弾性応答スペクトルを 0.6 倍 (塑性率 3 相当) に低減する。

② 非線形スペクトル法 (鉄道耐震標準)

1 自由度系の非線形時刻歴応答解析を行い、応答塑性率ごとに固有周期と所要降伏震度の関係を示したものを所要降伏震度スペクトルという。「鉄道耐震標準」で示されている所要降伏震度スペクトルを用いて、降伏震度と等価固有周期から塑性率を求め、それに降伏変位を乗じて応答変位を推定する。等価固有周期は線路階から R 階までの地震時質量の和と線路階の降伏剛性 (下部構造の水平変形を考慮) より求める。

鋼構造物の所要降伏震度スペクトルの作成では以下の仮定による。

- 1) 骨格曲線はバイリニア型とし、履歴法則は標準型とする復元力特性を用いる。
- 2) 第 2 次剛性は初期剛性の 15% とする。
- 3) 減衰定数 (h) は、逸散減衰などを考慮して $0.04/T$ (ただし $0.10 \leq h \leq 0.20$) とする。

なお、所要降伏震度スペクトルは、履歴モデルを用いた時刻歴応答解析より求めているため、履歴減衰の影響は、自動的に取り入れられている。

③動的解析

静的増分解析から求めた各層の層せん断力（ Q ）－層間変位（ δ ）関係をもとに、復元力特性を設定し、質点系モデルを作成する（図1）。解析では以下の仮定による。

- 1) 骨格曲線はトリリニア型とし、履歴法則は標準型とする復元力特性を用いる。
- 2) 線路階の剛性には、下部構造の水平変形を考慮する。
- 3) 減衰定数(h)は、比較のため 3、10、20%の3ケースを設定する。
- 4) 入力地震動：鉄道耐震標準 L2適合波（G2,G3地盤 スペクトルⅡ [Ver.19981202]）

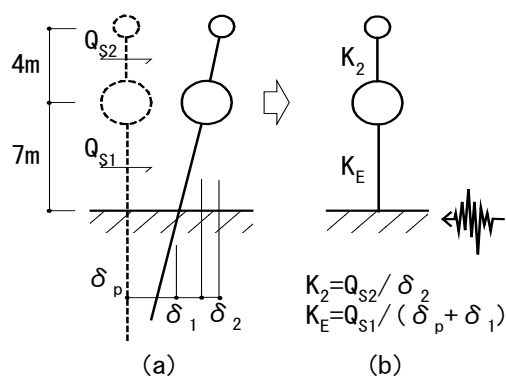


図1 動的解析モデル

2. 比較対象モデル

(1) 既存橋上駅モデル

本標準（初版）に基づき設計された既存橋上駅のX、Y方向を対象とする。各駅とも2層の鉄骨ラーメン構造で、X方向には地中梁があり、Y方向には地中梁がない構造である。

対象駅：S駅，I駅，W駅，K駅（付録8参照）

(2) 線路階先行降伏型モデル

線路階の耐力が上層階より小さい仮想モデルを対象とする（図2、3参照）。

- ・線路階の耐力割増率 I : 1.4, 1.5, 1.7
 - *上層階の耐力は線路階の1.1倍とする。
- ・層数：2層、4層

(3) 上層階先行降伏型モデル（上層階質量低減モデル）

線路階の耐力が上層階より大きく、上層階の質量が線路階より小さい仮想モデルを対象とする（図4、5参照）。

- ・線路階の耐力割増率 I : 1.25, 1.5
 - *上層階の耐力は割増さない。
- ・質量比（上層階／線路階）：0.2, 0.3, 0.4

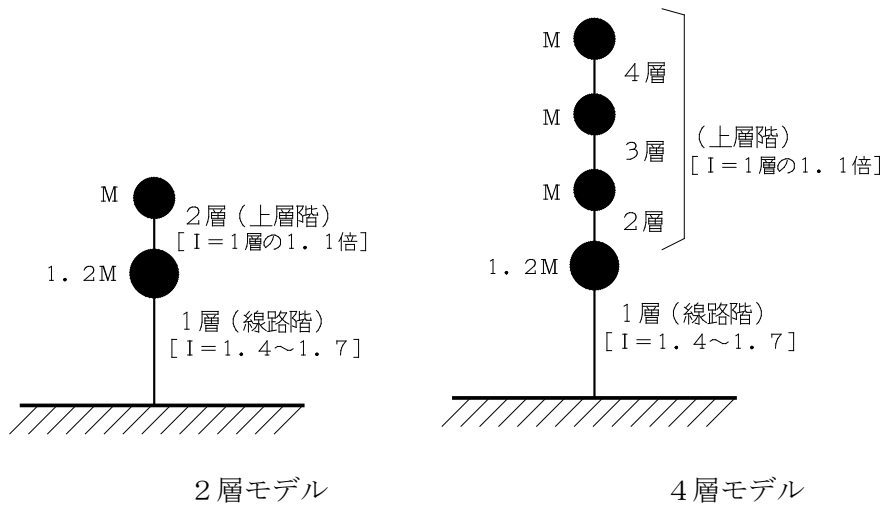


図2 線路階先行降伏型モデル

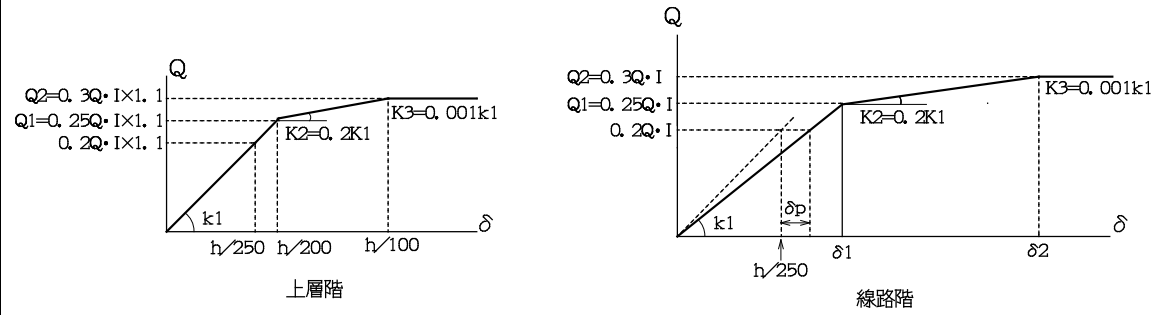


図3 線路階先行降伏型モデルの復元力特性 (線路階の耐力割増率 $I = 1.4, 1.5, 1.7$)

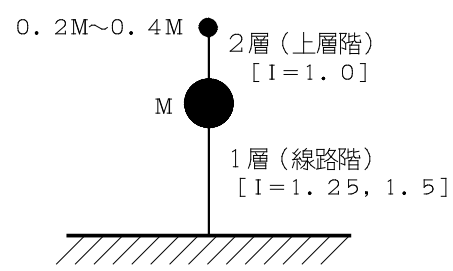


図4 上層階先行降伏型モデル

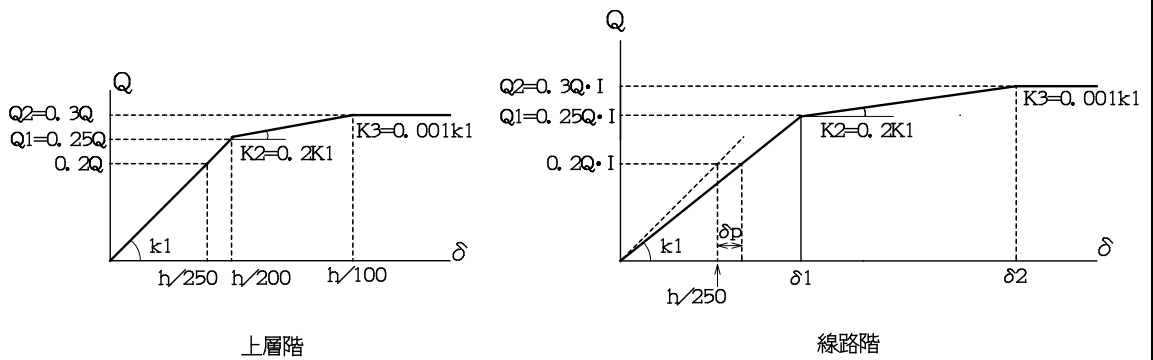


図5 上層階先行降伏型モデルの復元力特性（線路階の耐力割増率 $I = 1.25, 1.5$ ）

なお、線路階先行降伏型モデルおよび上層階先行降伏型モデルの場合、線路階の推定層間変形角時（1/50時）の杭頭変形量 δ_p は、1/250時（G2地盤：1cm、G3地盤：2cm）に比例するものと仮定する。

（推定層間変形角時（1/50時）の杭頭変位……G2地盤：1cm×5=5cm、G3地盤：2cm×5=10cm）

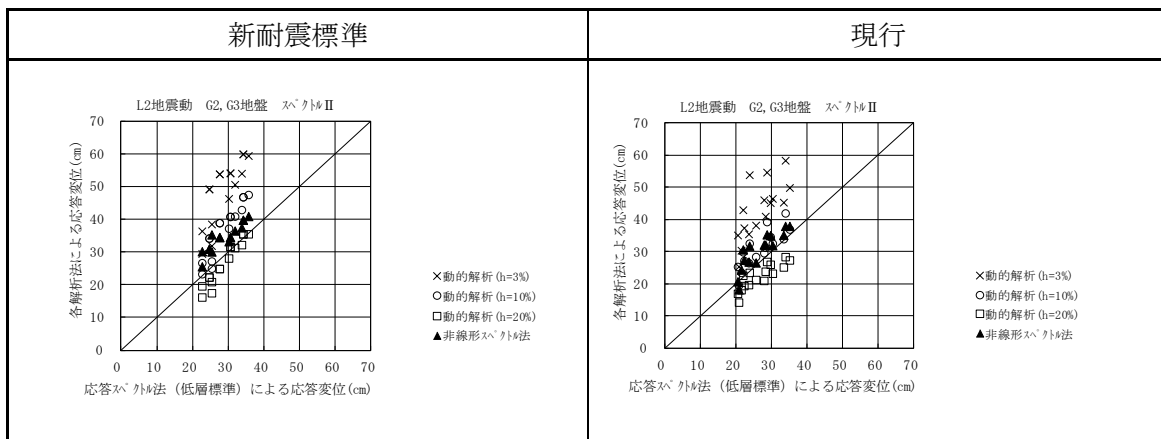


図6 応答スペクトル法（本標準）と各解析法の線路階応答変位比較
 (既存橋上駅：S 駅、I 駅、W 駅、K 駅)

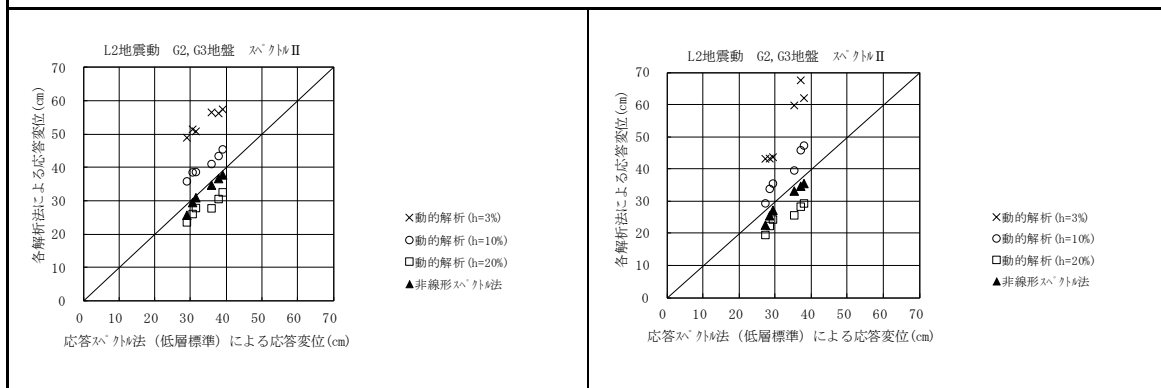


図7 応答スペクトル法（本標準）と各解析法の線路階応答変位比較
 (線路階先行降伏型モデル 2層モデル)

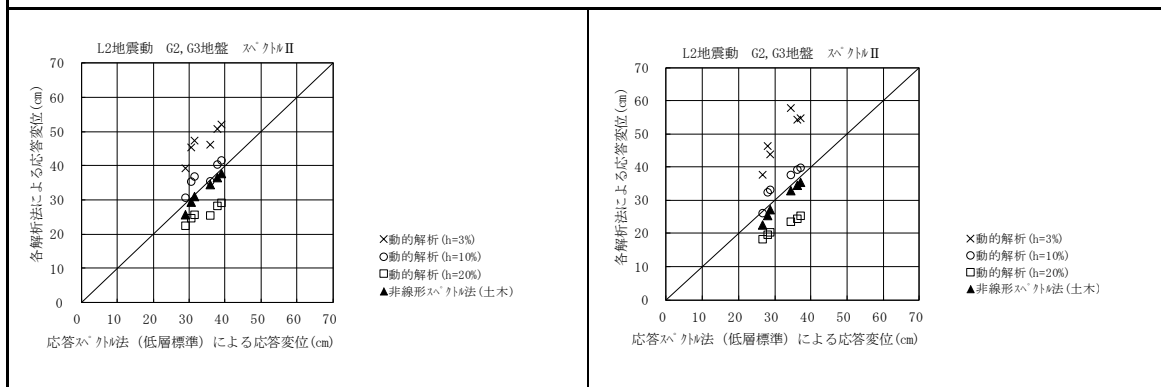


図8 応答スペクトル法（本標準）と各解析法の線路階応答変位比較
 (線路階先行降伏型モデル 4層モデル)

