

強震継続時間が長い地震動によるスパンが長い橋梁の応答に関する基礎的検討

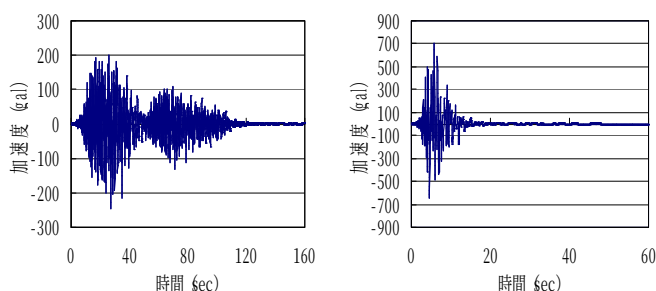
九州大学 学生会員 ○穴戸敏孝 九州大学大学院 正会員 梶田幸秀
九州大学大学院 フェロー 大塚久哲

1. はじめに

橋梁の耐震設計においては、道路橋示方書¹⁾に示されている地震動（以下、設計地震動と呼ぶ）を用いて設計を行うのが一般的である。しかし最近では断層の破壊過程を仮定し、建設予定地点で観測されると想定される地震動の作成も行われている。その一例として東海地震の発生により想定される地震動があり、断層が連続して動くことにより強震継続時間の長い地震動の発生が懸念されている。そこで、本研究では想定される強震継続時間の長い地震動によるスパンが長い橋梁に対する地震応答解析を目的とする。本論文では強震継続時間が長い地震動の特徴を把握するために実施した1自由度モデルに対する応答解析結果を示す。

2. 地震動の概要^{2),3)}

東海地震の発生により名古屋港で観測される想定地震動を図-1に示す。ここでは断層の破壊過程について2種類を考え、それぞれ想定複合型東海地震動、想定加木屋断層地震動と呼ぶ。想定複合型東海地震動とは、東海地震と東南海地震が連動して起きると仮定した地震動である。想定複合型東海地震、想定加木屋断層地震の震源位置、断層の大きさ（長さ L と幅 W ）、モーメントマグニチュードは表-1のとおりである。



(a) 想定複合型東海地震動 (b) 想定加木屋断層地震動

図-1 想定地震動

3. 解析結果と考察

3.1 解析条件

名古屋港の地盤種別はII種地盤である。そこで想定地震動の特徴をつかむため、II種地盤の設計地震動と比較することとした。表-2に各地震動の最大加速度を示す。想定複合型東海地震動はプレート境界型地震動と判断されるためタイプ1地震動と、想定加木屋断層地震動は内陸直下型地震動と判断されるためタイプ2地震動との比較を行った。なお、地震応答解析はTDAPIIIを用い、解析方法は直接積分法、数値積分にはNewmark β 法 ($\beta=0.25$)を用いた。積分時間間隔は設計地震動では0.01秒、想定地震動では0.02秒とした。

表-1 想定地震動の断層パラメータ

		想定複合型東海地震	想定加木屋断層地震
震源位置	緯度	33° 36' 00"	34° 80' 56"
	経度	136° 07' 12"	136° 98' 39"
断層	長さ L (km)	145+200	35.10
	幅 W (km)	70+100	18.50
モーメントマグニチュード M_w		8.27	7.10

3.2 加速度・速度・変位応答スペクトル

図-2に想定複合型東海地震動と想定加木屋断層地震動の加速度・速度・変位応答スペクトルをそれぞれ示す。なお、減衰定数は0.02である。また比較のため設計地震動の結果も記載している。ここでの設計地震動とは道路橋示方書に記されている3波の平均値とした。図-2より想定複合型東海地震動は、すべての固有周期において、すべてのスペクトルとも設計地震動の結果を下回っていることが分かった。これは表-2で示した最大加速度の影響であると思われる。強震継続時間の長さが応答スペクトルに与える影響は小さく、最大地震加速度の大小の方が応答スペクトルに与える影響の方が大きいといえる。

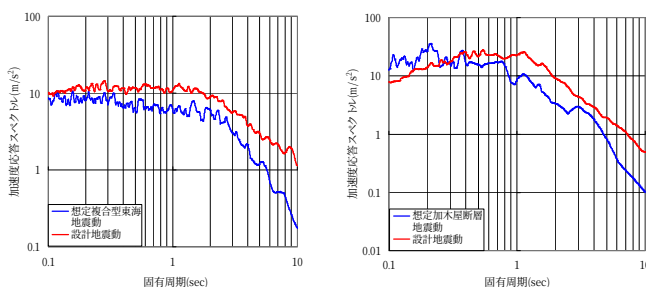
一方、想定加木屋断層地震動については図-2より一部の固有周期（固有周期が0.1秒～0.3秒程度の短周期）において、想定地震動の方が設計地震動を超えている。これは表-2で示したとおり、最大地震加速度については想定地震動と設計地震動とで遜色はなく、想定加木屋断層地震動は短周期の地震動が卓越しているためと考えられる。

3.3 エネルギースペクトル

表-2 各地震動の最大加速度

想定複合型東海地震動	type121	type122	type123
246.4	362.6	384.9	364.8
想定加木屋断層地震動	type221	type222	type223
705.7	686.8	672.6	736.3

単位 (gal)



(a) 想定複合型東海地震動 (b) 想定加木屋断層地震動

(I) 加速度応答スペクトル

図-2 加速度・速度・変位応答スペクトル

図-2より,強震継続時間は加速度・速度・変位応答スペクトルに与える影響が小さいことが分かった。強震継続時間が長くなれば,構造物に入力されるエネルギー量は大きくなると推測されるため,想定複合型東海地震動のエネルギースペクトルを算出することにした。エネルギースペクトルとは,運動エネルギー,弾性ひずみエネルギー,減衰エネルギー,塑性ひずみエネルギーの総和で,ある構造物に入力されるエネルギーの速度換算値として式(1)のように表される。

$$V_E = \sqrt{\frac{2E}{m}} \quad (1)$$

ここで V_E :エネルギースペクトル, E :構造物に入力されるエネルギー, m :構造物の質量である。図-3に想定複合型東海地震動と想定加木屋断層地震動のエネルギースペクトルを,それぞれ示す。図-2と同じく,設計地震動のエネルギースペクトルは3波の平均値を記している。

図-3より想定複合型東海地震動のエネルギースペクトルは設計地震動のエネルギースペクトルよりも小さい結果となった。強震継続時間の長さから,想定複合型東海地震動の方がエネルギースペクトルが大きくなると予想したが,設計地震動を下回った原因については現在分析中である。

また図-3より想定加木屋断層地震動は固有周期0.1秒から0.2秒付近の間で設計地震動を上回っている。これは,最大加速度については想定地震動と設計地震動とで遜色はなく,また強震継続時間については想定地震動は設計地震動より短いことから,やはり想定加木屋断層地震動は短周期の地震動が卓越しているためと考えられる。

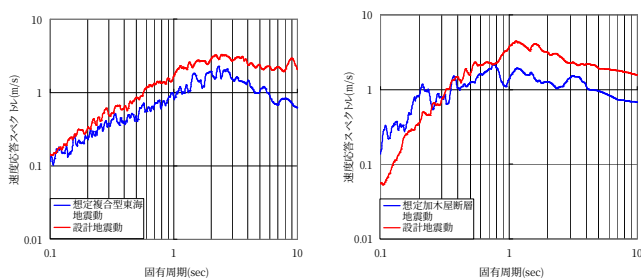
4. まとめ

本研究では東海地震が起きた場合に発生すると想定される地震動の基本特性を知るために1自由度モデルにより応答スペクトル,エネルギースペクトルの算出を行い,設計地震動との比較を行った。その結果,名古屋港を観測地点とする想定複合型東海地震動は速度応答スペクトル,エネルギースペクトルともに全ての固有周期で設計地震動を下回った。このことから現行の設計基準を満足している橋梁に対しては想定地震動が発生しても十分に安全であると考えられる。

しかし名古屋港を観測地点とする想定加木屋断層地震動は速度応答スペクトル,エネルギースペクトルともに固有周期0.1秒から0.2秒の間で設計地震動を上回った。このことから短周期の固有周期をもつ橋梁に対しては検討が必要であるといえる。

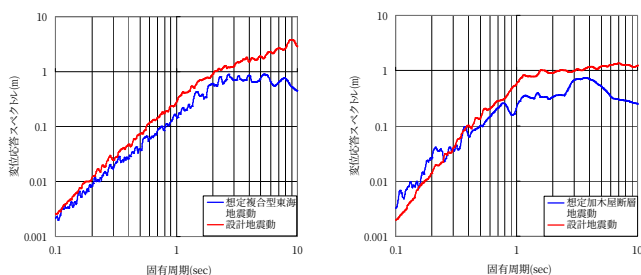
参考文献

- 1) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説(V耐震設計編), 2002.12
- 2) M.Sugito, Y.Furumoto, and T.Sugiyama: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra Proc. of the 12th WCEE, CD-ROM, Oakland, New Zealand, 2000.
- 3) 久世益充・杉戸真太・近藤拓巳: 地域固有の地震動特性を考慮した設計用地震動算定法の検討, 第13回日本地震工学シンポジウム, 2010.11



(a) 想定複合型東海地震動 (b) 想定加木屋断層地震動

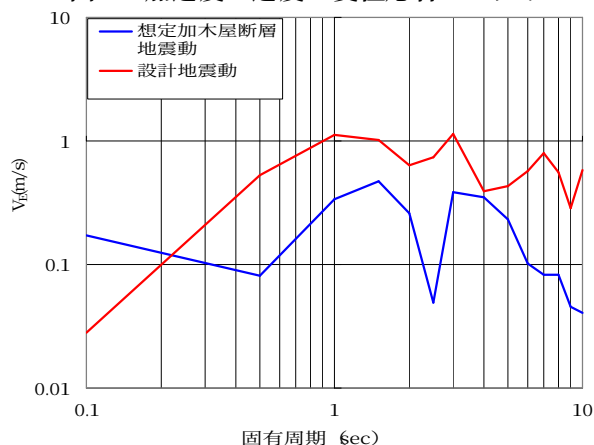
(II) 速度応答スペクトル



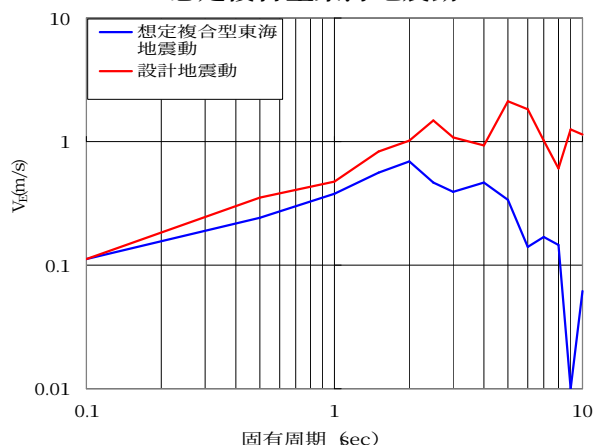
(a) 想定複合型東海地震動 (b) 想定加木屋断層地震動

(III) 変位応答スペクトル

図-2 加速度・速度・変位応答スペクトル



想定複合型東海地震動



想定加木屋断層地震動

図-3 エネルギースペクトル