

I-B 315 長大吊橋の地震時の減衰特性に関する一検討

建設省土木研究所 正会員 運上 茂樹
建設省土木研究所 正会員 大塚 久哲

1. はじめに

長大吊橋の上部構造系の耐震設計では、吊桁系の減衰定数に大きな不確定さが存在する。動的解析では0.02程度の減衰定数が用いられることが多いが、実橋の振動実験ではこれよりも小さい減衰定数が得られる場合が多い。本文では、米国カリフォルニア州にあるビンセント・トーマス橋 (Vincent-Thomas Bridge) において、1987年10月1日ウィットティア地震 (Whittier Earthquake, $M_L=5.9$) 及び1994年1月17日ノースリッジ地震 (Northridge Earthquake, $M_L=6.8$) により観測された地震記録をもとに簡単な解析を行い、長大吊橋の上部構造が地震時にどの程度の減衰性能を有しているかを検討した結果を報告する。

2. ビンセント・トーマス橋と地震記録の概要

解析対象としたビンセント・トーマス橋は、カリフォルニア州ロサンゼルス市の南方のロングビーチにおいてS-47 (州道47号) がターミナル島に渡る位置に架設されている吊橋であり、1964年に竣工した¹⁾。本橋は、橋長766mの吊橋であり、中央支間長は457m、両側径間長は154mである。補剛桁はK型の鋼製トラス構造、床版には軽量コンクリートが用いられている。幅員は15.6mで4車線を有する。主塔は5段の補剛横梁を有する鋼製構造であり、基礎は杭基礎である。

本橋では、補剛桁、主塔、基礎、地盤上等に合計26個の強震計が取り付けられており、上記の2つの地震により地震記録が観測された²⁾⁻⁴⁾。図-1は、1994年1月のノースリッジ地震により観測された主要な観測点の加速度波形と変位波形を示したものである。図-2は、2つの地震により観測された各観測点の加速度記録の最大値を示したものである。

3. 強震記録から見た減衰特性

地震記録等から減衰定数を推定する精度良い方法は確立されていないが、ここでは、上記の2つの地震記録からパワースペクトルを算出し、これをもとに各振動モードに対する減衰定数をハーフパワー法により求めた。なお、減衰定数を算出する際には、パワースペクトルの平滑化は行っていない。

表-1は、このようにして主要な振動モードに対して求めた減衰定数を示したものである。これによれば、1987年ウィットティア地震による記録から鉛直たわみ振動及び面外横たわみ振動について求めた減衰定数はおよそ2~8%程度となっている。一方、1994年ノースリッジ地震による記録から同じ振動モードに対して求めた減衰定数は1~3%程度であり、ウィットティア地震から推定された値よりも小さい。

4. まとめ

米国のビンセント・トーマス橋において得られた地震記録をもとにその減衰定数を算定した。ハーフパワー法により求めた減衰定数は、振動振幅のより大きいノースリッジ地震による場合の方が小さい結果となり、一般に言われている減衰定数の振幅依存性とは逆の傾向が見られた。今後、シミュレーション解析等により詳細に減衰特性を検討していきたい。

謝 辞

ビンセント・トーマス橋の地震観測データは、カリフォルニア州のMark Yashinsky氏及びBob Darraugh氏から借用したものである。ここに記して御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 例えば、A. M. Abdel-Ghaffar and G. W. Housner : An Analysis of the Dynamic Characteristics of A Suspension Bridge by Ambient Vibration Measurements, EERL Report, No.77-01, California Institute of Technology, 1977
- 2) California Department of Conservation : CSMIP Strong-Motion Records from the Northridge, California Earthquake of 17 January 1994, Report No.OSMS94-07, Feb.18, 1994
- 3) California Department of Conservation : Processed CSMIP Strong-Motion Records for Los Angeles from the Whittier, California Earthquake of 1 October 1987 : Vincent Thomas Bridge, Report No.OSMS-/NA. 3/30/1989
- 4) California Department of Conservation : Processed CSMIP Strong-Motion Records for Los Angeles from the Northridge Earthquake of 17 January 1994 : Vincent Thomas Bridge, Report No.OSMS 95-01S, 6/1/1995

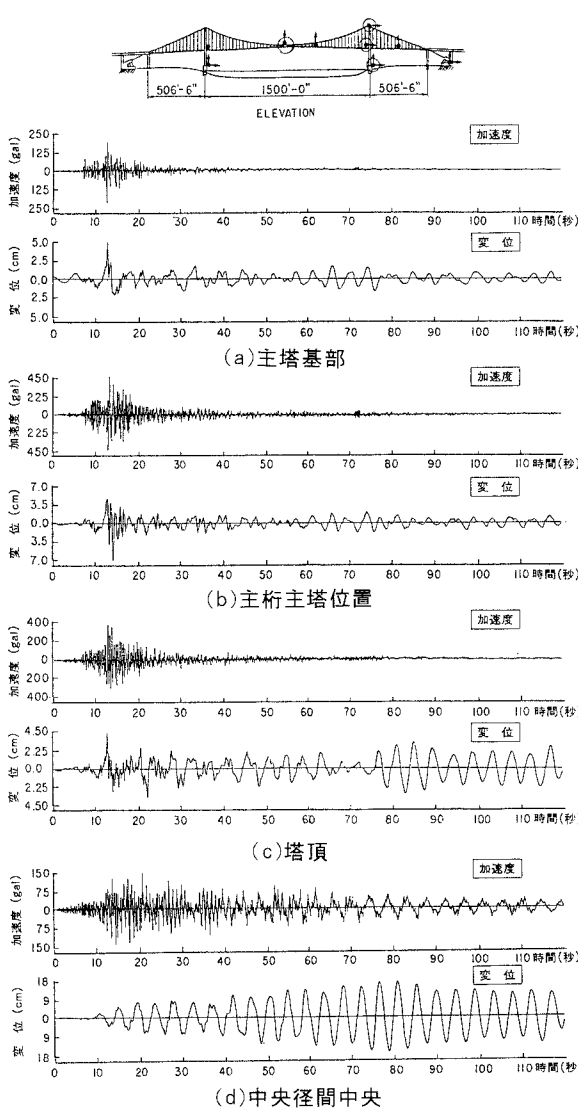
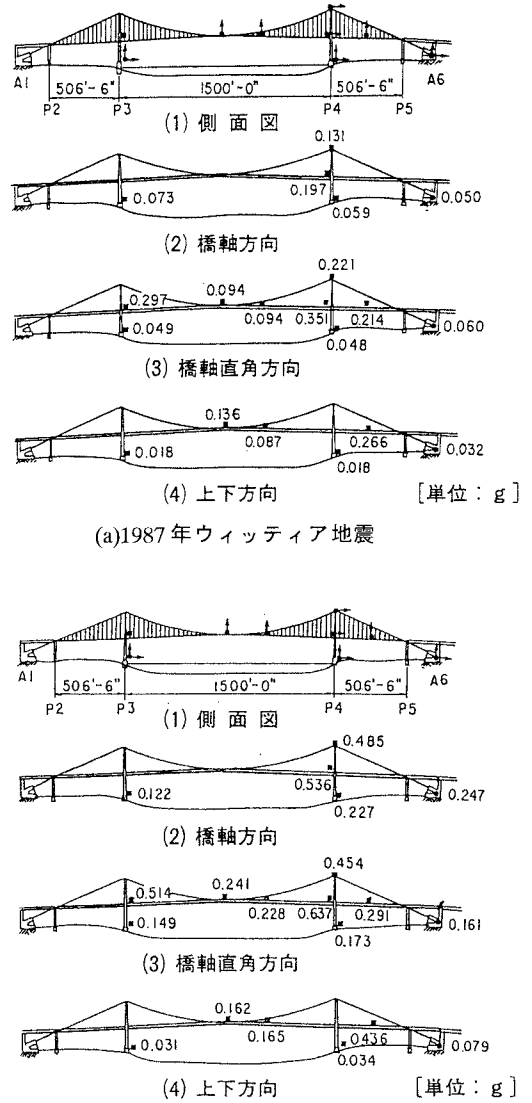


図-1 1994年ノースリッジ地震により得られた
主要な観測記録（橋軸方向）⁴⁾



(b) 1994年ノースリッジ地震
観測された最大加速度^{2)・4)}

表-1 地震観測記録のパワースペクトルから算定した減衰定数

固有振動モード		1987年10月ウィットリア地震		1994年1月ノースリッジ地震	
		振動数(Hz)	減衰定数	振動数(Hz)	減衰定数
鉛直 たわみ	対称1次	0.226	0.053	0.226	0.020
	対称2次	0.372	0.028	0.342	0.011
	逆対称1次	0.183	0.039	0.159	0.035
面外横 たわみ	対称1次	0.134	0.079	0.110	0.033
	逆対称1次	0.427	0.021	0.419	0.017