

I-660

位相差入力による超多径間連続免震橋の応答特性の検討

清水建設(株) 正員 吉村 隆 ○新宅 正道
(株)大林組 正員 後藤 洋三 徳永 正博

1. はじめに 一般的な橋梁に対しては、橋梁の各下部構造に同時に、同一の地震波が入射するものと仮定して耐震計算が行なわれる。しかしながら、本報文で対象とするような連続桁長が1Kmにもおよぶ超多径間連続免震橋においては、地盤の不整形性や局所的な不均質性による地震波の散乱あるいは地震波の伝播経路の違い、斜め入射などの理由により、各橋脚に異なる地震波が入射することも考えられる。したがって、見かけの地震波伝播を考慮した多点入力による時刻歴応答解析を実施し、超多径間連続免震橋の地震応答特性について検討する。

2. 入力地震動 解析に用いる入力地震動は道路橋示方書におけるII種地盤用の時刻歴応答解析用標準波形とし、その加速度波形とパワースペクトルを図-1に示す。入力地震動は地震波の斜め入射によってのみ差異が生じるものと理想化し、同一の地震波が見かけの伝播速度による時間遅れをもって各橋脚から入射するものとする。考慮する地震波の見かけの伝播速度は500m/s、1000m/s、および無限大(同位相)の3種類とする。

3. 解析手法および解析モデル 解析手法は多点入力による線形地震応答解析とし、支間長39.5mの26径間連続PC箱桁橋(連続桁長1Km)を2次元のパネ-マス系でモデル化する。解析モデルを図-2に示す。橋脚番号は地震波が入力する順に1~27とする。免震装置はその履歴特性を等価な剛性で評価した線形パネでモデル化し、基礎地盤の変形の影響は地盤パネとしてモデル化することにより評価する。橋軸方向および橋軸直角方向における橋脚のモデル化と質点の自由度を図-3に、PC橋の各部材の物性値を表-1に示す。地震動の作用方向は橋軸方向および橋軸直角方向の2方向とする。減衰は各構造部単位に減衰定数の違いを考慮に入れるため、各部剛性比例型減衰とする。

4. 固有値解析結果 解析モデルの振動特性を把握するために固有値解析を行なった。その結果、橋軸方向における1次の固有周期は1.37秒で桁部の並進モードである。橋脚の曲げによる振動モードは0.16秒で初めて現われる。橋軸直角方向については、1次の固有周期は1.32秒で桁部の1次の曲げモードである。橋脚の曲げによる振動モードが現われるのは0.12秒である。図-1に示した入力地震波のパワースペクトルによれば、入力地震波は0.8秒から2.5秒までの間に卓越する周期成分を持っており、固有値解析結果と併せて考えると、同位相の場合の地震応答解析においては桁部の振動モードのみが卓越し、橋脚の曲げによる振動モードはほとんど現われないものと推測される。

5. 応答解析結果 PC橋の応答解析結果を図-4、5に示す。橋軸方向は、同位相入力の場合には桁部の並進モードが著しく卓越して振動しており、位相差入力の場合には桁部はほとんど振動せず橋脚のみが振動する。また、同位相入力の場合には桁の軸力がほとんど発生せず、位相差入力の場合には中央付近をピークに桁全体に渡って同位相入力の場合より常に大きくなる。このことから、位相差入力の場合には桁部はほとんど振動していないものの、支承部を通じて橋脚の振動が伝わることによりわずかながら伸縮振動をしているものと考えられる。橋軸直角方向は、地震波の伝播速度による著しい影響は認められなかった。しかしながら、両端部を除く桁の曲げモーメントについては地震波の伝播速度による影響が生じており、地震波の伝播速度が遅くなるほど発生する桁の曲げモーメントは大きくなる傾向にある。また、最終橋脚付近では桁部を伝播してきた波動エ

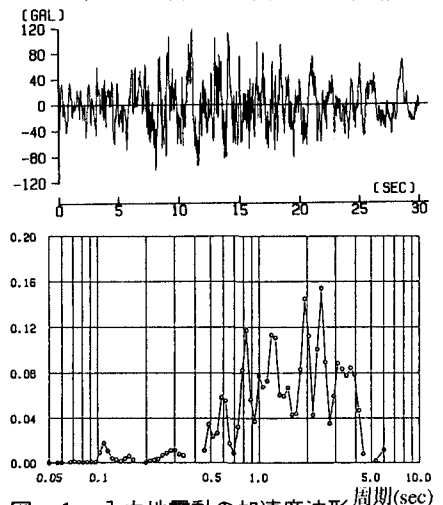


図-1 入力地震動の加速度波形とパワースペクトル

エネルギーが集中し、絶対加速度や相対変位の増幅が大きくなる傾向にある。

6. おわりに 位相差入力を考慮して超多径間連続免震橋の応答特性を検討した結果、同位相入力の場合の応答を大きく上回るのは桁の断面力のみであり、支承部の相対変位や加速度等の応答特性は同位相入力の場合とほとんど同じか下回ることがわかった。とくに、橋軸直角方向の応答は最終橋脚付近に生じるエネルギー集中による増幅を除いて、同位相入力の場合と顕著な差はみられなかった。また、支間長65.0mの16径間連続鋼箱桁橋についても同様な検討を行なったが、位相差入力に伴う応答特性についてPC橋と顕著な相違は見られなかった。

なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社の官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行なわれたものである。

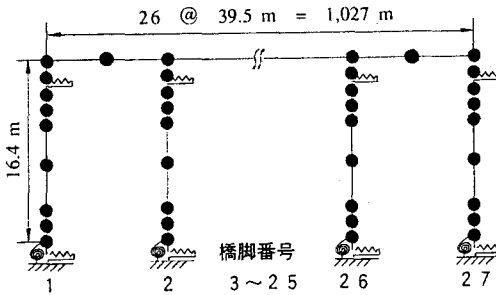


図-2 解析モデル

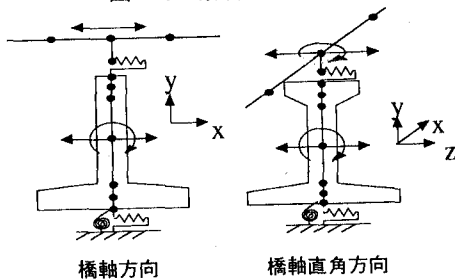


図-3 橋脚のモデル化と質点の自由度

表-1 物性値

	部	橋 脚	
		P1,P27	P2~P26
ヤング係数 (tf/m ²)		3.1×10^6	2.5×10^6
断面二次モーメント (m ⁴)	橋軸加振	—	3.26
	橋軸直角加振	71.99	13.02
ねじり定数 (m ⁴)		9.61	8.95
断面積 (m ²)		7.01	6.25
減衰定数 (%)		3	5
支 承	水平方向バネ定数(t/m)	—	1301
	減衰定数 (%)	—	21.4
基 礎	バネ定数	水平(t/m)	2.930×10^5
	減衰定数 (%)	回転(t · m/rad)	1.148×10^7
		水平	30
		回転	10

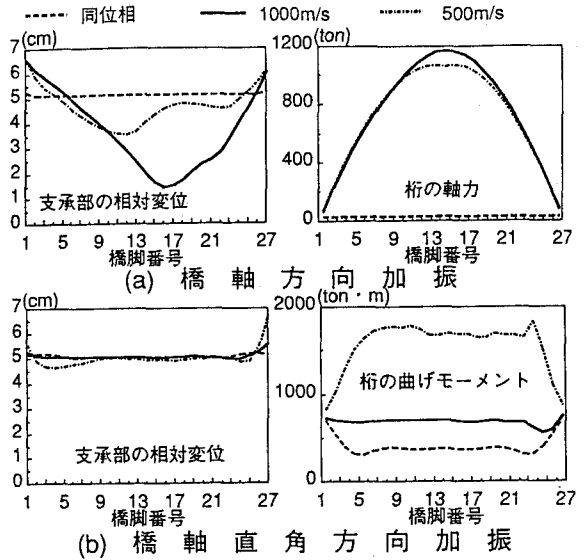


図-4 応答解析結果

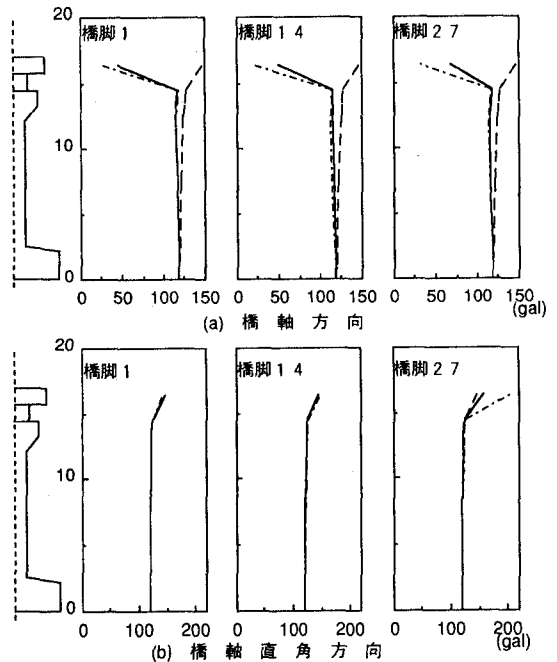


図-5 各橋脚の最大絶対加速度分布