

長周期地震動が長周期構造物に及ぼす影響

指導教員 岩本政巳助教授

金本 慶一

1. 序論

日本は地震大国ということもあり、過去にも数多くの地震が起きている。そして、これからも規模の大きい地震が起こるだろうと予測されている。特に危惧されている東海地震や東南海地震は規模が大きく、より周期の長い長周期成分を多く含む地震動波である可能性が高いとされている。一方、近年は構造物の免震化にともない長周期化している。よって免震化された構造物の地震による被害を軽減するためにも、解析が必要となってくる。本研究では、2種類の橋梁を対象に各橋梁の支承を変えて異なった固有周期を持つ橋梁にして、同じく周期の異なる地震波を与え地震応答解析を行なった。そして得られた結果を比較し、長周期地震動が長周期構造物に及ぼす影響を検証した。

2. 解析方法

本解析手法では対象とする構造物を節点とはり要素からなる構造物としてモデル化した。この構造モデルに対して非線形解析の基本式として、増分形運動方程式を用いた。桁については線形理論を用い、橋脚については非線形性を考慮する。減衰はレイリー減衰とし、係数は基本モードでモード減衰が極小となるように定める。運動方程式の解放として Newmark-法を用い、パラメータ $\gamma=1/4$ 、 $\beta=1/2$ とし、時間ステップを 0.01/10 秒とした。復元力特性については、曲げモーメント-曲率関係のトリリニアモデルを採用し、道路橋示方書[1]により求めた。また、鉄筋の抜け出しを考慮するために、曲げモーメント回転角関係の回転バネを橋脚端部に設けることとする。その復元モデルは断面の曲げ剛性と類似したモデルを用いる。

3. 解析対象となる橋梁と入力地震波について

解析対象とする橋梁を図 1 に示す。2 径間連続桁橋(橋)、3 径間連続桁橋(橋)それぞれピン支承、免震支承によって支持する。入力地震波は、比較的長周期成分を多く含む長周期地震波として、八戸地震・兵庫県南部地震・想定東海地震、短周期成分を多く含む短周期地震波として、想定濃尾地震 A・濃尾地震 B(違う観測地のデータのため、区別化するために語尾に記号をつけた)・三陸南地震とした。また地震の規模を考慮し、最大加速度の近い値をもつ地震波をペアとした。つまり、2 つ橋梁に対し 6 種類の地震波、免震支承、ピン支承の 2 種類の支承をそれぞれ組み合わせ、計 24 ケースを対象に解析を行った。

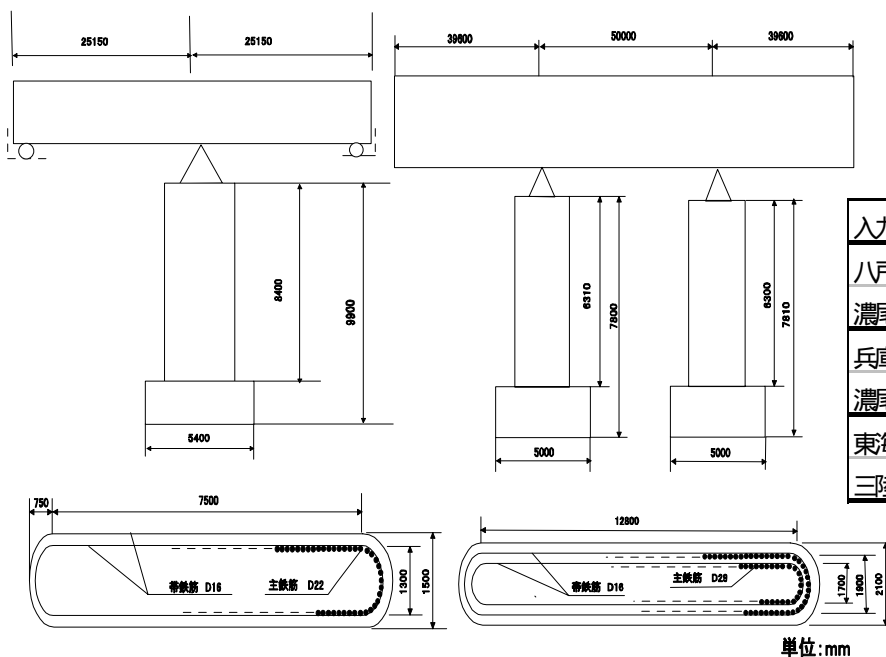


表1 地震波の概要

入力地震波	最大加速度(gal)	卓越振動数(Hz)
八戸地震	264	0.5~1.3
濃尾地震A	246	1.5~2.5
兵庫県南部地震	541	1~1.5
濃尾地震B	536	2
東海地震	213	0.8
三陸南地震	195	2

図1 解析対象の概要

4. 解析結果

本解析では、最大変位は桁部、最大曲げモーメントについては大きな値が予測される橋脚端部について検証し、せん断力については本解析から得られた曲げモーメントの勾配を用いた。解析結果を表2に示す。最大せん断力、最大曲げモーメントについては、全てのケースにおいてピン支承を用いたケースに比べ、免震支承を用いたケースの方が、値が小さくなった。このことから、免震支承を適用することによって、橋脚に作用するせん断力、曲げモーメントを低減させることがわかる。また、短周期成分を多く含む地震波のケースより長周期成分を多く含む地震波のケースの方が最大せん断力、最大曲げモーメントの低減率(免震支承を用いた時の各最大値をピン支承を用いた時の各最大値で除した値)が上がっていることがわかる。すなわち短周期地震動に比べ、長周期地震動における免震支承の橋梁に対する免震効果が落ちている。

表2 解析結果一覧

橋	入力地震波	支承	固有振動数(Hz)	固有周期(S)	最大せん断力S(tf)	せん断力低減率 $S_{免震}/S_{ピン}$	最大変位(m)	最大曲率(1/m)	最大曲げモーメントM(tf・m)	曲げモーメント低減率 $M_{免震}/M_{ピン}$
橋	八戸地震	免震	1.25	0.80	143	0.53	0.0263	0.000170	843	0.53
		ピン	3.12	0.32	269		0.0347	0.004020	1590	
	濃尾地震A	免震	1.25	0.80	133	0.35	0.0195	0.000153	832	0.52
		ピン	3.12	0.32	379		0.0420	0.004890	1600	
	兵庫県南部地震	免震	1.25	0.80	278	0.74	0.0624	0.001460	1590	1.00
		ピン	3.12	0.32	378		0.0641	0.020600	1590	
	濃尾地震B	免震	1.25	0.80	239	0.66	0.0437	0.000877	1460	0.91
		ピン	3.12	0.32	361		0.0936	0.015100	1600	
	東海地震	免震	1.25	0.80	119	0.55	0.0279	0.000118	737	0.46
		ピン	3.12	0.32	217		0.0283	0.002450	1590	
	三陸南地震	免震	1.25	0.80	88	0.42	0.0124	0.000085	532	0.33
		ピン	3.12	0.32	211		0.0275	0.001890	1590	
橋	八戸地震	免震	0.73	1.36	188	0.11	0.0321	0.000030	863	0.11
		ピン	5.26	0.19	1720		0.0175	0.002230	7730	
	濃尾地震A	免震	0.73	1.36	158	0.08	0.0380	0.000024	681	0.09
		ピン	5.26	0.19	1900		0.0211	0.003690	7720	
	兵庫県南部地震	免震	0.73	1.36	447	0.37	0.0725	0.000072	2060	0.27
		ピン	5.26	0.19	1210		0.0417	0.010600	7680	
	濃尾地震B	免震	0.73	1.36	360	0.14	0.0575	0.000056	1580	0.20
		ピン	5.26	0.19	2540		0.0433	0.010800	7730	
	東海地震	免震	0.73	1.36	161	0.13	0.0386	0.000026	743	0.10
		ピン	5.26	0.19	1220		0.0153	0.001440	7670	
	三陸南地震	免震	0.73	1.36	126	0.10	0.0177	0.000020	557	0.07
		ピン	5.26	0.19	1230		0.0177	0.002390	7700	

5. 結論

ピン支承を用いたときと免震支承を用いたときの解析結果を比較すると、免震支承のときのほうが変位、せん断力、曲げモーメントが小さくなった。しかし免震支承を用いたときに、長周期地震波を入力したときと短周期地震波を入力したときの解析結果を比較すると、ほとんどのケースで長周期地震波を入力したときのほうがせん断力、変位、曲げモーメントが大きな値となった。さらに低減率からもわかるように、負担低減効果は短周期地震動のときに比べ長周期地震動のときのほうが小さくなった

参考文献

[1]日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、1998