

I-429

5径間連続V橋脚ラーメン橋の動的振動解析

(株) 橋梁設計事務所 ○正員 松井義孝
 北海道開発局 正員 高松 泰
 北海道開発局 正員 吉田 紘一
 専修大学北海道短大 正員 金子孝吉

1、まえがき

本報告は、5径間連続V橋脚ラーメン橋の様な橋梁が、どの様な固有周期特性と動的性状をもっているかを調べて検討した。特に固有値解析では、モード次数がいかに寄与しているかを調べ、応答スペクトル法と時刻歴応答法の手法を用いて解析した。

その結果、固有値および固有ベクトルにおいては、高次モードが卓越することがあった。

又、入力地震動の設定として、道路橋示方書におけるスペクトル曲線が、強震記録の地震波から作られるスペクトル曲線と、どの程度差異があるか検討した。

2、モデルと解析

本モデルは、上部構造鋼5径間連続V橋脚ラーメン橋、橋脚は鉄筋コンクリートラーメン型式である。支点条件は、橋軸方向についてA1は固定支点、P1、P2はピン支点、A2は可動支点であり橋軸直角方向は、全て固定支点とした。解析は、多質点系モデルとしモーダルアナリシス法を用い、減衰定数2%とした。応答解析は、応答スペクトル法と時刻歴応答解析によった。

3、入力地震動

本橋に影響を与えるだろう設定地震については、理科年表の地震記録より図-1に抽出し、その中より架橋位置に最も近い『日高山脈南部地震』を用いた。応答スペクトル法における最大入力地震動は、解析結果に大きく左右するものであり(式-1)道・示(式-2)SMAC強震計の短周期補正を施した推定式より入力地震動を決定した。(下式は、第1種地盤の場合)

$$A_{max}=46 \times 10^{0.218M} \times (\Delta+10)^{-0.696} \quad (\text{式-1})$$

$$A_{max}=987.4 \times 10^{0.216M} \times (\Delta+30)^{-1.219} \quad (\text{式-2})$$

① 1970.1.21 日高山脈南部地震
 ② 1982.3.21 浦河沖地震
 ③ 1952.3.4 十勝沖地震

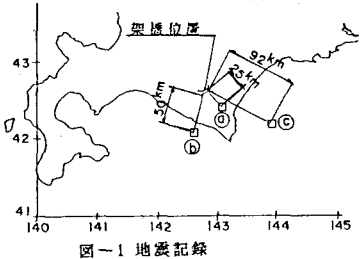


図-1 地震記録

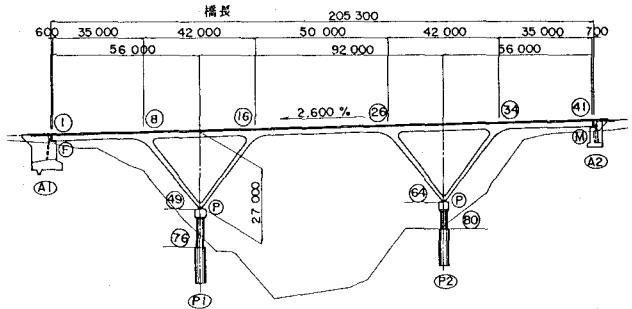


図-2 モデル図

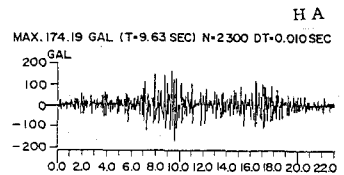


図-3 橋軸方向水平成分地震波

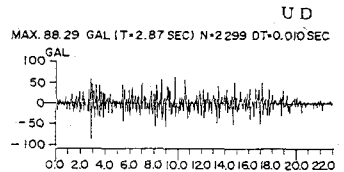


図-4 鉛直成分地震波

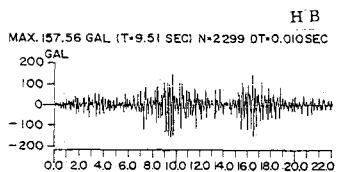


図-5 橋軸直角方向水平成分地震波

地震名		式-1	式-2
日高山脈南部地震	M=6.7, Δ=25km	100 gal	210 gal
蒲河沖地震	M=7.1, Δ=50km	83 gal	162 gal
十勝沖地震	M=8.2, Δ=92km	98 gal	170 gal

表-1 入力地震動としての比較

以上、最大入力加速度は（表-1）より『日高山脈南部地震』の $A_{max}=210\text{gal}$ とする。

時刻歴応答解析に用いる地震波も、同地震記録の図-3～図-5を用いた。

4. 解析結果とまとめ

本報の様な特殊橋梁については、モード、入力地震動及びスペクトル、そして応答値等に複雑な挙動を示すのでここに結果と考察をまとめる。

(1) 一般的に固有周期は低次モードが卓越するのであるが、複雑な多質点系モデルとなると、どのモードが卓越してくるかが問題となる。本モデルの場合、図-7、8、表-2、3、に示すように刺激係数をみても第5次モードが卓越する結果を得た。

(2) 最大入力加速度の設定については、（式-1） $A_{max}=100\text{gal}$ 、（式-2） $A_{max}=210\text{gal}$ であり、図-3の実測波を用いた解析結果と比べると（式-2）を用いた入力地震動が近い結果を得た。

(3) 応答スペクトル解析を行なう場合、どの様なスペクトルを設定すべきかと言うところから始まる。本報の場合は、道路橋示方書スペクトルが、再現期間を考慮したスペクトルと実測波としてのスペクトルとを図-9に示した。結果、質量が関与する主たる周期で差異がなかった。又、再現期間も75年～100年に相当する。

(4) 応答値の結果は、時刻歴応答法と応答スペクトル法の比において、20%程度前者が上廻っている。塑性域状態で断面決定がなされるような動的解析よりも、全般的には静的解析結果より断面決定した。

5. 参考文献

1) 荒川, 川島ら; 土木技術資料シリーズ (耐震設計及び動的解析に関する資料) 2) 土木研究所い報; 土木構造物における加速度強震記録 3) 金子; 三成分地震入力による地盤と構造物の解析に関する研究

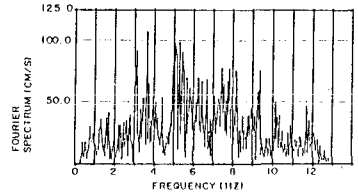


図-6 橋軸方向水平波フーリエスペクトル

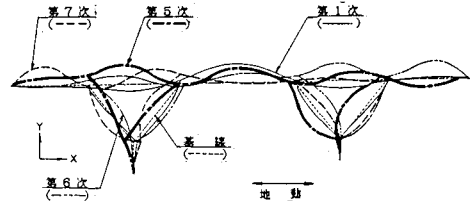


図-7 橋軸方向モード図

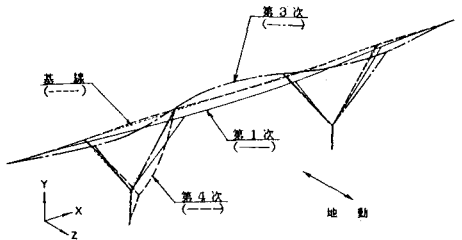


図-8 橋軸直角方向モード図

次数	固有周期	刺激係数		有効質量	
N0	(sec)	X	Y	X(%)	Y(%)
1	0.5247	1.271	1.255	0.80	0.80
2	0.4054	-0.749	0.511	0.30	0.10
3	0.3839	-3.295	0.318	5.10	0.00
4	0.3301	4.301	-1.723	8.80	1.40
5	0.2826	-7.576	5.048	27.20	12.20

表-2 橋軸方向固有周期

次数	固有周期	刺激係数	有効質量
N0	(sec)	Z	Z(%)
1	1.0486	10.290	50.60
2	0.4802	0.094	0.90
3	0.2530	4.721	10.60

表-3 橋軸直角方向固有周期

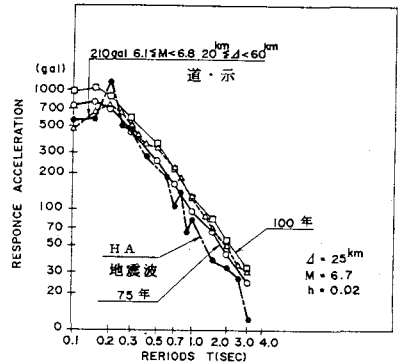


図-9 加速度スペクトル曲線