

東京大学大学院

学生員 吉住俊彦

東京大学生産技術研究所 正 員 久保慶三郎

東京大学生産技術研究所 正 員 片山恒雄

1. まえがき

本研究では、実地震動を用いた長大PC橋のスペクトル応答解析と逐次応答解析とにより、スペクトル応答解析の妥当性を検討した。更に、マグニチュード・震央距離・地盤硬さを考慮した数量化による加速度応答スペクトル並びに特定の实地震動の最大値を数量化の地震動とほぼ等価になるように修正したものを用いて、地震応答に及ぼす地震動特性の影響について調べてみた。

2. 解析手法

解析対象は、中央スパン236 mの彦島大橋である。支持条件の違いにより、橋軸直角方向・橋軸方向について図1に示す構造モデルを考えた。各部材は、曲げ剛性と剪断剛性を考慮し、振り剛性を無視するチモニコ梁とし、質量は各節点に集中させた。応答解析には、モーダル・アナリシスを用いて、各モードの減衰定数を0.05とし15次モードまで採用した。スペクトル応答解析でのモーメント・剪断力の地震最大応答は以下の式で求めた。

$$M = \sqrt{\sum_n \{ \beta_n M_n S_{An} / \omega_n^2 \}^2} \quad S = \sqrt{\sum_n \{ \beta_n S_n S_{An} / \omega_n^2 \}^2}$$

但し、 ω_n はn次の固有円振動数、 β_n 、 M_n 、 S_n は、その固有ベクトルに対応する刺激係数、モーメント、剪断力で S_{An} は ω_n に対応する加速度応答スペクトルである。実地震動には、El-Centro.NS(1940)、Jagt.N21E(1952)を用い、最大加速度は100 galに修正した。図2にスペクトル応答解析に用いた実地震動と数量化による3種の地震動の加速度応答スペクトルを示す。数量化による地震動は、岩盤とみなされる地点のもので、その最大加速度はほぼ100 galである。マグニチュード・震央距離は、A(M=5.4~6.0, Δ=0~19km)、B(M=6.8~7.4, Δ=20~59km)、C(M=7.5~7.9, Δ=60~119km)である。この3種の地震動は、0.3~0.8 secの中間周期では、類似の特性を有しているが、1 sec以上の長周期では、かなりの差がある。El-Centro波やJagt波は、周期0.5~1.0 secで先の3地震動の2~3倍の大きさである。

3. 解析結果及びまとめ

表1に、固有値解析により求めた5次までの固有周期を示す。但し、*は対称モードを表わす。表2に、El-Centro波を入力した場合の、スペクトル応答解析と逐次応答解析とによる主要断面での最大断面力を示す。両者の差は、Jagt波を入力した場合にも20~30%位であった。図3.4に、数量化の地震動を入力した場合の最大断面力を示す。なお、橋軸方向はモデルの対称性により左側のみを示す。橋軸直角方向では、AとB・Cとは40~50%の差があるが、橋軸方向では3地震動による差はほとんどない。橋軸直角方向振動には、固有周期3.05、1.09 secの対称モードの寄与が大きく、地震動の1 sec以上の長周期成分が影響して、3地震動の長周期成分の差がそのまま現われるが、橋軸方向振動には、寄与する逆対称モードの固有周期が1.04、0.62 secと短いために差がほとんど現われないものと解釈される。3地震動と実地震動とによる応答を比較すると、実地震動の方がかなり大きい。この差は、応答スペクトルの中・長周期における両者の差に対応している。以上のことから、地震応答解析に用いる地震動は、構造物の振動特性と想定地震のマグニチュード・震央距離を考慮して慎重に選択しなければならないことがわかる。

本研究は自然災害特別研究「長大構造物の地震動災害とその防止に関する研究」(代表:小林啓美)および一般研究「長大PC橋の振動性状に関する実測的研究」(代表:久保慶三郎)により行ったものである。

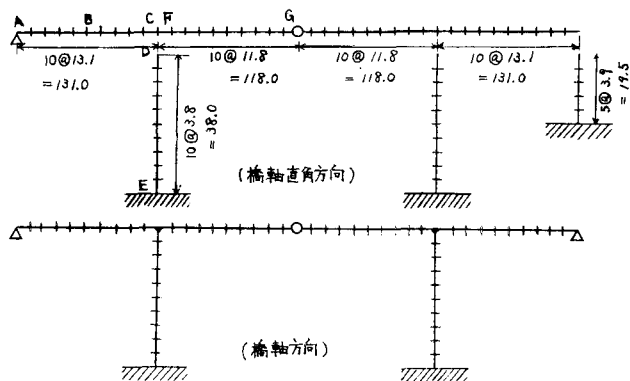


図.1 モデル長大橋の概要図

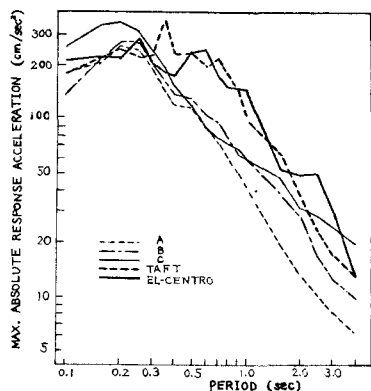


図.2 加速度応答スペクトル

橋軸直角方向

モード

1*	3.05
2	1.19
3*	1.09
4	0.91
5*	0.69

橋軸直角方向

位置	スペクトル応答解析	逐次応答解析
B	9630	10130
C	9910	11610
E	30700	30100

橋軸方向

位置	スペクトル応答解析	逐次応答解析
B	9160	9310
C	22050	20610
D	26650	26940
E	52230	53530
F	7660	9870

橋軸方向

モード

1*	1.79
2	1.04
3*	0.81
4	0.62
5*	0.62

位置	剪断力 (t)	逐次応答解析
A	246	260
C	466	478
D	768	759
F	298	326
G	58	58

位置	剪断力 (t)	逐次応答解析
A	276	269
C	539	555
D	1940	2005
F	227	261
G	128	124

表1. 固有周期(sec)

表2. El-Centro地震波を入力した場合の主要断面における最大断面力

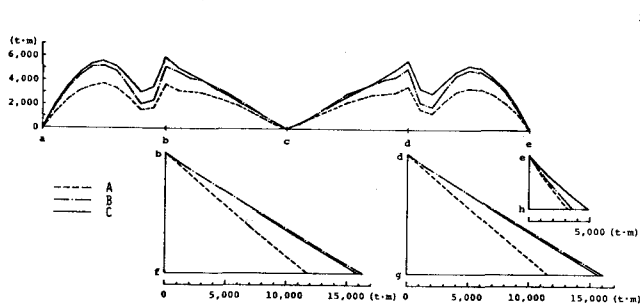


図.3 数値化の3地震動を入力した場合の最大曲げモーメント分布図

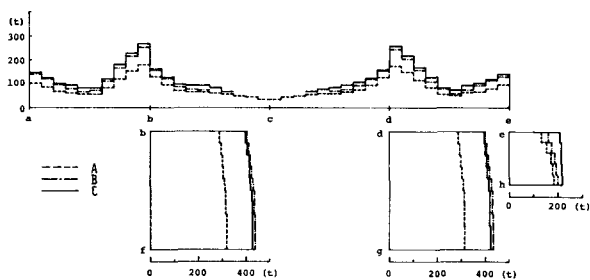
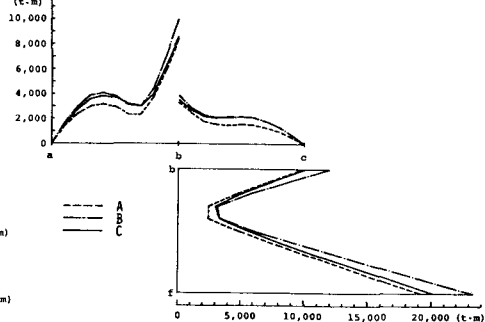


図.4 数値化の3地震動を入力した場合の最大剪断力分布

