

鹿島技術研究所 正会員 ○上野健治¹⁾ 大保直人²⁾ 山野辺慎一³⁾
 運輸省港湾技術研究所 正会員 菅野高弘⁴⁾

1. はじめに

近年、高強度部材の開発や施工技術の進展に伴って、橋梁は長大化の傾向にある。橋梁は横方向に長い構造物であるため、長大化すると橋梁の各橋脚に入射する地震動は異なったものとなる。また、吊橋とともに長大橋の代表である斜張橋は、主塔の水平振動と主桁の上下振動が連成しているため、一般の橋梁ではあまり重要視されていない地震の上下動成分の影響も無視できないと考えられる。

そこで、本論文では、長大PC斜張橋である青森ベイブリッジでの地震観測記録¹⁾を用いて、地震動の多点・上下動入力による時刻歴応答解析を行い、一様入力との違いについて検討した結果を報告する。なお、本論文では、面内振動のみを対象とする。

2. 解析モデルと入力地震動

青森ベイブリッジを模擬して作成した解析モデルを図-1に示す。ただし、青森ベイブリッジは主桁をゴム支承で支持し、さらに主塔位置にはダンパーストッパーが配置されているが、今回の解析では、解析モデルを単純化するため、主桁端部をローラー支持し、主塔位置では主桁変位を拘束しないフローティングタイプとした。また、解析には、1994年三陸はるか沖地震の際に青森ベイブリッジで観測された波形を用い、図-1に矢印で示す位置に入力した。ただし、上下動は一カ所(P2橋脚基部)でしか観測されていないため、全て同一の波形を入力した。

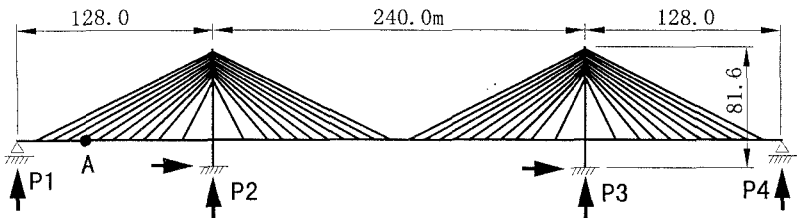


図-1 解析モデル

今回の解析では、解析モデルを単純化するため、主桁端部をローラー支持し、主塔位置では主桁変位を拘束しないフローティングタイプとした。また、解析には、1994年三陸はるか沖地震の際に青森ベイブリッジで観測された波形を用い、図-1に矢印で示す位置に入力した。ただし、上下動は一カ所(P2橋脚基部)でしか観測されていないため、全て同一の波形を入力した。

3. 卓越振動モードの比較

モデル橋梁の主要な振動モードを図-2に、また、地震波入力時の主桁(図-1のA点)の上下方向変位のフーリエスペクトルを図-3に示す。地震波入力の解析ケースは、P2、P3橋脚基部にP2橋脚で観測された同一の波形を入力するケース(一様入力)と

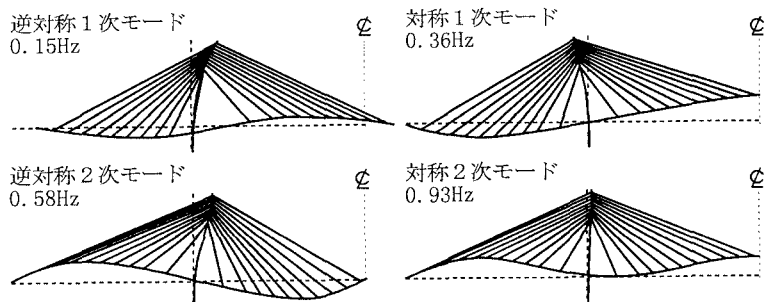


図-2 振動モード

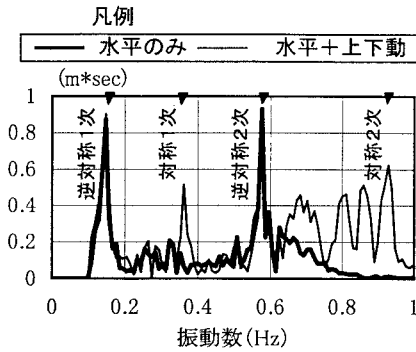
それぞれの位置で観測された地震波を入力するケース(多点入力)の2種類とし、両ケースで、水平動のみ入力するケースと上下動を合わせて入力するケースの合計4ケースとした。

図-3で、水平動のみのケースについて一様入力と多点入力を比較すると、一様入力では卓越する逆対称モードが多点入力では低減し、逆に一様入力では励起されない対称モードが生じることが分かる。ここで、多点入力のケースで対称2次モードが大きく励起されていないのは、その振動数での地震動自体の振動成分が

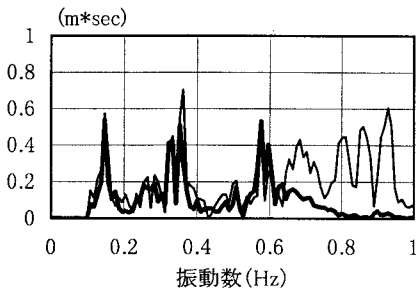
キーワード：斜張橋，地震観測，動的解析，多点入力

連絡先：i) 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL0424-89-7077 FAX0424-89-7087

ii) 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 TEL0468-44-5029 FAX0468-44-0839

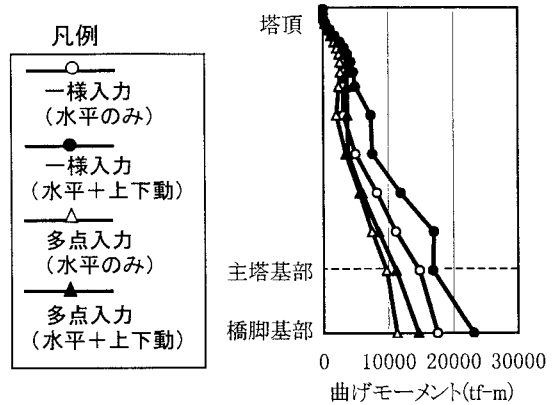


(a) 一様入力

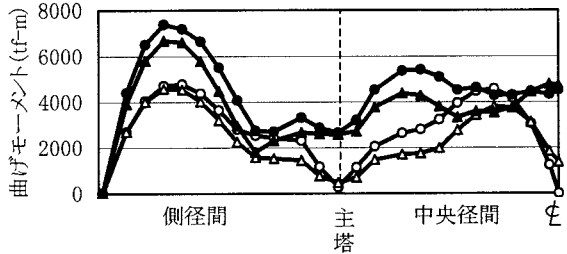


(b) 多点入力

図-3 主桁 (A点) 変位のフーリエスペクトル



(a) 主塔の曲げモーメント分布



(b) 主桁の曲げモーメント分布

図-4 曲げモーメントの最大値分布

小さく、また、P2, P3橋脚で観測された波形の位相差が小さかったためと考えられる。

一方、上下動を入力したケースでは、一様入力、多点入力とも逆対称モードは水平動のみのケースとほぼ等しく、これに加えて対称モードが発生あるいは増大することが分かる。

4. 主桁・主塔の曲げモーメントの比較

図-4に、各解析ケースでの主桁及び主塔の曲げモーメントの最大値分布を示す。水平動のみのケースについて一様入力と多点入力を比較すると、主桁、主塔とも一様入力の方が曲げモーメントが大きくなっている。これは、今回入力した地震波の場合、一様入力による逆対称モードの応答が多点入力による逆対称あるいは対称モードの応答よりも大きかったためである。ただし、どの振動モードが卓越するかは、地震波の振動数成分や位相特性によって変化するため、対称モードの振動数成分が大きい場合や位相が逆位相に近い場合は多点入力の方が断面力が大きくなることも考えられる。

一方、上下動を入力したケースでは、一様入力、多点入力とも逆対称モードの応答は水平動のみのケースとほぼ等しく、これに対称モードの応答が加わるため、上下動を入力した方が主桁、主塔とも曲げモーメントが大きくなる。ただし、今回は同一の上下動を入力しているため、対称モードが大きく励起されているが、上下動の多点入力を行えば、これらの応答は小さくなり、曲げモーメントの値も小さくなると考えられる。

5. まとめ

青森ベイブリッジを模擬した解析モデルに当橋で観測された地震波形を入力して、多点入力と上下動入力の影響を検討した。その結果、多点入力では、水平動のみの一様入力では励起されない対称モードが生じるが、多点入力よりも一様入力の方が主桁、主塔の曲げモーメントは大きくなることが分かった。また、上下動を考慮すると一様入力、多点入力とも対称モードの応答が加わるため、主桁、主塔とも曲げモーメントが大きくなることが分かった。ただし、これらの傾向は入力する地震波の振動数成分や位相特性によって変化するため、今後、震源位置等の異なる多数の地震波形を用いて、一般的な傾向を把握したいと考えている。

参考文献

1) 稲富他；地震観測に基づくPC斜張橋青森ベイブリッジの地震応答特性について、構造工学論文集, Vol. 40A, 1994. 3