

I-483 入力位相差を考慮した斜張橋の地震応答解析

○建設省土木研究所 正員 吾田洋一
 正員 川島一彦
 正員 運上茂樹

1. まえがき

従来の耐震設計では、構造物に入力する地震力はどこでも同一であると仮定しているが、地盤の振動は周辺の地形・地盤条件等の影響を受け箇所ごとに同一ではない。このような地震動の箇所別の違いは、相対する二点間の距離が長くなるほど一般に大きくなり、長大橋梁、地中トンネル等の土木構造物の地震応答に影響を与えると考えられる。本論では、近年、建設が急増している斜張橋の地震応答解析の調査を目的とし、その一つとして地震動の箇所別の違いを地震動自体は箇所ごとに同一であるが、位相差があると仮定することによって表現し、その影響の傾向と程度を把握するために試算した結果を報告する。

2. 解析条件

解析対象橋は、高さ80 mの独立一本柱形式の主塔から、ファンマルチ形式7段のケーブルで桁を補剛する支間190 m+190 mの2径間連続斜張橋とし、多質点フレーム平面モデルにより橋軸直角方向の振動に着目して解析した。基礎はロッキングを考慮し、地盤は水平ばね及び回転ばねによりモデル化した。入力地震動は、1978年宮城県沖地震時の開北橋記録、および1968年日向灘沖地震時の板島橋記録の2地震波とし、地震動は地盤の伝播速度 V_s で橋軸方向に伝播し、位相時間 $t=L/V_s$ (L :隣接する基礎間の距離)の差を持って各基礎間に入力するが、地震動特性は変化しないものと仮定した。解析はモーダルアナリシスによる時刻歴応答解析とし、モード減衰定数は全モード2%を仮定した。

3. 解析結果

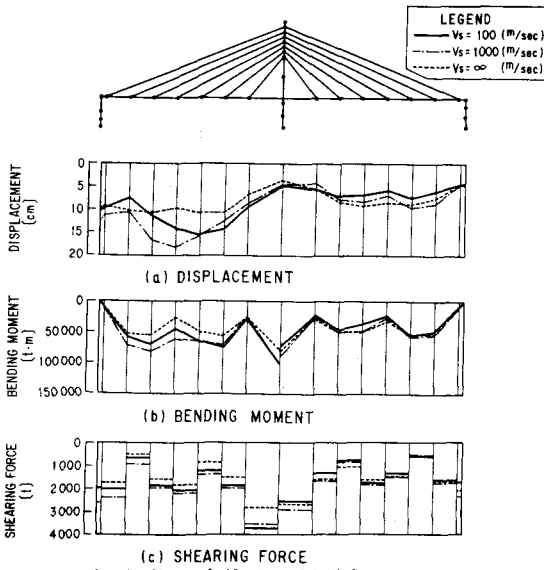
図1及び図2は、それぞれ開北橋記録、板島橋記録を入力地震動として、地震の伝播速度 $V_s=100, 1000, \infty$ (同位相) [m/sec]の3ケースについて桁および塔の各節点における変位および断面力の最大値をプロットしたものである。これを見ると、位相差を考慮した場合のほうが同位相とした場合よりも大きな断面力となる場合があるが、どの伝播速度で最大値を取るのかは、桁および塔、あるいは入力地震波によって異なる。図3はこのような結果を塔基部の最大断面力に着目して、位相差を考慮しない場合の最大断面力に対する伝播速度を考慮した場合の最大断面力の比(断面力比)によって示したものである。これによれば全体としては開北橋記録を入力した場合には断面力比はせいぜい1.1程度であるのに対して、板島橋記録を入力した場合には、塔基部曲げモーメントで1.3、ねじりモーメントで1.6程度となる場合のあることが分かる。また、地震の伝播速度が無限に大きくなれば当然断面力比は1に漸近していくものと考えられるが、 $V_s=4000$ [m/sec]($t=0.05$ sec)まではその傾向は認められない。設計上支配的となる場合の多い塔基部の曲げモーメントについても、3割程度大きくなる場合もあり、今後入力地震動と絡めて検討していくことが必要とされる。

4. 結論

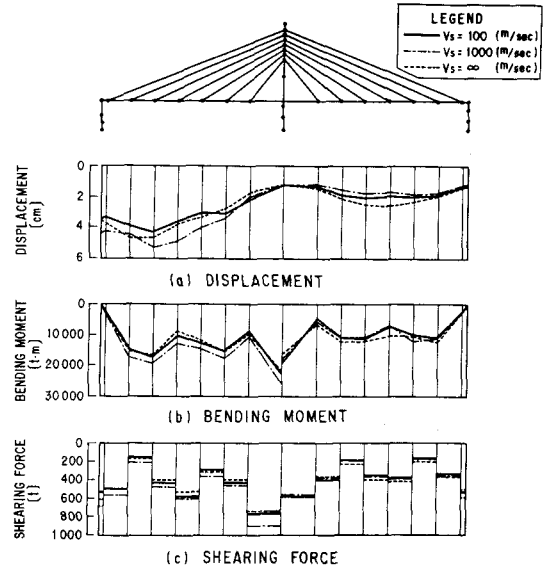
長大橋となるほど入力地震動の位相差は大きくなると考えられるが、この位相差の変化に対する応答値の変化は、橋梁の振動特性、および地震動の位相差の特性により大きく異なる。斜張橋の設計上問題となる場合の多い塔基部の曲げモーメントについては、位相差を考慮しない場合の3割程度大きくなる場合もあり、実際の地盤の箇所別の地震特性を把握すると共に、位相差に対する構造物の振動特性条件を把握することが必要と考えられる。

〔参考文献〕大久保、荒川、川島：地震動の箇所別の違いが構造物の地震応答に及ぼす影響、土木技術資料

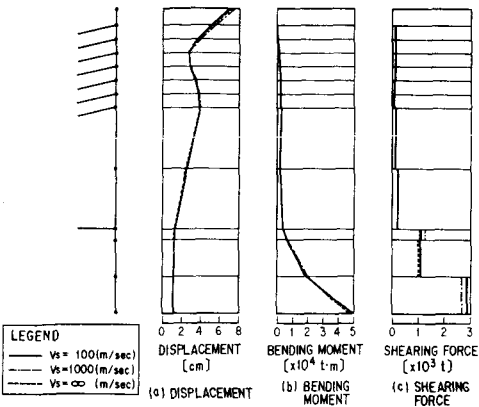
24-10, 1982



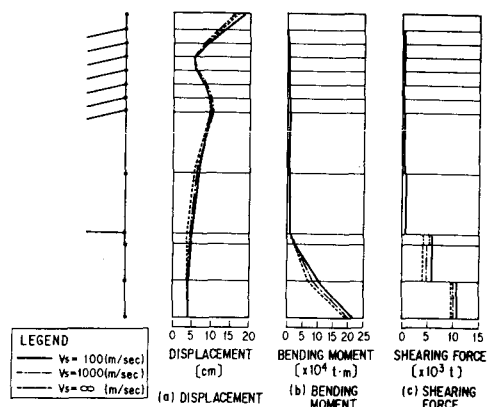
(a) 桁の変位及び断面力



(a) 桁の変位及び断面力



(b) 塔の変位及び断面力



(b) 塔の変位及び断面力

図1、開北橋記録を入力した場合の最大変位及び断面力

図2、板島橋記録を入力した場合の最大変位及び断面力

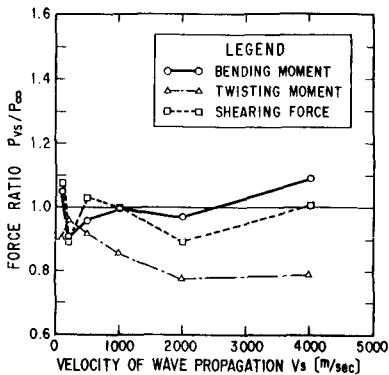


図3、伝播速度による塔基部の断面力比（開北橋記録を入力した場合）

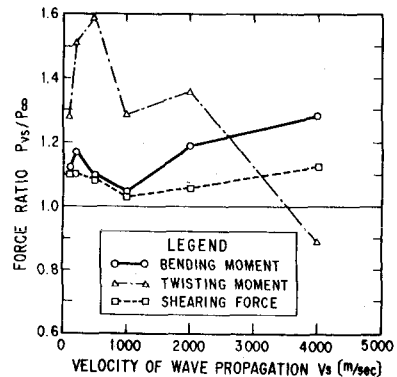


図4、伝播速度による塔基部の断面力比（板島橋記録を入力した場合）