

地震動の位相差が橋梁の振動性状に与える影響について

北海学園大学大学院 学生員 ○村上 健志
北海学園大学工学部 フェロー 当麻 庄司

1. はじめに

一般に橋梁の耐震設計において、動的解析によって照査、設計が必要な場合、地震動はすべての橋脚に同一の地震動を入力している。しかし実際には、地震動には伝播速度があり、地震動の入力点間に距離があれば、その分だけ地震動の入力時間もずれると考えられ、橋長が長ければ、その影響を無視することはできないと思われる。地震波の伝播速度は、地表に近い基盤内では、縦波が 5km/s、横波が 3km/s 程度の値である。また、地表面に分布する洪積層や沖積層では地震波の伝播速度はかなり小さく、縦波は 100~200m/s、横波は 70~100m/s 程度の実測値¹⁾ が得られている。そこで本研究では、地震動の入力点間の距離だけ、地震動の発生時間を遅らせて入力すれば、どのような影響が発生するのかを時刻歴応答解析によって検証した。

2. 解析対象構造物および解析モデルについて

解析の対象とした構造物は、「道路橋耐震設計に関する資料」²⁾ の 3 径間 P C ラーメン橋の耐震設計例で使用している構造物と同じものを使用した (図-1)。周辺の地盤条件は表-1 のようになっている。せん断弾性波速度 V_s は実測値がない場合には道示 $V^{3)}$ (3.6.2) 式から求めてよいとなっているので、この式を用いて算出した。入力地震波としては、タイプ II, I 種地盤用標準地震波 (兵庫県南部地震, 神戸海洋気象台観測地震波 (NS 成分)) を使用した。橋軸方向の解析においては、橋台部の支承が可動型ゴム支承なので、地震波は P1, P2 橋脚基部の 2 点, 橋軸直角方向の解析においては、地震波は A1, A2 橋台基部, および P1, P2 橋脚基部の 4 点から入力している。

解析は、地震波の伝播速度を表-2 のように 4 ケースを設定して入力し、橋軸方向、橋軸直角方向についてそれぞれ比較した。また非線形の履歴による影響などを無視して、位相差による影響のみを比較するために線形動的解析も行った。

3. 位相差入力について

解析ソフトは DYNA2E ((株) CRC 総合研究所) を使用した。なお DYNA2E は、非線形動的解析において地震波の伝播速度を考慮して各橋脚で入力波を変える場合、異なる加速度を複数の節点に入力することはできず、基準加速度とその加速度に対する相対変位を入力する方法で解析することになっている。そのため、橋軸方向の解析では、基準加速度を P1 橋脚基部に入力し、P2 橋脚基部には基準加速度に対する相対変位で入力した。また、橋軸直角方向の解析では、基準加速度を P1 橋脚基部に入力し、A1, A2 橋台基部, P2 橋脚には基準加速度に対する相対変位で入力した。

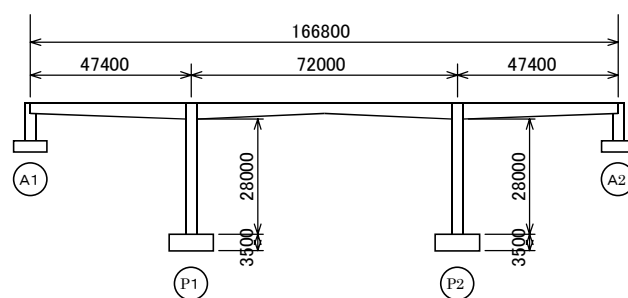


図-1 解析対象構造物

表-1 地盤条件

土質	層厚 (m)	平均N値	γ (tf/m ³)	V_s (m/sec)
砂質土	2.55	14	1.9	193
軟岩・風化土	1.40	32	1.8	254
軟岩・風化土	4.35	50	1.8	295

表-2 検討ケース

検討ケース	伝播速度 (m/sec)	地震波の時間差(sec)		
		A1-P1間	P1-P2間	P2-A2間
$V_s \infty$	∞	0.00	0.00	0.00
$V_s 300$	300	0.16	0.24	0.16
$V_s 200$	200	0.24	0.36	0.24
$V_s 100$	100	0.47	0.72	0.47

キーワード：橋梁設計, 耐震設計, 時刻歴応答解析, 橋脚, 入力地震動

連絡先：〒064-0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1 番 1 号 TEL.011-841-1161 FAX.011-551-2951

線形動的解析の場合は、すべての地震動入力点に加速度を入力して解析している。

4. 解析結果

橋軸方向の解析結果について、橋脚の最大曲げモーメント図を図-2、上部構造の最大曲げモーメント図を図-3に示す。橋脚の曲げモーメントは非線形域に入っていたため、図-2(a)では違いが明確ではなかった。そこで、図-2(b)に線形で解析した場合の橋脚の最大曲げモーメント図を示すが、地震動の位相差が大きいほど最大曲げモーメントが小さくなる傾向になった。橋軸直角方向の解析結果も同様に、図-4、図-5に示すが、橋脚の最大曲げモーメントは橋軸方向と同じように位相差が大きいほど小さくなった。上部構造の曲げモーメントについては、橋軸方向の解析ではあまり差が生じなかったが(図-3)、橋軸直角方向の解析では面外方向の曲げモーメントが大きく変化した(図-5)。また図では示していないが、上部構造の応答加速度は橋軸方向および橋軸直角方向ともに位相差が大きいほど応答値が小さくなった。以上のように今回検討した範囲では、位相差を考慮しないで設計するのがよいという結論になった。

5. あとがき

今回の解析は、橋長 166.8m の 3 径間 PC ラーメン橋を解析対象構造物とし、位相差による影響を解析したが、さらに橋長が長い橋梁や、形式の異なった橋梁では、より大きな影響が生じる可能性があると思われる。また、地震動によっても位相差の影響が変わってくると思われる。今後は位相差による影響を、いろいろな地震波を使用し、また構造物を解析してさらに幅広く検討する必要がある。

謝辞：本論文の解析にあたり助言を頂いた本田明成氏（株）CRC総合研究所）に深く感謝致します。

参考文献

- 1)大原資生：最新耐震工学，森北出版，1998.10.
- 2)日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料，1998.1.
- 3)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V耐震設計編，1996.12.

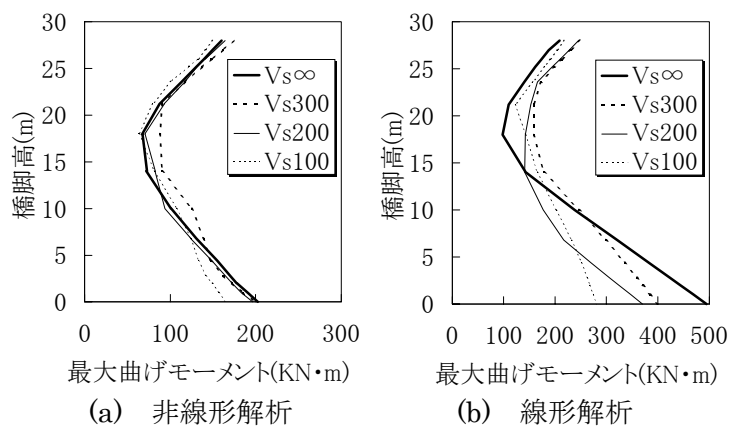


図-2 橋脚の最大曲げモーメント図（橋軸方向）

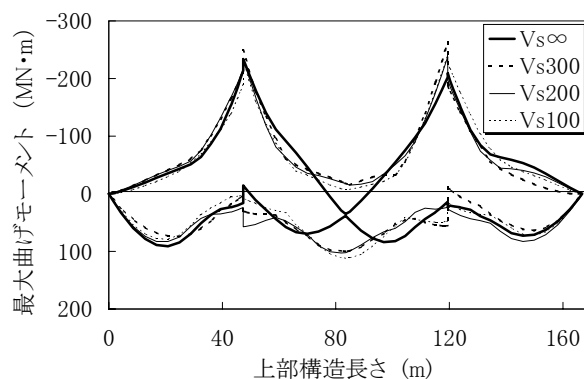


図-3 上部構造の最大曲げモーメント図（橋軸方向）

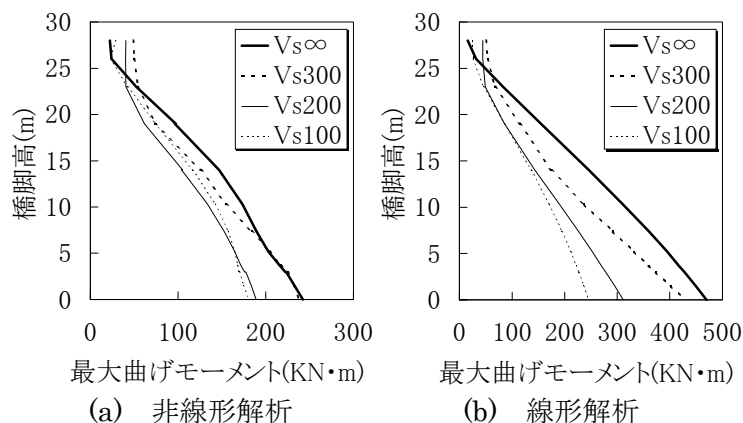


図-4 橋脚の最大曲げモーメント図（橋軸直角方向）

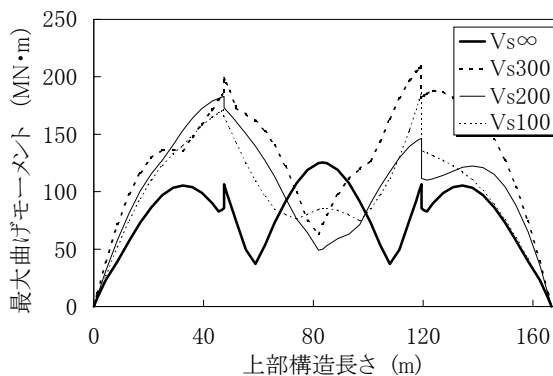


図-5 上部構造の最大曲げモーメント図（橋軸直角方向）