第1部門 高架道路橋 - 自動車連成系の地震応答解析による大型トラックの滑り評価

神戸大学工学部 フェロー 川谷 充郎 神戸大学大学院 学生員 〇岩下 謙司神戸大学大学院 正会員 金 哲佑 神戸大学大学院 学生員 安井 克典

1. 概要 近年の都市高架橋は、大型車両混入率の高まりとともに慢性的な交通渋滞状況にあることから、 耐震設計における活荷重の取り扱いにつき検討の必要があると考えられる¹⁾. そこで著者らは、レベル1地 震動に関して、橋梁-車両連成系を考慮する地震応答解析により車両の存在が橋梁の地震応答に及ぼす影響 について検討を行い、橋梁上の車両がダンパーとして作用する可能性があることを指摘した²⁾. 本研究では、 レベル1 地震時における橋梁-車両連成系の地震応答解析結果より得られる車両応答値に着目し、地震時に おける大型トラックの滑り評価について検討を行う.

2. 地震応答解析 2)

 2.1 解析手法 モード法によりレベル1地震による弾性域の動的応答解析を行う.まず橋梁-走行車両連成系の 運動方程式を誘導し、地震波を橋梁モデルと車両モデルの全ての節点に慣性力として同時に作用させる.連成運動方程式の解を数値積分によって求めるため、逐次積分法の一手法である Newmark-β 法を用いる.

2.2 橋梁モデル Fig.1 に解析に用いる橋梁モデルを示す.対象橋梁は総橋長 275.0m,総幅員 15.4m (5 本主 桁),桁重量 189.1kN/m の鋼支承を有する 8 径間高架橋である.1 節点6 自由度のはり要素を用い,高架橋および 橋脚をモデル化する.また,隣径間の影響を考慮するために,第1 径間左側および第 8 径間右側の橋脚上部 T 部 に上部工重量の半分を付加させている.モード次数は,橋梁のモード形を考慮して 91 次 (fg=23.3Hz) までとし,路面凹凸は対象高架橋で実測されたものを用いる.

2.3 車両モデル Fig.2 に車両モデルを示す. 地震応答解析では橋軸直角方向の挙動が着目されるため, 車両本 体ばね上のヨーイング, スウェイおよびばね下前後軸のスウェイを考慮する 12 自由度系車両モデルを用いる. その諸元を Table 1 に示す. ただし, 車両ばね上の水平減衰定数については諸元が未知のため, ばね上の鉛直ば ね定数と水平ばね定数の比率と同じとして鉛直減衰定数より算出する.

2.4 入力地震波 入力地震波として道路橋示方書のレベル 1 地震動(開北,飯島地震波)を用いる³⁾. ただし, そのうち車両水平接地力に影響が大きい飯島地震波を Fig.3 に示す. 地震応答解析の際にはそれらの地震波によ り橋軸直角方向に慣性力として全節点および車両に作用させ,鉛直方向には,橋軸直角方向の慣性力の半分を作 用させる³⁾.

3. 車両滑りの判断方法 まず初めに各軸(前軸・後軸前輪・後軸後輪)ごとの車両鉛直接地力をもとめ、その 値に摩擦係数をかけることにより最大摩擦力の時系列を算出する.次に、各軸ごとの水平接地力をもとめ、全て の軸においてその値が、同時刻の最大摩擦力を上回ると車両は滑ると判断する.今回は、摩擦係数として μ=0.6 (路面乾燥時)⁴⁾を用いる.各軸の摩擦力の求め方として左右輪の接地力を足したものを利用し、それぞれの軸

について滑りを評価する.



Fig.1 Analytical bridge model



Table 1 Properties of vehicle

<u>4. 解析結果</u> Fig.4 に飯島地震波による各軸における最大摩擦力と水平接地力の時刻歴を示す. 解析ケースは 車両走行時(車両1台; v=60.0km/h)と車両停車時(車両1台; 第4径間支間中央に停車)の2ケースである. 今回の解析結果では,両ケースともに前軸のみが滑る可能性があるという結果になったが,前軸は後軸に比べ質 量が軽く,ばね定数も小さいことから車両全体の滑りに関する影響が小さい。また,車両走行時と停車時では, 停車の方が水平接地力が大きく,滑りやすい状況であることがわかる.

5. **今後の課題** K-net⁵から入手した中規模地震波での解析では、車両全体が滑るケースがあった.そこで今後の研究課題として、車両に滑りが生じた場合の車両 - 橋梁連成系の表現の検討が必要である.

参考文献

- 1) 亀田弘行,室野剛隆,南荘淳,佐々木伸幸:橋梁-車両連成系による道路橋の地震応答特性,土木学会論文集,No.626/I-48, pp.93-106, 1999.7.
- M. Kawatani, C.W. Kim, T. Sakata and K. Iwashita : Dynamic responses of a highway viaduct incorporating bridge-moving vehicle interaction under ground motions, The eight Japan-Korea Joint Seminar on Steel Bridges, Nagoya, Japan, 2-4 August 2005.
- 3) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説, V耐震設計編, 2002.3.
- 4) 市原薫, 越正毅: 路面のすべり, 技術書院, 1965.8.
- 5) http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/