

橋梁構造の地震荷重に対する活荷重の影響

京都大学工学部 正員 亀田 弘行
 日本鋼管 正員 家入 龍太
 鹿島建設 ○正員 林 知生

1. 橋梁の耐震設計における活荷重考慮の重要性

橋梁の耐震設計における重大な問題点のひとつとして地震時の活荷重¹⁾の程度考慮すべきかという事がある。例えば現行の道路橋示方書では地震時の活荷重の影響は考慮しないものとし、この問題を将来の研究課題としている。橋梁の地震荷重に対する活荷重の影響としては、死荷重を増大させる効果(地震荷重増大)と動的制振効果(地震荷重減少)の2通りが考えられ、問題は単純ではない。本研究はこうした問題の基礎的検討を行ったもので橋梁・車両と一体の多自由度系として扱い、動的解析を行った。

2. 橋梁・車両系の解析モデルと地震応答解析結果

(1) 多点入力モデル： 後藤・亀田・茂村²⁾による高架単純桁1スパン分の全橋モデルを参考にして、図1に示すように、地震力が多点多方向に作用した場合を想定し、道路橋1スパン分を多自由度多点入力系、各車両を3自由度系としてモデル化した。渋滞時の道路橋を想定して車両は静止しているものとする。入力地震動として、ここで想定している大阪の地盤に適合するように重複反射理論によって変形した塩釜工場-S(1978年宮城県沖地震)の強震記録を用いた。図-2,3に解析結果の一部を示す。図2においてフーティング基礎の橋軸直角方向のせん断力の等価震度(せん断力を橋梁・車両の重量で割ったもの)は、橋桁に載荷する車両の総重量が増えれば減少する。これは橋に対して車両のダイナミック・ダンパーが作用したと考えられる。図3において橋脚の橋軸直角方向回りの曲げモーメントの最大応答の絶対値は、車両を完全に死荷重と考えた場合のみに、橋桁に載荷する車両の総重量が増えれば増加する。これは車両の載荷によって橋桁の重量と慣性モーメントが増加した効果によると考えられる。以上より、車両を動的載荷した場合は橋梁だけの場合よりも小さな値を示している。

(2) 簡略モデル： 橋軸直角方向のロッキング振動のみに着目して図1のモデルを簡略化して橋梁を1自由度(SDOF)の逆さ振子とした。(図4) 車両は①SDOFの振子としてモデル化した時、②死荷重の増加とした時、③不載荷の時、の3通りを考えた。入力地震動として卓越振動数がはきり現れている6成分を用いて橋上の加速度、フーティング中心でのせん断力、曲げモーメントの最大値を静的モデル(橋梁・車両・地盤をすべて剛結した場合)と比較した応答倍率を図5(橋上の8台の車両全部が満載の時)及び図6(積載率が異なる時)に示す。これらの図よりわかる事を列挙すると (a) 車両の動的特性を考慮した時としない時では前者の方が各応答値が低い、(b) 車両の固有振動数と入力地震動の卓越振動数が近い場合にはその差は小さくなる、(c) 車両の動的特性を考慮した時、せん断力・曲げモーメントの値は不載荷の時とさほど変わらない、(d) 曲げモーメントの応答倍率は大体2~2.5倍程度、せん断力の倍率は1.5倍程度である。

Hiroyuki KAMEDA, Ryōta IEIRI, Kazuo HAYASHI

またここには結果は示していないが橋梁・車両・地震がすべて共振するという最も危険と思われる時でも、せん断力、曲げモーメントの値は死荷重の増加と考えた時とほぼ同程度であった。

3. 結論

活荷重の動的特性は一般にダイナミック・ダンパーとして作用するので耐震設計においては活荷重を100%死荷重の増加とせず、そのうちの何割かと差し引いた「有効質量」分だけの増加と考えるのが妥当であろう。妥当な評価法についてはさらに検討を進める計画である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ，耐震設計編，昭55.5.
- 2) 後藤尚男，亀田弘行，茂村忠文：上部工の拘束を考慮した多点入力高架橋の地震応答解析，京都大学防災研究所年報第25号B-2，pp. 1-32，昭.57.4.

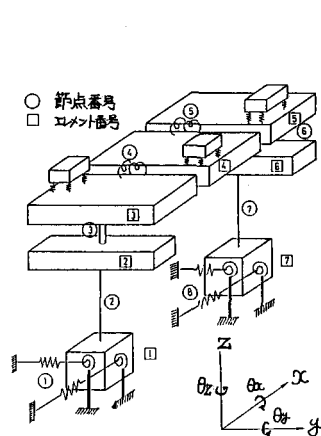


図1 多点入力モデルの概略図

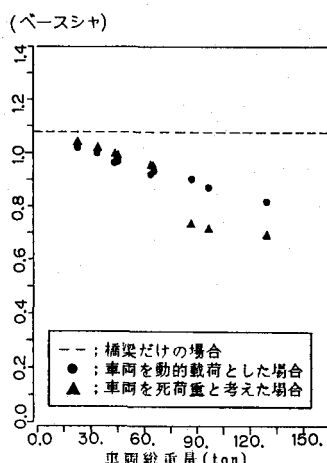


図2 コーチング基礎の橋軸直角方向のせん断力の等価質量(はエドの減衰係数10%)

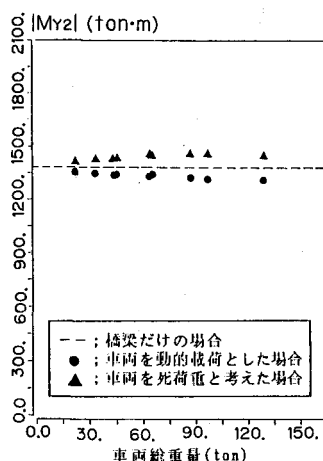


図3 固定基礎側の橋脚の橋軸直角方向の曲げモーメントの最大応答の絶対値(はエドの減衰係数10%)

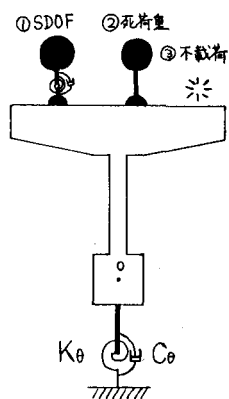


図4 簡略化モデル

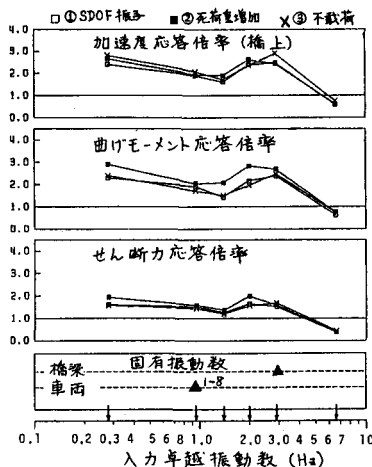


図5 車両がすべて満載のとき

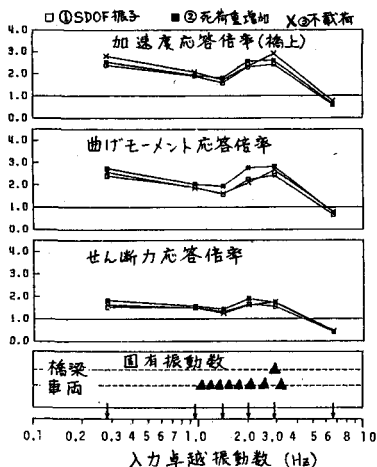


図6 積載率が異なる時