

長大RCアーチ橋における長周期地震波の影響の考察

○九州大学大学院 学生会員 夏 青
九州大学研究院 フェロー 大塚久哲
九州大学研究院 正会員 矢暮亘

1. はじめに

長大RCアーチ橋のような固有周期の長い構造は長周期化による、慣性力の低減効果がある。本研究では、I種地盤のタイプI、タイプII地震動及び台湾集集地震波のTUC068E_W(III種地盤タイプIの応答加速度スペクトルと似ている)を用いて、1次固有値7.03秒で試設計された600mスパンRCアーチ橋に及ぼす長周期地震波の影響について検討する。

2. 解析橋梁

本研究の対象橋梁は文献¹⁾で試設計された支間長600m、ライズ100mを有する長大コンクリートアーチ橋である。解析橋梁の全体図及び骨組モデル図を図-1、図-2に示す。アーチリブ部は58分割し、補剛桁と鉛直材は線形要素で、アーチリブは材料非線形要素とした。境界条件は、補剛桁端部では、橋軸直角方向、鉛直方向及び橋軸回り(桁ねじり方向)は拘束が、橋軸方向、橋軸直角方向回り、及び鉛直軸回り方向はフリーで、アーチリブ端部では全固定である。補剛桁節点217、221、225、242、246、250に下方から取り付く鉛直材の接合条件はピンで、他の部材同士の接合箇所は全て剛接である。

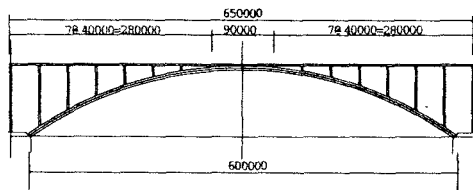


図-1 長大アーチ橋の全体図(mm)

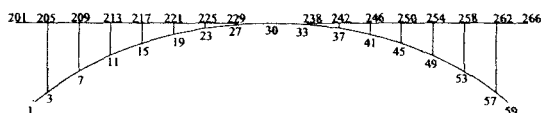


図-2 骨組モデル図と節点番号

2.1 解析条件

時刻歴応答解析における数値積分法には、Newmark β 法($\beta=0.25$)を用い、積分時間間隔を0.001秒とした。レーリー型の減衰を用いて、部材の減衰定数は全て0.03とした。入力地震動には、道路示方書標準地震波のタイプIのTYPE112、タイプIIのタイプ211及び台湾集集地震波のTUC068E_Wを用いた(図-3)。波形のデータ間隔は0.01秒、最大加速度はTYPE112で319gal、TYPE211で812gal、TUC068E_Wで502galである。

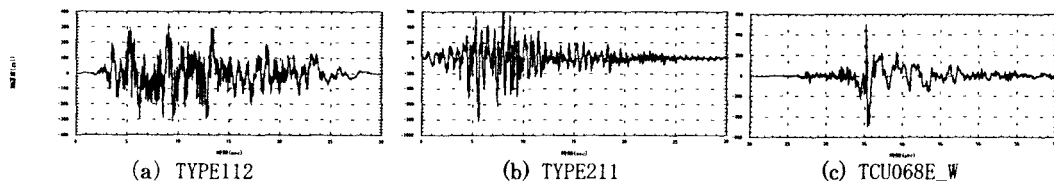


図-3 入力地震動波形

以上3波の標準加速度スペクトルを図-4に示す。図面によれば、固有周期1.5秒までを、TYPE211の値が最も大きい、1.5秒からTCU068E_Wの値が最も大きく、TYPE211の値が最も小さいことが分かった。3波の中でTCU068E_Wは最も長周期化成分が大きい波である。

2.2 動的応答解析

ここでは長大アーチ橋の動的応答特性を把握するために、橋軸方向入力及び橋軸直角方向入力の2つ解析

ケースを作成した。アーチリブにおいて、橋軸方向入力した場合の面内最大モーメント分布を図-5、橋軸直角方向入力した場合の面外最大モーメント分布を図-6に示す。

図-5によれば、アーチスプリング部の損傷は最も大きい。ほとんどの箇所では、最大モーメントの値は最大がTCU068E_W、次がTYPE112、最小がTYPE211の順番になっている。特に、要素58番（右側のアーチスプリング部）の場合、TYPE211を入力した場合では弾性範囲内であるが、TYPE112を入力した場合ではひび割れが発生し、TCU068E_Wでは降伏することが分かった。

橋軸直角方向にTCU068 E_Wを入力した解析は35.661秒（最大加速度に至るところ）で、構造は不安定になって、計算が止まった。そのため、図-6にTYPE112とTYPE211しか示していない。図-6にも、図-5と同じような傾向を見られた。

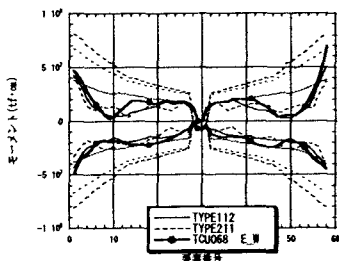


図-5 面内最大モーメント分布図

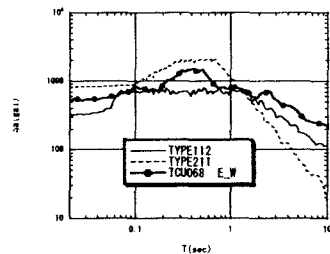


図-4 標準加速度スペクト

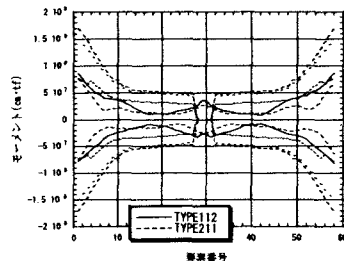


図-6 面外最大モーメント分布図

図-7にTYPE112、TYPE211を橋軸方向、橋軸直角方向に入力した場合における、節点19番の入力方向への変位履歴を示す。これらの図面によれば、橋軸直角方向に入力した場合の変位が最も大きい。橋軸方向に入力した場合は、ほぼ同じ周期で運動しており、その周期は約4秒で、2次モード（面内）固有値4.3秒と一致している。橋軸直角方向に入力した場合は、TYPE112の方はTYPE211より周期がやや伸びた。その周期は、type112で9秒で、type211で7秒である。長大RCアーチ橋の1次モード（面外）固有値7.03秒であるから、タイプ112では塑性化により長周期化が進行したものと思われる。

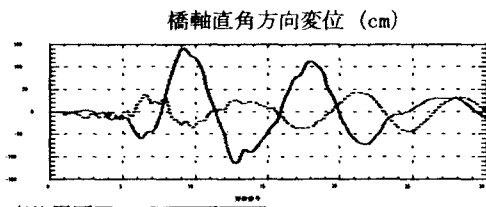
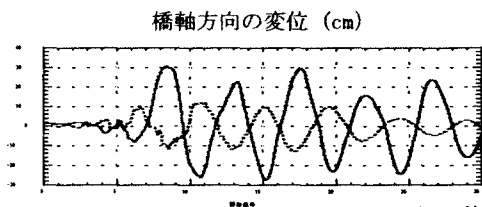


図-7 節点19番の変位履歴図

3. 結論

本研究で対象とした支間長600m級の長大アーチ橋のアーチスプリング部は、道路橋示方書のI種地盤のTYPE I 地震波では弾性範囲、TYPE IIの地震波では、ひび割れ損傷が生じ、さらにTCU068 E_Wを入力した場合は降伏した。このように、基本固有周期域における応答スペクトルの大きさに対応した損傷程度となっており。今後、長周期構造物のための長周期領域の設計地震力の設定の仕方を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会 構造工学委員会 コンクリート製長大アーチ橋の設計方法に関する研究小委員会、コンクリート長大アーチ橋の設計・施工技術の現況と将来、構造工学技術シリーズ NO.19, 2000.9
- 2) 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編
- 3) 中落式RCアーチ橋の耐震性評価及び耐震性能向上に関する研究、九州大学 水取和幸 博士論文 2000