

断層変位を受ける中路式鋼アーチ橋の耐震挙動解析と損傷状況について

熊本大学大学院 学生員 ○村上 慎一 熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝
熊本大学大学院 学生員 辻野 慶恵 熊本大学大学院 学生員 Faizal Chandra

1. はじめに

国内外において断層変位による橋梁の被害は多数報告されており、例えば、1999年に発生したトルコのコジャエリ地震及び台湾の集集地震では、それぞれ水平方向に最大4~5m程度および鉛直方向に最大9~10m程度に達する断層変位が出現し、断層による永久変位が原因となって道路橋を含む多くの構造物の被災が報告されている。これらの事例からも橋の耐震設計上、断層変位の影響を考慮する必要があるが、現状は断層変位に対する照査法の規定はなく、断層変位の影響を耐震設計に取り入れている事例はないのが現状である。本研究では中路式鋼アーチ橋を対象に断層変位を受けた場合の耐震挙動や損傷のメカニズムを明らかにすることを目的とし、地震による従来の加速度入力、支点部への静的変位、及び変位、速度、加速度による強制変位解析を行って検討した。

2. 解析モデル及び解析手法

解析対象橋梁は、昭和55年道路橋示方書により設計された中路式鋼アーチ橋を参考にモデル化したものである。橋長139m、支間割り16.5m+106m+16.5m、有効幅員7.00mで図1に解析モデルを示す。断面はアーチリブ、補剛桁、支柱は箱型断面、縦桁、横桁、補剛桁横構、アーチリブ横構はI型断面を用いた。ファイバー要素でモデル化し、断面分割数はフランジ、ウェブを8分割ずつした。入力地震波形は図2に示す台湾集集地震で観測された加速度波形を時間で積分して得られる速度波形と変位波形とした。なお、図2に示す波形1と波形2のデータは基線補正のパラメータが異なる。解析パターンは強制変位入力（静的変位）、一様加速度入力、強制変位入力（変位入力）、強制変位入力（変位+速度+加速度入力）を橋軸方向にそれぞれ入力した。断層変位を考慮した動的解析が行われているかの妥当性についてはパターン、、で比較検証した。なお、強制変位をかけた点は図1の赤○で囲ったアーチリブ基部の右側である。解析ツールは汎用解析プログラムT-DAPである。数値計算法は直接積分法とし、積分手法はNewmark β 法($\beta=0.25$)を用いた。質量は集中質量とし、床版に関してのみ回転慣性質量を考慮している。また減衰はRayleigh減衰とした。

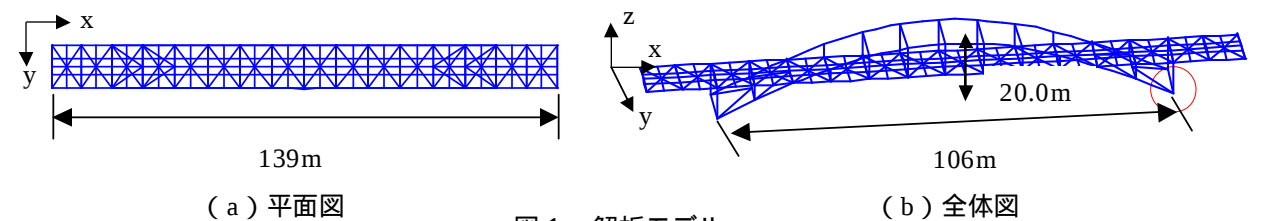


図1 解析モデル

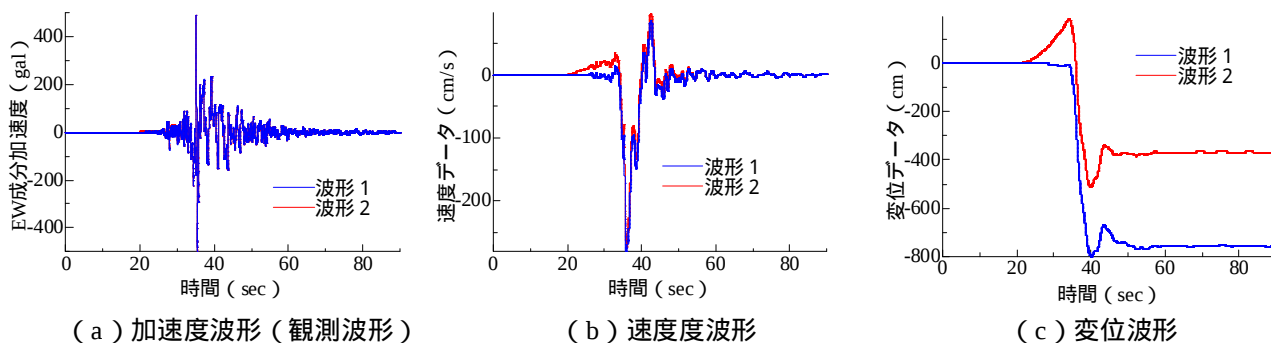
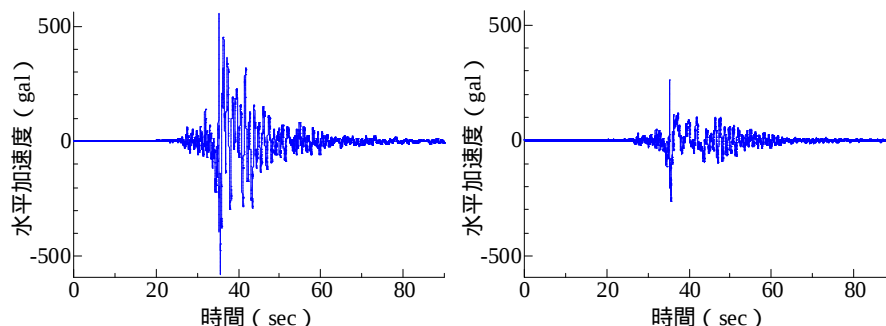


図2 入力地震動(台湾集集地震 EW成分)

3. 解析結果及び考察

図3は波形2の地震動を橋軸方向にかけた場合のアーチクラウン部の応答加速度を比較をしたものである。

これらの結果を見ていくと一様加速度入力と強制振動は完全には一致しないものの、類似の応答結果となった。一様加速度入力と強制振動の応答加速度が完全に一致しないのは、加速度波形を積分して速度、変位波形を求めていく過程で、近似的な積分を行うため、その設定パラメータの違いによって多種の変位波形が作成されるからだと考えられる。図5、6に示した応答変位結果からは一様加速度入力の場合、アーチクラウン部分で相対変位における残留変位がほとんど生じなかったのに対し、強制振動では残留変位が生じた。これらの事により、今回の解析では断層変位を考慮した動的解析が行われたという事が言える。また、図7は強制変位（静的変位）と波形2を使用した場合の強制変位（変位入力）におけるアーチリブの最終状態の損傷状況を示したものである。



(a) 一様加速度入力

(b) 強制振動（変位入力）

図3 アーチクラウン部の応答加速度(波形2)

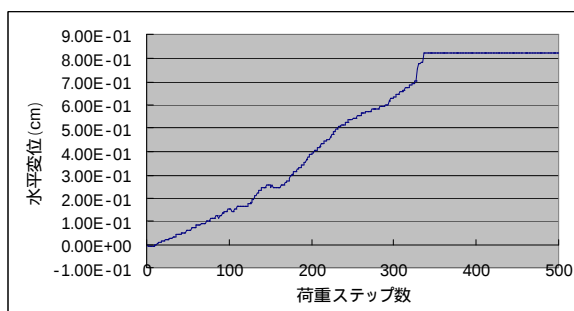


図4 アーチクラウン部の相対変位（静的変位 -300cm）

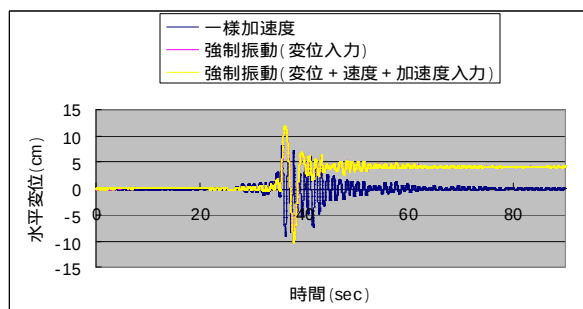


図5 アーチクラウン部の相対変位（波形1）

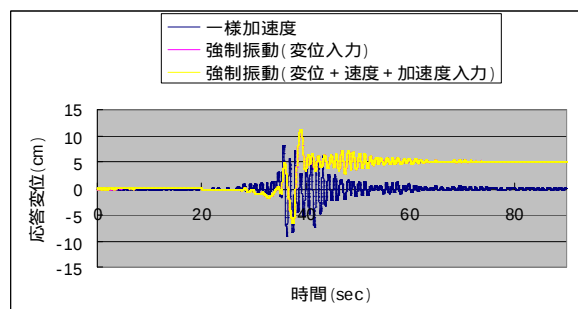
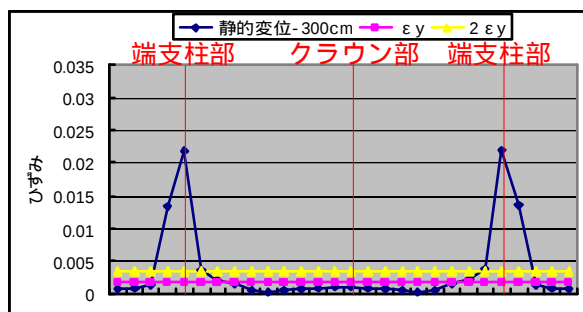
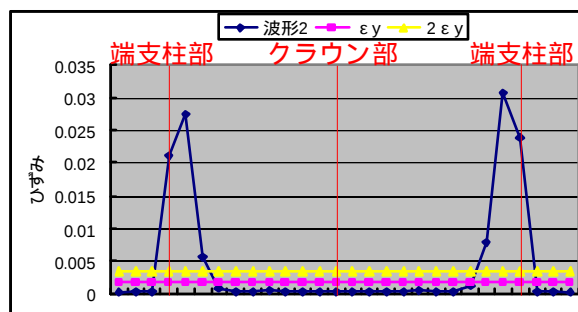


図6 アーチクラウン部の相対変位（波形2）



(a) 静的変位-300cm



(b) 強制振動・変位入力（波形2）

図7 アーチリブの損傷状況

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 鋼橋編, 下部工編, 耐震設計編, 2002
- 2) 山尾敏孝: 断層変位を受ける中路式鋼アーチ橋の耐震挙動と耐震性能評価の検討 土木学会地震工学論文集, 2007