

断層変位を受ける鋼アーチ橋梁の動的挙動の検討

熊本大学大学院 学生員○森山 暢三, 宮近 謙策
熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝

1. はじめに

我国でも断層変位により構造物が被災した事例があり, 橋梁の耐震設計においても断層変位を考慮する重要性が指摘されており, 著者らも, 中路式鋼アーチ橋を対象に支点部分を含む地盤が変位することを想定して, 支点部分に静的に強制変位を作用させる解析方法により実施してきた¹⁾. 一般的には地震による揺れのみを考慮した設計が行われており, 断層変位の影響を考慮した事例は限られている. 本研究では断層変位を考慮せずに設計された道路橋である上路式鋼アーチ橋を基に作成したモデルを用いて, 静的な断層変位を与えてこの影響, 示方書に規定されているレベル2の地震波および, 静的強制変位入力後レベル2地震波を加えて損傷の具合を把握するものである.

2. 解析概要

対象橋梁は昭和 39 年の道路橋示方書により設計された上路式鋼アーチ橋であり, 図 1 に側面図, 断面図を示す. 橋長は 177.7m, 支間割は 22.35m+126.0m+29.35m, アーチライズ 13.8m である. 床版は鉄筋コンクリート床版, 舗装はアスファルト舗装である. 構成部材の断面は, 端支柱, アーチリブ, アーチリブ横桁, アーチリブ横構と支柱の一部が円型断面, 残りのアーチリブ横構と支柱, 補剛桁, 補剛桁横桁の一部が I 型断面, また一部の補剛桁横桁に L 型断面が使用されている. 使用鋼種は SM490, SS400 である. 初期状態は解析モデルによる自重解析結果とし, 各質点に対して鉛直下向きに漸増載荷する. 本研究における解析は, ①静的強制変位解析, ②地震波入力による動的解析, ③静的強制変位(1m)解析後, 地震波入力による動的解析として実施し, 3 ケースの結果を比較した. 静的強制変位の大きさは 1m-3m とした. 動的解析における地震波入力のパターンとして, 鉛直地震動については構造物全体に与える影響は小さかったため, 橋軸方向及び橋軸直角方向のみの検討とする. また, 損傷具合を把握するため主要部材について塑性率の形(ϵ / ϵ_y)でまとめる形とし, 断面の全ファイバーの最大ひずみ(引張側), 最小ひずみ(圧縮側)を抽出した. 図 2 に断層変位及び地震動の入力方向を示し, 入力したレベル 2 地震波形を図 3 に示す²⁾. 使用した解析ツールは汎用解析プログラム TDAPⅢである³⁾

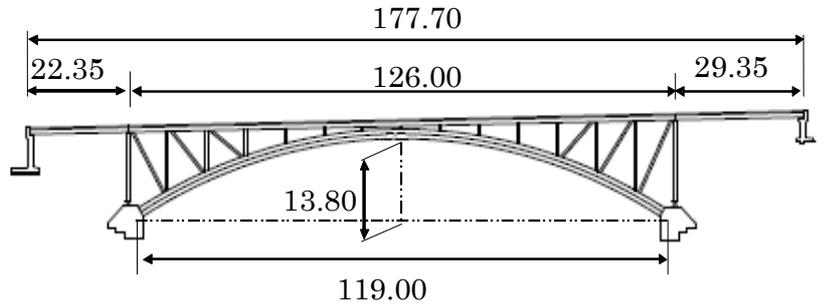


図 1 解析対象橋梁

補剛桁横桁の一部が I 型断面, また一部の補剛桁横桁に L 型断面が使用されている. 使用鋼種は SM490, SS400 である. 初期状態は解析モデルによる自重解析結果とし, 各質点に対して鉛直下向きに漸増載荷する. 本研究における解析は, ①静的強制変位解析, ②地震波入力による動的解析, ③静的強制変位(1m)解析後, 地震波入力による動的解析として実施し, 3 ケースの結果を比較した. 静的強制変位の大きさは 1m-3m とした. 動的解析における地震波入力のパターンとして, 鉛直地震動については構造物全体に与える影響は小さかったため, 橋軸方向及び橋軸直角方向のみの検討とする. また, 損傷具合を把握するため主要部材について塑性率の形(ϵ / ϵ_y)でまとめる形とし, 断面の全ファイバーの最大ひずみ(引張側), 最小ひずみ(圧縮側)を抽出した. 図 2 に断層変位及び地震動の入力方向を示し, 入力したレベル 2 地震波形を図 3 に示す²⁾. 使用した解析ツールは汎用解析プログラム TDAPⅢである³⁾

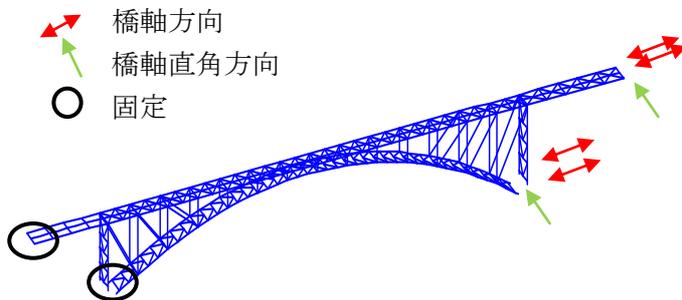


図 2 変位や荷重の入力方向

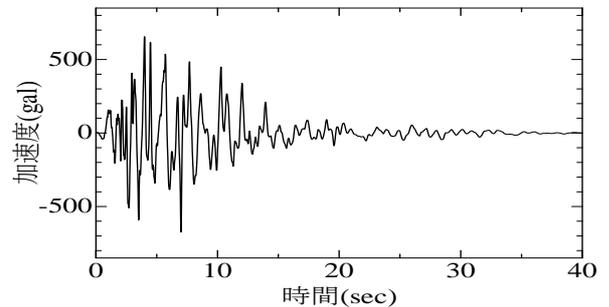


図 3 入力加速度波形

3. 解析結果と考察

図 4 はモデル化した補剛桁の要素番号で, 図 5 はアーチの閉じる方向へ静的強制変位を 3m 与えた時の変形図を示した. 以下の結果はアーチ及び補剛桁の 3 種類の解析による損傷具合を比較検討して示した.

キーワード: 動的挙動, 断層変位, 動的応答解析, 上路式鋼アーチ橋, 強制変位入力

連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪 2-3-1 熊本大学大学院自然科学研究科 Tel:096-342-3553 Fax:096-342-3507

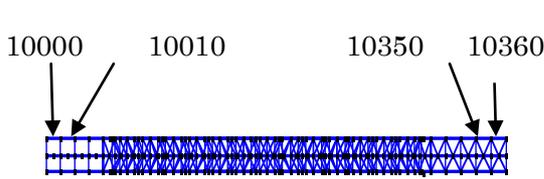


図4 補剛桁の部材番号

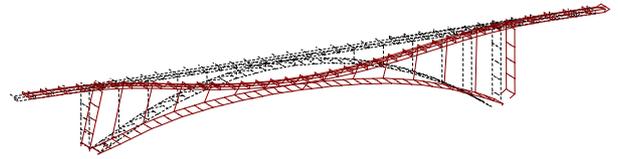


図5 変形図(アーチの閉じる方向)

図6は、橋軸方向(アーチが開く方向)に静的強制変位を1m与えた後、地震波を橋軸方向に入力とした場合(Case A-1)と橋軸直角方向に入力した場合(Case A-2)で、補剛桁とアーチリブの最大・最小応答ひずみの比較を示した。図より、静的強制変位解析後の動的解析結果と静的強制変位解析のみと動的解析のみの応答値の大きい方をとった場合を比較すると、静的強制変位解析後の動的解析結果が、補剛桁中央付近と端柱付近で引帳側に大きなひずみが生じていることがわかる。また、地震波の入力方向の相違で比較するとCase A-2の方が、補剛桁とアーチリブとも全体的に生じているひずみが大きくなり、橋軸直角方向に弱いことがわかる。次に、静的強制変位1mを橋軸直角方向に与えた後、地震波を橋軸方向に入力したケース(Case B-1)と地震波を橋軸直角方向に入力したケース(Case B-2)の補剛桁の最大・最小応答ひずみの比較結果を図7に示した。静的強制変位解析後の動的解析では、Case B-1は圧縮側に偏った応答値で、Case B-2は引帳側に偏った応答値が得られた。つまり、静的強制変位の応答ひずみの値に左右されており、断層変位の生ずる方向に影響を受けていることが分かる。なお、断層変位による損傷対策方法やその結果については当日発表する予定である。

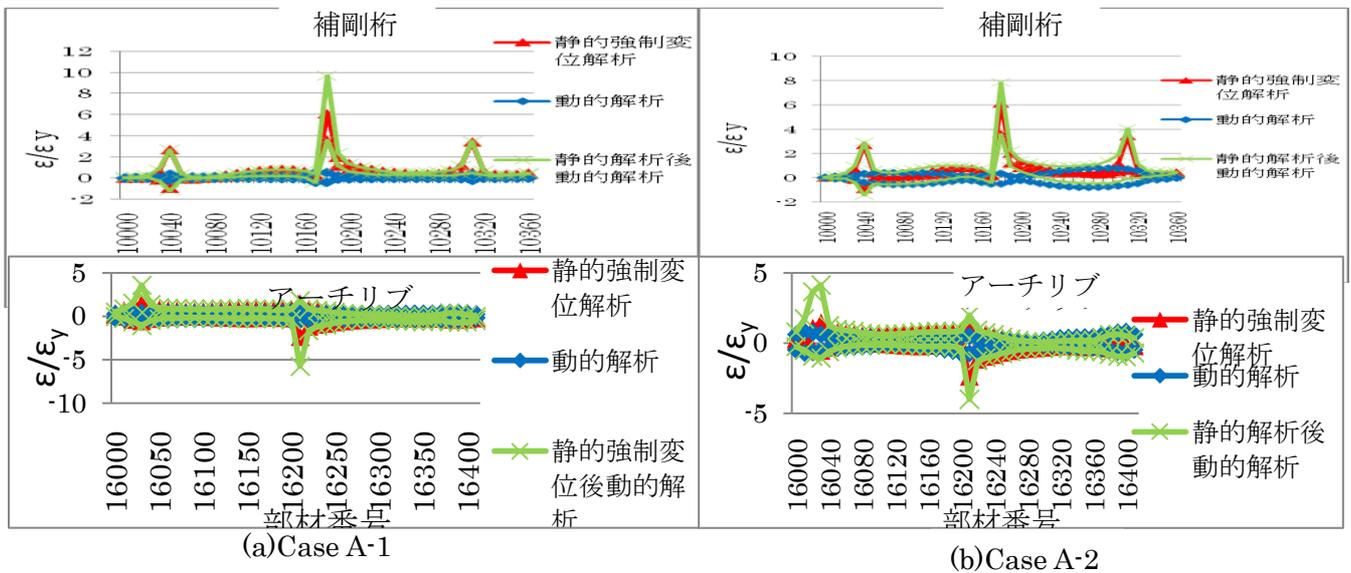


図6 最大・最小応答ひずみの比較

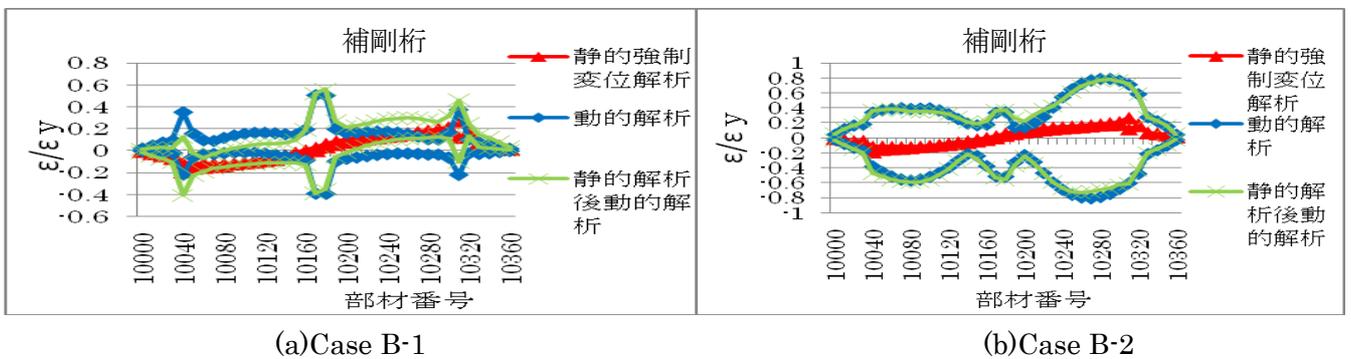


図7 最大・最小応答ひずみの比較(補剛桁)

参考文献

- 1) 山尾敏孝,庄達也,村上慎一,松田泰治: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,pp.440-449,2007.
- 2) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説(V耐震設計編),2003
- 3) (株)アーク情報システム:T-DAPⅢVer.2.03User's マニュアル,2003