

断層変位を受ける中路的鋼アーチ橋の耐震挙動に関する研究

熊本大学大学院 学生員○村上 慎一 熊本大学大学院 学生員 辻野 慶恵
大林組 正会員 庄 達也 熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝

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が被災した¹⁾。しかしながら、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。本研究では中路的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構部材や損傷のメカニズムを明らかにすることを目的とし、レベル2地震動における耐震性能照査も検討したものである。

2. 解析概要:

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的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。解析パターンは、①断層変位のみ、②地震波のみ、③断層変位⇒地震波、④地震波⇒断層変位の4パターンである。それぞれにおいて自重解析における結果を初期断面力とし、静的解析における強制変位を断層変位と仮定した。変位方向は橋軸(アーチが開く、アーチが閉じる)方向、橋軸直角方向、鉛直方向の4方向にアーチリブ基部と補剛桁端部の各支点到同一な強制変位量を与える。変位増分を0.001mとし、変位量は0.5、1.0、2.0、3.0m、とする。また動的解析においては道路橋示方書で採用されているType1-I-1～Type1-I-3、Type2-I-1～Type2-I-3を橋軸方向と橋軸直角方向に入力して解析した。使用した解析ツールは汎用解析プログラムT-DAPⅢである²⁾。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。

3. 解析結果と考察:

(1) 強制変位の場合

図2に強制変位の場合における、変位方向、変位量別の塑性化部材数を示した。橋軸方向の場合が最も多く40箇所以上確認されたが、鉛直方向の場合は塑性化した部材は確認されなかった。図3橋軸方向(アーチが開く)に強制変位を3.0m与えたときの変形図(側面図)を示しているが、強制変位を与えた支間の逆側のアーチリブと補剛桁の交差部付近が大きく変形していることがわかる。図4にa)アーチが閉じる方向と、

b)橋軸直角方向の場合の塑性図を示す。赤い線で示した部分が塑性化した部分である。a)では主にアーチリブ

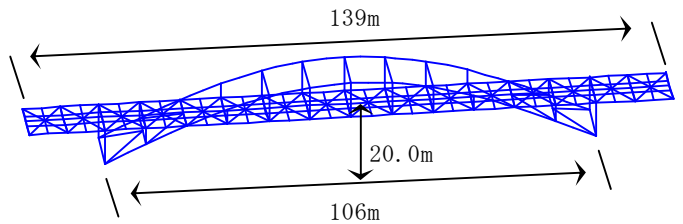


図1 解析モデル

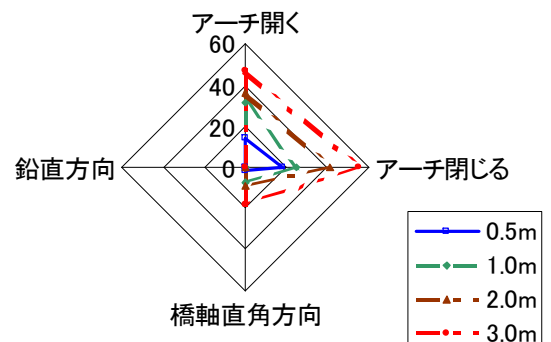


図2 変位方向、変位量別塑性化部材数

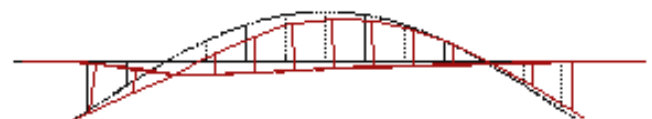


図3 変形図(アーチを開した場合, 3.0m)

キーワード：断層変位、中路的鋼アーチ橋、非線形応答解析、地震動

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学大学院自然科学研究科 TEL:096-342-3533 FAX:096-342-3507

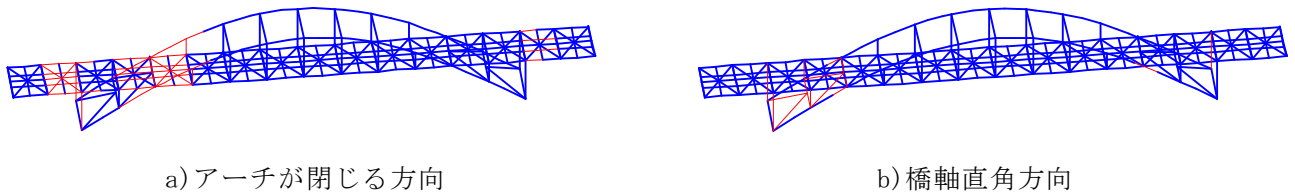
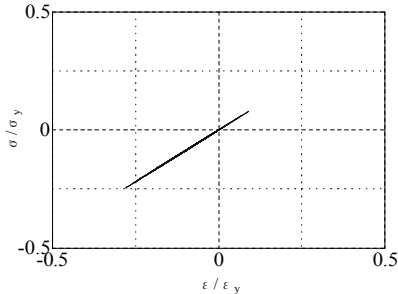
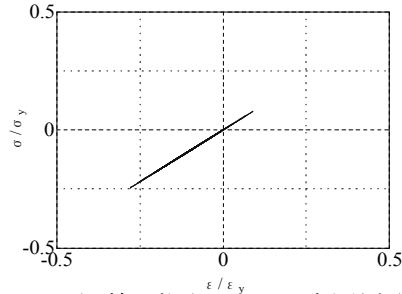


図4 塑性域図



a) アーチリブ基部



b) 補剛桁(アーチリブ交差部)

図5 応力ひずみ曲線

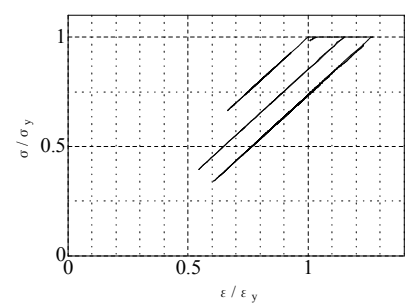


図6 補剛桁における応力ひずみ曲線

と補剛桁との交差部において塑性化した部材が確認された。アーチが開く場合もほぼ同様であった。b)では主にアーチリブ基部付近の横構、横桁、支柱に塑性化した部材が確認され、面外方向の変位の影響と考えられる。

(2)地震波のみの場合

地震波を入力した場合の最大応答変位は、橋軸直角方向に入力した場合が大きく、Type2-I-2波においては35.94cmであった。図5に地震波を橋軸方向に入力した場合のアーチリブ基部と交差部の補剛桁とアーチリブにおける応力ひずみ曲線を示す。全て弾性範囲内の挙動にとどまり、塑性化していないことが確認された。全部材において塑性化は確認されず、橋軸直角方向の場合も同様であった。そのため、地震波を入力して強制変位を与えた場合において、強制変位のみ解析結果とほぼ変わらないものとなった。

(3)強制変位を与えて地震波を入力した場合

強制変位を3.0m与えたものに地震波を橋軸方向と、橋軸直角方向の2方向に入力した。塑性化部材数は強制変位を橋軸直角方向に与え、Type2-I-2波を橋軸方向に入力した場合が最も増加した。16箇所増加し、箇所は交差部付近のアーチリブと補剛桁がほとんどであった。図6に交差部における補剛桁の応力ひずみ曲線を、図7に最も塑性化した部材が多かったType2-I-2を橋軸直角方向に地震波を入力した場合のアーチクラウンの時刻歴応答変位を示す。アーチクラウンの応答変位は、地震波のみを入力した場合と顕著な違いは見られなかった。以上の結果より、強制変位方向別による顕著な違いを確認することができた。また、強制変位を与えた後に地震波を入力した場合、同一の方向に入力すると、最大応答変位などが増加する傾向が見られた。なお、健全度レベルのひずみ設定と性能照査の結果等については紙面の都合上、発表当日に示す予定である。

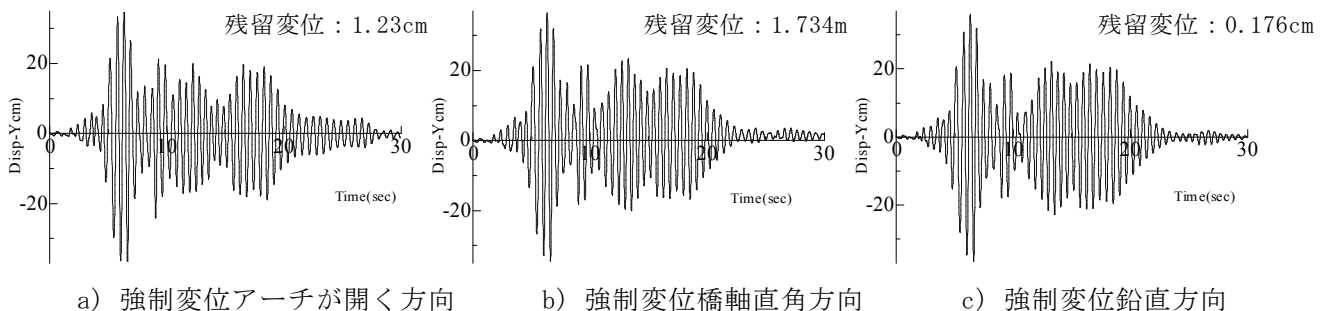


図7 Type2-I-2を橋軸直角方向に入力した場合

【参考文献】

- 1) 大塚久哲他：921集集地震(台湾)被害調査報告書、九州大学大学院工学研究科建設システム工学専攻建設振動工学研究室、2002.2
- 2) (株)アーク上方システム：T-DAPⅢ Ver.2.03 user's マニュアル、2003