

第2 音戸大橋（仮称）鋼中路式ニールセンローゼ橋の耐荷力解析

広島県 光元 圓二 正会員 渡邊 聖
広島県道路公社 正会員 古家 和彦 正会員 和田 直生
(株)ヒロコン 樋口 徹

1. まえがき

長大アーチ橋は、偏載荷重によるアーチリブの橋軸方向水平変位を抑制することが、構造全体の安定性を確保する上で重要となる。そのための構造的方策として、桁端を橋軸方向支持することも考えられるが、ニールセン構造を採用しアーチ基部を固定支持することが適度な変形性能と構造全体の信頼性を確保する上で有効である。現在計画中の第2 音戸大橋(仮称)は、このような構造形式を採用するアーチ支間長 280m の長大アーチ橋であり、本研究ではその弾塑性挙動を把握するために地震時に着目した耐荷力解析を実施した。その際、広範囲の部材に塑性域が生じる可能性があること、アーチ橋は全体剛性が比較的高く部材の限界ひずみが終局耐力に及ぼす影響が大きいことが予想されることから、できるだけ広範囲の部材を弾塑性モデル化するとともに部材の限界ひずみを考慮した終局耐力の評価を行った。

2. 解析モデルおよび解析手法

解析モデルは、Fig.1 に示す立体骨組みモデルとし、地震時の応力余裕が十分にある床組部材及びケーブルと、高次の振動モードの影響が卓越する RC 橋脚を除いた全ての部材を弾塑性部材とした。ただし、今回は予備解析であることから、影響が小さいと予想される部材軸線の初期不正及びアーチリブを除く部材の残留応力度は無視した。

解析は、鋼薄肉断面部材及びケーブルで構成される立体骨組構造を対象に開発された弾塑性有限変位解析プログラム E P A S S (日本電子計算(株)所有)¹⁾を使用した。また、局部座屈等による部材の限界ひずみについては、別途、簡易的に圧縮補剛版の限界ひずみに関する経験式²⁾により評価し、終局耐力の評価に反映した。

載荷荷重は、橋軸方向地震卓越時と橋直方向地震卓越時の2 ケースを対象とし、着目部位の3 方向合成地震動応力度が等価となるような橋軸方向地震卓越モード(モード1)と橋直方向地震卓越モード(モード2)のモード慣性力の重み付け合計値を採用した。上記及び解析荷重係数を下式に示す。死荷重の荷重係数は、AASHTO によった。

ケース1(橋軸方向地震卓越時): $1.3 \cdot D + 1.0 \cdot (L(EQ) - T - SD - E) + \mu \cdot EQL$

ケース2(橋直方向地震卓越時): $1.3 \cdot D + 1.0 \cdot (L(EQ) + T + SD + E) + \mu \cdot EQT$

ここに D: 死荷重 L(EQ): 地震時活荷重 T: 温度荷重 SD: 支点移動 E: 施工誤差 μ : 最大荷重係数

EQL: 橋軸方向卓越時等価地震荷重 (=モード1 慣性力×1.32+モード2 慣性力×0.62)

EQT: 橋直方向卓越時等価地震荷重 (=モード1 慣性力×0.44+モード2 慣性力×1.18)

なお、上記地震荷重は、架橋地点近傍に位置する芸予地震断層を対象とした地震動解析結果等により設定した本橋設計地震動に基づいた。その再現期間が短いこと等から、本設計地震動に対して本橋は限定された損傷にとどめるものとしている。

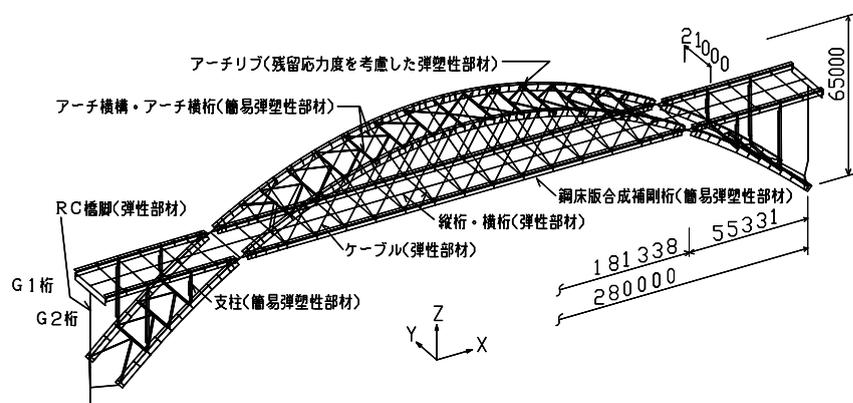


Fig.1 解析モデル

キーワード: 中路式ニールセンローゼ橋, 固定アーチ橋, 弾塑性解析, 限界ひずみ, 局部座屈

広島県道路公社 〒730-0015 広島市中区橋本町7番14号 Tel: 082-227-8636 FAX: 082-227-8691

3. 解析結果及び考察

Fig2 に各ケースの荷重変位曲線を示す。本図には、部材の限界ひずみを考慮しエネルギー一定則にもとづく終局限界荷重係数および終局変位を示している。各ケースの限界ひずみを考慮した終局限界状態における変位モードを Fig.3, Fig.4 に、塑性域の分布を Fig.5, Fig.6 に示す。これらから、局部座屈を無視した終局変位（骨組構造として不安定になる変位）よりかなり小さな変

位において主構剛結部付近のアーチリブが限界ひずみに達していることが分かる。本橋における現段階の当該部位のじん性向上対策は、横リブ間隔を半分とし不経済にならない範囲で縦リブ剛度を大きくしていることのみであるが、類似橋においても特別なじん性向上の対策を施さない限り、局部座屈が全体系の終局耐力に大きな影響を与える可能性があるものと推察される。

また、本橋の全般的な弾塑性挙動として、アーチリブ剛結部付近の塑性化が構造全体の終局耐力を決定していること、全体構造系としては最大荷重係数は比較的小さな値（地震時応力度レベルが多く部の材で降伏応力度程度と高いこと、必要な部材を全て弾塑性モデル化していることによる）となっているものの十分な変形能を有していること、本橋設計用地震動に対し、予備解析の段階では2倍程度の余裕耐力があることがわかった。

4. あとがき

今後詳細設計時には、終局耐震性能及び耐風性能の検証を目的に、本橋のより詳細な弾塑性挙動の評価を行なう予定である。その際には、今回無視した初期不正等の影響を考慮すること、箱断面の軸力を考慮したより精度の高い限界ひずみの評価手法を採用すること、死荷重の荷重係数をより現実的な値に見直すこと等を考えている。

最後に、本研究に御指導と御助言をいただいた京都大学 家村浩和教授ならびに本橋技術検討委員会の方々に感謝の意を表します。

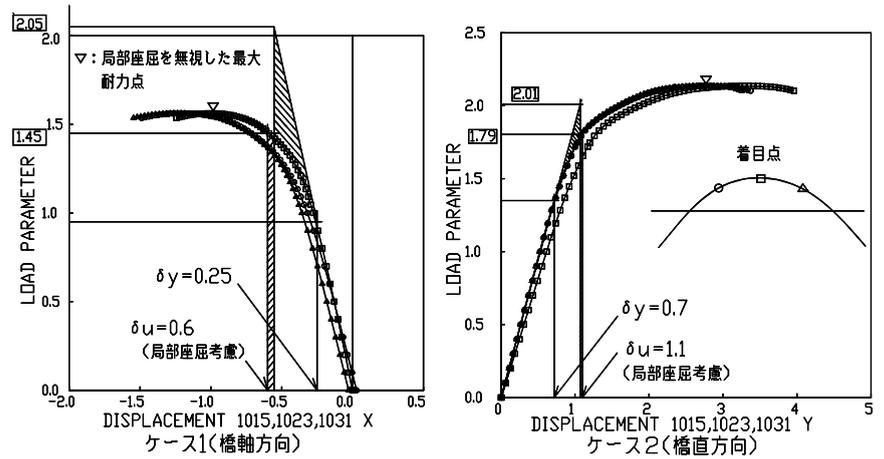


Fig2.荷重パラメータと変位曲線

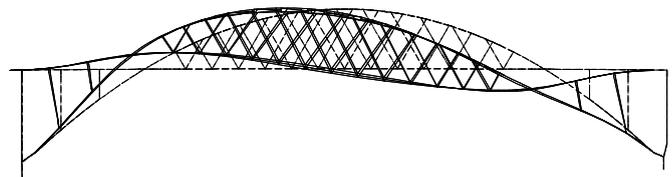


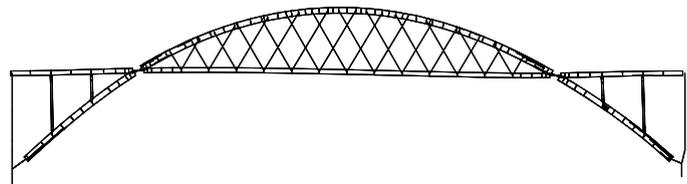
Fig.3 終局限界状態における変位モード（ケース1側面図）



Fig.4 終局限界状態における変位モード（ケース2平面図）



アーチリブ下フランジ

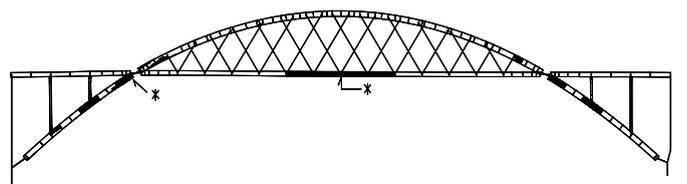


側面図

Fig.5 終局限界状態における塑性域の分布（ケース1）



アーチリブ下フランジ



側面図

Fig.6 終局限界状態における塑性域の分布（ケース2）