

V-308 長大コンクリートアーチ橋の耐荷性能に関する一考察

日本道路公団	正員	坂手 道明
日本道路公団	正員	一瀬 久光
鹿島建設（株）	正員	内藤 静男
鹿島建設（株）	正員	○ 薦田 敏郎

1. はじめに

現在施工中の大分自動車道別府橋は、別府市郊外に架橋される全長411m、アーチスパン235mを有するRC固定アーチ橋であり、完成すれば我国最大のコンクリートアーチ橋となる。

限界状態設計法に基づいた土木学会コンクリート標準示方書によれば、構造物または部材がその機能を果たさなくなり、設計目的を満足しなくなる限界状態について検討することを原則に掲げており、本橋では終局限界状態に対する照査の一つとして、構造系全体の非線形性を考慮した耐荷性能について検討した。

一般に、長大コンクリートアーチ橋ではアーチリブの細長比は大きくなり（本橋では約55程度）、終局状態での変形の影響（幾何学的非線形性）が無視できないことや、大きな断面力下でのコンクリート部材の剛性低下と、これに伴う不静定構造系での応力再配分現象（材料非線形性）の影響が大きいと考えられることから、これらの影響を構造解析の段階で考慮することとした。荷重増分法による非線形構造解析^{*}により、系全体としての本橋の耐荷力を算定し、非線形性の影響について検討したのでその結果について報告する。

2. 検討方法

(1) 解析手法 本解析では、幾何学的非線形性を考慮した構造解析により得られた断面力に対して、道路橋示方書に示されたコンクリートと鋼材の応力度～ひずみ関係を用いて、部材断面の力の釣合いが算定される（RC計算）。また、その結果として得られる接線剛性で代表される部材剛性は、荷重増分法による全体系の構造解析に逐次反映され、構造系が破壊に至るまでの過程が繰返される。（図-1、2 参照）

なお、本解析における構造系の破壊の定義は、いずれかの部材断面でコンクリート圧縮緑ひずみが終局ひずみ ϵ_u に達した時点とした。

(2) 荷重条件 トラス・メラン工法による張出し施工によって累積されてきた完成時の断面力に、設計上考慮されている連結後の支点移動分の断面力を加えたものを完成構造系における各部材の初期応力状態とした。

この初期応力状態に、アーチ構造の安定性に及ぼす影響の大きい地震時水平慣性力を増分荷重として震度 $\Delta k_h=0.0035$ づつ逐次載荷した。

またこの他に、片側アーチアバット部の水平移動や活荷重偏載時に対しても同様の検討を行った。

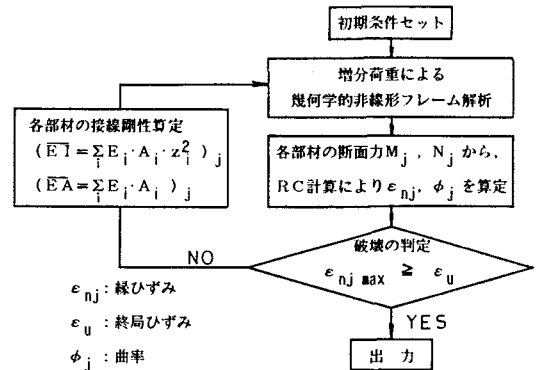


図-1 解析フロー

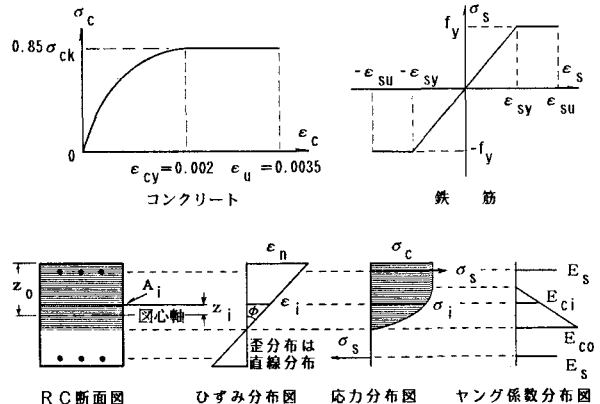


図-2 RC断面の応力度～ひずみ関係

3. 検討結果

構造系全体としては $k_h=0.263$ の水平震度まで耐荷力を保持していることが分った。この値は、線形解析結果から推定される極限荷重レベル $k_h=0.235$ を上回っており、また設計水平震度の1.55倍に相当する。なお、非線形解析過程で発生するせん断力に対しては、各部材とも十分なせん断耐力を有していた。

構造系の破壊を支配する断面は最大断面力が発生しているアーチスプリング部であった。図-3にスプリング部における断面力の変化状況を線形解析結果と比較して示す。また図-4に破壊断面の曲げ剛性低下状況を示す。さらに図-5には、アーチリブ全体の曲げモーメント分布と初期剛性に対する剛性低下率とを、両者対比して示す。

これらの結果より、地震荷重の増加に伴い断面力の集中する断面において剛性の低下が起り、より健全な部材へ応力が再配分されてゆく状況がうかがえる。

4. まとめ

(1) 十分なせん断耐力を有する本アーチ橋においては、アーチ構造の不安定性を増大させる偏載荷重に対して曲げ破壊が支配的となり、構造系全体の耐荷性能は線形解析から推定される耐荷力を上回った。これは不静定構造物における応力再配分現象によるものと考えられる。

(2) 本アーチ橋においては荷重の増加に伴って変形が急激に増大する現象は見られず、従って幾何学的非線形性の影響はそれほど顕著でなかったものと推定される。

(3) 一般に、細長比の大きな長大コンクリートアーチ橋においては幾何学的非線形性の影響が無視できないと考えられ、鋼製アーチに準じて座屈に対する検討が行われている。一方、この様な長大橋の終局状態においては材料非線形性の影響も大きいと考えられるため、構造系全体の耐荷性能を確認するためには、本解析のような非線形構造解析が有効と思われる。

* 中山・右近・徳山：長大PC斜張橋におけるRC主塔の非線形耐荷力解析，土木学会第40回年次学術講演会講演概要集第5部、1985年 9月

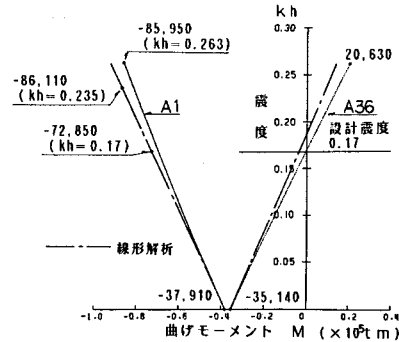


図-3 スプリング部の断面力変化

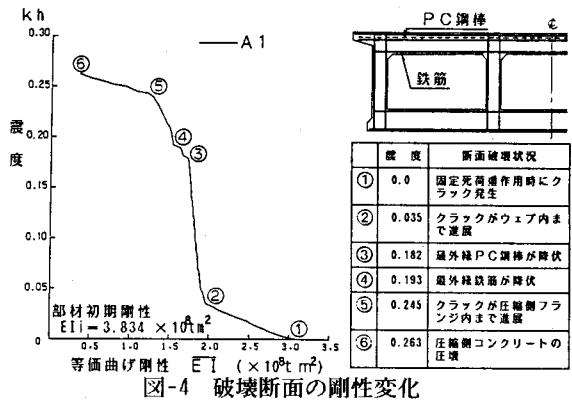


図-4 破壊断面の剛性変化

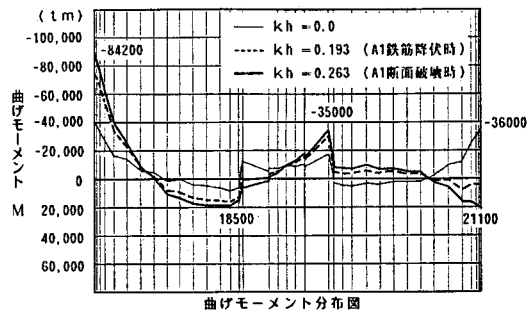
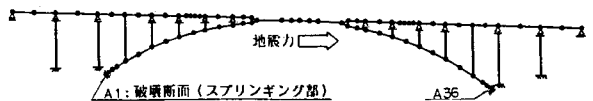


図-5 アーチリブの剛性低下率分布