

# V-357 RCアーチ橋の実験結果に基づく耐荷力解析

阪神高速道路公団 正会員 上田芳夫 ○幸左賢二  
新構造技術(株) 若狭忠雄

## 1. まえがき

両端固定式RCアーチ橋は不静定次数が高く、ひびわれ発生後の剛性低下に伴うモーメントの再配分により終局時荷重係数、破壊安全度は剛性を一定とした場合とは大きく異なると考えられる。そこで、再配分の影響を考慮した非線形解析により構造系全体の破壊耐力等を検討し、地震時、活荷重時においてもアーチリング基部において最初に鉄筋降伏及び破壊が生じることが明らかになった(図-1)。しかしながら、柱基部においては拘束作用及び軸方向主鉄筋の抜け出しが生じることから、アーチリング基部に着目した実橋の1/10程度の供試体による破壊耐力確認実験を実施し、その安全性を評価した。本報告は実験で得られた基部付近のM- $\phi$ 曲線を用いて構造物全体系としての耐荷力の再評価を実施するとともに、当初の解析結果とも比較し、基部付近の拘束等の影響が橋梁全体系の耐荷力に及ぼす影響について考察するものである。

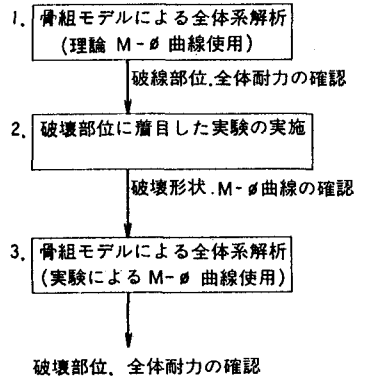


図-1 フローチャート図

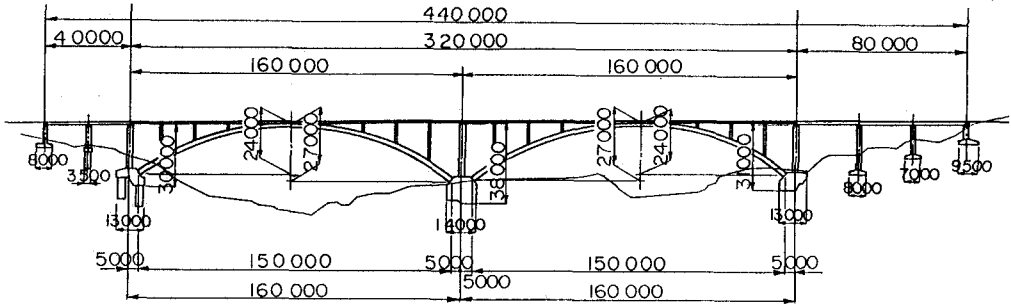


図-2 一般構造図

## 2. 耐荷力解析

対象橋梁は2径間連続固定対称アーチ橋であるが、中間橋脚基礎は岩盤固定とみなせることからその一連部についてモデル化を実施した。各断面におけるM- $\phi$ 曲線の計算は、断面におけるコンクリート及び鉄筋の応力-ひずみ曲線を仮定し、力の釣合条件から存在軸力(N)におけるMc, My及びMuと各々の曲率 $\phi$ を計算した。数値計算は微小変形理論に基づくマトリクス変位法を用いた逐次荷重増分法により断面力の計算を行った。図-3に水平震度(荷重)の増加に伴う最大変位量の関係(分割長 $l=d/4$ )を示す。終局時最大変位量は、水平、鉛直とも中央近傍50°イット付近に生じ水平

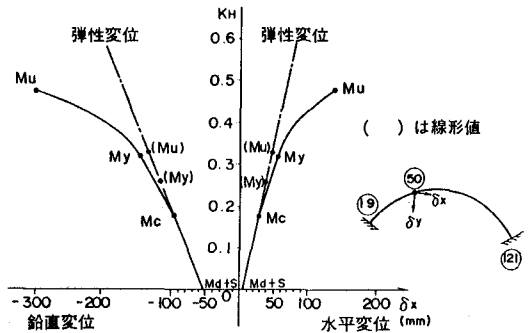


図-3 地震時の荷重-たわみ曲線例

変位137mm,鉛直変位304mmと線形解析値に比べて大きな変位量となる。クラック発生( $M_c=6321t \cdot m$ ,  $\phi_c=1.502 \times 10^{-4}$ ),鉄筋降伏( $M_y=8259t \cdot m$ ,  $\phi_y=8.217 \times 10^{-4}$ ),終局( $M_u=9162t \cdot m$ ,  $\phi_u=179.54 \times 10^{-4}$ )とも左端基部(19断面)で最初に生じる。終局時地震荷重係数は0.48となり、設計基準( $K_h=0.22$ )の2.2倍となり大きな耐荷力を有している。

## 3. 実験結果に基づく全体系耐荷力解析

拘束によるひずみ硬化や鉄筋の抜け出しにより実験に基づく基部付近のM- $\phi$ 曲線は一般部と非常に異なる

結果となった。そこで、基部付近の影響を考慮したM-φ曲線を用いて橋梁全体系としての耐荷力評価を実施した。なお実験結果によると1d程度離れた部材におけるM-φ曲線は理論解析値と一致したことから、基部付近1dの区間のみを実験から得られた以下のM-φ曲線を用い、他の部材は理論解析上のM-φ曲線を用いた。

- ケース1：抜け出しの影響を取り除き理論値よりも終局ひずみがかかなり小さいと仮定したもの(補正1)。
- ケース2：抜け出しの影響を取り除き理論値よりも終局ひずみがかかなり大きいと仮定したもの(補正2)。
- ケース3：実橋においても実験と同程度の鉄筋の抜け出しが生ずると仮定したもの。

解析結果を図-5、6に示す。いずれのケースも基部付近の拘束硬化により終局時の変形、荷重係数とも理論解析値( $l=d$ )よりも1~2割程度大きくなった。特にケース3の鉄筋抜け出し量考慮の場合、終局時の変形量、荷重係数とも理論解析値よりも著しく大きくなる。これはMcからMy間において基部付近に大きな変形能を生じるため、他の部材へのモーメント再配分効果が大きくなったためと考えられる。これに対してケース1、2は基部のM-φ曲線が大きく異なるにもかかわらずほとんど同じ結果となった。この差が小さいのは図-6に示すように、ケース1、2では刚性低下率の分布が同じ傾向を示すためと考えられる。すなわち、基部付近のM-φ曲線がMyからMuに移行する間においては他の部材の刚性低下に与える影響が非常に小さいためと考えられる。

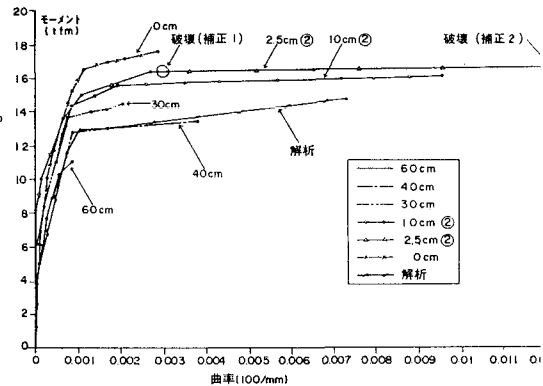


図-4 実験により得られたM-φ曲線

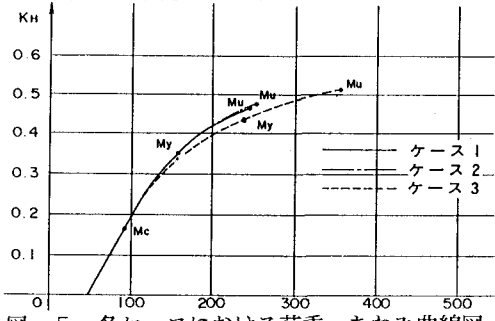
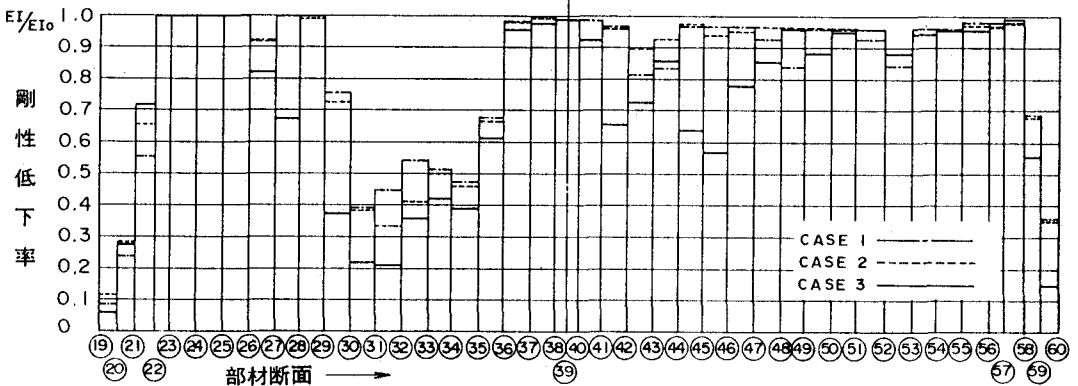


図-5 各ケースにおける荷重-たわみ曲線図



4. まとめ 図-6 各ケースの終局時における剛性の低下対比図

RCアーチ橋において実施した耐荷力解析結果を以下にまとめる。

- a) 地震作用時解析の結果は設計基準荷重に対して2.2倍程度の耐荷力を持つとともに破壊はアーチリング基部で生じた。また、線形解析との対比によるとモーメントの再配分効果により非線形解析結果は30~50%程度の耐荷力の増加が見込まれる。
- b) 実験に基づく全体系耐荷力解析結果は理論解析値に比べていずれも1~2割程度耐荷力が大きくなる可能性を示しており、理論非線形解析程度程度の耐荷力は確保されていると類推される。

最後に本稿をまとめるにあたって貴重な助言を頂きました'阪神高速道路公団技術審議会コンクリート分科会(藤井学 主査)'の各委員に深く謝意を表します。