

VI-345

アーチ橋の補強に関する解析的研究

駒井エンジニアリング株式会社 正会員 梅丸 剛
長岡技術科学大学 建設系 正会員 鳥居 邦夫
建設機械化研究所 正会員 谷倉 泉

1) はじめに

近年、交通量の増加や車両の大型化に伴い、東名高速道路や阪神高速道路において多くの道路橋に疲労亀裂の発生が確認されている。橋梁の形式にかかわらず、色々な形式の橋梁に様々なタイプの疲労亀裂が発生しており、疲労亀裂が発生する原因の究明と亀裂の補修・補強対策の確立が今後の重要な課題となっている。本研究においては、上路式ランガー桁橋のアーチクラウンに隣接する垂直材の接合部に発生する疲労亀裂に着目し、微小変位解析手法を用いてこの亀裂に対する補強の効果について解析を行うことを目的とする。

2) 既設構造のモデル化

本研究においては解析手順の省力化を図るために、補剛桁及びアーチリブの片側のみを考慮して平面骨組モデルを作成した。モデル化に際して同じ荷重条件の下で過去の測定結果と解析結果を橋体変位について比較し、モデル化が妥当なものとなるように各部の調整を行った。この際、垂直材接合部の応力状態を実際の状態に近づけるために、垂直材要素の上下にそれぞれ補剛桁およびアーチリブと同等の剛性を持つ仮想の要素を配置した。モデルの概要を図-1に示す。

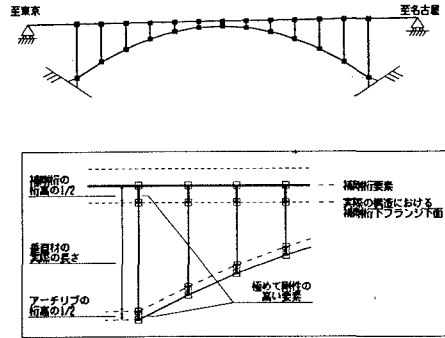
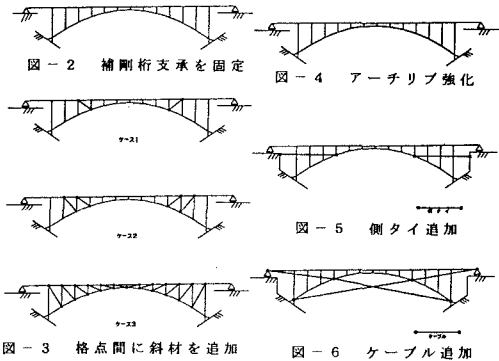


図-1 モデルの概略図

3) 作成したモデルに対する補強案の適用

既存の研究によると、鉛直荷重の偏載荷によってアーチには水平方向の変形が生じることが明らかにされている。上路式ランガー桁橋においては、この変形により補剛桁とアーチリブの間に相対的な水平変位差が発生し、垂直材に著しい曲げ変形が生じていると考えられており、この曲げ変形が溶接継手に繰り返し生じることによって疲労亀裂が発生すると推定される。従って、補剛桁とアーチリブの相対変位を軽減することを目的として補強構造を想定した。想定した補強構造は図-2～6に示すような5種類7ケースである。これらの補強を施したモデルを用いて、荷重の載荷点を変えて解析を行い、橋体各部の変位および部材力の解析結果の影響線を作成した。この影響線の振幅を比較することにより、補強効果の評価を行った。



4) 解析結果

補強を施したモデルの解析結果より作成した影響線を比較したところ、以下のようなことが判明した。

- ・補剛桁の支承を固定した構造においては、垂直材の接合部に作用する部材力の振幅が約47%増大する。
- ・斜材を追加した構造においては、斜材の本数が少ないうちは部材力の振幅は増大するが、斜材の本数が増えるに従って振幅が減少し、全区間に斜材を追加した構造においては振幅が約25%減少する。
- ・アーチリブの曲げ剛性を高めた構造においては、各部の部材力はほとんど低減しない。
- ・側タイでアーチを補強した構造においては、垂直材の接合部に作用する部材力の振幅が約25%減少する。
- ・ケーブルでアーチを補強した構造においては、側タイ追加案と似た傾向が見られるが、部材力の減少率は約13%に留まる。

5) 考察

補強結果のみを参照すると、全格点間に斜材を追加した構造と、側タイを用いてアーチを補強した構造の2つが比較的效果が高いことが判明した。これらの構造における部材力の影響線を図-7～10に示す。

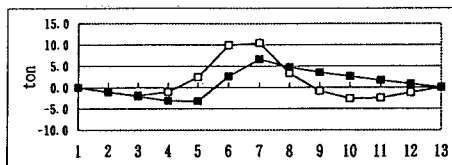


図-7 斜材追加によるせん断力の変化

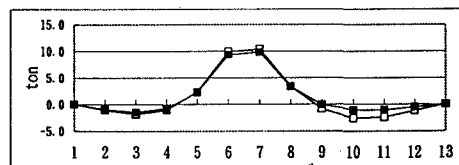


図-9 側タイ追加によるせん断力の変化

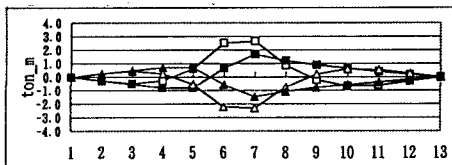


図-8 斜材追加による曲げモーメントの変化

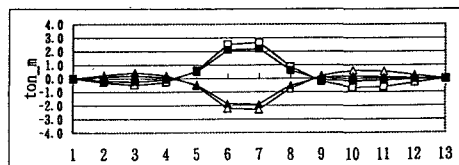


図-10 側タイ追加による曲げモーメントの変化

この2通りの構造は、着目点における部材力の低減効果はほぼ同じであるが、橋梁の全体剛性および補強後の橋体の挙動にかなり大きな違いが見られる。斜材を追加した構造においては補剛桁とアーチリブの一体化が強まり、荷重に対する橋梁全体の变形が梁に近くなるため、アーチの特性が崩れる恐れがある。また、斜材の長さや取付角度がそれぞれ異なるので、工事に大きな手間がかかることが容易に想像できる。

これに対して側タイを設置した構造においては、荷重に対する変形特性は変化せず、部材力の大きさのみが減少している。また、追加される部材は側タイ2本のみであるため、補強工事の簡便性では側タイ追加案のほうが優れている。ただし、この方法は過去に施工された実績のないものであり、側タイの部材長が33mと非常に長い。そのため、この補強構造を適用する際には、中間支持点を持たない長大な梁が補強材として有効に働くかどうかの確認を行うべきである。

6) 結論

- ・想定した補強案の中では、全ての格点間に斜材を追加した場合と、側タイを追加した場合の2通りの案が有効である。
- ・全ての格点に斜材を追加する構造は、全体的な剛性の向上を図るには有効であるが、接合点が多いために工事に大きな手間を必要とする。
- ・側タイを用いてアーチを補強する構造は、斜材を追加する構造に比較して工事に手間を要さないが、全体剛性に与える影響は斜材追加案より小さい。