

斜吊工法を用いたアーチ橋へのフェールセーフ設計の適用

トビー工業(株) 技術研究所 正会員 ○林 健治
 トビー工業(株) 鉄構事業部 正会員 大倉 誠
 トビー工業(株) 鉄構事業部 福田 雄重

1. はじめに

架設工法として斜吊工法を用いた上路式ブレスドリブアーチ橋温井大橋の架設時における安全施工管理を徹底する観点¹⁾から、斜吊ケーブルを含めた架設構造系の3次元骨組解析を実施し、従来の許容応力度設計とともに、系の一部(例えば、斜吊ケーブルの一本)が破損しても構造系全体は崩壊しないという概念に基づくフェールセーフ設計²⁾の適用を試みた。本報告は、その概要を述べるものである。

2. 安全施工管理

温井大橋の一般図を図-1に示す。同橋は、ケーブルクレーン・タイバック式斜吊工法が採用され、平成6年7月から同年12月までの間、同工法によりアーチリブの架設が実施された。当時、アーチ橋の架設工事において橋桁の倒壊災害が相次いで発生したことを契機として、労働省から安全総点検の実施要請が出されていた。著者らは、これを受けて安全管理を徹底する観点から、安全性を主体とした情報化施工(安全施工管理)を実施した¹⁾。これは、架設構造系や斜吊ケーブルを含めた仮設構造物の様態を実時間計測し、施工にその計測結果を反映させるとともに、作業の安全を確認しながら施工を実施するものである。

3. フェールセーフ設計

安全施工管理を支援するシステムを活用して、事故を未然に防ぐことは重要であるが、事故が発生しないように配慮することも肝要である。そこで、航空機の設計で使用されているフェールセーフ設計の概念を斜吊ケーブルを含めた架設構造系に適用した。これは、系の一部が機能を果たさなくなっても系全体が危険な状態にならないように確認・照査するものであり、上記のシステムと併用することによって、より抜本的な安全施工管理を実施することができる。

図-2は、作業上、最も注意を要する架設ステップであるアーチリブ閉合前の状態を骨組によりモデル化したものである。死荷重について斜吊ケーブルが全数有効に働くものと仮定して張力を算定した結果とS3下流側のケーブルが切断した状態を仮定して求めた結果(衝撃係数は0.3とした)を整理し、上流側の値

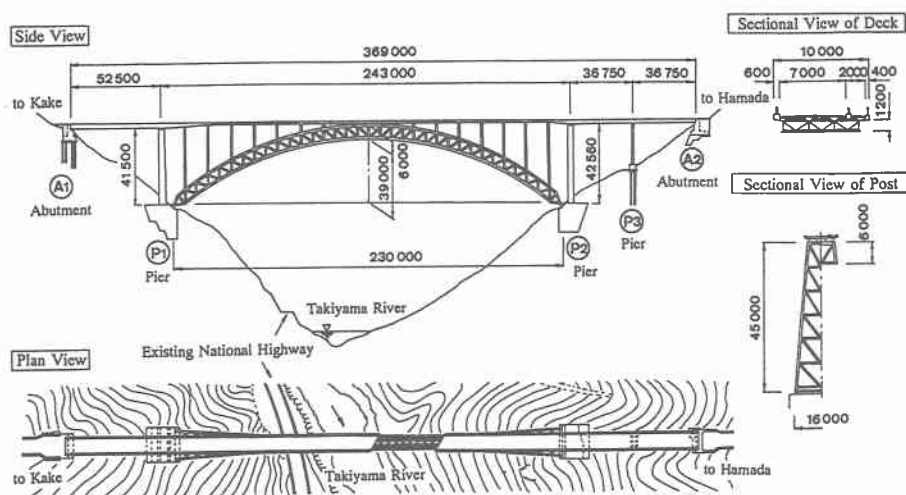


図-1 上路式アーチ橋温井大橋の一般図

を記したものが表-1である。同表には実測値も示しているが、切断前の解析値と実測値がよく対応し、解析結果の妥当性が検証された。したがって、解析により切断後の状態を推定しても差し支えない。なお、許容応力度設計では、先端のS3のみが有効に働くものと仮定し、張力が算出される。本計算例では305.2tonfとなった。図-3は、切断前後の軸力の変化を示す。S3上流側の張力は、S3下流側ケーブルの切断後、44%ほど増大し、大きな変化が見られる。しかし、計算上の余裕度は切断後も3を超えているので、耐荷力の観点からは問題ない。つぎに、切断前後の変形性状を調べた結果が図-4である。アーチリブ先端の上フランジ側の鉛直変位は、切断前後で上流側と下流側においてそれぞれ538mm、606mmの変位差を生じ、作業面からは重大な影響を及ぼすことが明らかとなった。したがって、1本のケーブルが切断しても構造系が崩壊する危険性はないが、大きな変位を生じるので、作業の安全性については注意を要する。

4. おわりに

以上の検討から、フェールセーフ設計は、架設構造系の倒壊の危険性を照査する上で非常に有効な方法と考えられる。今後、フェールセーフ設計の積極的な活用を計りたい。

参考文献 1)大倉、林、福田：斜吊工法を用いたアーチ橋の架設時における安全管理、第50回土木学会年講、1995
2)林、大倉、福田：斜吊工法を用いた長大アーチ橋の安全施工管理システムの開発、建設マネジメント論文集、Vol.3、1995

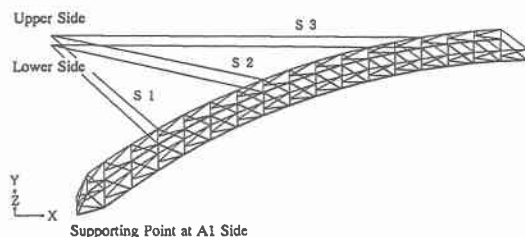


図-2 架設構造系の3次元骨組解析モデル

表-1 切断前後の斜吊ケーブルの張力

Cable Mark	Proof Strength (tonf)	Design Value before Break (a) (tonf)	Measured Value against (a) (b) (tonf)	Error (b-a)/b (%)	Calculated Value at Upper(Lower) Side after Break (tonf)
S 1	346	39.4	36.6	-7.1	57.0(66.2)
S 2	692	88.5	105.3	19.0	138.6(154.1)
S 3	868	197.7	209.7	6.1	259.3(0.0)

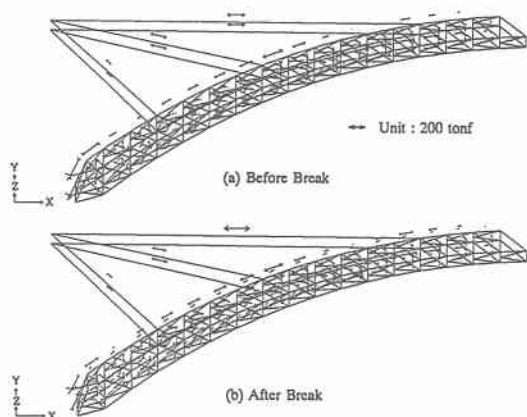


図-3 切断前後のケーブル張力などの軸力の変化

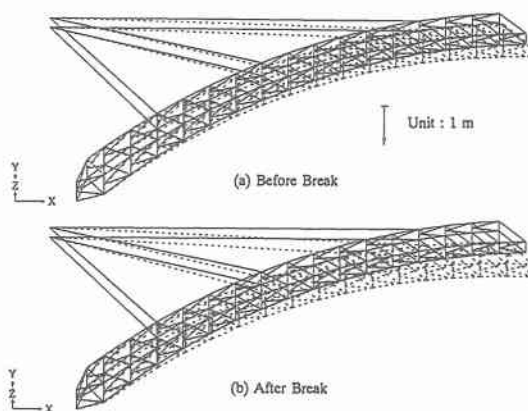


図-4 切断前後の構造系の変形性状