

小鳴門橋（吊橋）の耐荷力調査について

四国建設コンサルタント株式会社 正社員 ○加賀 晃次
 四国建設コンサルタント株式会社 “ 沢田 真
 徳島県庁 林 泰弘

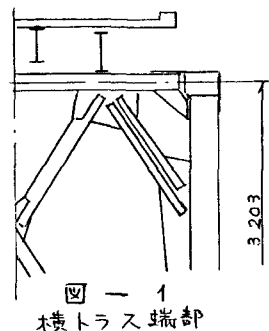
1. はじめに

小鳴門橋は、小鳴門海峡上に架設された橋長441.4mの2ヒンジ式鋼補剛吊橋で昭和36年7月に完成している。その後、南岸アバットの沈下によって生じたキャンバーの変化の調整、床版のひびわれ補修と縦桁増設による補強、また、縦桁増設による死荷重増対策としてコンクリート舗装（厚5cm）を軽量アスファルト（厚3cm）に打替、さらに吊線取替など現在までかなりの補修・補強を行っている。

今回、主構上弦材と床組縦桁の伸びの差によると考えられる疲労亀裂が横トラス上弦材に発見された。そこで、静的・動的載荷試験、応力頻度試験を行う各部材の耐荷力を求めるとともに補修工法を提案したので以下に報告する。

2. 部材の変状と原因

大部分の部材の変状は主として塗装劣化、腐食による断面欠損である。橋体塗装は昭和38年（架設後2年）、昭和42年（架設後6年）、昭和50年（架設後14年）、昭和63年（架設後27年）と行われているが年とともに間隔が長くなっている。さらに本橋が海峡上の橋梁であるということがこれら変状の原因と考えられる。また、横トラス上弦材（図-1）の亀裂は縦桁が横トラス上弦材に固定されているため、通行荷重のくり返しにより面外の力が作用したために発生したと考えられる。



3. 載荷試験

3-1 測定項目

測定は徳島側径間（図-2）で以下の項目について試験を行った。

- ①静的載荷試験
- ②走行載荷試験
- ③応力頻度試験

3-2 測定結果に対する考察

①横トラスに対して

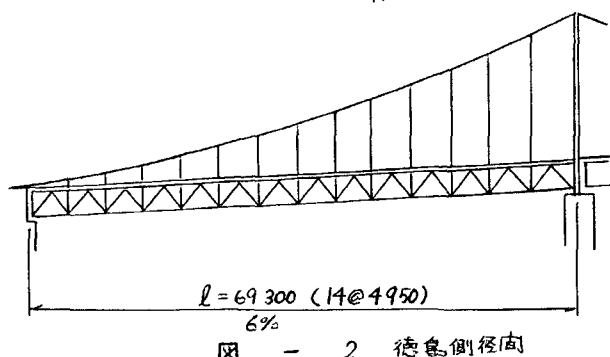
横トラスについて各載荷位置における、部材各部の応力度の比較（実測値／計算値）を行うと、上弦材の値が他の部材の値と比較して2.0～4.6と異常に大きくなっている。このことは、この位置における疲労寿命の推定からもわかり、このままの状態では11年程の寿命しかない値を示した。従って、これらの力を取除く対策を考える必要がある。

②補剛トラスに対して

補剛トラスについては全ての値（実測値／計画値）が1.0を下まわっており応力的な問題はない。

③インパクト係数について

道路橋示方書によると吊橋の主ケーブルおよび補剛桁は可とう性に富み、衝撃を吸収しやすいので活荷重に衝撃を考慮しなくて良いことになっている。測定値は1.033～1.182 となり、平均値は、



1. 0.7程度と低い値であり、示方書に記されているように衝撃は少ないと考えられる。

④対数減衰率について

吊橋の対数減衰率は他の形式の橋梁よりも小さく、ほとんど0.02~0.08の間に分布し、この値はスパンの大小には関係ないが既設橋梁の実測値より確認されている。本橋の実測値も0.028~0.031で上記範囲内であり、橋の剛性は問題ないと考えられる。

4. 補強工法の提案

4-1 補強工法

補強工法としては、横トラス上弦材の疲労破壊に対応するため、①横トラス上、縦桁全支承をゴム支承に取替える。これは応力測定から明らかなように横トラス上弦材には面外の大きな力が働いているため、これに対応した処理である。②支承を取替えるとき、ジャッキアップが必要であるが、ジャッキアップは縦桁中央で行うため、ジャッキアップ位置に補剛材を設け、横トラス下弦材、斜材を補強する必要がある。③①で記したように横トラス上弦材に作用する力を減少させるため床版に目地を設ける。④床版に目地を設けるため床版の剛性が小さくなる。そこで、上横構の補強を行う。

4-2 補強工事を行う場合の問題点と対応

問 題 点	対 応	検 討 方 法	結 果
支承取替時のジャッキアップ可能量はいくらか	ジャッキアップによる縦桁の付加応力度が許容応力度の25%（施工時）以内になるようにする。	縦桁支間4.95m、縦桁間隔2.12mの10径間を取り出し解析する ジャッキアップは縦桁中央で行う	33mm
ゴム支承の厚さはいくらとするか	ゴム支承の水平反力による横トラス上弦材の面外応力度が許容値以内になるようにする。許容応力度の割増しは床組作用と主桁作用の重ね合せとなるので1.4を考える。	ゴム支承からの橋軸方向水平力に対する横トラス上弦材の耐荷力より求める	30mm
横トラス下弦材斜材の補強	横トラス間にトラス組を追加し、ジャッキアップ位置には補剛材を設ける	ジャッキアップ直下補剛材の計算 トラス組の計算	部材の補強を行う
床版目地切り間隔	主構上弦材と縦桁との伸びの差により決定する。	(ゴム支承の最大移動可能量) / (主構上弦材と縦桁の歪の差) = 桁 長 / 2	58.9m
上横構の補強	風荷重による上横構の断面照査を行う	作用軸力と上横構の耐圧縮力を比較する。	中央径間部の補強を行う

4-3 補剛桁の応力照査

今までの補強工事と今回行う補強工事の死荷重を精算し、補強後の荷重に対し、主索、補剛桁の応力照査を行うと主索に対し安全率は3.8(>3.0)、吊材に対しては4.6(>3.5)補剛材も全て許容応力度内にあることがわかった。

5. 結 び

設計当時の計算書において、死荷重は全て主索でうけもち、補剛桁は死荷重に対し無応力状態であるとして計算されている。4-3ではその方針で照査を行ったが實際上、補強後の死荷重により補強桁には応力が発生するはずであり、このことを考慮し断面照査を行う必要がある。

解析は微小変形理論で行っているが、有限変形理論でも行って見ようと考えている。