

# I-A213 吊橋（因島大橋）のハンガーロープ撤去時の影響解析

本州四国連絡橋公団\* 正会員 吉田 好孝、 横沼 庸助  
 総合技術コンサルタント\*\* 正会員○小林 康晃、正会員 明田 修

## 1. まえがき

本州四国連絡橋尾道・今治ルートの特因島大橋は、中央支間長770m、国内第8位の3径間2ヒンジ補剛トラス吊橋である。1983年の完成以来15年以上経過しており、点検・補修等、維持管理の重要性が増してきている。本橋のハンガーロープはCFRCφ54mmであるが、精密な点検調査の一環としてハンガーロープと桁との定着部近傍（ソケット近傍）を調査する場合は、一時的にハンガーロープを桁から取外す必要がある。そこで仮にハンガーロープを撤去した場合の補剛トラス、隣接ハンガーロープ及び主横トラスなどへの影響を照査し、点検・補修時の安全性を確認するために構造解析による検討を行った。

## 2. 検討方法

（1）ハンガー取外し箇所：図-1に示すように、代表的に中央径間のほぼ1/2点、1/4点および塔付近に着目し、片側1格点（ハンガー2本）のハンガーを取外す場合を想定した。

（2）対象とする荷重および荷重の組合せ：

常時（活荷重載荷）： $D + L + T_{\pm 30} + SD + E$

風時（吊構造部の設計風速54.9m/sec）

： $D + W + T_{15} + SD + E$

ここに、D：死荷重、L：活荷重（B活荷重、群集荷重）、W：風荷重、T：温度変化の影響、SD：支点移動の影響、E：架設誤差

図-2 ハンガー撤去時の近傍ハンガーの張力変動（死荷重時）

（3）解析方法：解析方法の設定のため、まず、ハンガー撤去時の断面力と変形量について、片側主構面のみモデルによる平面骨組解析と魚骨モデル（図-2参照）による立体骨組解析の結果を比較した。

その結果、ハンガー張力および補剛トラスの曲げモーメント・せん断力については両者はほぼ一致し、これらは平面解析結果で評価できることがわかった。その理由は、橋軸方向のハンガー間隔が10mであるのに対し、幅員方向のハンガー間隔が26mとかなり広く、図-2に示すように、ハンガー撤去時の開放張力（82tf/格点）が、撤去側主構面の隣接ハンガーでほとんど分担されるためである。以上から、橋軸直角方向の風荷重時のみ立体解析とし、それ以外は平面解析とした。活荷重時は、1-0分配により片側主構面あたりの荷重強度を求め、その荷重を用いて平面影響線解析を行った。

なお、本検討で用いた解析プログラムは、平面解析はFINAM/BRIDGE、立体解析はFINAM/SPACE（いずれもコスモ技研（株））の有限変位解析プログラムである。

## 3. 検討結果

ハンガーを撤去したことによる各部材への影響は以下のとおりである。

（1）近傍ハンガーロープへの影響：ハンガー撤去時の近傍ハンガーの張力変動を図-3に示す。これより、張力増加量は隣接する前後のハンガーで大きくなり、その傾向は、中央径間のほぼ1/2点（格点67）を撤去した場合に最も顕著である。ただし、ハンガーロープは応力の余裕が大きく、約50%の張力増加量（ $\Delta\sigma = 870\text{kgf/cm}^2$ ）を考慮しても、作用応力度は許容応力度（ $\sigma_a = 3200\text{kgf/cm}^2$ ）の約80%である。

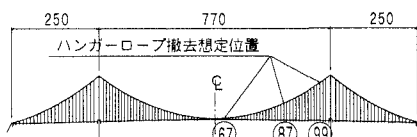
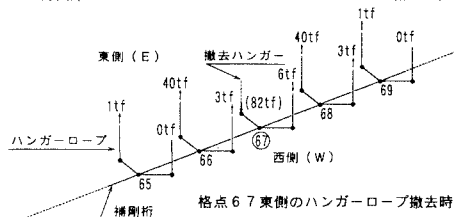


図-1 解析モデルにおけるハンガーロープ撤去位置



キーワード：吊橋、ハンガーロープ撤去、点検、補修、構造解析

連絡先：\*）〒722-0073 広島県御調郡向島町6904

TEL 0848-44-3700

FAX 0848-44-7609

\*\*）〒533-0033 大阪市東淀川区東中島3-5-9

TEL 06-6325-2925

FAX 06-6321-5114

また、隣接ハンガーのケーブルバンドのすべり力に対する照査を行ったが、すべり力が大きい塔付近においても摩擦力（許容値）とすべり力との比は4.5であり、所要安全率3以上を確保できていることがわかった。

## （2）主構トラス部材（上下弦材・斜材・垂直材）への影響

主構トラスの断面力についても撤去ハンガー近傍でのみ変化することがわかった。断面力の増加による上下弦材、斜材および垂直材の応力度増分の最大値は、順に約180kgf/cm<sup>2</sup>、290kgf/cm<sup>2</sup>、300kgf/cm<sup>2</sup>であった。その結果、上下弦材においては、図-4に示すように断面変化点では応力に余裕がないため、常時または風時に許容応力度を超過する部材があった（超過最大180kgf/cm<sup>2</sup>）。斜材・垂直材については、増加応力度を考慮しても許容応力度を満足した。

（3）主構トラスへの影響：主構トラスの断面力は、図-5に示すように次式から算出した集中荷重P<sub>v</sub>による主構トラスの局部変位δ<sub>v</sub>を、主構トラスモデルに強制変位として与え算出した。

$$P_v = T_D + T_L$$

ここに、T<sub>D</sub>：ハンガーロープ開放張力（82tf）、T<sub>L</sub>：ハンガー撤去前に撤去するハンガーに生ずる最大活荷重張力（25tf）

その結果、部材応力度の増分は12%程度であり、この増分応力度を加えても許容応力度を満足した。

（4）その他：活荷重の偏載による補剛桁のねじれ角については、ハンガー撤去前と撤去後との差が最大0.4×10<sup>-3</sup>radであり、左右主構面の鉛直変位差は10mm程度で影響は小さい。

## 4. まとめ

- ①片側1格点のハンガーを撤去した場合の開放張力と活荷重による影響範囲は、片側主構面の撤去ハンガー近傍に限られる。
- ②格点67のハンガーを撤去した場合は、隣接ハンガーの張力増加量が多いが、橋軸方向の影響範囲は狭い。一方格点99のハンガーを撤去した場合は、隣接ハンガーの張力増加量は小さく、影響範囲は広がる傾向にある。
- ③撤去ハンガーの選択位置によっては、上下弦材の応力度が許容応力度を超過する場合がある。
- ④主構トラスの斜材及び垂直材、主構トラス、ケーブルバンドの滑り、路面の傾斜については、懸念すべき影響は生じないといえる。
- ⑤本橋では1格点当たり2本のハンガーロープを使用しているが、実際の撤去はそのうちの1本とすることも想定され、この場合は残る1本のハンガー張力が大きくなる。今後の検討課題としては、実際の施工法、施工機材及び短期载荷を想定した許容応力度の割増し係数の見直し等が必要である。

参考文献 因島大橋工事誌、本四公団編、昭和60年9月

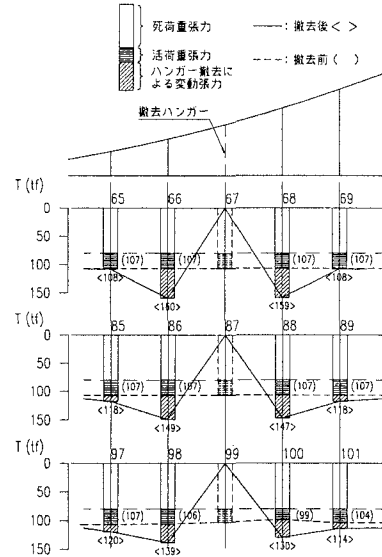


図-3 ハンガー撤去時の近傍ハンガー

の張力変動

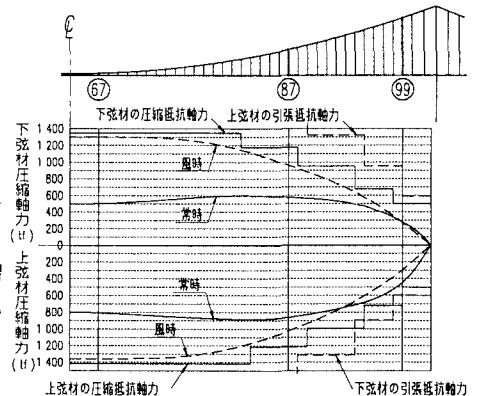


図-4 補剛トラス上下弦材の抵抗軸力図

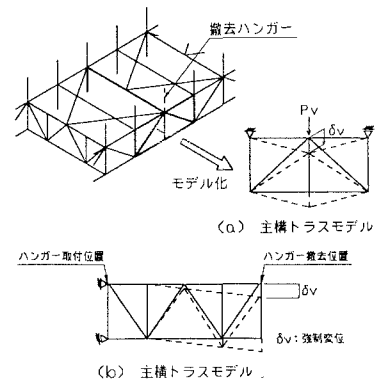


図-5 主構トラスの断面力の算出