

鋼単純活荷重合成鉄桁橋に対する外ケーブル補強の効果

日本道路公団 正会員 中原 浩昭<sup>\*1</sup> 日本道路公団 正会員 岡本 晃<sup>\*2</sup>  
 ○住重鐵構工事 正会員 池田 茂<sup>\*3</sup> 住友重機械工業 正会員 荒居 祐基<sup>\*4</sup>

1. まえがき

近年の交通量の増大と車両の大型化を反映した道路法および関連基準に基づく設計活荷重の増大や、壁高欄の改修、隣接環境への配慮による遮音壁設置などの死荷重が増大し、それに伴う主桁や床組構造の補強への要求がある。特に1960年代から70年代の高度経済成長期に建設された多くの単純活荷重合成桁などの補修・補強に際して、単純桁橋の桁連続化、増桁補強や外ケーブル補強などの工事が行われ、施工実績も増加しつつある。

鋼橋の補強を行うにあたり、死荷重状態の応力改善を行う方法は少なく、活荷重などの補強後の荷重に対する応力の軽減を目的に新規部材を追加するケースが多い。外ケーブル補強工法は、単純合成桁などにおいて、プレストレス導入により、主桁の死荷重曲げ応力度を低減させる補強方法であり、経済性、施工性などの上で期待される。また、この方法はPC桁に対する施工実績は比較的多いが、鋼桁への適用実績は少ない状況である。

本文は、縦桁補強に加え、床版上面増厚、壁高欄、遮音壁嵩上げなどの死荷重の増大に伴い実施したクイーンポスト形式の外ケーブル工法<sup>写真1</sup>の補強効果について報告するものである。



写真1 外ケーブル補強した鋼鉄桁

2. 導入軸力の決定

下フランジは、外ケーブルに導入する軸力に伴い生じる圧縮応力によって、それまでに受けていた死荷重による引張応力度が軽減される(図1)。また、合成桁の床版は、引張のため、完成状態では、圧縮応力を低減させるが、本橋の施工手順では、壁高欄打設前の軸力導入時に引張応力状態となる。これらの応力計算の結果から、軸力導入時に引張応力度が許容の2 N/mm<sup>2</sup>以下(図2)となる導入軸力(設計値:1150 kN/本、施工時の目標値:1250 kN/本)を決定した。この導入軸力は、床版上面増厚などの将来死荷重を含む下フランジの死荷重応力度に対して補強後死荷重応力度を約40%に低減させる。なお、導入軸力による主桁や床版の応力度は、設計計算に加えてFEM解析でも確認した。

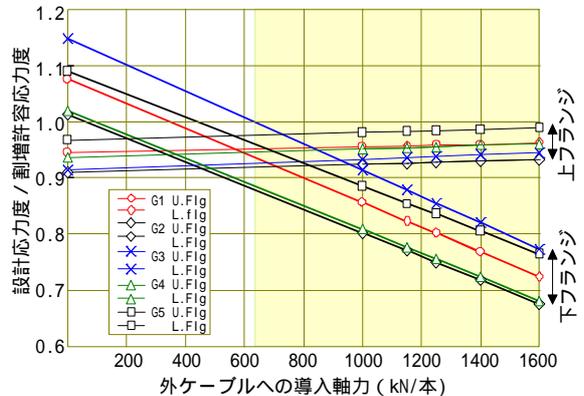


図1 導入軸力と合成桁断面の応力度改善

3. 軸力導入

軸力導入では、各外ケーブルの目標軸力導入に対して適切な刻みで伸びを計測しながら軸力を増すこととして、5本の主桁を、:G1+G5、:G2+G4、:G3の3ステップで行い、さらに、各ケーブルの目標軸力を5等分する軸力について、伸びと軸力を計測管理した。ただし、軸力=0状態の伸びを計測できないため、初期状態を250kN/本とし、500、750、1,000、1,250kN/本とケーブル端を交互に引張る手順で行うこととした。

ケーブル端で計測した伸びと軸力の関係から、材料のヤング係数や同時に施工した10本のばらつきなどから不良を発見できる。本橋の伸びは、図3の通りであり、ヤング係数から計算した伸びに対して-0.1%~3.5%と誤差、ばらつきとも小さい。

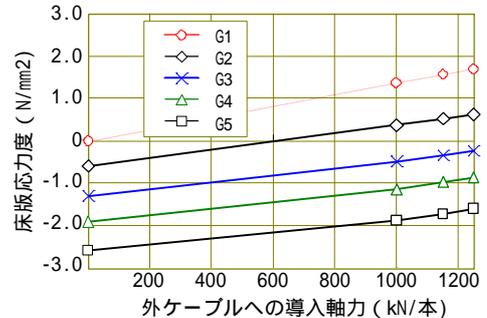


図2 導入軸力時床版応力度の応力度改善

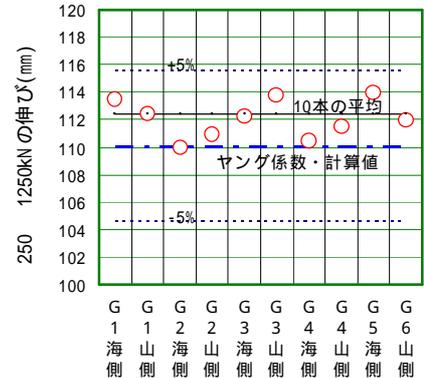


図3 軸力250 1250kNの伸び(mm)

キーワード: 外ケーブル、単純活荷重合成鉄桁、桁補強、効果の確認

連絡先: \*1 〒422-8046 静岡市中島235-1 TEL:054-286-5181 FAX:054-286-5778  
 \*2 〒950-0917 新潟市天神1-1 TEL:025-243-3911 FAX:025-243-4237  
 \*3 〒141-0001 品川区北品川5-9-41 TEL:03-5449-2742 FAX:03-5449-2744  
 \*4 〒141-8686 品川区北品川5-9-11 TEL:03-5488-8169 FAX:03-5488-8147

4 .導入軸力により改善した応力度

軸力導入のステップに沿って計測した応力度の変化(G1,G2)を図4に示す。FEM解析により得られた1250 kN/本の導入軸力により低減させる応力度に対して、これらの計測結果は平均80%であった。設計値に対する目標値の設定が約10%増しであるため、設計導入軸力に対して見るならば、設計値の87%の効果となる。

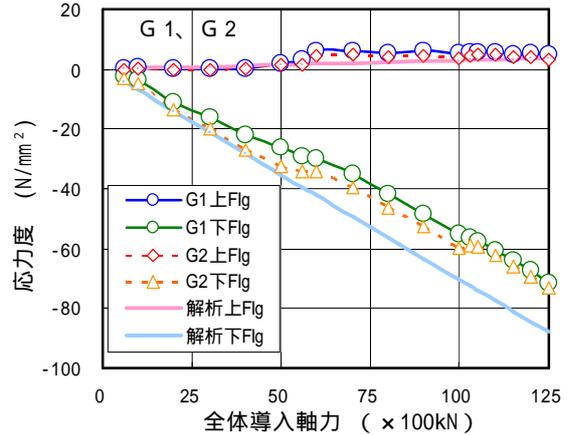


図4 軸力導入時における主桁応力度の変化(G1,G2)

5 .補強前後の活荷重応力低減の効果

5.1 活荷重応力低減の効果

外ケーブルを取付けることによって、見掛けの主桁の剛性が増大する効果を期待できる。その効果を応力計測とFEM解析により定量的に把握するため、補強前および補強後に2台の散水車を荷重とする荷重載荷試験(応力計測)を行った。

補強前の載荷試験は、地覆を切断撤去した状態、補強後は壁高欄が完成した状態で外ケーブルには軸力が導入されている。この2つの状態に同じ位置、等しい荷重を載荷して、その変化を調べた。壁高欄は合成桁の床版と同様に断面剛性に寄与することがこれまでの実験などから分かっており、この影響をFEM解析により求め、計測した結果から補完して差引きして図中の1)の状態を考え、効果を確認した。試験荷重による応力は、外ケーブルを取付けた効果として、補強前に対して平均92.4%に低減したことが確認された。なお、FEM解析により求めた低減は91.8%であり、ほとんど同じで結果であった(図5,6)。

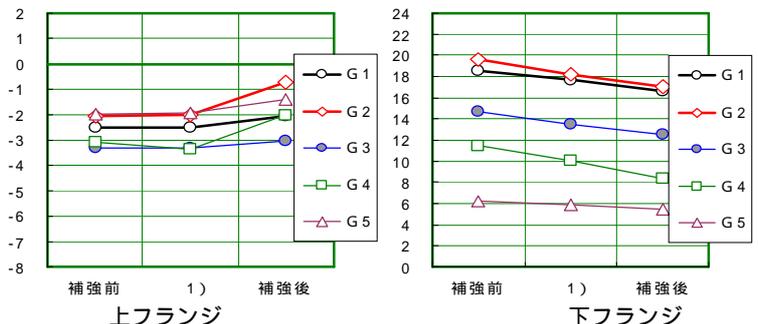


図5 上・下フランジの補強前、補強後 1、補強後応力度(計測値)

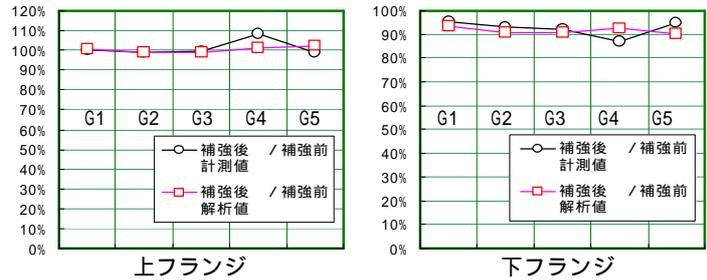


図6 上・下フランジの補強後 1 / 補強前応力度比率(計測値、解析値)

5.2 活荷重たわみ低減の効果

荷重車を載荷した応力計測時には、橋梁断面中央にあるG3桁についてたわみも計測し、ケーブルを取付ける前、壁高欄の有無を補完した状態、外ケーブル取付後における結果から低減の効果を確認した。

- 補強前 : 9.05 mm (14.8 mm) ( )内は解析値
- 補強後(外ケーブルの効果、補完値) : 8.35 mm (13.6 mm)
- 補強後(外ケーブルと壁高欄の剛性の効果) : 7.90 mm (11.7 mm)

計測値が解析値より小さいことは剛性が計算以上に高いことを示すが、原因は不明であり今後の課題である。外ケーブルと壁高欄の効果のうち、外ケーブルのみの効果は92%となっている。この比率は、応力低減の効果と同じである。

6 .まとめ

単純活荷重合成鉄桁に対する外ケーブル補強工事に伴った応力計測を行い、軸力導入による応力改善、補強前後の荷重車による応力度の変化の状況から、補強の効果を確認した。下フランジ応力度については以下のような結果を得た。

軸力導入により低減した応力度は、解析値に対して実測値が平均80%となった。

活荷重応力度は外ケーブル取付けにより92%に低減し、FEM解析値およびたわみの結果とも一致する。

これらのことから、鋼鉄桁への外ケーブル補強工法は、軸力導入による応力改善とケーブル取付けによる活荷重応力の低減の効果をほぼ設計計算やFEM解析による想定どおりとできることが分かった。

【参考文献】

- 1) 中原、木部、池田、藤本；既設建造物の補強に使用される外ケーブルの繰り返し引張特性、第57回年次学術講演会概要集、-310、2002.9
- 2) 岡本、神田、中原；PC外ケーブルを用いた既設鋼鉄桁橋の補強対策、EXTEC、No63、2002.12
- 3) 中島、池田、服部、藤本；新白川橋の外ケーブル工法による桁補強工事、橋梁と基礎、2002.9
- 4) 池田、服部、藤本；鋼鉄桁橋に対する外ケーブル補強工法、SSC；第8回 鋼構造物の補修・補強技術報告会、2002.6