

(57) 連続ケーブル桁吊工法(外ケーブル)による
RCゲルバー桁橋の補強に関する実橋試験

| | |
|----------------|---------|
| 建設省佐賀国道工事事務所 | 山口 忠二 |
| 九州大学 大学院 工学研究科 | 山田 岳史 |
| PC建設業協会 九州支部 | 堤 忠彦 |
| PC建設業協会 九州支部 | ○ 河邊 修作 |

1. はじめに

架設後約40年を経過した橋長177.19mの7径間連続RCゲルバーT桁橋において、車両の大型化に対処するため、特定部位であるゲルバーヒンジ部の補強を目的とした補強工事を実施した。

本工事では、補強方法として外ケーブルとして配置したPC鋼材を緊張し、これにより生じる鉛直力でゲルバーヒンジ部の反力を軽減し、増加荷重に対処する連続ケーブル桁吊工法を採用した。本工法による補強工事は国内では初の試みであるため、工事と並行して種々の実橋試験を行い、補強効果の確認を行った。

2. 試験概要

実橋試験は、実施に先立って試験方法の妥当性を検証した室内試験の結果をもとに、施工前から施工後に至るまで次の点の確認を目的として実施した。

① 補強工法の有効性と補強効果

構造形式の変化を伴わないゲルバーヒンジ部の補強であり、所要の反力軽減が行われているかの確認。

② 解析モデルの妥当性

設計どおりの補強が行われ、解析モデルおよび設計上の仮定値が適正であることの確認。

③ 施工方法の妥当性

10台の緊張ジャッキを用いて、橋軸方向一連のケーブルを同時緊張することで、水平力をバランスし、下部工を含めた既設構造物への悪影響の無い安全な施工が行われたことの確認。

3. 試験項目および試験内容

3.1 試験項目

実橋試験で実施した試験項目を表-1に示す。

表-1 実橋試験項目

| 項目 | 時期 | | |
|----------|-----|-------------------|-----|
| | 施工前 | 施工時 (吊ケーブル緊張時) | 施工後 |
| 吊桁支点反力 | | ○ | ○ |
| 主桁鉄筋ひずみ | ○ | ○ | ○ |
| 主桁たわみ | ○ | ○ | ○ |
| PCケーブル張力 | | ○ | ○ |
| 主桁水平変位 | | ○ | |
| 可動橋脚傾斜 | | ○ | |

3.2 試験内容

3.2.1 施工前試験

載荷試験は、総重量約20tfのダンブトラックを2台使用し、図3-1に示す載荷位置に停止し、主桁たわみおよび鉄筋ひずみを測定した。載荷は、上下線の同位置に並べ、各載荷状態ごとに3回の計測を行った。

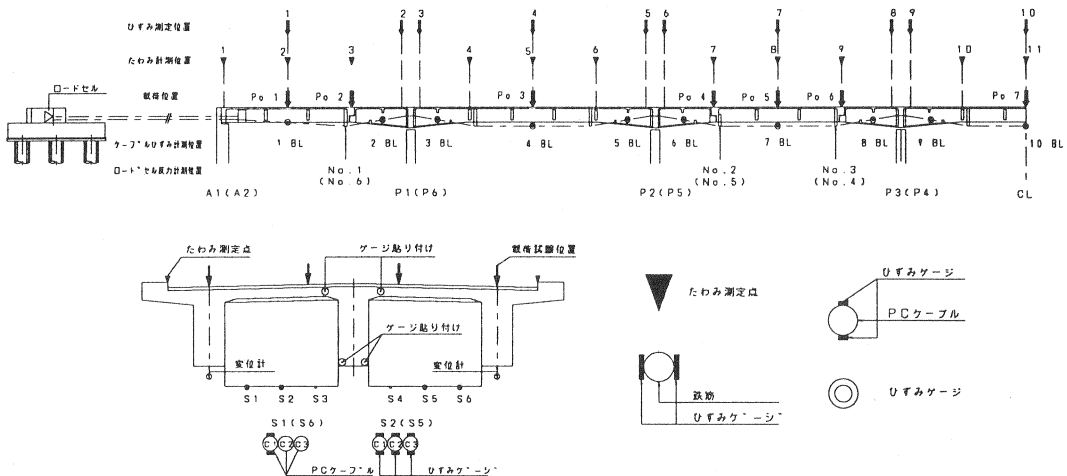


図 3-1 計測位置

① 主桁たわみ計測

たわみ計測には、変位計を用い、高水敷き上となるA1～P2間には、地上よりスタンドにて固定した高感度変位計を用い、その他は連通管式変位計を用いた。

② 主桁鉄筋ひずみ計測

ひずみ計測には、中央の桁の上下鉄筋それぞれ2ヶ所にひずみゲージを貼り付け計測した。また、鉄筋1本につき対面2ヶ所にひずみゲージを貼り付け、平均値を計測値とした。

3.2.2 施工時試験

① 吊桁支点反力

反力測定には、吊桁偏向部であるデビエータに取り付け、緊張力に伴う反力の変化を直接計測した。計測点は、ゲルバーヒンジ部とし、S2、S5ケーブルの2ケーブルで計測した。

② PCケーブル張力計測

張力計測は、デビエータを挟む吊ケーブル各点にひずみゲージを取り付け、ケーブルひずみを計測した。計測は、S2、S5ケーブルのC1-C3およびS1ケーブルのC2、S6ケーブルのC3で行った。

ゲージは、各計測点に対面2ヶ所に貼り付け、平均値を計測値とした。また、アンカーケーブルについては、各アンカーブロックにつきケーブル1本にロードセルを取り付け計測した。

③ 主桁水平変位計測

A1側道路上に測距器を設置し、吊ケーブル緊張に伴う主桁水平変位を計測した。計測点は、A1、P1、P2、P3橋脚上の地覆天端で行い、上下流の平均値を計測値とした。

④ 可動橋脚傾斜測定

緊張時における可動桁の動作を確認するため、可動橋脚であるP2、P4、P6橋脚天端に傾斜計を取り付け、計測した。

3.2.3 施工後試験

施工前試験と同様の荷重試験を実施した。また、試験完了後に各測定項目の計測を行い、供用開始後管理試験を行うための初期値とした。

4. 試験結果および考察

4.1 ロードセル反力

各ゲルバーヒンジ部での吊ケーブル緊張によるロードセル反力を図4-1に示す。図より、最小必要反力である5.3tfケーブル以上が確保されており、所要の補強効果が得られたことが確認できた。

4.2 吊ケーブル張力

S2およびS5ケーブルひずみの結果より、下式を用いて算出したケーブル張力分布を図4-2に示す。図より、ケーブル張力は、ほぼ均一に導入されていると考えられる。

$$T = \epsilon EA \quad [tf]$$

ϵ : ケーブルひずみ [μ]

EA : 3.3×10^6 [kgf]

また、計測結果よりケーブル全体の張力を以下の方法で推定し、設計値と比較する。

推定張力算出方法

S2 C1-C2 ケーブルについては計測張力を使用し、他の6本については計測値を平均し18本分の張力とする。

$$\sum T = S2C1 + S2C2 + \sum (S2C3 \sim S1C1) / 6 \times 16$$

推定張力より算出したを軽減反力の比較図4-3に、吊桁断面力の比較を図4-4に示す。図より、軽減反力は一致しており、断面力のモードにおいてもよく一致していることから、ケーブル張力は、設計値どおり導入されているものと考えられる。

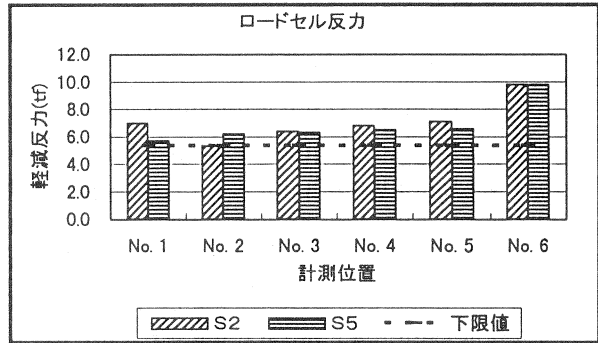


図4-1 ロードセル反力

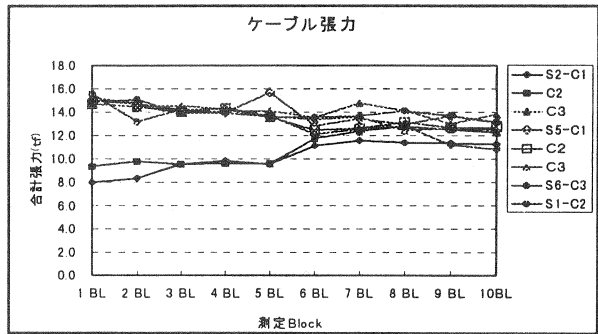


図4-2 ケーブル張力

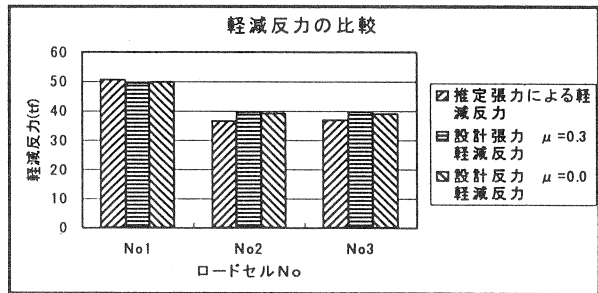


図4-3 軽減反力の比較

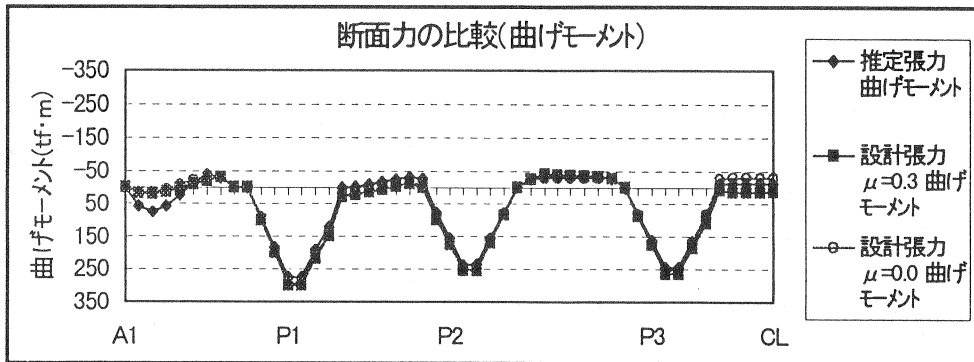


図4-4 断面力の比較

4.3 主桁たわみ

施工前および施工後載荷試験より得られた主桁たわみの比較を図4-5に示す。図より、両者はよく一致しており、曲げ剛性の変化をとめないゲルバーヒンジ部のみの補強がなされている事が分かる。これより、本工法は今回の補強目的に合った有効な補強工法であることが確認できた。

4.4 主桁変位

ケーブルの緊張に伴う主桁の変位を図4-6に、橋脚の傾斜を図4-7に示す。図より、主桁の変位および、可動柵の移動不良による可動橋脚の傾斜が懸念されていたが、計測値はいずれもわずかな値であり、安全に施工されたことが確認できた。

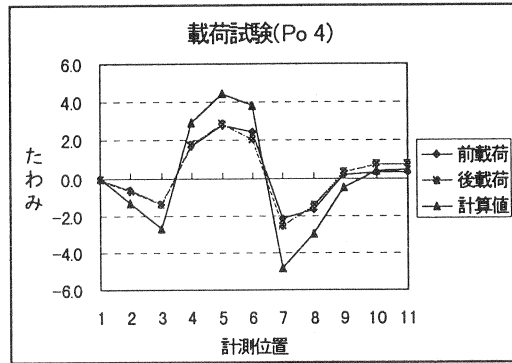


図4-5 主桁たわみ (Position 4)

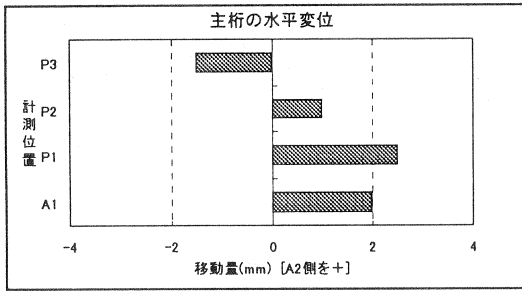


図4-6 主桁水平変位

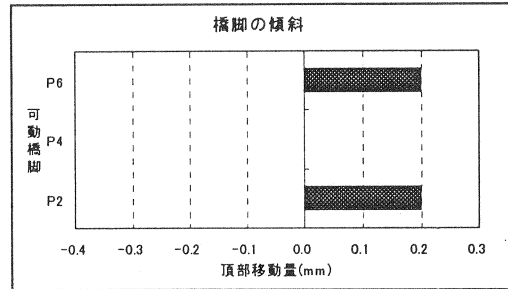


図4-7 可動橋脚の傾斜

4.5 摩擦係数

PC ケーブルと鋼製デビエータ間の摩擦係数を図4-8に示す。試験結果より得られた摩擦係数は計測位置によりばらつきがあるが、仮定値である $\mu=0.3$ は妥当であると思われる。

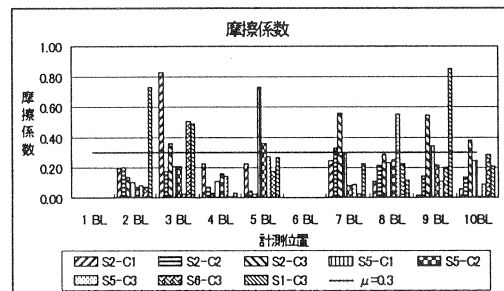


図4-8 摩擦係数

5. まとめ

補強工事と並行して実施した試験結果より以下のことが確認できた。

- 1.すべてのゲルバーヒンジ部において最小限必要軽減反力である3.2tf(5.33tf/ケーブル)以上が確保されており、所期の補強効果が得られた。また、補強前後において主桁のたわみ性状がほぼ一致しており、曲げ剛性の変化を伴わないゲルバーヒンジ部の補強が行われており、目的にあった有効な補強方法である。
- 2.設計値と計測値はよく一致しており、設計で用いた解析モデルおよび仮定値は適正である。
- 3.複数のジャッキを用い、橋軸方向1列のケーブルを同時緊張する事により、既設構造物への悪影響が無く、安全に施工できた。

6. おわりに

本実験により、連続ケーブル桁吊工法によるゲルバー桁橋の補強における種々のデータサンプリングを行った。本試験結果が、類似の補強工事の設計・施工における一助となれば幸いである。

なお、本実験の実施に際し、九州大学建設都市工学科 日野助教および関係各位の多大なご協力をいただき、深く感謝いたします。