

3 径間連続曲線桁の床版撤去時の桁の歪み挙動

Stress-strain behavior at the time of removing floor slabs of three spans continuous curved bridge girder

(株)砂子組	○ 正会員	田中 孝宏	(Takahiro Tanaka)
(株)砂子組	正会員	野崎 了	(Ryo Nozaki)
(株)砂子組	正会員	近藤 里史	(Satoshi Kondo)
(株)砂子組	正会員	田尻 太郎	(Taro Tajiri)

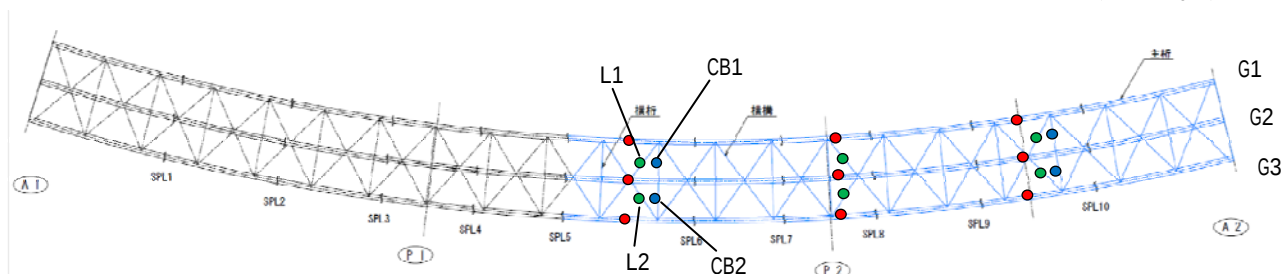


図 - 1 測定位置

1. はじめに

旧一般国道231号潮見橋は橋長99mの3径間連続曲線桁橋で、支間割は33m@、曲線 $r=187.250$ 、 184.000 、 180.750 mの3主桁、縦断勾配2.0%、横断片勾配6.0%の橋梁である。当該橋梁は別線ルートのトンネルが開通したことから、解体することとなった。

解体順序は、総重量500twの床版撤去を行った後に、鋼橋を解体するものである。

解体に際しては、床版の分割・撤去に関して桁の座屈が考えられることから、格子桁解析で分割割りと撤去順番を検討した。また撤去前に、現況での桁の健全度を検討する目的で、主桁、横桁および上下横構に歪みゲージを貼付し、応力状態を確認した。測定できた項目は以下となる。

- 1) トラック移動載荷重試験での床版撤去前（ここでは供用時と呼ぶ）の桁の挙動。
- 2) 床版撤去時の桁の挙動。
- 3) 床版撤去後の桁に対する温度の影響。

本論文では、これらの測定結果を設計と比較して論じた。

2. 測定位置、測定項目

図-1に測定位置を示す。赤丸が主桁の測定点、青が横桁、緑が上下横構である。図-2に示すように、主桁は上下フランジにおける歪みを測定し、横桁は主桁間隔中央上下フランジの歪みを測定した。CutT型の横構は上下とも、ウェブ上部と下フランジの歪みである。

3. 供用時の桁挙動

供用時の桁挙動を把握するため、25twクレーン車を橋端部から2m間隔で移動させ、歪み影響線を作成した。ただし25twはカタログ値であり、軸重試験は行っていない。

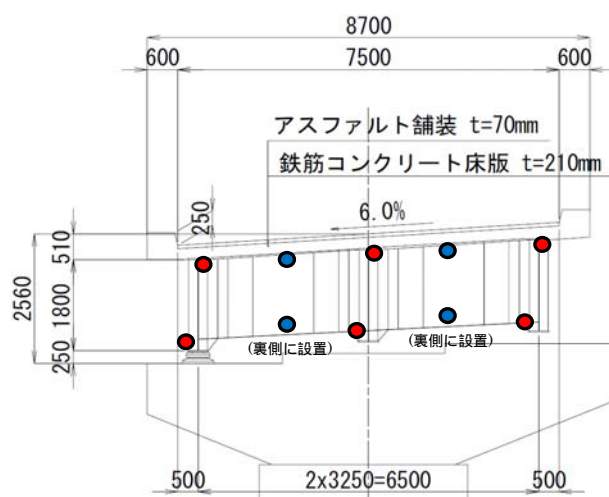


図 - 2 歪みゲージ貼付位置

移動載荷は幅員中央と左右車線で実施したが、ここでは中央載荷におけるP1、P2ピア中央断面での測定を、代表断面として論じる。

図-3は、測定結果とフレーム計算による計算結果を比較したものである。グラフは圧縮歪みを正とし、横構については上下4点の測定値の平均値を伸び歪みとした。横軸は橋長99mを1とする載荷位置である。当該橋梁は左右対称なので、解析では代表断面（P1、P2中央）までの載荷としている。

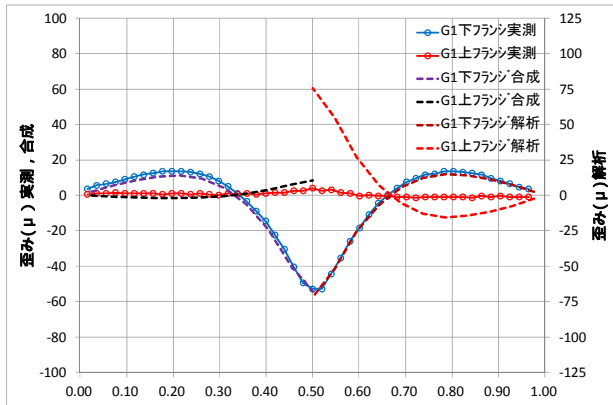
各主桁の荷重分担は、後述する計算によりG1に対して $25 \times 0.15 = 3.75$ tw、G2に対して $25 \times 0.75 = 18.75$ tw、G3に対して $25 \times 0.1 = 2.50$ twを仮定した（ $3.75 + 18.75 + 2.5 = 25$ tw）。

主桁影響線については、引張側の歪みで実測と解析とが非常に良く一致する。ただし解析値は実測値の約1.25倍大きい。

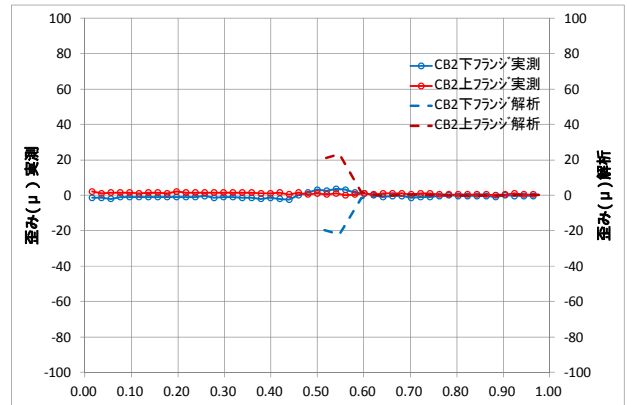
横桁、横構では、全ての載荷位置で過大な力を伝えていない事を解析、実測とも良く示している。中央載荷付近で解析と実測が一致しないのは、解析では単純な梁節

点結合であるが、実際には横桁、横構と主桁の結合にはガセット、スプライス・プレートなどの結合構造が介在

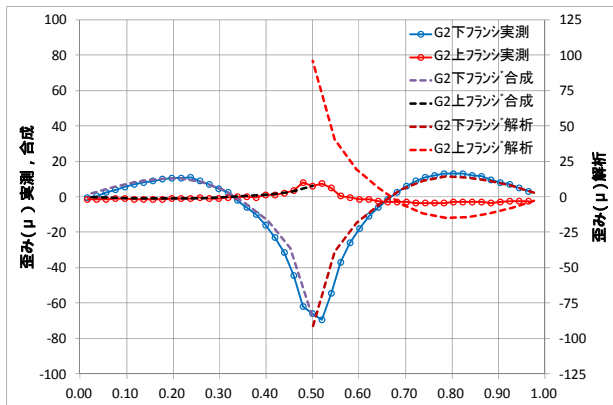
するため、注目断面直上付近の載荷については、局所的な違いが生じたと考えられる。



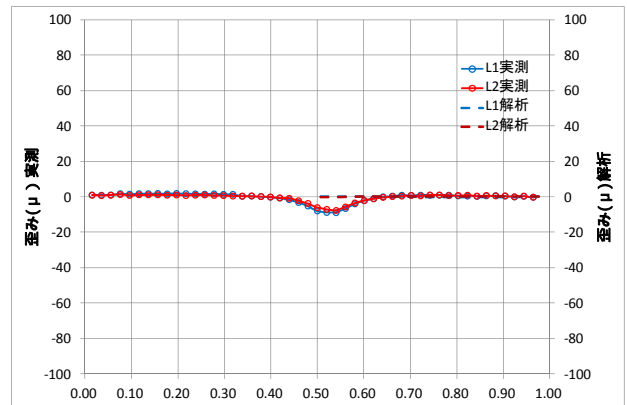
(a) G1 影響線



(e) CB2 影響線

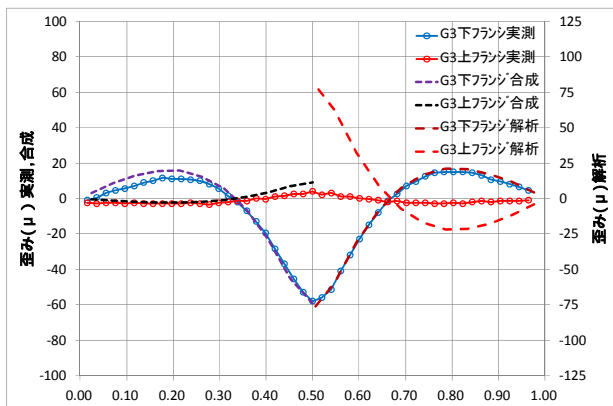


(b) G2 影響線

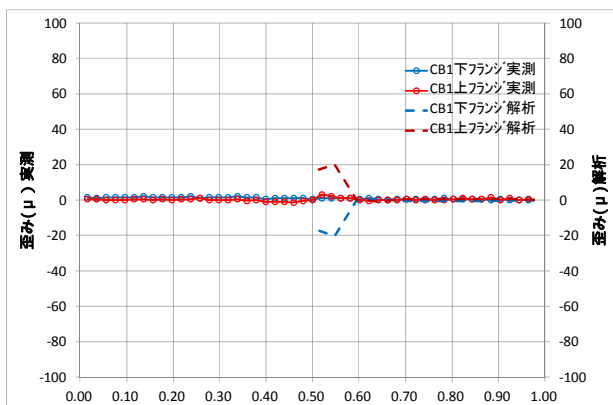


(f) L1, L2 影響線

図 - 3 実測と解析の影響線比較



(c) G3 影響線



(d) CB1 影響線

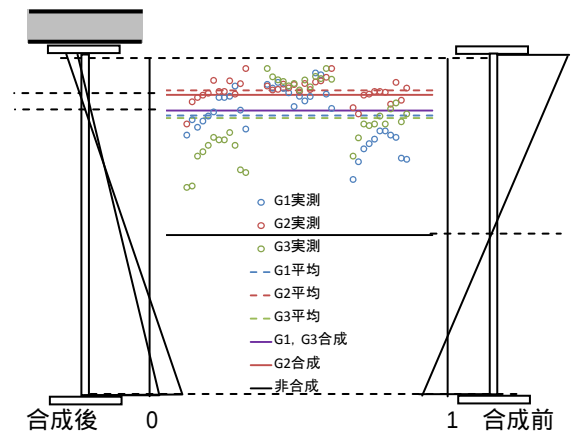


図 - 4 実測と解析の中立軸比較

当該構造は設計上非合成であるが、主桁影響線の解析値が実測と約 1.25 倍違う理由として、床版の剛性効果が考えられる。

道路橋示方書によれば、主桁間隔 3.25 m に対して支間 33 m で、床版の有効幅は全断面有効になる。床版有効幅を全断面有効とし、ヤング係数比を 15 に仮定した中立軸位置を、図-4 に示す。

図-4 における実測点は、設計上軸力作用は軽微であることから、各桁の上下歪みの比率から算出した載荷位置ごとの中立軸である。

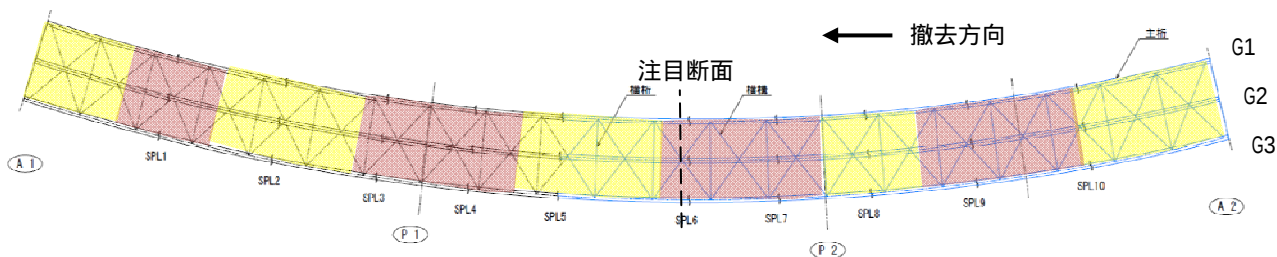


圖 - 5 床版撤去順序

結果にばらつきはあるものの、その平均は合成桁として計算した中立軸位置とほぼ等しい。

合成桁としての中立軸と断面性能を前提に、引張歪みの最大値が実測と解析とで一致するように、各桁への車重の分担率を仮定すると図-3-(a)～(c)の点線（合成）となり、両者はほとんど一致する。

設計上は非合成桁であるが、ほぼ合成桁として機能していた可能性はある。

4. 床版撤去時の桁挙動

図-5 に床版撤去順序を示す。床版は A2 側から A1 へ向かって、色分けした区画に従って撤去された。撤去期間は 2014 年 8/1～8/11 である。図-6 に、撤去期間中の主桁の歪み挙動を示す。

図中の実測と同じ色の点線は、温度の日周期等の影響と考えられる変化を除去する目的で、FFT により 4 日以下の周期をハイカットして、床版撤去の影響のみを近似した、実測変動傾向である。

折れ線で示した点線は、図-5 に示した順序で床版を撤去した際の解析結果となる。解析での床版死荷重の分担率は、外桁 1/4、内桁 1/2 である。注目する P1、P2 中央断面は、4 回目の撤去範囲に含まれる。

前節の結果より、まず 3 回目の撤去までは、注目断面は合成桁と仮定して歪みを算出したが、注目断面は 5 回目の撤去範囲近傍にあるので、5 回目の範囲が完全に撤去されるまで合成桁に近いと想定し、4, 5 回目も合成桁として計算した。

解析による歪み変動は、実測傾向を概ね妥当に包絡するが、解析結果が実測傾向と完全に一致しない理由には、次の2つが考えられる。

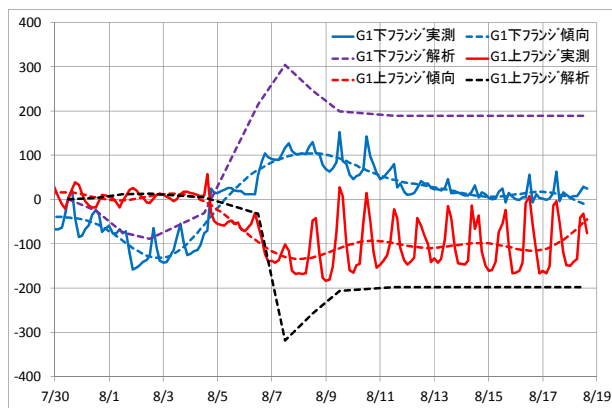
一つは実測変動の時系列は完全な周期性を持たないため、逆フーリエ変換時のギブス現象により、時系列端部の値が乱れる事。

二つ目は、4 日以上の長周期の温度変化等の影響も受けている可能性がある事、が考えられる。

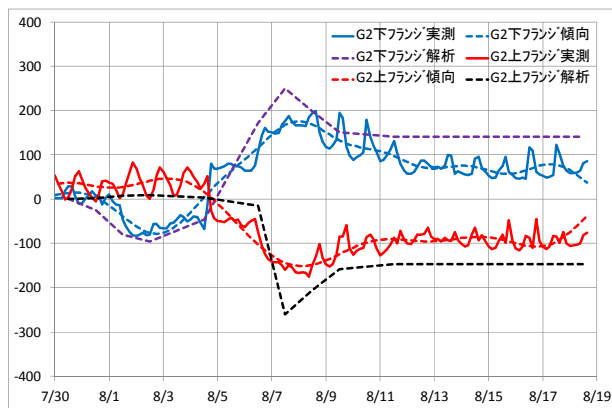
5. 床版撤去後の桁挙動

床版撤去後の桁挙動として温度歪みに注目するために前節とは逆に、FFT により 4 日以上周期をローカットして逆フーリエ変換した結果を、図-7 に示す。

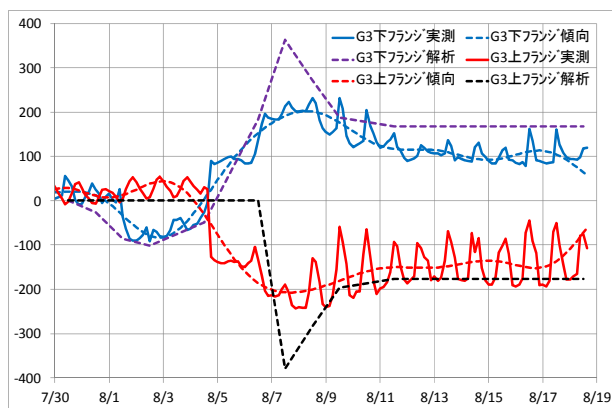
図-7 では、0.5～1 日程度の変動周期が明確に現れており、温度の影響を表していると推測できる。また 4 回目～5 回目の床版撤去日を境に、変動傾向は変化し、4 回目以前で温度歪みは曲げとして作用し、5 回目以降は



(a) G1



(b) G2



(c) G3

図 - 6 床版撤去の影響

伸びとして作用していると思われる。

床版撤去 4 回目以前は、主桁上側が床版に拘束され、上フランジが下フランジより伸びにくいので、温度作用が純曲げに近い形で現れたと考えられる。5 回目以降は床版撤去後なので、伸び作用が優勢になったと思われる。

G1, G3 で床版撤去後に上フランジ歪みはかなり増加するが、下フランジ歪みは床版撤去前に比べて大きく変化しない。これは、上下フランジの相対的な日照量の差だと考える。従って床版撤去前の温度挙動は、床版の伸縮が支配的な曲げ作用だったと結論でき、床版撤去前は合成桁に近い状態を示唆する、1. の結果を支持する。

G2 の上下フランジ歪み方向は、床版撤去前後で G1, G3 と同様な変化を示すが、振幅は余り変化しない。

しかしながら床版撤去後の 8/8 以降での上下フランジ歪みの平均は、G1 ~ G3 いずれも 0.5μ 程度であり、全桁でほとんど同じである。

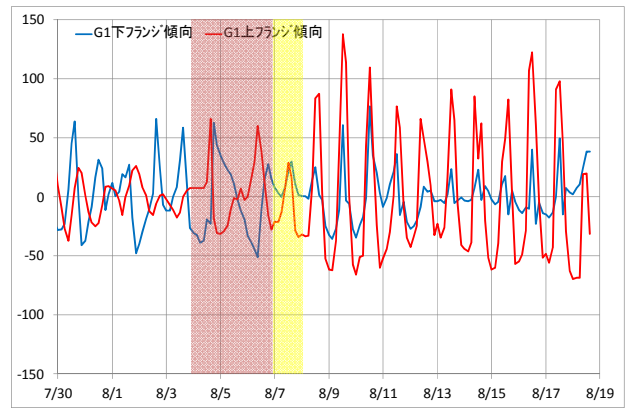
G2 は両側を横桁で拘束され、G1, G3 は片側のみ横桁拘束されて片側フリーである。G2 の振幅が大きく変化しない理由は、横桁による温度歪みの分配作用を示唆する。

なお温度歪みの最大値は 130μ 程度であり、応力にして 27 N/mm^2 、鋼材の線膨張係数を 12×10^{-6} とすると 11° 程度の温度変化となり、8 月の気温として妥当な範囲内にある。

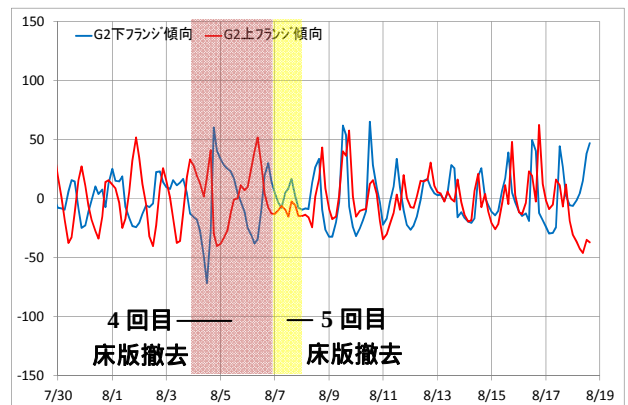
6. まとめ

- (1) 供用時の桁挙動は、合成桁を仮定すると設計計算と同じ計算手法で、実測挙動をほとんど再現できる。
- (2) 合成効果により、非合成を仮定する供用時の設計計算結果は、実測結果よりも安全側となる。
- (3) 床版撤去時の桁挙動も、設計計算と同じ計算手法で概ね妥当に再現でき、合成効果を示唆する。
- (4) 床版撤去後の温度応力は大きいものではなく、非合成桁として一様に伸縮するものとする、設計計算上の仮定と矛盾しない。

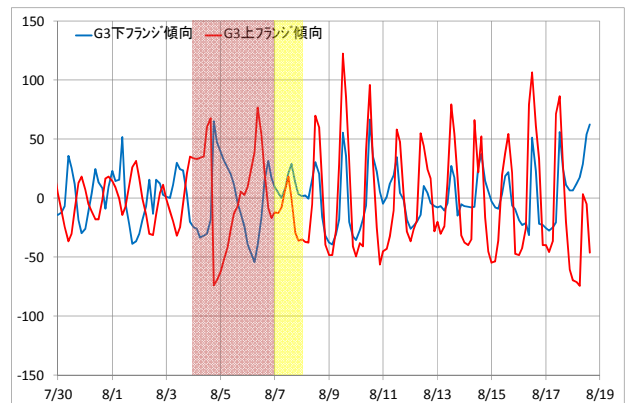
以上より当該橋梁は、架設時の当初設計計算が想定した、許容応力度法に基づく使用限界状態設計法の弾性範囲内、かなり理想的に機能していたものと考えられる。



(a) G1



(b) G2



(c) G3

図 - 7 温度歪み

7. あとがき

現場を提供して頂いたとともに適切な指導を頂いた札幌開発建設部滝川道路事務所の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説. 共通編, 鋼橋編, 平成 24 年 3 月, 日本道路協会.