

川田工業(株) 正員 街道 浩 武蔵工業大学 正員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正員 増田陳紀 武蔵工業大学 正員 皆川 豊

1. はじめに I型並列合成桁橋において、横桁や対傾構などの横継ぎ材が取り付けられた主桁の垂直補剛材の上端の溶接部およびその周辺に、種々のきれつが生じていることが報告されている[1]、[2]。きれつ発生の原因は、横桁あるいは対傾構が取り付けられている主桁のたわみ差および床版の変形に起因する局部応力にあるものと考えられている。きれつ発生機構の解明および補修・補強対策を検討する上で、局部応力の発生および性状に關与する主桁本数、主桁間隔、床版厚、横桁や対傾構の構造、車線の位置などの諸因子の影響を評価することが重要であるが、これまでのところ必ずしもこれらの影響が解明されているとはいえない。本報告者らは、実橋での損傷調査結果において、きれつの発生している箇所が対傾構を取り付けた垂直補剛材の溶接部近傍に限られていることから、横継ぎ材から伝達される力が局部応力発生の直接的な要因であると推定し、局部応力を評価するためには、まず横継ぎ材に作用する力を把握する必要があると考え、対傾構の部材力を比較的簡略にかつ精度良く評価する方法を提案した[3]、[4]。ここでは諸因子の影響評価の第一段階として、上記の解析手法を用いて車両載荷位置と対傾構部材力および主桁のたわみ差、床版の回転角、主桁位置の床版の水平変位差との関係を検討した結果を報告する。

2. 解析方法

解析方法は前述したように文献[3]、

[4]で提案された方法を用いる。この方法では、床版は薄板要素[5]、主桁は偏心骨組要素[6]、対傾構は平面骨組構造の剛性行列を床版面上の節点変位のみを残して縮約した対傾構要素、によりモデル化し対象橋梁全体を偏心補剛材付きの平板として二次元的に解析する。対傾構部材力は、対傾構をモデル化した平面骨組構造に、得られた床版の変位を強制変位として与えることにより求まる。三径間連続橋梁の走行車線に道路橋示方書に規定されているT-20荷重を載荷したときの、本方法による解析結果と実橋での測定結果との差は、床版の最大たわみで約6%、対傾構部材の最大軸力で約16%であった[4]。

3. 対傾構斜材軸力と主桁たわみ差などの因子との関係

局部応力の発生に關与すると考えられている因子として主桁のたわみ差、床版の回転角および主桁位置の床版の水平変位差を取りあげ、これらが実橋において比較的損傷の激しい内桁の垂直補剛材に結合する斜材軸力に及ぼす影響を検討する。対象とする橋梁は前述した三径間連続橋(図1参照)である。

比較的損傷の激しい部分は径間中央部の対傾構と主桁との取合部であるので、ここでは橋梁中央の対傾構の部材力について検討する。この場合、対傾構に生ずる部材力の分布様式は、車両載荷位置を橋軸方向に移動させても概ね等しいので、車両載荷位置の変動としては図2に示すように橋軸直角方向のみを考える。T-20荷重載荷に対する計算結果より主桁のたわみ差、床版の回転角、床版の水平変位差と第9番対傾構の斜材G4の軸力との関係を図3に示す。ただし、斜材G4は主桁A3に結合し、主桁A2とA3の間に位置するため、主桁のたわみ差として主桁A2とA3のたわみ差を、床版の回転角として主桁A2およびA3取り付け位置の床版の回転角を、床版の水平変位差として主桁A2とA3取り付け位置の床版の水平変位差を選んでいる。図3-aから、荷重載荷位置がA-B間にあるとき主桁のたわみ差と斜材の軸力はほぼ比例関係にあることがわかる。主桁のたわみ最大値はほぼ0.17mmである。図3-bは、床版の回転角と斜材軸力の関係が主桁のたわみ差と斜材軸力との関

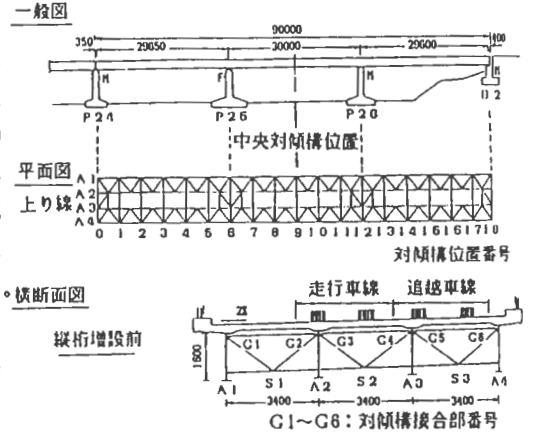


図1 解析対象三径間連続橋梁

係に似ているものの、床版の回転角が生じないときでも、斜材に軸力が生ずることを示している。床版の回転角の最大値は、ほぼ $5/10000\text{rad}$ である。また、図示はしていないが床版の水平変位差が小さいほど斜材の軸力が大きいことがわかっている。床版の水平変位差の最大値は、ほぼ 0.001mm である。

これらの結果は、荷重載荷位置を移動させて解析を行った結果から求めたものであるため、各因子は同時に変化しており個々の因子の影響は不明確である。そこで、各因子の最大値を、対傾構をモデル化した平面骨組構造にそれぞれ強制変位として載荷し解析を行った結果を図4に示す。主桁のたわみ差および床版の回転角を強制変位として与えた場合の斜材軸力の絶対値は 7.14ton および 6.91ton である。また、床版の水平変位を強制変位として与えた場合、斜材にはほとんど軸力が発生しない。これより、斜材軸力の発生には、主桁のたわみ差と床版の変形の影響が大きいことがわかる。しかしながら、荷重載荷位置がA-B間にあるとき、主桁のたわみ差と斜材軸力はほぼ比例関係にあること、および図4-b,c からわかるように、A-B間では主桁A2とA3の取付け位置の床版の回転角は逆方向に生じており図5を考慮するとこれにより生ずる斜材軸力は比較的小さいこと、から斜材の軸力の発生に関しては主桁のたわみ差が支配的であるといえる。荷重載荷位置がAあるいはBより外側にある場合、主桁A2およびA3の取付け位置の床版の回転角は同一方向に生じ、斜材軸力への影響は大きくなる。しかし、床版の回転角により生ずる軸力と主桁のたわみ差により生ずる軸力は符号が逆のため両者を重ね合わせた軸力は比較的小さい。

4. おわりに 主桁と対傾構の取合部の局部応力は、直接的には対傾構部材力特に斜材の部材力に起因すると考え、橋梁全体を補剛材付きの板として解析する簡易な方法を用いて、車両載荷位置と斜材軸力および主桁のたわみ差などの影響因子との関係を考察した。実橋での主桁のたわみ差と床版の変形との相互作用を考慮すると、少なくともここで対象とした橋梁構造に関しては主桁のたわみ差が斜材軸力したがって局部応力発生に支配的な因子であるとの結果が得られた。

[参考文献] [1]西川:道路橋における疲労問題と補修・補強、橋梁と基礎、19-23、1983.8. [2]鋼構造委員会疲労変状調査小委員会:鋼橋の疲労変状調査、土木学会論文集、第368号/1-5、1-12、1986.4. [3]西脇・三木・増田:I型並列橋梁の局部応力状態の簡易解析法、昭和59・60年度文部省科学研究費補助金(総合研究(A)代表者埼玉大学田島二郎)研究成果報告書、鋼橋の寿命予測と維持管理に関する研究第5章-、167-184、1986.3. [4]増田・三木・柏木・街道:I型並列合成桁橋の対傾構部材力の解析、土木学会論文集(投稿中)。 [5]吉田・雨宮・増田:立体構造解析のための薄板有限要素、土木学会論文集、第211号、19-29、1973.3. [6]増田・西脇・皆川・早坂:有限要素法による補剛パネルの耐荷力評価に関する研究、構造工学における数値解析シンポジウム論文集、第10巻、371-376、1986.7.

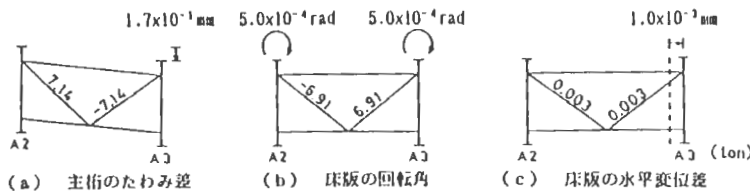


図4 各因子の最大値を載荷した場合の対傾構斜材の軸力

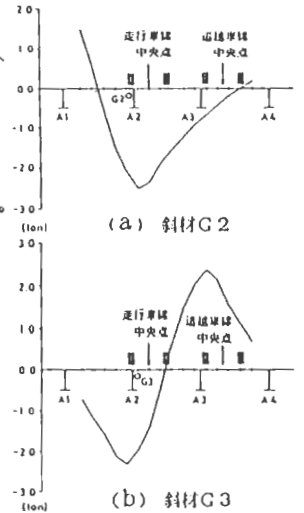
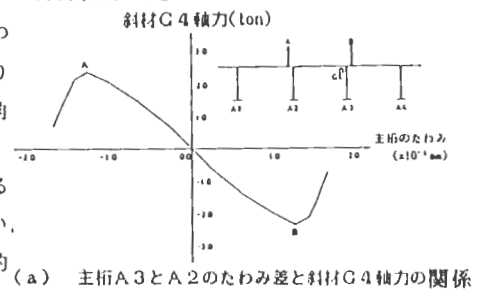
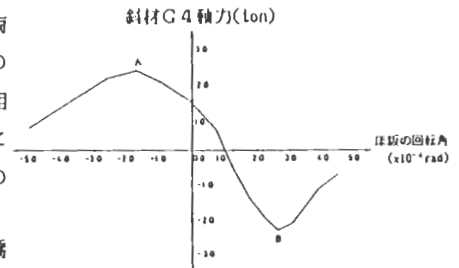


図2 車両走行位置と対傾構斜材軸力の関係の一例



(a) 主桁A3とA2のたわみ差と斜材G4軸力の関係



(b) 主桁A2取り付け位置の床版の回転角と斜材G4軸力の関係

図3 各因子と斜材軸力の関係

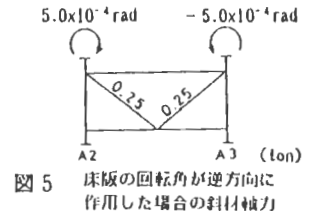


図5 床版の回転角が逆方向に作用した場合の斜材軸力