

I - 33

仮設ゴム支承を有する梨の木橋の実橋載荷試験とFEM解析

(株) 中央コーポレーション 正員 〇堀合 聡
 東京ファブリック (株) 久慈 茂樹
 (社) 岩手県土木技術センター 正員 保 憲一
 岩手大学工学部 正員 岩崎 正二 学生員 金田 知

1. はじめに

社団法人岩手県土木技術センター主催による共同研究会では、平成 10 年より既設橋梁の実態把握と耐荷力評価を目的として単純鋼桁橋6橋で実橋載荷試験を行ってきた。それらの試験結果より、鋼製支承の老朽化や機能低下のために可動支承が拘束され、主桁下フランジの支付近でかなり大きな圧縮ひずみが発生していることがわかった。このような支点拘束状態の実橋載荷試験結果より耐荷力評価を正確に行うことは現状では困難であるため、一時的に支点拘束を解放し、できるだけ新設時の支点状態に戻した状態で実橋載荷試験を実施した。本研究では、平成 12 年に実橋載荷試験を実施している岩手県久慈市にある梨の木橋において平成 15 年 7 月に再度実橋載荷試験を行い、支点拘束を解放するための二つの手法を試みた。支点拘束解放前後の実橋載荷試験結果と3次元 FEM 解析の結果を比較することにより、支点拘束が解放されたかどうかの確認をするともに、支点拘束解放によるひずみ分布や固有振動数の変化等を検討する。

2. 実橋載荷試験の概要

図-1に示す試験対象橋梁である梨の木橋は、1980年に竣工し経過年数24年の支間長29.20m、桁高1.6mの3本主桁を有する単純活荷重合成鋼桁橋である。外観目視では床版、主桁などには損傷が無い極めて健全な橋梁であり、支承は高力黄銅支承である。平成12年に実施した静的載荷試験では、支点付近でかなり大きな圧縮ひずみを確認している。今回の実橋載荷試験では、支点移動拘束を解放する方法としてテフロン製スライド板を支承の上査とベアリングプレート間に挿入する方法と支承付近に仮設ゴム支承を設置する二つの手法を試みた。静的載荷試験では、約196KNのダンブトラック1台を用意し、耳桁や中桁に最大応力が生じるように表-1に示す幅員方向に載荷位置を変化させ、ひずみや変位を測定した。各主桁のひずみ測定位置は、図-1に示すように各主桁下フランジの両支点からそれぞれ0.3m、0.6m、1.1m離れた3点と支間中央点とし、合計21ヶ所にひずみゲージを設置して測定を行った。また、可動支点3ヶ所に、変位計を設置し水平移動量を測定した。動的載荷試験では、ダンブトラック1台を静的載荷試験と同じ幅員載荷位置に速度10km/h、40km/hで走行させ、各主桁支間中央点の下フランジに設置した加速度計によりその応答加速度を測定した。これらの試験を、①支点拘束を有する通常状態、②テフロン製スライド板を支承下部に挿入した場合、③支承付近にゴム支承を仮設した場合の3通りの支承条件で実施した。ゴム支承は、写真-1に示すように鋼板に間に挟んだ3層からなる積層ゴムで、寸法は360mm×360mm×62mmである。テフロン製スライド板の挿入やゴム支承仮設のためには、油圧ジャッキで各主桁を持ち上げる必要がある。油圧ジャッキを設置するために必要なベントを可動支点側に設置した。桁を持ち上げる際、桁に橋軸直角方向の傾きがあると損傷が生じるため支点上の下フランジに設置したダイヤルゲージにより各主桁の水平を保ちながら作業を行った。

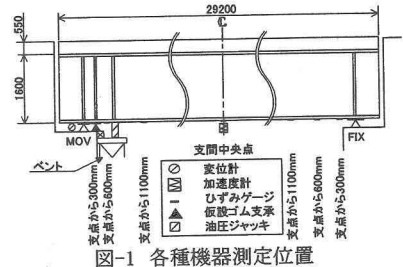


図-1 各種機器測定位置

表-1 載荷位置

載荷位置	載荷位置図
橋軸方向	
G1載荷 (G3載荷)	
G2載荷	

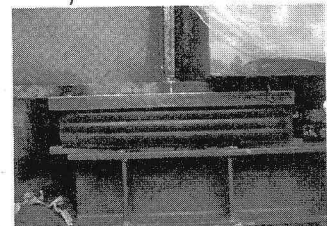


写真-1 ゴム支承仮設状況

3. 試験結果と考察

図-4は中央載荷時の G2 桁下フランジにおける橋軸方向のひずみ分布を平成12年度の実測結果と比較したものである。両結果は、ほぼ同様のひずみ分布を示している。トラック1台載荷にもかかわらず、両支点部に支間中央点のひずみと同等の圧縮ひずみが発生していることが分かる。図-5は、図-4と同様の載荷ケースにおけるゴム支承仮設前後の G2 桁下フランジのひずみ分布の実測結果を比較したグラフである。ゴム支承に替えると両支点付近の圧縮ひずみは、わずかに生じているもののほぼゼロに減少する。それに対して、支間中央点のゴム支承仮設前のひずみは仮設後のひずみよりも約16%~45%小さくなっている。

次に、梨の木橋のゴム支承を仮設した場合の3次元 FEM 解析モデルを作成して、静的載荷試験と同様の荷重条件で構造解析を行い実測結果と比較検討する。図-6に示す解析モデルは、床版・地覆・ソールプレート・ゴム支承をソリッド要素に、主桁・横桁をシェル要素で、対傾構・横構はビーム要素にてモデル化している。図-7は、中央載荷時の G2 桁におけるゴム支承仮設後の実測ひずみの結果とFEM解析によるひずみの結果を比較したものである。図中のFix-Gumの表示は、試験時の支承条件と同じように可動側をゴム支承でモデル化し FEM 解析したことを示す。図-7より固定-ゴム支承条件における FEM 解析によるひずみの結果は、両支点部でほぼゼロとなり実測結果と一致した。しかし、中央点に向かうに従いひずみの実測値は FEM 解析値より小さくなる傾向がある。図-7中に可動支点の水平移動を認めない両端固定の場合の FEM 解析結果のひずみ分布が示されているが、中央点のひずみの実測値は、両端固定支承と固定-ゴム支承の両 FEM 解析値の間ぐらいに入っているようである。この理由としては、載荷荷重が196kNと小さいためにひずみの値が顕著に出なかったことや油圧ジャッキによる支承解放の時間が短かったこと等が考えられる。

表-2に、ゴム支承仮設後における可動支点の水平変位の实測結果と FEM 解析結果を示す。両者がほぼ一致していることから、支点拘束はほぼ解放されたといえる。結果は省略するがテフロン製スライド板を挿入した場合の水平移動量は、0.05mm 以下であり支点移動拘束は解放されなかった。最後に、動的載荷試験の応答加速度波形をフーリエスペクトル解析した結果、支点拘束を有する場合の本橋梁の曲げ1次振動数は5.2Hzで、ねじれ2次振動数は6.4Hzという値を得た。また、スライド板挿入後の曲げ1次振動数とねじれ2次振動数に変化がなかったことから動的な面からも支点拘束の解放が行われなかったといえる。ゴム支承仮設後では、曲げ1次振動数は4.1Hz、ねじれ2次振動数は6.0Hzという値が得られた。ゴム支承仮設後の固有振動数が低下していることから支点拘束の解放の影響が現れていると思われる。今後の課題としては、FEM 固有振動解析を行い実測固有振動数の比較検討を行いたいと考えている。

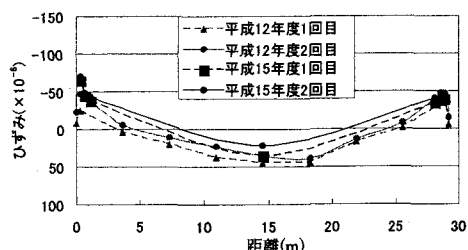


図-4 支点拘束の有る場合(通常状態)のひずみ分布

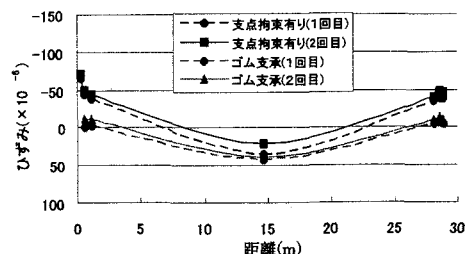


図-5 ゴム支承仮設前後のひずみ分布比較

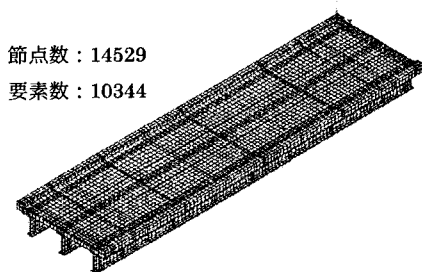


図-6 梨の木橋のFEM解析モデル

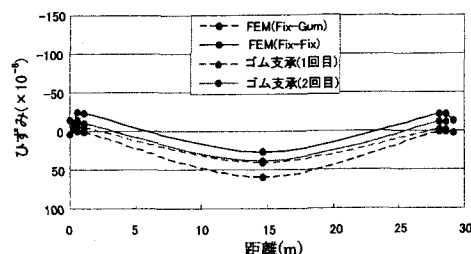


図-7 ゴム支承仮設後の実測結果とFEM解析結果の比較

表-2 水平変位量の比較 (単位:mm)

試験番号	計測位置	G2		
		実測値	FEM値	比率
G2載荷	1回目	0.870	0.884	0.98
	2回目	0.860		0.97

比率=実測値/FEM値