鋼桁・橋台・盛土の一体化橋梁（実大試験橋梁）の動的計測

鉄道総合技術研究所　正会員○横山知昭　正会員　神田政幸　フェロー会員　舘山勝
正会員　小林裕介　正会員　杉本一朗
ジェイアール総研エンジニアリング　正会員　獅子目修一

１．はじめに

老朽鋼鉄道橋の延命化対策の一環として，これまで鋼桁・橋台・盛土の一体化橋梁（ラーメン構造化）の模型実験[1),2)]や鋼桁・橋台の隅角部補強[3),4)]，橋台・背面盛土の一体化補強[5),6)]に関する部材実験において，一体化橋梁の常時および地震時の全体挙動や部材挙動など基本的な特性を把握してきた．本報告では，実大の補強土併用一体橋梁（桁長 13.32m，橋台高 6.05m，橋台幅 2.95m）を構築した試験橋梁に対し，施工段階や季節変動の抵抗特性を把握するための動態観測（長期計測および日変動計測）と一体化の前後における橋梁の抵抗特性を把握するための振動試験を実施した結果について述べる．

２．計測および試験方法

動態観測は，図１に示す計測器を試験橋梁に取り付けて自動計測（計測インタバルタイム 0.5 時間）を行った．振動試験（写真 1）では，鋼桁中央部に鉛直方向の正弦波強制加振を行う起振機（重量 53kN, 最大起振力±60kN, 最大振動数 30Hz）を固定し，一体化の前後に対し表１に示す振動数と起振力を負荷した．なお，計測項目は鋼桁および鉄筋のひずみの他，加速度とした．

表１　振動数と起振力

振動数 f (Hz)	5	10	20	30
起振力 F (kN)	±10	±10	±10	±10
	±15	±20	±20	±20
	±20	±30	±25	±30
	—	±40	±30	±40
	—	±50	±35	±50
	—	±60	±40	±60

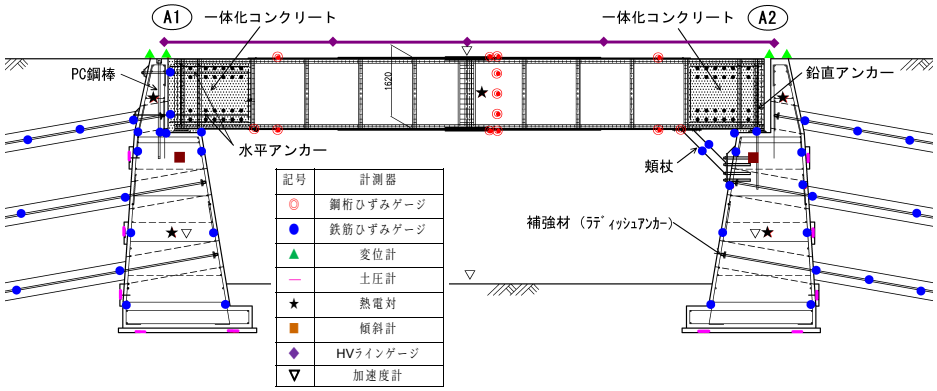

図１　計測器の種類と取付け位置

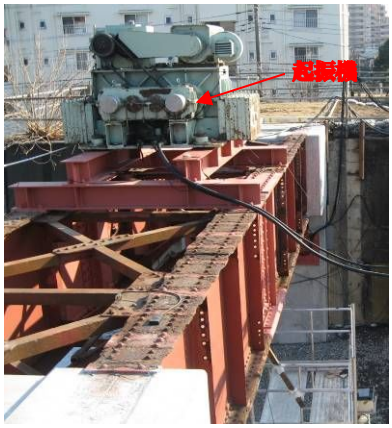

写真１　振動試験の様子

３．動態計測の結果

動態計測では，一体化後の温度変化による鋼桁の伸縮が橋台天端に水平変位として繰返し作用し，背面地盤が沈下する等の影響を確認するため，長期計測と日変動計測を実施した．

長期計測では，橋台底面に配置した土圧計に対し，施工開始から一体化後までの計測結果を図２に示す．

施工段階では，橋台コンクリートの打込みや背面盛土による増加荷重に応じて増加する他，一体化前後の日変動振幅に対しては，一体化後の方が大きいことがわかる．一体化前では，温度変化による鋼桁の伸縮作用が支承で吸収されていたのに対し，一体化することにより橋台に直接伝達していることを示すものである．次に冬季の温度変化による鋼桁の伸縮作用を把

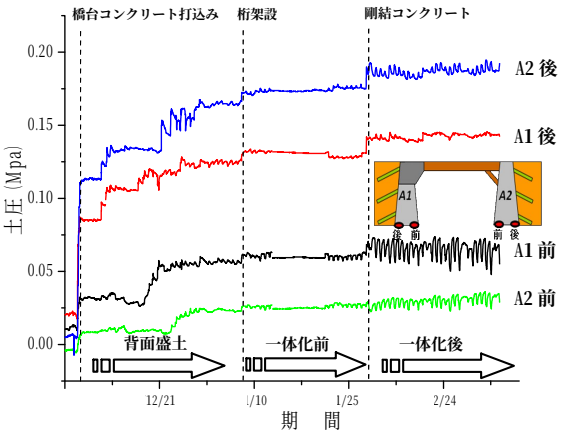

図２　土圧計の長期計測値

キーワード：一体化橋梁　動態計測　起振機試験
連絡先：〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　（公財）鉄道総合技術研究所　TEL.042-573-7261

握するために日変動計測を実施した．鉛直方向のたわみ計測は，温度変化の影響が少ないＨＶラインゲージにより計測し，水平方向の伸縮変位は，橋台天端に設置した水平変位計から計測する．

一体化により鋼桁が，橋台間を結ぶストラットの役割となり，図３に示すように温度変化による鋼桁の伸縮作用に伴い，橋台が回転し，桁中央部が隆起・沈下の挙動を示す．この結果，１日当り約 10 度の温度変化に対し，鉛直変位は約 0.9 ㎜，水平変位は左右隅角構造の違いにより変位差があるものの片側で最大約 0.9 ㎜変化する．

４．振動試験の結果

振動試験では，一体化により鋼桁中央部の発生曲げモーメントやたわみが理論上，半減程度になる効果を確認するために振動試験と静的載荷試験を実施した．鋼桁中央部の鉛直変位と起振機振動数の関係を図４に，鋼桁中央部の鉛直変位と起振力の関係を図５に示す．一体化後の変位量は，一体化前より平均 55%低下している．また，20Hz において高い応答値を示す．鋼桁中央部（下フランジ）のひずみ値と起振力の関係（図６）では，一体化前のひずみ値より平均 66%（※ 20Hz を除く場合：57%）低下し，一体化したことによる低減効果が有ると判断できる．載荷試験のひずみ値に対しても同様に低下することを確認した．

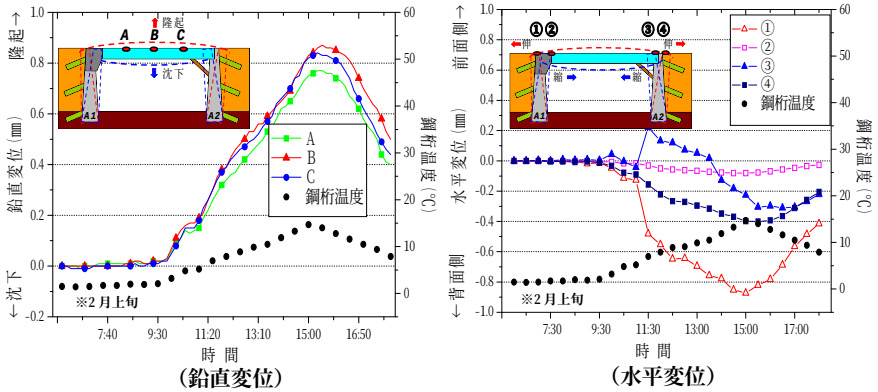

図３　鋼桁の変位と鋼桁温度の関係

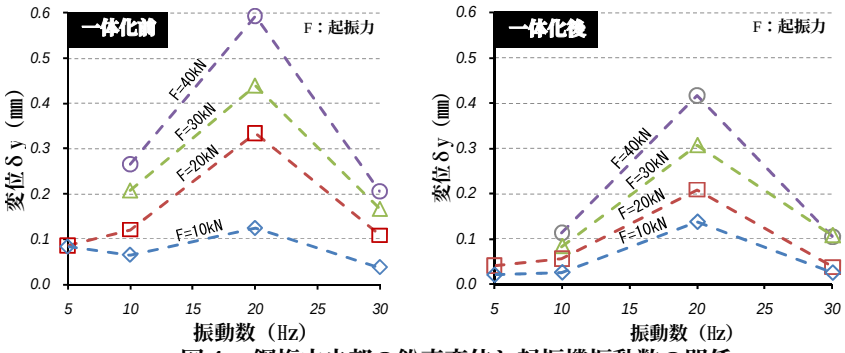

図４　鋼桁中央部の鉛直変位と起振機振動数の関係

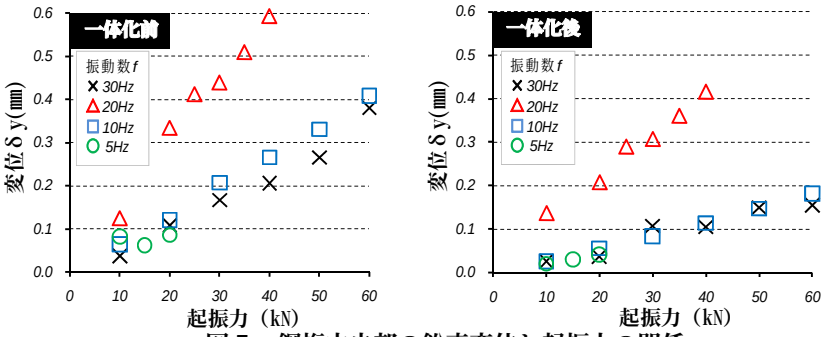

図５　鋼桁中央部の鉛直変位と起振力の関係

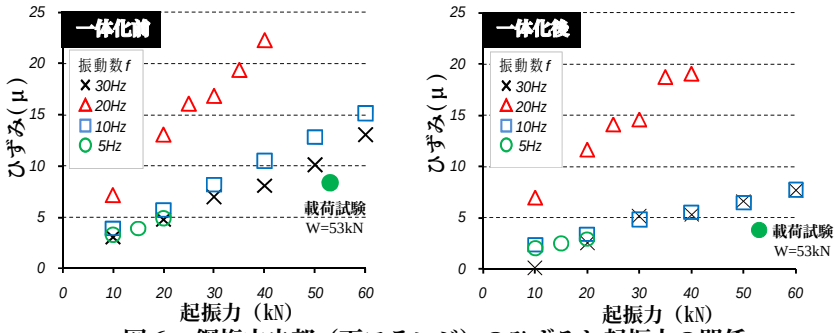

図６　鋼桁中央部（下フランジ）のひずみと起振力の関係

５．おわりに

実大の補強土併用一体橋梁に対して行った動態計測および振動試験の結果から，一体化による挙動と鋼桁に対する変位やひずみの低減効果を確認した．今後，動態観測（長期動態計測，夏季の日変動計測）を継続し長期的な挙動を把握する他，一体化橋梁の破壊形態を把握するために L2 地震動相当の水平載荷試験や列車荷重の繰返し載荷時の挙動を模擬した起振機試験を実施し，実大試験橋梁の挙動把握について解明していく予定である．なお，本研究は国土交通省の補助金を受けて実施しているものである．

参考文献

1)白仁田和久ら:鋼桁・橋台・盛土一体化(ラーメン構造化)による延命化工法の提案と影響解析,地盤工学会,第 45 回地盤工学研究発表会,pp.1393-1394,2010.8． 2)錦織大樹ら:構造の一体化と背面土へのネイリング補強による既存橋梁の高耐震化,第 44 回地盤工学研究発表講演集,pp.1349-1350,2009.8． 3)相馬亮一ら:橋桁・橋台・盛土を一体構造化した従来形式橋梁の常時安定性,地盤工学会,第 45 回地盤工学研究発表会,pp.1367-1368,2010.8． 4)三川武紀ら:既設鋼桁と橋台の一体化方法の検討-その 1 隅角部試設計-,土木学会第 65 回年次学術講演会,第Ⅴ部門,pp.67-68,2010.9． 5)平陽兵ら:既設鋼桁と橋台の一体化方法の検討-その2隅角部載荷実験-,土木学会第65回年次学術講演会,第Ⅴ部門,pp.69-70,2010.9． 6)白仁田和久ら:縁端距離および載荷角度を考慮した定着構造に関する水平載荷試験,土木学会第 65 回年次学術講演会,第Ⅴ部門,pp.1165-1166,2010.9 7)須賀基晃ら:老朽橋梁の延命化のための鋼桁・橋台・盛土の一体化補強,地盤工学会,第 46 回地盤工学研究発表会,2011（投稿中） 8)野中隆博ら:鋼桁・橋台・盛土の一体化補強工法における鋼桁・橋台の施工方法,土木学会第 66 回年次学術講演会,第VI部門（投稿中）