

異常動揺が発生した高架橋調整桁の補強効果に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○平野 雄大 加藤 正義
奥倉 英世 吉田 正夫

1. はじめに

平成19年に高架橋調整桁の一連において、列車通過時に桁および防音壁の異常動揺が確認された。詳細調査を実施したところ、乗り心地から定まる限界値 3.32mm^1 を超えるたわみが発生していた。そこで平成22年度、動揺の解消を目的とした補強工事を実施した。本稿では、その調整桁の変状対策の経緯と異常動揺に対する調査について報告する。

2. これまでの経緯

平成13年(経年28年)に防音壁の動揺が確認されて以来、様々な変状が発生している(表-1)。変状発生の原因は、地覆部(防音壁下端)の縁切れ等により、剛性が低下したことが主な理由と考えられた。そこでこれまでは、防音壁下端部でのプレート補強等を実施してきた。

平成20年に非接触振動測定システム²⁾で計測した列車通過時のたわみを図-1に示す。平成20年には限界値を超えるたわみがしばしば発生し、また、図-2に示すような共振と思われる時刻歴波形が得られた経験もある。

その後、防音壁目地充填等を実施すると、一時的ではあるがたわみ量が減少したことから、防音壁の剛性が桁全体の剛性に寄与するという知見を得た。これをもとに、恒久対策を検討し、平成22年度に図-3に示す、恒久的な剛性向上を図る補強対策を実施した。

3. 補強工事の効果検討

慣性力を排除したたわみ量より補強効果を検証するため、静的載荷試験を実施した。試験概要を図-4

表-1 調整桁の変状および対策履歴

年	月	変状と対策等(下線:変状)
H13	11	<u>防音壁の動揺</u>
H14	8	防音壁補強プレート補強, 地覆縁切れ補修
H15	7	<u>マヤチャート異常上下動</u> , <u>防音壁動揺</u> , 防音壁嵩上げPC板亀裂, 支柱ボルト抜け
	12	防音壁補強プレート修繕
H16	7	通信機器移設
	12	<u>支承部のあおり</u>
H19	2	沓座打替
	11	<u>防音壁嵩上げ部PC板の破損</u> , <u>桁・防音壁の動揺</u>
		防音壁揺れ防止固定アングル設置
H20	2	防音壁嵩上げ部PC板撤去
	4, 12	
H21	12	防音壁目地充填
H22	3	
	8	桁剛性補強

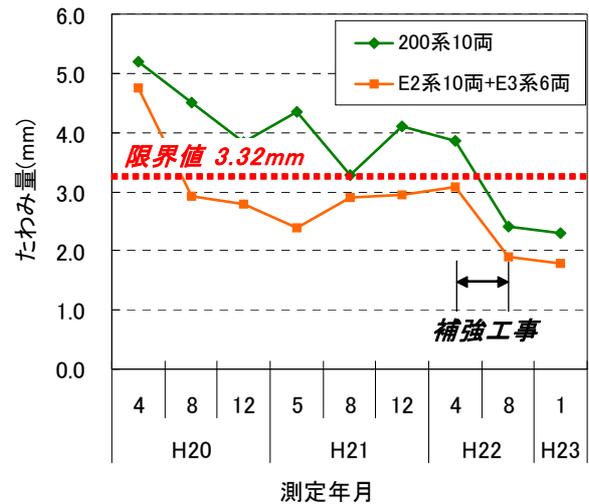


図-1 列車通過時のたわみ量

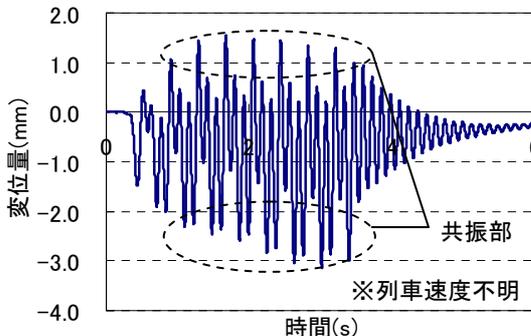


図-2 共振発生が疑われる時刻歴波形

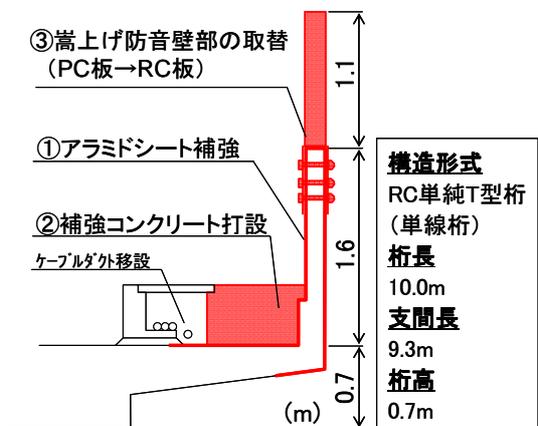


図-3 補強工事の概要

キーワード：調整桁，非接触振動測定システム，静的載荷試験，衝撃振動試験，固有振動数

連絡先：〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町630 東日本旅客鉄道(株) 大宮土木技術センター TEL048-643-5799

に示す。桁側面にターゲットを設置し、レーザ変位計を用いて桁中央部に保守用車(重量 289.3kN)を載荷した際の桁中央の変位を測定した。

表-2の試験結果より、補強によってたわみ量が低下しており、補強効果が現れている。なお線間側のたわみ量が大きい理由は、軌道中心が線間側へ寄っていることと、剛性補強を梁外側で実施したことによると推定される。

4. 補強前後の桁の挙動の考察

列車通過時の桁の振動と桁の固有振動数の関係から、桁の挙動について考察する。

約 294N の重錘で桁を加振する衝撃振動試験から得られる桁の固有振動数は、補強前は 9.5Hz, 補強後は 12.1Hz となった(図-5, 6)。一方、列車通過時(230~240km/h)は最も卓越する。車両間の振動数(1次振動モード)は、2.6~2.7Hz である。ここで、3次振動モードで考えると、7.7~8.0Hz(3倍)となり、補強前の桁の固有振動数に比較的近い値になる(図-5)。但し、図-7より、補強前の桁の挙動は、たわみは大きいが桁の固有周期とは、1.5Hz(9.5 Hz -8.0Hz)程度の差があって、共振は起きていなかった。対策後(図-6)の挙動は、桁の固有振動数は 12.1Hz で、3次振動モード 8.0Hz から 4.0Hz 以上の差が現れた。計測時はたわみが減り、共振現象も見られない結果となった。

今回、列車速度を非接触振動測定システムによる桁の挙動と車両の諸元から逆算して求めたが、この方法による振動数測定誤差は十分考えられる。列車通過時の計測は、桁の挙動とは切り離して軌道面で列車通過の挙動を計測し、卓越する周波数を別途求めておくよ

うな取組みが必要かもしれないというのが反省として残る。

5. まとめ

これまでに得た知見を以下にまとめる。

- ①補強コンクリート等により剛性が増し、たわみ量は減少し、より限界値内に収束した。
- ②補強後の固有振動数は、列車通過時の3次モード振動からも大きく離れ、共振挙動は起きていない。

参考文献 1)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・変位制限, pp74, 2006年 2)上半, 目黒：構造物診断を目的とした非接触微動測定法, 生産研究, Vol.55No.6, pp.585-590, 2003年

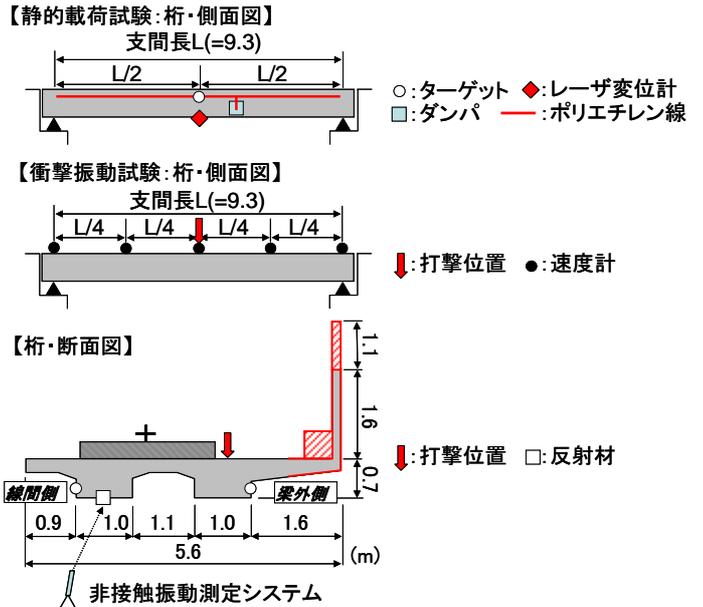


図-4 各試験の概要

表-2 静的載荷試験結果

測定位置	たわみ量(mm)		比率
	補強前	補強後	
線間側	2.59	1.47	0.57
梁外側	2.09	0.67	0.32

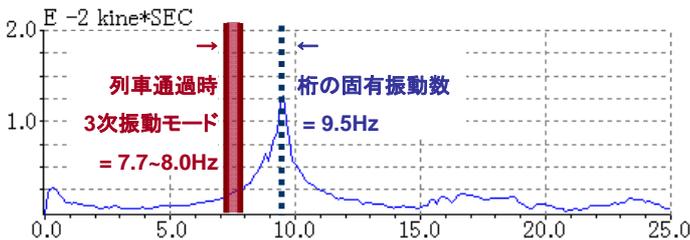


図-5 補強前の衝撃振動試験結果(横軸:振動数)

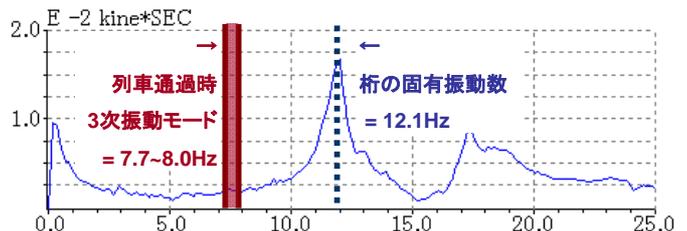


図-6 補強後の衝撃振動試験結果(横軸:振動数)

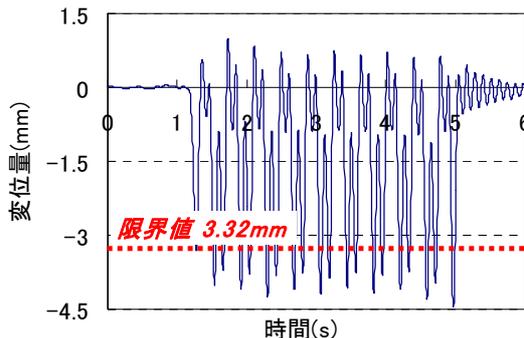


図-7 補強前の代表的な時刻歴波形

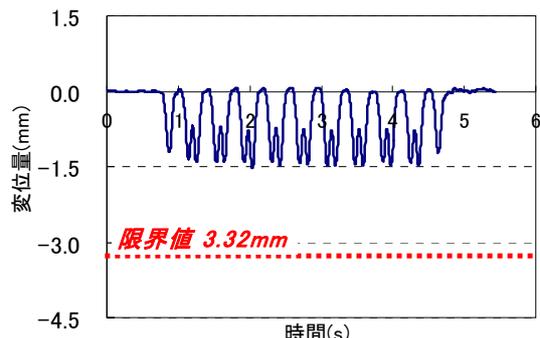


図-8 補強後の代表的な時刻歴波形