

国鉄 構造物設計事務所 正会員 ○村田清満
同 正会員 稲葉紀昭
同 正会員 谷口紀久

1. まえがき

現在、国鉄で定める「建造物設計標準（鋼鉄道橋）」において、桁の鉛直方向のたわみ制限は、半正弦波形状のたわみ曲線上を、車体モデルが走行する場合の動的応答計算を行い、走行安全、乗り心地を考慮して決められている。したがって、設計上は、少なくとも列車が安全に走行でき、乗客に対して中程度の乗り心地を与えることが保証されている。しかしながら、設計標準に準拠して設計された実橋梁において、車両が必ずしも設計で考えているような動的挙動を示さない場合がある。この原因として、軌道の不正、外的要因による上部工の変形、基礎の変位等が考えられる。本報告は、外的要因として温度変化に着目し、昼夜間の気温の変化に伴う橋梁の変形状態を明らかにし、これによって通過列車の動揺がどのような影響を受けるかを実測により検討したものである。

2. 実橋測定の概要

測定の対象とした橋梁は、新幹線の複線道床式下路プレートガーダーでスパン49m4連、44m2連、39m1連が連続している。このうち、図-1のG1桁の上り線側について一連の測定を行った。測定項目、測点数、測定位置を表-1および図-2に示す。

冒頭で述べたように、今回の測定は昼夜間の気温の変化による桁の変形と、通過列車の動揺の関係を定量的に捕えることを主な目的としている。したがって、橋梁上を通過する車両、列車速度等の試験条件は同じに設定する必要がある。ここでは、上記の条件を満足するような試験列車を設定し車両上下動振動加速度を測定した。

試験列車は、200系試験列車（240km/h走行）および同一車両の営業列車（約、200km/h走行）の2種類である。これらの列車について車両の上下動振動加速度を簡易式動揺試験器により、最後尾車両の後尾台車上で測定した。なお、測定は昭和59年9月11日、12日の2日間にわたって行われた。

3. 測定結果および考察

今回の測定では、上フランジ、下フランジともフランジ中央天端およびフランジ両縁端の計3点の温度を測定した。上フランジについては、直接日光があたっている中央天端の値が両縁端の値より、若干高く出る傾向にあるが、ほぼ3点とも同程度の温度を示している。

図-3は主桁各部の平均温度および外気温の時間的推移を示している。図-4は上下フランジの相対温度差と桁スパン中央のたわみの関係を示している。

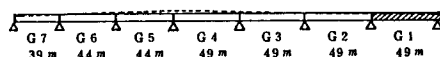


図-1 測定橋梁（G1桁）

表-1 測定項目及び測点数

測定項目	測点数	測点記号
たわみ	2点	D1, D2
応力	2点	G1, G2
振動加速度	4点	A1, A2, A3, A4
温度	8点	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8

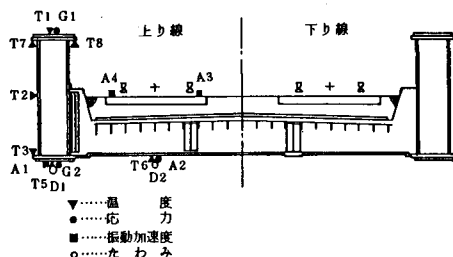


図-2 測定位置（G1桁スパン中央）

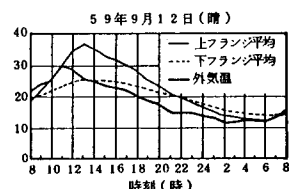


図-3 桁各部の温度の時間的推移

図より、上下フランジの温度差の増加につれて、主桁スパン中央のそり上り量は増加する傾向にあり、 1°C の温度上昇に対して約 1 mm のそり上り量が生じている。図中、たわみ量は午前9時での値を 0 mm とし、そり上り量を正としてプロットしている。

一方、図-5のような主桁の微小要素を考え、上下フランジの温度差により変形した桁の中立軸を円曲線と仮定すると、当該橋梁のスパン中央におけるそり上り量は、上下フランジの温度差 1°C につき約 1.3 mm となり、実橋梁での軌道の剛性等を考えれば、今回の測定結果は計算結果と比較的良く一致していると考えられる。

表-2は列車が当該橋梁を通過する際に、車上で測定された車体上下動振動加速度を示している。

表中、列車番号が9000番台の列車は200系高速試験車で、現地通過速度は全列車とも 235 km/h である。また、列車番号12B、210Bの列車は同一車両の営業列車で、現地通過速度は 195 km/h 前後である。

9月11日の測定値は9月12日の測定値より全体に小さい。これは、当日の天候が曇りで日中の気温もあまり高くなく、温度の桁への影響が小さかったためと考えられる。同じ日の測定値については、高速試験列車、営業列車の別なく、屋過ぎの気温の高い時間帯に当該橋梁上を通過した列車の車体上下動振動加速度は大きな値を示している。

図-6に車体上下動振動加速度と桁の温度によるそり上り量の関係を示す。

図より、温度による桁のそり上り量に対し、車体上下動振動加速度の増加傾向が認められる。

なお、今回の一連の測定の中で、列車通過時に主桁および横桁に発生する応力、桁のたわみ、部材振動加速度のそれぞれの値はこれまでの実橋測定結果と比べ、特に異常は認められない。

4. あとがき

鋼桁部材の温度差が列車走行に与える影響を調べることを目的として実橋測定を行った結果、今回の測定では、主桁上下フランジの温度差は屋間において、 10°C 以上にも達し、この温度差による桁のそり上り量は 10 mm 程度になることがわかった。年間を通しては、輻射熱の影響が大きい夏季では、部材間の温度差が今回以上に大きくなることも予想され、これに伴い、桁のそり上り量も更に増加することが考えられる。また、橋梁上を通過する列車の上下動振動加速度は、桁のそり上り量の増加につれて大きくなる傾向が認められた。今後、これらの測定結果、および理論解析結果を踏まえ、乗り心地の改善のための検討を加えて行きたいと考えている。

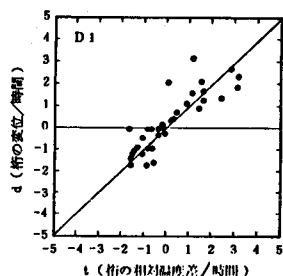


図-4 上下フランジの相対温度差と桁のたわみの関係

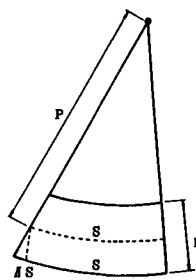


図-5 桁の微小要素

表-2 車体上下動振動加速度(上り線)

列車番号	59年9月11日		59年9月12日		現地通過時刻
	最大値 (g)	G3桁 (g)	最大値 (g)	G3桁 (g)	
9856B	0.16 (G7)	0.11	0.24 (G1)	0.11	10:20頃
9858B	0.18 (G2)	0.14	0.21 (G3)	0.21	11:32頃
9860B	0.20 (G1)	0.14	0.29 (G3)	0.29	12:30頃
9862B	0.20 (G1)	0.15	0.29 (G3)	0.29	13:30頃
9864B	0.20 (G1)	0.18	0.28 (G3)	0.28	14:34頃
12B	0.19 (G2)	0.15	0.16 (G1)	0.11	9:00頃
210B	0.20 (G1)	0.11	0.24 (G4)	0.24	15:10頃

()内は測定位置

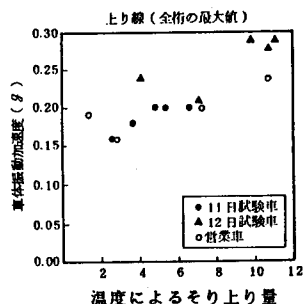


図-6 車体振動加速度と温度によるそり上り量の関係