

合成桁上の有道床区間におけるMTT整備について

西日本旅客鉄道(株) 正会員 鈴木 常夫
西日本旅客鉄道(株) 正会員 鈴木 洋平
西日本旅客鉄道(株) 非会員 小川 敦夫

1、はじめに

山陽新幹線では、平成9年春のダイヤ改正から500系による300km/h走行が開始され、新大阪～博多間を2時間17分で走行し、大幅な時間短縮が図れることとなった。一方で、500系の営業開始にあわせ、動揺による運転規制値が見直され、保守管理を強化する必要がある。JR西日本では、平成8年度からσ値を用いたMTT整備等により、一般軌道の乗り心地は向上したものの、土木構造物等の影響による動揺発生区間については、一般部に比べると、乗り心地が悪く、保守困難箇所となっている。そこで、今回は土木構造物、ここでは合成桁上の有道床区間による動揺発生箇所のMTT整備について試行し、良好な結果が得られたので、ここに報告することとする。

2、合成桁上の有道床区間について

スミスで移動平均処理を施された1m代表値を扛上量計算システム（以下「GRAND」とする）に入力して扛上量を求め、線形条件及びこの扛上量をMTTのALCに入力して整備を実施している。しかし、合成桁上での扛上量は、桁のたわみを含んでいるため、静的線形による扛上量が一致しないため、MTT整備が困難であった。また、桁のたわみは、列車の速度や荷重によっても異なるため、整備対象列車をどうするかによっても、整備が異なる。そこで、列車荷重毎の合成桁のたわみを測定して、整備することが望ましいが、たわみを測定することが困難である場合が多い。以上のことから、たわみを測定しなくても、列車荷重や速度を考慮した整備手法について検討することとした。

3、合成桁区間の軌道狂いについて

合成桁区間におけるMTTの検測結果とマヤ車の検測結果を10m弦高低狂いで比較（図-1、起点方からA、B、C、D桁とする）し、水準測量結果（図-2）、及び水準測量結果から得られる40m弦高低狂いとMTTの検測結果から換算した40m弦高低狂いとマヤ車の40m弦高低狂いを比較（図-3）する。図-1から一般部ではMTT検測結果とマヤ車の測定結果がほぼ一致するものの、合成桁上の軌道狂いはマヤ車の方が大きな値となっている。現地を確認したところ、特にバタツキ等が無い場合、これは列車荷重によるたわみの影響であると考えられる。また、水準測量から得られる40m弦高低とMTT検測結果から得られる40m弦高低はほぼ形状が一致するものの、マヤ車の検測結果とは全く形状が一致しないことが図-3よりわかる。このことから、静的検測結果とマヤ車の検測結果は、合成桁上では異なることがわかる。以上のことから、静的検測結果と動的検測結果が異なることによって、MTT施工だけでなく、材料更換等の施工が困難である。

4、合成桁上のたわみ曲線について

合成桁上のたわみを考慮した縦曲線を挿入することで、施工管理上は取り扱いが容易になると考えられる。そこで、本研究では、水準測量結果及び軌道狂いから得られる扛上量を用いてたわみ曲線を算出することとした。

合成桁のたわみは、図-2の水準測量結果からジョイント間を直線で結び、その高低差を求め、また、GRANDで求めた復元原波形をジョイントからジョイントで線引きして得られる高低差を求め（ジョイント間が100m以下であるため、GRANDから求められる復元原波形で十分であると考えられる）、これらを差し引いて求められると考えられる（図-4）。また、合成桁のたわみ曲線を理論的に求める場合、列車荷重をP標準活荷重とした、連続2跨り

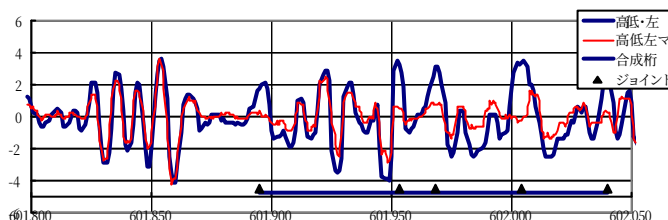


図-1 MTT検測とマヤ車（H11、11、第2下り）の10m弦高低比較

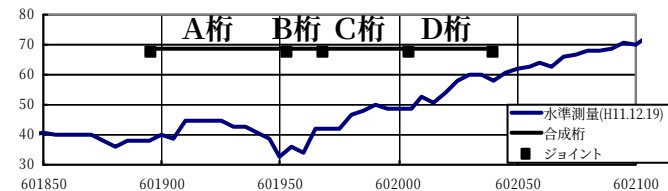


図-2 水準測量結果

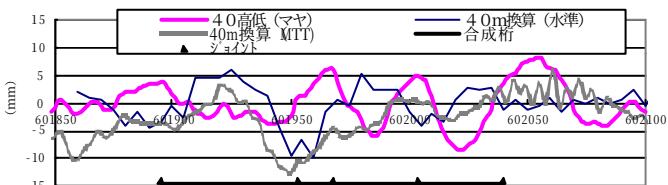


図-3 40m弦高低比較

上下動揺、合成桁、MTT、たわみ、水準測量

〒670-0914 兵庫県姫路市豆腐町字水田 316 TEL(0792)-82-5864 FAX(0792)-82-2292

求めるべきであるが、ここでは、単純ばり上の等分布荷重として、桁毎に求め、図－4に示す（ただし、B桁は合成桁ではないため、算出していない）。

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{p \cdot i}{2} (l \cdot x - x^2) \quad (\text{式－1})$$

$$\text{ただし、} i = \frac{K_a \cdot v}{500 \cdot L^2} + \frac{10}{65 + L}$$

ただし、 p ：列車荷重、 i ：衝撃係数¹⁾、 L ：桁長（m）、 K_a ：係数、 v ：列車速度(km/h)

水準測量と復元原波形から求めたたわみ曲線と単純ばりから求めたたわみ曲線は、ほぼ一致することから、式－1から求められるたわみ曲線が、この合成桁の挙動を表わすことができると考えられる。

5、合成桁上の縦曲線設定について

式－1から算出したたわみ曲線を縦曲線として挿入すれば、マヤ車による軌道狂いを解消することができると考えられる。しかし、式－1から求められるたわみ曲線は、0系210km/hの場合であるから、ここでは、最速列車である500系の乗り心地を最優先と考えるべきである。500系の諸元から式－1によりたわみ曲線を求め、縦曲線を設定することとする。0系マヤによる桁中央のたわみを1とした場合の500系のたわみは、A桁は0.58、C桁は0.77、D桁は0.71となる。縦曲線を設定する場合、管理上容易とするため、式－1で求められるたわみ曲線ではなく、

桁中央のたわみが一致するような円曲線（半径15000m以上）とする。また、C桁とD桁の縦曲線が隣接しているため、MTTの施工性及び列車通過時の台車がジョイントを通過する際の影響を考慮し、約5m程度縦曲線の開始位置を離すこととした。なお、今回は初回の施工ということ及び動揺を測定する位置が先頭車であることから、先頭車が桁中央を走行している場合の列車荷重から式－1

に代入し、たわみを求めるとA桁0.44、C桁0.52、D桁0.48となる。これらから、曲線半径を求め、前後の残留狂いを発生させない様に、図－5のように計画し、この線形条件をMTTのALCに入力し、施工することとした。

6、施工結果について

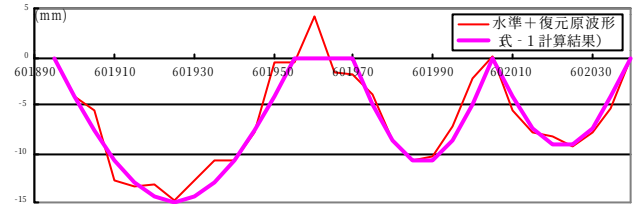
施工前後の上下動揺を図－6、施工後の計画線に桁のたわみを加算し、40m弦高低を求め、これとマヤ車との40m弦高低と重ねあわせる（図－7）。図－6から、D桁以外ほぼ上下動揺が解消され、図－7からほぼ計画線通りの施工ができたことがわかる。しかし、D桁は分岐器先端部が介在しており、つき固め不能箇所が多く存在しているために、十分な扛上ができなかったこと、及びMTT後部がC桁上の縦曲線上の残留狂いによる影響からであると考えられる。以上のことから、合成桁のたわみを測定せずに、合成桁のたわみを考慮した整備、及び列車荷重と速度を考慮した整備を実施することができた。また、今回の整備により、分岐器直前の上下動揺を低減することで、軌道弱点箇所である分岐器への影響を少しでも低減することができると考えられる。

7、まとめ

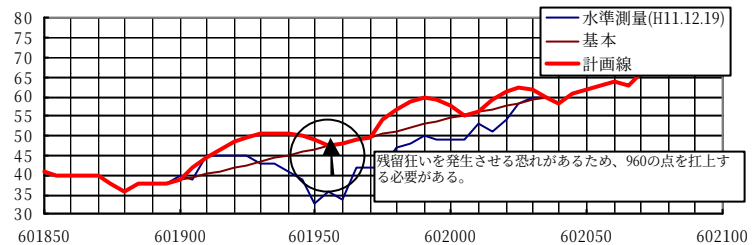
今回の手法を用いることにより、合成桁の有道床区間の動揺対策を実施することができた。今後は、保守周期がどれくらいなのか、日常管理をどうするべきなのか等を検討することとし、あわせて、MTTの後部による影響を考慮した整備手法等についても検討することとしたい。

<参考文献>

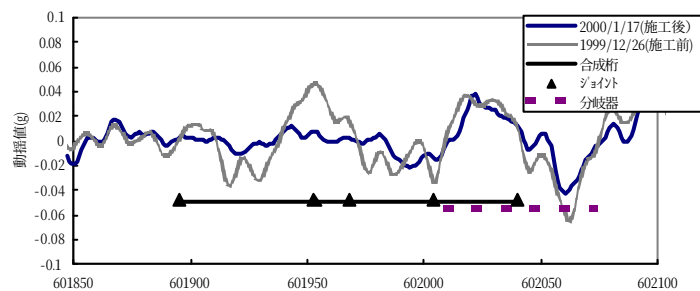
1) 運輸省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物 P.32



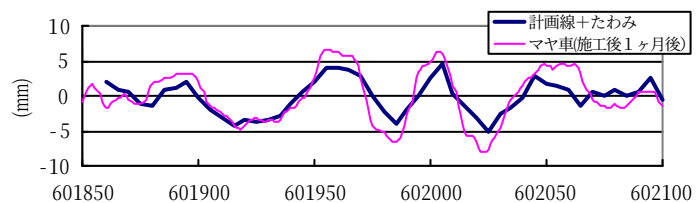
図－4 合成桁でのたわみ量



図－5 水準測量による計画線



図－6 500系上下動揺施工前後比較



図－7 40m弦高低比較