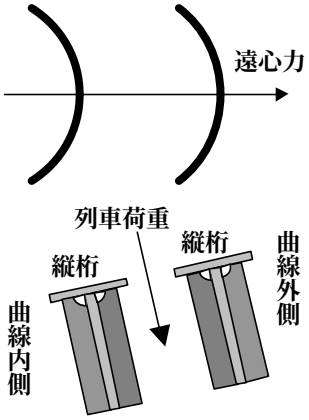
鋼製曲線桁における検査着眼点及び評価

東海旅客鉄道株式会社　　正会員○野室　明久　正会員　森　丈晴

１．はじめに

鉄道の曲線部に架かる鋼製の橋りょうにおいては、直線部と異なり、列車通過時にレール、まくらぎを介して縦けた上フランジに遠心力が作用する。通常、鋼橋の縦桁にはレールのカントなりに角度が設けられており、遠心力の影響を緩和している（図－１）。しかし、縦桁にこのような角度が設けられていない曲線部における下路トラス桁の場合や、桁架設時の設計速度に対して速度向上を行なった場合には、列車通過による荷重の方向と縦桁の角度のバランスが崩れることが考えられ、その際には何らかの影響が発生することが想定される。今回、上述の場合における、縦桁中間補剛材に発生する応力状態に着目し、検査における着眼点を見出すとともに、実際に応力測定を行い評価したので報告する。



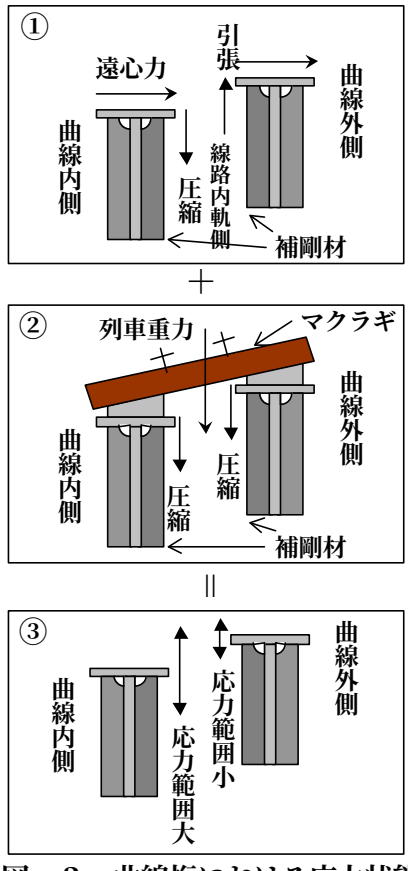
図－１　曲線部における列車荷

２．曲線桁における応力状態の検討

曲線部においては、直線部と異なり、遠心力が作用する。よって、曲線部においては、列車通過による荷重の方向と縦桁の角度が一致しない場合がある。例えば、曲線部におけるトラス桁や、将来速度向上を行っていった場合がそれに当たる。その場合における線路内軌側中間補剛材に発生する応力状態を検討する。中間補剛材は本来縦桁腹板の座屈を防止するために設けたもので、列車荷重の分担を想定していないが、実際は桁中央部においては上フランジとの溶接を介して中間補剛材に圧縮応力が加わる。さらに上記の場合によっては、引張応力が作用すると考えられる。よって今回は中間補剛材について検討することとした。検討に際しては、縦桁に角度が設けられていない、縦桁幅よりもレール幅の方が小さい図－２の状態を仮定して検討する。

曲線部においては､その遠心力の作用から縦桁上フランジにおいては、曲線外側への首曲げが生じる。この時、線路内軌側の中間補剛材天端に発生する応力は、曲線外側の縦桁では引張、曲線内側の縦桁では圧縮となる（図－２①)。また、これとは別に、重力による鉛直方向の列車荷重からマクラギがたわみ、曲線外側及び内側の両方とも圧縮応力が加わる（図－２②)。この結果、曲線外側では、引張応力と圧縮応力が相殺され応力範囲が減少し、これとは逆に、曲線内側では、圧縮応力が重なり、応力範囲は増大すると考えられる（図－２③)。

以上より、曲線桁においては、曲線内側中間補剛材に発生する応力レベルが曲線外側より大きくなると考えられる。よって、曲線部におけるトラス桁や列車の速度向上を行った際の検査時の着眼点としては、曲線外側よりも内側を、より重点的に検査する必要があると考えられる。



図－２　曲線桁における応力状態

キーワード：鉄けた、曲線桁、応力測定、縦桁中間補剛材
〒100-0005　千代田区丸の内 1-9-1　丸の内中央ビル 5 階　TEL.03-5218-6274　FAX.03-3286-5186

３．実橋測定による検討結果評価

上記「２」の検討結果を確認・評価するため、実橋曲線桁において、縦桁の線路内軌側中間補剛材天端の応力測定を行った。測定を行った橋りょうの諸元を以下に示す。

・桁形式…ローゼ、支間…８５．２m、角度…直、曲線半径…２５００m、カント…２００mm

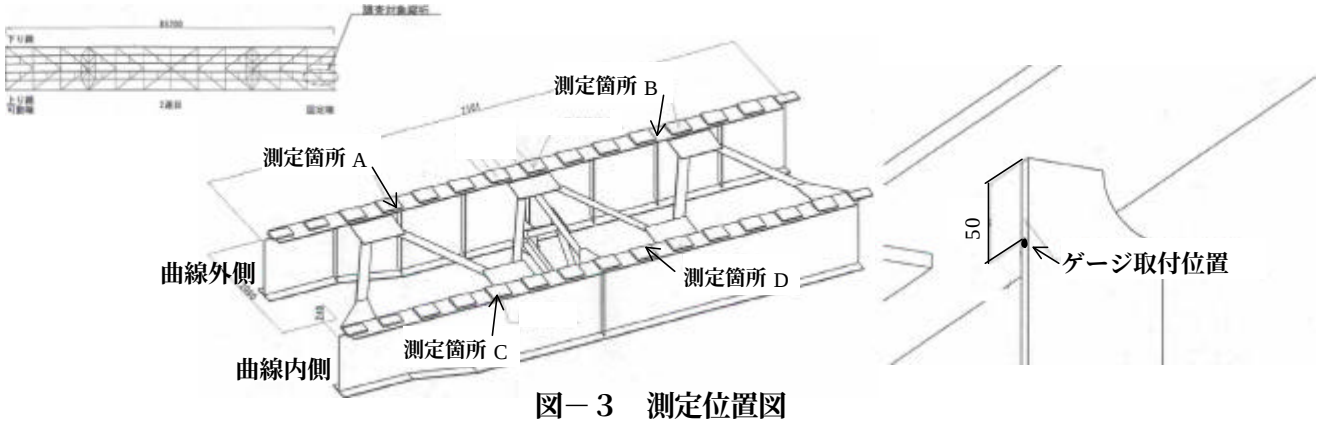
測定は図－３に示す４箇所（測定箇所 A～D）において、中間補剛材端面で上フランジ下面から５０ mm 下方で行った。測定機器概要を図－４に示す。

表－１は測定結果の最大応力範囲を、曲線外側を１として、それぞれ、測定箇所 A に対して C、B に対して D と比較したものである。表より、曲線内側の方が曲線外側に比べ約１．３倍の大きさとなっていることが分かる。このことから、「２」の検討結果と同じく、曲線外側の中間補剛材よりも、曲線内側をより重点的に検査した方が良いと考えられる。また、曲線外側の基本的応力挙動は引張状態となっていて、それとは逆に、曲線内側では、圧縮状態となっていた。よって、仮に変状が発生した場合を考えると、発生以後のその進展は、引張状態である曲線外側の方が、曲線内側よりも早いと考えられる。

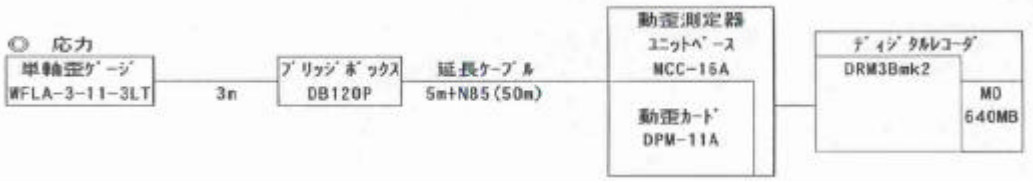
以上のことから、曲線外側と内側の線路内軌側中間補剛材を比較すると、検査時の、より重要な着眼点としては曲線内側、変状発見後の、より注意した対策が必要となるのは曲線外側であると考えられる。

４．まとめ

鋼製曲線桁における列車通過時の遠心力の作用から、応力状態を検討し、さらに、実測を行うことにより、曲線部におけるトラス桁や、将来、列車の速度向上を行っていった際の検査時の着眼点を見出し、さらに、変状発見以後の注意点を考察した。この結果、曲線中における鋼製橋りょうにおいては、これまでの変状発生傾向から絞り込んだ検査着眼点のほかに、本研究で明らかとなった中間補剛材天端における変状発生の可能性と進展性を考慮した検査が必要であることがわかった。今後も、確実な検査、早急な対策を常に念頭に置いて構造物の維持管理を行っていきたい。



図－３　測定位置図



図－４　測定機器概要

表－１　列車毎の平均測定結果

車両形式	曲線外側		曲線内側	
	A（東京方1/4）	B（新大阪方1/4）	C（東京方1/4）	D（新大阪方1/4）
700系	1.0	1.0	1.3	1.4
500系	1.0	1.0	1.3	1.1
300系	1.0	1.0	1.2	1.2
100系	1.0	1.0	1.5	1.7
平均	1.0	1.0	1.3	1.3