

鋼橋の桁座付近腐食による機能不全が与える影響とその管理に関する一考察

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○佐藤 崇

1. はじめに

構造物の維持管理に関する社会的注目度は年々高まっており、鉄道構造物に限らず、インフラ構造物の老朽構造物は年々増加している。鋼鉄道橋における変状の大きな要因には、疲労と腐食の2つがある。疲労に関しては、列車本数が比較的多い線区には厳しい状態となるが、山陰地方のように日本海岸側に面する地域で且つ列車本数が比較的少ない線区では、腐食を要因とする桁の劣化の評価方法を確立する必要性が高い。これら腐食による構造物の劣化諸問題のうち、本論文では、支承部材の腐食劣化に伴う機能低下の検証とその補修について報告する。

2. 本研究の目的と対象構造物

本研究では、図-1のとおりの支間60mの下路トラス橋で使用されているローラー支承(図-2)のうち、腐食劣化により機能低下(可動不良)の状態にあると評価したのに対し、現地での応力測定及び理論解とを比較することにより、支承の機能低下は、橋梁の主部材に実際に与える影響(特にトラス構成部材)について検討する。また、実際に支承の取替工事を行いその前後の応力測定を行い、機能の回復状況等について確認を行ったので報告するものである。

3. 支承の劣化状況

右図に今回補修対象とした支承の劣化状況(図-3)と写真(図-4)を示す。支承上部のヒンジを構成する部材は比較的健全であるが、可動部を構成しているローラー部材及び下支承版等の腐食劣化が著しい。図-4右側の写真は、既設支承撤去後の支承部の状況だが、外観以上に、内部にあるローラー部材程、欠食・変形が著しく、健全な状況とは言い難い。このことから、可動支承としての機能低下が著しいと判断できる。

4. 応力測定と理論解との比較による評価

支承部の機能低下が応力分布に与える情况进行検証するために、現地で応力測定を実施した。その測定点の設定を図-5に示す。ひずみゲージの設置位置は、格点が剛結構造であることから懸念される二次応力の影響等を小さくするため、格点間の中央(部材スパン中央部)に設けた。1測定には、対称に2箇所の1軸ゲージを設置し、その平均値を測定値とした。当該線区(山陰本線・出雲～益田間)を走行するキハ187系車両を測定対象とした。

比較する理論値は、骨組解析により算出した。弦材・床組等は梁要素、格点部の構造的特徴から、各部材を剛結とした。理論解と実測値の比較を表-1に示す。解析上で、可動部の接点を構造特性のままモデル化(橋軸方向以外の変位を拘束)すると、下弦材において測定値と理論値との乖離が、他の測定値と理論値との乖離と比較して大きいことがわかった。そこで、可動支承の機能不全を考慮し、変位の非拘束方向(橋軸方向)に線形バネを設定し、バネ係数を変数として理論解を算出した。結果、実測値と最も近いものの理論解は、

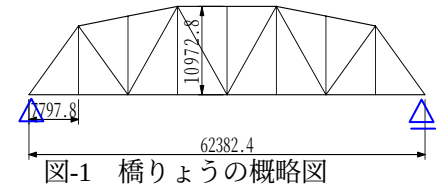


図-1 橋りょうの概略図

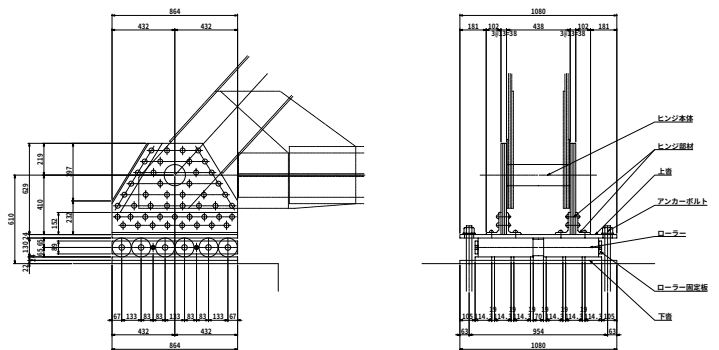


図-2 既設支承の詳細図(ローラー支承)

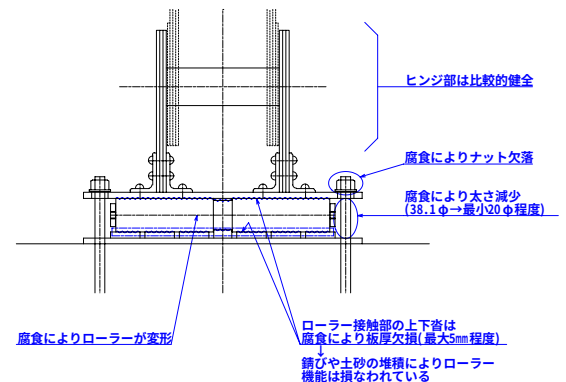


図-3 既設支承の変状図

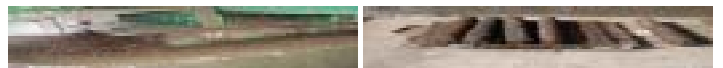


図-4 支承の劣化状況

キーワード 鋼鉄道橋 腐食 支承 機能不良

連絡先 〒683-0047 米子市弥生町2番地 西日本旅客鉄道(株) 米子支社 施設課 TEL 0859-32-0222

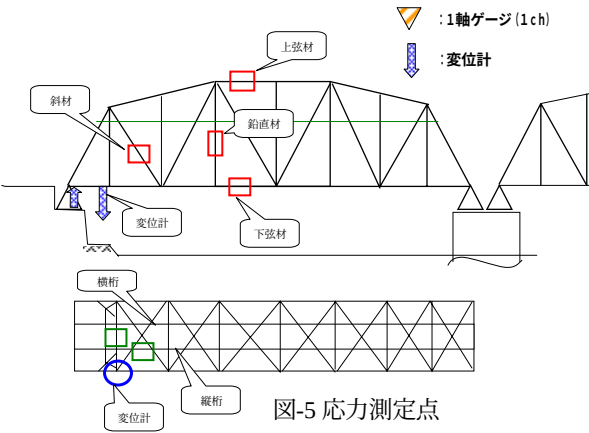


表-1 理論解-実測値比較表

可動支節の条件		上弦材	下弦材	斜材	鉛直材	たわみ
X軸: 橋軸方向 Y軸: 橋軸垂直方向 Z軸: 鉛直方向	実測値	-16.4~16.7	8.7	17.5~15.8	13.2	3.43
	実測平均	-16.5	8.7	16.6	13.2	-----
	断面積(mm ²)	32,160	26,800	15,100	11,020	
	作用力(kN)	-458.23	340.34	222.48	96.21	4.1
健全な可動支 (dx: 自由 dy・dz拘束)	応力度(N/mm ²)	-14.2	12.7	14.7	8.7	
	衝撃考慮(N/mm ²)	-16.4	14.6	17.1	10.6	
	比率	0.992	1.677	1.032	0.804	
	比率(衝撃無)					1.195
可動不良考慮① (dy・dz拘束) x軸方向はバネ拘束 (Kx=1.5×10 ⁵ 5kN/m)	作用力(kN)	-457.99	186.37	217.91	98.25	3.14
	応力度(N/mm ²)	-14.2	7.0	14.4	8.9	
	衝撃考慮(N/mm ²)	-16.4	8.0	16.8	10.8	
	比率	0.992	0.918	1.011	0.821	
可動不良考慮② (dy・dz拘束) x軸方向はバネ拘束 (Kx=1.2×10 ⁵ 5kN/m)	作用力(kN)	-458.01	198.97	220.12	98.08	3.56
	応力度(N/mm ²)	-14.2	7.4	14.6	8.9	
	衝撃考慮(N/mm ²)	-16.4	8.5	17.0	10.8	
	比率	0.992	0.981	1.021	0.820	
	比率(衝撃無)					1.038

表中の「可動不良考慮②」であることがわかる。このとき、支承接点には橋軸方向に 180 kN 以上の力がかかっている。これらから、可動支承の機能低下に伴い表れる沓座への影響等が確認できる。

5. 可動支承補修計画概要

腐食劣化が著しいことから、支障の補修を実施した。補修は、ローラー自体の損傷が大きいため、支承自体の取替で計画をした(図-6)。その際、既設おりのローラー沓の場合、その材料の特殊性から材料の納入期間に相当期間を要する(約半年)ため、より施工費も安く、構造上施工時の高さ調整等での優位性、必要な許容移動量を持つ等の条件から、スライディング支承にて施工することとした。施工は夜間に十分な列車間合いがあるため、夜間長大間合いの線路閉鎖工事にて5日間夜間工事を行い完了している。

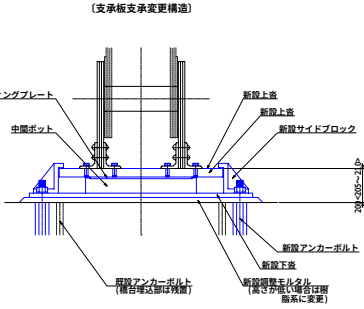


図-6 取替後の支承構造

6. 補修前後の応力状況の検証

今回の補修工事の前後に応力測定を実施して、比較検討してみることにした。その結果を表-2 及び図-7 に示す。可動支承の機能が本来の機能に戻れば、下弦材の応力負担の増加、可動支承部の橋軸方向への移動量改善(大きくなる)が想定される。結果の一部を表-2 に示すが、下現在・斜材ともに、補修の前後における測定応力における有意な差は確認できなかった。活荷重に伴う発生応力が比較的小さいこともこの結果につながっていると想定される。可動支承部の移動量は、補修後の方が大きい移動量を示す傾向が確認された。また、図-7 は、支承部の橋軸方向の変位と計測時間の関係を表しているが、補修後の方が、移動後の戻り量が大きい値を示した。これらからも支承構造の機能回復が読み取れる。

7. さいごに

支承部の機能低下に伴う影響を検証したところ、機能低下を、支承部の接点を可動方向に線形バネを設定することにより、表現することができた。しかし、取替工事の前後に応力測定を実施したところ、比較的活荷重が小さい中では、その改善等は明確には判明しない結果となった。しかし、支承の可動特性の回復は確認できたことから、桁座や桁移動による軌道等への影響を考慮し、桁座の取替は必要であると考えられる。今後とも同様の機会を捉えて検証していく。

[参考文献] (社)日本橋梁建設協会：支承部補修・補強工事施工の手引き、1999.3

表-2 補修前後の測定結果(変位・応力)

図-7 支承部橋軸方向の変位-計測時間分布 (左：補修前 右：補修後)