

鋼・合成鉄道橋の疲労調査

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○中山 太士
正会員 木村 元哉
(株)BMC 正会員 小芝 明弘

1. はじめに

近年、応力実測結果を用いて累積疲労損傷度を算出することにより、疲労寿命を評価する方法が確立されている。今回、疲労評価手法を用いて一線区の橋梁から複数を抽出し、調査を実施したので、その結果について報告する。

2. 調査目的と調査橋梁の選定

(1) 調査目的

今回調査した線区の鋼・合成橋梁は、標準設計を採用し、一時期に建設されており、保線作業や騒音問題から、開床式構造は使用せず、すべて道床式またはスラブ軌道式を採用している。

この線区の鋼・合成橋梁は、これまで疲労損傷がほとんど発生していないが、供用後約30年が経過し、近年、高速運転列車（270km/h以上）の大幅な増加等の環境の変化があったことから、それらの疲労損傷に対する影響を確認するため、疲労調査を実施することとした。

(2) 調査橋梁の選定

この線区の鋼・合成橋梁の桁種別は、合成桁がほぼ全数を占め、非合成の鋼桁は、3橋梁（上路トラス5連、下路プレートガーダー2連および下路トラス6連）のみである。今回の調査対象橋梁は、桁数の最も多い合成桁から設計年代、高速区間、低速区間別に6連、下路トラス1連の計7連を選定した。調査対象橋梁を表-1に示す。

表-1 調査対象橋梁

橋梁名	橋梁形式	組立構造	断面	支間(m)	供用年数
A橋梁	合成桁	溶接	I断面	45.2	28
B橋梁	下路トラス	溶接		60.0	28
C橋梁	合成桁	溶接	I断面	25.0	31
D橋梁	合成桁	溶接	I断面	20.0	31
E橋梁	合成桁	溶接	I断面	30.8	31
F橋梁	合成桁	溶接	箱断面	40.0	28
G橋梁	合成桁	溶接	箱断面	40.0	28

3. 調査方法

調査フローを図-1に示す。目視検査は、仮設された足場を利用し、至近距離から目視検査により疲労損傷を確認すると同時に、橋梁の疲労上の着目箇所を選定した。疲労上の着目箇所については、過去の損傷事例および構造詳細を考慮して選定した。

実橋測定は、目視検査で選定した着目箇所にひずみゲージを貼付し、列車載荷時の実働応力を測定した。なお、測定列車本数は、当該線通過の3列車とした。

疲労評価の手順は次のとおりである。まず、各着目箇所でも測定した実働応力およびその着目箇所の継手強度から、一列車あたりの疲労損傷度を算出する。算出した疲労損傷度と当該線区における過去の列車荷重履歴データとから累積疲労損傷度を算出した。

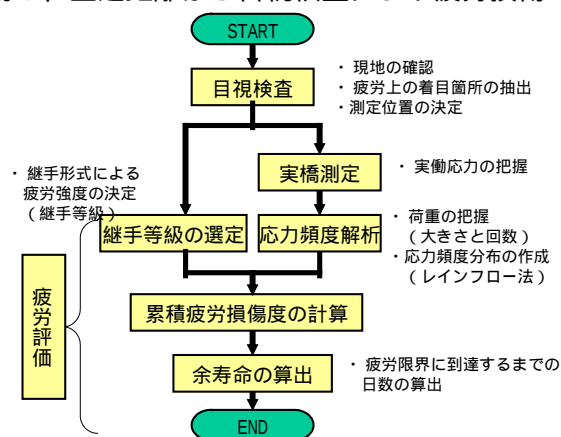


図-1 調査フロー

3. 調査結果

至近距離目視の結果、すべての橋梁で疲労損傷は確認されなかった。

疲労評価の一例として、D橋梁の実働応力の測定箇所を図-2、測定結果を表-2に示す。図表中の～が目視により決定した着目箇所である。

キーワード 疲労調査，累積疲労損傷度，鉄道橋

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 TEL 06-6375-8841

なお、表-2 中、は支点沈下等の影響を受けるため、架設時からの累積で決まらない。そこでその応力が作用した場合の年間の累積損傷度および、何年でき裂が発生する可能性があるか（き裂発生寿命）を算出し、その値から疲労の検討を実施した。

今回調査した 7 橋梁のうち疲労損傷発生の可能性が確認されたものを表-3 に示す。これらは、すべて支点部であり、桁中央部では、確認されなかった。

問題箇所は 2 つのパターンに分類される。

ソールプレート溶接部のき裂は、き裂が溶接ビード部にある場合はアークエアーガウジングとグラインダー仕上げで対策が可能である。検査時の着眼点として溶接ビードのき裂の有無を確認することとする。

支点部ウェブと下フランジの溶接部のき裂および端補剛材下端溶接部のき裂については、支点沈下が原因であるため、検査時に列車通過時のバタツキを監視することが重要であり、バタツキが大きくなった時点で、所定の対策を実施する。

両方とも支点部であることから変状の確認も比較的容易であり、今後は、検査時の着眼点として、定期的に確認し、変化がみられた時点で対策工を実施する。

4. まとめ

今回調査線区にある橋梁のうち、7 橋梁を抽出し疲労調査を実施した結果をまとめると以下のとおりである。

足場を使用した至近目視検査の結果、今回の調査橋梁では疲労き裂は発生していないことが確認できた。当該線区は 2 つの開業区間毎に同一時期に建設され、かつそれぞれ標準設計を採用していることから、今回の結果をみる限り、線区内の他橋梁でも疲労き裂の可能性は低いと考えられる。

今後疲労き裂発生のある箇所は、支点部のみであった。また、それらの想定される損傷についても、き裂が発生した段階で簡易に修繕が可能であり、定期検査時に重点箇所として監視を継続すればよいことが分かった。

支間中央部、腕材ガセット部等の支点付近以外の着目箇所はすべて疲労に関して問題がないことが確認できた。

高速運転列車の増加にも係わらず、鋼橋の疲労に関しては重大な損傷に直結する問題はなく、良好な状態が維持されている状況が把握できた。今後は未調査の橋梁形式について調査を進め、既調査の形式についても調査数を増やすことにより、疲労に関して、線区としての運転保安度向上を図っていく。

参考文献 1) 建造物保守管理の標準（案）同解説 鋼構造：（財）鉄道総合技術研究所，1987.3
2) 鋼構造物補修・補強・改造の手引き：（財）鉄道総合技術研究所，1992.7

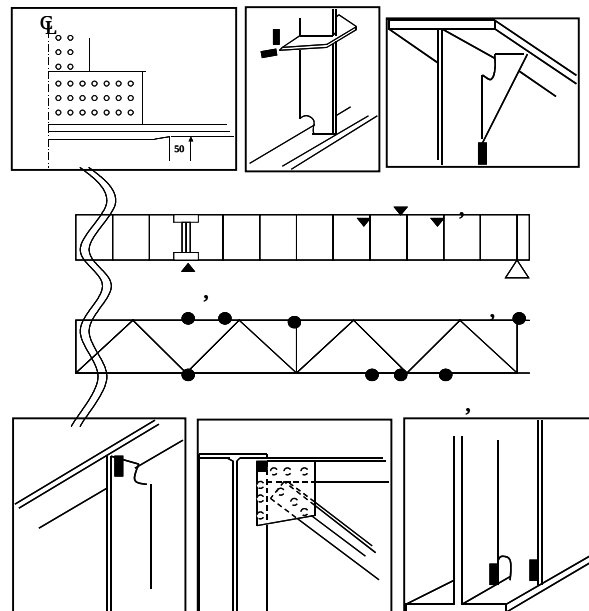


図-2 測定箇所（D 橋梁）

表-2 調査結果（D 橋梁）

No.	調査部位	継手等級 (強度)	疲労損傷度 ($\times 10^{-6}$)	年間累積 疲労損傷度	き裂 発生寿命	記事
	下フランジ	F(65)	0.025	-	> 200	支間中央左側
	下フランジ	F(65)	0.022	-	> 200	支間中央右側
	端補剛材	E(80)	0.21	0.01	(75)	下端
	腹板	E(80)	1.369	0.08	(12)	支点部
	腹板	F(65)	0	-	> 200	垂直リブ下端
	腹板	F(65)	0	-	> 200	腕材ガセット端
	腹板	E(80)	0	-	> 200	腕材ガセット端
	腹板	F(65)	0	-	> 200	腕材ガセット端
	垂直補剛材	E(80)	0	-	> 200	上端
	垂直補剛材	E(80)	0	-	> 200	上端

表-3 疲労損傷の可能性があった部位（き裂発生寿命 200 年以下）

橋梁名	調査結果の概要	き裂発生寿命 (年)
A橋梁	ソールプレート溶接部の疲労	41
D橋梁	支点部腹板と下フランジの溶接部の疲労及び 端補剛材下端溶接部の疲労	12 75
F橋梁	ソールプレート溶接部の疲労	2
G橋梁	支点部腹板と下フランジの溶接部の疲労及び 端補剛材下端溶接部の疲労	7 12