

関西圏の高速道路の鋼 I 桁橋における構造ディテールの違いによる疲労特性の分析・調査

西日本高速道路株式会社 正会員 ○加藤 大樹

西日本高速道路株式会社 正会員 松井 隆行

1. はじめに

関西圏における高速道路の鋼橋は、施工時期・荷重条件の違いなどにより、様々な構造ディテールを有している。本報文では、それら鋼橋の維持管理にあたり、疲労損傷の発生が危惧される路線・橋梁の抽出を行うため、疲労特性に影響を及ぼす構造、構造ディテール等の諸元分析、解析と現地調査を実施した結果を報告する。

2. 疲労特性に着目した諸元分析方法

疲労特性に着目した諸元分析は、①施工時期、②構造種別、③主桁の断面二次モーメント、④鋼種、⑤床版補強履歴、⑥構造ディテール等の分析を試みた。調査対象を表-1 に示す。

表-1 分析・調査対象一覧

	名神	中国道<西> (神戸 J-佐用)	中国道<中> (中国池田-神戸 J)	中国道<東> (吹田 J-中国池田)	近畿道<北> (淀川以北)	近畿道<南> (淀川-大東鶴見)	西名阪道	第二神明
径間数	165	88	190	195	188	261	188	98
解析	5	—	19	28	7	6	8	5
計測	—	—	2 橋	2 橋	1 橋	—	—	—

3. 疲労特性に着目した調査方法

疲労特性については、上記分析結果に基づいて疲労損傷発生が危惧される典型的な構造ディテールを有する橋梁(表-1)に対し、一定せん断流パネル解析による立体格子解析により、疲労き裂の発生が予想される溶接部に対し、路線の供用期間と大型車交通量を考慮した疲労損傷度を算出した。また、その中から抽出した橋梁(表-1)において荷重車走行試験及び連続動的計測(1 週間)を実施し、解析結果との比較も実施した。

4. 諸元、構造ディテールの分析結果

分析結果から主な結果を図 1～図 5 に示し、以下に傾向を記す。

- (1) 対象とした鋼橋の施工時期は、路線毎でほぼ決まっていた。
- (2) 分析対象橋梁は殆どが上下線分離の片側 2 あるいは 3 車線の構造であるが、中国道<東>や西名阪道では 3 主桁の径間が多く、それ以外の路線では 4 主桁以上が主であった(即ち、床版支間は 3 主桁橋の区間に対し 4 主桁区間は短い)。
- (3) 3 主桁の橋梁については、供用後 15～20 年程度経過後、床版厚不足や車両荷重大型車の影響により RC 床版のひび割れ等劣化が顕在化し、順次縦桁補強や床版増厚等の補強がなされた。
- (4) 鋼種は各径間内の最上位の材質を抽出した。全路線とも SM50Y 材を用いた橋梁が多い傾向にあるが、中国道<東>においては他路線の他路線は 3～15%と異なり、SM58 材を使用した径間が 8 割超と突出していた。名神においては、SS41 材・SM41 材・SM50 材・SM50Y 材を用いた径間の割合がそれぞれ 1/4 程度であった。
- (5) 合成桁にあっては、支間の短い中国道<東>や近畿道において、剛性が低い主桁を有する径間が多い。西名阪は他路線に比べ剛性が高い径間が多い。非合成桁にあっては、名神、中国道<西>・<中>、近畿道<南>等の路線において他路線に比べて剛性が低い径間が多い。
- (6) 対傾構上縁高(上フランジと対傾構ガセット第一ボルト迄の間隔)は、全路線で 100mm 以下の橋梁が多い。特に、名神は対傾構上縁高が 50～70mm と短い径間が多い。
- (7) ウェブガセット取付位置(下フランジからの距離)は、名神、中国<中><東>、第二神明がウェブガセット取付位置が 200mm 以上と高い位置に取り付けられている橋梁が多い。

キーワード 鋼桁橋、構造ディテール、疲労解析、動的計測

連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1-13 TEL 06-6344-9374

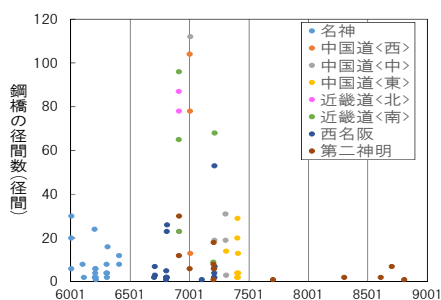


図-1 対象橋梁の施工時期

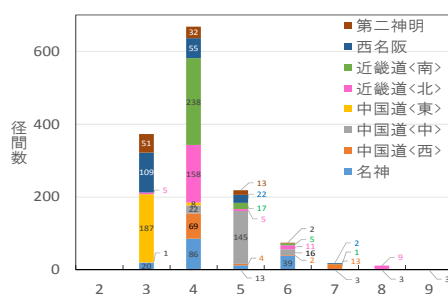


図-2 対象橋梁の主桁本数

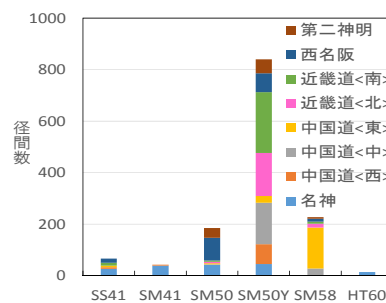


図-3 対象橋梁の鋼材種類(最上位)

5. 解析結果

構造諸元の分析結果に基づいて50橋程度の橋梁を抽出し、その中から現在までに約30連・80径間の橋梁を対象に、一定せん断流パネル解析により、B活荷重とT活荷重による主桁応力と疲労損傷度を算出した。以下に解析結果の傾向を記す。

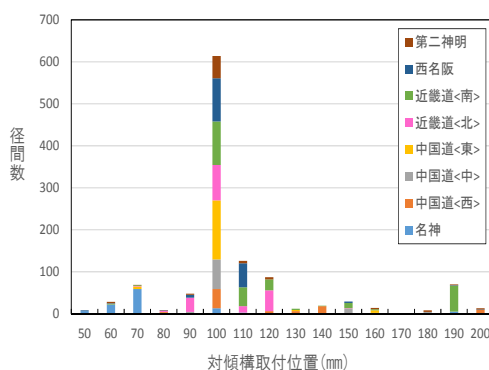


図-4 対傾構取付位置

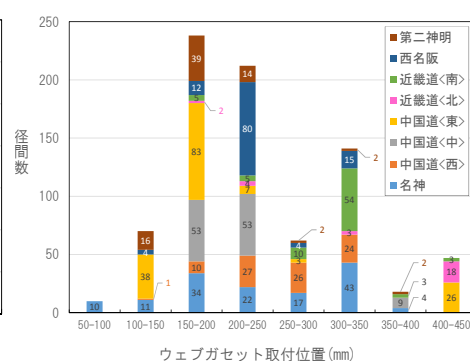


図-5 ウェブガセット取付位置

- (1) ウェブガセット部について建設時と床版補強後の疲労損傷度を比較すると、多くの橋梁において床版補強による効果により疲労損傷度は減少していた。補強後に疲労損傷度が増加した橋梁は、桁補強のためにガセットを取り付けた径間であった。桁高の差による傾向はみられなかったが、主桁本数について、3主桁の橋梁においては建設時構造の鋼材種類や支間長(短い橋梁が多い)の影響もあり、疲労損傷度は高止まりしていた。
- (2) 対傾構取合垂直補剛材上端溶接部は、ウェブガセット部と同様、建設時の構造では累積損傷度が1を超過したが、床版補強を考慮した場合には一部を除き1を下回る傾向となった。補強後の累積損傷度の方が高くなった橋梁は、補強時に取り替えられていた径間に確認された。

6. 現地計測結果

(1) 荷重車走行試験結果

現在までに中国道及び近畿道の5橋梁(6連)において荷重車走行試験を供用下で各車線について実施した。測定橋梁は5橋が合成桁、1橋が非合成桁である。いずれの橋梁も主桁応力分布は合成桁としての曲げ応力分布を示していた。車両荷重載荷位置直下の主桁においては、ウェブガセット溶接部で高い応力集中が見られた箇所があり、今後も注視していく必要があると考えられた。

(2) 連続動的測定結果

荷重車による計測を行った全箇所について1週間連続で動的測定を実施した。一定せん断流パネル解析によるB活荷重載荷時の発生応力に比べて、実最大発生応力は低かった。また、打ち切り限界を考慮して算出した疲労損傷度も解析結果に比べて小さかった。ただし、打ち切り限界を考慮した場合には現状で疲労損傷度1を超える橋梁は少なかったが、打ち切り限界を考慮しない修正マイナー側で照査した場合において、一部の橋梁でソールプレート前面溶接部やウェブガセット回し溶接部で疲労損傷の発生が懸念される段階にあることが明らかとなった。

7. おわりに

関西圏の高速道路の鋼I桁橋の膨大なストックの維持管理にあたり、構造諸元や補修履歴等に基づく分析と一定せん断パネル解析による疲労照査、現地測定による解析結果の検証を行い、構造諸元等による分類でのフィルタリングの有効性が確認できた。今後分析と調査を進めていくにあたり、更なる特徴の整理等も進め、メリハリのついた管理を目指していきたいと考えている。