

鋼 I 桁橋における主桁-横桁・対傾構取合い部における疲労損傷の発生傾向の分析

首都大学東京 学生会員 山本 亨介 首都大学東京 正会員 ○村越 潤
 (国研)土木研究所 正会員 上仙 靖 (国研)土木研究所 正会員 高橋 実

1. はじめに

道路橋の疲労損傷事例は 1980 年代頃より継続して報告されているが、事例の多くは、主桁と横桁取合い部のき裂など、設計では直接的には考慮されない二次応力が主な要因とされている¹⁾。これらのき裂の発生・進展に関しては、実交通や溶接継手の疲労強度のばらつき等の影響も大きく不確実な面がある。また、発生部位や進行度合いによっては対策優先度の低い場合もあり、発見後の対応は基本的に進行度合いを踏まえつつ事例毎に検討が行われているのが現状である。本文では、き裂の大半を占めている、鋼 I 桁橋の主桁と横桁・対傾構の取合い部の事例に係る点検データを対象として、対策優先度の比較的高い既設橋

の建設時期や構造的特徴等の条件を明らかにすることをに、き裂発生と供用条件や構造条件等の関係を分析した結果報告する。

2. 分析対象橋梁

2003~2008 年度に点検された 997 橋のうち、形式別では数の多い鋼 I 桁橋のみを対象とし疲労損傷事例の分析を行う。鋼 I 桁橋としては RC 床版を有する溶接 I 桁で多主桁を担っており、桁高の低い H 型鋼主桁や、鋼床版橋、2 主桁橋、幅員に対して支間の極端に短い橋等の橋梁は含めていない。損傷の詳細は、点検調査と橋梁カルテで確認しており、き裂・塗膜割れの記載の有無により対象橋梁を抽出した。その際、塗膜割れについては、既往の類似損傷事例の知見を踏まえて、記録写真よりき裂の可能性が高いと判断されるものをき裂有とした。き裂の箇所数については、写真による記録がない箇所もあることから、径間及び橋梁単位でのき裂の有無で整理した。また、写真が不明瞭等の理由で判断困難な場合には分析対象から外した。

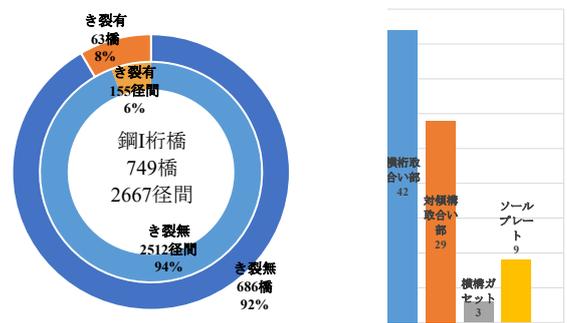


図-1 調査対象とした橋梁数・径間数、き裂発生率及び発生部位

3. 分析結果

3.1 供用条件, 適用基準によるき裂の発生傾向

図-1 に鋼 I 桁橋の橋梁・径間数、き裂発生率及びき裂の発生部位の概要を示す。分析対象とした鋼 I 桁橋は 749 橋、2667 径間である。そのうち 63 橋、155 径間にき裂が発生している。発生橋梁数 (部位別発生割合) では、横桁取合い部では 42 橋 (67%)、次いで対傾構取合い部では 29 橋 (46%) である。その他、数は少ないが横構ガセット (3 橋)、ソールプレート (9 橋) の溶接部のき裂も確認されている。

図-2,3 に径間数による、供用年数別、適用基準別 (基準の年次を表記) の発生傾向をそれぞれ示す。日大型車交通量(台/車線)

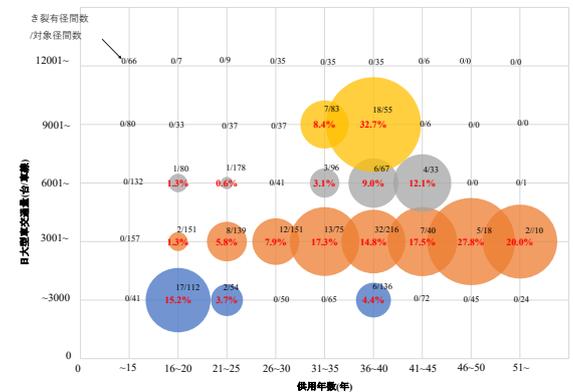


図-2 供用年数と日大型車交通量 (台/車線) き裂発生率

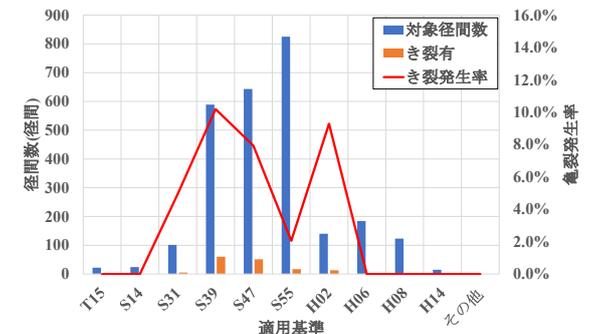


図-3 適用基準別のき裂発生率

キーワード: 既設橋, 鋼 I 桁橋, 疲労, 2 次応力, 横桁取合い部

3千台を超える径間において、供用年数が長いほど高い傾向にある。さらに母数の多い供用年数36~40年に着目すると大型車交通量が多くなるにつれ発生率が高くなる傾向が伺え、記録写真からも比較的進展しているき裂が多くなる傾向が見られた。基準別にみるとS39道示適用の径間においてき裂発生率が10.2%と最も高く、適用基準が新しくなっていくにつれてき裂発生率は減少傾向にある。H02道示ではき裂発生率が9.3%と高くなっているが、き裂が確認されている橋梁数は1橋のみで、その橋梁の径間数が多い(13径間)ためである。き裂の発生には適用基準、供用年数、交通量、溶接条件等が影響していると考えられるが、疲労耐久性の観点からみた各基準・年代における設計上の影響要因としては、使用鋼材の許容応力度(鋼種:SS400→SM490→SM490Y)、設計活荷重応力度(L-20活荷重→B活荷重)の変化、RC床版の増厚等に伴う死荷重応力度の変化が橋全体系の剛性、ひいては二次応力に影響しているものと推測される。

3.2 累積大型車交通量によるき裂の発生傾向

図-4に適用基準別の累積大型車交通量(算出方法は[2003~2008年の日大型車交通量(台/車線)]×[365日]×[供用年数])とき裂発生率の関係を示す。S39道示では累積大型車交通量が増加するにつれて、き裂発生率も高くなる傾向にある。これに対して、S47道示ではS39道示と比べて発生率は相対的に低い。全き裂を確認できているわけではないが、記録写真等から、き裂自体もS47道示では軽微であることを確認している(図-4に例示)。また、累積大型車交通量の多い径間では、S39・S47道示ともに比較的進展したき裂の発生が見られた。S55道示では累積大型車交通量は当然少ない。それにも関わらずき裂は見られるが、発生率は減少しき裂も軽微である。

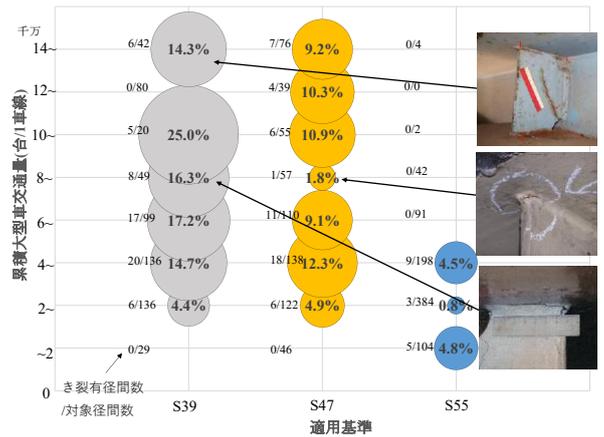


図-4 適用基準別の累積大型車交通量によるき裂発生率

3.3 構造的特徴によるき裂の発生傾向

図-5に横桁取合い部の主な構造詳細を示す。横桁取合い部は主に、タイプaの垂直補剛材による単せん断形式と、タイプbの主桁内桁部でのウェブギャップ板使用の形式に区分される。点検データではき裂無しの橋梁の構造詳細が特定できないため、各タイプの使用橋梁数やき裂発生率はわからないが、き裂有りの橋梁に着目したところ、タイプaは4橋、タイプbは38橋であった。

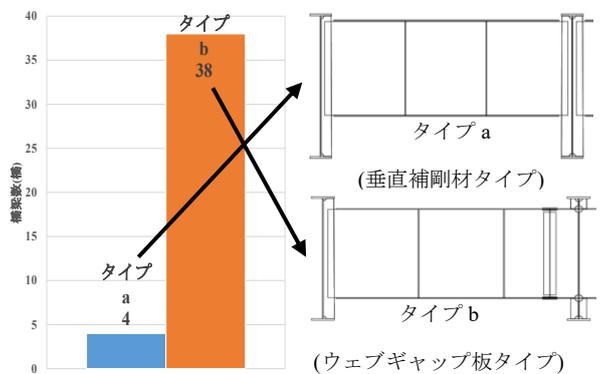


図-5 横桁取合い部タイプとき裂発生橋梁数

図-6に直橋・斜橋別のき裂有無を径間数で整理した結果を示す。き裂発生率は斜橋では45%と高いが、直橋では5%と低い。また斜橋のうち、直交格子形式では26径間中10径間(き裂発生率38%)、斜交格子形式では18径間中10径間(き裂発生率56%)で、き裂が発生しており、後者のほうがき裂発生率は高い。き裂有りの斜交格子形式10径間の垂直補剛材の取り付け方は、垂直補剛材を斜めに取り付けて横桁・対傾構を取り付ける場合が5径間、主桁に対し直角に取り付け横桁・対傾構を折り曲げて接合する場合が2径間、詳細不明が3径間であった。

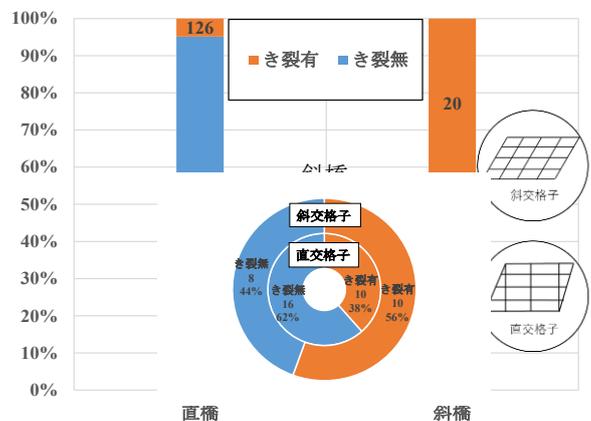


図-6 直橋・斜橋別のき裂有無の径間数

おわりに、貴重なデータの提供を頂いた国土交通省関東地方整備局の関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献 1) 日本道路協会：鋼橋の疲労，1997.3.