

I-A 410 実橋におけるアーチ橋垂直材取合い部の疲労対策とその効果

建設機械化研究所 正会員○松本政徳
建設機械化研究所 正会員 谷倉泉日本道路公団 正会員 大川征治
日本道路公団 正会員 七崎洋悦

1. はじめに

東名高速道路のアーチ橋では、補剛桁下フランジと垂直材との接合部を中心にして疲労きれつが発生している。このため、補修・補強対策として疲労試験で良好な補強効果が得られた局部補強案を実橋に適用し、東名高速道路の集中工事期間中とその前後において実橋測定を実施し、補強効果の確認および補強が他の部位へ及ぼす影響を確認した。その結果、垂直材取付け部では応力の伝達が円滑となり、溶接部周辺の応力状態が改善されることがわかった。ここでは、その補強構造と補強効果の測定結果を報告する。

2. 橋梁概要および疲労きれつの発生状況

応力測定を行ったアーチ橋は図-1に示すような橋長121mの上路式ランガー桁橋である。疲労きれつは、図-2に示すようにアーチクラウンに隣接する格点の垂直材と補剛桁下フランジとの回し溶接部において、溶接ビード止端を起点とした2種類のタイプが発生している。いずれのタイプも板厚を貫通しており、下フランジでは橋軸直角方向に、垂直材フランジでは水平方向に進展している。この他、リベット頭部がおよび添接板の疲労破断も見られた。¹⁾

3. 適用した補修・補強方法

疲労損傷の原因が、主としてアーチリブと補剛桁との相対変位に起因した垂直材取付け部の二次応力と推定されるため、この二次応力の低減を図る目的で図-3示す補強構造を適用した。その構造は、①補剛桁下フランジ下面と垂直材との取合い部のコーナー4箇所にL型の補強部材を取付ける、②添接板を全て取替え、板厚を10mmから14mmに増厚する、③垂直材フランジの外側に補強板を取り付ける、④リベット接合部を全て高力ボルト接合に取替えることである。補強施工はアーチクラウンに隣接する4箇所の格点で行い、特に問題もなく約5日間で全補強部材の取付けを完了できた。なお、補強に先立ち、補剛桁下フランジと垂直材との回し溶接止端部は全てグラインダー仕上げを行い、下フランジを貫通しているきれつについてはその先端にストップホールを穿孔した。

4. 実橋での応力測定方法

測定箇所は、補強を行った格点⑨、⑩およびこれに隣接する格点⑪、⑫の4箇所で行った。具体的な手法としては、補強効果をとらえるために、補強の前後において、それぞれ20トン荷重車の走行試験、応力頻度測定を行った。また、施工中は、補強施工に伴う過大な発生応力を監視するため、30分毎のインターバル測定を行った。応力頻度測定はレインフロー法を適用し、供用下において平日24時間実施した。各部位の総手の疲労強度等級にはE、F等級(JSSC、鋼構造物の疲労設計指針)を想定し、補強前後の推定疲労寿命の変化を求めた。

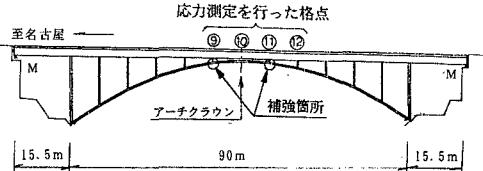


図-1 調査橋一般図

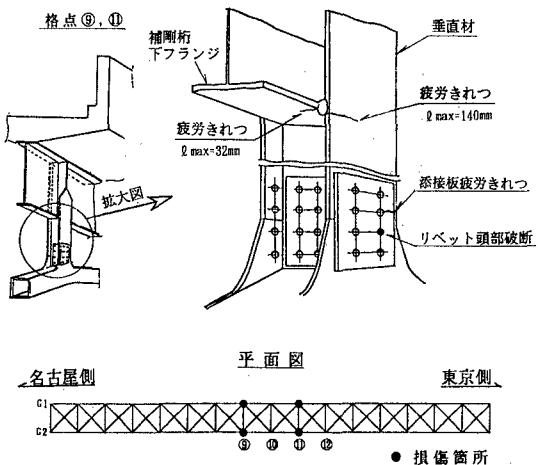


図-2 疲労損傷発生状況

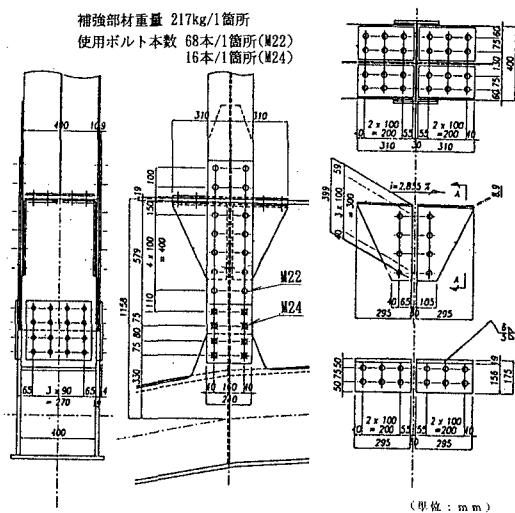


図-3 補強構造(格点⑨)

5. 補強効果の測定結果

20トン荷重車の走行試験で得られた格点⑨の補剛桁下フランジの主応力分布を図-4に示し、格点⑨の応力変化（格点⑪における傾向も同様）を図-5に示す。また、応力頻度測定結果についてはヒストグラムと推定疲労寿命を図-6に示す。なお、補剛桁下フランジ下面については、補強部材が取付いたため、補強後の応力測定は不可能であった。実橋での応力測定により次のような結果が得られた。

- ① 20トン荷重車走行時、補剛桁下フランジの疲労損傷が発生する部位近傍の応力は、補強前の最大3kgf/mm²の発生応力が補強後はその1/2以下となった。
- ② 疲労損傷が発生する垂直材上端部では、補強前に生じていた最大5~6kgf/mm²の応力が、補強後は1.5kgf/mm²以下にまで低減した。また、この部位の疲労寿命も図-6に示したように著しく改善された。
- ③ 垂直材上端部を局部的に補強したことにより、垂直材下端のアーチリブとの取合い部の応力が一部で増加したが、その応力の大きさは、補強前の他の類似部位の応力レベルと同等であるため、特に問題はないと思われる。
- ④ 補強部に隣接する格点部では、補強の前後における応力変化は微小であった。
- ⑤ 補強により、垂直材および補剛桁下フランジでは、垂直材の曲げ変形（アーチの流れ変形）に伴う二次応力が低減され、応力の伝達が円滑になった。
- ⑥ 補強施工中に行ったインターバル測定の結果、添接板の取替え、補強板の取付けの際、特に問題となるような応力変化は生じなかった。

以上より、着目する損傷部位に発生する応力および疲労寿命は著しく改善され、補強を行わない隣接格点への影響もほとんど生じないことが確認できた。したがって、この局部補強方法は垂直材取合い部の疲労損傷対策として非常に有効であると考えられる。

6. おわりに

本論文で説明した補強方法は、局部的な剛性を高めることによって、二次応力による応力集中の軽減を図ったものであった。²⁾ 実橋に適用した結果、目標とする補強効果だけでなく、施工性、工期、経済性の面でも十分有効な対策であることが確認できた。今後の課題としては、補強箇所の耐久性が確認されていないので、そのための追跡調査が必要かと思われる。

なお、この検討は東京工業大学の三木千寿教授を委員長とする「鋼橋補修・補強検討委員会」の御指導を得て実施したものであり、ここに委員長をはじめ委員の方々の御指導・御協力に対し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路公团 東京第一管理局：平成6年度 東名高速道路「鋼橋の補修・補強に関する検討」報告書
- 2) 水木, 中野, 前田, 作田, 町田, 富沢：疲労亀裂を生じた鋼アーチ道路橋の実態調査と補修, 川田技報, Vol.4/JAN., 1985

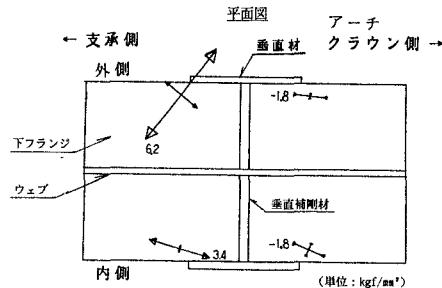
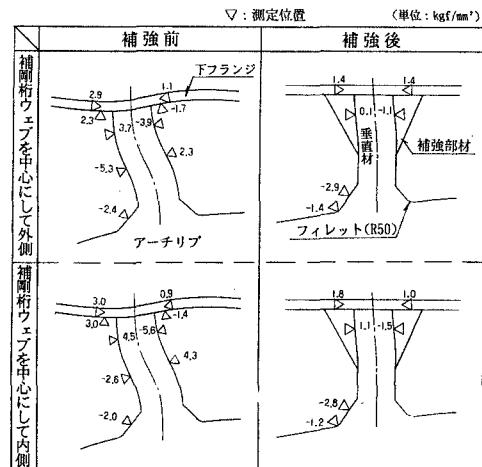


図-4 補剛桁下フランジ下面の主応力(格点⑨)



注) 応力は部材長手方向の値を示す。

図-5 補強前後の応力変化(格点⑨)

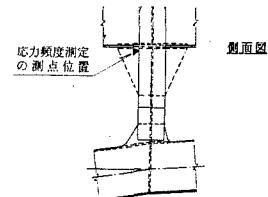
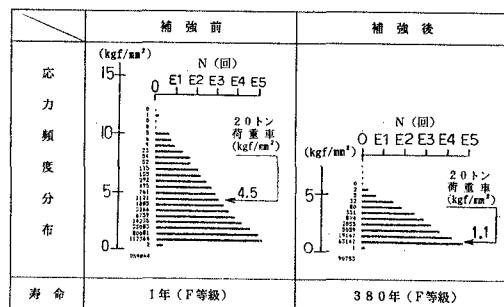


図-6 補強前後の応力頻度分布(格点⑨: 垂直材フランジ上端)