

VI-130

鋼床版橋梁の主桁垂直補剛材上端部に発生した疲労亀裂の補修について

首都高速道路公団 大塚 敬三
 (株)横河メンテック 松本 好生

1. まえがき

重交通にさらされた鋼床版橋梁において、疲労損傷が認められる場合がある。今回、このような疲労損傷の補修事例として三径間連続鋼床版箱桁橋梁の主桁垂直補剛材上端部に発生した疲労亀裂の補修および補強について報告する。着目位置を図-1に示す。

2. 補修・補強方法の検討

2-1. 補修・補強工法概要

垂直補剛材上端疲労亀裂発生部においては、補剛材がコーナプレート溶接線より25mm突出している。このため、輪荷重が載荷された場合、垂直補剛材先端部においてデッキプレートが角折れし応力の集中が起き、疲労亀裂が生じたものと考えられる。そこでこのような応力集中を避けるため、垂直補剛材先端をコーナプレート先端部と同位置になるように切断すると共に溶接止端部をTIG仕上げすることとした。また、疲労亀裂の補修は溶接によることとしたが、亀裂深さが深い場合にはデッキプレート上面よりの作業となる。このような作業は非常に困難であるので、亀裂深さがデッキプレート上面よりの作業を必要とする程度に深い場合には亀裂両端部にストップホールを設け亀裂の進展を防ぐこととした。補修補強方法の概要を図-2に示す。

2-2. 疲労強度の検討

補修補強施工の必要性および補修補強の効果を明らかにするため、試験施工を行い着目各の応力頻度測定を実施した。応力頻度の計測は下り線箱桁部(W1, W2)について行なった。測定は応力頻度計を用いレインフロー法にて24時間連続的に実施した。各応力計測点を図-3に示す。溶接止端部の疲労寿命については、疲労強度をリブ十字継手と等価と考えて、国鉄建造物設計標準(以下JR)および日本鋼構造協会疲労設計指針案

(以下JSSC)よりリブ十字継手の疲労強度を選定し、計測日(24時間)の疲労被害を計算し推定した。また、ストップホール施工部については山田らの実験結果を基に疲労被害の計算を行なった。各基本疲労強度線図を図-4に示す。JR:Cクラス、JSSC:Eクラスは止端仕上げを行わない場合を、JSSC:Dクラスは止端TIG仕上げを想定したものである。山田らの提案による基本疲労強度線図は中央切り

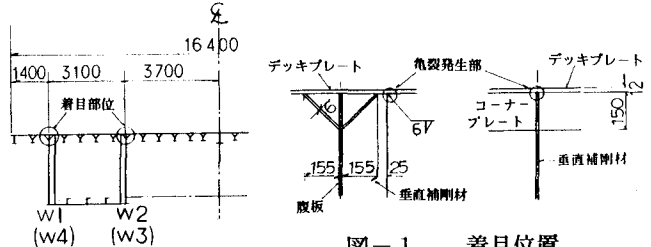


図-1 着目位置

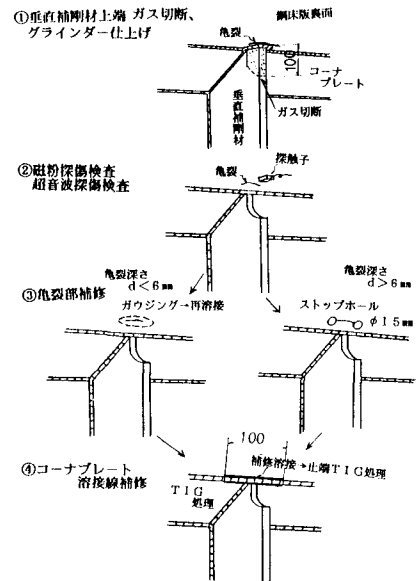


図-2 補修・補強方法

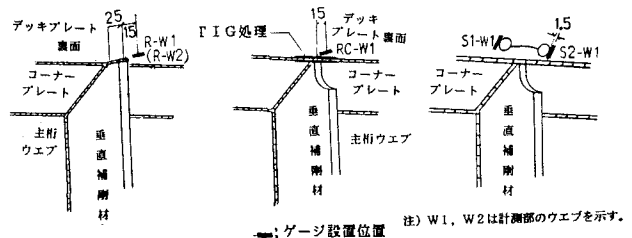


図-3 応力頻度計測位置

欠きの両端に明けたストップホールに対する、切り欠き底での応力範囲と亀裂発生寿命の関係を示したものである。今回疲労強度の検討に用いる実測ひずみ値は円孔縁部の値であり、ゲージ設置位置での応力集中の低減率を円孔の場合の応力集中の低減と同様と考え、円孔中心部の距離と半径の比により、切り欠き底における応力を推定し疲労被害の計算を行なった。応力頻度計測結果例を図-5に、疲労寿命推定結果を表-1に示す。

垂直補剛材上端部の疲労寿命推定結果によると、現状の垂直補剛材先端部においては止端部の処理を行わない場合を想定したJSSCのEクラスを考えるとW1、W2の各ウェブ部で疲労寿命はそれぞれ1年、4年と非常に短期間となっており、疲労亀裂の発生が予想される。一方、垂直補剛材先端部を切断した場合には計測止端部の最大応力変動範囲は22 kg/mm²より13 kg/mm²へ約40%低下する。疲労寿命においては止端部仕上げを考慮したJSSC：Dクラスの疲労強度線図を使用した場合、2年より23年へ約10倍程度の寿命増加が期待された。また、ストップホール施工部において寿命は180～270年と推定され補修効果が確認された。

3. 補修・補強工

着目橋梁の全垂直補剛材上端部について図-2に示した手順により、補修および補強を行った。各着目位置における補修総数を表-2に示す。亀裂の発生の割合は全着目点平均で36% W1（W4）主桁部において59（66）%、W2（W3）主桁部において12（8）%となっている。このように、疲労亀裂発生率は応力頻度計測結果（疲労寿命推定結果）と符合し、W1（W4）ウェブ側において損傷頻度が大きくなっている。また、亀裂深さの点においてもストップホール設置数がW1、W4ウェブ側においてそれぞれ、25、24箇所であるのに対して、W2、W3ウェブ部は0箇所であり計測結果と符合する結果となった。なお、ストップホール部についてはシリコン系防水材料を充填した。

4. あとがき

以上、垂直補剛材上端部の亀裂補修について実施工例を基にのべた。補修橋梁については今後も継続的に観察を行い保全に努めていく予定である。

[参考文献]

- 1) 山田、近藤；鋼部材の亀裂補修・補強後の疲れ挙動
土木学会論文集、第368号 I-5、1986、4

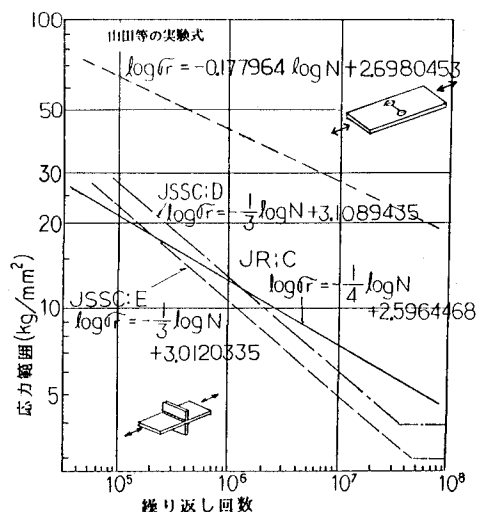


図-4 基本疲労強度線図

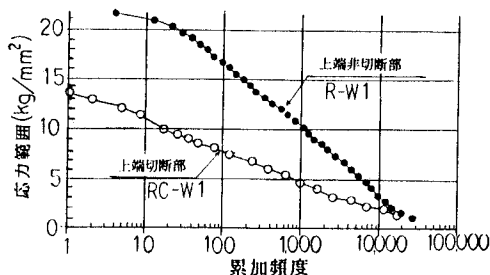


図-5 応力頻度計測例

表-1 疲労寿命の推定（年）

着目点	適用線図	JR (C)	JSSC (E)	JSSC (D)	山田等の実験式
先端部非切断	R-W1	2	1	2	—
	R-W2	9	4	8	—
先端部切断	RC-W1	33	9	23	—
ストップホール	S1-W1	—	—	—	182
	S2-W1	—	—	—	276

$$\text{疲労寿命 (年)} = \frac{1}{\text{計測日のマイナー和}} \times \frac{\text{計測日交通量}}{\text{年間交通量}}$$

表-2 補修数量

部 位	W1	W2	W3	W4	計
溶接補修箇所数	49 (3.9%)	15 (1.2%)	10 (8%)	58 (4.6%)	132 (2.6%)
ストップホール補修箇所数	25 (2.0%)	0 (0%)	0 (0%)	24 (1.9%)	49 (1.0%)
計	74 (5.9%)	15 (1.2%)	10 (8%)	82 (6.6%)	181 (3.6%)

(注) 検査数は各ウェブとも125箇所、()内は各部位の検査数に占める%を示す。