

鉄道橋 I ビーム桁支点首部のストップホールに対する片面 ICR 処理の応力低減効果

レールテック 正会員 ○松本 健太郎, 七村 和明
 西日本旅客鉄道 正会員 池頭 賢
 関西大学 正会員 石川 敏之

1 はじめに

短スパン鉄道橋 I ビーム桁の疲労損傷の一つに、支点上ウェブと下フランジとの境界（以下、首部と称す）に沿ってき裂が生じる事例がある。その措置として、短いき裂ならば、き裂先端にストップホール（以下、SH と称す）を設け、SH からのき裂の再発有無を目視検査で定期的に確認する場合がある。しかしながら、I ビーム桁の支点周辺は狭隘で作業が制約されるため、十分な SH 径の確保や SH へのボルト締めが困難である。また、支点部は反力を受けるためストップホールの孔壁周りの応力も極めて大きく、き裂の再発の恐れがある。

そこで本研究では、鉄道橋 I ビーム桁支点首部に設けられたストップホール周辺の応力低減を目的に、片面のみの ICR 処理¹⁾を行い、実働応力測定を実施したので報告する。

2 対象橋梁

写真-1 に、対象橋梁の SH 削孔状況を示す。対象橋梁はスパン 2.3m の I ビーム 2 主桁橋であり、約 90 年供用されている。I ビーム桁の寸法は、桁高 304.8mm、フランジ幅 152.4mm、ウェブ板厚 10.2mm である。SH はき裂先端に φ20mm をハンドグラインダーで削孔している。なお、き裂長さがウェブ表裏で異なったため、板厚方向へ斜め（中心 4mm ずれ）に SH を削孔している。

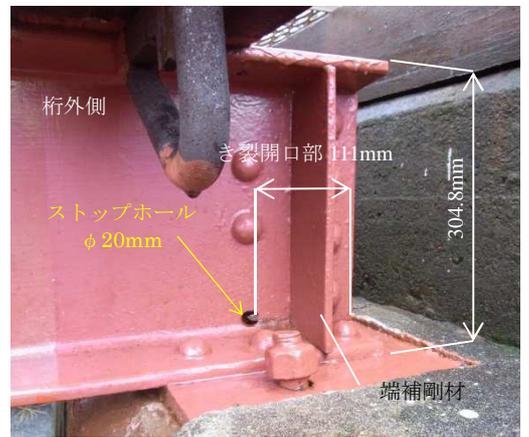


写真-1 ストップホール削孔状況

3 測定方法

写真-2 に、ICR 処理状況を示す。ICR 処理は作業空間の制約で桁外側の片面のみとし、き裂表面が閉口するように、端補剛材から SH 孔縁の 36mm×10mm 領域を実施した。

図-1 に、SH 周辺のひずみゲージ貼付位置を示す。ひずみゲージは、SH 孔壁の鉛直方向に 1 軸ゲージ (CH ①) を貼付し、孔縁の鉛直方向に 1 軸ゲージ (桁外側: CH②, 桁内側: CH③) をウェブ表裏に貼付している。

応力測定は ICR 処理前後で行い、測定列車は ICR 処理前を 287 系 (車輻質量 39.5t-6 両, 速度 92km/h), ICR 処理後を 223 系 (車輻質量 39.0t-4 両, 速度 88km/h) の各 1 本とし、ほぼ同じ軸重車輻とした。

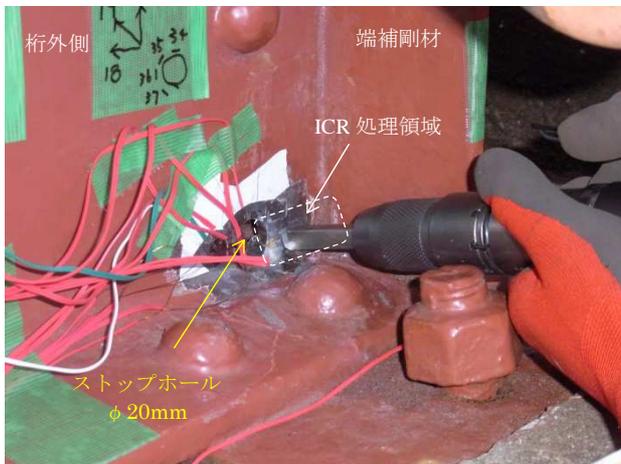


写真-2 ICR 処理状況

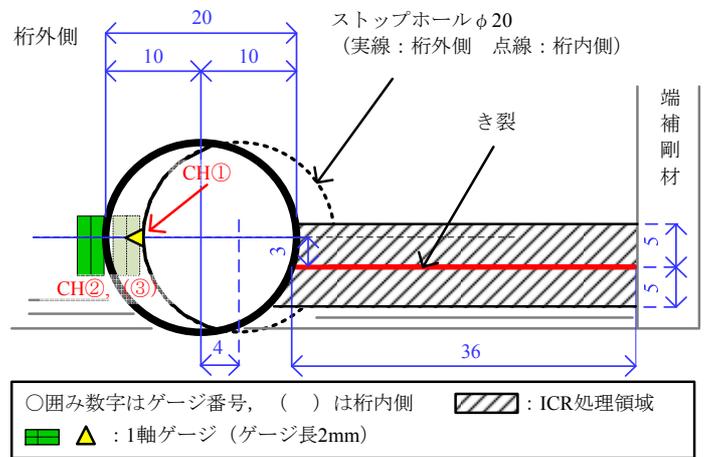


図-1 ICR 処理領域と SH 周辺のひずみゲージ貼付位置

キーワード I ビーム桁支点首部, 疲労き裂, ストップホール, ICR 処理, 実働応力測定, 応力低減効果

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5 丁目 4 番 20 号 ㈱レールテック 構造物事業部 TEL06-6339-2902

4 測定結果

4.1 ICR 処理前後の応力波形性状

図-2 に、ICR 処理前後の SH 孔縁と孔壁の鉛直方向の実働応力波形を示す。図中の青線が ICR 処理前で、赤線が ICR 処理後である。

図-2 (a) より、SH 孔壁の応力波形について、ICR 処理前は応力ピーク値が-337MPa 生じており、列車通過後は 0MPa となっている。一方、ICR 処理後では、応力ピーク値は-282MPa となり、列車通過後は-100MPa 程度の圧縮応力が残留している。図-2 (b) (c) の孔縁の応力も同様な傾向である。これは、ICR 処理で閉口させたき裂の一部が、過圧縮により開口した影響と推定される。

4.2 ICR 処理による応力低減効果

ここでは、応力低減効果を図-2 の応力波形の後尾車両-最終車軸の载荷時と列車通過後との応力範囲と比較する。表-1 に、その応力範囲と応力低減効果を示す。

片面のみ ICR 処理を行うことで、き裂対岸の SH 孔壁と孔縁に生じる鉛直方向の応力範囲を 60%程度まで低減している。

また、SH 孔縁からき裂が生じると仮定して、疲労寿命の延長効果を $N = C_0 / (\Delta\sigma)^3$ より推定すると、ICR 処理を片面のみ行うことで、疲労寿命が 3.7 倍以上延命することが期待できる。

5 おわりに

I ビーム桁支点部首部のストップホール箇所に対して片側から ICR 処理を行い、実働応力測定を実施した結果、以下の結論が得られた。

- (1) 片面から SH き裂部に ICR 処理を行うことで、処理前と比べて、き裂対岸の SH 孔壁と孔縁に生じる鉛直方向の応力範囲を 60%程度まで低減できる。
- (2) ICR 処理後の第 1 列車通過後は、き裂対岸の SH 孔壁や孔縁付近に圧縮残留が生じる。これは、ICR 処理で閉口させたき裂の一部が、過圧縮により開口した影響と推定される。
- (3) SH 孔縁からき裂が生じると仮定して疲労寿命の延長効果を推定すると、ICR 処理を片面のみ行うことで、疲労寿命が 3.7 倍以上延命することが期待できる。

なお、実橋での ICR 処理の応力低減効果については、継続して測定し検証する予定である。

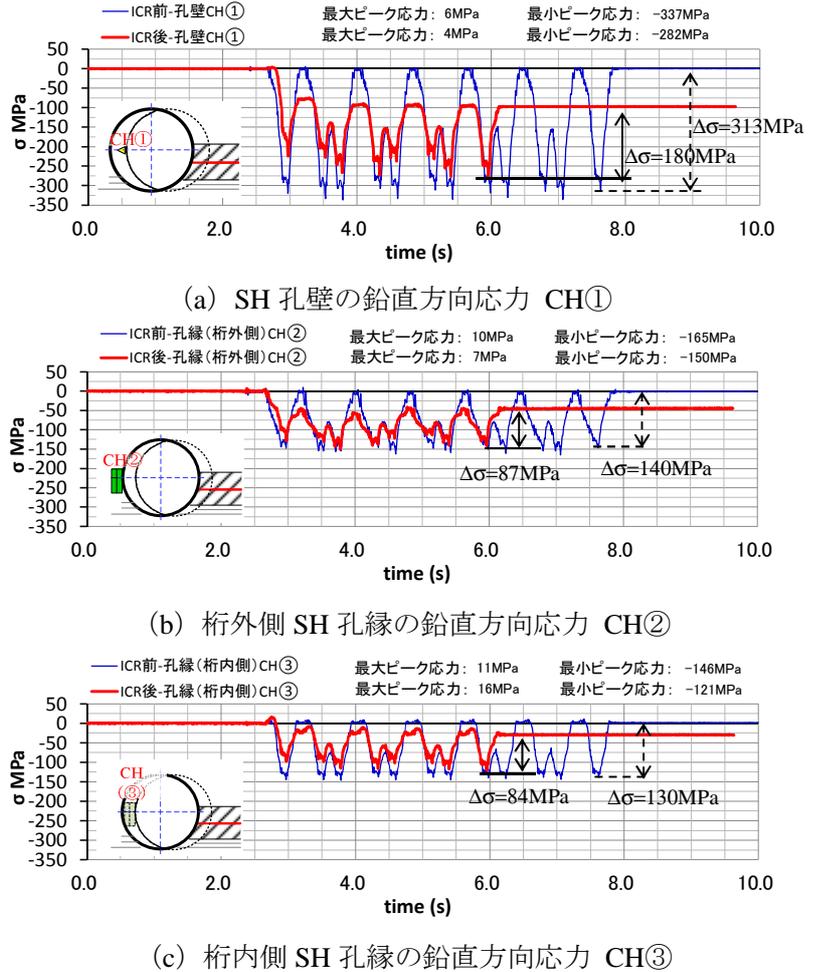


図-2 ICR 処理前後の SH 孔縁と孔壁の実働応力波形

表-1 ICR 処理の応力低減効果

測定位置	鉛直方向応力範囲 Δσ(MPa)		応力 低減率	疲労寿命 延長効果 (倍)
	ICR処理前	ICR処理後		
SH孔壁 CH①	313	180	58%	5.3
SH孔縁 (桁外側) CH②	140	87	62%	4.2
SH孔縁 (桁内側) CH③	130	84	65%	3.7

参考文献

1) 松本ら：き裂閉口によるストップホールの疲労強度の向上効果，鋼構造論文集，Vol.21，No.83，pp.53-61，2014.