

鋼製橋脚横梁内支点ダイヤフラムに発生した疲労き裂に対する補強構造の効果確認試験

首都高速道路(株) 正会員 ○村井 啓太
 (一財)首都高速道路技術センター 正会員 齋藤 豪
 川田工業(株) 正会員 小笠原照夫
 川田工業(株) 正会員 藤井 裕士

1. はじめに

首都高速道路では、鋼製橋脚横梁内の支点ダイヤフラムで数多くの疲労き裂が発見されている(図-1)。そのうちの7割以上が支点ダイヤフラムと横梁上フランジとの溶接部に生じた疲労き裂である。そのうち沓座間で生じる疲労き裂に対する恒久対策は、これまでリフトアップや接着剤を用いた当て板補強が検討されている¹⁾が、現場での施工性や接着剤の長期耐久性等に課題が残っている。そのため、当該箇所が生じた疲労き裂の対策は、切削やストップホール等の応急的なものに止まっているのが現状である。本検討では、沓座間で発生する疲労き裂の中でも比較的多いタイプ1, 2, 8の3タイプのき裂に着目し、過年度に検討した補強構造²⁾について静的載荷試験により応力低減効果を検討した。

2. 試験概要

試験体形状を図-2に示す。首都高速道路の点検・補修台帳をもとに、本検討の対象であるタイプ1, 2, 8き裂が多く報告されている形状・寸法を参考に試験体寸法を決定した。梁高1200mm、梁幅2000mm、梁長2600mmのサイズとし、梁中央に支点ダイヤフラム、その前後に縦リブを設置した構造とした。上フランジ厚、ダイヤフラム厚、縦リブ厚はともに12mmである。さらに試験体下面も上面と同様な縦リブ貫通ディテールとし、ベースプレート(600mm×630mm×20mm)を上下面に設置することにより試験体の天地を反転させて試験できる構造とした。

静的載荷試験状況を図-3に示す。ダイヤフラム前後の縦リブ直下を4点で単純支持する条件とし、試験体と台座の間にはゴム板を挟んでいる。スリット側またはスカラップ側のベースプレートに油圧ジャッキで5tずつ最大25tまで静的載荷を行なった。

過年度の検討から、タイプ1・2き裂の発生点に作用する応力集中はスリットやスカラップの局部変形により生じていると考えられる。そこで過年度のFEM解析検討を踏まえ、図-4に示す3タイプの補強構造案を検討対象とした。補強構造Ⅰはダイヤフラムの面内剛性を上げることを目的として、縦リブをかわすための切欠きを設けた平板(670mm×240mm×16mm)をダイヤフラムの両側から挟み込む構造である。補強構造Ⅱは縦リブ交差部スリットの変形を抑制することを目的として、L形部材(ビルドアップ)(126mm×104mm×16mm×160mm)によって縦リブとダイヤフラムを接合する構造である。補強構造Ⅲは補強構造Ⅰと補強構造Ⅱを併用する構造である。また、補強板と上フランジとの接合による荷重伝達効果を確認するために、上フランジと部分溶け込み溶接する構造についても試験した(補強構造

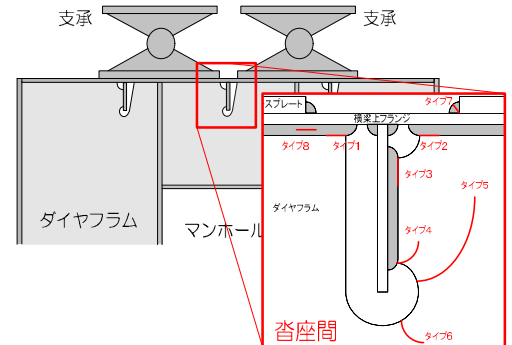


図-1 支点ダイヤフラムに発生する疲労き裂

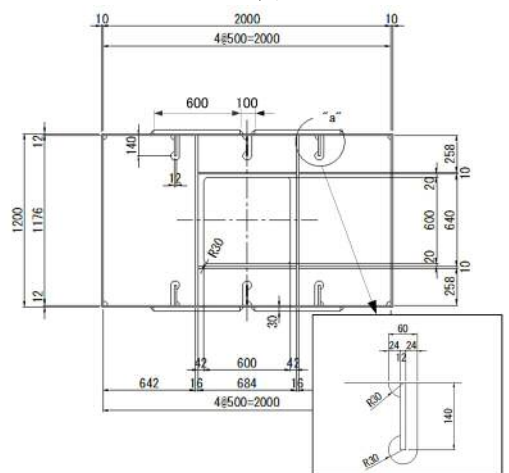


図-2 試験体形状



図-3 試験状況

キーワード 疲労き裂, 鋼製橋脚, 支点直下, 補強, 静的載荷試験

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 (日土地ビル) TEL 03-3539-9546

記号は、ローマ数字に”w”を添え字)。

ひずみゲージの貼付位置を図-5に示す。溶接止端より5mmの位置に3軸ケージを貼付している。タイプ1・2き裂に対してはダイヤフラムのコバ面に貼付したG-L1, G-C1ゲージ, タイプ8き裂に対してはベースプレート直下のダイヤフラムに貼付したG-L2, G-C2 (G-L3, G-C3)ゲージを用いて評価を行う。

3. 試験結果

無補強に対する25ton 載荷時の応力分布を図-6に示す。例えばスリット近傍では、スカラップ側に載荷されることで高い圧縮応力、スリット側に載荷されることで高い引張応力が発生しており、正負が交番することが確認された。また主応力方向は過去の検討結果¹⁾とほぼ傾向が一致している。

各補強構造の載荷結果を図-7に示す。上端溶接しない構造で比較した場合、タイプ1き裂に対してはどの補強構造であっても応力低減が図れており、補強構造ⅠよりもⅡの方が応力低減効果は高い。タイプ8き裂に対しては補強前よりも増加する場合が見られる。しかし補強構造Ⅰを上フランジと溶接接合することによりタイプ8き裂に対しても応力低減できる構造に改良できていることが分かる。よって、上端溶接及び補強構造ⅠとⅡを組み合わせた補強構造Ⅲwが最も応力低減効果がある構造と言える。

参考文献

- 1) 穴見, 溝江, 八木, 梶原: 鋼製橋脚横梁支点直下ダイヤフラムの疲労損傷に対する補修・補強検討, 構造工学論文集, Vol. 53A, pp. 755-765, 2007. 3.
- 2) 佐藤, 益子, 齋藤, 小野: 鋼製橋脚横梁内支点ダイヤフラムに発生した疲労き裂に対する補強検討, 土木学会第68回年次学術講演会, 平成25年9月

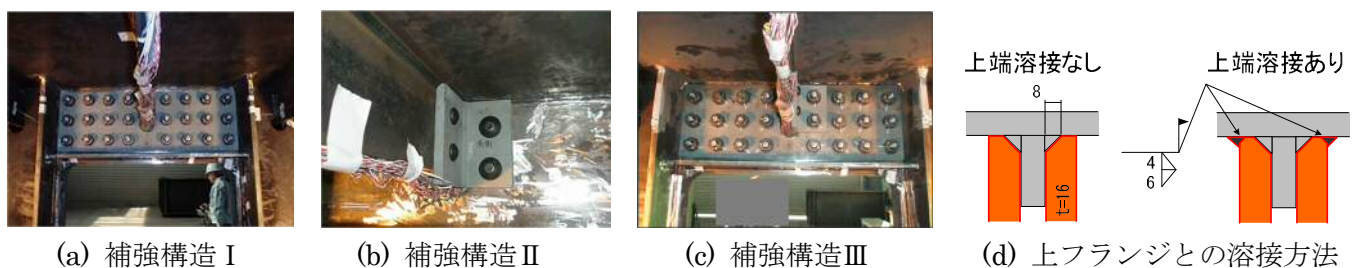


図-4 補強構造案

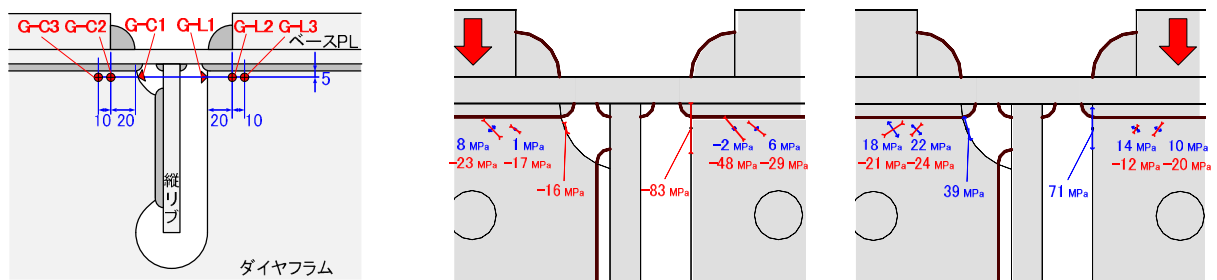
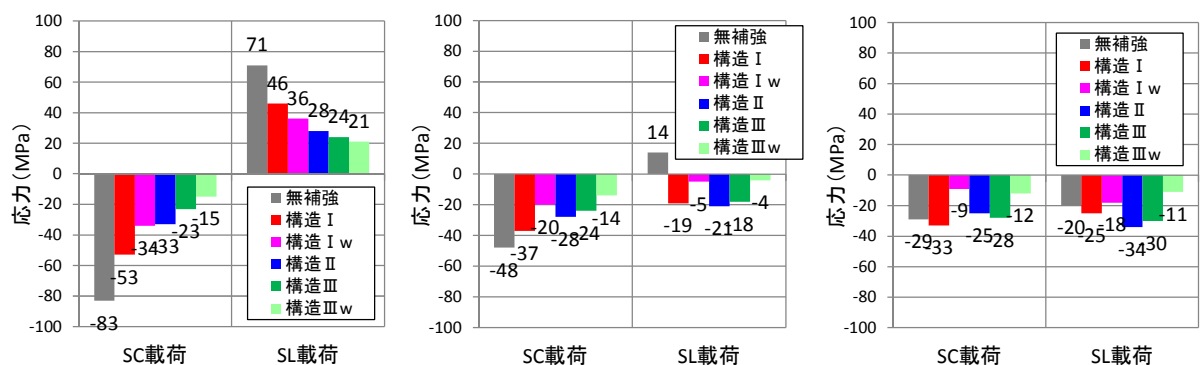


図-5 ひずみゲージ位置 (a) スカラップ側載荷 (SC 載荷) (b) スリット側載荷 (SL 載荷)

図-6 無補強時の載荷結果



(a) タイプ1き裂 (G-L1) (b) タイプ8き裂 (G-L2) (c) タイプ8き裂 (G-L3)

図-7 補強前後の応力 (25t 載荷結果)