

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

首都高速道路(株) 正会員 ○佐藤 歩

首都高速道路(株) 正会員 益子 直人

(一財)首都高速道路技術センター 正会員 齋藤 豪

(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一

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。支点ダイヤフラムに生じる疲労き裂タイプを図-1に示す。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。本検討は、沓座間で発生する疲労き裂の中でも比較的数量が多いタイプ1, 2, 8の3タイプのき裂に着目し、FEM解析による補強構造検討を実施した。

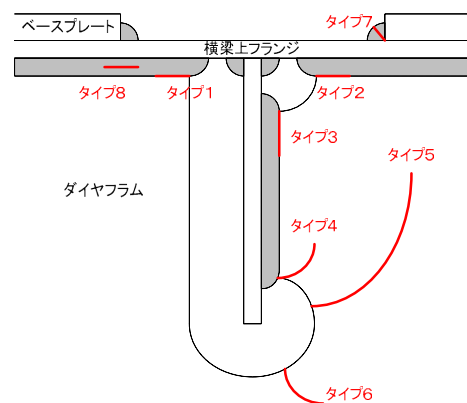


図-1 支点ダイヤフラムに生じる損傷タイプ

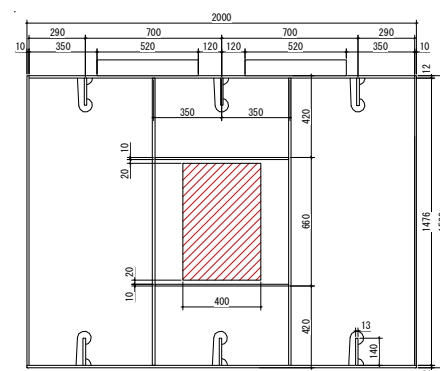


図-2 解析モデル概要図

2. 解析モデルの作成

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・寸法を参考として解析モデルを作成した。また、沓座のサイズや間隔等、その他のパラメータについては標準図を基に設定した。解析モデル概要図を図-2に示す。ベースプレートはソリッド要素、その他の部材はシェル要素でモデル化した。支点は、横梁の四隅を支える単純支持とし、荷重は、沓座上面に合計10kNとなる等分布荷重を載荷した。また、輪荷重の移動を考慮して、2枚の沓座それぞれに載荷するP1およびP2の2パターンで載荷した。

3. 補強構造検討

過年度の検討から、タイプ1, 2 き裂のき裂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おり、タイプ8 き裂の発生原因は、沓座端部直下の溶接部における応力集中であると考えられる。本検討では、これらの応力集中を改善するための補強構造を考案し、補強モデルを作成した。図-3に補強モデル概要図を示す。

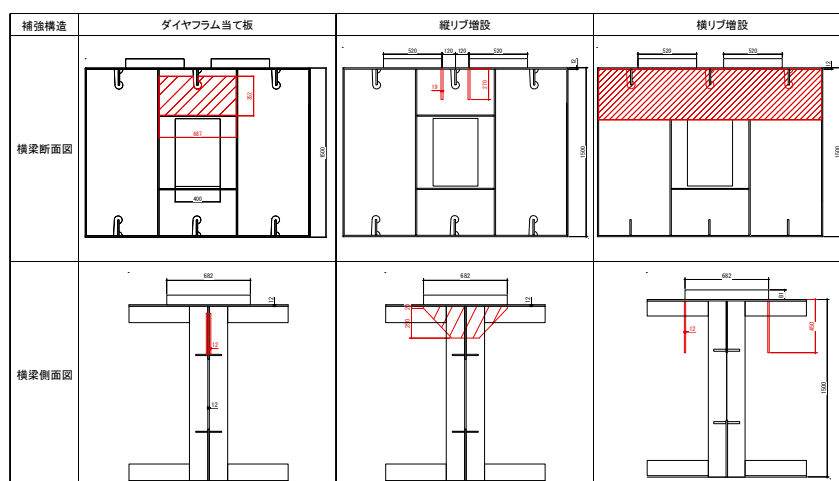


図-3 補強モデル概要図

キーワード 疲労き裂, 鋼製橋脚, 支点直下, 補強

連絡先 〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町 43-5 TEL 03-5640-4882

ダイヤフラム当て板はダイヤフラム面内のせん断変形抑制，縦リブ増設は沓座端部の応力集中緩和，横リブ増設は沓座からの荷重をダイヤフラムを介さずに横梁ウェブに伝達することをそれぞれ目的としている．解析ケースは，補強なしの場合にこれら補強構造 3 案を加えた合計 4 ケースとした．

5. 解析結果

解析結果は，横梁上フランジ下面から4mm下の応力値を抽出し，補強前後の応力値の比較で評価する．図-4に鉛直応力分布，表-1に各解析ケースの応力振幅と対補強なし比を示す．対補強なし比とは，補強なしの応力振幅を100%とした場合に，その他のケースの応力振幅が補強なしの場合と比較してどの程度の割合かを示したものである．ダイヤフラム当て板を実施することで，縦リブスリットおよびスカラップに生じる応力集中が緩和され，タイプ1き裂の応力振幅は補強前に比べて50%程度低減している．沓座端部に縦リブを増設することでタイプ8き裂に対する応力が大きく低減し，補強前に比べて80%以上の応力低減効果が見られた．横リブを増設することで，3タイプのき裂全てに対して応力低減効果が確認された．特にタイプ1き裂については，補強前に比べて50%程度応力が低減している．

6. おわりに

FEM解析による補強構造検討により，タイプ1き裂にはダイヤフラム当て板および横リブ増設，タイプ2き裂には横リブ増設，タイプ8き裂には縦リブ増設が，それぞれ効果が高いことがわかった．沓座間では，タイプ1，2き裂とタイプ8き裂が連成するケースが多いため，対象橋梁の損傷状況や応力状態等を勘案し，これらを組み合わせた補強構造とするのが望ましいと考えられる．なお，増設する縦リブや横リブと横梁上フランジとの接合は現場溶接を想定しているが，横梁内は非常に狭隘であり，供用下での現場溶接となるため溶接の品質確保が難しいことが想定される．今後は供試体を用いた溶接施工確認試験や静的荷重試験，実橋での応力計測等による検討を引き続き実施する予定である．

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.

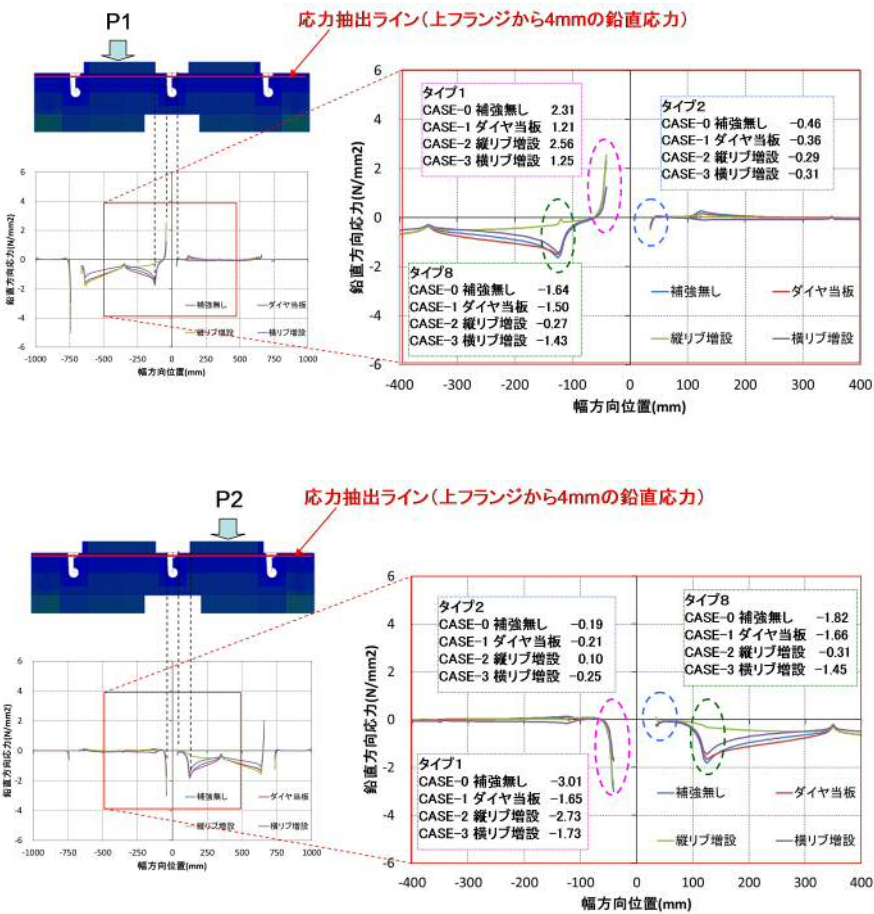


図-4 P1 および P2 荷重時の鉛直応力分布

表-1 解析ケースごとの応力振幅と対補強なし比

補強構造		応力振幅 (N/mm ²)			対補強なし比 (%)		
		タイプ1	タイプ2	タイプ8	タイプ1	タイプ2	タイプ8
CASE-0	補強無し	5.32	0.46	1.82	100	100	100
CASE-1	ダイヤフラム当て板	2.86	0.36	1.66	54	78	91
CASE-2	縦リブ増設	5.29	0.39	0.31	99	85	17
CASE-3	横リブ増設	2.98	0.31	1.45	56	67	80

て応力低減効果が確認された．特にタイプ1き裂については，補強前に比べて50%程度応力が低減している．