

鋼製橋脚横梁内支点ダイアフラムの疲労損傷に対する L 型補強材の補強効果

首都高速道路(株) 正会員 ○梶原 仁, 飛田 遼
 (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 段下義典, 藤井裕士

1. はじめに

鋼製橋脚横梁内支点ダイアフラム溶接部に発生する疲労き裂のうち、図-1 に示すタイプ1と呼ばれるき裂が最も数多く発見されている。このようなき裂に対しては、支承およびベースプレートの取換えを前提とした拡大ベースプレート補強が標準的な補強方法として採用されている。一方、この補強は、支承取換えを前提としており、施工が比較的大規模となるため、橋脚内部で簡易的な補強方法の検討をこれまで実施してきた¹⁾。昨年度、横梁内で簡易的に施工可能な L 型補強材について実橋モデルの疲労試験を行い、所定の疲労耐久性が確認されている²⁾。しかしながら実橋においては、上フランジやダイアフラムなど様々な寸法が存在しており、L 型補強材がどの程度補強効果を有しているかは明らかとなっていない。

本稿においては、弾性 FEM 解析により、鋼製橋脚横梁を構成する種々の断面寸法での応力性状及び、L 型補強材の補強効果について確認した結果を報告する。

2. 解析モデル

解析寸法を図-2 に示す。ここでは、梁幅 2000 mm、梁高 1200 mm、長手方向 2,700 mm のモデルとし、ダイアフラム板厚 12 mm、フランジ板厚 12 mm、フランジ縦リブ 3 本をベースとしたモデルとした。溶接部は、ソリッド要素を用いたモデルとし、最小メッシュはスリット廻り 12 mm (1t) の範囲(赤線範囲内)について 1 mm とした。また、補強材については、ダイアフラムと縦リブと結合したモデルで解析を実施した。荷重は車両走行を考慮し、図-3 に示すように小開口側スリット側載荷 (SC 載荷)、大開口側スリット側載荷 (SL 載荷) の 2 パターンとした。解析を実施した寸法を表-1 に示す。ここでは、実橋で使用されている寸法を考慮してフランジ板厚を 12 mm~22 mm、ダイアフラム板厚 12 mm~22 mm、ベースプレート間隔 60 mm~250 mm に変化させて解析を実施した。

3. タイプ1 き裂発生部近傍応力の寸法の影響

解析によって得られたタイプ1 き裂近傍の応力を種々の寸法で整理した結果を図-4~図6 に示す。ここでは、解析の最小メッシュ幅が 1 mm であり、ダイアフラム側止端部の局部応力を評価できないことからホットスポット応力 (3 点法 4 mm, 8 mm, 12 mm) 用いて整理した。

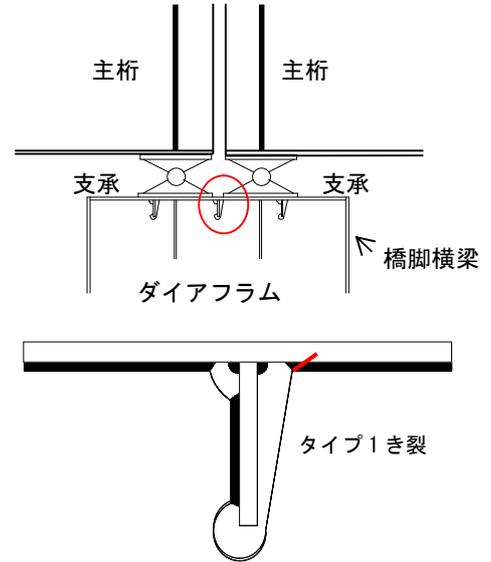


図-1 支点直下タイプ1 き裂

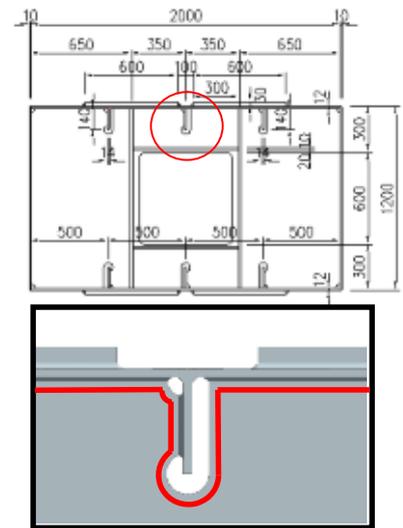


図-2 解析寸法



図-3 荷重条件

キーワード 鋼製橋脚, 支点下ダイアフラム, 疲労損傷, L 型補強, 補強効果, 応力解析
 連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1(日土地ビル) 首都高速道路(株) TEL 03-3539-9529

表-1 解析寸法 単位:mm

着目寸法	上フランジ		ダイヤフラム			ベース間距離			
	上フランジ板厚	12 16 22	12			100			
	ダイヤフラム板厚	12	12 16 22	100					
支承ベース間距離	12	12	60 100 200 250						

上フランジ板厚を変化(12~22 mm)させフランジ板厚が厚くなくても、タイプ1き裂近傍の応力範囲はほぼ変わらない。また、SL, SC 載荷時の応力についても板厚の増加に伴う応力値の顕著な減少は見られない。ダイヤフラムは、板厚が厚くなると、タイプ1き裂近傍の応力範囲は減少(22 mmの場合 12 mmの約60%)する。これは、主にSC 載荷時の応力の減少によるものであり、主にダイヤフラム板厚の増加によるものと考えられる。支承ベースプレートは、間隔が大きくなると200 mm程度までタイプ1き裂近傍の応力範囲は増大するがこれ以上となると増加は見られない。これは、フランジの全体的な変形の影響によるものと考えられ、荷重点が近いほど、スリットの局部的変形が発生せず、ある程度まで荷重点からの距離があった方が局変形を発生させるためであると考えられる。

4. 補強効果

これらの各寸法のうち、ダイヤフラム板厚とベースプレート間距離を変化させたモデルでL型補強材(図-7)を設置した効果を表-2, 表-3に示す。ダイヤフラム板厚とベースプレート間距離を変化させるとタイプ1き裂発生部近傍の応力範囲は前述の通り変化するが、L型補強材を設置するといずれの寸法であっても応力低減効果はほぼ変わらない結果となり、82~90%の低減効果が得られた。補強材はボルト添接であるが、解析の補強モデルがダイヤフラムと縦リブに結合されているモデルのため補強効果は、実際の補強効果よりも過大に評価されているが、補強効果としては、継手寸法によらずL型補強材で一定の補強効果が得られているものと考えられる。

5. まとめ

鋼製橋脚横梁を構成する種々の寸法(フランジ板厚, ダイヤフラム板厚, ベースプレート間隔)での応力性状及び、L型補強材の補強効果について弾性FEM解析により確認した。結果、ダイヤフラム板厚, ベースプレート間隔についてこれらの寸法により応力性状が変化することを確認した。また、L型補強材は、解析を実施した継手寸法によらず十分な応力低減効果を有していることを確認した。

・参考文献

1) 牧山大祐, 梶原仁, 齋藤豪: 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疲労試験, 第70回年次学術講演会, I.396, 2015.9

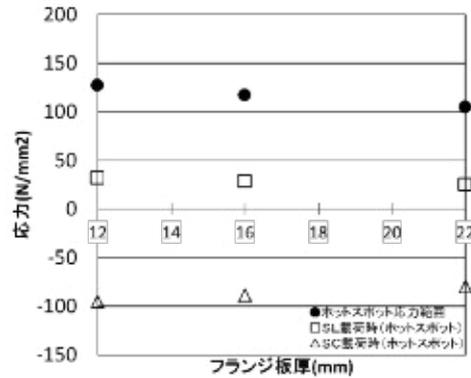


図-4 フランジ板厚の影響

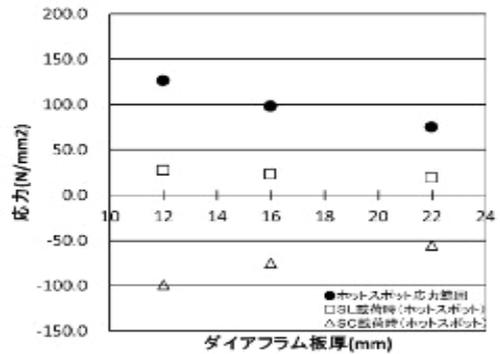


図-5 ダイヤフラム板厚の影響

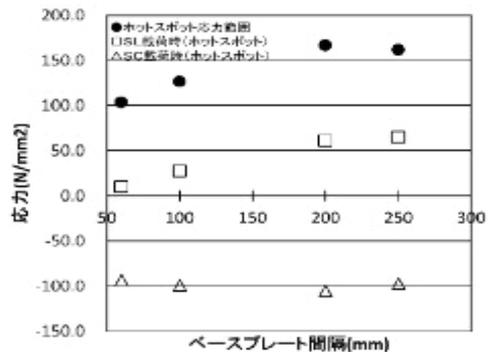


図-6 ベースプレート間隔の影響

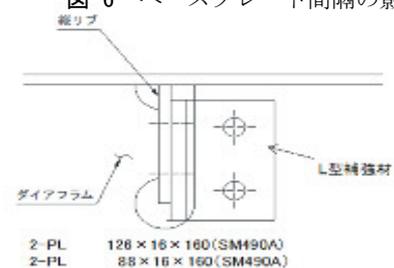


図-7 L型補強材

表-2 補強効果(ダイヤフラム板厚)

ダイヤフラム板厚 (mm)	12		16		22	
	補強前 (A)	補強後 (B)	補強前 (A)	補強後 (B)	補強前 (A)	補強後 (B)
応力範囲 (MPa)	126.2	19.1	97.8	9.4	74.6	8.2
補強効果 1-(B)/(A)	85%		90%		89%	

表-3 補強効果(ベースプレート間隔)

ベースプレート間隔 (mm)	60		100		250	
	補強前 (A)	補強後 (B)	補強前 (A)	補強後 (B)	補強前 (A)	補強後 (B)
応力範囲 (MPa)	103.4	18.4	126.3	19.1	161.6	21.1
補強効果 1-(B)/(A)	82%		85%		87%	