

交通規制を必要としない既設鋼床版橋の疲労損傷対策の検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○高田 佳彦 青木 康素

関西大学 正会員 坂野 昌弘 阪神高速技術(株) 正会員 酒井 優二

1. はじめに

都市高速道路の厳しい重交通環境により、阪神高速道路においても、鋼床版に疲労き裂が多数発見されている。デッキプレートとUリブの溶接部を起点に発生するき裂は、進展性が高く、デッキプレートを貫通した場合、交通荷重の支持機能が低下する恐れがあり、道路管理上留意すべき損傷である。また、溶接線ののど厚を貫通するき裂は、デッキやUリブウェブに進展するなど床組機能の低下が懸念される。Uリブ形式の鋼床版は、そのほとんどが標準図¹⁾に倣い構造が決められており、交通状況次第では、今後どの橋梁にも疲労損傷が発生する恐れがある。

そのような損傷の対策として、都市高速の厳しい制約を踏まえて、基本的に交通規制を必要としない、補強、予防保全対策を検討した。対策案について、応力低減効果に着目し、FEM解析、および、実橋をモデル化した供試体による静的载荷試験により対策効果を評価した。

2. 対象とする対策工の概要

対策法の選定にあたり、デッキプレートの面外曲げ剛性が向上、Uリブの局所変形が軽減され応力低減効果が高い、現状の片側すみ肉溶接に対して継手強度向上効果が高い、等の観点から、以下の5案を対象とした。

a) Uリブ間縦桁設置案 (Case-1)

図-1は、Case-1のUリブ間縦桁設置案の概要図である。横リブを支点とする縦桁をUリブ間に設置することで、Uリブ間の輪荷重を縦桁が支持し、デッキプレートの変形を抑制し、それによって溶接部の応力低減を図るものである。縦桁とデッキ面とは、スタッドボルトおよび接着剤により、肌隙や分離を解消する。

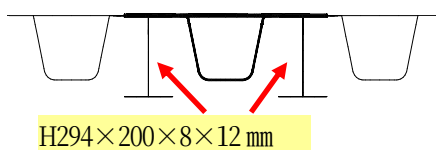


図-1 Case-1: Uリブ間縦桁設置案

b) Uリブ間当て板設置案 (Case-2)

図-2におけるCase-2のUリブ間当て板設置案は、板厚 $t=9\text{mm}$ の逆U型の鋼板をUリブ側面およびデッキプレート下面に設置する。当て板とデッキプレートとは2液硬化型高強度エポキシ系接着剤とスタッドボルト(M12)で一体化する。Uリブウェブ面とはワンサイドボルトで接合する。当て板により、デッキプレートの面外変形を低減するとともに、溶接部の応力集中の緩和を図る。

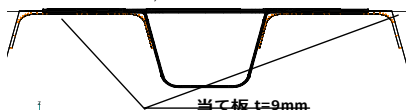


図-2 Case-2: Uリブ間当て板設置案

Case-4のUリブ開腹+内面すみ肉溶接案は、図-3のように、Uリブの下フランジを切断・撤去し、Uリブ内面側からすみ肉溶接(のど厚 $t=5\text{mm}$)を行う。併せて、Uリブ断面欠損を補うため、アングル材をUリブ腹板に高力ボルトにて接合する。

バルブリブにおいて、デッキプレートとバルブリブとの縦溶接線はこれまで疲労き裂が報告されていない。これを背景に、内面に現場溶接を施すことで両面すみ肉溶接とし、継手強度の改善を図る。併せて、開断面化により、Uリブウェブは面外変形が自由になるため、Uリブウェブから溶接部に加わる面外曲げ応力の低減を図るものである。

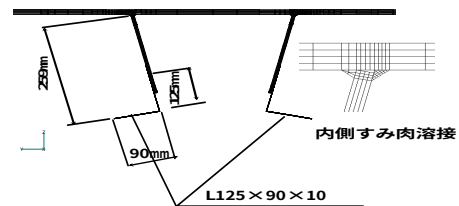


図-3 Case-4: Uリブ開腹+内面すみ肉溶接案

d) Uリブ内モルタル充填案 (Case-3およびCase-5)

Case-3はCase-1の、Case-5はCase-2の、それぞれの対策案に対しUリブ内に比重1.3程度の高膨張軽量モルタルを充填し、Uリブの剛性を上げるとともに、充填部が輪荷重を支持しデッキプレートの変形を防ぐことで、溶接部の応力集中の低減を図る。

3. FEM解析

解析モデルは、次章の载荷試験用の供試体を対象とすることとし、図-4に示す。解析の着目箇所は、中央のUリブの縦リブ支間中央の断面とした。その近傍を溶接ビードも含めてソリッド要素で、それ以外はシェル要素でモデル化した。デッキプレートとUリブとの溶け込み量は、ゼロとした。载荷荷重は100kNとし、大型車の中・後輪(ダブルタイヤ)を模した200mm×W200mm×2箇所(間隔100mm)とし、Uリブウェブを跨ぐ形で载荷する。

無補強における着目箇所のFEM結果を、図-5に示す。また、溶接部の局所応力はデッキプレートの変形に起因するUリブ変形の相互作用によるもの²⁾と考えられることから、無補強およびCase-1~5におけるデッキプレートの上面および下面の応力分布を図-6に示す。

これらの図より、無補強では、溶接部に極めて高い応力集中が発生し、デッキ上面では载荷直下のUリブウェブ上で、引張応力が発生している。板曲げの影響で、载荷と反対側のUリブウェブにも、载荷直下の50%程度の応力が発生している。

Case-1およびCase-2は、無補強に対して止端部およびルート部で70~80%の応力レベルとなる。一方、モルタル充填のCase-3およびCase-5は、20%程度にまで低下する。これは、Uリブ間のデッキの変形が抑制され、溶接部に作用する面外曲

キーワード 鋼床版、疲労耐久性、FEM解析、Uリブ間当て板、Uリブモルタル充填

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 大阪センタービル12F

