

I-9 沓座直下のダイヤフラム疲労損傷に対する板厚の影響

高知工科大学 正会員 ○岡田和也 首都高速道路(株) 正会員 梶原 仁
高知工科大学 正会員 穴見健吾 川田工業(株) 正会員 溝江慶久

1. はじめに

近年、鋼製橋脚の支点部直下フランジ・ダイヤフラム・縦リブの交差部で疲労亀裂の発生が報告されている。この交差部では多くの溶接継手ディテールが存在し、様々なタイプの亀裂が発生している。(一部を図1に示す) また、梶原⁽¹⁾の調査によると幾何形状の変化によって損傷率が変化するという報告もある。

本研究は有限要素法解析を用い鋼製橋脚の横梁をモデル化し、疲労亀裂の発生数が最も多いタイプ1の疲労亀裂の発生個所である大開口スリット近傍のダイヤフラム、フランジ溶接部の止端部とルート部の応力性状に対するフランジ及びダイヤフラムの板厚変化の影響について検討することを目的とする。

2. 解析

本研究では、実橋から取出した試験体(図2)を対象とし汎用有限要素法ソフト COSMOS/M を用いて解析を行った。荷重する際は車の走行による応力性状やその変化を再現するために、図3に示すように荷重点を移動させた。ここでは実橋に多く使用されている鋼板厚を考慮し、ダイヤフラム厚を9、12、15mm、フランジ厚を12、15、19、22mmに変更し、解析を行った。解析モデル及び手法を図4に示す。

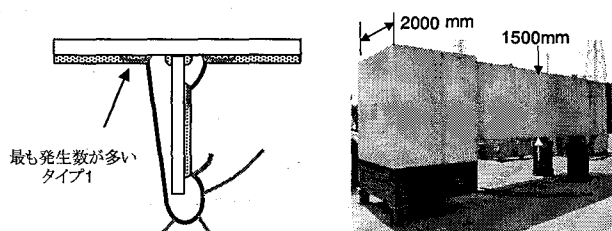


図1 亀裂タイプ

図2 試験体

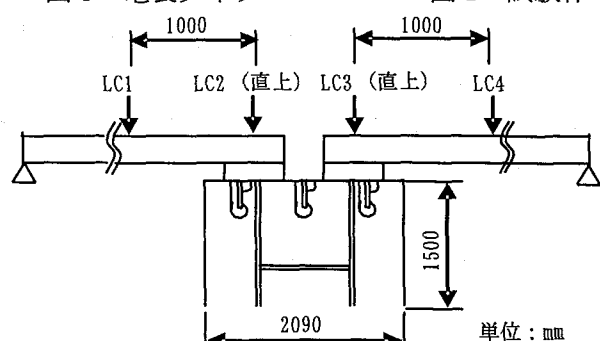


図3 荷重ケース

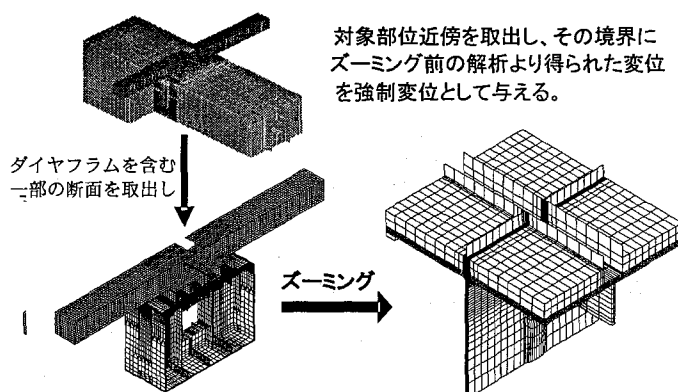


図4 解析手法

3. 解析結果

LC2 と LC3 荷重時の変形図を図5、6に、又、フランジ厚とダイヤフラム厚の変化に伴う大開口側のルート部及びこぼ面の鉛直方向応力の変化を図7、8に示す。

3-1. LC2、LC3 での応力発生メカニズム

荷重ケース LC2 では、LC3 より応力が非常に低い。変形図(図5、6)を見ると、LC2 荷重では、スリット部の股開き現象が起こることで局部的な曲げによる引張応力が作用しており、この引張応力が沓座からの鉛直圧縮応力を相殺し応力が小さくなる。一方、LC3 では LC3 側のダイヤフラムだけが鉛直方向下向きに変位することにより、スリット部が股閉じのような変形を起こし、それにより大きな圧縮応力が止端部及びルート部に発生していると考えられる。

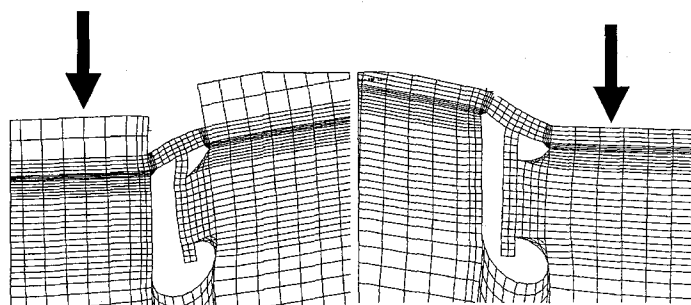
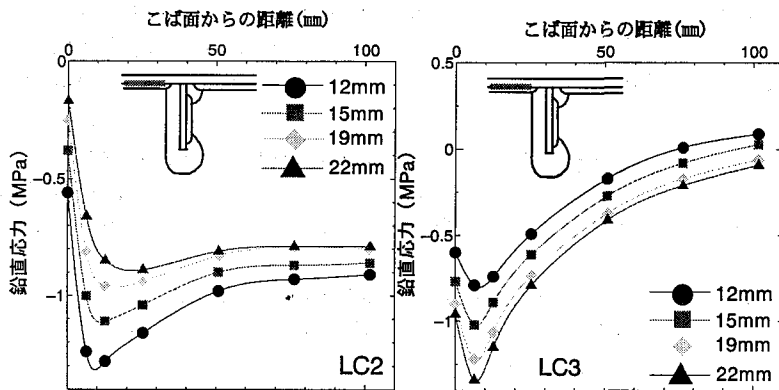
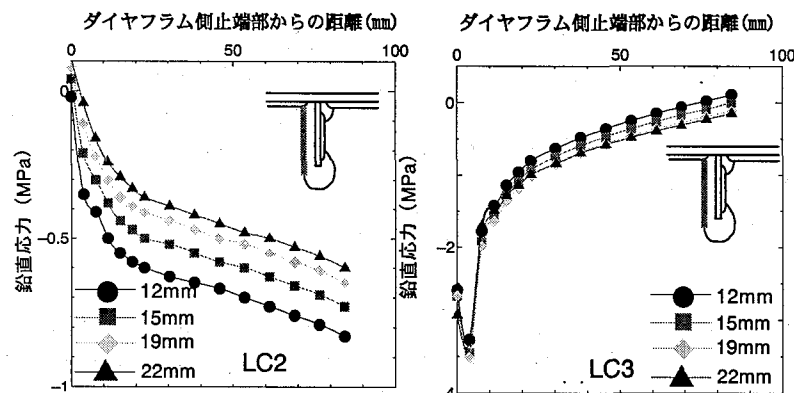


図5 LC2 の変形図

図6 LC3 の変形図

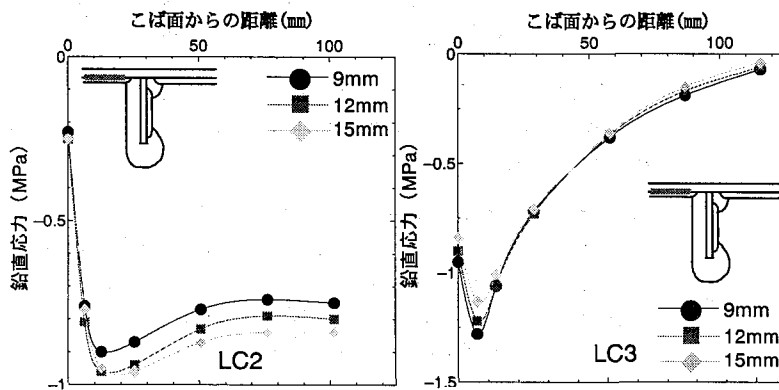


(a) ルート部の橋軸方向分布

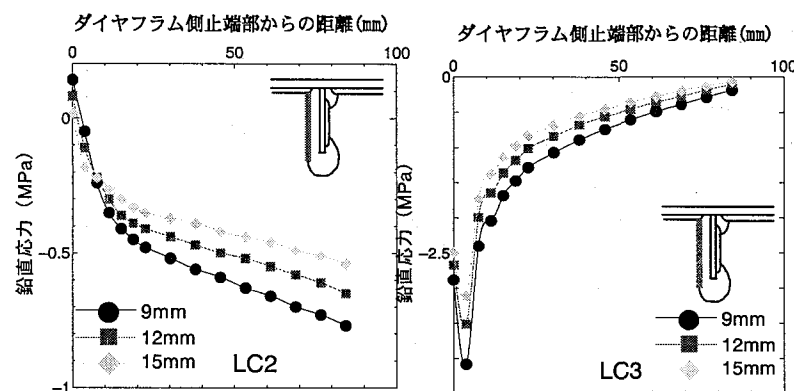


(b) こば面の鉛直応力分布

図7 フランジ厚の変化による影響



(a) ルート部の鉛直応力分布



(b) こば面の鉛直応力分布

図8 ダイヤフラム厚の変化の影響

3-2. フランジ厚の変化の影響 (図7)

LC2 での大開口側のルート部(a)と止端部(b)の応力はフランジ厚が大きくなると応力が小さくなり、LC3 では逆に大きくなっている。これはフランジ厚が大きくなるとフランジの剛性が増しダイヤフラムの剛性がフランジに対し相対的に減少することでダイヤフラムに局部変形(股開き、股閉じ現象)が集中するためと考えられる。

3-3. ダイヤフラム厚の変化の影響 (図8)

○ルート部(a)

LC2 での対象部位の応力はダイヤフラム厚が大きくなると応力が大きくなりスリットから離れた部位で板厚による影響が大きくなっている。LC3 では逆に小さくなっている。スリット近傍では前述したようにフランジとダイヤフラムの相対的な剛性の差によってダイヤフラム厚が大きくなるとダイヤフラムの局部変形が小さくなるためと考えられる。スリットから離れた部位ではフランジとダイヤフラムの不溶着部の幅が大きくなるために応力集中が大きくなったと考えられる。

○止端部(b)

LC2 での対象部位の応力はダイヤフラム厚が大きくなると応力が大きくなり、止端部から離れた部位では応力が小さくなっている。LC3 ではダイヤフラム厚が大きくなると対象部位での応力は小さくなっていることが分かる、LC2 と LC3 の対象部位ではダイヤフラム厚が大きくなることでダイヤフラムの剛性が増し、ダイヤフラムの局部変形が小さくなるためと考えられる。

参考文献

- (1) 梶原ら: 製橋脚支点部直下ダイヤフラムディテールの疲労挙動、平成17年度土木学会年次学術講演会 I-1-420