

半円切欠き工法の応力低減効果に対する疲労試験条件の影響検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○高田耕庸 森謙吾

非会員 杉岡弘一

(一財)阪神高速先進技術研究所 正会員 山本修嗣 赤松伸祐

関西大学 正会員 松本直樹 石川敏之

1. はじめに

阪神高速では鋼床版の疲労き裂が多く発生しており、これらのき裂のうち図-1に示すようなデッキと箱桁ウェブの垂直補剛材上端とのすみ肉溶接部（以下、溶接部）に発生するき裂は、鋼床版に発生するき裂全体の約3割に及んでいる。阪神高速ではこのき裂に対する予防保全対策として垂直補剛材上端部に半円孔を設置し、デッキの変形拘束を緩和することで溶接部の応力を低減させる半円切欠き工法を実施している。著者らは板曲げ疲労試験（以下、疲労試験）により半円切欠き工法の応力低減効果に関する研究¹⁾を行っているが、既往の解析的検討²⁾で明らかとなった応力低減効果は確認できなかった。そこで本稿では、疲労試験の境界条件や荷重条件が半円切り欠き工法の応力低減効果に与える影響について解析的に検証した。

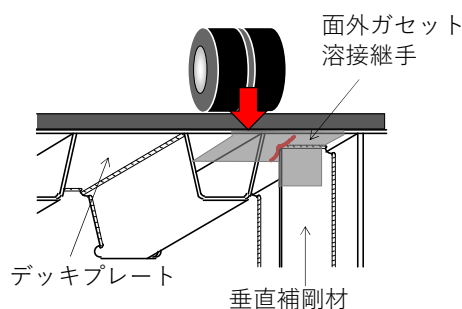


図-1 タイプ③き裂

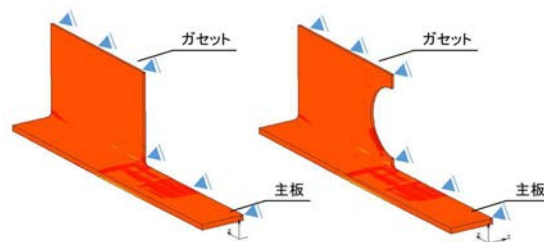


図-2 解析モデル

2. 解析条件および解析モデル

解析には汎用の有限要素解析プログラム Marc を使い、ヤング係数 200kN/mm²、ポアソン比 0.3 とし、8 節点 6 面体ソリッド要素を使用した線形有限要素解析を行った。

本検討で用いた解析モデルを図-2に示す。デッキプレートを模した厚さ 12mm の主板に、垂直補剛材を模した厚さ 12mm のガセットプレートを溶接サイズ 6mm ですみ肉溶接した試験体を再現し、主板の中央に対象条件を設けた 1/2 モデルとした。また、既往検討¹⁾と同様に、溶接ままの AW、半円切欠きの設置位置を主板から 20mm 位置とした H20 の 2 種類とした。本検討では、主板側の溶接止端の要素に発生する主応力に着目し、最小メッシュサイズは 0.5mm とした。

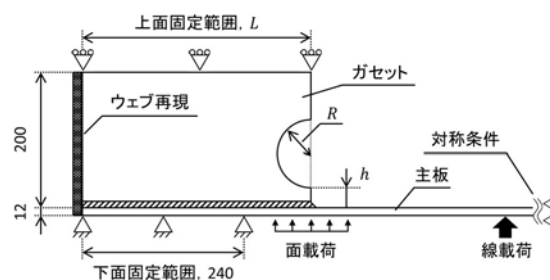


図-3 解析条件のパラメータ

図-3、表-1 に AW と H20 のそれぞれに設定した各検討ケースの解析条件を示す。ケース 1 は疲労試験と同条件としたケース、ケース 2 は載荷位置の影響を確認するために既往検討²⁾を参考として載荷位置をガセット直下に面載荷（幅 200 mm×長さ 100 mm）したケース、ケース 3 はガセットの剛性の影響を確認するためにガセット幅を 100 mm としガセット上端部を固定したケース、ケース 4 は実橋の

表-1 検討ケースごとの解析条件

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
L (mm)	340	340	100	100	100
線載荷	○				
面載荷		○	○	○	○
下面固定	○	○			
上面固定			○	○	○
対象条件				○	○
ウェブ再現					○

キーワード 疲労き裂, 半円切欠き, FEM, 応力集中

連絡先 〒552-0006 大阪府大阪市港区石田 3-1-25 阪神高速道路(株) TEL06-6576-3881

デッキプレートの連続性による影響を確認するためにケース 3 のモデルに主板先端の対称条件を追加したケース、ケース 5 は主桁ウェブによる影響を確認するためにケース 4 に厚さ 12mm の主桁ウェブをモデル化したケースとした。

3. 解析結果および考察

図-4 に AW, H20 に対し、各ケースで求めた着目要素に発生する主応力を AW の応力で無次元化した結果を示す。ケース 1 の結果より、AW と H20 の応力はほぼ同等であった。ケース 2 および 3 の結果はケース 1 とほぼ同等の結果となった。これより、荷重位置およびガセットの剛性の違いが半円切欠き工法の応力低減に及ぼす影響は小さいと考えられる。ケース 4 では、AW に比べて、H20 で大きな応力低減効果が見られた。ケース 5 では、主桁ウェブを再現することでケース 4 に比べ H20 の応力低減効果は小さくなり、AW に対して約 2 割の応力低減効果となった。これは鋼床版モデルで実施した既往検討²⁾の傾向と同様であり、実橋における応力低減効果を最も再現できた状態に近いと考えられる。

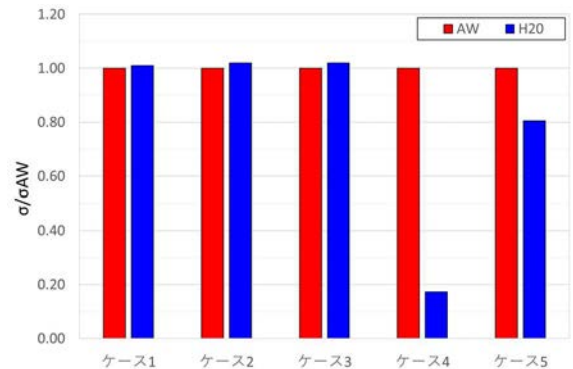


図-4 着目部発生応力の AW に対する比率

図-5 に H20 の各ケースのコンター図を示す。最も応力低減効果が確認されたケース 4 では、主板先端の対称条件がないケース 1,2,3 に比べ主板が上に反り変形モードが変化している。このように、主板の変形モードが片持ち梁から両端支持に近い曲げ形状に変化したことで着目部に生じていた圧縮応力が低減され、応力低減効果が表れたと考えられる。一方、ケース 5 では主桁ウェブを再現することでガセット部の剛性が高くなり、主板の変形が小さくなった。これらより、ケース 4 で確認された応力低減効果が減少したと考えられる。以上より、主板先端の対称条件による変形モードの違いは半円切欠き工法による応力低減効果に大きな影響を及ぼす要因であり、その影響はガセット部の剛性によって変化することが確認できた。

4. まとめ

本検討では、疲労試験の試験体を再現した FEM を用いて疲労試験条件が半円切り欠き工法の応力低減効果に与える影響を検討した。この結果から、主板先端の対称条件による変形モードの違いは半円切欠き工法による応力低減効果に大きな影響を及ぼす要因であることを確認した。また、その影響は主板の変形を拘束するガセット部の剛性によって大きく変化することが確認された。

参考文献

- 1) 高田 他: 垂直補剛材直上の鋼床版デッキプレートの疲労き裂に対する予防保全の効果, 鋼構造年次論文報告集, 第 30 巻, pp.306-313, 2022.
- 2) 高田 他: 半円切欠き工法による鋼床版垂直補剛材溶接部の疲労対策の検討, 鋼構造年次論文報告集, 第 15 巻, pp.343-350, 2007.

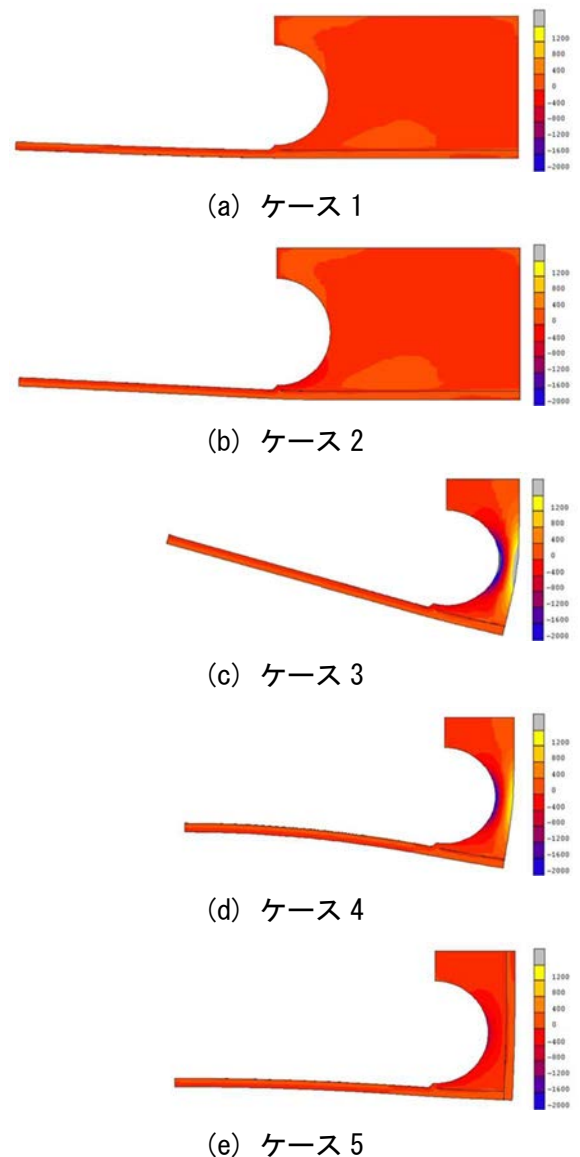


図-5 各ケースのコンター図