

オープングレーチング床版の疲労耐久性向上に関する実験的検討

国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	○池田 秀継
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	小沼恵太郎
国土交通省国土技術政策総合研究所		大久保雅憲
国土交通省国土技術政策総合研究所	正会員	玉越 隆史

1. 目的

オープングレーチング床版は耐風安定性に優れることから、長大橋の路肩部等で適用された実績を有する。一方、従来の床版と比較して橋梁上部構造の軽量化が図れ、架設の省力化も期待されることから、一般橋梁においても応急復旧橋や工事用道路等で適用された事例がある。しかし、通常の道路橋としての供用を想定した場合、表面部材と主げたの中間で荷重分配を担う構造桁については、交通荷重に対する疲労耐久性に関して十分に検証されていない。そのため国土技術政策総合研究所では、構造桁の交差部形状に着目し、道路橋として実用的な疲労耐久性の向上が図れる形状を見いだすために、疲労試験（輪荷重走行試験）等による疲労耐久性確保策の実験的検討を行った。

2. 輪荷重走行試験

オープングレーチング床版構造を構成する構造桁の横主部材の形状及び主部材との接合方法による疲労耐久性の実荷重状態における違いを把握するため、平成20年度と21年度に各々4タイプの交差形状（図1、図2）を配置した1つの実物大供試体（図3）で輪荷重走行試験を実施した。

タイプ H20-1 は、実橋で採用実績のある、横主部材に I 形鋼を使用しウェブ部分に溶接をしたもの、H20-2 は I 形鋼の周りを全周溶接したもの、H20-3 及び 4 は横主部材フランジ周囲の応力低減を考え、スカーラップを設けることとし、H20-3 は水平に、H20-4 はフランジ部分に巻き込む形状としたものである。

タイプ H21-1 は、製作性と経済性の両面に優れ、比較的疲労耐久性も優れた結果を示した H20-4 のスカーラップ形状を滑らかに変更したもの、H21-2 は H21-1 に対して製作性向上の観点で構造桁のスカーラップと横主部材ウェブを直交させたもの、H21-3 及び H21-4 はスカーラップの存在や溶接始末端の存在による局部的な応力集中を緩和する目的から、横主部材に円形鋼管を採用し、構造桁に全周溶接したもので肉厚の異なる

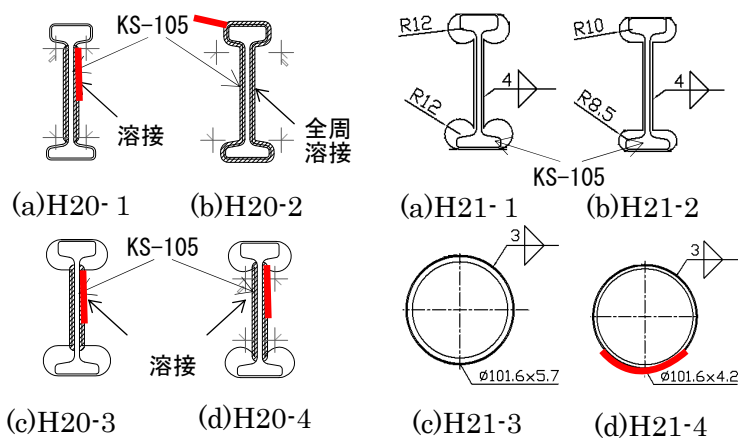


図1 H20年度検討ケース 図2 平成21年度検討ケース
(—:最初のき裂発生位置) (—:最初のき裂発生位置)

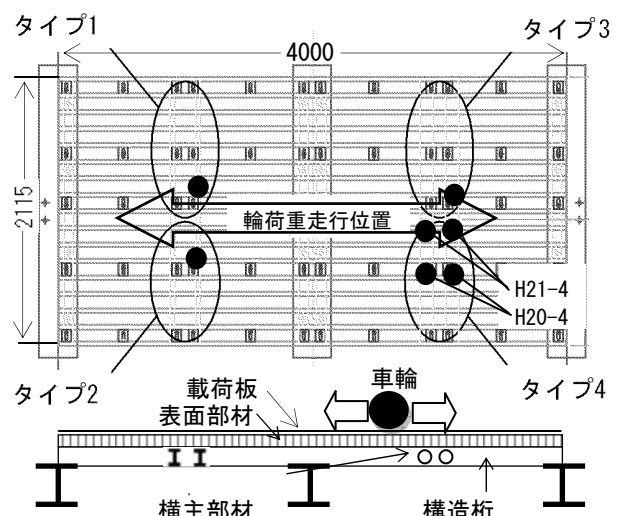


図3 供試体概要
(●:最初のき裂発生位置)

キーワード 床版, オープングレーチング, 疲労耐久性, 輪荷重走行試験

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-4919

2条件である。載荷パターンは図4に示すような一定の走行回数毎に荷重を増加する階段状載荷である。なお、途中段階の発生応力状態の把握のために、載荷荷重を増加する前毎に交差部直上で静的載荷を行い、ひずみの計測を行った。

3. 輪荷重走行試験結果

試験結果について、タイプ毎に最初にき裂が発生した走行回数及びそのときの荷重をプロットしたものを図4に示す。また、き裂発生位置を図1～3に示す。平成20年度の試験では、き裂発生位置はH20-1・3・4ではいずれも横主部材ウェブ上側の溶接箇所、H20-2では横主部材上フランジの溶接箇所、き裂発生位置は全て荷重走行位置直下近傍の桁であった。溶接やスカーラップ形状を工夫したタイプが、採用実績のあるH20-1よりも疲労耐久性に優れる結果となった。中でもH20-2が最も疲労耐久性に優れる結果となったものの、全周溶接では製作コストがかかることが考えられたため、H20-4が現実的に最も採用可能性が高い構造と考えられた。平成21年度の試験では、H20-4とほぼ同じ走行回数の24万回の時点で、H21-4の荷重走行位置直下の横主部材と構造桁の下側溶接部において最初のき裂が確認された。その他のH21-1～3では載荷を中断するまで(28.5万回)き裂は発生せず、前年度のケースに比べて疲労耐久性の改善が見られた。

4. S-N曲線による評価

図5に、繰り返し回数と主応力の振幅(静的載荷の結果)の関係をプロットしたものを示す。縦軸は100kN載荷時の主応力振幅とし、横軸については、線形累積被害則に基づき、疲労設計曲線の傾きを $m=3$ と仮定して、100kN載荷時の走行回数となるよう換算した走行回数をを用いた。なお、主応力の評価位置は、各ケースで最大値が発生した位置とした。また図中には、鋼道路橋疲労設計指針¹⁾に示される疲労強度等級G及びEのS-N線図を示した。その結果、H21-4以外はG等級程度以上の疲労耐久性を有するものと考えられる。なお、H21-3でき裂が見られなかったためH21-4で早期にき裂が発生した原因については不明であるものの、薄肉中空の鋼管を横主部材とすると断面二次モーメントは確保できても、直上の輪荷重載荷に対して断面剛性が小さいため断面が変形して全周溶接部に大きな変動応力が発生すること、鋼管板厚が小さく良好な溶接品質が確保しにくいことなどが原因と考えられる。今後、FEM解析などによる検証が必要である。

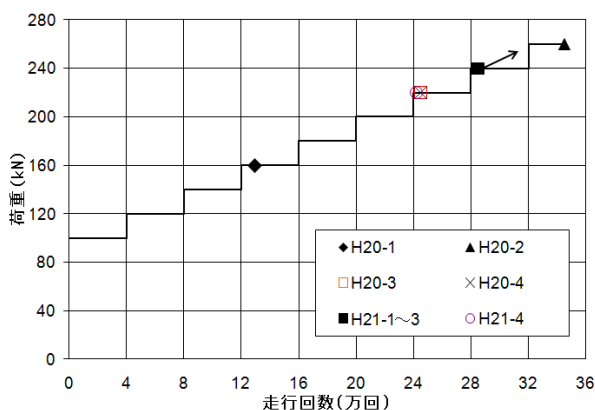


図4 き裂発生荷重－走行回数関係

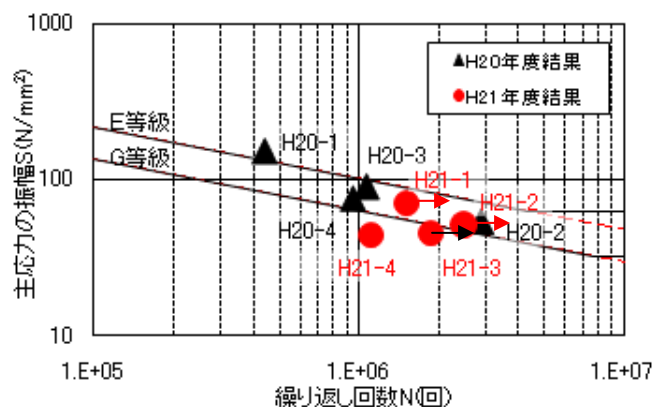


図5 S-N線図

5. 結論

オープングレーチング床版の構造桁の疲労耐久性については、横主部材のスカーラップ形状を滑らかにしたり、横主部材に鋼管構造を用いること等により、採用実績のある、横主部材にI形鋼を使用し横主部材のウェブ周辺のみ溶接した構造よりも応力低減を図ることができ、構造桁の疲労耐久性を向上させることができる可能性が高いことが示された。

参考文献

- 1)鋼道路橋の疲労設計指針，(社)日本道路協会，2002年3月