

## 主桁作用による負曲げに対する鑄鉄床版のデッキ添接構造に関する検討

ヒノデホールディングス (株) 正 会 員 ○山下 良  
 大阪市立大学大学院 正 会 員 山口 隆司  
 大阪市立大学大学院 学 生 員 白井 悠吾

大阪市立大学大学院 学 生 員 松井 駿  
 ヒノデホールディングス (株) 正 会 員 飛永 浩伸

## 1. 研究背景および研究目的

近年、RC床版の老朽化が問題となっており、その更新が必要となっている。床版の更新の際には、軽量かつ耐疲労性に優れる球状黒鉛鑄鉄を用いた鑄鉄床版が開発されている。鑄鉄床版は材料の性質上、溶接が難しいことから図-1 の様な床版パネルを高力ボルトで連結することで構成される。床版同士の連結は端リブをボルトで締結するが、接合部に主桁作用による負曲げが発生した際に図-2 のようにデッキ上面に離間が発生し舗装へ悪影響を及ぼしてしまう課題がある。このデッキの離間への対策として、著者らは、図-3 に示すようにデッキ上面に添接板を設置し、デッキ上面の摩擦接合と従来の端リブの引張接合の併用接合を提案している<sup>2)</sup>。そこでは、要素的な検討の観点から継手部に引張力のみが作用した場合を対象としたが、主桁を含めた負曲げの応力分布が継手部に及ぼす影響を評価するには至っていない。そこで、本研究では、主桁を含む鑄鉄床版パネルの継手部を対象としたFEM解析により、負曲げ作用時のデッキ上面の摩擦接合と端リブの引張接合を併用した構造の挙動を確認した。

## 2. 解析概要

図-4, 5に対象とした鑄鉄床版、主桁および床版と主桁の接合部の解析モデルを示す。図-4 の解析モデルは図-5 に示すように主桁間を対象とし、両側を対象拘束としている。また、実際の床版は床版パネル毎に複数の継手が存在するが、本解析では簡易化のため図-4 に示すように1カ所の継手のみを再現している。用いる要素は8節点低減積分ソリッド要素とし、要素分割は、鑄鉄床版および添接板は要素辺長7mm、主桁は30mmとした。高力ボルトははり要素とし、はり要素の端部を座金の面で各部材に固定することで簡易的にモデル化した。引張接合および摩擦接合に用いる高力ボルトは、M22F10Tを想定し、ボルト軸力はM22F10Tの設計ボルト軸力の205kNを初期軸力として与えた。材料特

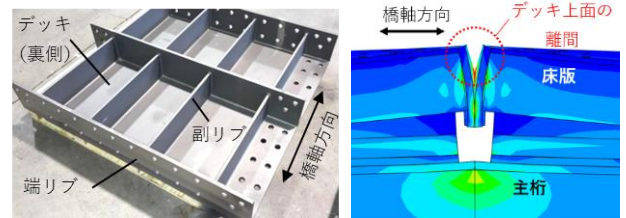


図-1 鑄鉄床版パネル

図-2 端リブ継手(負曲げ作用時)

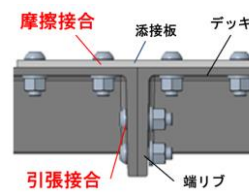


図-3 負曲げ区間継手構造

表-1 材料特性

部位	材質	ヤング率 [GPa]	ポアソン比
鑄鉄床版	FCD500	170	0.28
その他	鋼材	200	0.3

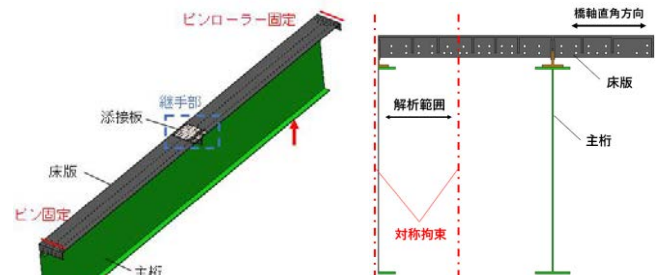


図-4 4点曲げ解析モデル

図-5 橋梁断面

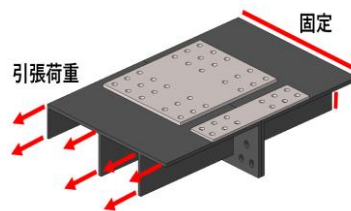


図-6 引張解析モデル

表-2 解析ケース

	載荷	引張接合	主桁高さ [mm]
Tension	引張	有	1900
Original	4点曲げ		850
0.5h			
Without		無	1900

性は表-1 に示すものを用いた。載荷条件は図-4 のように床版の上面の端部をピンローラー拘束し、主桁の下フランジに強制変位を与える4点曲げ載荷として、継手部に発生する曲げモーメントに対する挙動を確認する。なお、載荷は継手部直下の主桁の下フランジが道路橋示方書で示される制限値に達する荷重までとした。解析ケースを表-2に示す。基準のケースをOriginal、主桁の高さを0.5倍にしたものを0.5h、添接板の摩擦接

キーワード 鑄鉄床版、負曲げ、デッキの離間、引張接合、摩擦接合

連絡先 〒849-0101 佐賀県三養基郡みやき町大字原古賀字岩崎 R&D 総合センター Tel 0942-94-5600

合のみで引張接合がないものを **Without** とする。摩擦接合と引張接合の併用に関して応力伝達が明確でないことから **Without** のようにどちらかの接合のみで設計することが考えられるため、**Without** はその設計の状態を再現したケースとなる。また、図-6 に示す継手部に引張のみを作用させたケース<sup>2)</sup>を **Tension** とし、4 点曲げ解析と比較する。

### 3. 解析結果

図-7 に継手断面における橋軸方向の応力分布を示す。なお、主桁およびデッキの添接板の各位置における橋軸方向の平均応力を計測している。**Original** と **Without** での主桁の応力分布は殆ど同一の分布となっており、引張接合の有無は主桁の応力分布に大きく影響しないことがわかる。**Without** の添接板の応力はデッキ上面の添接板の摩擦接合のみで引張力を伝達するため **Original** に比べ高くなっている。**0.5h** は主桁の高さが低いため中立軸が床版側に近くなっており、主桁も含め他のケースとは異なる曲げ応力分布となっている。主桁上フランジで応力が局部的に高くなっているが、これは継手部では主桁と床版の接合構造において連続性が途切れた空間があるため、その範囲の抵抗断面積が減少し応力が増加したと考えられる。図-8 に継手部のミーゼス応力を示す。**Original**、**0.5h**、**Tension** を比較すると、図-7 で示した曲げ応力分布の差に関わらず、殆ど同様の応力分布となっている。図-9 に摩擦接合と引張接合の力の分担の割合を示す。なお、この割合の算出は図-9 における A (摩擦接合)、B (引張接合) の断面に作用する橋軸方向の力の割合とした。摩擦接合と引張接合を併用した **Original** では引張接合があることで摩擦接合の荷重分担の割合が 81.5% となった。また、

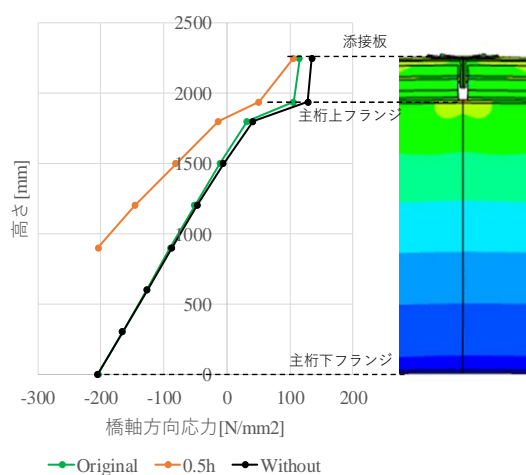


図-7 橋軸方向応力分布

摩擦接合の分担の割合は **Original** の方が大きいですが、その差はわずかであり、今回の範囲の曲げ応力分布の差が継手部に及ぼす影響は小さいことがわかった。

### 4. まとめ

負曲げ作用に対してデッキに添接板を設置する摩擦接合と引張接合を併用した本構造において、デッキの摩擦接合の荷重分担の割合は 82% 程度であった。なお、本構造における端リブのボルト配置は、副リブからの応力を引張接合部により効率よく伝達させるため、副リブに可能な限り近づけた位置としている。

また、継手部に純引張および主桁を含む曲げを作用させた場合を比較した結果、曲げ作用の影響は少なかったため、主桁形状によって継手部の設計を大きく変更する必要はないと考えられる。また、簡易的に純引張として継手構造を検討することも有用であると考えられる。ただし、純引張では摩擦接合の負担の割合は大きくなる側であるため、その点は留意する必要がある。

<参考文献>

- 1) 飛永浩伸, 村山稔, 佐伯英一郎, 玉越隆史, 山口栄輝, 三木千壽: 球状黒鉛鋳鉄の道路橋床版への適用に関する基礎的研究, 鋼構造論文集, 第 24 巻第 95 号, pp.13-24, 2017.9.
- 2) 山下良, 松井駿, 山口隆司, 飛永浩伸, 白井悠吾: 負曲げ作用に対する鋳鉄床版のデッキ添接構造に関する検討, 土木学会, 第 68 回構造工学シンポジウム

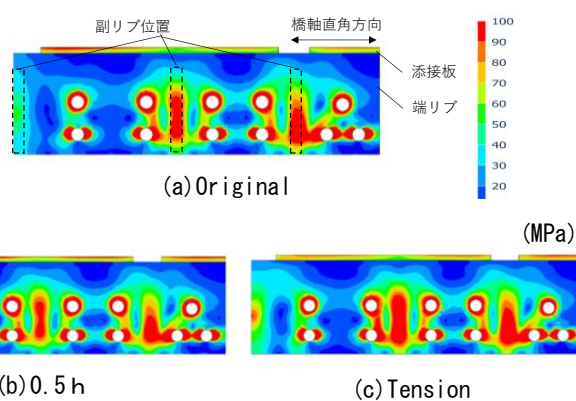


図-8 ミーゼス応力

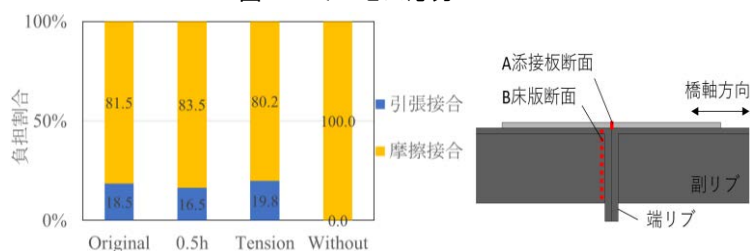


図-9 荷重分担の割合