

鑄鉄床版の継手構造がアスファルト舗装に与える影響検討

日本工営（株） 正会員 ○清川厚史，中野雅章，友田富雄
 日之出水道機器（株） 村山稔

1. はじめに

鑄物は、様々な用途に使用できるバリエーションに富んだ材料である．特に球状黒鉛鑄鉄（ダクタイル鑄鉄）は、素材内部に発生した亀裂先端の応力集中を緩和できるため、構造部材としても十分な靱性がある．これら鑄物材料を使った床版は、軽量かつ疲労耐久性が優れた高性能床版として開発¹⁾されている．そこで本研究では、地方自治体が保有する老朽化橋のコンクリート床版取替に着目し、短時間で鑄鉄床版設置が可能な床版パネル継手構造、さらにパネル継手部上のアスファルト舗装の耐久性について検討した．

2. 鑄鉄床版の解析モデル

2.1 解析モデルの概要

鑄鉄床版は、図-1に示すように床版デッキ(t=13mm)に主リブ（床版支間方向）および副リブで構成され、パネル単位で鑄造し工場塗装した後、現場に搬入される．この検討では、上下4車線の単純鉸桁橋のコンクリート床版を、軽量の鑄鉄床版に取り替える補修工事を想定し、図-2の全橋モデルで線形FEM解析を実施した．

自治体の支線道路は迂回路が少なく、迅速な床版補修が重要となるので、鑄鉄床版パネルの接合を主、副リブの高力ボルトのみとした簡略構造を検討した．デッキ面を連結しないパネル継手部と舗装のモデル化を図-3に示すが、床版リブ間隔が舗装へ与える影響についても調べるため、鑄鉄床版の標準タイプである[モデル-1]主リブ間隔 $b_1=330\text{mm}$ 、さらに[モデル-2] $b_2=2000\text{mm}$ と[モデル-3] $b_3=5000\text{mm}$ に広げた3モデルを構築した．FEM解析の諸元を、表-1に示す．

2.2 載荷荷重と解析ケースについて

床版パネル継手部の舗装ひずみ（改質アスコン層 40mm，グース層 40mm）を算出するため、床版設計に適用する活荷重（T-25）を、支間中央の〔荷重-1〕パネル継手直上と〔荷重-2〕パネル端部に載荷する2種類を検討した．橋軸直角方向には、床版幅員内にトラック4台（100kN／輪）を外主桁側に偏載させて並べている．FEM解析は、3解析モデル×荷重2種類の合計6ケースを実施した．

3. アスファルト舗装のひずみに着目した解析結果

3.1 床版の鉛直変位

パネル継手部の舗装ひずみが最大となる〔荷重-2〕の鉛直変位を、図-4と表-2に示す．主リブ間隔が広くなることで、輪荷重が作用する床版パネルの鉛直たわみは増加するが、鑄鉄床版が連続した異方性版として抵抗するため、大きな曲率半径（約50～200m）をもつ変形性状を示している．また、図中の鉛直変位は、主桁たわみも含めた合計値を示しているが、橋軸直角方向に床版パネルの鉛直変位量

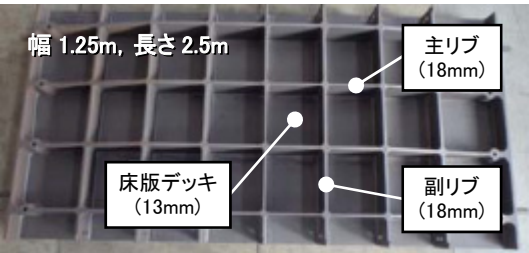


図-1 鑄鉄床版パネルの写真(裏面)

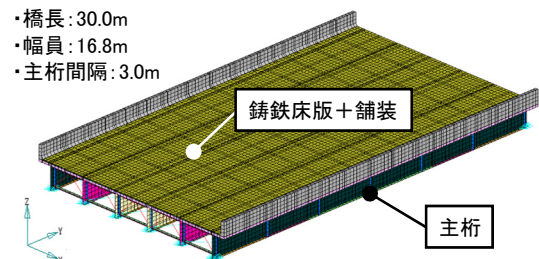


図-2 FEM 解析モデル(単純鉸桁橋)

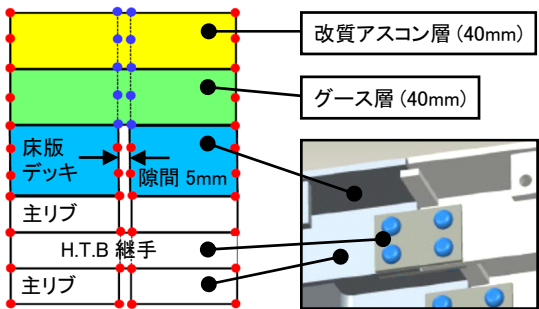


図-3 床版パネル継手部付近のモデル詳細

表-1 FEM 解析諸元

鑄鉄床版 (球状黒鉛鑄鉄)	弾性係数: 170 kN/mm ²
	ポアソン比: 0.28
主桁・横桁 (鋼部材)	弾性係数: 200 kN/mm ²
	ポアソン比: 0.30
改質アスファルト コンクリート	弾性係数: 1 kN/mm ² (温度20℃)
	ポアソン比: 0.40
グース アスファルト	弾性係数: 1 kN/mm ² (温度20℃)
	ポアソン比: 0.40

キーワード 鑄鉄床版，球状黒鉛鑄鉄，床版取替，継手構造，舗装耐久性，FEM 解析

連絡先 〒102-8539 東京都千代田区九段北 1-14-6 Tel.03-3238-8347 Fax.03-3238-8378

を比較すると、輪荷重の載荷有無による床版変形量の差は約1.0mm 程度である．これより、主桁たわみによる橋全体挙動の影響が大きいことが分かる．

3.2 アスファルト舗装の静的ひずみ

[荷重-2] の舗装ひずみ（橋軸、橋直および鉛直方向）を、図-5 と表-3 に示す．
铸铁床版の主リブ間隔が広くなると、輪荷重による舗装ひずみ発生範囲が大きくなる．また、床版パネル継手部に着目すると、輪荷重から離れた箇所の舗装ひずみは、主リブ間隔に比例して大きくなる．これは、継手リブ数が少ない铸铁床版は、主桁の活荷重たわみに連動して、デッキ隙間が伸縮するためと考えられる．

[モデル-1] のアスファルト層の橋軸方向と橋軸直角方向ひずみ（ε）に着目すると、グース層の下面で最大引張ひずみ $\epsilon_{max}=1290\mu$ ，最大圧縮ひずみ $\epsilon_{min}=-4000\mu$ が発生している．一方、改質アスコン上面（舗装表面）では、最大および最小ひずみ共に、グース層の約15%と小さくなる．この傾向は、主リブ間隔を広げた[モデル-2, 3]でも同じである．また舗装の鉛直方向は、輪荷重直下は圧縮域となるが、輪荷重と輪荷重の間に、引張ひずみ $\epsilon_{max}=1122\mu$ が発生する．

3.3 アスファルト舗装の耐久性について

舗装の耐久性については、多くの研究で算定式が提案されている．また鋼床版舗装体の疲労実験²⁾では、舗装に1400～1600μの引張ひずみが発生すると、表面ひび割れが入るとの経験知が示されている．今回のFEM解析では、主リブ間隔が $b_1=330\text{mm}$ であれば、上記のひずみ以下となることが分かった．最終的には、床版舗装体による疲労試験が必要であるが、大型車混入率が小さい支線道路であれば、簡略継手の铸铁床版は適用可能と考える．

4. まとめ

- (1) 铸铁床版の活荷重 (T-25) たわみは、鋼床版のような直交異方性版としての変形性状を示す．また、主リブ間隔を広げることで床版たわみは大きくなるが、道路橋示方書にある鋼床版デッキプレート¹⁾の曲率半径20m 以上は満足する．
- (2) 铸铁床版に簡易継手を適用した場合、主リブ間隔 $b=330\text{mm}$ であれば、継手部のアスファルト舗装に悪影響を与えないことが分かった．しかし、実用化に向けては、舗装ひずみに着目した疲労試験で、FEM 解析の妥当性を確認する必要がある．

参考文献

- 1) 飛永, 村山ほか：球状黒鉛铸铁の道路橋床板への適用に関する基礎研究，構造工学論文集 第24 巻第95 号
- 2) 建設省土木研究所：本州四国連絡橋の設計・施工に関する研究報告，土研資料，第1393 号，昭和56 年3 月

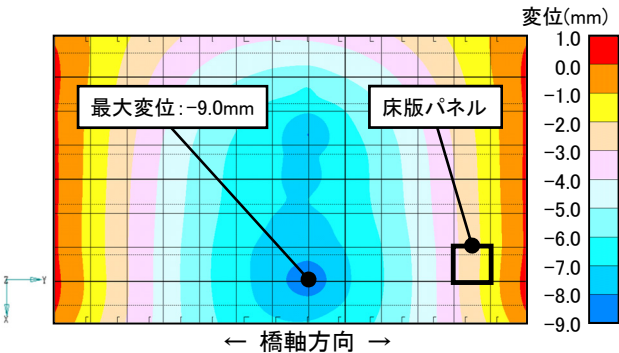
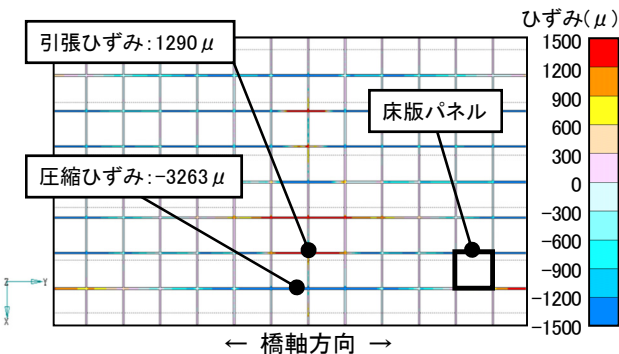


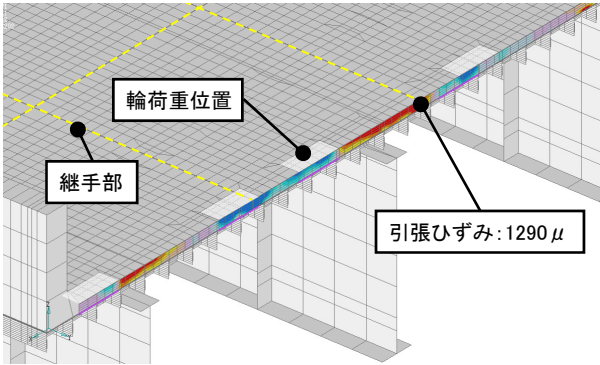
図-4 床版の鉛直変位(主リブ間隔: $b_1=330\text{mm}$)

表-2 鉛直方向の最大変位[荷重-2]

主リブ間隔	$b_1=330\text{mm}$	$b_2=2000\text{mm}$	$b_3=5000\text{mm}$
最大鉛直変位	-9.0mm	-12.6mm	-17.4mm



(a) 橋軸直角方向の舗装ひずみ(グース下面)



(b) 橋軸直角方向の舗装ひずみ(支間中央断面)

図-5 床版パネル隙間部の舗装ひずみ[荷重-2]

表-3 継手部舗装の最大・最小ひずみ[荷重-2]

主リブ間隔		$b_1=330\text{mm}$	$b_2=2000\text{mm}$	$b_3=5000\text{mm}$
改質アスファルト コンクリート (上面)	橋直	213 μ	550 μ	992 μ
		-406 μ	-674 μ	-154 μ
	橋軸	29 μ	93 μ	232 μ
		-566 μ	-596 μ	-979 μ
	鉛直	640 μ	781 μ	1342 μ
		-57 μ	-345 μ	-367 μ
グース アスファルト (下面)	橋直	1290 μ	2307 μ	2211 μ
		-3263 μ	-4516 μ	-3521 μ
	橋軸	9 μ	279 μ	1297 μ
		-4000 μ	-3979 μ	-7692 μ
	鉛直	1122 μ	901 μ	1281 μ
		-133 μ	-351 μ	-322 μ

※) 上・下段は最大引張・圧縮ひずみを示す．