

サンドイッチ型複合床版の中詰めコンクリート充填前鋼殻状態の疲労強度特性

住友金属工業 正員○阿部幸夫* 住友金属工業 正員 井澤 衛
住友金属工業 正員 由井洋三 住友金属工業 正員 中川敏之

1. はじめに

近年、鋼橋の上部工においては、工費削減等の観点から主桁を大型化して桁本数を減らす少数主桁形式が注目されており、これに対応して床版には長支間においても高い疲労耐久性が求められている。著者らは、これらの要求を満足する床版として、鋼とコンクリートからなるサンドイッチ型複合床版を提案し、十分な疲労耐久性能を有していることをすでに確認した^{1),2)}。

一方、本床版は、中詰めコンクリートの無い鋼殻パネルの軽い状態で主桁上に架設されるため、この鋼殻パネルを架設直後から施工時車両の通過が可能な工事用道路として利用することにより施工の合理化が図られる。

本研究では、上述の鋼殻パネル状態での施工時車両の通過がコンクリート充填された供用後の床版構造に対して影響を与えないかどうかの確認を目的としている。本論文は、鋼殻パネルへの施工時車両の通過を想定した定点点疲労載荷実験の結果について報告する。

2. サンドイッチ型複合床版の概要

サンドイッチ型複合床版は図1に示すように、デッキプレート、C T形鋼および底鋼板からなる鋼殻パネルを工場で製作し、現地の主桁上に架設後、鋼殻内部に高流動コンクリートをポンプ充填することにより形成される。

3. 実験内容

実験は、床版支間6.8m、床版厚300mmの実橋床版を縮尺率約70%にモデル化した版構造に対し、主桁支持条件での定点点疲労載荷実験とした。

モデル化された供試体の形状を図2に示す。供試体の橋軸方向長さはCT形鋼間隔630mmの7セル分に相当する4.41m、橋軸直角方向長さは5.14m、床版厚は212mm（デッキプレートおよび底鋼板の板厚は6mm）とした。鋼殻部は、材質をSS400材とし、すべて溶接サイズ5mmのすみ肉溶接により製作した。

実橋での床版支間6.8m及び施工時車両を道路橋示方書記載のT25相当と想定し、これに上述の縮尺を与えて実験を行った。これより、実験での供試体両端を線支持する支間は4.90m、載荷荷重はT25後輪1輪荷重に相当する変動荷重52.0kN（荷重範囲： $P_{max}61.8kN$ 、 $P_{min}9.8kN$ ）とした。

載荷位置は、図2に示すPの位置とし、載荷面形状はT25後輪タイヤ設置面に上記縮尺率を乗じた橋軸直角方向360mm×橋軸方向145mmとした。また、載荷板の下面には厚さ10mmのゴム板を設置した。繰返し載荷回数は1万回とした。

4. 実験結果

実験から得られた載荷位置床版下面での載荷時および除荷時の鉛直たわみ履歴を図3に、載荷位置を含むデッキプレートの載荷時鉛直たわみの橋軸直角方向分布を図4に示す。また、載荷位置での載荷時および除荷時のデッキプレート橋軸方向平均軸ひずみ履歴を図5に示す。なお、載荷時の値とは所定載荷回数で静的に載荷したことにより生じた値であり、載荷前の残留値を含んでいない。その載荷荷重値は、図3が P_{max} の61.8kN、

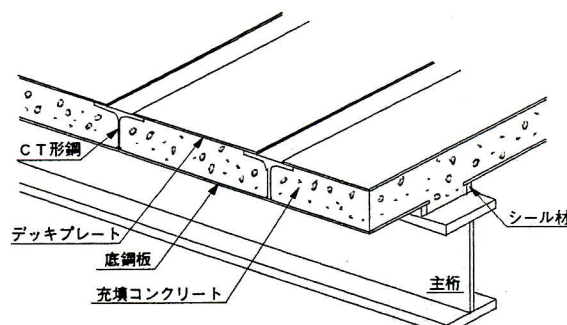


図1 サンドイッチ型複合床版

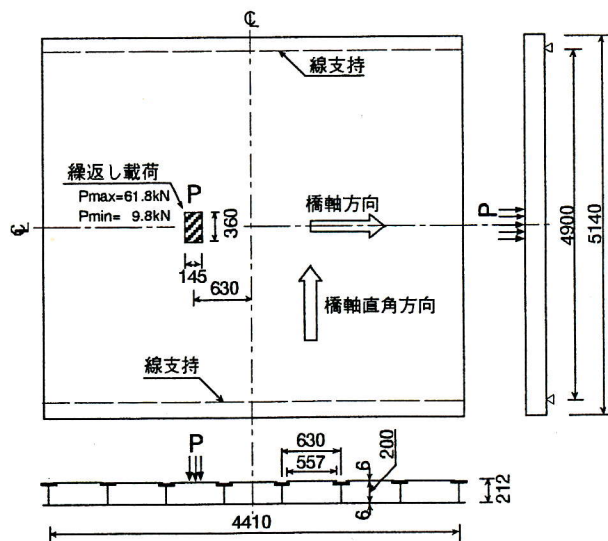


図2 供試体の形状

key words : 床版, サンドイッチ形状, 鋼殻パネル, 定点点疲労, 疲労耐久性, FEM解析

* 〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山16 TEL0479-46-5128 FAX0479-46-5147

図4及び図5が後述のFEM解析と照合する都合から52.0kNとした。また、除荷時の値とは所定載荷回数で静的に載荷・除荷した後の載荷荷重0のときの残留値である。

図4および図5に示した解析値は、実験供試体を対象として材料および幾何学的非線形を考慮した3次元弾塑性FEM解析により算定した値である。解析モデルの概要を以下に示す。

- ① 鋼殻パネルを構成する板材をシェル要素によりモデル化
- ② 鋼材の材料定数は、降伏応力 σ_y を289N/mm²（材料試験結果より算定）、弾性域ヤング係数 E_e を 2.06×10^5 N/mm²、塑性域ヤング係数 E_p を $E_e/100$ に設定
- ③ 載荷板下面に敷いた厚さ10mmのゴム板をヤング係数9.81N/mm²とするソリッド要素にモデル化

図3の結果から、Pmax61.8kNが作用した載荷位置での床版下面鉛直たわみ履歴は3.6mm程度で安定しており、除荷時の残留たわみもほとんど発生していない。

図4の結果から、載荷回数10回、100回及び10000回における52.0kN載荷時のデッキプレートの鉛直たわみはいずれもほぼ同じ値を示しており、その値は解析値と概ね一致していた。

図5の結果から、52.0kN載荷時における載荷位置でのデッキプレートの橋軸方向平均軸ひずみは、載荷回数1回から5回の間で100 μ 程度増加し、その後は繰返しに対して安定的に推移していた。また、その値は解析値を下回っていた。除荷時の残留ひずみについても載荷回数5回目以降は安定していた。なお、残留ひずみが圧縮を示しているのは、除荷時のCT形鋼の残留変形がデッキプレートを拘束することによる。

5. 考察・まとめ

今回実施した疲労実験結果から、載荷荷重を直接受け応力的に最も厳しいデッキプレートならびにこのデッキプレートとCT形鋼とのすみ肉溶接部において、疲労による劣化現象は見られなかった。また、1万回繰返し載荷後に実施した浸透探傷検査においても疲労亀裂の発生は認められなかった。よって、T25相当の施工時車両が中詰めコンクリートを充填していない本床版鋼殻パネル上を1万回通過したとしても、今回用いた実験結果から判断すると疲労損傷は生じないと言える。

また、今回用いたFEM解析は概ね実験結果を評価できていた。疲労損傷を最も受けやすいと考えられるデッキプレートとCT形鋼とのすみ肉溶接部橋軸方向発生応力度を本解析結果から求めると72N/mm²である。この応力値は、疲労設計指針³⁾を用いて荷重伝達型すみ肉溶接部（H等級）の200万回許容応力範囲を1万回の疲労回数レベルまで低減させた場合の許容応力範囲236N/mm²の約31%である。この応力レベルが1万回作用した場合の損傷率を疲労設計曲線の勾配定数 $m=3$ として推定すると、 $(0.31)^3 = 1/34$ となり、疲労照査上、T25後輪荷重を1万回載荷しても許容レベルの34分の1程度のダメージしか与えていない結果となった。

今後は、本実験後の供試体にコンクリートを充填し、さらにT60後輪荷重による200万回疲労載荷実験を行い、鋼殻パネルに与えた施工時車両による疲労の影響が供用時に問題ないことを確認する予定である。

- 【参考文献】 1) 阿部ほか：サンドイッチ型複合床版の力学的挙動，鋼構造年次論文報告集第4巻，No.63，1996年11月
 2) 松井ほか：サンドイッチ型複合床版の移動輪荷重に対する疲労強度特性，土木学会第52回年講，I-A 171，1997年9月
 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993年4月

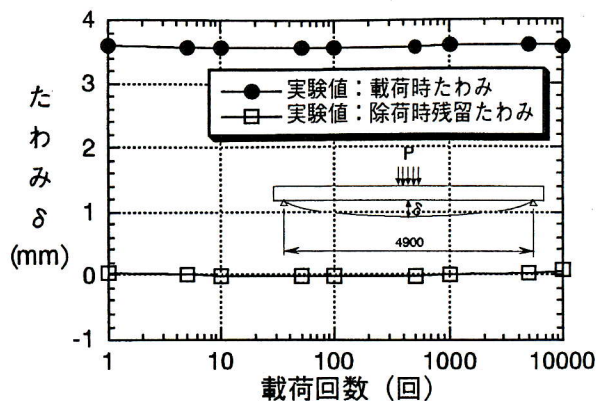


図3 床版下面鉛直たわみの履歴

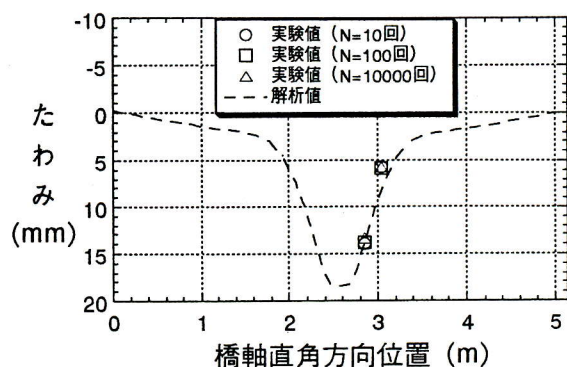


図4 デッキプレート鉛直たわみ分布

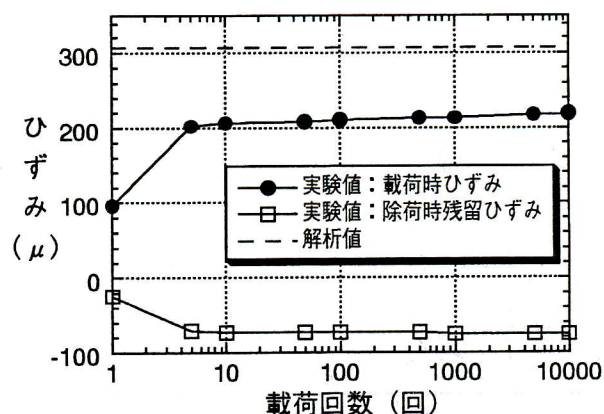


図5 デッキプレート橋軸方向軸ひずみの履歴