

鋳鉄床版の疲労性能に関する検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○飛永浩伸, 正会員 山口栄輝
日之出水道機器 (株) 村山稔

1. はじめに

社会インフラの老朽化が問題になっている。橋梁も例外でなく、中でも RC 床版の老朽化が顕著であり、高速道路の大規模更新でも RC 床版の取り替えが経費の多くを占める。床版取り替えにおいては、経費はもちろん重要であるが、工事に伴う交通規制が及ぼす経済活動への影響も無視できない。また、大地震への備えとしてはできるだけ軽量の床版が望ましい。そのため、工期短縮や重量低減の観点からは、鋼床版への取り替えも選択肢となる。しかしながら、既設鋼床版では多くの疲労亀裂が発見されており¹⁾、その克服が課題である。こうした背景のもと、著者らは、鋳鉄床版の開発を進めている。鋳鉄は複雑形状の構造体の製作が可能であり、疲労亀裂の起点となる溶接がない。さらに、応力集中箇所の板厚を局所的に増すことも容易であるため、鋼床版の利点を活かしつつ、疲労亀裂を発生させない床版を開発できる可能性がある。

そこで本研究では、3D-FEA を用いて設計した鋳鉄床版パネルを実際に製作し、定点繰り返し载荷試験にて疲労性能の検討を行った。

2. 試験体

鋼床版でよく使用される SM490 に相当する球状黒鉛鋳鉄で床版パネルを製作する。強度は FCD500 と FCD600 の中間的なものとし、道路橋示方書²⁾に従い、許容値を応力度 205N/mm^2 、たわみ 5mm 、たわみの曲率半径 20m と設定した。応力度の許容値は 0.2% 耐力の $1/1.7$ 、たわみの許容値は床版支間の $1/500$ である。また、製作上の制約、既設鋼橋の主桁間隔等を考慮し、幅(橋軸直角方向) 2495mm 、長さ(橋軸方向) 1245mm 、リブ高さは 200mm 程度とした。リブは格子状に配置する。鋳鉄のヤング率 $1.7 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.28 、単位体積質量 7.2g/cm^3 を用いた。T 荷重に衝撃係数 0.4 を考慮し、荷重は 140kN とし、 $200\text{mm} \times 500\text{mm}$ の領域に等分布荷重として作用させる。このパネルを橋軸方向に 3 枚連結し、橋軸直角方向の端辺を単純支持した床版が検討対象である。载荷位置は図-1 に示す 4 通りである。

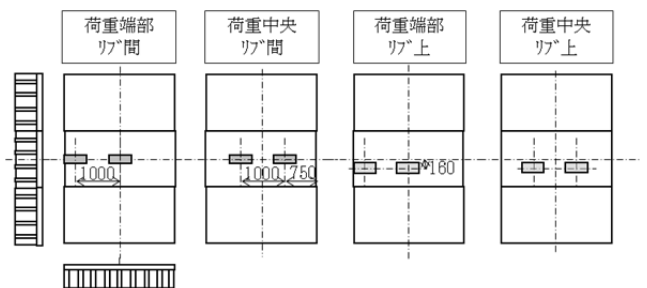


図-1 载荷位置

検討結果が、図-2 に示す鋳鉄床版パネルである。デッキプレート厚さ 13mm 、リブ下端厚さ 15mm 、リブ高さ 172mm 、リブ交差部 $R20\text{mm}$ 、デッキプレートとリブ交差部 $R10\text{mm}$ 、リブ下端部 $R2\text{mm}$ となっている。

この鋳鉄床版パネルの重量は、 230kgf/m^2 となっており、RC 床版の $1/2$ 程度の重量である。

3. 定点繰り返し载荷試験

上述した床版パネルを製作し、定点繰り返し载荷試験を行った。試験架台に鋳鉄床版パネルを設置し、床

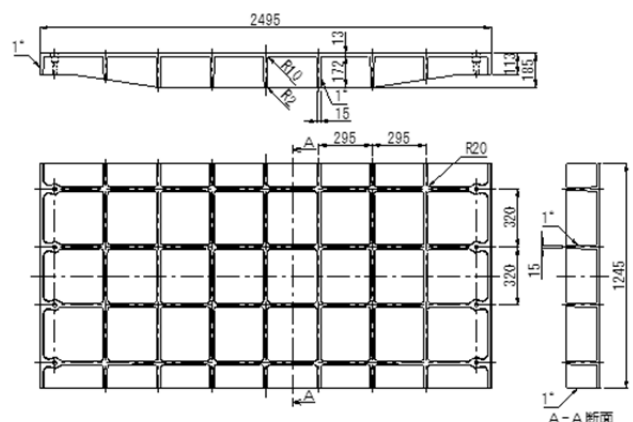


図-2 鋳鉄床版パネル

キーワード 球状黒鉛鋳鉄, 床版パネル, 疲労試験
連絡先 〒849-0101 佐賀県三養基郡みやき町大字原古賀字岩崎 日之出水道機器(株) R&D 総合センター
TEL:0942-94-5600 FAX:0942-81-8021

版中央に面積 200mm×500mm の厚さ 10mm のゴム板, 厚さ 50mm の載荷板を置き, 載荷を行った (写真-1)。

鋳鉄床版パネルは設計荷重下において最大応力が許容値以下になるように設計を行っているが, 本試験では最大応力が許容値に達するよう荷重の大きさを設定した。最大応力は, リブ下端交差部に発生するが, ひずみゲージでの直接計測ができないため, 3D-FEA を併用し, 試験荷重を決めた。

ひずみ, 変位の計測位置を図-3 に示す。床版の中央たわみは相対変位にて算出した。計測は, 初期状態, 1 万回載荷後, それ以降は 5 万回載荷ごとに実施した。載荷周波数は 4Hz, 計測のサンプリング周波数と時間はそれぞれ 100Hz, 2 秒とした。

4. 試験結果

疲労試験中の計測結果から 200 万回載荷後, 400 万回載荷後に載荷条件を調整し, 最終的には 1000 万回まで繰り返し載荷した。

最後の 600 万回は, 試験荷重 17.3kN~173kN にて実施した。図-4 に主なひずみゲージ計測位置の発生応力推移, 図-5 に床版中央たわみ推移を示す。載荷回数 700 万回あたりで計測値に変動がみられるが, 400 万回からの試験再開時に誤って変形した載荷板を使用したため, 載荷板を取り替えたことが原因と推定している。取り替え後も継続して発生応力, たわみは安定して推移している。

また, 試験後の供試体について目視及び磁粉探傷検査を実施し, 疲労亀裂の発生が無いことを確認した。

5. まとめ

鋳鉄床版を設計, 製作し, 定点繰り返し載荷試験を行い, 疲労性能の検討を行った。リブ下端部の最大発生応力が許容値となるように T 荷重の約 1.7 倍の荷重を 1000 万回載荷したが, 発生応力, たわみは安定して推移しており, 試験体には疲労亀裂の発生もみられなかった。

これらのことから, 今回製作した鋳鉄床版パネルは, 十分な疲労性能を有することが確認できた。

謝辞

本研究は, 国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術開発」の助成を受けて実施したものである。ここに記して感謝致します。

参考文献

- 1) 平林泰明, 下里哲弘, 若林登: 首都高速道路の疲労損傷とその対策, 橋梁と基礎, 2005 年 11 月。
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 (I 共通編, II 鋼橋編), 丸善, 2012。

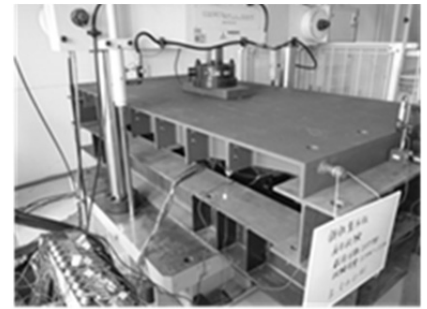


写真-1 疲労試験

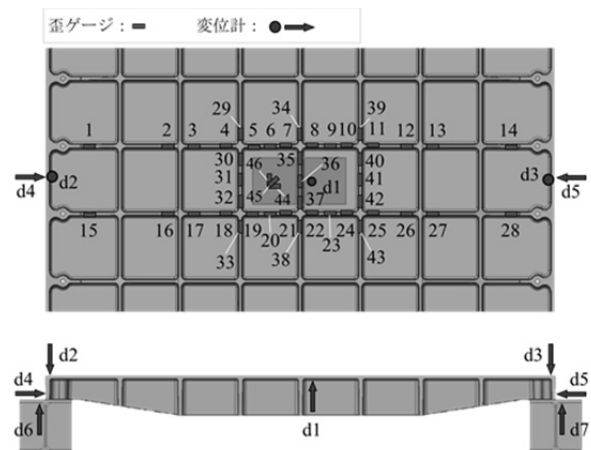


図-3 計測位置

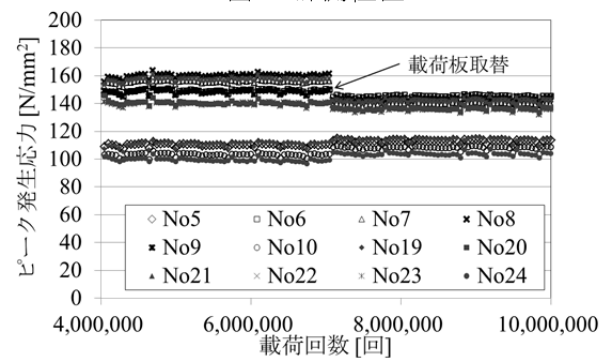


図-4 発生応力推移

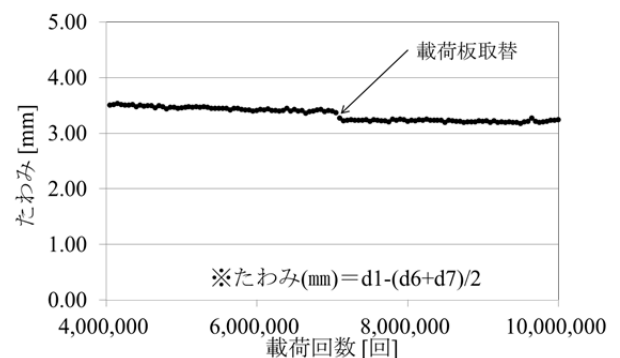


図-5 たわみ推移