

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成 26 年度採択)
研究概要

番号	研究課題名	研究代表者
No. 26-5	高性能鋳鉄床版の開発	九州工業大学 教授 山口栄輝

老朽化した道路橋床版の更新事業に寄与する道路橋床版を実現するため、軽量でかつ疲労耐久性の高い床版開発を目的として、普通鋼と同等の材料性能を持ち、自由成形が可能な球状黒鉛鋳鉄を用いた床版の設計手法の検討を行い、強度、疲労性能を評価し、実橋適用検討を実施する研究開発

1. 研究の背景・目的 (研究開始当初の背景・動機、目標等)

日本の橋梁は経年による老朽化が進んでいる。特に採用実績の多い RC 床版は、老朽化が著しく更新の必要性が指摘されている。古い橋梁の橋脚及び基礎は耐震性が不十分なものが多いため、床版の更新に鋼床版を採用すれば RC 床版と比較して重量が軽く耐震性の向上を図れるなどのメリットを有するが、溶接部の疲労損傷が課題である。

古い橋梁の床版取替えにおいて、耐震性と疲労損傷の課題を共に解決するためには、軽量でかつ疲労耐久性の高い床版の開発が必要となっている。

新たな床版材料として提案する球状黒鉛鋳鉄は普通鋼と同等の性能を有する材料である。「鋳造」は複雑な形状を一体成形できるという特徴を有し、溶接が不要となる。加えて部材コーナー部などでの応力集中を、板の増厚や丸み付け (R 化) により緩和できるため、高い疲労耐久性が期待できる。

本研究は、このような鋳鉄の特性を活かし、疲労耐久性に優れ、橋梁の耐震性を向上させ、かつ経済的な鋳鉄製床版の実用化に向けた開発を目的としている。

2. 研究内容 (研究の方法・項目等)

- ① 試設計と経済性の評価
- ② 球状黒鉛鋳鉄による実大鋳鉄床版の試作
- ③ 試作品切り出し TP の機械的性質、疲労性能の評価
- ④ 力学性能の検証と評価
- ⑤ 鋳鉄床版の最適形状の開発
- ⑥ 接合部の設計と性能検証
- ⑦ 最適鋳鉄材料の選定と量産に向けた鋳造プロセスの確立
- ⑧ 品質管理項目と検査方法の検討
- ⑨ 鋳鉄床版の適用性の検証

3. 研究成果 (図表・写真等を活用し分かりやすく記述)

- ・ FEM を用いて試設計を実施。重量は単位面積当たり 2.45kN/m^2 となり RC 床版よりも軽量化できることが確認できた。また、実際に鋳造を行い、製造可能であることを確認した。(図 1)
- ・ 試作した鋳鉄床版の各部位の材料評価を行い、引張強度、伸び、硬さを計測した。大きなバラツキはみられなかった。
- ・ 静的荷重試験を行い、T 荷重の 2 倍以上となる 287kN から塑性変形が始まる事が確認でき、T 荷重の 9 倍となる 941kN まで載荷したが、供試体にクラック等の損傷はみられず、十分な耐荷性能を確認できた。
- ・ 定点繰り返し載荷試験を行った。鋳鉄床版の最大発生応力を許容応力となるように試験荷重を調整し、累計 1000 万回の載荷試験を実施。発生応力、変位は安定しており、微小なクラックや損傷はみられず、十分な疲労耐久性を確認できた。(図 2)

- ・複数枚を高力ボルトで摩擦接合し連続体とした鑄鉄床版での輪荷重走行試験（主桁間隔3000mm，走行ストローク4600mm，鉄輪載荷157kN）において，200万回（100万往復）の疲労試験を行い，発生最大応力は140N/mm²前後で材料許容応力以下，主桁間中央部のたわみは3mm前後で主桁間隔3000mmに対し1/1000程度，接合部の離間の変動幅は橋軸方向，橋軸直角方向とも0.01mm以下，リブのき裂，破断などは見られず，実橋適用に向け十分な疲労性能を有することを確認した。（図3）



図1 鑄鉄床版試作品



図2 定点繰り返し載荷試験



図3 輪荷重走行試験

4. 主な発表論文（研究代表者はゴシック、研究分担者は下線）

- 1) **山口栄輝**，飛永浩伸，梅谷拓郎，村山稔：鑄鉄床版の開発，橋梁と基礎，Vol. 51, No. 8, pp. 38-41, 2017. 8
- 2) 飛永浩伸，村山稔，佐伯英一郎，玉越隆史，**山口栄輝**，三木千壽：球状黒鉛鑄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，VOL. 24, NO. 95, pp. 13-24, 2017. 9
- 3) 飛永浩伸，**山口栄輝**，村山稔：球状黒鉛鑄鉄を用いた道路橋床版の塑性変形性能に関する考察，構造工学論文集，Vol. 64A, pp. 109-119, 2018. 3
- 4) 飛永浩伸，**山口栄輝**，村山稔：鑄鉄床版の疲労特性に関する検討，平成 29 年度土木学会西部支部 研究発表会，pp. 59-60, 2018. 3
- 5) **E. Yamaguchi**，H. Tobinaga，M. Murayama：Development of Durable Bridge Deck for Highway Bridge: Application of Spheroidal Graphite Cast Iron, 2nd International Conference on Engineering Innovation (ICEI 2018), Keynote Lecture, 2018. 7
- 6) 飛永浩伸，**山口栄輝**，村山稔：球状黒鉛鑄鉄を用いた床版の力学特性，平成 30 年度土木学会全国大会 第 73 回年次学術講演会，2018. 8（掲載予定）
- 7) H. Tobinaga，**E. Yamaguchi**，M. Murayama：Development of Ductile Cast-Iron Deck for Highway Bridges, 12th Japanese German Bridge Symposium, Keynote Lecture, 2018. 9 (to appear)
- 8) **E. Yamaguchi**，H. Tobinaga，M. Murayama：Ductile Cast-Iron Deck for Bridge, International Conference on Structural and Civil Engineering Research 2018, Keynote Lecture, 2018. 10 (to appear)
- 9) **E. Yamaguchi**，H. Tobinaga，M. Murayama：Cast Iron Deck Slab for Highway Bridge, Ninth International Conference on Advances in Steel Structures (ICASS2018), Keynote Lecture, 2018. 12 (to appear)

5. 今後の展望（研究成果の活用や発展性、今後の課題等）

- ・実橋における床版取替え工事および新設橋梁の床版工事への鑄鉄床版の適用
- ・本成果の量産製造技術及び品質管理への活用
- ・鑄鉄の持つ優れた疲労特性を活かした他の土木構造物への鑄鉄適用の展開

6. 道路政策の質の向上への寄与（研究成果の実務への反映見込み等）

本研究では，高性能鑄鉄床版の実橋適用を目的に，各種検証試験を実施してきた。結果，道路橋床版に球状黒鉛鑄鉄を活用する事で，疲労に強く，軽量で，急速施工が可能で，部分取替えが容易といった点で十分に実橋に適用できるものと評価し，床版の更新事業において，構造の一つとしてエントリーされるものと考えている。

7. ホームページ等（関連ウェブサイト等）

なし