球状黒鉛鋳鉄を用いた床版の力学性能

九州工業大学大学院　学生会員　○飛永浩伸
九州工業大学大学院　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，経費が重要であるが，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な床版が望ましい．そのため，工期短縮や重量低減の観点から，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，球状黒鉛鋳鉄を用いた床版（鋳鉄床版）の開発を進めている．鋳鉄は複雑形状の構造体でも一体製作が可能であるため溶接が不要であり，また板厚を局所的に増すことで応力集中も容易に緩和できる．ここでは，本研究で製作した鋳鉄床版の力学特性を報告する．

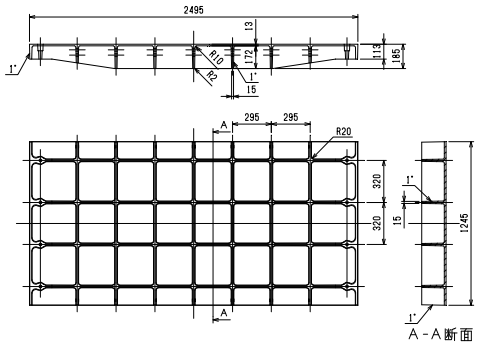
２．床版パネル

SM490 材と同等程度の強度を有する球状黒鉛鋳鉄で，床版パネルを製作するものとした．これは，FCD500 材と FCD600 材の中間に相当する鋳鉄である．道路橋示方書[2)]に基づき，許容応力度を 205 N/mm^2（0.2%耐力の 1/1.7）とし，衝撃係数 0.4 を考慮した T 荷重下で設計したのが図－１の鋳鉄床版パネルである．この鋳鉄床版パネルの重量は 230 kgf/m^2 であり，RC 床版の 1/2 程度となっている．この設計に基づき，鋳鉄床版を製作した．

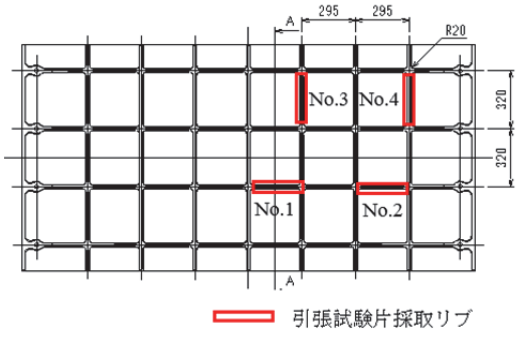
３．材料試験

図－２に赤枠で示す位置から試験片を切り出し，引張試験を行った．試験結果を図－３に示している．この図より，床版の材料特性のばらつきは小さいことが確認できる．なお，図中の(a)，(b)等は，高さ方向の位置を示す．リブ下端が(a)であり，アルファベット順に上方に位置している．また，併せて行った硬さ試験でも，ばらつきは小さいことが認められた．

サイズの大きな鋳鉄製品はこれまでから製作されているが，本床版パネルのように幅厚比の大きな製品はつくられていない．鋳鉄の材料特性は冷却速度に依存するため，均質な材料特性を有する，幅厚比の大きな鋳鉄製品を作成することは大きな課題であったが，上記のごとく解決することができた．

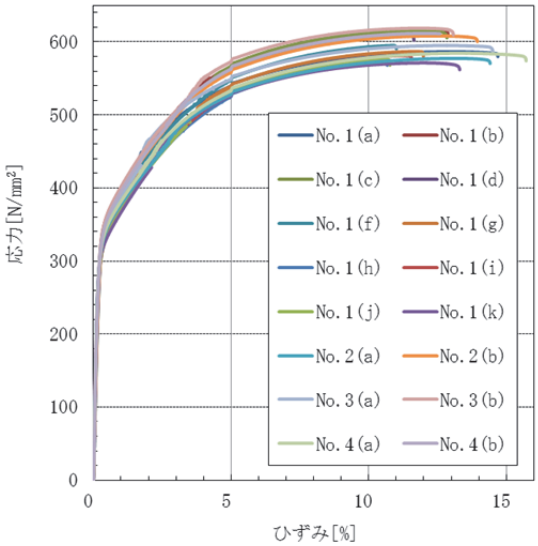


図－１　鋳鉄床版パネル

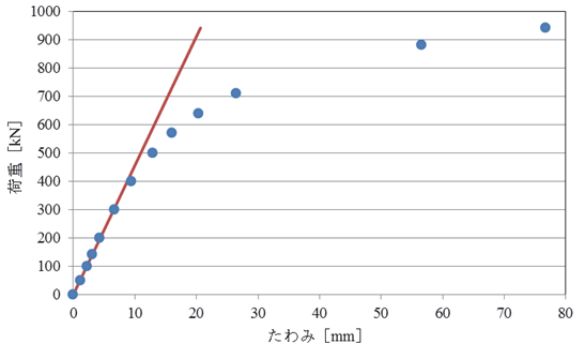


図－２　試験片採取位置

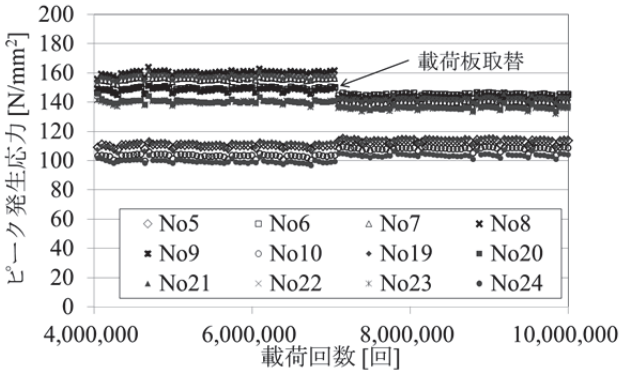
キーワード　球状黒鉛鋳鉄，床版パネル，材料試験，静的載荷試験，定点繰り返し試験
連絡先　〒849-0101 佐賀県三養基郡みやき町大字原古賀字岩崎 日之出水道機器(株) R&D 総合センター
TEL 0942-94-5600



図－３ 試験片の応力－ひずみ関係



図－４ 荷重－たわみ関係



図－５ 発生応力の推移

４．静的載荷試験

床版パネル中央に補強繊維入りゴム板（200 mm×500 mm×10 mm），鋼製載荷板（200 mm×500 mm×50 mm）を置き，静的載荷試験を行った．図－４の青色の丸が，この試験で得られた荷重－たわみ関係である．たわみはパネル中央の鉛直変位である．試験後，磁粉探傷試験を行ったが，亀裂は発生していなかった．さらに，有限要素解析も行い，試験結果を再現できた．これらのことより，鉄床版パネルは脆性破壊することなく，十分な変形性能を有していることが確認できた．

５．定点繰り返し載荷試験

疲労性能確認のため，定点繰り返し載荷試験を行った．静的載荷試験と同様に，床版中央に荷重を作用させた．荷重の大きさは，最大応力が許容値に達するよう設定した．最大応力はリブ交差部下端に発生し，ひずみゲージで直接計測することができないため，有限要素解析の結果をもとに荷重値を定めた．ただし，計測値と解析値のずれなどにより，200 万回載荷後，400 万回載荷後に載荷条件を調整した．最終段階の載荷は 17.3kN～173kN であり，1000 万回まで繰り返し試験を実施した．

図－５に，載荷位置周辺の発生応力を示している．試験終了の 1000 万回まで，発生応力は安定している．試験終了後，磁粉探傷試験を行ったが，亀裂の発生は認められなかった．なお，図－５において，載荷回数 700 万回あたりで計測値に変動が見られるが，これは載荷板の不具合・取り替えに起因したものである．

５．まとめ

鋳鉄床版を設計し，実際に製作した．材料試験，静的載荷試験，定点繰り返し載荷試験により，鋳鉄床版が良好な力学性能を有することを確認できた．

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．