

貨物コンテナヤード舗装を対象とした移動載荷による模型実験

中央大学大学院 学生会員 守屋英海 フェロー 姫野賢治
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 桃谷尚嗣 正会員 関根悦夫

1. はじめに

貨物コンテナヤードでは荷役の効率化と多様化に対応するため、大きな輪荷重を持つ荷役機械を導入しており、通常の道路舗装に比べて大きな荷重が作用する。そのため、通常の道路舗装では 49kN 換算輪数を基準に設計を行っているのに対して、貨物コンテナヤード舗装では 12ft フォークリフト（輪荷重約 100kN）換算輪数を基準に設計を行っている。しかしながら近年は最大輪荷重が 500kN におよぶトップリフタ等の大型荷役機械も使用されており、重荷重に対応した設計方法の確立が必要とされている。本研究では、重輪荷重の作用によるひずみレベルの大きい領域での舗装の変形特性を把握するため、図 1 に示すような小型移動載荷試験装置（土槽の幅：2000mm，土槽の奥行：300mm，載荷輪の直径：200mm，載荷輪の幅：50mm）を用いて、表・基層の剛性，路盤の剛性，および移動速度の違いが舗装の変形特性に与える影響を検討した。

2. 測定方法

図 2 に示すように舗装模型の表・基層には模型の縮尺を考慮して、アスファルト混合物と同様の变形特性を有し、大きな骨材のない CA モルタルを用いた。CA モルタルは強度 大（一軸圧縮強度 4MPa）および強度 小（一軸圧縮強度 1MPa）の 2 種類とし、厚さを 1cm とした。路盤には砂質礫およびセメント改良した砂質礫を用い、厚さを 5cm とした。路床には礫質砂（締固め度 95%）を用い、厚さを 20cm とした。また、図 3 に示すように基層下面にはひずみゲージ 16 枚を設置することにより、ひずみの分布を測定した。表 1 に試験ケースを示す。

載荷方法は載荷輪を左右に移動させる移動載荷とし、載荷荷重を段階的に増加させた。載荷輪の移動速度および載荷回数は各載荷荷重において、それぞれ 2cm/s で 100 回、0.2cm/s で 10 回とした。なお、舗装表面にクラックを生じてひずみゲージの測定が不可能になる、または荷重の制御が不安定となる時点で試験を終了した。

3. 試験結果

図 4 に Case B の 200N, 2cm/s の 1 回目における進行方向の基層下面のひずみと載荷輪位置の関係を示す。載荷輪がひずみゲージを通過するときに引張ひずみを生じ、通過した後は引張ひずみが減少する。図 5 に載荷輪の進行方向と直交する方向のひずみと載荷輪位置の関係を示す。載荷輪の接地面の中心にあるひずみゲージ（No.13）において最も大きな引張ひずみが生じ、載荷輪の端部では引張ひずみは小さくなる。また、載荷輪の接地面から離れた位置にあるひずみゲージには圧縮ひずみが生じている。

図 6 に CaseC の各載荷荷重に対する基層下面のひずみと載荷回数の関係を示す。載荷荷重が小さいときは繰返し載荷を行っても、ひずみの変化はあまり見られないが、載荷荷重を増加させると、載荷

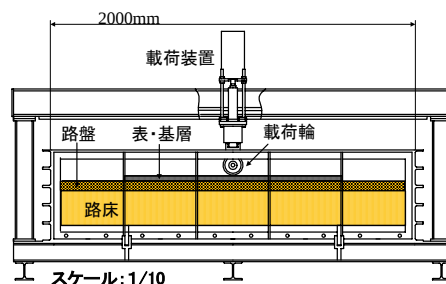


図 1 小型移動載荷試験装置

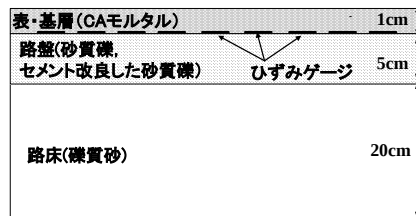


図 2 舗装模型

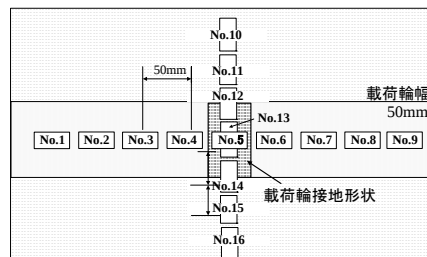


図 3 ひずみゲージ配置図

表 1 試験ケース

	表・基層	路盤
CaseA	強度 小	セメント改良なし
CaseB	強度 大	セメント改良なし
CaseC	強度 小	セメント改良1%
CaseD	強度 小	セメント改良3%

【キーワード】 貨物コンテナヤード舗装 移動載荷 模型実験

【連絡先】 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1796

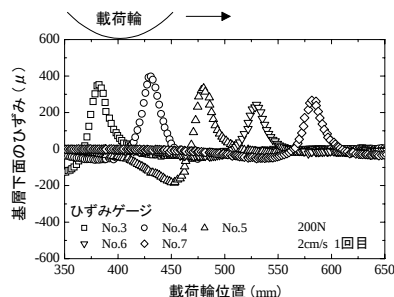


図4 基層下面のひずみと載荷輪位置

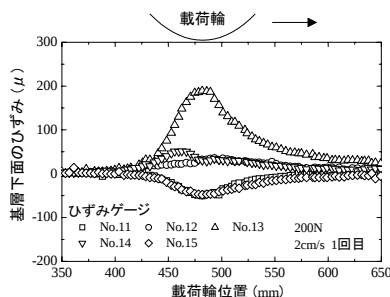


図5 基層下面のひずみと載荷輪位置

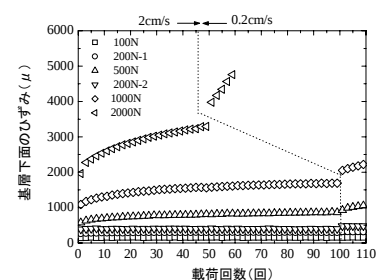


図6 基層下面のひずみと載荷回数

回数とともに徐々にひずみが増加する。また載荷荷重が大きく、ひずみが増えるときは、移動速度を減少させると著しくひずみが増加する傾向が見られる。なお、図6に示したひずみはひずみゲージ No.1～No.9 を平均した値である。

図7, 8に基層下面のひずみに対する表・基層および路盤の強度の影響を示す。図7より表・基層の強度が異なる CaseA と CaseB を比較すると、CaseB（強度大）は CaseA（強度小）よりひずみが小さくなることがわかる。また図8より路盤の剛性が異なる CaseA, CaseC および CaseD を比較すると、セメント改良を行なった CaseC および CaseD はセメント改良なしの CaseA よりひずみが小さくなることがわかる。また路盤の砂質礫をそれぞれ 1%と 3%にセメント改良した CaseC と CaseD を比較すると、ひずみの差はほとんど見られなかった。ただし、これには CaseD において路盤を十分に締め固められなかったことも影響していると考えられる。なお、図7, 8に示したひずみは各載荷荷重において最終回（110回走行目）の値である。

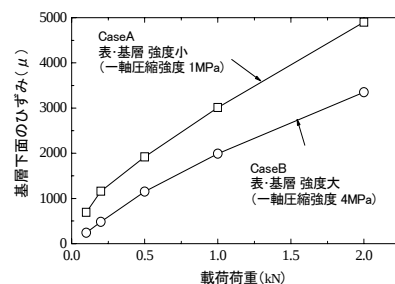


図7 表・基層の強度の影響

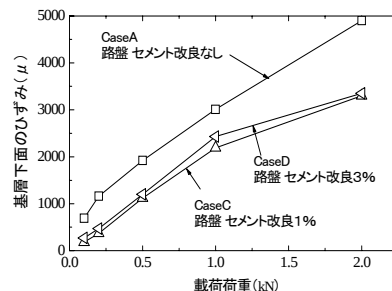


図8 路盤の強度の影響

図9に CaseB と CaseC における舗装の破壊形状を示す。表・基層の強度が大きく、路盤の強度が小さい CaseB においては、載荷輪の両脇に大きなひび割れが生じ、路盤の変形によるわだち掘れが生じた。一方、表・基層の強度が小さく、路盤の強度が大きい CaseC においては、路盤の変形はほとんど見られず、舗装表面の流動によるわだち掘れが生じた。

4. まとめ

- 1) 載荷荷重を大きくすると、載荷回数とともにひずみは徐々に増加し、特に移動速度を減少させると著しく増加した。この結果から、重輪荷重の載荷によりひずみレベルが大きくなる場合は、速度の影響を考慮しなければならないと考えられる。
- 2) 表・基層および路盤の強度を大きくすることにより、基層下面に生じるひずみは小さくなった。
- 3) 表・基層の強度が大きく、路盤の強度が小さい場合は載荷輪の両脇に大きなひび割れが生じ、路盤の変形によるわだち掘れが生じた。一方、表・基層の強度が小さく、路盤の強度が大きい場合は、路盤の変形はほとんど見られないが、舗装表面の流動によるわだち掘れが生じた。

【参考文献】 上浦正樹・丸山暉彦・姫野賢治・阿部長門：鉄道貨物ヤードにおけるアスファルト舗装設計に関する研究，土木学会論文集，No.520/V-28， pp.47-54， 1995.8.



図9 舗装の破壊形状