

鉄道貨物ヤード設計手引きにより施工された舗装の供用性に関する研究

日本貨物鉄道株式会社 保全工事部 正会員 ○岡本 学
 北海学園大学 正会員 上浦 正樹
 東亜道路工業株式会社 真鍋 和則

1. 目的

JR 貨物発足直後からコンテナの大型化に伴い、輪荷重が 400kN に達する荷役作業用のフォークリフトなどが導入された。さらに輸送拡大やモーダルシフト等の輸送システムの改善によりコンテナホームを新設するためのアスファルト舗装工事が多く発生している。この舗装設計に対し、従来から道路で用いられているアスファルト舗装設計法では過大な舗装厚になることが懸念された。そこで、米国アスファルト協会 (Asphalt Institute, AI) のマニュアルを参考として多層弾性理論を用いた力学的手法による舗装設計法を導入することとし、耐用年数を 10 年とした鉄道貨物ヤード設計手引きが作成された。これによれば、従来の設計基準で不可能であった建設廃材を活用できる新工法を取り入れことも可能となった。1993 年からこの手引きによって全国の貨物ヤード舗装が建設されてきた。その後、これらのアスファルト舗装に対し供用性の確認試験として 5 年に 1 度平坦性測定と FWD 載荷試験を行ってきた。その結果、1 貨物ホームあたり 4 ～5 回分のデータが蓄積された。また、FWD の結果は多層弾性理論の静的解析ソフト BALM により各層の変形係数が求められた。以上から、本研究の目的は、鉄道貨物ヤード設計手引きの改訂のため蓄積されたデータを用いて供用性の低下の傾向を検討することにある。

2. 許容載荷輪数の算定方法

本手引きでは、新設舗装において多層弾性解析に基づき舗装各層の変形係数を仮定し、フォークリフトの輪荷重が非常に大きいことから、路床上面に着目し、各種フォークリフトの最大輪荷重が作用した時の圧縮ひずみを求める。これから米国アスファルト協会の破壊基準式により許容載荷輪数を推定した。

3. 供用性の検討

貨物ヤード舗装では平坦性の平均が 4.5mm を超えると平坦性が急激に悪化する¹⁾。本手引きにより設計し、施工後 10 年以上経過したヤード舗装のうち、供用性の検討のため JR 貨物の中で中規模の駅で路盤に CAE を用いている 8 ヶ所を抽出した。その結果、平坦性が 4.5mm を超えているものはなかった。代表的な舗装断面を図 1 に示す。検討項目は、平坦性と舗装各層の変形係数とした。

JR 貨物で所有するフォークリフトのうち、12ft フォークリフト (輪荷重 100.6kN) を基本に輸送ダイヤからコンテナ数を予測し、設計交通量はこの荷役に必要なフォークリフト作業から 1 日の交通量を求め、設計、からの 10 年間の交通量を推定したものとした。また、累積交通量は供用開始から供用性確認試験までの交通量とし、設計交通量と同様の方法で求めた。

	層厚 (cm)
表基層	20
CAE	20
路床	56
基盤	

図 1 舗装断面例 (東室蘭 A)

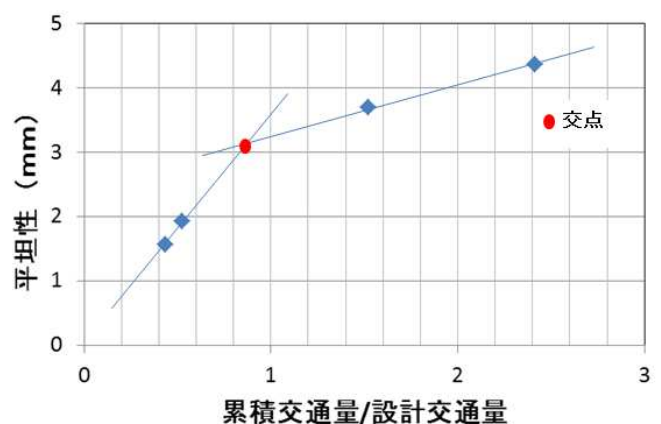


図 2 平坦性の推移 (東室蘭 A)

キーワード 供用性, 貨物ヤード, 平坦性, 変形係数, 多層弾性理論

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷 1 丁目 (外濠公園内) (公社) 土木学会 全国大会係 TEL 03-3355-3442

4. 結果

図1（東室蘭 A）の舗装断面の舗装における累積交通量と設計交通量の比（＝ R とする）に対する平坦性の推移を求めた（図2）．この4個のデータのうち交通量の少ない前半2個と多い後半2個のデータでは平坦性の悪化傾向が異なると判断して、それぞれを直線で結び交点を求めた．また、図2と同じ方法で貨物ヤード（東室蘭 A）における各層の変形係数と累積交通量/設計交通量の関係を求めた（図3）．これから4個のデータの前半2個と後半2個のデータに対し同様な方法で各2点を直線で結び交点を求めた．その結果、平坦性が急激に悪化する4.5mmに至らなくても、交通量の増加によって表基層と路床の剛性を示す変形係数は低下の傾向を示していた．また、その変化点を示す指標として R を用いることとした．これから、表基層の変形係数（E1）の交点の値が最も小さく、路床の変形係数（E3）の交点の値が最も大きいことが認められた．これは舗装各層においては、上層の方が交通量増加の影響を受けやすいものと考えられる．

次に他の貨物ヤード検討した（図4）．この図の横軸『貨物駅 No.』は以下の通りである．

「1：東室蘭 A，2：東室蘭 B，3：帯広 A，4：帯広 B，5：熊谷，6：宇都宮，7：広島 A，8：広島 B」

また、表基層の変形係数（E1）の交点と他の層の交点を比較した． $R(E2/E1)$ とは、CAE層（E2）の交点における R の値を表基層（E1）の交点における R の比をとったものである． $R(E3/E1)$ も同様である．以上から、熊谷貨物駅（貨物駅 No.5）の $R(E2/E1)$ では異なる傾向を示すものの、その他全てE1の交点での R が最も小さく、E3の交点での R が最も大きいことが判明できる．次に平坦性の交点での R （平坦性）と各変形係数の交点での R について1次関数による相関係数を求めた．その結果、 R （平坦性）に対し R （E1）は相関係数0.105， R （E2）では相関係数0.266に対し図5に示すように R （E3）では相関係数0.701であった．以上から平坦性に対し路床の変形係数（E3）が他の変形係数より相関が高いことが明らかになった．

5. まとめ

供用性の低下に対し、交通量の増加により各層の剛性である変形係数は低下の傾向を示し、舗装の上層の方が交通量増加の影響を受けやすいこと、また平坦性に対し路床の変形係数(E3)が他の変形係数より相関が高いことが明らかになった．

参考文献 1) 上浦他：コンテナホームのアスファルト舗装における破壊確率推定方法に関する基礎的研究，土木学会論文集 E1, Vol.72, No.3, 2016, pp.195-201

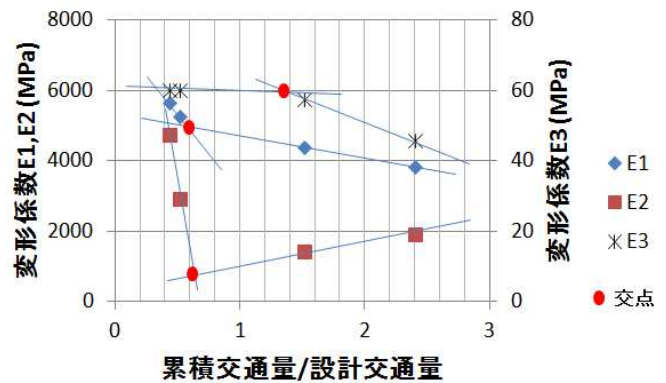


図3 変形係数（E1, E2, E3）の推移（東室蘭 A）

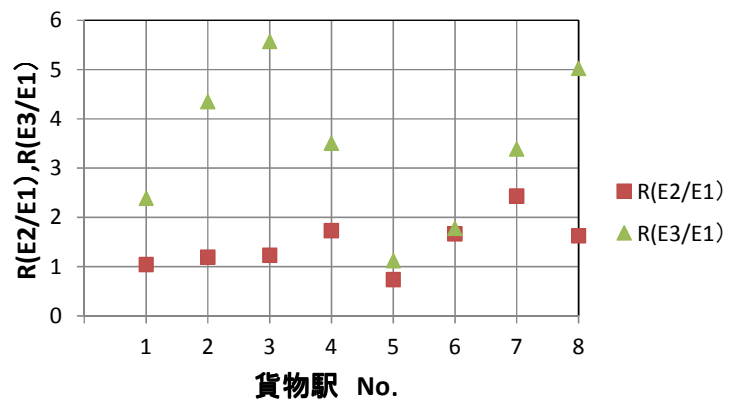


図4 貨物ヤードに対する $R(E2/E1, R(E3/E1))$

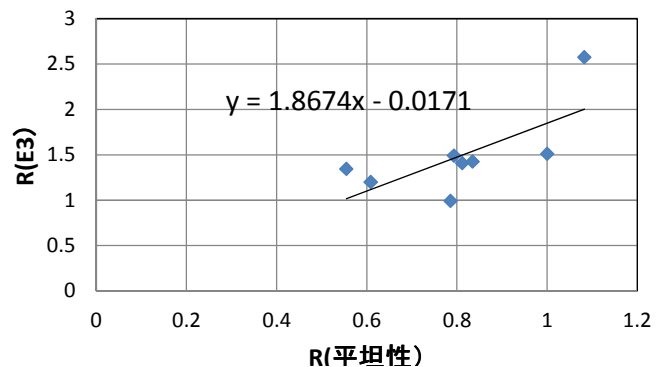


図5 R （平坦性）と $R(E3)$ の関係