

コンテナホームにおける路面性状測定車を用いた路面凹凸の評価に関する研究

日本貨物鉄道（株）	正会員	○長谷川	陽平
北海学園大学	正会員	上浦	正樹
ニチレキ（株）	正会員	遠藤	浩隆
日本貨物鉄道（株）	正会員	村松	穂高

1. 目的

コンテナホームではコンテナの積み下ろし作業によってフォークリフトが旋回するなどの面的な交通が主体である．これによってアスファルト舗装の供用性が低下し，路面凹凸が生じることで，フォークリフトで運搬されるコンテナ内の荷傷みやフォークリフトの機械損傷を生む原因となる．現行の路面凹凸の評価は，フォークリフトが旋回するホーム端から線路横断方向（X方向）の3m地点で線路方向（Y方向）に対してプロファイルメーターで測定する結果を用いている．そこで，本研究の目的は，路面性状測定車によって測定されるわだち掘れ量と平坦性のデータを用いて，コンテナホーム全体における路面凹凸を推定する方法を検討し，推定された路面凹凸を評価する手法を開発することにある．

2. 試験対象

鹿児島線福岡貨物ターミナル駅 16 番線のコンテナホームのなかで損傷が大きな箇所を含むエリアのX方向 15m×Y方向 260mを測定対象とした(図1)．路面性状測定車の横断方向の測定範囲が3mであり，X方向 15m分を測定するには5回の移動が必要である．そこで線路横断方向（X方向）3m，線路方向（Y方向）10mのメッシュ状になるように舗装表面に○印のマーキングをし，測定の漏れがないようにした．基準の高さとしては始点側と終点側でX方向に3m間隔でレベル測量を行った．また，確認のためY方向で線路側のコンテナホーム端で20m間隔によりレベル測量を行った．

一方、改良工事から1年程度で比較的良好な路面性状である札幌貨物ターミナル駅6番線のコンテナホームでも同様な方法によりレベル測量¹⁾を行った．

3. 路面高さの推定

路面性状測定車によって*i*点で求められる平坦性を3m弦による縦断凹凸量 H_i とする．そこで1.5m間隔の7か所の縦断凹凸量 $H_1, H_2, \dots, H_7$ を用いて12m弦の倍長演算を行う．この凹凸量を G_i とすると既往の研究では G_i から推定される路面高とレベル測量結果とはほぼ一致していた¹⁾．よって，任意の点*i*では，始点（基準点1）のレベル測量結果に G_{1i} を加え，終点（基準点2）でも同様に G_{2i} を加えることで基準線の両端の高さを定めた．この両端を結んだ線を基準線とした．図2は任意の点*P*における路面高さの推定法を示している．

点*P*に関する基準線1と基準線2の距離は3mである．また基準線1での G_{1i} は線分 B1-R1 であり，基準線2での G_{2i} は線分 B3-R2 である．各基準線からこれらの線分を差し引くことで R1 と R2 の路面高さを推定した．次に R1 と R2 を直線で結び，これをわだち掘れ基準線とする(図3)．この線上で

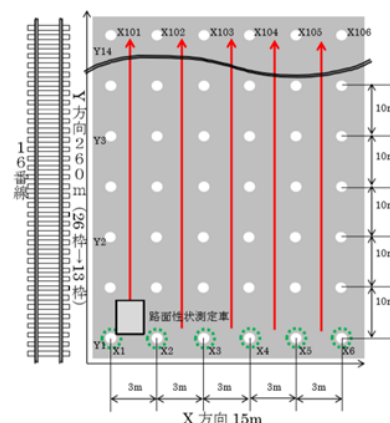


図1 試験対象箇所

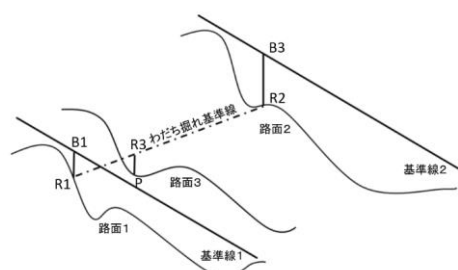


図2 路面高さの推定法

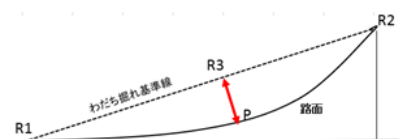


図3 路面高さの推定法（断面）

キーワード 路面性状測定車，コンテナホーム，わだち掘れ量，平坦性，分散分析，仮説検定

連絡先 〒800-0057 福岡県北九州市門司区大里新町 11-1

日本貨物鉄道株式会社 西日本工事管理事務所 北九州工事支所 TEL 093-372-3386

P の直上にある R3 の高さは、R1 と R2 の路面高さより比例配分で求める．これから路面性状測定車の測定によるわだち掘れ量 R3-P を差し引いて P の路面高さを定めた．

以上により推定された路面高さの分布表を作成し、これによりコンテナホーム全体における路面凹凸を推定することが可能となった．このマトリクスは、福岡貨物ターミナル駅 16 番線では 14 行 12 列、札幌貨物ターミナル駅 6 番線では 21 行 10 列で作成した．

4. 路面へこみ量

路面高さの分布表に基づき X 方向の断面で 0m 点と 12m 点を結び、これからの離れ $d(x)$ を路面へこみ量とした (図 4)．

これに基づきコンテナホーム全体の路面へこみ量のマトリクスを作成した．

図 5 に福岡貨物ターミナル駅 16 番線の路面へこみ量を 3D 化したものである．これから路面へこみ量が 40mm 以上にある個所は X 方向で 4m～8m 付近、Y 方向で大きく 3 か所であることがわかる．図 6 は札幌貨物ターミナル駅 6 番線の路面へこみ量である．これから図 5 と比べ路面へこみ量は X 方向で 4m～8m 間で最大 5mm 程度であり、Y 方向ではあまり傾向がみられない．これらの全体の平均と標準偏差を表 1 に示す．よって路面へこみ量が路面の凹凸を反映している指標であることがわかる．

5. 分散分析

路面へこみ量において全体平均と X 方向または Y 方向のそれぞれの値の不偏分散に有意差がないとする帰無仮説を設定し、分散分析法の 2 元配置法による解析を行った．

この解析で分散比と有意水準 0.05 における F 値である F 境界値を求めた (表 1)．これから福岡貨物ターミナル駅 16 番線コンテナホームでは、X 方向と Y 方向の両方とも分散比が F 境界値より大きいことから帰無仮説は棄却された．

これは 95%以上の確率で損傷に値するへこみ量が発生していることを示している．一方、札幌貨物ターミナル駅 6 番線コンテナホームでは X 方向では分散比が F 境界値より大きいことから帰無仮説は棄却されたが、Y 方向では分散比が F 境界値より小さいことから帰無仮説が採択された．よって Y 方向ではあまり損傷が進んでいないことが示された．

6. まとめ

以上から路面性状測定車のわだち掘れ量と平坦性の測定結果から路面凹凸を推定し、これに基づいた路面へこみ量は分散分析によって舗装全体の損傷程度の推定に利用できることが明らかになった．

(参考文献)

- 1) 長谷川陽平他：フォークリフト軌跡上の路面凹凸の推定に関する検討，第 74 回土木学会学術講演会，2019

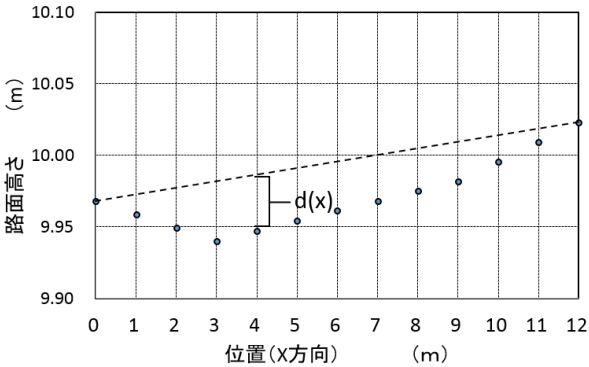


図 4 路面へこみ量 ($d(X)$)

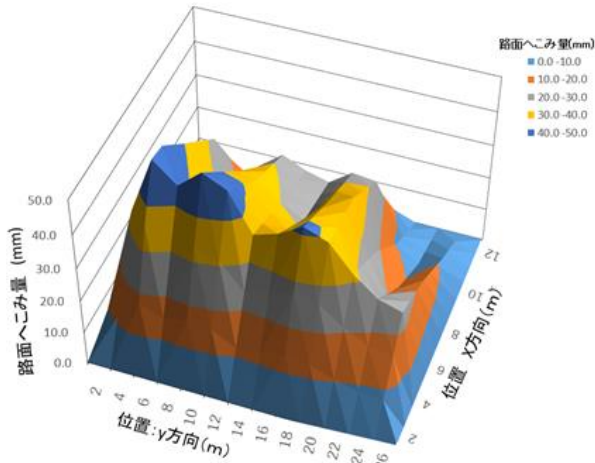


図 5 路面へこみ量の分布
(福岡貨物ターミナル駅 16 番線)

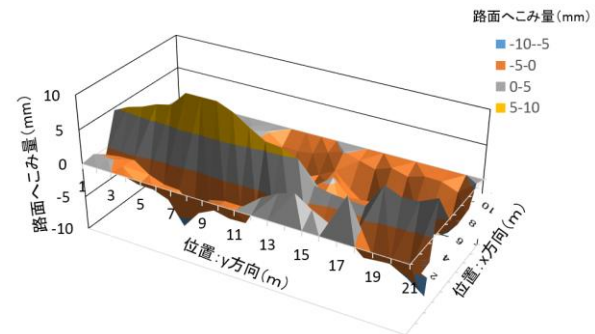


図 6 路面へこみ量の分布
(札幌貨物ターミナル駅 6 番線)

表 1 路面へこみ量の解析結果

	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	分散比				F境界値	
福岡貨物ターミナル 16番線	19.0	13.3	X	F ₁	53.29	>	F _{p1}	1.86
			Y	F ₂	36.8	>	F _{p2}	1.79
札幌貨物ターミナル 6 番線	0.7	3.0	X	F ₁	49.39	>	F _{p1}	1.93
			Y	F ₂	1.19	<	F _{p2}	1.63