

コンテナホームにおける路面の評価指標の適用性について

東亜道路工業株式会社	正会員	岩城	洋武
東亜道路工業株式会社		前原	弘宣
日本貨物鉄道株式会社	正会員	中園	裕
日本貨物鉄道株式会社	正会員	三枝	長生

1. はじめに

路面の評価として従来、3m プロファイラによる測定より平坦性を求め、路面の善し悪しを表現していたが明確な補修基準はなく、補修基準を定めるためいろいろな考案が提出されている。特に、日本貨物鉄道株式会社では独自の評価指標として鉄道貨物舗装供用性指数（Kamotu Maintenance Index：以降 KMI と略す）を考案し、コンテナホームの補修基準¹⁾としている。またその他に、乗り心地で路面を評価する国際ラフネス指数(International Roughness Index：IRI と略す)などもある。これらの指標がコンテナホームにおけるフォークリフト走行の荷物に与える影響を表す指標としての妥当性を調査検討する。

2. 評価指標および測定方法

コンテナホームの路面特性は、路面性状自動測定装置（Characteristic Surveyor of Pavement：CHASPA と略す）により測定を行い、Profile は路面性状調査の結果からフォークリフトが走行する左右のタイヤの位置を2測線抜粋し使用する。上記に示す Profile より単位区間長 20m で平坦性と KMI を算出し、区間長 1m, 5m, 20m および測線で集計した IRI を用いて比較検討を行った。区間長を短く考えた場合の IRI は、標準長で算出した IRI に比べ大きな値を示している。そのため短い延長で IRI を算出した場合、通常の IRI とは比較できない。路面性状調査測定イメージを図1に示す。

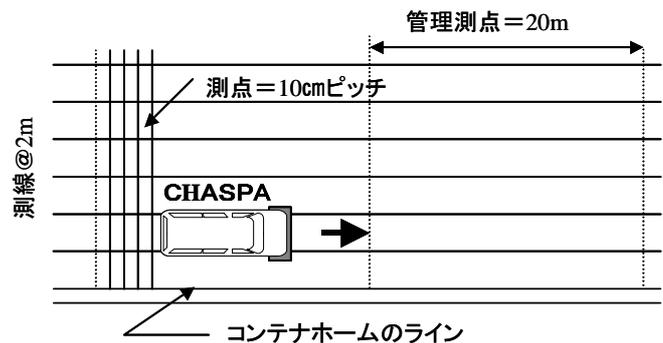


図1 路面性状調査測定イメージ

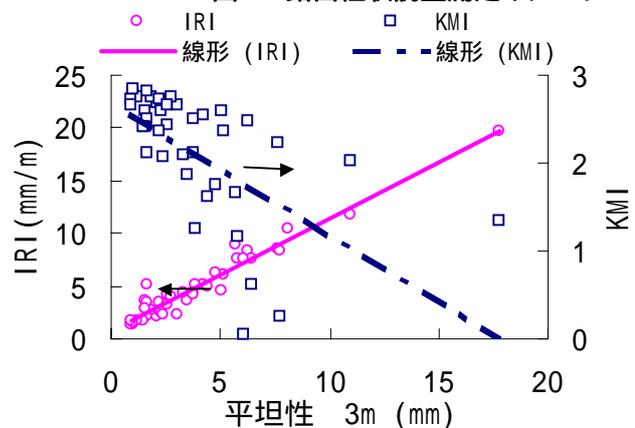


図2 平坦性 3m と IRI および KMI の関係

2.1. KMI

KMI は貨物鉄道舗装管理者から見た補修の必要性を表す指標である。

アスファルト舗装

$$KMI = 2.939 - 0.051 C - 0.071$$

ここに、C：ひび割れ率（％）
：平坦性（mm）

コンクリート舗装

$$KMI = 2.981 - 0.044 C - 0.030 D$$

ここに、C：ひび割れ率（％）
D：段差（cm）

2.2. IRI

IRI は、一般的な舗装の状態を示す指標であり、自動車の応答に影響を与える乗り心地の質を要約したものである。自動車運用費用、乗り心地、動的荷重、および路面性状に関係がある時に最も適切な指標でと示されている。IRI は Profile に IRI Filter を用いて算出する値であり、車体の上下変位量（バネ上振動）の絶対値の累積値を表している。

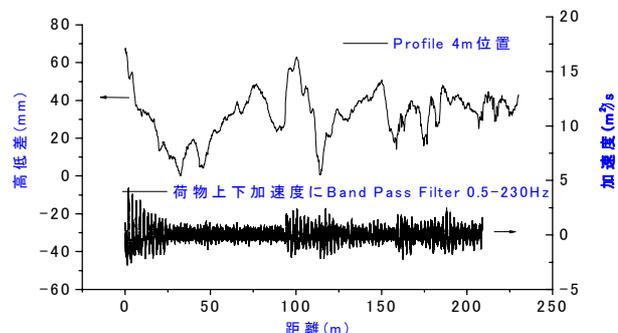


図3 Profile と荷物上下加速度結果

キーワード：平坦性、IRI、KMI、加速度、路面性状
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3丁目13番1号
〒300-2622 茨城県つくば市要315-126

TEL 03-3239-9164、FAX 03-3239-9160
TEL 0298-77-4150、FAX 0298-77-4151

3. 測定結果

3.1. 評価指標の関係

平坦性を横軸に、縦軸に KMI、IRI を示し比較した結果を図 2 に示す。IRI の R^2 は 0.9 程度で相関が高いが KMI においては高い相関が見られない。

IRI は Profile 上を 1/4 Car モデルを走行させ、車体の累積上下量を算出した指標なので、平坦性との相関は高い。ただし、平坦性は路面の凹凸量のバラツキを示すもので、路面の痛み具合の程度を表す指標のため、評価基準と対象が異なる。KMI においては、平坦性の他にひび割れの概念が考慮されており、ひび割れ率が高くなるほど平坦性の影響が小さい指標である。図からはひび割れの影響を含んでいるものと、そうでないものにわかれている。

3.2. 評価指標のフォークリフト挙動への適用性

これらの評価指標をそのままフォークリフトの挙動や荷物への影響を表す指標として使用するのには適切でない。フォークリフトは通常の自動車と異なり、鋼結合構造であることから路面の凹凸や段差の影響を直接受けやすく、共振しやすい構造となっている。このことから従来通りの統計方法で正しい相関は得られない。これらをふまえて図 3 に Profile と実際の荷物の上下加速度を示し、図 4 に 3m Profile と平坦性の関係を示した。また図 5 に IRI の集計ピッチを変化させた結果を示す²⁾。

図 4 に示すように 3m Profile は Profile の大きな波を移動平均処理により漸近させた値である。この値はその場所での凹凸量を表現しているが、平坦性は算術式の関係からその特徴的な値を分散させている。フォークリフトのような路面からの入力に直接影響を受ける構造の評価を行う場合には、3m Profile のような個々の場所での値を表現したデータからピークを検出する統計手法の方が適している。また段差的影響を表現するのであれば、高速フーリエ変換を用いた High Pass Filter を、対象とする軸距にあわせて施した方が良い。図 4 に示す IRI についても同様なことが言える。IRI の値は、集計延長が長くなればなるほど、その路線の特徴的が分散した結果になる。

それぞれの評価値の集計結果を表 1 に示す。表に示したように区間長や集計方法が異なると、同一指標でも値は大きく変わる。しかし、傾向や最大値の位置は変わらず値が異なるのみで、評価対象により使い分けの必要がある。

4. まとめ

表 2 に延長 200m の路線による評価結果を示す。評価結果では、ひび割れの考慮により各指標による評価は異なるが、コンテナ通路およびコンテナ 3 番線で早急な補修の必要性が示唆される。この路面評価より補修、修繕計画を立てることは可能であるが、路面の凹凸が荷物に与える影響は判断できない。そのためフォークリフトと荷物の挙動を把握し、それに適した路面性状調査結果と比較検討し、コンテナホームに適した評価基準を考案する必要がある。今後はフォークリフトの挙動と路面性状の関係を追求し、評価方法を検討していく。

参考文献

- 1) 日本貨物鉄道株式会社：貨物設備アスファルト舗装設計補修の手引き、2000.3
- 2) 中園裕 他：各荷役機械の走行時の振動特性と荷物の振動、第 56 回土木学会学術年次講演会、部門、2001.10

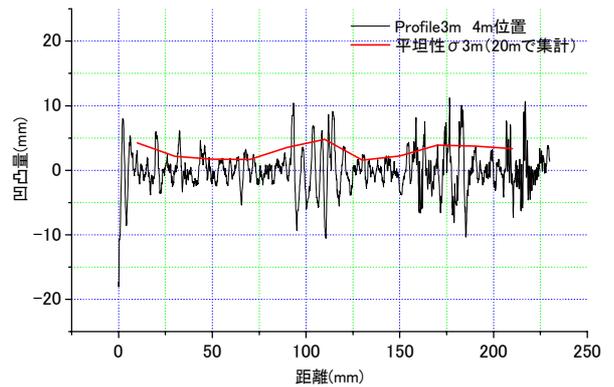


図 4 3m Profile と平坦性 3m の関係

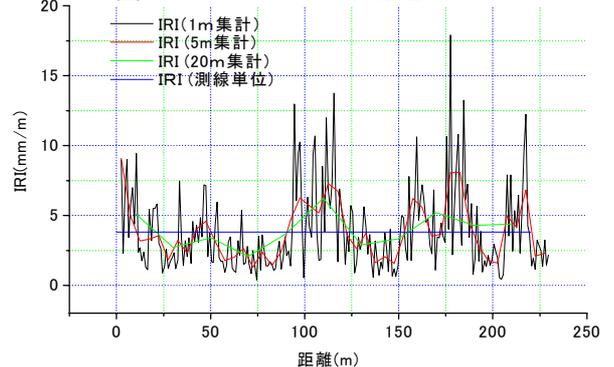


図 5 IRI 集計ピッチ

表 1 コンテナ 6 番線

平坦性		3m、KMI、IRI、IRI _{1m} 集計結果				
From	To	ひびわれ率(%)	平坦性 3m(mm)	KMI	IRI (mm/m)	IRI _{1m} (mm/m)
0	20	1.8	4.2	2.6	5.1	34.7
20	40	1.3	2.2	2.7	2.7	7.5
40	60	6.3	1.7	2.5	3.4	16.6
60	80	13.8	1.7	2.1	2.1	6.2
80	100	16.3	3.5	1.9	3.7	19.0
100	120	16.5	4.8	1.8	6.2	26.4
120	140	8.3	1.5	2.4	2.9	5.8
140	160	8.3	2.2	2.4	3.3	10.6
160	180	27.8	3.9	1.2	5.2	17.9
180	200	10.8	3.8	2.1	4.3	34.7

表 2 コンテナホーム(路線による)評価結果

	平坦性 3m(mm)		KMI		IRI (mm/m)	
	測定値	評価	測定値	評価	測定値	評価
下7番線	4.28	B	2.29	B	4.83	B
コンテナ通路	10.06	C	2.13	B	9.87	C
コンテナ6番線	3.14	A	2.15	B	3.94	A
コンテナ7番線	2.04	A	2.65	A	2.33	A
コンテナ3番線	7.4	B	0.4	C	7.51	B