

V-32

アスファルト舗装における破損とFWDのたわみ関係に関する一考察

北海学園大学工学部 学生員 大屋 和久
 北海学園大学工学部 学生員 児玉 健太郎
 北海学園大学工学部 正 員 上浦 正樹
 東亜道路工業(株) 神田 一成

1. はじめに

アスファルト舗装の破損は、表面からのアスファルト層の劣化、路床の沈下などの舗装構造体全体の破壊の進行などさまざまな原因があげられている。この原因を究明する手法は今までにいくつか開発されてきているが、本研究では実際に破損が進んでいる現場においてレベル測量、プロファイルメーターによる測定、FWDのたわみ測定を用いて、破損における路面の高低差、平坦性とたわみの関係を検討しようとするものである。

2. アスファルト舗装における破損の評価

2.1 道路における舗装の破損

一般に道路交通においてはさまざまな車両が行き交っているが、その通行方向は往復方向に限られるため一方の線的交通といえる。道路舗装は舗装構成と路床土の支持力そして大型車交通量のつりあいにより耐久性を保持しており、そのつりあいを失うことで破損が生じるといえる。アスファルト舗装の破損の種類はへアクラック、わだち掘れ、ポットホール、線状ひびわれなどの路面性状に関するものや、凍上による構造に関する破損などもありその原因は複雑なものになっている。

2.2 鉄道におけるヤード舗装の破損

道路交通が線的交通といえるのに対し、貨物ヤードではフォークリフトがコンテナを車両から取り卸しトラックに積み込むなどその方向は一定ではなく、その意味では面的交通といえる。また、12tフォークリフトの場合に最大輪荷重が100.94kNにもなることから貨物ヤード内では非常に重荷重な車両が通行しているといえる。舗装の破損としては、わだち掘れ、平面性の低下、ポットホール、ひびわれなどさまざまなものがあげられる。

3. 研究対象箇所を選定と測定方法

3.1 対象箇所

今回の研究箇所として、JR貨物北海道支社ターミナル駅構内で最も劣化が進んでいるとみられる9番ホームを選定した。ここで線路に直角な方向をX方向、平行な方向をY方向とする。まず、線路の端からX方向に5m進んだ位置をとり、ここからさらにX方向に10m、Y方向に60mとりそれぞれ5mピッチのメッシュに区分する。次にそれらの交差点上にブロック番号を表記しここを対象箇所とする。なお、ここからブロック番号により結ばれるラインを各方向のブロック交差ラインとして表していく(ブロック番号01、02、03、で結ばれるラインをX方向のブロック交差ライン01-03などと表す。)

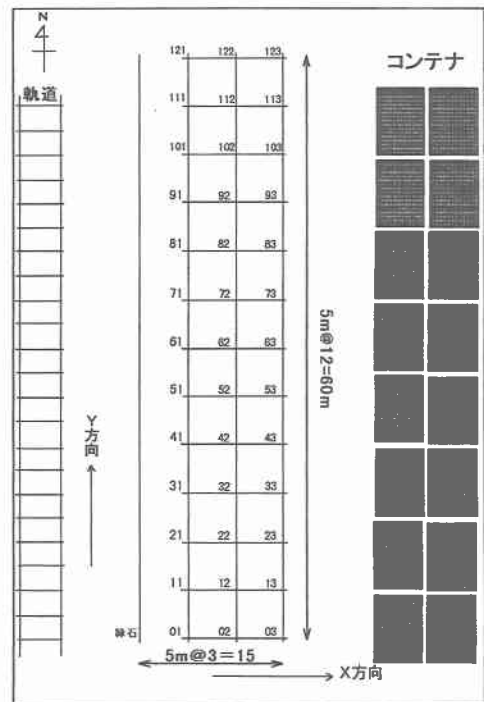


図1 研究対象箇所

3.2 測定方法

① 目視による観察

対象箇所を目視により観察することにより、破損箇所の状態や特長の把握をする。

② レベル測定

各ブロックの交差点でのレベル測定をおこない、対象箇所の高低差を明らかにする。

③ プロフィールメーターによる測定

3mの縦断プロフィールメーターを用いて、各ブロック交差点上を長手方向に測定し舗装表面の凹凸量を把握する。

④ FWDによるたわみ測定

FWDの測定は測量やプロフィールメーターのようにブロックの交差点上ではなく、各ブロックの中央を長手方向(Y方向)に測定した(たわみライン1、たわみライン2)。これによりアスファルト舗装の直下のたわみ(D0)、上層路盤、下層路盤、路床のたわみ(D20)、および路床のみのたわみ(D150)を測定する。

4. 測定結果

4.1 目視による観察

目視による観察は対象箇所全体を見渡すことや歩いて回ることによって破損の位置や種類を調査した。その結果破損の種類はさまざまなものがみられたが特に亀甲状のひびわれが多く存在していた。そのひびわれ状況は図2に示しておく。この図で破損箇所に斜線のあるものとなないものがあるがこれは劣化の進行状態を表しており、斜線部分は劣化の進んだもので、もう一方は比較的まだ劣化の浅いものを表している。また、それぞれのひびわれの幅、長さを図中に示しておく。ここで、ひびわれ状況はホーム端から10m付近に集中しており、長手方向ではブロック番号02から62まではあまり破損がみられず、ブロック番号62から122の区間で多くの破損がみられる。

4.2 レベル測定

測量により明らかになった各ブロック交差点での高低差をY方向に3本のブロック交差点ライン(01-121、02-122、03-123)とX方向に12本のブロック交差点ライン(01-03から121-123まで)として表す。なお、測量は3回行ったがそこで代表的なY方向の高低差の図を示す(図-3)。図3よりまず、ライン01-121は大きな高低差がみられずならかな波形となっている。それに対しライン02-122、03-123は両者とも20m付近まではなだらかな波形となっているが20m以降では高さにおおきな変化がみられる。またY方向のブロック交差点ライン01-121からX方向へブロック交差点ライン02-122、03-123といくにつれ低くなっていくのがわかるが

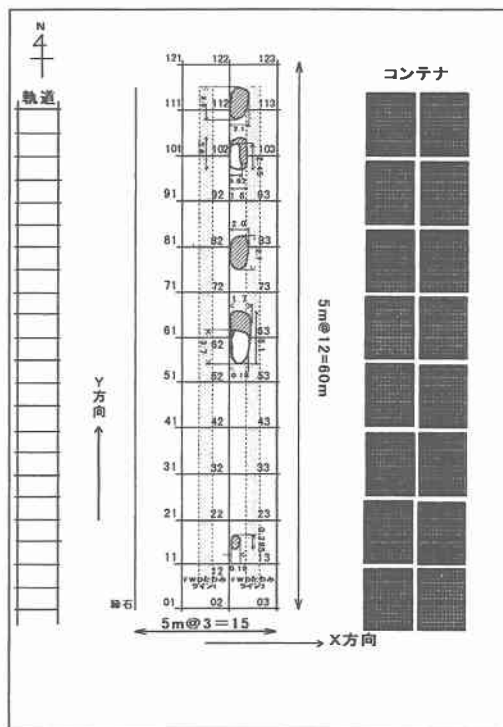


図2 研究箇所のひび割れ分布

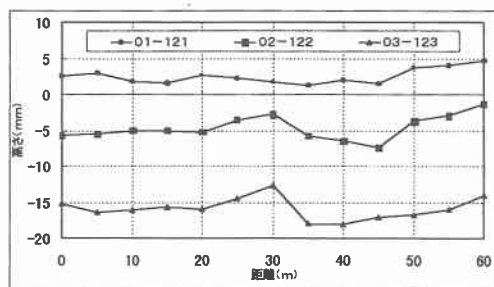


図3 各ブロックラインの高低差

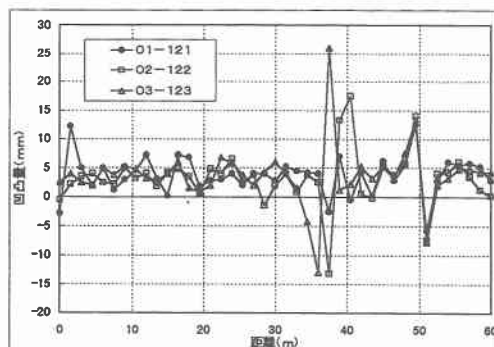


図4 各ブロックラインの凹凸量

これは舗装施工につけられた排水勾配によるものと考えられる。

4.3 プロフィールメーターによる測定

プロフィールメーターによる測定はX方向のブロック交差ライン(01-03)を始点に同一方向(Y方向)に3本のブロック交差ライン上(01-121、02-122、03-123)で行った。その結果各ブロック交差ラインの凹凸量の変化が明らかとなり、これを図4に示しておく。図4からは測量と同様にブロック交差ライン01-121では波形に大きな変化はみられないがライン02-122、03-123では35mから50mあたりでおおきな変化が読み取れる。また今回は3m縦断プロフィールメーターを使用したため図4は1.5mピッチの凹凸量の波形を表している。

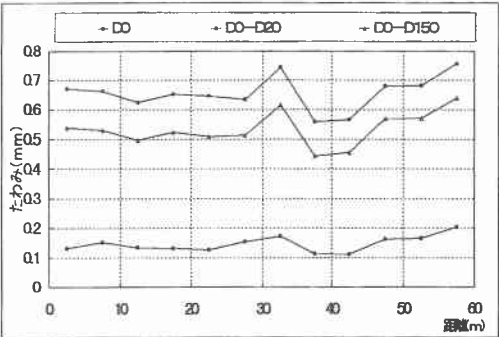


図 5ブロック中央ラインでのたわみ量

4.4 FWDによるたわみ測定

FWDによるたわみ測定によりブロックの中央部分でのD0、D20、D150のたわみ量が得られた。ここからアスファルト層(D0-D20)、舗装(D0-D150)のたわみをそれぞれもとめ図5に示す。なお、図5は代表的なものとしてブロック交差ライン02-122と03-123の中央部分のたわみの波形を示している。ここからそれぞれのたわみの波形は40mあたりで最もたわんでいることが読み取れる。またこの波形は測量やプロフィールメーターの波形とよくにているように考えられるので実際に相関をとることで比較検討してみる。

表 1 測量とたわみの相関関係

	相 関 係 数 (r)
01-121. たわみライン 1	0.12
01-122. たわみライン 2	0.81

5. 考察

5.1 測量による高低差とFWDのたわみの関係

測量による高低差とFWDのたわみの相関係数の比較を表1に示す。ここで、FWDのたわみ測定はブロックの中央地点で行われたためブロック交差上で測定した測量とは測定位置が異なる。そのため、まずY方向でのそれぞれの測点をあわせるため各ブロック交差点上の高低差の値をY方向に隣り合うどうし平均することでブロック中央での高低差をもとめた。さらに今回は破損の有無による高低差とたわみの相関を考えるので、そのデータとして破損があり見られないブロック交差ライン01-121の高低差とFWDたわみライン1、また破損の多く見られるブロック交差ライン02-122の高低差とFWDたわみライン2のそれぞれの相関を考えることにする。これより、ブロック交差ライン01-121とたわみライン1には相関がみられないが、ブロック交差ライン02-122とたわみライン2には強い相関がみられる(図6)。これらより高低差とたわみ量は路面に破損が生じることにより強い相関をもつと考えられる。

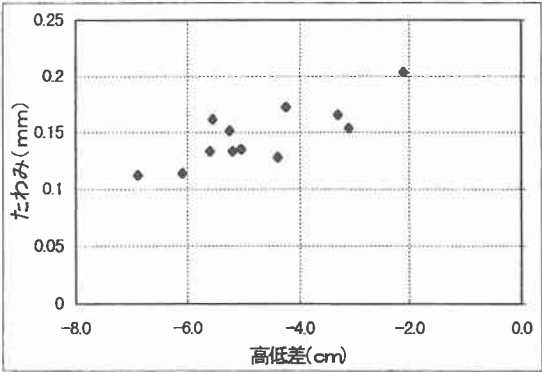


図 6 高低差とたわみの相関図

5.2 FWDのたわみとプロフィールメーターの倍長演算による比較

FWDのたわみとプロフィールメーターの凹凸量の測定結果を比較検討するうえでプロフィールメーターの弦を3mから6m、12mへと倍長演算(①式)しそれら3つとFWDのたわみの相関の変化をみる。こ

ここで、プロフィールメーターの測定位置は測量と同様ブロック交差ライン上でありFWDの測定位置とは異なるが、この場合も破損の有無による凹凸量とたわみの関係を考えるのでブロック交差ライン01-121の凹凸量とFWDたわみライン1、ブロック交差ライン02-122の凹凸量とFWDたわみライン2の3m、6m、12m弦それぞれの相関を考えることにする。ここで代表的なものとしてブロック交差ライン02-122でのプロフィールメーターの倍長演算の図を示す(図7)。

倍長演算式

$$X = H_i + 2H_{i+1} + H_{i+2} - \text{①}$$

H_i : 測定値

① 3m弦での凹凸量とFWDのたわみの比較

両者の相関をとるうえでまず測定のピッチをあわせる必要がある。そこで1.5mピッチのプロフィールメーターを比例計算によりFWDと同様の5mピッチにあわせた。さらに、測量と同様にY方向の測点をあわせるため隣り合うどうし平均することでブロック中央での凹凸量をもとめた。これにより求められたそれぞれの相関係数を表2①に示す。これを見ると破損のある

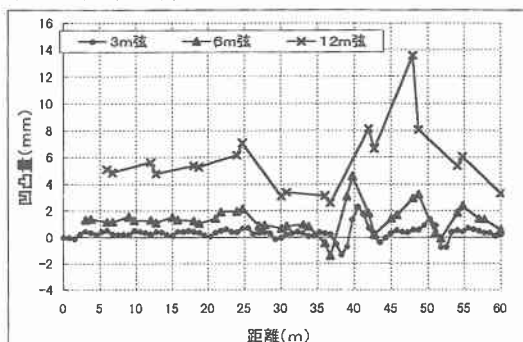


図7 凹凸量倍長演算の波形

るライン(02-122)が破損の無いライン(01-121)より相関が強いがいずれにしても値が低すぎるので3m弦では凹凸量とたわみの相関はないと考えられる。

② 6m弦での凹凸量とFWDのたわみの比較

3m弦プロフィールメーターの測定値を倍長演算により6m弦とし、それを①と同様にFWDの測点にあわせ相関をとる。これにより得られた相関係数を表2の②に示す。これを見ると破損のないライン(01-121)では全く相関がみられない。それに対し破損のあるラインではある程度相関がみられる。

③ 12m弦での凹凸量とFWDのたわみの比較

6m弦の凹凸量の値をさらに倍長演算し12m弦とし同様にFWDの測点にあわせ相関をとる。これにより得られた相関係数を表2③に示す。ここから②と同様に破損のないライン(01-121)では全く相関がみられないが、破損のあるライン(02-122)では強い相関がみられる。また、破損のないライン(01-121)では3m弦、6m弦、12m弦の凹凸量とたわみにいずれも相関はみられないが破損のあるライン(02-122)では倍長するに従い相関が強くなっていくのが把握できる。このことからプロフィールメーターによる凹凸量とFWDによるたわみは破損が入ることにより相関をもち、さらにプロフィールメーターの弦を倍長することによりその関係が強くなると考えられる。

表2 プロフィールメーターと測量の相関関係

弦長	相 関 係 数	
	01-121. たわみライン1	02-122. たわみライン2
① 3m 弦	0.2	0.46
② 6m 弦	0.03	0.72
③ 12m 弦	0.25	0.82

6. 結論

以上のことより次のことが明らかになった。

- 1) FWDによるたわみと測量による高低差は路面に破損が起きることにより相関をもつ。
- 2) FWDによるたわみとプロフィールメーターによる凹凸量は路面に破損が起きることにより相関をもち、さらにプロフィールメーターの弦を倍長することにより、より強い関係をもつ。

【参考文献】

- 1) ヤード舗装の新しい保守基準の考え方 上浦 正樹 (1993)
- 2) 鉄道貨物ヤードのアスファルト舗装における強度低下に関する一考察
上浦 正樹他 土木学会第50回年次講演会 (1995)