走行車両の鉛直方向の振動による舗装へのダメージについて

Study of vertical vibration damage to the road

大成ロテック株式会社　○正　員　城本政一（Masakazu Jomoto）
北見工業大学　正　員　川村　彰（Akira Kawamura）
北見工業大学　正　員　富山和也（Kazuya Tomiyama）

1.　はじめに

凹凸の大きい舗装路面は，走行車両の走行性を悪化させる．走行性の悪化した路面を走行する車両は鉛直方向に振動し，舗装路面に大きなダメージを与え，舗装路面の破損の進行を促進する．破損が進んだ舗装路面は，走行車両の走行性をさらに悪化させ，上記の状況が繰り返されるというように，走行性の悪い道路では，この悪循環によって舗装路面の破損の進行速度が早いという指摘がある．[1) 2)]

このように，舗装路面の形状，車両の走行性，舗装路面の破損は相互に関係があると考えられる．

本論分では，車両が走行するときの上下動の振動が舗装にどのようなダメージを与えるのかを把握するために，走行車両の鉛直方向の振動と，FWD 試験結果から得られるデータを用いて，どのような相関があるのかの検証を行った．

2.　試験概要

走行車両の鉛直方向の振動と，その振動によるダメージを把握するために，2 路線において，走行車両の鉛直方向の加速度と，FWD 試験において，その区間のダメージを測定した．本試験の概要を以下に示す．

2.1.　試験箇所

今回試験を行った路線の概要を表 1 に示す．路線 A は，片側 2 車線道路であり，路線 B は片側 1 車線の道路である．

表 1　調査路線概要

路線番号	交通量区分	舗装厚さ（cm）	備考
A	N6	15	盛土部
B	N4	7	盛土部

2.2.　走行車両の鉛直加速度測定

走行車両の鉛直加速度を測定するために，写真 1 に示すように車軸に加速度計を設定した．加速度計の仕様を表 1 に示す．この加速度計を用いて，走行車両の鉛直方向における加速度を測定した．

測定した加速度については，図 1 に示すように FWD 試験を行った位置の 2m 手前での加速度の二乗平均平方根（RMS）を算出した．また，加速度計を測定と同時に IRI も合わせて測定を行っている．

表 2　加速度計仕様

加速度計	定格容量	測定周波数	測定位置
ASW-20A	±196.1m/sec2	200Hz	車軸　1箇所

写真 1　加速度計設置状況

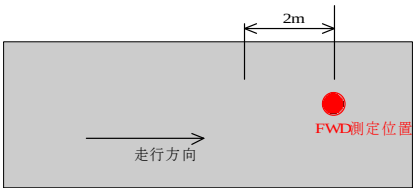

図 1　加速度解析範囲

2.3.　FWD 測定

舗装のダメージを計測するために，FWD 試験機を用いた．今回用いた FWD の仕様を表 3 に，FWD の外観を写真 2 に示す．

FWD 試験より，路床の CBR，残存 Ta，アスファルトの弾性係数（Eas）を計算した．[3)]

FWD の測点数は各路線とも 4 点測定を行った．

表 3　FWD 仕様

載荷荷重	49kN
たわみセンサ位置	載荷中心から，0,200,300,450,600,900,1500mm
載荷板	直径30cm

写真 2　FWD 外観

3.　測定結果

測定により得られた結果を以下に示す.

3.1.　鉛直方向の振動データ

走行試験により得られた鉛直方向の加速度データは, FWD を行った位置から 2m 手前までの区間のデータを用い, 振動データの大きさとして二乗平均平方根（RMS）を用いて計算を行った, その結果を表 4 に示す. また, それぞれの測定区間の IRI を表 5 に示す.

表 4　2m 区間の加速度計の二乗平均平方根（RMS）

	測点(単位:m/sec^2)			
	1	2	3	4
路線A	1.18	2.03	5.85	1.69
路線B	3.09	2.05	2.44	2.29

表 5　IRI 測定結果

	測点(単位mm/m)			
	1	2	3	4
路線A	2.84	1.92	1.58	1.44
路線B	1.92	1.77	1.43	2.33

3.2.　FWD データ

FWD 試験により得られたデータを表 6 に示す.

表 6　FWD 測定結果

路線	測点	D0たわみ量（μm）	Eas（MPa）	残存TA（cm）	CBR（%）
A	1	351	6,684	25.0	16.0
	2	286	7,641	26.8	24.6
	3	632	2,329	17.8	11.9
	4	248	6,029	28.6	26.8
B	1	799	3,692	15.0	10.8
	2	608	8,502	18.6	10.3
	3	399	5,991	23.4	15.2
	4	932	2,704	12.6	17.6

4.　振動データとダメージについて

走行試験により得られた加速度から計算した二乗平均平方根（RMS）および IRI の測定結果と, FWD 試験により得られた結果をまとめたものを以下に示す.

4.1.　2m 区間の加速度計の二乗平均平方根（RMS）と FWD 試験結果

2m 区間の加速度計の二乗平均平方根（RMS）と FWD 試験結果を以下に示す.

路線 A については, 以下のことが認められた.

① 振動の大きさを示す RMS が大きくなると, 舗装体全体を示す D0 たわみ量は多くなる傾向を示した.

② RMS が大きくなると, アスファルト層の健全度を示す弾性係数は小さくなる傾向を示した.

③ RMS が大きくなると, アスファルト層の健全度を示す弾性係数は小さくなる傾向を示した.

④ RMS と路床の CBR には, 明確な相関は見られなかった.

路線 B については, RMS の変化が小さかったため, 路線 A のような明確な相関は見られなかったが, 路線 A と同じ傾向が認められた.

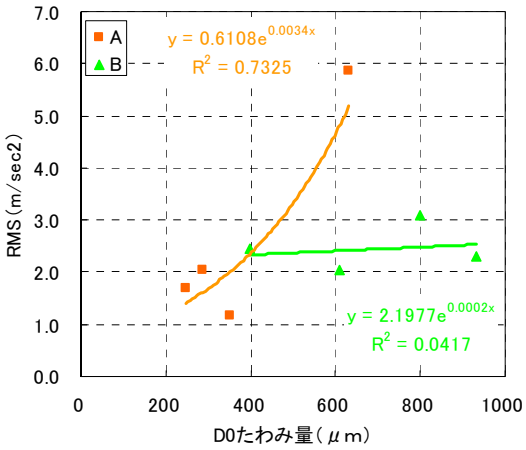

図 2　D0 たわみ量と RMS

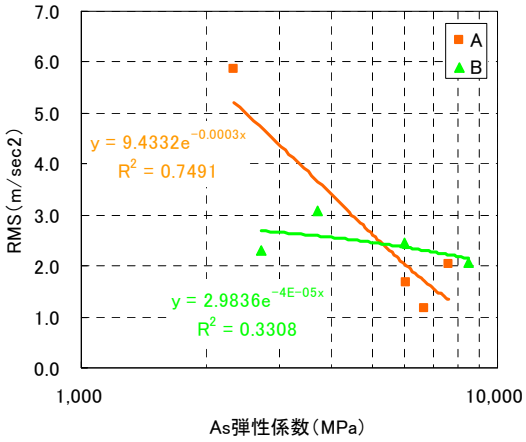

図 3　As 弾性係数と RMS

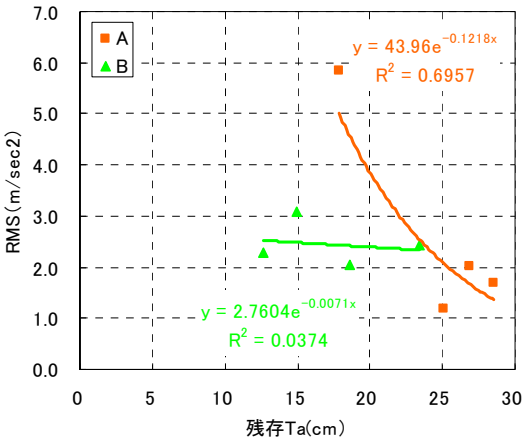

図 4　残存 Ta と RMS

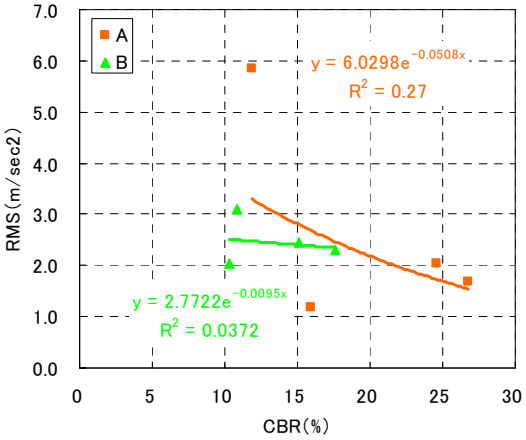

図 5　CBR と RMS

4.2.　IRI と FWD 試験結果

IRI と FWD 試験結果を以下に示す.

IRI と FWD 試験結果を以下に示す.

路線 B については，以下のことが認められた.

⑤　振動の大きさを示す IRI が大きくなると，舗装体全体を示す D0 たわみ量は多くなる傾向を示した.

⑥　IRI が大きくなると，アスファルト層の健全度を示す弾性係数は小さくなる傾向を示した.

⑦　IRI が大きくなると，アスファルト層の健全度を示す弾性係数は小さくなる傾向を示した.

⑧　IRI と路床の CBR には，明確な相関は見られなかった.

路線 A については，路線 A のような傾向を 3 点は示しているが，特異点と思われる 1 点があったため，明確な相関は見られなかった.

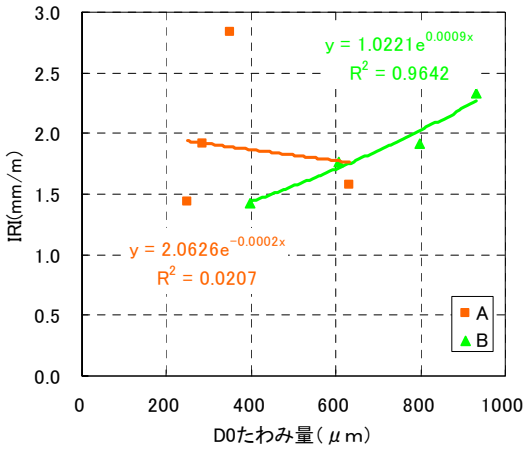

図 6　D0 たわみ量と IRI

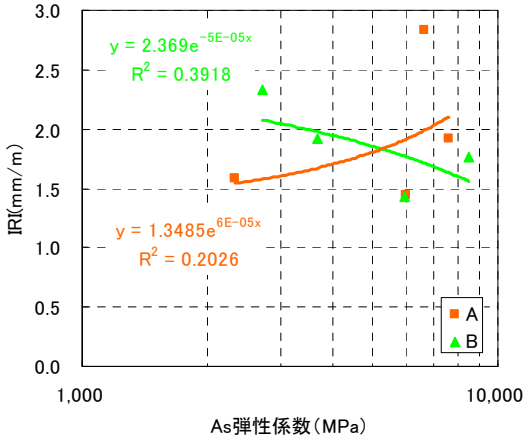

図 7　As 弾性係数と IRI

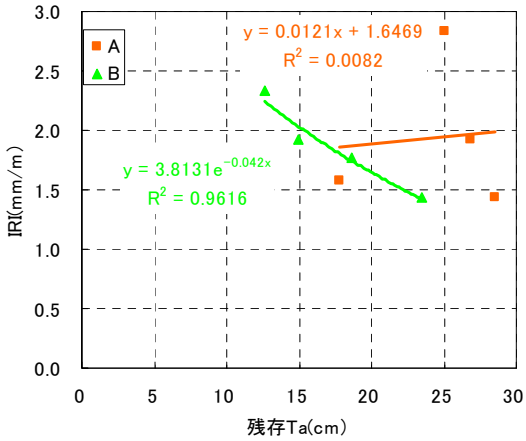

図 8　残存 Ta と IRI

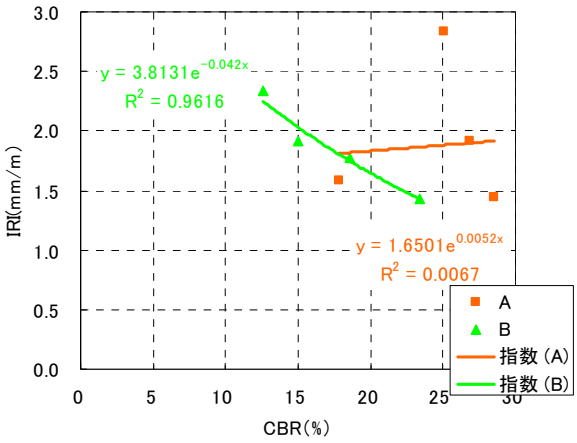

図 9　CBR と IRI

5.　まとめ

走行車両による鉛直方向の振動が，舗装体にダメージを与えることが分かったが，今回調査した路線 A では，タイヤの鉛直振動の大きさをあらわした RMS とダメージに関係があり，路線 B ではタイヤの振動だけでなく，車体の振動も考慮した IRI の値との相関が高かった．

路線によりダメージ影響する要因が，IRI および RMS と違っていた．しかしながら，要因が違っていた原因までは，断定することができなかった．

また，路線 AB ともに，いままで検討されていなかった D0 のたわみ量が振動と大きな相関を持っていることが分かった．これは D0 たわみ量が舗装体全体の健全度を示している値であることから，アスファルト層，路盤，路床のダメージを総括して表しているものであると考えられる．

6.　おわりに

今回は 2 路線で 8 点と路線数および評価地点の数が少ないく信頼性が低いが，走行車両の振動と舗装体のダメージの関係が分かった．今後は多くのデータを収集し，振動と舗装体のダメージの関係を明確にしていきたい．

参考文献

1)　Devid Cebon : Handbook of Vehicle-Road Interaction,Taylor & Francis Group,1999

2）富沢健，金井利浩，姫野賢治：路面凹凸による車両特性の動的載荷に着目したアスファルト舗装のダメージ解析，北陸道路会議技術報文集，2009

3)　活用しよう FWD：(財）道路保全技術センター，2005