

セメントコンクリート舗装におけるアスファルト中間層の効果

堀内智司* 井谷雅司** 寺田 剛*** 久保和幸****

1. はじめに

道路舗装を大別すると、アスファルト舗装とコンクリート舗装に分かれる。わが国では、1960年頃までコンクリート舗装のシェアは約30%であったが、その後減少し、最近では5%程度¹⁾となっている。このため、コンクリート舗装はアスファルト舗装と比較して実道での供用性や耐久性に関するデータの蓄積が不十分となっている。

コンクリート舗装では、アスファルト中間層^{*}を設置することで、コンクリート版の施工性や舗装の耐久性、路盤の耐水性を向上することができるとされている^{2),3)}。しかし、アスファルト中間層を設置した場合に、コンクリート版に働く温度応力や(車両による)輪荷重応力へ与える影響はわかっていない。また、コンクリート版に横ひび割れが発生した場合、ひび割れ部から雨水が浸入し、走行車両による繰り返し荷重で路盤が浸食され、空洞が生じ、段差の発生や舗装体の支持力の低下が懸念される。アスファルト中間層を設置することでこのような支持力の低下を抑制できるかの検討はなされていない。

そこで、本報告では、アスファルト中間層を設置することでコンクリート版に働く応力に影響があるかを検討した。また、コンクリート版に横ひ

び割れが発生した場合、アスファルト中間層を設けることで供用性や舗装体の健全性の低下を抑制できるか検討を行った。

なお、本研究は、2007年度から2010年度まで行った、東京農業大学、石川工業高等専門学校、(社)セメント協会との共同研究「コンクリート舗装の構造設計の高度化に関する研究」の一環として実施したものである。

2. 研究方法

2.1 試験工区の構築

促進載荷試験(写真-1)により耐久性や、供用性の推移を確認するため、図-1に示すような実大規模の普通コンクリート舗装を土木研究所舗装走行実験場に敷設した。コンクリート舗装は工区ごとに舗装構造等を変えている。コンクリート版には、温度を同時に計測できるひずみ計を埋設しており、各計器の番号は図-1に示すとおりである。点線部は、コンクリート版上方から目地カッターを入れて、コンクリート版下面には木材を置いて断面欠損することで施工後早期に版に誘発させた横ひび割れ部を示している。この横ひび割れ部には、散水装置で誘発ひび割れ部の3カ所から水を路盤へと侵入させて強制的に路盤を浸食させることができる。

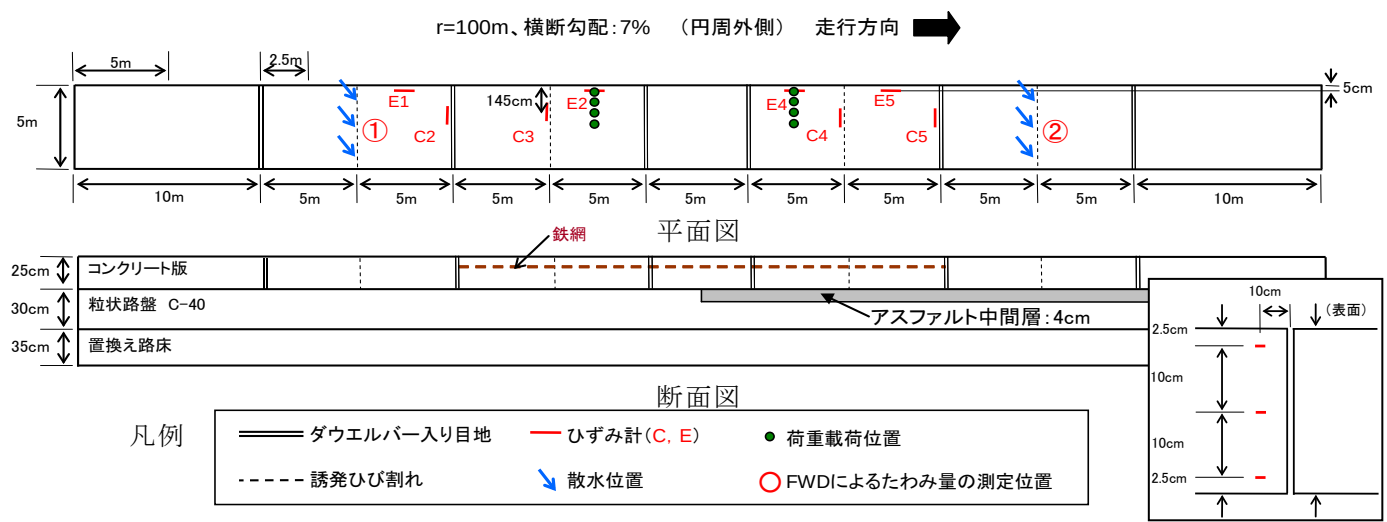


図-1 試験工区

Effect of asphalt intermediate course in cement concrete pavement

*土木用語解説: アスファルト中間層

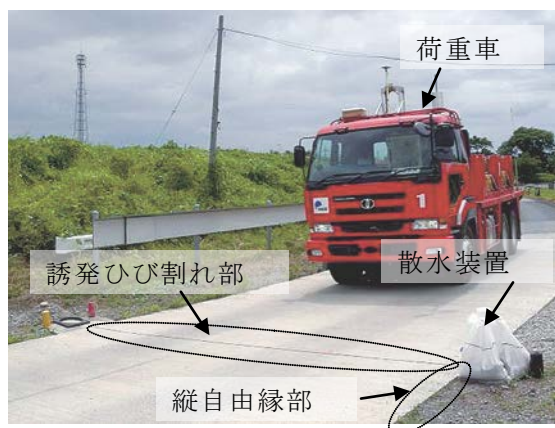


写真-1 試験工区における促進載荷試験の状況



写真-2 載荷状況

2.2 コンクリート版の内部応力

アスファルト中間層の設置が、コンクリート版に働く温度応力や輪荷重応力といった応力に与える影響を検討する。

1) 温度応力式の発生頻度

温度応力はコンクリート版上面と下面の温度差から算出するため、図-1のC2とC5において、1時間ごとに連続して3年間、コンクリート版の上面から2.5cm、中央部、下面から2.5cmの位置の温度を測定し、上面と下面の温度を推定した。推定値からコンクリート版上下面の温度差とその発生頻度を求め、アスファルト中間層の有無で比較を行った。さらに、ある仮定の下で疲労度も算出して比較を行った。なお、疲労着目点として、ひび割れが発生しやすい縦自由縁部及び横目地部とし、疲労曲線は舗装設計便覧²⁾のa)式を使用した。

2) 輪荷重応力式の低減係数

コンクリート版で疲労ひび割れが発生しやすい、図-1のE2、E4において、輪荷重応力の影響度合いを示す低減係数を求め、アスファルト中間層の有無で比較を行った。具体的には、図-2に示すように、端から15cm、45cm、75cm、105cm、135cm離れた箇所に荷重車（車両重量40t）の右後輪を載せて、その時の版下面から2.5cmの位置にあるひずみ計の値を測定した（写真-2）。なお、温度応力の影響が小さくなるようにコンクリート版上下面の温度差が小さくなる夕方に実施した。

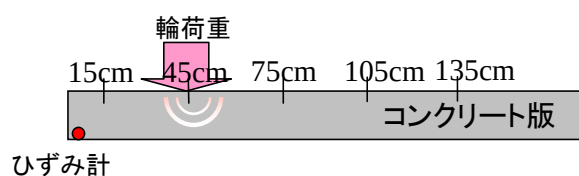


図-2 載荷位置

2.3 段差量

アスファルト中間層の設置により、コンクリート版に横ひび割れ部が発生した場合に、供用性の低下を抑制できるかを確認する。

散水装置により路盤を強制的に浸食させながら、荷重車により繰り返し荷重を与える促進載荷試験を実施した。促進載荷試験では、1年間に49kNの輪数に換算して40万輪相当を3年間行い、散水量は50万輪終了時から90万輪終了時まで日本に年間降雨量1,500mm相当を与え、90万輪終了時から130万輪終了時に3,000mm相当を与えた。段差の測定は、舗装調査試験法便覧⁴⁾に準拠して行い、散水をしている誘発ひび割れ部において横断方向に50cmピッチで9か所ずつ段差量をテーパージで計測して平均値を求め、アスファルト中間層の有無で比較した（写真-3）。

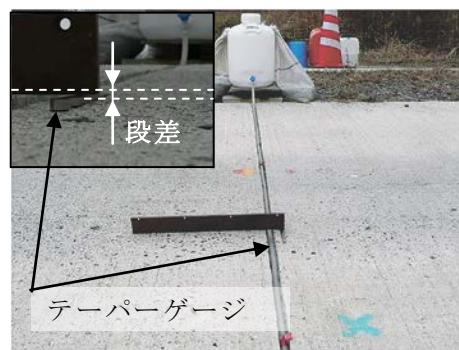


写真-3 段差量の計測状況

2.4 支持力及び荷重伝達率

アスファルト中間層の設置により、コンクリート版に横ひび割れが発生した場合でも、舗装体の支持力や、ひび割れ箇所の荷重伝達が確保されるかを検討した。

図-1の①、②において、FWD（Falling

Weight Deflectometer) により98kNの錘を落下させて路面に衝撃を与え、その時に発生する路面のたわみ量を計測して、アスファルト中間層の有無で比較した (写真-4)。なお、計測方法は、舗装調査試験法便覧に準拠した。



写真-4 FWDの計測状況

3. 研究結果

3.1 コンクリート版の内部応力

1) 温度応力式の発生頻度

3年間のコンクリート版上下面の温度差とその発生頻度を表-1に示す。アスファルト中間層を有する方が温度差の大きな場合の頻度は低いことがわかる。

表-1 温度差とその発生頻度の比較

温度差(℃)	アスファルト中間層無	アスファルト中間層有
21 (20~21.9)	0.001	0.000
19 (18~19.9)	0.007	0.001
17 (16~17.9)	0.023	0.015
15 (14~15.9)	0.048	0.037
13 (12~13.9)	0.065	0.061
11 (10~11.9)	0.084	0.083
9 (8~9.9)	0.121	0.119
7 (6~7.9)	0.128	0.131
5 (4~5.9)	0.139	0.144
3 (2~3.9)	0.160	0.161
1 (0~1.9)	0.225	0.246
-1 (0.1~2.0)	0.245	0.269
-3 (2.1~4.0)	0.405	0.435
-5 (4.1~6.0)	0.278	0.260
-7 (6.1~8.0)	0.070	0.035
-9 (8.1~10.0)	0.002	0.000

さらに、表-1を用いて疲労度の算出を行った。算出する際の仮定条件を表-2に、算出結果を表-3に示す。横目地部及び縦自由縁部を仮定して、疲労度の算出を行った。疲労度の算出結果から、アスファルト中間層を有する方が温度差の大きな場合の頻度は小さいことから、疲労度が小さくなる傾向がある。以上より、アスファルト中間層を有することで温度応力を低減する傾向がみられ、耐久性の向上につながることを確認できた。

表-2 仮定条件

項目	条件
設定された舗装の目標	舗装の設計期間 (年) 20
	信頼度 (%) 考慮しない
走行頻度	路肩の有無 十分な路肩有り
	片側の車線数(車線) 2車線
コンクリート舗装の種類	普通コンクリート
応力算出位置	縦自由縁部、横目地部
Co版の条件	版厚 (cm) 25
	曲げ強度 (MPa) 4.4
	弾性係数 (MPa) 30,000
	ポアソン比 0.2
	温度膨張係数 (1/℃) 1.0.E-05
交通条件	横収縮目地間隔 (m) 10m
	輪荷重群と通過輪数 舗装設計便覧参照
	温度差が正または負のときの大型車の比率 郊外部
	タイヤ接地半径 舗装設計便覧参照
路盤支持力係数 K_{75} (MPa/m)	100
疲労度算定	舗装設計便覧参照

表-3 疲労度の比較

疲労着目点	アスファルト中間層有	アスファルト中間層無
横目地部	4.3	6.2
縦自由縁部	21.3	37.4

2) 輪荷重応力式の低減係数

コンクリート版の底面にあるひずみを計測し、求めた近似曲線から低減係数を算出した。結果を図-3に示す。端から75cmまではアスファルト中間層の有無で大きな違いはないことがわかった。

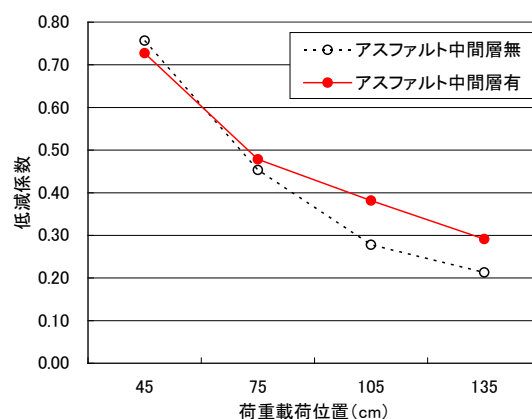


図-3 底面ひずみの比較

3.2 段差量

段差量の測定を行った結果を図-4に示す。アスファルト中間層を有する方が中間層の無い箇所と比較してわずかではあるが段差量が小さい結果となっている。以上より、アスファルト中間層を有することで段差量の進行を抑制する傾向を確認できた。

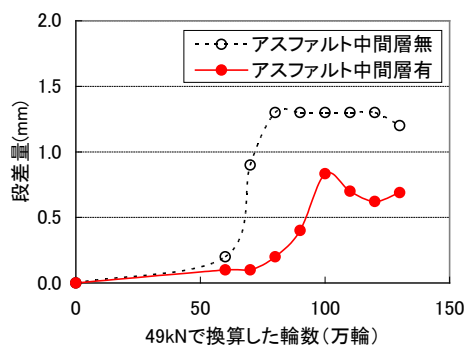


図-4 段差量の比較

3.3 支持力及び荷重伝達率

FWDにより測定された、たわみ量 (D_0) を図-5に示す。アスファルト中間層の有無を比較すると、中間層を有する方が誘発ひび割れ部のたわみ量が小さくなり、支持力がある程度確保することができることを確認した。また、誘発ひび割れ部の荷重伝達率⁵⁾を図-6に示す。アスファルト中間層を有することで荷重伝達効果を低下しにくくする傾向がみられた。

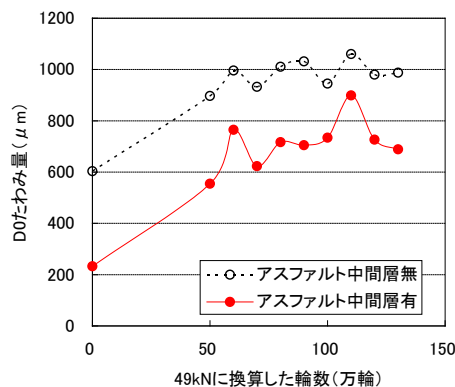
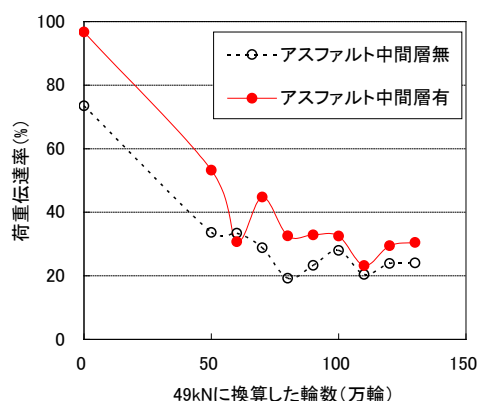
図-5 D_0 たわみ量の比較

図-6 荷重伝達率の比較

4. まとめ

コンクリート舗装においてアスファルト中間層を設置することで、コンクリート版に発生する温度応力を低減し、耐久性が向上する可能性があることがわかった。また、横ひび割れが発生した場合でも、段差量の増加を抑制し、路盤支持力がある程度確保し、荷重伝達効果も低下しにくい傾向があることを確認した。今後も促進載荷試験を継続し、供用性のデータ収集を行う予定である。

謝 辞

本データを取りまとめるにあたり、前田道路株式会社の谷口博氏、清水泰成氏、畠山慶吾氏にご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：コンクリート舗装に関する技術資料、2009
- 2) (社)日本道路協会：舗装設計便覧、2006
- 3) 中村俊行、久保和幸、小森谷一志：普通コンクリート舗装のひび割れ調査結果、雑誌舗装、Vol.30-9、pp.4～8、1995
- 4) (社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧、2007
- 5) (財)道路保全技術センター：活用しよう！FWD、2005

堀内智司*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技
術研究グループ舗装チ
ーム 研究員
Satoshi HORIUCHI

井谷雅司**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技
術研究グループ舗装チ
ーム 研究員
Masashi ITANI

寺田 剛***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技
術研究グループ舗装チ
ーム 主任研究員
Masaru TERADA

久保和幸****



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所道路技
術研究グループ舗装チ
ーム 上席研究員
Kazuyuki KUBO