

疲労破壊における供用劣化の影響と改質アスファルトの劣化因子について

土木研究所 正会員 ○佐々木 巖
東海カーボン 正会員 山口 勝之
土木研究所 明嵐 政司

1. はじめに

アスファルト舗装の疲労破壊の研究は、舗装構造の支持力不足（低下）が主題となることが多い。しかしながら、ひび割れ発生の直接的な要因は表層混合物の破断ひずみの低下にあることはいままでの間もない。また、わだち割れは舗装表面でのアスファルトの劣化により生じるとされている^{1, 2, 3)}。アスファルトバインダは劣化により大きく性状が変化する材料である。舗装のひび割れの検討においては、作用する疲労ひずみの解析や初期材料の疲労抵抗性評価に加えて、供用中の劣化による疲労性状低下からのアプローチも不可欠である。経年による酸化劣化とともに、特に表面付近でのアスファルト被膜の劣化は紫外線によるものが支配的である⁴⁾。密粒度混合物では光の影響範囲が排水性舗装と異なるものの、わだち割れ発生には紫外線の照射が大きく影響することが指摘³⁾されている。

本報では、舗装の供用性状を改質アスファルトの材料劣化から検討した事例を報告する。また、酸化劣化と光劣化をわけて評価するために、遮光材料であるカーボンブラック(CB)⁵⁾を添加した比較工区を設けて供用劣化の考察を行った。

2. 試験舗装の概要

土木研究所の舗装走行実験場において、Table 1 に示した表層混合物を用いて平成15年6月に試験舗装を行った。バインダには市販の改質アスファルトⅡ型を使用した。この標準工区とともに、アスファルトに対してカーボンブラックを2.5%添加（合材プラントのミキサ上部から投入）し、それ以外の条件を全て同じとしたCB工区を設けた。

荷重車による载荷試験を3年間にわたり実施し、その間に、縦横断プロフィール、ひび割れ、FWDたわみなどの路面性状調査を行った。85万輪（49kN換算）载荷後には、各工区から切り取りコアを採取した。その表層の一部（表面から15mm厚部分）と別途保管しておいたプラント練り落とし材から、バインダを回収して性状評価試験に供した。

3. 試験結果と考察

3.1 路面性状の変化

わだち掘れの測定結果（Fig. 1）は、载荷初期及び軸重増加時を除き大きな差は見られなかった。一方、ひび割れ率（Fig. 2）は、標準工区では3年目の70万輪载荷前後に発生し拡大の傾向にあるが、CB工区では見られない。

FWDのD₀たわみ（Fig. 3）は、全体として大きな値を示しているものの両工区のたわみ量、すなわち曲げひずみはほぼ同じである。また、混合物及び载荷輪は共通しており、表面ひび割れを誘発する舗装表面近傍での応力状態も同じであることから、両工区の疲労条件は等しいといえる。

Table 1 試験舗装の表層混合物

項目	標準工区	CB工区
粒度	密粒度(13)	密粒度(13)
バインダ	改質Ⅱ型	改質Ⅱ型+CB
設計アスファルト量	5.8%	5.8%
実測アスファルト量	5.78%	5.85%
マーシャル安定度 [*]	12.1kN	10.4kN
フロー値(1/100mm)	36	37
空隙率	3.7%	4.5%

^{*} 突固め回数:50回

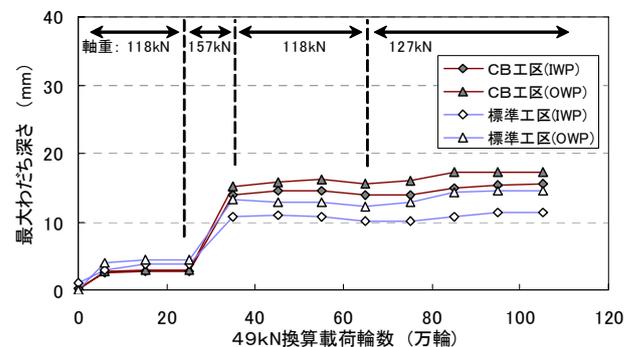


Fig. 1 試験舗装におけるわだち掘れ深さの変化

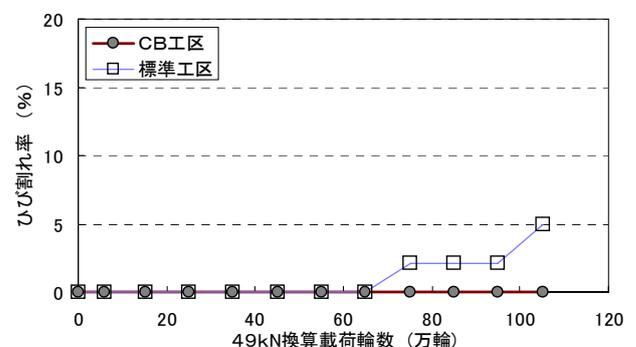


Fig. 2 試験舗装におけるひび割れ率の変化

キーワード アスファルト舗装, 改質アスファルト, 供用劣化, 路面性状

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所材料地盤研究グループ(舗装) TEL029-879-6789

3.2 アスファルトバインダの供用劣化

プラント練り落とし材及び85万輪載荷後のコアから回収したアスファルトを、ダイナミックシェアレオメータを用いて25°C、10rad/sで測定した結果を Fig. 4 に示す。供用後のバインダは、弾性率|G*|が増加、tan δ が低下し、粘性を失い硬くなっていることがわかる。この傾向は、わだち部よりも非走行部での材料劣化の進行が顕著である。

3.3 アスファルトの劣化要因と遮光性材料の影響

供用中の劣化は、空気に触れることによる酸化劣化と、日光に曝されることによる紫外線劣化が主な因子である。材料劣化因子の要因検討として、また試験舗装のひび割れの考察を目的として実施した、アスファルトの性状測定結果を Fig. 5 に示す。両区間の供用前後のアスファルト性状をみると、軟化点増加は両工区ともほぼ同様であるが、針入度低下には大きな差があり、密粒度混合物でも光劣化の影響は大きいことがわかる。そして、紫外線を遮蔽することにより材料劣化及びひび割れ発生を抑制できることが示唆される。

粘弾性試験結果 (Fig. 6) も針入度と同様の傾向を示しており、供用前後の弾性率|G*|の変化は標準工区よりもCB工区の方が小さく、弾性率の値も逆転している。表層版に作用するひずみは上述の通りほぼ同一であるため、弾性率増加は応力の増大を意味し、材料劣化によって疲労载荷条件がより厳しく変化していることがわかる。

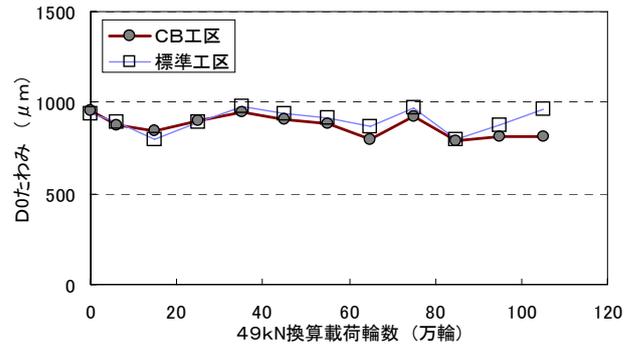


Fig. 3 舗装走行実験場におけるFWDたわみ変化

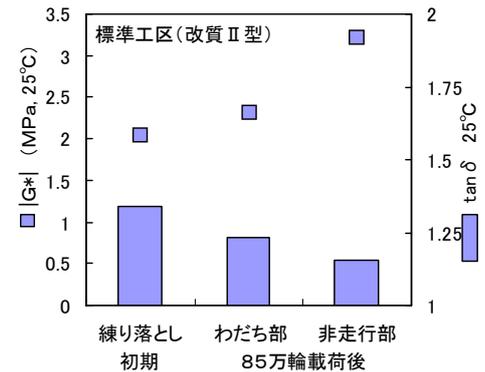


Fig. 4 走行位置とアスファルトの劣化

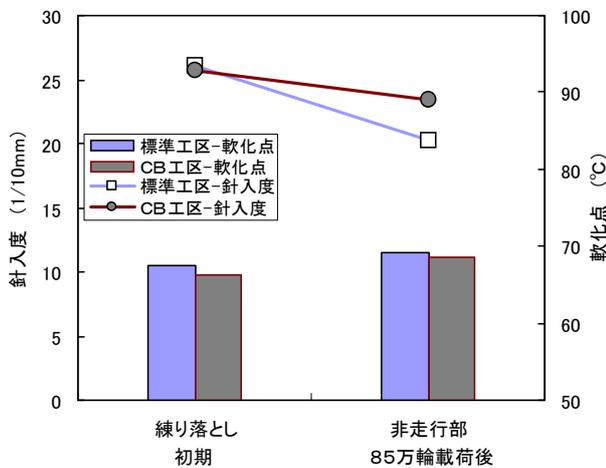


Fig. 5 供用中のアスファルトの劣化

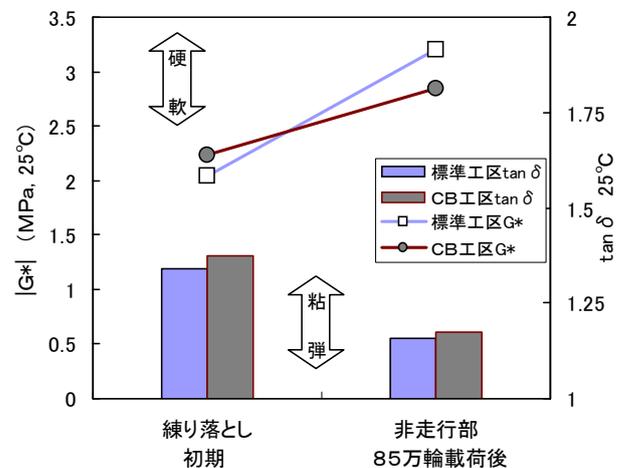


Fig. 6 供用劣化によるアスファルトの粘弾性状変化

4. まとめ

改質アスファルトII型を用いた試験舗装から、アスファルトの劣化程度はわだち部よりも非走行部の方が大きいことが確かめられた。遮光材を添加した工区ではバインダ劣化が抑制され、ひび割れも発生しない(遅延される)ことから、密粒度混合物でも紫外線劣化による影響が大きいことがわかった。今後は、载荷試験を継続し疲労性状の評価を続けるとともに、バインダの破断延びや混合物の疲労性状等、評価試験項目を増やした検証が必要である。

参考文献

- 1) 松野三朗, 西澤辰男:アスファルト舗装の縦表面クラックの発生原因に対する推論, 日加科学技術会議, 寒冷地舗装ミニワークショップ発表論文集, pp.246-253, 1984.
- 2) 由井大介:アスファルト舗装のわだち割れの原因究明と予防策の提案, 日本道路公団技術情報, 8-13, 1987.
- 3) 片脇清, 川西礼緒奈:アスファルト舗装のわだち割れ発生原因に関する一考察, 第19回日本道路会議論文集, pp.404-405, 1991.
- 4) 佐々木敏, 山口勝之, 西崎到:屋外暴露試験によるストレートアスファルトの紫外線劣化, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, V-543, pp.1083-1084, 2004.
- 5) 山口勝之, 佐々木敏, 明嵐政司:アスファルト材料の紫外線劣化とカーボンブラック添加効果, 土木学会舗装工学論文集, 第8巻, pp.251-260, 2003.