

円形走行試験に基づくアスファルト舗装の

パフォーマンス解析におけるひび割れ予測に関する一考察

神戸大学大学院	学生会員	塚本真也
神戸大学都市安全研究センター	正会員	吉田信之
神戸大学工学部	正会員	西 勝
東亜道路工業(株)	正会員	広津栄三郎

1. はじめに

従来より、舗装構成材料の非線形材料特性を考慮したひび割れ予測解析やわだち掘れ量解析からなるパフォーマンス解析手法を提案¹⁾し、その現地の適用性について検討している²⁾。本報告では、従来のパフォーマンス解析手法のひび割れ予測解析に円形走行試験に基づき改良を加え、円形走行試験断面への適用性について検討した。

2. パフォーマンス解析手法の主な改良点

今回の主な改良点はひび割れ予測解析である。ひび割れ予測解析とは、舗装構成材料の疲労破壊基準式を用いてひび割れが発生する時期を予測し、ひび割れ発生後のひび割れ率の経時変化を求めるものである。なお、ひび割れ発生後のひび割れ率の経時変化は、山田らの研究³⁾を参考にして、直線的に増加するが、この勾配はひび割れ発生時期により決まると仮定している。

ひび割れが発生する時期の予測に用いる疲労破壊基準式は、通常、アスファルトコンクリート表層の疲労破壊基準式を用いるが、路盤材がスラグ系の場合は、アスファルトコンクリート表層下面からではなく、路盤下面からひび割れが生じているものと考えられ、路盤下面の引張りひずみを用いた疲労破壊基準式を提案している¹⁾。まず、アスファルトコンクリート層の疲労破壊基準式は、従来は式(1)のWitczakの式を用いていたが、ここでは式(2)のMonismishの室内実験式を用いることにした。次に、スラグ系路盤材の疲労破壊基準式であるが、従来は円形走行試験結果から導いた式(3)を用いていた。これは主にA交通舗装断面を対象にした円形走行試験結果に基づいていたため、ここではC交通舗装断面を対象にした円形走行試験結果も考慮して、式(4)のように修正した。なお、式中の“HMS-25S”は、重量%で転炉スラグを50%、HMS-25を35%、高炉水砕スラグを15%を混合したものである。表-1に円形走行試験断面および解析結果を示す。CASE3-Iでは、Monismish式にて算定した解析結果よりWitczak式の方が実測値に近くなっている。これは構造解析時に、下層路盤材である切込砕石の材料特性を、実際の切込砕石より材料特性が劣っていると考えられるマサ土の材料特性で代用したことにより、実際に表層下面で生じていた引張りひずみより、構造解析では大きく計算されていたためと考えられる。

表-1 円形走行試験の舗装構造とひび割れが発生した走行回数

層厚 (cm)

円形走行試験断面	表層	上層路盤		下層路盤		路床	実測ひび割れ回数	ひび割れ発生回数の解析結果(回)				
		層厚	層厚	層厚	層厚			Monismish	Witczak	スラグ路盤		
CASE1	2	アスファルトコンクリート	5	粒調砕石	20		100	12500	30000	90000		
	4		5	HMS-25	20		100	25000			25000	
	5		5	HMS-25S	20		100	67000			74000	
CASE2	E		5	粒調砕石	10		110	13000	25000	300000		
	F		5	HMS-25	10		110	34000			34000	
	G		5	HMS-25S	10		110	92000			120000	
CASE3			10			切込砕石	15	100	98000	50000	110000	
			5	HMS-25S	10	切込砕石	15	95	98000			105000
CASE4	K-1		15	HMS-25	14	切込砕石	15	81	1733000			1255000
	K-5	15	HMS-25S	14	切込砕石	15	81	499000			499000	

キーワード：アスファルト舗装、ひび割れ、疲労破壊式、パフォーマンスカーブ

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1, TEL: 078-803-6437, FAX: 078-803-6394

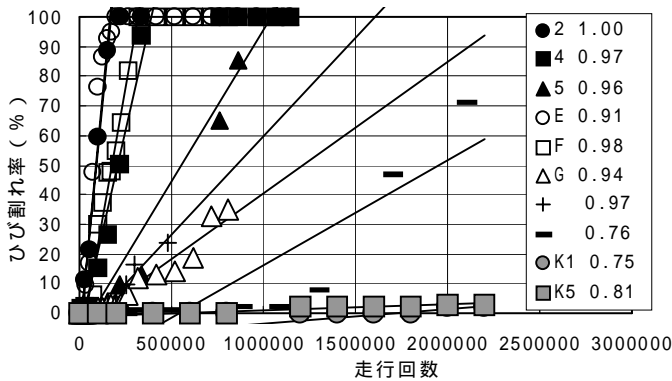


図 - 1 走行回数とひび割れ率の関係

$$N_f = a \times b^t \times \epsilon_r^c \quad (1)$$

$$N_f = 6.167 \times 10^{-5} \epsilon_r^{-3.291} E^{-0.854} \quad (2)$$

$$\text{(HMS)} N_f = 1.515 \times 10^{-16} \epsilon_r^{-6.216} \quad (3)$$

$$\text{(HMS-25S)} N_f = 1.131 \times 10^{-15} \epsilon_r^{-6.216} \quad (4)$$

$$\text{(HMS)} N_f = 4.4 \times 10^{-11} E^{0.683} \epsilon_r^{-3.8} \quad (5)$$

$$\text{(HMS-25S)} N_f = 7.6 \times 10^{-16} E^{1.8} \epsilon_r^{-4.28} \quad (6)$$

ここで、 t ：舗装温度(°F)， a ， b ， c ， d ：実験定数，

$$a=1.86351 \times 10^{-17}, b=1.01996, c=-4.995, d=1.45$$

N_f ：疲労破壊回数， E ：路盤下面における弾性係数，

ϵ_r ：路盤下面における引張りひずみ

ひび割れ発生後のひび割れ率の経時変化は、今回はひび割れ率の定義式(ひび割れ率 = ひび割れの生じた四辺形の個数 / 対象工区内の四辺形の個数)の分母である“対象工区内の四辺形の個数”を、円形走行試験では走行車両が実舗装と異なり同一位置を通過することから整理方法を見直した。図-1に円形走行試験におけるひび割れ率の実測値とその直線回帰式を示す。図中の凡例の数字は決定係数である。図よりひび割れ発生後のひび割れ率の進展は直線的に増加するものと考えられる。このひび割れ発生回数と回帰直線の勾配の関係を図-2に示す。図よりひび割れ発生回数と回帰直線の勾配には良い相関関係が認められ、ひび割れ発生時期から増加勾配を決定できる。従来の式と比較すると、ひび割れ発生回数が1万回～10万回ではほぼ同一の増加勾配であるが、10万回以上では今回の改良により増加勾配が小さくなった。

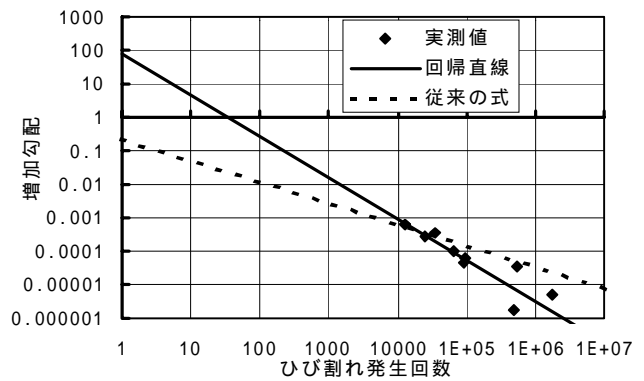
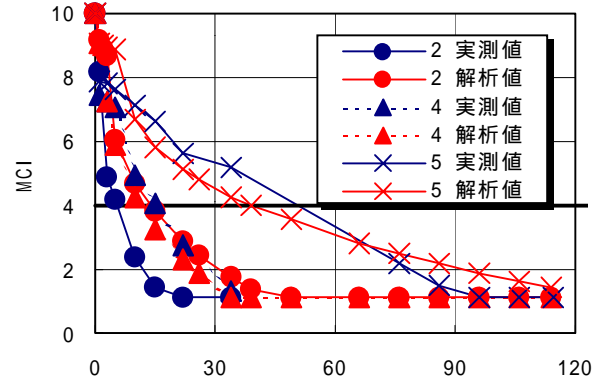
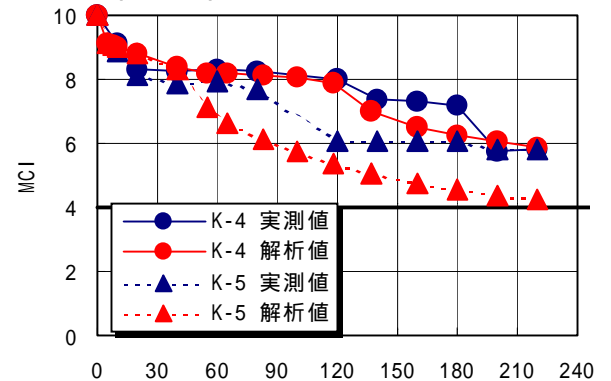


図 - 2 ひび割れ発生回数と増加勾配の関係



(CASE1) 走行回数(万回)



(CASE4) 走行回数(万回)

図 - 4 パフォーマンスカーブ

3. パフォーマンス解析結果

図-3にCASE1, CASE4のパフォーマンス解析結果を示す。また、図中には早急に修繕を必要とする修繕基準(MCI=4)を示してある。解析結果と円形走行試験測定結果を比較すると、CASE1-4, 5では比較的良く一致しているが、CASE1-2およびCASE4では、K-1, K-5ともに解析値は実測値より過小評価しているのが分かる。これは、路盤材、路床材の水浸による劣化を考慮したわだち掘れ量解析を行ったため、解析値が実測わだち掘れ量よりも大きな値となったためである。

<参考文献>

- 1)西 勝他：円形走行試験に基づくアスファルト舗装パフォーマンスカーブの構築，建設工学研究所報告第37号，pp.45-64，1995．
- 2)吉田信之他：円形走行試験に基づくアスファルト舗装のパフォーマンス解析構築手法の現地適用性について，土木学会舗装工学論文集，第4巻，pp.179-187，1999．
- 3)山田優，三瀬貞：アスファルト舗装の残余寿命の予測に関する一研究，土木学会第37回年次学術講演概要集，V-258，pp.515-516，1982．