

繰返し三軸圧縮試験下で生じる密粒度アスコンの永久ひずみの推定に関する一考察

大阪産業大学工学部 正会員 ○ 大前 達彦
 大阪産業大学工学部 正会員 荻野 正嗣
 大阪市立大学工学部 正会員 山田 優

1. まえがき

近年、車両の大型化や交通量の増加によってひき起こされる流動わだち掘れは深刻な問題であり、これに対応する研究が種々の試験機を使用して数多くなされている。筆者らは、繰返し三軸圧縮試験が実際の舗装体により近い状態でシミュレートできる室内試験の一つであると考え、一連の試験結果から、アスファルト舗装体内部で生じる疲労挙動は表面部よりやや深い位置のほうが大きいことを報告した¹⁾。

しかし、繰返し三軸圧縮試験は、多大な時間と労力を要するため、この試験での疲労挙動を推定するための簡便な推定法が望まれる。本報告は、これを踏まえ、繰返し三軸圧縮試験下における永久ひずみの疲労挙動を推定する手法を見出すためのものである。

2. 実験概要

表は、WT試験と同じ载荷条件で、試験輪直下およびその中心軸から1.0cm離れた位置にあるWT供試体内部で生じる応力を姫野氏のELSAによって求めたものである。本実験では、表中の応力（ σ_z および σ_r ）を繰返し载荷荷重の载荷条件とし、その軸差応力を振幅とする正弦波形をインプットする応力制御の繰返し三軸圧縮試験を行った。

また、繰返し载荷に伴う供試体の変形量（縦および横方向の永久ひずみ）は供試体に装着したLVDTによって測定し、試験温度は25℃、30℃および35℃の3段階、载荷速度は1.0Hz、2.0Hz および3.0Hzの3段階とし、それぞれを組み合わせた試験条件で実施した。なお、使用した供試体はφ10 x 20cmの密粒度アスコン(13)で、繰返し三軸圧縮試験の試験方法は既報¹⁾と同じである。

3. 実験結果および考察

図1は、载荷速度3Hz、試験温度30℃で、繰返し三軸試験結果の縦ひずみと繰返し回数との関係を片対数で示したものである。これを、繰返し载荷回数に1サイクル当たりの負荷時間に乗じた累積载荷時間に書き換えたものが図2である。

さらに、図2から累積载荷時間の経過に伴う縦ひずみ速度($d\varepsilon/dt$)の推移を図示したものが図3で、実験結果の一例である。

今、図3で示した縦ひずみ速度の推移を表現した回帰式

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = a t^b + c e^{dt} \quad (1)$$

ここに、 t ：累積载荷時間 (sec)

によって、全ての試験条件の係数 a 、 b 、 c 、 d を求める。これらの係数と軸差応力比〔側圧と軸差応力の比、 $\sigma_r/(\sigma_z - \sigma_r)$ 〕との関係で整理

キーワード：繰返し三軸圧縮試験、ひずみ速度、

連絡先：〒574-8530 大東市中垣内 3-1-1 TEL 072-875-3001, FAX 072-875-5044

表 WT試験下でのWT供試体内部で生じる応力の推定

载荷中心軸からの位置 (cm)	表面からの深さ位置 (cm)	ELSAによる計算			実験の荷重条件		
		σ_z (鉛直) (MPa)	σ_r (側圧) (MPa)	$\sigma_r/(\sigma_z - \sigma_r)$ (%)	軸差応力 (MPa)	軸差荷重 (kN)	σ_r (側圧) (MPa)
0.0	0.5	0.70	0.32	82.4	0.38	3.01	0.32
	1	0.63	0.15	30.9	0.48	3.79	0.15
	2	0.43	0.03	6.6	0.40	3.14	0.03
	3	0.28	0.01	5.0	0.27	2.13	0.01
	4	0.21	0.03	18.7	0.18	1.39	0.03
1.0	0.5	0.67	0.25	60.1	0.42	3.29	0.25
	1	0.55	0.12	28.4	0.43	3.37	0.12
	2	0.36	0.04	12.3	0.32	2.49	0.04
	3	0.25	0.02	10.4	0.22	1.76	0.02
	4	—	—	—	—	—	—

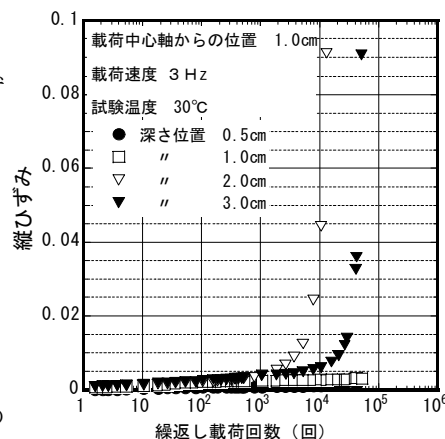


図1 縦ひずみと繰返し载荷回数

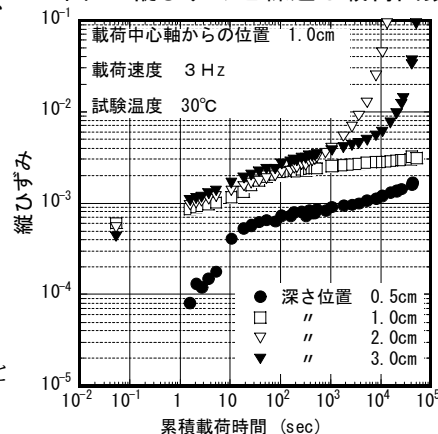


図2 縦ひずみと累積载荷時間

したものが図4である。

これによると、 $a \propto t^b$ に関わる係数 a は、軸差応力比が大きいほどその値は小さくなっている。また、温度上昇に伴ってその負の勾配は大きくなっている。一方、係数 b は軸差応力比が大きいほどその値は大きくなるが、温度上昇に伴ってその勾配が失われて行く。

次に、 $c \propto e^{dt}$ に関わる係数 c および d は、係数 a と同様、軸差応力比が大きいほどその値は小さくなり、温度上昇によって負の勾配は大きくなっている。すなわち、いずれの係数も試験条件の軸差応力と側圧の大きさに左右され、軸差応力比による関数として処理できる。また、それぞれの推移は、温度によって勾配の大きさや軌跡の差が決定されるものと推測される。

さて、図4(a)に示している温度の異なる線は、軸差応力比の大きさによって、係数 a が次式で決定されるものとする。

$$\text{ひずみ速度係数 } a = \alpha S + \beta \quad (2)$$

ここに、 S ：軸差応力比（％）

α ：軸差応力比による勾配

β ：側圧0の時のひずみ速度係数

式中の α および β の値を回帰分析によって求め、それぞれ図示したものが図5(a)と図5(b)である。これらの図には縦ひずみ速度および横ひずみ速度の双方から求めた結果を図示しているが、いずれも温度上昇に伴ない線形的な推移となっている。従って、(2)式の α および β を、温度 T （℃）の関数とすれば、

$$\alpha = \gamma T + \delta, \quad (3)$$

$$\beta = \lambda T + \eta \quad (4)$$

ここに γ, δ ：軸差応力比による勾配を左右する係数

λ, η ：側圧0の時のひずみ速度係数を左右する係数

これを(2)式に代入するとひずみ速度係数 a は、

$$\begin{aligned} \text{ひずみ速度係数 } a &= \alpha S + \beta \\ &= (\gamma T + \delta)S + (\lambda T + \eta) \\ &= (\gamma S + \lambda)T + (\delta S + \eta) \end{aligned}$$

となる。このように、ひずみ速度の各係数は、繰返し三軸圧縮試験での試験条件を加味した値として算出できることが分かった。

4. まとめ

繰返し三軸圧縮試験は多大な時間を要するが、永久ひずみの挙動を推定する場合、軸差応力比と温度のファクターを加味することによって、ひずみ速度の加速度に関わる係数が推定できることが分かった。

（参考文献） 1） 大前達彦、荻野正嗣、山田優：「繰返し三軸圧縮試験によるアスファルト舗装体内部に生じる疲労の一考察」，土木学会第56回年次学術講演会概要集第V部門，p142，平成13年。

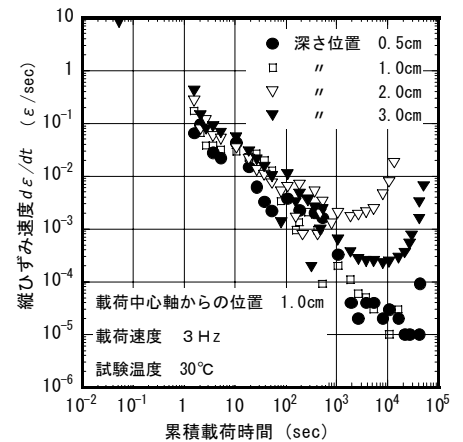


図3 縦ひずみ速度と累積载荷時間

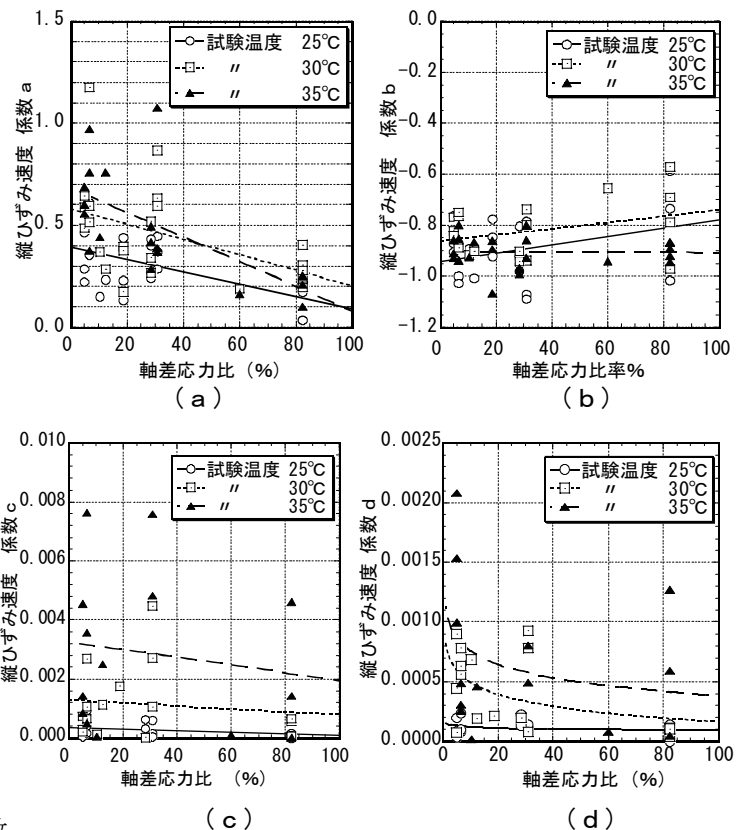


図4 縦ひずみ速度の各係数

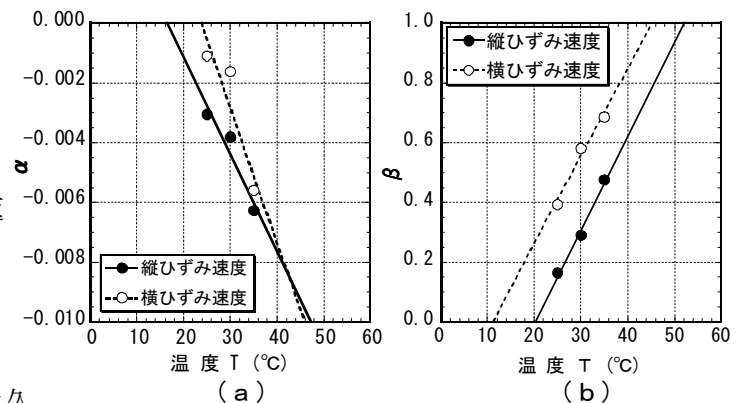


図5 α および β の温度による影響