

V-33

環境と荷重外力が路盤材料の疲労に及ぼす相乗効果の検討

日本舗道技術研究所 正員 井原 務

同

正員 内田 精一

正員 井上 武美

1. まえがき

一般に舗装へ作用する外力といえば、交通車両による荷重外力が想定されるが、温度や水などの環境外力の作用による、路盤の侵食、安定処理添加材の流出、凍結融解等での支持力の低下、あるいは表層の劣化なども問題となっている。さらにこのことは、舗装材料として低品質骨材を使用せざるを得なくなっている現状等から、重要な問題となってくると思われる。しかし、我国の現行の設計法や材料規定¹⁾には使用実績という形で含まれているためか、環境外力は、具体的に言及されていない。これに対して、最近改訂されたAASHTO²⁾やPCA³⁾の設計法やSHRP⁴⁾の研究課題をみると、項目として環境外力の影響が明確に取り入れられていることから、環境外力を重視しつつある趨勢と思える。このような背景から、本報告は、環境と荷重外力が路盤材料の疲労に及ぼす相乗効果について、室内促進試験により検討したものである。

2. 試験概要

2-1. 材料及び供試体 使用した材料は、原石を硬砂岩とする碎石で、その碎石の一般性状を表-1に示す。また、材料は、試験の作業性や供試体の自立等を考慮してセメント安定処理とし、その配合等も表-1に示す。なおセメント量は、 $q_{gr}=30\text{kgf/cm}^2$ となる量である。供試体は、JIS A1210、2・5法¹⁾と同じ締め固めエネルギーの突固めによって作製し、その寸法は、直径15cm、高さ30cmである。試験に用いた供試体は、養生が28日以降のものを使用した。

2-2. 環境外力試験 本研究では、温度と水の環境外力を供試体に与え得る試験機を作製し、環境外力試験を実施した。試験機は、プレハブ式の大型環境試験機で、プログラム設定による温湿度サイクル運転を行う恒温恒湿槽内に、供試体内の含水量を加圧負圧ポンプによって、含水履歴を与えることができるものである。路盤への温度外力は、温度変化等によって発生すると考え、全国各地の最高最低気温⁵⁾の最も大きい値の気温と路盤温度推定式⁶⁾とから求めた。ただし一日の温度変化や路盤内の温度分布を温度外力とするには、時間的制約からできないため、温度外力は、路盤面の温度とし、供試体に一様に作用させた。路盤への水の外力は、降雨等による地下水位の上下降によって発生すると考え、日降雨量30mmで地下水位は約1m上昇⁷⁾することから、日降雨量30mm以上の降雨日数と同じ回数が路盤に作用すると考えた。その作用回数は、全国各地のその降雨日数⁵⁾の最も多い日数とした。水の外力の作用方法は、供試体表面より降雨量30mm相当を負圧(10cmHg)によって供試体底面へ強制吸引で行ない、吸引中は、空気の侵入を防ぐため、供試体をゴムスリーブで被覆した。環境外力は、表-2に示すように四季節を一年相当とし、一季節の温度を24時間作用させた後、その季節の水の外力を所定回数作用させた。

表-1 材料特性

	一般性状	配合等		
表乾比重	2.681	粒 度	30mm	100.0
吸水率(%)	0.59		13	73.0
安定性(%)	3.8		2.5	39.7
すりへり減量(%)	11.2		0.074	3.4
PI	NP		OMC(%)	5.0
			最大量(%)	1.8

2-3. 荷重外力試験 荷重外力試験は、電気油圧式万能試験機による繰返し三軸圧縮試験で実施した。荷重条件は試験機の能力と予備試験による疲労の促進の検討から、軸差応力 20kgf/cm^2 、サイン波、5Hz、側圧 0.5kgf/cm^2 (一定)とした。荷重外力は、繰返し回数10万回を一年相当と考えた。

2-4. (環境+荷重)外力試験 舗装は、環境と荷重外力とは同時に舗装に作用するが、本研究では同時に作用させることができないため、各外力の一年相当分を交互に作用させ、これを(環境+荷重)外力の一

表-2 環境外力

	温度外力 (℃)	水の外力 (回)
春	16	9
夏	44	8
秋	16	2
冬	-12	0

年相当と考えた。

2-5. 材料の疲労評価 外力が作用した後の材料の疲労は、舗装の構造的な劣化につながると考え、その評価指標には、弾性係数を妥当と考えた。繰返し三軸圧縮試験において、疲労した供試体の弾性係数は、図-1に示すように、主応力を変化させても直線性のある結果が得られたので、弾性係数を求める荷重条件は、輪荷重5t（B交通相当）の路盤面に伝達される応力と同程度の、軸差応力3.5 kgf/cm²、サイン波5Hz側圧0.5 kgf/cm²（一定）とした。疲労の評価は、各外力試験において作用年数終了毎に行なった。

3. 試験結果及び外力の相乗効果

各外力作用後の疲労評価の試験結果を図-2に示す。なお同一外力試験において実施した供試体は、3～5本であり、環境外力と荷重外力試験の疲労曲線は、各供試体の疲労評価の一回帰線の平均値で示し、（環境+荷重）外力試験の疲労曲線は、各供試体の平均値で示した。材料がセメント安定処理にもかかわらず、環境外力のみの作用でも材料の疲労に影響があることが認められた。（環境+荷重）外力が作用した材料は、3年相当の外力によってせん断破壊を起こした。これは、環境と荷重外力との相乗効果が大きかったと考えられる。相乗効果の検討に当って初期の弾性係数のバラツキは、最も小さい弾性係数の外力試験時の値に補正した。単一外力の疲労曲線に重み係数を考慮して重ね合せたものと（環境+荷重）外力の作用した疲労曲線とを対応させて整理すると、環境と荷重外力の相乗効果は(1)式のように、初期の弾性係数に単一外力作用による疲労度合をかけあわせた形で表わすことができる。この結果を図-3に示す。

$$E_{et} = E_0(E_e/E_0)^{C_1} (E_t/E_0)^{C_2} \dots\dots\dots(1)$$

E_{et} : (環境+荷重) 外力作用時の弾性係数
 E_0 : 初期の弾性係数 E_e : 環境外力作用時の弾性係数
 E_t : 荷重外力作用時の弾性係数

C_1, C_2 : 各外力の作用による疲労度合の重み係数
 C_1, C_2 は、外力の条件や、材質、材料の状態によって定まるものと考えられ、本研究の外力や材料条件において、重み係数は、 $C_1=1.0$ 、 $C_2=1.7$ が適合していた。

4. あとがき

限られた材料の検討であるが、環境と荷重外力の相乗効果は、各々を試験し、その結果を重ね合せて表わすことができ、外力作用による疲労を室内的に評価できる目途がついた。今後は、重ね合せと材料の破壊点との問題や未処理材料さらには低品質材料をとりあげ、重ね合せによる相乗効果を検証確立する予定である。

〈参考文献〉 1)「アスファルト舗装要綱」,日本道路協会。

- 2) "Design of Pavement Structures", AASHTO, 1986.
- 3) "Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements," PCA 1984.
- 4) 菊川滋,「米国の新道路研究計画(SHRP)について」, 舗装21-3, Mar. 1986. 5)「理科年表」, 丸善, 1986.
- 6)「アスファルト舗装追跡調査解析結果報告書」, 高速道路調査会, S51.2. 7)「地下水ハンドブック」, 建設産業調査会1980.

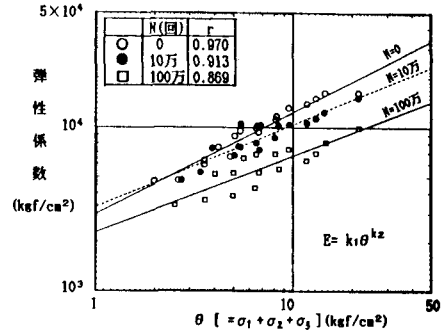


図-1 主応力と弾性係数の関係

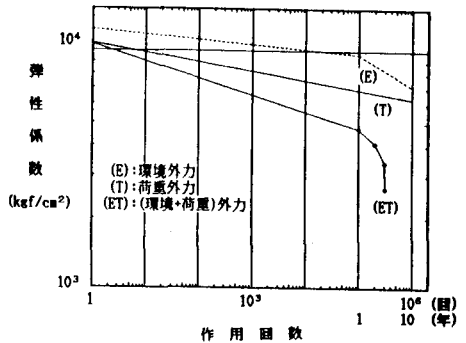


図-2 試験結果

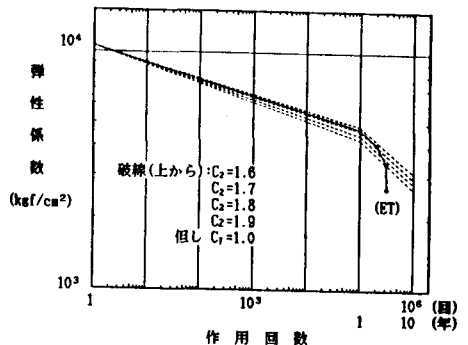


図-3 環境外力と荷重外力の相乗効果