

V-12 円形走行試験における複合スラグ路盤の硬化特性について

神戸大学 学 木村 豊 正 西 勝 島根県 寺島 博

1. まえがき 鉄網スラグは、路盤材としての利点でもあるが、比較的緩慢に水硬性を発揮する。したがって、極度の重交通を受ける場合には、それに伴われる疲労現象によってスラグ路盤の硬化特性は大きく変動するものと思われる。前報¹⁾では、この想定のもとに、スラグ路盤の特性化に等価復元変形係数の概念を仮定して走行試験における舗装体挙動を解析した。本研究は、走行試験における複合スラグ路盤を対象として、室内割裂試験より求めた疲労曲線を各解析結果に適用することにより路盤自体に関する疲労破壊の可能性を検証し、さらにその材料特性化に及ぼす影響を定量的に究明したものである。

2. 割裂試験結果の概要 割裂試験の装置及び方法についてはすでに報告した²⁾ので省略し、ここでは複合スラグ供試体に対して得られた試験結果の要点のみを表-1に示す。図-1はこの試験結果から回帰される疲労曲線(σ_T-N_f関係)を、菅原その他のセメント安定処理路盤材料に対する試験結果³⁾と対比させて、図示したものである。複合スラグの疲労抵抗は養生日数の増加とともに増大するが、上述したように硬化は比較的緩慢に進行すること、さらにその硬化の程度はセメント添加量の少ない安定処理路盤材料の場合にはほぼ敵することなどが確認される。なお、ポアソン比及び変形係数の試験結果も表-1に併記しているが、同種の硬化材料における一般的特性に従って、硬化の進行とともにポアソン比は減少し変形係数は増大する傾向を示している。

3. 複合スラグ路盤における疲労破壊の検証 本研究で対象とした舗装断面を各走行試験ごとに図-2に示す。表-2は、これらの舗装断面に対して、第一分割区分(疲労寿命の算定分割区分)での解析条件と解析結果を要約したものである。構造解析は文献4)で詳述した解析手法に基づい

表-1 割裂試験の結果

養生期間	P (kgf)	X (x10 ⁻² mm)	Y (x10 ⁻² mm)	σ _T (kgf/cm ²)	ν	M (kgf/cm ²)	N _f (x10 ⁴ 回)
6日	137	0.7	3.0	0.8	0.37	11500	70
	204	1.35	9.7	1.2	0.12	5719	3.7
	250	5.0	15.0	1.5	0.83	5856	0.01
8日	257	1.1	8.1	1.5	0.11	8273	55
	335	1.4	10.4	2.0	0.10	8579	30
	414	2.0	11.7	2.5	0.20	9387	0.5
112日	342	1.0	8.7	2.0	0.067	11041	60
	514	1.25	10.4	3.0	0.07	13388	40
	595	3.0	15.0	3.5	0.28	10762	0.1

P: 荷重 σ_T: 引張応力 ν: ボアソン比 M: 変形係数 N_f: 疲労破壊回数
X: 全水平変位量 Y: 全垂直変位量

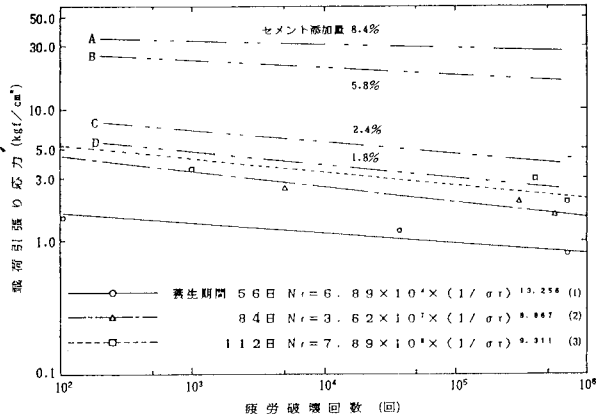


図-1 疲労曲線

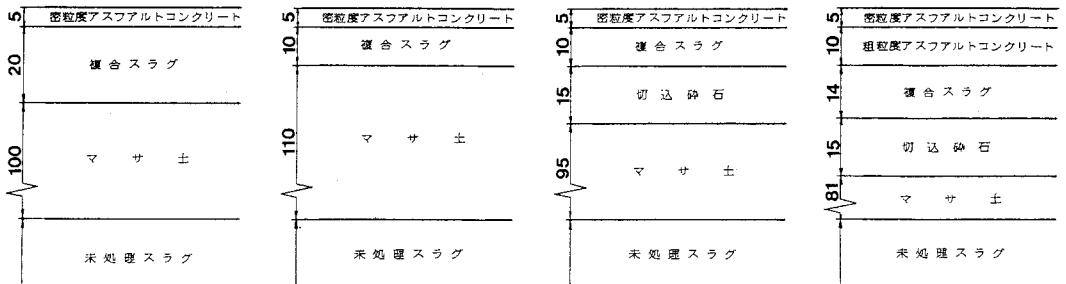


図-2 対象舗装断面(単位cm)

て実施したが、複合スラグ路盤の復元定数に関してのみ、土中養生供試体の繰返し三軸試験結果から得られる次の回帰式を採用した。

$$M_r = k p^m (2.0/q)^n \quad q < 2.0 \quad \dots\dots(4a)$$

及び

$$M_r = k p^m \quad q \geq 2.0 \quad \dots\dots(4b)$$

$$\nu_r = a_0 + a_1 \eta + a_2 \eta^2 \quad \dots\dots(5)$$

ここで、 M_r ：復元変形係数(kgf/cm²)、 ν_r ：復元ポアソン比、

p ：載荷時の平均主応力(kgf/cm²)、

q ：繰返し載荷偏差応力(kgf/cm²)、

η ：偏差応力と平均主応力の比(q/p)、

k 、 m 、 n 、 a_0 、 a_1 、 a_2 ：実験定数

でその要約を表-3に示す。各舗装断面

に対する疲労破壊回数の算定値（路盤

底面での最大引張応力の解析値を図-2

の回帰式に代入して算定）と解析条件で

の走行回数とを比較することにより、第

4回走行試験の場合を除くすべての舗装

断面において、路盤自体にすでに疲労破壊の発生していることが推察される。なお、第4回走行試験の舗装

断面に関しては、いずれの分割区分においても疲労破壊に達しないことが確認されている。このことは、舗

装構造、交通条件、及び環境条件によっては、スラグ路盤の硬化特性が疲労現象によって大きく変動すること

を示唆するものと思われる。

4. 複合スラグ路盤の材料定数に及ぼす疲労現象の影響 上述した複合スラグ路盤の硬化特性に関する変動を、前報¹⁾と同様に、等価復元変形係数の概念に基づいて定量化することを試みた。その設定にあたっては、解析の単純化を考慮して、4)式の k 値のみが次式で示すように変動するものと仮定した（図-3参照）。

$$k = k_0 + \alpha N \quad \dots\dots(6)$$

ここで、 k_0 ：走行試験開始時での k 値(kgf/cm²)、 α ：勾配((10⁴回)⁻¹)、 N ：走行回数(10⁴回)

なお、復元ポアソン比に関しては、疲労破壊による変動はないものと仮定した。図-2に示した舗装断面に

関して、 α 値を変動させた表層疲労寿命の算定値（文献4）の算定法に基づくと観測値の両結果を表-4

に示す。この表より、第1回及び第2回走行試験の複合ス

ラグ断面では α 値が-60の状態に、第3回及び第4回走行試

験の場合には α 値がそれぞれ+60以上、0以上(自然硬化に近

いと推察される)の状態に対応することが認められる。第3

回走行試験の場合のみ前項で述べた結果に合致していない

が、これは装置修理のための交通量の調整、表層流動の発

生などに起因したものと思われる。

5. あとがき 以上の結果より、スラグ路盤の硬化特性が疲労現象によって変動する可能性があること、その材料特性に及ぼす影響が等価復元変形係数の形で定量化されることなどが確認された。しかし、割裂試験における変形係数の値と解析値との差異、現地舗装条件のもとでの同様の検討など今後究明されるべき問題は多いものと思われる。

〈参考文献〉 1)西 勝その他、第41回年講、V-7、1986、2)西 勝その他、関西支部年講、V-、1987、3)菅原照雄その他、第41回年講、V-11、1986、4)西 勝その他、建設工学研究所報告、第25号、1983

表-2 第1分割区分での解析条件と解析結果

解析条件 解析結果	第1回走行試験 の舗装断面	第2回走行試験 の舗装断面	第3回走行試験 の舗装断面	第4回走行試験 の舗装断面
施工後月数(月)	2~3	4~5	5	2.9~3.7
走行回数(×10 ⁴ 回)	0~2	0~5	0~5	0~5
舗装温度(℃)	35.0	36.0	36.0	10.0
表層スティフネス(kgf/cm ²)	3800	3300	3300	5000
引張応力(kgf/cm ²)	1.10	3.53	3.55	0.29
疲労破壊回数(×10 ⁴ 回)	1.95 ((1)式)	0.626 ((2)式)	0.594 ((3)式)	2.12 × 10 ⁴ ((2)式)
路盤の変形係数(kgf/cm ²)	2518~2379	6242~5870	6433~6064	1052~695

表-3 実験定数

実験定数	関数式	上限値 下限値
k	$\frac{10^5}{-12.6-4.60t} + 8870$	7500 1400
m	$0.855 - 0.0523t$	0.535
n	$0.196 + 0.0370t$	0.420
a_0	$0.345 - 0.114t$	0.023
a_1	$0.247 - 0.0206t$	0.154 0
a_2	$-0.0757 + 0.00631t$	0 -0.0490

t：養生期間(月)

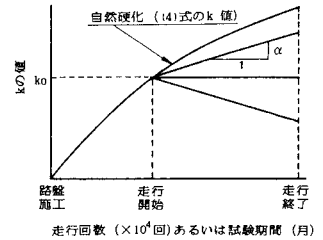


図-3 等価復元変形係数の概念

表-4 疲労寿命の算定値と観測値

等価復元変形係 数の設定	第1回走行試験 の観測値 N _r (×10 ⁴ 回)	第2回走行試験 の観測値 N _r (×10 ⁴ 回)	第3回走行試験 の観測値 N _r (×10 ⁴ 回)	第4回走行試験 の観測値 N _r (×10 ⁴ 回)
自然硬化	210	204	290	277
$\alpha = +60$	83	128	119	185
$\alpha = +30$	83	124	117	194
$\alpha = 0$	77	51	108	142
$\alpha = -30$	57	47		
$\alpha = -60$	50	45		
$\alpha = -90$	50	43		
観測値	53	45	127	137以上