路床安定処理したアスファルト舗装の早期交通開放に よるパフォーマンスの予測

廣津栄三郎¹・西 勝²・吉田信之³・佐野正典⁴・大西宏二⁵

¹正会員 東亜道路工業株式会社 製商品部(〒106東京都港区六本木七丁目3-7)
 ²正会員 工博 神戸大学教授 都市安全研究センター (〒657 神戸市灘区六甲台町)
 ³正会員 工博 神戸大学助教授 都市安全研究センター (〒657 神戸市灘区六甲台町)
 ⁴正会員 工博 近畿大学助教授 理工学部土木工学科 (〒577 東大阪市小若江 3-4-1)
 ⁵学生会員 神戸大学大学院自然科学研究科 (〒657 神戸市灘区六甲台町)

路床安定処理したアスファルト舗装を早期に交通開放するケースでは、安定処理路床土が十分な支持力になる前に交通 荷重が作用する.また、アスファルト混合物層が高温であり、表層はもとより路盤・路床に作用する応力が冷却後に比べ 大きく、供用性に対する影響が懸念される.本研究では、早期交通開放された状態での舗装構成材料(主に安定処理路床 土)の残留変形特性を繰返し三軸圧縮試験で,復元変形特性をFWDでそれぞれ究明し、一つの試みとして、多層弾性論に 基づいて疲労寿命の算定およびわだち掘れ量の算定を行い、早期交通開放したアスファルト舗装のパフォーマンスの予測 を行った.その結果、早期交通開放後わだち掘れは急激に増加するが、7日後に表層を施工することによってわだち掘れ は解消し、十分に養生した後に交通開放するケースと同等のパフォーマンスが得られた.

Key Words : short curing time, pavement, soil stabilization, deformation, repeated loading triaxial tests, FWD, resilient, perfomance, rut depth,

1. はじめに

近年,アスファルト舗装においてライフサイクルコストの縮減の観点から舗装の長寿命化が求められている. アスファルト舗装の長寿命化を図るには,高耐久性舗装用材料や路床構築などが検討される.路床構築の代表的な方法として,路床土を石灰やセメントなどの結合材を用いて安定処理する方法がある.この路床安定処理工法は従来の軟弱地盤の改良に加え路床構築の方法として,施工量が増加すると考えられる.

アスファルト舗装の新設工事において路床の安定処理 が行われる場合,路床の安定処理から1週間程度養生 した後に路盤層および表・基層が施工され,早くてもさ らに数日経過後に供用が開始される.路床の安定処理か ら交通開放までには少なくとも10日以上経過するため, 安定処理路床土は硬化し,舗設した加熱アスファルト混 合物層(以下アスコン)も供用状態の舗装と同じ温度状 態にある.

一方、アスファルト舗装の修繕工事において路床の安

定処理が行われる場合,路床の安定処理から路盤層・基層までの工程を1日の施工で行った後,即日交通開放することが多い.したがって,路床の安定処理から交通開放までに6時間程度,アスコンの施工から交通開放までに1時間程度の早期交通開放となる.

路床安定処理したアスファルト舗装を早期に交通開放 する場合,①安定処理路床土の支持力が十分に発現す る前に交通荷重が作用する,②アスコンが高温であり, 表・基層はもちろん路盤・路床に作用する応力が冷却後 に比べ大きい.これらによって,舗装の将来にわたる供 用性に対する影響が懸念される.

本研究は、早期交通開放を考慮した条件のもとで安定 処理土に対して繰返し三軸圧縮試験を実施し、早期交通 開放された状態における,安定処理土に主眼を置いて変 形特性を究明し、フォーリング・ウエイト・デフレクト メータ(以下 FWD)測定結果より推定した変形係数と 比較検討した.さらに、FWD 測定結果より推定した変 形係数を用いた構造解析によって疲労寿命の算定および わだち掘れ量の算定を行い、早期交通開放したアスファ

- 7 -

表-1 試料の性状

含水比(%)	16.50
湿潤密度(g/cm ³)	2.172
CBR(%)	2.200
土粒子の密度(g/cm ³)	2.782
液性限界(%)	20.37
塑性指数	N.P.



ルト舗装のパフォーマンスの予測を行った.

2. 繰返し三軸圧縮試験

(1) 実験概要

試料は県道東京大師横浜(川崎市浅田地区)で、早 期交通開放を前提に路床の安定処理を行った工事区間よ り採取した.

工事では安定処理材の混合を、小規模工事対象のバックホウによる混合(以下バックホウ混合)と中規模以上の工事を対象にしたスタビライザーによる混合(以下スタビ混合)の2種類の混合方式で行った。

試料の粒度分布を図−1に,物性を表−1に示す. 試料はシルト質砂に分類され,均等係数 Uc=23.80,曲 率係数 Uc=3.22 である.

安定処理材はセメント系固化材(ランドクリーンC) を用いた.安定処理材の添加量は、試料の乾燥重量に対 して2.83%である.この時の安定処理土のCBRは30% である.表-2に安定処理材の化学成分を示す.

実験は小型,大型の 2 種類の供試体で行った.小型 供試体は,直径 5cm,高さ 11.5cm のモールドに密度 ρ_t =2.09 t/m³ となるようにタンパーで締め固めた.大 型供試体は,直径 10cm,高さ 20cm のモールドに小型 供試体の密度と等しくなるように 4.5kg のランマーを 用いて締め固めた.

表-2 安定処理材の化学成分

SiO2	20.81%	
Al2O3	4.97%	
Fe2O3	2.84%	
CaO	67.10%	
MgO	1.48%	
SO3	1.66%	
lg.loss	1.07%	
計	99.93%	

表-3 載荷条件

載荷周期	載荷時間	平均主応力	偏差応力	側圧	応力比
(cpm)	(s)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	
6.9 0.1		39.24	58.86	17.98	1.5
			19.62	31.03	0.5
		29.43	58.86	8.175	2
			39.24	14.74	1.33
	0.1		19.62	21.22	0.67
		19.62	39.24	4.938	2
			29.43	8.175	1.5
			19.62	11.41	1
		9.81	19.62	1.602	2

早期交通開放を考慮して養生時間は,6時間,12時 間,24時間とし、十分に養生された状態(新設舗装) を考慮して28日間養生についても実験した.

繰返し三軸圧縮試験は、載荷前に実験で用いる側圧お よび静的荷重で圧縮した後、所定の偏差応力で繰返し載 荷を行った.

偏差応力は FWD 現地測定結果より多層弾性論に基づ いて推定された路床上下面での垂直応力を参考に設定し た.載荷条件の要約を表-3 に示す.載荷時間は Barksdale の研究¹⁾を参考に 0.1s と設定した.載荷周 期は現地の交通量調査の結果から 49kN 換算輪数より 設定し 6.9cpm (9,931 回/日) とした.

(2) 復元変形特性

図-2, 図-3, に 6 時間, 28 日間養生供試体の復元 変形係数と載荷回数の関係を示す.

6 時間養生した供試体の復元変形係数は載荷回数の増加に伴って増加し、最終的には収束することが認められる. 12 時間,24 時間,28 日間養生の供試体についても同様な傾向が認められる. 24 時間養生と28 日間養生の載荷初期では、ほぼ等しいことが確認された.

各図中に示す各実線は、任意の載荷回数の復元変形係 数と載荷回数の関係を各養生期間毎に式(1)で回帰し た.

- 8 -



$$M_{rN} = M_{rf} \left\{ 1 - \frac{1}{k_1 \exp(k_2 qN)} \right\}$$
(1)

ここで, *M*_{zv}: 載荷回数 N 回における復元変形係数 (MPa)

M_n:収束後の最終的な復元変形係数

(MPa)

q :繰返し偏差応力(kPa)
 N:繰返し載荷回数
 *k*₁, *k*₂:実験定数

図-4 に載荷初期における復元変形係数と偏差応力の 関係を示す. 復元変形係数は偏差応力の増加とともに小 さくなり,供試体の養生時間に依存することがわかる.

図—5 に載荷終局における復元変形係数と偏差応力の 関係を示す。復元変形係数は偏差応力に依存するが、養 生時間の影響はほとんど認められない.

図-6 に養生期間が 6, 12, 24 時間の安定処理材混 合からの経過時間と変形係数の関係を示す. 各養生期間 の載荷初期では, 養生時間が短いものほど復元変形係数 は小さく, 養生時間の増加とともに復元変形係数も増加 する傾向が見られる. しかし, 6 時間養生の混合から 12



時間(試験開始6時間後)と12時間養生の試験開始直後の復元変形係数は,12時間養生より6時間養生の方が大きな値を示している.この関係は24時間養生も同じ傾向を示している.これは、繰返し載荷までの養生期間が短い方が、安定処理材の硬化にあわせて繰返し載荷の影響を受けることにより復元変形係数は大きくなることを示している.

(3) 残留変形特性

図-7, 図-8 に 6 時間, 28 日間養生供試体の残留軸 ひずみと載荷回数の関係を示す. 各養生期間共に残留軸 ひずみは,約 2000 回の載荷回数まで急激な増加を見せ る. それ以降,残留軸ひずみは緩やかに増加し,徐々に 収束する. 残留軸ひずみの大きさと変化の傾向は養生期 間によって異なるが,養生期間が短いほど初期における 残留軸ひずみの増加は急激で,それ以降の増加は少ない. 図中の各実線は,残留軸ひずみと載荷回数の関係を式 (2) で回帰した結果である.

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{p0} + \frac{N - N_0}{a + b(N - N_0)} \tag{2}$$

ここで, ε。:残留軸ひずみ

 $\boldsymbol{\varepsilon}_{00}$:載荷回数 N_0 での残留軸ひずみ



N :載荷回数

N₀:基準となる載荷回数(N₀=2000)

3. FWD調査

(1) 調査概要

表層は密粒度アスファルト混合物,基層は粗粒度アス ファルト混合物を用いた.また,バインダーは表層,基 層共に改質アスファルトⅡ型が用いられている.

工事の工程は、平成8年2月21日午前0時に安定処 理路床の混合が完了した後、下層路盤、上層路盤、基層 を施工し、午前6時に交通開放した.1週間後の平成8 年2月28日に表層を施工した.

FWDの測定は,安定処理混合終了時より8時間(交通開放後2時間),9,10,12,14,16,34時間,3日,7 日と14日後に行った.

(2) 多層弾性論に基づく逆解析

多層弾性論に基づいてFWD測定たわみ量を逆解析 し、舗装各層の弾性係数を推定した.なお、多層弾性解 析プログラムELSA²⁾を用いた.

図-9 に 6 時間養生の三軸圧縮試験結果とFWD測



図-7 6時間養生の残留軸ひずみと載荷回数の関係



測定結果の混合からの経過時間

定結果の混合からの経過時間の関係を示す. バックホウ 混合とスタビ混合では, 混合終了後 8 時間から 16 時間 の交通開放当初バックホウ混合の方がスタビ混合に比べ 大きな変形係数を示す. しかし, 34 時間経過後にはス タビ混合の変形係数が急激に増加し, バックホウ混合の 変形係数を上回る. これは, 両者の混合性の違いによる 転圧効果の違いと考える. バックホウ混合では, 路床土 の含水が土塊の中に保持され, 土塊の表面に安定処理材 が付着すると共に安定処理材の小さな塊が自由水を吸着 した結果, ローラによる十分な転圧ができる. しかし, スタビ混合では路床土が均一に混合された結果, 含水に よりブリージングを起こし十分な転圧ができなかった. 一方, 34 時間経過後のスタビ混合の変形係数がバック ホウ混合を上回ったのは, 安定処理材の均一な混合によ り水和反応が均一に進行した結果と思われる.

三軸圧縮試験結果とFWD測定結果で得られた変形係 数は、バックホウ混合が三軸圧縮試験結果に近い値を示 しているものの、スタビ混合は変形係数および変形係数 の増加傾向に大きな違いが見られる.

図-10 に三軸圧縮試験における 6 時間養生の載荷初期 と載荷終局とFWD測定結果の偏差応力と変形係数の関 係を示す. FWD測定より多層弾性論によって推定され



る変形係数は,層の代表値であると考えられる.したが って,FWD測定の偏差応力は,安定処理路床上面と下 面の平均値とした.バックホウ混合はほぼ三軸圧縮試験 の載荷初期と載荷終局の範囲にあり,三軸圧縮試験と同 様の傾向を示している.スタビ混合は三軸圧縮試験の載 荷初期と載荷終局の範囲を超えているものの,三軸圧縮 試験と同様の傾向を示している.なお,アスコン層の温 度低下と安定処理土の硬化の進行によりその偏差応力は 小さくなる傾向がある.

4. パフォーマンスの予測

(1) パフォーマンス解析概要

パフォーマンス解析の概要を図-11 に示す.また, 図-12 に多層弾性解析に用いた断面を,図-13 に線形 有限要素解析に用いた断面を示す.多層弾性論による構 造解析には多層弾性解析プログラムELSAを用い,線 形有限要素法による構造解析は,節点数731,要素数672 の4節点四辺形要素に分割して行った.

パフォーマンスの解析は,設定した諸条件のもとで 舗装の構造解析(線形有限要素解析、多層弾性解析)を 行い,アスコン層下面の引張りひずみ及び舗装体内の応 力分布を求める.アスコン層下面の引張りひずみを基に 疲労寿命を算定し,その疲労寿命から円形走行試験の観 測結果に基づいてひび割れ率の経時変化を算定する.ま た,舗装体内の応力分布をもとにわだち掘れ量解析によ りわだち掘れ量の経時変化を算定する.さらに既存の調 査結果に基づく縦断凹凸量の経時変化を算出する.これ らの算定結果に基づいてMCI(維持管理指数)やPS I(サービス性能指数)の経時変化を求める³⁾.

(2) アスコン層内温度の推定

早期交通開放される場合、アスコン施工後間もない



図-11 パフォーマンス解析の概要





5cm 表層



ためアスコンが高温時に交通荷重を受けることになる. アスコンの変形係数は温度が高くなるにしたがって小さ くなる.したがって、高温時にはアスコン層以下へ伝播 される応力は大きくなり、路盤および路床の残留ひずみ は増大するものと考えられる.



施工直後のアスコン層内の温度を熱伝導解析によって 推定した.舗装体内部の温度分布は熱の流れの一次元性 および熱伝導特性の一様性を仮定した非定常熱伝導方程 式(3)に支配されるものとし、有限要素法を用いて解 いた.

$$\frac{\partial T}{\partial t}(z,t) = \kappa^2 \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}(z,t)$$
(3)

ここで; *T*:舗装体内温度(℃) *t*:時間(s) *z*:舗装表面からの深さ(cm) κ²:熱拡散率(cm²/s)

境界条件として姫野ら⁴⁾と同様に断熱境界面を地中 80cm とすることで温度の実測値と良く一致した. 初期 条件は、アスコン層を 160℃とし、砕石層および安定処 理路床層については 10℃とした.

図-14 に基層施工後の温度分布解析結果を示す.また, 図-15 に表層施工後の温度分布解析結果を示す.

アスコンが十分に冷却した後は、三浦らの舗装体内 温度推定式⁵⁾ に代入する舗装表面温度の振幅に天候別



図-15 表層施工後の温度分布解析結果



図-17 アスコンの温度と変形係数の関係

重み係数を導入し,天候別重み付き舗装温度とした. アスコン層の温度は、34時間まで式(3)を用い,それ 以降は三浦らの舗装体内温度推定式を用い,層厚 2cmの 細分割層ごとに積分平均により温度を設定した.

図-16 に舗装体温度測定結果と解析結果を示す. この図より,解析結果は妥当性が認められる.

(3)材料特性

a)アスコン層

図-17 にアスコンの温度と変形係数の関係を示す.図 は西が従来の多くの実験結果を整理した温度とステイフ ネスの関係⁶⁾に、FWD測定結果より推定した各層の 変形係数と熱伝導解析によって推定した各層の温度の関 係を重ねたものである.

b)路盤および路床

安定処理路床土の残留変形特性は,2節の繰返し三軸 圧縮試験結果を用い,その他の路床や路盤材の残留変形 特性は,西らの繰返し三軸圧縮試験結果⁷⁾を用いた.

解析には、FWDたわみより逆解析で求めた変形係 数を用いることとした.

(4)荷重条件

輪荷重は 49kN の複輪荷重を想定し、単輪に対して載 荷半径 10.6 c m,接地圧 695 kPa の円形等分布荷重を 設定した.複輪の影響は重ね合わせにより考慮した.

交通量は49kN 換算輪数で9918 台/日・方向であり, 交通量は直線的に増加し,5 年後に伸び率1.8 に達する と仮定した.

輪荷重の通過位置分布は,建設省土木研究所の研究 結果⁸⁾を用いて,車線幅員 325cm の仮定のもとで輪荷 重の分布位置を決定した.

(5)疲労寿命予測

アスファルト舗装の疲労破壊はアスコン層下面に生 じる引張りひずみに起因すると考え、交通荷重が作用し たときに生じるアスコン層下面の引張りひずみを算定し、 アスファルト混合物の疲労破壊規準とMiner 則を用いて ひび割れ発生の予測を行った.アスファルト混合物の破 壊規準式としてWitczakの式(4)を用いた.

$$N_{f} = ab^{t^{d}} \left[\frac{1}{\varepsilon_{r}}\right]^{c}$$
(4)

ここで、 N_f:疲労破壊回数
 ε_r:アスコン下面における引張りひずみ
 t:アスコン層の温度(°F)
 a:1.86351×10⁻¹⁷
 b:1.01996
 c:4.995
 d:1.45
 上述の方法により得られる破壊回数は円形走行試験の

観測データに基づいてひび割れ率 50%の載荷回数に対応すると仮定した⁹⁾. ひび割れ率の経時変化については式(5)によって表される.

$$\overline{cp} = \lambda \left(W - W_c \right) \tag{5}$$

- ここで, cp:供用中のある時点でのひび割れ率
 - λ : ひび割れ率の増加勾配
 - W:軸荷重通過数
 - W_c:顕著なひび割れが発生するまでの 通過数

ひび割れ率の増加傾向は、円形走行試験の観測データから式(6)によって回帰した.

 $\log \lambda = -0.631 - 0.640 \log W_c$ (6)

また,式(7)の交通荷重の分布を考慮した換算交通量 N[・]におけるひび割れ率を交通量 Nのときのひび割れ率 とした.

$$N = N_0 + \alpha (N - N_0) \tag{7}$$

- ここで, N': 交通量の分布を考慮した換算交通量 N₀: ひび割れ発生回数
 - N:同一位置通過としたときの交通量
 - α :分布荷重による疲労損失と同一位置
 - 通過荷重による疲労損失の比

アスコン施工後早期に交通開放する場合,アスコン層 の温度は高温であるが図-14 に示したようにアスコン 層上部の温度が中央部に比べ低く,アスコン層上部の変 形係数が中央部に比べ大きくなることがあり,一時的に アスコン層下面以外で引張りひずみが最大となる.しか し,温度の低下とともにアスコン層下面の引張りひずみ が最大となる.アスコン層内部で引張りひずみが最大と なっている時間は短かく,供用期間での累積疲労はアス コン層下面で最大となることを確認した.ここでは,ア スファルト安定処理下面における疲労破壊に着目するこ とから,アメリカのアスファルト協会(AI)の破壊規 準式における空隙率とアスファルト量の関数を考慮して Witczakの破壊規準を0.5倍し,アスファルト安定処理 路盤下面における疲労破壊規準とした.

図―18 に累積疲労の供用開始から 2 年間の経時変化 を示す. スタビ混合とバックホウ混合では若干差がある ものの累積疲労は極めて小さく 10⁻⁴のオーダである.

(6)わだち掘れ量解析

わだち掘れ量解析では、わだち掘れを舗装構造全体の 問題ととらえ、アスコン層、路盤層および路床の残留ひ ずみの蓄積により生じるものとして解析した.

わだち掘れ量解析では、構造解析により交通荷重が作 用したときに発生する舗装体内の応力分布を算定する. 舗装を構成する各層の材料の残留軸ひずみと応力の関係 より、各層の中心での残留軸ひずみを求め、式(8)に



の経時変化

よりその応力状態でのわだち掘れ量を求める.

$$d = \sum_{i} \left[\varepsilon_{pi} h_i \right] \tag{8}$$

ここで, *d* :わだち掘れ量 ϵ_{pi} :各分割層中心での残留軸ひずみ h_i :各分割層厚

アスコン層は温度によって変形係数が変化し舗装体内 の応力も異なることから、アスコン層の温度区分を設定 しその区分ごとに構造解析を実施し式(8)よりわだち 掘れ量を求める.得られたわだち掘れ量に対し、ひずみ 硬化則¹⁰⁾を適用してわだち掘れ量の経時変化を求める.

アスコン層の残留変形特性は Monismith らの実験結 果にしたがった¹¹⁾. Monismith らは舗装体内のある点 における残留軸ひずみを式(9)により求められるとして いる.また,高温時の実験結果は得られていないが,式 (9)を外挿して用いることとした.

$$\varepsilon_z^p = R \left[\sigma_z - \frac{1}{2} (\sigma_x + \sigma_y) \right]$$
(9)

ここで, σ_z, σ_y, σ_x:それぞれ鉛直, 半径, 接線方向の応力

$$R = \frac{\varepsilon}{\sigma}$$

ここで,

$$\overline{\sigma} = \sigma_1 - \sigma_3$$
, $\overline{\varepsilon}^P = \frac{2}{3}(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)$

式(9)は、ストレートアスファルトを対象にして求めたものである.そこで、改質アスファルトを用いたアスコンに適用するために、遠藤らの研究¹²⁾からストレートアスファルトを用いたアスコンと改質アスファルトを用いたアスコンの残留変形量の比を求め、Monismithの式より得られる残留軸ひずみを補正することとした.

図-19 にストレートアスファルトと改質アスファル トの温度による累積変形量(指数関数として近似)を示 す. 上層路盤には再生アスファルト安定処理が用いられ ている. 再生材を用いたアスコンの動的安定度は改質ア スファルトを用いたアスコンに近くなること¹³⁾を考慮 して, 改質アスファルトと同様の補正を行った.

図―20 に早期交通開放直後のわだち掘れ量,図-21 に早期交通開放した後 1 年間のわだち掘れ量の経時変 化を示す.なお,交通開放後約 8 ヶ月後に測定された わだち掘れ量を図にプロットしている.これらの図より 基層施工後に早期交通開放することによりわだち掘れ量 は急激に増加するが,7 日後に表層を施工することによ り,初期のわだち掘れは解消される.7 日以降のわだち



の経時変化

掘れ量を見ると、比較として検討した新設舗装に比べ早 期交通開放したバックホウ混合、スタビ混合の方がわだ ち掘れ量は小さくなっている.これは図-14、図-15 の温度分布の推定より、基層施工後の高温領域に比べ表 層施工後の高温領域が薄いことと、すでに交通開放され ている基層以下の層の残留軸ひずみの増加が小さくなる ためと思われる.

解析条件によってわだち掘れ量は異なり,有限要素法 に比べ多層弾性解析の方がわだち掘れ量は小さい結果と なっている.結果的には、わだち掘れの実測値と多層弾 性解析による推定値が等しくなっている.

(7)縦断凹凸量

縦断凹凸量は建設省の縦断凹凸量の式(10)を用いて求 めた.

$$\Delta \sigma = 0.013 + 0.12\sigma + 2.65 \left[\frac{T^2}{10^8} \right]$$

+ 4.28
$$\left[\frac{N}{10^3}\right]$$
 + 0.052 $\left[N^{\frac{1}{2}}\right]$ (10)

- ここで、Δσ:1年間の縦断凹凸量の増加量(mm)
 T:大型車交通量(台/日・方向)
 N:見かけ上の経過年数(年)
 σ:現在の縦断凹凸量(mm)
- (8)パフォーマンスの予測

パフォーマンスの予測は、ひび割れ率、わだち掘れ量、 縦断凹凸量よりPSI, MCIを算定して行った.

図-22 にPSI, 図-23 にMCIによるパフォーマ ンスカーブを示す.スタビ混合とバックホウ混合では、 線形有限要素法、多層弾性解析ともにパフォーマンスの 低下は少なく、線形有限要素法と多層弾性解析では、多 層弾性解析の方がパフォーマンスの低下は少ない結果と なった.新設舗装との比較においては、早期交通開放を 行ったスタビ混合、バックホウ混合の方がパフォーマン スの低下は少ない結果となった.また、PSI、MCI についていずれの検討断面も、15 年経過しても修繕基 準を下回らない.これは、安定処理土のCBR30%と 支持力が大きく、支持力に対して舗装厚が厚いことなど が安全側に働いているものと思われる.

このパフォーマンスカーブから、路床安定処理された アスファルト舗装を基層で早期交通開放する場合、早期 交通開放後急激なわだち掘れの増加により、パフォーマ ンスは低下するが、その後表層を施工することにより、 パフォーマンスは回復し、新設舗装と同等あるいはそれ 以上のパフォーマンスが得られるものと推定される.

5. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す.

- (1) 安定処理路床土の繰返し三軸圧縮試験
 - ・載荷初期における復元変形係数は, 偏差応力と 供試体の養生時間に依存するが, 載荷終局にお ける変形係数は, 偏差応力に依存する
 - ・残留軸ひずみは、約2000回の載荷回数まで急激 な増加を見せ、それ以降緩やかに増加し徐々に 収束する.
- (1) FWD調査



図-22 PSIによるパフォーマンスカーブ



図-23 MCIによるパフォーマンスカーブ

- ・バックホウ混合のFWDたわみより逆解析した 変形係数は、繰返し三軸圧縮試験の載荷初期と 載荷終局の変形係数の範囲にあり、三軸圧縮試 験と同じ傾向を示す。
- ・スタビ混合のFWDたわみより逆解析した変形
 係数は、繰返し三軸圧縮試験と若干値は異なる
 が同じ傾向を示す。
- (2) 累積疲労
 - ・スタビ混合とバックホウ混合では、累積疲労に
 若干の違いがあるもののその差は小さい。
 - ・供用開始から2年間の累積疲労は非常に小さく, 供用性に与える影響は無視できる.
- (3) わだち掘れ
 - ・早期交通解放後わだち掘れ量は急激に増加する
 が、7日後に表層を施工することによりわだち掘
 れ量は解消され、その後のわだち掘れ量の増加
 は小さい。
 - ・交通解放後 8 ヶ月後のわだち掘れ測定結果と計 算値は比較的良く一致する.
 - ・わだち掘れ量の計算値は、解析条件によって異なり、結果的には線形有限要素法に比べ多層弾 性解析の方が小さい結果となった。
- (4) パフォーマンスの予測
 - ・わだち掘れ量と同様に、多層弾性解析の方がパ フォーマンスの低下は小さい結果となった.

- スタビ混合とバックホウ混合では、スタビ混合の方がパフォーマンスの低下は少ない結果となった。
- ・PSI, MCIはいずれの解析方法, 安定処理 材の混合方式においても, 15 年経過後も修繕基 準を満足している.

したがって、路床安定処理されたアスファルト舗装を 基層面で早期交通開放する場合、急激なわだち掘れの増 加によりパフォーマンスは低下するが、7日後、表層を 施工することによりパフォーマンスは回復し、十分に養 生した新設舗装と同等あるいはそれ以上のパフォーマン スが得られる.

なお、今後は本調査個所を継続的に調査すると共に、 高温時のアスコン層の挙動について粘性を考慮した検討 を行う予定である。

謝辞:本研究の場を与えていただいた,川崎市川崎土木 事務所の関係各位に深く感謝いたします.

参考文献

1) Barksdale, R.D.: Compressive Stress Pulse Time in FlexiblePavements for Use in Dynamic Testing, HRR345, pp.32-44, 1971.

2) 姫野賢治: パソコンによる舗装の多層弾性構造解析,アスフ アルト,Vol.32,No.161,pp.65 - 72,1989.

3)西 勝,吉田信之,大橋一公,山縣正明,恒藤博文:アスファルト舗装の評価・修繕支援システムの開発,建設工学研究所報告,第36号,pp.197-218,1994.

4) 姫野賢治,渡辺隆,勝呂太:アスファルト舗装の内部温度の推定に関する研究,土木学会論文報告集,第 366 号, V-4,

pp.123-132, 1986.

5)近藤佳宏, 三浦裕二:アスファルト舗装体内温度の推定に 関する研究,土木学会論文報告集, No.250, pp.123 - 132, 1976.

6)西 勝:たわみ性舗装の力学,舗装に関する最近の新しい 技術,土木学会関西支部,昭和 53 年度講習会テキスト, pp.1 -34, 1989.

7)西 勝,吉田信之,畠山昌平,辻本敏治,遠山俊一:円形
 走行実験におけるアスファルト舗装のわだち掘れ挙動解析,建
 設工学研究所報告,第 35 号, pp.159 - 178, 1993.

8) 山田正己, 市川正信, 藤田正幸: 舗装の維持修繕計画の一例 主要地方道箱根峠線, 舗装, Vol.20, No.4, pp.23 - 27, 1985.

9) 西 勝, 遠山俊一, 大橋一公, 恒藤博文: 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カーブの構築, 建設 工学研究所報告, 第 37 号, pp.45 - 64, 1994.

10) Monismith, C.L: Rutting Prediction in Asphalt Concrete Pavement, TRR616, pp.2-8, 1976.

11) Monismith, C.L., Inkabi, K., Freeme, C.R., McLean, D.B: A Subsystem to Predict Rutting in Asphalt Pavement Structures, Fourth International Conference Structural Design of Asphalt Pavements, pp.529-539, 1977.

12) 遠藤桂, 橋本友光:高温域におけるレジリエントモジュラ スと動的安定度に関する一検討, 道路建設, pp.36 - 41, 1996.

13)日本改質アスファルト協会:改質アスファルトの最近の 動向,アスファルト, Vol.39, No.190, pp.30 - 37, 1997.

(1997.9.1 受付)

PERFOMANCE PREDICTION OF ASPHALT PAVEMENT ON STABILIZED SUBGRADE WITH SHORT CURING TIME

Eizaburou HIROTSU , Masaru NISHI , Nobuyuki YOSHIDA , Masanori SANO and Koji OHNISHI

In case of a short curing time for subgrade stabilization, its undesirable influence upon the performance of asphalt pavement is concerned about. In this paper, deformation characteristics of the stabilized subgrade with a short curing time are investigated by repeated loading triaxial compression tests and also from FWD measurements. As an exemplification, using these deformation characteristics, the rut depth and fatigue life of an asphalt pavement are predicted based on multi-layered elasticity theory. The results showed that the short curing time exhibited in a sudden increase in rut depth but that such large rutting was resolved by constructing a surface layer 7 days after opening for traffic, the performance being almost equivalent to that with a sufficient curing time.