

東名・中央高速道路における舗装追跡調査・建設時 の結果について（その 1）

にし	なか	むら	かず	とし
西	中	村	和	利*
ふじ	なみ			ただす
藤	波			督**
あお	き		ただ	お
青	木		忠	雄***

まえがき

名神高速道路に引継いで東名および中央高速道路が建設されるに当たり、そのアスファルト舗装の設計に AASH O テストロードの結果が適用されることになった。同時期アスファルト舗装要綱（日本道路協会）もテストロードの成果と、日本での調査資料とによって昭和42年改訂され今日に至っている。

テストロード以後は AASH O 設計委員会, A, I (米国アスファルト協会), カリフォルニア州, イギリス, フランス, および石油会社など, いわゆる AASH O 以後の調査研究が続けられており, とくに5年ごとに開かれ, 来年(1972年)で3回目を迎える「アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議」は合理的な設計法を目ざす世界のテーブルとなりつつあり, 今回も新しい展開が期待される。

東名, 中央高速道路におけるアスファルト舗装追跡調査はこのような舗装研究に沿うこと, および新しい設計法を適用した道路がいかに挙動するかを調査しようとして, 舗装体の立地条件の異なるところで300m程度を撰点し, 建設時の舗装体の材料, 構造, 载荷に対する反応などの状況を把握しておき, 供用後の変化を観測するものである。

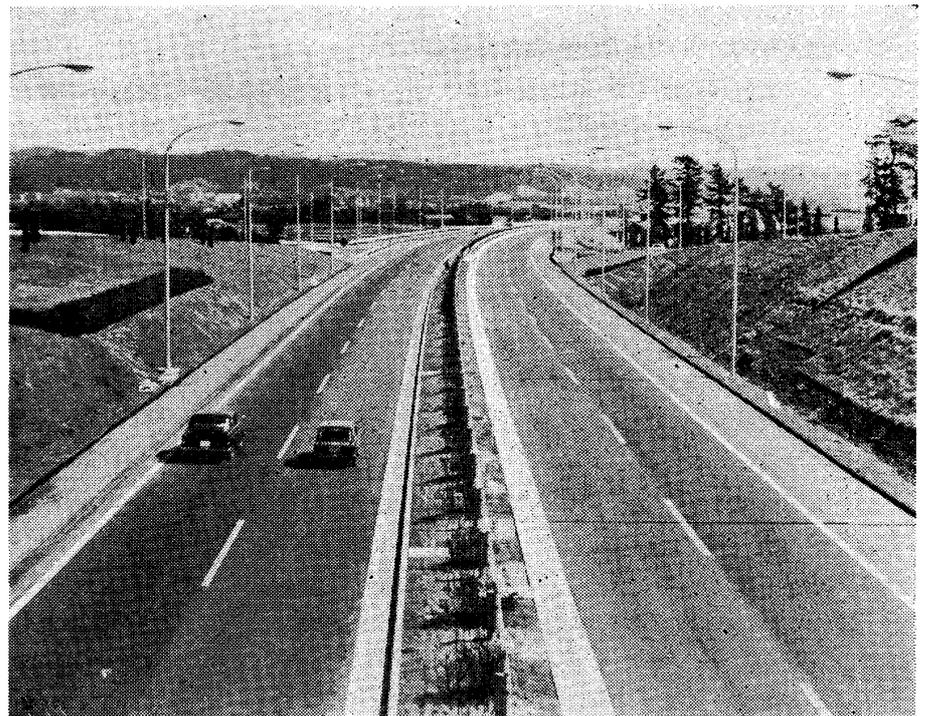
その方法として計器を埋設し, 道路環境(温度, 水分, 水位), 輪荷重(輪重)および応力, ヒズミ(土圧, 沈下, ヒズミ)を測定する点(=A点)を24点設け, また約2kmに1ヶ所の割りで材料, 断面を把握しておく点(=B点)を設置し

ている。このほか建設時の状態を知ることのできるものとして, モデル施工区間および施工管理の資料がある。

本報告はこれら膨大な資料の中からA点で得られた資料を整理したものである。したがってこれについては今後検討解析の必要があるが, 整理の過程で得られたことおよび今後の問題点は次のようである。

—明らかとなったこと—

- 1) アスファルトコンクリートの水平方向の内部ヒズミが測定できる。
- 2) 通常の輪荷重では, 舗装体は弾性的に反応する。
- 3) アスファルトコンクリートは, アスペースを含めて3層ないし5層で打設されているが, 载荷に対して一体の版として反応する。
- 4) したがって版の上部では圧縮応力, 下部では引張り応力, その中間に中立軸が形式される。また走行輪荷重に対しては上記の応力の発生手前で反対符号のより小



東名上郷サービスエリア (愛知県)

* 日本道路公団技術部

** 日本道路公団東京支社

*** 〃 本社建設第二部

No. 632

さい応力が発生し、いわば非対称の交番応力をうける。

5) そのため版の上部は高密度に、版の下部では低密度化になる場合が多いと思われ、ヒビ割れに対し版の弱点が底部にあり、フラッシュ、スベリなどについては版の上部が弱点となるといえる。

6) 荷重の高速化につれて舗装体内の変形、応力はともに減少する。

7) 路面のタワミと版下端の曲げヒズミには、相関があり、その傾度は版の厚さ、舗装の堅さによって異なる。

8) 路面のタワミは路床面の強さに大部分支配される。

—設計への応用として—

1) プライムコートはアスコン版を下路盤に付着させ、版下面のヒズミを減少させる。

2) アスコン版の下部は引張りに強い材料、配合設計とし、また複合材を用いるなどの方法が考えられる。

3) アスコン各層と付着させる従来のタックコートは十分その責を果たしている。

4) アスコン版を厚くし、路面タワミを多方向でも小さくすることは版の曲げ疲労を小さくする。

—今後の問題として—

1) 舗装体の構造設計に関して

i) 現場の拘束状態で、応力、ヒズミを算出する構造計算ができること。

ii) ヒズミ土圧、沈下の測定値から各層材料の弾性定数が算出できること。

iii) その弾性定数に施工条件、気象などの因子が組み入れられること。

2) 材料試験に関して

i) 舗装各層材料の現場拘束状態および応力、ヒズミレベルでの疲労が予測できること。

ii) 上記と同様の条件で弾性定数が定められること。

iii) 上記 1), 2) について施工条件、環境条件が組み入れられること。

3) 測定に関して

i) アスコンの内部ヒズミはモールドゲージが取扱い良い。

ii) 沈下計のアンカー点は -2.0 m より深くし、多段式より一段式が良い。また、高速変形用と永久沈下用を別個にする。

iii) 土圧計は水圧、土圧両較正值共等しい土圧計にする必要がある。

iv) 高速走行によるヒズミ、土圧、沈下の低下に関して、高速変形に対する慣性抵抗を考慮するため加速度の測定が必要である。

v) 含水比計の改良が望ましい。

vi) 平坦直線区間のみならず登坂車線、カーブ区間、

ブレーキ区間などの設計に関して走行荷重による舗装体応力の調査が望まれる。

1. 調査内容およびその方法

1.1 A点の建設時調査内容は表一のとおりである。同表における No. 1, 2 は材料、断面、施工の資料であり No. 3, 4, 5 は原位置における各層の仕上がり強度を求めるもの。No. 6, 8, 9, 10 は路面状態を測定し、供用成積変化の原点となる。No. 11, 12, 13 は道路環境、気象条件を測定し、No. 14 はトラック走行輪荷重による舗装体の力学的反応を測定する。なおこのほか走行車の重量を測定するための軸重計が設置される。

1.2 測定計器

図一は計器設置の基本形であり、各層打設ごとに設置する。各計器は供用後も観測できるように走行車線外側わだち部 (OWP) に一直線上に設置されている。また路面下の地下水位は調査区間 (約 300 m) の中で路肩、中央分離帯に対になって3断面計6本が設置されている。各計器は次のようにできている。

1) 層別沈下計は長さ 20 cm の十字板、径 30 mm 、長さ 16 cm のピックアップおよびアンカーロッドから成り、ピックアップの最大ストロークは 20 m/m 、精度は 0.05 m/m 程度である。アンカーロッドは路面下 200 cm にアンカーされ、沈下板間または沈下板とアンカー間の圧縮量を測定する。これで動的な沈下と、供用後のわだち沈下の累計値も測定すべく計画されている。

2) 土圧計は直径 10 cm 厚さ 2 cm のダイヤフラムのストレン計測型で、その容量は $1\sim 5\text{ kg/cm}^2$ である。垂直土圧は受圧面が層境界面の下 5 cm にくるように設置し、水平土圧は受圧面が走行車の進行の反対方向に向いて設置してある。埋めもどしは各層材の 4.8 mm 通過材で行なう。較正值は水圧の外土圧による値も代表的舗装材で実施した。

3) アスコンヒズミ計はアスコン内に水平方向に、各層の転圧面に埋設する。モールドゲージ (Aタイプ、 $10\times 1.5\times 0.5\text{ cm}$) とポリエステルゲージ (Bタイプ、 12 cm) を用い、いずれも初期抵抗に $120\ \Omega$ 、ゲージ率 2.0 である。モールドゲージの被覆体の弾性定数は常温で $10,000\text{ kg/cm}^2$ 程度である。

4) 温度計は舗装体の深度方向各部に埋設する。直径 12.5 mm 、長さ 10 cm のカールソン型である。

5) 含水比計はセラミックフィルターをもつサクシオン測定-含水比較正によるもので、連絡パイプ、マンメーターの3部から成る。サクシオン-含水比はフィルターの埋設に用いた各層材料と同一材で実施している。

1.3 試験方法

とくに繰返し平板載荷試験、タワミ測定および走行載

表一 A点の建設時調査内容一覧表

No.	項目	測定方法	測定位置	個数	摘要
1	施工管理資料収集	上部路床以上について、道路断面(施工法、敷きならし、転圧)施工時期、使用材料(材料試験結果)施工結果(締固めの度、含水比など)		1式	
2	代表的資料の採取	上、下部路床、サブベース砕石ベース、アスファルト安定処理ベース、バインダー、サーフェイス材各 100~150 kg アスファルト 1t		1式	耐久テスト用
3	現場 CBR	JIS A 1211 4「現場 CBR」による	上、下部路床、サブベース、砕石ベース	1点	同時に実施 上、下部路床、サブベース砕石ベースについては打設後日数密度含水比を測定する。
4	繰返し平板載荷	「繰返し平板載荷法」による。載荷量は表一による	上、下部路床、サブベース砕石ベース、アスファルト安定処理ベース、サーフェイス	3点	アスファルト安定処理ベース、バインダー、サーフェイスについては表面温度を測定する。
5	タワミ	複元タワミ測定	上部路床(5t)サブベース、砕石ベース、アスファルト安定処理ベース、サーフェイス(7t)	3点	同上
6	スベリ抵抗	「可搬式路面スベリ抵抗測定法による」	サーフェイス面	4点	温度測定
7	アスコンの透水性	「アスコン現場浸透量測定法」による	アスファルト安定処理ベース、バインダー、サーフェイス	4点	
8	アスファルトの材質変化	「アブソン抽出」を行ない、JIS K 2530~2532 による針入度軟化点を測定	アスファルト安定処理ベース、バインダー、サーフェイス(フィニッシュ、ホップより採取)	1個	粒度分析も行なう。
9	プロフィールインデックス(PrI)	「プロフィールメータによる路面凹凸の測定および解析法」による。	サーフェイス面(OWP, IWP)	1式	調査区間で積算
10	横断形状	「連続式路面横断形状測定法」による	サーフェイス(沈下計埋設位置を含む)	5箇所	
11	路面下温度分布および日変動	埋設された温度計による。(カールソン型)	上、下部路床、アスファルト安定処理ベース(上、下)バインダー、サーフェイス	1日	
12	含水比分布変動	埋設された含水量計による(サクシオンメーター使用)	上部路床上、下部路床、サブベース砕石ベース	1回/日	計器埋設後工期中観測
13	地下水位変動	路肩(または側帯)分離帯に設置した水位パイプによる。	下部路床下面(盛土部)または切土面以上の水位	1回/日	水位パイプ埋設後工期中観測
14	走行載荷による土圧沈下ヒズミの分布	輪荷重: 1, 3, 5, 7 t 速度: 2, 4, 40, 80 km/h 土圧計 沈下計 ヒズミ計上を走行	土圧: 砕石ベース サブベース 上・下部路床(上部路床) 沈下: アスコン路盤 路床の層別沈下 ヒズミ: アスコン各層水平ヒズミ	1回	路面下温度分布の同時測定を行なう。

荷試験については次の通りである。

1) 繰返し平板載荷試験

特別の場合の外直径 30 cm の剛性板により、表一による荷重を各 5 回載荷し、ダイヤルゲージにより載荷・除荷おのおのの読みをとる。次式によって載荷面の変形係数を算出する。

$$E_p = 1.18 \cdot p \cdot r / \Delta \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Δ : N 回目の載荷時の沈下量から $N-1$ 回目の除荷時の沈下計を差引いた値 (cm)

p : 載荷重 (kg/cm²) r : 載荷板の半径 (cm)

2) タワミ測定

ベンゲルマンビームにより、複輪間の復元タワミ量を測定し次式により載荷面の変形係数を算出する。

$$E_B = 1.5 \cdot p \cdot r / \Delta \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Δ : 復元タワミ量 (cm) r : $(=12+P)$ (cm)

P : 復輪荷重 (t) p : $(= \frac{P}{\pi r^2})$

3) 走行載荷試験

サーフェイス(一部アスペース完成後)完成後復輪荷

表二 繰返し平板の載荷重

各層	荷重段階	1 (kg/cm ²)	2 (kg/cm ²)	3 (kg/cm ²)
サブベース以上サーフェイスまで		0.8	3.2	7.0
上部路床		0.4	1.6	5.6
下部路床		0.2	0.8	3.2

重 7t, 5t, 3t, 1t の 4 種の輪荷重を、それぞれ 80, 40, 4, 2 km/hr で走行させる。それによる土圧、沈下、ヒズミの計器の動きを測定する。トラックは 図一に示す No. 1 から No. 10 までの線上を走行させる。計器埋設位置は No. 8 の線上にある。結果の表示は横断線上に各走行位置での最大値をプロットするものおよび各線上走行による影響線 (=オッシロ記録線) によるもの 2 つがある。

2. 各調査地点の配置、断面および材料

図一は東名、中央高速道路の A 型追跡調査地点の配置、断面、主な材料の採取地ならびに土質を示すものである。A 点調査地点は計 24 ケ所あり、それぞれ材料断

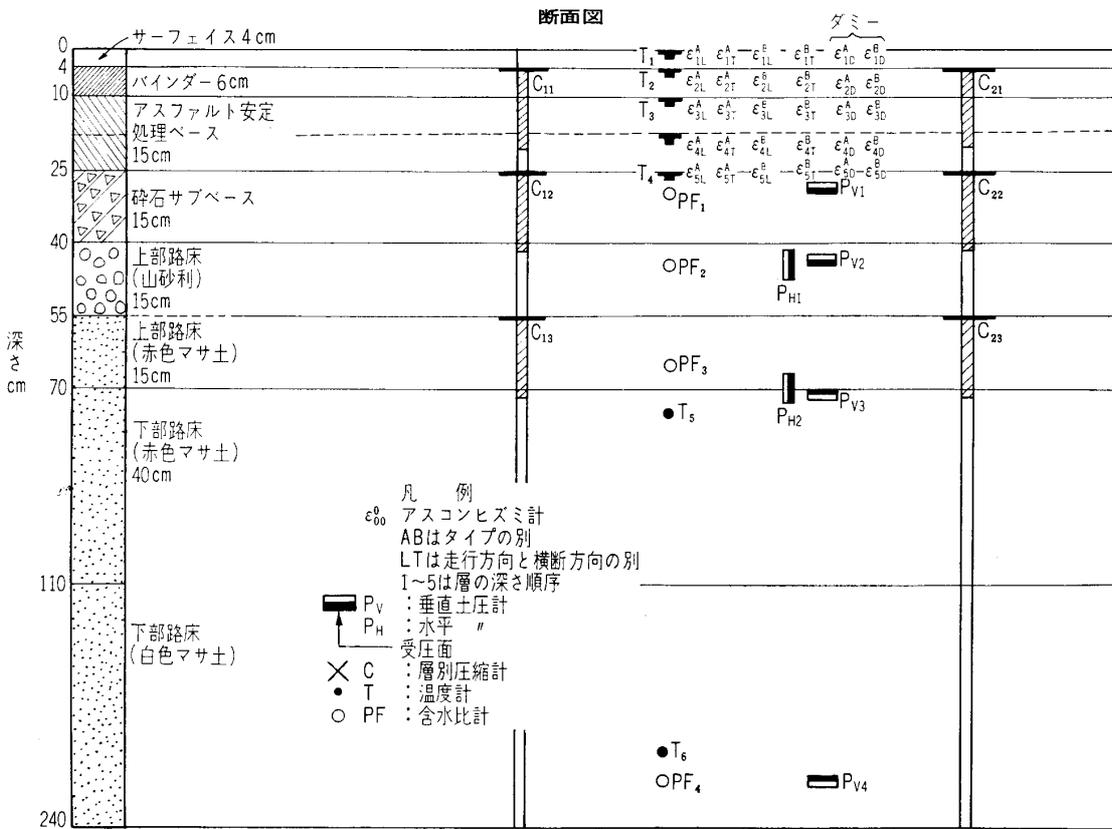
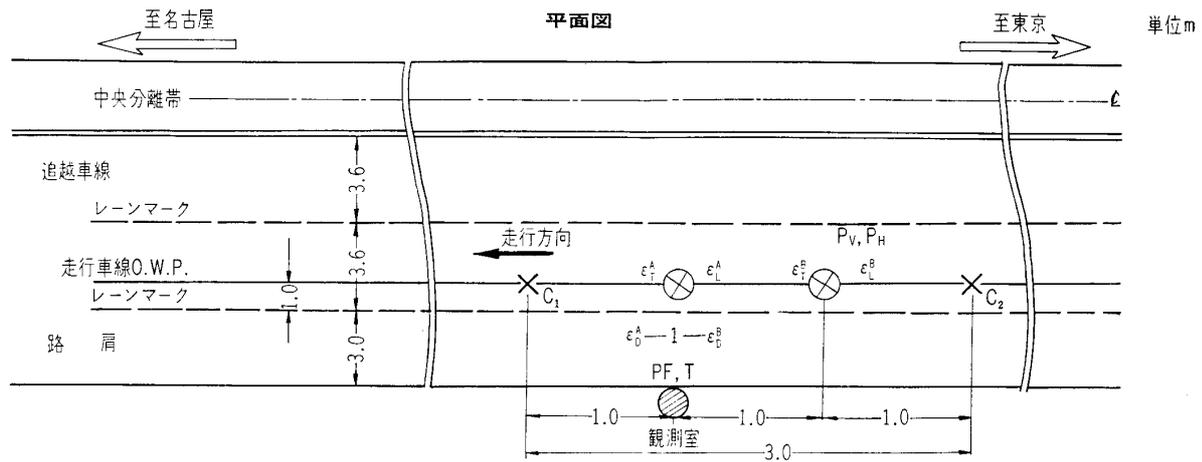


図-1 計器埋設位置図

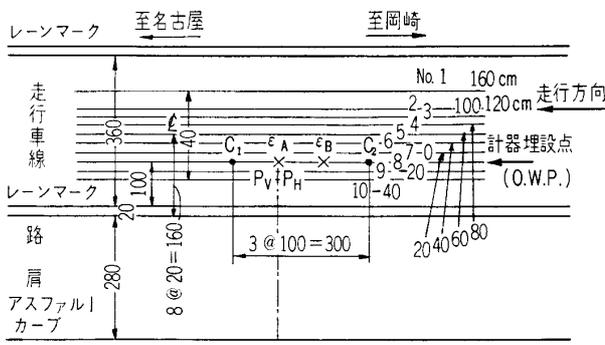


図-2 計器埋設位置と走行位置図

面、土質、気象条件など舗装体の条件を異にして配置している。

次に表-3は各地点の実測の舗装断面ならびに使用材

料の特性値を示す一覧表である。

3. 各層載荷試験結果

各層仕上げ面における繰返し平板載荷試験、およびベンゲルマンビームによるタワミ測定から得られた変形係数を求め、各地点について一覧としたものが表-4である。

各層における変形係数はソイルセメントのある場合はその打設後の日数、またアスファルトコンクリートの上で載荷する場合は、その温度によって変ると考えられるので同表には、各層面載荷試験時のソイルセメントの打設後の日数、およびアスコンの路面温度を併記している。なおサーフェスにおける値は走行載荷時の値も記入

表-3.1 追跡調査点の材料特性値一覧(その1)

測点		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
厚	サーフェイス (cm)	4.1	4.0	4.2	4.3	4.7	4.8	3.9	(4)
	バインダー (cm)	6.7	6.9	6.2	6.3	6.1	6.5	6.1	(14)
	アスベース (cm)	19.8	18.4	(18)	17.7	19.2	17.2	13.6	—
	粒調ベース (cm)	—	—	—	—	—	—	—	(20)
	碎石サブベース (cm)	—	—	—	—	—	—	(20.0)	—
	ソイルセメント (cm)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	—	(17)
さ	上部								
	下部 路床 (cm)	(60)	(40)	(40)	(65)	(40)	40	21.5	(30)
サーフェイス	材料名	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡古里町碎石	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡日ノ出村碎石	伊豆大仁碎石	富士川碎石
	岩質	硬砂岩	硬砂岩	砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	安山岩	—
	アスファルト量 (%)	6.5	6.5	6.6	6.5	6.5	6.4	6.3	6.6
	マルシヤル試験 {安定度 (kg)	1,290	1,000	1,090	1,150	1,150	930	970	940
	試験 {フロー (1/100 cm)	25.4	28	35.5	40.5	40.5	34.8	38	36
	現場 空ゲキ率 (%)	3.9	4.1	4.6	4.3	4.3	3.3	4.1	2.7
バインダー	材料名	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡松原村碎石	西多摩郡古里町碎石	小田原碎石	小田原碎石	西多摩郡日ノ出村碎石	伊豆大仁碎石	富士川碎石
	岩質	硬砂岩	硬砂岩	砂岩	安山岩	安山岩	硬砂岩	安山岩	—
	アスファルト量 (%)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.3	5.8
	マルシヤル試験 {安定度 (kg)	1,150	1,140	1,210	1,120	1,120	910	1,105	1,000
	試験 {フロー (1/100 cm)	25.4	22.8	33	33	33	32.2	33	36
	現場 空ゲキ率 (%)	4.3	5.0	3.5	3.6	3.6	4.5	5.5	4.0
アスファルト	材料名	相模川玉砕	相模川玉砕	相模川玉砕	相模川玉砕	相模川玉砕	泰野市玉砕	富士川碎石	—
	岩質	—	—	—	—	—	—	—	—
	アスファルト量 (%)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6	4.8	—
	マルシヤル試験 {安定度 (kg)	1,290	1,510	930	780	780	745	1,000	—
	試験 {フロー (1/100 cm)	35.5	30.5	35	43	43	22.5	36	—
	現場 空ゲキ率 (%)	5.6	7.4	—	8.9	8.9	8.35	5.6	—
粒調ベース	材料名 {主器材 (%)	—	—	—	—	—	—	—	富士川碎石70
	配合比 {添加材 (%)	—	—	—	—	—	—	—	富士宮山砂30
	r d _{max} (g/cm ³)	—	—	—	—	—	—	—	2,297
	omc (%)	—	—	—	—	—	—	—	6.2
	修正 CBR (%)	—	—	—	—	—	—	—	102
	碎石サブベース	材料名 {主器材 (%)	—	—	—	—	—	—	安山島山砂70
配合比 {添加材 (%)	—	—	—	—	—	—	—	足柄山砂 30	—
r d _{max} (g/cm ³)	—	—	—	—	—	—	—	2,105	—
omc (%)	—	—	—	—	—	—	—	9.3	—
修正 CBR (%)	—	—	—	—	—	—	—	105	—
セメント処理	材料名	鎌倉山砂	鎌倉山砂	鎌倉山砂	鎌倉山砂	鎌倉山砂	鎌倉山砂	—	富士宮山砂
	セメント量 (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	—	2.0
	r d _{max} (g/cm ³)	1,648	1,648	—	1,731	1,731	1,660	—	2,165
	omc (%)	18.8	18.8	—	18.2	18.2	18.3	—	8.5
	CBR _{w95} or q _{u-7}	75	75	—	75	75	92	—	200
	上部路床	材料名	山 砂	山 砂	山 砂	鎌倉山砂	関東ローム石 灰安定処理 13%	鎌倉山砂	足柄山砂利
r d _{max} (g/cm ³)	1,946	2,210	2,265	1,780	930	2,150	2,036	2,245	
omc (%)	13.3	5.7	6.5	15.0	60	7.6	10.4	6.2	
修正 CBR (%)	—	—	—	50	32.0	—	55	100	
現場	r d (g/cm ³)	2,230	2,267	2,016	1,730	876	1,570	2,105	—
w (%)	4.9	5.0	27.6	18.2	67.7	22.0	7.4	—	—
CBR (%)	85	58	132	80.3	38	45.2	—	—	—
下部路床	材料名	稲城山砂	稲城山砂	—	鎌倉山砂	関東ローム石 灰安定処理10%	—	—	上部路床に同じ
	r d _{max} (g/cm ³)	1,604	1,748	—	1,612	900	—	—	—
	omc (%)	20.4	16.8	—	16.0	62.0	—	—	—
	修正 CBR (%)	—	—	—	7.0	32.0	—	—	—
	現場	r d (g/cm ³)	1,541	1,551	1,874	1,521	863	—	—
	w (%)	20.6	18.2	33.1	26.7	69.6	—	—	—
CBR (%)	14	24	10.9	28.4	19.8	17.0	—	—	

表-3.2 追跡調査点の材料特性値一覧(その2)

測 点		T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃₋₁	T ₁₃₋₂	T ₁₃₋₃	T ₁₄
厚 さ	サーフェイス (cm)	3.7	3.6	3.7	4.1	4.1	5.1	4.3	4.2
	バインダー (cm)	14.2	14.5	14.2	5.8	6.9	6.9	7.5	6.1
	アスベース (cm)	—	—	—	14	22.2	20.7	23.1	21.5
	粒調ベース (cm)	(20)	20.8	20	—	—	—	—	—
	砕石サブベース (cm)	—	17.9	17	23.0	—	—	—	—
	ソイルセメント (cm)	(17)	—	—	—	17.9	18.3	18.0	30.0
	上部 路 床 (cm)	(30)	30	30	25	(35)	(35)	(35)	—
	下部 路 床 (cm)	—	70	—	69	(65)	(65)	(65)	—
サー フ ェ ィ ス	材 料 名	富士川砕石	富士川砕石	安倍川砕石	安倍川砕石	天竜川砕石	天竜川砕石	天竜川砕石	岩水寺山砕
	岩 質	—	—	—	—	—	—	—	石 灰 岩
	アスファルト量 (%)	6.7	6.3	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.0
	マーシャル試験 {安定度 (kg)	—	1,110	775	1,090	1,020	1,050	970	620
	フロー (1/100 cm)	—	27.0	26.7	28.0	32.5	30.5	28.2	29.7
	現場 空ゲキ率 (%)	4.6	4.0	4.6	2.8	3.5	3.7	3.9	4.6
バ イ ン ダ ー	材 料 名	富士川砕石	富士川砕石	安倍川砕石	安倍川砕石	天竜川砕石	天竜川砕石	天竜川砕石	岩水寺山砕
	岩 質	—	—	—	—	—	—	—	石 灰 岩
	アスファルト量 (%)	5.8	5.4	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.3
	マーシャル試験 {安定度 (kg)	—	1,030	665	1,170	1,100	1,050	1,050	670
	フロー (1/100 cm)	—	25.0	22.0	31.8	31.2	27.6	24.8	35.0
	現場 空ゲキ率 (%)	2.9	3.0	6.4	3.7	2.3	2.8	2.8	5.7
ア 定 処 理 ア ル ベ ィ ス	材 料 名	—	—	—	大井川港砂利	磐田原砂利	磐田原砂利	磐田原砂利	三方原砂利
	岩 質	—	—	—	—	—	洪積砂レキ層	—	洪積砂レキ層
	アスファルト量 (%)	—	—	—	3.5	4.5	5.5	3.0	4.5
	マーシャル試験 {安定度 (kg)	—	—	—	680	1,050	850	950	64.0
	フロー (1/100 cm)	—	—	—	21.8	16.2	37.3	28.0	35.5
	現場 空ゲキ率 (%)	—	—	—	2.3	5.8	2.5	10.0	6.6
粒 調 ベ ィ ス	材料名 {主器材 (%)	富士川砕石	安山岩山砕70	丸子安山岩砕石	—	—	—	—	—
	配合比 {添加材 (%)	由比山砂	山 砂 30	安倍川スクリーニングス	—	—	—	—	—
	r _{dmax} (g/cm ³)	2,257	2,240	2,282	—	—	—	—	—
	omc (%)	6.5	7.0	7.1	—	—	—	—	—
	修正 CBR (%)	125	—	140	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—
砕 石 サ ブ ベ ィ ス	材料名 {主器材 (%)	—	安山岩山砕100	石灰岩砕石	石灰岩山砕	—	—	—	—
	配合比 {添加材 (%)	—	—	—	—	—	—	—	—
	r _{dmax} (g/cm ³)	—	2,157	2,235	2,128	—	—	—	—
	omc (%)	—	7.7	7.0	6.3	—	—	—	—
	修正 CBR (%)	—	—	44.0	77	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—
セ サ ブ ベ ィ ス	材 料 名	由比山砂	—	—	—	山 砂 利	山 砂 利	山 砂 利	山 砂 利
	セメント量 (%)	3.0	—	—	—	1.5	1.5	1.5	1.5
	r _{dmax} (g/cm ³)	2,216	—	—	—	2,109	2,109	2,109	2,027
	omc (%)	6.6	—	—	—	9.4	9.4	9.4	9.3
	CBR _{w95} or q _{u-7}	100	—	—	—	75	75	75	270
		—	—	—	—	—	—	—	—
上 部 路 床	材 料 名	由比山砂利	興津山砂利	大谷山砂利	安山岩トンネルズリ	山 砂 利	山 砂 利	山 砂 利	山 砂 利
	r _{dmax} (g/cm ³)	—	—	2,190	2,100	2,225	2,225	2,225	2,043
	材料 {omc (%)	—	—	7.2	6.3	6.9	6.9	6.9	8.6
	修正 CBR (%)	—	30~40	37	45	20	20	20	30
	r _d (g/cm ³)	—	—	—	2,183	—	—	—	—
	現場 {w (%)	—	—	—	5.0	—	—	—	—
CBR (%)	—	—	—	87.2	85 122 157	99 143 146	162 172 179	—	
下 部 路 床	材 料 名	上部路床に同じ	上部路床に同じ	—	安山岩トンネルズリ	上部路床に同じ	上部路床に同じ	上部路床に同じ	—
	r _{dmax} (g/cm ³)	—	—	—	1,941	—	—	—	—
	材料 {omc (%)	—	—	—	12.7	—	—	—	—
	修正 CBR (%)	—	—	—	13.5	—	—	—	—
	r _d (g/cm ³)	—	—	—	1,900	—	—	—	—
	現場 {w (%)	—	—	—	10.2	—	—	—	—
CBR (%)	—	—	—	25.2	35 38 43	36 42 46	31 33 53	—	

表-3.3 追跡調査点の材料特性値一覧(その3)

*() 内は設計厚である。

測点		T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
厚	サーフェイス (cm)	4.1	4.5	4.0	4.3	3.9	4.1	4.1	4.2
	バインダー (cm)	6.1	6.7	6.0	5.6	6.1	6.1	5.0	6.2
	アスベース (cm)	19.6	15.9	20.1	15.0	14.8	15.1	15.5	7.7
	粒調ベース (cm)	—	—	—	(13.0)	(10)	(10)	—	—
	碎石サブベース (cm)	20.1	18.0	—	—	(20)	(20)	—	22.7
	ソイルセメント (cm)	—	—	*(20)	(17.0)	—	—	20.8	—
さ	上部								
	下部 路床 (cm)	30.0	17+15	*(30)	(60.0)	(15)	(15)	30.0	30
サーフェイス	材料名	岐阜 早	岐阜 養老	岐阜県坂祝町 砂岩	西多摩郡松原村 砂岩	西多摩郡日ノ出村 砂岩	西多摩郡日ノ出村 砂岩	西多摩郡松原村 砂岩	山梨県大月市 砂岩
	岩質	砂岩	砂岩	砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	安山岩
	アスファルト量 (%)	6.0	6.5	6.5	6.7	6.5	6.5	6.8	6.8
	マーシャル試験 {安定度 (kg)}	545	910	1,010	765	945	945	734	980
	フロー試験 (1/100 cm)	37.7	25	38.0	38.0	24.6	26.6	40.8	32.3
	現場 空ゲキ率 (%)	4.7	4.7	4.4	3.2	4.1	4.1	4.5	4.5
バインダー	材料名	萩産山 片麻岩	岐阜 養老 砂岩	岐阜県坂祝町 砂岩	西多摩郡松原村 砂岩	西多摩郡日ノ出村 砂岩	西多摩郡日ノ出村 砂岩	西多摩郡松原村 砂岩	山梨県都留市 砂岩
	岩質	片麻岩	砂岩	砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	安山岩
	アスファルト量 (%)	5.0	5.1	5.5	5.5	5.5	5.5	6.0	6.5
	マーシャル試験 {安定度 (kg)}	635	1,500	1,110	780	960	960	725	840
	フロー試験 (1/100 cm)	41	30.5	40.6	38.0	21.6	21.8	40.8	32.0
	現場 空ゲキ率 (%)	3.6	5.0	4.3	5.1	4.2	4.2	5.1	4.6
安定処理	材料名	萩産山 片麻岩	萩産 片麻岩	岐阜県坂祝町 砂岩	西多摩郡松原村 砂岩	八王子市美山町 砂岩	八王子市美山町 砂岩	山梨県上野原町 砂岩	山梨県都留市 砂岩
	岩質	片麻岩	片麻岩	砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	硬砂岩	安山岩
	アスファルト量 (%)	4.8	4.8	4.6	4.8	4.7	4.7	4.7	5.0
	マーシャル試験 {安定度 (kg)}	1,110	1,250	820	788	688	688	825	830
	フロー試験 (1/100 cm)	70.5	33	27.8	40.7	25.6	26.6	38.0	28.4
	現場 空ゲキ率 (%)	3.2	4.1	5.6	3.1	6.2	6.2	7.3	7.0
粒調ベース	材料名 {主器材 (%)}	—	—	—	村山市陸砂利 80	西多摩郡松原村 砂岩 80	西多摩郡松原村 砂岩	—	—
	配合比 {添加材 (%)}	—	—	—	町田市山砂 20	平山山砂 20	平山山砂 20	—	—
	γd_{max} (g/cm ³)	—	—	—	2,200	2,216	2,216	—	—
	omc (%)	—	—	—	6.5	7.9	7.9	—	—
	修正 CBR (%)	—	—	—	112	115	115	—	—
	材料名 {主器材 (%)}	片麻岩	砂石 60	—	—	八王子市山砂 90	八王子市山砂 90	—	山梨県都留市川砂利
配合比 {添加材 (%)}	—	真砂 40	—	—	平山山砂 10	平山山砂 10	—	—	
γd_{max} (g/cm ³)	2,118	2,163	—	—	2,164	2,164	—	2,048	
omc (%)	8.2	6.6	—	—	7.4	7.4	—	6.5	
修正 CBR (%)	72	69	—	—	85	85	—	49	
セサメント処理	材料名	—	—	守山地下山砂	連光寺山砂	—	—	山梨県上野原町山砂利	—
	セメント量 (%)	—	—	2.0	4.5	—	—	2.0	—
	γd_{max} (g/cm ³)	—	—	2,117	1,630	—	—	2,196	—
	omc (%)	—	—	7.7	17.5	—	—	6.4	—
	CBR _{w95} or q_u-7	—	—	129	68	—	—	92	—
	材料名	音羽町片麻岩	猿投町山砂	瀬戸砂質土	多摩川砂利	平山山砂セメント 2%	平山山砂セメント 2%	山 砂	船津山砂
材料 { γd_{max} (g/cm ³)}	2,192	2,220	2,190	2,150	1,650	1,667	2,245	2,038	
{omc (%)}	6.0	6.8	7.2	7.9	16.0	15.0	—	9.7	
{修正 CBR (%)}	77.5	67	—	60	52.0	52.0	46	64.5	
現場 { γd (g/cm ³)}	1,856	2,131	2,165	2,100	1,580	160	2,184	2,031	
{w (%)}	5.6	4.8	4.1	8.1	16.0	15.6	5.2	7.6	
{CBR (%)}	62 80 89	24 38 46	120 130 114	60	—	—	92	40~67	
下部路床	材料名	音羽町片麻岩	岡崎マサ土	瀬戸砂質土	連光寺山砂	平山山砂	—	山 砂	船津山砂
	材料 { γd_{max} (g/cm ³)}	1,951	1,730	1,965	1,710	1,615	—	2,249	2,007
	{omc (%)}	5.9	14.0	—	18.4	16.5	—	—	10.5
	{修正 CBR (%)}	20	9.1	—	7~11	13.0	—	52	34
	現場 { γd (g/cm ³)}	—	1,592	1,930	1,560	1,620	—	2,109	1,953
	{w (%)}	—	17.2	14.6	21.1	14.5	—	5.8	10.0
{CBR (%)}	—	14 10 16	47 61	—	—	—	30~45	—	

表-4 各層載荷試験結果一覽

各層 地点名	下部路床		上部路床		サブベース		セメントサブベース		アスベース下層			アスベース上層またはバインダー下層			バインダー			Su										
	L.S.G.		U.S.G.		S.B.		C.B.		L. Asb			U. Asb or L.Bi			Bi			後			先行試験時							
	E_p	E_p	E_p	E_p	day*	E_p	E_p	day*	day*	$t^{\circ}C^+$	E_p	E_B	day*	$t^{\circ}C^+$	E_p	E_B	day*	$t^{\circ}C^+$	E_p	E_B	day*	$t^{\circ}C^+$	E_p	E_B				
T-1	0.4	1.0	6	1.2	0.75	—	—	—	13	20	2.0	0.9	25	—	2.0	1.4	56	—	2.0	1.2	71	—	4.0	1.6	111	10.5	3.7	4.0
2	0.4	1.2	3	1.2	0.9	—	—	12	—	2.0	1.2	56	13.5	3.0	2.0	63	12.0	4.0	4.0	2.5	82	23.5	—	2.5	82	—	3.0	4.3
3	0.3	1.0	B75 P 5	1.0	1.8	—	—	—	—	—	—	107	2.0	3.5	2.2	117	3.0	5.0	5.0	2.8	139	2.0	3.0	3.8	131	13.0	2.8	2.5
4	0.35	0.4	2	1.0	1.1	—	—	—	—	—	—	—	19.8	1.3	1.1	—	10.9	4.0	4.0	2.4	—	24.5	1.4	4.6	172	24.5	1.2	—
5	0.25	0.35	6	1.0	0.9	—	—	—	—	—	—	—	10.2	1.3	1.1	—	12.1	3.5	1.8	—	—	37.0	1.5	3.2	141	23.5	1.5	—
6	—	0.5	4	1.1	1.1	—	—	—	—	—	—	19	—	2.1	2.3	—	—	—	—	—	102	—	4.0	3.9	121	21.5	2.1	—
7	—	0.7	1	1.2	1.3	—	—	—	—	—	—	55	9.0 10.0	4.1	4.3	75	17.0	5.0	4.8	—	111	40.0 25.0	2.6	4.5	126	22.0	3.7	7.7
8	—	1.6	—	3.0	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	2.6	—	—	16.0	3.2	—	—	—	11.0	5.5	—	—	14.0	2.5	—
9	—	—	—	1.5	—	1.7	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	—	—	4.1	—	—	—	—	4.4	—	14.5	2.5	—
10	—	1.3	6	1.3	1.4	1.5	1.8	—	—	—	—	56	19.0	1.5	1.8	61	17.0	1.5	2.8	—	122	21.0	2.5	2.8	131	23.0	1.6	3.6
11	—	2.0	2	2.0	—	2.0	4.0	—	—	—	—	62	—	2.0	4.1	74	—	2.5	4.5	—	184	25.0	2.5	4.3	178	6.0	2.2	3.0
12	1.0	1.3	2	1.3	1.5	—	—	—	—	—	—	6	27.0	1.6	1.9	28	17.0	2.5	2.8	—	74	7.0 14.0	3.0	5.1	82	8.8 13.0	4.5	5.5
13-1	0.6	1.6	7	2.9	2.9	—	—	14	20	—	—	16	22.0 47.0	2.6	3.0	54	17.0 21.0	2.5	4.7	—	77	25.0 21.0	3.0	6.0	115	7.0	10.0	6.8
13-2	0.6	1.8	6	2.2	2.4	—	—	13	18	—	—	15	26.0 51.0	1.7	2.5	45	18.0 22.0	2.0	3.8	—	76	21.0 23.0	2.5	4.8	114	6.5	4.0	5.0
13-3	0.5	1.1	6	1.1	1.4	—	—	13	19	—	—	15	29.0	1.5	1.6	52	19.0	1.5	3.1	—	76	21.0	3.5	4.3	115	6.5	3.0	4.5
14	—	1.0	18	1.2	3.5	—	—	47	19	—	—	56	17.0	1.5	(17.7)	68	17.0	5.0	(6.8)	—	94	8.0	6.0	(20.1)	95	8.0	—	—
15	—	2.0	3	2.0	(1.2)	—	—	23	42	—	—	27	48.0	2.0	2.7	68	51.0	2.0	3.5	—	96	50.0	4.0	2.7	158	18.3	8.0	6.0
16	0.3	0.4	—	0.4	—	—	—	—	—	—	0.6	0.5	—	0.9	0.6	—	—	2.5	0.95	—	119	—	3.0	3.2	—	5.5	2.5	3.8
17	1.5	2.0	7	5.5	4.6	—	—	29	—	—	6.0	3.5	—	10.0	5.4	47	—	10.0	5.8	—	56	—	10.0	6.0	120	5.0	7.5	3.5
C-1	—	1.5	—	2.0	—	2.0	1.8	—	—	—	—	—	—	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7	—	17.5	6.3	4.4
2	0.3	0.8	6	0.7	—	1.5	1.1	—	—	—	—	78	52.0	1.5	2.8	122	—	—	—	—	171	14.0	8.0	18.0	218	14.5	7.8	—
3	0.25	0.5	36	0.7	—	1.2	0.8	—	—	—	—	103	53.0	1.5	5.0	147	—	—	—	—	196	15.0	3.5	6.8	239	15.2	3.2	—
4	—	2.0	1	3.0	2.7	1.2	—	—	—	—	—	14	13.0	—	6.0	21	9.5	—	10.0	—	81	7.0	20.0	11.0	107	0.0	18.0	—
5	—	1.0	28	1.0	1.4	—	—	—	—	—	—	50	—	1.5	1.9	68	—	1.8	2.1	—	109	—	2.5	4.0	131	18.0	2.5	3.3

* $t^{\circ}C^+$: 載荷試験時路面温度 (上段: ベンゲルマン測定時, 下段: 平板測定時) * day: サブベース施工後の日数 (E_p : 平板による変形係数 $\times 10^3$, E_B : タワミによる変形係数 $\times 10^3$)

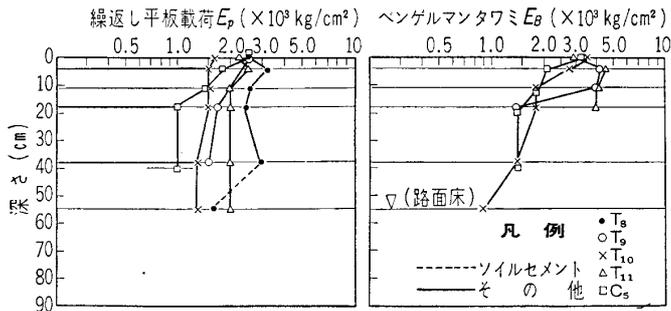


図-4.1 仕上げ面の变形係数と深さ (Aグループ, アスコン厚 18 cm)

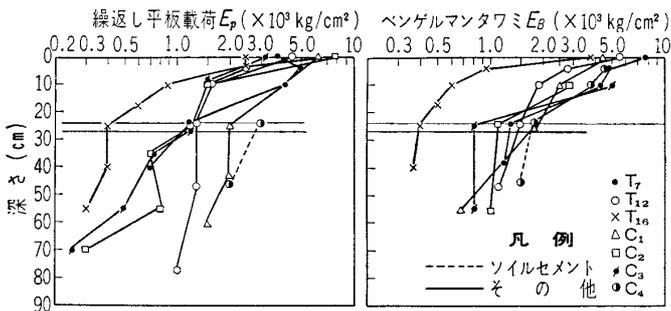


図-4.2 仕上げ面の变形係数と深さ (Bグループ, アスコン厚 24~27 cm)

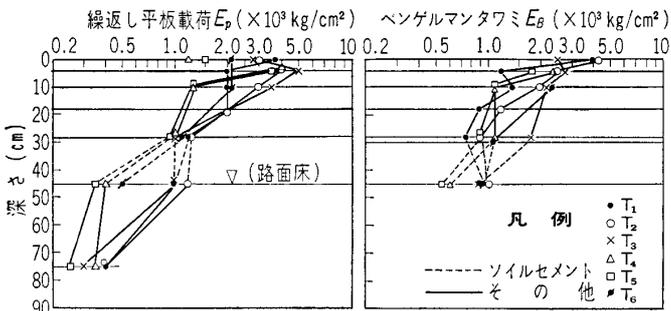


図-4.3 仕上げ面の变形係数と深さ (Cグループ, アスコン厚 28~30 cm, セメントサブベース 17 cm)

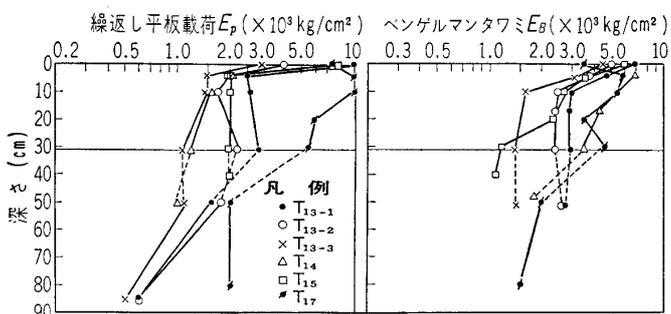


図-4.4 仕上げ面の变形係数と深さ (Dグループ, アスコン厚 30 cm)

している。これは試験時に舗装体の内部温度まで記録されており、温度効果についてより詳しい検討のために必要と予想されたためである。なおこの走行載荷時の値は1~5月の比較的低温のときの値であり、路面のタワミ性の概略検討には一様に使えると思われる。以下の整理には温度効果については検討しないでこの低温時の値を

用いている。

3.1 各層面の变形係数と深度について

表-4 から各層面の变形係数と舗装各層の仕上げ面の路面からの深さとの関係について、ベースコースを含めたアスコン厚さとサブベース材の組合わせで、次の4グループに分けてプロットしたものが図-4.1~図-4.4である。

- Aグループ：アスコン厚 18 cm, T₈, T₉, T₁₀, T₁₁, C₅ (静岡一期区間, 中央道終点)
- Bグループ：アスコン厚 24~27 cm, T₆, T₁₂, T₁₆, C₁, C₂, C₃, C₄ (中央道)
- Cグループ：アスコン厚 28~30 cm, セメントサブベース 17 cm, T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆ (京浜一期区間)
- Dグループ：アスコン厚 30 cm, セメントサブベース ≒ 19 cm, T₁₃₋₁, T₁₃₋₂, T₁₃₋₃, T₁₄, T₁₅, T₁₇ (静岡2期)

図によれば路面の变形係数はほぼどの地点も近似した値に集れんしているが、その中でも路床の变形係数が影響している。すなわち路床の弱いものは路床から路盤へ向かって急速に強度が増加しているのに対して、路床の強いものはその上昇の傾度がゆるい。前者の場合はいわば無駄のない断面であるともいえる。しかしいずれも路床の強さに並列して、路盤の強度が確保されている。

なおソイルセメント路盤およびアスファルトコンクリート路盤は、变形抵抗の増大に大きく寄与しているといえる。

3.2 路床の強さとサブベース層の強さ

図-5 はサブベース面載荷時の变形係数から、2層解(厳密解)により求めたサブベース層の強度(变形係数)を、路床仕上げ時の強度(变形係数)に対してプロットしたものである。図によれば、① セメントサブベースは養生日数(3日~7日)が短いにもかかわらず、かなり大きい強度を持っている。したがって路床に対する強度比は(E_{sb}/E_{sg})は大きくなる。一方粒度調整材などの未処理層は小さい。② 山砂利などの粒度調整材を用いたソイルセメント、および粒度調整の単体のサブベース層としての強さ(变形係数)は路床の強さに支配される。これは転圧時の基礎として路床があることから当然といえるが、路床の变形係数を $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 以上とすればその効果が大きくなる。

セメント処理した砂の場合はセメントの硬化によると思われるが、路床が弱くても層としての強度は大きい。したがってこの場合は路床に対する強度比は大きくなる。

3.2 タワミ試験より求めた路面への变形係数と路床の強さ

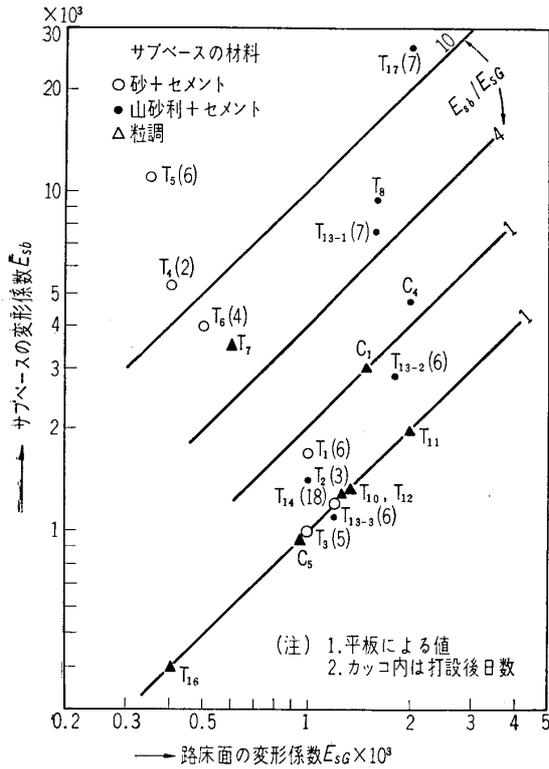


図-5 サブベース層の変形係数と路床面の変形係数

次に 図-6 は路床の強さ（平板載荷試験より求めた変形係数）と路面の変形係数（ベンゲルマンビームによるタワミ試験より求めた変形係数）をプロットしたものである。

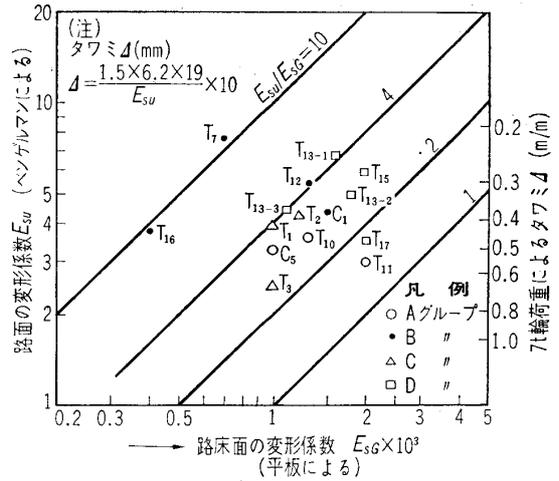


図-6 路面の変形係数（タワミ量）と路床面の変形係数

図-4 と同様路床の強さおよび路面の強さ共に T_{16} , T_7 と除けばかなりせまい範囲にある。路盤材、表層材によりわずかの差が生じたと思われるが、今後の追跡調査においてこのわずかな差がいかなる路面形態となって現われるか興味あるところである。路床と路面の強度比でみれば $E_{Su}/E_{Sc}=10$ 上の点を除いて、他は 1.5~4.0 にあるが 図-5 のセメントサブベースの場合も含めて、強度比の大きいことによる荷重分散力と、逆にそれによる舗装の曲げ応力の発生など今後の検討が必要であろう。
(原稿受理 1971.4.30)

日本工学会 第 30 回見学会の催し

日本工学会主催で、下記により見学会を催します。この見学会はさん下各学協会 所属 会員の方々に気楽に見学していただくのを目標としています。ふるってご参加下さい。

記

日時 9月22日(水) 14:00~16:30

見学先 東京都立工業技術センター(北区稲付井頭)

このセンターは東京都の各種工業施設を統合して、昨年新設された試験研究機関で、技術指導も行ない次の10部にわかれています……。機械、機械加工、金属、光音、電子、電気機器、計測制御、有機化学、無機化学、工芸。

順路 国電十条または王子駅から赤羽西口行か志村高校行バスに乗り西ヶ岡1丁目下車(玄関前です)。

定員 60名とし定員内先着順に参加証をお届けします。

集合 当日 13:50 同センター玄関前に集合のこと。

申込期限 9月12日 はがきに第30回見学会申込と書き、住所、氏名、所属学会、勤務先を記入し、日本工学会(東京都港区芝罘平町35日本造船学会内)電話(502)2049 あて申込むこと。