

# 舗装道路々床のサクシヨンの実態調査とそれにもとづく サクシヨンの道路環境との関係

正 員 森

麟\*

## MEASUREMENT OF SUCTION AT SUBGRADE UNDER THE PAVEMENT AND INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SUCTION AND SURROUNDING CONDITIONS OF ROAD

By Dr.Eng., Akira Mori, C.E. Member

**Synopsis:** This paper describes that the results of measurement of the suction at subgrade under the pavement have reached equilibrium condition in Tokyo and also describes about the investigation on the relationships between equilibrium suction and road circumstance. Plots of subgrade suction versus ground water level were shown relative by large fluctuation, but the following relations have been found regarding the minimum suction at various height from ground water level.

In case of ground water level is shallower than 1.5 m

$$S = -\frac{r_w h}{1.5} \quad \text{g/cm}^2$$

In case of ground water level is deeper than 1.5 m

$$S = -100 \quad \text{g/cm}^2$$

No relationships between subgrade suction and other road conditions have been found

**要 旨** この研究は東京付近における舗装後平衡状態に到達した路床のサクシヨンの大きさの実態調査と、この調査結果にもとづいて平衡状態のサクシヨンの道路環境がどのような関係にあるものかを調べたものである。地下水位と路床のサクシヨンの関係はかなりのバラッキがあるが各地下水位に対応する最小のサクシオンについて取扱うと次のような関係が見出された。

$$\text{路床よりの地下水位が } 1.5\text{m 以内の場合} \quad S = -\frac{r_w h}{1.5} \quad (\text{g/cm}^2)$$

$$\text{路床よりの地下水位が } 1.5\text{m 以上の場合} \quad S = -100 \quad (\text{g/cm}^2)$$

地下水位以外の道路環境についてはサクシオンとの間に関係を見出すことはできなかつた。

### 1. 緒 言

舗装厚算定の基本になる路床支持力は舗装後平衡状態に到達した路床のものをとるのが最も合理的である。含水量は支持力に最も影響力が大きいので、路床含水量が舗装後変化をしてどのような状態に落ち着くかということをつまららかにすることは路床の設計支持力を決定するための基本問題である。平衡状態になつたときの路床含水量は土質によつて異なるのは当然であるから含水量そのものでは一般性がない。このためにここでは土の含水状態に深い関係のあるサクシオンによつて表現することにした<sup>1)</sup>。

サクシオンは Croney, D.<sup>2)</sup> によつて次のように定義されている。

$$S = u - \alpha P \dots \dots \dots (1)$$

ここに  $S$ : サクシオン ( $\text{g/cm}^2$ ),  $u$ : 土中の毛管水の負圧 ( $\text{g/cm}^2$ ),  $P$ : 鉛直圧力 ( $\text{g/cm}^2$ ),

$\alpha$ : 鉛直圧力が毛管水に伝達される比率

舗装後時間が十分に経過した路床の毛管水の負圧は舗装が完全に無限大の巾があつて路面よりの水分の蒸発、浸透がなく、かつ路床中の温度が一定の場合には次式で与えられる完全な平衡状態になる。

$$u = -hr_w \dots \dots \dots (2)$$

ここに  $h$ : 路床中の任意の点と地下水面との垂直距離

従つてサクシオンは式 (1) より

$$S = u - \alpha P = -hr_w - \alpha P \dots \dots \dots (3)$$

となる。しかし実際の路床では舗装巾が限定されており、路肩等よりの水分の蒸発、浸透がありまた路床中の温

\* 工学博士, 早稲田大学助教授, 理工学部土木工学科

度勾配のため路床のサクシオンは式(3)のような完全な平衡状態になり得ないので、道路環境に応じた平衡状態のサクシオンになるものと考えられる。このような平衡状態のサクシオンを東京付近における舗装後1年以上経過した路床において測定し、その道路環境との関係を調査してみた。これは舗装しようとする道路の環境より、舗装後にその路床が到達すると思われる平衡状態のサクシオンを推定して、設計支持力を算定するときの路床の含水状態を見出すためである。

2. テンシヨメーターによる路床のサクシオンの測定結果

テンシヨメーターによる路床のサクシオンの測定結果についてはすでに報告<sup>3)</sup>したあるのでその概要について述べると次の通りである。テンシヨメーターを舗装を除去した路床中に埋込み30分~1時間放置してメーター指針がほぼ安定したときの読みからサクシオンを求めた。テンシヨメーターを直接路床に埋込むことが制約される場合には路床から土を掘り取って鉄製ピーカーの中に締固め、この中にテンシヨメーターをそう入して測定した。測定箇所は30箇所それぞれ路床についてサクシオン、含水比、道路環境(舗装幅、舗装の種類、地下水位)、および土質について調査した。

テンシヨメーターを路床に直接埋込んでサクシオンを測定する場合にはテンシヨメーターのカップのまわりの土を乱すので長時間経過しなければ乱れない路床のサクシオンにならないが、ここでは30分~1時間程度であるので乱れた路床のサクシオンを示すことが多い。このためピーカー中に土を締固めてこの中にテンシヨメーターをそう入して測定したサクシオンの値とほとんど等しかつた。

それゆえ、テンシヨメーターで測定したサクシオンは大体乱れた路床の値ということになる。その後図-2に示した迅速測定式のサクシオンプレート装置を作製したので乱されない路床上のサクシオンとテンシヨメーターで測定した乱した土のサクシオンを比較してみた。この結果は図-1に示すとおりである。

この図によるとテンシヨメーターによるサクシオンの値が-100 g/cm<sup>2</sup>以上の場合には土の乱され方とつめ込み方によつて迅速測定式のサクシオンプレート法の値より大きい場合と小さい場合があり誤差は最大30%、多くは10%程度である。しかしテンシヨメーターによるサクシオンの値が-100 g/cm<sup>2</sup>以下、特に0付近の場合にはいずれも乱さない土の値より小さくかつ誤差としては非常に大きい。それゆえ、ここではサクシオンが-100 g/cm<sup>2</sup>以上の場合のみを資料として使用する。サクシオンが-100 g/cm<sup>2</sup>以上の場合には30箇所のうちの17箇所であるがこれらの路床のサクシオン、含水比、道路環境および土質について示すと表-1の通りである。

図-1 テンシヨメーターと迅速測定式サクシオンプレートによるサクシオン測定値の比較

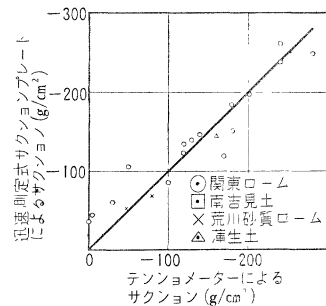


表-1

測定番号	場所	土質	舗装巾員(m)	舗装の種類	地下水位(m)	液性限界LL(%)	塑性限界PL(%)	塑性指数PI	路床含水比(%)	サクシオン(g/cm <sup>2</sup> )
1	池袋4丁目	黒褐色関東ローム	5	アスファルト(簡易舗装)	5	82.9	67.9	15.0	18.1	-400
2	渋谷羽沢町	砂質土	10	同上	4	63.8	58.0	5.8	56.0	-330
3	池袋4丁目	関東ローム	5	同上	5	145.0	108.5	36.5	105.8	-290
4	同上	同上	5	同上	5	148.4	108.4	40.0	105.0	-290
5	西巣鴨	砂混り関東ローム	12	同上	>3	76.2	60.2	16.0	63.0	-280
6	足立北堀内	砂混り粘土	10	同上	1.5	46.0	24.6	21.4	24.5	-280
7	新宿戸山町	黒褐色関東ローム	6	同上	>3	71.2	56.7	14.5	52.6	-240
8	豊島千早町	関東ローム	15	コンクリート	>4	134.9	111.4	23.5	108.0	-200
9	千駄ヶ谷	同上	20	同上	>4	161.0	115.9	45.1	139.0	-180
10	明治学院前	同上	20	同上	>4	88.6	68.9	19.7	68.6	-180
11	新宿戸山町	黒褐色関東ローム	6	アスファルト(簡易舗装)	>4	85.9	67.1	18.8	65.4	-150
12	深川三好町	砂質土	10	同上	1.5	39.3	31.3	8.0	31.0	-140
13	新宿角筈	黒褐色関東ローム	20	コンクリート	>3	100.7	76.4	24.3	79.0	-140
14	赤羽町	関東ローム	10	アスファルト(簡易舗装)	5	158.2	115.7	42.5	126.3	-130
15	港区日吉町	同上	15	コンクリート	>3	89.8	69.3	20.5	64.7	-130
16	西大久保	関東ローム	20	コンクリート	>3	134.1	110.8	23.3	123.0	-110
17	西巣鴨	砂混り関東ローム	12	アスファルト(簡易舗装)	>3	51.0	34.0	17.0	35.6	-110

### 3. 迅速測定式サクシヨンのプレート法による路床のサクシヨンの測定結果

前節に述べたようにテンシヨメーターによる路床サクシヨンの測定値は路床土が乱れ実際の路床状態のサクシヨンの値とかなりの誤差を生ずることもあるので、昭和31年以後は図-2に示した迅速測定式のサクシヨンのプレート法によつて乱さない路床土のサクシヨンを測定した。

測定順序はまず右側マノメーターの目盛を0になるようにしておいて、ガラスフィルターの上に供試体をのせる。この場合供試体の間げき水圧は負圧であり、フィルター中の水の圧力は0であるので、供試体は水をフィルターをとおして吸収する。従つてガラス管内のメニスカスは左方に移動する。次に真空ポンプを操作してメニスカス右側の空気圧を下げて行く。このとき空気圧とメニスカス内側の水圧とは等しくまたメニスカス内側の水圧とフィルター内の水圧とは同一レベルであるので等しい。それゆゑメニスカス外側の空気圧とフィルター内の水圧は常に等しいことになる。真空ポンプの操作により空気圧が毛管水の負圧と等しくなつたときメニスカスの移動は停止する。このときメニスカスを測定を開始したときの位置に停止するようにする。これは供試体の含水量を測定前と同一に保つためである。メニスカスが停止したときの空気圧をマノメーターで読めば、これが供試体の負圧である。この場合供試体は小さく自重が無視できるので式(1)の $\alpha P$ の項は0になり、供試体の負圧はそのままサクシヨンの値になる。

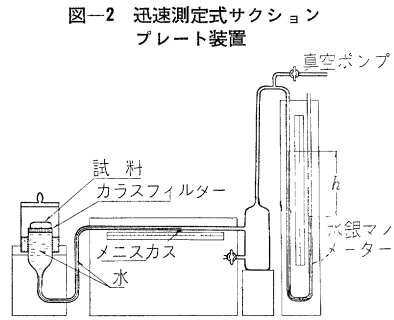


図-2 迅速測定式サクシヨンのプレート装置

この測定方法に必要な土は約100g程度であるので舗装下の路床土を乱さずに切り取り、含水量が変わらないように包装して実験室に運び、この試料からナイフで直径4cmくらい、厚さ1cm程度の円板状に成形したものについて測定した。試料を採取する箇所は、テンシヨメーターの場合と同様にクラックの少ない舗装縁部より1.5m以上内側の所で舗装をわざわざ切り取つて試料を採取した場合とガス、水道工事等のために舗装を除去した直後に採取したことがある。試料の採取深度は路面下約20~50cmである。また測定時期は各年とも11月より2月までの間に実施した。

調査した道路々床のサクシヨンの値および道路環境および土質の概要は表-2に示す通りである。なおこれらの表中にある地下水位は付近の井戸または工事現場の水位より推定した試料採取点までの高さである。

### 4. 道路環境とサクシヨンの関係

表-1,2のサクシヨンの値が道路環境（舗装巾、舗装の種類、排水状態、気温、降水量、土質等）とどのような関係があるかを調査してみた。

#### (1) 地下水位とサクシヨンの関係

舗装道路々床の完全な平衡状態のサクシヨンの値は式(3)で与えられている次の

$$S = -\gamma_w h - \alpha P$$

であり一般の路床では $\alpha P$ の項は比較的小さいので完全な平衡状態のサクシヨンの値は大体地下水面からの高さ $h$ に比例することになる。実際の路床は種々の作用によつて完全な平衡状態には到達できず道路環境等に応じた平衡状態になるのであるが、この状態のサクシヨンの値は地下水面からの高さにどの程度の関係があるものかを調査するために表-1,2より地下水位とサクシヨンをプロットしたものが図-3である。

この図によると全般的傾向としては地下水位が深くなるほど路床の平衡状態のサクシヨンの値は大きくなる。しかしおのおのの地下水位の深さにおけるサクシヨンの大きさにはバラツキが多い。

このサクシヨンのバラツキの原因としては、地下水位以外の道路環境の差によることも考えられるが、道路環境のどの要素に大きな関係があるものかは明らかでない。おのおのの地下水位の深

図-3 舗装道路々床のサクシヨンの値と地下水位との関係

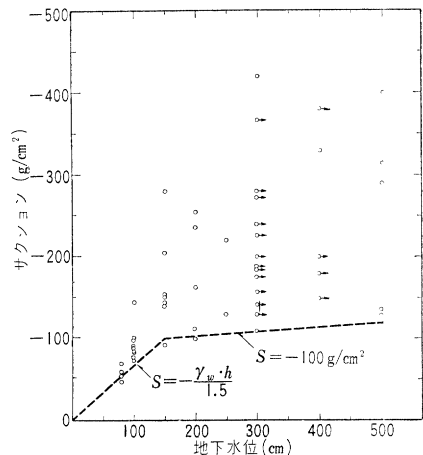


表-2

測定番号	場 所	土 質	舗装 巾員 (m)	舗 装 の 種 類	地下水位 (m)	液性限界 LL (%)	塑性限界 PL (%)	塑性指数 PI	路 床 含水比 (%)	サクシ ョン (g/cm <sup>2</sup> )
1	日比谷公園横	砂 混 り 粘 土	30	アスファルト (コンクリートヘース)	0.8	62.0	40.4	21.6	50.6	-57
2	同 上	同 上	30	同 上	0.8	56.2	35.6	20.6	40.3	-68
3	神 田 橋	同 上	20	同 上	2	47.5	36.0	11.5	34.6	-100
4	西 大 久 保	関 東 ロ ー ム	15	アスファルト (簡易舗装)	3	134.2	91.2	43.0	88.6	-420
5	戸 塚 1 丁 目	—	6	同 上	0.8	47.7	29.8	17.9	35.7	-45
6	池 袋 1 丁 目	—	5	同 上	1	60.7	45.0	15.7	46.0	-100
7	鶴 巻 町	砂 質 土	15	コンクリート	0.8	42.0	32.4	9.6	38.1	-53
8	本 郷 3 丁 目	—	25	アスファルト (コンクリートヘース)	3	55.0	42.2	12.8	40.1	-430
9	駒 込 千 駄 木 町	黒褐色関東ローム	6	アスファルト (簡易舗装)	>3	98.3	74.6	23.7	71.7	-272
10	宮 坂 2 丁 目	関 東 ロ ー ム	25	石 塊	2.5	123.8	83.9	39.9	85.0	-220
11	阿 佐 ヶ 谷 電 停 前	同 上	20	コンクリート	1	151.2	104.5	46.7	123.0	-86
12	天 沼 2 丁 目	砂混り関東ローム	6	アスファルト (簡易舗装)	1	135.0	101.0	34.0	111.0	-99
13	神 楽 坂	関 東 ロ ー ム	6	アスファルト	>3	121.2	83.2	38.0	96.9	-140
14	板 橋 町	砂 利 混 り 砂	15	アスファルト (簡易舗装)	1.5	—	—	—	—	-91
15	戸 塚 1 丁 目	関 東 ロ ー ム	6	石 塊	>3	165.0	104.0	61.0	111.8	-108
16	大塚駅ガード下	粘 土	15	アスファルト	1	94.5	43.9	50.6	60.6	-72
17	下落合3丁目	関 東 ロ ー ム	15	アスファルト	2.5	—	—	—	—	-129
18	新 宿 5 丁 目	—	20	コンクリート	1.5	86.2	63.2	23.0	70.4	-152
19	豊 沢 3 丁 目	関 東 ロ ー ム	7	アスファルト (簡易舗装)	>3	130	100	30.0	110.3	-200
20	同 上	黒色関東ローム	7	同 上	>3	79.0	62.1	16.9	61.1	-185
21	入 新 井 4 丁 目	—	15	同 上	1.5	58.0	38.8	19.2	38.2	-204
22	馬 込 東 2 丁 目	—	5	同 上	1	117	79.8	37.2	86.6	-83
23	同 上	—	5	同 上	1	100.7	62.4	38.3	85.2	-83
24	同 上	—	5	同 上	1	106.5	73.7	32.8	88.6	-88
25	和 田 倉 門	砂 質 土	30	石 塊	—	—	—	—	—	-91
26	木 場 3 丁 目	同 上	15	同 上	1	35.4	21.4	14.0	23.0	-143
27	大 手 町	同 上	30	アスファルト (コンクリートヘース)	2	35.5	24.0	11.5	22.1	-235
28	永 代 橋 際	同 上	20	石 塊	1	33.8	28.9	4.9	28.9	-75
29	ワシントンハイソ前	黒色関東ローム	7	アスファルト (簡易舗装)	2	85.3	64.9	20.4	70.6	-111
30	戸 塚 2 丁 目	関 東 ロ ー ム	15	コンクリート	>3	115.0	84.8	30.2	94.2	-187
31	新 宿 諏 訪 町	同 上	15	同 上	>3	139.0	89.7	49.3	97.0	-172.3
32	王子区役所際	砂 質 粘 土	10	アスファルト (簡易舗装)	>3	65.5	34.3	31.2	41.0	-129
33	渋谷向山町	関 東 ロ ー ム	7	アスファルト (簡易舗装)	5	171.2	134.6	36.6	131.2	-313
34	渋谷金玉町	同 上	10	アスファルト コンクリート	2	175.0	107.0	68.0	120.2	-163
35	練 馬 区 中 村	同 上	5	アスファルト (簡易舗装)	1.5	164.0	104.0	60.0	120.0	-150
36	東京女子大際	黒色関東ローム	4	同 上	>4	90.2	70.4	19.8	61.0	-379
37	三 鷹 弁 礼	関 東 ロ ー ム	7	同 上	—	136.7	107.6	29.1	119.6	-137
38	同 上	同 上	7	同 上	—	120.3	98.5	21.8	114.5	-121
39	新 宿 荒 木 町	黒色関東ローム	6	同 上	>3	92.8	73.3	19.5	71.9	-279
40	同 上	同 上	6	同 上	>3	94.0	71.6	22.4	74.5	-183
41	板 橋 志 村	同 上	7	同 上	>3	79.3	63.6	15.7	62.5	-367
42	志 村 前 野 町	関 東 ロ ー ム	10	同 上	2	127.7	100.4	27.3	109.0	-253
43	練 馬 区 役 所 裏	黒色関東ローム	6	同 上	—	—	90.8	—	92.5	-156
44	練 馬 区 中 村	黒 色 粘 土	7	同 上	1.5	101.6	79.9	21.7	91.6	-142
45	練 馬 区 貫 井 町	関 東 ロ ー ム	6	同 上	5	149.0	96.6	52.4	114.7	-136
46	石 神 井	黒色関東ローム	6	アスファルト マカダム	>3	81.0	61.4	19.6	60.7	-227
47	同 上	関 東 ロ ー ム	6	同 上	>3	107.3	74.0	33.3	80.0	-157
48	東 大 泉	同 上	6	アスファルト (簡易舗装)	—	136.9	84.8	52.1	94.0	-169

さにおける最低のサクシヨンを問題とすれば 図-3 の点線が示すように地下水位の深さが 1.5 m 以上ある場合には地下水位には無関係にサクシヨン  $S$  は大体  $-100 \text{ g/cm}^2$  になっている。

$$S \approx -100 \text{ (g/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (4)$$

地下水位の深さが 1.5m 以内の場合にはサクシヨンは地下水位の深さに大体比例したのになり次式で表わすことができる。

$$S = -r_w \cdot h / 1.5 \text{ (g/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (5)$$

ここに  $r_w$  : 水の単位体積重量 ( $\text{g/cm}^3$ ),  $h$  : 地下水位の深さ (cm)

(2) 地下水位以外の道路環境とサクシヨンの関係

地下水位以外の道路環境としては舗装巾, 舗装の種類, 排水状態, 気温, 降水量, 土質等が考えられる。

表-1.2 はすべて東京付近の調査結果であるので, 気温, 降水量は同一とみなせるのでこれらのものとサクシヨンの関係を求めることはできない。舗装巾, 舗装の種類とサクシヨンの関係は 表-1, 2 の資料からでは全然見出すことはできなかつた。また排水状態 (路面, 路肩の側溝等よりの水分の浸透蒸発) は路床のサクシヨンにかなりの影響が考えられるが, この排水状態は調査困難のため資料が得られず両者の関係は明らかになつていない。

この他路床の土質とサクシヨンの関係を求めるためにほぼ同一の地下水位を持つ場合の土の塑性指数 P.I. とサクシヨンについて調査したが両者の間には全く関連性を見出すことはできなかつた。

5. 路床の深さ方向のサクシヨンの変化

前節までに述べたことは路床面下 10~50 cm の深さのサクシヨンについてのものであるので, 深さ方向にはサクシヨンがどのような変化があるのかを実際の路床について調査してみた。

調査箇所は 表-2 の測定番号 33 (渋谷向山町) 35 (練馬中村町) 45 (練馬貫井町) の 3 箇所である。

(1) 渋谷向山町における測定結果

東京山手の関東ローム層を路床とするアスファルト舗装道路で道路断面および各深さにおけるサクシヨンの測定結果は 図-4 に示す通りである。なお, 地下水位は付近の井戸より推定したものである。

路床の各深さにおけるサクシヨンは完全な平衡状態のサクシヨンに近似な  $S = -r_w \cdot h$  (これは (2), (3) 式の  $\alpha P$  の項を無視したもの) と比較するとかなり小さいが, 路床面より深くなるほどサクシヨンは小さくなる傾向を明らかに示している。

(2) 練馬中村町における測定結果

湿地を関東ローム等で埋立てた盛土のアスファルト舗装道路で道路および各深さにおけるサクシヨンの測定結果は 図-5 に示すとおりである。なお地下水位は路床を掘り下げた際に見出すことができた。

この場合の路床の各深さにおけるサクシヨンは  $S = -r_w \cdot h$  によつて与えられるサクシヨンに非常に接近して完全な平衡状態にある程度近いといふことができる。

(3) 練馬区貫井町における測定結果

関東ローム地山を路床とするアスファルト道路で道路断面および各深さにおけるサクシヨンの測定結果は 図-6 に示すとおりである。

この図によると路床の各深さにおけるサクシヨンは完全な平衡状態のサクシヨンに近似的な  $S = -r_w \cdot h$  の線からかなりずれている。また路床面のサクシヨンより約 50 cm 下のサクシヨンの方が大きくなつているが, 傾向的には路床面より深くなるほどサクシヨンの値は小さくなつている。

以上の 3 箇所における路床の深さ方向のサクシヨンの変化をみると, 一般にサクシヨンは路床面より深くなるほど小さくなる。また地下水面に近くなるほど  $S = -r_w \cdot h$  によつて与えられるサクシヨンからの偏差が少なくなるようである。いいかえれば路床面に近くなるほど  $S = -r_w \cdot h$  の線に対する偏差が大きくなる。これは路床面に近いほど路肩等よりの水分の浸透, 蒸

図-4 渋谷正向山町における路床の各深さのサクシヨン

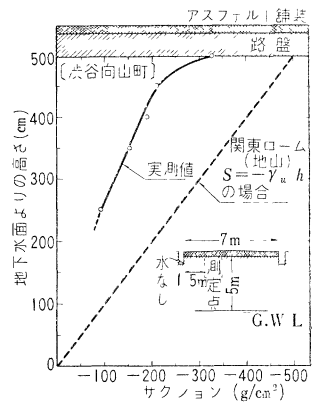
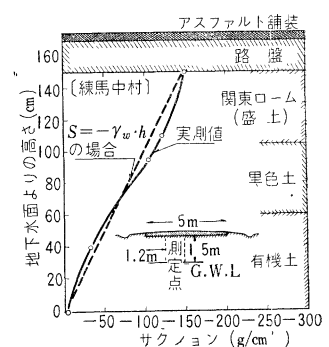
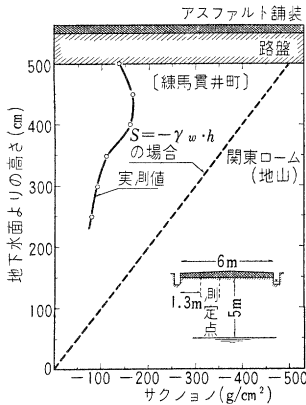


図-5 練馬正中村町における路床の各深さのサクシヨン



図一〇 練馬区貫井町における路床の各深さのサクシオン



いてもサクシオンの大きさは相当なバラツキがあるので、現状では最もサクシオンの小さい場合について取扱つた方が妥当であると考えられる。従つて図一三において最小のサクシオンを結んだ2本の直線によつて地下水位から平衡状態のサクシオンの大きさを推定する。

すなわち、地下水位が 1.5m以上ある場合はサクシオンの大きさをすべて  $-100 \text{ g/cm}^2$  とする。

また地下水位が 1.5m以下の場合には式 (5) の

$$S = -r_w \cdot h / 1.5 \quad (\text{g/cm}^2)$$

で与えられる大きさのサクシオンとする。

従つて平衡状態に到達したときの路床の含水量としては以上にのべたサクシオンに対応するものになる。

## 7. 結 語

この研究では東京付近の平衡状態に到達した舗装道路々床のサクシオンの実態を調査し、道路環境との関係を求めたが地下水位との間にかなりのバラツキがあるが一応の傾向を見出すことができた。各地下水位に対応する最低のサクシオンについて取扱えば式 (4) および式 (5) において示したような関係になることを示した。この式 (4) および式 (5) から舗装すべき道路々床の地下水位を知ればその路床が到達する最低のサクシオンの値を求めることができる。これは今まで単なる推定にとどまっていた舗装後の路床の平衡状態の含水量をかなり明示できるようになったことを意味している。しかし図一三に示したサクシオンと地下水位とに関してプロットした点のバラツキは平衡状態のサクシオンが地下水位以外の道路環境に影響されることを物語るものである。それゆえ今後の研究によつて地下水位以外の道路環境をパラメーターとしたサクシオンと地下水位の関係を求めてさらに平衡状態のサクシオンの値を適確に推定できるようにしたい。

本研究は舗装道路々床のサクシオンの測定に多大の御協力を下さつた東京都建設局の片野 洋、秋山勇次郎、坂本雅男の3氏および卒論として調査を担当した林 正則、柴 鉄也、加藤 誠、佐鳥悦久、鈴木英男、市村 寛の諸氏に負うところ大である。ここに厚く謝意を表する。

## 参 考 文 献

- 1) Road Research Laboratory : Soil Mechanics for Road Engineers ; p. 298 ; 等
- 2) Croney, Black : Pore Water Pressure and Moisture Content Studies under Experimental Pavements ; Proc. 4 th. Int. Conf. Soil Mech. Mech. (1957) II. p. 94
- 3) 森 麟 : 舗装道路々床のサクシオンと含水量の実態調査 ; 「土と基礎」 15, June 1956 p. 28

(原稿受付・昭. 34. 11. 4)