

日本大学・大学院 学生会員 ○ 藤 田 昭
日本大学理工学部 正 会 員 三 浦 裕 二

1. まえはき

土はそれを取りまく自然環境の影響をたえず受けている。特に、含水状態によって変動する路床土（不飽和土）の支持力は、自然環境に支配されていると考えられる。したがって、路床土の支持力に影響を及ぼす自然環境条件の因子を把握し、定量化することは、舗装設計において考慮されるべき重要な問題である。

そこで本研究は、道路を取りまくさまざまな自然環境の中で、気象因子と路床土の内部因子とを取り上げ、経時的観測のもとで、各々の変動と相互関係について確率・統計的に検討を加えた。また、路床土の支持力評価としてCBR試験を行ない、支持力の変動を調査し、気象因子および路床土の内部因子との相互関係についても検討を加えた。

2. 調査概要

気象因子（weather factor）および内部因子（under-ground factor）の測定は、日本大学理工学部習志野校舎内交通総合試験路（路肩部）とその近隣地で行なった。

気象因子としては、日照時間(N)、大気温度(TA)、湿度(H)、降雨量(R)、蒸発量(E)、内部因子としては、含水比(W)、地中温度(T_{50} 、 T_{100})そして土中サワシオン（以後単にサワシオンという：S）を取り上げた。特にサワシオンの測定は、深さ別（地表面下50cm、100cm： S_{50} 、 S_{100} ）に埋設したテンシオメータ（tensio meter）によって行なった。また、CBR試験はサワシオン観測地点（地表面下50cm）より採取した試料により月3回（上、中、下旬）、JIS A 1211、アスファルト舗装要綱に準じて行なった。なお、調査対象とする路床土は関東ロームであり、物理的性質を表-1に示す。

3. 調査結果と考察

本研究における調査の解析は、測定データを基礎として確率・統計的取り扱いを行なった。数値解析のフローチャートおよび統計的手法を図-1ならびに表-2に示す（この手順に従った解析結果を報告する）。

3-1 自然環境因子とサワシオンとの関係

路床土の状態は、自然環境因子によって複雑に影響を受けているようで、その影響を特に、土の含水状態と関係の深いサワシオンによって把握することを試みた。

図-2は自然環境因子、サワシオン（およびCBR）の経時変化（月平均）を示したものである。

相関分析の結果、サワシオンは日照時間、蒸発量に対し単純相関関係な、また、各深さにおける地中温度に対し二次の曲線相関関係（図-3）に認められた。

表-1 関東ロームの物理的性質（試験結果）

粘 土 特 性				コンシステンシー特性			比 重
レキ分	砂分	シルト分	粘土分	液性限界	塑性限界	塑性指数	
0 %	7.0 %	70.5 %	14.5 %	172.6 %	92.3 %	77.4 %	2.060

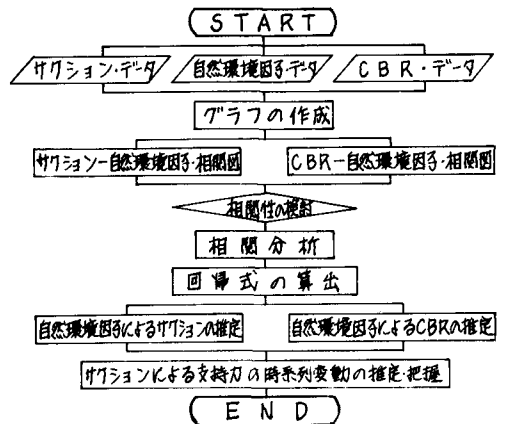


図-1 数値解析のフローチャート

表-2 統計的手法（分析の種類・手順）

種類	分析の手順	種類	分析の手順
単純相関分析	1) 単純相関係数rの算出	連相関分析	1) 連相関係数rの算出
	2) 単純相関係数rの有意検定		2) 回帰線の推定
	有意水準5、1%のF分布検定		3) 推定の標準誤差S.E.の算出
直回分析	3) 回帰直線の推定	回帰分析	1) 回帰性の有意検定
	4) 推定の標準誤差S.E.の算出		有意水準5、1%のF分布検定
直回線分析	1) 回帰曲線の推定		2) 回帰線の推定
相関分析	2) 推定の標準誤差S.E.の算出		3) 推定の標準誤差S.E.の算出

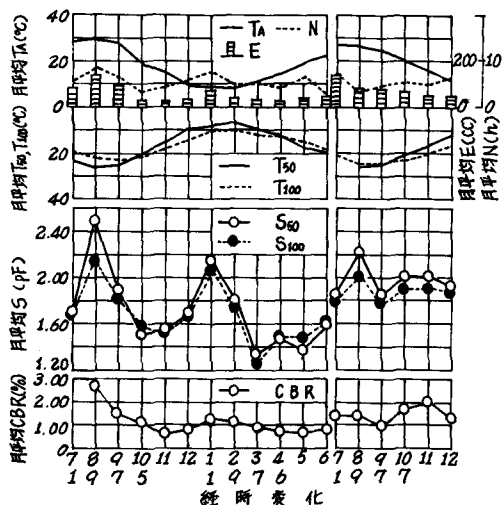


図-2 自然環境因子、サワシヨンの経時変化

さらに、重回相関分析においては、単純および曲線相関分析で強い相関性を示した日照時間、蒸発量等らびに地中温度との組合せにおいて高い有意性認められた。(表-3において中、下段は、温度に関してそれぞれ正、負相関部分の解析結果である。なお、年間変動において、5~10月までが正、11~4月までが負相関部分とした。) このように、サワシヨンは土中水の上方への移動に支配されているようである。

3-2 自然環境因子とCBRとの関係

CBRの経時変化は図-2に示すとおり、サワシヨンの経時変化と比較的に似通った変動をしている。相関分析の結果においても、サワシヨンを支配する因子等らびに含水比との組合せにおいて有意性認められた。特に、地中温度に関してはサワシヨンと同様、15℃付近に最小値を持つ二次の回帰曲線で示されるようであり、設計に当たっては、この温度の時期を十分考慮する必要があると思われる。

3-3 CBRとサワシヨンとの関係

CBRとサワシヨンは、上述したように共通の因子によって大きく支配されている。そこで、CBRとサワシヨンとの相関性について検討を試みた。その結果、図-4に示されるような回帰直線が推定され、単純相関関係認められた。

4. 結論

日照時間、蒸発量、地中温度などの自然環境因子はサワシヨンを支配し、同時にCBR値や路床土の支持力にも影響を及ぼしていることが明らかにされた。このことから、土質などの条件が固定されれば自然環境因子からサワシヨンの推定が、またさらに、支持力の時系列変動の推定が可能であろう。

5. あとがき

土のステイフネスはサワシヨンに依存することは既に、Richardsらによって報告されている。今後、サワシヨン条件下での繰返し載荷試験を行ない、変形係数、サワシヨンと自然環境因子との関係を明らかにしていきたい。

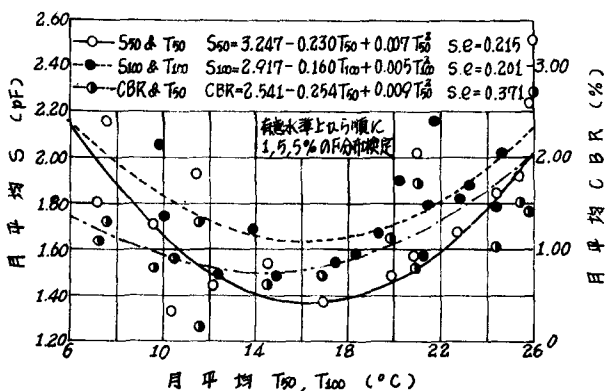


図-3 曲線(二次)相関分析結果

表-3 重回相関分析結果 (α:有意水準(%))

入力因子				Y = a + bX ₁ + cX ₂ + dX ₃		相関係数	標準誤差	検定			
Y	X ₁	X ₂	X ₃	a	b	c	d	r	S.E	n	α
S ₅₀	E	N	T ₅₀	1.736	0.012	-0.045	-0.027	0.864	0.165	17	1
				1.404	0.011	-0.057	-0.007	0.933	0.134	9	1
				0.959	0.018	-0.016	0.010	0.881	0.137	8	1
S ₁₀₀	E	N	T ₁₀₀	1.157	0.009	0.024	0.048	0.719	0.160	18	1
				0.820	0.003	0.007	0.031	0.910	0.088	10	1
				0.808	0.013	0.019	0.017	0.852	0.135	8	5
C	E	N	T ₅₀	0.262	0.011	0.057	-0.011	0.812	0.322	16	1
				1.055	0.015	0.044	-0.050	0.886	0.248	8	5
				0.616	0.040	-0.303	0.030	0.924	0.168	8	1
B	E	W	T ₅₀	2.502	0.011	-0.615	-0.009	0.821	0.315	16	1
				10.329	0.005	-0.057	-0.106	0.923	0.240	8	1
				-8.651	0.030	0.056	0.134	0.952	0.134	8	1

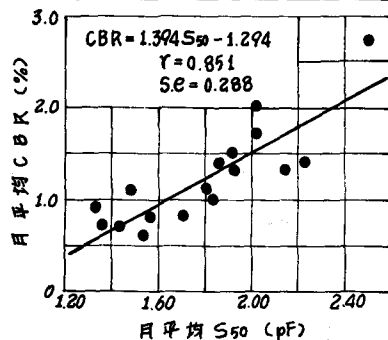


図-4 月平均CBRとS50との関係