

舗装設計の合理化の方向

名古屋大学工学部 正員 植下 協

名古屋大学大学院 学生員 〇坪 井 英 夫

1. ま え が き

舗装構造の設計法は、経験的なもの、理論的なもの、両者を適当にくみあわせたものなどいろいろあり、様々な提案がなされてきている。だがそれらの方法も実際の使用性に対してまだ数々の問題が残されている。これらの問題に対して個々に取り上げて、議論することも必要であるが、実際の使用性を考えた場合、包括的に処理し、合理的に科学的に設計していくことが重要である。1972年9月にロンドンで開催された第3回国際舗装構造設計会議の設計理論の一般報告者である Monismith²⁾ も舗装の使用性などの問題に対して、システム化への指針を示している。また、舗装構造設計のシステムに導入すべき個々の分野での研究を集大成する意味でシステム形成は有効な手段である。よって本報文はこれらの考え方に相応して、最近の舗装設計理論を紹介するとともに、わが国の実情にあった舗装設計システムの一つの概念図を考察したものである。

2. 舗 装 設 計 の シ ス テ ム

図-1は舗装設計のシステムを概略的に図示したものである。インプット要素となる環境条件、交通条件などは、路線の選択段階とも関連し路線選定サブシステムのアウトプットに左右される。このようにシステムを構成する要素は多岐にわたっている。

以下システムを構成する各要素について既述した意図にそって考察してみる。

2-1 入 力 要 素

これらについては環境条件、交通条件、構造条件、材料条件、経済条件、施工条件などがある。

(1) 環境条件

これの中に含まれる温度については、舗装体内の季節的、時間的、深度的分布を過去の計測資料と気象条件から推定することができる。また、土中含水量については、植下がわが国の舗装に対して提案した、幅員、気象、地下水位、地質状態を考慮した推定法がある。

(2) 交通条件

これについては、AASHO道路試験を参考にした竹下⁵⁾の提案ならびに小林⁶⁾の提案がある。また理論解析の場合には、輪荷重の位置、速度も考慮されるべきであろう。

(3) 構造条件

舗装の種類を使用材料の入手の難易、施工法、経費、耐力、耐久力に応じて選択する。

(4) 材料条件

材料のもつ各種の力学的性質（たとえば、弾性係数、ポアソン比、強度定数など）を知る必要がある。これらの力学的定数は諸条件（温度、載荷速度）によって変化する。弾性係数については、CBR試験、三軸試験、平板載荷試験などから求められているが、前述の(1)(2)(3)の諸条件に対応した弾性係数を考えることが大切である。

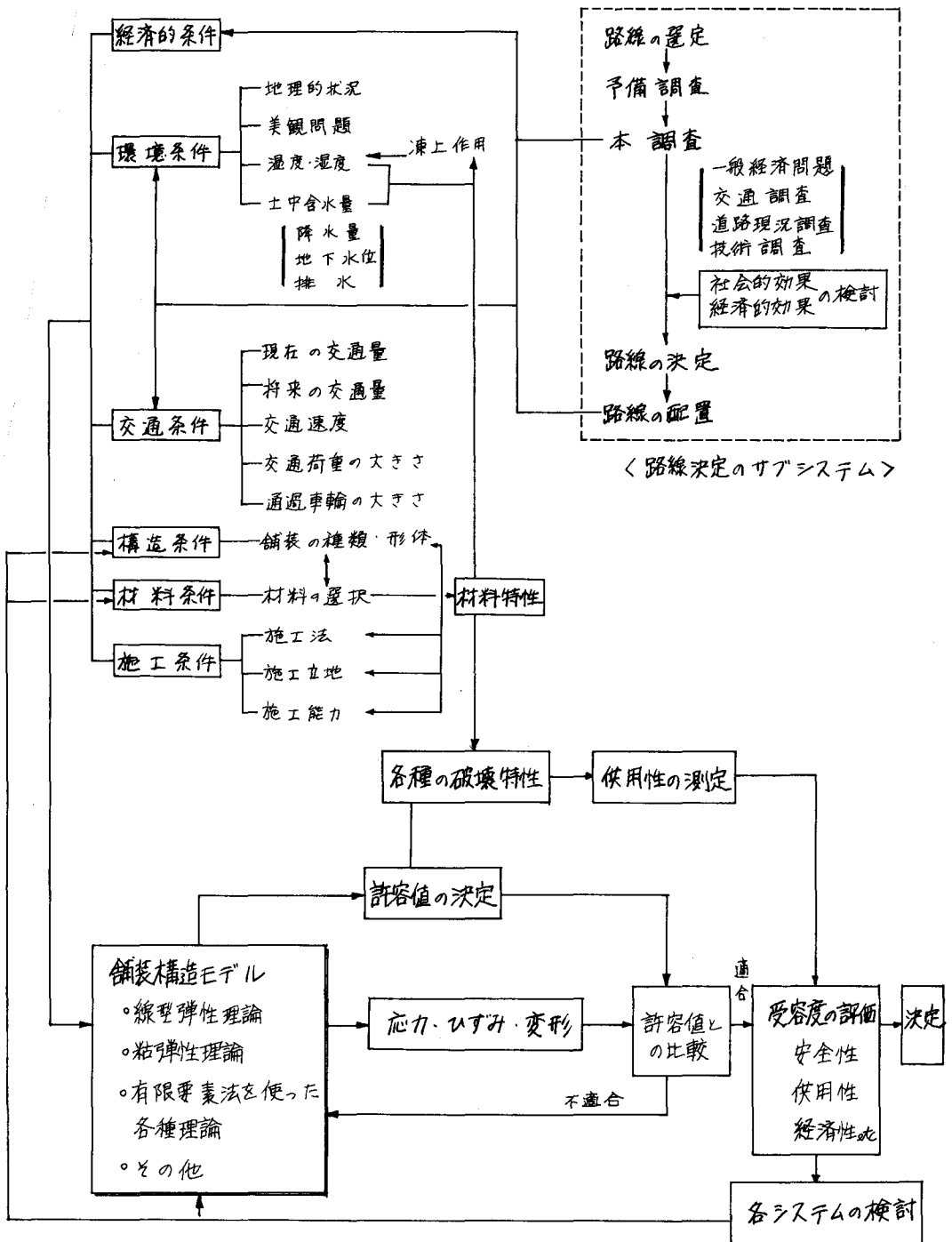


図-1 舗装構造設計システムの一つの概念図

(5) 経済条件

定量化する方法として、Hutchinson⁹⁾の論文中的Baldockのコスト関数の表示が参考になる。

(6) 施工条件

現地で採用しうる施工法、利用できる施工機械、施工の立地条件、施工環境などの諸条件¹⁴⁾があり、これらは採用される舗装の種類、工種などと関係する。

2-2 舗装構造モデル

最近の舗装構造に対する解析は、粘弾性体としての解析が進む一方、従来の多層問題を線型弾性理論で解析したり、有限要素法を使って非線型弾性理論で解析したりしている。米国やヨーロッパの多くの研究者はすでに作られている多層弾性理論または有限要素法のプログラムを使って舗装の挙動を検討している。舗装設計のシステム化を有効に進めていくには、やはりかような解析プログラムが自由に使えるように準備されている必要がある。

構造モデルの応答として、応力、ひずみが破壊にいたらぬように吟味を行なわねばならないが、材料の破壊については、図-2にみられるように分類されることから各破壊形状について、許容範囲におさまるように設計を遂行ねばならない。Finn⁹⁾らは各破壊形状について、図-3にみられるようなブロッグシステムを提案し、破壊に対するシステムは独立したパラレルなブロッグシステムを考えるべきだとしている。

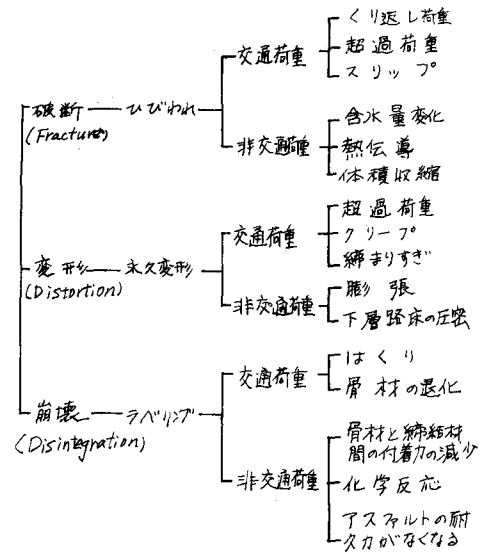


図-2 舗装の破壊の分類

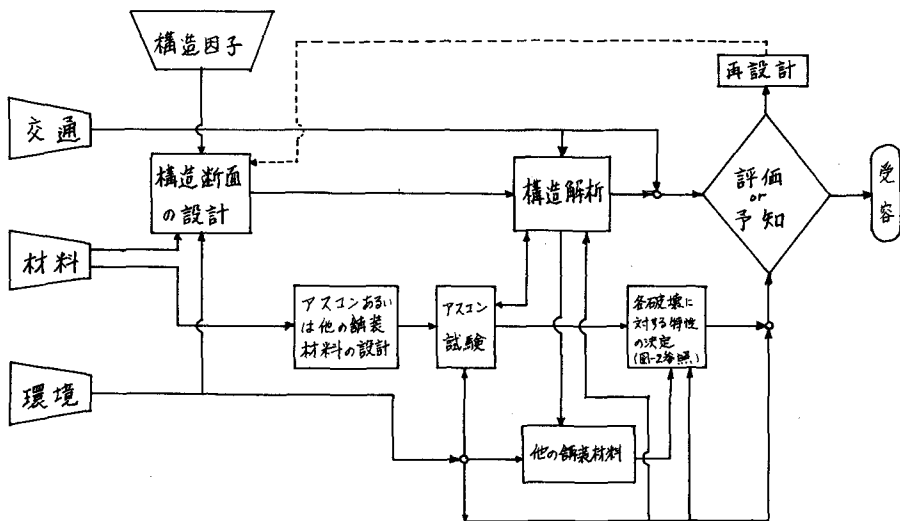


図-3 各破壊を含むブロッグダイヤグラム

なお、舗装寿命の考え方については、次式をとり入れている研究者が多い。

$$\sum \frac{n_i}{N_i} \leq 1$$

ここに、 n_i ：ひずみ i における実際のくり返し回数

N_i ：ひずみ i における破壊にいたるくり返し回数

2-3 供用性および受容度評価

舗装設計の評価要因として、供用性は重要な要素であるが、これを定量化する方法としてサービス指数(P.S.I.)が一般的である。カナダではPPR値を供用性を示す数値として定めている。¹⁰⁾わが国の実情にあつた供用性の評価方法は現存ないが、P.S.I.を使用した例が多い。

受容度はシステム末端で評価するもので、図-1にその内容を示してみた

3. あ と が き

本報文は既往の文献を参考にして舗装設計システムを考察したものであるが、舗装設計のシステム化の意義は次のよう¹¹⁾にあると考えてよからう。

- 1) 総合的、客観的な立場で最も合理的な設計が可能である。
- 2) 舗装設計の合理化に必要な研究についての指針を与えることができる。
- 3) システムが完全で充実したものとなれば電子計算機による舗装設計作業が可能となる。

今後問題としては3)の目的のためにも、各システム相互の関連性を明らかにすることが必要である。

参 考 文 献

- 1) B. G. Hutchinson and R. G. Hass : "A Systems Analysis of the Highway Pavement Design Process", H. R. R., No. 239, pp. 1~20, 1968
- 2) C. L. Monismith and F. N. Finn : "Moderators' Summary Report of Papers Presented for Discussion at Session III - Design Theory," III-Inter. Conf. on the Structural Design of Asphalt Pavements, 1972
- 3) M. W. Witczack : "Design of Full-Depth Asphalt Airfield Pavements," III-Inter. Conf. Vol. 1, pp. 553, 1972
- 4) 植下 協 : 「舗装路床土の一つの新しい含水状態推定法について」土木学会論文集, 第70号, pp. 26~31, 1960
- 5) 植下協, 加藤晃 : 「道路工学」朝倉書店, pp. 135, 1972
- 6) 小林 亮 : 「舗装に対する軸重換算係数の考察」道路, 7月号 pp. 47~53, 1972
- 7) Paolo Ferrari : "Calculation of the Deformations Caused by Vehicles to Flexible Pavements," III-Inter. Conf. pp. 382~391, 1972
- 8) 菅原照雄 : 「アスファルト混合物の力学的性状について」土木学会論文集, vol. 207, pp. 78, 1972
- 9) Finn, Kashavan Nair and C. L. Monismith : "Applications of Theory in the Design of Asphalt Pavements" III-Inter. Conf. Vol. 1, pp. 393, 1972
- 10) 植下 協 : 「カナダにおける舗装設計の考え方」道路, 5月号, pp. 37~43, 1967