

氏 名	あき 秋	やま 山	まさ 政	ゆき 敬
授与学位	工 学 博 士			
学位授与年月日	昭和 5 1 年 3 月 5 日			
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項			
最 終 学 歴	昭和 2 6 年 3 月 東北大学工学部鉱山学科卒業			
学位論文題目	たわみ性舗装構造の基礎的要素とその適用に関する 研究			
論文審査委員	東北大学教授	河上 房義	東北大学教授	多谷 虎男
	東北大学教授	後藤 幸正	東北大学教授	佐武 正雄

## 論 文 内 容 要 旨

たわみ性舗装の設計や解析は経験的要素に依存していることが多く、そのため正確さを欠いている。これは設計や解析に用いられている基礎的要素がじゅうぶん解明されていないためである。そのうえ、しばしば云われているように室内実験の結果と実際の舗装体との結びつきが、じゅうぶんなされていないことによるものと考える。

そこで、舗装設計や解析の基礎的要素として重要でありながら未解決あるいは不明瞭となっているアスファルト層の温度、舗装体のくり返し載荷試験による挙動、輪荷重と接地圧、接地半径の関係などをとりあげ、これらの解明によってたわみ性舗装構造の設計や解析の改善に寄与しようとするものである。

また、実際面への活用として舗装下部あるいは中間部にセメント処理層（これを反転層と称する）を設けることによって路床面応力の軽減に著しく役立つことがわかったので舗装厚の軽減と

という経済上、技術上の見地によって、とくに軟弱地盤上の舗装工法として提案するものである。

本論文は、たわみ性舗装構造に関する基礎的要素のうち、とくに未解決あるいは不明瞭なものを取りあげ、その研究成果を舗装構造の設計や解析に活用し、舗装構造の改善に役立てるためにとりまとめたもので序論と8章からなっている。

序論は研究目的とその成果の概要について各章ごとに述べている。

第1章はたわみ性舗装体の温度、とくにアスファルト層の温度について年間にまたがって測定を行った結果を取りまとめたものである。アスファルト層の温度に関する研究については、アメリカアスファルト協会の研究をはじめいくつかの研究があるが断片的であり、いずれも舗装設計に適用できるまでに至っていない。

アスファルト層の温度を舗装設計の基礎的要素として適用するには層内温度の平均値を求める必要がある。しかしながらアスファルト層の温度は常時変動しているものであり、単なる算術平均によって求められるものではない。そこで、アスファルト層の底面温度を基準にして表面温度との関連による単位当りの累積平均温度を求めた。この温度を平衡点温度と称し、地域別の代表温度としてアスファルト層の設計温度とすることを提案する。

また、気温と表面温度の関係並びに表面温度と層内最高温度の関係を明らかにし、これらによって気温から層内最高温度の求められるようにしている。

アスファルト層固有の温度変動を求める式は示されていないので層内温度あるいは層内温度変動を求める実験式を誘導している。誘導にあたって半無限固体の温度変動を求める理論式に対して、温度補正係数 $\eta$ 値は地域別、層厚別、月別に異なることを述べている。

第2章はアスファルト層の内部温度を考慮した場合の層の自然拘束状態におけるくり返し載荷試験結果から、各温度ごとにおける舗装圧縮係数（荷重強度を歪の値で除したもの、 $Kg/cm^2$ ）を求めている。この係数は温度によって著しく差があり、層内温度 $10^{\circ}C$ 以下になると比較的大きい値となる。この実験の目的はアスファルト層の現場における載荷時の挙動を調べるために行なったものである。

第3章は輪荷重と接地圧、接地半径の関係について述べている。著者はさきに現場における数多くの測定によってこれらの関係を求めようとしたものであるが、バラツキが大きく研究目的を果すことは不可能に近いと考え、機械的操作によって求められる実験装置により輪荷重と実接地面積の関係を求めることにした。これらの研究については諸外国でも行われているが、未だ不明瞭であり、むしろ経験に依存している面が多いようである。そのことはタイヤの標準空気圧が考慮されていないことや、実接地面積によらない場合もあるなどの理由によるものと考えられる。

そこで、わが国の標準車種（JISD4202自動車用タイヤ規格の諸元）に対応するタイヤの各空気圧時における各輪荷重下の実接地面積を求めた。この結果、各標準規格車種の公称載荷能

力時の標準空気圧（複輪  $6.5 \text{ Kg/cm}^2$ ，単輪  $7.5 \text{ Kg/cm}^2$ ）を選定し，かつ，その時の輪荷重に対応する接地半径を求める実験式を明らかにしている。この実験式は単輪の場合，複輪の場合いずれも，直線関係で表され，使用上便利であると，また，標準空気圧がタイヤ規格協会が推奨している空気圧と一致しているのでより適当であると云えよう。

この実験式において，タイヤの空気圧が接地圧と釣り合っているものとすれば，輪荷重の大小にかかわらず常に等圧力分布状態を呈するのは本実験式であることも確めている。

また，タイヤの接地圧の平面分布状態についても未だ不明であるため，研究を行った結果，標準積載能力以上の荷重を与えたときは，タイヤの中心部よりも外縁部の接地圧が大きくなり，標準積載能力以下の荷重のときは外縁部よりも中心部の方が若干ながら大きくなる傾向がある。その分布形状は楕円形または長円形に近いと考えてよいようである。

さらに，多くの舗装厚を求める設計公式は接地半径（ $a \text{ cm}$ ）によって大きく影響されることになっているので，本研究による実験式と竹下の実験式によってそれぞれ舗装内部に発生する応力などの比較計算を行い，その重要性について簡潔に述べている。

第4章はたわみ性舗装体の応力，とくにアスファルト層とセメント処理層の界面応力について述べている。アスファルト層の直下に位置するセメント処理層は，しばしば強度の大き過ぎることから過度の応力集中を生じ，舗装破損に至るものとされており，その設計強度は小さく抑えられている。しかし，この種の舗装は交通荷重の増大にともない増加の傾向にあるため，アスファルト層の温度変化を考慮したセメント処理層との界面応力を求め，破損への影響を検討した。その結果，上層のアスファルト層厚と接地半径の比に対応したセメント処理層の厚さと強度によって発生する界面応力は，アスファルト層の温度が高くなっても，アスファルト層厚と接地半径の比が1以上であれば安全性が高いことが云える。また，現在使用されているセメント処理層の弾性係数（ $5,000 \sim 30,000 \text{ Kg/cm}^2$ ）であればじゅうぶんであると考えられ，セメント処理層の強度は界面応力に大きな差を生じないし，破損の大きな原因ともなっていないことを述べている。

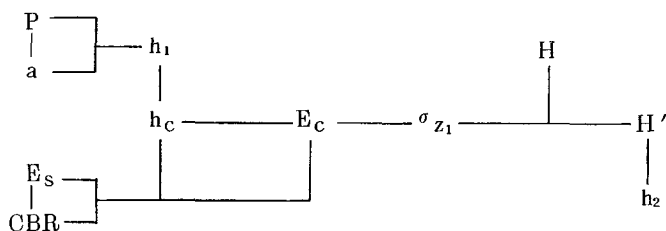
第5章はたわみ性舗装体の路床面応力の分散効果を基にした舗装構造の決定法について述べている。

舗装体の中間または下部に比較的弾性係数の大きいセメント処理層（この層を反転層と称し，アスファルト舗装構造において，舗装体の下部または中間部にあり，この層を挟む上下両層よりも弾性係数の大きい層を云う）を設けることによって，路床面応力を著しく軽減できることを明らかにし，従来のアスファルト舗装（アスファルト層と砕石層によって構成されている）に比べて著しく舗装厚の軽減になることから，舗装構造の新しい考え方として提案を行っている。

反転層の効果の度合は，セメント処理層の弾性係数が大きいほど，その厚さが厚いほど，路床面に近いほど，および路床の弾性係数が小さいほど効果が大きい。ただし，必ずしも比例して大

きくなるわけではない。また、舗装構成層としての碎石層の厚さは増しても路床面応力の軽減には余り効果を示さない。

反転層をもった舗装構造は次のように決定する。



こゝに、

$P$  = 輪荷重,  $a$  = 接地半径,  $E_s$  = 路床の弾性係数,  $h_1$  = アスファルト層厚,  $h_c$  = セメント処理層厚,  $H$  = 舗装総厚,  $E_c$  = セメント処理層の弾性係数,  $h_2$  = 碎石層厚,  $\sigma_{z1}$  = 路床面応力の減少率,  $H'$  = 反転層舗装厚である。

この路床面応力の減小の度合は軟弱地盤になるほど効果が大きいことから軟弱地盤上の舗装工法として極めて有利であり、かなりの成果をあげている。その他、この舗装工法の適用により、路床の支持力比が異なる場合でも同一舗装厚に設計できるので、施工も容易になるなどの利点があることを述べている。

第6章は舗装の構造と力学性状について述べている。同一舗装厚、異種同一基層厚（たゞし、O型はセメント処理層が若干厚い）の七種の実物大の舗装構造について構造上の有利性を確めるためくり返し載荷試験を行い、その応力と歪を求め比較を行った結果について述べている。その結果、応力や歪のはゞ一定になるのは5,000回以上のくり返し載荷を行った時であり、舗装の解析のための資料はこの程度の荷重を与えたときでなければならないと考える。各構造の等応力分布を求めた結果から判断して、従来のアスファルト舗装の型（F型）の下部にセメント処理層を設けた舗装、すなわち第5章で提案している反転層舗装構造が上層アスファルト層の応力分布および路床面の応力発生を制御から判断して有利であることを述べている。

第7章はこれまで求めた基礎的諸要素の適用、舗装構造上の資料などから設計輪荷重の細分化、設計厚の基準化、舗装設計の諸条件、諸要素の適用の関連図式などを述べている。これらによって舗装設計の合理化をはかろうとするものである。

第8章は研究の成果についての結論を述べている。

# 審査結果の要旨

道路舗装には、コンクリート系の剛性舗装と、アスファルト系のたわみ性舗装とがある。この中、たわみ性舗装の構造を決定するための基礎的要素には、いまだ十分に解明されておらずに経験や仮定に基づいて決定されているものもあるため、構造設計や力学的解析の結果が適当でない場合も少なくない。著者は、たわみ性舗装のより安定で経済的な設計や正確な解析に資するため、重要であるが十分解明されていない幾つかの基礎的要素について研究を行い、さらに路盤内にセメント処理層を有するたわみ性舗装構造についても研究し、この種の舗装は軟弱な路床上における適当な工法であることを実証した。本論文は、これらの研究成果をまとめたもので、序論と本文8章から成る。

序論では、研究の背景と目的について述べている。

第1章は、たわみ性舗装、とくにアスファルト層内の温度に関する研究の結果について述べている。すなわちアスファルト系舗装体の力学的性質が温度の影響を著しく受けることから、気候や気象によって変動する舗装体内部の温度を長期にわたって観測し、温度変化の実態を明らかにし、アスファルト層内の温度変化や、設計に用いる基準温度を決定する方法を示している。

第2章は、現場におけるアスファルト層の繰返し載荷試験の結果から、アスファルト層の変形特性の季節的变化などを舗装圧縮係数を用いて考察している。

第3章は、舗装の構造および厚さの決定に大きな影響を与える車輪荷重とその接地圧力ならびに接地面積に関する研究の成果である。従来これらの要素が正確を欠いていたのは、タイヤの空気圧の影響や実際の接地状態を考慮しないためであると考え、わが国の標準車種数種について実験を行い、タイヤの接地圧力の分布状態や接地面の形状・面積などを明らかにし、これを従来の各種の実験式と比較しながら考察している。

第4章～第6章は、路盤内にセメント処理層を挟むたわみ性舗装構造に関する研究について述べている。この種の舗装は近年増加する傾向にあるが、第4章では、この種の舗装の破壊について考察し、表層および基層の厚さ、車輪の接地面積、セメント処理層上面の応力に関連して、この種の舗装の安全の限界を示している。第5章は、セメント処理層が路床面の応力の軽減に有効であることを解明し、この形式の舗装が軟弱な路床上に適していることを述べ、また第6章では、7種の試験舗装について行った繰返し載荷試験の結果から、第5章の所論の正しいことを実証している。

第7章は、舗装構造決定の基礎となる諸要素の相互の関連や、それらを舗装設計に組入れることを検討した結果について述べている。

第8章は結論である。

以上要するに本論文は、たわみ性舗装の設計の基礎となる重要な幾つかの要素について解明するとともに、軟弱な路床上に適する舗装構造を提案するなど、新しい知見を加えたもので、道路工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。