

1. はじめに

我が国においては、昭和29年に第1次道路5ヶ年計画が発足してから、本格的な道路作りが始まった。未だ交通需要とのギャップは著しいものの、以来、この約30年間に道路資産は膨大なものとなり、している。しかるに、近年道路施設の劣化・老化が目立ちはじめ、既に道路総投資額の約5割が維持管理費として費されるに至っている。モータリゼーションをまともに受けた我が国は、急激な道路投資を余儀なくされた国であるが、加えて建設当初には予想されなかった自動車交通量の増大および車両の大型化等、苛酷な自動車荷重に道路は晒されていることと相まって、今後急速に道路の傷みが進行する恐れがある。従って将来への禍根を残さないためにも、従来の後追いの維持補修から長期的展望を踏まえたうえでの予防的維持管理への転換が求められるが、これに応えるためには道路の将来損傷度合を的確に予測し、最適投資理論に基づいた維持管理計画の確立が急務の課題であるといえる。損傷度合を予測するには、道路施設の強度としての評価のみならず、自動車交通の荷重としての評価が不可欠である。本稿では、これまでの交通計画分野ではややもすれば見過ごされがちであった「交通荷重」に焦点を当て、動的荷重評価の重要性を説くとともに、予防的維持管理への一歩として計画理論に組み込むことを提言する。

2. 交通荷重からみた道路体系

表-1 交通荷重からみた道路体系

道路 構造 造物	分類	細分類	設計交通荷重	損傷度の関連	管理水準
	舗 装	たわみ性舗装	5t換算輪重	4条則	MCI, PSI
		剛性舗装	5t換算輪重(8~12条則?)		MCI, PSI
橋 梁	主 桁	上 荷重	信頼性解析 (安全性照査)		
		床 版反	下 荷重	(信頼性解析) (安全性照査)	

自動車荷重という観点から道路施設をみた場合、表-1のように分類される。このような分類の仕方を行った理由は、舗装は比較的rigidな構造物であり、走行中の自動車と舗装の挙動が連成して作用荷重が変化するという事は、無視し得るほど小さいのに対し、橋梁はflexibleな構造物であり、走行中の自動車荷重と連成振動するため、作用荷重がかなり変動するという特色を有し、舗装の場合とはこの物理的構造が違うからである。橋梁における自動車荷重の評価は、上荷重を中心として、橋梁工学分野で鋭意検討がなされているが、下荷重(特に衝撃)に関しては、検討すべき点が多いと思われる。また舗装においても、舗装自体の強度解析等と比べると、自動車荷重の評価は詳細になされておらずいくつかの重要な課題が残されており、中でも、路面凹凸に起因する動的荷重が舗装に与える影響については今後の研究成果が期待される。橋梁の荷重評価は複雑であるため、ここでは舗装のみに着目し、まずケーススタディを行う予防的維持管理に不可欠な要素を抽出する。

3. ケース・スタディ 及び 考察

本稿におけるケーススタディモデルを図-1の如く示す。道路A,Bについては、 δ (縦断凹凸量の標準偏差値)を1mmとし、新しくできたばかりの新設道路とし、道路C,Dについては、 $\delta = 5\text{mm}$ とし、供用開始後、数年を経た道路を想定する。また道路A,Cを走行する自動車の走行速度は、20km/h、道路B,Dを走行する走行速度は60km/hとする。現行の舗装設計においては、5t輪重を標準荷重とし、種々の重さの輪荷重を5t輪荷重に換算した5t換算輪重をもって交通荷重を表わしている。ここでは、考察のしやすさを鑑み、いずれの自動車もW(輪重)=5.0tonとする。

さて、路面凹凸に起因する動的荷重の式には式-1を用いた。この式はバス、大型トラック(但し2軸車)に、加速

$$F_d = (a \cdot \delta + b) W^c \cdot V^d \quad (\text{式-1})$$

α : 垂直的荷重の累積率(%) V : 走行速度 km/h
 F : 動的荷重 (ton) a, b, c, d : α の定数
 W : 輪重 (ton)

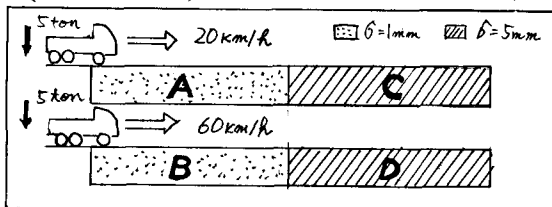


図-1 ケース・スタディ

度計を取り付ける等をして動的荷重の実測調査を行い、その結果を分析して得られた予測式があるが、動的荷重累積率98%まで相関係数 $r=0.9$ と、極めて高い精度の式である。動的荷重が道路に与える損傷度については、D.S.F (dynamic stress factor) があるが、ここでは、D.S.FとD.S.F₉₈ (4乗則に適用する荷重を動的荷重の95%値換算率)とを比較した。

表 -2

道路	静的St	D.S.F換算	D.S.F ₉₈ 換算	D.S.Fの比較	D.S.F ₉₈ の比較
A	1	1.007	1.224	1.17	2.21
B	1	1.042	1.600	1.13	1.71
C	1	1.032	1.566	1.14	1.75
D	1	1.179	2.734	1	1

その結果を表-2に示す。表から判断して最も損傷が大きいのは道路Dであるが、言い換えれば、道路Dの軸重 $W=5.0\text{ton}$ の1台は、道路A,B,Cにとって各々2.2, 1.7, 1.75台に匹敵する恐れがある。すなわち、単に交通量、大型車の混入率、軸重のdistributionを計算するだけでは、損傷度(現行では5t換算軸数)を正しく把握することは困難である。少なくとも、路面凹凸量、車速のファクターがより必要となる。橋梁の場合は、舗装の場合以上に多数のfactorによって動的荷重の大きさは左右され、橋梁の代に橋梁の構造減衰率、伸縮装置付近の段差、走行する車両の種類、その構造(スパンション)等によって大幅に変化する。にも拘らず動的荷重の評価としてはスパン長の逆減関数として表わされた衝撃係数が設計に用いられている。その理由としては設計における簡便性、経験則であるということ以外に、種々のfactorを設計段階で考慮していくことは、極めて難しい問題だからである。以上を鑑みれば、設計で想定する荷重と、実際に作用する荷重のギャップが、後追いのな維持補修にならざるを得ない主たる原因となっているといえよう。(図-2参照) 即ち、設計の段階で現状の交通荷重を評価する場合、確率論に基づくものがあるにせよ、その年代の社会情勢に左右されるばかりが、平均的なものになり、つまり、実際に作用する交通荷重は、時代とともに変遷するし、その地域性によってもかなり変動するので、道路構造物は対処できず損傷を受けるのである。従って、対象とする道路構造物の個別的な交通荷重の評価、ならびに将来交通荷重の予測を行ない、現存する構造物が破壊する前に、維持補修を行なえば予防的な維持補修が実施できることになる。個別的な評価を行うには膨大なデータ処理が必要となるが、光ファイバの出現は高速・大容量・ノイズレスの情報伝達路になり得るので、個別に得られた情報を処理することも考ではなくなり、きめ細かな体系的な予防的維持補修が実施できることとなる(図-3参照)

4. あとがき 予防的維持補修はその必要性は論じられていたが、21世紀の技術であるとされていた。本稿は交通荷重という点から、その実現に向けて一考察を行ったものである。勿論、道路の損傷は交通荷重によるのみで済むわけではないが、「将来交通量予測」のみならず、情報ネットワークと結びつけた荷重という観点からの「将来交通荷重予測」が今後重要になる。

〈参考文献〉：多数に付き省略

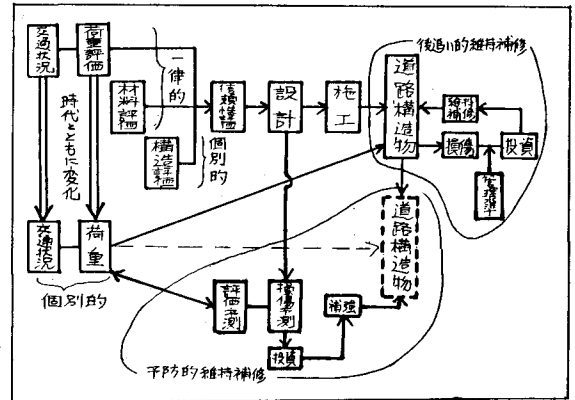


図-2 予防的維持補修の概念図

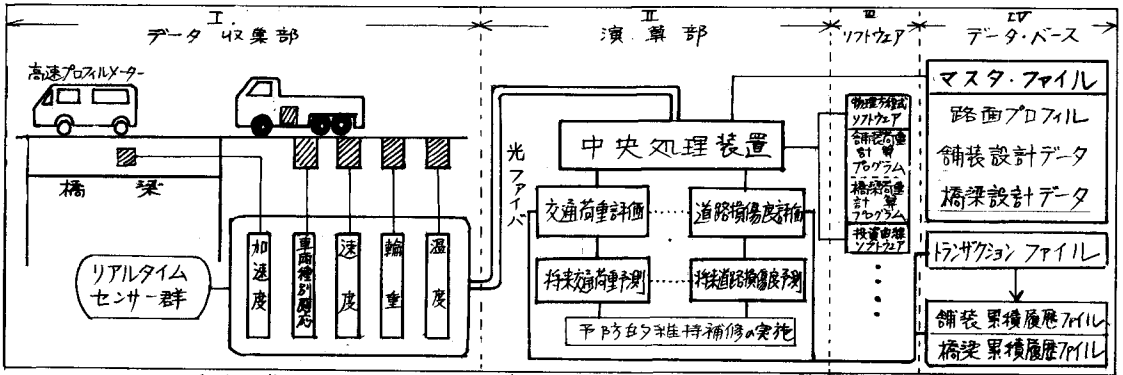


図-3 光ファイバネットワークによる予防的維持補修のビジョン