

東北大学○学生員 小梁川雅

学生員 植木一浩

正 員 福田 正

1. はじめに

わが国ではコンクリート舗装の版厚設計を、設計条件により計算で決定することができることになっている。この場合の外的条件として荷重と温度の合成応力による疲労を考慮している。しかしながら、最近、コンクリート舗装の曲げ疲労に関して、そのくり返し载荷における応力比（最小応力／最大応力）の影響が、Domenichini らによって指摘されている。そこで、応力比の影響を考慮した設計法を検討し、さらにわが国の交通条件と温度条件に関して版厚の試算を行なった。また、東北地方において実施したコンクリート舗装の現況調査結果から、コンクリート舗装の供用成績と温度応力の影響に関して検討してみた。

2. 応力比が曲げ疲労に与える影響

コンクリート版の温度変化による応力は、便宜上、曲げ応力として作用するそり応力と、軸方向応力として作用する端部拘束応力あるいは路盤摩擦応力に分けている。現行の設計法では、コンクリート版の破壊は荷重応力とそり応力との合成応力のくり返しによるコンクリート版の疲労によって生ずることを前提にしている。この場合に、疲労作用に寄与するくり返し応力の波形は、その上限値を合成応力に、下限値はゼロに仮定している。この設計法によれば、そり応力のコンクリート版疲労への影響は非常に大きい。しかし、コンクリート舗装の場合、そり応力と荷重応力は周期が異なっており、その合成された応力波形は図-1 のようになろう。この種のくり返し応力が作用するコンクリートの疲労現象は、くり返し応力の応力比によって影響を受け、応力比が大きくなると疲労強度が増加することが、Aas-Jacobsen, Tepfers, Kesler, Domenichini らの研究で明らかにされ、次式が提案されている。

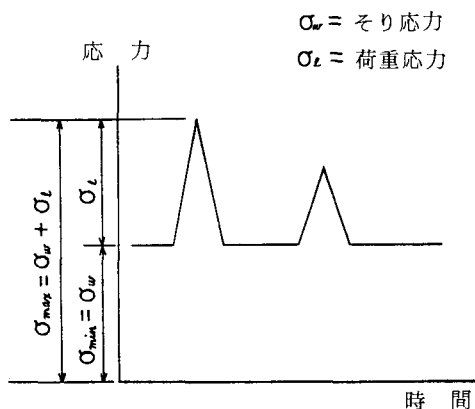


図-1 コンクリート版に作用する応力波形

$$\frac{\sigma_{max}}{f} = 1 - \beta(1 - R) \log_{10} N \quad \text{----- (1)}$$

ここに

f: 静的試験による破壊強度

R: 応力比（最小応力／最大応力）

N: 疲労破壊時のくり返し载荷数

βは係数で次のように提案されている。Aas-Jacobsen: 0.064, Tepfers: 0.0685

Domenichini: 0.0958

3. コンクリート舗装の設計試算

設計寿命 20 年として、コンクリート版の厚さを試算する。設計条件とその結果は次のようである。

(1) コンクリートの疲労曲線は舗装要綱の疲労曲線を対数線型式で近似し、さらに応力比の影響を考慮して次式で表わした。

$$\frac{\sigma_{max}}{f} = 1.100 - 0.100(1 - R) \log_{10} N, \quad N \geq 10 \quad \text{----- (2)}$$

(2) 最近のコンクリート舗装の破損が、横目地の車輪走行位置に生じる例の多いことから、横目地緑部を設計条件とする。舗装要綱の計算式を用い、係数 $C=1.59$ 、路盤支持力係数 $K_{rs}=10\text{ kg/cm}^2$ 、ヤング係数 $E=350000\%$ 、ポアソン比 $\mu=0.25$ 、曲げ強度 $f=45\%$ とする。交通輪荷重はD交通に相当する表-1 の値とし、一方向の交通量(台/日)の60%が片側2車線の走行車線側を走行し、その車輪走行位置は一箇所に集中するものとする。

表-1 計算に用いた輪荷重分布⁽¹⁾

大型車交通量の平均 (台/日・1方向)	輪 数								
	4~5t	5~6t	6~7t	7~8t	8~9t	9~10t	10~12t	12~14t	14~ t
4696	1005	623	378	176	86	36	19	1.8	0.24

(3) 温度差が小さい地方とし、コンクリート版の温度差の大きさとその時間の割合は舗装要綱による。また、そり応力計算のさいの係数 $C_w=0.8$ 、膨張係数 $\alpha=10\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とする。

(4) 以上の条件で試算を行なった結果、応力比の影響を考慮しない場合は、版厚30cmで疲労抵抗0.73であった。応力比の影響を考慮した場合は、版厚25cmで疲労抵抗0.77であった。

4. コンクリート舗装の供用実績

昭和56年度に東北地方のコンクリート舗装の現況を調査した⁽²⁾。その後の分析結果の一例を示すと表-2 およびのとおりである。

表-2は版厚25cmのコンクリート版を、累積大型車交通量とそのひびわれ状況によって分析したものである。これによれば、累積大型車交通量500~1000万台/車線(大型車日平均交通量700~1400台/車線・20年間に相当)に対し、全般に良好な成績を示している。

表-3はひびわれ度が30cm/m²程度以上に達した版厚20、23cmのコンクリート版の供用年数を、一般道路部とトンネル内の場合について比較したものである。トンネル内においては、温度変化がほとんどないので供用寿命は一般に長いと考えられているが、調査結果では逆に短い。このことは、トンネル内では排水条件が悪いことにも原因していると推測されるが、同時にコンクリート舗装の設計における温度応力の影響について、問題を提起しているように思える。

表-2 累積大型車交通量とひびわれ状況 %

累積大型車交通量 (万台/車線)	ひびわれ水準			合 計
	A	B	C	
1000—500	44 (7%)	37 (6)	19 (3)	100 (16)
500—100	67 (22)	21 (7)	12 (4)	100 (33)
100—5	100 (19)	0	0	100 (19)

表-3 ひびわれ水準Cに至るまでの供用年数
%, ()内は事例数

供 用 年 数	一般道路	トンネル
10年以内に 破損したもの	7 (4)	55 (11)
11~20年に 破損したもの	70 (39)	25 (5)
21年以上 供用したもの	23 (13)	20 (4)
合 計	100 (56)	100 (20)

※ 累積大型車交通量1000万~2000万 (大型車日平均交通量1400~2700台/車線)を3例含む

水準A ひびわれがほとんどない

水準B ひびわれ度が30cm/m²程度以下のもの

水準C ひびわれ度が30cm/m²程度以上のもの

参考文献 (1)建設省土木研究所「車両重量調査結果の解析(解析編)」土研資料第1722号

(2)東北地方コンクリート舗装調査委員会「東北地方におけるコンクリート舗装の現況調査」セメントーコンクリート、1982、10