

TA法の多層弾性理論による検討

佐賀大学理工学部 学 () 小畑 瑞樹

佐賀大学理工学部 陳 榮生

1. まえがき

アスファルト舗装の設計法は、過去の経験や実績に基づく経験法と、力学理論による解析結果に基づく理論法の2つに分けられる。日本では1967年(昭和42年)に経験法であるTA法がアスファルト舗装要項に採用された。1992年(平成4年)には多層弾性理論法も採用されたが、現在はTA法が主流である。TA法と多層弾性理論法を比較することで、経験法と理論法の違いを考察する。

2. TA法による層厚の計算

$$T_A = a_1 T_1 + a_2 T_2 + \dots + a_n T_n$$

a_n : 第 n 層の等値換算係数

T_n : 第 n 層の層厚

材料によって等値換算係数 a は決まるので、各層厚 T に適当な値を代入して目標とする T_A 値を下回らないようにする。また、経済性をよくするために、より T_A 値に近い値となるようにする。 T_A 値とは各材料をアスファルト混合物に置き換えたときの合計厚さで、目標とする T_A 値は大型車交通量の区分と設計CBRによって定められている。

3. 多層弾性理論法によるひずみの検討

TA法で決定した断面の交通荷重、層厚、材料物性値などをプログラムに代入してアスファルト混合物層下面の引っ張りひずみと路床上面の圧縮ひずみを求め、次式を使って各断面の破壊規準を定める。

○アスファルト混合物層下面の引っ張りひずみに対する規準式

$$N_{fA} = \frac{8.108 \times 10^{M-3}}{\epsilon_t^{3.291} \times E_A^{0.854}}$$

N_{fA} : アスファルト混合物層の破壊回数

ϵ_t : アスファルト混合物層下面の引っ張りひずみ

E_A : アスファルト混合物の弾性係数(kgf/cm²)

M : アスファルト混合物の空隙率(V_v)とアスファルト量(V_b)の関数

$$M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_v + V_b} - 0.69 \right)$$

($V_v = 4.5\%$, $V_b = 6.0\%$)

○路床上面の圧縮ひずみに対する規準式

$$N_{fS} = \frac{1.365 \times 10^{-9}}{\epsilon_z^{4.477}}$$

N_{fS} : 路床の破壊回数

ϵ_z : 路床上面の圧縮ひずみ

それぞれの断面について求めたアスファルト混合物層の破壊規準 N_{fA} と路床の破壊規準 N_{fS} を設計期間10年における累計5t換算輪数 N_{10} と比較する。5t換算輪数とは、すべての交通荷重が5tであると仮定したときの総輪数である。TA法では N_{10} の値をⅠ交通で 3.0×10^4 、A交通で 1.5×10^5 、B交通で 1.0×10^6 、C交通で 7.0×10^6 、D交通で 3.5×10^7 とそれぞれ定めているので、ここでもこの値を用いる。破壊規準とは舗装が破壊するまでに許容できる5t換算輪数であり、累計5t換算輪数とは設計期間に通過すると予想される5t換算輪数なので、設計期間中に舗装が破壊を起こさないためには N_{fA} 、 N_{fS} は常に N_{10} を上回らなければならない。

4. 結果

多層弾性理論法での計算の結果を表.2に示す。TA法で設計した断面はすべて安全であると判断で

きた。しかし、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ交通においてはアスファルト混合物層は交通荷重の10～100倍の強度を持っており、経済的には適切な断面になっていない。路床はすべて、交通荷重の100～1000倍以上の強度になっているが、これは路床が舗装全体を支えており、設計期間ごとに路床を構築し直すのは望ましくないもので、きわめて安全な設計になっていると考えられる。

表.1 各材料の弾性係数とポアソン比

使用材料	弾性係数	ポアソン比
アスファルト混合物	6,000～100,000	0.25～0.45
セメント系混合物	10,000～150,000	0.10～0.20
粒状材	1,000～6,000	0.30～0.40
路床	設計 CBR×(40～100)	0.30～0.50

(弾性係数:kgf/cm²)

5. 考察

Ⅲ法には用いられずに、多層弾性理論法にだけ用いられる値として弾性係数とポアソン比があるが、表.2のように同一の材料でも値のばらつきがある。特に弾性係数は範囲が大きく、どの値をとるかによって計算結果も影響を受ける。また、アスファルト混合物は、施工した後でも温度の変化によって弾性係数も変化する。

Ⅲ法では材料の状態を判断する値がなく、材料の強度は常に一定であると考えた設計法になっている。そのため簡単でわかりやすい設計法ではあるが、舗装材料に対する柔軟性には欠けているように思われる。

多層弾性理論法では、材料の状態を判断する値として弾性係数とポアソン比を入力できることから、Ⅲ法よりよりも正確な設計ができると考えられる。しかし、材料の弾性係数やポアソン比を求めることは容易ではなく、室内実験で弾性係数に相当するものが得られてもそれが現場で舗装として存在するときに示す弾性係数と同じであるかどうかはよくわかっていない。そのため、材料の状態をどう判断するか舗装設計の問題点であると考えられる。

表.2 Ⅲ法と多層弾性理論法の計算結果

設計 交通量 の区分	設計 C B R	表層+基層	上層路盤		下層路盤	TA'	TA	合計 厚さ	$\frac{N_{10}}{N_{1A}}$	$\frac{N_{10}}{N_{1S}}$
		加熱アスファルト 混合物	安定 処理	粒土調 整砕石	クラッシュ					
Ⅰ	4	5	—	15	15	14.0	14	35	0.00516	0.00386
	6	5	—	10	15	12.3	12	30	0.00946	0.00487
Ⅱ	4	5	—	20	25	18.3	18	50	0.0615	0.00167
	6	5	—	10	30	16.0	16	45	0.0375	0.00234
Ⅲ	4	10	—	15	35	24.0	24	60	0.210	0.00184
	6	10	—	10	30	21.0	21	50	0.260	0.00273
瀝青										
Ⅰ	4	10	8	20	35	32.2	32	73	0.0223	0.000971
	6	10	8	20	20	28.4	28	58	0.0239	0.00185
Ⅱ	4	15	11	25	35	41.3	41	86	0.0831	0.000602
	6	15	10	15	35	37.0	37	75	0.111	0.000823
セメント										
Ⅰ	4	15	13	15	20	32.4	32	63	0.139	0.00143
	6	15	11	10	15	28.3	28	51	0.196	0.00295
Ⅱ	4	20	12	20	30	41.1	41	82	0.358	0.000775
	6	20	10	15	25	37.0	37	70	0.453	0.00110
石灰										
Ⅰ	4	15	13	15	25	32.4	32	68	0.258	0.00119
	6	15	10	10	20	28.0	28	55	0.344	0.00235
Ⅱ	4	20	15	20	30	41.3	41	85	0.518	0.000684
	6	20	13	15	25	37.4	37	73	0.590	0.000874

参考文献 内田一郎・鬼塚克忠 道路工学(第6版)
日本道路協会 アスファルト舗装要項
土木学会 舗装工学