

舗装の基礎知識

砂利道を疾走する自動車がまき上げる砂塵は、歩行者はもちろん沿道の住民にとって憎悪の的であって、その被害は計り知れない。そして、晴天時に黄塵万丈の砂利道も、一雨降れば泥しぶきをまき散らす。かつて砂利道は、照っても降っても、自動車の車輪により消耗と破損の拍車をかけられ、その補修に要する手間と費用は限りなし道路管理者は途方に暮れた。

1. 舗装技術の変遷

- ・舗装技術（新設・補修）の変遷
- ・補修（維持・修繕）の意義と必要性

(1) 舗装技術(新設)の変遷

我が国で舗装技術が本格的に検討されたのは、(社)日本道路協会の舗装委員会に於いて「要綱」としてまとめられてからと言える。それ以前は、国道、地方道等の道路管理者が直営で施工管理しながら舗装を調査・設計から管理していたことから、経験的に合理的かつ経済的に設計・施工する努力を続けていた。当時の舗装の技術情報は道路先進国のヨーロッパやアメリカから導入していたが、石油業界団体関連のアスファルト協会や施工関連では日本道路建設業協会などが媒介してきた。

(i) 初期のアスファルト舗装要綱

道路工法叢書として1950年に第六集「アスファルト舗装要綱」、第七集「道路補修の指針」、第八集「路床土調査法」が発刊された。

この「アスファルト舗装要綱」は、アメリカのアスファルト協会（AI；Asphalt Institute）が出版したハンドブックをベースに我が国の経験と我が国固有の条件を加味して作成された、我が国で最初にまとめられた舗装技術基準である。

要綱に集約された舗装関連技術のキーワードは、混合物の安定試験等；ハーバード試験、貫入試験、三軸圧縮試験、合理的な構造設計（舗装と路床の関連性）、路盤関係；土質工学理論、最適含水比(OMC)、路床路盤の強度指標；K値、CBRなどがある。

1) 路床の定義

初版では路床の定義は無く、以下に示すようなCBR試験結果あるいは平板載荷試験の支持力値から、舗装圧設計曲線を元に舗装の構造設計を行っていた。

2) アスファルト舗装の設計

・アスファルト舗装設計の定義；

路床とは、元来その場所にある天然の土で、有る支持力を持ったものをいう。

舗装は、一般に表層、基層、路盤の合成構造をいう。

表層には、交通荷重による摩耗に耐えるように骨材とアスファルトから作った最上部の層のことをいう。

基層とは、表層の直ぐ下にあって、表層より伝達された交通荷重を広く一様に路盤に伝達する層で、主として骨材からなっており、しばしばアスファルトまたはセメントで結合される。

路盤とは、基層から伝達された力を路床に伝える部分で、路床の支持力が十分でない場合に適当な材料で補強する目的で作られたものである。



・荷重の分散と舗装厚；

たわみ性舗装に静荷重がかゝった場合には、荷重は円錐状に下に広がって伝達される。

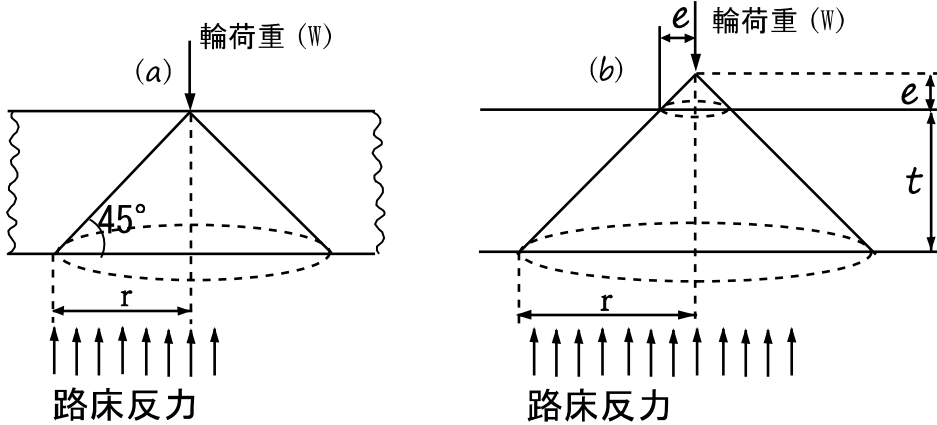


図 たわみ性舗装を通じての表面荷重分布状態

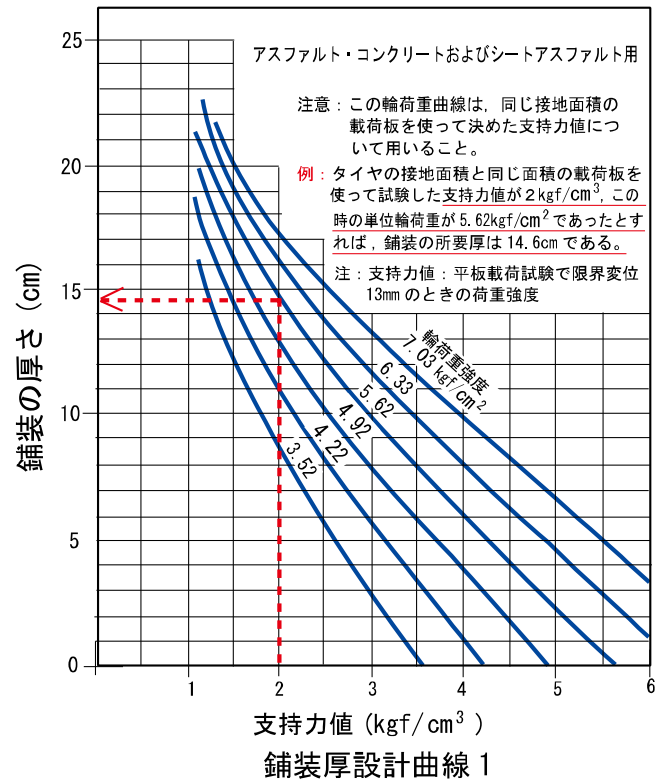
この圧力円錐の境界面は断面に於いて圧力分布の限界角で決まる表面である。この角は版の厚さ、表層、基層の材料の性質、締まり具合等によって変わるが大体45°に近い。故に圧力のかかる面積はその半径が舗装厚さに等しい円を描くと考えてよい。

具体的な舗装厚さの決定方法は、直接路床の支持力を計測する平板載荷試験や間接的な試験即ちCBR、円錐貫入試験等がある。

それぞれの試験によって舗装厚設計曲線図が作られており、図から舗装厚さを求める。

右の舗装厚設計曲線1図は、平板載荷試験により、直接的な支持力を測定しその値（支持力値）によって設計の輪荷重強度に従って、舗装（この場合アスファルト・コンクリートおよびシートアスファルト）の厚さを求める「舗装圧設計曲線」である。

次の舗装厚設計曲線2図は、間接的な試験、すなわち対象路床土のCBR試験により、舗装厚を求める設計曲線である。



3) 混合物の種類

混合物の種類としてはアスファルトコンクリート10種(下表参照)、シート・アスファルト(表層用・中間層用)2種類、トペカの13種類がある。

4) 混合物の配合設計

工事に使用する骨材、アスファルト等の材料は地方的に特有の性質もあるので、プラント混合するに先立って要綱に定められた配合の範囲内で、いろいろの混合物を作って実験室で試験をし、その結果からその工事にとって最もよい配合比を決定する。」である。

具体的な配合方法（安定度、粒度、空隙率の調整等）は付録にまとめられているが、混合表、粒度、安定度の範囲等が締めあさされており、その範囲内で試行錯誤による現場配合の決定法であった。

(ii) 初期のセメントコンクリート舗装要綱

コンクリート舗装要綱は、アスファルト舗装要綱初版発刊の5年後(1955(昭30)年)に初版が発刊されたが、路床および路盤についての定義や役割等も含め明確に提示されていなかった。ただし、路盤厚の設計は、路床のCBRから概算厚さを算出する方法が示されている。

1964(昭和39)年版で初めて、路床を「舗装の厚さを決定する基礎となる土の部分で、ほぼ均一な厚さ約1mの層をいう」と定義した。厚さを約1mとしたのは、舗装が完成した場合に、それ以深に対しては輪荷重の影響が少なく、また土の含水量の季節的変化も極めて小さいという理由からである。

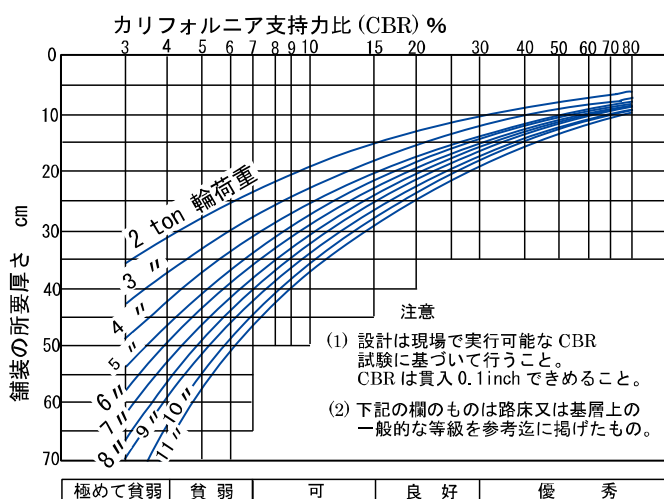
1972(昭和47)年版では、路床土が路盤に侵入するのを防止する目的で設ける遮断層などは路床に含まれるとし、先に改訂されたアスファルト舗装要綱の内容に合わせた。

また従来、路床の支持力は平板載荷試験によるK値で評価していたが、アスファルト舗装要綱との整合を図り、CBR試験による評価方法を加えた。以後路床の評価方法は現在に至っている。

交通荷重については、初期には交通調査に基づいて、将来の交通量と車両重量の増加を考慮し、設計荷重群を決める方法を示していたが、1964(昭和39)年版以降では、アスファルト舗装要綱に整合するよう、交通量区分による分類が用いられた。

(iii) 設計法・交通量区分等の変遷まとめ

以下に、舗装要綱の初期から現在の技術基準までの交通量区分、設計法の変遷を示す。



舗装厚設計曲線 2



アスファルト舗装の設計法の変遷

	交通量の変化	路床の評価 (区分)	舗装の設計式	舗装厚の設計	表層・基層 の厚さ
昭和25年版	輪荷重(kgf) 街路・一等道路 4,500 二・三等道路 1,800	現場で起こり得る一番悪い条件のときの支持力を想定する。		・荷重が45°の円錐として分散されるとした次式 $t = \sqrt{(W/\pi S) - e}$ t : 舗装の厚さ(cm) W : 輪荷重(kg) e : タイヤ接触面の等値半径(cm) S : 路床反力強度(kg/cm ²) ・支持力値、・CBRから舗装厚を求めるグラフ	
昭和36年版	単位区間自動車 交通量 (台/日、全車線)	設計CBRは現場CBRを測定し、それに基づいて決定する	CBR法 	構造設計にCBR法を採用 ・合計厚の設計：路床土の設計CBRから図を用いて決定 ・路盤材料の修正CBRから各部の厚さを設計曲線により求める	表層は5cmを標準とする
昭和42年版	大型車交通量 (台/日、方向) A 250未満 B 250~1,000 C 1,000~3,000 D 3,000以上	室内CBRで評価 地点のCRR (3乗式) 区間のCBR (平均値-σ)	CBR TA法 $T_A = \frac{12.5 P^{0.64}}{C B R^{0.3}}$ $H = \frac{58.5 P^{0.4}}{C B R^{0.6}}$	CBR TA法の計算で目標TAを下回らないよう、目標とする合計厚(H)より1/5以上減少しないよう舗装各層の厚さを決定 設計CBRの区分：2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 8, 10以上	表層・基層 最小厚 A 5cm B 10(5)cm C 15(10)cm D 20(15)cm
昭和53年版	大型車交通量 (台/日、方向) L 100未満 A 100~250 B 250~1,000 C 1,000~3,000 D 3,000以上	設計CBR 区間 設計 以上 未満 (2~3) (2) 3~4 3 4~6 4 6~8 8 8~12 8 12~20 12 20以上 20	CBR TA法 (荷重を5t換算輪数Nに変更) $T_A = \frac{3.84 N^{0.16}}{C B R^{0.3}}$ $H = \frac{28.0 N^{0.4}}{C B R^{0.6}}$	舗装各層の厚さの決定は同上 設計CBRの区分：2, 3, 4, 6, 8, 12, 20以上	表層・基層 最小厚 L 5cm A 5cm B 10(5)cm C 15(10)cm D 20(15)cm
平成4年版			TA法 Hの規定を除外 理論設計法：多層弾性理論を紹介	舗装の構造設計にはTA法による場合と、よらない場合がある。等値換算係数等に対応出来ない構造、材料等を使用する場合、別途検討	D 20(15)cm ()内は上層路盤に瀝青安定処理を用いる場合

交通量区分の変遷

		昭和 30 年 (初版)	昭和 39 年版	昭和 47 年版	昭和 59 年版
セメント コンクリート 舗装要綱		交通量調査に基づき 設計荷重群を決める	単位区間自動車 交通量 (台/日、全車線)	大型車交通量 (台/日・方向)	大型車交通量 (台/日・方向) L: 100 台未満 A: 100 ~ 250 台 B: 250 ~ 1,000 台 C: 1,000 ~ 3,000 台 D: 3,000 台以上
	アスファルト 舗装要綱	輪荷重 (kgf) 街路・1 等道路 4,500 2・3 等道路 1,800	① 2,000 台未満 ② 2,000 ~ 7,500 台 ③ 7,500 台以上	A: 250 台未満 B: 250 ~ 1,000 台 C: 1,000 台 ~ 3,000 台 D: 3,000 台以上	(5 t 輪荷重で把握)
		昭和 25 年 (初版)	昭和 36 年版	昭和 42 年版	昭和 50 年
				昭和 53 年版	昭和 63 年
					平成 4 年版

平成 13 年版		
交通区分	旧区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)
N7	D 交通	3,000 以上
N6	C 交通	1,000 以上 3,000 未満
N5	B 交通	250 以上 1,000 未満
N4	A 交通	100 以上 250 未満
N3		40 以上 100 未満
N2	L 交通	15 以上 40 未満
N1		15 未満

コンクリート舗装の設計では、追跡調査の結果から、温度応力や目地部の処理方法、鉄網による補強など、対応が追加されてきた。

目地部の荷量伝達を目的として縦目地にはタイバー、また横目地にはダウエルバーを使用するが、目地部に用いるバー類は、雨水などによる腐食のため、供用中に錆びることを考慮し、要綱の改訂のたびに補強鉄筋類の量が増えてきた。

セメントコンクリート舗装においてアスファルト中間層を設置することで、コンクリート版に発生する温度応力を低減し、耐久性が向上する可能性がある。また、横ひび割れ発生した場合でも、段差量の増加を抑制し、路盤支持力をある程度確保し、荷重伝達効果も低下しにくい傾向がある。

セメントコンクリート舗装(普通コンクリート)の設計法の変遷

	路床の定義	舗装の設計式	コンクリート版厚	縁部補強
昭和30年版	路床に関する特別な記述はない	シーツの隅角公式 $h = \sqrt{\frac{2.4W \cdot C}{S}}$ h : 舗装版の厚さ(cm) S : 輪荷重に対する舗装版隅角部の許容曲げ強度(kg/cm ²) W : 隅角部の輪荷重(kg) C : 路盤の支持力に関する係数 但し上式の係数2.4は隅角鉄筋を使用する場合1.9となる	曲げ強度と安全率から設計式より算出	
昭和39年版	路床は舗装の厚さを決定する起訴となる土の部分で、ほぼ均一な厚さ1mの層をいう	ピケットの隅角公式 シーツの隅角公式 縁部応力に着目した土研式 $\sigma_e = (1 + 0.54\mu) \cdot C \cdot \frac{P}{h^2} (\log \ell - 0.75 \log a - 0.18)$ $\ell = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12(1-\mu^2)K_{75}}}$ σ_e : コンクリート版縦縁部の輪荷重応力 (kg/cm ²) C : 係数 (2.12 タイバーを用いた場合 1.59) P : 輪荷重 (kg) a : タイヤの接地半径 (cm) h : コンクリート版の厚さ (cm) μ : コンクリートのポアソン比 ℓ : コンクリート舗装の剛比半径 (cm) K ₇₅ : 路盤の支持力係数 (kg/cm ²) (直径75cm 載荷板による) E : コンクリートのヤング係数 (kg/cm ²)	㉠ 20cm ㉢ 23cm ㉣ 25cm	縁部約40cmの部分は、鉄網の感覚を1/2とする
昭和47年版	路床は舗装の下約1mの土の部分をいう		A交通 25cm B交通 25cm C交通 25cm D交通 25cm	縦縁部にΦ13mmの異形棒鋼3本を鉄棒に結束する
昭和59年版			L交通 15(20)cm A交通 25(25)cm B交通 25cm C交通 28cm D交通 30cm	