

第3講 舗装の設計の考え方 【演習方式の講義】

東京都土木技術研究所 竹田敏憲
 大成ロテック(株) 鈴木秀輔
 日本道路(株) 田井文夫
 ニチレキ(株) 羽入昭吉
 東京都土木技術研究所 峰岸順一

舗装の設計の考え方 【演習方式の講義】

本日の進め方

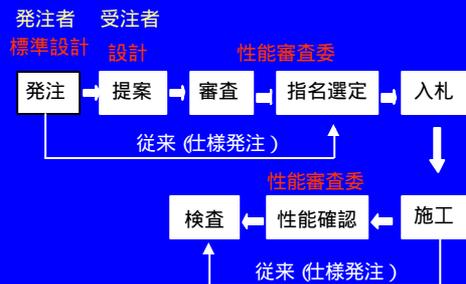
1. 舗装の設計の基本的な考え方
2. 設計演習

性能規定の導入と発注

幅のある性能規定の考え方

性能の確認ができるものであれば、
 新技術や実績のない技術の導入が可能である
 性能規定発注と言っても、
 多くのバリエーションがある

性能規定発注の流れ (東京都の例)



設計の考え方

舗装の設計とは、性能指標の値を満足する舗装
 構成を決定すること

舗装の設計には、「路面設計」と構造設計」と
 がある

構造設計の方法は、「経験的設計法」、「理論的設
 計法」いづれでもよい

設計条件

路面設計

路面の性能指標の値の設定
 表層の材料特性等の設定

構造設計

交通条件 : 舗装計画交通量など
 基盤条件 : 設計CBRなど
 環境条件 : 気温、凍結指数など

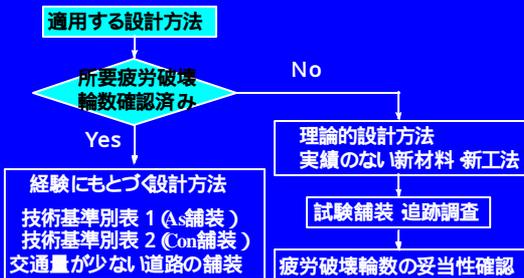
設計のアウトプット

設計の区分	舗装の性能の例	設計のアウトプット
路面設計	塑性変形抵抗性 平坦性能 透水性性能,排水性能 その他	・表層の材料 ・表層の厚さ
構造設計	疲労破壊抵抗性 透水性性能 その他	・構成層数 ・各層の材料 ・各層の厚さ

構造設計

疲労破壊	経験法	・技術基準別表1 (T _A 法) 付録 - 4, 5 ・T _A 法による排水性舗装、フルデプスAS舗装
	理論法	・技術基準別表2 (土研法) 付録 - 6~8 ・土研法によるコンポジット舗装
透水性性能		・アスファルト舗装 付録 - 4, 5 ・コンクリート舗装 付録 - 6, 7
補修		・透水性舗装の構造設計方法 ・既設舗装の残存等値換算厚 (T _{AO}) ・既設舗装のたわみ量

疲労破壊輪数の考え方



各種設計法に対処した疲労破壊輪数の確認方法

- 経験にもとづ設計法
経験により確認済
- 理論的設計法
試験舗装と追跡調査により確認
- 実績のない材料・工法
管理者が等値換算係数を設定し、試験舗装を実施
- 交通量が少ない道路
付録 - 5 に示す舗装断面例が確認済

信頼性の導入



信頼性を考慮した設計例

[技術基準別表 1 の設計法に交通量換算を導入した場合の T_A]

信頼性	T _A	交通量換算	備考
90%	3.84 N ₀ ^{0.16} / CBR ^{0.3}	× 4相当	基準別表 1
75%	3.43 N ₀ ^{0.16} / CBR ^{0.3}	× 2相当	-
50%	3.07 N ₀ ^{0.16} / CBR ^{0.3}	× 1相当	-

周辺施設の設計

周辺施設 排水施設、消融雪施設、共同溝等をいう

舗装と同時に設計する

設計の照査

室内試験および過去の実績などから、設計の妥当性を検証すること

直接測定が困難な疲労破壊輪数などは、設計段階から妥当性の確認を行う

演習 1

排水性舗装による新設道路の路面および構造設計を行います。

設計条件

舗装計画交通量	3,000台/日・方向
道路の区分	第3種1級
設計期間	10年
車線数	上下各2車線
設計CBR	3
地域	関東平野部

要求性能

要求性能	性能指標	性能指標の値
塑性変形抵抗性	塑性変形輪数	3,000 (1ミメートルにつき回)
透水性能	浸透水量	1,000 (15秒につきミリリットル)
平たん性能	平たん性	2.4mm以下
疲労破壊抵抗性	疲労破壊輪数	35,000,000 (10年につき回)

解答例 路面設計(1) 材料の選定

塑性変形輪数	・塑性変形輪数が3,000回/mm以上確保できる排水性舗装混合物の使用
浸透水量	・空隙率を20%に設定 ・扁平でない骨材の使用
平たん性	・施工を定速度で連続して行うなど施工方法の検討 ・塑性変形に優れた材料の使用

路面設計(2)

表層に使用する材料、工法および厚さの決定

表層混合物	排水性混合物の使用 高粘度改質アスファルトの使用 浸透水量の確保 空隙率20%
表層厚	50mm 透水能の確保、施工時の温度低下防止
基層材料	不透水の材料 密粒度アスファルト混合物(13)

構造設計 (1)

- 路床の設計
 - 路床
 - 設計CBRが3であり、構築路床は設けない。
 - 凍上抑制層
 - 地域が関東平野部であることから、凍上抑制層は設けない。

構造設計 (2)

- 構造設計
 - 必要等値換算厚
 - 信頼性90%における、設計CBRが3での必要等値換算厚 : 45 cm
 - (設計施工指針 付録-5 付表-5.1.1による)
 - 等値換算係数
 - 技術基準、別表 1による。

等値換算厚 (信頼性90%、設計期間10年)

舗装計画交通量(台/日・方向)	設計CBR	設計CBR					
		3	4	6	8	12	20
3,000 T	T	45	41	37	34	30	26
1,000 T	< 3,000	35	32	28	26	23	20
250 T	< 1,000	26	24	21	19	17	15
100 T	< 250	19	18	16	14	13	11
	< 100	15	14	12	11	10	9

技術基準 別表 1 (一部抜粋) No.22

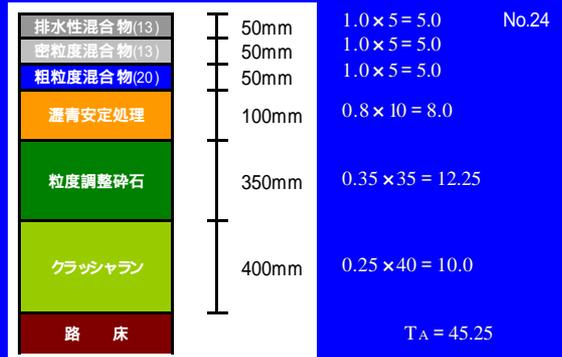
使用する層	材料 工法	品質規格	等値換算係数
表層 基層	加熱アスファルト混合物	ストリートアスファルト使用 混合物の性状は表1-2による	1.00
	瀝青安定処理	加熱混合 : 安定度3.49kN以上 常温混合 : 安定度2.46kN以上	0.80 0.55
上層路盤	セメント瀝青安定処理	一軸圧縮強さ 1.5 - 2.9MPa 一次変位量 5 - 3(1/100cm) 残留強度率 65%以上	0.65
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ [7日] 2.9MPa	0.55
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ [10日] 0.98MPa	0.45
	粒度調整砕石・粒度調整鉄鋼スラグ	修正CBR 80以上	0.35
	水硬性粒度調整鉄鋼スラグ	修正CBR 80以上 一軸圧縮強さ [14日] 1.2MPa	0.55
	クラッシュラン、鉄鋼スラグ、砂など	修正CBR 30以上 修正CBR 20以上30未満	0.25 0.20
下層路盤	セメント安定処理	一軸圧縮強さ [7日] 0.98MPa	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ [10日] 0.7MPa	0.25

構造設計における舗装構造の決定

(cm)

構造例	表層・基層		上層路盤材料			下層路盤材料	TA'	合計厚さ
	加熱アスファルト混合物	瀝青安定処理路盤材料	粒度調整砕石	クラッシュラン				
1	15	10	35	40		45.3	100	
2	15	20	20	30		45.5	85	

決定舗装断面 (路面 構造設計をまとめる)



演習 2

5年後に再開発事業が予定されている都市内道路の舗装の設計を
行いましょう。

設計条件

項目	当初設計	5年後の再開発事業時の設計
道路の区分	第4種第1級	第4種第1級
設計期間	5年	10年
舗装計画交通量(台/日・方向)	2500	3000
設計CBR	3	-
舗装に対する要求	再生利用の促進	安全性、水はね、再生利用の促進

解答例 当初設計

性能指標と値	疲労破壊輪数	3,500,000(回/5年)
	塑性変形輪数	3,000(回/mm)以上
	平坦性	2.4mm以下
構造設計	信頼性	50%
	T_A	2.5cm
	各層の厚さと材料	図参照 ($6.07N^{0.16}/CBR^{0.3}$)
路面設計	表層材料と厚さ	改質型を使用した再生混合物

解答例 舗装断面

当初設計	5年後の再開発時の設計
再生表層(密粒・改質Ⅱ型) 5cm	排水性混合物(高粘度改質)5cm
再生基層(再生粗粒) 5cm	基層(密粒・改質Ⅱ型) 5cm
再生瀝青安定処理 5cm	
再生粒調碎石 20cm	基層(再生粗粒) 26cm
再生クラッシャー 20cm	路床(設計CBR4)
路床(設計CBR3)	当初設計の下層路盤を構築路床の一部として設計CBRは設定
$T_A=1.0 \times 5 + 1.0 \times 5 + 0.8 \times 5$ $+ 0.35 \times 20 + 0.25 \times 20$ $=25 \text{ cm}$	$T_A=1.0 \times 5 + 1.0 \times (5 + 26)$ $=41 \text{ cm}$ $CBR=[(20 \times 20^{1/3} + 80 \times 3^{1/3})/100]^{3/4}$

解答例 ;5年後の再開発事業時の設計

性能指標と値	疲労破壊輪数	35,000,000(回/10年)
	塑性変形輪数	3,000(回/mm)以上
	平坦性	2.4mm以下
	浸透水量	1,000(nl/s)以上
構造設計	信頼性	90%
	T_A	4.1cm ($6.84N^{0.16}/CBR^{0.3}$)
	各層の厚さと材料	図参照
路面設計	表層材料	高粘度改質アスファルトを使用した排水性舗装用混合物
	基層材料	改質型を使用した密粒度混合物

演習 3

舗装補修時に騒音低減性能を有する舗装を採用する場合の路面および構造設計です。

既設舗装の破損状況

No.31

ひび割れ率 : 8%

わだち掘れ量 : 35mm

わだち掘れは中間層にまで及び

構造的な破損は進行していない
表層の機能的破損が進行

既設舗装構成

No.32

密粒(20) 改質 型	5cm	1.0 × 5 = 5
粗粒(20)	5cm	1.0 × 5 = 5
粗粒(20)	5cm	1.0 × 5 = 5
瀝青安定処理	11cm	0.8 × 11 = 8.8
粒度調整砕石	25cm	0.35 × 25 = 8.75
クラッシュラン	35cm	0.25 × 35 = 8.75
路 床 (設計 CBR = 4)		T _A = 41.3

設計条件

No.33

項目	設計条件
道路の区分	第4種第1級
設計期間	路面 : 施工直後 (一部 1年後) 構造 : 10年
舗装計画交通量	3,000台 / 日・方向
設計 CBR	4
沿 道	・商店街, 住居 ・コンビニ, レストラン, 倉庫等の 車両出入口 ・交差点 (大型車の右左折)

要求性能

No.34

要求性能	性能指標	性能指標の値
低騒音性能	路面騒音	施工直後 88dB以下 1年後 89dB以下
すべり抵抗性能	すべり抵抗値 μ 40	0.40以上
塑性変形抵抗性能	塑性変形輪数	3,000(回 / mm)以上
骨材飛散抵抗性能	ねじれ抵抗性	120分以上 (10mm到達時間)
平坦性能	平坦性	2.4(mm)以下
透水性能	浸透水量	1,000m ³ / 15秒以上
疲労破壊抵抗性能	疲労破壊輪数	35,000,000(回 / 10年)

要求性能 (補足)

No.35

路面へのニーズ	路面の機能	要求性能
騒音が小さい	環境の保全と改善	低騒音性能
交通安全の確保	視距内で制動停止可能 車両の操縦性が良い サイドスリップ現象なし 水はねがない 路面の視認性がよい	すべり抵抗性能 塑性変形抵抗性能 骨材飛散抵抗性能
	乗り心地がよい 荷痛みしない 水はねがない 路面の視認性がよい	平坦性能 透水性能
円滑な交通の確保	疲労破壊してほしくない	疲労破壊抵抗性能

路面設計・構造設計の例

No.36

密粒(20) 改質 型	5cm	排水性(B) 高耐久改質	5cm	1.0 × 5 = 5
粗粒(20)	5cm	密粒(13) 改質 型	5cm	1.0 × 5 = 5
粗粒(20)	5cm	粗粒(20)	5cm	1.0 × 5 = 5
瀝青安定処理	11cm	瀝青安定処理	11cm	0.8 × 11 = 8.8
粒度調整砕石	25cm	粒度調整砕石	25cm	0.35 × 25 = 8.75
クラッシュラン	35cm	クラッシュラン	35cm	0.25 × 35 = 8.75
路 床 (設計 CBR = 4)		路 床 (設計 CBR = 4)		T _A = 41.3

設計例 (性能指標と材料 施工特性)

No.37

性能指標	材料および施工特性
路面騒音	小粒径によるテクスチャ 空隙率 2.1% 高耐久型高粘度による肌理の長期維持
すべり抵抗値	当混合物のすべり抵抗値 ($\mu 40$) は 0.5 程度確保できると過去の実績から判断
塑性変形輪数	小粒径混合物の DS 低下を抑制 (バインダ) 中間層に密粒 (改質型)
ねじれ抵抗性	高耐久型高粘度による回転 W 向上 ・トップコート工法 (車両出入口) ・交差点用高粘度バインダ
平坦性	一定速度の連続施工 変形抵抗性向上 (高耐久型高粘度)
浸透水量	連続空隙率の増大 (密粒した単粒骨材) 空隙率 2.1%
疲労破壊輪数	信頼性 90% の構造設計 中間層の水密性向上 (密粒)

排水性トップコート工法

No.38



2層式低騒音舗装

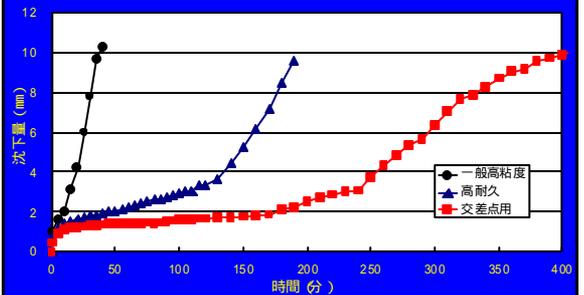
No.39



出典：世紀東急工業㈱/コンセプト

高粘度改質アスファルト

No.40



演習 4

No.41

最後に、次の設計条件で路面温度低減性能および排水性能 (浸透性能) を有する舗装の路面設計を行います。

設計条件

No.42

舗装計画交通量	3,000台/日・方向
道路の区分	第4種1級
設計速度	40km/h
車線数	上下各2車線
縦断勾配	0%
地域	関東、都心部でヒートアイランド対策地域

性能指標と値

No.43

要求性能	性能指標	性能指標の値
塑性変形抵抗性	塑性変形輪数	動的安定度3000回/mm以上
平坦性	平坦性	2.4mm以下
路面温度低減性能	路面温度低減量	近隣の通常舗装と比較して接触型温度計で9℃以上
保水性能	保水量	24時間水浸後測定で5.0kg / m ² 以上
すべり抵抗性能	すべり抵抗値	回転式すべり抵抗測定器DFT40km / hで0.45以上
排水性能	浸透水量	現場透水量500ml / 15s以上

解答例 路面設計

材料の選定

No.44

性能指標	材料の特性など
塑性変形輪数	塑性変形輪数(動的安定度)3000回 / mm以上のアスファルト混合物を用いる。
平坦性	施工を定速度で連続して行う。厚さ10cmの表層を2層(下層6cm、上層4cm)に分割して舗設する。
路面温度低減量	開発した 保水材と高粘度改質アスファルトを用いた排水性混合物の使用により9℃以上を確保。
保水量	開発した 保水材の使用により、厚さ10cm、75%浸透で5.0kg / m ² 以上を確保。
すべり抵抗値	半たわみ性舗装の施工事例を参考に、舗装路面の余剰保水材をレーキなどで十分除去することによってDFT40km / hで0.45以上を確保。
浸透水量	試験施工などを参考に、透水性能を考慮して保水材の注入は、厚さ10cmに対して75%浸透とすることで、現場透水量500ml / 15s以上を確保。

路面設計

No.45

表層の使用材料、工法および厚さの決定

表層混合物	空隙率25%程度の排水性混合物を母体混合物に使用。 高粘度改質アスファルトの使用(骨材飛散の防止) 3000回 / mm以上の塑性変形輪数は母体混合物で確保される。
表層の厚さ	保水量、浸透水量を考慮して10cmとする。 浸透水量500ml / 15sを確保するために、保水材の注入は厚さ10cmの75%とする。
その他	平坦性の確保および保水材の十分な充填を確保するために表層10cm、骨材最大粒径13mmとして2層(下層6cm、上層4cm)に分けて同日に施工する。