

## 第3章 道路設計

### 3.1 新設本体 (FH=6.80m) の道路

新設本体 (FH=6.80m) の道路の線形・舗装範囲を含む基本レイアウトについては建築計画による。

道路縦断についても建築計画の条件に基づいて、本計画においてはFH=6.8mの水平とする。なお、適切な雨水排水を行うため道路端及び建屋外周に雨水排水施設（自由勾配側溝）を設けることとした。

### 3.2 新設本体南側の駐車場・道路

本箇所も同様に道路の線形・舗装範囲を含む基本レイアウトについては建築計画による。

計画では、現在の構内道路が敷地の南西端において現道（公道）に連絡していることから、この機能保全のため計画の搬入車出入口の西側で現道への接道を行うこととしている。この接続部は現在でも敷地内の方が現道より60cm程度高く、さらに雨水排水計画で検討したように、新設本体南側の駐車場・道路一帯の排水を既設調整池-1へ導くよう配慮する必要から可能な範囲まで東側に向け緩い造成勾配（約0.2%）を付すものとする。

この対応に向けた検討結果を資料3-1に示す。これに示した計画により、搬入車出入口の西側での現道接続並びに既設調整池-1への効率的な雨水排水が可能となる。

### 3.3 斜路部における縦断計画

斜路部の縦断計画は次のとおりとした。

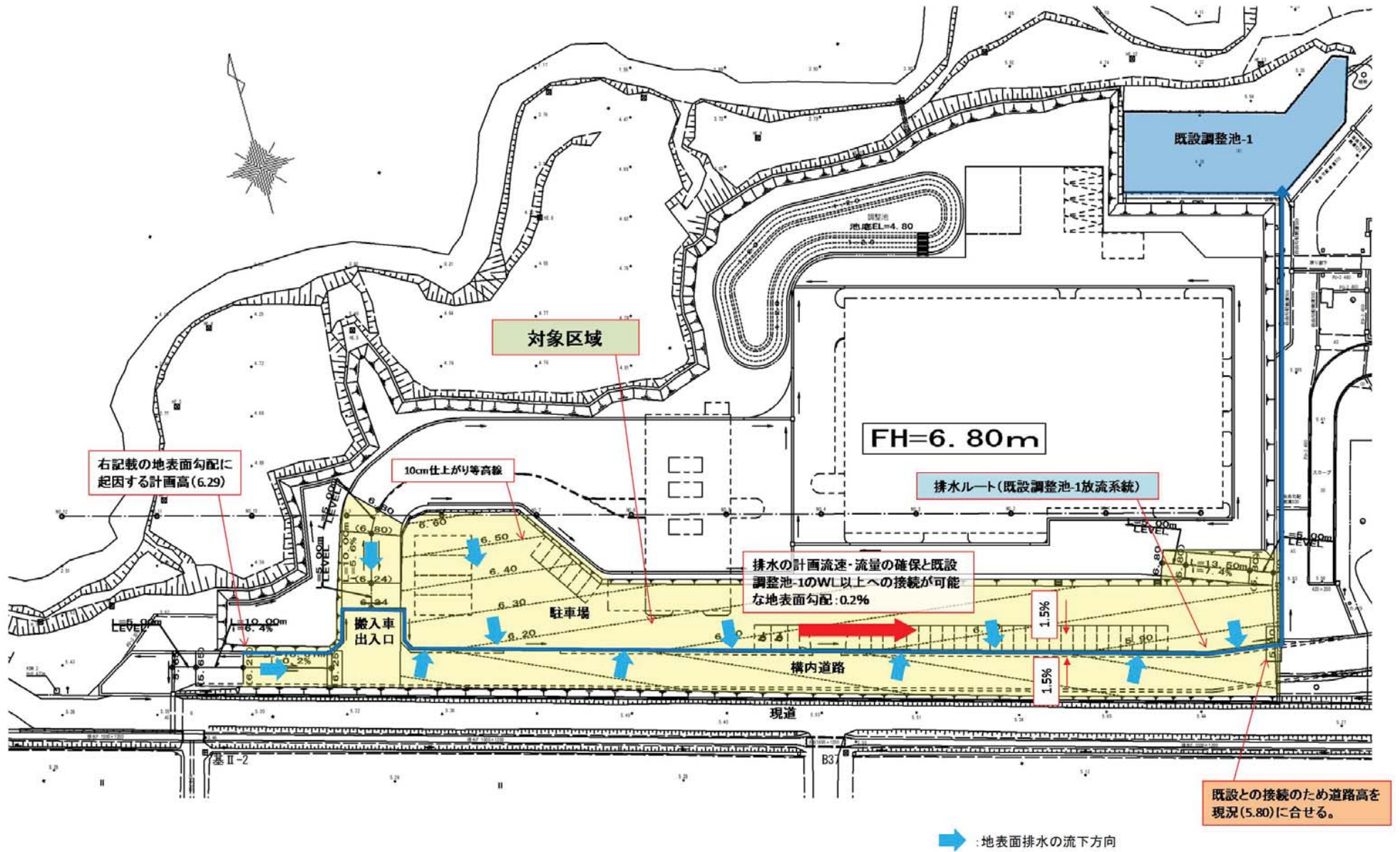
縦断勾配・・・・・・・・・・・・7.5%以下

→道路構造令 p406～「積雪寒冷の度がはなはだしい地域」における設計速度20～40kmに対する最大縦断勾配

走行性確保策・・・・・・・・縦断曲線（VCL=10m）の挿入

→道路構造令 p419に規定する縦断曲線長の最小長さは20mであるが、対象の道路が公道でないこと及び敷地が狭いことを考慮して10mとした。なお、縦断曲線長10mについては、区画整理事業で存置家屋周辺の既設道路を事業計画に取り込む場合に基準化・適用された事例があり、それに基づいて整備された道路も問題なく供用されていることから、本計画において適用することとした。

資料3-2に上記に係る道路構造令の抜粋を示す。



資料 3-1 新設本体南側の駐車場・道路部の道路計画説明図

表 3-43 積雪寒冷地域の縦断勾配の特例値

設計速度 (km/h)	積雪寒冷の度がはなはだしい地域 (%)	その他の地域 (%)
120	4	4
100	5	5
80	6	6
60	7	8
50	7	8
40	7.5	8
30	7.5	10
20	7.5	10

…道路構造令p406

3 縦断曲線の長さは、当該道路の設計速度に応じ、次の表の右欄に掲げる値以上とするものとする。

設計速度 (単位 1時間につきキロメートル)	縦断曲線の長さ (単位 メートル)
120	100
100	85
80	70
60	50
50	40
40	35
30	25
20	20

…道路構造令p419

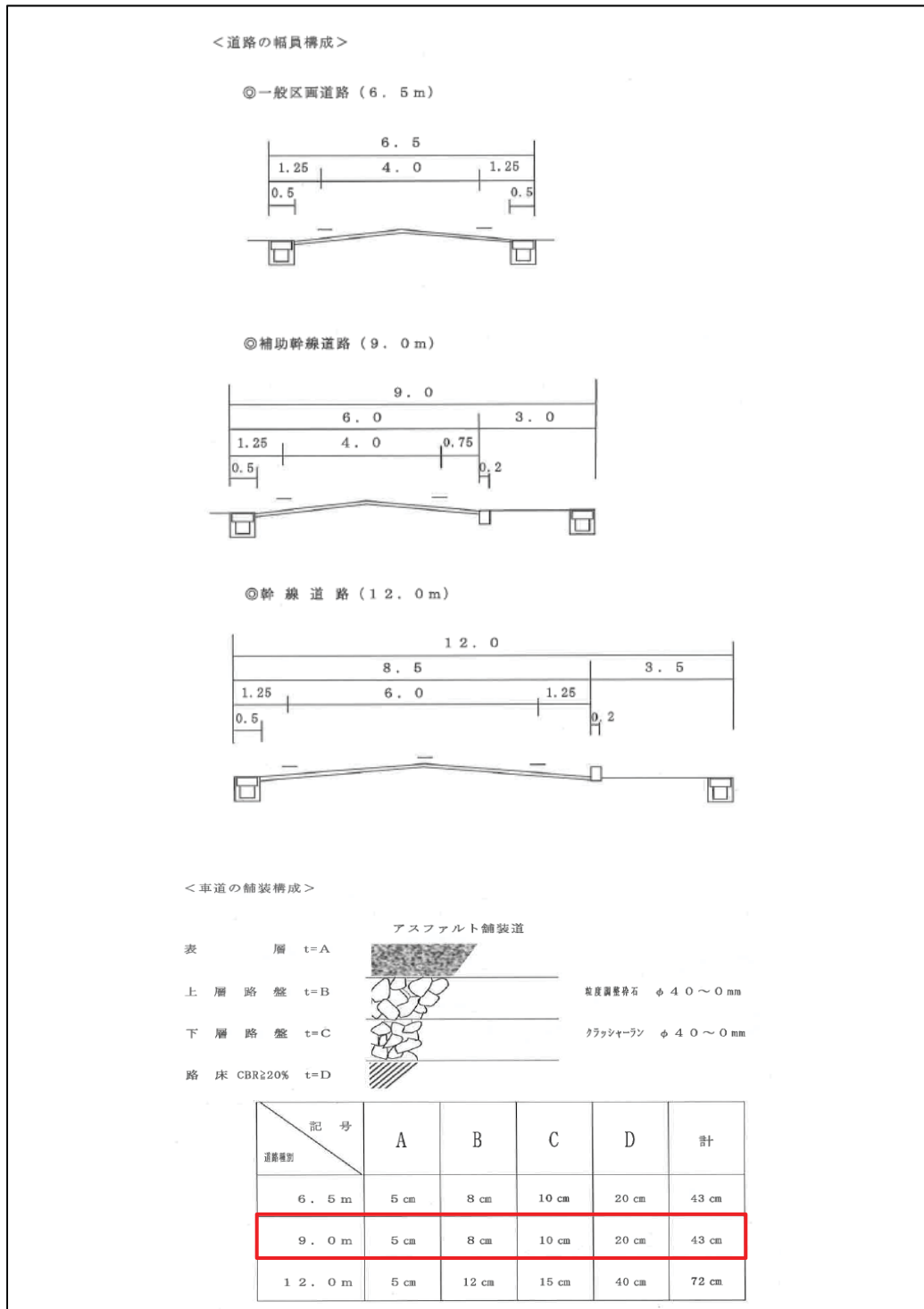
資料 3-2 道路構造令の抜粋

### 3.4 舗装構成

舗装構成は「舗装設計便覧：H18.2/（社）日本道路協会」（以下、「舗装便覧」という）に基づいて検討するものとする。

#### (1) 表層及び路盤

表層及び路盤については「開発行為申請技術基準/上越市 1996」（以下「市基準」）の規定値を舗装便覧に基づいて見直す。市基準の舗装構成に係る記載箇所を以下に示す。



資料 3-3 開発行為許可申請技術基準 p4～5（上越市 1996）

舗装計画交通量は、別途検討した搬入車両の日当り台数=225台より、表 3-1 の交通区分 N4（舗装計画交通量 100 以上 250 未満：単位=台/日・方向）とする。また、搬入車が十分通行可能な道路種別として、計画の構内道路を市基準の補助幹線道路（道路種別 9.0m）に相当するもの考える。

よって、市基準では表層 5cm、上層路盤 8cm、下層路盤 10cm となる。一方、舗装便覧においては表層厚並びに路盤厚を下表のとおり規定しているため、最大粒径の 3 倍かつ 10cm 以上の規定を満足するために路盤厚を見直す必要がある。

表 3-1 表層と基層を加えた最小厚さ

交通区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)	表層と基層を加えた最小厚さ (cm)
N <sub>7</sub>	3,000以上	20 (15) [注1]
N <sub>6</sub>	1,000以上 3,000未満	15 (10) [注1]
N <sub>5</sub>	250以上 1,000未満	10 (5) [注1]
N <sub>4</sub>	100以上 250未満	5
N <sub>3</sub>	40以上 100未満	5
N <sub>2</sub> , N <sub>1</sub>	40未満	4 (3) [注2]

[注]  
 1. ( ) 内は、上層路盤に瀝青安定処理工法およびセメント・瀝青安定処理工法を用いる場合の最小厚さを示す。  
 2. 交通量区分N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>にあつて、大型車交通量をあまり考慮する必要がない場合には、瀝青安定処理工法およびセメント・瀝青安定処理工法の有無によらず、最小厚さは3cmとすることができる。

表 3-2 路盤各層の最小厚さ  
(舗装計画交通量 40 台/日・方向以上)

工法・材料	1層の最小厚さ
瀝青安定処理 (加熱混合式)	最大粒径の2倍かつ5cm
その他の路盤材	最大粒径の3倍かつ10cm

以上から舗装構成は表 3-3 のとおりとする。

表 3-3 舗装構成

種別	厚さ (cm)	備考
表層 (アスコン)	5	
上層路盤 (粒調碎石 40~0)	12	最大粒径 4cm の 3 倍
下層路盤 (クラシラン 40~0)	12	最大粒径 4cm の 3 倍

## (2) 路床

路床は先に定めた舗装構成から求まる等値換算厚：TA' に対応する路床の設計 CBR を信頼度 90%、75%、50%について求め、その CBR を発現する路床の対策厚を設定するとともに、30 年の供用を前提に、信頼度に対応する 10 年目並びに 20 年目の修復作業（計 2 回の修復作業）を考慮してライフサイクルで経済的な仕様を設定するものとする。

### 1) 等値換算厚：TA'

TA' は以下の式により算出する。

$$TA' = \sum_{i=1}^n a_i \cdot h_i \quad (5.2.9)$$

ここに、TA'：等値換算厚（cm）

$a_i$ ：舗装各層に用いる材料・工法の等値換算係数

$h_i$ ：各層の厚さ（cm）

$n$ ：層の数

表 3-4 舗装各層に用いる材料・工法の等値換算係数<sup>4</sup>

使用する層	材料・工法	品質規格	等値換算係数 a
表層 基層	加熱アスファルト 混合物	ストレートアスファルトを使用，混合物の性状は表-5.2.12による。	1.00
上層路盤	瀝青安定処理	加熱混合：安定度 3.43kN 以上	0.80
		常温混合：安定度 2.45kN 以上	0.55
	セメント・ 瀝青安定処理	一軸圧縮強さ [7日] 1.5～2.9MPa 一次変位量 [7日] 5～30 1/100cm 残留強度率 [7日] 65%以上	0.65
		セメント安定処理	一軸圧縮強さ [7日] 2.9MPa
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ [10日] 0.98MPa	0.45
	粒度調整碎石・粒度 調整鉄鋼スラグ	修正 CBR80 以上	0.35
下層路盤	クラッシュラン， 鉄鋼スラグ，砂など	修正 CBR30 以上	0.25
		修正 CBR20 以上 30 未満	0.20
	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

#### 等値換算係数

表層（アスコン）	5cm	×	1.00	=5.0cm
上層路盤（粒調碎石 40～0）	12cm	×	0.35	=4.2cm
下層路盤（クラッシュラン 40～0）	12cm	×	0.25	=3.0cm

計：TA' = 12.2cm

<sup>4</sup> 舗装便覧 p76～79

## 2) 路床の設計 CBR

下式<sup>5</sup>により路床の CBR を求める。

を下回らないように舗装の各層の厚さを決定する。

信頼度 90% の場合	$T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$	(5.2.6)
信頼度 75% の場合	$T_A = \frac{3.43N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$	(5.2.7)
信頼度 50% の場合	$T_A = \frac{3.07N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$	(5.2.8)

ここに、 $T_A$  : 必要等値換算厚  
 $N$  : 疲労破壊輪数  
 $CBR$  : 路床の設計 CBR

舗装設計交通量 = 100 以上 250 (台 / (日・方向)) 未満

表-3.2.2 疲労破壊輪数の基準値 (普通道路, 標準荷重 49kN)

交通量区分	舗装計画交通量 (単位: 台 / 日・方向)	疲労破壊輪数 (単位: 回 / 10年)
N7	3,000以上	35,000,000
N6	1,000以上3,000未満	7,000,000
N5	250以上1,000未満	1,000,000
N4	100以上 250未満	150,000
N3	40以上100未満	30,000
N2	15以上40未満	7,000
N1	15未満	1,500

交通量区分 = N4

疲労破壊輪数 = 150,000 回 / 10年

必要等値換算厚:  $T_A$

路床の 設計 CBR	信頼度 90%	信頼度 75%	信頼度 50%
3	18.59	16.61	14.87
4	17.06	15.24	13.64
5	15.95	14.25	12.75
6	15.10	13.49	12.08
7	14.42	12.88	11.53
8	13.86	12.38	11.08
9	13.37	11.95	10.69
10	12.96	11.57	10.36
11	12.59	11.25	10.07
12	12.27	10.96	9.81
13	11.98	10.70	9.58
14	11.71	10.46	9.37
15	11.47	10.25	9.17
16	11.25	10.05	9.00
17	11.05	9.87	8.84
18	10.86	9.70	8.69
19	10.69	9.55	8.55
20	10.53	9.40	8.42

:  $T_A' = 12.2$ より小さい値

<sup>5</sup> 舗装便覧 p76

以上から、各信頼度に対する路床 CBR は次のとおりとなる。

(各信頼度の着色範囲のうち最も小さい路床の設計 CBR)

信頼度 90% → CBR=13      ・ ・ ・ 必要等値換算厚： $T_A=11.98$

信頼度 75% → CBR= 9      ・ ・ ・ 必要等値換算厚： $T_A=11.95$

信頼度 50% → CBR= 6      ・ ・ ・ 必要等値換算厚： $T_A=12.08$

計画の交通条件において、上記の CBR を有する路床を構築すれば、その必要  $T_A$  に対して、先に計算した舗装構成の  $T_A'$  がそれを上回っているため路床の仕様と舗装構成が整合することとなる。

### 3) 現状路床 CBR

現状路床の CBR については原位置での調査によることが望ましいが、現時点ではデータが無いことに加え、路体・路床を形成する造成盛土の用土が特定できないこともあり、調査値を得ることは困難である。

一方、土工に際しては土工重機のトラフィカビリティの目安が道路土工要綱（以下、「要綱」という）において示されている。ここで、作業土量 10,000m<sup>3</sup> 以上を想定すると、国交省土木工事歩掛の敷均し・締固め工に規定された重機規格は普通ブルドーザ 21t 級（表 3-6）となるため、要綱（表 3-5）でのコーン指数は 700kN/m<sup>2</sup> となり、表 3-7 に示す「各土質定数の換算式」のコーン指数と CBR の関係式： $q_c=2 \cdot CBR$  ( $q_c$  の単位は kg/cm<sup>2</sup>) から、路床築造に先行して  $CBR=q_c/2=7/2=3.5$  であることが土工の観点から望ましいこととなる。これを、路床・舗装工事に際して用意された現状路床と考え、現状路床の  $CBR=3.5$  とする。

表 3-5 建設機械の走行に必要なコーン指数<sup>6</sup>

建設機械の種類	建設機械の接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	コーン指数 $q_c$ (kN/m <sup>2</sup> )
超湿地ブルドーザ	15~23	200 以上
湿地ブルドーザ	22~43	300 以上
普通ブルドーザ (15 t 級)	50~60	500 以上
普通ブルドーザ (21 t 級)	60~100	700 以上
スクレープドーザ	41~56 (27)	600 以上 (超湿地型は 400 以上)
被けん引式スクレーパ (小型)	130~140	700 以上
自走式スクレーパ (小型)	400~450	1,000 以上
ダンプトラック	350~550	1,200 以上

<sup>6</sup> 道路土工要綱 H21.3 (社) 日本道路協会



表 3-6 機種を選定・施工歩掛<sup>7</sup>

2. 機種を選定・施工歩掛

各作業に使用する機械・規格・日当たり施工量は、次表を標準とする。

表④・1 機種を選定と日当たり施工量 (D) (m<sup>3</sup>/1日当たり)

作業	工種	作業の内容	機械名	規格	作業条件	
					標準	障害あり
敷均し 締固め	路体 築堤	10,000m <sup>3</sup> 未満の場合	ブルドーザ	㊦(1次)普通15t級	690	350
		10,000m <sup>3</sup> 以上の場合		㊦(1次)普通21t級	980	570
		トラフィカビリティが不足して普通ブルドーザが使用できない場合など		㊦(1次)湿地16t級	560	350
	路床	10,000m <sup>3</sup> 未満の場合	"	㊦(1次)普通15t級	540	280
		10,000m <sup>3</sup> 以上の場合		㊦(1次)普通21t級	770	450
	路体・築堤	標準	タイヤローラ	㊦(1次)普通8~20t	1,330	560
路床	580				160	
敷均し 締固め	路体 築堤	10,000m <sup>3</sup> 未満の場合	ブルドーザ	㊦(1次)普通15t級	410	190
		10,000m <sup>3</sup> 以上の場合		㊦(1次)普通21t級	600	250
		トラフィカビリティが不足して普通ブルドーザが使用できない場合など		㊦(1次)湿地16t級	340	160
	路床	10,000m <sup>3</sup> 未満の場合		㊦(1次)普通15t級	240	130
		10,000m <sup>3</sup> 以上の場合		㊦(1次)普通21t級	360	150

<sup>7</sup> 国土交通省土木工事歩掛 (マニュアル) p194

表 3-7 各土質定数の換算式

項目	記号	関係式	適用	備考	出典
N値と一軸圧縮強さ	N: N値 Qu: 一軸圧縮強さ(kgf/cm <sup>2</sup> )	Qu ≈ N/8			地盤調査法; 地盤工学会編
		Qu = 0.4 + N/20	東京の地盤		
		Qu = 0.1 + 0.15N	シルト質土		設計要領; 第1集: 日本道路公団
		Qu = 0.2 + 0.15N	N < 10の粘土		
		Qu = 0.1 + 0.14N	原名・名神データ(沖積層)		
		Qu = N/A (A=5~6)	洪積粘土		
N値とK <sub>30</sub> 値	K <sub>30</sub> : 平板載荷試験値(kgf/cm <sup>2</sup> )	K <sub>30</sub> = 1.54 · N <sup>0.69</sup>	粘性土(N < 15)		建造物設計標準解説; 土構物: 日本鉄道施設協会編
		K <sub>30</sub> = 2.44 · N <sup>0.67</sup>	ローム(N < 8)		
		K <sub>30</sub> = 3.01 · N <sup>0.58</sup>	砂礫土(N < 6)		
N値とせん断抵抗角	φ: 土のせん断抵抗角(°)	φ = 15 + √15 · N	φ ≤ 45°, N > 5		道路橋示方書・同解説; (I. 共通編 IV. 下部構造編) 日本道路協会
		φ = 15 + √20 · N		大崎の式	建築基礎構造設計指針: 日本建築学会編
N値と変形係数	E: 変形係数(kgf/cm <sup>2</sup> )	E = 28 · N E = 25 · N	砂質土、礫質土		道路橋示方書・同解説; (I. 共通編 IV. 下部構造編) 日本道路協会 国鉄建造物設計標準解説 基礎構造物 坑土圧構造物; 土木学会編
一軸圧縮強さと粘着力	C: 粘着力(kgf/cm <sup>2</sup> )	C = Qu/2	粘性土	φ = 0°と仮定	
一軸圧縮強さとコーン指数	qc: コーンベネトローメーターによるコーン指数(kgf/cm <sup>2</sup> )	qc ≈ 5 · Qu	一般の粘性土		地盤調査法; 地盤工学会編
		qc = (8~12) · Qu	乱した関東ローム		関東ロームの土工: 高速道路協会編
		qc = 5 · Qu	洪積粘土(qc ≤ 4)		設計要領; 第1集: 日本道路公団
		qc = 10 · Qu	洪積粘土(4 < qc < 2)		
		qc = 8 · Qu	関東ローム(qc ≤ 2)		
		qc = 11 · Qu	関東ローム(2 < qc < 12)		
一軸圧縮強さとCBR		Qu = (1/3~1/5) · CBR	北関東のローム	乱さない試料	関東ロームの土工: 高速道路協会編
		Qu = (1/16~1/20) · CBR	南関東のローム	乱さない試料	
		Qu = 0.225 · CBR	CBR < 10のローム		
		Qu = (1/4~1/12) · CBR	ローム	乱した試料	
コーン指数とCBR		qc = (2~4) · CBR	ローム	乱した試料	関東ロームの土工: 高速道路協会編
		qc ≈ 2 · CBR	現場CBR	室町の式	建造物設計標準解説; 土構物: 日本鉄道施設協会編
K <sub>30</sub> 値とCBR		CBR = 0.642 · 10 <sup>0.118K<sub>30</sub></sup>	CBR ≤ 5		建造物設計標準解説; 土構物: 日本鉄道施設協会編
		CBR = 1.82 · K <sub>30</sub> - 4.0			舗装技術の質疑応答; 第2巻: 建設図書編
変形係数と一軸圧縮強さ	E: 変形係数(kgf/cm <sup>2</sup> ) E <sub>50</sub> : 一軸圧縮試験から求めた変形係数(kgf/cm <sup>2</sup> )	E <sub>50</sub> = 250 · Qu	関東ローム	乱さない試料	関東ロームの土工: 高速道路協会編
		E <sub>50</sub> = 105 · Qu	高塑性の海成粘土	乱さない試料	
		E = 20 · Qu			生石灰による地盤改良: 日刊工業新聞編
		E = 189 · Qu	Qu < 70kgf/cm <sup>2</sup>	セメント系	
		E = 136 · Qu	Qu < 5kgf/cm <sup>2</sup>	固化材による	軟弱地盤改良工法に関する現状と動向講演会資料
		E = 125 · Qu	Qu < 1.0kgf/cm <sup>2</sup>	安定処理土	「浅層安定処理工法」: 吉田信夫編
変形係数と粘着力		E <sub>50</sub> = 210 · C	粘土	乱さない試料	地盤調査法; 地盤工学会編
		E <sub>50</sub> = 480 · C	粘土(Qu > 2kgf/cm <sup>2</sup> )	乱さない試料	土質試験法: 土質工学会(現地盤工学会)編
		E <sub>50</sub> = 40 · C			生石灰による地盤改良: 日刊工業新聞編
変形係数とCBR		E = 20 · CBR	地山および路体		設計要領; 第1集: 日本道路公団
		E = 40 · CBR	路床		
		E = 100 · CBR		シェルデータ	アスファルト vol.119: 日本アスファルト協会
		E = (45~75) · CBR	路床		生石灰による地盤改良: 日刊工業新聞編

※1 kg / cm<sup>2</sup> = 10 t / m<sup>2</sup> = 100kN/m<sup>2</sup>

#### 4) 路床の設計 CBR 確保策

路床の設計 CBR 確保策としては次の理由によりクラッシュランを用いた碎石置換によるものとする。

- ・通常、クラッシュランは修正 CBR が 20 以上あるため、市基準に規定された路床上部の  $CBR \geq 20$  を無調整で得ることができる。
- ・本市には凍上に係る規定は無いが、粒状材料を用いた置換は凍上の抑制に有効である（道路土工要綱においても、当地域は凍上抑制層の設計に用いる凍結指数の指定が無い）。
- ・施工が容易である。

上記に基づいて碎石置換厚の検討を行う。

路床の設計 CBR は下式<sup>8</sup>で評価される。

##### 1) 路床の評価

予備調査および CBR 試験の結果より、区間の CBR および設計 CBR を以下のようにして定める。

- ① 路床が深さ方向に異なるいくつかの層をなしている場合には、その地点の CBR は路床面から路床下面までの各層の CBR を用いて、式 (5.2.4) によって求まる値 ( $CBR_m$ ) とする。なお、路床厚さは一般に 100cm を用いるので、その場合は  $h = 100$  となる。

$$CBR_m = \left[ \frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h} \right]^3 \quad (5.2.4)$$

ここに  $CBR_m$  :  $m$  地点の CBR

$CBR_1, CBR_2, \dots, CBR_n$  :  $m$  地点の各層の CBR

$h_1, h_2, \dots, h_n$  :  $m$  地点の各層の厚さ (cm)

$h_1 + h_2 + \dots + h_n = h$

$h_1 + h_2$  が碎石置換厚に相当し、そのうち  $h_1$  が有効な置換厚 ( $CBR=20$ )、 $h_2$  が現状路床  $CBR < 3$  の場合の CBR 低減区間 (厚 20cm) であり、 $h_3$  は現状路床厚である。

今回の現状路床 CBR は 3 以上 (3.5) のため、舗装便覧 p71 の記載 (表 3-8) に基づいて  $h_2$  (低減区間) を考慮しないものとする。

なお、置換の最小厚は施工性を考慮して 30 cm とする。

以上に基づいて、現状路床  $CBR=3.5$ 、置換部  $CBR=20$  を条件に、各信頼度における路床設計 CBR と置換厚を次頁以降に検討し次の結果を得た。

信頼度 90% →  $CBR=13$       ・ ・ ・ 置換厚 = 70cm

信頼度 75% →  $CBR=9$       ・ ・ ・ 置換厚 = 50cm

信頼度 50% →  $CBR=6$       ・ ・ ・ 置換厚 = 30cm

<sup>8</sup> 舗装便覧 p68~69

表 3-8 路床の評価上の留意点<sup>9</sup>

条 件	留 意 点
路床が深さ方向にいくつかの層をなしており、厚さ20cm未満の層がある場合	厚さ20cm未満の層はCBRの小さいほうの層に含めて計算してCBR <sub>m</sub> を求める。
CBRが3未満の現状路床を改良して構築路床を設ける場合	改良厚さは、一般的な作業のできる路床の安定処理の場合は30～100cmの間で、十分な締固め作業ができないような非常に軟弱な現状路床での安定処理や置換工法による場合は50～100cmの間で設定する。
CBRが3未満の現状路床を改良した場合のCBR設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良した層厚から20cm減じたものを有効な構築路床の層として扱う。</li> <li>改良した層の下から20cmの層は、安定処理の場合、安定処理した層のCBRと現状路床土のCBRとの平均値をその層のCBRとする。置換えの場合は現状路床土と同じCBRとして計算を行う。</li> <li>CBRが3以上の現状路床を改良して構築路床を設ける場合は、このような低減を行わなくてよい。</li> </ul>
改良した層のCBRの上限	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良した層のCBRの上限は20とする。</li> <li>自然地盤の層については、CBRの上限は設けない。</li> </ul>
置換材料のCBR	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換材料のCBRは、本来、設計CBRを求める際のCBR試験によって評価を行う。</li> <li>良質な盛土材料や碎石等の粒状材料を使用する場合、その材料の修正CBRによって評価してよい。この場合、施工基盤となる現状路床部分の状態によって作業性が左右されることから、修正CBRを求めるための所要の締固め度は、使用する箇所で実際に確保できるものでなければならない。</li> <li>一般に、置換材料の修正CBRを求める場合の所要の締固め度は、90%とする。なお、修正CBRが20を超える場合は、20として評価する。</li> </ul>
CBR <sub>m</sub> の計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>CBR<sub>m</sub>の計算は、通常、路床が上部ほど高いCBRを示している場合に適用することができる。</li> <li>路床の上部に下部と比べ極端に弱い層がある場合には、舗装構造はこの影響を受けることになるので、CBR<sub>m</sub>を用いてはならない。</li> <li>このような場合には全層が弱い層でできていると考えるか、またはその層を安定処理するか良質な材料で置き換えて計算を行う。</li> </ul>
設計CBRの設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>舗装構造を短区間で変えることは、施工が繁雑となるので好ましくない。舗装構造は少なくとも200mの区間は変えないように設計することが望ましい。</li> </ul>
区間のCBRの計算	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ある区間で7地点のCBR<sub>m</sub>を求めたら、4.8, 3.9, 4.6, 5.9, 4.8, 7.0, 3.3であった。</li> <li>これらの平均値は4.9、標準偏差 (<math>\sigma_{n-1}</math>) は1.2であるから、この区間のCBRは、<math>4.9 - 1.2 = 3.7</math>となる。</li> </ul>
データの確認と判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>路床の土質が同一の区間で、極端な値が得られた地点では試験法などに誤りがなかったかどうかを確認する。</li> <li>極端な値として棄却する必要があるか、あるいは局所的に改良する必要があるかなどを判断しなければならない。</li> <li>極端な値を棄却してよいかどうかの判断には、表-5.2.5を利用するとよい。</li> </ul>

<sup>9</sup> 舗装便覧 p71

表 3-9 設計 CBR の計算（置換工法）信頼度 90%

現状路床のCBR値が Co= **3.5** (%) ※低減厚無しの場合 信頼度90%

置換材料 CBR値Cs (%)	改良厚 (cm)と改良後の路床CBR (%)														
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	2.531	2.389	2.253	2.122	1.996	1.876	1.760	1.649	1.543	1.441	1.344	1.252	1.164	1.080	1.000
2	2.991	2.911	2.833	2.756	2.680	2.606	2.534	2.462	2.392	2.324	2.256	2.190	2.126	2.062	2.000
3	3.345	3.319	3.294	3.269	3.244	3.219	3.194	3.169	3.145	3.120	3.096	3.072	3.048	3.024	3.000
4	3.645	3.670	3.695	3.719	3.744	3.769	3.795	3.820	3.845	3.871	3.896	3.922	3.948	3.974	4.000
5	3.913	3.985	4.057	4.131	4.206	4.281	4.357	4.434	4.512	4.591	4.671	4.752	4.834	4.916	5.000
6	4.157	4.274	4.393	4.515	4.638	4.764	4.892	5.022	5.155	5.290	5.427	5.567	5.709	5.853	6.000
7	4.384	4.545	4.709	4.877	5.050	5.226	5.406	5.591	5.779	5.972	6.169	6.370	6.576	6.786	7.000
8	4.598	4.800	5.009	5.223	5.444	5.671	5.903	6.143	6.388	6.640	6.899	7.164	7.436	7.714	8.000
9	4.800	5.044	5.295	5.556	5.824	6.101	6.387	6.681	6.985	7.297	7.619	7.950	8.290	8.640	9.000
10	4.993	5.277	5.571	5.876	6.193	6.520	6.859	7.209	7.571	7.945	8.331	8.729	9.140	9.564	10.000
11	5.178	5.501	5.838	6.187	6.551	6.929	7.321	7.727	8.148	8.584	9.036	9.503	9.986	10.485	11.000
12	5.356	5.718	6.096	6.490	6.901	7.329	7.774	8.237	8.718	9.217	9.735	10.271	10.828	11.404	12.000
13	5.528	5.928	6.347	6.785	7.243	7.721	8.219	8.739	9.280	9.843	10.428	11.036	11.667	12.321	13.000
14	5.696	6.133	6.592	7.074	7.578	8.106	8.658	9.235	9.836	10.463	11.116	11.796	12.503	13.237	14.000
15	5.858	6.332	6.832	7.356	7.907	8.485	9.091	9.724	10.386	11.078	11.800	12.552	13.336	14.152	15.000
16	6.016	6.527	7.066	7.634	8.231	8.859	9.518	10.208	10.932	11.689	12.480	13.305	14.167	15.065	16.000
17	6.171	6.717	7.296	7.906	8.550	9.227	9.940	10.688	11.473	12.295	13.156	14.056	14.996	15.977	17.000
18	6.322	6.904	7.521	8.174	8.864	9.591	10.357	11.163	12.009	12.897	13.828	14.803	15.823	16.888	18.000
19	6.469	7.087	7.743	8.438	9.173	9.950	10.770	11.633	12.542	13.496	14.498	15.548	16.648	17.798	19.000
20	6.614	7.267	7.961	8.698	9.479	10.306	11.179	12.100	13.071	14.092	15.164	16.290	17.471	18.707	20.000

注) 上部網掛け部以外が、設計 CBR **13** 以上となる範囲を示す。

     :必要置換厚(cm)

表 3-10 設計 CBR の計算（置換工法）信頼度 75%

現状路床のCBR値が Co= **3.5** (%) 信頼度75%

置換材料 CBR値Cs (%)	改良厚 (cm)と改良後の路床CBR (%)														
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	2.531	2.389	2.253	2.122	1.996	1.876	1.760	1.649	1.543	1.441	1.344	1.252	1.164	1.080	1.000
2	2.991	2.911	2.833	2.756	2.680	2.606	2.534	2.462	2.392	2.324	2.256	2.190	2.126	2.062	2.000
3	3.345	3.319	3.294	3.269	3.244	3.219	3.194	3.169	3.145	3.120	3.096	3.072	3.048	3.024	3.000
4	3.645	3.670	3.695	3.719	3.744	3.769	3.795	3.820	3.845	3.871	3.896	3.922	3.948	3.974	4.000
5	3.913	3.985	4.057	4.131	4.206	4.281	4.357	4.434	4.512	4.591	4.671	4.752	4.834	4.916	5.000
6	4.157	4.274	4.393	4.515	4.638	4.764	4.892	5.022	5.155	5.290	5.427	5.567	5.709	5.853	6.000
7	4.384	4.545	4.709	4.877	5.050	5.226	5.406	5.591	5.779	5.972	6.169	6.370	6.576	6.786	7.000
8	4.598	4.800	5.009	5.223	5.444	5.671	5.903	6.143	6.388	6.640	6.899	7.164	7.436	7.714	8.000
9	4.800	5.044	5.295	5.556	5.824	6.101	6.387	6.681	6.985	7.297	7.619	7.950	8.290	8.640	9.000
10	4.993	5.277	5.571	5.876	6.193	6.520	6.859	7.209	7.571	7.945	8.331	8.729	9.140	9.564	10.000
11	5.178	5.501	5.838	6.187	6.551	6.929	7.321	7.727	8.148	8.584	9.036	9.503	9.986	10.485	11.000
12	5.356	5.718	6.096	6.490	6.901	7.329	7.774	8.237	8.718	9.217	9.735	10.271	10.828	11.404	12.000
13	5.528	5.928	6.347	6.785	7.243	7.721	8.219	8.739	9.280	9.843	10.428	11.036	11.667	12.321	13.000
14	5.696	6.133	6.592	7.074	7.578	8.106	8.658	9.235	9.836	10.463	11.116	11.796	12.503	13.237	14.000
15	5.858	6.332	6.832	7.356	7.907	8.485	9.091	9.724	10.386	11.078	11.800	12.552	13.336	14.152	15.000
16	6.016	6.527	7.066	7.634	8.231	8.859	9.518	10.208	10.932	11.689	12.480	13.305	14.167	15.065	16.000
17	6.171	6.717	7.296	7.906	8.550	9.227	9.940	10.688	11.473	12.295	13.156	14.056	14.996	15.977	17.000
18	6.322	6.904	7.521	8.174	8.864	9.591	10.357	11.163	12.009	12.897	13.828	14.803	15.823	16.888	18.000
19	6.469	7.087	7.743	8.438	9.173	9.950	10.770	11.633	12.542	13.496	14.498	15.548	16.648	17.798	19.000
20	6.614	7.267	7.961	8.698	9.479	10.306	11.179	12.100	13.071	14.092	15.164	16.290	17.471	18.707	20.000

注) 上部網掛け部以外が、設計 CBR **9** 以上となる範囲を示す。

     :必要置換厚(cm)

表 3-11 設計 CBR の計算（置換工法）信頼度 50%

現状路床の CBR 値が  $C_0 = 3.5$  (%) 信頼度 50%

置換材料 CBR 値 $C_s$ (%)	改良厚 (cm) と改良後の路床 CBR (%)														
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	2.531	2.389	2.253	2.122	1.996	1.876	1.760	1.649	1.543	1.441	1.344	1.252	1.164	1.080	1.000
2	2.991	2.911	2.833	2.756	2.680	2.606	2.534	2.462	2.392	2.324	2.256	2.190	2.126	2.062	2.000
3	3.345	3.319	3.294	3.269	3.244	3.219	3.194	3.169	3.145	3.120	3.096	3.072	3.048	3.024	3.000
4	3.645	3.670	3.695	3.719	3.744	3.769	3.795	3.820	3.845	3.871	3.896	3.922	3.948	3.974	4.000
5	3.913	3.985	4.057	4.131	4.206	4.281	4.357	4.434	4.512	4.591	4.671	4.752	4.834	4.916	5.000
6	4.157	4.274	4.393	4.515	4.638	4.764	4.892	5.022	5.155	5.290	5.427	5.567	5.709	5.853	6.000
7	4.384	4.545	4.709	4.877	5.050	5.226	5.406	5.591	5.779	5.972	6.169	6.370	6.576	6.786	7.000
8	4.598	4.800	5.009	5.223	5.444	5.671	5.903	6.143	6.388	6.640	6.899	7.164	7.436	7.714	8.000
9	4.800	5.044	5.295	5.556	5.824	6.101	6.387	6.681	6.985	7.297	7.619	7.950	8.290	8.640	9.000
10	4.993	5.277	5.571	5.876	6.193	6.520	6.859	7.209	7.571	7.945	8.331	8.729	9.140	9.564	10.000
11	5.178	5.501	5.838	6.187	6.551	6.929	7.321	7.727	8.148	8.584	9.036	9.503	9.986	10.485	11.000
12	5.356	5.718	6.096	6.490	6.901	7.329	7.774	8.237	8.718	9.217	9.735	10.271	10.828	11.404	12.000
13	5.528	5.928	6.347	6.785	7.243	7.721	8.219	8.739	9.280	9.843	10.428	11.036	11.667	12.321	13.000
14	5.696	6.133	6.592	7.074	7.578	8.106	8.658	9.235	9.836	10.463	11.116	11.796	12.503	13.237	14.000
15	5.858	6.332	6.832	7.356	7.907	8.485	9.091	9.724	10.386	11.078	11.800	12.552	13.336	14.152	15.000
16	6.016	6.527	7.066	7.634	8.231	8.859	9.518	10.208	10.932	11.689	12.480	13.305	14.167	15.065	16.000
17	6.171	6.717	7.296	7.906	8.550	9.227	9.940	10.688	11.473	12.295	13.156	14.056	14.996	15.977	17.000
18	6.322	6.904	7.521	8.174	8.864	9.591	10.357	11.163	12.009	12.897	13.828	14.803	15.823	16.888	18.000
19	6.469	7.087	7.743	8.438	9.173	9.950	10.770	11.633	12.542	13.496	14.498	15.548	16.648	17.798	19.000
20	6.614	7.267	7.961	8.698	9.479	10.306	11.179	12.100	13.071	14.092	15.164	16.290	17.471	18.707	20.000

注) 上部網掛け部以外が、設計 CBR 6 以上となる範囲を示す。

  : 必要置換厚 (cm)

### 5) 経済比較と設計置換厚

各信頼度に対する置換を含む路床構築費と、30 年の供用を前提に 10 年目及び 20 年目の信頼度に対応する修復作業費の和によるライフサイクルコストを算定する。なお、ここでは修復の対象は表層アスコンのみとする。

修復の数量については舗装便覧 p19~21 の記載に基づいて (100-信頼度) % で算定する。

### 2-4-3 信頼性

舗装が設定された設計期間を通して破壊しない確からしさを設計された舗装の信頼性といい、その場合の破壊しない確率を信頼度という。ここでいう破壊とは舗装の性能指標の値が設計で設定された値を下回ることを指しており、信頼性の考え方は路面設計や構造設計に適用できる。たとえば、実際の交通量が予測された交通量を上回る場合、地象や気象の条件が想定したものより厳しい場合あるいは材料や施工の変動が大きい場合等には、この破壊しない確率が下がることがある。設計に用いる値や将来予測に伴うリスクを勘案しながら設計する方法として信頼性設計がある。信頼性設計の詳細については、本便覧の「付録-1 舗装の信頼性設計」で解説するが、その考え方を整理したものを図-2.4.3に示す。

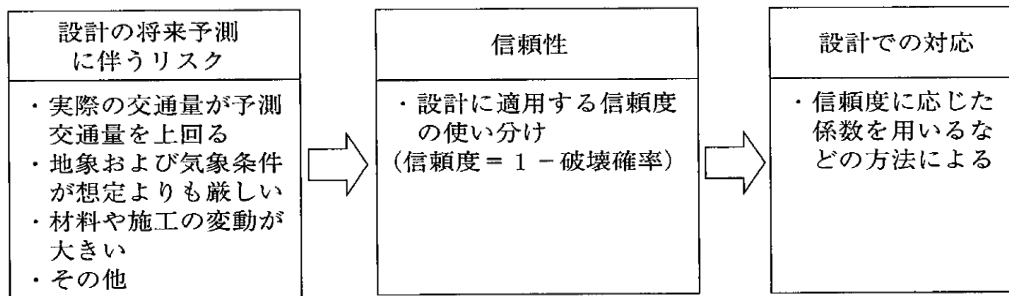


図-2.4.3 信頼性適用の考え方

信頼度に応じた係数を用いる信頼性設計における信頼度の概念を図-2.4.4に示す。この図は、舗装の構造的なひび割れの場合である。ここでの信頼度90%とは、実際の交通量が疲労破壊輪数に達した時点で、設計で設定されたひび割れ率を超える舗装の割合が10%ということである。ただし、ここでいう割合にはふたつの意味がある。一つは同じように設計した舗装が100区間あった場合、そのうち10区間が破壊に至るという意味であり、もうひとつは一つの区間のうち10%の舗装面積が破壊に至るという意味である。疲労破壊輪数に達した時点における舗装の破壊が10%より多くてもよいと判断すれば、信頼度を90%より低く設定し、必要なTAを小さくし舗装厚を薄くすることができる。

このように、信頼度に応じた係数を用いることによって、信頼性を考慮した柔軟な設計が可能となる。たとえば、設定された疲労破壊輪数が同じ路線でも、修繕時に代替路線がなく重要な役割を果たす道路であれば設計における信頼度を大きく設定することで、設計期間中はできるだけ修繕しないとの方針での設計ができる。また、代替となる路線が複数存在し、容易に維持、修繕、再建設ができるような場合には、設計における信頼度を小さく設定することで、(設計期間中の適切な維持管理を前提として)初期建設コストを抑えた設計とすることもできる。

いずれにしても、舗装設計の信頼度の設定は、道路区分や交通量に応じて一律に定まるものではなく、ライフサイクルコストだけで定まるものでもない。道路管理者は、維持修繕の難易さ、路線の重要度等を勘案した上で信頼度に応じた舗

装のライフサイクルコストを検討し、それぞれの舗装に適した信頼度を設定する必要がある。

なお、本便覧の「付録-1 舗装の信頼性設計」には、信頼性設計の考え方をわかりやすく解説し、今後の調査・研究に必要なものを示す意味で、上記の信頼度に応じた係数を乗じる方法以外の設計方法の概念についても例示しているので参照されたい。

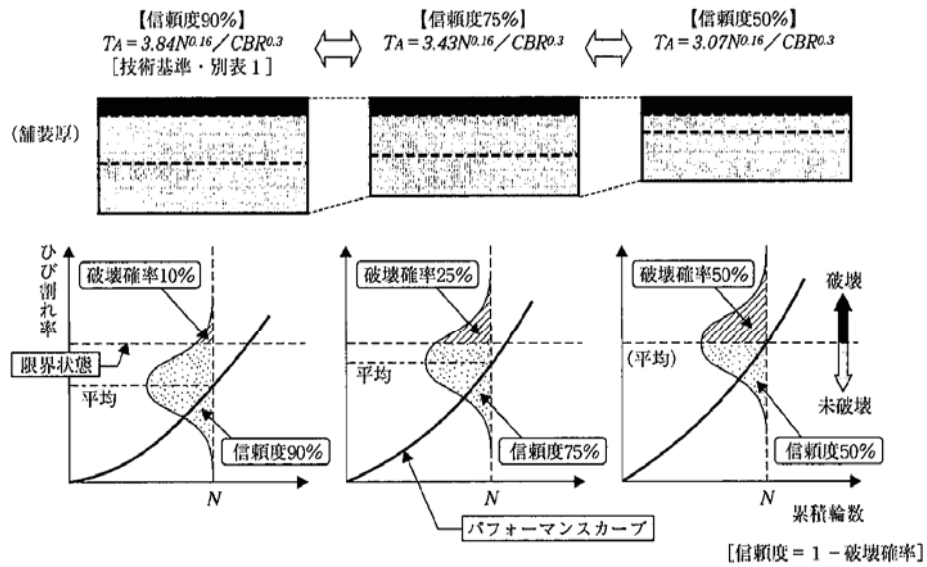


図-2.4.4 舗装の構造設計における信頼度の概念



経済比較の対象工種は次のとおりとする。

■算定工種（比較対象工種のみ）

○路床構築費（初期コスト）

- ・置換工費（クラッシュランによる路床盛土）
- ・置換部土工（掘削・積込、残土処分）
  - ・・・先行盛土に対して置換を行うものとして

○修復作業費（維持コスト）

- ・アスファルト舗装工
- ・舗装版破碎工
- ・アスコン廃材処理費

上記に基づいてコストを算定した結果、次の結果を得た。

信頼度 90% → CBR=13      ・・・置換厚=70cm

路床構築費（初期コスト）： 3,800,000 円／1,000m<sup>2</sup>

修復作業費（維持コスト）： 400,000 円／1,000m<sup>2</sup>

---

計            4,200,000 円／1,000m<sup>2</sup>

信頼度 75% → CBR=9      ・・・置換厚=50cm

路床構築費（初期コスト）： 2,700,000 円／1,000m<sup>2</sup>

修復作業費（維持コスト）： 900,000 円／1,000m<sup>2</sup>

---

計            3,600,000 円／1,000m<sup>2</sup>

信頼度 50% → CBR=6      ・・・置換厚=30cm

路床構築費（初期コスト）： 1,600,000 円／1,000m<sup>2</sup>

修復作業費（維持コスト）： 1,900,000 円／1,000m<sup>2</sup>

---

計            3,500,000 円／1,000m<sup>2</sup>

コストの算定根拠を次頁に示す。

以上より、維持コストが高くてもライフサイクル（トータルコスト）では経済的になる信頼度 50%のケースが最も経済的となることがわかった。本結果に基づいて路床は 30cm で碎石置換するものとする。

(3) 舗装のまとめ

以上の検討より、本計画における舗装を表 3-12 のとおりとする。

表 3-12 舗装構成

種別	厚さ (cm)
表層 (アスコン)	5
上層路盤 (粒調碎石 40~0)	12
下層路盤 (クラッシュラン 40~0)	12
路床碎石置換 (クラッシュラン 40~0)	30

表 3-13 舗装工経済比較

① 信頼度90% 置換厚70cm

路床の設計CBR=13

1,000 m2当り

区分	工 種		種別	規格・仕様	算式	数量	単位	単価	金額	摘要	
路床構築費 (初期コスト)	置換工	クラッシュランによる 路床盛土	材	C40-0	$0.70 \times 1,000 \times (1+0.27)$	889.0	m3	3,000	2,667,000	建物p129	
			工	敷均し・締固め ブル21t	$0.70 \times 1,000$	700.0	m3	287	200,900	土単p86	
		置換部掘削・積込	工	バックホウ0.8m3	$0.70 \times 1,000$	700.0	m3	183	128,100	県単p25	
		残土処分	工	10t積 L=10km	$0.70 \times 1,000$	700.0	m3	1,215	850,500	土単p27	
							計	3,800,000	丸め値		
修復作業費 (維持コスト)	アスファルト舗装工		工	アスコン厚5cm	$1,000 \times (100-90)\% \times 2$	200.0	m2	1,558	311,600	土単p721	
			工	厚10cm以下 バックホウ0.45 直接掘削・積込み	$1,000 \times (100-90)\% \times 2$	200.0	m2	99	19,800	土単p807	
		アスコン廃材 処理費	運搬	工	ダンプトラック10t 10.5km以下	$1,000 \times (100-90)\% \times 2 \times 0.05$	10.0	m3	1,321	13,210	土単p771
			処理	工		$10.0 \times 2.25 \text{ t/m3 (道路橋示方書 I p17)}$	22.5	t	1,200	27,000	県単p82
							計	400,000	丸め値		

合計 4,200,000 円/1,000m2

② 信頼度75% 置換厚50cm

路床の設計CBR=9

1,000 m2当り

区分	工 種		種別	規格・仕様	算式	数量	単位	単価	金額	摘要	
路床構築費 (初期コスト)	置換工	クラッシュランによる 路床盛土	材	C40-0	$0.50 \times 1,000 \times (1+0.27)$	635.0	m3	3,000	1,905,000	建物p129	
			工	敷均し・締固め ブル21t	$0.50 \times 1,000$	500.0	m3	287	143,500	土単p86	
		置換部掘削・積込	工	バックホウ0.8m3	$0.50 \times 1,000$	500.0	m3	183	91,500	県単p25	
		残土処分	工	10t積 L=10km	$0.50 \times 1,000$	500.0	m3	1,215	607,500	土単p27	
							計	2,700,000	丸め値		
修復作業費 (維持コスト)	アスファルト舗装工		工	アスコン厚5cm	$1,000 \times (100-75)\% \times 2$	500.0	m2	1,558	779,000	土単p721	
			工	厚10cm以下 バックホウ0.45 直接掘削・積込み	$1,000 \times (100-75)\% \times 2$	500.0	m2	99	49,500	土単p807	
		アスコン廃材 処理費	運搬	工	ダンプトラック10t 10.5km以下	$1,000 \times (100-75)\% \times 2 \times 0.05$	25.0	m3	1,321	33,025	土単p771
			処理	工		$25.0 \times 2.25 \text{ t/m3 (道路橋示方書 I p17)}$	56.3	t	1,200	67,500	県単p82
							計	900,000	丸め値		

合計 3,600,000 円/1,000m2

③ 信頼度50% 置換厚30cm

路床の設計CBR=6

1,000 m2当り

区分	工 種		種別	規格・仕様	算式	数量	単位	単価	金額	摘要	
路床構築費 (初期コスト)	置換工	クラッシュランによる 路床盛土	材	C40-0	$0.30 \times 1,000 \times (1+0.27)$	381.0	m3	3,000	1,143,000	建物p129	
			工	敷均し・締固め ブル21t	$0.30 \times 1,000$	300.0	m3	287	86,100	土単p86	
		置換部掘削・積込	工	バックホウ0.8m3	$0.30 \times 1,000$	300.0	m3	183	54,900	県単p25	
		残土処分	工	10t積 L=10km	$0.30 \times 1,000$	300.0	m3	1,215	364,500	土単p27	
							計	1,600,000	丸め値		
修復作業費 (維持コスト)	アスファルト舗装工		工	アスコン厚5cm	$1,000 \times (100-50)\% \times 2$	1,000.0	m2	1,558	1,558,000	土単p721	
			工	厚10cm以下 バックホウ0.45 直接掘削・積込み	$1,000 \times (100-50)\% \times 2$	1,000.0	m2	99	99,000	土単p807	
		アスコン廃材 処理費	運搬	工	ダンプトラック10t 10.5km以下	$1,000 \times (100-50)\% \times 2 \times 0.05$	50.0	m3	1,321	66,050	土単p771
			処理	工		$50.0 \times 2.25 \text{ t/m3 (道路橋示方書 I p17)}$	112.5	t	1,200	135,000	県単p82
							計	1,900,000	丸め値		

合計 3,500,000 円/1,000m2