

図-6.7.6 アスファルト舗装道の置換厚さ (cm)

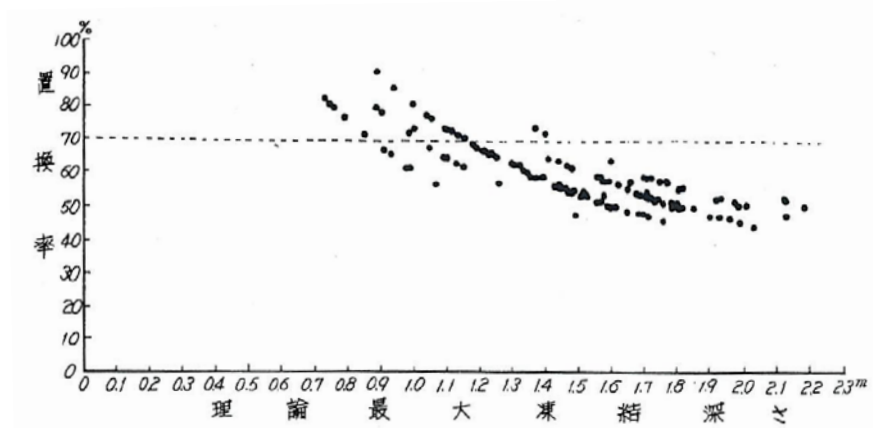


図-6.7.7 理論最大凍結深さに対する置換率の実態 (アスファルト舗装の道内国道)

参考文献

- ① 社団法人 日本道路協会：舗装設計便覧、平成 18 年 2 月、丸善 K K
- ② 伊福部宗夫：北海道における凍上・凍結深および置換率に関する研究、土木研究所報告第 26 号、昭和 37 年 3 月
- ③ 北海道開発局農林水産部：農道計画設計技術指針、平成 4 年 6 月

8) n年確率凍結指数から算定する置換厚

経験に基づく置換え厚さにて凍上被害を受けている地域では、n年確率凍結指数から算定した置換え厚さを検討するとよい。

n年確率の推定方法の詳細は、「舗装設計便覧」（日本道路協会）付録-3による。

なお、気温、気象観測所等のデータは、気象庁ホームページ [http://www.jma.go.jp/] のアメダスデータより入手可能である。

以下に設計期間5年、10年、20年の例を示す。

① 設計期間5年の例

項目	設計条件	備考
設計場所	石狩郡当別町	
舗装の設計期間	5年	
対象気象観測所	石狩	石狩市生振6線北 標高=5m
現場標高	20.8m	

・凍結深さの算定

$$Z = C\sqrt{F}$$

Z : 凍結深さ (cm)

F : 凍結指数 (°C・days)・・・465°C・days 別紙「凍結指数算定表より」

C : 定数 (凍結指数に対するC値：含水比15%、乾燥密度1.8g/cm³の場合)

$$\begin{aligned} \text{補正後の凍結指数} &= \text{既知凍結指数} \pm 0.5 \times \text{凍結期間(日)} \times \left[\frac{\text{その地点の標高(m)} - \text{既知地点の標高(m)}}{100} \right] \\ &= 465 + 0.5 \times 116 \times \frac{20.8 - 5.0}{100} = 474.16 \div 474 (\text{°C} \cdot \text{days}) \end{aligned}$$

凍結期間 (日)・・・116 別紙「凍結期間算定表より」

凍結指数に対するCの値

凍結指数 (°C・days)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
C(=Z/√F)	3.7	4.1	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.2

$$5\text{年確率 凍結深}(Z) = 4.7 \times \sqrt{474} = 102.33 \div \underline{103\text{cm}}$$

・置換厚さの算定

置換厚さは、上記にて算出した理論最大凍結深の70%にて算出する。

$$\text{設計期間5年 置換厚} = 103\text{cm} \times 0.7 = 72.1\text{以上} \div \underline{75\text{cm}}$$

② 設計期間 10 年の例

項目	設計条件	備考
設計場所	石狩郡当別町	
舗装の設計期間	10年	
対象気象観測所	石狩	石狩市生振6線北 標高=5m
現場標高	20.8m	

・凍結深さの算定

$$Z = C\sqrt{F}$$

Z : 凍結深さ (cm)

F : 凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$) \dots 533 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ 別紙「凍結指数算定表より」

C : 定数 (凍結指数に対する C 値 : 含水比 15%、乾燥密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ の場合)

$$\begin{aligned} \text{補正後の凍結指数} &= \text{既知凍結指数} \pm 0.5 \times \text{凍結期間 (日)} \times \left[\frac{\text{その地点の標高 (m)} - \text{既知地点の標高 (m)}}{100} \right] \\ &= 533 + 0.5 \times 123 \times \frac{20.8 - 5.0}{100} = 542.72 \div 543 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}) \end{aligned}$$

凍結期間 (日) \dots 123 日 別紙「凍結期間算定表より」

凍結指数に対する C の値

凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
$C (=Z/\sqrt{F})$	3.7	4.1	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.2

$$10 \text{ 年確率 凍結深 } (Z) = 4.8 \times \sqrt{543} = 111.85 \div \underline{\underline{112\text{cm}}}$$

・置換厚さの算定

置換厚さは、上記にて算出した理論最大凍結深の 70%にて算出する。

$$\text{設計期間 10 年 置換厚} = 112\text{cm} \times 0.7 = 78.4 \text{ 以上} \div \underline{\underline{80\text{cm}}}$$

③ 設計期間 20 年の例

項目	設計条件	備考
設計場所	石狩郡当別町	
舗装の設計期間	20年	
対象気象観測所	石狩	石狩市生振6線北 標高=5m
現場標高	20.8m	

・凍結深さの算定

$$Z = C\sqrt{F}$$

Z : 凍結深さ (cm)

F : 凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$) \dots $595^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ 別紙「凍結指数算定表より」

C : 定数 (凍結指数に対する C 値 : 含水比 15%、乾燥密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ の場合)

$$\begin{aligned} \text{補正後の凍結指数} &= \text{既知凍結指数} \pm 0.5 \times \text{凍結期間 (日)} \times \left[\frac{\text{その地点の標高 (m)} - \text{既知地点の標高 (m)}}{100} \right] \\ &= 595 + 0.5 \times 129 \times \frac{20.8 - 5.0}{100} = 605.19 \div 605 (^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}) \end{aligned}$$

凍結期間 (日) \dots 129 日 別紙「凍結期間算定表より」

凍結指数に対する C の値

凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
$C (=Z/\sqrt{F})$	3.7	4.1	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.2

$$20 \text{ 年確率 凍結深 } (Z) = 4.9 \times \sqrt{605} = 120.52 \div \underline{\underline{121\text{cm}}}$$

・置換厚さの算定

置換厚さは、上記にて算出した理論最大凍結深の 70%にて算出する。

$$\text{設計期間 20 年 置換厚} = 121\text{cm} \times 0.7 = 84.7 \text{ 以上} \div \underline{\underline{85\text{cm}}}$$

凍結指数の計算

観測所	石狩
-----	----

No. (k=34)	年	凍結指数 Xi	計 算 値		
			$\log_{10}X_i$	$\log_{10}X_i - \log_{10}X_0$	$(\log_{10}X_i - \log_{10}X_0)^2$
1	1984	557.6	2.746	0.191	0.036
2	1985	486.7	2.687	0.132	0.017
3	1986	541.1	2.733	0.178	0.032
4	1987	365.6	2.563	0.007	0.000
5	1988	409.1	2.612	0.056	0.003
6	1989	167.1	2.223	-0.333	0.111
7	1990	261.9	2.418	-0.137	0.019
8	1991	267.6	2.427	-0.128	0.016
9	1992	379.0	2.579	0.023	0.001
10	1993	290.8	2.464	-0.092	0.008
11	1994	354.5	2.550	-0.006	0.000
12	1995	432.6	2.636	0.081	0.006
13	1996	401.7	2.604	0.048	0.002
14	1997	276.9	2.442	-0.113	0.013
15	1998	435.4	2.639	0.083	0.007
16	1999	442.4	2.646	0.090	0.008
17	2000	468.3	2.671	0.115	0.013
18	2001	618.4	2.791	0.236	0.056
19	2002	384.7	2.585	0.030	0.001
20	2003	507.0	2.705	0.149	0.022
21	2004	297.3	2.473	-0.082	0.007
22	2005	439.3	2.643	0.087	0.008
23	2006	405.4	2.608	0.052	0.003
24	2007	210.3	2.323	-0.233	0.054
25	2008	358.5	2.554	-0.001	0.000
26	2009	200.0	2.301	-0.254	0.065
27	2010	318.9	2.504	-0.052	0.003
28	2011	290.4	2.463	-0.093	0.009
29	2012	493.8	2.694	0.138	0.019
30	2013	479.8	2.681	0.126	0.016
31	2014	366.0	2.563	0.008	0.000
32	2015	227.3	2.357	-0.199	0.040
33	2016	280.9	2.449	-0.107	0.011
34	2017	358.7	2.555	-0.001	0.000
計		12775.0	86.888		0.605
平均		375.7	2.556		0.018

$$\log_{10}X = \sigma_0 \cdot \xi + \log_{10}X_0$$

$$\sigma_0^2 = 0.018$$

$$\sigma_0 = 0.133$$

$$\log_{10}X_0 = 2.556$$

5年確率

$$n = 5 \quad \xi = 0.84$$

$$\log_{10}X = 0.133 \times 0.84 + 2.556$$

$$= 2.668$$

$$\therefore X = 465 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{日)}$$

10年確率

$$n = 10 \quad \xi = 1.28$$

$$\log_{10}X = 0.133 \times 1.28 + 2.556$$

$$= 2.726$$

$$\therefore X = 533 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{日)}$$

20年確率

$$n = 20 \quad \xi = 1.64$$

$$\log_{10}X = 0.133 \times 1.64 + 2.556$$

$$= 2.774$$

$$\therefore X = 595 \text{ (}^\circ\text{C}\cdot\text{日)}$$

表 確率年数と対応する統計値

確率年数	対応する統計値
1	—
2	0.00
3	0.43
4	0.67
5	0.84
6	0.97
7	1.07
8	1.15
9	1.23
10	1.28
15	1.50
20	1.64
30	1.83
40	1.96
50	2.05

凍結期間の計算

観測所	石狩
-----	----

No. (k=34)	年	凍結期間 Y _i	計 算 値		
			log ₁₀ Y _i	log ₁₀ Y _i -log ₁₀ Y ₀	(log ₁₀ Y _i -log ₁₀ Y ₀) ²
1	1984	123.0	2.090	0.078	0.006
2	1985	93.0	1.968	-0.044	0.002
3	1986	119.0	2.076	0.063	0.004
4	1987	96.0	1.982	-0.030	0.001
5	1988	105.0	2.021	0.009	0.000
6	1989	74.0	1.869	-0.143	0.020
7	1990	73.0	1.863	-0.149	0.022
8	1991	97.0	1.987	-0.025	0.001
9	1992	109.0	2.037	0.025	0.001
10	1993	100.0	2.000	-0.012	0.000
11	1994	114.0	2.057	0.045	0.002
12	1995	108.0	2.033	0.021	0.000
13	1996	97.0	1.987	-0.025	0.001
14	1997	116.0	2.064	0.052	0.003
15	1998	108.0	2.033	0.021	0.000
16	1999	142.0	2.152	0.140	0.020
17	2000	124.0	2.093	0.081	0.007
18	2001	109.0	2.037	0.025	0.001
19	2002	103.0	2.013	0.001	0.000
20	2003	107.0	2.029	0.017	0.000
21	2004	111.0	2.045	0.033	0.001
22	2005	94.0	1.973	-0.039	0.002
23	2006	103.0	2.013	0.001	0.000
24	2007	112.0	2.049	0.037	0.001
25	2008	102.0	2.009	-0.004	0.000
26	2009	92.0	1.964	-0.048	0.002
27	2010	106.0	2.025	0.013	0.000
28	2011	90.0	1.954	-0.058	0.003
29	2012	120.0	2.079	0.067	0.004
30	2013	117.0	2.068	0.056	0.003
31	2014	102.0	2.009	-0.004	0.000
32	2015	82.0	1.914	-0.098	0.010
33	2016	83.0	1.919	-0.093	0.009
34	2017	100.0	2.000	-0.012	0.000
計		3531.0	68.416		0.126
平均		103.9	2.012		0.004

$$\log_{10}Y = \sigma_0 \cdot \xi + \log_{10}Y_0$$

$$\sigma_0^2 = 0.004$$

$$\sigma_0 = 0.061$$

$$\log_{10}Y_0 = 2.012$$

5年確率

$$n = 5 \quad \xi = 0.84$$

$$\log_{10}Y = 0.061 \times 0.84 + 2.012$$

$$= 2.063$$

$\therefore Y = 116 \text{ (日)}$

10年確率

$$n = 10 \quad \xi = 1.28$$

$$\log_{10}Y = 0.061 \times 1.28 + 2.012$$

$$= 2.090$$

$\therefore Y = 123 \text{ (日)}$

20年確率

$$n = 20 \quad \xi = 1.64$$

$$\log_{10}Y = 0.061 \times 1.64 + 2.012$$

$$= 2.112$$

$\therefore Y = 129 \text{ (日)}$

表 確率年数と対応する統計値

確率年数	対応する統計値
1	—
2	0.00
3	0.43
4	0.67
5	0.84
6	0.97
7	1.07
8	1.15
9	1.23
10	1.28
15	1.50
20	1.64
30	1.83
40	1.96
50	2.05

6.7.4 砂利道拡幅又は嵩上げによる舗装工法

砂利道を拡幅又は嵩上げし、舗装する場合は、構造設計条件及び周辺施設との調和を十分配慮し、既設路盤材の利用を調査確認のうえ、適切な舗装構造を設定する。

- 1) 凍上抑制層に山砂及び粗粒材を用いる地域における拡幅部の工法は、同種材を用いて設計することを原則とする。
 また、路床以下の土質が軟弱地盤等特殊条件の場合は、既設道路路床部の施工方法を確認するとともに、新設在来路床部の強度及び圧密沈下量等を土質試験により確認するものとする。
 対策検討については、既設部と新設部及び路肩部が同一条件となる様、計画することを原則とする。
 ①路床強度の確認は、「6.8.2 設計CBR」による。
 ②圧密沈下に関する検討は、「道路土工—軟弱地盤対策工指針」（日本道路協会）による。
- 2) 凍上抑制層に火山灰を用いる地域における拡幅部の工法は火山灰を用いた路面の損傷割合が比較的多いこと、事例が少ないことから構造の安定性を重視し、良質な粗粒材を用いて設計することを原則とする。ただし、道路構造を維持安定することが、試験あるいは他機関の施工実態等の結果より支障がないと判断される場合、その試験あるいは施工に用いられた同等の材質のものを使用することが出来る。
- 3) 既設路盤を掘り起こさずに凍上抑制層として使用する場合は、既設路盤材料の適否を確認しなければならない。確認にあたっては「道路土工要綱（平成21年度版）」（日本道路協会）における「凍上性の判定」を参照の上、土質毎に適切な方法を選択すること。
 また、凍上抑制層として不足分の嵩上げを行う場合は、施工面及び拡幅部路床強度の均一化を図る目的で既設路面のかき起しを行い80m/mもしくは山砂を布設し、攪拌することが望ましい。
- 4) 路盤厚等の舗装構造検討の際の設計CBR（合成CBR）は、既存材料及び新設材料の内CBR値が低い方の材料のCBR値を凍上抑制層の値とし、路床CBRの合成計算とする。
- 5) 既設路盤が凍上抑制層材として使用できない場合は、建設しようとする農道の掘削部分を採取し、基礎材または、裏込め材に再利用すること。
 なお、詳細は「既設路盤材再生利用取扱要領（農政部長通達）」による。
- 6) 拡幅部の構造は、下図のとおりとする。

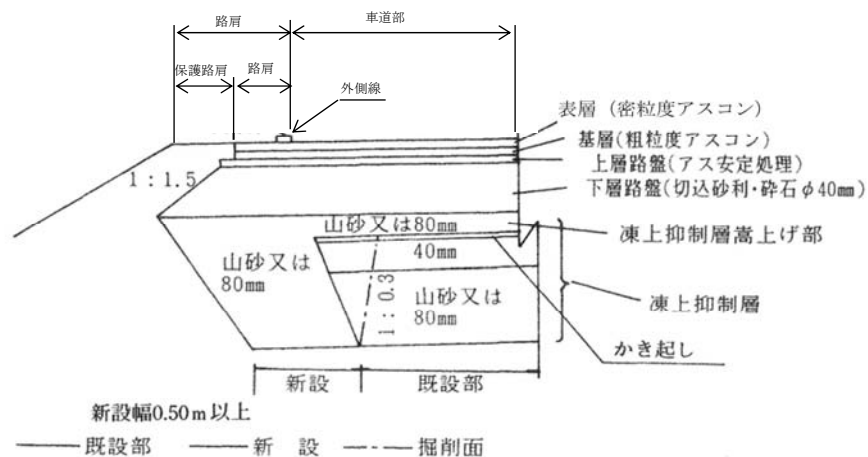


図-6.7.8 拡幅部の構造

7) 路肩の構造

- ① 既設砂利道に嵩上げ舗装する場合、既設砂利道の幅員、構造の違いにより、多種多様な設計・施工パターンが考えられる。

舗装を行うことよりその路線の交通量の増加及び維持管理上から、設計断面は、「3.8.1 アスファルト舗装道の路肩構造」に準拠することを基本とする。

- ② 下層路盤工は、車道より路肩側に 50cm は車道と同等の構造とする。
- ③ 凍上抑制層は、「3.8.1 アスファルト舗装道の路肩構造」に準拠し、車道より路肩側に 50cm 以上確保する。
- ④ 施工材料については、貧配合コンクリートまたはセメント安定処理を使用するサンドイッチ工法はとらないこと。
- ⑤ 既設砂利道が車道より路肩側に 50cm 以上車道と同等の構造で施工されている場合は、既設砂利道にすりつける。

すりつけ方法は、**図-6.7.9**を参考とする。

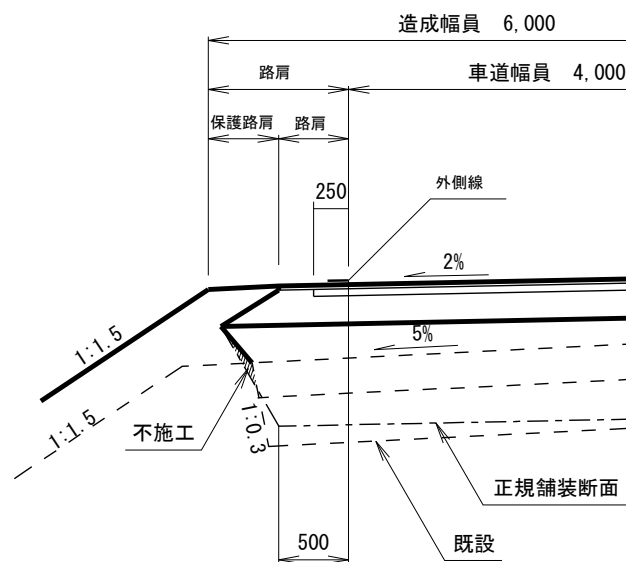


図-6.7.9 標準断面図

6.7.5 歩道の舗装構成

一般的な歩道にあつては設計舗装厚を 30cm とし、大型車の乗入れのある歩道にあつては設計舗装厚を 50cm とする。

ここで大型車とは、最大積載量が 39kN(4t) を超える車両に限定し、それ以外の車両については、基本的に一般の場合の舗装を適用するものとする。

1) 舗装構成の決定期由

歩道・自転車道などの舗装にはたわみ性や耐久性に富む細粒度アスコンを標準的に用いる。

本指針において、歩道の舗装構成はその使用状況により以下の 2 種類とする。

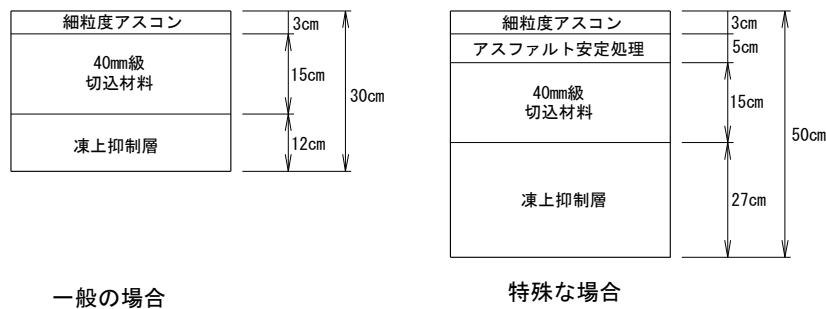


図-6.7.10 歩道の舗装構成

①一般の場合

舗装構成は「軽交通舗装設計要領」（平成 7 年北海道土木技術会舗装研究委員会）の歩道舗装に準拠し、路盤工は施工上、必要最小厚さとして 15cm を確保する事とした。

また、凍上抑制層については、各地区で経済的な材料を使用する事が基本であるが、切込材料を使用する場合は施工性を考慮して路盤材料と同一の材料を使用する事とした。

②特殊な場合

特別な場合とは、取付道路を設置する箇所において、特に大型車等が歩道部に乗入れる場合である。

尚、ここでいう大型車とは「舗装設計施工指針」の歩道および自転車道等の文面を引用し、最大積載量が 39kN(4t) を超える車両を対象とした。よって、農作業用車両などの特殊車両の重量は、基本的に現地で聞き取りを行い確認する必要がある。

舗装構成は、交通量の区分を I-1 交通とし、必要最小舗装厚さから決定し、置換厚については実績により 50cm とした。以下に舗装厚の計算を示す。

2) 舗装厚の計算

(条件) 交通区分 I-1 交通

舗装の設計期間 10 年

信頼度 90%

設計 CBR 3

ただし表層には細粒度アスコン、上層路盤にはアス安定処理を使用する。
以上の条件で必要等値換算厚 (T_A) を下回らないよう舗装厚を決定する。

(計算)

$$T_A = 3.84 N^{0.16} / CBR^{0.3} \quad \text{信頼性 90\%相当}$$

T_A : 必要等値換算厚

N : 疲労破壊輪数

CBR : 路床の設計 CBR

$$T_A = 3.84 \times 1,500^{0.16} / 3^{0.3} = 9$$

路盤厚

$$T_A 9 = 1.00 \times 3 + 0.80 \times 5 + 0.25 \times X$$

X : 下層路盤厚

$$X = (9 - 3 - 4) / 0.25 = 8 \text{ cm}$$

よって最小厚 15cm

以上の計算結果から下層路盤厚は 15cm となる。

6.8 路床の設計

6.8.1 一般

路床は、その上部の舗装と一体となって、路面上の交通荷重を支持するために必要な支持力を有しなければならない。路床の良否は、舗装構造に大きく影響するので、路床材料の選定及び地下水位の検討等は、特に注意して行わなければならない。在来路床が軟弱な場合は、その一部又は全部を良質な材料で置換えたり、安定処理して改良する必要がある。

1) 概要

路床は下層路盤の下面より 1m 下の範囲であり、舗装厚さを決定する基礎になる部分である。

なお、軟弱な路床を改良するために、路床の一部またはすべてを良質な材料で置換えた層、石灰やセメントなどで安定処理した層及び凍上抑制層などは路床に含まれる。

路床土の良否は、その上部に設ける舗装の厚さに大きな影響を与える。このため、その土質の判定に当たっては十分な検討が必要であり、一般に物理的性質（含水量、粒度、比重、コンシステンシー等）及び力学的性質（C B R、地盤係数等）を明らかにするための土質試験を行う。その結果や施工事例等の資料を参考にして、路床土としての適否や路床改良方法を決定する。

2) 路床土の調査

路床土の調査・試験は路床の設計の基礎となるものであり、土質試験などの予備調査では、以下の点に留意する。

- ① 予備調査では、地形、地質の変化、地下水位、地表の状況、切土・盛土の種類と状態、過去の土質調査などの資料の収集および路床土または路床土となるべき土の適用性などに重点をおいた土質試験を行う。
- ② 土取り場における予備調査では、その土質の均一性、路床土としての適用性などに重点において調査する。
- ③ 既存の農道や切土路床の場合には、調査区間の路床土の現況および乱したときの性質の変化などについて調査する。

6.8.2 設計CBR

T_A 法における基盤条件には、構築路床（路床改良層、凍上抑制層等）及び現状路床（原地盤）の支持力がある。これらは交通条件とともに舗装の所要の等値換算厚（ T_A ）を決定する直接の条件であり、構造設計上、欠かすことのできない条件である。

T_A 法を用いて構造設計を行う場合の路床の支持力の評価は、設計CBRにより行う。路床の支持力は、同一の舗装断面としたい区間の中においても変動することがあるため、調査に当たってはその変動を十分把握できるよう配慮する。

1) CBR値の求め方

設計CBRの決定方法は、**図-6.8.1**による。

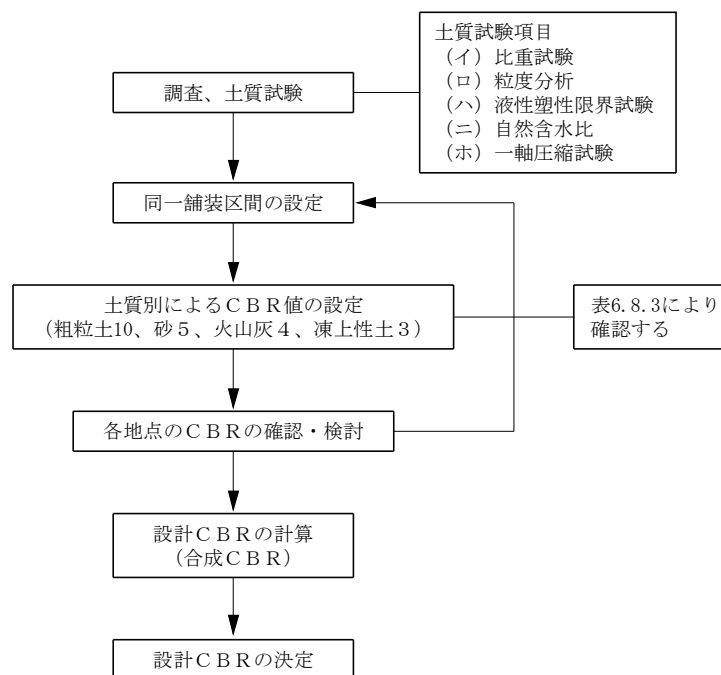


図-6.8.1 設計CBRの決定手順

①材料種別毎のCBR値の設定

試料の採取は雨期や凍結融解期や干ばつ期を避け、寒冷地域では支持力が最も低下する融解期が終了したと思われる時期に行うのが望ましいが、北海道では、舗装の設計箇所について融解時期に現場のCBRを実測することは、多くの時間と労力を要し、また、測定したとしてもその結果の精度にも問題があることから、凍上抑制層材料の種別毎にあらかじめ設計CBRを定めている。

表-6.8.1 材料毎の設計CBR

材 料	火山灰	砂	粗粒材
CBR	4.0	5.0	10.0

表-6.8.2 合成設計C B R

凍上抑層 材料 路床の材料	火山灰		砂		切込砂利・砕石等組粒材	
	厚さ(cm)	設計C B R	厚さ(cm)	設計C B R	厚さ(cm)	設計C B R
土 = 3		3	54以上 55以上	3 4	20以下 21~52 53~78 79以上	3 4 6 8
火山灰 = 4		4		4	40以下 41~72 73以上	4 6 8
砂 = 5				4 (5)	24以下 25~65 66以上	4 6 8
切込砂利 切込砕石 = 10 等組粒材						8 (10)

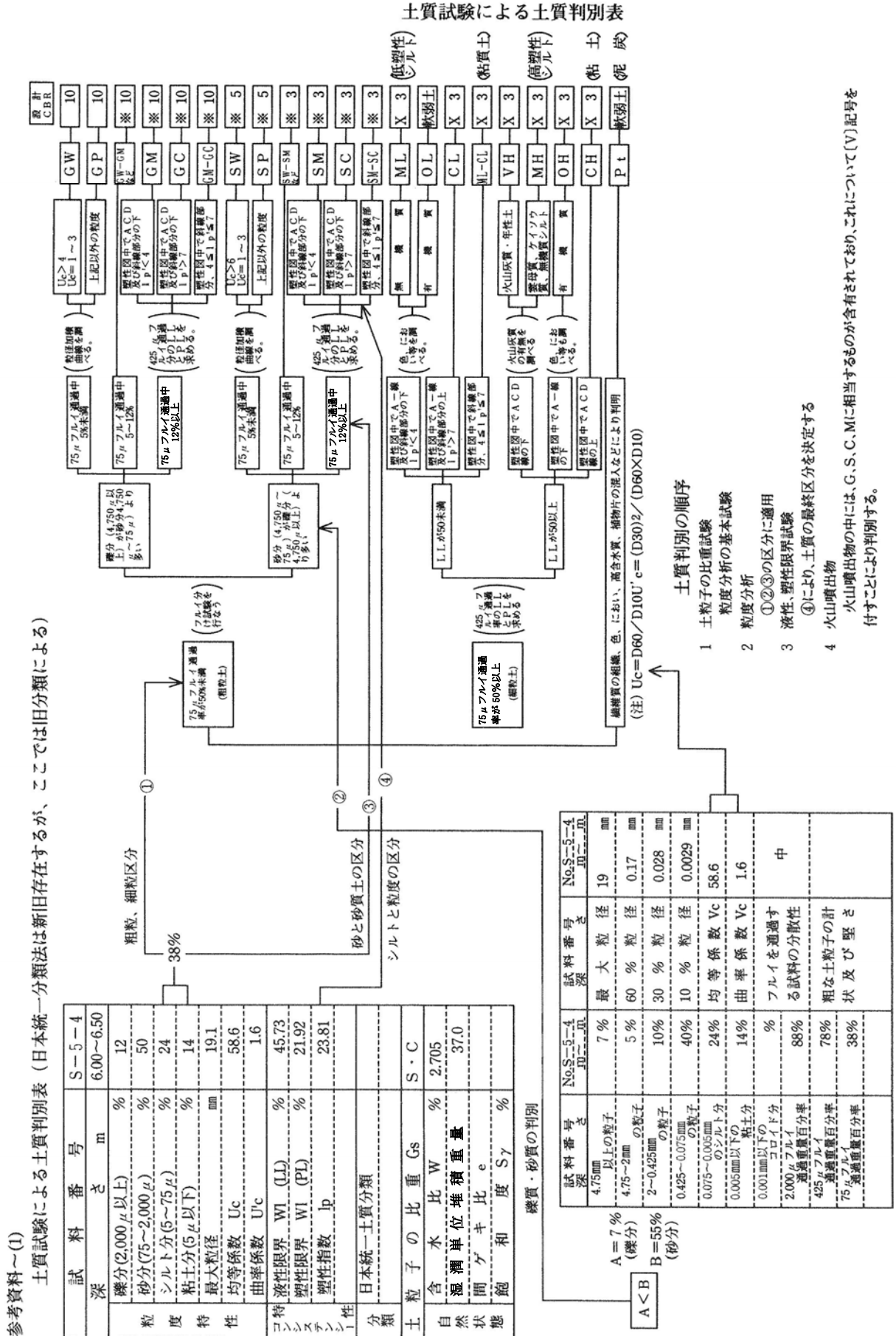
() 内は、計算によって求めた合成C B R

②路床の設計C B R値の設定

開発局土木試験所舗装研究室が昭和45~46年にわたって全道的に既に交通に供されている舗装道路並びに前年度に路床と下層路盤の造成が完了したものより108箇所の調査箇所を設定し、路床の凍結融解期に路床に関する現場C B R試験を行い、この結果を解析し統計処理を行い、日本統一土質分類法による土質別に設計C B R値を設定した。ただし、C B R値そのものは土質分類により区分されていることの主旨を十分に理解して採択すべきであり、このため計画路線の路床となるべき位置で、予備調査並びに土質試験を行う必要がある。

土質試験による土質判別は、表-6.8.3による。

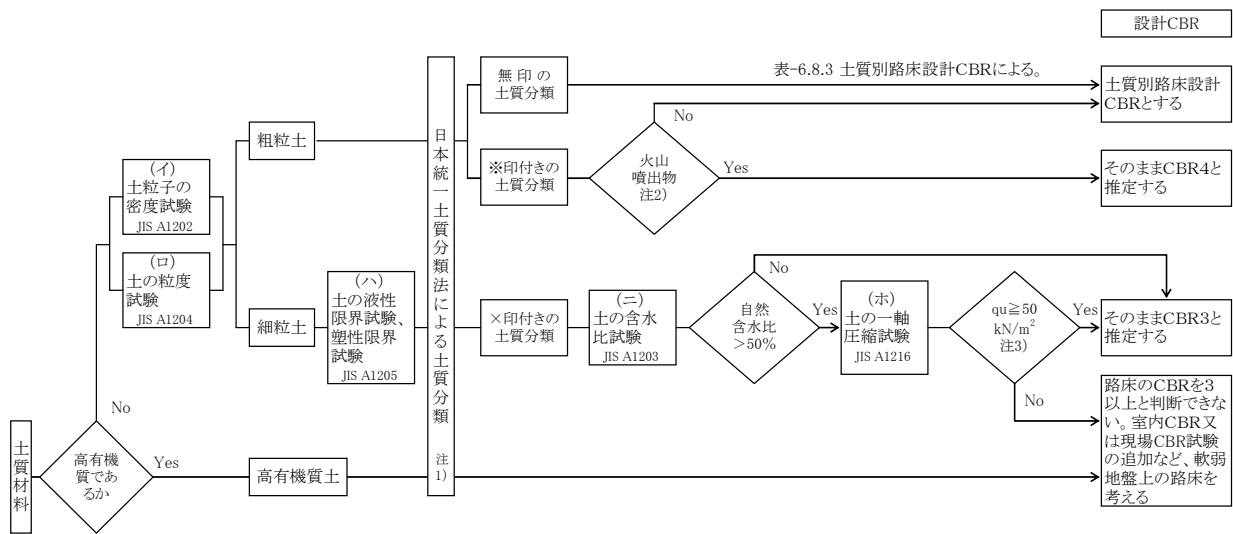
表-6.8.3 土質別路床設計CBR



③試料採取及び土質試験

- a) 土質試験は道路構造を決定する基本的な試験であり、路線の位置確定後、施工基面の概略が決定した時点で行うことを原則とする。
- b) CBR試験用の試料の採取は、おおむね路線延長200mに1カ所の割合で行うが、調査区間が比較的短い場合や、路床土がほぼ同一とみなされる場合であっても、農道延長上に3カ所以上とすることが望ましい。
- c) 試料の採取深さは、切土部においては、地山路床面下 50cm 以上深い所から採取する。現状路床の範囲で土質が変化している場合には、この各層の土を採取して試験を行う。盛土路床の場合には、土取場の露出面から50cm以上深い位置の、路床土となる土を採取して試験を行う。なお、流用盛土等により路床が構築計画されている場合には流用土の地山を対象に適宜採取し試験する。
- d) 表-6.8.3に示した土質試験項目のうち、日本統一土質分類法による土質分類に必要な項目は、図-6.8.2に示す(イ)(ロ)であり、細粒土の場合には(ハ)を追加する。更に軟弱路床としての判定試験は(ニ)(ホ)によって行うものとする。

なお、材料の品質規格は、「農業土木工事共通仕様書」(北海道農政部)によるものとする。



注1) 現行の土質分類方法は「地盤材料の工学的分類方法」であるが、ここでは旧分類法による。

注2) 火山噴出物(火山礫・火山砂・火山灰)を凍上抑制層として使用する場の要件 ①凍上試験に合格、又は②75μmふるい通過量20%以下、強熱減量比4%以下

注3) (参考) 軟弱路床か否かの判断 [N値2以下:非常に軟弱]、[N値2~4:軟弱]、[N値4~8:普通]

図-6.8.2 路床土CBRの選定フロー

- ④ 現状路床に多量の礫などが含まれていて、これらを除いて試験することが現場を代表しない場合などには、平板載荷試験による K 値や試験などを参考にして CBR 値を推定する。
- ⑤ T_A 法により舗装厚を決定するための設計 CBR は、**図-6.8.3**に示す手順によって決定する。

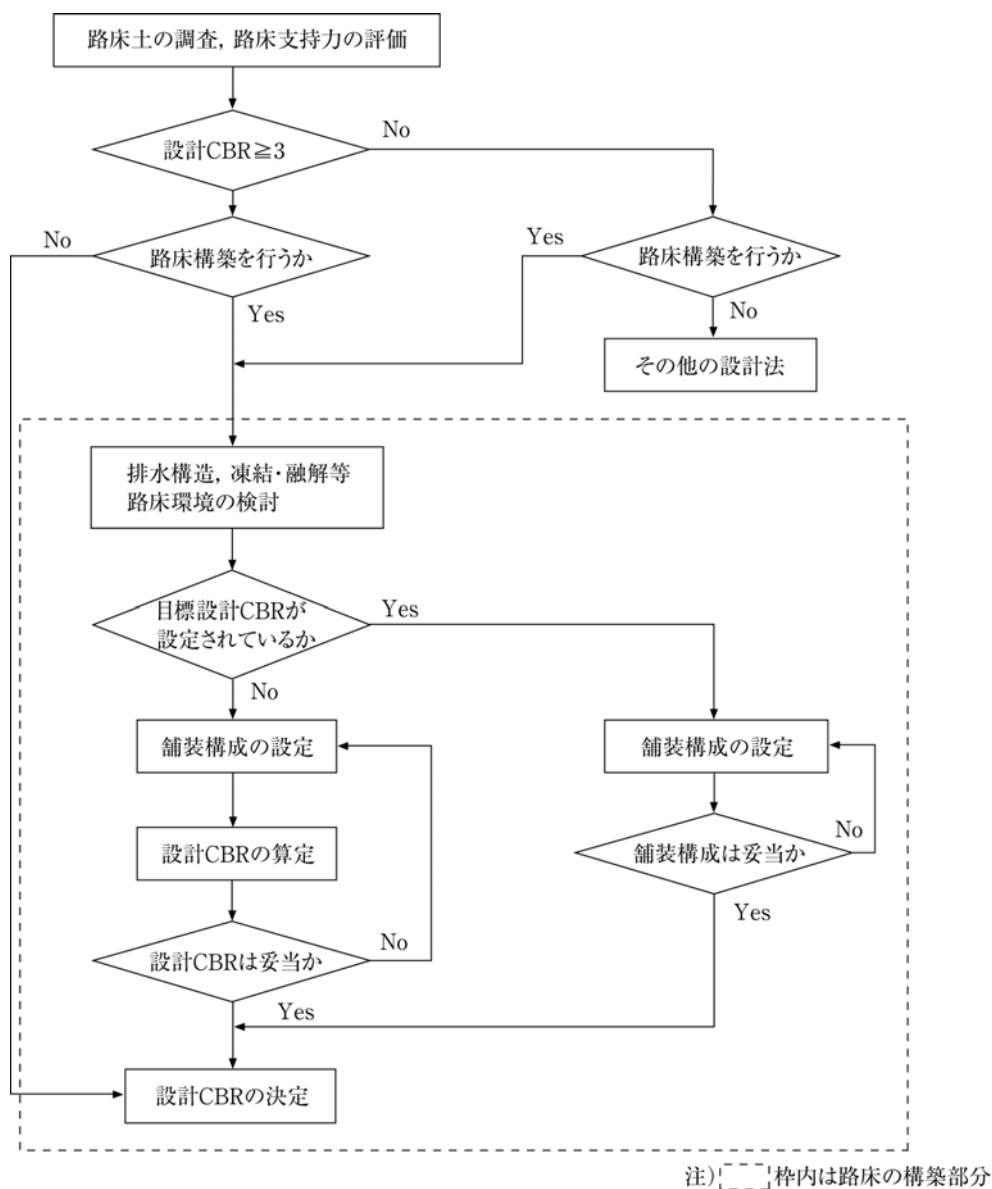


図-6.8.3 路床の設計手順

2) 設計 C B R の算出法

予備調査及び C B R 試験の結果から、区間の C B R 及び設計 C B R を以下のようにして定める。

- ① 現状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 C B R は現状路床の範囲における各層の C B R を用いて、次式によって求まる値 (C B R_m) とする。

$$C B R_m = \left(\frac{h_1 C B R_1^{1/3} + h_2 C B R_2^{1/3} + \dots + h_n C B R_n^{1/3}}{100} \right)^3 \dots \dots \dots \text{(式-6.8.1)}$$

ここに、 C B R_m : m 地点の C B R

C B R₁、 C B R₂、 \dots 、 C B R_n : m 地点の各層の C B R

h₁、 h₂、 \dots 、 h_n : m 地点の各層の厚さ (cm)

h₁ + h₂ + \dots + h_n = 100

- ② 均一な舗装厚で施工する区間を決定し、この区間の中にある C B R_m のうち、極端な値を除いて、次式により区間の現状路床 C B R を求める。

区間の現状路床 C B R = 各地点の C B R の平均値 - 各地点の C B R の標準偏差 (σ_{n-1})
 $\dots \dots \dots \text{(式-6.8.2)}$

- ③ 設計 C B R は、区間の現状路床 C B R と凍上抑制層等からなる構築路床 C B R を用いて区間の合成 C B R 計算を行い表-6.8.4 により求める。路床の合成 C B R の計算式は下記による。

$$\text{区間の合成 } C B R = \left[\frac{H_1 \cdot (C B R_1)^{1/3} + H_2 \cdot (C B R_2)^{1/3}}{H (=100)} \right]^3 \dots \dots \dots \text{(式-6.8.3)}$$

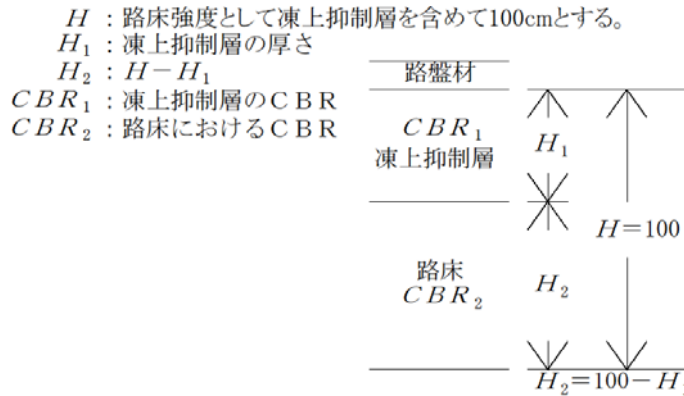


表-6.8.4 区間の C B R と設計 C B R の関係

区間の C B R	設計 C B R
(2 以上 3 未満)	(2)
3 以上 4 未満	3
4 以上 6 未満	4
6 以上 8 未満	6
8 以上 12 未満	8
12 以上 20 未満	12
20 以上	20

注) () は、修繕工事などで既存の路床の設計 C B R が 2 であるものの、路床を改良することが困難な場合に適用する。

上記の各項について、以下に解説する。

- ① 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は、CBRの小さい方の層に含めて計算し、 CBR_m を求める。
- ② CBRが3未満の路床を改良する場合の改良厚さは、一般的な作業のできる路床で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。
- ③ CBRが3未満の路床を改良した場合、その施工厚から20cm減じたものを有効な路床改良の層として扱う。そして、改良した層の下から20cmの層は、安定処理の場合は安定処理した層のCBRと従来路床土のCBRとの平均値をその層のCBRとし、置換えの場合は従来路床土と同じCBRとして計算を行う。
なお、CBRが3以上の路床を改良する場合は、このような低減を行わなくてよい。
- ④ 路床が深さ方向に異なる場合で設計CBRが3未満であっても、最上層のCBRが3以上で厚さ30cm以上であれば遮断層を設ける必要はない。
- ⑤ 改良した層のCBRの上限は20とする。自然地盤の層については、CBRの上限は設けない。
- ⑥ CBR_m 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。路床の上部と下部を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_m を用いてはならない。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、良質な材料で置換えて計算を行う。
従って、凍上抑制層のCBR値が、下層に位置する現状路床のCBR値より小さい場合は、合成しないで凍上抑制層のCBR値を設計CBRとする。
- ⑦ 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。
- ⑧ 区間のCBRの計算は、以下の例を参考にするとよい。
(例) ある区間で7地点の CBR_m を求めたら、4.8、3.9、4.6、5.9、4.8、7.0、3.3であった。これらの平均値は4.9、標準偏差の推定値は1.3であるから、この区間のCBRは、 $4.9 - 1.3 = 3.6$ となる。
- ⑨ 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した上で、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、またはその付近の舗装厚を変える必要があるかなどを判断しなければならない。
- ⑩ 上記で、極端な値を棄却してよいかどうかの判断は、「舗装設計便覧」(日本道路協会)5-2 経験にもとづく設計方法に準拠するものとする。

3) 舗装構成別基準厚

① 下層路盤及び凍上抑制層の一層仕上り回数から算出した路盤構成

下層路盤及び凍上抑制層の仕上り回数は、下層路盤の仕上りに必要な回数、凍上抑制層の仕上りに必要な回数としている。

$$\text{下層路盤 一層仕上り回数} = \text{下層路盤} / 20 \text{ cm}$$

$$\text{凍上抑制層 一層仕上り回数} = \text{凍上抑制層} / 20 \text{ cm}$$

しかし、路盤工の積算歩掛は、下層路盤及び凍上抑制層の一層当りの仕上り厚さは 20 cm までを標準としていることから、下層路盤及び凍上抑制層の厚さの組合せによっては、一層仕上り回数が増える場合があり、下層路盤を増厚し仕上り回数を抑えることとする。

例 II (N3) 交通 置換厚 110 cm

表層 3 cm 基層 4 cm 上層路盤 5 cm

	T _A に基づく厚さ		仕上り回数を考慮した厚さ	
	路盤厚	仕上り回数	路盤厚	仕上り回数
下層路盤	15 cm	/20 cm=1 層	18 cm	/20 cm=1 層
凍上抑制層(粗粒材)	83 cm	/20 cm=5 層	80 cm	/20 cm=4 層
計	98 cm	6 層	98 cm	/20 cm=5 層

表-6.8.5 に示す舗装構成別基準厚は、凍上抑制層が粗粒材の場合のみ一層仕上り回数の低減を図った路盤構成である。

凍上抑制層が火山灰と砂の場合は、各地域の単価差が大きいことから、個々に経済比較を行い決定すること。

なお、下層路盤の増厚は、T_A計算、合成 C B R 計算には反映しないものとする。

②舗装構成別基準厚

交通区分、I-1、I-2、II及びIII交通の路盤構成を表-6.8.5に示す。

舗装材料 表層・基層：加熱アスファルト混合物 (T_A=1.00)
 上層路盤：アスファルト安定処理 (T_A=0.80)

表-6.8.5 アスファルト舗装道 交通区分別路盤厚

設計条件		設計期間	信頼度	路床CBR	表層	基層	上層	等値換算厚			
		10年	90%	3	3cm	0cm	5cm	T _A =3.84N ^{0.16} /CBR ^{0.3}			
交通区分		I-1 (1以上 15未満)					I-2 (15以上 40未満)				
置換ランク		疲労破壊輪数(回/10年) 1,500					疲労破壊輪数(回/10年) 10,000				
置換厚さ (cm)	材料	下 路 盤 厚	層 凍 上 抑 厚 制 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)		下 路 盤 厚	層 凍 上 抑 厚 制 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)	
					目標	設計				目標	設計
60	火山灰	15	37	3	9	10.75	24	28	3	13	13.00
	砂	15	37	3	9	10.75	24	28	3	13	13.00
	粗粒材	15	37	4	9	10.75	20	32	4	12	12.00
70	火山灰	15	47	3	9	10.75	24	38	3	13	13.00
	砂	15	47	3	9	10.75	24	38	3	13	13.00
	粗粒材	15	47	4	9	10.75	20	42	4	12	12.00
80	火山灰	15	57	3	9	10.75	24	48	3	13	13.00
	砂	15	57	4	9	10.75	24	48	3	13	13.00
	粗粒材	15	57	6	8	10.75	15	57	6	10	10.75
90	火山灰	15	67	3	9	10.75	24	58	3	13	13.00
	砂	15	67	4	9	10.75	20	62	4	12	12.00
	粗粒材	15	67	6	8	10.75	15	67	6	10	10.75
100	火山灰	15	77	3	9	10.75	24	68	3	13	13.00
	砂	15	77	4	9	10.75	20	72	4	12	12.00
	粗粒材	15	77	6	8	10.75	15	77	6	10	10.75
110	火山灰	15	87	3	9	10.75	24	78	3	13	13.00
	砂	15	87	4	9	10.75	20	82	4	12	12.00
	粗粒材	15	87	8	7	10.75	15	87	8	9	10.75

注) I-2交通 H-60・80 火山灰、砂及びH-100 火山灰の場合は、下層路盤厚を増加することにより総体的な転圧回数の低減を図れるため経済比較し決定すること。

設計条件		設計期間	信頼度	路床CBR	表層	基層	上層	等値換算厚			
		10年	90%	3	3cm	4cm	5cm	T _A =3.84N ^{0.16} /CBR ^{0.3}			
交通区分		II (40以上 100未満)					III (100以上 250未満)				
置換ランク		疲労破壊輪数(回/10年) 30,000					疲労破壊輪数(回/10年) 150,000				
置換厚さ (cm)	材料	下 路 盤 厚	層 凍 上 抑 厚 制 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)		下 路 盤 厚	層 凍 上 抑 厚 制 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)	
					目標	設計				目標	設計
60	火山灰	16	32	3	15	15.00	32	16	3	19	19.00
	砂	16	32	3	15	15.00	32	16	3	19	19.00
	粗粒材	15	33	4	14	14.75	32	16	3	19	19.00
70	火山灰	16	42	3	15	15.00	32	26	3	19	19.00
	砂	16	42	3	15	15.00	32	26	3	19	19.00
	粗粒材	18	40	4	14	14.75	38	20	4	18	18.00
80	火山灰	16	52	3	15	15.00	32	36	3	19	19.00
	砂	16	52	3	15	15.00	32	36	3	19	19.00
	粗粒材	15	53	6	12	14.75	28	40	4	18	18.00
90	火山灰	16	62	3	15	15.00	32	46	3	19	19.00
	砂	15	63	4	14	14.75	32	46	3	19	19.00
	粗粒材	18	60	6	12	14.75	20	58	6	16	16.00
100	火山灰	16	72	3	15	15.00	32	56	3	19	19.00
	砂	15	73	4	14	14.75	28	60	4	18	18.00
	粗粒材	15	73	6	12	14.75	20	68	6	16	16.00
110	火山灰	16	82	3	15	15.00	32	66	3	19	19.00
	砂	15	83	4	14	14.75	28	70	4	18	18.00
	粗粒材	18	80	8	11	14.75	18	80	8	14	14.75

注1) II・III交通 H-70・90・110の火山灰、砂の場合は下層路盤厚を増加することにより総体的な転圧回数の低減を図れるため経済比較し決定すること。

2) II交通 H-70・90・110 粗粒材及びIII交通 H-70・110 粗粒材は総体的な転圧回数の低減を図るため下層路盤厚を18cmまたは38cmとしている。

設計条件 設計期間 信頼度 路床CBR 表層 基層 上層 等値換算厚
 10年 90% 4 3cm 0cm 5cm $T_A=3.84N^{0.16}/CBR^{0.3}$

交通区分		I-1 (1以上 15未満)					I-2 (15以上 40未満)								
置換ランク		疲労破壊輪数(回/10年) 1,500					疲労破壊輪数(回/10年) 10,000								
置換厚さ (cm)	材料	下 路 盤 厚	層 凍 厚 制	上 層 厚	抑 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)		下 路 盤 厚	層 凍 厚 制	上 層 厚	抑 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)	
							目標	設計						目標	設計
60	火山灰	15		37		4	9	10.75	20		32		4	12	12.00
	砂	15		37		4	9	10.75	20		32		4	12	12.00
	粗粒材	15		37		4	9	10.75	20		32		4	12	12.00
70	火山灰	15		47		4	9	10.75	20		42		4	12	12.00
	砂	15		47		4	9	10.75	20		42		4	12	12.00
	粗粒材	15		47		6	8	10.75	15		47		6	10	10.75
80	火山灰	15		57		4	9	10.75	20		52		4	12	12.00
	砂	15		57		4	9	10.75	20		52		4	12	12.00
	粗粒材	15		57		6	8	10.75	15		57		6	10	10.75
90	火山灰	15		67		4	9	10.75	20		62		4	12	12.00
	砂	15		67		4	9	10.75	20		62		4	12	12.00
	粗粒材	15		67		6	8	10.75	15		67		6	10	10.75
100	火山灰	15		77		4	9	10.75	20		72		4	12	12.00
	砂	15		77		4	9	10.75	20		72		4	12	12.00
	粗粒材	15		77		8	7	10.75	15		77		8	9	10.75
110	火山灰	15		87		4	9	10.75	20		82		4	12	12.00
	砂	15		87		4	9	10.75	20		82		4	12	12.00
	粗粒材	15		87		8	7	10.75	15		87		8	9	10.75

設計条件 設計期間 信頼度 路床CBR 表層 基層 上層 等値換算厚
 10年 90% 4 3cm 4cm 5cm $T_A=3.84N^{0.16}/CBR^{0.3}$

交通区分		II (40以上 100未満)					III (100以上 250未満)								
置換ランク		疲労破壊輪数(回/10年) 30,000					疲労破壊輪数(回/10年) 150,000								
置換厚さ (cm)	材料	下 路 盤 厚	層 凍 厚 制	上 層 厚	抑 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)		下 路 盤 厚	層 凍 厚 制	上 層 厚	抑 層 厚	設計CBR	等値換算厚(T _A)	
							目標	設計						目標	設計
60	火山灰	15		33		4	14	14.75	28		20		4	18	18.00
	砂	15		33		4	14	14.75	28		20		4	18	18.00
	粗粒材	15		33		4	14	14.75	28		20		4	18	18.00
70	火山灰	15		43		4	14	14.75	28		30		4	18	18.00
	砂	15		43		4	14	14.75	28		30		4	18	18.00
	粗粒材	18		40		6	14	14.75	38		20		4	18	18.00
80	火山灰	15		53		4	14	14.75	28		40		4	18	18.00
	砂	15		53		4	14	14.75	28		40		4	18	18.00
	粗粒材	15		53		6	12	14.75	20		48		6	16	16.00
90	火山灰	15		63		4	14	14.75	28		50		4	18	18.00
	砂	15		63		4	14	14.75	28		50		4	18	18.00
	粗粒材	18		60		6	12	14.75	20		58		6	16	16.00
100	火山灰	15		73		4	14	14.75	28		60		4	18	18.00
	砂	15		73		4	14	14.75	28		60		4	18	18.00
	粗粒材	15		73		8	11	14.75	15		73		8	14	14.75
110	火山灰	15		83		4	14	14.75	28		70		4	18	18.00
	砂	15		83		4	14	14.75	28		70		4	18	18.00
	粗粒材	18		80		8	11	14.75	18		80		8	14	14.75

注1) II・III交通 H-70・90・110 火山灰、砂の場合は、下層路盤厚を増加することにより総体的な転圧回数の低減を図るため
 経済比較し決定すること。

2) II交通 H-70・90・110 粗粒材及びIII交通 H-70・110 粗粒材は、総体的な転圧回数の低減を図るため下層路盤厚を18cm
 または38cmとしている。

4) 舗装厚の設計例

例-1

項目	設計条件	備考
交通量区分	Ⅲ交通	
舗装の設計期間	10年	
疲労破壊輪数	150,000回	設計期間より 150,000回
計画大型交通量	70台/日・方向	
信頼度	90%	
設計 C B R	4	現状路床 CBR3
舗装置換厚	80cm	
上層路盤材料	瀝青安定処理	t=5cm
下層路盤材料	切込材	

①目標 T_A

$$T_A = 3.84 N^{0.16} / CBR^{0.3} \quad \text{信頼性 90\%相当}$$

T_A : 必要等値換算厚

N : 疲労破壊輪数

CBR : 路床の設計 C B R

$$T_A = 3.84 \times 150,000^{0.16} / 4^{0.3} = 18 \quad (\text{切上げ単位限})$$

②舗装厚の算定

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

a_1, a_2, \dots, a_n : 等値換算係数

T_1, T_2, \dots, T_n : 構成各層の厚さ

表層 + 基層厚 : $3 + 4 = 7\text{cm}$

a) 下層路盤厚

$$T_A 18 = 1.00 \times 7 + 0.80 \times 5 + 0.25 \times X \quad X : \text{下層路盤厚}$$

$$X = (18 - 7 - 4) / 0.25 = 28\text{cm}$$

b) 凍上抑制層厚

$$\text{置換厚 } 80 = 7 + 5 + 28 + y \quad y : \text{凍上抑制層厚}$$

$$y = 40\text{cm}$$

6.8.3 軟弱路床に対する改良方法

現状路床土のC B Rが3未満の場合は、良質土による盛土工法、置換工法、安定処理工法及びサンドイッチ工法等により処理する。

1) 良質土による盛土工法

地下水位が高く、路床土が軟弱な場合には、C B Rが3以上の材料を約1m盛上げて新しい路床を造り、その上に舗装を設けるのが一般的である。ただし、ほ場内農道等において、高盛土が農耕に支障をきたすおそれのある場合等は、合成C B Rが3以上になるような材料で盛土し、計画盛土高さを減ずることができる。このような盛土工法の場合、盛土下部20cmの部分は現状路床土のC B Rをとって設計する。

2) 置換工法

置換工法は、切土部分で軟弱な路床土が現れた場合に、現状路床土に当たる部分を掘削して、C B Rが3以上の良質土で置換える工法である。なお置換工法においても、「1) 良質土による盛土工法」と同様に、合成C B Rが3以上になるような材料で設計した場合はその置換厚さを減ずることができる。この場合の下部20cmのC B Rの取扱いは盛土工法と同様とする。

3) 安定処理工法

安定処理工法は、軟弱な路床土の表面に、セメント、石灰等の安定材を散布し、路床土と安定材とを混合し、路床土の支持力の改善を図る工法で、設計C B Rが3以上になるように設計する。

混合の方式には、湿地ブルドーザに混合・攪拌可能なアタッチメントを装着したものや、軟弱土専用のスタビライザ、ミキシングホーク等の施工機械による混合がある。

この場合、安定処理した層のうち下から厚さ20cmに当たる部分は、安定処理した層のC B Rと現状路床土の試料によるC B Rの平均値をとって設計する。

4) サンドイッチ工法

サンドイッチ工法は軟弱な路床上に砂層を置き、その上に貧配合コンクリートまたはセメント安定処理の拘束層を設け、この上に交通量に応じた舗装を行う工法であるが、設計C B Rや等値換算厚 T_A を用いた設計方法が適用できないので、過去の実施例や弾性計算等の方法を参考にして断面を決定する。

この工法の利点としては、次のようなことが考えられる。

- ① 舗装の下部に剛性の高い拘束層を置くことによって支持力が高められ、舗装の総厚を減少させることができる。
- ② 拘束層の上部に置かれる材料の転圧効果を増す。
- ③ 軟弱な路床土の路盤への侵入が完全に防止できる。
- ④ 路床土及び路盤のひずみが小さくなり、したがって耐久性が増す。

5) 遮断層の設置

路床土の設計CBR値が、2以上3未満の場合は、遮断層を設けるものとし、その厚さは路床の強度、地下水の状況、交通量の状況等を考慮して15～30cmの層とする。

表-6.8.6 遮断層の厚さ

交通区分	遮断層の厚さ (cm)
I-1 交通	15
I-2、II 交通	20
III 交通	30
IV 交通	30

6.8.4 路床が岩盤の場合

設計路床面下に岩盤がある場合、舗装の設計にあたっては岩盤の位置及び性状を把握し、構造設計を適切に行うことが必要である。

路床が岩盤の場合の取扱いは次の区分による。

- 1) 局部的（延長おおむね 60m 未満）な個所は前後の路盤厚と同一とし、路盤の計画高まで盤下げを行うものとするが、盤下げを行わずにすりつけ等が可能な場合には、現場条件、経済性等を検討して決定するものとする。
- 2) 路床がけつ岩、風化岩等、凍上のおそれがあるものは岩盤として取扱わない。
- 3) 岩盤が連続する場合（延長おおむね 60m 以上）はCBRが20以上として設計する。

4) 岩盤路床におけるアスファルト舗装構成

凍上や風化の恐れのない良質な岩を路床とする場合は、支持力の均等及び不陸の整正を目的として均しコンクリートを施工する。この均しコンクリートの厚さは10cm以上とする。

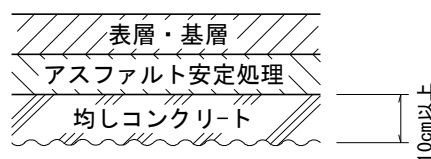


図-6.8.4 岩盤路床の舗装構成

6.9 土砂系舗装

6.9.1 一般

土砂系舗装とは、路床の上に、砂利、碎石、砂、粘土等で層（路盤）を造り、その表面を路面として用いるものをいい、土砂道と砂利道に区分される。

他の工種に比べて経済的であることから交通量の少ない農道で実施される。

なお、場合によっては路面をアスファルト乳剤等で防塵処理することができる。

土砂道は、天然土壌だけで構築される道路であり、凍上作用を受けやすいことより本指針では、路面を切込砂利又は切込碎石等の粗粒材で造成する砂利道を採用する。

砂利道の利点は修繕が容易であること、土砂道よりも荷重と風化作用に耐えうること、荷重を広い面積に分布させ道路の損傷を軽減すること、土砂道よりほこりが生ずることが少ないことなどである。砂利道においても、土砂道と同様排水には十分に注意する必要がある。

6.9.2 一般砂利道

砂利道のうち通年使用するものを一般砂利道と称する。

1) 設計の手順

標準的な設計の手順を図-6.9.1に示す。

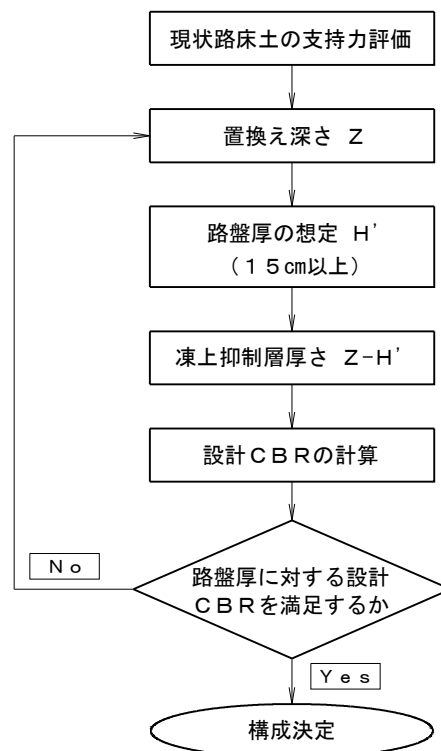


図-6.9.1 砂利道の路盤厚決定の手順

2) 路盤厚さ

路盤厚は、路床の設計 C B R により表-6.9.1 より決める

表-6.9.1 一般砂利道路路盤厚

路床設計 CBR	1~ 1.5	1.6~ 2.0	2.1~ 2.5	2.6~ 3.0	3.1~ 5.0	5.1~ 8.0	8.1~ 10.0	10.1 20.0
路盤厚	50cm	40	35	30	25	20	15	15

路床材料別 C B R 及び凍上抑制層材料別 C B R は、「寒冷地における砂利道の構造検討報告書 昭和 55 年 11 月」(北海道開発土木研究所) の調査結果により表-6.9.1 のとおり使用する。

路盤の最小厚は、施工性及び品質管理性を考慮して 15cm 以上とする。

路盤厚と凍上抑制層を計算した結果は、表-6.9.2 による。

表-6.9.2 一般砂利道 路盤厚及び凍上抑制層一覧表

	海・山砂 CBR 6%		山砂 CBR 9%		火山灰 CBR 10%		粗粒材 CBR 20%	
	凍上抑制層厚 (cm)	路盤厚 (cm)	凍上抑制層厚 (cm)	路盤厚 (cm)	凍上抑制層厚 (cm)	路盤厚 (cm)	凍上抑制層厚 (cm)	路盤厚 (cm)
凍上性 路床土 CBR 3%	(A) 15 (B) 25 (C) 30 (D) 35 (E) 45 (F) 50	25	(A) 15	25	(A) 15	25	(A) 15	25
			(B) 25		(B) 25		(B) 30	20
海・川砂 CBR 5%	(A) 20 (B) 30 (C) 35 (D) 40 (E) 50 (F) 55	20	(C) 30	20	(C) 30	20	(C) 35	20
			(D) 35		(D) 40		(D) 45 (E) 55	15
火山灰 CBR 5%	(A) 20 (B) 30 (C) 35 (D) 40 (E) 50 (F) 55	20	(E) 50	20	(E) 50	20	(F) 60	20
			(F) 55		(F) 55		(A) 20 (B) 30 (B) 35 (C) 40	15
粗粒材 CBR 12%							同上	15

注) 置換厚 (A) 40cm (B) 50cm (C) 55cm (D) 60cm (E) 70cm (F) 75cm

- (例) 1 路床材料……凍上性路床土 凍上抑制層材料……粗粒材
- ① 置換厚 (C) 55cm の場合 路盤厚 20cm 凍上抑制層厚 35cm
- ② " (E) 70cm " " 15cm " 55cm
- 2 路床材料……凍上性路床土 凍上抑制層材料……山砂
- ① 置換厚 (B) 50cm の場合 路盤厚 25cm 凍上抑制層厚 25cm
- ② " (D) 60cm " " 20cm " 40cm

3) 置換厚の設定

一般砂利道の置換厚さは、表-6.9.3による。

振興局	一般砂利道の置換厚さ					
	(A) 40cm	(B) 50cm	(C) 55cm	(D) 60cm	(E) 70cm	(F) 75cm
渡島	(B)を除く 全市町村	長万部町				
檜山	(B)を除く 全市町村	せたな町のうち旧 瀬棚町・旧北檜山 町 今金町				
胆振		室蘭市	(B)(D)を除く 全市町村	安平町のうち旧早来町 むかわ町のうち旧穂別 町 厚真町のうち道々平 取厚真線より内陸、国 立公園内(旧伊達市・登 別市・洞爺湖町・壮瞥 町・白老町)		
後志		島牧村 寿都町 岩内町 泊村 神恵内村 積丹町	(B)を除く 全市町村			
石狩			全市町村			
空知			(D)を除く 全市町村	夕張市 芦別市 赤平 市 滝川市 砂川市 妹背牛町 雨竜町 沼 田町 歌志内市 深川 市 上砂川町 新十津 川町 秩父別町 北竜 町		
留萌			全市町村			
上川				(E)を除く全市町村	名寄市のうち旧名 寄市 南富良野町 占冠村 美深町 音 威子府村 幌加内町	
宗谷			礼文島 利尻町 利尻富士町	(C)(E)を除く 全市町村	中頓別町 枝幸町 のうち旧歌登町	
日高			(D)(E)を除く 全市町村	平取町のうち道々平取 静内線より内陸、新冠 町のうち新和より内 陸、旧静内町(新ひだ か町)のうち御園より 内陸、浦河町のうち 道々高見西舎線より内 陸	日高町のうち旧日 高町	
十勝					(F)を除く 全市町村	足寄町のうち道々 清水谷足寄線より 北部 陸別町 更別 村 中札内村
オホーツク			(D)(E)を除く 全市町村	北見市のうち旧北見 市・旧端野町・旧留辺 蘂町 美幌町 津別町 遠軽町 訓子府町 滝 上町	置戸町	
釧路			釧路市のうち旧釧 路市 釧路町 浜 中町	(C)を除く全市町村		
根室			(D)を除く 全市町村	別海町 中標津町		

注) 市町村名は、平成 23 年 12 月現在 (179 市町村) の市町村名で記載している。

新振興局区分で記載しているため、旧熊石町(八雲町)は渡島、幌加内町は上川、幌延町は宗谷に属している。

表-6.9.3 一般砂利道 地域別置換厚さ

4) 一般砂利道における設計CBR

①砂利道における設計CBRの考え方

砂利道の場合の設計CBRは舗装道路ほど安全側に考えなくても良いものとする。

すなわち舗装道の場合は、設計CBRはそれを下廻るものが16%となる確率値であるが、凍上抑制層と路床の両方で行い、これを合成するという安全側の設計を行うことにしている。

これは寒冷地においては凍上に関する不確定要素があり、これに対する安全を見込む必要がある。砂利道の場合は路床と凍上抑制層の合成後の合成CBR値で設計CBRを考えることとする。

すなわち、

- a) 各調査地点で凍上抑制層上の合成CBRを求め、これから設計CBRを求める。
- b) 同様に路床の設計CBRを求める。
- c) 凍上抑制層上の合成CBRと路床の設計CBRから凍上抑制層の設計CBRを逆算する。
- d) 凍上抑制層の実測平均CBRに対してc)で求めたCBR値は約73%に相当する。それゆえ凍上抑制層の設計CBRは実測平均値の73%とみなすこととする。

②凍上抑制層材料毎の設計CBR

- a) 海、川砂 国道での調査結果の平均CBR8.5%の評価率73%とし、6%とする。
- b) 火山灰 火山灰は凍結融解の繰り返しにより粒子が細粒化し、融解期の支持力が大きく低下する。開発局ではCBR保存率はほぼ20%~70%の範囲にあることから平均45%を考え、実測平均CBR31%に評価率73%、保存率45%を見込み設計CBR=10%とする。
- c) 山砂 山砂の場合の調査結果は火山灰の90%になるので山砂の設計CBRは9%とする。
- d) 粗粒材 国道での調査結果の平均CBR37%、これに評価率73%、CBR保存率85%を考慮すると23%となるが「舗装設計施工指針」（日本道路協会）では「20%を限度とする」としていることから設計CBR=20%とする。

③路床の設計CBR

- a) 砂路床 国道の調査結果を採り5%とする。
- b) 火山灰路床 開発局の調査結果から火山灰路床では10.7%であるが、今後の凍結融解の繰り返しに対する安全を見込んで20%減とし、80%を有効値とすれば $10.7 \times 0.8 = 8.5\%$ となる。
- c) 粗粒材路床 国道での調査結果では設計CBRは14.1%であるがこれにCBR保存率を1.0~0.7の中間値0.85を考え、粗粒材路床の設計CBR $=14.1 \times 0.85 = 12\%$ とする。

6.9.3 特殊砂利道

砂利道のうち冬期使用しないものを特殊砂利道と称する。

1) 路盤厚さ

特殊砂利道は路盤のみで構成される。

特殊砂利道路盤は、路床の材料別に表-6.9.4による。

表-6.9.4 特殊砂利道 路盤厚

路床の材料	路盤厚 (cm)
凍上性路床土	25
海・川砂	20
火山灰	15
粗粒材	15

特殊砂利道の路床は融解期にこねかえしをうけないこと、また凍結深も浅いことから支持力も一般 砂利道よりも低下が少ない。

- ①凍上性路床土 CBR=3.5
- ②海・川砂 CBR=6
- ③火山灰 CBR=10
- ④粗粒材 CBR=15

2) 特殊砂利道の路床CBRの考え方

①路床支持力

非除雪道路の路床支持力を利用上からみれば、利用が始まる5月下旬ごろに最も低下している。しかしながら、非除雪道路では融解期にこね返し作用を受けないことと凍結深が浅いことから、支持力は除雪道路よりも低下が小さいと考えられる。そこで、非除雪道路の支持力を、凍結影響がない場合と、凍結影響が大きい除雪道路の場合の中間で考えることにする。なお、路床の材料は除雪道路の場合と同様に、凍上性路床土、火山灰、砂、粗粒材の4種別に区分することにする。

a) 凍上性路床土

文献によれば、粘土、シルト分が多くても含水量の比較的少ない土、含水量のあまり多くない火山灰の土の現場CBRは3~5%といわれる。これらは、北海道での融解直後の調査では設計CBRを3%としている。いま、凍上影響を受けない場合を4%とし、非除雪道路の凍上性路床土の設計CBRは3.5%を考えることにする。

b) 火山灰路床

除雪道路の火山灰路床の現場CBRの調査結果から火山灰路床のCBRは10.7%であった。非除雪道路ではこれをほぼそのまま用いてよいと思われるので、火山灰路床の設計CBRは10%とする。

c) 砂路床

文献によれば、粒度分布のよい砂の現場CBRは10～30%といわれる。砂路床となる道路は一般に海岸や河川敷に建設されるものであり、これらの海、川砂の粒度分布は普通あまりよくない。したがって、このような場合のCBRは10%以下と考えられる。一方国道での除雪道路における融解直後の調査では、設計CBRは5%である。砂の場合凍上はあまりなく、膨軟化も若干と考えられるので、砂路床の設計CBRは6%を考えることにする。

d) 粗粒材路床

国道における除雪道路での融解直後の調査結果では、粗粒材路床の設計CBRは14.1である。粗粒材の場合も凍上はあまり発生せず、したがって膨軟化も若干と考えられる。これらのことから粗粒材路床の設計CBRは15%を考えることにする。

②参考・引用文献

- ・戸田光晴：農村道路、昭和43年11月、地球出版株式会社
- ・久保 宏：融解期の現場CBRとそれに基づく設計CBRについて、土木学会論文報告集、第383号、1979-3