

## 7.5 概算工費算出

### 7.5.1 単価の設定

運輸インフラ省には対策工区分毎の積算資料が存在していないため、「ニ」国現地の民間の建設会社より積算資料を収集した。運輸インフラ省によって積算資料に基づいて単価を見直した。なおいくつかの工種については「ニ」国での実績がないため、また市場価格が存在しないため、日本の市場価格に基づいて積算を行っている。単価の一覧を表 7.5.1 に示す。

表 7.5.1 単価原単位

対策工区分	工種区分	摘要	単位	単価原単位 (US\$)
(1)路面排水	のり肩排水工	0.5×0.5 1:1	m	65.12
	小段排水工	U-0.3×0.3	m	49.49
	のり尻排水工		m	60.78
	縦排水工	U-0.3×0.3	m	49.49
(2)水平排水工	水平排水	PVC パイプ φ0.04	m	27.00
(3)植生工	ポンプ式種子吹付工		m <sup>2</sup>	6.05
	ポンプ式混合種子吹付工		m <sup>2</sup>	8.14
(4)構造物	コンクリート吹き付け工	t=10cm	m <sup>2</sup>	48.30
	蛇籠設置		m <sup>3</sup>	43.67
(5)構造物工	石積み工		m <sup>2</sup>	66.91
	重力式擁壁		m <sup>3</sup>	120.10
	蛇籠壁工		m <sup>3</sup>	143.97
	T型擁壁		m <sup>3</sup>	424.24
	石積みによる根固め工		m <sup>3</sup>	66.91
	コンクリートによる根固め工		m <sup>3</sup>	391.25
(6)土工	浮石・転石除去		m <sup>3</sup>	5.87
	岩石切除		m <sup>3</sup>	92.83
	岩石削工	発砲作業	m <sup>3</sup>	109.50
	切土工		m <sup>3</sup>	5.93
	盛土工		m <sup>3</sup>	14.70
(7)落石防止施設	落石防止網		m <sup>2</sup>	33.65
	蛇籠設置による防護		m <sup>3</sup>	97.49
	コンクリート壁による防護		m <sup>3</sup>	625.13
(8)アンカー工	ロックボルト		本	218.25
(9)河川堤防護	コンクリート護岸		m <sup>3</sup>	380.20
	蛇籠設置		m <sup>3</sup>	97.49
	練り石積み工		m <sup>3</sup>	66.91
(10)橋台・橋脚防護	蛇籠による根固め工		m <sup>3</sup>	43.67

7.5.2 各対象道路の概算工費

対象道路毎の概算工費を表 7.5.2 から表 7.5.9 に示す。

表 7.5.2 NIC.1 におけるのり面崩壊対策工の施工コスト

No	距離程	道路防災区分	対策工の工種	数量 (m <sup>2</sup> )	費用 (千 US ドル)
1	60.9	落石	蛇籠壁による防護壁 T	440(m)	253
2	73.2	落石	落石防止網 T	7,000	236
3	168.4	落石	落石防止網 T	19,703	812
4	168.6	岩石崩壊	落石防止網 T	5,363	315
5	169.8	岩石崩壊	落石防止網 T	6,466	364
6	170.7	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	15,242	1,772
7	171.3	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	8,754	639
8	175.0	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	2,252	184
9	176.2	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	4,988	385
10	178.7	落石	落石防止網 T	7,760	456
11	187.3	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	2,540	197
12	204.7	岩石崩壊	落石防止網 T	2,217	125
13	214.7	落石	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	1,935	175
14	232.5	岩石崩壊	落石防止網 T	3,695	208
15	233.7	落石	切り直し工 + 法面排水 + 植生工 T	8,407	116
16	235.6	落石	切り直し工 + コンクリート吹き付け P	1,389	152
合 計					6,389

注: E; 緊急対策工, T; 仮設工としての対策工, P; 永久構造物としての対策工

表 7.5.3 NIC.1 における橋梁基礎の洗掘対策工の施工コスト

No	距離程	道路防災区分	対策工の工種	数量 (m <sup>3</sup> )	費用 (千 US ドル)
1	113+190	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	252	25
2	135+640	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	18	2
3	150+330	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	666	65
4	151+850	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	117	12
5	226+890	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	41	4
6	233+245	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置 T	18	2
合 計					110

表 7.5.4 NIC.3 におけるのり面崩壊対策工の施工コスト

No	距離程 (km)	道路防災区分	対策工の工種		数量 (m <sup>2</sup> )	費用 (千 US ドル)
1	3.9	岩石崩壊	切り直し工	T	1,046	70
2	6.9	岩石崩壊	切り直し工	T	1,369	91
3	7.4	岩石崩壊	切り直し工	T	1,049	35
4	22.1	岩石崩壊	切り直し工	T	5,287	177
5	32.7	岩石崩壊	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	1,836	174
6	32.9	のり面崩壊	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工	P	3,460	670
7	35.2	土石流	ダム	P	100(m)	429
8	35.9	のり面崩壊	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工	P	4,352	248
9	38.9	のり面崩壊	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工	P	4,526	191
10	39.4	のり面崩壊	切り直し工 + 盛土工 + 押さえ工 + 植生工	P	284	30
11	40.0	岩石崩壊	切り直し工 + 落石防止網	P	2,272	133
Total						2,248

表 7.5.5 NIC.3 における橋梁基礎の洗掘対策工の施工コスト

No	Location	道路防災区分	対策工の工種		数量 (m <sup>3</sup> )	費用 (千 US ドル)
1	119+050	橋梁基礎の洗掘	翼壁の構築	P	8	3

表 7.5.6 NIC.5 におけるのり面崩壊対策工の施工コスト

No	距離程 (km)	道路防災区分	対策工の工種		数量 (m <sup>2</sup> )	費用 (千 US ドル)
1	24.6	落石	切り直し工 + 法面排水 + 植生工	T	55,600	744

表 7.5.7 NIC.15 におけるのり面崩壊対策工の施工コスト

No	距離程 (km)	道路防災区分	対策工の工種		数量 (m)	費用 (千 US ドル)
1	13.6	土石流	蛇籠壁工	T	100	58
2	11.7	土石流	蛇籠壁工	T	70	40
3	11.1	土石流	ダム	T	65	279
4	9.9	土石流	ダム	T	45	193
Total						570

表 7.5.8 NIC.26 におけるのり面崩壊対策工の施工コスト

No	距離程 (km)	道路防災区分	対策工の工種	数量 (m <sup>2</sup> )	費用 (千 US ドル)	
1	9.0	落石	切り直し工	T	841	56
2	12.7	落石	切り直し工	T	2,724	115
3	19.9	落石	切り直し工	T	6,683	446
4	20.9	落石	切り直し工	T	1,595	121
5	24.7	落石	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	2,050	159
6	29.3	落石	蛇籠による防護	T	77(m)	44
7	29.8	岩石崩壊	落石防止網	T	956	52
8	33.6	落石	切り直し工 + コンクリート吹き付け	P	780	60
9	34.0	岩石崩壊	切り直し工	T	2,472	191
10	34.2	落石	切り直し工 + コンクリート吹き付け	T	9,641	748
11	37.0	岩石崩壊	落石防止網	T	2,226	131
12	45.5	岩石崩壊	落石防止網	T	6,472	364
Total						2,527

表 7.5.9 NIC.26 における橋梁基礎の洗掘対策工の施工コスト

No	距離程	道路防災区分	対策工の工種	数量 (m <sup>2</sup> )	費用 (千 US ドル)	
1	107+533	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置	T	90	9
2	108+154	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置	T	54	5
3	155+785	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置	T	248	24
4	170+952	橋梁基礎の洗掘	蛇籠設置	T	369	36
Total						74

### 7.5.3 総費工費

対象道路毎の概算工費の総額を表 7.5.10 に示す。

表 7.5.10 路線毎の総額

路線番号	費用(1,000US ドル)
NIC. 1	6,499
NIC.3	2,251
NIC. 5	744
NIC. 15	570
NIC. 24	0
NIC. 26	2,601
総額	12,665

1US ドル=C\$13.9

## 第8章 自然条件調査

### 8.1 調査目的

自然条件調査は、1年次に特定された災害危険箇所について行う。自然条件調査は図 8.1.1 に示すように測量調査、地質調査、水文調査からなる。

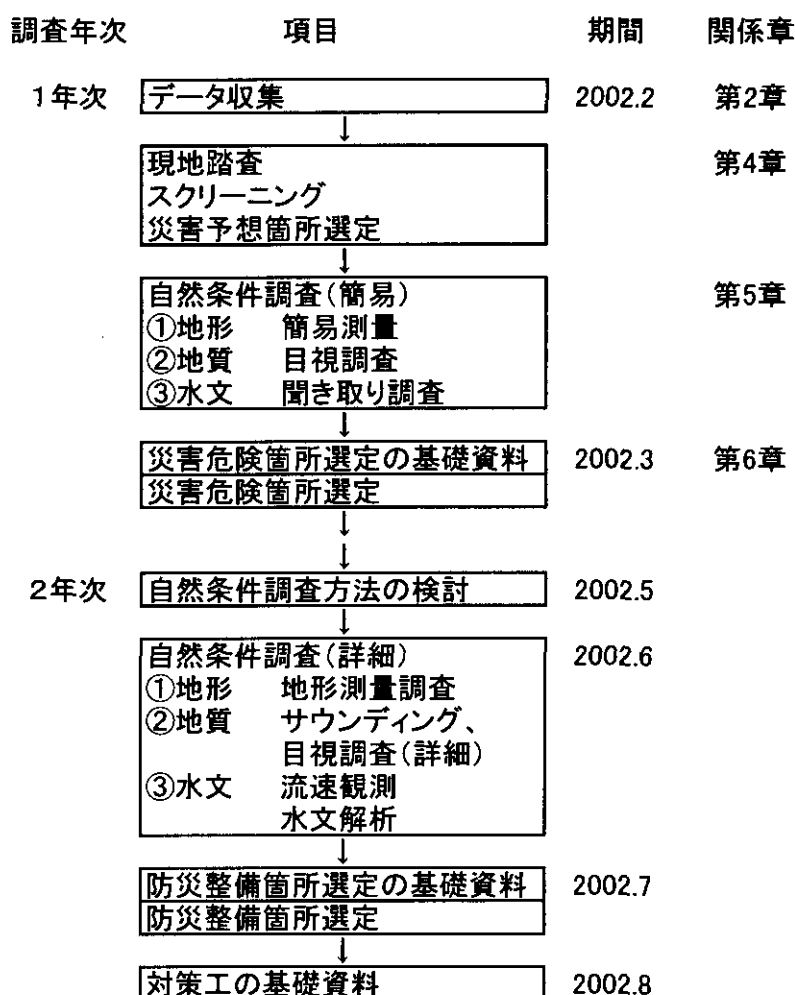


図 8.1.1 自然条件調査の流れ

### 8.2 水文調査

調査対象橋梁は、本文中、表 8.2.1 に示される 11 橋梁で実施した。

対象橋梁位置での流速は、水深の一定している直線部において、流速計を用いて異なる 2 日間で計測を行った。

MTI では橋梁の設計等に関する水文調査方法を規定していないため、それぞれの状況に応じて調査方法を定めている。洪水確率年の設定は 50 年確率が最も一般的に採用されているが、路線の重要性により 100 年確率や 25 年確率で設定される場合もある。

なお、水文解析では、地形図(1/50000)から集水面積を算出し、流域及び河川の条件、地形条件、洪水到達時間選定のための条件、標高、河川勾配、流出係数等を決定した。

降雨強度は IDF カーブ (確率年 25 年, 50 年, 100 年, INETEL 所有) を用いて算出した。ピーク洪水量はラショナル式により、洪水位は不等流計算により算出した (HEC-RAS モデル)。

### 8.2.1 流速測定結果

流速調査の結果は表 8.2.1 に示すとおりであるが、ほとんど流量がなく、十分な計測結果が得られなかった。このため、実測値は参考値にとどめることとする。

表 8.2.1 流速調査結果一覧

シリアル No.	橋梁名	最小流速 (m/s)	最大流速 (m/s)	流量 (m3/s) (最大流速に対する)
3	Tapacalí	0.036	0.048	0.0348
4	Inali	0.186	0.271	0.255
5	San Ramón	0.091	0.175	0.009
6	Las Chanillas	0.204	0.431	0.431
18	San Nicolás	0.010	0.037	0.037
19	El Guayacán	測定不能	測定不能	測定不能
26	El Junquillal	0.037	0.061	0.445
45	Las Banderitas	0.162	0.192	0.047
52	San Juan Dios	0.103	0.186	0.017
54	Solís	測定不能	測定不能	測定不能
55	Papalón	測定不能	測定不能	測定不能

### 8.2.2 水文解析結果

水文解析から得られたピーク洪水量結果を表 8.2.2 に示す。なお、対象地域の降雨データや IDF カーブは、本文中の図 8.2.1 および図 8.2.2~8.2.5 に示す。

ピーク洪水量は下記に示すラショナル式により算出した。

$$Q_p = 0.278CIA$$

Q<sub>p</sub> : ピーク洪水量の算定 (m<sup>3</sup>/s)

0.278 : ラショナル式の定数

C : 流出係数

I : 最大時間降雨強度 (mm/hr)

A : 流域 (km<sup>2</sup>)

表 8.2.2 ピーク洪水量

流域名 確率年 T (Years)	A (km <sup>2</sup> )	TC hours)	I(mm/h)			C	Qp(m <sup>3</sup> /s)		
			25	50	100		25	50	100
Tapacalí	147.11	3.0	35	40	45	0.62	886.75	1013.4	1266.8
Inalí	84.80	2.0	41.7	45.7	50.0	0.59	579.58	635.18	694.94
San Ramón	2.7	0.5	96.8	107.7	117.7	0.48	34.85	38.78	42.38
Las Chanillas	114.61	3.0	35	38	42	0.6	668.61	725.92	802.33
San Nicolás	6.10	0.5	96.8	107.7	117.7	0.42	68.89	69.94	83.77
El Guayacan	28.3	2.0	38.7	43.1	48.1	0.49	149.08	166.03	185.29
El Junquillal	49.8	2.0	38.7	43.1	48.1	0.46	246.28	274.28	306.10
Las Banderitas	7.70	1.0	61.1	66.1	73.8	0.46	60.12	65.04	72.62
San Juan deDios	9.00	1.0	61.1	66.1	73.8	0.44	67.22	72.72	81.19
Solís	0.80	0.5	105.9	114.7	123.4	0.45	10.59	11.47	12.34
Papalón	0.60	0.5	105.9	114.7	123.4	0.46	8.12	8.79	9.46

Tc : 到達時間 (Solis と Papalon については、Tc を 30 分とした)

### 8.2.3 洪水位の解析

解析の結果を表 8.2.3、8.2.4 に示す。3 橋梁で越水が生じる結果となっており、橋梁断面の不足による橋台や橋脚周辺への洗掘が予想される。さらに、Tapacali、Inali、Las Chanillas では流量も大きく、上流部の河川幅に対する橋梁断面が小さいため、橋台や橋脚位置での洗掘が予想される。対象河川はその規模から、以下の 2 グループに分けられる。

- a) **グループ 1**, 対象のうち流域が 10 km<sup>2</sup> 以内のもの。 Solís, Papalón, La Banderita, San Nicolás, San Juan de Dios と San Ramón の 7 地区が対象。

これらのグループの特徴として

- 河川端部が崖のように切り立った形式をとった河川がある。(5 ~ 9 m)
- 川幅は 40 ~ 100 m 程度である。
- 洪水量は 100 年確率で実施しても見積もり 100 m<sup>3</sup>/s 程度の河川である。

- b) **グループ 2**: 流域面積が 28.3 から 147.11 km<sup>2</sup>: 範囲のもの。 El Guayacán, El Junquillal, Las Chanillas, Inalí と Tapacalí

これらのグループの特徴として

- 水深は 6 m 程度以下
- 河川幅は 40 ~ 120 m 程度である。 Las Chanillas, Inalí そして Tapacalí は河川幅 100 m 級超の河川である。

表 8.2.3 橋梁位置での洪水水位グループ 1

流域	流速 (m/s)			流出量 (m <sup>3</sup> /s)			高水位 (m)			橋面高 (m)
	(years) 25	50	100	25	50	100	25	50	100	
Solis	2.28	2.34	2.37	10.59	11.47	12.34	-4.61	-4.58	-4.55	0.28
Papalón	2.47	2.61	2.76	8.12	8.79	9.79	-3.2	-3.14	-3.08	0.30
San Juan de Dios	1.04	1.05	1.07	67.22	72.72	81.19	-0.28	-0.21	-0.11	-0.03
La Banderita	1.19	1.22	1.26	60.12	65.04	72.62	-6.37	-6.25	-6.06	-0.01
San Nicolás	1.72	1.78	1.84	68.89	64.94	83.77	-4.13	-4.22	-3.80	0.40
San Ramón	2.36	2.46	2.54	34.85	38.78	42.3	-3.4	-3.33	-3.26	0.48

標高は任意。

表 8.2.4 橋梁位置での洪水水位グループ 2

流域	流速 (m/s)			流出量 (m <sup>3</sup> /s)			高水位 (m)			橋面高 (m)
	(years) 25	50	100	25	50	100	25	50	100	
El Junquillal	1.86	1.89	1.91	246.28	274.28	306.10	0.92	0.98	1.04	0.205
El Guayacán	1.02	1.04	1.07	149.08	166.03	185.29	>0.86*	>0.86 *	>0.86 *	0.86
Ls Chanillas	4.76	4.88	5.03	668.61	725.92	802.33	-4.1	-3.95	-3.75	0.18
Inalí	4.69	4.80	4.92	579.58	635.18	694.94	-3.61	-3.46	-3.3	0.32
Tapacali	2.65	2.78	2.90	886.75	1013.44	1266.80	295.76	296.06	296.61	299.618

標高は任意 (Tapacali を除く)

### 8.3 地質調査

地質調査の目的は以下のとおりである

- ① のり面あるいはのり面を含む斜面全体の安定性を評価するうえで必要と思われる基礎的な資料を得る
- ② 橋梁架橋地点上下流の河床地形、河川堆積物、予想される岩盤状況等を勘案して、基礎岩盤の安定性を評価する上で必要と思われる基礎的な資料を得る

「二」国における地質調査は、ASTM に準拠しているため、今次調査も ASTM に準拠して実施した。なお、試験可能な範囲で標準貫入試験を実施するとともに試料を採取し、対象地層の物理特性を把握する目的で粒度試験、比重試験、含水比試験、液性/塑性限界試験を行った。さらに、基岩においては、単位体積重量試験の他に...



軸圧縮強度試験を行い、岩盤の物性値を調査した。

### 8.3.1 調査位置の選定

ボーリング調査の位置や1箇所あたりの本数を決定するために、対象箇所の特質を目視によって精査し、安定性及び地形、地質を勘案し、調査レベルを、のり面に関しては5段階に、橋梁に関しては2段階に分類し実施した(表 8.3.1、8.3.2、図 8.3.1、8.3.2 参照)。

表 8.3.1 ボーリング調査の分類一覧 (のり面)

クラス	特徴	ボーリング数
Type-A	単層又は複合する地層構成であっても、繰り返し互層し、岩相や風化状態を把握しやすい所では、ボーリング箇所を1箇所とし、安定にかかわる平均的な地層構成等を評価しうる場合。	BH=1
Type-B	地層構成や風化に変化が見られ、ボーリングを少なくとも2箇所は実施する事で、安定にかかわる平均的な地層構成等を評価しうる場合。	BH $\geq$ 2
Type-C	地層構成や風化の度合いが複雑で、ノリ面を含む斜面全体の安定性の評価を必要とし、少なくとも3ヶ所以上のボーリングを必要とする場合。 および土石流の発生が予想されるところで、道路横断箇所の河床勾配を3°以下とする事を目的として砂防堰堤を設置する場合。	BH $\geq$ 3
Type-D	露出した岩盤が硬岩で、安定性に関して殆どの情報が目視で評価できる場合は、ボーリングを省略。	BH=0
Type-E	断層や火山性の変質作用により地質構成や風化の度合いが極端に複雑で調査箇所数が上記以外の場合。	ボーリング数は状況による。任意

表 8.3.2 ボーリング調査の分類一覧 (橋梁)

クラス	特徴	ボーリング数
Type- $\alpha$	河川の平面地形や横断地形、並びに露岩の分布から架橋地点の地層構成がボーリング1箇所ですら概略的に平均的な地質、層厚等を評価できる場合。特に平地部や橋長が短い場合などに適用した。	BH=1
Type- $\beta$	上記よりも河川地形や地層構成に変化が予想され、2箇所以上のボーリングで平均的な地質、層厚等を評価できる場合。	BH $\geq$ 2

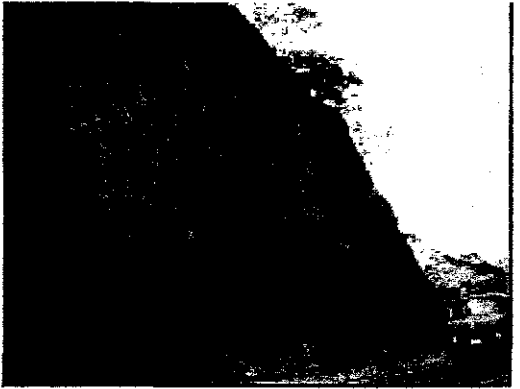


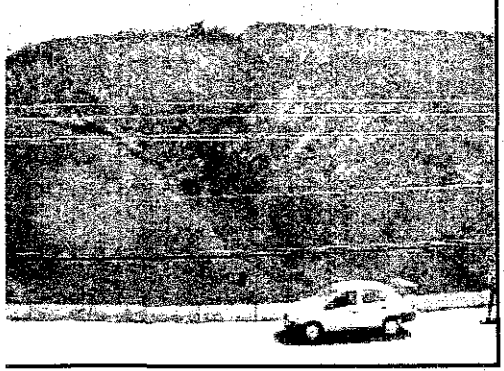
<p>Type-A の例</p>	<p>Serial-No.8 (ID- No.001B230)</p> <p>のり面の構成は単純かつ目視調査ができる範囲が大きく、風化状態も一様であるため、特にのり面のボーリングは行わない。道路を含む斜面崩壊を検討するためにのり尻、或いは道路肩で1箇所ボーリングを実施する。</p>	
<p>Type-B の例</p>	<p>Serial-No.32 (ID- No.003C150)</p> <p>スロープの地形、地質に斜面の変状に影響しやすい凝灰岩類の風化や粘土化がある。並びにスロープを含む斜面に小規模な変状地形（急崖の脚部に平坦地形が帯状に形成）があり、かつ路肩に段差が発生している。2箇所以上のボーリングを実施することによって地質構成の変化を把握する。</p>	
<p>Type-C の例</p>	<p>Serial-No.35 (ID- No.005A010)</p> <p>Nic-5 に見られるようなのり面崩壊が後背斜面の地層構成や溶岩台地の浸透水も含めてのり面全体の安定性に影響しているような例。のり面の高さや幅が長く道路全体を含めた安定性の検討を要するので、全体的な評価のできるような配置で複数ボーリングを実施する。</p>	
<p>Type-D の例</p>	<p>Serial-No.22 (ID- No.001A010)</p> <p>植生がなくのり面全体の岩盤状況であり集塊岩の塊の上に岩目が受け盤の安山岩溶岩流で構成されている。目視でも十分に風化の度合いや、安定性の評価が可能なケースである。</p>	

図 8.3.1 ボーリング調査の分類項目例 (のり面)

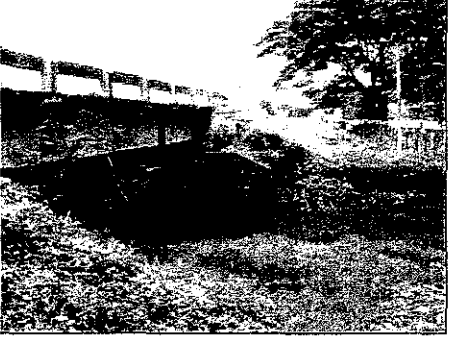

<p>Type-<math>\alpha</math> の例</p>	<p>Serial-No.4 (ID- San Ramón) 平地部で変化のない地形上に架かる比較的短い橋長の橋梁である。 地層構成は両岸で大きな変化を想定する必要はなく、ボーリング単数で平均的な地質構成、層厚等を評価できる。</p>	
<p>Type-<math>\beta</math> の例</p>	<p>Serial-No.45 (ID- La Banderita) 山間部の谷に、サグの縦断線形に橋梁が存在している。河川の右岸と左岸で地層構成に変化のある可能性がある。ボーリング複数実施することにより地質構成、層厚等を評価する。</p>	

図 8.3.2 ボーリング調査の分類項目例 (橋梁)

表 8.3.3 ボーリング調査の配置表

Route No. Nic.1			
Sireal Number of Disaster Critical spots	ID.No	Kilometer from Managua (km)	Type of Boring
1	N001A290	60.9	A
2	N001A280	73.2	C
3	Junquillal	113.19	α
4	San Nicolas	135.64	α
5	Las Chanillas (REsteli)	150.33	β
6	San Ramón	151.85	β
7	N001A240	168.4	A
8	N001B230	168.6	A
9	N001B200	169.8	D
10	N001B190	170.7	D
11	N001B170	171.3	A
12	N001B150	175.0	A
13	N001B120	176.2	A
14	N001A110	178.7	A
15	N001B100	187.3	D
16	N001B070	204.7	A
17	N001A050	214.7	A
18	Rio Inati	226.89	β
19	Rio Tapacal	233.245	β
20	N001B030	232.5	D
21	N001A020	233.7	D
22	N001A010	235.6	D

Route No. Nic.3			
Sireal Number of Disaster Critical spots	ID.No	Distance from Sebaco(km) (*Bridge from Managua)	Type of Boring
23	003B420	3.9	A
24	003B400	6.9	B
25	003B370	7.4	A
26	El Guayacan	119.05	α
27	N003B320	22.1	A
28	N003B240	32.7	A
29	N003C230	32.9	B
30	N003E170	35.2	C
31	N003G160	35.9	B
32	N003C150	38.9	B
33	N003C140	39.4	B
34	N003B120	40	A

Route No. NIC.5			
Sireal Number of Disaster Critical spots	ID.No	Distance from Matagalapa (km)	Type of disaster
35	N005A010	24.6	C

Route No. Nic.15			
Sireal Number of Disaster Critical spots	ID.No	Distance from Las Manos (km)	Type of Boring
36	N015E010	9.9	C
37	N015E020	11.1	C
38	N015E050	11.7	A
39	N015E060	13.6	A

Route No. Nic.26			
Sireal Number of Disaster Critical spots	ID.No	Distance from I.C. between San Isidoro & Sebaco (km) (*Bridge from Managua)	Type of Boring
40	N026A010	9.0	D
41	N026A020	12.7	D
42	N026A030	19.9	D
43	N026A040	20.9	D
44	N026A060	24.7	A
45	La Bandera	170+952	β
46	N026A100	29.3	A
47	N026B110	29.8	D
48	N026A130	33.6	A
49	N026B140	34.0	A
50	N026A150	34.2	C
51	N026B160	37.0	A
52	San Juan de Dios	156+785	α
53	N026B210	45.5	A
54	Papalón	108+154	α
55	Solis	107+533	α

R.F. :Rock Falling  
 R.C. :Rock Collapsing  
 S.S. :Slip slide  
 D.F. :Debris Flow  
 Bridge :Scoring of fundation

8.3.2 調査結果の評価

今次調査の結果、目視等によるレビュー結果を踏まえ、のり面の地質の風化・崩壊等の進行状態や、地質内部への風化進行状況等を整理し、1年次の調査をもとに、再評価を行う。橋梁に関しては洗掘の進行状況や水文解析の結果を踏まえ、その影響について再評価する。評価は以下の5段階（ただし対象外とする項目がある場合は6段階）とした。

1) のり面の評価

A：風化・崩壊の進行が大きく緊急性が増加している。内部まで風化がかなり進行しているなど、危険性のポテンシャルが高く存在する。(10点)

B プラス：A 評価と B 評価の中程度。(8点)

B：風化・崩壊の進行が中程度である。内部まで風化が中程度進行しているなど、危険性ポテンシャルが中程度存在する。(6点)

**B マイナス**：B 評価と C 評価の中程度。(4 点)

**C**：風化・崩壊にそれほど進行はない。内部までは風化が達していない。(2 点)

**D**：完全に崩壊した。もしくは対策工が完全に遂行されたため評価対象外とする。(0 点)

## 2) 橋梁基礎の洗掘

**A**：洗掘の進行が大きく緊急性が増加している。流速、流量に対し、橋梁箇所の河道狭断面矮小などの著しい制約があり洗掘の進行要因が極めて大きい。(10 点)

**B プラス**：A 評価と B 評価の中程度。(8 点)

**B**：洗掘の進行が中程度である。流速、流量に対し、橋梁箇所に中程度の制約がある。(6 点)

**B マイナス**：B 評価と C 評価の中程度。(4 点)

**C**：洗掘にそれほど進行はない。流速、流量に対し、橋梁箇所に制約はない。(2 点)

**D**：完全に落橋した。もしくは対策工が完全に遂行されたため評価対象外とする。(0 点)

\*上記は安定度調査では判明しえない詳細調査に対する評価である。

\*橋梁基礎の洗掘には、多種多様な自然条件項目が想定されるため、総合評価は以下の項目毎の平均値等で検討する。

\*但し A 項目が 2 つ以上も配値されているような対象箇所では、状況に応じ総合評価を A とする。

細目	カテゴリー	状況
1 流速	A	流速（実測値もしくは計算値）が 5m/s 以上
	B	同 3m/s 以上～5m/s 未満
	C	同 3m/s 未満
2 流量	A	過去、桁上を越流する経歴がある場合。 もしくは計算上の流量に対する断面が極端に過小な場合。
	B	過去、桁上を越流する状況に近い状態が起こりえた場合。 もしくは計算上の流量に対する断面がやや過小な場合
	C	過去、桁上を全く越流した経歴が全く無い場合 もしくは計算上の流量に対し、橋梁の断面が通水上全く問題ない場合。
3 土質	A～C	のり面の評価に同じ。 極端な洗掘に進捗を起こす要因が見受けられる場合。
4 洗掘	A	例：橋梁架橋部での極端な河川幅縮小 河床低下などの断面変化
	B	ある程度、洗掘に進捗を起こす要因が見受けられる場合。
	C	特殊な誘発要因はない場合。

再評価結果を、表 8.3.4 に示す。

表 8.3.4 自然条件調査評価結果

シリアルNo.	ID No.	評価	評価点
1	N001A290	A	10
2	N001A280	A	10
3	Junquillal	B	6
4	San Nicolas	C	2
5	Las Chanillas	B	6
6	San Ramon	C	2
7	N001A240	B	6
8	N00B230	B+	8
9	N001B200	C	2
10	N001B190	B-	4
11	N001B170	B	6
12	N001B150	A	10
13	N001B120	A	10
14	N001A110	B+	8
15	N001B100	B-	4
16	N001B070	B+	8
17	N001A050	A	10
18	Rio Inali	B-	4
19	Rio Tapacali	C	2
20	N001B030	B	6
21	N001A020	C	2
22	N001A010	B-	4
23	003B420	C	2
24	003B400	B+	8
25	003B370	B+	8
26	El Guayacan	A	10
27	N003B320	B+	8
28	N003B240	B-	4
29	N003C230	A	10
30	N003E170	A	10
31	N003C160	A	10
32	N003C150	B+	8
33	N003C140	A	10
34	N003B120	B	6
35	N001A050	A	10
36	N015E010	A	10
37	N015E020	A	10
38	N015E050	B-	4
39	N015E060	B-	4
40	N026A010	B	6
41	N026A020	B	6
42	N026A030	C	2
43	N026A040	C	2
44	N026A060	A	10
45	La Banderita	C	2
46	N026A100	B	6
47	N026B110	C	2
48	N026A130	B	6
49	N026B140	A	10
50	N026A150	A	10
51	N026B160	A	10
52	San Juan de Dios	B-	4
53	N026B210	B+	6
54	Papalón	C	2
55	Solis	C	2

## 第9章 環境調査

### 9.1 環境アセスメント法

今回想定されるプロジェクトは、環境アセスメント法に示されるアセス対象事業とはなっていないが、プロジェクトの大小に係わらず、すべての事業は MARENA の許可を必要とする。許可の申請方法は、民間プロジェクトの場合は民間業者が行い、公共事業の場合は関係省庁が実施することとなっている。

### 9.2 自然及び社会環境の状況

#### 9.2.1 森林保護

プロジェクトによって木の伐採を行った場合は、伐採1本につき4本の植樹が義務づけられる。これらの費用はプロジェクト予算に組み込まなければならず、植樹箇所は MARENA 又は INAFOR によって指示される。

#### 9.2.2 貴重な動・植物の保護

「二」国では、ワシントン条約を基に「レッドデータブック」を作成し、貴重な動・植物を指定している。これらの保護については、8つのカテゴリー（史跡・文化財も含む）に分けられ、その分布地域が保護され開発が規制されている。

- 国立公園、生物学的保護区、国立遺産、歴史的遺産、野生保護区、遺伝資源保護区、自然保護区、生物保護区

#### 9.2.3 土地所有

「二」国では、財産権がすべての住民の個別権利として認知されている。憲法の条項 44 には、「個人の所有権は不動産と資産のために、そして生産の手段のために保証される。」と明記している。

#### 9.2.4 道路用地

「二」国における道路用地幅は、道路敷地法（1952年）によって、以下の通り定められている。

ただし、法律制定前の土地所有者に対しては、この法律は適用されない。また、道路用地が適正に登記されていない場合や、市町村が税収入目的に道路用地内への土地登記を認めてしまっている場合もあり、問題となることが多い。

- 国際幹線道路：40m
- 太平洋・大西洋間道路：40m
- 州間幹線道路：20m
- 地方道路：20m

### 9.2.5 水利権・漁業権・入会権

「ニ」国では水利権・入会権は設定されていない。漁業権は海と湖が対象である。

### 9.2.6 先住民保護

先住民の保護区は、大西洋側に3地区が指定されている。プロジェクト対象エリアでの指定はない。

### 9.2.7 固形廃棄物

MARENAでは、環境影響評価時に廃棄物の種類を特定し、その廃棄場所を確定するよう指導している。MTIでは、幾つかの廃棄場所を確保しており、プロジェクトの位置と廃棄物が特定できれば、廃棄場所の指定は可能である。

## 9.3 環境影響要因の把握

選定した項目は、住民移転、経済活動、交通・生活施設、廃棄物、地下水、湖沼・河川流況、動植物、景観、水質汚濁、騒音震動の10項目である。

◇住民移転：住民移転は、ほぼ全てが対象（橋梁部除く）となる。ほとんどは、家屋移転は発生しないが、土地の収用が発生するもので、3箇所では家屋移転が予想される。

◇経済活動：経済活動については、対象箇所において、生計を立てている施設が存在した場合に影響があると評価した。対象箇所は6箇所、内5箇所が耕作地、1箇所が建設中のホテルへ影響するものである。

◇交通・生活施設：交通・生活施設については、対象となる全ての路線が、バス等の公共手段や物流貨物車の移動を担っていることから、工事中的車線規制による影響を考慮して全て影響ありとした。

◇廃棄物：対象施設の建設に伴い、全ての箇所で建設廃棄物が発生するため、すべて対象とした。

◇地下水：地下水の影響を受ける箇所は、斜面への対策工が実施される箇所で井戸の利用がある箇所とした。全ての井戸が5～6m程度と浅いことから、不圧地下水（自由水）を利用していると考えられ、微地形の変化に敏感に反応することが予想されるためである。

◇湖沼・河川流況：湖沼・河川流況については、ダムの計画される3地点で影響ありとした。この3地点には、夏期に水は無いが、水のある冬季には洗濯、食器洗



いに使用されている。

◇動植物：対象路線付近にも、多くの保護区又は貴重な動植物の分布エリアが存在する。この内、以下の3つのエリアがプロジェクトの影響を受ける。

・セレトマブ保護区、セロエルアレナル保護区、コルディレラ保護区

◇景観：景観に配慮すべき地点としては、基本的に動植物保護区内の対象箇所と同じとした。

◇水質汚濁：橋梁の基礎補強工事、のり面防護工事にともなう汚濁水の発生があるため、全ての箇所を影響ありとした。

◇騒音・震動：騒音・震動については、プロジェクト対象箇所の近くに、静穏を要する施設として学校、病院が存在する箇所で影響ありとした。

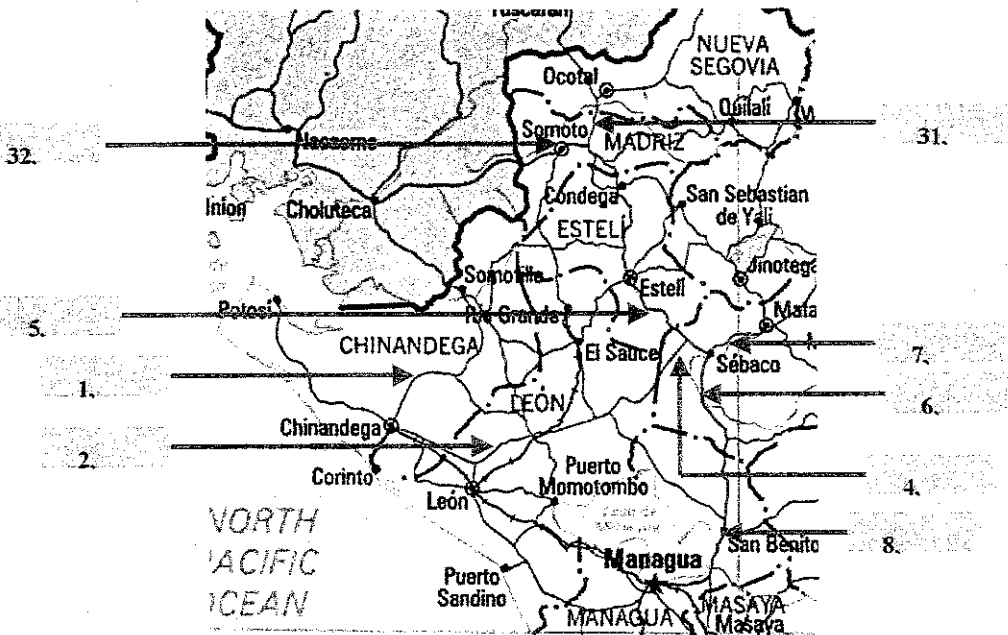
## 第10章 交通調査

### 10.1 調査方法

交通計画は、「国家開発計画 (NTP) : 2001年2月」をもとに策定する。

交通調査は、車種別断面交通量調査と、道路利用者へのインタビューによる OD 調査の2つからなる。調査地点は下図に示す9箇所とし、12時間交通量 (6:00-18:00) を測定した。調査地点 No.2 と6においては24時間交通量を計測した。車種区分は10車種とし、一般乗用車 (乗用車とタクシーに分類)、ピックアップトラック、ミニバス、バス、小型商用車、中型商用車、大型商用車、トラクター、オートバイそして自転車に分類した。

なお、ODインタビュー調査は雨天での実施となり、降雨による調査の中断もあったが、サンプリング率は総交通量の50%以上を確保しており、十分に満足できる結果であるといえる。



### 10.2 交通量計測結果

12時間調査では、調査地点1、2、31、32、4、および7は、比較的平坦な交通量を示している。しかし、NIC 1に関しては、各時間帯の交通量の変化が大きい。調査地点5(Santa Cruz、NIC 1)は16.00~17.00時間にピークを示している。調査地点6(Sebaco、NIC 1)は、朝(6.00から7.00時)にピークを示している。調査地点8(San Benito、NIC 1)は午前中よりも午後以降から交通量が大幅に増えてくる。これらの傾向は、図10.2.1に示される。

24時間調査では、調査地点2はピーク時が15.00~16.00時の間である。その時点での交通量は全体の7.1%に相当する。なお、調査地点2では、全体の76.5%の交通

量が朝6時から夕方6時に発生しており、調査地点6では同様の時間帯で70.7%となっている(図10.2.2参照)。

なお、調査地点2、6の12時間から24時間に対する交通量換算値は、0.762となる。このため、12時間から24時間に対する交通量換算値は1.31となる。今回実施した計測結果およびNTPを参照して、日平均交通量への換算値は次のようにしている(図10.2.3、表10.2.1参照)。

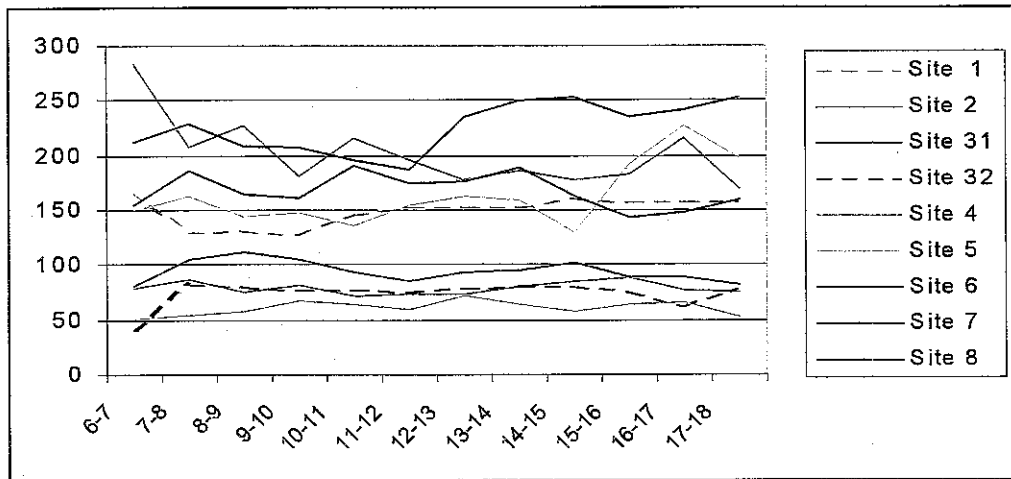


図 10.2.1 6時—18時 12時間交通量

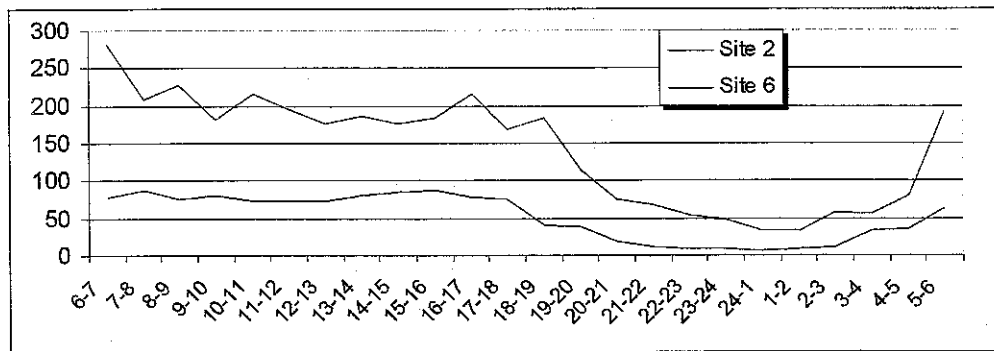


図 10.2.2 6時—6時 24時間交通量

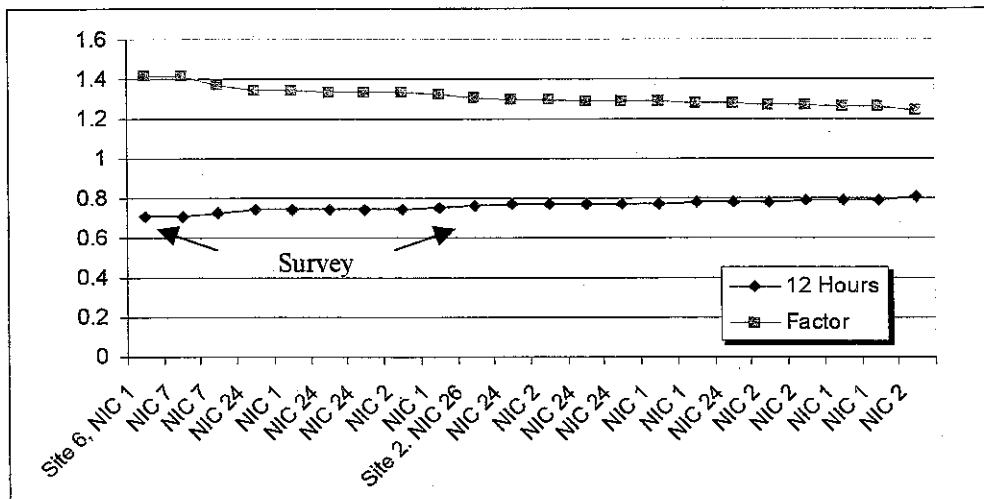


図 10.2.3 12時間—24時間 換算交通量

表 10.2.1 日平均交通量換算要因

換算内容	換算率
12 時間から 24 時間への換算	1.31
週平均への換算	1.0943
平均月から 6 月実施への換算	1.05
AADT への 12 時間換算	1.51

この結果、各調査地点に対して MTI の記録データと比較すると、車輛の予測交通量は(自転車とトラクターを除いてある)、1997 年から 2002 年までの 5 年間で年平均 10.4%の伸びである (本文中：図 10.3.5)。

### 10.3 インタビュー結果

平均的にインタビューされた通行者の 83%は、通行目的としていわゆる業務であった。調査地点 1 では、92%が業務中心であった。買い物を含んでいる個人的な業務を行っている人々は、通行者の中で 7%であった (図 10.3.1 参照)。

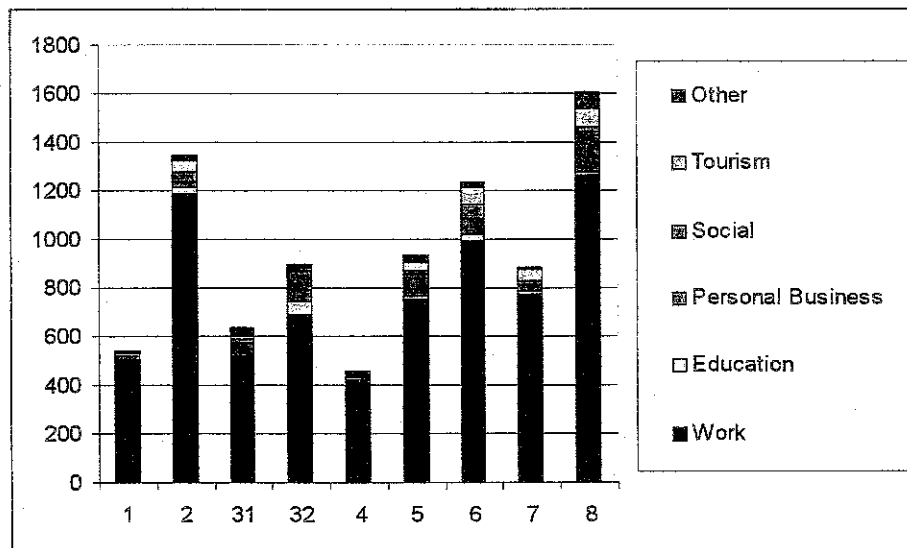


図 10.3.1 インタビュー数

## 第11章 社会経済フレーム

### 11.1 目的

この章では、交通予測をするために社会経済の枠組みや道路維持管理への投資によって生じる経済利益を見込むための条件をも確率することを目的とした。

一般に経済状態と交通量とは深い関係があり、交通の伸びの主要な決定因は次の通りである。

- 人口
- 経済活動とセクター成長
- 収入レベル

車の所有者と収入にも深い関係があり、個人所得に関するデータを得ることができないので、その代用として国内総生産(GDP)を使うことにした。調査は、それぞれ GDP と個人所有車との関係からも調べることにした。

輸送の投資対効果は習慣的に以下の項目で図られている。

- 走行費用節約
- 時間節約

走行費用節約は、2001年2月にニカラグア国で計画された NTP に掲載されたデータや方法を用いて想定した。ただし、いくつかの価格、例えば燃料はこの調査では最新の値を使用した。時間節約は、NTP で掲載された値を利用するように想定した。これら価値は変更されていない。

### 11.2 データの背景や予測

1980年から2002年までのニカラグア国の人口率は87%にまで成長し、年平均2.9%の成長率を示している(図11.2.1)。人口の年齢構造は、より若い年齢層に向かって極端に歪んでいるが、結果として、将来の人口成長は、過去よりも高くなると予測される。2002年から2020年間の人口成長率は78%になり、年間伸び率は3.25%になると予測される(図11.2.2)。

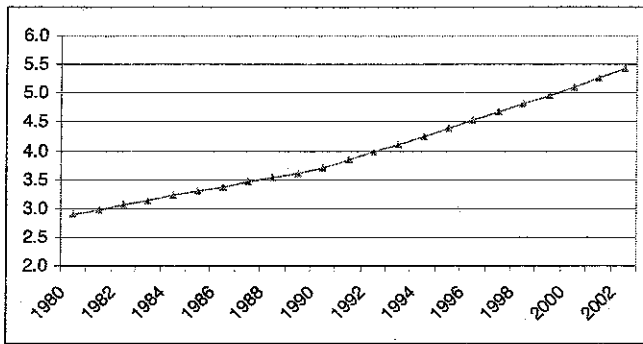


図 11.2.1 人口伸び率経緯

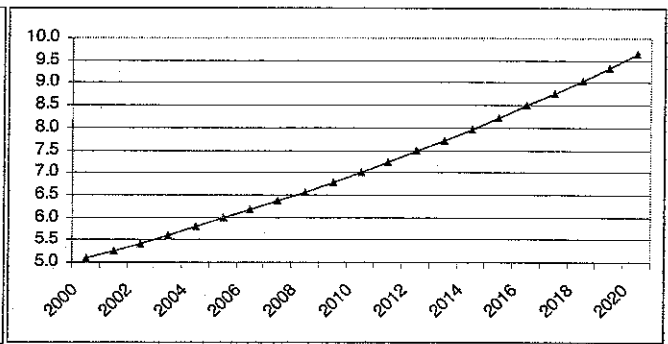


図 11.2.2 将来人口伸び率

GDP を 1980 年から 2000 年までの結果と 2000 年から 2020 年までの予測を見てみると、それぞれの平均 GDP は 1980 年代中頃から 15 年以上極端に落ち込んでおり、中南米で最も低い中の 1 つにされていた。1998 年から GDP は再び成長し始め、そして現在、2020 年まで年間あたり 2.3% まで上昇すると予測されている (図 11.2.3)。

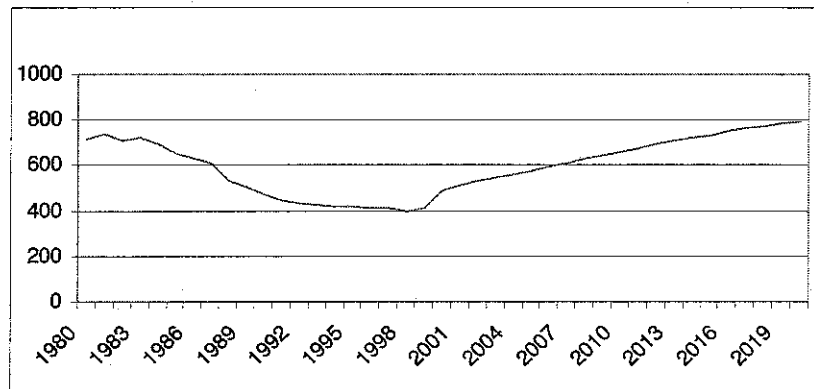


図 11.2.3 平均 GDP (US\$)

これを確認するために、1996 年のラテンアメリカやアジアの国々の車輛所有を比較してみた (図 11.2.4)。GDP と車輛保有者の一般的な関係は次式のようなものであるが、全体的に見て、GDP と車輛所有者との関係は指数関数的であるが、グラフ中のこれらのポイントでは(低い GDP)、一次方程式で十分な説明が可能である。

$$y = 0.0349x - 3.4031$$

y : 人口 1000 人あたりの車輛所有者

x : GDP

上記関係式を用いると、GDP は 2020 年までの約 20 年で 1.62 まで延び、車輛保有者は同じ期間で 1.78 まで、年平均成長率で 2.9% 成長すると予想される (図 11.2.5)。

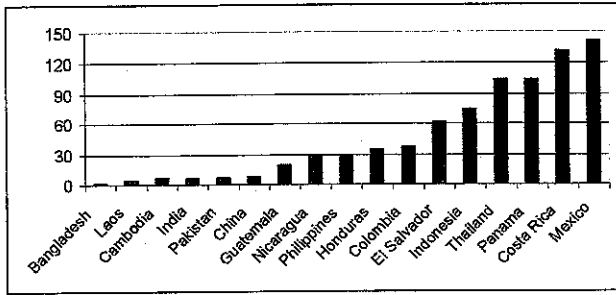


図 11.2.4 車両所有 (1,000 当たり)

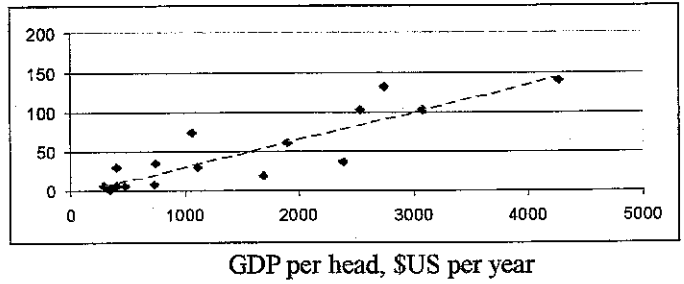


図 11.2.5 GDP と車両所有の関係

### 11.3 走行費用

走行費用のパラメータは 2001 年の NTP から入手した。燃料と潤滑油コストは 2002 年の最新の値に修正している。なお、NTP の値に対して、正確に対象道路に条件を反映させるために車輛占有は 2002 年の調査から得た。乗客時間価値は走行費用 (1000km 当たり) に含めなかったが、別々に計算されており、車輛 1 時間当たりのコストに換算されている。このように、交通モデルのアウトプットは(12 章で述べられる)、直接的に乗客時間節約やコストを見積もるのに使用することができる。

車種ごとの走行費用の構成は、本文中の図 11.3.1 に示されるが、費用の燃料成分は、ガソリンの費用で(1 リットル当たり 2.13US ドル、29.99 コルドバ)多くの他国よりもはるかに「ニ」国で高くなる傾向がある。

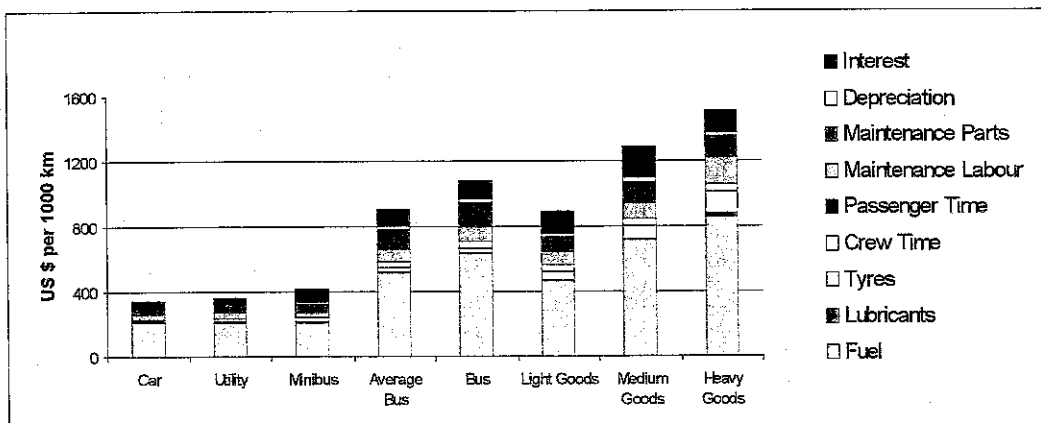


図 11.3.1 走行費用 (米ドル/1000km 当たり)

### 11.4 交通成長要因

この調査では 2010 年と 2020 年の 2 つの予測年を設定しており、交通マトリクスも経済予測に一致して求めるようにしている (本文中: 表 11.4.1)。しかし、NTP での交通の伸びは、まさしく経済成長で計画されており、GDP 予測は比較的楽観的であり、20 年間以上でおおよそ 5% の持続的な経済成長を予測している。これは、非常に高い成長率である。

このため、常識的な成長率を評価するために、別途の考え方を整理した（感度テスト）。この結果、経済成長率は本文中の表 11.2.1 にある予測の 60%程度となり、交通の伸びも比較的緩やかになる（本文中：表 11.4.2）。

なお、これにともなって、車輛 1 時間当たりの乗客コストに適用されるべき要素は(本文中：表 11.3.1)、本文中の表 11.5.1 に換算することができる。感度テストでは GDP も減少するため、時間価値は落ちていくことが予測される。この理由として、人口は GDP より高い比率で上昇することが予測されるためである。

表 11.4.1 交通伸び率 (2010 ~ 2020)

	伸び率 2002 to 2010	伸び率 2002 to 2020	摘 要
乗用車	1.57	2.74	人口伸び率と車両所有者伸び率
ピックアップ車	1.57	2.74	GDP 伸び率と車両所有者伸び率
バス	1.29	1.78	人口
トラック (農産物)	1.68	2.87	農業部門伸び率
トラック (その他主要産物)	1.19	1.60	その他主要産物伸び率
トラック (工業用)	1.66	2.79	工業伸び率
トラック (建設用)	1.65	2.91	建設伸び率
トラック (空荷車等)	1.62	2.70	平均経済伸び率

表 11.4.2 交通伸び率予測

	伸び率 2002 to 2010	伸び率 2002 to 2020
乗用車	1.31	1.83
ピックアップ車	1.21	1.48
バス	1.29	1.78
トラック (農産物)	1.21	1.48
トラック (その他主要産物)	1.07	1.19
トラック (工業用)	1.20	1.45
トラック (建設用)	1.20	1.48
トラック (空荷車等)	1.12	1.38



## 第12章 交通需要予測

### 12.1 一般

交通需要予測は、交通調査から得られたデータの組み合わせ（10章）や「ニ」国の経済成長予測（第11章）を用いることによって形成できる。道路ネットワーク上の交通ルートの方法は、交通割り当てモデルである JICA STRADA を使用する。なお、この調査で使用される JICA STRADA の主要なモジュールは以下の通りである。

**Network Editor**：道路ネットワークの構築、変更、テストをすること

**OD Matrix Manipulator**：交通需要マトリクスを構築すること

**Incremental Assignment**：ネットワークに交通を割り当てること

**Highway Reporter**：交通量と道路網統計を検視すること

### 12.2 道路網

基準年（2002年）における道路ネットワークモデルは、図 12.2.1 に示すとおりである。モデルにおいてゾーンは 45 に区分され、83 の各点と 113 のリンクからなる。

交通モードは、乗用車(1)、ピックアップ車(2)、バス(3)、小型貨物車(4)、中型貨物車(5)、大型貨物車(6)の6つを設定した。交通モード1～3は各々のマトリクスに組み込まれ、交通モード4～6は、5つの別々のマトリクス（建設(1)、産業(2)、他の第一線のもの(3)、空荷あるいは他(4)および農業関係(5)）に組み込まれた。



表 12.3.1 基準年における交通量の確認 (12 時間、2002 年 6 月)

調査地		乗用車/ タクシー	公用車	バス	小型 貨物車	中型 貨物車	大型 貨物車	合計
1	調査値	255	317	286	133	158	259	1408
	合成値	257	325	282	123	89	179	1255
2	調査値	164	300	134	63	85	35	780
	合成値	170	308	126	126	79	38	847
31	調査値	224	335	91	105	122	66	942
	合成値	209	360	112	104	119	64	968
32	調査値	164	309	89	103	38	2	704
	合成値	165	328	97	100	46	27	763
4	調査値	97	288	81	120	18	14	617
	合成値	112	284	90	131	62	35	714
5	調査値	392	788	241	173	137	67	1796
	合成値	389	706	228	222	157	90	1792
6	調査値	472	763	294	398	137	39	2101
	合成値	550	936	266	366	131	110	2359
7	調査値	394	711	212	305	128	40	1789
	合成値	381	678	229	251	118	49	1706
8	調査値	559	1160	295	303	168	118	2602
	合成値	515	1193	261	326	142	111	2548
合計	調査値	2719	4970	1722	1700	989	637	12736
	合成値	2748	5118	1691	1749	943	703	12952

表 12.4.2 基準年 (2002 年) の交通統計値と AADT 予測値

車種	Vehicle Hours	Vehicle kms	Average Speed (km/hr)	Total Trips	Average Trip Length (km)
乗用車 (1)	4069	253954	62.4	2367	107.3
公用車 (2)	7111	443443	62.4	4409	100.6
バス (3)	2614	157487	60.2	1419	111.0
小型貨物車 (4)	3099	191994	62.0	1515	126.7
中型貨物車 (5)	1731	107714	62.2	726	148.4
大型貨物車 (6)	1479	88568	59.9	546	162.2
合計	20103	1243160	61.8	10982	113.2

## 12.4 予測年 (2003 年、2010 年、2020 年) の交通流

車輛通行は、2001 年に MTI によって取られた交通計測に合わせるためにゾーン 10 (La Dalia) とゾーン 11 (Matagalpa) でのマトリクスに追加した。それぞれの通行の合計は、本文中の表 12.5.1 にまとめてある。また、予測年の交通配分は本文中の図 12.5.1、12.5.2、12.5.3 に示す。さらに、予測年の交通のネットワーク統計は、本文中の表 12.5.2 に示す。

## 第13章 交通予測評価

### 13.1 一般

防災対策上から生じる交通便益は、災害が発生した箇所での交通流れへの不利益を評価されることによって確認される。各災害危険箇所での災害発生に対して、交通流は道路ネットワーク上でのリンクの閉鎖や他の路線への交通迂回などの必要性を仮定する。交通が閉鎖されたリンク路線を避けて他路線へ開放する時は、潜在的に以下の2タイプの不利益が生じることになる。

- 距離の追加による走行費用の増加
- 利用者時間経費の増加

これらの2つのパラメータが、それぞれの交通モードのためにネットワーク上での総計、つまり、車輛運転距離と車輛運転時間の形式として、JICA STRADA モデルによって評価される。これらは、本文中の表 11.3.1 に定められたパラメータを使用することで経費に変換される。

防災対策工の経費は、第7章で算出した概略工事費を使い、工事金額（2003年に被害を受けると仮定する。）や道路の継続的な維持管理費に費やされると仮定する。一時的な防災対策工は、3年毎に行われると仮定する。また、永久的な防災対策工は、最初の年の1回だけ建設費がかかるとする。ただし、その後は毎年、維持管理費がかかると仮定する。

なお、対策工が実施されていなくても災害が襲ってこないことも考えられるので、この場合は便益が発生しないものとする。また、災害の可能性がある場合は、便益にも影響があるため、これらを考慮する。なお、発生便益に関して次の2つのパラメータがある。

- 道路の最大寿命、つまり、対策工が何らされていない場合、これは1年から20年まで様々であるが、災害発生の危険性を含んでいる。実際には、寿命が過ぎた後に便益が発生する。
- 1年次で点検した斜面の安定性や橋梁基礎の安定性に対する評価点は、70点から100点まで様々である。これらの評価点は、便益の低下要因として用いる。そして便益は、防災対策工が実施された後、それぞれの年に発生するように設定する。

費用と便益を評価するための模範的な計算例を、本文中の図 13.1.1 に示す。



## 第14章 防災整備箇所の特定

### 14.1 災害危険箇所の評価

6章で選定された災害危険箇所は、いずれも緊急的、一時的あるいは永久的な対策が必要とされる箇所である。本章では災害危険箇所として選定された箇所の中から、優先的に対策工を実施すべき箇所を選定するものである。選定に当たって考慮すべき事項は以下のとおりである。これらについてはすでに8章から13章において示されている。

- 8章… 地質調査：風化・崩壊の進行性の程度評価
- 水文調査：洗掘の進行性の程度評価
- 9章… 環境調査：環境項目への影響度評価
- 12章… 交通需要予測：2020年までの交通量予測
- 13章… 費用対効果：便益効果による評価

なお防災整備箇所の選定に当たっては自然環境、交通量、便益だけでなく、幹線輸送経路としての位置づけ、災害発生時の緊急輸送経路としての位置づけ、迂回路の有無、対象箇所周辺開発状況との関連性、環境影響評価（主に住民移転）、復旧の難易度などの要因も考慮し、決定する。

### 14.2 災害危険箇所の特徴

表 14.2.1 に 55 箇所の災害危険箇所の特徴、各災害危険箇所の災害タイプ、評価点、対策工そして概算工事費を示す。例えば、NIC.26 にあるシリアル No.40、42 の評価点は 71 点で同じである。また、対策工はのり面切削で同じである。しかし、災害危険の規模が大幅に異なるため、シリアル No.42 の危険箇所は、概算工事費が約 8 倍程度高くなる傾向にある。

### 14.3 防災整備箇所の選定手法

#### 14.3.1 選定手法の概要

災害危険箇所を評価し、防災整備箇所を選定するために、14.1 で示した評価項目と防災整備箇所の関係から優先度を評価する。本調査では防災整備箇所の選定を階層分析法（AHP）によって行うものとする。

AHP は、不確定な状況や多様な評価基準に対する意志決定のあいまいさを数値で表す手法である。本調査においては、55 箇所の災害危険箇所に対して、30 箇所の防災整備箇所を選ばなければならない。したがって、優先度評価の問題を

最終目的（優先度の評価）→ 評価基準→ 代替案（災害危険箇所）

の関係でとらえて、階層構造を作り上げる。そして、最終目標からみて評価基準の重要さを求め、次に各評価基準からみて代替案の重要度を評価し、最後には、これらを最終目標からみた代替案の評価に換算する(図 14.3.1)。AHP手法は、この評価の過程で、経験や勘を生かして、これまではモデル化したり定量化したりするのが難しかったことも扱えるようにしているのが特徴である。

表 14.2.1 災害危険箇所の特徴

Serial Number of Disaster Critical Spots	Objective Road	Type of Disaster	Score	Type of Countermeasures	Cost (US\$1,000)
1	NIC.1	R.F.	70	Barrier with gabion wall	253
2	NIC.1	R.F.	78	Prevention net	236
3	NIC.1	Bridge	90	Gabion mat	25
4	NIC.1	Bridge	100	Gabion mat	2
5	NIC.1	Bridge	90	Gabion mat	65
6	NIC.1	Bridge	100	Gabion mat	12
7	NIC.1	R.F.	84	Prevention net	812
8	NIC.1	R.C.	72	Prevention net	315
9	NIC.1	R.C.	72	Prevention net	364
10	NIC.1	R.C.	72	Recutting + Shotcrete	1,772
11	NIC.1	R.C.	78	Recutting + Shotcrete	639
12	NIC.1	R.C.	76	Recutting + Shotcrete	184
13	NIC.1	R.C.	74	Recutting + Shotcrete	385
14	NIC.1	R.F.	76	Prevention net	456
15	NIC.1	R.C.	73	Recutting + Shotcrete	197
16	NIC.1	R.C.	73	Prevention net	125
17	NIC.1	R.F.	70	Recutting + Shotcrete	175
18	NIC.1	Bridge	100	Gabion mat	4
19	NIC.1	Bridge	100	Gabion mat	2
20	NIC.1	R.C.	75	Prevention net	208
21	NIC.1	R.F.	73	Recutting + Surface drainage + Vegetation	116
22	NIC.1	R.F.	73	Recutting + Shotcrete	152
23	NIC.3	R.C.	74	Recutting	70
24	NIC.3	R.C.	72	Recutting	91
25	NIC.3	R.C.	80	Recutting	35
26	NIC.3	Bridge	100	Reconstruction wing wall	3
27	NIC.3	R.C.	74	Recutting	177
28	NIC.3	R.C.	70	Recutting + Shotcrete	174
29	NIC.3	S.S.	73	R.E.C.V.	670
30	NIC.3	D.F.	83	Dam	429
31	NIC.3	S.S.	71	R.E.C.V.	248
32	NIC.3	S.S.	90	R.E.C.V.	191
33	NIC.3	S.S.	90	R.E.C.V.	30
34	NIC.3	R.C.	72	Recutting + Prevention net	133
35	NIC.5	R.F.	76	Recutting + Surface drainage + Vegetation	744
36	NIC.15	D.F.	70	Gabion wall	58
37	NIC.15	D.F.	70	Gabion wall	40
38	NIC.15	D.F.	70	Dam	279
39	NIC.15	D.F.	70	Dam	193
40	NIC.26	R.F.	71	Recutting	56
41	NIC.26	R.F.	70	Recutting	115
42	NIC.26	R.F.	71	Recutting	446
43	NIC.26	R.F.	72	Recutting	121
44	NIC.26	R.F.	70	Recutting + Shotcrete	159
45	NIC.26	Bridge	100	Gabion mat	36
46	NIC.26	R.F.	76	Barrier with gabion	44
47	NIC.26	R.C.	73	Prevention net	52
48	NIC.26	R.F.	72	Recutting + Shotcrete	60
49	NIC.26	R.C.	80	Recutting	191
50	NIC.26	R.F.	85	Recutting + Shotcrete	748
51	NIC.26	R.C.	86	Prevention net	131
52	NIC.26	Bridge	90	Gabion mat	24
53	NIC.26	R.C.	71	Prevention net	364
54	NIC.26	Bridge	90	Gabion mat	5
55	NIC.26	Bridge	100	Gabion mat	9

Type of Disaster  
 R.F. : Rock Falling  
 R.C. : Rock Collapsing  
 S.S. : Slope Slide  
 D.F. : Debris Flow  
 Bridge : Scouring of Foundation

Type of Countermeasures  
 R.E.C.V. Recutting + Embankment  
 + Counterweight  
 + Vegetation

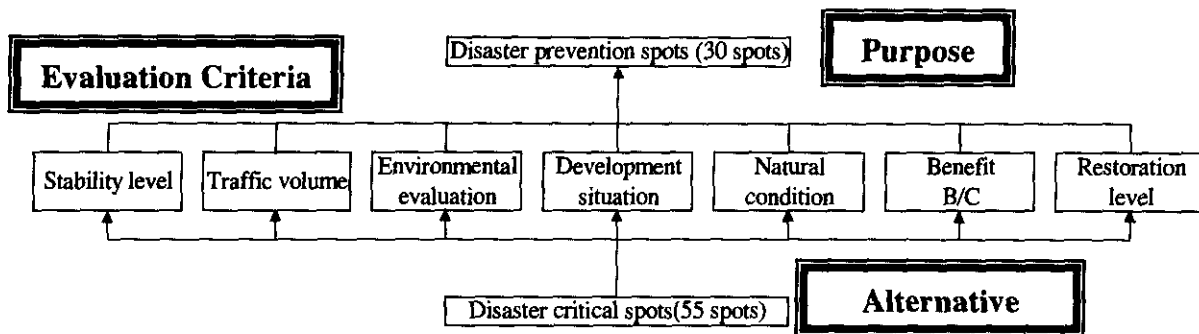


図 14.3.1 階層分析法

### 14.3.2 優先順位の検討

#### 1) 評価基準の設定 (第1ステップ)

##### ① 安定度

安定度調査結果から各構造物の比較を行う。点数の大きい方が優先度が高い

##### ② 交通量

2020年交通量の調査結果より各のり面、橋梁基礎洗掘の比較を行う。交通量の多い方が優先度が高い。なお、この交通量には地域開発の要素も含まれている。

##### ③ 環境評価

環境影響の結果から比較する。点数の少ない方が優先度が高い

##### ④ 自然条件

地質構造、水文、地形勾配等の自然条件調査結果や目視調査、第2次における雨期の調査をふまえ、自然条件の持つ危険性を比較する。危険度の高いものから優先順位が高い

##### ⑤ 開発状況

道路周辺の開発による対象箇所の優先性を比較する。開発が進展していて、計画施設が完了しているほど優先度は高い

##### ⑥ 費用対効果 (B/C)

1次調査結果の対策工の費用をふまえた費用対効果の結果を比較する。B/Cの数値の大きい方が優先度が高い

##### ⑦ 復旧度

想定される最大規模の災害が起きた場合の復旧の難易度を評価する。復旧に要する時間、施工スペース、特殊な機械が必要か否かなどを想定して、困難な度合いが高いものほど優先度が高い。

#### 2) 第2ステップ (評価基準のペア比較)

##### a) 重要性の尺度と定義

評価基準のペア比較をする前に重要性の尺度と定義を以下のように定める。2,



4, 6, 8は中間の時に用いる。

表 14.3.1 重要性の尺度と定義

重要性の尺度	定 義
1	同じくらい重要 (equal importance)
3	やや重要 (weak importance)
5	かなり重要 (strong importance)
7	非常に重要 (very strong importance)
9	きわめて重要 (absolute importance)

b) ペア比較における尺度

評価基準相互のペア比較の尺度はMTIの意向を確認して決定した。また、各代替案の比較は調査団が評価した評価点をベースにして決定した。表 14.3.2 に各評価基準の比較を示す。

たとえば、安定度は交通量に対してやや重要なときは3を、逆に交通量は安定度に対して1/3となる。このように、評価基準(行)と比較項目(列)に対する線対称では、常に逆数で設定し、ペア比較マトリックスを正規化しておくことがAHPの特徴である。

表 14.3.2 ペア比較

	Stability level	Traffic volume	Environment evaluation	Natural condition	Benefit B/C	Restoration level	Development situation	Weight
Stability level	1	3	5	3	7	3	9	0.36676
Traffic volume	1/3	1	3	1	5	1	7	0.16733
Environment evaluation	1/5	1/3	1	1/5	3	1	7	0.08395
Natural condition	1/3	1	5	1	5	1	7	0.18000
Benefit B/C	1/7	1/5	1/3	1/5	1	1/5	3	0.03826
Restoration level	1/3	1	1	1	5	1	7	0.14303
Development situation	1/9	1/7	1/7	1/7	1/3	1/7	1	0.02068
								1.00000

14.4 災害整備箇所の特定

以上の考え方で整理された各評価項目や評価基準に従って、階層分析を行った結果を本文中、表 14.4.1 に示す。

その結果、1位から30位までを防災整備箇所とし、今次調査のフィージビリティ・スタディの対象箇所として選定する。

表 14.4.1 防災整備箇所 (30箇所)

Priority	Objective Road	Serial No. of Critical Spots	Type of Disaster	Type of Countermeasures
1	Nic3	26	Bridge	Reconstruction wing wall
2	Nic26	45	Bridge	Gabion mat
3	Nic1	6	Bridge	Gabion mat
4	Nic26	55	Bridge	Gabion mat
5	Nic1	19	Bridge	Gabion mat
6	Nic1	18	Bridge	Gabion mat
7	Nic1	4	Bridge	Gabion mat
8	Nic3	32	S.S.	R.E.C.V.
9	Nic3	33	S.S.	R.E.C.V.
10	Nic1	2	R.F.	Prevention net
11	Nic26	50	R.F.	Recutting + Shotcrete
12	Nic1	5	Bridge	Gabion mat
13	Nic3	30	D.F.	Dam
14	Nic3	25	R.C.	Recutting
15	Nic1	1	R.F.	Barrier with gabion wall
16	Nic1	3	Bridge	Gabion mat
17	Nic26	52	Bridge	Gabion mat
18	Nic26	54	Bridge	Gabion mat
19	Nic3	24	R.C.	Recutting
20	Nic26	49	R.C.	Recutting
21	Nic5	35	R.F.	Recutting + Surface drainage + Vegetation
22	Nic26	51	R.C.	Prevention net
23	Nic1	7	R.F.	Prevention net
24	Nic1	12	R.C.	Recutting + Shotcrete
25	Nic3	27	R.C.	Recutting
26	Nic1	13	R.C.	Recutting + Shotcrete
27	Nic26	44	R.F.	Recutting + Shotcrete
28	Nic1	8	R.C.	Prevention net
29	Nic3	29	S.S.	R.E.C.V.
30	Nic1	11	R.C.	Recutting + Shotcrete
31	Nic1	14	R.F.	Prevention net
32	Nic3	31	S.S.	R.E.C.V.
33	Nic3	34	R.C.	Recutting + Prevention net
34	Nic1	16	R.C.	Prevention net
35	Nic1	17	R.F.	Recutting + Shotcrete
36	Nic26	41	R.F.	Recutting
37	Nic3	23	R.C.	Recutting
38	Nic26	46	R.F.	Barrier with gabion
39	Nic26	40	R.F.	Recutting
40	Nic1	15	R.C.	Recutting + Shotcrete
41	Nic26	48	R.F.	Recutting + Shotcrete
42	Nic1	10	R.C.	Recutting + Shotcrete
43	Nic26	47	R.C.	Prevention net
44	Nic1	9	R.C.	Prevention net
45	Nic26	53	R.C.	Prevention net
46	Nic26	43	R.F.	Recutting
47	Nic15	36	D.F.	Gabion wall
48	Nic15	37	D.F.	Gabion wall
49	Nic26	42	R.F.	Recutting
50	Nic1	20	R.C.	Prevention net
51	Nic3	28	R.C.	Recutting + Shotcrete
52	Nic1	21	R.F.	Recutting + Surface drainage + Vegetation
53	Nic1	22	R.F.	Recutting + Shotcrete
54	Nic15	39	D.F.	Dam
55	Nic15	38	D.F.	Dam

**PART B**

フイージビリティ・スタディ



## 第 15 章 フィージビリティ・スタディの概要

### 15.1 一般

1 章から 14 章までのパート A では、様々な選定基準を考慮して 30 箇所の防災整備箇所を選定した。15 章から 23 章のパート B においては、これらの選定された防災整備箇所について、フィージビリティ・スタディを実施する。各章の内容を以下に示す。

- 第 15 章 はじめに
- 第 16 章 基本設計基準
- 第 17 章 対策工の検討
- 第 18 章 施工計画及び費用積算
- 第 19 章 環境影響評価
- 第 20 章 プロジェクト評価
- 第 21 章 実施プログラム
- 第 22 章 維持管理体制と運用
- 第 23 章 結論と提言

### 15.2 防災整備箇所に対するフィージビリティ・スタディ

下記に示す評価項目について検討し、選定された 30 箇所の防災整備箇所についてフィージビリティ・スタディを実施するため、詳細な自然条件調査（地質・地形/水文・環境）結果を基に、パート A で計画した対策工を精査した。

#### ➤ 安定度

安定度調査結果を基に、災害危険箇所の安定性を評価した。

#### ➤ 交通量

各調査箇所でも 2010 年および 2020 年の将来交通需要予測結果から、災害危険箇所の交通需要から見た重要性を評価した。

#### ➤ 環境評価

災害危険箇所に関する環境面における課題等から整備の難易度を評価した。

#### ➤ 開発状況

各調査箇所周辺開発計画の観点から整理し、災害危険箇所との関連性を評価した。

#### ➤ 自然条件

乾季及び雨期における現地調査、自然条件調査結果（地質・水文・地形データ）を用いて、災害危険箇所の自然条件における危険度を評価した。

#### ➤ 費用対効果(B/C)

各本調査パート A において実施した対策工の工費概算結果を用いて、費用便益分

析の結果を比較した。

➤ 復旧度

想定される災害の種別及び規模に応じて、各調査箇所の復旧の難易度を比較した。

防災整備箇所に対する対策工の精査に当たっては、以下に示す災害に対する対策工としての課題や問題点について検討を行い、最終案を選定する。

- i) 落石・崩壊に対する対策工
- ii) 岩石崩壊に対する対策工
- iii) 地すべりに対する対策工
- iv) 土石流に対する対策工
- v) 橋梁基礎の洗掘に対する対策工

上記の対策工は、それぞれのり面の風化進行、のり面からの染み出し水、溶岩台地の特質、浮石、転石、急斜面勾配などの様々な災害状況に対応して行うものとする。

## 第16章 設計基準

### 16.1 道路幾何構造基準

本調査に適用された「ニ」国の幾何構造の基準を表 16.1.1 に示す。

表 16.1.1 適用可能な幾何構造基準

No.	項目	幹線道路	
		都市近郊	地方
1	分類	A2	A3
2	道路の設計車面	WB-20	WB-15
3	地形	P O M	P O M
4	設計速度	90 80 70	80 70 60
5	車線数	2~4	2~4
6	車線幅(m)	3.30 ~ 3.65	3.30 ~ 3.65
7	路肩幅(m)	内側: 1.0 - 1.5, 外側: 1.5 - 1.8	内側: 0.5 - 1.0, 外側: 1.0 - 1.8
8	舗装種類	Pav	Pav
9	制動距離(m)	110~170	85~140
10	追越距離(m)	480~600	410~540
11	最小曲線半径	195-335	135~250
12	最急勾配	5° 53' ~ 3° 25'	8° 29' ~ 4° 35'
13	最大縦断勾配	8	8
14	片勾配(%)	10	10
15	横断勾配(%)	1.5 - 3	1.5 - 3
16	路肩勾配(%)	2 - 5	2 - 5
17	橋梁幅(m)	可変	可変
18	橋梁設計荷重 (AASHTO)	HS20-44+25%	HS20-44+25%
19	道路用地幅(m)	40-50	40-50
20	中央分離帯幅(m)	4-10	2-6
21	サービス水準	C-D	C-D
22	出入制限の種別	部分的に出入制限	出入制限無し

注:  
 Pav.= アスファルト舗装  
 P= 平坦地 O= 丘陵地 M= 山岳地

### 16.2 設計基準

#### 16.2.1 のり面勾配に関する基準

##### 1) 盛土工のり面勾配

「ニ」国では、交通量と盛土高によって盛土勾配が定められている。盛土高が 1.2m 以下の場合には、沿道土地利用に配慮した緩傾斜勾配が採用されている。盛土工勾配の推奨基準を表 16.2.1 に示す。

表 16.2.1 道路種別毎の盛土工勾配 (推奨基準)

機能面からの分類	補助幹線道路	主要補助幹線道路	幹線道路	主要幹線道路	特殊幹線道路
車線数	2	2	2	2	4
将来日平均交通量 (台/日)	0~400	400~1,800	1,800~3,000	> 3,000	> 3,000
盛土のり面	H < 1.2 m	3:1	3:1	4:1	4:1
	H > 1.2 m	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1

2) 切り土工のり面勾配

「ニ」国では、切土勾配の基準は、対象となる土質と交通量により決定されている。土質区分については、健全な岩、その他の岩、良く締め固められた砂、締め固まっていない砂の4種類に分類されており(表 16.2.2)、詳細な岩種・土質や物理特性からは決められていない。

表 16.2.2 道路種別毎の切り土工のり面勾配基準

機能面からの分類		補助幹線道路	主要補助幹線道路	幹線道路	主要幹線道路	特殊幹線道路
車線数		2	2	2	2	4
将来日平均交通量(台/日)		0~400	400~1,800	1,800~3,000	>3,000	>3,000
切り土工のり面	健全な岩	0 ~ 1/2:1	0 ~ 0.5:1	0 ~ 0.5:1	0 ~ 0.5:1	0 ~ 0.5:1
	不明な土壌	1:1	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1
	良く押し固められた土壌	1:1	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1
	押し固まり具合が弱い土壌	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1	2:1

しかしながら、岩の安定性は、硬さと緩み率の2つの要因によって決まると考えられ、特に、凝灰岩や泥岩がのり面の安定性に影響を及ぼす可能性は高い。したがって、地質調査結果から得られた一軸圧縮強度を基に、岩は硬いものと軟らかいものに分類し、さらに緩み率に関しては緩み速度の大きさから、A もしくは B に分類し、両者を組み合わせて評価することを提案した。

硬さの分類、緩みの分類については本編 17 章に詳細を示すが、それぞれの目安は以下のとおりである。また、岩の分類の概念を表 16.2.3 に示す

<硬 さ>

- ・ 一軸圧縮強度が 100kg/cm<sup>2</sup> 以上の場合は硬い岩 (I)
- ・ 一軸圧縮強度が 100kg/cm<sup>2</sup> 以下の場合は軟らかい岩 (II) および土砂 (III)

<緩み率>

- ・ 緩み速度が 12 より大きい場合は緩みが大きい (A)
- ・ 緩み速度が 9 より小さい場合は緩みが小さい (B)

表 16.2.3 岩の分類の概念

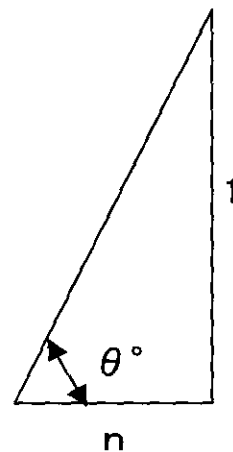
硬さによる岩質の分類		硬い			軟らかい		
		I	II	III			
緩み率による岩質の分類	大きい	A	IA	IIA	III		
	小さい	B	IB	IIB			



前述したように分類した岩の状態と現地調査により得られた安定度との関係から、岩分類とのり面勾配の関係を検討し、表 16.2.4 に示すように切り土工のり面の勾配の推奨基準を提案している。

表 16.2.4 「ニ」国における岩の分類に基づいた切土工のり面の推奨値

分類		切り土高さ(H) (m)	切土斜面勾配 $\theta(^{\circ})$	$1/\tan \theta$	n	:	1
硬質岩	I B	$10 \geq H$	80	0.1763	0.2	:	1
		$10 < H \leq 20$	80	0.1763	0.2	:	1
		$20 < H \leq 30$	60	0.5774	0.6	:	1
		$H > 30$	60	0.5774	0.6	:	1
軟質岩	II B	$10 \geq H$	65	0.4663	0.5	:	1
		$10 < H \leq 20$	65	0.4663	0.5	:	1
		$20 < H \leq 30$	55	0.7002	0.8	:	1
		$H > 30$	55	0.7002	0.8	:	1
	I A	$10 \geq H$	60	0.5774	0.6	:	1
		$10 < H \leq 20$	60	0.5774	0.6	:	1
		$20 < H \leq 30$	50	0.8391	1	:	1
		$H > 30$	50	0.8391	1	:	1
	II A	$10 \geq H$	55	0.7002	0.8	:	1
		$10 < H \leq 20$	55	0.7002	0.8	:	1
		$20 < H \leq 30$	45	1.0000	1	:	1
		$H > 30$	45	1.0000	1	:	1
土・砂礫	III	$10 \geq H$	45	1.0000	1	:	1
		$10 < H \leq 20$	40	1.1918	1.2	:	1
		$20 < H \leq 30$	35	1.4281	1.5	:	1
		$H > 30$	30	1.7321	1.8	:	1



16.2.2 橋梁構造物

1) 洗掘範囲の推定

洗掘深さは、図 16.2.1 に示すように日本の基準に基づいて計算されている。ただし、この表で計算できるケースは  $h_o/D < 3.5$  ( $h_o$ : 洪水時の平均水深,  $D$ : 橋脚幅) の範囲である。

なお、この計算値は目安であり、現地において実測により洗掘の大きさを確認することが重要である。たとえば、計算例を示すと次のようである。

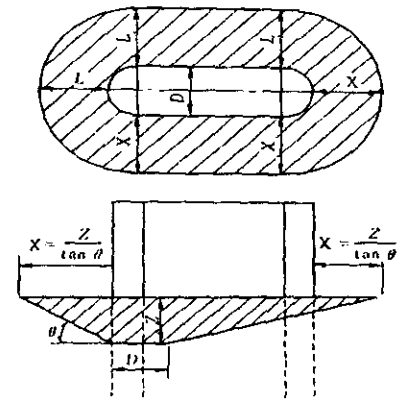
河川幅:  $W = 31.6 \text{ m}$   
 橋脚幅:  $D = 1.1 \text{ m}$   
 高水位時流速:  $V = 60.12 \text{ m/s}$   
 洪水時平均水深:  $h_o = 2.67 \text{ m}$   
 河床の平均粒径 (Average grain diameter of riverbed materials) :  $d_m = 3.0\text{mm}$

$h_o/D = 2.43$

$Fr = (V/(W \cdot h_o))/\sqrt{g \cdot h_o} = 0.14$

洪水時平均水深と河床の平均粒径の割合

$h_o/d_m = 890$



X: 洗掘範囲の水平長さ  
 Z: 最大洗掘深さ  
 $\theta$ : 安息角  
 D: 橋脚幅

図 16.2.1 洗掘範囲

$Z/D$  は  $h_o/D$  をパラメータとして  $h_o/d_m$  と  $Fr$  の関係(報告書本編 Fig16.2.3~Fig16.2.6 参照)より求めることができる。

$Z/D = 0.8$

$Z = 0.96 \text{ m}$

安息角  $\theta$  と平均粒径の関係は Fig16.2.7 により示される。

安息角  $\theta = 32^\circ$

$\tan \theta = 0.62$

$X = Z/\tan \theta = 1.54 \text{ m}$

2) 捨石およびブロックの大きさと流速の関係

洗掘を防止するために、捨て石やブロックを橋脚の周りに設置する。表 16.2.5 に示すように、ブロックの重量や形状は、河川の流速によって定められる。

表 16.2.5 ブロック重量と河川流速の関係

ブロック重量 (トン)	河川流速(m/s)
1.0	2.50
2.0	3.00
3.0	3.50
4.0	4.00
5.0	4.50
6.0	5.00

### 16.3 標準横断および道路用地幅

#### 16.3.1 基準値の確認

全防災整備箇所は、A3 クラスの道路である。標準横断と道路用地幅を表 16.3.1 に示す。

表 16.3.1 標準横断及び道路用地幅

No.	項目	幹線道路	
		都市近郊	地方
1	車線数	2 ~ 4	2 ~ 4
2	車線幅(m)	3.30 ~ 3.65	3.30 ~ 3.65
3	路肩幅(m)	内側:1.0~1.5、外側:1.5~1.8	内側:1.0~1.5、外側:1.5~1.8
4	道路用地幅(m)	推奨値	40 ~ 50
	道路法(1952)	NIC1	40(国際道路)
		NIC3	20(国内主要幹線)
		NIC5	20(国内主要幹線)
		NIC26	20(国内主要幹線)

注: 「内側」は内側路肩を意味する。 ; 「外側」は外側路肩を意味する。

#### 16.3.2 標準横断構成

上記基準値を考慮した標準横断構成は図 16.3.1 の通りである。

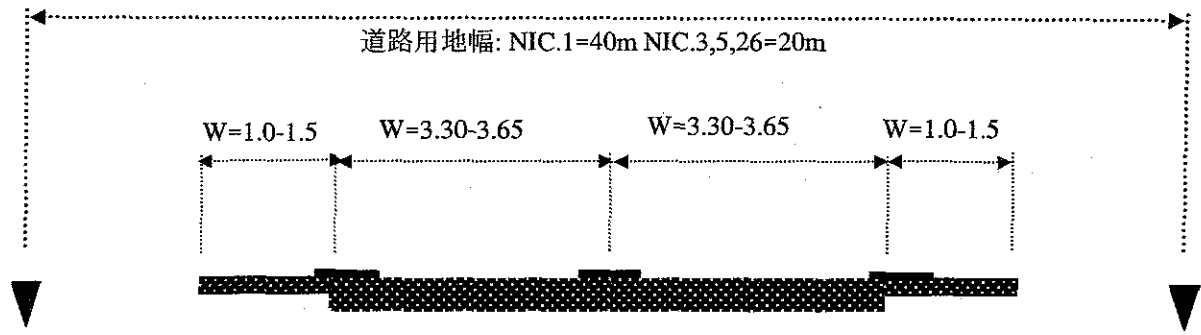


図 16.3.1 標準横断構成及び道路用地幅

16.3.3 対象箇所幅員の照査

表 16.3.2 に、防災箇所における既存道路の幅員照査結果を示す。

表 16.3.2 既存道路幅員の状況

No	No	既存道路幅員			全幅員	必要最小幅員		判定
		左側余裕幅	舗装幅員	右側余裕幅		車線部	全幅	
<b>NIC.1</b>								
1	N001A290	6.49	7.38	10.96	24.83	6.6	9.0	OK
2	N001A280	0.92	7.95	7.48	16.36	6.6	9.0	OK
3	Juquillal	-	7.35	-	7.35	6.6	9.0	OK
4	San Nicolas	-	7.32	-	7.32	6.6	9.0	OK
5	Las Chanillas	-	7.34	-	7.34	6.6	9.0	OK
6	San Ramón	-	7.39	-	7.39	6.6	9.0	OK
7	N001A240	2.73	6.97	3.54	13.25	6.6	9.0	OK
8	N001B230	2.57	6.85	7.02	16.43	6.6	9.0	OK
9	N001B170	2.32	7.78	3.37	13.48	6.6	9.0	OK
10	N001B150	1.63	8.69	2.66	12.97	6.6	9.0	OK
11	N001B120	2.11	7.82	2.18	12.10	6.6	9.0	OK
12	Rio Inali	-	7.33	-	7.33	6.6	9.0	OK
13	Rio Tapacali	-	8.88	-	8.88	6.6	9.0	OK
<b>NIC.3</b>								
14	003B400	1.99	6.74	1.57	10.30	6.6	9.0	OK
15	003B370	5.78	6.23	3.82	15.83	6.6	9.0	NG
16	El Guayacan	-	6.35	-	6.35	6.6	9.0	NG
17	N003B320	4.44	7.25	2.81	14.50	6.6	9.0	OK
18	N003C230	1.83	6.70	2.07	10.60	6.6	9.0	OK
19	N003E170	0.55	7.81	2.83	11.20	6.6	9.0	OK
20	N003C150	2.95	7.81	2.80	13.56	6.6	9.0	OK
21	N003C140	3.97	7.10	2.46	13.54	6.6	9.0	OK
<b>NIC.5</b>								
22	N005A001	2.02	6.72	5.03	13.78	6.6	9.0	OK
<b>NIC.26</b>								
23	N026A006	2.44	6.72	3.89	13.05	6.6	9.0	OK
24	La Banderita	-	7.35	-	7.35	6.6	9.0	OK
25	N026B140	3.17	6.68	7.95	17.80	6.6	9.0	OK
26	N026A150	3.88	6.72	3.60	14.20	6.6	9.0	OK
27	N026B160	3.47	6.76	4.81	15.03	6.6	9.0	OK
28	San Juan de Dios	-	7.26	-	7.26	6.6	9.0	OK
29	Papalon	-	7.32	-	7.32	6.6	9.0	OK
30	Solis	-	7.31	-	7.31	6.6	9.0	OK

NIC3 の 2 箇所については基準値を満足していないことが分かった。

第17章 対策工の精査

17.1 一般

本章の目的は防災整備箇所と選定された箇所について、現状における課題や問題点等の現況を考察する。そしてその結果を基に、パートAで検討した対策工を再検討あるいは精査し、それぞれの災害に対して最も適した対策工を選定するものである。

17.2 防災整備箇所の状況確認

17.2.1 雨季および乾季の染みだし水や風化岩への対策

雨季直後ののり面の湿潤状況には、表流水によるもの、ある程度の動水勾配をもった湧水、のり面内部からの染みだしなどがある。こうしたのり面の湿潤は、主に凝灰岩類の風化層に影響を与える。したがって、雨季におけるのり面の湿潤状況を確認し、乾季において実施した安定度調査結果の再評価を実施した (表 17.2.1)。

表 17.2.1 乾季および雨季における湧水や風化によるのり面の見直し結果

路線名 Nic.1								
災害危険箇所	パートA時 点数	パートB時 点数	B/C ランク	ID No	マ77からの 距離 (m)	災害タイプ	自然条件 評価	自然条件 点数
1	70	78	22	N001A290	60.9	RF	A	10
2	78	84	30	N001A28C	73.2	RF	A	10
3	90	90	2	Jurucal	113.19	Bridge	S	6
4	100	100	3	San Nicolas	135.64	Bridge	C	2
5	90	90	12	Las Chorreras (R.Estado)	150.32	Bridge	E	6
6	100	100	4	San Ramon	151.85	Bridge	C	2
7	84	84	47	N001A240	168.4	RF	E	6
8	72	75	37	N001B230	168.5	RC	E+	6
9	72	72	39	N001B200	169.8	RC	C	2
10	72	72	45	N001B190	170.7	RC	B-	2
11	78	81	35	N001B170	171.3	RC	E	6
12	76	79	31	N001B150	175.0	RC	A	10
13	74	76	28	N001E120	176.2	RC	A	10
14	76	76	41	N001A110	178.7	RF	E+	6
15	73	73	22	N001B10C	187.3	RC	B-	2
16	73	76	17	N001B070	204.7	RC	B-	2
17	70	70	42	N001A050	214.7	RF	A	10
18	100	100	14	Rio Indio	225.99	Bridge	B-	2
19	100	100	11	Rio Tapanah	232.245	Bridge	C	2
20	75	75	38	N001B030	232.5	RC	B	6
21	72	73	24	N001A020	233.7	RF	C	2
22	73	73	27	N001A010	235.6	RF	E-	4
Sub-total					22spots			

路線名 NIC.5								
災害危険箇所	パートA時 点数	パートB時 点数	B/C ランク	ID No	マ77からの 距離 (m)	災害タイプ	自然条件 評価	自然条件 点数
55	76	80	45	N005A010	245	RF		
Sub-total					1spots			

路線名 Nic.15								
災害危険箇所	パートA時 点数	パートB時 点数	B/C ランク	ID No	マ77からの 距離 (m)	災害タイプ	自然条件 評価	自然条件 点数
86	70	70	51	N015E010	9.9	DF		
87	70	70	53	N015E020	11.1	DF		
88	70	70	44	N015E050	11.7	DE		
89	70	70	50	N015E060	13.6	DF		
Sub-total					4spots			

路線名 Nic.26								
災害危険箇所	パートA時 点数	パートB時 点数	B/C ランク	ID No	マ77からの 距離 (m)	災害タイプ	自然条件 評価	自然条件 点数
40	71	71	25	N026A010	9.0	RF		
41	70	70	30	N026A020	12.7	RF		
42	71	71	40	N026A030	19.9	RF		
43	72	72	29	N026A040	20.9	RF		
44	70	78	31	N026A050	24.7	RF		
45	100	109	18	La Bendona	170.952	Bridge		
46	76	78	15	N026A100	29.2	RF		
47	73	73	19	N026E110	29.8	RC		
48	72	72	13	N026A130	35.6	RF		
49	80	80	32	N026E140	34.0	RC		
50	85	87	36	N026A150	34.2	RF		
51	86	86	26	N026E160	37.0	RC		
52	90	90	10	San Juan de Dios	150.785	Bridge		
53	71	71	35	N026E210	45.5	RC		
54	90	90	6	Poposan	100+154	Bridge		
55	100	100	9	Sols	107+532	Bridge		
Sub-total					16spots			
Total					Nic.1,3,5,15,26			

路線名 Nic.3								
災害危険箇所	パートA時 点数	パートB時 点数	B/C ランク	ID No	マ77からの 距離 (m)	災害タイプ	自然条件 評価	自然条件 点数
23	74	74	7	003B430	3.9	RC	C	2
24	72	75	2	003B400	7.9	RC	E+	6
25	80	80	5	003B370	7.4	RC	E+	6
26	100	100	1	El Guayacan	119.05	Bridge	A	10
27	74	76	16	N003E020	22.1	RC	E+	6
28	70	72	49	N003E040	32.7	RC	E-	4
29	73	73	55	N003E070	37.8	SS	E+	6
30	83	83	34	N003E170	35.2	DF	A	10
31	77	77	37	N003E160	38.9	SS	E+	6
32	80	80	36	N003E150	38.5	SS	E+	6
33	80	80	34	N003E140	38.5	SS	E+	6
34	81	83	43	N003E120	40	RC	E	6
Sub-total					12spots			

RF Rock Faling  
RC Rock Collapsing  
SS Soil Sliding  
DF Debris Flow  
Bridge Scoring of foundation

17.2.2 安定あるいは不安定な浮石、転石への対策

のり面への地下水のしみ出しは、乾湿の繰り返しや地下水の水圧による小さなクラックの発生などにより、岩盤相互の固結度が低下し、新しい落石が発生する原因となる。そして、比較的やわらかい凝灰岩類の風化の進展は、亀裂の多い安山岩をオーバーハング状に斜面に残したり、あるいはトップリングを発生して、やがて落石するという現象につながっている。図 17.2.1 及び表 17.2.2 に落石の状況と影響について示す。また、安山岩はもともとが溶岩流なので縦方向のクーリングジョイント（溶岩が冷える時に出来る収縮亀裂）が形成されており、風化が進むと落石しやすい素因がある。不安定な浮き石や転石の飛跳ね量や転び量およびその影響による道路本体の移設量の検討は 17.3.7 節に示す。

図 17.2.1 転石等の飛跳ね量・転び量の模式図

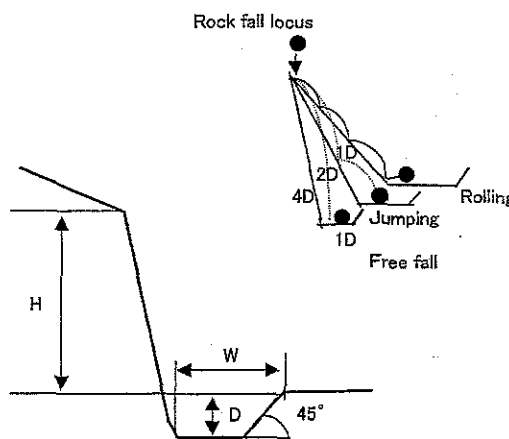


表 7.2.2 落石解析の計算結果表

Ritchie 式の落石対策溝がある場合の解析 (1998)						
Bedrock slope	斜面勾配 (°)	斜面高さ (m)	本調査の計算例		Ritchie の計算ケース	
			転がり量 (m)	飛跳ね量 (m)	溝幅 (W) (m)	溝深さ (D) (m)
	80	5~10	2.0	5.0	3.7	1.0
		10~20	2.5	8.0	4.6	1.2
		>20	3.0	10.0	6.1	1.2
	70	0~10	1.5	2.8	3.7	1.0
		10~20	1.6	3.9	4.6	1.2
		>20	1.7	5.8	6.1	1.8'
	60	>30	2.0	6.5	7.6	1.8'
		5~10	1.2	2.8	3.7	1.2
		10~20	1.3	3.1	4.6	1.8'
		20~30	1.4	3.8	6.1	1.8'
	50	>30	1.7	3.9	7.6	2.7'
		0~10	0.4	0.0	3.7	1.0
10~20		0.7	1.0	4.6	1.2	
40	>20	0.8	1.3	4.6	1.8'	
	0~10	0.3	0.0	3.7	1.0	
	10~20	0.3	0.0	3.7	1.5'	
		>20	0.7	0.5	4.6	1.8'

:防護柵が設置している場合、1.2m でもよい。今回の計算例では、転石径を 1m で計算している。

### 17.3 斜面安定の検討

#### 17.3.1 一般

地質調査結果から、風化により緩んだ斜面の勾配の算出手順の流れを図 17.3.1 に示す。

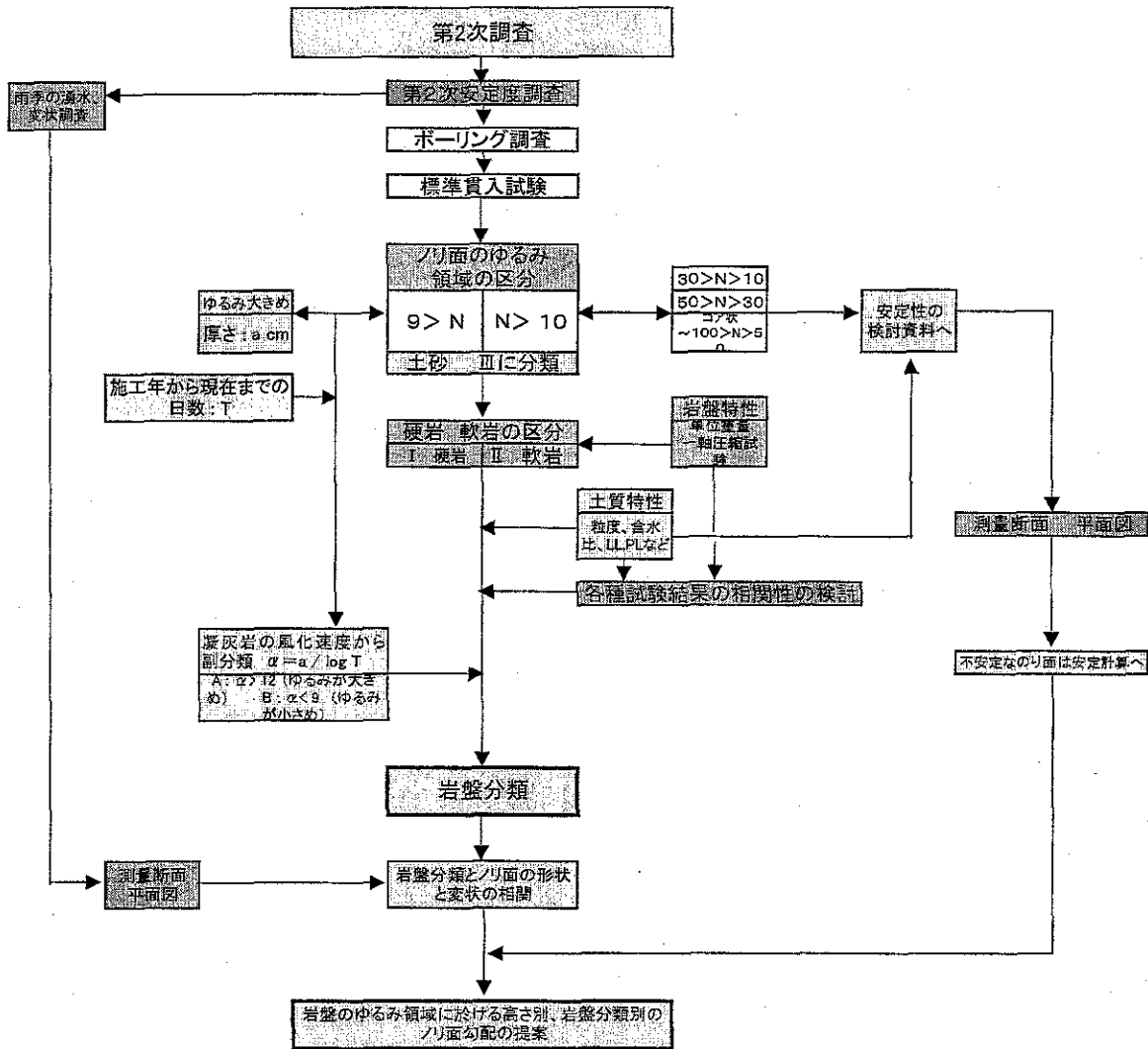


図 17.3.1 岩盤のゆるみ領域におけるのり面勾配の解析手法