

インド国 道路交通省

インド国
北東州道路網改善事業準備調査

準備調査報告書

(第2巻:国道54号バイパスの概略設計)

平成30年6月

(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

NIPPON KOEI INDIA PVT. LTD.

南ア
JR
18-032

インド国 道路交通省

インド国
北東州道路網改善事業準備調査

準備調査報告書

(第2巻:国道54号バイパスの概略設計)

平成30年6月

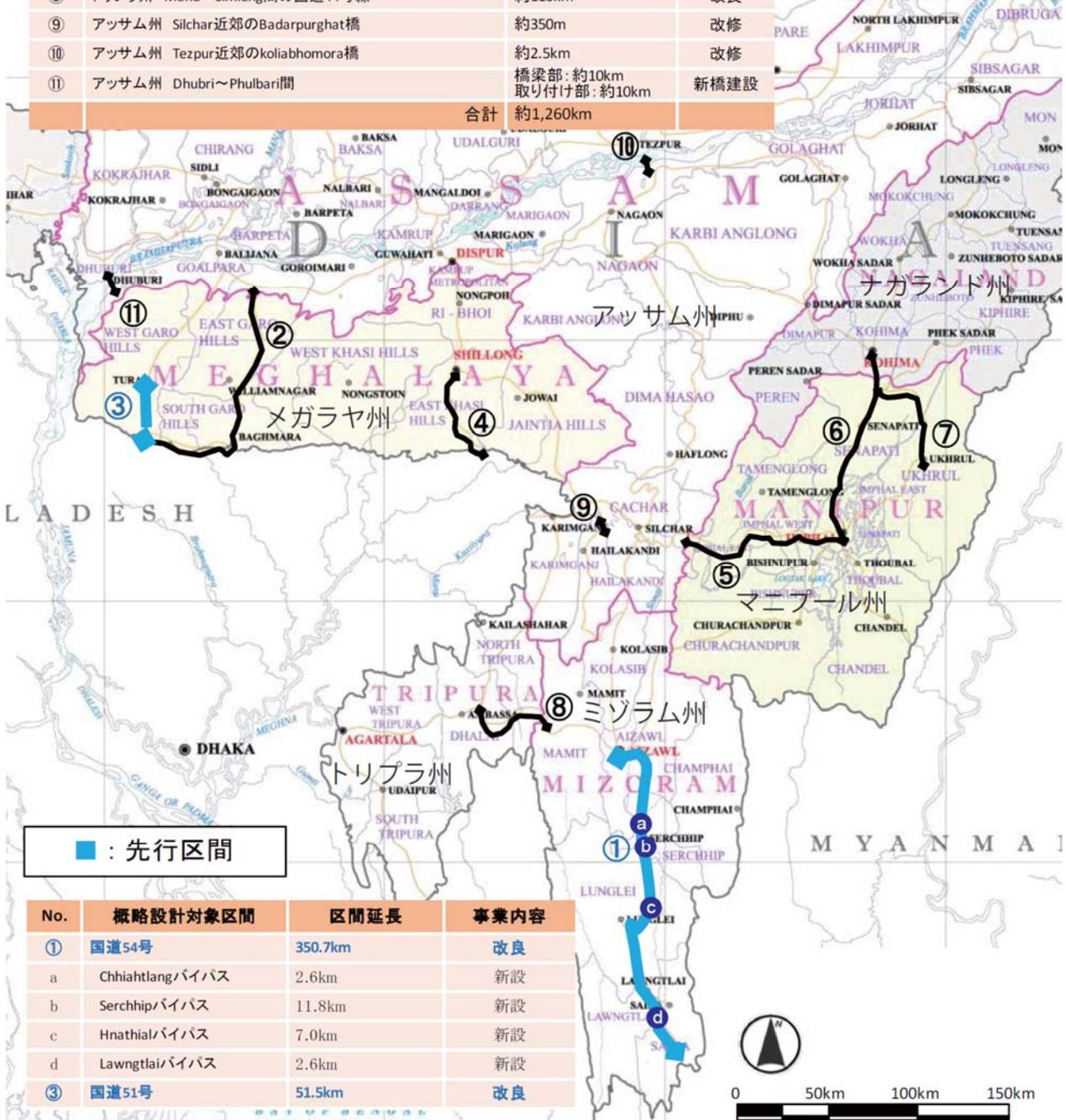
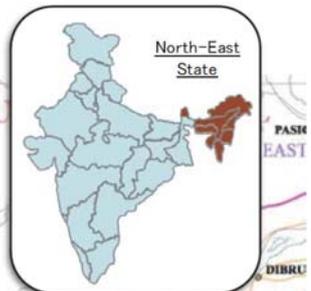
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

NIPPON KOEI INDIA PVT. LTD.

No.	対象区間	区間延長	要請内容
①	ミゾラム州 Aizawl～Tuipang間の国道54号線	約380km	改良
②	メガラヤ州 Dudhanal～Dalu間の国道62号線	約150km	改良
③	メガラヤ州 Tura～Dalu間の国道51号線	約60kmまたは50km	改良
④	メガラヤ州 Shillong～Dawki間の国道40号線	約80km	改良
⑤	マニプール州 Imphal～Jiribam間の国道53号線	約220km	改良
⑥	マニプール州 Imphal～ナガランド州Kohima間の国道39号線	約125km	改良
⑦	マニプール州 Ukhrul～Tadubi間の国道102A号線	約115km	改良
⑧	トリプラ州 Manu～Simlung間の国道44号線	約110km	改良
⑨	アッサム州 Silchar近郊のBadarpurghat橋	約350m	改修
⑩	アッサム州 Tezpur近郊のkoliabhomora橋	約2.5km	改修
⑪	アッサム州 Dhubri～Phulbari間	橋梁部: 約10km 取り付け部: 約10km	新橋建設
合計		約1,260km	



No.	概略設計対象区間	区間延長	事業内容
①	国道54号	350.7km	改良
a	Chhiahtlangバイパス	2.6km	新設
b	Serchhipバイパス	11.8km	新設
c	Hnathialバイパス	7.0km	新設
d	Lawngtlaiバイパス	2.6km	新設
③	国道51号	51.5km	改良

出典：調査団

調査対象地域位置図

インド国 北東州道路網改善事業準備調査

準備調査報告書

(第2巻：国道54号バイパスの概略設計)

目次

略語

要約

第1章 概要	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 本調査の目的.....	1-1
1.3 調査対象区間.....	1-1
第2章 交通調査・分析および将来交通予測	2-1
2.1 概要	2-1
2.2 交通調査の方法.....	2-2
2.2.1 車種別交通量調査.....	2-2
2.2.2 ナンバープレート調査.....	2-2
2.3 交通量予測.....	2-3
2.4 交通量予測の方法.....	2-4
2.4.1 登録車両.....	2-4
2.4.2 経済指標.....	2-5
2.4.3 弾性値.....	2-5
2.5 交通量予測.....	2-5
2.6 バイパス交通.....	2-7
第3章 経済分析	3-1
3.1 概要	3-1
3.2 国道54号バイパスと対応する国道54号現道	3-1
3.3 車両データインプット.....	3-1
3.4 プロジェクト費用.....	3-2
3.5 維持管理レベルと費用設定.....	3-2
3.6 経済分析.....	3-2
第4章 ルート比較検討	4-1
4.1 概要	4-1
4.2 検討内容.....	4-1
4.3 DPR のレビュー	4-1
4.3.1 概要.....	4-1
4.3.2 Chhiahtlang バイパス	4-1
4.3.3 Serchhip バイパス	4-1
4.3.4 Hnathial バイパス	4-2

4.3.5 Lawngtlai バイパスリンク	4-3
4.4 ルート比較検討.....	4-4
4.4.1 使用データ・現場踏査.....	4-4
4.4.2 バイパス毎の比較ルートの特徴.....	4-4
4.4.3 比較ルートと設計コントロールポイント (Chhiahtlang バイパス).....	4-4
4.4.4 比較ルートと設計コントロールポイント (Serchhip バイパス).....	4-6
4.4.5 比較ルートと設計コントロールポイント (Hnathial バイパス)	4-10
4.4.6 比較ルートと設計コントロールポイント (Lawngtlai バイパスリンク).....	4-13
4.5 ルート比較検討結果.....	4-14
4.6 結論	4-15
第5章 国道54号バイパスの概略設計.....	5-1
5.1 自然条件調査.....	5-1
5.1.1 気象調査および水文調査.....	5-1
5.1.2 地形調査.....	5-4
5.1.3 地質調査.....	5-7
5.1.4 道路インベントリー調査.....	5-12
5.1.5 斜面インベントリー調査.....	5-19
5.2 概略設計.....	5-32
5.2.1 DPR レビュー	5-32
5.2.2 線形設計.....	5-32
5.2.3 平面線形設計.....	5-34
5.2.4 橋梁・構造物設計.....	5-36
5.2.5 土工・斜面保護・地すべり対策工.....	5-45
5.2.6 舗装設計.....	5-52
5.2.7 排水設計.....	5-52
5.2.8 交通安全対策工.....	5-57
5.2.9 道路付帯工計画.....	5-64
5.2.10 土捨て場計画.....	5-65
5.2.11 気候変動対応策の検討.....	5-78
第6章 プロジェクトの概算事業費.....	6-1
6.1 プロジェクトの概要.....	6-1
6.2 施工計画.....	6-1
6.3 適用されるガイドライン.....	6-1
6.4 概算事業費の算定.....	6-1
第7章 事業実施計画.....	7-1
7.1 事業実施スケジュール.....	7-1
7.1.1 事業実施スケジュールの提案.....	7-1
7.1.2 国道54号バイパスの建設期間の提案.....	7-1
7.2 事業実施のフレームワーク	7-1
7.3 施工監理業務.....	7-2
7.4 運営・維持管理計画.....	7-2
7.5 契約モードの検討および技術支援.....	7-3
第8章 環境社会配慮.....	8-1
8.1 環境社会配慮にかかる法的枠組み.....	8-1
8.1.1 インド国内法における EIA 要件	8-1
8.1.2 必要な許認可等.....	8-1
8.1.3 組織体制.....	8-2
8.2 用地取得および住民移転にかかる法的枠組み.....	8-3

8.2.1 用地取得および住民移転にかかる主要法令	8-3
8.2.2 ミゾラム（用地取得・生計回復および住民移転）法（2016年）	8-4
8.2.3 ミゾラム（土地収入）規則（2013年）	8-5
8.2.4 世銀 OP4.10 にかかる対応	8-6
8.2.5 インド国内法と JICA ガイドラインのギャップ	8-6
8.3 環境社会ベースライン	8-11
8.3.1 自然環境	8-11
8.3.2 生活環境	8-17
8.3.3 社会環境	8-25
8.4 代替案の検討	8-26
8.4.1 NH54 拡張・改良における代替案の検討（第一段階）	8-26
8.4.2 NH54 バイパス調査における代替案の検討（第二段階）	8-30
8.5 スコーピング	8-31
8.5.1 スコーピング手続き	8-31
8.5.2 スコーピング結果	8-32
8.6 予想される影響および緩和策	8-36
8.6.1 自然環境	8-38
8.6.2 生活環境	8-41
8.6.3 社会環境	8-47
8.6.4 その他	8-51
8.6.5 影響予測を踏まえた環境影響評価マトリックス	8-52
8.7 環境管理計画（EMP）	8-56
8.8 モニタリング計画	8-68
8.9 環境社会配慮にかかる住民協議	8-71
8.9.1 第一回住民協議	8-71
8.9.2 第二回住民協議	8-72
8.10 用地取得および非自発的住民移転	8-73
8.10.1 用地取得および住民移転の必要性および規模	8-73
8.10.2 被影響世帯の概要	8-75
8.10.3 事業実施地域の土地利用現況	8-77
8.10.4 作物への影響	8-78
8.11 エンタイトルメントマトリックス	8-78
8.12 生計回復	8-81
8.13 用地取得および住民移転の実施体制	8-81
8.14 苦情処理メカニズム	8-82
8.15 モニタリングおよび評価	8-83
8.16 用地取得にかかる住民協議	8-84
8.16.1 第一回住民協議	8-84
8.16.2 第二回住民協議	8-85
第9章 結論と提言	9-1
9.1 本事業が北東州地域の開発および道路ネットワークへ与える影響	9-1
9.2 事業内容の妥当性確認	9-1
9.3 提言	9-1

付 録

付録-1-1: Chhiahtlang バイパスの比較ルート	付録-1
付録-1-2: Serchhip バイパスの比較ルート	付録-2

付録-1-3: Hnathial バイパスの比較ルート	付録-3
付録-1-4: Lawngtlai バイパスリンクの比較ルート	付録-4
付録-2-1: Chhiahtlang バイパスのルート比較表	付録-5
付録-2-2: Serchhip バイパスのルート比較表	付録-6
付録-2-3: Hnathial バイパスのルート比較表	付録-7
付録-2-4: Lawngtlai バイパスリンクのルート比較表	付録-8
付録-3 : 斜面インベントリー調査	付録-9
付録-4 : 横断排水リスト	付録-39
付録-5 : 概略設計図面抜粋	付録-45
付録-6 : ミゾラム州および対象地域の動植物相	付録-53
付録-7 : 環境ベースライン測定結果	付録-68
付録-8-1 : 環境モニタリングフォーム	付録-90
付録-8-2 : RAP モニタリングフォーム	付録-102
付録-9 : 環境チェックリスト	付録-111

図目次

図 2.1-1	調査対象区間	2-1
図 2.2-1	調査地点	2-3
図 2.5-1	カラダンマルチモーダルプロジェクト	2-6
図 4.3-1	DPR で提案される Chhiahtlang バイパス計画	4-2
図 4.3-2	DPR で提案される Serchhip バイパス計画	4-2
図 4.3-3	DPR で提案される Hnathial バイパス計画	4-3
図 4.3-4	DPR で提案される Lawngtlai バイパスリンク計画	4-3
図 5.1-1	NH54 周辺の降雨強度マップ（再現期間 50 年）	5-2
図 5.1-2	コンピュータ解析により得られた流域図の一例（NH54 バイパス）	5-3
図 5.1-3	ミゾラム地質図	5-8
図 5.1-4	震源分布図	5-9
図 5.1-5	月別土砂災害発生頻度	5-9
図 5.1-6	ボーリング位置	5-10
図 5.1-7	ボーリングコア	5-11
図 5.1-8	地すべりの頭部と末端	5-11
図 5.1-9	推定地すべり断面	5-12
図 5.1-10	道路幅員（舗装幅、路肩幅）の定義	5-13
図 5.1-11	道幅（舗道と路肩）	5-15
図 5.1-12	国道 54 号バイパスの道路横断構成及び舗装状態	5-17
図 5.1-13	斜面对策のための調査フロー	5-19
図 5.1-14	インベントリーシートの例	5-20
図 5.1-15	調査箇所位置	5-21
図 5.1-16	調査箇所位置	5-22
図 5.1-17	調査箇所位置	5-24
図 5.1-18	調査箇所位置	5-25
図 5.1-19	安定した地形状況 (Hnathial)	5-26
図 5.1-20	風化岩の例	5-27
図 5.1-21	風化プロセスと山地の構造	5-27
図 5.1-22	露頭の例	5-28
図 5.1-23	稜線上と稜線下方に分布する硬質砂岩	5-28
図 5.1-24	硬質岩の分布と稜線の形成	5-29
図 5.1-25	切土によって形成された地すべりと計画ルート	5-29
図 5.1-26	地すべりの地質状況	5-31
図 5.1-27	推定地すべり断面	5-31
図 5.1-28	安定斜面の現況	5-32
図 5.2-1	切土と盛土のバランスに配慮した標準横断図	5-35
図 5.2-2	Serchhip bypass 4+530 地点の沢（左）、Serchhip bypass 10+800 地点の沢 （右）	5-37
図 5.2-3	Serchhip bypass Major Bridge 計画地（終点側斜面より望む）	5-38
図 5.2-4	Serchhip bypass Major Bridge の計画位置図	5-39
図 5.2-5	鋼アーチ橋計画図	5-42
図 5.2-6	Major Bridge 計画図	5-44
図 5.2-7	斜面对策工計画フロー	5-45
図 5.2-8	切土法面斜面对策選定フロー	5-46
図 5.2-9	切土法面標準断面図	5-48
図 5.2-10	盛土標準断面図	5-49

図 5.2-11	擁壁工標準断面図	5-50
図 5.2-12	盛土擁壁工標準断面図	5-50
図 5.2-13	地すべり対策工選定フロー	5-51
図 5.2-14	緩みゾーンに対する対策	5-52
図 5.2-15	BOX カルバートの標準図	5-55
図 5.2-16	パイプカルバート (タイプ A) の標準図	5-55
図 5.2-17	パイプカルバート (タイプ B) の標準図	5-56
図 5.2-18	路面側溝の標準図	5-56
図 5.2-19	道路標識の標準図	5-58
図 5.2-20	マーキングの標準図	5-61
図 5.2-21	デリニューターの標準図	5-62
図 5.2-22	ガードレールの標準図	5-63
図 5.2-23	Chhiahtlang バイパスにおける土捨て場候補地の平面図	5-66
図 5.2-24	Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/4	5-67
図 5.2-25	Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/4	5-68
図 5.2-26	Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-3/4	5-69
図 5.2-27	Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-4/4	5-70
図 5.2-28	Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/3	5-71
図 5.2-29	Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/3	5-72
図 5.2-30	Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-3/3	5-73
図 5.2-31	Lawngtlai バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/2	5-74
図 5.2-32	Lawngtlai バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/2	5-75
図 5.2-33	2021-2050 年期間における気温上昇予測(°C) (左)および年降水量予測 (%) (右)	5-78
図 6.2-1	メインキャンプの概要図	6-1
図 7.3-1	国道 54 号のコンサルタントの体制	7-2
図 8.3-1	アイゾール市の月雨量および月最高/最低気温 (2011-2015 年平均)	8-11
図 8.3-2	ミゾラム州における保護区	8-14
図 8.3-3	Chhiahtlang バイパス(BP1) の調査地点	8-18
図 8.3-4	Serchhip バイパス(BP2) の調査地点	8-18
図 8.3-5	Hnathial バイパス(BP3) の調査地点	8-19
図 8.3-6	Lawngtlai バイパス(BP4) の調査地点	8-19
図 8.3-7	ミゾラム州における地滑り頻度	8-24
図 8.4-1	代替案 No.1 (IRC 基準に沿って一律に拡幅実施)	8-27
図 8.4-2	限定的な拡幅	8-27
図 8.4-3	住宅密集地帯を迂回するバイパス	8-27
図 8.4-4	コミュニティ道路拡幅の比較	8-31
図 8.7-1	EMP 実施体制	8-68
図 8.10-1	バイパス地域の土地所有形態	8-75
図 8.10-2	被影響世帯の主要収入源	8-76
図 8.10-3	被影響世帯の年間収入	8-77
図 8.13-1	住民移転の実施体制	8-82
図 8.14-1	苦情処理メカニズム	8-83

表目次

表 1.3-1	調査対象区間	1-1
表 2.3-1	交通調査データ	2-3
表 2.3-2	バイパスにおける日交通量	2-3
表 2.4-1	交通量予測の手順	2-4
表 2.4-2	ミゾラム州の車両登録台数	2-4
表 2.4-3	純州生産と一人当たり所得 (基準価格)	2-5
表 2.4-4	車種別弾性係数	2-5
表 2.5-1	交通量予測に適用する車種別成長率	2-6
表 2.5-2	Kaladan プロジェクトでの交通量	2-6
表 2.5-3	交通量予測結果(日交通量)	2-7
表 2.6-1	バイパスに交通転換割合	2-7
表 2.6-2	バイパスに転換する交通量 (日交通量)	2-8
表 3.2-1	バイパス延長と対応する現道の区間延長	3-1
表 3.2-2	国道 54 号バイパスに対応する国道 54 号現道区間の特徴	3-1
表 3.3-1	車種別の経済費用	3-2
表 3.4-1	年度別初期投資割合	3-2
表 3.6-1	国道 54 号バイパス経済分析結果	3-3
表 4.3-1	バイパス区間	4-1
表 4.4-1	バイパス毎の比較ルートの特徴	4-4
表 4.4-2	Bypass-1 の主要設計コントロールポイント	4-5
表 4.4-3	Bypass-2 の主要設計コントロールポイント	4-6
表 4.4-4	Bypass-2 の主要設計コントロールポイント	4-7
表 4.4-5	Bypass-3 の主要設計コントロールポイント	4-11
表 4.4-6	Bypass-3 の主要設計コントロールポイント	4-11
表 4.4-7	Bypass-4 の主要設計コントロールポイント	4-14
表 4.5-1	ルート比較検討結果サマリー	4-14
表 4.6-1	ルート比較検討の結論	4-15
表 5.1-1	NH54 バイパスに適用する降雨強度	5-2
表 5.1-2	比較的規模の大きな流出箇所一覧 (NH54 バイパス)	5-4
表 5.1-3	路線測量計画	5-5
表 5.1-4	Bokabil 層および Bhuban 層	5-8
表 5.1-5	ミゾラム州における発生地震	5-9
表 5.1-6	調査箇所ごとの調査数量	5-9
表 5.1-7	橋梁計画位置での標準貫入試験結果	5-10
表 5.1-8	ボーリング数量	5-11
表 5.1-9	横断管の調査結果	5-18
表 5.1-10	擁壁構造物の調査結果	5-18
表 5.1-11	ガードレールの調査結果	5-18
表 5.1-12	公共施設の調査結果	5-18
表 5.1-13	宗教施設の調査結果	5-18
表 5.1-14	公共ユーティリティーラインの調査結果	5-19
表 5.1-15	斜面インベントリー一覧表 (Bypass No1)	5-21
表 5.1-16	斜面インベントリー一覧表 (Bypass No2)	5-23
表 5.1-17	斜面インベントリー一覧表 (Bypass No3)	5-24
表 5.1-18	斜面インベントリー一覧表 (Bypass No4)	5-26
表 5.1-19	地すべり規模	5-31

表 5.2-1	道路設計基準の概要	5-33
表 5.2-2	各バイパスの総延長	5-34
表 5.2-3	国道 54 号バイパスにおいて適用された最小曲線半径.....	5-34
表 5.2-4	バイパスの掘削土量と捨土量	5-34
表 5.2-5	各バイパスでの縦断勾配適用範囲	5-35
表 5.2-6	橋梁設計に関係する主な基準書	5-37
表 5.2-7	Major Bridge の形式比較検討.....	5-40
表 5.2-8	Minor Bridge の提案.....	5-43
表 5.2-9	IRC における斜面对策設計基準レビュー結果.....	5-46
表 5.2-10	切土勾配および斜面保護工に関する設計基準	5-48
表 5.2-11	切土による土軟硬分類	5-48
表 5.2-12	盛土法面勾配および法面保護工に関する 設計基準	5-49
表 5.2-13	山側擁壁工に関する設計基準	5-49
表 5.2-14	盛土構造物に関する設計基準	5-50
表 5.2-15	NH54 の舗装構成.....	5-52
表 5.2-16	排水設計に関する主な基準書	5-53
表 5.2-17	各タイプのカルバートの評価	5-53
表 5.2-18	カルバートのサイズごとの通水容量	5-54
表 5.2-19	NH54 バイパス区間のカルバート提案数量.....	5-57
表 5.2-20	NH54 バイパスに提案される交通安全施設.....	5-57
表 5.2-21	NH54 バイパスにおいて提案される道路標識.....	5-59
表 5.2-22	NH54 バイパスにおける道路標識の推定数量.....	5-60
表 5.2-23	DPR で採用された NH54 のマーキングの数量	5-61
表 5.2-24	NH54 バイパスにおけるマーキングの推定数量.....	5-61
表 5.2-25	曲線部の望ましいデリニエーター間隔	5-62
表 5.2-26	NH54 バイパスにおけるデリニエーターの推定数量.....	5-62
表 5.2-27	NH54 バイパスにおけるガードレールの推定数量.....	5-63
表 5.2-28	NH54 バイパスにおけるその他の付属施設の推定数量.....	5-63
表 5.2-29	NH-54 バイパスに適用される道路付帯工.....	5-64
表 5.2-30	NH54 バイパスにおける距離標の推定数量.....	5-64
表 5.2-31	DPR で採用された NH54 における境界石の数量	5-64
表 5.2-32	NH54 バイパスにおける境界石の推定数量.....	5-65
表 5.2-33	必要な残土処理量	5-65
表 5.2-34	土捨て場容量の計算結果-1/2.....	5-76
表 5.2-35	土捨て場容量の計算結果-2/2.....	5-77
表 5.2-36	気候変動による道路への影響	5-79
表 5.2-37	NH54 における気候変動適応策.....	5-79
表 6.4-1	石材、砂および骨材の採取場所	6-3
表 6.4-2	建設資材の運搬距離	6-4
表 8.1-1	要な許認可等	8-1
表 8.2-1	用地取得および住民移転関連法令	8-4
表 8.2-2	ミゾラム州用地取得法と JICA ガイドラインの比較	8-7
表 8.3-1	バイパス近郊の年間雨量（2011-2015 年）	8-11
表 8.3-2	対象地域の土質	8-12
表 8.3-3	Tawi 野生動物保護区の概要	8-15
表 8.3-4	Khawnglung 野生動物保護区の概要	8-15
表 8.3-5	Ngengpui 野生動物保護区の概要.....	8-16
表 8.3-6	砕石許可数および鉱物生産量	8-17

表 8.3-7	2010～2011 年における各 District の採石許可数および鉱物生産量	8-17
表 8.3-8	インド国の大気質に関わる基準	8-20
表 8.3-9	騒音の環境基準	8-23
表 8.3-10	ミゾラム州の人口、人口密度、識字率	8-25
表 8.3-11	バイパス地域の人口	8-25
表 8.3-12	ミゾラム州の経済成長	8-26
表 8.4-1	代替案のコンセプト	8-26
表 8.4-2	代替案の比較表	8-28
表 8.4-3	代替案の検討結果	8-30
表 8.5-1	スコーピング結果	8-32
表 8.6-1	自然・生活環境項の調査に関わる TOR	8-36
表 8.6-2	建設機械の稼働による騒音、振動の予測条件	8-43
表 8.6-3	建設機械の稼働による騒音、振動の予測結果	8-43
表 8.6-4	自動車の走行による騒音、振動の予測条件	8-44
表 8.6-5	自動車の走行による騒音、振動の予測結果	8-45
表 8.6-6	道路交通振動の基準案	8-45
表 8.6-7	必要な残土処理量	8-46
表 8.6-8	公衆衛生関連の施策例	8-50
表 8.6-9	影響評価結果	8-52
表 8.7-1	環境管理計画（工事前）	8-57
表 8.7-2	環境管理計画（工事中）	8-58
表 8.7-3	環境管理計画（供用後）	8-65
表 8.8-1	環境モニタリング計画	8-69
表 8.9-1	第 1 回住民協議のスケジュールおよび参加者	8-71
表 8.9-2	第 1 回住民協議における主要な意見と回答	8-71
表 8.9-3	第 2 回住民協議のスケジュールおよび参加者	8-72
表 8.9-4	第 2 回住民協議主要な意見と回答	8-72
表 8.10-1	被影響世帯および人数	8-74
表 8.10-2	被影響世帯の土地所有形態	8-74
表 8.10-3	社会的弱者	8-77
表 8.10-4	土地利用区分 (ha.)	8-78
表 8.11-1	エンタイトルメントマトリックス	8-79
表 8.15-1	実施にかかるモニタリング	8-83
表 8.16-1	第 1 回住民協議のスケジュールおよび参加者	8-84
表 8.16-2	第 1 回目の住民協議における主要な意見と回答	8-84
表 8.16-3	第 2 回住民協議のスケジュールおよび参加者	8-85
表 8.16-4	第 2 回目の住民協議主要な意見と回答	8-86

略 語

AADT	- Average Annual Daily Traffic (年平均日交通量)
AASHTO	- American Association of State Highway and Transportation Officials (米国全州道路交通運輸行政官協会)
AC	- Asphalt Concrete (アスファルトコンクリート舗装)
ADB	- Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ADT	- Average Daily Traffic (日平均交通量)
AIDS	- Acquired Immunodeficiency Syndrome (エイズ)
BOD	- Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
BOT	- Built Operation Transfer (建設・運営・引渡)
CAGR	- The Compound Annual Growth Rate (複合年成長率)
CC	- Cement Concrete (セメントコンクリート舗装)
CO	- Carbon Monoxide (一般化炭素)
COD	- Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)
CPCB	- Central Pollution Control Board (中央汚染管理局)
CRORE	- 1 Crore = 100 Lakh = 10,000,000
CTCS	- Classified Traffic Count Survey (車種別交通量調査)
CVCS	- Classified Vehicle Count Survey (車種別交通調査)
DB	- Double Bituminous Surface Dressing (二層瀝青表面処理)
DMS	- Detailed Measurement Survey (詳細資産調査)
DOEF	- Department of Environment and Forests (環境森林局)
DPR	- Detailed Project Report (詳細プロジェクト報告書)
EIA	- Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIRR	- Economic Internal Rates of Return (経済的内部収益率)
EMMP	- Environmental Mitigation and Monitoring Plan (環境緩和策・モニタリング計画)
EPC	- Engineering, Procurement, and Construction (設計・調達・建設)
FIDIC	- The International Federation of Consulting Engineers (国際コンサルティング・エンジニア連盟)
F/S	- Feasibility Study (実現可能性調査)
GDP	- Gross Domestic Product (国民総生産)
GHG	- Greenhouse Gas (温室効果ガス)
GMS	- Grievance Redress Mechanism (苦情処理メカニズム)
GOI	- Government of India (インド政府)
GOJ	- Government of Japan (日本政府)
GRC	- Grievance Redress Committee (苦情処理委員会)
HDM4	- Highway Development & Management 4 (道路舗装メンテナンスに関するソフトウェア)
HIV	- Human Immunodeficiency Virus (ヒト免疫不全ウイルス)
HQ	- Headquarter (本部)
IEE	- Initial Environmental Examination (初期環境評価)
INR	- Indian Rupee (インドルピー)
IRC	- Indian Road Congress (インド道路会議)
IS	- Indian Standard (インド国基準)
IUNC	- International Union for Conservation of Nature (国際自然保護連合)
JICA	- Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)

JRSO	- Japan Road Structure Ordinance (道路構造令の運用と解説)
KMMTTP	- Kaladan Multi-Modal Transit Transport Project (Kaladan マルチモーダル交通輸送プロジェクト)
LAKH	- 1 Lakh = 100,000
LARR	- Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act (土地収用および生活再建・再定住法案)
LSC	- Land Settlement Certificate (定住許可証)
LCV	- Light Commercial Vehicle (小型商用車)
MDONER	- Ministry of Development of North Eastern Region (北東地域開発省)
MEA	- Ministry of External Affairs of India (インド外務省)
MOEF	- Ministry of Environment and Forests (環境森林省)
MORTH	- Ministry of Road Transport and Highways (道路交通省)
MSL	- Mean Sea Level (平均海面水位)
M-SPCB	- Mizoram State Pollution Control Board (ミゾラム州汚染管理局)
MT	- Metric Ton (メトリックトン)
NE	- North East (北東)
NEC	- North Eastern Council (北東州委員会)
NER	- North Eastern Region (北東地域)
NGO	- Nongovernmental Organization (非政府組織)
NH	- National Highway (国道)
NHDP	- National Highway Development Plan (国道開発計画)
NHIDCL	- National Highways and Infrastructure Development Corporation (国道インフラ開発公社)
NOx	- Oxides of Nitrogen (窒素酸化物)
NP	- National Park (国立公園)
NPS	- Number Plate Survey (ナンバープレート調査)
NPV	- Net Present Values (純現在価値)
NRRP	- National Rehabilitation & Resettlement Policy
NSDP	- Net State Domestic Product (純州総生産)
OFC	- Optical Fiber Cable (OFC ケーブル)
O&M	- Operation and Maintenance (運営・維持管理)
PAP	- Project Affected Persons (被影響住民)
PC	- Prestressed Concrete (プレストレスコンクリート)
PCI	- Per Capita Income (一人当たり所得)
PCU	- Passenger Car Units (乗用車換算係数)
PHF	- Peak Hour Factor (ピーク率)
PIU	- Project Implementation Unit (プロジェクト実施ユニット)
PM	- Penetration Macadam (マカダム舗装)
PPP	- Public Private Partnership (官民連携形態)
PQ	- Pre-qualification (事前資格審査)
PWD	- Public Works Department (公共事業局)
RAP	- Resettlement Assistance Program (住民移転計画)
RCC	- Reinforced Cement Concrete (鉄筋コンクリート)
RO	- Regional Offices (地域事務所)
ROW	- Right of Way (道路境界)
RSI	- Roadside Origin-Destination Survey (路側起終点調査)
SARDP-NE	- Special Accelerated Road Development Programme for North-East (北東州優先道路プログラム)
SB	- Single Bituminous Surface Dressing (一層瀝青表面処理)

SC	- Supervision Consultant
SH	- State Highway (州道)
SO ₂	- Sulphur Dioxide (二酸化硫黄)
SOR	- Schedule of Rates (単価表)
SPCB	- State Pollution Control Board (州汚染管理局)
SPM	- Suspended Particulate Matter (浮遊粒子状物質)
SPT	- Standard Penetration Test (標準貫入試験)
SR	- State Road (州道)
SSI	- Small Scale Industrial (小規模工業)
STD	- Sexually Transmitted Disease (性感染症)
STI	- Sexually transmitted Infection (戦略道路)
SVF	- Seasonality Variation Factors (季節変動係数)
UN ESCAP	- United Nation Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (国際連合アジア太平洋経済社会委員会)
TOR	- Terms of Reference (委託条件書)
V/C	- Vehicle Capacity Ratio (混雑度)
VOC	- Vehicle Operating Cost (車両走行費用)
VOT	- Value of Time (旅行時間費用)
WB	- World Bank (世界銀行)
WGS	- World Geodetic System (世界測地系)
WLS	- Wildlife Sanctuary (野生生物保護区)
WWF	- The World Wildlife Fund (世界自然保護基金)
3D	- 3 Dimension (3次元)

1. 概要

北東州では道路の舗装率がわずか 28.5% (全国平均 63.4%)、国道においては 2 車線以上である比率が 53.0% (同 77.9%) と、道路インフラ整備が遅れている状況である。対象地域の一人当たりの GDP(2010-2011)は 34,405 インドルピーと、全国平均の 59,606 インドルピーと比較しても 6 割弱と低く、同地域では経済活動の基盤となりうる域内道路網の改善が必要となっている。

インド政府は、第 12 次 5 年計画 (2012 年 4 月～2017 年 3 月) において、北東州の特別プログラム(Special Accelerated Road Development Program for North-East)による地域内主要都市間の国道整備を掲げている。また、モディ新政権においても北東州の開発、特に道路網の整備は重要政策のひとつとなっており、本事業もその中に位置づけられている。

このような背景を踏まえ、インド北東部の 6 州において、既存道路 8 区間の改良、既存橋梁 2 ヶ所の補修及び橋梁 1 ヶ所の新設に関し、インド政府は日本政府に対して有償資金協力を要請した。JICA は要請のあった 11 プロジェクトについて有償資金協力を前提とした優先順位付けを行い、国道 54 号と国道 51 号を先行区間として選定し概略設計を行った。国道 54 号の改良計画には本線拡幅区間とバイパス区間が含まれており、計画内容が十分でないバイパス区間について別途本調査にて概略設計を行った。

本調査の目的は、国道 54 号バイパスについての事業費、実施スケジュール、実施 (調達・施工) 方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査、を行うことである。

調査対象区間は表 1-1 に示す国道 54 号上の 4 箇所のバイパスである。

表 1-1 調査対象区間

番号	区間名	起終点位置 (国道 54 号キロポスト)	延長
1	Chhiahtlang バイパス	起点 96.945km 付近、終点 99.185km 付近	約 3km
2	Serchhip バイパス	起点 104.430km 付近、終点 114.170km 付近	約 12.4km
3	Hnathial バイパス	起点 169.550km 付近、終点 178.550km 付近	約 6.8km
4	Lawngtlai バイパス	起点 472.000km 付近、終点 478.850km 付近	約 2.0km
合計			約 24.2km

出典：調査団

2. 交通調査・分析および将来交通予測

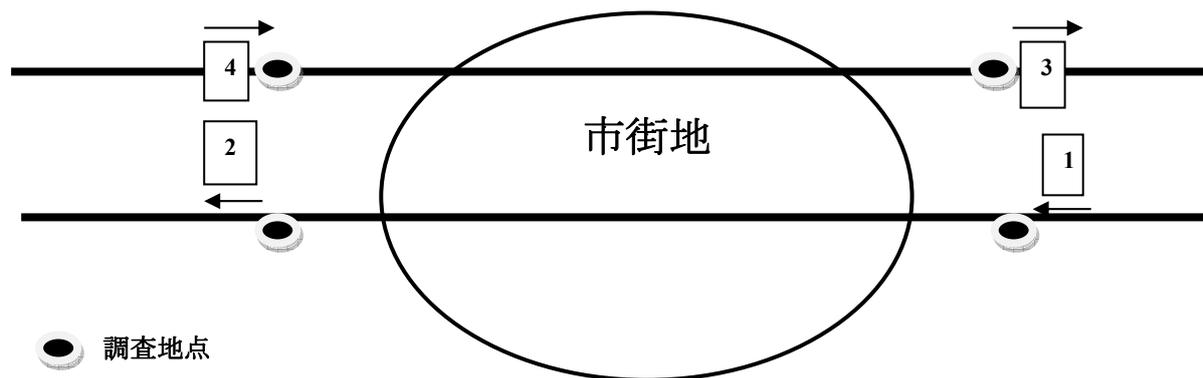
国道 54 号上で選定された 4 箇所のバイパス区間の交通量を予測するため、以下の 2 つの交通調査を、各箇所の国道 54 号上下車線上の各地点 (2 地点、市街地区間手前地点と市街地区間終了後地点) で実施した。(図 2-1 を参照)

- 車種別交通量調査 (CVCS)
- ナンバープレート調査 (NPS)

上述の調査の目的は、提案するバイパスの“通過交通”を予測するためである。CVCS は通常断面交通量を決定するために実施されるが、同日同時間帯に同路線の近接する 2 地点で実施する場合には“通過交通”を観測することによりバイパスへ迂回すると考えられる交通を得ることが可能である。“通過交通”は、NPS で国道 54 号の上下車線それぞれの調査地点 (2 地点、市街地区間手前地点と市街地区間終了後地点) で観測したナンバープレート番号を照合することによっても同様に得ることが可能である。

上述の通り、CVCS と NPS は同様の目的により実施された。CVCS と NPS の調査結果を比較、分析することにより、採用する調査結果を検討した。

CVCS と NPS は日時、場所、期間の全て同様に行ったが、CVCS は全ての車両を観測したのに対し、NPS はサンプル抽出により観測した。



出典：調査団

図 2-1 調査地点

現況交通量と車種別成長率から算定される将来交通量、カラダンマルチモーダルプロジェクトによる新規交通量、および誘発交通量からなる 2020 年、2025 年、2030 年、2035 年、および 2040 年のバイパス位置での国道 54 号の将来交通量を表 2-1 に示す。

表 2-1 交通量予測結果(日交通量)

年	普通車/ ジープ・ タクシー	バス	オートリキシャー	二輪車	小型商業 車	トラック(2 軸)	計	PCU
Chhiahtlang バイパス (No. 1)								
2020	349	10	36	319	116	30	861	841
2025	1103	66	74	808	543	118	2713	2861
2030	1565	87	103	1132	734	157	3777	3950
2035	2181	115	140	1520	963	206	5125	5333
2040	3041	150	191	2042	1264	270	6957	7206
Serchhip バイパス (No. 2)								
2020	400	9	108	303	120	43	983	995
2025	1184	64	186	782	549	137	2902	3099
2030	1680	85	257	1095	742	182	4040	4280
2035	2342	111	351	1471	973	238	5486	5782
2040	3264	146	478	1976	1277	312	7454	7818
Hnathial バイパス (No. 3)								
2020	189	5	33	188	61	31	508	517
2025	849	58	70	597	459	120	2153	2352
2030	1204	77	97	836	619	160	2993	3241
2035	1679	101	132	1123	813	209	4056	4368
2040	2340	132	180	1509	1067	274	5501	5891
Lawnglai バイパス (No. 4)								
2020	303	13	65	139	90	52	662	769
2025	1031	70	119	517	502	151	2391	2737
2030	1462	93	165	724	678	201	3323	3770
2035	2038	121	225	973	890	263	4511	5085
2040	2841	159	307	1307	1169	345	6127	6864

出典：調査団

CVCS および NPS の結果分析に基づき、4 箇所のバイパス区間での交通転換割合を算定した。CVCS 結果に基づく交通転換割合は NPS 結果に基づく結果よりも整合性が高い。よって、表 2-2 に示す CVCS 結果に基づく交通転換割合をバイパス交通量である転換交通量算定に用いること

とし、表 2-1 に示す交通量予測結果に乗じることによりバイパス交通量を算定する。バイパス交通量予測結果を表 2-3 に示す。

表 2-2 バイパスに交通転換割合

バイパス	普通車/ ジープ・ タクシー	バス	オートリキシャ	二輪車	小型商 業車	トラッ ク
Chhiahtlang バイパス (No. 1)	67%	25%	15%	43%	46%	25%
Serchhip バイパス (No. 2)	63%	-	55%	50%	51%	41%
Hnathial バイパス (No. 3)	41%	-	25%	49%	25%	28%
Lawnglai バイパス (No. 4)	66%	10%	56%	46%	35%	44%

出典：調査団による交通調査

表 2-3 バイパスに転換する交通量（日交通量）

バイパス	普通車/ ジープ・タ クシー	バス	オートリキシャ	二輪車	小型商 業車	トラッ ク	計	PCU
Chhiahtlang バイパス (No. 1)								
2020	349	10	36	319	116	30	861	841
2021	555	13	9	258	191	22	1048	1084
2025	744	16	11	350	249	28	1400	1437
2030	1056	22	16	490	337	37	1957	1998
2035	1472	29	22	659	442	48	2671	2716
2040	2052	38	29	885	580	63	3647	3695
Serchhip バイパス (No. 2)								
2020	400	9	108	303	120	43	983	995
2021	555	0	78	288	214	45	1179	1233
2025	743	0	102	391	279	58	1573	1632
2030	1054	0	142	548	377	76	2197	2264
2035	1470	0	193	736	494	100	2993	3073
2040	2049	0	264	988	649	131	4081	4173
Hnathial バイパス (No. 3)								
2020	189	5	33	188	61	31	508	517
2021	398	0	29	220	179	40	865	924
2025	533	0	38	299	233	51	1153	1222
2030	756	0	53	418	315	67	1609	1691
2035	1054	0	73	562	413	88	2188	2290
2040	1469	0	99	754	542	115	2979	3103
Lawnglai バイパス (No. 4)								
2020	303	13	65	139	90	52	662	769
2021	483	0	50	190	196	50	969	1072
2025	647	0	66	259	255	64	1290	1416
2030	918	0	91	362	345	84	1800	1960
2035	1279	0	124	487	452	111	2453	2657
2040	1783	0	169	654	594	145	3344	3604

出典：調査団

3. 経済分析

国道 54 号バイパスの経済分析指標を算定し、結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 国道 54 号バイパス経済分析結果

国道 54 号線+ 国道 54 号バイパス名	EIRR (%)
国道 54 号線+ Chhiahtlang バイパス No.1	13.21%
国道 54 号線+ Serchhip バイパス No.2	12.07%
国道 54 号線+ Hnathial バイパス No. 3	12.77%
国道 54 号線+ Lawngtlai バイパス No. 4	13.17%
国道 54 号線+ 全バイパス	10.96%

出典：調査団

国道 54 号線の主要な市街地については、既存道路の拡幅を行った場合に社会影響、特に住民移転による影響が非常に大きいため、かかる影響を最小化し、かつ州の大動脈としての幹線機能を維持するためには、バイパス建設が最適と考えられる。建設予定地近隣には、道路建設が安価となる平坦な地形は存在せず、急峻地形上でのバイパス計画となるため、平坦地と比較し工事費が 2~3 倍となり、EIRR が相対的に低くなっているが、環境社会影響を考慮すれば、総合的にはバイパス建設が最適と考えられる。環境社会配慮の詳細については第 8 章を参照のこと。

4. ルート比較検討

DPR におけるバイパス検討内容は明確ではない。DPR における 4 箇所のバイパスの線形計画は暫定形であり、縦断計画と横断計画の記載がない。特に Chhiahtlang バイパスと Serchhip バイパスの線形計画は不明瞭である。したがって、概略設計のための路線測量を行う前にルートを確認するための比較検討を行った。ルート比較検討は現地踏査を踏まえて行い、各バイパスルートにおける最適ルートを選定した。

ルート比較検討では、衛星写真（3 次元モデル）を基に実現可能な代替路線案を設定し、現地踏査により沿線状況の確認を行い、最適案を選定した。

(1) ルート比較検討結果

各バイパスにおける最適ルート選定のために、下記の条件でルート比較検討を行った。

1. バイパスを建設せずに国道 54 号を現道拡幅(幅員 12m)する案をルート-0 とした。
2. 線形要素（平面および縦断）、環境配慮事項、土の切盛バランス、移転家屋数、建設コストを比較項目とした。
3. ルート比較におけるバイパス-4（Lawngtlai バイパスリンク）は、バイパス-4 と共に Lawngtlai バイパスを構成するカラダンマルチモーダル道路も含めた Lawngtlai バイパス全体として比較を行う。このため、ルート-1 とルート-2 の建設コストにはカラダンマルチモーダル道路区間（約 4.4km、Rs.10 crore/km）の建設コストを含めている。

ルート比較検討の詳細は付録-2 に示した。ルート比較検討結果のサマリーを表 4-1 に示す。

表 4-1 ルート比較検討結果サマリー

番号	バイパス	比較項目	ランキング				
			ルート-0	ルート-1	ルート-2	ルート-3	ルート-4
1	Chhiahtlang バイパス	線形	3	1	1	--	--
		土の切盛バランス	1	3	2	--	--
		移転家屋数	3	1	1	--	--
		建設コスト	1	2	3	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--
2	Serchhip バイパス	線形	4	5	1	2	3
		土の切盛バランス	1	5	1	1	1
		移転家屋数	5	1	1	1	1
		建設コスト	1	5	2	4	3
		総合ランキング	5	4	1	2	3
3	Hnathial バイパス	線形	3	1	2	--	--
		土の切盛バランス	1	3	1	--	--
		移転家屋数	3	2	1	--	--
		建設コスト	1	3	2	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--

番号	バイパス	比較項目	ランキング				
			ルート-0	ルート-1	ルート-2	ルート-3	ルート-4
4	Lawngtlai バイパス	線形	3	2	1	--	--
		土の切盛バランス	1	3	1	--	--
		移転家屋数	3	2	1	--	--
		建設コスト	1	3	2	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--

出典：調査団

- ルート比較検討の結果、最適ルートを表 4-2 の通り選定した。
- 上記を踏まえ、概略設計のための路線測量を最適ルートに対して行う。

表 4-2 ルート比較検討の結論

番号	バイパス	ルート	延長(km)	結論
1	Chhiahtlang バイパス	ルート-0	2.200	ルート-2 を最適案と位置付けるが、他ルートとの大きな違いは終点区間のみである。したがって、測量調査後に再度詳細な確認を行う。
		ルート-1	2.584	
		ルート-2	2.578	
2	Serchhip バイパス	ルート-0	9.700	線形、土の切盛バランス、移転家屋数を勘案するとルート-2 が最も優れている。
		ルート-1	12.422	
		ルート-2	11.629	
		ルート-3	11.708	
		ルート-4	12.164	
3	Hnathial バイパス	ルート-0	10.000	土の切盛バランス、移転家屋数、建設コストを勘案するとルート-2 が最も優れている。
		ルート-1	6.799	
		ルート-2	6.794	
4	Lawngtlai バイパス	ルート-0	5.800	線形、土の切盛バランス、移転家屋数、建設コストを勘案するとルート-2 が最も優れている。
		ルート-1	6.270	
		ルート-2	6.100	

出典：調査団

5. 国道 54 号バイパスの概略設計

(1) 自然条件調査

1) 気象調査および水文調査

排水設計のため、プロジェクト対象地域の気象条件および地理的条件を考慮した流出量検討を行った。

2) 地形調査

ルート比較検討のベース図として衛星写真を利用した写真測量法により等高線入りの 3 次元地形モデルをバイパス 4 区間について構築した。ベース図では共通の座標系として WGS-84 (世界測地系) の UTM (横メルカトル図法) ゾーン 46N (93 度 E) を適用している。

ルート比較検討の後、NH54 バイパスの各最適案について表 5-1 に示す路線測量を実施した。

表 5-1 路線測量計画

番号	バイパス	延長	調査数量	
			GPS 基準点測量	ルート測量
1	Chhiahtlang バイパス	約 3km	2 地点	・バイパス延長 x 90m コリドー
2	Serchhip バイパス	約 12.4km	3 地点	
3	Hnathial バイパス	約 6.8km	2 地点	
4	Lawngtlai バイパス	約 2.0km	2 地点	

出典：調査団

3) 地質調査

NH54 バイパス付近の地質・土質状況を明らかにし、その結果を道路設計に活用するため、資料収集、現地踏査、斜面インベントリー調査、ボーリング等の地質調査を実施した。

現地調査開始前に、調査団は、調査地域における地質・地形、地震、土砂災害などに関する既存データ資料を収集した。ミゾラムリモートセンシング応用センターやインド地質調査所等のいくつかの機関により土砂災害分布図や地質図が作成されているものの、土砂災害の正確な位置が特定されていなかったり、大縮尺であったりするため、調査では道路設計や斜面对策工設計のため、より詳細にそれらのリスクサイトの位置を特定する必要があった。

a) 橋梁計画のための地質調査

橋梁計画のための地質調査は、ルート比較検討時点での架橋候補地を含めた合計4箇所について実施した。表 5-2 に各架橋候補地における調査数量をしめす。

表 5-2 調査箇所ごとの調査数量

架橋候補地	ボーリング No.	削孔長	SPT	備考
Bypass1	BV-01, BV-02	各 20m	実施	
Bypass2(A)	BV-01, BV-02	各 20m	実施	橋梁計画位置
Bypass2(B)	BV-03, BV-04, BV-05	各 20m	実施	橋梁計画位置
Bypass3	BV-01, BV-02	各 20m	実施	

出典：調査団

b) 地すべりのための地質調査

ボーリング調査の位置と数量を図 5-1 と表 5-3 に示す。



出典：調査団

図 5-1 ボーリング位置

表 5-3 ボーリング数量

ボーリング No	単位	数量	記事
BV-1	m	15	
BV-2	m	20	水位観測 (BV-2S:20m)
BV-3	m	20	
BV-4	m	30	

出典：調査団

(2) 概略設計

1) 線形設計

a) 設計方針と設計基準

道路設計においては、以下の設計方針を適用することとした。

- 各バイパスの DPR における設計方針は道路幅員、設計速度、最小平面曲線半径、緩和曲線の有無などを含め、それぞれ異なっていることから、全バイパス統一的な設計基準を適用する必要がある。
- 道路線形は、捨土を最小化することに十分配慮したうえで、なるべく最小設計基準を満たすように配慮する。
- 現道沿いの住宅家屋の移転数をできる限り最小化する方針を取るべきである。
- NHIDCL 及び IRC:37-1980 で言及されているとおり、すべての平面曲線部で緩和曲線を適用するべきである。但し、緩和曲線長を確保できない場所は例外とする。

以上の方針を基に、表 5-4 に適用する道路設計基準の概要を示す。

表 5-4 道路設計基準の概要

設計要素		分類/基準値 (緩和値)	備考	
1	道路区分	国道		
2	地形条件	急峻		
3	設計速度 (km/h)			
	基準値 (km/h)	40		
	緩和値 (km/h)	30		
4	道路横断構成	車線幅 (m)	3.5	
		車線数	2	
		道路幅員 (m)	12.0 (10.0)	() 特例区間のみ緩和値適用
		車道幅 (m)	2 x 3.5	
		舗装路肩幅 (m)	2 x 1.5 (0.9)	
		未舗装路肩幅 (m)	2 x 1.0 (0.6)	
		横断勾配 (%)	2.5	
5	視距	制動停止視距 SSD (m)	30 (45)	() 40km/h
		中間視距 ISD (m)	60 (90)	() 40km/h
		追越視距 OSD (m)	(165)	() 40km/h
6	平面線形	平面曲線		
		最小曲線半径 (緩和値) (m)	30	
		最小曲線半径 (基準値) (m)	50	
		平面曲線部の拡幅		
		最小曲線半径 (緩和値) 適用の場合 (21m-	1.5	
		最小曲線半径 (基準値) 適用の場合 (41m-	1.2	
		片勾配 (Se)		
最小曲線半径における最大片勾配 (%)	7.0			
片勾配すりつけ率	1/60			
	緩和曲線	最小曲線半径 (緩和値) における最小長さ	30	
		最小曲線半径 (基準値) における最小長さ	20	

設計要素		分類/基準値 (緩和値)	備考	
7	縦断線形	縦断勾配		
		基準 (Ruling) 縦断勾配 (%)	6.0	
		基準縦断勾配に対する制限長 (m)	2000	2km で 120m までの登坂とする
		制限 (Limiting) 縦断勾配 (%)	7.0	
		特例 (Exceptional) 縦断勾配 (%)	8.0	
	特例縦断勾配に対する制限長 (m)	100		
	側溝の最小縦断勾配 (%)	0.5	切土側に側溝が敷設される場合	
	縦断曲線	最小縦断曲線長 (m)	15	
		最小縦断曲線半径 (凸部) (m)		SSDに基づく ISDに基づく OSDに基づく
		特例 (Absolute) 最小半径 (m)	205	
最小半径 (m)		375		
推奨される最小半径 (m)		1500		
最小縦断曲線半径 (凹部) (m)				
特例 (Absolute) 最小半径 (m)	355			

出典：調査団

b) 平面線形設計

各バイパスの総延長を表 5-5 に示す。

表 5-5 各バイパスの総延長

番号	バイパス	総延長(m)	備考
1	Chhiahtlang バイパス	2,572.851	起終点位置は DPR とほぼ同様
2	Serchhip バイパス	11,805.031	起終点位置は DPR とほぼ同様
3	Hnathial バイパス	7,025.157	起終点位置は DPR とほぼ同様
4	Lawngtlai バイパス	2,635.921	起点は DPR より 450m 北側となるが、終点位置は DPR とほぼ同様

出典：調査団

各バイパスで適用された曲線半径を表 5-6 に示す。最小曲線半径は設計速度 30km/h を満たしている。

表 5-6 国道 54 号バイパスにおいて適用された最小曲線半径

バイパス		R<30	R=30	30<R≤50	R>50	備考
Chhiahtlang バイパス	No	0	12	6	7	
	(%)	0%	48%	24%	28%	
Serchhip バイパス	No	0	45	53	44	
	(%)	0.0%	31.7%	37.3%	31.0%	
Hnathial バイパス	No	0	27	33	11	
	(%)	0.0%	38.0%	46.5%	15.5%	
Lawngtlai バイパス	No	0	13	7	11	
	(%)	0.0%	41.9%	22.6%	35.5%	

出典：調査団

各バイパスの掘削土量と捨土量および掘削土量に対する捨土量の割合を表 5-7 示す。

表 5-7 バイパスの掘削土量と捨土量

番号	バイパス	掘削土量 (m ³)	捨土量 (m ³)
1	Chhiahtlang バイパス	120,193	89,987 (74.9%)
2	Serchhip バイパス	711,152	555,682 (78.1%)
3	Hnathial バイパス	360,654	289,997 (80.4%)
4	Lawngtlai バイパス	241,385	179,248 (74.2%)

出典：調査団

c) 縦断線形設計

- 切土区間における最小縦断勾配は排水を考慮し 0.5%とする
- 基準縦断勾配は 6.0%とする(5.2.2 章の道路設計基準に準拠)
- 地形条件が厳しい箇所適用する制限縦断勾配は 7.0%とする
- どうしても避けることのできない条件下での特例縦断勾配 8.0%とするが、バイパス設計では適用していない

各バイパスでの縦断勾配の適用範囲と各バイパス総延長に対する割合を表 5-8 に示す。

表 5-8 各バイパスでの縦断勾配適用範囲

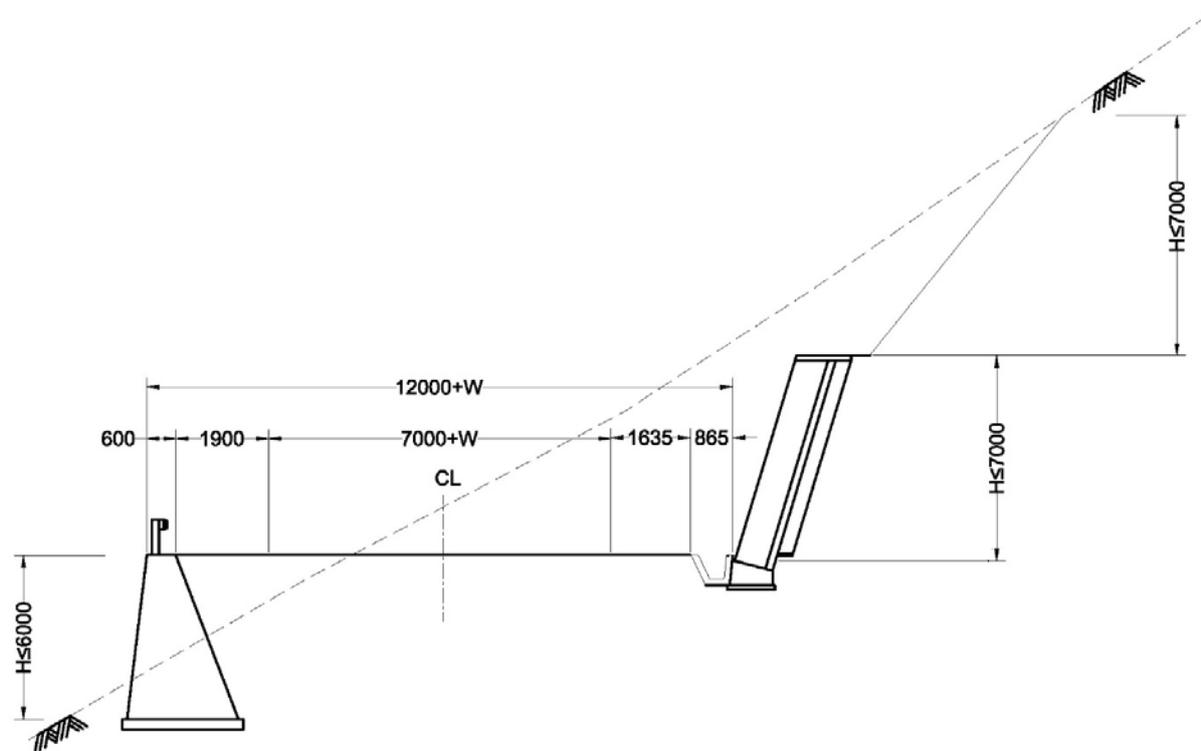
番号	バイパス	縦断勾配の適用範囲								
		0.5%	0.5%-1%	1%-2%	2%-3%	3%-4%	4%-5%	5%-6%	6%-7%	7%-8%
1	Chhiahtlang バイパス	13.1%	4.9%	0.0%	31.3%	0.0%	12.1%	38.6%	0.0%	0.0%
2	Serchhip バイパス	0.0%	4.3%	21.0%	12.3%	19.4%	11.1%	17.4%	14.5%	0.0%
3	Hnathial バイパス	8.9%	7.6%	15.0%	27.9%	16.8%	5.1%	11.0%	7.7%	0.0%
4	Lawngtlai バイパス	2.7%	31.2%	0.0%	0.0%	41.9%	9.8%	9.6%	4.7%	0.0%

出典：調査団

- 基準縦断勾配 6%を上回り制限縦断勾配 7%以下である区間が各バイパスそれぞれの全延長の 0%、14.5%、7.7%、および 4.7%を占めている。

d) 標準横断

切土と盛土のバランスに配慮した標準横断図を図 5-2 に示す。



出典：調査団

図 5-2 切土と盛土のバランスに配慮した標準横断図

舗装路肩幅の最小値は 1.5m としているが、山側の側溝と舗装路肩の隙間に未舗装部分ができる場合は、水の侵入による損傷を防ぐために同隙間部においても舗装することとする。

仮に谷側に擁壁構造物がある場合、擁壁天端と舗装路肩の隙間に未舗装部分ができる場合は、上述と同様の理由により舗装することとする。

e) バイパス No.4 における最終線形

4.5 章(ルート比較検討)で述べた通りバイパス No.4(Lawngtlai バイパス)は、現在工事中であるカラダンマルチモーダル道路を起点としている。バイパス No.4 の主要なコントロールポイントは Km1+100 (DPR 測点)の地滑りである。DPR で提案される線形は地滑りブロックの中腹付近を通過するため、本調査では地滑り箇所での地質調査を実施のうえ地滑りブロックの上方外側を通過する線形を検討した。

ルート比較検討段階におけるベース地形図は、衛星写真を利用した写真測量法により作成された等高線入りの 3 次元地形モデルであり、路線測量により作成された地形図に比べて精度が低い。更に、カラダンマルチモーダル道路は建設段階にあり、ルート比較検討段階においては正確な平面位置と計画高さが不明であった。

ルート比較検討の後、最適ルート案に対する路線測量を実施した。バイパス No.4 の起点となるカラダンマルチモーダル道路との交差点付近(工事完了済)の測量も実施された。またカラダンマルチモーダル道路の既存設計データ(平面・縦断線形)を路線測量の座標系に変換した。カラダンマルチモーダル道路とバイパス No.4 を横断する現道(Lawngtlai から Bungtlang 区間)の改良計画の設計データも入手し、路線測量の座標系に変換した。

これらの関連道路計画の設計データより関連道路計画をコントロールとした場合、バイパス No.4 のカラダンマルチモーダル道路との交差箇所付近において、約 70m の高切土が約 200m の区間で生じることが分かった。このため、切土の高さを抑え、斜面の安全性を確保する代替案を 2 案検討した。第 1 案は、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 500m 区間の縦断を嵩上する案。第 2 案は、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 200m 区間を、縦断を変えずに谷側にシフトし、交差点を設ける案である。

調査団は、本件について、カラダンマルチモーダル道路の事業実施主体であるミゾラム州の公共事業局(PWD)と NHIDCL、カラダンマルチモーダル道路の DPR コンサルタントと協議を行った。その結果、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 200m 区間を縦断を変えずに谷側にシフトし交差点を設ける案の方が適切であるとの理解を得た。公共事業局は、カラダンマルチモーダル道路は建設中であるため、現在の計画の変更は困難であり、バイパス建設時の変更が望ましいとの見解を示した。

2) 橋梁・構造物設計

NH54 バイパスルートは山間部を通るため、沢部の横断に伴って橋梁やカルバート等の横断構造物が必要となる。

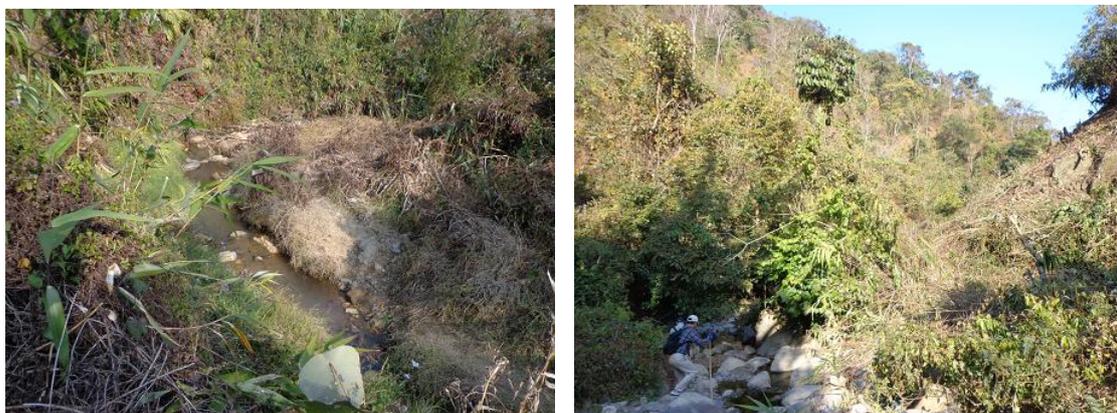
このうち Serchhip bypass の 2 地点において、計画道路高の地盤高からの高低差および、背後の集水域が大きいことから橋梁を計画する。

Serchhip bypass at 4+530

- ・ Serchhip bypass の起点から約 4.5km に位置する。
- ・ 計画線形は平面線形的に曲線区間で横断する。
- ・ 横断区間は比較的小さいため Minor Bridge の計画となる。
- ・ 現地調査時期(1月)に出水がみられる。
- ・ 河床には転石や露岩がみられる。
- ・ 沢周辺には草本、低木等が繁茂している。

Serchhip bypass at 10+800

- ・ Serchhip bypass の起点から 10.8km、終点から約 0.8km に位置する。
- ・ 計画線形は平面線形的に直線区間で横断する。
- ・ 横断区間は比較的大きいため Major Bridge の計画となる。
- ・ 現地調査時期（1月）に出水がみられる。
- ・ 河床には転石や露岩がみられる。
- ・ 沢周辺には草本、低木、高木等が繁茂している。



出典：調査団

図 5-3 (左図) Serchhip bypass 4+530 地点の沢 / (右図) Serchhip bypass 10+800 地点の沢

Serchhip bypass の起点より 10.8 キロ地点の沢上を横断するための橋梁を計画する。橋梁形式は、橋梁区間約 140m を沢地形上で横断させるのにふさわしい形式とする。

山岳地の谷部に適用される形式として鋼アーチ橋が挙げられる。斜面側からアーチリブを立ち上げるため谷底への橋脚設置は不要となる。また鋼部材は工場製作となるため比較的短い工期で施工可能である。またアーチ形状と山地形がよく調和するため景慣性にすぐれる。

代替案として、同規模の橋梁でよく用いられる代表的なコンクリート橋である T ラーメン箱桁橋を比較した結果、上路式鋼アーチ橋が総合評価で優るため、上路式鋼アーチ橋（RC スラブ + 鋼アーチ + RC スラブ）として提案する。

3) 土工・斜面保護・地すべり対策工

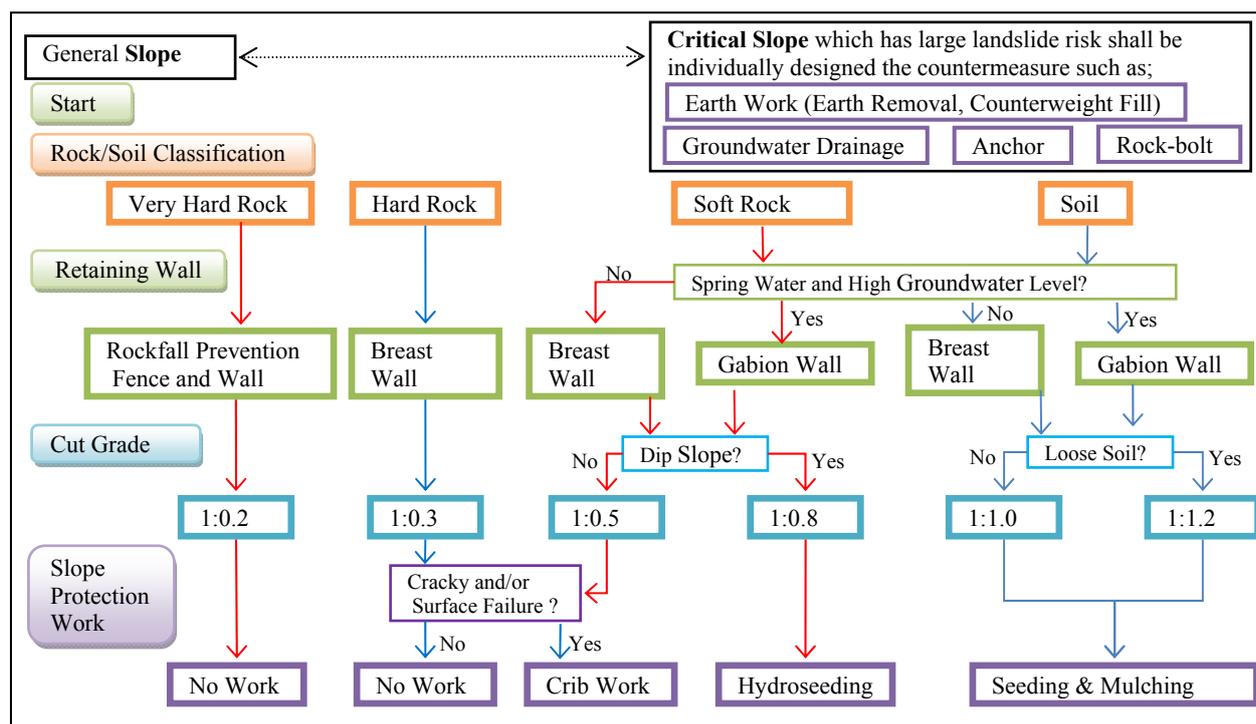
a) 設計方針および基準

斜面災害リスクの低い通常の斜面に対しては、斜面保護や擁壁工、切土・盛土の斜面勾配は、各斜面の地質・土質、地形等の自然条件に応じて、下記に述べる設計基準に基づき計画した。とりわけ、斜面災害を防止するため、設計方針を下記の通り定めた。

- ・ 安定した土砂および軟岩切土斜面は、現況の植生との調和に配慮して緑化工を施す。
- ・ 不安定な斜面や緑化に適さない斜面は、斜面保護工を実施する。
- ・ 切土法面の 1 段の高さは、最大で直高 7m とする。7m を超える場合には、幅 1.5m の小段を法面の間に設ける。
- ・ 切土法面の全体高さは、環境面や施工性、防災を考慮し、基本的に最大 20m とする。
- ・ 長大切土法面となる場合には、斜面保護工を適用して、安定勾配より急な切土を形成する。
- ・ 小崩壊防止と側溝の維持管理のため、山側切土最下段法面に腰積擁壁を設置する。
- ・ 斜面保護工は、インド国もしくは日本において一般的な工法から選定する。
- ・ 土砂災害危険箇所は、出来るだけ道路平面線形で回避する。
- ・ 回避出来ない土砂災害危険箇所は、地下水排除工や押え盛土、頭部排土、アンカー工等の地すべり対策工を斜面の安定化のために検討する。

図 5-4 に、山側の切土法面に対する擁壁工形式、切土勾配、法面保護工の選定フローを示す。道路への深刻な被害が想定される危険斜面は、個別に調査、排土工や押え盛土工などの土工、地下水排除工、アンカー工やロックボルト工等の対策工を設計する。

また設計に当たっては、IRC の発行している基準書「SP:48-1998, Hill Road Manual」および「Special Report, State of the Art: Landslide Correction Techniques, 1995」をレビューした。切土や盛土等の土工については、現場の地盤状況を踏まえて IRC の基準に改良を加えた。また本調査で計画したアンカー工や補強土盛土等については、IRC には形状や部材の仕様、数量の決定のための記載では十分でなかったため、本邦の技術基準（道路土工，社団法人日本道路協会）を加味して、設計を実施した。

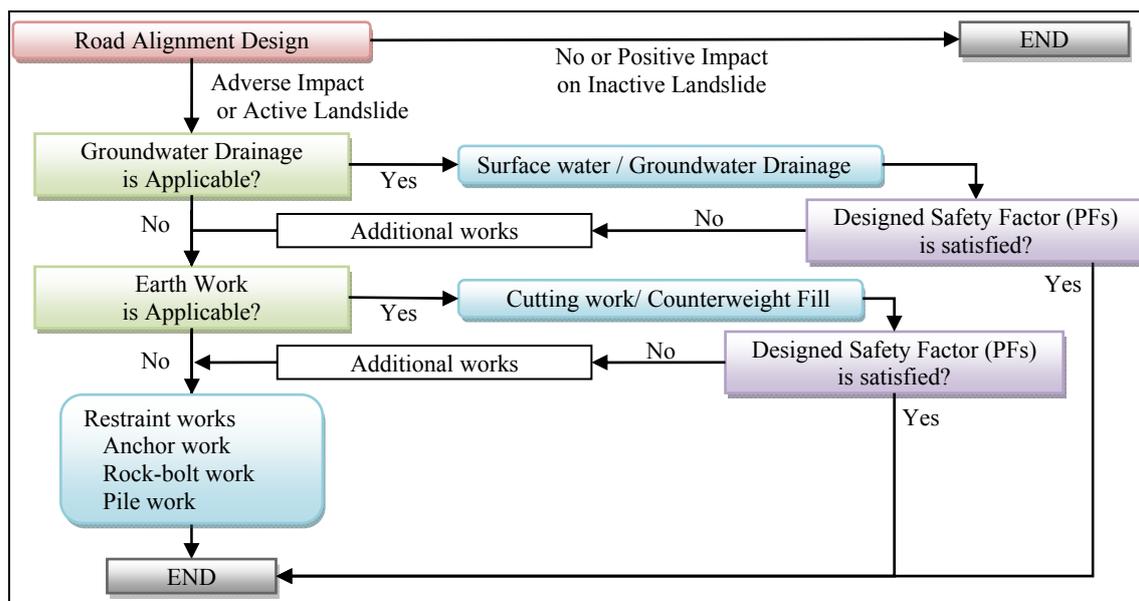


出典: 調査団

図 5-4 切土法面斜面对策選定フロー

b) 地すべり対策設計

基本的に、道路線形は、地すべり活動を助長しないように計画されなければならない。しかし、やむを得ず地すべり地を通過する場合は、地すべり防止対策を計画し設計しなければならない。図 5-5 に、地すべり対策工の選定フローを示す。切土や盛土により不安定化が懸念されるものに関しては、地すべり対策工が必要である。地すべり対策工は、地下水排除工、排土工や押さえ盛土工の土工、アンカー工やロックボルト工、杭工等の抑止工の3つのタイプに主に分類される。一般的に、地下水排除工は最も安価であり、次いで土工も安価であるが、地形や土質、地下水状況による制約を受けることが多くある。一方で、地すべり滑動を力で抑える抑止工は、一般的に高価であるが、恒久的な対策工として採用される。そのため抑止工は、対策工費削減を考慮し、地下水排除工と土工の組み合わせによって導入されるべきである。



出典: 調査団

図 5-5 地すべり対策工選定フロー

4) 舗装設計

a) 設計基準およびガイドライン

IRC より出版されている舗装設計に関するガイドライン “Tentative Guidelines for the Design for Flexible Pavements (IRC37-2012)”に基づく。

b) 舗装設計

NH54 の舗装設計は 2015 年 8 月 14 日の NHIDCL との会議によって決定された。各舗装厚の構成は表 5-9 の通りであり、NH54 バイパスの舗装構成も同様とする。

表 5-9 NH54 の舗装構成

舗装の各層	層厚 (mm)
BC (Bituminous Concrete)	40
DBM (Dense Graded Bituminous Macadam)	100
WMM (Wet Mix Macadam)	250
GSB (Granular Sub-Base)	300
Total	690

出典: 調査団

5) 排水設計

カルバート構造は、流量が比較的小さな箇所については Pipe カルバート、比較的大きな箇所については BOX カルバートとして、水文計算で得られた流量を満足するサイズを確保するように計画する。構造タイプ別のカルバート数量について、表 5-10 に整理する。

表 5-10 NH54 バイパス区間のカルバート提案数量

	Bypass No.1	Bypass No.2	Bypass No.3	Bypass No.4
Pipe culvert 1.2m	19	78	40	13
(TYPE-A)	8	31	16	5
(TYPE-B)	11	47	24	8
BOX culvert 2x2m	1	8	12	6
BOX culvert 3x3m	0	2	5	0
BOX culvert 4x4m	0	3	0	0
Total	20	91	57	19

出典：調査団

6) 交通安全対策工

交通安全施設とは、全ての道路使用者および周辺住民に対する安全を確保するために、道路上や道路脇に整備する施設である。本調査では、地域道路という道路特性および既存道路の使用状況を踏まえながら、表 5-11 に示す交通安全施設を提案する。

表 5-11 NH54 バイパスに提案される交通安全施設

No.	項目	備考
1	道路標識	IRC67-2001, IRC7-1971, IRC-SP-31-1992
2	マーキング	IRC35-1997, IRC-SP-31-1992, IRC2-1968
3	デリニエーター	IRC79-1981
4	ガードレール	
5	その他の付属施設 (道路鋸、斜眼帯、猫目石)	MoRTH's Research Project R-63

出典：調査団

7) 道路付帯工計画

道路付帯工は、道路管理者が効率的に道路を維持管理するための種々の施設である。本調査では、地方道路のバイパスという道路機能及び現在の利用状況を考慮して、提案する道路付帯工を表 5-12 に示す。

表 5-12 NH-54 バイパスに適用される道路付帯工

番号	項目	備考/関連規定
1	距離標	IRC8-1980、IRC26-1967
2	境界石	IRC25

出典：調査団

8) 土捨て場計画

a) 残土処理量

NH54 バイパスについての概略設計の結果、必要な残土処理量は表 5-13 に示す通りとなった。

表 5-13 必要な残土処理量

Bypass Name	Item	Volume of Generated Soil	Coefficient of Compaction	Volume of Compacted Soil	Required Volume of Spoil Bank
		Cu.m		Cu.m	Cu.m
Chhiahtlang Bypass	Cut Soil	127,499	0.9	114,749	77,238
	Fill Soil			37,511	
Serchhip Bypass	Cut Soil	743,768	0.9	669,391	481,306
	Fill Soil			188,085	
Hnahthial Bypass	Cut Soil	379,505	0.9	341,555	252,047
	Fill Soil			89,508	
Lawngtlai Bypass	Cut Soil	247,013	0.9	222,312	154,547
	Fill Soil			67,765	

出典: 調査団

b) 土捨て場の選定条件

土捨て場の選定を以下の条件にて実施した。

- NH54 バイパス沿線で以下の条件を満たす適切な場所
 - 地形の形状が凹型地形となっていること
 - 地山の傾斜が 22 度未満であること（想定する土捨て場の盛土傾斜角（小段を含む）よりも勾配が緩いこと）
 - 市街化されていない地域であること
 - 自然保護区がないこと
- 高さ 30m 以下の規模で土捨て場が建設できること

c) 土捨て場候補地の選定結果

上記条件にて選定した土捨て場候補地を Chhiahtlang Bypass 3 カ所、Serchhip Bypass 13 カ所、Hnahthial Bypass 5 カ所、Lawngtlai Bypass 5 カ所選定した。

6. プロジェクトの概算事業費

概算事業費算定は、SOR2015 に基づいてユニットコストを設定するものとした。なお 2015 年から入札時点までの物価上昇については 5% と想定し、建設コストに加算することとした。

7. 事業実施計画

北東州道路網改善事業のフェーズ 2 としての国道 54 号バイパス建設の実施スケジュール案を検討した。本実施スケジュール案は以下の仮定に基づいて検討した。

[円借款契約]

- フェーズ 2 の円借款契約がインド政府と JICA の間で 2017 年 3 月までに締結される

[コントラクター調達]

- フェーズ 1 の事業実施スケジュールに基づき、国道 54 号本線の改良事業が 2017 年 7 月から 4 年間で実施される
- フェーズ 2 の国道 54 号バイパス工事にコントラクターが調達される
- フェーズ 2 の建設工事がフェーズ 1 の国道 54 号本線工事と重複するよう 2019 年の初めより開始される

[コンサルタント調達]

- JICA の 2016 末迄の OECD 通報を経てフェーズ 2 の円借款がインド政府にプレッジされた場合、NHIDCL は 2017 年 1 月からコンサルタント調達を開始する
- コンサルタントサービスは 2017 年 10 月頃から開始され、コンサルタントサービスに入札補

助として入札の技術評価を含める

[土地収用]

- ・ ミゾラム州政府は土地収用実施の責任を負う。本事業の RAP は JICA の環境ガイドラインに適合させること、かつタイトなスケジュールに合わせる必要があるため、NHIDCL が RAP を支援するコンサルタントもしくは NGO を 2016 年 6 月までに調達し、州政府の RAP 実施機関として機能させることを推奨する。
- ・ 土地収用の実施をおこなう義務は州政府にある。NHIDCL は本事業の RAP を JICA の環境ガイドラインに適合させること、かつタイトなスケジュールに合わせるため、RAP を支援する NGO を 2016 年 6 月までに調達し、州政府の RAP 実施を支援する

8. 環境社会配慮

(1) 本調査における環境社会配慮業務

環境森林省（現、環境森林気候変動省）による 2006 年の EIA 通達（2013 年改正）の規定では、本調査で対象とするバイパス建設事業では、EIA の実施および環境クリアランスの取得は必要とされない。一方、本事業は JICA の環境社会配慮ガイドライン上カテゴリー A に分類され、EIA の実施が必要となる。また、本事業により 20 世帯(133 人)の非自発的住民移転が発生する。本調査の環境社会配慮業務では、国道 54 号線バイパスの概略設計に対して、環境影響評価（EIA）の実施、住民移転計画（RAP）の策定支援を行った。なお、ミゾラム州では、指定部族（ST）に属する住民が全人口の 95%であり、また被影響住民の大多数も ST である。インドにおいて ST は先住民とみなされているが、ミゾラム州においては、ST は「少数」民族ではない。また、彼らは焼畑や伝統的な慣習、祝祭といった文化を保持しているものの、他部族とも自由に交流しており、決して外部から隔絶された集団ではない。これらを踏まえ、本業務においては、OP4.10 に含まれる要素を反映して RAP の策定支援を行った。また、現地住民に分かりやすいよう、EIA および RAP は、それぞれ現地語であるミゾ語で要約を作成し、現地で公開した。

インド国では、2014 年 1 月には新用地取得法(Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013)が発効している一方、ミゾラム州においては、別途、州での用地取得手続きを規定する独自法である Mizoram (Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement) Act, 2016、以下ミゾラム用地取得法)を定めている。法案の内容は、概ね新用地取得法の内容に沿ったものになっているが、農村部への追加的な補償のレベルなどで若干の違いがある。ミゾラム用地取得法)では、まず用地取得による影響の暫定評価のための社会影響評価（Social Impact Assessment）が実施され、その後用地を取得する旨が布告される（Preliminary Notification）。その後、対象地域の住民を対象としたセンサス調査が実施され、生計回復および住民移転計画（Rehabilitation and Resettlement Scheme）が作成される。本調査で策定支援を行った RAP は、上記のミゾラム州政府による手続きの土台となるものであり、ミゾラム州政府は、2016 年 10 月 31 日に、調査団支援により策定された RAP を承認している。

(2) 環境影響評価の実施

バイパス調査においては、前年の調査（第一巻参照）でバイパスが望ましいとされた 4 区間において、バイパスルートを複数案検討し、代替案の検討を行った。4 章 1 節で示したように、合計 10 ルート案（BP1、3、4 でそれぞれ 2 ルート、BP2 で 4 ルート）が検討され、1) 用地取得および住民移転の規模、2) 環境影響（残土の量を含む）、3) 社会経済影響、4) 公害、5) 交通安全、6) 事業費をベースに最適案を選定した。

バイパスは、国立公園や野生生物保護区、保護林を横断または隣接しないが、3ヶ所の野生生物保護区(Wildlife Sanctuary: WLS)がバイパス近く（10km～）に位置する。バイパス建設による直接的な影響は想定されないものの、供用後に交通量が増加し、排出ガスが増えることで、森林生態系への負の影響がある。供用後の影響については、各 WLS の状況について州政府により実施されているモニタリング結果を確認する等の情報収集を行い、バイパスによる影響が確認された場合は、関係局と協議の上、緩和策を検討する。また、建設による立ち木や森林伐採による影響緩和のため、森林法の規定に基づき植林を行う。州の環境森林局との面談では、伐採

される本数よりも多くを新規に植林することが提案されており、本事業によって州の森林の温室効果ガス吸収能力は強化されることになる。

特に配慮を要する施設として、バイパス1のルート近傍に、墓地が存在する。直接の影響が出ないようなルート案を選定するとともに、葬儀や宗教行事中に周辺での工事を実施しない等の配慮を行う。また、工事期間中の騒音や振動、アクセスの阻害といった影響を最小化するために、工事の日程等を工夫する必要がある。また、同バイパスの起点近傍に幼稚園、50m南側に小学校、約170m南に教会が存在する。幼稚園については、後ろの空きスペースを活用し、セットバックすることで、影響を緩和することができるが、工事を子供がいない時間帯に行う等の配慮を行う。

EIA 策定にあたり、二回の住民協議を行った。第一回目は、バイパスが位置する村落毎に計4回実施したが、州の行政上、一つの村落とされていても、複数の Village Council が存在する場合がある。そのため、第二回は村落単位ではなく Village Council 毎に合計9回の協議を実施した。また、住民協議の準備にあたっては、現地の女性支援 NGO (MHIP) に聞き取りを行い、日中家事や農作業で忙しい女性でも参加しやすい早朝や夕方以降の時間帯に協議を設定するなどの配慮を行い、女性の参加を促した。参加者からは、残土の処理法や地滑りの危険、バイパスによる農地の分断等についての懸念が挙げられ、これらを踏まえて緩和策、環境管理計画およびモニタリング計画を策定した。

(3) 住民移転計画の策定支援

最大限、住居や墓地等を避けるデザインとしたものの、バイパス建設および土捨て場の確保のため、4箇所合計46haの用地取得が必要となる。また、既存のコミュニティ道路を活用してバイパスを建設する箇所では、20世帯が移転対象となる。農地への影響などを含めた、被影響世帯の総数は257世帯(1485人)である。ただし、バイパスが国道54号線と合流する接続部分以外の山間部については、現地に詳細かつ更新された土地台帳がなく、事前に地権者を特定することが困難であったため、上述の数値は、現地踏査および Village Council の代表者や近隣住民に聞き取りを行った結果に基づく。

世銀の OP.4.12 では、カットオフデイトは通常センサス調査が開始された日とされる。本調査でベースライン調査が開始されたのは2月16日であり、それを暫定的なカットオフデイトとすることは各 Village Council に告知され、また口頭でも説明を行っている。一方、調査開始後に成立したミゾラム州用地取得法では、州政府が改めてセンサス調査を実施することが定められている。同法には、カットオフデイトにかかる定義はないが、州法上の手続きにより、Preliminary Notification の発布後に実施されるセンサス開始日が、正式なカットオフデイトとして採用される可能性がある。

ベースライン調査では、Land Settlement Certificate (定住許可証) を持ち土地を私有して農業・林業を行う世帯よりも、州政府ないしは各村落が所有する土地の割り当てを受け (Periodic Patta, Garden pass, Village Pass)、その土地で焼畑や林業を行っているケースが多いことが明らかになった。ただし、後者も長年に渡って割り当てを受けていることから、慣習的に「私有地」と解釈されているため、厳密には村落/政府所有の土地であっても、「私有地」とみなされている土地の割合が多い。住民協議では、土地所有の形態に関わらず、金銭補償を希望する声が圧倒的であったが、これも、自分が耕作する土地を「私有地」と見做していることの現れと考えられる。

世帯収入を回答した223世帯のうち、収入が貧困ラインに満たない世帯は81世帯であった(一方、自身が貧困層だと思うかという設問に対しては、73世帯がそう考えると回答している)。生計回復支援は、上述の通りミゾラム州政府によって実施されるが、その策定にあたっては、JICA ガイドラインおよび世銀のセーフガードポリシーを満たす内容とし、また被影響住民と十分な協議を行い、彼らのニーズが反映された計画とすることが重要である。現時点での施策候補として、プランテーション拡大支援、公共の市場スペース提供、空きスペースでの養鶏支援等が考えられる。

EIA 調査と同様、RAP 策定過程においても二回の住民協議が開催された。バイパス建設に対する住民の指示は得られた一方、ルート案の早期確定を望む声（家屋や作業小屋の新築や増築の計画に影響するため）や、過去の経験から移転前の補償支払いの確約を求める意見が挙げられた。また、土地取引を仲介すると謳うブローカーから接触があったとのコメントもあり、用地取得手続きの中で住民が不要なトラブルに巻き込まれないような配慮が必要であることが確認された。

9. 結論と提言

(1) 本事業が北東州地域の開発および道路ネットワークへ与える影響

- 1) 国道 54 号バイパス事業について、2016 年現在の交通状況を考慮しながら DPR 調査内容のレビューをおこない本事業の必要性を検討した。その結果、本事業は国道 54 号の一部として道路の接続性を改善することで、SARDP-NE で掲げる開発目標を達成できることを確認することができた。また NH54 は Kaladan マルチモーダルコリドー事業との接続性があることも確認できた。このように、NH54 は本地域において道路ネットワークのみならず他の交通システムとの連携が期待される事業である。
- 2) 交通計画、事業費および経済分析を検討した結果、国道 54 号本線改良事業と国道 54 号バイパス 4 箇所を含むケースとしての EIRR 値は 10.96%と算出された。

(2) 事業内容の妥当性確認

- 1) DPR の概略設計についてレビューをおこなった結果、道路線形設計について環境への影響や災害対策が十分に考慮されていないことが確認された。そこで JICA 調査団は、環境への影響や災害対策の考慮、例えば土工バランスを考慮した線形や斜面对策工、捨土の有効活用として平らな土地を整備する造成などを考慮した設計を提案した。
- 2) DPR の概略設計は地形測量調査と地質調査を実施していないため精度が低く、本調査の概略設計では設計精度を向上させるため地形測量調査と地形測量を実施した。
- 3) 調査団は 2015 年の SOR とインドで一般的でない先進の斜面对策工の単価を収集し、概算プロジェクトコストを算出した。
- 4) 調査団は工事および事業実施工程を提案した。
- 5) 調査団は NHIDC の組織、年間予算、既存道路の維持の調査を行った。調査結果として、NHIDCL は組織的機能はじめ、考慮された NHIDCL の維持管理システムが確認された。そのため、調査団は道路の防災の重要性を考慮した維持管理を行う組織を提案した。
- 6) 調査団は、EIA のレビューを行い、自然環境および社会環境配慮についての確認をおこなうとともに、水質、空気、騒音振動などの現状、また設計図面を基に現地調査を行い PAPs を特定し、ドラフト RAP 作成のために PAPs へのインタビュー調査を行った。ドラフト EIA と RAP は JICA 環境社会配慮ガイドラインに準拠した。今後、事業実施中における RAP 作業の円滑な実施をおこなうために、精度の高い RAP 図面を準備することが重要である。

(3) 提言

- 1) 国道 54 号本線改良事業と国道 54 号バイパス事業の事業実施期間は重複するため、国道 54 号バイパス事業のコンサルタントとコントラクターの調達は事業位置の地理的な関係を考慮して効率化を考慮することが望ましい。

第1章 概要

1.1 調査の背景

南アジア地域におけるインド経済の目覚ましい急成長は広く世間に認識される場所であるが、その背景のひとつに運輸交通インフラの整備によって地域間連結が進んでいることが挙げられる。特に道路は、鉄道と並んで国内の物流の大部分を支える重要な輸送手段であり、運輸部門のうち旅客輸送の85%、貨物輸送の60%をそれぞれ担っているとされる。ところが、経済成長によって平野部の主要幹線道路をなす国道整備が進んでいる一方で、山岳部では財政的または技術的な事情によって交通基盤の整備が不足し、物理的・非物理的な障壁を解消できずにいる。

とりわけ北東州では道路の舗装率がわずか28.5%（全国平均63.4%）、国道においては2車線以上である比率が53.0%（同77.9%）と、道路インフラ整備が遅れている状況である。北東州はインド本土から遠く離れ、また周囲の国境までに至る道路網が整備されていないことや、インド政府が安全保障上の理由から一部の国を除き近隣国との間に道路輸送協定を締結していないなど、物流の面からも隔絶された地域である。さらに地域の大部分が急峻な丘陵地であることや、ミゾラム州の一部では10,000mm強の年間降水量を記録するなど多雨地域という自然環境に囲まれていることから、多発する土砂災害による通行止めが物流のボトルネックとなって、北東州の経済発展を妨げる一因となっている。事実、対象地域の一人当たりのGDP(2010-2011)は34,405インドルピーと、全国平均の59,606インドルピーと比較しても6割弱と低く、同地域では経済活動の基盤となりうる域内道路網の改善が必要となっている。また昨今、経済活動の拡大の観点等から、近隣国とのクロスボーダー交通円滑化による連結性向上の取り組みが活発化しているが、本事業はそれにも波及効果を有するものである。インド政府は上記の課題に対応するため、第12次5カ年計画（2012年4月～2017年3月）において、北東州の特別プログラム(Special Accelerated Road Development Program for North-East)による地域内主要都市間の国道整備を掲げている。また、モディ新政権においても北東州の開発、特に道路網の整備は重要政策のひとつとなっており、本事業もその中に位置づけられている。

このような背景を踏まえ、インド北東部の6州において、既存道路8区間の改良、既存橋梁2ヶ所の補修及び橋梁1ヶ所の新設に関し、インド政府は日本政府に対して有償資金協力を要請した。JICAは要請のあった11プロジェクトについて有償資金協力を前提とした優先順位付けを行い、国道54号と国道51号を先行区間として選定し概略設計を行った。国道54号の改良計画には本線拡幅区間とバイパス区間が含まれており、計画内容が十分でないバイパス区間について別途本調査にて概略設計を行った。

1.2 本調査の目的

本調査の目的は、国道54号バイパスについての事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査、を行うことである。

1.3 調査対象区間

調査対象区間は表1.3-1に示す国道54号上の4箇所のバイパスである。

表 1.3-1 調査対象区間

番号	区間名	起終点位置 (国道54号キロポスト)	延長
1	Chhiahtlang バイパス	起点 96.945km 付近、終点 99.185km 付近	約 3km
2	Serchhip バイパス	起点 104.430km 付近、終点 114.170km 付近	約 12.4km
3	Hnathial バイパス	起点 169.550km 付近、終点 178.550km 付近	約 6.8km
4	Lawngtlai バイパス	起点 472.000km 付近、終点 478.850km 付近	約 2.0km
合計			約 24.2km

出典：調査団

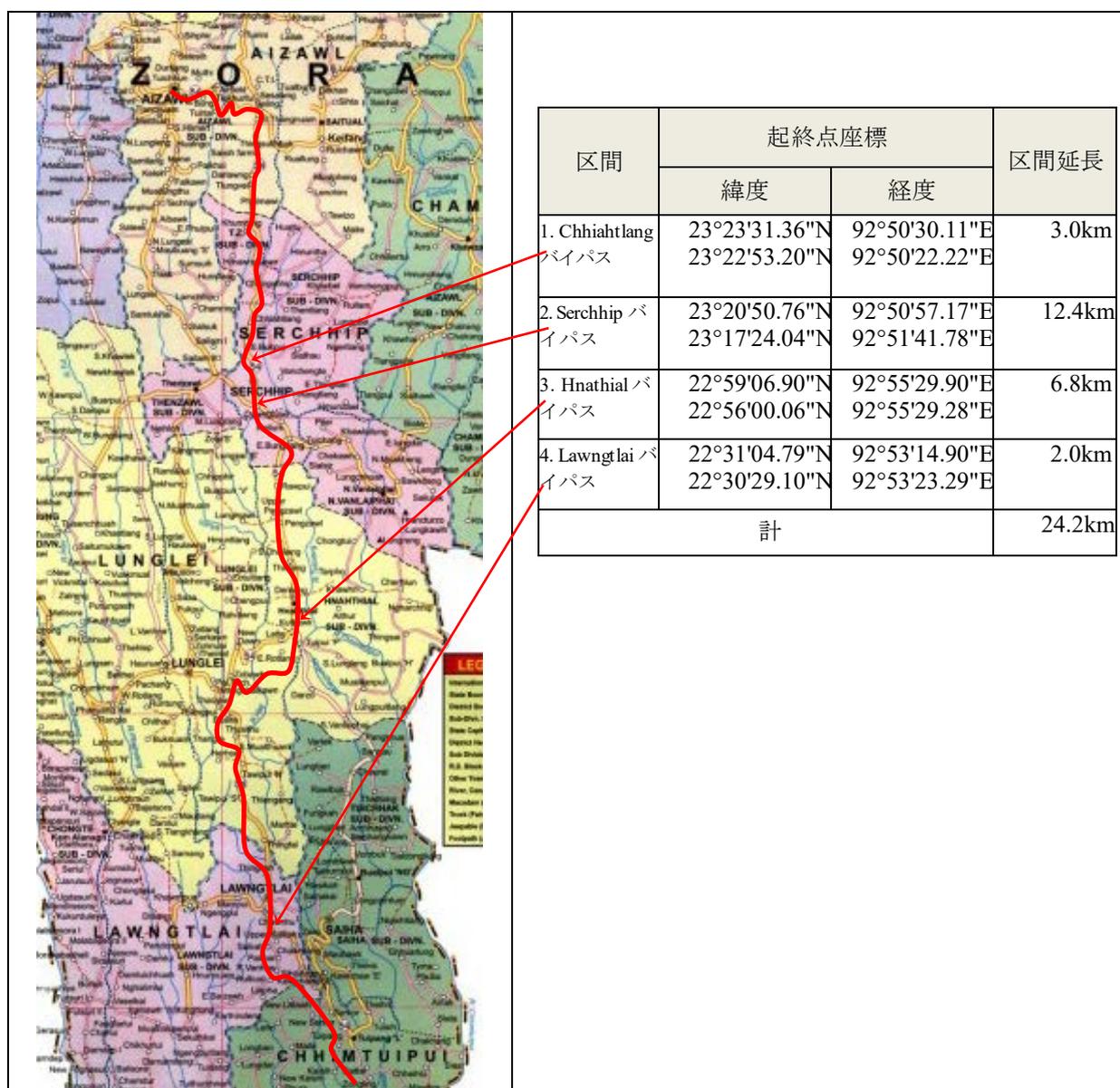
第2章 交通調査・分析および将来交通予測

2.1 概要

国道 54 号バイパス 4 箇所の将来交通量を、交通調査を実施し、第 1 巻第 4 章に示した国道 54 号本線と同様の交通量予測方法により 2040 年迄の交通量を予測した。国道 54 号バイパスが計画される 4 箇所の市街地は、現時点でバイパスが未整備のため“通過交通(市街地に目的を持たない交通)”の国道 54 号本線を経由した流入が市街地の交通混雑の要因となっている。

国道 54 号バイパスの交通量は、2016 年 2 月実施の交通量調査結果を基に車種別に予測した。交通量の予測はインドの道路を対象とした同様調査において一般的に適用されている”需要の弾力性“手法により行った。2016 年の交通量をベースに 2020 年、2025 年、2030 年、2035 年、および 2040 年の交通量を予測した。

調査対象となる国道 54 号上の 4 箇所のバイパス（延長計 24.2km）を図 2.1-1 に示す。最も長いバイパスは Serchhip バイパスの 12.4 km である。



出典：調査団

図 2.1-1 調査対象区間

2.2 交通調査の方法

国道 54 号上で選定された 4 箇所のバイパス区間の交通量を予測するため、以下の 2 つの交通調査を、各箇所の国道 54 号上下車線上の各地点（2 地点、市街地区間手前地点と市街地区間終了後地点）で実施した。（図 2.2-1 を参照）

- 車種別交通量調査（CVCS）
- ナンバープレート調査（NPS）

上述の調査の目的は、提案するバイパスの“通過交通”を予測するためである。CVCS は通常断面交通量を決定するために実施されるが、同日同時帯に同路線の近接する 2 地点で実施する場合には“通過交通”を観測することによりバイパスへ迂回すると考えられる交通を得ることが可能である。“通過交通”は、NPS で国道 54 号の上下車線それぞれの調査地点（2 地点、市街地区間手前地点と市街地区間終了後地点）で観測したナンバープレート番号を照合することによっても同様に得ることが可能である。

上述の通り、CVCS と NPS は同様の目的により実施された。CVCS と NPS の調査結果を比較、分析することにより、採用する調査結果を検討した。

CVCS と NPS は日時、場所、期間の全て同様に行ったが、CVCS は全ての車両を観測したのに対し、NPS はサンプル抽出により観測した。

2.2.1 車種別交通量調査

CVCS は、各市街地の国道 54 号上下車線それぞれの交通量を観測するために、それぞれの車線の市街地の南北各 1 地点（市街地区間手前地点と市街地区間終了後地点）で 1 日間実施した（図 2.2-1 参照）。各方向の“通過交通”は、以下の方法によって決定した。

- 通常車種別交通量調査の車両観測頻度は 60 分あるいは 30 分毎であるが、本調査では 15 分毎とした。（市街地の規模を考慮し、15 分が“通過交通”が市街地を通過するのに要する時間として十分かつ適切な設定と考えた。）
- 上下線それぞれの“通過交通”の 15 分毎の交通量（市街地流入および流出車両）は以下の手順で算定した。
 - 15 分毎の市街地流入および流出車両の観測データの片方か両方がゼロの場合は削除
 - 上記の削除後、残りの車両観測データにおいて、流入と流出で車両数に違いが生じた場合、小さい方のデータを採用し、車両数に違いが生じていなければその値を利用

上記の方法に基づき、各方向の“通行交通”を算定し合計することにより NH54 の当該市街地区間の“通過交通”を算定した。この“通過交通”がバイパスを利用すると考えられる交通量である。

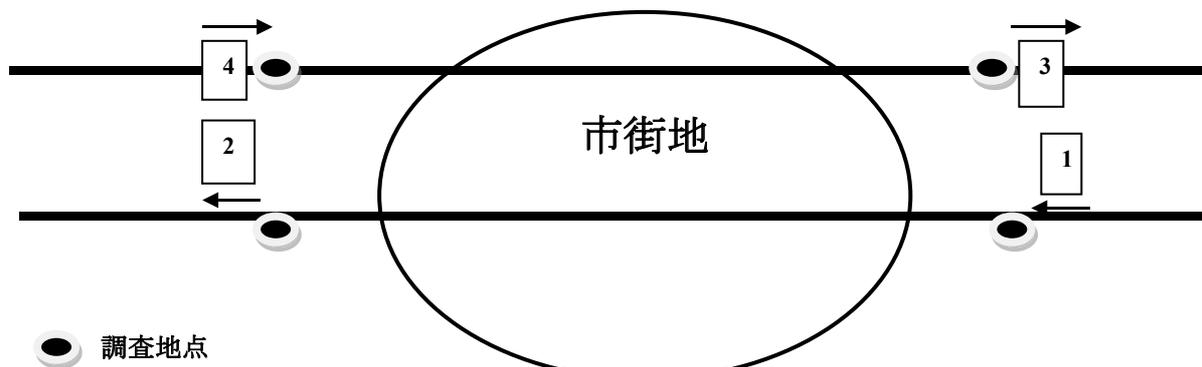
2.2.2 ナンバープレート調査

CVCS と並行して、15 分毎にナンバープレート番号を車種別に記録するナンバープレート調査を各市街地でそれぞれ 1 日間実施した。NPS は O-D 調査の代用となるものであり、上下車線それぞれにある 2 つの調査点（例：図 2.2-1 の地点 1 と 2）で 15 分の間に記録したナンバープレート番号が同じである場合、その車両は市街地を通過したことを意味するとともに“通過交通”であるためバイパスを利用する交通と考えられる。

NPS と CVCS を同時に同じ場所で行うことにより、車種別の“通過交通”の比率を、NPS データを基に算定する。これらの比率と観測した車種別交通量の合計値により“通過交通”の交通量を予測する。

NPS の制約は、市街地の流入地点と流出地点でナンバープレート番号の照合のため記録される交通の抽出がサンプル方式であることである。そのため、ナンバープレート番号の照合の精

度にはある程度の確率的要素が含まれるとともに、ナンバープレート番号調査は走行する車両のナンバープレート番号を調査員が読み取るため記録に誤りが含まれる可能性もある。



出典：調査団

図 2.2-1 調査地点

2.3 交通量予測

バイパスへの転換交通量を予測する手順として、CVCS と NPS をバイパスが提案されている 4 箇所の市街地の NH54 号上下車線の各 2 地点（市街地への流入地点と流出地点）で実施した。表 2.3-1 に 4 箇所の市街地における調査日と位置を示す。

表 2.3-1 交通調査データ

バイパス名	バイパス起点と終点	交通調査実施日
Chhiahtlang バイパス (No. 1)	Km 96.945 to Km 98.185	15.02.2016
Serchhip バイパス (No. 2)	Km 104.430 to Km 114.170	25.02.2016
Hnathial バイパス (No. 3)	Km 169.550 to Km 178.550	22.02.2016
Lawnglai バイパス (No. 4)	Km 472.000 to Km 478.850	18.02.2016

出典: JICA 調査団

CVCS の結果は各バイパス箇所における日交通量算定の基になるものである。CVCS の結果を集計したものを表 2.3-2 に示す。表 2.3-2 中には上下車線それぞれの流入地点での車種別交通量が示される。

表 2.3-2 バイパスにおける日交通量

バイパス名	乗用車/ジープ/ タクシー	ミニ バス	バ ス	自動三 輪車	二輪自 動車	軽量貨 物車	トラッ ク	PCU
Chhiahtlang バイパス (No. 1)								
北向き	134	0	4	20	172	23	16	335
南向き	112	0	4	6	45	38	8	234
Total	246	0	8	26	217	61	24	569
Serchhip バイパス (No. 2)								
北向き	128	1	1	44	123	42	22	367
南向き	154	3	2	34	83	21	12	308
Total	282	4	3	78	206	63	34	675
Hnathial バイパス (No. 3)								
北向き	71	3	1	12	86	23	14	210
南向き	62	0	0	12	42	9	11	142
Total	133	3	1	24	128	32	25	352
Lawnglai バイパス (No. 4)								
北向き	101	0	4	20	44	20	18	239

バイパス名	乗用車/ジープ/ タクシー	ミニ バス	バス	自動三 輪車	二輪自 動車	軽量貨 物車	トラッ ク	PCU
南向き	113	0	7	27	50	27	23	295
Total	214	0	10	47	94	47	42	534

出典：調査団

2.4 交通量予測の方法

交通量予測は、弾性解析手法を用いて実施された。弾性解析手法は、関連経済指標により交通量の成長率を算定するものである。

ステップ 1: 車種別の弾性係数を決定

ステップ 2: 車種別の成長率を予測

本調査では、車両登録台数のトレンド分析と弾性解析を取り入れた IRC:108-1996 に示される手法により、通常交通の成長率を予測した。交通量予測の手順を下表に示す。

表 2.4-1 交通量予測の手順

項目	式	パラメータ
Step.1		
弾性値	$\text{Log } e(P) = A0 + A1 \text{ Log } e(EI)$	<ul style="list-style-type: none"> P = 車種別交通量 EI = 経済指標 (GDP/NSDP/人口/PCI) A0 = Y 切片 A1 = 係数 (弾性指数)
Step.2		
旅客車両	$\text{Grp} = [(1+Rp)(1+r_{pci} \times Em) - 1]$	<ul style="list-style-type: none"> Grp- 旅客車両数増加率 Rp= 人口増加率 Rpci= 一人当たり収入増加率 Em= 弾性値
貨物車両	$\text{Grg} = Em * R(\text{nsdp})$	<ul style="list-style-type: none"> Grg- 貨物車両数増加率 Em= 弾性値 R(nsdp) = NSDP 成長率

出典: IRC: 108-1996

2.4.1 登録車両

調査対象区間における過去複数年の交通量観測データがないことから、自動車登録台数のデータ (2007 年から 2012 年) を活用する。ミゾラム州の過去の自動車登録台数データを表 2.4-2 に示す。

表 2.4-2 ミゾラム州の車両登録台数

年	二輪車	オートリキ シャー	普通車/ ジープ・タクシー	バス	トラック	小型商業車
2007	27776	1758	20870	907	3000	2566
2008	30062	1931	22367	954	3167	2981
2009	32267	2105	23551	1003	3343	3397
2010	39902	2219	25660	1036	3507	4003
2011	47978	2477	28040	1088	3844	4862
2012	60278	2955	31233	1141	4285	6194
CAGR (%)	13.79%	10.40%	11.55%	7.54%	0.16%	17.25%

出典: 北東州委員会(NEC), Shillong

2.4.2 経済指標

基準年価格による純州生産(NSDP)を表 2.4-3 に示す。本データは、貨物車両（トラック、軽商業車両、その他）の弾性係数を算定するための独立変数として使用した。普通車、バス、二輪車等の旅客車両の弾性係数を算定するための独立変数として、表 2.4-3 に示す一人当たり所得(PCI)を使用した。

表 2.4-3 純州生産と一人当たり所得 (基準価格)

Year	NSDP (Mn. INR)	PCI (INR)
2004-05	23996	24662
2005-06	25773	25826
2006-07	26927	26308
2007-08	29885	28467
2008-09	34370	31921
2009-10	38320	34699
2010-11	45389	40072
2011-12	44053	37921

出典:統計計画実行省

2.4.3 弾性値

登録車両台数と純州生産および一人当たり所得の成長率に基づき算定した、車種別の弾性係数を表 2.4-4 に示す。

表 2.4-4 車種別弾性係数

年/期間	2014 - 17	2017 -20	2020 - 25	2025-30	2030 -40
NSDP 成長率 (%)	7.91%	7.11%	6.40%	6.08%	5.78%
人口成長率(%)	2.03%	1.62%	1.46%	1.31%	1.25%
PCI 成長率 (%)	5.88%	5.51%	4.97%	4.80%	4.57%
弾性値 PCI					
二輪車, ($y = 1.766x - 7.831$, $R^2 = 0.902$)	1.59	1.43	1.29	1.16	1.05
オートリキシャー, ($y = 1.299x - 5.834$, $R^2 = 0.875$)	1.24	1.17	1.11	1.11	1.11
普通車/ ジープ・タクシー, ($y = 1.425x - 4.741$, $R^2 = 0.809$)	1.35	1.28	1.22	1.22	1.22
バス $y = 0.929x - 2.774$, ($y = 0.929x - 2.774$, $R^2 = 0.772$)	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
弾性値 NSDP					
トラック ($y = 0.584x + 2.031$, $R^2 = 0.875$)	0.73	0.83	0.96	0.96	0.96
小型商業者, ($y = 1.475x - 7.219$, $R^2 = 0.904$)	1.32	1.19	1.07	1.02	0.97

出典：調査団

2.5 交通量予測

前述のとおり、バイパス予定箇所における現況交通は交通調査により観測した。これに加え、以下に説明するカラダンマルチモーダルプロジェクトによる新規の交通と、道路開発に伴う誘

発交通（国道 54 号本線拡幅事業、国道 54 号バイパス事業、カラダンマルチモーダルプロジェクトによる）が将来交通量として予測される。

将来交通量は先に詳述した手法により予測した。2040 年までの車種別成長率を表 2.5-1 に示す。

表 2.5-1 交通量予測に適用する車種別成長率

年/期間	2014 - 17	2017 -20	2020 - 25	2025-30	2030 -40
二輪車	11.58%	9.65%	7.97%	6.96%	6.08%
オートリキシャー	9.43%	8.20%	7.08%	6.74%	6.40%
普通車 / ジープ・タクシー	10.12%	8.80%	7.60%	7.24%	6.87%
バス	7.60%	6.83%	6.15%	5.84%	5.55%
トラック	5.73%	5.93%	6.14%	5.83%	5.54%
小型商業車	15.72%	18.08%	6.86%	6.19%	5.59%

出典：調査団

カラダンマルチモーダルプロジェクト

本プロジェクトは、2020 年と想定した改良プロジェクトの供用前に完成する予定である。本プロジェクトの供用に伴い、西ベンガルの Kokrajhar から北東州地域へアクセスする交通の一部がミゾラムの国道 54 号を経由するルートにより北東州地域へアクセスすることが可能である。

区間	交通機関	距離
Kolkata ～ ミャンマー Sittwe 港	海運	539 km
Sittwe～ Paletwa (Kaladan 川)	内航水運	158 km
Paletwa～ Kaletwa	道路	67 Km
Kaletwa～ Myeikwa (インド-ミャンマー国境)	道路	62 km
国道 54 号 (Lawngtlai)	道路	100 km
Lawngtlai ～ Aizawl	道路	334 Km
Kolkata ～ Aizawl		1260 Km

出典: 北東地域開発省

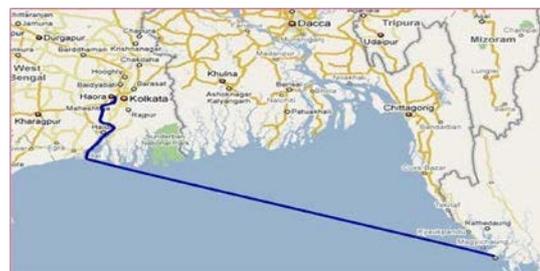


図 2.5-1 カラダンマルチモーダルプロジェクト

本報告書の第 1 巻(優先順位検討及び国道 54 号と国道 51 号の概略設計)の国道 54 号の交通量予測において、カラダンマルチモーダルプロジェクトによる新規の交通を表 2.5-2 の通り予測しており、バイパス交通量予測においてもこれを適用する。

表 2.5-2 Kaladan プロジェクトでの交通量

車種	2020年の交通量
二輪車	196
オートリキシャー	13
普通車 / ジープ・タクシー	373
バス	20
ミニバス	16
トラック	53
小型商業車	255

出典：調査団

上記の交通量に加え、国道 54 号の拡幅事業とバイパス建設事業およびカラダンマルチモーダルプロジェクトにより誘発される交通量として 10%（2020 年迄）を考慮した。

現況交通量と車種別成長率から算定される将来交通量、カラダンマルチモーダルプロジェクトによる新規交通量、および誘発交通量からなる 2020 年、2025 年、2030 年、2035 年、および 2040 年の将来交通量を表 2.5-3 に示す。

表 2.5-3 交通量予測結果(日交通量)

年	普通車/ジープ・タクシー	バス	オートリキシャー	二輪車	小型商業車	トラック(2軸)	計	PCU
Chhiahtlang バイパス (No. 1)								
2020	349	10	36	319	116	30	861	841
2025	1103	66	74	808	543	118	2713	2861
2030	1565	87	103	1132	734	157	3777	3950
2035	2181	115	140	1520	963	206	5125	5333
2040	3041	150	191	2042	1264	270	6957	7206
Serchhip バイパス (No. 2)								
2020	400	9	108	303	120	43	983	995
2025	1184	64	186	782	549	137	2902	3099
2030	1680	85	257	1095	742	182	4040	4280
2035	2342	111	351	1471	973	238	5486	5782
2040	3264	146	478	1976	1277	312	7454	7818
Hnathial バイパス (No. 3)								
2020	189	5	33	188	61	31	508	517
2025	849	58	70	597	459	120	2153	2352
2030	1204	77	97	836	619	160	2993	3241
2035	1679	101	132	1123	813	209	4056	4368
2040	2340	132	180	1509	1067	274	5501	5891
Lawnglai バイパス (No. 4)								
2020	303	13	65	139	90	52	662	769
2025	1031	70	119	517	502	151	2391	2737
2030	1462	93	165	724	678	201	3323	3770
2035	2038	121	225	973	890	263	4511	5085
2040	2841	159	307	1307	1169	345	6127	6864

出典: 調査団

2.6 バイパス交通

2.2 章に述べた手法により、CVCS および NPS の結果分析に基づき、4 箇所のバイパス区間での交通転換割合を算定した。CVCS 結果に基づく交通転換割合は NPS 結果に基づく結果よりも整合性が高い。よって、表 2.6-1 に示す CVCS 結果に基づく交通転換割合をバイパス交通量である転換交通量算定に用いることとし、表 2.5-3 に示す交通量予測結果に乗じることによりバイパス交通量を算定する。バイパス交通量予測結果を表 2.6-2 に示す。

表 2.6-1 バイパスに交通転換割合

バイパス	普通車/ジープ・タクシー	バス	オートリキシャー	二輪車	小型商業車	トラック
Chhiahtlang バイパス (No. 1)	67%	25%	15%	43%	46%	25%
Serchhip バイパス (No. 2)	63%	-	55%	50%	51%	41%
Hnathial バイパス (No. 3)	41%	-	25%	49%	25%	28%
Lawnglai バイパス (No. 4)	66%	10%	56%	46%	35%	44%

出典: 調査団による交通調査

表 2.6-2 バイパスに転換する交通量 (日交通量)

バイパス	普通車/ ジープ・ タクシー	バス	オートリキシャー	二輪車	小型商業 車	トラック	計	PCU
Chhiahtlang バイパス (No. 1)								
2020	349	10	36	319	116	30	861	841
2021	555	13	9	258	191	22	1048	1084
2025	744	16	11	350	249	28	1400	1437
2030	1056	22	16	490	337	37	1957	1998
2035	1472	29	22	659	442	48	2671	2716
2040	2052	38	29	885	580	63	3647	3695
Serchhip バイパス (No. 2)								
2020	400	9	108	303	120	43	983	995
2021	555	0	78	288	214	45	1179	1233
2025	743	0	102	391	279	58	1573	1632
2030	1054	0	142	548	377	76	2197	2264
2035	1470	0	193	736	494	100	2993	3073
2040	2049	0	264	988	649	131	4081	4173
Hnathial バイパス (No. 3)								
2020	189	5	33	188	61	31	508	517
2021	398	0	29	220	179	40	865	924
2025	533	0	38	299	233	51	1153	1222
2030	756	0	53	418	315	67	1609	1691
2035	1054	0	73	562	413	88	2188	2290
2040	1469	0	99	754	542	115	2979	3103
Lawnglai バイパス (No. 4)								
2020	303	13	65	139	90	52	662	769
2021	483	0	50	190	196	50	969	1072
2025	647	0	66	259	255	64	1290	1416
2030	918	0	91	362	345	84	1800	1960
2035	1279	0	124	487	452	111	2453	2657
2040	1783	0	169	654	594	145	3344	3604

出典：調査団

第3章 経済分析

3.1 概要

道路プロジェクトの費用と便益は、2.5年間の建設期間を含む30年間をプロジェクト期間として算定した。プロジェクト期間終了時の残存価格は10%と設定し、純現在価値(NPV)算定のための社会的割引率は12%に設定した。この値は、開発途上国における類似プロジェクトでの一般的な適用値を参照した。

現在価格の基準年は2016年とした。投資費用、車両費、消耗費等のプロジェクト関連費用は市場価格を基準とするため、これらの費用を経済的費用に変換する変換係数を適用する。このため、全てのプロジェクト関連費用(“With”ケースと“Without”ケース共)の現在価格に対して、材料や機械に対する税、関税、補助金等を控除し経済的費用に変換する。標準変換係数(SCF)の0.80を道路建設および道路維持管理に関する費用の市場価格から経済的費用への変換に適用する。プロジェクトの投資コストは、建設費により構成される。

3.2 国道54号バイパスと対応する国道54号現道

表3.2-1は国道54号バイパスと対応する国道54号現道の延長を示している(国道54号現道の始点と終点の位置は国道54号バイパスの始点と終点と同じ)。国道54号バイパスの延長と対応する国道54号現道の延長は経済分析のための入力データとなる。

表 3.2-1 バイパス延長と対応する現道の区間延長

バイパス名	バイパス始点と終点	バイパス延長	国道54号対応区間の延長
Chhiahtlang バイパス (No.1)	Km 96.945 to Km 98.185	2.57km	1.24 Km
Serchhip バイパス (No.2)	Km 104.430 to Km 114.170	11.80km	9.74 Km
Hnathial バイパス (No.3)	Km 169.550 to Km 178.550	7.02km	9.00 Km
Lawnglai バイパス (No.4)	Km 472.000 to Km 478.850	2.63km	6.85 Km

出典：調査団

国道54号バイパスに対応する国道54号現道区間の特徴を表3.2-2に示す。

表 3.2-2 国道54号バイパスに対応する国道54号現道区間の特徴

対応するバイパス	バイパスに対応する国道54号現道区間	車道幅員	路肩幅	地形	平均IRI
No.1	Km 55- Km125	3.75 m (1車線)	0.5 m(未舗装)	急峻	5.00
No.2	Km 55- Km125	3.75 m (1車線)	0.5 m(未舗装)	急峻	5.00
No.3	Km 125 - Km250	3.75 m (1車線)	0.4 m(未舗装)	急峻	6.20
No.4	Km 250 - 終点	3.75 m (1車線)	0.45 m(未舗装)	急峻	9.10

出典：調査団

3.3 車両データインプット

車両諸元データは、車両(動力付きおよび動力なし)走行費用の算定に使用する。車両走行費用を構成するデータは、タイヤ費用、燃料費用、維持労務費、搭乗員費等の費用、および車両諸元の詳細と走行性能である。車種別の経済費用を

表3.3-1に示す。表中の費用は先に説明した経済的費用に変換したものである。

表 3.3-1 車種別の経済費用

項目	普通車	二輪自動車	白三輪自動車	バス	マイクロバス	2軸トラック	多軸トラック	軽貨物車	トラックター
車両価格 (Rs. 000)	420	54	139	924	651	1008	1117	680	454
車輪数	4	2	3	6	4	6	10	4	4
車軸数	2	2	1	2	2	2	3	2	2
乗員数	4	1	3	30	15	-	-	-	-
タイヤ (Rs.000)	3.26	0.77	1.01	9.19	9.19	9.19	9.19	5.88	9.19
燃料/Lt. (Rs.)	38.63	38.63	38.63	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75
維持管理労務費 (Rs./時間)	105	63	105	189	157.5	189	210	157.5	210
乗組員手当 (Rs./時間)	16.8	0	14.7	67.2	40.95	37.8	43.05	28.35	0
年間間接費 (Rs 000)	21	0	10.5	42	31.5	31.5	42	31.5	10.5
利率(%)	12	12	12	12	12	12	12	12	12
旅行者時間価値 (Rs./人/時間)	80.06	64.04	64.04	53.7	53.7	0	0	0	0
旅客車両空間換算 (PCSE)	1.0	0.5	1.0	1.8	1.5	1.8	2.4	1.5	2.4
勤務時間	850	240	950	2200	1400	2600	2800	1400	650
年間走行距離 (000)	40	12	25	75	55	85	85	50	10
平均車両寿命 (年)	8	8	8	8	8	10	10	8	8

出典：調査団市場調査および各種調査報告書

3.4 プロジェクト費用

本調査の概略設計により国道 54 号バイパスの概算事業費を算出した。概算事業費の”With ケース”は国道 54 号バイパスを新設する場合であり、”Without ケース”は建設しない場合である。建設期間は 2019 年より 2.5 年間（2021 年まで）と設定し、交通供用開始を 2021 年とした。建設期間における投資割合を表 3.4-1 の通り設定した。

表 3.4-1 年度別初期投資割合

建設年	投資割合
2019	30%
2020	40%
2021	30%

出典：調査団

3.5 維持管理レベルと費用設定

維持管理費用（日常および定期）の設定は、”With”ケースと”Without”ケースのそれぞれで検討した。”With”ケースでは、道路管理者により現在実施されている内容を基に設定した。”Without”ケースでは、道路改良を踏まえて調査団により設定を行った。

3.6 経済分析

上記で策定した経済分析の方法により、国道 54 号バイパスの経済分析指標を算定する。経済分析指標である、経済的内部収益率(EIRR)は経済的実現可能性の評価において重要な指標となる。経済分析の結果を表 3.6-1 に示す。

表 3.6-1 国道 54 号バイパス経済分析結果

国道 54 号線+ 国道 54 号バイパス名	EIRR (%)
国道 54 号線+ Chhiahtlang バイパス No.1	13.21%
国道 54 号線+ Serchhip バイパス No.2	12.07%
国道 54 号線+ Hnathial バイパス No. 3	12.77%
国道 54 号線+ Lawnglai バイパス No. 4	13.17%
国道 54 号線+ 全バイパス	10.96%

出典：調査団

国道 54 号線の主要な市街地については、既存道路の拡幅を行った場合に社会影響、特に住民移転による影響が非常に大きいため、かかる影響を最小化し、かつ州の大動脈としての幹線機能を維持するためには、バイパス建設が最適と考えられる。建設予定地近隣には、道路建設が安価となる平坦な地形は存在せず、急峻地形上でのバイパス計画となるため、平坦地と比較し工事費が 2~3 倍となり、EIRR が相対的に低くなっているが、環境社会影響を考慮すれば、総合的にはバイパス建設が最適と考えられる。環境社会配慮の詳細については第 8 章を参照のこと。

第4章 ルート比較検討

4.1 概要

DPR におけるバイパス検討内容は明確ではない。DPR における 4 箇所のバイパスの線形計画は暫定形であり、縦断計画と横断計画の記載がない。特に Chhiahtlang バイパスと Serchhip バイパスの線形計画は不明瞭である。したがって、概略設計のための路線測量を行う前にルートを確認するための比較検討を行った。ルート比較検討は現地踏査を踏まえて行い、各バイパスルートにおける最適ルートを選定した。

4.2 検討内容

ルート比較検討では、衛星写真（3次元モデル）を基に実現可能な代替路線案を設定し、現地踏査により沿線状況の確認を行い、最適案を選定した。

4.3 DPR のレビュー

4.3.1 概要

DPR で提案される国道 54 号上の 4 箇所のバイパス区間を表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 バイパス区間

番号	区間名	起終点位置（国道 54 号キロポスト）	延長
1	Chhiahtlang バイパス	起点 96.945km 付近、終点 99.185km 付近	約 3km
2	Serchhip バイパス	起点 104.430km 付近、終点 114.170km 付近	約 12.4km
3	Hnathial バイパス	起点 169.550km 付近、終点 178.550km 付近	約 6.8km
4	Lawngtlai バイパス	起点 472.000km 付近、終点 478.850km 付近	約 2.0km
合計			約 24.2km

出典：調査団

既存資料より、国道 54 号上の 4 箇所のバイパスのレビューを行った。

4.3.2 Chhiahtlang バイパス

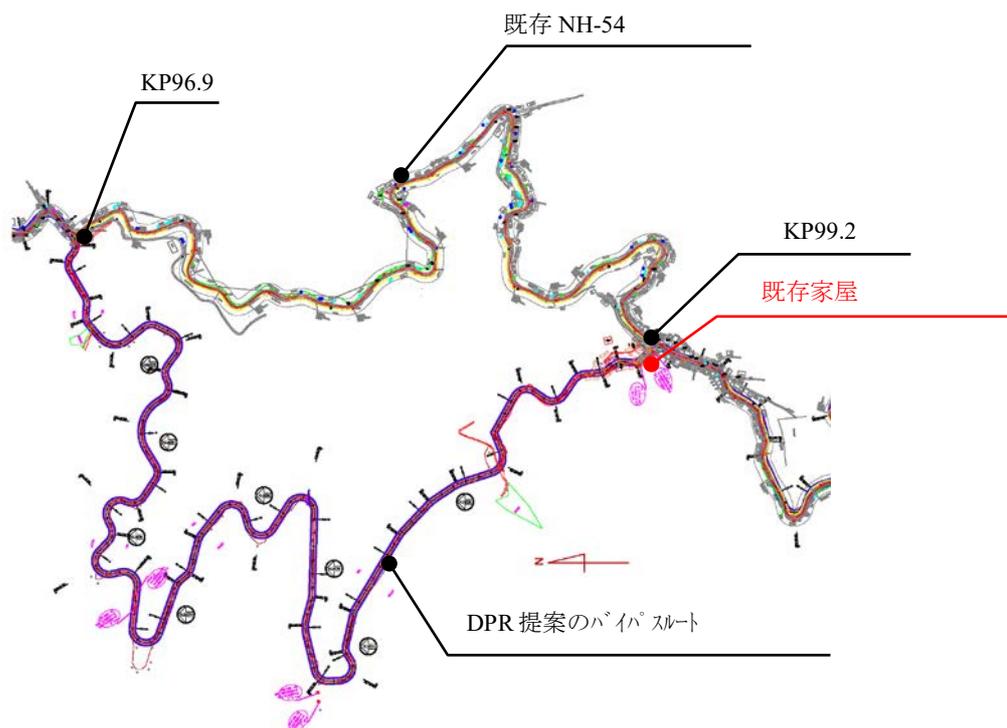
DPR で提案される Chhiahtlang バイパスの計画を図 4.3-1 に示す。

Chhiahtlang 集落の東側に国立自然保護公園があることが確認されている。よって、同公園を避けた DPR 案にて提案されている既存 54 号線の西側を通るルートを推奨する。DPR 案では、バイパスルートの起点は 96.9 キロポスト付近、終点は 99.2 キロポスト付近で延長は約 3km である。STA.92+300 付近となる。調査団による初期診断により、終点側付近に既設家屋が多く散見されることから現地調査にて線形変更による移転家屋数の削減を検討する。

4.3.3 Serchhip バイパス

DPR で提案される Serchhip バイパスの計画を図 4.3-2 に示す。

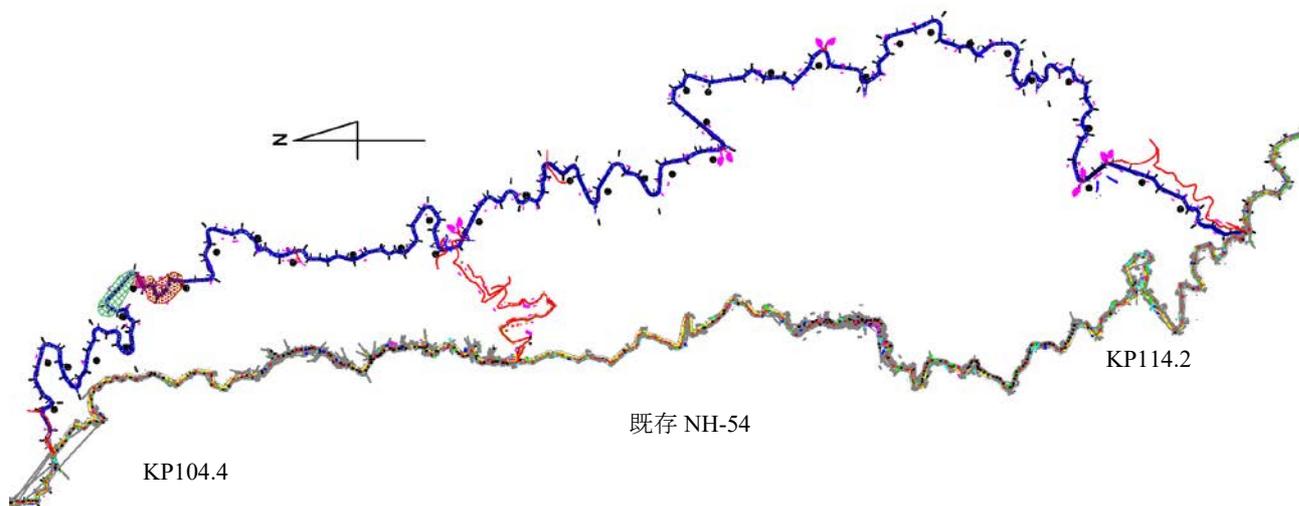
Serchhip 集落の西側を通るバイパスルートを検討した場合、地形条件上、極端に長いバイパスルートとなり現実的ではないため、DPR 案にて提案されている東側を通るルートを推奨する。また、調査団による初期診断により、終点側に近い区間において既設家屋が散見されることから現地調査にて線形変更による移転家屋数の削減を検討する。



出典：調査団

図 4.3-1 DPR で提案される Chhiahtlang バイパス計画

DPR 提案のバイパスルート



出典：調査団

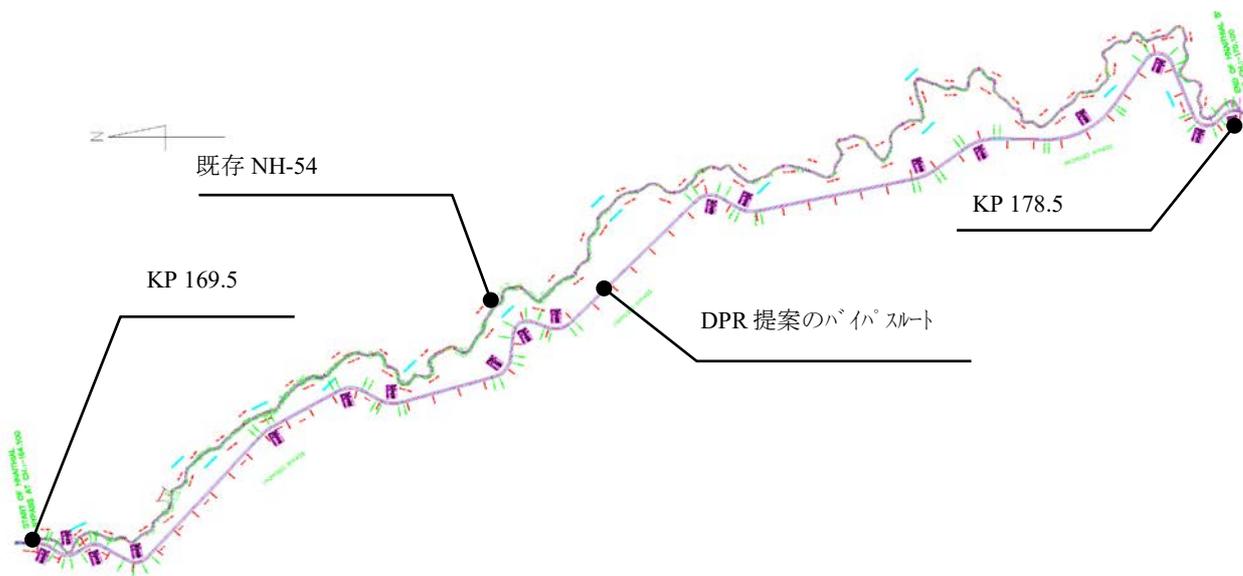
図 4.3-2 DPR で提案される Serchhip バイパス計画

4.3.4 Hnathial バイパス

DPR で提案される Hnathial バイパスの計画を図 4.3-3 に示す。

Hnathial 集落東側は、急峻な地形が連続し、幾何構造上、道路線形を引くことが困難な地形と言える。このため、DPR 案にて提案されている西側ルートが現実的なバイパスルートと考えら

れる。バイパスルートとしては、起点が 169.5 キロポスト付近から始まり、終点は 178.5 キロポスト付近となっている。



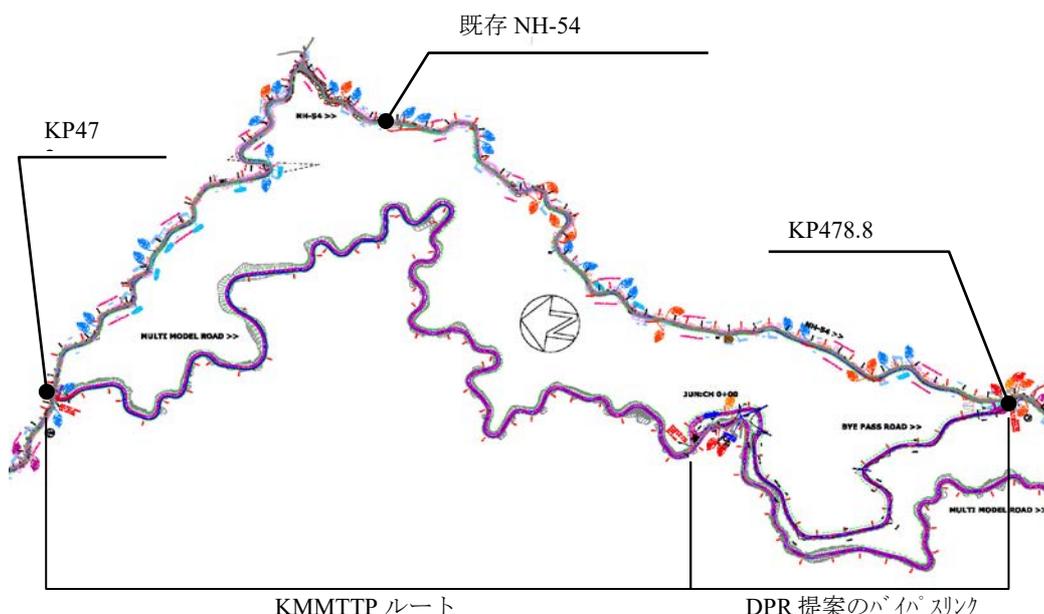
出典：調査団

図 4.3-3 DPR で提案される Hnathial バイパス計画

4.3.5 Lawngtlai バイパスリンク

DPR で提案される Lawngtlai バイパスの計画を図 4.3-4 に示す。

Lawngtlai 集落付近では、市街化地域を避けるバイパス道路建設事業として、“Kaladan Multi-Modal Transit Transport Project (KMMTTP)”が既に実施されている。(下図参照) したがって、ロンクライ集落におけるバイパスルート検討においては、同 KMMTTP ルートを取り込んだ DPR にて提案されているバイパスルートを採用することが現実的であり、同バイパスルートを推奨する。



出典：調査団

図 4.3-4 DPR で提案される Lawngtlai バイパスリンク計画

4.4 ルート比較検討

4.4.1 使用データ・現場踏査

ルート比較検討のベース図として、衛星写真を利用した写真測量法により等高線入りの3次元地形モデルをバイパス4区間について構築した。上記ベース図上で2案以上のルート案について比較検討する。

ベース図では共通の座標系として WGS-84 (世界測地系) の UTM (横メルカトル図法) ゾーン 46N (93度 E) を適用している。

調査団は、バイパス4区間の検討ルート沿いの設計コントロールおよびその他の現地状況を確認するために現地踏査を実施した。急峻な地形により一部の区間については少し離れた地点からの現状確認となったが、概ね検討ルートの全区間を踏査することができた。現場踏査は、携帯 GPS により検討ルートの正確な位置を確認のうえ行った。また位置情報付の写真撮影により設計コントロールの正確な位置の確認を行った。

4.4.2 バイパス毎の比較ルートの特徴

バイパス毎の比較ルートの特徴を表 4.4-1 に整理した。

表 4.4-1 バイパス毎の比較ルートの特徴

番号	バイパス	比較ルート案		
		ルート	延長 (km)	主な特徴
1	Chhiahtlang バイパス	ルート-1 (DPR)	2.584	終点近くの谷側の家屋がコントロール
		ルート-2	2.578	終点近くの山側の家屋がコントロール
2	Serchhip バイパス	ルート-1 (DPR)	12.422	現道より標高が低い地点を通過するが地形は急峻。終点近くに橋長の長い直線橋梁 (ルート 1,2,3 案中最長)
		ルート-2	11.629	ルート-1 よりやや標高が高い地点を通過し、地形は若干緩い。終点近くに直線橋梁 (ルート 1 案の次に長い)
		ルート-3	11.708	ルート-1 よりやや標高が高い地点を通過し、地形は若干緩い。終点近くに直線橋梁 (ルート 1,2,3 案中最短だがアプローチが相対的に長い)
		ルート-4	12.164	ルート-1 よりやや標高が高い地点を通過し、地形は若干緩い。橋長を短くするため曲率の小さいカーブを適用しているが、終点付近の設計コントロールを避けるのが難しい。
3	Hnathial バイパス	ルート-1 (DPR)	6.799	現道より標高が高い地点を通過するが、複数の家屋がコントロールとなる
		ルート-2	6.974	現道より標高が高い地点を通過し、家屋を極力避けている
4	Lawngtlai バイパス	ルート-1 (DPR)	1.870	斜面の中間位置を通過し、地滑りブロックの中腹地点を通過する
		ルート-2	2.110	斜面の上部位置を通過し、地滑りブロックを避ける

出典：調査団

4.4.3 比較ルートと設計コントロールポイント (Chhiahtlang バイパス)

比較ルートの詳細は付録 1-1 に示す。提案する比較ルートの線形は、地形図の地形を踏まえた微修正を加えているが、終点付近の短い区間を除き、基本的に DPR 案と同様である。主要な設計コントロールポイントは以下の通り；

1. KM0+200 付近の大規模墓地

DPR 案は KM0+200 付近の大規模墓地脇の現道を利用する案としている。バイパスルートを大規模墓地の谷側の低い位置とする案も検討したが、大規模墓地前後の急峻地形上に新設ルートを設ける必要があり経済的に不利な案となるため棄却した。

2. KM2+100 付近の大規模墓地

KM2+100 付近の大規模墓地脇にも現道があり、この現道の山側を拡幅し斜面对策工を適切に施すことにより大規模墓地への影響を回避できる。

3. 終点付近の家屋

バイパスルートは、両側に家屋が連なる現道を終点としている。このため、2 案の比較ルートを、谷側を通過し山側の家屋移転を避ける案（ルート-1）、山側を通過し谷側の家屋移転を避ける案（ルート-2）、としてそれぞれの移転家屋数を比較検討対象とした。

また、上記移転家屋を避ける案として、バイパスルートの終点を約 400m 南側にシフトするルートの可能性を現場踏査で確認したが、ルート上に大規模な表層崩壊が存在し国道 54 号への取付位置付近に家屋が連なっており優位性が確認されなかったため棄却した。

表 4.4-2 Bypass-1 の主要設計コントロールポイント

コントロールポイント	現地写真
1. KM0+200 付近の大規模墓地	
2. KM2+100 付近の大規模墓地	

コントロールポイント	現地写真
3. 終点付近の家屋	

出典：調査団

4.4.4 比較ルートと設計コントロールポイント (Serchhip バイパス)

比較ルートの詳細は付録 1-2 に示す。本バイパス区間では4つの比較ルート案を検討した。起点側の Km0+000 から Km9+700 付近迄の区間では基本的に2つの比較ルートを検討している。DPR 提案のルート-1 は現道より標高が低い地点を通過するが、数か所において地形が非常に急峻である。従って、ルート-1 以外のルート案は、ルート-1 に対して比較的緩やかな地形となるルート-1 よりやや標高が高い地点を通過することとした。Km9+700 付近以降の終点側では、Km10+500 付近の橋梁計画を設計コントロールとした4つの比較ルートを検討している。

ルート-1、ルート-2、およびルート-3 の橋梁を計画する渡河位置はほぼ同じであり、橋梁区間の線形は直線となっている。ルート-1 (DPR 提案) の橋梁区間の計画高は地形条件より他の案と比較して高いため橋長が最も長くなっている。ルート-2 の橋梁区間の計画高はルート-1 とルート-3 の中間であり橋長はルート-1 の次に長い。橋梁区間以降のアプローチ線形は3つのルートの中で最も優れる。ルート-3 はルート-2 に類似するルート案であるが、橋長を短くして経済性を優位にするために計画高を可能な限り低くしている。ただし、橋梁区間以降で縦断勾配を確保するためにルート-1、ルート-2 に比較して曲線区間を多く設置している。

ルート-4 は他のルートに対し、橋梁延長を更に短くし、橋梁区間の計画高を安価な支保工が適用できる高さに抑えるように、線形を谷を挟んだ対岸に大きくシフトした案である。ただし、線形を対岸にシフトしたことにより他のルートに比較して急峻な地形を通過するとともにいくつかの急な沢を横断する計画となっている。また、終点付近にヘアピンカーブがあり区間長も長くなるため、他のルートに比較して線形が劣る。

ルート-1(DPR)の線形は、地形に合わせた微調整がなされていないため土工数量が他のルートに比較して大きくなっている。

現地踏査により確認された主要な設計コントロールポイントを表 4.4-3 に示す。

表 4.4-3 Bypass-2 の主要設計コントロールポイント

番号	コントロールポイント	内容	備考
1	CP1	丘陵地の鞍部	DPR 案では鞍部を深く切る計画となっている
2	CP2	橋梁計画(DPR)	ルート-2, 3, 4 では橋梁計画としない
3	CP3	急斜面(DPR)	CP4 を通過することにより急斜面を避ける
4	CP4	緩斜面(ルート-2, 3, 4)	
5	CP5	墓地を通過(DPR)	ルート-2, 3, 4 では線形変更により回避

番号	コントロールポイント	内容	備考
6	CP6	急斜面(DPR)	CP7を通過することにより急斜面を避ける
7	CP7	緩斜面(ルート-2, 3, 4)	
8	CP8	急斜面(DPR)	CP9を通過することにより急斜面を避ける
9	CP9	緩斜面(ルート-2, 3, 4)	
10	CP10	橋梁計画(ルート-1,2,3)	直線橋であるが橋長が長い
11	CP11	比較橋梁計画案(ルート-4)	計画高が低い曲線橋
12	CP12	支障家屋(ルート-4)	ルート-1,2,3では回避

出典：調査団

表 4.4-4 Bypass-2 の主要設計コントロールポイント

コントロールポイント	現地写真
CP1	
CP2	

コントロールポイント	現地写真
CP3/CP4	
CP5	
CP6	

コントロールポイント	現地写真
CP7	
CP8/CP9	
CP10	

コントロールポイント	現地写真
CP11	
CP12	

出典：調査団

4.4.5 比較ルートと設計コントロールポイント (Hnathial バイパス)

比較ルートの詳細は付録 1-3 に示す。本バイパス区間では2つの比較ルート案を検討した。DPR 提案のルート-1 はルート-2 に比べて、国道 54 号の谷側斜面のやや上部を通過する。従って、付録 1-3 に示す通り、ルート-1 はルート-2 に比べて移転対象となる家屋やサッカーグラウンド等が多い。このため、ルート-2 ではルート-1 より計画高を下げることで移転対象を減らしている。

現道より標高が低い地点を通過するが、数か所において地形が非常に急峻である。従って、ルート-1 以外のルート案は、ルート-1 に対して比較的緩やかな地形となるルート-1 よりやや標高が高い地点を通過することとした。Km9+700 付近以降の終点側では、KM10+500 付近の橋梁計画を設計コントロールとした4つの比較ルートを検討している。

ルート-1(DPR)の線形は、地形に合わせた微調整がなされていないため土工数量が他のルートに比較して大きくなっている。

現地踏査により確認された主要な設計コントロールポイントを表 4.4-5 に示す。

表 4.4-5 Bypass-3 の主要設計コントロールポイント

番号	コントロールポイント	内容	備考
1	CP1	支障家屋(DPR)	ルート-2 では回避
2	CP2	支障家屋(DPR)	
3	CP3	支障家屋(DPR)	
4	CP4	支障家屋(DPR)	
5	CP5	支障家屋(DPR)	
6	CP6	サッカーグラウンド(DPR)	
7	CP7	大切土	地形を十分考慮しない線形により大切土が生じる(DPR) ルート-2 では線形改良によりこれを緩和

出典：調査団

表 4.4-6 Bypass-3 の主要設計コントロールポイント

コントロールポイント	現地写真
CP1	
CP2	

コントロールポイント	現地写真
CP3	 <p>A photograph showing a dirt road leading to a small, simple house with a corrugated metal roof, situated on a hillside. There are trees and a concrete well in the foreground.</p>
CP4	 <p>A photograph showing a dirt road winding through a hilly landscape with dense vegetation and trees. A small structure is visible on the left side of the road.</p>
CP5	 <p>A photograph showing a long building with a corrugated metal roof, possibly a school or community center, situated on a hillside. There are trees and a dirt path in the foreground.</p>

コントロールポイント	現地写真
CP6	
CP7	

出典：調査団

4.4.6 比較ルートと設計コントロールポイント (Lawngtlai バイパスリンク)

比較ルートの詳細は付録 1-4 に示す。本バイパス区間では2つの比較ルート案を検討した。3.3 章で述べたとおり、Lawngtlai バイパスの前半部分は“Kaladan Multi-Modal Transit Transport Project (KMMTTP)”で整備される路線の一部を利用する形であり、国道 54 号と接続してバイパスを形成するためには Lawngtlai バイパスリンクの整備が必要となる。

ルート-1(DPR 案)の主要なコントロールは KM1+100 付近の大規模地滑りブロックであり、本ルートは地滑りブロックの中間部分を通過する計画である。このため、ルート-2 では地滑りブロックを避けて地滑りブロックの上を通過する計画としている。このため、ルート-2 では最急縦断勾配 7%以下が確保されるよう、ルート-1 に比較して起点の位置を約 250m 北側に移動してルート延長を長くしている。

表 4.4-7 Bypass-4 の主要設計コントロールポイント

コントロールポイント	現地写真
Kml+100 付近の大規模地滑り	

出典：調査団

4.5 ルート比較検討結果

各バイパスにおける最適ルート選定のために、下記の条件でルート比較検討を行った。

1. バイパスを建設せずに国道 54 号を現道拡幅(幅員 12m)する案をルート-0 とした。
2. 線形要素 (平面および縦断)、環境配慮事項、土の切盛バランス、移転家屋数、建設コストを比較項目とした。
3. ルート比較におけるバイパス-4 (Lawngtlai バイパスリンク) は、バイパス-4 と共に Lawngtlai バイパスを構成するカラダンマルチモーダル道路も含めた Lawngtlai バイパス全体として比較を行う。このため、ルート-1 とルート-2 の建設コストにはカラダンマルチモーダル道路区間 (約 4.4km、Rs.10 crore/km) の建設コストを含めている。

ルート比較検討の詳細は付録-2 に示した。ルート比較検討結果のサマリーを表 4.5-1 に示す。

表 4.5-1 ルート比較検討結果サマリー

番号	バイパス	比較項目	ランキング				
			ルート-0	ルート-1	ルート-2	ルート-3	ルート-4
1	Chhiahtlang バイパス	線形	3	1	1	--	--
		土の切盛バランス	1	3	2	--	--
		移転家屋数	3	1	1	--	--
		建設コスト	1	2	3	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--
2	Serchhip バイパス	線形	4	5	1	2	3
		土の切盛バランス	1	5	1	1	1
		移転家屋数	5	1	1	1	1
		建設コスト	1	5	2	4	3
		総合ランキング	5	4	1	2	3
3	Hnathial バイパス	線形	3	1	2	--	--
		土の切盛バランス	1	3	1	--	--
		移転家屋数	3	2	1	--	--
		建設コスト	1	3	2	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--
4	Lawngtlai バイパス	線形	3	2	1	--	--
		土の切盛バランス	1	3	1	--	--
		移転家屋数	3	2	1	--	--
		建設コスト	1	3	2	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--

出典：調査団

4.6 結論

- ルート比較検討の結果、最適ルートを表 4.6-1 の通り選定した。
- 上記を踏まえ、概略設計のための路線測量を最適ルートに対して行う。

表 4.6-1 ルート比較検討の結論

番号	バイパス	ルート	延長(km)	結論
1	Chhiahtlang バイパス	ルート-0	2.200	ルート-2 を最適案と位置付けるが、 他ルートとの大きな違いは終点区間 のみである。したがって、測量調査 後に再度詳細な確認を行う。
		ルート-1	2.584	
		ルート-2	2.578	
2	Serchhip バ イパス	ルート-0	9.700	線形、土の切盛バランス、移転家屋 数を勘案するとルート-2 が最も優れ ている。
		ルート-1	12.422	
		ルート-2	11.629	
		ルート-3	11.708	
		ルート-4	12.164	
3	Hnathial バ イパス	ルート-0	10.000	土の切盛バランス、移転家屋数、建 設コストを勘案するとルート-2 が最 も優れている。
		ルート-1	6.799	
		ルート-2	6.794	
4	Lawngtlai バイパス	ルート-0	5.800	線形、土の切盛バランス、移転家屋 数、建設コストを勘案するとルート -2 が最も優れている。
		ルート-1	6.270	
		ルート-2	6.100	

出典：調査団

第5章 国道 54 号バイパスの概略設計

5.1 自然条件調査

5.1.1 気象調査および水文調査

(1) 序論

道路の機能を維持するためには、排水設備により路面周辺や山側からの流入水を適切に排水することが必要である。特に山岳道路では、山の斜面からの流水が道路に向けて大量に流れ込んでくるため、排水設備を適切に設けることで、流水から路面をまもることが重要である。

そこで、プロジェクト対象地域の気象条件および地理的条件を考慮した流出量検討を行う。

(2) 気象条件

ミゾラム州は穏やかな気候で夏季は 20℃から 29℃と比較的涼しく、冬は 7℃から 22℃の気温となる。この地域はモンスーンの影響を受けるため、5月から9月の時期にかけて降雨は激しく、また乾期には降雨量は減少する。気候区分としては熱帯湿潤気候から亜熱帯湿潤気候に属している。ミゾラム州全体の年間平均降雨量は 254cm であり、首都のアイゾールおよびルングレイでは、それぞれ 215cm、350cm となっている。

こうした気象条件が起因して、ミゾラム州では、サイクロンや地滑りが度々発生している。

なお 5.2.10 章で説明するように、インド北東部では近年の気象変動による影響により降雨量も増加傾向にある。

(3) 地形条件

ミゾラム州はインド北東部の中でも最も多様な丘陵地形を有している。丘陵は急峻で南北方向に流れる河川により深い溪谷を形成している。ミゾラム州では Blue Mountain の 2,210m が標高最大地点である。

また NH54 バイパスを計画する 4 つの町の標高は、概ね以下のとおりとなっている。

- Chhiahtlang (Bypass No.1) : 900m－930m
- Sercchip (Bypass No.2) : 810m－980m
- Hnathial (Bypass No.3) : 600m－720m
- Lawngtlai (Bypass No.4) : 750m－860m

(4) 流出量検討

a) 計算手法

流出量検討は、インド国の道路設計で一般的に用いられる横断排水に関する基準書 IRC:SP:13 “Guidelines for the design of small bridges and culverts” および道路排水に関する基準書 IRC:SP42 “Guidelines of road drainage”に基づいておこなう。

計算手法としては、線形モデルによりピーク流量を算出する合理式を適用する。このため、流出量の大きさは、降雨強度、流域間の距離や到達時間、集水面積、流域形状や傾斜、土壌や植生など地表面の状況により決定される。

合理式

$$Q = 0.028 \times C \times I \times A$$

C : 流出係数

I : 流達時間内の降雨強度 (cm/hr), $I = F/T \times ((T+1)/(tc+1))$

F : 雨量強度 (mm/hr)

T : 雨量継続時間 (hrs)

tc : 流達時間(hrs)

A : 集水面積 (hectares)

b) 再現期間

再現期間については IRC:SP42 に指針が示されている。

- 国道の側溝 : 25 年 (谷地形)
- 国道の横断排水 : 25 年 (スパン 2m 以下) / : 50 年 (スパン 2m -6m)

さらに IRC:SP42 では、まれに発生する洪水時においても浸水被害を抑えるため、設計流量よりも一回り再現期間を大きくしたチェック流量を適宜設計に取り入れることを推奨している。

NH54 は特に急峻な丘陵部にあり、道路浸水により致命的な事故が発生するリスクを避けるためにも、全てに再現期間 50 年を適用しても過大ではないと思われる。

そこで本調査では、再現期間 50 年の流出量を算定し、これを満足させる断面容量の排水構造物を計画する。

c) 降雨強度

降雨強度はインド国気象庁 (India Meteorological Department) が発行する ATLAS of Statewise Generalised ISOPLUVIAL MAPS of Eastern India (Part-II)の降雨強度コンターマップから引用するものとする。

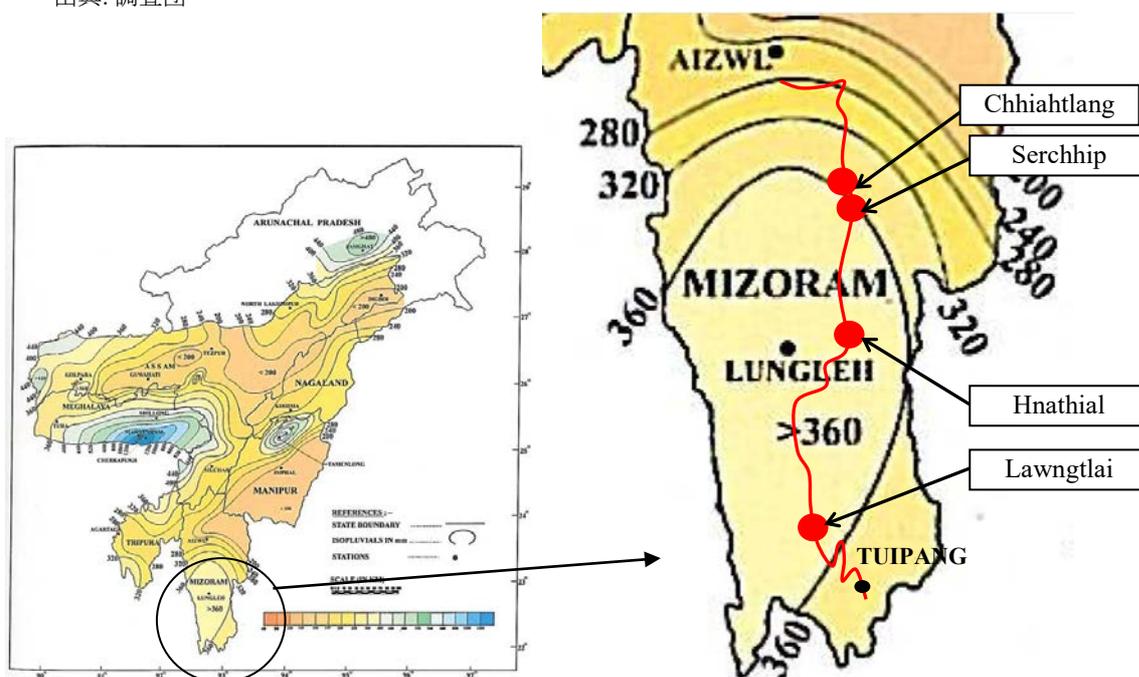
降雨強度コンターマップ上にプロジェクト位置を特定したものを図 5.1-1 に示す。なお降雨強度の値は該当するコンター領域のうちの大きい方の端値を採用する。

NH54 各区間に適用する降雨強度を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 NH54 バイパスに適用する降雨強度

バイパス No.	都市名	50 年- 24 時間降雨強度
Bypass No.1	Chhiahtlang	360mm/hr
Bypass No.2	Serchhip	360mm/hr
Bypass No.3	Hnathial	400mm/hr
Bypass No.4	Lawngtlai	400mm/hr

出典: 調査団



出典: ATLAS of Statewise Generalised ISOPLUVIAL (Return Period) Maps of Eastern India (Part - II)

図 5.1-1 NH54 周辺の降雨強度マップ (再現期間 50 年)

d) 流出係数

流出係数については、IRC:SP:13 に指針が示されている。

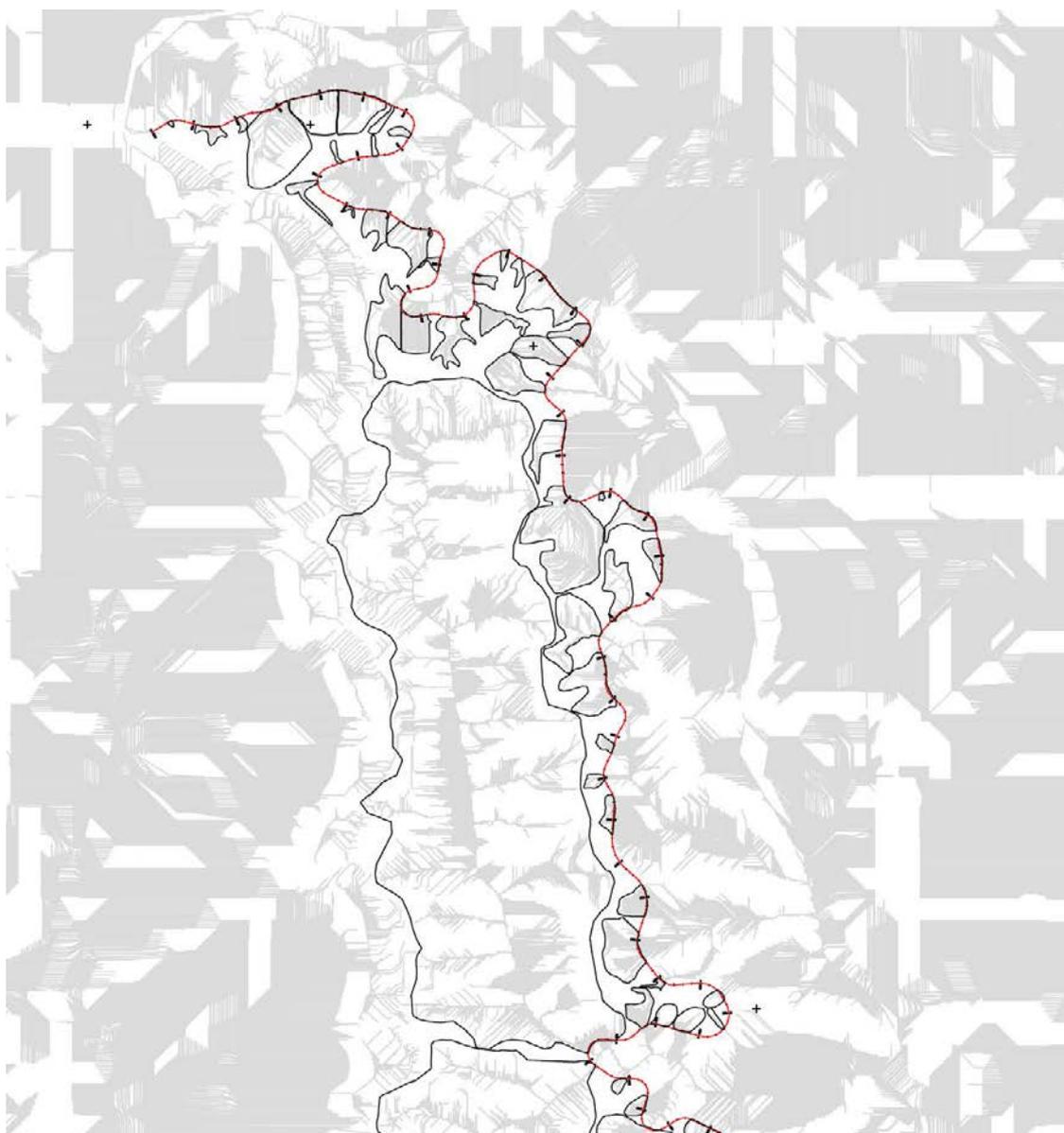
NH54 バイパスは山岳地域を通る計画であり、雨水の流出する地表面はほぼ全線にわたり岩質とみなせるため、流出係数C:0.8を適用する。

e) 流域諸元

流域諸元である集水面積、流路延長、地盤高低差等については、衛星データおよび GIS ソフトを用いたコンピュータ解析により算出する。

- Satellite data : CatoSat I
- Software : Arc GIS 10.1 & Erdas

コンピュータ解析により得られた NH54 バイパスの流域図の一例を図 5.1-2 に示す。



出典: 調査団

図 5.1-2 コンピュータ解析により得られた流域図の一例 (NH54 バイパス)

(5) 流出量結果

流出量検討により、背面流域からの横断流水について流出量を整理する。このうち比較的規模の大きな流出箇所 ($Q>4\text{m}^3/\text{s}$) について表 5.1-2 にまとめる。

なお、小さな流域を含む全ての流出量については、付録-4 に添付の横断排水リストにまとめる。

なお、後述の排水計画で説明するように、横断排水施設は流出量検討で得られた流水横断位置の他にも、道路路面やその周囲への降雨を処理するために、側溝の容量に対して必要な間隔を保つように設けるものとする。

表 5.1-2 比較的規模の大きな流出箇所一覧 (NH54 バイパス)

Bypass	Cheinage (Project Alignment)	Catchment Area (m ²)	Length of Tributry (m)	Difference of elevation (m)	Discharge Q50 (m ³ /s)
Bypass1	1+280	41,975	312	88	4.71
Bypass2	4+580	384,785	1,165	175	29.19
	4+800	75,937	619	132	7.20
	5+340	40,228	314	103	4.57
	5+860	114,968	531	166	10.37
	6+380	168,303	629	190	14.44
	6+440	42,277	454	198	4.71
	7+040	405,915	1,314	221	30.53
	8+370	124,273	552	230	11.15
	8+475	40,113	323	171	4.58
	8+600	45,154	274	100	4.99
	9+410	326,132	1,014	278	25.88
	9+940	47,062	365	143	5.11
Bypass3	11+490	35,862	331	164	4.24
	0+420	45,242	341	127	5.38
	1+020	56,129	349	98	6.32
	1+830	42,631	292	115	5.16
	2+340	44,292	358	112	5.27
	2+740	75,719	353	158	8.10
	3+125	49,988	417	178	5.78
	3+540	35,038	393	179	4.46
	3+640	75,906	415	171	8.07
	3+820	58,008	428	198	6.49
	4+490	93,072	448	217	9.59
	4+905	42,283	336	156	5.13
	5+180	147,775	680	259	14.14
	5+220	118,156	572	222	11.67
	6+160	153,784	777	253	14.51
	6+220	69,882	480	262	7.54
6+330	104,991	535	278	10.60	
6+350	33,941	357	124	4.36	
Bypass4	0+170	31,591	224	125	4.02
	0+480	47,121	397	172	5.53
	0+850	36,572	224	125	4.65

出典：調査団

5.1.2 地形調査

4.5 章のルート比較検討で述べた通り、ルート比較検討のベース図として衛星写真を利用した写真測量法により等高線入りの 3 次元地形モデルをバイパス 4 区間について構築した。ベース図

では共通の座標系として WGS-84 (世界測地系) の UTM (横メルカトル図法) ゾーン 46N (93度 E) を適用している。

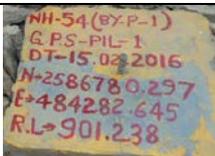
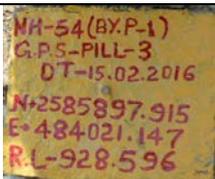
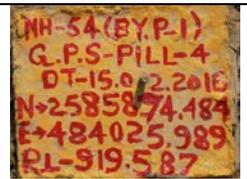
ルート比較検討の後、NH54 バイパスの各最適案について表 5.1-3 に示す路線測量を実施した。

表 5.1-3 路線測量計画

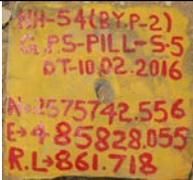
番号	バイパス	延長	調査数量	
			GPS 基準点測量	ルート測量
1	Chhiahtlang バイパス	約 3km	2 地点	・バイパス延長 x 90m コリドー
2	Serchhip バイパス	約 12.4km	3 地点	
3	Hnathial バイパス	約 6.8km	2 地点	
4	Lawngtlai バイパス	約 2.0km	2 地点	

出典：調査団

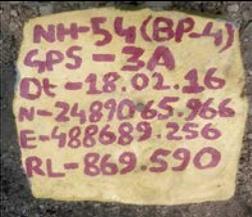
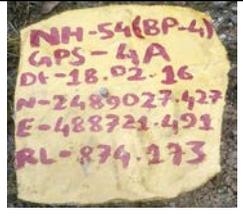
国道 54 号バイパス毎の GPS 基準点の概要を以下に示す。

GPS 基準点 Chhiahtlang バイパス (No.1)	
	
UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2586780.297 Easting:484282.645 Elevation:901.238	UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2586781.389 Easting:484265.06 Elevation:903.143
	
UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2585897.915 Easting:484021.147 Elevation:928.596	UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2585874.484 Easting:484025.989 Elevation:919.587

GPS 基準点 Serchhip バイパス (No.2)	
	
UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2582007.356 Easting:484686.211 Elevation:876.290	UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2582000.032 Easting:484646.616 Elevation:869.256
	
UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2579354.177	UTM North-Zone 46 : 90E Northing : 2579322.216

GPS 基準点 Serchhip バイパス (No.2)	
Easting:486167.852 Elevation:869.263	Easting:486130.370 Elevation:876.226
	
UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2575742.556 Easting:485828.055 Elevation:861.718	UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2575677.915 Easting:485827.262 Elevation:865.605

GPS 基準点 Hnathial バイパス (No.3)	
	
UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2541613.323 Easting:492107.985 Elevation:660.514	UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2541575.894 Easting:492102.769 Elevation:661.444
	
UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2539074.875 Easting:492460.521 Elevation:607.635	UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2539039.231 Easting:492483.807 Elevation:608.153
	
PILL=G5 UTM North-Zone_46 : 90E Northing:2536661.635 Easting :492387.822 Elevation: 544.457	PILL=G6 UTM North-Zone_46 : 90E Northing :2536638.741 Easting: 492386.391 Elevation: 543.530

GPS 基準点 Lawngtlai バイパス (No.4)	
	
UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2490510.310 Easting:488427.631 Elevation:757.394	UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2490600.458 Easting:488465.034 Elevation:761.599
	
UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2489065.966 Easting:488689.256 Elevation:869.590	UTM North-Zone_46 : 90E Northing : 2489027.427 Easting:488721.491 Elevation:874.173

5.1.3 地質調査

(1) 概要

NH54 バイパス付近の地質・土質状況を明らかにし、その結果を道路設計に活用するため、資料収集、現地踏査、斜面インベントリー調査、ボーリング等の地質調査を実施した。

現地調査開始前に、調査団は、調査地域における地質・地形、地震、土砂災害などに関する既存データ資料を収集した。ミゾラムリモートセンシング応用センターやインド地質調査所等のいくつかの機関により土砂災害分布図や地質図が作成されているものの、土砂災害の正確な位置が特定されていなかったり、大縮尺であったりしたため、調査では道路設計や斜面对策工設計のため、より詳細にそれらのリスクサイトの位置を特定する必要があった。

地質・地形状況

インド北東部は、新生代に発生したインド-亜大陸とユーラシア大陸プレートの衝突によるヒマラヤ造山帯の北東縁に位置し、世界でも最も若く、標高の高い山岳地域の一つを代表する地域である。ヒマラヤ造山帯は、多様な地質構成とともに特有の地質帯を有している。それに伴い北方のヒマラヤ山脈、東方のインド-ミャンマー地域、西方のシロン高原、その間のアッサム平原を形成するブラフマプトラ拡大域など、様々な地形特徴を有する。

ミゾラム州は、主に第三系からなる山岳地帯で構成される。山地の尾根は南北方向に並行に走り、山地間を狭隘な川谷が流れている。標高は、40m から Phawngpui において 2,157m に達しほとんどが山間部に位置する平坦な土地は少なく、また狭い。

ミゾラム州の地質は、片岩や砂岩、シルト岩を主に含む Surma 層群の新第三紀の堆積岩層の反復的な連続によって代表される。地層には、プレート衝突によって形成された褶曲が多く認められる。ミゾラム褶曲帯は、N-S 方向に軸が伸張し、縦方向のプランジ面を持つ幅の狭い直線状の褶曲で構成される。褶曲の密度は西から、インドプレートがビルマプレートに沈み込む東に向かって上昇する。ミゾラム州に分布する片岩などの堆積岩は、風化に対して非常に脆弱で、しばしば層理面に沿った崩壊や地すべりを引き起こしている。

州の地形的な特質としては、ほぼ南北方向に走る急峻で、平行かほぼ平行な背斜構造を有する丘陵と、平行する向斜構造の狭谷（小丘か地形的高まりを有する）で特徴づけられる。



出典:インド地質調査所

図 5.1-3 ミゾラム地質図

ミゾラム州に分布する片岩などの堆積岩は、風化に対して非常に脆弱で、しばしば層理面に沿った崩壊や地すべりを引き起こしている。

表 5.1-4 Bokabil 層および Bhuban 層

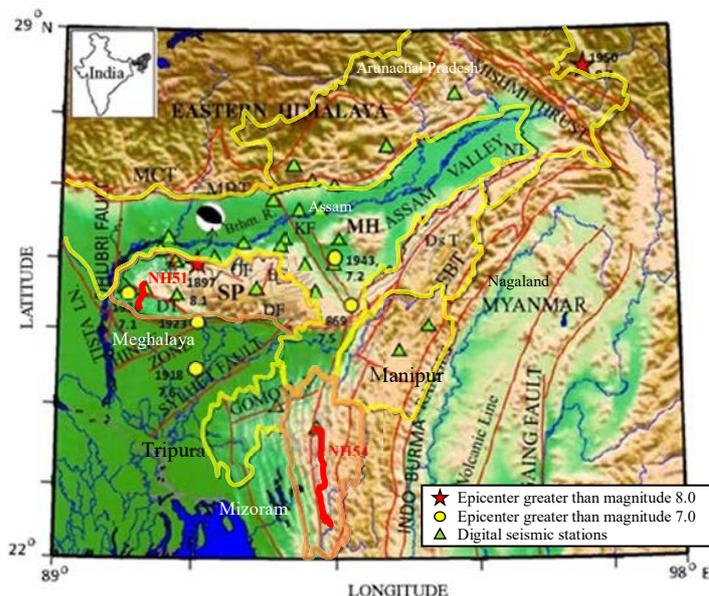
層	岩質
Bokabil	主に頁岩/シルト岩によって代表される粘土質の岩石と薄く堆積した砂岩（淡黄色で、細-中粒の、柔らかく脆い）との互層
上部 Bhuban	主に厚く堆積した砂質岩（細-中粒で灰色、黄褐色、淡黄色）、所々非常に細粒の砂岩、シルト岩、頁岩（灰色、薄緑色）を挟在する粘土化した砂岩、薄層の貝殻石灰岩、礫岩、所々灰色で非常に細粒または緻密なカルシウム質の砂岩を挟む
中部 Bhuban	主に灰色、黄褐色の頁岩、シルト質頁岩を含む粘土質の岩石、灰色、淡黄色、緻密で雲母質で、細粒-中粒、薄-中程度に堆積したシルト岩/頁岩、わずかに厚く、硬く、非常に細粒で雲母質の砂岩帯を有する砂岩が交互に堆積
下部 Bhuban	主に細粒-非常に細粒で、緻密で、青色、灰色、緑色の砂質岩、乱泥流堆積物の様相を呈する塊状または層状の砂岩、薄層のシルト岩、薄緑色のシルト質頁岩/頁岩の交互堆積

出典：インド地質調査所

地震災害

北東州は、プレートテクトニクス北部の衝突帯と東部の沈み込み帯の間に位置する。マグニチュード 8.0 以上の 2 つの地震が図 5.1-4 に示すように 1897 年と 1950 年にメガラヤ州北部とアルナーチャル・プラデッシュ州で発生している。またマグニチュード 7.0 以上の地震も、メガラヤ州周辺の主要構造帯沿いで発生している。

一方で、ミゾラム州においては、地震の発生は頻繁ではない（表 5.1-5）。過去で記録されている最も大きな地震はバングラデシュとの国境近くの Chittagong で発生したマグニチュード 6.1 であり、他の地震もマグニチュード 4.0 から 5.7 と低いものであった。また震度もインドの 12 段階の震度階中 IV (軽度) から VI (強い) の比較的低い震度であった。



出典：インド地質調査所

図 5.1-4 震源分布図

過去の土砂災害

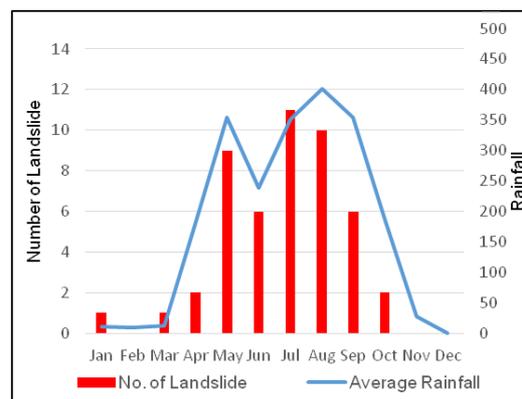
ミゾラム州は、多雨地域かつ山岳地域であるため、過去の土砂災害発生履歴を収集し、その傾向を検討した。

図 5.1-5 に、1992 年から 2015 年までの新聞や学術論文等で報告された土砂災害の数を月別で示す。2014 年 9 月にアイザウル市内 Laipuitang の PWD 事務所近傍で発生し、17 名の犠牲者を出し、PWD の建屋を含む 15 家屋を破壊した大きな地すべり災害を始め、土砂災害が 5 月から 9 月の雨季に頻繁に発生している。

表 5.1-5 ミゾラム州における発生地震

Year	Date	Location	Mag.	Intensity
1997	22-Nov	Chittagong	6.1	VI-VII
2011	19-Apr	10km from Kolasib	4.3	IV
2014	4-Apr	Champhai	4.0	IV
2014	4-Jun	42km from Saiha	4.6	IV-V
2014	9-Sep	40km from Saiha	5.4	V
2014	20-Nov	74km from Serchhip	5.7	V-VI
2014	21-Nov	Chittagong	5.4	V
2014	23-Dec	19-km from Saiha	4.4	IV
2015	15-Jan	39km from Lunglei	4.2	IV

出典：ミゾラム州政府



出典：調査団

図 5.1-5 月別土砂災害発生頻度

(2) 橋梁計画のための地質調査

橋梁計画のための地質調査は、ルート比較検討時点での架橋候補地を含めた合計 4 箇所について実施した。表 5.1-6 に各架橋候補地における調査数量をしめす。

表 5.1-6 調査箇所ごとの調査数量

架橋候補地	ボーリング No.	削孔長	SPT	備考
Bypass1	BV-01, BV-02	各 20m	実施	
Bypass2(A)	BV-01, BV-02	各 20m	実施	橋梁計画位置
Bypass2(B)	BV-03, BV-04, BV-05	各 20m	実施	橋梁計画位置
Bypass3	BV-01, BV-02	各 20m	実施	

出典：調査団

橋梁計画位置 2 箇所における標準貫入試験について、表 5.1-7 に結果を整理する。

表 5.1-7 橋梁計画位置での標準貫入試験結果

橋梁計画位置	ボーリング No.	深度 (m)	N 値
Bypass2(A)	BV-01	0.0 -	貫入不能
	BV-02	0.0 -	貫入不能
Bypass2(B)	BV-03	0.0 -	貫入不能
	BV-04	0.0 - 0.5	44
		0.5 - 1.0	100
		1.0 -	貫入不能
	BV-05	0.0 - 0.5	12
		0.5 - 1.0	45
1.0 -		貫入不能	

出典：調査団

各橋梁計画位置での橋梁基礎の支持層について、以下に考察を示す。

i) Bypass2 (A)

地表面より 1.5m程度は表土が堆積している。表土以深では弱風化岩が 7-8m 程度にわたり存在している。SPT では貫入不能の結果となり、橋梁基礎の支持層として十分堅固であると推定される。したがって、橋梁の支持層は地表面より深度 1.5m 程度と評価する。

ii) Bypass2 (B)

地表面より 2m程度は表土が堆積している。表土以深では弱風化岩が BV-03 では 5-6m 程度、BV-04 や BV-05 では 10-12m 程度にわたり存在している。SPT では貫入不能の結果となり、橋梁基礎の支持層として十分堅固であると推定される。したがって、橋梁の支持層は、地表面より深度 2m 程度と評価する。

(3) 地すべりのための地質調査

ボーリング調査の位置と数量を図 5.1-6 と表 5.1-8 に示す。また図 5.1-7 にコア写真を示す。



出典：調査団

図 5.1-6 ボーリング位置

表 5.1-8 ボーリング数量

ボーリング No	単位	数量	記事
BV-1	m	15	
BV-2	m	20	水位観測 (BV-2S:20m)
BV-3	m	20	
BV-4	m	30	

出典：調査団

BV-1 (L=15m)	BV-2 (L=20m)	BV-3 (L=20m)	BV-4 (L=30m)
 0-10m	 0-10m	 0-10m	 0-10m
 10-15m	 10-20m	 10-20m	 10-20m
			 10-20m

出典：調査団

図 5.1-7 ボーリングコア

地すべりの頭部と末端は以下のように判断される。

- i) 地すべり頭部の位置
 明らかな滑落崖が認められる。そこで、地すべり頭部の位置は滑落崖の下部と判断される。
- ii) 地すべり末端部
 地すべりの幅は、約 80m である。そこで地すべりの厚さは、経験的に 10m 程度と推定される。道路上には変状はない。このため地すべり末端部の位置は、道路切土法面の末端部と判断される。図 5.1-9 は上記調査結果を基に検討された地すべり推定断面図を示している。



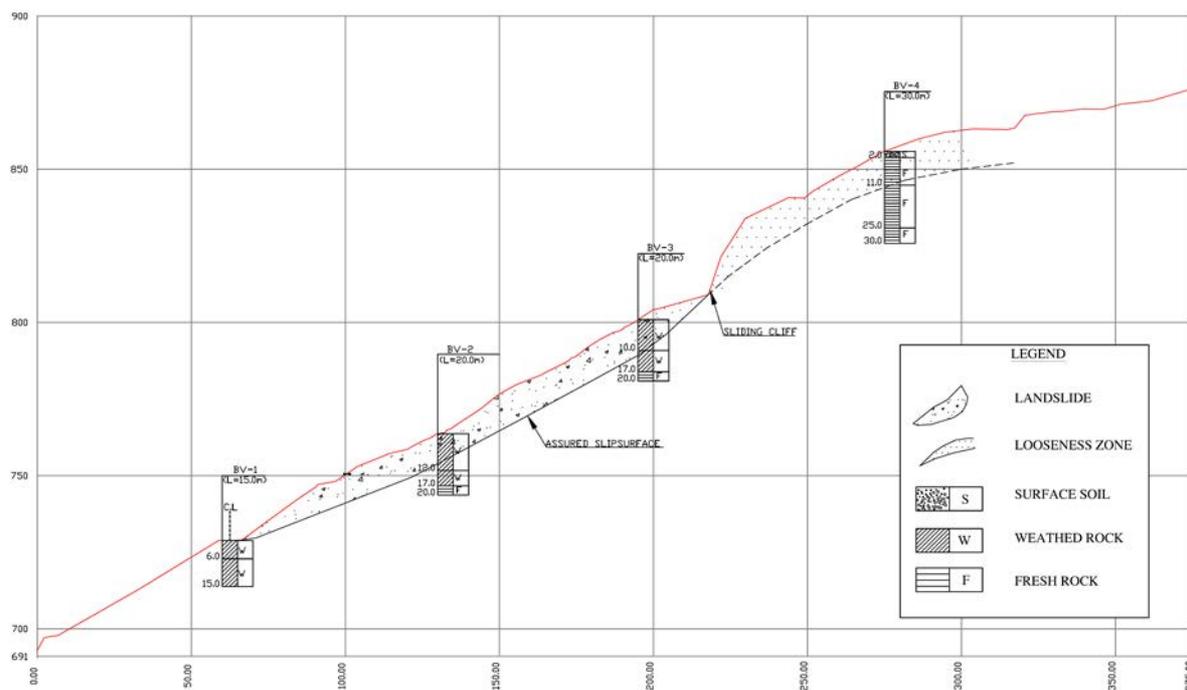
滑落岩



道路上での変状はない

出典：調査団

図 5.1-8 地すべりの頭部と末端



出典：調査団

図 5.1-9 推定地すべり断面

5.1.4 道路インベントリー調査

(1) 調査概要

JICA 調査団は、国道 54 号バイパスを対象に道路インベントリー調査を実施した。同調査は、これら対象路線の道路幅員構成、道路の構造上、交通特性上の課題把握、地形上の課題、沿道土地利用状況を含む社会経済状況の把握を目的としている。

(2) 調査方法

a) 対象道路

本調査にて対象とする路線区間を以下に示す。

- 国道 54 号バイパス : 24.2 km (ミゾラム州)

b) 調査計測項目

1) 道路幅員構成及び沿道状況

以下に示す調査項目について、対象路線沿いに 100m 毎の距離計測テープによる計測及び目視観測を行った。

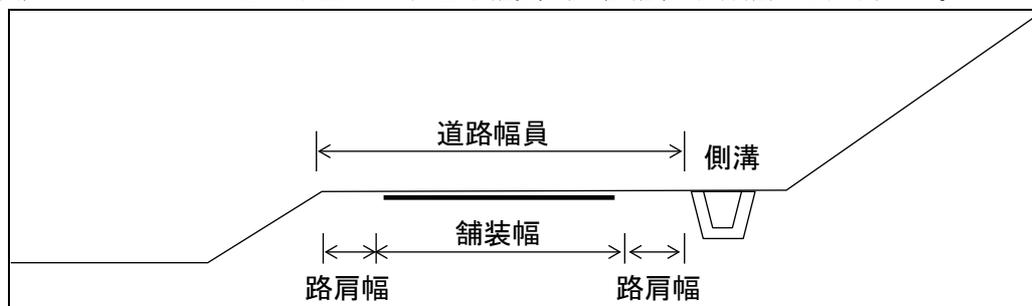
- 地形条件
- 土地利用状況
- 道路幅員
- 舗装状態
- 側溝
- 歩道

舗装状態の計測については、目視観測により「良い」、「普通」、「悪い」、「非常に悪い」の 4 段階に判別した。同観測における判断基準を以下に示す。

- 非常に良い : 道路表面がスムーズであり、ポットホールが見られない状態
- 良い : 道路表面はスムーズではあるが、クラックやポットホールが僅

- かにみられる状態
- 悪い : 道路表面により多くのポットホールが見られ、うねり等の損傷が見られる状態
 - 非常に悪い : 損傷状況が非常に悪く、道路表面にはポットホールやひび割れだけでなく変形、損傷などが多く見られる状態

本調査では 100m おきに下図に示す道路幅員（舗装幅、路肩幅）を計測した。



出典: 調査団

図 5.1-10 道路幅員（舗装幅、路肩幅）の定義

2) 横断管及び水路

距離計測テープ及び目視観測により、以下に示す横断管及び水路に関する各項目の計測を行った。

- 横断管（形状タイプ、サイズ）
- 横断管の状態
- 水路（幅等）

3) 擁壁構造物及びガードレール

距離計測テープ及び目視観測により、以下に示す擁壁構造物及びガードレールに関する各項目の計測を行った。

- 擁壁構造物（タイプ、高さ、長さ）
- ガードレール（タイプ、高さ、長さ）

4) 公共施設及び宗教施設

事前収集した現地関連情報及び目視観測により、以下に示すとおり沿道の公共施設及び宗教施設の有無、舗装縁からの距離等、各項目の計測を行った。

- 公共施設（有無、舗装縁からの距離等）
- 宗教施設（有無、舗装縁からの距離等）

5) 架線式ユーティリティーライン（位置（左右）、舗装縁からの距離等）

事前収集した現地関連情報及び目視観測により、以下に示すとおり沿道の架線式ユーティリティーラインの有無、位置、舗装縁からの距離等、各項目の計測を行った。

- 配電線
- 送電線
- 変電所
- 電話線

6) 地下埋設式ユーティリティーライン（位置（左右）、舗装縁からの距離）

事前収集した現地関連情報及び目視観測により、以下に示すとおり沿道の地下埋設式ユーティリティーラインの有無、位置、舗装縁からの距離等、各項目の計測を行った。

- 水道管
- 光ファイバー線

7) 橋梁構造物 (幅、長さ)

対象路線沿いの橋梁構造物の位置をその大きさと状態とともに記録した。

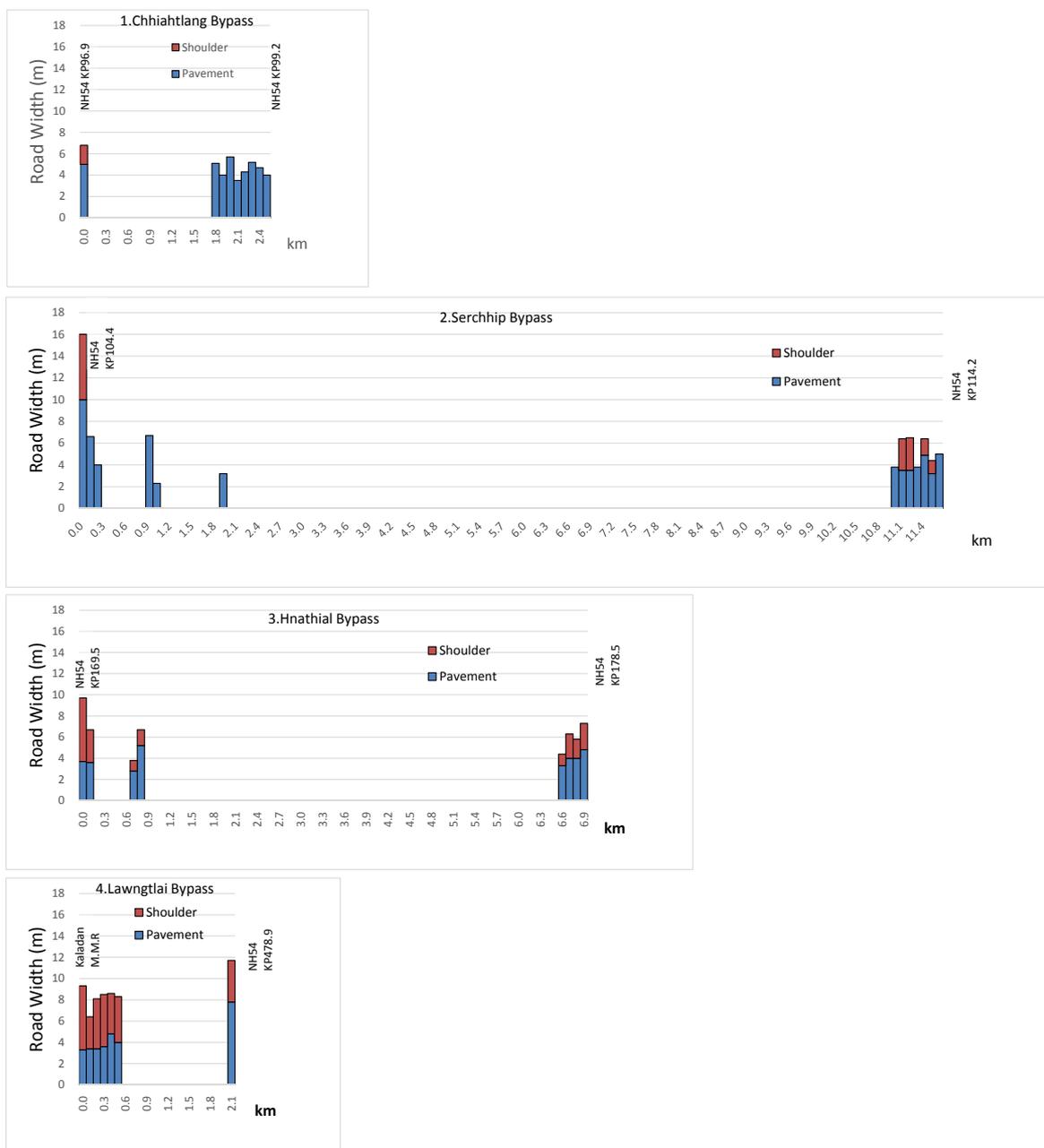
(3) 調査結果

a) 道路幅員構成

1) 道路幅員 (舗装、路肩)

図 5.1-11 に道路幅員に関する調査結果を示す。

- No.1 Chhiahtlang バイパス
バイパスの起終点付近の短い現道区間は、幅員約 4 m から 5.5m で舗装状況が概ね悪い。両側合計で 2m の路肩がバイパスの始点側現道にみられる。
- No.2 Serchhip バイパス
バイパスの起終点付近の短い現道区間は、幅員約 4 m から 6m で舗装状況が概ね悪い。両側合計で 2.5m の路肩がバイパスの終点側現道に点在している。
道路幅員 16m 幅の現道がバイパスの起点付近にみられるが、これは国道 54 号本線との交差箇所である。
- No.3 Hnathial バイパス
バイパスの起終点付近の短い現道区間は、幅員約 4 m から 5m で舗装状況が概ね悪い。両側合計で 1.0m から 2.5m の路肩が点在している。
- No.4 Lawngtlai バイパス
バイパスの起点付近の短い現道区間は、幅員約 4 m で舗装状況が悪い。両側合計で 4.0m の路肩が起点側現道にみられる。
道路幅員 12m 幅の現道がバイパスの終点付近にみられるが、これは国道 54 号本線との交差箇所である。



出典: 調査団

図 5.1-11 道幅 (舗道と路肩)

2) その他

道路幅員構成要素のうち、その他調査結果について図 5.1-12 に示す。

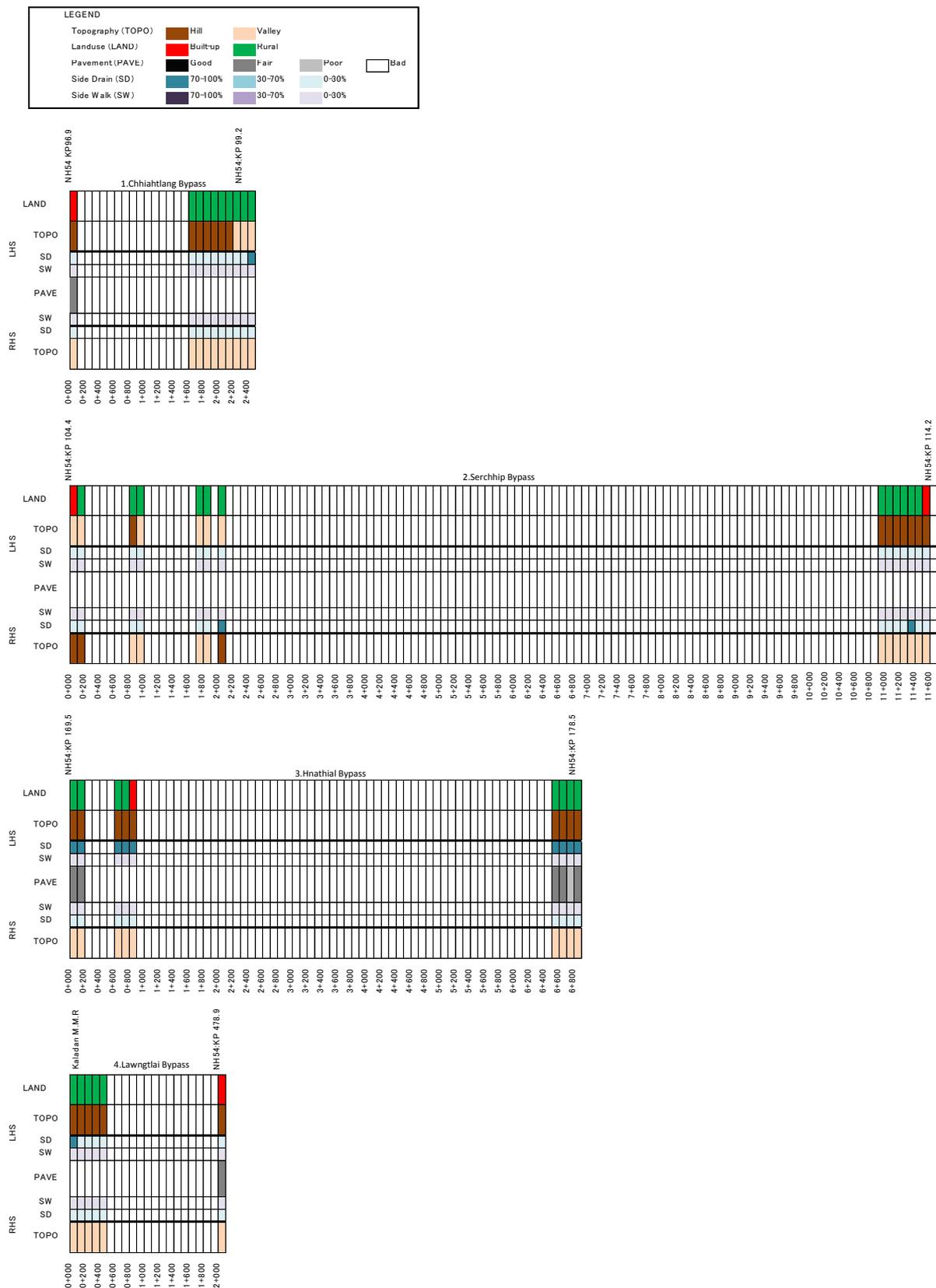
- 地形条件

4 つのバイパスの現道区間のほぼ全区間において、片側が山側で片側が谷側となっている断面がほとんどであった。
- 土地利用状況

ほぼ全区間が沿道市街地のない区間であるが、起終点の国道 54 号に接続する付近の沿道には市街地が見られる。
- 舗装状況

バイパス No.1,2,4 の現道の舗装状況は悪いが、バイパスにおいて悪状況であった。しかしながら、バイパス No.3 の国道 54 号との交差点付近の舗装状況は概ね良い。

- 側溝
バイパス No.3 の現道区間の山側の側溝整備は 70%以上である。一方、他のバイパスの現道区間の側溝設置率は 0%~30%である。
- 歩道
歩道設置はバイパスの全区間において見られない。



出典: 調査団

図 5.1-12 国道 54 号バイパスの道路横断構成及び舗装状態

b) 横断管

表 5.1-9 に横断管のインベントリ調査結果を示す。現道区間の延長が短いため、横断管の設置は1 kmあたり 0.5 本である。

表 5.1-9 横断管の調査結果

Route	Section	Section Length (km)	No. of Cross Drain Structure				TOTAL	Av. No. per km
			Hume Pipe	Masonry Slab	Other / Unknown	No Structure		
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	0	2	1	0	3	1.2
	2.Serchhip Bypass	11.8	0	2	0	0	2	0.2
	3.Hnathial Bypass	7.0	2	1	0	0	3	0.4
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	3	0	1	0	4	1.5
	TOTAL	24.0	5	5	2	0	12	0.5

出典: 調査団

c) 擁壁構造物

国道 54 号バイパスの全現道区間において練石積擁壁が使用されている。

表 5.1-10 擁壁構造物の調査結果

Route	Section	Section Length (km)	Area of Retaining Wall (m2)										
			Left			Right			TOTAL				
			Masonry	RCC	TOTAL	Masonry	RCC	TOTAL	Masonry	RCC	TOTAL		
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	48.3	0.0	48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.3	0.0	48.3
	2.Serchhip Bypass	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.Hnathial Bypass	7.0	0.0	0.0	0.0	52.5	0.0	52.5	0.0	0.0	52.5	0.0	52.5
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	0.0	0.0	0.0	229.9	0.0	229.9	0.0	0.0	229.9	0.0	229.9
	TOTAL	24.0	48.3	0.0	48.3	282.4	0.0	282.4	0.0	0.0	330.7	0.0	330.7

出典: 調査団

d) ガードレール

バイパス No.3 の現道区間のみ短区間でのガードレール設置が見られた。

表 5.1-11 ガードレールの調査結果

Route	Section	Section Length (km)	Length of Guardrail (m)			
			Masonry	Parapet	Steel	TOTAL
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.Serchhip Bypass	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.Hnathial Bypass	7.0	0.3	21.0	0.0	21.3
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	24.0	0.3	21.0	0.0	21.3

出典: 調査団

e) 公共施設

バイパス No.1,2,4 においてトイレが設置されている。

表 5.1-12 公共施設の調査結果

Route	Section	Section Length (km)	No. of Social Infrastructure					
			School / Orphanage Home	Water pump	Urinal/Toilet	Petrol Pump	Waiting Shed	Others
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	0	0	5	0	1	1
	2.Serchhip Bypass	11.8	0	1	1	0	0	0
	3.Hnathial Bypass	7.0	0	0	0	0	0	0
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	0	0	4	0	0	0
	TOTAL	24.0	0	1	10	0	1	1

出典: 調査団

f) 宗教

バイパス No.2 において教会が確認されている。

表 5.1-13 宗教施設の調査結果

Route	Section	Section Length (km)	No. of Religious Object					
			Church	Mosque	Mandir	Memorial Stone	Grave	Monument/Statue
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	0	0	0	0	1	0
	2.Serchhip Bypass	11.8	1	0	0	1	0	0
	3.Hnathial Bypass	7.0	0	0	0	0	0	0
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	24.0	1	0	0	1	1	0

出典: 調査団

g) 公共ユーティリティーライン (配送電線、電話線、配水管、光ケーブル線)

道路を横断するか沿道付近を通過する公共ユーティリティーラインを表 5.1-14 のとおり調査した。配送電線が主に三つのバイパスで確認された。電話線がバイパス No.1 および 2 で確認された。配水管がバイパス No. 1 および 3 で確認された。光ケーブル線は確認されなかった。

表 5.1-14 公共ユーティリティーラインの調査結果

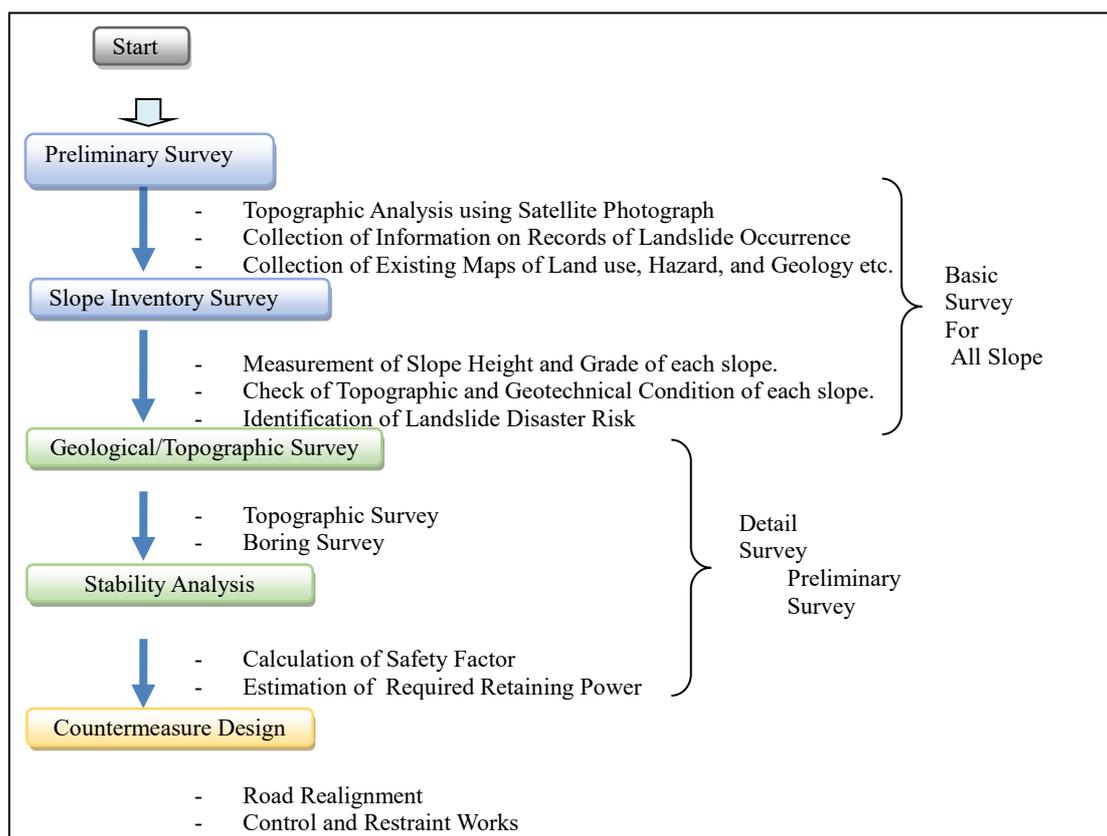
Route	Section	Section Length (km)	No. of Neighboring Public Utilities (Location of Crossing / Close Passage)				
			Electric Line		Telecommunication Line	Water Supply	OFC
			Distribution	Transmission			
NH54	1.Chhiahtlang Bypass	2.6	7	0	1	1	0
	2.Serchhip Bypass	11.8	4	0	1	0	0
	3.Hnathial Bypass	7.0	1	0	0	3	0
	4.Lawngtlai Bypass	2.6	0	0	0	0	0
	TOTAL	24.0	12	0	2	4	0

出典: 調査団

5.1.5 斜面インベントリー調査

(1) 概要

斜面インベントリー調査は、計画バイパスに対して土砂災害の防止を目的として実施された。露頭観察は、斜面切土の評価にとって非常に重要である。そのため調査は、計画バイパスルートに近い現道沿いの露頭を利用して実施した。これは、計画ルート上の斜面が植生で覆われており、露頭が認められないからである。図 5.1-13 に斜面对策のための調査フローを示す。



出典: 調査団

図 5.1-13 斜面对策のための調査フロー

(2) 調査方法と調査位置

(a) 調査方法

インベントリー調査は、図に示されるようなインベントリーシートを使って実施した。結果は一覧表に整理した。詳細は付録-3 に示す。

Bypass No.	3	Slope Condition (S; Slope)	Geology (Schist)	Weathered Condition	Geotechnical Condition
Slope No.	4	Cutting & Failure, Landslide, Natural S	Muddy/Silty, Silty/Silty/Sandy, Sandy	Soil (Strong) Middle Weak, Fresh	Soft, Hard, Very Hard
GPS Log	568	Strike & Dip	Not clear	Photo No.	688 - 694
Remarks (Length, Width, Height, Direction)					
(Plane)			(Cross Section)		

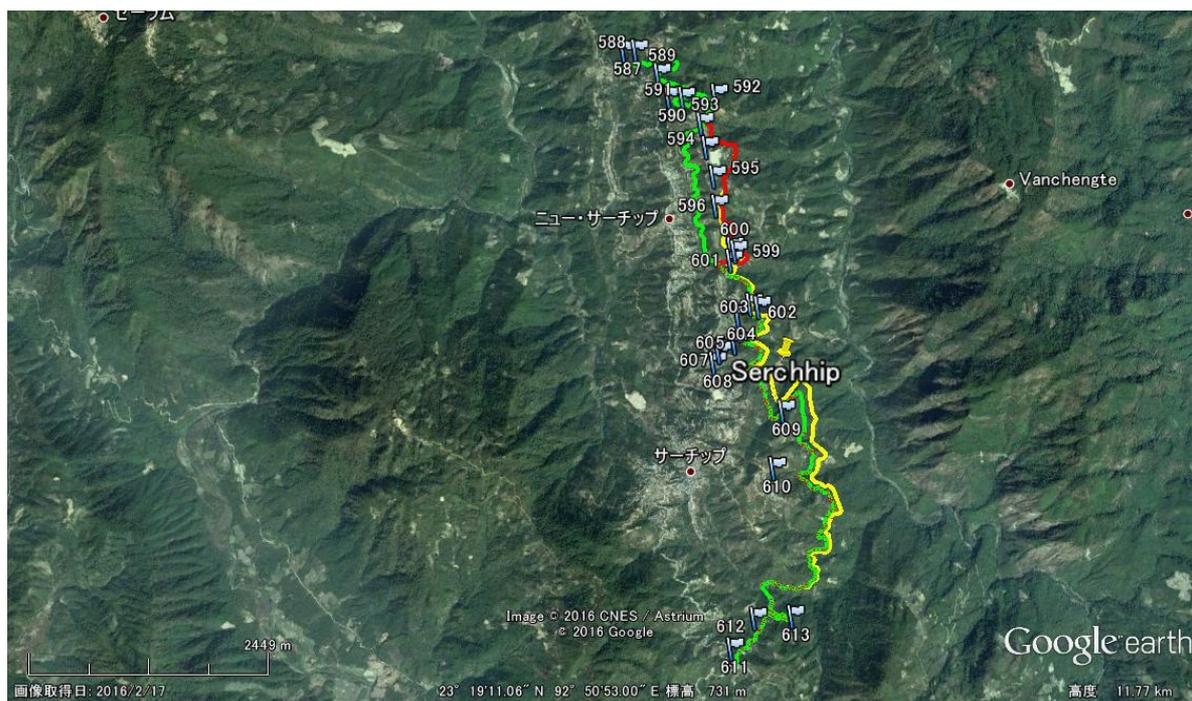
出典： 調査団

図 5.1-14 インベントリーシートの例

(b) Bypass No1

図 5.1-15 は、計画バイパスルートとインベントリー調査箇所を示す。表 5.1-15 に調査結果一覧表を示す。

この地区には、主にシルト岩、砂岩が分布している。基盤岩の風化状況は、強-中風化で、切土斜面沿いに亀裂のある岩が認められる。色調は風化の影響で褐色を呈している。全体として、切土の自立性は良い。このため、斜面崩壊はほとんど認められない。しかし切土高が高くなると、崩壊の恐れはある。一方、硬質な砂岩が No.8 地点に特徴的に認められた。



(赤、黄、緑線：計画バイパスルート)
出典： 調査団

図 5.1-16 調査箇所位置

表 5.1-16 斜面インベントリ一覧表 (Bypass No2)

Slope No.	Location	Geology	Weathered Condition	Geotechnical Condition	Strike			Dip		Disaster Risk (due to slope cutting)
	GPS Log									
1	587	Muddy/Silty	Middle(Cracky)	Soft	N	50°	E	10°	S	Slope Failure
2	588	Muddy/Silty	Middle	Soft	N	30°	W	60°	S	Slope Failure
3	589	Silty/Sandy	Middle	Soft	N	60°	E	45°	N	Slope Failure
4	590	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
5	591	Silty/Sandy	Strong	Soft	N	18°	E	18°	S	Slope Failure(Exist)
6	592	Silty/Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
7	593	Silty/Sandy	Strong	Soft	N	25°	E	38°	S	Slope Failure
8	594	Silty/Sandy	Middle	Soft	N	10°	E	40°	N	Slope Failure
9	595	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
10	596	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
11	599	Silty/Sandy	Strong	Hard	N	10°	E	64°	S	Slope Failure(Exist)
12	600	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
13	601	Sandy	Weak(Little cracky)	Soft/Hard	—	—	—	—	—	—
14	602	Silty/Sandy	Strong	Soft/Hard	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
15	603	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
16	604	Silty/Sandy	Strong	Soft/Hard	—	—	—	—	—	Slope Failure
17	605	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
18	606	Silty/Sandy	Strong	Soft	N	15°	W	63°	N	Slope Failure
19	607	Silty/Sandy	Strong	Hard	N	32°	W	74°	N	Slope Failure(Exist)
20	608	Silty/Sandy	Strong	Soft	N	25°	W	20°	N	Slope Failure
21	609	Silty/Sandy	Weak	Soft/Hard	—	—	—	—	—	—
22	610	Silty/Sandy	Soil/Weak	Soft	—	—	—	—	—	—
23	611	Silty/Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
24	612	Silty/Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
25	613	Silty/Sandy	Middle	Soft/Hard	—	—	—	—	—	Slope Failure

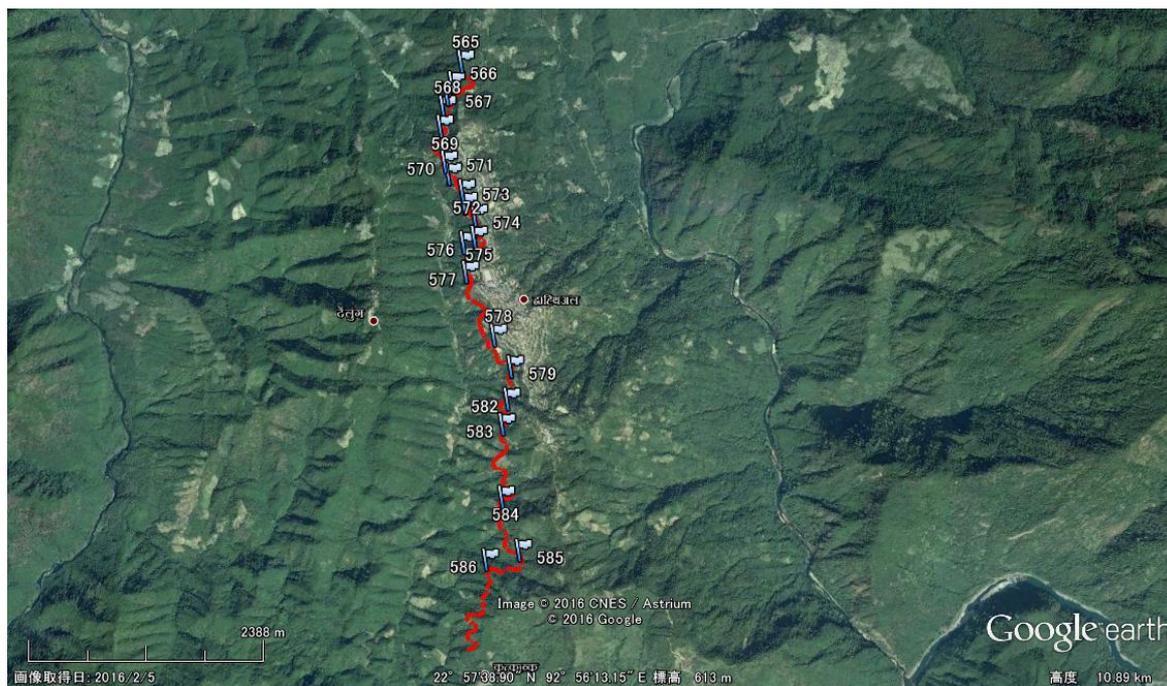
出典： 調査団

(d) Bypass No3

図 5.1-17 は、計画バイパスルートとインベントリ調査箇所を示している。表 5.1-17 は、調査結果一覧表を示している。

この地区には、主にシルト岩、砂岩が分布している。基盤岩の風化状況は、強—中風化で、切土斜面沿いに亀裂のある岩が認められる。また所々に礫混じり土砂が認められる。この土砂は、次節で述べるように、現位置風化した強風化岩であると考えられる。色調は風化によって褐色を呈している。

全体として、切土の自立性は良い。しかし、道路沿いの No4, No5, No8, No9, No13, No16 および No20 で見られるように、小崩壊が局所的に認められる。このため、仮に切土高が高い場合には、おそらくこうした強風化岩は崩壊する可能性がある。



(赤線：計画バイパスルート)
出典： 調査団

図 5.1-17 調査箇所位置

表 5.1-17 斜面インベントリ一覧表 (Bypass No3)

Slope No.	Location	Geology	Weathered Condition	Geotechnical Condition	Strike		Dip		Disaster Risk (due to slope cutting)	
	GPS Log									
1	565	Muddy/Silty	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
2	566	Muddy/Silty	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
3	567	Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
4	568	Silty/ Sandy	Strong	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
5	569	Muddy/Silty	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
6	570	Muddy/Silty	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
7	571	Muddy/Silty	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
8	572	Muddy/Silty	Soil/Strong	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
9	573	Muddy/Silty	Soil/Strong	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
10	574	Silty/ Sandy	Middle	Soft	—	—	—	—	Slope Failure	
11	575	Silty/ Sandy	Middle	Hard	N	10°	E	27°	S	Slope Failure
12	576	Silty/ Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
13	577	Silty/ Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
14	578	Silty/ Sandy	Soil/Strong	Soft	N	30°	W	30°	S	Slope Failure
15	579	Silty/ Sandy	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
16	582	Silty/ Sandy	Soil/Middle	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
17	583	Silty/ Sandy	Soil/Middle	Soft/Hard	—	—	—	—	—	Slope Failure
18	584	Silty/ Sandy	Soil/Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
19	585	Silty/ Sandy	Strong	Soft/Hard	—	—	—	—	—	Slope Failure
20	586	Muddy/Silty	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure

出典： 調査団

(e) Bypass No4

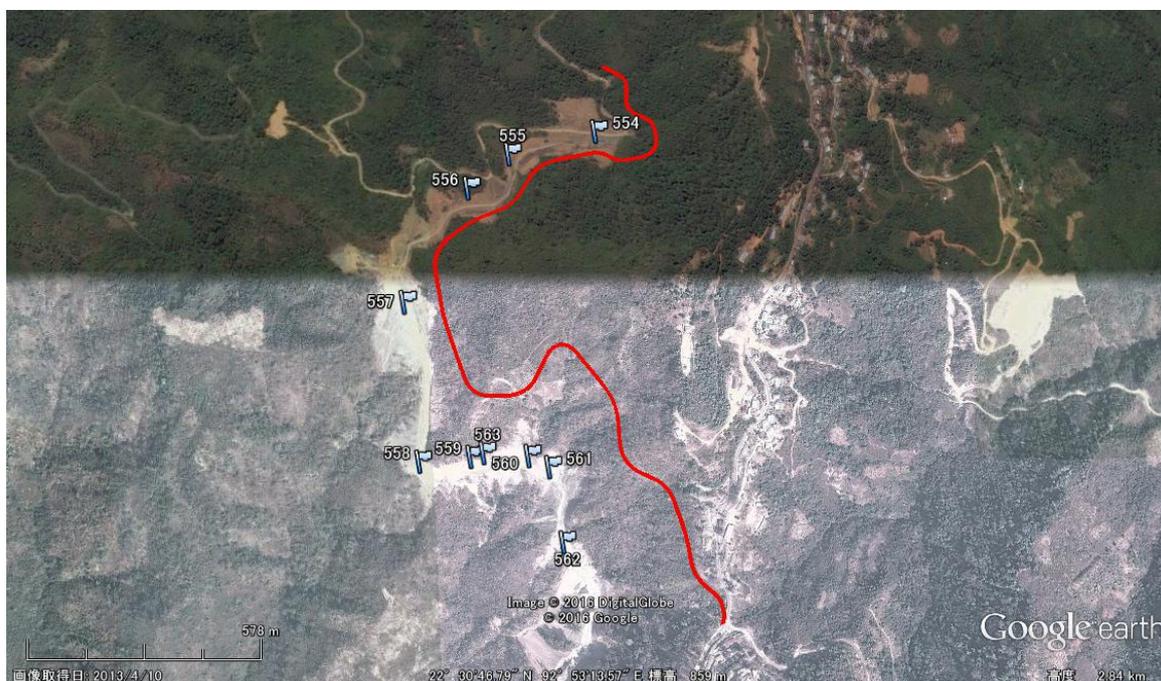
図 5.1-18 は、計画バイパスルートとインベントリー調査箇所を示している。表 5.1-18 は、調査結果一覧表を示している。この地区には、以下のように他の3地区の特徴とは異なる地質的な特徴がある。

多くのストレスを受けた基盤岩の風化状況は、他のバイパス地区と比較して著しい。このため、この地区には、地すべり、崩壊を起こしやすい特質がある。

切土を起因とする活動的な地すべりが道路沿いに認められる (No7)。しかもこの地すべりは、現在非常に不安定である。

過去に斜面崩壊で形成された褐色の土砂が、斜面上に分布している (No10)。

実際、多様な履歴を持つ土砂堆積物が、バイパス No4 沿いの斜面に分布している。この状況は、明らかに他の3地区 (No1-No3) とは異なっている。おそらく、次節で述べるように No7 の地すべりは、滑落崖にかく乱された露頭が認められることから、もともとは古い時代の地すべりと考えられる。



(赤線：計画バイパスルート)
出典： 調査団

図 5.1-18 調査箇所位置

表 5.1-18 斜面インベントリ一覧表 (Bypass No4)

Slope No.	Location	Geology	Weathered Condition	Geotechnical Condition	Strike			Dip		Disaster Risk (due to slope cutting)
	GPS Log				N	30°	E	30°	S	
1	554	Sandy	Strong/Fresh	Hard	N	30°	E	30°	S	Slope Failure(Exist)
2	555	Silty Sand	Strong/Fresh	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
3	556	Silty Sand	Strong/Fresh	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
4	557	Silty Sand	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
5	558	Silty Sand	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure
6	559	Silty Sand	Strong	Soft	N	20°	W	48°	N	Slope Failure
7	563	Silty Sand	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Landslide(Mass Movement)(Exist)
8	560	Silty Sand	Strong	Soft/Hard	N	25°	E	40°	N	Slope Failure
9	561	Silty Sand	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)
10	562	Muddy/Sandy	Strong	Soft	—	—	—	—	—	Slope Failure(Exist)

出典： 調査団

(3) 地形解析と風化状況

ミゾラム地域は、プレートの衝突によって形成された褶曲構造で構成される。このストレスは、ミゾラム地域に著しい風化と脆弱な地質をもたらしたものと考えられる。

脆弱な地質から成る山地は、第4紀に侵食を受けた。その結果、現在の安定した地形は、地形開析を通して形成されたと考えられる (図 5.1-19)。

ミゾラム地域の上昇は、インド北部のヒマラヤのそれと比べ小さいと考えられる。それは、安定した地形がこの地域に形成された要因の一つと推定される。



出典： 調査団

図 5.1-19 安定した地形状況 (Hnathial)

一般に新鮮岩は、機械的・化学的風化によって風化岩に変化する。風化岩の状態は、ここでは次のように定義される。

- 新鮮岩 : 色調は、灰色か原岩色を示す
- 弱風化岩 : 色調は灰色を示すが、層理面は灰色である
- 中風化岩 : 色調は灰色—褐色で、多数の節理がある
- 強風化岩 : 色調は褐色で、岩の軟質で一部土砂化している

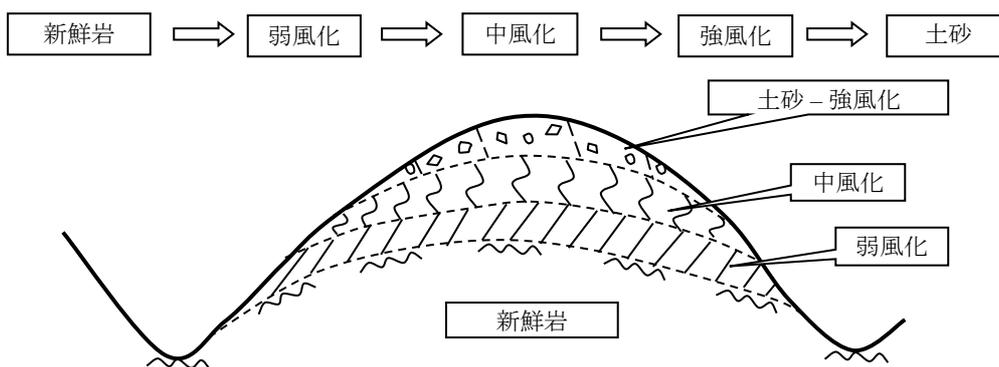
図 5.1-20 は風化岩の例である。



出典： 調査団

図 5.1-20 風化岩の例

インベントリー調査によると、山地の風化構造は、図 5.1-21 に示される基本形であると推定される。



出典： 調査団

図 5.1-21 風化プロセスと山地の構造

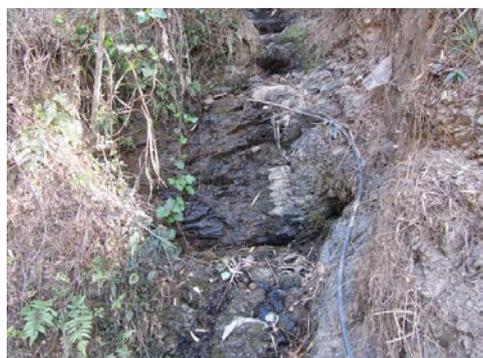
図 5.1-22 は、露頭の例である。



土砂—強風化岩



左の近景



沢にある新鮮岩



河床にある新鮮岩

出典： 調査団

図 5.1-22 露頭の例

しかし、図 5.1-23 に示されるように、砂岩のような硬質岩の岩塊が稜線沿いに分布しているケースがある。これは、図 5.1-24 に示すように硬質岩上の軟岩が長い年月の間に侵食されたことが原因で形成されていると考えられる。



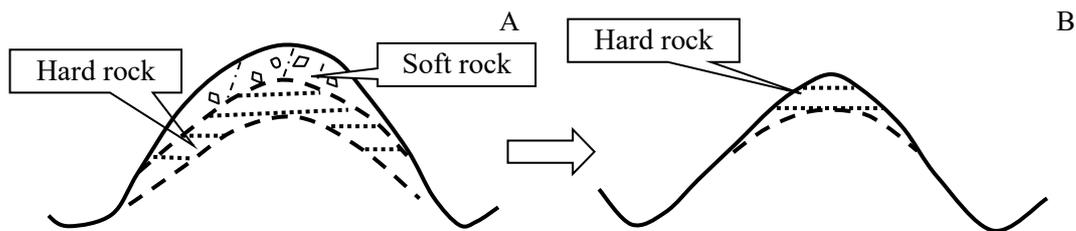
Sandstone on the ridge



Sandstone near the ridge

出典： 調査団

図 5.1-23 稜線上と稜線下方に分布する硬質砂岩



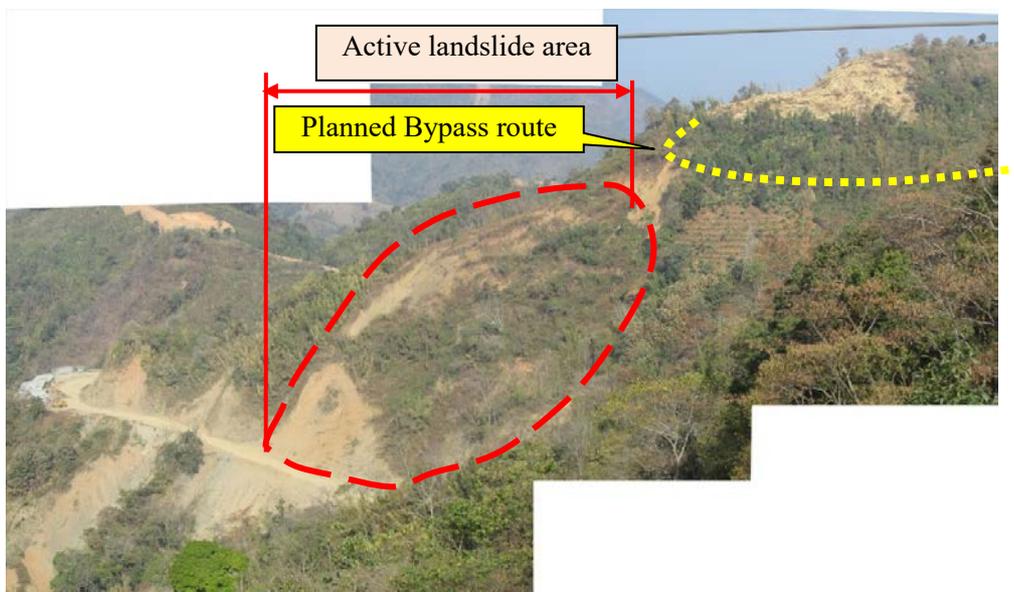
出典： 調査団

図 5.1-24 硬質岩の分布と稜線の形成

(4) 切土に伴う地すべり発生

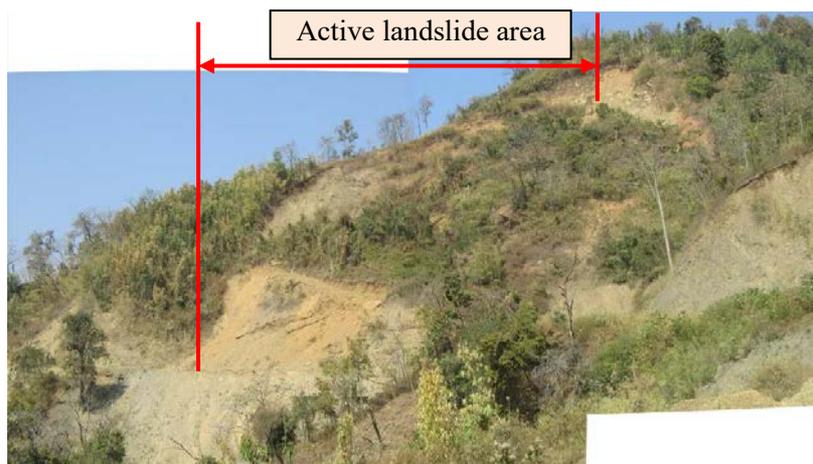
大きな崩壊と地すべりが計画バイパス近くの現道（M/M road）沿いに見られる。特に、バイパスは、図 5.1-25 に示されるように地すべりの頭部に計画されている。

地すべり頭部に位置する滑落崖の露頭は、図 5.1-26 の E/F に示されるように、かく乱された材料で構成されている。活動的な地すべりの規模は、地質調査を基に、表 5.1-19 に示されるような規模であると推定されている。また、図 5.1-27 は地質調査を基に想定された地すべり断面図である。



出典： 調査団

図 5.1-25 切土によって形成された地すべりと計画ルート



A: 地すべり全景



地すべり地西側



B: 地すべり地東側



C: 西側の崖



D: 滑落崖



E: 滑落崖

F: 近景(かく乱材料)

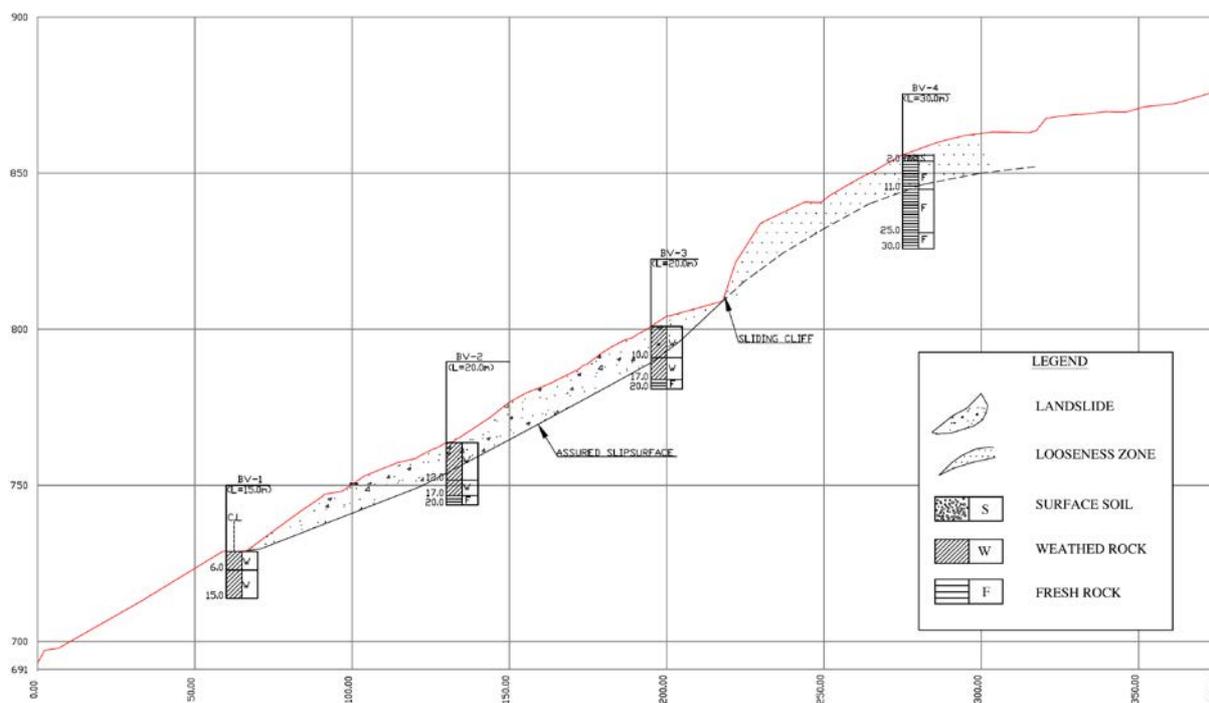
出典: 調査団

図 5.1-26 地すべりの地質状況

表 5.1-19 地すべり規模

項目	単位	規模
幅	m	100
奥行き	m	150
層厚	m	10

出典: 調査団



出典: 調査団

図 5.1-27 推定地すべり断面

(5) Bypass No4 沿いの他の不安定斜面

バイパス No4 沿いには、地すべりのほかにもう一つ不安定なゾーンがある。その斜面は、調査地点 No4 (GPS log 57) 周辺に分布している。図 5.1-28 は、斜面の現況を示している。破碎帯のような風化地帯が現道 (M/M 道路) 沿いに分布している。地質構造は、この区間では流れ盤である。このため、道路線形はこの不安定な区域は避け、上方を通ることが望ましい。おそらく、道路基礎を維持することは難しいであろう。図 5.1-28 A は不安定斜面と地すべり地を通過する当初案である。



A: 斜め衛星写真(赤線：計画バイパスルート)



B: 破碎ゾーン全景



C: 流れ盤



D: 正面からの状況



E: 顕著な表層崩壊

出典：調査団

図 5.1-28 安定斜面の現況

5.2 概略設計

5.2.1 DPR レビュー

国道 54 号バイパスの道路設計のレビューは 4.3 章に示した。

5.2.2 線形設計

(1) 準拠した設計基準

本設計では、インド道路会議 (IRC) の基準、コード、ガイドライン、及び関連出版図書に準拠する。特に、以下のインド道路会議発行の道路幾何構造設計に関わる基準に則ることとする。

- IRC:73-1980 – Geometric Design Standards for Rural (Non-urban) Highways
- IRC:52-2001 – Recommendations about the Alignment Survey and Geometric Design of Hill Roads
- IRC:SP:48-1998 – Hill Road Manual

なお、上記基準に記載されていない技術的事項がある場合には、米国全州道路交通運輸行政官協会（AASHTO）の「A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2011」や日本道路協会（JARA）の「道路構造令の解説と運用 平成 16 年」を必要に応じて参照する。

(2) 設計方針と設計基準

道路設計においては、以下の設計方針を適用することとした。

- ・ 各バイパスの DPR における設計方針は道路幅員、設計速度、最小平面曲線半径、緩和曲線の有無などを含め、それぞれ異なっていることから、全バイパス統一的な設計基準を適用する必要がある。
- ・ 道路線線形は、捨土を最小化することに十分配慮したうえで、なるべく最小設計基準を満たすように配慮する。
- ・ 現道沿いの住宅家屋の移転数をできる限り最小化する方針を取るべきである。
- ・ NHIDCL 及び IRC:37-1980 で言及されているとおり、すべての平面曲線部で緩和曲線を適用するべきである。但し、緩和曲線長を確保できない場所は例外とする。

以上の方針を基に、表 5.2-1 に適用する道路設計基準の概要を示す。

表 5.2-1 道路設計基準の概要

設計要素		分類／基準値 (緩和値)	備考	
1	道路区分	国道		
2	地形条件	急峻		
3	設計速度 (km/h)			
	基準値 (km/h)	40		
	緩和値 (km/h)	30		
4	道路横断構成	車線幅 (m)	3.5	
		車線数	2	
		道路幅員 (m)	12.0 (10.0)	() 特例区間のみ緩和値適用
		車道幅 (m)	2 x 3.5	
		舗装路肩幅 (m)	2 x 1.5 (0.9)	
		未舗装路肩幅 (m)	2 x 1.0 (0.6)	
		横断勾配 (%)	2.5	
5	視距	斜面勾配		
		盛土	V : H = 1:1.75	
		切土 (土)	V : H = 1:1.2	
		切土 (岩)	V : H = 1:0.2-	場合により変化
5	制動停止視距 SSD (m)	30 (45)	() 40km/h	
		中間視距 ISD (m)	60 (90)	() 40km/h
		追越視距 OSD (m)	(165)	() 40km/h
6	平面線形	平面曲線		
		最小曲線半径 (緩和値) (m)	30	
		最小曲線半径 (基準値) (m)	50	
		平面曲線部の拡幅		
		最小曲線半径 (緩和値) 適用の場合 (21m-	1.5	
		最小曲線半径 (基準値) 適用の場合 (41m-	1.2	
		片勾配 (Se)		
最小曲線半径における最大片勾配 (%)	7.0			
片勾配すりつけ率	1/60			
6	緩和曲線	最小曲線半径 (緩和値) における最小長さ	30	
		最小曲線半径 (基準値) における最小長さ	20	

設計要素		分類/基準値 (緩和値)	備考	
7	縦断勾配	基準 (Ruling) 縦断勾配 (%)	6.0	
		基準縦断勾配に対する制限長 (m)	2000	
		制限 (Limiting) 縦断勾配 (%)	7.0	
		特例 (Exceptional) 縦断勾配 (%)	8.0	
		特例縦断勾配に対する制限長 (m)	100	
	縦断曲線	側溝の最小縦断勾配 (%)	0.5	切土側に側溝が敷設される場合
		最小縦断曲線長 (m)	15	
		最小縦断曲線半径 (凸部) (m)		
		特例 (Absolute) 最小半径 (m)	205	SSDに基づく
		最小半径 (m)	375	ISDに基づく
	推奨される最小半径 (m)	1500	OSDに基づく	
	最小縦断曲線半径 (凹部) (m)			
	特例 (Absolute) 最小半径 (m)	355		

出典：調査団

5.2.3 平面線形設計

各バイパスの総延長を表 5.2-2 に示す。

表 5.2-2 各バイパスの総延長

番号	バイパス	総延長(m)	備考
1	Chhiahtlang バイパス	2,572.851	起終点位置は DPR とほぼ同様
2	Serchhip バイパス	11,805.031	起終点位置は DPR とほぼ同様
3	Hnathial バイパス	7,025.157	起終点位置は DPR とほぼ同様
4	Lawngtlai バイパス	2,635.921	起点は DPR より 450m 北側となるが、終点位置は DPR とほぼ同様

出典：調査団

各バイパスで適用された曲線半径を表 5.2-3 に示す。最小曲線半径は設計速度 30km/h を満たしている。

表 5.2-3 国道 54 号バイパスにおいて適用された最小曲線半径

バイパス		R<30	R=30	30<R≤50	R>50	備考
Chhiahtlang バイパス	No	0	12	6	7	
	(%)	0%	48%	24%	28%	
Serchhip バイ パス	No	0	45	53	44	
	(%)	0.0%	31.7%	37.3%	31.0%	
Hnathial バイ パス	No	0	27	33	11	
	(%)	0.0%	38.0%	46.5%	15.5%	
Lawngtlai バ イパス	No	0	13	7	11	
	(%)	0.0%	41.9%	22.6%	35.5%	

出典：調査団

各バイパスの掘削土量と捨土量および掘削土量に対する捨土量の割合を表 5.2-4 示す。

表 5.2-4 バイパスの掘削土量と捨土量

番号	バイパス	掘削土量 (m ³)	捨土量 (m ³)
1	Chhiahtlang バイパス	120,193	89,987 (74.9%)
2	Serchhip バイパス	711,152	555,682 (78.1%)
3	Hnathial バイパス	360,654	289,997 (80.4%)
4	Lawngtlai バイパス	241,385	179,248 (74.2%)

出典：調査団

(3) 縦断線形設計

- 切土区間における最小縦断勾配は排水を考慮し 0.5%とする
- 基準縦断勾配は 6.0%とする (5.2.2 章の道路設計基準に準拠)
- 地形条件が厳しい箇所で適用する制限縦断勾配は 7.0%とする
- どうしても避けることのできない条件下での特例縦断勾配 8.0%とするが、バイパス設計では適用していない

各バイパスでの縦断勾配の適用範囲と各バイパス総延長に対する割合を表 5.2-5 に示す。

表 5.2-5 各バイパスでの縦断勾配適用範囲

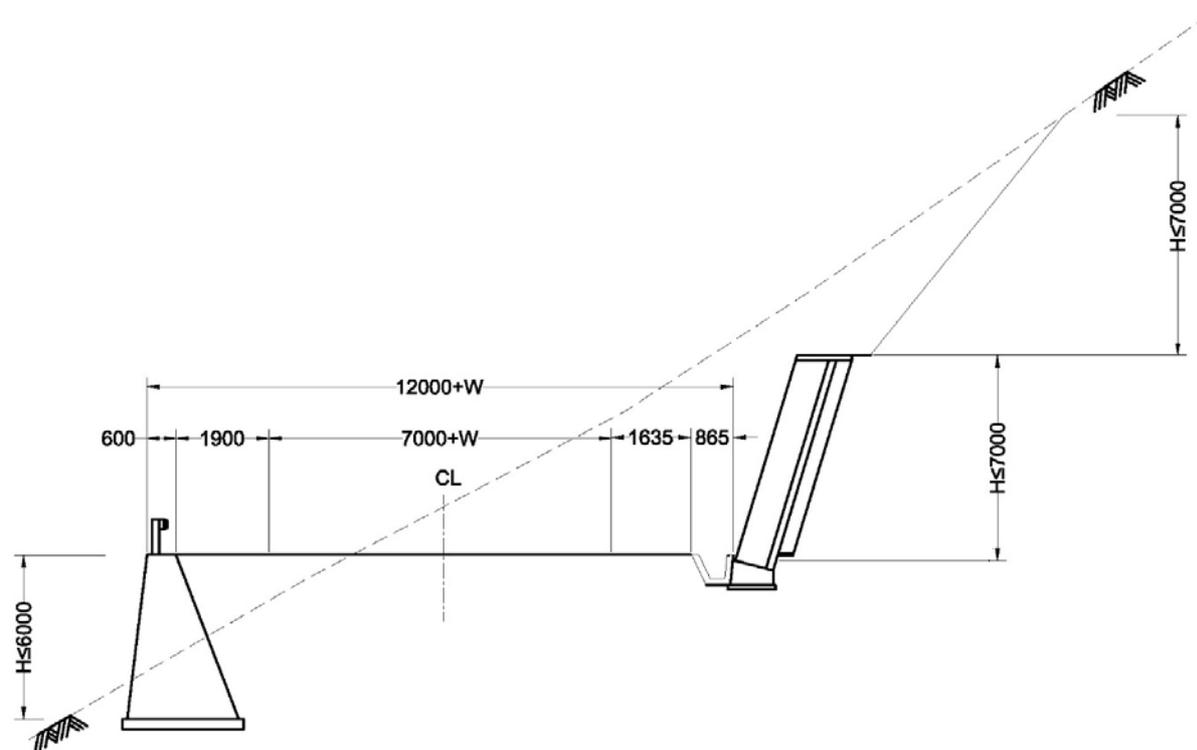
番号	バイパス	縦断勾配の適用範囲								
		0.5%	0.5%-1%	1%-2%	2%-3%	3%-4%	4%-5%	5%-6%	6%-7%	7%-8%
1	Chhiahtlang バイパス	13.1%	4.9%	0.0%	31.3%	0.0%	12.1%	38.6%	0.0%	0.0%
2	Serchhip バイパス	0.0%	4.3%	21.0%	12.3%	19.4%	11.1%	17.4%	14.5%	0.0%
3	Hnathial バイパス	8.9%	7.6%	15.0%	27.9%	16.8%	5.1%	11.0%	7.7%	0.0%
4	Lawngtlai バイパス	2.7%	31.2%	0.0%	0.0%	41.9%	9.8%	9.6%	4.7%	0.0%

出典：調査団

- 基準縦断勾配 6%を上回り制限縦断勾配 7%以下である区間が各バイパスそれぞれの全延長の 0%、14.5%、7.7%、および 4.7%を占めている。

(4) 標準横断

切土と盛土のバランスに配慮した標準横断図を図 5.2-1 に示す。



出典：調査団

図 5.2-1 切土と盛土のバランスに配慮した標準横断図

舗装路肩幅の最小値は 1.5m としているが、山側の側溝と舗装路肩の隙間に未舗装部分ができる場合は、水の侵入による損傷を防ぐために同隙間部においても舗装することとする。

仮に谷側に擁壁構造物がある場合、擁壁天端と舗装路肩の隙間に未舗装部分ができる場合は、上述と同様の理由により舗装することとする。

(5) バイパス No.4 における最終線形

4.5 章(ルート比較検討)で述べた通りバイパス No.4(Lawngtlai バイパス)は、現在工事中であるカラダンマルチモーダル道路を起点としている。バイパス No.4 の主要なコントロールポイントは Km1+100 (DPR 測点)の地滑りである。DPR で提案される線形は地滑りブロックの中腹付近を通過するため、本調査では地滑り箇所での地質調査を実施のうえ地滑りブロックの上方外側を通過する線形を検討した。

ルート比較検討段階におけるベース地形図は、衛星写真を利用した写真測量法により作成された等高線入りの 3 次元地形モデルであり、路線測量により作成された地形図に比べて精度が低い。更に、カラダンマルチモーダル道路は建設段階にあり、ルート比較検討段階においては正確な平面位置と計画高さが不明であった。

ルート比較検討の後、最適ルート案に対する路線測量を実施した。バイパス No.4 の起点となるカラダンマルチモーダル道路との交差点付近（工事完了済）の測量も実施された。またカラダンマルチモーダル道路の既存設計データ（平面・縦断線形）を路線測量の座標系に変換した。カラダンマルチモーダル道路とバイパス No.4 を横断する現道（Lawngtlai から Bungtlang 区間）の改良計画の設計データも入手し、路線測量の座標系に変換した。

これらの関連道路計画の設計データより関連道路計画をコントロールとした場合、バイパス No.4 のカラダンマルチモーダル道路との交差箇所付近において、約 70m の高切土が約 200m の区間で生じることが分かった。このため、切土の高さを抑え、斜面の安全性を確保する代替案を 2 案検討した。第 1 案は、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 500m 区間の縦断を嵩上する案。第 2 案は、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 200m 区間を、縦断を変えずに谷側にシフトし、交差点を設ける案である。

調査団は、本件について、カラダンマルチモーダル道路の事業実施主体であるミゾラム州の公共事業局(PWD)と NHIDCL、カラダンマルチモーダル道路の DPR コンサルタントと協議を行った。その結果、カラダンマルチモーダル道路のバイパス No.4 との交差点付近の約 200m 区間を縦断を変えずに谷側にシフトし交差点を設ける案の方が適切であるとの理解を得た。公共事業局は、カラダンマルチモーダル道路は建設中であるため、現在の計画の変更は困難であり、バイパス建設時の変更が望ましいとの見解を示した。

5.2.4 橋梁・構造物設計

(1) 序論

NH54 バイパスルートは山間部を通るため、沢部の横断に伴って橋梁やカルバート等の横断構造物が必要となる。

このうち Serchhip bypass の 2 地点において、計画道路高の地盤高からの高低差および、背後の集水域が大きいことから橋梁を計画する。

Serchhip bypass at 4+530

- ・ Serchhip bypass の起点から約 4.5km に位置する。
- ・ 計画線形は平面線形的に曲線区間で横断する。
- ・ 横断区間は比較的小さいため Minor Bridge の計画となる。
- ・ 現地調査時期（1 月）に出水がみられる。
- ・ 河床には転石や露岩がみられる。
- ・ 沢周辺には草本、低木等が繁茂している。

Serchhip bypass at 10+800

- ・ Serchhip bypass の起点から 10.8km、終点から約 0.8km に位置する。
- ・ 計画線形は平面線形的に直線区間で横断する。
- ・ 横断区間は比較的大きいため Major Bridge の計画となる。
- ・ 現地調査時期（1月）に出水がみられる。
- ・ 河床には転石や露岩がみられる。
- ・ 沢周辺には草本、低木、高木等が繁茂している。



出典：調査団

図 5.2-2 Serchhip bypass 4+530 地点の沢（左）、Serchhip bypass 10+800 地点の沢（右）

(2) 適用基準

NH54 バイパスの橋梁計画へ適用する基準は IRC 基準に基づくものとする。また詳細設計においても IRC 基準の適用を基本とする。

橋梁設計に関する主な基準書および標準図について表 5.2-6 に整理する。また道路への適用基準も参考にすること。ただしこれに限定するものではない。

表 5.2-6 橋梁設計に関係する主な基準書

IRC: 5-1998	Standard Specification & Code of practice for Road Bridges. Section – I General Features of Design (Seventh Revision)
IRC: 6-2014	Standard Specification & Code of practice for Road Bridges. Section – II Loads & Stresses (Revised Edition)
IRC: 21-2000	Standard Specification & Code of practice for Road Bridges. Section – III Cement Concrete Plain & Reinforced (Third Revision)
IRC: 24-2010	Standard Specification & Code of practice for Road Bridges, Steel Road Bridges (Limit State Method) (Third Revision)
IRC: 45-1972	Recommendations for Estimating the Resistance of soil below the maximum Scour Level in the Design of Well Foundations of Bridges.
IRC: 73-1980	Geometric Design standards for Rural (Non-Urban) Highways.
IRC: 78-2014	Standard Specification & Code of practice for Road Bridges. Section – VII Foundation & Substructure (Revised Edition)
IRC: 112-2011	Code of Practice or Concrete Road Bridges
MORTH	Standard Plans for 3.0m to 10.0m Span Reinforcement Cement Concrete Solid Slab Structure with and without Footpaths for Highways, 1991
MORTH	Standard Plans for Highway Bridges R.C.C. T-Beam & Slab Superstructure – Span from 10m to 24m with 12m width, 1991

出典：調査団

また、当地域の地域特性および道路特性を考慮して、主な荷重条件を以下に挙げる。

- 活荷重：IRC:6 Clause201 に基づき IRC Class 70R Loading を適応する。
- 組合せ条件：Clause204.3 に基づき、One lane of Class 70R OR Two lanes of ClassA.

- 衝撃荷重：Clause208の規定に従うこと。
- 温度荷重：Clause215の規定に従うこと。NH-54は+5℃～+40℃の気温範囲にあたる。
- 地震荷重：Clause219に従うこと。
- Zone No. V
- Important Factor：1.5

以上に限らず、IRC:6を満たすように設定する必要がある。

(3) Major Bridge の計画

Serchhip bypass の起点より 10.8 キロ地点の沢上を横断するための橋梁を計画する。

橋梁形式は、橋梁区間約 140m を沢地形上で横断させるのにふさわしい形式とする。

山岳地の谷部に適用される形式として鋼アーチ橋が挙げられる。斜面側からアーチリブを立ち上げるため谷底への橋脚設置は不要となる。また鋼部材は工場製作となるため比較的短い工期で施工可能である。またアーチ形状と山地形がよく調和するため景慣性にすぐれる。

代替案として、同規模の橋梁でよく用いられる代表的なコンクリート橋である T ラーメン箱桁橋を比較する。

以上の 2 橋について、比較表を表 5.2-7 に整理する。この結果、鋼アーチ橋が総合評価で優るため、上路式鋼アーチ橋 (RC スラブ+鋼アーチ+RC スラブ) として提案する。



出典：調査団

図 5.2-3 Serchhip bypass Major Bridge 計画地 (終点側斜面より望む)

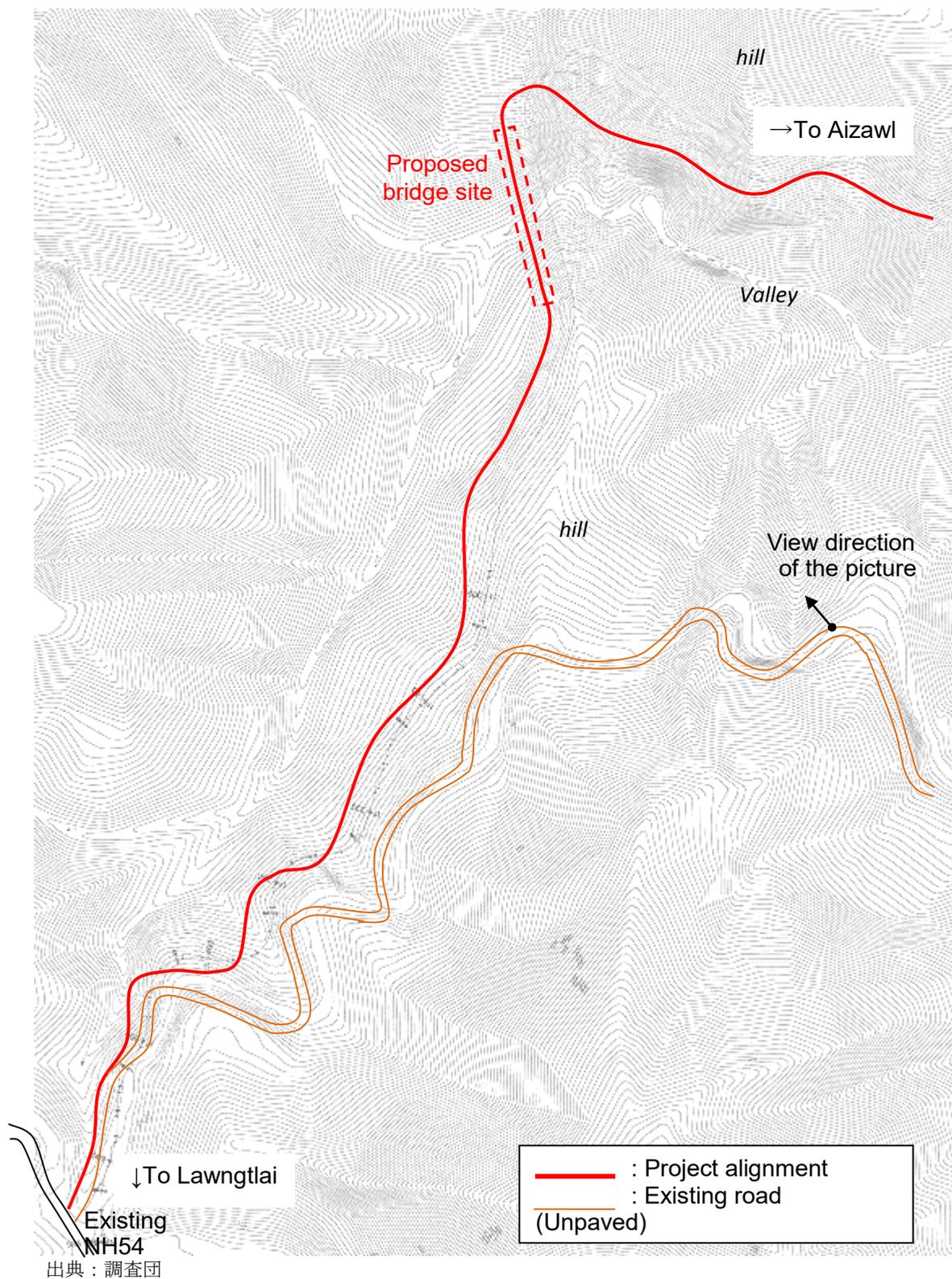


図 5.2-4 Serchhip bypass Major Bridge の計画位置図

表 5.2-7 Major Bridge の形式比較検討

	上路式鋼アーチ橋 (RC スラブ+鋼アーチ+RC スラブ)	T ラーメン PC 箱桁橋 (RC スラブ+T ラーメン箱桁)
概要	<p>山岳地の谷間を渡すためによく適用される形式。アーチ作用を利用して、両斜面の堅固な地盤でアーチリブを支えることでスパンを跳ばすことができる。架設はケーブルクレーンや鉄塔を設置して、ケーブル斜吊り工法によりをおこなう。</p>	<p>架橋位置が非常に高く、支保工が不適な場合によく適応される形式。橋脚を柱頭部まで立ち上げた後、移動作業車を使用して箱桁の張出し施工をおこなう。</p>
工事費	<p>1.00 (△)</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本など海外業者の調達が想定される。一部の労力および機材は海外調達となるため、工事費はやや大きくなる。 	<p>0.85 (○)</p> <ul style="list-style-type: none"> インド国内で実績の多い工法であるため、国内からの材料、機械、労務の調達が基本となるため、工事費は抑えられる。
工期	<p>1.5年 (○)</p> <ul style="list-style-type: none"> アーチ部材の工場製作中と下部工コンクリートの現場打ち作業が同時に進行できるため、全体工期が比較的短くなる。 現場作業が比較的少ないため、工期が信頼できる。 	<p>2年 (△)</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋脚を立ち上げた後に張り出し架設となるため、工期が比較的長くなる。 コンクリートの現場打ちは気象状況に左右されやすい。大幅に工期が遅延するリスクが高い。
景観	<p>○</p> <ul style="list-style-type: none"> アーチ橋は一般的に景観性が優れていると言われている。現地の谷状地形とアーチラインがうまく調和する。 	<p>△</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋脚や主桁のボリュームが大きいため、重厚で人工的な感じを受ける。
施工性	<p>○</p> <ul style="list-style-type: none"> ケーブル斜吊り工法によって現道近くから架設可能。 上部構造は工場製作となるため品質確保が比較的容易となる。 	<p>△</p> <ul style="list-style-type: none"> 多くの資機材やコンクリートを工事用道路によって斜面下に運搬する必要がある。 コンクリート作業を長い期間現場でおこなうため、現場における品質管理が重要である。
総合評価	○	△

出典：調査団

地形・地質条件

- ・地形測量を踏まえて、橋長は 142.4m、現地盤からの高さはアーチ中央部で約 55m となる。起点側および終点側の両橋台上の高低差は 3m 程度あり、橋梁上の道路縦断勾配は 2% の上り勾配となる。
- ・ボーリング調査は起点側 1 箇所、終点側 2 箇所の合計 3 箇所で実施している。標準貫入試験では深度 2m で貫入不能もしくは N 値 50 程度を記録した。このため、アーチリブおよび橋脚、橋台の基礎はいずれも直接基礎として、フーチング下面を 2m 深度まで根入れさせるものとする。

橋梁諸元

- ・橋梁幅員は IRC 基準に基づき全幅員 12m とする。歩行者の通行空間確保のため、車道両側には 1.5m 幅の歩道を設置するものとする。
- ・高所への架橋となるため、車両防護柵を設置するものとする。

設計

- ・インド IRC 基準に基づくものとする。活荷重規格は 70R とする。
- ・当地域は地震が比較的多い為、地震レベル V に分類される。インド IRC 基準に基づき鋼アーチ橋の構造的特性を考慮して耐震設計を実施する必要がある。
- ・アーチ橋鋼部材に耐候製鋼材を使用するとライフサイクルコストと合わせたトータルの費用の削減が期待できるため、耐候製鋼材の導入等も追加オプションとして可能性がある。そうした先進技術については日本のメーカーが対応可能である。

製造・架設

- ・アーチ橋鋼部材は工場製作して現場に運搬する。ケーブルクレーンや鉄塔設備を用いたケーブル斜め吊り工法を想定する。

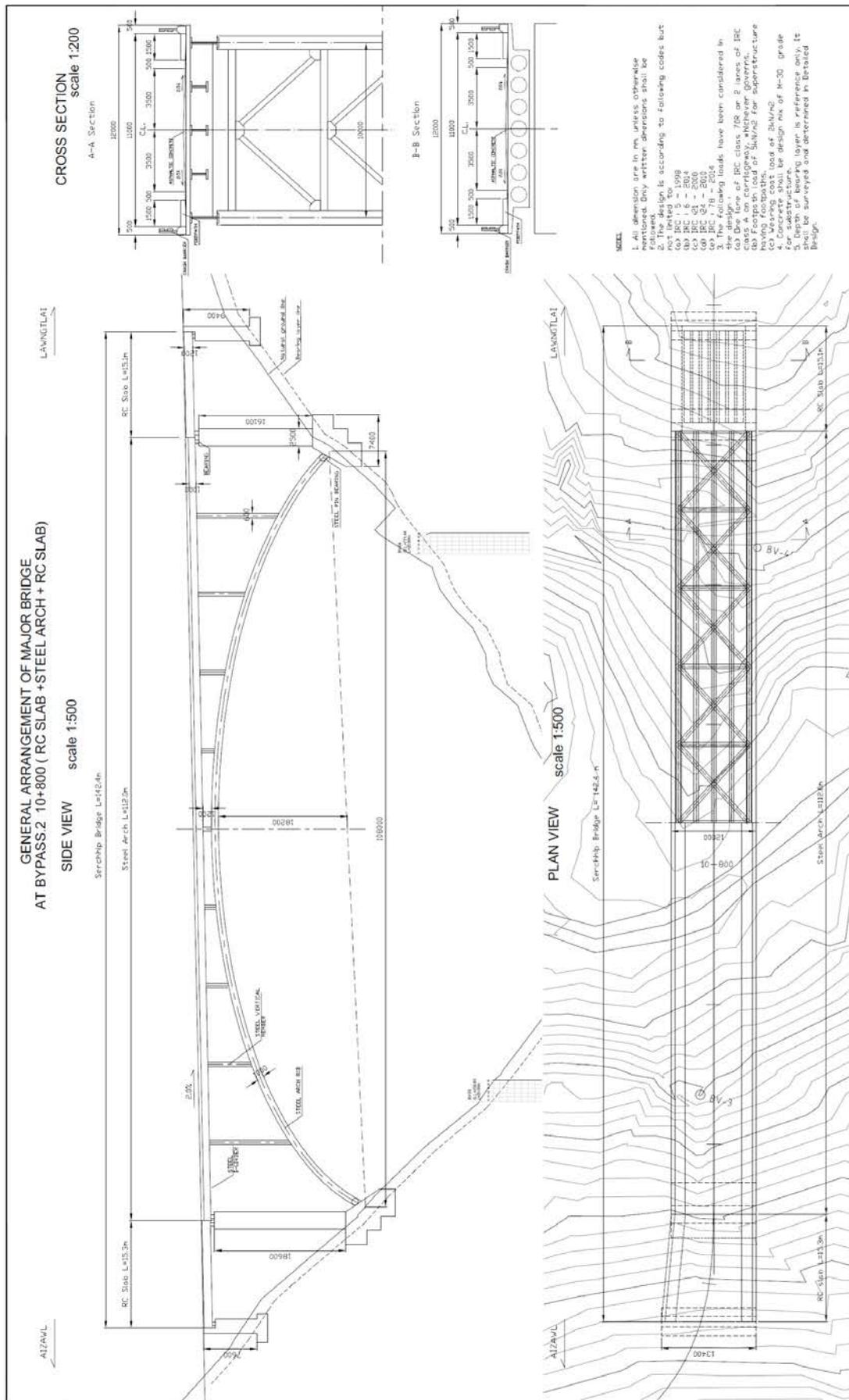


図 5.2-5 鋼一チ橋計画図

出典: 調査団

(4) Minor Bridge の計画

Minor Bridge の計画について以下に示す。

表 5.2-8 Minor Bridge の提案

位置	構造タイプ	構造諸元
Serchhip bypass 4+530	RC スラブ橋 (ホロースラブ)	橋長 L=15m 全幅 W=12m 基礎：直接基礎

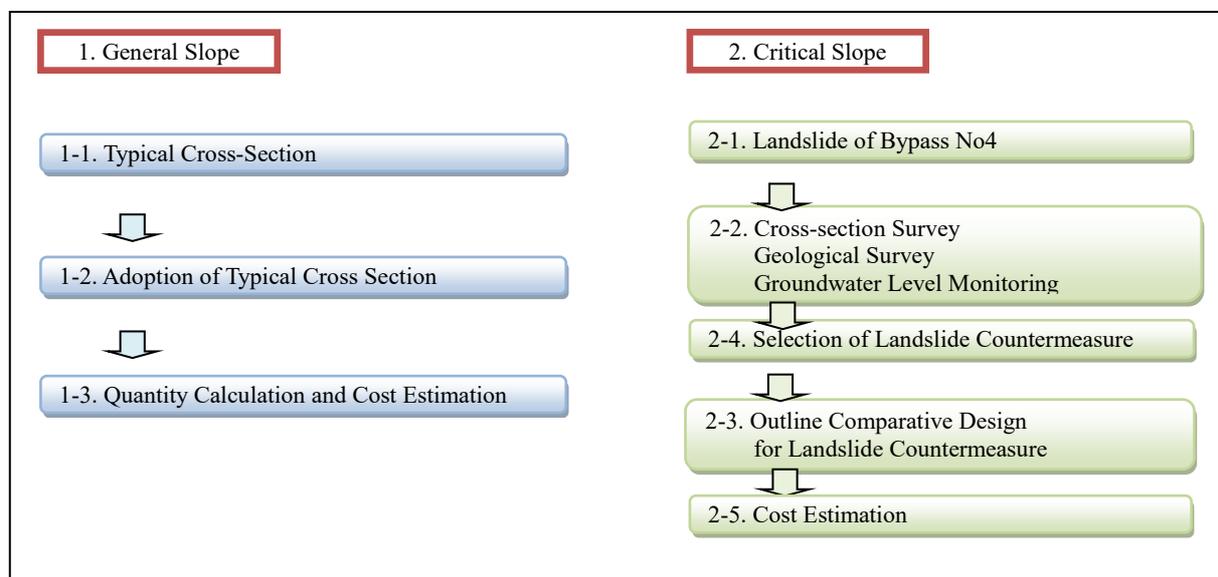
出典：調査団

- ・ 橋梁幅員は IRC:73 に基づき全幅員 12m で計画する。歩行者の通行空間確保のために幅 1.5m の歩道を設置するものとする。
- ・ ボーリング調査の結果から直接基礎を採用する。フーチング下面を 1.5m 深度まで根入れさせるものとする。
- ・ RC 部材のみで構成されるため、現場練りによるコンクリート打設を想定する。桁については支保工を設置して場所打ち施工をおこなう。
- ・ 雨季には水量が増えるため、乾期中の施工が望ましい。

5.2.5 土工・斜面保護・地すべり対策工

(1) 検討手順

図 5.2-7 に、土工、斜面保護工、地すべり対策工計画の実施フローを示す。上述のインベントリー調査を基に、道路沿いの斜面の安定性を評価した。また、バイパス No4 の地すべりは、地すべり調査を基に検討した。



出典: 調査団

図 5.2-7 斜面对策工計画フロー

(2) 設計方針および基準

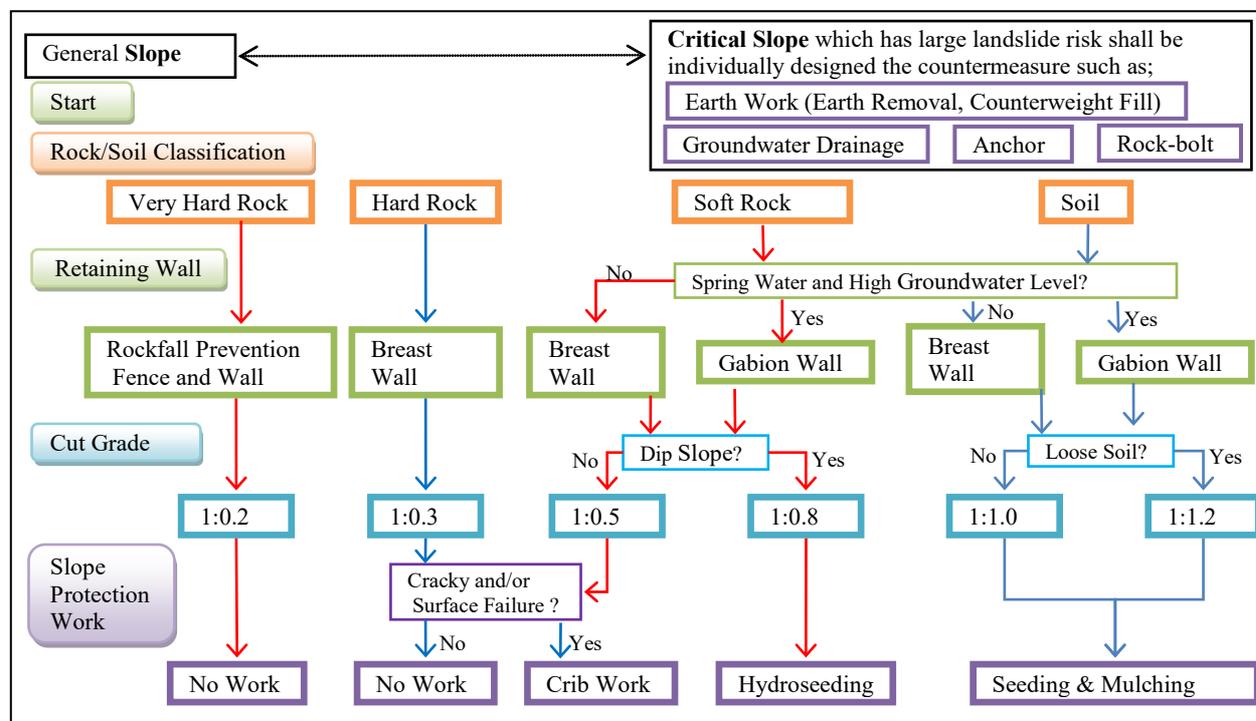
斜面災害リスクの低い通常の斜面に対しては、斜面保護や擁壁工、切土・盛土の斜面勾配は、各斜面の地質・土質、地形等の自然条件に応じて、下記に述べる設計基準に基づき計画した。とりわけ、斜面災害を防止するため、設計方針を下記の通り定めた。

- 安定した土砂および軟岩切土斜面は、現況の植生との調和に配慮して緑化工を施す。
- 不安定な斜面や緑化に適さない斜面は、斜面保護工を実施する。
- 切土法面の1段の高さは、最大で直高7mとする。7mを超える場合には、幅1.5mの小段を法面の間に設ける。
- 切土法面の全体高さは、環境面や施工性、防災を考慮し、基本的に最大20mとする。
- 長大切土法面となる場合には、斜面保護工を適用して、安定勾配より急な切土を形成する。
- 小崩壊防止と側溝の維持管理のため、山側切土最下段法面に腰積擁壁を設置する。
- 斜面保護工は、インド国もしくは日本において一般的な工法から選定する。
- 土砂災害危険個所は、出来るだけ道路平面線形で回避する。
- 回避出来ない土砂災害危険個所は、地下水排除工や押し盛土、頭部排土、アンカー工等の地すべり対策工を斜面の安定化のために検討する。

図 5.2-8 に、山側の切土法面に対する擁壁工形式、切土勾配、法面保護工の選定フローを示す。道路への深刻な被害が想定される危険斜面は、個別に調査、排土工や押し盛土工などの土工、地下水排除工、アンカー工やロックボルト工等の対策工を設計する。

また設計に当たっては、IRCの発行している基準書「SP:48-1998, Hill Road Manual」および「Special Report, State of the Art: Landslide Correction Techniques, 1995」をレビューした。切土や盛

土等の土工については、現場の地盤状況を踏まえて IRC の基準に改良を加えた。また本調査で計画したアンカー工や補強土盛土等については、IRC には形状や部材の仕様、数量の決定のための記載では十分でなかったため、本邦の技術基準（道路土工，社団法人日本道路協会）を加味して、設計を実施した。表 5.2-9 に IRC における斜面对策設計基準のレビュー結果を示す。



出典：調査団

図 5.2-8 切土法面斜面对策選定フロー

表 5.2-9 IRC における斜面对策設計基準レビュー結果

項目	IRC 該当項	JICA 調査団による評価および本設計への適用	
土工			
切土	IRC: 11.8 SR: 7.9.3.1	A	現地の斜面状況により、IRC の切土購買の設計基準を修正した。SR に記載されている小段は、非常に広い（6~11m）ため、本邦の基準書に則り 1.5m 幅を提案する。
盛土	-	A	「Hill Road Manual.」に記載はないため、「Rural Road Manual (SP:20-2002)」の設計基準を活用した。
擁壁工			
重力式擁壁工	IRC: 9.2	B	IRC に例示されている擁壁形状は、経済的でなく、急斜面での適用が困難であるため、形状を改良した。
胸壁工	IRC: 9.3	C	IRC には擁壁形状の記載がない。
補強土壁工	IRC: 9.7	B	設計計算などの設計手法の説明が不十分であり、IRC では補強材として帯状鋼製ストリップのみ紹介されており、パネル部材や前面傾斜などの記載がない。
	SR 7.6.	B	SR には、基本的な内的安定の計算式が示されているが、経済的な設計を目的とした、典型的な盛土の土質定数や補強材の引張強度が示されていない。
斜面保護工			
植生工	IRC: 11.7.3 SR: 7.5.7.	B	芝張工や播種工は侵食防止のため導入されている。IRC および SR には、植生基材吹付工は示されていない。
法枠工	-	C	IRC と SR 両方に記載なし。
ノンフレーム工法	-	C	IRC と SR 両方に記載なし。
落石防護柵付擁壁工	SR: 7.9.4.	C	SR には、落石防護柵を設置すべき位置が示されているが、柵高や許容落石衝突エネルギーなどのフェンス部材の仕様については、落石シミュレーションの実施と同様、記載がない。

項目	IRC 該当項	JICA 調査団による評価および本設計への適用	
地すべり対策工			
地下水排除工	IRC: 11.6.2(c)	C	IRCにおける仕様は、大きな地すべりに対し効果がなく、小規模な崩落にのみ効果がある。
	SR 7.8.1.	B	設計基準が不明瞭で、ボーリング長さや配置、数量を決定するのに十分ではない。
押さえ盛土工	-	C	IRCに記載なし。
	SR 7.4.1.6.	B	SRは、道路線形変更や地すべり末端部の盛土を示しているが、盛土の安定性や透水性などの考慮すべき事項については記載されていない。
排土工	-	C	IRCに記載なし。
	SR 7.4.1.6.	B	押さえ盛土工同様、SRは地すべり頭部の土砂量を減らす手法を示している。しかし、背後斜面の安定性など留意点については言及していない。
アンカー工	-	C	IRCに記載なし。
	SR: 7.3.8. SR: 7.9.3.5. SR: 8.3.3.	C	SRでアンカー壁工や実例を紹介しているが、設計計算などの設計手法については示されていない。
	-	C	IRCに記載なし。
ロックボルト工	-	C	IRCに記載なし。
	SR: 7.9.3.5.	C	SRでは、ロックボルト工についての基本的な情報を紹介しているが、仕様や鉄筋長、配置などの設計手法については説明されていない。

評価 A: 設計に適用可
B: 詳細設計には、詳細な設計基準を加味する必要がある。
C: IRCに記載がなく、本邦基準から導入する必要がある。

出典：調査団

(3) 土工設計

1) 切土法面

道路沿いの擁壁工より上方斜面の切土勾配は、斜面の地質・土質状況により決定する。表 5.2-10 に、IRC と比較した土砂および岩盤の分類毎の切土勾配の設計基準を示す。風化岩で構成される 1:0.3 の急勾配の既存の切土法面で多くの斜面崩壊が認められたため、軟岩斜面は IRC 基準より緩い勾配の 1:0.5 から 1:0.8 の勾配で切土をするものとする。硬質な岩盤斜面は、より急な切土勾配が適用可能である。すなわち非常に硬質な岩盤斜面は、1:0.2 勾配で切土をする。一方で、脆弱化した風化岩や土砂で構成される斜面は、緩い勾配で慎重に切土をする。

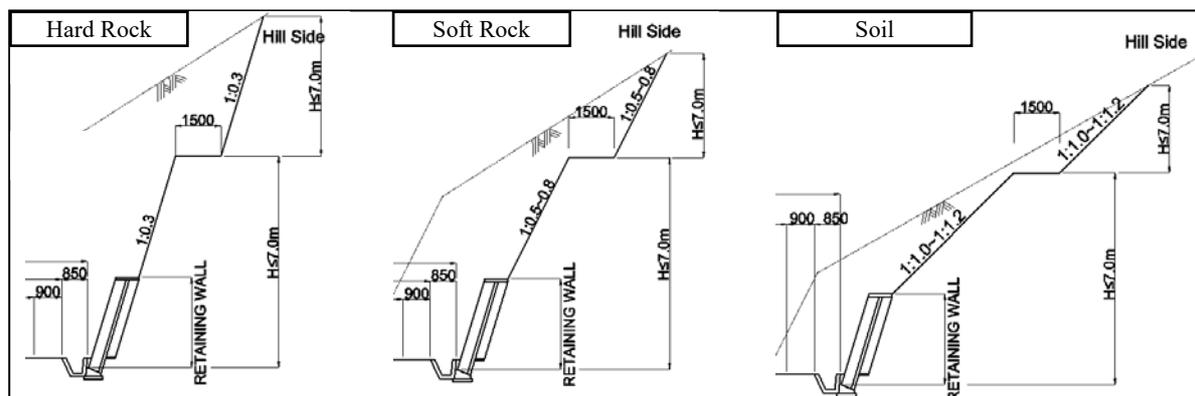
落石やがけ崩れなどのリスクのある亀裂質の硬岩斜面に対しては、約 10m³ (幅 3m 以下、かつ深さ 1m 以下)の崩壊や落石を抑止可能な法枠工を適用し、土砂災害を防止する。より大きい崩壊が懸念される斜面に対しては、アンカー工やロックボルト工等の地すべり対策を、危険斜面に対する対策工設計において、個別に計画する必要がある。

侵食や表層崩壊の防止のため、また景観の向上のために、切土法面のほとんどは、植生基材吹付工や播種工等を実施し、緑化する。植生基材吹付工の厚さは、土質条件により 3~7cm に変化させるため、1:0.8 勾配の軟岩切土法面には、5cm 厚の植生基材吹付工を適用する。播種工は、土砂で構成される切土法面に適用する。非常に硬質または硬質な岩盤斜面は未風化で、急勾配で切土されることから、植生の生育が望めず、生基材吹付工を含む緑化工は適用不可能である。図 5.2-9 は、切土法面の標準断面図である。

表 5.2-10 切土勾配および斜面保護工に関する設計基準

IRC 基準*		JICA 調査団による 岩盤/土砂分類		切土 勾配	斜面保護工
分類	Cut Grade				
硬岩	80 ~ 90 degree	岩盤	超硬岩	1:0.2	無処理
			硬岩	1:0.3	無処理
通常の 軟岩	1:0.25 ~ 1:0.125	軟岩	斜面リスクあり		
			流れ盤以外	1:0.5	無処理
通常の土/ 重粘土	1:1.0 ~ 1:0.5	土砂	流れ盤	1:0.8	植生基材吹付工(t=5 cm)
			締まった土	1:1.0	播種工
			ルーズな土	1:1.2	播種工

*IRC: SP:48: 1948 Clause 7.4
出典: 調査団



出典: 調査団

図 5.2-9 切土法面標準断面図

この検討では、切土による土軟硬分類は、インベントリー調査を基に、表 5.2-11 のように設定している。

表 5.2-11 切土による土軟硬分類

分類	Bypass No1	Bypass No2	Bypass No3	Bypass No4 (%)
土砂	20	20	30	10
軟岩	80	75	70	80
硬岩	-	5	-	10

出典: 調査団

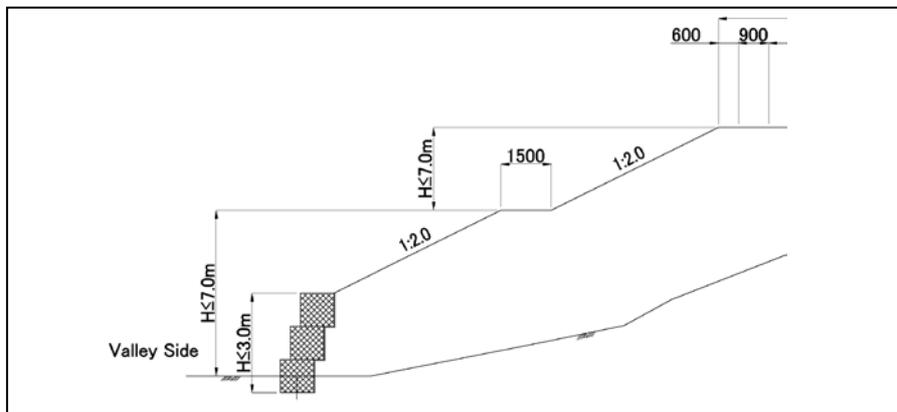
2) 谷側盛土

盛土の法面勾配は、一般的に使用する盛土材料と全体の盛土高さにより決定する。本プロジェクトにおいては、切土による発生土が盛土材として活用されることが想定されるため、盛土材は、砂岩や片岩から生じる礫質土で構成される。盛土の法面勾配は、表 5.2-12 に示すように提案する。盛土法面の表層崩壊を防ぐために、フトンカゴ等の土留めを斜面の末端部に設置する。また張芝工を盛土法面に実施し、侵食防止、景観向上に寄与する。図 5.2-10 に、盛土標準断面図を示す。

表 5.2-12 盛土法面勾配および法面保護工に関する 設計基準

IRC 基準*		盛土材	法面高さ	勾配	斜面保護工
分類	勾配				
盛土	1:2.0	切土発生による礫質土	5 m 以下	1:1.5	張芝工
			5 ~ 20 m	1:2.0	張芝工

*IRC: 36-1970
出典: 調査団



出典: 調査団

図 5.2-10 盛土標準断面図

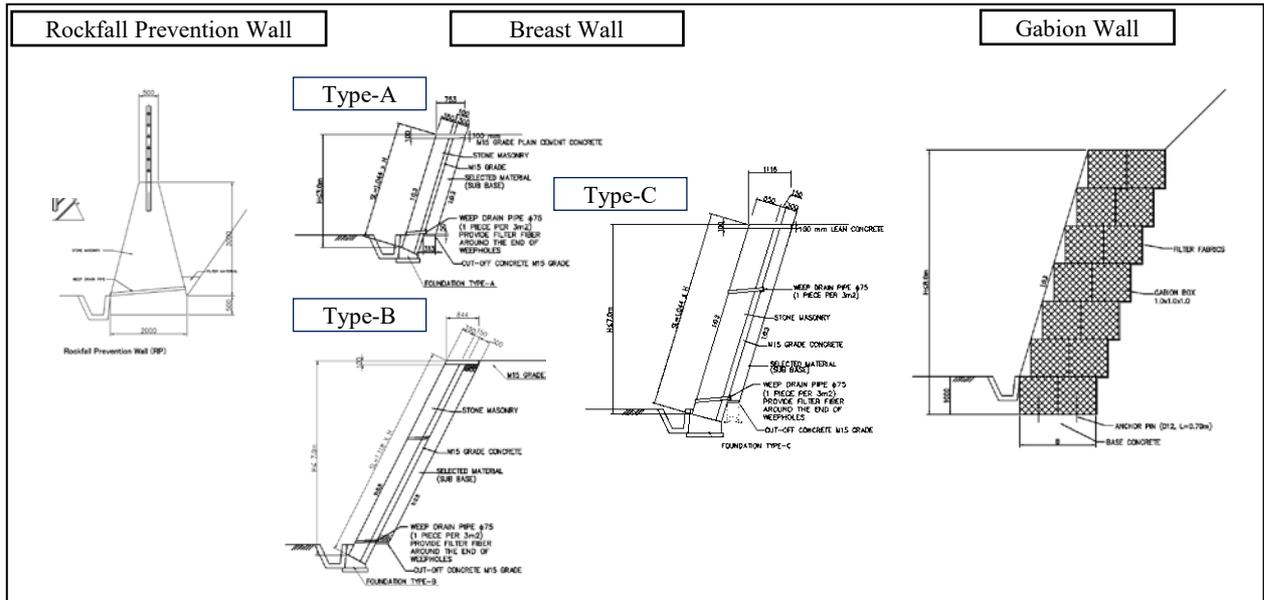
3) 擁壁工

道路側溝における切土法面や自然斜面からの崩土の堆積は、側溝排水の流出により舗装の損傷を引き起こす。そのため、道路沿いのほとんどすべての山側斜面の末端部に擁壁工を設置し、崩土の堆積を防止する。表 5.2-13 に、擁壁工の設計基準を示す。切土量を低減するため、擁壁工形式は斜面形状により変化する。すなわち厚さ 65cm の大型の擁壁工は、より直高の高い斜面に適用し、それより小型の厚さ 35cm の擁壁工は、他の低い斜面もしくは土砂で構成される斜面に適用する。高い透水性を持つフトンカゴによる擁壁工は、現地で湧水が認められ、地下水位が高いと考えられる斜面に対し適用する。非常に硬質な岩盤斜面では、落石の道路上への落下を防ぐため、斜面末端部に落石防護柵付重力式擁壁工を設置する。図 5.2-11 に、擁壁工の標準断面図を示す。

表 5.2-13 山側擁壁工に関する設計基準

岩盤/土砂分類		壁高	擁壁工形式 (前面勾配)	
岩盤	超硬岩	3.0 m 以下	落石防護擁壁	1:0.25
		3.0 m 以下	胸壁 Type-A	1:0.3
	硬岩	3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-B	1:0.5
		3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-C	1:0.3
		3.0 m 以下	胸壁 Type-A	1:0.3
	軟岩	3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-B	1:0.5
		3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-C	1:0.3
高い地下水位		7.0 m 以下	フトンカゴ	1:0.3~
土砂	締まった土	3.0 m 以下	胸壁 Type-A	1:0.3
		3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-B	1:0.5
	高い地下水位	7.0 m 以下	フトンカゴ	1:0.3~
	ルーズな土	3.0 m 以下	胸壁 Type-A	1:0.3
		3.0 ~ 7.0 m	胸壁 Type-B	1:0.5
		高い地下水位	7.0 m 以下	フトンカゴ

出典: 調査団



出典: 調査団

図 5.2-11 擁壁工標準断面図

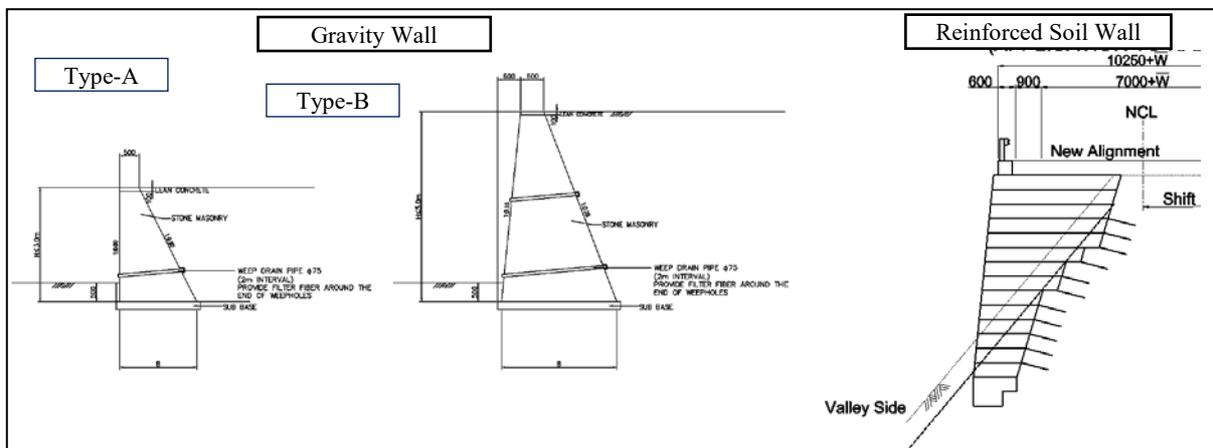
4) 盛土構造物

谷側への道路拡幅に伴って実施される道路盛土の前面に、土留めのため擁壁工を構築する。擁壁工の形式は、谷側斜面の地形に応じて選定する。30°以下の緩傾斜で低い谷側斜面に対しては、重力式擁壁が土留めのやめ多用される。前面勾配が直かほぼ垂直である重力式擁壁は、建設時に壁背面側を大きく掘削する必要があるため、建設時の現交通の確保に留意する必要がある。急勾配で高い斜面には、急勾配の前面勾配で、高さ 20m 以上の擁壁が構築できる補強土擁壁工が必要である。表 5.2-14 に盛土構造物の設計基準を示す。また、図 5.2-12 に擁壁工標準断面図を示す。

表 5.2-14 盛土構造物に関する設計基準

擁壁工形式		壁高	前面勾配	適用
重力式擁壁	Type-A	3 m 以下	垂直	低・緩斜面
	Type-B	5 m 以下	1:0.1	30° 以下の斜面
補強土擁壁		5 ~ 20 m	1:0.1	高・急斜面

出典: 調査団

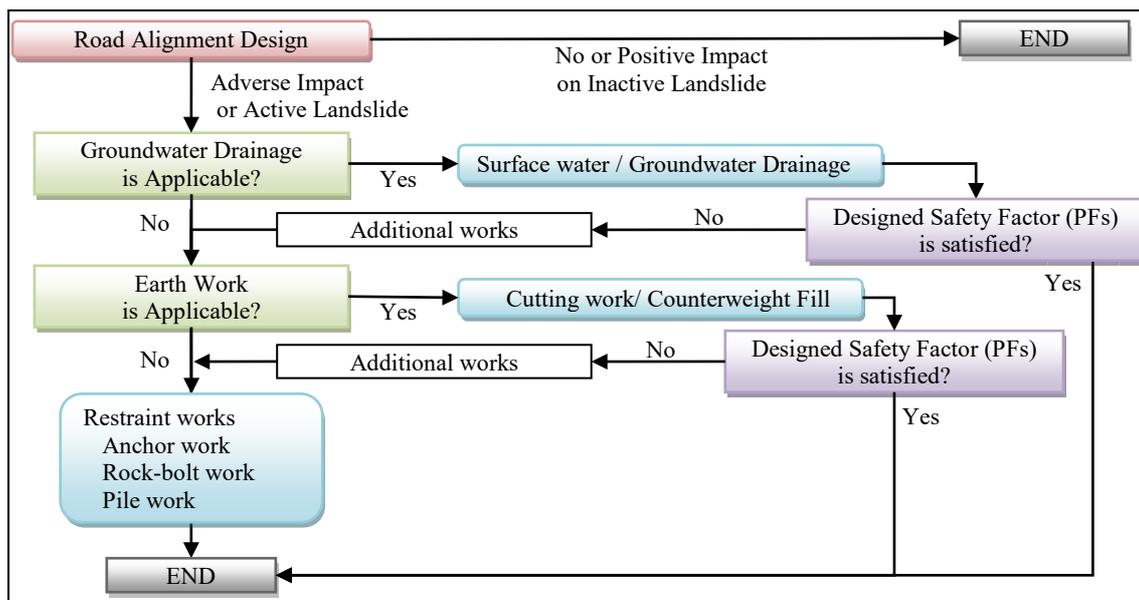


出典: 調査団

図 5.2-12 盛土擁壁工標準断面図

5) 地すべり対策設計

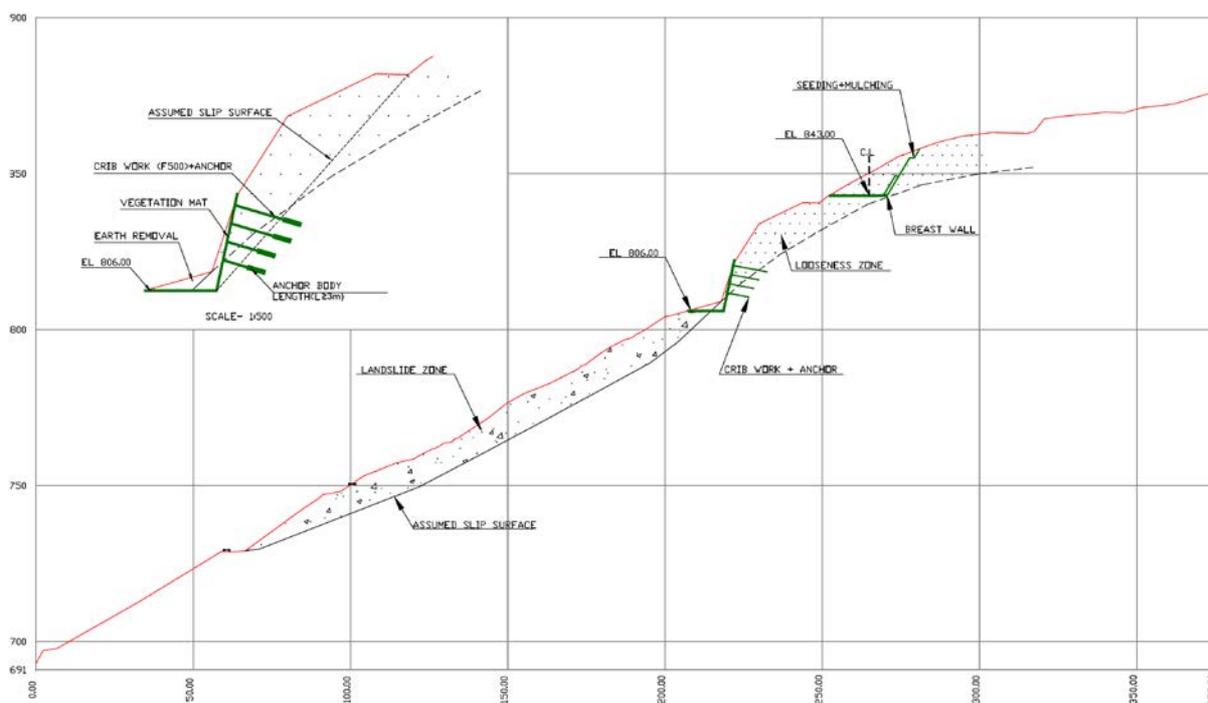
基本的に、道路線形は、地すべり活動を助長しないように計画されなければならない。しかし、やむを得ず地すべり地を通過する場合は、地すべり防止対策を計画し設計しなければならない。図 5.2-13 に、地すべり対策工の選定フローを示す。切土や盛土により不安定化が懸念されるものに関しては、地すべり対策工が必要である。地すべり対策工は、地下水排除工、排土工や押さえ盛土工の土工、アンカー工やロックボルト工、杭工等の抑止工の3つのタイプに主に分類される。一般的に、地下水排除工は最も安価であり、次いで土工も安価であるが、地形や土質、地下水状況による制約を受けることが多くある。一方で、地すべり滑動を力で抑える抑止工は、一般的に高価であるが、恒久的な対策工として採用される。そのため抑止工は、対策工費削減を考慮し、地下水排除工と土工の組み合わせによって導入されるべきである。



出典: 調査団

図 5.2-13 地すべり対策工選定フロー

バイパス No4 の地すべりに関しては、地すべり活動が顕著なため、最終的に見直されている。計画線形は、地すべり地の上部を通る線形である。そのため、地すべり本体に対する対策は、図 5.2-14 に示されるように実施されない。しかし、緩みゾーンが地すべり地の上部に分布していると考えられるので、斜面崩壊拡大防止のために、計画道路に対する適切な対策が必要である。



出典: 調査団

図 5.2-14 緩みゾーンに対する対策

5.2.6 舗装設計

(1) 設計基準およびガイドライン

IRC より出版されている舗装設計に関するガイドライン “Tentative Guidelines for the Design for Flexible Pavements (IRC37-2012)” に基づく。

(2) 舗装設計

NH54 の舗装設計は 2015 年 8 月 14 日の NHIDCL との会議によって決定された。各舗装厚の構成は表 5.2-15 の通りであり、NH54 バイパスの舗装構成も同様とする。

表 5.2-15 NH54 の舗装構成

舗装の各層	層厚 (mm)
BC (Bituminous Concrete)	40
DBM (Dense Graded Bituminous Macadam)	100
WMM (Wet Mix Macadam)	250
GSB (Granular Sub-Base)	300
Total	690

出典: 調査団

5.2.7 排水設計

(1) 基本方針

道路の耐久性および使用性を確保するためには、横断排水および路面側溝などを適切に設置して路面周辺の水を的確に排水する必要がある。特に山岳道路では、山の斜面からの流れてくる大量の流水が道路を横断するため、横断流量に対して満足するように横断排水を適切に計画することが重要である。

新設の排水構造物は、水文計算の結果に基づいた計画とする。水文計算により得られた流水横断位置や流量に基づき、カルバートや側溝の通水断面や設置位置を計画する。カルバートのタイプ・サイズについては、経済性、施工性、メンテナンス性の観点からふさわしい構造とする。

(2) 適用基準

本調査の概略設計は IRC 基準に基づいた計画とする。また詳細設計においても IRC 基準の適用を基本とする。

排水設計に関する主な基準書については、橋梁への適応基準を参考にすること。また、追加としては以下が挙げられる。

表 5.2-16 排水設計に関する主な基準書

IRC:SP: 13-2004	Guidelines for the Design of Small Bridges and Culverts (First Edition)
IRC: SP:42-2014	Guidelines on Road Drainage (First Edition)
MORTH	Standard Plans for Single, Double and Triple Cell Box Culverts with and without Earth Cushion
IS458 (2013)	Precast Concrete Pipes (with and without Reinforcement)

出典：調査団

(3) 排水計画

(a) 横断排水構造

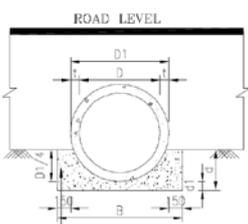
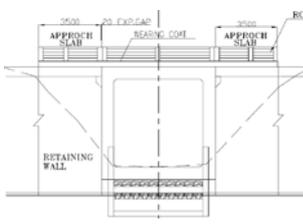
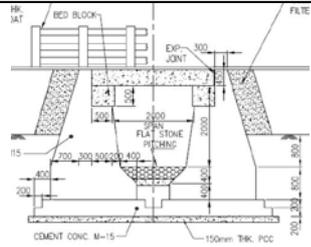
横断排水の構造タイプとしては、パイプカルバート、ボックスカルバート、スラブカルバートが考えられる。

ここで、流量が比較的小さな箇所についてはパイプカルバートが最も適当である。パイプカルバートは最も経済性に優れ、主部材の RC パイプはプレキャストで製造できるので品質が確保しやすいといったメリットを有している。

また、流量が比較的大きくなりパイプカルバートでは十分とされない箇所については、BOXカルバートが適当である。なお、BOXカルバートは全主部材が RC 部材となるため、石積み橋台と RC スラブから成るスラブカルバートよりも品質が確保しやすく耐久性もよい。隣接する W.B.Road でも同理由によりスラブカルバートではなく BOXカルバートが適用されている。

以下に各タイプのカルバートについての評価を整理する。

表 5.2-17 各タイプのカルバートの評価

	パイプカルバート	ボックスカルバート	スラブカルバート
図			
経済性	◎	○	△
施工性	◎	○	△
耐久性	○	○	△
許容流量	○	◎	◎
その他	流量が比較的小さな箇所に適用する	流量が比較的大きな箇所に適用する	適用なし

出典：調査団

したがって、カルバート構造は、流量が比較的小さな箇所については Pipe カルバート、比較的大きな箇所については BOX カルバートとして、水文計算で得られた流量を満足するサイズを確保するように計画する。

パイプカルバートおよびボックスカルバートの計画概要を以下に示す。

- ・カルバートの延長は一般部の道路幅員 12m に合わせて 12m とする。ただし幅員拡幅が生じる曲線区間においては、拡幅量に合わせたカルバート延長とする必要がある。
- ・パイプカルバートについて、直線区間における標準図をタイプ A として図 5.2-16 に、曲線区間における標準図をタイプ B として図 5.2-17 にそれぞれ示す。ただし、実施時にはカルバートごとに道路幅員に合わせたカルバート長および、地形に合わせたインレットやアウトレットの構造を考える必要がある。
- ・ボックスカルバートについては、IRC に標準図が整理されているため、標準図に基づいた計画とする。なおアプローチ部分にはアプローチスラブを設けることとする。また地覆上には高欄を設けることとする。内空サイズは流量を満たすように 2x2m から 4x4m のタイプを割り当てているが、実施時においては地形条件も考慮してふさわしい断面とする必要がある。
- ・パイプカルバートについては、ICR:13 に基づき NP4 のタイプとする。また、IS458:Precast Concrete Pipes の品質に適合したものとする。サイズは直径 1.2m のタイプを適用するものとする。
- ・インレット部において横断流水および側溝からの流水を的確に処理させるために排水柵を設ける。また切土区間ではシュートを設ける。
- ・アウトレット部には、流水による法面浸食を抑えるため、水衝工を設けるものとする。
- ・カルバートのヘッドウォールは前後区間の擁壁と合わせて一体として計画する。

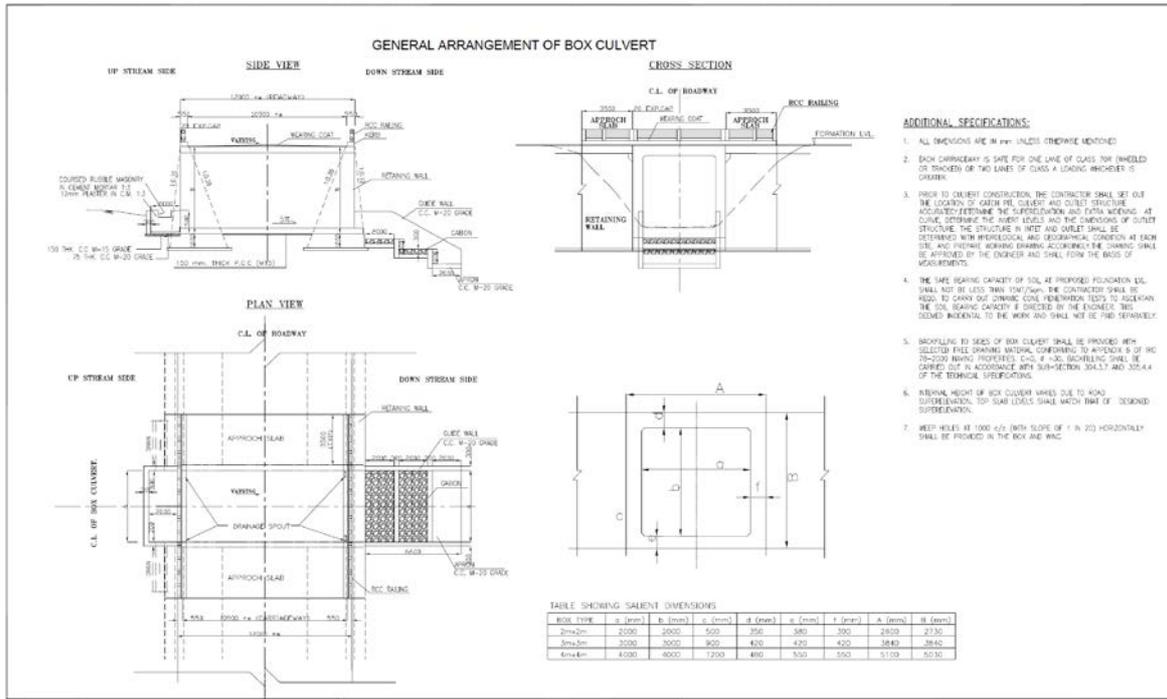
NH54 バイパスに適用する各カルバートのサイズおよび通水容量について、表 5.2-18 に整理する。

表 5.2-18 カルバートのサイズごとの通水容量

	サイズ	断面積(m ²)	係数	勾配 (%)	容量 (m ³)	適用条件
パイプカルバート	φ 1.2m	1.028	0.013	5.0	4.17	Flowing full 条件を適用
BOX カルバート	2mx2m	4.000	0.033	5.0	15.88	Flowing full 条件を適用
	3mx3m	9.000	0.033	5.0	36.19	Flowing full 条件を適用
	4mx4m	12.400	0.033	5.0	95.71	クリアランス 0.9m の開断面条件を適用

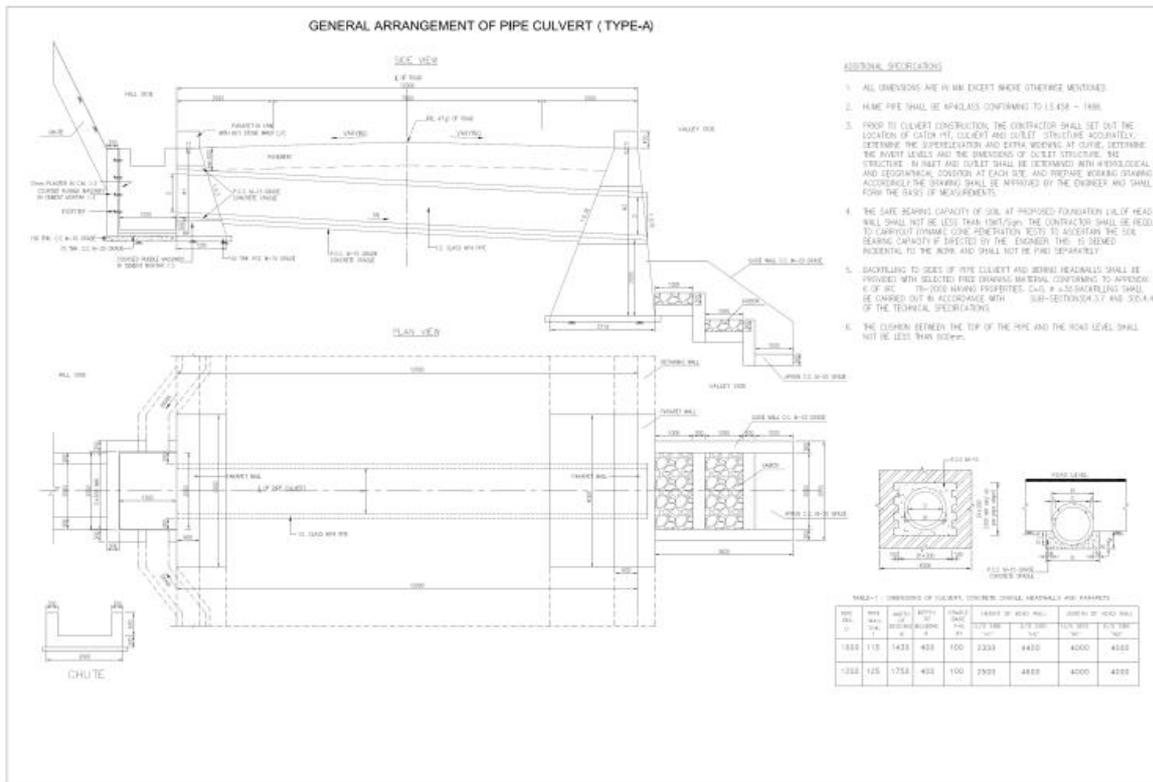
出典：調査団

BOX カルバートおよびパイプカルバートの計画図を以下に示す。



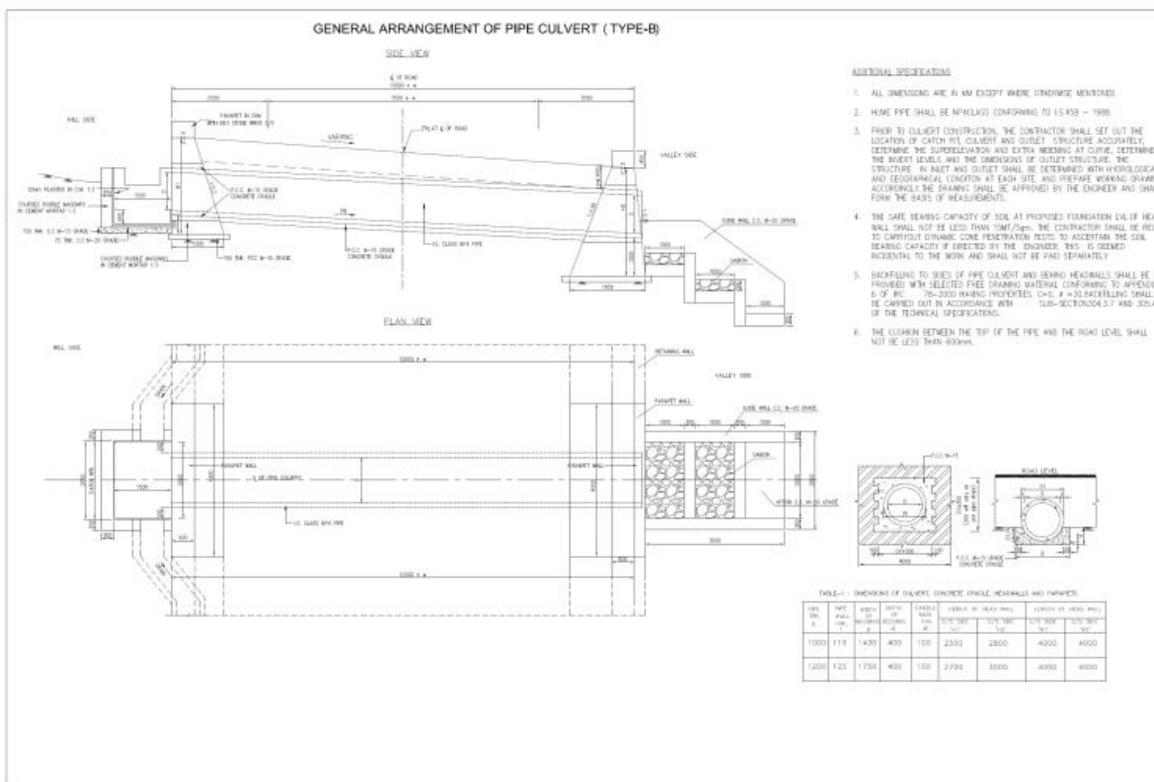
出典：調査団

図 5.2-15 BOXカルバートの標準図



出典：調査団

図 5.2-16 パイプカルバート (タイプ A) の標準図



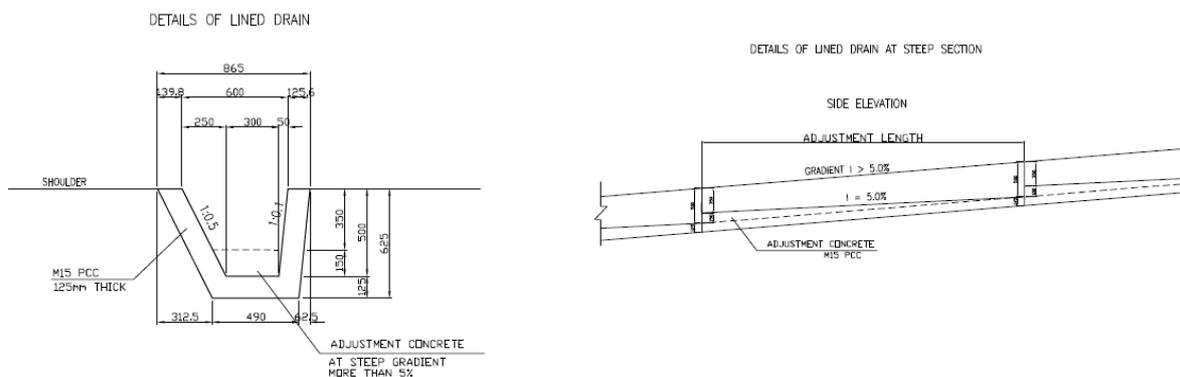
出典：調査団

図 5.2-17 パイプカルバート (タイプ B) の標準図

(b) 路面側溝構造

路面側溝の構造は、全区間にわたり切土側をコンクリート側溝として計画する。

路面側溝の計画図を以下に示す。



出典：調査団

図 5.2-18 路面側溝の標準図

(c) 配置計画

横断排水構造物は、以下の方針に基づき配置する計画とする。

- ① 流出量解析により算出された流水横断箇所については、流出量を満たす断面のカルバートもしくは最小径 1.2m パイプカルバートを配置する。
- ② 横断排水構造物の配置間隔が大きくなると路面排水を処理するため側溝の容量が不足する。このため、配置間隔は最大でも 300m 程度に収まるように、最小径 1.2m のパイプカルバートを配置する。

構造タイプ別のカルバート数量について、表 5.2-19 に整理する。

パイプカルバートのタイプ別の数量については、タイプ A とタイプ B を全体数の 0.4 : 0.6 の比で便宜的に割り当てている。

なお、NH54 バイパスの横断排水施設を設置する全箇所リストは付録-4 として別添付とする。

表 5.2-19 NH54 バイパス区間のカルバート提案数量

	Bypass No.1	Bypass No.2	Bypass No.3	Bypass No.4
Pipe culvert 1.2m	19	78	40	13
(TYPE-A)	8	31	16	5
(TYPE-B)	11	47	24	8
BOX culvert 2x2m	1	8	12	6
BOX culvert 3x3m	0	2	5	0
BOX culvert 4x4m	0	3	0	0
Total	20	91	57	19

出典：調査団

5.2.8 交通安全対策工

(1) 交通安全施設のスコープ

交通安全施設とは、全ての道路使用者および周辺住民に対する安全を確保するために、道路上や道路脇に整備する施設である。本調査では、地域道路という道路特性および既存道路の使用状況を踏まえながら、表 5.2-20 に示す交通安全施設を提案する。

表 5.2-20 NH54 バイパスに提案される交通安全施設

No.	項目	備考
1	道路標識	IRC67-2001, IRC7-1971, IRC-SP-31-1992
2	マーキング	IRC35-1997, IRC-SP-31-1992, IRC2-1968
3	デリニエーター	IRC79-1981
4	ガードレール	
5	その他の付属施設 (道路鋸、斜眼帯、猫目石)	MoRTH's Research Project R-63

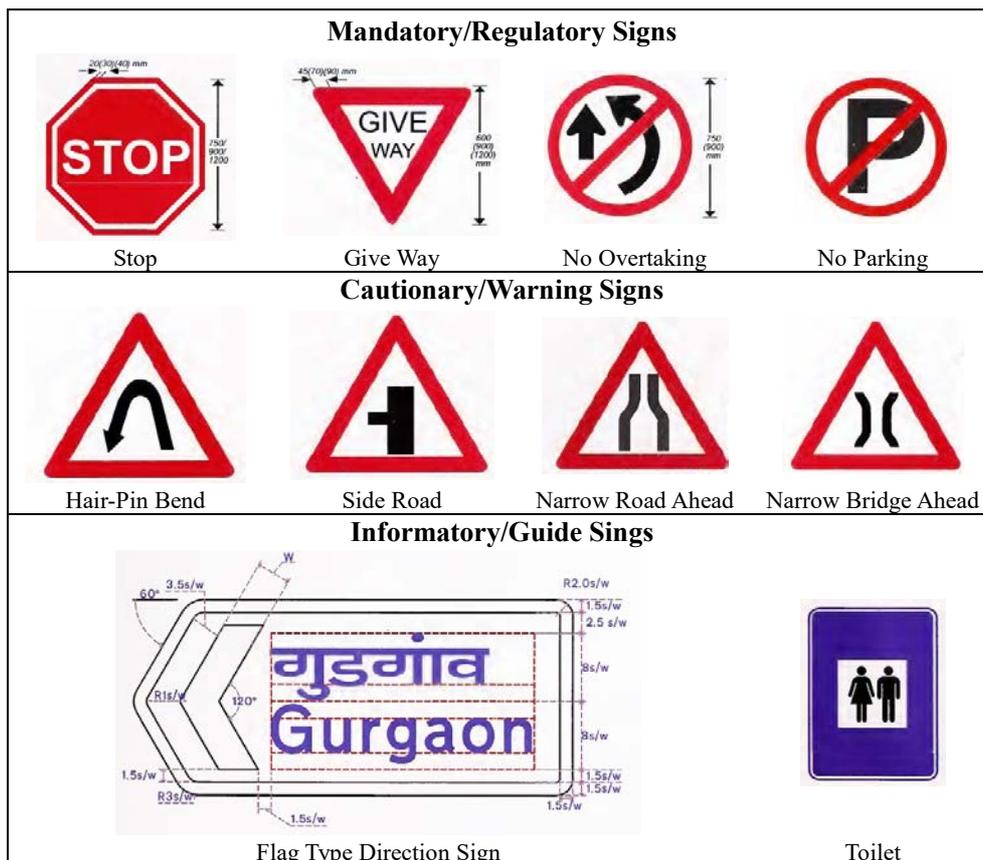
出典：調査団

(2) 道路標識

道路標識は、都市内道路および地方道路において、道路使用者に対する交通整理をおこない道路の安全および効率性を高めるために設置される。道路標識は、道路使用者への規制や、安全で統一かつ効率的な運転のための警戒やガイダンスを伝える役割をもっている。

IRC:67-2012 では、3 タイプの道路標識を規定しており、それぞれ、1) Mandatory/Regulatory Signs, 2) Cautionary/Warning Signs, and 3) Informatory/Guide Signs. と定義されている。

提案する道路標識の標準的な例を下図 5.2-19 に示す。

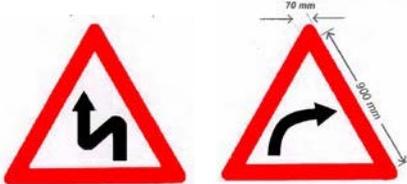


出典: IRC:67-2012 Code of Practice for Road Signs (Third Revision)

図 5.2-19 道路標識の標準図

本調査では IRC: 67-2012 に従って、NH54 バイパスにおける道路標識を表 5.2-21 に示す通り提案する。

表 5.2-21 NH54 バイパスにおいて提案される道路標識

Item	Type of Traffic Signs	Location of Installation
90 cm equilateral triangle		- Installation at front side of intersection and side road
90 cm equilateral triangle		- Installation at front side of reverse bend and hand curve
90 cm equilateral triangle		- Installation at front side of bridge
60 cm circular		- Installation at start and end point of bypass - Installation every 2 km
80 cm x 60 cm rectangular		- Installation at front side of intersection

出典: 調査団

また、上表にて提案した道路標識の推定数量を表 5.2-22 に示す。

表 5.2-22 NH54 バイパスにおける道路標識の推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
8.4	Providing and fixing of retro- reflectorised cautionary, mandatory and informatory sign as per IRC: 67 made of encapsulated lens type reflective sheeting vide clause 801.3, fixed over aluminium sheeting, 1.5 mm thick supported on a mild steel angle iron post 75 mm x 75 mm x 6 mm firmly fixed to the ground by means of properly designed foundation with M15 grade cement concrete 45 cm x 45 cm x 60 cm, 60 cm below ground level as per approved drawing					
(i)	90 cm equilateral triangle	Each	19	70	28	20
(ii)	60 cm equilateral triangle	Each	0	0	0	0
(iii)	60 cm circular	Each	4	12	8	4
(iv)	80 cm x 60 cm rectangular	Each	9	8	8	12
(v)	60 cm x 45 cm rectangular	Each	0	0	0	0
(vi)	60 cm x 60 cm square	Each	0	0	0	0

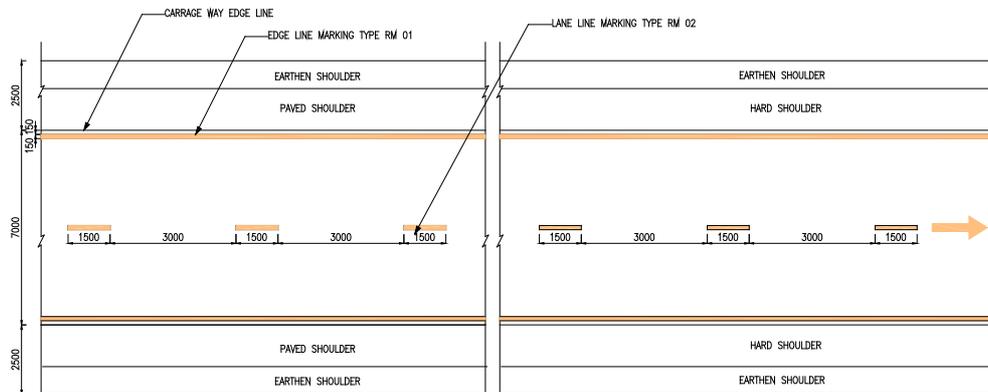
出典: 調査団

(3) マーキング

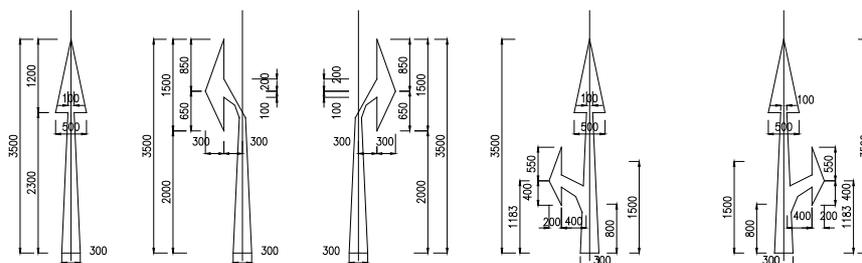
マーキングは道路交通の誘導および制御するための重要な機能を果たす。マーキングは運手者に対する心理的なバリアーおよび危険を知らせることで交通を安全に誘導する役割を果たす。さらに、車線分離や円滑かつ整理された交通流の確保を可能とする。そのため、IRC:35-1997 に準じたマーキングの適切な配置が求められる。

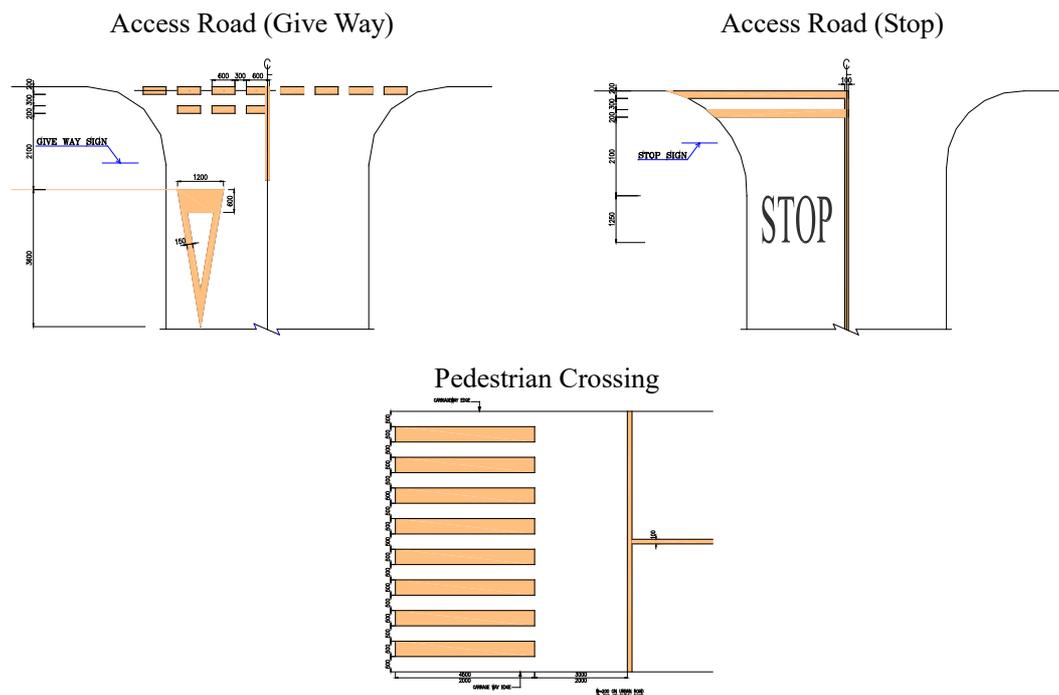
提案される標準的なマーキングについて、図 5.2-20 に示す。

マーキングの標準例



Route Directional Arrows





出典: Detailed Project Report for National Highway No.54 Section-2

図 5.2-20 マーキングの標準図

本調査で提案するマーキング数量は、DPR で採用されている NH54 のマーキング数量を基にした単位数量 (250sqm のキロ当たり) より推定する。DPR で採用されたマーキング数量を表 5.2-23 に、本調査にて提案するバイパスにおけるマーキングの推定数量を表 5.2-24 に示す。

表 5.2-23 DPR で採用された NH54 のマーキングの数量

SOR No.	Item	Unit	Number
8.13	Providing and laying of hot applied thermoplastic compound 2.5 mm thick including reflectorising glass beads @ 250 gms per sqm area, thickness of 2.5 mm is exclusive of surface applied glass beads as per IRC:35 .The finished surface to be level, uniform and free from streaks and holes	sqm	87,298

出典: 調査団

表 5.2-24 NH54 バイパスにおけるマーキングの推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
			L=2.573km	L=11.805km	L=7.025km	L=2.636km
8.13	Providing and laying of hot applied thermoplastic compound 2.5 mm thick including reflectorising glass beads @ 250 gms per sqm area, thickness of 2.5 mm is exclusive of surface applied glass beads as per IRC: 35 .The finished surface to be level, uniform and free from streaks and holes	sqm	643	2,951	1,756	659

出典: 調査団

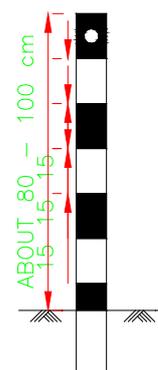
(4) デリニエーター

回帰反射型デリニエーターは特に夜間の運転に対して道路線形の情報を視覚的に知らせる目的で設置される。また平面線形/縦断線形が変化する区間、豪雨、霧、雪などの厳しい天候の場合において特に有効である。回帰ポストタイプの反射型デリニエーターは IRC:79-1981 に規定されている。

環形タイプの回帰反射型デリニエーターの標準図について図 5.2-21 に示す。

本調査では、IRC:79-1981 に基づき、以下の条件にてデリニエーターを配置する。

- 道路盛土高が 3m を超える区間に設置する。
- 直線区間の設置間隔は 70m とする。
- 平面曲線区間は、表 5.2-25 に示す間隔に配置する。



出典: Detailed Project Report for National Highway No.54 Section-2

図 5.2-21 デリニエーターの標準図

表 5.2-25 曲線部の望ましいデリニエーター間隔

Radius of curve (meters)	Spacing on curve, S (meters)
30	6
50	8
100	12
200	20
300	25
400	30
500	35
600	38
700	42
800	45
900	48
1000	50

出典: IRC: 79-1981 Recommended Practice for Road Delineators

表 5.2-26 に本調査で提案するデリニエーターの推定数量を示す。

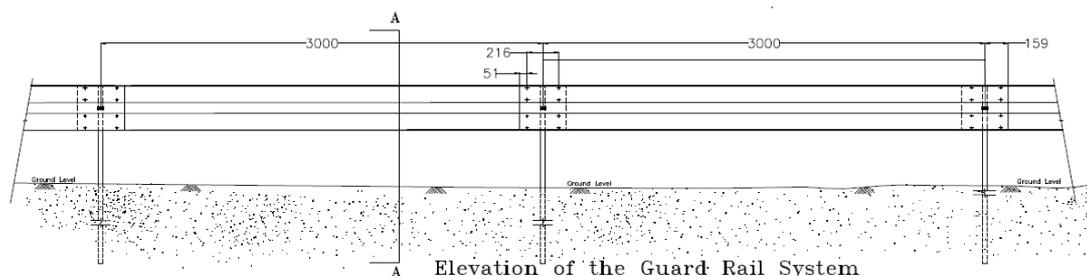
表 5.2-26 NH54 バイパスにおけるデリニエーターの推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahtthial Bypass	Lawngtlai Bypass
8.15	Road Delineators (Supplying and installation of delineators (road way indicators, hazard markers, object markers), 80-100 cm high above ground level, painted black and white in 15 cm wide stripes, fitted with 80 x 100 mm rectangular or 75 mm dia circular	each	132	1,155	801	181

出典: 調査団

(5) ガードレール

DPR において、曲線区間の谷側や高盛土区間、橋梁へのアプローチ部や市街地区において、シングル W タイプの鋼製ガードレールを適用するものとしている。シングル W タイプの鋼製ガードレールの標準図を図 5.2-22 に示す。



出典: Detailed Project Report for National Highway No.54 Section-3

図 5.2-22 ガードレールの標準図

本調査では各バイパスの平面線形を踏まえ、ガードレールの数量を表 5.2-27 に示す通り推定した。

表 5.2-27 NH54 バイパスにおけるガードレールの推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
8.23-A	Type - A, "W" : Metal Beam Crash Barrier (Providing and erecting a "W" metal beam crash barrier comprising of 3 mm thick corrugated sheet metal beam rail, 70 cm above road/ground level, fixed on ISMC series channel vertical post, 150 x 75 x 5 mm spaced 2	metre	1,200	3,150	1,200	1,250

出典: 調査団

(6) その他の付属施設

道路鏡、遮眼帯、猫目石などを含むその他の付属施設は、道路構造物や道路線形に対する視認性を助けるために道路上や道路脇に設置される。マーキングと同様に回帰反射型の安全装置である。一般的に、白色のゴム製の円蓋および鋳鉄の固定器具に平方状反射ガラスを取り付けたペアで構成される。道路の中心を示しており、各ペアが各方向を示している。端部端状タイプの道路端などへの設置で車線分離となるように広く採用されている。

本調査では、その他の付属施設を以下に示す区間における道路中心と道路端部に配置する。

表 5.2-28 にその他の付属施設の推定数量を示す。

表 5.2-28 NH54 バイパスにおけるその他の付属施設の推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
8.35	Road Markers/Road Stud with Lense Reflector (Providing and fixing of road stud 100x 100 mm, die cast in aluminium, resistant to corrosive effect of salt and grit, fitted with lense reflectors, installed in concrete or asphaltic surface by drilling hole 30 mm upto a depth of 60 mm and bedded in a suitable bituminous grout or epoxy mortar, all as per BS 873 part 4:1973)	each	1,650	7,200	3,600	1,650

出典: 調査団

5.2.9 道路付帯工計画

(1) 道路付帯工の目的

道路付帯工は、道路管理者が効率的に道路を維持管理するための種々の施設である。本調査では、地方道路のバイパスという道路機能及び現在の利用状況を考慮して、提案する道路付帯工を表 5.2-29 に示す。

表 5.2-29 NH-54 バイパスに適用される道路付帯工

番号	項目	備考/関連規定
1	距離標	IRC8-1980、IRC26-1967
2	境界石	IRC25

出典: 調査団

(2) 距離標

距離標は、道路あるいは境界に沿って特定の間隔に置かれた一連の番号が付けられた目印の一つである。それらは、一般的に道路の横に設置される。それらは、マイルストーンやマイルマーカー、マイルポストとして知られている。距離標は、IRC:8-1980 に従って設計されるべきである。表 5.2-30 に NH54 バイパスにおける距離標の推定数量を示す。

表 5.2-30 NH54 バイパスにおける距離標の推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
			L=2.573km	L=11.805km	L=7.025km	L=2.636km
8.14	Kilo Metre Stone (Reinforced cement concrete M15 grade kilometre stone of standard design as per IRC: 8-1980, fixing in position including painting and printing etc)	sqm				
(i)	5th Kilometre Stone (Precast)	each	0	2	1	0
(ii)	Ordinary Kilometre Stone (Precast)	each	2	9	6	2
(iii)	Hectometer Stone (Precast)	each	10	48	28	11

出典: 調査団

(3) 境界石

境界石は、道路用地を確定するために設置されるものであり、それらは将来の利用を踏まえ竣工図に取り入れられるべきである。境界石は IRC:25-1967 に基づいて設計されるべきである。

本調査では、DPR で採用された境界石の数量を基にした単位数量 (20.02 箇所/km) より、バイパスの境界石の数量を推定した。表 5.2-31 に DPR で採用された NH54 における境界石の数量を、表 5.2-32 に NH54 バイパスにおける境界石の推定数量を示す。

表 5.2-31 DPR で採用された NH54 における境界石の数量

Item	NH54-S1	NH54-S2	NH54-S3
Boundary Stone	To be provided at ROW boundaries. No detailed quantities are available in Report.	To be provided at ROW boundaries. Detailed quantities are as follows: Boundary Stone: 2,260 (20.02 /km)	To be provided at ROW boundaries. Detailed quantities are as follows: Boundary Stone: 1,500 (12.23 /km)

出典: 調査団

表 5.2-32 NH54 バイパスにおける境界石の推定数量

SOR No.	Item	Unit	Chhiahtlang Bypass	Serchhip Bypass	Hnahthial Bypass	Lawngtlai Bypass
			L=2.573km	L=11.805km	L=7.025km	L=2.636km
8.16	Boundary pillar (Reinforced cement concrete M15 grade boundary pillars of standard design as per IRC: 25-1967, fixed in position including finishing and lettering but excluding painting)	each	52	236	141	53

出典: 調査団

5.2.10 土捨て場計画

(1) 残土処理量

NH54 バイパスについての概略設計の結果、必要な残土処理量は表 5.2-33 に示す通りとなった。

表 5.2-33 必要な残土処理量

Bypass Name	Item	Volume of Generated Soil	Coefficient of Compaction	Volume of Compacted Soil	Required Volume of Spoil Bank
		Cu.m		Cu.m	
Chhiahtlang Bypass	Cut Soil	127,499	0.9	114,749	77,238
	Fill Soil			37,511	
Serchhip Bypass	Cut Soil	743,768	0.9	669,391	481,306
	Fill Soil			188,085	
Hnahthial Bypass	Cut Soil	379,505	0.9	341,555	252,047
	Fill Soil			89,508	
Lawngtlai Bypass	Cut Soil	247,013	0.9	222,312	154,547
	Fill Soil			67,765	

出典: 調査団

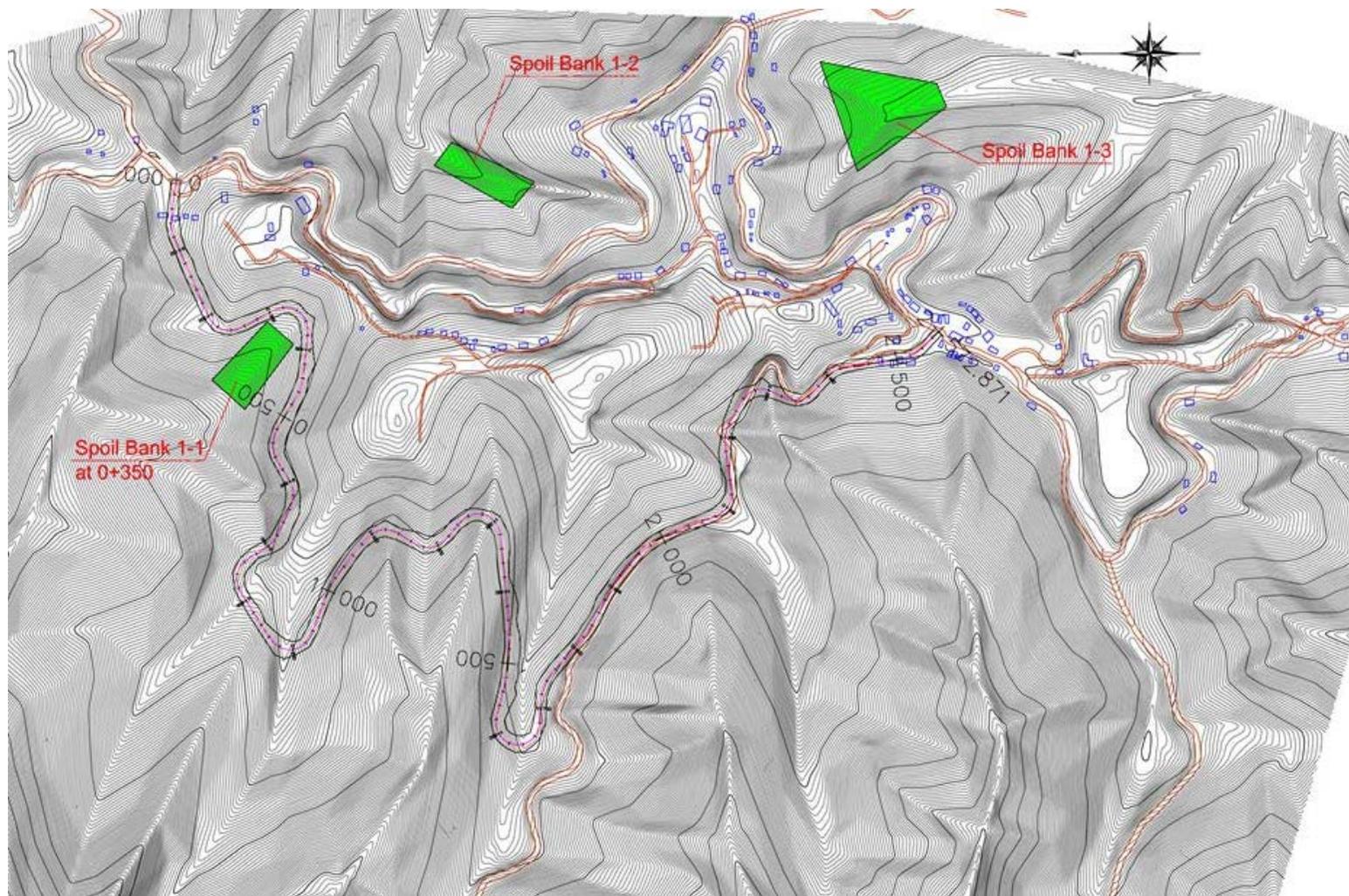
(2) 土捨て場の選定条件

土捨て場の選定を以下の条件にて実施した。

- ❖ NH54 バイパス沿線で以下の条件を満たす適切な場所
 - 地形の形状が凹型地形となっていること
 - 地山の傾斜が 22 度未満であること（想定する土捨て場の盛土傾斜角（小段を含む）よりも勾配が緩いこと）
 - 市街化されていない地域であること
 - 自然保護区がないこと
- ❖ 高さ 30m 以下の規模で土捨て場が建設できること

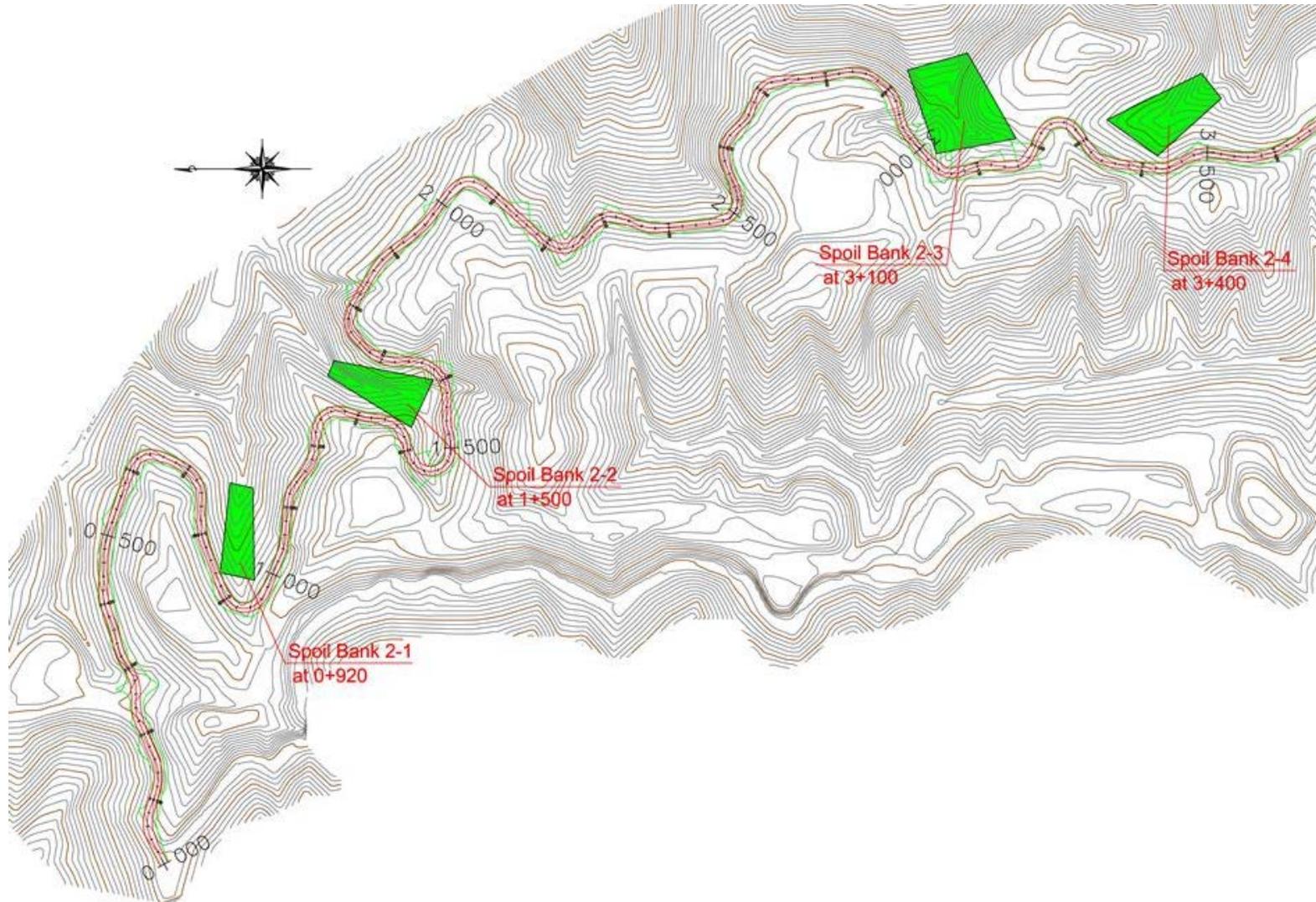
(3) 土捨て場候補地の選定結果

上記条件にて選定した土捨て場候補地を図 5.2-23 から図 5.2-32 に、土捨て場容量の計算結果を表 5.2-34 から表 5.2-35 に示す。



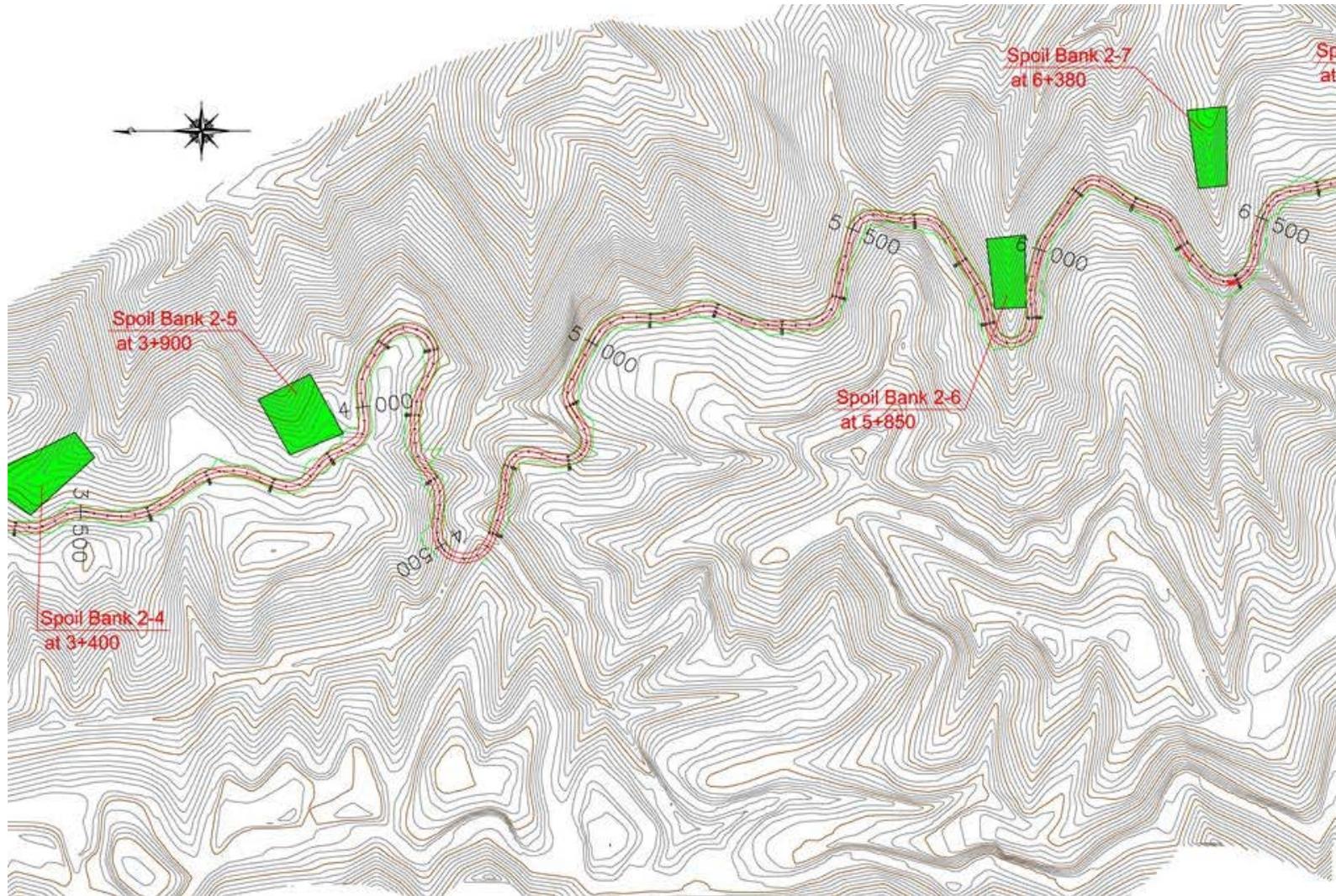
出典: 調査団

図 5.2-23 Chhiahtlang バイパスにおける土捨て場候補地の平面図



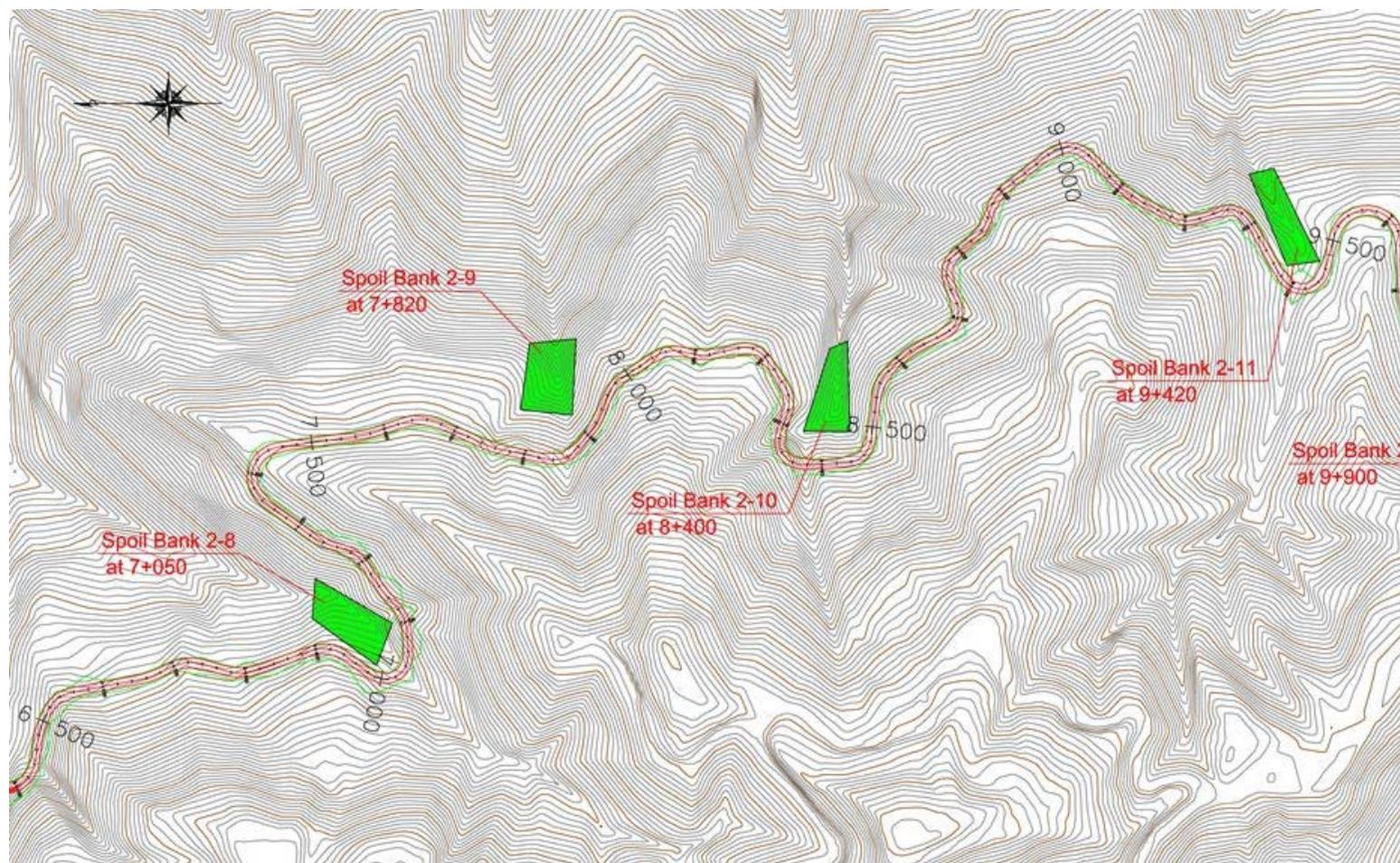
出典: 調査団

図 5.2-24 Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/4



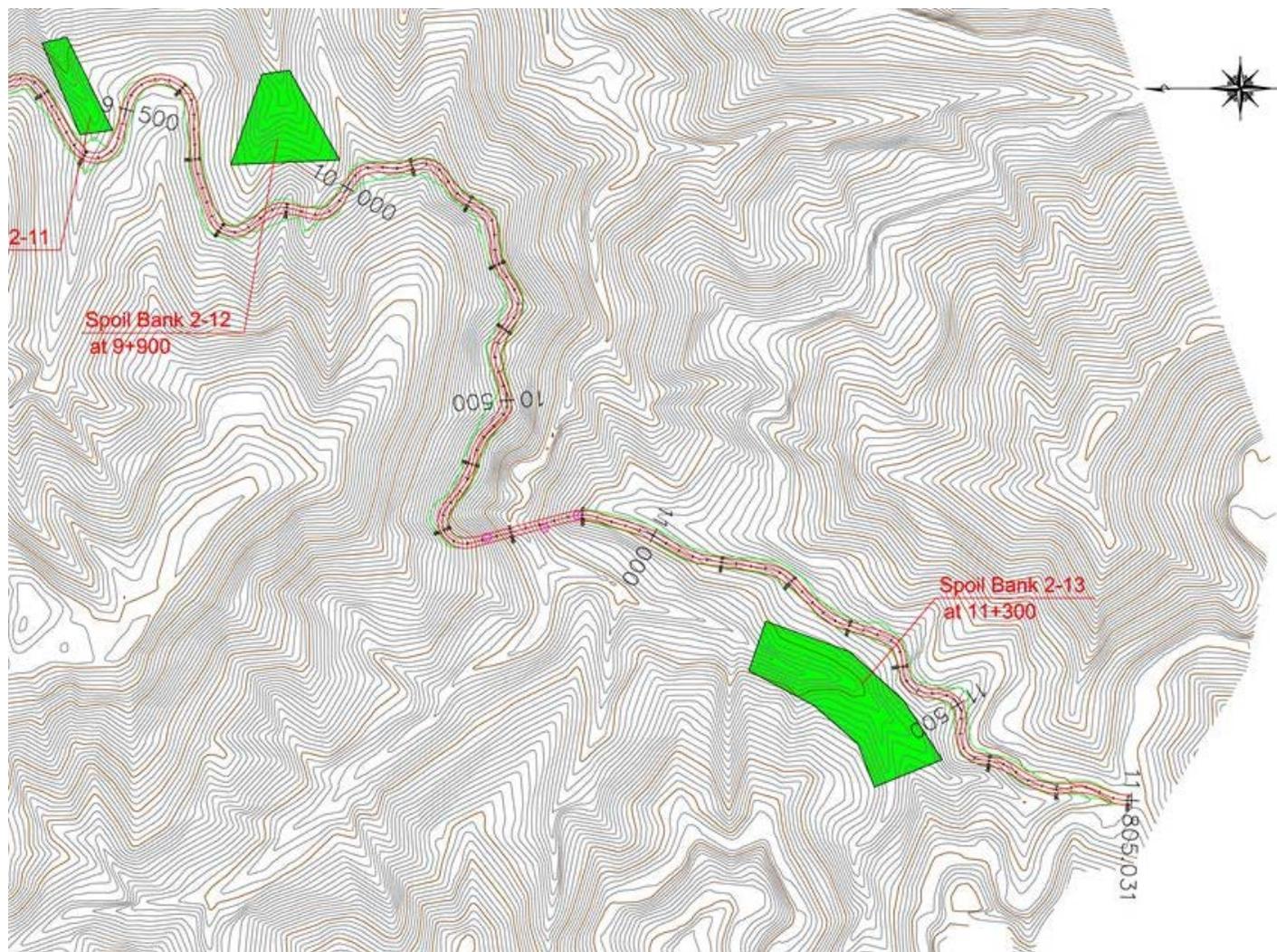
出典: 調査団

図 5.2-25 Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/4



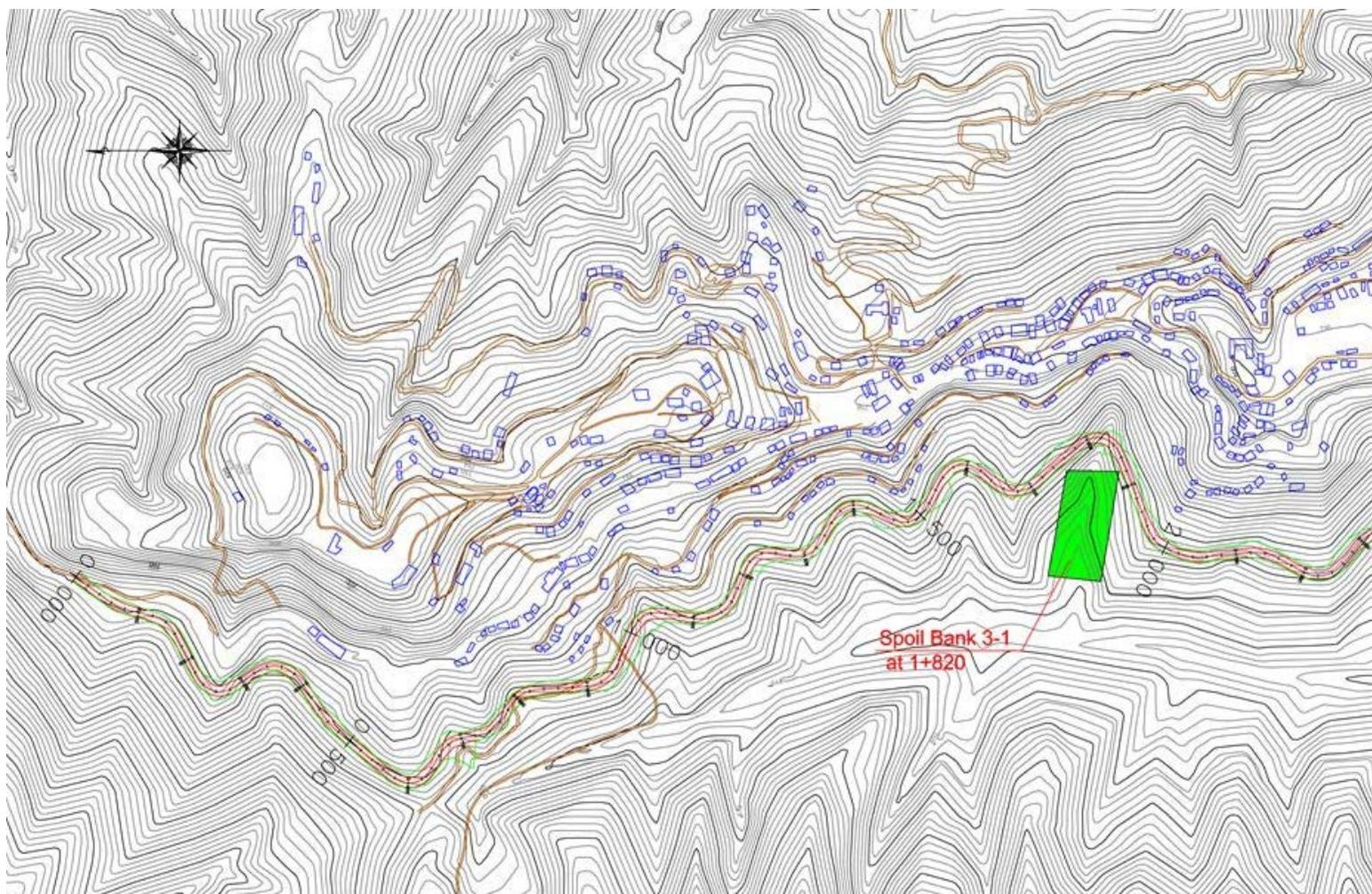
出典: 調査団

図 5.2-26 Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-3/4



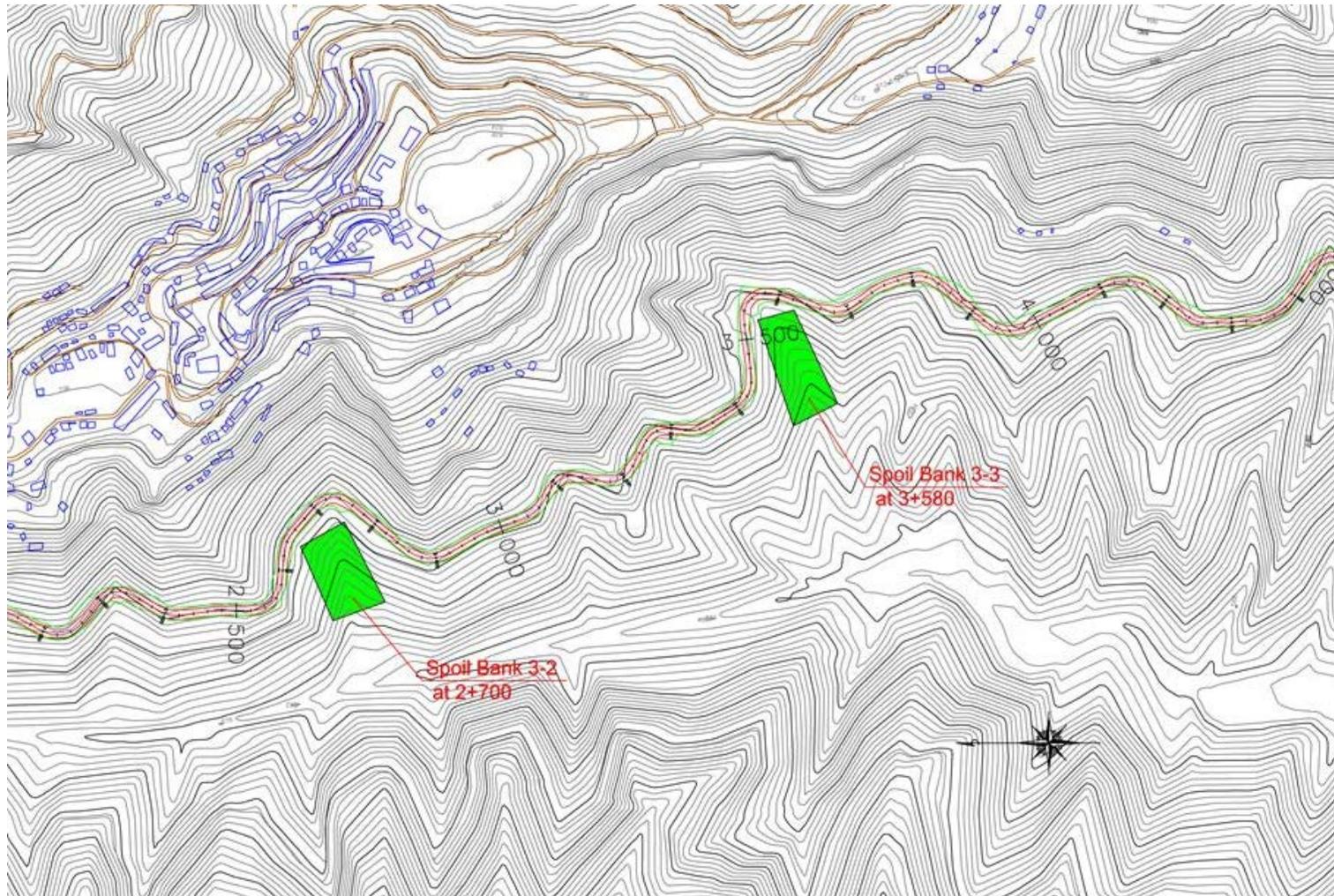
出典: 調査団

図 5.2-27 Serchhip バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-4/4



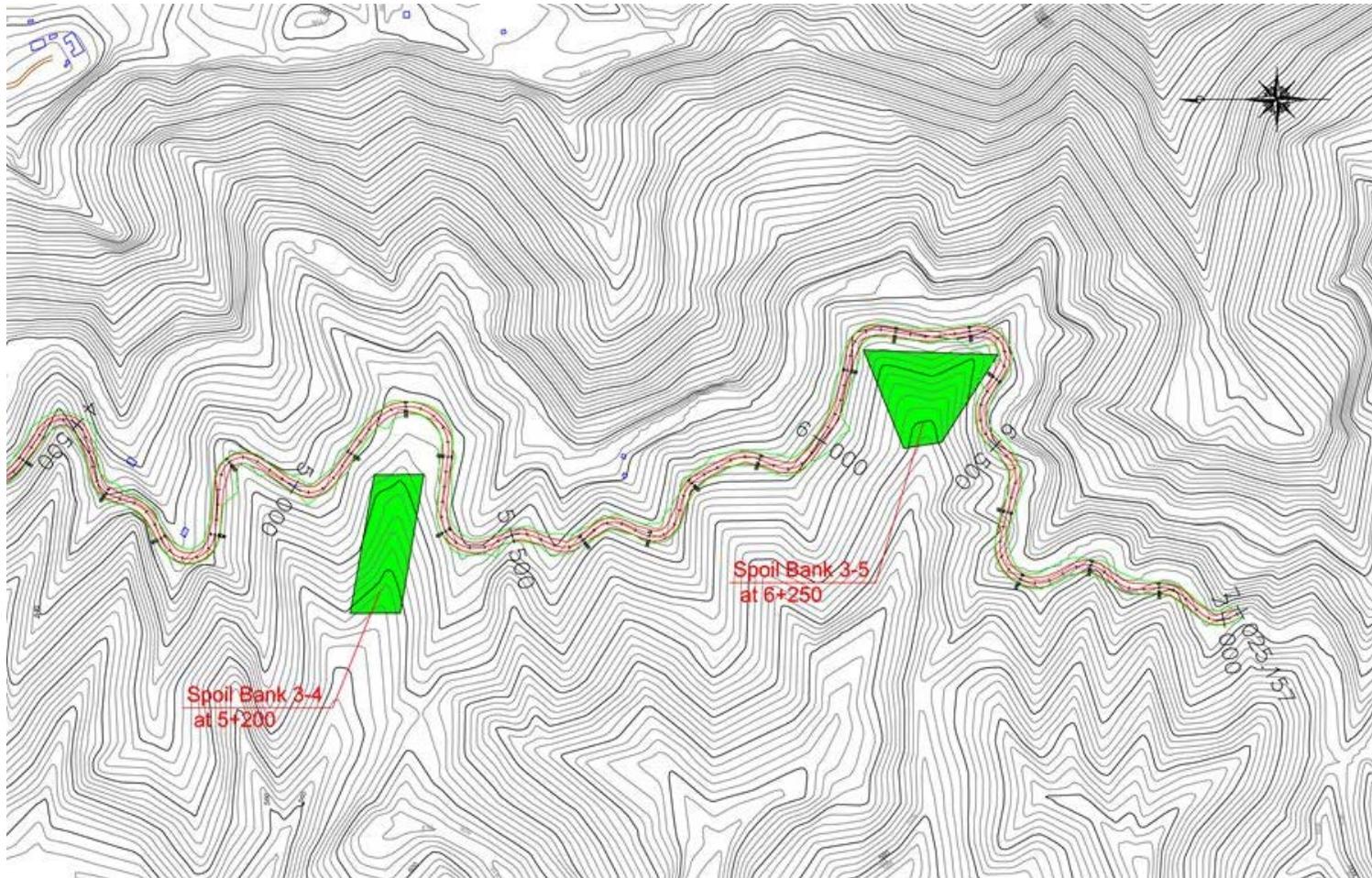
出典: 調査団

図 5.2-28 Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/3



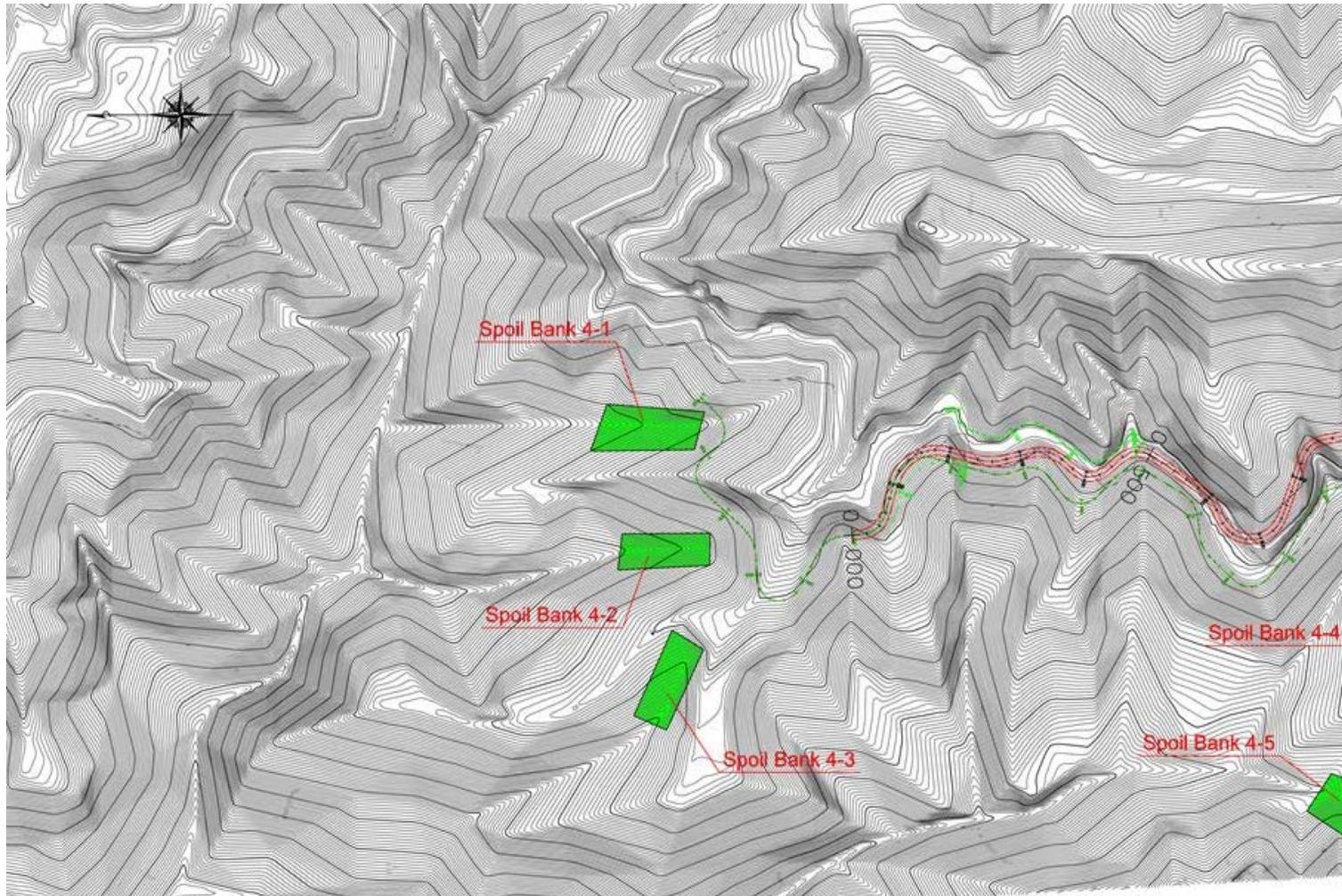
出典: 調査団

図 5.2-29 Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/3



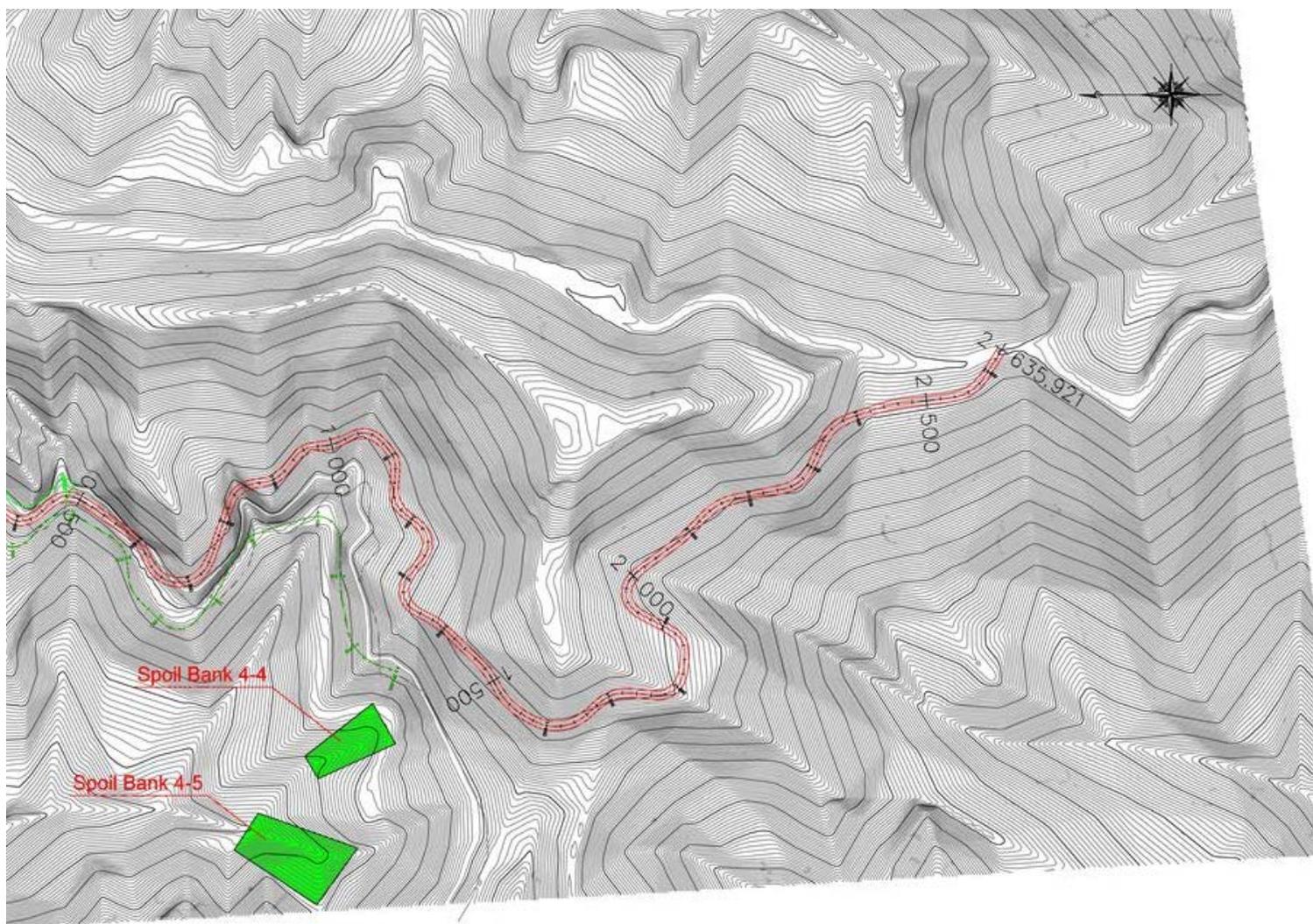
出典: 調査団

図 5.2-30 Hnathial バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-3/3



出典: 調査団

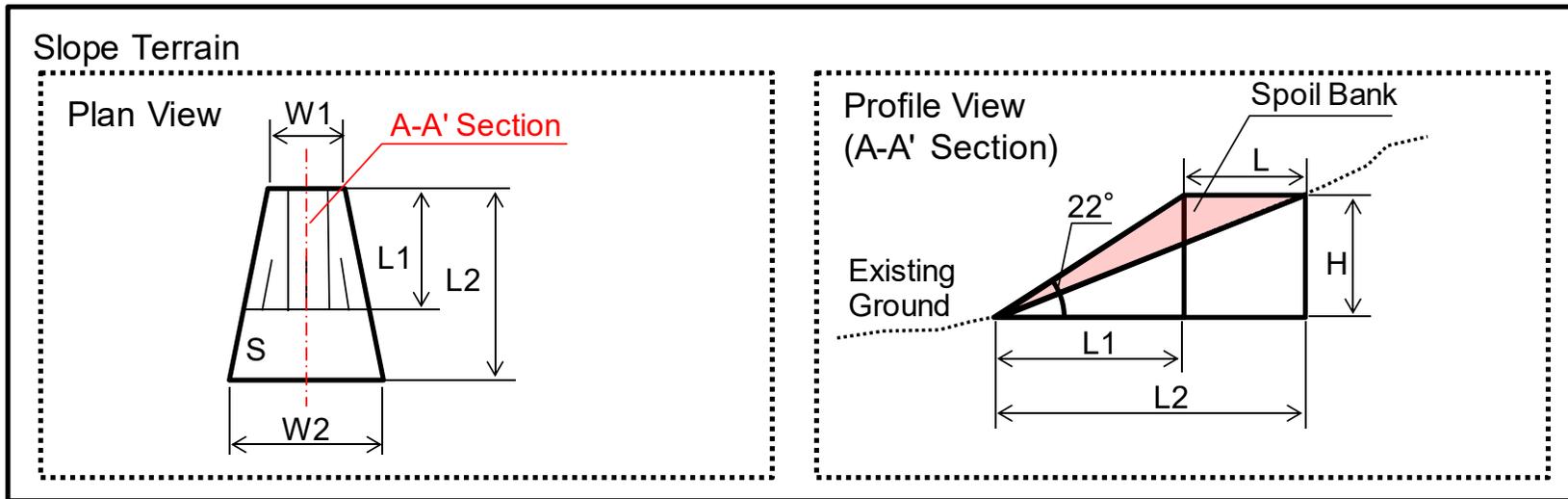
図 5.2-31 Lawngtlai バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-1/2



出典: 調査団

図 5.2-32 Lawngtlai バイパスにおける土捨て場候補地の平面図-2/2

表 5.2-34 土捨て場容量の計算結果-1/2



Bypass Name	Sl. No.	STA.	H m	L2 m	W1 m	W2 m	L1 =H/tan22 m	L=L2-L1 m	L/L2 %	S m ²	V m ³	D1 m	Volime of Spoil Bank	
													Plan m ³	Require m ³
Chhiahtlang Bypass	1-1	0+350	30	101	55	43	74.3	26.7	26%	1,286	12,860	80.1	12,860	
	1-2	-	30	113	43	37	74.3	38.7	34%	1,536	15,360	80.1	15,360	
	1-3	-	30	132	145	32	74.3	57.7	43%	5,023	50,230	80.1	50,230	
				Total										78,450
Serchhip Bypass	2-1	0+920	30	130	35	50	74.3	55.7	42%	2,320	23,200	80.1	23,200	
	2-2	1+500	30	142	24	75	74.3	67.7	47%	3,303	33,030	80.1	33,030	
	2-3	3+100	30	133	90	117	74.3	58.7	44%	6,056	60,560	80.1	60,560	
	2-4	3+400	30	137	46	89	74.3	62.7	45%	4,161	41,610	80.1	41,610	
	2-5	3+900	30	94	83	82	74.3	19.7	20%	1,551	15,510	80.1	15,510	
	2-6	5+850	30	102	55	45	74.3	27.7	27%	1,377	13,770	80.1	13,770	
	2-7	6+380	30	113	57	42	74.3	38.7	34%	1,901	19,010	80.1	19,010	

出典: 調査団

表 5.2-35 土捨て場容量の計算結果-2/2

Bypass Name	Sl. No.	STA.	H	L2	W1	W2	L1 =H/tan22	L=L2-L1	L/L2	S	V	D1	Volime of Spoil Bank	
			m	m	m	m	m	m	m	%	m2	m3	m	Plan m3
Serchhip Bypass	2-8	7+050	30	113	53	59	74.3	38.7	34%	2,151	21,510	80.1	21,510	
	2-9	7+820	30	95	62	69	74.3	20.7	21%	1,306	13,060	80.1	13,060	
	2-10	8+400	30	116	26	62	74.3	41.7	35%	1,786	17,860	80.1	17,860	
	2-11	9+420	30	135	34	44	74.3	60.7	44%	2,316	23,160	80.1	23,160	
	2-12	9+900	30	120	38	146	74.3	45.7	38%	4,195	41,950	80.1	41,950	
	2-13	11+300	30	273	69	98	74.3	198.7	72%	16,412	164,120	80.1	164,120	
Total													488,350	481,306
Hnathial Bypass	3-1	1+820	30	149	73	72	74.3	74.7	50%	5,401	54,010	80.1	54,010	
	3-2	2+700	30	117	76	69	74.3	42.7	36%	3,053	30,530	80.1	30,530	
	3-3	3+580	30	147	68	51	74.3	72.7	49%	4,285	42,850	80.1	42,850	
	3-4	5+200	30	186	67	66	74.3	111.7	60%	7,421	74,210	80.1	74,210	
	3-5	6+250	30	123	51	179	74.3	48.7	39%	5,516	55,160	80.1	55,160	
	Total													256,760
Lawngtlai Bypass	4-1	-	30	138	68	54	74.3	63.7	46%	3,872	38,720	80.1	38,720	
	4-2	-	30	123	49	43	74.3	48.7	39%	2,206	22,060	80.1	22,060	
	4-3	-	30	124	49	50	74.3	49.7	40%	2,455	24,550	80.1	24,550	
	4-4	-	30	118	36	64	74.3	43.7	37%	2,183	21,830	80.1	21,830	
	4-5	-	30	142	61	97	74.3	67.7	47%	5,272	52,720	80.1	52,720	
	Total													159,880

出典: 調査団

5.2.11 気候変動対応策の検討

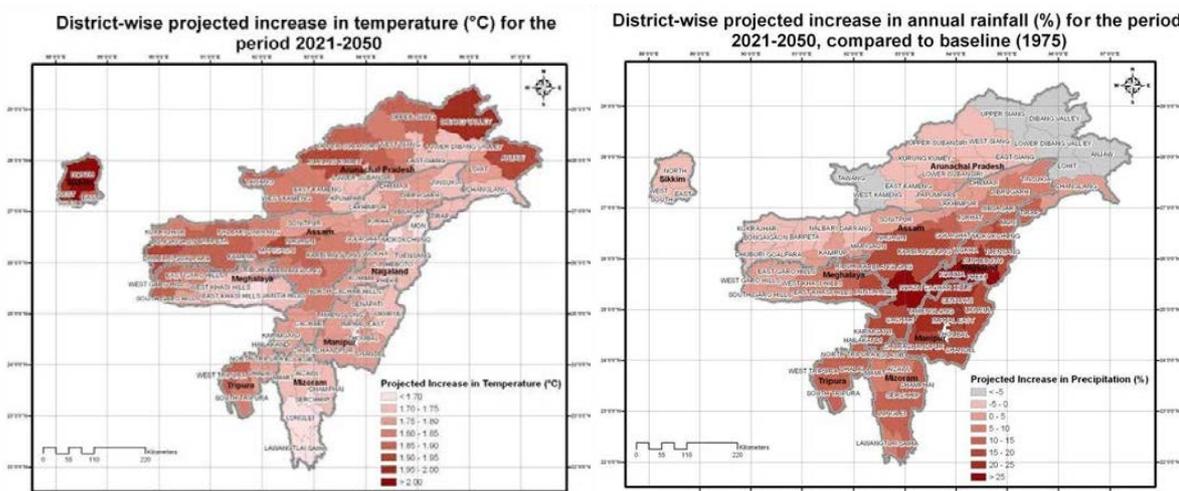
(1) インドにおける気候変動状況

気候変動に伴う降雨強度の増加は、道路排水機能の超過、斜面崩壊・地すべり等による交通機能障害を生じ、交通事故や交通規制・遮断の頻度が増加し、経済活動・復興活動等の停滞や事故等を誘発することが懸念される。また、河川水位の上昇やサイクロン等の頻度・強度増加に伴う風速の変化に伴い、施設に補強・改築等が必要となる可能性もある。

インドでは、UNFCCC 事務局に提出された時期目標案においてマルチセクターによる気候変動に対する緩和策が提案されている。交通セクターの対応策として、安全、スマート、持続可能な緑豊かな交通ネットワークの形成が、また道路セクターの対応策として、グリーン道路方針として、国道路沿いに植林を設けた道路ネットワーク 140,000km を整備することを提案されている。

インドでは、North East Climate Change Adaptation Programme が KfW development Bank 主導のもと、Ministry of Development of North-East Region とともに気候変動に対する適応策の策定が実施されている。その Project Document の中で、以下の北東州における気候変動の影響が予測されている。

- ・ 北東州における年平均最高気温は、10年ごとに0.11℃の割合で上昇している。
- ・ 北東州の年平均気温もまた、10年ごとに0.04℃の割合で上昇している。
- ・ 1901-2007年の期間の降水量データによると、年平均降水量は100年間で51cm増加している。
- ・ 年間降水量の増加予想は、中央部および東部で高い(図5.2-33右)とりわけ、雨季(6-9月)の降水量は、ミゾラム州を含む東部地域で顕著になると見込まれる。
- ・ 日降水量100-150mm および150mm以上の異常豪雨のイベント数は、それぞれ20%および38%増加すると予測されている。



出典: North East Climate Change Adaptation Programme

図 5.2-33 2021-2050 年期間における気温上昇予測(℃) (左)および年降水量予測(%) (右)

(2) 気候変動による脆弱性

NH54 の先行区間において、最も大きな気候変動影響は、降雨強度の増大である。図 5.2-33 に示したように、2021 年から NH54 では 5-15%の年降水量の増加が予測されている。降雨強度の増加や頻度の増加、それに伴う地下水水位の上昇や浸食の発生は、斜面崩壊や地すべりを誘発し、直接道路に被害を与えるほか、道路排水機能を低下させ、降雨時の冠水被害や道路構造物の不

安定化を引き起こす可能性がある。気候変動による道路・橋梁の設計条件への主な影響を表5.2-36にまとめる。

表 5.2-36 気候変動による道路への影響

要因	脆弱性
降雨 鉄砲水、土中の地下水位・含水率の上昇を引き起こす降雨量の増加	・ 洪水流による氾濫および流失 ・ 道路の冠水 ・ 土砂流出の増加に伴う排水機能の低下 ・ 土砂災害の発生 ・ 道路構造物の不安定化および道路盛土の崩壊
気温 最高気温の上昇	・ 道路舗装の損傷
風力(サイクロン) 風速・風荷重の増加	・ 橋梁安全性の低下 ・ 倒木・道路周辺施設（電線等）の倒壊

出典: 調査団

(3) 気候変動適応策

5.2 章で述べた各項目の設計方針は、気候変動の適応策を考慮に入れ、道路および道路施設の安全性を強化し、損害の範囲を限定すべく検討した。NH54 の路線において、舗装への大きな損傷の原因となる斜面からの崩土による排水機能の低下が認められた。それゆえに、本調査では、全路線に擁壁工また斜面保護工を計画した。

表 5.2-37 に、道路設計に考慮にいった気候変動に対する適応策を示す。

特に、適切な斜面保護工を設置していないことに起因した雨季期間の道路閉鎖が頻繁に見られた。下表のなかでも特に道路斜面対策を講じることで斜面崩壊による道路閉鎖を劇的に減らすことが期待される。

表 5.2-37 NH54 における気候変動適応策

項目	適応策を講じた設計方針
道路斜面	・ 擁壁工を路線全線に設置する。 ・ 斜面保護工を風化・軟弱化している斜面に実施する。 ・ 切土斜面には、浸食・崩壊防止のため緑化工で覆う。 ・ 地すべり安定解析における目標安全率は、地下水位の上昇を考慮にいれ設定する。 ・ 不安定な地すべりに対しては、抑止工を含む対策工を検討する。
盛土	・ 盛土内には排水材を配置する。
橋梁および排水系統	・ 降雨強度は、公認資料（ATLAS of Statewise Generalised ISOPLUVIAL MAPs of Eastern India, インド気象庁）をもとに慎重に決定する。等雨指数は、等雨線コンター間において高い方の数値を採用する。 ・ 全ての構造物の容量は、50 年確率流量に適した形で決定する。
舗装	・ 片勾配を適正に設定する。 ・ 舗装材料は、表面温度が 60°C を超えないようなるものを検討する。
道路標識	・ 風荷重と可視性を考慮する。

出典: 調査団

第6章 プロジェクトの概算事業費

6.1 プロジェクトの概要

(1) 目的

NH54 バイパスを計画する目的は、道路改修において移転対象物の多い市街地を避けることにより用地補償費および環境影響を削減することにある。

(2) 施工パッケージ

本事業の施工パッケージは国道 54 号本線事業との関係および事業規模等を勘案し設定した。

6.2 施工計画

重機や材料、作業員の搬入やメインキャンプやプラントヤードの準備等については、工事着工から 6 カ月でおこなう計画とする。労働者キャンプの断面例を図 6.2-1 に示す。

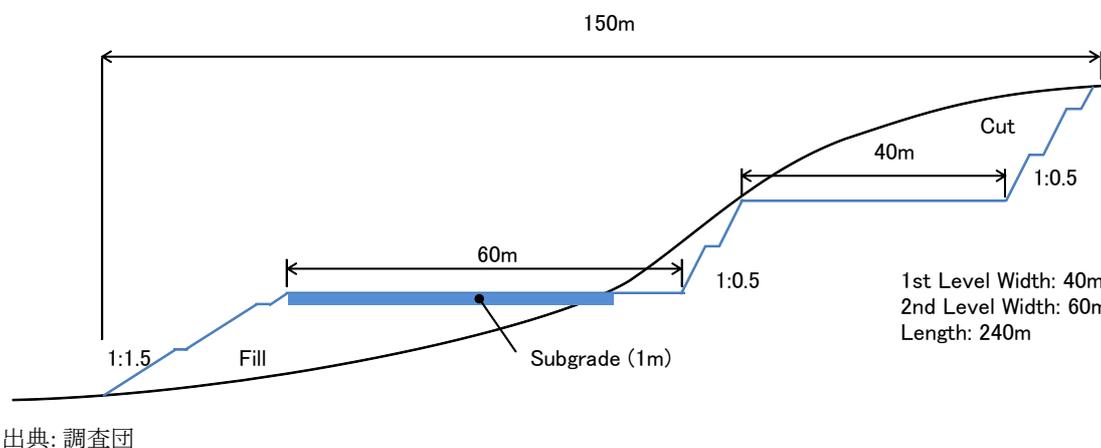


図 6.2-1 メインキャンプの概要図

プラントヤードおよびメインキャンプについては、本事業の道路に沿って建設されることが想定される。

既往の例を参考にすれば、ヤードの面積は 2.4ha 程度（キャンプ：1.4ha、プラントおよびストックヤード：1ha）と想定される。ヤード内の建造物としては、コンサルタントおよび施工業者の事務所、作業員の宿泊部屋、広間、食堂、試験室、倉庫、セメント貯蔵庫、工場、医務室、護衛小屋などが挙げられる。本事業で扱う道路が山岳部に位置しており利用可能な平らな土地は限られていることから、土地の造成は必須となる。例えば図 6.2-1 のような地形を想定した場合、切土および盛土の数量はそれぞれ 12 万 m³ および 11 万 m³ 程度と算定できる。さらに、造成高の 1m 下までに入れる路床土は 1 万 m³ 程度必要となる。

6.3 適用されるガイドライン

事業費は、以下の資料に基づき算定するものとした。

- 1) Specifications for Road and Bridge Works (Fifth Revision), Ministry of Road Transport & Highways
- 2) Schedule of Rates (SOR) 2015 for National Highways & State Road, Government of Mizoram

6.4 概算事業費の算定

(1) 建設コスト算定の条件

ほとんどの工種については、SOR2015 に基づいてユニットコストを設定した。

一方で海外の実績による行われる工事については、海外の業者の参加を見込んで決定するものとした。それらの工種は以下のとおりである。

- 1) Crib Work (F300)
- 2) Crib Work (F500)
- 3) Anchor Work
- 4) Rock-bolt Work

2015年から入札時点までの物価上昇については5%と想定し、建設コストに加算することとした。

(2) 建設資材の調達

建設資材の調達先について、地元のT社およびC社にヒアリングを行った。ヒアリングの結果、石材、砂および骨材は表 6.4-1 に示す採取場所から調達可能であることがわかった。

表 6.4-1 石材、砂および骨材の採取場所

Sr.No.	Bypass Name	Quarry Location	Location	Distance	Remarks
1	Chhiahtlang Bypass	Mat River	On Serchip Thenzawl Road	15+16 Km Existing BT Road & 4 Km Earthen Road	Plenty of material ,used for Sand GSB & WMM .This quarry is presently using for ADB project in Serchip – Thenzawl –Buarpui
		Baktawng	On NH 54		Only for GSB & WMM very limited
		Phulmawi	On NH 54		Only for GSB & WMM very limited
		Airport report	On MSRP-I Road	8+15+16Km BT Road	Plenty of material ,used for DBM & BC.This quarry is presently using for ADB project in Serchip–Thenzawl–Buarpui
2	Serchhip Bypass	Mat River	On Serchip Thanzawl Road	15 Km Existing BT Road & 4 Km Earthen Road	Plenty of material ,used for Sand GSB & WMM .This quarry is presently using for ADB project in Serchip – Thenzawl –Buarpui
		Airport report	On MSRP-I Road	8+15 Km BT Road	Plenty of material ,used for DBM & BC.This quarry is presently using for ADB project in Serchip–Thenzawl–Buarpui
3	Hnahthial Bypass	Tuipui River	On Hnahthial-Tuipui	12Km gravel Road	Only for sand WMM & GSB plenty material
		Tuichang River	On Keitum-Tuichang Road		Only for sand WMM & GSB Plenty material
		Airport report	On MSRP-I Road	8+15+58 Km BT Road	Plenty of material ,used for DBM & BC.This quarry is presently using for ADB project in Serchip–Thenzawl–Buarpui
4	Lawngtlai Bypass	Liapha (R.Kaladan)	At Liapha Village on MMTR	NH-54 at Km 473+300 on Multi Model Transit Route at 38 Km then 5 km earthen road.	Plenty of material. Sand, GSB, WMM, DBM, BC & Stone aggregates. This quarry is presently using for MMRoad Project.

出典: 調査団

セメントや瀝青材、鉄筋等の建設資材は、アイゾールより調達する。以上の結果を踏まえ、各建設資材の運搬費を表 6.4-2 に示す通り想定し、積算に加算することとした。

表 6.4-2 建設資材の運搬距離

Bypass Name	Haulage Distance (km)			
	Cement, Bitumen and Steel		Stone, Sand and Aggregate	
	Surfaced Road	Unsurfaced Road	Surfaced Road	Unsurfaced Road
Chhiahtlang	100	0	40	2
Serchhip	110	0	25	6
Hnahthial	175	0	85	4
Lawngtlai	290	0	40	7

出典：調査団

(3) 事業費の総括表

各バイパスの事業費を算出した。

第7章 事業実施計画

7.1 事業実施スケジュール

7.1.1 事業実施スケジュールの提案

北東州道路網改善事業のフェーズ2としての国道54号バイパス建設の実施スケジュール案を検討した。本実施スケジュール案は以下の仮定に基づいて検討した。

[円借款契約]

- ・フェーズ2の円借款契約がインド政府とJICAの間で2017年3月までに締結される

[コントラクター調達]

- ・フェーズ1の事業実施スケジュールに基づき、国道54号本線の改良事業が2017年7月から4年間で実施される
- ・フェーズ2の国道54号バイパス工事にコントラクターが調達される
- ・フェーズ2の建設工事がフェーズ1の国道54号本線工事と重複するよう2019年の初めより開始される

[コンサルタント調達]

- ・JICAの2016末迄のOECD通報を経てフェーズ2の円借款がインド政府にプレッジされた場合、NHIDCLは2017年1月からコンサルタント調達を開始する
- ・コンサルタントサービスは2017年10月頃から開始され、コンサルタントサービスに入札補助として入札の技術評価を含める

[土地収用]

- ・ミゾラム州政府は土地収用実施の責任を負う。本事業のRAPはJICAの環境ガイドラインに適合させること、かつタイトなスケジュールに合わせる必要があるため、NHIDCLがRAPを支援するコンサルタントもしくはNGOを2016年6月までに調達し、州政府のRAP実施機関として機能させることを推奨する。
- ・土地収用の実施をおこなう義務は州政府にある。NHIDCLは本事業のRAPをJICAの環境ガイドラインに適合させること、かつタイトなスケジュールに合わせるため、RAPを支援するNGOを2016年6月までに調達し、州政府のRAP実施を支援する

7.1.2 国道54号バイパスの建設期間の提案

国道54号バイパスは人口集積が少ない急峻な山岳地に位置しており、沿道の村や集落から調達可能な建設労働者数が建設期間を決定するひとつの要因となる。

国道54号バイパス工事では、国道54号本線拡幅工事同様に、谷側拡幅のための重力式擁壁や切土斜面保護のための練石積擁壁の工事量が多い。重力式擁壁や練石積擁壁の工事は人力への依存が大きいため、コントラクターはプロジェクト近隣からの安価な労働力調達が必要となる。

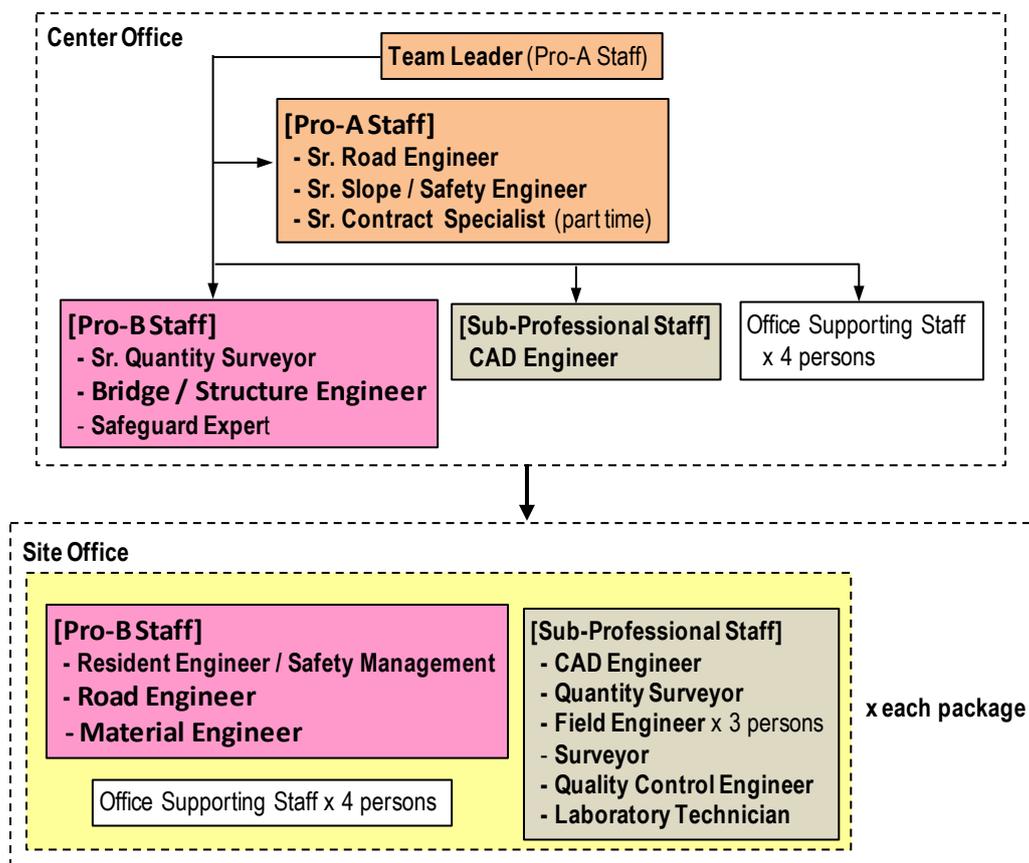
7.2 事業実施のフレームワーク

NHIDCLは2015年1月1日にMORTHから全額出資により設立された政府出資会社であり、国道や国境を跨ぐ重要路線に対しての調査、計画、設計、建設、運営、維持管および道路改良等を担う機関である。NHIDCLは道路整備をおこなうことで、地域間の連結することで国境を越えた貿易を促進し、また国境付近の治安を安定化させることを目標にしている。これにより南アジアや東南アジアなどを含めた広いエリアが経済圏となる。

NHIDCLはMoRTHによる国道54号線道路網改善事業の実施機関として指定され、JICA ODAフェーズ1、2を実施する。

7.3 施工監理業務

国道 54 号事業については急峻な山岳部という地形的特徴が起因して、インド国であまりなじみのない技術工法が含まれている。このため国道 54 号のコンサルタントは EOI プロセスのもと国際入札をおこない調達すべきであり、国道 54 号バイパス建設の施工監理で提案される体制を図 7.3-1 に示す。



出典: 調査団

図 7.3-1 国道 54 号のコンサルタントの体制

7.4 運営・維持管理計画

NHIDCL は政府による民間セクター活用方針をもとづき、運営維持管理 (O&M) 業者および O&M 管理コンサルタントを、建設工事後に調達する計画である。

O&M 業者契約の推奨事項について、以下に挙げる。

- ・ 建設工事契約の瑕疵担保期間の終了後より 5 年以内は施工業者による O&M 管理の義務が含まれている。
- ・ 検査および道路維持管理の作業はパフォーマンススペースとなるように、O&M 契約に明記される必要がある。
- ・ O&M 請負業者の義務として、i)車の落下や衝突などの面での安全性、ii) 緊急時の対応 iii) 道路財産管理、iv)道路改良、v) 園芸管理、vi) 不法侵入者に対する警戒、などが挙げられる。
- ・ 山岳道路に適した O&M のガイドラインやマニュアルを整備するための技術支援プロジェクトが JICA により計画されている。O&M 契約をおこなう上では、JICA で整備したマニュアルの活用を条件に含めることを提案する。

7.5 契約モードの検討および技術支援

インドの国道整備事業において、従来の出来高を検測して支払う契約方式から EPC 方式に変更することが 2012 年に閣議決定された。一方、多くの土工事と斜面对策工を要する山岳道路という本件道路事業の特性を踏まえると、EPC 契約における複数の項目（入札期間、リスク配分、支払い方法、メンテナンス、コンサルの立場、設計の承認プロセス等）の内容が本調査の意図する品質確保に関する重要なリスク項目となり得ると考えられる。従って、本事業における上述のリスクを回避・提言するための契約条項内容の検討・分析、必要な助言を適切に行う。

インド政府側（道路交通省、NHIDCL）と JICA による本件に係る第 1 回目の公式協議が平成 28 年 2 月に開催され、JICA 側の EPC 契約約款に対する変更提案 72 項目が提出された。

平成 28 年 5 月に NHIDCL より JICA の変更提案 72 項目に対し 28 項目が受入れられない旨の連絡があった。JICA は NHIDCL の受入れられない理由を確認し、2016 年 6 月迄に重要項目について変更提案を更新して NHIDCL に提出する予定である。

第8章 環境社会配慮

8.1 環境社会配慮にかかる法的枠組み

8.1.1 インド国内法における EIA 要件

環境森林省による 2006 年の EIA 通達（2013 年改正）によれば、国道事業は、以下の条件を満たした場合、カテゴリーA に分類され、EIA の実施および環境クリアランスの取得が必須となる。すなわち、1) 新規建設、2) 延長 100km 以上の既存の国道の拡幅で、新規に 40m 幅以上の ROW の取得・用地取得あるいは 60km 以上の経路変更もしくはバイパスの建設を伴うもの。本調査で対象とするバイパス建設事業は、この要件に当たらないため、インド国内法では EIA 実施の必要はない¹。

一方、本事業は JICA の環境社会配慮ガイドライン上カテゴリーA に分類され、EIA の実施が必須となる。そのため、ガイドラインに従い EIA 調査が実施された。また、本事業により、20 世帯(133 人)の非自発的住民移転が発生するため、住民移転計画(Resettlement Action Plan)も別途作成された。

8.1.2 必要な許認可等

上述のように、本事業で環境クリアランスの取得は必要とされないが、建設工事の実施の際には、アスファルトプラントの設置などについて大気汚染管理法や水管理法にもとづいた許認可が必要となる。また採石場は環境許認可を得ていることを確認の上で選定する。工事の際に井戸を掘ることが必要になる場合は、州の地下水管理機構（Ground Water Board）の許可が必要である。この他、工場法、労働法、建築その他の建設労働者（雇用および労働条件に関する規制）法の規定に沿った形で工事を行う必要がある。本事業に関連する環境関連法規制を下表にまとめた。

表 8.1-1 要な許認可等

No.	活動	該当法令	要件	管轄機関	実施責任者	許可取得に必要な時間
工事前(責任機関: MORTH/NHIDCL)						
1	路肩の樹木の伐採、土捨て場の森林伐採	Forest Conservation Act1980 & MOEF Letter Dt.18.02.1998	森林伐採許可	州および中央政府	MORTH/NHID CL	2-3ヶ月
2	路肩の溜め池等の埋め立て	State Fisheries Policy Draft Wetlands (Conservation & Management) Rules, 2008	埋め立て許可	州灌漑局、漁業局、湿原保全委員会	MORT&H	2-3ヶ月
工事中(責任者: 工事業者)						
3	砕石機、アスファルトプラント等の設置	Water Act of 1974, Air Act of 1981, Noise Rules of 2000 and Environmental Protection Action of 1986 and as Amended	設置許可	州汚染管理局	事業者	2-3ヶ月

¹EIA が不要であることは、環境森林気候変動省との面談（Mr. Manoj Kumar Singh, Joint Secretary）で確認しているが、同省から公式な書面での回答は未受領である。

No.	活動	該当法令	要件	管轄機関	実施責任者	許可取得に必要な時間
4	砕石機、アスファルトプラント等の操業	Water Act of 1974, Air Act of 1981, Noise Rules of 2000 and Environmental Protection Action of 1986 and as Amended	操業許可	州汚染管理局	事業者	2-3ヶ月
5	発破用の爆発物の管理	India Explosive Act 1984	爆薬ライセンス	Chief Controller of Explosives	事業者	2-3ヶ月
6	燃料や潤滑油、ディーゼル等の保管	Manufacture storage and Import of Hazardous Chemical Rules 1989	危険物の保管許可	州汚染管理局 および各地区のコミッショナー	事業者	2-3ヶ月
7	砕石*	State Minor Mineral Concession Rules, The Mines Act of 1952, Indian Explosive Act of 1984, Air Act of 1981 and Water Act of 1974	砕石免許	州地質鉱山局	事業者	2-3ヶ月
8	地下水の利用	Ground Water Rules of 2002	地下水の取水許可	州地下水管理機構	事業者	2-3ヶ月
9	労務	Labor Act	雇用免許	労働コミッショナー	事業者	2-3ヶ月

注釈：* 採石場は環境許認可を得ていることを確認の上で選定する。環境許認可に沿って着実に環境社会配慮が

行われていることを確認するため、コントラクターの環境管理計画に採石場の環境許認可の更新や環境当局による監査への対応状況の確認を含める。

出展：調査団

8.1.3 組織体制

上述した法令やガイドラインの実施やモニタリングには、国から州レベルの様々な組織が関与する。本事業での適切な環境社会配慮の実施にあたり重要な環境関連機関は以下の通りである。

(1) 環境・森林・気候変動省(Ministry of Environment, Forests and Climate Change: MOEFCC)

インド国において、環境管理や保全、公害対策等、にかかる政府の方針の策定や実施を担うのが環境・森林・気候変動省である。1985年に設立された同省は、カテゴリーAに分類される事業の許認可手続きの一貫として実施される環境影響評価(EIA実施)報告書を審査する役割も負う。

(2) 環境・森林・気候変動省の地域事務所

環境・森林・気候変動省は、インド各地に地域事務所を設置している。ミゾラム州のある北東州地域を管轄する地域事務所は、メガラヤ州シロンに置かれており、主に地域内のEIA、公害の状況や対策、湿原や保護区などの管理等にかかる情報収集を行っている。

(3) 中央汚染管理局(Central Pollution Control Board: CPCB)

森林環境省の一機関であり、ニューデリーに本部を置く。主要な役割は以下の通り。

- ✓ 水質および大気汚染対策の計画および実施
- ✓ 水質および大気汚染について政府に助言
- ✓ 水質および大気質の基準の設定
- ✓ 州汚染管理局との連携

本事業における中央汚染管理局の役割は、助言機関としてのそれであり、事業実施にかかる方針や基準については、下記のミゾラム州汚染管理局が設定するものに拠る。

(4) 州の環境森林局(Departments of Environment and Forests: DOEF)

州レベルで、環境森林省と同様の業務を行う。

(5) ミゾラム州汚染管理局(Mizoram State Pollution Control Board: M-SPCB)

州レベルでの環境管理、特に大気質および水質の管理する役割を負う。管理局の主要な役割は下記の通り：

- ✓ 州レベルで、水質および大気質管理にかかる活動の計画および実施
- ✓ 水質、大気質、工業について州政府に助言
- ✓ 政府の基準にもとづいて、州レベルの基準を設定
- ✓ 水管理法、大気汚染管理法等に則り、州内のモニタリングや当該法の施行を行う
- ✓ 水質や大気質にかかる公聴会の実施

(6) ミゾラム州森林局(Mizoram State Forest Department)

ミゾラム州森林局は、州内の森林の保全および管理を行う。行政区とは別に、効率的な森林保全、管理のために設定された森林区(Forest Division)があり、森林局が作成する業務計画を作成にもとづいて各 Division が業務を行う。森林法が定めるように、省内で実施される事業で森林伐採が必要になる場合(本事業もこれに相当する)、その伐採許可を与えるのも森林局の役割である。

8.2 用地取得および住民移転にかかる法的枠組み

8.2.1 用地取得および住民移転にかかる主要法令

インド国では、1894年の土地収用法がこれまで用地取得手続きを定めた基本法であったが、2014年1月には新用地取得法(Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013)が発効し、新法が適用されるようになった。一方、ミゾラム州政府は、同州では新法を適用しないという通告(No. H. 11018/8/2010-REV, dated January 5th, 2015)を出し、別途、州での用地取得手続きを規定する独自法である Mizoram (Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement) Act, 2016) を定めている。法案の内容は、概ね新用地取得法の内容に沿ったものになっているが、農村部への追加的な補償のレベルなどで若干の違いがある。JICA ガイドラインを満たした住民移転を実施するため、本事業では、RAP で提案する移転方針を採用する。本事業に関連する法令とその概要を下記に示す。

表 8.2-1 用地取得および住民移転関連法令

No.	法令	概要
1	Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013 (LARR 2013)	旧法と比較して補償内容、範囲を拡充し、また事業実施に住民の合意を求める等、より参加型の手続きを採用。2014年から施行されているが、ミゾラム州では適用されていない。
2	Mizoram (Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement) Act 2016	概ね LARR 2013 の内容に準拠した内容であるが、農村部での追加補償の有無や、土地価格に上乘せされるプレミアム (solatium) の規定に違いがある。詳細は本章 8.2.2 を参照。
3	Mizoram (Land Revenue) Rules 2013	ミゾラム州における土地の使用権の種類やその手続きについて規定する。詳細は本章 8.2.3 を参照。
4	National Rehabilitation & Resettlement Policy, 2007 ((NRRP 2007)	住民移転が発生する事業に適用されるが、政策であり強制力はない。土地所有者が土地や生計手段を失う際の支援などについて規定。また、ミゾラム独自法には規定されていない、社会的弱者を定義。
5	The National Tribal Policy, 2006	指定部族などの先住民の文化や生活を保護、保全を促進するための政策
6	The Scheduled Tribes and Other Traditional Forest Dwellers (Recognition of Forest Rights) Act, 2006	2005年12月13日以前から森林に居住する指定部族や、3世代以上に渡って居住する住民が持つ諸権利を定める。この権利は移転できない。
7	The Right to Information Act, 2005	透明性を高めるために策定された、市民に対する情報公開の手続きを定める。
8	World Bank OP 4.12 – Involuntary Resettlement	世銀が実施する事業での住民移転手続きや補償要件を定める。再取得価格での補償、被影響住民は、土地所有のステータスにかかわらず補償対象となること、住民協議の手続きなどを規定。
9	OP 4.10 – Indigenous Peoples	世銀が実施する事業で、FPICの原則等先住民の権利や文化に配慮するため手続きを定める。なお、本事業では地域内の主要な人口が指定部族であり、彼らを対象として作成された RAP には世銀の OP4.10 に含まれる要素が反映されているため、別途 IPP 報告書の作成は行っていない。(本章 8.2.4 を参照)
10	JICA ガイドライン	JICA が実施する事業で適切な環境社会配慮を実施するためのガイドライン。本章 8.2.5 を参照。

出展：調査団

8.2.2 ミゾラム（用地取得・生計回復および住民移転）法（2016年）

(1) 用地取得手続きの流れ

2016年に成立したミゾラム（用地取得・生計回復および住民移転）法（以下、ミゾラム用地取得法）では、用地取得、生計回復および住民移転の手続きは、大きく二段階に分けて実施される。まず第一段階では、用地取得による影響の暫定評価のため、社会影響評価（Social Impact Assessment）が実施され、社会影響管理計画（Social Impact Management Plan）を含む、社会影響評価報告書が作成される。また、この手続きの中で、公聴会（Public Hearing）が開催される。同報告書の審査にあたり、ミゾラム政府は以下の点を確認する²。

- 1) 用地取得は公共の目的のために必要であること

² この他、州内の食料の安全保障のため、年に複数回収穫が可能な灌漑農地を収用する場合にはより厳しい条件が課されることになっているが、本事業実施予定に灌漑農地は存在しない。

- 2) 用地取得によって実施される事業による正の便益は、用地取得による負の社会影響を上回ること
- 3) 用地取得の規模は、事業目的を満たす最小限のものであること
- 4) 該当地域には、事業目的のために過去に取得され、事業利用されていない土地が無いこと
- 5) 過去に用地取得され未使用である土地が、事業目的のために活用可能であること

社会影響報告書が承認された後、ミゾラム州政府は、当該用地を取得する旨を布告する(Preliminary Notification)。また、同布告の発布後、二ヶ月以内に、対象地域の土地台帳が更新される。用地取得の目的や規模、また社会影響評価の内容に不服がある住民及び関係者は、布告の発布後 60 日以内に異議申し立てを行うことができる。また、社会調査報告書が公開されてから 12 ヶ月以内に、Preliminary Notification が出されない場合は、社会調査報告書は無効となる。

Preliminary Notification が出された後、対象地域の住民を対象としたセンサス調査が実施され、生計回復および住民移転計画(Rehabilitation and Resettlement Scheme)が作成される。センサスは、以下の情報を取得するために実施される。

- 1) 被影響世帯が所有する土地および不動産の詳細
- 2) 用地取得により、土地に生計を依存している用地所有者および用地占拠者が蒙る影響
- 3) 用地取得により影響を受ける公共施設および政府の建造物
- 4) 用地取得により影響を受ける公共インフラの詳細
- 5) 用地取得により影響を受ける、公共資産

センサスの結果に基づき、生計回復および住民移転計画(Rehabilitation and Resettlement Scheme)が作成される。作成手続きは、事業実施地域に広く周知され、また公聴会も開催される。公聴会の後に、生計回復および住民移転計画案が作成され、公聴会で出された意見や懸念と合わせて、コレクターに通知される。同計画が承認されると、政府は用地取得を実施する宣言を行い、用地取得の通達(public notice)が出され、用地取得および住民移転が実施される。また、用地取得にかかる補償金の支払いは、宣言から 12 ヶ月以内に行われる必要があり、12 ヶ月以内に支払いがなされなかった場合は、これまでの手続き全てが無効となる(政府は、必要に応じて期限を延長することができる)。同法の規定に基づく用地取得の実施手続きについては、8章11節で説明する。

(2) 生計回復案の策定・実施

州政府によって任命された Commissioner for Rehabilitation and Resettlement が、生計回復計画の策定および実施を担当する。また、the Rehabilitation and Resettlement Committee が設置され、同計画の実施状況を監督する。Committee には、州及び地方政府の担当官に加え、移転対象世帯の女性や、対象地域で活動するボランティア組織のメンバーが入ると定められている。

また、生計回復案の実施後には、Commissioner for Rehabilitation and Resettlement が social audit を行う。その際には移転対象世帯および該当村落自治体に対するコンサルテーションを行う。

8.2.3 ミゾラム(土地収入)規則(2013年)

ミゾラム州では、土地の権利は州政府に帰属し、個人は州政府(あるいは、州政府から係る権限を異状された Village Council を通じ、Periodic Patta 等の土地の利用権を得る。例えば農地であれば、Periodic Patta もしくは、期限および目的を限定したリース契約が可能である。なお、

Periodic Patta は、一世帯あたり最大 80,268m²に限定されている。また、Periodic Patta 所有者は、土地利用の状況や税金の支払いなどに係る審査を受けた上で、Agricultural Land Settlement Certificate (A-LSC)を入手することができる。

住宅地については、都市部で発行される Residential Land Settlement Certificate (R-LSC) と、村落部で発行される House Pass がある。後者は、州政府による土地の調査が実施されていない地域において、その地域の Village Council が発行するものであるが、近年、州政府は House Pass と Residential Land Settlement Certificate を統合し、土地の利用・所有に係る権限を州政府に一元化する作業を進めているため、同一村落内に House Pass と R-LSC 所有者が混在するなどの事例がある。

本調査では、上記で述べた Periodic Patta あるいは House Pass、またはリース契約を所持する世帯を、地権者、そうでない世帯を、非正規の地権者と区別している。

8.2.4 世銀 OP4.10 にかかる対応

先住民族への対策を要する案件の場合、下表に示す内容を含む先住民計画案を作成する必要がある。本事業の被影響住民を含むミゾラム州の住民の多くはインド国の指定部族である。世銀の OP4.10 は、先住民族は以下のように定義されている (World Bank OP4.10 July 2005)。

先住民族とは、他から区別された、脆弱な、社会的・文化的な集団一般を指し、以下のような特徴をさまざまな度合いで有するものをいう。

- (a) 他から区別される一個の先住文化集団の成員であるというアイデンティティの自認と、このアイデンティティの他からの認識。
- (b) 対象プロジェクトのエリア内の、地理的に区画された居住地、あるいは祖先伝来のテリトリーとの、加えて該当の居住地あるいはテリトリー内の天然資源との、集団としての結びつき。
- (c) 主流な社会および文化とは異なった、慣習的な文化、経済、社会、また政治的な制度、及び、
- (d) 国または地域の公式の言語とはしばしば異なる、土着の言語。

本事業の被影響住民は、ミゾ族としてのアイデンティティや固有の言語を所持するという点で、上記定義を一部満たしている一方、ミゾ族住民が大多数である州においては、「主流な社会および文化とは異なった制度」の下に生活しているとはいえない。インド国内の手続き上、ミゾ族を含む指定部族は先住民族として扱われているが、本事業においては、被影響住民のほぼ全員がミゾ族であることを鑑み、RAP 作成プロセスの中で OP 4.10 に沿った配慮を行い、十分な情報が提供された上での自由な事前の協議を通じて、事業に対する合意を取り付けている。

8.2.5 インド国内法と JICA ガイドラインのギャップ

JICA ガイドラインで定める要件と、インド国の法令のギャップ、またギャップを埋めるための施策を下表にまとめる。

表 8.2-2 ミゾラム州用地取得法と JICA ガイドラインの比較

Sl. No.	JICA ガイドライン (2010)	NRRP 2007	ミゾラム州用地取得法	ギャップ	本事業における対応策
1	Involuntary resettlement should be avoided wherever possible.	Stated aim to minimize large scale displacement. Encourages projects to be set up on waste land, degraded land, Un-irrigated land. (NRRP 2007, #1.4, Chap 1)	The Government shall ensure that only the minimum area of land required for the project is proposed to be acquired [8. (1) c]	ギャップなし	-
2	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken.	If unavoidable, Govt. to consider different alternatives to minimize displacement, total land acquired and total agricultural land acquired for non agricultural use (NRRP 2007, #1.4, Chap 1)	The Government shall recommend such area for acquisition which would ensure minimum displacement of people [8. (2)]	ギャップなし	-
3	People who must be settled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-project levels.	Provisions made for R&R benefits to all; (NRRP, #3.1.b.iii)	ミゾラム州用地取得法では、用地取得による生活、生計への影響を考慮して補償を決定するとの規定がある。	左記のような規定はあるが、事業前と比較して、生計を回復あるいは改善するとの規定はない。	事業前の生計が回復されるような生計回復支援が実施されるよう、ミゾラム州政府に働きかける。
4	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible		The Collector having determined the market value of the land to be acquired shall calculate the total amount of compensation to be paid to the land owner by including all assets attached to the land [27 (1)] The Collector having determined the total compensation to be paid, may, to arrive at the final award, impose "Solatium" as prescribed in Schedule I, of the compensation amount. [30 (1)]	政府が計算する補償価格が、再取得価格に満たない事例が多い。	Collector が決定する補償額が再取得価格に満たない場合、追加に solatium を上乘せすることで再取得価格での補償を行う。

Sl. No.	JICA ガイドライン (2010)	NRRP 2007	ミゾラム州用地取得法	ギャップ	本事業における対応策
5	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement	Provisions exist in NRRP	The Collector shall take possession of land after ensuring that full payment of compensation as well as rehabilitation and resettlement entitlements are paid [38 (1)]	ギャップなし	-
6	For projects that entails large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public.	Requirement for RAP is mentioned subject to number of displaced exceeding 400 families in plains or 200 in hilly/tribal areas or Desert Development Programme (DDP) blocks.	ミゾラム州の用地取得法に基づき、SIA 及び Rehabilitation and Resettlement Scheme が作成される。	ギャップなし	
7	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance.	Specific mention provided in NRRP	Whenever a SIA is required to be prepared, the Government shall ensure that a public hearing is held at the affected area [5]; A public hearing shall be conducted in Preparation of Rehabilitation and Resettlement scheme [16 (5)]	ギャップなし	-
8	When consultation held, explanation must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people	Provision made	the Government shall ensure that a public hearing is held at the affected area, after giving adequate publicity about the date, time and venue for the public hearing, to ascertain the views of the affected families to be recorded and included in the Social Impact Assessment Report. [5]	ギャップなし	-
9	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans	Specified	As above.	ギャップなし	-
10	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their	Specified	Any person interested in any land may within sixty days from the date of the publication of the preliminary notification, submit objection [15	異議申し立てを行うことは出来るが、そのための特定のメカニズム（苦情処理委員会等）は設置さ	- 2段階の GRM が構築される。 - RAP 実施を担当する NGO/コンサルタントは

Sl. No.	JICA ガイドライン (2010)	NRRP 2007	ミゾラム州用地取得法	ギャップ	本事業における対応策
	communities		(1)]; The Administrator shall, on completion of public hearing submit the draft Scheme for Rehabilitation and Resettlement along with a specific report on the claims and objections raised in the public hearing to the Collector. [16 (6)]; Any person interested who has not accepted the award may, by written application to the Collector, require that the matter be referred by the Collector for the determination of the Authority. [60 (1)]	れない	現地に常駐し、GRM の円滑な運営、また PAH が苦情申し立てを行うのに必要な支援を行う
11	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey (including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socio-economic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advantage of such benefit.		SIA conducts estimation of affected families and the number of families among them likely to be displaced [4 (4) b]; the Administrator for Rehabilitation and Resettlement shall conduct a survey and undertake a census of the affected families [16 (1)]	ギャップなし	-
12	Eligibility of benefits includes, the PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under 1a), the PAPs who do not have formal legal rights to land at		The compensation for damage of crops on land occupied by informal occupiers shall not be assessed without prior approval of the Government. [29 (3)]	政府の事前承認が無ければ、非正規居住者の財産に対する補償が行われな	本事業については、非正規住民の財産も補償対象として認めるようミゾラム州政府に働きかける。

Sl. No.	JICA ガイドライン (2010)	NRRP 2007	ミゾラム州用地取得法	ギャップ	本事業における対応策
	the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying				
13	Preference should be given to land –based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based.	Specified	The provision of resettlement area is described in the Act (but the affected family can opt out from the scheme).	ギャップなし	
14	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration)	Specified	the Collector shall take into consideration— in consequence of the acquisition of the land by the Collector, the person interested is compelled to change his residence or place of business, the reasonable expenses (if any) incidental to such change [28]; one-time subsistence allowance and transportation allowance in case of displaced families and one-time amount to artisans and small traders are included in the award [31 (2)]	ギャップなし	
15	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc.	Mentioned for vulnerable groups as defined under NRRP. Specific mention of additional provisions for SC and ST community mentioned under #7.21 of the NRRP.		NRRP に社会的弱者の定義はあるものの、ミゾラム州用地取得法には規定がない。	- RAP で定める社会的弱者には、追加的支援を提供する。

出典: 調査団

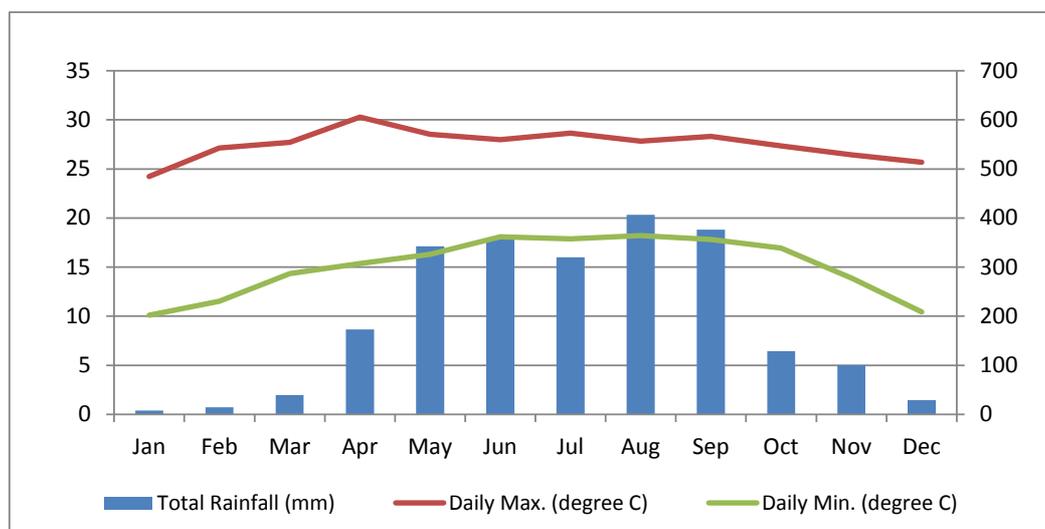
8.3 環境社会ベースライン

現在の環境および社会・経済状況を以下に示す。これらベースラインデータは、モニタリング調査や文献調査、地元住民から行政組織の職員まで様々な関係者への聞き取り調査によって収集した。

8.3.1 自然環境

(1) 気候

ミゾラム州は温暖な気候であり、夏の気温は 20°Cから 29°C、冬の気温が 7°Cから 22°Cである。モンスーン気候であり、5月から9月までは大量の雨が降る一方、乾季にはほとんど雨が降らない。湿潤熱帯から湿潤亜熱帯地域に位置しており、平均して年間 2540mm 程度の降水量がある。州内でも降水量にばらつきがあり、年間降雨量はおよそ 2540mm である。



出典 Meteorological Data of Mizoram 2015

図 8.3-1 アイゾール市の月雨量および月最高/最低気温 (2011-2015 年平均)

バイパス位置に近い3箇所のモニタリングステーションで観測された降雨量を以下に示す。他の場所に比べ、バイパス4周辺は雨量が少ない。

表 8.3-1 バイパス近郊の年間雨量 (2011-2015 年)

Report Center	Annual Rainfall in mm				
	2011	2012	2013	2014	2015
Serchhip (for BP1 and 2)	1940.3	1784.8	1725.9	1811	2214.7
Hnathial (BP3)	1924.3	2105.1	2046.3	1720.3	1942
Lawngtlai (BP4)	NA	887.7	1768.9	1541.3	1673.4

出典: Meteorological Data of Mizoram 2015

3 2015 年は非常に暑い年で、30°C強の気温が 12 ヶ月中 10 ヶ月で観測された。2011 年から 2014 年までの 4 年間で、30°C以上が観測されたのは、二ヶ月だけである。

(2) 地形、地質、土壌

インド北東部は、新生代に発生したインドー亜大陸とユーラシア大陸プレートの衝突によるヒマラヤ造山帯の北東縁に位置し、世界でも最も若く、標高の高い山岳地域の一つを代表する地域である。ヒマラヤ造山帯は、多様な地質構成とともに特有の地質帯を有している。それに伴い北方のヒマラヤ山脈、東方のインドーミャンマー地域、西方のシロン高原、その間のアッサム平原を形成するブラフマプトラ拡大域など、様々な地形特徴を有する。

ミゾラム州の地質は、新第三紀の堆積岩層の反復的な連続によって形成され、粘土質の岩石、特にシェールやシルト岩などが多い。こうした岩石は不浸透性が高いため、乾季には表土が乾燥し、ラテライト化などが起きる。砂岩やシェール、シルト、粘土岩、粘板岩などが多い。また岩盤は緩く、地震などの影響を受けやすい。ミゾラム褶曲帯は、N-S 方向に軸が伸張し、縦方向のプランジ面を持つ幅の狭い直線状の褶曲で構成される。褶曲の密度は西から、インドプレートがビルマプレートに沈み込む東に向かって上昇する。ミゾラム州に分布する片岩などの堆積岩は、風化に対して非常に脆弱で、しばしば層理面に沿った崩壊や地すべりを引き起こしている。地質調査、及び地震被害調査の詳細は、本文 5.1.3 を参照のこと。

砂の多いローム層から粘土質まで、土壌も様々であるが、多雨でありまた急斜面の地形が多いことから、土壌の流出、侵食が多い。土壌は浸透性が高く、保湿性が低いが、これがミゾラム州の地下水の水位が低い主原因である。カリウムやリン、窒素などの含有量が少なく、また何年にも渡って繰り返される焼畑農業によって生産性はさらに下がっている。豊富な雨量により、表面上は緑豊かな土地であるように見えるが、それを支える土壌の劣化が進んでいる。過剰な土壌流出の結果、土壌はやや酸性から中性である。対象地域の土質を以下に示す。

表 8.3-2 対象地域の土質

District	pH	窒素 (Kg/ha)	リン (Kg/ha)	カリウム (Kg/ha)
Serchhip	5.53	264	12	277
Lunglei	5.38	251	10	147
Lawngtlai	5.95	229	16	221

出典: Soil Information System

(3) 生物相

面積の 90%以上が森林であるという統計 (India State Forest Report FSI, 2013) もあるように、ミゾラムはインド国の中でも最も森林が多い州である。また丘陵地帯かつ多雨地域であることから、土壌の特性も相まって、豊かな植生がもたらされている。

植物相および動物相の評価は対象となる NH54 のバイパスが通る 3 つの District 全てで実施した。植物相・植生の評価はコドラート法により行い、樹木種の調査は 10m 四方、低木は 5m 四方、草本については 1m 四方の枠を置いて調査を実施した。また、コドラートは道路の両側の斜面にランダムに設置して、全ての種類を記録、また密度、頻度等を計算・記録した。動物相については、目視の観測による調査を行い、また森林局や地域住民からの情報を元にした二次データを収集した。植物相および動物相の調査は乾季 (2016 年 2 月～3 月) および雨季 (2016 年 5 月～7 月) の 2 回実施した。

1) 植物相

多くの地域は、半常緑の熱帯林もしくは亜熱帯林に分類され、植生は樹木、低木、草本、つる性植物で構成される。また異なる樹木種が、それぞれ明確な帯状に分布している。

- (i) 高木が密生する常緑の熱帯雨林
- (ii) 落葉性樹木による半常緑の熱帯林
- (iii) 常緑広葉樹による山地性の亜熱帯林

現地調査地域の下生えは、密生した草本植物であり、常緑で多様な森林内には中位および下位に林冠が見られる。またバナナも斜面に多く存在し、シダやヤシ、コケ植物およびラン等も調査地域内に広く確認された。一方、伝統的な焼畑農業により森林は広く荒地に転換されてしまっているが、環境森林局は自然回復だけではなく植林等の人工的な手段によって、森林地域の再生を図っている。なお、植林の多くはチーク材で実施される。

焼畑農業はこの地域における主要な耕作手法であり、地域住民の大部分が耕作に従事している。焼畑農業はまず樹木を伐採して乾かすことから始まり、数日後に森林を焼き、耕作できるような開けた土地とする。多くの樹木種がこの過程で破壊されるが、竹は適した気候とモンスーンの到来によりすぐに再生する。そのため、耕作放棄地においてまず成長するのは竹である。竹とともに発育する主要な樹木種は、*Emblia officinalis*、*Litsea monopetala*、*Pterospermum acerifolium*、*Terminalia myriocarpa*、*Caryota mitis*、*Artocartus chama*、*Duabanga grandiflora*、*Albizia procera*、*Gmelina arborea*、*Syzygium* である。

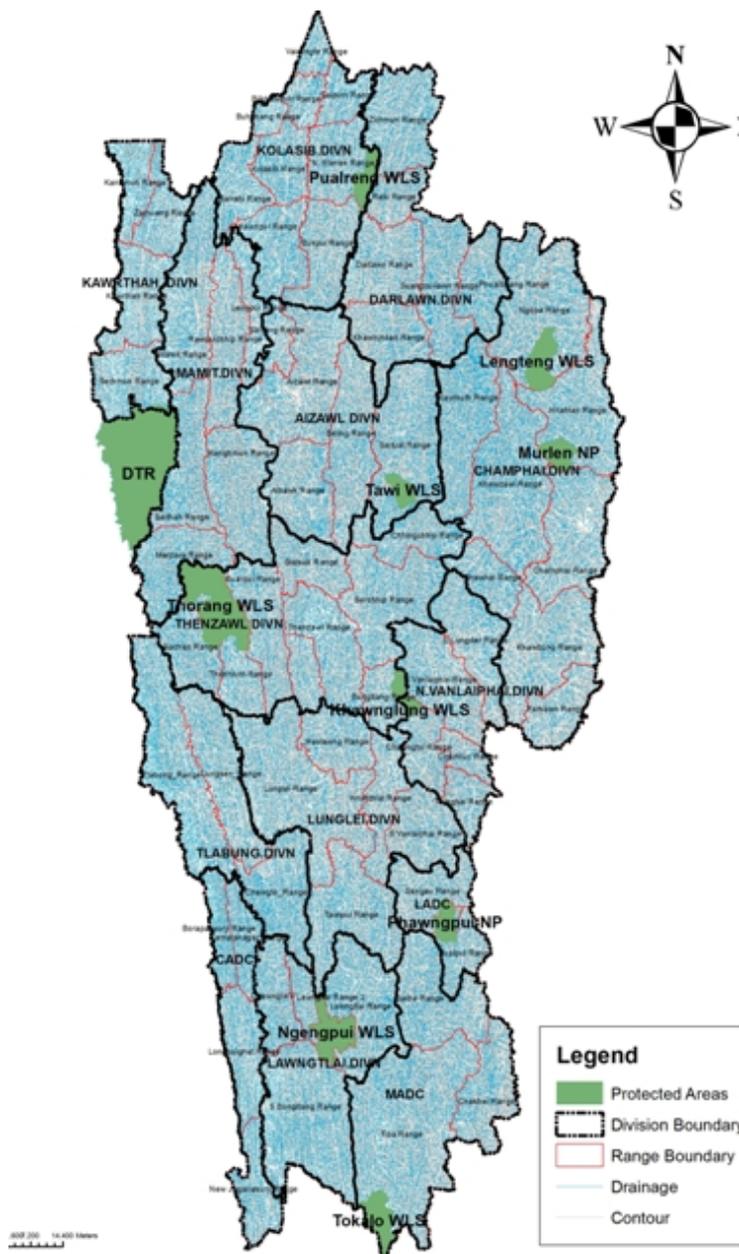
調査地域には、トウモロコシ、小麦、ヤシおよび油料種子、豆類、エンドウマメ、ショウガ、ラッカセイ、パパイヤ、パイナップル、タピオカ等の換金食物、ポテトやトマト、マメ等の野菜が生育し、Chhiathlang (BP1)の調査地域においては、茶の栽培も小規模ながら行われている。調査地域では、ICUN カテゴリーにおける絶滅危惧 IB 類および II 類に属する植物種は確認されなかった。調査によって確認された、もしくは環境森林局から入手した二次データに基づいた対象地域における植物相の一覧を、一般名、現地語名、IUCN カテゴリーおよび IWPA カテゴリー（該当時のみ）、調査結果とともに、Appendix 6 に示す。

2) 動物相

ミゾラム州は、インドービルマ生物多様性ホットスポットに位置する、生物多様性豊かな場所である。一方で、州の唯一の幹線道路であり開発が進む国道 54 号線周辺には、希少な生態系は残っていない。国立公園等で見られる豊かな生物相と、人間の手が入った国道周辺区域の生物相には大きな違いがある。地域住民および政府関係者への聞き取り調査でも、沿道周辺には希少種は存在しないということであり、乾季・雨季に実施したフィールド調査の内容もそれを裏付けるものであった。一方で、昨年実施したフィールド調査では、IUCN カテゴリーで *Vulnerable*（絶滅危惧 II 類）に分類されるスローロリスが確認されている。環境森林局から入手した二次データを対象地域における哺乳類および鳥類の一覧を、一般名、現地語名、IUCN カテゴリーおよび IWPA カテゴリー（該当時のみ）、調査結果とともに、Appendix 6 に示す。

(4) 保護区

ミゾラムには合計 10 の保護区（国立公園、野生生物保護区、虎保護区）が存在するが、国道 54 号線本線の対象区間およびバイパス建設候補地は、それらを横断または隣接しない。



出典: Department of Environment and Forests, Government of Mizoram

図 8.3-2 ミゾラム州における保護区

州の環境森林局での聞き取りでは、10の保護区のうち3つの野生動物保護区（Tawi、Khawnglung、Ngengpui）が対象区間に比較的近い場所にある。Tawi 野生動物保護区は BP1 の北西約 12 km、BP2 の北約 20 km に位置しており、Khawnglung 野生動物保護区は BP3 の東約 13 km に位置している。また Ngengpui 野生動物保護区は BP4 の南西約 11 km に位置している。本プロジェクトによる、これらの野生動物保護区への直接的な影響はないと考えられるが、これらのベースライン状況および重要主のリストを以下に示し、間接的な影響をモニタリングする。

A. Tawi 野生動物保護区

Tawi 野生動物保護区は北緯 23°29′-23°34′、東経 92°54′-92°59′に位置し、Aizawl からは約 180 km 離れている。また保護区の面積は 35.75 km²である。この保護区は 5つの希少種や IUCN のレッドデータブックに示される野性動物の棲み家となっている。

表 8.3-3 Tawi 野生動物保護区の概要

No.	Item	Description	
1	Location	Approx. 180 km East of Aizawl (between 23°29'N – 23°34'North and 92°54'E-92°59' East)*)	
2	Area	35.75 km ² *)	
3	Principal Species	Flora	- <i>Quercus species</i> - <i>Betula species</i> - <i>Wild orchids</i> - A few clumps of <i>Chimnobambusa collasa</i> etc.
		Fauna	- Clouded Leopard (Threatened) - Leopard Cat (Endangered) - Hoolock Gibbon (Endangered) - Serow (Threatened) etc.

注釈: *) Finally notified in 2001 vide Government of Mizoram letter No.B.12012/1/91-FST Dt. 16th Nov/2001

出典: “Review Management Plan of Tawi Wildlife Sanctuary Mizoram for the period (2006-2007 to 2015-2016)”, Wildlife Wing Environment & Forest Department Government of Mizoram

B. Khawnglung 野生動物保護区

Khawnglung 野生動物保護区は北緯 23°04'N – 23°10'、東経 92°55'E- 92°59'に位置し、Aizawl からは南約 140 km の距離にある。また保護区の面積は約 35 km² である。この保護区は Lunglei District の Hnathial 地域開発ブロックに含まれ、Thenzawl 森林局の管轄下にある。

表 8.3-4 Khawnglung 野生動物保護区の概要

No.	Item	Description	
1	Location	Between 23°04'08''N – 23°10'11''North and 92°55'11''E- 92°59'23'' East	
2	Area	35 km ²	
3	Principal Species	Flora	(No significant survey has been implemented)
		Fauna	- Hoolock Gibbon - Rhesus Macaque - Assamese macaque - Stump Tailed Macaque - Phayre's Leaf Monkey - Capped Langur - Leopard - Clouded leopard - Himalayan black bear - Malayan sun bear - Sambar - Barking deer - Serow etc.

出典: “Review Management Plan of Khawnglung Wildlife Sanctuary Mizoram for the period (2008-2017)”, Wildlife Division, Aizawl

C. Ngengpui 野生動物保護区

Ngengpui 野生動物保護区は北緯 22°21'N – 22°30'、東経 92°44'E- 92°50'に位置し、Aizawl からは約 280 km、Lawngtlai から西に 39 km 離れている。この地域は Lawngtlai District にあり、Lai 自治区評議会の Lawngtlai 地域開発ブロックに含まれる。保護区的面積は 1997 年の行政通知により 110 km² と定められている。

Ngengpui 野生動物保護区は生物の多様性に富んでいる。またこのエリアの森林タイプは常緑から半常緑の熱帯雨林であり、薬用の植物も多く含まれている。動物相としては、ゾウ、インドヤギウ等の哺乳類が確認される一方、鳥類の重要エリア (IBA s ※インドにおける A1 から A2) に指定される。

表 8.3-5 Ngenpui 野生動物保護区の概要

No.	Item	Description	
1	Location	Geographical coordinate 22°21'18''– 22°30'01'' N and 92°44'30''– 92°50'37''E, It is close to Indo-Myanmar & Indo Bangladesh border.	
2	Area	110 km ²	
3	Principal Species	Flora	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Raulfia serpentine</i> - <i>Bergenia ciliate</i> - <i>Ardisia macrocapa</i> - <i>Cautraya gracillis</i> - <i>Gardenis caronania</i> - <i>Rajanda longifolia</i> - <i>Zingiber purphotium</i> - Orchids etc.
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Elephant - Gaur - Serow - Sambar - Barking Deer - Leopard - Clouded Leopard (Threatened) - Marble Cat - Golden Cat - Leopard Cat - Hoolock Gibbon - Phayre's Leaf Monkey - Pig tailed macaques - Stump Tailed Macaques - Himalayan Black Bear - Malayan Sun Bear - Capped Langur - Slow Loris etc.

出典: “Review Management Plan of Ngenpui Wildlife Sanctuary Mizoram for the period (2010 - 2020)”, Under CSS : Integrated Development off Wildlife Habitats.

本事業の対象区間には、国が指定する保護林は無いが、本事業により森林や焼畑農地、放棄された焼畑農地などは影響を受ける。現地住民の生活に森林が重要な役割を果たしていることを考えれば、事業の実施にあたり森林伐採の規模および建設期間を最小化する努力が必要である。

(5) 水象

水象の調査は、インド国の高速道路の設計にける水象調査時に用いられる技術基準である IRC:SP:13 “Guidelines for the design of small bridges and culverts”に基づいて行った。分析結果は本レポートの5章1節に示す。

(6) 鉱物資源

州内は急峻地形であり、ミゾラム州は豊富な鉱物資源に恵まれている。岩石、砂の生産量を下表に示す。岩石・砂の生産は主にアイゾール地区、マミット地区、コラシブ地区、ルングレイ地区で活発である。またミゾラム州は、貝殻石灰岩、シルト岩、粘土鉱物、石炭層、石油、天然ガスなどの鉱床を有している。ビル建築石材などはバングラデッシュに輸出されている。一方、自然由来の湧き水も多く存在し、これらはミネラル・ウォーターを供給する潜在性がある。

表 8.3-6 砕石許可数および鉱物生産量

Year	No. of Quarry Permit Issued	Production form Quarry (Stone) (Cu.M)	Rs. in Lakhs	Sand Production (Cu.m)	Rs. in Lakhs
2005-2006	191	NA	NA	NA	NA
2006-2007	164	NA	NA	NA	NA
2007-2008	33	312797.083	37.54	36176.54	18.09
2008-2009	78	418208.316	50.19	118585.26	59.29
2009-2010	48	261488.330	31.38	62611.40	31.31
2010-2011	97	212937.325	85.18	136303.94	68.15

出典: Statistical Abstract of Mizoram 2011

表 8.3-7 2010～2011 年における各 District の採石許可数および鉱物生産量

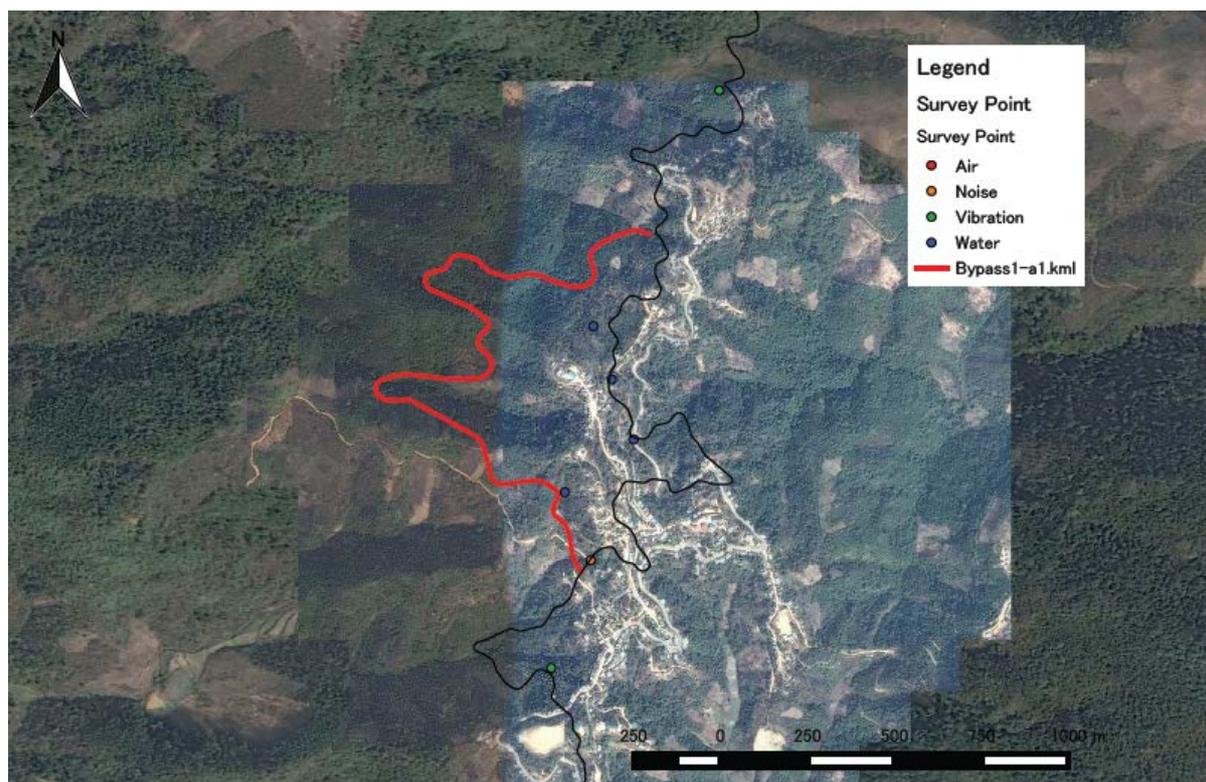
District	No. of Quarry Permit Issued	Production form Quarry (Stone) (Cu.M)	Rs. in Lakh)	Sand Production (Cu.m)	Rs. in Lakh
Mamit	4	11087.50	4.43	1980.00	0.99
Kolasib	6	11594.90	4.64	11312.20	5.66
Aizawl	28	171776.725	68.71	67189.04	33.59
Champhai	15	4913.95	1.97	29825.70	14.91
Serchhip	8	4799.70	1.92	5435.00	2.72
Lunglei	31	8294.55	3.32	20562.00	10.28
Lawngtlai	5	470	0.19	-	-
Saiha	-	-	-	-	-
Total	97	212937.325	85.18	136303.94	68.15

注釈: Districts where the proposed bypasses are located are highlighted.

出典: Statistical Abstract of Mizoram 2011

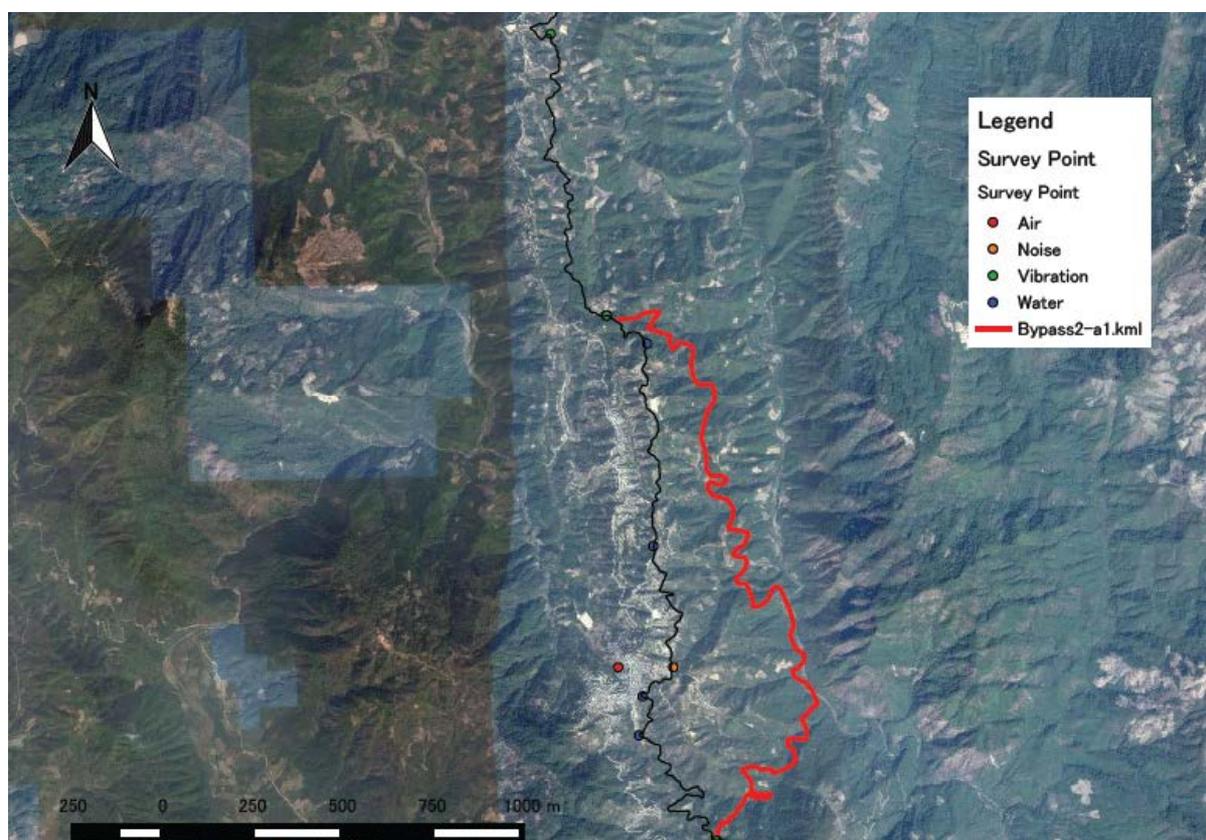
8.3.2 生活環境

大気質、水質、騒音および振動の調査地点を、以下に示す。



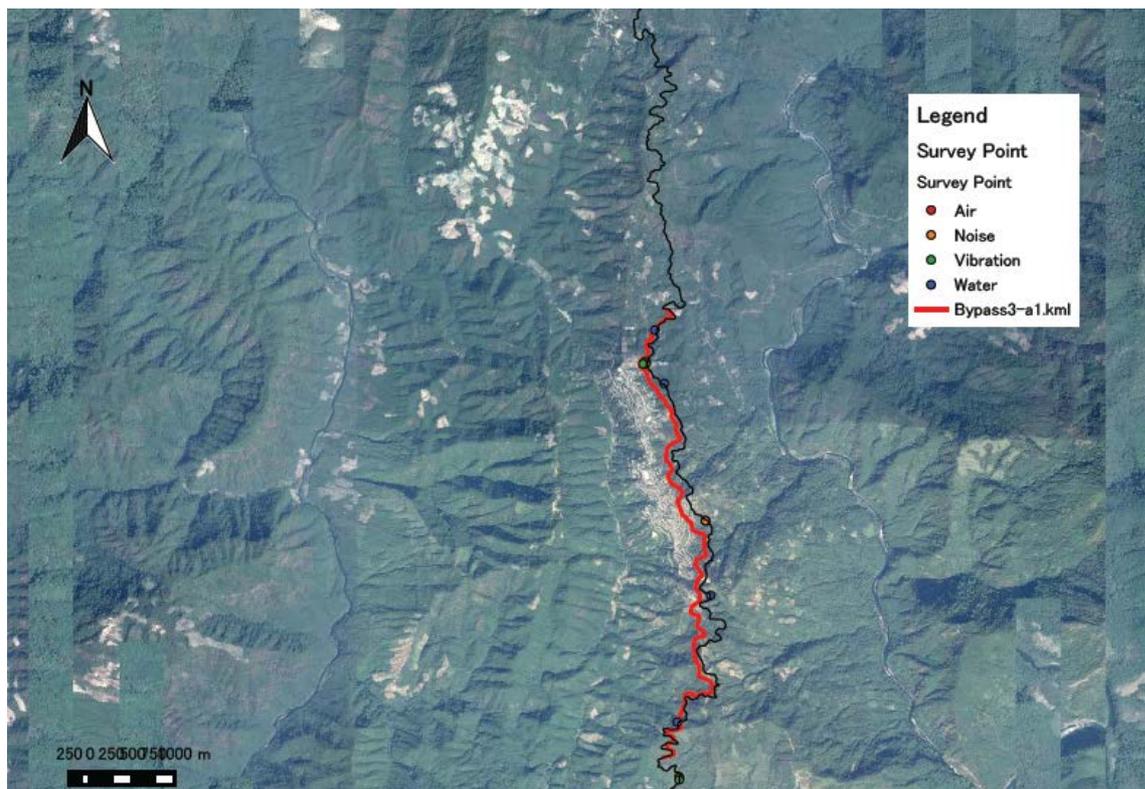
出典: 調査団

図 8.3-3 Chhiathlang バイパス(BP1) の調査地点



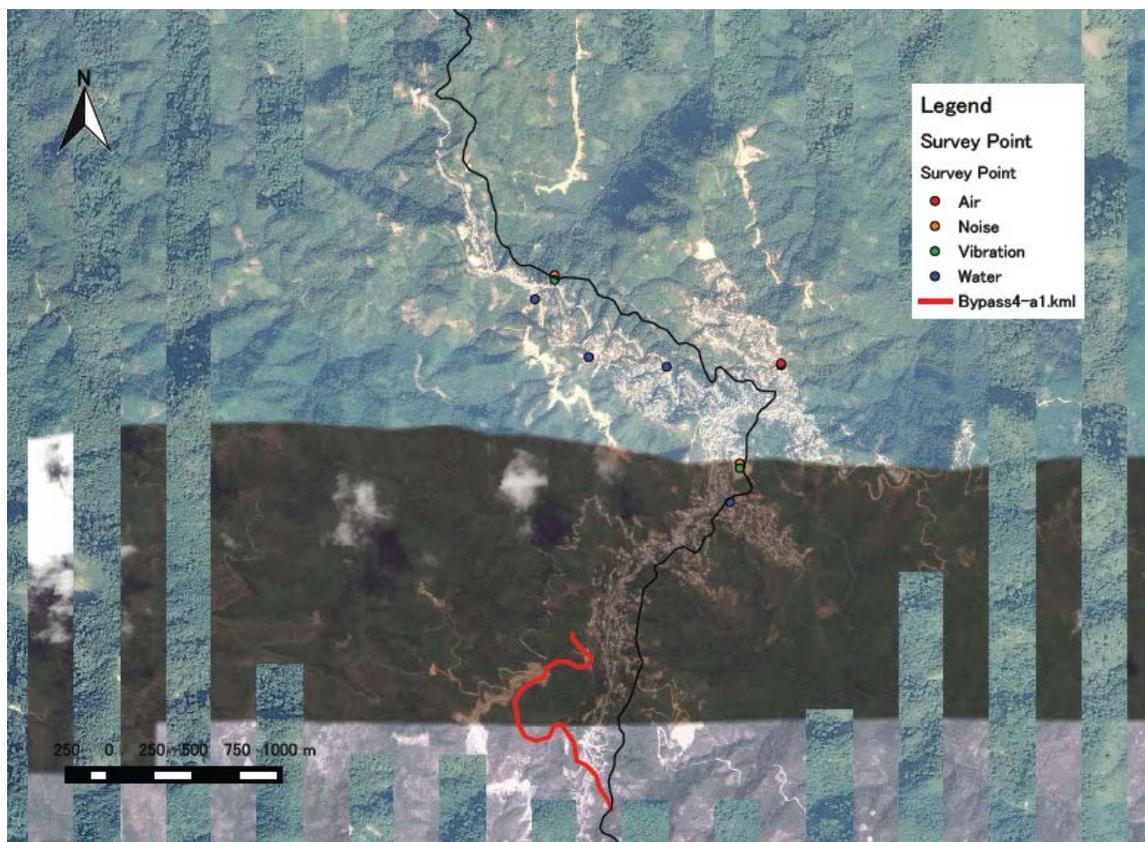
出典: 調査団

図 8.3-4 Serchhip バイパス(BP2) の調査地点



出典: 調査団

図 8.3-5 Hnathial バイパス(BP3) の調査地点



出典: 調査団

図 8.3-6 Lawngtlai バイパス(BP4) の調査地点

以下に、現時点の調査結果の概要を示す。乾季および雨季（モンスーン季）の詳細な調査結果は Appendix7 に示す。

(1) 大気質

大気質の調査を乾季および雨季（モンスーン季）に実施し、大気質のシナリオのベースラインの一助とした。観測データの収集、および分析は、中央汚染管理局（CPCB）によるインド国の大気質に関わる基準（NAAQS）のモニタリングおよび分析ガイドライン第1巻（Volume 1）に基づき、実施した。

大気質の観測所は、対象地域の各バイパスにおいて選定した。Lawngtlai および Chhiathlang では 2 箇所（バイパスの開始地点および終了地点）、Hnathial および Serchhip においては 3 箇所（バイパスの開始地点、中間地点および終了地点）を、アクセス性や電力の利用可能性に基づき選定した。

大気観測においては、Polltech PM_{2.5} & PM₁₀ ADS Fine Dust Sampler および Ecotech AAS Sampler を用いた。調査期間における PM₁₀、PM_{2.5}、二酸化硫黄、窒素酸化物および鉛の濃度測定結果は、以下に示すとおりである。結果の集計表に基づく、測定した各項目の濃度はインド国の大気質に関わる基準（2009年11月18日のCPCBによる通知）を満たしている。

表 8.3-8 インド国の大気質に関わる基準

Parameters	Particulate Matter (PM ₁₀) in µg/Nm ³	Particulate Matter (PM _{2.5}) in µg/Nm ³	Sulphur Dioxide (SO ₂) in µg/Nm ³	Nitrogen Dioxide (NO ₂) in µg/Nm ³	Lead (Pb) in µg/Nm ³
Time Weighted Average Annual	60	40	50	40	0.5

出典: Central Pollution Control Board Notification, New Delhi the 18th Nov'2009

(i) Chhiathlang (BP1)

Chhiathlang の大気質は 2 地点（Bypass の開始地点および終了地点）について観測された。その結果を以下に列挙する。

- A) PM₁₀:
Chhiathlang の大気観測地点における PM₁₀ 濃度は、乾季において 36 µg/Nm³～52 µg/Nm³、雨季（モンスーン季）において 27 µg/Nm³～34 µg/Nm³ の範囲であった。
- B) PM_{2.5}:
Chhiathlang の大気観測地点における PM_{2.5} 濃度は、乾季において 17 µg/Nm³～32 µg/Nm³、雨季（モンスーン季）において 15 µg/Nm³～20 µg/Nm³ の範囲であった。
- C) 二酸化硫黄(SO₂)
SO₂ 濃度は乾季において 6 µg/Nm³～12 µg/Nm³、雨季（モンスーン季）において <5 µg/Nm³（下限値）～7 µg/Nm³ の範囲であった。
- D) 窒素酸化物 (NO_x)
NO_x の濃度は乾季において 12 µg/Nm³～18 µg/Nm³、雨季（モンスーン季）において 7 µg/Nm³～11 µg/Nm³ の範囲であった。
- E) 鉛
鉛の濃度は両地点および両季節において、0.01 µg/Nm³（下限値）であった。

(ii) Serchhip (BP2)

Serchhip の大気質は 3 地点（Bypass の開始地点、中間地点および終了地点）について観測された。その結果を以下に列挙する。

- A) PM_{10}
Serchhip の大気観測地点における PM_{10} 濃度は、乾季において $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 56 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $31 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 38 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- B) $PM_{2.5}$
Serchhip の大気観測地点における $PM_{2.5}$ 濃度は、乾季において $26 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $20 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 27 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- C) 二酸化硫黄(SO_2)
 SO_2 濃度は乾季において $7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 12 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $< 5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （下限値） $\sim 9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- D) 窒素酸化物(NO_x)
 NO_x の濃度は乾季において $12 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 17 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 14 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- E) 鉛
鉛の濃度は両地点および両季節において、 $0.01 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （下限値）であった。

(iii) Hnathial (BP3)

Hnathial の大気質は 3 地点（Bypass の開始地点、中間地点および終了地点）について観測された。その結果を以下に列挙する。

- A) PM_{10}
Hnathial の大気観測地点における PM_{10} 濃度は、乾季において $37 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 52 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $29 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 34 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- B) $PM_{2.5}$
Hnathial の大気観測地点における $PM_{2.5}$ 濃度は、乾季において $18 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $15 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 22 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- C) 二酸化硫黄(SO_2)
 SO_2 濃度は乾季において $6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- D) 窒素酸化物(NO_x)
 NO_x の濃度は乾季において $12 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 16 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 14 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- E) 鉛
鉛の濃度は両地点および両季節において、 $0.01 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （下限値）であった。

(iv) Lawngtlai (BP4)

Lawngtlai の大気質は 2 地点（Bypass の開始地点および終了地点）について観測された。その結果を以下に列挙する。

- A) PM_{10}
Lawngtlai の大気観測地点における PM_{10} 濃度は、乾季において $55 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 62 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $29 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。乾季における AOCVeng の PM_{10} の許容限界は $60 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であるが、2016年2月22日～23日の調査期間において超過した。これは乾季のため車両の移動や建設活動が特定の地域において実施されたためと考えられる。
- B) $PM_{2.5}$
Lawngtlai の大気観測地点における $PM_{2.5}$ 濃度は、乾季において $32 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 41 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $18 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 23 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- C) 二酸化硫黄(SO_2)
 SO_2 濃度は乾季において $7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季（モンスーン季）において $6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \sim 8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。

- D) 窒素酸化物(NOx)
NOxの濃度は乾季において13 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ~16 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、雨季(モンスーン季)において9 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ~14 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ の範囲であった。
- E) 鉛
鉛の濃度は両地点および両季節において、0.01 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (下限値)であった。

(2) 地下水および表流水の水質

自然条件下において、水質は幅広い環境条件を反映する。水文・地球化学の要因は、色、臭気、味、温度そして表流水や湧き水等から運ばれる水分中のミネラル量に影響する。人間の定住、総合的な土地利用、流域の形態、各季節の降雨量や風向、工業排水や下水等は、水質に大きく影響を与える。地下水の水質は地上および中間層の環境の影響、また地下に流入する水の水量・水質による影響を受ける。さらに降水は大気を降下する間に大気圏の汚染物質を吸収する。

採水したサンプルは、物理および化学の各項目について分析し、各分析項目は IS 10500:2012 の許容値を満たした。臭気、味は全地域において許容範囲であり、油脂およびフッ化物は検出限界を下回った。硬度は溶存塩(カルシウムおよびマグネシウム)において確認したところ、18~56 mg/L の範囲であり、軟水に分類される。水溶性の無機物質の全量を示す溶解性蒸発残留物(TDS)は、80 mg/L~510 mg/L までの範囲であり、表流水中の鉄の溶存量は、地下水と比べて低かった。また微量金属および水溶性の無機物質(硫酸塩、硝酸塩等)の濃度は、IS 10500:2012 の許容値以内であった。

(i) Chhiathlang (BP1)

Chhiathlang のそれぞれ異なる地域において、表流水から1つのサンプル、地下水から3つのサンプル、コミュニティのタンクの中から1つのサンプルを採水した。pHは乾季において6.7~7.4、雨季(モンスーン季)において6.4~7.9の間であり、IS 10500:2012 の許容値を満たした。水温は大気温度よりも低く、乾季は19°C~20.1°C、雨季(モンスーン季)は25.1~27°Cであった。また、物理化学の分析項目については IS 10500:2012 の許容値内であり、大腸菌群がコミュニティのタンク内(Chhiathlang サンプル1)および表流水(Chhiathlang サンプル5)で検出された。

(ii) Serchhip (BP2)

Serchhip のそれぞれ異なる地域において、表流水から2つのサンプル、地下水から1つのサンプル、コミュニティのタンクの中から1つのサンプルを採水した。pHは乾季において7.4~7.7、雨季(モンスーン季)において7.2~8.3の間であり、IS 10500:2012 の許容値を満たした。水温は大気温度よりも低く、乾季は19.2°C~20.1°C、雨季(モンスーン季)は26.1~27.6°Cであった。また、ほとんどの物理化学の分析項目については IS 10500:2012 の許容値内であり、大腸菌群がコミュニティのタンク内(Serchhip サンプル1)および表流水(Serchhip サンプル4)で検出された。

(iii) Hnathial (BP3)

Hnathial のそれぞれ異なる地域において、表流水から1つのサンプル、コミュニティのタンクの中から3つのサンプルを採水した。pHは乾季において6.8~7.7、雨季(モンスーン季)において6.3~8.2の間であり、IS 10500:2012 の許容値を満たした。水温は大気温度よりも低く、乾季は18.1°C~19°C、雨季(モンスーン季)は26.6~27°Cであった。また、物理化学の分析項目については IS 10500:2012 の許容値内であり、大腸菌群が表流水(Hnathial サンプル1)およびコミュニティのタンク内(Hnathial サンプル2)で検出された。

(iv) Lawngtlai (BP4)

Lawngtlai のそれぞれ異なる地域において、地下水から3つのサンプル、表流水から1つのサンプルを採水した。pHは乾季において6.7~7.3、雨季(モンスーン季)において6.5~7.8の間であり、IS 10500:2012 の許容値を満たした。水温は大気温度よりも低く、乾季は18.6°C~20.5°C、雨季(モンスーン季)は26.5~27.8°Cであった。また、ほとんどの物理化学の分析

項目については IS 10500:2012 の許容値内であり、大腸菌群が表流水 (Lawngtlai サンプル 4) で検出された。

(3) 騒音および振動

1) 騒音

騒音は不快な音として定義され、会話を遮り、十分大きな場合は聴覚にダメージを与える、もしくは迷惑な音として認識される。不快な音は人間やその環境への悪影響を伴うものとも言え、自然の野生動物や生態系にも影響を与えかねない。

環境森林気候変動省は、騒音に関する環境基準について通知し、その基準値は下表のとおりである。調査地域の騒音測定は Lutron SLM 4013 を用いて実施し、各地域の騒音レベルは以下のとおりである。なお、バイパスの起点・終点の多くが商業地域であるため、本調査においては、商業地域における騒音の環境基準 (Leq_{day} と Leq_{night}) と比較・検討した。

表 8.3-9 騒音の環境基準

エリア分類	Leq. Limits in dB(A)	
	Day Time	Night Time
工業地域	75	70
商業地域	65	55
住宅地域	55	45
要配慮地域	50	40

注釈: 1. Day time is reckoned in between 6:00 a.m and 10:00 p.m. 2. Night time is reckoned is between 10:00 p.m and 6.00 a.m. 3. Silence Zone is defined as areas upto 100 m around such premises as hospitals, educational, institutions and Courts. The Silence Zones are to be declared by the competent authority.

出典: Pollution Control Acts, Rules and Notifications Issued Thereunder, Central Pollution Control Board, Delhi, May, 1998.

(i) Chhiathlang

乾季における日中の最大 Leq は 61.5 dB、最小 Leq は 54.7 dB であり、夜間の最大 Leq は 47.8 dB、最小 Leq は 43.0 dB であった。また雨季 (モンスーン季) における日中の最大 Leq は 63.2、最小 Leq は 55.3 であり、夜間の最大 Leq は 47.2 dB、最小 Leq は 42.9 dB であった。いずれの季節とも、環境森林気候変動省の定める基準以下の騒音であった。

(ii) Serchhip

乾季における日中の最大 Leq は 64.5 dB、最小 Leq は 61.7 dB であり、夜間の最大 Leq は 52.7 dB、最小 Leq は 49.6 dB であった。また雨季 (モンスーン季) における日中の最大 Leq は 72.1 dB、最小 Leq は 59.5 dB であり、夜間の最大 Leq は 53.1 dB、最小 Leq は 42.1 dB であった。調査地点は商業地域に位置し、日中の騒音が比較的高い傾向にあった。

(iii) Hnathial

乾季における日中の最大 Leq は 62.1 dB、最小 Leq は 55.3 dB であり、夜間の最大 Leq は 53.4 dB、最小 Leq は 43.2 dB であった。また雨季 (モンスーン季) における日中の最大 Leq は 68.7 dB、最小 Leq は 59.2 dB であり、夜間の最大 Leq は 48.4 dB、最小 Leq は 40.2 dB であった。調査地点は商業地域に位置し、日中の騒音が比較的高い傾向にあった。

(iv) Lawngtlai

乾季における日中の最大 Leq は 65.4 dB、最小 Leq は 61.5 dB であり、夜間の最大 Leq は 56.8 dB、最小 Leq は 48.2 dB であった。また雨季 (モンスーン季) における日中の最大 Leq は 68.4 dB、最小 Leq は 56.3 dB であり、夜間の最大 Leq は 54.5 dB、最小 Leq は 43.4 dB であった。調査地点 (Bypass の開始地点・終了地点とも) 商業地域に位置し、Lawngtlai 2 AOC Veng では日中、夜間とも騒音が高い傾向にあった。

2) 振動

振動測定調査を、各バイパスの 2 箇所 (バイパスの開始地点および終了地点) で実施した。乾季および雨季 (モンスーン季) の調査結果概要について、以下に示す。

(i) Chhiathlang

乾季における振動の最大値は 1.95 mm/sec (rms)であり、雨季（モンスーン季）の最大値は 1.88 mm/sec (rms)であった。

(ii) Serchhip

乾季における振動の最大値は 2.35 mm/sec (rms)であり、雨季（モンスーン季）の最大値は 2.12 mm/sec (rms)であった。

(iii) Hnathial

乾季における振動の最大値は 1.60 mm/sec (rms)であり、雨季（モンスーン季）の最大値は 1.92 mm/sec (rms)であった。

(iv) Lawngtlai

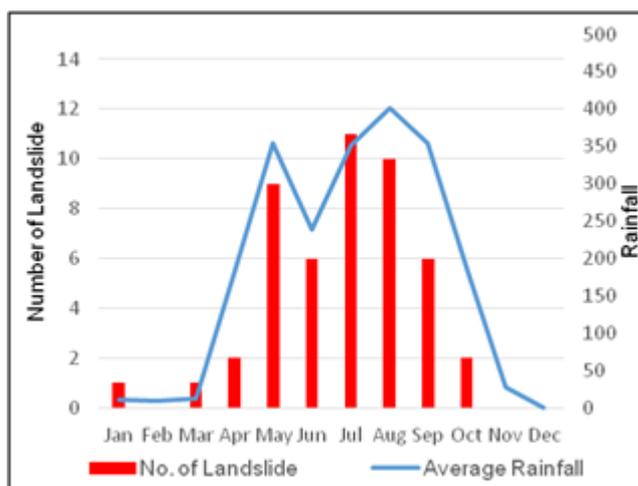
乾季における振動の最大値は 1.85 mm/sec (rms)であり、雨季（モンスーン季）の最大値は 1.98 mm/sec (rms)であった。

インドにおいては、騒音基準が設定されていない。日本の振動基準は振動加速度レベルに対応したものであり、上記の振動速度レベルとの単純比較は出来ないが、現状のベースラインは、振動による煩わしさが始まるとされるレベル（最大振動速度振り幅 0.1[in/s]）を概ね下回っており、現状では構造物への影響ないし苦情が発生するレベルの振動は発生していないと言える。なお、8.6.2 (4) における振動影響予測においては、国内基準がないことから日本の基準に基づき、振動予測を行った。

(4) 災害

粉碎された岩石による地質は本質的に弱く、また急勾配かつ不安定な斜面であるため、この地域はモンスーン季の水の流れに弱く、地滑りが発生する。また、木材の製造のための森林伐採や家畜の放牧、焼畑のための植生の破壊は、土壌の流出や斜面の破壊を招いている。

この地域の自然災害の傾向を確認するため、地滑りの識別に加え、ミゾラム州および周辺の過去の地滑り災害情報を収集した。1992 年から 2015 年までの新聞や学術誌から確認した地滑りの発生数を下図に示す。特にモンスーン季に地滑りのリスクが上昇していることが、確認できる。2014 年 9 月には、アイゾール市の Laiwputang に位置する PWD 事務所近傍で大きな地滑りが発生し、17 人が亡くなりまた PWD 事務所を含む 15 の家屋が破壊された。これらの災害はしばしばライフラインに重大な被害を与え、NH54 近傍の住民への生活必需品の供給を阻害している。



出典: 調査団

図 8.3-7 ミゾラム州における地滑り頻度

8.3.3 社会環境

(1) ミゾ族

ミゾラム州の主要民族をミゾ族と呼称するが、ミゾは現地語で「人」と「丘」を意味する。すなわち、ミゾとは、文字通り丘に住む人との意味である。ミゾ族には主要な部族が5つ(Lushai, Ralte, Hmar, Paite, Pawi)あり、この他、11の少数部族がある。この中で最も人数が多いのがLushaiであり、文化、言語面で他のミゾ部族に影響を与えている。NH54の対象区域沿いには、主にLushai、Pawi(Lai)、Mara(Lakher)族が住む。

ミゾラム州の公用語はミゾ語であるが、教育や行政の場では英語も広く使われている。Duhlian(Lusei)方言が、ミゾラムで最初に使われた言語であり、これが発展してミゾ語となった。ミゾの諸部族は、それぞれ固有の方言を話すが、共通語であるミゾ語ないしは英語での意思疎通は可能である。2011年の人口統計によると、ミゾラム州の人口は109万7206人である。Lushai族が最大数であり、また州の人口密度は52人/Km²である。District別の人口および人口密度、識字率を以下に示す(バイパスが位置するdistrictを色つきで表示)。

表 8.3-10 ミゾラム州の人口、人口密度、識字率

District	人口			人口密度 (人/km ²)	男女比	識字率(%)
	男性	女性	合計			
Mamit	44,567	41,190	85,757	28	924	60
Kolasib	42,456	40,598	83,054	60	956	94.54
Aizawl	201,072	202,982	404,054	113	1009	98.50
Champhai	63,299	62,071	125,370	39	981	93.51
Serchhip	32,824	32,051	64,875	46	976	98.76
Lunglei	79,252	74,842	154,094	34	944	89.40
Lawngtlai	60,379	57,065	117,444	46	945	66.41
Saiha	28,490	27,876	56,366	40	978	88.41
合計	552,339	538,675	1,091,014	52	875	91.85

出典: 2011 Census

バイパスが位置する4村落の人口を以下に示す。

表 8.3-11 バイパス地域の人口

村落	世帯数	人口
Chhiathlang	815	4,071
Serchhip	4,085	21,158
Hnathial	1,548	7,187
Lawngtlai	3,910	20,830

出典: 2011 Census

ミゾ族は、古来文字を持たず、ミゾラムで文字が使われるようになったのは、英国の宣教師が訪れて以降である。住民のほとんどがキリスト教徒であり、長老派、バプテスト、カトリック、プロテスタントなど様々な教義が信仰されている。少数ではあるが仏教徒やヒンドゥー教徒、ムスリムやシーク教徒もおり、失われたユダヤ支族の末裔であると自称するごく少数のグループがユダヤ教を信仰している。この他、LalchhungkuaやLalhnamと呼ばれる土着信仰も一部に残っており、また伝統的なミゾの土着信仰を現代化しようとする試みもあり、それはHnam sakhuaと呼ばれる。

2012-13年の州のGDPは755億6000万インドルピーで、一人あたりの所得は63,413ルピーであった。2004-2005と2012-2013年の間に、州経済は年率9.3%で成長したが、一次産業の成長率は7.6%、二次産業が7.9%、三次産業が10.3%であった。同時期に、一人あたりの所得は年率6.8%成長している。

表 8.3-12 ミゾラム州の経済成長

Sector	CAGR (2004-05 to 2012-13)
Agriculture & Allied – P (Primary Sector)	7.64%
Industry - S (Secondary Sector)	7.87%
Services – T (Tertiary Sector)	10.30%
NSDP (Net State Domestic Product)	9.30%
PCI (Per Capita Income)	6.77%

注: CAGR – Compound Annual Growth Rate

出典: 調査団

州の主要産業は農業であり、人口の 80%が農業に従事している。米が主要作物であり、他にとうもろこし、ポテト、ターメリック、胡椒、果物などが栽培されている。ミゾラム州では土地の所有権は州にあり、州政府は土地の利用者に対して、期間を決めて土地利用を認める“periodic patta”を発行する。また、毎年焼畑をどの場所でどのように行うかは、Village Council が決定する。長年行われてきた焼畑の影響もあり、土壌、特に表土は緩くなり、土壌侵食が頻繁に起きているため、政府はテラス農法を推奨するなどして焼畑面積の削減に努めている。果樹園で主に栽培されているのはオレンジやバナナ、パッションフルーツやぶどう、パイナップル、パパイヤなどであり、またアンズリウムや蘭、薔薇などが園芸植物として栽培されており、デリーやムンバイ、ハイデラバードなどの大都市に輸出されている。近年では、油ヤシの大規模栽培も始まっている。被影響世帯の概要は、8章11節2に示す。

8.4 代替案の検討

8.4.1 NH54 拡幅・改良における代替案の検討（第一段階）

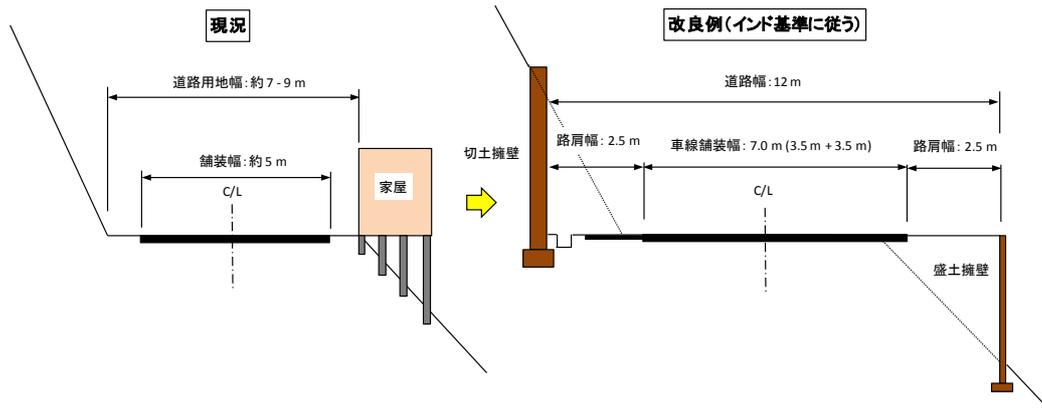
NH54 号線調査における代替案検討では、まず第一段階として、国道 54 号線本線の対象区間の拡幅にかかる代替案の検討を行った。Aizawl-Tuipang の拡幅事業を対象とした調査では、丘陵地帯という地形上、また既存道路の拡幅という事業の性格上、代替案の検討余地は多くないものの、概略設計の検討にあたり、ゼロオプションに加えて3案を比較検討した。各代替案のコンセプトを表 8.4-1 に示す。

表 8.4-1 代替案のコンセプト

No.	代替案	概要
0	ゼロオプション（事業を実施しない）	現在の道路や斜面状況がこのまま続く。劣悪な舗装状況により、排ガス量は増え、健康被害また生態系への悪影響が増えると予想される。路肩での住居建設等が秩序なく進めば、村落部での交通事故リスクも上昇する。脆弱な交通インフラは、州経済の成長を妨げるボトルネックであり続け、また現在実施されているカラダンマルチモーダルプロジェクトの経済効果も減少する。
1	全区間で IRC 基準を一律に適用	地形や社会経済状況にかかわらず、IRC 基準に沿って一律で拡幅を実施する。拡幅による効果は非常に多いが、No.2 の案と比べると、住民移転の数が増え、社会影響が非常に大きくなる。また、ヘアピンカーブの改良により、切土盛土の量も増え、森林伐採面積や工事費が増えることになる。拡幅により通過交通の速度が増せば、交通事故、特に村落部での交通事故リスクも増えると予想される。
2	社会影響を考慮し、拡幅幅を決定	社会影響を考慮し、住宅密集地域では拡幅は限定的なものに留める。No.1 の比べ、拡幅による交通インフラ改善効果はやや限定的なものになるが、住民移転の規模を最小限にするという観点からはこちらの案の方が望ましいと考えられる。
3	住宅密集地はバイパスで迂回	住宅密集地では、住民移転を避けるために新規にバイパスを建設する。No.2 案と比べても移転規模は小さくなるが、一方で新規のバイパス建設にともない森林や農地に大きな影響が出る。長期的な交通需要の増加を考慮すれば、バイパスに優位性があるが、環境影響や経済面での実現可能性を慎重に検討する必要がある。

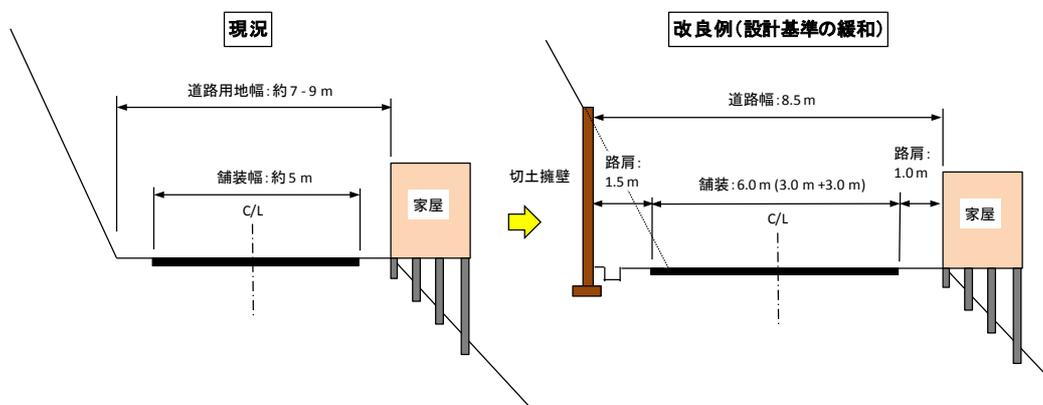
出典: 調査団

各代替案のイメージ図を下図に示す。



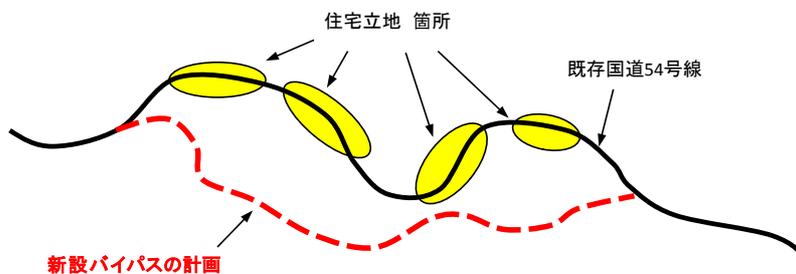
出典: 調査団

図 8.4-1 代替案 No.1 (IRC 基準に沿って一律に拡幅実施)



出典: 調査団

図 8.4-2 限定的な拡幅



出典: 調査団

図 8.4-3 住宅密集地帯を迂回するバイパス

各代替案を比較した結果を、下表にまとめた。

表 8.4-2 代替案の比較表

代替案	ゼロオプション	代替案No.1	代替案No.2	代替案No.3
代替案の概要	事業無し。既存の状況の継続	インドのIRC基準に則り、一律に拡幅を実施	基準の厳格な適用よりも、社会影響の最小化を優先	住民移転を避けることを主眼とした設計
住民移転規模	N/A	× 大規模な住民移転が発生。15m幅の拡幅を一律実施すると仮定した予備的な調査では、5000世帯以上の移転が発生すると想定される	△ ヘアピンカーブや住宅密集地等の例外を除き、12m幅での拡幅を実施。No.1案と比べると、移転規模は小さい(1,937世帯)	◎ 集落を避けるルートとなるため、バイパスの起終点および沿道に点在する家屋のみが住民移転対象となる(約200世帯)。
自然環境への影響	△ 短期的には影響なし。しかし、斜面の崩壊や土壌侵食により、長期的には自然環境にも悪影響	◎ 工事は既存道路の拡幅であり、地形の改変や生態系への影響は限定的である。	◎ 工事は既存道路の拡幅であり、地形の改変や生態系への影響は限定的である。	× 山間部での新規バイパス建設により、地形の改変が農地や森林、生態系への重大な影響が発生する。
社会経済への影響	△ 短期的には影響無し。しかし、斜面崩壊や地滑りにより物流や人の移動が滞り、経済に悪影響を及ぼす	○ 拡幅により物流が促進され、正の効果が得られるが、主要な村落では渋滞が生じ、負の影響が生じる	○ 拡幅により物流が促進され、正の効果が得られるが、主要な村落では渋滞が生じ、負の影響が生じる	◎ 主要な集落をバイパスで迂回するため、渋滞は生じない。拡幅による経済効果は最大となると考えられる。
公害	× 短期的には影響なし。しかし、劣悪な舗装や路面状況により渋滞が悪化し、長期的には大気汚染が悪化する	△ 工事期間中は、大気汚染や騒音、振動、建設キャンプからの排水などが発生する。供用後は、交通量増加により排出量や騒音が増える。	△ No.案と同様であるが、人口密集地での拡幅幅が限定されるため、渋滞増にともなう大気汚染、騒音はNo.1案よりも多くなると予想される。	◎ 住宅密集地はバイパスで迂回するため、交通量が増えても大気汚染や騒音による被害は発生しない。バイパス建設位置によっては、水質汚染リスクがある。
交通安全	× 安全対策等が実施されないため、事故リスクは増加する	○ 拡幅により、車のスピードが増加するため、住宅密集地では交通標識やカーブミラーの設置などによる対策を要する	○ 拡幅により、車のスピードが増加するため、住宅密集地では交通標識やカーブミラーの設置などによる対策を要する	◎ 住宅密集地を避けるため交通事故リスクは小さい

代替案	ゼロオプション	代替案No.1	代替案No.2	代替案No.3
技術面	N/A	× 斜面側を切土で拡幅するため、 箇所によっては100mを超える 切土工が必要な箇所があり、 技術的に困難	◎ 斜面の状況や社会影響に 応じ て、拡幅方向 (山側、谷 川、両側) を 決定する。ま た、切土と盛度を出来る限りバ ランス させることで、残土量 を 抑制する	◎ 斜面崩壊や土壌侵食のリスクが 少ないルートを選択する。切土 と盛度を出来る限りバランスさ せることで、残土量を抑制する
事業費	N/A	△ 100mを越える切土箇所等での 斜面对策や膨大な残土の処理の ため、No.2案よりも事業費は 増加する	◎ 上記の技術的工夫により、No.1 案よりも事業費は少ない。	× 住民移転関連コストは低い が、新規バイパス建設には膨 大な費用がかかる
総合評価 (順位)	4	3	1	2
	既存道路の状況、また国道が州 経済に果たす役割を考慮する と、現状維持のゼロオプション は推奨されない	空いている土地が少なく、代替 地を用意することが困難な地形 の性質上、大規模な住民移転が 発生する案は避けるのが好まし い	拡幅幅は一部で基準以下となる が、社会影響を考慮すれば、ま た中期的な交通量を考慮すれ ば、最も現実的な案といえる	住民移転が最小化されるという メリットはあるが、建設コスト は増加し、また環境影響も大き く、事業の経済合理性に疑問符 がつく

注釈: ◎: 最も評価が高く、望ましい; ○: 良い評価だが、更に良い案が他にある; △: 他の案の方が望ましい; × 避けるべき

出典: 調査団

上図の通り、代替案 No.2 が最も望ましい案という評価となった。しかし、住民協議では、バイパス新設への強い期待感、特に事業により大規模な住民移転が発生することが予想される大集落の住民からの期待感が示された。バイパス新設にあたっては、測量や環境影響評価、特に森林の生態系の調査が必要である。住民移転の規模、将来の交通需要、経済合理性、技術面を考慮し、人口 4,000 人以上の 4 集落 (Chhiahtlang, Serchhip, Hnathial, Lawngtlai) については、将来的なバイパス建設を検討することとし、第二段階の代替案検討として、上記バイパス候補区間を対象として、バイパスルートの代替案検討を行った。

8.4.2 NH54 バイパス調査における代替案の検討 (第二段階)

バイパス調査においては、前年の調査でバイパスが望ましいとされた 4 区間において、バイパスルートを複数案検討し、代替案の検討を行った。4 章 1 節で示したように、合計 10 ルート案 (BP1、3、4 でそれぞれ 2 ルート、BP2 で 4 ルート) が検討され、1) 用地取得および住民移転の規模、2) 環境影響 (残土の量を含む)、3) 社会経済影響、4) 公害、5) 交通安全、6) 事業費をベースに最適案を選定した。また、用地取得および住民移転の規模の項の括弧内に、移転対象世帯数を示す。数字が内バイパスは、用地取得のみで住民移転は発生しない。

ゼロオプションでは用地取得および住民移転が発生しないため、この項目ではゼロオプションが優位となる。また、工事を行わないゼロオプションは、短期的には環境影響も少ないと考えられるが、長期的には、増大する交通量による渋滞や排出による影響が発生すると予想される。また、道路のキャパシティが、州の経済発展のボトルネックとなる。現在のカーブの多い線形や災害に弱い斜面が放置されれば、公害や安全面での低スコアに繋がっている。

山岳地域に新規にバイパスを建設するという事業の性質上、新規建設による環境への影響は大きい。一方、長期的には道路網の改善や渋滞の緩和は、州の経済成長に寄与することが期待される。線形の改善や道路標識の設置、斜面对策の実施により、安全面でも正の影響が期待される。以下に、代替案の検討表を示す。

表 8.4-3 代替案の検討結果

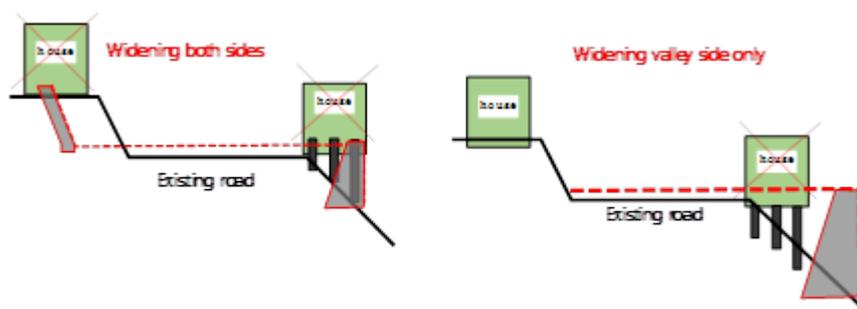
番号	バイパス	比較項目	ランキング				
			ゼロオプション	ルート-1	ルート-2	ルート-3	ルート-4
1	Chhiahtlang バイパス	用地取得・移転規模	◎	△ (19)	△ (19)	--	--
		環境社会影響 (含残土量)	△	×	×	--	--
		社会経済影響	△	○	○	--	--
		公害	×	△	△		
		交通安全	×	○	○	--	--
		事業費	N/A	×	○		
		総合ランキング	3	2	1	--	--
2	Serchhip バイパス	用地取得・移転規模	◎	×	△	△	×
		環境社会影響 (含残土量)	△	×	×	×	×
		社会経済影響	△	○	○	○	○
		公害	×	×	△	△	△
		交通安全	×	△	◎	○	○
		事業費	N/A	×	◎	△	○
		総合ランキング	5	4	1	2	3
3	Hnathial バイパス	用地取得・移転規模	◎	△	△	--	--
		環境社会影響 (含残土量)	△	×	×	--	--
		社会経済影響	△	×	×		
		公害	×	△	△		
		交通安全	×	○	◎	--	--
		事業費	N/A	○	◎	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--
4	Lawngtlai バイパス	用地取得・移転規模	◎	×	△	--	--
		環境社会影響 (含残土量)	△	×	△	--	--
		社会経済影響	△	2	1	--	--
		公害	×	△	△		
		交通安全	×	○	◎		

番号	バイパス	比較項目	ランキング				
			ゼロオプション	ルート-1	ルート-2	ルート-3	ルート-4
		事業費	N/A	○	◎	--	--
		総合ランキング	3	2	1	--	--

出典：調査団

なお、表 8.4-2 の代替案（第一段階）の比較表は国道 54 号全区間(約 350km)を対象としたもので、表 8.4-3 の比較表（第二段階）における移転規模は、国道 54 号バイパス(4 箇所計約 25km)のみを対象としている。表 8.4-2 の代替案 No.3 での移転世帯数（約 200 世帯）は、調査の初期段階の数値であり、約 48 か所の集落をバイパスで迂回するとした場合の、各バイパスの起終点区間およびバイパス区間以外に点在する移転家屋の概算集計値であり、一方、国道 54 号バイパス計画では、住民移転を最小化する線形計画の採用により移転世帯数を 60 世帯から 20 世帯に縮小している。

特に住民移転規模の差が多い BP1 の状況を、以下に説明する。バイパス 1 は、終点周辺で既存のコミュニティ道を活用して建設される。下図に示すように、コミュニティ道の両側を拡幅する場合、両側の家屋・構造物が移転対象となり、大きな影響が出ると想定された。谷側の拡幅（ルート 2）では、19 世帯の移転が生じると見込まれる一方で、両側を拡幅した場合（ルート 1）、移転世帯数は 35 世帯以上になると想定される。他のバイパスでは、ルート案の違いによる住民移転規模に大きな違いはない。技術面を含む各ルートの詳細な検討は 4 章 4 項、ルート比較検討を参照のこと。



出典：調査団

図 8.4-4 コミュニティ道路拡幅の比較

8.5 スコーピング

8.5.1 スコーピング手続き

事業概要や、事業エリアの環境社会ベースラインの現況を元に、予想される環境社会影響を検討し、スコーピングを行った。スコーピングは、前年に実施された、国道 54 号の拡幅事業に係る協力準備調査で実施された環境社会配慮関連作業も参考に行った。自然環境や社会環境への影響の度合いは、以下の基準に従い A から D で評価した。なお、評価は、特段の緩和策を実施せずに事業を行った場合を想定したものである。

- A 比較的重大な影響が想定される (+:正の影響、-:負の影響)
- B ある程度の影響が想定される (+:正の影響、-:負の影響)
- C この段階では影響の程度が不明なため、更なる調査が必要とされる (+:正の影響、-:負の影響)

D 影響は予想されない

8.5.2 スコーピング結果

四箇所のバイパス建設事業を対象に実施したスコーピングの結果を以下に示す。全バイパスに共通の影響が主であるが、住民移転が発生するのはバイパス1およびバイパス2のみであるため、非自発的住民移転関連の項目については、バイパス1およびバイパス2での影響について検討している。その他の項目はすべてのバイパスの影響について検討した。正負の影響は、事業の各段階に発生するため、スコーピングの結果は、事業の3段階に分けて示す。すなわち、建設工事前(P)、建設工事中(C)、そして供用後(O)である。

表 8.5-1 スコーピング結果

項目	スコーピング結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
自然環境				
気候/気象現象	D	D	D	P: 事業による気候への影響は無い。 C/O: 本事業では大規模な建造物の建設は行わないため、事業により地域の気象や風量、風道等に影響が出ることはない。
地形	D	A-	D	P: 事業による影響は無い。 C: 切土、盛土により地形が改変される。残土の量を最小化するために、土工量のバランスを取る設計にすることが望ましい。 O: 供用後の地形への影響は想定されない。
地質	D	D	D	P/C/O: 事業による影響は無い。
土壌侵食	D	A-	B+/B-	P: 事業による影響は無い。 C: 土壌侵食、特に雨季の土壌侵食リスクがあるため、雨季の工事は避けるべきである。 O: 既存道路の排水施設の劣化により、土壌侵食が発生している。事業により道路の舗装、排水機能は向上するため、土壌侵食リスクは減少する。一方、雨季の土砂崩れリスクを管理するため、適切な斜面对策およびそのモニタリングが必要である。
水文/水象	D	B-	B-	P: 事業による影響は無い。 C: 土木工事により水象に微小な影響が出る可能性がある。 O: 切土、盛土により、水象に変化が出る可能性がある。工事後の水象を考慮した、適切な排水機能の設置が必要である。
地下水	D	D	D	P: 事業による影響は無い。 C: 本事業では地下水の利用を想定しておらず、影響も無いと考えられる。 O: 本事業による影響は無い。
生態系/生物相/生物多様性	D	A-	B-	P: 本事業による影響は無い。事業エリアでは、固有種、希少種は確認されていない。 C: 本事業が実施されるのは幹線道路の近傍であり、原生林や希少な生態系には影響しないが、バイパスおよび土捨て場建設予定地の生態系および森林や焼畑、プランテーション等への影響がある。 O: 交通量の増加により、長期的には路線近隣の生態系や森林へ悪影響があると考えられる。排気ガスの増加の影響についてのモニタリングを行い、必要に応じて追加的な植林等の対策を講じる。
保護区	C	C	C	P/C/O: バイパスは国立公園や保護林を横断または隣接しない。一方で、近くの保護区への間接的な影響については、継続的な評価が必要である。
沿岸域	D	D	D	P/C/O: 対象路線は沿岸部から離れており、沿岸部への影響は無い。

項目	スコーピング結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
景観	D	D	D	P: 本事業による影響は無い。
				C: 工事期間中の影響は小さく、また短期的である。
				O: 供用時の景観への影響は想定されない。
自然災害	D	B-	B+	P: 本事業による影響は無い。
				C: 対象路線の多くの場所で地滑りが発生しており、工事期間中の事故を防ぐために適切な対策が必要である。雨季の工事はリスクが大きいので、避けるべきである。
				O: 斜面対策と適切な排水機構の設置により、災害リスクは大きく減少すると考えられる。
生活環境				
大気質	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。
				C: 工事中機械や車両による大気汚染が発生する。特に、乾季の土木工事で粉塵が発生する。
				O: 交通量の増加に伴い、大気汚染も増えると考えられる。
悪臭	D	D	D	P/C/O: 本事業による影響は無い。
水質	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。
				C: 土木工事による濁水、また建設キャンプからの排水等による水質汚染が発生する。
				O: 道路利用者やメンテナンス作業で発生する排水による影響がある。
底質	D	D	D	P/C: 本事業による影響は無い。
				O: 道路のメンテナンス作業により多少の排水が発生するが、河川底質への影響はほとんど無い。
土壌汚染	D	D	D	P: 本事業による影響は無い。
				C: 工事現場由来の土壌汚染リスクは低い。また、対象地域には大きな産業はなく、既存の土壌が汚染されているとは考えにくい。
				O: 本事業による影響は無い。
地盤沈下	D	D	D	P/C/O: 本事業による影響は無い。
騒音/振動	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。
				C: 工事中機械や車両による騒音・振動が発生するが影響は短期的である。工事のスケジュールをたてる際には、近隣の学校や墓地の位置や行事等に配慮が必要である。
				O: 交通量の増加により、沿道の騒音は増加する。学校等、配慮を要する施設の近隣では、追加的な防音対策が必要となる可能性がある。
日照障害	D	D	D	P/C/O: 本事業による影響は無い。
廃棄物/有害物質	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。
				C: 工事キャンプからの廃棄物が発生する。既存のカルバート等を交換する際にも廃棄物が発生するため、現地法に則り適切に処理する必要がある。
				O: 道路の利用者から、またメンテナンス業務で廃棄物が発生する。
社会環境				
非自発的住民移転	A-	D	D	[バイパス 1、バイパス 2のみ該当] P: 本事業により 20 世帯の住民移転が発生する。そのほとんどが、BP1 で発生する。また、工事用のヤードや建設キャンプのために短期的な移転が発生する可能性がある。ルート案の最終化の際には、移転規模を最小化するデザインを採用する。
				C/O: 移転は工事開始前に終了しており、この段階での影響はない。
土地利用	A-	A-	D	P: 用地買収および住民移転により、既存の土地利用が改変される。
				C: 事業は既存道路に沿って実施されるため、建設工事に伴う土地利用の改変は小規模であり、また工事用ヤード等の確保のために必要な土地利用の変化は短期的なものである。

項目	スコーピング結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
				O: 交通量の増加およびアクセスの向上により、地元住民の土地利用パターンが変化する可能性がある。沿道での無秩序な焼畑が続けば、事業で実施される斜面对策の有効性が失われ、地滑りや土壌侵食のリスクが増す。
地域資源利用	D	A-	D	P: 本事業による影響は無い。 C: 砂や岩石などの現地で大量に調達した場合、現地での需要が逼迫する可能性がある。 O: 供用後は、事業による地域資源の大規模な利用はないため、影響はない。
基本計画、地域/都市計画	D	D	D	P/C: 本事業による影響は無い。 O: 交通網の改善は、外部からの住民の流入や経済発展をもたらす可能性がある。
社会組織や地域の意思決定組織	D	D	D	P/C/O: 本事業は、既存の社会組織や意思決定組織に影響しない。
社会インフラや社会サービス	D	A-	B+	P: この段階では影響はない。公民館などの施設は、EIA や RAP の住民協議の場として活用可能である。 C: BP1 の水汲み場などの社会インフラやサービスへのアクセスが阻害される。 O: 長期的には、交通網の改善はこうしたサービスへのアクセス向上をもたらす。
地域経済と生活・生計	A-	A-	B+	P: 住民移転による生計手段の喪失による悪影響が発生する。また、焼畑農業への影響については今後の調査を要する。 C: 住民移転による生計手段の喪失による悪影響が発生する。一方、建設工事は現地に雇用を生み、地元経済に正の影響をもたらす。工事による焼畑農業への影響については今後の調査を要する。 O: 交通網の改善による外部からの物やサービスの流入により既存のビジネスが圧迫されるなどの副次的な影響が発生する可能性がある。長期的には、交通網の改善は地域経済に正の影響をもたらすが、工事終了直後には雇用の喪失などにより短期的な悪影響が発生する可能性がある。
被害と便益の偏在	A-	A-	D	P: 用地取得、住民移転の対象となった住民と、そうでない住民で、事業による影響および裨益の度合いが大きく異なる。 C: 移転対象となる住民が大きく影響を受ける一方、近隣の住民は建設工事による雇用機会の創出などにより便益を受ける可能性がある。 O: 事業による影響はない。
地域内の利害対立	D	D	D	P/C/O: 事業が地域内の利害対立を引き起こすことはない。
水利用、水利権及び共同体の権利	D	D	D	P/C/O: 事業は水利用の仕組みを変更するものではなく、事業による影響はない。現地では灌漑農業は行われていない。
文化的・歴史的遺産	C-	D	D	P/C/O: 対象路線沿いには、重要な文化的、歴史的遺産はない。
宗教施設	A-	A-	B-	P: 拡幅の規模によっては、集落にある小規模な宗教施設も影響を受ける可能性がある。 C: バイパス建設予定地近隣の宗教施設や墓地が、工事中の騒音や振動、また渋滞の影響を受ける可能性がある。 O: 通過交通による騒音や振動、渋滞の影響を受ける可能性がある。
配慮を要する施設(例: 病院、学	B-	B-	B-	P: BP1 の幼稚園が、事業により影響を受ける。 C: コミュニティ道路に近い学校等が、工事中の騒音や振動、また渋滞の影響を受ける。

項目	スコーピング結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
校、精密機械工場)				O: 交通量が増えると、配慮を要する施設での騒音被害が発生する可能性がある。また、渋滞によりアクセスが阻害される恐れがある。
貧困層	A-	A-	D	P: 貧困層の脆弱性を考慮し、彼らが裨益することができるような生計回復支援を策定、実施する必要がある。 C: 事業による雇用機会は貧困層に雇用機会を創出するが、技能や対応力の不足により、貧困層はより大きな負の影響を受ける恐れがある。 P: 長期的には、事業による経済効果で貧困層にも正の影響があると考えられる。
少数民族/先住民	A-	A-	D	P/C: 北東州には多様な民族、部族（指定部族：ST）が居住しており、言語や文化も多様である。住民移転計画および生計回復案の策定にあたっては、文化、社会的な多様性に配慮することが必要である。 O: 事業は、被影響住民の文化や社会に影響をもたらすものではない。
ジェンダー	D	C-	B+	P: 本事業による影響は無い。 C: 建設工事の際の男女に雇用機会の均等に配慮すると同時に、女性でもできる仕事については優先的に女性を雇用する。同時に、ジェンダーに由来する衝突が起きないように現地の文化的、社会的な規範に配慮する。 O: 道路の拡幅、改善により、水や薪を運ぶ役割を担う女性や女の子の作業負担が軽減されることが期待される。
子どもの権利	B-	C	D	P: 住民移転や用地取得は、商店や喫茶店で手伝いをする子供に影響を与える可能性がある。 C: 児童労働はインド国憲法で禁止されており、本事業では大人のみを雇用して建設工事を行う。 O: 事業による影響は想定されない。
公衆衛生(伝染病)	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。 C: 作業員が外部から流入することによる健康リスク、特に性感染症のリスクの増大が予想される。マラリアが発生している地域で工事を行う際には、マラリア対策も必要である。 O: 交通量の増加は、沿道住民の健康に負の影響をもたらす。
労働安全衛生	D	B-	B-	P: 本事業による影響は無い。 C: 工事現場の衛生、労働者の健康や安全は、環境管理計画の実施を通じて適切に管理される必要がある。 O: メンテナンスや補修作業を担当する作業員の衛生や安全にも配慮が必要である。
その他				
事故	D	B-	B+/B-	P: 本事業による影響は無い。 C: 重機や工事用車両による交通事故リスクが増大する。 O: 交通量の増加および通行速度の上昇により事故リスクは増大する。一方、交通安全標識やミラーの設置等の対策により、リスクは減少する。
気候変動	D	B-	B+/B-	P: 本事業による影響は無い。 C: 工事用機材や車両からの GHG 排出が発生するが、影響は小さく、短期的である。 O: 交通量の増加により、GHG 排出も増加する。長期的な気候変動の影響（雨量、雨量強度の変化等）を考慮した斜面对策の実施等により、気候変動に対するレジリエンスは増すと考えられる。

- A 比較的重大な影響が想定される（+:正の影響、-:負の影響）
- B ある程度の影響が想定される（+:正の影響、-:負の影響）
- C この段階では影響の程度が不明なため、更なる調査が必要とされる（+:正の影響、-:負の影響）
- D 影響は予想されない

出典: 調査団

8.6 予想される影響および緩和策

本事業の実施により、様々な正負の影響が生じることが予想される。本節では、事業の各段階における様々な影響およびその緩和策を概説する。影響評価は、既存情報およびフィールド調査を元に行った。また、各環境項目に対する調査 TOR を示す

表 8.6-1 自然・生活環境項の調査に関わる TOR

	環境項目	調査項目	調査手法	評価手法
自然環境	地形、地質	①土捨場候補地の選定	①測量調査	現地踏査結果および既存資料や類似事例（世銀による、ミゾラム州道整備案件等）、道路の設計デザイン（切り盛りの規模）に基づき、影響を予測する。
	土壌浸食	①調査地域周辺の土壌データの確認	①既存資料の収集	現地踏査結果および既存資料や類似事例（世銀による、ミゾラム州道整備案件等）、道路の設計デザイン（切り盛りの規模）に基づき、影響を予測する。
	水文、水象	①調査地域周辺の河川情報の確認	①既存資料の収集 ②現地踏査	現地踏査結果および水理・水文調査結果に基づき影響を予測すると共に、カルバートの適切な配置を計画する。
	地下水	①地下水の利用有無の確認	①現地ヒアリング	現地調査および文献の分析
	生態系/生物相/生物多様性/森林	①現地の植物相・動物相の現況確認	①既存資料の収集 ②ベースライン調査	<ul style="list-style-type: none"> 沿線地域を特徴づける生態系、植物相（村落、焼畑、自然林、プランテーション）の生態系の概況および他の生態系との関連を調査する。 4 箇所のバイパス予定地域で、それぞれ乾季・雨季の 2 回現地調査を行う。 現地踏査および関係機関や近隣住民へのヒアリングを通じて周辺の貴重種の有無を確認する。 主な並木の種類やサイズ、分布状況を確認する。 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
	保護区	①調査地域周辺の保護区の確認	①既存資料の収集（州政府保有）	<ul style="list-style-type: none"> 現地踏査および関係機関や対象区間周辺の住民へのヒアリングを通じて保護区およびその周辺の状況を確認する。 調査地域の主な並木の種類やサイズ、分布状況を確認する。
	自然災害	①過去の災害記録 ②脆弱性の高い箇所、エリアの抽出	①既存資料の収集（州政府保有） ③現地踏査・ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 現地踏査および関係機関や対象区間周辺の住民へのヒアリングを通じて、災害リスクの高いエリアを選定する。 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
生活環境	大気質	①インド国の環境基準の確認 ②大気質の現況把握 ③事業対象近隣の学校、教会等の確認	①既存資料の収集 ②ベースライン調査 ③現地踏査・ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 沿道でのベースライン調査 調査方法は、インド国の環境基準に準ずる
	水質	①インド国の環境基準の確認	①既存資料の収集 ②ベースライン調査	<ul style="list-style-type: none"> 対象道路を横切る河川、表流水、および地下水の水質ベースライン

	環境項目	調査項目	調査手法	評価手法
		②水質（地下水・表流水）の現況把握		（pH、BOD、COD、SS、大腸菌群）調査。 ● 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
	土壌汚染	①汚染源となりうる廃棄物の把握	①類似案件の収集、比較	文献の分析
	騒音・振動	①インド国（騒音）および日本国（振動）の環境基準の確認 ②騒音・振動の現況把握 ③事業対象近隣の学校、教会等の確認（発生源からの距離） ④将来予測	①既存資料の収集 ②ベースライン調査 ③現地踏査・ヒアリング ④交通需要予測に基づく影響予測	● 沿道の等価騒音レベルを予測する。調査方法は、インドまたは国際標準に準ずる。 ● 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
	廃棄物・有害物質	①発生しうる廃棄物・有害物質の把握 ②土捨場候補地の選定	①測量調査 ②現地ヒアリング	● 沿道の廃棄物の収集・処理状況、不法投棄の状況（箇所、廃棄物の量および種類等）を調査する。 ● 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
社会環境	非自発的住民移転	①影響世帯数の把握 ②現地の要望の確認	①ベースライン調査 ②住民協議、現地ヒアリング	● センサス調査により、バイパス工事に伴う非自発的住民移転数を予測。 ● 被影響住民や補償内容に係る調査、検討の支援を行う。
	土地利用	①調査地域周辺の土地利用の確認	①現地踏査 ②現地ヒアリング	現地踏査結果および既存資料や類似事例に基づき、影響を予測する
	地域資源利用、地域経済と生活・生計	①事業における地域資源利用、地域経済等への影響確認	①現地踏査 ②既存資料の収集	ミゾラム州の経済状況、事業の規模（必要な資材、労働者数）から評価
	社会インフラや社会サービス	①調査地域周辺の現状の把握	①現地ヒアリング ②現地踏査	● 道路用地内の電信柱や水道管などの埋設物、井戸等について現地調査や関連機関での情報収集により確認する。
	被害と便益の偏在	①調査地域周辺の現状の把握	①現地ヒアリング	● 現地踏査結果および既存資料や類似事例に基づき、影響を予測する
	宗教施設、配慮を有する施設	①調査地域周辺の現状の把握	①現地ヒアリング ②現地踏査	● 沿道にある墓地や教会等の宗教施設の立地場所、規模を確認する。 ● 騒音や振動の調査に基づき、影響を評価する。
	貧困層	①調査地域周辺の現状の把握	①ベースライン調査	社会調査の収入データとインドの貧困基準の比較
	少数民族/先住民族	①調査地域周辺の現状の把握	①ベースライン調査	現地調査および類似案件との比較
	ジェンダー 子どもの権利	①調査地域周辺の現状の把握 ①調査地域周辺の現状の把握	①ベースライン調査 ①現地踏査 ②文献調査	現地調査、関連 NGO からの聞き取り ミゾラム州における児童労働の実態を現地調査および文献調査で確認する。
	公衆衛生、労働安全衛生	①対策例の整理	①類似案件の収集、比較	● 既存資料や類似事例を調査し、影響を予測する。
	事故	①対策例の整理	①類似案件の収集、比較	● 既存資料や類似事例を調査し、道路設計デザインに含めるべき緩和策を検討する。

	環境項目	調査項目	調査手法	評価手法
	気候変動	①調査地域周辺の現状の把握 ②事業による森林伐採の影響及び植林の効果の確認	① 既存資料の収集	• 既存資料や類似事例を調査し、植林等の適応策を検討する。

出典: 調査団

8.6.1 自然環境

(1) 地質、地形

建設工事前および建設工事中

切土、盛土工事、また工事に伴う碎石により、地形は改変される。また、土捨て場では、植生の伐採から残土の埋め立てにより、地形が大きく改変される。工専用ヤードなどの建設等による変更は短期的なものである。

供用後

供用後は、観光業や商業の活発化による経済効果が生じると予想されるが、地形への変更は小さい。また、雨季には地滑りなどによって地形が変化する危険がある。

緩和策

切土や盛土工事が行われる場所以外では、既存の植生は維持される。土取場は、MORTH の道路工事マニュアルに沿って適切に運営、また閉鎖される。工事後は、土捨て場は埋め立て、既存の植生が回復するように表土を盛り、植林や緑化を行う。また、土壌侵食防止のため、適切な維持管理を行う。地滑り等により斜面崩壊が起きた場合は、迅速にこれを修復する。また、定期的な植林を行うことにより、斜面の安定性を維持、向上させる。斜面の緑化や植林などにより、景観も改善する。

土捨て場については、必要な容量を確保することに加え、地滑りおよび土壌侵食リスクの緩和のため、傾斜が 22 度未満（土捨て場の盛り土傾斜角よりも緩い勾配）であり、高さ 30m 以下の規模で建設できること等を条件に、適切な場所の候補を選定した。概略設計では、必要とされる土捨て場の容量は 154,547m³ であり、合計 26 箇所候補地を選定している。候補地の位置図を含む土捨て場計画の詳細は、5.2.9 に示す。また、

(2) 土壌侵食

建設工事前および建設工事中

工事開始前には、既存の植生の伐採や既存構造物の取り壊しを行うが、これにより表土が露出することで土壌侵食のリスクが高まる。土壌侵食は、斜面や工事現場、排水エリア、土取場、土捨て場など様々な箇所で発生する可能性がある。

供用後

供用後の道路脇斜面や土捨て場で、特に雨季に土壌侵食の危険がある。

緩和策

インド国内の IRC(インド道路会議)基準のレビューを実施し (5.2.9 土工・斜面保護・地滑り対策工 (2) 設計方針および基準)、これを補完するように、切土勾配、斜面保護工（緑化工、法枠工など）、排水工等を必要箇所に計画する。建設工事中の土壌侵食リスクを減らす対策として、表土が露出する箇所は出来る限り小さくする、また、土壌侵食や土砂の流出による周辺構造物の被害、河川への影響を防止するため、トラップの設置や工事現場周辺の緑化等適切な対策があるが、詳細は 5.2.9 (2) および (3) に記載する。

供用後は、斜面緑化などの対策を講じると共に、定期的なモニタリングを行う。拡幅改良事業後の道路施設の日常的な維持管理は、事業主体かつ維持管理機関である NHIDCL が維持管理

会社を調達して行う計画である。植生が減少した場合は、すぐに追加的な植林、緑化を行う。また、排水溝が流水で影響を受けないよう、排水溝はコンクリートで建設する。

地滑り箇所のボーリング調査（面的な地滑り深さと地質性状の確認）の結果は、5.1.3 (3)および付録3に記載した。

(3) 水文、水象

建設工事前および建設工事中

工事は既存の河川の流れを変更するものではなく、水文への影響は小さいが、建設工事中には、既存の排水路が影響を受ける。この事業実施による、自然の水の流れへの影響は非常に小さい。

供用後

舗装路面が増えることで、流出水の量や勢いが若干増える可能性があり、またその結果、道路近くの水源に土砂が堆積すると考えられる。

緩和策

水文計算により得られた流水横断位置や流量、将来の降雨強度に基づき、カルバートや側溝の通水断面や設置位置を計画する。適切に排水構造物を設置することで、道路の排水機能を十分に確保して、道路舗装の損傷を防止する計画とする。カルバートのタイプ・サイズについては、経済性、施工性、メンテナンス性の観点からふさわしい構造とする。以下に各タイプのカルバートについての評価を整理する。カルバート構造は、流量が比較的小さな箇所については Pipe カルバート、比較的大きな箇所については BOX カルバートとして、水文計算で得られた流量を満足するサイズを確保するように計画する。

(4) 地下水

本事業ではトンネル建設は予定されておらず、事業による地下水への影響は想定されない。事業者が地下水利用を提案する場合は、事前の調査および許可取得が必要である。事業者は、工事現場からの排水を適切に管理し、排水が地下水を汚染することがないように配慮する。

(5) 生態系/生物相/生物多様性

建設工事前および建設工事中

ミゾラム州の森林はインドービルマ・ホットスポットを構成し、豊かな生態系を育んでいる。一方、ミゾラムの主要幹線道路である国道 54 号線沿道やその周辺地域には原生林は残っておらず、州内の国立公園や保護区と比較すると、自然環境、生物多様性には大きな違いがある。バイパス予定地の山間部も、原生林ではなく、ほとんどが焼畑やプランテーション、また焼畑のサイクルの中で休耕地となっている箇所である。

植物相の調査は、道路の両側の斜面にランダムにコドラートを設置して行った。樹木種の調査は、10m 四方、低木は 5m 四方、草本については 1m 四方の枠を置いて調査を実施し、種類や密度、頻度を記録した。動物相については、バイパス予定地で斜面の踏査を実施し、目視や鳴き声の観測による調査を行った。調査地域では、ICUN カテゴリーで絶滅危惧Ⅱ類（VU）に分類されるスローロリスが観察されたが、上述のような事情もあり、地域固有の種や希少種は発見されていない。

植物相への主な影響は、道路脇の植生の伐採や林冠の喪失、土捨て場での森林伐採、工事車両や機材からの排ガスや粉塵による影響等である。

森林伐採は、気候変動の主要な原因の一つである。本事業により、丘陵部、山間部の植生、森林が伐採されることで、温室効果ガスが発生する。また、森林面積の減少は、長期的なカーボンシンクの喪失を意味する。州の面積の 20%以上が焼畑農地であり、定期的に燃やされていることを考えれば、本事業による温室効果ガスの発生量は小規模である。

供用後

交通量の増加による排出が生態系および森林に悪影響を与える。また、交通アクセスの改善により、密漁が増加する可能性がある。

緩和策

ルート案の最終化にあたり、森林伐採面積を最小化するような案を優先して検討する。また、建設事業者は、必要な許認可を取得・更新し、関連機関の指導の元、工事を行う。

生態系への影響の緩和策として、希少種に係る情報を作業員に配布、また標識の設置等を行い、工事中に希少種が発見された場合には工事の中断などの対策がとられるようにする。また、絶滅危惧種の目視情報に関する報告制度等の推進について州政府環境森林局と協議を行う。また、生態系に関するモニタリングを実施する。

また、森林伐採を最小化するために、道路幅および工事、土捨て場用地に必要な分以上の伐採は行わない。また、土捨て場については、可能であれば表土および植生を残し、埋め立てを行った後で戻すこととする。また、工事用車輛や機材は、出来る限り拡幅の幅内で作業を行う。工事用ヤードなど、短期的な用地取得および植生の伐採が必要な場所については、地面を荒らすことを控え、工事終了後には植生を戻す、あるいは植林を行う。

伐採された樹木に対して、森林法に定める補償植林の方針に従い、植林を行う。州の環境森林局との面談では、伐採される本数よりも多くを新規に植林することが提案されており、本事業によって州の森林の温室効果ガス吸収能力は強化されることになる（植林は、伐採される樹木一本に対して、新規の植林 2 本以上を前提とする）。植林の詳細については、森林伐採の認可を得る過程で、環境森林局との協議の上、決定される。また、植林を行う場所、樹木種については、森林伐採許可を取得する手続きの過程で、ミゾラム州森林局と協議し、同局の指導のもと決定する。事業者は、指定された場所（放棄された焼畑の家、劣化した林地等）に、苗木の植林を行う。

供用後は、植林地の定期的なモニタリングを行い、植生が定着することを確認すると共に、必要であれば追加的な植林を実施する。また、交通量の増加に伴い、大気汚染が増加することが想定されるため、モニタリングを実施すると共に、SPCB 他関連機関と交通量や大気汚染にかかる情報を共有する。

密漁対策として、現在、州政府により啓発活動や罟の撤去が行われている。密漁対策はNHIDCLの管轄ではないが、バイパス建設により密漁が増加する可能性があること、およびその対策が必要であることを州政府に説明する。

(6) 保護区

建設工事前および建設工事中

バイパスは、国立公園や野生生物保護区、保護林を横断または隣接しないが、上述のように、3ヶ所の野生生物保護区(Wildlife Sanctuary: WLS)がバイパス近く（10km〜）に位置する。

供用後

交通量が増加し、排出ガスが増えることで、森林生態系への負の影響がある。

緩和策

供用後の交通量の増加による保護区への影響については、各 WLS の状況について州政府により実施されているモニタリング結果を確認する等の情報収集を行い、バイパスによる影響が確認された場合は、関係局と協議の上、緩和策を検討する。

(7) 自然災害

建設工事中および供用後

既存の 54 号線の本線の沿道では地滑りが多発しており、地形や降雨量から、新設されるバイパスにおいても災害リスクは高いと考えられる。

緩和策

リスク軽減のため、地滑りリスクの高い斜面を避けてバイパスルートを検討する。また、斜面对策と適切な排水機構の設置により、災害リスクを緩和する。斜面对策と排水機構の詳細については、それぞれ 5.2.4 節および 5.2.6 節を参照のこと。

8.6.2 生活環境

(1) 大気質

高地に位置するという地形上、国道 54 号線沿いの集落の大気質は全般的に良好である。対象区間沿いには、大気汚染源となるような工業施設はない。大きな集落では渋滞が発生し、排気ガスによる大気汚染が発生しているが、バイパス建設によりこれが改善されることが期待される。

工事前および工事中

建設資材の運搬などによる粉塵、工事用車両や重機からの排ガス、砕石やアスファルト打設などにより、工事中は局所的に大気質に悪影響がある。特に、アスファルトプラントは SO_x や PM 等の排出源である。工事車両の運行による排ガスも大気質に悪影響を及ぼす。現状の大気質は、中央汚染管理局の定める基準内である。建設期間中、これらの数値が悪化することが予想されるが、影響は短期的、局所的なものに留まる。また、工事期間中の風向きによっては、工事現場よりもその風下の場所により大きな影響が発生する可能性がある。

供用後

交通量の増加に伴う排ガスの排出増は、大気質に負の影響を与える。また、車両の速度が増すことにより、走行による粉塵の発生も増えると考えられる。一方、54 号線拡幅事業で見積もった交通量予測をベースに、交通量モデル (CALINE 4: California LINE Source Dispersion Model, version 4) を利用して将来の排出量を見積もった結果、2035 年時点の大気質パラメータは基準内に収まると予測される。本線拡幅調査で実施したモデル分析の内容を、付録 12 に添付する。

緩和策

アスファルトプラントなどの排出源は、近隣集落から最低 500m 離れた場所に設置し、また法令に従って粉塵や排ガスの発生を最小限にするように操業する。工事用車両や重機は定期的に点検を行い、州汚染管理局の基準を満たしているかどうかを確認する。また、工事現場やアスファルトプラントの近くで定期的に大気質のモニタリングを行う。粉塵の発生を抑えるために水撒きを行うとともに、建設物資を運搬する車両には覆いをかける。また、建設現場の周辺には植林/緑化を行う。

供用後も定期的な大気質のモニタリングを行い、また沿道の植生への影響を確認する。長期的には、交通量の増加、特に大型車両の増加は、沿道住民の健康に悪影響を及ぼすと考えられる。影響緩和策として、速度制限の導入や渋滞緩和のための施策を検討する。また、大気汚染による健康被害リスクについて、周辺コミュニティに周知し、必要に応じてマスクの配布などの対策を行う。今後の交通量増加の見通しについて州政府と交通需要や大気汚染増加見通し等に関する情報共有を行い、上記施策の実施の必要性について協議を行う。モニタリング地点・頻度は、モニタリング計画に準ずる。

(2) 水質

工事前および工事中

工事期間中の排水や土砂の流出により、近傍の水場等で土砂の沈殿が発生する可能性がある。近傍の水場は規模が非常に小さく、乾期には枯れる程度のものであり、また工事は乾季に実施するため、影響はほとんど無いと考えられる。工事期間中の工事キャンプからの排水、また工事用車両からの燃料や油の漏出が水質へ悪影響を及ぼさないよう、適切に処理を行う必要がある。また、自然の水路や排水路が工事によって影響を受け、水の流れが変更される可能性があるが、影響は短期的であり、それによる水質への影響は小さいと考えられる。

工事中の水の利用-コンクリート打設や工事労働者による水の利用-が、地元の水需要を逼迫させないよう、水道水は飲用のみに限って利用することとし、それ以外の水は表流水や溜池の水を利用することが望ましい。

供用後

供用後は、通行車両からの廃棄物や漏れた燃料や油が水質汚染を引き起こす可能性があるが、その影響は小さい。また、既存の概略設計による自然の水路の改変は最小限であり、それによる水質への影響も非常に小さいと考えられる。

緩和策

工事による水質への影響を防止するためにも、雨季の工事、特に水場近くの工事は避けるべきである。また、工事期間中には、沈殿や水質汚濁を防止するためのトラップなどを設置し、影響緩和を行う。工事から生じる廃棄物は、州汚染管理局の定める規則に従って処理し、それらが水路を塞いだり、また水質に悪影響を及ぼしたりしないようにする。

燃料や油の漏れを防止するためにも、工事用車輛や重機は定期的にメンテナンスを行い、また給油は定められた場所で、適切に行うとともに、オイルバリアなどのトラップを設置する。水路に繋がる斜面では、廃棄物や排水が直接流れ出さないように配慮する。もし油が流出した場合は、吸着剤や土の入れ替えなどにより、影響拡大を防止する。工事キャンプに設置するトイレからの排水が直接水場へ流れ込まないように、トイレのデザインや設置場所に配慮する。また、事業によって現地コミュニティの水利用に影響が出ないように、事業者は適切な配慮を行う。

(3) 土壌汚染

工事前および工事中

建設工事に出る廃棄物により、土壌汚染が起きる可能性がある。特に、建設キャンプでの作業員の生活から発生する廃棄物や排水、資材置場やアスファルトプラントからの廃棄物は、適切に処理されなければ大きな汚染源となる。工事用車輛や重機が駐車している場所では、燃料や油の漏れによる汚染リスクがある。

供用後

供用後は、交通事故で生じる燃料や油の漏れによって土壌が汚染される可能性がある。発生する可能性は低いですが、大きな事故が起きた場合の影響は大きい。また、雨季には路面から粉塵や土砂が流出する可能性があるが、バイパスが通過するのは非常に小規模の溪流であり、1スパンで通水部を跨ぐため、水質や底質への影響は無いと考えられる。

緩和策

工事現場での車輛や重機の給油は、燃料漏れが起きないように定められた場所で、定められた手順で適切に行う。また、燃料の保管は、水場や排水溝から離れた場所で行う。また、給油、燃料保管とともに、農地の近隣は避ける。油や石油製品は規則に従って廃棄し、現地環境に影響が出ないように配慮する。また、土壌への影響を最小限にするため、切土盛土は設計に従って行い、不要な残土が発生しないようにする。また、再利用可能な廃棄物は、アスファルト素材等として可能な限り再利用する。

供用後は、沿道の給油所や洗車場から土壌汚染の源とならないよう、適切にモニタリングを行うとともに、燃料漏れが発生した場合は、吸着剤や土の入れ替えなどにより、影響拡大を防止する。

(4) 騒音・振動

工事前および工事中

工事の影響は短期間であるものの、工事の工区から近い区域の住民への騒音、振動の影響が懸念される。バイパスの新設工事は起終点付近を除いて人が居住する区域から離れているため、騒音・振動の生活への影響が想定されるのはバイパスの起点・終点付近の住民である。バイパス工事には土工（掘削、盛土）、舗装工、排水工、橋梁工、法面工が含まれるが、人の生

活環境がある起終点付近では現道に摺り着くことから大規模な土工や法面工は行われたい。従って、起終点付近の沿道住居への影響が想定される舗装工を予測の対象とする。

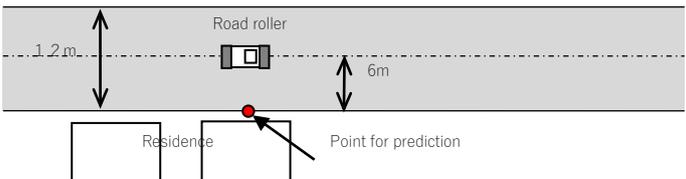
• 予測・評価の方法

建設作業に伴う騒音の予測には音の伝搬理論に基づく予測計算を用いる。振動の予測はBornitzの振動伝搬式を用いる。騒音の評価はインド国の騒音に関する環境基準を用いる。振動の評価にはインド国に基準が無いため、日本の振動規制法(Vibration Regulation Law)で定められる特定建設作業の規制に関する基準を用いる。

• 予測条件

予測対象とした舗装工事による騒音、振動の予測条件を下表に示す。

表 8.6-2 建設機械の稼働による騒音、振動の予測条件

項目	条件	備考
予測対象工事	舗装工	
建設機械	ローラー	
施工条件	速度 5km/h 回数 10回/日	
A特性音響パワーレベル A weighted sound power level	104dB (ロードローラー)	出典：Acoustical Society of Japan (ASJ) Prediction Model 2007 for Construction Noise Report
基準点振動レベル vibration level at standard position	59dB (アスファルト舗装工、 上層・下層路盤)	出典：Environmental Impact Assessment Technique for Road Project edition of FY 2012 (National Institute for land and infrastructure management)
内部減衰定数 Attenuation coefficient of ground vibration	0.01	
稼働位置	<p>Road roller will reciprocate center of the bypass road.</p>  <p>The diagram illustrates the prediction point for noise and vibration. A road roller is positioned on a bypass road, reciprocating at the center. The road roller is 1.2m from the centerline. A residence is located 6m from the road roller. The prediction point is marked with a red dot and labeled 'Point for prediction'.</p>	

出典：調査団

• 予測・評価結果

工事中の騒音、振動の予測・評価結果は下表に示すとおりであり、騒音、振動とも評価の基準を下回っている。

表 8.6-3 建設機械の稼働による騒音、振動の予測結果

項目	予測結果	評価の基準
騒音(LAeq)	53.9dB	65dB (Day time)
振動(L10)	57.7dB	70dB

出典：調査団

上述したように本プロジェクトのバイパスは、起点および終点を除き、ほとんどが居住エリアから離れた森林を通過する。そのため、特に各バイパスの開始・終了地点において、上記の騒音・振動の影響を考慮する必要がある。なお、Chhiahtlangのバイパスの開始地点から約50m南に小学校、約170m南に教会(Presbyterian Kohhran Chhiahtlang)が存在する。発生源から距離があることから基準を超える騒音は発生しないと考えられるが、これらの施設の授業時間やイベントに対して特に留意すべきである。

供用後

供用後は新設されたバイパスを走行する自動車による騒音、振動が発生し、バイパス沿道の住民生活への影響が懸念される。

• 予測・評価の方法

自動車の走行に伴う騒音の予測にはエネルギーベースの予測計算方法として開発された日本音響学会 (Acoustical Society of Japan) の予測モデル ASJ-RTN Model2013 を用いる。振動の予測は日本の土木研究所 (Public Works Research Institute) の走行実験に基づく提案式を用いる。騒音の評価はインド国の騒音に関する環境基準を用いる。振動の評価にはインド国に基準が無いため、日本の振動規制法 (Vibration Regulation Law) で定められる道路交通振動の要請限度(The limit value of request to road manager)を用いる。

• 予測条件

予測対象とした舗装工事による騒音、振動の予測条件を下表に示す。

表 8.6-4 自動車の走行による騒音、振動の予測条件

項目	条件		備考				
道路諸元	2車線道路		幅員 2.5+3.5+3.5+2.5=12.0m				
設計速度	40km/h						
走行状態	非定常走行 non - steady						
A特性音響パワーレベル A weighted sound power level	大型車：88.8+10・log ₁₀ V 小型車：82.3+10・log ₁₀ V		出典：Acoustical Society of Japan (ASJ) Prediction Model 2013 for Road Traffic Noise Report				
地盤卓越振動数 Natural frequency of ground	8Hz		想定値				
予測年	2040年						
交通量	バイパスへの転換交通量 (2040年)						
	路線	普通車	バス	オートリキシヤ	二輪車	小型商業車	トラック
	Chhiahtlang バイパス (No.1)	2052	38	29	885	580	63
	Serchhip バイパス (No.2)	2049	0	264	988	649	131
	Hnathial バイパス (No.3)	1469	0	99	754	542	115
	Lawngai バイパス (No.4)	1783	0	169	654	592	145
走行位置							

出典：調査団

• 予測・評価結果

供用後の騒音、振動の予測・評価結果は下表に示すとおりであり、騒音、振動とも評価の基準を下回っている。

表 8.6-5 自動車の走行による騒音、振動の予測結果

項目	予測結果		評価の基準
騒音(LAeq)	Chhiahtlangバイパス(No.1)	64.4dB	65dB (Day time)
	Serchhipバイパス(No.2)	64.6dB	
	Hnathialバイパス(No.3)	63.5dB	
	Lawngaiバイパス(No.4)	64.3dB	
振動(L ₁₀)	Chhiahtlangバイパス(No.1)	42.9dB	70dB
	Serchhipバイパス(No.2)	43.4dB	
	Hnathialバイパス(No.3)	42.3dB	
	Lawngaiバイパス(No.4)	43.3dB	

出典：調査団

緩和策

騒音・振動は、特にバイパスの開始・終了地点において近隣の住民や作業員に負の影響をおよぼす。また、特に注意が必要な対象として、No. バイパスの起点近傍に幼稚園、50m南側に小学校、約170m南に教会が存在する。特に影響が重大と考えられる幼稚園については、工事を子供がいない時間帯に行う等の対策を実施する。その他、以下の対策を実施する。

- アスファルトプラント等の機材は、全て中央汚染管理局の基準を満たすものを使用する。また車輛は定期的にモニタリングを行い、基準以上の騒音・振動が発生しないよう配慮する。
- 大きな騒音が発生する現場で働く作業員は、耳栓やヘルメットなどを装着する。また、同じ作業員が90 dB (A)を超えるような大きな騒音が発生する現場で働き続けることがないような作業シフトとする。
- 建設現場が村落から150m以内にある場合は、22時～6時までの夜間の工事は出来る限り行わない（ただし、低温での作業が必要なアスファルト混合物の敷設等は除く）。
- 高温となる混合資材や、付随する関連作業は、学校等から500m以上離れた場所に保管・実施する。
- 建物の解体や土工などを行う時間を分散することで、同じ時間帯に騒音・振動が発生しないよう配慮する。また、振動が発生する諸作業を分散して行うことで振動を抑える。
- 工事機材の運用方法、計画を綿密に検討し、騒音の発生を抑える。機材の使用は90 dB (A)以上の騒音が8時間以上の作業シフトで発生しないように配慮し、居住エリアから500m以上離れたところで作業する。
- 夜間のクラクションが出来る限り発生しないように配慮する。また特に配慮が必要な地区においては、仮の標識等を設置することで、日中においてもクラクションの使用を制限する。

インド国には係る振動基準はないものの、振動による負の影響緩和のため、下表に示す日本の基準値を適用することとする。

表 8.6-6 道路交通振動の基準案

	日中 (L ₁₀)	Nighttime (L ₁₀)
振動基準(dB)*	65	60

* Applied "Residential Area"

出典: The Vibration Regulation Law (Japan) (Law No. 64 of 1976, Latest Amendment by Law No.75 of 1995)

(5) 廃棄物/有害物質

工事前および工事中

建設工事では、アスファルトやコンクリート、廃材や残土、また作業員のゴミなどの廃棄物が発生する。各バイパス建設予定地における廃棄物収集・廃棄手続きの現状は以下の通り。

バイパス 1.

Village Councilg が、週 1, 2 回ゴミ収集を行い、Chhiahtlang と Serchhip の境界にある廃棄物処理場で焼却処分している。州政府は、Village Council にゴミ収集車を提供するなどの支援を行っている。収集サービスは今週始まったばかりであり、それまではゴミの回収は Serchhip の自治体によって実施されていた。

バイパス 2.

複数の Village Council が、それぞれ週一回ゴミの回収を行っており、街の外、Keitum との境にある処分場で焼却処分している。

バイパス 3.

Hnarthial の Village Council により、それぞれ週一回ゴミの回収を行っており、街の南部の処分場で、焼却処分している。

バイパス 4.

2つの Village Council があり、一箇所では週に 1, 2 回、もう一箇所では週に 2, 3 回、ゴミ収集が行われている。収集されたゴミは、市外の谷になっている空き地で焼却処分されている。

緩和策

工事中、特に建設作業員のキャンプから発生する廃棄物については、各 Village Council と協議の上、焼却場への回収、処理を行う。現地での収集能力が限定されている現状から、必要に応じて事業者がゴミをまとめて処分場へ持参する等の対応も検討する。環境管理計画では、一般的な建設事業における廃棄物処理手続きを提案しているが、その内容は最終的な線形デザインや工事のスケジュールに応じて更新される必要がある。

また工事に伴い残土が発生するが、必要になる土捨て場面積を以下に示す。

表 8.6-7 必要な残土処理量

Bypass Name	Item	Volume of Generated Soil	Coefficient of Compaction	Volume of Compacted Soil	Required Volume of Spoil Bank
		Cu.m		Cu.m	
Chhiahtlang Bypass	Cut Soil	127,499	0.9	114,749	77,238
	Fill Soil			37,511	
Serchhip Bypass	Cut Soil	743,768	0.9	669,391	481,306
	Fill Soil			188,085	
Hnahthial Bypass	Cut Soil	379,505	0.9	341,555	252,047
	Fill Soil			89,508	
Lawngtlai Bypass	Cut Soil	247,013	0.9	222,312	154,547
	Fill Soil			67,765	

出典: 調査団

土捨て場候補地は、以下の条件を満たすもの場所から選定した。

- ❖ NH54 バイパス沿線で以下の条件を満たす適切な場所
 - 地形の形状が凹型地形となっていること
 - 地山の傾斜が 22 度未満であること（想定する土捨て場の盛土傾斜角（小段を含む）よりも勾配が緩いこと）
 - 市街化されていない地域であること
 - 自然保護区がないこと

❖ 高さ 30m 以下の規模で土捨て場が建設できること

土捨て場候補地の場所を、5 章 2.9 節に示す。また、住民協議を通じて、ローカルコミュニティには残土が発生すること、また残土をコミュニティ開発（整地等）のために活用することも可能であることを伝達している。同じく住民協議で示された懸念への対応として、土捨て場からの土砂流出（特に農地への被害）が内容に、適切な対策を講じる。

8.6.3 社会環境

(1) 非自発的住民移転

工事前

概略設計に基づいた用地取得では、合計 257 世帯（1,485 人）が事業によって影響を受ける。そのうち、20 世帯(133 人)が、住民移転の対象となるが、そのうち 4 世帯は、自宅兼商店が移転対象となる。影響の詳細については、8 章 10 節を参照。

緩和策

工事開始前に、再取得価格での補償が行われる。また、生計回復支援および、社会的弱者に対する追加的な支援も実施される。被影響住民を対象に、二回のコンサルテーションが実施されており、事業への支持、また土地ではなく金銭での補償を希望することが確認された。本事業で提示している補償および支援のパッケージを、8 章 11 節のエンタイトルメントマトリックスに示す。

(2) 土地利用

工事前

バイパスおよび残土処理のための土捨て場建設に伴う切土、盛土、また森林伐採により既存の土地利用が変更となり、既存の農地やプランテーションに影響を与える。また、焼畑農地（休耕地も含む）も影響を受ける。

緩和策

バイパスルートが森林や焼畑農地、プランテーションを通過する区域については、現地の住民の土地利用を出来る限り阻害しない形で工事を実施する。また、排水や土砂の管理は適切に行い、農地等への被害を最小化する。

(3) 地域資源利用

工事前

本事業では、砂や石など、大量の地域資源が利用される。短期的には、建設工事にこうした資源が使われることで、他の需要を圧迫する可能性がある。また、拡張工事が完了し、外部からの物資や人の流入が活発化すれば、地元の雇用や商店の営業に負の影響が発生する可能性がある。

緩和策

交通網の改善は、長期的には地域経済を活性化させ、現地住民の生活に資するものであるが、上記のような短期的、中期的なリスクには十分な配慮が必要であり、生計回復案の作成に際しては、こうした点に注意を払う必要がある。

(4) 基本計画、地域/都市計画

交通網の改善は、村落や地区の開発にとって新たな機会となる。特に、大量に発生する残土を活用すれば、村落に平地を造成し、グラウンドやコミュニティホールなどの用地として利用することが可能となる。また、交通網の改善は様々な経済開発を呼びこむことが予想される。

(5) 社会組織や地域の意思決定組織

事業対象地域では、様々なミゾ部族および少数民族が平和的に共存している。部族社会であることから、VC や地域の慣習的なリーダーは地域の意思決定に大きな影響力を持ち、事業の円滑な実施には彼らの支持が不可欠である。環境管理計画の実施や、住民移転、生計回復策の実

施にあたっては、外部の専門家主導ではなく、既存の社会組織を活用し、現地住民にとって馴染みのある形で行うことが望ましい。

(6) 社会インフラや社会サービス

工事中

コミュニティ道路を活用してバイパスが建設される箇所では、工事によって短期に社会インフラやサービスへのアクセスが阻害されることが予想される。BP1の基点近くには小規模であるが幼稚園があり、BP1の終点付近には公衆トイレが二つ、また水汲み場が一箇所ある。また、BP2の終点付近には、トイレと水汲み場がそれぞれ一箇所、また、道路の敷設を記念する記念碑がある。

緩和策

BP1 基点付近の幼稚園は、背後の空きスペースにセットバックすることが可能である。また、BP2のトイレと水汲み場、記念碑は、工事前に移設を行う。水汲み場は、外部からホースで住宅地の空きスペースに引いているものですので、ホースを延長し、工事の影響が出ないところに新たに水汲みスペースを設置することで対応可能である。影響を最小化するため、工事の日程や時間は、地元住民の生活への影響が最小限になるように策定される必要がある。特に、発破作業を行う際など、道路を塞いで作業を行う必要がある場合は、周辺村落に事前に周知し、影響が最小限になるよう配慮する。

(7) 地域経済と生活・生計

工事前、工事中、および供用後

住民移転による生計手段の喪失による影響が発生する。また、バイパス起終点の道路沿いにあり、移転対象となる商店の営業には大きな影響が出ると考えられる。焼畑については、バイパスルート上にあり直接影響を受ける農地がある他、移転により自宅から農地へのアクセスが困難になる可能性がある。また、バイパスによって農地が分断される場合、道路の管理状態によって土壌侵食や道路からの排水により農地が被害を受ける可能性がある。

緩和策

バイパスルート近傍には、州政府および村落所有となっている土地が残っており、既存の住宅ないし農地の近くに、新たな宅地/農地を購入、あるいは利用権の割り当てを受けることは可能である。また、土壌侵食による被害回避および緩和のため、8.6.1(3)で示した対策を徹底する。

(8) 被害と便益の偏在

工事前および工事中

現地で商業を営む人間にとっては、国道に面した、あるいは近い土地は非常に重要であり、内側の土地への移転は、レストランや小売店などにとって致命的な影響を及ぼす可能性がある。この点で、商業従事者は、農家よりもより大きな影響を受けることが予想される。また、移転対象となる住民が大きく影響を受ける一方で、近傍の住民はバイパス建設工事による雇用の創出などの便益を得る。

緩和策

移転対象となる住民のみが被害を大きく受けることのないよう、再取得価格での補償を行うと共に、生計回復支援により、住民が最低でも移転前の生計水準を回復できるように支援を行う。VC や慣習的なリーダーなどの協力を得て、公平に移転および生計支援を推める必要がある。

(9) 宗教施設、配慮を要する施設

工事前および工事中

BP1のルート近傍に、墓地が存在する。また、バイパス1の起点近くには、20人ほどの生徒が通う幼稚園がある。また、バイパス2の終点付近には、道路の敷設を記念する記念碑がある。なお、バイパス建設地およびその近傍に、聖なる森は存在しない。

緩和策

バイパスルート案は、墓地については、直接の影響が出ないようなバイパスルート案を選定するとともに、葬儀や宗教行事中に周辺での工事を実施しない等の配慮を行う。また、工事期間中の騒音や振動、アクセスの阻害といった影響を最小化するために、工事の日程等を工夫する必要がある。また、学校や墓地のような配慮を要する施設の近くでは、より厳しい騒音・振動基準を設ける等の配慮が必要である。幼稚園については、後ろの空きスペースを活用し、セットバックすることで、影響を緩和することができるが、基点周辺の工事については、幼稚園の授業中を避けるなどの工夫を検討する。

バイパス 2 の終点付近の記念碑は特段重要な史跡ではないものの、工事開始前に、事業の ROW の脇へ移設することが必要である。

(10) 貧困層

工事前および工事中

立ち退きや生計手段の喪失といった影響にたいする対応能力に限られる貧困層は、事業実施により特に大きな影響を受けると考えられる。

緩和策

ベースライン調査では、公的な統計による貧困層の数と、聞き取り調査で自分を貧困層とする世帯数に大きなギャップがあった。生計回復策の策定にあたっては、一回の金銭支払いで終わらせるのではなく、貧困層のキャパシティに十分配慮し、彼らが持続的に生計を回復できるような案を検討する。

(11) 少数民族/先住民族

工事前および工事中

先住民族とは、他から区別された、脆弱な、社会的・文化的な集団一般を指し、以下のような特徴をさまざまな度合いで有する集団を指す（世銀の OP4.10）。

- (a) 他から区別される一つの先住文化集団の成員であるというアイデンティティの自認と、このアイデンティティの他からの認識。
- (b) 対象プロジェクトのエリア内の、地理的に区画された居住地、あるいは祖先伝来のテリトリーとの、加えて該当の居住地あるいはテリトリー内の天然資源との、集団としての結びつき。
- (c) 主流な社会および文化とは異なった、慣習的な文化、経済、社会、また政治的な制度、及び、
- (d) 国または地域の公式の言語とはしばしば異なる、土着の言語。

本事業の被影響住民は、ミゾ族としてのアイデンティティや固有の言語を所持するという点で、上記定義を一部満たしている一方、ミゾ族住民が大多数（95%）である州においては、「主流な社会および文化とは異なった制度」の下に生活しているとはいえない。また被影響世帯は全てミゾ語を理解しており、被影響住民の中に、主流な社会および文化と異なったグループも存在しない。

緩和策

インド国内の手続き上、ミゾ族を含む指定部族は先住民族として扱われているが、本事業においては、被影響住民のほぼ全員がミゾ族であることを鑑み、RAP 作成プロセスの中で OP 4.10 に沿った配慮を行い、十分な情報が提供された上での自由な事前の協議を通じて、事業に対する合意を取り付けている。

(12) ジェンダー工事中

女性の高い識字率からも明らかであるように、ミゾラム州を含む北東州では、民族にかかわらず男女格差は比較的小さく、社会で重要な位置に付いている女性も多い。ミゾ族の女性は、家庭での仕事、森での採集、薪や水の収集などの作業に従事していることが多いが、特に後者については、道路事情が改善することにより作業の労力が軽減されることが期待される。

緩和策

女性が特に大きな影響を受けないよう、住民移転計画書（第7章）では女性についての方針や配慮をまとめた章を作成し、工事に伴い発生する雇用機会のうち、女性でも従事しやすい仕事、例えば、軽作業や子供がいる女性が短時間で出来るパートタイムの作業等については優先的に女性を雇用するなどの施策を提言しているが、かかる施策が女性の負担を過度に増やすことが無いよう、現地のジェンダー構造や慣習に配慮した上で実施が行われるように配慮する。また、住民移転の実施にあたっては、生計回復計画の策定などのコンサルテーションに女性の参加を促す。

(13) 子どもの権利工事前および工事中

移転により、通学が困難になる子供が発生する可能性がある。工事中においても、学校へのアクセスが阻害される可能性がある。また、インドにおいて児童労働は禁止されているものの、実態として児童労働はミゾラム州を含め存在するため、工事現場で子供が雇用されるリスクが存在する。

緩和策

移転により転校、あるいは長距離を通学せざるを得なくなる子どもに対しては、転校手続きの支援等、適切な支援を提供する。また、工事現場においては、児童労働の禁止を徹底する。

(14) 公衆衛生、労働安全衛生

設計、工事中、および供用後の対策例を下表に示す。

表 8.6-8 公衆衛生関連の施策例

<u>工事中</u>	
水の汚染や不衛生な状態から起きる作業員の健康被害	全ての現場で、良質な飲用水を用意し、またキャンプでの水質汚染防止のため、生活排水が水場や河川を汚染しないように側溝を設けるなど配慮する。また、現場には常備薬と救急キットを用意する
女性作業員へのセクハラや性的暴力	建設キャンプでの女性と男性の宿泊地を分ける
建設現場の衛生	作業員が宿泊するキャンプやトイレなどの衛生状態を良好な状態に保ち、また生活排水が水場や河川を汚染しないように側溝を設けるなど配慮する。また、工事中は廃棄物を適切に処理し、終了後は建物を解体し、現場の植生等の回復を行う
碎石場や土砂の採取場の穴が、マラリアを媒介する蚊などの発生源となる	作業終了後は、埋め立て、植林等を行い、水がたまらないように配慮する。
事故	作業員は、ヘルメットや手袋など、適切な防具を身につけて作業を行う。また、作業は全て安全上の基準や手続きに従って行う
爆発物の管理	現場責任者の許可がある場合のみ、発破作業を行う。爆発物の管理や輸送には十分な注意を払い、また使用に必要な許認可は事前に取得する。また、周辺住民にも事前に周知する。

マラリア	蚊の発生源となる水たまりを埋めるなどの対策を講じる
HIV/AIDS	<p>ミゾラム州はインドの中でも HIV/AIDS の罹患率が 2 番目に高く（最も高いのは隣接するマニプール州）、州政府（Mizoram State AIDS Controil Society）により、州内各地に Integrated Counseling and Testing Center や Anti Retroviral Therapy Center が設置され、カウンセリングや検査、治療活動が実施されている他、国際機関、NGO により様々なプログラムが既に実施されているため、本事業においては、事業が行われる地元コミュニティや建設工事従事者、トラック運転手等を対象として、HIV/AIDS のリスクを説明したパンフレットを配布する等の施策により、注意喚起を行うと共に、上述の組織や活動を周知する啓発を行う。</p> <p>NGO による活動としては、また、女性のエンパワメントを行っている団体（Mizo Hmeichhe Insuihkhawm Pawl）やアルコール・薬物中毒者への支援を行う Agape Moral Reformation Organization などがある（後者については、州内の大学に設置された Red Ribbon Club でも実施）。</p>
供用後	
交通事故	住宅密集地には、交通標識を設置するなどして事故防止につとめる。また、歩行者の安全確保のために横断歩道などを用意する。

出典: 調査団

8.6.4 その他

(1) 事故

工事前および工事中

建設工事中の様々な活動—道路脇の植生の伐採、構造物の撤去などは、適切に実施されなければ事故の原因となりうる。車輛の運行についても同様である。工事中、特に周辺村落の住民にとっては、交通安全は重要な問題であり、資材を運ぶトラックなどによって視界が遮られたり、また渋滞が発生したりすることが事故に繋がらないよう、配慮が必要である。事故が発生した際に即時対応できるよう、作業員には近隣の病院の場所などを周知し、また救急キットを現場に用意しておく。

供用後

通過交通の速度が増せば、事故のリスクも増大すると予想される。

緩和策

工事前および工事期間中、資材を運ぶトラックなどによって視界が遮られたり、また渋滞が発生したりすることが事故に繋がらないよう、配慮が必要である。事故が発生した際に即時対応できるよう、作業員には近隣の病院の場所などを周知し、また救急キットを現場に用意しておく。また、住宅地近傍で工事を行う最には、事前に工事の内容やスケジュール、安全上のリスクや注意事項について周知を行う。この他、工事期間中の安全対策例を以下に示す。

- ・誘導員の配置
- ・作業員に対する作業方法の周知
- ・作業前の危険予知活動（安全ミーティング）の実施
- ・墜落防止設備の設置、使用

・救急キットの常備

供用後は、道路標識やマーキング、回帰反射型デリニエーターやガードレールを設置し、交通量の増加および通過交通の速度増による事故リスクを緩和する。設置される標識やマーキングの詳細については、5章2.7節を参照のこと。

(2) 気候変動

工事中および供用後

工事期間中、工事用車輛の運行や渋滞により、温室効果ガスの排出量が増加すると予想されるが、影響は小さい。供用後は、交通量が増えることで、長期的な排出量増加が予想されるが、道路の舗装状況や排水施設などの適切に維持管理を通じて、排出量の増加を軽減する。また、大気質、交通量にかかる情報を SPCB 等関連機関と共有し、影響緩和策について協議を行う。

森林伐採は、気候変動の主要な原因の一つである。本事業により、丘陵部、山間部の植生、森林が伐採されることで、温室効果ガスが発生する。また、森林面積の減少は、長期的なカーボンシンクの喪失を意味する。本事業で用地取得対象となるのは 46ha であるが、図 8.10.4 で示すように、事業対象区域、のうち特に BP1 と BP4 では、用地取得対象地の大部分が森林であり、森林面積の減少のインパクトが大きい。一方、州の面積の 20%以上が焼畑農地であり、定期的に燃やされていることを考えれば、本事業による温室効果ガスの発生量は、州全体の温室効果ガスの排出量に大きく影響するものではない。

緩和策

森林法の規定に基づき、森林伐採の影響緩和のため、植林を行うこととする。州の環境森林局との面談では、伐採される本数よりも多くを新規に植林することが提案されており、本事業によって州の森林の温室効果ガス吸収能力は強化されることになる。植林の詳細については、森林伐採の認可を得る過程で、環境森林局との協議の上、決定される。

8.6.5 影響予測を踏まえた環境影響評価マトリックス

以下に、上記影響評価を踏まえた、環境影響評価マトリックスを示す。

表 8.6-9 影響評価結果

項目	スコーピング 結果			アセスメント 結果			評価理由
	工事前 (a)	工事中 (c)	供用後 (o)	工事前 (a)	工事中 (c)	供用後 (o)	
自然環境							
地形	D	A-	D	N/A	A-	N/A	C: 切土、盛土により地形が改変される。切土、盛土の量を考慮せず事業を実施した場合、膨大な量の残土が発生するため、切り盛り量を出来るだけバランスさせる線形、設計を検討する
土壌侵食	D	A-	B+/ B-	N/A	A-	B+/ B-	C: 土壌侵食、特に雨季には土壌侵食リスクがある。 O: 既存道路の排水施設の劣化により、土壌侵食が発生している。事業により道路の舗装、排水機能は向上するため、土壌侵食リスクは減少することが期待される。一方、雨季の土砂崩れリスクは供用後も存在する。
水文/水象	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 土木工事により水象に微小な影響が出る可能性がある。 O: 切土、盛土により、水象に変化が出る可能性がある。工事後の水象を考慮した、適切な排水機能の設置が必要である。

項目	スコーピング結果			アセスメント結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
生態系/生物相/生物多様性、森林	D	A-	B-	N/A	A-	B-	C: 本事業が実施されるのは幹線道路の近傍であり、原生林や希少な生態系には影響しないが、拡幅により山岳地帯の生態系および地域の森林や焼畑、プランテーション等への影響がある。 O: 交通量の増加により、長期的には現地の生態系や森林へ悪影響があると考えられる。また、バイパスや土捨て場での森林伐採により、CO2排出量が増加する。
保護区	C	C	C	D	D	D	P/C/O バイパスは国立公園や保護林を横断または隣接せず、直接的な影響は想定されない。
自然災害	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 対象路線の多くの場所で地滑りが発生しており、工事期間中の事故を防ぐために適切な対策が必要である。雨季の工事はリスクが大きい。 O: 供用後も、特に雨季には地滑り等の自然災害リスクが高まる。
生活環境							
大気質	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 工事用機械や車輛による大気汚染が発生する。特に、乾季の土木工事で粉塵が発生する。
							O: 交通量の増加に伴い、一部では大気汚染も増えると考えられる。一方、現在発生している集落付近の渋滞が改善され、大気汚染が改善される地域もあると期待される。
水質	D	B-	B-	N/A	B-	C	C: 土木工事による濁水、また建設キャンプからの排水等による水質汚染が発生する。
							O: 道路利用者やメンテナンス作業で発生する排水による影響が考えられるが、自然の水路の改変は最小限であり、それによる水質への影響も非常に小さいと考えられる。
土壌汚染	C	C	C	D	B-	C	C/O: 建設工事に出る廃棄物により、土壌汚染が起きる可能性がある。建設工事中、また供用後の交通事故により燃料や油の漏れによる汚染リスクがある。
							O: 供用後は、交通事故で生じる燃料や油の漏れによって土壌が汚染される可能性がある。また発生する可能性は低いものの、事故時の土壌汚染への影響は大きい。
騒音/振動	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 建設機械の稼働による騒音・振動が発生するが影響は短期的である。工事計画の立案時には、近隣の学校、墓地の位置及び行事等への配慮が必要である。
							O: バイパスの新設により、バイパス沿道で道路交通による騒音・振動が発生するため、沿道の住宅への影響を緩和するための対策が必要となる可能性がある。
廃棄物/有害物質	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 工事キャンプからの廃棄物が発生する。既存のカルバート等を交換する際にも廃棄物が発生するため、現地法に則り適切に処理する必要がある。
							O: 道路の利用者から、またメンテナンス業務で廃棄物が発生する。

項目	スコーピング 結果			アセスメント 結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
社会環境							
非自発的 住民移転	A-	D	D	A-	N/A	N/A	P: 本事業により 20 世帯の住民移転が発生する。そのほとんどが、BP1 で発生する。ルート案の最終化の際には、移転規模を最小化するデザインを採用する。また工事用のヤードや建設キャンプのために短期的な移転が発生する可能性がある。
土地利用	A-	A-	D	A-	A-	N/A	P: 用地買収および住民移転により、既存の土地利用が変更される。 C: 用地取得幅は必要最小限であるが、建設工事に伴う土地利用の変更が生じる。また工事用ヤード等の確保のために必要な土地利用の変化は短期的なものである。
地域資源利用	D	A-	D	N/A	A-	N/A	C: 建設キャンプでの飲料水の大量消費や、建材としての砂や岩石を現地で大量に調達した場合、現地での需要が逼迫する可能性がある。
社会インフラや社会サービス	D	A-	B+	N/A	A-	B+	C: BP1 の水汲み場などの社会インフラやサービスへのアクセスが阻害される。 O: 長期的には、交通網の改善はこうしたサービスへのアクセス向上をもたらす。
地域経済と生活・生計	A-	A-	B+	A-	A-/B+	B+	P: 住民移転による生計手段の喪失による悪影響が発生する。特に、焼畑農家が生計手段を一時的に失う。 C: 住民移転による生計手段の喪失による悪影響が発生する。一方、建設工事は現地に雇用を生み、地元経済に正の影響をもたらす。 O: 長期的には、交通網の改善は地域経済に正の影響をもたらすが、工事終了直後には雇用の喪失などにより短期的な悪影響が発生する可能性がある。
被害と便益の偏在	A-	A-	D	A-	A-	N/A	P: 用地取得、住民移転の対象となった住民と、そうでない住民で、事業による影響および裨益の度合いが大きく異なる。 C: 移転対象となる住民が大きく影響を受ける一方、近隣の住民は建設工事による雇用機会の創出などにより便益を受ける可能性がある。
文化的・歴史的遺産	C-	D	D	D	N/A	N/A	P/C/O: 対象路線沿いには、重要な文化的、歴史的遺産はない。
宗教施設	A-	A-	B-	A-	A-	B-	P: 幅員の規模によっては、集落にある小規模な宗教施設も影響を受ける可能性がある。 C: バイパス建設予定地近隣の宗教施設や墓地在、工事騒音や振動、また渋滞の影響を受ける可能性がある。 O: 交通量の増加により騒音、振動、渋滞の影響を受ける可能性がある。
配慮を要する施設(例: 病院、学校、精密機械工場)	B-	B-	B-	B-	B-	B-	P: BP1 の幼稚園が、事業により影響を受ける。 C: コミュニティ道路に近い学校等が、工事騒音や振動、また渋滞の影響を受ける。 O: 交通量が増えると、配慮を要する施設での騒音被害が発生する可能性がある。また、渋滞によりアクセスが阻害される恐れがある。

項目	スコーピング結果			アセスメント結果			評価理由
	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	工事前(P)	工事中(C)	供用後(O)	
貧困層	A-	A-	D	A-	A-	N/A	P: 貧困層の脆弱性を考慮し、彼らが裨益することができるような生計回復支援を策定、実施する必要がある。 C: 事業による雇用機会は貧困層に雇用機会を創出するが、技能や対応力の不足により、貧困層はより大きな負の影響を受ける恐れがある。
少数民族/ 先住民族	A-	A-	D	A-	A-	D	P/C: 北東州には多様な民族、部族（指定部族：ST）が居住しており、言語や文化も多様である。本事業の被影響住民は、世銀 OP4.10 の先住民の定義を全て満たすものではないが、住民移転計画および生計回復案の策定にあたっては、文化、社会的な多様性に配慮することが必要である。
ジェンダー	D	C-	B+	D	B-	B+	C: 建設工事の際の男女に雇用機会の均等に配慮すると同時に、女性でもできる仕事については優先的に女性を雇用する。同時に、ジェンダーに由来する衝突が起きないよう現地の文化的、社会的な規範に配慮する。 O: 道路の拡幅、改善により、水や薪を運ぶ役割を担う女性や女の子の作業負担が軽減されることが期待される。
子どもの権利	C	C	D	B-	B-	N/A	P: 住民移転により、幼稚園や学校へのアクセスが阻害される可能性がある。 C: 工事現場で児童労働が発生する可能性がある。また、BP1 の幼稚園近傍での工事により、幼稚園の活動が制限される。
公衆衛生 (伝染病)	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 作業員が外部から流入することによる健康リスク、特に性感染症のリスクの増大が予想される。マラリアが発生している地域で工事を行う際には、マラリア対策も必要である。 O: 交通量の増加は、沿道住民の健康に負の影響をもたらす。
労働安全衛生	D	B-	B-	N/A	B-	B-	C: 工事現場の衛生、労働者の健康や安全は、環境管理計画の実施を通じて適切に管理される必要がある。 O: メンテナンスや補修作業を担当する作業員の衛生や安全にも配慮が必要である。
その他							
事故	D	B-	B+/ B-	N/A	B-	B+/ B-	C: 重機や工事用車両による交通事故リスクが増大。 O: 交通量の増加および通行速度の上昇により事故リスクは増大する。一方、交通安全標識やミラーの設置等の対策により、リスクは減少する。
気候変動	D	B-	B+/ B-	N/A	B-	B+/ B-	C: 工事用機材や車両からの GHG 排出が発生するが、影響は小さく、短期的である。 O: 交通量の増加により、GHG 排出も増加する。長期的な気候変動の影響（雨量、雨量強度の変化等）を考慮した斜面对策の実施等により、気候変動に対するレジリエンスは増すと考えられる。

A 比較的重大な影響が想定される (+:正の影響、-:負の影響)

B ある程度の影響が想定される (+:正の影響、-:負の影響)

C この段階では影響の程度が不明なため、更なる調査が必要とされる (+:正の影響、-:負の影響)

D 影響は予想されない

N/A 該当なし (スコーピング段階で影響無しとされた項目については、評価を行っていない)

出典: 調査団

8.7 環境管理計画 (EMP)

上記の影響評価結果および緩和策の検討に基づき、事業の各段階における環境管理計画を下表のように策定した。また、環境管理計画およびモニタリングの実施予算は、6章 4(3)に示す(表 6.4-3～表 6.4-6 内の、(B) Government Cost B3 を参照)。

表 8.7-1 環境管理計画 (工事前)

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
社会環境						
P1	非自発的住民移転	<ul style="list-style-type: none"> ● RAP で定めた住民移転にかかる全ての作業が、建設工事開始前に終了する。これには、用地の取得、ユティリティの移転、補償の支払い、移転支援の提供などが含まれる 	対象区間全域	工事前	州政府、地区政府、VC、NGO	PIU, SC
P2	土地利用 ■ 森林伐採	<ul style="list-style-type: none"> ● 最終線形確定時に、植生の伐採が最小限となるように配慮する ● 森林伐採許可を取得してから伐採を行う ● 森林局と合意した内容で植林を行う ● 密猟を防止するため、作業を適切に監督する 	対象区間全域	工事前 (植林作業や管理は工事開始後も継続して行う)	PIU, Contractor, Forest Dept.	PIU, SC, Forest Dept.
	■ 建設キャンプの造成	<ul style="list-style-type: none"> ● 集落から十分離れたところに建設する ● 作業員の宿舎からの排水や廃棄物が土壌や水源を汚染することがないように設計とする。特に、地下水を汚染することがないように配慮する 	建設キャンプ予定地全て	工事開始前、工事中、建設終了後の解体	Contractor	PIU, SC
	■ アスファルトプラントの設置	<ul style="list-style-type: none"> ● 集落や農地から十分離れた場所に設置する ● 可能な限り、集落から 1000m 以上離れた場所とする 	全てのアスファルトプラント	工事開始前、工事中、建設終了後の解体	Contractor	PIU, SC
	■ 土捨て場の最終決定	<ul style="list-style-type: none"> ● VC 等と協議の上、候補地を最終化する ● 希少な生物種が観察された場所は避ける。水の流れへの影響が最小限となるようにする 	土捨て場として選定された箇所	工事開始前	Contractor	PIU, SC
P3		<ul style="list-style-type: none"> ● 地すべり等のリスクが高い場所を(改めて)確認し、SC および PIU へ報告する ● 必要に応じて追加の斜面对策を講じる 	対象区間全域	工事開始前	Contractor	PIU, SC

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
P4	地域経済と生活・生計	● 生計回復策の実施	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府
P5	被害と便益の偏在	● 生計回復策の実施	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府
P6	宗教施設	● 影響を避ける/最小化するルート案の選定	対象区間全域	詳細設計	NHIDCL	州政府
P7	配慮を要する施設	● 影響を避ける/最小化するルート案の選定	対象区間全域	詳細設計	NHIDCL	州政府
P8	貧困層	● 生計回復策の実施	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府
P9	少数民族・先住民	● 生計回復策の実施	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府
P10	子どもの権利	● 移転により、遠方の学校に通う必要がある子供に対する、通学費用の提供、転校手続き支援	就学中の子供	工事開始前	州政府	州政府

出典: 調査団

表 8.7-2 環境管理計画 (工事中)

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
自然環境						
C1	地形	● 適切な残土処理、斜面对策の実施	土捨て場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C2	土壌浸食	● 土取場の深さを制限し、斜面が急になりすぎないようにする	土取場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ 土取場での土壌侵食		土取場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ 土取場での表土の喪失	● 農地や生産性の高い土地は避ける ● やむを得ずそうした土地で作業する場合は、表土を保全し、のちに埋め戻す				
	■ 土の圧迫	● 工事用車両や重機の移動が、農地などの土壌を固めてしまわないように配慮する	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
■ 盛土の土壌侵食	● IRC のガイドラインに則って作業を行う	盛土箇所	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU	

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
C3	水文・水象	<ul style="list-style-type: none"> ● 水文分析に基づいて排水施設を設置し、影響を緩和する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C4	生態系 ■ 樹木の伐採	<ul style="list-style-type: none"> ● 伐採する樹木一本に対して 3 本の植林を行う ● 樹木の伐採は、森林伐採許可を取得した後にを行う ● 植林の実施は、森林法に則り、また森林局とガイドランスの元に行う 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant Forest Dept.	PIU
	■ 希少な生物種への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設工事中に希少種が確認された場合は、作業を一時中止し、影響緩和の対策を取る ● 標識の設置を行い、絶滅危惧種の目視情報に関する報告制度等の推進について州政府環境森林局と協議を行う ● 生態系に関するモニタリングを EIA 調査同様の調査手法で実施する。 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C5	自然災害	<ul style="list-style-type: none"> ● 火事や水害に対する予防策を講じる ● 緊急事態に備え、応急処置キットを常備するとともに、近隣の病院の連絡先やアクセスを確認する 	対象区間全域 対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
生活環境						
C6	大気質 ■ 工事用車輛や重機からの排気ガス	<ul style="list-style-type: none"> ● 全ての車輛や機材は定期的にメンテナンスを行い、良好かつ環境基準を満たす状況であることを確認する ● 無鉛のガソリンやディーゼルのみを使用する 	プラント設置場所、建設現場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ アスファルトプラント他からの排出	<ul style="list-style-type: none"> ● アスファルトプラント等は、集落から 500m 以上離れた風下の場所に設置する 	プラント設置場所	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ 大気汚染が CPCB の定める基準を超えるリスク	<ul style="list-style-type: none"> ● 定期的に大気質のモニタリングを実施し、状況を確認する 	モニタリング計画に準じる	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 埃や粉塵 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水撒き等により、埃や粉塵の発生を抑える 	埃が発生する作業、また病院や学校などの近隣	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C7	水質	<ul style="list-style-type: none"> ● 車輛から燃料や油が漏れないよう適切に管理する ● 燃料や油は、排水路や水場から十分離れた場所で保管する 	建設キャンプ、建設現場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設作業員の宿泊所からの排水、廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業員の宿泊所は、集落から離れた場所に建設する ● 汚水は垂れ流しにせず、適切に処理する 	建設キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 燃料や潤滑油による水質汚染 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設作業員の宿舎は、水場近くに設置しない ● 維持管理が容易な汚水処理タンクの設置、あるいは汲み取り式タンクを設置し、汚水を垂れ流しにしない 	建設キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設工事で発生する埃や粉塵が井戸に悪影響 	<ul style="list-style-type: none"> ● 井戸に蓋を取り付け、粉塵が井戸水を汚染することを防止 	道路脇の井戸	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設工事で発生する埃や粉塵が井戸に悪影響 	<ul style="list-style-type: none"> ● 車輛や重機の給油は、燃料漏れが起きないように定められた場所で、定められた手順で適切に行う ● 燃料の保管は、水場や排水溝から離れた場所で行う。 ● 給油、燃料保管ともに、農地の近隣は避ける。また、油や石油製品は規則に従って廃棄し、現地環境に影響が出ないように配慮する。 ● 不要な残土が発生しないようにすると共に、再利用可能な廃棄物は、アスファルト素材等として可能な限り再利用する。 	建設工事現場、労働者キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
C9	騒音・振動 ■ 車両やアスファルトプラントからの騒音	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事には、CPCB の基準を満たす車両や機材のみを使用する ● 使用していないときはエンジンを止める ● 教会や学校などの近くで作業を行う際には作業時間や日程などに十分配慮する ● 定期的に騒音モニタリングを実施し、騒音基準を超える場合は防音壁の設置などの対策をとる 	建設工事現場、プラント	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ 発破作業の騒音	<ul style="list-style-type: none"> ● 発破作業は法に定める手続きに則って実施する ● 近隣集落の住民には事前に周知する ● 作業員は耳栓を着用し、影響緩和する 	発破作業を行う場所全て	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C10	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の舗装やカルバートなどは、可能な限り再利用する ● 廃棄する場合は、現地の定められた処分場で処分する ● 残土は、土捨て場へ運ぶ 	土捨て場、廃棄物処分場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	■ 建設キャンプの解体	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設作業終了時には、全ての建物を解体し、廃棄物や排水が現地の環境に悪影響を及ぼさないよう配慮する 	建設キャンプ	建設作業終了時	Contractor and Supervision Consultant	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
生活環境						
C11	土地利用	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設工事による焼畑や生計活動への影響を最小限にするよう、工事のスケジュールを設定する。また、工事による土砂や排水が農地に流入しないよう配慮する。 	建設現場（特に農地近傍）	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C12	地域資源利用	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事で水を利用する場合は、近隣村落の水需要を逼迫しないよう配慮する ● 建設作業員の宿舎についても同様 	建設現場および作業キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C13	社会インフラ・社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事による住民の生計（農地へのアクセス等）への影響が最小限となるよう、工事日程や時間に配慮する ● 病院や学校へのアクセスが阻害されないよう配慮する。 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
		<ul style="list-style-type: none"> ● 交通渋滞を緩和するための計画を事前に策定し、エンジニアに提出する ● 必要に応じて、迂回路や歩道を設置する。また計画について、住民に周知する。 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C14	地域経済と生活・生計	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事による住民の生計（農地へのアクセス等）への影響が最小限となるよう、工事日程や時間に配慮する ● 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C15	被害と便益の偏在	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事による住民の生計（農地へのアクセス等）への影響が最小限となるよう、工事日程や時間に配慮する 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C16	宗教施設	<ul style="list-style-type: none"> ● 宗教行事、特に日曜日の礼拝に影響が出ないように注意する 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C17	配慮を要する施設	<ul style="list-style-type: none"> ● 病院や学校へのアクセスが阻害されないよう配慮する。 ● 行事等に合わせて、工事スケジュールや時間に配慮する 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C18	貧困層	<ul style="list-style-type: none"> ● 生計回復策の実施 	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府
C19	少数民族・先住民	<ul style="list-style-type: none"> ● 生計回復策の実施 	被影響住民	工事開始前～	州政府	州政府

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
C20	ジェンダー <ul style="list-style-type: none"> 性的暴力やハラスメント 	<ul style="list-style-type: none"> 女性が参加しやすい作業へ、女性を優先的に割り当て 建設キャンプでは男性と女性の宿泊所を分ける 既存の慣習や社会制度への配慮 	建設現場および作業キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C21	子どもの権利	<ul style="list-style-type: none"> 児童労働の禁止の徹底 	建設現場および作業キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C22	公衆衛生 <ul style="list-style-type: none"> 放置された採石場に水がたまり、マラリアを媒介する蚊等の発生源となる HIV/AIDS, 性感染症 	<ul style="list-style-type: none"> 利用が終わった採石場は埋め戻し、植林する 	採石場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
		<ul style="list-style-type: none"> 建設工事従事者、トラック運転手等に、HIV/AIDS のリスクを説明したパンフレットを配布する等の施策により、注意喚起、啓蒙活動を行う。 	建設現場および作業キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
C23	労働安全衛生 <ul style="list-style-type: none"> 水の汚染による健康被害 建設工事中の事故や罹患 建設キャンプの衛生 	<ul style="list-style-type: none"> 基準を満たす飲料水を建設現場に常備し、水由来の疾患を予防する 作業現場やキャンプのトイレには汚水処理タンクの設置、あるいは汲み取り式タンクの設置し、衛生環境に配慮する 建設キャンプには常備薬を備え付ける 	建設キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
		<ul style="list-style-type: none"> 作業中は、手袋やゴーグルなどの防具を適切に使用する 	建設現場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
		<ul style="list-style-type: none"> 建設キャンプの衛生状況には十分に配慮する 生活排水が健康被害や水質汚染を引き起こさないよう、適切な排水施設を用意する ゴミ箱を各所に設置し、ポイ捨てを防止する 軽い疾患や怪我などの手当を受けられる仕組みを用意する 	建設キャンプ	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 鉛害 	<ul style="list-style-type: none"> ● 18歳未満、また女性は、鉛を含む素材を扱う作業を行わない ● スプレー噴霧などを行う際には、マスクを装着する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
その他						
C24	事故 <ul style="list-style-type: none"> ■ 建設工事中の交通事故 	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業開始前に、歩行者の通行路などを確保し、標識などを設置する ● 特に集落内および周辺での工事では、渋滞緩和、事故防止のための対策を事前に策定し、道路の閉鎖等について住民に周知する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設作業中の事故 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事故防止のために十分な予防措置をとり、また作業員の訓練、教育を行う ● 作業員は、手袋などの防具を着用して作業を行う。またこれらが適切に利用されているか監督する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 感電リスク 	<ul style="list-style-type: none"> ● 感電リスクのある機材を使用する際には適切な事故予防策をとる。 ● 標識などを設置し、危険について通行人や近隣の住民に周知する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 危険物の取り扱い 	<ul style="list-style-type: none"> ● 危険物を扱う作業を行う作業員には、事前にリスクについて十分に説明し、防具を着用して作業を行う ● 除草剤や化学薬品を使用する際は、使用マニュアルを厳格に順守する。また使用前に必要な許認可を取得し、住民にも周知する 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 爆発物 	<ul style="list-style-type: none"> ● 契約にそう定めない限り、またエンジニアからの許可がない限り、爆発物は使用しない ● 使用の際は、関係機関からの許可を取得するとともに、近隣集落の住民に周知する 	爆発物を使用する現場	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
	■ 応急処置	<ul style="list-style-type: none"> ● 応急処置キットを全ての現場に常備する。 ● 応急処置のやり方について作業員に説明、訓練する 	建設現場、キャンプ	建設工事中	Contractor	PIU
	■ 交通安全	<ul style="list-style-type: none"> ● 標識や横断歩道の設置など、歩行者の安全確保のため十分な予防策を講じる。またその内容について事前にエンジニアの承認を得る ● また工事の内容やその影響について住民に説明し、注意を促す 	集落近隣	建設工事中	Contractor	Engineer
C25	気候変動	<ul style="list-style-type: none"> ● 植林の実施 	森林局の指定の場所	工事前～	NGO, Contractor and Supervision Consultant	Forest Dept.

出典: 調査団

表 8.7-3 環境管理計画（供用後）

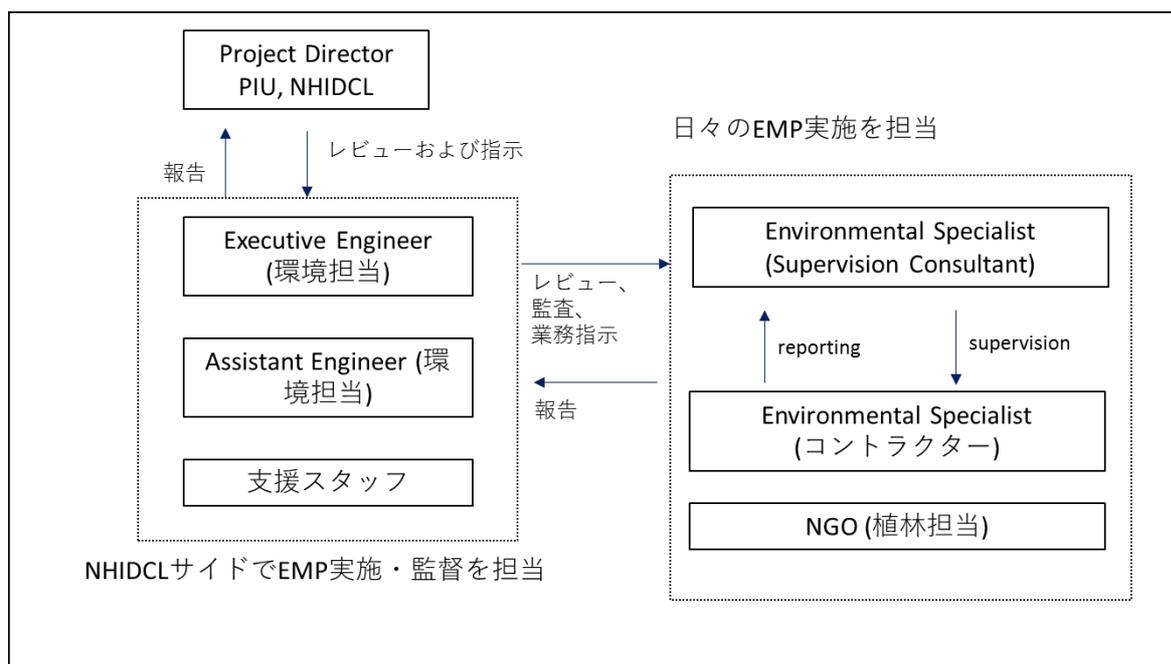
Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
自然環境						
O1	土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な斜面保護により、長期的に安定した道路を建設。また斜面緑化により侵食を防止 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
O2	水文・水象	<ul style="list-style-type: none"> ● カルバートのアウトレットには、処理水による法面浸食を抑えるため、水衝部対策として Gabion 及び Apron concrete 等の対策をする 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
O3	生態系・森林	<ul style="list-style-type: none"> ● 植林後、3年間モニタリングを行い、苗木の成長を確認するとともに、必要に応じて追加的な植林やフェンスの設置などを行う ● 生態系のモニタリングを行い、事業前のベースラインとの変化を確認する ● 州環境局等を通じ、近郊の保護区の状況を定期的に収集し、バイパスによる間接的な影響の有無を確認する 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, NGO	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
		る。				
O4	自然災害	<ul style="list-style-type: none"> 適切な斜面保護により、長期的に安定した道路を建設。また斜面緑化により侵食を防止 	対象区間全域	建設工事中	Contractor and Supervision Consultant	PIU
生活環境						
O5	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを実施 SPBC 他関連機関と交通量や大気汚染にかかる情報を共有し、対策について協議する 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, SPCB	PIU
O6	水質 ■ 道路からの排水による水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> 水場周辺には沈泥フェンス、油トラップなどを設置 水質のモニタリングを実施 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, SPCB	PIU
	■ 事故による土壌や水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> 事故が起きた際の対策マニュアルを策定 モニタリングを実施 	モニタリング計画に準じる	供用後早期に、州、地区レベルで計画を策定	PIU, SPCB, Local Government Bodies	PIU
O7	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 道路沿いのガソリンスタンドや洗車場等の適切なメンテナンス実施 事故等による燃料や油漏れのモニタリング 	対象区間全域	供用後早期に、州、地区レベルで計画を策定	PIU, SPCB, Local Government Bodies	PIU
O8	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを実施 必要に応じて、防音壁などを設置 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, SPCB	PIU
O9	廃棄物 ■ 危険物を伴う事故	<ul style="list-style-type: none"> 有害廃棄物（管理・処理）規則（1989年）に則って処理す 	対象区間全域	供用後早期に、マニュアルを作成	PIU	PIU
社会環境						
O10	宗教施設	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを実施（特に騒音・振動） 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, SPCB	PIU
O11	配慮を要する施設	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングを実施（特に騒音・振動） 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, SPCB	PIU
O12	公衆衛生	<ul style="list-style-type: none"> HIV/AIDS や感染症への意喚起、啓蒙活動を行う。 	対象区域	建設工事中～	PIU/NGO	PIU

Sl. No	項目	緩和策	場所	期間	責任者	
					実施	監督
O13	労働安全衛生 (メンテナンス作業員の安全・衛生)	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事中の対策に準じる 	対象区域	建設工事中～	PIU	PIU
その他						
O14	事故	<ul style="list-style-type: none"> ● 集落内での速度制限などを導入 ● 無秩序な開発により渋滞や事故が増えないよう、村落や地区へ申し入れる 	対象区間全域	供用後	PIU, Local Government Bodies	PIU
O15	気候変動	<ul style="list-style-type: none"> ● 植林のモニタリング 	モニタリング計画に準じる	モニタリング計画に準じる	PIU, NGO	PIU

出典: 調査団

EMP の実施体制を以下に示す。



出典:: 調査団

図 8.7-1 EMP 実施体制

8.8 モニタリング計画

環境管理計画が適切に実施されているかを確認するために、定期的なモニタリングを実施する。モニタリングは、緩和策の効果を評価し、また追加的な施策が必要であるかを判断するために必要である。モニタリングの種類は、目視から様々なパラメータの測定まで様々であるが、その概要を以下の表に示す。

本報告書作成時点における、モニタリング計画ならびに EMP 実施スケジュールは以下の通りである。事業全体の実施スケジュール計画については、7章1節を参照のこと。

- 1) 工事前: 2017年～
- 2) 工事中: 2019年～2022年6月
- 3) 供用後: 2022年～ (実施機関によるモニタリングは、供用後から3年間)

表 8.8-1 環境モニタリング計画

Sl. No	項目	事業の段階	パラメータ	内容	基準	場所	頻度	費用	責任者	
									実施者	監督
M1	大気質	建設中	SPM, RSMP, SO ₂ , NO _x , CO, HC	<ul style="list-style-type: none"> Dust sampler to be located 50m from the plant in the downwind direction. Use method specified by CPCB for analysis 	Air (P&CP) Rules, CPCB, 1994	アスファルトプラント設置地点	年二回、三年間 (連続 24 時間)	Rs.6,000 (一回のモニタリング毎、以下同)	Contractor through approved monitoring agency	PIU
M2		建設中	SPM, RSPM	<ul style="list-style-type: none"> Dust sampler to be located 50m from the earthworks site downwind direction. Follow CPCD method for analysis 	Air (P&CP) Rules, CPCB, 1994	建設現場	年二回、三年間 (連続 24 時間)	Rs.6,000	Contractor through approved monitoring agency	PIU
M3		供用後	SPM, RSMP, SO ₂ , NO _x , CO, HC	<ul style="list-style-type: none"> Use method specified by CPCB for analysis 	Air (P&CP) Rules, CPCB, 1994	EIA 調査での調査地点	年二回、一年間 (連続 24 時間)	Rs.6,000	PIU	PIU
M4	水質	建設中	pH, BOD, COD, TDS, TSS, DO, Oil & Grease and Pb	<ul style="list-style-type: none"> Sample collected from source and analyze as per Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 	Water quality standards by CPCB	EIA 調査での調査地点	年二回、三年間	Rs.6,000	Contractor through approved monitoring agency	PIU
M5		供用後	pH, BOD, COD, TDS, TSS, DO, Oil & Grease and Pb	<ul style="list-style-type: none"> Grab sample collected from source and analyze as per Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 	Water quality standards by CPCB	EIA 調査での調査地点	年二回、一年間	Rs.6,000	PIU	PIU
M6		供用後	排水溝や水場の状況	<ul style="list-style-type: none"> Choked drains, water bodies undergoing siltation and subject to debris disposal should be monitored under cleaning operations 	To the satisfaction of the engineer (PWD)	全域	モンスーン後	Rs.6,000	PIU	PIU
M7	土壌汚染	建設中	燃料、油漏れ	<ul style="list-style-type: none"> 現地調査による目視 	N/A	全域	事故発生時	工事費に含む	Contractor through approved monitoring agency	PIU
		供用後	燃料、油漏れ	<ul style="list-style-type: none"> 現地調査による目視 	N/A	全域	事故発生時、道路メンテナンス実施時	工事費に含む	PIU	PIU

Sl. No	項目	事業の段階	パラメータ	内容	基準	場所	頻度	費用	責任者	
									実施者	監督
M8	騒音、振動	建設中	騒音レベル (dB (A))	● Free field at 1m from the equipment whose noise levels are being determined	Noise standards by CPCB	建設現場	三ヶ月ごと、最大、三年間	Rs.5,000	Contractor through approved monitoring agency	PIU
		供用後	騒音レベル (dB (A))	● Equivalent Noise levels using an integrated noise level meter kept at a distance of 15 m from edge of Pavement	Noise standards by CPCB	EIAの報告書に示す場所他、最大15箇所	年二回、一年間	Rs.5,000	PIU	PIU
M9	土壌侵食	建設中	沿道の水路や水場の濁度、沈泥	● 現地調査による目視	As specified by the engineer / Water quality standards	河川横断箇所、水場付近	モンスーン前後、三年間	工事費に含む	Contractor	PIU
M10		供用後	沿道の水路や水場の濁度、沈泥	● 現地調査による目視	As specified by the engineer / Water quality standards	エンジニアの指示に準じる	モンスーン前後、一年間		PIU	PIU
M11	廃棄物 (労働者キャンプ)	建設中	資材保管エリア、排水施設、衛生状態のモニタリング	● 現地調査による目視	To the satisfaction of the engineer and Water quality standards	資材置き場、建設キャンプ	建設工事中、各期	工事費に含む	PIU	PIU
			キャンプからの廃棄物の管理	● 処分場での処理状況の確認	To the satisfaction of the engineer and Water quality standards	建設キャンプ、廃棄物処理場	建設工事中、各期		PIU	SPCB, UDPA
M12	植林	建設中および供用後	植生の生育状況	● 植生の生育状況を6ヶ月、12ヶ月、18ヶ月ごとに確認		全域	植林後、最低三年間	Rs.300/苗木	NGO, PIU	PIU
M13	動植物相	建設中および供用後	生態系の状況	● 事業前のベースラインとの比較 ● 近郊の保護区の情報の定期的な収集	TORに準じる	TORに準じる	年二回、三年間	Rs.80,000 / 調査	PIU	PIU

出典: 調査団

8.9 環境社会配慮にかかる住民協議

8.9.1 第一回住民協議

2016年2月に、スコーピング段階での住民協議を下記の要領で実施した。

表 8.9-1 第1回住民協議のスケジュールおよび参加者

バイパス	日時	参加者数		
		男性	女性	合計
BP1	2016年2月26日	30	10	40
BP2	2016年2月24日	14	1	15
BP3	2016年2月23日	68	14	82
BP4	2016年2月22日	39	6	45
総計		151	31	182

出典:: 調査団

第一回目の協議では、バイパス事業の概要を説明すると共に、バイパスの検討は、前年の住民協議でのコメント（住民移転を避けるため、住宅密集地ではバイパスが望ましい）を受けてのものであることが説明された。また、前年の本線拡幅事業の準備調査で実施した EIA の概要を説明し、また、環境影響評価の実施手法や予想される環境社会影響、また事業の各段階で実施される緩和策等を説明した。

第一回の協議での主なコメントは以下の通り。

表 8.9-2 第1回住民協議における主要な意見と回答

主要なコメント	回答
<ul style="list-style-type: none"> ● 残土は適切に処理して欲しい。過去の事業では、建設事業者が残土を斜面に垂れ流しているケースが多く、農地に被害が出ている（共通）。 ● （候補地域に希少種は存在しているか） バイパス建設候補地域には希少な植物は無く、また希少な動物種を視認したことはない（共通）。 ● （文化遺産や史跡、墓地などがあるか） 建設予定地域には、文化遺産や史跡、墓地などの配慮を要するものはない（BP3, 4）。 ● バイパス建設により、水汲み場及び水汲み場へのアクセスに影響が出るので、配慮して欲しい（BP1, 2） ● バイパス予定地は墓地に近い。墓地に影響が出ないよう配慮して欲しい（BP1） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業で発生する残土量を概算し、必要な土捨て場を確保し、土捨て場からの土砂流出等がないよう、適切な対策を講じる。土捨て場候補地については、7月の住民協議で説明する。 ● また、各村落で残土を利用するニーズがある場合は、残土を提供する用意がある。 ● 承知した。今後、ベースライン調査および関係機関等への聞き取りを通じて動植物相の確認を行い、適切な配慮を行う。
<ul style="list-style-type: none"> ● 概略線形が作成された後、7月の住民協議にて改めて確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事期間中および供用後の水汲み場へのアクセス確保について配慮する。
<ul style="list-style-type: none"> ● 墓地の位置について現地踏査で確認済み。墓地および墓地へのアクセスが阻害されない形でバイパスの線形を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業への支持に感謝する。今後も、住民協議等を通じて適切に情報公開を行い、事業にかかる情報を周知していく。
<p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本事業は地域のインフラ事業を改善するものであり、住民はこれを支持する（共通）。 	

出典:: 調査団

8.9.2 第二回住民協議

州の行政上、一つの村落とされていても、複数の Village Council が存在する場合がある。第一回目の住民協議での要望を踏まえ、第二回の協議は、住民がより参加しやすく、また議論しやすい場を提供するため、各 VC で実施した。また、バイパス 2 については、3 度実施した公式協議に参加できなかった住民を対象として、7 月 23 日および 25 日に、追加の説明会を開催し、それぞれ 12 人、17 人が参加した。第二回目の住民協議の日程と参加者数を以下に示す。

また、住民協議の準備にあたっては、現地の女性支援 NGO (MHIP) に聞き取りを行い、日中家事や農作業で忙しい女性でも参加しやすい早朝や夕方以降の時間帯に協議を設定するなどの配慮を行い、女性の参加を促した。また、女性のみを対象としたワークショップ開催の必要性についても聞き取りを行ったが、現地には女性の参加や発言を圧迫するような慣習がないことから不要と判断した。結果的に女性の参加率は低いものの、現地では、「1 世帯から一人行けば十分であり、夫が出るのであれば私は行かない」という声が多数であった。

表 8.9-3 第 2 回住民協議のスケジュールおよび参加者

バイパス	日時	対象 VC	参加者		
			男性	女性	合計
BP1	2016 年 7 月 12 日	Chhiathlang VC,	45	16	61
BP2	2016 年 7 月 11 日	New Serchhip 'North' and 'South'	51	15	66
	2016 年 7 月 11 日	New Serchhip, 'P&E'	21	5	26
	2016 年 7 月 12 日	New Serchhip, 'Thianga' VC VII, VC II, 'Court'	13	13	26
BP2 合計			85	33	118
BP3	2016 年 7 月 8 日	Peniel VC	42	7	49
	2016 年 7 月 9 日	Hnathiel N 1	28	7	35
	2016 年 7 月 13 日	Hnathiel N 2, 'Court'	13	3	16
BP3 合計			83	17	100
BP4	2016 年 7 月 6 日	Lawngtlai VC, College Veng	8	2	10
	2016 年 7 月 7 日	Lawngtlai VC, Chanmary	13	2	15
BP4 合計			21	4	25
総計			234	70	304

出典:: 調査団

第二回目の住民協議では、乾季・雨季のデータを含む環境影響評価の内容の説明、特に緩和策や実施体制について説明を行った。協議における主要な意見や懸念、またそれらに対する回答を以下に示す。全ての協議で、参加者からは事業に対する期待感と賛意が示された。

表 8.9-4 第 2 回住民協議主要な意見と回答

主な懸念/コメント	回答
<p>総論</p> <ul style="list-style-type: none"> バイパスは歓迎だが、家屋や作業小屋の新築や増築の計画に影響するため、ルートは早期に確定して欲しい。(共通) VC から、ルート案の植生を刈れば、地域住民にもルートの位置が分かりやすくて良いのではないかと提案。(BP2) <p>環境社会影響</p> <ul style="list-style-type: none"> 残土の処理方法が懸念事項である。EIA や EMP に書いてあることが実施されず、残土を適当に斜面に投げ捨てるような事業も過去にあった。EMP の実施を担保するような仕組みが欲しい(共通)。 	<ul style="list-style-type: none"> 協議では、衛星画像を元に暫定のルート案を説明すると共に、最終のルート案が確定次第、情報共有されることも説明。 森林および植生の伐採は、森林伐採の許可を取得してから実施される。また、森林伐採の影響を相殺するため、植林も実施される。 EMP の実施に加え、内外のモニタリングが実施される。適切でないやり方で残土が処理されているような事例があれば、モニタリングを通じて特定し、対応策を講じる。 また、各村落で残土を利用(整地等)する意

主な懸念/コメント	回答
<ul style="list-style-type: none"> バイパス建設により斜面の地すべりリスクが増すのではないか。また、農地がバイパスで分断された場合の影響はどうか（共通）。 ルートに近い墓地への影響は（BP1） 	<p>図があれば、歓迎することを説明。</p> <ul style="list-style-type: none"> バイパスのルートは、農地への影響を最小化するように設定される。排水溝、水路の確保等、バイパスに隣接する農地での土壌浸食リスクの対策も実施される。 適切な斜面对策が実施されるので、事業実施後は地すべりリスクは低下する。 バイパスルートは墓地を避けるように設定された、墓地への直接の影響はない。工事のスケジュールについても、墓地の利用に影響が出ないように配慮する。時に工事を避けて欲しい日時があれば、事前に連絡して欲しい。

出典:: 調査団

8.10 用地取得および非自発的住民移転

8.10.1 用地取得および住民移転の必要性および規模

最大限、住居や墓地等を避けるデザインとしたものの、バイパス建設および土捨て場の確保のため、4箇所合計46haの用地取得が必要となる。また、既存のコミュニティ道路を活用してバイパスを建設する箇所では、小規模の住民移転が発生する。住民移転の規模を特定するため、2016年2月16日～3月1日、また7月6日～23日に、センサス調査を行った。バイパスが国道54号線と合流する接続部分以外の山間部については、現地に詳細かつ更新された土地台帳がなく、事前に地権者を特定することが困難であったため、バイパスの概略設計案が出来たところで、二回目の住民協議に合わせ各Village Councilの代表者や近隣住民に聞き取りを行い、バイパスルートに農地や私有地を持つ地権者を特定、調査を行った。世銀のOP.4.12では、カットオフデイトは通常センサス調査が開始された日とされる。本調査においても、調査開始となる2月16日に、各Village Councilに告知を行い、また調査の過程において、同日を暫定的にカットオフデイトとして扱う旨、口頭でも説明を行った。一方、調査開始後に成立したミゾラム州用地取得法においては、州政府がSocial Impact Assessment (SIA)を実施し、州政府が用地取得にかかるPreliminary Notificationを発布した後に、改めてセンサス調査を実施することが定められている。同法には、カットオフデイトにかかる定義はないが、州法上の手続きにより、Preliminary Notificationの発布後に実施されるセンサス開始日が、正式なカットオフデイトとなる可能性がある。

下表に示すとおり、農地などが用地取得の対象となる世帯を含めた被影響世帯の総数は、257世帯である。特に、BP1では、19世帯(131人)の移転が発生し、BP2では、一世帯(2人)の移転が発生する。移転対象20世帯のうち、BP2の二世帯は、住居兼店舗(ティーショップ)が移転となる。この他、農地の作業小屋が数軒、移転対象となる可能性があるが、住民移転は発生しない(概略設計の段階では、山間部の小屋が移転対象かどうかを特定するのは困難であり、また作業小屋については道路のROWからセットバックすることで対応可能と考えられる)

山間部では正確な土地台帳が存在しないことから、下表の数字はVillage Councilおよび地域住民との協議で把握した暫定の数字である。各バイパスの被影響世帯数を以下に示す。

表 8.10-1 被影響世帯および人数

バイパス	移転対象世帯 (人数)	移転世帯を除く 被影響世帯数 (人数)	被影響世帯総数 (人数)
BP1: Chhiahtlang	19 (131)	30 (172)	49 (303)
BP2: Serchhip	1 (2)	119 (698)	120 (700)
BP3: Hnathial	0	77 (410)	77 (410)
BP4: Lawngtlai	0	11 (72)	11 (72)
合計	20 (133)	237 (1352)	257 (1485)

出典：調査団

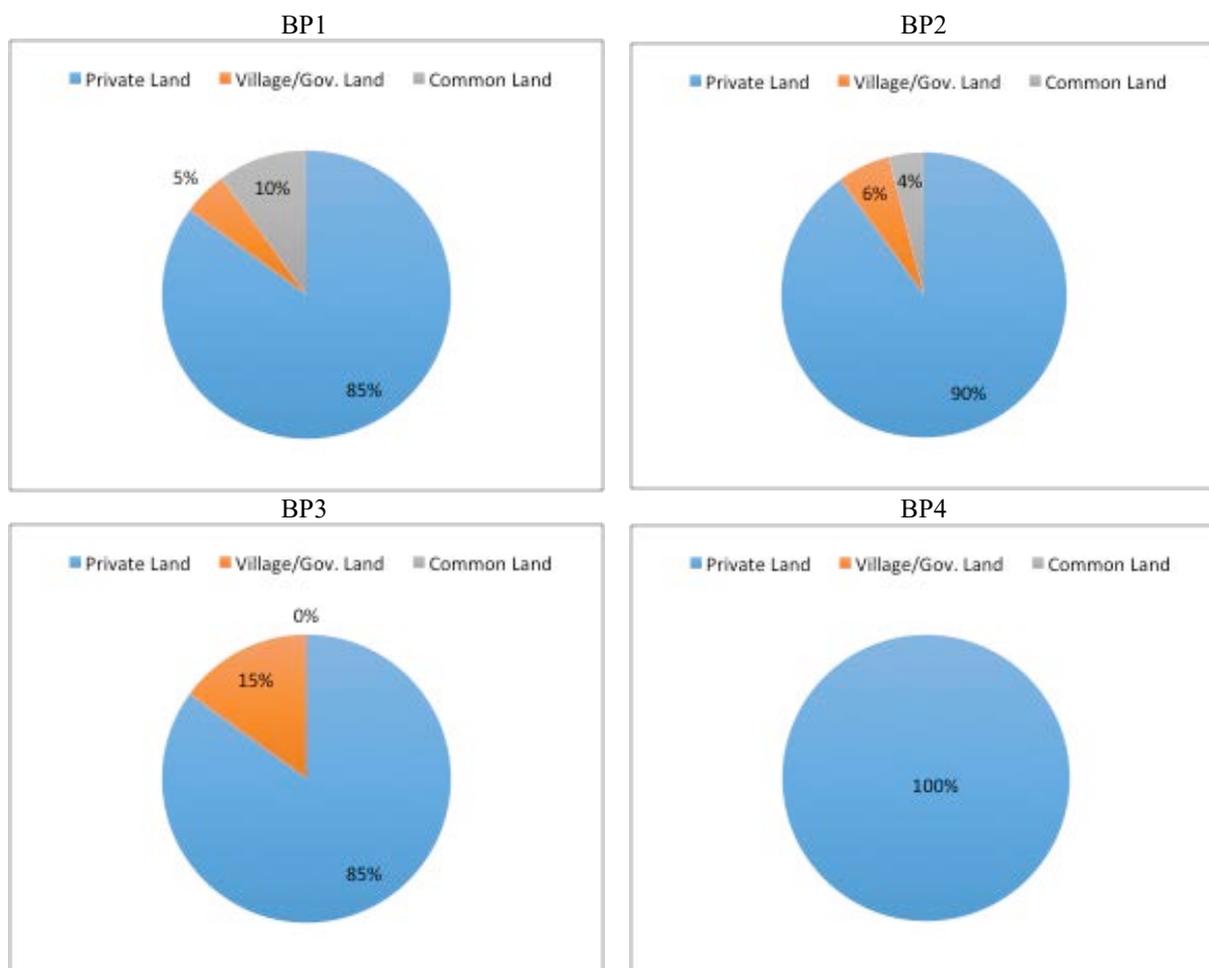
以下に、被影響世帯の土地所有・利用形態を示す（ミゾラム州における土地所有・利用形態については、本章 8.2.3 を参照）。公式な書類を持たない被影響世帯が若干数いるものの、殆どが LSC や、Village Pass、Periodic Patta などの、土地の所有ないし利用を認める書類を所持している（Village Pass については、8.9.3 の記述も参照）。

表 8.10-2 被影響世帯の土地所有形態

バイパス	LSC	Periodic Patta	Garden Pass	Village Council Pass	Other	No document/ Answer
BP1 (49 世帯)	15	2	0	20	6	6
BP2 (120 世帯)	23	8	2	82	3	2
BP3 (77 世帯)	25	12	14	14	6	6
BP4 (11 世帯)	11	0	0	0	0	0
計 (257 世帯)	74	22	16	116	15	14

出典：調査団

上記の通り、LSC を持ち土地を私有して農業・林業を行う世帯よりも、州政府ないしは各村落が所有する土地の割り当てを受け（Periodic Patta、Garden pass、Village Pass）、その土地で焼畑や林業を行っているケースが多い。ただし、後者も長年に渡って割り当てを受けていることから、慣習的に「私有地」と解釈されているため、厳密には村落/政府所有の土地であっても、「私有地」とみなされている土地の割合が多い。以下に、書面上ではなく、住民からの聞き取りに基づく土地所有形態を示す。



出典：調査団

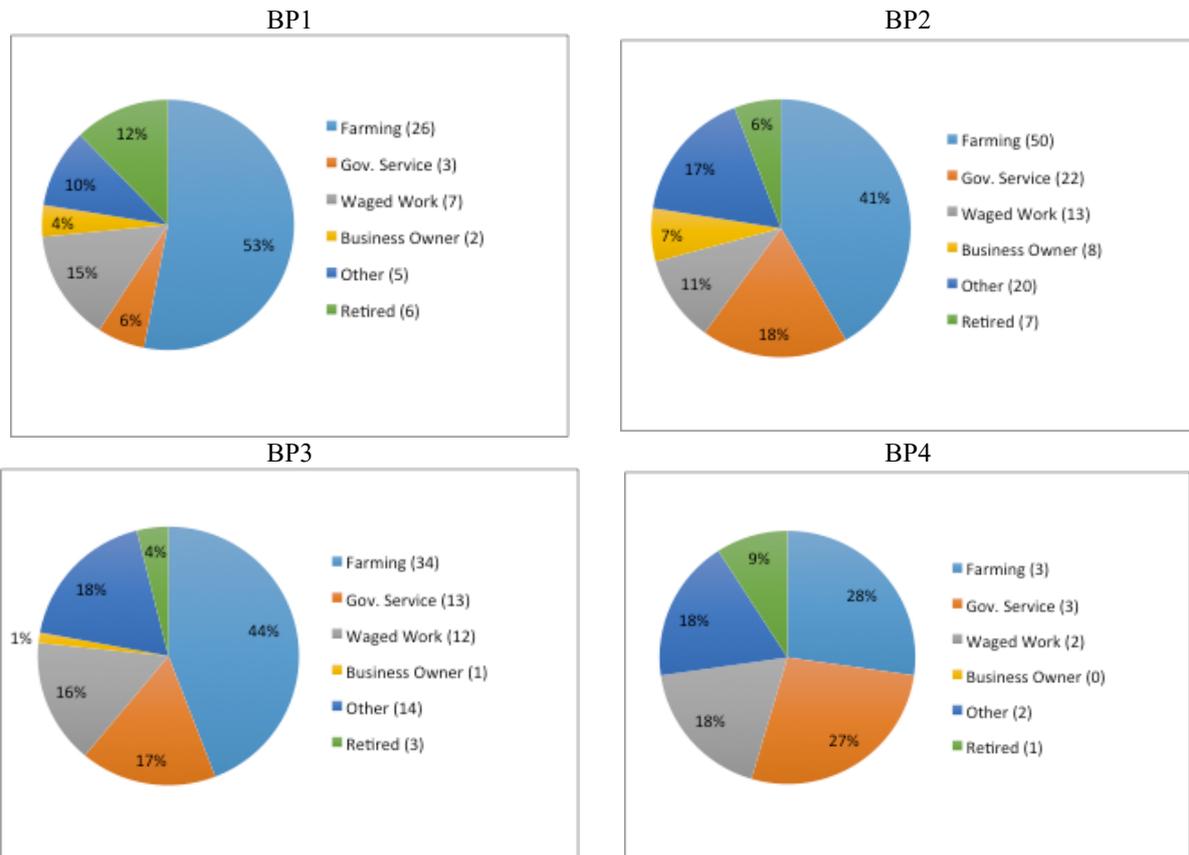
図 8.10-1 バイパス地域の土地所有形態

8.10.2 被影響世帯の概要

被影響世帯のほぼ全てがミゾ族である。257世帯中、ミゾ族でないのはBP2の4世帯（アッサム）であり、また彼らは住民移転の対象ではない。ミゾ族の中でも細かい差異はあるものの、アッサムの4世帯を含め、被影響世帯全員がミゾ語の読み書きが可能であり、社会調査の実施および住民協議での意思疎通に困難が生じることはなかった。またほとんどの世帯の世帯主は、少なくとも初等教育（～Class VIII）は終了している。一部の高齢者世帯では、初等教育を途中でドロップした世帯主がいるが、教育を受けた家族と一緒に生活している場合が殆どであり、社会調査の質問票を読めない、理解できない、という事例はなかった。また、被影響世帯の2割は英語も堪能であり、それ以外の世帯も、基本的な英会話は可能である。

ミゾラム州の人口の9割以上がキリスト教徒であり、被影響世帯257世帯全てがキリスト教徒であった。中でも長老派の信徒が多い。

各バイパスの被影響世帯の主要な収入源を以下に示す。農業が最も多く、政府・公共機関での雇用が次いで多い。

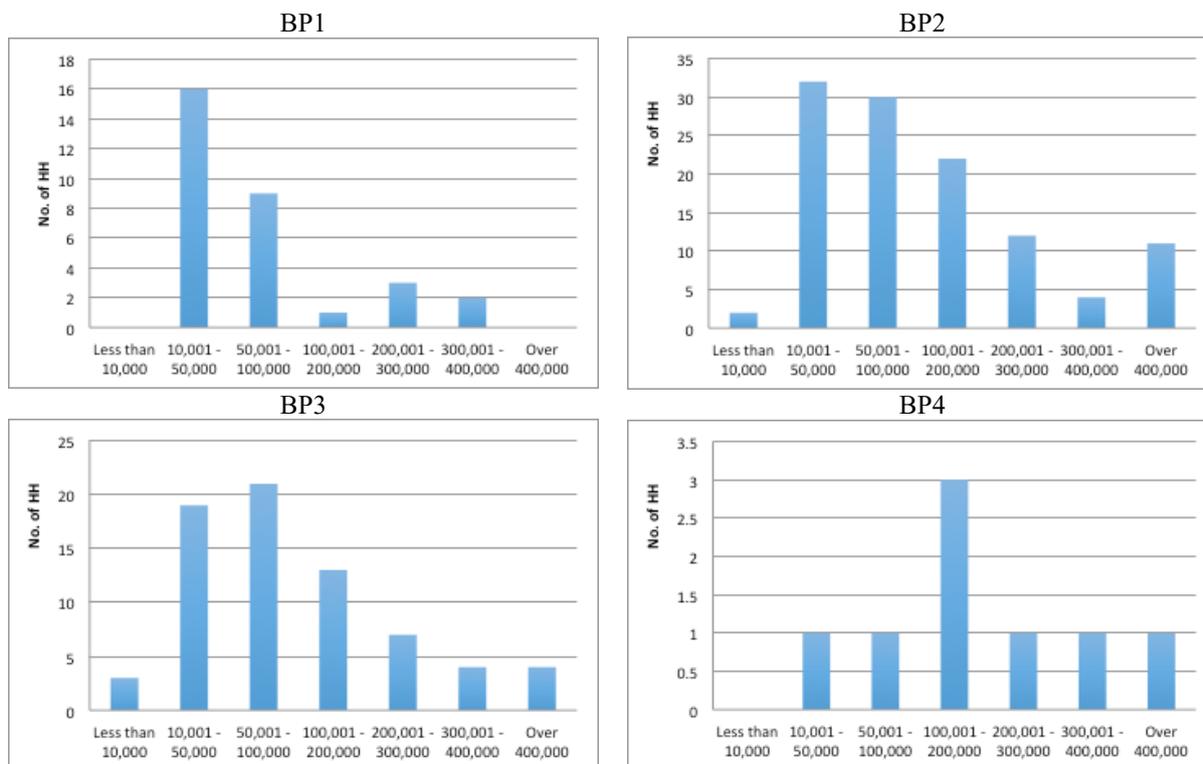


注釈: その他は、運転手や大工など
出典：調査団

図 8.10-2 被影響世帯の主要収入源

被影響世帯の年間収入を以下に示す。ミゾラム州の平均収入は、一人当たり Rs. 50,000 強であり、これと比較すると被影響世帯の収入は低い。これはバイパス区間が避ける都市部、特に州都 Aizawl の非農業人口が州平均を押し上げていることが理由である。

被影響世帯の最低年収および最高年収は、それぞれ Rs.4,000、Rs.1,250,000 である。なお、257 世帯中 34 世帯は、調査の中で世帯収入を明らかにしなかった。



出典：調査団

図 8.10-3 被影響世帯の年間収入

2014年に改定されたインドの貧困ラインは、農村部で年間 Rs.11,664、都市部で年間 Rs.16,884 である。これは個人あたりの数字であるが、世帯収入を回答した 223 世帯のうち、収入が貧困ラインに満たない世帯は 81 世帯であった（一方、自身が貧困層だと思うかという設問に対しては、73 世帯がそう考えると回答している）。なお、食料を自給あるいは交換で手に入れている農業従事世帯については、現金収入の低さが、必ずしも生活苦と結びついているとは限らないことに注意が必要である。

表 8.10-3 社会的弱者

Bypass	HH with disabled member	HH with orphan	Eldery with no immediate support member	HH with Widow	Women headed HH	Below Poverty Line ¹	Total ²
BP1	8	4	2	7	5	16	22
BP2	10	8	0	16	14	42	60
BP3	3	3	0	8	5	22	30
BP4	0	0	0	2	1	1	2
Total	21	15	2	33	25	81	114

注: 1. 母数は、収入を回答した 223 世帯。2. 同一世帯が複数のカテゴリーに該当する場合があるため、各列の合計と総数は一致しない。

出典: ベースライン調査

8.10.3 事業実施地域の土地利用現況

地域住民からの聞き取り調査、現地調査、また衛星写真の分析を通じて、バイパス建設予定地域の土地利用の現況を把握した。バイパスごとに若干の違いはあるものの、森林および焼畑農地が大半となっている。土地利用パターンの面積比を以下に示す。

表 8.10-4 土地利用区分 (ha.)

Bypass	森林	プランテーション	農業(焼畑)	その他 (宅地等)	合計 (ha)
BP1	2.4 (79%)	0.6 (18%)	0.06 (2%)	0.03 (1%)	3.09
BP2	1.9 (15%)	6.3 (45%)	5.6 (40%)	0.15 (0.1%)	13.95
BP3	3.2 (38%)	2.5 (30%)	1.25 (15%)	1.4 (10%)	8.35
BP4	1.65 (65%)	0.88 (35%)	0	0	2.53
Total	9.15	10.28	6.91	1.58	27.92

注: 1. 土捨て場 (約 20ha 弱) の場所は確定していないため、上記の面積には含まれないが、全体の傾向として、土捨て場候補地の土地利用の割合は、各バイパスの土地利用比率と概ね同様である。

出典: ベースライン調査

8.10.4 作物への影響

上記の土地利用区分のうち、森林は将来の焼畑農地あるいはプランテーション用地という位置づけであるが、現時点では、燃料用の薪や野草の収穫などに利用されているのみである。

焼き畑で行われている農業は、バナナや唐辛子、ナスやトマト等の野菜、豆類が主であるが、焼畑ではローテーションを行うため、同じ場所で同じ作物を長期間栽培することはない。また、一定期間焼畑を続けた後は、上述の林地などを新たに焼畑農地として活用し、既存の焼畑は休閑地となる (そのまま、森林として数年間放置されるパターンが多い)。竹やチーク材のプランテーションについても同様に、同じ場所で長期間、栽培が継続される例は少ない。作物補償に際しては、土地の引渡し時点でその土地で栽培している作物の市場価格での補償を行うが、毎年異なる場所の割り当てを受け、移動しながら焼畑を行っていく特性から、現時点のベースラインは、用地取得 (土地引渡し) 実施の土地利用状況とは異なる。このため、作物補償については、詳細設計を実施し、土捨て場を含む用地取得対象となる土地が確定した段階において、再度現地調査を行い、その時点の土地利用状況に応じて、補償を行う必要がある。

8.11 エンタイトルメントマトリックス

JICAガイドラインの原則に基づき、また予想される影響に基づいて、エンタイトルメントマトリックスを作成した。同マトリックスは、影響の種類や規模、また影響を受けるグループごとに、受けられる補償や支援の種類を整理したものであり、補償および支援の実施の前提となるものである。

表 8.11-1 エンタイトルメントマトリックス

影響の対象	被影響者	エンタイトルメント	詳細
固定資産			
土地	LSC	LSC 所有者	再取得価格での補償 a) Collector が市場価格を算定し、Solatium 等の追加補償を上乗せすることで、再取得価格での補償を行う (住民からは、land-for-land の補償の要望は出ていない)
	Periodic Patta, Village Pass (利用許可)	Periodic Patta, Village Pass 等の所有者	再取得価格での補償、ないしは同等の土地の割り当て a) Collector が市場価格を算定し、Solatium 等の追加補償を上乗せすることで、世帯に対して再取得価格での補償を行う、もしくは b) Village Council に対して再取得価格での補償を行った後に、Village Council から世帯に対して、同等の土地での Patta あるいは Pass の割り当て (住民は、直接の金銭補償を希望)
構造物 (家屋、商店、農作業小屋)	家屋、商店	家屋・商店の所有者	再取得価格での補償 a) 建設資材や建設にかかる費用 (作業員の雇用等)、新規に住居を登録する税金や手数料を含めた、再取得価格での補償 b) 構造物の撤去に二ヶ月の事前通知 c) 部分的に影響をうける構造物にそのまま居住する場合は、補修費として構造物の再取得価格の 25%を支払う
	農作業小屋	作業小屋の所有者	移設費用、ないしは再取得価格での補償 a) 事業により影響を受けるのが農地の一部のみで、引き続き農業が継続できる場合には、作業小屋を移設するための費用 b) 農地が全て影響を受ける場合は、再取得価格での補償
公共物	水汲み場	利用住民	アクセスの維持・回復 a) 設備の移設、もしくは代替手段の提供
生計手段の喪失			
農作物	作物	農作業従事者	市場価格での補償 a) 作物の収穫のため、土地の明け渡し 4ヶ月前に通知する。事前の通知が出来ない場合は、一年分の市場価格を上乗せして補償を行う b) 作物単価は、ミゾラム州の Scheduke Rate を参照するが、最新版 (No.K.12011/10/2007-REV) は 2013 年のため、支払いを行う時点までのインフレ率を考慮
労働者 (ドライバー等)	賃金、給与	雇用労働者	収入補償 a) 事業実施によって失われた収入、就業機会に対する補償 (3ヶ月間の賃金相当額の提供) a) 職業の変更を余儀なくされる場合には、職業訓練手当での提供 b) 建設事業で生じる雇用機会の優先的提供
ビジネスオーナー (Tea Shop 経営等)	事業所得	経営者	収入補償 a) 事業実施によって失われた収入、収益機会に対する補償 b) 事業の継続が困難な場合には、職業訓練手当での提供 c) 建設事業で生じる雇用機会の優先的提供

影響の対象	被影響者	エンタイトルメント	詳細
<i>移転にかかる支援</i>			
住居/店舗	家屋所有者	移転支援	a) 移転手当として Rs. 50,000/- b) 新居での電気や水道の設置費用として Rs. 7,500/- c) 移転により、遠方に通勤、通学せざるを得なくなる PAP に対する支援
<i>社会的弱者</i>			
社会的弱者	貧困層、女性世帯主の世帯、孤児・寡婦世帯	支援	a) 追加的な支援として、Rs. 25,000/- b) 公共サービスへの優先的アクセス (8.11 で説明する市場スペースの優先的提供等) c) 建設事業で生じる雇用機会の優先的提供 (特に、女性や高齢者でも出来る作業の優先的割り当て)

出典: 調査団

8.12 生計回復

ベースライン調査では、被影響住民の主要な生計手段はや焼畑農業および賃金労働であることが確認された。また、道路網の改善によって生じる経済機会から最大限に裨益する十分な技能や能力がない住民も多い。RAPの基本原則の一つは、被影響世帯の生計が、事業実施前と比べて改善、あるいは少なくとも同等水準を維持することであり、そのためには、住民が実際に活用できる生計回復支援を実施する必要がある。

生計回復支援はミゾラム州政府によって実施されるが、その策定にあたっては、JICA ガイドラインおよび世銀のセーフガードポリシーを満たす内容とし、また被影響住民と十分な協議を行い、彼らのニーズが反映された計画とすることが重要であるが、現時点での施策候補は以下の通りである。

プランテーション拡大支援

バイパス建設予定地では、小規模な果樹や植木のプランテーションがある。国道 54 号線近郊のプランテーション規模の拡大の阻害要因の一つに、苗木の数や品質が限られていることがあるが、良質の苗木を提供することで、プランテーションの生産性、収益性の向上に寄与することができる。

公共の市場スペース

バイパス事業および本線の拡幅事業に伴う道路網の改善により、域内および地域外との物やサービスの移動が活発化することが予想される。農作物や商品を販売する住民にとっては、大きな経済機会が生じるが、一方で、住民移転により国道に近い、利便性の高い土地から離れることで、ビジネスに負の影響が発生する世帯も多いと考えられる。こうした問題への対策として、沿道、特にバイパスと国道 54 号線本線が合流するエリアの公共市場スペースを改善、あるいは新規に用意し、住民が共同で利用できるようにすることで、道路網の改善による商業機会をより多くの住民が活用できるようにすることが考えられる。

空きスペースでの養鶏

多くの世帯で、裏庭などの空きスペースで鶏を飼育しているが、商業規模で実施している世帯は非常に少ない。これを商業化するための支援があれば、養鶏を通じた生計回復が可能となる。

8.13 用地取得および住民移転の実施体制

インド国の法的枠組みに則り、本事業における用地取得および住民移転、生計回復計画の実施は、ミゾラム州政府によって実施される。一部の district では広範な自治権が認められていることを鑑み、住民移転の実施には、州政府だけでなく、district レベルの政府、Village Council、また慣習的なリーダーも関わることを想定する。NHIDCL がアイゾールに設置した事務所がプロジェクトオフィス (PIU) となり、州や district 政府、村落関係者と緊密に連携し、JICA ガイドラインを満たす形での RAP 実施を担保する。RAP の実施体制を以下に示す。

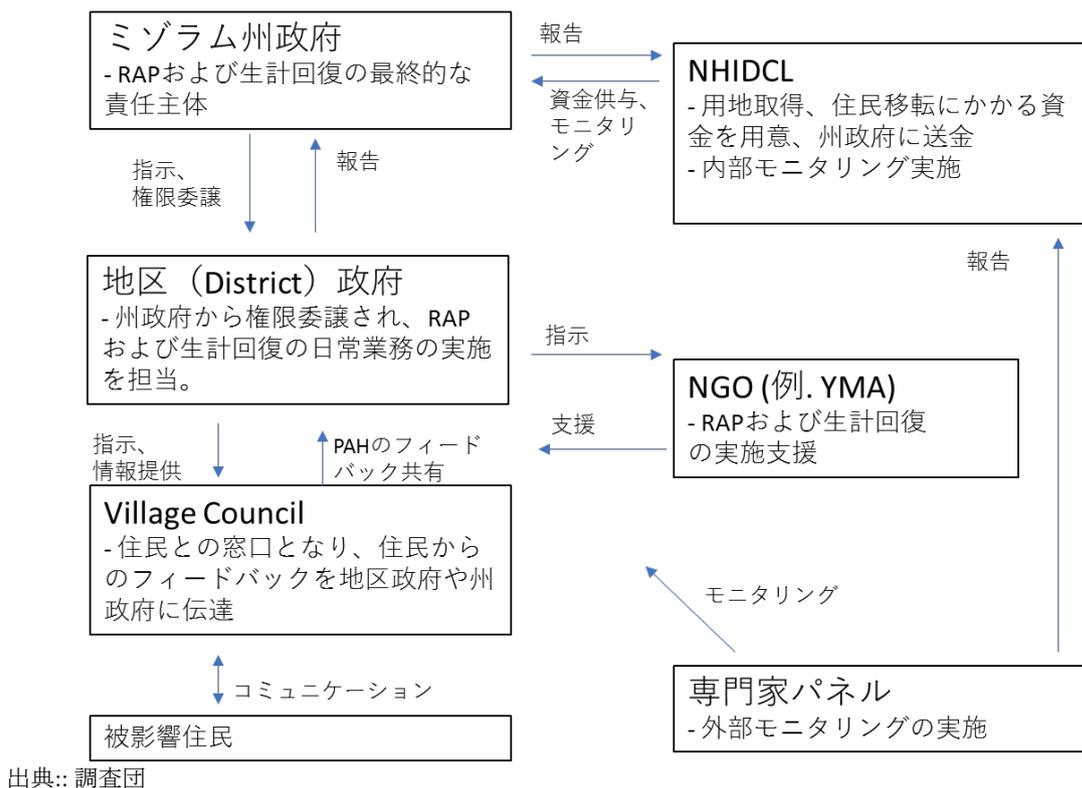


図 8.13-1 住民移転の実施体制

8.14 苦情処理メカニズム

ミゾラム州の用地取得法では、用地取得にかかる異議申し立て手続きは以下のように規定されている。

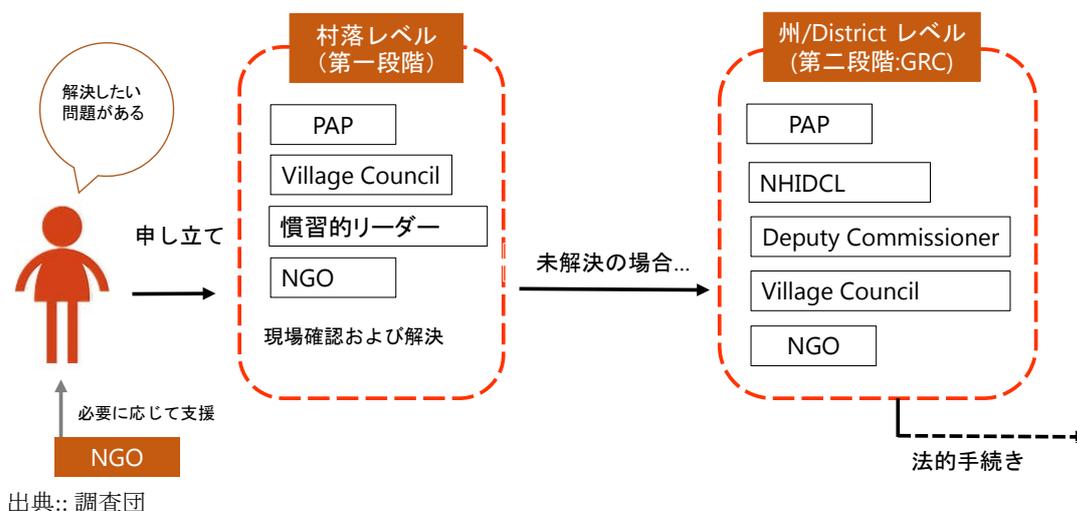
1. 州政府による、**Preliminary Notification** の発布から 60 日以内に、用地取得の妥当性や **Social Impact Assessment** の内容について異議を申し立てることが可能。この申し立ては、**Collector** に対して書面で行うことと定められている (**Article 15**)
2. 州政府は、**Rehabilitation and Resettlement Scheme** 策定の過程で、**Public Hearing** を行う。この時に提出された意見や異議は、まとめて **Collector** に提出される。 (**Article 16 (6)**)
3. 用地取得の **Notice** が出来てから 30 日後～6 ヶ月の間に、補償内容等について異議を **Collector** に異議を申し立てることができる。 (**Article 21 (2)**)
4. また、補償内容の受け入れを拒否する場合は、**Collector** に対して、裁判所の判断を仰ぐように申し立てることができる。

本調査では、**Collector** への異議申し立て手続きの前に、村落レベルでのよりインフォーマルな異議申し立て・解決の枠組みを設置し、資産評価の正確性や社会インフラへのアクセス喪失、構造物や耕作物への被害等の苦情を受け付け、また確認を行うことを想定している。公式な、州レベルでの手続きと、その前より簡便でアクセスしやすいレベルのメカニズムを用意することで、用地取得に関連する苦情が、住民参加型の仕組みにより解決されることを目的とする。村落レベルで解決できない場合には、法律に則り、公的な異議申し立て手続きに移行し、またそこでも解決がなされない場合は、被影響住民は法的手続きに訴えることができる。

また、村落レベルの担当者は、ミゾラムの用地取得法に基づき、住民が **Collector** (すなわち、州/District レベルの **Deputy Commissioner**) に正式な異議申し立てを行う際、レターの作成支援など必要な支援を行う。また、資産評価の正確性や社会インフラへのアクセス喪失、構造物や耕作物への被害等の苦情を受け付け、また確認を行う。確認は、**RAP** 実施機関および **Village**

Council メンバーが、苦情申し立て人の立会いの元に行き、結果は適切に記録される。確認の結果は、苦情の受け取りから 7-10 日間以内に行う。これにより、補償金の増額等が行われる場合、その内容は Collector の元に設置される、公式の苦情処理委員会(GRC)で検討、承認する。

公式の苦情処理メカニズムは、RAP 実施機関が現場作業を開始してから一ヶ月以内に設置され、Collector、NHIDCL のプロジェクトディレクター、バイパスが位置する 3district の Deputy Commissioner、Village Council の代表者もしくは代理人、申し立て人、および RAP 実施機関から構成する。書面で提出された苦情は、GRC で検討され、RAP 実施機関を通じて解決策が実行される。RAP 実施機関は、必要に応じて、住民が苦情申し立てを行うのに必要な支援を行う。GRC は、RAP 実施機関中は毎月定例会合を持つが、苦情の数や質に応じて、より頻繁に会合の場を設ける。申し立て人が GRC の決定に不服であれば、法的手続きに則り裁判で主張を訴えることもできる。苦情処理メカニズムの手続きフローを以下に示す。



出典:: 調査団

図 8.14-1 苦情処理メカニズム

8.15 モニタリングおよび評価

インフラ事業においてモニタリングおよび評価は重要な要素であり、特に住民移転が適切に実施されているかを確認するためには不可欠である。モニタリングを通じて、進捗を定期的を確認し、必要に応じて計画に変更を加えることで、住民移転が適切に実施されることを担保する。評価は、生計回復策などの施策が想定された効果を生んだかどうかを精査する作業であり、モニタリングと同様、事業が適切に実施されることを担保する重要な手続きである。RAP 実施にかかるモニタリングおよび評価の概要を以下に示す。

表 8.15-1 実施にかかるモニタリング

活動	頻度	実施者	提出先	内容
RAP 内部モニタリング	各期	PIU	NHIDCL/ 州政府	10-15頁程で、RAPの進捗をまとめる。報告書には、課題や解決案、苦情処理の状況、住民協議の議事録などが含まれる。内部モニタリングフォームは、付録8に添付。
外部モニタリング	半年ごと	専門家 パネル	NHIDCL/ 州政府	25-35 頁程で、RAPおよび生計回復の進捗をまとめる。報告書には、住民移転や生計回復の進捗の他、JICAガイドラインの順守、RAP実施における課題、問題点や解決策が含まれる

活動	頻度	実施者	提出先	内容
終了後の 監査	終了後、 一回	専門家 パネル	NHIDCL/ 州政府	RAP報告書に定めた通りに、またJICAガイドラインに準拠する形で住民移転が完了したことを確認する

出典：調査団

JICA ガイドラインの水準に沿った形でのモニタリングが実施されるよう、外部モニタリングを実施する専門家パネルのリーダーは、世銀や JICA 案件でのモニタリング実施の経験のある専門家が努める。一方、被影響住民の大多数がミゾ族であることを考慮し、ミゾの文化や社会状況に通じた現地の大学や NGO の専門家が参加し、上記 3 名程度の専門家を、現地調査員が支援する形で実施する。外部モニタリングでは、以下の項目について確認を行う。

- ✓ 補償費の支払いは、移転および工事開始前に支払いが行われているか。また、補償費は再取得価格で支払われているか。交渉や支払いの内容が適切に記録されているか。
- ✓ RAP および生計回復実施に投入される人員のスキルや投入量が、作業内容と比べて適切かどうか。
- ✓ RAP および生計回復の実施にあたり、十分な住民協議が実施、継続されているか。
- ✓ 様々に異なる影響に対し、適切な生計回復策が実施されているか。
- ✓ 異議申し立て制度は適切に運用されているか。被影響住民は異議申し立て制度に満足しているか。
- ✓ 被影響住民を対象にサンプル調査を行い、工事前の状況と比べて生計が回復、あるいは改善しているかどうかを確認。
- ✓ 内部モニタリングの内容が適切かどうか。モニタリングの内容が関係機関に共有されているか、また、必要に応じて是正措置がとられているか。

8.16 用地取得にかかる住民協議

8.16.1 第一回住民協議

2016 年 2 月に、各バイパスの所在地で実施された第一回目の住民協議の日程と参加者数を以下に示す。

表 8.16-1 第 1 回住民協議のスケジュールおよび参加者

バイパス	日時	参加者数		
		男性	女性	合計
BP1	2016 年 2 月 26 日	30	10	40
BP2	2016 年 2 月 24 日	14	1	15
BP3	2016 年 2 月 23 日	68	14	82
BP4	2016 年 2 月 22 日	39	6	45
総計		151	31	182

出典：調査団

第一回目の協議では、バイパス事業の概要を説明すると共に、バイパスの検討は、前年の住民協議でのコメント（住民移転を避けるため、住宅密集地ではバイパスが望ましい）を受けてのものであることが説明された。また、2 月から実施した社会調査の概要についての説明を行い、住民の協力を要請した。第一回の協議での主なコメントは以下の通り。

表 8.16-2 第 1 回目の住民協議における主要な意見と回答

主なコメント	回答
<p>総論</p> <ul style="list-style-type: none"> • バイパスは歓迎だが、家屋や作業小屋の新 	<ul style="list-style-type: none"> • 協議では、DPR 案のルートを示すと共に、概略設計が出来次第、改めて住民協議の場を設

主なコメント	回答
築や増築の計画に影響するため、ルートは早期に確定して欲しい。(BP1, 2, 3, 4) ・ 事業の早期実現に協力する。社会調査の実施についても了承。実施にあたり、不在者がでないよう。事前に Village Council に連絡して欲しい。(BP1, 2, 3, 4) ・ 次回は、各バイパスで一回の開催ではなく、VC 毎の開催として欲しい。(BP2) <i>用地取得および住民移転</i> ・ 現金での補償を、事業開始前に支払って欲しい。(BP1, 2, 3, 4) ・ 過去のプロジェクトでは、補償額が適切でなく、また支払いの遅れや未払いといったケースもあった(BP4)。	けることを説明。 ・ 準備調査への協力に感謝。社会調査の日程については、随時 Village Council と共有する。 ・ より細かく意見を吸い上げるため、第二回協議では各 VC での住民協議実施を検討する。 ・ JICA ガイドラインに則り、再取得価格での補償が、工事開始前に支払われる。 ・ 現地法および JICA ガイドラインに則り事業を実施し、コンプライアンス違反のないように努める。

出典:: 調査団

8.16.2 第二回住民協議

州の行政上、一つの村落とされていても、複数の Village Council が存在する場合がある。第一回目の住民協議での要望を踏まえ、第二回の協議は、住民がより参加しやすく、また議論しやすい場を提供するため、各 VC で実施した。また、第一回目の協議時には特定できなかったバイパスルート上の地権者・土地利用者を特定するため、Village Council に事前にルート案を共有し、関係者を広く招待すると共に、EIA にかかる住民協議と同時開催することで、参加者の負担軽減を図った。また、バイパス 2 については、3 度実施した公式協議に参加できなかった住民を対象として、7 月 23 日および 25 日に、追加の説明会を開催し、それぞれ 12 人、17 人が参加した。第二回目の住民協議の日程と参加者数を以下に示す。

表 8.16-3 第 2 回住民協議のスケジュールおよび参加者

バイパス	日時	対象 VC	参加者		
			男性	女性	合計
BP1	2016 年 7 月 12 日	Chhiathlang VC,	45	16	61
BP2	2016 年 7 月 11 日	New Serchhip 'North' and 'South'	51	15	66
	2016 年 7 月 11 日	New Serchhip, 'P&E'	21	5	26
	2016 年 7 月 12 日	New Serchhip, 'Thianga' VC VII, VC II, 'Court'	13	13	26
BP2 合計			85	33	118
BP3	2016 年 7 月 8 日	Peniel VC	42	7	49
	2016 年 7 月 9 日	Hnathiel N 1	28	7	35
	2016 年 7 月 13 日	Hnathiel N 2, 'Court'	13	3	16
BP3 合計			83	17	100
BP4	2016 年 7 月 6 日	Lawngtlai VC, College Veng	8	2	10
	2016 年 7 月 7 日	Lawngtlai VC, Chanmary	13	2	15
BP4 合計			21	4	25
総計			234	70	304

出典：調査団

また、住民協議の準備にあたっては、現地の女性支援 NGO (MHIP) に聞き取りを行い、日中家事や農作業で忙しい女性でも参加しやすい早朝や夕方以降の時間帯に協議を設定するなどの配慮を行い、女性の参加を促した。また、女性のみを対象としたワークショップ開催の必要性についても聞き取りを行ったが、現地には女性の参加や発言を圧迫するような慣習がないことから不要と判断した。結果的に女性の参加率は低いものの、現地では、「1 世帯から一人行けば十分であり、夫が出るのであれば私は行かない」という声が多数であった。

第二回目の住民協議では、社会調査の結果を報告すると共に、RAP 案の内容の説明、特に用地取得に係る今後の手続きや、補償内容、苦情申し立て制度等についての説明がなされた。協議における主要な意見や懸念、またそれらに対する回答を以下に示す。全ての協議で、参加者からは事業に対する期待感と賛意が示された。

表 8.16-4 第 2 回目の住民協議主要な意見と回答

主な懸念/コメント	回答
<p><i>総論</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • バイパスは歓迎だが、家屋や作業小屋の新築や増築の計画に影響するため、ルートは早期に確定して欲しい (BP1, 2, 3, 4)。 • VC から、ルート案の植生を刈れば、地域住民にもルートの位置が分かりやすくて良いのではないかと提案。 <p><i>用地取得および住民移転</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 現金での補償を、事業開始前に支払って欲しい。過去のプロジェクトでは、補償額がフェアで無かったことがある。公正な補償が支払われることを望む (BP1, 2, 3, 4) • 補償額だけの問題ではなく、支払いの遅れる、あるいは未払いのままといったケースもあった(BP4) • なぜコミュニティ道路の谷側だけを拡幅するのか。(BP4) • 土地取引を仲介すると謳うブローカーから接触があった。NHIDCL と交渉の窓口になると言っているが、信用してよいか。(BP1, 2, 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • 衛星画像を元に概略設計による暫定のルート案を説明すると共に、最終のルート案が確定次第、情報共有されることも説明。また、用地取得に先立ち、ミゾラム州政府により社会影響評価が実施されるが、最終線形はその結果も踏まえて決定される。 • 森林および植生の伐採は、森林伐採の許可を取得してから実施される。また、森林伐採の影響を相殺するため、植林も実施される。 • JICA ガイドラインに則り、再取得価格での補償が、工事開始前に支払われる。 • 暫定ルート案は、技術的な側面、残土量、また移転規模等を総合的に判断して決定された。 • 仲介業者を利用することはない。用地取得については、NHIDCL/ミゾラム州政府の担当者のみと話をして欲しい。何か疑問があれば、District の担当官にコンタクトして確認して欲しい。

出典:: 調査団

第9章 結論と提言

9.1 本事業が北東州地域の開発および道路ネットワークへ与える影響

- 1) 国道 54 号バイパス事業について、2016 年現在の交通状況を考慮しながら DPR 調査内容のレビューをおこない本事業の必要性を検討した。その結果、本事業は国道 54 号の一部として道路の接続性を改善することで、SARDP-NE で掲げる開発目標を達成できることを確認することができた。また NH54 は Kaladan マルチモーダルコリドー事業との接続性があることも確認できた。このように、NH54 は本地域において道路ネットワークのみならず他の交通システムとの連携が期待される事業である。
- 2) 交通計画、事業費および経済分析を検討した結果、国道 54 号本線改良事業と国道 54 号バイパス 4 箇所を含むケースとしての EIRR 値は 10.96%と算出された。

9.2 事業内容の妥当性確認

- 1) DPR の概略設計についてレビューをおこなった結果、道路線形設計について環境への影響や災害対策が十分に考慮されていないことが確認された。そこで JICA 調査団は、環境への影響や災害対策の考慮、例えば土工バランスを考慮した線形や斜面对策工、捨土の有効活用として平らな土地を整備する造成などを考慮した設計を提案した。
- 2) DPR の概略設計は地形測量調査と地質調査を実施していないため精度が低く、本調査の概略設計では設計精度を向上させるため地形測量調査と地形測量を実施した。
- 3) 調査団は 2015 年の SOR とインドで一般的でない先進の斜面对策工の単価を収集し、概算プロジェクトコストを算出した。
- 4) JICA 調査団は NHIDCL の意向等を踏まえ工事および事業実施工程を提案した。
- 5) 調査団は NHIDC の組織、年間予算、既存道路の維持の調査を行った。調査結果として、NHIDCL は組織的機能をはじめ、考慮された NHIDCL の維持管理システムが確認された。そのため、調査団は道路の防災の重要性を考慮した維持管理を行う組織を提案した。
- 6) 調査団は、EIA のレビューを行い、自然環境および社会環境配慮についての確認をおこなうとともに、水質、空気、騒音振動などの現状、また設計図面を基に現地調査を行い PAPs を特定し、ドラフト RAP 作成のために PAPs へのインタビュー調査を行った。ドラフト EIA と RAP は JICA 環境社会配慮ガイドラインに準拠した。今後、事業実施中における RAP 作業の円滑な実施をおこなうために、精度の高い RAP 図面を準備することが重要である。

9.3 提言

- 1) 国道 54 号本線改良事業と国道 54 号バイパス事業の事業実施期間は重複するため、国道 54 号バイパス事業のコンサルタントとコントラクターの調達には事業位置の地理的な関係を考慮して効率化を考慮することが望ましい。

