

5. ロードキル防止技術の適用性

5.1 ケーススタディの目的

ロードキル防止技術に対する個々の研究成果は前述したとおりであるが、この技術を実際の現場のフィールドで適用する場合、その活用方法について、具体化して考えることが難しいケースもあるであろう。

そこで、実際のロードキル防止技術の適用方法について、ケーススタディを用いた適用方法を以下に示したい。

使用したケーススタディでは、すでに供用されている「任意の自動車専用道路」を想定して行った。

なお、新設の道路におけるケーススタディについては、「2. 動物の生態調査について」の箇所、動物の生態調査結果の活用方法を参照していただきたい。

5.2 ケーススタディにおけるロードキル防止技術の適用性

1) ロードキル発生位置・状況の解析

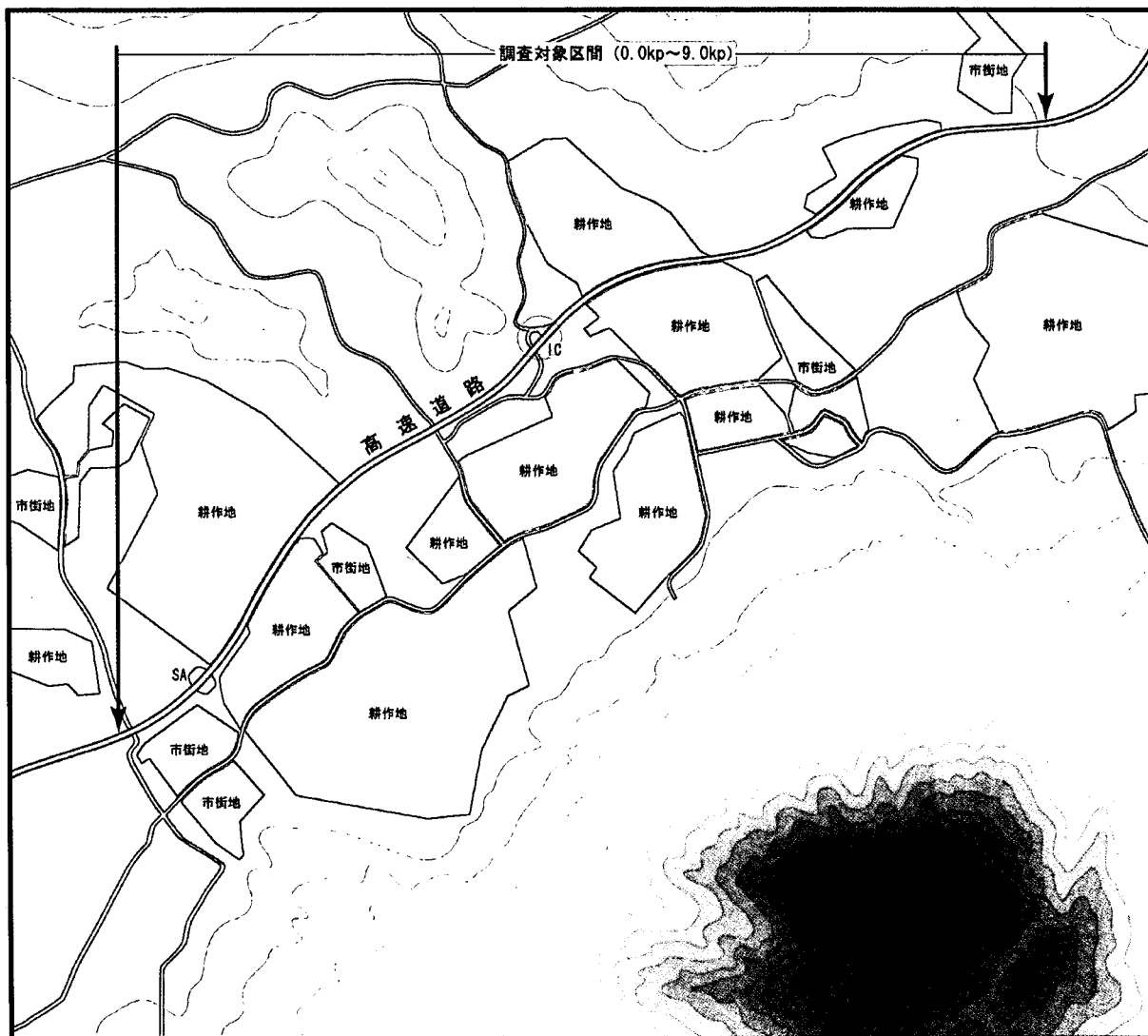
「現代日本生物誌3 フクロウとタヌキ*⁸」の中で、タヌキのロードキルの発生頻度と周辺の環境との関係について、道路の切土部の長さ、樹林被度、集落被度及び無フェンス部の長さと言った環境要素が、正の相関関係にあると報告している。

そこで、本ケーススタディでは、ロードキル防止の対象種としてタヌキを選定し、これまでの事例や研究成果から、ロードキル発生原因については、道路構造、周辺の土地利用状況、横断施設の構造・位置、進入防止柵形状等に注目して解析した。

なお、ロードキル発生位置の情報もこれまでの研究成果等から得たものを加工して使用した。

また、ある程度の延長に対する評価を行うため、9km程度の区間を決め、キロポスト(kp ナンバー)を用いて横断施設位置を目安に区分設定し、項目ごとに整理した。(図5.1参照)

図5.1 ケーススタディにおける想定平面図



2) 解析・考察

表 5.1、表 5.2 よりロードキル発生箇所と他の要因との関係を解析し、以下の結果（想定）を得た。

- ①「ロードキル発生箇所」と「周辺土地利用が樹林地である場合」の関係が深いという結果であった。多くのロードキルが発生した環境は、上下線とも「切土－樹林地」の環境で、次に「切土－樹林地」と「盛土－畑地」の組み合わせの環境であった。
- ②近接して民家や集落があるところ（里山環境）でも、ロードキルが発生していた。
- ③横断施設の利用については、オーバブリッジでもボックスカルバートでもタヌキの利用が確認できた。
- ④横断施設間隔が長い箇所（300m より長い区間）については、ロードキルが多く発生していることから、横断施設間隔を短くする必要性も確認できた。
- ⑤ロードキル発生が多い箇所は、進入防止柵の対策が不十分な状況にあることがわかった。ただし、進入防止柵が「金網柵+地形変化に対応した場合」でも、ロードキルが発生していた。後付け的な地形変化への柵補強だけでは不十分であることも含めて、現実には完全な進入防止柵の設置は難しく、タヌキ等の進入を無くすことは不可能と想定できた。
- ⑥道路構造（盛土・切土等）の違いによるロードキル発生の状況では、盛土よりも切土構造でロードキルが多く発生していることが確認できた。

さらに、「ロードキル発生の要因を区間ごとに整理したもの」を、表 5.3 に示す。

表 5.1 ロードキルデータと発生要因項目との関係（その1）

叩きスト (k p)	ロードキル 件数 (年度)	道路構造 (切土・盛土)	進入防止柵状況 (施工年度)
0~0.5	3件 (H12~H13)	盛土	上り線側；有刺柵・金網柵—地形対応なし (施工年不明) 下り線側；有刺柵・金網柵—地形対応なし (施工年不明)
0.5~1.0	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応あり・なし (施工年不明) 下り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (施工年不明)
1.0~1.5	4件 (H12、H14)	切土	上り線側；金網柵—地形対応なし (施工年不明) 下り線側；金網柵—地形対応なし (施工年不明)
1.5~2.0	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応なし (施工年不明) 下り線側；金網柵—地形対応あり・なし (施工年不明)
2.0~2.5	なし	盛土	上側；金網柵—地形対応なし (施工年不明、部分 H10 年施工) 下側；金網柵—地形対応あり・なし (施工不明、部分 H10 施工)
2.5~3.0	4件 (H12~H14)	切土	上側；有刺柵・金網柵—地形対応あり・なし (施工年不明) 下側；金網柵—地形対応あり・なし (施工年不明、部分 H8 施工)
3.0~3.5	5件 (H12~H13)	切土	上側；有刺柵—地形対応なし (施工年不明、部分 H7 年施工) 下側；有刺柵—地形対応なし (施工年不明)
3.5~4.0	4件 (H13)	切土	上り線側；有刺柵・金網柵—地形対応なし (施工年不明) 下り線側；金網柵—地形対応あり (H9 年施工)
4.0~4.5	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応なし (施工年不明) 下り線側；有刺柵—地形対応なし (施工年不明)
4.5~5.0	3件 (H12、H14)	切土・盛土	上り線側；金網柵—地形対応あり・なし (施工年不明) 下り線側；金網柵—地形対応あり (施工年不明) (対応していても隙間あり)
5.0~5.5	2件 (H12)	切土	上り線側；金網柵—地形対応あり (H11 年施工) 下り線側；金網柵—地形対応あり (H11 年施工)
5.5~6.0	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応あり (H11 年施工) 下り線側；金網柵—地形対応あり (H11 年施工)
6.0~6.5	3件 (H12~H13)	盛土	上側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H11 年施工) 下側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H4・H11 年施工)
6.5~7.0	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応あり (H11 年施工) 下り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H11 年施工)
7.0~7.5	4件 (H12~H13)	切土・盛土	上側；有刺柵・金網柵—地形対応あり・なし (H11 年施工) 下側；有刺柵・金網柵—地形対応あり・なし (H11 年施工)
7.5~8.0	なし	盛土	上り線側；金網柵—地形対応あり (H10・H11 年施工) 下り線側；金網柵—地形対応あり (H10・H11 年施工)
8.0~8.5	7件 (H12~H13)	切土・盛土	上り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H10 年施工) 下り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H10 年施工)
8.5~9.0	なし	盛土	上り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H10 年施工) 下り線側；有刺柵・金網柵—地形対応あり (H10 年施工)

注1) ロードキル発生件数の調査年度と進入防止柵状況の施工年度は、因果関係が大きいと思われるため、あえて設定し記載した。

表 5.2 ロードキルデータと発生要因項目との関係 (その 2)

和標(キロ)	ロードキル 件数	横断可能施設	土地利用状況	その他要件 (住居・SA・IC)
0～0.5	3件 (H12～H13)	内容；オーバークリッジ 施設間隔；190m	上線側；樹林・里山 下線側；樹林・里山	下り線側に 住居有り。
0.5～1.0	なし	内容；橋梁下が横断可能 施設間隔；160m	上；耕作地 下；耕作地・部分樹林	
1.0～1.5	4件 (H12、H14)	内容；BOXカルバート（横断水路） 施設間隔；240m	上；耕作地 下；樹林地	
1.5～2.0	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 間隔；350m以下(PA施設)	上；耕作地 下；耕作地	SAの区間
2.0～2.5	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 間隔；150m以下(PA施設)	上；耕作地 下；耕作地	
2.5～3.0	4件 (H12～H14)	内容；BOXカルバート・橋梁下横断 施設間隔；150m・290m	上；樹林地 下；耕作地・部分樹林	
3.0～3.5	5件 (H12～H13)	内容；オーバークリッジ（狭い横断道） 施設間隔；400m	上；樹林地 下；樹林地	
3.5～4.0	4件 (H13)	内容；オーバークリッジ（横断道路） 施設間隔；340m	上；耕作地・部分樹林 下；樹林地	
4.0～4.5	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；210m	上；工場用地・部分樹林 下；樹林地	
4.5～5.0	3件 (H12、H14)	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；670m	上；耕作地・部分樹林 下；樹林・部分耕作地	インターチ ェンジ区間
5.0～5.5	2件 (H12)	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；220m・90m	上；耕作地 下；耕作地	インターチ ェンジ区間
5.5～6.0	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；290m	上；耕作地 下；耕作地	
6.0～6.5	3件 (H12～H13)	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；300m	上；耕作地・連続樹林 下；耕作地・連続樹林	
6.5～7.0	なし	内容；橋梁下が横断可能 施設間隔；120m	上；耕作地 下；耕作地	
7.0～7.5	4件 (H12～H13)	内容；オーバークリッジ（横断道路） BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；300m	上；樹林地 下；住居地域と樹林	近接して住 居あり。
7.5～8.0	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；300m	上；耕作地 下；耕作地	
8.0～8.5	7件 (H12～H13)	内容；オーバークリッジ（狭い横断道 路） 施設間隔；450m、270m	上；樹林・耕作地 下；耕作地・部分樹林	近接住居あり。 森林が耕作地 に変化箇所あ り。
8.5～9.0	なし	内容；BOXカルバート（横断道路） 施設間隔；260m	上；樹林地 下；耕作地と樹林	

注1) 横断施設間隔で、施設間隔が300mより長いに着色した。

注2) 土地利用状況で、樹林地が周辺に広がり・連続性を持って存在する区間は着色した。

表 5.3 各区間のロードキル発生原因予測

距離 (k p)	ロードキル件数	ロードキル発生の主要原因予測
0~0.5	3件 (H12~H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
0.5~1.0	なし	
1.0~1.5	4件 (H12、H14)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
1.5~2.0	なし	
2.0~2.5	なし	
2.5~3.0	4件 (H12~H14)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
3.0~3.5	5件 (H12~H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
3.5~4.0	4件 (H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
4.0~4.5	なし	
4.5~5.0	3件 (H12、H14)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
5.0~5.5	2件 (H12)	①道路による既存生息域の分断
5.5~6.0	なし	
6.0~6.5	3件 (H12~H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
6.5~7.0	なし	
7.0~7.5	4件 (H12~H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
7.5~8.0	なし	
8.0~8.5	7件 (H12~H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い
8.5~9.0	なし	

3) ロードキル防止技術の検討

本調査結果（表 5.1～表 5.2）より、タヌキ等のロードキル発生場所の環境は、樹林地が続く尾根等を削って作られている切土部分で多く発生していることが確認された。

一方、盛土部に設置したパイプカルバートやボックスカルバートでは、タヌキの利用（横断）も確認されており、特に周辺に集落がある里山環境で多く利用されていた。また、タヌキが道路横断施設を利用していた環境は、上下線とも樹林地－樹林地が多く、その構造はオーバブリッジやボックスカルバート、パイプカルバートで大差はなく、タヌキにとっては構造物の違いによる抵抗感が薄いことが判明した。

上記内容から、本ケーススタディにおけるロードキル防止技術を以下に提案する。

<ロードキル防止対策の基本方針（案）>

- ①ロードキル件数および行動頻度が高い、「切土－樹林地」の環境およびその周辺の区間については、既存の進入防止柵が進入可能な状況にあれば、「金網柵＋地形変化に対応した進入防止対策込み」の形式に付け替える。
- ②タヌキ達が無事に道路を横断するために、既存の道路横断施設までの誘導策を検討する。
- ③進入防止柵内に入り込んだ動物には、柵の外へ脱出可能な対応を図る。
- ④横断施設の増設（設置間隔は 300m 以内）を視野に入れた提案を行う。

ただし、現実的な道路管理上の運用を考慮したとき、費用対効果も踏まえ段階的な対策を提案する。

表 5.4 ケーススタディにおけるロードキル防止技術の段階的な運用計画（案）

施設整備の時期	ロードキル防止技術の提案
ステップ1 (1～2年度に実施)	①モニタリングの実施・考察 ②有刺柵を金網柵に変更し、柵と地盤との隙間に金網・トタン板等で進入できないようにする。 【該当区間は別表参照】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は別表参照】 ④誘導策（エコスタック等）を設置する。 【該当区間は別表参照】
ステップ2 (3～4年度に実施)	①モニタリングの実施・考察 ②ロードキルの状況を把握して、進入防止柵の部分補強を実施する。 【該当区間は適宜設定】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は適宜設定】 ④誘導策（エコスタック等）を設置する。 【該当区間は適宜設定】
ステップ3 (3年度以降に適宜実施)	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強を行う。 【該当区間は適宜設定】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は適宜設定】 ④状況によって、横断施設の増設、誘導策を検討する。 【該当区間は別表参照】

なお、上記対策の具体例を表 5.5 に示す。

表 5.5 ケーススタディにおける具体的なロードキル防止技術

知床沖 (k p)	ロードキル件数	ステップ1	ステップ2	ステップ3
0~0.5	3件 (H12~H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
0.5~1.0	なし	①の実施	①の実施	
1.0~1.5	4件 (H12、H14)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
1.5~2.0	なし	①の実施	①の実施	
2.0~2.5	なし	①の実施	①の実施	
2.5~3.0	4件 (H12~H14)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
3.0~3.5	5件 (H12~H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施 ④のみ別途対応
3.5~4.0	4件 (H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
4.0~4.5	なし	①の実施	①の実施	
4.5~5.0	3件 (H12、H14)	①・②・③・④の 実施 特に③・④は重要	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
5.0~5.5	2件 (H12)	②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
5.5~6.0	なし	①の実施	①の実施	
6.0~6.5	3件 (H12~H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
6.5~7.0	なし	①の実施	①の実施	
7.0~7.5	4件 (H12~H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
7.5~8.0	なし	①の実施	①の実施	
8.0~8.5	7件 (H12~H13)	②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②~④は適宜実施	①の実施 ②~④は適宜実施
8.5~9.0	なし	①の実施	①の実施	

< 凡例 >

施設整備の時期	生息域分断防止技術の提案
ステップ1 (1~2年度に実施)	①モニタリングの実施・考察 ②金網柵に変更・地盤との隙間対策 ③脱出可能な柵の設置 ④誘導策 (エコスタック等) の設置
ステップ2 (3~4年度に実施)	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強 ③脱出可能な柵の設置 ④誘導策 (エコスタック等) の設置
ステップ3 (3年度以降に適宜実施)	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強 ③脱出可能な柵の設置 ④横断施設の増設検討・誘導策

なお、上記対策の具体例を図 5.2 に示す。

図 5.2 ロードキル防止技術の具体例

対策②；進入防止柵形状+柵と地盤との隙間対策（ステップ1・2）



■金網で対応した例



■トタン板で対応した例



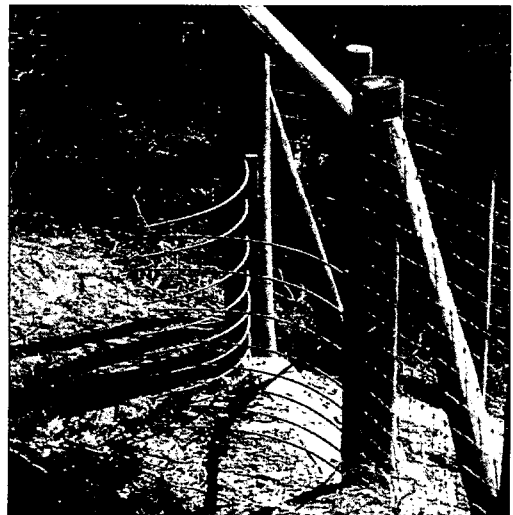
■側溝部の対応例

（以上すべて宮崎自動車道の実績例）

対策③；脱出可能な柵（ステップ1・2）



図II-2 ワンウェイゲート（一方通行の門）ちようどシカが通過しようとしている様子（D.F.Reed氏撮影・提供）

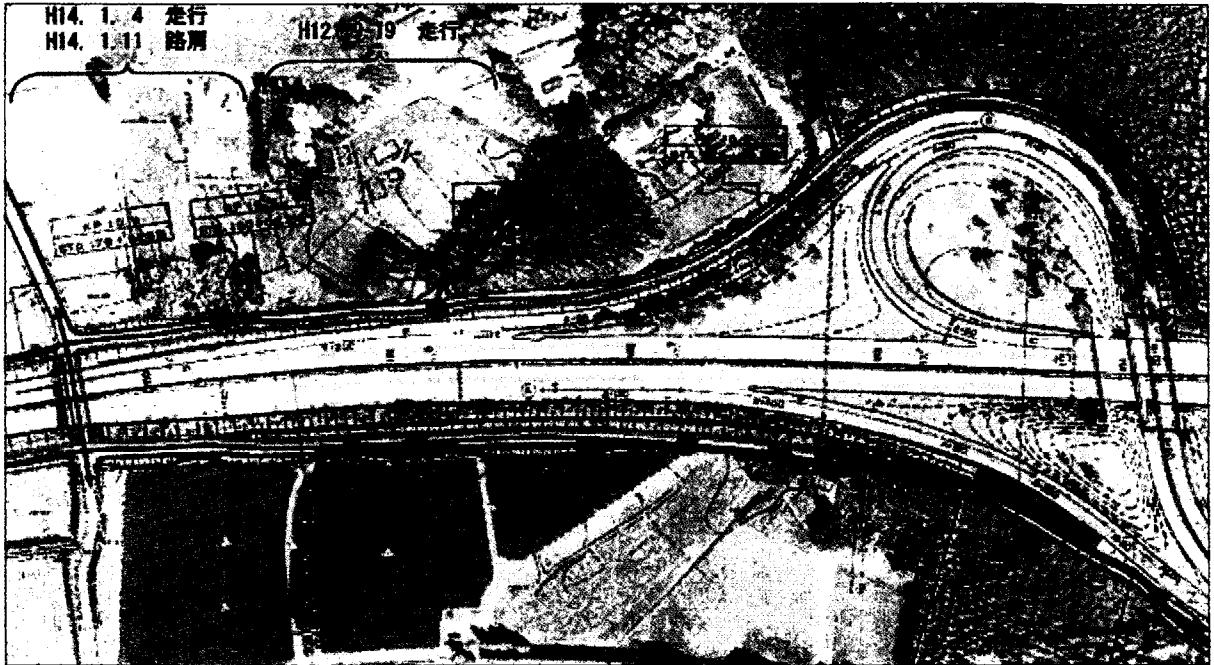


図II-3 改良された一方通行門（D.F.Reed氏撮影・提供）
パンフ国立公園の“パンフ改良型”。

出典；野生動物の交通事故対策（北海道大学図書）

対策④；誘導策（エコスタック等）の設置（ステップ1・2・3）

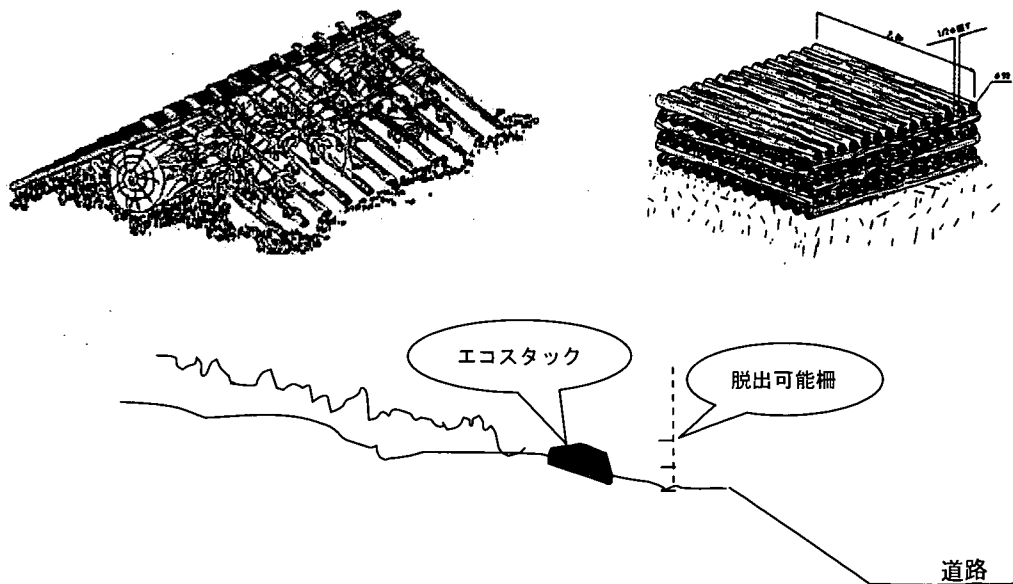
<4.5~5.0kp での対応提案>



●；タヌキ等の脱出柵設置とエコスタックの設置

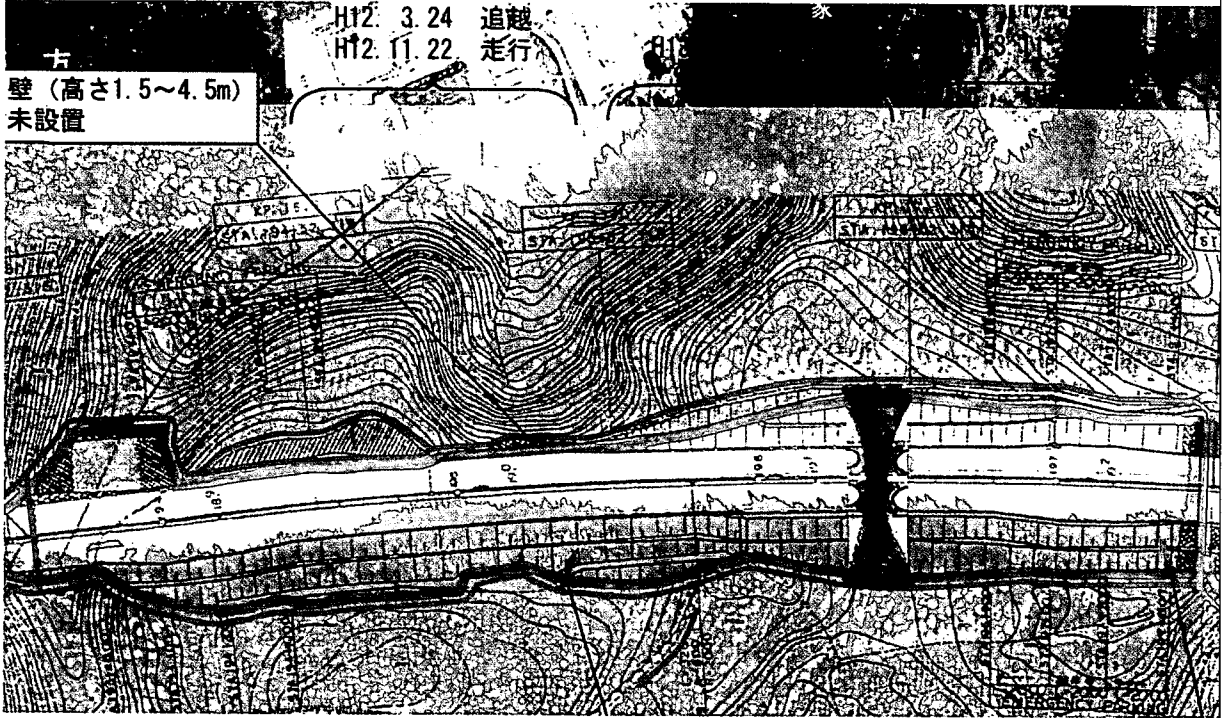
<対策> IC 付近では、嚴重に進入防止柵を設置したため、一度入り込んだタヌキ等が脱出が難しい袋小路になっている。そのため、ロードキルが発生する可能性が高くなるため、タヌキ等の脱出可能な柵を上図に示した。
さらに、脱出口の外側にエコスタック（伐採木や堆肥を積み上げた昆虫類の餌場）を設置し、脱出しやすい状況を作る。

■エコスタック例

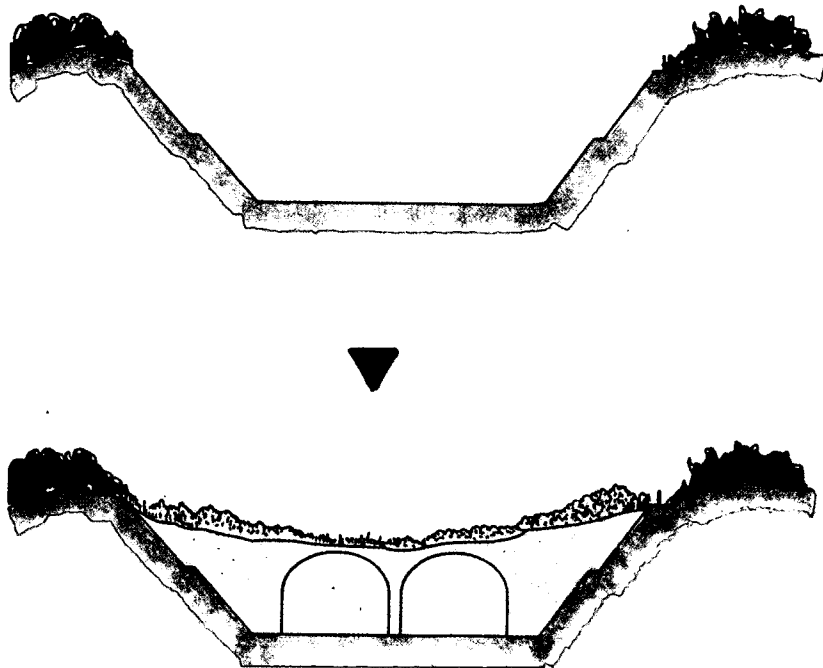


対策④；土構造によるオーバース施設（追加新設；ステップ3）

<3.0~3.5kp での対応提案>



<対策> 上記区間は、良好な森林地帯を道路が横断したことにより、大きな切土が生じ、生息域分断延長は400m程度になっている。そのため、ロードキルの発生が非常に多い。その分断区間を短くするために、土工によるオーバース施設を提案する。（概算工費6千万程度）



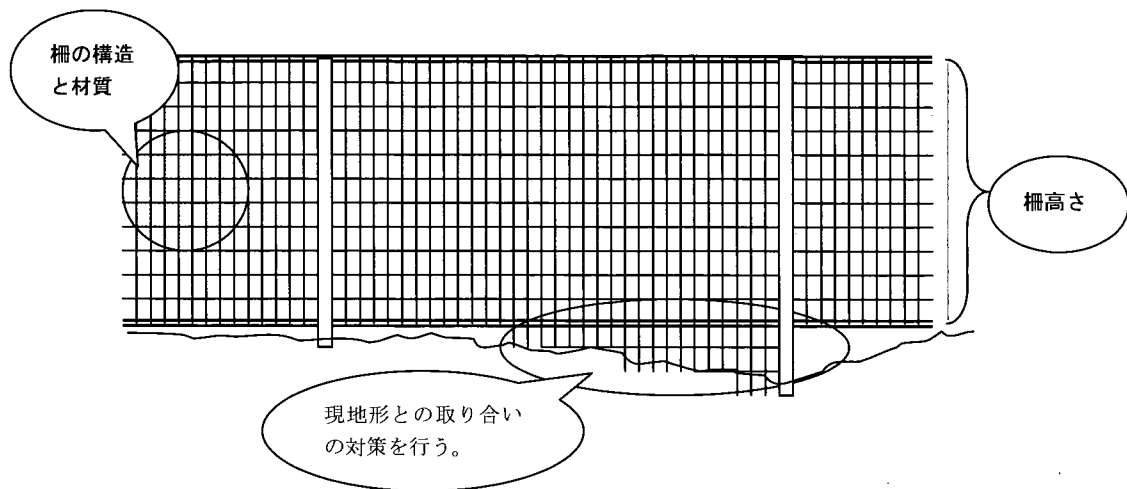
■プレキャストアーチカルパート工法による例

■進入防止柵等の位置・構造

既設の防止柵がある場合は、現状の柵の健全度を把握しておくものとする。柵に問題があれば、補修・補強・取り替え等を行う。

ただし、進入防止柵（官民境界柵と兼用）がすでに設置されている場合は、以下の点に留意する。

- ① 既存の進入防止柵の健全度（穴が空いていないか、有刺鉄線タイプか）
- ② 既存の進入防止柵の高さ（対象動物の進入を防げる高さになっているか）
- ③ 現地形との取り合い部（隙間が空いていないか。）
- ④ 排水側溝や橋梁橋台巻き込み部との取り合い部（進入できないようになっているか）



側溝と交差する部分の対応例
（宮崎自動車道の例）



柵と地盤の隙間対策（トタン板埋込み）
（宮崎自動車道の例）

図 5.3 現地形との取り合い部対応例

対策の方向として、上記の実施例を参考にすることの他に、以下のことを追加する。

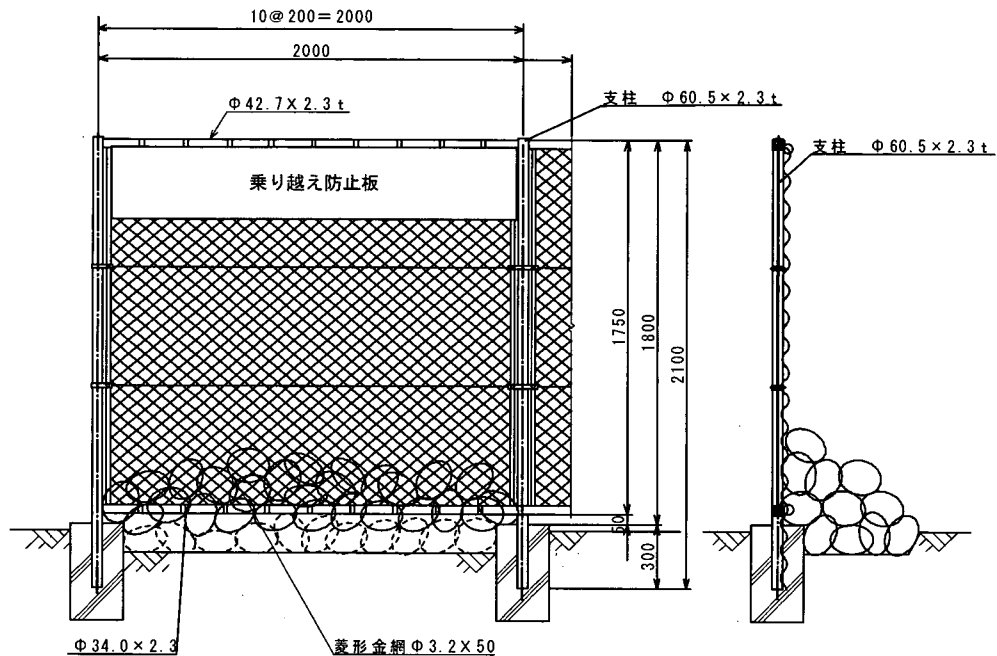
- ① 地山の変化が著しく、柵との隙間が空くときには、地山側を成形する方法も検討する。
- ② 単純に、隙間に碎石を道路側から積むことも有効である。

進入防止柵の推奨案

<基本的な考え方>

- ・ 進入防止柵の高さについては、対象動物をタヌキと設定した場合、1.8mを基本とする。また、基本構造は「縦柵」が望ましいが、支柱・笠木は相応の強度を確保した健全度が高く、「乗り越え防止板 30cm」を上方に設置した場合、「金網柵」を採用する。
- ・ 外側には、金具が飛び出ない構造とする。
- ・ 柵と現地形との隙間は、柵金網を地中に 30cm 程度埋め込む。さらに、中小動物の進入を防止するために、20cm 程度以上の碎石を積む。この碎石は、安易に移動されないように道路側をやや掘削して埋め込んでおく。

進入防止柵の提案図



注1) 支柱や笠木等の材質や断面は、構造計算によって設定する。

注2) 支柱基礎は、地形・地質状況を踏まえて設計を行う。

注3) 完成後は、ロードキルのモニタリングを実施すると同時に、進入防止柵の健全度も経年的に観察することが望ましく、問題があれば補修・補強を実施するものとする。

注4) 碎石の代わりに、金属板や塩化ビニル板等に対応しても良い。

■モニタリングの実施と対策の改善

万全の対応を図っても、進入防止柵を乗り越える・地下を掘り進む・側溝等の中から進入する動物もいるため、ロードキルを完全に無くすことは不可能である。ロードキルを完全に無くすために、特殊な進入防止柵や誘導対策を講じることを推奨するものでもなく、「モニタリング実施～対策改善手法」を提案する。

この手法は、一度作った道路施設に対して、問題があれば何度でも改善していく PDCA 手法の考え方を適用したものである。

初期投資は比較的少なくして、モニタリングを実施しながら悪い点を改善していく手法は、生物相手の施設計画に適していると考えられる。

以下に、モニタリングから改善対策までの流れを示す。

図 5.4 モニタリングの具体的な流れ図

