

## 第3章

### プロジェクトサイトの危険度評価

#### 3.1 危険度評価の方法

Sta.17+400、Sta.17+600、Sta.18+200 のそれぞれの斜面における危険度評価は下図に示す流れで各斜面危険度の評価を行った。

まず、崩壊履歴の整理を行うとともに斜面観察と地質踏査を行い斜面崩壊に寄与する素因の整理を行い斜面崩壊メカニズムの判定を行った。斜面崩壊規模と安定度（危険度）の評価はボーリング調査、斜面モニタリング結果、亀裂の変動量観測結果、雨量/崩壊発生を整理し総合的に評価した。以上の評価結果を基に迂回コスト、斜面の復旧コストを算定し斜面崩壊が発生した場合の経済損失を算定した。第一次現地調査により得られた情報を基に、下記の観点から現地資料を整理し各斜面（Sta.17+400、Sta.17+600、Sta.18+200）危険度の評価資料とした。

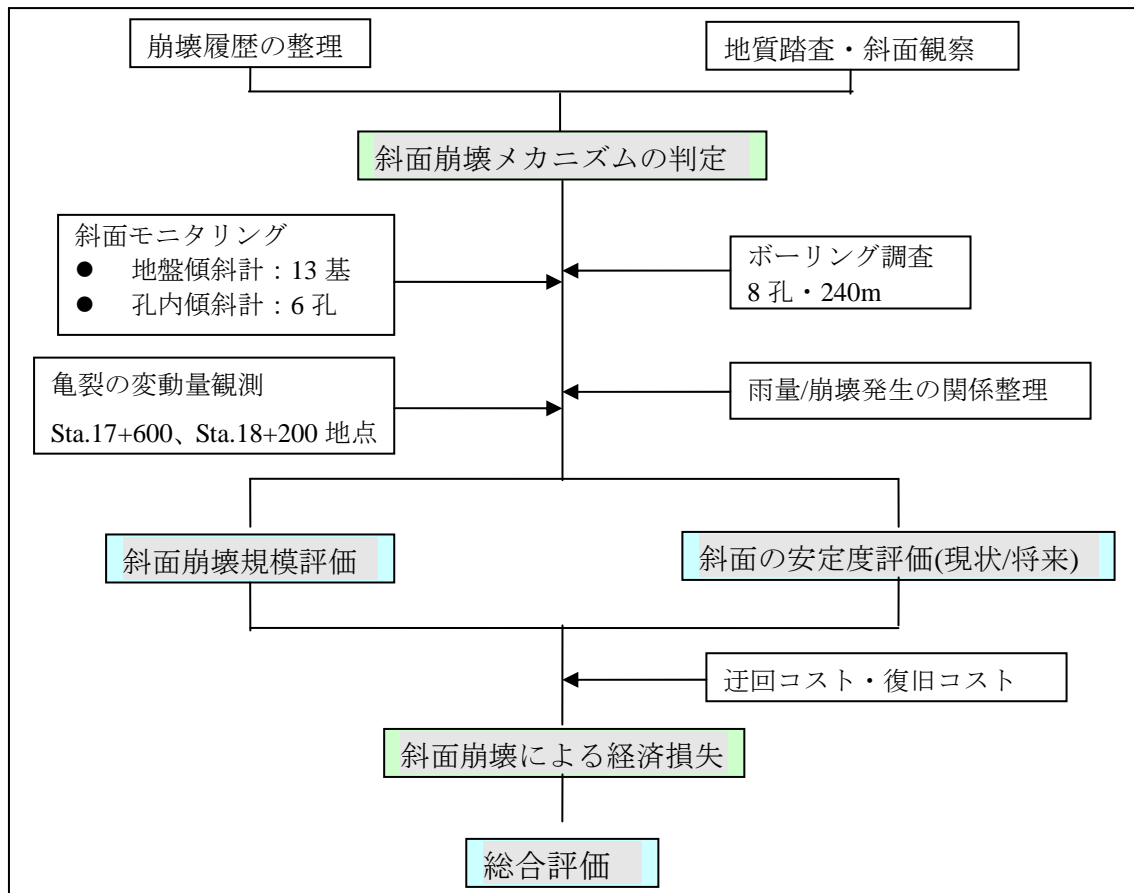


図 3.1.1 斜面の危険度評価の流れ

以上の評価結果を基に斜面の崩壊規模や斜面の崩壊時期を推理し、斜面崩壊が発生した場合の経済損失を算定した。

### 3.2 斜面の崩壊履歴と崩壊機構

各斜面の斜面崩壊機構と危険度の評価結果を以下の表に示す。

表 3.2.1 各斜面の崩壊危険度評価

地点		Sta.17+400	Sta.17+600 (a)崩壊上部斜面	Sta.17+600 (b)終点側下部斜面	Sta.18+200
崩壊機構	地形	やせ尾根上の鞍部地形	沢型の集水地形頭部の急崖	クリープ変形斜面(側部は急崖)	尾根地形の先端斜面
	地質	強風化雲母片岩/緑色片岩/片麻岩	流れ盤の節理発達する石英片岩	受け盤片理構造の石英片岩	受け盤構造の雲母片岩/石英片岩
	崩壊のタイプ	表層崩壊の繰り返し	平面・くさび崩壊/道路盛土部の変形	トップリング崩壊	トップリング崩壊(部分的な表層崩壊)
崩壊発生履歴		2003年6月以降	2009年7月	2007年9月	2003年11月以降
モニタリング結果	地盤傾斜計	変動なし	やや顕著な累積変動(変動B相当)	若干の累積変動および回帰変動(変動B~C相当)	顕著な累積変動(変動A~B相当)
	孔内傾斜計	変動なし	— 上部斜面も変動なし	微小な累積変動	顕著な累積変動
	亀裂・その他	—	雨季に若干の拡大あり	—	拡大傾向顕著
斜面の安定度		降雨時に、小規模な表層崩壊が繰り返し発生し、斜面が後退する	道路構造物に亀裂等の変状が発生しており、不安定化の兆候あり	地質的にクリープ変形が進行しており、ほぼバランス状態にある	降雨による崩壊の進行や亀裂の拡大が認められ、不安定化している
将来の崩壊予測		表層崩壊による地形の後退速度を、【10cm/1年確率降雨、60cm/5年確率降雨】と見積もれば、 <u>30年で6m後退し道路に達する。</u>	連続雨量500mm超の <u>豪雨や地震時に突発的に発生する可能性が高く、発生時期の予測は困難。</u>	連続雨量500mm超の <u>豪雨や地震時に2007年9月と同様規模の崩壊発生の可能性はあるが、時期の予測は困難。</u>	雨季には最大約10mm/月の変状拡大があり、 <u>数年以内に崩壊が拡大する可能性が高い。</u>
保全対象への影響		<u>直ちに道路への影響はないが、崩壊の進行により将来被災する可能性がある</u>	<u>変状の進行により、道路および道路構造物への直接の影響がある</u>	<u>崩壊が発生すれば、道路下に岩盤の急斜面が出現し、その後の緩みの進行により、道路部が不安定化する可能性がある</u>	<u>崩壊が発生した場合、ただちに交通に支障をきたす恐れが高い</u>

### 3.2.1 STA.17+400 の危険度評価

#### (1) 崩壊履歴

この地点は 2003 年 6 月に最初の崩壊が発生した後、2004 年 7 月、2005 年 8 月にも崩壊が発生している。これら一連の崩壊で尾根の幅が約 15m 狭まり道路法肩に近接したため、2006 年道路を西側にシフトした。

#### (2) 地形・地質状況と崩壊メカニズム

斜面の下方には崩積土が最大 10m の厚さで堆積しているが道路に近い斜面では風化した片岩類が露出している。これまでの数次にわたる崩壊により、崩積土や土砂に近い状態まで風化した部分が削剥された結果である。この部分の起点側 10m 程度には石英質砂岩片岩が分布している。しかし、それより終点側には著しく風化の進んだ緑色片岩と片麻岩が分布している。

#### (3) 降雨と崩壊の関係

時間雨量約 30mm、連続雨量が 150mm を超えると崩壊が発生する傾向にある。また、連続雨量が 500mm を超えると大崩壊が発生する傾向にある。連続 300mm 程度の降雨は毎年経験しており、毎年崩壊が発生していることとなる。

時間 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、このうち崩壊が発生しているのは連続雨量が 500mm を超えた 1 回のみで、時間雨量と崩壊発生の間に関係は認められない。

2004 年 7 月および 2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。このため、この不安定土塊が小さな降雨に反応して落下しているものと考えられる。

本年は調査期間中の降雨により 4 回の小崩壊が発生し、施工されていたモルタル吹付工と擁壁工は完全に剥離・崩壊した。

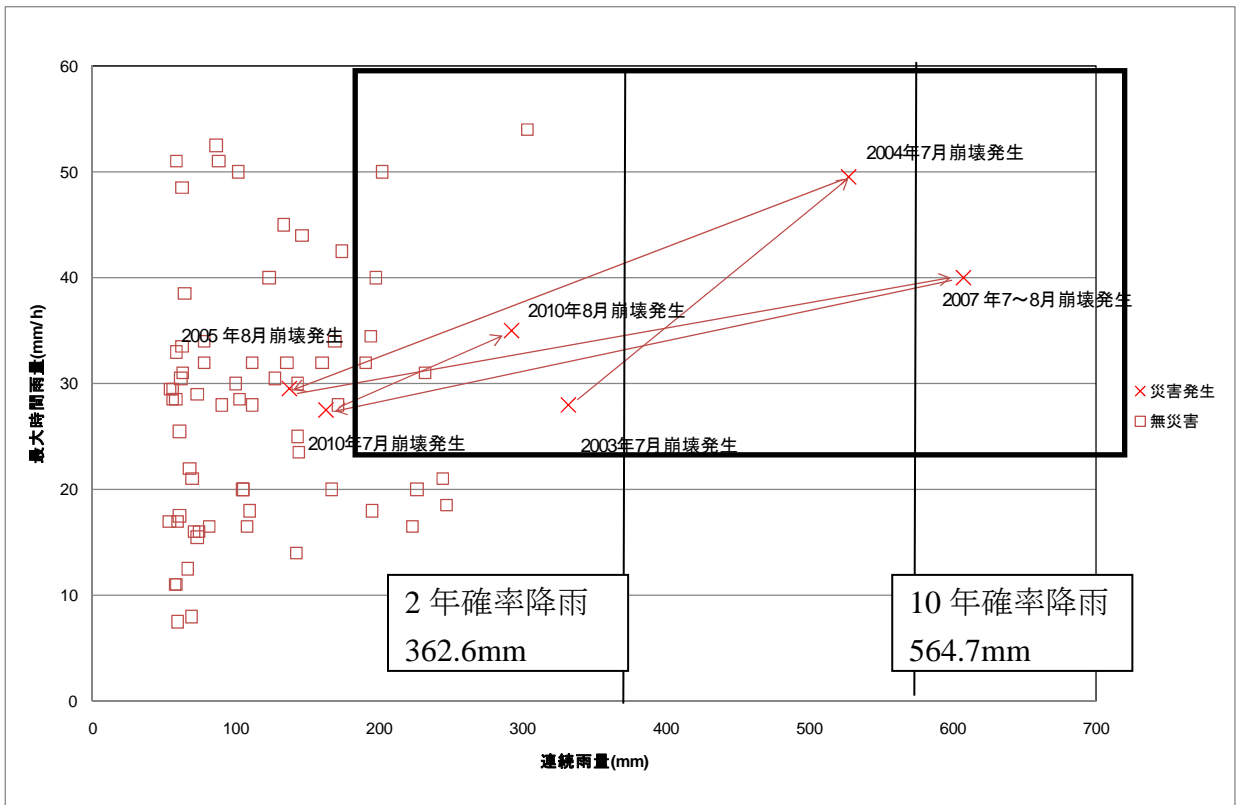


図 3.2.1 降雨と崩壊の関係 (Sta.17+400)

#### (4) 斜面観測

斜面観測は、地盤傾斜計 2 基と孔内傾斜計 1 孔により実施した。それらの計器に顕著な変位が明瞭に確認できなかったものの、雨期には表層崩壊が頻繁に発生している。斜面崩壊メカニズムとして、降雨を誘因とする断続的な表層崩壊が考えられる。

#### (5) 斜面災害の規模と範囲

片理面が斜面に対しほぼ直行しており、低角度の分離面も確認されなかったことから、大規模な斜面崩壊は発生しにくいと考えられる。地盤傾斜計と孔内傾斜計の観測においては、両者ともに明瞭な変位は観測されなかった。しかしながら、風化に弱い雲母片岩が斜面に分布しており、豪雨のたびに表層崩壊が継続して発生すると考えられる。

表 3.2.2 に崩壊発生機構の概要を示す。また図 3.2.1~3.2.3 に踏査結果平面図及び地質断面図を示す。

表 3.2.2 崩壊発生機構 (Sta.17+400)

発生機構	表層崩壊の繰り返し (強風化部)
地質/地質構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雲母片岩・緑色片岩・石英片岩</li> <li>・片理面は斜面とほぼ直交。(起点側→終点側に 40~50 度で傾斜)</li> </ul>
素因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・やせ尾根状の鞍部地形を構成、風化した片岩が分布 → 侵食等に弱い脆弱な地質を有する</li> <li>・緑色片岩との境界付近の雲母片岩の風化が著しい → 緑色片岩は堅硬・難透水で上位の雲母片岩が風化し易い → 順次、起点側から終点側へ風化が進行する</li> <li>・斜面は沢地形の源頭部に位置 → 地形的に侵食前線に当る</li> </ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降雨により表層の浸食・崩壊が進行し、斜面が後退する。</li> </ul>
全景写真	



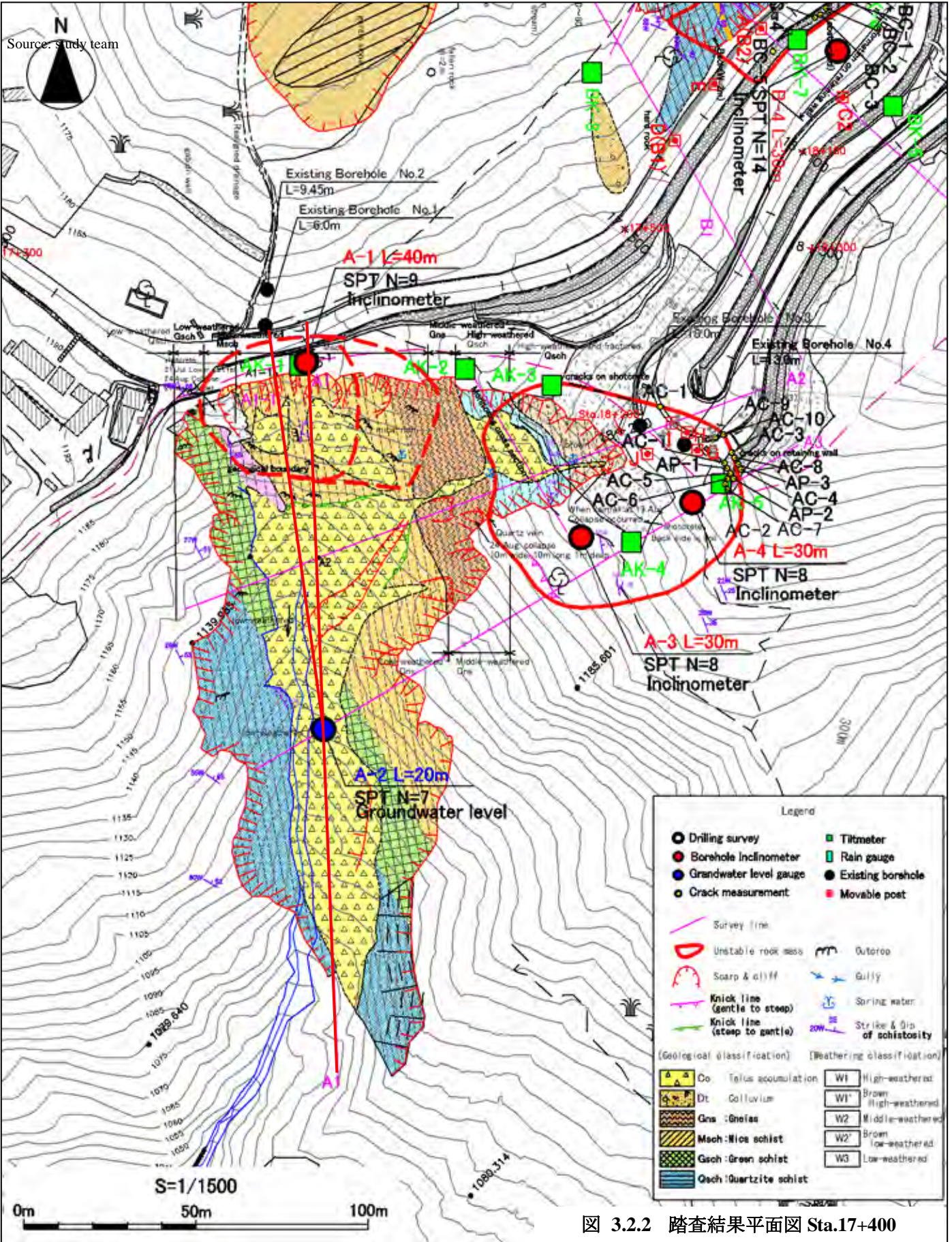


图 3.2.2 踏査結果平面图 Sta.17+400



A1-1 Cross Section S=1/1500

Sta.17+400

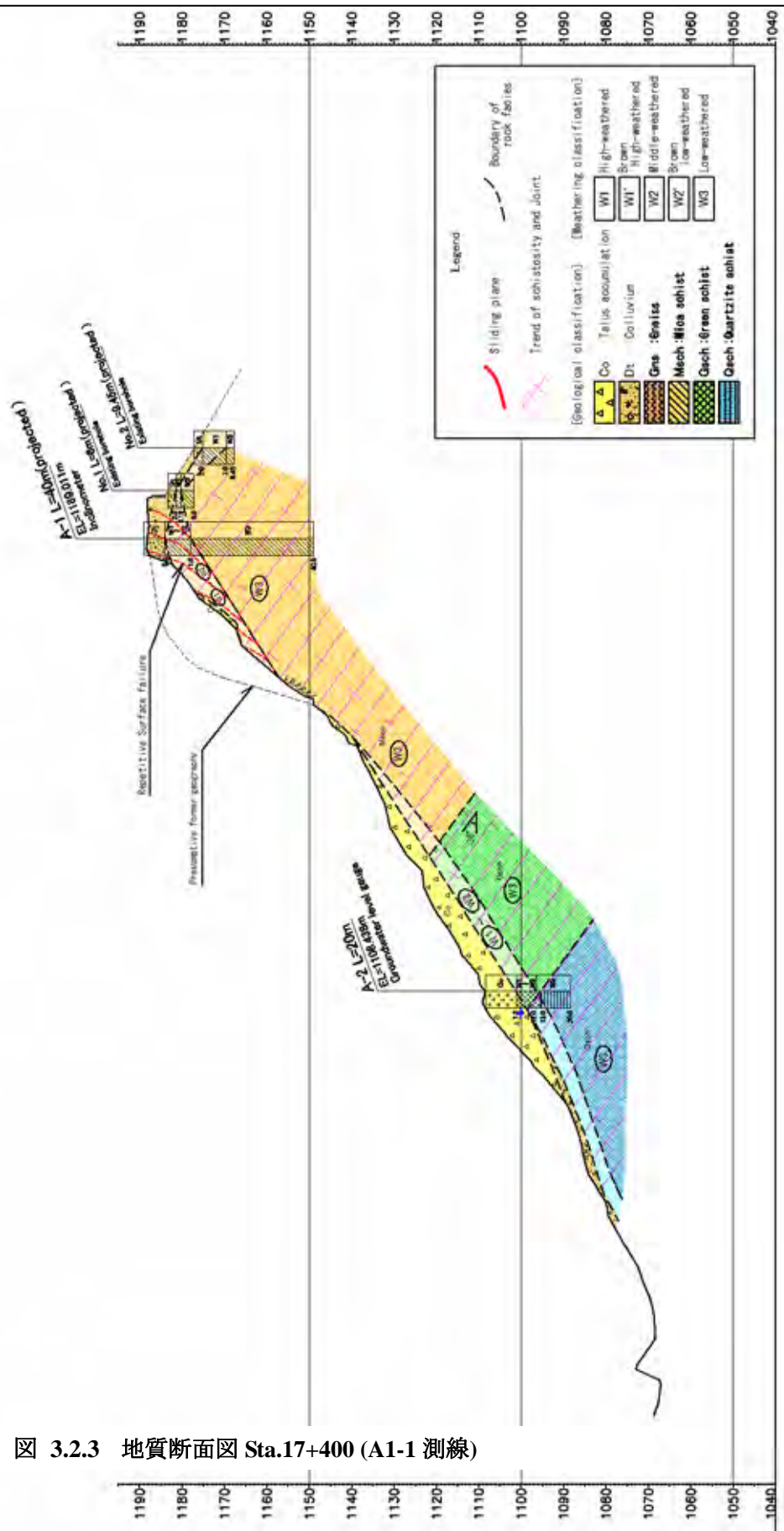


図 3.2.3 地質断面図 Sta.17+400 (A1-1 測線)

Source: study team

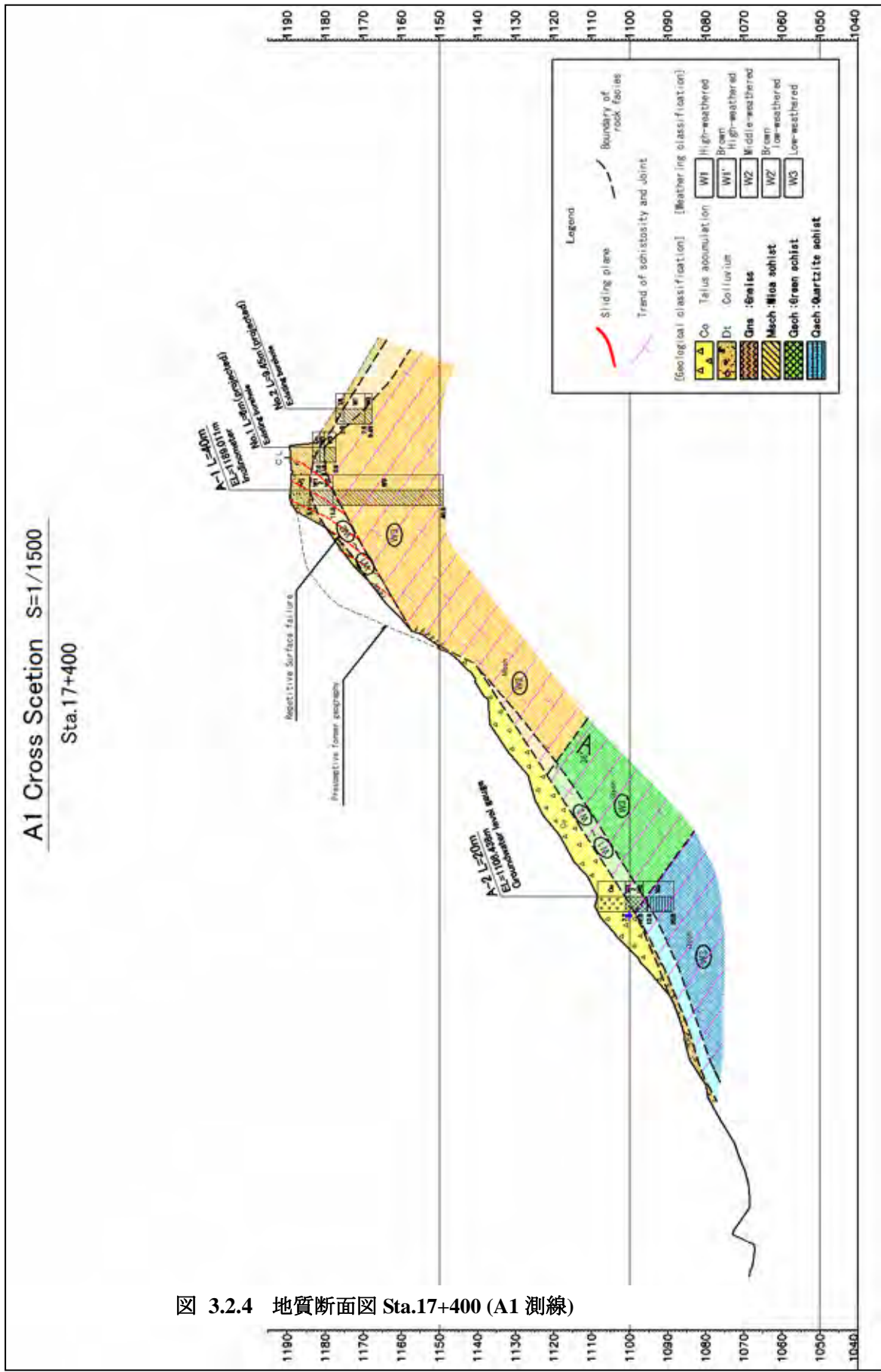


图 3.2.4 地質断面図 Sta.17+400 (A1 測線)



## (6) 災害発生の可能性

崩壊に拡大速度は非常にゆっくりであり、崩壊が道路機能に障害を与えるまでにはかなりの時間がかかると考えられる。しかしながら、対策工を実施しなかった場合、崩壊は将来必ず道路に到達する。雨期の斜面の観測結果を継続し、斜面崩壊に対する対策を実施することが望ましい。

斜面は崩壊や浸食の結果、完全に裸地となり、荒廃している。対策工の実施は環境を改善させる意味でも実施が望ましい。

### 3.2.2 STA.17+600 の危険度評価

Sta.17+600 付近の不安定地区は下図に示す 4 地区に区分される。

- a) 道路路面や擁壁工を含む道路構造物 Sta.17+600 の道路直下の滑落崖
- b) カトマンズ側の道路下方斜面の風化した基盤岩からなる緩み域
- c) 斜面崩壊に隣接する斜面脚部の地すべり
- d) Sta.17+600 の上方斜面

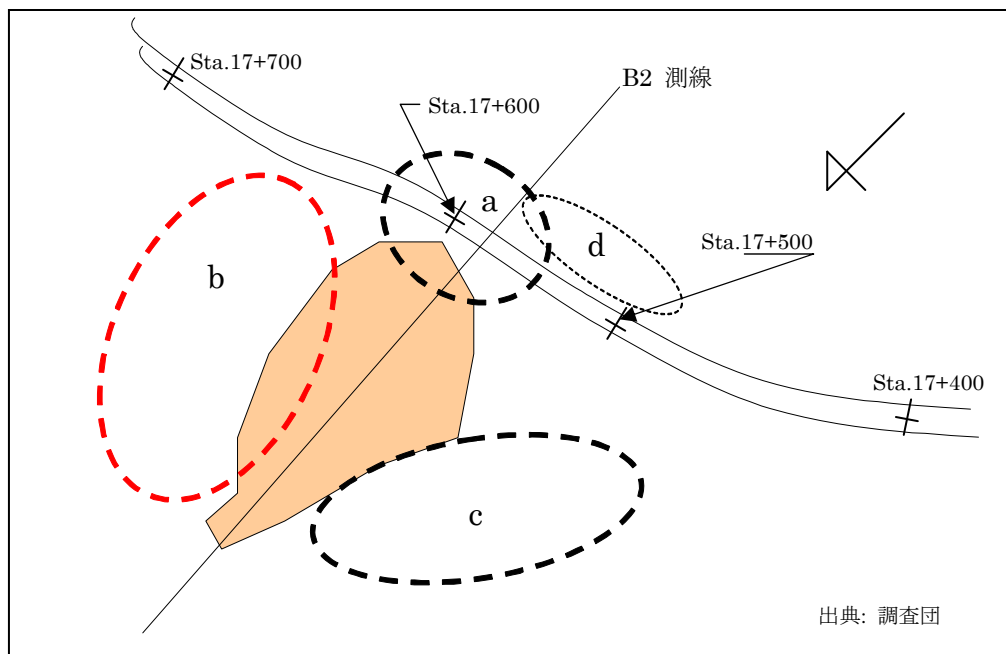


図 3.2.5 Sta.17+600 の模式平面図

#### (1) 崩壊履歴

本地点では、2007年8月に道路斜面下方で崩壊が始まった(幅70m、長さ90mの規模)。この崩壊域は同年9月道路付近にまで拡大し、道路面や山側擁壁に亀裂が発生した。その後、2009年7月末にも道路面にヘアクラックが発生している。

## (2) 地形・地質状況と崩壊メカニズム

### a) Sta.17+600 道路直下の滑落崖

この地点に分布する岩石は石英質砂質片岩である。全体として硬堅緻密な岩石であるが、斜面にわずかに斜交する急角度の片理面と斜面に平行なシートジョイントが発達している。このため、流れ盤崩壊やくさび（楔）崩壊が発生する構造である。この地点で発生した道路面の亀裂はこの構造に支配されて発生したものと推定される。

### b) Sta.17+620 下方の緩み域

道路終点側下部の緩み領域(終点側斜面)はトップリングにより道路起点方向の谷側へ倒れ込むようにクリープ変形し土砂化しつつある部分である。この部分は、亀裂の存在や計器観測結果から、ぎりぎりバランス状態を保つ小康状態にあると判断されるが、斜面に張りついており、道路の位置する上部岩盤斜面のカウンターウェイトの役割を果たしている。したがって、この斜面が不安定化した場合は、2007 年崩壊と同様に、上部の道路付近に急崖が形成され、道路付近の斜面が、その後二次的に不安定化する可能性が高い。

### c) Sta.17+500 下方の地すべり

明瞭な地すべりが Sta.17+500 下方の斜面下部に分布している。斜面は地すべり当部で緩やかで、地すべりの中央にそった尾根地形がその緩斜面で不明瞭になる。ボーリング調査や地すべり観測等の詳細な調査は実施していないが、周囲に対して緩やかな傾斜を呈する地形的な特徴から地すべりは崩積土で構成されていると考えられる。

### d) Sta.17+600 の上方斜面

Sta.17+500 の山府側斜面の擁壁工には、雨期の間地下水の湧出が観察できる。この地下水により Sta.17+600 の上部斜面の安定性が損なわれる可能性がある。

## (3) 降雨と崩壊の関係

連続雨量 607mm を記録した 2007 年 7 月～8 月の降雨で 1 回目の大崩壊が発生している。その後 150mm～300mm 程度の降雨で小崩壊が発生している。時間雨量 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、崩壊が発生していない。時間雨量と崩壊の間には関係は認められない。

2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。今年の調査期間中は、崩壊は発生しなかった。

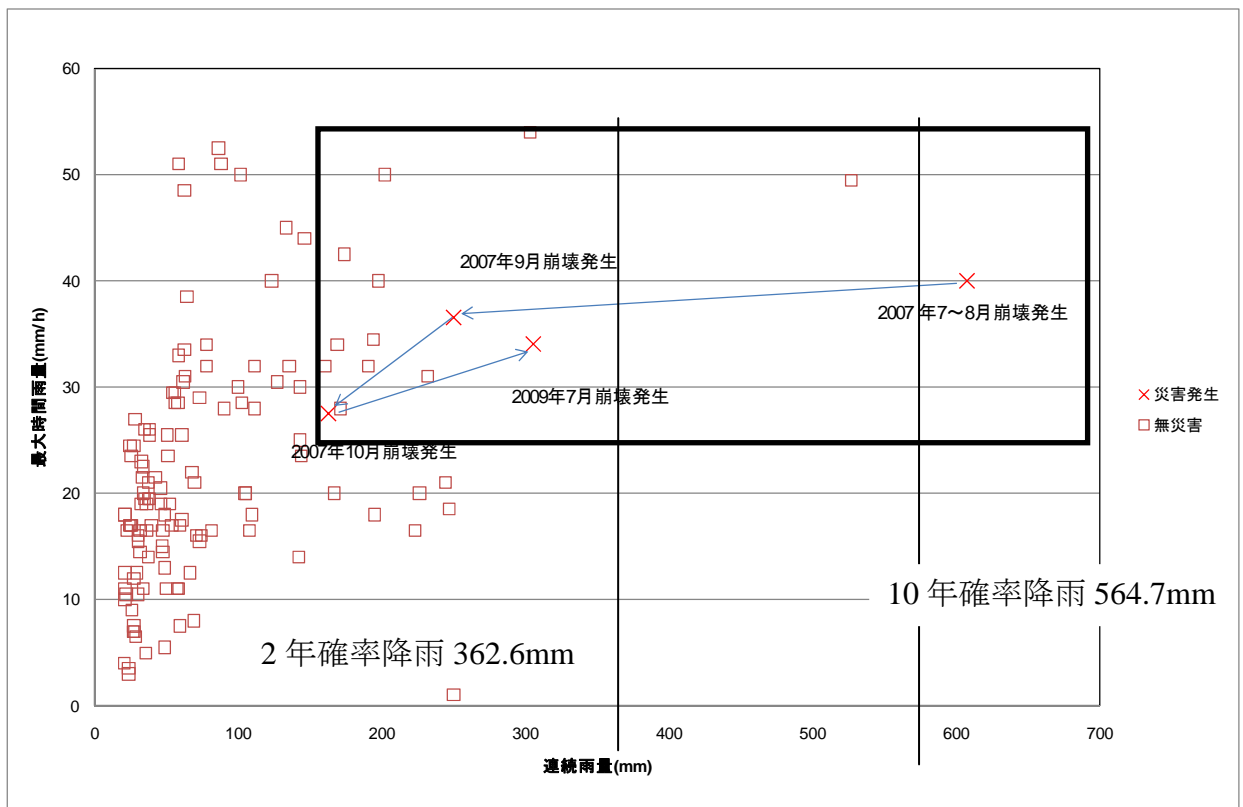


図 3.2.6 降雨と崩壊の関係 (Sta.17+600)

#### (4) 斜面観測

##### a) Sta.17+600 道路直下の滑落崖

すべての観測計器において顕著な変位は認められなかった。一方で、滑落崖上方の道路面及び道路山側擁壁工の亀裂の計測において、顕著な拡大傾向は認められた。また地盤傾斜計においても累積傾向は確認できた。上記の観測結果から不安定化の兆候が確認できると判断される。

崩壊形態は岩盤斜面中に発生する平板型及び楔型の崩壊である。そのため重量による微小な変形が継続して発生、累積していると考えられる。豪雨や大規模な地震により突発的な崩壊が発生する。

##### b) Sta.17+620 下方の緩み域

緩み域頭部の引張開口亀裂の観測の結果、顕著な拡大傾向は認められなかった。しかし、地盤傾斜計の観測にわずかながら変位の累積傾向が認められた。それゆえに大規模な崩壊につながる不安定化が進行しているものと考えられる。

もし仮に斜面崩壊が発生した場合、道路直下に 2007 年 9 月の崩壊により発生した a 地区と同様の滑落崖が現れ、そのことにより道路が不安定化する可能性が高い。

c) Sta.17+500 下方の地すべり

地すべりの滑動に対する観測は本調査において実施していない。現地踏査により地すべり内の微地形を観察したところ、亀裂等は確認できず、地すべりはおおむね安定状態にあると判断できる。

d) Sta.17+600 の上方斜面

擁壁工の変位に関する観測は実施していない。しかし、顕著な亀裂や他の変状はなく、将来にわたっても擁壁工が変形する可能性は低い。

**(5) 斜面災害の規模と範囲**

3 地区の概要を表 3.2.3 に示す。また図 3.2.7~3.2.9 に踏査結果平面図及び地質断面図を示す。

a 地区は流れ盤の亀裂沿いに約 70m の範囲で急激な崩壊が発生する可能性がある。また、b 地区はクリープが進行し、この土塊全体が不安定化する可能性がある。この斜面が不安定化した場合、上方斜面への影響が懸念される。c 地区は現在安定しているが、地形地質的状况から不安定化する恐れがある。d 地区は斜面全体としては安定しているが、落石の危険性がある斜面である。



表 3.2.3 崩壊発生機構 (Sta.17+600 ; 崩壊上部斜面)


発生機構	平面すべり(くさび崩壊)
地質/地質構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石英片岩の片理面は斜面とほぼ直交。(終点側→起点側に 40～50 度で傾斜)</li> <li>・流れ盤の節理系が発達</li> </ul>
素因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全体に沢型の集水地形を呈し、豪雨時に地表水が集中し易い</li> <li>・流れ盤状の節理系が発達</li> <li>→ 流れ盤の節理面をすべり面とした崩壊が発生しやすい</li> </ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・末端部の崩壊および降雨により斜面が不安定化する。</li> <li>・恒常的な重量作用による緩みの進行</li> <li>・急激な地震動</li> </ul>
全景写真	

表 3.2.4 崩壊発生機構 (Sta.17+600 ; 終点側斜面)



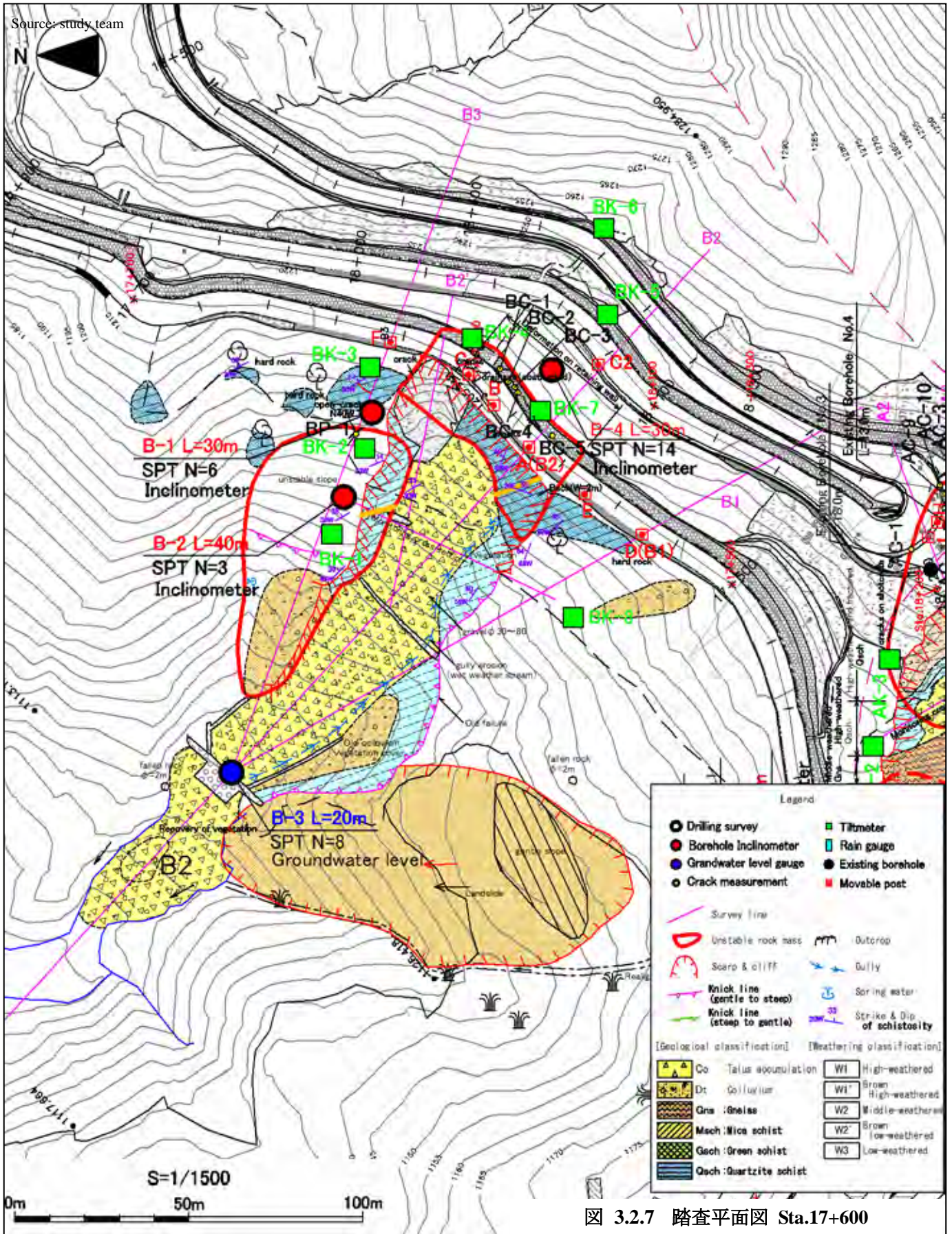
発生機構	トップリング崩壊
地質／地質構造	石英片岩の片理面は斜面とほぼ直交。(終点側→起点側に 40～50 度で傾斜)
素因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下部斜面全体がトップリング状のクリープ変形を受けている → 風化・岩盤の緩みが進行しやすい</li> <li>・ 下方斜面ほどクリープ変形が進行しており、末端部では土砂化している</li> </ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 降雨および側壁の崩壊の進行により、斜面が不安定する。</li> <li>・ 豪雨により、斜面が崩壊し上方斜面の抑えが消失する。</li> <li>・ 崩壊に面した急崖部の崩壊による斜面全体の不安定化</li> </ul>
全景写真	

表 3.2.5 崩壊発生機構 (Sta. 17+600 ; 起点側地すべり地形)

発生機構	地すべり
地質／地質構造	石英片岩の片理面は斜面とやや斜交
素因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面全体が典型的な地すべり地形を呈す → 過去の地すべり変動の痕跡を有する</li> <li>・地すべり末端部は崩壊斜面に面し、土砂化している</li> </ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・豪雨時に地すべり斜面全体が不安定化する</li> <li>・崩壊斜面の側壁の崩壊の進行により、地すべり斜面が不安定する。</li> <li>・現状では、顕著な変状は認められず、おおむね安定状態にある。</li> </ul>
全景写真	

※本斜面は詳細調査未実施









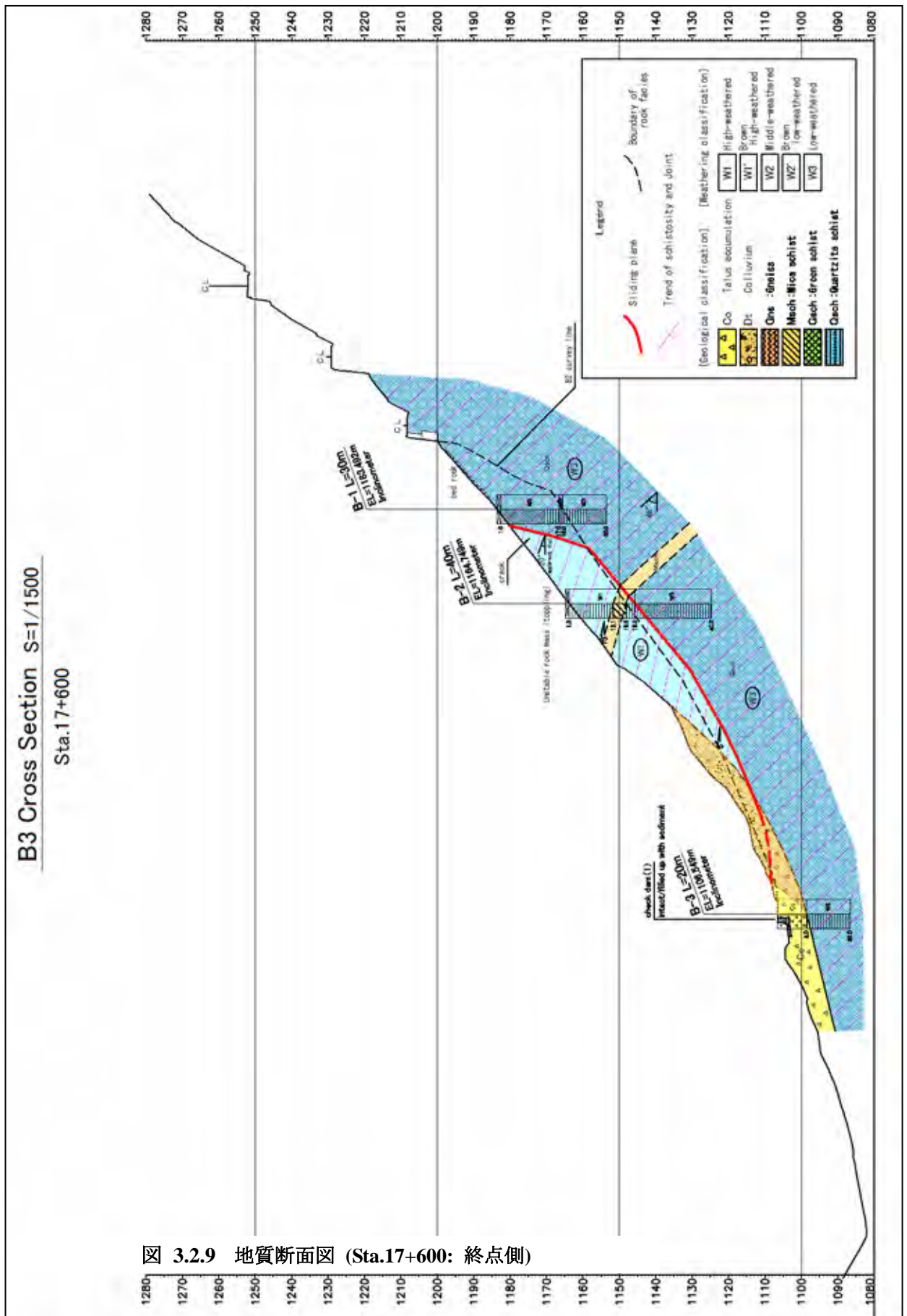


図 3.2.9 地質断面図 (Sta.17+600: 終点側)

## (6) 災害発生の可能性

### a) Sta.17+600 道路直下の滑落崖

仮に Sta.17+600 を含む斜面が崩壊した場合、Sta.17+600 は上方に道路が通過しており、道路の付替えに伴う掘削が困難であるため、道路付替工の実施は不可能である。それゆえに、道路付替工を実施せずに崩壊斜面自体の安定化を行うことが必要である。

今回の調査期間における雨期に顕著な変位は観測されず、斜面は一時的に安定している状態であると考えられる。しかし、岩盤斜面は過去の崩壊により不安定化しており、豪雨や地震により突発的な斜面崩壊が引き起こされる可能性が高い。

### b) Sta.17+620 下方の緩み域

道路下方の斜面下部の緩み域は、現在安定していると推定される。しかしながら、緩み域頭部の大きな亀裂は拡大しており、豪雨や地震により斜面崩壊が引き起こされる可能性がある。緩み域が崩壊した場合、上方斜面が追随して崩壊する可能性があり、その結果つづらおりの道路を含み広範囲に道路が被災すると想定される。そのため、緩み域の安定化は不可欠である。

### c) Sta.17+500 下方の地すべり

Sta.17+500 下方の地すべりもまた現在安定していると考えられる。しかし、斜面下方の地すべりが滑動した場合、上部斜面が不安定化する恐れが高く、上方の道路に与える影響は大きい。それゆえに、緩み域同様、対策工を実施すべきである。

### d) Sta.17+600 の上方斜面

擁壁工は全体的に損傷を受けていないが、雨期のたびに擁壁工から湧水が確認できる。長期の安定性を考慮した場合、地下水が地質状況を脆弱化させ擁壁工の崩壊が発生する可能性がある。ゆえに他の地区同様に対策工を検討する。

## 3.2.3 STA.18+200 の危険度評価

### (1) 崩壊履歴

この地点は尾根地形の先端に面する斜面である。2003年に道路直下の斜面に亀裂が発生し、2005年に道路側に亀裂が進展した。2006年に道路を山側に約10mシフトしている。その後も斜面の緩み道路擁壁に亀裂が発生している。

### (2) 地形・地質状況と崩壊メカニズム

斜面を構成する岩石は石英片岩であり、トップリングによるクリープ変形が発生しており、豪雨を引き金とする崩壊が容易に発生する斜面状況となっている。

調査期間中の雨季にも、豪雨に伴う小崩壊が繰り返し発生し、土砂流出や崩壊斜面の後退が認められるなど、現在でも崩壊が進行している。

### (3) 降雨と崩壊の関係

時間雨量約 30mm、連続雨量が 150mm を超えると崩壊が発生する傾向にある。また、連続雨量が 500mm を超えると大崩壊が発生する傾向にある。連続 300mm 程度の降雨は毎年経験しており、毎年崩壊が発生していることとなる。

時間 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、このうち崩壊が発生しているのは連続雨量が 500mm を超えた 1 回のみで、時間雨量と崩壊発生の間に関係は認められない。

2004 年 7 月および 2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。このため、この不安定土塊が小さな降雨に反応して落下している。

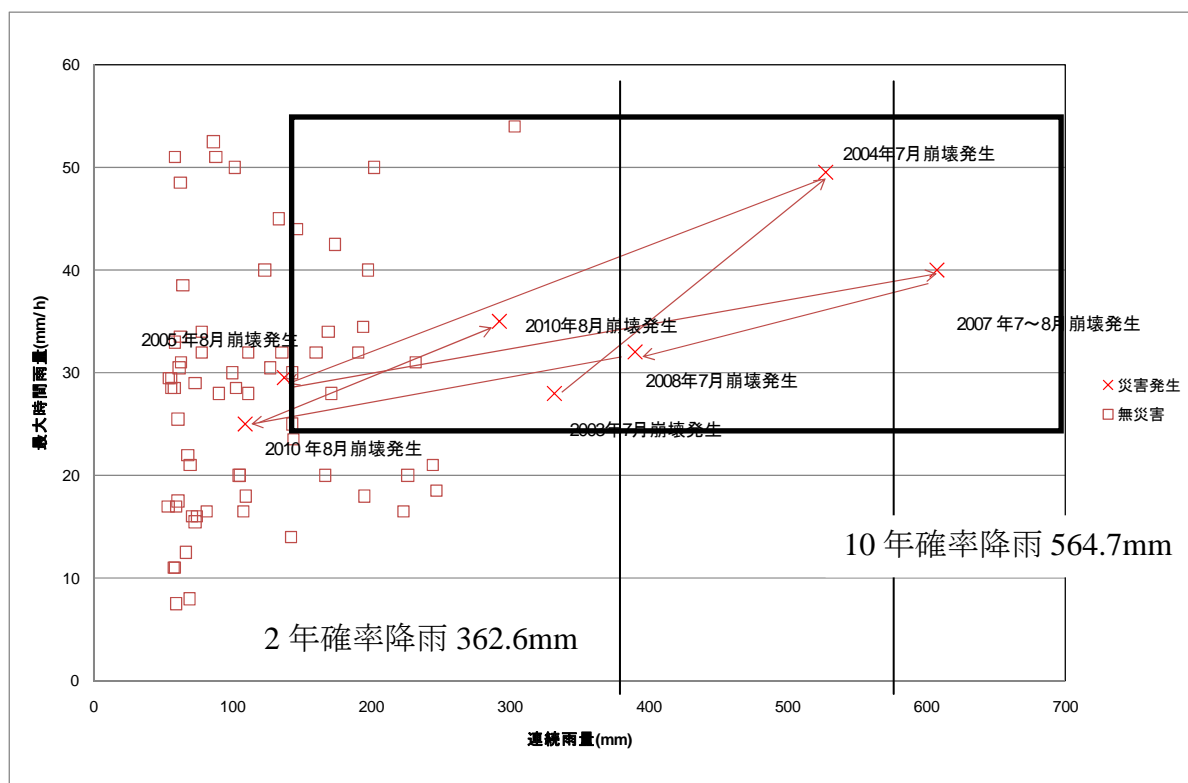


図 3.2.10 降雨と崩壊の関係 (Sta.18+200)

### (4) 斜面観測

ノギス等による擁壁工の亀裂幅の観測や地盤傾斜計、孔内傾斜計観測を実施した。亀裂観測の結果、雨期の 6 月から 8 月の 2 か月の間に最大 20mm の亀裂幅の拡大傾向が認められた。地盤傾斜計と孔内傾斜計の観測計器においても有意な累積変動が認められた。



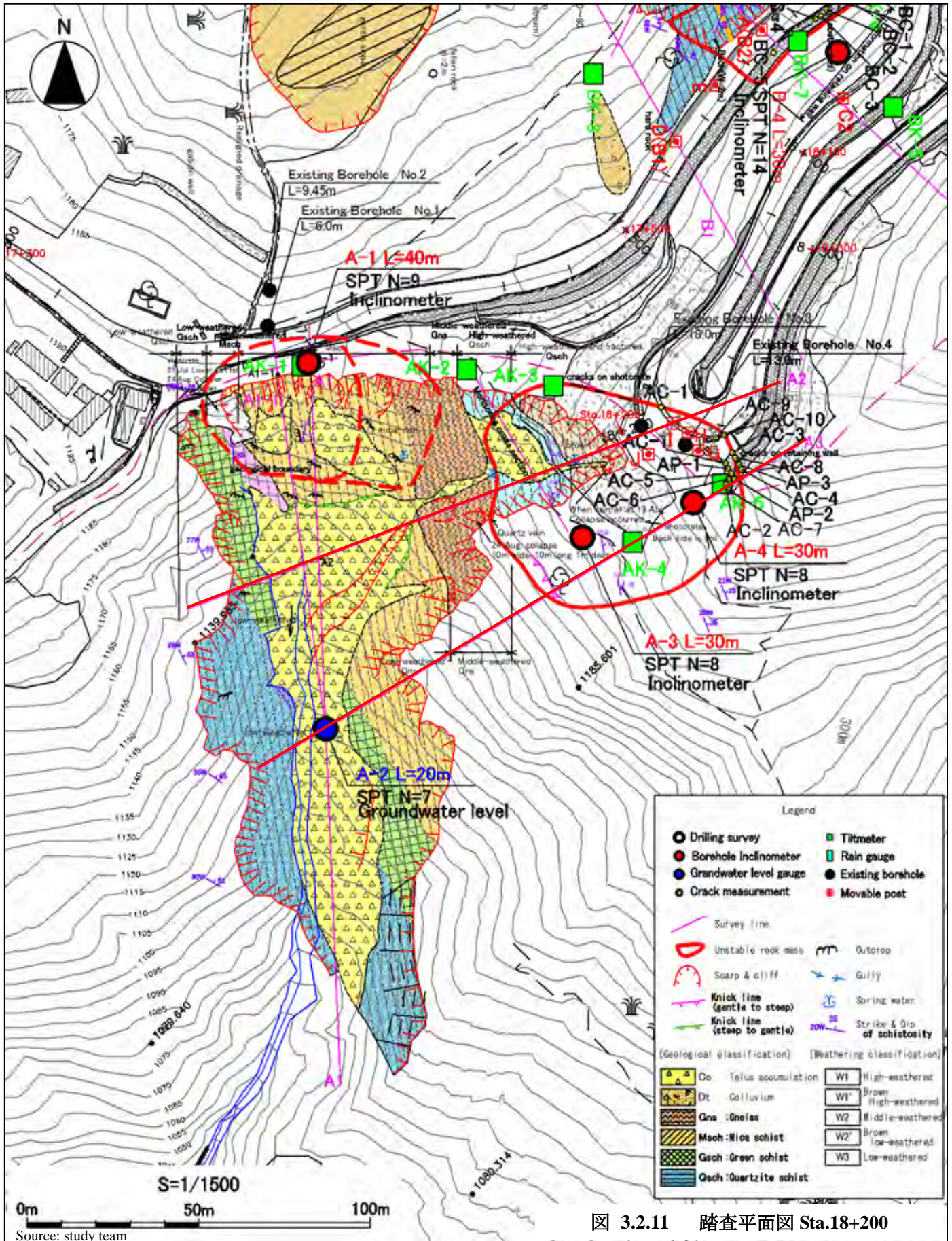
### (5) 斜面災害の規模と範囲

変状が明瞭な範囲は、道路下方の約 50m×50m である。表 3.2.6 に崩壊発生機構の概要を示す。また図 3.2.1~3.2.3 に踏査結果平面図及び地質断面図を示す。

表 3.2.6 崩壊発生機構 (Sta.18+200)

発生機構	トップリング崩壊
地質／地質構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石英片岩・片麻岩</li> <li>・受け盤構造</li> </ul>
素因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・尾根地形の先端に位置 → 風化や重力変形を受け易い</li> <li>・地質構造は受け盤であるが、斜面全体がトップリング状のクリープ変形を受けている → 風化・岩盤の緩みが進行しやすい</li> <li>・急崖上部に分布する石英片岩は、過去の崩壊により、亀裂沿いの風化が著しく、最上部は土砂状となる</li> <li>・調査結果より、既往崩壊南側斜面も風化およびクリープ変形が進行</li> </ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降雨により緩みが進行し、斜面が不安定化する。</li> <li>→ 豪雨により吹付斜面下部にて崩壊が発生、その後、上部および</li> <li>・地震</li> </ul>
全景写真	





Source: study team



A2 Cross Section S=1/1500

Sta. 18+200

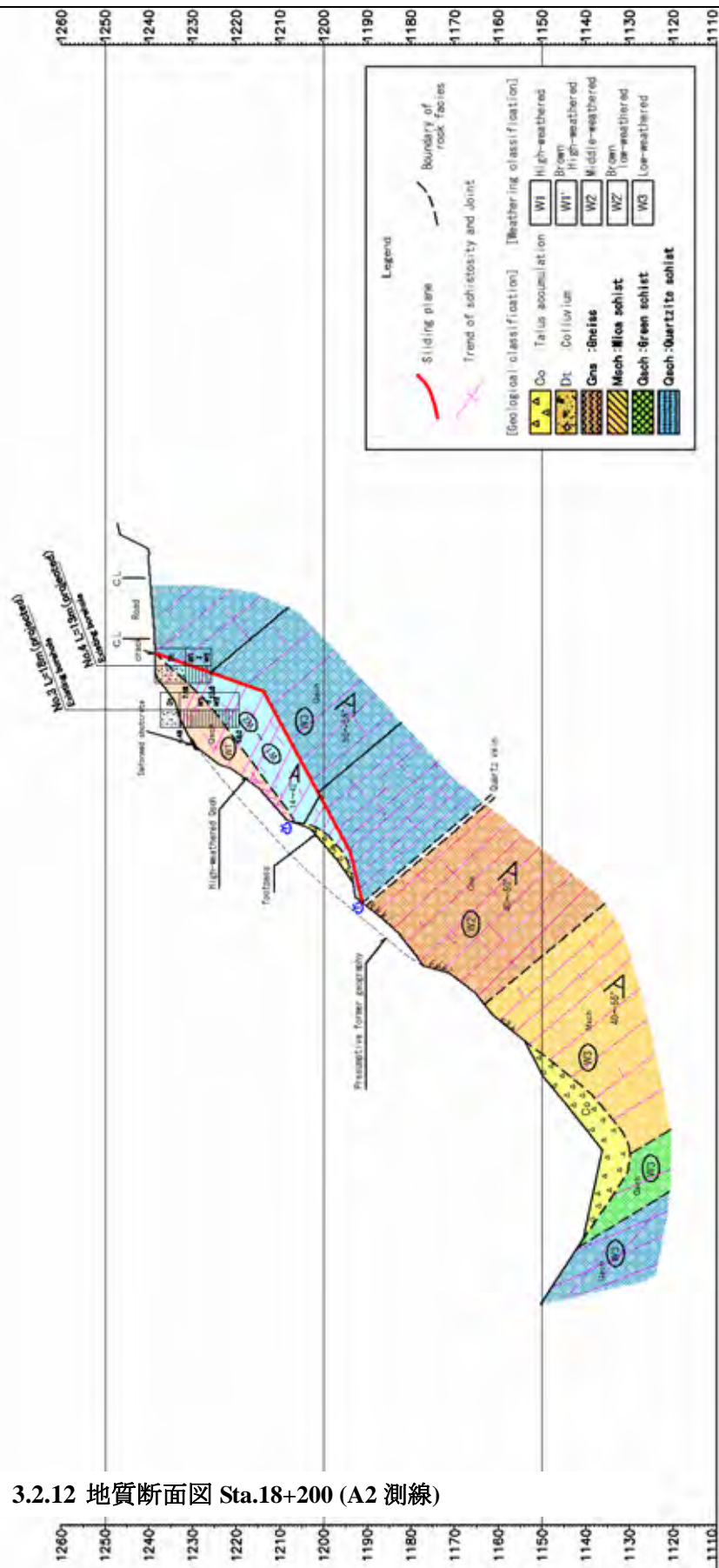


図 3.2.12 地質断面図 Sta.18+200 (A2 測線)

Source: study team

## (6) 災害発生の可能性

Sta.18+200 はトップリングによる崩壊（すべり）現象が継続かつ拡大している。乾期においては顕著な変位が認められないものの、雨期において降雨後に道路面及び擁壁の亀裂に拡大が認められた。道路交通機能確保のため、早期の対策工事が必要である。

### 3.3 経済損失の算出

#### 3.3.1 経済損失の推定方法

経済損失については、以下の文献を参考にし、算出した。

- ・ ナラヤンガート～ムグリン道路防災管理計画調査報告書, JICA, 2009
- ・ シンズリ道路建設計画（第三工区）基本設計調査報告書, JICA, 2008
- ・ Policy Document – Environmental Assessment in the Road Project , DoR, 2000

道路斜面災害リスクを以下の2つのリスク指標で評価した。

- 1) ある箇所における道路閉塞災害の潜在頻度（FRCDp）
- 2) ある箇所における道路閉塞災害による潜在年間損失額（ALp）

FRCDp と ALp の関係を図 3.3.1 に示す。

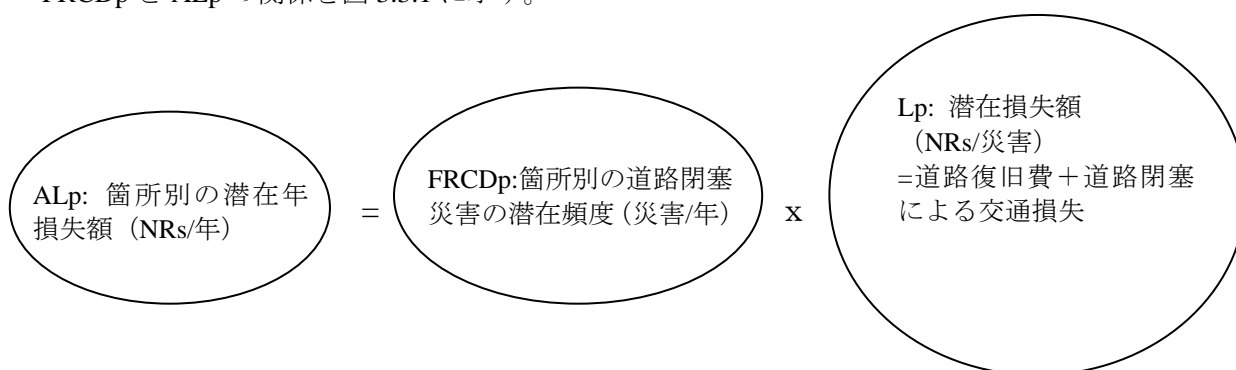


図 3.3.1 リスク指標の関係

一般に、道路斜面災害のリスクは災害発生頻度と災害規模の積として示される。FRCDp はリスクの発生頻度要素のみの指標であり、ALp はこの発生頻度要素 FRCDp と損失額で示したリスク規模との積により求められる総括的な指標である。道路閉塞による交通損失は、待機損失、迂回損失、取止め損失の3つの細要素の和とするのが一般的であるが今回は迂回損失のみ算出した。

#### 3.3.2 災害が発生した場合の経済損失

##### (1) 各地点の道路閉塞災害の潜在頻度(FRCDp)

降雨と崩壊の関係を整理した結果から、今回の対象地区の災害発生頻度は以下の通りと推

定した。なお、道路が完全閉塞するような災害を対象としている。

表 3.3.1 対象箇所の災害発生頻度

Site	災害発生頻度	災害の潜在頻度
Sta.17+400	30年	0.033
Sta.17+600	10年	0.1
Sta.18+200	5年	0.2

### (1) 道路復旧費の算出

現地調査および現地モニタリングの結果、不安定土塊が特定された。この不安定土塊が崩落したものと仮定して復旧費の検討を行った。

崩落の規模は以下の通りである。

表 3.3.2 崩壊の規模

Site	幅(m)	奥行き(m)	深さ(m)
Sta.17+400	40	40	15
Sta.17+600	55	20	10
Sta.18+200	65	70	20

復旧法は以下の通りとした。なお、復旧の施工性を向上するため、復旧期間は全面通行止めとすることとする。

- ・ Sta.17+400：崩壊面が緩く道路が半壊する程度であるため、シンズリ道路で多用されている補強土盛土で復旧する。
- ・ Sta.17+600：崩壊面が急で補強土での復旧は困難である。また、谷側での盛土も考えられるが、盛土量が膨大となり、復旧が送れる。このため、橋梁により復旧することとする。
- ・ Sta.18+200：線形を山側にシフトする。

復旧期間および概算工事費は以下の通りである。

表 3.3.3 復旧期間および復旧費

地点	単位	数量	単価	復旧工事期間	復旧費 (百万 NRs) ※1
Sta.17+400	m3	2,400	5,000	30	12
Sta.17+600	m2	560	350,000	90	196
Sta.18+200	m3	30,000	4,000	30	120

※1 仮復旧費



## (2) 道路閉塞による交通損失 (DL) の算出

道路閉塞による交通損失 (ADLP) は以下の式で算出される。

$$DL = VOC \times (L1 - L2) \times AADT \times Dr$$

VOC : 車両運行費用 (Rs/km/台)

L1 : 距離 (カトマンズ～ナラヤンガート～ヘタウダ～バルバティス) 350km

L2 : 距離 (カトマンズ～ドリケル～クルコット～バルバティス) 195km

AADT : 平均日交通量 (台/日)

Dr ; 復旧期間 (日)



図 3.3.2 シンズリ道路位置図

車両運行費用は、「ナラヤンガート～ムグリン道路防災管理計画調査」で算出した結果を用いた（表 3.3.4 参照）。この結果に物価上昇率を考慮して、車両運行費用を 29.95Rs/km/台を採用した（表 3.3.5 参照）。

Road section No.	Road section name	Road section length:		Unit vehicle operation cost	
		Symbol	(km)	Symbol	(Rs/km)
1	Mugling - Narayangharh	RSL <sub>1</sub>	38.0	UVOC <sub>1</sub>	24.19
2	Mugling - Naubise	RSL <sub>2</sub>	94.8	UVOC <sub>2</sub>	22.37
3	Naubise - Hetauda	RSL <sub>3</sub>	106.5	UVOC <sub>3</sub>	28.49
4	Hetauda - Narayangharh	RSL <sub>4</sub>	76.8	UVOC <sub>4</sub>	21.07
5	Mugling-Pokhara	RSL <sub>5</sub>	90.5	UVOC <sub>5</sub>	22.37
6	Pokhara-Butawal	RSL <sub>6</sub>	159.1	UVOC <sub>6</sub>	28.49
7	Butawal-Narayangharh	RSL <sub>7</sub>	113.7	UVOC <sub>7</sub>	22.03

表 3.3.4 車両運行費用

Source: THE STUDY ON DISASTER RISK MANAGEMENT FOR NARAYAGHARH-MUGULING HIGH WAY FINAL REPORT Volume III date and Drawing Feb 2009

表 3.3.5 物価上昇率と採用した車両運行費用

年	国内	海外	平均	車両運行費用
2007	100	100	100	24
2008	108	103	106	26
2009	122	100	111	25
2010	136	101	119	30

表 3.3.6 平均日交通量

項目	数値	備考
平均日交通量	バルデバス交差点 (シンズリ道路方向断面) 3, 229 台/日	2018 年 交通需要予測※1
	ドリケル交差点 (シンズリ道路方向断面) 7, 232 台/日	2018 年 交通需要予測※1

※1 「ネパール連邦民主共和国シンズリ道路設計計画（第三工区）基本設計調査報告書 2008 年 12 月」

上記の方法によって算出した道路閉塞による交通損失および潜在損失額（Lp）は以下に示す通りである。

表 3.3.7 道路閉塞による交通損失および潜在損失額（Lp）

地点	道路閉塞による交通損失（百万 NRs）	復旧費（百万 NRs）	潜在損失額（LP）（百万 NRs）
Sta.17+400	1,399	12	1,411
Sta.17+600	3,729	196	3,925
Sta.18+200	1,399	120	1,519

(2) 潜在年間損失（ALp）の算出

ALp は FRCDp と「潜在損失額（Lp）」の積であり、以下の通りである。

表 3.3.8 潜在年間損失（ALp）

地点	潜在損失額（LP）（百万 NRs）	潜在頻度（FRCDp）	潜在年間損失（ALp）（百万 NRs）
Sta.17+400	1,411	0.033	47
Sta.17+600	3,925	0.1	393
Sta.18+200	1,399	0.2	304

## 第4章

### 斜面对策工の検討

#### 4.1. 対策工立案の基本方針

シンズリ道路第二工区 Sta.17+400、Sta.17+600、Sta.18+200 の道路斜面の安定度評価を行った結果、いずれの斜面もこのまま放置した場合、道路交通機能に甚大な障害が発生すると判断された。持続的な道路交通機能の保全を目的とし、以下の五つの視点から対策工案を立案した。

- A) 対策効果のレベル：対策工は恒久的な対策工とし、長期間にわたり道路交通が確保される対策工法を基本条件とする。
- B) ネパールにける対策工法技術の適用：ネパール国により技術的に実施可能な工法を極力導入する。
- C) 環境配慮：斜面对策工は、斜面環境の改善に寄与する工事である。しかしながら、工事期間中は自然・社会環境に悪影響を与える要素もあるため、この影響が最小限におさえられるよう計画する。
- D) 経済性及び施工時の安全性：直接工事費のみならず、維持管理のコストも考慮して対策工案を評価する。
- E)：現在の斜面の不安定度が施工方法に及ぼす影響を評価し比較検討を行う。

#### 4.2. STA.17+400 の対策工

##### 4.2.1. 現在の斜面状況

Sta.17+400 における道路斜面災害は、約 40~70° の高さ 40m の急斜面で発生している。斜面を構成する地質は、斜面に対しほぼ直交する片理面を有する雲母片岩で構成されている。雲母片岩は強風化しているが、受け盤を呈する斜面では大きな崩壊を引き起こす可能性が低い。Sta.17+400 における斜面災害は、風化とそれに続く浸食による表層崩壊が主要であると考えられる。

当該斜面の下部は谷地形が形成されている。崖錐性の緩い堆積物が分布しており、豪雨時に浸食を受けやすい状況である。下部斜面の侵食は、上部斜面の安定性を損ね、その結果道路下部斜面と道路そのものの不安定化を招いている。



#### 4.2.2. 対策工の比較検討

上記の Sta.17+400 付近の危険度評価結果から、上部・下部斜面双方の不安定箇所を対象にした斜面对策の実施が必要である。道路の安全な通行を確保することを目的とし、以下の3案を計画した。

【第1案】：上部域は吹付工/ロックボルト工、重力式擁壁工(斜面末端部)、下部域は土砂の流出防止を目的とした及び排水及び排水チェックダム工。(別冊図面集 図 2,3 参照)

表 4.2.1 Sta.17+400 地点対策工 第1案 (吹付け工) 概要

サイト	工種	単位	数量	備考
上部域	吹きつけ工	m <sup>2</sup>	1,490	t=10mm
	ロックボルト工	m	1,119	φ=28.5、l=3.0m
	足場仮設	m <sup>3</sup>	261	w=1.0m
	ガードフェンス	m	63	H=5.0m
	重力式擁壁工	m	14	H=5.0m 斜面末端部
	フトンかご工	m <sup>3</sup>	24	H=2.0m 擁壁基礎部
下部域	チェックダム	m <sup>3</sup>	500	H=5.0m
	水路工	m	10	
	暗渠工	m	113	
	集水柵工	箇所	1	
	植栽工	m <sup>2</sup>	2010	

【第2案】：上部域は擁壁工+吹付工/ロックボルト工、重力擁壁工(斜面中腹部)、下部域はチェックダム及び排水工。(別冊図面集 図-3,4 参照)

表 4.2.2 Sta.17+400 地点対策工 第2案 (吹付け工) 概要

サイト	工種	単位	数量	備考
上部域	吹きつけ工	m <sup>2</sup>	1,580	t=10cm
	ロックボルト工	m	1,185	D=19.L=3.0m
	足場仮設	m <sup>3</sup>	5,390	W=4.5m
	重力式擁壁	m	51	H=5m、斜面中腹部
	ガードフェンス	m	70	H=2.0m
下部域	チェックダム	m <sup>3</sup>	470	H=5.0m
	水路工	m	351	
	暗渠工	m	17	

	集水柵工	箇所	11	
	植生工	m <sup>2</sup>	1,600	
	植栽工	m <sup>2</sup>	1,770	

【第3案】：上部域はフトンカゴ工＋石積み擁壁工＋重力式擁壁工、下部域はチェックダム及び排水工。（別冊図面集 図7~9参照）

表 4.2.3 Sta.17+400 地点対策工第3案（フトンカゴ工）概要（推奨案）

サイト	工種	単位	数量	備考
上部域	重力式擁壁工	m	18	H=5.0m 斜面末端部
	フトンカゴ工	m <sup>3</sup>	2,290	H=5.0m、6段
	石積み擁壁工	m <sup>2</sup>	1,090	t=50cm、2段
	ガードフェンス	m	72	H=2.0m
下部域	チェックダム	m <sup>3</sup>	500	H=5.0m
	水路工	m	120	
	暗渠工	m	113	
	集水柵工	箇所	1	
	植栽工	m <sup>2</sup>	1,700	

対策工を計画後に再度現地調査を実施したところ、第2案における擁壁工は、計画位置の斜面勾配が非常に急であるため、施工が困難であると判断した。そのため、第2案を比較検討から除外した。

計画平面図と標準断面図は、別冊図面集 図2~9を参照されたい。技術的及び経済的な比較を、表4.2.4に示す。

表 4.2.4 Sta.17+400 地区の対策工案 評価表

評価項目	第1案 (ロックボルト工)	第2案 (擁壁工)	第3案 (フトンカゴ工)
1) 対策工の効果	3	-	3
2) 直接工事費	2	-	3
3) 施工性	3	-	2
4) 施工の安全性	3	-	2
5) 維持管理の難易度	1	-	2
6) ネパールの技術	1	-	3
7) 環境配慮	1	-	2
配点計	14	-	17

\*優れている：3、良い：2、可：1として配点

施工性、施工の安全性については、第 1 案が第 3 案より優位である。しかしながら、環境に与える影響は第 1 案のほうが、第 3 案より大きいと考えられる。また、ネパール国における実績を考慮すると、第 1 案で検討した吹付工及びロックボルト工は実績に乏しいのに対し、第 3 案のフトンカゴ工はネパール国での実績も多いことが評価される。

比較検討の結果、第 3 案が技術的、経済的に優れ、推奨される対策工である。

### 4.2.3. 対策工の概要

推奨対策工案(第 3 案)の概要は表 4.2.3 に示す。

Sta17+400 地区は、地形と地質状況から標高 1,140m～1,185m の上部斜面と標高 1,140m の下位下部斜面に区分した。対策工（第 3 案）は上部域にはフトンカゴ工+石積み擁壁工、下部域には土砂の流出防止を目的としたチェックダム、排水工を計画した。

#### (A) 上部域に対する対策工

上部域における計画対策工は以下の通りである。

- 上部域の 6 段のフトンカゴ工は、標高 1,145m から 1,175m 付近に計画し、急斜面の表層崩壊の防止を目的とする。
- フトンカゴ工の上部に 2 段の石積み擁壁工を標高 1,175m から 1,188m にかけて施工する。石積み擁壁工は、道路直下の急斜面の表層崩壊を防止する目的で設置する。
- 上部域末端部の重力式擁壁工は、高さ 5m、長さ 18m の規模で、標高 1,140m 付近に建設する。この擁壁工は上部域のフトンカゴ工の安定性を高めることを目的とする。

急勾配で脆い基礎地盤状況であることから、これらの構造物は厳しい施工管理のもと慎重に施工する必要がある。

#### B) 下部域に対する対策工

下部域は厚く崖錐堆積物が分布しているため、上部の急勾配の斜面脚部を保護する目的で計画する。下部域における計画対策工は以下の通り。

- 水路工+暗渠工を実施する。暗渠工は既存の道路排水工と連結するものとする。暗渠工は道路で集水された地表水を排除するとともに、斜面の地下水位を低下させることを目的とする。
- チェックダムは不安定な崖錐堆積物の流出防止を目的とし 2 基計画する。
- 植栽工は崖錐堆積物の表層浸食防止及び環境改善のために計画する。

### 4.3. STA.17+600 の対策工

#### 4.3.1. 現在の斜面状況

Sta.17+600 は、崩壊形態をもとに a～d の 4 地区の不安定地区に区分される。

a 地区：道路直下の急崖部、2007 年に崩壊が発生した地区。

b 地区：Sta.17+600 の東側の道路下方斜面、トップリングにより変形、脆弱化した不安定岩塊とそれから供給された堆積物により構成される移動体である。これの崩壊により上方斜面が追隨して不安定化するおそれがある地区。

c 地区：Sta.17+600 の西側の道路下方斜面、現在休眠中の地すべり移動土塊が分布する。かつては活発に滑動していたと考えられるため、滑動により Sta.17+400 の北側斜面が不安定化する恐れがある。

d 地区：Sta.17+520 から Sta.17+600 の擁壁部に雨期に多くの湧水が認められる地区。

#### 4.3.2. 対策工の比較検討

Sta.17+600 付近の道路が斜面崩壊により損傷を受けた場合、当該区間が Sta.18+200 へ続くつづらおりの道路の最下部に位置するため、山側へ道路を付け替えて対応することは非常に困難である。道路交通機能の恒久的保持を目的とし、4 つの不安定地区を網羅する対策工を検討した。地形・地質的条件が厳しく、補強工を付した高盛土による押さえ盛土工やアンカー工等の高度な地すべり対策工法を主要な対策工として導入した。

【第 1 案】：a 地区に対するアンカー工、b および c 地区に対する 2 段の高盛土による押さえ盛土工、d 地区に対する吹付工（別冊図面集 図 10～12 参照）

表 4.3.1 Sta.17+600 地点対策工 第 1 案（盛土 1+アンカー）概要（推奨案）

工種	単位	数量	備考
A) a 地区			
アンカー工 (1)	m	619	F20UA,@3.0m,2 段,L=13.5~14.0m,
張コンクリート工(1)	m <sup>2</sup>	663	t=40cm
アンカー工(2)	m	525	F70UA,@3.0m,2 段,L=12~13.0m
張コンクリート工(2)	m <sup>2</sup>	391	t=60cm
ロックボルト工	m	861	D=19,@2.0m,L=3.0m
吹付工	m <sup>2</sup>	1,148	t=10cm
足場仮設	m <sup>2</sup>	7,368	W=4.5m
B) b c 地区			
押さえ盛土工 (1) 現地発生	m <sup>3</sup>	36,100	
押さえ盛土工 (2) 持ち込み	m <sup>3</sup>	20,000	
植生工	m <sup>2</sup>	5,160	
重力式擁壁工	m	30	H=5.0m
フトンカゴ工	m	3,370	H=2.0m
チェックダム	m	30	H=3.0m



暗渠工	m	200	φ=600mm
水路工	m	1,400	W=300mm
C) d 地区			
吹付工	m <sup>2</sup>	2,145	t=10cm
工事用道路	m	686	W=4.0m

【第2案】: a 地区に対するアンカー工、b および c 地区に対する 1 段の高盛土による押さえ盛土工、d 地区に対する吹付工（別冊図面集 図 13～15 参照）

表 4.3.2 Sta.17+600 地点対策工 第2案（盛土2+アンカー）概要

工種	単位	数量	備考
A) a 地区			
アンカー工 (1)	m	619	F20UA,@3.0m,2 段、L=13.5~14.0m,
張コンクリート工(1)	m <sup>2</sup>	663	t=40cm
アンカー工(2)	m	966	F70UA,@3.0m,4 段,L=12~13.0m
張コンクリート工(2)	m <sup>2</sup>	731	t=60cm
ロックボルト工	m	1,320	D=19,@2.0m,L=3.0m
吹付工	m <sup>2</sup>	1,759	t=10cm
足場仮設	m <sup>3</sup>	9,940	W=4.5m
B) b c 地区			
押さえ盛土工 (1) 現地発生	m <sup>3</sup>	37,000	
押さえ盛土工 (2) 持ち込み	m <sup>3</sup>	20,000	
植生工	m <sup>2</sup>	6,760	
重力式擁壁工	m	30	H=5.0m
フトンカゴ工	m	3,370	H=2.0m
チェックダム	m	30	H=3.0m
暗渠工	m	200	φ=600mm
水路工	m	1,250	W= 300mm
C) d 地区			
吹付け工	m <sup>2</sup>	2,145	t=10cm
工事用道路	m	686	W=4.0m

【第3案】: a、b 地区に対するアンカー工、c 地区に対する薄い押さえ盛土工、d 地区に対する吹付工（別冊図面集 図 16～18 参照）

表 4.3.3 Sta.17+600 地点対策工 第3案（盛土3+アンカー）概要

工種	単位	数量	備考
A) a 地区			
アンカー工 (1)	m	619	F20UA,@3.0m,2 段、L=13.5~14.0m,
張コンクリート工(1)	m <sup>2</sup>	663	t=40cm
アンカー工(2)	m	966	F70UA,@3.0m,4 段,L=12~13.0m
張コンクリート工(2)	m <sup>2</sup>	731	t=60cm

アンカー工(3)	m	1,540	F100UA,@3.0m,8 段、L=13.5~21.0m
張コンクリート工(3)	m <sup>2</sup>	740	t=60cm
ロックボルト工	m	1,320	D=19,@2.0m,L=3.0m
吹付工	m <sup>2</sup>	1,760	t=10cm
足場仮設	m <sup>3</sup>	12,240	W=4.5m
B) b c 地区			
押さえ盛土工 (1) 現地発生	m <sup>3</sup>	3,000	
押さえ盛土工 (2) 持ち込み	m <sup>3</sup>	20,000	
植生工	m <sup>2</sup>	2,720	
重力式擁壁工	m	30	H=5.0m
フトンカゴ工	m	2,290	H=2.0m
チェックダム	m	30	H=3.0m
暗渠工	m	190	φ=600mm
水路工	m	650	W=300mm
C) d 地区			
吹付工	m <sup>2</sup>	2,145	t=10cm
工事用道路	m	686	W=4.0m

技術的及び経済的な比較に関しては、以下の表 4.3.4 に要約される。

表 4.3.4 Sta.17+600 地区の対策工案 評価表

評価項目	第 1 案	第 2 案	第 3 案
1)対策工の効果	3	3	3
2)直接工事費	3	2	1
3)施工性	3	2	1
4 施工の安全性	3	2	2
5)維持管理の難易度	2	2	1
5)ネパールの技術	1	1	1
6)環境配慮	3	2	1
配点計	18	14	10

\*優れている：3、良い：2、可：1として配点

上記の対策工法比較検討の結果、第 1 案が技術的、経済的にも優位である。加えて、ネパール国における建設実績の不足を考慮してこれらの対策は経験に富む国際的な建設会社に取り組むべきである。

### 4.3.3. 対策工の概要

Sta.17+600 の対策工（第 1 案）は a 地区のアンカー工、b、c 地区の 2 段の高盛土からなる押さえ盛土工、d 地区の吹付工よりなる。推奨計画対策工（第 1 案）の概要は表 4.3.1 に示す。

- a 地区の対策工はタイロッドアンカー工、アンカー工、ロックボルト工よりなる。タイ

ロードアンカー工は、既設の道路構造物と道路盛土を補強し、アンカー工、ロックボルト工は斜面を補強することを目的とする。

- b, c 地区に対する 2 段の盛土は、b,c 地区の斜面を安定化させると共に a 地区の下部斜面を補強、安定化させる。盛土材は Sta18+200 の切土により発生した掘削土砂と購入材を使用する。
- 高盛土の安定化を図るため 2 m ごとに補強材を入れる。盛土下部は排水暗渠工を施工して水位の上昇を防止する。
- 盛土工の末端は重力式擁壁により補強して、擁壁基礎部下部域に土砂の流出を防止するためチェックダムを計画した。
- 盛土法面下部はフトンカゴで補強する。盛土と地山との境界部、盛土の各小段には水路工を施工する。
- d 地区の道路山側斜面は吹付工により雨水の浸透防止とする。

#### 4.4. STA.18+200 の対策工

##### 4.4.1. 現在の斜面状況

Sta.18+200 付近の道路斜面崩壊は、石英片岩が分布する尾根上の急斜面において発生している。斜面崩壊は 2003 年に初めてトップリング型崩壊として発生し、2005 年に当初建設された道路を含む範囲に亀裂が発生した。それに応じて 2006 年には道路を山側へ約 6m シフトした。その後、斜面の崩壊現象が進行し、今回の 2010 年の雨期における斜面観測の結果、Sta.18+200 付近における不安定領域は、現在の道路センターを含む幅約 50m、長さ 50m であり、雨期に活発に滑動していることが明らかになった。

当該箇所における道路斜面崩壊は、調査地において最も深刻であり、対策工の早期実施が望ましい。

##### 4.4.2. 対策工の比較検討

Sta.18+200 付近の危険度評価結果から、以下の有効な 3 案の比較検討を実施した。

【第 1 案】：既設の道路を山側へシフトする道路付替工（別冊図面集 図 19 参照）

表 4.4.1 Sta.18+200 地点対策工 第 1 案（道路シフト）概要（推奨案）

工種	単位	数量	備考
排土工	m <sup>3</sup>	37,600	
ロックネット	m <sup>2</sup>	920	
石積み擁壁工	m	125	H=5.0m, t=50cm
仮設防護柵	m	192	H=5m
切土法面整形	m <sup>2</sup>	2,820	
吹付工(1)斜面部	m <sup>2</sup>	1,070	t=10cm

吹付工(2)沢部	m <sup>2</sup>	130	t=10cm
水路工	m	600	
植栽工	m <sup>2</sup>	920	
道路付替工	m	142	

【第2案】：不安定な斜面をアンカー工で抑止する（別冊図面集 図20～21参照）

表 4.4.2 Sta.18+200 地点対策工第2案（アンカー工）概要

工種	単位	数量	備考
排土工	m <sup>3</sup>	80,000	
吹付け工（斜面）	m <sup>2</sup>	490	t=10cm
植生工	m <sup>2</sup>	3,130	t=3cm
アンカー工	m	4,080	F50UA
張コンクリート工	m <sup>2</sup>	2,070	t=50cm
仮設足場	m <sup>3</sup>	11,010	6,050 m <sup>3</sup> +4,960 m <sup>3</sup>
吹付け工	m <sup>2</sup>	1,740	t=10cm
ロックボルト工	m	2,175	L=5.0m
道路付け替え	m	76	
石積み擁壁工	m	36	H=5.0m

【第3案】：不安定な斜面を杭工で抑止する（別冊図面集 図23～25参照）

表 4.4.3 Sta.18+200 地点対策工第3案（深礎杭工）概要

工種	単位	数量	備考
排土工	m <sup>3</sup>	80,000	
吹付け工（斜面）	m <sup>2</sup>	490	
植生工	m <sup>2</sup>	3,130	t=3cm
深礎杭工	m	255.5	φ=4000mm
道路付け替え	m	76	
石積み擁壁工	m	36	H=5.0m

計画平面図と標準断面図は、別冊図面集を参照されたい。技術的及び経済的な比較に関して、以下の表 4.4.4 に要約する。

表 4.4.4 Sta.18+200 地区の対策工案 評価表

評価項目	第1案	第2案	第3案
1)対策工の効果	3	3	3
2)直接工事費	3	2	2
3)施工性	3	1	1
4)施工の安全性	3	1	1
5)維持管理の難易度	3	2	2

5)ネパールの技術	2	1	1
6)環境配慮	2	1	3
配点計	19	11	12

\*優れている：3、良い：2、可：1として配点

第1案は安定している山側斜面へ既設道路を付替え、道路斜面災害を回避するのに対し、第2案と第3案は、既存の道路線形を保持したままで、構造物を用いて不安定領域を抑止しようとするものである。第2案と第3案は、雨期に斜面変動が活発化していることから、頭部排土による斜面の安定化を図った後に工事を施工する必要がある。また、動態観測施工が必要となる。このため工費が多分に掛かるだけでなく、高い施工能力を必要とする工法である。それに対し第1案は掘削した土砂は、Sta17+600盛土材として活用可能でありコストダウンになる、また環境への影響も軽減される工法である。

比較検討の結果、Sta.18+200に対して第1案が技術的にも経済的にも優れた工法である。

#### 4.4.3. 対策工の概要

Sta.18+200の計画対策工（第1案）は表4.4.1に示す。対策工の概要を以下に記す。

- 道路は山側へシフトすることにより道路を危険範囲から回避させる。シフトは不安定領域より5m以上離す。
- 道路線形は道路の通行の安全面からカーブをつけて山側に切り込む。
- 山側の切土は不安定領域の上部を排土して施工中の安定度を高める。
- 排土平坦部には水路工を施工して、雨水の浸透を防止する。表層は植生工により緑化する。
- 新たな道路切土法面には、吹付工とロックネットを行う。ロックネット工は施工中の落石等の安全確保と植生復活補助工とする。
- Sta18+200の上部域に沢部に雨水・表流水の浸透防止のため吹付工を計画する。
- 施工中の道路通行の安全を確保するため現道センター付近にH鋼による仮設防護柵を設置する。道路反対側の斜面には里道の安全を確保するため、仮設防護柵とマウンドを施工する。



## 第5章 概略事業計画

### 5.1 対策工事の概要

前項の内容より、対策工事の概要は以下の通りとする。なお、本準備調査「準備調査報告書案の現地説明・協議」における合意事項に基づき、Sta.17+400は「ネ」国側にて実施するものとし、以降の事業計画においてはこれを除外する。（巻末資料 VII「協議結果簿 (M/D: : Minutes of Discussion)」を参照。）

表 5.1.1 対策工事の概要

箇所	対策概要	備考
Sta.17+400	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 砂防ダム、重力式擁壁の設置＋植栽工</li><li>・ ガビオン擁壁＋練石積み擁壁の設置</li><li>・ 転落防止工の設置</li></ul>	（「ネ」国側にて実施）
Sta.17+600	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 砂防ダム、重力式擁壁の設置</li><li>・ 押え盛土工（ジオテキスタイル、小段下部にはガビオン設置）＋植生工</li><li>・ コンクリート吹付工＋アンカー工</li></ul>	盛土材には Sta.18+200の切土発生材を活用。
Sta.18+200	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 排土工＋コンクリート吹付工＋練石積み擁壁</li><li>・ 道路線形シフト工</li></ul>	切土量が最小となるよう計画。

### 5.2 事業計画方針

計画の策定に際しては、下記事項に留意することとした。

- 現地の労働者・資材を最大限に活用し、対象地域の地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進に資する。
- 一般車両と工事関係車両との事故防止を図ると共に、可能な限り支障を及ぼさないよう配慮する。
- 工事中の交通事故防止や、騒音・振動・排気ガス・粉塵等の環境問題に配慮した計画を立案する。

## 5.3 事業計画概要

### 5.3.1 施工計画

#### (1) 労務

労働者の雇用に際し、雇用者は「ネ」国の労働基準関連法規（Labor Act, 2048(1992)、Labor Rules, 2049(1993)、Bonus Act, 2030(1974)等）を遵守しなければならない。現行の法規等に規定されている主な条件は、以下の通りである。

表 5.3.1 「ネ」国労働基準法

一般事項	職種毎に定められた最低賃金を遵守しなければならない。 同じ職種の場合、男女で給与に差を付けてはならない。 従業員 10 人以上の会社において適用する。
①給与・賞与	職種毎に定められた最低賃金を遵守しなければならない。 賞与は、給与総額の 10%を毎年支給する。
②標準労働時間	一週間当たり 48 時間（8 時間×6 日） （労働開始時間は雇用者により決定することができる。ただし、未成年者および女性は労働時間を 6:00～18:00 の間とすることが望ましい。） （連続労働は 5 時間を超えてはならない。）
③残業手当・上限	平日及び休日・深夜の残業手当は 1.5 倍給となる。ただし、その残業時間は、一日 4 時間あるいは週 20 時間を上回ってはならない。
④休日及び公休日	週 1 日の休日を設定する。（祝日は休日とする。）
⑤有給休暇	20 日の稼働に対して 1 日の有給休暇を与える。
⑥疾病休暇	一年以上勤務した労働者に対して、年間 15 日の疾病休暇を設定。 （ただし、休暇中の給与は通常 1 ヶ月勤務の半分）。
⑦忌引休暇	一年以上勤務した労働者に対して、親族に不幸があった場合 13 日以下の休暇（有給）を与える。
⑨退職・解雇	退職年齢（定年）は 55 歳を標準とするが、60 歳まで延長することが可能。 退職金は以下を支払う。 ・雇用期間 7 年以下 1/2 ヶ月分 ・雇用期間 7 年-15 年 2/3 ヶ月分 ・雇用期間 15 年以上 1.0 ヶ月分

出典：Labor Act, 2048(1992)、Labor Rules, 2049(1993)、Bonus Act, 2030(1974)他

#### (2) 施工方法

施工工種及び工法については、できるだけ「ネ」国内で普及しているものを採用することとし、これら工種・工法で対応できない場合には日本の技術を活用し、道路の安全性を確保する。これにより、維持管理において「ネ」国側へ過度の負担とならないよう配慮する計画とした。

なお、上記方針策定に際して、「ネ」国内の技術水準及び施工実績等を確認した結果を以下に示す。これら工種については「ネ」国内業者による設計・施工は困難であると判断できるため、これら施工に際しては日本の技術協力が必要である。

**表 5.3.2 技術水準/施工実績**

種別	項目	内容	現地業者 対応可否
技術水準	設計基準 (斜面对策工)	概要や項目、対策方針等は示されているが、具体的な条件、許容値等に関する記載がない。	×
実績	補強土工法	シンズリ道路で日本業者が実施した実績しがなく、現地での設計・資材調達・施工共に困難。	×
	高盛土工	「ネ」国実績は盛土高 20m 程度が最大であり、80m を超える盛土の締固め管理の実績は存在しない。(一般的に補強土工法の適用により盛土量の軽減が可能。)	×
	コンクリート吹付工	シンズリ道路で日本業者が実施した実績しがなく、現地での施工機械調達・施工共に困難。	×
	アンカー工	鉄筋挿入工（施工時に引張力を加えない）の実績はあるものの、施工時に緊張力を与えるアンカー工法の実績はなく、設計及び資機材調達・施工も困難。	×

出典：調査団

### (3) 安全対策

プロジェクト対象地域は、外務省の安全情報で「十分注意してください」と注意喚起される地域であり、施工現場の保安面に対しては十分な安全対策が必要である。特に、本計画の対象箇所は同路線「シンズリ道路第3工区建設計画」工事用道路として施工期間中も供用することが重要となることから、これに係る安全対策を十分に検討する必要がある。

#### 1) 建設ヤードの警備

既存道路及び集落近辺でのヤード設置となることから、作業エリアに加えて資機材ヤードや宿舎においても、ある程度の安全対策が必要となる。

特に、治安情勢の悪化が懸念される状況になった場合には、必要に応じて警察等への支援要請を行い、警備を強化する等の対策を行う必要がある。

- 建設ヤード外周へのバリケード設置
- 警備員の 24 時間配備
- サイト周辺における建設資機材の警備

## 2) 交通安全管理

本プロジェクトの一部では既存道路（村～道路間のアクセス道路含む）・集落・耕作地等を活用した施工が必要であり、工事期間中は一般交通と工事用車両が混在することとなる。このため、交通規制区間や現場から一般道路への出入口付近に交通誘導員を配置し、交通事故等の発生を抑制する必要がある。また、工事において既設道路上へのクレーン配置等により交通規制が必要となる場合には、施工業者に対して計画書の提出を指示するとともに、DoR を含め協議を行うよう指導する必要がある。

また、Sta. 18+200 における切土工事（既存道路脇）の際には落石防護柵等の仮設設備を導入し、既存交通への影響に配慮する。

## (4) 周辺環境・地域住民への配慮

現場周辺の自然環境、地域住民への影響を最小限に止めるため、以下の対策を実施する計画とする。

- Sta. 18+200 の切土量を必要最小限に設定する。
- Sta. 18+200 の切土発生材は、Sta. 17+600 盛土工に適用する。
- 低騒音・低振動の建設機械を使用する。
- サイト周辺の生活道路、耕作地への影響を最小限に止める。

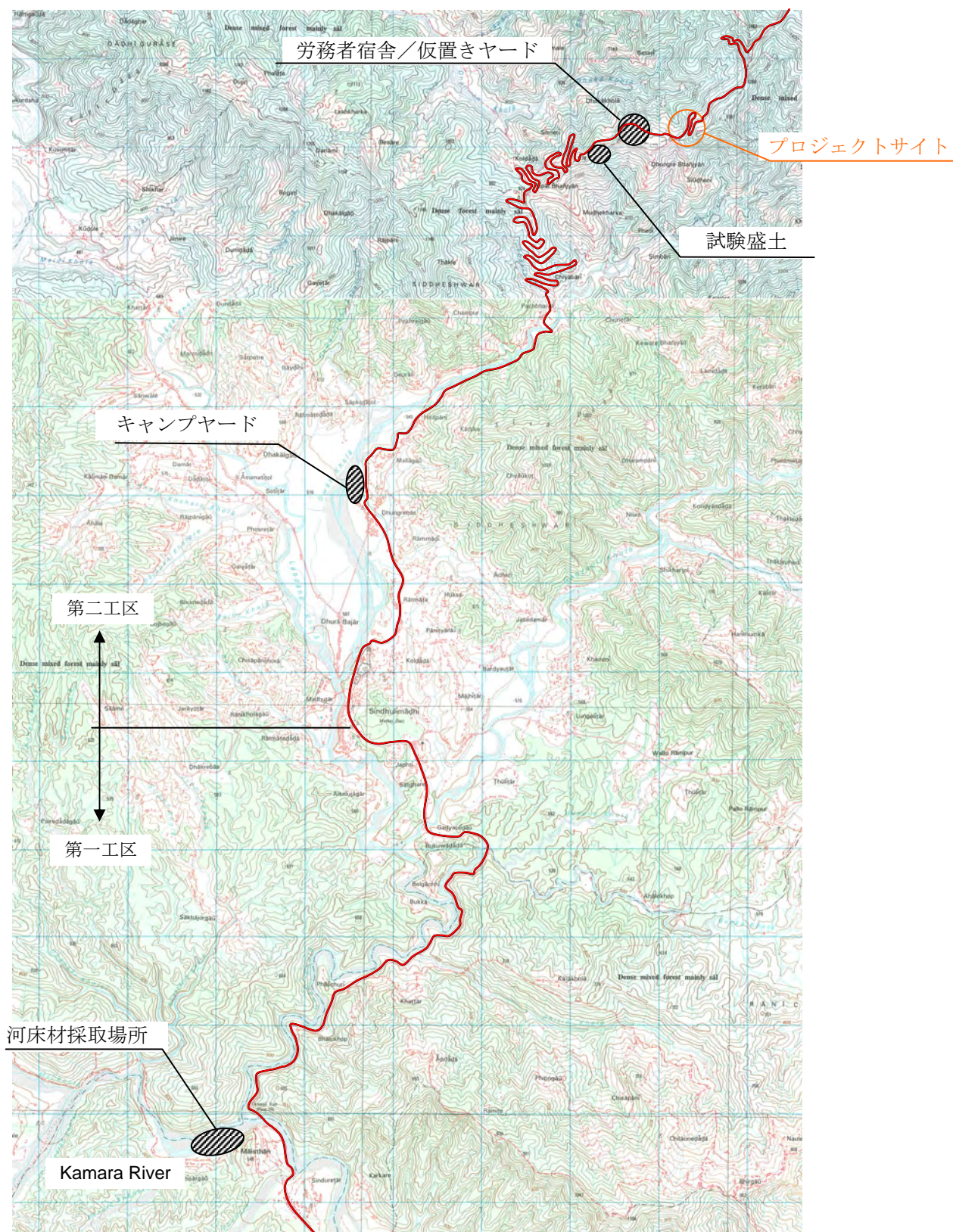
## (5) 仮置きヤード・キャンプヤード

施工計画の策定に際しては、以下の地点を活用し、円滑な施工が可能となるよう配慮する。なお、当該箇所については第2次現地調査時に DoR と現場にて協議・確認を行い、了解を得ている。

- キャンプヤード：Sta. 3+000  
※キャンプヤード内には、事務所、宿舎、資材ヤード、骨材／コンクリートプラント、試験室等を設置する。
- 労務者宿舎／仮置きヤード：Sta. 17+200
- 試験盛土：Sta. 16+800
- 河床材採取場所：Sta. 29+000（第一工区、カマラ川）

次頁には、上記地点とプロジェクトサイトとの位置関係を示す。





出典：Nepal map / Survey Dept., Nepal

図 5.3.1 施工ヤード位置図



### 5.3.2 調達計画

#### (1) 労務

施工に従事する一般労務者は、工事規模や周辺地域の人口増加傾向を勘案すると、概ね現場周辺で確保できるものと考えられる。ただし、世話役やプラント操作員等の特殊技術を要する労務者の調達は難しく、都市部からの調達が必要となる。

表 5.3.3 労務調達区分

職種	規格	調達先	備考
世話役		都市部	
プラント操作員		都市部	
大工		現場周辺	
運転手	特殊／一般	現場周辺	
石工		現場周辺	
鉄筋工		現場周辺	
型枠工		現場周辺	
左官工		現場周辺	
特殊作業員		現場周辺	
普通作業員		現場周辺	
交通誘導員		現場周辺	

出典：調査団

#### (2) 資材

建設材料のうち天然資材（砂・石材・盛土材・木材）、セメント及び鉄筋等の一般的な建設資材については輸入品を含め市場に流通しており、現地で調達が可能である。一方、アンカー材や補強土資材等の特殊な工種で必要となる資材は「ネ」国で一般に流通していないことから、日本調達を計画する。

表 5.3.4 主要資材調達区分

名称	調達先			備考
	「ネ」国	第3国	日本	
セメント	○	○		輸入品・国内生産品共に流通
骨材（砂、粗骨材）	○			
コンクリート混和材	○			輸入品（一般的に流通）
鉄筋	○	○		輸入品・国内生産品共に流通
瀝青材料	○			輸入品（一般的に流通）
一般木材	○			
燃料（軽油・ガソリン）	○			輸入品（一般的に流通）
アンカー材			○	現地調達不可
補強土資材			○	現地調達不可

出典：調査団

### (3) 工事中機械

「ネ」国内における工事中機械の賃貸専門業者は存在せず、基本的に賃貸による機械調達には困難である。その他の調達手段として施工業者が所有する工事中機械を賃貸する方法も考えられるが、施工業者の規模もさほど大きくなく、賃貸での調達可能台数は1～2台/社程度、整備状況も決して十分でないことが予想される。また、厳しい施工条件（急峻な地形での硬岩掘削・盛土施工）における安全性・作業性の確保や山岳地域における継続的なメンテナンス等を勘案し、日本調達を基本とする。

ただし舗装用機械については、本プロジェクトでは舗装施工量が非常に少なく使用期間が限定的であることから、DoRの保有する維持管理用機械の貸与を受け、施工する計画とする。

表 5.3.5 主要工事中機械調達区分

機種	規格	調達先			備考
		「ネ」国	第3国	日本	
ブルドーザ	排出ガス対策型、普通 21t			○	
バックホウ	排出ガス対策型、平積 0.6 m <sup>3</sup>			○	
ダンプトラック	普通、ディーゼル 10t 積			○	
トラッククレーン	油圧式 25t			○	
ロードローラ	排出ガス対策型、マカダム 10-12t	○			DoR より貸与
アスファルト フィニッシャ	油圧式、排出ガス対策型 3.1m	○			DoR より貸与
コンクリート吹付機	湿式、6.0m <sup>3</sup> /hr、空気量 10m <sup>3</sup> /min			○	現地調達不可
ボーリングマシン	ロータリーパーカッション式 スキッド型 55kW 級（モーター式）			○	現地調達不可
コンクリートプラント	30m <sup>3</sup> /hr			○	
骨材プラント	30t/hr、195kVA			○	

出典：調査団

### (4) 輸送梱包計画

現場近辺での資機材調達が困難な場合には、カトマンズ近辺および日本・第三国からの調達を行う必要がある。これまでのシンズリ道路建設計画およびネパール国内におけるその他工事实績から、下記ルートによる調達を想定する。

#### カトマンズー現場間（青線～橙線）

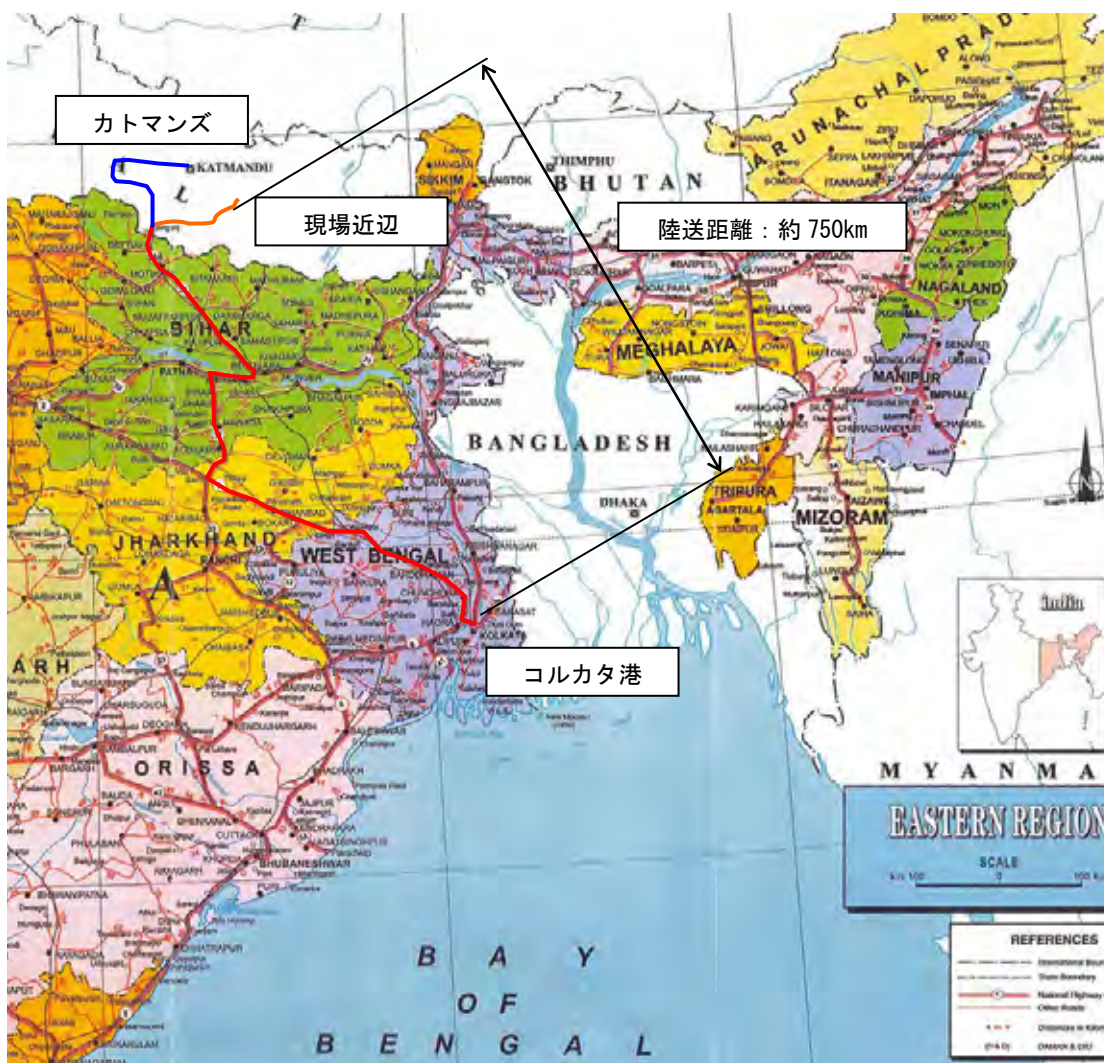
現在、シンズリ道路は施工中の第3工区も含め一般車両の通行は可能であるが、資機材を搬入するような大型車の通行は困難な状況にあり、輸送ルートとしては不向きである。このため、これまでのシンズリ道路第2工区建設時と同様、プリチビ道路（ムグリン・ナランヤンガート経由）、東西ハイウェイおよびシンズリ道路（第一工区側）にて陸送する。

陸送（カトマンズ近辺～現場）	2日
計	2日

日本（または第三国）－現場間（赤線～橙線）

コルカタ港までは海上輸送とし、インド国道2号～31号～28号、東西ハイウェイおよびシンズリ道路（第一工区側）を利用して陸送する。

日本国内調達輸送	7日
海上輸送（日本～コルカタ港：沖待ち、荷揚げ、通関含む）	20日
陸送（コルカタ港～現場）	3日
計	30日



出典：India Map by India Tourism Authority

図 5.3.2 輸送梱包計画図

## 通関手続きについて

コルカタ港における通関手続きは一般的なものであり、インドとネパールの国境部についても一般車両を含め日常的に往来がなされていることから、輸送計画における通関手続きについて特に問題は生じない。

なお、資機材調達に際して必要となる許認可申請は、以下の通りである。

表 5.3.6 資機材調達に係る許認可申請手続き

項目	担当官庁	所要日数
資機材マスターリストの承認手続き	財務省	約 1.0～2.0 ヶ月
税関手続き	財務省・税務署	約 0.5～1.0 ヶ月

出典：調査団

## 5.3.3 事業工程計画

### (1) 祝日

ネパールでは太陰太陽暦のヴィクラム暦を採用しており、日程は毎年変わる。以下に2010年5月～2011年4月の祝日を示す。

表 5.3.7 「ネ」国の祝日

日付	内容	日付	内容
5月27日	ブッダ・ジャヤンティー	2月8日	シュリー・パンチャミー
8月25日	ガイ・ジャトラ※	2月19日	民主主義の日
9月1日	クリシュナ誕生日	3月2日	シバ・ラートリー
9月12日	ティージ(女性官吏のみ)	3月19日	ホーリー (カトマンズ)
9月22日	クマリ山車巡行※	3月19日	ホーリー (タライ)
10月8日	ダサイン初日	4月3日	ゴダ・ジャトラ (カトマンズ)
10月14～19	ダサイン	4月12日	ラーマ誕生日
11月5～7日	ティハール	4月14日	ネパール新年
11月12日	チャット・パルヴァ		※カトマンズ盆地のみ

出典：調査団

### (2) 自然条件

サイト周辺の気候は全般的に温暖で、昼夜の気温差が大きい内陸性気候となっている。年間降雨量は2,500mm程度であるが、雨期と乾期で降雨量は大きく異なり、降雨量は7月～8月に集中する傾向にある。

### (3) 標準労働時間の設定

本プロジェクトでは、標準労働時間を「ネ」国の労働基準に準拠する。「ネ」国は標準的には土曜日が休日であり、労働基準においても「週1日の法定休日」が義務づけられている。本工事計画では標準労働時間とし、JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル





ル) 及び現地政府標準単価 (現地調査時に入手) を活用し、設定した。

### (3) 間接費の積上げ方法

JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編 (土木分野、2009年3月)」に準拠し、日本国内で公表されている積算基準に準拠した率分計算を実施する。また、率分に含まれない項目については別途積上げを実施する。

また、設計監理費については上記マニュアルを参照し、積上げを実施する。

## 5.4.2 積算条件

### (1) 積算時点

本業務の積算時点は JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編 (土木分野、2009年3月)」に準拠し「2010年11月」とする。

### (2) 積算通貨

積算通貨は外貨を日本円及びアメリカドル、内貨をネパール・ルピーとした。それぞれの為替レートは、積算時点より過去6ヶ月間の平均レートとし、以下の通りとする。

1 アメリカドル = 86.62 日本円

1 ネパールルピー = 1.17 日本円

### (3) 物価上昇率

最初に、現地調査時に収集した単価は積算時点の単価とは異なるため、これを補正するために物価上昇率を考慮し、収集単価の補正を行う。

各単価の物価上昇率は内貨・外貨の区分により想定する物価上昇率が異なるが、シンズリ道路積算実績と施工環境・調達計画等の整合があることから、内貨・外貨比率は同積算実績を参考に、内貨 50%、外貨 50%と設定する。

表 5.4.1 内貨・外貨比率

	第2工区	第3工区	平均	本業務
内貨	35.6%	59.7%	47.7%	50.0%
外貨	64.4%	40.3%	52.4%	50.0%

※積算単価= (過去の単価) × 物価上昇率 (内貨相当×50%+外貨相当×50%)

出典：調査団

また、内貨・外貨それぞれの物価上昇率の算定については JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編 (土木分野、2009年3月)」に準拠し、次頁の通りとする。

なお、ここで算出した物価上昇率は、JICA 協力準備調査設計・積算マニュアル（2009年3月）に規定される予備費の算出にも活用するものとし、建設費及び設計監理費に対して率分にて算出・計上する。

**表 5.4.2 物価上昇率（内貨）**

項目	2000 (実績)	2001 (実績)	2002 (実績)	2003 (実績)	2004 (実績)	2005 (実績)	2006 (実績)	2007 (実績)
消費者物価指数	100.000	102.434	105.401	110.4	114.775	119.985	129.539	137.875
指数上昇率(年間)	3.393%	2.434%	2.896%	4.743%	3.963%	4.539%	7.963%	6.435%
(月換算)								
積算時点～								
物価変動係数	1.863	1.818	1.767	1.687	1.623	1.552	1.438	1.351

項目	2008 (実績)	2009 (実績)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
消費者物価指数	148.492	168.131	187.907	202.927	214.058	224.761	235.999	247.799
指数上昇率(年間)	7.700%	13.226%	11.762%	7.993%	5.485%	5.000%	5.000%	5.000%
(月換算)		1.102%	0.980%	0.666%	0.457%	0.417%	0.417%	0.417%
積算時点～			10.780%					
			186.256					
物価変動係数	1.254	1.108	1.000	1.090	1.149			

出典：調査団

**表 5.4.3 物価上昇率（外貨）**

項目	2000 (実績)	2001 (実績)	2002 (実績)	2003 (実績)	2004 (実績)	2005 (実績)	2006 (実績)	2007 (実績)
消費者物価指数	100.000	102.465	104.411	106.471	108.776	111.295	113.897	116.482
指数上昇率(G7、年間)	2.138%	1.936%	1.292%	1.749%	1.990%	2.338%	2.356%	2.162%
(EU、年間)	3.119%	2.994%	2.506%	2.197%	2.339%	2.294%	2.320%	2.378%
(平均)	2.629%	2.465%	1.899%	1.973%	2.165%	2.316%	2.338%	2.270%
積算時点～								
物価変動係数	1.226	1.197	1.174	1.152	1.127	1.102	1.076	1.053

項目	2008 (実績)	2009 (実績)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
消費者物価指数	120.488	120.966	122.751	124.463	126.484	128.748	131.169	133.728
指数上昇率(G7、年間)	3.203%	-0.124%	1.411%	1.324%	1.605%	1.794%	1.869%	1.915%
(EU、年間)	3.676%	0.918%	1.540%	1.466%	1.642%	1.786%	1.892%	1.987%
(平均)	3.440%	0.397%	1.476%	1.395%	1.624%	1.790%	1.881%	1.951%
積算時点～			1.353%					
			122.603					
物価変動係数	1.018	1.014	1.000	1.015	1.032			

出典：調査団

## 5.5 相手国側分担事業の概要

準備調査報告書（案）の現地説明・協議結果を踏まえ、本プロジェクトにおける「ネ」国側分担事業（案）の概要は、以下に整理する。

表 5.5.1 相手国側分担事業（案）の概要

項目	内容
一般事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業計画の実施に必要な情報の提供</li> <li>・ 事業計画に必要な用地（道路・作業用地、資機材保管用地）確保</li> <li>・ 工事着手前の工事サイト整地</li> <li>・ 日本国内の銀行に「ネ」国名義の口座開設、支払い授権所の発行</li> <li>・ 「ネ」国の荷役積卸し地点での速やかな積卸し作業、免税処置及び関税免除の実施</li> <li>・ 認証された契約に対する生産物・サービス提供に関する関税・国内税あるいはその他税金の免除（本計画に関与する日本法人／個人が対象）</li> <li>・ 認証された契約あるいはサービス提供に関して、日本国籍を有する国民に対する「ネ」国への入国／作業許可、その他必要となる権限の付与</li> <li>・ 必要に応じて、プロジェクト実施に際しての許可、その他の権限付与</li> <li>・ 本プロジェクトにより建設する施設の適切かつ効果的な維持・管理・保全</li> <li>・ プロジェクトの作業範囲内で負担される費用以外、全ての費用を負担する</li> </ul>
本計画固有の事項	<p><u>工事着手前</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 用地境界内の私有支障物件への補償金の支払いの実施</li> </ul> <p><u>工事中</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設用の河床材採取に係る補償</li> <li>・ 日常維持管理業務に支障のない範囲で、建設業者へのシンズリ道路建設に係る無償資金協力で調達した維持管理機材の無償貸与</li> <li>・ 既存道路及び人道の切り回しに係る手続きと用地の確保</li> <li>・ 既存道路の通行制限に係る情報伝達・広報</li> <li>・ 環境影響モニタリングの実施</li> <li>・ 工事完了／引渡し済み区間の維持管理</li> <li>・ 地域住民や既存道路利用者と建設業者とのトラブル回避・調整</li> </ul> <p><u>工事完成後</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境影響モニタリングと環境監査</li> <li>・ 地域住民による空地等有効利用への助言と提言</li> <li>・ 道路全線にわたる維持管理ネットワークの構築と運用</li> </ul>

出典：調査団

## 5.6 プロジェクトの概算事業費

準備調査において設定した積算条件に基づく概算事業費は、以下の通りである。

### (1) 日本側負担経費

前述の積算条件に基づく日本側負担の事業費総額は、827 百万円となる。ただし、本事業費には予備費（入札時期を 2012 年と想定し、これに相当する物価上昇率を考慮）を含むものとする。

**表 5.6.1 概算事業費（日本側負担経費）**

単位：百万円

費目			概算事業費	
施設	Sta.17+600 対策工	押え盛土工（補強土擁壁） 法面工（アンカー等） 排水工等	492	
	Sta.18+200 対策工	切土工 道路切り回し工 排水工等	221	713
実施設計・施工監理				114
合計				827

出典：調査団

### (2) 「ネ」国側負担経費

**表 5.6.2 概算事業費（「ネ」国側負担経費）**

単位：百万 NRs / 百万円

負担事項	負担内容	負担金額	
		金額 (百万 NRs)	円換算 (百万円)
工事開始前／実施中	土地借用・補償費	5.87	6.87
	その他経費	1.99	2.32
工事完成後	モニタリング等	1.17	1.37
合計		9.03	10.56

出典：調査団

## 第 6 章

### プロジェクト実施に係る提言

#### 6.1. 斜面の危険度

Sta.17+400、Sta.17+600 及び Sta.18+200 の危険度評価の結果、的確な対策工が実施されなかった場合、斜面崩壊により道路交通に深刻な被害が生じる可能性が高い。

斜面崩壊による経済損失は、Sta.17+400、Sta.17+600 及び Sta.18+200 において、それぞれ年間 4700 万、39,300 万、30,400 万ネパールルピーと見積もられた。

#### 6.2. 推奨される対策工の実施

##### (1) 推奨する対策工

地形・地質調査の結果を考慮し、以下の斜面对策工に決定した。

- Sta.17 + 400: 重力式擁壁工、フトンカゴ工、石積み擁壁工による上部斜面の保護、フトンカゴによるチェックダム、暗渠工、明渠工による下位谷地形の安定をさせる。
- Sta.17 + 600: 道路直下の斜面に対するアンカー工、高盛土の押さえ盛土工と上部斜面の吹付工により斜面を安定させる。
- Sta.18 + 200: 切土による山側への道路付替工

それぞれの斜面の斜面对策工を計画する上で、十分かつ必要な設計条件を、長期にわたる道路交通機能を保持するためにとりいれた。

シンズリ道路の 2014 年の全線開通の前に恒久的な対策工が実施され、上記の地域が保全されることが望ましい。これらの地域の的確な対策工の早期実施が、供用時の、多大な経済損失を防ぐことができる。

##### (1) Sta.17+600 及び Sta.18+200 における対策工の実施

Sta.17+600 の対策工として、地形状況や崩壊状況から、ネパール国における一般に普及した対策工法が適用困難であると考えられた。それゆえに、アンカー工や高盛土による押さえ盛土工等の先端的な工法を Sta.17+600 の対策工として取り入れた。Sta.17+600 の高盛土による押さえ盛土工は Sta.18+200 における切土の発生土が利用される。ゆえに、これらの押さえ盛土工と切土の 2 工法の組み合わせは一つの事業で実施されることが望ましい。



Sta.18+200 における切土後の道路付替工は、DoR が単独で実施可能である。しかし、現在のネパール国における実績や施工能力を考慮するとアンカー工や高盛土による押さえ盛土工は DoR による施工は困難である。

## **(2) Sta.17+ 400 における対策工の実施**

一方で、第二工区を建設する過程において急斜面にフトンカゴ工が安全に実施されてきた。この工事経験は Sta. 17 + 400 における対策工の施工に役立つものである。また、対策工費は、DoR が割り当てられる予算内にあると判断される。この工事は、全線開通前の復旧工事の一つとして DoR によって実施可能である。

本対策工の実施により、現在の設計諸元に基づき、かつ経済性も考慮した最適な対応となることを見込まれる。しかしながら、当該地域では近年、当初想定を超える降雨などがみられるため、供用開始後のネパール側による適切な維持管理により、想定外の降雨による被害の軽減に努めること及び被害発生時の早期復旧体制の確立が強く望まれる。

## 卷末資料

卷末添付資料 I : 災害履歴

卷末添付資料 II : 地質調査結果

卷末添付資料 III : 雨量解析結果

卷末添付資料 IV : 斜面モニタリング結果

卷末添付資料 V : 安定解析

卷末添付資料 VI : 現地写真集

卷末添付資料 VII : 協議結果簿(M/D: : Minutes of Discussion)

卷末添付資料 VIII : 観測機器類移転要請書

卷末添付資料 IX : Summary of ESC Study

## 卷末添付資料Ⅰ：災害履歴

## 巻末添付資料 I

### 災害履歴

#### 1.1 災害発生履歴に関する資料収集

Table 1.1.1 に示すデータ及び報告書を収集した。

Table 1.1.1 収集データ・報告書一覧

No.	Title	Composed date	Media	Composer
1	Monthly Progress Report No.1,10 ~ 20, 23,28	Jan. 2002 ~ Apr. 2004	Paper	HAZMA / TAISEI JV
2	The slope failure site around Sta. 18+200 (Japanese)	Nov. 2003	Paper	NIPPON KOEI
3	Disaster Survey Report in Sep. 2004 (Japanese)	Oct. 2004	CD-R	NIPPON KOEI
4	Disaster in Section II on 11 Jan. 2006 (Japanese)	Aug. 2005	CD-R	NIPPON KOEI
5	Final Report n Boring Works at Dhungre-Bhanjyang	Dec. 2005	Paper	HAZMA / TAISEI JV
6	Design for Countermeasure of Disaster in Jul.2004 (Japanese)	Jul. 2004	Paper	NIPPON KOEI
7	The survey of deformed structures on Sindhuli road (Section II) Aug. 2005 (Japanese)	Aug. 2005	Paper	NIPPON KOEI
8	Record of Deformations on Section II and Countermeasures for Sta.17+600, Sta.18+200 and Sta.21+600	Dec. 2007	Paper	NIPPON KOEI

Source: study team

#### 1.1.1 STA.17+400 における災害発生履歴

Sta.17+400 における斜面災害の発生履歴を Table 1.1.2 と Figure 1.1.1 に示す。

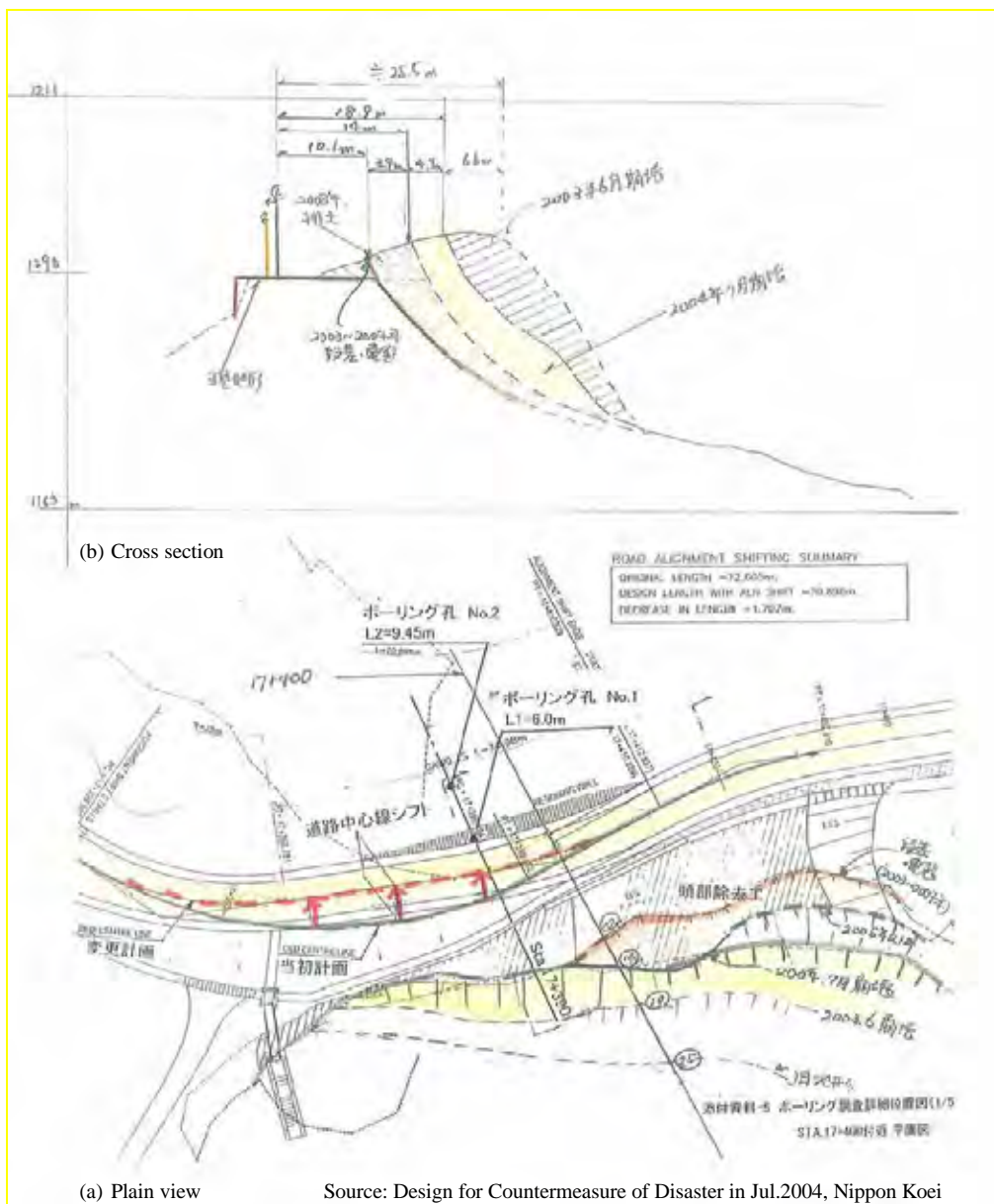
斜面崩壊は 2003 年 6 月に初めて発生し、降雨とともに徐々に拡大している。2005 年 5 月に擁壁工と吹付工が実施されたが、その後の豪雨により破損した。そこで不安定土塊を取り去り、道路の反対側へのシフトが実施された。斜面崩壊は対策実施後ほとんど拡大しておらず、クラックなども発生していない。

本調査期間の 2010 年 7 月 14 日に擁壁工下部の吹付工が土塊とともに崩落した。しかしながら、道路への影響はなかった。

**Table 1.1.2 Sta.17+400 における斜面崩壊履歴**

Date	Event
June 2003	The slope failure occurred. The cliff formed on approximately 20m from center of the road, cracks also occurred on approximately 10m from center of the road.
July 2004	The failure expanded. The cliff had expanded approximately 10m since June 2003.
May 2005	The retaining wall and shotcrete were constructed by the Hazama-Taisei JV.
August to September 2005	The Slope failure occurred again. The retaining wall and shotcrete fell.
2006	The road realignment and removal of unstable soil mass were constructed by the Hazama-Taisei JV.

Source: study team



**Figure 1.1.1 Sta.17+400 の斜面崩壊履歴の模式平面図及び断面図**



### 1.1.2 STA.17+600 における災害発生履歴

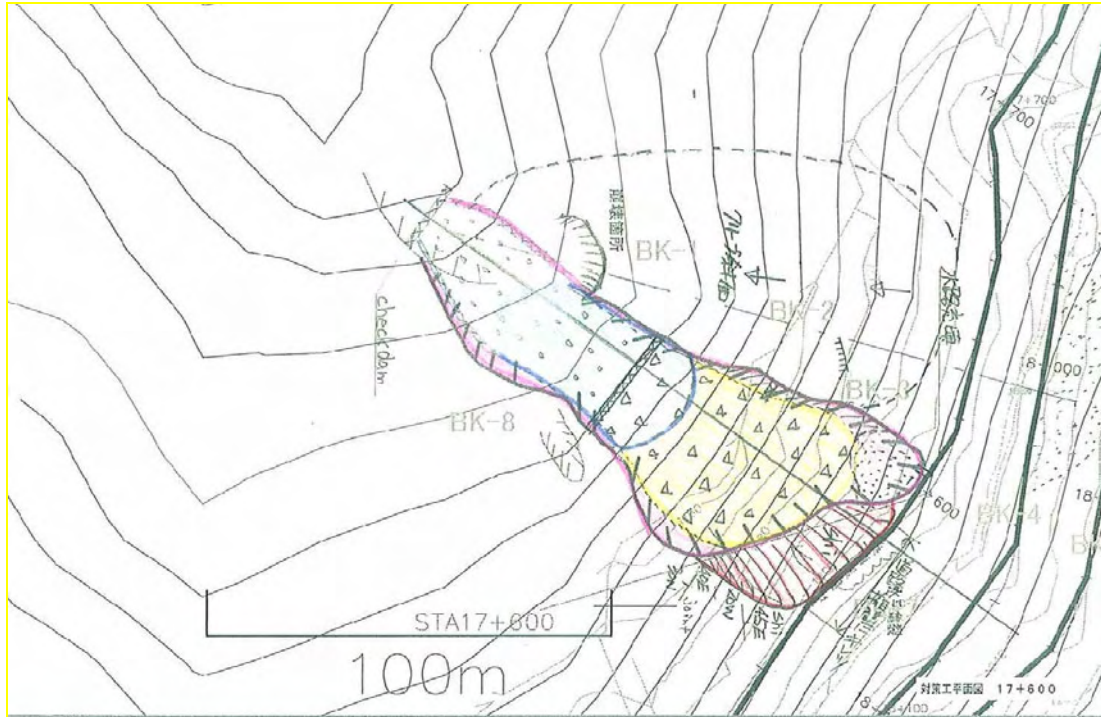
Sta.17+600 における斜面崩壊履歴を Table 1.1.3 と Figure 1.1.2 に示す。

2007 年 8 月に初めて下部斜面で崩壊が発生し、降雨に伴い徐々に拡大し、同年の 9 月に道路にまで拡大した。その後、小規模な崩落が発生している。2008 年 5 月には、崩落斜面内において 3 列にチェックダム、2009 年 7 月には上部崩壊斜面の滑落崖に対してはロックボルト工及び吹付工が施工された。亀裂は現在も山側の擁壁工と水路工において発生、拡大しており、斜面崩壊により道路の一部が緩んでいると考えられる。

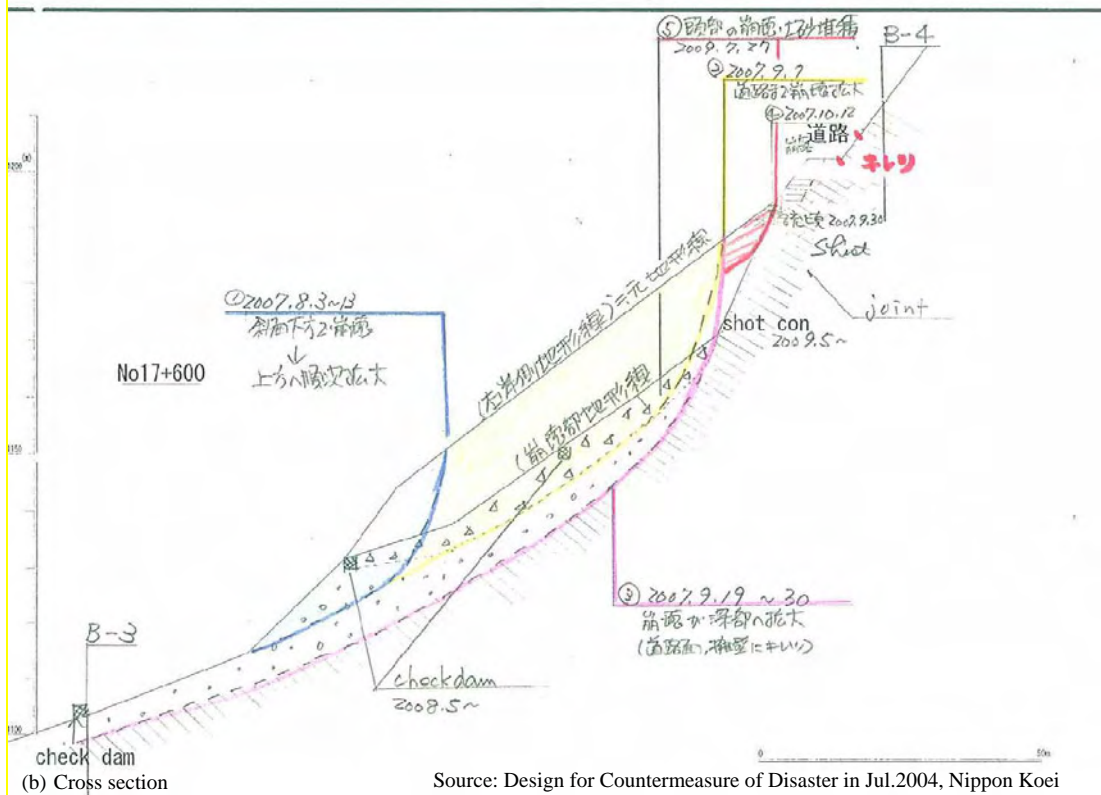
**Table 1.1.3 Sta.17+600 における災害発生履歴**

Date	Event
August 2007	The slope failure occurred on lower slope and has gradually expanded upward.
September 2004	The failure expanded up to the road. The cracks occurred on the retaining wall and the road surface.
October 2007	Small-scale failure occurred on the scarp.
May 2008	Three check dams were executed as emergency countermeasures by DoR.
May 2009	Shotcrete and rock bolt works were executed as emergency countermeasures by DoR.
July 2009	New failure occurred on the head of slope and sediment deposited in the failed valley.

Source: study team



(c) Plain view



(b) Cross section

Source: Design for Countermeasure of Disaster in Jul.2004, Nippon Koei

Figure 1.1.2 Sta.17+600 の斜面崩壊履歴の模式平面図及び断面図

### 1.1.3 STA.18+200 における災害発生履歴

Sta.18+200 における斜面崩壊履歴を Table 1.1.4 と Figure 1.1.3 に示す。

2003 年 11 月から 2004 年 7 月にかけて、初めて斜面崩壊が下部斜面において発生した。ロックボルト工付吹付工が対策工として 2005 年 5 月に施工された。その後、吹付工の下部において 2005 年 8 月の降雨に伴い斜面崩壊が再度発生し、道路面に亀裂が発生した。

2008 年 7 月には Sta.18+200 の擁壁工に生じた亀裂は最大で 48mm 拡大した。一方、本調査期間の 2010 年 6 月には 7mm の拡大が認められた。

**Table 1.1.4 Sta.18+200 における災害発生履歴**

Date	Event
November 2003	The scarp formed on approximately 30m from center of the road, cracks also occurred on approximately 5m behind the scarp.
July 2004	The failure occurred on the shotcrete and soil slope.
May 2005	The shotcrete and rock bolt works were constructed by the Hazama-Taisei JV.
August to September 2005	The Slope failure occurred on lower shotcrete slope again. The cracks occurred on the shotcrete, the foundation of the retaining wall and the road surface.
2006	The road realignment of approximately 6m on mountain side was executed by the Hazama-Taisei JV.
December 2007	The failure on the shotcrete and the surface failure on the soil slope expanded.

Source: study team

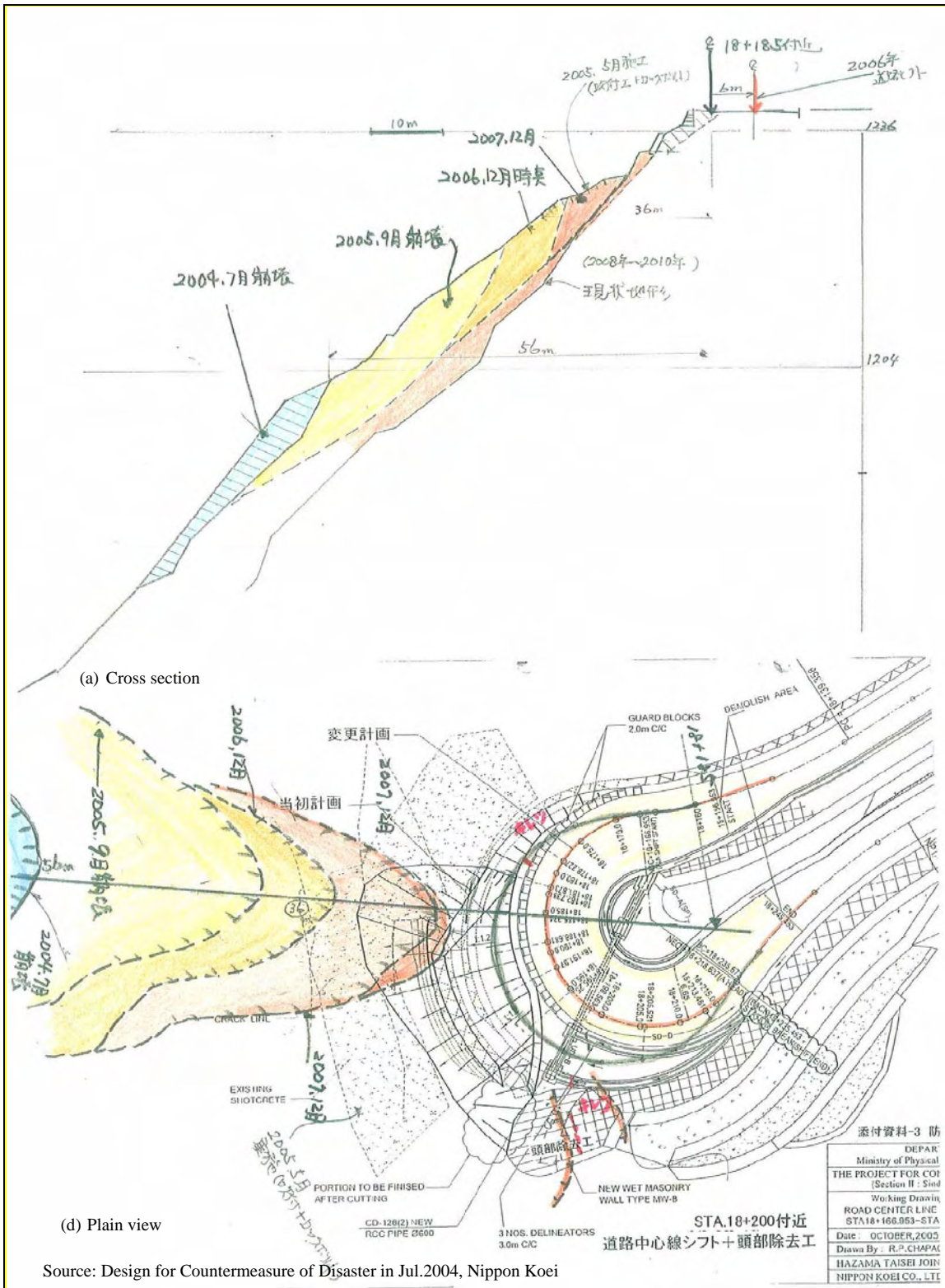


Figure 1.1.3 Sta.18+200 の斜面崩壊履歴の模式平面図及び断面図



## 1.2 状況写真



18 August 2005



13 September 2005







15 September 2005



17 January 2006



26 November 2007



19 August 2008



11 June 2010



27 August 2010





3 August 2007



7 September 2007





19 September 2007



30 September 2007



26 November 2007





May 2009



27 July 2009



17 August 2010





March 2003



16 December 2005





June 2009



21 August 2010