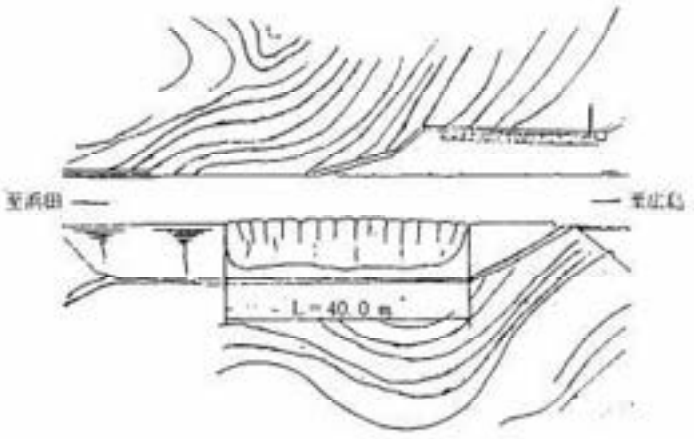
7. 盛　　土

7－1　盛土法面の崩壊実例

1）盛土路肩部分の小崩壊（図－7－1）

路面から雨水が浸透し飽和し易い路肩部分が崩壊する。被災ケ処が多い。

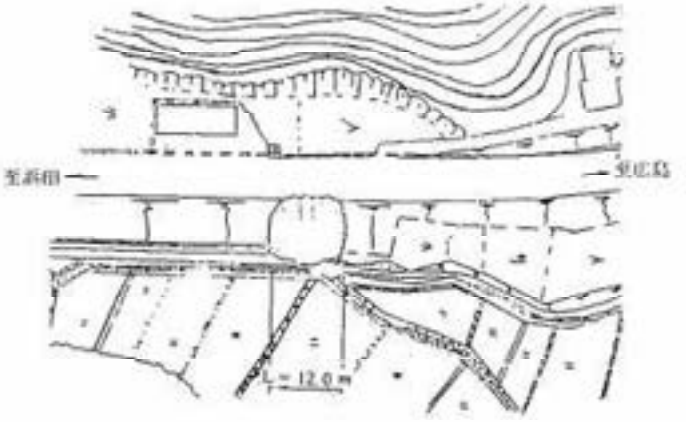
図－7－1



路線名：国道 186 号線

2）盛土法面の崩壊（図－7－2、7－3）

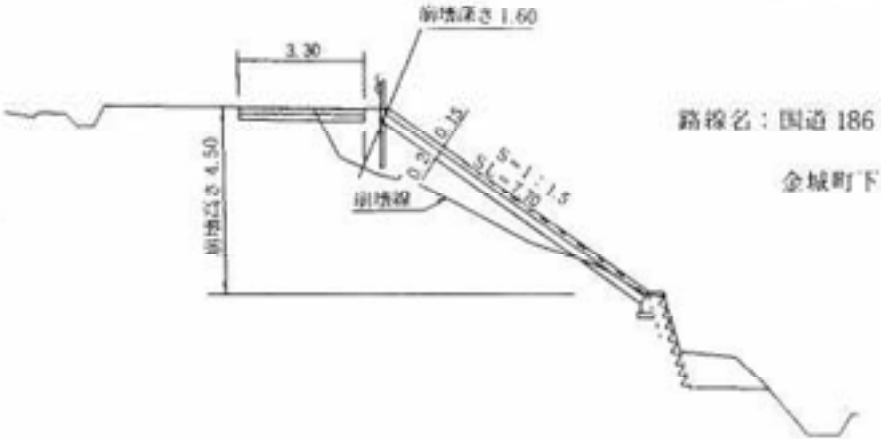
前例の規模が大きいもので、同様の原因である。この場合下部に擁壁がある場合は、大抵擁壁は安全である。



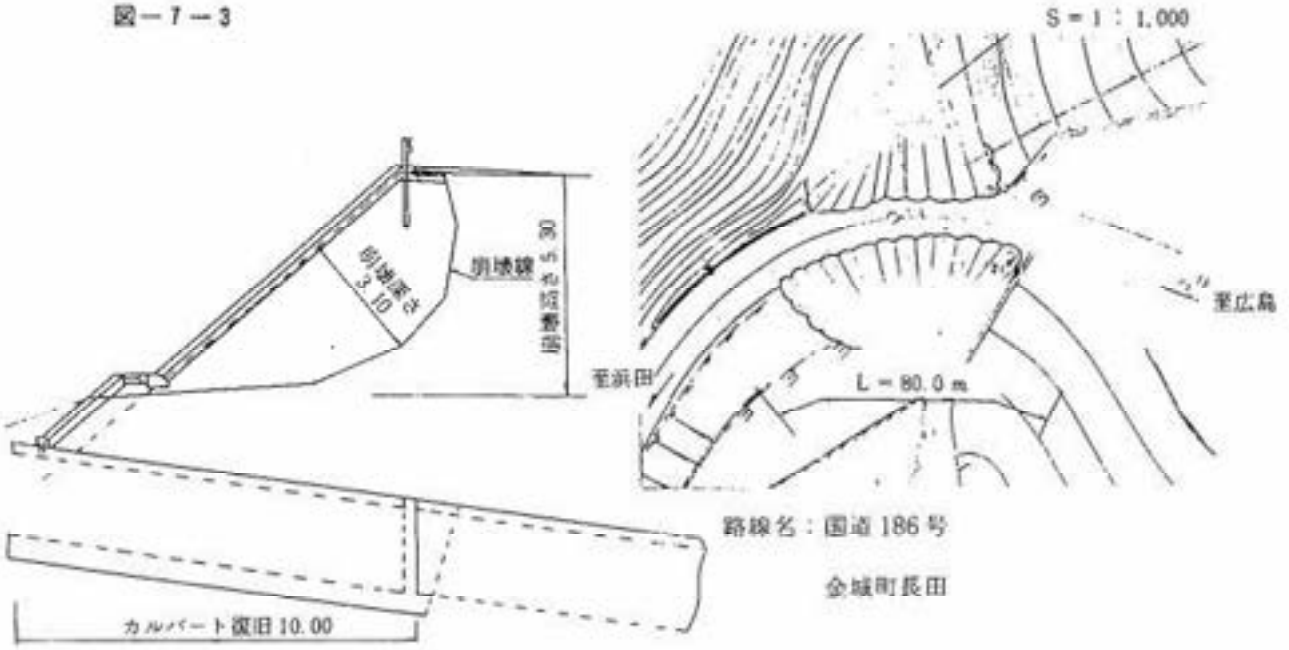
路線名：国道 186 号線

金城町下来原

図－7－2



図－7－3



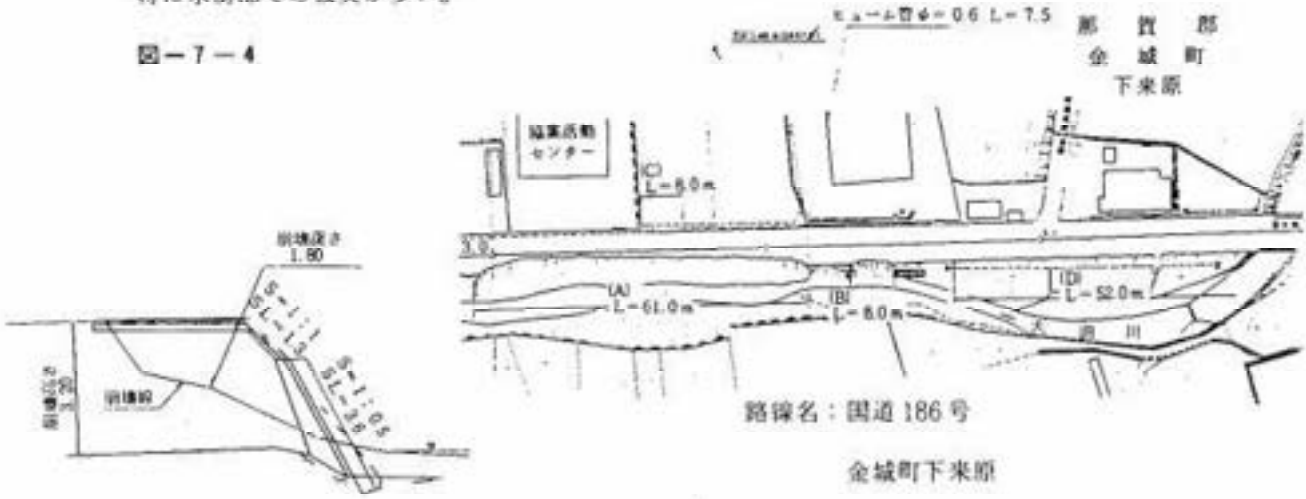
路線名：国道 186 号

金城町長田

3）河川の洗掘による盛土護岸の崩壊（図－7－4、7－5）

特に水衝部での被災が多い。

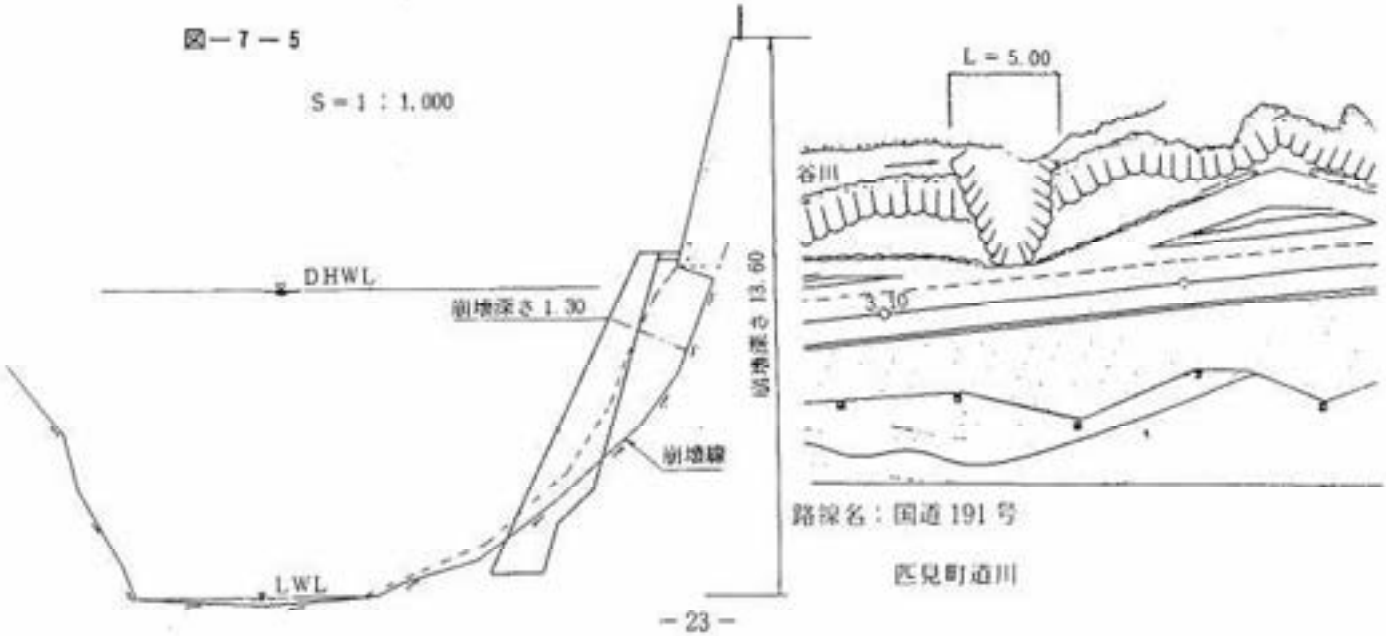
図－7－4



路線名：国道 186 号

金城町下来原

図－7－5

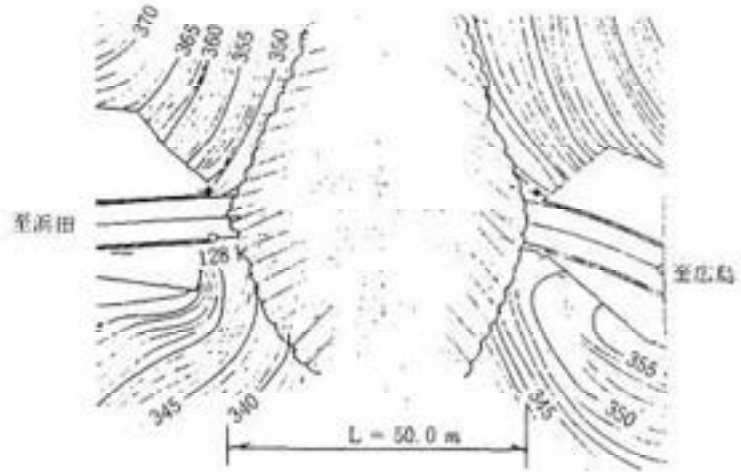


路線名：国道 191 号

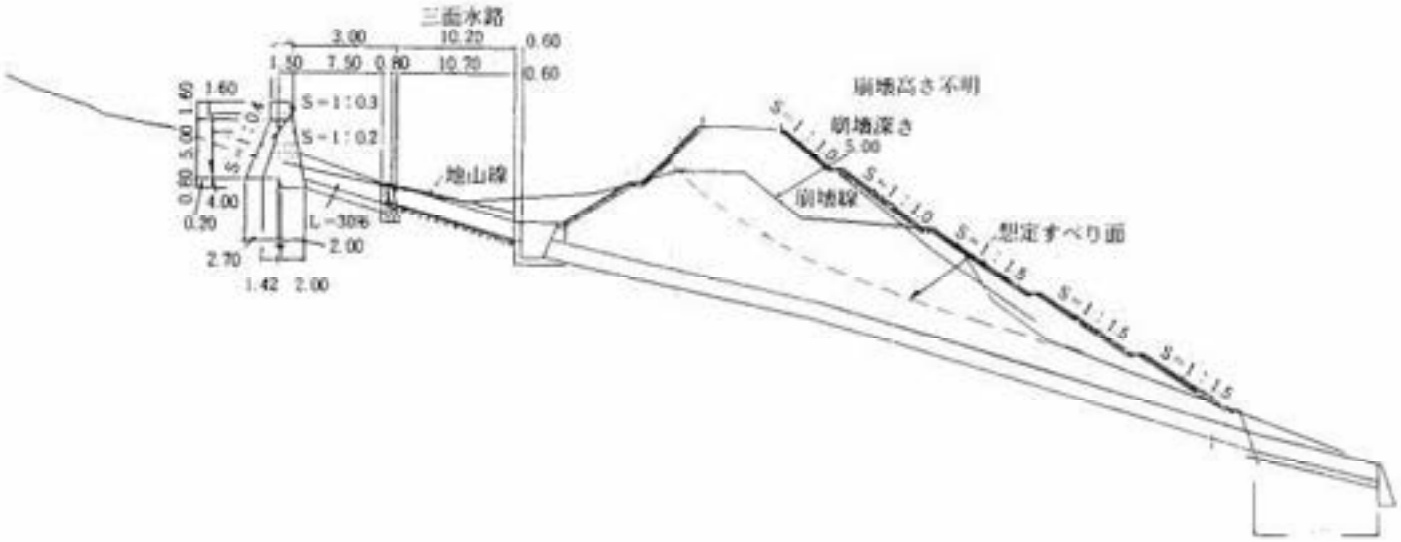
匹見町道川

4）大規模な盛土法面崩壊（図－7－6）

路面を含む盛土全体が崩壊したものである。谷からの土砂流出により、横断排水路がつまり、山側のポケットが急激に水位上昇し、盛土自体の間隙水圧の上昇と、山側からの土砂流による押し出しとにより崩壊したものと考えられる。



図－7－6



路線名：国道186号

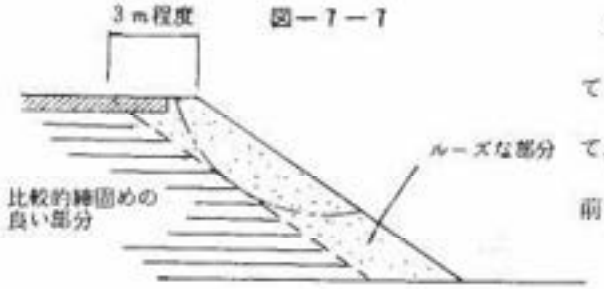
金城町小国

7－2　盛土工についての考察

以上の崩壊例をもとに、今後盛土工の設計・施工にあたっての留意点につき述べる。

1）盛土路肩部分の小崩壊及び、2）盛土法面の崩壊は、盛土自体の地下水の上昇に起因しているのでなく、盛土の締固めが不十分な法面に沿うルーズな部分で発生している。（図－7－7）

図－7－7

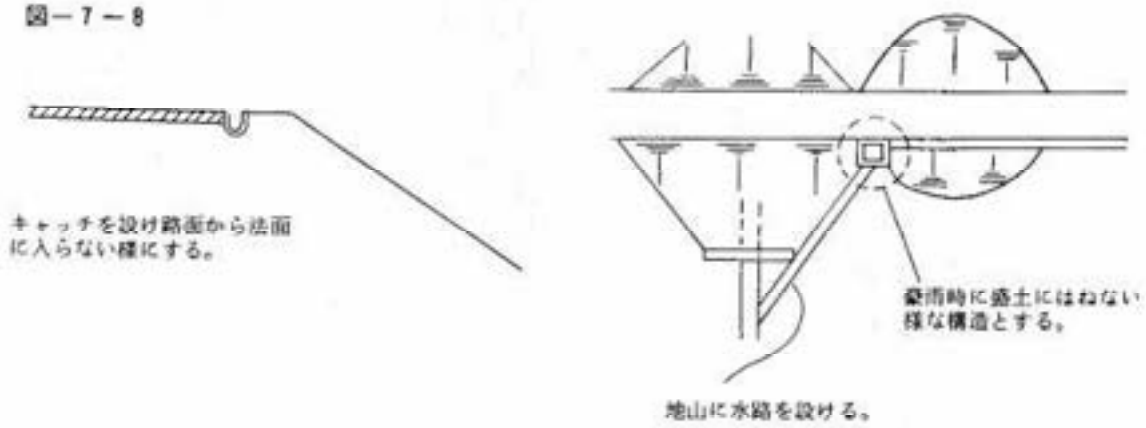


いづれの場合も路肩附近を中心として崩壊が発生しているのは、比較的締固めの良い部分を不透水層として、ルーズな部分の上部から飽和し、下部が飽和する前に上部の飽和部分で崩壊したものと考えられる。

対策として考慮すべき点は、次の通りである。

① 路面及び縦断の高い側からの水処理を十分にすること。

図－7－8



② 法面保護工は、上部に重点を置き、不透水性のものを用いる。

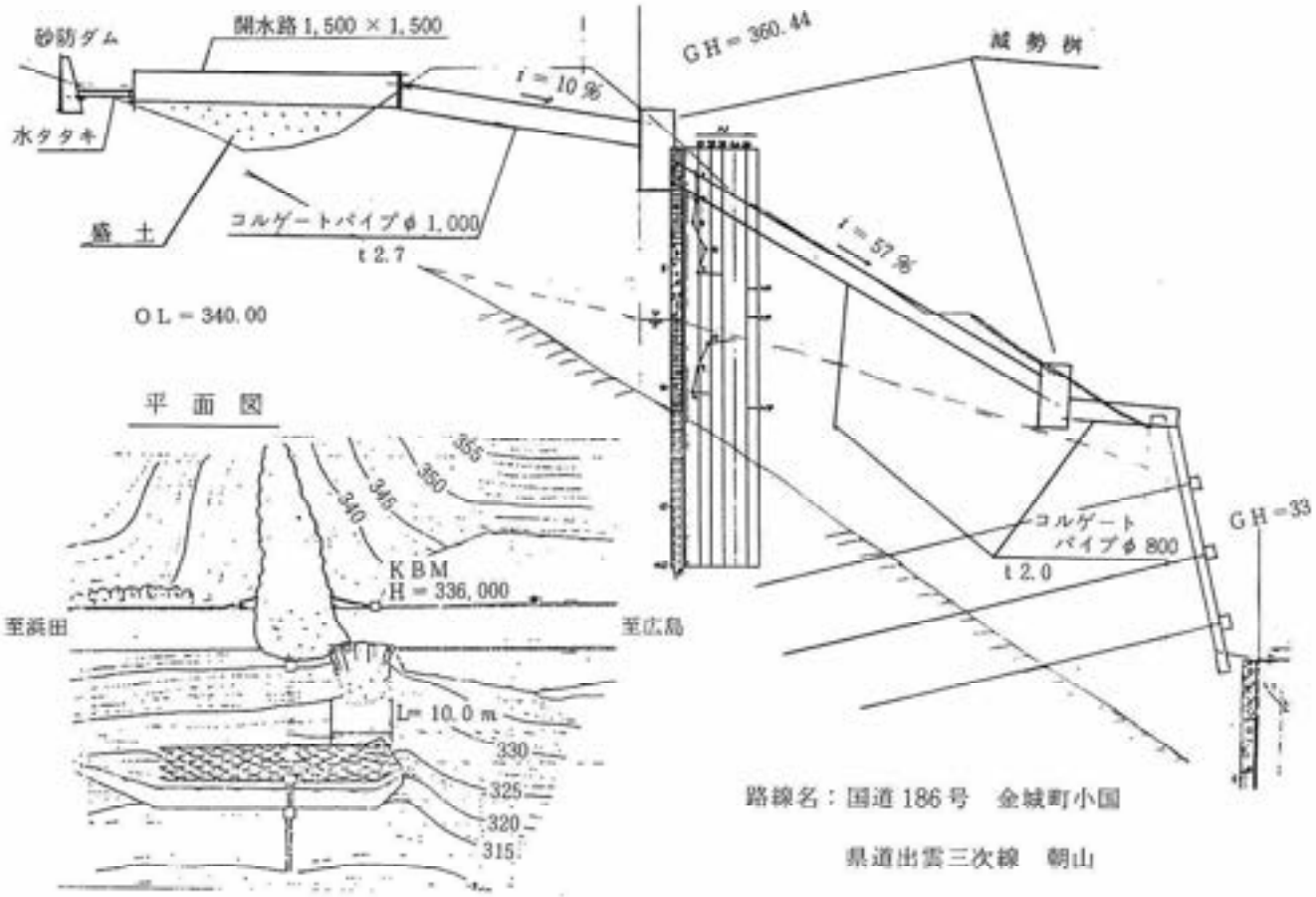
図－7－9

③ ルーズな法面附近には、サンドマットを挿入し、地下浸透水をすみやかに地表に導く。

2）大規模な法面崩壊については、十分な調査資料がないが、重要な路線については、今後十分対策を立てておくべき問題であろう。

今までの経験からこれらの大規模な崩壊は、盛土が築造されてから、徐々に地下水位が上昇し、その上に、集中豪雨により急激に水位上昇を来たしたものと考えられる。即ち常時地下水が高い位置に形成されていたことが、崩壊の素因であると考えると。以下これらの例を示す。

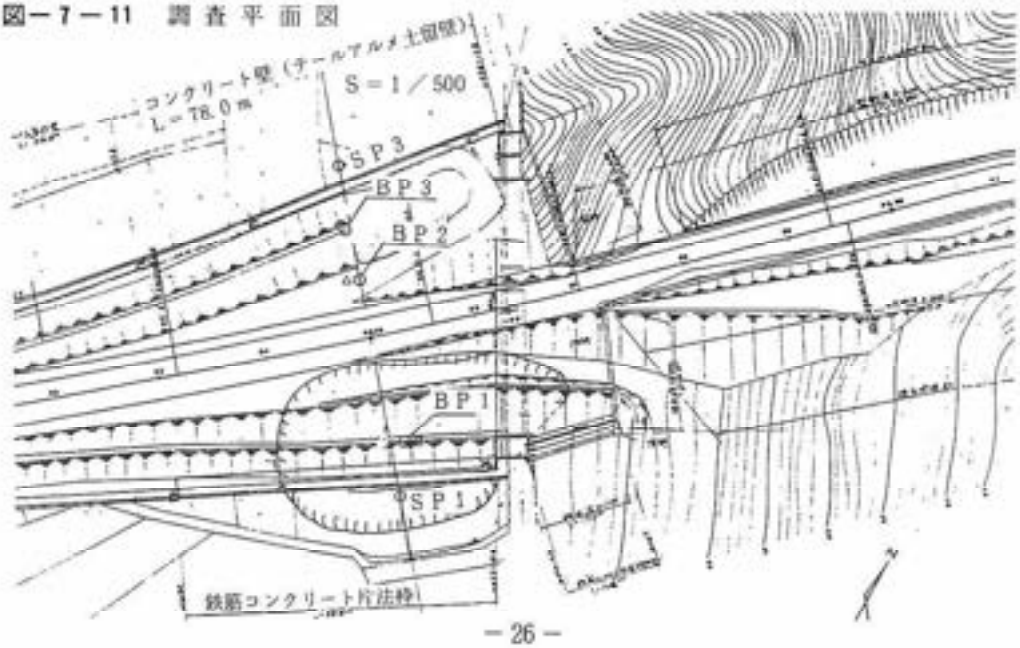
図－7－10



路線名：国道 186 号　金城町小国

県道出雲三次線　朝山

図－7－11　調 査 平 面 図



盛土は、十年も経過すれば、自然地盤と変らない様になる。盛土当初は、地山線にあった地下水位が、周辺の地下水環境に適合した様に、新たな地下水位が盛土内に形成されていく。特にゆるい谷地形の傾斜地に盛土する場合には、山側の広範囲の雨水が盛土に入り込むことになり、一般に地下水位が高い場合が多い。

又、盛土を一種の自然地盤と見た場合には、崖錐・崩積土より更に弱い土と見なし得る。盛土のN値は、殆んど10以下である。

従って大規模な盛土区間については、設計時に十分な検討が必要である。

道路土工指針では、特に注意の必要な盛土として、1）傾斜地盤上の盛土　をあげて次のように書かれている。

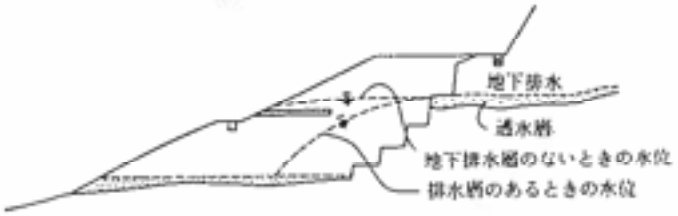
特に注意の必要な盛土

盛土の安定は盛土のり面のみならず、本体（路体）の安定に注目する必要があるということはいうまでもない。のり面の安定には湧水、降雨による影響が主因であり、水の処理が重要となる。

1）傾斜地盤上の盛土

傾斜地盤上の盛土、谷間をうめる盛土、谷間をうめる盛土、片切り片盛り、切盛境では地山からの湧水が盛土内に浸透し、盛土のり面を不安定にすることが多い。このような場合は、盛土内へ地下水が浸透しないように地下排水溝を設計し、かつ盛土内の水圧を減少させるために盛土に排水層を設けるとよい（図－3・29参照）

なお傾斜地盤の中には軟弱な層をはさみ、盛土の崩壊を招くこともあるので、第5章に準じた基礎地盤の調査・設計を適用することもある。



図－3・29　傾斜地盤上の盛土の地下排水溝と排水層

山岳地、丘陵地、台地などに発達する谷間の湿田、かんがい用水路などはその周辺の地下水が流出している場所であり、盛土の接する地山から盛土への地下水流入が崩壊に大きく影響する。したがって地山の透水層、不透水層に注目して降雨、融雪水などの浸透水をも地下排水工で処理するのがのぞましい。

なお盛土の地下水位を低下させることは、降雨災害の軽減はもちろん、耐震対策としても有効であるとされている。

8. 法 面 保 護 工

8－1　切土法面保護工

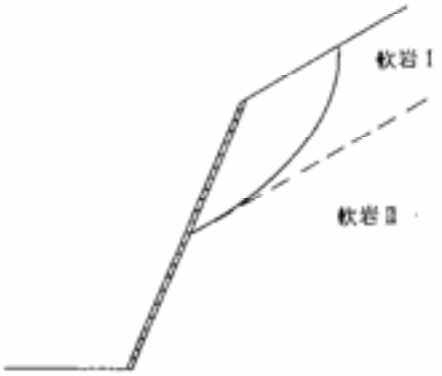
今回の災害でモルタル吹付工の破損が多い。原因は次の二点が考えられる。

1）地山自体が不安定である。

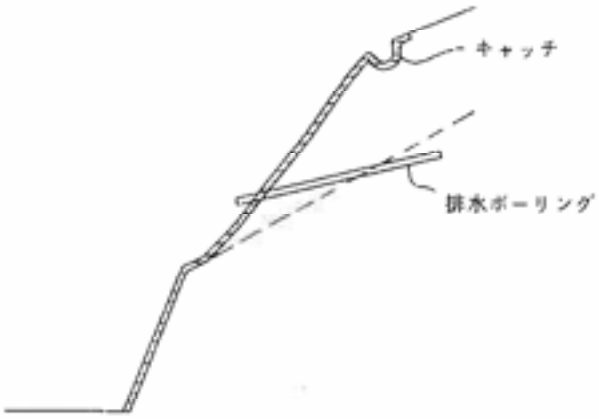
2）地山からの水圧

殆んどが、1）の理由で、「切土法面内の表層崩壊」に属するものである。

図－8－1



図－8－2

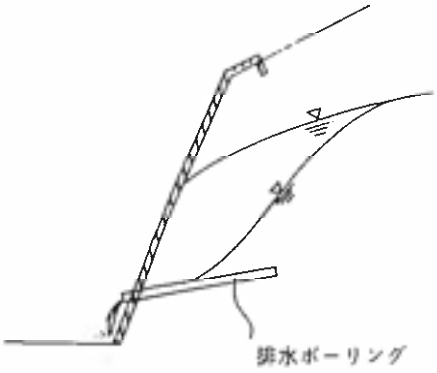


もし、上部を安定法勾配に切土していれば、安定であったと思われる場合が多い。軟岩状であっても法勾配を緩くしているところでは破損していない。

2)の地山からの水圧は、1)の地山の安定と同時に考えるべきもので、今回の崩壊の多い風化部分の急激な地下水に対するものと、地山自体にもともと存在している地下水に対するものとがある。

重要路線については、図－8－2の様に風化部分に、排水ボーリングを行い豪雨時すみやかに排水し、法面の安定を図る必要があろう。

図－8－3



又、地山自体に地下水がある場合、とかく湧水箇所のみにとらわれるが、地下水位が高ければ、水圧の大きい下部へ排水ボーリングを行い法面附近の安定を図る必要がある。

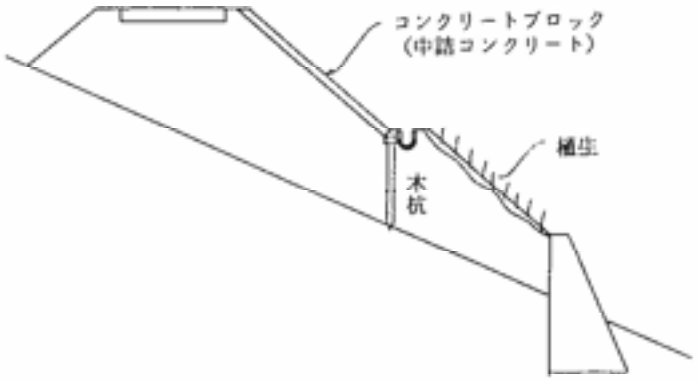
（図－8－3）

8－2　盛土法面保護工

盛土路肩附近の崩壊が多いことから、路肩に近い上部法面に構造物による法面保護工をほどこし雨水が浸透しない構造とすべきと考える。

道路工指針には一つの法面で工種を変える場合は、重いものを下部に軽いものを上部に使用するのを原則とするとしているが、今後検討を要す事項と考える。

図－8－4



重要な道路の長大法面、又は盛土下に人家のある法面は、植生工は避け、コンクリート張り、コンクリートブロック等、不透水性の構造物による法面保護工を選定すべきである。勿論排水についての配慮は十分行うものとする。又法尻には十分安全な擁壁を設置し、盛土法面を少くする様に考える。(図－8－4)

9. 排　水　工

9－1 横 断 排 水

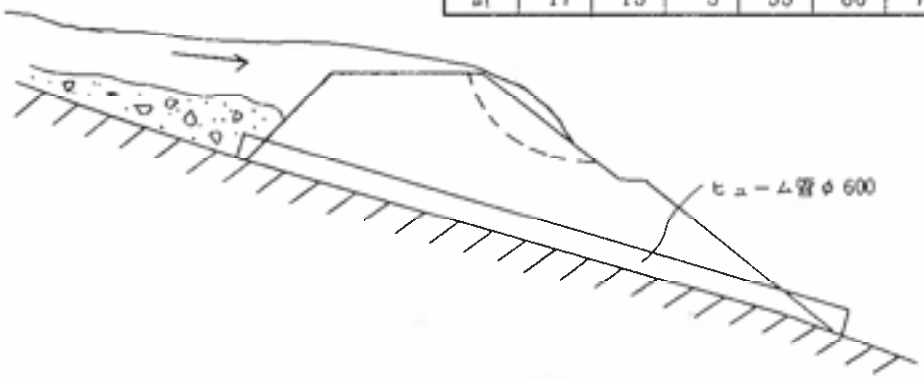
横断排水工の被害状況は、表－1の通りである。

山岳部で、谷を横断するパイプ又はカルバートボックスが、流出土砂又は土石流により埋没した例は多い。

表－8　横断排水の被災状況

	被災有				被災無				合計	
	Box	Pipe	他	計	Box	Pipe	他	計		
186	4	5	0	9	9	13	0	22	31	29%
191	3	3	3	9	10	5	0	15	24	38%
261	0	2	0	2	16	9	0	25	27	7%
9	10	3	2	15	51	51	10	112	127	12%
計	17	13	5	35	86	78	10	174	209	17%

図－9－1

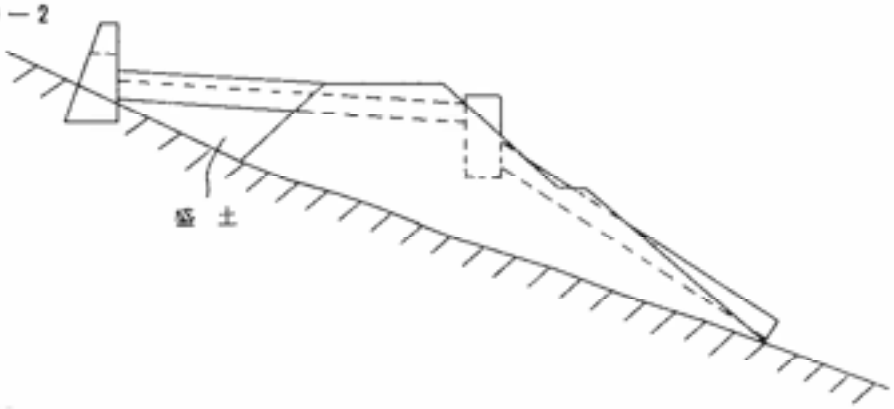


図－9－1に示す様に流域面積0.1㎢以下の比較的規模の小さい谷では、ヒューム管φ600程度のものが谷底に沿って設置されている場合が多い。

国道186号及び国道191号の調査結果から、横断排水の約30%が埋没し被災している。降雨時には、流水が道路をオーバーしたものと考えられる。

今後の対策としては、図－9－2に示す様に、上流部に堰堤を設け、上流側の谷部分を埋めて、排水路は、出来るだけ地表面を通す様にする必要がある。

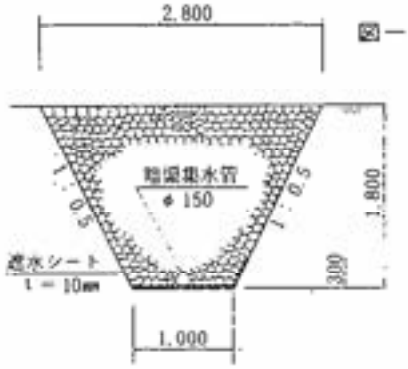
図－9－2



又、谷が大きくハイバンクになる部分では、流出土砂量を予測し、土石流の可能性等を十分検討した上で、十分な断面を確保する必要がある。場合によっては、橋梁とする場合もあろう。

9－2　地下排水工

盛土内の地下水位上昇をおさえる一つの方法として、盲暗渠がある。盲暗渠は、きわめて重要であるわりには、注意がはらわれていない様に思われる。



図－9－3

一般に左図に示す構造のものが多く、φ40mm以下の砕石を使用していることが多い。

道路土工指針では、フィルター材について次の基準がある。

これはフィルターの機能を永く維持するための条件で、周辺の土粒子によってフィルターの目ずまりが起らないためのものである。

フィルター材料の選定

排水溝内に穴あき管を設置して埋め戻す場合、あるいは路床上にしゃ断排水層を設ける場合には、その機能を永く維持させるために、次のような条件に適合した材料を使用しなければならない。

このフィルター材料には、透水性が大きく、かつ粒度配合のよい天然の砂利、あるいは粒度調整をした砂利、砕石などを用いる。

フィルター材料として必要な条件は、粒子自体の安定性が高く、風化したり、溶解しないことと、粒度曲線が適切でなければならないことである。必要な粒度曲線は、路床土の粒度曲線及び穴あき管の穴の大きさに関係を持つ。すなわち、フィルター材料が路床から流入してくる微粒子によってつまらない条件として、

$$\frac{D_{15}\text{（フィルター材料）}}{D_{85}\text{（路床土）}} < 5 \quad \cdots\cdots (3-14)$$

を満足しなければならない。ここにD_{15}、D_{85}はそれぞれ、粒径加積曲線において通過重量百分率の15が、85%に相当する粒径である。

更にフィルター材料が路床上に比較して十分な透水性があるための条件として、

$$\frac{D_{15}\text{（フィルター材料）}}{D_{15}\text{（路床土）}} > 5 \quad \cdots\cdots (3-15)$$

を満足しなければならない。

フィルター材料の粒度は、穴あき管の場合には式（3－16）のように穴あきの大きさによって定められる。

$$\frac{D_{85}\text{（フィルター材料）}}{D\text{（穴の径）}} > 2 \quad \cdots\cdots (3-16)$$

フィルター材料の粒径加積曲線は、図3－30に示すようにできるだけ路床土の粒径加積曲線に平行で、かつ滑らかな曲線がよい。

路床土にかなり大きいれきを含むときは、粒径が25mm以上の粒子を除いた土について粒径加積曲線を作ってフィルター材料の選定を行う。

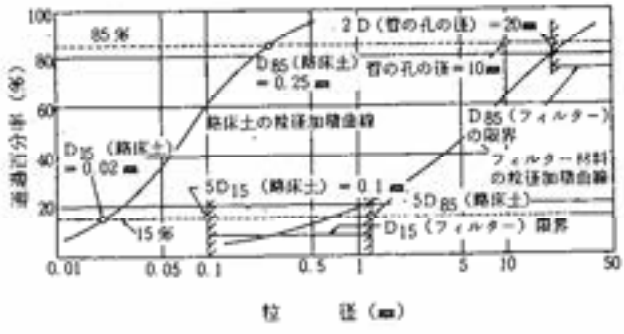


図3－30　フィルター材料の粒度曲線

参考例　精神薄弱者厚生施設造成工事（大田市）

フィルター構造について

シラスは、比重が軽く（$\rho_s = 2.10$）且つ細粒分が多いことから、盲暗渠等の栗石間をシラス土粒子が移動し、目づまりを起すこととなる。

したがって、盲暗渠、擁壁裏栗石等のフィルター部分は、慎重に設計し施工する必要がある。

フィルター材の選定条件は、次のとおりである。（道路土工指針より）

① フィルター材がつまらないための条件

$$\frac{D_{15}\ (フィルター)}{D_{85}\ (シ\ ラ\ ス)} < 5$$

② フィルターが十分透水性があるための条件

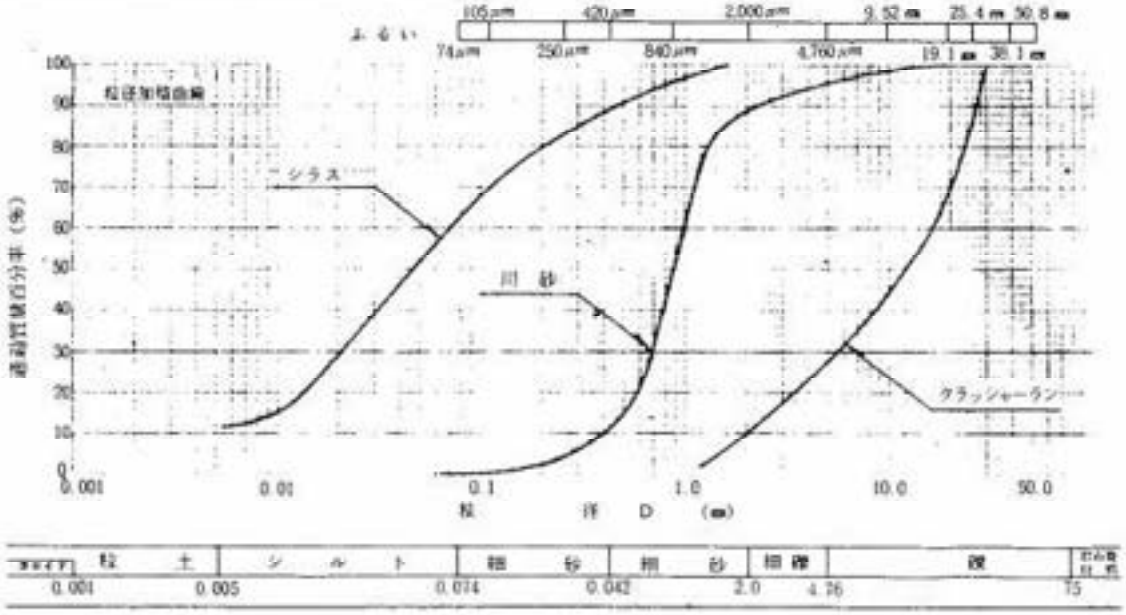
$$\frac{D_{15}\ (フィルター)}{D_{15}\ (シ\ ラ\ ス)} > 5$$

③ 管の孔にフィルター材が入りこまないための条件

$$\frac{D_{85}\ (フィルター)}{D\ \ (管の孔の径)} > 2$$

フィルター材に30㎜以下のクラッシャーランと川砂を使用することにする。

各材料の粒径加積曲線は次の通りである。



通過質量百分率	粒径 (㎜)		
	シラス(S)	川砂(S)	クラッシャーラン(C)
D85	0.3	1.5	2.5
D15	0.01	0.5	2.6

シラスと川砂

①の条件

$$\frac{D_{15}(S)}{D_{85}(シ)} = \frac{0.5}{0.3} = 1.66 < 5 \qquad OK$$

②の条件

$$\frac{D_{15}(S)}{D_{15}(シ)} = \frac{0.5}{0.01} = 50 > 5 \qquad OK$$

川砂とクラッシャーラン

①の条件

$$\frac{D_{15}(C)}{D_{85}(S)} = \frac{3}{1.5} = 2.0 < 5 \qquad OK$$

②の条件

$$\frac{D_{15}(C)}{D_{15}(S)} = \frac{2.6}{0.5} = 5.2 > 5 \qquad OK$$

クラッシャーランとパイプ

③の条件

$$\frac{D_{85}(C)}{D} = \frac{25}{5} = 5 > 2 \qquad OK$$

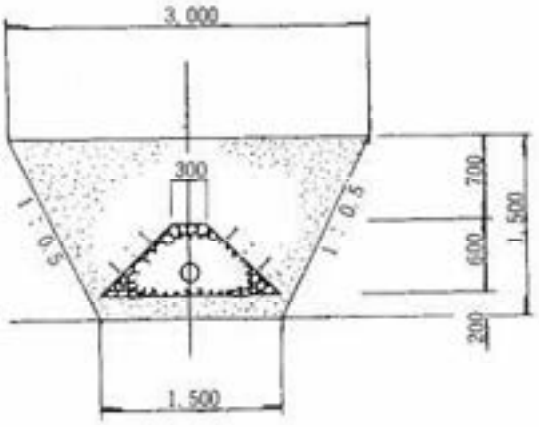
但し、パイプの孔の径：5㎜（ネトロンパイプ使用）

以上の結果より2種類のフィルターを使用するものとする。

(1) 川　　砂

(2) クラッシャーラン

標準の暗渠構造は下記の通り。



あ と が き

たった一日の自然の営力が、人間にとっては3,600億円を越す金と、2,000日の復旧の時間を要すると云うことは、如何に自然が偉大であるかを示すものである。

人間が自然に対して、逆らえば逆らうほど、そのしっぺ返しも大きい。

道路においても、規格が大きいほど被害も大きく、地形に逆らわない低規格道路では被害も少ない。道路の計画にあっては、出来るだけ自然に逆らわないことを基本に考えるべきであろう。

今回は、災害地を踏査し、土工上の問題点を摘出する事につとめたが、土工指針にフィードバックした時に、土工指針に明確に解明されていることが多々あった。基本に忠実に設計・施工を行うことが重要である。

参　考　文　献

道路土工要綱　日本道路協会

道路土工　のり面工・斜面安定工指針　日本道路協会

道路土工　排水工指針　日本道路協会

斜面崩壊防止工事の設計と実例　全国治水砂防協会

島根災害と斜面崩壊　地すべり学会関西支部シンポジウム

島根大学地質学研究報告第3号　島根大学理学部地質学教室

谷　誠　不飽和浸透水による地下水面の上昇　第8回地すべり研究会

島根県地質図　島根県水産商工部商工課

昭和58年7月豪雨被害実態調査報告書　島根県

県道出雲三次線道路改良工事高盛土対策報告書　藤井基礎設計事務所

国道186号（小国地内）道路災害防除調査設計報告書　藤井基礎設計事務所

国道191号（都茂地内）災害復旧工事調査設計報告書　藤井基礎設計事務所

浜田美都線道路災害復旧工事調査設計報告書　藤井基礎設計事務所

精神薄弱者厚生施設土地造成工事調査設計報告書　藤井基礎設計事務所